

해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발 [Ⅱ]

2009. 9



주관연구기관 : 한국해양연구원

위탁연구기관 : 한양대학교



국토해양부
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발 [Ⅱ]

2009. 9

주관연구기관 : 한국해양연구원

위탁연구기관 : 한양대학교



국토해양부
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs

제 출 문

국토해양부 장관 귀하

본 보고서를 “해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발】” 용역 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2009년 9월 일

총괄연구책임자 : 김 석 현 (한국해양연구원)

세부연구책임자 : 김 경 련 (한국해양연구원)
윤 길 림 (한국해양연구원)

위탁연구책임자 : 김 홍 균 (한양대학교)

참여연구원 : (한국해양연구원)

홍기훈, 정창수, 김영일, 양동범, 김창준,
최기영, 강정애, 최은희, 전지연, 김유진,
문병호, 홍성진, 김혜은, 박대훈, 하규영,
최진영, 방재현, 이성규, 김민지, 박순영,
신보람, 신신영, 김시마, 허 혁, 배운신,
김홍연, 강오람, 안광현

(한양대학교)

윤익준, 장철원

요 약 문

I. 과제명 : 해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발 [II]

II. 연구개발의 배경 및 목적

1. 배경

- 해양환경보호를 위한 국내외의 법제도 강화로 오염된 퇴적물의 해양배출이 금지되었고, 국민들의 환경에 대한 인식의 변화로 그동안 오염된 퇴적물이 배출된 해역에서 2차 오염에 대한 우려가 제기되어 왔음
- 미국, 유럽, 일본 등 외국에서는 오염된 퇴적물을 입자분리, 세척, 고화 등 다양한 기술로 처리하여 최종 처분할 양을 최소화하며 재활용을 포함하여 육상, 연안, 해상의 고립 처분장에서 환경적으로 안전하게 처분하고 있음.
- 현행 법·제도에서 오염퇴적물의 정의 및 다양한 처리처분 대안기술을 위한 개념정립이 필요하므로 관련된 법제도 전반에 대한 검토와 개선안 제시가 필요함
- 오염퇴적물 정화사업의 원활한 추진을 위하여 국내 상용 처리기술의 활용 가능성 및 처분 대안을 검토하여 정화사업이 예정된 해역별로 적합한 처리, 처분 대안제시가 요구됨
- 국민들의 해양환경개선에 대한 요구와 오염퇴적물 정화사업 대상 해역이 증가함에 따라 오염퇴적물 처리 처분에 대한 국내 시장이 확충될 것으로 예견되므로 향후 시장개방에 대비하여 국내 시장을 지키기 위하여 정부차원에서 대책의 수립이 요구됨
- 1990년 마산만 오염퇴적물 정화사업이후 지금까지 준설로 제거하여 해양배출로 처분하였다. 향후 정부차원에서 환경에 미치는 영향을 감소시킬 수 있는 오염퇴적물의 처리 재활용, 처분 등 대안마련이 요구됨

2. 목적

- 원활한 오염해역 정화복원사업 수행 지원
- 오염퇴적물 유효활용을 위한 기술개발

Ⅲ. 연구 개발 내용 및 범위

1. 해양오염퇴적물 처리 및 처분 관련 법령 개정안 제시

- 해양오염퇴적물 처리 및 처분 관련 용어의 정리
- 해양오염퇴적물 처리 및 처분 관련 국내 법령에 대한 검토의견 제시
- 해양오염퇴적물 처리 및 처분 관련 법령에 대한 개정안 제시

2. 국내 해양오염퇴적물의 처리기술에 대한 검증 및 성능평가

- 국내 해양오염퇴적물 처리기술 현황 및 실태조사
- 국내 해양오염퇴적물 처리기술에 대한 성능 시험

3. 국내 해양오염퇴적물의 처리 후 활용성 검토 및 시제품 제작

- 처리 공정 후 활용 사례 검토
- 처리 공정 후 활용 사례별 시제품 제작 및 제시

4. 오염해역(울산 방어진항, 진해 행암만 등) 퇴적물의 처리, 처분 대안 제시

- 처리기술 대안 검토
- 처리된 산물의 처분 및 활용 대안 검토
- 처리, 처분 대안 제시

IV. 연구 개발 결과

1. 해양오염퇴적물 처리 및 처분 관련 법령 개정안 제시

1) 해양오염퇴적물 관련 법제의 개정 필요성

- 1996년 런던의정서(London Protocol)의 채택과 이를 준수하기 위해 폐기물의 해양배출기준이 강화되면서 준설했던 퇴적물의 해양배출이 제한되어 그 대안을 모색할 필요성이 증가하고 있다.
- 그러나 「해양환경관리법」 및 다른 국내 법률상 오염퇴적물 또는 준설토사의 개념 및 법적 지위가 모호하고 그 수거 및 처리 등에 대한 개념 정의 및 구체적인 지침이나 기준이 미비되어 있다
- 따라서 오염퇴적물 관리의 통일성과 효율성을 제고하기 위해 「해양환경관리법」 내에 오염퇴적물의 환경기준 수거부터 처리·처분까지의 규정을 둘 필요성이 제기되고 있다.

2) 오염퇴적물 및 준설품질 등에 대한 개념 정착

■ 오염퇴적물

- ‘오염퇴적물’의 개념을 어떻게 정의할 것인가와 관련하여 이를 폐기물로 이해할 경우에는 「폐기물관리법」상의 처리기준 및 방법에 의하여야 할 것이다. 그러나 이러한 귀결은 자칫 ‘오염퇴적물’을 수거(준설했)하는 유인을 상당부분 감소시킬 우려가 있으므로 “오염퇴적물”을 “해양환경기준을 초과하는 화학물질을 포함하거나 사람의 건강·재산 또는 환경에 피해를 주는 퇴적물”로 정의하고(개정안 제2조 제4의2호) 폐기물에서 제외하거나 폐기물과 달리 취급할 필요가 있다.

■ 준설품질

- 「해양환경관리법」을 비롯한 현행 법률은 준설품질에 대한 개념을 정의하고 있지 않고 준설했, 준설했사, 수거준설했사, 수거된 퇴적물, 수거된 오염퇴적물 등의 용어로 혼동해서 사용하고 있으므로 ‘준설품질’로 정의하고(개정안 제2조 제4의3호) 그 표현을 통일하는 것이 바람직하다. 또한

준설물질이 논리적으로 폐기물이라 단정할 수 없고 그 특이성에 비추어 폐기물과 달리 취급할 필요성이 있으므로 폐기물 개념에서 제외할 필요가 있다.

3) 해양환경개선조치의 구체화

- 해양환경개선조치에서 ‘오염된 퇴적물’이라는 표현을 ‘오염퇴적물’로 바꾸고, 수거만을 규정한 것을 수거 및 ‘처리’로 변경하여야 할 것이다. 또한 그 밖에 해양환경개선조치로서 오염퇴적물 수거해역 선정조사수거기준의 설정, 환경영향 최소화, 오염된 준설물질의 안전한 처리 현장피복, 오염된 준설물질의 중간처리 등을 시행규칙에 규정하여야 한다

4) 오염퇴적물·준설물질의 수거·처리

- 오염퇴적물·준설물질의 수거·운반·보관상의 특이성을 고려하여 관련 규정을 신설할 필요가 있다. 먼저, 준설물질의 처리에 대해서 규율의 효율성과 개정의 편의를 고려하여 별도의 장에 규정할 필요성이 있으며 본 장에는 준설물질의 수거(준설), 운반(이동), 저장, 처리, 처분 등 전 과정에 걸쳐 그 기준·방법 등을 단계별로 규정하여야 할 것이다

5) 오염퇴적물수거업

- 오염퇴적물 수거업과 관련하여 ‘수거’만 있고 ‘처리’에 관한 규정이 미비된 것은 입법적 불비이므로 퇴적오염물질수거업은 ‘오염퇴적물수거·처리업’으로 변경하는 것이 타당하다고 여겨진다. 현실적으로 수거업과 처리업을 통합하기 어렵다면 수거업과 별도로 처리업을 두는 방안을 고려할 필요가 있다.

6) 퇴적오염물질수거업등록기준

- “오염퇴적물전용수거선 에서 논란이 되고 있는 “진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프” 라는 규정은 기술규정으로 환경영향을 최소화하는 새로운 기술을 적용할 수 없게 하므로 기본적으로 문제가 있다

해석상 유연성을 유지하면서 혼란을 방지하기 위하여 상기 펌프와 관련하여 ‘부압차를 이용한 흡입식 펌프 설비를 말하며 흡입구 주변에 오염퇴적물을 굴삭하기 위한 장치가 별도로 장착되어 있는 경우 지속적으로 차단되어진 상태에서 수거가 이루어질 수 있도록 하부 굴삭면을 제외한 부분에는 차단막이 부착되어야 한다는 부가기준을 제시하는 방안을 고려할 필요가 있다. “양묘선”의 경우는 기능 설명에 수거선박의 원활한 운용지원에 대한 기능 설명을 부가할 필요가 있다. 전용수거선의 진입이 불가능할 경우와 같이 사용의 제약이 있을 경우, 국토해양부장관의 승인절차를 거쳐 등록된 전용수거선 이외의 설비 또는 장비로 수거가 가능하도록 할 필요가 있다.

7) 퇴적오염물질수거업 등록기준 개정안 종합의견

- ‘퇴적오염물질 전용수거선의 등록기준을 ‘진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프’를 장착한 선박에 한정하고 있는 것은 지나치게 시장진입을 제한하는 규정하는 것이며 이에 대한 보다 명확한 보충설명 이 필요할 경우, 비교란에 ‘진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프란 부압차를 이용한 흡입식 펌프 설비를 말하며 흡입구 주변에 오염퇴적물을 굴삭하기 위한 장치가 별도로 장착되어 있는 경우 지속적으로 차단되어진 상태에서 수거가 이루어질 수 있도록 하부 굴삭면을 제외한 부분에는 차단막이 부착되어야 한다 는 추가 규정을 둘 수 있을 것이다. 그리고 “수거작업시 부유물질의 발생으로 인한 환경피해를 최소화할 수 있는”과 관련된 기준은 ‘오염퇴적물 전용수거선에 의하여 수거가 이루어지는 흡입구를 중심으로 수평으로 반경 20 m의 원주상 경계면에서 수거작업이 이루어지기 이전보다 부유물질의 농도가 20 mg/L 를 증가하여서는 아니된다.’ 는 기준을 적용할 수 있을 것이다. 그러나, 이와 관련, 현행 등록된 전용수거선들의 부유물질 발생현황에 대한 자료가 전무한 실정이며, 따라서, 이에 대한 자료의 확보가 요구된다. 더불어 ‘양묘선’과 관련하여 원안을 유지하던지 아니면, 양묘선의 실제적인 기능인 전용수거선의 보조업무 수행에 대한 설명을 비교란에 추가할 필요가 있다

또한, 부득이 전용수거선의 진입이 불가능한 경우를 고려하여 전용수거선 이외의 설비 또는 장비로 수거가 가능하도록 변경할 필요가 있다

2. 국내 해양오염퇴적물의 처리기술에 대한 검증 및 성능평가

1) 국내 해양오염퇴적물 처리기술 현황 및 실태조사

- 현재 오염퇴적물 처리에 활용할 수 있는 기술은 직접 관련된 특허7건을 포함하여 67건의 특허와, 오염퇴적물 처리기술과 유사한 오염토양 정화기술(111개 업체)이 으며, 기타 활용 가능한 기술은 재활용을 목적으로 하는 폐기물 중간처리기술(오니류 전문: 79개 업체) 등이 있다.
- 오염퇴적물에 활용할 수 있는 처리기술의 실태조사를 위하여 환경부의 오염토양 정화기술 평가방안, "환경신기술 인증 및 검증절차, 미국 환경보호청(USEPA)의 "오염물질 정화기술 평가방안을 검토한 결과를 기초로 처리기술 평가방안을 수립하였다
- 처리기술 평가방안은 2단계로 구성되며, 1단계 평가는 현황조사 시 취합되는 기술현황조사서를 처리기술 실증업체 선별절차에 따라 평가하여 실증실험 대상 업체를 선정하는 절차다 2단계 평가는 선정된 업체의 처리기술을 사용하여 정화사업 예정해역 퇴적물에 대한 처리 가능성을 평가하는 것이다.
- 처리기술 현황조사는 2009년 5월 15일부터 5월 25일까지 10일간 2개 신문사 및 4개 공공기관을 통하여 홍보하면서 기술현황조사서를 접수하였다
- 처리기술 현황조사결과
 - 현재 국내 상용화된 처리기술 중 세척 입자분리가 오염정화 현장에서 주로 사용되며,
 - 정화사업을 위하여 상용 처리장치 제작 등 준비에 약6개월이 소요되는 것으로 예상되며,
 - 각 업체별로 보유하고 있는 장치의 단위시간당 처리용량은 1~60m³/h로 매우 편차가 큰 것으로 나타났고,
 - 현재 국내 기술은 중금속 등 오염물질 처리와 악취제어에 활용할 수 있으며 정화사업 시행 전에 처리기술 검증이 필요한 것으로 나타났다

- 실증실험 대상 업체 선정은 기술현황조사서를 기초로 처리기술 실증업체 선별절차에 따라 각 단계별로 의사결정 과정을 통하여 2개 분야(입자분리, 세척)의 3개 업체를 선정하였다.

2) 수거사업 예정지역의 오염퇴적물 특성

- 정화사업 예정지역인 울산 방어진항 진해 행암만, 부산 남항 및 용호만에서 퇴적물 시료를 채취하여 해양환경공정시험방법토양오염공정시험방법, 폐기물공정시험방법으로 분석하여 처리 처분 대안 검토를 위한 자료로 활용하였다.
- 해역별 퇴적물 분석결과로부터 울산 방어진은 아연과 총다환족방향수소류(PAHs)가 부산 용호만은 아연과 납이 그리고 부산 남항은 구리 아연, 납, 총폴리클로리네이티드비페닐(PCBs)가 폐기물 해양투기 처리기준 중 제 1기준을 초과하였고, 울산 방어진과 부산 남항은 총석유계탄화수소류(TPH)가 토양오염우려기준 중 3지역 기준을 초과하는 것으로 나타났다. 또한, 모든 해역의 퇴적물은 지정폐기 유해물질 함유기준 미만으로 나타났다.

3) 국내 해양오염퇴적물의 처리기술에 대한 성능 시험

- 처리기술 실증실험은 2009년 7월 8일부터 17일까지 선정된 3개 업체를 대상으로 실제 해역의 퇴적물울산 방어진, 진해 행암만을 시료로 사용하여 진행하였다. 실증실험 시 공정성을 확보하기 위하여 대상 업체 관계자, 우리 연구원 및 공공기관 참관자의 입회하에 실증실험의 모든 단계 즉, 실증실험용 시료의 봉인해제 시료 칭량 및 투입, 중간산물 및 최종산물 채취와 칭량 등 일련의 과정을 상호 확인하면서 진행하였고 각 과정별로 사진촬영 및 기록하였다 또한, 도출된 결과는 해역별 처리·처분 대안 검토를 위한 기초자료로 활용하였다
- 실증실험 결과, 처리기술(입자분리, 세척)과 각 공정별로 오염물질 제거율에 다소 차이가 있었지만, 토양 등 환경에서 구리, 아연 등 중금속 처리가 매우 어려움에도 불구하고, 해역별로 가장 오염도가 높은 상기 항목들

의 제거율이 약 60% 정도까지 나타났으며, 처리 후 토양오염우려기준 중 3지역 기준에 적합한 것으로 나타난 결과로부터 현재 상용화된 정화기술 중 입자분리 및 세척정화기술은 해양오염퇴적물의 오염도를 낮추는 중간 처리기술로서 충분히 활용 가능한 것으로 사료된다

4) 준설토 투기장 처분에 의한 해양환경 영향 검토

- 연안 매립 처분을 위한 사전 환경영향 검토결과 부산남항 및 용호만의 오염퇴적물을 준설토 투기장에 투기시 호안의 해수교환구를 통하여 방출되는 잔여수에서의 용존성 중금속의 농도는 환경정책기본법에서 정한 해양환경기준의 1천분의 1 이하에 해당된다. 따라서, 준설토 투기장에서의 매립 처분과정에서 오염퇴적물의 중금속이 주변해수에 미치는 영향은 무시할 수 있다.

3. 국내 해양오염퇴적물의 처리 후 활용성 검토 및 시제품 제작

1) 해양오염토 유효활용 검토를 위한 고화성능 실험결과

- 울산 방어진과 진해 행안만에서 수거한 준설토를 활용한 고화처리토 및 경량혼합토의 압축특성 압축강도에 미치는 영향 및 응력변형 거동 등을 비교, 분석하여 건설재료로서 갖는 역학적 특성을 파악해 보았음
- 분석된 압축특성을 고려하여 필요한 강도의 고화처리토와 경량혼합토를 선택하여 시공할 수 있어 건설재료로서 최적의 준설토 활용방법을 제시할 수 있음. 건설재료의 목표 단위중량을 설정한 후 현장 설계기준 강도를 충족하도록 배합비를 산출하여 가장 경제성 있는 설계로 시공할 수 있음.
- 울산 방어진과 진해 행안만에서 수거한 준설토를 활용한 고화처리토 및 경량혼합토의 압축강도 결과는 다음과 같이 나타났음.

● 울산 준설토를 활용한 고화처리토 및 경량혼합토 압축강도 결과

종류 \ 시멘트비	7%	10%	13%
7일재령 울산고화혼합토	289.4 kPa	442.3 kPa	595.2 kPa
7일재령 울산경량혼합토	81.4 kPa	105.1 kPa	201.9 kPa
14일재령 울산고화혼합토	346.4 kPa	581.3 kPa	713.2 kPa
14일재령 울산경량혼합토	103.1 kPa	132 kPa	223.1 kPa

● 진해 준설토를 활용한 고화처리토 및 경량혼합토 압축강도 결과

종류 \ 시멘트비	7%	10%	13%
7일재령 진해시료 고화처리토	284.3 kPa	453 kPa	514.6 kPa
7일재령 진해시료 경량혼합토	42.8 kPa	243.1 kPa	318.5 kPa
14일재령 진해시료 고화처리토	379.6 kPa	510.9 kPa	547.6 kPa
14일재령 진해시료 경량혼합토	265 kPa	437.6 kPa	525 kPa

2) 해양오염토 유효활용 검토를 위한 환경실험 결과

- 여러환경 기준 중 "준설토 유효활용을 위한 한국형 환경기준은 외국의 기준을 선별하고 국내 퇴적물 오염현황 주요 오염성분 및 오염퇴적물 정화기준의 하위기준과 상위기준이 종합적으로 고려되었음 특히 국내퇴적물의 천연부존량 보다 값이 크기 때문에 국내 환경여건에 적합한 것으로 판단되어 건설재료 및 복토재 유효활용을 위한 환경기준으로 제시하였음
- 본 연구의 용출시험 결과를 준설토사 처리활용기준에 적용하였을 때 구리성분 만이 활용가능기준을 약간 초과하지만 이는 울산지역 순수 준설토만 기준을 초과할 뿐 나머지 고화처리토인 경우 모든 기준을 만족하였다. 활용우려기준에 적용해보아도 용출된 중금속 농도는 모든 기준에 적합함을 알 수 있었다. 따라서 진해 행안만과 울산 방어진에서 수거한 준설토는 제안된 환경기준에 모두 만족하여 건설재료 등에 재활용 사용시 환경적인 유해성은 없는 것으로 나타났다.
- 울산 방어진과 진해 행안만에서 수거한 준설토의 용출시험 결과는 다음과 같다. 진해지역 구리성분은 비슷하거나 약간 증가하고 울산지역 크롬 성분도 약간 증가후 감소함을 알 수 있다 이는 시멘트의 중금속 고정화 과정이 복잡하고 비균일성을 띠고 있으며 시멘트 수화반응에 영향을 주

는 다양한 인자로 인하여 나타날 수 있고 시료의 샘플과정에서 발생하는 오차의 경우도 배제할 수는 없다

• 울산 및 진해 지역의 준설토 용출시험 결과(단위 mg/kg)

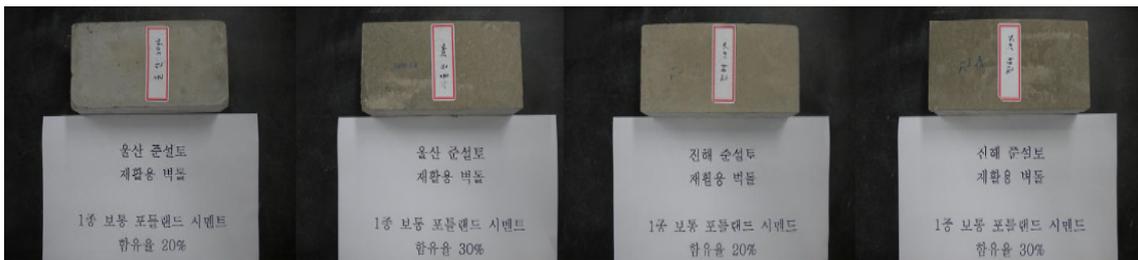
구분	구리 (Cu)	카드뮴 (Cd)	납 (Pb)	크롬 (Cr)	비소 (As)	유기인 (P)	수은 (Hg)
순수 준설토 (울산)	128	1.2	78	33	12.3	N/D	0.33
순수 준설토 (진해)	33	0.7	47	54	4.8	N/D	0.07
시멘트비 4% (울산)	65	0.7	41	37	5.4	N/D	0.15
시멘트비 7% (울산)	78	0.8	48	26	6.1	N/D	0.17
시멘트비10% (울산)	66	0.8	37	21	5.3	N/D	0.11
시멘트비13% (울산)	81	0.8	51	24	6.4	N/D	0.11
시멘트비 7% (진해)	33	0.6	29	27	3.2	N/D	0.08
시멘트비10% (진해)	35	0.7	30	28	3.3	N/D	0.05
시멘트비13% (진해)	38	0.7	30	25	3.0	N/D	0.05
시멘트비16% (진해)	40	0.7	43	40	3.5	N/D	0.04

주] N/D: 검출한계 이하

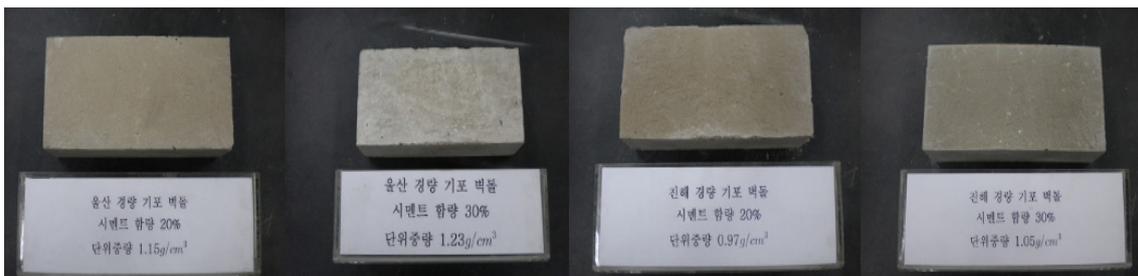
3) 해양오염토 활용방법 제시

■ 건설재료로서 고화처리토 경량혼합토를 사용한 시제품벽돌 및 경량벽돌 제시

• 울산 및 진해 준설토를 활용한 벽돌(시멘트비 20%, 30%)



• 울산 및 진해 준설토를 활용한 경량벽돌(시멘트비 20%, 30%)



■ 매립 복토재로서 활용제시

- 해양준설토를 매립지 복토재로 재활용하기 위해서는 각종 중금속 용출 및 보건위생상 안정해야 하고, 주행성 (trafficability) 확보를 위해 소요의 압축강도가 발현되어야 함. 따라서, 울산 및 진해지역 준설토의 입도분석 다짐시험, 아터버그 한계, 비중시험 및 고화처리토의 단위중량시험 등을 수행하여 적용 가능성을 검토하였음
- 모든 조건의 고화처리토는 매립작업을 원활히 하기위한 강도 (대략 50kPa)를 만족함. 측정된 혼합토의 역학특성 기본물성시험 및 환경실험 등은 일정기준에 적합하여 일일복토의 기능을 수행할 수 있는 물성을 가지고 있다고 판단되었음.

4. 오염해역(울산 방어진항, 진해 행암만 등) 퇴적물의 처리, 처분 대안 제시

1) 처리 기술별 대안 검토

- 정화사업 예정 해역의 오염퇴적물은 우선 해양배출이 가능한지 여부를 확인한 다음, 불가능하면 별도의 오염도를 저감하는 처리 없이 매립육상 부지조성, 연안매립)이 가능한지의 검토가 필요하다.
- 만약 오염퇴적물의 오염도가 현행 관련 법규의 기준을 초과한다면오염도를 낮추는 적절한 중간처리 대안을 선택할 필요가 있으며 중간처리 후 매립(육상 부지조성, 연안매립)하거나 재활용하는 방안을 고려할 수 있다
- 재활용의 경우, 수거한 오염퇴적물의 오염도에 따라서 고화처리만으로도 재활용이 가능한 경우도 있으며, 오염도를 낮추는 중간처리 후 재활용이 가능한 경우도 있다.
- 대안 검토 시 인근 지역에 처분장이 있는지 재활용 산물의 사용처가 있는지 사전 확인이 필요하다. 또한, 수거한 오염퇴적물이 폐기물관리법상 지정폐기물 유해물질 함유기준을 초과하지 않는다면 지정폐기물에 비하여 낮은 처분비용으로 육상에서 폐기물로 처분(매립)할 수 있다. 재활용

이나 폐기물처리에 어려움이 있을 경우, 그 외의 대안에 대한 검토가 필요하다.

■ **해역별 오염퇴적물 특성 자료로 부터**

- 울산 방어진(아연, PAHs), 부산 용호만(아연, 납) 및 남항(구리, 아연, 납, PCBs)은 폐기물 해양투기처리기준 중 1기준을 초과하므로, 해양배출이 불가능하다. 진해 행암만의 경우, 본 조사에서 시료를 채취한 구역은 해양배출이 가능한 것으로 나타났지만, 향후 전체 대상구역의 퇴적물을 해양배출이 가능한지 여부에 대한 세밀한 조사가 필요한 것으로 사료된다
- 토양오염우려기준 중 3지역 기준을 초과하는 울산 방어진과 부산 남항은 오염도를 낮추는 중간처리 후 재활용 또는 처분하든가 적절한 재활용을 위한 처리 후 재활용하는 대안을 선택하여야 한다
- 진해 행암만과 부산 용호만의 경우 향후 정화사업 추진 시 오염도를 낮추는 별도의 중간처리가 필요하지 않는 일부 해양오염퇴적물에 대해서는 육상 또는 연안에서 매립하여 처리하는 것이 적합할 것으로 사료된다
- 울산 방어진, 진해 행암만, 부산 남항 및 용호만의 오염퇴적물은 지정폐기물에 해당되지 않기 때문에 수거 후 중간처리 없이 폐기물 처분장에서 지정폐기물에 비하여 낮은 처분비용 및 관리가 용이한 폐기물로서(매립) 처분할 수 있으며, 대상 지역 인근에 폐기물처분장이 있는 경우라면 적절한 대안으로 선택할 수 있다.

2) 처리된 산물의 처분 및 활용 대안 검토

■ 정화사업 예정 해역별로 수거 해양오염퇴적물 또는 수거 후 중간처리를 거친 산물의 처분을 위하여 먼저 인근에 처분에 적합한 적지가 있는지 여부를 관할 지방해양항만청과 지방자치단체에 공문을 통하여 2회 의견을 조회하여 확인하였다.

■ **1차 의견조회 결과,**

- 진해지방해양항만청과 마산시는 관내 진해 행암만 수거 퇴적물을 처분하기 위한 매립공사나 대규모 부지조성공사 및 공유수면 매립이 가능한 처분지가 없는 것으로 회신하였다.

- 울산시는 관내 매립공사 계획 자료는 제공하였으나 울산 방어진항 수거 퇴적물을 처분할 수 있는지는 회신하지 않았다
- 울산지방해양항만청은 관내 매립계획을 통보하면서 울산신항 항만배후단지 조성('10. 10~ '11. 9) 시 퇴적토의 재질에 따라 매립이 가능한 것으로 회신하였다

■ 2차 의견조회 결과,

- 마산지방해양항만청은 의견 없음을 진해시는 연안매립 육상 공사계획은 있지만 반입은 어려우며, 대안에 대한 선호도는 육상 폐기물처리매립, 연안매립(준설토투기장), 중간처리 후 재활용 순으로 회신하였다
- 울산지방해양항만청과 울산시의 경우 울산 방어진항 수거 퇴적물을 수용 가능한 처분적지가 없으며, 적법한 절차에 따라 육상에서 폐기물처리를 선호하는 것으로 회신하였다.

3) 처리, 처분 대안 제시

■ 처리, 처분 대안 선택 시 고려할 요소

- 처리비용은 ①해양배출 ②매립, 폐기물처리 ③재활용을 위한 처리 ④오염도를 낮추는 중간처리의 순서로 소요되는 비용이 증가한다
- 실행 용이성과 처리기간은 ①해양배출, 매립, 폐기물처리 ②재활용을 위한 처리 ③오염도를 낮추는 중간처리의 순서로 처리기간이 길어지며 처리에 어려움이 있다.
- 환경위해도는 ①오염도를 낮추는 중간처리, 재활용 ②매립, 폐기물처리 ③해양배출 순서로 환경에 미치는 영향이 증가한다
- 주민 수용성은 ①오염도를 낮추는 중간처리 ②매립 ③폐기물처리 ④재활용 ⑤해양배출의 순서로 수용성이 감소한다

■ 처리, 처분 대안 선택을 위하여 고려 대상이 되는 모든 요소들을 포함하여 행렬(Matrix) 형태로 정리하면 다음과 같다.

- 오염도를 낮추는 중간처리를 제외한 처분 대안만을 고려한 결과를 행렬(Matrix)로 나타내면 다음과 같다.

구분	처리 비용	실행 용이성	처리 기간	환경 위해도	주민 수용성	대안 우선순위
매립 처분 (육상 부지조성, 연안매립 등)	○	◎	◎	○	◎	1
재활용	△	○	○	◎	△	3
육상 폐기물 처분 (폐기물 매립장 매립)	○	◎	◎	○	○	2
해양배출 처분	◎	◎	◎	△	X	4

(단, ◎: 좋음, ○: 보통, △: 수용가능, X: 나쁨)

- 오염도를 낮추는 중간처리를 포함하여 모든 처리 처분 대안을 고려한 결과는 다음과 같다

구분	처리 비용	실행 용이성	처리 기간	환경 위해도	주민 수용성	대안 우선순위
수거후 매립 처분	○	◎	◎	△	△	1
중간처리후 매립 처분	△	△	△	○	◎	2
재활용 처리후 재활용	○	○	○	△	△	5
중간처리후 재활용	△	△	△	◎	○	4
중간처리후 육상 폐기물 처분(매립)	△	△	△	○	○	3
수거후 해양배출	◎	◎	◎	X	X	6

(단, ◎: 좋음, ○: 보통, △: 수용가능, X: 나쁨)

- 정화사업이 예상되는 울산 방어진과 진해 행암만 오염퇴적물 처리처분 대안을 검토한 결과를 종합하여 대상 해역별 적합한 처리 처분 대안을 도출한 결과는 다음과 같다.

- 울산 방어진의 경우, 처리, 처분 대안 검토결과와 오염퇴적물을 수거 후 오염도를 낮추는 중간처리가 필요하며, 고화 처리가 가능하며, 인근 지역에 매립 등 처분지가 있지만, 재활용 산물의 수요처 확보가 어렵다는 점을 고려하여

- [1] 고화 처리 후, 매립(육상 부지조성, 연안매립 등) 처분
 - [2] 오염도를 낮추는 중간처리 후, 매립(육상 부지조성, 연안매립 등) 처분
 - [3] 수거 후, 육상에서 폐기물 처분(매립)
 - [4] 고화 처리 후 재활용(재활용 벽돌, 블록, 경량토 등)
- 방안의 순서로 처리, 처분을 위한 대안으로 제시한다

- 진해 행암만의 경우, 처리, 처분 대안 검토결과와 오염퇴적물의 수거 후 오염도에 따라서 해양배출을 선택할 수 있는 경우도 있으며 오염도를 낮추는 중간처리 없이 처분하거나 또는 재활용을 위한 고화처리 후 재활용하는 대안을 선택할 수 있다는 점을 고려하여

- [1] (육상 부지조성, 연안매립 등) 처분
 - [2] 수거 후 해양배출 처분
 - [3] 고화 처리 후 재활용(재활용 벽돌, 블록, 경량토 등)
- 방안의 순서로 처리, 처분을 위한 대안으로 제시한다

- 실증실험에서 시료채취는 울산 방어진 및 진해 행암만의 극히 일부인 각각 2 정점에서 이루어 졌고, 실시설계(울산 방어진: '04년, 진해 행암만: '06년)시 해양배출로만 설계되었기 때문에 실제 오염퇴적물 정화사업을 추진하기 위해서는 수거 오염퇴적물의 처리처분 대안 도출을 위한 실시설계 변경이 필요하므로 향후, 실시설계 변경 과정에서 수거 오염퇴적물의 처리, 처분에 대한 의사결정을 위하여 보다 많은 정점에서 퇴적물에 대한 세밀한 조사 및 검토가 필요한 것으로 판단된다

- 울산 방어진 및 진해 행암만의 오염퇴적물 처리처분 대안을 선택할 경우, 연구결과로부터 제시된 대안의 순서대로 대안을 선정하는 것이 적합할 것으로 사료된다. 다만, 관할 해역관리청은 오염퇴적물 정화사업 추진

시기, 사업 추진 시 지역상황 활용 가능한 처리기술 인근 최종 처분용
적지, 최종 처분장 여건 및 지역주민의 의견 등을 고려하여 우선순위 대
안 선정이 곤란할 경우, 제시된 대안 중 가장 적합한 대안을 선택하는 것이
타당할 것으로 사료된다.

목 차

제 출 문	i
요 약 문	iii
목 차	xix
표 목 차	xxii
그림목차	xxiv
제 1 장 서론	1
제 2 장 해양오염퇴적물 처리 및 처분 관련 법령 개정안 제시	7
제1절 연구배경	9
1. 연구배경	9
2. 현황 및 사례	10
3. 목적	12
제2절 선행 연구 검토	13
제3절 우리나라 및 외국법제	15
1. 국내 법제	15
2. 외국의 법제	25
3. 우리나라 법제의 개정 필요성	34
제4절 개선 방안	36
1. 오염퇴적물, 준설물질 등에 대한 개념 정립	36
2. 해양환경개선조치	45
3. 오염퇴적물의 수거·처리·처분 등 개념의 정립	46
4. 오염퇴적물의 수거·처리·처분 방안의 마련	53
5. 해양환경관리업의 정비	72
6. 합리적인 전용수거선 등록기준	76
7. 퇴적오염물질수거업 등록기준 개정안 종합의견	97
제5절 결론	101

제 3 장 국내 해양오염퇴적물의 처리기술에 대한 검증 및 성능평가	105
제1절 국내 해양오염퇴적물 처리기술 현황 및 실태조사	107
1. 해양오염퇴적물 처리기술 현황	107
2. 해양오염퇴적물 처리기술 실태조사	109
제2절 수거사업 예정 지역의 오염퇴적물 특성	157
1. 수거사업 예정지역 및 처리기술 검증 시료채취	157
2. 분석방법	161
3. 분석결과	164
제3절 국내 해양오염퇴적물의 처리기술에 대한 성능 시험	183
1. 조사 개요	183
2. 실증실험	184
3. 실증실험 결과	198
4. 실증실험 결과 평가	209
제4절 준설토 투기장 처분에 의한 해양환경 영향 검토	211
1. 조사 개요	211
2. 조사 결과	212
3. 해양환경 영향 검토	221
제5절 결론	224
제 4 장 국내 해양오염퇴적물 처리 후 활용성 검토	225
제1절 연구배경	227
1. 연구배경	227
제2절 준설토의 유효활용성 검토를 위한 실험	229
1. 압축강도 실험장비 및 공시체 제작	229
2. 환경실험	253
3. 다짐실험	258
제3절 해양오염토 활용방법 제시	261
제4절 결론	277

제 5 장 진해 행암만, 울산 방어진항 오염퇴적물 처리, 처분 대안	
제시	279
제1절 처리 기술별 대안 검토	281
1. 개요	281
2. 처리 대안 검토	283
제2절 처리된 산물의 처분 및 활용 대안 검토	288
1. 정화사업 예정지역 인근 처분지 검토	288
2. 처분 방안별 적합성 검토	307
제3절 처리, 처분 대안 제시	309
1. 정화사업 예정 해역별 처리 처분 대안 제시	309
제4절 결론	316
참고문헌	319
부록	329

표 목 차

표 2-4-1 퇴적물의 관리기준 및 적용.....	56
표 2-4-2 기계식 준설과 유압식 준설 장단점 비교.....	58
표 2-4-3 준설물질의 운반방법.....	59
표 2-4-4 일본의 오염퇴적물 준설 굴착제거공법의 상용성 비교.....	79
표 2-4-5 준설선의 특성 비교.....	82
표 2-4-6 신기술 지정 오니준설공법의 특성.....	85
표 2-4-7 오염퇴적물에 의한 수질기준 충족 최대 부유물질 허용농도 예.....	92
표 2-4-8 국내 준설선중 오니준설선의 제원.....	93
표 2-4-9 국내 준설선중 오니준설선의 제원 퇴적오염물질전용수거선의 검사 설비 조건.....	94
표 3-1-1 오염퇴적물 정화사업 추진 현황.....	107
표 3-1-2 국내 오염퇴적물 처리·처분 관련 기술 현황.....	108
표 3-1-3 GAIA Project의 목표 및 예산.....	110
표 3-1-4 기술평가 시 기초자료 (사례).....	112
표 3-1-5 기술평가 시 고려가 필요한 오염토양 정화기술의 특성 비교.....	115
표 3-1-6 기술평가를 위한 각 기관별 역할.....	118
표 3-1-7 현장평가기관의 평가기술 분야.....	119
표 3-1-8 신기술 인증을 위한 평가기준.....	122
표 3-1-9 처리기술 선정 행렬에 사용된 범례.....	125
표 3-1-10 기술평가 시 사용되는 요소들의 사례.....	125
표 3-2-1 준설물질 해양배출처리기준.....	161
표 3-2-2 토양오염우려기준.....	162
표 3-2-3 지정폐기물 유해물질 함유기준.....	164
표 3-3-1 실증실험에서 채취한 시료의 양(A업체).....	190
표 3-3-2 실증실험에서 채취한 시료의 양(B업체).....	192
표 3-3-3 실증실험에서 채취한 시료의 양(C업체).....	194
표 3-3-4 입도등급.....	197

표 3-4-1 우리나라의 해역환경기준 (환경부, 2007)	212
표 3-4-2 부산남항 및 용호만 퇴적물 세정액의 용존중금속 비교.....	222
표 4-2-1. 준설토의 물성시험 결과	230
표 4-2-2. 기포제의 특성.....	231
표 4-2-3. Mixing and test conditions	232
표 4-2-4. 고화처리토 및 경량혼합토 일축압축시험 조건	235
표 4-2-5. 울산지역 준설토를 활용한 고화처리토 및 경량혼합토의 압축강도 비교	249
표 4-2-6. 진해지역 준설토를 활용한 고화처리토 및 경량혼합토의 압축강도 비교	251
표 4-2-7. 시료별 중금속 용출농도 기준.....	253
표 4-2-8. 매립시설 침출수의 폐놀류 등 오염물질의 배출허용기준 (폐기물관리법 2008)	254
표 4-2-9. 폐놀류 등 기타 오염 물질에 대한 배출수 허용기준 (수질환경보전법, 2008)	254
표 4-2-10. 토양오염우려기준 (제19조 관련)	255
표 4-2-11. 오염퇴적물 정화 기준.....	255
표 4-2-12. 준설토사 처리· 활용기준.....	255
표 4-2-13. 토양환경보전법상 중금속 기준항목.....	256
표 4-2-14. 울산 및 진해 지역의 준설토 용출시험 결과.....	257
표 4-2-15. 여러 환경 기준에 용출시험 결과적용.....	258
표 4-3-1. 7일 양생된 고화처리토 일축압축강도 (울산 시료)	269
표 4-3-2. 7일 양생된 고화처리토 일축압축강도 (진해 시료)	269
표 4-3-3. 7일 양생된 경량혼합토 일축압축강도 (울산 시료)	272
표 4-3-4. 7일 양생된 경량혼합토 일축압축강도 (진해 시료)	272
표 4-3-5. 고화처리토와 경량혼합토의 단위중량 비교.....	273
표 5-1-1 해역별 퇴적물 오염도에 따른 해양투기 여부 검토.....	283
표 5-1-2 해역별 퇴적물의 매립 가능 여부 검토.....	285
표 5-2-1 정화사업 예상 해역별 오염폐기물처리 소요 비용.....	307

그 립 목 차

그림 2-4-1. 오염퇴적물 준설/처리 흐름도	54
그림 2-4-2. 오염퇴적물의 정화방법.....	62
그림 2-4-3. 준설 퇴적물의 최종 처분 방법.....	70
그림 2-4-4. 미국의 기계식 준설장비의 예시.....	80
그림 2-4-5. 미국의 유압식 준설장비의 예시.....	81
그림 2-4-6. 펌프의 종류 및 구분	83
그림 2-4-7. 부압을 이용한 형태의 수거장치 예시.....	84
그림 2-4-8. 흡입구 주변이 밀폐 장치로 차단된 수거장치 예시.....	86
그림 2-4-9. 퇴적오염물질 전용수거선과 기존 커터펌프준설선의 차이.....	88
그림 3-1-1 각 지방 환경청 관내 토양정화업체의 기간별 변화.....	109
그림 3-1-2 폐기물 중간처리(재활용)업체 처리 현장)	111
그림 3-1-3 정화기술 선정과정 흐름도.....	114
그림 3-1-4 신기술인증서의 사례.....	117
그림 3-1-5 기술검증서와 기술검증보고서의 사례.....	117
그림 3-1-6 기술평가를 위한 운영체계	118
그림 3-1-7 신기술 인증절차 및 기술평가 업무처리 흐름도.....	120
그림 3-1-8 환경신기술의 유효기간 연장신청 절차.....	121
그림 3-1-9 처리기술 실증업체 선별 절차.....	127
그림 3-1-10 토양정화업체에 발송한 협조전.....	129
그림 3-1-11 처리기술 공개모집 시 사용한 홍보내용(환경일보 게재)	130
그림 3-1-12 처리기술 공개모집 시 사용한 홍보내용(수산신문 게재)	131
그림 3-1-13 처리기술 공개모집 시 사용한 홍보내용(환경관리공단 게재)	132
그림 3-1-14 처리기술 공개모집 시 사용한 홍보내용(해양환경관리공단 게재)	133
그림 3-1-15 처리기술 공개모집 시 사용한 홍보내용 (국가환경기술정보센터 게재)	134
그림 3-1-16 처리기술 공개모집 시 사용한 홍보내용(해양연구원 게재)	135
그림 3-2-1 울산방어진항과 진해행암만에서의 퇴적물시료 채취.....	157
그림 3-2-2 울산방어진항 퇴적물 채취 정점.....	159

그림 3-2-3 진해행암만 퇴적물 채취 정점.....	159
그림 3-2-4 부산남항 퇴적물 채취 정점.....	160
그림 3-2-5 부산 용호만 퇴적물 채취 정점.....	160
그림 3-2-6 수거예정지역의 Cr 분포와 해양배출처리기준.....	165
그림 3-2-7 수거예정지역의 Ni 분포와 해양배출처리기준.....	165
그림 3-2-8 수거예정지역의 Cu 분포와 해양배출처리기준.....	166
그림 3-2-9 수거예정지역의 Zn 분포와 해양배출처리기준.....	167
그림 3-2-10 수거예정지역의 As 분포와 해양배출처리기준.....	167
그림 3-2-11 수거예정지역의 Cd 분포와 해양배출처리기준.....	168
그림 3-2-12 수거예정지역의 Pb 분포와 해양배출처리기준.....	169
그림 3-2-13 수거예정지역의 Hg 분포와 해양배출처리기준.....	169
그림 3-2-14 수거예정지역의 PCBs 분포와 해양배출처리기준.....	170
그림 3-2-15 수거예정지역의 PAHs 분포와 해양배출처리기준.....	171
그림 3-2-16 수거예정지역의 Cr6+ 분포와 토양오염우려기준.....	171
그림 3-2-17 수거예정지역의 Ni 분포와 토양오염우려기준.....	172
그림 3-2-18 수거예정지역의 Cu 분포와 토양오염우려기준.....	173
그림 3-2-19 수거예정지역의 Zn 분포와 토양오염우려기준.....	173
그림 3-2-20 수거예정지역의 As 분포와 토양오염우려기준.....	174
그림 3-2-21 수거예정지역의 Cd 분포와 토양오염우려기준.....	175
그림 3-2-22 수거예정지역의 Pb 분포와 토양오염우려기준.....	175
그림 3-2-23 수거예정지역의 Hg 분포와 토양오염우려기준.....	176
그림 3-2-24 수거예정지역의 F 분포와 토양오염우려기준.....	177
그림 3-2-25 수거예정지역의 CN 분포와 토양오염우려기준.....	177
그림 3-2-26 수거예정지역의 PCBs 분포와 토양오염우려기준.....	178
그림 3-2-27 수거예정지역의 TPH 분포와 토양오염우려기준.....	179
그림 3-2-28 수거예정지역의 Cr 분포와 지정폐기물 유해물질 함유기준...	180
그림 3-2-29 수거예정지역의 Cu 분포와 지정폐기물 유해물질 함유기준...	180
그림 3-2-30 수거예정지역의 As 분포와 지정폐기물 유해물질 함유기준...	181
그림 3-2-31 수거예정지역의 Cd 분포와 지정폐기물 유해물질 함유기준...	182
그림 3-2-32 수거예정지역의 Pb 분포와 지정폐기물 유해물질 함유기준...	182

그림 3-3-1 처리기술 실증실험 현장사진(A업체)	191
그림 3-3-2 처리기술 실증실험 현장사진(B업체)	193
그림 3-3-3 처리기술 실증실험 현장사진(C업체)	194
그림 3-3-4 처리기술 실증실험 현장사진(D업체)	196
그림 3-3-5 울산방어진항 퇴적물의 입자별 오염물질 농도.....	198
그림 3-3-6 진해행암만 퇴적물의 입자별 오염물질 농도.....	199
그림 3-3-7 A업체 울산방어진항 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F2)	199
그림 3-3-8 A업체 진해행암만 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F2)	200
그림 3-3-9 B업체 울산방어진항 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F1)	201
그림 3-3-10 B업체 울산방어진항 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F2)	201
그림 3-3-11 B업체 진해행암만 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F1)	202
그림 3-3-12 B업체 진해행암만 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F2)	202
그림 3-3-13 C업체 울산방어진항 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F1)	203
그림 3-3-14 C업체 울산방어진항 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F2)	203
그림 3-3-15 C업체 진해행암만 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F1)	204
그림 3-3-16 C업체 진해행암만 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F2)	204
그림 3-3-17 B업체 부산용호만 퇴적물의 처리공정 후 오염물질 농도.....	205
그림 3-3-18 B업체 부산남항 정점SB1 퇴적물의 처리공정 후 오염물질 농도.....	206
그림 3-3-19 B업체 부산남항 정점SB2 퇴적물의 처리공정 후 오염물질 농도.....	206
그림 3-3-20 D업체 부산용호만 퇴적물의 처리공정 후 오염물질 농도.....	207

그림 3-3-21 D업체 부산남항 정점SB1 퇴적물의 처리공정 후 오염물질 농도	208
그림 3-3-22 D업체 부산남항 정점SB2 퇴적물의 처리공정 후 오염물질 농도	208
그림 3-4-1. 수거예정 퇴적물 세정액의 코발트(Co) 농도	213
그림 3-4-2. 수거예정 퇴적물 세정액의 니켈(Ni) 농도	214
그림 3-4-3. 수거예정 퇴적물 세정액의 구리(Cu) 농도	214
그림 3-4-4. 수거예정 퇴적물 세정액의 아연(Zn) 농도	215
그림 3-4-5. 수거예정 퇴적물 세정액의 카드뮴(Cd) 농도	216
그림 3-4-6. 수거예정 퇴적물 세정액의 납(Pb) 농도	216
그림 3-4-7. 수거예정 퇴적물 응집제 투여 세정액의 코발트(Co) 농도	217
그림 3-4-8. 수거예정 퇴적물 응집제 투여 세정액의 니켈(Ni) 농도	218
그림 3-4-9. 수거예정 퇴적물 응집제 투여 세정액의 구리(Cu) 농도	218
그림 3-4-10. 수거예정 퇴적물 응집제 투여 세정액의 아연(Zn) 농도	219
그림 3-4-11. 수거예정 퇴적물 응집제 투여 세정액의 카드뮴(Cd) 농도	220
그림 3-4-12. 수거예정 퇴적물 응집제 투여 세정액의 납(Pb) 농도	220
그림 3-4-13. 수거예정 퇴적물의 응집제 투여 후 산 휘발성 황화물 비교	221
그림 4-2-1. 일축압축시험기	229
그림 4-2-2. 울산항안만과 진해방어진 준설토 채취해역	230
그림 4-2-3. 경량혼합토에 사용되었던 발생기포	231
그림 4-2-4. 공시체 제작과정	233
그림 4-2-5. 고화처리토 및 경량혼합토의 파괴형상	234
그림 4-2-6. 울산시료 고화처리토의 응력변형거동 (7일양생)	236
그림 4-2-7. 울산시료 고화처리토의 응력변형거동 (14일양생)	237
그림 4-2-8. 진해시료 고화처리토의 응력변형거동 (7일양생)	238
그림 4-2-9. 진해시료 고화처리토의 응력변형거동 (14일양생)	238
그림 4-2-10. 일축압축강도에 미치는 시멘트 함유량의 영향 (울산시료)	239
그림 4-2-11. 일축압축강도에 미치는 시멘트 함유량의 영향 (진해시료)	240
그림 4-2-12. 시멘트 함유량과 변형계수의 관계 (울산시료)	241

그림 4-2-13. 시멘트 함유량과 변형계수의 관계 (진해시료)	241
그림 4-2-14. 울산시료 고화처리토의 변형계수일축압축강도의 관계	242
그림 4-2-15. 울산시료 경량혼합토의 응력변형거동 (7일양생)	243
그림 4-2-16. 울산시료 경량혼합토의 응력변형거동 (14일양생)	243
그림 4-2-17. 진해시료 경량혼합토의 응력변형거동 (7일양생)	244
그림 4-2-18. 진해시료 경량혼합토의 응력변형거동 (14일양생)	244
그림 4-2-19. 일축압축강도에 미치는 시멘트 함유량의 영향 (울산시료)	245
그림 4-2-20. 일축압축강도에 미치는 시멘트 함유량의 영향 (진해시료)	246
그림 4-2-21. 시멘트 함유량과 변형계수의 관계 (울산시료)	246
그림 4-2-22. 시멘트 함유량과 변형계수의 관계 (진해시료)	247
그림 4-2-23. 경량혼합토의 변형계수일축압축강도의 관계	247
그림 4-2-24. 7일 양생된 울산시료의 응력변형 거동 비교	248
그림 4-2-25. 14일 양생된 울산시료의 응력변형 거동 비교	249
그림 4-2-26. 7일 양생된 진해시료의 응력변형 거동 비교	250
그림 4-2-27. 14일 양생된 진해시료의 응력변형 거동 비교	250
그림 4-2-28. 울산시료 변형계수일축압축강도 관계의 비교	251
그림 4-2-29. 진해시료 변형계수일축압축강도 관계의 비교	252
그림 4-2-30. 울산방어진 준설토를 사용한 고화처리토의 다짐곡선.....	259
그림 4-2-31. 진해행안만 준설토를 사용한 고화처리토의 다짐곡선.....	260
그림 4-3-1. 외국에서의 오염퇴적물 유효활용 사례	263
그림 4-3-2. 준설토 개량 순서	263
그림 4-3-3. 개량된 준설토 재이용 사례	264
그림 4-3-4. 국내사례: 제방겸용 도로성토용 적용	265
그림 4-3-5. 일본사례: 호안축조	265
그림 4-3-6. 일본사례: 제방 피복	265
그림 4-3-7. 일본사례: 하천(항만) 매립공사	266
그림 4-3-8. 일본사례: 하천 오염준설토 처리 (매립용 토사로 재활용)	266
그림 4-3-9. 시멘트의 수화과정	267
그림 4-3-10. 울산 방어진 준설토를 활용한 벽돌	268
그림 4-3-11. 진해 행안만 준설토를 활용한 벽돌	268

그림 4-3-12. 준설토와 경량혼합토의 구성	270
그림 4-3-13. 재료의 밀도와 일축압축강도 관계	270
그림 4-3-14. 울산 방어진 준설토를 활용한 경량벽돌.....	271
그림 4-3-15. 진해 행안만 준설토를 활용한 경량벽돌	272
그림 4-3-16. 오염퇴적물 처리후 활용 해외사례	274
그림 5-1-1 해양오염퇴적물 처리 처분 대안 검토 흐름도.....	282
그림 5-3-1 정화사업 예정 해역별 처리 처분 대안 도출.....	309

제 1 장 서 론

제 1 장 서론

국내에서는 1988년 마산만을 시작으로 그동안 전국 7개 해역에서 해양환경개선사업의 일환으로 오염퇴적물에 대한정화사업이 실시되어 왔다. 정화의 방법으로는 모두 오염퇴적물을 준설에 의하여 제거하는 방법이 사용되었으며 이 과정에서 발생된 오염준설물질들은 마산만(연안매립)을 제외하고는 전량 외해투기로 최종처리 되었다. 국내에서는 국민들의 환경에 대한 인식의 변화로 그동안 오염된 퇴적물이 배출된 해역에서 2차 오염에 대한 우려가 꾸준히 제기되어 왔다. 국제적으로는 폐기물 및 기타 물질의 해양투기로부터 해양환경을 보호하기 위한 국제협약인 런던협약(1972)와 이를 계승하여 해양투기 규제를 한층 강화한 1996년정서에서는 인간의 건강에 위해를 야기하고 생물 자원과 해양 생물에 해를 끼치며, 생활의 편의에 손상을 주거나 해양의 합법적인 이용을 저해할 우려가 있을 경우, 해양투기로부터 해양오염을 방지하기 위한 실행 가능한 모든 조치를 취할 것을 요구하고 있다 이러한 상황들을 반영하여 국내에서는 구 해양오염방지법을 계승한 신설된 해양환경관리법에서 수저준설토사의 해양처리기준을 규정하여 2008년 8월 22일 기준으로 제1기준을 초과하는 유해물질을 함유할 경우, 해양배출을 불허하고 있다. 제1기준 이하이면서 제2기준 이상인 오염물질을 함유한 수저준설토사에 대하여서는 국토해양부장관이 정하는 정밀평가를 거쳐 해양배출 유무가 결정된다는 2011년 2월 22일부터 시행된다. 따라서, 동 규정 시행 이후, 오염퇴적물정화사업에서 발생된 준설물질들은 해양배출에 의한 최종처리가 많은 경우 불가능하게 되며, 오염퇴적물 정화사업에 있어서 대안의 최종처리 방안의 개발 및 실현이 시급하게 요청된다.

준설물질의 해양배출 이외의 최종처리 방안으로는 오염물질의 환경 노출을 방지하기 위한 폐쇄형 고립처분장을 건설하여 처분하는 방안과 다양한 기술을 사용하여 오염물질이 환경에 노출되지 않도록 변형 처리하거나 오염물질을 분리하여 준설물질의 오염물질의 농도를 감축하여 다양한 환경에 최종처리하는 방안 등이 있다. 아니면, 육상의 폐기물매립장에 처분하는 방안도 있다. 폐쇄형 처분장은 그 위치에 따라, 육상고립처분장, 연안고립처분장, 수중고립처분장, 인공섬 형태의 고립처분장 등이 있다. 준설물질 중의 오염

물질이 환경에 노출되지 않도록 변형 가공하는 방법으로는 열처리 고형화, 세척, 추출 등 다양한 방법이 있다. 미국, 유럽, 일본 등 선진국에서는 오염된 퇴적물을 입자분리 고화, 안정화, 세척 등 처리기술을 통하여 최종 처분할 양을 최소화(독일 함부르크항, 네덜란드 Hollandsch Diep 등) 하고 있으며, 육상에서 처분이 불가능할 경우, 수중에 고립처분장을 조성(미국 보스톤항, 네덜란드 로테르담항, 일본 히로시마만, 브라질 피앙카구에라 등)하여 환경적으로 안전하게 고립시키는 방안을 실행하고 있기도 한다. 그러나, 우리나라에서는 이러한 다양한 방안들과 기술들을 실제로 사용한 경험이 거의 전무한 실정이다. 따라서, 오염된 준설물질을 안전하게 처리·처분하기 위해서는, 선진국에서 사용되고 있는 다양한 대안기술을 검토하여 우리나라의 사회·경제·환경적 상황에서 수용 가능한 대안기술을 우선순위에 따라 도입·개발하여야 하며, 각 대안기술에 대한 검증절차의 개발 및 각대안기술 검증결과를 바탕으로, 향후 진행될 오염퇴적물 수거사업에 대응하여 단기적으로는 각 지역별 맞춤형 대안제시가 요구된다 장기 전략으로서, 우리나라 실정에 적합한 다양한 대안기술과 관리방안을 개발보급하고, 주요 오염우려 해역의 퇴적물 오염현황을 조사하여 국가 오염퇴적물 정화·복원사업의 체계적인 실시 및 관리가 요구된다

이러한 수요에 대응하기 위하여 정부에서는 '07년부터 “해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발 연구용역을 실시해 오고 있으며 1차년도에서는 오염된 준설물질을 수중에 안전하게 처리하기 위한 방안의 하나로 수중고립처분장에 대한 설계 기술을 미육군공병대 환경연구개발센터와 기술협력을 통하여 개발한 바 있다. 또한, 해양오염준설물질 처리처분 의사결정 모델을 개발하여 이를 오염퇴적물 정화사업예정해역인 부산남항을 대상으로 오염준설물질 처리·처분 대안선정에 활용한 바 있다

한편, 법·제도적인 측면에서 현행법체계에서는 오염퇴적물의 정화사업을 시행할 수 있는 법적 근거로서 해양환경관리법에 해양환경개선사업의 일환으로 “퇴적오염물질의 수거 라는 조항만이 규정되어 있어 수거(준설) 이외의 오염퇴적물의 정화 방안의 시행 및 수거된 오염준설물질의 관리를 다루는 법조항들이 불비되어 있는 실정이다 따라서, 오염퇴적물의 정의 처리, 처리 후 유효활용 및 연안매립 처분 등 다양한 처리 처분 대안기술을 도입

하기 위한 개념정립과 검토를 통한 해양오염퇴적물 처리처분과 관련된 법·제도 전반에 대한 검토와 개선안 제시가 요구된다

이러한 원활한 오염해역 정화사업의 수행을 지원하기 위하여 본 과업에서는 1)해양오염퇴적물의 처리 및 처분과 관련된 현행 법체계 전반을 검토하여 해양오염퇴적물 관리에 요구되는 관련 법령 개정안을 제시하고; 2) 국내의 해양오염퇴적물 처리기술 현황 및 실태를 조사하여 그 처리기술에 대한 성능 시험을 통하여 현행 기술의 오염퇴적물 정화사업에의 적용 가능성을 평가하였으며; 3) 오염준설물질의 처리를 통한 활용성을 제고하기 위하여 시제품의 제작 및 그 환경성과 공학적 품질을 검토하였다 한편, 본 과업의 수행기간 도중에 수거된 오염퇴적물의 육상처리와 밀접한 관련이 있는 토양환경보전법의 토양환경기준 및 그 시험방법이 입법예 (2008년 12월 22일)를 통하여 개정(2009년 6월 25일)되기도 하였으며, 이로 인하여 개정 전의 기준 및 시험방법에 의하여 수행하던 과업이 개정된 기준과 시험방법에의 적합도를 검토하기 위하여 재시험을 해야만 하기도 하였다

제 2 장
해양오염퇴적물 처리 및
처분 관련 법령 개정안 제시

제 2 장 해양오염퇴적물 처리 및 처분 관련 법령 개정안 제시

제1절 연구배경

1. 연구배경

항만 또는 연안해역, 하구의 수저에는 하천으로부터 직접 유입되거나 해안침식에 의해 발생한 퇴적물들이 쌓이게 된다. 그리고 바다로 흘러드는 강 상류의 도시하수, 산업 시설의 방류수 유입과 대기오염물질의 용해, 선박 등에서 배출되는 오염원 유입 및 폐기물 해양투기 등으로 인해 각종 유기오염원이나 중금속 등의 오염물질도 함께 퇴적된다.¹⁾

퇴적물은 수계를 통해 유입된 모든 오염물질을 저장할 뿐만 아니라 수생태계의 중요한 구성요소이고 해양생물의 서식환경과 밀접한 관련을 맺는다. 그 결과 오염된 퇴적물은 수질을 악화시키고 오염퇴적물 내에 독성물질이 해양의 어패류 및 저서생물의 체내에 축적되어 인간의 건강을 위협하기도 한다. 이에 오염퇴적물의 수거와 처리가 중요한 환경정책으로 부각하고 있다. 이와 함께 연안에 퇴적물이 쌓이게 되면 선박의 운항이 어렵게 되므로 날로 대형화되어가는 선박의 항해체계를 유지하기 위해 또는 새로운 항만을 건설하기 위해서도 항만수로 준설작업이 요구된다 더구나 조수간만의 차이가 큰 우리나라 서남해안 등 연안지역에서는 매년 다수의 준설작업이 소요되고 있다. 특히 이러한 준설작업 시에는 퇴적물 내에 오염원들이 주변해역으로 확산되거나 분산되고, 준설된 퇴적물 내에 오염물질이 해양투기 등으로 인해 수중 생태계로 재유입 되어 2차 오염을 일으키기도 한다.

따라서 준설작업 시에는 이러한 오염물질의 확산이나 분산을 방지하고 준설된 퇴적물을 처분하는 데 있어서는 퇴적물 내에 오염물질의 특성과 농도 등을 고려해야 한다.

그동안 우리나라는 해양퇴적물을 전담하여 체계적으로 규율하는 법제의 미비로 인해 퇴적물의 오염기준을 수립하지 못하였고, 준설된 퇴적물은

1) 해양오염은 크게 육상기인, 대기기인 및 해양기인 오염물질로 구분되나 이 중 육상기인 오염물질이 해양오염에 기여하는 바가 가장 큰 것으로 파악되고 있다.

오염정도에 상관없이 폐기물로 처리되어 매립 또는 해양에 투기되었다.

그러나 1972년 런던에서 체결된 폐기물 및 그 밖의 물질의 투기에 의한 해양오염방지에 관한 협약(런던덤펍협약)²⁾의 1996년 의정서³⁾의 채택과 이를 준수하기 위해 폐기물의 해양배출기준이 강화되면서 준설된 퇴적물의 해양배출이 제한되어⁴⁾ 그 대안을 모색할 수밖에 없게 되었다. 육상 내 처리시설의 부족과 환경문제, 조성비용 등으로 인해 육상 내 매립장의 확보가 어려운 실정이므로 준설된 퇴적물을 재활용하고, 오염된 퇴적물을 정화 또는 복원할 필요성이 증대하고 있다. 예컨대 호안매립, 수중고립처분 등도 하나의 대안으로 떠오르고 있다. 그러나 현행 법제는 이러한 대안을 위한 근거 규정 조차 제대로 두고 있지 못하다.

2. 현황 및 사례

폐쇄성·반폐쇄성 해역으로서 해수교환율이 낮아 육상으로부터 유입되는 각종 오염물질이 해저에 많이 퇴적되어 있는 내만 등에서는 축적된 오염퇴적물로부터 오염물질이 용출되는 등 재순환으로 인하여 환경기초시설의 증설에도 불구하고 해역의 수질오염이 가중되고 있는 실정이다⁵⁾ 이에 따라 해수 수질개선 및 해양생태계 회복이 어려운 해역을 대상으로 오염해역의 정화복원을 위한 준설사업을 실시하고 있다.⁶⁾ 대표적인 오염준설사업의 사례로서는 마산만 준설사업을 들 수 있다. 1980년대 후반부터 시작된 범시민적인 마산만 살리기 운동과 더불어 1988년부터 1995년까지 실시된 준설사업을 통하여 약 210만톤의 해저퇴적물을 준설하였다. 또한 수산폐기물로 인한 오염이 심한 축산항, 주문진항에 대한 준설사업은 1996년부터 시작해서 축산항은 1997년에, 주문진항은 2000년에 준설사업을 완료한 바 있다.⁷⁾

2) Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter, 11 I. L. M. 1294 (1973). 우리나라는 1993년 동 협약에 가입하였으며, 1994년 런던협약 당사국 지위를 획득하였다

3) 1996 Protocol to the Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter, 36 I. L. M. 1 (1997). 런던협약의 보다 강화된 조약인 런던협약 1996년 의정서는 2006년 3월 24일 발효되었으며, 우리나라는 2009년 동 의정서에 가입하여 2009년 2월 21일 당사국 지위를 획득하였다

4) (수지) 준설토사에 대한 해양배출 기준이 강화되어 1기준 이상은 해양배출이 금지되었고, 1기준이하 2기준 이상은 해양배출이 제한되었다(해양환경관리법 시행규칙 제12조 제2항, 별표 8).

5) 환경부, 「환경백서」, 2008, 416면.

6) 환경부, 「환경백서」, 2007, 549면.

7) 환경부(각주 6), 549면, 549면.

또한 2008년, 부산해양항만청은 오는 2013년까지 5년간 오니전용선을 이용, 부산 남항 일대 오염해역인 38만^m에서 26만4,000^m의 오염물질을 걷어내는 사업을 실시할 예정이며 특히 부산 남항 일대는 인근 육상에서 발생하는 오염물질이 끊임없이 유입, 항내 수질은 물론 바다 속 오염이 심각한 실정이므로, 남항 내 오염해역 중 오염도가 심하고 오염퇴적층이 깊은 부산 공동어시장 쪽에 대해 우선적으로 준설하기로 했다고 밝히고 있다.⁸⁾

그동안 남항은 정박 어선과 조선소, 인근 상가 등에서 각종 오폐수가 유입되는 데다 해수 흐름이 원활하지 못해 오염물질이 바닥에 퇴적되는 바람에 해양오염과 악취가 심각한 수준이었다. 이 때문에 고통을 겪던 인근 상인과 수산업 종사자들은 남항의 해저 폐기물 수거와 퇴적물 준설사업의 필요성을 줄기차게 제기해 왔으며, 부산시도 정부 측에 오염퇴적물 준설을 강력하게 요청해 왔다. 그러나 지난 2000년과 2003년 각 10억원과 17억원이 투입돼 수중 폐기물 수거작업만 일부 진행됐을 뿐 오염퇴적물에 대한 준설은 지금까지 한번도 시행되지 않았다.⁹⁾ 또한 부산 남구 용호만의 공유수면에서는 아연, 구리, 수은, 납 등 중금속이 해양배출처리 기준을 초과해 수중퇴적물에 포함돼 있는 것으로 나타났다.

이 사안의 경우, 정화복원을 위한 준설사업의 필요성이 강함에도 불구하고 이를 뒷받침하는 법규는 미비한 상태이다. 그 결과 준설사업의 개시 시점, 범위, 방법, 오염퇴적물의 수거기준·방법, 오염퇴적물 수거업자의 선정, 수거된 준설물질의 처리기준 및 방법 등에 대해 논란이 예상된다 궁극적으로는 정화복원 준설사업이 조속한 시일에 이루어질 지 장담할 수 없다

문제는 이렇듯 오염해역 정화복원을 위한 준설사업의 수요는 증가하고 있는데 반해 해양배출 제한에 따라 수거된 오염퇴적물을 더 이상 해양에 투기하지 못하게 되었다는 점이다. 이로 인해 그동안 시행되어 왔던 오염해역 정화복원을 위한 준설사업이 2008년부터 중단됨에 따라 오염퇴적물 처리 및 처분 방안 마련과 관련 법제의 개선·보완이 시급한 사안으로 대두되었다.

8) “남항 대규모 준설로 깨끗해진다, 국제신문, 2003년 6월 5일.

9) “부산남항 오염 퇴적물 대대적 준설, 부산일보, 2008년 6월 6일.

3. 목적

본 연구의 목적은 해양배출 대체 방안 마련이 시급한 현안으로 대두됨에 따라 그동안 수거 오염퇴적물의 법적 지위가 모호하고, 관련 법령의 미비로 인해 해양배출의 대체방안 실현이 어려웠던 점을 개선하는데 있다 즉, 본 연구는 해양오염퇴적물 처리·처분과 관련된 법·제도 전반에 대한 검토와 개선을 통해 오염퇴적물의 처리·처분 관련 법령의 개정안을 제시하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해서 먼저 오염퇴적물 처리·처분과 관련된 법·제도 정비방안으로서 오염퇴적물에 관한 관련 현행 법·제도의 내용을 검토하고 오염퇴적물의 정의, 처리, 처리 후 유효활용 및 연안매립 처분 등 다양한 처리·처분 대안기술을 도입하기 위한 개념을 정립하고자 한다

또한 현행 「해양환경관리법」은 오염퇴적물을 준설한 경우 이를 해양에 배출하여 처분할 수 있는 폐기물 중 하나로 규정하고 있기 때문에 자원의 낭비와 해양오염의 순환을 초래하고 있다고 여겨진다. 더욱이 오염퇴적물이 「폐기물관리법」에 따른 관리체계에 놓여 있어 오염퇴적물에 사전·사후관리체계의 수립을 어렵게 하고 있다. 이에 따라 오염퇴적물을 기존의 해양배출의 대상이 되는 폐기물과 구분하여 오염퇴적물을 처리·처분할 수 있는 방안을 마련하기 위해 「해양환경관리법령」의 검토와 그 개선안을 제시하고자 한다.

한편, 현재 시급한 문제로 지적받고 있는 '퇴적오염물질 수거업과 관련하여 처리업 규정의 미비, 제한된 전용수거선 등록기준 등 법률상 문제점들을 짚어보고 이에 대한 개선점을 고찰해보고자 한다.

제2절 선행 연구 검토

우리나라에서 해양오염퇴적물 관련 법제 개선에 대한 논의는 2000년 이후에 본격적으로 논의되었고, 이전에는 수저퇴적물 또는 오염퇴적물 관련 환경기준 개발에 관한 연구와 준설토 재활용에 관한 연구들이 주를 이루고 있다.

호소 및 하천 오염퇴적물 관리방안(이창희·김은정, 1998), 수저퇴적물 환경기준 개발에 관한 연구(이창희·유혜진, 2000)에서는 환경적 측면에서 퇴적물 관리를 위한 퇴적물 오염예방, 오염된 퇴적물의 정화, 준설토퇴적물의 환경친화적인 처리 등을 위해 퇴적물 환경기준 개발이 선행되어야 한다는 연구결과를 도출하였다. 또한 준설토 재활용 방안 연구(해양수산부, 2000)에서는 오염퇴적물 관리 방안 및 정책을 검토하면서 오염퇴적물에 대한 개념이 정립되지 않아 실질적인 관리가 이루어지지 못하고 있음을 지적하였다. 동 연구는 이러한 문제의 대안으로서 준설토의 적절한 처분 및 재활용에 대한 연구를 통해 오염퇴적물을 이용한 자원재생과 환경영향의 최소화 방안을 마련하고자 하였다.

본격적인 해양오염퇴적물에 대한 관리체계 및 법제 개선을 위한 논의는 인천해양퇴적물의 오염현황과 관리대책(이대영, 2001)에서 이루어졌다. 동 연구에서 오염퇴적물의 이원적 관리체계로 인한 문제(육상퇴적물은 환경부에서, 해양퇴적물은 구 해양수산부 관할이었음), 해양퇴적물 관련 법제의 개선 방안을 제시하였다.

해양오염퇴적물 조사 정화·복원체계 구축 (I): 해양연구원(2004)에서는 해양오염퇴적물 관리 현황을 분석하면서 국내 법제로서 「토양환경보전법」과 「구 해양오염방지법」 및 「구 수질환경보전법」의 내용을 분석하였으며, 관련 외국법제로서 청정수질법(Clean Water Act)과 해양보호연구및 보호구역법(Marine Protection, Research, and Sanctuaries Act)을 중심으로 미국의 오염퇴적물 관리기준 및 준설토퇴적물 관리기준을 검토하였으며, 정화·복원과 관련한 법제로서 종합환경대응보상책임법(Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act), 자원보전복원법(Resource Conservation and Recovery Act) 등을 살펴보았다. 이와 함께 또한 캐나다,

유럽, 일본의 오염퇴적물 관련 법제를 분석하여 각국의 오염지역 및 환경기준 지정 근거를 분석하였다. 동 선행연구는 국내 법제와 외국 법제의 비교·분석을 토대로 국내의 해양오염퇴적물 관리 법제의 개선방안으로서 오염퇴적물 조사 및 생태계 위해성 평가 투기기준과 제거기준을 고려한 해양저층 퇴적물 관리를 위한 환경기준과 관리기준의 설정, 오염퇴적물 관리체계 마련, 오염우심 해역에 대한 관리계획의 수립 및 이행 등을 제시하였다

해양오염퇴적물 조사 정화·복원체계 구축 (II): 해양연구원(2005)에서는 외국 법제로서 미국의 CERCLA와 일본의 환경기본법의 내용을 검토하고 해양오염퇴적물 관련 국내 법제의 체계를 분석하였다. 그리고 법제정비 방향으로서 「구 해양오염방지법」 내에 독립된 장으로 해양투기 및 해양오염퇴적물 관련 법안을 규정하는 안과 독립된 법률의 제정안을 제시하였다.

해양오염퇴적물 조사 정화·복원체계 구축 (III): 해양연구원(2007)에서는 해양오염퇴적물 관련 법제 정비방안으로서 「해양환경관리법」상 퇴적물과 준설토사, 비오염퇴적물의 활용 또는 처리를 포함하는 통합관리 계획 및 방안의 수립·이행, 준설키움의 설치·운영, 준설택단의 구성, 오염퇴적물 및 준설토사의 개념정의, 퇴적오염물질수거업과 준설폰사업 면허사업자와의 관계 정립등을 제시하였다. 또한 퇴적물의 수거·처리, 준설토사의 관리체계 규정을 개선해야 한다고 주장하였다.

제3절 우리나라 및 외국 법제

1. 국내 법제

1) 개관

해양오염퇴적물은 주로 오니의 형태로 해저에 퇴적되어 있는 오염물질이다. 이러한 해양오염퇴적물은 수질 환경에 많은 영향을 주며, 주로 육지에 인접한 만 또는 석호 등을 중심으로 분포하기 때문에 연안 생태계 및 인간의 생활에 중대한 영향을 미칠 수 있다 이와 같은 악영향에도 불구하고 우리나라는 현행법상 해양오염퇴적물을 규제하는 별도의 법체계를 가지고 있지 않다. 특히 해양환경 관리의 근거를 제공하는 「환경정책기본법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」, 「해양환경관리법」¹⁰⁾ 등에 해양퇴적물의 오염방지 및 관리·처분을 위한 직접적 규정이 없어 이에 대한 법적 근거의 마련이 시급히 요청되고 있다.¹¹⁾

다만 종래의 「해양환경관리법」은 육지에서 처리하기 어려운 폐기물의 해양투기를 법적으로 허용하였으며, 해양오염퇴적물 역시 해양투기의 대상으로 처리되어 왔다. 그러나 2008년 8월 22일 이후 준설물질의 해양투기가 금지되면서 준설물질의 육상 내 처리가 불가피해졌다 현재 해양투기대상 준설물질이 육상에서 처리될 경우에는 일반적으로 환경부 관할의 「폐기물관리법」을 준수해야 하고, 해상에서 처리될 때에는 국토해양부 관할의 「해양환경관리법」을 준수하여야 한다. 「폐기물관리법」 이외에 준설물질의 해양투기와 관련된 법률은 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」, 「토양환경보전법」, 「건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률」, 「자원의 재활용 촉진에 관한 법률」, 「골재채취법」, 「공유수면관리법」, 「공유수면매립법」 등이 있다.

2) 해양환경관리법

10) 「해양환경관리법」은 2007년 1월 19일 법률 제8260호로 공포되었고, 2008년 1월 20일부터 시행되었다. 동법은 12개장 133개 조문 그리고 부칙 24개 조문으로 구성되었으며, 해양환경의 보전 및 관리에 관한 국민의 의무와 국가의 책무를 명확히 하고 해양환경의 보전을 위한 기본사항을 정함으로써 해양환경의 훼손 또는 해양오염으로 인한 피해를 예방하고 깨끗하고 안전한 해양환경을 조성하여 국민의 삶의 질을 높이는데 이바지함을 목적으로 한다(제1조).

11) 이대영, 「인천해양퇴적물의 오염현황과 관리대책」, 인천발전연구원, 2001. 2, 39면.

현행 「해양환경관리법」에서는 해양오염퇴적물에 대해서 단편적·간접적으로 규제·관리하고 있을 뿐이다. 오염퇴적물로 인한 해양환경개선조치(제18조)가 대표적이다. 이와 더불어 해양환경기준의 설정(제8조), 오염물질의 배출금지(제22조), 해양환경관리업(제70조) 등에서 오염퇴적물 또는 준설토사의 해양투기 및 처리와 관련한 규정을 두고 있다. 특히 오염퇴적물과 준설토사의 처리와 관련해서는 해양배출(제22조), 수거(제18조) 이외의 호안매립, 재활용, 수중고립처분 등에 대한 고려가 없다. 그러나 근본적으로 비오염퇴적물과 오염퇴적물을 별도로 관리하지 않고 있으며, 오염퇴적물과 준설토사의 개념을 명확히 정립하고 있지 않다. 더욱이 오염퇴적물 또는 준설토사의 “운반·처리·처분” 등을 타 법률의 규정을 준용토록 함으로써 오염퇴적물의 체계적인 관리·처분 제도를 두지 못하였다는 한계를 지니고 있다.

(1) 해양환경기준의 설정

「해양환경관리법」 제8조는 국토해양부장관에게 「환경정책기본법」 제11조의 규정에 따른 환경기준을 고려하고 「해양수산발전기본법」 제13조의 규정에 따른 해양환경의 보전을 위한 시책에 필요한 해양환경의 기준을 해역별·용도별로 정하여 고시하여야 한다고 규정하고 있다. 또한 시·도지사 역시 국토해양부장관이 정한 해양환경기준을 참고하여 국토해양부장관의 사전승인을 얻은 경우에는, 관할 해역 안에서의 해양자원의 적정한 이용개발 및 해양환경보전 등을 위하여 해양환경기준을 별도로 정하여 고시할 수 있다고 규정하고 있다(동조 제2항). 그리고 해양환경기준을 정하는 방법 그 밖에 필요한 사항은 국토해양부령으로 정한다(동조 제3항). 그러나 해양환경기준에는 오염퇴적물에 관한 기준을 설정하고 있지 않다.

물론 수질 또는 대기와 같이 확산되기도 하고 토양과 같이 정착되어 있기도 한 퇴적물의 특성상 퇴적물에 관한 환경기준의 설정이 쉽지는 않을 것이다. 하지만 그러한 기준이 해양환경의 보전을 책임지는 기관에서 퇴적물 오염에 따른 환경문제들을 예방하기 위한 조치를 취하거나 또는 오염발생시 이를 제거함에 있어 완료 판단의 근거를 제공한다는 점에서 동법상 퇴적물 오염기준 설정이 미비되어 있음은 오염퇴적물의 처리·처분문제를 어렵게

하는 원인을 제공하는 것이라 할 수 있다.

(2) 해양환경개선조치

「해양환경관리법」은 오염퇴적물을 해양환경개선조치(제18조)의 관리대상으로 규정하고 있다. 해역관리청은 오염물질의 유입 또는 퇴적 등으로 인한 해양오염을 방지하고 해양환경을 개선하기 위하여 필요하다고 인정되는 때에는 해양환경개선조치의 일환으로서 오염물질 유입방지시설의 설치, 오염물질의 수거 및 처리, 오염된 퇴적물의 수거, 그 밖에 해양환경개선과 관련하여 필요한 사업으로서 국토해양부령이 정하는 조치를 취할 수 있도록 하고 있다(동조 제1항). 동법은 해양환경개선조치의 발동근거로 “필요하다고 인정되는 때”를 들고 있는데 막상 구체적인 기준, 발동 시점 등이 규정되어 있지 않다. 한편, 오염물질의 경우에는 수거와 함께 처리까지 언급하고 있는데 오염된 퇴적물의 경우에는 수거만을 언급하고 있다.

국토해양부장관은 해양환경의 보전·관리 또는 해양오염의 방지를 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 국토해양부령이 정하는 바에 따라 제3조 제1항 각 호의 규정에 따른 해역 또는 구역에서 해양환경의 오염원에 대한 조사를 할 수 있으며, 이 경우 국토해양부장관은 관계 행정기관의 장에게 오염된 해역 및 오염물질이 배출된 시설물에 대한 공동조사를 요청할 수 있다(동조 제2항). 그리고 국토해양부장관은 제2항의 규정에 따른 해양환경의 오염원에 대한 조사결과 필요하다고 인정하는 경우 오염원인자에게 제3항 각호의 어느 하나의 규정에 따른 해양환경개선조치를 하게 할 수 있다(제3항). 해양환경개선조치와 관련하여 오염물질 유입방지시설의 설치방법, 오염물질의 수거·처리방법 및 오염된 퇴적물의 수거방법 등에 관하여 필요한 사항은 국토해양부령으로 정한다(제4항).

(3) 해양배출 금지 및 예외적인 배출 허용기준

「해양환경관리법」은 선박으로부터 오염물질을 해양에 배출할 수 없다고 규정하면서(제22조 제1항) 다만, 국토해양부령이 정하는 폐기물을 「공유수면매립법」 제9조 및 제38조의 규정에 따라 매립하고자 하는 장소에 배출하고자 하는 경우에는 국토해양부령이 정하는 처리기준 및 방법에 따라

배출하도록 하고 있다(제22조 제1항 나목). 동법에 따르면 수저준설토사는 선박으로부터 공유수면을 매립하려는 장소에 배출할 수 있는 폐기물에 해당된다(시행규칙 제11조 제1항 관련 별표 3). 그리고 동법은 폐기물의 배출허용기준에 관하여 '수저준설토사' 및 조개껍질류 및 이와 유사한 폐기물과 선박안의 일상생활에서 생기는 유리조각류 등의 비가연성폐기물은 호안시설을 설치하여 해역과 차단하도록 하고 다만 수저 준설토사를 선박에 의하여 호안의 안쪽에 배출하는 경우에는 배출을 종료할 때까지 선박의 항해구간에 한하여 호안시설 대신에 오탉방지막을 설치할 수 있다고 규정하고 있다 그리고 상등수를 해양으로 배출하는 경우 부유물질이 흘러 나가지 못하도록 하는 시설 또는 설비를 갖추 것을 요한다(시행규칙 제11조 제1항 및 별표 3).

또한 동법 제23조 제1항에서 육상에서 발생한 폐기물의 해양배출금지를 규정하면서 다만, 국토해양부장관에게 해양환경의 보전관리에 영향을 미치지 아니하는 범위 안에서 육상에서 처리가 곤란한 폐기물로서 국토해양부령이 정하는 폐기물에 한하여 국토해양부령이 정하는 해역에서 국토해양부령이 정하는 처리기준 및 방법에 따라 배출하게 할 수 있는 권한을 부여하고 있다. 이에 따라 동법 시행규칙 제12조는 육상에서 발생한 폐기물 중 해양에 배출할 수 있는 폐기물 및 그 배출해역과 처리방법을 규정하고 있다(별표 6과 별표 7). 또한, 동법 제23조 제3항에 따라 해양배출이 가능한 폐기물인지 여부를 검사할 때에는 해양환경공정시험기준(제10조) 및 처리기준(별표 8)에 적합한지 여부를 검사하여야 한다고 규정하고 있다

(4) 해양환경관리업

「해양환경관리법」은 해양환경관리업(제70조)을 등록제로 규정하고 오염퇴적물수거업(동조 제1항 제5호)을 여기에 포함시켰다. 이에 따라 '해양환경관리업'을 영위하려는 자는 대통령령이 정하는 바에 따라 국토해양부장관 또는 해양경찰청장에게 등록하여야 한다(동조 제1항). 해양환경관리업에는 폐기물해양배출업, 해양오염방제업, 유창청소업, 폐기물해양수거 및 퇴적오염물수거업이 포함된다. 이 중 오염퇴적물의 수거·준설과 관련된 '퇴적오염물수거업이란 "퇴적된 오염물질의 준설·수거에 필요한 선박·장비 및 설비를 갖추고 퇴적된 오염물질을 준설 또는 수거하는 사업"을 말한다(동조 제1항

제5호).

동법에서 규율하고 있는 폐기물해양배출업은 「폐기물관리법」에서 규율하고 있는 폐기물처리업(제25조)과 달리 취급하여 허가가 아닌 '신고'로 그 요건을 완화하고 있다. 나아가 「해양환경관리법」은 해양오염을 유발하는 '폐기물해양배출업'을 해양환경 개선을 담당하는 '해양환경관리업'의 범주 안에서 '해양오염방제업', '폐기물해양수거업' 등의 사업과 같은 장에서 규율하고 있다. 한편, 동법은 폐기물해양수거업 및 퇴적오염물질수거업 등 수거업만을 규정하고 있을 뿐 그 '처리업'에 대해서는 아무런 규정도 두고 있지 않다.

3) 폐기물관리법

「해양환경관리법」과 더불어 「폐기물관리법」은 오염퇴적물의 처리·처분과 관련하여 중요한 법률이다. 동법은 폐기물관리에 기본이 되는 법률이면서, 폐기물의 발생을 최대한 억제하고 발생한 폐기물을 적정하게 처리하여 환경보전과 국민생활의 질적 향상에 이바지하는 것을 목적으로 하는 법이다(제1조). 동법에서는 폐기물을 그 발생원을 기준으로 생활폐기물²⁾과 사업장폐기물³⁾로 구분하고 있으며, 사업장폐기물의 경우에는 지정폐기물⁴⁾ 및 건설폐기물 그리고 사업장일반폐기물로 분류하고 그 처리를 달리하고 있다.

그동안 하천, 호수 해양 등의 수저에서 준설한 수저퇴적물은 사업장일반폐기물로 분류될 가능성이 많다. 그 이유는 건설공사, 준설공사, 또는 작업 등으로 폐기물을 5톤 이상 배출할 가능성이 많기 때문이다. 이는 「해양환경관리법」에서 오염퇴적물 또는 준설토사의 처리·처분과 관련한 규정을 두고 있지 않기 때문에 「폐기물관리법」상의 규정들이 적용되거나 준용될 가능성이 많다는 것을 의미한다. 이에 따라 배출자·처리자에게는 신고의무, 적정처리 의무, 처리·의무의 승계 등과 같은 의무가 주어지며 지정폐기물의 경우에는 보다 강화된 규제가 뒤따른다.

해양에서 수거된 폐기물 또는 오염된 퇴적물을 육상에서 처리하고자

12) '생활폐기물'이란 사업장폐기물 외의 폐기물을 말한다(법 제2조 제2호).

13) '사업장폐기물'이란 「대기환경보전법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 또는 「소음·진동규제법」에 따라 배출시설을 설치·운영하는 사업장이나 그 밖에 대통령령으로 정하는 사업장에서 발생하는 폐기물을 말한다(법 제2조 제3호).

14) '지정폐기물'이란 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물(醫療廢棄物) 등 인체에 위해를 줄 수 있는 해로운 물질로서 대통령령으로 정하는 폐기물을 말한다(법 제2조 제4호).

하는 경우, 수거된 폐기물은 「해양환경관리법」 상에 별도의 규정이 없는 한 「폐기물관리법」의 적용대상이 될 가능성이 많으며, 오염된 퇴적물의 경우에는 이를 폐기물로 볼 것인가에 따라 그 적용이 달라질 것이다. 실제로 지정폐기물이면서 사업장에서 배출되는 오니(하수처리 또는 정수(淨水)과정에서 생긴 침전물로서 수분함량이 95% 미만이거나 고형물 함량이 5%이상)와 달리 이와 형질이 유사한 준설토사는 「폐기물관리법」에 규정되어 있는 사업장일반폐기물의 수집·운반·보관·처리기준 및 방법에 따라 유해물질을 포함하고 있는 경우에도 흔히 이를 제거함 없이 해양투기하거나 육상 매립장에 처분되어 왔다.

4) 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률

「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」은 수질오염으로 인한 국민건강 및 환경상의 위해를 예방하고 하천·호소 등 공공수역의 수질 및 수생태계를 적정하게 관리·보전하기 위한 법률로서 수질을 오염시킬 수 있는 점오염원과 비점오염원을 규율하면서 수질오염물질(제2조 제7호) 또는 특정수질유해물질(제2조 제8호)을 정하고 있다. 또한 환경부장관에게 하천·호소등의 이용목적, 수질 및 수생태계 현황, 오염원의 현황 및 전망 등을 고려하여 제22조에 따른 수계영향권별 및 제28조에 따른 조사·측정 대상이 되는 호소별 수질 및 수생태계 목표기준 결정하여 고시토록 하고 있으며(제10조의 2 제1항) 하천·호소등의 수질오염으로 사람이나 생태계에 피해가 우려되는 경우에 그 위해성에 대한 평가(동조 제2항 제2호) 결과를 공개토록 하고 있다.

수질오염물질을 함유한 오염퇴적물을 수거·준설퇴적물으로써 발생하는 부유물질 등에 관해서는 동법의 적용을 받을 여지가 있고 오염퇴적물의 환경기준의 설정 및 위해성평가 등을 규정함에 있어 수질오염의 측면에서 이를 고려해 볼 수 있다. 이밖에 동법은 배출허용기준(제8조), 투기 등의 행위 금지(제28조) 등을 규정하면서 특히, 공공수역의 점용 및 매립 등에 의한 수질오염방지를 위하여 공공수역에 대한 점용 또는 매립을 허가 또는 인가하고자 하는 행정기관은 수질오염 방지를 위한 조건을 붙일 수 있도록 하여(제18조 및 동법 시행령 제22조) 오염퇴적물 또는 준설토사의 투기 또는 매립을 규제하고 있다.

5) 토양환경보전법

「토양환경보전법」은 대기, 수질과 더불어 중요한 환경피해의 예방 및 관리·복원의 대상으로 토양오염의 예방 및 토양생태계의 보전을 위한 법이다(제1조). 동법은 토양오염의 규제를 위해 개별 환경법에서는 유일하게¹⁵⁾ 토양오염피해를 유발한 오염원인자에 대해 무과실책임을 인정하고¹⁶⁾ 토양오염의 “우려기준”¹⁷⁾ 및 “대책기준”¹⁸⁾을 수립하여 토양오염에 노출된 사람의 건강·재산 및 동·식물의 생육 등에 피해를 방지하고 오염된 토양의 정화(제15조의3) 등 조치를 취할 수 있는 근거를 마련하고 있다. 퇴적물에 관해서는 별도의 오염기준과 정화기준이 설정되어 있지 않다 그 결과 토양에 적용하는 우려기준과 대책기준이 준용될 가능성이 많다 이에 따르면 오염된 준설토사를 육상 내 매립하거나 매립토¹⁹⁾ 등으로 이용하는 경우에는 토양오염의 우려기준 및 대책기준 이하일 것이 요구된다

이와 함께 「토양환경보전법」은 오염토양을 버리는 행위와 보관운반 및 정화 등의 과정에서 오염토양을 누출·유출하는 행위 등 오염된 토양의 투기·누출·유출 등을 규제하고 있는데(제15조의4), 이와 관련하여 준설토 오염퇴적물의 이동 또는 보관상의 누출·유출이나 육상 내 불법투기 등을 규제함에 있어서는 동법의 적용을 받을 여지가 있다

이 밖에 동법은 토양환경검사(제13조), 토양환경의 평가(제10조의 2) 및 위해성평가(제15조의 5) 등의 규정을 두고 있다. 토양환경의 검사 및 평가, 위해성평가 등의 규정은 토양에 한하는 것이지만 준설토에 매립된 오염퇴적물의 경우에도 이와 같은 규정이 적용될 수 있다. 물론 본질적으로 토양이 아닌 오염퇴적물의 경우에 이러한 규정들이 반드시 적용된다고 보기는

15) 「환경정책기본법」 제31조 제1항은 “사업장등에서 발생하는 환경오염 또는 환경훼손으로 인하여 피해가 발생한 때에는 당해 사업자는 그 피해를 배상하여야 한다”고 규정하고 있다. 동 규정이 「토양환경보전법」의 규정에서 제외된 특별한 지위를 가지는가의 여부에 대해서는 논란의 여지가 있다 김홍균, 「환경법-문제사례-」, 홍문사, 2007, 335-336면.

16) 토양오염으로 인하여 피해가 발생한 때에는 당해 오염원인자는 그 피해를 배상하고 오염된 토양을 정화하여야 한다(제10조의3 제1항).

17) 토양오염의 우려기준이라 함은 “사람의 건강 재산이나 동물·식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있는 토양오염의 기준”을 말한다(제4조의2). 토양오염우려기준은 토양오염대책기준의 약40% 정도에 해당하는 기준으로 더 이상의 오염이 심화되는 것을 예방하기 위해 행정청이 경제적 지역적 특성을 고려하면서 조치를 취하도록 한다. 송동수, “특집: 환경정책기본법 시행 10년-평가와 개선방향”, 한국환경법학회, 환경법연구 제23권 제1호, 2001, 39면

18) 토양오염의 대책기준이라 함은 “우려기준을 초과하여 사람의 건강 및 재산과 동식물의 생육에 지장을 주어서 토양오염에 대한 대책을 필요로 하는 토양오염의 기준을 말한다(제16조).

19) 「폐기물관리법 시행령」 제7조 제1항 제9호 단서에 따라 시설의 일부를 갖추지 아니한 매립시설에서 폐기물을 처리할 수 있는 경우는 가스소각시설 또는 발전·연료화처리시설을 갖추지 아니한 매립시설에서 폐석고·폐석회·연소재·분진·폐주물사·폐사 등의 사업장일반폐기물(사업장폐기물로서 지정폐기물과 건설폐기물을 제외한 폐기물만 해당한다. 이하 같다)을 매립하는 경우로 한다(폐기물관리법 제13조 제2항).

어려우며, 오염퇴적물에 관해서는 「토양환경보전법」상의 기준들과 규정들이 보완되어야 할 것이다.

6) 건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률

「건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률」은 건설공사 등으로 인하여 발생한 건설폐기물²⁰⁾을 친환경적으로 적정처리하고 재활용²¹⁾을 촉진하기 위한 법률로서(제1조), 이와 관련된 사항에 대해서는 동법을 다른 법률에 우선하여 적용하고, 동법에서 규정되지 아니한 사항에 대해서만 관계 법률의 규정을 적용하도록 하고 있다(제3조). 동법은 동법 상의 건설공사 등으로 인해 건설폐기물이 발생하는 경우에 건설공사의 발주자(제5조), 건설업자 및 배출자(제6조) 그리고 건설폐기물처리업자 등(제7조)에게 적정처리 및 재활용 촉진을 위한 의무를 규정하고 있다. 또한 “순환골재²²⁾”의 활용을 위하여 건설폐기물의 재활용을 촉진하기 위하여 순환골재의 용도별 품질기준 및 설계 시공지침 등에 관하여 필요한 기준을 정하도록 하고 있다(제35조). 예를 들어 준설토사를 골재로 활용하고자 하는 경우에는 순환골재의 품질기준 등을 적용할 수 있을 것이다.

7) 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률

「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」은 폐기물의 발생을 억제하고 재활용을 촉진하는 등 자원을 순환적으로 이용하기 위한 법률이다(제1조). 동법 상 자원을 순환적으로 이용한다는 의미는 환경정책상의 목적을 달성하기 위하여 필요한 범위 안에서 폐기물의 발생을 억제하고 발생한 폐기물을 적정하게 재활용 또는 처리(폐기물관리법 제2조 제6호에 따른 최종처리)하는 등 자원의 순환과정을 환경친화적으로 이용·관리하는 것이라 정의하고 있다(제2조 제1호). 또한 동법은 재활용가능자원에는 “사용되었거나 사용되지 아니하고 버려진 후 수거(收去)된 물건과 부산물²³⁾ 중 재사용·재생이용

20) ‘건설폐기물’이라 함은 「건설산업기본법」 제2조 제4호에 해당하는 건설공사로 인하여 공사를 착공하는 때부터 완료하는 때까지 건설현장에서 발생하는 5톤 이상의 폐기물로서 대통령령이 정하는 것을 말한다(건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률 제2조 제1호).

21) 동법 상 ‘재활용’이라 함은 건설폐기물을 처리하는 과정에서 생산된 순환골재 등을 당해 건설공사에 직접 사용하거나 다른 건설공사 또는 다른 용도로 사용하는 것으로서 대통령령이 정하는 것을 말한다(제2조 제13호).

22) ‘순환골재’라 함은 건설폐기물을 물리적 또는 화학적 처리과정 등을 거쳐 제35조의 규정에 의한 품질기준에 적합하게 한 것을 말한다(건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률 제7호).

23) ‘부산물’이란 제품의 제조·가공·수리·판매나 에너지의 공급 또는 토목·건축공사에서 부수적으로 생겨난 물건을

할 수 있는 것”과 “회수할 수 있는 에너지 및 폐열”을 포함한다고 규정하면서 “방사성물질과 방사성물질로 오염된 물질”은 제외토록 하고 있다. 그리고 부산물 중 그 전부 또는 일부를 재활용하는 것이 그 자원을 효율적으로 이용하는 데 특히 필요한 것은 “지정부산물”로 지정하고 지정폐기물에 대해서는 지정폐기물배출 사업자에게 일정한 의무를 부여하고 있다(제23조). 현행 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」은 2007년 이전까지 철강슬래그 및 석탄재, 토사(토석을 포함하되, 폐기물이 혼합되지 아니한 자연상태의 것을 제외한다. 이하 같다)·콘크리트·아스팔트콘크리트·벽돌 및 건축폐목재를 지정부산물로 정하고 있었으나, 철강슬래그 및 석탄재 외에 토사 등의 경우에는 2007년 12월 28일 개정으로 지정부산물에서 제외되었다(시행령 제3조).²⁴⁾ 동법은 이밖에도 제조업자 등에게 재활용의무(제16조) 및 의무율(제17조)을 부여하고, 재활용의무이행계획서의 제출(18조) 및 재활용부과금의 징수(제19조) 등을 규정하고 있다.

오염퇴적물 또는 준설토사는 많은 경우 사업장일반폐기물과 같이 취급될 수 있으므로 수거된 오염퇴적물을 유용하게 이용하기 위해서는 재활용에 관한 동법의 규정들이 적용될 여지가 있다.

8) 골재채취법

「골재채취법」은 골재의 원활한 수급과 골재채취에 따른 재해를 예방하기 위하여 골재의 수급계획 골재채취업의 등록 등 골재채취에 관한 기본적인 사항을 정함으로써 골재자원의 효율적인 이용을 도모하기 위한 법이다(제1조). 동법 상의 “골재”는 하천·산림·공유수면 기타 지상·지하등에 부존되어 있는 암석(쇄석용에 한한다)·모래 또는 자갈로서 건설공사의 기초재료로 쓰이는 것을 말하는데(제2조 제1호) 골재 퇴적물은 골재에 해당하여 동법의 적용을 받는다.

준설했던 골재의 세척·탈수 등의 과정에서 발생하는 폐기물은 사업장일반폐기물로 관리하고 있으므로 준설토사를 골재 등으로 재활용하는 시설에서 발생하는 폐기물 역시 사업장일반폐기물로 관리될 수 있을 것이다

9) 환경정책기본법

말한다(자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 제2조 제3호).

24) 2007년 12월 28일 대통령령 제20479호 일부개정령으로 동조 제3호의 ‘토사’가 제외되었다.

「환경정책기본법」은 환경보전에 관한 국민의 권리·의무와 국가의 책무를 명확히 하고 환경정책의 기본이 되는 사항을 정하여 환경오염과 환경훼손을 예방하고 환경을 적정하고 지속가능하게 관리·보전함으로써 모든 국민이 건강하고 쾌적한 삶을 누릴 수 있도록 함을 목적으로 하는 법으로서 개별 환경법에 대한 기본법의 성격을 지닌다

동법은 환경오염을 “사업활동 기타 사람의 활동에 따라 발생하는 대기오염, 수질오염, 토양오염, 해양오염, 방사능오염, 소음·진동, 악취, 일조 방해 등으로서 사람의 건강이나 환경에 피해를 주는 상태”라고 정의한다(제3조 제4호). 그리고 이러한 환경오염을 사전에 예방할 의무를 국가 및 지방단체에 부여하는(제7조의2 제1항) 한편, 자원 등의 절약 및 순환적 사용을 촉진하도록 하고 있다(7조의4). 또한, 동법은 국민의 건강을 보호하고 쾌적한 환경을 조성하기 위하여 환경기준을 설정하여야 하며(제10조) 대기, 소음, 수질 및 수생태계에 대한 환경기준을 정하고 있다. 이에 따라 수질 및 수생태계에 대해서는 하천, 호소, 지하수 및 해역에 대해 사람의 건강보호 기준 및 생활 환경 기준을 정하고 있으나(동법 시행령 제2조 및 별표 1), 퇴적물에 대해서는 별도의 환경기준을 설정하고 있지 않다. 따라서 「환경정책기본법」 상에 하천 및 해양의 퇴적물에 대한 별도의 환경기준을 설정할 필요성이 있다²⁵⁾

10) 공유수면관리법

「공유수면관리법」은 공유수면²⁶⁾의 보전·이용 및 관리에 관하여 필요한 사항을 규정하여 공유수면의 적절한 보호와 효율적인 이용을 위한 법이다(제1조). 동법은 공유수면을 준설하거나 굴착하는 경우, 공유수면에서 토석·모래, 자갈을 채취하는 경우 또는 공유수면에 토석을 버림으로써 공유수

25) 「환경정책기본법」 제10조 제1항의 환경기준이란 대체로 “쾌적한 환경을 보전하고 사람의 건강을 보호하기 위하여 국가가 달성하고 유지하여야 할 환경상의 조건을 수치화한 환경의 질적 수준에 대한 기준으로 정의되고 있다. 장태주, 「행정법개론(제7판)」, 1346면; 천병태, 김명길, 「환경법」, 2000, 138면. 이에 대해 이러한 정의는 협의의 환경기준에 해당하고 협의의 환경기준과 각 개별법상에 각종 환경규제의 기준을 정하고 있는 것을 포함하는 것을 광의의 행정기준이라고 논하기도 한다. 고영훈, 「환경법」, 법문사, 2002, 「환경정책기본법」 상에 퇴적물 오염에 대한 환경기준을 설정하는 것은 관할 행정청에 있어 자연의 정화능력을 넘어서거나 혹은 자연적 정화능력을 감소시키면서 인간 및 자연 환경에 악영향을 미치는 오염을 방지하기 위한 방법을 강구하도록 하고 퇴적물의 오염을 정화·복원하는 통일적인 기준을 제시함으로써 국가의 환경보호정책의 실효성을 보장할 수 있을 것이다. 「환경정책기본법」 상 환경기준과 관련해서는 홍준형, 「환경법(제2판)」, 171-172면; 류지태, 「환경법」, 고려대학교 출판부, 2000, 83면 참조.

26) ‘공유수면’이란 바다바닷가, 하천호소구거 기타 공공용으로 사용되는 수면 또는 수류로서 국유인 것을 말한다(동법 제2조).

면의 수심에 영향을 미치는 경우 등에 국토해양부장관 또는 특별자치도지사 시장·군수·구청장(관리청)로부터 점용 또는 사용의 '허가'를 받도록 하고 있다(제5조 제1항). 그 결과 바다·바닷가에서 퇴적물을 준설하거나 토사를 채취하는 경우에는 관리청의 점·사용의 허가를 받지 아니 하고는 이를 할 수 없게 된다.

11) 공유수면매립법

동법에 의하여 공유수면을 매립하고자 하는 자는 대통령령이 정하는 바에 따라 매립목적용 명시하여 행정청(국토해양부장관 또는 시·도지사)의 '면허'를 받아야 하는데, 국토해양부장관은 미리 관계 중앙행정기관의 장 및 관계 시·도지사와의 협의하고 매립기본계획에 적합한 범위 안에서 면허를 하여야 한다(제9조 제1항 내지 제3항). 도시지역과 관리지역 안의 공유수면 지정항만구역 안의 공유수면 국가어항구역 안의 공유수면의 매립은 국가 또는 지방자치단체가 매립하고, 산업단지를 조성하기 위한 경우에는 한국토지공사 매립하되, 다만, 매립목적·규모 또는 입지여건 등을 감안하여 대통령령으로 정하는 경우에는 누구나 매립할 수 있다(동조 제7항). 그 결과 바다·바닷가를 매립하려는 경우 행정청의 '면허'를 취득하여야 한다.

2. 외국의 법제

1) 개관

준설물질의 처리와 관련한 미국의 주요 법제는 해양보호연구및보호구역법(Marine Protection, Research, and Sanctuaries Act, MPRSA)과 청정수질법(Clean Water Act, CWA)이다. 해양보호연구및보호구역법은 주로 준설물질의 운송을 비롯한 해양 투기와 해양연구 및 해양보호구역의 수립을 목적으로 하는 연방 환경법이다.²⁷⁾ 그리고 청정수질법은 제404조에서 미육군공병대(U.S. Army Corps of Engineers, 이하 'US ACE')²⁸⁾에게 준설물질의 배출에 관

27) Lawrence Juda, Richard Burroughs, Dredging Navigational Channels in a Changing Scientific and Regulatory Environment, *Journal of Marine Law and Commerce*, Jefferson Law Books Company, 2004, p. 190.

28) 미육군공병대(U.S. Army Corps of Engineers)는 미국의 항해 수로를 준설하는 계획을 이행할 뿐만 아니라 청정수질법(Clean Water Act) 제404조, 해양보호·연구및보호구역법(Marine Protection, Research, and Sanctuaries Act) 제103조, 하천항구법(Rivers and Harbor Act) 제10조에 따른 비연방(non-federal) 준설 행위를 허가할 책임을

해 허가권한을 부여하여 ‘미국의 수역(Navigable Waters)’ 내에 준설 또는 매립물질의 배출을 규율한다. 또한 미국 환경보호처(U.S. Environmental Protection Agency, 이하 ‘EPA’)는 청정수질법 제404조의 규정에 따라 환경 가이드라인을 수립하고 이를 충족하지 못하는 US ACE의 준설 또는 매립물질 (Dredged and Fill Material) 배출허가에 관해 심사권 및 거부권을 지닌다.²⁹⁾

2) 해양보호연구및보호구역법

1972년 이전까지 미국의 해양은 육상 매립지에 대한 편리한 대안으로서 하수 슬러지, 산업 폐기물 그리고 파이프라인을 통한 배출과 유출 등을 통해 다양한 폐기물의 처리를 위해 광범위하게 이용되었다.³⁰⁾ 그러나 1970년 닉슨 대통령 당시 해양투기 및 처분이 폐기물을 다루는 방법으로 부적합하다는 것을 발견하고 새로운 종합적인 접근이 필요하다고 인식하게 되었다.³¹⁾ 이러한 인식 하에서 미국은 자국의 관할 내의 해양에 대한 폐기물의 처리를 규제하기 위한 MPRSA를 제정하였다. 동법은 국제적으로 규제되는 물질의 해양처분을 규제하고 관련 연구에 권한을 부여하기 위한 두 가지 목적을 지닌 법이며, 해양처분 규제와 관련된 허가 및 강행규정들로 인해 주로 “해양투기법(Ocean Dumping Act)”이라고 불린다.³²⁾ 동법의 기본적인 조항들은 1972년 미국의 관할 내의 해양에 대한 모든 물질의 처리 또는 투기를 규제하기 위한 포괄적인 폐기물 관리 체제를 수립하기 위해 제정된 이후 비롯 몇몇 새로운 권한들이 추가되었지만,³³⁾ 사실상 변함없이 유지되고 있다.³⁴⁾

진다. Jennifer L. Lukens, National Coastal Program Dredging Policies: An Analysis of State, Territory, & Commonwealth Policies Related to Dredging & Dredged Material Management Volume I of II, OCRM/CPD Coastal Management Program Policy Series Technical Document 00-02, 2000, p. 2.

29) Robert S. Meinick, Dredging: Make Waves for Commerce or Environmental Destruction, 19 Vill. Evn. L. J. 145, 2008 Villanova University, p. 148.

30) Congressional Research Service (Content source); Peter Saundry (Topic Editor). 2009. "Marine Protection, Research, and Sanctuaries Act, United States." In: Encyclopedia of Earth. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). [First published in the Encyclopedia of Earth December 8, 2006; Last revised January 17, 2009; Retrieved February 15, 2009]. http://www.eoearth.org/article/Marine_Protection_Research_and_Sanctuaries_Act_United_States(2009년 4월 20일).

31) Lawrence Juda, Richard Burroughs, supra note 27, p. 190.

32) Congressional Research Service, supra note 30. http://www.eoearth.org/article/Marine_Protection_Research_and_Sanctuaries_Act_United_States(2009년 4월 20일).

33) 이들 새로운 권한들은 (1) 미국 환경보호청의 연구책임 (2) 미국 환경보호청이 “해로운(harmful) 하수 슬러지와 산업폐기물들의 처리를 단계적으로 폐지하도록 하는 특정 지시(direction); (3) 1991년 12월 31일부터 하수 슬러지와 산업폐기물들의 해상 처리에 관한 금지 (4) 동법의 범위 내에 Long Island Sound를 포함; (5) 의료 폐기물 조문들의 포함하는 것이다.

34) *Id.*

동법은 해양에 대한 모든 물질의 처리 또는 투기를 규제하기 위한 포괄적이고 정형화된 폐기물 관리 체계를 이용한다. 그리고 동법 상의 규제권한은 4개의 연방기관 즉, EPA와 US ACE를 비롯한 국립해양대기부(National Oceanic and Atmospheric Administration, 이하 'NOAA'), 미국 연안경비대(U.S. Coast Guard)가 가진다. 그 중에서 EPA가 US ACE의 권한 하에 있는 준설물질(dredged spoils)을 제외한 모든 물질의 해양 처리를 규제할 1차적인 권한을 지닌다.³⁵⁾ 또한 EPA는 하수 슬러지와 산업 폐기물 투기를 단계적으로 폐지하는 것과 관련한 연구와 시험 활동들을 이행할 권한을 가진다.³⁶⁾ NOAA는 인공적인 해양 환경의 변화의 영향에 관한 광범위한 연구에 대한 책임을 지니고 연안경비대는 해양투기의 지속적인 감독(surveillance) 책임을 맡고 있다.³⁷⁾

(1) 해양투기의 규제

해양보호·연구 및 보호구역법의 제1장은 미국의 관할 내의 특정 해양에 허가에 의해 허용된 경우를 제외한 미국의 선박 또는 미국의 항구로부터 항해한 특정선박에 의한 모든 해양투기를 금지한다. 동법은 방사선, 화학적 그리고 생물학적 전쟁 약품들(warfare agents) 그리고 고준위 방사능 폐기물, 의료 폐기물 등에 대해서 어떠한 이유에서라도 해양에 투기하는 것을 금지하고 있다.³⁸⁾ 동법의 제1장에 따라 공중의 참여(public notice)와 공청회(hearing) 이후에 미육군장관(Secretary of the army)은 투기가 인간의 건강, 복지, 해양환경, 생물학적 체제 또는 경제적 가능성을 부당하게 감소하거나 또는 위협하지 않을 것이라고 결정한 경우에 해역에 투기하기 위한 준설물질의 운반에 관한 허가를 발행할 권한을 가진다. 준설물질의 투기허가를 부여함에 있어 미육군장관은 당해 투기의 필요성과 준설물질 처분의 대체방법을 고려할 뿐만 아니라 투기의 효과를 평가하기 위해 EPA에 의해 개발된 기준을 적용해야 한다. US ACE는 허가발행 이전에 EPA에 이를 통지해야 하는데 EPA는 동 허가가 EPA의 기준을 따르지 않은 경우에 허가발행을 제한할 수 있다.³⁹⁾ 나아가 EPA는 해양투기 대상지역을 설정하고, 개별 허가에

35) MPRSA § 102(a).

36) *Id.*

37) *Id.*

38) MPRSA § 102(a).

39) Lawrence Juda, Richard Burroughs, *supra* note 27, pp. 190-191.

있어서 물질이 처리되어야 하는 장소를 특정하는 역할을 한다⁴⁰⁾

1977년, 의회는 1981년 12월까지 부당하게 환경을 감소시키는 도시의 하수 슬러지 또는 산업폐기물들의 투기를 멈추도록 요구하기 위해 동법을 개정하였다. 1986년 개정에서 의회는 뉴욕과 뉴저지 해안 외에 전통적인 12마일 지역에서 모든 폐기물의 해양처리를 중지할 것과 해안선에서 106마일 떨어진 새로운 지역으로 이동할 것을 지시했다. 1988년, 의회는 해양에서 하수 슬러지와 산업폐기물 처리를 단계적으로 폐지하는 것을 특별히 강조하면서 해양투기법(Ocean Dumping Act)을 개정한 다수의 법률들을 제정하였다.⁴¹⁾ 또한 1992년, 의회는 허가된 활동들이 지역의 기대된 이용들에 일치할 것을 보장하기 위해서 주에게 연방기준보다 엄격한 해상투기 기준들을 채택하는 것과 허가가 지정된 투기장소들에 관한 장기간의 관리 계획들에 적합하도록 요구할 것을 허가하도록 동법을 수정하였다.⁴²⁾

오늘날 해상에 투기되는 대부분의 물질은 항해 수로를 유지하기 위해서 수계의 바닥으로부터 제거된 준설물질(dredged material)과 퇴적물(sediments)이다. US ACE는 자체적인 또는 그 계약자에 의한 유지준설³⁾의 결과로 나온 준설물질의 해상투기에 관한 허가를 발행한다.⁴⁴⁾

투기가 인간의 건강 또는 해양환경에 중대한 해로운 영향을 일으키지 않을 것임을 보장하기 위해 퇴적물에 대한 해양투기 허가가 있기 전에 이를 심사한다.⁴⁵⁾ EPA는 준설물질의 해양처리가 환경 상에 유해를 일으키지 않음을 보장할 기준을 개발할 책임이 있고, 준설물질의 해양투기에 관한 허가들은 동법의 다른 조문들에 따라 EPA에 의해 이용되는 동일한 기준에 기초해야 하고, 가능한 범위에서 EPA가 추천한 투기지역이 이용되어야 한다⁴⁶⁾ 실현가능한 유일한 처분이 준설물질의 투기기준을 위반하는 경우, US ACE는 면책을 요구할 수 있다.⁴⁷⁾ 만약 환경상의 문제들을 방지하기 위해 필요한 경우에 대해서는 EPA에게 허가에 조건을 부여하도록 하거나 심지어 허가를 부인할 수 있는 권한을 줌으로써 준설물질

40) MPRSA § 102(c).

41) *Id.*

42) MPRSA § 104(a)(3).

43) 유지준설이란 수로를 유지하도록 수저의 퇴적물을 제거하기 위한 준설을 말한다

44) 해마다 4억 입방야드(cubic yards) 이상의 퇴적물이 미국의 수로로부터 준설되고 매년 대략 6,000만 입방야드의 준설물질들이 해양의 지정된 지역에 처리되었다

45) *Id.*

46) MPRSA § 102(c).

47) *Id.*

의 허가에 있어 EPA의 역할을 확장하였다. 48)

동법에 따라 발행된 허가는 처리되어야 할 물질의 유형, 투기를 위해 이동되어야 할 양, 투기장의 위치, 허가의 유효기간 그리고 감독을 위한 조문에 따라 정해진다. EPA 관리자는 신청의 심사와 평가를 위해 필요한 정보를 제공하도록 허가신청자에게 요구할 수 있다.49)

(2) 강제이행

해양보호·연구 및 보호구역법은 EPA에게 위반의 중대함, 사전변경(prior variations) 그리고 신의성실의 증명과 같은 그러한 요소들을 고려하면서 허가 또는 허가요건의 개별 위반에 관해 5만 달러 이하의 민사제재(civil penalties)를 부가할 권한을 부여한다.50) 그러나 어떠한 민사제재도 통지와 공청회 이전까지 부가될 수 없다. 또한 동법의 고의적인 위반(knowing violation)에 관한 선박의 압류(seizure)와 몰수(forfeiture)를 포함한 형사제재(criminal penalties) 권한도 부여되었다. 그리고 의료 폐기물들의 해양투기에 관한 제재(개별 위반에 대해 125천 달러 이하의 민사제재 그리고 25만 달러 이하의 형사제재와 5년 이하의 징역 또는 양자 모두)를 부여하고 있다.51)

연안경비대는 감독과 투기하기 위한 물질의 불법적인 이동 또는 불법적인 투기를 방지하기 위한 다른 적절한 강제이행 활동들을 운영하도록 지시되었다. 많은 다른 연방 환경 법률들과 같이 동법은 개인에게 동법의 제1장에 따라 발행된 허가 또는 다른 금지, 제한 또는 기준(criterion)의 위반에 관해 미국정부를 포함해 특정인에 대하여 미국 지방법원에 시민소송(citizen suit)을 제기하는 것을 허용하고 있다.52)

또한 동법은 공무원에게 가능한 범위에서 폐기물들과 그 밖의 물질의 투기에 관한 해양오염의 방지에 관한 1972년 협약에 따라 미국을 구속하는 표준과 기준을 채택할 것을 요구한다.53) 85개국 이상이 서명한 이 협약은 수은, 카드뮴(cadmium) 그 밖에 DDT와 PCBs와 같은 물질들 그리고 고형폐기물과 잔류성 플라스틱(persistent plastics), 유류, 고준위 방사능 폐기물, 화학과 생물학전에 사용

48) *Id.*

49) *Id.*

50) MPRSA § 105(a).

51) MPRSA § 105(b).

52) *Id.*

53) *Id.*

되는 물질들의 투기를 금지하고 시안화물(cyanides), 플루오르화물(fluorides), 중준위 그리고 저준위 방사능 폐기물(medium- and low-level radioactive wastes) 다른 중금속에 관한 특별한 허가를 요구하는 부속서를 포함하고 있다⁵⁴⁾

(3) 연구 및 연안 수질 감시(monitorsing)

해양보호·연구 및 보호구역법의 제2장은 NOAA의 관할 하에 해양 자원에 관한 일반 연구와 해양 처리 활동들의 단계적인 폐지와 관련한EPA 연구, 이 두 가지 유형의 연구에 대한 권한을 부여하고 있다. NOAA는 해양 투기뿐만 아니라 오염, 남획(overfishing) 그리고 해양 생태계에 관한 다른 인공적인 변화들의 효과에 대해 종합적이고 장기간의 연구프로그램을 이행하도록 지시되었다 이와 더불어 NOAA는 원유와 원유 생산품들의 유출로부터의 손해를 평가한다⁵⁵⁾

EPA 연구의 역할은 해양 처리에 대한 대안에 관한 연구의 일환으로서 하수 슬러지와 산업폐기물들의 투기를 최소화하거나 종결시키기 위한 연구, 조사, 실험, 훈련(training), 증명(demonstrations), 조사(surveys), 그리고 연구(studies)를 포함한다. 1980년 개정 법은 EPA에게 뉴욕시의 하수 슬러지로부터 중금속들과 특정 유기물들을 제거하기 위한 기술적인 선택을 연구할 것을 요한다⁵⁶⁾

해양보호·연구 및 보호구역법은 개별 지역의 수질과 생태계 조건연구, 감시의 우선권, 목적을 고려하면서 종합적인 해양 연구 계획들을 개발할 목적을 지닌 9개의 지역해양연구위원회를 수립하였다. 또한 동법은 EPA와 NOAA가 공동으로 주위의 수질, 건강과 살아있는 자원의 질, 환경훼손의 원인, 경향에 관한 데이터를 포함하여 연안생태계의 환경질에 관한 과학적 데이터를 수집하고 분석하기 위한 장기간의 국가 연안 수질 감시 프로그램을 이행하도록 규정하고 있다⁵⁷⁾

3) 청정수질법

CWA는 주로 오염물질의 배출에 따른 수질오염의 문제를 중점적으로 다루지만, 미국의 수역에 흙 모래 등을 투입하는 것을 수질오염으로 보기 때문에⁵⁸⁾ CWA 제404조에 미국 내 수역에 준설 또는 매립 물질을 배출하도

54) *Id.*

55) MPRSA § 208.

56) *Id.*

57) *Id.*

58) CWA 제301조는 동법 하에서 발행된 허가를 준수하는 경우를 제외한 미국의 수역 내에 어떠한 점오염원(point source)으로부터 오염물질의 배출(discharge)을 금지한다. 또한 동법 내에서 오염물질은 준설물질

록 허가하는 행위와 관련한 규정을 두고 있다. 즉, CWA 제404조는 항해가 가능한 수역(Navigable Waters)에 준설 또는 매립물질을 배출할 경우 허가를 받도록 규정하고 있다.⁵⁹⁾

(1) 적용범위

준설물질 관리에 적용하는 환경법과 규정들은 준설물질의 처분방법과 장소 그리고 준설물질의 물리적·화학적 특성에 따라 다양할 수 있다. 이 중에서 CWA 제404조는 해양보호·연구및보호구역법과 더불어 미국의 수로 내에 준설물질의 배출을 규율하는 주요한 연방 법률이다. CWA 제404조는 호수, 강과 습지 내에 준설 또는 매립물질의 처리에 대해 적용한다 또한 폐쇄처분장(confined disposal facility, CDF)의 유출수와 같은 준설물질의 육상 내(upland) 처리시설로부터 배출된 특정 환원수(return water)에도 적용된다. 반면 제404조는 그 지역이 미국의 수로 내에 조성된 매립지가 아닌 한 육상 내 준설물질의 저장에는 적용되지 않는다.⁶⁰⁾

(2) 준설물질의 배출허가

제404조는 EPA와 US ACE의 협력에 의해 발전된 지침을 이용하면서 준설 또는 매립 배출의 규정에 있어 주무기관으로서 US ACE를 지정했다. 즉 US ACE는 CWA 제404조와 관련하여 준설 및 매립물질의 배출 허가를 발행할 권한을 가지고, EPA는 CWA의 제404조 제규정에 따라 US ACE의 허가발행 이전에 동 허가신청서를 검토하는 역할을 한다.⁶¹⁾ 그리고 이러한 US ACE의 허가에 대한 연방규정들은 US ACE의 규제프로그램(Regulatory Programs of the Corps of Engineers)⁶²⁾에 포함되어 있다.

제404조 허가는 US ACE 지역 사무소를 통해서 발행되었으며, 몇몇 전국적인 그리고 지역적 허가는 특정 배출의 유형에 대해 적용하기 위해 발행되었다.⁶³⁾ CWA 제404조(g)는 EPA에게 제404조에 관한 규제 프로그램의

(dredged spoil)을 포함하는 것으로 정의된다. Mark A. Chertok and Kate Sinding, Federal Regulation of wetlands, American law Institute, 2005, pp. 1207-1209.

59) Paul D. C, and Kenneth M. B, and April I. Z, and Joel B. B, Wetlands, Streams, and Other Waters: Regulation-Conservation-Mitigation Planing, Solano Pressbook, 2004, p. 26.

60) CWA § 404(h)(t).

61) Mark A. Chertok and Kate Sinding, supra note 58, p. 1218.

62) 33 C.F.R. § 320-330.

적용범위를 주 또는 인디언 지역에 한정하는 것을 허용하고 있다 허가신청자들은 허가 사무소에 의해 준비된 제404조(b)(1)의 심사(evaluation)를 완료하기 위해 충분한 정보를 제공해야만 한다.

CWA 제404조에 따라 EPA는 어류, 야생동·식물, 조개류, 휴양 또는 도시의 상수 공급에 대해 수용할 수 없는 영향을 줄 수 있는 준설 또는 매립물질의 배출에 관해서는 지역의 이용을 금지 제한 또는 철회(withdraw)할 수 있다. 다시 말해서 제404조의 준설물질 배출허가가 물의 공급 또는 어업, 야생동물 또는 레크레이션 지역들에 수용할 수 없는 악영향을 준다고 판단되면, EPA는 CWA 제404조(c)에 따라 US ACE에 의한 허가를 거부할 수 있다.⁶⁴⁾

(3) CWA 제404조(b)(1) 가이드라인

제안된 준설물질 배출을 허용하는 최종 결정에 있어서 공공의 이익에 관한 제안된 배출의 누적적 영향을 포함한 가능한 영향을 고려한다. CWA 제404조(b)(1) 가이드라인은 US ACE와 협력하여 EPA의 관리자에 의해 공표되었다.⁶⁵⁾ 이들 가이드라인과 이행 가이드스(guidance)의 개발은 준설물질 결정과정에 있어서 EPA의 주요한 역할이다. 최초의 가이드라인은 1975년에 발행되었다. CWA 1977년도 개정문과 1975년부터 1980년까지 얻어진 경험은 이들 지침의 수정을 야기했다. 이 수정은 1980년 12월 24일에 최종 규칙(final rule)이 되었다.

제404조(1) 가이드라인은 다음과 같은 잠재적 영향들을 고려할 것을 요한다.⁶⁶⁾

- 수서 생태계의 물리적·화학적 특성
- 수서 생태계의 생물학적 특성
- 특정 수서 지역, 그리고
- 인간의 이용 특성

청정수질법 제404조(b)(1)에 따른 심사과정은 제안된 준설물질 배출의

63) CWA § 404(g)(1).

64) Mark A. Chertok and Kate Sinding, *supra* note 58, p. 1276.

65) CWA § 404(c).

66) *Id.*, p. 66.

잠재적 영향을 고려하도록 되어 있다. 처리의 잠재적인 물리적 영향에는 산란지역들과 저서생물 군락을 뒤덮는 것 조류나 물 순환 유형의 잠재적인 변경 또는 물 보충 지역을 방해하는 것을 포함한다. 제404조(b)(1)의 심사에 있어서 이들 고려사항들은 배출이 승인된 주의 연안역관리계획(Coastal Zone Management Plan)과 일치하여야 하고 이와 관련되어 발생하는 다수의 문제들도 다루어야만 한다. 또한 이들 고려사항들은 청정수질법 제401조에 부합하는 주의 수질 이행요건을 결정하는 것과 관련해 요구된 문제들에도 답해야 한다.

예를 들어 오대호 준설물질 시험과 평가 매뉴얼(The Great Lakes Dredged Material Testing & Evaluation Manual)은 오대호의 수계에 대한 배출을 위해 제안된 준설물질에 있어서 오염물질의 평가에 관한 지역적인 가이드를 제공하기 위해 개발되었다. 이 매뉴얼에 따른 절차를 통해서 ‘오염물질 결정(contaminant determination)’이 이루어진다. 오염물질 결정은 (필요한 경우에) 정부의 수집 및 조사에 기초하여 제안된 준설물질의 배출이 수질과 수서생물에 대해 용납할 수 없는 악영향을 야기하거나 또는 그렇지 않다는 결론을 내리는 것을 말한다. 이 결정은 제404조 이행의 최종결정에 기초가 되는 제404조(b)(1) 심사의 하나의 요소로 작용하고 있다.

4) 양자의 관계

해양보호·연구 및 보호구역법과 관련하여 청정수질법은 영해를 포함한 항해가능한 수로 내로의 모든 배출을 규제한다. 비록 이들 법률은 영해 내에 선박으로부터의 투기에 관해서는 그 적용범위가 중복될 수 있지만 상충되지는 않는다. 이는 EPA가 동일한 기준의 설정을 공표했기 때문이다.⁶⁷⁾ 해양보호·연구 및 보호구역법은 연안 해역 또는 공해에서 청정수질법에 우선하고 청정수질법은 주로 하구(estuaries)를 통제한다. 한편, 주정부는 이들 법률에 따라 특정한 상황 하에서 주정부의 관할 내에 수계에서 해양투기를 규제하도록 허가되었다.

3. 우리나라 법제의 개정 필요성

67) 40 C.F.R. § 220-229.

우리나라의 오염퇴적물 관리현황은 퇴적물·오염퇴적물, 준설물질등에 대한 기본 개념조차 정립되어 있지 않으며 오염퇴적물의 처리 등과 같은 실질적인 관리법제가 부재한 상황이다.⁶⁸⁾ 「해양환경관리법」을 비롯하여 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」이나 여타의 법률에서는 오염퇴적물 수거 및 처리 등에 대한 기본적인 방안도 제시하지 못하고 있다 다만 개별 규정을 통해 오염퇴적물과 관련한 문제들이 적용될 수 있으나 여러 법률에 산재해 있어 적용상 혼란이 있고, 유효 적절히 대응하지 못하고 있다. 그 결과 오염퇴적물의 수거(제거, 준설)에서부터 운반(이동), 저장(보관, 배치), 처리(treatment), 처분(disposal)이나 사용에 대한 체계적인 관리가 이루어지지 않고 있다. 더욱이 현행 「해양환경관리법」은 오염퇴적물의 영향평가, 퇴적물 오염방지를 위한 방법, 오염퇴적물의 수거·제거·준설 및 처리를 위한 지침·기준, 환경을 고려한 준설물질의 처리방안 등 오염퇴적물의 수거·처리와 관련한 체계적인 관리규정을 갖추고 있지 못하다.⁶⁹⁾

오염퇴적물의 관리는 개별 법률에 산재된 규정을 정비하기 보다는 별도의 통일된 법률 체계를 통해 취급될 필요가 있다고 여겨진다 이는 모든 관련 법률을 개정해야 하는 큰 수고를 줄이면서도 효율적으로 오염퇴적물 관리체계를 정립할 것으로 보인다. 해양오염퇴적물에 대한 통일된 체계를 수립하기 위해서는 「해양환경관리법」 내에 별도의 규정을 두고, 다른 법률 규정의 적용을 배제하는 방법을 고려해 볼 수 있다 이를 통해서 「폐기물관리법」을 비롯한 수질, 토양, 재활용 관련 법률들 간의 관계를 분명히 하고, 오염퇴적물의 수거부터 처리·처분에 이르기까지의 절차를 체계적으로 마련할 수 있을 것이다. 그 일환으로 「해양환경관리법」 내에 오염퇴적물의 개념을 정립하고, 오염퇴적물의 수거·처리 등의 근거가 되는 환경기준이 시급히 마련되어야 할 것이다. 이와 함께 오염퇴적물의 재활용, 매립 또는 해저고립처분, 해양배출을 위한 처리방법·기준 등도 동법의 개정사항 내에 포함되어야 할 것이다.

오염퇴적물의 수거·준설과정에서 나오는 준설토사 등은 버려지는 폐기물이 아니다. 한정된 자원을 보유한 국내의 실정상 자원순환의 차원에서

68) 윤길림조흥연 “준설토 재활용 방안 및 적용사례 분석”, 지방환경 제3권 제2호, 2002. 6, 55면.

69) 이창화김은정, 「호소 및 하천 오염퇴적물 관리방안」, 한국환경정책평가연구원 1998, 5면.

준설토사의 경우에는 재활용·재사용의 대상으로 이해할 필요가 있다. 즉 준설토사를 일률적으로 폐기물로 보아 「폐기물관리법」 등에 의한 규제대상으로 보는 것에 대하여는 전향적인 검토가 요망된다 이에 준설토사 등을 폐기물로 규정하지 않거나 준설편 또는 중간처리⁷⁰⁾ 후 위해성평가(risk assessment) 또는 오염도 평가를 통해 오염정도에 따라 폐기물과 폐기물이 아닌 재활용 가능한 자원으로 구분할 필요가 있다. 이를 통해 해양오염퇴적물을 골재, 매립토 등으로 이용할 수 있는 방안을 강구하고, 불필요한 규제 규정의 적용을 배제함으로써 유인을 제공할 필요가 있다.

오염퇴적물을 인근지역에 매립하는 경우 매립지 확보의 어려움과 막대한 매립지 건설비 및 관리비 소요, 운송비 증가 등의 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 오염퇴적물을 일률적으로 폐기물로 관리할 것이 아니라 「자원의 절약 및 재활용촉진에 관한 법률」, 「건축폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」 등 자원의 순환 및 재활용을 활성화하고자 하는 최근의 입법의 동향에 비추어 오염퇴적물을 재활용하는 방안을 마련해야 할 것이다.

70) 중간처리 후 발생하는 폐기물은 새로 폐기물이 발생한 것으로 본다 따라서 「폐기물관리법」 제17조 제2항에 따른 신고 또는 같은 조 제3항에 따른 확인을 받고, 해당 폐기물의 처리방법에 따라 적정하게 처리해야 한다. 다만, 별표 3 제1호 나목에 따른 기계적 처리시설에서 중간처리한 후 새로 발생하는 폐기물 중 그 성질과 상태가 중간처리하기 전의 폐기물과 동일한 폐기물은 중간처리하기 전의 폐기물로 보아 해당 폐기물의 처리방법과 기준에 따라 처리하여야 한다(폐기물관리법 시행령 제7조 제4호).

제4절 개선 방안

1. 오염퇴적물, 준설물질 등에 대한 개념 정립

1) 오염퇴적물이란?

「해양환경관리법」은 해양오염⁷¹⁾ 또는 오염물질⁷²⁾에 대해서만 정의하고 있고 오염퇴적물(汚染堆積物)에 대해서는 별도로 규정하고 있지 못하다. 퇴적물은 생태학적으로 저서생물이 살아가는 공간을 제공하는 수생태계의 중요한 요소로서, 육상에서 씻겨 내려진 것이거나, 대기로부터 가라앉았거나, 수변이나 수저(aquatic banks or beds)로부터 침식된 것이거나 또는 수저의 붕괴나 광물의 축적으로 형성된 것이며⁷³⁾ 모든 지역의 호수, 천, 강과 연안 자원들에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.⁷⁴⁾ 퇴적물은 육지로부터 유입되어 호수, 하천, 해양 등의 수저에 쌓이는 모래, 점토, 유기물질, 광물질을 통칭한다고 할 수 있다.⁷⁵⁾ 또한 퇴적물이란 현저하게 생물학적으로 활동적인 수생지역에 위치한 고정된 미립물질 또는 물기둥(Water Column)에 노출된 미립 물질을 말하기도 한다. US ACE에 따르면, 퇴적물이란 “수계 바닥에 고정된 또는 축적된 모래, 실트 또는 점토”를 말한다.⁷⁶⁾

미국의 경우, 1987년 CWA 개정에서 그동안 점오염원과 폐기물 배출에 국한되었던 규정들에 비점오염원을 추가하였고, 여기에 새로운 오염물질로서 퇴적물, 독성물질과 유기물과 같이 수질을 저감시키는 종래의 폐기물들을 포함시켰다.⁷⁷⁾ 따라서 이러한 오염퇴적물 관리를 위해서는 종합적이고 다

71) ‘해양오염’이라 함은 해양에 유입되거나 해양에서 발생되는 물질 또는 에너지로 인하여 해양환경에 해로운 결과를 미치거나 미칠 우려가 있는 상태를 말한다(해양환경관리법 제2조 제2호).

72) ‘오염물질’이라 함은 해양에 유입 또는 해양으로 배출되어 해양환경에 해로운 결과를 미치거나 미칠 우려가 있는 폐기물·기름·유해액체물질 및 포장유해물질을 말한다(해양환경관리법 제2조 제11호).

73) U.S. EPA, Selecting Remediation Techniques for Contaminated Sediment, EPA 823/B93/001, 1993, p. 2.

74) Gregory A. Bibler, Contaminated Sediment: Are There Alternatives to Superfund?, Natural Resources and Environment, American Bar Association, 2003, p. 1.

75) 이창희 외, 앞의 책(각주 69), 1면.

76) US Army Corps of Engineer(2008), supra note 81, p. 5.

77) Claudia Copeland, CRS Report for Congress Clean Water Act: A Summary of the Law, Environment and Natural Resources Policy Division, 2002, p. 4; 1978년 1월에 공표된 제307조(a)(1)의 독성 오염물질(toxic pollutants) 목록상에 물질을 포함하나 이에 제한되지 않는 형태의 화학적 또는 생물학적 물질을 의미하는 오염물질(contaminant)과 준설물질(dredged spoil), 고형폐기물(solid waste), 소각재(incinerator residue), 하수(sewage), 하수슬러지(sewage sludge), 탄약(munitions), 화학적 폐기물, 생물학적 물질, 원자력법의 규율대상이 아닌 방사성 물질, 열, 파손된(wrecked) 또는 버려진 물품, 바위, 모래, 점토(cellar dirt) 그리고 수계에 배출된 산업, 도시 그리고 농경 폐기물을 의미하는 오염물질(pollutant)을 각각 정의하고 있다. 40 C.F.R. §

양한 매체를 이용할 필요가 있다. 초기에 미국 환경보호처(EPA)는 퇴적물이 수서 생물 혹은 국민건강에 악영향을 미칠 수 있는 농도 이상의 중금속 다환방향족탄화수소(PAHs), 유기염소계 농약, 폴리클로리네이티드비페닐(PCBs)⁷⁸⁾ 등의 유해화학물질을 포함하는 경우에 한해서 오염퇴적물로 규정하였다.⁷⁹⁾ 이외에도 EPA 또는 US ACE는 오염퇴적물에 대해서 다양하게 정의하고 있다. 즉, EPA는 오염퇴적물을 “수계의 바닥에 축적되고 인간의 건강 또는 환경에 악영향을 줄 수 있는 독성물질 또는 유해물질을 함유하고 있는 흙, 모래, 유기물 또는 광물”로 정의하기도 하고,⁸⁰⁾ “적합한 지구화학적(geochemical), 독물학적인(toxicological) 또는 퇴적물 질 기준이나 한도를 초과하는 화학물질을 함유하고 있는 수서 퇴적물”로 정의하기도 하였다.⁸¹⁾ 또한 2008년 US ACE에서 발행된 매뉴얼에 따르면, 오염퇴적물이란 “인간의 건강 또는 환경에 대해 받아들일 수 없는 악영향을 야기한다고 입증된 퇴적물”이라고 정의하여⁸²⁾ 건강 또는 환경에 악영향을 미치는 퇴적물의 경우에는 오염퇴적물로 보았다.

국내에서도 오염퇴적물과 관련하여 “일반적으로 유기물 및 인 등의 영양염류를 많이 포함하여 부영양화를 발생시켜 수질악화의 원인이 되는 퇴적물”에 대해 오염퇴적물로 정의한 바 있다.⁸³⁾ 이러한 오염퇴적물은 수변지역에서 화학물질들의 전체적인 균형에 영향을 미치거나 이를 반영하고 수저에서 광범위한 지역에 분포·이동하면서 과거의 오염뿐만 아니라 새로운 오염물질 배출제도를 반영하여 지속적으로 오염물질의 유형이 변화된다.⁸⁴⁾ 오염퇴적물을 규정함에 있어서는 퇴적물이 오염되었는지, 오염의 정도, 퇴적물

230.3(e), 230.3(o).

78) 폴리클로리네이티드비페닐(PCBs)는 하나 이상의 수소원자가 염소로 치환된 물질을 총칭하는 것으로 열에 안정하며 전기 절연성이 좋고 상온에서 적당한 점성을 가지는 액체로서 접착성 신진성이 풍부하며 이염화물을 제외하고는 불연성이다. 또한 화학적으로 불활성이고 산, 알칼리에 잘 견디며 물에는 매우 난용성이지만 많은 유기용매에는 가용성이다. 다양한 산업과정에서 배출되며 「대기환경보전법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」, 「유해화학물질관리법」 등에 유해물질로 규정되어 있다.

79) US EPA(1993). supra note 73, p. 1.

80) EPA defines contaminated sediments as "soils, sand, organic matter, or minerals that accumulate on the bottom of a water body and contain toxic or hazardous materials that may adversely affect human health or the environment." United States Environment Protection Agency, EPA's Contaminated Sediment Management Strategy, 1998. 4. p. 5.

81) *Id.* p. 1.

82) US Army Corps of Engineer, Seattle District, Dredged Material Management Program: Dredged Material Evaluation and Disposal Procedures(Users' Manual), 2008, p. 5.

83) 건설교통부, 「호소 및 하천의 퇴적오니 분포조사 및 환경친화적인 준설재이용 기술개발」, 건설기술연구원 2003. 8, 1면.

84) Gregory A. Bibler, supra note 74, p. 1.

을 오염시킨 유해물질이 무엇인지에 따라 관리방법이 다르다. 오염퇴적물을 어떻게 볼 것인지는 오염퇴적물을 준설한 경우, 준설물질을 폐기물로 볼 것인지에 대한 판단의 문제도 고려해야 한다.

2) 준설물질 또는 준설토사란?

퇴적물과 관련된 가장 실질적인 문제는 퇴적물 준설문제와 연관되어 있다. 수저의 퇴적물은 오래 전부터 자연자원의 이용, 이수, 치수 및 수운과 관련된 측면에서 관리대상이 되어왔다. 우리나라는 1760년 하천 범람 방지의 일환으로서 청계천을 준설한 이래로 홍수통제, 하천 정비, 건설용 골재 채취, 댐 유지용수 확보, 수로 또는 항로의 유지, 간척사업 등 주로 토목공사와 관련하여 퇴적물 준설이 현재까지 꾸준히 실시되고 있다.⁸⁵⁾ 준설은 중대한 환경상의 영향을 줄 가능성이 있는 것으로 인식되고 있다. 준설 자체의 환경상의 영향은 퇴적물의 제거와 그 뒤에 그 퇴적물의 처리와 관련이 있다.⁸⁶⁾

‘준설’이라 함은 법률상 따로 정의되어 있지 않으나, 일반적으로 토목공학상 물의 깊이를 깊게 하여 배가 잘 드나들 수 있도록 하천이나 항만 등의 바닥에 쌓인 모래나 암석을 파내는 일을 말한다. 이렇게 준설한 퇴적물 중 점토·실트·모래·자갈 및 암석을 ‘준설토사라’고 한다. 2007년 구 해양수산부는 준설토사를 “해양이나 하구 등에서 해양환경의 개선, 항만(항만시설 포함)의 건설·정비 또는 항로유지 등을 목적으로 준설하는 퇴적물질 중 점토·실트·모래·자갈 및 암석을 말한다”고 정의한 바 있다.⁸⁷⁾

한편 미국 연방규정은 준설이란 해저를 깊게 하거나 매립물질을 얻거나 또는 기존의 구조물들을 유지할 목적으로 수서지역으로부터 퇴적물 또는 다른 물질을 제거하는 것이라 정의하고 있다.⁸⁸⁾ 또한 준설물질에 대해서는 미국의 항해가능한 수역으로부터 준설 또는 굴착된 수저의 퇴적물 또는 물질이라고 정의하고 있다.⁸⁹⁾ 이와 비슷한 의미로 준설물질을 “수서지역으로부터 제거된 퇴적물, 모래, 자갈 그리고 다른 고형물들”을 말한다고 정의하기

85) 건설교통부(각주 82), 40면.

86) Lawrence Juda, Richard Burroughs, supra note 27, p. 187.

87) 해양수산부, 「준설토사 처리 및 유효활용 -지침서-」, 2007. 6, 1면.

88) Dredging - The removal of sediment or other material from an aquatic area for the purpose of deepening the area, obtaining fill material, or maintaining existing structures.

89) Dredged materials are bottom sediments or materials that have been dredged or excavated from the navigable waters of the United State. 40 C.F.R. § 227.13(a)

도 한다.⁹⁰⁾ 이러한 준설물질들은 주로 도시나 산업시설의 폐기물에 의해 또는 농경지와 같은 육상 오염원으로부터의 유출에 의해 오염된 자연적인 퇴적물(natural sediments) 또는 물질들로 구성된다.⁹¹⁾ 예를 들어 1970년 미국 환경질위원회(Council on Environmental Quality)의 보고서에 따르면 준설물질(준설토사)의 80퍼센트 가량이 해양에 투기되었고, 이들 중 3분의 1이 오염되었다고 한다.⁹²⁾

이렇듯 오염된 준설물질이라 하더라도 선진국의 경우에는 준설물질의 친환경적인 활용방안을 다각적으로 연구하면서 오염도 분석, 법적 규제, 경제성 분석, 기술적인 타당성 분석을 통하여 경제적인 활용이 곤란한 경우에 해역에 미치는 영향을 최소화하는 처분 체계를 모색하고 있다.⁹³⁾

반면 우리나라는 퇴적물은 오물 또는 오염원이라는 인식 하에 준설토사가 오염도에 상관없이 폐기물로 규정되어, 해양에 투기되어 왔다(시행규칙 제11조 제1항 관련 별표 3 제1호, 제12조 제1항 별표 6 제3호 나목, 별표 7, 제12조 2항, 별표 8 제3호). 다만, 해양환경개선조치의 일환으로 “준설토사 등 수저퇴적물의 사용 등에 관하여 국토해양부장관이 정하는 조치를 거론함으로써 준설토사의 ‘사용’을 염두에 두고 있다.

물론 미국 연방 규정에서도 모래, 자갈, 암석 그리고 자연적으로 발생하는 점토 보다 큰 조각으로 된 수저의 물질들로 구성되어 있는 준설토사의 경우에는 해양투기가 환경적으로 허용될 수 있다고 규정하고 있다.⁹⁴⁾ 그러나 일반적으로 우리나라 준설토사 대부분은 위해성 문제가 대두될 정도로 오염되지 않았기 때문에⁹⁵⁾ 어떠한 오염물질의 심사기준 없이 무조건 폐기물로 규정해서는 안 될 것이다. 특히, 자연자원이 부족하여 상당수 골재를 수입하고 있는 우리나라 실정상, 준설토사는 적절한 전처리 후에 건설재료 또는 인공습지나 모래사장 조성재료로 활용하거나 준설토사에 특수한 재질의 고화

90) Dredged material - Sediments, sand, gravel and other solids removed from an aquatic area. <http://www.columbiaestuary.org/dmmp/Introduction-definitions.html>.

91) “Dredged material consists primarily of natural sediments or materials which may be contaminated by municipal or industrial wastes or by runoff from terrestrial sources such as agricultural land.” 40 C.F.R. § 227.13(a).

92) Lawrence Juda, Richard Burroughs, supra note 27, p. 188.

93) 윤길립 외, 앞의 글(각주 68), 54면.

94) C.F.R. § 227.13(b)(1)

95) 건설교통부(각주 82), 62면.

제나 토질개량제를 혼합하여 고화하고 개량하여 도로나 운동장 등을 조성하기 위한 건설재료로 재활용할 수 있어야 할 것이다⁹⁶⁾

3) 개념 정의의 필요성

「해양환경관리법」을 비롯한 현행 법률은 퇴적물, 오염퇴적물, 준설토사에 대하여 개념을 정의하고 있지 않을 뿐만 아니라 명확히 구분하고 있지 않으며, 오히려 혼동해서 사용하고 있다. 그 결과 오염퇴적물이나 준설토사를 관리·규제하는 데 어려움이 예상된다.

오염퇴적물의 경우에는 지속적으로 변화하는 환경을 대변하기 때문에 이 문제를 다루기 위해서는 포괄적인 접근이 필요하다. 특히, 퇴적물과 오염퇴적물에 대해서는 별개로 취급해야 하며⁹⁷⁾ 퇴적물 또는 오염퇴적물을 수거하거나 준설했던 준설품질에 대해서는 처리·처분방법과 관련해서 구분하여 논의할 필요가 있다.

일반적으로 퇴적물이 정적인 개념이라면 준설품질은 동적인 개념이라고 할 수 있다. 즉, 준설품질은 해양 또는 수계로부터 준설했던 물질을 말하지만 퇴적물이란 준설품질 이전에 수계에 있는 물질을 말한다.⁹⁸⁾ 퇴적물이라는 일반적 상식으로 이해되는 해양환경의 구성 요소에 해당되어, 법에 별도의 정의를 둘 필요성은 많지 않아 보인다. 그러나 오염퇴적물이란 개념은 오염퇴적물 관리·규제의 출발점이 되기 때문에 개념 정의가 필수적이다.

퇴적물은 산업폐수, 생활오수, 폐기물처리장의 침출수, 도시 및 농촌의 강우 유출수 및 하천으로부터 유입된 유기물 영양염류, 유해화학물질 등 오염물질을 함유하고 있기 때문에⁹⁹⁾ 이러한 점에 착안하여 ‘오염퇴적물’을 단순히 이러한 오염물질을 함유하고 있는 퇴적물이라고 정의할 수 있을 것이다. 그러나 이와 같이 정의할 경우에는 호소, 하천 및 연안에 쌓인 대부분의 퇴적물들이 모두 오염퇴적물에 포함되어 규제·관리의 대상이 되는 불합리한 결과를 초래할 수 있다. 그러나 이러한 정의에 따르면 퇴적물이 어느 정도의 오염물질을 함유하고 있는 경우에 오염퇴적물로 관리·규제할 수 있는지 명확하지 않다. 따라서 퇴적물과 관련한 환경기준을 설정하여 오염퇴적

96) 해양수산부, 「준설토 재활용 방안 연구Ⅲ :경량혼합토 개발을 중심으로」, 2002, 151면.

97) Gregory A. Bibler, *supra* note 74, p. 56.

98) US Army Corps of Engineer(2008), *supra* note 81, pp. 5-6.

99) 이창희 외, 앞의 책(각주 69), 1면.

물의 경우는 “해양환경기준을 초과하는 (유해)화학물질을 포함하거나 사람의 건강·재산 또는 환경에 피해를 주는 퇴적물”로 정의하는 것이 바람직할 것이다. 「해양환경관리법」 제8조는 국토해양부장관에게 해양환경기준을 설정하도록 규정하고 있으며, 시행규칙 제4조에는 해저퇴적물에 대해 별도의 해양환경기준을 설정·고시하도록 규정하고 있으나, 고시 규정이 아직 마련되어 있지 않다. 따라서 오염퇴적물을 환경기준을 초과하는 오염물질을 포함하는 퇴적물로 정의할 경우에는 차제에 해저퇴적물에 대한 해양환경기준이 설정되어야 할 것이다.

현행 오염퇴적물 관리·규제는 퇴적물 자체는 폐기물로 보지 않으면서 준설토사의 경우에는 폐기물로 파악하고 있다. 「해양환경관리법」은 준설토사 이외에도 수저준설토사, 준설토 등의 표현을 사용하고 있다(제85조 제1항 제1호). 준설토사나 준설토 등과 같은 표현은 준설토질의 일부를 구성할 뿐이기 때문에 부정확한 표현이라고 할 수 있다. 이에 준설토, 준설토사, 수저준설토사, 수거된 퇴적물, 수거된 오염퇴적물 등의 용어는 “준설토질”로 표현을 통일하는 것이 바람직하다. 한편, 준설토사의 경우 오염도가 낮거나, 비록 유해중금속 및 유기물이 함유된 준설토사라 하더라도 적절한 처리과정을 거친다면 재활용이 가능하므로¹⁰⁰⁾ 일도양단식으로 폐기물이라 할 것이 아니라 별도로 취급할 필요가 강하다. 이에 준설토사를 폐기물 개념에서 제외하거나 폐기물과 달리 취급하는 것을 적극 검토할 필요가 있다.

한편, 현행 준설토사에 대한 근거 규정을 법률이 아닌 시행규칙에서 정하고 있는데, 이는 법률유보의 원칙 또는 포괄위임금지의 원칙에 맞지 않는다. 이러한 관점에서 시행령 이상에서 이에 대한 기본적인 규정을 두고 세부적인 사항을 시행규칙 등에서 정하는 것이 바람직하다 또한 오염퇴적물·준설토질 등을 법령에 규정하는 경우에는 개념 정의에 관한 조항에서 먼저 규정하여야 할 것이며, 가급적 용어의 뜻을 명확하게 하면서도 이해하기 쉽게 규정하여야 할 것이다.

100) 해양수산부, 「준설토 재활용 방안 연구」, 2000, 34-35면.

4) 폐기물인가?

(1) 오염퇴적물이 폐기물인지 여부

오염퇴적물이 폐기물인지에 대하여는 논란이 있을 수 있다. 이와 같이 퇴적물 자체를 폐기물로 규정하고 있지 않지만 그것이 오염된 경우에는 폐기물로 볼 수 있는 여지가 있기 때문이다. 오염퇴적물이 폐기물인지의 문제는 그 처리방법·기준과 밀접하게 관련되기 때문에 오염퇴적물 처리와 관련한 논의의 출발점이 될 수 있다. 퇴적물인 오니, 토사, 저니, 부유물 등에 대해 「환경정책기본법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」, 「유해화학물질관리법」, 「농약관리법」, 「폐기물관리법」, 「해양환경관리법」 등에서 언급하고 있지만, 실제로서 수저 퇴적물의 오염문제는 고려하지 않고 있으며 해양오염퇴적물과 관련된 직접적인 규정은 없다. 이는 그동안 환경오염을 물, 대기, 토양 등 매체별로 인식하여 왔고 준설 등으로 노출되기 전에는 오염퇴적물의 위험성을 제대로 인식할 수 없었기 때문인 것으로 보인다¹⁰¹⁾

이러한 논의의 실익은 오염된 퇴적물에 관하여 「해양환경관리법」상의 규제가 불가능할 경우에 「폐기물관리법」에 의한 규제가 가능한지 여부에 모아진다. 또한 이러한 논의는 오염된 퇴적물의 수거(준설) 과정에서 발생한 오염퇴적물의 처리문제와 깊은 관련이 있는데, 현행 「해양환경관리법」에서는 특별한 규정을 두고 있지 않아 어떻게 해결하여야 하는지 문제가 될 수 있다.

오염된 퇴적물 자체는 폐기물이 아니나, 오염된 퇴적물을 수거(준설)하여 처리하는 경우에는 폐기물에 해당할 가능성이 많다. 오염된 퇴적물을 폐기물로 이해할 경우에는 「폐기물관리법」상의 처리기준 및 방법에 의하여야 할 것이다. 그러나 이러한 논리적 귀결은 자칫 오염된 퇴적물을 수거(준설)하는 유인을 상당부분 감소시킬 우려가 있다. 차제에 오염퇴적물을 폐기물에서 제외하거나 폐기물과 달리 취급할 필요가 있다 또한 「해양환경관리법」에 관련 규정을 두어 그 처리방법을 명확히 제시하는 것이 바람직할 것이다.

101) 이창희 외, 앞의 책(각주 69), 17면.

오염퇴적물을 폐기물로 보는 경우에도 오염도나 성분, 재질 등에 따라 오염퇴적물을 구분하여 오염도가 낮은 오염퇴적물에 대해서는 폐기물이 아닌 것으로 보아야 하고, 오염도에 따라 적정처리 방법과 기준을 설정하는 것을 검토할 필요가 있다. 이때 오염퇴적물 내의 오염성분에 따라 2차오염의 소지가 있는지 여부와 중간처리 후 오염퇴적물의 성분 등은 폐기물인지 여부를 가리는 중요한 요소가 될 것이다.

(2) 준설물질이 폐기물인지 여부

퇴적물 자체는 폐기물이 아니지만 골재로 사용하기 위해 채취한 뒤 처리하는 과정에서 나오는 침출수(수분함량 95% 미만이거나 고형물함량이 5퍼센트 이상인 경우) 및 부산물에 대해서는 사업장폐기물로 볼 수 있다¹⁰²⁾ 일반적으로 하천, 호소 및 해양의 퇴적물 중 자갈, 모래, 암석 등은 건축·토목공사를 위한 골재로 채취·이용되고 있다. 다만 오염된 퇴적물이 수거 또는 준설된 경우에는 상황이 다르다.¹⁰³⁾ 현행법 체계에서는 수거된 오염퇴적물은 사업장일반폐기물로 취급될 가능성이 많다. 건설공사, 준설공사 또는 작업 등으로 폐기물을 5톤 이상 배출하였다고 볼 여지가 많기 때문이다.

「해양환경관리법」은 수저준설토사를 해양투기가 가능한 폐기물로 보고 있다. 즉, 현행 「해양환경관리법」상 선박으로부터 공유수면을 매립하려는 장소에 배출할 수 있는 폐기물과 그 처리기준 및 방법등에 있어서 준설토사는 폐기물의 일종으로 보고 있다(해양환경관리법 시행규칙 제11조 제1항 별표 3, 제11조 제1항 별표 3 제1호, 제12조 제1항 별표 6 제2호, 제12조 제2항 별표 8 제3호). 준설토사를 육상 내 처리하는 경우에는 준설토사에 포함된 유해물질과 상관없이 사업장일반폐기물로 분류되어 「폐기물관리법」상의 폐기물 규정이 적용될 가능성이 있다.

현재 항만 및 항로의 유지 등을 비롯하여 새로운 해양공간 개발을 위해 해안 지역에서의 준설이 필수적으로 요구되고 있는데 반해 준설작업에서

102) 예를 들어 비금속광물제조업체에서 임야의 마사토를 진흙과 잔골재로 분리 생산하는 경우 배출시설에서 진흙이 발생된다면 진흙은 무기성오니로서 폐기물에 해당한다고 보고 있다. 환경부, 「사업장폐기물 질의·회신 사례집 :사업장 일반폐기물 (2007.1~2008.4)」, 제1권, 2008, 23-24면.

103) 오염물질 제거를 목적으로 시행한 준설과정에서 발생하는 준설토는 폐기물에 해당되거나 오염물질 및 이물질이 포함되지 아니한 자연상태의 해양토 또는 갯벌을 준설한 경우에는 폐기물이 아니다 또한 저수지 준설토를 토사세척시설에서 세척한 세척토사 또는 무기성오니는 폐기물로서 수분 함량85% 이하로 탈수건조한 후 관리형매립시설에 매립하거나, 「폐기물관리법 시행규칙 별표 17」의 규정에 따라 재활용할 수 있다고 보고 있다. 22면. 환경부(각주 86), 19면.

발생되는 대량의 준설물질은 일반적으로 함수비가 높고 입자가 미세하기 때문에 준설 후 탈수 등 전처리 과정이 까다로워 재활용에 어려움이 따른다. 더욱이 자연적, 지리적으로 협소한 국토환경과 무역의존도가 높은 우리나라의 실정상 해양공간 개발 및 해상로를 통한 운송 방법의 이용이 꾸준히 증가하고 있다.¹⁰⁴⁾ 이에 따라 기존의 수로유지 및 새로운 해양공간 창출을 위한 준설이 필수적으로 요구되고 있는데, 준설물질을 오염도와 무관하게 일률적으로 폐기물로 처리할 경우에는 자원의 낭비는 물론이거니와 육상 매립으로 인한 2차오염의 우려마저 낳게 될 것이다.

특히 오염퇴적물로 인한 수질악화, 생태계 훼손을 방지하면서 해양환경 개선을 촉진하기 위해서 오염퇴적물의 정화·복원을 위한 준설이 증대되면서 추가로 발생하는 준설물질을 폐기물과 별도로 취급해야 할 필요성이 계속 증가하고 있다. 자원순환 사회를 추구한다는 차원에서 준설물질을 ‘자원’으로 이해하고 그 재활용·재사용을 모색할 필요성이 있다. 이러한 점을 의식하였는지는 모르나 「해양환경관리법」은 환경개선조치의 일환으로 준설토사의 ‘사용’을 거론하고 있다(시행규칙 제9조 제2호).

따라서 준설물질을 폐기물 개념에서 제외하고, 여타 준설토사, 준설토, 수저준설토사 등을 폐기물로 파악하고 있는 「해양환경관리법」 관련규정을 개정할 필요가 있다.¹⁰⁵⁾ 또한 준설물질의 처리에 앞서 재활용이 가능한지에 대해 판단할 수 있는 규정을 마련해야 할 것이다.¹⁰⁶⁾ 이와 함께 「토양환경보전법」상의 토양오염 우려 및 대책기준 이하의 준설토사의 경우에는 재활용 차원에서 인공 생태공원의 조성 침식해안복원 등 해양환경조성과 같이 다양한 활용방안을 검토해야 할 필요가 있다.

물론 준설물질의 오염도 또는 성분이나 성상에 따라 결과는 다를 수 있지만, 기본적으로 준설물질을 분리·선별한 후, 골재 및 건설자재로 재활용하는 경우가 매립하는 경우보다 훨씬 경제적인에는 틀림이 없다. 더욱이 환경적으로도 오염물질의 선별처리 없이 행해지는 매립에 비해 훨씬 환경에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

104) 윤길림 외, 앞의 글(각주 68), 49면.

105) 국토해양부, “수저준설토사 활용으로 친환경적 해양개발 및 예산절감, 2009. 1, 5면.

106) 국토해양부(각주 105), 14면. 2001년 한국건설기술연구원의 연구결과에 따르면 준설토사를 전부 매립하는 경우와 분리·선별 후 일부를 골재로 이용하고 잔류물질인 불량토를 매립하는 경우 그리고 잔류물질인 불량토를 건설자재인 점토벽돌로 재이용하는 경우의 경제성을 비교한 결과 전부 매립한 경우 보다는 골재를 분리한 경우가 비용이 적게 들었으며, 잔류물질인 불량토까지 건설자재로 재이용한 경우에는 오히려 이윤을 창출한 것으로 나타났다. 건설교통부(각주 82), 275-277면.

2. 해양환경개선조치

1) 해양환경개선조치의 발동 및 완료 시점과 기준의 명확화

「해양환경관리법」은 해양환경개선조치(제18조)의 발동근거로 “필요하다고 인정되는 때”를 들고 있는데 막상 구체적인 기준, 발동 시점 등이 규정되어 있지 않아 효율적인 시행이 이루어지기 어렵다 발동 기준, 시점 등을 명확히 하고 “할 수 있다”를 ‘하여야 한다’로 의무화할 필요가 있다.

우선 동 조치의 발동기준, 시점 등을 구체화하기 위해서는 오염퇴적물에 대한 환경기준이 설정되어야 할 것이다. 일례로 토양오염에 관해서는 「토양환경보전법」 상에 ‘우려기준’과 ‘대책기준’이 설정되어 있으며, 환경부장관이 토양오염도 측정결과 ‘우려기준’을 넘는 경우에는 관할 시·도지사 또는 시장·군수·구청장에게 오염토양의 정화 등의 조치를 할 것을 요청할 수 있도록 하고 있다(제15조 제3항 및 동조 제6항).¹⁰⁷⁾

다음으로 설정된 기준 이상으로 오염된 것으로 판명된 경우 반드시 해양환경개선조치가 시행될 수 있도록 이를 의무화하도록 개정할 필요가 있다. 「토양환경보전법」 상에 ‘우려기준’과 같은 의미로 설정된 환경기준을 초과하여 오염된 경우라면 인간은 물론 수서생태계에 악영향을 미칠 수 있으므로 이를 제거하여야 할 것이다.

끝으로 해양환경개선조치가 시행된 경우, 동 조치의 결과보고 및 완료의 판단이 이루어져야 할 것이다. 이와 관련하여 「토양환경보전법」은 2004년 12월 31일 개정 법에서 토양정화 검증제도를 도입·시행하고 있으며, 토양오염조사기관으로 하여금 토양의 정화과정 및 정화완료에 대한 검증을 하도록 규정하고 있다(제15조의6 제1항 본문). 이러한 검증제도가 없는 경우, 해양환경개선조치가 부실하게 이루어질 수 있고 해양환경개선조치의 범위가 불명확해질 수 있다. 이에 해양환경개선조치의 완료시점과 기준을 명확히 한다는 차원에서 「토양환경보전법」과 같은 검증제도의 도입도 고려해 볼 수 있을 것이다.

107) 해양환경개선조치의 발동 시점 및 기준을 마련함에 있어서 어려운 점은 퇴적물의 경우 토양오염과 달리 퇴적물 내에 포함된 오염물질만이 문제가 되는 것이 아니라 오염되지 않은 퇴적물이라 하더라도 퇴적물 자체 만으로도 문제가 야기될 수 있다는 점이다. 이창희·유혜진, 「수저퇴적물 환경기준 개발에 관한 연구」, 한국환경정책·평가연구원, 2000. 12, 8면.

2) 해양환경개선조치의 구체화

해양환경개선조치에서는 ‘오염된 퇴적물’이라는 표현을 쓰고 있으나, 용어의 일관성을 기하기 위해 이를 “오염퇴적물”로 개정하여야 할 것이다. 그리고 「해양환경관리법」 제18조 제1항 제3호에서 ‘오염된 퇴적물의 수거’만 규정한 것을 수거와 더불어 처리도 병행토록 규정하는 것이 타당하다고 여겨진다. 해양환경개선조치가 진정한 의미를 갖기 위해서는 수거에서 나아가 처리까지 이루어져야 하기 때문이다.

또한 그 밖에 해양환경개선조치로서 오염퇴적물 수거해역 선정조사, 수거기준 설정, 환경 영향 최소화, 오염된 준설물질의 안전한 처리 등 해양환경개선조치에 수반되는 사항 및 수거된 오염퇴적물 즉, 준설물질의 처리에 관해 필요한 사항들도 구체적으로 규정되어야 할 것이다.

3. 오염퇴적물의 수거·처리·처분등 개념의 정립

1) 필요성

오염퇴적물의 관리·규제 방안을 마련하기 위해서는 오염퇴적물의 수거 또는 준설기준과 방법, 수거된 오염퇴적물의 처리·처분 방법을 마련하여야 한다. 이를 위해서는 오염퇴적물의 처리 및 처분 등에 대한 용어 및 개념의 정립이 선행되어야 한다. 선진국에서는 하천 및 호소의 준설물질 처리를 위한 물리적, 화학적 및 생물학적 처리의 다양한 공법들이 개발되어 왔다. 오염된 준설물질 처리는 전·후처리를 포함한 여러 단계의 공정을 거치는데 모든 공정의 단계는 오염퇴적물의 적절한 처리를 위하여 계획과 설계 시 오염퇴적물의 준설, 이송, 전처리, 처리, 처분 및 방류수 혹은 침출수의 처리 등과 같은 사항을 고려해야 한다.¹⁰⁸⁾

108) 건설교통부(각주 82), 14면.

2) 현행법 체계에서의 관련 용어 및 개념

(1) 국내 법령

(가) 해양환경관리법

오염퇴적물은 수거(제거), 운반(이동), 저장(보관, 배치), 처리(treatment), 처분(disposal), 사용 등의 단계를 거쳐 이루어진다 이는 이러한 일련의 과정을 이루는 개념에 대한 정확한 이해가 중요하다는 것을 알려준다.

현행 「해양환경관리법」은 해양오염퇴적물의 “수거”에 대해서만 언급하고 있고(제18조 제3호), 운반이나 저장에 대해서는 규정하고 있지 않다 그리고 수거 및 처리·처분의 개념과 방법에 대해서 아무런 언급도 하고 있지 않아 수거와 처리, 처분 간의 구분이 모호하다. 다만, 「해양환경관리법」 시행규칙에서 “국토해양부령이 정하는 조치”의 하나로 “수거된 오염퇴적물의 안전한 처리 및 처분”을 들고 있어(제9조 제3호) 수거와 처리·처분을 구분하고 있는 것으로 보이며 수거를 처리·처분의 전단계로 보고 있는 것으로 이해된다.

수거가 준설을 포함하는 개념인지 또는 병존하는 개념인지도 혼란스럽다. 사전적 의미로 수거는 “거두어 가는 것”을 의미하는 것으로 동법 상 ‘수거(收去)’는 “폐기물 또는 오염퇴적물등을 수거에서 수집·제거하는 것”이라 할 수 있다. 근본적으로 수거에서 오염퇴적물 제거한다는 점에서 수거의 방법으로서 준설이 가장 일반적인 방법일 것이다. 그러나 동법은 ‘퇴적오염물질수거업’을 “퇴적된 오염물질의 준설·수거에 필요한 선박·장비 및 설비를 갖추고 퇴적된 오염물질을 준설 또는 수거하는 사업”이라고 규정하고(법 제70조 제1항 제5호), 수거업자의 의무로 “준설·수거 등에 관한 처리실적서를 작성”하도록 규정함으로써(제72조 제1항), 준설과 수거를 구분하고 있다.

한편, 해양환경개선조치와 관련하여 오염물질의 경우에는 수거와 함께 처리를 규정하고 있는데 오염된 퇴적물의 경우에는 수거만을 규정하고 있다. 수거의 범위에 처리가 포함되는지 여부가 「해양환경관리법」상 불분명하지만, 처리를 배제하고 수거만으로 그쳐서는 개선조치의 의미가 반감된

다는 점 그리고 오염물질과 구별하여 수거만을 규정할 필요가 없다는 점에서 “처리”도 함께 규정할 필요가 있다고 본다. 그리고 동법 상 ‘수거’의 개념에는 퇴적오염물의 ‘준설’ 역시 포함되는 것으로 보아야 할 것이다.

(나) 폐기물관리법

「폐기물관리법」에서는 ‘수거’를 음식물류 폐기물(농·수·축산물류 폐기물을 포함하되, 생활폐기물 및 제16조에 따른 자가 배출하는 폐기물만 해당한다) 관련 조문(시행령 제8조제6호, 시행규칙 제10조 제4호) 및 시행규칙 부칙 제6조 폐기물처리업자 경과조치와 관련하여 적출물처리업자중 적출물수거·운반업자 및 적출물중간처리업자 중 적출물수거·처리업자에 관한 규정에서만 언급하고 있다. 또한 동법에서는 ‘수거’와 ‘운반’을 별도로 구분하여 규정하고 있음을 알 수 있다. 그리고 폐기물관리법에 관한 규정에서 수거와 유사한 용어로 ‘수집’이라는 용어를 사용하고 있다(법 제25조).

‘처리’와 관련해서 동법은 폐기물의 소각(燒却)·중화(中和)·파쇄(破碎)·고형화(固形化) 등의 중간처리(제7호에 따른 재활용을 포함)와 매립하거나 해양으로 배출하는 등의 최종처리를 말한다고 규정하고 있다(폐기물관리법 제2조 제6호). 해양의 오염퇴적물은 물리적 또는 화학적 특성상 다량의 수분을 포함하고 있기 때문에 수거 후 즉각적인 운반이 곤란하고 육상에 매립하기 위해서 사전에 오염의 중화, 부피의 감소, 고형화 등의 과정을 거쳐야 한다. 일반적으로 오염퇴적물에 포함되어 있는 오염물질의 농도가 유해폐기물 투기지역의 토양에 함유되어 있는 오염물질의 농도에 비해 상대적으로 매우 낮은 것으로 나타나기 때문에 1차적으로 오염물질 추출기술을 적용하여 처리해야 할 퇴적물의 부피를 줄인 후, 2차적으로 비용이 많이 드는 처리방법을 적용함으로써 처리비용을 절감할 수 있다.¹⁰⁹⁾ 이렇듯 1차적으로 오염물질을 추출 또는 퇴적물의 부피를 줄이는 처리방법을 일반적으로 전처리(Pretreatment)¹¹⁰⁾라고 하는데, 이는 「폐기물관리법」의 중간처리와 유사해 보인다.

109) 건설교통부(각주 82). 61면.

110) 예를 들어 수질오염물질 처리와 관련하여 ‘전처리(Pretreatment)’란 배출 또는 그 밖의 오염물질을 공용처리 시설(Publicly owned treatment works, POTW)에 유입시키기 전에 또는 그 대신에 오염물질의 양의 감소시키거나, 오염물질을 제거하거나 또는 폐수의 오염원의 특성을 바꾸는 것을 말한다 40 C.F.R. § 404.3(s)

그리고 「폐기물관리법」에서는 ‘준설·준설토사’를 따로 규정하고 있지 않으며, 준설은 동법 상 처리에 해당하지 않는다. 다만, ‘수집·운반’의 대상으로 볼 수 있다. 이에 반해 해양투기는 「폐기물관리법」상의 처리에 해당하고 이 밖에 매립이나 재활용 역시 동법상의 처리에 해당한다. 한편, 동법은 처리와 처분을 구분하고 있지 않으며, 중간처리와 최종처리로만 구분하고 있다.

(다) 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률

「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」은 재활용 가능한 자원을 “사용되었거나 사용되지 아니하고 버려진 후 수거된 물건과 부산물 중 재사용·재생이용할 수 있는 것”이라고 정의하면서(법 제2조 제2호) 「폐기물관리법」의 ‘수집·운반’이라는 용어가 아닌 ‘수거’라는 용어를 사용하고 있다.

(2) 외국 법령

(가) 자원보전회복법

자원보전회복법(Resource Conservation and Recovery Act, RCRA)에서는 폐기물의 처리와 관련한 다양한 개념을 정의하고 있다. 동법 상 ‘수거’와 대응되는 개념으로 ‘제거(removal)’에 대해 규정하고 있다. 여기서 제거(removal)는 환경에 대해 유해물질의 방출 위협이 있는 경우에 취해질 필요가 있는 그러한 활동으로서 방출된 유해물질을 환경으로부터 정화 또는 제거, 감시(monitor), 평가하기 위해 필요한 그러한 활동, 유해물질의 방출 또는 방출 위협의 심사, 제거된 물질의 처분, 그렇지 않으면 공공의 건강 또는 복지 또는 환경에 대해 방출 또는 방출의 위협을 초래할 수 있기에 손상을 방지, 최소화 또는 완화하기 위해 필요한 그 밖의 활동을 취하는 것을 의미한다.¹¹¹⁾ 그러므로 제거에는 오염의 특성과 범위를 평가하기 위한 모니터링과 분석, 지역에 대한 평가의 한정 임시 배출(temporary evacuation)과 피해

111) U.S.C. § 9601(23).

자들의 수용(housing of threatened individuals), 그 밖에 시급한 원조와 관련된 활동들을 포함한다. 또한 제거는 장기간의 구제 활동의 일부이거나 그러한 활동에 대한 준비일 수 있고 어느 경우이든 제거는 실행가능한 범위에서 차후의 정화활동의 효율성을 증진하도록 고안되어야만 한다¹¹²⁾ 제거는 단순히 오염대상을 자연환경으로부터 분리·차단하는 것만을 의미하는 것이 아니라, 정화 또는 제거, 감시, 평가활동, 심사, 제거된 물건의 처분을 포함하므로 수거보다는 광범위한 개념으로 이해된다. 또한 ‘운반(transportation)’을 별도로 정하고 있는데 여기서 운반이란 유해 액체 파이프라인 시설을 포함한 어떠한 형태이든 유해물질의 이동을 의미한다¹¹³⁾

동법은 처분(disposal)과 처리(treatment)를 구분하고 있다. ‘처분(disposal)’이라 함은 배출, 저장, 주입, 투기, 유출(spilling), 누출(leaking) 등을 포함하는 개념이다.¹¹⁴⁾ 반면 ‘처리(treatment)’는 “보다 안전한 운송, 저장, 처리 또는 회복과 저장에 용이하도록 그 양을 줄임으로써, 그러한 폐기물을 중화하거나 또는 에너지를 얻거나, 폐기물로부터 재료의 원료를 얻거나 그러한 폐기물을 유해하지 않은 폐기물로 변화시키거나 유해성을 줄이기 위해서 특정 유해 폐기물을 물리적, 화학적 또는 생물학적 성격 또는 구성을 변화시키도록 의도된 중화를 포함함 방법, 기술 또는 과정”이라고 정의한다.¹¹⁵⁾

일반적으로 처분은 폐기물을 토지에 배치하는 것이며, ‘처분장(Disposal facility)’이라 함은 대개 영구적으로 폐기물을 저장하거나 환경에 대해 유해 오염물질의 방출(release)을 방지하도록 설계된 시설을 말한다. 반면 처리라 함은 일반적으로 유해폐기물의 소각처럼 유해 유기오염원을 제거하거나 폐기물의 양을 줄이는 것과 같은 방법을 통해 폐기물의 물리적 화학적 또는 생물학적 성격을 변화시키는 특정 과정을 말하는 것이다.¹¹⁶⁾ 따라서 처리·처분의 구분은 일련의 과정인가 아니면 종국적인 행위인가로 나눌 수 있다.

112) CERCLA § 104(a)(2), 42 U.S.C. § 9604(a)(2).

113) U.S.C § 60101(a)

114) RCRA § 1004(3).

115) RCRA § 1004(4).

116) EPA 홈페이지 <http://www.epa.gov/epawaste/hazard/tsd/td/index.htm>.

(나) 종합환경대응보상책임법

종합환경대응보상책임법(Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act, CERCLA)은 직접적 규제 의무는 거의 부과하지 않는다. 유해물질 배출 시 신고 의무를 제외하면, CERCLA가 특정인에게 특정행위를 하라는 규제 의무를 부과하는 경우는 거의 없다 특기할 것은 관련 규정의 주요 개념의 정의와 관련해서 주로 자원보전회복법의 정의를 원용하고 있다.¹¹⁷⁾

동법 상 '처분(disposal)'은 그러한 고형폐기물이 환경에 들어가거나 대기에 방출되거나 또는 지하수를 포함한 특정 수계 내에 배출되기 위해서 특정 고형폐기물 또는 유해폐기물을 토지나 수계 내에 또는 그 위에 배출 처리, 주입, 투기, 유출, 누출 또는 방치하는 것이라고 정의한다.¹¹⁸⁾ 또한 '방출(Release)'은 환경 내에 유출(spilling), 누출(leaking), 뽑아 올리는 것(pumping), 쏟아붓는 것(pouring), 방사(emitting), 공출(emptying), 배출(discharging), 주입(injecting), 누출(escaping), 침출(leaching), 투기(dumping) 또는 처분(disposing)이 그 때에 특정 지역에서 일어났거나 계속해서 일어나는 것을 의미한다고 규정하고 있다.¹¹⁹⁾ 이와 관련해서 "정화(remedy) 또는 정화 조치(remedial action)"는 현재에 또는 미래에 공공의 건강 또는 복지나 환경에 대한 실질적인 위협을 야기하지 않도록 하기 위하여 유해물질의 방출을 예방하거나 최소화하기 위한 활동이나 환경에 유해물질의 배출 또는 배출 위험이 있는 경우에 제거 활동 대신에 또는 추가해서 취해지는 영구적인 정화와 일치하는 그러한 활동을 말한다.

이들 CERCLA의 대응조치는 제거(removal)조치와 구제(remedial)조치 두 범주로 나뉜다. 제거조치는 제거, 오염된 물질의 처분, 현장 외(off-site) 처분을 위한 오염물질(contaminants)의 완전한 제거를 포함한 폭넓은 프로그램에 한해서 단기간(short-term)의 조치를 포함할 수 있다.¹²⁰⁾ 구제조치는 현장 내(on-site)에서 오염물질을 정화하기 위해 지정된 활동으로 구성된다

117) Jeffrey M. Gaba(김형진 역), 「미국 환경법」, 형설출판사, 2005, 206면.

118) CERCLA § 101(29).

119) CERCLA § 101(22).

120) CERCLA § 101(23), 42 U.S.C.A. § 9601(23).

(3) 국제

폐기물의 처리·처분과 관련한 국제적인 언급은 런던협약과 해양 오염방지협약(International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, International Convention for the Prevention of Pollution from Ships as Modified by the Protocol of 1978, 이하 MARPOL 73/78)에서 다루고 있다. 먼저 런던협약에서는 폐기물의 처리·처분과 관련하여 투기(dumping)를 규정하고 있으며, 동 협약에서 '투기(dumping)'란 선박, 항공기, 플랫폼(platform) 또는 그 밖의 인공구조물로부터 폐기물 또는 그 밖의 물질을 고의적으로 처분하는 것(deliberate disposal)뿐만 아니라 선박, 항공기, 플랫폼 또는 그 밖의 인공구조물 그 자체를 고의로 처분하는 것도 포함한다고 정의한다. 반면 MARPOL 73/78은 배출(discharge)을 규정하고 동 협약의 '배출'이란 원인 여하를 불문하고 선박으로부터의 모든 유출(release)을 의미하며, 유실·처리·누출·누설·배수·방출 또는 공출(emptying)을 포함한다고 정의하고 있다.

3) 소결

오염퇴적물의 유효한 관리방안을 수립하기 위해서라도 「해양환경관리법」에서 '수거'의 개념을 구체적으로 정립할 필요가 있다. 오염퇴적물의 '수거'가 해상의 선박 또는 장비에 의해 이루어지고 일단 수거된 오염퇴적물은 육상으로 옮겨야 한다는 점 등을 고려한다면 동법상 '수거'의 개념에는 일반적으로 해상에서의 '운반' 개념까지 포함하는 것으로 보아야 하며, 퇴적오염물의 '준설'도 '수거'의 개념에 포함되는 것으로 보아야 할 것이다.

더불어 '운반·처리·처분'규정 역시 신설해야 한다. 오염퇴적물·준설토사의 관리·규제와 관련하여 중요한 개념을 이루는 '처리'에 대해서는 「폐기물관리법」상의 개념을 준용하는 것이 무난해 보인다. 「폐기물관리법」에서는 '처리'를 폐기물의 소각·중화·파쇄·고형화 등의 중간처리(제7호에 따른 재활용을 포함)와 매립하거나 해역으로 배출하는 등의 최종처리를 말한다고 규정하고 있다(제2조 제4호). 이러한 개념 정의는 처분과 처리를 엄격하게 구별하지 않는 것인데, 법상 구별의 실익은 커 보이지 않는다.

한편, 오염퇴적물의 수거만으로는 그 의미가 반감되므로 수거에서 나아가 처리에 관해서도 규정할 필요가 있다. 예컨대, 퇴적오염물수거업을 퇴적오염물수거·처리업으로 바꾸는 것이 그것이다.

4. 오염퇴적물 수거·처리·처분방안의 마련

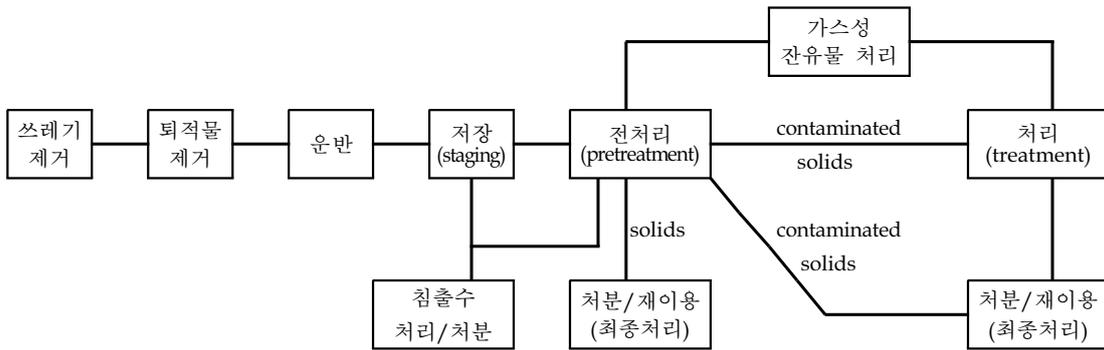
1) 오염퇴적물의 수거·처리·처분방법 일반

(1) 수거

하천이나 호소 및 항만과 해안의 오염퇴적물을 수거하는 가장 일반적인 수단은 굴착(excavation)과 준설(dredging)이다.¹²¹⁾ 준설은 퇴적물이 수중에 침전된 경우에, 굴착은 수계의 물이 말라서 퇴적물이 겉으로 드러난 경우에 주로 행해진다. 그러나 이들 두 가지 대표적인 방법 모두 원칙적으로 퇴적물을 처리 또는 처분할 장소로 이동하는 것이 필요하다. 준설은 다시 그 목적에 따라 수로유지준설(Dredging for the maintenance of navigation channels)과 환경준설(Environmental Dredging) 두 가지로 구분할 수 있다. 수로유지준설은 휴양 또는 상업적 목적이나 국가방위의 목적을 위해 가능한 효율적이고 경제적으로 수로에 쌓인 퇴적물을 제거하기 위해 행해지는 준설을 말한다. 반면 최근에 와서 부각되고 있는 환경준설은 오염퇴적물을 제거하기 위해 특별히 행해지는 준설을 말한다. 환경준설은 특히 준설과정에서 주변 환경으로 오염물질의 확산을 최소화하면서 정해진 환경기준 이상으로 오염된 퇴적물을 제거하여야 한다.

오염퇴적물의 정화방법으로서 수거(준설)에 있어서 고려되어야 할 핵심적인 사항은 퇴적물 제거, 운반, 저장(staging), 처리(필요한 경우 전처리, 침출수의 처리를 포함) 그리고 처분에 관한 사항이다(그림 2-4-1).

121) United States Environmental Protection Agency Office of Solid Waste and Emergency Response, Contaminated Sediment Remediation Guidance for Hazardous Waste Sites, 2005, p. 6-1. 웹페이지 : <http://www.epa.gov/superfund/health/conmedia/sediment/guidance.htm>(2009년 3월 5일).



자료 : EPA(2005)

그림 2-4-1. 오염퇴적물 준설/처리 흐름도

오염퇴적물 정화를 위한 준설이 모두 이와 같은 흐름을 가지는 것은 아니지만, 오염퇴적물의 정화·복원 과정에서 발생하는 오염퇴적물의 처리·처분에 앞서 이와 같은 요소들을 기본적으로 고려할 필요가 있다. 특히 오염퇴적물의 제거 또는 굴착, 운반 그리고 준설된 퇴적물의 저장은 준설과정의 기본적인 요소이다.¹²²⁾

그러나 현행 「해양환경관리법」은 오염된 퇴적물의 수거에 관해서만 규정하고 있지 구체적으로 위와 같은 사항들을 규정하고 있지 않다 더욱이 어떠한 경우에 오염퇴적물을 수거하여야 하는지, 어느 정도의 범위를 오염된 퇴적물로 볼 것인지 특히 정화·복원을 오염퇴적물의 수거의 경우에는 오염퇴적물의 수거기준 및 정화기준이 마련되어 있지 않다 그러므로 오염퇴적물 수거 기준 및 방법 그리고 수거된 오염퇴적물의 운송 및 보관 등에 대해서도 고려하여야 할 것이다.

(가) 수거기준

유지준설이 아닌 정화·복원을 위한 환경준설의 경우에는 퇴적물이 오염되었는지의 판단이 선행되어야 한다. 일반적으로 대기, 수질 또는 토양과 같은 환경이 오염되었는지를 평가하기 위해서 화학적 특성이나 수치적으로 근거가 되는 기준에 의존한다. 이러한 접근이 보편성을 띄는 이유는 규제

122) U.S. ACE Washington, DC and U.S. EPA, Washington, DC, Evaluating Environmental Effects Of Dredged Material Management Alternatives - A Technical Framework,1992(Revised 2004), p. 7.

의 측면에서 그것이 쉽고 단순하기 때문이다.¹²³⁾ 예를 들어 화학적 농도가 기준을 초과하였다면 그것은 오염되었고 규정의 한계를 초과한 것이므로 일련의 환경규제 및 조치의 대상이 된다. 이와 같이 오염퇴적물을 수거하고자 하는 경우에는 먼저 퇴적물이 오염되었는지의 여부를 판별할 수 있는 기준이 마련되어야 한다.

「환경정책기본법」 제10조 제1항은 “정부는 국민의 건강을 보호하고 쾌적한 환경을 조성하기 위하여 환경기준을 설정하여야 하며 환경여건의 변화에 따라 그 적정성이 유지되도록 하여야 한다”고 규정하면서 동법 시행령 제2조 및 별표 1에서 대기, 소음, 수질에 대하여 생활환경 및 사람의 건강보호에 관한 기준을 설정하고 있다. 그리고 「해양환경관리법」은 「환경정책기본법」상의 환경기준을 고려하고 해양환경의 보전을 위한 시책에 필요한 해양환경의 기준을 해역별·용도별로 정하여 고시하도록 하고 있으며(제8조 제1항), 동법 시행규칙 제4조는 해양환경기준은 해역별 해양환경기준은 해역별 특성에 따라 그리고 용도별 해양환경기준은 해역이용목적별로 구분하여 설정하도록 하면서 해수수질, 해저퇴적물, 해양생물에 관한 사항에 따라서 구분하여 정하도록 하고 있다. 그러나 「환경정책기본법」상의 환경기준은 물론 「해양환경관리법」상의 해양환경기준에 있어서도 오염퇴적물에 관한 환경기준은 아직도 수립되어 있지 않다. 더욱이 「해양환경관리법」 제18조의 해양환경개선조치의 일환으로서 오염된 퇴적물의 수거를 규정하고 있음에도 동 개선조치의 시행근거가 되는 ‘필요하다고 인정되는 때’에 대한 구체적인 기준이 없음으로 제대로 시행되지 못하고 있다.

외국의 경우, 퇴적물의 수거 및 관리에는 <표 1>과 같이 다양한 판단 기준이 적용되고 있다. 이러한 다양한 기준의 설정은 퇴적물이 환경에 미치는 악영향을 사전에 예방하거나 이미 악영향이 있다고 판단되는 퇴적물에 대해서는 정화 또는 복구 등의 적절한 조치를 취하도록 하는 등의 관리기준을 제시하는데 목적이 있다.¹²⁴⁾ 특히, 퇴적물 제거기준의 경우에는 퇴적물이 환경에 미치는 오염정도를 나타내는 정량적인 오염물질 농도 또는 척도를 나타내며, 준설을 통한 퇴적물의 제거 및 처리여부를 결정하는 기준으로서

123) G. Allen Burton, Jr, Sediment quality criteria in use around the world, Limnology Volume 3, Number 2(2002), Springer Japan, p. 66.

124) 이창희 외, 앞의 책(각주 107), 7-8면.

해당수계의 퇴적물 준설사업 계획시 우선적으로 고려되어야 한다.¹²⁵⁾ 토양오염에 관해서는 「토양환경보전법」 상에 ‘우려기준’과 ‘대책기준’을 설정하고 있다는 점에 비추어 오염된 퇴적물 수거기준이 되는 퇴적물의 제거기준 또는 정화기준을 조속히 마련하여야 할 것이다.

표 2-4-1 퇴적물의 관리기준 및 적용

관리대상	관리기준	적용
수질/자연자원 관리	퇴적물 지표 (Sediment Indicator)	지역적으로 적용, 서술적인 관리목표의 정량화
준설퇴적물관리	퇴적물 투기기준 (Sediment Disposal Criteria)	수체에 준설퇴적물 투기할 경우 적용
	퇴적물 제거기준 (Sediment Removal Criteria)	수저퇴적물의 제거 또는 처리여부 결정 기준
수저퇴적물관리	퇴적물질예비기준 (Sediment Quality Screen Criteria)	퇴적물의 오염평가, 오염수역 구분, 오염퇴적물로 인한 악영향 가능성을 예비기준으로 판정하는 기준
	퇴적물질권고기준 (Sediment Quality Guidelines)	퇴적물의 이용목적에 유지·보전하기 위해 제안된 기준, 일반적으로 법적 강제성은 없으나 실제적인 퇴적물 관리상의 판단기준 역할
	퇴적물질준거기준 (Sediment Quality Criteria)	퇴적물의 이용목적에 유지·보전하기 위해 요구되는 과학적 자료를 바탕으로 검증된 기준, 퇴적물질표준의 근거자료로 사용
	퇴적물질표준 (Sediment Quality Standards)	퇴적물의 이용목적에 유지·보전하기 위해 유지해야할 기준, 정부차원의 적절한 관리를 통해 반드시 달성 또는 사용해야 하는 법적 강제성을 가짐

자료 : 이창희(2000)

125) 안재환, “준설퇴적물의 적정관리를 위한 환경기준 고찰”, 건설기술정보, 2002. 10, 19면.

(나) 수거의 방법

오염퇴적물 처리를 위한 기존의 국내에서 시행하고 있는 방안으로는 준설에 의한 처리가 유일하다고 볼 수 있다.¹²⁶⁾ 퇴적물의 수거·준설 방법에 있어서는 대부분 전통적인 준설방법인 기계식이나 유압식으로 실시되어 왔다. 기계식은 퇴적물에 직접적인 힘을 가하여 퇴적물을 떠내는 방법이고 유압식은 원심펌프를 이용하여 퇴적물을 흡입하는 방법으로 일반적으로 퇴적물의 제거를 원활히 하기 위해서 흡입부에 커터헤드를 장착하고 있다.¹²⁷⁾ 그러나 이러한 방법으로 오염퇴적물 수거 시에는 준설 등으로 인해 발생하는 부유물 또는 오염물질의 확산으로 인해 수질과 수생태계에 악영향을 미친다.¹²⁸⁾ 특히, 준설은 많은 예산이 소요되는 대규모 사업으로서 동일한 수역에서 장기간 준설이 시행될 경우 퇴적물이 다시 쌓이는 문제가 나타나고, 유해물질 및 독성물질의 잠재적 유출 조류의 일시적 번식에 따른 생태계의 영향, 저서생물의 먹이인 유기물의 감소, 작업에 따른 큰 소음발생 그리고 준설물질 처리에 따른 문제점을 낳는다. 따라서 준설방법의 선택은 하상 퇴적물의 종류, 퇴적량 등을 고려하여 환경에 영향이 적은 설비 또는 장비를 적용하여야 한다.

126) 김건하 외, “저니 캡핑(Sediment Capping)을 활용한 오염퇴적물의 효율적인 처리”, 일반기사 제53권 제5호, 2005. 5, 123면.

127) 건설교통부(각주 82), 60면.

128) Todd S. Bridges, Stephen Ells, Donald Hayes, David Mount, Steven C. Nadeau, Michael R. Palermo, Clay Patmont, and Paul Schroeder, *The Four Rs of Environmental Dredging: Resuspension, Release, Residual, and Risk*, U.S. Army Corps of Engineers Washington, DC, 2008. 1. p. 4.

표 2-4-2 기계식 준설과 유압식 준설 장단점 비교

준설 방식	장 점	단 점
기계식	<ul style="list-style-type: none"> 고도의 준설 운용성 모든 종류의 고형물질 제거 기능 오염퇴적물을 수중에서 제거 	<ul style="list-style-type: none"> 대형장비와 준설물질의 수송 다량의 퇴적물 재부유 준설물질의 재처리 필요 낮은 준설 용량 높은 준설 비용 준설 퇴적물의 수송
유압식	<ul style="list-style-type: none"> 퇴적물의 재부유가 상대적으로 적음 오염퇴적물을 수중에서 제거 	<ul style="list-style-type: none"> 대형장비와 준설물질의 수송 퇴적물과 함께 처리장으로 유입된 다량의 수분을 최종처리 전에 해결 설치되는 수송관이 수상교통에 방해 가능성 준설해역에 고형물질 잔존 가능 준설물질의 재처리 필요

자료 : 'EPA(1991)' 김건하 외(2005) 재인용

「해양환경관리법」은 “퇴적오염물질의 수거작업 시에는 부유물질의 발생으로 인한 환경피해를 최소화할 수 있는 진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프를 장착한 선박”만을 퇴적오염물질 전용수거선으로 등록할 수 있도록 규정함으로써(시행규칙 제36조 제3항, 별표 제14 제5호 비고 1) 준설방법을 ‘진공흡입식 펌프’를 이용하도록 제한하고 있다. 그러나 이와 같이 준설방법을 특정기술 또는 장비에 한정하는 것은 기술적으로 보다 우월하거나 보다 친환경적인 기술을 적용한 장비의 사용마저도 제한하는 결과를 초래하게 된다.

(다) 운반

오염퇴적물을 제거한 후에는 보관, 처리 또는 처분하기 위한 장소로 운송하여야 한다. 운송방법의 선택에 있어서는 어떠한 준설방법을 선택했는가에 따라 각기 다른 방법이 적용될 수 있다. 일반적으로 제거된 오염퇴적물

의 운송은 수상 운송방법과 육상 운송방법으로 크게 구분할 수 있는데 하나 또는 그 이상의 방법들이 복합적으로 이용된다. 퇴적물 운송에 있어 대표적인 방법들은 다음과 같다.

표 2-4-3 준설물질의 운반방법

운반수단	운 반 방 법
파이프라인 (Pipeline)	파이프라인을 통한 제거된 오염퇴적물의 직접적인 저장 방법은 처리 또는 처분장이 준설지역에 가까운 곳에 위치한 경우에 경제적인 방법이다. 흔히 기계적으로 준설된 퇴적물들을 바지선에서 재슬러리화(reslurried) 하여 펌프를 통해 파이프라인으로 연결된 연안의 처분장으로 운송시키는 방법이 이용된다.
바지(Barge)	연안에 위치한 재취급시설(Rehandling Facility)은 일반적으로 고려되는 선택사항이다. 준설된 퇴적물은 현장에서 바지선 또는 평저선에 실려 재취급시설로 운송된다.
컨베이어 (Conveyor)	컨베이어는 비교적 짧은 거리로 물질을 이동하는데 이용될 수 있다. 컨베이어에 의해 물질이 운송되기 위해서는 탈수를 거쳐야만 한다.
철로(Railcar)	철로를 재취급 또는 처리시설과 연계해서 건설할 수도 있다. 많은 허가된 매립장들은 철로로 이어져 있고 상당히 먼 거리의 운송에 이용된다.
트럭/트레일러 (Truck/Trailer)	준설물질은 직접적으로 바지선에서 재취급되어 직접투기 또는 활송장치(chute)나 컨베이어에 의해 하역되기 위해 고립처분장(CDF)으로 운송할 컨테이너 또는 덤프트럭으로 옮겨질 수 있다.

자료 : Naval Facilities Engineering Command(2003)

이렇듯 다양한 운송방법이 이용되는 것은 오염퇴적물이 독특한 물리적·화학적 특성을 가지고 있기 때문이다. 대부분의 경우에 준설된 오염퇴적물은 바지선 등을 이용한 운송방법이 주로 이용되지만 준설방법에 따라서는 파이프라인을 이용하여 운송되는 경우도 있다. 또한, 준설하고자 하는 범위는 실행가능성(feasibility), 운송비용, 추가적인 장비의 수요 등에 영향을 미친다.¹²⁹⁾

(라) 보관

준설 후 운반된 오염퇴적물은 처리·처분장으로 바로 운반되기도 하지만 처리·처분장이 떨어져 있는 경우 선별·탈수·세척 등의 전처리 과정을 거치기 위해 육상 일정 지역에 보관해야 된다. 그러나 「해양환경관리법」은 수거된 오염퇴적물 또는 준설토사의 보관에 대해서는 어떠한 규정도 두고 있지 않다. 따라서 준설토사의 보관은 「폐기물관리법」의 규정을 준용할 수밖에 없다. 이 경우 탈수과정에서 배출되는 침출수 등에 관해서는 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」의 규정이 적용될 수 있고, 주변 토양오염에 대해서는 「토양환경보전법」의 적용을 받을 수 있다.

(2) 처리

미국 및 캐나다에서 오염퇴적물 정화에 일반적으로 사용하는 방법으로 자연정화, 현장처리(in-situ treatment), 퇴적물 제거, 표면피복(capping), 주위 환경과의 차단 등이 있다.¹³⁰⁾ 이러한 미국 및 캐나다의 오염퇴적물을 처리·처분 또는 정화하는 과정은 <그림 3>과 같다. 자연정화가 불가능한 경우의 정화방법으로는 오염퇴적물을 제거하지 않고 현장에서 직접 처리하는 방법(고정화/안정화, 표면피복, 주위와 차단 또는 봉인)과 제거 후 처리하는 방법으로 크게 구분되는데 기술적인 측면에서 보면 직접처리보다는 준설 후 처리가 발전된 상태이다.¹³¹⁾

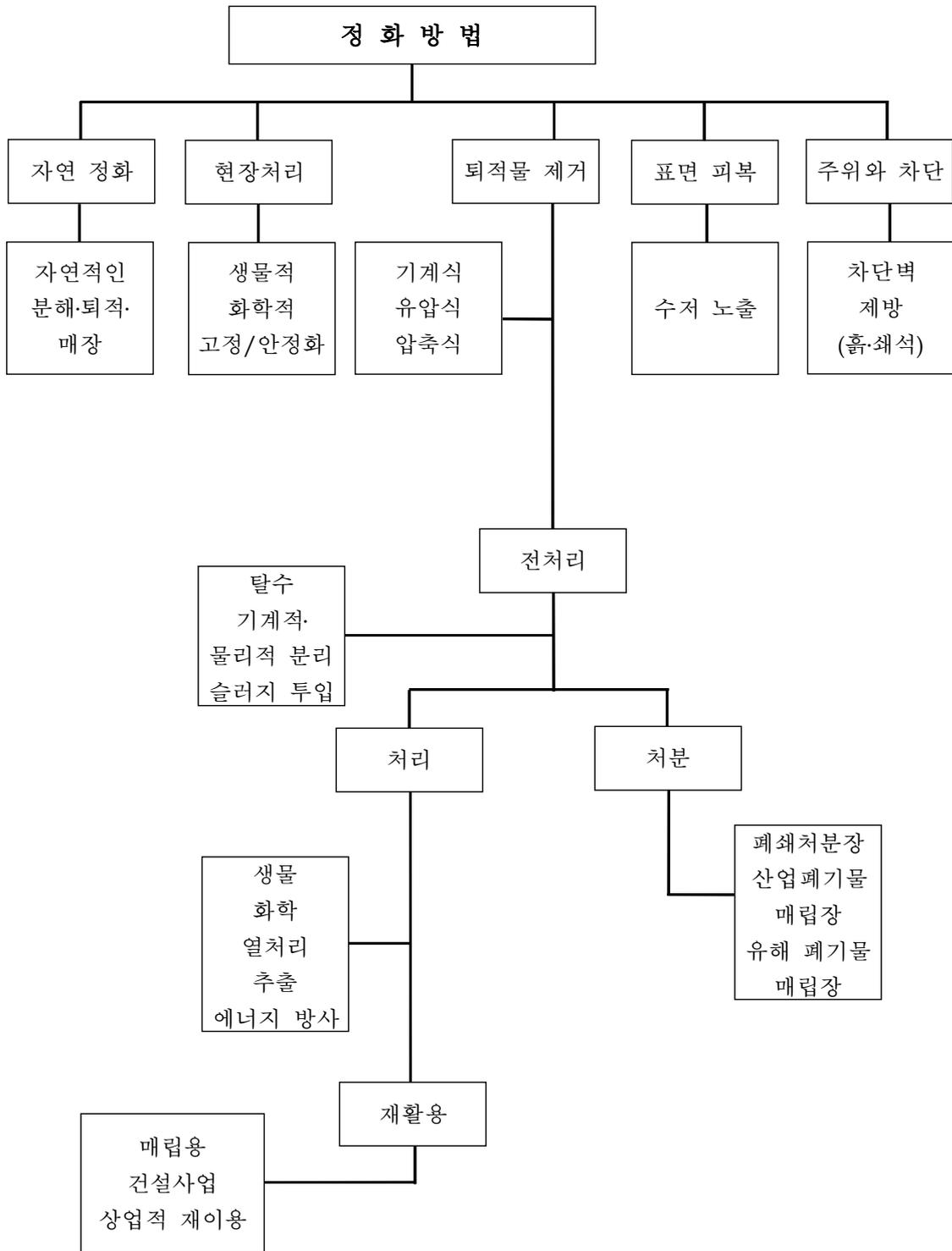
수거·준설을 통해 육상으로 운반된 준설물질은 전처리 과정을 거쳐 처리·처분된다. 전처리는 주로 탈수, 잔해(debris) 제거, 입자의 분리 및 분류, 폴리머(polymer), 영양분(nutrient)의 슬러리 주입 등의 방법이 이용되는데 이는 원활한 처리공정을 위한 준비단계로서 활용된다. 실제로 많은 처리 공정들은 단독으로 그 기능을 발휘하는 경우가 드물며 보통 다양한 처리공정의 조합에 의하여 복합적인 오염물의 처리에 활용되고 있으며, 대부분의 처리공정들은 한 가지 혹은 그 이상의 전처리 공정을 필요로 한다.

129) SPAWAR Systems Center (SSC) San Diego, Implementation Guide for Assessing and Managing Contaminated Sediment at Navy Facilities, Naval Facilities Engineering Command, 2003, pp. 6-27, 28.

130) 건설교통부(각주 82), 58면.

131) 이창희 외, 앞의 책(각주 69), 58-59면.

그러나 「해양환경관리법」은 수거·준설된 오염퇴적물의 처리·처분에 관해서는 그동안 해양투기 이외에 육상에서 처리하는 경우에는 「폐기물관리법」을 준용하였다. 「폐기물관리법」상 처리는 발생한 폐기물의 환경적인 위해를 최소화하고자 폐기물의 소각·중화·파쇄·고형화 등에 의한 중간처리와 매립·해역배출등에 의한 최종처리(법 제2조 제5호)만을 규정하고 있으며, 특히 재활용 등에 관해서는 폐기물을 재사용·재생이용할 수 있는 상태로 만드는 활동 또는 폐기물로부터 에너지를 회수하는 활동(에너지 회수 기준: 저위발열량이 킬로그램당 3천 킬로칼로리 이상, 에너지 회수효율 75% 이상)을 재활용(법 제2조 제6호)이라 하여 중간처리의 한 유형으로 보고 있다. 따라서 준설토사의 육상 내 처리·처분을 「폐기물관리법」의 규정에 따라 중간처리와 최종처리로 구분하고 이를 준용할 것인지, 준설토사에 대해서 「해양환경관리법」 등에 별도의 규정을 신설할 것인지 문제가 될 수 있다.



자료 : Ancheta(1998); 이창희(1998) 재인용
 그림 2-4-2. 오염퇴적물의 정화방법

(가) 전처리

전처리(Pretreatment)는 오염된 준설퇴적물을 탈수, 입자분류 및 슬러리 주입 등을 거쳐 생물학적·화학적 추출, 소각, 안정화법 등에 의하여 오염준설토를 처리한 후 유출수의 부유물 제거 및 중금속 처리를 위한 후속처리공정을 수행하는 과정을 말한다. 이러한 오염물의 전처리기술은 준설 후 처리공정에 투입의 중간단계로 처리공정의 가속화, 준설토양의 용적감소 혹은 입자크기에 따른 준설토양의 입자분리 등을 고려하여 설계된다

수거된 오염퇴적물이 수은과 시안 등의 맹독성 물질을 함유하는 경우에는 전처리 과정을 거쳐 오염물질을 처리하거나 콘크리트를 이용한 고형화를 통해 오염물질의 누출을 방지한 후 매립한다. 그래도 여전히 유해폐기물관정기준을 초과한다면 공공수역과 지하수로터 완전히 차단된 유해폐기물 매립장에 처분하여야 한다. 그 외의 유해물질을 포함하는 퇴적물의 처분과정도 이와 유사하나 유해물질 누출을 방지하기 위한 고형화 단계는 요구하지 않는다.

오염퇴적물의 전처리 과정은 현행 「폐기물관리법」상 중간처리 규정을 준용할 수 있을 것이다. 다만, 일반적으로 폐기물에 대해 적용하는 「폐기물관리법」상의 중간처리 규정과 구별하기 위해 「해양환경관리법」상 별도의 전처리 또는 중간처리 규정을 신설함이 타당하다고 여겨진다.

또한 전처리와 관련하여 오염퇴적물의 특성상 운반의 어려움, 과도한 비용부담 등을 고려하여 준설지 인근에서 이를 중간처리하고 부득이한 경우에 한해서 원격지의 매립장이나 투기장을 조성·이용할 수 있도록 해야 할 것이다. 그리고 탈수 등 중간처리 과정에서 침출수·배출수 등이 발생하는 경우에는 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」상 배출허용기준의 규제를 받으며, 주변 토양을 오염시킬 우려가 있는 경우에는 「토양환경보전법」상 토양오염우려기준 이내로 유지토록 조치를 취하여야 한다. 이와 관련하여 「해양환경관리법」상에 중간처리 규정을 두고 중간처리 과정에서의 침출수 규제 또는 토양오염 관련 규제를 위한 세부 기준에 대해서는 관련 법률을 준용함이 타당하다고 본다.

(나) 적정처리

① 유효활용 또는 재활용

준설물질의 유효활용이라 함은 폐기물로서 준설물질을 다루는 대신에 자원으로서 준설물질을 이용하는 것을 말한다.¹³²⁾ 재활용이 폐기물을 전제로 하는 개념이라고 한다면 유효활용은 준설물질 또는 오염퇴적물을 폐기물이 아닌 활용 가능한 자원 그 자체로 본다는 차이가 있다

준설한 오염퇴적물을 재활용 또는 유효활용 방법은 일반적인 국내의 준설토 처리방법(그림 3) 이외에 환경친화적인 인공습지의 조성 등에 활용할 수 있을 것이다. 이밖에 해변조성(beach nourishment), 서식지 조성, 매립, 매립지 복토, 농업, 수중고립처분장 복토(capping open water disposal sites)로 이용될 수 있다.¹³³⁾

재활용과 관련하여 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」에서는 재활용, 재사용 그리고 재생이용이라는 용어를 각기 정의하고 있다 동법상 재활용이란 폐기물관리법의 규정을 준용하여 폐기물을 재사용¹³⁴⁾·재생이용¹³⁵⁾하거나 재사용·재생이용할 수 있는 상태로 만드는 활동 또는 환경부령으로 정하는 기준에 따라 폐기물로부터 「에너지기본법」 제2조 제1호에 따른 에너지를 회수하는 활동을 말한다(폐기물관리법 제2조 제7호). 오염퇴적물의 재활용에 대해 개념을 「해양환경관리법」 상에 별도의 정의를 둔다면 ‘재활용’이라 함은 “폐기물·퇴적물·준설토사 등을 재사용·재생이용하거나 재사용·재생이용할 수 있는 상태로 만드는 활동 또는 환경부령으로 정하는 기준에 따라 이들로부터 「에너지기본법」 제2조제1호에 따른 에너지를 회수하는 활동을 말한다”고 규정할 수 있을 것이다.

132) Beneficial use is using dredged material as a resource instead of treating it as a waste. Jennifer, National Coastal Program Dredging Policies: An Analysis of State, Territory, & Common Wealth Policies Related to Dredging & Dredged material Management Volume I of II, OCRM/CPD Coastal Management Program Policy Series Technical Document00-02(2000. 4), p. 14.

133) *Id.*

134) ‘재사용’이란 재활용가능자원을 그대로 또는 고쳐서 다시 쓰거나 생산활동에 다시 사용할 수 있도록 하는 것을 말한다(자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 제2조 제6호).

135) ‘재생이용’이란 재활용가능자원의 전부 또는 일부를 원료물질(原料物質)로 다시 사용하거나 다시 사용할 수 있도록 하는 것을 말한다(자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 제2조 제6호).

② 소각(燒却)·중화(中和)·파쇄(破碎)·고형화(固形化) 등의 중간처리

현행 「폐기물관리법」은 폐기물의 종류에 따라 수집·운반·보관·처리에 관한 구체적 기준 및 방법을 규정하고 있다(별표 4). 또한 폐기물처리 시설에 관해서 중간처리시설 및 최종처리시설 각각의 경우에 따른 설치기준 및 관리기준을 정하고 있다(별표 7). 그러나 「폐기물관리법」상 처리 역시 중간처리와 최종처리라고만 규정하고, 중간처리의 개념 및 소각, 중화, 파쇄, 고형화 등에 대한 개념정의를 별도로 두고 있지 않다.

다만, 폐기물의 중간처리란 폐기물의 처리과정에서 최종처리 이전의 전처리 개념으로 볼 수 있으며, 중간처리의 목적은 부피감량 혹은 유해성 저감 등을 통하여 최종처리를 보다 용이하게 하기 위한 것으로 볼 수 있을 것이다. 여기에 재활용을 중간처리 개념에 포함시키는 것은 폐기물 중에서 재활용이 가능한 폐기물을 최종처리 이전에 폐기물 흐름에서 분리해냄으로써 최종처리 양을 줄인다는 점에서 중간처리의 하나로 볼 수 있을 것이다.

㉠ 소각

소각은 대상물질내 가연성물질들을 산소 존재 하에 태워서 처리하는 방식이다. 소각처리는 노천에서 쓰레기 등을 태우는 방식에서 현재까지 다양한 기술이 개발되어 왔으며, 도시쓰레기 처리에 광범위하게 이용된다.¹³⁶⁾ 폐기물처리시설의 설치기준 중 소각시설에 관해서는 일반소각시설, 고온소각시설, 열분해시설, 고온용융시설 등으로 구분하여 각각의 기준을 수립하고 있다. 공통적으로 소각에 관해서는 당해 처리시설에서 처리 가능한 폐기물만을 소각토록 하고 연소가스의 역류, 외부유출현상이 일어나지 않도록 시설안의 압력을 유지하고 소각시설의 다이옥신 배출허용농도 등을 준수토록하고 있다(별표 7). 그러나 준설물질을 소각하는 경우 초기 건설비의 투자비가 크고 2차 환경오염 방지시설이 필요하며, 준설물질의 소각시에는 발열량이 작아 높은 연료비가 필요할 것이다.¹³⁷⁾ 또한 소각 후 남은 소각재는 폐기물이므로 이를 다시 처리해야 하는 문제가 남아 있다.

136) 최윤찬, "하수슬러지의 적정처리 및 재활용 방안, 부산발전연구원 학술정보, 2003. 11, 64면.

137) 김건하 외, 앞의 글(각주 126), 126면.

㉔ 중화

중화는 산성 또는 알칼리성 물질이 혼입된 대상물질에 소석회 등을 투입하여 중화시키는 과정을 말한다.

㉕ 파쇄

파쇄는 충격력·전단력·압축력 등의 원리를 이용하여 이들을 조합시켜 크기를 작게 하는 조작을 말한다.¹³⁸⁾ 매립장에 매립하기 전에 부피를 줄이거나 재활용하기 위해서 일정한 크기(건설폐기물의 경우에는 최대직경 40 밀리미터) 이하로 파쇄·분쇄하도록 규정하고 있다. 또한 가연성폐기물 소각 시설 등에 쉽게 연소가능 하도록 파쇄하거나, 고무나 플라스틱 등의 재이용이 용이하도록 파쇄하기도 한다. 그밖에 기밀누설방지 및 적정처리가 곤란한 폐기물의 경우에는 선택적으로 파쇄토록 하고 있다.¹³⁹⁾

㉖ 고형화

고형화는 높은 구조 강도를 갖는 단일체(Monolithic Solid)내에 폐기물을 물리적으로 차단 피막보호(Isolating Or Encapsulation)시키는 기술을 말한다. 고형화는 고화재와 폐기물간의 화학적인 상호 작용이 수반되지는 않지만, 기계적으로 폐기물을 단일체로 결합시키는 것이다.¹⁴⁰⁾ 그러나 준설물질의 고형화의 경우에는 약품비가 과다하게 소요되고 탈수, 약품처리 시 악취가 심하며, 건조의 경우에는 넓은 부지가 소요되고 휘발성 유기오염물질의 대기유출을 방지하여야 하는 문제점이 있다.¹⁴¹⁾

(3) 처분 또는 최종처리

준설된 오염퇴적물은 전처리(중간처리) 과정을 거쳐 오염물질을 제거하고, 개방수계에 투기한다거나 폐쇄처분장(Confined Disposal Facility, CDF)

138) 배재근, 「신편 폐기물처리공학」, 구미서관, 2005, 288면.

139) 배재근, 앞의 책(각주 139), 288-289면.

140) 배재근, 앞의 책(각주 139), 557면.

141) 김건하 외, 앞의 글(각주 126), 126면.

이용, 수중고립처분장(Confined Aquatic Disposal, CAD) 이용, 육상매립장 또는 폐기물매립장에 매립하는 등 크게 5가지 방법으로 처분될 수 있을 것이다.¹⁴²⁾ 현재 일본에서 일반적으로 사용되는 오염퇴적물 처리방법은 미국의 경우처럼 현장처리와 수저에서 제거한 후 매립으로 알려지고 있다.¹⁴³⁾ 우리나라의 경우 준설물질의 경우 대부분 해양투기가 이루어졌으나 해양투기가 금지됨에 따라 육상 내 매립장을 이용하거나 폐쇄처분장 또는 수중고립처분장의 조성 등을 적극 고려하여야 할 것이다.

(가) 매립

매립은 오염이 심각한 퇴적물 또는 처리과정 후 발생한 잔여물을 처분할 때 고려될 수 있다. 위해 가능성이 있는 오염퇴적물 또는 오염퇴적물 잔여물은 반드시 유해폐기물 매립장을 이용해야 하며 이는 미국이나 일본 모두 유해폐기물 관리규정에 의해 관리하고 있다. 준설된 오염퇴적물의 매립은 일반적으로 다량의 수분을 감소시키기 위한 탈수 등의 전처리 과정과 처분량의 감소를 위한 오염물질의 처리과정 등이 요구되기에 많은 비용이 소요된다.¹⁴⁴⁾ 또한, 지가상승과 민원발생으로 매립지의 확보가 점점 어려워지고 있으며, 침출수에 의한 수질 및 토양오염을 방지해야 하는 문제점이 있다.

(나) 폐쇄처분장(Confined Disposal Facility, CDF)

폐쇄처분장은 오염퇴적물 처분을 위해 가장 전통적으로 사용되는 방법으로 준설물질이 외부로 유출되지 않도록 차단벽이 설치된 폐쇄형 구조를 가지고 있으며 퇴적물을 투기하는 투기구역과 여수처리를 위한 구역으로 구성되어 있다.¹⁴⁵⁾

폐쇄처분장의 목적은 오염물질과 고형물질의 저장에 있으며 오염물질은 침출수의 형태로 폐쇄처분장의 바닥을 통과하면서 또는 폐쇄처분장의 차단 제방을 통한 침투, 대기로의 휘발, 폐쇄처분장에서 서식하는 동식물에

142) 건설교통부(각주 82), 8면.

143) 이창희 외, 앞의 책(각주 69), 59-60면.

144) 건설교통부(각주 82), 65면.

145) US ACE는 폐쇄처분장을 사용하여 항로유지준설로 인해 발생한 준설물질의 30%정도를 처분하고 있다. 건설교통부(각주 82), 64면.

의한 섭취로 오염도가 저감된다. 즉, 폐쇄처분장은 거의 대부분 매립지가 불투수층으로 조성되는데 비해 투수성 제방으로 시공한다 따라서 물의 손실은 구조상 필연적이다. 대개의 폐쇄처분장은 분지형 구조이고 해안근처와 물에 둘러싸인 폐쇄처분장은 바람과 파도에 의해서도 영향을 받는다. 다만, 폐쇄처분장이 물에서 멀리 떨어진 경우에는 준설물질의 지상이동이 필요하게 되며, 준설물질의 이동 중 또는 이동 후 하역 중에 오염물이 방출될 위험이 있으므로 준설물질의 탈수, 부피감량 등의 전처리가 선행되어야 한다¹⁴⁶⁾

연안에 설치된 폐쇄처분장은 이동거리의 단축, 설치 중 수질오염이 적고 관리가 쉽다는 점 등 여러 장점이 있으나, 육상 내에 조성을 위한 부지 선정, 조성허가를 받기 어렵고 침출수를 유출하기 때문에 지하수 및 해역의 수질오염 등의 문제를 발생시킨다.¹⁴⁷⁾

(다) 수중고립처분장(Contained Aquatic Disposal, CAD)

수중고립처분장은 수계의 일정지역에 자연적 또는 굴착된 분지(depression) 내에 준설물질을 저장하고 차후에 표면을 피복(capping)하는 형태의 매립시설을 말한다. 현장 내 피복 또는 육상매립지의 이용이 불가능한 경우에는 수중고립처분장을 고려해볼 수 있을 것이다. 특히 수중고립처분장은 수저 피복의 경우에 비해서 침식에 대한 저항이 강하고 유지가 까다롭지 않다는 장점이 있다.¹⁴⁸⁾

2) 개정방안

(1) 오염퇴적물·준설물질의 배출

(가) 오염물질의 배출금지

「해양환경관리법」 제22조 제1항은 ‘선박으로부터’의 오염물질의 해양배출을 규제하고 있다. 그런데 동조 제1항 제1호 나목은 준설물질을 공유

146) 건설교통부(각주 82), 64면.

147) 건설교통부(각주 82), 65면.

148) SPAWAR Systems Center (SSC) San Diego, supra note 130, pp. 6-35, 36.

수면 등에 매립하고자 하는 규정이므로 이를 동 규정에 포함시키는 것은 타당하지 않다. 퇴적물·준설물질을 선박 기인 오염물질에 포함시키는 것이 법 구조상 맞지 않기 때문이다. 더욱이 제22조에 “퇴적물 또는 준설물질”을 포함할 경우에는 오염물질 개념 정의에서 “퇴적물 또는 준설물질”을 새로이 포함시켜야 하는 문제가 있다. 한편 준설물질을 폐기물의 범주에서 제외한다는 차원에서 수저준설토사의 배출에 관한 별표 3의 가목과 나목의 배출방법(매립)은 삭제하여야 할 것이다. 제22조 제1항 제1호 나목 및 별표 3의 가목과 나목의 배출방법은 준설물질 처리와 관련하여 별도의 규정에 포함시켜야 할 것이다.

(나) 육상에서 발생한 폐기물 및 준설물질의 해양배출금지

「해양환경관리법」 제23조 규정은 ‘육상기인’ 폐기물의 해양배출금지에 관한 규정이므로, 해양에서 발생하는 오염퇴적물 또는 준설물질에 대해서는 적용되지 아니한다. 그러나 준설물질의 처리와 직·간접적으로 관련이 있기 때문에 수정할 필요가 있다고 생각된다. 해양배출과 관련한 국제협약(런던협약과 1996년 의정서)에서는 폐기물 및 기타물질(Waste and other matter)로 표현하고 있는데, ‘기타물질’에는 준설물질(Dredged Materials)이 포함되는 것으로 보아야 할 것이다. 이러한 점을 고려하여 시행규칙 제12조 및 제13조와 별표 6상의 폐기물은 “폐기물 및 준설물질”로 변경하고, 별표 6 제2호에 해당하는 “집중처리식방법에 의하여 배출하여야 하는 폐기물 및 준설물질”의 하나인 수저준설토사를 “준설물질”로 변경하는 것이 타당하며, 마찬가지로 별표 7 및 8에서도 마찬가지로 폐기물을 “폐기물 및 준설물질”로 변경하여야 할 것이다.

(다) 수저준설토사 등 해양에서 발생한 폐기물의 해양배출금지

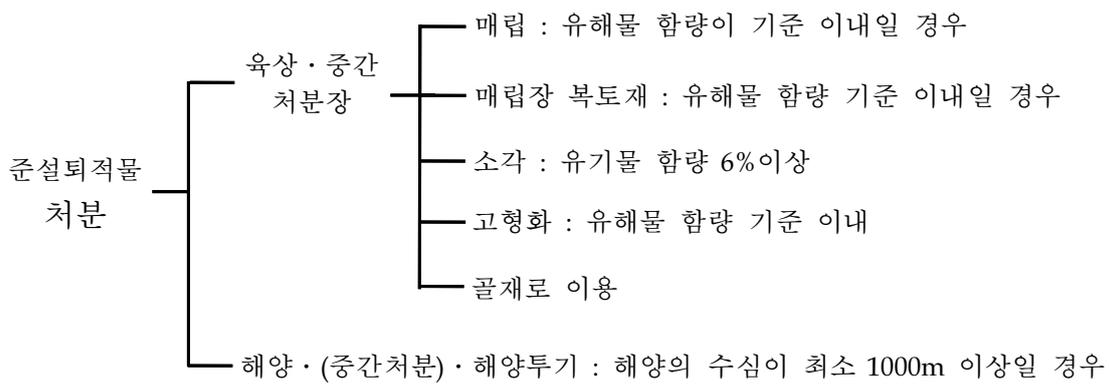
시행규칙 별표 6(제12조 제1항 관련) 제2호에서는 집중식처리방법에 의하여 배출하여야 하는 폐기물로 “수산물가공잔재물 또는 「어장관리법」 제15조에 따른 어장정화·정비를 실시하는 때에 수거되는 조개껍질 등 각질류의 것

"을 들고 있는데, 이는 '해양'에서 발생하는 것으로서 육상에서 발생한 폐기물이라고 볼 수 없다. 이러한 점을 고려할 때 이 규정은 삭제하여야 할 것이다. 문제는 이러한 규정이 삭제된 경우에는 규제의 공백이 발생할 수 있게 된다는 것이다. 이에 해양에서 발생한 폐기물로 보아 별도의 규정을 둘 필요가 있다

(2) 준설물질의 처리방안

현행 「해양환경관리법」에서는 오염퇴적물 또는 준설물질의 처리·처분과 관련한 특별한 규정을 두고 있지 않아 어떻게 해결하여야 하는지 문제가 될 수 있다. 준설물질의 수거·운반·보관상의 특이성을 고려하여 관련 규정을 신설할 필요성이 있다. 이 경우 규율의 효율성과 개정의 편의를 고려하여 별도의 장에 규정할 필요성이 있다

그동안 준설한 오염퇴적물은 해양투기를 비롯해 매립, 소각, 고형화, 골재 등의 방법으로 이용되었다(그림2).¹⁴⁹⁾ 그러나 이 중 대부분의 오염퇴적물은 외해에 투기되거나 매립되었으며, 지금까지도 하천정비 차원에서 수행된 준설사업의 결과로 얻어진 준설퇴적물은 고수부지 유용토 또는 호안매립토 등으로 재이용되고 있을 뿐이다.¹⁵⁰⁾



자료 : 인천광역시(1998)

그림 2-4-3. 준설 퇴적물의 최종 처분 방법

149) 이대영, 앞의 책(각주 11), 64면.

150) 이대영, 앞의 책(각주 11), 64면; 이창희 외, 앞의 책(각주 69), 81면.

오염퇴적물 또는 준설토사 등을 육상 내 처리하는 경우에는 「폐기물관리법」상의 “운반·보관·처리 등”에 관한 규정들이 준용된다고 하지만 해양투기·배출 등의 경우에는 논란이 있을 수밖에 없다. 따라서 오염퇴적물 또는 준설품질의 경우에는 「해양환경관리법」상의 목적과 취지에 맞게 처리·처분될 필요가 있다. 이를 위해서는 처리·처분 방법 등에 대한 면밀한 검토가 요구된다. 개정 법에서는 이러한 검토를 바탕으로 수거(준설), 운반(이동), 저장, 처리, 처분 등 전 과정에 걸쳐 단계별로 가능한 한 자세한 규정을 두어야 한다. 특히 기존에 수거, 운반, 보관 등의 규정이 미비했던 것을 개선하기 위해 준설품질의 수거, 운반, 보관, 처리의 과정에서 수질에 대한 영향 최소화, 방류수에 의한 수질오염 억제, 악취방지, 적정보관 및 처리 등에 관하여 규정도 마련하여야 할 것이다.

준설품질의 처리는 재활용, 매립, 해저 고립처리, 해양배출 등의 순서에 따라 이루어져야 할 것이며, 그동안 해양배출제도에서 규정되지 않았던 해양에서의 관리에 필요한 조항들인 준설품질 처리 기준 및 방법 준설품질의 재활용, 재활용을 위한 중간처리시설의 설치 및 운영에 관한 사항 등이 신설되어야 한다. 준설품질의 매립에 관해서는 기존 해양배출(제22조 제1항 제1호 나목)의 규정을 변형 또는 준용하고, 별표 3 가목 단서와 나목은 시행규칙에서 규정하고, 기타 필요한 사항은 고시로 정하는 것이 타당하다고 여겨진다. 또한 해양에서 수거한 오염퇴적물을 육상 내 매립장 등을 이용하는데 있어서는 투기장의 환경문제, 집단민원, 매립장 조성비용 등 일정한 한계가 있다. 이에 준설품질의 최종처리의 한 방법으로 해저면 하에 매립 처리하는 수중고립처분(해저 고립처리)도 적극 검토하여야 할 것이다.

일관성과 체계성을 위해서는 준설품질의 해양배출에 대해서도 규정을 두어야 할 것이다. 시행규칙 별표 6 내지 8(법 제23조 관련)에서는 육상에서 발생한 준설품질의 해양배출과 관련한 규정을 두고 있는데, 이에 따르면 동 규정은 해양에서 발생한 준설품질에는 적용되지 않는다. 문제는 위 별표에 폐기물뿐만 아니라 준설품질을 포함하고 있고, '해양에서 발생되는' 어장정화·정비를 실시하는 때에 수거되는 조개껍질 등 각질류의 것 등이 육상에서 발생한 폐기물로 규정되어 있다는 것이다. 이러한 혼동을 해결함과 동시에 입법의 편의를 위해서는 제23조 규정을 '육상'에서 발생한 폐기물과 준설품

물질로 국한하지 않는 것도 고려할 필요가 있다. 이러한 차원에서 제23조에
서 "육상에서 발생한"이라는 문구를 삭제하면 해양에서 발생한 준설물질의
해양배출 문제도 자연스럽게 해결될 수 있을 것으로 기대된다.

한편, 오염퇴적물을 준설·수거 또는 처리하는 사업을 관장하는 법률
이 「해양환경관리법」이며 관할 부처가 국토해양부인데 반해 폐기물을 매
립·처리하는 주요 법률은 환경부 소관 「폐기물관리법」이어서 관련 기관들
사이의 이해상충 문제 및 관할권의 이원화에 따른 문제를 피할 수 없다. 그러
므로 「해양환경관리법」에 오염퇴적물의 처리·처분방법 등과 관련한 규정
을 두고, 그 처리·처분방법에 따르는 경우 또는 오염퇴적물을 정화 또는 재
활용하고자 하는 경우에는 「폐기물관리법」 등의 적용을 배제하는 규정, 예컨
대, 오염퇴적물의 수거·처리에 관하여 「해양환경관리법」 규정을 우선 적용
하고 다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우에만 당해 법률이 정하는 바에 따
르도록 규정을 두어 적용범위와 관할 범위를 명확히 하는 것도 검토할 필요
가 있다. 예컨대, “오염물질의 수거·처리에 관한 사항은 이 법을 다른 법률
에 우선하여 적용하고, 이 법에서 규정되지 아니한 사항은 관계 법률의 규정
을 적용한다”라고 규정하거나 “폐기물의 배출, 처리에 관하여 다른 법률에 특
별한 규정이 있는 경우에는 그 법률이 정하는 바에 의한다. 다만, 제○조 내
지 제○조의 규정은 그러하지 아니하다”라고 규정하는 방안이 그것이다.

5. 해양환경관리업의 정비

1) 폐기물등

준설물질을 폐기물 개념에서 제외하는 경우, 기존의 폐기물 해양배출
과 관련한 해양환경관리업의 대상과 범위에도 영향을 준다. 해양에 배출되는
폐기물의 상당수가 준설물질임을 고려하여 준설물질을 폐기물과 구별하면서
해양투기 등이 필요한 사항에 있어서 준설물질을 포함시키기 위한 의제 개
념으로서 폐기물을 “폐기물등(폐기물 및 준설물질)”으로 변경하여야 할 것이
다. 이와 관련하여 「해양환경관리법」 제70조 제1항 제1호의 폐기물해양배
출업은 “폐기물등해양배출업”으로 개정하고, 관련 조항 역시 “폐기물등”이라
는 표현으로 용어를 정리하여야 할 것이다.

2) 처리업의 신설

현행 「해양환경관리법」상 ‘해양환경관리업’은 폐기물해양배출업, 해양오염방제업, 유창청소업, 폐기물해양수거업 및 퇴적오염물질수거업으로 구분하고 있다. 반면 「폐기물관리법」에서는 ‘폐기물처리업’을 폐기물 수집·운반업, 폐기물 중간처리업, 폐기물 최종처리업, 폐기물 종합처리업 등으로 구분하고 있다(제25조 제5항 각호). 동법에 따르면 폐기물 수집·운반업의 경우에는 폐기물을 수집하여 처리 장소로 운반하는 영업만을 영위할 수 있도록 규정하고 있다. 양자를 비교해보면 퇴적오염물질수거업 역시 퇴적오염물질의 수집·운반만을 영위하는 업으로 보일 수 있다. 이처럼 「해양환경관리법」은 폐기물해양수거업 및 퇴적오염물질수거업 등 수거업만을 규정하고 있지 처리업에 대해서는 아무런 규정을 하고 있지 않다. 이는 수거만으로 그쳐서는 입법의 목적이 반감된다는 점에서 입법의 흠결로 여겨진다. 그러므로 폐기물해양수거업 및 퇴적오염물질수거업과 더불어 이를 처리하는 처리업도 신설해야 할 것이다. 처리까지 나아가지 않고 수거로 그치는 것이 큰 의미를 갖지 못한다는 것도 처리업의 신설 필요성을 높이는 이유이다.

준설이라는 수거행위의 특성상 수거와 더불어 처리가 이루어지는 것이 비용·경제적이다. 선진국의 경우에는 준설사업을 준설매립의 한 과정에 국한하지 않고, 준설/수송/처분을 하나의 체계로 인식하여 규율하고 있다.¹⁵¹⁾ 따라서 수거와 더불어 처리도 함께 할 수 있도록 동법의 규정을 ‘수거업’이 아닌 ‘수거·처리업’으로 변경함이 타당하다. 즉, ‘해양환경관리업’은 「폐기물관리법」과 같이 퇴적오염물질에 대해 수거업과 처리업을 별도로 규정하기 보다는 하나의 체계로 일련의 과정이 지속될 수 있도록 “오염물질 수거·처리업”으로 변경하는 방안을 고려할 필요가 있다. 이 경우, 처리도 가능하도록 등록기준이 강화되어야 할 것이다. 현실적으로 수거업과 처리업을 통합하기 어렵다면 별도로 두는 방안도 고려할 필요가 있다. 이 경우 처리도 가능하도록 등록기준이 강화되어야 할 것이다. 현실적으로 수거업과 처리업을 통합하기 어렵다면 별도로 두는 방안도 고려할 필요가 있다.

151) 윤길림 외, 앞의 글(각주 68), 54면.

3) '등록'에서 '허가'로의 전환

「폐기물관리법」상 다른 사람의 폐기물을 위탁받아 처리하고자 하는 경우에는 폐기물처리업의 '허가'를 받거나 '재활용신고'를 필하여야 한다. 이 경우 재활용신고는 다른 사람의 폐기물을 제품제조용 원료·재료로 이용하고자 하는 것이므로 처리의 대가로 비용을 받는 폐기물처리업과는 본질적으로 그 법적 요건을 달리한다.¹⁵²⁾ 또한, 폐기물처리업은 다른 사람의 폐기물을 수집·운반 및 처리를 위탁받아 그 대가로 비용을 받아 영리활동을 하는 업을 말하는데, 이와 같은 영업활동을 하고자 하는 경우에는 일정한 시설·장비 및 기술능력을 갖추어 관할행정관청에 미리 허가를 받아야 한다(법 제25조 제3항). 반면에 「해양환경관리법」에서는 현재 폐기물을 발생시키는 자는 법령이 정하고 있는 물질의 위탁신고만 하면 해양배출업자에게 위탁하여 해양에 배출할 수 있다. 그리고 폐기물해양배출업의 경우 등록만 하면 사업을 영위할 수 있게 되어 전국에서 20개 업체가 폐기물해양배출업을 하고 있다.

폐기물해양배출행위는 일종의 폐기물의 최종처리수단이고 이를 영위하는 사업은 폐기물처리업에 해당한다고 볼 수 있음에도 「해양환경관리법」에서 규율하고 있는 폐기물해양배출업은 「폐기물관리법」에서 규율하고 있는 폐기물처리업과 달리 취급하여 허가가 아닌 신고로 그 요건을 완화해주고 있다. 즉, 해양에 투기하는 경우에는 「해양환경관리법」에서와 같이 등록만 하면 폐기물해양배출업을 영위할 수 있게 하는 반면 육상에 매립하는 경우에는 폐기물처리업을 영위하기 위해서는 사업계획서에 대한 적정통보를 받은 후 시도지사 또는 환경부장관으로부터 허가를 받아야 한다(폐기물관리법 제25조). 더 나아가 「해양환경관리법」은 '폐기물해양배출업'을 '해양환경관리업'의 범주 안에서 '해양오염방제업', '폐기물해양수거업' 등의 사업과 같은 장에서 규율하고 있다. 즉, 폐기물해양배출업을 해양관리자의 하나로 규율하고 있는 것이다. 이와 같은 규율태도는 폐기물해양배출업에 대한 규율의 강도가 그리 높지 않을 것을 미루어 짐작케 한다.¹⁵³⁾

해양배출을 예외적으로 허용하는 폐기물에 대한 법적 규제는 미미한 형편이다. 현행법상 정부가 가지고 있는 규제권한은 폐기물위탁자가 위탁신

152) 강선중, "폐기물관리법 해설", 폐기물처리 Newsletter 제101호, 2005. 2, 52면,

153) 채영근, "육상폐기물 해양투기의 문제점과 개선방안", 환경법연구 제30권 제3호, 2008, 648면.

고를 한 경우 해당 폐기물이 해양배출이 가능한 폐기물인지 여부를 미리 조사를 하고 위탁처리 신고증명서를 발급할 수 있는 권한과 해양폐기물 배출업자가 배출해역지정신청을 할 때에 폐기물배출해역을 지정할 수 있는 권한이 전부이다. 배출해역의 지정은 재량행위로서 '해양환경의 보전 관리에 영향을 미치지 아니하는 범위 안에서' 지정을 할 수 있으나, 해양경찰서는 관행적으로 시행규칙이 정하고 있는 모든 배출허용 폐기물에 대하여 해역지정을 해 왔다.

이러한 규제와 관련하여 폐기물배출관련 사업자들의 의무위반 행위에 대한 제재규정이 지나치게 가벼운 문제점도 존재한다. 폐기물위탁자의 신고의무 등과 관련하여 처벌규정에 의하면 「해양환경관리법」 제76조 제1항(변경신고의무) 및 제2항(측정의무) 위반의 경우 100만원 이하의 과태료에 처하도록 하고 있으며, 제76조 제1항(신고의무)을 위반하여 신고하지 아니한 폐기물을 위탁처리한 자의 경우 500만원 이하의 과태료에 처하도록 하고 있을 뿐이다. (법률 제132조) 폐기물위탁자의 의무위반행위에 대하여 지나치게 가벼운 과태료만 부과할 수 있도록 하는 것은 법률의 실효성을 저하시키는 요인이 된다. 더 나아가 폐기물위탁자가 허위신고를 하거나 신고하지 아니한 폐기물을 신고한 폐기물과 혼합하여 위탁처리할 수 있는 가능성에 비추어 볼 때, 위법한 폐기물위탁자의 행위를 처벌할 근거규정이 마련되어 있지 않은 것은 법적 흠결이라 하겠다.

신고하지 아니한 폐기물을 위탁받아 해양에 배출한 배출업자에 대하여는 1년 이하의 징역 또는 500만원 이하의 벌금에 처하도록 하고 있다.¹⁵⁴⁾ 한편, 지정해역 외에서 폐기물을 해양에 배출한 자의 경우 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처하도록 하고 있다.¹⁵⁵⁾ 이와 대조적으로 「폐기물관리법」의 경우, 법령이 정한 기준과 방법을 위반하여 폐기물을 매립한 자에 대하여는 3년 이하의 징역이나 2천만원 이하의 벌금에 처하도록 하고 있다.¹⁵⁶⁾ 이와 같이 「해양환경관리법」은 법령을 위반한 해양배출행위에 대하여 「폐기물관리법」에서 비슷하게 규율하고 있는 것보다 훨씬 가벼운 형사처벌 규정을 두고 있다.

154) 「해양환경관리법」 제129조 제2항.

155) 「해양환경관리법」 제129조 제1항.

156) 「폐기물관리법」 제65조.

이렇듯 「폐기물관리법」의 규정에 비해 완화된 제재수단이 도입됨으로써 폐기물의 해양투기가 조장되고 폐기물로 인한 해양오염의 문제가 등한 시되어온 측면이 있다. 나아가 이러한 태도로 말미암아 수거된 폐기물¹⁵⁷⁾ 또는 오염퇴적물의 처리문제 역시 법의 사각지대에 놓여있었다고 여겨진다. 완화된 제재수단의 채택은 폐기물의 해양투기를 조장하고 폐기물로 인한 해양오염 문제로 이어질 수 있다. 따라서 폐기물해양배출업을 포함한 ‘해양환경관리업’의 범주 안에 있는 ‘해양오염방지업’, ‘폐기물해양수거업’, ‘오염퇴적물수거업’ 등을 허가제로 전환하고 위반에 대한 제재를 강화해야 할 것이다.

6. 합리적인 퇴적오염물질수거업 등록기준

퇴적오염물질수거업 등록기준은 해양환경관리법제70조제1항제5조에 규정된 “퇴적된 오염물질의 준설·수거에 필요한 선박·장비 및 설비를 갖추고 퇴적된 오염물질을 준설 또는 수거하는 사업”에 요구되는 기술능력을 포함하여 선박·장비 및 설비의 보유조건을 정함에 있다.

이와 관련하여, 요구되는 선박으로는 퇴적오염물질전용수거선과 양묘선을 소유할 것으로 규정되어 있으며, 전용수거선은 성능 및 설비조건으로는 위성항법보정장치(1식), 밀도계(1식), 탁도계(1식), 펌프(1식) 및 자동수심측정기(2대)로 양수량 100m³ 이상/hr, 양묘선(1척)은 100마력 이상으로 규정되어 있다.

1) 검토 사항

현행 규정과 관련하여 검토가 요구되는 사항은 다음과 같다

- ① 설비 중 펌프 항목의 기준이 “진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 지닌 펌프”로 규정, ‘진공흡입식 펌프’와 ‘이와 동등한 성능을 지닌 펌프’를 규정하는 명확한 설명이 결여되어 등록업무 수행시 발생할 수 있는 혼선을 방지할 필요가 있다.

157) 재활용이 가능한 폐기물을 제외한 대부분의 해양폐기물은 지정폐기물 소각로에서 소각처리와 지정매립장에서 매립 등 정상적이지 못한 방법에 의해 처리가 이루어지고 있다. 즉, 해양폐기물은 지정폐기물이 아님에도 적절한 처리시설이 없기 때문에 현재 지정폐기물로 다루어지고 있다. 길상인 외, “수거된 해양폐기물 자원화 기술 개발(I) - 해양폐기물의 폐기물 연료화 -”, 한국해양환경공학회지 제5권 제2호, 한국해양환경공학회, 2002. 5, 29면.

- ② 비고의 제1호에 규정된 “수거작업시 부유물질의 발생으로 인한 환경피해를 최소화할 수 있는” 문구와 관련, ‘환경피해 최소화’에 대한 명확한 설명이 요구되어 기준 설정 여부에 대한 검토가 요구된다
- ③ 비고의 제6호에 규정된 “양묘선이란 퇴적오염물질수거업의 앵커(닻)를 올리거나 내리는 기능을 하는 설비를 갖춘 선박을 말한다”와 관련, 퇴적오염물질전용수거선이 자체적으로 양묘 기능을 하는 설비를 갖추고 있을 경우, 양묘선을 보유한 것으로 인정할 것인지에 대한 혼선 가능성을 배제할 필요가 있다.
- ④ 비고의 제8호에서 “퇴적오염물질수거업무 수행 시 반드시 퇴적오염물질수거업으로 등록된 퇴적오염물질 전용수거선을 사용하여야 한다”고 규정, 전용수거선의 진입이 불가능한 경우와 같이 등록된 전용수거선의 사용에 제약이 있을 경우 수거업무의 수행을 가능하도록 하기 위한 예외 규정을 둘 필요가 있다
- ⑤ 국토해양부고시 제2008-365호 선박용물건의 형식승인시험 및 검정에 관한기준의 제 147호 “퇴적오니 제거설비” 규정이 현행 ‘퇴적오염물질수거업 등록기준과 관련된 “해양환경관리법시행규칙제36조제3항 관련 [별표14]”에 규정되어 있지 않아 이로 인하여 발생할 수도 있는 등록업무의 혼선을 방지하기 위한 검토 및 관계 설정이 요청된다

2) 펌프 규정

이상 5항목에 대한 검토 사항 중 ①과②항의 내용과 관련하여 비고1)의 “진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프”라고 하는 것은 “퇴적오염물질 수거작업 시 부유물질의 발생으로 인한 환경피해를 최소화할 수 있는” 환경적, 기술적 요건을 충족하는 설비펌프를 규정하는 것이므로 반드시 “진공흡입식” 펌프일 것을 요하지 않는다고 봄이 타당하다고 생각된다. 이러한 규정은 사실상 특정 기술의 적용을 요구하는 기술기준으로서 유연성·형평성 차원에서 문제점이 있다. 또한 다양한 기술 적용을 제한하며 기술개발 유인을 저해할 수 있는 요인이 될 수 있다.

(1) 외국의 오염퇴적물 수거장비 및 공법

(가) 오염퇴적물 수거장비 관련 규정

외국에서의 퇴적오염물질의 수거와 관련된 사례를 살펴보면, 일본, 미국, 네덜란드에서는 오염퇴적물 수거(준설)와 관련, 사업 수행시 어느 특정한 장비를 선택하도록 하는 규정은 없다. 미국은 오염퇴적물 정화사업에서 준설장비의 선택시 오염퇴적물 준설현장의 특성 및 이후 수송 및 처리과정을 감안하여 선택할 것을 안내하고 있다¹⁵⁸⁾. 일본의 경우에도 오염퇴적물 준설시, 준설장비의 유형을 제한하는 규정은 없다. 다만, 준설·굴착제거공법의 선정에 있어서, 대상해역의 특성을 고려하여 최적공법을 선정 즉, 고농도 오염퇴적물의 경우나 자연조건, 시공조건 등에 의해, 준설 제거공법이 적용될 수 없는 경우는, 제거구역에 강관 등의 마감공을 마련하여 그 내부를 배수하고 오염 저질(퇴적물)을 제거하는 굴착 제거공법을 채용하는 것이 바람직하지만 어쩔수 없이 준설 제거 공법을 채용하는 경우에는 주변으로의 확산에 특히 충분한 배려를 필요로 하고 있다. 준설시 발생하는 혼탁과 관련하여서는 기준을 초과하여서는 아니되며, 공사시 오염물질이 확산되지 않도록 모니터링을 하여야 한다고 규정하고 있다¹⁵⁹⁾. 1) 네덜란드는 일반적으로 준설기술이나 부유물에 대한 포괄적 기준은 없음. 혼탁도는 수질, 생물계의 취약성, 퇴적물의 오염도 등에 따라 장소 특성에 맞게 의사결정을 하며, 따라서, 특정 기술은 사용되어지는 기술보다는 오히려 특정한 장소의 환경기준을 초과하지 않을 것을 요구, 오염된 퇴적물일 경우, 폐쇄처분장에서의 방류수에 대하여서는 50 mg/L 의 기준을 가지고 있음. 또한, 혼탁물에 의한 영향을 최소화하기 위한 방류 방법을 설계할 것을 요구하고 있다.

(나) 오염퇴적물 수거공법

① 일본

오염퇴적물 수거사업에 사용되는 공법으로는 고농도 박층 준설선, 펌프식/진공식 오니준설선, 밀폐형 그랩준설선의 의한 준설제거공법과 굴착제거공법을 사용하고 있다. 이들 공법들에 대한 비교는 다음과 같다.

158) U.S. EPA, 1993. Selecting Remediation Techniques For Contaminated Sediment. EPA-823-B93-001

159) 国土交通省港湾局, 平成20年4月. 港湾における底質ダイオキシン類対策技術指針(改訂版)

표 2-4-4. 일본의 오염퇴적물 준설, 굴착제거공법의 상용성 비교⁶⁰⁾

조건	평가항목	준설제거공법			굴착제거공법
		고농도 박층 준설선	펌프식 / 진공식 오니준설선	밀폐 그랩준설선	
퇴적물 퇴적상황	오염농도	저~고농도	저~중농도	저~중농도	매우 고농도
	퇴적층 두께	박층 가능	비교적 박층	층이 샌드위치 형태도 가능	
	퇴적범위	광범위 대응가능		비교적 좁은 범위	국소적 대응
	토질	실트, 점토		자갈 포함 시	대응 가능
	연한 퇴적물	검토필요	대응 가능	대응 가능	대응 가능
	장애물	약함, 전처리 등 필요		약함	대응 가능
시공조건	시공능력	60~150m ³ /h	고농도준설선의 수배	최대 20m ³ 버킷	다수 기종 있음
	함니율	50~80%	20~30%	80%	고함니율가능
	수심	~ -10m	~ -20m	깊어도 가능	얕은 수심
	유속	느림	중간	느림~중간	기간내 시공
	파고	낮음	중간	낮음~중간	기간내 시공
	처분지 규모, 거리	대규모 처분지 필요 근거리가 바람직함		근거리에 대응 가능	
	시공 공간	협소한 장소 대응 불가		협소한 장소라도 대응 가능	
	선박항행 등	해저 관설치 대응 가능 오타방지막내 항행불가		토운선 항행과 폭주	장애가 됨
주변해역	수질오염	극히 작음	작음	작음~중간	기간내 시공
	소음·진동	작음	작음	중간	중간
	악취	거의 없음		토운선 위	굴착, 적재시
	분진	거의 없음			
	운송방법	파이프라인 운송		토운선 운반 파이프라인 가능	육상 덤프트럭 운송

②미국

환경준설에 사용되는 준설공법으로 다음과 같이 기계식, 유압식 준설이 있다¹⁶¹⁾.

160) 国土交通省港湾局, 平成20年4月. 港湾における底質ダイオキシン類対策技術指針(改訂版)

161) US. EPA, 2005. Contaminated Sediment Remediation Guidance for Hazardous Waste Sites. EPA-540-R-05-012.

- 기계식 준설: 크랩셀, 밀폐형 버킷, 다관절기계식(articulated mechanical: 다관절 고정암에 지지되는 백호우 디자인 클램셀형태의 밀폐형 버킷, 유압식 폐쇄기구)
- 유압식 준설: 커터헤드를 구비한 유압파이프라인 준설, 수평 오거준설기 헤드(예: 머드켓)를 장착한 유압 파이프라인 준설, 굴삭기를 갖지 않은 준설 헤드를 가진 유압식 파이프라인 준설, 공압에 의한 수중 펌프(예: 일본의 Oozer, 이탈리아의 Pneuma, 독일의 "d", 일본의 Refresher 등), 준설기 헤드 또는 펌핑 시스템을 구비한 특수 준설기(예: 네덜란드 Boskalis Environmental 사의 디스크 커트, 슬로프 클리너, Clean Sweep, Water Refresher, Clean Up, Swam 21 등)



그림 2-4-4. 미국의 기계식 준설장비의 예시



그림 2-4-5. 미국의 유압식 준설장비의 예시

(2) 펌프 규정의 검토안

현행 등록기준에서 “퇴적오염물질 수거작업시 부유물질의 발생으로 인한 환경피해를 최소화할 수 있는 설비로서 “진공흡입식” 펌프에 대한 규정 사실상 특정 기술의 적용을 요구하는 기술기준으로서 유연성·형평성 차원에서 문제점이 있다. 또한 외국의 사례에서와 같이 해양환경개선사업으로서의 퇴적오염물질수거 장비의 선택은 수거물(오염퇴적물)의 특성과 수거 후의 처리과정을 감안할 필요가 있다. 과거에는 수거(준설)된 물질이 대부분 해양배출에 의하여 처리되어 왔으나, 현행 해양환경관리법하에서는 해양배출 이외의 처리 또한 매우 중요한 현안으로 대두됨에 따라 수거장비의 선택은 따라서, 수거 장소의 특성 및 수거 후 처리 과정을 포함하여 보다 적합한 장비 및 공법을 선정할 수 있도록 장기적인 측면에서 향후 이러한 사항들을 충족시킬 수 있는 방향으로 개정을 검토할 필요성이 있다

다만, 단기적으로는 현행 규정에 ‘진공흡입식 또는 이와 동등한 성능을 지닌 펌프’에 대한 정확한 판단 기준이 마련되어 있지 않아서 등록 과정에서 혼선을 방지하기 위한 방안을 강구할 필요가 있다

(가) 진공흡입식 펌프

“진공흡입식 펌프”란 ‘진공상태를 유지시키는 진공펌프와 진공펌프에 의하여 생성된 강력한 진공 흡입력을 이용한 펌프로 일반적으로 준설설비로서 사용될 때에는, ‘부압차를 이용하여 퇴적오염물질을 흡입하기 위한 설비의 일종으로, 일반펌프준설선처럼 굴삭기가 장착되어 있지 않은 흡입 방식의 펌프’를 지칭하는 것으로 사료된다(참고: 준설선비교표)162)

표 2-4-5 준설선의 특성 비교

구 분	일반 펌프 준설선	개량 오토 준설선	진공흡입식 오토 전용 준설선
특 징	· 원심력펌프를 이용 토사를 컷터로 교반 굴착 준설하는 방법	· 일반펌프준설선의 흡입구에 특수 흡입장치(COVER)를 부착하여 준설하는 방법	· 진공흡입식으로 퇴적물들을 흡입하여 준설하는 방법
사 용 처	· 기초 지반 굴착 · 매립 준설	· 매립 준설 · 퇴적 오토 준설	· 퇴적 오토 준설
토질조건	· 모래, 자갈, 점토 등	· 모래, 점토, 퇴적오토	· 퇴적오토
장 점	· 준설 단가 저렴 · 국내 보유 장비가 많아 현장 반입 용이 · 대량 준설에 적합	· 2차오염이 크게 열려되지 않는 지역준설시에 적합	· 준설작업으로 인한 미세 오토의 수증 확산을 최소화 할 수 있어 2차오염 최소화 · 진공 흡입 방식에 의한 고순도(50%~60%) 준설 · 오토층의 두께가 얇을경우도 작업가능 (최소 20cm) · 순도율이 높아 악플비가 작다
단 점	· 능률이 좋고 시공속도는 빠르나 처리장의 여수처리가 많다 · 국부적인 준설에는 부적당 · 준설시 토사유출이 많아 수증확산으로 2차수질 오염 발생이 많다. · 함니율이 5% - 10%내외로 침전시 악플비가 과다하다	· 2차오염이 오토전용선에 비하여 크다. · 순도율이 10% - 20%이다. · 악플비가 과다	· 준설에 따른 2차오염 발생이 문제가 되지 않는 곳에서는 적용성이 떨어짐.
준설시 2차오염(SS) 발생량	330 PPM (mg/l)	30 PPM (mg/l)	5 PPM (mg/l)
결 론	· 2차오염이 열려되지 않는 지역의 대단위 매립용에 적합하다. · 일반적으로 오토준설에는 부적합함.	· 2차오염이 어느정도 허용되는 지역에서의 오토준설에 적합하다. · 현재 일본에서 사용중	· 2차오염이 문제시 되는 지역 및 장거리 배송 (최대 10km)이 가능하며 순도율이 50%이상으로 높고, 박층 준설 지역등에 매우 유리.

162) 서울특별시 한강관리사업소, 1993. 한강수질보전 대책수립 조사보고서

펌프란 “전동기나 내연기관 등의 원동기로부터 기계적 에너지를 받아서, 액체에 운동 및 압력에너지를 주어 액체의 위치를 바꾸어 주는 기계로 정의된다. 흡입작용은 펌프내를 진공상태로 만들어 흡상시키는 것을 말한다”. 펌프의 종류로는 구조 및 작동원리에 따라 터보형, 용적형, 특수형으로 나누고, 용도에 따라 급수용, 배수용, 순환용, 소화용, 기름용 등이 있다¹⁶³⁾, 또는 펌프에는 피스톤 왕복운동으로 액체를 흡입하고 토출하는 (왕복동)식 펌프와, 날개바퀴를 액체들 중에서 고속으로 회전시켜 그 원심력으로 액체를 흡입해서 토출시키는 소용돌이형 펌프, 증기 또는 압력수를 노즐로 분출시켜 진공을 만들어서 액체를 흡입해서 토출하는(분사) 펌프 등이 있다¹⁶⁴⁾.

펌프의 종류는 다음과 같다:

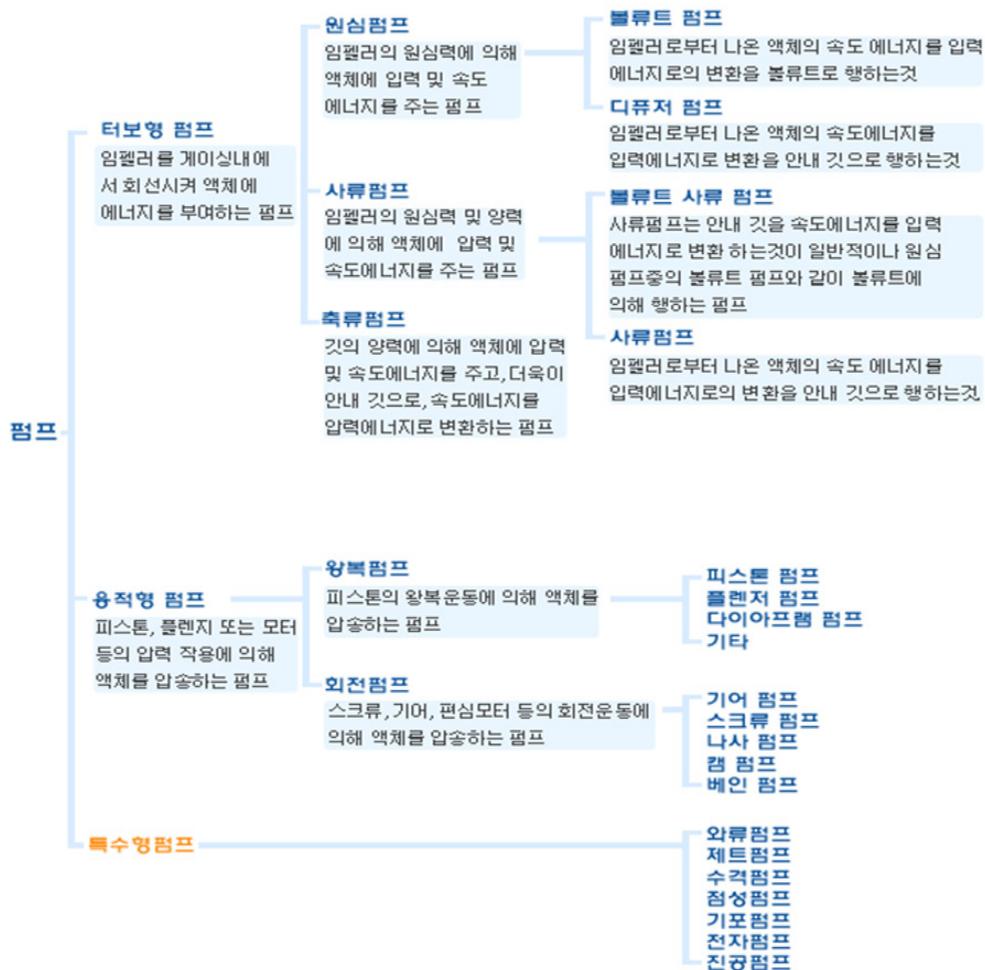


그림 2-4-6. 펌프의 종류 및 구분

163) 밸브포럼(<http://cafe.naver.com/valveqna.cafe>), 펌프의 종류

164) 밸브포럼(<http://cafe.naver.com/valveqna.cafe>), 펌프의 종류와 용도설명

부압차를 발생시킬 수 있는 펌프의 종류로는 우자펌프(Oozer Pump), 기압펌프(Pneumatic Pump), 피스톤펌프(Piston Pump), 증기 또는 압력수를 노즐로 분출시켜 진공을 만들어서 액체를 흡입시키는 수압차펌프 등 매우 다양하다. 부압차를 이용하여 퇴적물질을 수거하는 준설장비의 일반적인 외형은 다음과 같다.

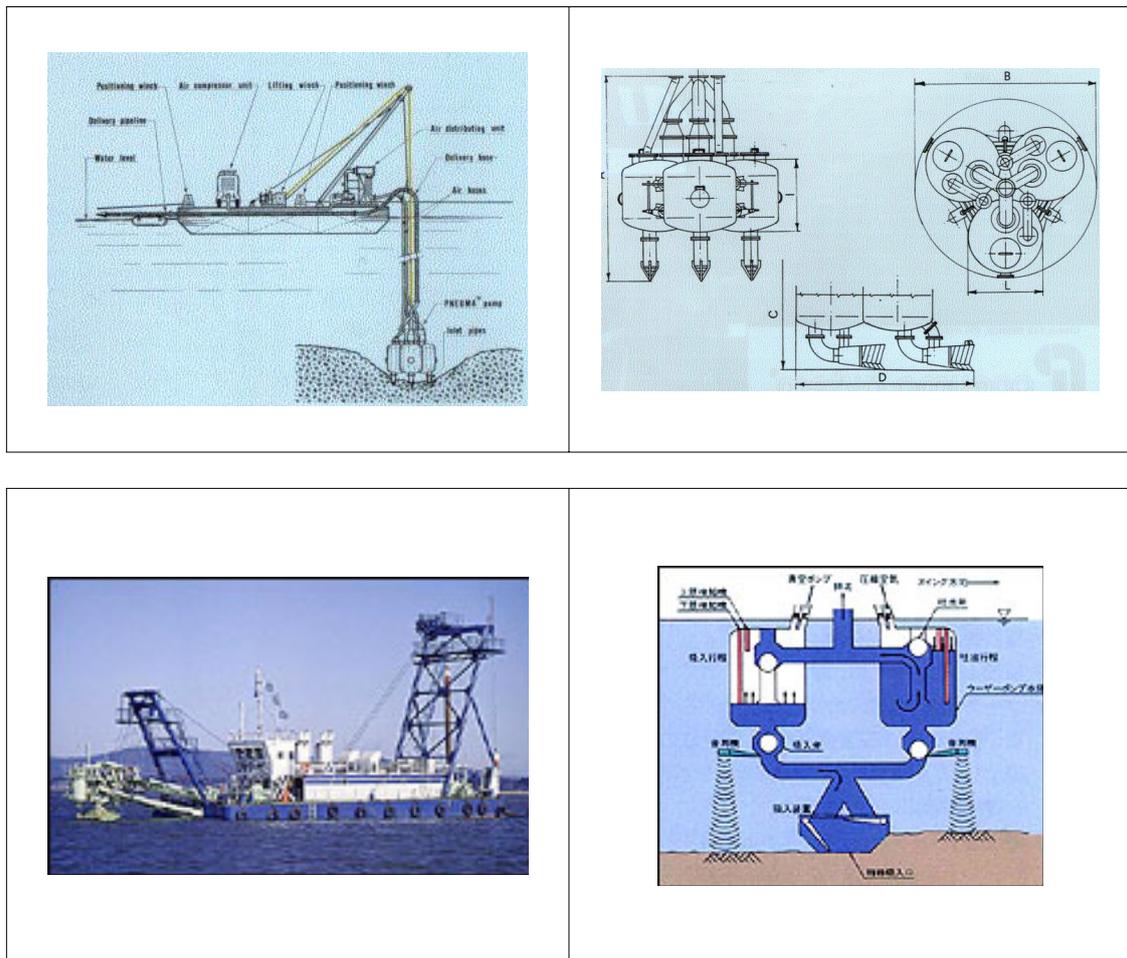


그림 2-4-7. 부압을 이용한 형태의 수거장치 예시

펌프는 기술의 개발에 따라 그 형태나 종류가 더욱 다양해 질 수 있기 때문에 어느 특정 펌프를 지칭한 용어가 아닌 성능과 기능을 지칭할 수 있는 용어의 선택이 요구된다. 이들 펌프를 이용하여 퇴적오니를 수거하는 장치는 각각 '특허' 또는 신기술로 등록되어 있는 실정이다

표 2-4-6 신기술 지정 오니준설공법의 특성

기술명	평기기관	사용 펌프	개요 및 특성
오니준설공법 (아지데이터식)	건설교통부 (건설신기술) 제11호		오니확산방지용 흡입구가 장착, 흡입구를 박스형태로 제작하여 전동식 개폐장치에 의해 진행방향으로만 흡입할 수 있도록 고안되어 2차오염을 줄임 나선형 교란기를 장착하여 회전력에 의해 비교적 단단한 지반에서도 흡입이 가능한 상태로 오니를 교발시키도록 고안됨 상수원, 도시주변호수, 항만 및 내해의 오니준설에 적합한 공법
층격 완화식 진공흡입 오니준설 공법	건설교통부(건설신기술) 제44호	우즈 펌프 (Ooze Pump)	진공흡입방식을 채택하여 소화 개량된 진공흡입식 오니준설공법은 51% 이상의 높은 함니율의 오니준설이 가능하였고, 또한 2차오염을 최소화하여 (부유물 발생율 5ppm) 상수원 보호구역에서도 오니준설이 가능 폐쇄형 고정식커터 부착 (흡입구에 들어오는 오니토와 퇴적물을 강하게 분쇄, 흡입 처리)

(나) 진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 지닌 펌프

“이와 동등한 성능을 지닌 펌프” 와 관련, 일반적으로 펌프준설이라 함은 펌프준설선(pump dredger, suction dredger:강력한 펌프에 의하여 해저의 토사를 물과 함께 빨아 올려서 준설하는 준설선. 박지 및 항로의 수심을 깊게 하거나 또는 하천의 퇴적 토사를 제거함과 동시에 송토관으로 빨아 올린 토사를 멀리 원거리로 배출하여 매립하는 매립 겸용의 것이 많다. 보통 동력은 전기이지만 디젤인 것도 있고 소형의 것은 증기인 것도 있다. 일반적으로 비행선이지만 자항식의 것도 있다

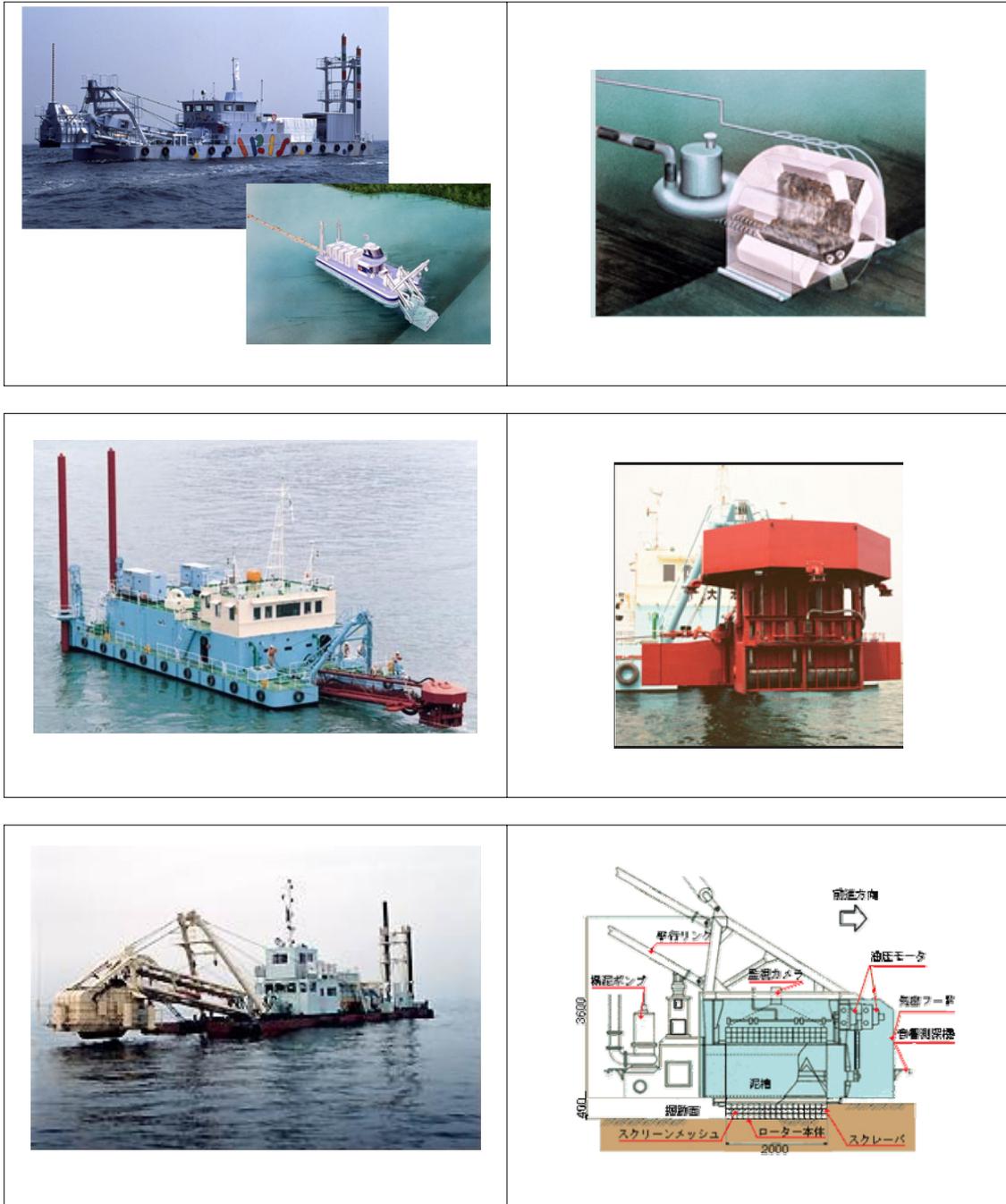


그림 2-4-8. 흡입구 주변이 밀폐 장치로 차단된 수거장치 예시



그림 2-4-8. 계속

흡입구에는 커터를 갖는 것이 많으며 비항식의 것은 스퍼드를 사용하여 위치를 고정한다. 미국에서는 하이드롤릭 드레저(hydraulic dredger)라고 부른다)¹⁶⁵⁾ 은 자항식펌프준설선(hopper dredger, drag suction dredger), 비항식펌프준설선, 커터없는펌프준설선, 커터펌프준설선(cutter suction pump dredger) 등으로 구분된다. 이들은 펌프의 흡입력을 이용하여 준설을 하지만, 대부분 박지, 항로, 하천의 퇴적토사를 제거하여 원거리로 배출하는 것을 목적으로 한다. 일반적으로 펌프 준설선에 의한 준설에는 커터의 굴삭에 의해 토사가 부상하여 많은 부유물질이 발생한다. 이를 감안하여, “이와 동등한 성능을 지닌 펌프” 란 펌프를 사용하여 흡입하는 과정에 흡입구에 굴삭기 등이 별도로 부착되어 있을 경우, 부유물질의 발생을 억제하기 위하여 흡

165) 국토해양용어사전 http://www.mltm.go.kr/USR/dictionary/m_65/1st.jsp

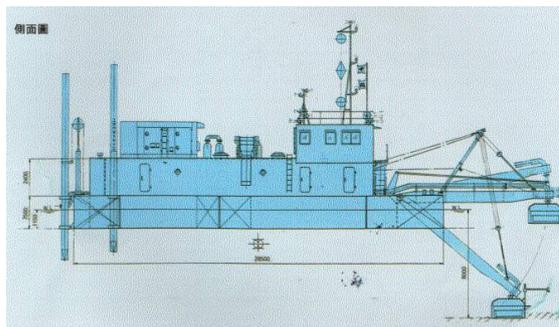
흡구 주변을 밀폐 장치로 차단된 형태에 한하여 '진공흡입식 펌프와 동등한 성능을 지닌 펌프' 로 보는 것도 타당할 것으로 사료된다.



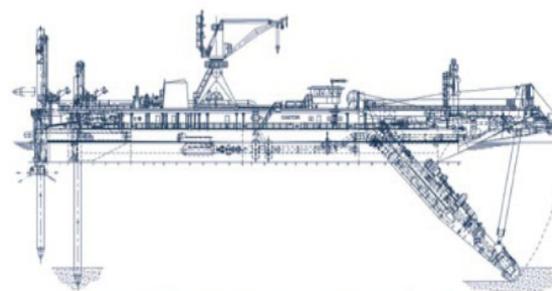
흡입구 장치가 밀폐형의 특수 구조로 설계



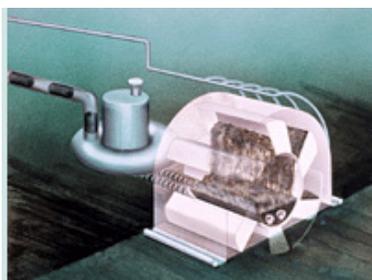
흡입구 및 커터 장치가 외부로 노출됨



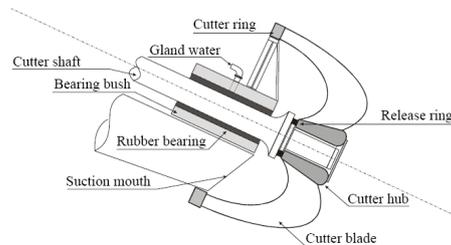
수거장치 고정되어 있지 않고 굴삭면에 항상 수평으로 유지 될수 있도록 되어 있으며 굴삭면을 제외하고는 밀폐형으로 설계



굴삭 커터부가 고정되어 있어 수심 및 굴삭 각도에 따라 변하며 이로 인해 굴삭면을 제외한 부분을 차단하기가 어려움



굴삭장치 세부도



굴삭장치 세부도

그림 2-4-9. 퇴적오염물질 전용수거선과 기존 커터펌프준설선의 차이

따라서, “진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 지닌 펌프”란 ‘부압차를 이용한 흡입식 펌프 설비를 말하며 흡입구 주변에 오염퇴적물을 굴삭하기 위한 장치가 별도로 장착되어 있는 경우, 지속적으로 차단되어진 상태에서 수거가 이루어질 수 있도록 하부 굴삭면을 제외한 부분에는 차단막이 부착되어야 한다’로 비고란에 부가적으로 규정을 추가하는 것을 검토해 볼 필요가 있다. 다만, 굴삭기가 별도로 부착되어 있을 경우, 밀폐 장치로 부유물질의 발생을 억제할 수 있다고 하나, 외형적인 검사만으로 부유물질의 발생 정도를 판별하는 데는 한계가 있을 것으로 사료된다.

3) 부유물질 발생 기준

비고의 제1호에 규정된 “수거작업시 부유물질의 발생으로 인한 환경피해를 최소화할 수 있는” 과 관련, ‘환경피해 최소화’에 대한 기준을 설정하여 등록업무의 검사기준으로 사용하는 것을 검토해 볼 수도 있다 이는 현행 국내 법·제도에 해양에서 부유물질 발생과 관련된 환경기준은 없으나, 오염퇴적물의 부유현상으로 인하여 영향을 받을 수 있는 해수층의 수질기준을 초과하지 않는 범위의 부유물질의 농도 또는 국내의 방류수 수질기준 등을 참조로 기준을 설정할 수도 있을 지도 모른다. 이와 같은 국내환경기준들을 근거로 오염퇴적물 수거 사업해역에서 가장 엄격하게 적용 가능한 부유물질 발생농도는 20 mg/L에 해당된다.

(1) 부유물질 기준 설정안

국내의 ‘수질오염물질의 배출허용기준수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙 제34조 관련 [별표13]’, ‘폐수종말처리시설의 방류수 수질기준(수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙 제26조 관련 [별표 10])’, ‘해역수질기준(환경정책기본법시행규칙 제2조 관련 [별표1])’을 참고하여 설정 가능한 부유물질의 발생농도 기준은 20 mg/L이다. 각 기준을 준용하여 부유물질의 발생 허용농도를 설정할 수 있는 방안들은 다음과 같다.

(가) 수거작업 해역의 수질기준 충족 여부로 판단하는 방안

- ① 현행 국내법체계에서는 해역별 부유물질에 대한 수질기준이 없음
- ② 현행 환경정책기본법 개정 이전 해역별 수질기준(환경부고시 제 1995-8호):
 - I 등급/10 mg/L 이하;
 - II 등급/25 mg/L 이하
- ③ 따라서, 개정 이전의 2등급 수질기준을 준용한다면 수거작업해역이 II 등급 수준인 25 mg/L 이하의 부유물질 발생을 허용하는 조건을 설정

(나) 수거선 주변 일부 해역의 부유물질 허용농도 설정 방안

- ① 수거작업으로부터 발생하는 부유물질을 특정시설 또는 공사로부터 발생원으로 가정할 경우, 유사하게 적용 가능 범조항은 다음과 같다
 - ㉠ 수질오염물질의 배출허용기준수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙 제34조 관련 [별표13]은 부유물질에 대하여
 - 1일 폐수배출량이 2천 세제곱미터 이상일 경우:
 - 청정지역: 30 mg/L 이하;
 - 가지역: 60 mg/L 이하;
 - 나지역: 80 mg/L 이하;
 - 특례지역: 30 mg/L 이하
 - 1일 폐수배출량이 2천 세제곱미터 이하일 경우:
 - 청정지역: 40 mg/L 이하;
 - 가지역: 80 mg/L 이하;
 - 나지역: 120 mg/L 이하;
 - 특례지역: 30 mg/L 이하
 - ㉡ 폐수종말처리시설의 방류수 수질기준(수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙 제26조 관련 [별표 10])은 부유물질에 대하여:
 - 2008.1.1부터 2012.12.31까지: 20(30) mg/L 이하;
 - 2013.1.1 이후: 10(10) mg/L 이하
- ※ ()는 농공단지의 경우

- ② 상기 ①의 ㉠은 통상적인 폐수배출시설에서 배출되는 수질오염물질의 배출허용기준이며(법제32조제1항), ㉡는 공공수역의 수질오염방지를 위하여 특히 필요하다고 인정하는 때(법제12조제1항)
- ③ 따라서, 통상적인 발생원에서 현행법률에서 인정하는 방류기준의 청정지역을 적용할 경우, 수거선(발생원) 주변의 가까운 지점에서 부유물질의 농도가 주변의 공사영향을 받지 않는 지점보다 30 mg/L을 초과를 불허하는 조건을 설정, 단, 본 수거조치가 오염이 극심하게 이루어진 장소에서 행하여진다는 점을 감안하여 수질오염방지를 위하여 특히, 제한을 가할 필요를 있다는 사실을 감안할 경우, 역시 수거선 주변에서 수거 이전 보다 20(30) mg/L 초과를 불허하는 방안으로 설정하는 것을 검토해 볼 수 있다. 그러나, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙에서 설정되어 있는 방류수의 수질기준은 항시적인 배출원에 대한 것이며, 오염퇴적물 수거 과정에서 발생하는 부유물질은 공사기간에 한정된다는 특성이 있다

(다) 부유물질 농도별 해역수질 영향 계산 방안

- ① 부유물질로 인하여 해역수질기준(환경정책기본법시행규칙 제2조 관련 [별표1])을 초과하지 않도록 설정할 경우
- ② 가설1: 오염퇴적물 수거기준 설정지(침안)(이하 “수거기준” 이라 함) 상의 유해화학물질의 항목들 중 어느 특정 항목의 농도가 문제가 되어 수거조치를 하여야 하고(이 경우, 어느 특정 항목을 제외한 농도는 전혀 문제가 없고, 특정 유해화학물질의 농도가 수거기준 [별표 2]의 기준2 농도의 4배 이상일 경우에 해당됨), 해수 중의 사람의 건강보호 항목의 농도가 0 일 경우:
퇴적물의 특정 유해화학물질로 인하여 해수중에 농도가 수질기준 농도로 될 부유물질의 농도는 다음 (식 1)과 같이 계산되어진다

최대부유물질 허용농도(mg/L)

$$= \text{수질기준농도(mg/L)} / (\text{퇴적물에서의 농도(mg/kg)} / 10^6) \quad \text{--- (식1)}$$

표 2-4-7 오염퇴적물에 의한 수질기준 충족 최대 부유물질 허용농도 예

항목	기준 2 (퇴적물)	기준 2의 4배	수질기준	부유물질**
	(ppm)	(ppm)	(mg/L)	(mg/L)
비소	42	166	0.05	300
카드뮴	4	17	0.01	594
크롬*	370	1,480	0.05	34
구리	108	432	0.02	46
수은	1	4	0.0005	125
니켈	52	208		
납	220	880	0.05	57
아연	410	1,640	0.1	61
클로로데인	0.006	0.024		
다이엘드린	0.008	0.032		
디디티(DDT)	0.046	0.184		
PCBs	0.189	0.756	0.0005	661
PAHs	45	180		
TBT	0.105	0.42		

* 표 1에서 크롬의 수질기준은 Cr+6(6가 크롬)상태의 농도를 말하며, 해수 중 용존성 크롬은 산화환경에서 6가 상태이나 퇴적물에서는 대부분 3가 상태로 존재한다.

** 표 1에서 부유물질의 농도는 퇴적물이 재부유하여 100% 용존성으로 전환하였을 경우의 허용농도를 말함, 실제 해수중(연안역)에서 중금속의 입자성/용존성 비를 결정하는 분배계수 Kd 는 1000 이상이기 때문에 실제 수질기준에 도달할 최대 부유물질농도는 표 1의 1000 배에 해당된다.

※ 해양공정시험법에서 해수중의 중금속 농도는 용존성 성분만을 분석

따라서, 중금속으로 오염된 퇴적물의 재부유로 인하여 수질기준에 초과할 부유물질의 농도는 적어도 수백 mg/L 이상에 해당된다.

③ 가설 2: 퇴적물의 화학적 산소요구량(COD)이 문제가 되어 오염퇴적물 수거조치를 해양 할 경우, 퇴적물의 COD 는 40,000 ppm 에 해당되며 이로 인하여 수질 등급 III 등급을 만족시킬 수 있는 부유물질의 최대 허용량은 100 mg/L, II 기준을 만족시킬 부유물질의 최대 허용량은 50 mg/L 가 됨(배경 농도를 0으로 가정하였을 경우)

(2) 전용선 주변 부유물질 발생 허용 범위

상기에서 가장 엄격하게 적용할 수 있는 부유물질의 농도는 수질오염 방지를 위하여 특히 제한을 가할 필요가 있을 경우에 20 mg/L 에 해당된다. 한편, 국내의 준설탁회에 등록된 준설탁선중 오니준설탁선의 제원은 다음과 같다.

표 2-4-8 국내 준설탁선중 오니준설탁선의 제원¹⁶⁶⁾

번호	중량 (톤)	길이 (m)	폭 (m)	깊이 (m)	마력 (HP)
1	380	28.5	9.6	2.5	1,240
2	208	45	8	2.5	1,300
3	1,081	81.4	16	3.4	4,000
4	258	28.5	9.6	2.5	570
5	328	30	11	2.3	1,189
최소	208	28.5	8	2.3	570
최대	1,081	81.4	16	3.4	4,000
평균	451	42.68	10.84	2.64	1,659.8

부유물질의 발생원은 수거가 이루어지는 흡입구가 되며 전용선이 점유하고 있는 면적을 최소 작업범위로 보면, 이를 벗어난 곳에서의 부유물질 발생을 제한할 경우, 전용수거선의 폭 혹은 길이를 감안하여 범위로 설정하는 방안도 있다. 기존 국내 오니준설탁선의 제원은 길이가 28 - 81m (평균 43m), 폭이 8 - 16m (평균 11 m), 발생원에 해당되는 수거장치는 용량 및 형태에 따라 각각 그 크기가 다를 수 있다. 수거선 또한 제각각 제원이 다르므로 이를 감안하여 각각의 제원에 맞는, 즉, 각각의 수거선의 면적을 기준으로 설정하는 방안이 있을 수 있으나 이는 수거장치의 제원과 수거선의 제원의 비 또한 다를 수 있기 때문에 어려운 측면이 있다. 따라서, 국내 오니준설탁선의 평균 길이가 약 42 m 임을 감안 수거장치인 흡입구 중심으로 준설탁선박의 약 절반에 해당되는 20 m 를 부유물질 발생 허용범위로 설정하는 방안을 생각해 볼 수 있다. 부유물질의 발생은 흡입구가 퇴적물을 수거하는 해저면에서 부터 발생하여 부상 또는 확산하게 된다. 따라서, 수직 방향에서의 허용범위

166) 준설탁회

를 수거선이 점유하는 면적을 감안하여 표층을 기준으로 하는 방안과 저층에 해당되는 해저면 바닥으로부터 1 m 상부 수층을 기준으로 설정하는 방안을 검토할 수 있다. 부유물은 발생이 해저면에서 이루어지므로 엄격한 기준이 요구될 경우, 바닥으로부터 1 m 상부 수층을 기준으로 설정할 수도 있다.

(3) 부유물질 발생기준 검사조건

등록업무를 위하여 환경기준으로서 수거선의 부유물질 발생기준을 설정할 경우, 이를 엄정하게 검사하기 위한 표준환경이 요구된다. 이를 위하여 요구되는 검사 설비 조건은 다음 표 10과 같다. 검사는 환경변화로 인한 오차를 없애기 위하여 인위적으로 제어가 가능한 환경을 갖춘 인공수조의 형태를 갖추는 것이 바람직하다.

표 2-4-9 국내 준설선중 오톤준설선의 제원 퇴적오염물질전용수거선의 검사 설비 조건

항 목	설 비 조 건	비 고
인공수조	①검사용 수거장비의 시범운용이 가능한 크기로서 최소 길이 150 m × 폭 50 m × 깊이 4 m ②바닥에는 대략 2 m 두께 이상의 퇴적물을 포함 (점토 및 이토의 함량이 적어도 50% 이상 함유) ③수거장비의 분해 및 해체가 용이하지 않다는 점을 감안하여 해상에서 쉽게 접근이 가능한 도크형태가 바람직	① 현재 국내 보유 오톤전용 준설선의 규격(35(전장)×12.8(전폭)×1.5(홀수),시간당 1 knot 운항속도, 최소 운용 시간 감안(운용 시간 5분을 감안시에 150 m 이동) ② 국내 보유 오톤전용 준설선의 최대 흡입능력 400m ³ /h 감안
부유물질 측정장비	탁도계	

(가) 검사설비로서 인공수조 마련에 대한 타당성 검토

① 등록업무의 빈도 : '08년 3월 14일 관련 규정 시행 이후, '09년 9월 15일까지 18개월간 총 7건의 등록 실적, 이를 감안할 경우, 연간 4건에서 5건 이하의 등록업무가 예상되며, 사업 등록 신청은 사업 기회와 관련 된다는 점을 감안하면, 향후 연간 등록건수는 매년 감소할 것으로 예상된다.

② 길이 150 m × 폭 50 m × 깊이 4 m 규격의 대형 검사용 인공수조의 건설 및 연간 유지비용을 감당하여야 함

따라서, 부유물질에 대한 기준을 설정하고 인공수조를 건설하여 퇴적오염물질 전용수거선의 등록을 위한 검사를 수행한다는 것은 적은 회수의 사용을 위한 과다 비용을 요구하는 바 경제적으로 문제가 있을 것으로 사료됨.

(나) 자연환경에서의 검사조건

“환경피해 최소화”와 관련되어, 논란을 불식시킬 수 있는 다른 대안으로는 자연환경 하에서 검사 가능한 조건을 주고, 이런 조건이 충족되는 해역을 등록하고자하는 업체가 선정하여 검사기관으로 하여금 부유물질의 발생 정도를 실험해역에서의 전용수거선의 가동을 통하여 검사를 받게 하는 방법도 검토해 볼 수 있다. 이를 위한 검사조건은 퇴적오염물질전용수거선이 주로 미립자(점토, 실트) 성분들이 우세한 퇴적물에서 작업을 수행한다는 조건 및 점토의 재부유 조건이 7 cm/sec 이상의 물흐름에서 발생 가능하다는 조건 등을 감안하여 다음과 같은 해역 조건을 제시하는 것도 한 방법일 수 있다.

검사조건:

- 바닥 퇴적물의 입도분포가 50% 이상이 점토 및 실트로 구성된 해역
- 해류가 없는 정온 상태
- 전용수거선의 진행속도 1 knot

그러나, 해역마다 해류, 해황, 퇴적층의 특성 등이 상이할 수 있으므로 자연환경 조건에서 검사 수행시 기준 초과에 대한 이의 신청과 재검사에 대한 요구 사항이 반복될 수도 있을 것이다.

4) 양묘선 관련 규정 검토안

비고의 제6호 “양묘선이란 퇴적오염물질수거업의 앵커(닻)를 올리거나 내리는 기능을 하는 설비를 갖춘 선박을 말한다.”로 규정되어 있으나, 실제 수거작업 시, 양묘 기능을 포함하여 전용수거선의 업무를 현장에서 지원하는 기능을 수행하는 보조선박으로서의 역할이 요구된다 또한, 전용수거선이 자체적으로 양묘 기능을 하는 설비를 갖추고 있을 경우에도 보조선박의 지원이 요구된다. 따라서, 이와 같이 양묘선의 기능에 대하여 공통의 인식이 가능할 경우에는, 원래 규정을 유지하는 것도 무방하나 그 내용을 분명히 한다는 차원에서 “양묘선”을 ‘부속선’으로 그 명칭을 변경하고, 비고의 제6호에 규정된 “양묘선이란 퇴적오염물질수거업의 앵커(닻)를 올리거나 내리는 기능을 하는 설비를 갖춘 선박을 말한다.” 대신 ‘부속선’이란 퇴적오염물질수거업의 앵커(닻)를 올리거나 내리는 기능 및 퇴적오염물질 수거 시 수거선박의 원활한 운영을 지원하는 선박을 말한다고 개정할 필요가 있다.

5) 비고의 제8호의 규정 검토안

비고의 제8호의 “퇴적오염물질수거업무 수행 시 반드시 퇴적오염물질수거업으로 등록한 퇴적오염물질 전용수거선을 사용하여야 한다” 규정의 검토: 지형의 특성상, 전용수거선의 진입이 불가능한 경우 등 전용수거선의 사용에 제약이 있을 경우, 수거업무의 수행을 가능하도록 하기 위하여, 예외적인 경우에 국토해양부장관의 승인을 받아 타 장비의 사용을 가능하게 함. 이를 위하여 다음과 같이 개정을 검토할 필요가 있다: ‘오염퇴적물수거업무 수행 시 오염퇴적물수거업으로 등록한 오염퇴적물 전용수거선을 사용하여야 한다. 다만, 환경적으로 오염퇴적물전용수거선의 사용에 제약을 받을 경우, 국토해양부장관의 승인에 따라 이에 준하는 수거 장비 또는 설비를 사용할 수 있다’

6) 국토해양부고시 제2008-365호의 선박용물건의 형식승인시험 및 검정에 관한기준의 제 147호 “퇴적오니 제거설비” 규정과의 관계 설정 검토안

고시에서 규정된 나 항의 성능시험 항목 중 (1), (2), (6) 및 (7) 호는 2006년 해양수산부의 용역으로 개발된 바 있는 “수압차를 이용한 퇴적물 준

설장비”에 특정한 사양에 해당되며,

고시에서 규정된 나 항의 성능시험 항목 중 (9) 호의 2차 오염시험을 위하여 이미 건조된 수거선에 대하여 실제 장비의 축소모형 제작을 요구하는 것은 현실적으로 불가능할 것으로 사료됨.

따라서, 국토해양부고시 제2008-365호 선박용물건의 형식승인시험 및 검정에 관한기준의 제 147호 “퇴적오니 제거설비” 규정은 퇴적오염물질수거업의 등록기준과 관련된 전용수거선의 성능시험에 범용적으로 적용가능하지 않음. 이를 퇴적오염물질전용수거선등록기준의 검사와 관련하여 준용할 수가 없다고 판단됨.

7) 퇴적오염물질수거업 등록기준 개정안 종합의견

(1) 퇴적오염물질수거업 등록기준 검토 전문가회의

해양환경관리법 시행규칙 제36조제3항 관련[별표14]에 규정된 퇴적오염물질수거업의 등록기준 관련 쟁점사항에 대한 검토 및 의견 수렴을 위하여 2009년 9월 22일 한국수자원공사 수도권지역본부 1층 회의실에서 상기에서 검토된 의견을 중심으로 전문가 회의를 개최하였다. 회의에는 관련 전문가 및 퇴적오염물질수거업등록업체 관계자를 포함하여 총 31명이 참석하였다. 회의에서 제시된 내용과 검토된 의견을 종합하면 다음과 같다

(가) 설비 중 펌프 규정

“진공흡입식 또는 이와 동등한 성능을 지닌 펌프”와 관련하여 일반 준설업과 달리 퇴적오염물질 수거업의 경우 펌프 장비의 환경에 미치는 영향과 관련된 성능이 중요하며, 따라서 당해 장비 관련 구체적 기준이 정립되어야 하며, 이를 위하여서는 등록대상설비의 부유물질의 발생 정도에 대한 환경기준의 설정이 요구됨.

“진공흡입식 또는 이와 동등한 성능을 지닌 펌프”에 대하여 비고 1에 이에 대한 부가 설명으로 ‘진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프란 부압차를 이용한 흡입식 펌프 설비를 말하며 흡입구 주변에 오염퇴적물을 굴삭하기 위한 장치가 별도로 장착되어 있는 경우, 지속적으로 차단

되어진 상태에서 수거가 이루어질 수 있도록 하부 굴삭면을 제외한 부분에는 차단막이 부착되어 있어야 한다는 조항으로 개정하는 안에 대하여서는 별도의 반대 의견없이 동의함

(나) 부유물질 발생 환경기준

“수거작업시 부유물질의 발생으로 인한 환경 피해를 최소화할 수 있는” 과 관련, 제시된 환경기준으로 ‘흡입구 중심 반경 20m 경계면에서 수거작업이 이루어지기 이전보다 부유물질의 농도가 20mg/L 이상을 증가하여서는 아니된다’ 는 안에 대하여서는 보다 강화된 기준의 적용을 요구하고 있다. 그러나, 현재 등록된 전용수거선에 대하여 수거시 부유물질 발생 현황에 대한 자료가 거의 전무한 실정이며 따라서, 전용수거선의 부유물질 발생 현황에 대한 실측 자료와 수거해역 퇴적물의 오염특성을 바탕으로 해역에 미칠 영향에 대하여 계산된 자료와 함께 면밀한 검토가 요구된다

설정된 검사 조건과 관련하여, 검사설비로서 요구되는 도크형태의 대형 수조는 건설 및 유지의 과다경비 소요 대비 적은 사용빈도 문제로 비현실적임을 감안, 제시된 자연환경하에서의 검사조건(바닥 퇴적물이 점토 및 이토 성분이 50% 이상, 해류가 없는 정온 상태, 전용수거선의 진행속도 1 knot)을 충족하는 해역을 등록 신청업체가 편의로 선정하여 검사를 수행하는 것이 바람직한 안으로 동의함.

(다) 양묘선 관련 규정

양묘선은 앵커바지의 역할 외에 전용수거선의 보조역할을 상당 부분 지원하는 기능을 수행한다는 사실을 감안하여, 원안의 규정을 유지 또는 보다 분명한 규정 명시를 위하여서는 기능에 대한 부가 설명 첨가가 요구된다는 안에 동의함.

(라) 수거업무 수행시 등록 수거선만 사용 규정

부산용호만 등 실제 사업 수행시 등록된 전용수거선의 진입이 불가능할 경우에 등록업체의 사업수행을 가능하도록하기 위하여 환경적으로 등록된 오염퇴적물전용수거선의 사용에 제약을 받을 경우 국토해양부장관의 승

인에 따라 이에 준하는 수거장비 또는 설비를 사용할 수 있는 예외 규정을 두는데 동의함.

(2) 퇴적오염물질수거업 등록기준 개정안

이상의 퇴적오염물질수거업 등록기준에 대한 검토안과 전문가회의를 통하여 수립된 의견을 중심으로 퇴적오염물질수거업 등록기준과 관련된 개정안은 다음과 같다.

비고의 제1항에 규정된 “퇴적오염물질 전용수거선이란 퇴적오염물질 수거작업시 부유물질의 발생으로 인한 환경피해를 최소화할 수 있는 진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프를 장착한 선박을 말한다.” 를 ‘오염퇴적물 전용수거선이란 오염퇴적물 수거작업시 부유물질의 발생으로 인한 환경피해를 최소화할 수 있는 진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프를 장착한 선박을 말한다. 진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프란 부압차를 이용한 흡입식 펌프 설비를 말하며 흡입구 주변에 오염퇴적물을 굴삭하기 위한 장치가 별도로 장착되어 있는 경우 지속적으로 차단되어진 상태에서 수거가 이루어질 수 있도록 하부 굴삭면을 제외한 부분에는 차단막이 부착되어 있어야 한다. 오염퇴적물 수거작업시 부유물질의 발생으로 인한 환경피해를 최소화하기 위하여 오염퇴적물 전용수거선에 의하여 수거가 이루어지는 흡입구를 중심으로 수평으로 반경 20 m의 원주상 경계면에서 수거작업이 이루어지기 이전보다 부유물질의 농도가 20 mg/L 를 증가하여서는 아니된다.’ 로 개정한다.

비고의 제6항에 규정된 “양묘선이란 퇴적오염물질수거업의 앵커(닻)를 올리거나 내리는 기능을 하는 설비를 갖춘 선박을 말한다.” 를 ‘양묘선이란 오염퇴적물수거업의 앵커(닻)를 올리거나 내리는 기능을 포함하여 오염퇴적물 수거 시 수거선박의 원활한 운용을 지원하는 선박을 말한다’ 로 개정한다.

비고의 제8항에 규정된 “퇴적오염물질수거업무 수행 시 반드시 퇴적오염물질수거업으로 등록한 퇴적오염물질 전용수거선을 사용하여야 한다.” 를 ‘오염퇴적물수거업무 수행 시 반드시 퇴적오염물질수거업으로 등록한 퇴적오염물질 전용수거선을 사용하여야 한다. 다만, 환경적으로 오염퇴적물전용수거선의 사용에 제약을 받을 경우, 국토해양부장관의 승인에 따라 이에 준하

는 수거 장비 또는 설비를 사용할 수 있다' 로 개정한다.

환경피해 최소화에 대한 부유물질 발생에 대한 검사조건은 오염퇴적물 수거가 대부분 점토와 이토로 구성된 해역에서 이루어진다는 점을 감안하여 바닥 퇴적물의 점토 및 이토 성분이 50% 이상인 해역을 등록을 하고자하는 업체가 임의로 검사의 편리에 맞게 선정하여 해류가 없는 정온 상태에서 전용수거선의 진행속도 1 knot를 유지하면서 설비 가동에 따른 부유물질의 발생정도를 검사받는 것으로 한다. 이에 대한 자세한 사항은 별도로 정한다

제5절 결론

항만이나 수로, 연안의 퇴적물 오염은 저서생물은 물론 인간의 건강에도 영향을 미칠 수 있다. 이에 따라 오염된 퇴적물을 수거함으로써 항만등을 정화·복원해야 할 필요성이 증대되고 있다. 더욱이 그동안 수거된 오염퇴적물을 해양에 다시 투기하여 왔으나, 이를 규제하게 됨으로써 수거된 오염퇴적물의 처리·처분을 어떻게 할 것인가라는 문제도 발생하게 되었다.

현행 「해양환경관리법」을 비롯하여 「폐기물관리법」, 「토양환경보전법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 등의 국내 법제는 오염퇴적물의 개념 정의조차 내리지 못하고 있으며 오염퇴적물의 정화·복원조치의 준거기준조차 마련하고 있지 않다. 나아가 수거된 오염퇴적물 또는 준설물질을 사업장일반폐기물로 보아 퇴적물의 오염도와 상관없이 일률적으로 처리·처분함으로써 골재나 매립토 등으로 유효하게 활용 가능한 자원을 투기하거나 단순 매립하여 왔고 정화·복원사업의 수행을 어렵게 하였다.

반면 미국을 비롯한 세계 각국은 이미 오염퇴적물의 위해성을 인식하고 수거된 오염퇴적물의 해양투기를 제한함은 물론 적절한 처리·처분 규정 및 지침을 마련하고 있다. 특히 미국은 일찍부터 퇴적물 오염기준을 마련하고 이를 통해 오염퇴적물의 관리체계를 수립하여 왔다. 또한 RCRA 또는 CERCLA의 규정들을 통해 수거된 오염퇴적물 또는 준설물질의 처리·처분 방법을 정하고 있다.

본 연구에서는 이와 같은 논의를 통해 해양의 저서생물 및 생태계 그리고 인간의 건강에 영향을 미칠 수 있는 해양의 오염퇴적물의 수거·준설 및 처리·처분 방안을 마련하기 위해 국내 법제의 개선안을 제시하고자 한다.

무엇보다도 오염퇴적물에 관한 규정들이 개별 법률에 산재되어 있어 실질적으로 이를 관리하는 데 어려움이 있다고 여겨지므로 「해양환경관리법」 체계 내에서 이를 규율함이 타당하다고 여겨진다. 이는 현실적으로 「해양환경관리법」의 일부 개정을 의미하는 것으로 다른 관련 법률들을 개정하지

않고, 그리고 「해양환경관리법」의 큰 틀을 바꾸지 않고 비교적 쉽게 관리 체계를 마련할 수 있을 것이다. 이 경우 오염퇴적물과 관련하여 「해양환경 관리법」이 특별법적 성격을 갖기 때문에 「폐기물관리법」 등 다른 법률 규정에 우선한다고 할 수 있으나, 논란의 여지를 없애기 위해 오염퇴적물의 수 거·처리 등에 관하여 「해양환경관리법」에 우선적 지위를 부여하는 규정을 둘 필요가 있다. 오염퇴적물의 효율적인 수거·처리를 위한 구체적인 방안을 몇 가지 제시하면 다음과 같다.

첫째, 동법 내에 오염퇴적물 또는 준설물질에 대하여 개념 정의를 할 필요가 있다. 이는 오염퇴적물(준설물질)을 폐기물로 취급하던 종래 방식에서 탈피하여 독자적인 수거·처리체계를 마련하기 위한 전단계로서 의미가 있다. 둘째, 오염퇴적물의 수거·준설기준 및 방법을 마련해야 할 것이다. 셋째, 준설물질의 처리·처분 방법을 규정함에 있어서는 재활용, 매립, 해저 고립처리, 해양배출 등으로 단계별로 구분하여 체계적으로 이를 관리하여야 할 것이다. 넷째, 동법은 해양환경관리업과 관련하여서 '퇴적오염물질수거업'만을 규정하고 있는데, 처리업을 신설하고, 운영하는 것을 검토할 필요가 있다. 다섯째, '퇴적오염물질 전용수거선'의 등록기준을 '진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프'를 장착한 선박에 한정하고 있는 것은 지나치게 시장진입을 제한하는 규정하는 것이며, 이에 대한 보다 명확한 보충설명이 필요할 경우, 비고란에 '진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프란 부압차를 이용한 흡입식 펌프 설비를 말하며 흡입구 주변에 오염퇴적물을 굴삭하기 위한 장치가 별도로 장착되어 있는 경우, 지속적으로 차단되어진 상태에서 수거가 이루어질 수 있도록 하부 굴삭면을 제외한 부분에는 차단막이 부착되어야 한다'는 추가 규정을 둘 수 있을 것이다. 그리고 "수거작업시 부유물질의 발생으로 인한 환경피해를 최소화할 수 있는과 관련된 기준은 '오염퇴적물 전용수거선에 의하여 수거가 이루어지는 흡입구를 기준으로 수평으로 반경 20 m의 원주상 경계면에서 수거작업이 이루어지기 이전보다 부유물질의 농도가 20 mg/L 를 증가하여서는 아니된다.'는 기준을 적용하는 안을 검토해 볼 수 있다. 다만, 향후 수거공법 특성조사를 통하여 보다 자세한 검토를 거친 후 환경기준을 마련하는 것이 타당한 것으로 사료

된다. 더불어 '양묘선'과 관련하여 원안을 유지하던지, 아니면, 양묘선의 실제적인 기능인 전용수거선의 보조업무 수행에 대한 설명을 비고란에 추가할 필요가 있다. 또한, 부득이 전용수거선의 진입이 불가능한 경우를 고려하여 전용수거선 이외의 설비 또는 장비로 수거가 가능하도록 변경할 필요가 있다.

제 3 장
국내 해양오염퇴적물의
처리기술에 대한 검증 및
성능평가

제 3 장 국내 해양오염퇴적물 처리기술 현황 및 실태조사

제1절 국내 해양오염퇴적물 처리기술 현황 및 실태조사

1. 해양오염퇴적물 처리기술 현황

1) 개요

1988년부터 시작된 마산만 오염해역 퇴적물 정화사업 이후, 현재까지 우리나라 해역의 오염퇴적물은 정화·복원 방법으로 준설이 선택되었고, 처리·처분 방안으로서 마산만의 경우 해면매립 그 이외 지역에서는 모두 해양에 배출하여 처분되었다. 2009년 9월 현재까지 오염퇴적물 정화사업 추진 현황을 표 3-1-1에 나타내었다.

표 3-1-1 오염퇴적물 정화사업 추진 현황

차 례	사업해역	사업기간	물량 (천m ³)	사업비 (백만원)	정화· 복원방법	처리· 처분방법
1	마산항	'90~'94	2,111	28,496	준설	해면매립
2	축산항	'96~'97	23	330	준설	해양배출
3	주문진항	'96~'00	231	7,750	준설	해양배출
4	포항구항	'97~'06	651	34,606	준설	해양배출
5	청초호	'00~'04	569	21,736	준설	해양배출
6	여수 선소	'00~'05	600	23,653	준설	해양배출
7	목호항	'06~	289	17,930	준설	해양배출
8	방어진항	'04(실시설계)*	274	15,349	준설	해양배출
9	행암만	'06(실시설계)*	268	16,390	준설	해양배출
10	부산남항	'06(현황조사)	264**	29,800**	준설	처리후 연안매립
11	부산용호만	'08(타당성조사)	141**	120**	준설	미정
12	부산감천항	'09(타당성조사)	56**	미정	준설	미정

주] * : 처리·처분 대안 변경을 위한 실시설계 변경 필요

** : 물량 및 사업비는 추정치, 실시설계 종료후 물량 및 사업비 산정가능

해양환경보호를 위한 국내·외의 자각으로 우리나라에서는 2008년 해양환경관리법 시행규칙 제2조 2항과 관련된 별표 8 해양배출처리기준이 강화되어, 제1기준(2008년 8월 22일부로 시행)을 초과하는 해양오염퇴적물(수저준설토사)은 해양배출이 금지되었다. 한편, 폐기물 및 기타물질 투기에 의한 해양오염방지에 관한 국제조약인 1972년 런던협약(London Convention)은 1996년에 보다 강화된 1996년 런던의정서(London Protocol)의 발효(2006년 3월 24일)로 대체되었다. 우리나라는 2009년 1월 21일 1996년 런던의정서에 가입하였고, 2009년 2월 21일부터 국내에 효력이 발효되었다.

이러한 국내·외의 해양환경에 대한 여건의 급격한 변화로 인하여 우리나라에서 해양오염퇴적물 정화·복원 사업을 추진하기 위해서는 사업 착수 전에 반드시 처리처분 대안을 선정함이 타당하다고 사료된다. 특히, 현재 울산 방어진항 및 진해 행암만 등 실시설계를 마치고 정화사업이 예정된 경우 또는 부산 남항 등 시급한 정화·복원이 필요한 경우, 해양투기를 대체할 수 있는 처리·처분 방안 선정이 시급히 요구된다.

현재 오염퇴적물 정화, 복원과 관련된 기술 특허 (17건) 및 유사기술로써 오염토양 정화, 복원 기술 특허 (50건) 등 활용 가능한 기술이 존재한다. 국내 오염퇴적물 처리·처분과 관련된 기술을 정리하여 표 3-1-2에 나타내었다.

표 3-1-2 국내 오염퇴적물 처리·처분 관련 기술 현황

차례	기술 종류	세부 내용	건수	소계
1	오염퇴적물 정화·복원 기술 특허	준설 관련 기술	4	17
		준설 후 처리 관련 기술	5	
		기타 처리 기술	8	
2	오염토양 정화·복원 기술 특허 (유사기술)	물리적 처리 기술	18	50
		물리·화학적 처리 기술	11	
		생물학적 처리 기술	17	
		유류오염 방제 기술	4	
총계				67

1) “해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발 I”, 국토해양부, 2008년 6월

2) 국내 해양오염퇴적물 관련 처리기술 현황

가) 오염토양 정화기술 현황

해양오염퇴적물 처리기술과 유사한 오염토양 정화기술은 2008년 1월 31일 기준 79개 업체가 등록되어 있었으나, 2008년 7월 11일 105개 업체로 증가하였고, 2009년 3월 2일 현재 111개 토양정화 업체가 등록되어 있다 그림 3-1-1에 각 지방 환경청 관내 토양정화업체의 기간별 변화경향을 나타내었다

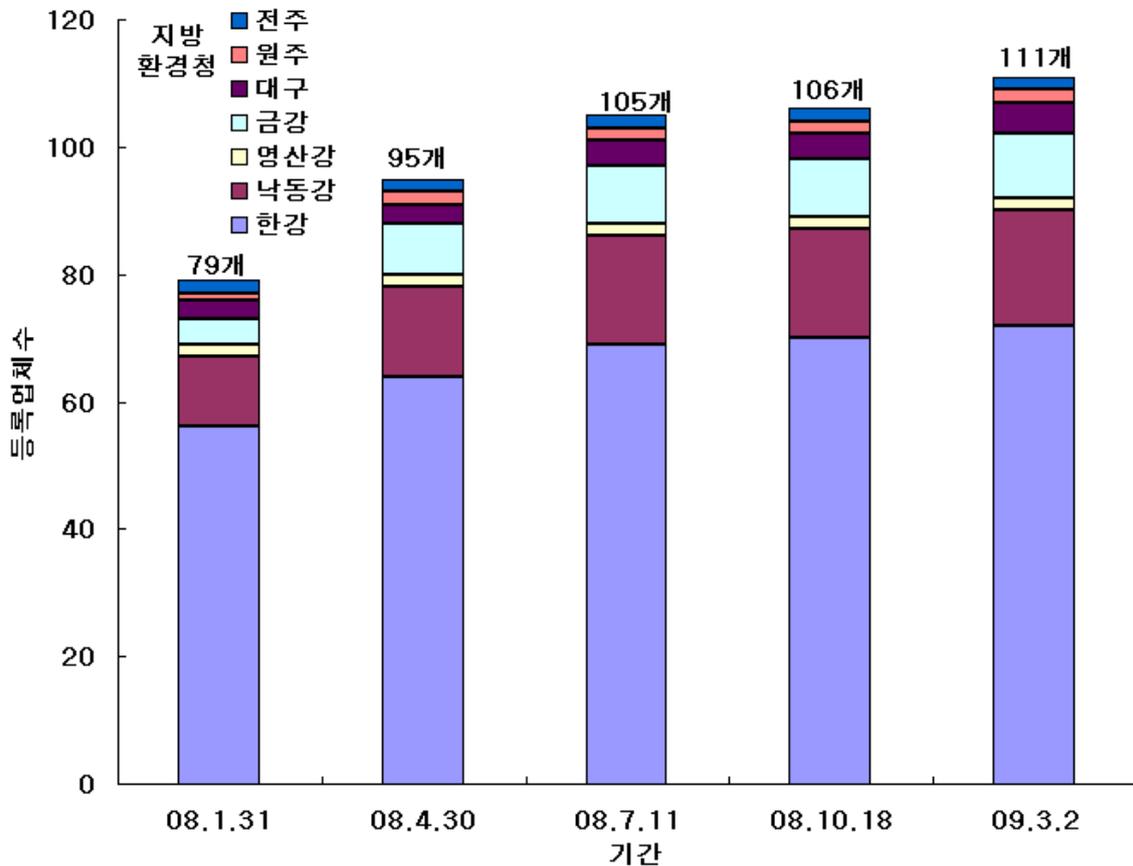


그림 3-1-1 각 지방 환경청 관내 토양정화업체의 기간별 변화

환경부는 2008년 1월부터 현장기술 개발을 통한 선진적인 토양지하수 통합관리기반을 구축하고, 환경시장의 90% 이상을 국내기술로 대체하기 위하여 “토양·지하수 오염방지기술개발사업(GAIA Project)”(사업기간: 2008년~2010년[총 10년], 사업예산: 1,397억원[민간예산 234억원 제외])을 추진하고

있다²⁾. 2008년 이후, 토양정화업체의 급격한 증가는 이러한 수요의 증가에 기인된 것으로 사료된다.

표 3-1-3 GAIA Project의 목표 및 예산

구분		1단계 (‘08~‘11)	2단계 (‘12~‘14)	3단계 (‘15~‘17)
기본목표	우리나라 토양·지하수 환경시장의 90% 이상을 국내기술로 대체	요소기술 개발	현장기술 개발	통합관리 기반 구축
사업예산 (억원)	계	1,631	758	558
	정부(환경부)	1,397	649	478
	민간	234	109	80

[출처: “토양·지하수 오염방지기술개발사업(GAIA Project)”, 환경부, 2008년 1월 14일]

2000년 이후, 우리나라에서 적용된 오염토양 정화방법) 중,

- [1] 토양증기추출법 (Soil vapor extraction)
- [2] 생물학적통풍법 (Bioventing)
- [3] 토양세척법 (Soil washing)
- [4] 기타
- [5] 화학적 산화/환원법 (Chemical oxidation / reduction)의 순으로 활용되고 있는데, 이중 토양세척법과 오염토양 정화를 위하여 활용되는 입자분리(Soil separation) 기술은 해양오염퇴적물 정화를 위한 처리기술로 활용이 가능한 것으로 사료된다.

해양오염퇴적물은 해역별 특성에 따라, 점토(Clay), 미사질(Silt) 및 사질(Sand) 등 다양한 입경으로 구성되어 있는데 반하여 현재 우리나라에서 활용되는 토양오염 정화기술은 대부분의 경우 0.01mm 이하의 미세토양을 처리하는데 제한이 되기 때문에, 향후 미세토양까지 처리 가능한 기술의 개발이 필요하다.

2) “토양·지하수 오염방지기술개발사업(GAIA Project)”, 환경부, 2008년 1월 14일

3) “오염토양 정화방법 가이드라인”, 환경부, 2007년

나) 기타 활용 가능한 기술 현황

해양에서 수거한 오염퇴적물을 처리 후 유효활용하기 위해서, 정화사업이 시행되는 인근 지역에 소재하는 폐기물 처리/재활용 업체와 연계하여 처리하는 것도 한 가지 대안이 될 수도 있다.

폐산, 폐알칼리 등 여러 종류의 폐기물 중간처리(재활용 전문)⁴⁾ 허가업체 중오니류를 재활용 하는 업체 79개 업체, 폐주물사 및 샌트블라스트 폐사를 재활용하는 업체 19개로서 모두 96개 업체가 해양오염퇴적물에 활용이 가능할 것으로 사료된다. 또한, 유사한 사례로서, 일부 업체는 폐기물관리법에 규정된 폐기물 중간처리업(하수준설토 처리) 허가를 근거로 해양오염퇴적물과 유사한 물질인 하수도 준설토를 중간처리 후 매립용 토사, 건설공사용 재료 또는 부원료(시멘트 부원료, 구리 제련소 부원료, 비료공장 부원료)로 판매하고 있다⁵⁾.



그림 3-1-2 폐기물 중간처리(재활용)업체 처리 현장

4) 폐기물중간처리업(재활용 전문)허가 업체 현황, 환경부, 2008

5) "부산 용호만 오염해역 퇴적물 정화복원 타당성 조사, 부산지방해양항만청 2008년 12월

2. 해양오염퇴적물 처리기술 실태조사

1) 해양오염퇴적물 처리기술 평가방안

해양오염퇴적물 처리기술 실태조사 시 취합된 다양한 처리기술을 평가하기 위한 절차를 마련하고자 우선, 국내·외 관련 처리기술 평가 사례를 검토하고, 현재 우리나라에서 활용할 수 있는 해양오염퇴적물 처리기술에 맞는 기술평가 방안을 도출하였다.

가) 관련 처리기술 평가 사례 검토

① 우리나라의 오염토양 정화기술 평가방안⁶⁾

환경부는 오염토양 정화 현장에 적용할 기술평가 시 먼저, 기술의 분류, 특성, 처리 가능한 오염물질과 장단점을 비교하여 평가한다. 표 3-1-3에 기술평가 시 기초자료를 사례로 나타내었다.

표 3-1-4 기술평가 시 기초자료 (사례)

기술분류	처리장소	현장처리		현장 외 처리		
	공정원리	생물학적 처리	물리/화학적 처리	열적 처리		
	적용지역	불포화지역			포화지역	
	적용매질	토양			지하수	
	상용화 단계	상용화	소규모		실험실	
처리물질	- 유류계탄화수소, 비염소계 용매, 살충제, 유기화합물질 - 비할로젠 VOCs 및 SVOCs, 유류					

6) "오염토양 정화방법 가이드라인, 환경부, 2007년

기술평가 시 각 단계별 유효성 평가절차는 다음과 같다.

[1] 1단계: 기술의 초기 적용성 평가

- 기술이 정화·복원 방법으로 고려대상인지 여부를 신속하게 결정한다

[2] 2단계: 기술의 세부 적용성 평가

- 기술이 효과적으로 적용될 수 있는지 토양 및 오염물질의 특성 등 세부 기준을 평가하며, 실내 및 현장실험, 자료 등 검토를 통해 기술의 적용 가능 여부를 최종 판단한다.

[3] 3단계: 기술의 설계평가

- 기본 설계를 위한 설계인자 및 충분한 적용성 평가시험이 수행되었는지 여부를 평가한다.

[4] 4단계: 운영 및 모니터링 계획 평가

- 시운전 계획, 운영/모니터링 계획의 적정여부, 정화과정 중 모니터링 항목 등이 적절한지 검토한다.

기술평가 결과를 기초로 실제 정화사업에 사용할 기술을 선정하는 방법은 다음과 같다.

[1] 1단계: 매체별 적용기술 그룹의 선정

- 오염도 조사를 바탕으로 오염지역 및 매체에 따라 정화범위를 구분하여 매체별 적용 가능한 기술을 선정한다.

[2] 2단계: 오염물질별 적용기술 그룹의 선정

- 1단계 과정을 통하여 기술을 선정한 후, 오염물질별 정화기술 비교표를 이용하여 오염물질의 종류에 따른 적용 가능한 기술그룹을 선정한다.

[3] 3단계: 기술 특성별 적용기술 그룹의 선정

- 2단계 과정을 통하여 기술 그룹을 선정한 후, 오염토양 정화기술의 특성 비교표를 이용하여 기술별 특성에 따른 정화기술 그룹을 선정한다

[4] 4단계: 최적 기술의 선정

- 3단계 기술특성별 적용기술 그룹이 선정된 다음 기술별 가이드라인 및 기타 기술 관련 자료를 참고하여 최적기술을 선정한다.

오염토양 정화기술 선정과정의 흐름도와 기술평가 시 고려가 필요한 오염토양 정화기술의 특성 비교를 그림 3-1-3과 표 3-1-5에 각각 나타내었다.

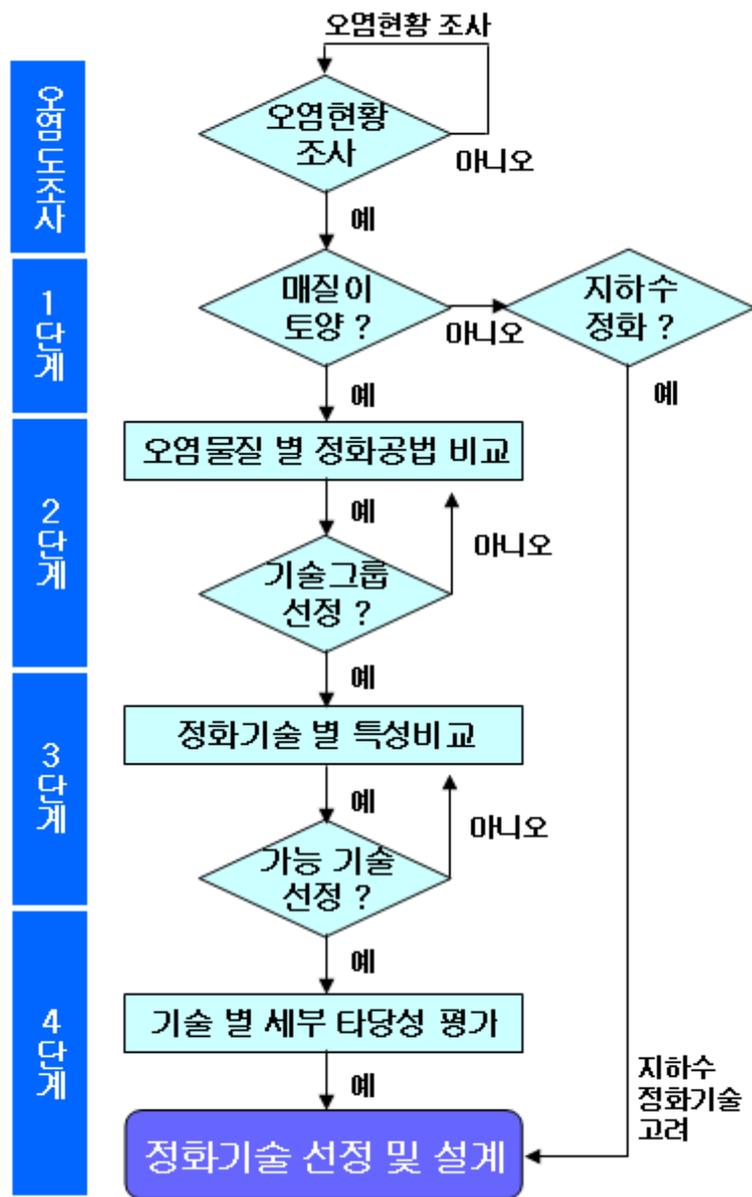


그림 3-1-3 정화기술 선정과정 흐름도

표 3-1-5 기술평가 시 고려가 필요한 오염토양 정화기술의 특성 비교

인자	내용	기타
개발상태 (상용화 정도)	F(Full scale), P(Pilot scale), L(Laboratory scale)	
단독 적용 여부 (배가스처리 제외)	가능 / 불가능	
부산물 (공정중 발생)	고체(S), 액체(L), 증기(V), 없음(N)	
운영비 및 초기자본	O&M: 운영비 및 유지비용 Cap: 시설비와 같은 초기 투자비 B: 운영비 및 초기 투자비 모두 N: 운영비 및 초기 투자비 모두 아님	
처리장소	현장처리(in-situ) / 현장외 처리(ex-situ)	
적용 용이성 (설계, 시공, 운전, 유지)	높음(4개사 이상), 보통(2~4개사), 낮음(2개사 미만)	
처리효과 (대상 오염물질별)	높음(효과있음), 보통(부분적 효과), 낮음(효과없음)	
정화기간 (20,000톤 정화시)	현장처리: 높음(1년 이하), 보통(1~3년), 낮음(3년 이상)	
	현장외 처리: 높음(0.5년 이하), 보통(0.5~1년), 낮음(1년 이상)	

② 환경신기술 인증 및 검증절차)

환경신기술 평가의 목적은 국내에서 개발개량이 완료된 환경기술을 국가가 검증·평가하여 이를 인정함으로써 우수한 기술 보급을 촉진하고 환경산업 육성을 도모하기 위함이다.

환경신기술 인증 및 검증의 법적근거는 다음과 같다

- 환경기술개발 및 지원에 관한 법률 제7조
- 환경기술평가의 절차 및 평가기준등에 관한 규정 (환경부고시)
- 환경기술평가 업무처리 규정 (업무규정, 환경부 훈령)
- 환경신기술에 대한 입찰 가점 부여기준 (환경부고시)
- 환경기술현장평가기관 지정등에 관한 규정 (업무규정)
- 공공시설의 환경 신기술 적용촉진을 위한 업무처리 규정(환경부훈령)
- 환경기술실용화촉진을 위한 규정 (환경부고시)

이 제도는 1997년 12월 "환경기술평가업무규정"(환경부 훈령)으로부터 시작되었으며, 지금까지 6차례 개정을 통하여 평가대상기술을 확대하고, 평가기술을 환경신기술로 구분하였으며, 신기술 지정 심사방식을 개선하였고, 유사기술에 대한 사전조사 및 심사위원 선정방법 등을 개선하였다. 또한, 시행상의 문제점을 보완하여 검증제도를 정착화 시키기 위하여 2006년 6월 환경기술개발 및 지원에 관한 법률 제17조에 의해 법적 근거를 마련하였다. 한편, 기술평가 시 소요되는 평가비용 및 기간의 과다를 해소하기 위하여 서류심사방식의 신기술인증과 현장검증을 포함하며 다소 평가기간이 소요되는 기술검증으로 구분하여 실시되고 있다

신기술인증은 현장조사와 현장조사로 신기술인증을 받는 제도로서, 개발자가 신기술의 신규성과 우수성에 대한 서류심사를 통하여 인증을 받을 수 있다. 인증까지 약 90일 이내의 기간이 소요되며, 등록비용이 필요하다.

7) 환경신기술정보시스템(www.koetv.or.kr/), 환경기술진흥원

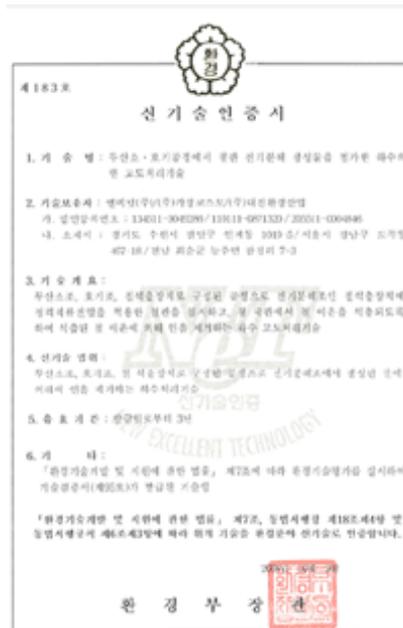


그림 3-1-4 신기술인증증서의 사례

기술검증은 신청자가 제시한 기술의 신규성과 우수성(성능, 적용성)을 서류심사와 현장평가기관의 현장검증을 통하여 검증받는 제도이다. 또한, 이 제도는 평가비용과 기간이 소요되지만, 기술사용자에게는 신기술의 성능을 사전에 검증하여 제공할 수 있으므로, 기술에 대한 신뢰성을 높일 수 있으며, 기술선택 시 판단을 용이하게 할 수 있는 장점이 있다.

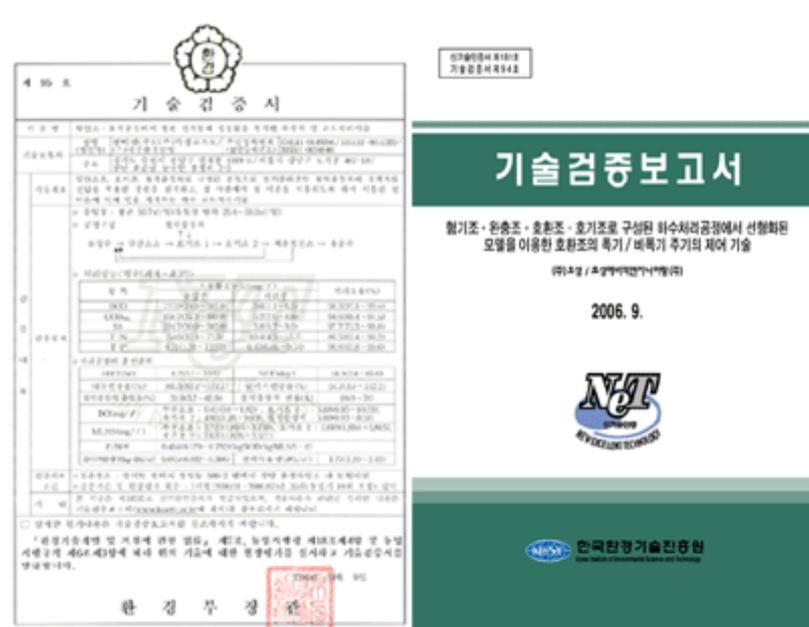


그림 3-1-5 기술검증증서와 기술검증보고서의 사례

기술평가를 위한 운영체계를 그림 3-1-6에 나타내었다.

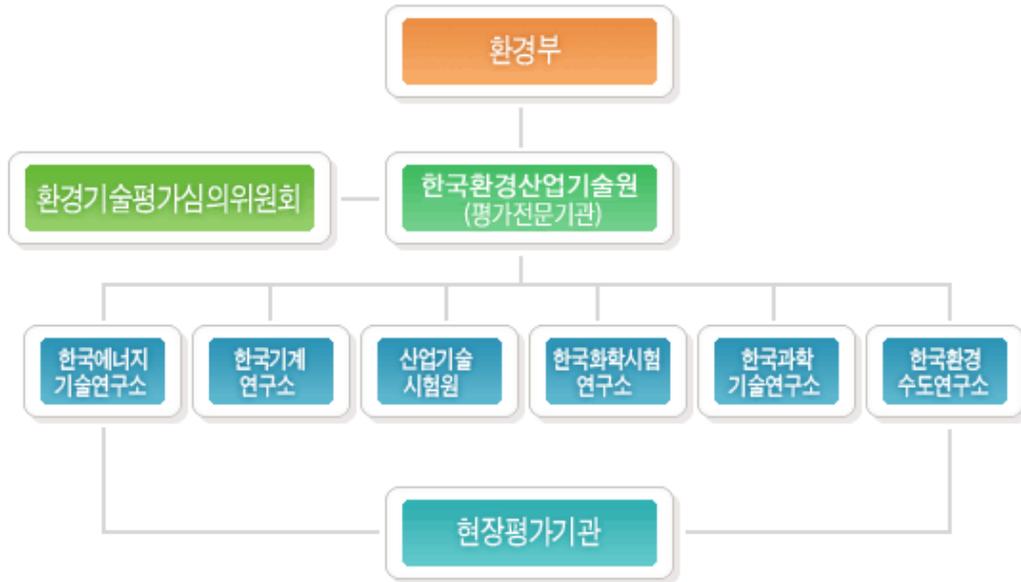


그림 3-1-6 기술평가를 위한 운영체계

기술평가를 위한 각 기관별 역할과 현장평가기관의 평가기술 분야는 표 3-1-6와 표 3-1-7에 각각 나타내었다.

표 3-1-6 기술평가를 위한 각 기관별 역할

기관명	기관별업무내용
환경부	<ul style="list-style-type: none"> • 신기술인증서 및 기술검증서 발급
평가전문기관 (한국환경산업기술원)	<ul style="list-style-type: none"> • 신청서 접수 • 이해관계인 의견수렴을 위한 공고 및 평가신청서 인터넷 공개 • 신청기술 상담, 신청서 검토 • 환경기술검증보고서 발간 • 신기술 사후관리 • 환경신기술 홍보 • 현장평가기관 지정업무
현장평가기관 (6개기관)	<ul style="list-style-type: none"> • 기술검증 중 현장평가업무 수행 <ul style="list-style-type: none"> - 신청자와 현장평가 협약 - 평가기준에 따라 평가기술을 현장에서 기술검증 실시 - 기술검증보고서 작성

표 3-1-7 현장평가기관의 평가기술 분야

지정기관	현장평가 지정기술분야
한국에너지기술연구소	<ul style="list-style-type: none"> • 집진처리기술분야 • 자동차배출가스처리기술분야 • 유해가스처리분야 • 폐기물자원화기술(폐플라스틱, 페타이어 열분해)분야 • 소각처리기술분야
한국기계연구원	<ul style="list-style-type: none"> • 소각처리기술 • 집진 및 유해가스처리기술 • 소음·진동방지기술
산업기술시험원	<ul style="list-style-type: none"> • 집진 및 유해가스처리기술 • 소음·진동방지기술 • 소각처리기술 • 폐기물자원화(유해성폐기물자원화, 산업기계기술) • 환경측정기기기술
한국화학시험연구원	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기물자원화기술(폐플라스틱, 폐슬러지, 페타이어, 음식물쓰레기 자원화 기술 분야) • 정수처리기술
한국과학기술연구원	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기물자원화(고형화)분야
한국환경수도연구소	<ul style="list-style-type: none"> • 정수처리기술분야

환경기술평가를 위한 심의위원회는 대학교수, 환경관련 공무원, 유관기관 연구원을 대상으로 인력풀을 구성하여 심사위원을 선정하며 선정은 컴퓨터 프로그램으로 무작위로 추첨하게 된다. 심의위원회의 기능은 기술평가를 위한 서류심사, 기술검증 평가기준에 대한 심사, 종합평가, 신기술인정 및 취소 여부, 유효기간 연장심사를 담당한다.

또한, 사후관리를 위하여 매년 1월 31일까지 전년도 현장활용 실적을 조사하여, 환경신기술이 다음 사항에 해당되면 신기술 인증을 취소한다.

- [1] 평가 결과 기술이 환경적 이익이 없거나 환경 문제 해결에 유익하지 않은 기술로 판단될 경우
- [2] 평가 결과 기술이 타인의 지적 재산권 등 권리를 침해한 경우
- [3] 허위 또는 부정한 방법 등으로 환경기술평가를 받은 경우

신기술 인증절차 및 기술평가 업무처리 흐름도를 그림 3-1-7에 나타내었다.

▶ **신기술인증**

신청서작성(신청인) → 선행기술조사보고서제출(신청인) → 접수(기술원) → 인터넷공고 30일(기술원) → 평가대상
 상 통보 및 등록 → 현장조사 → 서류심사(평가심의위원회) → 신기술인증서 발급 · 공고(환경부)

▶ **기술검증**

신청서작성(신청인) → 선행기술조사보고서제출(신청인) → 접수(기술원) → 인터넷공고 30일(기술원) → 평가대상
 통보 및 등록 → 현장조사 → 평가기준심의(평가심의위원회) → 협약 및 현장평가 → 종합평가(평가심의위원회) →
 신기술인증서 · 기술검증서 발급 · 공고(환경부) 및 기술검증보고서 발행(환경산업기술원)

▶ **유효기간연장**

신청서작성(신청인) → 접수(기술원) → 평가대상 통보 및 등록 → 현장조사 → 서류심사(평가심의위원회) → 신기술
 인증서 유효기간 연장 발급 · 공고(환경부)

※ 유효기간 연장 신청은 신기술인증서의 유효기간 종료 120일 전까지 신청한다.

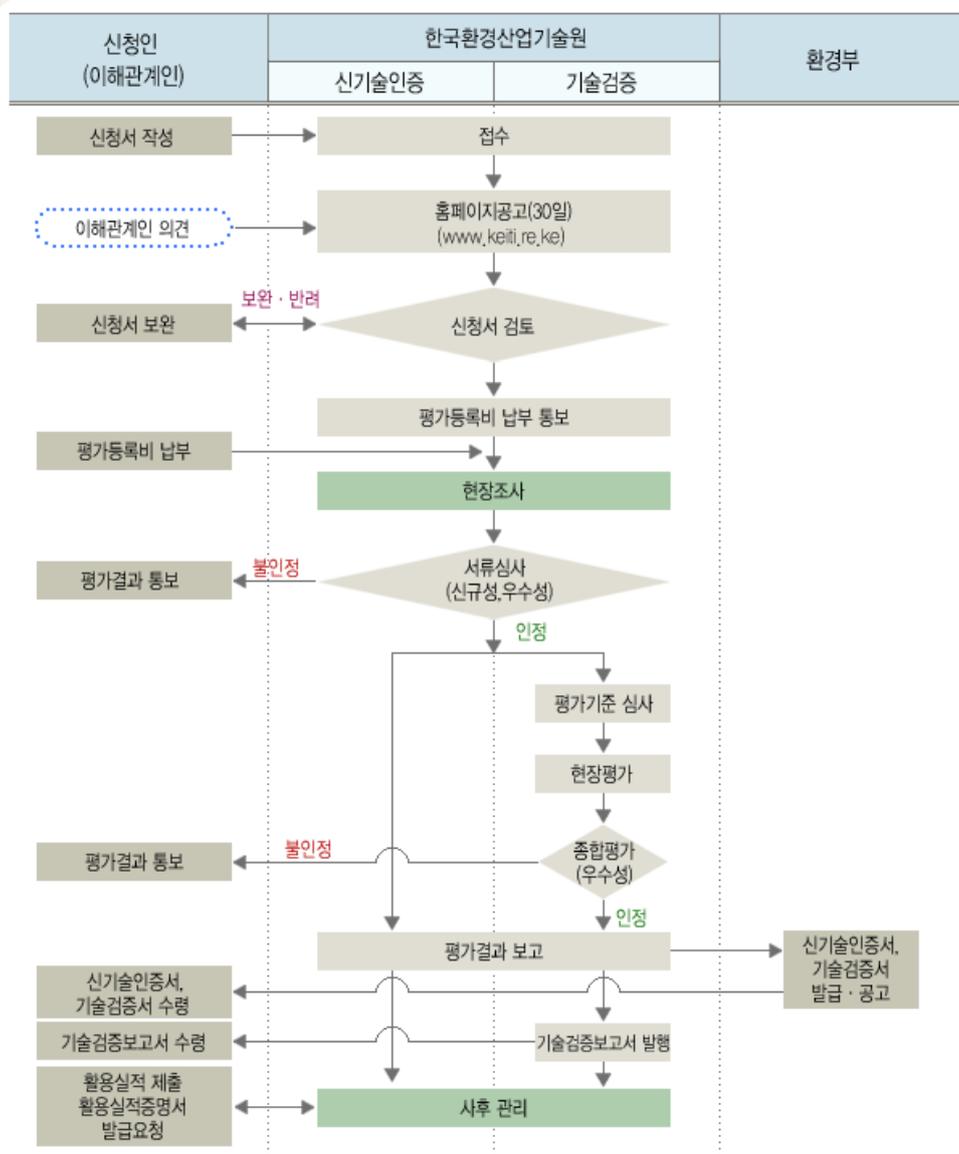


그림 3-1-7 신기술 인증절차 및 기술평가 업무처리 흐름도

환경신기술의 유효기간은 연장신청이 가능하다(그림 3-1-8).

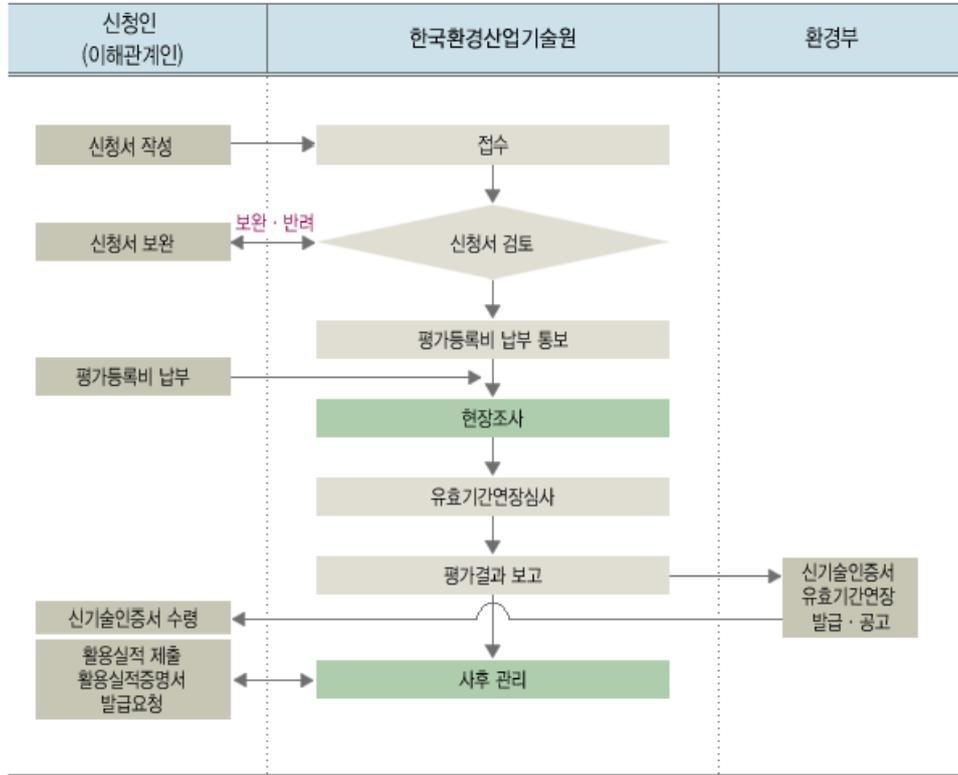


그림 3-1-8 환경신기술의 유효기간 연장신청 절차

한편, 환경기술평가를 신청한 기술에 대하여 관련 이해당사자의 의견을 취합하기 위하여 공휴일을 포함하여 30일 동안 관보에 공고하도록 환경기술 개발 및 지원에 관한 법률 시행령 제8조 제3항에 규정되어 있다.

기술평가를 위하여 제출된 서류는 관련규정에 의거하여 검토하며 현장조사 시 아래 항목에 대한 조사를 수행한다

- 대상기술 공정 구성 및 제원조사
- 환경신기술 내용 확인
- 평가시설 운전 및 성능 확인
- 기술검증인 경우 검증가능여부 등 확인
 - 유량계, 전력계 등 계측기 부착 여부
 - 시료채취 가능여부
 - 검증에 필요한 사항 등 점검

신청자격은 신기술을 보유하고 있는 개인 또는 법인이나 사업체로 규정되어 있고, 신기술인증, 기술검증 및 유효기간연장에 대한 각각의 신청방법은 다음과 같다.

[1] 신기술인증

- 처리기간: 90일
- 신청서류: 환경기술평가신청서, 신기술인증 구비서류
- 평가비용: 등록비(200만원) 및 심의위원 심사수당 등

[2] 기술검증

- 처리기간: 120일
- 신청서류: 환경기술평가신청서, 신기술인증 구비서류
- 평가비용: 등록비(200만원) 및 현장검증에 필요한 비용

[3] 유효기간연장

- 신청서류: 신기술 유효기간 연장신청서 및 구비서류
- 평가비용: 등록비(200만원)

현행 제도에서는 "환경신기술"이란 국내에서 최초로 개발되었거나 또는 외국의 기술을 도입하여 소화 개량한 기술로서, 기존 기술과 비교하여 신규성, 우수성이 인정되는 기술로 정의한다(환경부 고시 제2조 1항). 신기술 인증을 위한 평가기준을 표 3-1-8에 나타내었다.

표 3-1-8 신기술 인증을 위한 평가기준

항목		심사내용
신규성		<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 기술이거나 또는 국내외 기술의 주요부분을 개량한 기술 - 외국기술의 경우 분쟁소지가 없어야 함
우수성	기술의 성능	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 기술과 비교하여 기술의 효율성, 완성도, 중요도 발전성 등이 있는 기술
	현장 적용성	<ul style="list-style-type: none"> • 경제성, 안전성, 유지관리 편의성이 있고 환경관련 법령 규정에 위배되는 사항이 없는 기술

환경기술심의위원회를 개최 시 제적위원의 1/2이상 출석이 필요하며, 의결기준은 신규성 평가는 출석위원 2/3이상 찬성 그리고 우수성 평가는 신규성을 통과한 기술에 한하여 우수성 평가점수 80점 이상으로 규정되어 있다.

또한, 기술검증은 1차 및 2차로 구분하여 평가를 진행하며, 각 단계의 평가절차는 다음과 같다.

[1] 1차심사 (평가기준 등의 심의)

심의사항

- 신기술인증요건에 부합되는지의 여부(신기술 가인정)
- 기술의 명칭 및 신기술 범위
- 평가기준 적정성

[평가기준]

- ① 신기술을 평가하기 위해 검증에 필요한 평가항목, 평가조건, 평가절차 등 현장검증을 위한 구체적 기준
- ② 평가기간, 분석횟수, 분석항목, 기술성능(신기술내용), 운전비용 등

[2] 2차심사 (종합평가)

기술검증 최종심의 (현장평가 후)

- 기준: 신기술인증의 서류심사와 동일
- 신청자가 제시한 성능과 현장평가기관에서 수행한 평가결과를 비교하여 심사

심사결과 적합한 기술에 한하여 신기술로 인증하며 유효기간은 발급일로부터 3년 이내, 1회에 한하여 다시 3년 이내의 기간으로 연장이 가능하다.

③ 미국 환경보호청(USEPA)의 오염물질 정화기술 평가방안⁸⁾

정화기술 평가 시 사용하는 정화기술 선택 행렬(The Remediation Technologies Screening Matrix: RTSM)은 정화사업을 위한 기술을 선택함에 있어 사용자에게 친숙한 도구이며, 토양과 지표수 정화에 필요한 64개 기술

8) Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version I, EPA, USAF, 1993

(현장처리, 현장외 처리)을 포함한다. 기술 선정 시 사용되는 변수는 오염원 기술 개발상태, 총 비용, 정화 소요 시간을 포함한다.

기술평가 시, 정화기술에 대하여 다양한 요소를 평가한 결과를 행렬로 구성하여, 각 사업의 특성(오염원, 비용 등)에 가장 부합되는 기술을 선정하기 위한 기초자료로 활용한다.

정화기술 선택 행렬에서 고려해야할 요소(Factor)는 다음과 같다.

- 기술의 종류 (Technology Profile Number)
- 기술의 개발 상태(Development Status)
- 단독적용 여부(Typical Treatment Train)
- 부산물(Residuals Produced)
- 운영비, 초기자본(O&M or Capital Intensive)
- 적용성 (Availability)
- 오염물질(Contaminants Treated)
- 시스템 신뢰성 / 유지관리성 (System Reliability/Maintainability)
- 처리시간(Clean Time)
- 총 소요경비(Overall Cost)

(출처: http://www.frtr.gov/matrix2/section3/sec3_int.html,

Federal Remediation Technologies Roundtable Decision Support Tools (DSTs) Matrix (<http://www.frtr.gov/optimization/treatment.htm>)

처리기술 선정 행렬에 사용된 범례와 기술평가 시 사용되는 요소들의 사례를 표 3-1-9과 표 3-1-10에 각각 나타내었다.

표 3-1-9 처리기술 선정 행렬에 사용된 범례

요소	정의			
개발상태	F(Full scale) 실제 정화 현장에서 사용		P(Pilot scale) 현장(실험실) 실증실험에 적용	
단독적용여부	Y 단독 적용가능		N 타 기술과 혼합하여 적용	
부산물	S 고체	L 액체	V 증기	N 없음
운영비, 초기자본	O&M 운영비, 유지비	Cap 시설비, 초기투자비	B 운영비, 초기투자비 모두	N 운영비, 초기투자비 모두 아님

표 3-1-10 기술평가 시 사용되는 요소들의 사례

요소 / 정의	나쁨 ▲	보통 ○	좋음 ■	기타 ◆
적용성 기술 설계, 시공, 유지보수 가능 업체수	2개미만	2~4개	4개이상	-
오염물질 다음 8종 (S)VOCs(할로젠, 비할로젠), 연료, 무기물, 방사성물질, 폭발물	효과없음 (P, F)	제한적 효과있음 (P, F)	효과있음 (P, F)	오염물질에 따라 다름
시스템 신뢰성 다른 효과적인 기술에 대한 기대되는 신뢰성과 유지성능	신뢰성 낮고 유지성능 높음	신뢰성 보통, 유지성능 보통	신뢰성 높고 유지성능 낮음	-
정화시간 20,000톤 정화시 소요 시간	3년이상 (현장처리)	1~3년	1년미만	오염물질에 따라 다름
	1년이상 (현장외처리)	0.5~1년	0.5년미만	오염물질에 따라 다름
총비용 설계, 제조, 운전, 유지보수 등 정화에 소요되는 모든 경비	\$300/톤 이상	\$100~ 300/톤	\$100/톤 미만	오염물질에 따라 다름

(출처: Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version I, EPA, USAF, 1993)

나) 해양오염퇴적물 처리기술 실증실험을 위한 평가방안

해양환경관리법 제18조(해양환경개선조치)제1항3에 규정된 오염된 퇴적물의 수거와 관련하여 수거된 오염퇴적물을 해양배출 이외의 처리 방안 실현에 요구되는 기술을 발굴하고, 이러한 기술을 해양오염퇴적물 정화사업에서 활용할 경우를 대비하여, 대상 기술별로 적용 가능성 검토가 필요하므로 우선 해양오염퇴적물에 활용 가능한 처리기술에 대한 실증실험이 시급히 요구되고 있다. 실증실험의 목적은 현재 상용화된 국내 해양오염퇴적물 처리기술의 현황을 파악하고, 처리성능에 대한 모호성을 해소하며, 정화복원 대상해역(울산 방어진, 진해 행암만)별 처리 대안을 제시하는 것이다. 아울러 2009년도 하반기에 오염퇴적물 정화사업 발주가 예상되는 부산 남항 및 용호만 정화사업 추진 시 참고자료로 활용할 수 있도록 처리기술에 대한 기술적인 사항을 사전 검토하는 것이다.

평가 대상 기술은 현재 국내에서 상용화된 기술로써, 해양오염퇴적물 정화사업 대상구역들의 퇴적물들이 대부분이 미사질(Silt) 및 점토질(Clay)로 구성된 미·세립질로 구성되어 있기 때문에 이러한 특성의 퇴적물에 적용 가능하고, 퇴적물에 포함된 중금속, 지속성 유기오염물질 등 다양한 오염물질들의 함량을 저감시킬 수 있을 뿐만 아니라, 유기물의 부패로 인하여 발생하는 악취를 제어할 수 있는 기술이다. 평가 방법은 다음과 같다.

[1] 1단계 평가

- 공개모집을 과정에서 기술현황 조사서(설문서)를 통해서 취합한 결과를 앞에서 검토한⁹⁾ 사례를 기초로 도출한 처리기술 실증업체 선별 절차(그림 3-1-9)에 적용시켜서, 이중 적절한 3개 이상 업체를 선정한다.

[2] 2단계 평가

- 선정된 기술을 대상으로 울산 방어진 진해 행암만 등 대상해역에서 수거한 오염퇴적물에 대한 실제 처리를 통하여 해당 기술의 정화성능 정도를 평가함. 단, 평가시 공정성을 확보하기 위하여 실증실험의 전체 과정에 대하여 입회하여 진행.

9) 가) 관련 처리기술 평가 사례 검토 참조

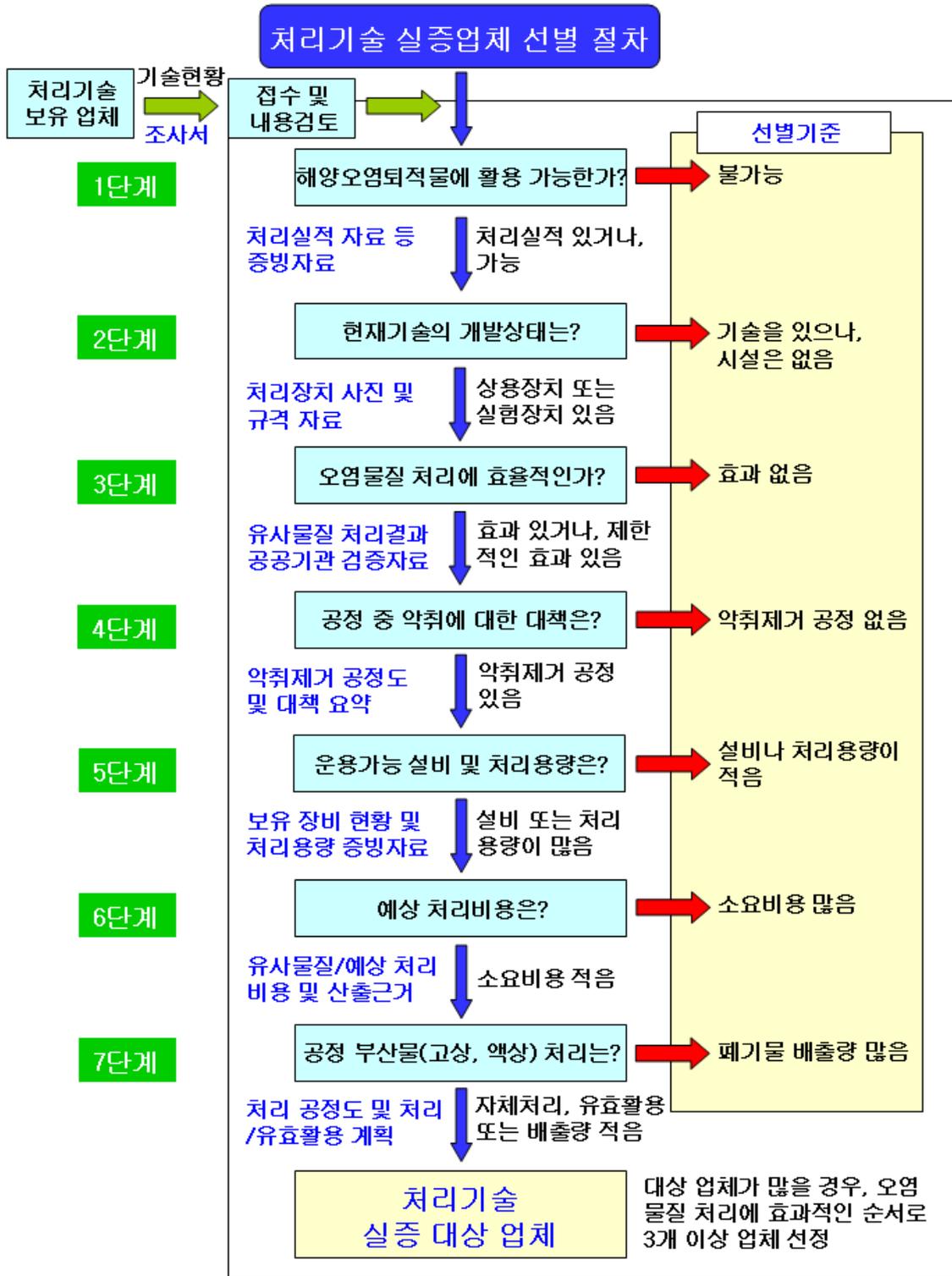


그림 3-1-9 처리기술 실증업체 선별 절차

처리기술 실증업체 선별 절차는 다음과 같다.

- [1] 현재 상용화된 기술로써, 해양오염퇴적물에 활용이 가능하며,
- [2] 함유된 오염물질 제어에 효율적인지,
- [3] 그리고, 실제 정화사업과 관련하여 사전에 검토가 필요한 요소들을 도출한 다음, 이러한 요소들을 우선순위에 따라서 7단계로 구분하였다.

또한, 각 단계별로 선별에 필요한 최소한의 자료와 주관적인 판단 가능성을 배제한 객관적인 선별기준을 정하였다.

그 다음, 각 단계별 평가는 그림 3-1-9에 나타난 것처럼, 1단계부터 7단계까지 각각의 단계에 해당하는 평가자료를 도출된 선별기준으로 평가하여 수용(다음 단계에서 선별)하든가 또는 기각(기술실증 대상에서 제외)하는 일련의 연속적인 과정을 통하여 적어도 2개 이상 상이한 기술 분야의 3개 이상의 업체가 보유한 처리기술을 실증대상으로 선별한다.

2) 해양오염퇴적물 처리기술 실증실험 홍보 및 설문조사

가) 해양오염퇴적물 처리기술 실증실험 홍보

처리기술 공개모집은 해양오염퇴적물에 활용이 가능한 기술로써, 오염토양 관련 정화기술(토양정화업), 폐기물 중간처리(재활용) 기술(폐기물 중간처리업) 등 관련 기술을 대상으로 하였다. 먼저, 토양정화업에 등록된 모든 업체에 협조전과 기술현황 조사서를 발송하였고, 2개 신문사(환경일보, 수산신문) 및 4개 공공기관(환경관리공단, 해양환경관리공단, 국가환경정보센터, 한국해양연구원)을 통하여 2009년 5월 15일부터 5월 25일까지 10일간 홍보함과 동시에 기술현황 조사서를 접수하였다.

토양정화업체에 발송한 협조전(그림 3-1-10)과 공개모집 시 사용한 홍보내용(그림 3-1-11 ~ 그림 3-1-16) 그리고 기술현황 조사서¹⁰⁾는 다음과 같다.

10) 참고자료로써 본문 내용에 별첨

한국해양연구원

426-744 경기도 안산시 상록구 해안로 464(사동) T:031-400-6184 F:031-408-4493 / jakang@kordi.re.kr / 랑정애

문서번호 : 특정해역 제09-0040-1호

시행일자 : 2009.05.14

(경 유)

수 신 : 해양오염퇴적물 정화 가능 처리기술 보유 업체

참 조 :

제 목 : 해양오염퇴적물 정화용 처리기술 현황조사에 관한 협조 요청

1. 귀 사(기관)의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 우리연구원에서는 국토해양부의 "해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발(Ⅱ)" 연구용역을 수행하고 있습니다.
3. 상기 연구용역과 관련하여, 해양환경관리법 제18조(해양환경개선조치)에 의거하여 수거된 해양오염퇴적물에 대한 해양배출 이외의 처리방안 실현에 요구되는 국내 기술현황을 조사하고 있습니다.
4. 해양오염퇴적물 정화에 적용 가능한 처리기술을 보유한 업체는 붙임의 설문지(기술현황 및 성능시험 관련)를 작성하셔서 2009년 5월 25일까지 아래 주소로 회신하여 주시기 바랍니다.
회 신 처 : 426-744 경기도 안산시 상록구 사2동 1270
한국해양연구원 해양환경·방제연구부 선임연구원 김 경련
전화: 031-400-6185, 팩스: 031-408-4493
이메일: kyoungrean@kordi.re.kr
5. 본 조사결과는, 향후 해양오염퇴적물 정화사업을 추진하는데, 참고자료로 활용될 예정입니다.

붙 임: 설문지(기술현황 조사서), 끝.

한국해양연구원



그림 3-1-10 토양정화업체에 발송한 협조전

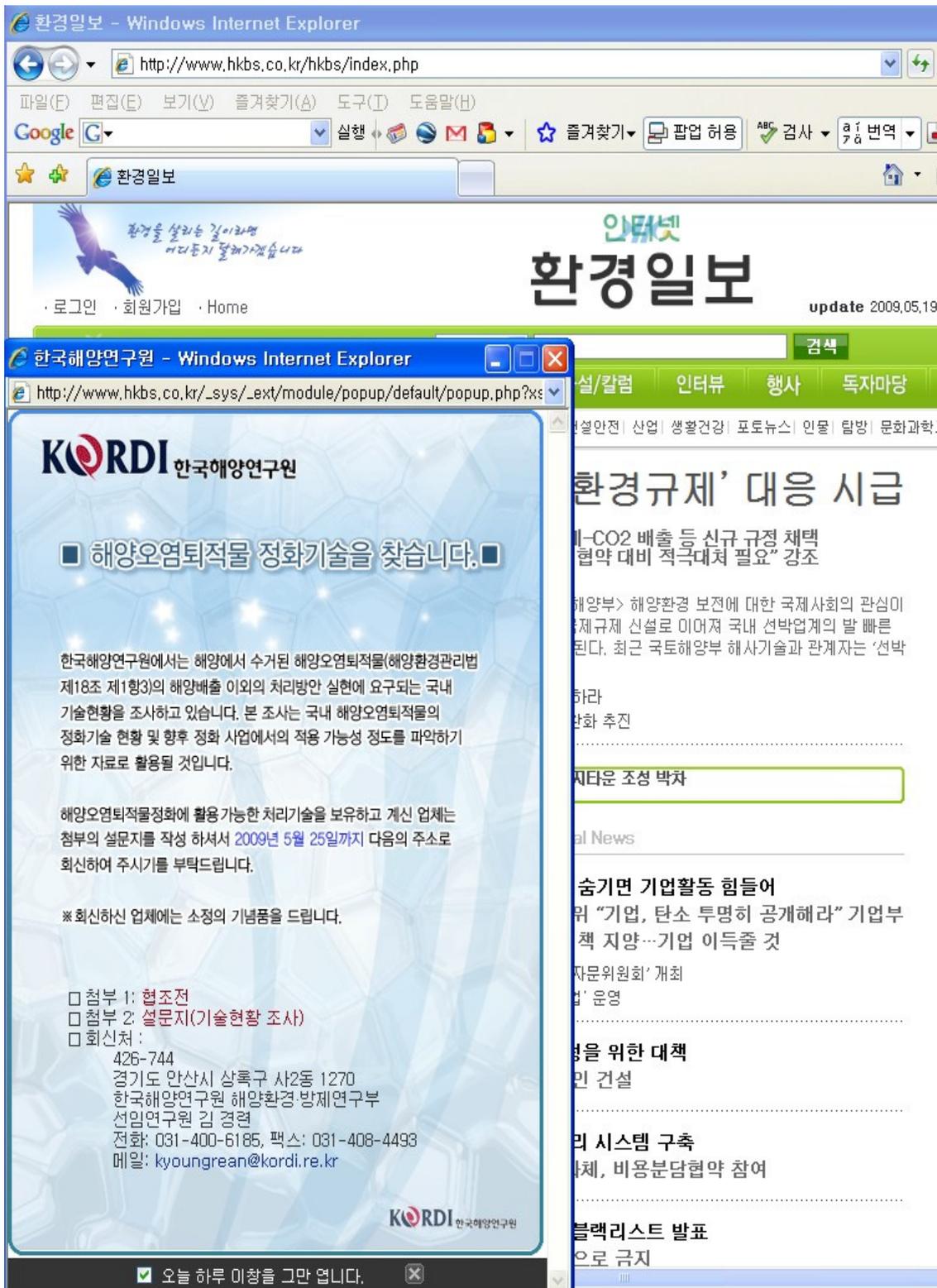


그림 3-1-11 처리기술 공개모집 시 사용한 홍보내용(환경일보 게재)

수산신문 - Windows Internet Explorer

http://www.fisheriesnews.co.kr/category/?fn=view&cid=41020100&no=903&pno=0&pg=1&ky=&kw=

파일(F) 편집(E) 보기(V) 즐겨찾기(A) 도구(T) 도움말(H)

Google G 실행 즐겨찾기 팝업 허용 검사 ABC 9번역 수신자

수산신문

전체 섹션기사

[자유게시판]

로그인 회원가입

신문사소개

독자광장

자유게시판

수산신문을 읽고

기사제보

독자Q&A

신문에 안 난 기사

인물동정

종교장터

수산정보

농림수산식품부

국립수산과학원

국립수산물품질검사원

국토해양부

수협

한국해양어업협회

KSTP 선박검사기술협회

KFTA 한국수산물수출입조합

fishsale

해양오염퇴적물 정화기술을 찾습니다

등록자명 : 가이드피아	조회 (29), 댓글 (0), 추천(0)	등록일자 : 2009-05-15 18:27
홈페이지 : 없음, 참조 : 없음, 첨부파일 : 없음		

■ 해양오염퇴적물 정화기술을 찾습니다.

한국해양연구원에서는 해양에서 수거된 해양오염퇴적물(해양환경관리법 제 18조 제1항3)의 해양배출 이외의 처리방안 실현에 요구되는 국내 기술현황을 조사하고 있습니다. 본 조사는 국내 해양오염퇴적물의 정화기술 현황 및 향후 정화 사업에서의 적용 가능성 정도를 파악하기 위한 자료로 활용될 것입니다.

해양오염퇴적물정화에 활용 가능한 처리기술을 보유하고 계신 업체는 첨부설문지를 작성하셔서 2009년 5월 25일까지 다음의 주소로 회신하여 주시기를 부탁드립니다.

※회신하신 업체에는 소정의 기념품을 드립니다.

첨부 1: 협조전

첨부 2: 설문지(기술현황조사) 클릭 시 다운로드 기능 (양식파일 첨부)

회신처 :

426-744
 경기도 안산시 상록구 사2동 1270
 한국해양연구원 해양환경·방제연구부
 선임연구원 김 경련
 전화: 031-400-6185, 팩스: 031-408-4493
 메일: kyoungrean@kordi.re.kr

그림 3-1-12 처리기술 공개모집 시 사용한 홍보내용(수산신문 게재)

환경관리공단 - 정보마당 - 공지공고 - Windows Internet Explorer

http://www.emc.or.kr/information/notice/view.asp?page=1&bbs_id=4251

ENVIRONMENT MANAGEMENT CORPORATION
세계 최고의 환경서비스 전문기관
환경관리공단

정보마당
INFORMATION PLACE

HOME > 정보마당 > 공지공고 > 공지사항

공지공고

> 공지사항

제목	해양오염퇴적물 정화기술 현찰조사		
담당부서	경영관리처	담당자	김경련
E-MAIL	kyoungrean@kdi.re.kr	전화번호	031-400-6185
등록일	2009-05-18	조회수	104
첨부파일	<ul style="list-style-type: none"> 첨부1 업체_협조건.pdf 첨부2 기술현황 조사 설문지.hwp 		
내용	<p>■ 해양오염퇴적물 정화기술을 찾습니다.</p> <p>한국해양연구원에서는 해양에서 수거된 해양오염퇴적물해양환경관리법 제18조 제1항3의 해양배출 이외의 처리방안 실현에 요구되는 국내 기술현황을 조사하고 있습니다. 본 조사는 국내 해양오염퇴적물의 정화기술 현황 및 향후 정화 사업에서의 적용 가능성 정도를 파악하기 위한 자료로 활용될 것입니다.</p> <p>해양오염퇴적물정화에 활용 가능한 처리기술을 보유하고 계신 업체는 첨부 2 설문지를 작성해서 2009년 5월 25일까지 다음의 주소로 회신하여 주시기를 부탁드립니다. ※회신하신 업체에는 소정의 기념품을 드립니다.</p> <p>■ 첨부 1 협조건 ■ 첨부 2 설문지기술현황 조사 ■ 회신처 : 426-744 경기도 안산시 상록구 사2동 1270 한국해양연구원 해양환경 방제연구부 선임연구원 김 경련 전화 031-400-6185 팩스 031-408-4493 메일 kyoungrean@kdi.re.kr</p> <p>※자세한 사항은 첨부문서를 참조하시기 바랍니다.</p>		

▶ 목록

그림 3-1-13 처리기술 공개모집 시 사용한 홍보내용(환경관리공단 게재)



정보마당
KOEM - 해양환경관리공단

- ▶ NEWS
- ▶ 공단소식
- ▶ 입찰정보
- ▶ 인사발령
- ▶ 푸른 E-BOOK
- ▶ 사진갤러리
- ▶ 동영상자료실
- ▶ 통계자료
- ▶ **팝업존**
- ▶ 통합검색

정보마당 > 팝업존

팝업존



Korea Marine Environment Management Corporation
최고의 해양가치를 창출하는 초일류 전문기관이 되겠습니다

NO.	39	등록일자	2009/05/18 09:54:00	조회	36
등록자	이찬규 ✉				
제목	해양오염퇴적을 정화기술을 찾습니다.				
내용	<p>한국해양연구원에서는 해양에서 수거된 해양오염퇴적물(해양환경관리법 제18조 제1항3)의 해양 배출 이외의 처리방안 실현에 요구되는 국내 기술현황을 조사하고 있습니다. 본 조사는 국내 해양 오염퇴적물의 정화기술 현황 및 향후 정화 사업에서의 적용 가능성 정도를 파악하기 위한 자료로 활용될 것입니다.</p> <p>해양오염퇴적물정화에 활용 가능한 처리기술을 보유하고 계신 업체는 첨부된 설문지를 작성하셔서 2009년 5월 25일까지 다음의 주소로 회신하여 주시기를 부탁드립니다.</p> <p>※회신하신 업체에는 소정의 기념품을 드립니다.</p> <p>첨부파일</p> <p>1 첨부 1: 협조건 ... [[다운로드링크]]</p> <p>1 첨부 2: 설문지(기술현황 조사) ... [[다운로드링크]]</p> <p>1 회신처 :</p> <p>426-744 경기도 안산시 상록구 사2동 1270 한국해양연구원 해양환경 방제연구부 선임연구원 김 경련 전화: 031-400-6185, 팩스: 031-408-4493 메일: kyoungrean@kordi.re.kr</p>				

그림 3-1-14 처리기술 공개모집 시 사용한 홍보내용(해양환경관리공단 게재)

...: KONETIC - 국가환경정보센터 ... - Windows Internet Explorer

http://www.konetic.or.kr/?p_name=common&sub_page=notice&gotopage=1&query=view&unique_num=585

파일(F) 편집(E) 보기(V) 즐겨찾기(S) 도구(D) 도움말(H)

Google G 실행 즐겨찾기 팝업 허용 검색 95번역 수신자

...: KONETIC - 국가환경정보센터 ...

고객센터
 코네틱이관
 NEW 마이리지 안내
 서비스 운영규정
 이용약관
 개인정보 취급방침
 이메일 무단수집거부
 사이트맵

인쇄 목록 이력글 댓글

제목	[한국해양연구원] 해양오염퇴적물 정화기술을 찾습니다.		
첨부	협조건..설문지.zip ㄷ	등록일	2009-05-15 오전 9:11:09

해양오염퇴적물 정화기술을 찾습니다

한국해양연구원에서는 해양에서 수거된 해양오염퇴적물(해양환경관리법 제18조 제1항3)의 해양배출 이외의 처리방안 실현에 요구되는 국내 기술현황을 조사하고 있습니다. 본 조사는 국내 해양오염퇴적물의 정화기술 현황 및 향후 정화 사업에서의 적용 가능성 정도를 파악하기 위한 자료로 활용될 것입니다.

해양오염퇴적물정화에 활용 가능한 처리기술을 보유하고 계신 업체는 첨부 의 설문지를 작성하셔서 [2009년 5월 25일까지](#) 다음의 주소로 회신하여 주시기를 부탁드립니다.

※회신하신 업체에는 소정의 기념품을 드립니다.

- 첨부 1: 협조건
- 첨부 2: [설문지\(기술현황 조사\)](#)
- 회신처 :

426-744
 경기도 안산시 상록구 사2동 1270
 한국해양연구원 해양환경·방제연구부
 선임연구원 김 경련
 전화: 031-400-6185, 팩스: 031-408-4493
 메일: kyoungrean@kordi.re.kr

그림 3-1-15 처리기술 공개모집 시 사용한 홍보내용(국가환경기술정보센터 게재)

공지사항 | 한국해양연구원에서 알려드리는 소식입니다.

제목 : [공고] 해양오염퇴적을 정화기술을 찾습니다.

작성자 : 관리자 **게시일 :** 2009/05/18 **조회 :** 186

첨부파일 협조건.pdf 설문지조사.hwp

한국해양연구원에서는 해양에서 수거된 해양오염퇴적물(해양환경관리법 제18조 제1항3)의 해양배출 이외의 처리방안 실현에 요구되는 국내 기술현황을 조사하고 있습니다. 본 조사는 국내 해양오염퇴적물의 정화기술 현황 및 향후 정화 사업에서의 적용 가능성 정도를 파악하기 위한 자료로 활용될 것입니다.

해양오염퇴적물정화에 활용 가능한 처리기술을 보유하고 계신 업체는 첨부 설문지를 작성하셔서 **2009년 5월 25일**까지 다음의 주소로 회신하여 주시기를 부탁드립니다.
 ※회신하신 업체에는 소정의 기념품을 드립니다.

I첨부 1: 협조건
I첨부 2: 설문지(기술현황 조사)
I회신처 :
 426-744
 경기도 안산시 상록구 사2동 1270
 한국해양연구원 해양환경 방제연구부
 선임연구원 김 경련
 전화: 031-400-6185, 팩스: 031-408-4493
 메일: kyoungrean@kordi.re.kr

◀ 이전 다음 ▶ 목록 ▶

그림 3-1-16 처리기술 공개모집 시 사용한 홍보내용(해양연구원 게재)

[참고자료: 기술현황 조사서]

해양오염퇴적물 정화기술 현황조사

1. 연락처

담당자 연락처	성명: _____	전화번호: _____	팩스번호: _____
	연락처: (우편번호: _____) 주소: _____ 도(시) _____ 군(구) _____ 동 _____ 번지 _____		이메일: _____
회사 연락처	업체명: _____	대표자 성명 : _____	업종 : _____
	전화번호: _____	팩스번호: _____	이메일: _____
	연락처: (우편번호: _____) 주소: _____ 도(시) _____ 군(구) _____ 동 _____ 번지 _____		웹사이트: _____

2. 기술 현황 : 귀 업체가 보유하고 있는 기술들 중에서 해양에서 수거된 해양오염퇴적물의 처리 기술로서 중금속 및 유해유기화합물질 등 오염물질의 함량 감축에 적용 가능한 기술이 있으시면 다음의 설문지를 작성해 주시기 바랍니다.

1) 보유기술의 종류

(기술의 분류상 종류를 간략하게 기록: 예)세척, 입자분리 등)

2) 보유하고 계신 기술 및 시설로 미사 및 점토질로 이루어진 해양오염퇴적물을 처리하는데 적용 가능하십니까?

공정 변경시 가능 ()	실적은 없으나 현시설로 가능 ()	실적 있음 ()
미사 및 점토질에 오염된 토양 또는 퇴적물의 처리(정화) 실적이 있을 경우, 사업실적 횟수를 적어 주시기 바랍니다. (회) 가능하면, 사업실적 자료도 함께 제출하여 주시기를 부탁드립니다		

3) 보유하고 계신 기술 및 시설이 단독으로 해양오염퇴적물의 처리에 사용 가능한 상태에 있습니까?

단독 적용 가능 ()	타 기술과 함께 적용 ()
(기타 의견이 있으시면 기록하여 주세요)	

4) 보유기술의 개발상태는 다음 중 어디에 해당됩니까?

실제 해양오염퇴적물 정화사업에 사용 가능한 상태(Full scale)의 시설 보유시 F, 시험(실험) 수준의 상태(Pilot scale)시 P, 단기간에 처리시설 확보가 가능한 상태일 경우 R

기술은 있으나 시설은 없음 ()	R ()	P ()	F ()
귀사에서 보유하고 계시는 처리장치 관련 자료(사진, 규격 등)를 함께 제출하여 주시기를 부탁드립니다. 기타 의견이 있으시면 제시 바랍니다.			

5) 보유하고 계신 기술 또는 시설로 효과적으로 처리 가능한 오염물질의 종류는 어떤 것이 있습니까?

중금속 (Cu, Zn, Ni, As, Hg 등)	효과 없음 ()	제한적 효과 있음 ()	효과 있음 ()	오염물질에 따라 다름 ()
유기오염물질 (PCB, TPH 등)	효과 없음 ()	제한적 효과 있음 ()	효과 있음 ()	오염물질에 따라 다름 ()
기타 처리가능한 오염물질				
처리 효율과 관련, 귀 회사에서 검증된 자료(예: 토양관련 전문기관 검사성적서 등)를 보유하고 계시면 함께 제출하여 주시기를 부탁드립니다. 기타 의견이 있으시면 제시 바랍니다.				

8) 해양오염퇴적물을 정화하기 위한 용도로 시간당 100 m³ 이상의 처리용량을 가진 시설을 제작한다면, 어느 정도의 비용이 소요될 것으로 보십니까?

10억원 미만 ()	10~30억원 ()	30~50억원 ()	50~100억원 ()	100억원 이상 ()
---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------

8-1) 상기(100 m³/시간)와 같은 용량의 시설을 제작하는데는 어느 정도의 기일이 소요될 것으로 예상하십니까?

1 개월 미만 ()	1 ~ 2 개월 ()	2 ~ 3 개월 ()	3~ 5 개월 ()	5 개월 이상 ()
---------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------------------	---------------------------

9) 보유하고 계신 기술 또는 시설로 해양오염퇴적물을 처리할 경우, 실제 처리시설의 설치, 운전, 유지보수 비용, 이윤 등을 감안하여 처리비용은 단위 부피당 어느 정도 소요될 것으로 예상하십니까?

9-1) 총 처리물량이 다음과 같은 경우

10,000 m ³ 미만	10,000 ~ 50,000m ³	50,000 ~ 10,0000m ³	100,000 ~ 200,0000m ³	200,000 m ³ 이상
() 원/m ³	() 원/m ³	() 원/m ³	() 원/m ³	() 원/m ³

처리비용을 추정할 수 있는 관련 자료가 있으면 함께 제출하여 주시길 부탁드립니다. 기타 의견이 있으시면 제시 바랍니다.

10) 귀 회사의 처리시설중 악취제거 기능이 공정중에 포함되어 있습니까?

있다 ()	없다 ()	필요시 포함 가능 ()
<p>귀 회사에서 보유하고 계시는 처리시설중 악취제거 공정도 및 관련 자료(또는 공정에 대한 간략한 요약)를 함께 제출하여 주시기를 부탁드립니다, 기타 의견이 있으시면 제시 바랍니다.</p>		

11) 실제 해양오염퇴적물의 처리 과정에서 발생하는 산물 및 부산물(고상, 액상)의 종류별 처리 방안으로는 어떤 것들이 있습니까?
 발생하는 부산물 및 처리 후 퇴적물의 종류별로 처리방안을 기입하여 주시기 바랍니다.

11-1) 부산물 (액상)

폐수처리 후 방류	처리공정 재활용	별다른 공정없이 방류	기타

11-2) 부산물 (고상)

폐기물처리	처리공정 재활용	재활용 제품생산	기타

13) 해양오염퇴적물의 처리(용량 100 m³/시간 이상)를 위하여 모든 공정을 포함한 시설(단위시설)을 설치하기 위하여 요구되는 공간(면적, 높이)은 어느 정도입니까?

면적 : () m ² , 높이 : () m
--

13-1) 해안에 인접하여 해양오염퇴적물의 처리를 위하여 귀 회사의 시설을 설치, 운용하기 위하여 그 외 요구되는 부대 시설로 필요한 사항이 있으시면 기술하여 주시기 바랍니다.

운용시 필요사항(선박에 설치가능 여부, 시설 설치기간, 부대시설로서의 처리 전 보관시설 처리 후 보관시설 등)과 기타 의견이 있으시면 제시 바랍니다.

14) 귀 회사가 보유한 기술 및 시설에 대하여 해양오염퇴적물의 처리 성능 정도를 시험하기 위한 기회를 가지기를 희망하십니까? (2009년 상반기)

시험희망	예 ()	아니오 ()
------	-------------------------------	---------------------------------

14-1) 귀 회사의 처리시설을 이용하여 해양오염퇴적물에 대한 성능 정도를 시험하고자 할 경우, 해당 퇴적물 시료별 요구되는 부피는 어느 정도입니까?

시료별 요구되는 부피 : () m ³

14-2) 귀 회사의 처리시설을 이용하여 시료당 성능 시험을 위하여 소요되는 시간은 어느 정도가 소요됩니까?

시료당 시험에 소요되는 시간 : () 시간

14-3) 기타 보유 기술 및 시설에 대한 처리 성능 시험과 관련하여 준비 기간 등, 의견이 있으시면 제시 바랍니다.

15) 우리나라에서는 과거 해양오염퇴적물 정화사업을 수행하면서 수거된 해양오염퇴적물에 대하여 정화 기술을 사용하여 처리한 사례가 없습니다. 이와 관련, 국내의 해양오염퇴적물의 처리 방안에 대한 귀하의 의견을 구하고자 합니다.

15-1) 수거된 해양오염퇴적물을 정화 하는데 있어서 현재 국내의 기술 및 시설로서 충분하게 처리가 가능하다고 보십니까?

충분 ()	부족 ()
부족할 경우, 필요한 사항은 무엇이라고 생각하십니까?	

15-2) 수거된 해양오염퇴적물을 정화기술을 사용하여 처리하였을 경우, 국내 현실을 감안하여 최종처리에 가장 적합한 방안은 무엇이라고 생각하십니까?

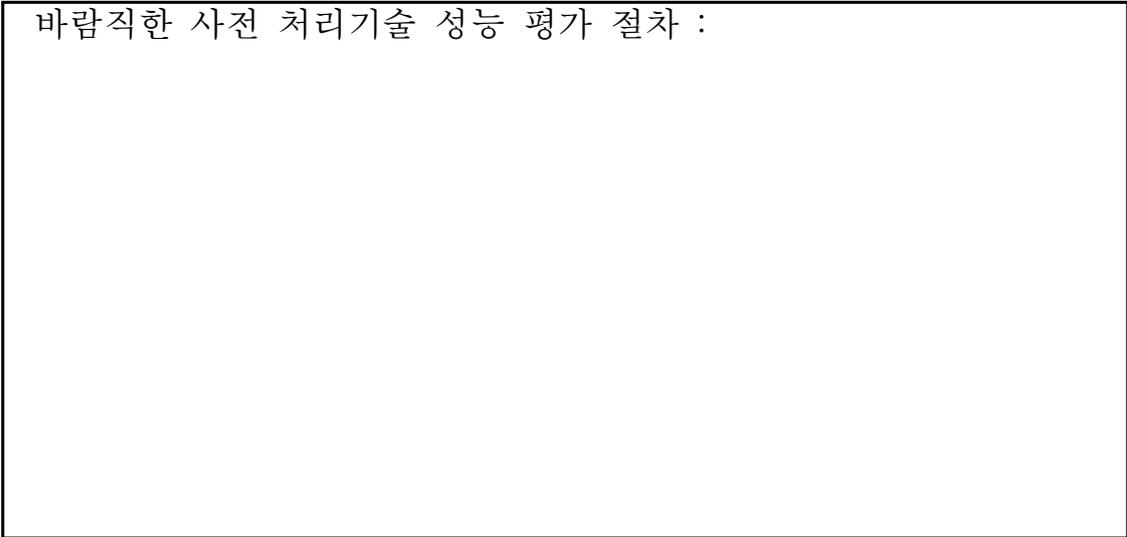
적합한 최종처리방안 :
최종처리를 위하여 필요한 사항 :

15-3) 해양오염퇴적물의 정화사업을 시행하기 위하여서는 사업 수행 전 처리기술의 성능을 평가하기 위한 절차가 필요하다고 보십니까?

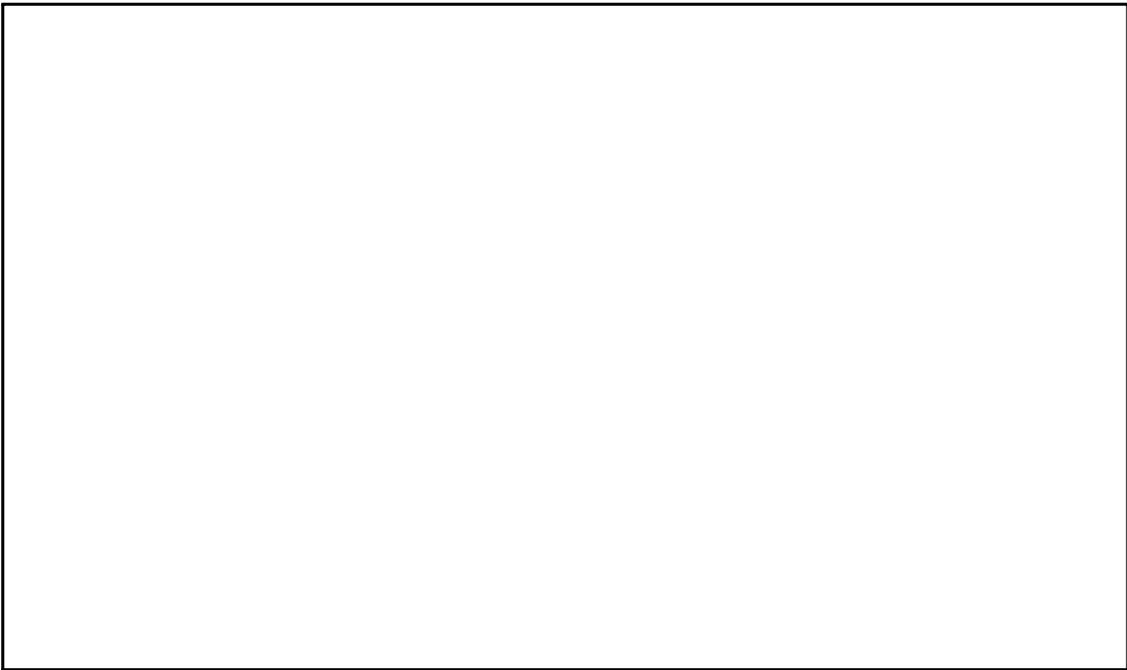
필요 ()	불필요 ()
답변에 대한 이유를 말씀해 주시기 바랍니다.	

15-4) 해양오염퇴적물의 정화사업 시행 전 처리기술의 성능 평가가 필요할 경우, 바람직한 절차에 대하여 말씀해 주시기 바랍니다.

바람직한 사전 처리기술 성능 평가 절차 :



16) 기타 해양오염퇴적물 처리 혹은 정화사업과 관련하여 제안할 사항이 있으시면 말씀해 주시기 바랍니다.



설문지를 작성하시고, 회신하여 주셔서 대단히 감사합니다.

3) 해양오염퇴적물 설문조사 결과

가) 설문조사 결과

설문조사 결과 총 22개 업체에서 처리기술 현황조사서를 회신하였으며, 취합한 결과는 다음과 같이 나타났다.

[1] 보유기술의 종류

구분	세척	입자분리	안정화	동전기	기타	무응답
업체수	12	6	2	0	1	1

[2] 보유하고 계신 기술 및 시설로 미사 및 점토질로 이루어진 해양오염퇴적물을 처리하는데 적용 가능하십니까?

공정변경시 가능	실적 무, 현시설로 가능	실적 있음	무응답
5	7	8	2

[3] 보유하고 계신 기술 및 시설이 단독으로 해양오염퇴적물의 처리에 사용 가능한 상태에 있습니까?

단독적용	타기술과 함께 적용	현재 적용 불가능	무응답
14	6	0	2

[4] 보유기술의 개발상태는 다음 중 어디에 해당됩니까?

기술 유 시설 무	Ready	Pilot	Full	무응답
4	4	1	12	1

[5] 보유하고 계신 기술 또는 시설로 효과적으로 처리 가능한 오염물질의 종류는 어떤 것이 있습니까?

- 중금속

효과 없음	제한적 효과있음	효과 있음	오염물질에 따라 다름	무응답
0	4	15	1	2

- 유기오염물질

효과 없음	제한적 효과있음	효과 있음	오염물질에 따라 다름	무응답
0	5	15	0	2

- 기타 처리 가능한 오염물질

TPH, BETX

[6] 현재 보유하고 계신 기술 또는 시설을 정상적으로 운영할 경우, 단위 시설당 일일 처리용량은 어느 정도입니까?

m ³ /h	1~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~40	50~60	60 이상	무응답
업체수	4	1	3	1	3	2	3	4	2

[6-1] 현재 보유하고 계신 시설이 복수일 경우, 해양오염퇴적물의 처리시 운용 가능한 보유 시설의 수량 및 최대 처리 용량은 어느 정도입니까?

구분	2개	3개	3개 이상	무응답
시설수량	5	1		16

m ³ /h	1~5	5~10	15~20	20~25	25~30	30~40	50~60	60 이상
업체수		1		1	1		1	1

[7] 시설비와 관련, 실제 정화사업에 사용 가능한 시설 보유시, 제작 비용은 어느 정도 소요되었습니까?

제작비용	10 미만	10~30	30~50	50~100	100 이상	무응답
업체수	4	4	7	1	1	5

(단위: 억원)

[8] 해양오염퇴적물을 정화하기 위한 용도로 시간당 100 m³ 이상의 처리용량을 가진 시설을 제작한다면, 어느 정도의 비용이 소요될 것으로 보십니까?

소요비용	10 미만	10~30	30~50	50~100	100 이상	무응답
업체수	2	1	6	8	4	1

(단위: 억원)

[8-1] 상기(100 m³/시간)와 같은 용량의 시설을 제작하는데는 어느 정도의 기일이 소요될 것으로 예상하십니까?

소요기간	1 미만	1~2	2~3	3~5	5 이상	무응답
업체수	1	1	4	6	6	4

(단위: 개월)

[9] 보유하고 계신 기술 또는 시설로 해양오염퇴적물을 처리할 경우, 실제 처리시설의 설치, 운전, 유지보수 비용, 이윤 등을 감안하여 처리비용은 단위 부피당 어느 정도 소요될 것으로 예상하십니까?
- 1만m³ 미만

예상비용 (만원/m ³)	5 미만	5~10	10~15	15~20	20 이상	무응답
업체수		4	3		3	12

- 1~5만m³ 미만

예상비용 (만원/m ³)	5 미만	5~10	10~15	15~20	20 이상	무응답
업체수		8	1		2	11

- 5~10만m³ 미만

예상비용 (만원/m ³)	5 미만	5~10	10~15	15~20	20 이상	무응답
업체수	1	7	1	1		12

- 10~15만m³ 미만

예상비용 (만원/m ³)	5 미만	5~10	10~15	15~20	20 이상	무응답
업체수	2	8	1			11

- 15~15만m³ 미만

예상비용 (만원/m ³)	5 미만	5~10	10~15	15~20	20 이상	무응답
업체수	2	8				12

[10] 귀 회사의 처리시설중 악취제거 기능이 공정중에 포함되어 있습니까?

있다	없다	필요시 포함 가능	무응답
9	3	9	1

[11] 실제 해양오염퇴적물의 처리 과정에서 발생하는 산물 및 부산물(고상, 액상)의 종류별 처리 방안으로는 어떤 것들이 있습니까?

[11-1] 부산물 (액상)

폐수처리 후 방류	처리공정 재활용	처리 무 방류	기타	무응답
4	16	1		1

[11-2] 부산물 (고상)

폐기물 처리	처리공정 재활용	재활용 제품 생산	기타	무응답
16	2	3		1

[11-3] 처리후의 퇴적물

폐기물 처리	유효활용 (매립, 복토)	재활용 제품 (벽돌, 블록)	기타	무응답
3	13	2	3	1

[12] 보유하고 계신 처리시설을 처리 현장에 이동 설치할 경우, 초기 설치비용은 어느 정도 소요되니까?

예상비용 (백만원)	1~5	5~10	10~50	50~100	100~ 500	500 이상	무응답
업체수	1	2	4	3	3	3	6

[12-1] 해양오염퇴적물 정화를 위한 처리용량 100 m³/시간 이상의 시설을 연안에 설치할 경우, 초기 설치비용(제작비용 제외) 은 어느 정도 소요될 것으로 예상합니까?

예상비용 (백만원)	1~5	5~10	10~50	50~100	100~ 500	500 이상	무응답
업체수		1	1		7	7	6

[13] 해양오염퇴적물의 처리(용량 100 m³/시간 이상)를 위하여 모든 공정을 포함한 시설(단위시설)을 설치하기 위하여 요구되는 공간(면적, 높이)은 어느 정도입니까?

예상면적 (백m ²)	1~5	5~10	10~50	50~100	100~ 500	500 이상	무응답
업체수	3	4	2	4	3		6

예상높이 (m)	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6 이상	무응답
업체수				2		13	7

[13-1] 해안에 인접하여 해양오염퇴적물의 처리를 위하여 귀 회사의 시설을 설치, 운용하기 위하여 그 외 요구되는 부대 시설로 필요한 사항이 있으시면 기술하여 주시기 바랍니다.

- 회신 의견 없음

[14] 귀 회사가 보유한 기술 및 시설에 대하여 해양오염퇴적물의 처리 성능 정도를 시험하기 위한 기회를 가지기를 희망하십니까? (2009년 상반기)

시험 희망	시험 불참	무응답
18	2	2

[14-1] 귀 회사의 처리시설을 이용하여 해양오염퇴적물에 대한 성능 정도를 시험하고자 할 경우, 해당 퇴적물 시료별 요구되는 부피는 어느 정도입니까?

시료부피 (m ³)	0.1~0.2	0.2~0.4	0.4~0.5	0.5~1	1~2	2 이상	무응답
업체수	2	1		1	1	10	7

[14-2] 귀 회사의 처리시설을 이용하여 시료당 성능 시험을 위하여 소요되는 시간은 어느 정도가 소요됩니까?

처리시간 (시간)	1~2	2~3	3~4	4~6	6~8	8 이상	무응답
업체수	3	2	1			8	8

[14-3] 기타 보유 기술 및 시설에 대한 처리 성능 시험과 관련하여 준비 기간 등, 의견이 있으시면 제시 바랍니다.

처리시간 (일)	1~2	2~3	3~4	4~6	6~8	8 이상	무응답
업체수		1			5		16

[15] 우리나라에서는 과거 해양오염퇴적물 정화사업을 수행하면서 수거된 해양오염퇴적물에 대하여 정화 기술을 사용하여 처리한 사례가 없습니다. 이와 관련, 국내의 해양오염퇴적물의 처리 방안에 대한 귀하의 의견을 구하고자 합니다.

[15-1] 수거된 해양오염퇴적물을 정화 하는데 있어서 현재 국내의 기술 및 시설로서 충분하게 처리가 가능하다고 보십니까?

충분	부족	무응답
10	11	1

[15-2] 수거된 해양오염퇴적물을 정화기술을 사용하여 처리하였을 경우, 국내 현실을 감안하여 최종처리에 가장 적합한 방안은 무엇이라고 생각하십니까?

- 대량처리가 가능한 세척기술과 함께 고형화, 안정화 처리기술을 병행하는 것이 바람직함 (21개 업체)
- 고형화 처리후 유효활용 (20개 업체)
- 처리 후 매립처분 (7개 업체)
- 처리 후 유효활용 (2개 업체)

[15-3] 해양오염퇴적물의 정화사업을 시행하기 위하여서는 사업 수행 전 처리 기술의 성능을 평가하기 위한 절차가 필요하다고 보십니까?

필요	불필요	무응답
19	2	1

[15-4] 해양오염퇴적물의 정화사업 시행 전 처리기술의 성능 평가가 필요할 경우, 바람직한 절차에 대하여 말씀해 주시기 바랍니다.

- 처리전에 협잡물의 전처리가 필요함 (21개 업체)
- 평가시 복수의 공인기관이 분석하는 것이 좋음 (18개 업체)
- 처리가능 입경 및 오니(폐기물 처리 대상) 발생량을 평가하는 것이 바람직함 (16개 업체)
- 사업전에 사전 기술검증이 필요 (2개 업체)

[16] 기타 해양오염퇴적물 처리 혹은 정화사업과 관련하여 제안할 사항이 있으면 말씀해 주시기 바랍니다.

- 100m³/h의 처리용량은 오염도양 정화기술의 관점에서는 너무 큰 용량으로 비현실적임 (21개 업체)
- 성능평가지 관련자료를 사전에 제공 및 충분한 준비기간 설정이 필요함 (16개 업체)
- 처리기간 및 처리 후에 환경모니터링이 필요함 (14개 업체)
- 향후 처리된 해양오염퇴적물 처분을 위하여 전용 고립처분장을 조성할 필요가 있음 (6개 업체)
- 처리, 처분과 관련된 법제도의 개정 보완 등 정비가 필요함 (4개 업체)
- 처리장에 처리전 및 처리후 보관을 할 수 있는 대규모 보관시설이 필요함 (3개 업체)
- 처리 후 유효활용을 활성화시키는 정책적인 방안을 마련할 필요가 있음 (2개 업체)

총 22개 업체에서 회신한 처리기술 현황조사서를 평가한 결과,

- [1] 현재 국내 상용화된 처리기술 중 세척, 입자분리가 오염정화 현장에서 주로 사용되며,
- [2] 정화사업을 위하여 상용 처리장치 제작 등 준비에 약 6개월이 소요되는 것으로 예상되며,
- [3] 각 업체별로 보유하고 있는 장치의 단위시간당 처리용량은 1~60m³/h로 매우 편차가 큰 것으로 나타났고,
- [4] 현재 국내 기술로 중금속 등 오염물질 처리와 악취제어에 활용할 수 있으며,
- [5] 정화사업 시행전에 처리기술 검증이 필요한 것으로 나타났다.

나) 실증실험 대상 업체 선정

실증실험 대상 업체는 앞에서 설명한 처리기술 실증업체 선별절차(그림 3-1-19)에 따라 각 단계별로 의사결정 과정을 통하여 선정하였다 주요 의사결정 과정과 평가내용을 다음에 나타내었다.

[1] 1단계 의사결정: 해양오염퇴적물에 활용 가능한가?

- 검토 대상 기술: 총 22개 처리기술
- 의사결정 요소: 현재('09. 5) 상용기술 중 현장에서 주로 사용되는 처리기술 (세척, 입자분리)
- 기각 : 총 4건
- 수용 : 총 18개 처리기술 (세척: 12개, 입자분리: 6개)

[2] 2단계 의사결정: 현재 기술의 개발상태는?

- 검토 대상 기술: 총 18개 처리기술
- 의사결정 요소: 현재('09. 5) 기술검증을 위한 처리장치를 보유한 업체 (소규모 실험장치, 상용 처리장치)
- 기각 : 총 6건
- 수용 : 총 12개 처리기술 (세척: 8개, 입자분리: 4개)

[3] 3단계 의사결정: 오염물질 처리에 효율적인가?

- 검토 대상 기술: 총 12개 처리기술
- 의사결정 요소: 현재('09. 5) 기술수준과 처리가능성
(처리실적, 처리장치, 처리용량, 처리공정, 처리 전·후 분석 자료 등 처리기술과 관련하여 업체에서 첨부한 자료)
- 기각 : 총 2건
- 수용 : 총 10개 처리기술 (세척: 7개, 입자분리: 3개)

[4] 4단계 의사결정: 현재 기술실증이 가능한가?

- 검토 대상 기술: 총 10개 처리기술
- 의사결정 요소: 현재('09년 상반기 중) 처리기술 실증실험이 가능한 업체
(처리기술 실증실험이 가능하면 수용하고, 처리장치가 다른 정화사업에 사용되고 있거나, 장치의 제작, 준비 또는 수리 등의 사유로 실증실험이 불가능하거나, 기술보유 업체에서 실증실험을 희망하지 않는 경우 기각)
- 기각 : 총 7건
- 수용 : 총 3개 처리기술 (세척: 2개, 입자분리: 1개)

[5] 실증대상 업체 선정

처리기술 실증업체 선별절차는 적어도 2개 이상 상이한 기술 분야에서 3개 이상 업체를 선정하기 위한 과정이다. 한편, 각 단계의 의사결정을 통하여 수용된 업체가 3개 이상일 경우, 업체에서 제출한 공인기관의 검사성적서 등 객관적인 자료를 평가하여 오염물질 저감정도에 따라 상위 3개 업체를 선정하게 된다.

본 연구에서는 선별절차에 의거하여 최종 수용된 업체가 3개이며, 2개 이상 상이한 분야 즉, 세척 및 입자분리 기술이므로 선별목적에 부합하는 결과가 도출되었다. 그러므로 최종 수용된 3개 업체에 대한 오염물질 저감정도 평가가 필요하지 않기 때문에, 3개 업체 모두를 처리기술 실증실험 대상 업체로 선정하였다.

제 2 절 수거사업 예정 지역의 오염퇴적물 특성

1. 수거사업 예정지역 및 처리기술 검증 시료채취

울산 방어진행)과 진해 행암만)에서는 퇴적물 수거 예상지역에서 가장 오염도가 높은 것으로 판단되는 정점 2곳을 각각 선정하였으나, 준설선의 크기와 수심 등의 영향으로 계획한 정점과 가장 근접한 지역에서 시료를 채취하였다. 각 해역정점에서 2~3m³의 퇴적물을 그라브 준설선을 이용하여 채취한 후 퇴적물(총량 5~6m³)을 그라브 준설선에서 포크레인 등을 이용하여 퇴적물시료를 혼합한 후 시료를 1m³ 단위로 나누어 운반하였다(그림 3-2-1~그림 3-2-3).

부산남항)은 퇴적물수거사업 예정구역 중, 유기물 오염도가 높은 1년차와 2년차 구역 그리고 중금속 등 각종 유해물질의 오염도가 높은 5년차 구역 중 조선소근처 정점에서 관선에서 그랩을 이용하여 각각 약 1m³의 퇴적물을 채취하였으며, 용호만)에서는 오염이 심하고 시료채취가 용이한 용호천 구역의 소형 어선들이 주로 정박하는 부두근처 정점에서 육상에서 크레인을 이용하여 그랩으로 퇴적물을 약 1m³ 정도 채취하였다(그림 3-2-4~그림 3-2-5).



그림 3-2-1 울산방어진행과 진해행암만에서의퇴적물시료 채취

- 1) 오염해역(방어진행)준설사업 실시설계용역 보고서, 울산광역시, 2004년 12월
- 2) 해양오염퇴적물 조사 정화복원체계 구축(Ⅲ), 해양수산부, 2007년 2월
- 3) 해양오염퇴적물 조사 정화복원체계 구축(Ⅲ), 해양수산부, 2007년 2월
- 4) 부산 용호만 오염해역 퇴적물 정화복원 타당성 조사, 국토해양부, 2008년 12월



그림 3-2-1 (계속)

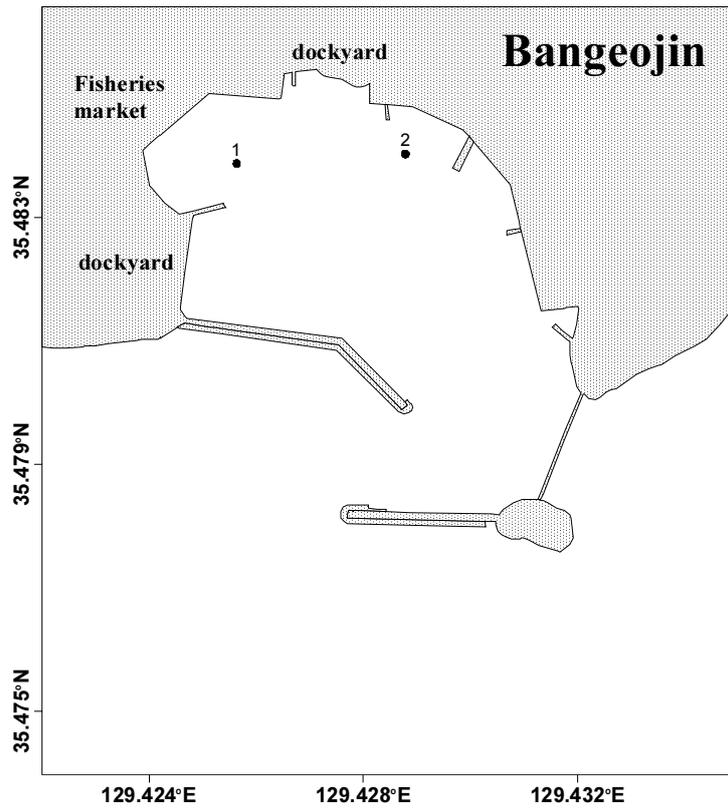


그림 3-2-2 울산방어진항 퇴적물 채취 정점

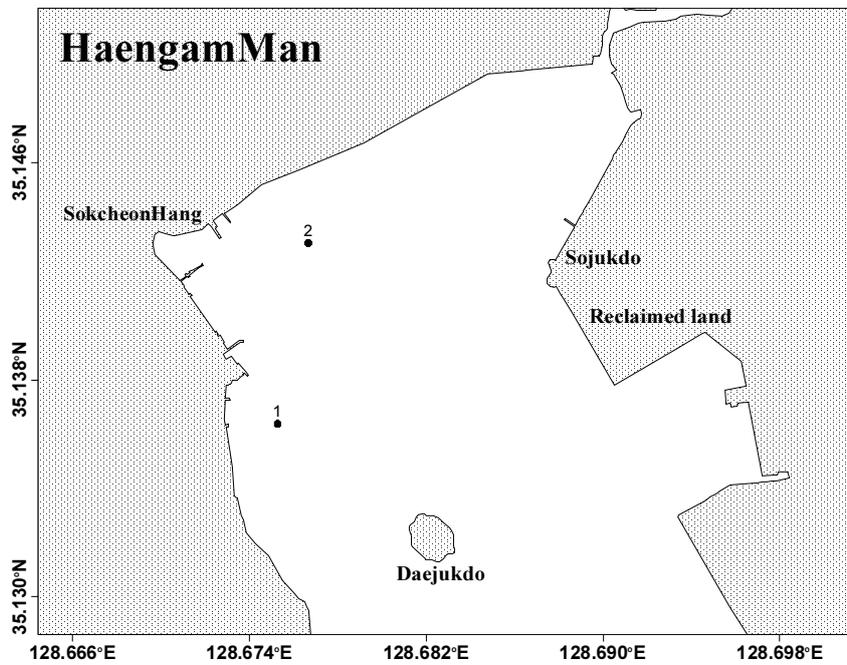


그림 3-2-3 진해행암만 퇴적물 채취 정점

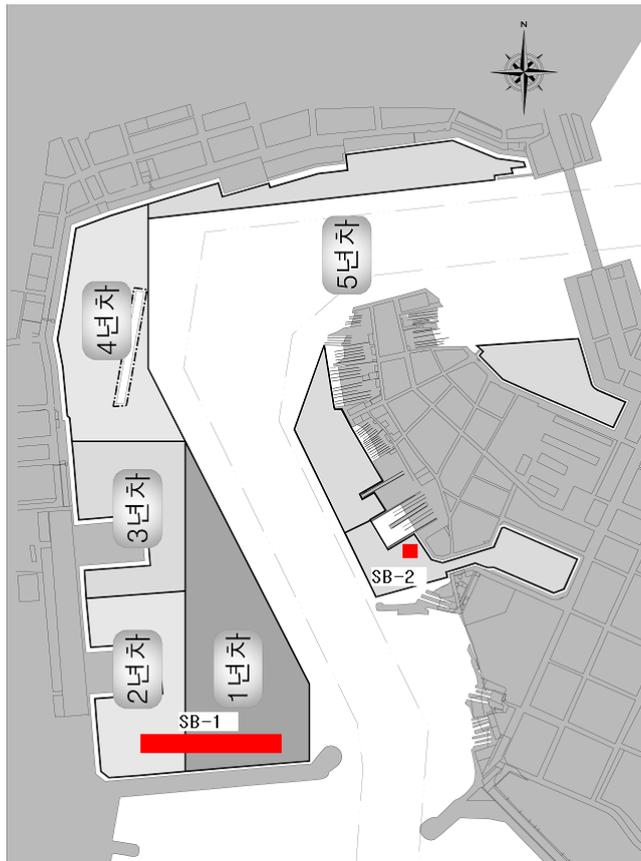


그림 3-2-4 부산남항 퇴적물 채취 정점

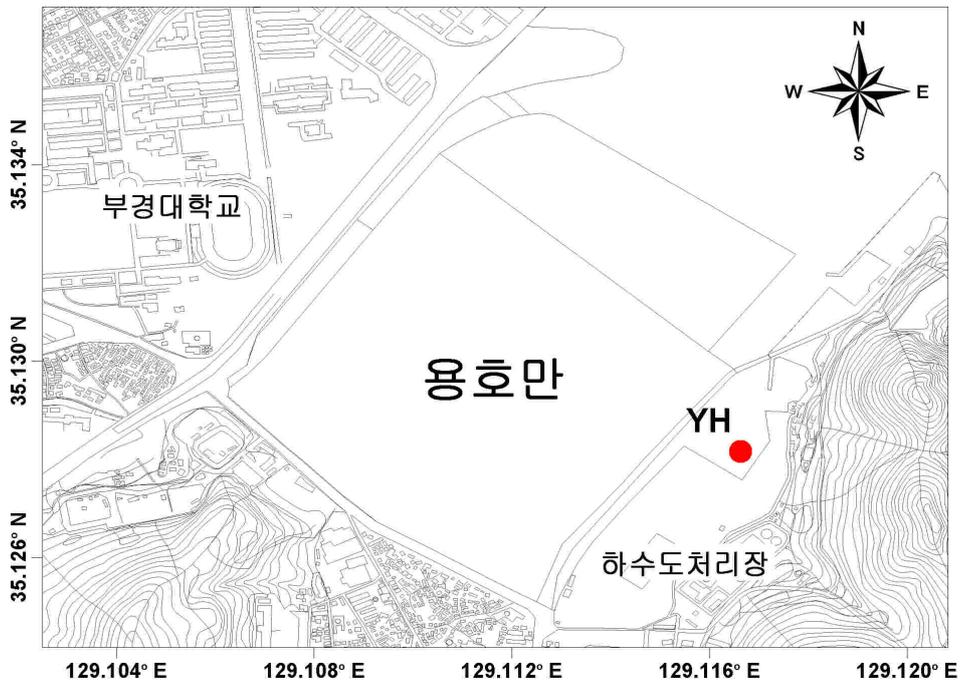


그림 3-2-5 부산 용호만 퇴적물 채취 정점

2. 분석방법

정화사업 예정지역에서 채취한 퇴적물의 오염특성을 파악하고, 처리·처분 대안을 사전 검토하기 위하여 해양환경공정시험방법 토양오염공정시험방법, 폐기물공정시험방법으로 분석하였다. 각 시험법은 육상 또는 연안에서 매립처리(준설토투기장 포함)를 위한 토양오염우려기준 및 지정폐기물 유해물질 함유기준 그리고, 폐기물의 해양배출처리기준 부합 여부 판단에 사용된다.

1) 해양환경공정시험방법

수거예정지역 퇴적물 오염도와 해양배출처리기준을 비교하기 위해 해양환경공정시험방법에 의거하여 Cr, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb, Hg의 중금속항목과 PAHs, PCBs의 지속성 유기오염물질에 대하여 전함량분석을 하였다.

표 3-2-1 준설품질 해양배출처리기준

(단위: mg/kg)

처리항목	2기준	1기준
카드뮴	2.5	10
구리	65	270
수은	0.3	1.2
아연	200	410
크롬	80	370
납	50	220
니켈	35	52
비소	20	70
tPAH	4	45
tPCB	0.023	0.18

- tPAH : 나프탈렌, 페난트렌, 안트라센, 벤조(a)피렌, 플루오렌텐, 벤조(a)안트라센, 벤조(b)플루오란텐의 합
- tPCB : PCB-28, 52, 101,118,138,153,180의 합
- 1기준 : 기준 이상의 오염물질이 해양에 들어갈 경우 생태계에 악영향 가능성이 있어 해양투기 불가

- 2기준 : 기준 이하의 오염물질은 해양에 최소한의 영향만을 주는 것으로 가정하고 해양투기 허가 (단 대체방안 부재시)

- 1기준과 2기준 사이: 생물독성 시험을 거쳐 해양투기 허가 여부 결정

2) 토양오염공정시험방법

수거예정지역 퇴적물 오염도와 토양오염우려기준(토양환경보전법 시행규칙 별표3, '09.6.25 개정)을 비교하기 위하여 개정될 토양오염공정시험방법에 의거하여 분석함과 동시에 신뢰성 확보를 위하여 토양오염관련전문기관서울대학교 농업생명과학대학 농생명과학공동기기원[NICEM])에 분석을 의뢰하였다.

표 3-2-2 토양오염우려기준

(단위: mg/kg)

물질	1지역	2지역	3지역
카드뮴	4	10	60
구리	150	500	2,000
비소	25	50	200
수은	4	10	20
납	200	400	700
6가크롬	5	15	40
아연	300	600	2,000
니켈	100	200	500
불소	400	400	800
유기인화합물	10	10	30
폴리클로리네이티드비페닐	1	4	12
시안	2	2	120
페놀	4	4	20
벤젠	1	1	3
톨루엔	20	20	60
에틸벤젠	50	50	340
크실렌	15	15	45
석유계총탄화수소(TPH)	500	800	2,000
트리클로로에틸렌(TCE)	8	8	40
테트라클로로에틸렌(PCE)	4	4	25
벤조(a)피렌	0.7	2	7

※ 비고

1. 1지역: 「지적법」에 따른 지목이 전·답·과수원·목장용지·광천지·대(「지적법 시행령」 제5조제8호가목 중 주거의 용도로 사용되는 부지만 해당한다)·학교용지·구거(溝渠)·양어장·공원·사적지·묘지인 지역과 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이 놀이시설(실외에 설치된 경우에만 적용한다) 부지
2. 2지역: 「지적법」에 따른 지목이 임야·염전·대(1지역에 해당하는 부지 외의 모든 대를 말한다)·창고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지(「지적법 시행령」 제5조제28호가목 또는 다목에 해당하는 부지만 해당한다)인 지역
3. 3지역: 「지적법」에 따른 지목이 공장용지·주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지(2지역에 해당하는 부지 외의 모든 잡종지를 말한다)인 지역과 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1항제1호부터 제5호까지에서 규정한 국방·군사시설 부지
4. 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제48조에 따라 취득한 토지를 반환하거나 「주한미군 공여구역 주변지역 등 지원 특별법」 제12조에 따라 반환공여구역의 토양 오염 등을 제거하는 경우에는 해당 토지의 반환 후 용도에 따른 지역 기준을 적용한다.
5. 벤조(a)피렌 항목은 유독물의 제조 및 저장시설과 폐침묵을 사용한 지역에: 철도용지, 공원, 공장용지 및 하천 등)에만 적용한다.

3) 폐기물공정시험방법

수거예정지역 오염퇴적물의 용출실험을 위해 3차 증류수에 염산을 넣어 pH를 5.8~6.3으로 조정한 용매(mL)를 시료:용매=1:10(W:V)의 비로 2,000 mL 삼각플라스크에 넣어 혼합한다. 시료용액의 조제가 끝난 혼합액을 상온, 상압에서 진탕회수가 매분당 약 200회, 진폭이 4~5 cm의 진탕기를 사용하여 6시간 연속 진탕한 다음 원심분리기를 사용하여 매분당 3,000회전 이상으로 20분 이상 원심분리한 다음 상등액을 적당량 취하여 용출시험용 시료용액으로 한다. 이 시료를 지정폐기물 유해물질 함유기준을 비교하기 위해 폐기물 공정시험방법에 의거하여 중금속 5항목(Ni, Cu, Zn, Cd, Pb)을 분석하였다.

표 3-2-3 지정폐기물 유해물질 함유기준

항 목	기 준	
	오니류 등 ¹⁾	광재 등 ²⁾
납 또는 그 화합물	3.0mg/ℓ	3.0mg/ℓ
구리 또는 그 화합물	1.0mg/ℓ	1.0mg/ℓ
비소 또는 그 화합물	1.5mg/ℓ	1.5mg/ℓ
수은 또는 그 화합물	0.005mg/ℓ	0.005mg/ℓ
카드뮴 또는 그 화합물	0.3mg/ℓ	0.3mg/ℓ
6가크롬화합물	1.5mg/ℓ	1.5mg/ℓ
시안화합물	1.0mg/ℓ	1.0mg/ℓ
유기인화합물	1.0mg/ℓ	-
테트라클로로에틸렌	0.1mg/ℓ	-
트리클로로에틸렌	0.3mg/ℓ	-
기타 환경부장관이 정한 물질		

1) 오니류·폐흡착제 및 폐흡수제

2) 광재·분진·폐주물사·폐사·폐내화물·도자기조각·소각재, 안정화 또는 고형화처리물 및 폐촉매

3. 분석 결과

1) 해양배출처리기준 비교

가) 크롬(Cr)

Cr의 해양배출처리기준은 제2기준이 80mg/kg, 제1기준이 370mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 부산남항은 정점 SB1, SB2에서 제2기준을 초과하였으나 제1기준 미만으로 나타났고, 다른 지역의 경우, 제2 기준 미만으로 나타났다.

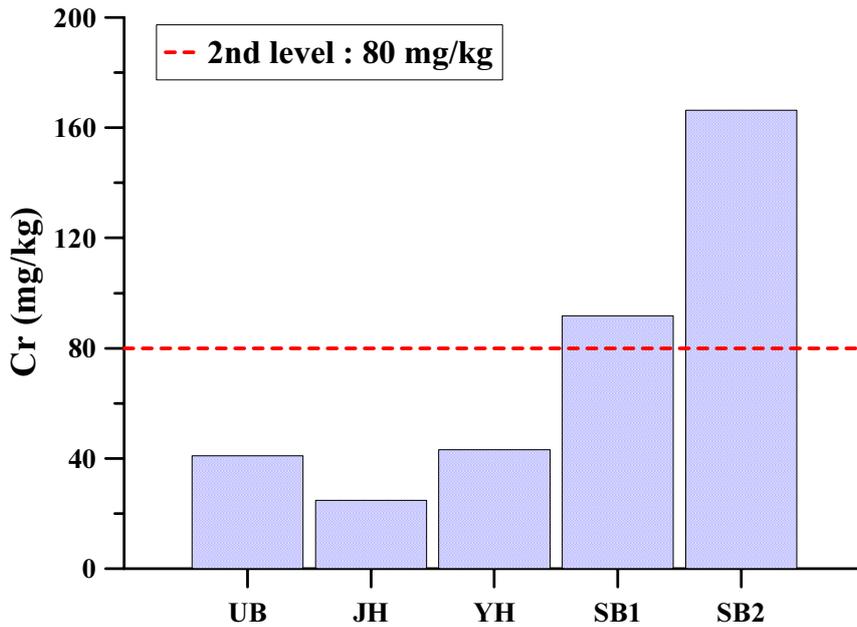


그림 3-2-6 수거예정지역의 Cr 분포와 해양배출처리기준

나) 니켈(Ni)

Ni의 해양배출처리기준은 제2기준이 35mg/kg, 제1기준이 52mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 부산남항의 정점 SB2를 제외하고는 제2기준을 초과하는 정점은 없었으며, 제1기준을 넘는 정점도 없었다.

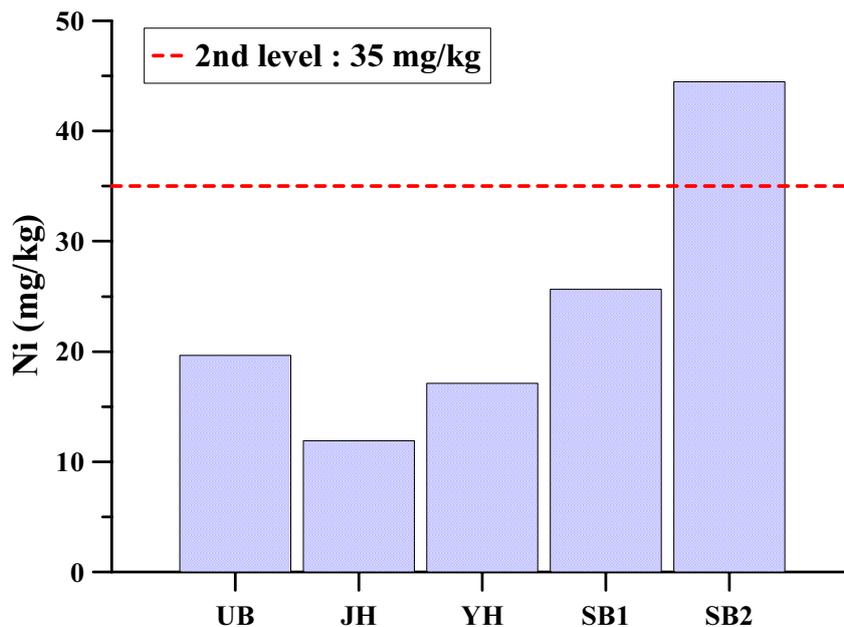


그림 3-2-7 수거예정지역의 Ni 분포와 해양배출처리기준

다) 구리(Cu)

Cu의 해양배출처리기준은 제2기준이 65mg/kg, 제1기준이 270mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 진해행암만(JH)를 제외한 울산방어진항(UB), 용호만(YH), 부산남항의 정점 SB1, SB2에서 제2기준을 초과하였으며, 특히 부산남항의 정점 SB2에서는 제1기준을 크게 넘는 농도를 나타냈으므로, 이 지역의 오염퇴적물은 해양에 배출하여 처리할 수 없다.

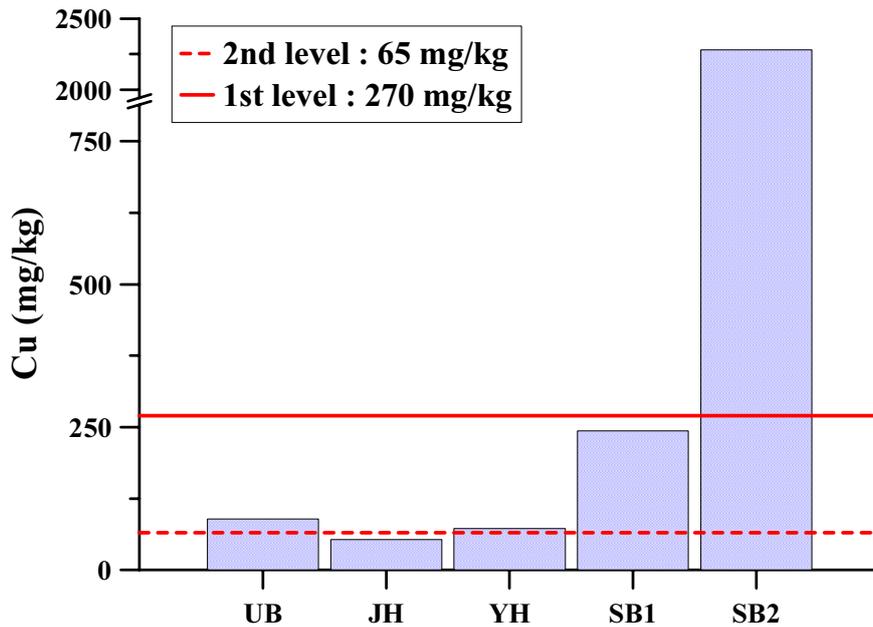


그림 3-2-8 수거예정지역의 Cu 분포와 해양배출처리기준

라) 아연(Zn)

Zn의 해양배출처리기준은 제2기준이 200mg/kg, 제1기준이 410mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 진해행암만(JH)를 제외한 울산방어진항(UB), 용호만(YH), 부산남항의 정점 SB1, SB2에서 제2기준을 초과하였으며, 특히 용호만(YH), 부산남항의 정점 SB1, SB2에서는 제1기준을 넘는 농도를 나타냈다.

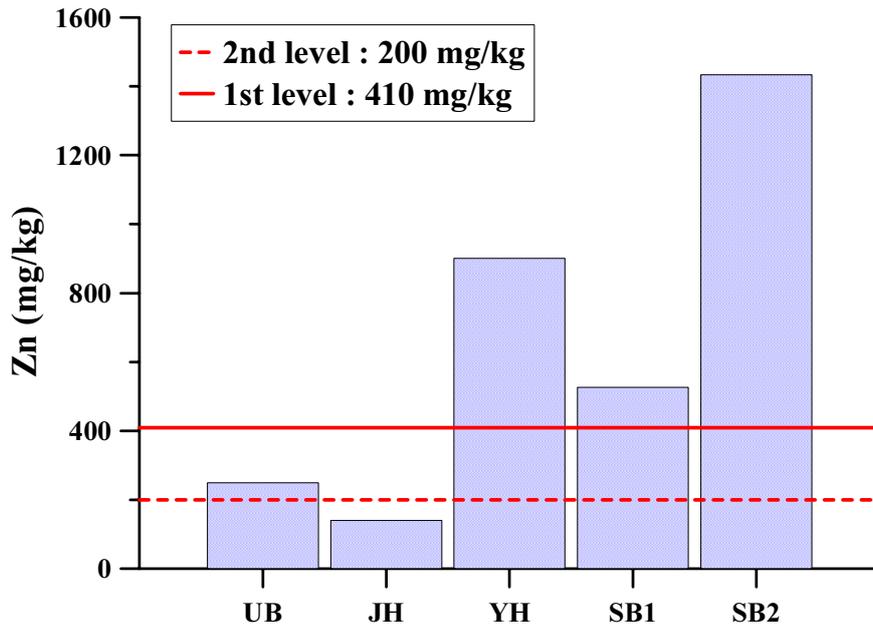


그림 3-2-9 수거예정지역의 Zn 분포와 해양배출처리기준

마) 비소(As)

As의 해양배출처리기준은 제2기준이 20mg/kg, 제1기준이 70mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 부산남항의 정점 SB2에서 제2기준을 초과하였으나 제1기준을 넘지는 않았다.

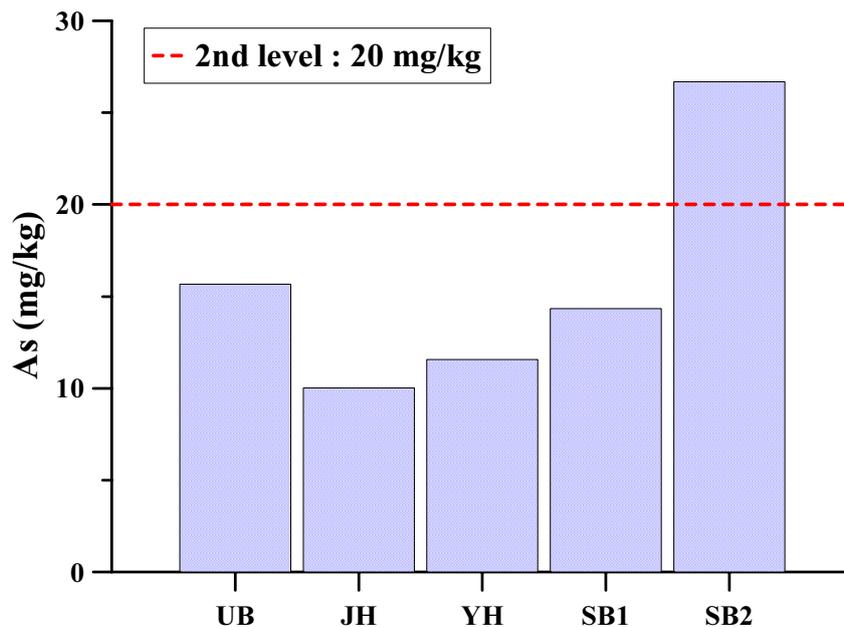


그림 3-2-10 수거예정지역의 As 분포와 해양배출처리기준

바) 카드뮴(Cd)

Cd의 해양배출처리기준은 제2기준이 2.5mg/kg, 제1기준이 10mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 제2기준을 초과하지 않았다.

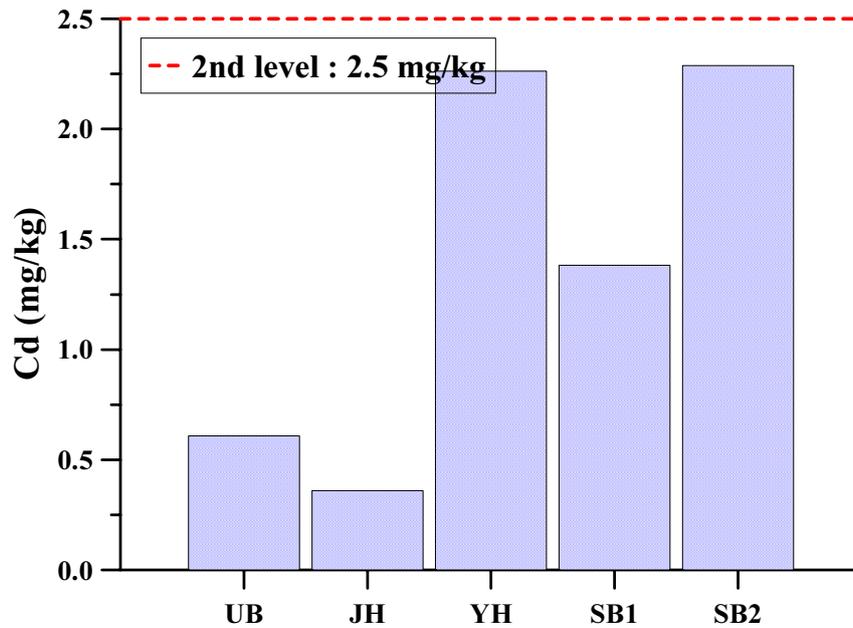


그림 3-2-11 수거예정지역의 Cd 분포와 해양배출처리기준

사) 납(Pb)

Pb의 해양배출처리기준은 제2기준이 50mg/kg, 제1기준이 220mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 진해행암만(JH)를 제외한 울산방어진항(UB), 용호만(YH), 부산남항의 정점 SB1, SB2에서 제2기준을 초과하였으며, 특히 용호만(YH), 부산남항의 정점 SB2에서는 제1기준을 넘는 농도를 나타냈다.

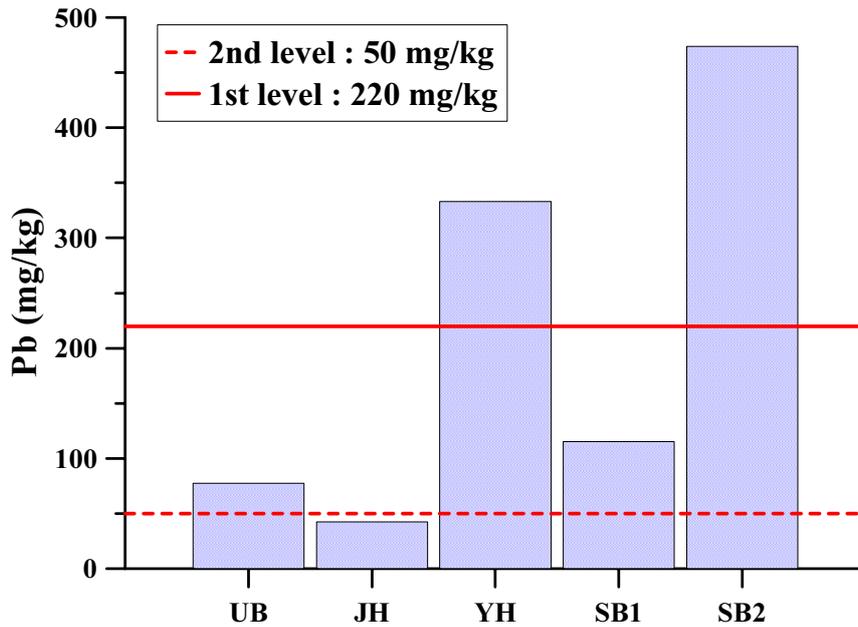


그림 3-2-12 수거예정지역의 Pb 분포와 해양배출처리기준

아) 수은(Hg)

Hg의 해양배출처리기준은 제2기준이 0.3mg/kg, 제1기준이 1.2mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 부산남항의 정점 SB1, SB2에서 제2기준을 초과하였으나 제1기준을 넘지는 않았다.

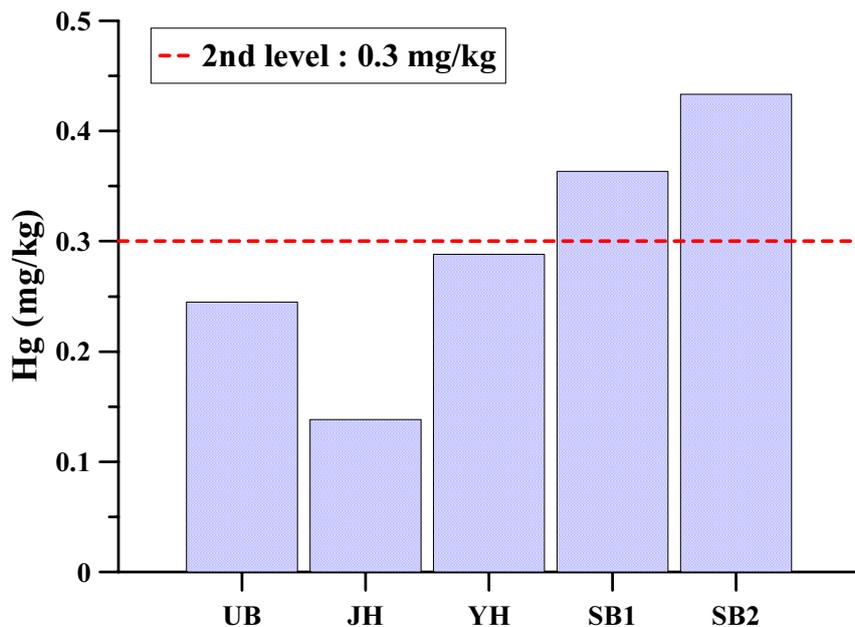


그림 3-2-13 수거예정지역의 Hg 분포와 해양배출처리기준

자) PCBs

PCBs의 해양배출처리기준은 제2기준이 23 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 제1기준이 180 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 진해행암만(JH)과 울산방어진항(UB)을 제외한 용호만(YH), 부산남항의 정점 SB1, SB2에서 제2기준을 초과하였으며, 특히 부산남항의 정점 SB2에서는 제1기준을 넘는 농도를 나타냈다.

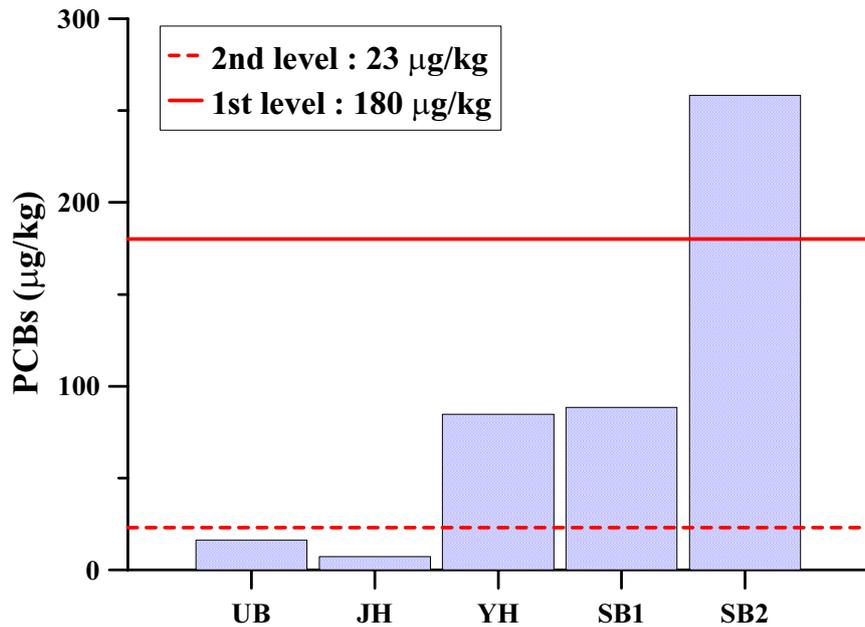


그림 3-2-14 수거예정지역의 PCBs 분포와 해양배출처리기준

차) PAHs

PAHs의 해양배출처리기준은 제2기준이 4000 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 제1기준이 45000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 용호만(YH)을 제외한 진해행암만(JH)과 울산방어진항(UB), 부산남항의 정점 SB1, SB2에서 제2기준을 초과하였으며, 특히 울산방어진항(UB)에서는 제1기준을 크게 넘는 농도를 나타냈다.

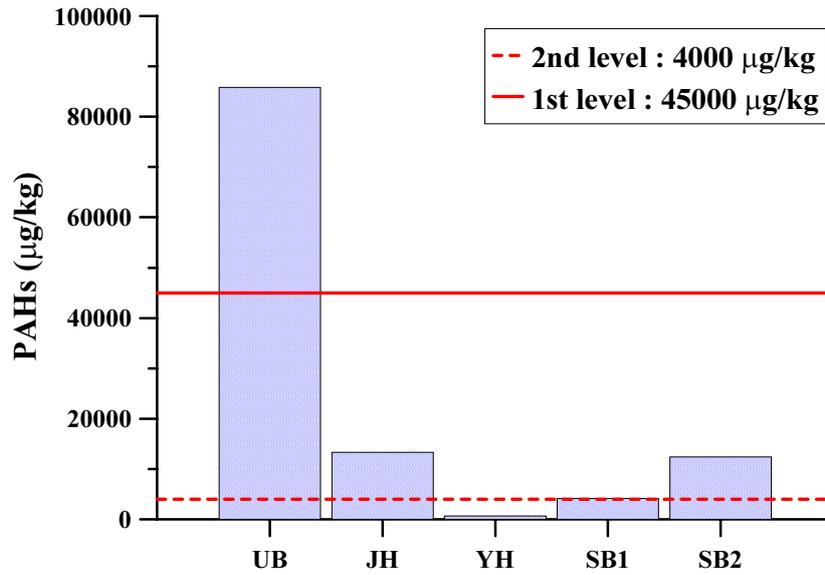


그림 3-2-15 수거예정지역의 PAHs 분포와 해양배출처리기준

2) 토양오염우려기준

가) 6가크롬(Cr^{6+})

Cr^{6+} 의 토양오염우려기준은 2지역기준이 15mg/kg, 3지역기준이 40mg/kg 이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 2지역기준미만의 농도를 나타냈다.

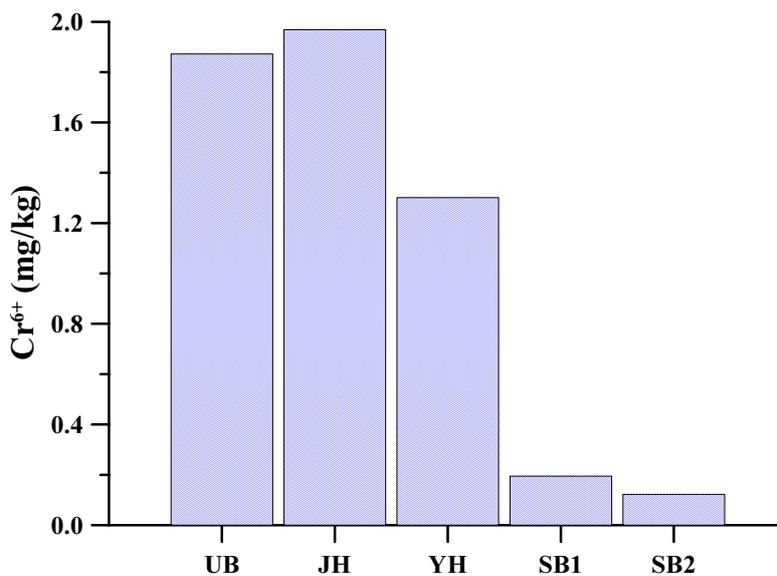


그림 3-2-16 수거예정지역의 Cr^{6+} 분포와 토양오염우려기준

나) 니켈(Ni)

Ni의 토양오염우려기준은 2지역기준이 200mg/kg, 3지역기준이 500mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 2지역기준미만의 농도를 나타냈다.

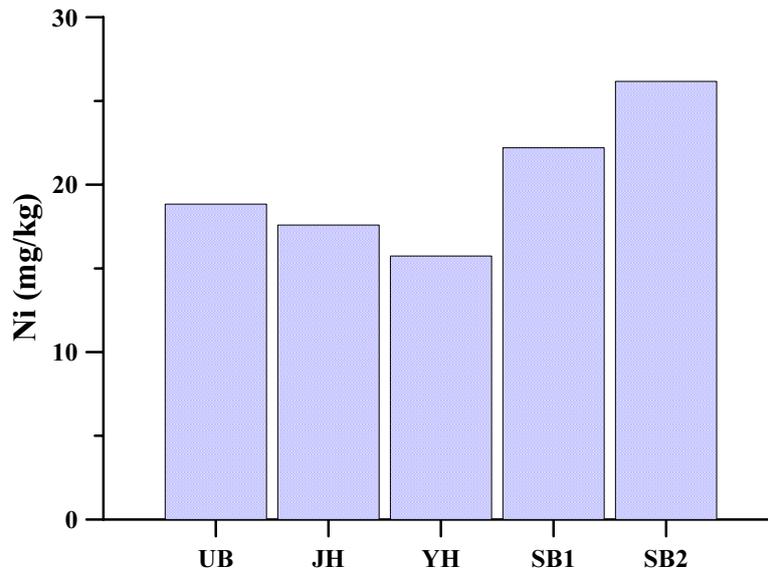


그림 3-2-17 수거예정지역의 Ni 분포와 토양오염우려기준

다) 구리(Cu)

Cu의 토양오염우려기준은 2지역기준이 500mg/kg, 3지역기준이 2000mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 부산남항의 정점 SB2에서 2지역기준을 초과하였으나 3지역기준을 넘지는 않았다.

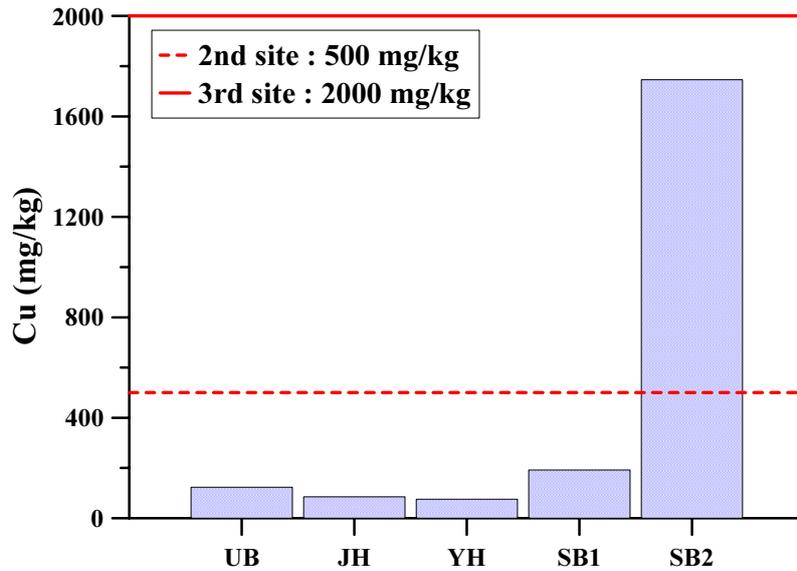


그림 3-2-18 수거예정지역의 Cu 분포와 토양오염우려기준

라) 아연(Zn)

Zn의 토양오염우려기준은 2지역기준이 600mg/kg, 3지역기준이 2000mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 부산용호만과 부산남항의 정점 SB2에서 2지역기준을 초과하였으나 3지역기준을 넘지는 않았다.

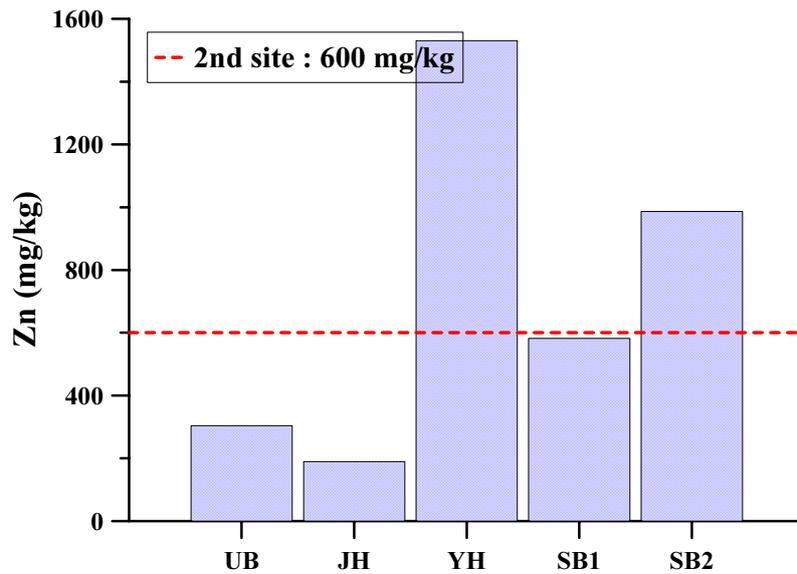


그림 3-2-19 수거예정지역의 Zn 분포와 토양오염우려기준

마) 비소(As)

As의 토양오염우려기준은 2지역기준이 50mg/kg, 3지역기준이 200mg/kg 이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 2지역기준미만의 농도를 나타냈다.

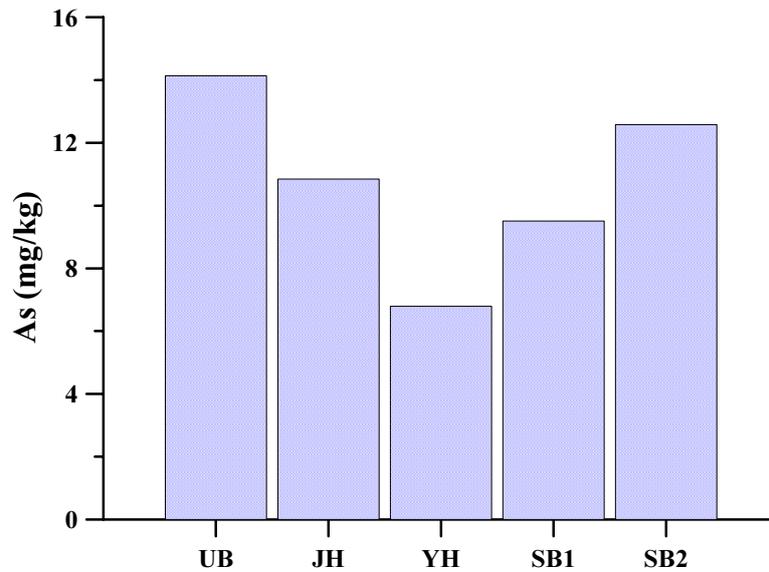


그림 3-2-20 수거예정지역의 As 분포와 토양오염우려기준

바) 카드뮴(Cd)

Cd의 토양오염우려기준은 2지역기준이 10mg/kg, 3지역기준이 60mg/kg 이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 2지역기준미만의 농도를 나타냈다.

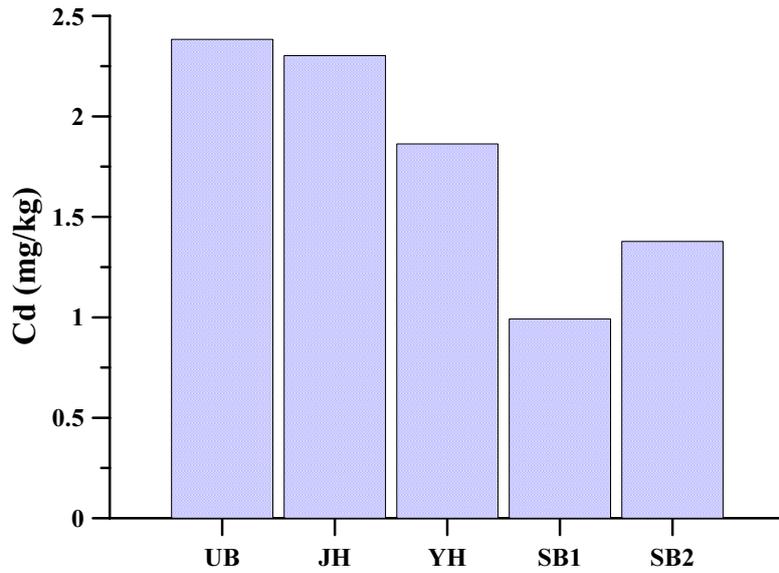


그림 3-2-21 수거예정지역의 Cd 분포와 토양오염우려기준

사) 납(Pb)

Pb의 토양오염우려기준은 2지역기준이 400mg/kg, 3지역기준이 700mg/kg 이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 2지역기준미만의 농도를 나타냈다.

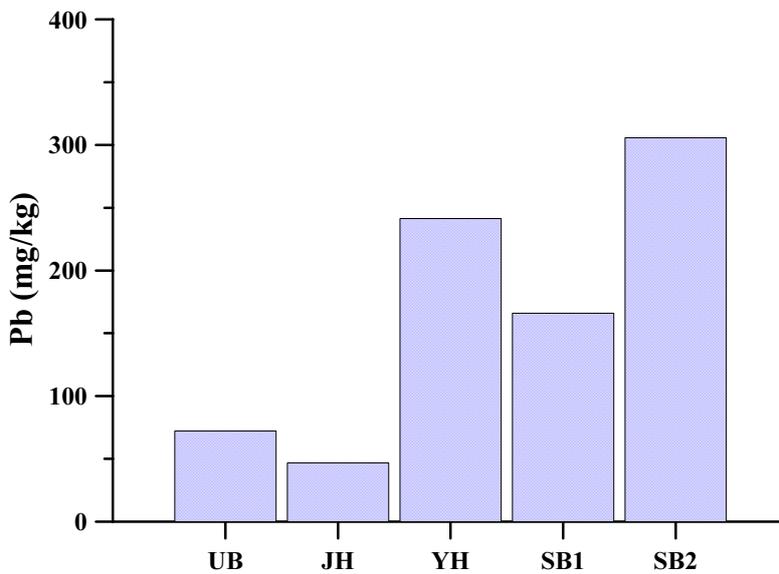


그림 3-2-22 수거예정지역의 Pb 분포와 토양오염우려기준

아) 수은(Hg)

Hg의 토양오염우려기준은 2지역기준이 10mg/kg, 3지역기준이 20mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 2지역기준미만의 농도를 나타냈다.

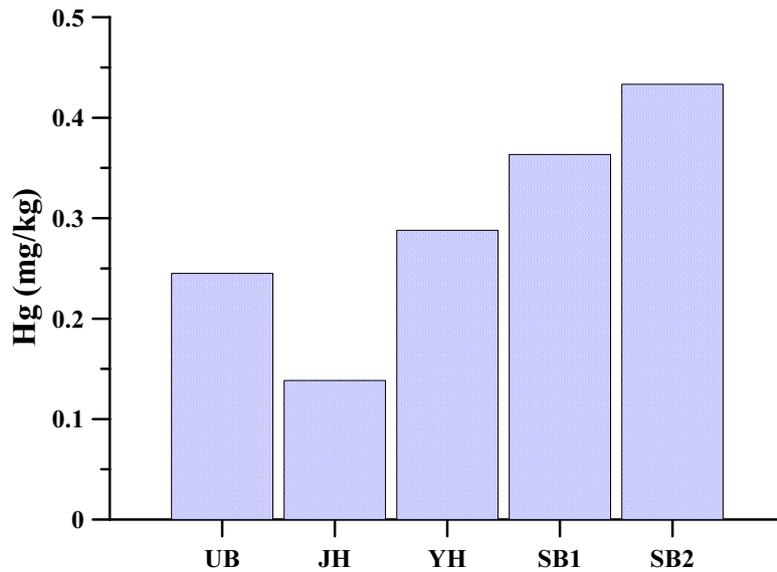


그림 3-2-23 수거예정지역의 Hg 분포와 토양오염우려기준

자) 불소(F)

F의 토양오염우려기준은 2지역기준이 400mg/kg, 3지역기준이 800mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 울산방어진항과 진해행암만에서 2지역기준을 초과하였으나 3지역기준을 넘지는 않았다.

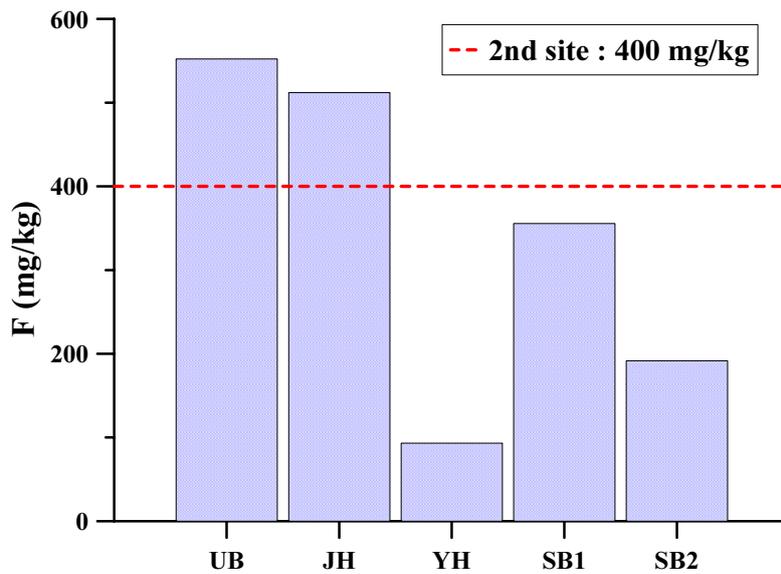


그림 3-2-24 수거예정지역의 F 분포와 토양오염우려기준

차) 시안(CN)

CN의 토양오염우려기준은 2지역기준이 2mg/kg, 3지역기준이 120mg/kg 이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 2지역기준미만의 농도를 나타냈다.

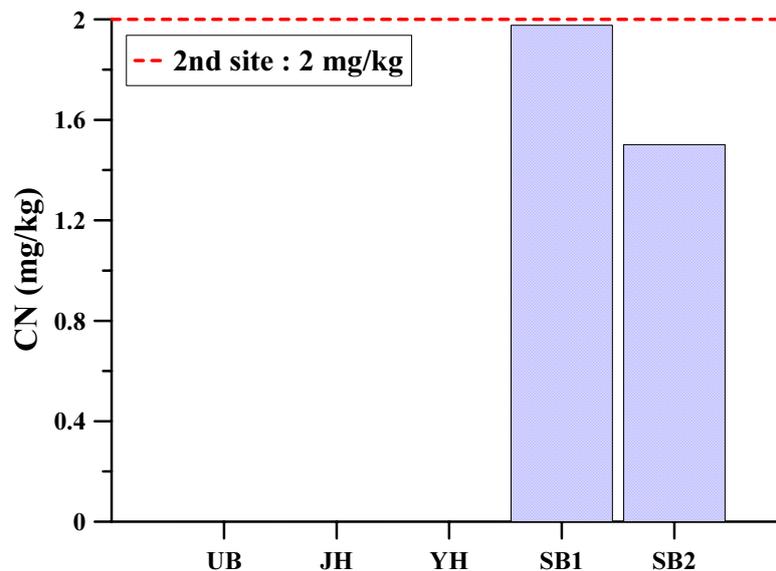


그림 3-2-25 수거예정지역의 CN 분포와 토양오염우려기준

카) PCBs

PCBs의 토양오염우려기준은 2지역기준이 4mg/kg, 3지역기준이 12mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 2지역기준미만의 농도를 나타냈다.

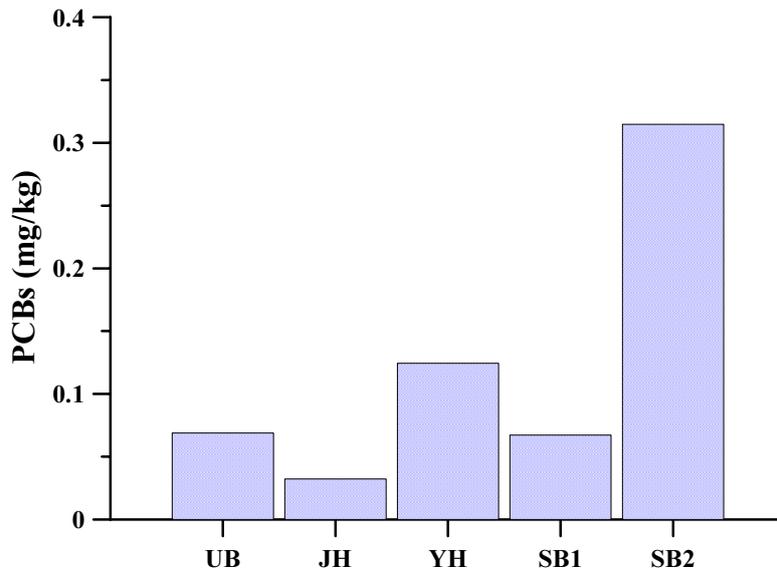


그림 3-2-26 수거예정지역의 PCBs 분포와 토양오염우려기준

타) 석유계총탄화수소(TPH)

TPH의 토양오염우려기준은 2지역기준이 800mg/kg, 3지역기준이 2000mg/kg이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 진해행암만(JH)를 제외한 울산방어진항(UB), 용호만(YH), 부산남항의 정점 SB1, SB2에서 2지역기준을 초과하였으며, 특히 울산방어진항, 부산남항의 정점 SB1, SB2에서는 3지역기준을 넘는 농도를 나타냈다.

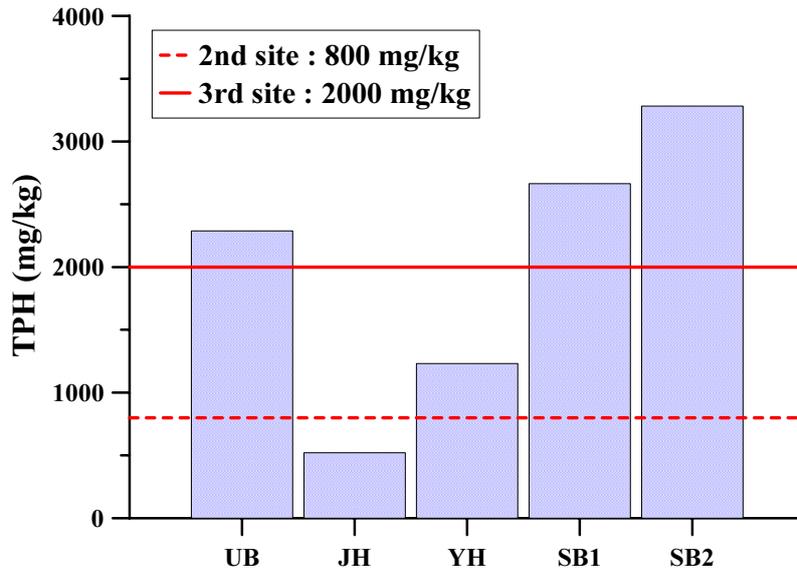


그림 3-2-27 수거예정지역의 TPH 분포와 토양오염우려기준

파) 기타

토양오염우려기준에 포함되는 항목인 페놀, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, 트리클로로에틸렌(TCE), 테트라클로로에틸렌(PCE) 등은 모두 검출한계미만의 농도를 나타냈다.

3) 지정폐기물 유해물질 함유기준

가) 크롬(Cr)

Cr의 지정폐기물 유해물질 함유기준은 오니류, 광재류기준이 1.5mg/l이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 기준미만의 농도를 나타냈다.

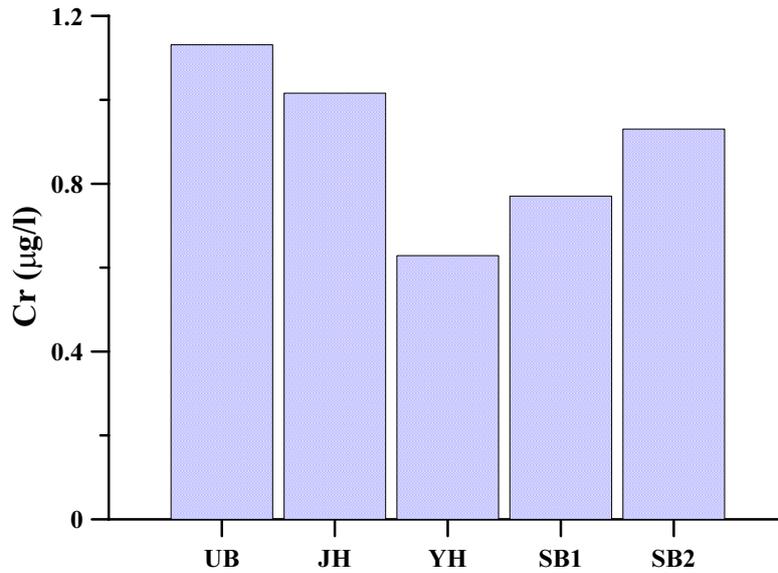


그림 3-2-28 수거예정지역의 Cr 분포와 지정폐기물 유해물질 함유기준

나) 구리(Cu)

Cu의 지정폐기물 유해물질 함유기준은 오토티, 광채류기준이 1.0mg/l이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 기준미만의 농도를 나타냈다.

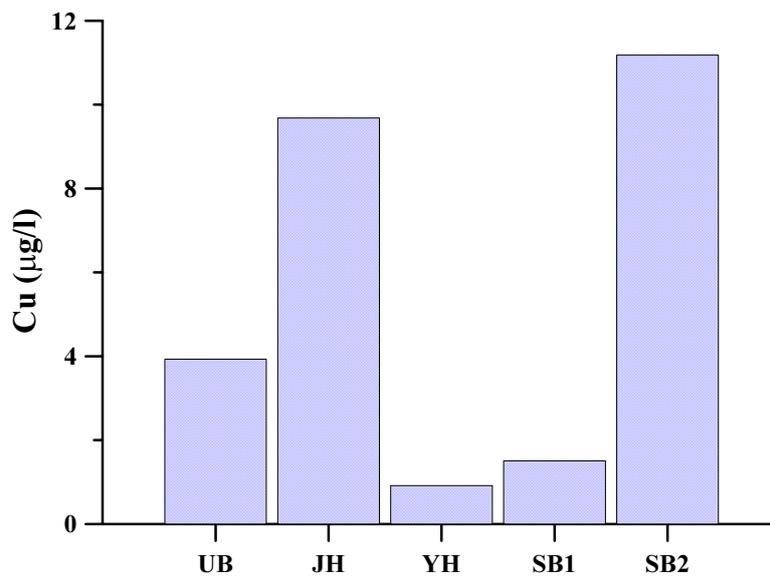


그림 3-2-29 수거예정지역의 Cu 분포와 지정폐기물 유해물질 함유기준

다) 비소(As)

As의 지정폐기물 유해물질 함유기준은 오탁, 광재류기준이 1.5mg/l이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 기준미만의 농도를 나타냈다.

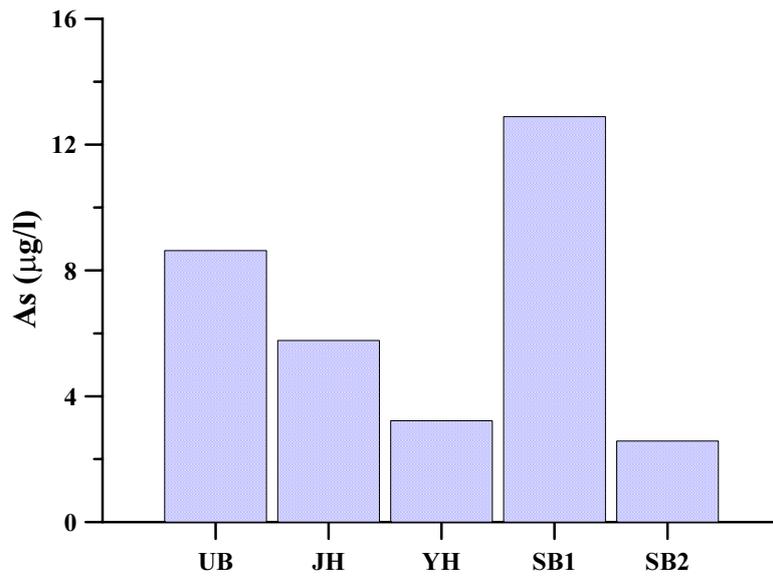


그림 3-2-30 수거예정지역의 As 분포와 지정폐기물 유해물질 함유기준

라) 카드뮴(Cd)

Cd의 지정폐기물 유해물질 함유기준은 오탁, 광재류기준이 0.3mg/l이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 기준미만의 농도를 나타냈다.

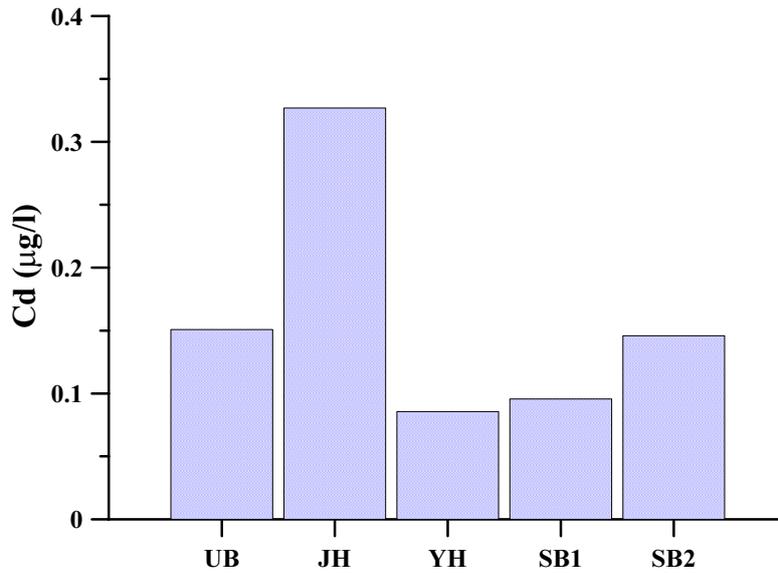


그림 3-2-31 수거예정지역의 Cd 분포와 지정폐기물 유해물질 함유기준

마) 납(Pb)

Pb의 지정폐기물 유해물질 함유기준은 오토티, 광채류기준이 3.0mg/l이다. 이를 오염퇴적물 수거예정지역과 비교해보면, 모든 지역에서 기준미만의 농도를 나타냈다.

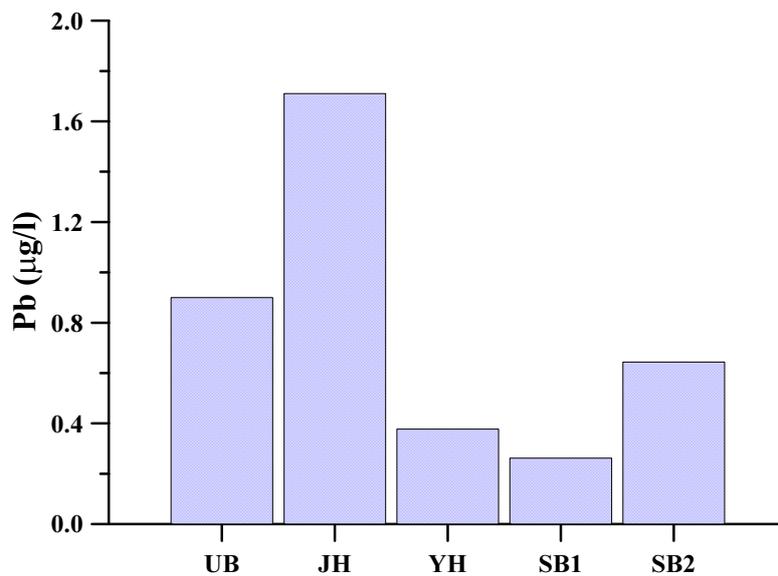


그림 3-2-32 수거예정지역의 Pb 분포와 지정폐기물 유해물질 함유기준

제 3 절 국내 해양오염퇴적물의 처리기술에 대한 성능 시험

1. 조사 개요

해양오염퇴적물 정화사업에 활용 가능한 처리기술에 대한 성능 시험의 목적은 정화사업 예정해역의 오염퇴적물을 2009년 현재 국내 상용화된 처리기술 중 해양오염퇴적물 정화사업에 활용 가능한 대표적인 처리기술로 실증실험을 통하여 처리기술의 실제 적용가능성을 사전 검토함과 동시에 처리기술의 모호성의 해소하는 것이다.

실증실험 대상 업체에는 사전에 공문으로 실증실험 대상 업체로 선정된 사실을 통보하여 실증실험에 대한 동의를 구한다음 일정 등 세부사항을 상호 협의하여 실증실험을 진행하였다 또한, 대상 업체별로 실증실험 전에 방문하여 각 업체에서 보유한 처리기술의 특성과 장치의 제원 등을 파악하여 실증실험용 시설점검표를 작성하였다. 정화사업 예정해역에서 실증실험을 위해 채취한 시료는 채취 직후 봉인하였으며, 냉장업체의 창고를 임차하여 약 10°C 정도의 냉암소에서 보관한 다음, 실증실험 직전에 실증실험 대상 업체에 전달하였다. 그리고 대상 업체의 장치 조율, 약품준비 등을 위하여 실증실험 전에 해역별 퇴적물 특성자료와 소량의 시료를 제공한 다음 약 7~14일 간의 사전 실험 및 준비기간을 보장하였다.

처리기술 실증실험은 2009년 7월 8일부터 17일까지 제1절에서 설명한 입자분리 기술(A업체), 세척정화 기술(B, C업체)을 대상으로 실제 해역의 퇴적물(울산 방어진 진해 행암만)을 시료로 사용하여 진행하였으며, 도출된 결과는 해역별 처리·처분 대안 검토를 위한 기초자료로 활용하였다.

실증실험은 공정성을 확보하기 위하여 대상 업체 관계자 우리 연구원 및 공공기관 참관자의 입회하에 실증실험의 모든 단계 즉 실증실험용 시료의 봉인해제, 시료 칭량 및 투입, 중간산물 및 최종산물 채취와 칭량 등 일련의 과정을 진행하였다. 또한, 현장에서 각 과정별로 사진촬영 및 기록하고 상호 확인하였다. 실증실험 과정에서 채취한 시료(처리 전 시료, 중간처리 산물, 최종처리 산물 등)는 실험실에 복귀한 다음, 4°C로 냉장 보관하였고, 신속히 분석하였다.

실증실험에 덧붙여, 국내 세척정화 기술과 미국, 유럽 등 여러 지역에서 해양오염퇴적물에 사용된 선진 세척기술을 비교 평가하기 위해서 상용 처리장치를 갖춘 B업체와 선진 기술의 국내 사용권리를 가진 D업체의 처리 기술을 대상으로, 2009년 정화사업 예정지역인 부산 남항과 용호만 퇴적물을 시료로 하여 처리기술의 성능을 시험하였다.

2. 실증실험

1) 대상 업체별 현황 및 처리기술의 특성

가) A업체 (입자분리기술)

① 처리기술의 특성

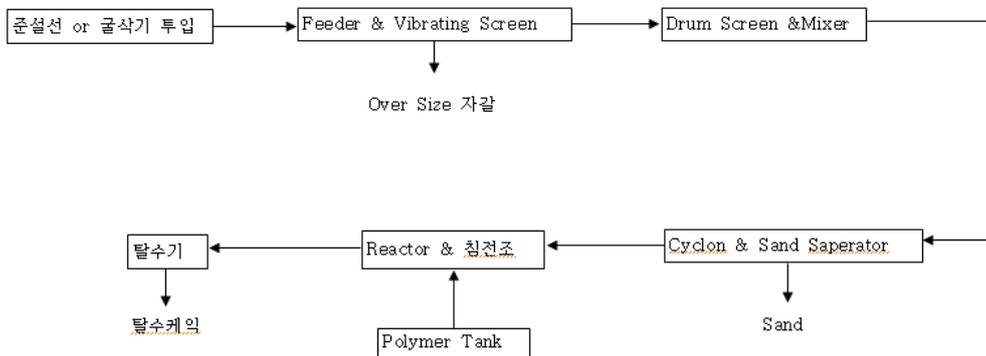
비교적 간단한 구조의 장치를 사용하여 오니토를 협잡물 자갈 및 오니로 신속하게 분리한 다음 분리된 오니를 고분자응집제를 사용하여 응집·침전 시킨 다음 급속 탈수장치를 사용하여 탈수케익으로 처리가 가능함. 이 기술은 해양오염퇴적물과 유사한 물질인 하천 오니준설토 처리에 특화되어 있음.

② 실증실험용 장치

실증실험용 장치는 진동스크린, 드럼스크린, 믹서, 2단구조의 싸이클론, 급속 탈수장치(데칸타) 및 부대장치로 구성된 연속흐름식 상용 처리장치이다



③ 처리 흐름도



나) B업체 (세척정화기술)

① 처리기술의 특성

오염토양을 혐잡물을 제거한 다음, 3단계의 입경별 분리과정을 통하여 분리한 입자별를 물리화학적 세척 및 중금속 처리공정을 통하여 오염물질을 제거하고, 필터프레스를 이용하여 탈수케익으로 처리할 수 있다. 이 기술은 오염된 토양입자를 입경별로 3단계(1mm 이상, 1~0.02mm, 0.02mm 이하) 분리할 수 있고, 0.02mm 정도의 미세한 입자까지 세척할 수 있는 점이 특징이다.

② 실증실험용 장치

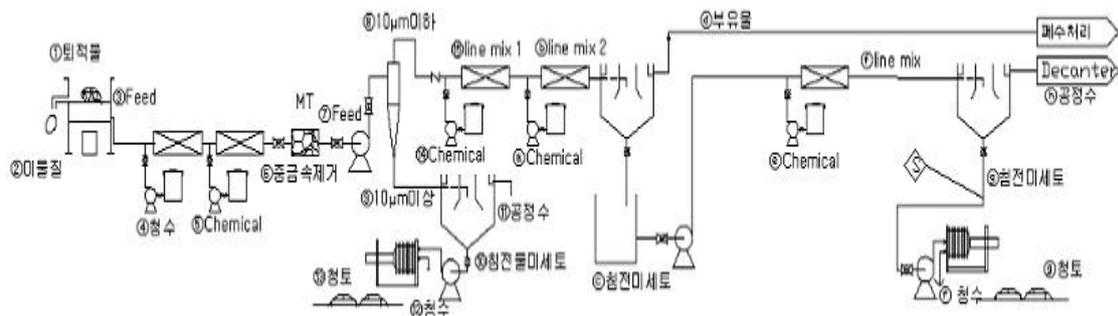
실증실험에 사용한 장치는 2단계 토양세척장치, 미세기포반응조, 미세입자 분리용 싸이클론, 약품 반응조, 필터프레스 등 제반장치로 구성된 0.24m³/h 처리용량의 소규모 연속흐름식 장치다.

또한 90m³/h 처리용량의 대규모 상용 처리를 사용하여 부산 남항 및 용호만 오염퇴적물에 대하여 세척기술의 적용가능성을 시험하였다.





③ 처리 흐름도



다) C업체 (세척정화기술)

① 처리기술의 특성

오염토양을 협잡물을 제거한 다음, 입경별로 분리(2mm 이상, 2~0.075mm, 0.075~0.02mm)하여 물리화학적 세척과, 초음파 반응을 이용하여 오염물질을 제거하며, 0.00mm이하의 미세입자는 고분자 응집제를 사용한 응집침전과 필터프레스를 이용한 탈수과정을 통하여 탈수 케익으로 처리할 수 있다. 이 기술의 특징은 초음파를 사용하여 0.02mm 정도의 미세한 입자로부터 오염물질을 분리하여 처리할 수 있는 점이 특징이다.

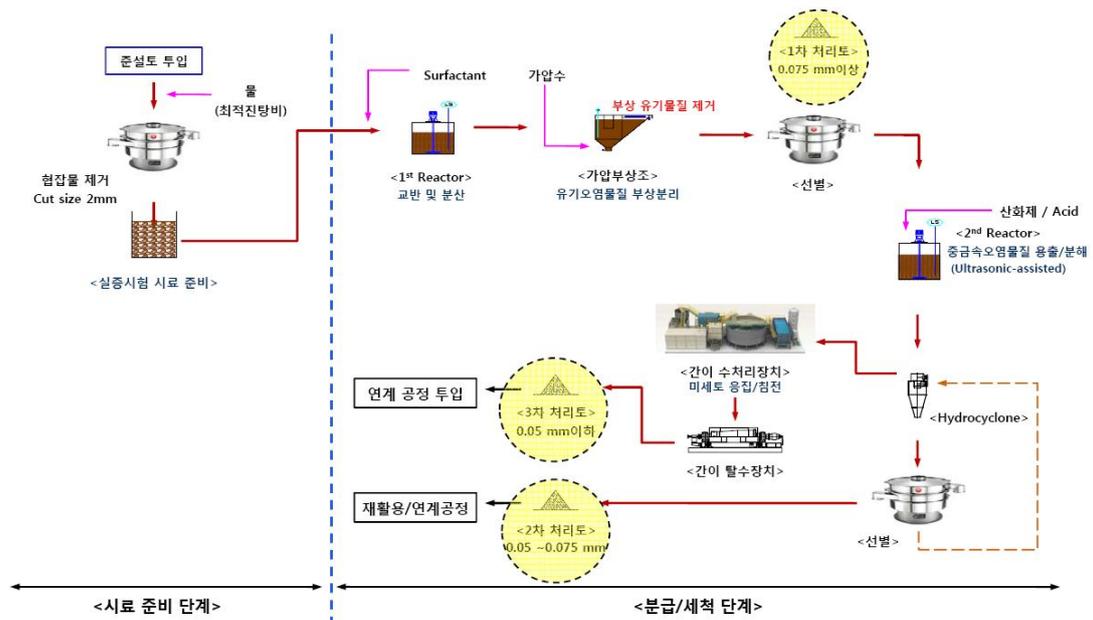
② 실증실험용 장치

실증실험에 사용한 장치는 진동선별기 가압부상조, 약품반응조, 하이드로

싸이클론, 초음파반응조 및 필터프레스 등 제반장치로 구성된 30kg/h 용량의 소규모 회분식 실험용 장치다.



③ 처리 흐름도



라) D업체 (세척정화기술)

① 처리기술의 특성

협잡물 제거 및 균질화 과정을 거친 오염토양을 전처리, 충돌세정 및 산화공정을 통하여 오염물질들을 분리, 산화시켜서 처리한 다음 고액분리를 거쳐서 정화된 토양을 탈수케익으로 처리한다.

처리공정 중 입경별 분리는 진동스크린을 사용하여 모래를 분리하고 하이드로싸이클론을 이용하여 미사질(Silt)을 분리하며, 원심분리기를 사용하여 진흙(Clay)을 분리한다.

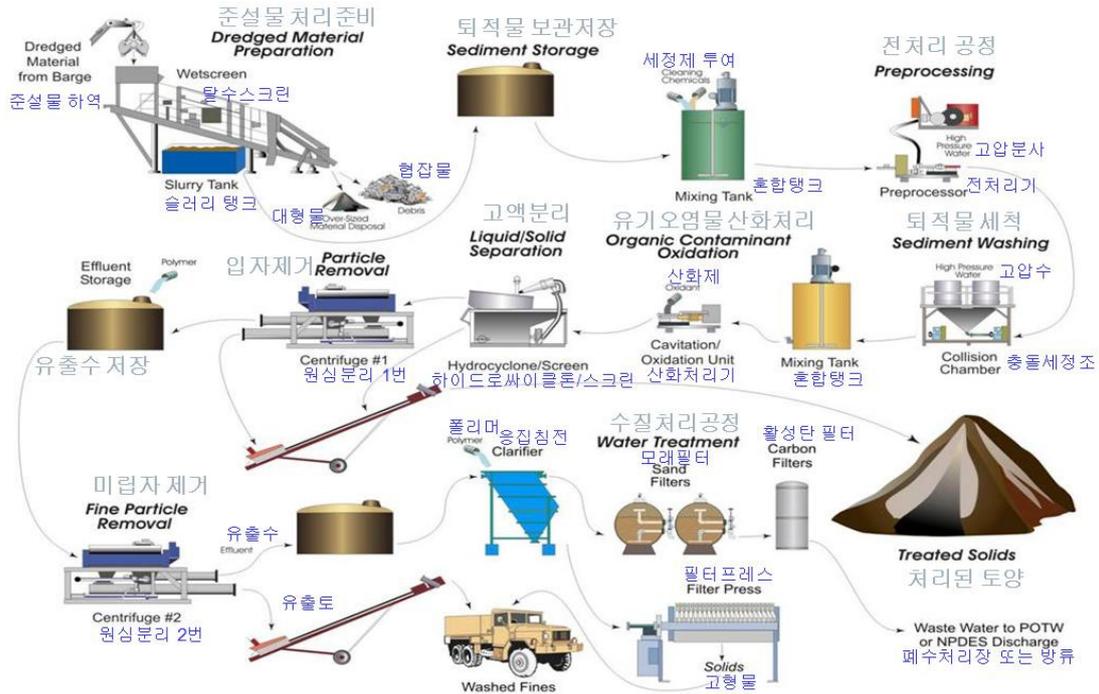
이 기술의 특징은 10,000psi의 고압수와 화학약품을 물리화학적 세척공정을 통하여 토양입자로부터 오염물질을 효율적으로 분리시켜서 처리할 수 있으며, 외국의 여러 지역 해양오염퇴적물에 적용된 사례가 있다는 점이다.

② 실증실험용 장치

실증실험에 사용한 장치는 진동선별기 충돌세정장치, 유기물 산화장치, 고액분리기 등 제반장치로 구성된 50kg/h 용량의 소규모 회분식 실험용 처리장치다.



③ 처리 흐름도



2) 대상 업체별 실증실험

가) A업체 (입자분리기술)

실증실험 시 각 해역별 시료투입량과 최종 처리산물을 포함하여 처리과정 중 발생한 모든 산물은 현장에서 칭량하거나 칭량이 불가능할 경우, 실험실에 복귀하여 칭량하고 기록하였다. 표 3-3-1에 채취한 시료량을 나타내었다. 실증실험 동안 시료투입 과정을 제외하고는 악취는 발생하지 않았고, 처리과정에서 특이사항은 없었다. 그러나 상용처리장치의 규모에 비하여 투입한 시료의 양(진해 행암만 1,453kg, 울산 방어잔 1,556kg)이 적었기 때문에 각 반응조 하단 또는 이송관 등 처리장치에서 잔류된 양이 많아서 실제 처리된 산물의 양은 매우 적은 것으로 사료된다. 실증실험 현장에서 각 처리공정별로 기록한 사진은 그림 3-3-1에 나타내었다.

표 3-3-1 실증실험에서 채취한 시료의 양 (A업체)

차 례	시료명	발생공정	시료량 (kg)	비고
1	울산 방어진 (투입량: 1,556kg)		2	처리전 원시료
2		협잡물 제거, 입자분리	183	중간처리산물
3		Over size 자갈 분리	203	발생 폐기물
4		응집침전 후 탈수케익	13	최종 처리 산물
5	진해 행암만 (투입량: 1,453kg)		2	처리전 원시료
6		협잡물 제거, 입자분리	63	중간처리산물
7		Over size 자갈 분리	11	발생 폐기물
8		응집침전 후 탈수케익	1.5	최종 처리 산물





그림 3-3-1 처리기술 실증실험 현장사진 (A업체)

나) B업체 (세척정화기술)

실증실험 시 각 해역별 시료투입량과 최종 처리산물을 포함하여 처리과정 중 발생한 모든 산물은 현장에서 칭량하고 기록하였다 표 3-3-2에 채취한 시료량을 나타내었다. 실증실험 동안 시료투입 과정을 제외하고는 악취는 발생하지 않았고, 처리과정에서 특이사항은 없었다.

투입한 시료량은 해역별로 각 240kg이며 처리전 원시료, 발생폐기물, 중간처리산물 및 최종 처리 산물을 채취하였다. 실증실험 현장에서 각 처리 공정별로 기록한 사진은 그림 3-3-2에 나타내었다.

한편, 부산 남항 및 용호만 시료는 각 50kg을 업체의 상용 처리장치로 처리한 다음 최종 처리된 산물을 채취하여 물성분석용으로 사용하였다.

표 3-3-2 실증실험에서 채취한 시료의 양 (B업체)

차 례	시료명	발생공정	시료량 (kg)	비고
1	울산 방어진 (투입량: 240kg)		2	처리전 원시료
2		진동선별 (3mm이상)	36	발생 폐기물
3		입자분리, 세척, 침전, 탈수 (0.01mm이상)	36	중간처리산물
4		입자분리, 세척, 친전, 탈수 (0.01mm이하)	16	최종 처리 산물
5	진해 행암만 (투입량: 240kg)		2	처리전 원시료
6		진동선별 (3mm이상)	41	발생 폐기물
7		입자분리, 세척, 침전, 탈수 (0.01mm이상)	40	중간처리산물
8		입자분리, 세척, 침전, 탈수 (0.01mm이하)	13	최종 처리 산물



시료 봉인 해제



시료채취



그림 3-3-2 처리기술 실증실험 현장사진 (B업체)

다) C업체 (세척정화기술)

실증실험 시 각 해역별 시료투입량과 최종 처리산물을 포함하여 처리과정 중 발생한 모든 산물은 현장에서 칭량하고 기록하였다 표 3-3-3에 채취한 시료량을 나타내었다. 실증실험 동안 시료투입 과정을 제외하고는 악취는 발생하지 않았고, 처리과정에서 특이사항은 없었다.

투입한 시료양은 해역별로 약 60kg이며 처리전 원시료, 발생폐기물, 중간 처리산물 및 최종 처리 산물을 채취하였다. 실증실험 현장에서 각 처리 공정별로 기록한 사진은 그림 3-3-3에 나타내었다.

표 3-3-3 실증실험에서 채취한 시료의 양 (C업체)

차 례	시료명	발생공정	시료량(kg)	비고
1	울산 방어진 (투입량: 60kg)		2.0	처리전 원시료
2		자갈, 협잡물 분리	13.5	2mm 이상
3		입자분리, 세척, 초음파, 탈수	11.4	2~0.2mm
4		입자분리, 세척, 초음파, 탈수	5.6	0.2~0.075mm
5		입자분리, 세척, 초음파, 탈수	37.3	0.075mm 이하
6	진해 행암만 (투입량: 60kg)		2.0	처리전 원시료
7			0.9	2mm 이상
8		입자분리, 세척, 초음파, 탈수	0.1	2~0.2mm
9		입자분리, 세척, 초음파, 탈수	1.6	0.2~0.075mm
10		입자분리, 세척, 초음파, 탈수	48.3	0.075mm 이하



	
<p>투입할 시료 무게 측정</p>	<p>진동선별(협잡물 및 입경별)</p>
	
<p>약품혼합 후 초음파 처리</p>	<p>용집전전 후 탈수(필터프레스)</p>

그림 3-3-3 처리기술 실증실험 현장사진 (C업체)

라) D업체 (세척정화기술)

현재 국내에서 상용화된 정화기술 중 가장 많이 사용되는 세척정화기술을 선진 기술과 비교하고, 세척정화기술의 적용 가능성을 평가하기 위하여, 부산 남항 및 용호만의 오염퇴적물 시료 50kg을 D업체의 소규모 실증용 처리장치 투입하여 처리한 다음 최종 처리된 산물을 채취하여 물성분석용으로 사용하였다. 처리과정에서 시료투입 과정을 제외하고는 악취는 발생하지 않았고, 처리과정에서 특이사항은 없었다. 실증실험 현장에서 각 처리 공정별로 기록한 사진은 그림 3-3-4에 나타내었다.



그림 3-3-4 처리기술 실증실험 현장사진 (D업체)

2) 분석방법

오염퇴적물의 처리 성능을 비교하기 위하여 개정된 토양오염공정시험방법에 의거하여 분석함과 동시에 신뢰성 확보를 위하여 토양오염관련전문기관서울대학교 농업생명과학대학 농생명과학공동기기원(NICEM)]에 분석을 의뢰하였다.

일반적으로 퇴적물의 입자가 세립질에 가까울수록 표면적이 넓어져 유기물이나 중금속의 흡착이 잘 되는 것으로 알려져 있다. 따라서 수거대상 오염퇴적물의 경우에도 입자의 크기에 따라 오염물질의 농도가 달라질 수 있으며, 이를 고려하여 처리 성능 검증에 참여한 업체들의 공정에도 입자의 크기

를 분리하여 오염물질을 저감하는 방법이 쓰이고 있다. 따라서 수거대상 오염퇴적물의 입자크기에 따른 분석이 필요하다.

현장에서 채취한 수거대상 오염퇴적물을 동결건조한 후 테플론 체를 이용하여 -1 Φ , 4 Φ 체로 건식 체질을 하여 모래(sand)부분과 펄(mud)부분으로 퇴적물입자를 분리하였다. 실증실험에 참여한 업체들의 입자분리크기가 다르기 때문에 모래(sand)가 우세한 Fraction 1(F1)과 펄(mud)이 우세한 Fraction 2(F2)로 비교하였다.

표 3-3-4 입도등급

입자구분 (Size class)		입자직경	메쉬	파이(Φ)	
자갈 (GRAVEL)	거 렉 (boulder)	256mm이상		-8	
	왕자갈 (cobble)	64mm이상		-6	
	자 갈 (pebble)	4mm이상	5	-2	
	왕모래 (granule)	2mm이상	10	-1	
모래 (SAND)	극조립사 (very coarse sand)	1mm이상	18	0	
	조립사 (coarse sand)	1/2mm이상 (0.5mm)	35	1	
	중립사 (medium sand)	1/4mm이상 (0.25mm)	60	2	
	세립사 (fine sand)	1/8mm이상 (0.125mm)	120	3	
	극세립사 (very fine sand)	1/16mm이상 (0.063mm)	230	4	
펄 (MUD)	실트 (SILT)	극조립실트 (very coarse silt)	1/32mm이상 (0.031mm)	5	
		조립실트 (coarse silt)	1/64mm이상 (0.016mm)	6	
		중립실트 (medium silt)	1/128mm이상 (0.008mm)	7	
		세립실트 (fine silt)	1/256mm이상 (0.004mm)	8	
	점토 (CLAY)	극세립실트 (very fine silt)	1/512mm이상 (0.002mm)		9
		점토(clay)	1/512mm이하 (0.002mm)		9이하

3. 실증실험 결과

1) 울산방어진항 및 진해행암단

울산방어진항의 퇴적물은 모래(sand)가 우세한 Fraction 1(F1)보다 펄(mud)이 우세한 Fraction 2(F2)에서 오염물질의 농도가 상대적으로 높은 것으로 나타났으며, 진해항암단의 퇴적물은 모래(sand)가 우세한 Fraction 1(F1)에서 상대적으로 높은 오염물질의 농도를 보였다. 전체적으로 진해항암단 퇴적물보다 울산방어진항 퇴적물의 오염물질 농도가 높았다.

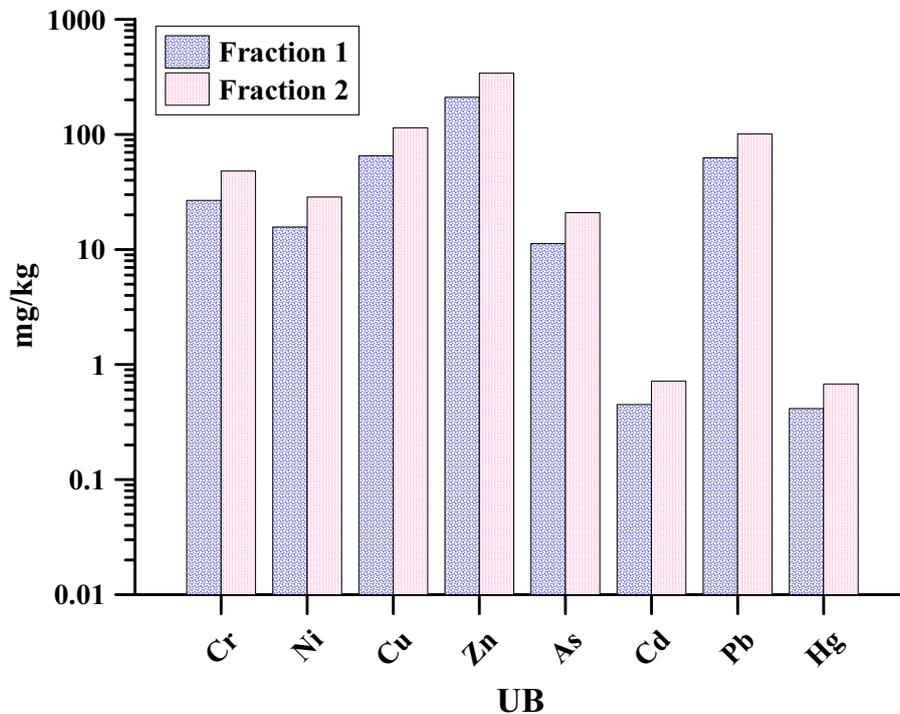


그림 3-3-5 울산방어진항 퇴적물의 입자별 오염물질 농도

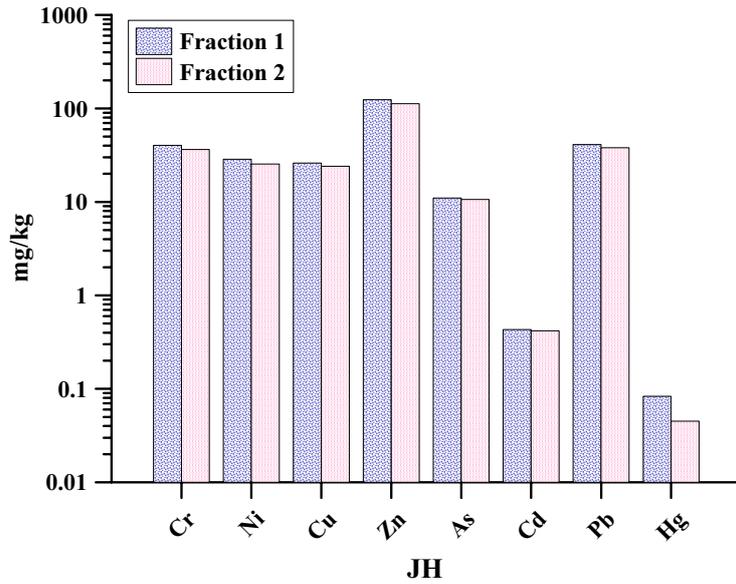


그림 3-3-6 진해행암만 퇴적물의 입자별 오염물질 농도

가) A업체

A업체의 경우 중간처리 과정에서 분리된 입자의 크기가 상대적으로 커서 최종 처리된 펄(mud)이 우세한 Fraction 2(F2)의 결과만 비교하였다. 울산방어진의 경우 Cr은 약 14%, Ni은 약 2%, Cu는 약 50%, Zn은 7%, As는 약 85%, Cd는 약 60%, Pb는 약 70%, Hg은 약 90%가 제거되었다.

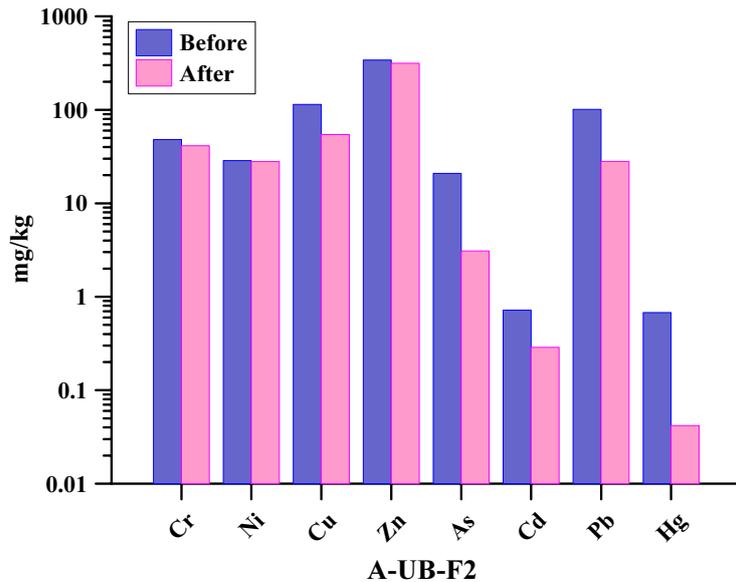


그림 3-3-7 A업체 울산방어진항 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F2)

진해항암만의 퇴적물에서는 As는 약 70%, Cd는 약 28%, Pb는 약 26%가 제거되었으며, Cr, Ni, Cu, Zn, Hg은 오히려 증가하는 경향을 나타내어 이 항목들에 대해서는 처리효율이 좋지 않았다

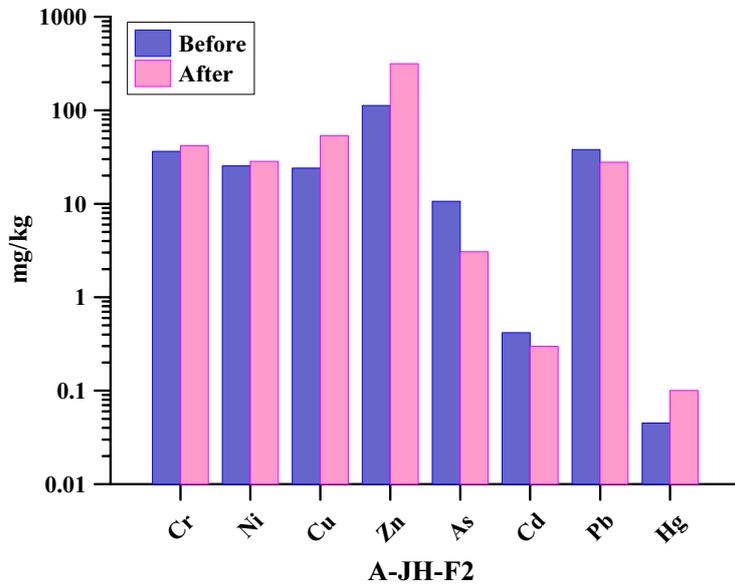


그림 3-3-8 A업체 진해항암만 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F2)

나) B업체

울산방어진항의 결과를 살펴보면 모래(sand)가 우세한 Fraction 1(F1)에서는 Cd는 0.8%, Hg은 약 7%가 제거되었으며, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb는 변화가 없거나 오히려 농도가 증가하는 경향을 나타냈다. 펄(mud)이 우세한 Fraction 2(F2)의 경우 Cu는 약 45%, Zn은 60%, As는 약 55%, Cd는 약 85%, Pb는 약 50%, Hg은 약 85%가 제거되었으며, Cr, Ni은 농도가 증가하여 처리효율이 좋지 않았다.

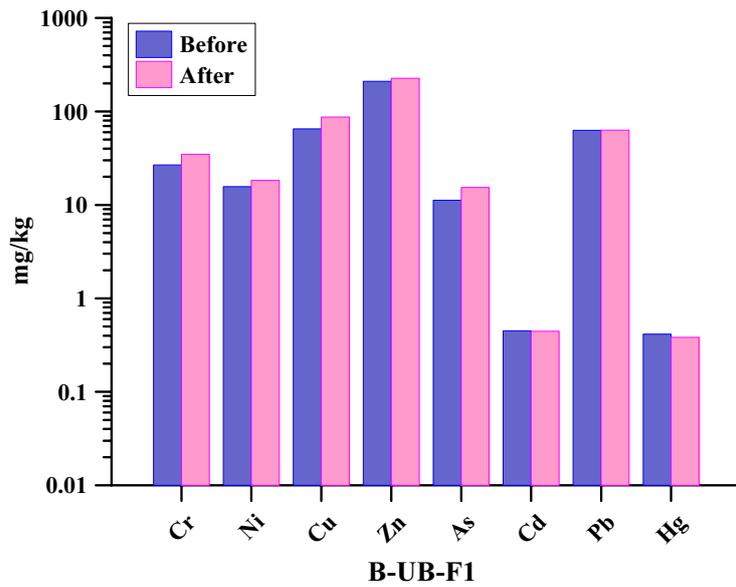


그림 3-3-9 B업체 울산방어진항 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F1)

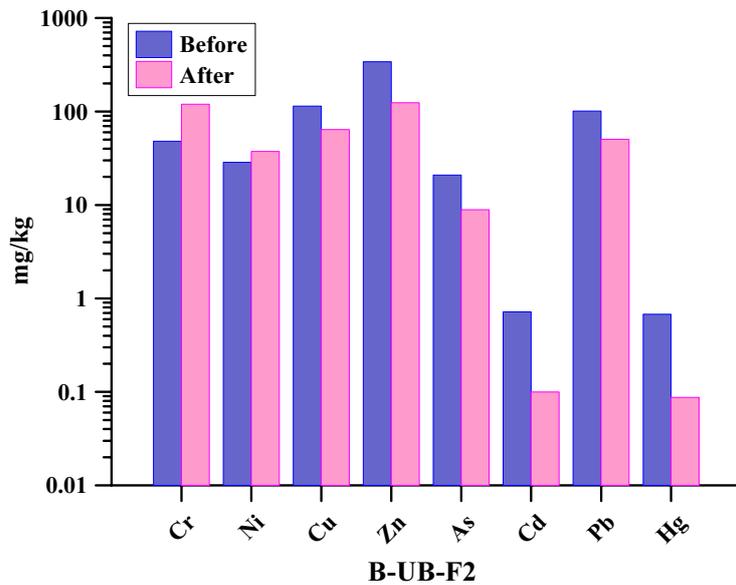


그림 3-3-10 B업체 울산방어진항 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F2)

진해항암만 결과를 살펴보면 모래(sand)가 우세한 Fraction 1(F1)에서는 Cr은 약 20%, Ni은 약 30%, Zn은 약 10%, Cd은 30%, Pb은 약 17%가 제거되었으며, Cu, As, Hg은 농도가 증가하는 경향을 나타냈다. 찰(mud)이 우세한 Fraction 2(F2)의 경우 Ni은 약 8%, Cu는 약 30%, Zn은 약 35%, As는

약 64%, Cd은 90%, Pb은 약 75%가 제거되었으며, Cr, Hg은 농도가 증가하여 처리효율이 좋지 않았다.

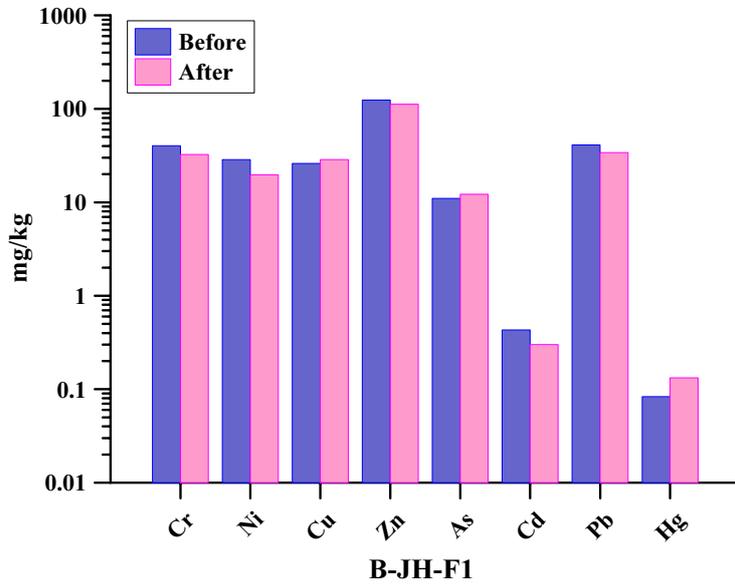


그림 3-3-11 B업체 진해행암만 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F1)

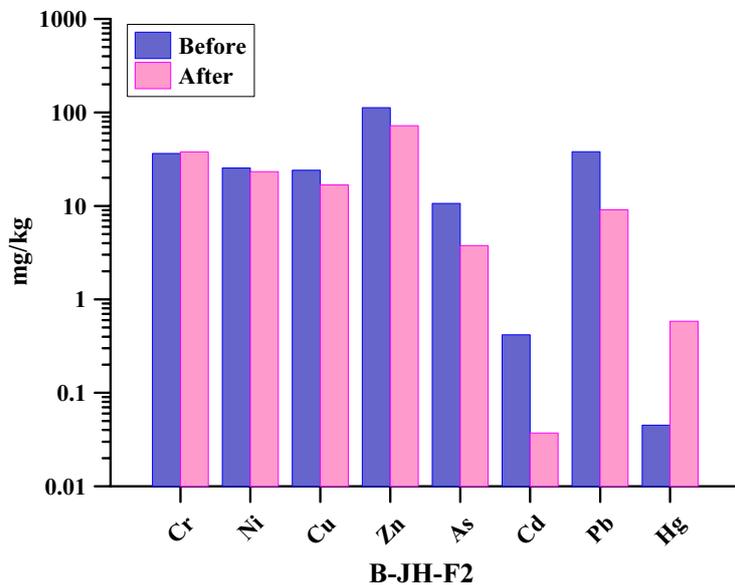


그림 3-3-12- B업체 진해행암만 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F2)

다) C업체

울산방어진항의 결과를 살펴보면 모래(sand)가 우세한 Fraction 1(F1)에서

는 Ni은 약20%, Cu는 약 15%, Zn은 50%, Cd은 약 65%, Pb은 약 65%, Hg은 약 55%가 제거되었으며, Cr, As는 변화가 거의 없었다. 펄(mud)이 우세한 Fraction 2(F2)의 경우 Ni은 약13%, Cu는 약 65%, Zn은 65%, As는 약 10%, Cd은 약 84%, Pb은 약 85%, Hg은 약 4%가 제거되었으며, Cr은 변화가 거의 없었다.

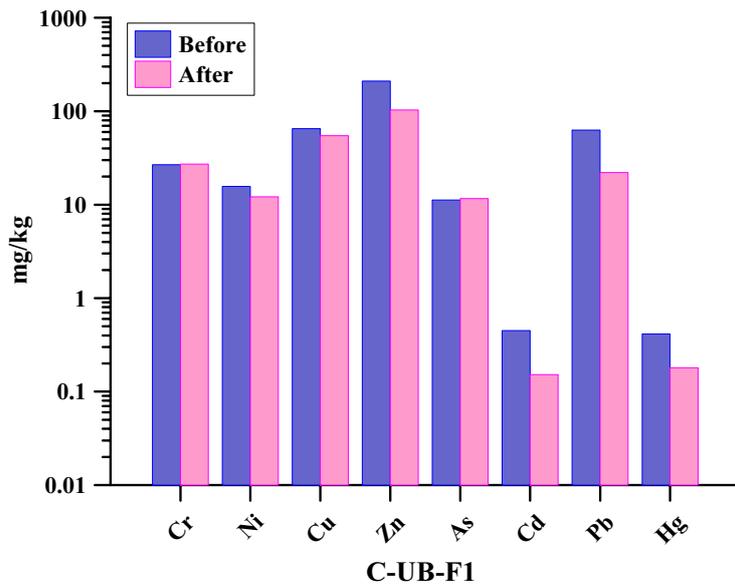


그림 3-3-13 C업체 울산방어진항 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F1)

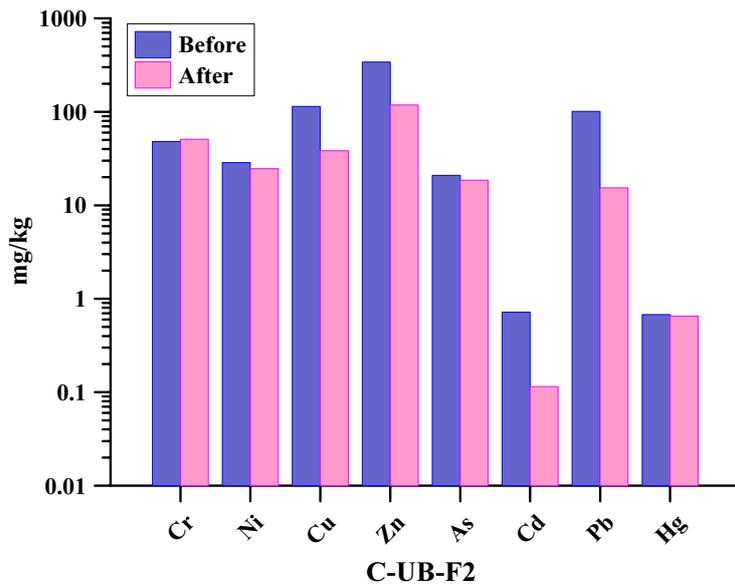


그림 3-3-14 C업체 울산방어진항 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F2)

진해행암만 결과를 살펴보면 모래(sand)가 우세한 Fraction 1(F1)에서는 Cr은 약 30%, Ni은 약 50%, Zn은 20%, As는 약 40%, Cd은 약 55%, Pb은 약 55%, Hg은 약 35%가 제거되었으며, Cr은 변화가 거의 없었다. 찰(mud)이 우세한 Fraction 2(F2)의 경우 Cr은 약 3%, Ni은 약 20%, Cu는 약 25%, Zn은 약 10%, As는 약 20%, Cd은 약 65%, Pb은 약 65%가 제거되었으며, Hg은 증가하는 경향을 나타냈다.

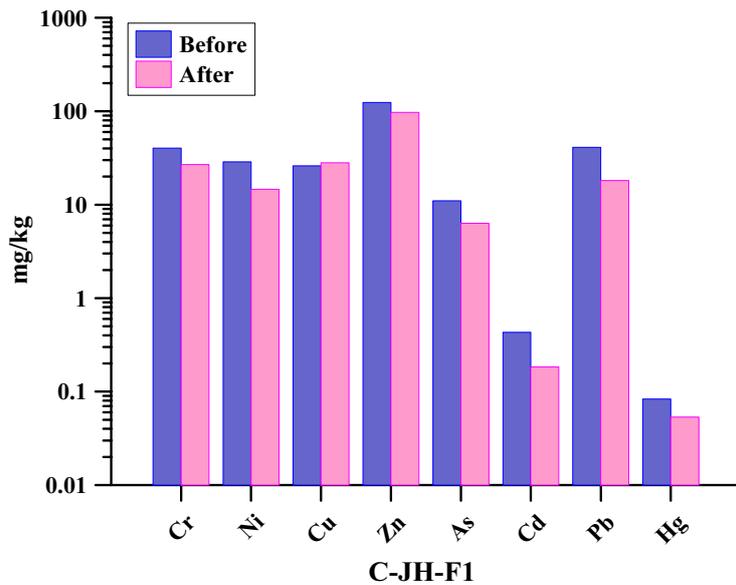


그림 3-3-15 C업체 진해행암만 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F1)

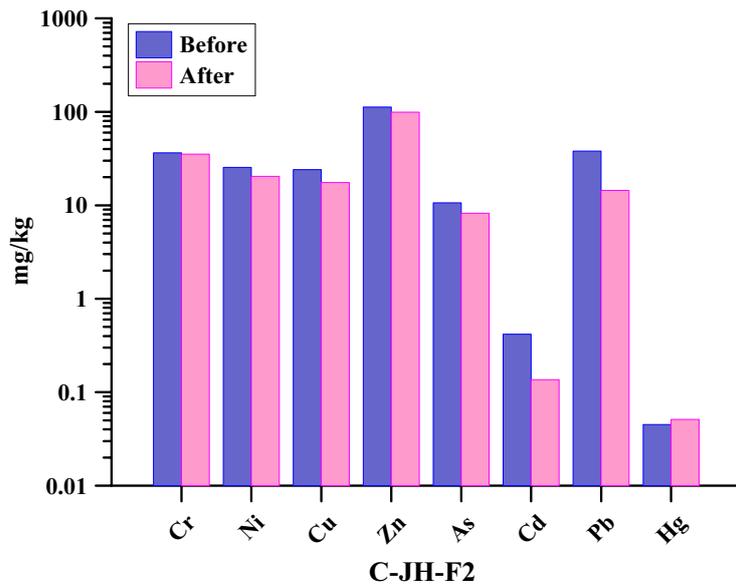


그림 3-3-16 C업체 진해행암만 퇴적물의 처리공정 후 입자별 오염물질 농도(F2)

2) 부산남항 및 부산 용호만

부산남항 및 부산 용호만의 수거예정퇴적물의 경우 입자별 처리공정 후 시료를 합하여 채취했기 때문에 전체시료에서 오염물질이 제거된 효율을 비교하여 결과를 나타냈다.

가) B업체

부산용호만의 퇴적물에서는 Zn는 약 70%, Cd는 약 74%, Pb는 약 25%, Hg은 약 25%가 제거되었으며, Cr, Ni, Cu, As은 오히려 증가하는 경향을 나타내어 이 항목들에 대해서는 처리효율이 좋지 않았다

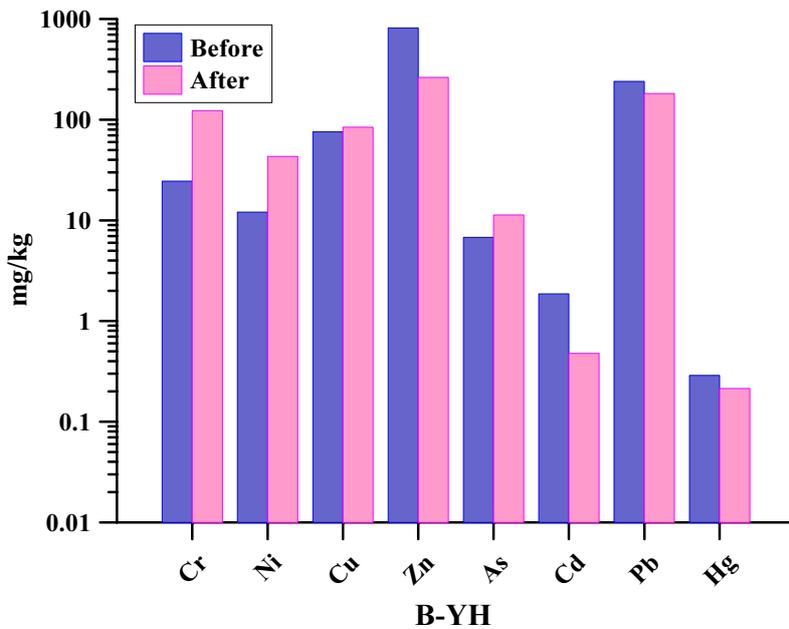


그림 3-3-17 B업체 부산용호만 퇴적물의 처리공정 후 오염물질 농도

부산남항 정점 SB1의 퇴적물에서는 Zn는 약 65%, Cd는 약 75%, Hg는 약 24%가 제거되었으며, Cr, Ni, Cu, As, Pb은 오히려 증가하는 경향을 나타내어 이 항목들에 대해서는 처리효율이 좋지 않았다

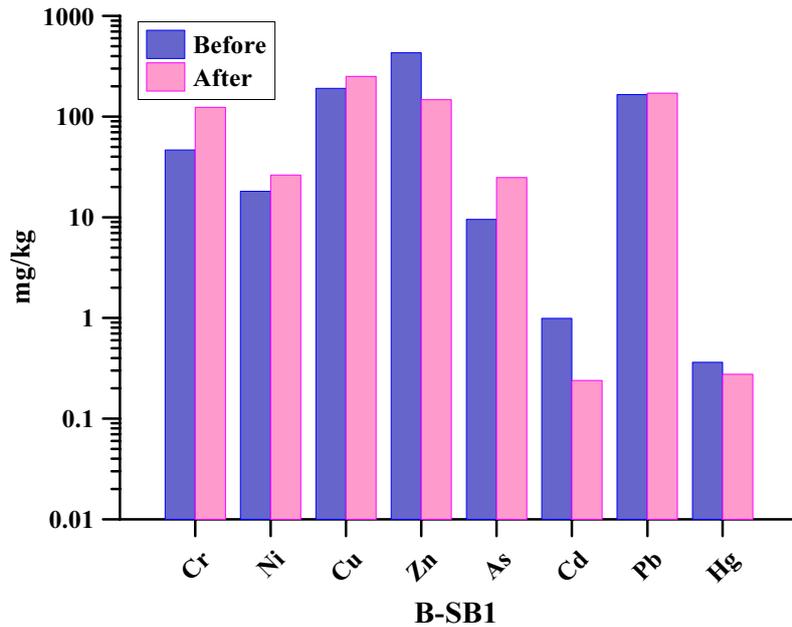


그림 3-3-18 B업체 부산남항 정점 SB1 퇴적물의 처리공정 후 오염물질 농도

부산남항 정점 SB2의 퇴적물에서는 Ni은 약 10% , Cu는 약 95% , Zn는 약 85% , As는 약 10%, Cd는 약 85%, Pb는 약 60%, Hg은 약 50% 가 제거 되었으며, Cr은 거의 변화가 없어 이 항목에 대해서는 처리효율이 좋지 않았다.

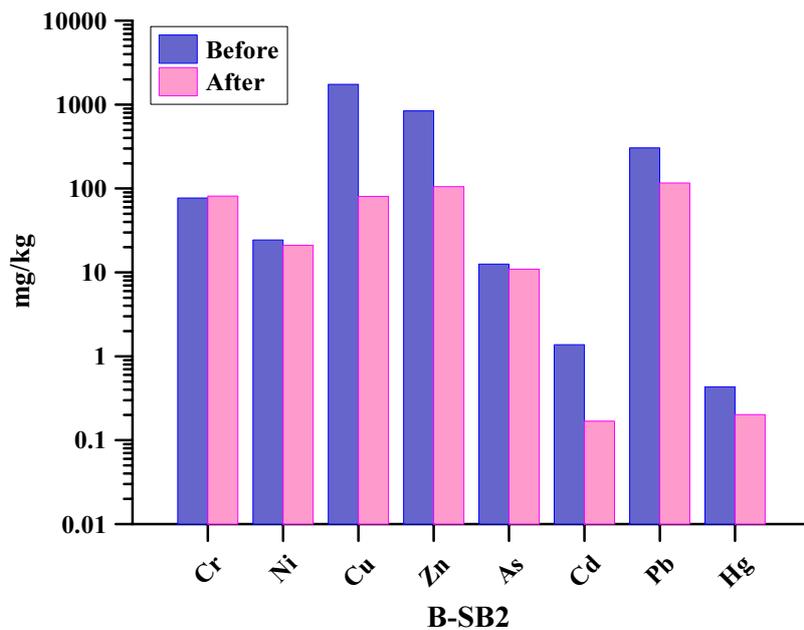


그림 3-3-19 B업체 부산남항 정점 SB2 퇴적물의 처리공정 후 오염물질 농도

나) D업체

부산용호만의 퇴적물에서는 Cu는 약 60%, Zn은 약 70%, As는 약 15%, Cd는 약 85%, Pb는 약 85%, Hg은 약 75%가 제거되었으며, Cr, Ni은 오히려 증가하는 경향을 나타내어 이 항목들에 대해서는 처리효율이 좋지 않았다

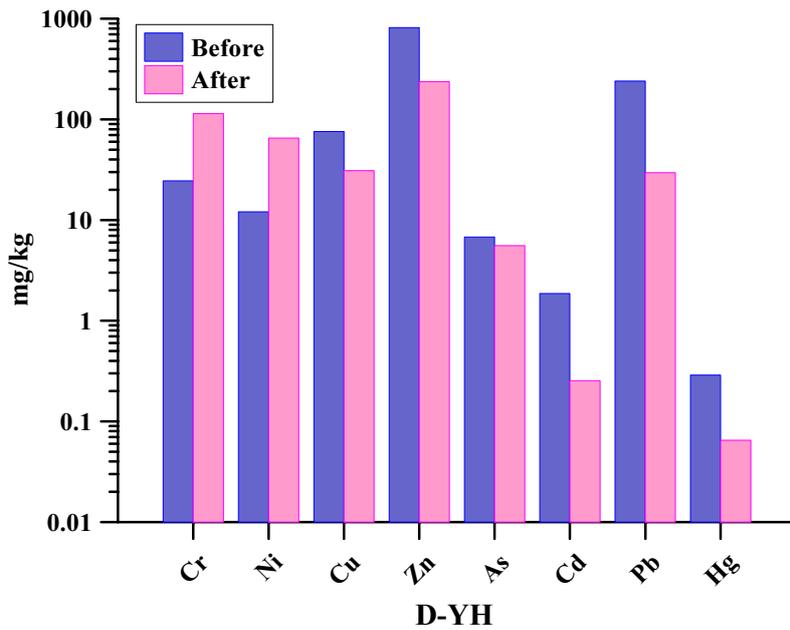


그림 3-3-20 D업체 부산용호만 퇴적물의 처리공정 후 오염물질 농도

부산남항 정점 SB1의 퇴적물에서는 Cu는 약 80%, Zn은 약80%, As는 약 70%, Cd는 약 85%, Pb는 약 90%, Hg은 약 65%가 제거되었으며, Cr, Ni은 오히려 증가하는 경향을 나타내어 이 항목들에 대해서는 처리효율이 좋지 않았다.

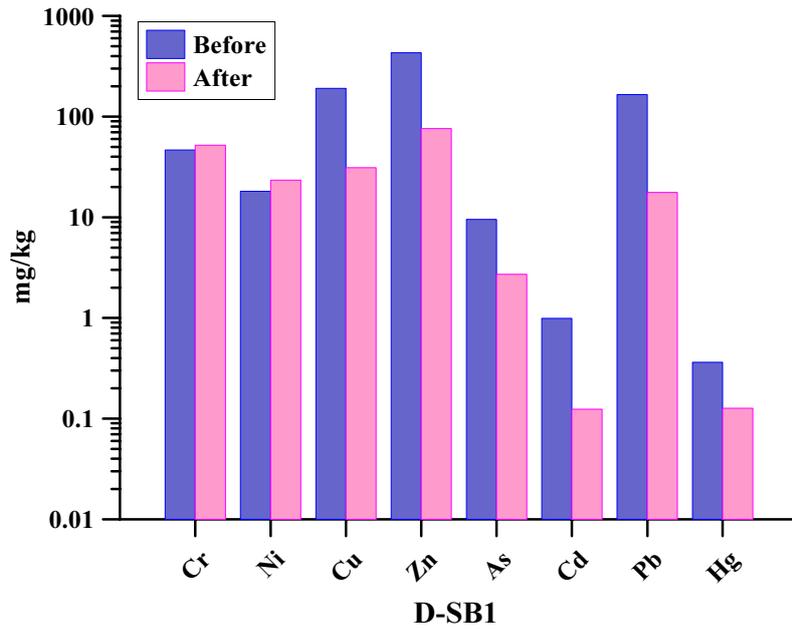


그림 3-3-21 D업체 부산남항 정점 SB1 퇴적물의 처리공정 후 오염물질 농도

부산남항 정점 SB2의 퇴적물에서는 Cr은 약 45%, Ni은 약 45%, Cu는 약 75%, Zn는 약 75%, As는 약 50%, Cd는 약 75%, Pb는 약 70%, Hg은 약 15%가 제거되었다.

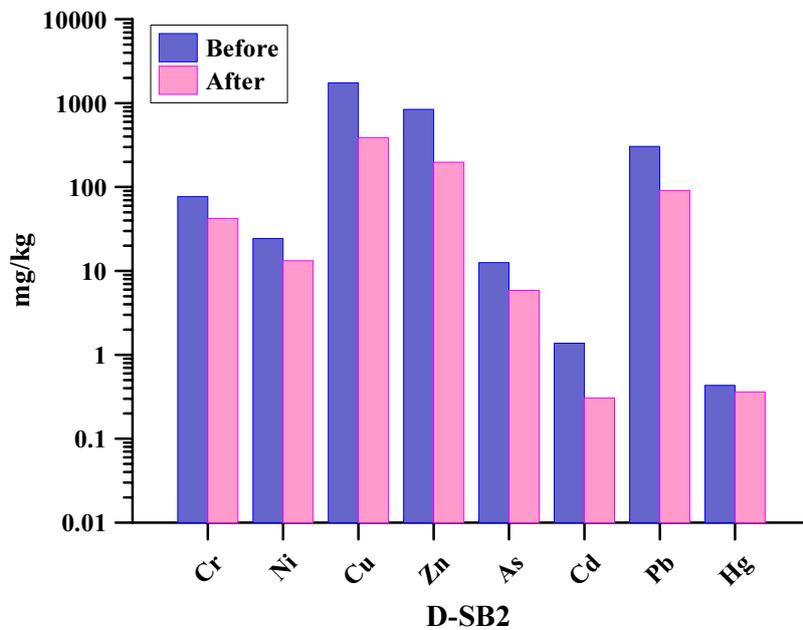


그림 3-3-22 D업체 부산남항 정점 SB2 퇴적물의 처리공정 후 오염물질 농도

4. 실증실험 결과 평가

해양오염퇴적물 처리기술 실증실험의 목적은 정화사업 예정해역의 오염퇴적물을 국내 상용 처리기술 중 활용 가능한 대표적인 처리기술을 사용하여 실제 적용가능성을 검토하고, 처리기술의 모호성을 해소하는 것이다.

오염퇴적물 정화사업 예정 해역(울산 방어진 진해 행암만 부산 남항 및 용호만)별로 과거 자료에서 가장 오염도가 높은 것으로 판단되는 지역의 2개 정점(단, 용호만은 1개 정점)에서 채취한 퇴적물을 대상으로 2개 분야(입자분리, 세척정화)의 대표적인 상용 정화기술로 실증실험을 진행한 결과를 종합 평가하면 다음과 같다.

해역별로 가장 오염도가 높은 구리 아연의 경우, 퇴적물에 함유된 오염물질의 함량이 사질에 비하여 높은 점토질에서 제거율은 울산 방어진의 경우 약 60% 정도로 나타났고, 상기 항목들의 오염도가 울산 방어진에 비하여 약 3배 정도 낮은 진해 행암만의 경우 제거율은 약 30% 정도로 나타났다. 비록, 크롬과 니켈의 제거율이 약 20% 이하로 다소 낮으며, 사용한 처리기술(입자분리 및 세척정화)에 따라서 제거율의 편차가 큰 것으로 나타났지만, 이는 해역별 특성 즉, 퇴적물의 초기 오염도 및 입경분포 등에 따른 일반적인 현상이므로, 토양 등 환경에서 구리 아연 등 중금속 처리⁵⁾가 매우 어려움에도 불구하고, 상기 항목들의 제거율이 약 60% 정도까지 나타났으며, 처리 후 토양오염우려기준 중 3지역 기준에 적합한 것으로 나타난 결과로부터 현재 상용화된 정화기술 중 입자분리 및 세척정화기술은 해양오염퇴적물의 오염도를 낮추는 중간 처리기술로서 충분히 활용 가능한 것으로 사료된다.

처리기술별로는 입경별 분리가 주된 공정인 입자분리보다 몇 단계에 걸쳐서 입경별 분리, 세척, 미세입자 처리 등 처리공정으로 구성된 세척정화기술에 의한 오염물질 제거가 보다 효과적인 것으로 나타났다. 또한, 같은 분야인 세척정화기술이라도 각 업체별로 다소 오염물질의 제거율에 차이가 나타났는데, 이는 각 업체의 장치 및 공정별 특성에 따른 것으로 판단된다. 그러므로 실제 해역별 오염퇴적물 정화사업 추진 시 퇴적물의 특성과 오염도에 따라서 입자분리 또는 세척정화기술 등 중간 처리기술을 선택하는 것이 타당한 것으로 사료된다.

5) 오염토양 정화방법 가이드라인, 환경부, 2007년

한편, 실증실험 결과에서 일부 항목의 경우 해역별로 채취한 오염퇴적물 시료의 초기 오염도 보다 처리 후 오염도가 조금 높게 나타난 경우가 있는데, 이런 현상이 발생한 이유는, 실증실험에 사용된 장치가 다른 오염토양 정화현장에서 사용된 직후 세척되고 준비 되었으므로 장치에 미처 세척되지 못한 오염토양이 일부 남아 있을 가능성이 있으므로, 처리과정에서 시료가 오염된 것으로 사료된다. 또한, 실증실험 산물을 입경별로 점토질과 사질로 분획하여 분석, 평가하였으므로, 각 업체별로 사용한 장치의 크기에 비례하여 투입한 시료보다 처리된 산물이 적을수록, 퇴적물 시료의 항목별 초기 오염도가 낮을수록 상기 현상에 미치는 영향이 크게 나타난 것으로 사료된다. 그러나 처리기술을 실제 오염퇴적물 정화사업에 적용할 경우, 사전에 해역별 오염퇴적물 특성(입경별 분포, 오염도 등)과 처리대상 오염물질 항목에 따라 처리기술을 조정 및 최적화(공정별 처리시간, 약품 혼합비, 약품량 등)한 다음 적용하므로, 실제 오염퇴적물 정화사업에서는 퇴적물에 함유된 오염물질의 저감에는 어려움이 발생하지 않을 것으로 사료된다.

실증실험 결과를 기초로, 향후 해양오염퇴적물에 활용 가능한 처리기술 실증 평가 시 다음과 같은 요소(Factor)를 고려할 필요가 있다.

- 1] 일정 용량(최소 1m³/h) 이상의 상용 처리장치 사용
 - 2] 매회 최소 1m³ 이상의 시료를 사용
 - 3] 일정기간 준비 후 적어도 3~5회 이상 처리 후 처리 전, 후 오염물질별 평균 제거율을 평가
 - 4] 처리산물(중간 처리산물 포함)을 재활용 또는 재활용과 연계 할 수 있는지 여부
 - 5] 처리단가(단위용량 당)를 포함하여 실제 정화사업에서의 활용 가능성
- 또한, 처리기술 실증 평가의 전체 과정에서 공정성이 확보되어야 하며, 시료분석은 적어도 2개 이상 관련분야 전문 연구기관을 통하여 실시하는 것이 적합하다. 결과 평가에서는 오염물질별 제거율, 처리단가, 활용 가능성 및 실행용이성 등을 종합하여 평가하는 것이 타당한 것으로 사료된다.

제 4 절 준설토 투기장 처분에 의한 해양환경 영향 검토

1. 조사 개요

연안에 준설토 투기장과 같이 호안을 조성하여 호안의 안쪽에 준설토를 투기할 경우, 호안의 방류구를 통한 잔여수가 주변 해양에 미치는 영향에 대한 모니터링이 요구된다. 수거된 퇴적물을 준설토 투기장 등에 처분할 경우, 해양환경에 미칠 수 있는 영향 등을 평가하기 위하여 해수와 반응하여 유출되는 액상의 오염 정도를 파악하고 또한, 처분대상 오염준설토가 응집제를 사용하여 처리되는 경우, 수층에 오염원이 방출되는 정도를 알아보기 위해서 다음과 같이 실험하였다.

1) 세정액 실험 방법

수거예정 오염퇴적물을 채취하여 잘 섞은 후 해수와 1:4의 부피비로 혼합한다. 이 혼합물 시료를 상온에서 마그네틱바를 이용하여 30분간 교반한 후 10분간 정치하고 다시 30분간 인력으로 교반한다. 1시간동안 정치한 후 원심분리기를 이용하여 2000rpm으로 30분간 분리하여 상등액을 이용하여 용존 중금속을 분석하였다. 비교를 위하여 채취한 해수도 동일한 조건으로 실험하였다.

2) 응집제 처리 실험 방법

수거예정 오염퇴적물을 채취하여 잘 섞은 후 해수와 1:4의 부피비로 혼합한 후 양이온응집제와 음이온응집제를 각각 1mg/l 첨가하였다. 이 혼합물 시료를 상온에서 마그네틱바를 이용하여 30분간 교반한 후 10분간 정치하고 다시 30분간 인력으로 교반하였다. 1시간동안 정치한 후 원심분리기를 이용하여 2000rpm으로 30분간 분리하여 상등액을 이용하여 용존 중금속을 분석하였으며, 응집·침전된 퇴적물에 대해서 산화발성황화물의 함량을 정량하였다. 비교를 위하여 채취한 해수도 동일한 조건으로 실험하였다.

가) 용존 중금속

시료 150ml를 APDC-DDTC-Freon 용매 추출법으로 30배 농축한 후(해양 환경공정시험방법) 유도결합플라즈마질량분석기(ICP-MS, Thermo X series)로 측정하였다. 한편 본 분석자료의 신뢰도를 확보하기 위하여 용존성 중금속의 표준시료인 캐나다의 NRC의 연안해수 CASS-4도 함께 처리하여 측정하였다.

나) 산 휘발성 황화물 (AVS)

검지관을 이용하여 먼저 습시료 약 2 g의 무게를 정확히 측정하여 기체 발생관에 넣은 후 약간의 증류수를 넣고 기체가 새지 않도록 뚜껑을 닫는다. 이어 기체 발생관에 황산 2 ml를 넣고 2-3초 기다린 후 펌프를 이용하여 발생하는 황화수소가 검지관에 흡수되도록 한다. 그 후 검지관의 색 변화를 유심히 관찰하여 색이 더 이상 변하지 않을 때 그 지점의 눈금을 읽어 황화물량을 계산하였다.

2. 조사 결과

1) 세정액 실험 결과

수거예정 오염퇴적물 채취하여 퇴적물 세정액을 분석해서 얻은 결과를 우리나라 해역환경기준과 비교하였다.

표 3-4-1. 우리나라의 해역환경기준 (환경부, 2007)

<사람의 건강보호>

등급	항목	기준(mg/L)	항목	기준(mg/L)
전수역	6가크롬(Cr6+)	0.05	구리(Cu)	0.02
	비소	0.05	시안(CN)	0.01
	카드뮴(Cd)	0.01	수은(Hg)	0.0005
	납(Pb)	0.05	폴리클로리네이	0.0005
	아연(Zn)	0.1	티드비페닐(PCB)	
			페놀	0.005

가) 수거예정 퇴적물 세정액의 용존 중금속 용출

코발트(Co)는 세정액에서 바탕시료의 농도가 0.01ug/l이었으며 울산방어 진항은 약 100배인 1.0ug/l의 농도를 나타냈으며, 진해행암만은 약 55배인 0.6ug/l, 부산용호만은 약 60배인 0.6ug/l, 부산남항 정점 SB1은 약 100배 1.0ug/l, 부산남항 정점 SB2은 약 180배인 1.8ug/l의 농도를 보였다(그림 3-4-1).

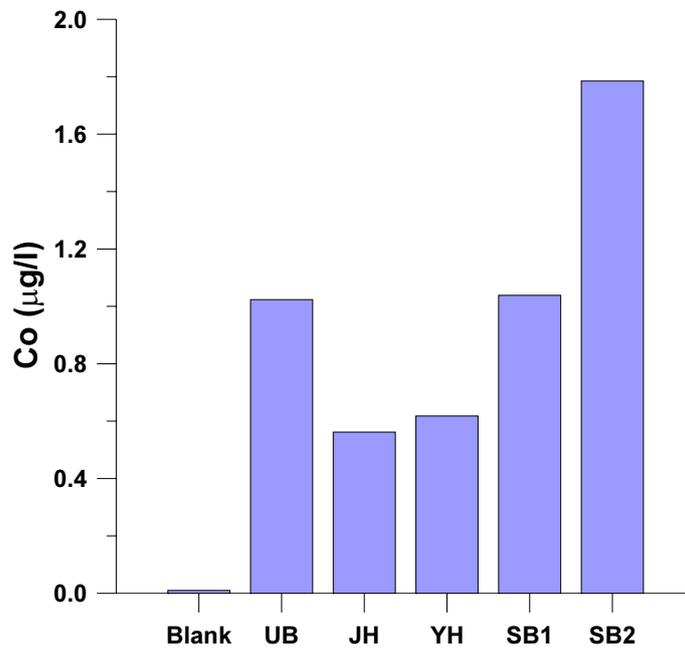


그림 3-4-1. 수거예정 퇴적물 세정액의 코발트(Co) 농도

니켈 (Ni)은 세정액에서 바탕시료의 농도가 약 0.2ug/l 이었으며 울산방어 진항은 약 23배인 5.6ug/l의 농도를 나타냈으며, 진해행암만은 20배정도인 4.7ug/l, 부산용호만은 약 22배인 5.3ug/l, 부산남항 정점 SB1은 약 20배 4.7ug/l, 부산남항 정점 SB2은 약 22배인 5.4ug/l의 농도를 보였다(그림 3-4-2).

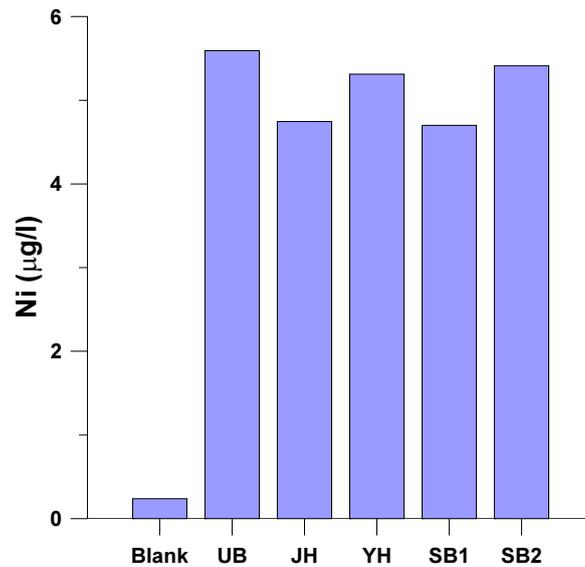


그림 3-4-2. 수거예정 퇴적물 세정액의 니켈(Ni) 농도

구리 (Cu)는 세정액에서 바탕시료의 농도가 0.3ug/l 이었으며 울산방어진항은 약 13배인 4.6ug/l의 농도를 나타냈으며, 진해행암만은 약 20배인 7.3ug/l, 부산용호만은 약 20배인 7.3ug/l, 부산남항 정점 SB1은 약 8배 2.9ug/l, 부산남항 정점 SB2은 약 23배인 8.1ug/l의 농도를 보였다(그림 3-4-3). 구리의 건강보호 기준은 0.02mg/l로 모든 시료에서 기준보다 낮은 농도를 나타냈다.

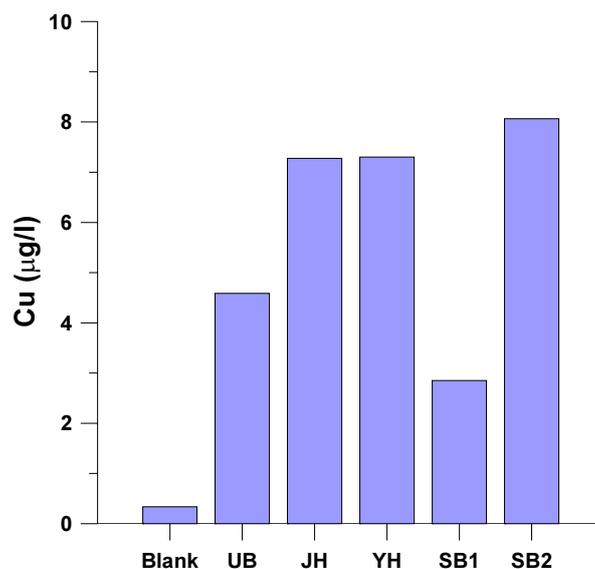


그림 3-4-3. 수거예정 퇴적물 세정액의 구리(Cu) 농도

아연 (Zn)은 세정액에서 바탕시료의 농도가 3ug/l 이었으며 울산방어진항은 약 13배인 40ug/l의 농도를 나타냈으며, 진해행암만은 약 9배인 28ug/l, 부산용호만은 약 13배인 40ug/l, 부산남항 정점 SB1은 약 16배 50ug/l, 부산남항 정점 SB2은 약 10배인 32ug/l의 농도를 보였다(그림3-4-4). 아연의 건강보호 기준은 0.1mg/l로 모든 시료에서 기준보다 낮은 농도를 나타냈다.

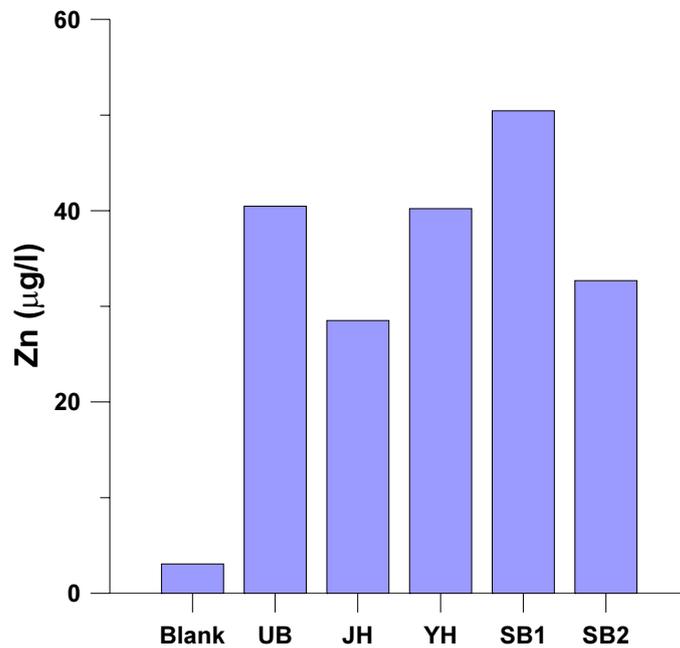


그림 3-4-4. 수거예정 퇴적물 세정액의 아연(Zn) 농도

카드뮴 (Cd)은 세정액에서 바탕시료의 농도가 0.005 ug/l 이었으며 울산방어진항은 약 34배인 0.17ug/l의 농도를 나타냈으며, 진해행암만은 약 38배인 0.19ug/l, 부산용호만은 약 55배인 0.27ug/l, 부산남항 정점 SB1은 약 37배 0.18ug/l, 부산남항 정점 SB2은 약 77배인 0.38ug/l의 농도를 보였다(그림 3-4-5). 카드뮴의 건강보호 기준은 0.01mg/l로 모든 시료에서 기준보다 낮은 농도를 나타냈다.

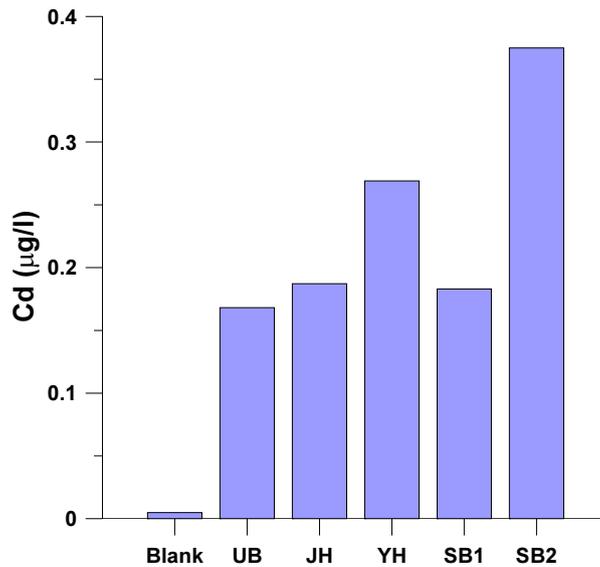


그림 3-4-5. 수거예정 퇴적물 세정액의 카드뮴(Cd) 농도

납 (Pb)은 세정액에서 바탕시료의 농도가 0.05 ug/l 이었으며 울산방어진항은 약 10배인 0.51ug/l의 농도를 나타냈으며, 진해행암만은 7배정도인 0.34ug/l, 부산용호만은 약 16배인 0.83ug/l, 부산남항 정점 SB1은 약 6배 0.31ug/l, 부산남항 정점 SB2은 약 15배인 0.77ug/l의 농도를 보였다(그림 3-4-6). 납의 건강보호 기준은 0.05mg/l로 모든 시료에서 기준보다 낮은 농도를 나타냈다.

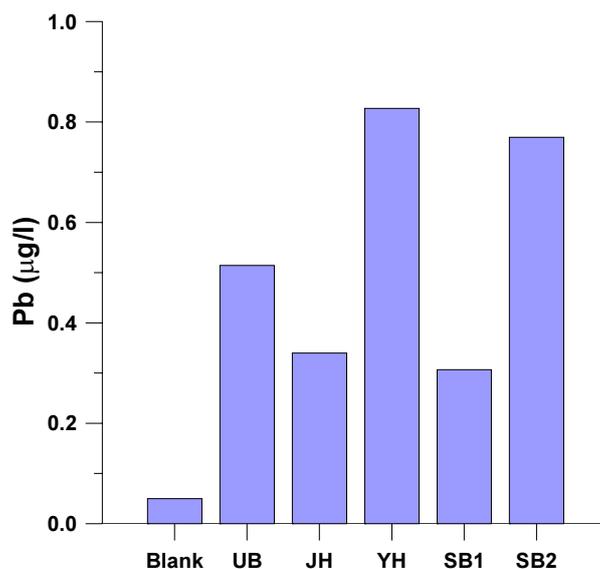


그림 3-4-6. 수거예정 퇴적물 세정액의 납(Pb) 농도

2) 응집제 처리 실험 결과

가) 수거예정 퇴적물 응집제 투여 세정액의 용존 중금속 용출

코발트(Co)는 바탕시료(Blank 1)에 응집제를 투여했을 때 농도가 0.01 $\mu\text{g}/\text{l}$ 으로 변화가 없었으며, 울산방어진항은 응집제 바탕시료(Blank 2)보다 약 200배인 2.0 $\mu\text{g}/\text{l}$ 의 농도를 나타냈으며, 진해행암만은 약 65배인 0.67 $\mu\text{g}/\text{l}$, 부산용호만은 약 70배인 0.71 $\mu\text{g}/\text{l}$, 부산남항 정점 SB1은 약 100배인 1.0 $\mu\text{g}/\text{l}$, 부산남항 정점 SB2은 약 250배인 2.5 $\mu\text{g}/\text{l}$ 의 농도를 보였다(그림 3-4-7).

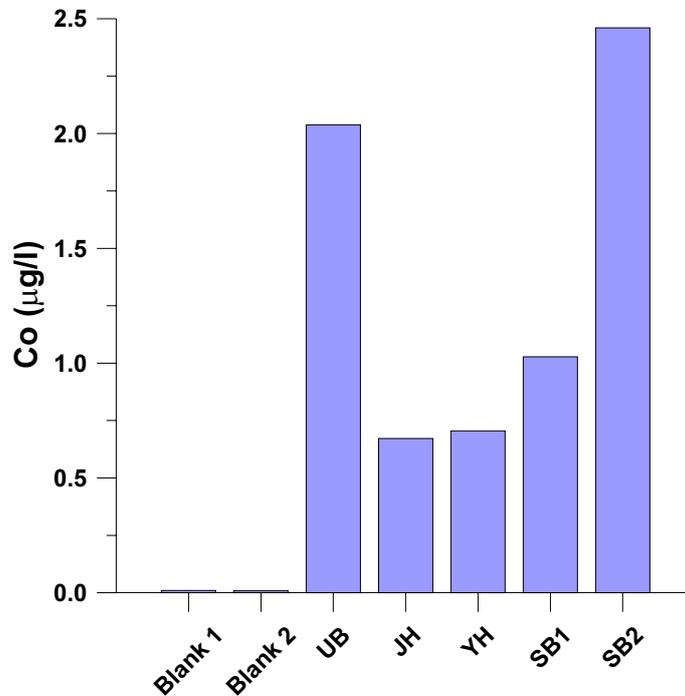


그림 3-4-7. 수거예정 퇴적물 응집제 투여 세정액의 코발트(Co) 농도

니켈 (Ni)은 바탕시료(Blank 1)에 응집제를 투여했을 때 농도가 0.24 $\mu\text{g}/\text{l}$ 에서 0.7 $\mu\text{g}/\text{l}$ 로 약 3배 증가하였으며, 울산방어진항은 응집제 바탕시료(Blank 2)보다 약 13배인 9.3 $\mu\text{g}/\text{l}$ 의 농도를 나타냈으며, 진해행암만은 약 7배인 5.3 $\mu\text{g}/\text{l}$, 부산용호만은 약 9배인 6.5 $\mu\text{g}/\text{l}$, 부산남항 정점 SB1은 약 7배인 5.1 $\mu\text{g}/\text{l}$, 부산남항 정점 SB2은 약 10배인 7.2 $\mu\text{g}/\text{l}$ 의 농도를 보였다(그림 3-4-8).

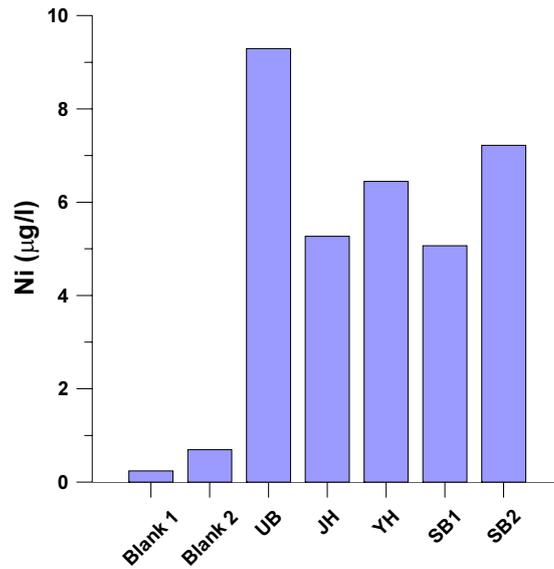


그림 3-4-8. 수거예정 퇴적물 응집제 투여 세정액의 니켈(Ni) 농도

구리 (Cu)는 바탕시료(Blank 1)에 응집제를 투여했을 때 농도가 0.34ug/1에서 0.77ug/1로 약 2배 증가하였으며, 울산방어진항은 응집제 바탕시료(Blank 2)보다 7배정도인 5.1ug/1의 농도를 나타냈으며, 진해행암만은 약 5배인 3.9ug/1, 부산용호만은 약 9배인 7.2ug/1, 부산남항 정점 SB1은 약 4배 2.9ug/1, 부산남항 정점 SB2은 약 12배인 9.0ug/1의 농도를 보였다(그림 3-4-9). 구리의 건강보호 기준은 0.02mg/1로 모든 시료에서 기준보다 낮은 농도를 나타냈다.

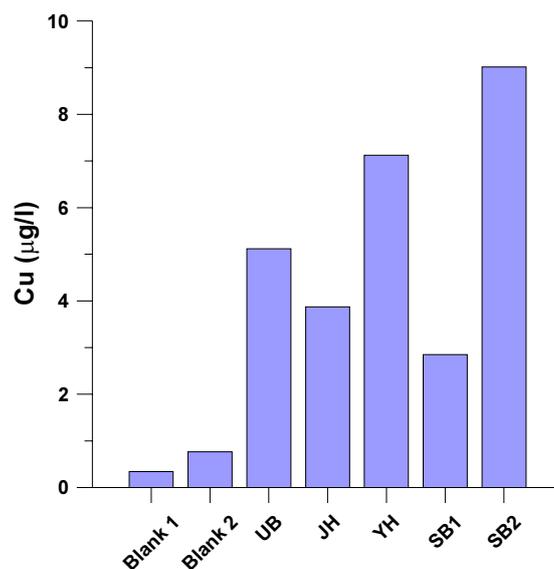


그림 3-4-9. 수거예정 퇴적물 응집제 투여 세정액의 구리(Cu) 농도

아연 (Zn)은 바탕시료(Blank 1)에 응집제를 투여했을 때 농도가 3.1ug/l에서 13ug/l로 약 4배 증가하였으며, 울산방어진항은 응집제 바탕시료(Blank 2)보다 약 4배인 55ug/l의 농도를 나타냈으며, 진해행암만은 약 2.5배인 32ug/l, 부산용호만은 약 2.4배인 30ug/l, 부산남항 정점 SB1은 약 2.5배 32ug/l, 부산남항 정점 SB2은 약 3배인 38ug/l의 농도를 보였다(그림 3-4-10). 아연의 건강보호 기준은 0.1mg/l로 모든 시료에서 기준보다 낮은 농도를 나타냈다.

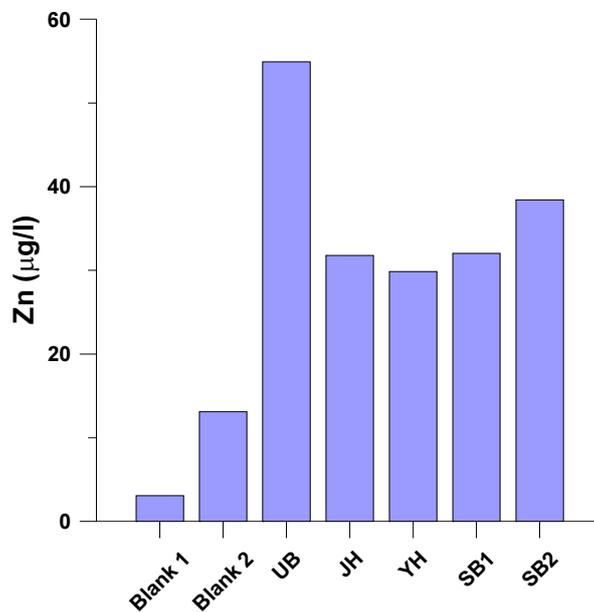


그림 3-4-10. 수거예정 퇴적물 응집제 투여 세정액의 아연(Zn) 농도

카드뮴 (Cd)은 바탕시료(Blank 1)에 응집제를 투여했을 때 농도가 0.005ug/l에서 0.024ug/l로 약 5배 증가하였으며, 울산방어진항은 응집제 바탕시료(Blank 2)보다 약 7배인 0.17ug/l의 농도를 나타냈으며, 진해행암만은 약 9배인 0.22ug/l, 부산용호만은 약 10배인 0.23ug/l, 부산남항 정점 SB1은 약 8배 0.21ug/l, 부산남항 정점 SB2은 약 24배인 0.57ug/l의 농도를 보였다(그림 3-4-11). 카드뮴의 건강보호 기준은 0.01mg/l로 모든 시료에서 기준보다 낮은 농도를 나타냈다.

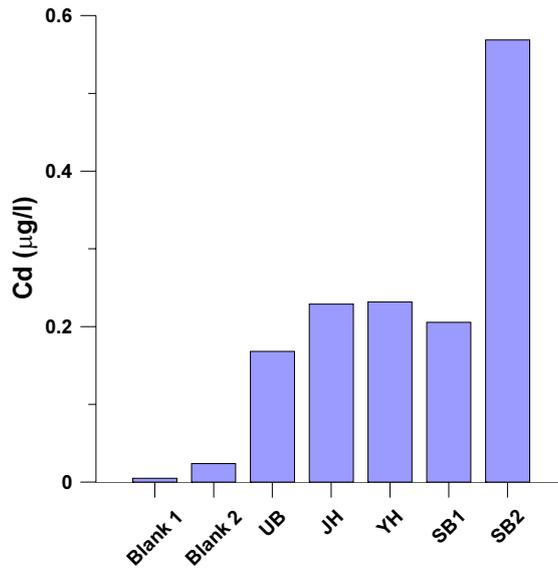


그림 3-4-11. 수거예정 퇴적물 응집제 투여 세정액의 카드뮴(Cd) 농도

납 (Pb)은 바탕시료(Blank 1)에 응집제를 투여했을 때 농도가 0.05ug/l에서 0.04ug/l로 약간 감소하였으며, 울산방어진항은 응집제 바탕시료(Blank 2)보다 약 150배인 6.1ug/l의 농도를 나타냈으며, 진해행암만은 약 19배인 0.75ug/l, 부산용호만은 약 20배인 0.80ug/l, 부산남항 정점 SB1은 약 45배 1.7ug/l, 부산남항 정점 SB2은 약 75배인 2.9ug/l의 농도를 보였다(그림 3-4-12). 납의 건강보호 기준은 0.05mg/l로 모든 시료에서 기준보다 낮은 농도를 나타냈다.

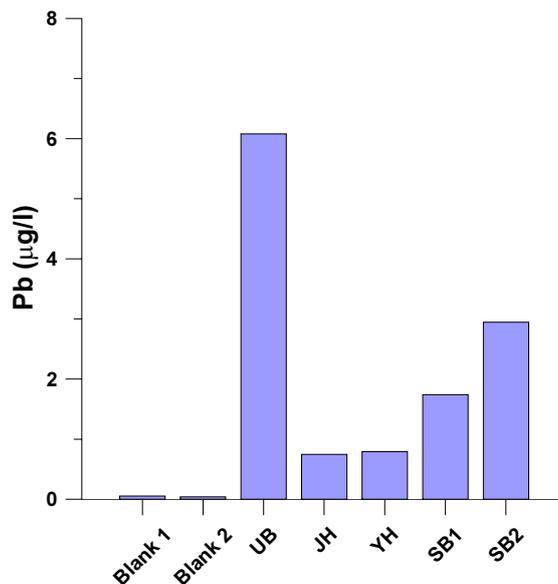


그림 3-4-12. 수거예정 퇴적물 응집제 투여 세정액의 납(Pb) 농도

나) 응집·침전 퇴적물의 산화발성 황화물 특성

산화발성 황화물(AVS)은 응집·침전 퇴적물에서 율산방어진항은 약 65%, 부산용호만은 약 65%, 부산남항 각 정점에서 약 80%가 감소하였으며, 진해항만은 처리전 시료와 응집·침전 퇴적물 시료 모두에서 검출한계이하의 값을 나타냈다.

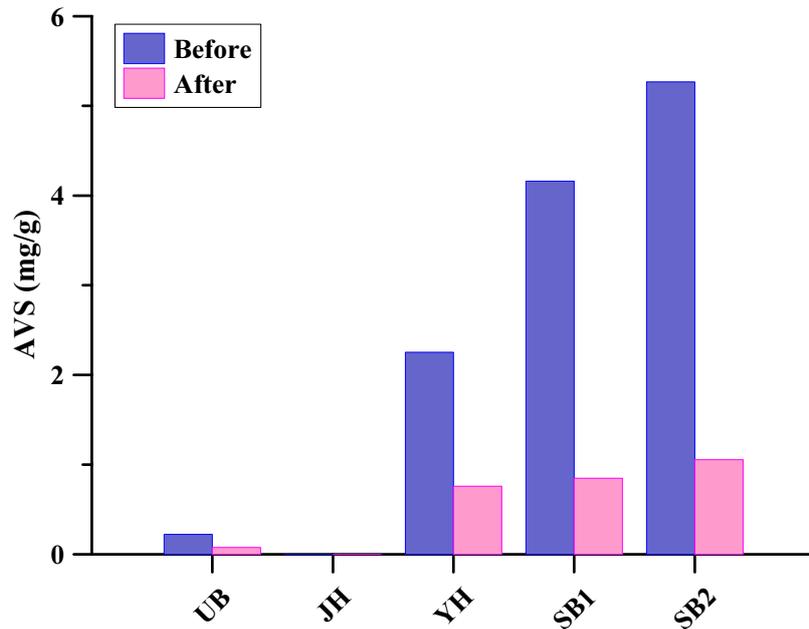


그림 3-4-13 수거예정 퇴적물의 응집제 투여 후 산화발성 황화물 비교

3. 해양환경 영향 검토

1) 중금속에 의한 위해 영향

용존 중금속은 준설 후 별다른 처리없이 신선대 투기장에 투기하였을 경우와 준설 후 응집제를 투여하여 침전시킨 후 신선대에 투기하였을 경우를 가정하여 각각 세정액의 농도를 시험하였다. 세정액으로 시험한 중금속은 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu), 아연(Zn), 카드뮴(Cd) 및 납(Pb)를 대상으로 하였다. 부산남항의 경우 퇴적물에서 오염이 가장 두드러진 중금속은 구리와 아연 등이다. 용호만 경우는 아연이 가장 극심하게 오염된 중금속에 해당된다

표 3-4-2 부산남항 및 용호만 퇴적물 세정액의 용존중금속 비교

(단위: ug/l)

항목	응집제 미사용시			응집제 사용시			해역기준
	SB1	SB2	YH	SB1	SB2	YH	
코발트	1	1.8	0.6	1	2.5	0.71	-
니켈	4.7	5.4	5.3	5.1	7.2	6.5	-
구리	2.9	8.1	7.3	2.9	9	7.2	20
아연	50	32	40	32	38	30	100
카드뮴	0.18	0.38	0.27	0.21	0.57	0.23	10
납	0.31	0.77	0.83	1.7	2.9	0.8	50

실험결과는 환경정책기본법에서 규정하고 있는 해역별 수질기준중 사람의 건강보호 항목을 기준으로 비교하였다. 표 3-4-2에서 보는 바와 같이 용존성 중금속은 응집제를 사용하였을 경우와 그렇지 않고 직접 투기하였을 경우, 거의 농도 차이를 보이지 않았다. 해역별 수질기준과 비교하였을 경우, 세정액에서 수질기준 대비 가장 높은 농도를 보인 항목은 구리와 아연으로 구리의 경우, 남항의 SB2 퇴적물의 세정액에서 해역수질기준 대비 40 ~ 45 %의 농도를 보였으며, 아연의 경우는 SB1과 SB2 퇴적물 세정액에서 해역수질기준 대비 32 ~ 50 %의 농도 범위를 보였다. 그 외 카드뮴과 납의 경우는 모두 10% 미만의 낮은 농도를 보였다. 한편, 응집제 사용시 세정액의 용존 중금속 농도가 미소 증가한 것으로 나타났는데, 이는 응집침전 과정 즉, 작은 입자들이 결합하여 큰 입자가 되는 과정에서 입자 사이에 존재하는 액상이 세정액으로 이동하기 때문에 발생하는 일반적인 현상이다.

세정액 실험은 준설물질의 해양투기시의 해수에 미치는 영향을 검토하기 위한 판단근거를 제공한다. 세정액은 퇴적물과 해수의 비율이 1:4인 관계로, 따라서, 본 실험 결과는 투기되는 남항 또는 용호만 퇴적물의 양이 신선대 투기장에서 차지하는 해수 대비 2:1 보다 작을 경우, 신선대 투기장 해수의 수질기준을 초과하지 않는다는 것을 보여준다. 실제 신선대 투기장은 호안의 해수교환파이프를 통하여 외부의 해수와 교환되며 해수의 교환은 조수간만의 차이, 또는 신선대에 투기되는 준설물질이 차지하는 부피의 증가에 의한

수면 상승에 의한다. 신선대 투기장에 설계된 투기 가능량(2,191,000m³)을 신선대에 채워져 있는 해수의 양으로 가정할 수 있다. 따라서, 부산남항 또는 용호만에서 수거된 오염퇴적물을 신선대 투기장에 투기할 경우, 한꺼번에 대량 투기를 가정할 경우에도 그 잔여 해수의 부피가 투기량의 2배를 초과할 경우, 신선대 투기장에서의 해수의 수질은 법적인 기준을 충족시키게 된다.

일반적으로 준설물질 투기시에 투기장 호안의 해수교환파이프를 통하여 방출되는 잔여수의 부유물질 농도는 10 ~ 150 mg/L⁶⁾ 임을 감안하면, 잔여수에서의 용존성 중금속의 농도는 실제 세정액 실험에서 구한 농도의 1천분의 1 이하에 해당된다. 실제 외부에 미치는 영향은 신선대 투기장의 해수교환시설을 통하여 투기가 진행될 때에 그 부피 증가분만큼 소량이 방류되어 주변해수와 희석된다는 점을 감안하면, 주변해수에 부산남항 또는 용호만의 수거된 오염준설물의 투기로 인한 중금속이 미치는 영향은 무시할 수 있다.

2) 응집제에 의한 악취제거 효과

부산남항과 마찬가지로 용호만 퇴적물의 상당부분은 높은 유기물 함량과 그로 인한 퇴적물의 환원작용에 의하여 발생하는 황화수소가스가 악취의 주요인 중의 하나일 것으로 사료된다. 실제 부산남항과 용호만의 퇴적물이 전용수거선에 의하여 수거 후 응집제를 사용하여 중간처리 과정에서 퇴적물의 환원정도를 측정하는 산화발성 황화물(AVS)의 농도변화를 측정하였다. 실험 결과, 응집제를 사용하여 응집·침전 퇴적물에서 부산용호만은 약 65%, 부산남항 각 정점에서 약 80%가 감소하였다. 이는 준설 후, 응집제를 사용하여 중간처리를 할 경우, 상당부분 악취제거 효과가 있다는 것을 보여준다. 산화발성 황화물은 해역에서 퇴적물에 존재하는 유기물의 환원과정에서 황산염이 환원되어 발생하는 산물에 속한다. 산화발성 황화물은 퇴적물의 부패정도를 판단하기 위한 지수에 해당된다.

6) Miller, J.A., 1998. Confined Disposal Facilities on the Great Lakes. Great Lakes & Ohio River Division U.S> Army Corps Of Engineers, Chicago, Illinois 60606-7205

제 5 절 결론

수거 예정 오염퇴적물의 오염도 저감에 활용하기 위하여 활용 가능한 국내 상용 정화처리기술 현황을 조사한 결과 오염퇴적물 정화·복원 직접 관련 기술특허 등 약 70건의 기술특허, 유사기술인 오염토양 정화기술 및 폐기물 중간처리(재활용) 기술 등 다양한 처리기술들이 존재하는 것으로 나타났다. 현재 국내 상용화된 처리기술 중 세척, 입자분리가 현장에서 주로 사용되며, 정화사업을 위한 상용 장치 제작 등에 약 6개월이 소요되는 것으로 예상되며, 각 업체별로 보유 장치의 처리용량(1~60m³/h)은 편차가 큰 것으로 나타났고, 현재 국내 기술로 중금속 등 오염물질 처리와 악취제어에 활용할 수 있는 것으로 나타났으므로, 실제 오염퇴적물 정화·복원사업 추진에는 큰 어려움은 없을 것으로 사료된다.

오염퇴적물에 대한 현재 국내 상용 정화처리기술의 적용 가능성을 확인하기 위하여 오염현장에서 주로 사용되는 입자분리(1개 업체) 및 세척(2개 업체)기술을 대표 기술로 선정하여 오염퇴적물 수거사업이 예정되는 해역(울산 방어진, 진해 행암만, 부산 남항 및 용호만) 퇴적물을 대상으로 실증실험을 진행하였다. 그 결과 사용한 처리기술과 각 공정별로 오염물질 제거율에 다소 차이가 있었지만, 토양 등 환경에서 구리, 아연 등 중금속 처리가 매우 어려움에도 불구하고, 해역별로 가장 오염도가 높은 상기 항목들의 제거율이 약 60% 정도까지 나타났으며, 처리 후 토양환경보호법의 토양오염우려기준 중 3지역 기준에 적합한 것으로 나타난 결과로부터 현재 상용화된 정화기술 중 입자분리 및 세척정화기술은 해양오염퇴적물의 오염도를 낮추는 중간 처리기술로서 충분히 활용 가능한 것으로 사료된다.

연안 매립 처분을 위한 사전 환경영향 검토결과 부산남항 및 용호만의 오염퇴적물을 준설토 투기장에 투기시, 호안의 해수교환구를 통하여 방출되는 잔여수에서의 용존성 중금속의 농도는 환경정책기본법에서 정한 해역환경기준의 1천분의 1 이하에 해당된다. 따라서, 준설토 투기장에서의 매립 처분 과정에서 오염퇴적물의 중금속이 주변해수에 미치는 영향은 무시할 수 있다.

7) 오염토양 정화방법 가이드라인, 환경부, 2007년

**제 4 장 국내
해양오염퇴적물 처리 후
활용성 검토**

제 4 장 국내 해양오염퇴적물 처리 후 활용성 검토

제1절 연구배경

1. 연구배경

현재 국내에서는 부산 신항만 울산 신항만 및 군장 신항만 등의 대규모 신항만 건설이 진행되고 있다. 신항만 건설 및 해상 항로유지, 오염해역준설 등으로 매년 엄청난 양의 해양 준설토가 발생하고 있다. 이러한 발생 준설토를 처분하기 위해서 현재 대규모 투기장을 마련하여 단순 투기 및 매립에만 의존하고 있는 실정이다. 그러나, 발생 준설토를 적절히 이용하는 관련 재활용 기술부족 및 폐기물이라는 현실에서 발생하는 준설토는 현장에서 재처리 및 재이용 등의 실용화가 되지 못하지만 선진국에서는 단순매립보다는 신기술 및 신공법 개발로 모래질 성분이 많이 함유한 준설토를 방파제나 안벽 및 호안 시공시 건설재료로 이용하는 등의 재활용 기술을 적극적으로 활용하고 있다.

준설토의 단순투기로 인해서 발생하는 어장의 피해 및 해양 퇴적환경의 변화로 연안매립 및 육상의 매립지 조성이 제한되고 준설토의 투기에 의한 환경영향평가가 매우 중요한 과정으로 판단된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 선진국에서는 준설토의 오염도 평가에 의한 투기방법 투기시설, 경제적 이용 등에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며 준설사업을 준설매립지 조성의 확실적인 방법으로 사업을 수행하고 있는 실정이다 따라서 국내에서도 장차 대규모 준설사업 항로유지 준설 및오염해역 준설과 관련한 발생 준설토를 재활용할 수 있도록 관련 기술개발이 필요한 시점에 이르렀다

2009년 6월 25일부로 토양환경보전법 시행규칙 일부 개정환경부령 제333호)으로 인하여 본 과업에서 시제품을 만들어야 할 해역의 대부분이 중간처리의 대상에서 제외됨에 따라 오염물질을 감축하기 위한 처리 공정을 거치지 않은 원시료에서의 유효활용 시제품을 생산할 필요성이 제기되어 처리되지 않은퇴적물 시료를 사용 시제품 제작 및 품질의 적합 여부를 판별하기 위한 화학적물성 실험을 실시하였다. 준설퇴적물을 이용한 시제품으로는 벽돌 (brick)이나 전자재

및 복토재 등이 있으며 고화제를 이용한 시제품을 제작하고 고화성능실험 및 환경실험을 실시하여 공학적, 환경적 기준과 비교해 보았다. 최근 압축성이 큰 토질과 관련된 침하문제, 항만구조물 배면 매립시 토압경감 문제를 보완하여 해양오염토 재활용 효율성을 크게 증대시킬 수 있는 방법인 경량혼합토로 시제품을 제작하였으며 시멘트 함유율의 변화가 압축강도에 미치는 영향 및 응력변형 거동 특성을 고화처리토와 비교·분석하였다. 마지막으로 해양오염토 유효활용을 위한 활용방법을 제시하였다.

제2절 준설토의 유효활용성 검토를 위한 실험

1. 압축강도 실험 장비 및 공시체 제작

1) 실험 장치의 개요

그림 4-2-1은 본 시험에서 사용한 일축 압축시험기를 보여주고 있다. 본 시험기는 재하용 프레임과 재하판, 로드셀, 다이얼게이지, 재하 콘트롤 박스로 구성되어 있으며, 스피드 콘트롤 (speed control)을 규정속도에 맞춰놓고 앞 조정판의 컴프레션 (compression) 스위치를 위로 올리면 가압판이 올라가 몰드를 압축하게 된다. 또한, 본 시험기의 변형속도는 1 mm/min로 고정하였다.



그림 4-2-1. 일축압축시험기

2) 준설토의 물리적 특성

울산 방어진 해역과 진해 행안만 해역에서 채취한 준설토 시료를 사용하여 건설재료 및 복토재의 적용성 검토를 위한 기본 물성 시험을 실시하였다. 채취방법은 각 해역정점에서 2~3m³의 퇴적물을 그라브 준설토선을 이용하여 채취한 후 퇴적물(총량 5~6m³)을 그라브 준설토선 혹은 덤프트럭으로 옮겨 시료 혼합(포크레인 등을 이용)해서 혼합된 퇴적물 시료를 1m³ 단위로 나누어

운반(지게차, 트럭 이용) 하였다. 그림 4-2-2는 시료채취지역 위치 및 채취하는 사진을 나타내고 있다.

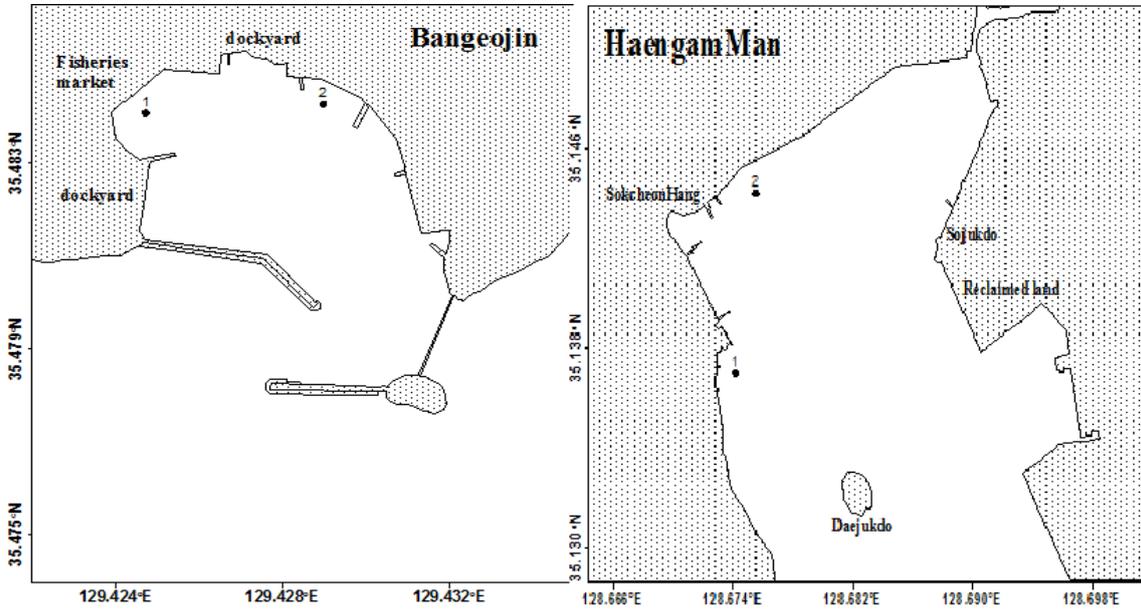


그림 4-2-2. 울산항안만과 진해방어진 준설토 채취해역 및 채취장면

채취한 준설토의 기본적 물리특성을 파악하기 위하여 비중시험, 액성한계 시험, 소성한계시험, 함수비시험 등을 실시하였으며 그 결과는 표 4-2-1에 나타내었다.

표 4-2-1. 준설토의 물성시험 결과

항목	비중	액성한계 (%)	소성한계 (%)	소성지수	USGS
시료					
울산 방어진	2.62	40.64	26.84	13.8	SM
진해 행안만	2.65	59.55	47.61	11.94	OH

본 연구에는 경량혼합토를 성형하기 위하여 기포제가 사용되었다. 기포제는 동물성, 식물성, 합성유계가 등이 있으며, 계면 활성 작용을 이용하여 물리적으로 기포를 혼합한 것인데 환경 친화적인 식물성 기포제를 사용하였다. 기포를 발생시키는 방법은 기포제를 이용하여 물리적으로 공기압을 가해 사전에 발포를 시키는 방법과 발포제를 시료에 혼합시켜 수화반응에 의해 가스를 발생시키는 방법 등이 있다. 기포제는 경량성과 유동성을 확보하기 위하여 기포를 내부에 균일하게 분산시키는 것이 중요하므로 온도의 영향을 크게 받는 발포제를 혼합시키는 방법은 거의 사용하지 않는 것으로 알려져 있다. 혼합토에 균일하게 기포가 분포할 수 있도록 한국해양연구원에서 자체 개발한 기포기를 이용하여 사전에 발포시킨 후 혼합하는 방법을 적용하였다. 그리고 기포제와 물의 비율을 1:20, 공기압은 2~3kg/cm² 하에 발포시킨 기포를 사용하였다. 사용된 기포제의 특성과 공기함량에 따른 단위중량은 표 4-2-2와 같다. 그림 4-2-3은 본 실험에 사용되었던 발포방치에서 공급되어 나오는 기포의 사진이다.

표 4-2-2. 기포제의 특성

구분	비중	ph (4℃)	비누화값	침전도	염분 농도(%)	단위중량, γ_t (g/cm ³)	
						공기압(2~3kg/cm ²)	공기압(2~3kg/cm ²)
식물성	1.03	7.1	5.30	0	1.7	0.047	0.076
동물성	1.20	7.0	2.10	10	4.2	-	-



그림 4-2-3. 경량혼합토에 사용되었던 발생기포

3) 공시체 제작과정

본 시험에서는 고화처리토 및 경량혼합토의 일축압축시험을 위한 공시체 제작을 위하여 직경 5.0cm, 높이 10.0cm인 PVC 몰드를 제작하였다. 그리고 PVC 몰드 하부의 밀봉을 위하여 가로와 세로 10cm의 아크릴판을 준비하여 몰드 하부와 아크릴사이 접착제를 사용하여 고정하였다. 고화처리토 및 경량혼합토 제작을 위한 초기 함수비는 울산시료는 액성한계를 기준으로 2.5배, 진해시료는 액성한계의 3배로 조절하였다. 고화처리토 성능시험을 위한 시멘트 함량은 경제성과 시공성을 고려하여 울산시료는 4%, 7%, 10%, 13%로 변화시켰고 진해시료는 7%, 10%, 13%, 16%로 변화시켰다. 경량혼합토 실험을 위하여 울산시료는 7%, 10%, 13%로 변화시켰고 진해시료는 10%, 13%, 16%로 변화시켰다. 경량혼합토 기포발생을 위하여 기포발생장치를 이용하여 2~3kg/cm²의 압력하에 발포시킨 기포를 평균 5분 이내에 수행함으로써 경량혼합토 공시체 제작에 따른 기포의 소포를 최소화하였다. 기포의 혼합비율은 시료전체부피의 15%로 혼합하였다. 표 4-2-3은 사용된 배합조건을 나타낸다.

표 4-2-3. Mixing and test conditions

구분	울산시료	진해시료
고화제혼합토 시멘트함유율(%)	4, 7, 10, 13	7, 10, 13, 16
경량혼합토 시멘트함유율(%)	7, 10, 13	10, 13, 16
초기 함수비 (%)	100	177
Air foam content (%)	15	
Curing time (day)	7, 14	

공시체의 제작은 PVC 몰드의 하부에 준비한 아크릴 판을 접착제로 부착한 후, 배합비에 따른 시료를 주입하였다. 이때 몰드 내면은 경량기포혼합토가 양생되면서 부착되는 것을 방지하기 위하여 그리스(grease)를 얇게 도포하였으며, 양생 후 몰드에서 분리할 때 공시체가 교란되는 것을 방지하기 위하여 분리가 가능한 몰드를 제작하여 사용하였다. 시료주입시 생길 수 있는 공극발생을 방지하기 위하여 몰드내에 2층으로 나누어 다지고 각 층마다

spatula로 다짐을 실시하였다. 경량혼합토의 공시체는 양생기간을 7일과 14일의 대기양생을 계획하여 제작하였다 그림 4-2-4는 공시체제작 및 공시체에 시료를 주입하는 모습을 보이는 사진이다. 성형된 공시체는 대기노출에 의한 함수비 변화를 차단하기 위하여 랩(wrap)으로 밀봉한후 항온상태에서 대기양생으로 제작되었다.



그림 4-2-4. 공시체 제작과정

4) 시험방법 및 조건

일축압축강도를 위한 실내시험은 KSF의 기준에 따라 수행하였다. 실내시험에서는 미리 계획된 배합조건에 따라 제작한 공시체를 재하판 사이에 설치한 후, 매분 1%의 압축변형이 발생하도록 연속적으로 재하를 작동하였다. 그 때 발행하는 공시체의 변형량과 압축하중은 다이얼 게이지와 로드셀에 의해 측정되었다. 한편 공시체에 대한 재하는 압축하중이 최대값을 경과한 후에 그 최대값의 약 50%에 해당하는 압축하중에서 시험을 종료하였다. 그림 4-2-5는 고화처리토 및 경량혼합토 공시체의 전형적인 파괴형상을 나타내고 있다. 그리고 표 4-2-4에는 일축압축시험의 조건을 나타내고 있다.



그림 4-2-5. 고화처리토 및 경량혼합토의 파괴형상

표 4-2-4. 고화처리토 및 경량혼합토 일축압축시험 조건

Test series	Case	준설토 초기함수비 (%)	시멘트함유량, % (기포함유량, %)	양생일 (day)
	U-04-07	100	4	7
	U-04-14			14
	U-07-07		7	7
	U-07-14			14
	U-10-07		10	7
	U-10-14			14
	U-13-07		13	7
	U-13-14			14
	J-07-07	177	7	7
	J-07-14			14
	J-10-07		10	7
	J-10-14			14
	J-13-07		13	7
	J-13-14			14
	J-16-07		16	7
	J-16-14			14
	U-07-07	100	7 (15)	7
	U-07-14			14
	U-10-07		10 (15)	7
	U-10-14			14
	U-13-07		13 (15)	7
	U-13-14			14
	J-10-07	177	10 (15)	7
	J-10-14			14
	J-13-07		13 (15)	7
	J-13-14			14
	J-16-07		16 (15)	7
	J-16-14			14

5) 실험결과 및 분석

가) 고화처리토 실험결과 및 분석

① 일축압축실험에 의한 응력-변형 거동

그림 4-2-6~8은 울산방어진 해역에서 채취한 준설토에 대하여 재령기간 7일 및 14일 후의 준설토 초기함수비 (100%)에 대한 고화처리토의 응력-변형 거동을 나타내고 있다. 그림에서 일축압축강도는 시멘트 함유량이 많을수록 강도는 크게 나타나고 있다. 모든 경우에서 시멘트 함유량이 10%와 13%인 경우, 뚜렷한 파괴 양상을 보여주고 있고 파괴시 변형율을 초과한 후 응력은 급격히 감소하는 변형연화 (strain softening) 현상을 명확하게 나타나고 있다. 이러한 취성파괴 거동은 시멘트 함유량이 클수록 현저함을 보이고 있다 그러나 시멘트 함유량 4%와 7%인 경우 파괴시 변형율 이후의 응력은 변형율 증가에 따라 완만하게 감소하여 잔류 압축강도를 나타내고 있다. 파괴시 변형율 (ϵ_f)은 시멘트 함유량이 증가할수록 감소하고 있다 또한 응력의 증가에 따른 변형율의 증가가 시멘트 함유량이 증가할수록 감소하고 있는데 양생일이 증가할수록 더욱 뚜렷한 경향을 보이고 있다.

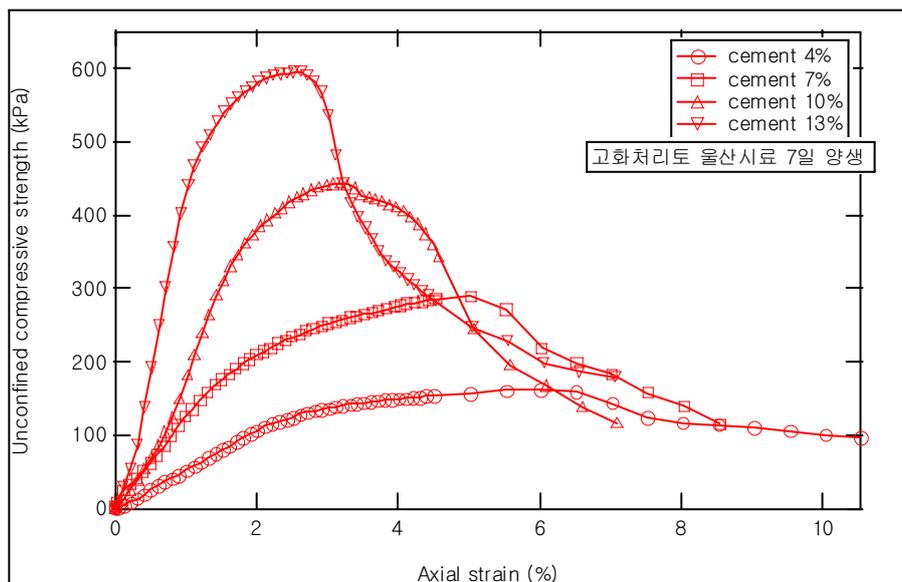


그림 4-2-6. 울산시료 고화처리토의 응력-변형거동 (7일양생)

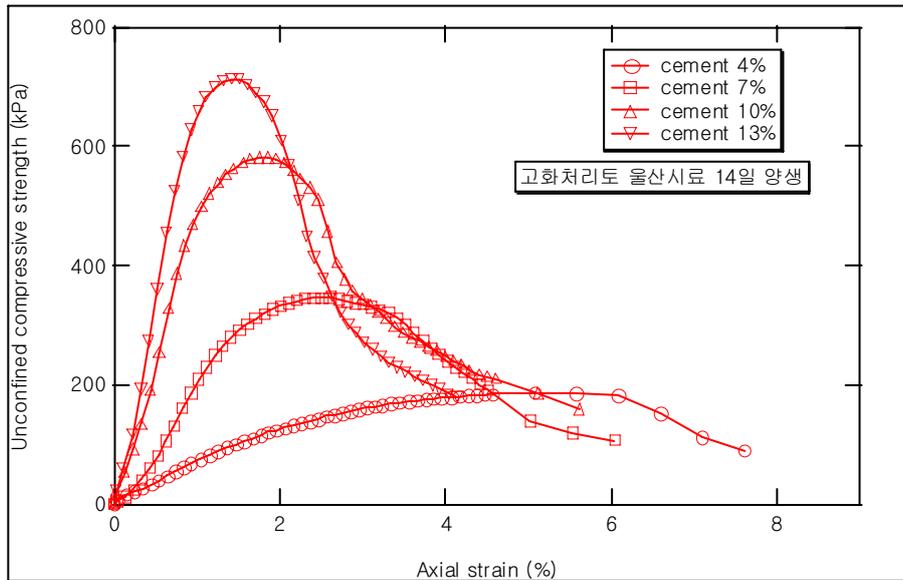


그림 4-2-7. 울산시료 고화처리토의 응력-변형거동 (14일양생)

그림 4-2-8~9는 진해 행안만에서 채취한 초기함수비 (177%)의 준설토에 대하여 재령기간 7일 및 14일 후의 응력-변형거동을 나타내고 있다. 울산시료와 마찬가지로 일축압축강도는 시멘트 함유량이 많을수록 크게 나타나고 있으며 응력-변형거동 모든 시멘트 함유량의 경우에 대해 취성적인 파괴양상을 보이고 있다. 동일 시멘트 함유량에서 진해 행안만 시료를 사용한 공시체의 강도는 울산 방어진 시료를 사용했을 때 보다 7일 및 14일 양생 공시체의 경우 대략 33%, 31% 정도 감소함을 알 수 있다. 이는 다른 지역 시료의 공학적 특성 및 구성성분의 차이 및 공시체 성형시 다른 초기함수비의 적용 등에 기인함을 알 수 있다. 모든 시멘트 함유량에 대하여 파괴시 변형율을 초과한 후 응력이 급격히 감소하는 변형연화 (strain softening) 현상이 나타나고 뚜렷한 잔류압축강도는 보여주지 못하고 있다. 파괴시 변형율 (ϵ_f)은 7일 양생된 시멘트비 13% 공시체를 제외하고 시멘트 함유량이 증가할수록 감소하고 있다. 또한 응력의 증가에 따른 변형율의 증가가 시멘트 함유량이 증가할수록 감소하고 있다.

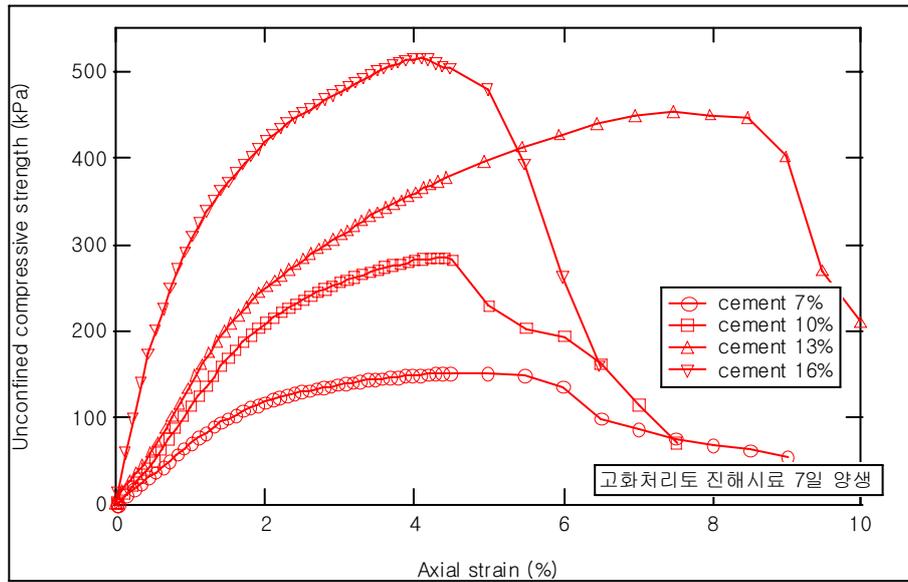


그림 4-2-8. 진해시료 고화처리토의 응력변형거동 (7일양생)

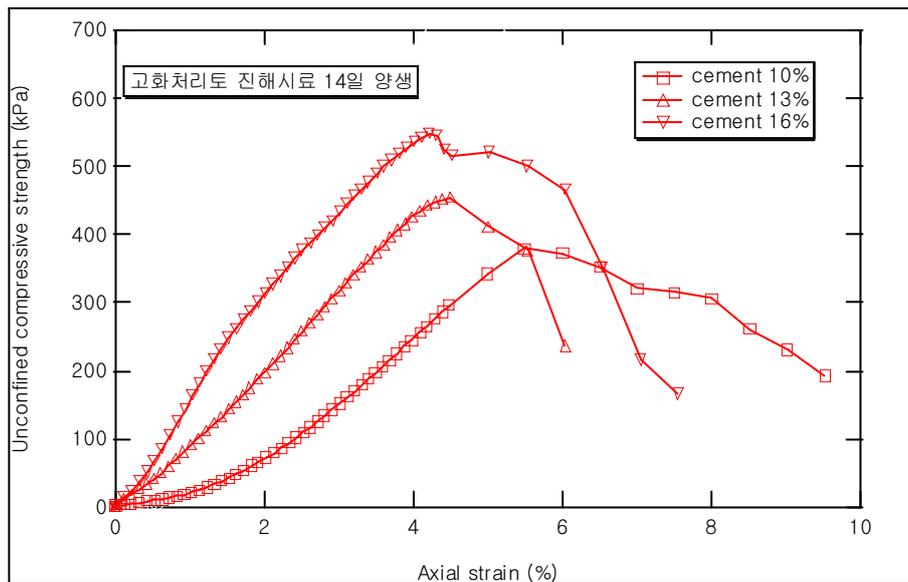


그림 4-2-9. 진해시료 고화처리토의 응력변형거동 (14일양생)

② 고화처리토의 일축압축강도특성

그림 4-2-10은 울산방어진에서 채취한 준설토로 제작한 고화처리토의 일축 압축강도에 미치는 시멘트 함유량의 영향을 나타내고 있다. 시멘트 함유량이 증가할수록 일축압축강도는 증가함을 알 수 있다. 그리고 재령기간 7일에 대한 고화처리토는 시멘트 함유량이 4%에서 13%까지 증가함에 따라, 162kPa

에서 595kPa로 약 3.7배의 일축압축강도 증가를 보이고 있다. 한편 재령기간 14일의 경우, 시멘트 함유량이 4%에서 13%까지 증가함에 따라, 187.5kPa에서 713.2kPa로 약 3.8배의 일축압축강도 증가를 보이며, 이는 재령기간 7일의 경우와 거의 같은 강도증가율을 알 수 있다

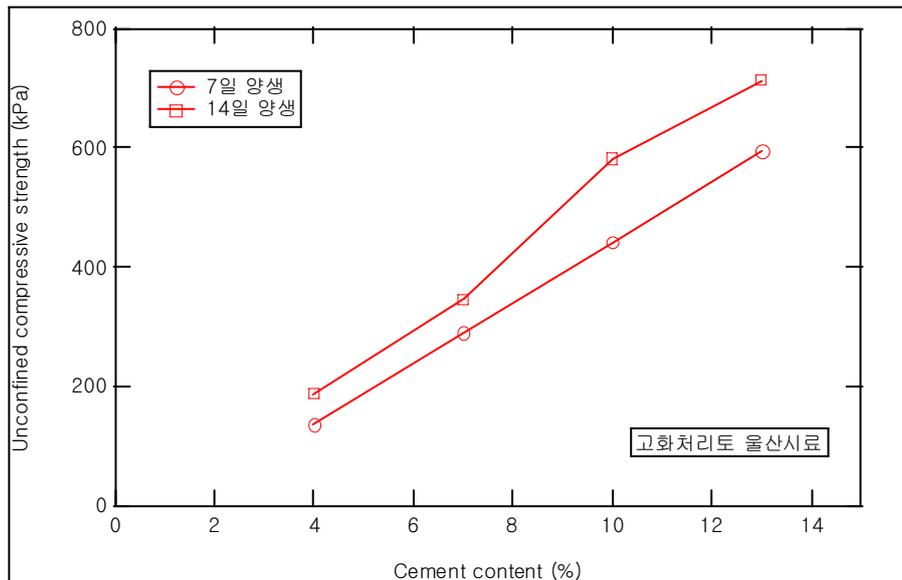


그림 4-2-10. 일축압축강도에 미치는 시멘트 함유량의 영향 (울산시료)

그림 4-2-11은 진해 행안만에서 채취한 준설토로 제작한 고화처리토의 일축압축강도에 미치는 시멘트 함유량의 영향을 나타내고 있다. 재령기간 7일에 대한 고화처리토는 시멘트 함유량이 10%에서 16%까지 증가함에 따라, 284Pa에서 514.7kPa로 약 1.8배의 일축압축강도 증가를 보이고 있다. 한편 재령기간 14일의 경우, 시멘트 함유량이 10%에서 16%까지 증가함에 따라, 380kPa에서 548kPa로 약 1.4배의 일축압축강도 증가를 보이며, 이는 재령기간 7일의 경우보다 약간 감소함을 알 수 있다

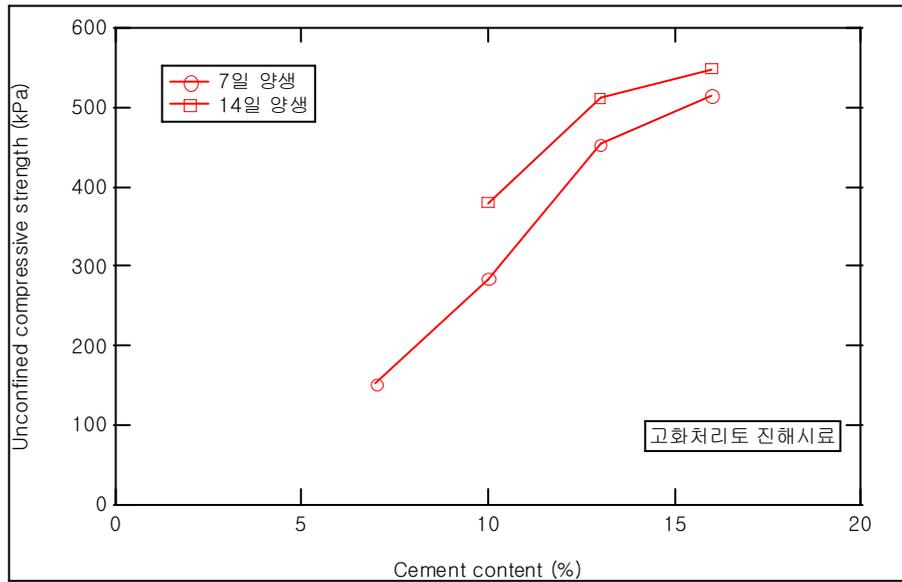


그림 4-2-11. 일축압축강도에 미치는 시멘트 함유량의 영향 (진해시료)

③ 고화처리토의 변형계수-압축강도관계

그림 4-2-12과 그림 4-2-13은 각각 울산 방어진 시료와 진해 행안만 시료에 의한 고화처리토의 시멘트 함유량의 변화에 따른 변형계수(E_{50})의 변화를 나타내고 있다. 시멘트 함유량이 증가하면서 변형계수의 크기도 증가함을 보여주고 있다. 울산시료를 사용한 공시체의 경우 동일시멘트 함유량에 대하여 양생기간이 증가하면 변형계수가 증가하지만 진해시료의 변형계수는 양생기간이 증가하면 변형계수가 감소하였다.

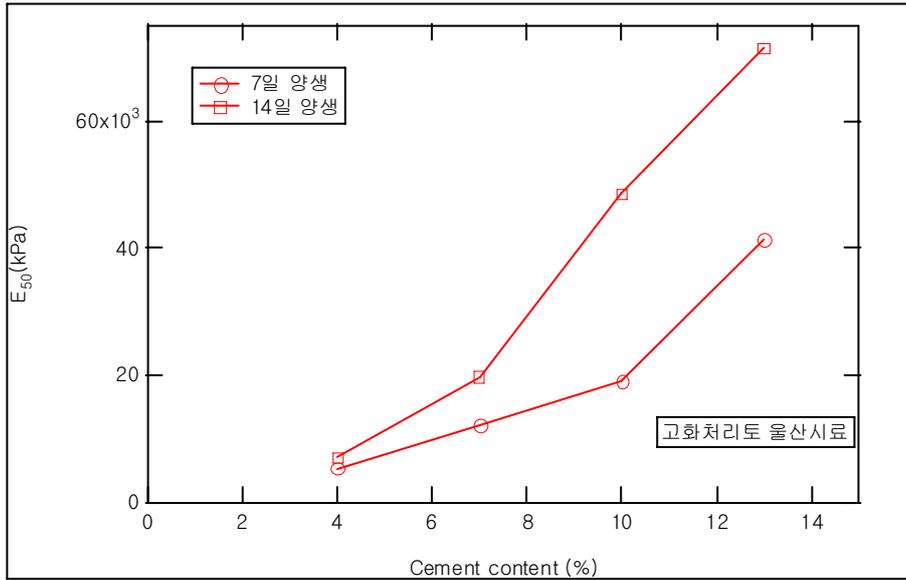


그림 4-2-12. 시멘트 함유량과 변형계수의 관계 (울산시료)

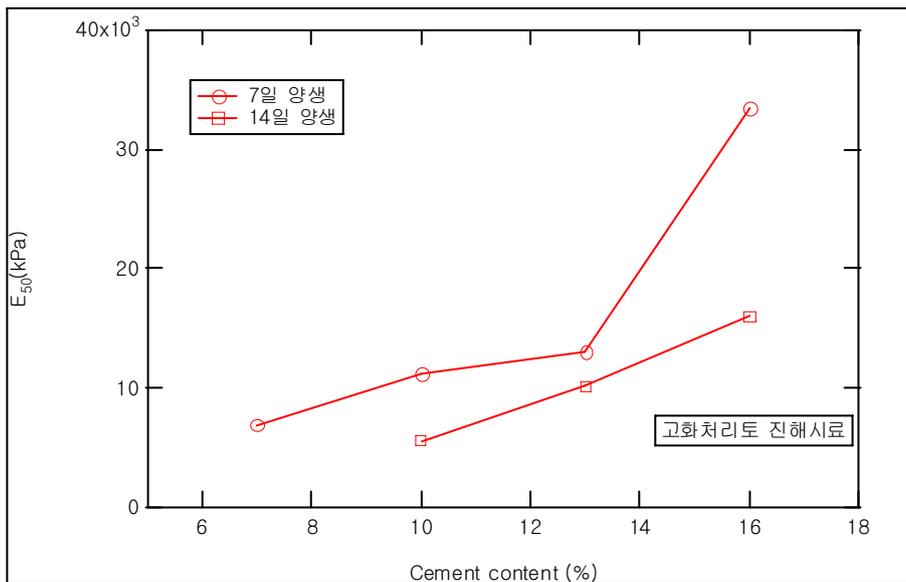


그림 4-2-13. 시멘트 함유량과 변형계수의 관계 (진해시료)

그림 4-2-14는 울산시료 고화처리토의 변형계수(E_{50})와 일축압축강도와의 관계를 나타낸 것으로 변형계수는 지수함수 형태로 증가함을 알 수 있다 그림에서 탄성계수(E_{50})는 공시체의 응력-변형을 곡선으로부터 구한 것이다. 그림에 나타난 바와 같이 탄성계수의 증가율은 낮은 압축강도에서 보다 높은

압축강도에서 크게 나타나고 있다. 또한 탄성계수도 물-시멘트비에 큰 영향을 받아서 물-시멘트비가 감소함에 따라 증가함을 알 수 있다.

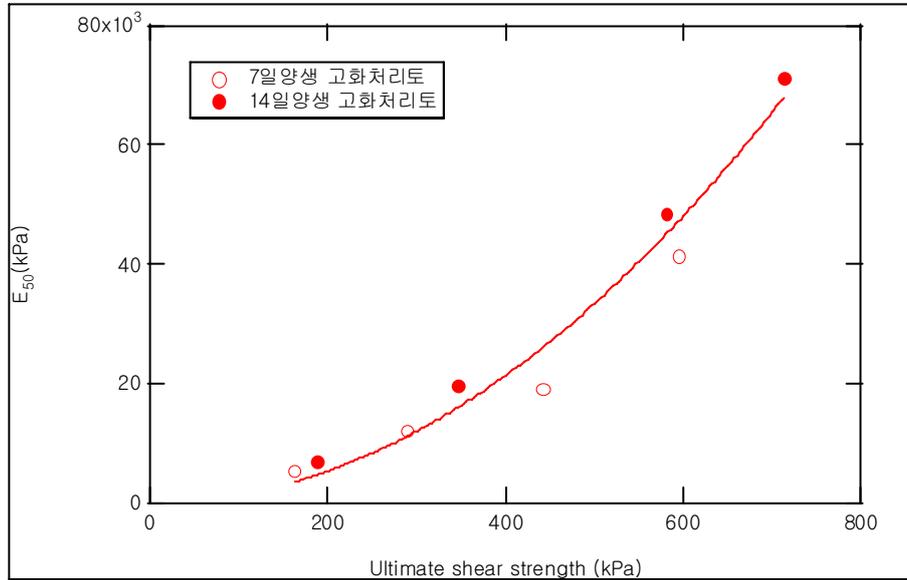


그림 4-2-14. 울산시료 고화처리토의 변형계수-일축압축강도의 관계

나) 경량혼합토 실험결과 및 분석

① 일축압축실험에 의한 응력-변형 거동

그림 4-2-15~16은 울산방어진 해역에서 채취한 준설토에 대하여 재령기간 7일 및 14일 후의 준설토 초기함수비 (100%)에 대한 경량혼합토의 응력-변형 거동을 나타내고 있다. 그림에서 일축압축강도는 시멘트 함유량이 많을수록 강도는 크게 나타나고 모든 시멘트 함유량 (7%, 10%, 13%)에 대하여 뚜렷한 파괴 양상을 보여주고 이러한 취성파괴 거동은 시멘트 함유량이 클수록 현저함을 보이고 있다. 파괴시 변형율을 초과한 후 응력이 감소하는 변형연화 현상이 나타나고 있다. 취성파괴 거동은 시멘트 함유량이 클수록 현저함을 보이고 있다. 파괴시 변형율 (ϵ_f)은 7일 양생 공시체의 경우 시멘트 함유량 10%를 제외하면 거의 비슷하여 대략 3% 정도이며 14일 양생 공시체 경우 대략 2.6% 정도로 시멘트 함유량과 무관함을 알 수 있다. 또한 응력의 증가에 따른 변형율의 증가도 시멘트 함유량이 증가할수록 약간 감소하고 있다.

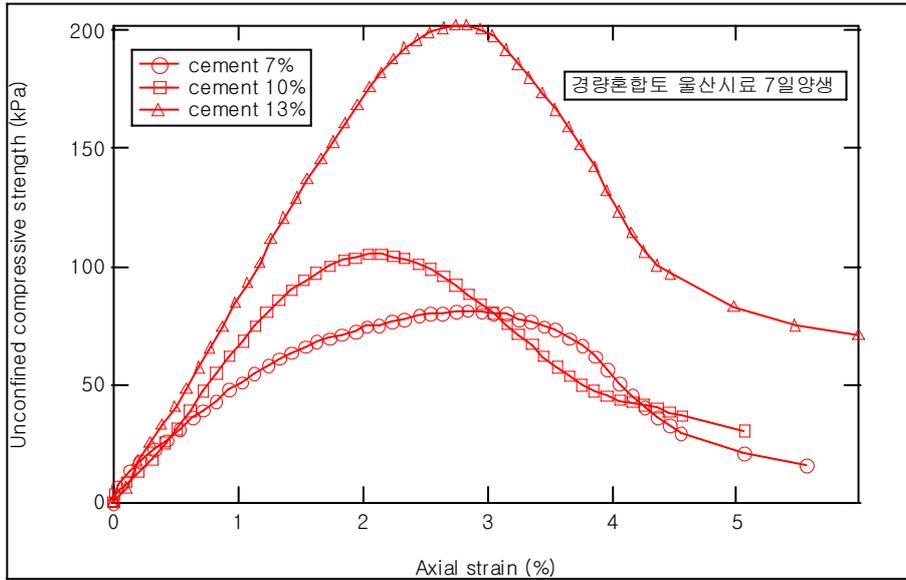


그림 4-2-15. 울산시료 경량혼합토의 응력변형거동 (7일양생)

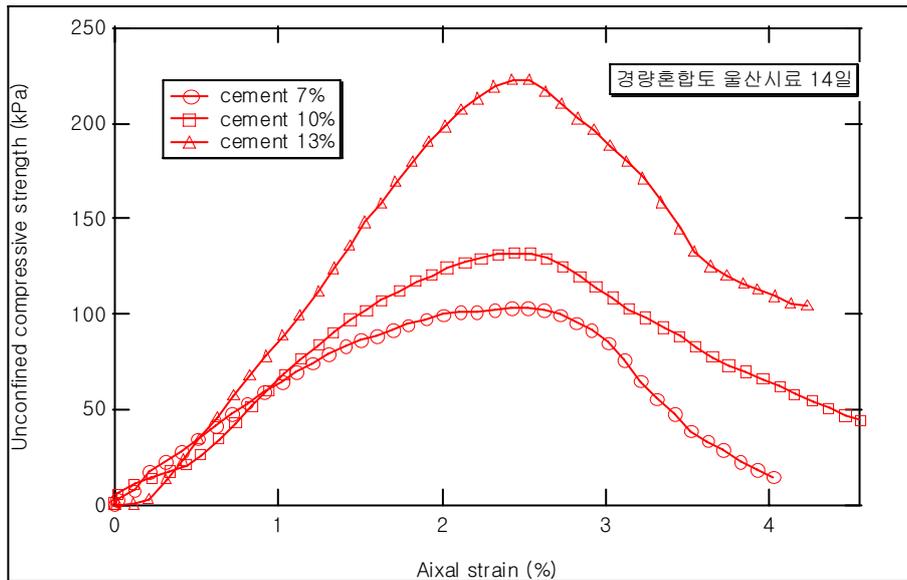


그림 4-2-16. 울산시료 경량혼합토의 응력변형거동 (14일양생)

그림 4-2-17~18는 진해 행안만에서 채취한 준설토를 사용한 경량혼합토에 대하여 재령기간 7일, 14일 및 (28일)후의 응력-변형거동을 나타내고 있다. 울산시료와 마찬가지로 일축압축강도는 시멘트 함유량이 많을수록 크게 나타나고 있다. 파괴시 변형율 (ϵ_f)은 7일 양생 공시체의 경우 시멘트 함유량이 증가함에 따라 약간 증가하지만 재령일이 14일인 경우는 시멘트 함유량이

증가함에 따라 약간 감소하고 있다. 7일 양생된 시멘트 함유량 10%를 제외한 모든 시멘트 함유량에 대하여 파괴시 변형율을 초과한 후 응력이 급격히 감소하는 변형연화 (strain softening) 현상이 나타나고 있다. 잔류압축강도는 7일 양생된 공시체의 경우 시멘트 함유량이 증가함에 따라 증가하지만 14일 양생된 공시체의 경우 시멘트 함유량과 상관없이 비슷한 잔류압축강도 (100kPa)를 나타내고 있다.

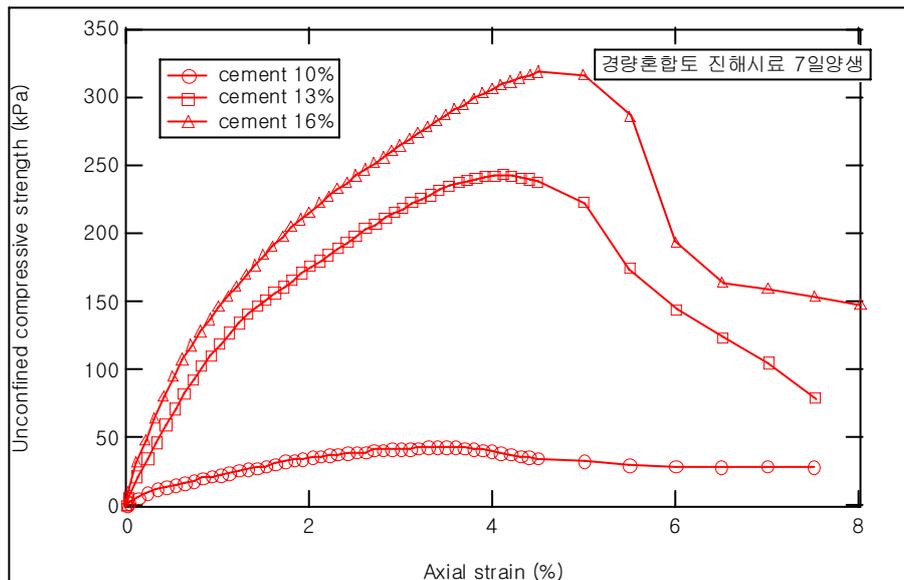


그림 4-2-17. 진해시료 경량혼합토의 응력변형거동 (7일양생)

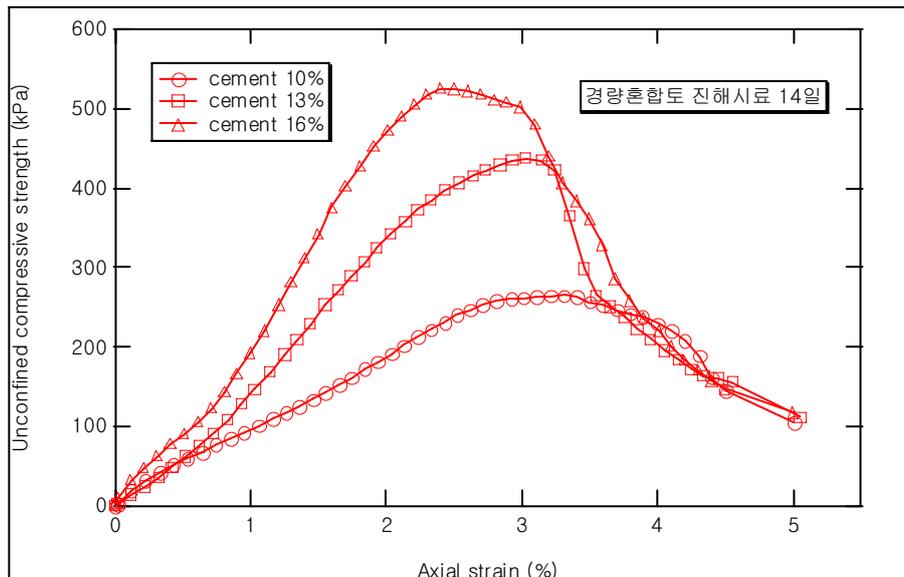


그림 4-2-18. 진해시료 경량혼합토의 응력변형거동 (14일양생)

② 경량혼합토의 일축압축강도특성

그림 19는 울산 방어진에서 채취한 준설토로 제작한 경량혼합토의 일축압축강도에 미치는 시멘트 함유량의 영향을 나타내고 있다. 시멘트 함유량이 증가할수록 일축압축강도는 증가함을 알 수 있다. 재령기간 7일에 대한 경량혼합토는 시멘트 함유량이 7%에서 13%까지 증가함에 따라, 81.4kPa에서 202kPa로 약 2.5배의 일축압축강도 증가를 보이고 있다. 한편 재령기간 14일의 경우, 시멘트 함유량이 7%에서 13%까지 증가함에 따라, 103kPa에서 223.1kPa로 약 2.2배의 일축압축강도 증가를 보이며, 이는 재령기간 14일의 경우와 거의 같은 강도증가율을 알 수 있다.

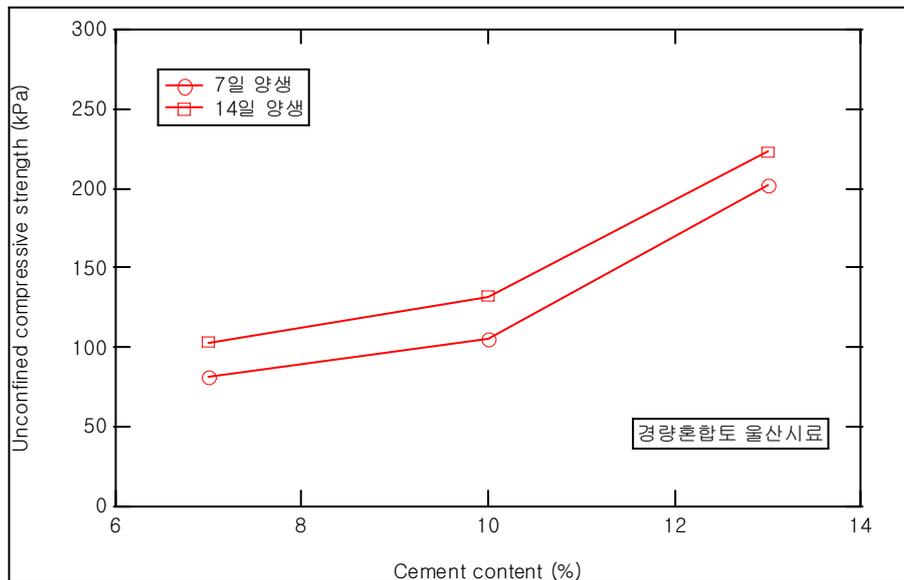


그림 4-2-19. 일축압축강도에 미치는 시멘트 함유량의 영향 (울산시료)

그림 4-2-20은 진해 행안만에서 채취한 준설토로 제작한 경량혼합토의 일축압축강도에 미치는 시멘트 함유량의 영향을 나타내고 있다. 재령기간 7일에 대한 경량혼합토는 시멘트 함유량이 10%에서 16%까지 증가함에 따라, 43kPa에서 318.5kPa로 약 7.4배의 일축압축강도 증가를 보이고 있다. 한편 재령기간 14일의 경우, 시멘트 함유량이 10%에서 16%까지 증가함에 따라, 265kPa에서 525kPa로 약 2배의 일축압축강도 증가를 보이며, 이는 재령기간 14일의 경우보다 강도증가율이 감소함을 알 수 있다.

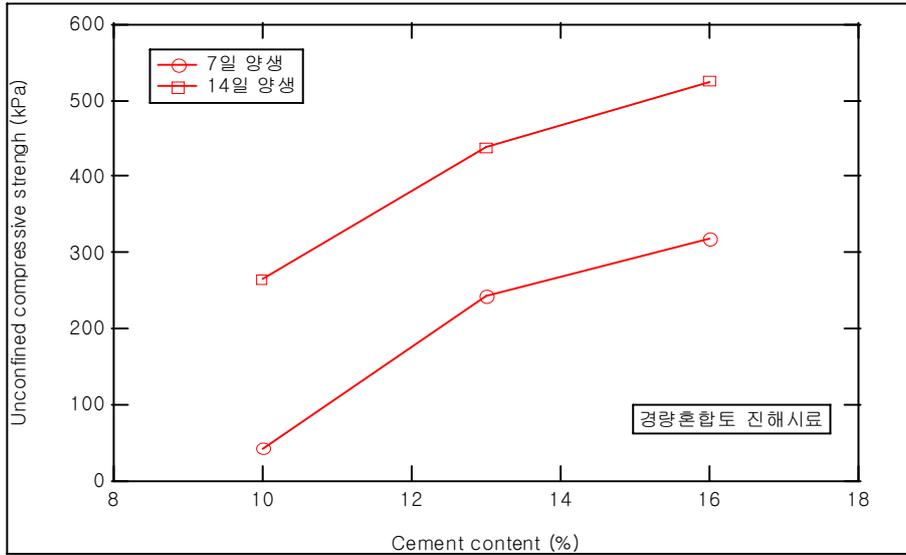


그림 4-2-20. 일축압축강도에 미치는 시멘트 함유량의 영향 (진해시료)

③ 경량혼합토의 변형계수-압축강도관계

그림 4-2-21와 그림 4-2-22는 각각 울산방어진 시료와 진해행안만 시료에 의한 경량혼합토의 시멘트 함유량의 변화에 따른 변형계수(E_{50})의 변화를 나타내고 있다. 시멘트 함유량이 증가하면서 변형계수의 크기도 증가함을 보여주고 있다. 울산시료를 사용한 공시체는 동일시멘트 함유량에 관하여 재령일이 증가하면 변형계수가 약간 증가하지만 진해시료를 사용한 경우 재령일의 증가는 현저한 변형계수의 증가를 보여주었다

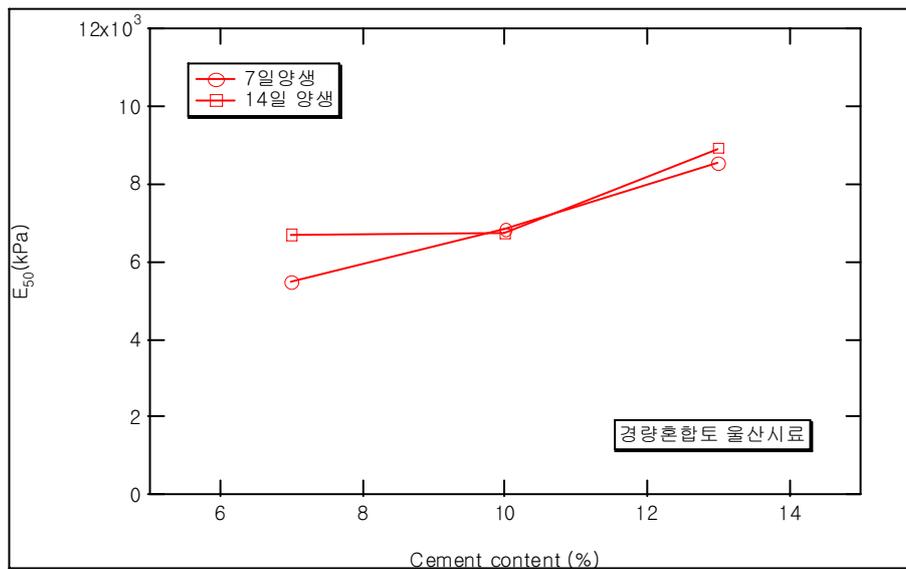


그림 4-2-21. 시멘트 함유량과 변형계수의 관계 (울산시료)

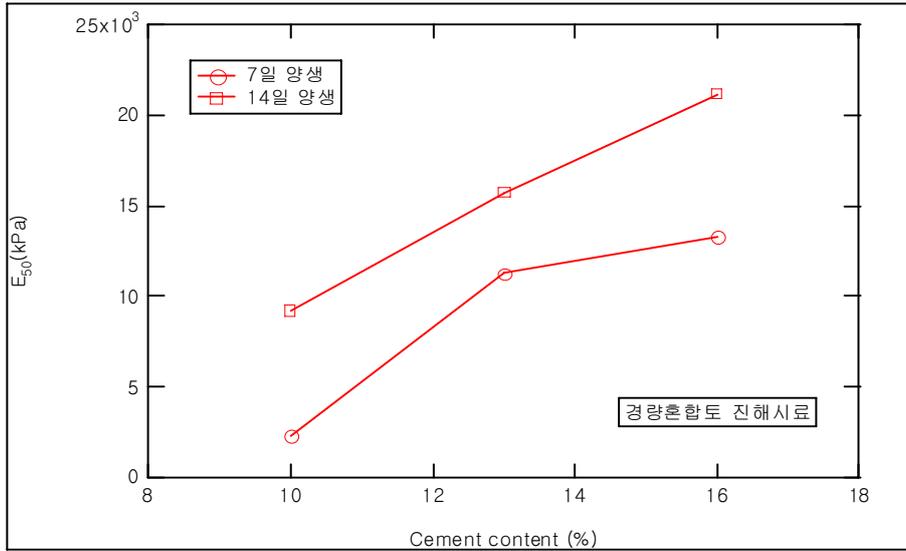


그림 4-2-22. 시멘트 함유량과 변형계수의 관계 (진해시료)

경량혼합토의 일축압축강도와 변형계수의 상관관계를 산정하면 각종 토질에 따라서 약간씩 다르지만 土田 (1999)의 연구에 따르면 28일 양생기준으로 고화제 함유율이 6~7%, 초기 함수비 186%이고 실트질 함유량이 약 77%인 경우 경량혼합토의 탄성계수는 일축압축강도의 100~200배 정도라고 알려져 있다. 그림 4-2-23은 7일 양생된 울산 및 진해지역 시료로 제작한 공시체의 실험 결과이며 일본 준설토의 결과와는 다소 차이를 보이고 있다

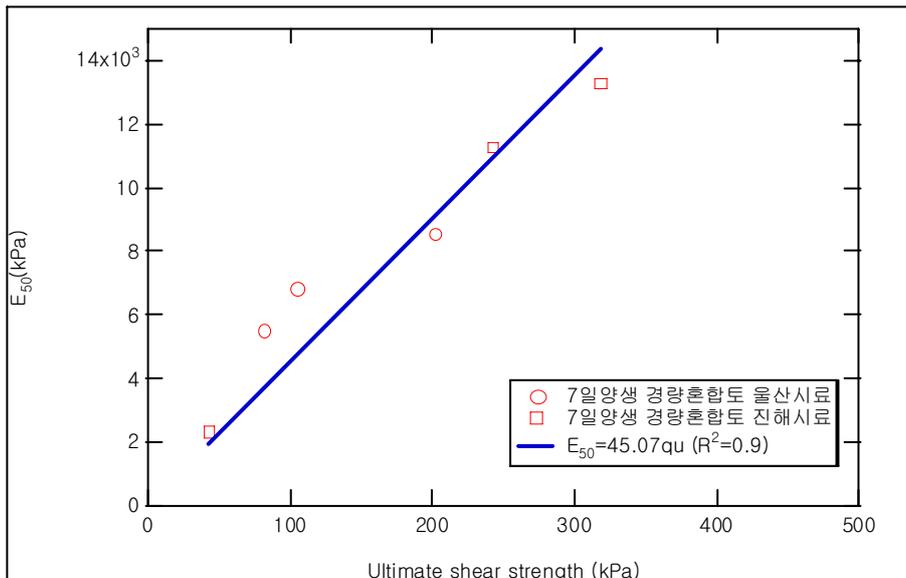


그림 4-2-23. 경량혼합토의 변형계수-일축압축강도의 관계

다) 고화처리토 및 경량혼합토 실험결과 비교분석

① 일축압축실험에 의한 응력-변형 거동

그림 4-2-24와 4-2-25는 울산 방어진에서 수거한 준설토로 제작한 고화처리토 공시체와 경량혼합토 공시체의 응력변형 거동을 7일 및 14일 재령기간으로 각각 비교하였고 표는 시멘트 함유량에 따른 최대압축강도를 비교하였다. 울산 준설토를 활용한 경량혼합토의 강도는 고화처리토의 강도와 비교하여 대략 70%정도 감소하였다.

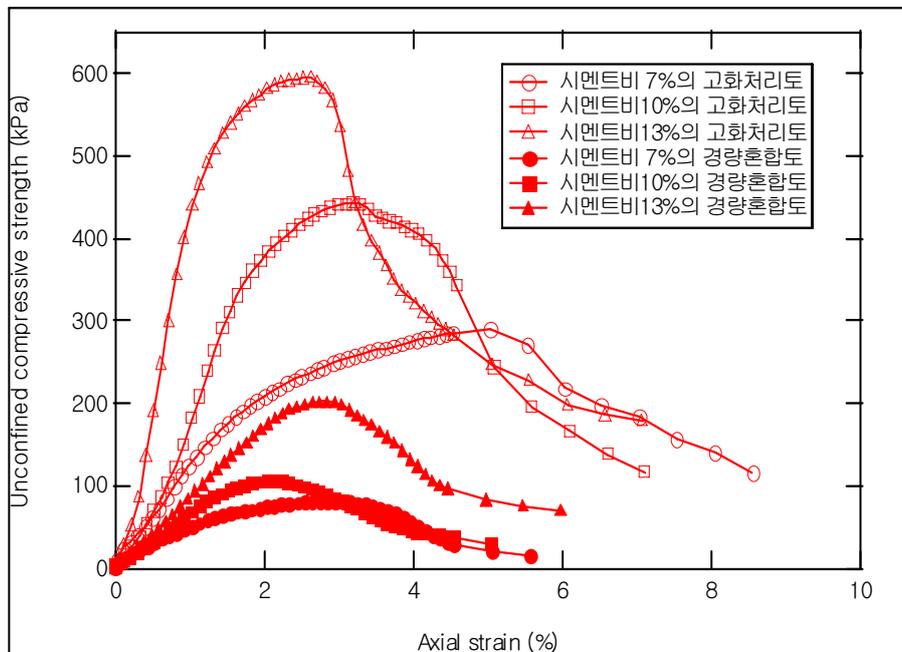


그림 4-2-24. 7일 양생된 울산시료의 응력변형 거동 비교 (시멘트비 7%, 10%, 13%)

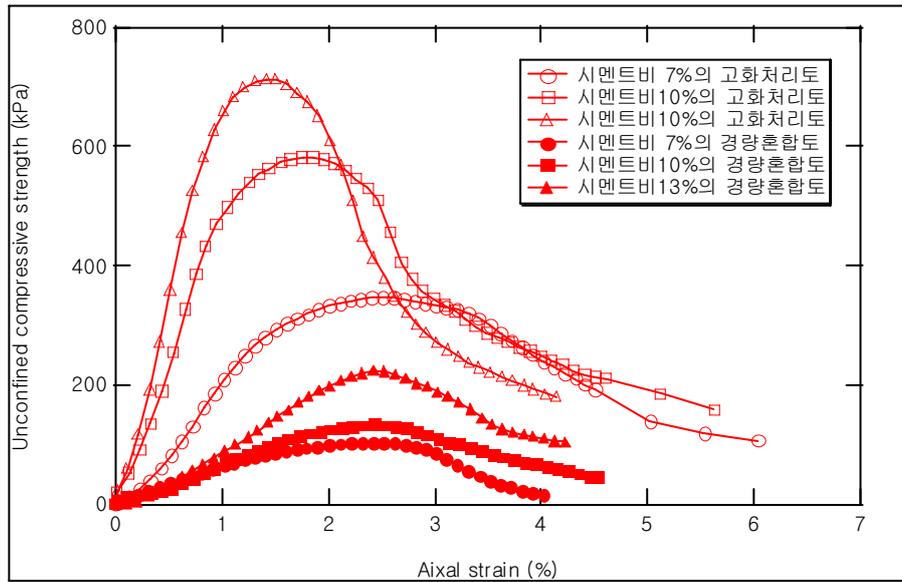


그림 4-2-25. 14일 양생된 울산시료의 응력변형 거동 비교
(시멘트비 7%, 10%, 13%)

표 4-2-5. 울산 준설토 활용한 고화처리토 및 경량혼합토의 압축강도 비교

종류	시멘트비	7%	10%	13%
	7일재령 울산고화혼합토		289.4 kPa	442.3 kPa
7일재령 울산경량혼합토		81.4 kPa	105.1 kPa	201.9 kPa
14일재령 울산고화혼합토		346.4 kPa	581.3 kPa	713.2 kPa
14일재령 울산경량혼합토		103.1 kPa	132 kPa	223.1 kPa

그림 4-2-26와 4-2-27은 진해 행안만에서 수거한 준설토로 제작한 고화처리토 공시체와 경량혼합토 공시체의 응력변형 거동을 7일 및 14일 재령기간으로 각각 비교하였고 표 4-2-5는 시멘트 함유량에 따른 최대압축강도를 비교하였다. 진해 준설토를 활용한 경량혼합토의 강도는 고화처리토의 강도와 비교하여 대략 33%정도 감소하였다. 이는 다른 지역 시료의 공학적 특성 및 구성성분의 차이 및 공시체 성형시 다른 초기함수비의 적용 등에 기인함을 알 수 있다.

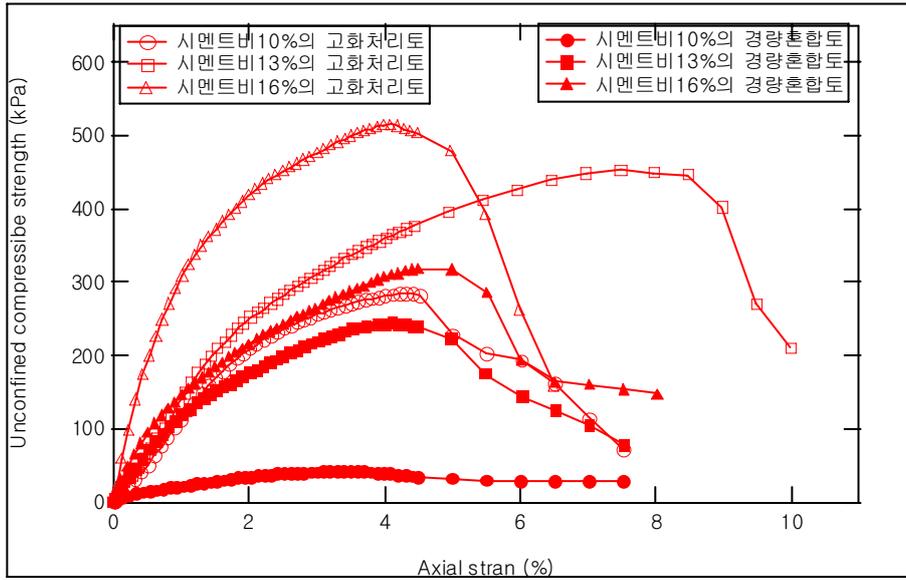


그림 4-2-26. 7일 양생된 진해시료의 응력변형 거동 비교 (시멘트비 10%, 13%, 16%)

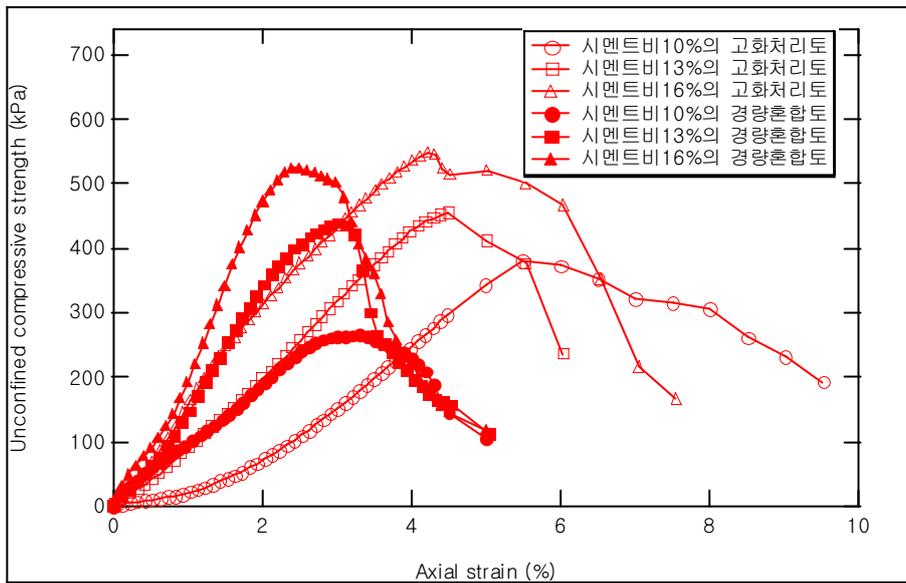


그림 4-2-27. 14일 양생된 진해시료의 응력변형 거동 비교 (시멘트비 10%, 13%, 16%)

표 4-2-6. 진해 준설토 활용한 고화처리토 및 경량혼합토의 압축강도 비교

종류	시멘트비	7%	10%	13%
	7일재령 진해시료 고화처리토		284.3 kPa	453 kPa
7일재령 진해시료 경량혼합토		42.8 kPa	243.1 kPa	318.5 kPa
14일재령 진해시료 고화처리토		379.6 kPa	510.9 kPa	547.6 kPa
14일재령 진해시료 경량혼합토		265 kPa	437.6 kPa	525 kPa

② 변형계수-압축강도관계의 비교

그림 4-2-28과 4-2-29는 고화처리토 및 경량혼합토의 압축강도와 변형계수와
의 관계를 울산시료와 진해시료를 사용하여 나타내었다 그림에서 보는 바와
같이 압축강도가 증가함에 따라 변형계수는 지수함수의 형태로 증가함을 알
수 있다. 경량혼합토의 경우 압축강도와 변형계수와의 관계는 선형함수로 표
현이 가능하지만 고화처리토의 변형계수 증가는 압축강도에 관하여 지수함
수의 형태로 표현이 가능하였다.

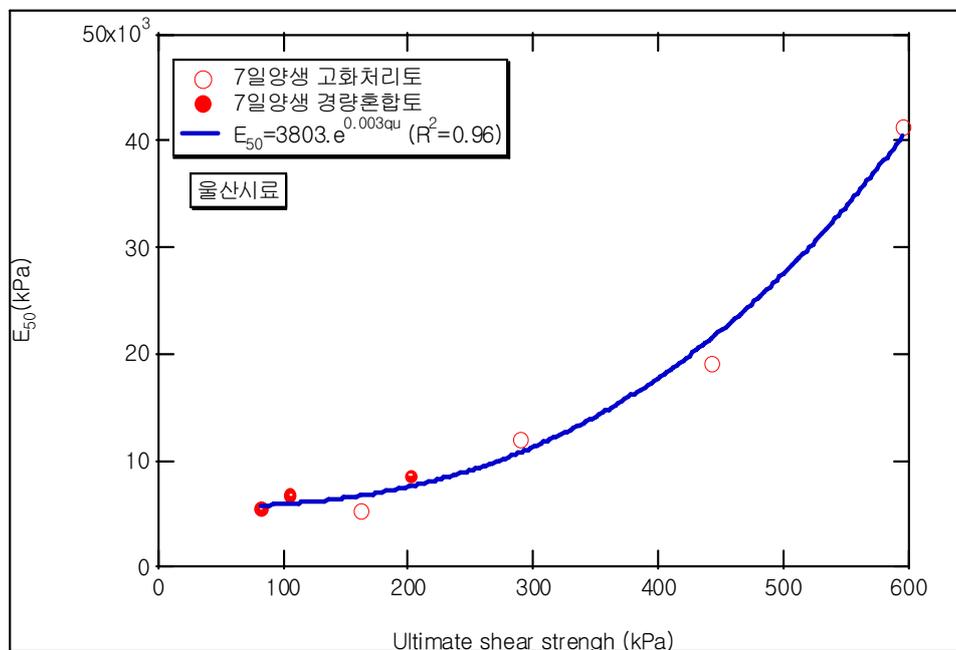


그림 4-2-28. 울산시료 변형계수-일축압축강도 관계의 비교

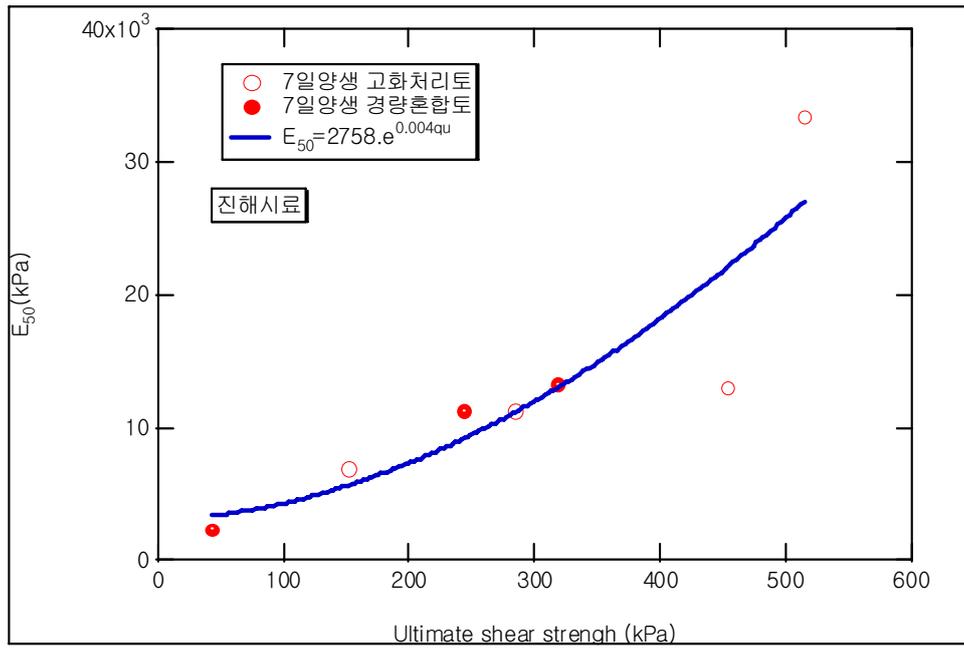


그림 4-2-29. 진해시료 변형계수-일축압축강도 관계의 비교

2. 환경실험

본 연구에서는 진해 행안만과 울산 방어진 해역에서 수거한 준설토를 이용하여 건설재료 및 매립지 복토재의 활용 가능성 검토를 위한 용출실험을 수행하였다. 분석은 인하대학교 공동기기센터 화학분석실에서 실시하였으며 6가지 주요 중금속 항목(Cu, Cd, Pb, Cr, As, P, Hg)에 대하여 실험하였다. 수은 시료분석을 위하여 원자흡광광도계(AAS)가 사용되었고 나머지 원소 분석을 위해 유도결합 플라즈마 방출 분광기(ICP-OES)가 사용되었다. 오창환 등 (2001)은 국내 용출실험 방법에 대한 견해가 분야별 실험목적이 다르기 때문에 용출실험 방법의 한계 및 문제점을 제기하였다 따라서 분석된 결과를 적용하기 위한 여러 가지 환경기준을 기술하여 보았고 그 중 본 실험결과를 적용하기 위한 기준을 제시해 보았다.

하수 슬러지의 경우 이용수와 정하익 (1997)은 "폐기물 매립장의 차수재 및 복토재로서 하수 슬러지의 재활용"에서 중금속 실험을 분석한 결과 거의 모든 부분에서 하수슬러지를 매립장의 복토재로 이용하는 것이 가능함을 보여주었고 전완기와 이관호 (2000)는 하수슬러지를 지반환경적 관점에서 건설재료로 활용하기 위한 환경실험을 실시하였다 도시하수 슬러지의 경우 생활용수를 처리하는 하수처리장에서 발생한 것으로 중금속의 용출 가능성은 다른 공단 폐수를 처리하는 하수처리장에 비해 작을 것이라 판단하였다 (전완기와 이관호, 2000). 적용된 용출시험기준은 폐기물 관리법에서 일반폐기물과 특정폐기물을 분류하기 위한 기준으로 표 4-2-7에 나타내었다.

표 4-2-7. 시료별 중금속 용출농도 기준(김상권 등, 1995)

(단위 : mg/kg)

구분	구리 (Cu)	카드뮴 (Cd)	납 (Pb)	크롬 (Cr)	비소 (As)	유기인 (P)	수은 (Hg)
용출시험기준	3	0.3	3	-	1.5	1	0.005

조홍연 등 (2001)과 한국해양연구원 (2000)에서는 항만에서 발생하는 준설토의 오염 특성분석을 위하여 용출실험을 수행하였다 준설토 용출 실험의 결과를 준설토 재활용이 내륙에서 이루어진다는 전제 하에 유지 준설토의

재활용시 준설토에서 발생 가능한 용출수의 수질을 수질 환경 보전법에 근거하여 고찰하였다. 더불어 실험 결과를 폐기물 관리법에 의한 매립시설의 침출수에 대한 배출허용기준 및 오염물질의 배출허용기준에도 적용해 보았다. 표 4-2-8~9는 폐기물 관리법 (2008)에 근거한 매립시설 침출수의 페놀류 등 오염물질의 배출허용기준과 수질환경보전법 (2008)에서 명시된 페놀류 등 기타 오염 물질에 대한 배출수 허용기준을 나타내었다.

표 4-2-8. 매립시설 침출수의 페놀류 등 오염물질의 배출허용기준
(폐기물 관리법, 2008) (단위 : mg/kg)

구분		구리 (Cu)	카드뮴 (Cd)	납 (Pb)	크롬 (Cr)	비소 (As)	유기인 (P)	수은 (Hg)
폐기물 관리법 (2008)	청정지역	0.5	0.02	0.2	0.5	0.1	0.2	불검출
	가지역	3	0.1	1	2	0.5	1	0.005
	나지역	3	0.1	1	2	0.5	1	0.005

표 4-2-9. 페놀류 등 기타 오염 물질에 대한 배출수 허용기준
(수질환경 보전법, 2008) (단위 : mg/kg)

구분		구리 (Cu)	카드뮴 (Cd)	납 (Pb)	크롬 (Cr)	비소 (As)	유기인 (P)	수은 (Hg)
폐기물 관리법 (2008)	청정지역	0.5	0.02	0.1	0.5	0.05	0.2	0.001
	가지역	3	0.1	0.5	2	0.25	1	0.005
	나지역	3	0.1	0.5	2	0.25	1	0.005

준설토의 오염도 평가기준은 준설토의 처리, 처분 및 재활용 방법에 따라 달라질 수 있다. 한국해양연구원 (2002)의 보고서에 따르면 여러 지역에서 수거한 준설토를 육상의 성토재로 이용하는 경우로 판단될 경우 토양환경보전법 시행령과 토양환경보전법 시행규칙에 의거한 토양오염 우려기준을 적용할 수 있다고 하였다. 표 4-2-10은 토양환경보전법에 의거한 토양오염우려 기준 (제19조 관련)을 보여주고 있다.

표 4-2-10. 토양오염우려기준 (제19조 관련)

(단위 : mg/kg)

구분	구리 (Cu)	카드뮴 (Cd)	납 (Pd)	크롬 (Cr)	비소 (As)	유기인 (P)	수은 (Hg)
가지역	50	1.5	100	-	6	10	4
나지역	200	12	400	-	20	30	16

한편, 윤길림 (2008)과 한국해양연구원 (2007)에서는 항만지역에서 발생하는 준설토사를 자원으로 활용하기 위한 환경기준을 제안하였다. 제안된 기준 명칭은 "준설토 유효활용을 위한 한국형 환경기준"으로 외국의 기준을 선별하고 국내 퇴적물 오염현황, 주요 오염성분 및 오염퇴적물 정화기준 (해양수산부, 2005)을 종합적으로 고려하였다. 특히 국내 연안퇴적물의 주요 오염물질과 선진국의 준설토사 처리 및 활용기준에 주요하게 포함된 항목이 고려되었고 제안된 환경기준은 국내퇴적물 천연부존량 보다 값이 크기 때문에 국내 환경여건에 적합한 것으로 판단되고 있다. 표 4-2-11과 표 4-2-11는 본 연구에서 분석된 6가지 중금속 원소에 관한 오염퇴적물 정화기준 (2005) 및 준설토사 처리활용 기준 (2008) 이다.

표 4-2-11. 오염퇴적물 정화 기준(해양수산부, 2005)

(단위 : mg/kg)

구분	구리 (Cu)	카드뮴 (Cd)	납 (Pb)	크롬 (Cr)	비소 (As)	유기인 (P)	수은 (Hg)	
오염퇴적물 정화기준 (2005)	하위기준	24	0.68	50	80	9	-	0.15
	상위기준	108	4.21	220	370	41.6	-	1

표 4-2-12. 준설토사 처리·활용기준(윤길림 외, 2008)

(단위 : mg/kg)

구분	구리 (Cu)	카드뮴 (Cd)	납 (Pb)	크롬 (Cr)	비소 (As)	유기인 (P)	수은 (Hg)	
준설토사 처리/활용 기준 (2008)	활용가능기준	60	1.55	62	134	21	-	0.32
	활용우려기준	278	11.8	404	625	65	-	2.47

이송 등 (2001)은 하수준설토를 건설재료로 재활용하기 위하여 중금속 용출시험을 실시하여 환경에 미치는 유해성 여부를 평가하였다 적용된 중금속 용출 농도는 토양환경보전법상에 근거한 기준이다. 비교기준은 준설토의 재활용 용도를 고려하여 공장 및 산업지역에 대한 기준으로 설정되었다(창문각, 1998). 표 4-2-13은 토양환경보전법상에서 규정하는 중금속 기준항목 기준을 보여준다.

표 4-2-13. 토양환경보전법상 중금속 기준항목(창문각, 1998)

(단위 : mg/kg)

구분	구리 (Cu)	카드뮴 (Cd)	납 (Pb)	크롬 (Cr)	비소 (As)	유기인 (P)	수은 (Hg)
용출시험기준	200	12	400	12	20	-	16

본 연구에서는 울산 및 진해에서 수거한 순수 준설토와 다양한 고화제 비로 혼합양생된 시료에 대하여 중금속 함유량을 측정하였다 표 4-2-14는 용출시험 결과이다. 표 4-2-14에서 알 수 있는 것은 진해지역에서 구리성분은 시멘트 함유량이 증가함에 따라 변화가 없거나 다소 증가하였다 그리고 울산지역에서 크롬성분도 다소 증가후 감소함을 알 수 있었다 이러한 결과는 시멘트의 부착성능(bonding capability)을 이용하여 인위적으로 중금속성분을 흙속에 부착하는 것은 복잡하고 비균일성을 띠고 있어 정확한 정량적 메카니즘을 설명하기는 어렵다고 알려져 있다(강민성, 1997). 또한, 흙에 시멘트 첨가로 인한 중금속이 시멘트 고화체내에 갇히게 되는 것은 시멘트 수화반응에 의해 일어나는 작용이므로 수화반응에 영향을 주는 인자들이 직접 중금속 용출에 관여하게 되어 물/시멘트 비, 슬러지/시멘트비, 양생기간, 공극의 크기, 압축강도 등 서로 연관되는 성질의 것들이 진해지역 구리성분에 영향을 준 것으로 판단되었다 (박성준, 1998).

표 4-2-14. 울산 및 진해 지역의 준설토 용출시험 결과(U: 울산준설토, J: 진해준설토)

(단위 : mg/kg)

구분	구리 (Cu)	카드뮴 (Cd)	납 (Pb)	크롬 (Cr)	비소 (As)	유기인 (P)	수은 (Hg)
순수 준설토(U)	128.2	1.2	78.4	33.2	12.3	N/D	0.3323
순수 준설토(J)	32.7	0.7	46.9	54.3	4.8	N/D	0.074
시멘트비 4%(U)	64.8	0.7	41.4	37.1	5.4	N/D	0.1508
시멘트비 7%(U)	77.5	0.8	47.8	25.7	6.1	N/D	0.172
시멘트비10%(U)	65.9	0.8	36.8	20.7	5.3	N/D	0.1098
시멘트비13%(U)	81	0.8	51.2	24.1	6.4	N/D	0.1079
시멘트비 7%(J)	32.6	0.6	28.6	26.9	3.2	N/D	0.077
시멘트비10%(J)	35.3	0.7	29.7	27.6	3.3	N/D	0.0536
시멘트비13%(J)	37.7	0.7	30.1	24.8	3	N/D	0.0528
시멘트비16%(J)	40.09	0.7	43.3	40.01	3.5	N/D	0.0415

기술한 여러 환경기준에 용출시험 결과를 적용하여 기준초과 여부를 표 4-2-15에 표기하였다. 준설토를 내륙에서 재활용 할 때, 우수 등에 의해 발생하는 준설토 용출에 의한 오염물질은 수계를 통해 유입되기 때문에 오염물질중의 일부를 '수질환경보전법'에 의한 수질환경기준 및 수질규제에 의해 적용할 수 있다. 구체적으로 수질환경 보전법은 준설토의 재활용이 내륙에서 이루어진다는 전제하에 명시된 기준이며 수질오염으로 인한 국민건강 및 환경상의 위해를 예방하고 하천·호소 등 공공수역의 수질을 적정하게 관리보전함으로써 모든 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 함을 목적으로 제정되었다. 전제된 기준은 해양오염토의 건설재료로서 유효활용을 위한 환경기준으로는 다소 엄격하기 때문에 적용하기에는 무리가 있다고 판단되었다.

하수슬러지의 건설재료활용 검토를 위한 연구 (전완기와 이관호, 2000, 이용수와 정하익, 1997)에서는 생활용수를 처리하는 하수처리장에서 발생한 도시하수슬러지를 분석한 것으로 중금속의 용출가능성이 다른 폐수 하수처리장에 비해 낮고 해양준설토와는 물리적, 화학적 특성이 많이 상이하므로 '폐기물처리공정 시험방법 (1995)' 기준을 본 연구에 적용하기에 적당하지 않다고 판단되었다.

하수준설토를 토목재료로서 재활용검토 (이송 외, 2001)를 위해 적용된 토양환경보전법상에서 규정한 중금속 기준은 준설토의 재활용 용도를 공장 및

산업지역에 대하여 국한시켰고 적용된 범위가 다소 모호하여 본 연구실험 결과에 적용할 기준에서 제외하였다.

토양오염우려기준 (제19조관련)은 준설토를 육상에서 성토재로 이용하는 경우에 적합한 기준으로 한국해양연구원 (2002)에서 준설토의 재활용을 위한 환경기준으로 적용하여 국제적 환경기준과도 비교하여 분석하였다 따라서 본 연구의 환경기준으로 적용하여도 무방하다고 판단되며 표 4-2-15에서 보는 바와 같이 토양오염우려기준 (나지역)에 적용할 경우 모든 중금속 용출농도가 기준에 적합하고 토양오염우려기준 (가지역)에 적용할 경우는 구리(Cu) 중금속 용출농도만이 약간 초과함을 알 수 있다.

해양수산부 (2005)에서 제정한 오염퇴적물 정화기준과 용출시험 결과를 비교해보면 구리와 카드뮴 성분이 오염퇴적물 정화기준 하위기준을 초과함을 표 4-2-15에서 알 수 있다.

표 4-2-15. 여러 환경 기준에 용출실험 결과적용

구 분	구리 (Cu)	카드뮴 (Cd)	납 (Pb)	크롬 (Cr)	비소 (As)	유기인 (P)	수은 (Hg)
수질환경 보전법 (2008)	X	X	X	X	X	○	X
폐기물처리공정시험방법 (1995)	X	X	X	-	X	○	X
토양환경보전법 (1998)	○	○	○	○	○	○	○
토양오염우려 기준 (2005)	가지역	X	○	○	-	○	○
	나지역	○	○	○	-	○	○
오염퇴적물 정화기준 (2005)	하위기준	X	X	○	○	○	○
	상위기준	○	○	○	○	○	○
준설토사처리 활용기준 (2008)	활용가능기준	X	○	○	○	○	○
	활용우려기준	○	○	○	○	○	○

참고: ○: 기준만족 X: 기준초과 -:기준없음

3. 다짐실험

매립장에서 흙을 복토재로 활용할 경우 현장다짐을 실시함으로써 입자간 재성형 및 조밀화 되었을 때 투수계수의 감소는 물론 다짐에 의한 구조적 안정으로 매립중 장비의 주행성 및 시공성 증진을 기할 수 있다 본 시험의 목적은 각 혼합비에 따른 최대건조단위중량 γ_{dmax} 과 최적함수비, OMC를 산

정하여 현장시공조건에서 경제적으로 최대건조단위중량 γ_{dmax} 를 얻기 위한 가장 적절한 함수비를 얻고 현장 다짐도를 결정하여 현장 다짐효율성을 평가하기 위함이다.

실험은 KSF 2312규정에 준한 A 방법 (3층-층당 25회 다짐)으로 실시하였다. 그림 4-2-30은 시멘트 함유량에 따른 울산지역 준설토를 활용한 고화처리토의 다짐특성을 보여준다. 일반적으로 시멘트 함유량이 증가하면 최대건조밀도는 증가하고 최적함수비는 감소한다고 알려져 있다 (이용수 외, 1997). 그림 4-2-30에서 보는 바와 같이 고화제 함유량이 10%에서 13%로 증가함에 따라 최대건조단위중량은 $1.53t/m^3$ 에서 $1.55t/m^3$ 으로 약간 증가하였고 최적함수비는 고화제 함유량 증가함 (7%에서 13%)에 따라 최적함수비는 17.5%에서 22%로 증가하였다. 이는 고화제의 입자가 준설토의 입자사이로 충전되어 혼합재가 조밀하여지고 준설토 자체의 보수력이 고화제에 비하여 크기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 시멘트 함유율이 증가할수록 다짐증진 효과에 기여하고 있음을 알 수 있다.

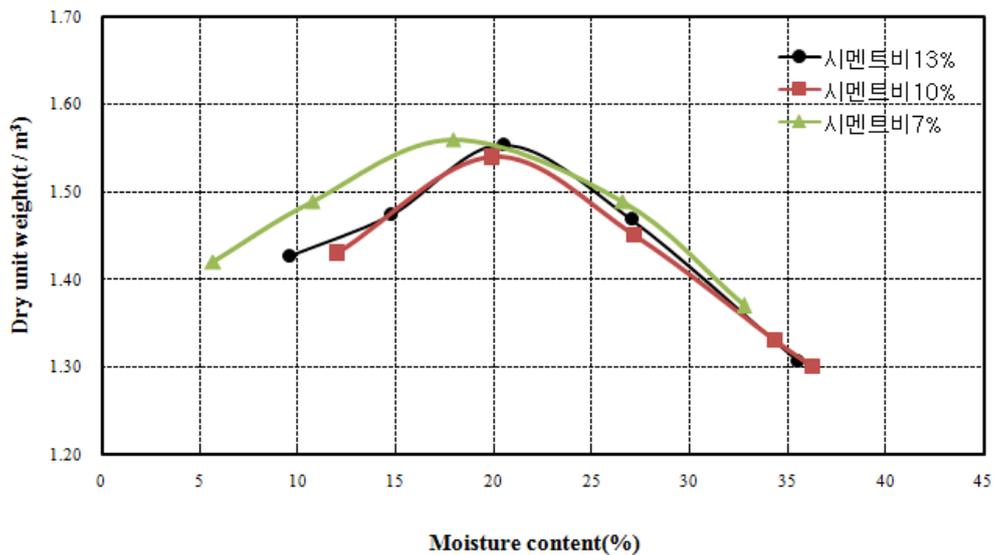


그림 4-2-30. 울산방어진 준설토를 사용한 고화처리토의 다짐곡선

그림 4-2-31은 시멘트 함유량에 따른 진해지역 준설토를 활용한 고화처리토의 다짐특성을 보여준다. 그림 4-2-31에서 보는 바와 같이 고화제 함유량이 10%에서 16%로 증가함에 따라 최대건조단위중량은 $1.37t/m^3$ 에서 $1.4t/m^3$ 으로 증가하였고 최적함수비는 고화제 함유량 증가에 대하여 거의 비슷하였다

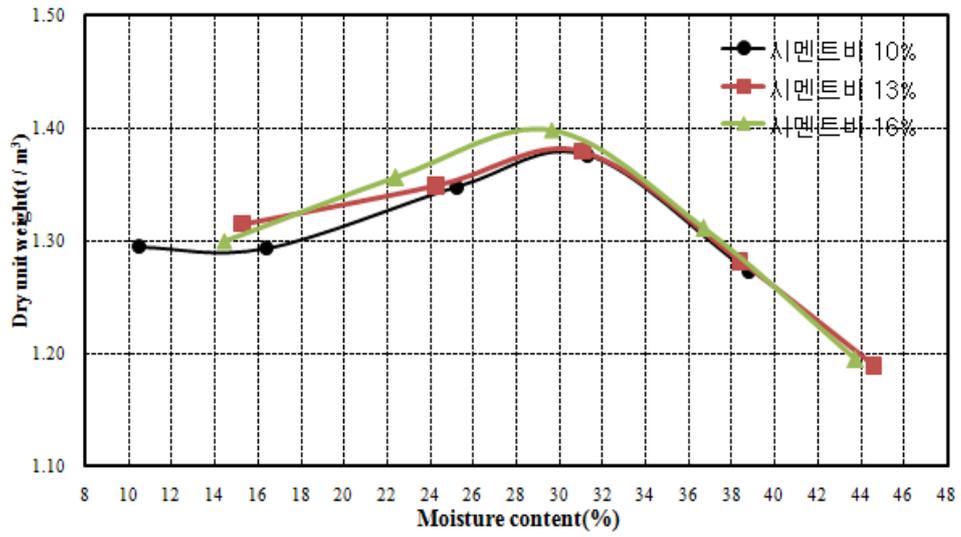


그림 4-2-31. 진해행안만 준설토를 사용한 고화처리토의 다짐곡선

제3절 해양오염토 활용방법 제시

1. 활용방법 및 제시

산업시설의 확충과 항만 택지개발 등과 같은 기반시설의 신설 및 확장은 토지의 가용면적증대와 매립 및 성토시 양질의 기반재료에 대한 수요 증가를 필요로 한다. 최근 대책사업이 활발히 진행되어 매립 성토재료로서 대량의 토사를 사용하고 있지만 환경보존의 중요성 등을 감안하면 대량의 육상토나 해사를 사용하는 것이 어려운 실정일 뿐만 아니라 상당한 비용이 소요되고 있는 실정이다. 한편, 연간 항로준설과 연안준설로 인해 대량으로 발생하는 해양준설토는 준설직후 대부분 외해 투기로 처리되거나 또는 투기장에 장기간 건조, 처리하는 상황이며, 이를 위해서는 대규모 부지확보 및 주변 환경오염이 발생하는 문제점이 제기되고 있다.

따라서, 해양준설토의 오염정도를 고려하여 자원으로 재활용하는 방안을 적극 검토하는 것은 매우 시급한 실정이다. 오염퇴적물 처리후 활용방향은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫번째는 오염도가 심하지 않아 환경기준에 적합한 양질의 오염퇴적물의 활용이고 두번째는 해양 및 항만 건설 공사시 퇴적물의 활용촉진 정책방향이다. 환경기준에 적합한 양질의 오염퇴적물 활용에 관하여 열거하면, (1) 인공해빈/습지(갯벌)조성, (2) 모래유실해안의 모래 공급 (3) 오염된 퇴적물지역에 복토재 활용 (4) 항만부지 매립 및 연약지반 전자재 활용 (5) 탈수 및 염분 제거 후 항만용지 건설자재 활용 등이 있다. 해양 및 항만 건설 공사시 활용 촉진 방안으로는(1) 투기장 조성 공사시 퇴적물의 경량성토재료 활용 (2) 해양환경복원에 오염퇴적후 퇴적물 활용 등이 있다.

해양준설토를 재활용하는 방법은 여러 측면에서 고려 할 수 있으나 오염퇴적물을 대상으로 수거된 산물들에 대하여 토목공사용 복토재 및 건설자재로서 활용방안이 시급히 요구되고 있다. 만일 준설토의 염도가 높지 않다면, 준설토 모래 성분은 뒷 채움재 혹은 역청 혼합물과 모르타르의 생산에 사용될 수 있을 것이다.

세계의 몇몇 지역에서 건축재료를 얻기 위한 준설은 일반적인 일이다

모래함유율이 30%를 넘지않고 적합한 실험결과가 나온다면, 준설토는 벽돌 제조를 위한 재료로서 간주될 수 있을 것이다. 건설자재로서 처리 후 유효 활용 제품으로 준설토 고화처리 벽돌 (brick) 및 경량 벽돌 등을 제시할 수 있다. 그림 4-3-1는 외국에서의 처리 후 유효활용 사례를 보여준다.

준설토 고화처리공법은 건설산업의 폐기물의 이용기술 개발 일환으로 하천이나 호수, 늪의 퇴적 준설토, 니토가 고함수 및 유기질을 포함하고 있어 그 처리, 처분에 문제가 있어 이토혼합장치의 개발로 플랜트를 이용하여 연속적, 효율적으로 고화처리한후 재사용이 가능한 공법이고 특징을 열거하면 다음과 같다.

- (1) 준설토 함수비 50~300% 범위내에서 건조공정 없이 처리가능하다.
- (2) 연속처리방식을 채택하여 100~200m³/h까지 처리가 가능하여 대규모 공사에 유리하다.
- (3) 개량재를 공기 반송하는 것으로써 연속 시공이 가능하다.
- (4) 자동화설비로 니토의 성질과 상태에 따라 개량재 첨가량 처리속도를 자유롭게 바꿀 수 있어 확실한 시공관리 및 품질관리가 용이하다.
- (5) 고화제와의 균등혼합으로 강도발현이 우수하다.
- (6) 협작물의 제거가 가능하고 비산먼지가 없다.
- (7) 소음, 진동등이 적다.
- (8) 자유로운 장소에 플랜트 설치할 수 있다.

준설토 고화처리 공법의 적용용도는 하천,호수와 늪으로부터 준설토된 니토부터 연약한 점성흙까지 안정 처리를 실시하여 요구성능에 알맞은 개량을 행하는 것부터, 일반의 토질재료로서 취급하는 것이 가능하다. 예를들면 성토재료, 수중매립, 항만구조물 뒷채움 및 피복토이다.

그림 4-3-2은자동화 플랜트를 이용한 준설토와 시멘트계 고화제 혼합의 준설토 개량방법 및 시공순서를 보여주고 개량된 준설토의 재이용 사례를 그림 4-3-3에 나타내었다.

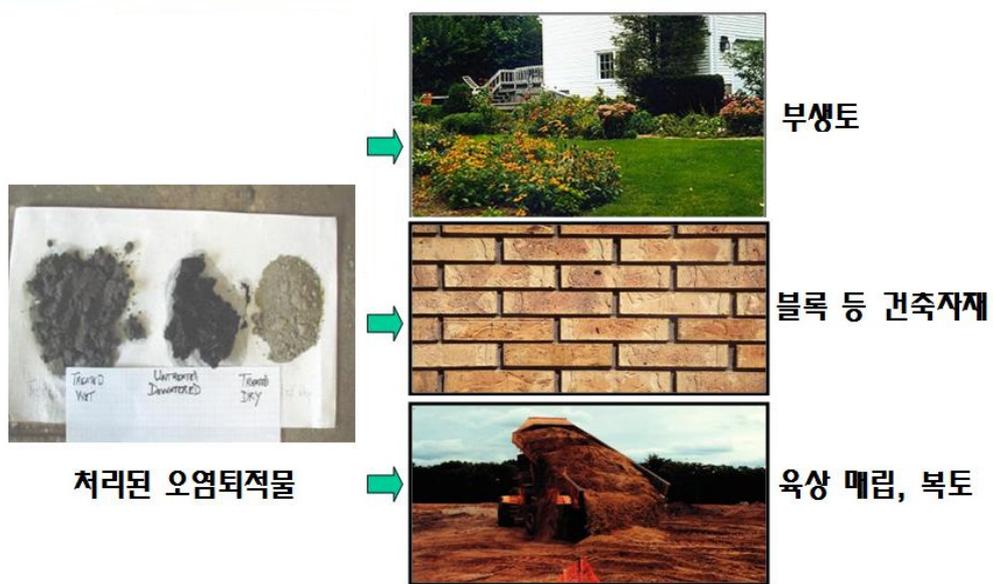


그림 4-3-1. 외국에서의 오염퇴적물 유효활용 사례



(1) 준설



(2) 이물질 제거



(3) 준설토 고화처리



(4) 개량된 준설토

그림 4-3-2. 준설토 개량 순서



유동화 상태로 제방 피복



개량된 준설토 호안 축조

그림 4-3-3. 개량된 준설토 재이용 사례

고화처리된 준설토의 특성을 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 초기함수비 50~600%까지 대응이 가능하고, 유기질토까지 고화 가능하다.
- (2) 시공 후 장기간 CBR의 변화를 살펴보면 28일 양생 후 3년간 CBR측정 결과 초기치와 유사하거나 약간 증가함으로써 내구성에 강한 성질을 보인다.

(3) 식생가능

① 최소 복토를 이용한 식생

식물의 성장에 필요한 pH는 8.0 이하에서 식생이 가능하며, 이를 위해 식물의 종류에 따라 최소복토를 실시하여 식생을 도모한다.

② 복토를 실시하지 않고, 중성화를 통한 식생

탄산가스 등으로 개량토 표면을 중성화 하는 것으로 식생에 적합한 pH를 조정하는 방법도 대책이 된다 이러한 경우 잔디와 같이 초목에 한정되며, 뿌리의 성장을 위해 고화처리토의 강도를 300kN/m^2 이하로 규정한다.

준설토 고화처리 공법을 이용한 국내외 시공사례를 그림 4-3-4부터 그림 4-3-8까지 보여주고 있다. 그림 4-3-4는 제방겸용 도로성토용으로 적용된 국내사례이다. 그림 4-3-5부터 그림 4-3-8는 일본의 시공사례로 호안축조 제방 피복, 하천매립공사 및 하천 오염준설토 처리 사례를 보여주고 있다

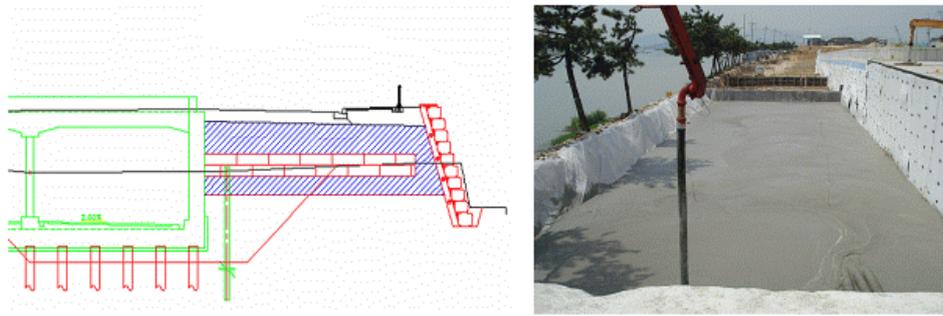


그림 4-3-4. 국내사례: 제방겸용 도로성토용 적용



그림 4-3-5. 일본사례: 호안축조

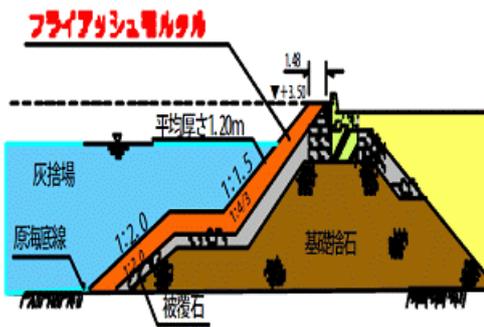


그림 4-3-6. 일본사례: 제방 피복



그림 4-3-7. 일본사례: 하천(항만) 매립공사
(공원 또는 자전거 도로 구축을 위한 부지확보)



그림 4-3-8. 일본사례: 하천 오염준설토 처리 (매립용 토사로 재활용)

고화처리 벽돌은 흔히 시멘트라 불리는 포틀랜드 시멘트로 제작한다. 시멘트의 주성분은 석회, 실리카, 알루미나, 산화철로서, 다른 여러 가지 물질, 수분과의 배합 후에 수화반응을 통하여 고형화 되는데 시멘트중의 수경성 화합물이 물과 화학반응을 일으키는 것을 수화라고 하며 시멘트의 분말도, 수량, 온도, 혼화재료의 사용유무 등에 많은 요인들의 영향을 받으며 반응과정이 복잡하여 현재까지 분명히 밝혀지지 않고 있다 그림 4-3-9은 시멘트의 수화과정을 설명한다.

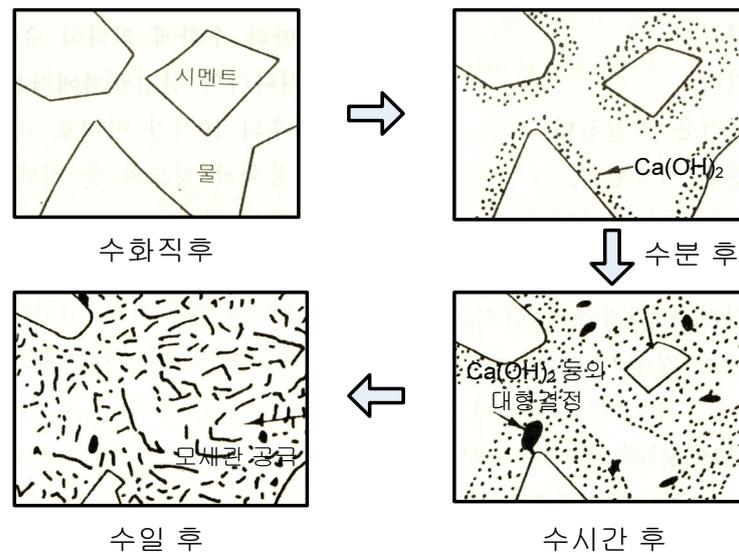


그림 4-3-9. 시멘트의 수화과정

시멘트에 의한 고형화의 정의는 고체를 포함한 충분한 양의 고화제를 유독물질에 첨가하여 결과적으로 고형물질을 형성시키는 공정을 말한다. 고형화 효과로는 첫째, 재료의 수분을 감소시킴으로서 취급의 용이성을 제공하고 둘째, 재료내 유해물질의 요출 표면적을 축소시킨다. 마지막으로 pH 조절, 흡착 등을 통하여 유해물질의 용해도를 감소시킨다. 이러한 시멘트의 고형화를 이용하여 방사성 폐기물이나 유해물질을 함유하는 폐기물을 고화 처리하여 육상 매립 또는 해양 매립하는데 이용되고 있다.

포틀랜드 시멘트계 고화처리재 이용시 특징을 열거하면 다음과 같다.

- (1) 100~125원/kg 으로 가격이 저렴하다.
- (2) 혼합 및 취급 등이 용이하다.
- (3) 내화학성이 우수하다.
- (4) 혼합재료의 건조나 탈수 등의 별도의 사전처리가 불필요하다.
- (5) 최종고화물의 강도와 투수성 등의 공학적 성질을 임의 조절 가능하다.

이송 등 (2002)은 하수준설토를 세척한 후에 시멘트를 이용하여 골재로서의 성능평가를 실시하였다. 하수준설토의 중금속을 측정된 결과 법적 허용치보다 낮은 농도를 나타내었으며, 기존의 재생골재인 건설폐기물보다 유해물질의 함유가 적으며 균질성이 뛰어났고 제작된 공시체의 압축강도가 국내기준에 만족된 것으로 조사되었다.

본 연구에서는 경남 울산 방어진과 진해 행안만에서 오염준설시료를 채취하여 고화처리 공시체를 제작하여 역학강도 실험을 수행하고 고화처리 벽돌을 제작해 보았다. 사이즈는 190mm×90mm×57mm (길이×나비×두께)로 건축용 조적 및 치장용도의 표준벽돌 규격을 사용하였다. 그림4-3-10은 울산 방어진 준설토를 활용한 벽돌로 시멘트 함유량을 20%와 30%로 적용하였다.

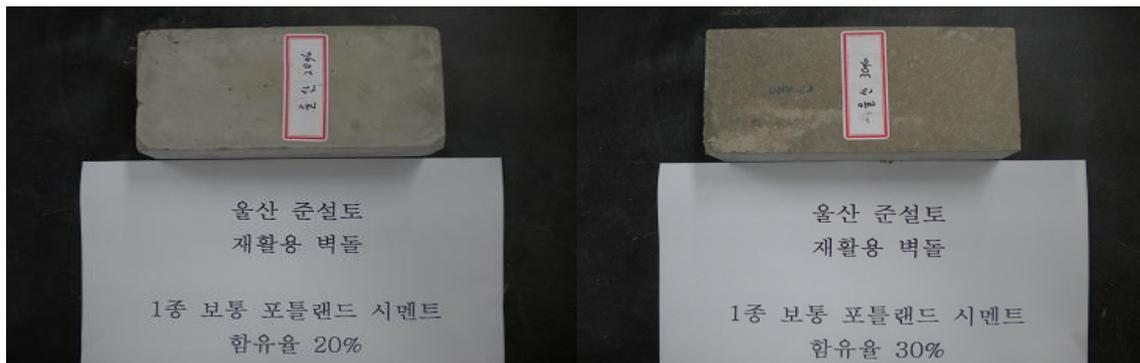


그림 4-3-10. 울산 방어진 준설토를 활용한 벽돌 (시멘트비 20%, 30%)

동일한 시멘트 함유량을 적용한 진해 행안만 준설토를 활용한 벽돌사진은 그림 4-3-11에 나타내었다.

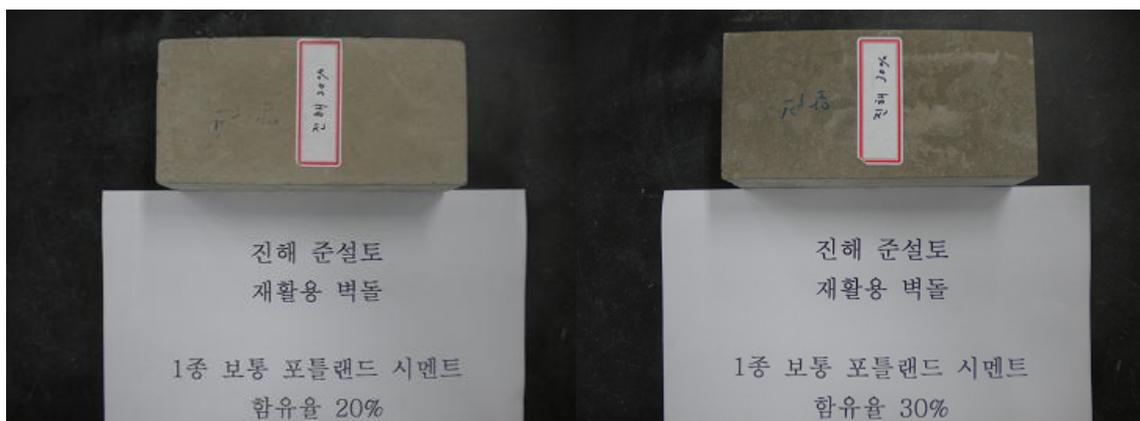


그림 4-3-11. 진해 행안만 준설토를 활용한 벽돌 (시멘트비 20%, 30%)

표 4-3-1은 7일 양생된 울산 방어진 고화처리토로 제작한 공시체의 일축압축강도를 나타내었고 진해 행안만 고화처리토로 제작한 공시체의 일축압축강도는 표 4-3-2과 같다. 표 4-3-1과 표 4-3-2에서보는 바와 같이 동일 시멘트

함유량에서 진해 행안만 시료를 사용한 공시체의 압축강도는 울산 방어진 시료를 사용한 공시체의 압축강도보다 대략 33%정도 감소함을 알 수 있다. 이는 서로 다른 지역 시료의 공학적 특성 및 구성성분의 차이 및 공시체 형성시 다른 초기함수비의 적용 등에 기인함을 알 수 있다 Broms (1984)에 의하면 석회로 처리된 유기질토의 강도 증가는 매우 낮으며 심지어 적은 양의 유기물질도 강도 증가에 많은 영향을 미칠 수 있다고 하였다. 일반적으로 석회의 강도증대 효과 또한 함수비가 증가함에 따라 감소한다고 알려져 있다 (Holm et al. 1983; Miura et al. 1987).

천병식 등 (2000)에 의하면 매립지반의 설계기준강도는 28일 양생기간 기준으로 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ (490kPa)이며 이는 울산 방어진 시료 (7일양생)로 제작한 공시체인 경우 시멘트 함유량이 약 10%이상인 경우 만족하며 진해 행안만 시료 (7일양생)로 제작한 공시체인 경우 시멘트 함유량이 약 15%이상인 경우 설계기준강도를 만족한다.

표 4-3-1. 7일 양생된 고화처리토 일축압축강도 (울산 방어진 시료)

시멘트 함유량 (%)	4	7	10	13
일축압축강도 (kPa)	162	289	442	595

표 4-3-2. 7일 양생된 고화처리토 일축압축강도 (진해 행안만 시료)

시멘트 함유량 (%)	7	10	13	16
일축압축강도 (kPa)	152	284	453	515

특히, 경량 벽돌의 재료인 경량기포혼합토를 만들어 재활용의 효용성을 증대시킨다면 매우 유용한 처리 방안이 될 수 있다. 연약지반상에서 일반적인 건축용 벽돌대신 경량벽돌로 대체한다면 압축성이 큰 토질과 관련된 침하문제, 토압경감 문제 등을 보완할 수 있을 것으로 예상된다. 그림 4-3-12은 준설토와 경량혼합토의 입자구조를 도식화한 것이다.

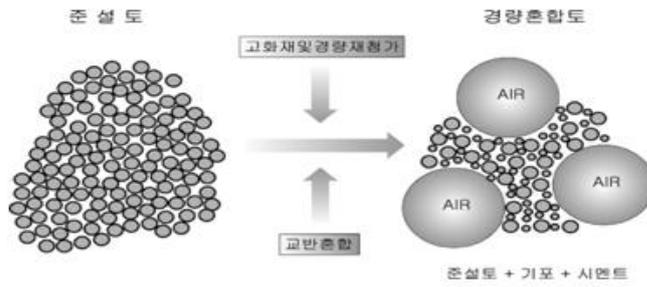


그림 4-3-12. 준설토와 경량혼합토의 구성

기존 연구는 주로 경량혼합토의 단위중량에 영향을 주는 원료토의 물리적 특성에 대해서 입도의 특성 및 유기물질의 함량을 고려하였다 그 중에서 원료토에 조립분이 많아지면 경량혼합토내의 기포가 소포하는데 영향을 준다고 보고 되었으며 유기물질의 함유량과 기포가 꺼지는 양은 거의 직선적인 관계를 가지는 것으로 나타났고, 건조양생시 초기 경화에 따른 단위중량은 수분의 감소와 체적수축의 영향으로 변화를 보였으며 실제 대기중에 타설된 경량혼합토는 복토된 상태이므로 거의 건조되지 않고 단위중량의 변화는 없는 것으로 알려져 있다 (土田 등, 1998). 그림 4-3-13은 재료와 밀도의 일축압축강도 관계를 표기하였다.

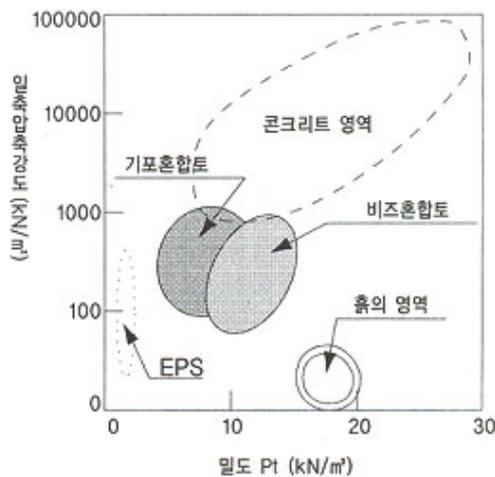


그림 4-3-13. 재료의 밀도와 일축압축강도 관계

경량혼합토는 기본적으로 시멘트와 기포의 혼합량에 의한 압축강도의 변화가 큰 것으로 알려져 있으나, 시멘트 고화제 함유량이 일정해도 습윤단위 중량의 증가로 인해 일축압축강도 (q_{max})가 증가하는 것으로 밝혀졌다. 경량 혼합토는 시멘트 고화제 함유량이 많은 목표강도가 $4.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 인 경우가 목표강도가 $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 인 경우와 비교하면, 습윤단위중량이 증가함에 따라서 압축강도의 증가도 큰 것으로 발표하였다 (土田 등, 1998).

본 연구에서는 해양준설토를 재활용하는 방안으로 경남 울산 방어진과 진해 행안만에서 각각 수거한 준설토를 이용한 경량혼합토의 압축특성과 시멘트함유율의 변화가 압축강도에 미치는 영향 및 응력변형 거동 특성 등을 동일한 준설토로 제작한 고화처리토의 역학적 거동과 비교, 분석하여 각각의 건설재료로서 갖는 역학적 특성을 파악해 보았다. 경량혼합토의 건설재료로서의 가장 큰 장점 중 하나인 단위중량의 감소가 일축압축강도의 감소에 영향을 미치고 이는 준설토의 구성성분 및 입도분포와도 상관관계를 가진다.

그림 4-3-14은 울산 방어진 해양준설토를 활용한 경량벽돌로 시멘트 함유량을 20%와 30%로 적용하였다. 동일한 시멘트 함유량을 적용한 진해 행안만 해양준설토를 활용한 경량벽돌사진은 그림 4-3-15에 나타내었다.

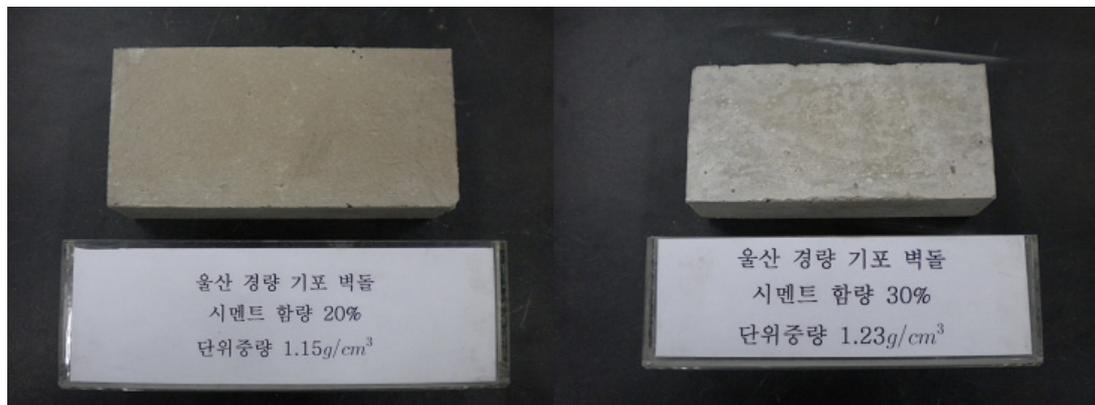


그림 4-3-14. 울산 방어진 준설토를 활용한 경량벽돌 (시멘트비 20%, 30%)

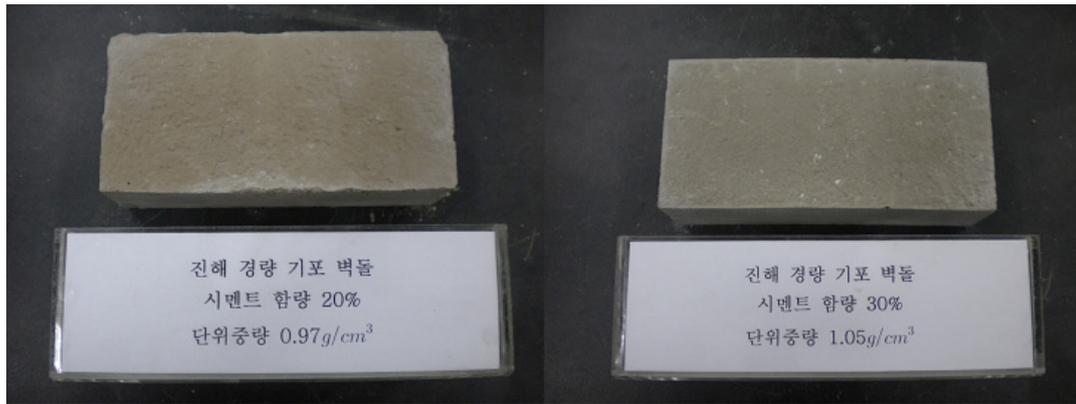


그림 4-3-15. 진해 행안만 준설토를 활용한 경량벽돌 (시멘트비 20%, 30%)

표 4-3-3은 7일 양생된 울산 방어진 경량혼합토로 제작한 공시체의 일축압축강도를 나타내었고 진해 행안만 경량혼합토로 제작한 공시체의 일축압축강도는 표 4-3-4와 같다. 14일 양생된 고화처리토와 경량혼합토의 단위중량을 비교하여 표 4-3-4에 나타내었다. 경량혼합토의 단위중량은 울산 방어진 시료의 경우 고화처리토의 75.6% 정도이고 진해 행안만 시료의 경우 고화처리토의 89% 정도로 중량 감소 효과를 나타내었다.

표 4-3-3. 7일 양생된 경량혼합토 일축압축강도 (울산 방어진 시료)

시멘트 함유량 (%)	7	10	13
일축압축강도 (kPa)	81	105	202

표 4-3-4. 7일 양생된 경량혼합토 일축압축강도 (진해 행안만 시료)

시멘트 함유량 (%)	10	13	16
일축압축강도 (kPa)	43	243	318

표 4-3-5. 고화처리토와 경량혼합토의 단위중량 비교
(단위 : kg/cm³)

시멘트비(%) \ 시료분류	울산고화 처리토	울산경량 혼합토	진해고화 처리토	진해경량 혼합토
7 (10)*	1.09	0.82	1.11	0.99
10 (13)*	1.12	0.79	1.02	0.95
13 (16)*	1.08	0.88	1.08	0.91

* ()괄호 안의 시멘트비율은 진해지역시료에 적용됨

분석된 압축특성을 고려하여 필요한 강도를 요구하는 고화처리토와 경량혼합토를 선택하여 시공할 수 있고 하중경감이 필요한 경우 각각의 단위중량을 고려하여 건설재료로서 최적의 준설토 활용방법을 제시 할 수 있다 건설재료로서 하중경감이 필요한 경우 목표단위 중량을 설정한 후 현장 설계 기준 강도를 충족하도록 배합비를 산출하여 가장 경제성 있는 설계로 시공할 수 있게 된다.

본 연구에서는 추가로 항만에서 발생하는 준설토의 오염도를 조사하여 재활용 가능성을 확인하였다. 이는 준설토 재활용을 위한 오염물질 처리 기술 및 다양한 준설토의 재활용 방안에 대한 기술개발이 연구의 중요한 목적이므로 이에 대한 기초오염도 현황을 파악하였다. 오염된 해양준설토의 재활용 방안으로 제시된 고화제처리 공법과 경량혼합토의 보다 구체적인 제시를 위해서는 지역별 준설토성분이 다르기 때문에 국내 여러 준설토현장에서 획득한 다양한 시료를 가지고 정적인 역학 특성 파악 뿐 아니라 동적인 거동 특성을 비교, 분석하고 동결/융해 등의 악천후시 실험결과는 건설 재료로서 준설토의 활용 방안에 많은 도움을 줄 것이다.

토목공사용 복토재 활용방안으로 간척지의 경우 성토구간은 암석, 자갈, 일반토사 등 일정한 높이까지 다양한 토사로 채우지만 표토는 사용하고자 하는 목적에 맞는 토사로 덮는다. 이 덮는 토사를 복토라 한다. 농경지의 경우 토질이 영양분이 쇠약하거나 배수의 관계 또는 답을 전으로 변경의 경우에 사용한다. 대단위 단지를 형성할 경우 굴곡지형을 절토와 성토로 토공작업을 하게 되는데 조경 구간의 경우 착생과 식생에 유리한 토사 외부에서 반입하여 덮는다.

미국에서는 폐기물관리에 대한 기본 법률인 RCDA (Resource Conservation and Recovery Act)가 발효되면서 매립장의 관리 운영에도 많은 변화가 일어났다. 폐기물 매립장에 있어서 일일 복토에 관한 사항도 RCDA의 D항(subtitle D)에서 일일 복토가 설치류, 곤충 등에 의한 병원성 매개체의 활동을 줄이고 또한 휘발성 유기물질(VOC)의 대기 중으로의 발산을 억제한다는 사실이 명시되면서 그 중요성이 인식되어 지금은 미국의 모든 폐기물 매립지에서는 하루의 작업후에 적절한 물질을 이용하여 폐기물의 표면을 덮어서 주위 환경과 매립된 폐기물을 차단하도록 되어 있다 해외에서는 농업용, 골프장 등 복토제 활용이 활성화 되어 있다. 그림 4-3-16은 오염퇴적물 처리후 활용 해외 사례로서 토양개량용 객토제(골프장 등) 보여주는 사진이다.

일일 복토에는 일반적으로 흙이 재료로 사용되고 있으나 대용 일일 복토재의 사용이 점차 인정되어 가고 있는 추세이다 RCDA의 D항에는 매립지에 관해서도 복토, 차수시설, 침출수 포집 시설, 가스 포집 시설, 모니터링 등 많은 세부 구정이 있어 매립지의 설계와 건설 운영에 있어서 막대한 투자를 요구하게 되었다.



그림 4-3-16. 오염퇴적물 처리후 활용사례(토양개량용 객토제, 골프장 등)

이와 같은 비용의 증가는 조성된 매립지를 효율적으로 사용하는 것에 대한 많은 관심을 일으키게 되어, 좀더 얇은 두께로 기존의 일일 복토재의 기능을 대신할 수 있는 대용 일일 복토재에 대한 관심도 커지게 되었다 대용 일일 복토재의 사용이 인정되고는 있지만 여전히 토사와 건축 폐기물 슬러지 개량재, 모래 등을 이용한 복토가 80%로 대부분을 차지하고 있다 이러한

물질들은 바로 현장에서 이용가능하지 않는 경우에는 운반비용이 많이 들 수 있다.

매립시설의 복토는 다음 기준에 적합하게 관리하여야 한다

- 1) 매립작업 종료후 불투수성이 좋은 복토재를 사용하여 15cm 이상의 두께로 일일복토를 하여야 하며, 노출된 매립층의 표면부분에 매립작업이 7일 이상 중단되는 때에는 30cm이상의 두께로 복토를 하여야 한다. 다만 지정 폐기물로 분류되지 아니하는 폐기물중 복토의 필요성이 없다고 인정되는 소각잔재물, 도자기편류, 광재류, 폐석고, 폐석회나 폐각류 등 악취의 발생이나 흠날릴 우려가 없는 폐기물만 매립하는 경우와 빗물의 침투를 방지하고 폐기물이 외부로 흠날라거나 악취가 발산되는 것을 막을 수 있는 시설을 설치하여 환경적으로 주변지역에 영향을 줄 우려가 없다고 인정되는 매립시설의 경우에는 일일복토 및 중간복토를 하지 아니할 수 있다
- 2) 화학복토재 등 인공복토재는 폐기물공정시험방법에 의한 용출 시험을 실시하여 유해성이 없다고 판단한 후 사용되어야 한다
- 3) 음식류, 지정폐기물로 분류되지 아니하는 유기성 오니 또는 동식물성 잔재물 등 부패성 폐기물로서 부패성물질의 함량이 40%이상인 폐기물만 매립하는 때에는 폐기물의 높이가 매 3m가 되기 전에 복토를 하여야 한다.
- 4) 오니 중 유기성의 것 등 부패성 지정폐기물로서 높이가 50cm이상인 때에는 50cm마다 30cm이상의 두께로 복토를 하여야 한다. 다만, 매일 작업종료직전에 매립되는 폐기물이 부패성 폐기물인 경우에는 당해 폐기물의 높이에 해당하는 두께로 복토를 하여야 한다.
- 5) 매립시설의 사용이 종료된 때에는 60cm이상의 두께로 최종 복토를 하되 차수기능, 빗물배제기능을 갖추도록 하고, 상층부에는 수목의 식재, 초지의 조성을 위한 식생대층을 설치하여야 한다

해양준설토를 매립지 복토재로 재활용하기 위해서는 각종 중금속 용출 및 보건위생상 안정해야 하고, 특히 매립지의 작업장비의 주행에 지장이 없는 주행성 (trafficability)확보를 위해 소요의 압축강도가 발휘되어 토질역학적으로 안정해야한다. 본 연구에서는 울산과 진해지역 준설토의 입도분석 다짐 시험, 아터버그 한계, 비중시험 및 고화처리토의 단위중량시험 등을 수행하여 적용 가능성을 검토하였다. 재료의 물리적 특성을 규명하고자 일축압축 강도시험을 실시하였으며 환경적 특성을 평가하기 위하여 6가지 주요 오염 중금속 용출실험을 수행하였다.

본 연구 결과에 의하면 모든 조건의 고화처리토는 매립작업을 원활히 하기위한 강도 즉, 일반적으로 건설기계의 주행이 가능한 $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ (대략 50kPa)을 만족하고 있다. 매립장의 중간복토재의 투수계수 기준은 명확히 제시되지 않고 있지만 투수계수가 낮은 점토나 점토질 모래를 기준으로 하고 있는데 고화준설토는 이의 기준에 근접한 것으로 평가된다. 매립장에서 흙을 차수재 및 복토재로 활용할 경우 현장다짐을 실시하므로 입자의 재성형과 조밀화 했을 때 투수계수의 감소는 물론 다짐에 의한 구조적 안정으로 매립 중 장비의 주행성 및 시공성 증진을 기할 수 있다

측정된 혼합토의 역학특성, 기본물성시험 및 환경실험 등으로 일정기준에 적합한 것으로 일일복토의 기능을 수행할 수 있는 물성을 가지고 있다고 사료된다. 또한 연구결과를 확대하여 각종 토목 공사시에 흔히 발생하는 연약 지반의 강도 강화에 경제적으로 활용할 것으로 기대할 수 있다.

제4절 결론

울산 방어진과 진해 행안만에서 수거한 준설토를 고화처리토 및 경량혼합토를 제작하여 압축특성 및 응력변형 거동 등 물리적 특성을 파악하는 공학적 활용연구를 수행하였다. 건설재료의 목표 단위중량을 설정한 후 현장 설계기준 강도를 만족하는 배합비를 산출하여 경제적 설계 및 시공이 가능하였다. 압축성이 큰 토질과 관련된 침하문제, 항만구조물 배면 매립시 토압경감 문제를 보완하여 해양오염토 재활용 효용성을 크게 증대시킬 수 있는 방법인 경량혼합토로 시제품을 제작하였으며 시멘트 함유율의 변화가 압축강도에 미치는 영향 및 응력-변형 거동 특성을 고화처리토와 비교·분석하였다

해양오염토 유효활용을 위해 물리적 특성 외에 환경실험도 실시하였다. 용출시험 결과를 준설토사 처리활용기준에 적용하였을 때 구리성분 만이 활용가능기준을 약간 초과하였지만 울산지역 순수 준설토만 기준을 초과할 뿐 나머지 고화처리토는 대체로 환경기준을 만족하였다. 준설토 활용우려기준에 적용하면 용출된 중금속 농도는 모든 기준에 적합하여서 진해 행안만과 울산 방어진에서 수거한 준설토는 제안된 환경기준에 만족하여 건설재료로 활용하여도 환경적인 유해성은 없는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 해양오염토 활용방법 제시를 위하여 고화처리토 및 경량혼합토를 사용한 시제품을 제작하였으며 매립복토재로서 활용성도 준설토의 입도분석, 다짐시험, 아터버그 한계시험, 비중시험 및 단위중량시험 등을 수행한 결과, 모든 조건의 고화처리토는 매립작업을 활용 하기위한 적정 압축강도인 50kPa를 만족하였다. 그리고 혼합토의 역학특성, 기분물성시험 및 환경실험 등은 일정기준에 적합하여 복토재료의 기능을 수행할 수 있다고 판단되었다.

제 5 장

진해 행암만, 울산 방어진항 오염퇴적물 처리, 처분 대안 제시

제 5 장 진해 행암만, 울산 방어진항 오염퇴적물 처리, 처분 대안 제시

제1절 처리 기술별 대안 검토

1. 개요

해양오염퇴적물 정화사업이 예정되는 울산 방어진항 및 진해 행암만은 실시설계후 2008년 해양환경관리법 시행규칙 제2조 2항과 관련된 별표 8(2008년 3월 14일부로 시행) 해양배출처리기준이 강화되어, 제1기준을 초과하는 해양오염퇴적물(수저준설토사)은 해양배출이 금지되었기 때문에 실제 정화사업 추진에 많은 어려움이 발생하였다. 그러므로 각 해역별로 적합한 처리, 처분 대안을 마련하는 것이 시급히 필요하게 되었다.

그림 5-1-1에 해양오염퇴적물 처리, 처분 대안 검토 시 필요한 절차를 흐름도로 나타내었다. 수거한 오염퇴적물은 우선 폐기물 즉, 수저준설토사로서 해양배출이 가능한지 여부를 확인할 필요가 있으며 불가능하면 별도의 오염도를 저감하는 처리 없이 매립(육상 부지조성, 연안매립 등)이 가능한지의 검토가 필요하다. 만약 수거한 오염퇴적물의 오염도가 현행 관련 법규의 기준을 초과한다면, 오염도를 낮추는 중간처리가 필요하므로, 적절한 중간처리 대안을 선택할 필요가 있으며, 중간처리 후 매립(육상 부지조성, 연안매립 등)하거나 재활용하는 방안을 고려할 수 있다. 재활용의 경우, 수거한 오염퇴적물의 오염도에 따라서 고화처리만으로도 재활용이 가능한 경우도 있으며, 오염도를 낮추는 중간처리 후 재활용이 가능한 경우도 있다. 대안 검토 시 인근 지역에 처분장이 있는지 그리고 재활용의 경우, 사용처가 있는지 사전 확인이 필요하다. 수거한 오염퇴적물이 폐기물관리법상 지정폐기물 유해물질 함유기준을 초과하지 않는다면, 지정폐기물에 비하여 낮은 처분비용으로 육상에서 폐기물로 처분(매립)할 수 있다. 한편, 수거한 오염퇴적물의 오염도에 따라서 오염도를 낮추는 중간처리 후 또는 중간처리 과정에서 발생하는 폐기물을 육상에서 폐기물로 처분(매립)하는 경우도 고려할 수 있다.

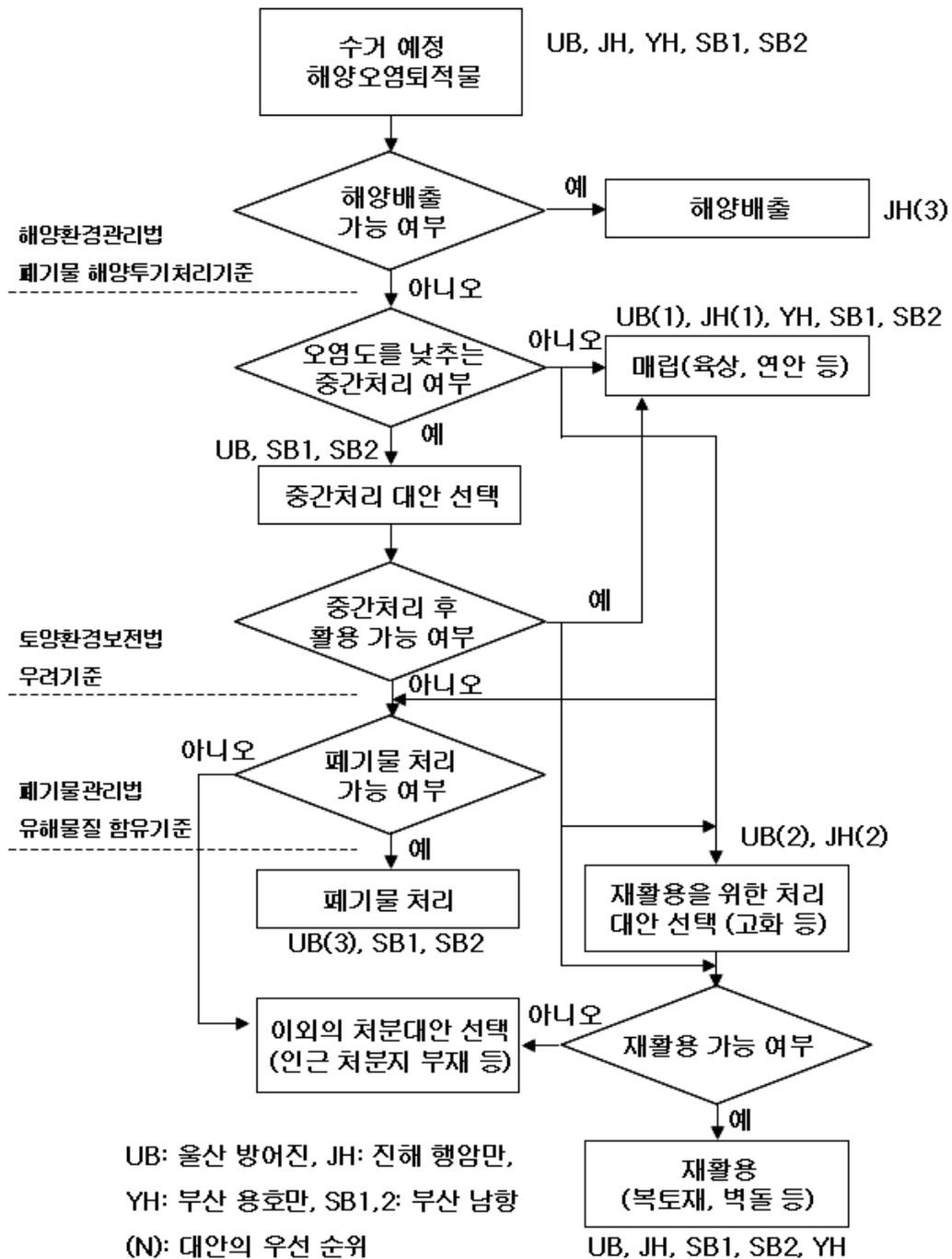


그림 5-1-1 해양오염퇴적물 처리, 처분 대안 검토 흐름도

2. 처리 대안 검토

1) 해양배출 가능 여부 검토

정화사업이 예정되는 해역의 오염퇴적물의 수거 후 처리 대안을 검토하기 위하여 먼저 현행 해양환경관리법상 해양배출이 가능한지 여부를 해양환경공정시험방법으로 분석한 결과를 기초로 검토하였다(표 5-1-1)

표 5-1-1 해역별 퇴적물 오염도에 따른 해양투기 여부 검토

항목	단위	폐기물 해양투기처리기준		울산 방어진	진해 행암만	부산 용호만	부산 남항	
		1기준	2기준				남항1	남항2
Cr	mg/kg	370	80	41	25	43	92	166
Ni	mg/kg	52	35	20	12	17	26	44
Cu	mg/kg	270	65	89	53	73	244	2,282
Zn	mg/kg	410	200	250	140	900	527	1,434
As	mg/kg	70	20	15.7	10.0	11.6	14.3	26.7
Cd	mg/kg	10	2.5	0.6	0.4	2.3	1.4	2.3
Pb	mg/kg	220	50	78	43	333	116	474
Hg	mg/kg	1.2	0.3	0.2	0.1	0.3	0.4	0.4
PCBs	µg/kg	180	23	16	7	85	89	258
PAH _s	µg/kg	45,000	4,000	85,792	13,293	684	4,187	12,428

현행법상 1기준을 초과하면 해양배출이 불가능하며, 2012년 2월 22일부터는 1기준과 2기준 사이의 폐기물은 생물독성검사를 실시하여 해양배출 여부를 결정하도록 되어있다.

정화사업 예정해역 중 울산 방어진 부산 용호만 및 남항은 1기준을 초과하는 오염물질이 존재하므로, 해양배출이 불가능하며, 진해 행암만의 경우 PAHs 항목만 2기준을 초과하므로 2009년 9월 현재 시료채취 구역의 퇴적물은 해양배출이 가능한 것으로 판단되며, 처리대안이 될 수 있다. 그러나 처리, 처분 대안이 결정된 다음 실제 정화사업이 실시될 때까지는 다소 시일이 걸릴 수 있으므로, 가능한 한 해양배출이 아닌 다른 대안을 모색하는 것이 타당한 것으로 사료된다. 또한, 진해 행암만의 경우, 전체 대상구역의 퇴적물을 해양투기가 가능한지 여부에 대한 세밀한 조사가 필요하다

2) 매립 가능 여부 검토

정화사업이 예정되는 해역별 매립(육상, 연안)이 가능한지를 토양오염공정시험방법으로 분석한 결과를 기초로 검토하였다(표 5-1-2).

울산 방어진의 경우, 총석유계탄화수소(TPH)가 토양오염우려기준 중 3지역 기준을 초과하였고, 불소가 2지역 기준을 초과하였다. 부산 남항의 경우, 총석유계탄화수소(TPH)가 토양오염우려기준 중 3지역 기준을 초과하였으며, 구리와 아연이 2지역 기준을 초과하는 것으로 나타났다. 진해 행암만과 부산 용호만의 경우 6가 크롬, 불소, 아연 등 일부 항목에서 2지역 기준을 초과하는 것으로 나타났지만, 3지역 기준을 초과하지는 않았다.

토양오염우려기준 중 3지역 기준을 초과하는 울산 방어진과 부산 남항은 오염도를 낮추는 중간처리 없이는 육상에서 매립할 수 없으며, 비록 현행법상 연안매립(준설토투기장 포함)이 가능하지만, 향후 매립이 완료되는 시점에서 지반을 획득할 경우, 토양환경보전법상 기준을 충족하여야 한다. 한편 연안매립 후 토질을 보강하고 표면을 콘크리트로 처리할 경우, 매립된 물질은 외부 환경과 격리되는데, 이 경우에도 토양환경보전법을 적용해야 하는지에 대해서는 향후 관련 당국과 세밀한 검토가 필요하다고 판단된다. 그러므로 두 해역의 경우, 오염도를 낮추는 중간처리 후 재활용 또는 처분하든가, 적절한 재활용을 위한 처리 후 재활용하는 대안을 선택하여야 한다.

진해 행암만과 부산 용호만의 경우 비록 토양오염우려기준 등 2지역 기준을 초과하는 것으로 나타났지만, 향후 정화사업 추진 시 오염도를 낮추는

별도의 중간처리가 필요하지 않는 일부 해양오염퇴적물에 대해서는 육상 또는 연안에서 매립하여 처리하는 것이 적합한 것으로 사료된다.

표 5-1-2 해역별 퇴적물의 매립 가능 여부 검토

(단위 : mg/kg)

항목	토양오염우려기준			울산 방어 진	진해 행암 만	부산 용호 만	부산 남항	
	1지역	2지역	3지역				남항1	남항2
Cd	4	10	60	2.4	2.3	1.9	1.0	1.4
Cu	150	500	2,000	123	85	76	192	1746
As	25	50	200	14.1	10.8	6.8	9.5	12.6
Hg	4	10	20	0.2	0.1	0.3	0.4	0.4
Pb	200	400	700	72	47	241	166	306
Cr ⁶⁺	5	15	40	1.9	2.0	1.3	0.2	0.1
Zn	300	600	2,000	304	189	1,531	582	987
Ni	100	200	500	19	18	16	22	26
F	400	400	800	552	512	93	356	192
유기인	10	10	30	0	0	0	0	0
PCB	1	4	12	0.1	0.0	0.1	0.1	0.3
CN	2	2	120	0.0	0.0	0.0	2.0	1.5
페놀	4	4	20	0	0	0	0	0
Benzene	1	1	3	0	0	0	0	0
Toluene	20	20	60	0	0	0	0	0
Ethylbenzene	50	50	340	0	0	0	0	0
Xylene	15	15	45	0	0	0	0	0
TPH	500	800	2,000	2,288	521	1,231	2,664	3,283
TCE	8	8	40	0	0	0	0	0
PCE	4	4	25	0	0	0	0	0

3) 중간처리 가능 여부 검토

앞에서 검토한 결과를 기초로, 토양오염우려기준 중 3지역 기준을 초과하는 울산 방어진과 부산 남항은 처분대안을 고려하기 전에 반드시 오염도를 낮추는 중간처리 대안을 선정하는 것이 필요하다.

중간처리 대안의 검토를 위하여, 제3장에서 도출한 처리기술 실증실험 결과를 기초로 현재 국내 상용 처리기술 중 오염현장에서 가장 빈번하게 사용되는 대표적인 기술인 입자분리기술과 세척정화기술에 의한 정화사업 예정 해역 오염퇴적물의 처리 가능성을 검토하였다.

중간처리 가능 여부는 각 대안 기술별로 동일한 해역의 오염퇴적물의 오염도를 저감한 정도를 기초로 검토하였다. 진해 행암만은 해역 특성상 울산 방어진에 비하여 점토질의 많으므로, 비교, 검토 시 실증실험 결과 중 점토질과 사질의 성능시험 결과를 분리하여 검토하였다.

먼저 처리기술별로는 입자분리기술 보다 세척정화기술이 점토질 퇴적물의 오염도 저감에 효과적인 것으로 나타났다. 한편, 해역별로 사질 퇴적물의 경우, 동일한 세척정화 기술이라고 하더라도 업체별 처리효율이 큰 폭으로 차이가 났다. 처리효율의 차이는 처리기술의 분야에 따라서 그리고 같은 분야의 처리기술일 경우, 사용한 처리장치의 특성 등에 따른 차이로부터 기인한 것으로 판단된다.

이상의 결과를 기초로 검토한 결과, 대상 해역별로 가장 오염도가 높은 구리, 아연 등 중금속 처리가 매우 어려움에도 불구하고, 상기 항목들의 제거율이 약 60% 정도까지 나타났으며, 처리 후 토양오염우려기준 중 3지역 기준에 적합한 것으로 나타났으므로, 현재 상용화된 정화기술 중 입자분리 및 세척정화기술은 해양오염퇴적물의 오염도를 낮추는 중간 처리기술로서 유효하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

4) 폐기물처리 가능 여부 검토

정화사업이 예정 해역별로 채취한 퇴적물 시료를 폐기물공정시험방법, 토양오염공정시험방법 등으로 분석한 결과를 기초로 폐기물처리 가능 여부를

검토하였다. 중금속 항목 중 납, 구리, 비소, 테트라클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌 및 기름성분은 현행 폐기물관리법 시행규칙 별표 지정폐기물에 함유된 유해물질 기준을 초과하지 않는 것으로 나타났다. 또한 퇴적물 시료에 함유된 수은, 6가 크롬 및 시안화합물 역시 초기 함유량이 정폐기물에 함유된 유해물질 기준과 유사하므로, 이 항목에 대한 추가 분석이 없더라도 모든 해역의 퇴적물은 지정폐기물에 해당하지 않는 것으로 사료된다. 그러므로 정화사업이 예정된 울산 방어진 진해 행암만, 부산 남항 및 용호만의 오염퇴적물은 수거 후 오염도를 저감시키는 중간처리 없이 육상 폐기물 처분장에서 지정폐기물 처분비용에 비하여 낮은 처분비용으로 폐기물 처분이 가능하므로, 대상 지역 인근에 폐기물처분장이 있는 경우라면 적절한 대안으로 선택할 수 있다.

제2절 처리된 산물의 처분 및 활용 대안 검토

1. 정화사업 예정지역 인근 처분지 검토

정화사업 예정 해역별로 수거 해양오염퇴적물 또는 수거 후 중간처리를 거친 산물의 처분을 위하여, 먼저 인근에 처분에 적합한 적지가 있는지 여부를 관할 지방해양항만청과 지방자치단체에 공문을 통하여 의견을 조회하여 확인하였다. 의견조회는 2009년 1월에 1차로 처분방안 기초검토를 위한 자료를 요청하였고, 처리기술 실증실험 및 처분방안에 대한 연구결과가 취합된 다음 2009년 9월에 2차로 연구결과로부터 도출된 처분방안에 대한 의견과 선호 등에 대한 의견을 조회하였다.

1차 의견조회 결과, 진해지방해양항만청과 마산시는 관내 진해 행암만 수거 퇴적물을 처분하기 위한 매립공사나 대규모 부지조성공사 및 공유수면 매립이 가능한 처분지가 없는 것으로 회신하였다. 울산시는 관내 매립공사 계획 자료는 제공하였으나, 울산 방어진항 수거 퇴적물을 처분할 수 있는지는 회신하지 않았다. 그러나 울산지방해양항만청은 관내 매립계획을 통보하면서, 울산신항 항만배후단지 조성('10. 10~ '11. 9) 시 퇴적토의 재질에 따라 매립이 가능한 것으로 회신하였다.

2차 의견조회 결과, 마산지방해양항만청은 의견 없음을 진해시는 연안매립, 육상 공사계획은 있지만 반입은 어려우며, 대안에 대한 선호도는 육상 폐기물처리(매립), 연안매립(준설토투기장), 중간처리 후 재활용 순으로 회신하였다. 울산지방해양항만청과 울산시의 경우, 울산 방어진항 수거 퇴적물을 수용 가능한 처분적지가 없으며, 적법한 절차에 따라 육상에서 폐기물처리를 선호하는 것으로 회신하였다.

두 차례의 의견조회 과정에서 발신 및 수신한 공문과 입수한 자료를 정리하여 아래에 나타내었다.

[의견조회 공문: 1차]

한국해양연구원

426-744 경기도 안산시 상록구 해안로 464(사동) T:031-400-6184 F:031-408-4493 / jakang@kordi.re.kr / 김정애

문서번호 : 특정해역 제09-0001-1호

시행일자 : 2009.01.07

(경 유)

수 신 : 수신처 참조

참 조 : 관련 담당자

제 목 : 해역별 수거 퇴적물 처분방안 기초검토를 위한 자료 협조 요청

1. 귀 기관의 부궁한 발전을 기원합니다.
2. 우리 연구원은 국토해양부의 의뢰로 “해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발[II]” 연구용역 과제를 수행하고 있습니다.
3. 해양오염퇴적물 정화·복원 사업 추진을 위해서는 수거한 퇴적물의 안전한 처리 및 처분 방안의 검토가 필요합니다.
4. 연구용역 수행 중, 정화·복원 사업이 예상되는 진해 행암만, 울산 방어진 해역의 수거 퇴적물 처분 방안 기초 검토를 위하여 불임과 같이 자료를 요청하오니 협조하여 주시기 바랍니다.

불 임: 수거 퇴적물 처분방안 기초 검토를 위한 관내 매립공사 현황 및 계획자료. 끝.

한국해양연구원



수신처: 울산광역시장(환경정책과장), 진해시장(항만수산과장), 울산지방해양항만청장(해양환경과장), 마산지방해양항만청장(해양환경과장)

붙임: 수거 퇴적물 처분방안 기초 검토를 위한 관내 매립공사
현황 및 계획자료 요청

1. 관내 매립(폐기물·쓰레기 매립, 공유수면 매립, 준설토 투
기장 포함) 또는 복토 등 건설공사 현황 및 계획자료

사업장명	반입가능 여부	반입 가능량 (m ³)	가능시기	반입조건 또는 불가사유	시행부처	사업규모 (m ²) 및 총량(m ³)

※ 해역에서 수거한 퇴적물은 환경에 위해를 주지 않도록 적
절한 처리를 거친 다음 최종 처분(매립, 복토 등)됩니다.

2. 수거한 퇴적물을 처리하는 과정에서 재활용 가능한 제품
이 생산될 경우, 재활용 가능 유무와 반입조건
(예: 벽돌, 블록, 지반재료 등)

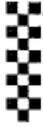
[마산지방해양항만청 회신 공문: 1차]

4/02 2009 17:05 FAX 0555

J ▲

001

0555



녹색성장 선진한국 · 생활공감 국민행복



마산지방해양항만청

수신자 한국해양연구원장
(경유)

제목 해역별 수거 퇴적물 처분방안 자료 협조 요청에 대한 회신

1. 특정해역 제09-0001-1호(2009.1.7)의 관련입니다.
2. 해역별 수거 퇴적물 처분방안 기초검토와 관련한 관내 수거 퇴적물 처분가능 매립공사가 있음을 알려 드립니다. 끝.

마산지방해양항



주무관	조영진	주무관	황규석	과장	전결 02/04
					김부기

협조자

시행 해양환경과-376	(2009. 02. 04.)	접수	
우 631-709	경남 마산시 해안로 276번지		/ http://masan.mitm.go.kr
전화 055-249-0415	전송 055-249-0404	/ gandi80@mitm.go.kr	/ 대국민공개

[진해시청 회신 공문: 1차]

"내가 베푼 작은 친절, 앞서 가는 일류 진해"



진해시



수신자 한국해양연구원
(경유)

제 목 해역별 수거 퇴적물 처분방안 기초검토를 위한 자료 용보

- 1. 특정해역 제09-001-1호와 관련입니다.
 - 2. 진해 행암만 해역의 수거 퇴적물 처리방안 기초 자료 검토를 위한 자료 협조 요청 하신건에 대하여는 불임과 같이 용보 합니다.
- 붙 임 : 관내 매립, 공유수면매립, 건설공사 현황 1부. 끝.



★지방해양수산청 시도	오인환	지방시설주사	허남권	항만수산과장	02/12 황치용	시장	김제민
----------------	-----	--------	-----	--------	--------------	----	-----

협조자	지방시설주사	이종근	지방행정주사	나재용
-----	--------	-----	--------	-----

시행 항만수산과-1725 (2009.02.13.) 접수 ()
 우 645-701 진해시 시청로 1번지(봉호동 1) / ?
 전화 055-548-2316 /전송 055-548-2319 / oih1243@hanmail.net / 공개

P:1 TO:190314004493

02-11-11-03 05:48 FROM:SEA 5482319

◎ 관내 매립, 공유수면매립, 건설공사 현황

사업장명	반입가능 유 무	반입 가능량 (m ³)	가능 시기	반입조건, 불가사유	시행부처	사업규모(m ²) 총량(m ³)	비 고
속천항공유 수면매립	불가	99,000	2015	항만기본 계획미반영	권해시	A= 66,000m ² Q=132,000m ³	지반처리 비용 부담
대죽도공유 수면매립	불가	57,000	2015	"	"	A= 38,000m ² Q= 76,000m ³	
속천지구공 유수면매립	불가		2010	지반처리비 용증가 및 환경오염	대양선하 개발(주)	A= 80,000m ²	크루즈 부두
제덕만공유 수면매립	불가		2011	항만기본 계획미반영	한국미부 (주)	A= 87,475m ²	
안간반공유 수면매립	불가		2011	지반처리비 용증가 및 환경오염	두산 중공업	A= 645,155m ²	

[울산지방해양항만청 회신 공문: 1차]

11-02-09;17:35 ;

1 / 2

녹색성장 선진한국 · 생활공간 국민행복



울산지방해양항만청

수신자 한국해양연구원장
(경유)

제목 수거 퇴적물 처분방안 기초검토를 위한 자료 파악 송부

1. 특정해역 제09-0001-1호(2009.01.07)와 관련입니다.
2. 울산 방어진 해역 수거 퇴적물 처분방안 기초검토를 위한 우리청 관할 매립공사 현황 및 계획을 붙임과 같이 송부합니다.

붙임 매립공사 현황 및 계획 1부. 끝.

울산지방해양항만청



주무관	조경민	주무관	석은심	과장	정영 02/11
					심재경

협조자

시행 해양환경과-305 (2009. 02. 11.) 끝수
 우 680-050 울산광역시 남구 장생포고래길 528 (매암동 139-9) / <http://ulsan.mitm.go.kr>
 전화 228-5582 전송 228-5589 / msminkr@mitm.go.kr / 비공개(5)

해양오염퇴적물 처분방안 기초 검토를 위한 관할 매립공사 현황 및 계획

- 관할 매립(폐기물·쓰레기 매립, 공유수면 매립, 준설토 투기장 포함) 및 복토 등 건설공사 현황 및 계획

사업장명 (사업시기)	반입가능 여부	반입 가능량(㎡)	반입 가능시기	반입조건 또는 불가사유	시행자	사업규모(㎡) 및 총량(㎡)	비 고
울산신항 1-2단계 남항부두건설 ('09.1~ '10.6)	X	-	-	매립조건에 부합하는 양질토사	(주)세방 외 7개사	7,180천㎡	항만법
울산항 염포부두 ('09.1~ '09.11)	X	-	-	매립조건에 부합하는 양질토사	(주)동방 외 1개사	76천㎡	항만법
울산신항 항만배후단지조성 ('09.10~ '12.9)	퇴적토 재질에 따라 판단	좌동	'10.10~ '11.9	퇴적토 재질에 따라 판단	울산항만 공사	456천㎡ 3,000천㎡	항만 공사법

※ 참 고

- 해역에서 수거한 퇴적물은 환경에 위해를 주지 않도록 적절한 처리를 거친 후 최종 처분(매립, 복토 등)됩니다.

- 수거한 퇴적물을 처리하는 과정에서 재활용 가능한 제품이 생산될 경우, 재활용 가능 유무와 반입조건(예:벽돌, 블록, 지반재료 등) : 의견없음.



역동의 산업수도 푸른 울산



울산광역시



수신자 한국해양연구원장
(경유)

제 목 해역별 수거 퇴적물 처분방안 기초검토를 위한 요청 자료 통보

한국해양연구원 특정해역 제09-0001-1호(2008. 1. 7)호와 관련하여 우리시 관내 매립공사 현황 및 계획자료를 다음과 같이 통보하오니 업무에 참고하시기 바랍니다.

- 다 음 -

사업장명	반입 가능여부	반입 가능량 (㎡)	가능시기	반입조건	시행부처	사업규모(㎡) 및 총량(㎡)
울산신항 배후단지	-	-	2010 ~ 2011	준설되는 오염 정화처리후 사 업지까지 운송 및 반입	울산 항만공사	2,800천㎡
울산신항 북항개발 (안벽4선석)	-	-	2011 ~ 2011	"	울산 항만공사	394천㎡
울산신항 액체화물 부두	-	-	2015 까지	"	미정	583㎡

울산광역시



담당자	김언주	수신행정담당	김영훈	항만수산과장	서인수	01/08
-----	-----	--------	-----	--------	-----	-------

영조서

시행 항만수산과-264 (2009.01.08.) 접수 ()

우 육산광역시 남구 중앙로 182 /
 전화 052-229-3023 전승 052-229-2969 / kimeonju3070@ulsan.go.kr / 공개

역동익 산업수도 푸른 울산

[의견조회 공문: 2차]

한국해양연구원

426-744 경기도 안산시 상록구 해안로 454(사동) T:031-400-6184 F:031-408-4493 / jakang@kordi.re.kr / 김정애

문서번호 : 특정해역 제09-0067-1호

시행일자 : 2009.09.04

(경 유)

수 신 : 수신처 참조

참 조 :

제 목 : 해역별 수거 퇴적물 처분방안 검토의견 요청

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 우리 연구원은 국토해양부의 “해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발[II]” 연구용역을 수행하고 있습니다.
3. 해양오염퇴적물 정화복원 사업 추진을 위해서는 수거한 퇴적물의 안전한 처리 및 처분 방안의 검토가 필요합니다.
4. 정화복원 사업이 예상되는 진해 행암만, 울산 방어진 해역의 수거 퇴적물 처분방안 검토를 위하여 용역에서 도출된 대안을 붙임과 같이 제시하오니 검토하신 다음, 2009. 9. 11(금)까지 의견을 회신하여 주시기 바랍니다.

붙 임: 수거 퇴적물 처분방안. 끝.

한국해양연구원장



수신처: 울산광역시(항만수산과장), 진해시(항만수산과장), 울산지방해양항만청(해양환경과장), 마산지방해양항만청(해양환경과장)

[붙임: 수거 퇴적물 처분방안]

관할 해역에서 수거 예정인 오염퇴적물을 중간처리(세척, 입자분리, 시멘트 고형화) 후 처분방안으로써, 아래 각 대안에 대하여 검토후 회신하여 주시기 바랍니다.

대안 1. 육상 폐기물 처리(매립)

- 장점: 기존 육상 처리장 활용, 수거 퇴적물의 오염도가 토양오염우려기준 3 지역 기준 미만인 경우, 오염도 저감을 위한 중간처리 없이 처리가능
- 단점: 처리비용(4~6만원/톤, 운송비 별도) 소요, 침출수, 잔류 염분 처리 필요 (운송비는 방어진→울산: 1만원/톤, 행암만→울산, 창원: 2.5만원/톤)

대안 2. 시멘트 고형화 처리 후 재활용(벽돌, 블록, 복토재 등)

- 장점: 오염도 저감을 위한 중간처리 불필요, 처리비용(3만원/톤)이 적음, 비교적 공법이 간단, 별도의 기반개량 불필요
- 단점: 재활용처 사전 확보 필요 (예: 육상 혹은 연안 매립공사 현장)

대안 3. 연안매립 처리(준설토 투기장 투기 등)

- 장점: 수거 퇴적물의 오염도가 토양오염우려기준 3지역 기준 미만인 경우, 오염도 저감을 위한 중간처리 없이 처리가능
- 단점: 처리장소 사전 확보 필요 (예: 연안 매립공사 현장 혹은 준설토 투기장)

표 1. 처분 대안별 비교

	처리비용	실행 용이성	처리기간	환경위해도	주민 수용성
대안 1	△	○	◎	○	◎
대안 2	○	◎	◎	○	○
대안 3	◎	○	◎	○	◎

(◎: 좋음, ○: 보통, △: 나쁨)

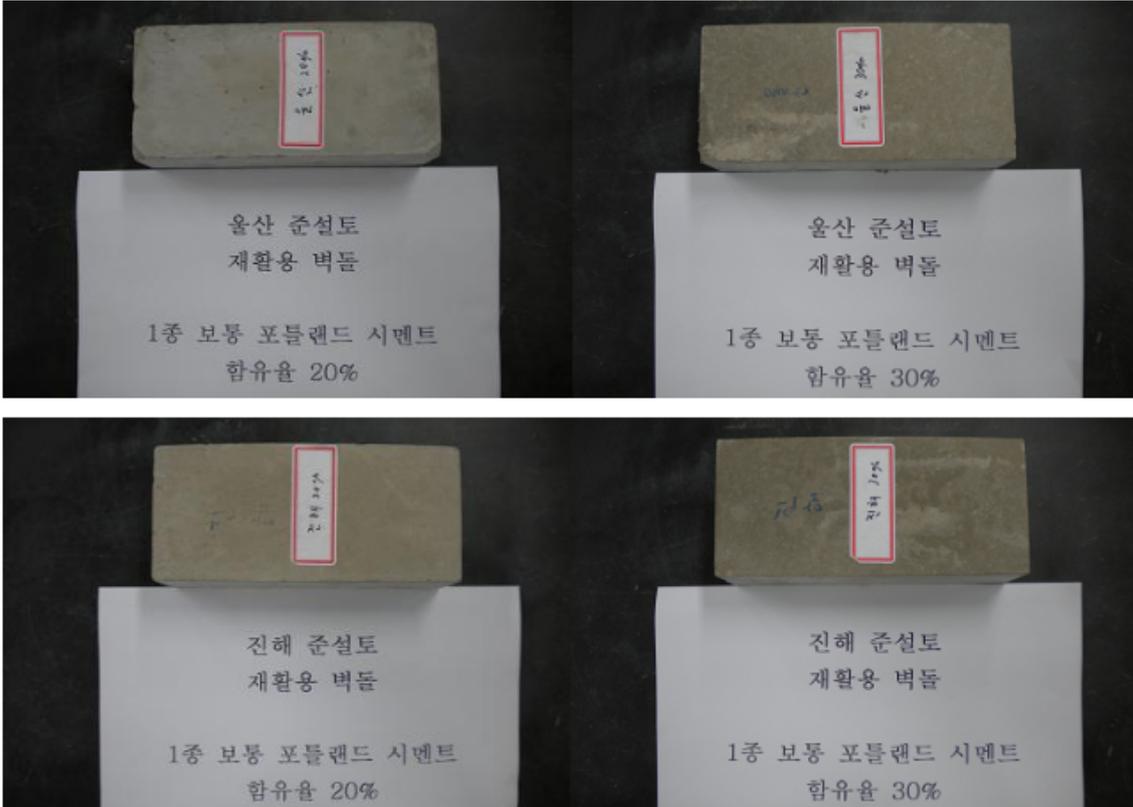
※ 회신 시, 각 대안별 선호도(선택 시 우선순위)를 표시하여 주시고,

대안 1: 대안 2, 3이 없을 경우,

대안 2, 3: 관내 현황(관련 사업 계획, 사업명칭(처리장), 선택 여부, 가능 시기 및 물량, 조건, 유효용적 대비 잔류 용적)을 회신하여 주시기 바랍니다.

■ 연구용역에서 시험 생산된 산물

1) 재활용 벽돌 / 블록



2) 지반 구성용 복토재



[마산지방해양항만청 회신: 2차]

4/09 2009 15:20 FAX 0555

J ▲

001

0555

국민으로부터 신뢰받는 청렴한 국토해양부가 되겠습니다.



마산지방해양항만청

수신자 한국해양연구원장
(경유)

제목 해역별 수거퇴적물 처분검토의견 회신

1. 청렴은 국민에 대한 우리의 약속입니다.
2. 특정해역 제09-0067-1호와 관련, 해역별 수거퇴적물 처분검토의견 조화에 대하여 별다른 의견 없음을 회신 합니다. 끝.

마산지방해양항만청



실무관	최홍석	사무관대우	이승규	과장	09/14	윤효석
협조자						
시행	해양환경과-2947	(2009. 09. 14.)	접수			
우	631-709	경남 마산시 해안로 276 마산지방해양항만청	/ http://masan.mltm.go.kr			
전화	(055)249-0417	전송 (055)249-0404	/ kachs@mltm.go.kr	/ 대국민공개		

[진해시 회신: 2차]

03-03-27 04:48 FROM:SEA 5482319

TO:190314084493

P:1

"18만 진해시민과 함께 미래를 위한 녹색 성장"



진해시



수신자 한국해양연구원
(경유)

제 목 해역별 수거 퇴적물 처분방안 검토의견

특정해역 제09-0067-1(2009.9.4)호와 관련 수거 퇴적물 처분방안에 대한 검토의견을 다음과 같이 제출합니다.

○ 선호도

구 분	1 순위	2 순위	3 순위	비 고
대 안	대안 1	대안 3	대안 2	

붙 임 : 진해시 관내 수거 퇴적물 사용 가능여부 공사현황 1부. 끝.

진해시



시정해양수산부서 오인환 지방시정주사 허남권 항만수산과장 전결 09/10
정철영

업조사

시번 항만수산과-11095 (2009.09.10.) 접수

우 645-701 진해시 시청로 1(봉호동 1번지) / http://www.jinhae.go.kr
전화 055-548-2314 / 전승 055-548-2319 / namkwon@korea.kr / 공개

진해시 관내 준설토 사용 가능여부 공사현황

구분	사업명	사업규모	사업시기	시행사	준설토 사용 가능여부
연안 매립 계획	속천지구 공유수면매립 (카페리부두 조성)	80,000㎡	'09~'11년	대양선하(주)	자체 준설토 사용으로 반입 곤란
	인골만 공유수면매립	654,155㎡	'04년 실시계획 승인	두산중공업(주)	신항 준설토 반입 계획 사업시행 시기 불투명
	진해항 철재부두 축조	157,379㎡	'08년 항만공사 시행허가	STX조선해양(주)	자체 준설토 사용으로 반입곤란 사업시행 시기 불투명
육상 공사 계획	부산진해경제자유구역 남문지구 조성사업	1,062,504㎡	'06~'11년	경남개발공사	자체 토공량 조정으로 반입 곤란
	부산진해경제자유구역 가주지구 조성사업	839,000㎡	'03~'12년	한국토지공사	자체 발생토량 사용으로 반입 곤란 사업시행 시기 불투명
	진해자은3 택지개발사업	675,415㎡	'05~'10년	대한주택공사	자체 발생토량 사용으로 반입 곤란

국민으로부터 신뢰받는 정결한 국토해양부가 되겠습니다.



울산지방해양항만청

수신자 한국해양연구원장

(경유)

제목 방어진항 수거퇴적물 처분방안 의견 회신

1. 한국해양연구원 문서 제09-067-1호(2009.9.4)의 관련입니다.
2. 울산 방어진항 해역의 수거퇴적물 처분방안 검토 요청에 대한 우리청 의견을 아래와 같이 회신합니다.

- 아 래 -

○ '대안 1' 은 울산지역의 여건 등을 감안할 때 가장 현실적인 대안으로 여겨지며

- 수거퇴적물이 폐기물관련법령 등을 충족하며 폐기물처리업체 등 적법한 절차를 거치고

- 방어진항 준설업체가 폐기물처리(매립)업체와 공동도급 또는 준설업체로부터 육상 폐기물처리(매립)방안 제출(입찰 공고 등) 등의 방법으로 시행하는 것이 바람직함.

○ '대안 2 및 대안 3' 은 수용가능 대상사업(지역)이 없음. 끝.

울산지방해양항



주무관 조경민 주무관 김집순 과장 정성호 전결 09/17

협조자

시행 해양환경과-1959 (2009. 09. 17.) 접수
우 680-050 울산광역시 남구 장생포고래길 528 (매암동 139-9) / <http://ulsan.mltm.go.kr>
전화 228-5582 전승 228-5589 / msminkr@mltm.go.kr / 비공개(5)

역동의 산업수도 푸른 울산



울 산 광 역 시



수신자 울산지방해양항만청장(해양환경과장)
(경유)

제목 해역별 수거 퇴적물 처분방안 검토의견 요청에 따른 회신

1. 한국해양연구원 제09-0067-1호 및 귀 청에서 시행하는 오염해역(방어진항) 준설사업과 관련입니다.
2. 한국해양연구원에서 방어진 해역의 수거 퇴적물 처분방안 검토를 위한 용역에서 도출한 대안에 대하여 검토한 결과 대안 2 및 대안 3에 대하여는 벽돌, 벽토재, 매립용 등으로 사용코자하는 사업현장이 없으며,
3. 대안 1에 제시한 육상 폐기물 처리에 대하여는 「폐기물관리법」 등 관련법 검토 후 폐기물처리업소 등에 적절한 절차를 거쳐 처리하는 것이 옳을 것으로 사료됩니다. 끝.

울 산 광 역



주무관	정지효	수상행적담당사 무관	김영훈	항만수산과장	전경 09/11 김영태
협조자	시행 항만수산과-7732 (2009. 09. 11.)	집수 해양환경과-1924 (2009. 09. 13.)			
	우 680-701 울산광역시 남구 중앙로 182 (신정1동 646-4)	/ http://www.ulsan.go.kr			
	전화 052-229-2985	전송 052-229-2969	/ wjdwjgy@korea.kr	/ 대국민공개	
역동의 산업수도 푸른 울산					

정화사업 대상 해역 인근의 폐기물처리업체 현황은 다음과 같다. 울산 방어진의 경우, 울산광역시 인근에 157개의 폐기물처리업체가 있으며, 이 중 4개 업체는 민간 관리형 매립처분장을 위탁관리하고 있다. 진해 행암만의 경우, 경상남도 진해시 인근에 17개의 폐기물처리업체가 있지만, 민간 관리형 매립처분장을 위탁 관리하는 업체는 없는 것으로 조사되었다.

폐기물 해양배출의 경우, 전국에 19개의 폐기물 해양배출업체가 있으며, 울산 방어진 인근에는 울산광역시에 4개 업체가 있다. 또한, 진해 행암만 인근에는 경상남도 창원시에 2개 업체 그리고 부산광역시에 2개 업체가 있는 것으로 파악되었다.

2. 처분 방안별 적합성 검토

정화사업 예정 해역별 처분 방안의 적합성을 검토하기 위하여 우선 육상에서 폐기물처리(매립)하는 경우의 소요 비용을 조사하였다. 폐기물처리 비용은 톤당 4만원~ 5만원으로 조사되었으며, 평균은 4만 5천원으로 나타났다. 처리비에는 상차비, 운송비 및 부가가치세가 포함되지 않았는데 상차비는 15톤 덤프트럭을 기준으로 1944원이며, 운반비는 고정비 20,500원/톤 및 변동비 매 10km당 176원/톤으로 조사)되었다.

울산 방어진과 진해 행암만 오염퇴적물을 육상에서 폐기물처리 하는 경우 총 소요비용을 산정하여 표 5-2-1에 나타내었다.

표 5-2-1 정화사업 예상 해역별 폐기물처리 소요 비용

구분	폐기물 처리비 (원/톤)	운반비			이동거리 (km)	총 소요비용 (원/톤)
		상차비 (원/회)	고정비 (원/톤)	변동비 (10km, 원/톤)		
울산 방어진	45,000	1,944	20,500	176	25~30	71,800~72,700
진해 행암만	45,000	1,944	20,500	176	15~20	70,000~70,900

1) 한국건설폐기물수집운반협회 (www.cwa.or.kr) 폐기물 수집운반비 자료(2008년 기준)

폐기물 해양배출의 경우, 운반비는 육상 폐기물처리의 경우와 같은 비용이 소요되며, 폐기물 해양투기 시 처리비용은 톤당 2만5천원~ 5만원이며, 평균 약 4만원으로 조사되었다. 폐기물 해양투기 처리비용과 수거장소에서 폐기물 해양배출업체로의 이동거리가 육상 폐기물처리의 경우와 비슷하기 때문에, 폐기물 해양투기를 대안으로 선택할 경우 톤당 약 5천원 ~ 1만원 정도의 비용편익이 발생하는 것으로 조사되었다.

수거 오염퇴적물에 함유된 오염물질을 저감시키는 중간처리를 할 경우 소요 비용은 다음과 같다. 국내 상용 정화기술 중 입자분리 또는 세척정화기술을 사용하는 오염퇴적물 중간처리에는 톤당 약 6만원 ~ 10만원이 소요되는 것으로 조사되었다. 일본의 경우 고화처리 비용은 3천 ¥ ~ 8천 $\text{¥}/\text{m}^3$ 이고, 입자분리의 경우 2천 $\text{¥}/\text{m}^3$ 이며, 미국의 경우 세척정화 처리비용은 29\$ ~ 40\$/ m^3 이며, 네덜란드의 경우 연안매립 비용은 8유로 ~ 25유로/ m^3 이다²⁾. 또한 오염퇴적물에 함유된 오염물질을 저감시키지 않고, 그대로 포틀란트 시멘트를 사용하여 고화처리를 하는 경우 5천원 ~ 1만원이 소요되는 것으로 조사되었다.

현재 국내에서 오염퇴적물을 수거 후 처분에는 제3장에서 검토한 것처럼 다소 어려움이 있지만, 사용할 수 있는 대안 즉, 해양배출, 매립(육상 부지조성, 연안매립 등), 재활용 및 폐기물 처분(매립)에는 기술적인 문제는 없는 것으로 사료된다. 그러나 대규모의 정화사업을 추진할 경우, 육상 매립처분장의 용량이 제한적이며, 처리 후 재활용 제품의 수요처가 부족하기 때문에 장기간에 걸쳐서 안정적으로 처분할 수 있는 오염퇴적물 전용 처분장을 시급히 마련할 필요가 있는 것으로 판단된다.

2) 해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발 I], 국토해양부, 2008년 6월

제3절 처리, 처분 대안 제시

1. 정화사업 예정 해역별 처리, 처분 대안 제시

정화사업 예정 해역별로 적합한 처리 처분 대안제시를 위하여 처리기술 실증실험 결과와 처분방안 검토결과를 취합하여 선택할 수 있는 대안을 검토한 결과는 다음과 같다. 그림 5-1-1에서 설명한 처리, 처분 대안 검토 절차에 각 대안을 대입하면 다음과 같은 결과를 도출된다(그림 5-3-1).

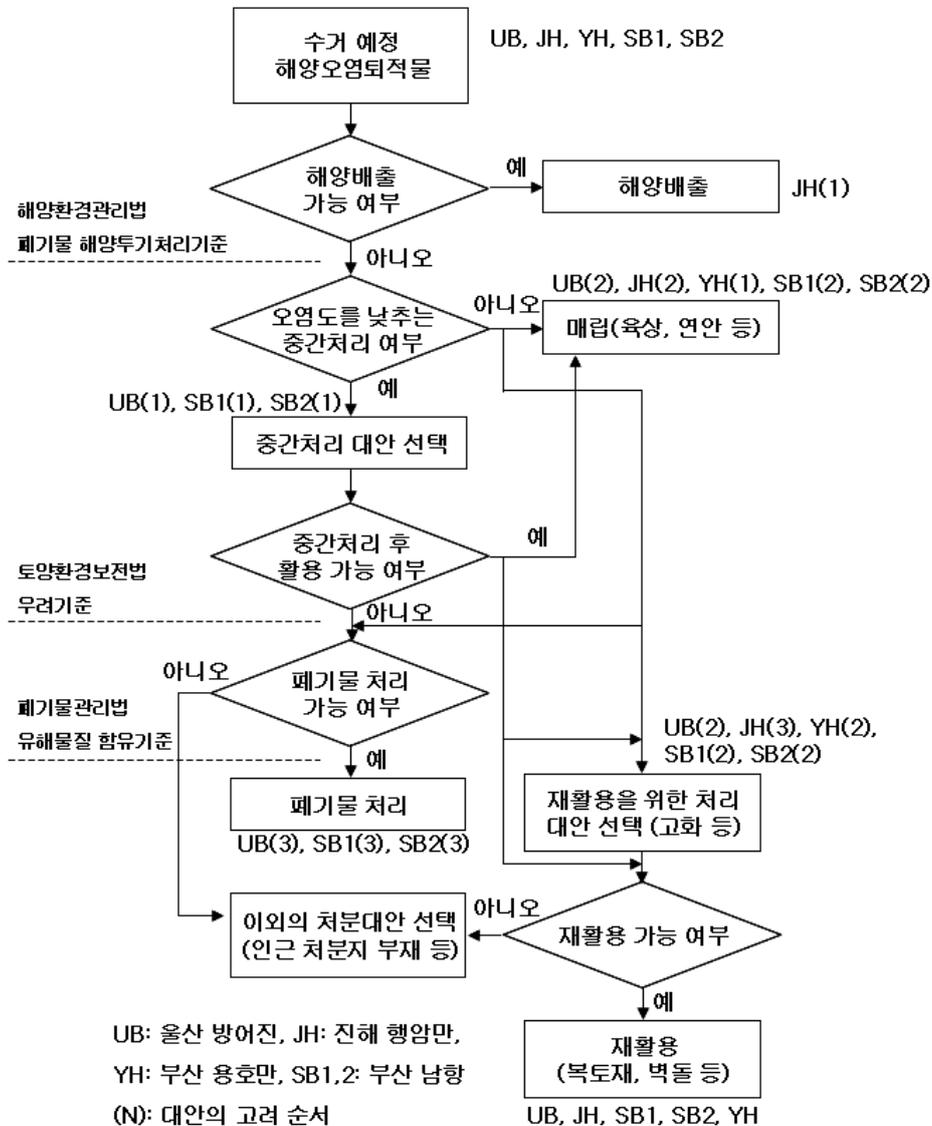


그림 5-3-1 정화사업 예정 해역별 처리 처분 대안 도출

정화사업 예정 해역별로 모든 대안을 처리 처분 대안 검토 절차에 대입 하면, 수거 후 그대로 해양배출을 대안으로 선택할 수 있는 해역은 진해 행암만이며, 해양배출은 불가능하지만 오염도를 낮추는 중간처리 없이 매립(육상 부지조성 또는 연안매립 등)할 수 있는 해역은 진해 행암만과 부산 용호만이다. 이 두 해역은 재활용을 위한 처리를 하여 재활용하는 것도 대안으로 선택할 수 있으며, 만약 재활용이 불가능하다면 이외의 처분대안으로서 육상에서 폐기물로서 처분(매립)을 선택할 수 있다. 울산 방어진과 부산 남항은 오염도를 낮추는 중간처리 후 매립, 재활용 또는 폐기물 처분을 대안으로 선택할 수 있다. 또한, 이 경우 중간처리 전이나 후에 재활용을 위한 처리(고화 등)를 선택할 수도 있다. 그러므로 정화사업 예정 해역에서는 여러 가지 경우에 따라 고려되는 모든 대안들을 선택할 수 있다.

한편, 처리, 처분 대안을 선택할 경우, 처리비용을 포함하여 실행 용이성, 처리기간, 환경위해도 그리고 주민 수용성을 대안 도출을 위한 주요 요소로 하여 종합적으로 검토하는 것이 타당하다고 사료된다.

처리비용은 ①해양배출 ②매립, 폐기물처리 ③재활용을 위한 처리 ④오염도를 낮추는 중간처리의 순서로 소요되는 비용이 증가한다

실행 용이성과 처리기간은 ①해양배출, 매립, 폐기물처리 ②재활용을 위한 처리 ③오염도를 낮추는 중간처리의 순서로 처리기간이 길어지며, 처리에 어려움이 있다.

환경위해도는 ①오염도를 낮추는 중간처리, 재활용 ②매립, 폐기물처리 ③해양배출 순서로 환경에 미치는 영향이 증가한다

주민 수용성은 ①오염도를 낮추는 중간처리 ②매립 ③폐기물처리 ④재활용 ⑤해양배출의 순서로 수용성이 감소한다. 주민 수용성은 정화사업을 실시하기 전에 예정 해역별로 지역주민들을 대상으로 정화사업 내용 및 정화복원 효과에 대한 설명과 병행하여 설문조사 등 보다 자세한 조사가 필요하다고 사료된다.

또한, 오염도를 낮추는 중간처리 기술은 실증실험에서 세척정화기술이 입자분리 기술보다 효과적인 것으로 나타났으며, 재활용을 위한 고화처리는 현

3) 해양오염퇴적물 처리처분 의사결정 모델 국토해양부, 2008년 6월

재 국내 여건상 매우 적합한 대안이며, 비교적 환경적으로도 안전하다. 이상의 내용을 보다 쉽게 비교 검토하기 위해서 고려 대상이 되는 모든 요소들을 포함하여 행렬(Matrix) 형태로 정리하면 다음과 같다.

오염도를 낮추는 중간처리를 제외한 처분 대안만을 고려한 결과를 행렬(Matrix)로 나타내면 다음과 같다.

구분	처리 비용	실행 용이성	처리 기간	환경 위해도	주민 수용성	대안 우선순위
매립 처분 (육상 부지조성, 연안매립 등)	○	◎	◎	○	◎	1
재활용	△	○	○	◎	△	3
육상 폐기물 처분 (폐기물 매립장 매립)	○	◎	◎	○	○	2
해양배출 처분	◎	◎	◎	△	X	4

(단, ◎: 좋음, ○: 보통, △: 수용가능, X: 나쁨)

오염도를 낮추는 중간처리를 포함하여 모든 처리, 처분 대안을 고려한 결과는 다음과 같다

구분	처리 비용	실행 용이성	처리 기간	환경 위해도	주민 수용성	대안 우선순위
수거후 매립 처분	○	◎	◎	△	△	1
중간처리후 매립 처분	△	△	△	○	◎	2
재활용 처리후 재활용	○	○	○	△	△	5
중간처리후 재활용	△	△	△	◎	○	4
수거후 육상 폐기물 처분(매립)	△	△	△	○	○	3
수거후 해양배출	◎	◎	◎	X	X	6

(단, ◎: 좋음, ○: 보통, △: 수용가능, X: 나쁨)

정화사업이 예상되는 울산 방어진과 진해 행암만 오염퇴적물 처리, 처분 대안을 검토한 결과를 종합하여 대상 해역별 적합한 처리, 처분 대안을 도출한 결과는 다음과 같다.

울산 방어진의 경우는 실증실험 결과 오염물질의 감축 정도를 평가하기 위하여 채취한 2곳의 퇴적물에서 총석유계탄화수소류(TPH)가 토양환경보전법의 토양오염우려기준 중 3지역 기준을 초과하는 것으로 나타났다. 따라서, 오염퇴적물을 수거 후, 오염도를 낮추는 중간처리가 필요하며, 중간처리 후 육상에서 토양환경보전법 적용 대상인 구역에 최종 처리할 경우 또는 연안 매립 후 육상의 지반을 획득하는 것이 예상되는 경우에는 상기 법의 토양오염우려기준 중 해당되는 지역의 기준에 적합한지 여부를 사전에 검토할 필요가 있다. 하지만 시료채취는 방어진항의 극히 일부인 2 정점에서 이루어졌기 때문에, 향후 실제 오염퇴적물 정화사업 추진 시 보다 많은 정점에서 시료를 채취하여 퇴적물의 오염특성에 대한 세밀한 조사 및 검토가 필요한 것으로 판단된다. 또한, 인근 지역에 매립장 등 활용 가능한 처분지는 있지만, 재활용 산물의 수요처 확보는 어려운 것으로 조사되었다 반면에, 제4장 해양오염퇴적물 활용성 검토결과에서 나타난 바와 같이 고화처리로 경량토, 블록 등 처리산물은 공학적 품질 및 환경성 검토에서 활용에 현격한 문제가 없는 것으로 나타났으므로, 외부 환경과 차단되는 형태(예: 지반구성용 복토재 등)로 활용한다면 지반안정 등에 소요되는 기간이 짧으며 충분히 활용 가치가 높은 것으로 판명되었다. 이상의 결과를 종합하면,

우선 고려 대안으로서

[1] 고화 처리 후, 매립(육상 부지조성, 연안매립 등) 처분

수거 오염퇴적물을 오염도를 낮추는 별도의 중간처리 없이 고화 과정을 통하여 육상 부지조성을 위한 매립 또는 연안에 매립준설토투기장 포함)하여 처분하는 것을 대안으로 선택할 수 있다. [1]의 방안이 비용 및 환경 면에서 가장 선호되나, 이 경우, 오염퇴적물 정화사업 시기와 연계될 수 있는 처분지의 확보가 선행되어야 한다. 이 대안의 선택에 문제가 있으면,

그 다음, 고려 대안으로서

[2] 오염도를 낮추는 중간처리 후, 매립(육상 부지조성, 연안매립 등) 처분

일부 오염도 저감이 필요한 부분에 대하여서는 오염도를 저감시키는 중간 처리 공정을 거쳐 역시 육상 또는 연안에 매립 처분하는 것을 대안으로 선택할 수 있다.

1]과 2]의 경우, 처분 대안을 선정하기 전에 정화사업 대상해역의 해역관리청은 관련 지방자치단체와 최종 처분지(육상 대규모 부지조성공사, 준설토 투기장 등)에 대한 사전 협의가 필요하다. 이러한 두 가지 대안의 선택에 어려움이 있으면,

세 번째로 고려 가능한 대안으로서

[3] 수거 후, 육상에서 폐기물 처분(매립)

수거 오염퇴적물을 육상의 관리형 매립장 등 매립장 등에서 처분하는 것을 선택할 수 있다. 이 경우, 처분 대안을 선택하기 전에 인근 지역에 활용 가능한 매립 처분장 존재 여부와 매립 처분장의 유효 잔량 및 처분비용을 사전에 확인할 필요가 있다. 세 번째 대안의 선택이 곤란하다면,

네 번째로 고려 가능한 대안으로서

[4] 고화 처리 후 재활용(재활용 벽돌, 블록, 경량토 등)

수거 오염퇴적물을 시멘트와 혼입 가공하여 경량토를 만들어 육상폐기물 매립장의 복토재, 지반 구성용 토사 등으로 재활용하거나 보다 높은 강도를 가진 재활용 벽돌 또는 블록 등을 제작하여 공공사업 등에 활용하는 방안을 선택할 수 있다. 이 경우 역시 처분 대안을 선정하기 전에 정화사업 대상해역의 해역관리청은 관련 지방자치단체와 처리 산물의 재활용 방안에 대한 사전 협의가 필요하다.

이상의 결과를 종합하면, 울산 방어진의 오염퇴적물 처리, 처분 대안을 선택할 경우, 위에서 제시된 순서대로 대안을 선정하는 것이 타당할 것으로 사료된다. 다만, 관할 해역관리청은 오염퇴적물 정화사업 추진 시기, 사업 추진 시 지역 상황, 활용 가능한 처리기술, 인근 최종 처분용 적지, 최종 처분장 여건 및 지역주민의 의견 등을 고려하여, 우선순위 대안 선정이 곤란할 경우, 제시된 대안 중 가장 적합한 대안을 선택하는 것이 적합할 것으로 사료된다.

진해 행암만의 경우는 실증실험 결과 오염물질의 감축 정도를 평가하기 위하여 채취한 2곳의 퇴적물에서 모든 항목들이 해양환경관리법상 폐기물 해양투기처리기준 중 1기준 미만, 토양환경보전법상 토양오염우려기준 중 3지역 기준 미만으로 나타났다. 따라서, 오염퇴적물을 수거 후 해양배출하거나, 오염도를 낮추는 별도의 처리없이 육상 또는 연안에서 매립 처분할 수 있는 것으로 사료된다. 그러나 시료채취는 진해 행암만의 극히 일부인 2개 정점에서 이루어졌고, 실시설계('06년)시 해양배출로만 설계되었기 때문에, 실제 오염퇴적물 정화사업을 추진하기 위해서는 수거 오염퇴적물의 처리, 처분 대안 도출을 위한 실시설계 변경이 필요하므로 향후, 실시설계 변경 과정에서 수거 오염퇴적물의 처리, 처분에 대한 의사결정을 위하여 보다 많은 정점에서 퇴적물에 대한 세밀한 조사 및 검토가 필요한 것으로 판단된다.

한편, 오염퇴적물을 수거 후 육상에서 토양환경보전법 적용 대상인 구역에 최종 처리할 경우 또는 연안 매립 후 육상의 지반을 획득하는 것이 예상되는 경우에는 정화사업을 추진하는 동안 상기 법의 토양오염우려기준 중 해당되는 지역의 기준에 적합한지 여부를 검토할 필요가 있다 또한, 진해 행암만도 울산 방어진의 경우처럼, 제4장 해양오염퇴적물 활용성 검토결과에서, 고화처리로 경량토, 블록 등 처리산물은 공학적 품질 및 환경성 검토에서 활용에 현격한 문제가 없는 것으로 나타났기 때문에, 외부 환경과 차단되는 형태(예: 지반구성용 복토재 등)로 활용한다면 지반안정 등에 소요되는 기간이 짧으며, 충분히 활용가치가 높은 것으로 판명되었다. 이상의 결과를 종합하면,

우선 고려 대안으로서

[1] 수거 후, 매립(육상 부지조성, 연안매립 등) 처분

오염퇴적물을 수거 후 오염도를 낮추는 별도의 중간처리 없이, 그대로 육상 부지조성을 위한 매립 또는 연안에 매립준설토투기장 포함)하여 처분하는 것이 가능하다면 이 대안을 선택하는 것이 현실적으로 가장 적합한 대안이 될 수 있다. 이 경우, 처분 대안을 선정하기 전에 정화사업 대상해역의 해역관리청은 관련 지방자치단체와 최종 처분지(육상 대규모 부지조성공사, 준설토투기장 등)에 대한 사전 협의가 필요하다. 이러한 대안의 선택에 어려움이 있으면,

그 다음 고려 대안으로서

[2] 수거 후, 해양배출 처분

오염퇴적물을 수거 후 오염도를 낮추는 별도의 중간처리 없이, 해양에 배출하여 처분할 수 있는지를 검토한 다음, 만약 해양배출이 가능한 물량이 존재한다면 이 물량에 대해서는 해양에 배출하여 처분하는 것도 한 가지 처분 방법으로서 선택할 수 있다. 그러나 이 경우, 오염도를 낮추는 중간처리 비용(평균 6~10만원/톤)보다 조금 낮은 정도의 폐기물 해양배출처리비용(평균 2.5~5만원/톤)이 소요되며, 궁극적인 해양환경 보호에는 역행하며, 현재 폐기물 해양배출에 대한 어민들의 우려와 반대가 증가하고 있기 때문에, 오염퇴적물을 수거 후 처분 대안으로서 해양배출을 선택할 경우 보다 세밀한 검토가 필요하다. 또한, 현행 해양환경관리법에서 해양배출이 가능한지 여부는 허가 과정에서 별도의 검사를 받게 되어 있다. 두 번째 고려 대안의 선택에도 어려움이 있으면,

세 번째로 고려 가능한 대안으로서

[3] 고화 처리 후 재활용

오염퇴적물을 수거 후 오염도를 낮추는 별도의 중간처리 없이, 시멘트를 사용하여 고화 처리 후 재활용 벽돌 블록, 경량토 등으로 재활용 하는 방안을 선택할 수 있다. 이 경우, 처분 대안을 선정하기 전에 정화사업 대상해역의 해역관리청은 관련 지방자치단체와 최종 처분지(육상 대규모 부지조성공사 등)에 대한 사전 협의가 필요하다.

이상의 결과를 종합하면, 진해 행암만의 오염퇴적물 처리, 처분 대안을 선택할 경우, 위에서 제시된 3가지 대안의 순서대로 대안을 선정하는 것이 타당할 것으로 사료된다. 다만, 관할 해역관리청은 오염퇴적물 정화사업 추진 시기, 사업 추진 시 지역상황, 활용 가능한 처리기술, 인근 최종 처분용 적지, 최종 처분장 여건 및 지역주민의 의견 등을 고려하여 우선순위 대안 선정이 곤란할 경우, 제시된 대안 중 가장 적합한 대안을 선택하는 것이 적합할 것으로 사료된다.

제 4 절 결론

오염퇴적물 정화사업이 예정되는 울산 방어진 및 진해 행암만 오염퇴적물의 처리, 처분 대안을 도출하기 위하여 각 지역별 여건 처리(중간 및 고화 처리) 및 처분(폐기물 해양배출, 육상 부지조성, 연안매립, 폐기물 (매립)처분, 처분지) 방안별 대안을 검토한 결과는 다음과 같이 나타났다.

울산 방어진의 경우, 실증실험 결과로부터 퇴적물의 오염항목 중 총석유계탄화수소(TPH)가 토양환경보전법 토양오염우려기준 중 3지역 기준을 초과하는 것으로 나타났으므로, 오염도를 낮추는 중간처리가 필요하다. 그러나, 고화 처리를 선택할 수 있으므로 [1] 수거 오염퇴적물을 오염도를 낮추는 별도의 중간처리 없이 고화 과정을 통하여 육상 부지조성을 위한 매립 또는 연안에 매립(준설토투기장 포함)하여 처분하거나; [2] 일부 오염도 저감이 필요한 부분에 대하여서는 오염도를 저감시키는 중간처리 공정을 거쳐 역시 육상 부지조성 또는 연안 매립 처분을 대안으로 선택할 수 있다 그 다음 고려 대안으로서 [3] 수거 오염퇴적물을 육상의 관리형 매립장 등에서 처분할 수 있다. 이 경우 수거 오염퇴적물은 폐기물관리법상 지정폐기물 유해물질 함유기준을 상회하지 않으므로 지정폐기물에 비하여 처분비용이 낮고 관리가 용이한 폐기물로서 (매립)처분할 수 있다. 네 번째로 고려 가능한 대안으로서 [4] 수거 오염퇴적물을 고화처리 후 지반 구성용 토사 등으로 재활용하거나, 보다 높은 강도를 가진 재활용 벽돌 또는 블록 등을 제작하여 공공사업 등에 활용하는 방안을 선택할 수 있다. [1]의 방안이 비용 및 환경면에서 가장 선호되나, 이 경우, 오염퇴적물 정화사업 시기와 연계될 수 있는 처분지의 확보가 선행되어야 한다.

진해 행암만의 경우, 실증실험 결과로부터 오염퇴적물이 토양환경보전법 토양오염우려기준 중 3지역 기준을 초과하지 않는 것으로 나타났으므로, [1] 오염퇴적물을 수거 후 오염도를 낮추는 별도의 중간처리 없이, 그대로 육상 부지조성을 위한 매립 또는 연안에 매립(준설토투기장 포함)하여 처분하는 것이 가능하다면 이 대안을 선택하는 것이 현실적으로 가장 적합한 대안이

될 수 있다. 이 경우, 토양환경보전법의 토양오염우려기준 중 3지역에 해당되는 용도에는 처리가 가능하다. 그 다음 고려 대안으로서 [2] 오염퇴적물을 수거 후 중간처리 없이, 해양에 배출하여 처분할 수 있는지를 검토한 다음, 만약 해양배출이 가능한 물량이 존재한다면 이 물량에 대해서는 해양에 배출하여 처분하는 것을 선택할 수 있다. 기존의 진해행암만 오염해역 준설사업 실시설계 용역 보고서 자료에 의하면 수거대상 오염퇴적물은 해양배출처리기준의 1기준을 상회하지 않는 것으로 나타났다. 그러나, 현행 해양환경관리법에서 해양배출이 가능한지 여부는 허가 과정에서 별도의 검사를 받게 되어 있다. 두 번째 고려 대안의 선택에도 어려움이 있으면, [3] 오염퇴적물을 수거 후, 시멘트를 사용하여 고화 처리 후 재활용 벽돌 블록, 경량토 등으로 활용하는 방안을 선택할 수 있다.

울산 방어진 및 진해 행암만의 오염퇴적물 처리, 처분 대안을 선택할 경우, 연구결과로부터 제시된 대안의 순서대로 대안을 선정하는 것이 적합할 것으로 사료된다. 다만, 관할 해역관리청은 오염퇴적물 정화사업 추진 시기, 사업 추진 시 지역상황, 활용 가능한 처리기술, 인근 최종 처분용 적지, 최종 처분장 여건 및 지역주민의 의견 등을 고려하여 우선순위 대안 선정이 곤란할 경우, 제시된 대안 중 가장 적합한 대안을 선택하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

참고문헌

- 강선종, “폐기물관리법 해설”, 폐기물처리 Newsletter 제101호, 2005. 2.
- 건설교통부, 「호소 및 하천의 퇴적오니 분포조사 및 환경친화적인 준설 재이용 기술개발」, 건설기술연구원, 2003. 8.
- 고영훈, 「환경법」, 법문사, 2002.
- 국토해양부, “수저준설토사 활용으로 친환경적 해양개발 및 예산절감 2009. 1.
- 길상인 외, “수거된 해양폐기물 자원화 기술 개발 I) - 해양폐기물의 폐기물 연료화 -”, 한국해양환경공학회지 제5권 제2호, 한국해양환경공학회, 2002. 5.
- 김건하 외, “저니 캡핑(Sediment Capping)을 활용한 오염퇴적물의 효율적인 처리”, 일반기사 제53권 제5호, 2005. 5.
- 김홍균, 「환경법 -문제·사례-」, 홍문사, 2007.
- 류지태, 「환경법」, 고려대학교 출판부, 2000.
- 배재근, 「신편 폐기물처리공학」, 구미서관, 2005.
- 송동수, “특집: 환경정책기본법 시행 10년-평가와 개선방향”, 한국환경법학회, 환경법연구 제23권 제1호, 2001.
- 안재환, “준설퇴적물의 적정관리를 위한 환경기준 고찰, 건설기술정보, 2002. 10.
- 윤길림·조홍연, “준설토 재활용 방안 및 적용사례 분석, 지방환경 제3권 제2호, 2002. 6.
- 이대영, 「인천해양퇴적물의 오염현황과 관리대책, 인천발전연구원 2001. 2.
- 이창희·김은정, 「호소 및 하천 오염퇴적물 관리방안, 한국환경정책평가연구원, 1998. 12.
- 유혜진, 「수저퇴적물 환경기준 개발에 관한 연구, 한국환경정책평가연구원, 2000. 12.
- 장태주, 「행정법개론(제7판)」, 1346면
- 채영근, “육상폐기물 해양투기의 문제점과 개선방안, 환경법연구 제30권 제3호, 2008.
- 천병태, 김명길, 「환경법」, 2000.

최윤찬, “하수슬러지의 적정처리 및 재활용 방안, 부산발전연구원 학술정보
2003. 11.

환경부, 「환경백서」, 2007.

환경부, 「환경백서」, 2008.

환경부, 「사업장폐기물 질의·회신 사례집 :사업장 일반폐기물
(2007.1~2008.4)」, 제1권, 2008, 23-24면.

해양수산부, 「준설토 재활용 방안 연구」, 2000.

해양수산부, 「준설토 재활용 방안 연구Ⅲ :경량혼합토 개발을 중심으로」,
2002.

해양수산부, 「준설토사 처리 및 유효활용 -지침서-」, 2007. 6.

홍준형, 「환경법(제2판)」, 박영사, 2005.

국제신문, “남항 대규모 준설토 깨끗해진다, 2003년 6월 5일.

부산일보, “부산남항 오염 퇴적물 대대적 준설토, 2008년 6월 6일.

해양수산부, 해양오염퇴적물 조사 정화복원체계 구축Ⅱ], 239-288, 2005년.

해양수산부, 해양오염퇴적물 조사 정화복원체계 구축Ⅲ], 2007년 2월.

국토해양부, 해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발Ⅰ], 2008년 6월.

울산광역시, 오염해역(방어진항)준설토사업 실시설계용역 보고서 2004년 12월.

부산지방해양항만청 부산 용호만 오염해역 퇴적물 정화복원 타당성 조사
2008년 12월.

환경부, 토양지하수 오염방지기술개발사업(GAIA Project), 2008년 1월.

환경부, 오염토양 정화방법 가이드라인 2007년.

환경부, 폐기물중간처리업(재활용전문)허가 업체 현황, 2008년.

환경기술진흥원, 환경신기술정보시스템(www.koetv.or.kr/).

해양수산부. 준설토질 해양배출 평가체계 개발 연구용역Ⅰ) (연구보고서).
pp.1-293, 2002.

해양수산부. 준설토사 처리 및 유효활용 기준 수립(연구보고서). pp.1-428,
2007.

해양수산부. 준설토사 처리 및 유효활용(지침서). pp.1-98, 2007.

해양수산부. 준설토 재활용 방안 연구(Ⅳ) (연구보고서). pp.1-329, 2003.

해양환경관리법

해양환경관리법 시행령
 해양환경관리법 시행규칙
 공유수면관리법
 토양환경보전법
 토양환경보전법 시행규칙
 폐기물관리법
 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙
 환경정책기본법 시행령
 지식경제부 기술표준원 점토벽돌 규격 (KS L 4201)
 지식경제부 기술표준원 연소재 벽돌 규격 (KS L 8520)
 지식경제부 기술표준원 콘크리트용 골재 규격 (KS F 2526)
 지식경제부 기술표준원 콘크리트용 부순 골재 규격 (KS F 2527)
 지식경제부 기술표준원 구조용 경량골재 규격 (KS F 2534)
 오창환, 유연희, 이평구, 박성원, 이영엽, 국내 토양오염 공정시험방법중 중금속 관련 오염평가의 문제점과 개선책 한국지하수토양환경학회지 제6권 제1호 : 63-83, 2001.
 이용수, 정하익, 폐기물 매립장의 차수재 및 복토재로서 하수 슬러지 재활용 한국지반공학회지 제13권 제4호, 5-11, 1997.
 전환기, 이관호, 안정처리된 도시 하수슬러지의 건설재료활용을 위한 기본연구. 대한토목학회논문집, 제20권 제4호, 315-324, 2000.
 조홍연, 최광희, 윤길림, 용출시험에 의한 항만 준설토의 오염토 평가 한국지반환경공학회 논문집, 제2권 제2호, 5-12, 2001.
 해양수산부, 준설토 재활용 방안 연구 2000년.
 해양수산부, 준설토 재활용 방안 연구 (II). 2002년.
 해양수산부, 준설토 재활용 방안 연구 (III). 2002년.
 해양수산부, 준설토 재활용 방안 연구 (IV). 2003년.
 해양수산부, 준설토사 처리 및 유효활용 (지침서), 2007년.
 윤길림, 이찬원, 정우섭, 준설토 유효활용을 위한 한국형 환경기준 개발 한국지반공학회 논문집, 제24권 제5호, 5-13, 2008.
 김상권, 김인배, 박주량, 박성호, 배광수, 정준오, 폐기물 처리공정 시험방법 해설. 동화기술, 1995.

- 창문각, 건설재료실험, 1998.
- 이송, 이재영, 채점식, 이옥환, 토목재료로서 하수준설토의 재활용 연구 대한 토목학회논문집, 제21권 제5호, 597-604, 2001.
- 천병식, 김진춘, 해성점토지반 개량을 위한 소일크리트 고화제의 적용성에 관한 연구. 한국해양공학회지, 제14권 제3호, 72-77, 2000.
- 박성준, 건조 도금 슬러지 시멘트 고형화에서의 중금속 용출 억제 한양대학교 석사학위 논문, 1998.
- 강성민, 무기 첨가제가 시멘트 고화제의 압축강도 및 용출특성에 미치는 영향. 한양대학교 석사학위 논문, 1997.
- Claudia Copeland, CRS Report for Congress Clean Water Act: A Summary of the Law, Environment and Natural Resources Policy Division, 2002.
- Congressional Research Service (Content source); Peter Saundry (Topic Editor). 2009. "Marine Protection, Research, and Sanctuaries Act, United States." In: Encyclopedia of Earth. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). [First published in the Encyclopedia of Earth December 8, 2006; Last revised January 17, 2009; Retrieved February 15, 2009].
http://www.eoearth.org/article/Marine_Protection_Research,_and_Sanctuaries_Act,_United_States(2009년 4월 20일).
- G. Allen Burton, Jr, Sediment quality criteria in use around the world, Limnology Volume 3, Number 2, Springer Japan, 2002.
- Gregory A. Bibler, Contaminated Sediment: *Are There Alternatives to Superfund?*, Natural Resources and Environment, American Bar Association, 2003.
- Jeffrey M. Gaba(김형진 역), 「미국 환경법」, 형설출판사, 2005.
- Jennifer L. Lukens, National Coastal Program Dredging Policies: An Analysis

of State, Territory, & Commonwealth Policies Related to Dredging & Dredged Material Management Volume I of II, OCRM/CPD Coastal Management Program Policy Series Technical Document 00-02, 2000.

Jennifer L. Lukens, et al, National Coastal Program Dredging Policies: An Analysis of State, Territory, & Common Wealth Policies Related to Dredging & Dredged material Management Volume I of II, OCRM/CPD Coastal Management Program Policy Series Technical Document 00-02, 2000. 4.

Lawrence Juda, Richard Burroughs, Dredging Navigational Channels in a Changing Scientific and Regulatory Environment, Journal of Marine Law and Commerce, Jefferson Law Books Company, 2004.

Mark A. Chertok and Kate Sinding, Federal Regulation of wetlands, American law Institute, 2005.

Paul D. C, and Kenneth M. B, and April I. Z, and Joel B. B, Wetlands, Streams, and Other Waters: Regulation·Conservation·Mitigation Planning, Solano Pressbook, 2004.

Robert S. Meinick, Dredging: Make Waves for Commerce or Environmental Destruction, 19 Vill. Evntl. L. J. 145, Villanova University, 2008.

SPAWAR Systems Center (SSC) San Diego, Implementation Guide for Assessing and Managing Contaminated Sediment at Navy Facilities, Naval Facilities Engineering Command, 2003.

Todd S. Bridges, Stephen Ells, Donald Hayes, David Mount, Steven C. Nadeau, Michael R. Palermo, Clay Patmont, and Paul Schroeder, The Four Rs of Environmental Dredging: Resuspension, Release, Residual, and Risk, U.S. Army Corps of Engineers Washington, DC, 2008. 1.

- US Army Corps of Engineer, Seattle District, Dredged Material Management Program: Dredged Material Evaluation and Disposal Procedures(Users' Manual), 2008.
- U.S. ACE Washington, DC and U.S. EPA, Washington, DC, Evaluating Environmental Effects Of Dredged Material Management Alternatives - A Technical Framework, 1992(Revised 2004).
- U.S. EPA. Selecting Remediation Techniques for Contaminated Sediment. EPA 823/B93/001, 1993.
- U.S. EPA., EPA's Contaminated Sediment Management Strategy, 1998. 4.
EPA 홈페이지 <http://www.epa.gov/epawaste/hazard/tsd/td/index.htm>.
- United States Environmental Protection Agency Office of Solid Waste and Emergency Response, Contaminated Sediment Remediation Guidance for Hazardous Waste Sites, 2005, p. 6-1. 웹페이지 : <http://www.epa.gov/superfund/health/conmedia/sediment/guidance.htm> (2009년 3월 5일).
- Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version I, EPA, USAF, 1993.
- 미국 준설기술 및 장비관련 자료(<http://www.dredging.org/documents/ceda/downloads/vlasblom1-introduction-to-dredging-equipment.pdf>).
- 일본 오염퇴적물 관련 자료(<http://www.recycle-solution.jp/2003-report.pdf/2-SHO.html/2-11.pdf#search='浚渫土砂 発生量'>).
- 후지기계(주). 중성고화공법(<http://www.kk-fujiki.jp/environmental/stabilization.html>).
- 시즈오카현 타고노우라(田子の浦)항 준설토사 처리공법 (<http://www.cbr.mlit.go.jp/kikaku/mirai/02/tagonoura.htm>).
- 고요(五洋)건설(주). 퇴적물 환경정화공법 (http://www.penta-ocean.co.jp/news/d_news20050118.html).
- Daiho(주). DRES 공법(준설 토사 재생 처리 공법) (<http://www.daiho.co.jp/tech/kankyo1/index.htm>).
- 혼테란공법 (<http://www.sunahara.co.jp/bonterrain/about.html>).

일본 국토교통성 항만국 항만환경의 관리와 향후 정책의 기본적인 방향(港湾環境の課題と今後の港湾環境政策の基本的な方向), 2004.

미국 오염퇴적물 정화·복원 관련 자료(<http://yosemite.epa.gov/r10/CLEANUP/>).

부 록

부 록 목 차

1] 해양환경관리법 개정안)	333
2] 해양오염퇴적물의 정화 복원 관련 용어 현행 법체계...	357
3] 처리기술 실증실험 관련 자료(입자분리 A사)	397
4] 처리기술 실증실험 관련 자료(세척정화 B사)	411
5] 처리기술 실증실험 관련 자료(세척정화 C사)	425

부록1. 해양환경관리법 개정(안)

부록 1. 해양환경관리법 개정(안) 3단

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>제2조 (정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.</p> <p>3의2 내지 3의5. <신 설></p> <p>3의2. “<u>처리</u>”라 함은 오염물질, 준설물질 등의 소각·중화·파쇄·고형화 등의 중간처리(제3의5호에 따른 재활용을 포함한다. 이하 같다)와 매립하거나 해양으로 배출하는 등의 최종처리를 말한다.</p> <p>3의3. “<u>수거</u>”라 함은 (제3의4호에 따른 준설을 포함한다) 해양에 존재하는 모든 형태의 물질을 수집하여 제거하는 활동을 말한다</p> <p>3의4. “<u>준설</u>”이라 함은 해양이나 하구 등에서 해양환경의 개선 향만(항만시설 포함)의 건설·정비 또는 항로유지 등을 목적으로 해저에 쌓인 토사(점토·실트·모래·자갈 및 암석) 등을 파내는 활동을 말한다.</p> <p>3의5. “<u>재활용</u>”이라 함은 오염물질, 준설물질 등을 재사용·재생이용하거나 재사용·재생이 용할 수 있는 상태로 만드는 활동 또는 국토해양부령으로 정하는 기준에 따라 이들로 부터 「에너지기본법」 제2조제1호에 따</p>		

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>른 에너지를 회수하는 활동을 말한다.</p> <p>4. “폐기물”이라 함은 해양에 배출되는 경우 그 상태로는 쓸 수 없게 되는 물질로서 해양환경에 해로운 결과를 미치거나 미칠 우려가 있는 물질(제4호의3 · 제5호· 제7호 및 제8호에 해당하는 물질을 제외한다)을 말한다.</p> <p>4의2 내지 4의3. <신 설></p> <p>4의2. “오염퇴적물”이라 함은 제8조에 따른 해양환경기준을 초과하는 화학물질을 포함 하거나 사람의 건강· 재산이나 환경에 피해를 주는 퇴적물을 말한다.</p> <p>4의3. “준설품질”이라 함은 해양이나 하구 등에서 해양환경의 개선 항만(항만시설 포함)의 건설· 정비 또는 항로유지 등을 목적으로 준설품질을 말한다.</p>		
<p>제3조(적용범위)</p> <p>⑦오염퇴적물· 준설품질의 수거· 처리에 관한 사항은 이 법을 다른 법률에 우선하여 적용하고, 이 법에서 규정되지 아니한 사항은 관계 법률의 규정을 적용한다. <개정></p>		
<p>제18조(해양환경개신조치) ①해역관리청은 오염물질의 유입 또는 퇴적 등으로 인한 해양오</p>	<p>제24조(해역관리청의 해양환경개신조치) ① 법 제18조제1항제1호부터 제3호까지의 규정</p>	<p>제9조(해양환경개신조치) ① 법 제18조제1항제4호에서 "국토해양부령이 정하는 조치"란 다음</p>

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>염을 방지하고 해양환경을 개선하기 위하여 필요하다고 인정되는 때에는 대통령령이 정하는 바에 따라 다음 각 호의 해양환경개선포지를 할 수 있다. <개정 2008.2.29></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 오염물질 유입방지시설의 설치 2. 오염물질의 수거 및 처리 3. 오염된 퇴적물의 수거 3. 오염퇴적물의 수거 및 처리<개정> 4. 그 밖에 해양환경개선과 관련하여 필요한 사업으로서 국토해양부령이 정하는 조치 <p>②국토해양부 장관은 해양환경의 보전·관리 또는 해양오염의 방지를 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 국토해양부령이 정하는 바에 따라 제3조제1항 각 호의 규정에 따른 해양역 또는 구역에서 해양환경의 오염원에 대한 조사를 할 수 있다. 이 경우 국토해양부 장관은 관계 행정기관의 장에게 오염된 해역 및 오염물질이 배출된 시설물에 대한 공동조사를 요청할 수 있다. <개정 2008.2.29></p> <p>③국토해양부 장관은 제2항의 규정에 따른 해양환경의 오염원에 대한 조사결과 필요하다고 인정하는 경우 오염원인자에게 제1항 각호의</p>	<p>에 따라 해역관리가 할 수 있는 해양환경 개선조치의 세부 사항은 다음 각 호와 같다</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 부유차단막 또는 오탁방지막의 설치 2. 오염물질의 수거 및 처리 3. 오염물질이 퇴적된 해역에서의 오염물질-수거-처리 3. 오염퇴적물의 수거·처리 및 현장피복 <개정> <p>② 해역관리는 폐수종말처리시설, 분뇨 또는 축산폐수처리시설의 설치·운영과 관련하여 개선이 필요하다고 인정되면 관계 행정기관의 장에게 필요한 조치를 요청할 수 있다. 이 경우 관계 행정기관의 장은 특별한 사유가 없으면 그 요청에 따라야 한다.</p>	<p>각 호의 조치를 말한다. <개정 2008.3.14></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 연안습지정화 연약지반 보강 등 해양환경 복원사업의 실시 2. 준설토사 등 수거 퇴적물의 사용 등에 관하여 국토해양부 장관이 정하는 조치 3. 수거된 오염퇴적물의 안전한 처리 및 처분 2. 오염퇴적물 수거해역의 선정을 위한 조사 <신설> 3. 오염퇴적물 수거기준 설정 <신설> 4. 오염퇴적물 수거 시 환경 영향 최소화 조치 <신설> 5. 오염된 준설토의 안전한 처리 <개정> 6. 오염퇴적물로 인한 환경 영향을 최소화하기 위한 현장피복 <신설> 7. 오염된 준설토의 중간처리 및 사용 등에 관하여 국토해양부 장관이 정하는 조치<개정> 8. 그 밖에 국토해양부 장관이 필요하다고 인정하는 조치 <p>② 지방해양환경청은 법 제18조제2항에 따</p>

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>어느 하나의 규정에 따른 해양환경개선조치를 하게 할 수 있다. <개정 2008.2.29></p> <p>④ 제1항의 규정에 따른 해양환경개선조치와 관련하여 오염물질 유입방지시설의 설치방법 오염물질의 수거처리방법 및 오염된 퇴적물의 수거방법 등에 관하여 필요한 사항은 국토해양부령으로 정한다.</p> <p>④ 제1항의 규정에 따른 해양환경개선조치와 관련하여 오염물질 유입방지시설의 설치방법 오염물질의 수거·처리방법 및 오염퇴적물의 수거·처리 기준과 방법 등에 관하여 필요한 사항은 국토해양부령으로 정한다 <개정></p>		<p>라 해양환경의 오염원에 관한 조사를 할 때에는 공장밀집지역 또는 공업지역의 주변해역, 양식장 밀집해역 및 항만 등 해양오염이 발생할 우려가 높은 장소를 우선적으로 선정하여 조사하되, 해양환경의 오염원으로부터 영향을 받는 해역의 환경현황 및 오염도를 함께 조사하여야 한다.<개정 2008.3.14></p> <p>③ 제2항에 따른 해양환경의 오염원 및 오염도 조사방법·절차 등에 필요한 사항은 국토해양부장관이 정하여 고시한다. <개정 2008.3.14></p> <p>④ 법 제18조제4항에 따른 오염물질 유입방지시설의 설치방법 및 오염물질의 수거처리방법은 다음 각 호와 같다.<개정 2008.3.14></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 부유차단막 또는 오탁방지막은 부유물질의 확산을 방지할 수 있도록 하여야 하며, 기상 변화 등에 대비할 수 있도록 설치한다 2. 오염된 퇴적물의 수거 사에는 2차 오염을 감소시키는 방안을 강구하여야 한다. 2. 오염퇴적물의 수거 및 처리 시에는 환경영향을 최소화하기 위한 방안을 강구하여야 한다. <개정> 3. 그 밖에 국토해양부장관이 정하여 고시하는 방법에 따른다.
제22조 (오염물질의 배출금지 등) ①누구든지		제11조 (폐기물의 배출허용기준) ① 법 제22조

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>선박으로부터 오염물질을 해양에 배출하여서는 아니 된다. 다만, 다음 각 호의 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <p>1. 다음 각 목의 구분에 따라 폐기물을 배출하는 경우</p> <p>가. <생략></p> <p>나. 국토해양부령이 정하는 폐기물을 「공유수면매립법」 제9조 및 동법 제38조의 규정에 따라 매립하고자 하는 장소에 배출하고자 하는 경우에는 국토해양부령이 정하는 처리기준 및 방법에 따라 배출할 것 <삭제></p>		<p>제1항제1호나목에 따라 선박으로부터 공유수면을 매립하려는 장소에 배출할 수 있는 폐기물과 그 처리기준 및 방법은 별표 3과 같다.</p> <p><이하 생략></p>
<p>제23조 (육상에서 발생한 폐기물 및 준설물질의 해양배출금지 등) ①누구든지 육상에서 발생한 폐기물 및 준설물질(이하 '폐기물등'이라 한다)을 해양에 배출할 수 없다. 다만, 국토해양부장관은 해양환경의 보전·관리에 영향을 미치지 아니하는 범위 안에서 육상에서 처리가 곤란한 폐기물등으로서 국토해양부령이 정하는 폐기물등에 한하여 국토해양부령이 정하는 해역에서 국토해양부령이 정하는 처리기준</p>		<p>제12조 (해양배출이 가능한 육상폐기물등의 종류 등) ① 법 제23조제1항 단서에 따라 육상에서 발생한 폐기물 및 준설물질 중 해양에 배출할 수 있는 폐기물등은 별표 6과 같고, 그 배출해역 및 처리방법은 별표7과 같다. <개정></p> <p>② 국토해양부장관은 법 제23조제3항에 따라 해양배출이 가능한 폐기물등인지 여부를 검사할 때에는 법 제10조에 따른 해양환경공정시</p>

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>및 방법에 따라 배출하게 할 수 있다. <개정> 2008.2.29> <개정></p> <p>②국토해양부장관은 제1항 단서의 규정에 따라 해양에 배출하게 할 수 있는 폐기물등 중 제76조제1항의 규정에 따라 폐기물등위탁자가 위탁처리를 신고한 폐기물등에 한하여 폐기물등해양배출업자로 하여금 이를 처리하게 할 수 있다. <개정> 2008.2.29> <개정></p> <p>③국토해양부장관은 제1항 단서의 규정에 따라 해양에 배출하게 할 수 있는 폐기물등에 해당하지 여부를 국토해양부령이 정하는 바에 따라 미리 검사하여야 한다. <개정> 2008.2.29> <개정></p> <p>④국토해양부장관은 제3항의 규정에 따른 검사업무를 대통령령이 정하는 바에 따라 전문 검사기관에게 대행하게 할 수 있다. <개정> 2008.2.29></p> <p>⑤제1항 단서의 규정에 따른 폐기물등 배출해역의 신청 및 지정절차 그 밖에 필요한 사항은 국토해양부령으로 정한다. <개정> 2008.2.29> <개정></p>		<p>험기준 및 별표 8의 처리기준에 적합한지 여부를 검사하여야 한다. <개정> 2008.3.14> <개정></p> <p>제13조 (폐기물등 배출해역의 지정 신청) ① 법 제23조제5항에 따라 폐기물등 배출해역의 지정을 신청하려는 자는 별지 제9호서식의 폐기물등 배출해역 지정신청서(전자문서로 된 신청서를 포함한다)에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 해양경찰서장에게 제출하여야 한다. <개정></p> <p>1. 다음 각 목의 사항이 기재된 사업계획서</p> <p>가. 폐기물등의 특성, 성분 및 양</p> <p>나. 폐기물등의 수집·운반 및 해양배출방법</p> <p>다. 폐기물등 운반선의 시설, 장비 및 기술인력 확보계획</p> <p>라. 폐기물등의 해양배출이 해양환경에 미치는 영향</p> <p>마. 그 밖에 필요한 사항</p> <p>2. 법 제84조의 해역이용협의서 또는 법 제85조의 해역이용영향평가서 「공유수면관리</p>

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
		<p>법」 제5조 제1항에 따라 준설토물질을 해양에 투기할 목적으로 신청하는 경우로 한정한다) <개정></p> <p>② 제1항제1호에 따른 사업계획서의 작성에 필요한 사항은 국토해양부장관이 정하여 고시한다. <개정 2008.3.14></p> <p>제15조 (폐기물등 배출해역의 지정 변경 등) ① 제14조에 따라 폐기물등 배출해역 지정서를 발급받은 자는 제1호 및 제2호의 경우에는 변경하기 30일 전까지, 제3호의 경우에는 그 사유가 발생한 날부터 30일 이내에 별지 제11호서식의 폐기물등 배출해역 지정사항 변경신청서(전자문서로 된 신청서를 포함한다)에 다음 각 호의 구분에 따른 서류와 폐기물등 배출해역 지정서를 첨부하여 해양경찰서장에게 제출하여야 한다. 다만, 「전자정부법」 제21조제1항에 따른 행정정보의 공동이용을 통하여 첨부서류에 대한 정보를 확인할 수 있으면 그 확인으로 첨부서류를 갈음할 수 있다. <개정></p> <p>1. 변경사항이 지정해역 또는 배출허용량(증가하는 경우로 한정한다)인 경우</p> <p>가. 변경의 필요성을 설명하는 서류</p>

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
		<p>나. 해양환경에 미치게 될 영향을 분석한 서류</p> <p>2. 변경사항이 지정기간 또는 폐기물등 종류인 경우 : 변경의 필요성을 설명하는 서류 <개정></p> <p>3. 제1호 및 제2호 외의 경우 : 그 변경내용을 증명하는 서류</p> <p>② 해양경찰서장은 제1항에 따른 신청이 적합하다고 인정하면 폐기물등 배출해역 지정서의 기재사항을 고쳐 신청인에게 발급하여야 한다. <개정></p>
<p>제6절 준설물질의 처리 등 <신설></p> <p>제○조 (준설물질의 처리 기준 등) ①오염퇴적물을 준설하는 과정에서 해역의 수질에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 부유물질의 발생 및 확산을 억제하는 조치를 취하여야 한다.</p> <p>②준설물질을 운반·보관·처리하는 과정에서 발생될 수 있는 방류수는 해역의 수질을 저해하지 아니하도록 적정하게 처리하여야 한다.</p>	<p>제3장 해양오염방지를 위한 규제</p>	

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>③준설물질을 운반·보관·처리하는 과정에서 주민의 생활환경을 저해하지 않도록 악취의 발생을 방지하도록 하여야 한다.</p> <p>④준설물질을 적정하게 처리 또는 보관할 수 있는 장소 외의 장소로 운반하여서는 아니 된다.</p> <p>⑤준설물질을 운반·보관·처리하는 과정에서 누출되거나 흘날리지 아니하도록 적정하게 관리하여야 한다.</p> <p>⑥준설물질의 수거·운반·보관·처리 등의 기준과 방법에 관하여 그밖에 필요한 사항은 국토해양부령으로 정한다.</p> <p>제○조 (재활용) 준설물질은 자원으로서의 이용을 촉진하기 위하여 가능한 한 재활용하여야 한다.</p> <p>제○조 (중간처리시설의 설치·운영) 준설물질의 처리를 통하여 재활용이 가능한 자원을 최대한으로 회수하기 위한 중간처리시설을 설치·운영할 수 있다.</p> <p>제○조 (매립) ①「공유수면매립법」 제9조 및 동법 제38조의 규정에 따라 준설물질을 공유수면에 매립하려는 경우에는 주변 환경에 영향을 미치지 않도록 하여야 한다.</p>		<p>제○조 (준설물질의 재활용) ①범 제○조에 따라 해양관리청은 생물학적 또는 물리·화학적 처리과정을 통하여 재활용가능자원을 최대한으로 회수하기 위한 중간처리시설을 설치·운영할 수 있다.</p> <p>②준설물질의 재활용에 관한 기준 및 방법은 국토해양부장관이 정하여 고시한다.</p> <p>제○조 (준설물질의 매립) ①준설물질을 선박에 의하여 호안의 안쪽에 배출하는 경우에는 배출을 종료할 때까지 선박의 항해구간에 한하여 호안시설 대신에 오탐방지막을 설치할 수 있다.</p> <p>②상등수를 해양으로 배출하는 경우 부유물질이 흘러 나가지 못하도록 하는 시설 또는 설비를 갖추어야 한다.</p>

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>②제1항에 따른 처리기준 및 방법은 국토해양부령으로 정한다.</p> <p>제○조 (해저 고립처리) 제23조제1항 및 제2항에 규정되지 아니한 다음 각 호의 방법과 같이 준설물질을 해저면에 고립 처리하고자 할 경우, 국토해양부령으로 정하는 바에 따라 처리하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 해저면에 배출하고 표면을 피복처리하는 경우 2. 해저면을 굴착하고 배출한 후에 표면을 피복처리하는 경우 		<p>③환경 영향을 최소화하기 위하여 준설물질의 매립과 관련된 그밖에 필요한 사항은 국토해양부장관의 고시로 정한다</p> <p>제○조 (준설물질의 해저 고립처리) ①제○조에 따라 준설물질을 해저면에 배출하여 피복처리하려는 경우, 준설물질에 포함된 오염물질 등에 의하여 상부의 수질 및 저서생물에 영향을 미치지 않도록 한다.</p> <p>②제1항에 따른 구체적인 처리기준 및 방법은 국토해양부장관이 정하여 고시한다</p>
<p>제70조(해양환경관리업) ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업(이하 “해양환경관리업”이라 한다)을 영위하려는 자는 대통령령이 정하는 바에 따라 국토해양부장관 또는 해양경찰청장에게 등록하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 폐기물등해양배출염: 해양투기에 필요한 선박·설비 및 장비를 갖추고 폐기물등을 해양에 투기하는 사업 <개정> 2. 해양오염방제업<생략> 3. 유창청소업<생략> 	<p>제55조 (해양환경관리업의 등록) ① 법 제70조제1항제1호·제4호 및 제5호에 따른 폐기물등해양배출염·폐기물해양수거업 및 퇴적오염퇴적물-질수거업의 등록을 하려는 자는 등록신청서(전자문서로 된 신청서를 포함한다)에 별표 10의 서류(전자문서를 포함한다)를 첨부하여 국토해양부장관에게 제출하여야 한다. 이 경우 담당공무원은 「전자정부법」 제21조제1항에 따른 행정정보의 공동이용을 통하여 법인등기부등본(법인인 경우로 한정한다)을 확인하여야 하며, 신청인이 확인에</p>	<p>제37조 (해양환경관리업의 변경등록) ① <생략></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <생략> 가.<생략> 나. 운반폐기물등의 종류, 배출허용량, 적재지 및 지정해역 <개정> 다. <생략> 라. <생략> 마. <생략> <p>2. <생략> <이하 생략></p>

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>4. 폐기물해양수거업생략></p> <p>5. 퇴적오염퇴적물·질수거업 : 퇴적된 오염퇴적물·질의 준설·수거에 필요한 선박·장비 및 설비를 갖추고 퇴적된 오염퇴적물·질을 준설 또는 수거하는 사업 <개정></p>	<p>동의하지 아니하는 경우에는 그 서류를 첨부하도록 하여야 한다. <개정 2008.2.29> <개정></p> <p>② <생략></p> <p>③ <생략></p>	<p>② <생략> <이하 생략></p> <p>제38조 (해양환경관리업 처리실적의 제출) ① 제70조에 따라 폐기물등해양배출업의 등록을 한 자(이하 "폐기물등해양배출업자라 한다")는 법 제72조제1항에 따라 폐기물등해양배출실적서에 폐기물수탁 및 해양배출대장 사본을 첨부하여 매월 10일까지 해양경찰서장에게 제출하여야 하며, 폐기물등을 운반하는 선박에 폐기물기록부를 갖추어두어야 한다. 이 경우 법 제115조제6항에 따른 전산망에서 해당 자료 전부를 확인할 수 있는 경우에는 이를 제출한 것으로 본다.</p> <p>② 법 제70조에 따라 폐기물해양수거업의 등록을 한 자(이하 "폐기물해양수거업자라 한다")와 퇴적오염퇴적물·질수거업의 등록을 한 자(이하 "퇴적오염퇴적물·질수거업")라 한다)는 법 제72조제1항에 따라 폐기물 또는 오염퇴적물·질수거 처리실적서에 폐기물 또는 오염퇴적물·질수거처리대장 사본을 첨부하여 분기가 끝나는 달의 다음 달 15일까지 지방해양환경청장에게 제출하여야 한다. <개정></p> <p>③ <생략></p> <p>④ <생략></p> <p>1. <생략></p>

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>제72조 (해양환경관리업자의 의무) ①해양환경관리업자는 폐기물등의 해양투기, 오염물질의 방재, 오염물질의 청소·수거, 부유·침적된 폐기물의 수거 및 퇴적된 오염퇴적물질의 준 <u>실</u> 또는 수거등에 관한 처리실적서를 작성하여 국토해양부장관 또는 해양경찰청장에게 제출하여야 하며, 그 처리대장을 작성하고 해당 선박 또는 시설에 비치하여야 한다. <개정 2008.2.29> <개정></p> <p>② <생략></p> <p>③폐기물등해양배출업자는해양투기의 대상이 되는 폐기물등을 국토해양부령이 정하는 마</p>		<p>2. <생략></p> <p>3. <생략></p> <p>4. 폐기물 또는 오염퇴적물질 수거 처리실적서 : 별지 제35호서식 <개정></p> <p>5. 폐기물 또는 오염퇴적물질 수거 처리대장 : 별지 제36호서식 <개정></p> <p>6. <생략></p> <p>7. <생략></p> <p>⑤ <생략></p>
<p>제40조 (폐기물등의 보관·관리) 폐기물등해양배출업자는 법 제72조제3항에 따라 해양투기의 대상이 되는 폐기물등을 다음 각 호의 기준에 따라 보관·관리하여야 한다. 다만, 저장시설의 붕괴, 화재, 폭발 그 밖에 이와 유사한 사고가 발생한 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <p><개정></p> <p>1. <생략></p> <p>2. <생략></p> <p>3. 폐기물등은 별표 7의 해역별 배출가능폐기물 등의 종류에 따라 구분하여 저장할 수 있도록 하고, 누구든지 이를 식별할 수 있도록</p>		

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>에 따라 보관·관리하여야 하며, 국토해양부령이 정하는 폐기물등 인계·인수서를 작성하여 이를 국토해양부장관에게 제출하여야 한다.</p> <p><개정 2008.2.29> <개정></p> <p>④ <생략></p>		<p>표시할 것. 다만, 별표 6 제1호나목2), 다목, 라목, 마목 및 사목의 폐기물등은 별표 7 제3호가목에 따른 동해정해역에 배출하는 폐기물등의 저장시설에 보관하여서는 아니 된다.</p> <p><개정></p> <p>제41조 (폐기물등 인계·인수서의 제출 등) ① 폐기물등해양배출업자는 법 제72조제3항에 따라 폐기물등을 해양에 배출한 경우에는 별지 제40호서식부터 제42호서식의 폐기물등 인계·인수서를 폐기물등을 배출한 날부터 10일 이내에 해양경찰서장에게 제출하여야 한다. 이 경우 법 제115조제6항에 따른 전산망에 입력한 경우에는 이를 제출한 것으로 본다. <개정></p> <p>② <생략></p>
<p>제76조 (폐기물등위탁자의 의무 등) ① 폐기물등해양배출업자에게 폐기물등을 위탁·처리하려는 자는 국토해양부령이 정하는 바에 따라 국토해양부장관에게 신고하여야 한다. 이 경우 신고한 사항 중 국토해양부령이 정하는 중요한 사항을 변경하고자 하는 때에도 또한 같다. <개정></p> <p>② 제1항의 규정에 따라 폐기물등 위탁·처리의 신고를 한 자(이하 "폐기물등위탁자"라 한다)</p>		<p>제45조 (폐기물등위탁자의 신고 등) ① 폐기물등해양배출업자에게 폐기물등을 위탁·처리하려는 자는 법 제76조제1항 전단에 따라 별지 제44호서식의 폐기물등 위탁·처리신고서(전자문서로 된 신고서를 포함한다)에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 해양경찰서장에게 제출하여야 한다. <개정></p> <p>1. 위탁·처리하려는 폐기물등의 발생과정 및 유통균처리량을 알 수 있는 자료 <개정></p>

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>는 국토해양부령이 정하는 바에 따라 위탁·처리하려는 폐기물등의 성분·농도·무게·부피를 측정하고, 국토해양부령이 정하는 처리기준 및 방법에 따라 이를 위탁·처리하여야 한다. <개정></p> <p>③ 폐기물등위탁자는 제2항의 규정에 따른 폐기물등의 성분·농도·무게·부피의 측정에 관한 업무를 대통령령이 정하는 바에 따라 폐기물등의 측정능력이 있는 자에게 대행하게 할 수 있다. <개정></p>		<p>2. <생략></p> <p>3. <생략></p> <p>4. <생략></p> <p>② 해양경찰서장은 제1항에 따른 신고를 받은 경우에는 위탁·처리하려는 폐기물등이 별표 8의 처리기준에 적합한지를 확인하여 적합하다고 판단되면 신고한 자에게 별지 제45호서식의 폐기물등 위탁·처리 신고증명서를 발급하여야 한다. <개정></p> <p>③ <생략></p> <p>④ <생략></p> <p>1. <생략></p> <p>2. 위탁폐기물등의 종류 및 형태 <개정></p> <p>3. 위탁폐기물등의 발생공정 <개정></p> <p>4. 위탁폐기물등의 처리기간 <개정></p> <p>5. 폐기물등해양배출업체 <개정></p> <p>6. 위탁한 폐기물등의 양(최근 6개월 동안의 월 평균 위탁량이 신고한 양의 100분의 150을 초과하는 경우로 한정한다) <개정></p> <p>⑤ 법 제76조제1항에 따라 폐기물등 위탁·처리의 신고를 한 자는 제4항제1호·제3호 및 제6호의 사항이 변경된 경우에는 그 사유가 발생</p>

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
		<p>한 날부터 30일 이내에, 제4항제2호·제4호 및 제5호의 사항이 변경된 경우에는 변경하기 전에 각각 별지 제46호서식의 폐기물등위탁처리 변경신고서에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 해양경찰서장에게 제출하여야 한다. <개정></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <생략> 2. <생략> 3. <생략>

2. 별표 개정사항

[별표 3]

폐기물의 종류 및 배출방법(제11조제1항 관련)

폐기물의 종류	배출방법
1. 수저준설토사·조개껍질류 및 이와 유사한 폐기물과 선박 안의 일상생활에서 생기는 유리조각류 등의 비가연성폐기물	<p>가. 호안시설을 설치하여 해역과 차단할 것 다만, 수저준설토사를 선박에 의하여 호안의 안쪽에 배출하는 경우에는 배출을 종료할 때까지 선박의 항해구간에 한하여 호안시설 대신에 오탁방지막을 설치할 수 있다(삭제).</p> <p>나. 상등수를 해양으로 배출하는 경우 부유물질이 흘러 나가지 못하도록 하는 시설 또는 설비를 갖추는 것(삭제).</p>
2. 「폐기물관리법」 제2조제1호에 따른 폐기물	「폐기물관리법」에 따른 해당 폐기물의 처리에 적합한 시설을 갖추고 그 처리기준 및 방법에 따라 배출할 것

[별표 6] <개정 2008.3.14>

육상에서 발생한 폐기물 및 준설물질 중 해양에 배출가능한 폐기물등
(제12조제1항 관련)

1. <생략>

2. 집중식처리방법에 의하여 배출하여야 하는 폐기물등

가. 수산물가공잔재물 또는 「어장관리법」 제15조에 따른 어장정화·정비를 실시하는 때에 수거되는 조개껍질 등 각질류의 것

나. 수저준설토사준설물질로서 합성로프, 페어구, 플라스틱류, 닝마 또는 고무제품 등 이물질이 섞인 물건을 제거한 것

3. 그 밖에 국제협약에서 해양배출이 허용되는 폐기물등으로서 국토해양부장관이 해양배출이 가능하다고 인정하여 해당 품목별 처리방법을 지정하여 고시하는 폐기물등

비고 : 제1호가목 및 다목의 수분함량 또는 고형물함량의 측정은 해양환경공정시험기준에 따른다.

[별표 7]

육상에서 발생한 폐기물등의 배출해역 및 처리방법(제12조제1항 관련)

해역	배출해역	배출가능폐기물등의 종류	처리방법
1. 갑해역: 북위 38도의 선, 북위 37도 45분의 선, 동경 132도 15분의 선 및 동경 132도 30분의 선으로 둘러싸인 해역	갑해역 전역	시멘트로 고형화 처리한 것	집중식처리방법에 따라 배출할 것
2. 병해역: 모든 국가의 영해의 기선으로부터 50해리 밖의 해역	가. 동해 병해역: 북위 36도 38분의 선, 북위 35도 38분의 선, 동경 130도 38분의 선 및 동경 131도의 선으로 둘러싸인 해역	1) 별표 6 제1호에 따른 폐기물	확산식처리방법에 따라 배출할 것
		2) 별표 6 제2호에 따른 폐기물. 다만, 동해 병해역 중 북위 36도의 선과 북위 36도 10분의 선 안의 해역에서 배출하여야 한다.	집중식처리방법에 따라 배출할 것. 다만, 액상인 경우 또는 해수를 희석하여 배출하는 경우에는 확산식처리방법에 따라 배출할 수 있다.
	나. 서해 병해역: 북위 36도 12분의 선, 북위 35도 27분의 선, 동경 124도 13분의 선 및 동경 124도 38분의 선으로 둘러싸인 해역	1) 별표 6 제1호에 따른 폐기물	확산식처리방법에 따라 배출할 것
		2) 별표 6 제2호에 따른 폐기물등	집중식처리방법에 따라 배출할 것
3. 정해역: 병해역과 무해역 사이의 해역	가. 동해 정해역: 북위 35도 30분과 동경 130도 03분의 점, 북위 35도 21	1) 별표 6 제1호가목·나목1) 및 바목에 따른 폐기물	확산식처리방법에 따라 배출할 것
		2) 별표 6 제2호에 따	집중식처리방법에

	분과 동경 130도 19분의 점, 북위 35도 06분과 동경 129도 42분의 점 및 북위 34도 57분과 동경 129도 58분의 점을 연결한 선으로 둘러싸인 해역	른 폐기물등	따라 배출할 것
	나. 동해 정해역을 제외한 정해역: 해양경찰서장이 해역 관리청과 협의하여 지정하는 해역	별표 6 제2호에 따른 폐기물등	집중식처리방법에 따라 배출할 것
4. 무해역: 「영해 및 접속수역법」 제1조에 따른 영해의 범위 안의 해역	해양경찰서장이 해역 관리청과 협의하여 지정하는 해역	별표 6 제2호에서 다른 폐기물등	집중식처리방법에 따라 배출할 것

비고

<이하 생략>

[별표 8] <개정 2008.3.14>

해양배출처리기준(제12조제2항 관련)

1. <생략>

2. <생략>

3. 별표 6 제2호나목의 폐기물준설물질(mg/kg, 건중량기준)

비고

1. 제1기준과 제2기준의 적용방법은 다음과 같다

가. 별표 6에 따라 해양배출이 가능한 폐기물 및 준설물질로서 제기준을 넘는 폐기물은 해양에 배출할 수 없다

나. 별표 6에 따라 해양배출이 가능한 폐기물 및 준설물질로서 제기준 이하이면서 제2기준 이상인 폐기물 및 준설물질은 배출적합성을 판정하기 전에 국토해양부장관이 정하는 정밀평가를 거쳐 해양에 배출할 수 있다

다. 가와 나목은 제○조(매립), 제○조(해저 고립처리)에 따라 준설물질을 공유수면에 매립하거나 해저면에 배출한 후 표면을 피복하여 고립시키는 경우에는 적용하지 아니한다.

2. 폐기물 및 준설물질의 종류별 처리기준에의 적합여부 판단은 법 제10조의 해양환경공정시험기준에 따른다.

3. 총 폴리염화비페닐은 폴리염화비페닐- 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180의 합을 말한다.

4. 총 다환방향족탄화수소는 나프탈렌, 페난트렌, 안트라센, 벤조(a)피렌, 플루오란텐, 벤조(a)안트라센, 벤조(b)플루오란텐의 합을 말한다.

[별표 14]

해양환경관리업의 등록기준제36조제3항 관련)

1. - 4. <생략>

비고

1. - 5. <생략>

5. 퇴적오염퇴적물질수거업

항목		기준			
퇴적오 염퇴적 물질전 용수거 선	소유여부	소유	척수	1척	
	성능	양수량: 100m ³ 이상/hr			
	설비	위성항법보정 장치	1식		
		밀도계	1식		
		탁도계	1식		
		수거펌프	진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프식 1식		
자동수심측정 기	2대				
양묘선	소유여부	소유	척수	1척	
	성능	100마력 이상			

비고

1. 퇴적오염퇴적물질 전용수거선이란 퇴적오염퇴적물질 수거작업시 부유물질의 발생으로 인한 환경피해를 최소화할 수 있는 진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프식 설비를 장착한 선박을 말한다. 진공흡입식 펌프 또는 이와 동등한 성능을 가진 펌프란 부압차를 이용한 흡입식 펌프 설비를 말하며 흡입구 주변에 오염퇴적물을 굴삭하기 위한 장치가 별도로 장착되어 있는 경우, 지속적으로 차단되어진 상태에서 수거가 이루어질 수 있도록 하부 굴삭면을 제외한 부분에는 차단막이 부착되어 있어야 한다<개정>

1-1. 오염퇴적물 수거작업시 부유물질의 발생으로 인한 환경피해를 최소화하기 위하여 오염퇴적물 전용수거선에 의하여 수거가 이루어지는 흡입구를 중심으로 수평으로 반경 10 m의 원주상 경계면에서 수거작업이 이루어지기 이전보다 부유물질의 농도가 20 mg/L 를 더 증가하여서는 아니된다.

2. - 5.

6. 양묘선이란 오염퇴적물전용수거선의 앵커(닻)를 올리거나 내리는 기능을 포함하여 오염퇴적물 수거 시 수거선박의 원활한 운용을 지원하는 선박을 말한다
7. 오염퇴적물수거업을 등록하려는 자는 해당 선박·장비 및 설비 등이 퇴적오염퇴적물질수거업 등록기준에 적합한지 여부를 선박안전기술공단 또는 한국선급에서 확인을 받아야 한다.
8. 퇴적오염퇴적물질수거업무 수행 시 반드시 퇴적오염퇴적물질수거리업으로 등록한 퇴적오염퇴적물질 전용수거선을 사용하여야 한다 다만, 환경적으로 오염퇴적물전용수거선의 사용에 제약을 받을 경우국토해양부장관의 승인에 따라 이에 준하는 수거 장비 또는 설비를 사용할 수 있다

부록2. 해양오염퇴적물의 정화 복원 관련
용어 현행 법체계

부록 2. 해양오염퇴적물의 정화 복원 관련 용어 현행 법체제

1. 근거 법 조항

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>제18조 (해양환경개선조치) ①해역관리청은 오염물질의 유입 또는 퇴적 등으로 인한 해양오염을 방지하고 해양환경을 개선하기 위하여 필요하다고 인정되는 때에는 대통령령이 정하는 바에 따라 다음 각 호의 해양환경개선조치를 할 수 있다.</p> <p>3. 오염된 퇴적물의 수거</p> <p>④제1항의 규정에 따른 해양환경개선조치와 관련하여 오염물질 유입방지시</p>	<p>제16조 (환경관리기본계획의 내용) 법 제16조 제1항제5호에 따라 대통령령으로 정하는 환경관리해역의 관리에 필요한 사항은 다음 각 호와 같다.</p> <p>5. 퇴적물 준설, 인공서식지 조성 등 해역의 환경용량 확대에 관한 사항</p> <p>제24조 (해역관리청의 해양환경개선조치) ① 법 제18조제1항제1호부터 제3호까지의 규정에 따라 해역관리청이 할 수 있는 해양환경개선조치의 세부 사항은 다음 각 호와 같다.</p> <p>3. 오염물질이 퇴적된 해역에서의 오염물질 수거처리</p>	<p>제9조 (해양환경개선조치) ① 법 제18조제1항 제4호에서 "국토해양부령이 정하는 조치"란 다음 각 호의 조치를 말한다.</p> <p>2. 준설토사 등 수거 퇴적물의 사용 등에 관하여 국토해양부령이 정하는 조치</p> <p>3. 수거된 오염퇴적물의 안전한 처리 및 처분</p> <p>④ 법 제18조제4항에 따른 오염물질 유입방지시설의 설치방법 및 오염물질</p>

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>설의 설치방법, 오염물질의 수거처리 방법 및 오염된 퇴적물의 수거방법 등에 관하여 필요한 사항은 국토해양부령으로 정한다.</p> <p>제70조 (해양환경관리업) ①다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업(이하 "해양환경관리업"이라 한다)을 영위하려는 자는 대통령령이 정하는 바에 따라 국토해양부장관 또는 해양경찰청장에게 등록하여야 한다.</p> <p>5. 퇴적오염물질수거업: 퇴적된 오염물질의 준설수거에 필요한 선박·장비 및 설비를 갖추고 퇴적된 오염물질을 준설 또는 수거하는 사업</p>	<p>제55조 (해양환경관리업의 등록) ① 법 제70조 제1항제1호·제4호 및 제5호에 따른 폐기물해양매출업·폐기물해양수거업 및 퇴적오염물질수거업의 등록을 하려는 자는 등록신청서(전자문서로 된 신청서를 포함한다)에 별표 10의 서류(전자문서를 포함한다)를 첨부하여 국토해양부장관에게 제출하여야 한다 이 경우 담당공무원은 「전자정부법」 제21조제1항에 따른 행정정보의 공동이용을 통하여 법인등기부등본(법인인 경우로 한정한다)을 확인하여야 하며, 신청인이 확인에 동의하지 아니하는 경우에는 그 서류를 첨부하도록 하여야 한다.</p> <p>제94조 (권한의 위임)</p>	<p>의 수거·처리방법은 다음 각 호와 같다.</p> <p>2. 오염된 퇴적물의 수거 시에는 2차 오염을 감소시키는 방안을 강구하여야 한다.</p> <p>제36조 (해양환경관리업의 등록) ① 영 제55조 제1항 및 제2항에 따른 해양환경관리업(법 제70조제1항 각 호의 사업을 말한다. 이하 같다)의 등록신청서는 다음 각 호와 같다.</p> <p>5. 법 제70조제1항제5호에 따른 퇴적오염물질수거업이하 "퇴적오염물질수거업"이라 한다) 등록신청서: 별지 제25호서식</p>

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
	<p>④ 국토해양부장관은 법 제23조제1항에 따라 다음 각 호의 사항에 관한 권한을 지방해양환경청장에게 위임한다</p> <p>8. 법 제70조제1항제4호 및 제5호에 따른 폐기물해양수거업 및 퇴적 오염물질수거업의 등록</p>	

2. 해양환경관리법상 해양오염퇴적물 정화 복원의 주체

가. 해양환경관리법의 규정

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>제2조 (정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.</p> <p>20. "해양관리대상"이라 함은 「영해 및 접속수역법」에 따른 영해의 경우에는 해당 광역시장·도지사 및 특별자치도지사(이하 "시·도지사"라 한다)로 하며, 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우에는 국토해양부장관을 말한다</p> <p>가. 「배타적경제수역법」 제2조의 규정에 따른 배타적경제수역 해역 및 대통령이 정하는 해역</p> <p>나. 대통령이 정하는 항만 안의 해역</p>	<p>제2조 (관할 대상 해역) 「해양환경관리법」(이하 "법"이라 한다) 제2조제20호가목에서 "대통령령이 정하는 해역"이란 다음 각 호의 해역을 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 「해양법에 관한 국제연합협약」에 따라 대한민국이 해양환경의 보전에 관한 관할권을 갖는 해역 2. 법 제15조제1항에 따른 환경관리 해역 <p>제3조 (관할 대상 항만) 법 제2조제20호나목에서 "대통령령이 정하는 항만"이란 다음 각 호의 항만을 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 「항만법」 제2조제2호에 따른 지정항만 2. 「어촌·어항법」 제2조제3호에 따른 국가어항 	

나. 영해및접속수역 관련 규정

영해및접속수역법	영해및접속수역법 시행령	영해및접속수역법 시행규칙
<p>제1조(영해의 범위) 대한민국의 영해는 기선으로부터 측정하여 그 외측 12해리의 선까지에 이르는 수역으로 한다. 다만, 대통령령이 정하는 바에 따라 일정수역에 있어서는 12해리이내에서 영해의 범위를 따로 정할 수 있다.</p> <p>제2조(기선) ①영해의 폭을 측정하기 위한 통상의 기선은 대한민국이 공식적으로 인정한 대륙척해도에 표시된 해안의 저조선으로 한다.</p> <p>②지리적 특수사정이 있는 수역에 있어서는 대통령령으로 정하는 기점을 연결하는 직선을 기선으로 할 수 있다</p> <p>제3조(내수) 영해의 폭을 측정하기 위한 기선으로부터 육지측에 있는 수역은 내수로 한다.</p> <p>제3조의2(접속수역의 범위) 대한민국의 접속수역은 기선으로부터 측정하여 그 외측 24해리의 선까지에 이르는 수역에서</p>		

영해 및 접속수역법	영해 및 접속수역법 시행령	영해 및 접속수역법 시행규칙
대한민국의 영해를 제외한 수역으로 한다. 다만, 대통령령이 정하는 바에 따라 일정수역에 있어서는 기선으로부터 24해리이내에서 접속수역의 범위를 따로 정할 수 있다.		

다. 배타적경제수역법 관련 규정

배타적경제수역법	배타적경제수역법 시행령	배타적경제수역법 시행규칙
제2조 (배타적경제수역의 범위) ① 대한민국의 배타적경제수역은 협약의 규정에 맞추어 영해 및 접속수역법 제2조에 규정된 기선으로부터 그 외측 200해리의 선까지에 이르는 수역중 대한민국의 영해를 제외한 수역으로 한다 ② 대한민국과 대항하거나 인접하고 있는 국가(이하 "관계국"이라 한다)간의 배타적경제수역의 경계는 제항의 규정에 불구하고 국제법을 기초로 관계국과의 합의에 따라 확정한다		

라. 항만법 관련 규정

항만법	항만법 시행령	항만법 시행규칙
<p>제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. "항만"이란 선박의 출입, 사람의 승선(乘船)과 하선(下船), 화물의 하역(荷役)·보관 및 처리 등을 위한 시설이 갖추어진 것을 말하며, 지정항만과 지방항만으로 구분한다. 2. "지정항만"이란 국민경제와 공공의 이해(利害)에 밀접한 관계가 있는 항만으로써 대통령령으로 그 명칭·위치 및 구역이 지정된 항만을 말한다. 	<p>제2조(지정항만의 명칭 등) 「항만법」(이하 "법"이라 한다) 제2조제2호에 따른 지정항만의 명칭·위치 및 구역은 별표 1과 같다.</p> <p>제3조(지정항만의 지정기준) 법 제3조제2항에 따른 지정항만의 지정기준은 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 무역항 : 주로 원양구역을 항행하는 선박이 입·출항하는 항만 2. 연안항 : 주로 연해구역을 항행하는 선박이 입·출항하는 항만 	

다. 어촌·어항법 관련 규정

항만법	항만법 시행령	항만법 시행규칙
<p>제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.</p> <p>3. "어항"이라 함은 천연 또는 인공의 어항시설을 갖춘 수산업근거지로서 제17조의 규정에 따라 지정·고시된 것을 말하며 그 종류는 다음과 같다.</p> <p>가. 국가어항 : 이용범위가 전국적인 어항 또는 도서·벽지에 소재하여 어장의 개발 및 어선의 대피에 필요한 어항</p> <p>나. 지방어항 : 이용범위가 지역적이고 연안어업에 대한 지원의 근거지가 되는 어항</p> <p>다. 어촌정주어항(漁村定住漁港) : 어촌의 생활근거지가 되는 소규모 어항</p> <p>제17조(어항 등의 지정·변경 및 해제) ① 지정권자는 어항의 경우에는 어항의 명칭</p>	<p>제17조(어항지정 등의 고시) 법 제17조제7항의 규정에 따른 어항 또는 어항구역 밖</p>	

항만법	항만법 시행령	항만법 시행규칙
<p>종류·위치 및 구역을 정하여 지정하고, 어항구역 밖의 어항시설의 경우에는 소속 어항, 시설의 명칭·종류·위치를 정하여 지정한다.</p> <p>② 제1항의 규정에 따른 어항 및 어항시설의 지정에 관하여 필요한 사항은 농림수산식품부령으로 정한다.</p> <p>③ 제1항의 규정에 따라 시·도지사가 지방어항을 지정하고자 하거나 시장·군수·구청장이 어촌정주어항을 지정하고자 하는 때에는 농림수산식품부령이 정하는 바에 따라 미리 농림수산식품부장관 또는 시·도지사와의 협의하여야 한다.</p> <p>④ 지정권자는 어항의 여건이 변하거나 그 밖에 특별한 사유가 발생한 때에는 제1항의 규정에 따른 지정내용을 변경하거나 지정을 해제할 수 있다</p> <p>⑤ 농림수산식품부장관 또는 시도지사는 제1항 및 제4항의 규정에 따라 어항을 지정·변경 또는 지정을 해제하</p>	<p>어항시설의 지정 등에 관한 고시에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 어항의 명칭·종류·위치 및 구역 2. 그 밖에 어항지정 등과 관련하여 필요하다고 인정되는 사항 	

항만법	항만법 시행령	항만법 시행규칙
<p>고자 하는 때에는 국가어항의 경우에는 그 어항의 소재지를 관할하는 시도지사의 의견을 들어야 하고 지방어항의 경우에는 그 어항의 소재지를 관할하는 시장·군수·구청장의 의견을 들어야 한다.</p> <p>⑥ 지정권자는 어항으로 지정하고자 하는 구역에 이미 다른 법률에 따라 토지 또는 수면의 이용에 관한 지구지역·구역 등의 지정이 있는 경우에는 미리 관계행정기관의 장과 협의하여야 한다.</p> <p>⑦ 지정권자는 어항 또는 어항구역 밖의 어항시설을 지정·변경 또는 지정을 해제한 때에는 이를 고시하여야 한다.</p>		

3. 해양환경관리법상 해양오염퇴적물 정화 복원의 판단 기준

가. 해양환경관리법의 관련 규정

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>제18조 (해양환경개선조치) ①해역관리청은 오염물질의 유입 또는 퇴적 등으로 인한 해양오염을 방지하고 해양환경을 개선하기 위하여 필요하다고 인정되는 때에는 대통령령이 정하는 바에 따라 다음 각 호의 해양환경개선조치를 할 수 있다.</p> <p>3. 오염된 퇴적물의 수거</p> <p>④제1항의 규정에 따른 해양환경개선조치와 관련하여 오염물질 유입방지시설의 설치방법, 오염물질의 수거처리방법 및 오염된 퇴적물의 수거방법 등에 관하여 필요한 사항은 국토해양부령으로 정한다.</p>	<p>제16조 (환경관리기본계획의 내용) 법 제16조 제1항제5호에 따라 대통령령으로 정하는 환경관리해역의 관리에 필요한 사항은 다음 각 호와 같다.</p> <p>5. 퇴적물 준설, 인공서식지 조성 등 해역의 환경용량 확대에 관한 사항</p> <p>제24조 (해역관리의 해양환경개선조치) ①법 제18조제1항제1호부터 제3호까지의 규정에 따라 해역관리가 할 수 있는 해양환경개선조치의 세부 사항은 다음 각 호와 같다.</p> <p>3. 오염물질이 퇴적된 해역에서의 오염물질 수거처리</p>	

나. 기타 법률에서의 환경개선조치 관련 판단기준에 관한 규정

1) 토양환경보전법

토양환경보전법	토양환경보전법 시행령	토양환경보전법 시행규칙
<p>第2條(定義) 이 법에서 사용하는 用語의 定義는 다음 各號와 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. "土壤汚染"이라 함은 事業活動 기타 사람의 활동에 따라 土壤이 汚染되는 것으로서 사람의 건강 재산이나 環境에 被害를 주는 狀態를 말한다. 2. "土壤汚染物質"이라 함은 土壤汚染의 원인이 되는 物質로서 환경 부령이 정하는 것을 말한다. 5. "토양정화"라 함은 생물학적 또는 물리·화학적 처리 등의 방법으로 토양중의 오염물질을 감소 제거하거나 토양중의 오염물질에 의한 위해를 완화하는 것을 말한다. 6. "토양정밀조사"라 함은 제4조의2의 규정에 의한 토양오염우려기준을 넘거나 넘을 가능성이 크다 		<p>제1조의4(토양정밀조사) 법 제2조제6호의 규정에 의한 토양정밀조사는 조사대상지역의 토양의 이용현황 토양의 종류별 분류 및 오염물질의 특성 등을 감안하여 가장 적합한 방법에 의하여 조사하여야 하며, 구체적인 토양정밀조사의 방법은 환경부장관이 정하여 고시한다.</p>

토양환경보전법	토양환경보전법 시행령	토양환경보전법 시행규칙
<p>고 판단되는 지역에 대하여 오염 물질의 종류, 오염의 정도 및 범 위 등을 환경부령이 정하는 바에 따라 조사하는 것을 말한다.</p> <p>7. "토양정화업"이라 함은 토양정화 를 수행하는 업을 말한다.</p> <p>第4條(土壤保全基本計劃의 수립등) ①環境部長 官은 土壤保全을 위하여 10年마다 土 壤保全에 관한 基本計劃(이하 "基本計 劃"이라 한다)을 수립·施行하여야 한 다.</p> <p>③基本計劃에는 다음 各號의 사항이 포함되어야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 土壤保全에 관한 施策方向 2. 土壤汚染의 現況·進行狀況 및 將 來豫測 3. 土壤汚染의 방지에 관한 사항 4. 오염토양의 정화 및 복원에 관한 사항 <p>제4조의2(토양오염의 우려기준) 사람의 건강·</p>		<p>제1조의5(토양오염우려기준) 법 제4조의2의 규정에 의한 토양오염우려기준은 별표3과 같다.</p>

토양환경보전법	토양환경보전법 시행령	토양환경보전법 시행규칙
<p>재산이나 동물·식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있는 토양오염의 기준(이하 "우려기준"이라 한다)은 환경부령으로 정한다.</p> <p>第5條(土壤汚染度 測定等) ①環境部長官은 전국적인 土壤汚染實態를 파악하기 위하여 測定網을 設置하고, 土壤汚染度를 常時測定하여야 한다.</p> <p>②시·도지사 또는 시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)은 토양오염이 우려되는 관할구역안의 지역에 대하여 토양오염의 실태를 조사(이하 "토양오염실태조사라 한다)하여야 한다. 이 경우 시장·군수·구청장은 환경부령이 정하는 바에 따라 토양오염실태조사의 결과를 사도지사에게 보고하여야 하며, 시·도지사는 환경부령이 정하는 바에 따라 그가 실시한 토양오염실태조사의 결과 및 시장군수·구청장이 보고한 토양오염실태조사의 결과를 환경부장관에게 보고하여야</p>		<p>제3조(토양오염실태조사) ①특별시장·광역시·도지사(이하 "시·도지사"라 한다) 또는 시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)은 법 제5조 제2항의 규정에 의하여 토양오염실태 조사를 할 때에는 공장·산업지역, 폐금속광산 및 폐기물매립지역 주변 등 토양오염의 가능성이 큰 장소를 선정하여 조사하여야 한다.</p>

토양환경보전법	토양환경보전법 시행령	토양환경보전법 시행규칙
<p>한다.</p> <p>③제1항의 규정에 의한 측정망의 설치 기준과 토양오염실태조사의 대상지역 선정기준, 조사방법 및 절차 그 밖에 필요한 사항은 환경부령으로 정한다</p> <p>④환경부장관, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 土壤保畧을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 다음 각호의 1에 해당하는 지역에 대한 土壤精密調査를 실시할 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 제1항의 규정에 의한 상시측정(이하 "상시측정"이라 한다)의 결과 우려기준을 넘는 지역 2. 토양오염실태조사의 결과 우려기준을 넘는 지역 3. 그 밖의 토양오염사고 등으로 인하여 환경부장관, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이 우려기준을 넘을 가능성이 크다고 인정하는 지역 <p>제15조의5(위해성평가) 시·도지사 또는 시장·</p>		

토양환경보전법	토양환경보전법 시행령	토양환경보전법 시행규칙
<p>군수·구청장이 제15조제3항 각호외의 부분 단서의 규정에 의하여 토양정화를 하고자 하거나 시장·군수·구청장이 제19조제3항의 규정에 의하여 오염토양개선사업을 하고자 하는 경우에는 오염물질의 종류 및 오염도 주변환경, 장래의 토지이용계획 그 밖에 필요한 사항을 고려하여 당해 토지의 오염물질이 인체와 환경에 미치는 위해의 정도를 평가하여 그 결과를 정화범위 및 정화시기 등에 반영할 수 있다.</p> <p>第16條(土壤汚染對策基準) 憂慮基準을 초과하여 사람의 건강 및 財産과 動·植物의 生育에 支障을 주어서 土壤汚染에 대한 對策을 필요로 하는 土壤汚染의 기준(이하 "對策基準"이라 한다)은 環境部令으로 정한다.</p>		

2) 공유수면관리법

공유수면관리법	공유수면관리법 시행령	공유수면관리법 시행규칙
<p>제13조(방치선박등의 제거) ① 관리청은 전복·침몰·방치 또는 계류된 선박, 방치된 폐자재 그 밖의 물건(이하 “방치선박등”이라 한다)이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 국토해양부령이 정하는 바에 따라 그 소유자 또는 점유자에게 제거를 명할 수 있다</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 공유수면의 효율적 이용을 저해하는 것으로 인정하는 경우 2. 수질오염을 발생시킬 우려가 있다고 인정하는 경우 <p>② 관리청은 제1항의 규정에 따라 제거를 명하고자 하는 경우에는 미리 국토해양부장관이 정하는 바에 따라 방치선박등이 제1항 각 호에 해당하는지 여부를 확인하기 위한 조사를 하여야 한다. 이 경우 해당 방치선박등의 상태, 발견장소, 해당 방치선박등으로 인한 해양사고, 수질오염의 발생가능성 공유수면을 관리·이용함에 있어서의</p>		

공유수면관리법	공유수면관리법 시행령	공유수면관리법 시행규칙
지장 여부 등 제반 정황을 종합적으로 판단하여야 한다.		

3) 대기환경보전법

대기환경보전법	대기환경보전법 시행령	대기환경보전법 시행규칙
<p>제1조(목적) 이 법은 대기오염으로 인한 국민 건강이나 환경에 관한 위해(危害)를 예방하고 대기환경을 적정하고 지속가능하게 관리·보전하여 모든 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 하는 것을 목적으로 한다.</p> <p>제3조(상시 측정) ①환경부장관은 전국적인 대기오염 및 기후생태계 변화유발물질의 실태를 파악하기 위하여 환경부령으로 정하는 바에 따라 측정망을 설치하고 대기오염도 등을 상시 측정하여야 한다.</p> <p>②특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사(이하 “시·도지사”라</p>		<p>제11조(측정망의 종류 및 측정결과보고 등) ①법 제3조제1항에 따라 유역환경청장, 지방환경청장 또는 수도권대기환경청장이 설치하는 대기오염 측정망의 종류는 다음 각 호와 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대기오염물질의 지역배경농도를 측정하기 위한 교외대기측정망 2. 대기오염물질의 국가배경농도와

대기환경보전법	대기환경보전법 시행령	대기환경보전법 시행규칙
<p>다)는 해당 관할 구역 안의 대기오염 상태를 파악하기 위하여 환경부령으로 정하는 바에 따라 측정망을 설치하여 대기오염도를 상시 측정하고 그 측정 결과를 환경부장관에게 보고하여야 한다.</p>		<p>장거리이동 현상을 파악하기 위한 국가배경농도측정망</p> <p>3. 도시지역 또는 산업단지 인근지역의 특정대기유해물질중금속을 제외한다)의 오염도를 측정하기 위한 유해대기물질측정망</p> <p>4. 도시지역의 휘발성유기화합물 등의 농도를 측정하기 위한 광화학 대기오염물질측정망</p> <p>5. 산성 대기오염물질의 건성 및 습성 침착량을 측정하기 위한 산성강하물측정망</p> <p>6. 기후·생태계변화 유발물질의 농도를 측정하기 위한 지구대기측정망</p> <p>② 법 제3조제2항에 따라 특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사(이하 "시·도지사"라 한다)가 설치하는 대기오염 측정망의 종류는 다음과 호와 같다.</p> <p>③ 시·도지사는 법 제3조제2항에 따</p>

대기환경보전법	대기환경보전법 시행령	대기환경보전법 시행규칙
<p>제8조(대기오염에 대한 경보) ①시·도지사는 대기오염도가 「환경정책기본법」 제10조에 따른 대기에 대한 환경기준이하 “환경기준”이라 한다)을 초과하여 주민의 건강·재산이나 동식물의 생육에 심각한 피해를 끼칠 우려가 있다고 인정되면 그 지역에 대기오염경보를 발령할 수 있다. 대기오염경보의 발령 사유가 없어진 경우 시·도지사는 대기오염정보를 즉시 해제하여야 한다</p> <p>②시·도지사는 대기오염경보가 발령된 지역의 대기오염을 긴급하게 줄일 필요가 있다고 인정하면 기간을 정하여 그 지역에서 자동차의 운행을 제한하거나 사업장의 조업 단축을 명하거나 그 밖에 필요한 조치를 할 수 있다.</p>	<p>제2조(대기오염경보의 대상 지역 등) ①「대기환경보전법」(이하 "법"이라 한다) 제8조제4항에 따른 대기오염경보의 대상 지역은 시(특별시와 광역시를 포함한다) 지역 중 특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사(이하 "시·도지사"라 한다)가 필요하다고 인정하여 지정하는 지역으로 한다</p> <p>② 법 제8조제4항에 따른 대기오염경보의 대상 오염물질은 「환경정책기본법」 제10조에 따라 환경기준이 설정된 오염물질 중 오존을 말한다</p> <p>③ 법 제8조제4항에 따른 대기오염경보 단계는 대기오염경보 대상 오염물질의 농도에 따라 주의보, 경보 또는 중대경보로 구분하되 대기오염경보</p>	<p>라 상시측정한 대기오염도를 측정망을 통하여 국립환경과학원장에게 전송하고, 연도별로 이를 취합·분석·평가하여 그 결과를 다음 해 1월말까지 국립환경과학원장에게 제출하여야 한다.</p>

대기환경보전법	대기환경보전법 시행령	대기환경보전법 시행규칙
<p>④대기오염경보의 대상 지역 대상 오염물질, 발령 기준, 경보 단계 및 경보 단계별 조치 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.</p> <p>제11조(대기환경개선 종합계획의 수립 등) ① 환경부장관은 대기오염물질과 온실가스를 줄여 대기환경을 개선하기 위하여 대기환경개선 종합계획(이하 "종합계획"이라 한다)을 10년마다 수립하여 시행하여야 한다.</p> <p>②종합계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 대기오염물질의 배출현황 및 전망 2. 대기 중 온실가스의 농도 변화 현황 및 전망 3. 대기오염물질을 줄이기 위한 목표 설정과 이의 달성을 위한 분야별·단계별 대책 4. 환경분야 온실가스 배출을 줄이기 위한 목표 설정과 이의 달성 	<p>단계별 오염물질의 농도기준은 환경부령으로 정한다.</p>	

대기환경보전법	대기환경보전법 시행령	대기환경보전법 시행규칙
<p>을 위한 분야별·단계별 대책</p> <p>5. 기후변화로 인한 영향평가와 적응대책에 관한 사항</p> <p>6. 대기오염물질과 온실가스를 연계한 통합대기환경 관리체계의 구축</p> <p>7. 기후변화 관련 국제적 조화와 협력에 관한 사항</p> <p>8. 그 밖에 대기환경을 개선하기 위하여 필요한 사항</p>		

4) 수도권 대기환경개선에 관한 특별법

수도권 대기환경개선에 관한 특별법	수도권 대기환경개선에 관한 특별법 시행령	수도권 대기환경개선에 관한 특별법 시행규칙
<p>제1조(목적) 이 법은 대기오염이 심각한 수도권 지역의 대기환경을 개선하기 위하여 종합적인 시책을 추진하고, 대기오염원(大氣汚染源)을 체계적으로 관리함으로써 지역주민의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경을 조성함을 목적으로 한다.</p>		

수도권 대기환경개선에 관한 특별법	수도권 대기환경개선에 관한 특별법 시행령	수도권 대기환경개선에 관한 특별법 시행규칙
<p>제3조(「대기환경보전법」과의 관계) 이 법은 「대기환경보전법」에 우선하여 적용하며, 이 법에서 규정하지 아니한 사항은 「대기환경보전법」으로 정하는 바에 따른다.</p> <p>제4조(국가 및 지방자치단체의 책무) ① 국가는 수도권지역의 대기환경 개선을 위한 종합적인 시책을 수립·시행하여야 한다.</p> <p>② 대기관리권역(大氣管理圈域)을 관할 구역으로 하는 지방자치단체(이하 “지방자치단체”라 한다)는 관할 구역의 사회적·환경적 특성을 고려하여 대기환경개선을 위한 세부 시책을 수립·시행하여야 한다.</p> <p>제7조(기초조사의 실시 등) ① 환경부장관은 이 법을 시행하기 위하여 필요하면 대기관리권역에 대하여 인구조획·산업·자동차·교통·에너지이용 등에 관한 기</p>		

수도권 대기환경개선에 관한 특별법	수도권 대기환경개선에 관한 특별법 시행령	수도권 대기환경개선에 관한 특별법 시행규칙
<p>조조사를 실시하거나 관계 행정기관의 장에게 필요한 자료의 제출 또는 지원을 요청할 수 있다.</p> <p>③ 환경부장관은 수도권지역의 대기오염으로 인한 위해(危害)를 줄이기 위하여 위해 정도 및 위해 발생원인 등 필요한 조사를 하여야 한다.</p> <p>제8조(기본계획의 수립 등) ① 환경부장관은 수도권지역의 대기환경개선을 위하여 관계 중앙행정기관의 장과 서울특별시·인천광역시·경기도지사(이하 "서울특별시·인천광역시"라 한다), 그 밖에 관계 도시사의 의견을 들어 10년마다 다음 각 호의 대기오염물질을 줄이기 위한 수도권 대기환경관리 기본계획(이하 "기본계획"이라 한다)을 수립하여야 한다.</p> <p>② 기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.</p> <p>1. 대기환경개선의 목표 및 기본방</p>	<p>제4조(기본계획에 포함될 내용) 법 제8조제2항 제12호에서 "대통령령으로 정하는 사항"이란 다음 각 호의 사항을 말한다.</p> <p>1. 환경친화적인 자동차연료의 보급을 통한 대기오염물질의 저감에 관한 사항</p> <p>2. 대기오염물질의 저감과 관련된 다음 각 목에 관한 사항</p> <p>가. 교통수요 관리</p> <p>나. 교통체계 운영 및 관리의 과학화와 자동차</p> <p>다. 교통수단의 효율성 향상</p> <p>라. 에너지의 생산 및 소비</p>	<p>제5조(수도권대기환경연구지원단) ① 법 제8조 제1항에 따른 수도권대기환경관리기본계획(이하 "기본계획"이라 한다)의 수립에 필요한 조사·연구를 위하여 법 제8조제6항에 따라 국립환경과학원에 수도권대기환경연구지원단(이하 "연구지원단"이라 한다)을 둔다.</p>

수도권 대기환경개선에 관한 특별법	수도권 대기환경개선에 관한 특별법 시행규칙	수도권 대기환경개선에 관한 특별법 시행령	수도권 대기환경개선에 관한 특별법
	<p>마. 에너지의 합리적·효율적 이용</p> <p>3. 도시계획의 수립·시행으로 인한 대기순환의 장애 및 대기오염의 저감에 관한 사항</p>	<p>항에 관한 사항</p> <p>2. 배출원별 대기오염물질 배출량의 현황과 그 전망</p> <p>3. 대기오염도의 현황과 그 전망</p> <p>4. 대기관리권역의 배출원별 대기오염물질 배출허용총량</p> <p>5. 대기관리권역의 배출원별 대기오염물질 배출량의 저감계획</p> <p>6. 서울특별시·인천광역시 및 경기도 (이하 “시·도”라 한다)별 대기오염물질 배출허용총량이하 “지역 배출허용총량”이라 한다)</p> <p>8. 대기관리권역에 있는 사업장에 대한 총량관리대상 오염물질 소산화물·황산화물·먼지를 말한다. 이하 같다) 배출허용총량의 할당 기준</p> <p>11. 기본계획의 시행에 필요한 재원의 규모와 재원조달계획에 관한 사항</p> <p>12. 그 밖에 수도권지역의 대기환경</p>	<p>항에 관한 사항</p> <p>2. 배출원별 대기오염물질 배출량의 현황과 그 전망</p> <p>3. 대기오염도의 현황과 그 전망</p> <p>4. 대기관리권역의 배출원별 대기오염물질 배출허용총량</p> <p>5. 대기관리권역의 배출원별 대기오염물질 배출량의 저감계획</p> <p>6. 서울특별시·인천광역시 및 경기도 (이하 “시·도”라 한다)별 대기오염물질 배출허용총량이하 “지역 배출허용총량”이라 한다)</p> <p>8. 대기관리권역에 있는 사업장에 대한 총량관리대상 오염물질 소산화물·황산화물·먼지를 말한다. 이하 같다) 배출허용총량의 할당 기준</p> <p>11. 기본계획의 시행에 필요한 재원의 규모와 재원조달계획에 관한 사항</p> <p>12. 그 밖에 수도권지역의 대기환경</p>

수도권 대기환경개선에 관한 특별법	수도권 대기환경개선에 관한 특별법 시행령	수도권 대기환경개선에 관한 특별법 시행규칙
<p>개선을 위하여 필요하다고 인정하여 대통령령으로 정하는 사항</p> <p>⑤ 환경부장관은 기본계획을 수립할 때에는 수도권지역의 대기오염수준 환경기술의 발전추세 공장의 신·증설의 필요성 및 배출원별 대기오염물질의 배출비중 등을 종합적으로 고려하여야 한다.</p> <p>⑥ 환경부장관은 기본계획의 수립에 필요한 조사·연구를 위하여 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 환경부령으로 정하는 바에 따라 수도권대기환경연구위원단을 구성·운영할 수 있다.</p>		

4. 해양환경관리법상 해양오염퇴적물 수거 방안

가. 해양환경관리법의 관련 규정

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>제18조(해양환경개선조치)</p> <p>④ 제1항의 규정에 따른 해양환경개선 조치와 관련하여 오염물질 유입방지시설의 설치방법, 오염물질의 수거처리 방법 및 오염된 퇴적물의 수거방법 등에 관하여 필요한 사항은 국토해양부령으로 정한다.</p>	<p>제24조(해역관리청의 해양환경개선조치) ① 법 제18조제1항제1호부터 제3호까지의 규정에 따라 해역관리청이 할 수 있는 해양환경개선조치의 세부 사항은 다음 각 호와 같다.</p> <p>3. 오염물질이 퇴적된 해역에서의 오염물질 수거·처리</p>	<p>제9조(해양환경개선조치)</p> <p>④ 법 제18조제4항에 따른 오염물질 유입방지시설의 설치방법 및 오염물질의 수거·처리방법은 다음 각 호와 같다.</p> <p>2. 오염된 퇴적물의 수거 시에는 2차 오염을 감소시키는 방안을 강구하여야 한다.</p>
<p>제70조(해양환경관리업)① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업(이하 “해양환경관리업”이라 한다)을 영위하려는 자는 대통령령이 정하는 바에 따라 국토해양부장관 또는 해양경찰청장에게 등록하여야 한다.</p> <p>5. 퇴적오염물질수거업: 퇴적된 오염물질의 준설수거에 필요한 선박·장비 및 설비를 갖추고 퇴적된 오염물질을 준설 또는 수거하는 사업</p>		

5. 수거된 해양오염퇴적물의 처리 방안

가. 해양환경관리법의 관련 규정

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>제3조(적용범위)</p> <p>⑤오염물질의 처리에 관하여 이 법에서 규정하고 있는 경우를 제외하고는 「폐기물관리법」· 「수질환경보전법」 및 「오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률」이 정하는 바에 따른다.</p>		
<p>제18조(해양환경개선조치)</p> <p>④ 제1항의 규정에 따른 해양환경개선조치와 관련하여 오염물질 유입방지시설의 설치방법, 오염물질의 수거처리방법 및 오염된 퇴적물의 수거방법 등에 관하여 필요한 사항은 국토해양부령으로 정한다.</p>	<p>제24조(해역관리청의 해양환경개선조치) ① 법 제18조제1항제1호부터 제3호까지의 규정에 따라 해역관리청이 할 수 있는 해양환경개선조치의 세부 사항은 다음 각 호와 같다.</p> <p>3. 오염물질이 퇴적된 해역에서의 오염물질 수거·처리</p>	<p>제9조(해양환경개선조치)</p> <p>④ 법 제18조제4항에 따른 오염물질 유입방지시설의 설치방법 및 오염물질의 수거·처리방법은 다음 각 호와 같다.</p> <p>2. 오염된 퇴적물의 수거 시에는 2차 오염을 감소시키는 방안을 강구하여야 한다.</p>
<p>제24조(해양오염방지활동) ① 국토해양부장관은 해양에 배출 또는 유입되는 폐기물(해양발생 폐기물을 포함한다. 이하 이 조에서 같다)을 효과적으로 수거·처리하기 위하여 대통령령이 정하는 바에 따라 폐기물해양수거처리계획을 수립·시행하여야 한다. 이 경우 시·도지</p>		

해양환경관리법	해양환경관리법 시행령	해양환경관리법 시행규칙
<p>해양환경관리법</p> <p>사는 폐기물해양수거처리계획에 따라 세부 실천계획을 수립시행하여야 한다.</p> <p>③해역관리청은 제1항 및 제2항의 규정에 따른 폐기물의 수거처리 및 조사·측정활동 등 오염방지활동을 위하여 필요한 선박 또는 처리시설을 운영할 수 있다.</p>		

나. 기타 법률에서의 수거 오염물질의 처리에 관한 규정

1) 폐기물관리법

폐기물관리법	폐기물관리법 시행령	폐기물관리법 시행규칙
<p>제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.</p> <p>6. “처리”란 폐기물의 소각(燒却)·중화(中和)·파쇄(破碎)·고형화(固形化) 등의 중간처리(제7호에 따른 재활용을 포함한다. 이하 같다)와 매립하거나 해역(海域)으로 배출하는 등의 최종처리를 말한다.</p> <p>7. “재활용”이란 폐기물을 재사용·재생이용하거나 재사용·재생이용할 수 있는 상태로 만드는 활동 또는 환경부령으로 정하는 기준에</p>		

폐기물관리법 시행규칙	폐기물관리법 시행령	폐기물관리법
		<p>따라 폐기물로부터 「에너지기본법」 제2조제1호에 따른 에너지를 회수하는 활동을 말한다.</p> <p>8. “폐기물처리시설”이란 폐기물의 중간처리시설과 최종처리시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.</p> <p>제9조(폐기물 처리 기본계획) ①시·도지사는 관할 구역의 폐기물을 적정하게 처리하기 위하여 환경부장관이 정하는 지침에 따라 10년마다 폐기물 처리에 관한 기본계획을 세워 환경부장관의 승인을 받아야 한다. 승인사항을 변경하려면 할 때에도 또한 같다. 이 경우 환경부장관은 기본계획을 승인하거나 변경승인하려면 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여야 한다.</p> <p>③제1항과 제2항에 따른 기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 관할 구역의 인구, 주거 형태, 산업 구조·분포 및 지리적 환경 등에 관한 개황(概況) 2. 폐기물의 종류별 발생량과 장래의 발생 예상량 3. 폐기물의 처리 현황과 향후 처리

폐기물관리법	폐기물관리법 시행령	폐기물관리법 시행규칙
<p>폐기물관리법 계획</p> <p>4. 폐기물의 감량화와 재활용 등 자원화에 관한 사항</p> <p>5. 폐기물처리시설의 설치 현황과 향후 설치 계획</p> <p>6. 폐기물의 수집·운반·보관 및 그 장비·용기 등의 개선에 관한 사항</p> <p>7. 재원의 확보 계획</p>	<p>제7조(폐기물의 처리기준 등) ①범 제13조에 따른 폐기물의 수집·운반·보관·처리 의 기준 및 방법은 다음 각 호와 같다</p> <p>1. 폐기물의 종류와 성질·상태별로 재활용 가능성 여부, 가연성이나 불연성 여부 등에 따라 구분하여 수집·운반·보관할 것. 다만, 의료폐기물이 아닌 폐기물로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <p>가. 처리기준과 방법이 같은 폐기물로서 같은 폐기물처리시설이나 장소에서 처리하는 경우나, 폐기물의 발생이나 배출당시 두 종류 이상의 폐기물이 혼합되어 발생되거나 배출된 경우</p>	
<p>제13조(폐기물의 처리 기준 등) 누구든지 폐기물을 수집·운반·보관·처리하려는 자는 대통령령으로 정하는 기준과 방법을 따라야 한다.</p>		

폐기물관리법	폐기물관리법 시행령	폐기물관리법 시행규칙
	<p>다. 특별자치도 또는 시(특별시와 광역시는 제외한다. 이하 같다)·군·구(자치구를 말한다. 이하 같다)의 분리수집 계획 또는 지역적 여건 등을 고려하여 특별자치도 또는 시·군·구의 조례에 따라 그 구분을 다르게 정하는 경우</p> <p>2. 수집·운반·보관의 과정에서 폐기물이 흘날리거나 누출되지 아니하도록 하고, 침출수(洗出水)가 유출되지 아니하도록 하며, 침출수가 생기는 경우에는 환경부령으로 정하는 바에 따라 처리할 것</p> <p>3. 해당 폐기물을 적정하게 처리 또는 보관할 수 있는 장소 외의 장소로 운반하지 아니할 것. 다만, 법 제25조제5항제1호에 해당하는 폐기물 수집·운반업의 허가를 받은 자가 적재 능력이 작은 차량으로 폐기물을 수집하여 적재 능력이 큰 차량으로 옮겨 실어야 할 필요가 있을 때 환경부령으로 정하는 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <p>4. 중간처리 후 발생하는 폐기물은</p>	

폐기물관리법	폐기물관리법 시행령	폐기물관리법 시행규칙
	<p>새로 폐기물이 발생한 것으로 보아, 법 제17조제2항에 따른 신고 또는 같은 조 제3항에 따른 확인을 받고, 해당 폐기물의 처리방법에 따라 적정하게 처리할 것. 다만, 별표 3 제1호나목에 따른 기계적 처리시설에서 중간처리한 후 새로 발생하는 폐기물 중 그 성질과 상태가 중간처리하기 전의 폐기물과 동일한 폐기물은 중간처리하기 전의 폐기물로 보아 해당 폐기물의 처리방법과 기준에 따라 처리하여야 한다.</p> <p>5. 폐기물은 폐기물처리시설에서 처리할 것. 다만, 생활폐기물 배출자가 법 제15조제1항에 따라 처리하는 경우와 그 밖의 폐기물을 환경부령으로 정하는 방법에 따라 처리하는 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <p>6. 폐기물을 처리하는 자가 폐기물을 보관하는 경우에는 그 폐기물 처리시설과 같은 사업장에 있는 보관시설에 보관할 것. 다만, 법 제46조에 따라 폐기물 재활용 신고를 한 자(이하 "폐기물재활용 신고자"라 한다)가 사업장 폐기물</p>	

폐기물관리법	폐기물관리법 시행령	폐기물관리법 시행규칙
폐기물관리법	<p>을 재활용하는 경우로서 환경부령으로 정하는 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <p>7. 폐기물재활용 신고자와 법 제3조 제1항에 따른 광역 폐기물처리시설 설치·운영자(법 제5조제2항에 따라 설치·운영을 위탁받은 자를 포함한다)는 환경부령으로 정하는 기간 이내에 폐기물을 처리할 것. 다만, 화재, 중대한 사고, 노동쟁의, 방치 폐기물의 반입·보관 등 그 처리기간 이내에 처리하지 못할 부득이한 사유가 있는 경우로서 특별시장·광역시·도지사 및 특별자치도지사(이하 "시·도지사"라 한다) 또는 유역환경청장·지방환경청장의 승인을 받은 때에는 그러하지 아니하다.</p> <p>8. 두 종류 이상의 폐기물이 혼합되어 있어 분리가 어려우면 다음 각 목의 방법으로 처리할 것 가. 폐산(廢酸)이나 폐알카리와 다른 폐기물이 혼합된 경우에는 중화처리한 후 적정하게 처리할 것</p>	

폐기물관리법	폐기물관리법 시행령	폐기물관리법 시행규칙
	<p>나. 일반소각대상 폐기물과 고온 소각대상 폐기물이 혼합된 경우에는 고온소각할 것</p> <p>9. 폐기물을 매립하는 경우에는 침출수와 가스의 유출로 인한 주변 환경의 오염을 방지하기 위하여 차수시설(遮水施設), 집수시설(集水施設), 침출수 유량조정조(流量調整槽), 침출수 처리시설을 갖추고, 가스 소각시설이나 발전·연료화 처리시설을 갖춘 매립시설에서 처리할 것. 다만, 침출수나 가스가 발생하지 아니하거나 침출수나 가스의 발생으로 인한 주변 환경오염의 우려가 없다고 인정되는 경우로서 환경부령으로 정하는 경우에는 위 시설의 전부 또는 일부를 갖추지 아니한 매립시설에서 이를 처리할 수 있다.</p> <p>10. 분진·소각재·오니류(汚泥類)중 지정폐기물이 아닌 폐기물로서 수소이온 농도지수가 12.5 이상이거나 2.0 이하인 것은 관리형 매립시설의 차수시설과 침출수 처리시설의 성능에 지장을 초래하지 아니하도록 하여 매립할 것</p> <p>11. 재활용이 가능한 폐기물은 재활</p>	

폐기물관리법	폐기물관리법 시행령	폐기물관리법 시행규칙
<p>제25조(폐기물처리업) ①폐기물의 수집·운반 또는 처리를 업(이하 “폐기물처리업”이라 한다)으로 하려는 자는 환경부령으로 정하는 바에 따라 지정폐기물을 대상으로 하는 경우에는 폐기물 처리 사업계획서를 환경부장관에게 제출하고, 그 밖의 폐기물을 대상으로 하는 경우에는 시·도지사에게 제출하여야 한다. 환경부령으로 정하는 중요 사항을 변경하려는 때에도 또한 같다.</p> <p>②환경부장관이나 시·도지사는 제1항에 따라 제출된 폐기물 처리 사업계획서를 다음 각 호의 사항에 관하여 검토한 후 그 적합 여부를 폐기물처리사업계획서를 제출한 자에게 통보하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 폐기물처리업 허가를 받으려는 자(법인의 경우에는 임원을 포함한다)가 제26조에 따른 결격사유에 해당하지 여부 2. 폐기물처리시설의 입지 등이 다 	<p>용하도록 할 것</p> <p>②제1항에 따른 폐기물의 수집·운반·보관·처리에 관한 구체적인 기준과 방법은 환경부령으로 정한다.</p>	

폐기물관리법 시행규칙	폐기물관리법 시행령	폐기물관리법
		<p>른 법률에 저촉되는지 여부</p> <p>3. 폐기물처리사업계획서상의 시설 장비와 기술능력이 제3항에 따른 허가기준에 맞는지 여부</p> <p>4. 폐기물처리시설의 설차운영으로 상수원 등 주변 환경에 미치는 영향</p> <p>③제2항에 따라 적합통보를 받은 자는 그 통보를 받은 날부터 2년(폐기물 수집·운반업의 경우에는 6개월, 폐기물 처리업 중 소각시설과 매립시설의 설치 필요할 경우 3년) 이내에 환경부령으로 정하는 기준에 따른 시설·장비 및 기술능력을 갖추어 업종별로 시도지사의 허가를 받아야 한다. 다만, 지정폐기물을 대상으로 폐기물처리업을 하려는 자는 환경부장관의 허가를 받아야 한다.</p> <p>⑤폐기물처리업의 업종 구분과 영업 내용은 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 폐기물 수집·운반업: 폐기물을 수집하여 처리 장소로 운반하는 영업 2. 폐기물 중간처리업 폐기물 중간 처리시설을 갖추고 폐기물을 소각처리, 기계적 처리, 화학적 처리, 생물학적 처리, 그 밖에 환경

폐기물관리법	폐기물관리법 시행령	폐기물관리법 시행규칙
<p>폐기물관리법</p> <p>부장관이 폐기물을 안전하게 중간처리할 수 있다고 인정하여 고시하는 방법으로 중간처리(생활폐기물을 재활용하는 경우는 제외한다)하는 영업</p> <p>3. 폐기물 최종처리업 폐기물 최종처리시설을 갖추고 폐기물을 매립 등(해역 배출은 제외한다)의 방법으로 최종처리하는 영업</p> <p>4. 폐기물 종합처리업 폐기물처리시설을 갖추고 폐기물의 중간처리와 최종처리를 함께 하는 영업</p>		

부록3. 처리기술 실증실험
관련자료(입자분리 A사)

부록 3. 처리기술 실증실험 관련 자료 (입자분리 A사)

[참고자료: 실증실험 협조전 - 입자분리 A사]

한 국 해 양 연 구 원

426-744 경기도 안산시 상록구 해안로 464(사동) T:031-400-6184 F:031-408-4493 / jakang@kordi.re.kr / 강정애

문서번호 : 특정해역 제09-0043-3호

시행일자 : 2009.06.01

(경 유)

수 신 : 대표이사

참 조 : 관련 업무 담당자

제 목 : 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험 협조 요청

1. 귀사의 부당한 발전을 기원합니다.
2. 우리 연구원에서는 국토해양부의 의뢰로 "해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발" 연구용역을 수행하고 있습니다.
3. 위 연구용역 수행을 위하여, 현재 국내 상용화된 퇴적물 또는 미세토양 정화기술 중 해양오염 퇴적물에 활용 가능한 기술 유무와 해당 기술의 활용가능성 평가가 필요합니다.
4. 이를 위하여 우리 연구원에서는 '09년 5월 15일부터 5월 25일까지 공고("해양오염퇴적물 정화 기술을 찾습니다")를 통하여 기술현황 설문서를 접수·평가한 결과, 귀사가 보유한 기술에 대하여 해양오염 퇴적물 정화성능 실증실험을 추진하고자 하오니 다음과 같이 협조하여 주시기 바랍니다.

- 다 음 -

- 기술실증 시험 일정(6월중) 및 소요 경비
- 회신처: 김경련 선임연구원 (전화:031-400-6185, 팩스: 031-408-4493), 끝.

한국해양연구원 

[참고자료: 실증실험 회신 공문 - 입자분리 A사]



2009-04-26 00:10 FROM: [Redacted]

TO: 0314084493

Tel. [Redacted]

문서번호 : [Redacted]

2009. 06. 3.

수 신 : 한국 해양연구원

참 조 : 김 경현 박사님

제 목 : 해양오염 퇴적물 정화기술 실증실험 협조건

1. 귀 사의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 의뢰하신 실증 실험에 대한 당사 계획은 아래와 같이 알려드립니다.
참고하시어 협조를 바랍니다.

- 아 래 -

가. 실증시험 방법: 실제 오니처리 플랜트에 의한 실증 시험

나. 실증시험 위치: 양주 자연형하천 조성공사 내 오니 처리플랜트

다. 실증시험 희망 기간: 2009년 6월 20일 ~ 2009년 6월 30일 사이

라. 실증 시험 비용:

궤삭기 2일 ;	350,000 x 2 =	700,000
발전기 2일 ;	1 식	= 350,000
장비 운반운임 ;	1식	= 900,000 (궤삭기, 발전기)
약중비 ;	1식	= 400,000
연료비 ;	1식	= 800,000 (궤삭기, 발전기)
인건비 ;	5인 x 80,000	= 400,000
공과 장비 ;	1식	= 500,000
합 계	:	4,050,000

마. 시료인수 희망시기 : 2009년 6월 18일 ~ 2009년 6월 23일 사이

바. 사전 준비기간 : 시료 인수 후 5일

(주) [Redacted]

대표 [Redacted]

[참고자료: 실증실험 동의서 - 입자분리 A사]

해양오염퇴적물 정화기술 실증실험 동의서

당사는 한국해양연구원이 국토해양부가 발주한 연구용역 “해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발(II)” 수행에 필요한 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험에 참가를 희망하며, 실증실험에 관한 모든 사항은 한국해양연구원의 제안에 따를 것임을 동의합니다.

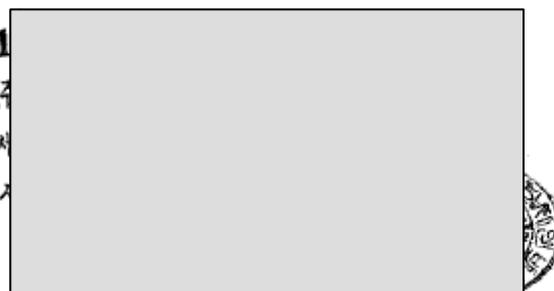
2009년 6월 26일

업체명:

주소:

연락처:

대표자:



[참고자료: 사전시험용 시료인수 확인서 - 입자분리 A사]

사전시험용 시료인수 확인서

당사는 한국해양연구원이 추진하고 있는 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험을 위하여 사전시험용 시료를 다음과 같이 인수함을 확인합니다.

- 다 음 -

번호	1	2
시료명	해양퇴적물(방어진)	해양퇴적물(행암만)
채취장소	울산시 방어진항내 2개 지점	진해시 행암만내 2개 지점
보관상태	1000L 용량 플라스틱 컨테이너 박스에 시료를 담고 밀봉	1000L 용량 플라스틱 컨테이너 박스에 시료를 담고 밀봉
시료수, 양	1 개, 1000L	1 개, 1000L

2009년 6 월 26일

업체명:

주소:

연락처:

대표자:

인수자:



시료 제공: 한국해양연구원

전달자:

김 경련

A handwritten signature in black ink, appearing to read '김경련'.

봉인 확인 내용: 봉인 무

[참고자료: 실증실험용 시료인수 확인서 - 입자분리 A사]

실증실험용 시료인수 확인서

당사는 한국해양연구원이 추진하고 있는 해양오염퇴적물
정화기술 실증실험을 위하여 실증실험용 시료를 다음과 같이
인수함을 확인합니다.

- 다 음 -

번호	1	2
시료명	해양퇴적물(방어진)	해양퇴적물(행암만)
채취장소	울산시 방어진항내 2개 지점	진해시 행암만내 2개 지점
보관상태	1000L 용량 플라스틱 컨테이 너 박스에 시료를 담고 밀봉	1000L 용량 플라스틱 컨테이 너 박스에 시료를 담고 밀봉
시료수, 양	1 개, 1000L	1 개, 1000L

2009년 6 월 26일

업체명:

주소:

연락처:

대표자:

인수자:



시료 제공: 한국해양연구원

전달자:

김 경련

봉인 확인 내용: 상호 확인 후 봉인 해제 (사진 등 관련 자료 별첨)

[참고자료: 실증실험 시료채취 확인서(행암만) - 입자분리 A사]

실증실험 시료채취 확인서

당사는 한국해양연구원이 주관하는 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험 과정에서 다음과 같은 수량과 물량의 시료채취를 확인합니다.

- 다음 -

*시료투입량: 1452.6 kg

차레	시료명	발생공정	시료수	시료양	비고
1	Enbio-JH1		1	2kg	처리전 원시료
2	Enbio-JH2	협잡물 제거, 입자분리	1	63.3kg	중간 처리 산물
3					중간 처리 산물
4					중간 처리 산물
5	Enbio-JH3	자갈, 협잡물 제거	1	11.3kg	발생 폐기물
6	Enbio-JH4	용접침전후 탈수제역	1	1.5kg	최종 처리 산물

※ 여백 부족시 별지 작성 가능

2009년 7월 8일

업체명:

주소:

연락처:

대표자:

입회자:



채취 기관: 한국해양연구원, 채취일시: '09년 7월 8일 13:30분

채취자: 김 경권

※ 기타: 상호 확인 후 시료 채취 (사진 등 관련 자료 별첨)

[참고자료: 실증실험 시료채취 확인서(방어진) - 입자분리 A사]

실증실험 시료채취 확인서

당사는 한국해양연구원이 주관하는 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험 과정에서 다음과 같은 수량과 물량의 시료채취를 확인합니다.

- 다음 -

*시료총입량: 1556.3kg

차레	시료명	발생공정	시료수	시료양	비고
1	Enbio-UB1	-	1	2kg	처리전 원시료
2	Enbio-UB2	현물제거, 입자분리	1	183.4kg	중간 처리 산물
3					중간 처리 산물
4					중간 처리 산물
5	Enbio-UB3	자갈, 현물 분리	1	203.1kg	발생 폐기물
6	Enbio-UB4	응집전후 탈수제거	1	12.5kg	최종 처리 산물

※ 여백 부족시 별지 작성 가능

2009년 7월 8일

업체명:

주소:

연락처:

대표자:

입회자:

채취 기관: 한국해양연구원, 채취일시: '09년 7월 8일 15:30분

채취자: 김경련

※ 기타: 상호 확인 후 시료 채취 (사진 등 관련 자료 별첨)

[참고자료: 실증실험 시설 점검표 - 입자분리 A사]

해양오염퇴적물 정화기술 실증실험용 시설 점검표

■ 업체명: 입회자:
 ■ 확인기관: 한국해양연구원 확인자: 김경원

1. 처리시설

구분	상용장치 (Full scale)	소규모 실험장치 (Pilot scale)
	○	

1-1) 소규모 실험장치일 경우 상용장치 대비 축소비율은?

구분	상용장치 (Full scale)	상용장치 대비 비율
	1	

(예: 상용장치: 1, 상용장치 대비: 1/10 등)

2. 처리용량

2-1) 상용장치일 경우 처리용량

구분	처 리 용 량(상용장치)			
	시간당	일당	일평균	일 최대
	처리용량(m ³ /h)	처리용량(m ³ /d)	처리용량(m ³ /h)	처리용량(m ³ /h)
	60	480	45	80

3. 처리시설의 제원 및 특성

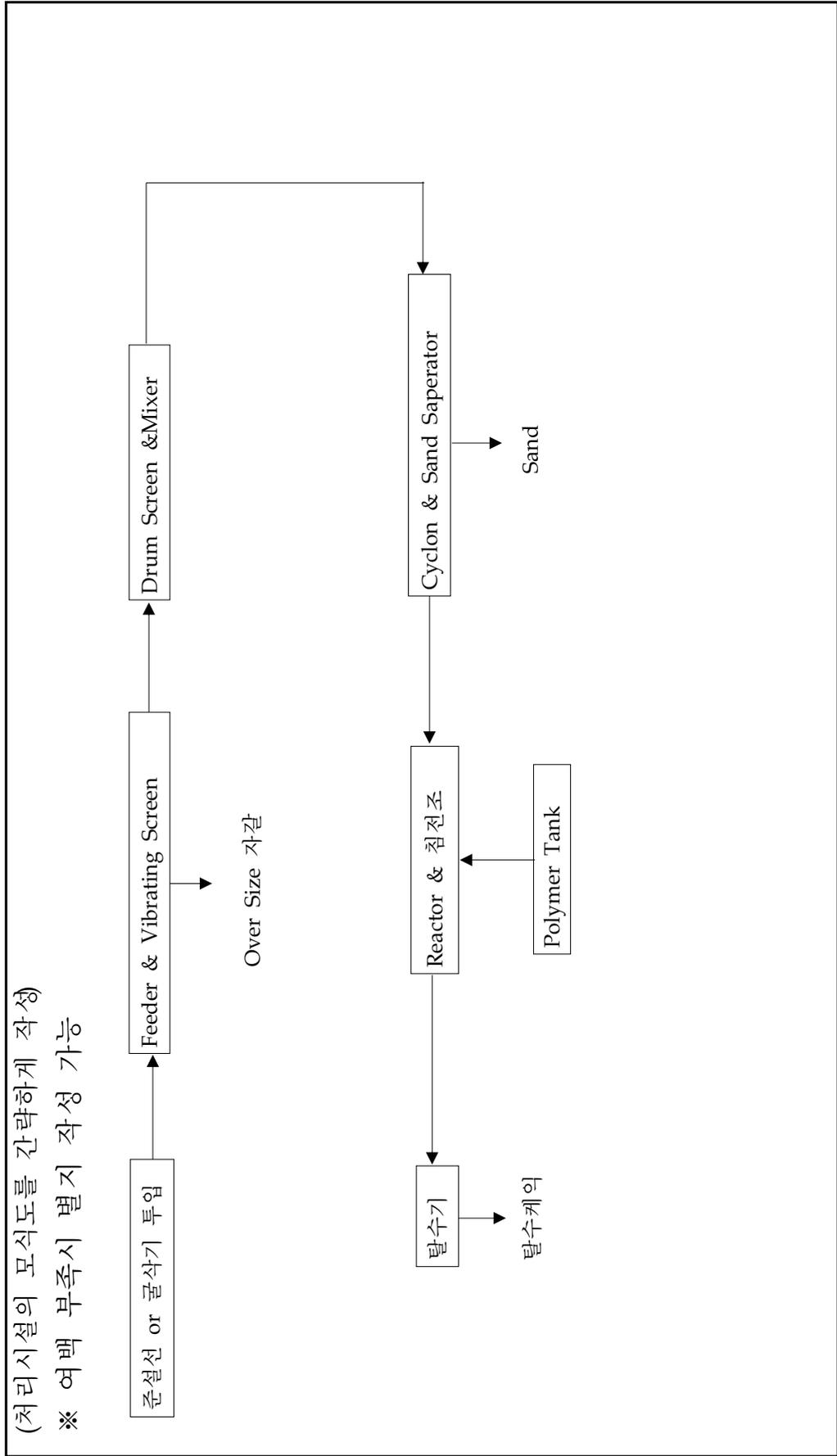
차 례	장 치 명	가 로 (m)	세 로 (m)	높 이 (m)	직 경 (m)	체 적 (m ³)	특 성
1	Feeder	750	1600				준설토를 일정량 투입 60m ³ /h
2	Vibreting Screen	1000	1400				Over Size 분리 60m ³ /h
3	Drum Screen		2500		φ 1300		세척수 투입, 자갈 분리, 60m ³ /h
4	Mixer	2200	4000	2400			준설토와 세척수 혼합 60m ³ /h
5	Cyclon (2단)				φ 350 φ 200		모래와 오니 분류 30m ³ /h, 2개 1조
6	Sand Separator	1500	3000	1500			모래 분리 10m ³ /h
7	Reactor	1500	500	1000			약품 혼합 60m ³ /h
8	Polymer Tank					5	약품 보관 및 투입 5m ³ , 2대
9	침전조	1500	5000	3000			오니 침전 60m ³ /h
10	탈수기	1800	3600	3000			오니 탈수 30m ³ /h, 2대

※ 여백 부족시 별지 작성 가능

4. 처리시설의 모식도

(처리시설의 모식도를 간략하게 작성)

※ 여백 부족시 별지 작성 가능



5. 처리공정별 특성

차 례	공정명	공정역할	투입물질	투입량	체류시간	산출물질	기타
1	Feeder	준설토 일정투입	준설토	40~80m ³ /h			
2	Vibrating Screen	Over Size 분리	준설토	40~80m ³ /h		Over Size 자갈	
3	Drum Screen & Mixer	자갈 분리 세척수 혼합	준설토 세척수	40~80m ³ /h		자갈	
4	Cyclon	오래 와 오니 분류	준설토	40~80m ³ /h			
5	Sand Separator	모래 분리	준설토	40~80m ³ /h		모래	
6	침전조	오니 침전 분리	준설토 Polymer	40~80m ³ /h	5 min		
7	탈수기	오니 탈수	준설토	30 m ³ /h		오니탈수 케익	

※ 여백 부족시 별지 작성 가능, 각 항목별 기록시 단위 표시

부록4. 처리기술 실증실험
관련자료(세척정화 B사)

부록 4. 처리기술 실증실험 관련 자료 (세척정화 B사)

[참고자료: 실증실험 협조전 - 세척정화 B사]

한 국 해 양 연 구 원

426-744 경기도 안산시 상록구 해안로 464(사동) T:031-400-6184 F:031-408-4493 / jakang@kordi.re.kr / 강정애

문서번호 : 특정해역 제09-0043-3호

시행일자 : 2009.06.01

(경 유)

수 신 : 대표이사

참 조 : 관련 업무 담당자

제 목 : 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험 협조 요청

1. 귀사의 부당한 발전을 기원합니다.
2. 우리 연구원에서는 국토해양부의 의뢰로 "해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발" 연구용역을 수행하고 있습니다.
3. 위 연구용역 수행을 위하여, 현재 국내 상용화된 퇴적물 또는 미세토양 정화기술 중 해양오염 퇴적물에 활용 가능한 기술 유무와 해당 기술의 활용가능성 평가가 필요합니다.
4. 이를 위하여 우리 연구원에서는 '09년 5월 15일부터 5월 25일까지 공고("해양오염퇴적물 정화 기술을 찾습니다")를 통하여 기술현황 설문서를 접수·평가한 결과, 귀사가 보유한 기술에 대하여 해양오염 퇴적물 정화성능 실증실험을 추진하고자 하오니 다음과 같이 협조하여 주시기 바랍니다.

- 다 음 -

- 기술실증 시험 일정(6월중) 및 소요 경비
- 회신처: 김경련 선임연구원 (전화:031-400-6185, 팩스: 031-408-4493), 끝.

한국해양연구원 

[참고자료: 실증실험 회신 공문 - 세척정화 B사]

[Redacted]

[Redacted]

문서번호 : [Redacted]

시행일자 : 2009년 6월 10일

수 신 : 한국해양연구원

참 조 : 김경련 박사

선 랑			지시	
접수	일자		결재 · 공함	
	번호			
처 리 과				
날 낭 자				

제 목 : 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험 관련

1. 귀 기관이 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 귀 기관이 요청하신 실증실험을 이례와 같이 실시하고자 하오니 협조하여 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

1. 실증 실험명 : 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험
2. 실 시 일 자 : 2009년 7월 초 2일간(확정일자 추후 협의)
3. 실 시 장 소 : [Redacted]
4. 시료 인수자 : [Redacted]

-계속-

-계속-

4. 준비 사항 :

◆ 필요 시료량	울산방어진, 진해 행암만 2개 시료 각 2m ³ 씩 필요
◆ 시료인수날짜	각 1m ³ 씩은 개취 즉시 인수 나머지 1m ³ 씩은 실증일 전일 인수
◆ 사전준비기간	시료 인수후 적용테스트 실시 예정(약 1-2주 소요)
◆ 유효활용	입경 0.02mm 이상은 복토제 등으로 활용가능
◆ 소요예산	인건비(7인) : 720,000원 약품비(악취저기계 등) : 580,000원 정화장비 손료 : 1,800,000원 전력 : 50,000원 용수 : 20,000원 테스트 눈석비 : 800,000원 운반비 : 600,000원 합계 : 4,570,000원
◆ 시료채취 및 분석	한국해양연구원

주식회사

대



[참고자료: 실증실험 동의서 - 세척정화 B사]

해양오염퇴적물 정화기술 실증실험 동의서

당사는 한국해양연구원이 국토해양부가 발주한 연구용역 “해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발(II)” 수행에 필요한 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험에 참가를 희망하며, 실증실험에 관한 모든 사항은 한국해양연구원의 제안에 따를 것임을 동의합니다.

2009년 7월 14일

업체명:

주소:

연락처:

대표자:

--

[참고자료: 사전시험용 시료인수 확인서 - 세척정화 B사]

사전시험용 시료인수 확인서

당사는 한국해양연구원이 추진하고 있는 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험을 위하여 사전시험용 시료를 다음과 같이 인수함을 확인합니다.

- 다음 -

번호	1	2
시료명	해양퇴적물(방어진)	해양퇴적물(행암만)
채취장소	울산시 방어진항내 2개 지점	진해시 행암만내 2개 지점
보관상태	1,000L 용량 플라스틱 컨테이너 박스에 시료를 담고 밀봉	1,000L 용량 플라스틱 컨테이너 박스에 시료를 담고 밀봉
시료수, 양	1개, 1,000L	1개, 1,000L

2009년 9 월 14 일

업체명:
주소:
연락처:
대표자:
인수자:



시료 제공: 한국해양연구원

전달자:

김 경 권 

봉인 확인 내용: 봉인 무

[참고자료: 실증실험용 시료인수 확인서 - 세척정화 B사]

실증실험용 시료인수 확인서

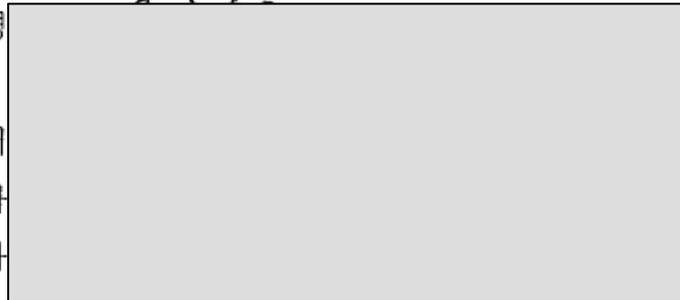
당사는 한국해양연구원이 추진하고 있는 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험을 위하여 실증실험용 시료를 다음과 같이 인수함을 확인합니다.

- 다 음 -

번호	1	2
시료명	해양퇴적물(방어진)	해양퇴적물(행암만)
채취장소	울산시 방어진항내 2개 지점	진해시 행암만내 2개 지점
보관상태	1,000L 용량 플라스틱 컨테이너 박스에 시료를 담고 밀봉	1,000L 용량 플라스틱 컨테이너 박스에 시료를 담고 밀봉
시료수, 양	1개, 1,000L	1개, 1,000L

2009년 7월 14일

업체명
주소:
연락처
대표자
인수자



시료 제공: 한국해양연구원

전달자:

김 경 권 (인)

봉인 확인 내용: 상호 확인 후 봉인 해제 (사진 등 관련 자료 별첨)

[참고자료: 실증실험 시료채취 확인서(행암만) - 세척정화 B사]

실증실험 시료채취 확인서

당사는 한국해양연구원이 주관하는 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험 과정에서 다음과 같은 수량과 물량의 시료채취를 확인합니다.

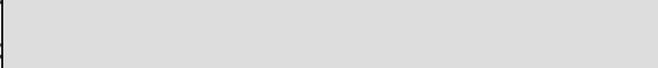
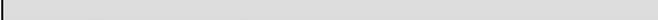
- 다음 -

*시료투입량: 240kg

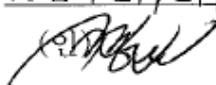
차레	시료명	발생공정	시료수	시료양	비고
1	QEN-JH1	-	1	2kg	처리전 원시료
2					중간 처리 산물
3					중간 처리 산물
4	QEN-JH2	분리, 세척, 건조, 탈수 (0.01mm 이하)	1	39.4kg	중간 처리 산물
5	QEN-JH3	진동선별(30mm 이상)	1	41kg	발생 폐기물
6	QEN-JH4	분리, 세척, 건조, 탈수 (0.01mm 이하)	1	12.8kg	최종 처리 산물

※ 여백 부족시 별지 작성 가능

2009년 7월 14일

업체명: 
 주소: 
 연락처: 
 대표자: 
 임회자: 

채취 기관: 한국해양연구원, 채취일시: '09년 7월 14일 14시 10분

채취자: 김경권 

※ 기타: 상호 확인 후 시료 채취 (사진 등 관련 자료 별첨)

[참고자료: 실증실험 시료채취 확인서(방어진) - 세척정화 B사]

실증실험 시료채취 확인서

당사는 한국해양연구원이 주관하는 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험 과정에서 다음과 같은 수량과 물량의 시료채취를 확인합니다.

- 다 음 -

*시료투입량: 240kg

차레	시료명	발생공정	시료수	시료양	비고
1	QEV-UB1	-	1	2kg	처리전 원시료
2					중간 처리 산물
3					중간 처리 산물
4	QEV-UB2	(0.01mm 이하) 분리, 세척, 건조, 탈수	1	36.4kg	중간 처리 산물
5	QEV-UB3	진동분별 (3mm 이하)	1	36kg	발생 폐기물
6	QEV-UB4	(0.01mm 이하) 분리, 세척, 건조, 탈수	1	13.8kg	최종 처리 산물

※ 여백 부족시 별지 작성 가능

2009년 7월 14 일

업체명:
주소:
연락처:
대표자:
입회자:



채취 기관: 한국해양연구원, 채취일시: '09년 7월 14일 18시 00분

채취자: 김 경 련

※ 기타: 상호 확인 후 시료 채취 (사진 등 관련 자료 별첨)

[참고자료: 실증실험 시설 점검표 - 세척정화 B사]

해양오염퇴적물 정화기술 실증실험용 시설 점검표

■ 업체명: 입회자:
 ■ 확인기관: 한국해양연구원 확인자: 김 경권

1. 처리시설

* Pilot scale 로 실험

구 분	상용장치 (Full scale)	소규모 실험장치 (Pilot scale)
		90 m ³ /R

1-1) 소규모 실험장치일 경우 상용장치 대비 축소비율은?

구 분	상용장치 (Full scale)	상용장치 대비 비율
		1

(예: 상용장치: 1, 상용장치 대비: 1/10 등)

2. 처리용량

2-1) 상용장치일 경우 처리용량

* Pilot scale 용량 (실증실험용 장치)

구 분	처 리 용 량(상용장치)			
	시간당 처리용량(m ³ /h)	일당 처리용량(m ³ /d)	일평균 처리용량(m ³ /h)	일 최대 처리용량(m ³ /h)
		0.24	1.92 (8h/d)	1.44

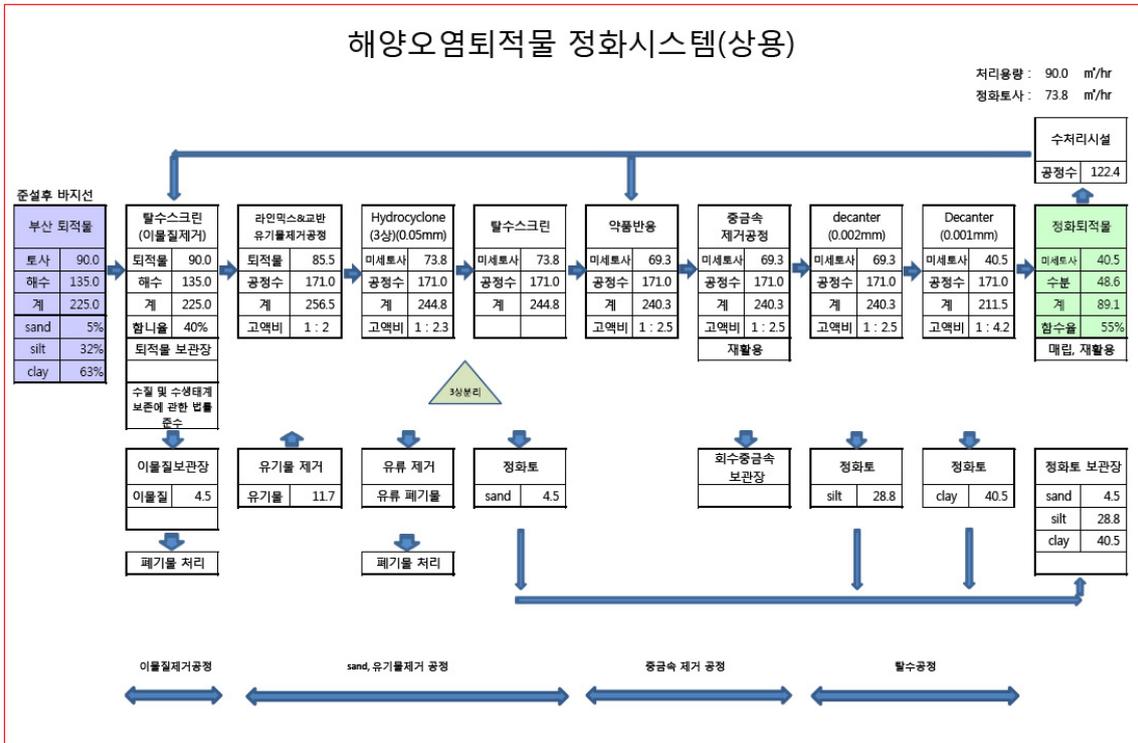
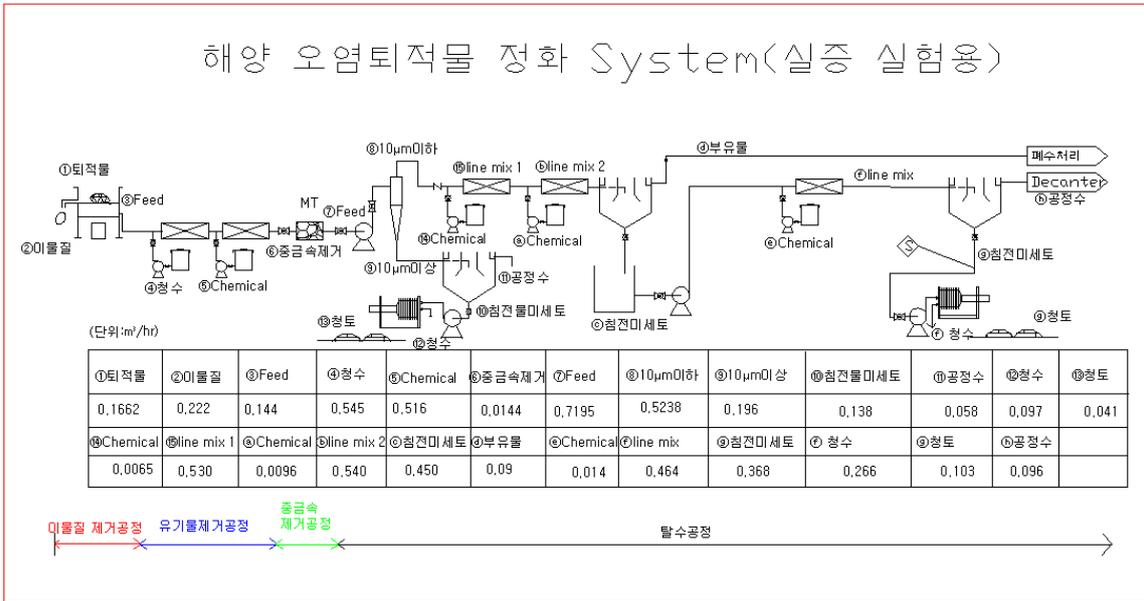
(상용장치)

구 분	처 리 용 량			
	시간당 처리용량(m ³ /h)	일당 처리용량(m ³ /d)	일평균 처리용량(m ³ /h)	일 최대 처리용량(m ³ /h)
	90	720 (1일 8시간 기준)	540	1,350 (1일15시간 기준)

3. 처리시설의 제원 및 특성

차 례	장 치 명	수 량 (식)	가 로 (m)	세 로 (m)	높 이 (m)	면 적 (m ²)	체 적 (m ³)	특 성
1	해양퇴적물보관장	2	18	10	2.6	360	936	
2	탈수스크린	1	5	3		15	-	이물질 제거, 270m ³ /h
3	이물질보관장	1	3	5		15	-	
4	라인믹스	2	30	20		1,200	-	
5	Hydrocyclone	2	8	6		96	-	0.05mm이상 제거, 340m ³ /h
6	no1 바란스탱크	1	3	3	2	9	18	체류시간 : 5분, 처리용량 : 270m ³ /h
7	중금속처리공정	1	3	5		15	-	
8	no2 바란스탱크	1	3	3	2	9	18	체류시간 : 5분, 처리용량 : 270m ³ /h
9	Decanter(0.002)	10	3	3		90	-	처리용량 : 70m ³ /h
10	Decanter(0.001)	7	3	3		63	-	
11	회수중금속 보관장	1	5	5		25	-	
12	정화토보관장	1	15	12	2	180	360.0	72m ³ /일, 5일 보관용량
합계			30	70.4	3.3	2,113		

4. 처리시설의 모식도 및 퇴적물 물질수지



5. 처리공정별 특성

차 례	공정명	공정역할	투입물질	투입량	체류 시간	산출물질	기타
1	해양퇴적물보관장	염분제거 악취제거	퇴적물 공정수	90 135	1일	이물질	
2	탈수스크린	조개등이 물질제거	-		2일	이물질	
3	이물질보관장	폐기물 보관	-		5일	이물질	
4	라인믹스	유기물 제거	약품		연속	유기물	
5	Hydrocyclone	고액분리	-		연속	0.05mm 이상토양/ 유기물	
6	no1 바란스탱크	교반	약품		5분	중금속	
8	중금속제거공정	중금속 분리	-		연속	중금속	
9	no2 바란스탱크	중금속 분리	-		5분	중금속	
10	Decanter(0.002)	고액분리	-		연속	2 μ m이상 토양	
11	Decanter(0.001)	고액분리	-		연속	1 μ m이상 토양	
12	회수중금속 보관장	중금속 보관	-		-	중금속	
13	정화토보관장	정화토 보관	-		5일		

※ 처리공정의 특징

회수 중금속 및 공정중 발생 폐수는 처리 후 재활용

부록5. 처리기술 실증실험
관련자료(세척정화 C사)

부록 5. 처리기술 실증실험 관련 자료 (세척장화 C사)

[참고자료: 실증실험 협조전 - 세척정화 C사]

한 국 해 양 연 구 원

426-744 경기도 안산시 상록구 해안로 464(사동) T:031-400-6184 F:031-408-4493 / jakang@kordi.re.kr / 김정애

문서번호 : 특정해역 제09-0043-3호

시행일자 : 2009.06.01

(경 유)

수 신 : 대표이사

참 조 : 관련 업무 담당자

제 목 : 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험 협조 요청

1. 귀사의 부중한 발전을 기원합니다.
2. 우리 연구원에서는 국토해양부의 의뢰로 "해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발" 연구용역을 수행하고 있습니다.
3. 위 연구용역 수행을 위하여, 현재 국내 상용화된 퇴적물 또는 미세토양 정화기술 중 해양오염 퇴적물에 활용 가능한 기술 유무와 해당 기술의 활용가능성 평가가 필요합니다.
4. 이를 위하여 우리 연구원에서는 '09년 5월 15일부터 5월 25일까지 공고("해양오염퇴적물 정화 기술을 찾습니다")를 통하여 기술현황 설문서를 접수·평가한 결과, 귀사가 보유한 기술에 대하여 해양오염 퇴적물 정화성능 실증실험을 추진하고자 하오니 다음과 같이 협조하여 주시기 바랍니다.

- 다 음 -

- 기술실증 시험 일정(6월중) 및 소요 경비
- 회신처: 김경련 선임연구원 (전화:031-400-6185, 팩스: 031-408-4493), 끝.

한국해양연구원



[참고자료: 실증실험 공동참여 공문 - 세척정화 C사]

[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]

문서번호 : [Redacted] 2009. 6. 15
수 신 : 한국해양연구원장 귀하
참 조 : 김경련 선임연구원
제 목 : “해양오염퇴적물 정화기술 실증실험” 공동참여 요청의 건

1. 귀 연구원의 일익 번창하심을 기원합니다.
2. 귀 연구원에서 수행하고 있는 “해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발” 연구용역에 우리회사가 참여할 수 있도록 기회를 주신데 감사 드립니다.
3. 귀 연구원에서 2009년 6월 1일에 “해양오염퇴적물 정화기술 실증실험”(문서번호: 특정해역 제 09-0043-2 호) 협조 요청과 관련하여 실증실험을 준비하는 과정에서 유사기술 보유기업인 [Redacted]과의 기술협약을 통한 공동참여로 해양오염퇴적물 정화성능 실증실험의 성과를 더욱 높이고자 양사가 함께 실증실험에 참여하고자 하오니 검토 후 재가하여 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

- 공동참여 업체/부서 : [Redacted] 사업본부
- 담당자 연락처 : [Redacted]



주식회사
대표이사

[Redacted Signature]

[참고자료: 실증실험 공동참여 수용 공문 - 세척정화 C사]

한국해양연구원

426-744 경기도 안산시 상록구 해안로 464(사동) T:031-400-6184 F:031-408-4493 / jakang@kordi.re.kr / 김정애

문서번호 : 특경해역 제09-0045-1호

시행일자 : 2009.06.15

(경 유)

수 신 : 수신처 참조

참 조 : 담당자

제 목 : 해양오염퇴적물 정화 기술 실증실험 공동 참여 수용의 건

1. 귀 사의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 예코 제09-158호와 관련한 해양오염퇴적물 정화기술 실증시 기술협약을 통한 공동참여 여부를 검토한 결과, 귀 사의 공동참여 수용을 통보합니다.
3. 우리 연구원에서는 기 통보(특경해역 제09-0043-2호)한 대로, 귀 사 및 기술협약 체결 업체가 보유한 기술에 대하여 해양오염퇴적물 정화성능 실증실험을 진행하고자 하오니, 다음과 같이 협조하여 주시기 바랍니다.

- 다 음 -

- 기술실증 참여사:
- 기술실증 실험일정(7월중) 및 소요 경비 내역
- 회 신 처: 김 경련 선임연구원 (전화:031-400-6185, 팩스:031-408-4493). 끝.

한국해양연구원



수신처:

[참고자료: 실증실험 회신 공문 - 입자분리 C사]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

문서번호 : [Redacted] 2009. 6. 17

수 신 : 한국해양연구원장 귀하

참 조 : 김경련 선임연구원

제 목 : “해양오염퇴적물 정화기술 실증실험” 추진일정 및 소요경비의 건

1. 귀 연구원의 일익 번창하심을 기원합니다.

2. 귀 연구원에서 수행하고 있는 “해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발” 연구용역에 우리회사가 참여할 수 있도록 기회를 주신데 감사 드립니다.

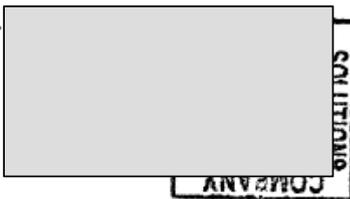
3. 귀 연구원에서 2009년 6월 1일에 “해양오염퇴적물 정화기술 실증실험”(문서번호:특정해역 제 09-0043-2 호) 협조 요청과 관련하여 첨부와 같이 실증실험 일정 및 소요경비를 작성하여 제출하오니 검토하여 주시기 바랍니다.

< 첨부 >

- 해양오염퇴적물 실증실험 추진일정 및 소요경비 -끝-



주식회사
대표이사



해양오염퇴적물 정화기술 실증시험 추진일정 및 소요경비

1. 필요시료량 : 권역별 400kg (2개 권역 - 방어진, 행안만)
 - 사전준비 시료량:200kg, 검정용 시료량:200kg
2. 시료 인수/인계 :
 - 인수 희망일 : 2009년 6월 22일 ~ 6월 26일
 - 시료 배송처 :
 - 주소:
 - 인수담당자 :
 - 연락처 :
3. 기술 실증시험 :
 - 사전 준비기간 : 시료 인수 후 1주일
 - 희망 실증시험 일시 : 2009년 7월 13일
 - 실증시험 장소
 - 입회 희망 일시 : 2009년 7월 15일
4. 소요경비 내역

직접비 내역	규 격	수 량	금 액 (원)
1. 해양퇴적물 이화학특성분석			
- 물리적특성	입자분포, 비중, 수분함량 등	2회	420,000
- 화학적특성	pH, 이온분석, 염분농도 등	2회	320,000
소 계			740,000
2. 약품비용			
- 계면활성제	비이온계	50kg	500,000
- pH controller	HCl, NaOH 등	100kg	170,000
- 산화제	과산화수소 등	100kg	120,000
- 응집제	Alum, polymer 등	50kg	325,000
소 계			1,115,000
3. 실증시험 인건비	엔지니어링대가 적용, 여비 포함		
- 특급기술자		5일	1,172,165
- 고급기술자		5일	949,475
- 중급기술자		5일	811,140
- 초급기술자		5일	602,455
소 계			3,535,235
4. 기타 경비	시료소운반, 전기/용수 요금 포함	1식	250,000
소 계			250,000
합 계			5,640,235

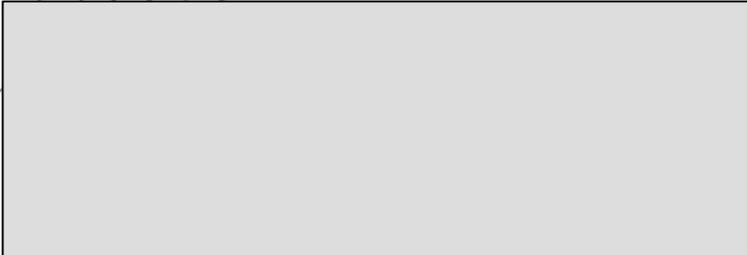
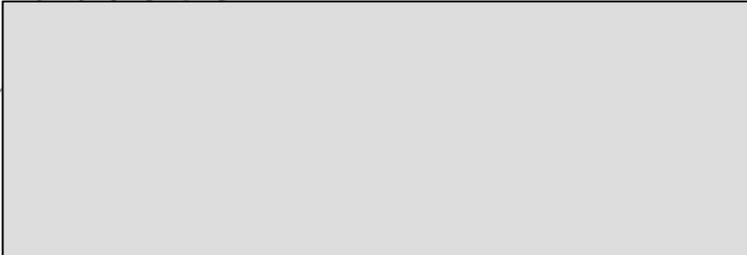
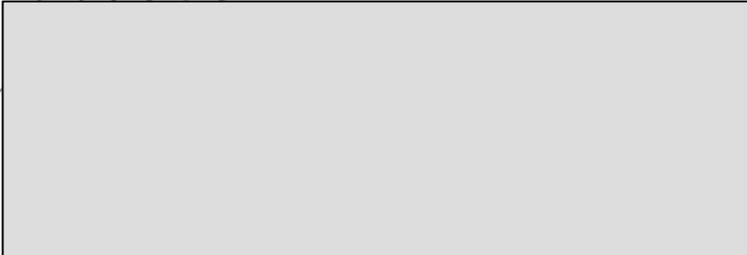
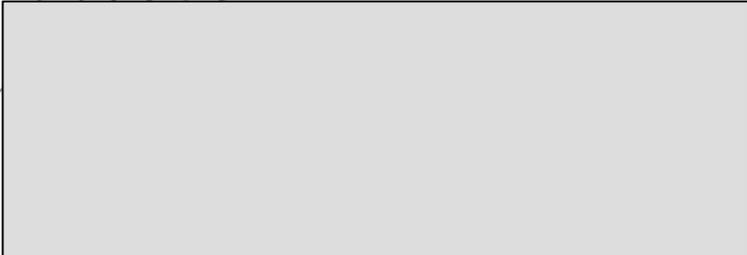
- 이상 끝 -

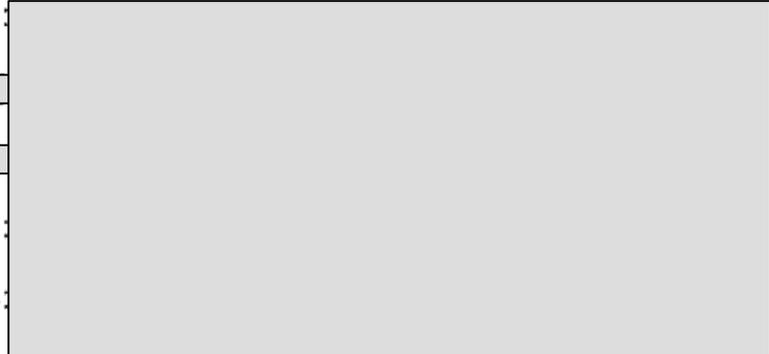
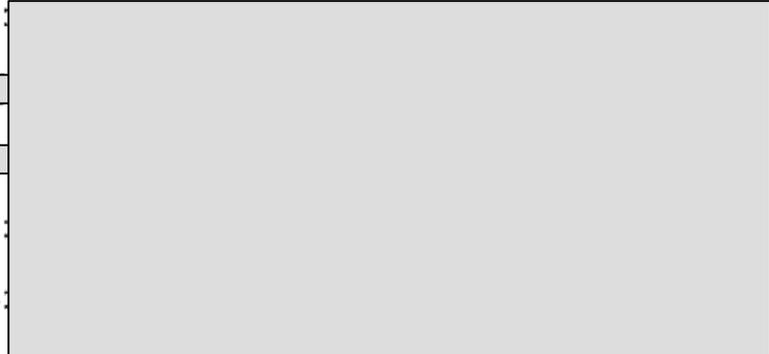
[참고자료: 실증실험 동의서 - 세척정화 C사]

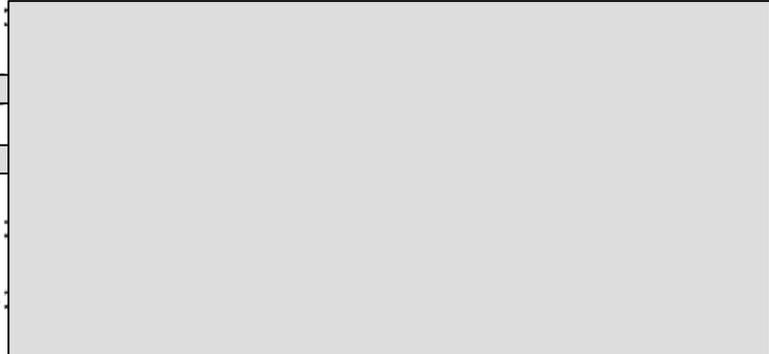
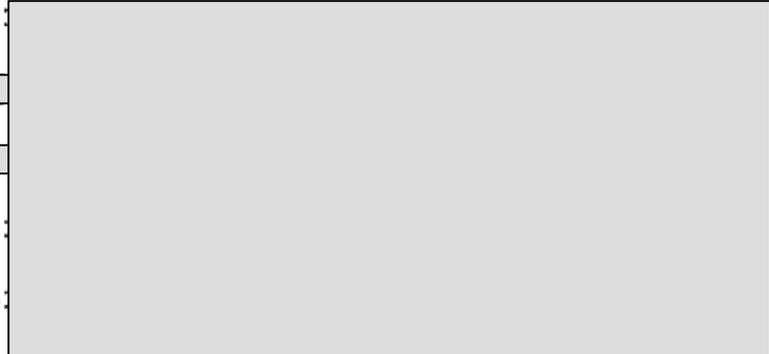
해양오염퇴적물 정화기술 실증실험 동의서

당사는 한국해양연구원이 국토해양부가 발주한 연구용역
“해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발(Ⅱ)” 수행에 필요한
해양오염퇴적물 정화기술 실증실험에 참가를 희망하며, 실증
실험에 관한 모든 사항은 한국해양연구원의 제안에 따를 것
임을 동의합니다.

2009년 7월 17일

업체명: 
주소: 
연락처: 
대표자: 

업체명: 
주소: 

연락처: 
대표자: 

[참고자료: 사전시험용 시료인수 확인서 - 세척정화 C사]

사전시험용 시료인수 확인서

당사는 한국해양연구원이 추진하고 있는 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험을 위하여 사전시험용 시료를 다음과 같이 인수함을 확인합니다.

- 다 음 -

번호	1	2
시료명	해양퇴적물(방어진)	해양퇴적물(행암만)
채취장소	울산시 방어진항내 2개 지점	진해시 행암만내 2개 지점
보관상태	600L 용량 플라스틱 컨테이너 박스에 시료를 담고 밀봉	600L 용량 플라스틱 컨테이너 박스에 시료를 담고 밀봉
시료수, 양	1 개, 600L	1 개, 600L

2009년 7월 17일

업체명:

연락처:

대표자:

인수자:

시료 제공: 한국해양연구원

전달자: 김 경 권



봉인 확인 내용: 봉인 무

[참고자료: 실증실험용 시료인수 확인서 - 세척정화 C사]

실증실험용 시료인수 확인서

당사는 한국해양연구원이 추진하고 있는 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험을 위하여 실증실험용 시료를 다음과 같이 인수함을 확인합니다.

- 다 음 -

번호	1	2
시료명	해양퇴적물(방어진)	해양퇴적물(행암만)
채취장소	울산시 방어진항내 2개 지점	진해시 행암만내 2개 지점
보관상태	600L 용량 플라스틱 컨테이너 박스에 시료를 담고 밀봉	600L 용량 플라스틱 컨테이너 박스에 시료를 담고 밀봉
시료수, 양	1개, 600L	1개, 600L

2009년 7월 17일

업체명:

연락처:

대표자:

인수자:



시료 제공: 한국해양연구원

전달자:

김 경련 

봉인 확인 내용: 상호 확인 후 봉인 해제 (사진 등 관련 자료 별첨)

[참고자료: 실증실험 시료채취 확인서(행암만) - 세척정화 C사]

실증실험 시료채취 확인서

당사는 한국해양연구원이 주관하는 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험 과정에서 다음과 같은 수량과 물량의 시료채취를 확인합니다.

- 다음 -

* 시료총합량: 59.99kg

차레	시료명	발생공정	시료수	시료양	비고
1	ECO-JH1	,	1	2kg	처리전 원시료
2					중간 처리 산물
3	ECO-JH2	분리, 세척, 증류, 탈수	1	0.10kg	중간 처리 산물 0.2~2mm
4	ECO-JH3	분리, 세척, 증류, 탈수	1	1.56kg	중간 처리 산물 0.2~0.075mm
5	ECO-JH4	자갈, 해집물 분리(2mm)	1	0.93kg	발생 폐기물
6	ECO-JH5	분리, 세척, 증류, 탈수	1	48.27kg	최종 처리 산물 0.075mm 미만

※ 여백 부족시 별지 작성 가능

2009년 7월 17일

업체명:

연락처:

대표자:

입회자:

채취 기관: 한국해양연구원, 채취일시: '09년 7월 17일 11시 30분

채취자: 김 경 권 

※ 기타: 상호 확인 후 시료 채취 (사진 등 관련 자료 별첨)

[참고자료: 실증실험 시료채취 확인서(방어진) - 세척정화 C사]

실증실험 시료채취 확인서

당사는 한국해양연구원이 주관하는 해양오염퇴적물 정화기술 실증실험 과정에서 다음과 같은 수량과 물량의 시료채취를 확인합니다.

- 다음 -

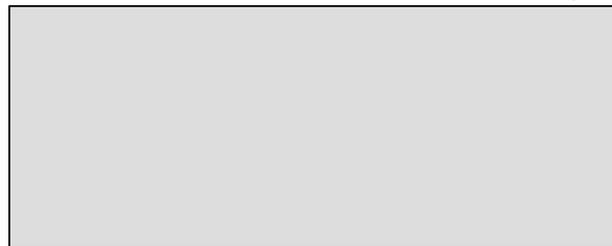
* 시료총량: 60.24 kg

차레	시료명	발생공정	시료수	시료양	비고
1	ECO-UB1	-	1	2kg	처리전 원시료
2					중간 처리 산물
3	ECO-UB2	분리, 세척, 중과, 탈수	1	11.35kg	중간 처리 산물 2~0.2mm
4	ECO-UB3	분리, 세척, 중과, 탈수	1	5.63kg	중간 처리 산물 0.2~0.075mm
5	ECO-UB4	자갈, 침전물 분리(이상)	1	13.54kg	발생 폐기물
6	ECO-UB5	분리, 세척, 중과, 탈수	1	37.28kg	최종 처리 산물 0.075mm이하

※ 여백 부족시 별지 작성 가능

2009년 7월 17일

업체명:
연락처:
대표자:
입회자:



채취 기관: 한국해양연구원, 채취일시: '09년 7월 17일 15시 00분

채취자: 김 경 연

※ 기타: 상호 확인 후 시료 채취 (사진 등 관련 자료 별첨)

[참고자료: 실증실험 시설 점검표 - 세척정화 C사]

해양오염퇴적물 정화기술 실증실험용 시설 점검표

■ 업체명
 ■ 입회자
 ■ 확인기관: 한국해양연구원 확인자: 김경권

1. 처리시설

구분	상용장치 (Full scale)	소규모 실험장치 (Pilot scale)

1-1) 소규모 실험장치일 경우 상용장치 대비 축소비율은?

구분	상용장치 (Full scale)	상용장치 대비 비율
	1	1/20

(예: 상용장치: 1, 상용장치 대비: 1/10 등)

2. 처리용량

2-1) 상용장치일 경우 처리용량

구분	처 리 용 량(상용장치)			
	시간당	일당	일평균	일 최대
	처리용량(m ³ /h)	처리용량(m ³ /d)	처리용량(m ³ /h)	처리용량(m ³ /h)
	2	16	2	20

2-2) 소규모 실험장치일 경우 처리용량

구 분	처 리 용 량(소규모 실험장치)			
	시간당 처리용량(m ³ /h)	일당 처리용량(m ³ /d)	일평균 처리용량(m ³ /h)	일 최대 처리용량(m ³ /h)
	30kg/batch			

3. 처리시설의 제원 및 특성

차 례	장 치 명	가 로 (m)	세 로 (m)	높 이 (m)	직 경 (m)	체 적 (m ³)	특 성
1	진동선별기 (Twist screen)			1.3	0.6		-협잡물제거 및 입자 선별용(2단선별) -STS304, 중량180kg -유량공급장치 포함
2	반응조			1.0	0.4	0.13	-중금속 용출 -유기오염물 산화 -악취물질 제거
3	초음파발생 장치						-600Wx68kHz -전동부(300x200x90)
4	응집침전조			1.5	0.7	0.13	-미세토사 응집침전
5	필터프레스	1.0	0.4	0.5			-미세토사 고/액 분리 -여과장치 200x200
6							
7							

5. 처리공정별 특성

차대	공정명	공정역할	투입물질	투입량	체류시간	산출물질	산출량	기타
1	퇴적물 선별	협집물제거/ 토사 선별	-시료 30kg -용수 60kg	진탕비1:2	10분	중간처리산물 (2mm이상)		
2	1차반응조	-유기물질 탈착 -황화합물 산화 -중금속 용출	-EDTA -H2O2(35%) -초음파	0.05M 1% 50~60kHz	25분			
3	2차반응조	-유기물질 탈착 -황화합물 산화 -중금속 용출	-EDTA -H2O2(35%) -초음파	0.05M 1% 50~60kHz	25분			
4	처리토 선별	-입경별 처리토 선별 퇴적토	1차/2차 반응 퇴적토		20분	취중 처리토 (2~0.075mm) (0.075~0.02mm)		
5	응집침전조	-미세토사 침전	-NaOH(5%) -PAC(5.5%) -polymer	4.05L 4.95L 0.05L	20분			
6	필터프레스	-미세토사 고/액분리			2시간	취중처리토 (0.02mm이하)		

※ 여백 부족시 별지 작성 가능, 각 항목별 기록시 단위 표시

해양오염퇴적물 처리방안 및 기술개발 [Ⅱ]

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 해양연구용역사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 해양연구용역사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

