

**천해 지반탐사용 시추선 건조사업
기획 연구**

2010. 3

한 국 해 양 연 구 원

제 출 문

한국해양연구원장 귀하

본 보고서를 “천해 지반탐사용 시추선 건조사업 기획 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2010. 3

연 구 책 임 자 : 신동혁

참 여 연 구 원 : 권오순, 남광현, 윤길림
심재설, 이춘주, 정희수,
강해석, 권석재, 이용국

연 구 조 원 : 금병철, 원문성, 김철민

요 약

I. 제 목

- 천해 지반탐사용 시추선 건조사업 기획 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 수심 200m 이하의 천해지역에서 최대 200m 해저지층을 시추하고 지반탐사를 수행할 수 있는 천해 지반탐사용 시추선 건조를 위한 타당성 분석
- 수심 200m 이하의 천해지역에서 해저지층을 비교란 상태로 시추할 수 있는 시추선은 국내 연구계는 물론 산업계 등에도 전무한 실정임
- 국내에는 시추선 및 시추장비가 전무하여 외국 시추선과 시추장비에 전적으로 의존하여, 매년 수십억 원의 국가예산이 소요
- 최근 해양공간개발(해상풍력, 대규모 해상교량 등) 사업 및 대형 해상건설 사업의 증가로 인하여 시추선의 필요성이 증대되고 있음

III. 연구개발의 내용 및 범위

- 시추선 건조 필요성 및 활용계획에서는 시추선의 건조 필요성, 국가계획과의 연계성, 활용 분야 등을 분석함
- 국내외 시추선 동향분석에서는 국내에서의 외국 시추선 활용 실적 및 외국 시추선의 주요 제원을 조사하고 주요 탑재장비를 분석함
- 시추선 사양분석에서는 시추선의 기본사양과 주요사양(선형, 추진장치, 항해장비, 항법시스템, 연구장비, 장착장비 등)을 분석함
- 경제적 타당성 분석에서는 시추선 건조 비용, 운영 비용, 편익 등을 추정하여 경제성을 평가함

- 건조계획(안) 및 운영·유지에서는 건조계획(안), 추진체계, 운영·유지방안 등을 제시함

IV. 연구개발 결과

- 우리나라 미보유
 - 중국과 일본은 시추선을 자국의 기술력을 바탕으로 건조하여 자국의 해외 자원개발과 탐사 및 각종 해상토목 공사에 활발히 활용하고 있음
 - 우리나라의 경우 시추선이 전무하여 국가적인 주요 사업인 해양자원탐사, 이어도 과학기지건설, 거가대교 건설 등에 외국의 시추선을 임대·사용하고 있으나,
 - 과도한 사용료, 외국 선박의 입출항에 따른 규제 등으로 외국 시추선의 이용에 어려움이 발생하고 있음
- 국가 해양영토 탐사주권 확립 및 자원정보 누출 방지
 - 시추선의 미보유로 인하여 국가 주요 연구개발사업에서 외국의 시추선을 임대·사용하고 있어 국가적 해양영토 탐사주권을 상실하고, 외국 시추선의 국내활동을 통해 국가자원정보가 누출될 가능성이 높음
 - 국가 해저자원 확보 요소기술인 천해 시추탐사기술을 확보하여 일본과 중국과의 탐사기술력의 차이를 극복하여 우리나라의 연근해 대륙붕 자원 탐사 및 해양탐사 기술발전의 획기적 전환점 마련이 필요함
- 해상건설산업분야의 수요 증가
 - 최근 수심 20m 이상 해역에서의 해상건설사업이 증가하고 있으나, 현재 우리나라가 보유한 장비인 SEP바지선에 의해 수심 20m 이하에서만 탐사가 가능하며 그 이상의 수심에서는 외국의 시추선을 임차하여 사용함

- 해상풍력발전소 건설, 인공섬 건설 등 수심이 깊어지는 해역에서의 국가 주요사업이 추진될 계획으로, 수심 20m 이내에서 실시하는 국내 지반탐사 기술은 점차 한계에 도달하였으며, 이를 극복하기 위해 해상 전용 지반 조사장비가 탑재된 시추선의 건조가 시급한 실정임

□ 국가계획과의 연계성

- 천해 지반탐사용 시추선의 확보는 해양과학 인프라 구축에 있어 중요한 과제이며, 활용 연구개발사업의 연구성과 및 연구효율성을 높일 수 있음

□ 천해 지반탐사용 시추선은 국가연구개발사업, 해상지반조사사업, 외국임차 등에 연간 300일 이상을 활용할 계획임

- 국가연구개발사업 : 배타적 경제수역 해양광물자원 정밀조사, CO₂ 해양지중저장 기술개발, 해양방위기술개발 등
- 해저지반조사사업 : 해상풍력발전타당성 조사 및 해상풍력발전단지 조성사업, 항만건설 해상지반조사사업, 해상교량 건설사업, 해저케이블, 한중터널, 한일터널, 인공성 조성사업 등
- 외국임차 : 태국, 베트남, 인도네시아, 말레이시아 등 동남아 지역의 개발도상국

□ 외국의 주요 시추선 현황

- 해상지반조사는 유럽을 중심으로 발전되어 왔으며 네덜란드의 Fugro社가 미국, 영국, 홍콩, 중국 등에 지사를 설립하고 전 세계 해상지반조사 시장을 독점
- 해양 개발과 인공섬 건설, 해상풍력발전 등 해양지반조사 수요의 급증으로 시장 급증 전망, Fugro社의 매출은 매년 증가하고 있음

□ 기본 사양

- 천해 200m 이하의 탐사가 가능해야 함
- 지중 200m 이상의 지반탐사 및 시추조사가 가능해야 함
- 시추선의 DP (dynamic position) 기능이 탑재되어야 함
- 실시간 관측체제(해수, 기상, 탐사자료 일부 생중계 제공)를 갖추어야 함
- 선내 Internet망 및 육상 연결망이 구축되어야 함
- 안전성에 따른 탐사에 적합한 해황의 기준 설정

□ 제원

- 총톤수는 1,500톤, 전장 55m, 폭 12m, 만재흘수 4m, 항해거리 10,000해리, 운항지속기간 30일, 운항선속 10노트

□ 선형

- 유체성능이 우수하고 일반배치가 컴팩트한 단동형 선형
- 연근해 해양시추탐사를 위한 충분한 내항성능(Sea-Keeping) 확보
- IMO 복원성능 및 IMO 조종성능 확보
- 연근해 해양시추탐사를 위한 위치유지(dynamic position) 성능 확보
- ISO 진동 특성 만족
- IMO 선내 소음 및 수중 방사 소음 만족

□ 추진장치

- 주기관 및 추진기
- 형식 : 4 행정, 해상용 디젤엔진
- 대수 : 2 대

- 디젤 전기모터 : 2기 2축 추진방식, 고정피치프로펠러
- 디젤기관과 동력전달장치로 감속기어 및 가변피치프로펠러

□ 항해장비

- 전자해도(ECDIS : Electronic Chart Display and Information System), 위성항법장치(GPS : Global Positioning System), 자동식별장치(AIS : Automatic Identification System), 항해자료기록기(VDR: Voyage Data Recorder) 등
- Radar, Echo Sounder(수심측정), Satellite Communication System, 각종 통신 장비 등

□ 항법시스템

- 측위방법은 단독측위와 DGPS(Differential Global Positioning System) 보다는 후처리 상대측위나 실시간 이동측위(RTK) 방법으로 변화하여 훨씬 높은 정밀도를 요구
- 수중예인체의 위치를 계측하기 위한 시스템으로 APS(Acoustic Positioning System) 활용되고 있으나, 작업별, 대상해역 특성별로 여러 종류의 다양한 시스템이 활용되고 있음

□ 연구장비

- DGPS를 이용한 자동위치제어 시스템, 추진기 Thusters 등 All Manoeuvring 장비, 시추장비 등을 통합한 Intergrated Control System 구성이 필요함
- 향후 DP 및 선박 Control System을 통합하여 구성하는데 통상 DP 전문업체에서 시스템 구성이 필요함
- Geophysical Survey System : 다중빔수심측정기, 천부지층탐사기, 심부지층탐사기, 측면주사 해저면탐사기

□ 시추 장비

- 연약지반 및 풍화토, 암반지반에서 시추 가능한 시추 장비, 최대 심도 200m(안) : 공벽 유지를 위한 Casing system와 Mud(Bentonite) Circulation System
- 선박 자체 시추 장비를 활용하는 장착형 현장 시험 장비 : 표준관입시험기, 콘관입시험기, 현장배인시험기, 공내재하시험기
- 착저형 현장 시험 장비(독립 운영) : 착저형 지반조사장비(Fugro社의 Seacalf 또는 Benthic사의 PROD™ 동급 성능)

□ 장착장비

- 측면주사 해저면 탐사기
- 천부지층탐사기
- 다중음향측심기
- 중자력 탐사장비
- Winch 및 Crane : Sea Winch(광), Sea Winch, Coaxial Cable winch, CTD winch, 소형 winch, A-frame, Marine Crane

□ 경제성 분석

- 사업비 : 공사비 215억원, 연구장비비 125억원, 기타비용 54억원, 부대비 용 18억원 등 총 495억원
- 연간 운영비 : 인건비 14억원, 유류비 12억원, 보험료 2억원, 기타비용 5억 원 등 총 35억원
- 직접편익 : 국가연구개발사업에 120일, 정부 및 지자체 사업에 130일, 외국 임대 50일을 사용한다고 가정하면 연간 사용료 수익은 연간 95.5억원임
- 간접편익 : 외국선박에 지불하는 사용료를 절약할 수 있다고 가정하고 연간 20.6억원임

- 경제성 평가 : BC는 1.63, NPV는 473억원, IRR은 7.3%로 경제성이 있는 것으로 분석됨

□ 연차별 투자계획

- 1차년도 13억원 : 기본설계 및 실시설계
- 2차년도 190억원, 3차년도 291억원 : 건조, 연구 및 시추장비 탑재, 실험역 시운전

□ 건조 추진체계

- 국토해양부의 승인 아래, 설계 및 건조사업은 한국해양연구원이 총괄
- 설계 및 건조사업은 한국해양연구원 주관으로 시행함
- 한국해양연구원 내에 가칭 “천해 지반탐사 시추선 건조기획단”을 구성하여 시추선 건조사업을 진행함

□ 운영방안

- 자체운영 : 육상업무와 해상업무의 연계 및 연구장비 측면에서 협조 원활, 연구부문과 선박관리 부문간의 업무의 연계성이 높음, 연구조사에 대한 적극적 지원 가능, 연구장비 등을 다루는데 문제가 발생하지 않음, 선박운항을 통하여 연구원의 위상과 발전을 제고할 수 있음, 오랜기간 선박운항 및 관리를 통한 노하우 축적 가능, 직장의 안정성으로 승무원 확보 용이, 승무원의 책임감·충성심이 양호
- Out-Sourcing : 현재의 조직을 슬림화시킬 수 있음, 인재나 자본과 같은 경영자원을 중요한 포인트에 재배치가 가능하여 연구경쟁력 향상 기대, 충돌사고, 인명사고 및 해양오염 등으로부터 조직을 보호, 선박운항 및 관리의 전문화가 가능하고 핵심 연구 사업에로의 집중화 가능

- 해양기관 공동운영 : 선박 관리에 있어서의 전문화 발생, 조직의 효율적 운영을 통한 경영혁신 및 슬림화 유도, 선박의 효율적 운항 및 융통성 있는 승무원 관리가 가능, 장기적으로 연구원의 내부 역량을 핵심업무인 연구개발에 집중

□ 시추선 인력구성

- 승선인원 : 40명
- 연구원 : 15명(Marine Technician 8명 포함)
- 승무원 : 25명(선장 1명, 시추기술자 10명, 항해사 3명, 갑판 4명, 기관 3명, 조기 2명, 조리 2명)
- 지원인력 : 해무 1명, 공무 1명

□ 육상지원 시설

- 유지관리 부품 및 장비 보관동
- 장착장비관련 장비 정비동
- 해양관측용 센서 검교정실
- 시료창고 보관동

V. 활용계획

- 천해 지반탐사용 시추선 건조의 타당성을 제시하고, 건조설계 및 건조단계에서 연구 목적에 부합하는 성능과 제원을 갖추도록 지침을 제공함
- 해양과학기술 인프라 구축 계획 수립에 활용될 수 있음

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구개발의 목적	3
제 2 절 연구개발의 필요성	3
제 3 절 연구개발의 내용 및 범위	4
제 2 장 시추선 건조 필요성 및 활용계획	5
제 1 절 건조 필요성	7
제 2 절 국가계획과의 연계성	9
제 3 절 활용계획	12
제 3 장 국내·외 시추선 동향	21
제 1 절 국내에서의 시추선 활용 실적	23
제 2 절 국외 시추선 현황	25
제 3 절 국외 시추선 주요 장비	31
제 4 장 시추선의 사양분석	41
제 1 절 기본 사양	43
제 2 절 주요 사양	43
제 5 장 경제적 타당성 분석	53
제 1 절 비용편익 분석방법	55
제 2 절 비용 분석	56
제 3 절 편익 분석	70
제 4 절 경제성 평가	72

제 6 장 건조계획(안) 및 운영·유지방안	75
제 1 절 건조계획(안)	77
제 2 절 운영방안	81
제 3 절 유지방안	84
제 7 장 결론	89

< 표 목 차 >

<표 2-1> 최근 지반탐사를 이용한 해상건설사업	8
<표 2-2> 콘관입 시험의 국내 시장 규모	9
<표 2-3> 국가과학기술지도 중 해양과학기술	10
<표 2-4> 선정된 미래 국가유망기술 중 해양과학기술	10
<표 2-5> 국가 R&D 사업 토탈 로드맵 특성화 기술 중 해양과학기술	11
<표 2-6> 이명박 정부의 과학기술기본계획 중 해양과학기술	12
<표 2-7> EEZ 해양광물자원 사업에서의 시추선 활용 예상일수	14
<표 2-8> CO ₂ 해양지중저장 기술개발사업에서의 시추선 활용 예상일수	15
<표 2-9> 해양방위 탐사기술 개발사업에서의 시추선 활용 예상일수	16
<표 2-10> 계획 중인 교량	18
<표 2-11> 시추선 연간 활용계획	19
<표 3-1> 거가대교 건설공사에서 시추선 활용	23
<표 3-2> 인천대교 건설공사에서 해상지반조사	24
<표 3-3> Fugro Explorer호의 주요 제원	26
<표 3-4> Amige호의 주요 제원	27
<표 3-5> Bucentaur호의 주요 제원	28
<표 3-6> Markab호의 주요 제원	29
<표 3-7> Mariner호의 주요 제원	30
<표 3-8> KAN 407호의 주요 제원	31
<표 4-1> 내항성능 기준	44
<표 4-2> APS 시스템 비교	46
<표 5-1> 설계기준	56
<표 5-2> 공사비 추정	58
<표 5-3> 연구장비비 추정	59
<표 5-4> 기타비용 추정	59
<표 5-5> 부대비용 추정	60
<표 5-6> 시추선의 총사업비 추정	62
<표 5-7> 시추선 승무원 구성 및 임금	63

<표 5-8> 시추선 운항시 유류비	64
<표 5-9> 보험료 추정	66
<표 5-10> 시추선 연간 운영비	67
<표 5-11> 시추선의 총비용 추정	68
<표 5-12> 연차별 투자비용 추정	69
<표 5-13> 시추선의 연간 예상 수익	70
<표 5-14> 경제성 평가 결과	74
<표 6-1> 연차별 투자계획	77
<표 6-2> 건조 일정별 주요내용	79

< 그림 목 차 >

<그림 3-1> Fugro Explorer호 사진	25
<그림 3-2> Bavenit호 사진	26
<그림 3-3> Bucentaur호 사진	27
<그림 3-4> Markab호 사진	28
<그림 3-5> Mariner호 사진	29
<그림 3-6> KAN 407호 사진	30
<그림 3-7> 시추방법	31
<그림 3-8> Seacalf 사진	32
<그림 3-9> Seacalf에서 콘관입시험	32
<그림 3-10> Seacalf에서 가능한 시험의 종류	33
<그림 3-11> Mini-Seacalf	34
<그림 3-12> Searobin	35
<그림 3-13> Seascout	35
<그림 3-14> Pocket Sampler	36
<그림 3-15> Dolphin Push Sampler	36
<그림 3-16> 심해 표층 시료 채취기	36
<그림 3-17> 다운홀 형식의 콘관입시험기	37
<그림 3-18> A Halibut vane test rig during recovery	37
<그림 3-19> Halibut Remote Vane	38
<그림 3-20> Dolphin Downhole Remote Vane	38
<그림 3-21> 시료 채취 및 추출 장면 1	38
<그림 3-22> 시료 채취 및 추출 장면 2	38
<그림 3-23> Drill Floor	39
<그림 3-24> Mud Circulation System	39
<그림 3-25> PROD™ 시험장면	40
<그림 4-1> 시추선 선형	43
<그림 4-2> Single Beam과 Multi Beam Survey	49
<그림 6-1> 시추선 건조사업 추진체계	80

제 1 장 서 론

제 1 장 서 론

제1절 연구개발의 목적

- 수심 200m 이하의 천해지역에서 최대 200m 해저지층을 시추하고 지반탐사를 수행할 수 있는 천해 지반탐사용 시추선(이하 시추선) 건조를 위한 타당성 분석

제2절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

- 수심 200m 이하의 천해지역에서 해저지층을 비교란 상태로 시추할 수 있는 시추선은 국내 연구계는 물론 산업계 등에도 전무한 실정임
- 최근 국가적으로 추진하고 있는 대규모 연안 및 항만 공사, 이어도 및 가거초 해양과학기지 건설, 해양자원조사를 위한 바다골재 부존량 탐사 및 대륙붕 심부지층 연구 등에 네덜란드 또는 중국이 보유하고 있는 시추선을 임차하여 활용한 바 있으나
- 외국 시추선의 임차는 우리나라의 해양영토 자원정보가 외국에 유출되는 위험을 내포함

2. 경제·산업적 측면

- 국내에는 시추선 및 시추장비가 전무하여 외국 시추선과 시추장비에 전적으로 의존하여, 매년 수십억 원의 국가예산이 소요
- 향후 천해지역을 대상으로 하는 배타적 경제수역의 해양광물자원 조사,

CO₂ 해양지중저장 기술개발, 해양방위기술개발, 해상풍력발전사업 등 국가 연구개발사업뿐만 아니라 해상교량 건설사업, 한중터널, 한일터널 등 대규모 해양공간개발사업이 추진될 예정으로 시추선의 수요가 급증할 것으로 예상됨

- 시추선 건조는 해양건설산업 분야의 해외진출과 시추장비 및 기술 확보를 통해 해양분야 국가 연구개발 경쟁력에 우위를 선점할 수 있음

제3절 연구개발의 내용 및 범위

- 시추선 건조 필요성 및 활용계획에서는 시추선의 건조 필요성, 국가계획과의 연계성, 활용 분야 등을 분석함
- 국내외 시추선 동향분석에서는 국내에서의 외국 시추선 활용 실적 및 외국 시추선의 주요 제원을 조사하고 주요 탑재장비를 분석함
- 시추선 사양분석에서는 시추선의 기본사양과 주요사양(선형, 추진장치, 항해장비, 항법시스템, 연구장비, 장착장비 등)을 분석함
- 경제적 타당성 분석에서는 시추선 건조 비용, 운영 비용, 편익 등을 추정하여 경제성을 평가함
- 건조계획(안) 및 운영·유지에서는 건조계획(안), 운영·유지방안 등을 제시함

제 2 장 시추선 건조 필요성 및 활용계획

제 2 장 시추선 건조의 필요성 및 활용계획

제1절 건조 필요성

1. 우리나라 미보유

- 중국과 일본은 시추선을 자국의 기술력을 바탕으로 건조하여 자국의 자원 개발과 탐사 및 각종 해상토목 공사에 활발히 활용하고 있음
- 우리나라의 경우 시추선이 전무하여 국가적인 주요 사업인 해양자원탐사, 이어도 과학기지건설, 거가대교 건설 등에 외국의 시추선을 임대·사용하고 있으나,
- 과도한 사용료, 외국 선박의 입출항에 따른 규제 등으로 외국 시추선의 이용에 어려움이 발생하고 있음

2. 국가 해양영토 탐사주권 확립 및 자원정보 누출 방지

- 시추선의 미보유로 인하여 국가 주요 연구개발사업에서 외국의 시추선을 임대·사용하고 있어 국가적 해양영토 탐사주권을 상실하고, 외국 시추선의 국내활동을 통해 국가자원정보가 누출될 가능성이 높음
- 해저자원 확보 요소기술인 천해 시추탐사기술을 확보하여 일본과 중국과의 탐사기술력 차이를 극복하여 우리나라의 연근해 대륙붕 자원 탐사 및 해양탐사 기술발전의 획기적 전환점 마련이 필요함

3. 해상건설사업의 수요 증가

- 최근 수심 20m 이상 해역에서의 해상건설사업이 증가하고 있으나, 현재 우리나라가 보유한 장비인 SEP바지선에 의해 수심 20m 이하에서만 탐사가 가능하며 그 이상의 수심에서는 외국의 시추선을 임차하여 사용함

<표 2-1> 최근 지반탐사를 이용한 해상건설사업

사업명	사업내용	지반탐사비용	비고
거가대교 건설	거제도과 가덕도를 잇는 해저터널공사	40억원	- 외국회사 수행
인천대교 건설	영종도와 인천 송도를 잇는 해상대교 건설	100억원	- 국내회사 수행하였으나 수심 20m 이상 해역 지반탐사 문제점 발생
진도·제주 케이블매설	진도와 제주도를 잇는 해저케이블 매설 공사	50억원	- 외국회사 수행

- 해상풍력발전소 건설, 인공섬 건설 등 수심이 깊어지는 해역에서의 국가
주요사업이 추진될 계획으로, 수심 20m 이내에서 실시하는 국내 지반탐사
기술은 점차 한계에 도달하였으며, 이를 극복하기 위해 해상 전용 지반
조사장비가 탑재된 시추선의 건조가 시급한 실정임

4. 해상지반 조사 수요 증가

- 1997년 이후 콘관입 시험의 국내 시장 규모가 급속히 증가하고 있으며 향
후 30~50억원 규모의 시장이 형성될 것으로 추정됨

<표 2-2> 콘관입 시험의 국내 시장 규모

(단위: 만원)

연도	해상	육상	합계
1996	0	3,875	3,875
1997	37,350	13,950	51,300
1998	23,850	20,925	44,775
1999	900	40,300	41,200
2000	21,950	78,750	100,700
2001	15,250	79,800	95,050
2002	26,700	72,000	98,700
2003	33,600	76,800	110,400

자료 : 한국도로공사, 도화지질, 동아지질, 동아건설턴트, 유구엔지니어링, 지오그룹 Eng

제2절 국가연구개발계획과의 연계성

- 국가연구개발계획과의 연계성 분석에서는 시추선 건조에 따른 각종 국가 연구개발계획에서 제시하고 있는 연구사업의 성과를 극대화 시킬 수 있음

1. 국가과학기술지도

- 국가과학기술지도는 2002년 7월에 수립된 국가계획으로서 21세기 국가경쟁력 제고를 위해 ‘선택과 집중’ 전략에 의한 자원의 효율적 배분 및 활용의 필요성이 제기되어 수립됨
- 국가과학기술지도 중 해양분야 핵심기술인 미활용 에너지 기술(풍력에너지), 자연재해 예측 및 저감기술(지각변형감시), 첨단 SOC 인프라 건설기술(친환경 항만 인프라 기술) 등은 시추선을 활용하여 수행할 수 있음

<표 2-3> 국가과학기술지도 중 해양과학기술

구 분	해양과학기술(핵심기술)
에너지/환경 프론티어 진흥	<ul style="list-style-type: none"> - 미활용 에너지 기술(해수온도차/풍력 에너지) - 생태계 복원기술(해안습지 등의 해양생태계 훼손지구, 대체습지 조성 기술개발로 복원 및 관리) - 해양오염 평가 및 저감기술(해양 수·저질평가 및 오염 저감기술, 해양폐기물종합 처리시스템, 적조 예방 및 방제기술, 연안습지 복원, 해양생태계 모니터링 및 보전기술, 유류 및 유해액체 물질 유출사고 대응기술) - 자연재해 예측 및 저감기술(기후변화/지진 예측, 지각변형 감시 및 연안재해 관리기술)
기반 주력산업 가치 창출	<ul style="list-style-type: none"> - 고부가가치 선박기술(선형 및 운항자동화 기술, 중대형 해면효과익선, 전기추진 시스템, 친환경형 해양운송 시스템, 초고속선박, 해양레포츠용 선박 및 장비, 선박 CALS 및 STEP 관련기술) - 해양플랜트 활용기술(잠수정, 부유식 해상구조물 등) - 통합물류 수송시스템 구축 기술(차세대 항만 시스템) - 첨단 SOC 인프라 건설기술(친환경 항만 인프라 건설) - 청정 해양에너지 개발 기술(조력/조류/파력/온도차 에너지)

2. 미래 국가유망기술

- 정부는 2005년 8월 국가경쟁력과 혁신역량을 주도하여 ‘국부(國富)’를 지속적으로 창출할 수 있는 미래 국가유망기술 21개를 도출·선정함
- 미래 국가유망기술 중 해양분야 기술인 해양영토 관리 및 이용기술, 재해·재난 예측·관리기술 등은 시추선을 활용하여 수행할 수 있음

<표 2-4> 미래 국가유망기술 중 해양과학기술

구 분	미래 국가유망기술
해양과학 기술분야	<ul style="list-style-type: none"> - 해양영토 관리 및 이용기술 - 고부가 생물자원기술(생물기능 신소재·의약품 생산기술 등) - 기후변화 예측·대응기술 - 초고효율성 운송·물류관리기술 - 청정·신재생 에너지 기술 - 전 지구관측시스템과 국가자원 활용기술 - 재해·재난 예측·관리기술 - 생태계 보전·복원기술

3. 국가 R&D 사업 토탈 로드맵

- 국가 R&D 사업 토탈 로드맵은 2007년 2월에 국가 R&D 사업의 역할과 효율성 제고를 위해 수립되었으며 90개의 국가중점육성기술군이 선정되었고, 이는 특성화 기술(33개) 및 특성화 후보기술(57개)로 분류됨
- 해양분야 특성화 기술인 해양영토 관리 및 이용기술, 자연재해·재난 예방 및 대응기술과 특성화 후보기술인 해양에너지 및 자원개발 기술 등은 시추선을 활용하여 수행할 수 있음

<표 2-5> 국가 R&D 사업 토탈 로드맵 특성화 기술 중 해양과학기술

구 분	국가 R&D 사업 토탈 로드맵 특성화 기술
해양과학기술 분야	<ul style="list-style-type: none"> - 해양영토 관리 및 이용기술 - 해양환경 조사 및 보전·관리기술 - 환경보전 및 복원기술 - 자연재해·재난 예방 및 대응기술 - 첨단물류기술

4. 이명박정부의 과학기술기본계획(2008~2012)

- 선진일류국가로 향한 이명박정부의 과학기술기본계획(577 Initiative)은 이명박정부 출범 후 주요 여건변화와 과학기술분야 국정과제 등을 충실히 반영하여 국가경쟁력의 핵심동력인 과학기술을 체계적 추진하기 위해 2008년 8월에 수립됨
- 동 계획의 비전은 선진일류국가(잘 사는 국민, 따뜻한 사회, 강한 나라)이며, 목표는 국가 총 연구개발투자 GDP의 5%까지 확보하여 7대 중점분야(7대 R&D, 7대 시스템)에 투입함으로써 2012년 세계 7대 과학기술강국을 실현하는 것으로 설정함

- 7대 R&D에서는 50개의 중점육성기술과 40개의 중점육성후보기술을 분류함
- 이중 해양분야 중점육성기술에 포함된 차세대 선박 및 해양·항만구조물 기술, 해양영토 관리 및 이용기술, 해양환경 조사 및 보전·관리기술, 자연재해·재난 예방 및 대응기술과 중점육성후보기술에 포함된 해양탐사 개발기술 등은 시추선을 활용하여 수행할 수 있음

<표 2-6> 이명박 정부의 과학기술기본계획 중 해양과학기술

구 분	중점육성기술(50개)	중점육성후보기술(40개)
해양과학기술분야	<ul style="list-style-type: none"> - 차세대 선박 및 해양·항만구조물기술 - 해양영토 관리 및 이용기술 - 해양환경조사 및 보전·관리기술 - 환경(생태계)보전 및 복원기술 - 수질환경 및 수자원 확보기술 - 기후변화 예측 및 적응기술 - 자연재해·재난 예방 및 대응기술 - 첨단물류기술 	<ul style="list-style-type: none"> - 해양생물자원보전 및 해양생명공학이용기술 - 해양탐사·우주감시체계 개발기술 - 해양·항공운항 효율화 및 안전향상기술

제3절 활용계획

- 시추선은 국가연구개발사업, 해저지반조사사업, 외국임차 등에 중점적으로 활용할 계획임

1. 국가연구개발사업

가. 배타적 경제수역 해양광물자원 정밀조사

(1) 목적

- EEZ내 자원부광대에 대한 해양광물자원 확인 및 매장량 평가
- 개략탐사의 주요 성과에 대한 구체화 및 개발 가능성 확인

- EEZ의 효율적 이용·관리를 위한 해양자원 정보 DB 구축
- 해양광물자원 확인을 위한 기술개발 및 상용화 기반 구축

(2) 연구기간

- 2009년부터 2015년까지

(3) 주요 연구내용

- 심부해양광물자원탐사
 - 해저하부 지층구조 조사를 위한 다중채널 심부탄성과 탐사
 - 해저하부 전기비저항구조 조사를 해양자기지전류 탐사
 - 3차원 지하지질구조도 작성 및 자원매장량 평가
 - 자원매장량 평가를 위한 심부시추
 - 광물자원 경제적 가치분석에 기초한 개발전략 수립
- 천부해양광물자원조사
 - 퇴적환경 및 퇴적층서 해석
 - 퇴적물 특성 파악을 위한 유기화합물, 동위원소 조사
 - 탄화수소 가스의 화학특성 분석
 - 쇄설성 광물자원 분포 및 매장량 평가
 - ROV 및 암석준설기를 이용한 표층해양광물자원 조사
 - 정밀해저지형 분석을 위한 다중빔 음향측심 탐사
- 자원탐사 기반기술 개발
 - 해양 자료 처리 및 해석기술 개발
 - 탄성과 자료 저밀영상화기법 개발
 - 해양광물자원정밀조사 탐사용 센서 개발

○ 해양광물자원정보시스템 구축 및 기능고도화

- 탐사자료 및 자운정보 통합 DB화
- 웹(Web) 기반 해양광물자원정보시스템 개발
- 3차원 자원정보 표출 및 분석 기능 고도화
- 종합해양자원분포도 작성

<표 2-7> EEZ 해양광물자원 조사 사업에서의 시추선 활용 예상일수

년도	활용일수	활용내용	비 고
2012	30	EEZ 심부해양광물자원 매장량조사 (서해)	국내 시추선 미확보시 외국임차계획
2013	30	EEZ 천부해양광물자원 매장량조사 (서해)	국내 시추선 미확보시 외국임차계획
2014	30	EEZ 심부해양광물자원 매장량조사 (남해)	국내 시추선 미확보시 외국임차계획
2015	30	EEZ 천부해양광물자원 매장량조사 (남해)	국내 시추선 미확보시 외국임차계획

나. CO₂ 해양지중저장 기술개발

(1) 목적

- 기후변화 및 포스트 교토의정서상의 온실가스 감축요구에 대응하기 위하여 제철소, 발전소 등에서 포집된 대규모 이산화탄소를 해양퇴적층에 저장시키는 기술개발

(2) 연구기간

- 1단계 2005년부터 2010년까지, 2단계 2011년부터

(3) 주요 연구내용

- CO₂ 대용량 저장공간 탐색 및 모니터링 기술 개발
 - 해양퇴적층 조사자료 해석, 저장 가능량 추정 및 후보지 선정

- CO₂ 해양지중 저장 공정플랜트 설비 시스템 핵심기술 개발
 - 공정설계, 선박/파이프라인 운송 및 주입 해양플랜트
- 실증기반 소규모 CO₂ 저장 파일럿 실험 추진
 - 1만톤급 파일럿 플랜트 개발 및 실증을 통한 개발기술 검증
- CO₂ 해양처리 후보지 환경위해평가 관리기술 구축(IMO 협약 근거)

(4) 예상 시추선 활용일수

<표 2-8> CO₂ 해양지중저장 기술개발사업에서의 시추선 활용 예상일수

년도	활용일수	활용내용	비 고
2014	15	CO ₂ 저장지 시추탐사 (서해)	국내 시추선 미확보시 외국임차계획
2015	15	CO ₂ 저장지 시추탐사 (남해)	국내 시추선 미확보시 외국임차계획
2016	15	CO ₂ 저장지 시추탐사 (동해)	국내 시추선 미확보시 외국임차계획

다. 해양방위 탐사기술

(1) 목적

- 한국 주변해의 해양방위를 위한 해저면 음향특성 분석을 위한 해저퇴적층 자료확보

(2) 연구기간

- 1단계 : 2011년부터 2015년까지

(3) 주요 연구내용

- 북방한계선 또는 주요 군항의 적국의 침투에 대비하여 해저퇴적층내의 군사시설 설치를 위한 시추퇴적물 분석자료 및 해저음향자료 획득

(4) 예상 시추선 활용일수

<표 2-9> 해양방위 탐사기술 개발사업에서의 시추선 활용 예상일수

년도	활용일수	활용내용	비 고
2011	20	시추퇴적물 채취분석 및 퇴적층 음향자료 획득	국내 시추선 미확보 시 외국임차계획이나 해양방위 정보의 국외 유출로 인한 문제점 대두
2012	20	시추퇴적물 채취분석 및 퇴적층 음향자료 획득	국내 시추선 미확보 시 외국임차계획이나 해양방위 정보의 국외 유출로 인한 문제점 대두
2013	20	시추퇴적물 채취분석 및 퇴적층 음향자료 획득	국내 시추선 미확보 시 외국임차계획이나 해양방위 정보의 국외 유출로 인한 문제점 대두
2014	20	시추퇴적물 채취분석 및 퇴적층 음향자료 획득	국내 시추선 미확보 시 외국임차계획이나 해양방위 정보의 국외 유출로 인한 문제점 대두
2015	20	시추퇴적물 채취분석 및 퇴적층 음향자료 획득	국내 시추선 미확보 시 외국임차계획이나 해양방위 정보의 국외 유출로 인한 문제점 대두

2. 해상지반 조사 사업

가. 해상풍력발전사업

(1) 국토해양부

- 해상풍력발전 기초구조물 실증연구단 사업
 - 2010년에서 2015년까지
 - 해상풍력 기초 실험역 검증실험

(2) 지식경제부

- 해상풍력발전단지 조성 타당성 조사 연구
 - 2008년에서 2011년까지 수행

- 100MW급 해상풍력 1단계 최적지 선정
- 대형 해상풍력발전 기초 구조물 개발 사업
 - 2011년부터 사업단 추진 예정
 - 기초 설계 단계에서 해양지반조사 장비 활용 예정
- 부유식 해상풍력발전기술 개발 사업
 - 2011년부터 사업단 추진 예정
 - 부유체 계류를 위한 앵커 설계단계에서 해양지반조사 장비 활용 예정

나. 해상풍력발전단지 건설

- 해상풍력발전단지 타당성 연구 결과를 반영하여 지식경제부와 한국전력 주도로 민간 발전단지 추진(2011년 발주 예상)시 수백억원 규모의 해양지반조사 시장이 형성 될 것으로 예상

다. 해상교량건설사업

- 해양지반조사 실적은 공식적인 통계로 정리된 것은 없으나, 2003년 전문업 체별로 조사한 콘관입시험실적이 연간 10억원 규모인 것을 감안하면, 30~50억원 규모의 시장을 형성하는 것으로 예상할 수 있음
- 2003년 이후, 민간부문에서 대형토목사업이 활성화되면서 해양지반조사 물량도 급증하였는데, 대표적으로 거가대교 건설과 인천대교 건설에서 100억원대 이상의 해양지반조사가 수행됨
- 최근 대형 해상교량 사업이 활발하게 진행되면서 많은 해상지반조사 수요가 발생하고 있음
- 향후 다양한 해상교량 건설계획이 수립되어 진행 중이며, 연육교와 연도교를 설계하기 위한 해상지반조사도 활발히 진행될 예정임

<표 2-10> 계획 중인 교량

교량명	형식	준공년도	주경장간(m)	총사업비 (억원)
마산-거제간 연육교	사장교/현수교	2018	1,500 사장교 3,000 현수교	6,500
보령-태안간 연육교	사장교/해저터널	2016	1,500	4,414
새천년대교	사장교	2018		
영일대교	사장교	계획		18,000
여수-남해간 연육교	현수교	계획	3,000	
영종-강화간 연육교	사장교	계획	1,500	
월호대-개도	현수교	계획		1,300
화양면-조발도	현수교	계획		2,600
한려대교	현수교	계획		3,500
제2성산대교	사장교	계획	250	2,255
화포대교(한림-생림)	사장교	계획	260	1,248
보령-안면	사장교	계획		4,800
개도-제도	사장교	계획		881
조발도-둔병도	사장교	계획		907
내야도-도초도	사장교	계획		1,186
신도청-당진항	미정	계획		2,700
고금-마량	미정	계획		655
영광-해제	미정	계획		1,188
화태-개도	미정	계획		525
제도-백야	미정	계획		563
둔병-낭도	미정	계획		686
낭도-적금	미정	계획		631
목포-압해	미정	계획		1,889
비금도-추포도	미정	계획		3,574
중도-자은도	미정	계획		3,558
자라도-장산도	미정	계획		1,100
도초-하의	미정	계획		2,100
하의-장산	미정	계획		1,650

라. 기타 해상지반 조사사업

- 아직 계획이 확정되지는 않았으나 국가적으로 추진할 가능성이 높은 해상지반 조사사업으로는 한중터널 타당성 조사사업, 한일터널 타당성 조사사업 등이 있음

- 민간 분야에서는 바다골재 부존량 조사사업, 해저케이블 설치 및 정비사업 등이 있음

3. 외국 임차 계획

- 현재 태국, 베트남, 말레이시아, 인도네시아 등 급속한 경제발전을 달성하고 있는 동남아시아 지역의 해상토목사업이 급속히 증가하고 있는 바, 국내 활용기간을 고려하여 외국에 임차할 수 있음

4. 시추선 연간 활용계획

- 국내외 연구조사선 사례를 참고하면 정비기간을 제외한 연간 적정 활용일수는 300일 정도로 시추선이 건조되면 아래와 같이 활용되어 건조 후 3년 이후에는 연간 300일 이상을 활용할 수 있음

<표 2-11> 시추선 연간 활용계획

구분	국가 연구개발 사업	해저지반조사 사업	민간수탁 사업	외국임대	년간 총 활용일수
1년차	90	50	20		160
2년차	100	60	30		190
3년차	120	70	40		230
4년차 이후	120	80	50	50	300

제 3 장 국내 · 외 시추선 동향

제 3 장 국내 · 외 시추선 동향

제1절 국내에서 시추선 활용 실적

- 국내에는 천해 지반탐사용 시추선이 전무한 상태이며, 필요시 외국으로부터 임차하여 사용하고 있음
- 1990년대 수행된 심부시추조사연구, 해저자원탐사를 위한 바다골재자원조사, 이어도 해양과학기지 건설, 대형 해상건설사업 등에서 외국 시추선을 임차하여 활용하였음

<표 3-1> 거가대교 건설공사에서 시추선 활용

위치	경남 거제시 장목면 유희리~부산시 강서구 천가동 가덕도
규모	주요구조물 : 침매터널(3.7km), 사장교 2개소(4.5km)
조사업체	설계시 : Fugro (홍콩) 시공중 확인시추 : 용역사 Lankelman(영국), 장비 A.P Vandenberg(네덜란드)
조사비용	설계시 : 약 30억원 시공중 확인시추 : 약 10억원 (FAST TRACK 방식)



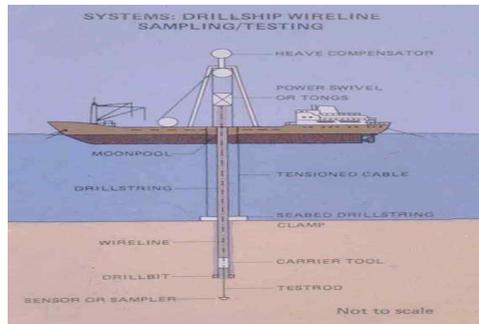
MV BUCENTAUR



확인조사(A.P Vandenberg)



MINI-SEACALF



시추작업 모식도

<표 3-2> 인천대교 건설공사에서 해상지반조사

위치	시점 : 인천광역시 송도신도시 일대 - STA. 2+400km 종점 : 인천광역시 영종도 신공항 일대 - STA. 14+760km
규모	전체연장 12.33km 주요구조물 : 주탑, 단부교각, 접속교, 고가교, 충돌방지공, Test Pile
과업기간	2004년 10월 22일 ~ 2005년 5월 7일
조사수량	239공, 공별로 현장시험 1식, 실내시험 1식
조사업체	희송지오텍
조사비용	설계시 : 56억원 시공중 확인시추 : 50억원 (FAST TRACK 방식)



Floating Barge



SEP Barge



해상 시험



해상 시추

제2절 국외 시추선 현황

1. 외국의 주요 시추선 현황

- 해상지반조사는 유럽을 중심으로 발전되어 왔으며 네덜란드의 Fugro社가 미국, 영국, 홍콩, 중국 등에 지사를 설립하고 전 세계 해상지반조사 시장을 독점하고 있음
- 해양 개발과 인공섬 건설, 해상풍력발전 등 해양지반조사 수요의 급증으로 Fugro社의 매출은 매년 증가하고 있음
- 호주, 일본은 자체 장비를 제작하여 자국시장을 보호하고 있음

2. 주요 시추선 사양

가. Fugro Explorer호

- 파나마 선적으로 2002년 건조된 Fugro Explorer호는 첨단 조사 장비를 탑재하고 장기간 해양프로젝트 수행이 가능함

<그림 3-1> Fugro Explorer호 사진



- 주요 제원은 다음의 표와 같음

<표 3-3> Fugro Explorer호의 주요 제원

구분	사양	구분	사양
선장	79.55m	항해범위	-
선폭	16.00m	최적속도	11knots
흘수	-	항속시간	45days
총톤수	-	승무원	12nos.

나. Amige호

- 러시아 선적으로 1985년 건조된 Amige호는 해양탐사와 지반조사에 투입되어 사용된 시추선으로 최근 업그레이드를 하여 최대 3,000m 수심에서 작업이 가능함
- 다양한 현장토질시험과 시료 채취가 가능

<그림 3-2> Amige호 사진



- 주요 제원은 다음의 표와 같음

<표 3-4> Amige호의 주요 제원

구분	사양	구분	사양
선장	85.8m	항해범위	-
선폭	16.8m	최적속도	10knots
흘수	5.6m	항속시간	28days
총톤수	3,577ton	승무원	31nos.

다. Bucentaur호

- 파나마 선적으로 1983년 건조된 Bucentaur호는 세계에서 가장 많은 프로젝트에 참여한 지반조사 전용선박으로 최근 선박의 성능 향상과 효율성 및 안전성을 높이기 위한 업그레이드 진행 중
- 이 선박은 지반조사뿐만 아니라 말뚝의 항타, 각종 해저 지반의 굴착 등과 같은 해저 작업도 가능함

<그림 3-3> Bucentaur호 사진



- 주요 제원은 다음의 표와 같음

<표 3-5> Bucentaur호의 주요 제원

구분	사양	구분	사양
선장	78.1m	항해범위	-
선폭	16.0m	최적속도	10knots
흘수	5.6m	항속시간	-
총톤수	2,768ton	승무원	31nos.

라. Markab호

- 파나마 선적으로 1995년 건조된 Markab호는 해양에서 다양한 작업이 가능하도록 만들어진 다기능 선박으로 넓은 데크와 작업공간이 특징이며, 특히 인양 능력이 매우 우수함
- 4점 계류를 하며 해저지반 시추작업과 ROV 운영이 가능함

<그림 3-4> Markab호 사진



- 주요 제원은 다음의 표와 같음

<표 3-6> Markab호의 주요 제원

구분	사양	구분	사양
선장	70.2m	항해범위	-
선폭	13.0m	최적속도	8.0knots
흘수	1.7m	항속시간	-
총톤수	1,594ton	승무원	19nos.

마. Mariner호

- 파나마선적으로 1974년 건조된 Mariner호는 해양 지반조사에 사용된 선박으로 세계적으로 사용되었으나, 최근에는 동아시아 지역에서 주로 활용하고 있음
- 6점 계류를 하기 때문에 매우 연약한 해저면에서도 수심 200m에서 작업이 가능하며 앵커링을 하면 최대 320m까지 작업이 가능함

<그림 3-5> Mariner호 사진



○ 주요 제원은 다음의 표와 같음

<표 3-7> Mariner 호의 주요 제원

구분	사양	구분	사양
선장	81.8 m	항해범위	-
선폭	12.3 m	최적속도	9.0 knots
흘수	4.5 m	항속시간	-
총톤수	1,655 tonnes	승무원	35 nos.

바. KAN 407호

○ 중국의 제1해양지질조사대 소속으로 1987년 건조된 KAN 407호는 부산·거제간 연결대교 사업, 한국지질자원연구원 해저지질조사사업 등에 임차된 바 있음

<그림 3-6> KAN 407호 사진



○ 주요 제원은 다음의 표와 같음

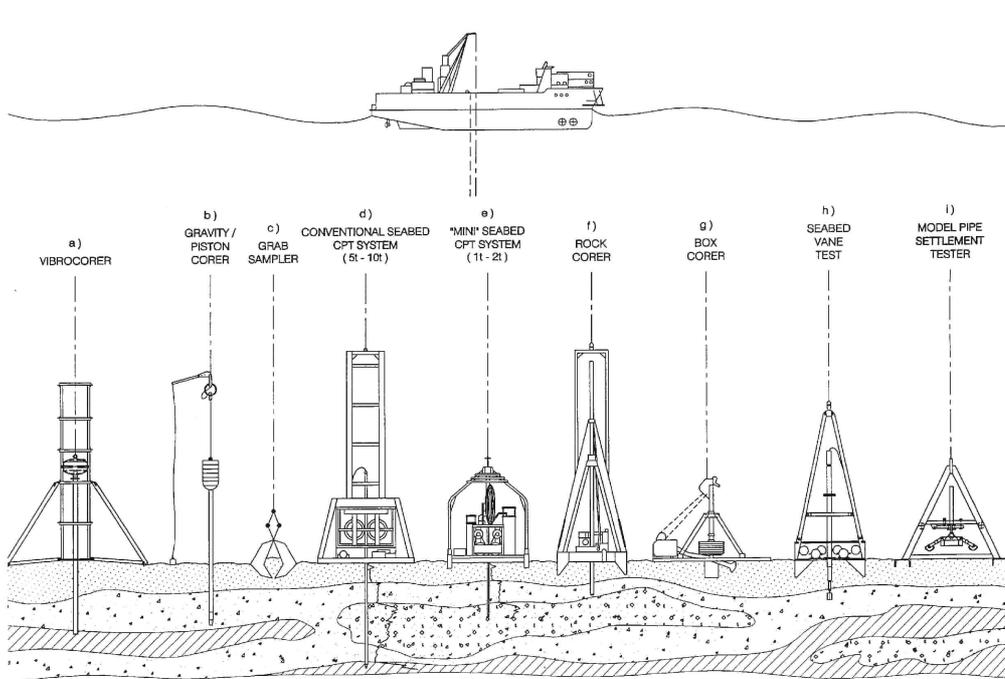
<표 3-8> KAN 407호의 주요 제원

구분	사양	구분	사양
선장	54.96m	항해범위	10,000km
선폭	11.68m	최적속도	12.5knots
흘수	3.80m	항속시간	30days
총톤수	1,500ton	승무원	32nos.

제3절 국외 시추선의 주요 장비

1. Fugro社가 보유한 주요 장비

<그림 3-7> 시추방법



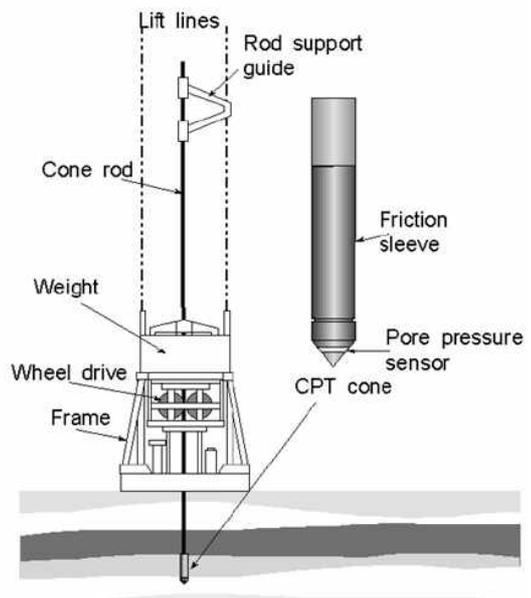
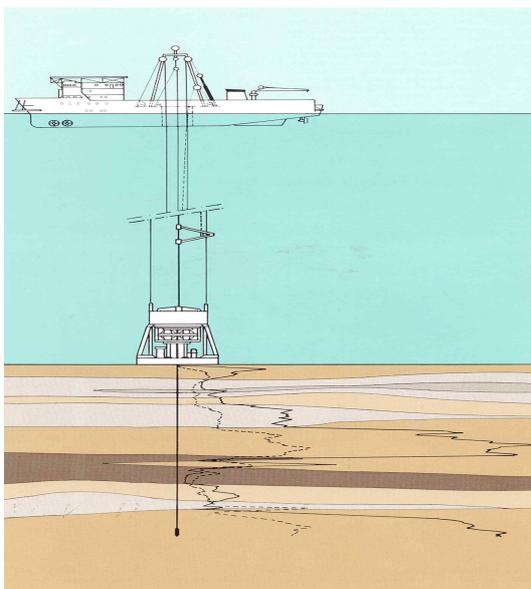
○ Seacalf

- 해저 착저형의 표준형 CPT 장비 (CPTU, in situ vane and T bar 시험)
- 10cm², 15cm² and 33cm² 콘 사용, T bar 5,000kg 사용
- 최대 관입 40m, 최대 수심 2,250m

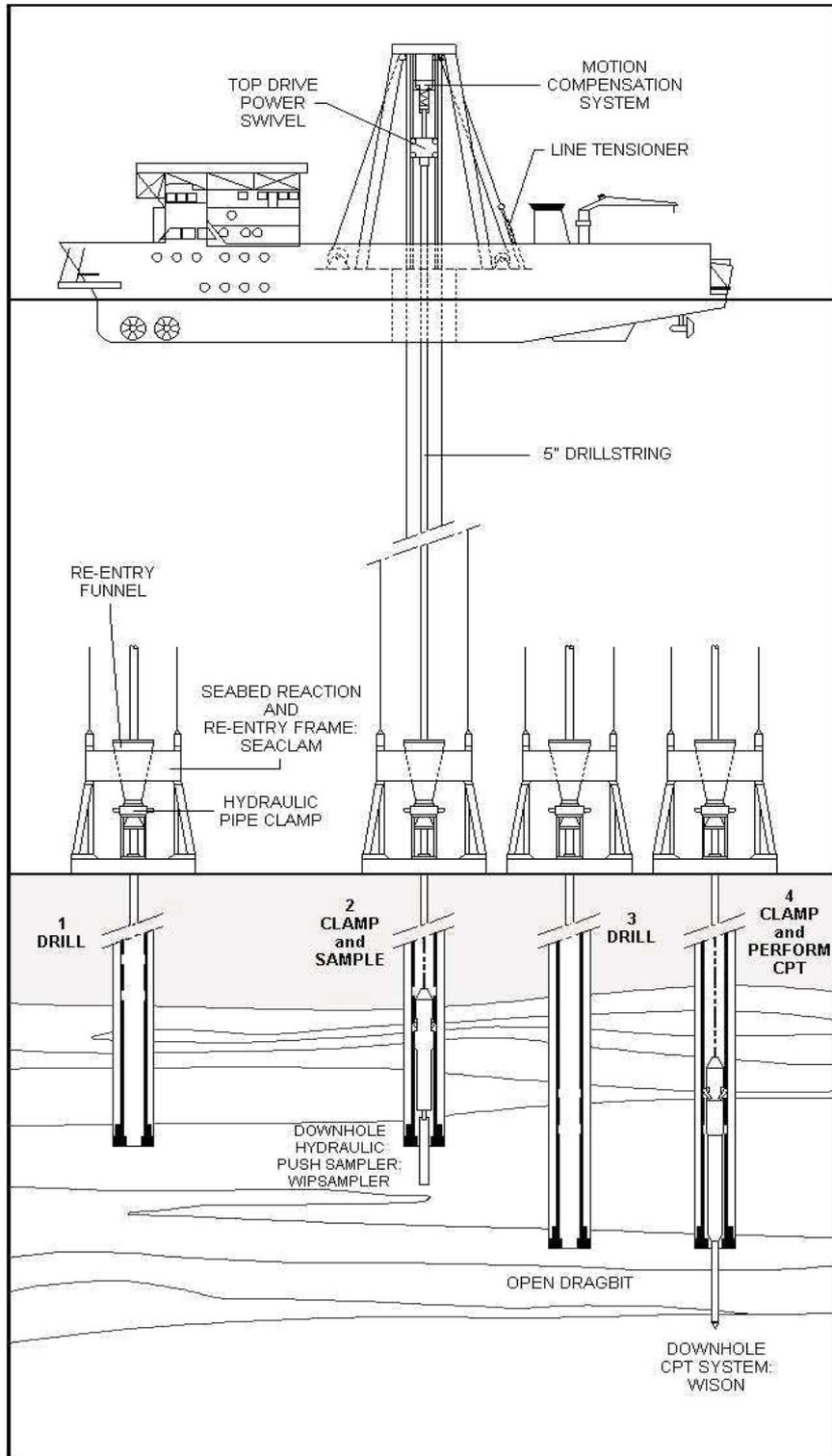
<그림 3-8> Seacalf



<그림 3-9> Seacalf에서 콘관입 시험



<그림 3-10> Seacalf에서 가능한 실험의 종류



○ Mini-Seacalf

- Fugro에서 자체 개발한 해저 착저형의 경량 CPT장비로서 재래 바지선이나 선박에 비치할 용도로 설계된 시스템으로 크레인이나 승강 프레임에 의해 투입
- 장비는 경제성과 효율성을 유지하면서 고품질의 연속적 현지 지반 데이터를 얻을 수 있음

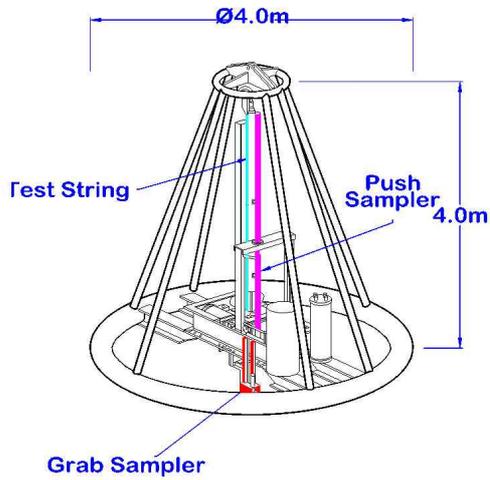
<그림 3-11> Mini-Seacalf



○ Searobin

- Cable Route Surveys
- 2m CPTU stroke with 5cm² and 10cm² Cones
- 1m Push Samples
- Small Grab Sampler
- 50 Tests a Day in 1,000m water Depth
- Max. 2,000m Water Depth

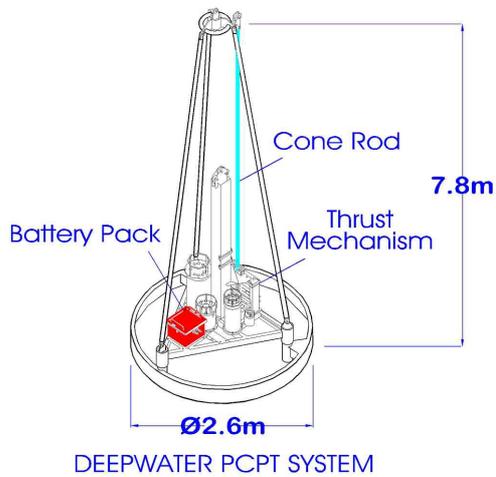
<그림 3-12> Searobin



○ Seascout

- 5.5m CPTU and In Situ Vane Test
- 1cm² and 33cm² Cones, T-bar 1,400kg
- Max. 2,200m Water Depth

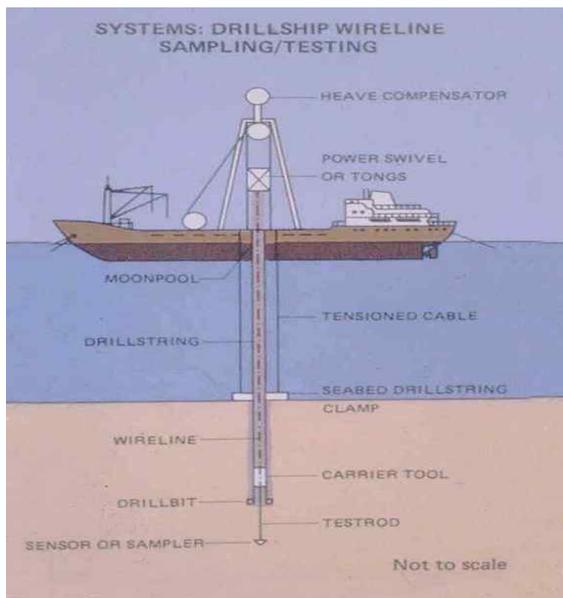
<그림 3-13> Seascout



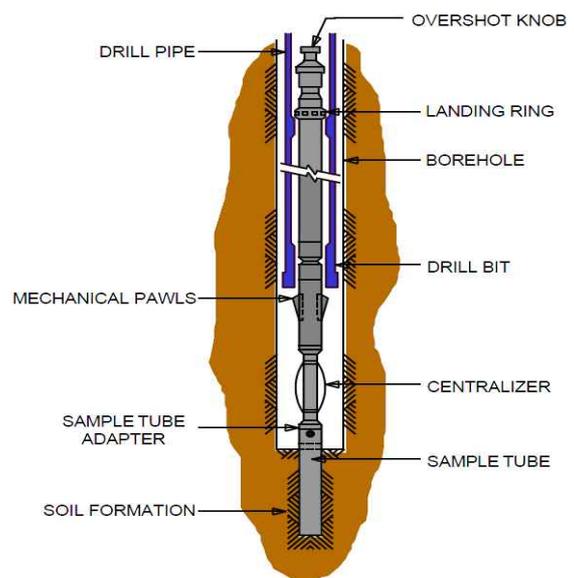
○ 시료채취기

- 다운홀 형식의 시료 채취기

<그림 3-14> Pocket Sampler



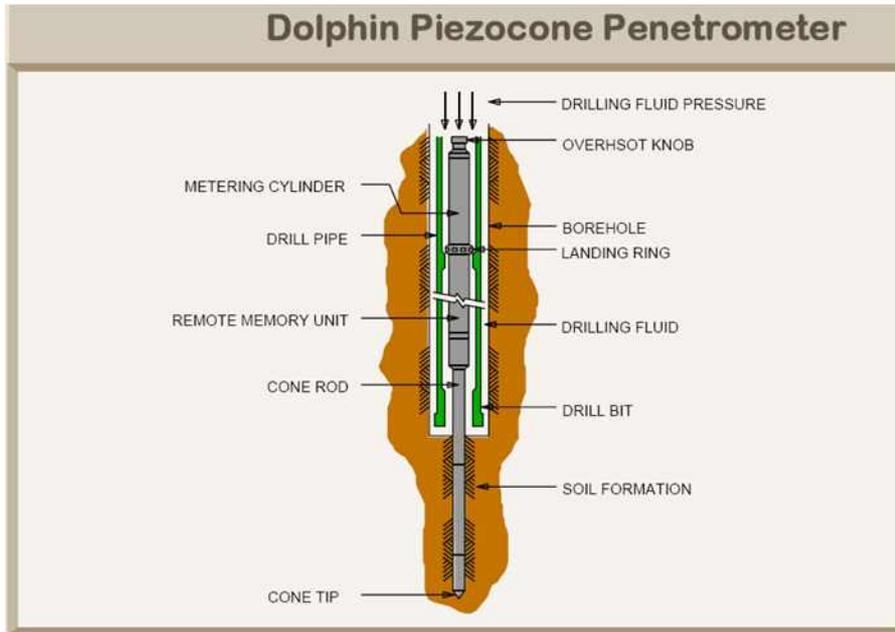
<그림 3-15> Dolphin Push Sampler



<그림 3-16> 심해 표층 시료 채취기

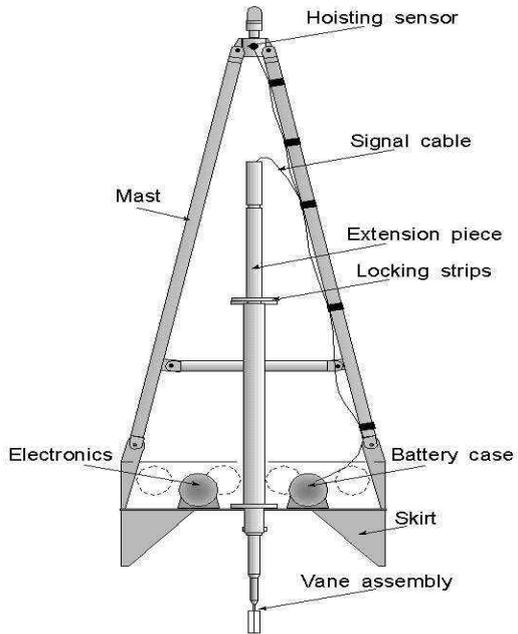


<그림 3-17> 다운홀 형식의 콘관입 시험기

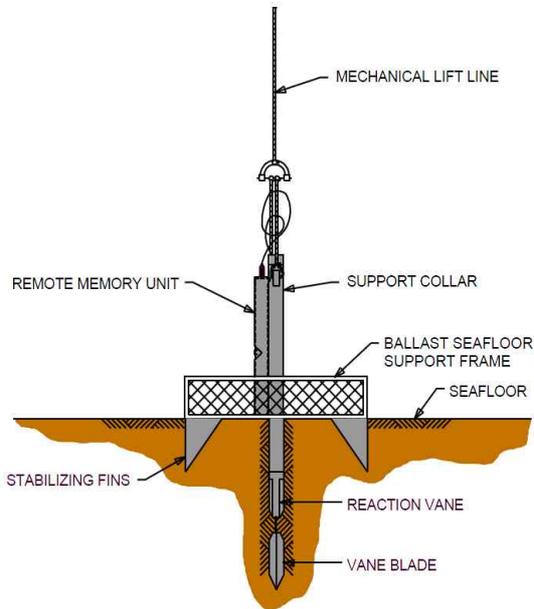


○ 베인시험기

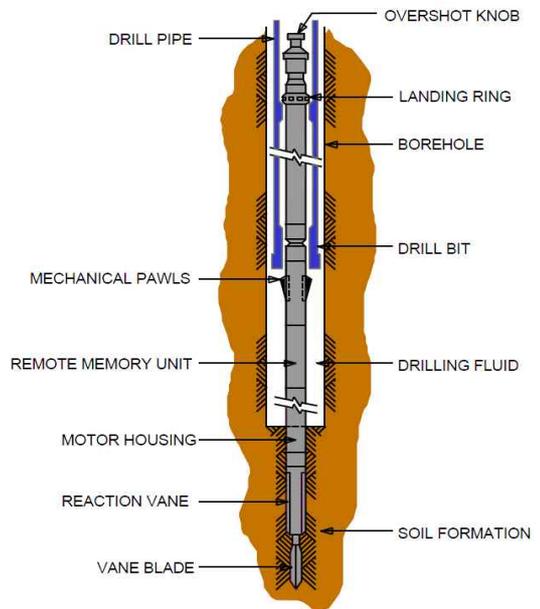
<그림 3-18> A Halibut vane test rig during recovery



<그림 3-19> Halibut Remote Vane



<그림 3-20> Dolphin Downhole Remote Vane



<그림 3-21> 시료 채취 및 추출 장면 1



<그림 3-22> 시료 채취 및 추출 장면 2



<그림 3-23> Drill floor



<그림 3-24> Mud Circulation System



2. Benthic Geotech社가 보유한 주요 장비

- 호주 Benthic Geotech社에서 운영하고 있는 세계 최고 수준의 해양지반조사 장비
 - 비탐재 장비(PROD™)를 장착하여 지반조사 수행
 - PROD™은 해저착저형으로 지반시추와 원위치시험(CPT) 및 시료채취가 가능한 현재 세계에서 최고수준의 지반조사 장비임
- 전용선박(CSIRO's Southern Surveyor)
 - Research Vessel: Multi-purpose
 - Length Overall: 66.1m, Between Perpendiculars 61.4m
 - Beam: 12.3m
 - Draft: 5.3m
 - Lloyds Classification: 100A1 LMC UMS
 - Gross tonnage: 1,594t

<그림 3-25> PROD™ 시험장면



제 4 장 시추선의 사양분석

제 4 장 시추선의 사양

제1절 기본 사양

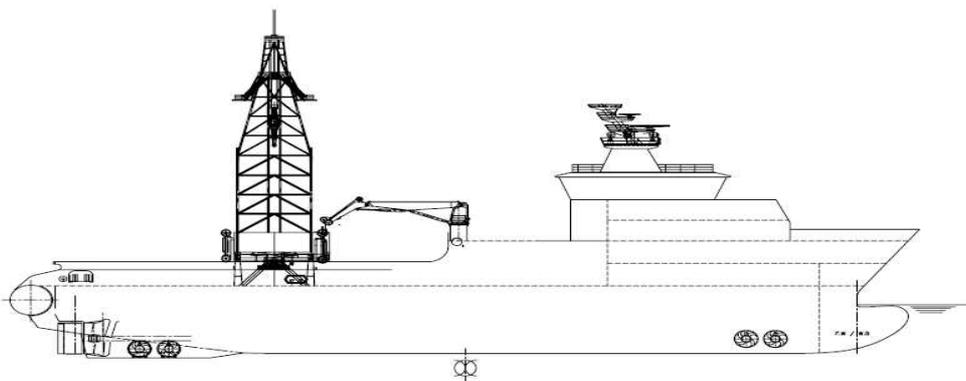
- 천해 200m 이하의 탐사가 가능해야 함
- 지중 200m 이상의 지반탐사 및 시추조사가 가능해야 함
- 시추선의 DP (dynamic position) 기능이 탑재되어야 함
- 실시간 관측체제(해수, 기상, 탐사자료 일부 생중계 제공)를 갖추어야 함
- 선내 Internet망 및 육상 연결망이 구축되어야 함
- 안전성에 따른 탐사에 적합한 해황의 기준 설정

제2절 주요 사양

1. 선형

- 유체성능이 우수하고 일반배치가 컴팩트한 단동형 선형
- 연근해 해양시추탐사를 위한 충분한 내항성능(Sea-Keeping) 확보

<그림 4-1> 시추선 선형



<표 4-1> 내항성능 기준

항 목		기 준
운항조건	해상상태	7
	침 로	최적침로
	적하상태	기준만재배수량
내해성	횡동요	8.0°(SSA)
	종동요	3.0°(SSA)
	슬래밍	20n/hr
	갑판침수	30n/hr
	수직가속도	0.4g
	수평가속도	0.2g

- IMO 복원성능 및 IMO 조종성능 확보
 - 자동제어장치가 갖추어진 전용 Anti Rolling System 등의 횡동요억제장비가 필요하며, 설계시 제복원력 만족 및 조종성능 및 내항성능 해석 필요
- 연근해 해양시추탐사를 위한 위치유지(Dynamic Position) 성능 확보
 - DGPS를 이용한 자동위치제어 System, 추진기 Thusters 등 All Manoeuvring 장비, 시추장비등을 통합한 Intergrated Control System 필요
- ISO 진동 특성 만족
 - 설계시 Vibration, Noise 등 해석 필요
- IMO 선내 소음 및 수중 방사 소음 만족
 - 선원 이외에 비승선요원들인 탐사요원들 및 탐사장비를 위하여 진동 및 소음대책이 필요
 - 특히, 시추작업이나 탐사작업시 계속적인 DP System의 운용이 필요하므로 통상 각 Deck마다(Main Deck부터 상위층 모두) Floating Floor System이라 하여 바닥에 특수 매트 작업 필요

2. 추진장치

- 주기관 및 추진기
 - 형식 : 4 행정, 해상용 디젤엔진
 - 대수 : 2 대
 - 디젤 전기모터 : 2기 2축 추진방식, 고정피치프로펠러
 - 디젤기관과 동력전달장치로 감속기어 및 가변피치프로펠러

3. 항해장비

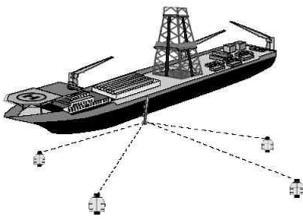
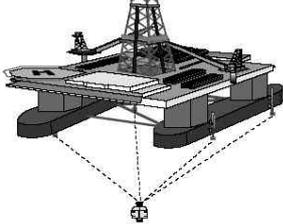
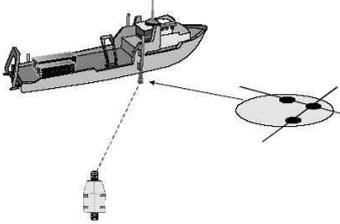
- 주요 구성 장비로는 전자해도(ECDIS : Electronic Chart Display and Information System), 위성항법장치(GPS : Global Positioning System), 자동식별장치(AIS : Automatic Identification System), 항해자료기록기(VDR : Voyage Data Recorder) 등임.
- Radar, Echo Sounder(수심측정), Satellite Communication System, 각종 통신 장비 등

4. 항법시스템

- 시추선의 위치는 항법 시스템에 매우 중요한 역할을 하며, 이 위치는 생물·광물자원탐사, 해양 생물 지질연구, 침몰선 탐사 및 구난 등에 사용되는 무인 잠수정, 견인용 탐사장비 등의 효율적인 운용을 위해서는 200m 수심에서도 위치를 정확히 계측 할 수 있는 수중항법 장치가 요구
- 측위방법은 단독측위와 DGPS(Differential Global Positioning System) 보다는 후처리 상대측위나 실시간 이동측위 방법으로 변화하여 훨씬 높은 정밀도를 요구
- 수중예인체의 위치를 계측하기 위한 시스템으로 APS(Acoustic Positioning

System) 활용되고 있으나, 작업별, 대상해역 특성별로 여러 종류의 다양한 시스템이 활용되고 있음

<표 4-2> APS 시스템 비교

구분	LBL(Long Base Line)	SBL(Short Base Line)	USBL/SSBL (Ultra/Super Short Base Line)
시스템 형식			
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 수심에 무관한 정확도 제공 - 넓은 영역내의 상대적 위치 정보 제공 - 트랜스듀서의 소형화 	<ul style="list-style-type: none"> - 시스템 운영이 용이함 - 경사거리 정확도 우수함 - 트랜스듀서의 모션 장착으로 인한 해저면 설치 작업 불필요 - 트랜스듀서의 소형화 	<ul style="list-style-type: none"> - 시스템 운영이 용이함 - 트랜스듀서의 모션 장착으로 인한 해저면 설치 작업 불필요 - 하나의 트랜시버 요구 - 경사거리 정확도 우수함
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 시스템이 복잡하여 운영전문가 필요 - 영역 확장에 따른 고 비용 - 설치 및 회수작업장 시간 소모 - 각 트랜스듀서 별 필드 검교정(Calibration) 필요 	<ul style="list-style-type: none"> - 기선의 길이가 충분히 길어야 함 (100m 이상) - 모션 상가 후 정밀 조정 작업 필수 - 실해역 검교정 필요 - 모션의 자이로 및 모션센서와의 연동 - 3 대 이상의 트랜시버 필요 	<ul style="list-style-type: none"> - 실해역 검교정 필요 - 모션의 자이로 및 모션센서와의 연동 - 시스템 안정성 문제

5. 연구장비

- DGPS를 이용한 자동위치제어 System, 추진기 Thusters 등 All Manoeuvring 장비, 시추장비 등을 통합한 Intergrated Control System 구성이 필요함
- 향후 DP 및 선박 Control System을 통합하여 구성하는데 통상 DP 전문업체에서 시스템 구성이 필요함

○ Geophysical Survey System

- 다중빔수심측정기(Multi-beam Echosounder)
- 천부지층탐사기(Shallow Sub-bottom Profiler)
- 심부지층탐사기(Deep Sub-bottom Profiler)
- 측면주사 해저면탐사기

○ 시추 장비

- 연약지반 및 풍화토, 암반지반에서 시추 가능한 시추 장비, 최대 심도 200m(안)
- 공벽 유지를 위한 Casing System
- 공벽 유지를 위한 Mud(Bentonite) Circulation System

○ 선박 자체 시추 장비를 활용하는 장착형 현장 시험 장비

- 표준관입시험기(SPT : Standard Penetration Testing System)
- 콘관입시험기(CPT : Cone Penetration Testing System)
- 현장베인시험기(FVT : Field Vane Testing System)
- 공내재하시험기(Pressuremeter test)

○ 착저형 현장 시험 장비(독립 운영)

- 착저형 지반조사장비(Fugro社의 Seacalf 또는 Benthic社의 PROD™ 동급 성능)

○ 시료보관시설

- 교란되지 않은 상태로 채취된 시료를 정밀하게 보관하는 설비
- 충격방지 및 항온항습이 되는 다량의 시료보관 컨테이너

○ 실내시험실

- 채취된 시료에 대한 간단한 실내 실험을 위한 공간 및 시험장비
- 항목 : 함수비, 단위중량, 입도분석, 액소성한계, 비중 시험 등
- 시료 추출기, 건조로, 저울, 체분석기, 비중계, 액성한계시험기, 압축시험기 등 기본 물성시험장비

6. 장착장비

가. 측면주사 해저면 탐사기

- 해저 난파선의 위치 파악에서 비롯된 Side Scan Sonar는 해상 구조물 시공에서부터 광물자원의 탐사, 지각구조 파악 등 다양한 분야에 사용되고 있으며, 새로운 음향 조사 기법인 Chirp 기술을 이용한 장비가 개발되어 음파의 도달 한계를 극복하고 획기적으로 해상도를 높일 수 있게 되어 앞으로 많은 응용 분야로의 진출이 기대되고 있음
- 정밀 해저지형 탐사를 위해서는 ROV 혹은 예인체에 조사장비를 장착하여 고도를 최대한 낮추어 천해역 탐사와 같은 환경을 갖추어야 지향하는 지형자료 및 해저면 상태 정보를 획득할 수 있음
 - Deep-Tow Camera 시스템은 Ground Truth 기법으로 원격탐사 자료를 이용한 원격과정의 기준 파라메타로 이용하기 위하여 적용되는 시스템
 - DTSSS(Deep Towed Side Scan Sonar)는 시추선 후방으로부터 예인되는 예인체로 송수파기를 갖추고 있어 해저면으로 선형으로 퍼지는 음파를 발신해서 해저면의 산란, 반사된 음파를 수신하고, 수신된 음파의 강약을 표시하여 해저의 미세지형, 매질의 변화를 음향영상으로 전환하여 지질, 지형분석에 이용하게 됨

나. 천부지층¹⁾ 탐사기

- 해저퇴적층을 투과할 수 있는 주파수 대역의 음파를 사용하여 해저의 지질구조를 파악하는 장비임
- 연구(탐사) 대상인 목표물까지의 거리가 멀수록(즉, 수심이 깊을수록, 퇴적층이 두꺼울수록) 저주파 음원을 적용하게 되며, 음향측심기도 같은 원리에서 천해용은 약 200kHz 의 고주파 이지만, 심해용은 12~34kHz 의 저

1) 천부지층이라는 의미는 해석자의 주관에 따라 조금씩 차이는 있지만, 일반적으로 100m 미만의 퇴적층부를 말함

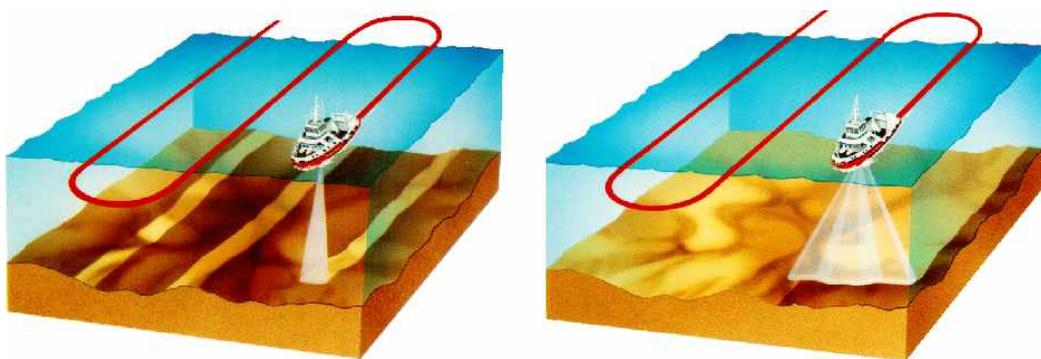
주파 음원을 사용하고 있음

- 해저면 이하의 퇴적구조를 탐사할 수 있는 주파수 대역은 크게 두 종류로 구분되며, 고해상 지층탐사장비는 비교적 고주파수로 볼 수 있는 3.5kHz 주파수 대역이 가장 효과적인 것으로 알려져 있음
- 일반적으로 7.0kHz까지 사용하지만 지층 투과력이 현저히 줄어들기 때문에 니질의 퇴적층을 제외하고는 특별한 연구목적 없이는 3.5kHz가 일반적으로 사용되며, 니질퇴적물의 경우 30~80m 정도로 나타나고 있음

다. 다중음향측심기

- 다중빔 음향측심기는 단일빔(Single Beam)을 이용한 해저면 탐사를 멀티빔(Multi Beam)으로 개선함으로써 한 번에 광범한 해저면을 더욱 더 세밀하게 관측할 수 있는 시스템임
- 넓은 작업 반경, 높은 해상도, 자동 측선 보정 기능뿐만 아니라 장비의 소형화로 소형 선박에서의 장착 및 운영이 가능함

<그림 4-2> Single Beam과 Multi Beam Survey



- 다중 측심기는 수심에 따라 천해용, 중천해용, 심해용으로 나누어지며 센서의 크기에 따라 각각의 수심별 정밀도가 다름

라. 중자력 탐사장비

- Gravity meter sensor 및 자료저장 시스템은 항진 중에 연속적으로 중력을 측정할 수 있도록 설계되어, 정밀도가 0.01mgal로써 매우 높으며, 중력센서, 안정판, 자이로 등 모든 시스템이 컴퓨터에 의해 자동적으로 제어 됨

바. Winch 및 Crane

(1) Sea Winch(광)

- 18φ × 1,000m 약 18 톤 (Traction Winch 포함)
- 용도 : 무인잠수정, 모든 시료채취장비와 연결 사용

(2) Sea Winch

- 24.6φ × 1,000m 약 25 톤 (Traction Winch 포함)
- 용도 : 모든 시료채취장비와 연결 사용

(3) Coaxial Cable winch

- 2.54φ × 1,000m
- 용도 : 전원 및 자료획득을 하는 모든 관측장비

(4) CTD winch

- 8.3φ × 1,000m 약 3 톤

(5) 소형 winch

- 6φ × 1,000m 약 3 톤

(6) A-frame

- 50톤, 높이 6.0 ~ 7.0m, 폭 9m 후갑판
- 용도 : 모든 대형 관측장비의 투하 및 회수에 사용

- 10톤, 높이 6.0m, Piston corer 투하 및 회수용 선측부착
- 3톤, 높이 5m, CTD 투하용 선측부착

(7) Marine Crane

- 2.8톤 15m 조사선의 우측, 5톤 15m 조사선의 좌측

마. 시료채취 및 Towing용 장비

(1) 시료채취장비(Sea Winch 사용)

- Box Corer/Vibracorer
- Piston Corer
- Multiple Corer
- Dredge Bucket
- TV Grab (샘플채취 및 사진)

(2) 해저 탐사기(동축·광 케이블 이용)

- Towing Imaging System
- Towing Side Scan Sonar
- Towing Camera(Seacam)
- 무인 잠수정
- Towing용 CTD(Seasoar)
- Towing용 자력계(심해용으로 현재 동축만 사용가능)
- Seasoar
- MVP

(3) 자유낙하투하용(크레인 이용)

- Free-fall Grab
- Free-fall Corer
- Mooring System
- Acoustic Navigation System : 필요시 좌현 혹은 우현에 설치
- AUV
- 유인 잠수정

제 5 장 경제적 타당성 분석

제 5 장 경제적 타당성 분석

제1절 분석방법

1. 비용분석 방법

- 모든 비용의 기준단가는 2008년도 말을 기준으로 추정하고, 시추선의 규모, 기능 등을 고려하여 기존의 분석사례를 참고하여 추정함
- 시추선의 총비용은 총사업비와 운영비로 구성됨
- 총사업비는 설계기준을 기초로 예비타당성 조사 지침에 근거하여 공사비, 연구장비비(Lab, 탐사장비, Towing 및 Sample 채취장비, 시추장비, 인건비), 기타비용(간접노무비, 경비, 일반관리비, 이윤), 부대비용(기본설계비, 실시설계비, 견고감리비, 시험운영비), 부가가치세, 예비비로 구분하고 기존의 분석사례를 참고로 추정함
- 운영비는 시추선의 운영에 필요한 인건비, 유류비, 보험료 및 유지보수비로 구분하고 기존에 분석사례를 참고로 추정함

2. 편익분석 방법

- 시추선 운영에서 발생하는 편익으로는 직접편익과 간접편익으로 나눌 수 있으며, 시추선의 운영에서 발생하는 수익을 직접편익으로, 간접편익으로 는 동일한 사업에 외국선박을 이용할 경우 지불해야 하는 비용과 국내에서 건조된 시추선을 이용할 경우 지불해야 하는 비용의 차이를 간접편익으로 추정하였음
- 그 외 발생하는 과학기술적 편익(과학기술적 발전의 공헌, 핵심 기술확보, 공동활용에서 발생하는 편익 등)과, 경제적 편익(고용효과, 국민경제적 산업과급효과 등)은 비시장적 가치에 관한 편익은 편익 추정에서 제외하였음

- 시추선 운영에서 발생하는 편익은 투자완료 후 25년간으로 발생한다고 가정하였고 사회적 할인율은 예비타당성 조사지침(제5판)에서 제시하는 5.5%를 적용하였음

제2절 비용분석

1. 설계기준

- 시추선의 설계규모는 현재 중국의 SOPGC²⁾에서 운영하고 있는 KAN 407을 기준으로 최적의 운항을 할 수 있도록 추정하였음
- 그 결과 시추선의 설계규모는 총톤수는 1,500톤, 전장 55m, 폭 12m, 만재흘수 4m, 항해거리 10,000해리, 운항지속기간 30일, 운항선속 10노트로 가정함

<표 5-1> 설계기준

총톤수	전장	폭	만재흘수	항해거리	운항지속기간	운항선속
1,500톤	55m	12m	4m	10,000해리	30일	10노트

2. 총사업비 추정

- 시추선의 총사업비는 예비타당성 지침에 따라 공사비, 연구장비비, 기타비용, 부대비용, 부가가치세, 예비비 등으로 구분하여 추정하였음

가. 공사비

- 공사비는 선각공사, 화물장치, 의장공사, 간판배관, 선실의장, 기관공사, 전

2) SOPGC : Shanghai Offshore Petroleum Geophysical Corporation

기공사, 진수공사 등으로 구성됨

- 구체적인 설계가 확정되지 않은 현 상황에서 각 항목별 경비는 유사선박인 대형해양과학연구선의 사례를 참고하였음³⁾
- 공사비는 총 215억원으로 추정되었으며, 세부공사 내역과 금액은 다음과 같음
 - 선각공사(강판, 형장재, 부자재, 선체식별·표식, 도장공사, 방식공사) : 39.1억원
 - 화물장치(Cargo Hatch, Deck Cranes, Cargo Hold Ventilation) : 3.9억원
 - 의장공사(선박 조종 설비, 계선계류장치, Deck Outfitting 부자재, Equipment for Helicopter, 작업정 및 바지, Miscellaneous) : 25.5억원
 - 갑판배관(배관일반, Piping System) : 6.7억원
 - 선실의장(구명설비, 소화설비, Insulation, Panels, Doors, Windows and Scuttles, Deck Covering, Stairway, Stormrail, Elevator, Furniture, Inventory and Entertainment Equipment, Galley, Laundry Equipment and Furniture, Provision Store and Refrigerating Plant, Sanitary Equipment and Sundry Space, Ventilation and Air Conditioning System) : 37.8억원
 - 기관공사(주 추진계통, 증기발생장치, Electric Power, System For Machinery, Main Components, 기관실 자동화설비, Miscellaneous) : 82.9억원
 - 전기공사(Electric Power Source, Electric Power Distribution, Lighting System, 항해 및 탐지계통, Communication Equipment, Radio Equipment, Electric Cable and Install Material) : 19억원
 - 진수공사 : 1억원

3) 국토해양부(2008), 대형해양과학연구선 건조사업 기획연구.

<표 5-2> 공사비 추정

(단위: 백만원)

구분	항 목	수량	단위	재 료 비	노 무 비	금 액
공사비	선각공사	1	식	2,000	1,910	3,910
	화물장치	1	식	360	30	390
	의장공사	1	식	2,000	550	2,550
	간판배관	1	식	380	290	670
	선설의장	1	식	3,350	430	3,780
	기관공사	1	식	7,470	820	8,290
	전기공사	1	식	1,520	380	1,900
	진수공사	1	식	0	10	10
	소 계			17,080	4,420	21,500

나. 연구장비비

- 연구장비비는 Laboratory, 탐사장비, Towing 및 Sample 채취장비, 시추장비, 인건비 등으로 구성됨
- 연구장비비는 총 122.5억원으로 추정되었으며, 세부 내역은 다음과 같음
 - Laboratory : 2.5억원
 - 탐사장비 : 37억원
 - Towing 및 Sample 채취장비 : 18억원
 - 시추장비 : 장착형 현장시험장비 20억원, 착저형 장비 40억원 등 60억원
 - 인건비 : 5억원

<표 5-3> 연구장비비 추정

(단위: 백만원)

구분	항 목	수량	단위	재 료 비	노 무 비	금 액
연구장비비	Lab	1	식	250		250
	탐사장비	1	식	3,700		3,700
	Towing	1	식	1,800		1,800
	시추장비	1	식	6,000		6,000
	인건비	1	식		500	500
	소계			11,750	500	12,250

다. 기타비용

- 기타비용은 간접노무비, 일반관리비, 경비, 간접경비, 이윤 등으로 구성됨
- 기타비용은 총 54억원으로 추정되었으며, 세부 내역과 금액은 다음과 같음
 - 간접노무비(직접노무비의 15.8%) : 7.8억원
 - 경비(직접경비+간접경비(재료비 +노무비)의 6.0%) : 20.6억원
 - 일반 관리비(제조원가의 5.0%) : 16.9억원
 - 이윤(노무비 + 경비 + 일반관리비의 10%) : 9.4억원

<표 5-4> 기타비용 추정

(단위: 백만원)

구분	항 목	수량	단위	재 료 비	노 무 비	금 액
기타비용	간접노무비	1	식			777
	경비	1	식			2,025
	일반관리비	1	식			1,688
	이윤	1	식			941
	소계					5,431

라. 부대비용

- 부대비용은 기본설계비, 실시설계비, 건조감리비 및 시험운항비 등으로 구성됨
- 부대비용은 총 18억원으로 추정되었으며, 세부 내역과 금액은 다음과 같음
 - 기본설계비는 엔지니어링 사업대가의 기준인 공사비의 1.404%를 적용하고 여기에 모형수조 시험비 2.5억원을 더하여 5억원으로 추정함
 - 실시설계비는 엔지니어링 사업대가의 기준인 공사비의 2.811%를 적용하여 6억원으로 추정함
 - 감리비는 엔지니어링 사업대가의 기준인 공사비의 1.312%를 적용하여 2.8억원으로 추정함
 - 시험운항비는 시험운항 기간을 1개월 정도로 가정하고 시추선의 1개월 운영비 2.3억원에 기타경비 2억원을 더하여 4.3억원으로 추정함

<표 5-5> 부대비용 추정

(단위: 백만원)

구분	항 목	수량	단위	재 료 비	노 무 비	금 액
부대비용	기본설계비	1	식		502	502
	실시설계비	1	식		604	604
	건조감리비	1	식		282	282
	시험운영비	1	식		430	430
	소계					1,818

마. 부가가치세

- 부가가치세는 예비타당성 조사 지침에 의거 국세기본법 제2조에 따라 총 건조사업비 409.9억원의 10%인 40.9억원으로 추정함

바. 예비비

- 예비비는 예비타당성 조사지침에 근거하여 총원가 450.9억원의 10%인 45억원으로 추정함

사. 총사업비

- 1,500급 시추선 건조의 총사업비는 496억원으로 추정함

<표 5-6> 시추선의 총사업비 추정

(단위: 백만원)

구분	항 목	수량	단위	재 료 비	노 무 비	금 액
공사비	선각공사	1	식	2,000	1,910	3,910
	화물장치	1	식	360	30	390
	의장공사	1	식	2,000	550	2,550
	간판배관	1	식	380	290	670
	선실의장	1	식	3,350	430	3,780
	기관공사	1	식	7,470	820	8,290
	전기공사	1	식	1,520	380	1,900
	진수공사	1	식	0	10	10
	소 계			17,080	4,420	21,500
연구장비비	Lab	1	식	250		250
	탐사장비	1	식	3,700		3,700
	Towing	1	식	1,800		1,800
	시추장비	1	식	6,000		6,000
	인건비	1	식		500	500
	소계			11,75	500	12,250
기타비용	간접노무비	1	식			777
	경비	1	식			2,025
	일반관리비	1	식			1,688
	이윤	1	식			941
	소계					5,431
원가(A)						39,181
부대비용(B)	기본설계비	1	식		502	502
	실시설계비	1	식		604	604
	건조감리비	1	식		282	282
	시험운영비	1	식		430	430
	소계					1,818
총건조공사비(A+B)						40,999
부가가치세(C)						4,100
총원가(A+B+C)						45,099
예비비(D)						4,510
총사업비(A+B+C+D)						49,609

2. 운영비 추정

가. 인건비

- 1,500급 시추선의 운항을 위한 승무원은 일반적인 승무원과 시추전문기술자 인원으로 구성됨
- 시추선 운항과 관련된 인원은 현재 같은 급의 연구조사선 온누리호(1,442톤)와 같이 15명으로 가정하고, 전문가의 의견을 수렴하여 시추전문 기술자 10명이 필요하다고 가정하고 승무원의 인건비를 산출하였으며, 그 결과 연간 14.7억원의 인건비가 소요될 것으로 추정됨

<표 5-7> 시추선 승무원 구성 및 임금

(단위: 백만원)

구분	직급	인원	연봉	소계
인건비	선장	1	69	69
	시추기술자	10	70	700
	항해사	3	46	138
	갑판	4	45	180
	기관	3	60	180
	조기	2	54	108
	조리	2	49	98
	합계	25		1,473

나. 유류비

- 시추선은 기본적으로 디젤 엔진을 장착할 예정이며 이 때 사용 할 수 있는 연료에는 HFO(Heavy Fuel Oil)과 MDO(Marine Diesel Oil)이 있음
- 과거에는 두 종류의 연료유 중 시추선에는 배기가스규제에 있어서 NOx가 다량 배출되는 HFO를 사용할 수 없었으나 현재는 엔진의 성능이 개선되어 저질유인 HFO도 사용해도 환경 기준을 충족시킬 수 있게 되었음
- 따라서 시추선은 연료비 및 운영비를 고려할 때 HFO를 사용하는 경우를

바탕으로 연료비를 추정하였음

- 최근 3년 동안의 한국해운조합 단가자료를 분석한 결과는 2007년 평균 371달러/톤, 2008년 평균 560달러/톤, 2009년 평균 373달러/톤으로 조사되었으며, 한국은행 경제통제시스템에서 같은 연도 평균 환율은 2007년 달러당 929원, 2008년 달러당 1,103원, 2009년 1,276원으로 조사됨
- 따라서 시추선의 유류비의 톤당 가격은 3년치 평균인 톤당 479,000원을 적용함
- 시추선의 경우 온누리호와 같이 엔진은 1,500마력 2대와 600kW 2대를 장착한다고 가정하여 유류비를 추정하였음
- 또한 엔진과 발전기의 구성과 규격을 고려하여 1일 사용량은 각각 엔진 10ton과 발전기 3ton이 사용될 것으로 가정하였음
- 운항일수는 300일로 가정하고 이동일수 100일, 조사일수 200일로 구분하여 200일에 대하여는 유류비 소모량을 50%로 적용하였음
- 그 결과 시추선 운영에 필요한 연간 유류비는 12.3억원으로 추정됨

<표 5-8> 시추선 운항시 유류비

(단위: 백만원)

구분	사양		구성 및 규격	1일 사용량	연간 유류비
유류비	1,500톤급	엔진	약 1,500마력 × 2대	10ton	958
		발전기	약 600kW × 2대	3ton	278
		합계			1,236

다. 보험료

- 보험료 추정의 기준이 되는 시추선의 기본사양은 1,500톤급을 기준으로 승무원 25명, 부가세와 예비비를 제외한 건조공사비 409.2억원을 기준으로 추정함

- 보험료의 구성은 건조공사비를 기준으로 한 선박보험료, 선원근재보험, 선주상호보험으로 구성되며 각 보험의 보장내역은 아래와 같음
 - 선박보험 : 시추선의 제원과 연구장비 등을 제원으로 담보하는 보험
 - 선원근재보험 : 일정한 선박에 승선하는 선원이 업무수행중 불의의 재해를 입을 경우에 사업자(선주)가 부담하여야 할 선원법상 법정제보상과 민법상 사업자(선주)가 추가로 부담하게 되는 법률상의 배상책임손해를 보상하는 보험으로 승무원 25명에 대한 재해보장
 - 선주상호보험 : 해상운송에서 선주들이 서로의 손해를 상호간에 보호하기 위한 보험으로 통상의 해상보험에서 담보하지 않은 인명이나 여객에 관한 선주의 손해, 선원의 과실에 의해서 발생한 선체 또는 적하품의 손해 등을 보상해 주는 보험으로 보통 P&I보험이라 함
- 시추선의 경우 기존의 연구선박인 온누리호와 이어도호의 보험을 담당하고 있는 보험사로부터 2008년 실적을 기준으로 2009년 현재 적용되고 있는 보험요율을 기준으로 견적을 제시받아 자료로 활용하였음
- 실제로 보험요율은 시장환경이나 사고 등 운영주체의 실적에 따라 달라질 수 있으나, 여기에서는 현재 기존선박에 적용되는 요율을 기준으로 보험료를 추정하였으며, 그 결과 선박건조비를 409억원으로 설정했을 때, 선박보험료는 1.5억원으로 추정하였으며, 온누리호의 보험료를 참고하여 선원근재보험은 승무원 25명에 대한 보험으로 0.7억원, 선주상호보험은 1,500톤에 대한 보험으로 0.2억원으로 추정함
- 따라서 시추선의 연간 보험액은 2.4억원으로 추정됨

<표 5-9> 보험료 추정

(단위: 백만원)

구분	종류	담보내용	보험료
보험료	선박보험	시추선가 409억원	150
	선원근재 보험	승조원(25명)	70
	선주상호 보험	총톤수 1,500톤	20
	합계		240

라. 기타비용

- 연구장비를 유지하고 보수하는 비용은 연구장비에 따라, 당해 연구환경에 따라 달라질 수 있어, 구체적이고 정확한 산출이 매우 어려움
- 여기에서는 현재 운영 중인 온우리호의 선박수리비(선박수선충담금) 2007년 285,590천원, 2008년 545,200천원, 2009년 447,400천원의 평균값인 426,397천원을 포함한 시추선 운영비의 20%인 556,000천원이 유지보수비로 소요될 것으로 추정하였음

3. 연간 운영비 추정결과

- 시추선을 건조하여 연간 300일 정도 조사 활동을 할 경우 연간 운영비는 35억원으로 추정됨
- 일반적인 선박의 선령은 여객선의 경우, '해운법시행규칙'에 따라 20년으로 규정하고 안전운항에 지장이 없을 경우 5년씩 2회에 걸쳐 연장할 수 있도록 명시하고 있음
- 또한 선박보험을 담당하는 보험회사에서의 기본적인 선박선령 기준은 20년으로 규정함
- 그러나 본 선박이 시추선인 점을 감안하면, 사용빈도가 많은 여객선의 선령보다는 장기간 사용할 수 있을 것으로 예상됨

- 선박의 선령을 예측하는 또 다른 방법으로 선체의 강판의 부식정도를 예상하는 방법이 있음
- 선박을 건조할 때, 강선구조기준에 따라 외판두께를 측정하게 되는데, 본 선박에 사용한 강재의 두께와 선박의 무게 및 길이 등을 고려할 때 25년 정도의 선령이 적절할 것으로 판단됨
- 또한 기존의 온누리호의 경우도 기본적인 선령을 25년으로 예상하여 운영한 바 있음
- 선박의 특수성과 자재의 부식정도를 고려하여 시추선의 선령을 25년으로 가정하고 이에 따른 총운영비를 추정하였음
- 따라서 2009년 기준으로 산출한 연간 운영비가 25년간 동일하게 사용된다 가정하에 25년간 운영비를 875.9억원으로 추정함

<표 5-10> 시추선 연간 운영비

(단위: 백만원)

구분	내 용	연간 비용	총운영비 (25년)	비고
운영비	인건비	1,473	36,825	온누리호 인건비 적용
	유류비	1,236	30,900	HFO 사용
	보험료	240	6,000	최대요율 적용
	기타비용	556	13,900	수리비, 출장비, 기타경비 등
	합계	3,505	87,625	

3. 총비용 및 연도별 투자비용

가. 총비용

- 총비용은 초기 투자비인 총사업비로 496억원, 매년 25년간 동일한 비용이 소요된다고 가정하여 총운영비 876억원, 그 결과 총비용은 1,372억원로 추정되었음

<표 5-11> 시추선의 총비용 추정

(단위 : 백만원)

구분	항 목	수량	단위	재 료 비	노 무 비	금 액
선박건조비	선각공사	1	식	2,000	1,910	3,910
	화물장치	1	식	360	30	390
	의장공사	1	식	2,000	550	2,550
	간판배관	1	식	380	290	670
	선실의장	1	식	3,350	430	3,780
	기관공사	1	식	7,470	820	8,290
	전기공사	1	식	1,520	380	1,900
	진수공사	1	식	0	10	10
	소 계			17,080	4,420	21,500
연구장비비	Lab	1	식	250		250
	탐사장비	1	식	3,700		3,700
	Towing	1	식	1,800		1,800
	시추장비	1	식	60,000		60,000
	인건비	1	식		500	500
	소계			11,750	500	12,250
기타비용	간접노무비	1	식			777
	경비	1	식			2,025
	일반관리비	1	식			1,688
	이윤	1	식			941
	소계					5,431
원가(A)						38,685
부대비용 (A)	기본설계비				502	502
	실시설계비				604	604
	건조감리비				282	282
	시험운영비				430	430
	소계					1,818
총건조공사비(A+B)						40,999
부가가치세(10%)						4,100
총원가						45,109
예비비						4,100
총사업비						49,609
운영비	항목			연간운영비		25년 운영비
	인건비			1,473		36,825
	유류비			1,236		30,900
	보험료			240		6,000
	장비유지비			556		23,900
	소계			3,505		97,625
총비용					137,159	

나. 연도별 투자비용

- 총사업비를 2011년부터 건조완료까지 3개년에 걸쳐 투자되는 것으로 가정하여 연차별 투자비를 추정함
- 2011년에는 기본설계비 및 실시설계비와 이와 관련된 비용(부가가치세, 예비비)이 같은 비율로 소요되는 것으로 가정하여 총사업비의 2.7%인 13억원이 소요될 것으로 추정하였음
- 2012년에는 진수공사비를 제외한 공사비의 40%, 연구장비비의 40%가 소요되는 것으로 가정하고 이와 관련되는 비용(간접노무비, 경비, 일반관리비, 이윤, 부가가치세)도 같은 비율로 소요되는 것으로 가정하고 총사업비의 38.5%인 190억원이 소요되는 것으로 추정함
- 2013년도에는 진수공사비 100%, 진수공사비를 제외한 공사비의 60%, 연구장비비의 60%가 소요되는 것으로 가정하고 이와 관련되는 비용(간접노무비, 경비, 일반관리비, 이윤, 부가가치세)도 같은 비율로 소요되는 것으로 가정하고 총사업비의 58.8%인 291억원이 소요될 것으로 추정함

<표 5-12> 연차별 투자비용 추정

(단위 : 백만원)

구분	2011년	2012년	2013년	금액
공사비		8,596	12,904	21,500
연구장비비		4,900	7,350	12,250
기타비용		2,172	3,259	5,431
부대비용	1,106	113	599	1,818
총건조공사비	1,106	15,781	24,112	40,999
부가가치세(10%)	111	1,578	2,411	4,100
총원가	1,217	17,359	26,523	45,099
예비비	122	1,736	2,652	4,510
총사업비	1,338	19,095	29,175	49,608
연차별 투자비율	2.7%	38.5%	58.8%	100%

제3절 편익분석

- 시추선의 편익은 경제적 편익과 과학기술적 편익으로 구성되며, 각각 직접 편익과 간접편익으로 구성됨

1. 직접 편익

- 시추선의 활용계획에 따라 배타적 경제수역 해양광물자원 정밀조사, CO₂ 해양지중저장 기술개발, 해양방위기술개발 등 국가연구개발사업은 시추장비 이용비를 감안하여 일일 25,000천원을 적용하고, 해저지반공사, 해상대교, 해저케이블, 인공성 조성 등 정부 및 지자체의 발주하는 사업인 경우는 일일 35,000천원, 국외용선일 경우 할 경우는 일일 40,000천원의 사용료를 부과한다고 가정함.
- 또한 시추선의 사용일수를 300일로 가정하고 국가연구개발사업에 120일, 정부 및 지자체 사업에 130일, 외국 임대예 50일을 사용한다고 가정하면 연간 사용료 수익은 연간 95.5억원임

<표 5-13> 시추선의 연간 예상 수익

(단위 : 백만원)

구분	사용일수	사용단가	연간 사용료 수익
국가연구개발사업	120	25	3,000
정부, 지자체, 민간	130	35	4,550
외국	50	40	2,000
합계	300		9,550

2. 간접 편익

- 간접편익은 외국선박을 이용할 경우 활용계획에 따라 외국의 시추선을 사용할 경우와 국내 시추선을 사용할 경우의 차액으로 추정함

- 지금까지 해저 지반조사나 국가연구개발사업에 중국의 KAN 407을 임차하여 사용한 실적이 있으며, 그 경우 일일 40,000천원의 사용료를 지불하였음
- 또한 시추선은 아니지만 국가연구개발사업인 통가 해저열수광상의 광구관리 및 자원량평가 사업에서 외국선박을 사용한 실적이 있음
 - 2010년 1월 27일부터 2월 20일까지 25일간 1,114,281천원이며 일일 사용료는 44,571천원임
- 외국선박을 사용할 경우 일일 약 40,000천원의 사용료를 지불하였음
- 활용일수에 따라 약 30%를 외국선박에 지불하는 사용료라고 가정하면 연간 20.6억원을 절감할 수 있음

제4절 경제성 평가

1. 경제성 평가 방법

- 경제성 분석은 분석을 시행하는 시점을 기준년도로 하여 장래에 발생하는 모든 편익과 비용을 추정하는 것이 일반적으로 다시 말해서 장래에 발생하는 편익과 비용의 규모를 모두 기준년도 시점의 불변가격으로 추정하는 것임
- 전통적으로 국가공공사업에 대한 투자의 가부를 결정하기 위한 분석방법으로는 순현재가법 (NPV: net present value method), 내부수익률법 (IRR: internal rate of return:) 및 편익-비용 비율법(benefit-cost ratio) 등이 사용되고 있음
- NPV법은 한 사업에 대한 투자의 의사결정 뿐만 아니라 상호 독립적인 투자안들의 우선순위를 결정할 때나 상호배타적인 투자 안들 중에서 선택할 때 사용됨
- 분석방법은 사업으로 인하여 기대되는 미래현금흐름을 적절한 사회적 할인율에 대하여 현재가치(discounted net cash flow)화 하는 것이라 할 수 있으며, 이를 식으로 나타내면 아래와 같음

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{TB_t - TC_t}{(1+r)^t} - I_0$$

- 여기서 t = 기간, r = 사회적 할인율, TB = 총수입, TC = 총비용, I = 초기투자비용을 각각 의미함
- 사업에 대한 시행여부는 $NPV > 0$ 일 경우 경제적 타당성이 있는 것으로 판단하고, $NPV < 0$ 이면 경제적 타당성이 없는 것으로 판단함
- 내부수익률법은 어떤 투자안의 미래 발생할 현금흐름의 NPV를 '0'이 되게

하는 할인율을 도출하여 이 값에 의하여 사업시행의 결정에 반영하는 방법으로, 장점으로는 NPV와 관계가 밀접하고 대개 동일한 의사결정을 가져오며, 이해하기 쉽고 의사소통이 편리함

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{TB_t - TC_t}{(1 + IRR)^t} - I_0$$

- 사업에 대한 시행여부는 $IRR >$ 사회적 할인율 일 경우 경제적 타당성이 있는 것으로 판단하고, $IRR <$ 사회적 할인율 이면 경제적 타당성이 없는 것으로 판단함
- 편익-비용 비율법(BENEFIT-COST RATIO)은 수익성지수와 유사한 개념이지만, 수익성지수는 순현재가치(= 현금유입액의 현재-현금유출액의 현재)를 최초투자비용(I_0)으로 나눈 것인 반면에, 편익-비용 비율법은 미래 현금유입액의 현재를 현금유출액의 현재로 나눈 것임

$$B/C Ratio = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{TR_t}{(1+r)^t}}{(\sum_{t=1}^n \frac{TC_t}{(1+r)^t} + I_0)}$$

- 사업에 대한 시행여부는 $BC > 1$ 일 경우 경제적 타당성이 있는 것으로 판단하고, $BC < 1$ 이면 경제적 타당성이 없는 것으로 판단함

2. 분석시 가정 설정

- 비용-편익분석에 있어 다음과 같은 조건을 가정함
 - 경제성 분석의 모든 비용과 편익은 2009년 불변가격으로 산정함
 - 편익의 발생기간은 투자완료 후 25년으로 전제
 - 현재가격은 2009년을 기준으로 사업의 비용 및 편익에 적용하고 분석기간 동안 예상되는 비용과 편익에 사회적 할인율을 적용하여 현재가치로 환산하여 분석
 - 사회적 할인율은 KDI의 예비타당성 수행에 위한 일반지침에 따라 5.5%를 적용

3. 경제성 평가 결과

- 시추선 건조와 운영에 소요될 비용은 총사업비와 25년간의 운영비를 사회적 할인율 5.5%를 적용하여 2011년 현재가치로 전환하면 749억원임
- 시추선 운영에 따른 편익은 직접편익과 간접편익으로 구분하여 추정하였으며, 비용분석과 같이 사회적 할인율 5.5%를 적용하여 2011년 현재가치로 전환하면 1,223억원임
- 그 결과 BC는 1.63, NPV는 473억원, IRR은 7.3%로 경제성이 있는 것으로 분석됨

<표 5-14 > 경제성 평가 결과

(단위 : 백만원)

	비용			편익			현재가치	
	총사업비	운영비	소계	직접편익	간접편익	소계	비용	편익
2011	1,338		1,338				1,268	
2012	19,095		19,095				17,156	
2013	29,175		29,175				24,846	
2014		3,503	2,776	4,700	2,060	6,760	2,241	5,457
2015		3,503	2,776	5,300	2,060	7,360	2,124	5,631
2016		3,503	2,776	6,600	2,060	8,660	2,013	6,281
2017		3,503	2,776	8,000	2,060	10,060	1,908	6,916
2018		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	1,809	7,565
2019		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	1,715	7,171
2020		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	1,625	6,797
2021		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	1,540	6,443
2022		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	1,460	6,107
2023		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	1,384	5,788
2024		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	1,312	5,487
2025		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	1,243	5,201
2026		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	1,179	4,929
2027		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	1,117	4,672
2028		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	1,059	4,429
2029		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	1,004	4,198
2030		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	951	3,979
2031		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	902	3,772
2032		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	855	3,575
2033		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	810	3,389
2034		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	768	3,212
2035		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	728	3,045
2036		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	690	2,886
2037		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	654	2,735
2038		3,503	2,776	9,550	2,060	11,610	620	2,593
합계	49,608	87,575	119,008	225,150	51,500	276,650	74,982	122,255

제 6 장 건조계획(안) 및 운영· 유지방안

제 6 장 건조계획(안) 및 운영방안

제1절 건조계획(안)

1. 사업개요

가. 내용

- 수심 200m 이하의 천해지역에서 최대 200m 해저지층을 시추하고 지반탐사를 수행할 수 있는 천해 지반탐사용 시추선 건조사업

나. 소요예산

- 총사업비 496억원

다. 연차별 투자계획

<표 6-1> 연차별 투자계획

구 분	예 산(억원)	주 요 내 용
1차년도	13	○ 기본설계 및 실시설계
2차년도	190	○ 건조
3차년도	291	○ 연구 및 시추장비 탑재 ○ 실효역 시운전
합 계	496	

주 : 건조 예산은 물가 상승률 등에 따라 다소 차이가 있을 수 있음

2. 건조 세부계획

가. 주요 제원

- 총톤수 : 1,500톤급
- 전장 : 100m 내외
- 운항선속 : 10Knots
- 항해거리 및 운항지속시간 : 약 10,000해리, 약 30일

나. 건조일정

- 건조일정은 다음의 4단계로 구분
 - 1단계 : 기본설계
 - 2단계 : 실시설계
 - 3단계 : 건조 및 감리
 - 4단계 : 실해역 시운전
- 건조일정별 주요 내용은 다음의 표와 같음

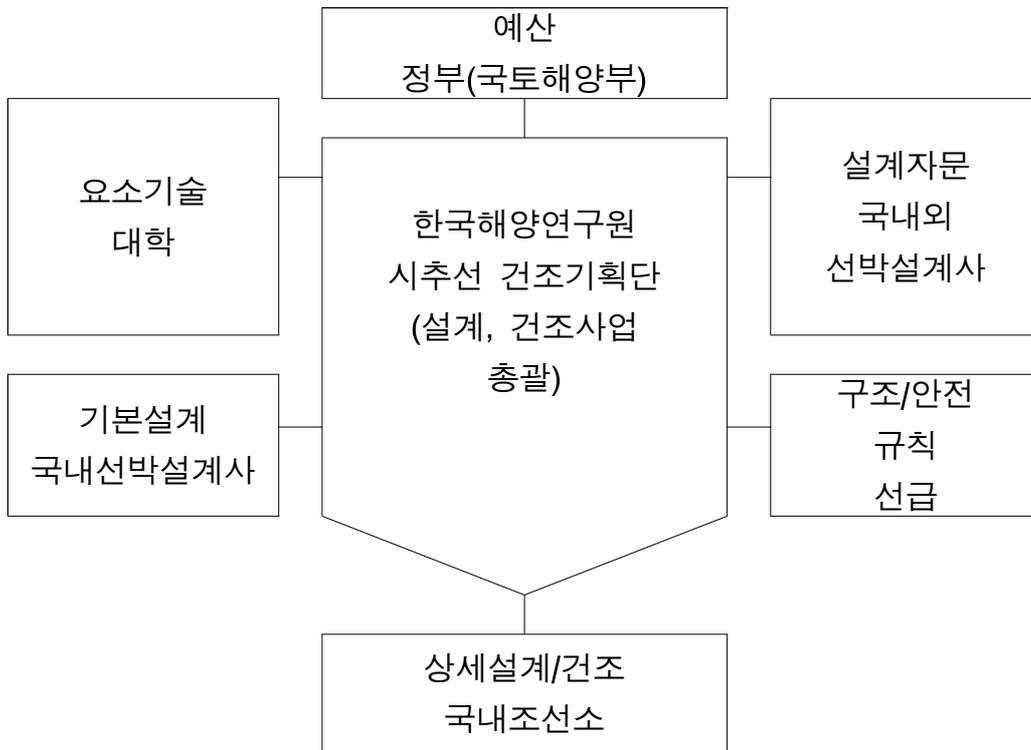
<표 6-2> 건조 일정별 주요내용

구분	추진 주체	실소요 시간	추진방안	비고
기본 설계	해양(연)	6개월	탐재장비 및 사양 확정 선진국의 설계기술 자료 확보 갑판, 장비 배치도 작성 선각공사, 기관공사 기본도 작성 운영방안 결정	탐재장비 등 사양 결정 필요
실시 설계	해양(연)	6개월	엔진 및 추진기 결정 입급기관 결정 선각공사, 선체의장, 기관공사, 전기공사 실시도면 작성 실해역 시운전 평가안 작성 입찰을 위한 사양서 작성 성능검증을 위한 모형시험	기본설계 결과에 따라 단축 가능
건조 및 감리	건조 : 조선소 감리 : 해양(연)	1년 11개월	낙찰된 조선소 - 건조도면 작성, 조사선 건조 - 입급 절차 수행 감리 - 연구원이 주관적으로 수행 - 국내외의 감리 전문기관 용역	건조는 입찰 건조도면은 조선소가 작성후 연구원의 승인을 득함
실해역 시운전	수행: 조선소 평가 및 승인: 해양(연)	1개월	주요 승인 사항 - 탐재 여구장비의 원활한 작동 - 순항속도, 최고 속도 - 정지 추력 시험	일반적인 사항은 입급기관 규칙에 의함

다. 건조 추진체계

- 국토해양부의 승인 아래, 설계 및 건조사업은 한국해양연구원이 총괄
- 설계 및 건조사업은 한국해양연구원 주관으로 시행함
- 한국해양연구원 내에 가칭 “천해 지반탐사 시추선 건조기획단”을 구성하여 시추선 건조사업을 진행함

<그림 6-1> 시추선 건조사업 추진체계



- 선진국의 설계기술 자료를 도입하여 수행
- 체계도는 국토해양부의 예산 지원으로 한국해양연구원이 위탁받아 추진하는 것이 적절함
- 개념설계 → 기본설계 → 실시설계 → 건조의 과정은 일방향으로 진행된다 기보다 각 단계 사이에 feedback과 조정이 필요함
- 설계 과정에 주 수요자의 의견이 반영되고 조정이 가능하도록 제도적 장치가 필요함
- 장기·대형사업이며 여러 당사자의 의견 조정 과정이 필요함을 감안하고, 상황 변화에 관계없이 일관된 업무추진을 위하여 천해 지반탐사 시추선 건조기획단을 구성하여 사업 종료시까지 운영하는 것이 바람직함

제2절 운영방안

1. 자체운영

가. 현황

- 국내 대부분의 기관이 선박의 운영 및 관리를 자체적으로 해결하고 있음
- 한국해양연구원의 경우 연구선 운항관리에 있어 연구선 전문 관리부서가 해무 및 공무감독을 두고 체계적으로 관리하고 있음

나. 장점

- 육상업무와 해상업무의 연계 및 연구장비 측면에서 협조 원활
- 연구부문과 선박관리 부문간의 업무의 연계성이 높음
- 연구조사에 대한 적극적 지원 가능
- 연구장비 등을 다루는데 문제가 발생하지 않음
- 선박운항을 통하여 연구원의 위상과 발전을 제고할 수 있음
- 오랜기간 선박운항 및 관리를 통한 노하우 축적 가능
- 직장의 안정성으로 승무원 확보 용이, 승무원의 책임감·충성심이 양호

다. 단점

- 향후 선박이 추가 도입되면 선박관리 부문이 지나치게 비대해짐
- 사고 발생시 연구원 이미지 훼손 우려
- 연구원은 정부의 출연기관에 대한 조직관리의 효율적·효과적 운영을 위한 경영혁신 추진 요구에 대한 부담감 작용
- 장기적인 관점에서 볼 때, 승무원의 노령화와 인건비 증가로 인한 기관부담 가중이 예상됨
- 승무원 관리의 경직성과 인사관리의 어려움 발생

2. Out-Sourcing

가. 고려사항

- Out-Sourcing은 종합적인 경영전략으로, 외부의 전문성을 활용하여 경영 효율을 향상시키기 위하여 고려할 필요가 있음
- 연구원의 목표를 고려하여 Out-Sourcing 도입목적을 명확히 해야 함
- 비용절감 뿐만 아니라 조직의 중장기적인 목표를 고려해야 함
- 기관장이 Out-Sourcing에 대해 지속적인 관심을 가지고 실천의지가 있어야 함
- 연구본연의 업무를 훼손시키지 않아야 함
- Out-Sourcing 업체와의 관계 및 감시 평가시스템 설정이 필요함
- Out-Sourcing 효과 극대화를 위해서는 쌍방의 의사소통이 필수적임

나. 장점

- 현재의 조직을 슬림화시킬 수 있음
- 인재나 자본과 같은 경영자원을 중요한 포인트에 재배치가 가능하여 연구 경쟁력 향상 기대
- 충돌사고, 인명사고 및 해양오염 등으로부터 조직을 보호할 수 있음
- 선박운항 및 관리의 전문화가 가능하고 핵심 연구 사업에로의 집중화 가능

다. 단점

- 연구부문과 선박관리 부문간의 업무 연계성이 낮아짐
- 의사소통이 원활치 못하고 부문간 연계에 의한 시너지 효과 상실 우려
- 이윤을 추구하는 기업에 위탁함으로써 비용부담 증가 우려
- 공감대 형성 이전에 Out-Sourcing이 추진될 경우 구성원들의 반발 우려

3. 해양기관 공동운영

가. 공동운영방안

- 정부부처에 별도의 선박운영 조직 설치·운영
- 기관들이 운영하고 있는 각종 선박의 관리 기능을 통합 운영할 필요성 제기(한국해양연구원, 극지연구소, 한국지질자원연구원, 국립수산과학원, 국립해양조사원, 해양경찰청 등 소유 선박)

나. 장점

- 선박 관리에 있어서의 전문화 발생
- 조직의 효율적 운영을 통한 경영혁신 및 슬림화 유도
- 선박의 효율적 운항 및 융통성 있는 승무원 관리가 가능
- 장기적으로 연구원의 내부 역량을 핵심업무인 연구개발에 집중

다. 단점

- 연구부문과 선박관리 부문간의 업무 연계성이 낮아짐
- 의사소통이 원활치 못하고 부문간 연계에 의한 시너지 효과 상실 우려
- 관리비용 측면에서 자체운영체제보다 큰 비용절감 효과는 어려움
- 선박운항요구가 일시적으로 집중될 때 문제점 발생 우려

제3절 유지방안

1. 인력구성

- 승선인원 : 40명
- 연구원 : 15명(Marine Technician 8명 포함)
- 승무원 : 25명(선장 1명, 시추기술자 10명, 항해사 3명, 갑판 4명, 기관 3명, 조기 2명, 조리 2명)

2. 시추선 지원인력

가. 담당인원 : 2명 (해무 1인, 공무 1인)

나. 해무업무 내용

- 시추선 입출항 수속 및 관리
- 선박대리점 업무
- 시추선 운항 관리 업무
- 시추선 안전 및 검사업무
- 시추선 승무원 인력 관리

다. 공무업무 내용

- 시추선 수리관련 업무
- 시추선 관리 업무
- 선용품 구매 관리 업무
- 시추선 항해, 기관장비 상태 및 운영정보 파악에 관한 업무
- 시추선 운영관련 법규 및 국제협약 적용에 관한 사항

3. 장착장비 유지관리

가. 승무원 개념 M/Γ(Marine Technician)

- 업무 : 시추선내 장착된 연구장비와 실시간 관측기기를 유지관리 및 운영
- 분야 : 제어계측, 전기, 정보통신
- 장점 : 관측자료의 신뢰성 유지 및 장비, 자료 관리 가능, 연구원 탈 부착 장비관련 상호연결 관련 단순한 기술지원
- 단점 : 장비의 유지관리 및 운영업무 외 탈부착 장비의 수리 및 점검 등 탈 부착 장비의 기술지원에는 한계가 있음

나. 육상지원팀 개념 M/Γ(Marine Technician)

- 업무 : 시추선 장착장비의 정박 중 수리 및 점검과 필요시 Towing 장비의 선상기술지원
- 인원구성 : 각 분야별 2인 담당(기본장비, 지구물리, 해양환경, 채취기 등)
- 장점 : 분야별 장비를 정확히 알아 유지관리가 원활하게 되고 개선이 이루어짐, 탈부착 장비의 사전 검토로 시험운영에 별 어려움 없음. 필요시 신규도입 장비 및 추가로 설치되는 장비에 대한 면밀한 검토로 쉽게 시험 운영 및 자료획득 가능, 장비의 Spare 및 예비품을 관리하여 장비의 상태를 유지함
- 단점 : 장착장비 운영 지원이 어려움

4. Drilling Machine 유지관리

가. 승무원 개념 Drilling machine

- 업무 : 시추선내에서 시추점 탐사관련 유지관리 및 운영

- 분야 : 기계, 제어계측, 전기, 정보통신
- 장점 : 시추자료의 신뢰성 유지 및 장비, 자료 관리 가능, 운항관련 상호협조 등 관련 협조 가능
- 단점 : 시추선 운항과 유지관리 및 운영업무를 병행함으로써 장비의 수리 및 점검 등 기술지원에는 한계가 있음

나. 육상지원팀 개념 Drilling machine

- 업무 : 시추선에 승선 Drilling machine만 운용함으로써 수리 및 점검과 필요시 Towing 장비의 선상기술지원
- 장점 : 분야별 장비를 정확히 알아 유지관리가 원활하게 되고 개선이 이루어짐, 운용장비의 사전 검토로 운영에 별 어려움 없음. 필요시 신규도입 장비 및 추가로 설치되는 장비에 대한 면밀한 검토로 쉽게 시험 운영 및 자료획득 가능, 장비의 Spare 및 예비품을 관리하여 장비의 상태를 유지함
- 단점 : 타 분야 장착장비 운영 지원이 어려움

5. 탈부착장비 및 Towing 장비 유지관리

가. 탈부착장비 인력 구성

- 업무 : 탈부착 장비의 특성검토 및 장착가능성 여부 판단, 장착장비와의 호환성 검토, 설치 방안 등
- 인력구성 : 3인 (연구사업 참여자 포함)
- 장비 특성 : 컨테이너를 이용한 경우와 Portable용 등 장비의 형태 및 크기가 다양 하지만 기본적인 것은 장비의 특성에 적합한 위치에 설치하고, 관측에 필요한 장비간의 호환성과 자료공유를 위해 장비별 혹은 분야별 전문적인 인력이 필요함

나. Towing 장비별 인력 구성

- 장비의 운용은 3인 3 교대로 이루어진다고 가정하고, 장비의 진수 인양시에는 모든 인원이 참여하여야 장비의 진수 및 인양이 가능함

6. 육상지원 시설

가. 필요시설

- 유지관리 부품 및 장비 보관동
- 장착장비관련 장비 정비동
- 해양관측용 센서 검교정실
- 시료창고 보관동

나. 역할

- 육상의 지원기지는 기본적으로 부두의 옆에 있어 시추선에서 필요한 부품 및 주요 부속품을 보관하여 시추선 운영에 효율적으로 하기 위한 것임
- 특히 시추선 장착장비를 유지 관리하는 현장과 탐사 그리고 시간을 절약하는데 있어서 없어서는 안 되는 시설임
- 장비 정비동에는 시추선 위주의 장비들을 유지관리하기 위하여 만들어진 건물이기 때문에 기본적으로 부품보관실, 장비정비실, 검교정실, 기구제작실이 있어 업무를 수행하는데 지장이 없도록 하며 필요에 따라 Towing용 장비를 효율적으로 유지 보수 할 수 있어야 함

제 7 장 결 론

제 7 장 결론

1. 건조 필요성

□ 우리나라 미보유

- 중국과 일본은 시추선을 자국의 기술력을 바탕으로 건조하여 자국의 해외 자원개발과 탐사 및 각종 해상토목 공사에 활발히 활용하고 있음
- 우리나라의 경우 시추선이 전무하여 국가적인 주요 사업인 해양자원탐사, 이어도 과학기지건설, 거가대교 건설 등에 외국의 시추선을 임대·사용하고 있으나,
- 과도한 사용료, 외국 선박의 입출항에 따른 규제 등으로 외국 시추선의 이용에 어려움이 발생하고 있음

□ 국가 해양영토 탐사주권 확립 및 자원정보 누출 방지

- 시추선의 미보유로 인하여 국가 주요 연구개발사업에서 외국의 시추선을 임대·사용하고 있어 국가적 해양영토 탐사주권을 상실하고, 외국 시추선의 국내활동을 통해 국가자원정보가 누출될 가능성이 높음
- 국가 해저자원 확보 요소기술인 천해 시추탐사기술을 확보하여 일본과 중국과의 탐사기술력의 차이를 극복하여 우리나라의 연근해 대륙붕 자원 탐사 및 해양탐사 기술발전의 획기적 전환점 마련이 필요함

□ 해상건설산업분야의 수요 증가

- 최근 수심 20m 이상 해역에서의 해상건설사업이 증가하고 있으나, 현재 우리나라가 보유한 장비인 SEP바지선에 의해 수심 20m 이하에서만 탐사가 가능하며 그 이상의 수심에서는 외국의 시추선을 임차하여 사용함

- 해상풍력발전소 건설, 인공섬 건설 등 수심이 깊어지는 해역에서의 국가 주요사업이 추진될 계획으로, 수심 20m 이내에서 실시하는 국내 지반탐사 기술은 점차 한계에 도달하였으며, 이를 극복하기 위해 해상 전용지반 조사장비가 탑재된 시추선의 건조가 시급한 실정임

□ 국가계획과의 연계성

- 천해 지반탐사용 시추선의 확보는 해양과학 인프라 구축에 있어 중요한 과제이며, 활용 연구개발사업의 연구성과 및 연구효율성을 높일 수 있음

2. 활용계획

□ 천해 지반탐사용 시추선은 국가연구개발사업, 해상지반조사사업, 외국임차 등에 연간 300일 이상을 활용할 계획임

- 국가연구개발사업 : 배타적 경제수역 해양광물자원 정밀조사, CO₂ 해양지중저장 기술개발, 해양방위기술개발 등
- 해저지반조사사업 : 해상풍력발전타당성 조사 및 해상풍력발전단지 조성사업, 항만건설 해상지반조사사업, 해상교량 건설사업, 해저케이블, 한중터널, 한일터널, 인공성 조성사업 등
- 외국임차 : 태국, 베트남, 인도네시아, 말레이시아 등 동남아 지역의 개발도상국

3. 주요사양

□ 기본 사양

- 천해 200m 이하의 탐사가 가능해야 함
- 지중 200m 이상의 시추조사가 가능해야 함
- 시추선의 DP (dynamic position) 기능이 탑재되어야 함

- 실시간 관측체제(해수, 기상, 탐사자료 일부 생중계 제공)를 갖추어야 함
- 선내 Internet망 및 육상 연결망이 구축되어야 함
- 안전성에 따른 탐사에 적합한 해황의 기준 설정

□ 제원

- 총톤수는 1,500톤, 전장 55m, 폭 12m, 만재흘수 4m, 항해거리 10,000해리, 운항지속기간 30일, 운항선속 10노트

□ 추진장치

- 주기관 및 추진기
- 형식 : 4 행정, 해상용 디젤엔진
- 대수 : 2 대
- 디젤 전기모터 : 2기 2축 추진방식, 고정피치프로펠러
- 디젤기관과 동력전달장치로 감속기어 및 가변피치프로펠러

□ 시추 장비

- 연약지반 및 풍화토, 암반지반에서 시추 가능한 시추 장비, 최대 심도 200m(안) : 공벽 유지를 위한 casing system와 mud(Bentonite) circulation system
- 선박 자체 시추 장비를 활용하는 장착형 현장 시험 장비 : 표준관입시험기, 콘관입시험기, 현장배인시험기, 공내재하시험기
- 착저형 현장 시험 장비(독립 운영) : 착저형 지반조사장비(Fugro사의 Seacalf 또는 Benthic사의 PRODTM 동급 성능)

4. 경제성 평가

□ 경제성 분석

- 사업비 : 공사비 215억원, 연구장비비 125억원, 기타비용 54억원, 부대비
용 18억원 등 총 495억원
- 연간 운영비 : 인건비 14억원, 유류비 12억원, 보험료 2억원, 기타비용 5억
원 등 총 35억원
- 직접편익 : 국가연구개발사업에 120일, 정부, 지자체 및 민간사업에 150일,
외국 임대료에 50일을 사용한다고 가정하면 연간 사용료 수익은 연간 95.5억
원임
- 간접편익 : 외국선박에 지불하는 사용료를 절약할 수 있다고 가정하고 연
간 20.6억원임
- BC는 1.63, NPV는 473억원, IRR은 7.3%로 경제성이 있는 것으로 분석됨

5. 건조계획 및 운영방안

□ 연차별 투자계획

- 1차년도 13억원 : 기본설계 및 실시설계
- 2차년도 190억원, 3차년도 291억원 : 건조, 연구 및 시추장비 탑재, 실험역
시운전

□ 건조 추진체계

- 국토해양부의 승인 아래, 설계 및 건조사업은 한국해양연구원이 총괄
- 설계 및 건조사업은 한국해양연구원 주관으로 시행함

- 한국해양연구원 내에 가칭 “천해 지반탐사 시추선 건조기획단” 을 구성하여 시추선 건조사업을 진행함

□ 운영방안

- 자체운영 : 육상업무와 해상업무의 연계 및 연구장비 측면에서 협조 원활, 연구부문과 선박관리 부문간의 업무의 연계성이 높음, 연구조사에 대한 적극적 지원 가능, 연구장비 등을 다루는데 문제가 발생하지 않음, 선박운항을 통하여 연구원의 위상과 발전을 제고할 수 있음, 오랜기간 선박운항 및 관리를 통한 노하우 축적 가능, 직장의 안정성으로 승무원 확보 용이, 승무원의 책임감·충성심이 양호
- Out-Sourcing : 현재의 조직을 슬림화시킬 수 있음, 인재나 자본과 같은 경영자원을 중요한 포인트에 재배치가 가능하여 연구경쟁력 향상 기대, 충돌사고, 인명사고 및 해양오염 등으로부터 조직을 보호, 선박운항 및 관리의 전문화가 가능하고 핵심 연구 사업에로의 집중화 가능
- 해양기관 공동운영 : 선박 관리에 있어서의 전문화 발생, 조직의 효율적 운영을 통한 경영혁신 및 슬림화 유도, 선박의 효율적 운항 및 융통성 있는 승무원 관리가 가능, 장기적으로 연구원의 내부 역량을 핵심업무인 연구개발에 집중

□ 시추선 인력구성

- 승선인원 : 65명
- 연구원 : 40명(Marine Technician 8명 포함)
- 승무원 : 25명(선장 1명, 시추기술자 10명, 항해사 3명, 갑판 4명, 기관 3명, 조기 2명, 조리 2명)
- 지원인력 : 해무 1명, 공무 1명

□ 육상지원 시설

- 유지관리 부품 및 장비 보관동
- 장착장비관련 장비 정비동
- 해양관측용 센서 검교정실
- 시료창고 보관동