



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

經營學博士 學位論文

# 우리나라 해양시추설비 통합시운전 사업 모델의 개발 및 평가에 관한 연구

A Study on the Business Model of Integrated Drilling  
Commissioning in Korea and Its Economic Analysis



指導教授 辛 容 尊

2018年 2月

韓國海洋大學交 大學院

海 運 經 營 學 科

李 暢 雨



本 論 文 을 李 暢 雨 의 經 營 學 博 士 學 位 論 文 으 로 認 准 함 .

委 員 長 安 奇 明



委 員 吳 珍 錫



委 員 陸 鎮 庸



委 員 裴 后 錫



委 員 辛 容 尊



2017年 12月 18일

韓 國 海 洋 大 學 校 大 學 院



# 목 차

표 목차 .....	iii
그림 목차 .....	vii
Abstract .....	ix
<b>제1장 서 론 .....</b>	<b>1</b>
제1절 연구의 필요성 및 목적 .....	1
제2절 연구의 방법 및 구성 .....	4
<b>제2장 이론적 배경 .....</b>	<b>6</b>
제1절 해양시추설비의 정의와 산업 규모 .....	6
1. 해양플랜트 설비의 정의 및 종류 .....	6
2. 해양플랜트 산업의 규모와 의미 .....	10
제2절 경제성 분석의 이론적 배경 .....	24
1. 경제성 분석의 배경 및 법적인 근거 .....	24
2. 경제성 분석의 방법론 .....	27
3. 민감도 분석을 통한 경제성 분석의 보완 .....	33
제3절 선행 연구의 고찰 .....	35
1. 선행 연구 .....	35
2. 선행 연구의 시사점 .....	37
<b>제3장 해양시추설비 시추 및 시운전 운영 사례 분석 .....</b>	<b>39</b>
제1절 해양시추설비 시운전의 필요성 .....	39
1. 사고에 의한 경제적 손실 사례 .....	39
2. 기회 손실 관점의 해외 해양시추설비의 시추공 현황 .....	42
제2절 우리나라의 해양시추설비 경제활동 사례 .....	45
1. 동해가스전 해양 시추 사례 .....	45
2. 동해 제 8광구(주작-1) 해양 시추 사례 .....	48

3. 홍계 광구 해양 시추 사례 .....	66
4. 주작 광구 폐공을 활용한 해양시추설비 통합시운전 사례 .....	80
<b>제4장 해양시추설비 통합시운전 사업의 모델 개발 .....</b>	<b>87</b>
제1절 해양시추설비의 시운전 .....	87
제2절 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델 .....	95
제3절 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델 운영의 한계 .....	98
제4절 직접 시추를 통한 시운전 전용 테스트베드 구축 모델의 제안 .....	100
<b>제5장 해양시추설비 통합시운전 사업모델의 경제성 평가 .....</b>	<b>106</b>
제1절 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델의 경제성 분석 .....	106
1. 30년간 지속 사업 운영을 위한 비용의 추정 .....	108
2. 사업운영을 통한 매출 및 편익의 추정 .....	118
3. 비용과 편익의 현금 흐름 분석 및 경제성 평가의 결과 .....	120
4. 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델의 민감도 분석 .....	122
제2절 수심 150미터급 통합시운전 사업 모델의 경제성 분석 .....	126
1. 수심 150미터급 Jack-up rig의 경제성 분석 .....	126
2. 수심 150미터급 Sem-sub. rig와 Drillship의 경제성 분석 .....	135
제3절 사업 모델간의 비교분석과 개발 사업 모델의 평가 .....	140
1. 수심 150미터급 모델과 주작-1 폐공 모델의 비교 분석 .....	140
2. 수심 150미터급 통합시운전 사업 모델의 운영과 평가 .....	144
<b>제6장 결론 .....</b>	<b>151</b>
제1절 연구결과의 요약 .....	151
제2절 연구의 시사점과 향후 연구방향 .....	154
<b>참고문헌 .....</b>	<b>156</b>

## 표 목차

<표 2-1> 해양플랜트를 정의한 문헌 연구들 .....	7
<표 2-2> 해양플랜트의 종류 .....	9
<표 2-3> 평가방법론의 비교 자료(Williams & Rank, 1998) .....	27
<표 2-4> 경제성 평가기법 간의 비교 .....	30
<표 2-5> 선행 연구의 고찰 .....	35
<표 3-1> 세계 해양유정 사고사례 .....	40
<표 3-2> 동해가스전 개발 내용 .....	46
<표 3-3> 주작-1 광구 위치 정보 .....	49
<표 3-4> 주작-1 광구 시추 당시에 사용했던 선박들 .....	50
<표 3-5> 주작-1 광구 시추 당시에 활용했던 시설들 및 장비들 .....	51
<표 3-6> 주작-1 광구 시추 사례의 총 발생 매출 .....	52
<표 3-7> 주작-1 광구 시추 사례의 시추선/보급선 용선료 .....	53
<표 3-8> 주작-1 광구 시추 사례의 선박대리점 비용 .....	54
<표 3-9> 주작-1 광구 시추 사례의 인원 승하선 비용 .....	54
<표 3-10> 주작-1 광구 시추사례의 물류보급기지 비용 .....	55
<표 3-11> 주작-1 광구 시추사례의 창고/야적장 임차료 .....	56
<표 3-12> 주작-1 광구 시추사례의 지게차/크레인 사용료 .....	56
<표 3-13> 주작-1 광구 시추사례의 자재관리 비용 .....	57
<표 3-14> 주작-1 광구 시추사례의 통관 관련 비용 .....	57
<표 3-15> 주작-1 광구 시추사례의 사무실 임차료 .....	58
<표 3-16> 주작-1 광구 시추사례의 사무실 IT 비용 .....	59
<표 3-17> 주작-1 광구 시추사례의 사무실 가구 등비용 .....	59
<표 3-18> 주작-1 광구 시추사례의 헬리콥터 운영비용 .....	60
<표 3-19> 주작-1 광구 시추사례의 숙소 사용 비용 .....	61
<표 3-20> 주작-1 광구 시추사례의 차량 임차료 .....	62
<표 3-21> 주작-1 광구 시추사례의 공항픽업 비용 .....	62
<표 3-22> 주작-1 광구 시추사례의 부가지원/통역 비용 .....	63



<표 3-23> 주작-1 광구 시추사례의 호텔 비용 .....	63
<표 3-24> 주작-1 광구 시추사례의 구매 및 추가서비스 비용 .....	64
<표 3-25> 주작-1 광구 시추사례의 사무실 및 휴대전화 비용 .....	64
<표 3-26> 주작-1 광구 시추사례의 교육훈련 비용 .....	65
<표 3-27> 주작-1 광구 시추사례의 운영인력 비용 .....	65
<표 3-28> 홍계 광구 위치 정보(경위도/수심) .....	67
<표 3-29> 홍계 광구 시추 당시에 사용했던 선박들 .....	68
<표 3-30> 홍계 광구 시추 당시에 활용했던 시설들 및 장비들 .....	69
<표 3-31> 홍계 광구 시추 사례의 총 발생 매출 .....	70
<표 3-32> 홍계 광구 시추 사례의 시추선/보급선 용선료 .....	71
<표 3-33> 홍계 광구 시추 사례의 시추선/보급선 연료유 비용 .....	71
<표 3-34> 홍계 광구 시추 사례의 선박대리점 비용 .....	72
<표 3-35> 홍계 광구 시추 사례의 선원교대 서비스 비용 .....	72
<표 3-36> 홍계 광구 시추 사례의 수입통관 및 관련 비용 .....	73
<표 3-37> 홍계 광구 시추 사례의 폐기물 처리 비용 .....	73
<표 3-38> 홍계 광구 시추 사례의 시추선/보급선 청수공급 비용 .....	73
<표 3-39> 홍계 광구 시추사례의 물류보급기지운영 비용 .....	75
<표 3-40> 홍계 광구 시추사례의 헬리콥터 운영비용 .....	76
<표 3-41> 홍계 광구 시추사례의 서비스 부분 비용 .....	78
<표 3-42> 홍계 광구 시추사례의 프로젝트 운영 인력 비용 .....	79
<표 3-43> 주작-1 광구 정보의 요약 .....	80
<표 3-44> 주작-1 폐공의 원가적산주의를 적용한 구성 세부 설명 .....	84
<표 3-45> 주작-1 폐공의 원가적산주의를 적용한 금액 내역 .....	86
<표 3-46> 연간 테스트 건수별 1회당 사용료(단위 : 천원) .....	86
<표 4-1> 통합시운전해야 할 Category I systems .....	88
<표 4-2> 통합시운전해야 할 Category II systems .....	89
<표 4-3> 독립하여 시운전해야 할 Category I systems .....	89
<표 4-4> 독립하여 시운전해야 할 Category II systems .....	90
<표 4-5> 독립하여 시운전해야 할 Category III systems .....	92

<표 4-6> 수심 150미터급 Test Well Head시추 및 설치 예상비용 .....	102
<표 5-1> 주작-1 폐공 모델의 10년 뒤 재설치 예상 비용 .....	109
<표 5-2> 주작-1 폐공 시운전 모델의 정비비 산출 근거 .....	114
<표 5-3> 건설이자 GDP .....	115
<표 5-4> 주작-1 폐공 시운전 모델의 설치비 합계 (단위 : 백만원) .....	116
<표 5-5> 주작-1 폐공 시운전 모델의 정비비 합계(단위 : 백만원) .....	117
<표 5-6> 발생 가능한 총 매출의 추정 .....	118
<표 5-7> 주작-1 폐공 시운전 모델의 편익 합계(단위 : 백만원) .....	119
<표 5-8> 주작-1 폐공 시운전 모델의 편익-비용 현금흐름 추정(단위:백만원) .....	120
<표 5-9> 주작 -1 폐공 통합시운전 모델의 경제성 분석 결과 .....	121
<표 5-10> 주작 -1 폐공 통합시운전 모델의 민감도 분석 .....	122
<표 5-11> 주작-1 폐공 모델의 시운전횟수에 따른 최소 매출이익률 .....	124
<표 5-12> 주작-1 폐공 모델의 4회 시운전 가정한 분석 결과 .....	125
<표 5-13> 수심 150미터 Test Well head 정비비 .....	128
<표 5-14> 수심 150미터 Test Well head 사업 예비비 .....	129
<표 5-15> 수심 150미터 Test Well head 설비비용(1년차)(단위 : 백만원) .....	129
<표 5-16> 수심 150미터 Test Well head설치비 합계 (단위 : 백만원) .....	130
<표 5-17> 수심 150미터 Test Well head 정비비 합계(단위 : 백만원) .....	131
<표 5-18> 발생 가능한 총 매출의 추정(Jack-up rig) .....	132
<표 5-19> 수심 150미터급 모델(Jack-up rig)의 편익 합계(단위 : 백만원) .....	133
<표 5-20> 수심 150미터급 모델(잭업)의 편익-비용 현금흐름 추정(단위:백만원) .....	134
<표 5-21> 수심 150미터급 모델(Jack-up rig)의 경제성 분석 결과 .....	135
<표 5-22> 발생 가능한 총 매출의 추정(Drillship등) .....	136
<표 5-23> 수심 150미터-시추선 시운전의 편익 합계(단위 : 백만원) .....	137
<표 5-24> 수심 150미터급 시운전 모델의 편익-비용 현금흐름 추정(단위:백만원) .....	138
<표 5-25> 수심 150미터급 시추선 시운전의 경제성 분석 결과 .....	139
<표 5-26> 수심 150미터급 모델과 주작-1 폐공 모델의 분석 결과 비교 .....	140
<표 5-27> 수심 150미터급 모델과 주작-1 폐공 모델의 민감도 분석 비교 .....	141
<표 5-28> 연간 시운전 횟수에 따른 민감도 비교 .....	143

<표 5-29> 수심 150미터급 통합시운전 모델의 민감도 분석 .....	145
<표 5-30> 2010년~2016년 해양시추설비 인도척수 .....	147
<표 5-31> 정두사용료를 부과하지 않은 시운전 횟수에 따른 민감도 결과 .....	148



## 그림 목차

<그림 2-1> 육상 및 해상 석유·가스 일일 생산량 추이 .....	10
<그림 2-2> 2006년~2010년 연평균 해양플랜트 단계별 시장규모 .....	12
<그림 2-3> 전 세계 해양시추설비 수량 .....	14
<그림 2-4> 전 세계 해양시추설비의 선령별 분포도 .....	15
<그림 2-5> 해양시추설비의 계약률 .....	16
<그림 2-6> 해양시추설비의 용선료 정보 .....	17
<그림 2-7> 해양시추설비의 장기용선 정보 .....	18
<그림 2-8> 해양시추설비의 종류별/지역별 운영률 정보 .....	19
<그림 2-9> 전 세계 해양시추설비 현황과 수주잔량(2017년 기준) .....	21
<그림 2-10> 해양 시추관련 산업구조 및 주요 플레이어 .....	22
<그림 2-11> 주요 선사별 해양시추설비 보유 현황 .....	23
<그림 3-1> 영국령 북해의 시추유정 개수(OGA) .....	43
<그림 3-2> 미국령 멕시코만의 시추유정 개수(BOEM) .....	44
<그림 3-3> 국내 대륙붕 해저광구도 .....	46
<그림 3-4> 동해 가스전 조감도 .....	47
<그림 3-5> 동해 가스전 플랫폼 .....	47
<그림 3-6> 주작-1 광구 사업지역 위치도 .....	49
<그림 3-7> 사업지역 위치도 .....	67
<그림 3-8> 주작-1 광구 시추공 모식도 .....	81
<그림 4-1> 전체 시운전 프로세스 도식도 .....	93
<그림 4-2> 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델의 효과 .....	96
<그림 4-3> 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델의 시추테스트 절차 .....	97
<그림 4-4> LMRP Test 불가능한 각도의 범위 예시 .....	99
<그림 4-5> Test well head 설치 개념도 .....	100
<그림 4-6> 수심 150미터급 예정해역과 주작-1 해역의 거리 차이 .....	101
<그림 4-7> 동남아시아 150미터급 Jackup Rig 계약율과 일일용선료 .....	103

<그림 4-8> 동남아시아 AHTS 일일용선료 평균 시세 .....	104
<그림 4-9> 톤당 Marine Diesel Oil 국제 가격 평균 시세 .....	104
<그림 5-1> 7,500 피트 이하 반잠수식 시추선 계약율과 일일용선료 .....	110
<그림 5-2> 7,500 피트 이하 시추선(Drillship) 계약율과 일일용선료 .....	111
<그림 5-3> 동남아시아 PSV 일일용선료 평균 시세 .....	112
<그림 5-4> 톤당 Marine Diesel Oil 국제 가격 평균 시세 .....	112
<그림 5-5> 주요인자의 변화에 대한 B/C ratio 변화율 .....	123
<그림 5-6> 주요인자의 변화에 대한 NPV 변화율 .....	123
<그림 5-7> 수심 150미터급 모델과 주작-1 폐공 모델의 분석 결과 비교 .....	141
<그림 5-8> 매출이익률 변화에 따른 모델별 B/C ratio 결과 비교 .....	142
<그림 5-9> 매출이익률 변화에 따른 모델별 NPV 결과 비교 .....	142
<그림 5-10> 연간 시운전 횟수에 따른 모델별 매출이익률 비교 .....	143
<그림 5-11> 주요인자의 변화에 대한 B/C ratio 변화율 .....	145
<그림 5-12> 주요인자의 변화에 대한 NPV 변화율 .....	146
<그림 5-13> 연간 시운전횟수에 따른 적정 매출이익률 .....	148
<그림 5-14> NPV와 B/C ratio를 고려한 적정 연간 시운전횟수와 매출이익률 .....	149
<그림 5-15> 2016년 산업부문별 평균 매출이익률(한국은행) .....	150

# A Study on the Business Model of Integrated Drilling Commissioning in Korea and Its Economic Analysis

Lee, Chang Woo

*Department of Shipping Management  
The Graduate School of  
Korea Maritime and Ocean University.*

Advisor: Shin, Yong John

## Abstract

The purpose of this study is to propose the new business model of integrated marine drilling commissioning in Korea, which is proved economically effective through economic analysis. It can be used as a valuable reference material and the study for decision makers. The Shipbuilding industry for Shipping and Offshore oil & gas facility is very important industrial group that drives the whole Korean economy as evidenced by the statistical data of the Korea Trade-Investment Promotion Agency. In particular, the average annual amount of

Offshore plants in Korea shipbuilders was estimated at 34 trillion won per year from 2011 to 2014.

However, The shipbuilders in Korea is struggling with the emergence of recent offshore plant market in the world, due to the increasing in the supply of shale gas in the United States, declining international oil prices, and the frequent change in the energy policy of the United States, OPEC and Non-OPEC which began in 2014.

Nevertheless, Major oil companies have been gradually increasing their EPC bid for new offshore plant project recently because oil companies and the related industry have learned how to survive in low oil prices. So, Korean government and the related Research and Development authority, Academia, Shipbuilders should continue to maintain and develop research and development for offshore plant market that has been conducted in the past to secure the national competitiveness in the global competitive offshore plant market.

In this study, I established the definition of offshore plants and organized the status of the domestic and overseas offshore plants market. In particular, the analysis of the marine drilling market was conducted and various examples of offshore drilling cases in Korea was introduced and analyzed.

Based on the cost and benefit of this case study, a new business model was proposed to expand the market for the offshore drilling plant service market. The proposed model resulted in significant economic consequences.

This research is significant that the offshore marine drilling technology in Korea has expanded to its service areas beyond the limits of its fabrication areas and is meant to help develop the national competitiveness of shipbuilders and the related industry in Korea to survive in the world's offshore oil and gas plant market.

# 제1장 서론

## 제1절 연구의 필요성 및 목적

지구에서 살아가고 있는 인류는 시간이 흐르면서 편리하고 윤택한 삶을 영위해 가고 있다. 불의 발견, 도구의 사용, 수레바퀴의 발명 등 인류를 변화시키는 혁신적인 사건들이 있었지만 18세기와 19세기에 일어났던 2번의 산업혁명을 통해 인류의 문명과 생활은 급격한 변화를 가져왔다. 첫 번째 산업혁명은 증기기관 기술의 발명과 석탄 사용의 증가였고 두 번째 산업혁명은 전기, 화학기술의 발전에 근간을 둔 석유자원의 개발이었다. 1차 산업혁명 기술의 발전이 근간이 되어 2차 산업혁명이 왔고 이 2차 산업혁명의 산업구조는 아직도 우리 인류의 일상생활에 엄청난 영향을 미치고 있다. 오늘날 우리 인류에게 석유와 가스 자원은 일상생활에서 없어서는 안 되는 필수자원이 되어 있고 그 근간을 형성하고 있는 산업군이 워낙 두터워 석유와 가스를 전통 에너지 자원이라고 칭하기까지 한다. 지구 온난화 문제와 환경보호라는 국제사회의 사회적 책임으로 대체에너지, 재생에너지 등 비전통 에너지 자원 개발 기술이 지속적으로 발전하고 있기는 하지만 아직도 전통 에너지 자원인 석유와 가스를 대체하기에는 무리가 있다. 지구상에 매장되어 있는 석유와 가스자원의 매장량에 대한 여러 주장들이 있지만, 현대 기술로 탐사된 전통 에너지 자원의 매장량은 인류가 200년 이상을 사용할 수 있는 양으로 추정한다. 미국 에너지정보국(U.S. Energy Information Administration; EIA)의 2014~2016년의 통계에 따르면 전 세계 인류가 사용하는 석유 소비량은 일일 평균 8,000만 배럴 규모이고 석유 생산량은 일일 평균 9,000만 배럴 규모로 추정하고 있다. 일일 평균 생산량의 비중을 살펴보면, 사우디아라비아를 포함한 중동국가가 30%, 소련을 비롯한 비 중동국가들이 40%, 그리고 해양(Offshore)부문에서 30%를 차지하고 있다.



전 세계 인류의 일일 평균 석유 및 가스 소비량을 충족하기 위해서는 해양에서의 석유 및 가스 생산 활동이 반드시 필요한데 해양플랜트 엔지니어링 기술과 해양플랜트 건조 기술이 발전함에 따라 해양에서의 석유 및 가스의 탐사와 생산 활동은 더 깊은 심해로 활동범위를 넓히고 있다.

전 세계의 해양플랜트 건조 수주액은 2007년부터 연 평균 50조원으로 성장하여 2017년 현재 연 평균 60조원 규모를 보이고 있다. 이에 우리나라의 조선해양산업도 2007년부터 해양플랜트 건조 규모가 늘어나기 시작하였으며 국제유가가 100불 이상이었던 2011년, 2012년, 2013년, 2014년은 해양플랜트 수주량이 연 평균 34조원에 달하였다. 한국무역협회의 통계 데이터베이스 자료에 의하면 우리나라 품목별 수출기여도에서 선박해양구조물 및 부품이 2011년도에는 56.588조원(56,588백만\$, 환율 1USD=1,000원 적용 시)으로 석유제품, 반도체, 자동차를 제치고 1위<sup>1)</sup>를 차지하였고 2012년도, 2013년도, 2014년도는 수출기여도 4위, 2015년도는 반도체, 자동차에 이어 40.107조원(40,107백만\$, 환율 1USD=1,000원 적용 시)으로 수출기여도<sup>2)</sup> 3위를 기록할 정도로 우리나라 국가경제의 중요한 산업으로 자리매김하고 있고 지속적으로 발전시켜야 할 산업으로 인식되고 있다.

그러나 아쉽게도 미국의 셰일가스 증산 동향, 글로벌 세계 경제의 침체 등으로 국제유가가 2014년 12월부터 배럴당 60불대(브렌트유 기준)이하로 떨어지기 시작했고 2015년도에는 여러 번의 반등이 일어나면서 배럴당 40불대와 60불대의 등락을 하며 2015년 9월부터 국제유가는 지속적으로 하락하여 급기야 2016년 1월에는 20불대로 추락하였다. 이러한 국제유가의 영향으로 세계의 오일 메이저 기업들이 해양 석유·가스 프로젝트를 연기 또는 포기하는 경우가 발생하기 시작하였고 이의 영향으로 최근 4~5년간 해양플랜트에 집중을 했던 우리나라의 대형 조선사와 기자재 산업 전체가 상당한 어려움을 겪고 있다.

---

1) 전체 수출품목의 10.2%

2) 전체 수출품목의 7.6%

다행스럽게도 2년여 동안 이어진 저(低)유가 현상으로 미국 셰일가스 생산이 위축되고, 2016년 11월 이후 진행한 석유수출국기구(OPEC)와 비OPEC 국가들의 생산량 감축 합의가 영향을 주면서 배럴당 50불대로 회복되었고 해외 주요 유가 전망 기관들은 2016년 9월 이후 유가 상승세가 반영되면서 갈수록 높아지고 있어 2017년 이후의 국제 유가는 연평균 50불대 이상으로 결정될 가능성이 높다고 전망하고 있다. 또한, 저유가에 대응하기 위한 오일 메이저 기업들의 3여 년간의 수익성 향상 노력과 공정 효율화 기술의 발전으로 40~50 불대에도 개발의 수익성이 어느 정도 보장이 됨에 따라 다소 시간이 소요되기는 하겠지만 연기되었던 해양플랜트 프로젝트가 다시 검토되고 입찰 시장에 나오기 시작하고 있으며, 2년간의 어려운 시기 동안 노후화되었던 해양플랜트 시추설비와 생산운영 설비들의 해체(Decommissioning)와 개조 시장이 확장되었으며, 추후 늘어나는 세계 에너지 수요가 반영이 되면 2년간의 조정국면과 비용절감 정책을 시행했던 글로벌 해양플랜트 시장에서 부족한 설비 확충과 지역별 유정 환경에 적합한 해양플랜트 설비들의 개발이 늘어날 것으로 예측된다. 따라서 지역 환경에 적합한 해양플랜트 설비의 안전성과 신뢰성을 확보하기 위해 완전히 설치되기 전에 유사한 환경에서의 현장 시운전이 무엇보다 중요해지고 있다. 이렇듯 해양플랜트 산업에서 우리나라 산업이 경쟁력 향상을 확보하기 위해서는 개발 설비 및 시운전 사업의 안전성과 경제성 제고가 필요하다.

우리나라는 2010년부터 2016년까지 세계에서 가장 많은 해양시추설비를 건조하였지만 해양시추설비에 대한 시운전의 안전성과 효율성 및 경제성 향상을 위한 연구는 부족하다. 본 연구는 우리나라의 해양시추설비에 대한 통합 시운전 현황을 파악하고 시운전 부문의 안전성과 효율성을 제고할 수 있는 사업 모델을 개발하여 제안하며 그 경제성을 분석하여 해양시추설비 시운전 사업의 확장과 글로벌 경쟁력 제고에 기여하고자 한다. 이 논문에서 제안하는 사업 모델과 경제성 평가는 우리나라 해양플랜트 산업의 전반적인 경쟁력 제고에도

기여하게 될 것이다.

이러한 연구 필요성에 따라 본 연구는 우리나라 해양시추설비의 시운전 현황을 조사하여 기존 사례의 분석을 통해 한계점과 문제점을 고찰하고, 기존 시스템의 문제점을 개선하고 시운전 사업의 안전성과 효율성 제고를 위한 새로운 사업 모델을 개발하고자 한다. 그리고 개발된 해양시추설비 통합시운전 사업모델의 경제성 분석을 통해 경제적 타당성을 확보하며, 기존 시스템과 새로운 사업 모델의 경제성을 비교 평가하여 안전성 및 경제성 측면에서 경쟁력이 높은 사업 모델을 제안하여 사업화 기반을 제공해 보고자 한다.

## 제2절 연구의 방법 및 구성

이 연구는 최근 우리나라 조선해양 분야에서 많은 관심을 받았던 해양플랜트 산업의 현황에 대해 정리하고 전체 해양플랜트 산업 안에서 해양 시추설비 시장의 현황을 분석함과 동시에 향후 우리나라의 조선해양산업이 국제적 경쟁력을 가지기 위한 새로운 사업 모델에 대해 제안하고 이를 검증하고자 한다.

첫째, 해양플랜트 기술 전문 서적, 관련 보고서, 기타 문헌과 조선해양산업에서 사용되고 있는 해양플랜트의 정의를 재정립하고 그 정의에 따라 해양플랜트 산업을 분류하여 글로벌 해양플랜트 산업의 시장 규모와 특징에 대해 정리하고 전체 해양플랜트 산업 시장에서 중요한 부분을 차지하고 있는 해양시추설비 시장의 규모와 특징에 대해 분석을 하도록 한다.

둘째, 글로벌 해양시추설비 산업 시장 안에서의 우리나라 해양시추설비 산업 시장의 규모와 특징에 대해 분석하고 글로벌 해양시추설비 시장에서 우리나라 조선해양산업이 경쟁력을 가질 수 있는 방안으로 해양시추설비 통합시운전 사업을 국내에서 확장할 수 있는 방안을 관련산업 실무 전문가들의 의견을 수렴하여 제안하고자 한다.

셋째, 우리나라에서 이루어졌던 시추와 통합시운전 활동 사례를 통해 해양

시추설비 통합시운전 시장의 개선된 사업 모델을 도출해내고 도출된 모델의 경제성을 순현가법, 내부수익률법 등의 비용편익분석을 분석하고 기존 방안과 새로운 모델의 비교를 통해 경제성과 운영의 효율성을 검증하고자 한다.

본 연구의 구성은 아래와 같다.

제 1장에서는 연구의 필요성과 목적에 대해 기술하고 연구의 방법 및 구성에 대해 기술한다.

제 2장에서는 이론적 배경으로써 문헌연구를 통해 해양플랜트의 정의에 대해 재정립하고 이에 따른 해양플랜트 산업의 분류와 시장 규모 및 특징, 그리고 해양플랜트 산업 중 해양시추설비 시장의 규모와 특징과 의미를 분석한다. 경제성 분석의 방법론 연구와 유사 선행 연구를 통해 본 논문의 적용과 시사점에 대해 기술한다.

제 3장에서는 해양시추설비의 기회손실 관점의 해외 통합시운전 기반 구축 현황 소개와 국내에서 수행되었던 시추 및 통합시운전 사례를 분석하여 국내의 경험적 비용과 편익의 경제성 자료를 도출하고자 한다.

제 4장에서는 해양시추설비의 통합시운전의 선주측 요구사항과 법적 요구사항에 대해 정리하고 우리나라 최초의 해양시추설비 통합시운전 사업 모델인 주작-1 폐공 모델을 통해 가능한 통합시운전 내용과 한계 분석을 통해 새로운 통합시운전 사업 모델인 직접 시추를 통한 테스트베드 구축 모델을 제안하고자 한다.

제 5장에서는 이미 구축되어 있는 주작-1 폐공 통합시운전 사업모델의 경제성 분석과 새롭게 제안한 통합시운전 사업모델의 경제성 분석을 실시하고 이들 사업모델간의 비교분석과 민감도 분석을 통해 경제적 효과성을 검증하고 새로운 사업 모델의 운영 평가와 방안에 대해 정리하고자 한다.

제 6장에서는 연구결과를 요약하고 본 연구에서 가지고 있는 시사점과 한계 그리고 향후 연구방향에 대해 기술한다.

## 제2장 이론적 배경

### 제1절 해양시추설비의 정의와 산업 규모

#### 1. 해양플랜트 설비의 정의 및 종류

##### 1) 해양플랜트 설비의 정의

해양플랜트(offshore plants)는 용어 그대로 풀어 정의한다면, 육상(onsshore)이 아닌 해양(offshore)에서 설치되는 특수한 목적성을 가진 모든 공장 또는 설비라고 정의를 내릴 수 있다.

우리나라의 해양플랜트라는 개념은 선박을 건조하는 조선 산업과 연관을 가지면서 “조선해양산업”이라는 용어와 혼용되어 사용되기도 한다.

2011년 5월 한국해양수산개발원이 발간한 “해양플랜트 서비스 산업 전문인력 양성 기본 계획 수립을 위한 연구”와 2011년 11월 한국조선협회에서 발간한 “해양플랜트 산업 경쟁력 분석 및 장단기 발전전략”에서는 해양플랜트를 해양에서 자원을 생산하거나 이용하기 위한 일체의 설비로써 인공섬, 해상 거주공간, 해양레저시설 등도 포함시켜 광의의 개념으로 정의하기도 하지만 협의의 개념으로는 해양에서 석유·가스를 탐사, 시추, 생산, 저장 및 처리하는 시설로 정의하여 해양에서의 석유·가스 산업으로 한정시키기도 하였다.

광의의 개념으로 해양플랜트의 용어를 정의하게 되면 그 산업 분야가 너무 광범위해지기 때문에 본 논문에서는 해양의 석유·가스 산업을 한정하여 사용되어지는 설비를 해양플랜트 설비라고 정의한다.

이는 아래 <표 2-1>에서 정리한 바와 같이 우리나라에서 발간된 해양플랜트와 연관된 논문, 기술 전문 서적, 보고서에서도 동일한 이유로 협의의 개념으로 정의를 내리고 있기도 하다.

<표 2-1> 해양플랜트를 정의한 문헌 연구들

해양플랜트의 정의	출처 문헌
<p>“해양플랜트(offshore plants 또는 offshore installation)는 해양 원유/천연가스의 공급사슬(supply chain)에 참여하는 구성 설비 중, 해양에 설치되는 설비들을 일컫는다.”</p>	<p>장광필, 장대준 공저(2013) 해양플랜트 공정 및 안전 설계, 동명사</p>
<p>“해양플랜트는 해양 원유/천연가스의 공급사슬(supply chain)에 참여하는 구성 설비 중, 선박을 제외하고 해양에 설치되는 설비들을 일컫는다.”</p>	<p>장대준, 장광필, 김영주 공저(2011.4), 해양플랜트의 신뢰도 및 위험도 기반 설계, 경상대학교 해양플랜트 전문인력양성사업단</p>
<p>“해양플랜트(offshore plants)란, 말 그대로 바다에 설치된 공장을 말하며 일반적으로 해저에 있는 석유 및 가스를 탐사, 시추, 생산, 운송 등을 하는 시설, 장비 및 서비스를 의미한다.”</p>	<p>조형호(2013.4), 해양플랜트의 국산품 개발 동향, 한국생산기술연구원</p>
<p>“해양플랜트는 말 그대로 해양에 설치되는 구조물을 뜻하며, 넓은 의미에서 육상플랜트에 대비하여 해양의 자원개발에 필요한 시추 생산 시설을 비롯하여 해상풍력, 조력 발전소 등의 해상 발전시설, 해상 공장, 해상 공항, 해양 관측시설 등 해양 공간에 설치되는 모든 시설을 포함한다. 그러나 통상적으로 해양플랜트라 하면 해저에 있는 석유 가스자원을 탐사하고 굴착, 시추하며 생산 처리 수송하는 시설과 장비를 지칭한다. 따라서 해양플랜트산업은 이러한 시설과 장비를 건조 제작하고 공급하는 산업을 총칭하며, 해양 구조물(플랜트)의 기획, 설계, 제작뿐 아니라 플랜트의 설치, 운용 및 유지 보수 등과 관련된 일련의 산업 활동까지도 해양플랜트산업의 영역에 포함된다.”</p>	<p>도현재(2015.5), 국내 자원개발 해양플랜트산업의 과제와 대응방안, 에너지경제연구원</p>

## 2) 해양플랜트 설비의 단계별 종류

해양플랜트 산업은 사업진행 과정에서 투자계획, 장비기술개발, 정책 및 의사 결정 등을 위하여 단계별 분류가 필요하다. 해양플랜트의 정의를 내리는 것과 마찬가지로 많은 해외의 전문서적과 전공도서들, 정책 또는 기술 보고서 등에서는 해양 석유·가스 산업의 큰 활동 범위를 나누어 Upstream과 Downstream으로 구분<sup>3)</sup>하여 사용한다. 석유 가스 산업에서 사용되는 두 용어는 석유 가스 산업의 경제적 가치 사슬로 구분을 한 것으로 해양플랜트의 Upstream은 해양 석유·가스를 탐사하고 탐사된 유정을 시추 및 생산하는 단계까지의 산업을 일컫고 Downstream은 개발된 석유나 가스자원을 수송하고 공장이나 가정에 공급되는 단계까지의 산업을 일컫는다.

본 논문에서는 Upstream 산업에서 사용되는 해양탐사설비, 해양시추설비, 해양생산설비 위주의 산업을 언급하며 이 산업에 사용되는 설비의 종류는 운영방식별, 수심별, 용도별로 분류할 수 있다. 운영방식별은 그 설비가 해저면에 고정되어 있느냐, 물 위에 떠 있느냐에 따라 구분되는데 고정식의 대표적인 설비는 Jack-up, Gravity platform, Jacket이 있고 부유식의 대표적인 설비는 Drillship, SPAR, TLP, Semi-submersible, FPSO 가 있다. 수심별 분류는 운영방식별과 조금은 유사할 수 있는데 해양플랜트 설비가 연·근해에서 사용되느냐 심해에서 사용되느냐로 구분한다. 이는 결국 얕은 수심에서는 고정식 설비를 깊은 수심에서는 부유식 설비를 사용하는 경우가 대부분임을 유추해 볼 수 있다.

해양플랜트 설비의 종류를 분류함에 있어 가장 확실하게 산업별로 구분할 수 있는 방법은 용도별 분류이며 Upstream의 탐사단계, 시추단계, 생산단계에 따라 해양플랜트 설비의 종류를 구분한다. 해양탐사단계의 탐사선은 지진파탐사 설비를 갖춘 운항선이며 시추단계와 생산단계에서 사용되어지는 해양플랜트 설비는 아래 <표 2>와 같이 분류하고 있다.

---

3) 일부 산업 통계에서는 Upstream, Midstream, Downstream으로 구분하기도 한다.

<표 2-2> 해양플랜트의 종류

구분	모양	특징	작업수심
시추용	고정식 (Jack-up)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>시추용 구조물로 가장 널리 사용 (약 50%)</li> <li>3~12개의 Leg를 해저에 고정시켜 시추</li> </ul>	최대 140~180M
	반잠수식 (Semi-submersible)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>복원성이 좋아 거칠고 깊은 수심에 주로 적용</li> <li>8~10개의 닻으로 묘박하여 위치를 고정하고 시추</li> </ul>	최대 3,700M
	시추선 (Drill ship)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>자향이 가능한 선박에 시추설비를 탑재한 형식</li> <li>선체 중앙부에 Moon Pool을 뚫고 상부에 시추장비 탑재</li> </ul>	최대 3,700M
생산용	고정식 플랫폼 (Jacket)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>생산용 구조물로 가장 널리 사용</li> <li>수심이 깊을수록 제작 및 설치비용 기하급수적으로 증가</li> </ul>	300M 내외
	중력식구조물 (GBS)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>북극해, 캐나다, 러시아 등 거친 해역에 주로 적용</li> <li>빠른 설치가 가능하고, 콘크리트 구조물로 부식에 강함</li> </ul>	100M 내외
	부유식 생산 저장 하역시설 (FPSO)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>신조 또는 유조선 개조</li> <li>넓은 갑판면적으로 공간 활용 우수</li> </ul>	2,000M 내외

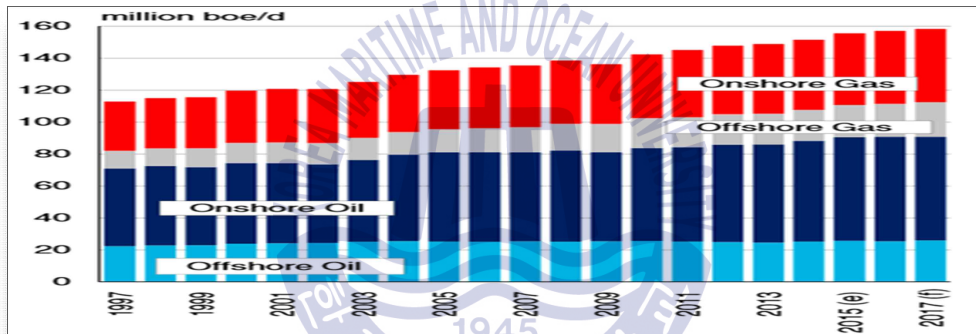
출처: 한국해양수산개발원(2011.5), 해양플랜트 서비스 산업 전문인력 양성 기본계획 수립을 위한 연구, p 12



## 2. 해양플랜트 산업의 규모와 의미

### 1) 해양플랜트 산업의 규모와 의미

해양에서의 석유와 가스 생산량은 전 세계의 석유·가스 생산량의 약 30%를 차지하고 있다. Clarkson Research의 자료를 분석해보면 해양 석유 생산량이 전 세계 석유 생산량에 차지하는 비율이 2014년은 28.6%, 2015년은 28.5%, 2016년은 28.1%였고 2017년은 총 26,031,000 BPD<sup>4)</sup>로 28.7%를 예측하고 있는 것을 확인할 수 있고 해양 가스 생산량이 전 세계 가스 생산량에 차지하는 비율은 2014년은 30.7%, 2015년은 30.9%, 2016년은 31.1%였고 2017년은 총 114.23억 BCFD<sup>5)</sup>로 32.1%로 예측하고 있다.



출처: Clarkson Research Monthly 2017년 3월호 p.3

<그림 2-1> 육상 및 해상 석유·가스 일일 생산량 추이

- 4) Barrel Per Day로 하루에 생산하는 양을 표시. 배럴(Barrel)은 1850년대 원유가 최초 북미(5대호 지역)에서 상업적 규모로 유통될 당시 운반 용기로 마차에 싣기 쉬운 목재통을 사용한 데서 유래된 용어다. 석유 계산 단위로 사용될 경우 bbl이라는 약호를 사용한다. 미국의 42갤런(Gal), 영국의 35갤런, 약 159리터에 해당한다. 원유의 계량 단위로 사용되기도 하는 Ton(t, T, metric ton)의 경우 1톤당 배럴 수가 원유의 종류 및 비중에 따라 상이하나 평균적으로 약 7.33배럴에 해당한다.[네이버 지식백과] 원유와 천연가스의 단위 (OPEC 개황, 2009. 10. 외교부)
- 5) Billion Cubic Feet Per Day. 천연가스 계량 단위인 BCF란 Billion Cubic Feet, 즉 10억 입방피트이다. 1 큐빅미터는 1,000리터이며, 35.3147큐빅피트이고, 미국의 264.2갤런, 영국의 220.0갤런에 해당한다. 1 큐빅미터(또는 1루베)는 1,000리터의 부피로 여기에 섭씨 4도의 증류수를 담았다면 그 무게가 1톤이다. 1 Mcf는 1,000 cf이다.[네이버 지식백과] 원유와 천연가스의 단위 (OPEC 개황, 2009. 10. 외교부)

Clarkson Research의 Offshore 자료를 분석해보면, 2017년 3월 1일 현재 탐사선은 총 706척, 해양시추설비는 985척, 작업선박 및 플랫폼(Construction Vessels/Platforms<sup>6)</sup>)은 2,721척, 이동식 생산설비<sup>7)</sup>는 367척, 고정식 생산설비는 7,752척, 물류 설비<sup>8)</sup>는 856척, Offshore Support Vessels 중 Anchor Handling Tugs & Supply는 2,990척, PSV/Supply는 2,537척, Rescue & Salvage는 563척, Utility Support는 1,847척이 운영되고 있고 2020년까지 각 설비들의 잔여 수주량은 탐사선은 22척, 해양시추설비는 161척, 작업선박 및 플랫폼은 232척, 이동식 생산설비는 29척, 고정식 생산설비는 142척, 물류 설비는 35척, AHTS는 183척, PSV/Supply는 204척, Rescue & Salvage는 18척, Utility Support는 40척으로 나타나고 있다.

해양플랜트 시장 전문 분석기관인 Douglas Westwood사의 2006년부터 2010년까지의 해양플랜트 시장분석 자료에 의하면 그 시장 규모가 1년에 약 185.4억 달러(한화 약 185조원/1년)로 예측하였다. 이를 단계별로 구분해보면 탐사 서비스에 약 9.8억달러, 시추설비의 FEED 단계에서 0.2억 달러, Jack-Up EPCI 1.7억 달러, Drill ship EPCI 4.7억달러, Semi-Submersible EPCI 3.2억 달러, Drilling Engineering 및 지원에 39.3억 달러, Drilling Rig 임대 18.7억 달러, 생산 및 Subsea 설비 FEED에 4.4억달러, Fixed Production Platform EPCI 7.8억 달러, FPSO/FLNG EPCI가 8.1억달러, FPSS/TLP/SPAR EPCI가 2.4억달러, subsea 설비 제작 및 설치가 23.4억달러, Field 개발 및 설비 설치 0.7억달러, 운영 생

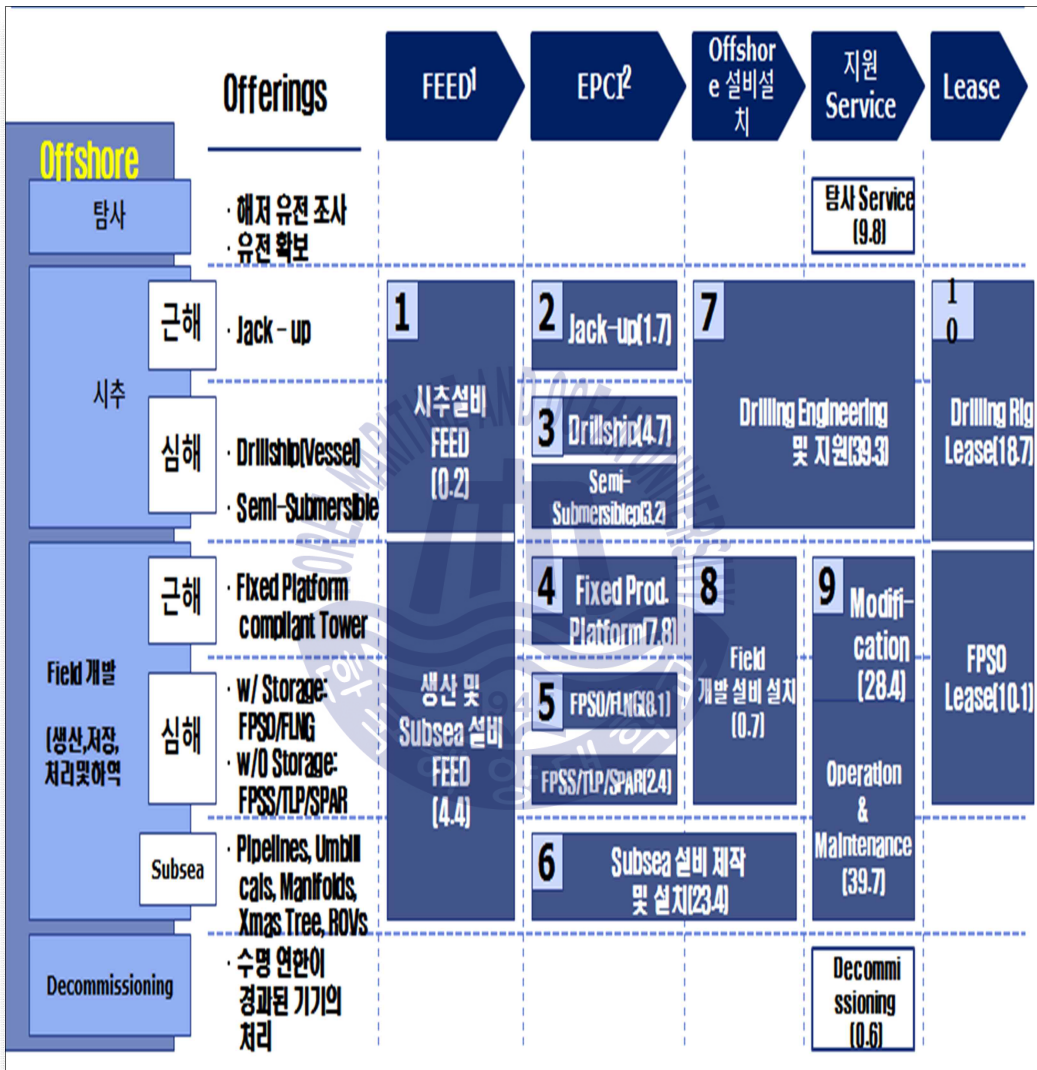
6) Crane Vessels, Pipe Layers, Cable & Flexible Pipe Layer, Transportation/Heavy Lift, Offshore Launch Barge, Self-Elevating Platforms, Wind Turbine Installation, Jack up Accommodation, Floating Accommodation, Accommodation Barge, Multi-Purpose Support, Dive & ROV Support, Dredgers & Stone Discharge 등이 포함됨.

7) 이동식 생산설비(Mobile Offshore Production Unit)에는 FPSO, Semi-Submersible, TLP/Spar, Jack-Up이 포함됨.

8) Floating Storage, Shuttle Tankers, Single Point Moorings이 포함됨

산설비 개조공사 28.4억달러, 운영 및 유지보수 시장 39.7억달러, FPSO등 생산 설비 임대 10.1억 달러의 시장규모를 가지고 있다.

단위 : Billion USD



출처: Douglas-Westwood Data 편집

<그림 2-2> 2006년~2010년 연평균 해양플랜트 단계별 시장규모

## 2) 해양시추설비 산업의 규모와 의미

해양플랜트 시추설비에는 잭업리그(Jack-up rig), 반잠수식시추선(Semi-submersible rig), 드릴쉽(Drillship), 드릴바지(Drill barge)가 있다.

해양플랜트 시장 전문 분석기관인 Douglas-Westwood사의 시장분석 자료에 의하면 해양플랜트 시추설비 시장을 시추설비의 FEED(Front & End Engineering & Design)분야, EPCI(Engineering, Procurement, Construction and Installation)분야, 시추설비 엔지니어링 및 지원 분야, 해양시추설비 용선 분야로 구분할 수 있고 2006년부터 2010년까지의 연간 평균 시장 규모는 FEED 분야는 약 2,000억원(1USD=1,000원 환산시), EPCI 분야는 약 9.6조원, 해양 설치 엔지니어링 및 지원 분야는 39.3조원, 해양시추설비 용선 분야는 약 18.7조원으로 분석하였다.

Douglas-Westwood사의 시장 분석 자료에서도 확인하였듯이 우리나라 조선해양산업이 참여하고 있는 시장은 주로 해양시추설비의 건조시장이며 이마저도 중요 장비는 수입에 의존하고 있는 것이 현실이다.

해양플랜트의 시추설비 시장은 해양시추설비를 새롭게 건조하는 신조시장 외에도 오래된 설비를 개조하는 시장, 해양시추설비를 폐선하는 시장과 폐선과정에서 발생되는 재사용 가능한 설비에 대해 2차적인 비즈니스로 이어지는 시장으로 그 시장 범위는 상당히 넓다.

해양플랜트 시장의 전문 분석기관의 자료들을 종합해 보면 해양플랜트 시추설비의 전체 시장규모는 연 평균 약 67.8조원으로 추정을 할 수 있다.

국제유가의 영향으로 해양시추설비의 신규 발주 추이가 하락했던 2015년과 2016년의 상황을 반영하면 EPCI 분야의 시장규모가 축소되었을 것으로 예측이 되지만, Clarkson Research의 해양 시추설비의 폐선 동향을 보면 폐선 시장의 성장과 기존 선박의 개조 시장의 성장이 반영되면 연 평균 시장 규모는 크게 변동이 없을 것으로 추정된다.

Mobile Offshore Drilling	Year End				01-Mar-17	
	2013	2014	2015	2016	No.	,000 GT
Jack-Up <=300'	328	321	309	298	295	1,666.0
Jack-Up >300'	204	225	241	257	258	2,855.5
Semi-Submersible <=5,000'	127	112	96	82	79	1,365.2
Semi-Submersible >5,000'	96	97	92	88	87	2,564.6
Drillship	97	120	126	120	120	6,452.8
Drill Barge/Tender	153	153	151	146	146	701.5
<b>TOTAL FLEET</b>	<b>1,005</b>	<b>1,028</b>	<b>1,015</b>	<b>991</b>	<b>985</b>	<b>15,606</b>

출처: Clarkson Offshore intelligence Monthly 2017년 3월호 p.28

<그림 2-3> 전 세계 해양시추설비 수량

Clarkson Research 자료에 의하면 해양플랜트 시추설비의 수량은 해양플랜트 시장의 가장 호황기였던 2014년에 1,028기에서 국제유가의 영향으로 그 운영 선박의 수량이 지속적으로 감소하여 2017년 3월 1일 기점으로 잭업리그 553기, 반잠수식시추선 166기, 드릴쉽 120기, 드릴바지 146기로 총 985기가 존재하는 것으로 확인할 수 있다. 아래 Clarkson Research 해양시추설비의 선령 도표에서는 전체 985기의 해양시추설비에서 5년 이하의 선령의 선박은 19%, 5년~20년 사이 선령의 선박은 34%, 20년 이상 선령의 선박은 47%로 나타나고 있으며 이는 20년 이상 선령의 선박은 향후 지속적으로 폐선의 단계를 거칠 것으로 예측이 되는데 2017년 1월과 2월에 폐선하기로 확정이 된 해양시추설비에는 Queiroz Galvao사의 Alaskan Star<sup>9)</sup>호는 브라질, Paragon Offshore사의 Paragon MSS 2<sup>10)</sup>호는 푸에르토리코, Diamond Offshore 사의 3척의 Jack-Up Rig<sup>11)</sup>는 미국, Transocean사의 GSF Rig 140<sup>12)</sup>호는 미국, Noble Energy사의 Noble Homer Ferrington<sup>13)</sup>호는 이태리, Ensco plc사의 ENSCO 94<sup>14)</sup>호

9) 1976년 건조된 반잠수식 시추선

10) 1977년 건조된 반잠수식 시추선

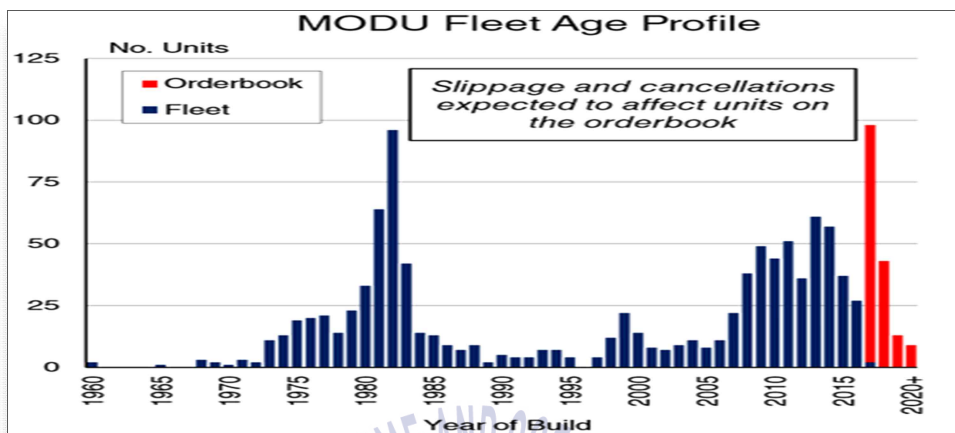
11) 1972년 건조된 Ocean Summit, 1973년 건조된 Ocean King, 1976년 건조된 Ocean Nugget

12) 1983년 건조된 반잠수식 시추선

13) 1984년 건조된 반잠수식 시추선

14) 1981년 건조된 Jack-up rig선

는 바레인에서 폐선하기로 확정되어 있다.



출처: Clarkson Offshore intelligence Monthly, 2017년 3월호 p. 32

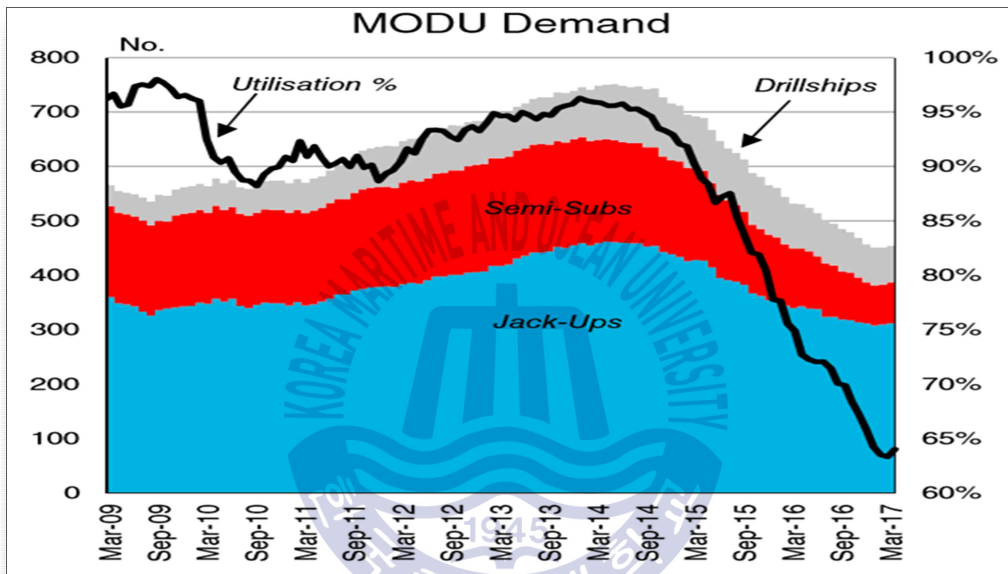
<그림 24> 전 세계 해양시추설비의 선령별 분포도

이러한 해양시추설비의 폐선 시장의 규모는 2010년 8척, 2011년 15척, 2012년 22척, 2013년 10척, 2014년 34척, 2015년 50척, 2016년 51척으로 지속적으로 증가할 것이며 20년 이상 선령의 설비에 대한 폐선으로 부족한 해양시추설비의 수량은 신조 발주로 이어질 것으로 예측할 수 있다.

2017년 3월 기준 Clarkson Research 자료에 따르면 전 세계 해양시추설비 수주잔량은 300피트 이하급 Jack-Up은 13척, 300피트 이상급 Jack-Up은 85척, 5,000피트 이하급 반잠수식 시추선은 4척, 5,000피트 이상급 반잠수식 시추선은 14척, 드릴쉽은 36척, 드릴바지는 9척으로 총 161척, 4,040,000 Gross Ton으로 전체 해양플랜트 수주잔량의 16.3%로 나타나고 있다. 인도 스케줄은 2017년에 96척, 2018년에 43척, 2019년에 13척, 2020년에 9척으로 예정하고 있다.

연 평균 18.7조원의 시장규모를 보이고 있는 해양시추설비의 용선 시장은 최근 전

체 해양시추설비의 계약률이 2017년 3월 기준으로 약 64% 정도로 상당히 하락한 상황이다. 아래의 Clarkson Research 분석 자료를 살펴보면 해양시추설비 중 Jack Up 은 2017년 2월 기준 총 488척 중 310척이 가동되고 있고 Semi-Submersible은 125척 중 73척이 가동되고 있으며, Drillship은 총 99척 중 68척이 가동되고 있어 전체 가동율이 약 64%임을 확인할 수 있다.



출처: Clarkson Offshore intelligence Monthly, 2017년 3월호 p. 26  
 <그림 2-5> 해양시추설비의 계약률

각 해양 시추설비의 용선료는 해양플랜트의 호황기였던 2014년에 대비하여 2017년 2월은 약 50% 정도로 기준 가격이 하락하였다. 아래 표에서 명시된 바와 같이 멕시코만 기준 심해용 드릴쉽이나 반잠수식시추선의 용선료는 2014년에는 350,000~410,000\$/day이었던 용선료가 2015년 2월 기준으로 150,000 ~ 240,000\$/day로 하락한 것을 볼 수 있다.

Jack-Ups		\$,000/day, end*			\$,000/day*				Charter Market		
		2014	2015	2016	Oct-16	Nov-16	Dec-16	Jan-17	Feb-17	This Month*	
GoM	High Spec	95-110	85-90	85-90	85-90	85-90	85-90	85-90	130-130	FIRMER...	49%
	Standard	100-100	40-60	40-60	40-60	40-60	40-60	40-60	40-65	FIRM.....	5%
Sth America	High Spec	140-165	80-110	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	70-140	FIRMER...	31%
SE Asia	High Spec	125-150	80-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-110	FIRM.....	6%
	Standard	100-130	50-80	50-80	50-80	50-80	50-80	50-80	50-80	STEADY...	
W&S Africa	High Spec	130-170	70-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-110	FIRM.....	6%
Med	High Spec	120-170	70-110	60-110	60-110	60-110	60-110	60-110	60-110	STEADY...	
W.Africa- Med	Standard	90-130	50-80	50-70	50-70	50-70	50-70	50-70	50-70	STEADY...	
Middle East	High Spec	130-145	70-100	60-100	60-100	60-100	60-115	60-115	75-140	FIRMER...	23%
	Standard	100-140	50-80	50-75	50-75	50-75	50-75	50-75	50-75	STEADY...	
India	High Spec	75-120	50-90	50-90	50-90	50-90	50-90	50-90	60-110	FIRMER...	21%
	Standard	70-85	35-55	35-55	35-55	35-55	35-55	35-55	35-55	STEADY...	
NW Europe	Harsh	220	120	120	120	120	120	120	130	FIRMER...	8%
	Standard	150-180	50-80	50-70	50-70	50-70	50-70	50-70	60-80	FIRMER...	12%

Floaters		\$,000/day, end*			\$,000/day*				Charter Market		
		2014	2015	2016	Oct-16	Nov-16	Dec-16	Jan-17	Feb-17	This Month*	
GoM	Ultra-Deep	350-410	200-275	130-225	100-180	100-180	130-225	150-240	150-240	STEADY...	
	Deep	260-300	150-190	100-160	90-160	90-160	100-160	100-160	100-160	STEADY...	
Sth America	Ultra-Deep	450-490	250-320	140-225	120-220	120-200	140-225	150-225	150-225	STEADY...	
	Deep	250-310	170-225	120-180	120-180	120-180	120-180	120-180	120-180	STEADY...	
W&S Africa	Ultra-Deep	430-490	210-300	150-225	150-230	150-200	150-225	150-225	150-225	STEADY...	
	Deep	320-350	170-225	120-180	120-180	120-180	120-180	120-180	120-180	STEADY...	
SE Asia	Ultra-Deep	390-450	200-275	150-200	150-230	150-200	150-200	150-200	150-200	STEADY...	
	Deep	230-400	210-280	110-180	110-180	110-180	110-180	110-180	110-180	STEADY...	
India	Ultra-Deep	400-450	210-290	130-200	130-220	130-200	130-200	130-200	120-170	WEAKER...	-12%
U.K.	Harsh	200-230	150-200	90-160	90-140	90-140	90-160	90-160	90-160	STEADY...	
Norway	Harsh	330-350	170-240	110-175	100-160	100-160	110-175	120-190	130-190	FIRM.....	3%

출처: Clarkson Offshore intelligence Monthly, 2017년 3월호 p. 47

<그림 2-6> 해양시추설비의 용선료 정보

Clarkson Offshore Intelligence Monthly 3월호(Volume 7, No.3 ISSN:2044-9496)의 2016년 3월부터 2017년 2월 23일까지의 해양시추설비 장기용선 계약은 26건으로 평균 용선 기간은 23.19년, 평균 계약 용선료는 119,900\$/day, 평균 수심은 약 1,000미터로 나타난다.



<그림 2-7> 해양시추설비의 장기용선 정보와 같이 2017년 2월에 보도된 Atwood Oceanics(선주사)과 Woodside Energy(운영사)의 “Atwood Condor” 라는 Semi-Submersible의 계약금액은 222,000\$/day, 17개월 기간으로 계약되었으며 해양 시추 활동이 일어나는 호주 해역 인근 지역의 경제적 규모는 Semi-Submersible 용선료만 월 6,660,000\$가 발생하며 이에 사용되는 용선료와 프로젝트 지원선박(OSV) 용선료, 프로젝트 부두 베이스 운영, 릴로케이션 서비스 등을 고려하면 대략적으로 월 평균 300억원의 직접적인 시장규모를 가질 것으로 예측한다.

Latest Long-Term Mobile Offshore Drilling Unit Contracts									
Reported	Rig Name	Type	Water Depth'	Year Built	Rig Owner	Operator	Country	Period/Rate*	
								Mths.	\$/day
23-Feb-17	Noble Regina Allen	Jackup	400	2013	Noble Corp.	ExxonMobil Canada	Canada	24	88,000
23-Feb-17	Perro Negro 4	Jackup	150	1977	Saipem	Petrobel	Egypt	12	
22-Feb-17	ENSCO 106	Jackup	400	2005	Ensco Offshore	BP Indonesia	Indonesia	60	
22-Feb-17	ENSCO 80	Jackup	225	1978	Ensco Offshore UK	Pepsol Sinopec UK	United Kingdom	18	
02-Feb-17	Atwood Orca	Jackup	400	2013	Atwood Malaysia	Mubadala Pet	Thailand	12	
02-Feb-17	Atwood Condor	Semi-sub	10,000	2012	Atwood Oceanics	Woodside Energy	Australia	17	222,000
04-Jan-17	UMW Naga 7	Jackup	375	2015	UMW Standard	Petronas Carigali	Malaysia	17	
01-Nov-16	UMW Naga 8	Jackup	400	2015	UMW Standard	Hess Oil and Gas	Malaysia	17	
23-Oct-16	Sedco 712	Semi-sub	1,600	1983	Transocean	Fairfield Energy	United Kingdom	14	
14-Oct-16	ENSCO 84	Jackup	250	1981	Ensco Offshore	Saudi Aramco	Saudi Arabia	56	70,000
03-Oct-16	Transocean Barents	Semi-sub	10,000	2009	Transocean	Suncor Energy	Canada	15	260,000
30-Sep-16	Sensusret	Jackup	250	1981	Egyptian Drilling	Saudi Aramco	Saudi Arabia	36	
01-Sep-16	Ocean Valiant	Semi-sub	5,250	1988	Diamond Offshore	Maersk Oil North Sea	United Kingdom	15	
24-Aug-16	West Castor	Jackup	400	2013	Seadrill	Eni	Mexico	12	110,000
31-Jul-16	Emerald Driller	Jackup	375	2008	Vantage Drilling	Total	Qatar	16	
20-Jul-16	Jack Bates	Semi-sub	5,400	1986	Transocean	ONGC	India	22	127,000
17-Jul-16	ENSCO 67	Jackup	350	1976	Ensco Offshore	Pertamina	Indonesia	12	52,000
24-Jun-16	Aban Abraham	Drillship	6,600	1976	Aban Offshore	ONGC	India	24	87m LS
30-May-16	UMW Naga 6	Jackup	375	2014	UMW Standard	Petronas Carigali	Malaysia	24	
26-May-16	West Cressida	Jackup	375	2009	Seadrill	PTTEP	Thailand	12	64,000
28-Apr-16	COSLCraft	Jackup	400	2006	COSL Norwegian	Iranian Offshore E&C	Iran	24	
28-Apr-16	COSLSuperior	Jackup	375	2007	COSL Norwegian	Iranian Offshore E&C	Iran	24	
20-Apr-16	Actinia	Semi-sub	1,500	1982	Transocean	ONGC	India	36	101,000
31-Mar-16	Jindal Supreme	Jackup	328	1975	Jindal Drilling	ONGC	India	36	
31-Mar-16	Admarine VI	Jackup	250	1976	ADES	EGPC	Egypt	12	
24-Mar-16	Essar Wildcat	Semi-sub	1,640	1977	Essar Oilfields	ONGC	India	36	105,000

출처: Clarkson Offshore intelligence Monthly, 2017년 3월호 p. 47

<그림 2-7> 해양시추설비의 장기용선 정보

Jack-Ups	Demand No., start				Demand No., start				Month-on-Month	
	2014	2015	2016	2017	Nov-16	Dec-16	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Trend
North America	85	65	39	37	33	36	37	38	38	STEADY...
Sth & Cent America	12	12	12	10	10	10	10	10	10	STEADY...
West Africa	25	22	13	5	6	5	5	5	5	STEADY...
NW Europe	46	53	43	29	35	33	29	27	28	UP.... 4%
Mediterranean	32	31	25	27	27	27	27	27	26	DOWN... -4%
Middle East/ISC	153	149	148	140	143	142	140	141	141	STEADY...
Asia Pacific	104	100	71	60	60	59	60	62	64	UP.... 3%
<b>Total Demand</b>	<b>459</b>	<b>434</b>	<b>351</b>	<b>308</b>	<b>314</b>	<b>312</b>	<b>308</b>	<b>310</b>	<b>312</b>	<b>STEADY... 1%</b>
<b>Total Availability*</b>	<b>486</b>	<b>501</b>	<b>474</b>	<b>485</b>	<b>481</b>	<b>484</b>	<b>485</b>	<b>488</b>	<b>486</b>	<b>STEADY...</b>
% Utilisation	94%	87%	74%	64%	65%	64%	64%	64%	64%	

Semi-Subs	Demand No., start				Demand No., start				Month-on-Month	
	2014	2015	2016	2017	Nov-16	Dec-16	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Trend
North America	32	31	21	9	12	9	9	8	9	UP... 13%
Sth & Cent America	47	36	28	17	18	17	17	17	17	STEADY...
West Africa	18	16	7	1	3	2	1	1	1	STEADY...
NW Europe	46	44	32	24	27	25	24	24	25	UP.... 4%
Mediterranean	15	11	9	6	6	6	6	6	6	STEADY...
Middle East/ISC	4	3	0	2	1	2	2	2	2	STEADY...
Asia Pacific	33	34	22	15	15	14	15	15	15	STEADY...
<b>Total Demand</b>	<b>195</b>	<b>175</b>	<b>119</b>	<b>74</b>	<b>82</b>	<b>75</b>	<b>74</b>	<b>73</b>	<b>75</b>	<b>STEADY... 3%</b>
<b>Total Availability*</b>	<b>199</b>	<b>190</b>	<b>162</b>	<b>126</b>	<b>130</b>	<b>127</b>	<b>126</b>	<b>125</b>	<b>124</b>	<b>STEADY... -1%</b>
% Utilisation	98%	92%	73%	59%	63%	59%	59%	58%	60%	

Drillships	Demand No., start				Demand No., start				Month-on-Month	
	2014	2015	2016	2017	Nov-16	Dec-16	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Trend
North America	21	34	34	23	24	23	23	23	22	DOWN... -4%
Sth & Cent America	27	26	20	19	18	19	19	18	18	STEADY...
West Africa	21	22	21	13	15	13	13	14	14	STEADY...
NW Europe	2	1	2	1	1	1	1	1	2	UP... 100%
Mediterranean	1	3	3	4	4	4	4	4	4	STEADY...
Middle East/ISC	12	8	3	6	7	6	6	5	3	DOWN!!! -40%
Asia Pacific	8	9	8	3	4	4	3	3	4	UP... 33%
<b>Total Demand</b>	<b>92</b>	<b>103</b>	<b>91</b>	<b>69</b>	<b>73</b>	<b>70</b>	<b>69</b>	<b>68</b>	<b>67</b>	<b>STEADY... -1%</b>
<b>Total Availability*</b>	<b>96</b>	<b>117</b>	<b>113</b>	<b>99</b>	<b>101</b>	<b>100</b>	<b>99</b>	<b>99</b>	<b>99</b>	<b>STEADY...</b>
% Utilisation	96%	88%	81%	70%	72%	70%	70%	69%	68%	

출처: Clarkson Offshore intelligence Monthly, 2017년 3월호 p. 47

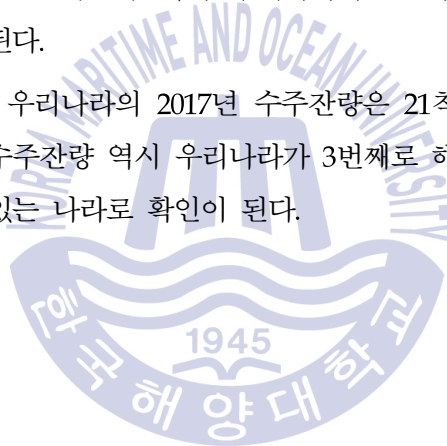
<그림 2-8> 해양시추설비의 종류별/지역별 운영률 정보

2017년 3월 1일 기준 Clarkson Research의 자료에 의하면 우리나라의 해양시추설비 수주잔량은 총 21척<sup>15)</sup>이다. 정확한 계약금액은 알 수 없으나 해양플랜트 시추설비의 건조가격을 평균 5,000억원<sup>16)</sup>을 기준으로 볼 수 있기 때문에 수주잔량은 10.5조 원 규모로 예측<sup>17)</sup>할 수 있다.

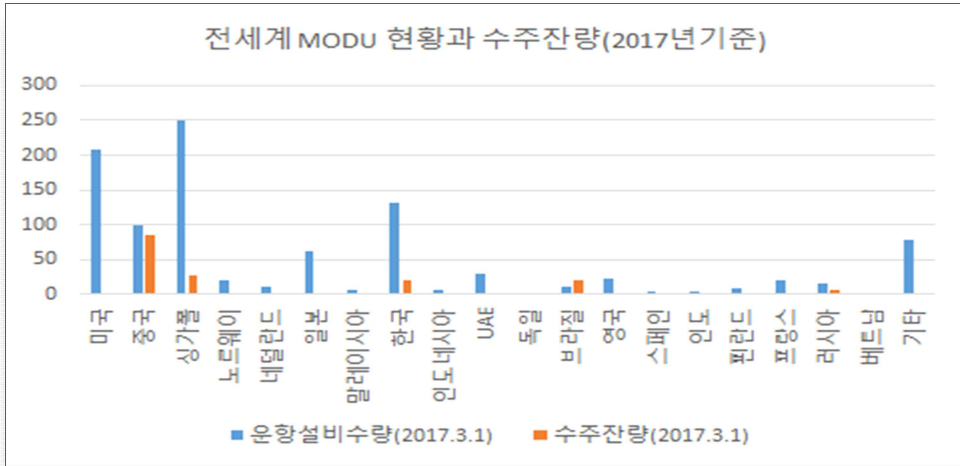
<그림 2-9> 전 세계 해양시추설비 현황과 수주잔량은 Clarkson Research을 통해 취득한 전 세계 해양시추설비의 운영척수에 대한 건조국가와 각 나라별 해양시추설비의 수주잔량을 분석한 그래프이다.

2017년 3월 기준으로 운영되고 있는 전 세계 985척의 해양시추설비 중에서 우리나라가 132척을 건조하였다. 전체 해양시추설비 국가별 건조 실적을 비교하여 보면 싱가포르의 250척, 미국의 207척보다 적어 우리나라가 3번째로 해양시추설비를 많이 건조한 나라로 확인이 된다.

2017년 3월 1일 기준 우리나라의 2017년 수주잔량은 21척으로 중국의 84척, 싱가포르의 26척보다 적어 수주잔량 역시 우리나라가 3번째로 해양시추설비의 잔여 수주잔량을 많이 확보하고 있는 나라로 확인이 된다.



- 
- 15) 현대중공업이 반잠수식 시추선 1척, 대우조선해양이 드릴쉽 9척, 반잠수식 시추선 1척, 잭업리프 1척으로 총 11척, 삼성중공업이 드릴쉽이 6척, 반잠수식 시추선이 1척, 잭업리프가 2척으로 총 9척임.
  - 16) Clarkson Research의 각 해양시추설비의 건조가격 Trend는 2016년 평균 잭업 건조가격이 155 million USD, 반잠수식 시추선 건조가격이 450 million USD, 드릴쉽의 건조가격이 450 million USD로 나타나고 있어 우리나라의 수주잔량에서 선종별 척수 및 건조가격에 환율을 감안하면 평균 약 5,000억원으로 추정됨.
  - 17) 국제유가가 최저를 기록했던 2015년 하반기와 2016년 상반기의 Diamond, Ensco, Transocean, Atwood, Seadrill, Ocean Rig, Pacific Drilling사들의 신용등급이 일제히 B 이하 수준으로 하락하면서 2016년 초순부터 선주사의 요청으로 인도지연이 발생하고 있음. 대우조선해양은 2016년 3월 Vantage의 해양시추설비 계약이 취소되었고 2016년까지 인도해야 하는 10기의 설비가 2016년 말 3척, 2017년 3척, 2018년 2척, 2019년 1척으로 해양시추설비의 인도가 지연될 것으로 예상되며 삼성중공업은 Pacific Drilling의 해양시추설비 계약이 취소되었고 2015년 6척 인도계획이 변경되어 2017년 4척, 2018년 1척, 2019년 1척으로 해양시추설비의 인도가 지연될 것으로 예상되고 있음.



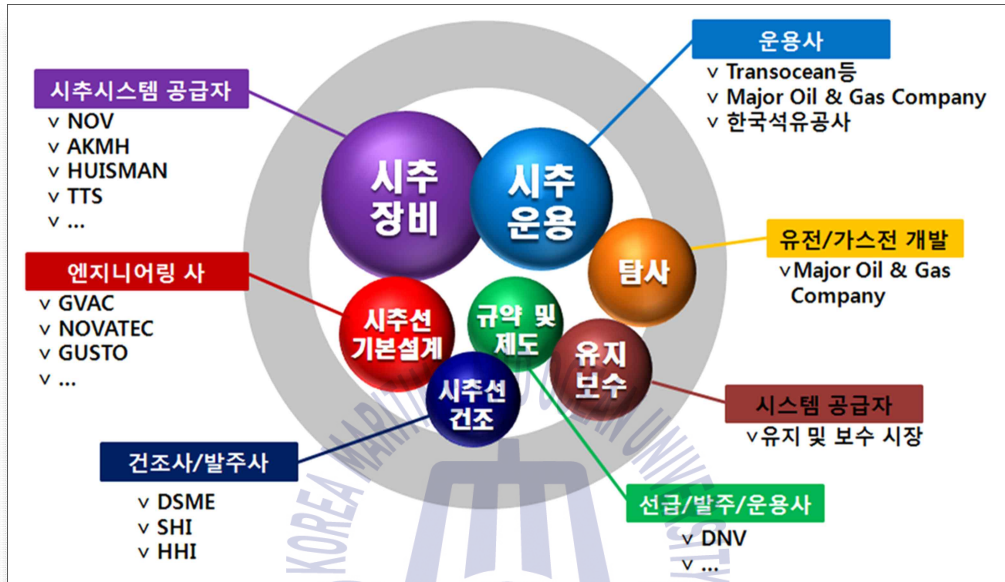
<그림 2-9> 전 세계 해양시추설비 현황과 수주잔량(2017년 기준)

우리나라의 해양시추설비 시장은 특성은 세계의 해양플랜트 시추설비 시장에서도 일부 언급한 바와 같이 해양플랜트 시추설비의 엔지니어링, 개조공사, 폐선 시장에는 전혀 참여하고 있지 않으며, 대형 조선소가 대부분 수주한 해양시추설비 건조시장이 주를 이루고 있다. 이 마저도 시추시스템과 관련된 핵심 기자재와 시스템 엔지니어링 기술이 없어 적당 1.5~2억 달러<sup>18)</sup>에 이르는 시추시스템은 해외 업체로부터 수입을 하고 있는 것이 현실이다.

“Drillship은 강풍과 높은 파도를 견디며 심해 석유를 발굴하는 고부가가치선박으로 적당 가격이 5~6억 달러에 달하며, 국내 조선해양업계 Big 3가 2005년부터 2011년까지 전 세계에서 발주된 Drillship 34척을 전량 수주했으며, 적당 5억 달러만 쳐도 수주 금액이 170억달러(약 17조원)에 달하고 있다. 국내 조선업계는 세계적인 해상 시추선 상세설계 및 건조 능력을 가지고 있지만 시추시스템에 대한 기술은 시스템 공급사가 독점하고 있기 때문에 해상 시추선 건조의 생산성에도 막대한 영향을

18) 평균 해양시추설비가 5~6억 달러이기 때문에 전체 해양시추설비 가격의 약 30%정도가 시추시스템 가격임

끼치고 있다”(박상진 플랜트엔지니어링 PD, 해양 시추시스템 기술현황 및 전망, 2011.12)



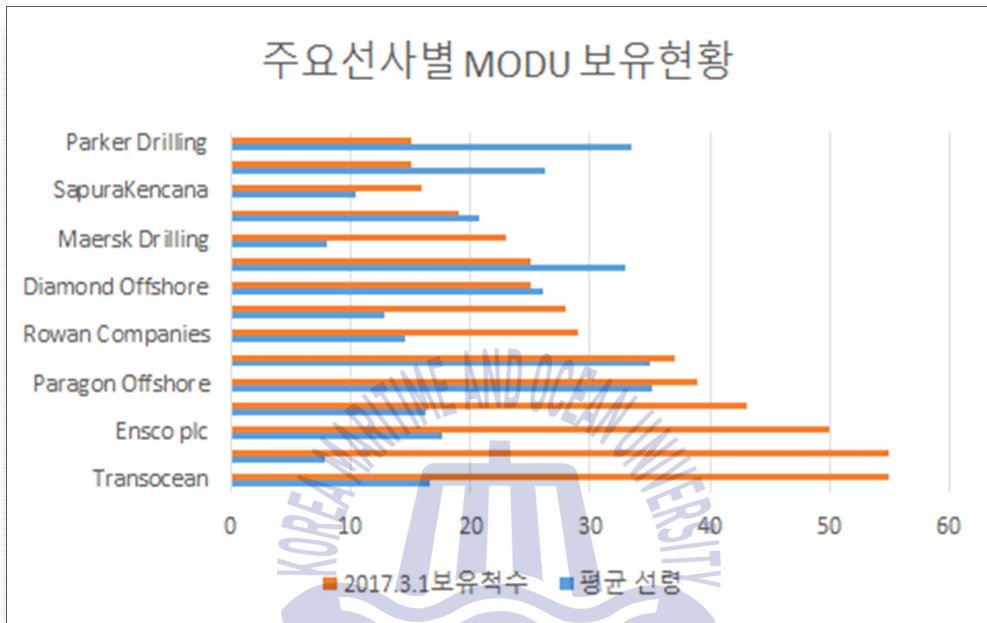
출처: 해양 시추시스템 기술현황 및 전망, 박상진 플랜트엔지니어링 PD, p 12

<그림 2-10> 해양 시추관련 산업구조 및 주요 플레이어

해양시추설비 용선분야의 현황을 살펴보면 우리나라는 유일하게 보유하고 있는 한국석유공사의 반잠수식시추선 두성호가 폐선 단계를 거치고 있어 향후 특별한 실적이 일어나지 않을 것으로 보인다.

해양플랜트 시추설비를 보유하고 있는 주요 회사별로 구분하여 보면, 2017년 3월 1일 기준 Transocean사가 55척, Fredriksen Group이 55척, Enesco plc가 50척, CNOOC가 43척, Paragon Offshore가 39척, Shelf Drilling이 37척, Rowan Companies가 29척, Noble Corp가 28척, Diamond Offshore가 25척, PDVSA사가 25

척, Maersk Drilling사가 23척, ADNOC가 19척, Sapura Kencana가 16척, Sinopec이 15척, Parker Drilling사가 15척의 해양 시추 설비를 보유하고 있다.



<그림 2-11> 주요 선사별 해양시추설비 보유 현황

## 제2절 경제성 분석의 이론적 배경

### 1. 경제성 분석의 배경 및 법적인 근거

경제성 분석은 대상 사업을 진행하기 전에 계획하고 있는 사업의 재무적 투자비용 대비 예상되는 사업적 이득 및 손실에 대해 분석함으로써 대상 사업 투자의 타당성을 검토하는 것을 말한다.

1936년 미국 공병단(U.S. Army Corps of Engineers)이 국내 홍수방지법(The United States Flood Control Act)의 비용·편익분석 개념을 홍수투자방지분석에 응용했던 것이 경제성 분석의 효시라고 할 수 있다. 미국은 1936년 미국 홍수방지법에서 비용·편익 분석을 통해 경제성 분석의 효용성을 확인한 뒤 1950년에 비용·편익 분석 지침인 “Proposed Practices for Economic Analysis of River Basin Project”를 완성하고 이를 공공투자사업의 결정과정에 있어서 경제성 분석의 근거로 사용하도록 하였다. 그러나 당시는 경제성 분석의 활용도가 일반 기업계에서는 실용적으로 정착되지 않아 잘 사용되지 않았지만, 시간이 흐르면서 경제성 분석의 사용수가 점차 늘어나기 시작하였다.<sup>19)</sup>

미국의 비용·편익 분석 지침은 1981년 레이건 행정부의 “Executive Order 12291”에 의해 1억 달러 이상의 비용이 드는 정부사업에 대해 규제영향분석(RIA: Regulatory Impact Analysis)의 수행이 의무화되면서 연방정부 차원에서 본격적으로 활용되기 시작했고 1994년 클린턴 행정부 때 제정된 “Executive Order 12893”에 의해 비용·편익 분석 지침이 더 구체화되었다.

본 법령에 의해 연방인프라투자원칙(Principles for Federal Infrastructure Investment)에 의거 연방정부가 수행하는 공공사업에 대해 비용·편익을 체계

---

19) 텍사스 대학의 교수인 토마스 클래머(Thomas Klammer)가 100여개의 기업체들을 대상으로 조사한 바에 의하면 1959년에는 이들 중의 19%만이 NPV 방법을 이용하였다. 하지만 1970년에 이르면 그들의 57%가 NPV를 사용한 것으로 드러났다. 이후 로렌스 쉘(Lawrence Schall)과 그의 동료들이 1978년에 발표한 논문에서는 400개가 넘는 기업을 대상으로 조사해본 결과 NPV를 사용한다고 응답한 기업의 수가 무려 86%에 육박하였다.(Copeland et al. (2001))

적으로 수행하도록 하였다. 이에 따라 “Unfunded Mandates Reform Act”, “Government Performance and Results Act” 등의 법령을 통해 여러 연방기구 자체적으로도 비용편익분석을 이용하도록 의무화 시켰다.<sup>20)</sup>

미국뿐만 아니라 세계 각국에서도 1960년대부터 경제성 분석 및 비용·편익 분석이 활용되기 시작했고 그 적용범위가 점차 확대되어 지금은 수자원, 재생 에너지, 항만, 철도, 도시재개발 사업뿐만 아니라 각종 농업투자계획, 교육투자 계획, 공해방지투자계획, 연구개발사업투자계획 등 광범위한 공공투자계획의 평가에 경제성 분석 기법이 의무적으로 활용되고 있다.

경제협력개발기구인 OECD(Organization for Economic Cooperation and Development)도 1970년대부터 회원국에 국민의 보건과 환경적 혜택을 개선하는 긍정적 효과와 직접적인 규제비용 등을 비교하는 규제영향분석을 통해 이를 체계적인 정책수립에 고려하도록 권고하고 있다.

회원국은 정책의 수립 시에 예상되는 파급효과를 분석하기 위해 규제영향조사(RIA: Regulatory Impact Analysis)를 실시하는데, 정책의 직접 편익 및 비용, 소비자 및 기업에 대한 파급효과, 노동시장 등 다면적으로 정책효과를 분석하여야 한다.<sup>21)</sup>

OECD 회원국인 우리나라는 한국개발연구원이 수행하는 “예비타당성조사제도”를 통해 1999년 「예산회계법시행령」 제9조 2항에서 국고지원을 수반하는 총사업비 500억 원 이상이고 국가의 재정지원 규모가 300억원 이상인 신규 공공건설사업 및 공공개발사업을 대상으로 경제적, 재무적, 정책적 타당성을 사전에 조사하도록 함으로써 시작되었다.

이 제도는 타당성조사를 예산부처가 사전적으로 수행함으로써 공공사업의

20) 'A survey of the theory of public expenditure criteria', in R.W. Houghton (ed.), Public Finance, Penguin(1961), Baumol, W.J. (1965), Economic Theory and Operations Analysis, 2nd edn, Prentice-Hall. (1968), 'On the social rate of discount', American Economic Review, 58: 788-802

21) Dasgupta, P. (1972), 'A comparative analysis of the UNIDO Guidelines and the OECD Manual', Bulletin of the Oxford University Institute of Economics and Statistics, 34: 33-52.



사전검토를 철저히 하고 있다는 점에서 의미가 크지만, 대상사업이 주로 도로, 철도, 항만, 수자원 등 대형공공사업 위주로 수행되고 있는 것이 현실이지만, 최근의 연구논문에는 건설사업 이외의 공공재적 성격을 갖는 환경, 의료, 복지, 교육, 체육, 문화 등 다양한 분야의 사업에서도 사업이 제공하는 재화나 서비스가 거래되는 시장이 존재하지 않는 비시장재(non-marketed goods)적 성격이 커서 시장가격을 반영하여 사회적 편익을 직접적으로 측정하는데 어려움이 있는 점을 개선하는 보완 기법들을 제시하고 있으며 이에 따른 고전적인 경제성평가방법을 보완하는 새로운 분석기법 개발 연구도 증가하고 있다<sup>22)</sup>. 이렇게 개발된 분석기법들은 갈수록 대형화되어가고 미래의 경제적 불확실성에 노출되는 공공사업에 긍정적으로 적용할 수 있는 가능성이 높다<sup>23)</sup>고 할 수 있다.

1999년도부터 시작된 예비타당성조사는 조사 자체의 투명성과 공공성 그리고 객관성을 보다 높이기 위해 일반지침과 부문별 표준지침에 입각하여 조사를 수행하고 있다.

일반지침은 “공기업, 준정부기관 사업 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 연구”를 기본지침서로 사용하고 있다<sup>24)</sup>.

항만분야 표준지침은 2000년 처음 발간되었던 “항만부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구”을 기본으로 한 동 지침 제3판을 사용하고 있다.<sup>25)</sup>

22) 한국보건의료연구원의 “경제성평가기준에 관한 국제협력 연구(2011.12.31.)”, 고려대학교 식품자원경제학과 “비용편익분석 이론과 기법의 최신 동향 연구”(2009년, 박호정) 등

23) 한국해양수산개발원의 “해상풍력발전의 환경적, 경제적 영향 분석”(2011.12. 신철오, 육근형), “국내 해역의 해상풍력 가능자원 평가 및 예비부지 선정”(2009년, 김지영 외) 등

24) “공기업, 준정부기관 사업 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 연구”보고서(한국개발연구원, 2013.3)

25) 2013년도 예비타당성조사 연구보고서 “항만부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판)(한국개발연구원, 2014.12)

## 2. 경제성 분석의 방법론

국가나 공공기관의 공공투자사업뿐만 아니라, 사기업의 주요투자사업의 경제성을 평가하는 목적은 그 사업의 기술적, 경제적 타당성에 근거한 경제적 사업 개발의 최적 규모를 결정하고 경제적, 사회적 목표를 달성하기 위하여 각 대안을 효율적으로 검토하여 비용배분의 근거를 마련하는데 있다.

Williams & Rank(1998)는 <표 2-3> 평가방법론의 비교 자료와 같이 경제성 분석의 방법론에 대해 장단점을 분석하였다.

<표 2-3> 평가방법론의 비교 자료(Williams & Rank, 1998)

방법론	Time Frame	Type	Purpose	장점	단점	분석 비용
Modified Peer Review	과거, 진행, 미래	all	all	<ul style="list-style-type: none"> <li>-상대적으로 편리함</li> <li>-잠재적 파급효과에 대한 중요한 정보 추출 가능</li> <li>-연구자들과 다른 집단들의 역할 정립에 도움이 됨</li> <li>-basic/strategic R&amp;D 평가를 위한 효과적 방법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-평가자들을 위한 방대한 정보가 필요함</li> <li>-소수 집단의 의견에 좌우됨</li> <li>-질적인 정보도출에 국한됨</li> </ul>	Low/ Medium
User Survey	과거, 진행	응용	정책개발 산업혁신	<ul style="list-style-type: none"> <li>-소수집단의 문제가 해결됨</li> <li>-양적 지표개발이 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-설문조사분석 한계</li> <li>-인터뷰가 필요함</li> </ul>	Medium
Benefit-Cost Methods	과거 (진행, 미래)	응용	산업혁신	<ul style="list-style-type: none"> <li>-잠재편익의 합리적 추정 가능</li> <li>-합리적 분석체계 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-장시간이 소요</li> <li>-기본가정에 좌우됨</li> <li>-분석비용이 큼</li> </ul>	High
Case Studies	과거	응용	정책개발 산업혁신	<ul style="list-style-type: none"> <li>-연구개발과 성과의 상관관계 묘사 가능</li> <li>-원인분석, 역할분석</li> <li>-응용연구분석에 적합</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-일반화의 어려움</li> <li>-타 연구에의 활용의 한계</li> </ul>	
Partial Indicators	과거, 진행 (미래)	all	all	<ul style="list-style-type: none"> <li>-지표설정이 용이</li> <li>-진행중 과제의 관리감독에 적합</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-종합적 평가의 한계</li> <li>-부분적 평가</li> </ul>	Low
Integrated Partial Indicators	미래	응용	정책개발 산업혁신	<ul style="list-style-type: none"> <li>-우선순위 선정에 적합</li> <li>-의사결정에 핵심 요인을 숙고함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-개별적 판단에 좌우</li> <li>-가중치 부여 어려움</li> <li>-정당성 확보 어려움</li> </ul>	Low

본 논문에서는 예비타당성조사 지침에서 주로 활용되고 있는 비용편익분석 기법을 사용하고자 하는데 그 이유는 가장 많이 사용되고 있는 경제성분석 기법이기 때문이다.

공공사업의 경제적 가치를 평가하는 우선적 이유는 과학적이고 객관적인 경제성 평가 과정을 통해 비용 대비 편익 효과가 상대적으로 큰 사업을 파악함으로써 정부재원을 합리적으로 운영하고자 함에 있다. 비용편익분석(CBA: Cost and Benefit Analysis) 역시 그 목적은 제한된 투자 재원을 효율적으로 활용하기 위하여 경제성이 높은 사업을 파악하는데 있다.(주;박호정 2009, 비용편익분석 이론과 기법의 최신 동향 연구)

과학적인 평가를 위해서는 사업에서 발생하는 미래의 현금흐름과 이의 변동 가능성에 대한 이해가 필요하며, 해당 사업과 관련된 제반 시장 상황도 종합적으로 고려하여야 한다. 아울러 미래 현금흐름과 비용을 현재가치화하기 위한 할인율이 적절히 선정되어야 한다. 아울러 대부분의 프로젝트에서는 매물 성격의 초기 투자비가 소요된다는 점에서 사업시행에 따른 기회비용을 반영해 주어야 한다.

분석의 시기에 따라 비용편익분석은 사전적 비용편익분석(ex-ante CBA), 사후적 비용편익분석(ex-post CBA), 중간타당성(interim CBA) 분석으로도 구분할 수 있다. 사전적 분석은 사업을 개시하기 전에 평가하는 것으로, 미래에 발생하리라고 예상되는 비용과 편익을 추정한 후 사업의 경제성을 검토하는데, 불필요한 예산지출을 막고 효과성이 높은 사업을 사전에 파악하기 위하여 이루어진다.

예비타당성조사 지침에서는 고전적인 경제성 분석 방법인 비용편익분석 기법을 사용하고 있는데 그 비용편익분석 방법에는 순현재가치법(NPV), 내부수익률법(IRR), 편익비용비율법(B/C ratio)이 주로 이용되고 있으며 적용하는 목적과 투자사업의 특성에 따라 각각의 분석 방법을 사용하지만 각 방법의 장단점을 고려하여 서로 배타적인 개념이 아니라 보완적인 기준으로 쓰는 것이 보

편화되어 있다.

순현재가치법(NPV) 분석은 모든 타당한 경제적 자료를 단일 계산화하여 심사 순위 매김이 가능토록 하여준다. 적절한 할인율에 의해 순편익 흐름내의 미래가를 현재가로 계산한다. 일반적으로 순현재가가 0보다 작거나 같으면 사업(안)을 기각하는 것이 원칙이다. 그리고 사업의 예산에 대한 제약이 없을 경우 가장 높은 순현재가를 나타내는 사업이 가장 먼저 우선 순위 결정을 받게 된다. 또한 예산이 제약될 경우라도 예산집행제한 내에서 가장 높은 순현재가를 보이는 사업이 가장 높이 평가된다.

편익비용비율(B/C ratio) 분석은 통상적인 평가방법으로 순현재가치법분석과 같이 단일계산 분석법이다. 그런데 편익비용비율 분석 하나만으로는 분석이 충분하지 못하다. 왜냐하면 실제비용과 편익의 크기가 나타나 있지 않기 때문이다. 타당한 사업규모의 결정에서 순현재가치와 편익비용비율은 사업 규모의 증가에 따라 어느 규모까지는 증가시킬 수 있다. 이 경우 사업규모를 순현재가치가 최대가 되는 곳에서 사업규모를 결정할 수 있다.

내부수익률(IRR) 분석을 이용하여 결정하는 방법은 사업의 내부수익률이 사업평가에 이용된 수익률보다 작을 경우 사업을 기각하는 것이다. 이 방법은 순현재가치(NPV) 분석이나 편익비용비율(B/C ratio)을 구하는데 어떤 할인율을 적용해야 할지 불분명하거나 어려운 점이 많을 때 이용되기도 하나, 사업규모에 대한 정보가 반영되지 못하므로 투자의 우선순위를 결정하는 평가에는 독립적으로 이용이 불가능하다.

이 세 가지 경제성분석 기법간의 장단점을 비교하면 <표 2-4>와 같다.

<표 2-4> 경제성 평가기법 간의 비교

평가기법	특징 및 장점	단 점
순현재가치법 (NPV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 적용이 쉽다.</li> <li>- 결과나 규모가 유사한 대안 평가 유리</li> <li>- 각 방법의 경제성 분석결과가 다를 경우 이 분석 결과를 우선으로 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 투자사업이 클수록 크게 나타난다.</li> <li>- 자본투자의 효율성이 드러나지 않는다.</li> </ul>
편익비용비율 (B/C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 적용이 쉽다</li> <li>- 결과나 규모가 유사한 대안 평가 유리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업규모의 상대적 비교가 어렵다</li> <li>- 편익이 늦게 발생하는 사업의 경우 낮게 나타난다.</li> </ul>
내부수익율법 (IRR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 투자사업의 예상수익을 판단 가능</li> <li>- NPV나 B/C 적용시 할인율이 불분명할 경우 이용된다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 짧은 사업의 수익성이 과장되기 쉽다</li> <li>- 편익발생이 늦은 사업의 경우 불리한 결과가 발생한다.</li> </ul>

### 1) 순현재가치법(NPV)

순현재가치법은 가장 보편적으로 인정되는 비용편익분석 기법이며, 기업이나 공공부문 각계에서 광범위하게 적용되어 왔다. 순현재가치법에 기반을 둔 비용편익분석은 평가모형, 사업대상 및 평가주체, 평가시기 등에 따라 다양하게 구분될 수 있다. 평가모형은 순현재가치(NPV: net present value)를 보느냐 비용과 편익의 상대비율을 보느냐 등에 따라 다양하다.

그리고 분석 대상과 분석 관점에 따라 민간 과 공공사업에 대한 평가로 구분할 수 있다. 수익성을 극대화하는데 목적을 둔 민간사업의 경우, 순현재가치(Private NPV)는  $PNPV = PB - PC$ , 즉 사적편익(PB)에서 사적비용(PC)을 제한 것으로 정의된다. 반면 공익적 가치를 고려하는 정부재정투자사업의 사회적 순현재가치(Social NPV)는  $SNPV = SB - SC$ , 즉 사회적 편익(SB)에서 사회적비용(SC)을 차감한 것으로 정의될 수 있다. 후자의 사회적 순현재가치의 배경에는

소위 공리주의적 사고가 존재하여, 사회 구성원 전체의 집계후생의 개선에 초점을 두었다. 본고는 사회적 순현재가치를 중점적인 분석대상으로 논의하고 있지만, 방법론은 사적 순현재가치와 일반적으로 유사하다.

순현재가치법(NPV)은 아래의 공식으로 표현된다.

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{E(NB_t)}{(1+r)^t} - I_0$$

$NB_t$  : 기간  $t$  의 순편익의 흐름(순편익=비용-편익)

$E$  : 기대연산자(expectation operator, 미래 순편익이 불확실할 경우 사용)

$r$  : 할인율

$T$  : 사업의 기대수명

$I_0$  : 초기투자비용

## 2) 내부수익률법(IRR)

내부수익률이란 투자사업이 원만하게 진행된다는 전제 하에 기대되는 예상 수익률로서 투자사업의 전 기간에 걸쳐 발생하는 편익의 현재가치와 비용의 현재가치를 일치시켜 순현재가치가 영이 되게 하는 어떤 할인율로 계산된다. 즉, 내부수익률은 편익과 비용의 현재가치로 환산된 값이 같아지는 할인율  $r$ 을 구하는 것으로 사업의 시행으로 인한 순현재가치를 0으로 만드는 할인율을 의미한다.

따라서 내부수익률이 사회적 할인율보다 크면 일반적으로 경제성이 있다고 판단하고 있으며, 산정방식은 다음과 같다.

$$\text{내부수익률(IRR): } \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

내부수익률기준에 따르면, 내부수익률이 큰 사업일수록 유리한 사업으로 판정되므로 사업 간 우선순위를 결정할 때 내부수익률의 크기를 직접적으로 비교하면 된다.

내부수익률이 사회적 할인율보다 크다는 의미는 이 사회적 할인율로 할인한 순현재가치가 0보다 크다는 의미와 동일하다고 할 수 있다. 그러나 내부수익률 기준도 한 두 가지의 약점을 가지고 있다. 우선 어떤 사업이 성질상 사업의 초기에 많은 비용이 투입되어야 하고, 그리고 나서 어느 정도의 편익기간이 지난 후에 다시 대규모의 비용이 발생하는 그런 사업에 대해서는 내부수익률이 두 개로 계산될 수 있다는 것이다.

또한 예산상의 제약이 있다든가 혹은 사업들 간에 상호배타적인 관계가 있을 때에는 내부수익률 기준을 직접적으로 사용할 수 없다는 한계점을 내포하고 있다.

### 3) B/C 비율법(편익-비용 비율법 : Benefit-Cost Ratio)

편익-비용 비율법(Benefit-Cost Ratio : B/C)이란 총편익과 총비용의 할인된 금액의 비율, 즉 장래에 발생될 비용과 편익을 현재가치로 환산하여 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 값을 의미한다. 일반적으로 편익-비용 비율이 높은 사업일수록 경제적 타당성이 높은 것으로 평가하고 있으며, 편익-비용 비율  $\geq 1$  이면 경제성이 있다고 판단한다. 산출방식은 다음과 같다.

$$\text{B/C Ratio} = \sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r)^t} \bigg/ \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

$B_t$  : 편익의 현재가치

$C_t$  : 비용의 현재가치

$r$  : 사회적 할인율(이자율)

$n$  : 사업의 경제적 수명(분석기간)

편익-비용 비율법은 사업의 순편익 규모를 제시하지 않는 대신 비용 대비 편익의 비율만 보고하기 때문에 수익성이 가장 높은 사업이 채택되는 것을 권고하는 방식이다. 순편익의 절대규모가 상대적으로 크지만 편익-비용 비율이 낮은 사업보다는 사회적 파급효과는 낮지만 편익-비용 비율이 높은 사업이 선정될 가능성이 높다. 따라서 투자규모가 다른 사업의 경제성을 평가할 경우 순현재가치법과는 다른 결과는 나올 수 있다는 점에 유의해야 한다.

만일 공공사업의 관심이 비용 대비 편익의 극대화보다는 순편익의 절대적 크기가 더 큰데 있다면 편익-비용 비율법 보다는 순현재가치법을 사용하는 것이 합리적이며, 이 때 편익-비용 비율법은 참조적 정보로 활용하는 것이 좋다.

그 외 경제성 평가모형 중에는 최초 투자금액의 회수기간을 계산하는 자본회수기간법, 회계적 관점에서 접근하는 회계적 이익률법, 경제적 이윤모형 (EPM:Economic Profit Model)등이 있지만, 공공투자사업의 평가에서는 거의 활용되지 않으며 사적 비용편익분석에서도 순현재가치와 병행하여 수행되는 보조적 수단이다.

### 3. 민감도 분석을 통한 경제성 분석의 보완

경제성 분석에서 사용되는 시장가격, 시장수요, 비용단가, 예측 변수, 매출 이익률, 물가상승률, 금융이자율 등 비용과 편익 추정에서 발생할 수 있는 오



차를 보완하기 위하여 각 주요 변수의 변화가 경제성에 미치는 영향에 대한 민감도 분석을 수행할 필요가 있다. 이는 경제성 분석에서 비용과 편익은 조건에 따라 달라지므로 발생하는 변화의 경향을 미리 파악하여 편익과 비용에 대한 신뢰성을 검토하는 것이다.

전통적인 경제성 분석 기법에서는 개별 주요인자의 변화율이 내부수익율에 어느 정도의 변화에 영향을 미치는 지를 측정하는 것이 대표적인 민감도 분석 방법이다.

내부수익율에 영향을 미치는 주요 인자로는 투자비, 운영비, 산출량 등이며 이들 요소들을 독립적으로 변화시켜서 내부수익율의 변화 영향을 조사하게 된다. 이 변화 경향은 민감도지표(sensitivity index, SI)를 통해 알 수 있다.

민감도지표(SI) = 내부수익율의 변화/개별주요인자의 변화율(%)

민감도지표를 계산하여 그 결과가 1보다 크면 해당 주요 인자는 민감도가 크다고 판단할 수 있고 민감도지표가 1보다 적은 경우에는 해당 주요 인자의 민감도가 낮으므로 경제성에 미치는 영향이 적다고 판단할 수 있다.

내부수익율의 변화 외에도 경제성 분석에서 주요한 개별 인자의 변화율이 순현재가치와 편익비용비율에 어떠한 영향을 미치는 지를 측정하여 주요 인자의 변화율이 경제성 분석에 어떠한 영향을 미치는 지 연구하는 것은 의미가 크다.

### 제3절 선행 연구의 고찰

#### 1. 선행 연구

해양플랜트 시추설비 시운전 사업에 대한 경제성 분석을 연구한 논문은 아직까지 없으며, 유사한 주제의 연구로는 2016년 3월 발간된 미국 에너지 정보국(Energy Information Administration)의 "Trends in U.S. Oil and Natural Gas Upstream Costs"에서 멕시코만의 심해 시추 비용 유형에 대해 연구하였고 2011년 1월 Alan Krupnick 외<sup>26)</sup> "Understanding the Costs and Benefits of Deepwater Oil Drilling Regulation"에서 시추 규제 법령이 부분 적용되었을 때와 100% 적용되었을 때 운영비용 비율에 따른 경제성 분석을 연구하였다. 우리나라의 경우 유사한 선행 연구로는 해상풍력 산업의 경제성 분석에 대한 연구들이 주를 이루고 있으며, 사회적 할인율의 변화가 공공투자사업에 미치는 영향 및 할인인자를 중심으로 경제성 분석의 개선을 제안하는 연구들이 있다.

<표 2-5> 선행 연구의 고찰

연구(논문)명	연구내용	연구자 및 발행연도
공공투자사업 경제성 분석의 한계점과 그 대안 탐색:할인인자를 중심으로	공공투자사업의 경제성 분석에 있어서 할인인자의 개선 효과를 도출하고 검증함	박철민, 임보람 2016년
공공투자 사업의 경제성분석을 위한 사회적 할인율 추정	사회적 할인율의 변화(7.7%~5.5%)에 따른 경제성 분석의 영향 분석	최지은, 박동규 2015년
사회적 할인율 조정이 공공투자사업의 경제성 평가에 미치는 영향: 환경투자사업을 중심으로	사업기간 30년, 기간별 할인율을 3.5%~5.5%로 차등 적용하여 NPV, B/C 변화율을 연구	김상경 2013년

26) Alan Krupnick, Sarah Cambell, Mark A. Cohen, Ian W.H. Parry 공저

국내 개발조건을 반영한 해상풍력단지의 경제성 분석	설계수명 20년, 할인율 7%, 물가상승율 3% 등을 적용하여 국내 해상풍력단지의 경제적 분석	강금석, 이준신, 김지영, 유무성 2011년
해상풍력발전의 환경적·경제적 영향 분석	20MW급의 경제성 분석 (IRR=11.24%, NPV=9,326, B/C ratio=1.21)과 100MW급의 1~3단계에 대한 경제성 분석 결과 도출	신철오, 육근형 2011년
환경을 고려한 연안공공사업의 경제성분석 개선에 관한 연구	국내외에서 수행한 사업에서 환경적 편익과 비용 정보를 수집하고 연구사례를 통한 경험적 비용 및 편익에 대해 개선을 제안	신철오, 장정인 2008년
항만개발사업의 경제적 타당성 평가의 개선 방안 연구	SOC사업영역에서 항만개발사업의 경제성평가 방법 개선에 대한 제안	전찬영, 심기섭, 이종필, 이상우 2003년
Understanding the Costs and Benefits of Deepwater Oil Drilling Regulation	Drilling 관련 법령이 부분 적용될 때와 100% 적용될 때의 운영비용 비율과 편익에 미치는 영향 분석	Alan Krupnick, Sarah Cambell, Mark A. Cohen, Ian W.H. Parry 2011년
The business case for safety and health at work: Cost-benefit analyses of interventions in small and medium-sized enterprises	안전보건 법령이 소기업과 중기업에 미치는 경제적 영향 분석. 각 분야의 NPV, IRR, B/C ratio 도출(할인율 4%)	European Agency for Safety and Health at Work 2014년
Trends in U.S. Oil and Natural Gas Upstream Costs	멕시코만의 석유 및 가스 생산 비용 자료 도출	U.S. Energy Information Administration 2016년

## 2. 선행 연구의 시사점

### 1) 사회적 할인율을 5.5%보다 높은 7.7%까지 반영(할인율의 차등 적용)

“공공투자 사업의 경제성분석을 위한 사회적 할인율 추정(최지은, 박동규, 2015년)” 논문에서는 예비타당성조사 일반지침에서 공공투자사업의 권고기준인 사회적 할인율인 5.5%보다 높은 7.7%를 적용하여 공공투자사업의 경제성 분석이 어떻게 변화하는지 측정하여 연구하였으며 초기 유럽과 미주 지역에서 사회적 할인율이 10% 이상이었던 점을 고려하여 본 논문에서는 할인율의 변화를 통해 경제성 분석의 영향 정도를 분석하도록 하겠다.

### 2) 경험적 비용과 편익 자료 축적의 필요성 제안

“환경을 고려한 연안공공사업의 경제성분석 개선에 관한 연구(신철오, 장정인, 2008년)” 논문에서는 국내외에서 수행한 사업사례를 통한 환경적 편익 자료와 비용 자료 수집의 필요성에 대해 제안하고 있으며 비용과 편익 추정에 있어 경험적 자료가 경제성 분석에서 중요한 요소임을 증명하였다. 본 논문에서는 우리나라에서의 시추 사례와 통합시운전 사례의 경험적 비용과 편익 자료를 활용하여 경제성 분석을 실시하도록 하겠다.

### 3) 사회적 할인율 조정에 따른 NPV, B/C ratio 변화율 측정

“사회적 할인율 조정이 공공투자사업의 경제성 평가에 미치는 영향(김상겸, 2013년)” 논문에서는 공공투자 사업의 사업기간을 30년으로 하였을 때 사업진행기간 동안의 기간별 할인율을 5.5%로 일정하게 적용하는 것이 아니라 3.5%~5.5%로 차등 적용하였을 때 순현재가치(NPV)와 편익비용비율(B/C ratio)에 어떻게 변화하는 지를 연구하였다. 이는 본 논문에서 경제성 분석에 영향을 미치는 것으로 예상되는 주요 인자의 변화율을 적용하여 변하는 NPV와 B/C ratio의 변화율을 측정하도록 한다.

4) 설계수명 20년, 할인율 7%, 물가상승률 3% 적용한 경제성 분석

“국내 개발조건을 반영한 해상풍력단지의 경제성 분석(강금석, 이준신, 김지영, 유무성, 2011년)” 논문에서는 예비타당성 지침기준인 사업기간 30년, 할인율 5.5%가 아닌 설계수명 20년, 할인율 7%, 물가상승율 3%를 적용하여 경제성 분석을 실시하여 국내 개발조건을 반영한 경제성 분석 방법을 연구하였다. 본 논문에서는 사업기간의 변화, 물가상승률의 변화, 할인율의 변화가 NPV, IRR, B/C ratio에 어떤 영향을 미치는지 연구하도록 하겠다.



## 제3장 해양시추설비 시추 및 시운전 운영 사례 분석

### 제1절 해양시추설비 시운전의 필요성

#### 1. 사고에 의한 경제적 손실 사례

해양플랜트는 제2장 이론적 배경 제1절 해양플랜트의 정의에서 다른 바와 같이 해양의 석유와 가스라는 매체를 다루기 때문에 근본적으로 화재와 폭발의 위험성을 많이 내재하고 있어 이에 따라 해양에서 석유와 가스를 생산하기 시작할 때부터 수많은 사고가 있어 왔다.

해양플랜트에서 일어나는 사고는 발생하게 되면 대형사고로 이어진다는 점과 원유의 해양 유출로 인한 해양환경의 파괴가 크고 심각한 인명사고를 동반하여 이에 따른 경제적 손실이 상당히 크다.

아래 <표 10>은 해양플랜트의 수많은 사고 유형과 사례 중에서 본 논문의 주제와 연관성이 있는 해양 유전의 유정제어(Well Control)의 실패 사고로 인해 발생하게 되었던 피해 비용을 보여준다.

<표 3-1>에서 나타나듯이 시추과정에서 유정제어가 실패하게 되면 엄청난 사고 비용이 발생하였고 이로 인한 환경오염, 피해복구비용의 발생, 법적비용, 사회적비용이 발생하게 되어 최근 들어 시추과정에서 유정을 정확하게 제어하기 위한 여러 가지 기술 요구사항들이 규정화되고 안전 및 환경에 대한 규제가 강화되고 있다.

<표 3-1> 세계 해양유정 사고사례

운영권자	작업장소	연도	피해액 (백만\$)
Amoco	Eugene Island 273, GOM	1960	20
Phillips	Ekofisk Platform, N, Sea	1976	56
Gilf Oil	Angola, W. Africa	1978	90
Pemex	Ixtoc well, Mexico	1978	85
Amoco	Tuscaloosa event	1980	50
Apache	Key 1-11 well, Texas	1982	52
Mobil	W. Venture, Nova Scotia	1985	124
Total Oil	Bekepai Platform, Indonesia	1985	56
Petrobras	Enchove Platform, Brazil	1988	530
Oxy Oil	Piper Alpha Platform, N. Sea	1988	1,360
Saga	2/4-14 well, Norwegian N. Sea	1989	284
Kuwait Oil	Al-AWDA Project, Kuwait (intentional blowouts by Gulf War)	1991	5,400
BP	Macondo well by Transocean Deepwater Horizon, GOM	2010	54,000

출처: 최종근, 해양시추공학, p 38

가장 최근에 있어났던 멕시코만(Gulf of Mexico)의 Deepwater Horizon호의 사고의 내용을 요약해보면 아래와 같다.

① 2010년 4월 20일 멕시코만(Gulf Of Mexico)의 마콘도 유정에서 BP사가

용선주이고 Transocean사가 선주인 Deepwater Horizon호(Semi- Rig)에서 시추작업 중 폭발사고가 발생(수심1500M)하여 총 승선 인원 126명 중 11명이 사망하고 16명이 부상당했으며 87일간 400만 배럴의 원유를 해상에 유출하는 사고가 발생하였다.

- ② 2011년 4월부터 2015년 7월까지 BP, Transocean, Halliburton 등에 대한 법정소송이 있었고, 2015년 7월 BP의 최종 벌금은 18.7 BnUSD(한화 약 18.7조원)가 확정되었으며, 그 동안 진행한 해양오염청소비용, 환경분담금, 경제손실 및 벌금액이 총 54 BnUSD(한화 약 54조원, 1000원 환산시)에 달하였다.
- ③ 유정의 10% 지분이 있는 MOEX Offshore(Mitsui & Co.가 대주주)가 BP에 1.07 BnUSD를 지불하였고 유정의 25% 지분이 있는 Anadarko Petroleum은 BP에 4 BnUSD(약 4조원)를 지불하였으며, BOP 제조사인 Cameron Int'l사가 250 MnUSD(약2500억원), 시멘트 콘트롤 제조사(OptSim)인 Halliburton사가 1.1 BnUSD를 BP에 지불하였다. 장비공급사 Weatherford int'l사는 75 MnUSD(약750억원)를 BP에 지불하였다.

위의 마콘도 유정 폭발 사고는 경제적으로 관련 기업에 엄청난 손실을 초래하기도 했지만, 멕시코만의 기름 유출로 해양 생태계와 지역경제에 엄청난 악영향을 끼쳤다.

이에 미국의 환경 안전 집행 기구인 BSEE(Bureau of Safety and Environmental Enforcement)에서 2012년 8월에 "Drilling safety rule"의 법제정 작업을 시작하였고 2012년 11월에 API Standard 53을 이 법에 적용, 2015년 4월에 제안된 규정을 국회에 상정하여 2016년 4월 29일 "30 CFR Part 250- Oil and Gas and Sulfur Operations in the Outer Continental Shelf



-Blowout Preventer Systems and Well Control; Final Rule"로 승인되어 2016년 7월 28일부터 법령이 단계별로 적용되고 있다.

본 법령에는 BOP(Blow-Out Preventer) 및 LMRP(Lower Marine Riser Package)의 시험 규정이 강화되었으며, 신조선뿐만 아니라 기존 운영선도 조업위치의 변경이나 용선사 변경 시에 BOP 테스트와 LMRP 성능 테스트를 반드시 하도록 요구하고 있다. 또한 유정제어와 관련된 Well Test 장비에 대해 장비별로 매 2년, 3년, 5년, 7년마다 정기 검사 및 증서 발급이 필수적으로 요구되어지고 있다.

## 2. 기회 손실 관점의 해외 해양시추설비의 시추공 현황

### 1) 폐시추공을 포함한 해외 해양시추설비의 시추공 현황

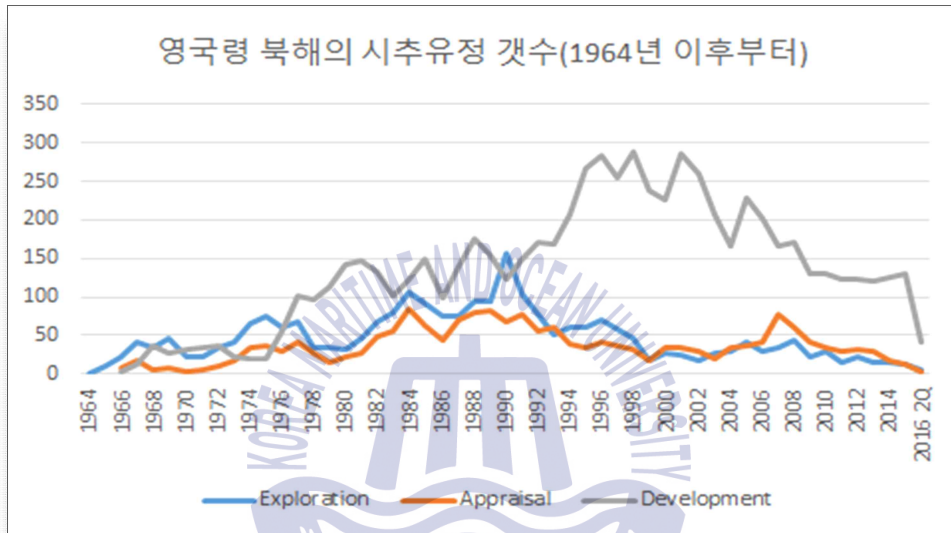
해양시추는 육상시추의 발전에 따라 1897년 미국 캘리포니아 썸머랜드 해변에서 육지와 연결된 시추 구조물(Jetty)에 의한 시도가 최초이다.

기술이 발전하면서 해양 유전 발견이 점점 더 깊은 수심으로 확장되었고 1953년에는 시추장비를 선박에 설치한 최초의 시추선박이 등장하였으며 1966년도부터 가장 많은 해양 시추 활동이 있었던 지역은 북해라고 할 수 있다.

북해에서 에너지 자원이 압도적으로 많은 영국과 노르웨이는 1980년대부터 해양에서의 석유와 가스 생산량을 늘렸으며, 1999년도에는 해양 석유와 가스 개발이 정점을 달해 하루에 약 6백만 배럴의 석유와 280,000,000m<sup>3</sup>의 가스를 생산하였다.

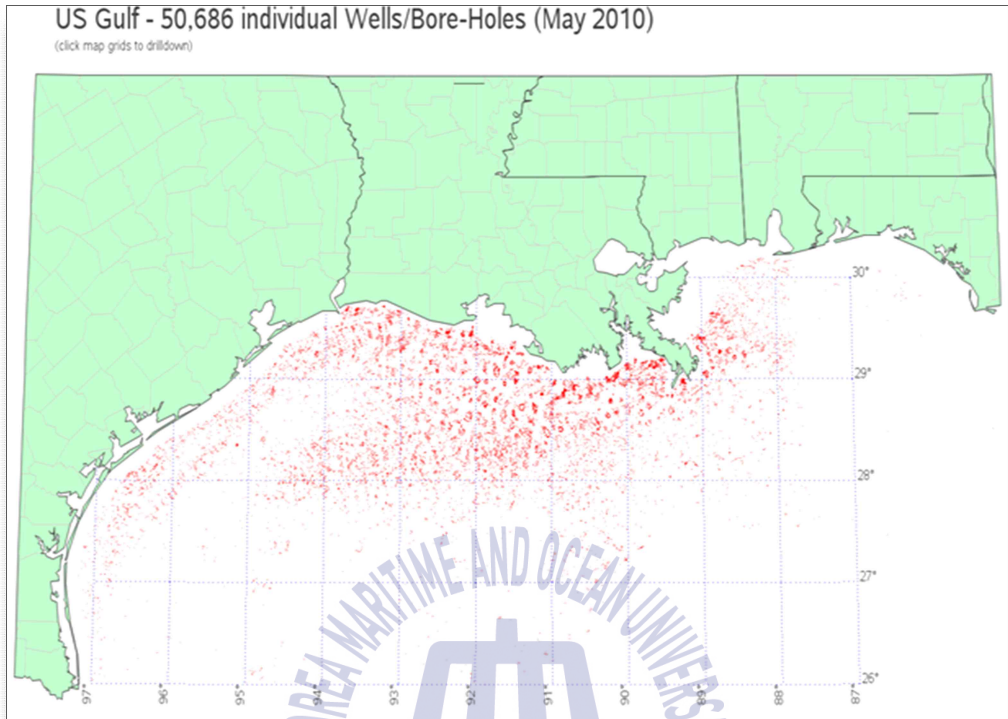
1999년도를 기점으로 북해에서의 석유와 가스 생산량은 계속적으로 하락하고 있으나 여전히 영국 영해와 노르웨이 영해에서는 석유와 가스 개발은 이루어지고 있다.

영국에서 해양 유전 관리는 Oil & Gas Authority에서 하고 있다. 북해의 영국 영해에는 1964년부터 2016년 2분기까지 해양 시추 설비를 통해 시추를 한 시추공은 총 6,955개로 발표되어 있다. 아래 도표에서도 잘 나타나듯이 1900년대 후반과 2000년대 초반에 가장 많은 시추 활동이 있었던 것으로 확인을 할 수 있다.



<그림 3-1> 영국령 북해의 시추유정 개수(OGA)

2000년대부터 북해 해양 유전 개발이 하락추세가 되면서 멕시코만과 서부 아프리카 해역, 브라질 해역이 대체 해양 유전 개발 지역으로 발전하게 된다. 특히, 멕시코만은 2017년 현재 가장 활발한 해양 유전 개발 지역이고 서부 아프리카 해역과 브라질 해역이 거대 유전 개발 시장으로 확장될 것이다. 멕시코만의 미국 영해의 시추공 관리는 Bureau of Ocean Energy Management에서 하고 있으며, BOEM 홈페이지 정보에 의하면 2010년 5월까지 미국 영해의 멕시코만에 해양 시추설비에 의해 시추된 시추공은 총 50,686개가 있는 것으로 발표되어 있다.



<그림 3-2> 미국령 멕시코만의 시추유정 개수(BOEM)

영국과 미국에서는 자국 영해에 시추 작업을 시행하기 전에는 반드시 관련 법령에 근거하여 허가 절차를 통한 후, 해양 시추를 할 수 있게 하며 이미 시추된 시추공의 사용도 위에서 언급한 두 기관의 승인절차를 거쳐 사용할 수 있게 제도가 준비되어 있다.

노르웨이, 독일, 네덜란드 등 다른 모든 나라도 자국 영해의 안전한 관리를 위해 유사한 허가 시스템을 가지고 있다.

## 제2절 우리나라의 해양시추설비 경제활동 사례

우리나라에서 수행되었던 해양 시추사례는 몇 가지 관점에서 의미가 있다. 우리나라를 세계 95번째의 산유국이 되게 하였으며, 해양플랜트 시추설비 건조시장에 국한된 산업 분야를 운영과 활용을 통해 산업규모를 확장할 수 있는 계기와 기회획득으로써의 의미를 가진다고 볼 수 있다.

본 논문에서는 기술적으로나 경제적으로 중요한 의미를 가지고 있는 4건의 우리나라 해양 시추사례를 분석하였다.

- 1998년 동해 가스전 해양 시추 사례
- 2012년 주작-1광구 해양 시추 사례
- 2015년 홍계 광구 해양 시추 사례
- 2014년 주작-1 폐공을 이용한 통합시운전(Integration Acceptance Test) 사례

### 1. 동해가스전 해양 시추 사례

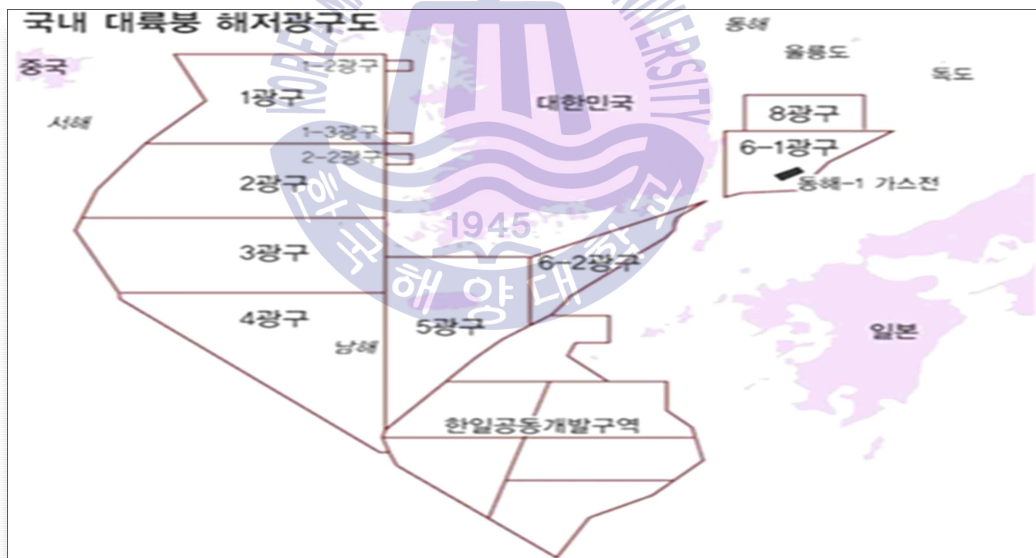
동해 가스전 개발 성공사례는 1998년 7월 고래-5구조에서 두성호의 탐사시추가 성공하고 2002년 3월에 생산시설을 착공, 2004년 7월에 상업생산을 개시하면서 우리나라를 세계 95번째 산유국 반열에 올렸던 사건이었다. 국내의 대륙붕 개발은 1970년대 외국 석유사들의 탐사 추진으로 시작되었고 1980년대 후반부터 한국석유공사 주도로 탐사가 실시되었다. 1987년 돌고래-3구조에서 가스가 발견되었지만 상업성 미달로 사업 실패로 결론나는 등 여러 차례의 실패를 거치면서 드디어 2004년 7월 11일 생산을 개시하였다.

2005년 초에는 가스전 남쪽 2.5km 지점에서 약 508억 입방피트의 매장량을 가진 새로운 가스전(B5층)이 발견되었으며, 2008년 11월 개발이 완료되어 현재 기존 동해

-1 생산시설과 연계하여 천연가스 및 원유를 생산하고 있으며 약 2억 5천만불의 수입대체 효과가 있는 것으로 추정되고 있다. 동해-1가스전의 하루 평균 생산량은 천연가스가 46백만 입방피트, 원유는 890배럴로, 천연가스는 하루 31만 가구, 원유는 하루 자동차 1만 8천대를 운행할 수 있는 양이다(한국석유공사 홈페이지).

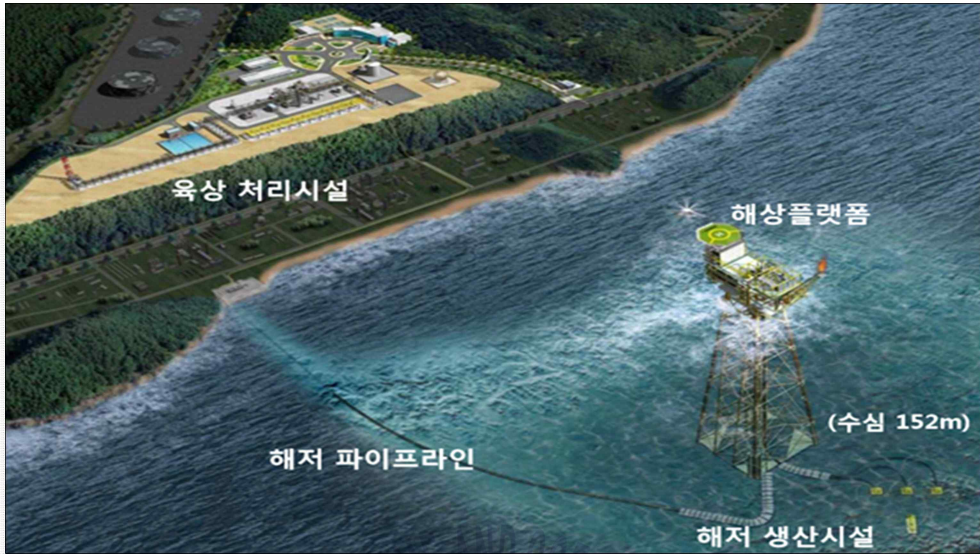
<표 3-2> 동해가스전 개발 내용

개발연도	개발 내용
1987년	돌고래-3구조에서 가스발견, 상업성 미달(실패)
1988년	돌고래-2구조에서 가스발견, 상업성 미달(실패)
1989년	돌고래-5구조에서 가스발견, 상업성 미달(실패)
1990년	돌고래-7구조에서 석유발견 실패
1993년	고래-1구조에서 가스발견, 상업성 미달(실패)
1998년	고래-5구조에서 가스발견, IMF위기로 자금조달 난항/사업추진위기
1999년	고래-5구조 상업성 확인 및 개발개시
2002년	생산시설 착공
2004년	상업생산개시(수입대체효과 200년~2013년 약 2.3조원 추정)



출처: 한국석유공사 홈페이지(<http://www.knoc.co.kr/>)

<그림 3-3> 국내 대륙붕 해저광구도



출처: 한국석유공사 홈페이지(<http://www.knoc.co.kr/>)

<그림 3-4> 동해 가스전 조감도



출처: 한국석유공사 홈페이지(<http://www.knoc.co.kr/>)

<그림 3-5> 동해 가스전 플랫폼

## 2. 동해 제 8광구(주작-1) 해양 시추 사례

### 1) 동해 제 8광구(주작-1) 시추 사례의 개요

2012년도에 수행되었던 동해 제 8광구 시추 사례는 공식적인 발표는 없었지만 아쉽게도 동해 가스전과 같이 바로 생산 공정으로 진행되지는 않았으며 시추한 주작-1 시추공은 Well head에 Cap을 감싼 상태로 폐 시추공으로 보존해 두었다.

그러나 동해 제 8광구 시추 사례는 우리나라에서도 해양 시추설비 운영과 연관한 다양한 서비스를 제공함으로써 해양플랜트 서비스 산업의 콘텐츠 확장과 경제적으로 양적 성장이 가능함을 보여주었던 사례이다.

한국석유공사와 호주의 우드사이드사(Woodside)간의 동해 제 8광구 탐사시추 계약에 의해 1차 시추선 동원은 2011년 7월경에 시작되었다. 그러나 당시 시추선이 확보되지 않아 2011년 11월에 우드사이드사 인력들이 철수하였고 2012년 2월에 시추선을 확보하여 탐사시추를 위한 제반 사업 환경을 조성한 후, 2012년 4월 19일부터 6월 1일까지 용선한 Transocean DDKG2(Dhirubhai Deepwater KG2)호를 사용하여 약 40일간 시추작업을 시행하였다. 실제 시추기간을 제외한 나머지 기간은 보급기지 준비, 물자동원 및 철수 기간이며, 그에 따라 실제 탐사 시추에 소요된 기간으로 약 4개월이 소요되었다.

전체 약 6개월의 계약기간을 통해 우리나라의 기업들이 시추설비와 보급선 용선, 동원 선박에 대한 연료유 공급, 보급기지 운영, 운영사무실 및 시추인력의 숙소, 헬리콥터 운영 등을 통해 약 128억의 경제적 편익이 있었던 것으로 확인되었다.

당시 시추운영사와 우리나라 물류보급기지 운영사업자와의 계약범위는 물류보급기지 부두, 선석, 야적장, 창고와 육·해상 인원교대에 필요한 숙소, 호텔, 교통 및 입출국 수속서비스 그리고 시추작업을 위해 동원되는 선박의 입출항 수속이 주 업무였고 시추선, 보급선의 용선, 헬리콥터 임차 및 운영 그리고 실제 시추에 필요한 시추자재의 구매, 임차 및 관련 인원의 채용과 운영은 모두

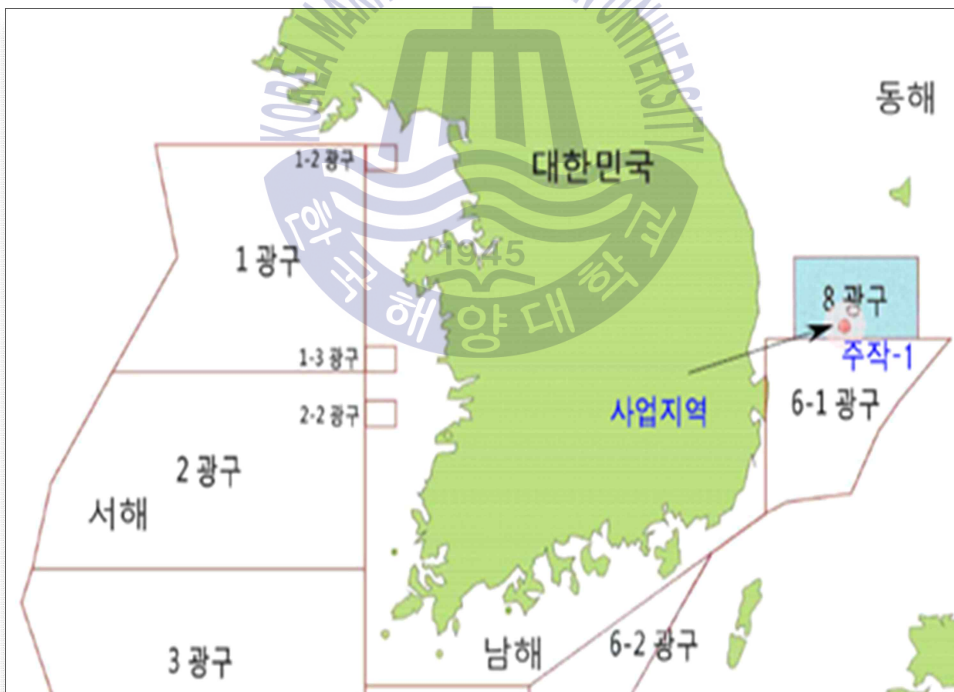
시추운영사인 우드사이드에서 직접 진행하였다.

발생하였던 매출과 소요되었던 경비는 실제 경제 활동 증빙 서류들을 통해 분석을 하였으며 제 4장 해양플랜트 시추설비 시운전 비즈니스 모델의 경제성 평가에서 사례를 통한 비용 산정의 기준으로 삼도록 하겠다.

동해 제 8광구(주작-1)는 경북 포항 전면 해상 북동쪽 약 90km 지점 수심 약 1,830미터 구간에 위치해 있으며 당시에 용선되었던 선박 명세와 프로젝트에 활용되었던 시설들과 장비들은 아래와 같다.

<표 3-3> 주작-1 광구 위치 정보

공구명	좌표		수심
주작-1	36° 20' 24.738"	130° 20' 09.728"	1,830m



<그림 3-6> 주작-1 광구 사업지역 위치도



<표 3-4> 주작-1 광구 시추 당시에 사용했던 선박들

선종 및 선명	선박명세	투입된 선박 사진
시추선 Transocean DDKG2 (Dhirubhai Deepwater KG2)	- 사이즈 : 211.33m x 42m x 19m - GRT : 60,349 Ton - 주기관 : 33,000KW	
보급선 PSV Lewek Atria	- 73.40m x 19.20m x 7.60m - GRT 3,500Ton - 주기관 4,640KW (2 X 2,320 KW) - DP System 보유 - Cargo Deck Area 590m <sup>2</sup>	
보급선 PSV Greatship Maya	- 93.60m x 19.70m x 7.85m - GRT 4,850Ton - 주기관 8,532KW (4 X 2,133KW) - DP System 보유 - Cargo Deck Area 1,000m <sup>2</sup>	
보급선 PSV Bourbon Hamelin	- 73.20m x 16.50m x 6.80m - GRT 2,321Ton - 주기관 5,475KW (3 X 1,825KW) - DP System 보유 - Cargo Deck Area 689m <sup>2</sup>	

<표 3-5> 주작-1 광구 시추 당시에 활용했던 시설들 및 장비들

서비스항목	서비스 설명	투입된 자원 사진
물류보급기지	<p>물류보급기지로 공용부두인 부산항 북항 2부두를 사용하였고 하역사는 동부익스프레스를 선정하여 화물 및 보급물자 선적, 하역작업을 진행하였으며 그에 따른 부두 및 선석을 확보하여 운영하였다.</p>	
탐사시추인력 관리를 위한 사무실 및 숙소	<p>물류보급기지인 부산항 2부두와 근접한 부산 중양동에 소재한 코모도 호텔과 중양동의 사무실을 임대하여 사용하였다. 해상시추인력의 이동에 대해서는 호텔과 공항간 차량이동에 대한 Route Plan을 작성하여 관리하였다.</p>	
헬기운영사	<p>한국석유공사의 동해가스전 1호 해상플랫폼에 사용되고 있는 삼성테크윈의 유로콥터 AS-365호를 투입하였다. 본 프로젝트에서 헬리콥터는 시추선에 필요한 인력의 주기적인 교대 및 긴급인원(환자), 자재 이송목적으로 운영하였다.</p>	

2) 동해 제 8광구(주작-1) 시추 사례의 경제적 편익

동해 제 8광구 시추 사례의 경제적 추정 편익은 전체 약 6개월의 계약기간을 통해 해외 기업에서 발생했을 것으로 추정되는 매출과 우리나라의 기업들에 발생한 매출에 대해 분석을 하였으며 항목별 매출 현황과 매출 항목별 설명은 아래와 같다.

<표 3-6> 주작-1 광구 시추 사례의 총 발생 매출

항 목	금액(원화)	합계(원화)
시추선 및 보급선 용선료(선주사부담/해외매출)		32,696,000,000
1.동원 및 철수	11,256,000,000	
2.해저광구 탐사시추기간 용선료	21,440,000,000	
시추선 및 보급선 운영 매출(국내매출)		5,250,087,485
1.시추선, 보급선 연료유 공급	5,121,521,485	
2.시추선, 보급선 선박대리점(선박, 입출항)	128,566,000	
3.시추선, 보급선 인원 승하선	42,090,000	
보급기지 창고, 야적장, 부두 운영		7,537,114,041
1.창고, 야적장 및 부두 임차, 운영	3,867,793,194	
2.헬리콥터운영	1,850,000,000	
3.릴로케이션서비스	1,208,299,400	
4.프로젝트 운영인력 공급	611,021,447	
국내 매출 합계(부가세 별도)		12,787,201,526
총 합계(부가세 별도)		45,525,291,526

□ 매출 항목별 설명

① 시추선과 지원선박의 용선료 매출

시추선과 3척의 지원 선박 용선에 대해서는 시추운영사인 우드사이드사에서 직접 계약을 진행하여 정확한 계약 금액을 파악할 수 없었다. 그러나 2012년 수행 당시의 용선 계약 시세를 반영하고 동원, 철수 및 작업일수를 반영하여 유추해보면 약 327억원의 매출이 발생했을 것으로 추정된다. 이는 해외의 시추선 운영사와 지원 선박의 운영사에게 발생했을 매출이며 이러한 선박의 중개 능력을 가진 한국 업체가 있다면 충분히 우리나라 기업이 발생시킬 수 있는 매출이다.

<표 3-7> 주작-1 광구 시추 사례의 시추선/보급선 용선료

시추선, 보급선 용선료	단가	단위	금액
1. 동원 및 철수			11,256,000,000
시추선 DDKG2	500,000,000/일	21일	10,500,000,000
보급선 Lewek Atria	12,000,000/일	21일	252,000,000
보급선 Greatship Maya	12,000,000/일	21일	252,000,000
보급선 Bourbon Hamelin	12,000,000/일	21일	252,000,000
2. 해저광구 탐사시추기간 용선료			21,440,000,000
시추선 DDKG2	500,000,000/일	40일	20,000,000,000
보급선 Lewek Atria	12,000,000/일	40일	480,000,000
보급선 Greatship Maya	12,000,000/일	40일	480,000,000
보급선 Bourbon Hamelin	12,000,000/일	40일	480,000,000

② 시추선, 보급선 연료유 공급 :

시추선과 3척의 지원 선박 용선 진행과정에서 계약 당시 선박이 위치해있던 장소에서 한국까지 오는 데 소요되는 연료유를 제외하고 한국에서 작업 과정 중에 필요로 하는 연료유 공급(총 3,242톤)에 대한 비용만을 산정하였고 해당 데이터는 당시 에이전트 계약을 수행했던 업체의 자료를 적용하여 산정하였다. 한국에서 공급한 MGO(Marine Gas Oil)는 과세유 공급액 기준이며 대리점이 한국공급업자에게 공급받은 금액 기준이다. 당시 현대오일뱅크에서 일괄 공급받았으며 조세특례제한법 140조에 따른 면세혜택 및 세금 환급혜택을 받았었다.

③ 시추선, 보급선 선박대리점(선박 입출항) :

당시 시추운영사와 물류보급기지 운영사업자간의 계약조건에 따라 해당 비용은 월 일정액으로 청구되었다. 이에 따른 실제 발생금액의 확인은 물류보급기지 운영사업자의 내부정보인 관계로 추가 확인이 불가하여 계약금액을 기준으로 기입하였다.

<표 3-8> 주작-1 광구 시추 사례의 선박대리점 비용

시추선, 보급선 선박대리점(선박 입출항)	금 액
- 2011년 8월	20,300,000
- 2011년 9월	20,300,000
- 2011년 10월	6,766,000
- 2011년 11월	20,300,000
- 2011년 12월	20,300,000
- 2012년 04월	20,300,000
- 2012년 05월	20,300,000
합계	128,566,000

④ 시추선, 보급선 인원 승하선 :

시추선과 보급선의 인원교대 시 발생하는 출입국관리사무소 업무처리 비용으로 승하선허가, 동행업무서비스 등이 포함되어 있다. 이는 대리점의 고유서비스 항목으로 업무별 각 단가가 산정되어 있으며, 2012년 4월 승선자 56명, 하선자 47명, 출입국관리사무소 동행업무서비스 90명이며, 2012년 5월 승선자 87명, 하선자 93명, 출입국관리사무소 동행업무서비스로 100명이 발생하였다.

<표 3-9> 주작-1 광구 시추 사례의 인원 승하선 비용

시추선, 보급선 인원 승하선	인원	금액
- 2012년 4월	103명	17,090,000
- 2012년 5월	180명	25,000,000
합계		42,090,000

⑤ 창고, 야적장 및 부두 임차, 운영

본 비용은 실제 물류보급기지운영에 사용한 부두, 창고 및 야적장 임차 및 운영 관련 비용이다. 011년 7월 최초 동원 시부터 비용이 발생하였으며, 시추선 미확보로 인한 2011년 11월 철수 및 2012년 2월 복귀

후 해저 광구 탐시시추 후 2012년 6월 철수 시까지의 에이전트의 총 매출을 기준으로 분석하였다.

- 물류보급기지 동원비용 :

물류보급기지 준비를 위한 최초 비용으로 이는 물류보급기지 운영사업자가 보급기지 준비를 위한 사전작업 비용이며, 당시 물류보급기지 운영사업자와 시추운영사와의 계약 조건에 따라 1회성으로 청구되었다.

- 물류보급기지 운영관리 :

이 비용은 일종의 Project Management cost로써 물류보급기지 운영사업자의 관리비 부분이며 이는 보급기지운영사업자가 별도로 제안한 비용이다. 즉 이는 물류보급기지 운영사업자의 직원 및 인력에 대한 비용 보전차원으로 청구되었다.

<표 3-10> 주작-1 광구 시추사례의 물류보급기지 비용

항목	단가	단위	금액
물류보급기지 동원비용	14,400,000	1회	14,400,000
물류보급기지 운영관리 비용 합계			81,700,000
- 2011년 7월	10,000,000	월	10,000,000
- 2011년 8월	10,000,000	월	10,000,000
- 2011년 9월	10,000,000	월	10,000,000
- 2011년 10월	10,000,000	월	10,000,000
- 2012년 03월	10,000,000	월	10,000,000
- 2012년 04월	13,000,000	월	13,000,000
- 2012년 05월	13,000,000	월	13,000,000
- 2012년 06월	5,700,000	월	5,700,000

- 창고 및 야적장 임차료 :

당시 발주처의 요구사항인 창고 500m<sup>2</sup>와 야적장 2,000m<sup>2</sup>을 기준으로 물류보급기지 운영사업자가 제안한 임차료 비용이다.

<표 3-11> 주작-1 광구 시추사례의 창고/야적장 임차료

창고 및 야적장 임차료	단가	단위	금액
- 2011년 7월	14,300,000	월	14,300,000
- 2011년 8월	14,300,000	월	14,300,000
- 2011년 9월	14,300,000	월	14,300,000
- 2011년 10월	14,300,000	월	14,300,000
- 2011년 11월	10,000,000	월	10,000,000
- 2011년 12월	10,000,000	월	10,000,000
- 2012년 01월	10,000,000	월	10,000,000
- 2012년 02월	10,000,000	월	10,000,000
- 2012년 03월	14,300,000	월	14,300,000
- 2012년 04월	14,300,000	월	14,300,000
- 2012년 05월	14,300,000	월	14,300,000
합계			140,100,000

- 지게차 및 크레인 사용료 :

당시 발주처의 요구사항인 13.5톤 지게차, 24톤 크레인 및 운영에 필요한 연료유, 인력 및 기타장비를 모두 포함하는 비용으로 물류보급기지 운영사업자간의 계약단가 기준이다.

<표 3-12> 주작-1 광구 시추사례의 지게차/크레인 사용료

지게차 및 크레인사용료	단가	단위	금액
- 2011년 7월	36,146,000	월	36,146,000
- 2011년 8월	36,146,000	월	36,146,000
- 2011년 9월	36,146,000	월	36,146,000
- 2011년 10월	12,048,000	월	12,048,000
- 2012년 03월	36,146,000	월	36,146,000
- 2012년 04월	36,146,000	월	36,146,000
- 2012년 05월	36,146,000	월	36,146,000
- 2012년 06월	9,759,420	월	9,759,420
합계			238,683,420

- 자재관리 :

이는 물류보급기지 내에서 발생하는 자재보관 및 관리 그리고 해당

정보의 기록유지에 필요한 인력(약 4~6명)의 관리비용으로 물류보급  
기지 운영사업자가 제안한 비용이다.

<표 3-13> 주작-1 광구 시추사례의 자재관리 비용

자재 관리	단가	단위	금액
- 2011년 7월	33,000,000	월	33,000,000
- 2011년 8월	33,000,000	월	33,000,000
- 2011년 9월	33,000,000	월	33,000,000
- 2011년 10월	11,000,000	월	11,000,000
- 2012년 03월	33,000,000	월	33,000,000
- 2012년 04월	33,000,000	월	33,000,000
- 2012년 05월	33,000,000	월	33,000,000
- 2012년 06월	8,910,000	월	8,910,000
합계			217,910,000

- 자재 수출입 통관 및 운송 대행비용 :

이 비용의 경우 기존 물류보급기지 운영사업자와 발주처간의 합의된  
고정단가가 아닌 각 건별 발생한 실제 비용기준으로 청구한 금액이며  
시추자재 및 장비(보급선, 시추선 관련 포함)의 수입통관 및 물류보급  
기지까지의 운송 그리고 수출통관 및 관련 운송비용이다.

<표 3-14> 주작-1 광구 시추사례의 통관 관련 비용

자재 수출입 통관 및 운송	단위	금액
- 2011년 7월	월	37,758,187
- 2011년 8월	월	90,364,214
- 2011년 9월	월	184,858,527
- 2011년 10월	월	449,205,219
- 2011년 11월	월	37,853,925
- 2011년 12월	월	41,008,130
- 2012년 01월	월	50,646,823
- 2012년 02월	월	64,381,373
- 2012년 03월	월	69,245,864
- 2012년 04월	월	398,776,279
- 2012년 05월	월	799,499,514
- 2012년 06월	월	652,603,427
합계		2,876,201,482



- 사무실 임차료 :

이는 발주처(시추운영사)에서 필요로 하는 사무실(관리 및 현장사무실)의 임차비용으로써 물류보급기지 운영사업자가 제안한 비용이며, 2011년에 비하여 2012년 비용이 증가한 사유는 2011년(관리사무실 1곳, 현장사무실 1곳) 대비 2012년 사무실 공간을 2배 이상(관리사무실 2곳, 현장사무실 1곳)을 임차하여 사용하였기 때문이다.

<표 3-15>주작-1 광구 시추사례의 사무실 임차료

사무실 임차료	단가	단위	금액
- 2011년 7월	11,450,000	월	11,450,000
- 2011년 8월	13,050,000	월	13,050,000
- 2011년 9월	13,050,000	월	13,050,000
- 2011년 10월	13,050,000	월	13,050,000
- 2011년 11월	7,200,000	월	7,200,000
- 2011년 12월	7,200,000	월	7,200,000
- 2012년 01월	7,200,000	월	7,200,000
- 2012년 02월	7,200,000	월	7,200,000
- 2012년 03월	30,150,000	월	30,150,000
- 2012년 04월	44,450,000	월	44,450,000
- 2012년 05월	44,450,000	월	44,450,000
- 2012년 06월	4,408,250	월	4,408,250
합계			202,858,250

- 사무실IT비용(복합기 및 인터넷) :

사무실 IT 설비 설치 및 매월 인터넷과 관련 기기 임차비용이다. 2011년 7월 초기 IT 장비 설치 및 통신라인 구축으로 비용이 과다 발생하였다.

<표 3-16> 주작-1 광구 시추사례의 사무실 IT 비용

사무실IT비용(복합기 및 인터넷)	단가	단위	금액
2011년 7월	15,807,759	월	15,807,759
2011년 8월	4,777,500	월	4,777,500
2011년 9월	4,777,500	월	4,777,500
2011년 10월	4,777,500	월	4,777,500
2012년 02월	330,000	월	330,000
2012년 03월	4,880,000	월	4,880,000
2012년 04월	4,880,000	월	4,880,000
2012년 05월	4,880,000	월	4,880,000
2012년 06월	3,757,600	월	3,757,600
합계			44,567,859

- 사무실 가구 및 인테리어 :

사무실 최초 인테리어 및 임대계약 종료 후 계약에 따른 인테리어 설비 해체비용이다.

<표 3-17> 주작-1 광구 시추사례의 사무실 가구 등 비용

사무실 가구 및 인테리어	단위	금액
- 인테리어 및 IT 장비 설치	회	46,238,850
- 인테리어 및 IT 장비 해체	회	5,133,333
합계		51,372,183

⑥ 헬리콥터 운영비용

헬리콥터는 해상시추선의 인원교대 및 긴급환자, 자재이송의 목적으로 운영되어야 한다. 헬리콥터는 시추운영사가 직접 계약하여 진행하여 당시 헬리콥터 운영사에 문의하여 운항단가를 기준으로 총 운영시간에 근거하여 비용을 산정하였다.

- 당시 하루 3회 (회당 비행시간 왕복 2시간) 운항 :

$$40일 \times 3회/일 \times 2시간/회 = 240시간$$

<표 3-18> 주작-1 광구 시추사례의 헬리콥터 운영비용

헬리콥터 운영	단가	단위	금액
- 초기 운영준비	200,000,000	1회	200,000,000
- 운항비용	6,000,000/시간	240시간	1,440,000,000
- 사무실운영	5,000,000/월	2개월	10,000,000
- 철수비용	200,000,000	1회	200,000,000
합계			1,850,000,000

⑦ 릴로케이션 서비스 부문

시추기간 동안 시추운영사의 직원과 계약업체를 위해 제공하는 숙소, 차량, 교통편의 및 계약사항 이외의 요청에 따른 구매 및 서비스에 대한 부분이다. 2012년 주작 프로젝트의 경우 시추운영사의 2011년 대비 2012년 관련 비용이 증가하였으며, 이는 2011년 시추선의 확보 불가로 인하여 취소되어 실제 시추작업에 대한 비용이 발생하지 않았기 때문으로 판단된다. 이 때의 경우 해상 시추인력의 인원교대를 위한 호텔을 부산 중앙동 코모도호텔로 지정하였고 이로 인한 시추인력의 김해공항과 호텔 간의 Meet and Greet Service(마중 서비스)가 빈번히 발생하였다. 또한 시추기간 동안 긴급 자재 및 장비의 구매가 빈번히 발생하였으며 이는 물류보급기지 운영사업자와 시추운영사와의 계약범위 외의 건으로 별도로 청구되었다.

- 숙소(아파트) 임차료 :

물류보급기지 운영사업자가 발주처에 제공한 것으로 2011년 7채에서 2012년 12채로 증가하였다.

- 숙소(아파트) 관리비 :

위 숙소에 대한 관리비(수도광열비, 전기세 및 기타 요금)이다.

- 숙소(아파트)서비스(청소, 세탁) :

물류보급기지 운영사업자가 별도 제안한 서비스로 각 숙소(아파트)의 청소 및 세탁서비스를 제공하였다. 이는 물류보급기지 운영사업자가 제안한 서비스이므로 이에 대한 계약단가를 적용하였다.

<표 3-19> 주작-1 광구 시추사례의 숙소 사용 비용

숙소(아파트) 임차료	단가	수량	금액
- 2011년 7월	4,000,000	7	28,000,000
- 2011년 8월	4,000,000	7	28,000,000
- 2011년 9월	4,000,000	7	28,000,000
- 2011년 11월	2,400,000	7	16,800,000
- 2011년 12월	2,400,000	7	16,800,000
- 2012년 01월	2,400,000	7	16,800,000
- 2012년 02월	-	12	39,900,000
- 2012년 03월	-	12	51,100,000
- 2012년 04월	-	12	51,100,000
- 2012년 05월	-	12	51,100,000
- 2012년 06월	-	12	88,480,000
숙소(아파트) 임차료 합계			416,080,000
숙소(아파트) 관리비			
- 2011년 7월		월	3,294,942
- 2011년 8월		월	3,766,880
- 2011년 9월		월	3,696,580
- 2011년 10월		월	1,405,310
- 2012년 03월		월	626,410
- 2012년 04월		월	3,019,630
- 2012년 05월		월	3,421,370
- 2012년 06월		월	5,060,324
숙소(아파트) 관리비 합계			24,291,446
숙소(아파트)서비스(청소, 세탁)			
2011년 7월	200,000	4	800,000
2011년 8월	200,000	7	1,400,000
2011년 9월	200,000	7	1,400,000
2011년 10월	200,000	7	1,400,000
2012년 03월	200,000	6	1,200,000
2012년 04월	200,000	12	2,400,000
2012년 05월	200,000	12	2,400,000
2012년 06월	200,000	12	1,714,000
숙소(아파트)서비스(청소, 세탁) 합계			12,714,000

- 차량 임차료 :

이는 하루 차량, 기사 임차비용과 월 고정 차량, 기사 임차 비용이며, 발주처의 요청에 따라 물류보급기지 운영사업자가 제공한 서비스이며 기본적으로 카니발 차량 2대와 공항과 호텔간 인원교대 수송용 20인승 버스 1대를 시추기간 중 운영했으며 요청에 따라 하루 차량 임대비용도 함께 포함되어 있었다.

<표 3-20> 주작-1 광구 시추사례의 차량 임차료

차량 임차료	단위	금액
- 2011년 7월	월	7,091,000
- 2011년 8월	월	44,841,000
- 2011년 9월	월	49,794,000
- 2011년 10월	월	13,347,000
- 2012년 02월	월	3,100,000
- 2012년 03월	월	10,755,000
- 2012년 04월	월	32,962,000
- 2012년 05월	월	68,148,000
- 2012년 06월	월	6,750,000
합계		236,788,000

- Meet and Greet Service :

공항 및 지정된 장소에서 외국 인력을 차량에 픽업하여 지정된 사무실 및 호텔로 이송하는 서비스이며 해당 비용은 물류보급기지 운영사업자가 발주처에 제안, 청구한 비용인 관계로 물류보급기지 운영사업자와 시추운영사간의 계약단가를 기준으로 기입하였다.

<표 3-21> 주작-1 광구 시추사례의 공항픽업 비용

Meet and Greet	단가	횟수	금액
- 2011년 7월	60,000/회	5.6회	340,000
- 2011년 8월	60,000/회	57회	3,420,000
- 2011년 9월	60,000/회	62회	3,720,000
- 2011년 10월	60,000/회	3회	180,000
- 2012년 02월	60,000/회	6회	360,000
- 2012년 03월	60,000/회	10회	600,000
- 2012년 04월	60,000/회	63회	3,780,000
- 2012년 05월	60,000/회	98회	5,880,000
- 2012년 06월	60,000/회	1회	60,000
합계			18,340,000

- 부가지원 및 통역서비스 :

발주처의 요청에 따라 물류보급기지 운영사업자 직원이 함께 업무를 지원하는 서비스로 주로 통역 및 한국 현지에서의 의료서비스 지원 건이다. 이 또한 상기와 같은 사유로 물류보급기지 운영사업자와 시추운영사간의 계약단가를 기준으로 작성하였다.

<표 3-22> 주작-1 광구 시추사례의 부가지원/통역 비용

부가지원 및 통역서비스	단가	단위	금액
- 2011년 7월	1,000,000	월	1,000,000
- 2011년 8월	1,000,000	월	1,000,000
- 2011년 9월	1,000,000	월	1,000,000
- 2011년 10월	1,000,000	월	1,000,000
- 2011년 11월	1,000,000	월	1,000,000
- 2012년 03월	1,000,000	월	1,000,000
- 2012년 04월	1,000,000	월	1,000,000
합계			7,000,000

- 호텔 서비스 :

발주처 및 발주처의 계약업체 육, 해상 직원에 대한 호텔비용이다.

<표 3-23> 주작-1 광구 시추사례의 호텔 비용

호텔 서비스	단위	금액
- 2011년 8월	월	20,789,527
- 2011년 9월	월	22,319,265
- 2012년 03월	월	4,230,087
- 2012년 04월	월	55,313,165
- 2012년 05월	월	83,586,878
- 2012년 06월	월	5,317,898
합계		191,556,820

- 구매 및 추가서비스(Call Base) :

이는 물류보급기지 운영사업자와 시추운영사간 계약된 서비스 외에

발생되는 구매 및 서비스에 대한 건으로 일반물품 및 사무실비품 구매, 공구 및 현장 구조물 제작 등이 있다. 이는 물류보급기지 운영사업자가 시추운영사에 제출하고, 확인 받은 견적금액을 기준으로 작성되었다.

<표 3-24> 주작-1 광구 시추사례의 구매 및 추가서비스 비용

구매 및 추가서비스(Call Base)	단위	금액
- 2011년 7월	월	57,272,397
- 2011년 8월	월	67,341,148
- 2011년 9월	월	20,992,988
- 2011년 10월	월	18,214,679
- 2012년 02월	월	6,433,800
- 2012년 03월	월	13,661,176
- 2012년 04월	월	49,250,660
- 2012년 05월	월	48,398,410
- 2012년 06월	월	607,000
합계		282,172,258

- 사무실 및 휴대전화 :

발주처 직원에 대한 사무실 및 휴대전화 비용이다.

<표 3-25> 주작-1 광구 시추사례의 사무실 및 휴대전화 비용

사무실 및 휴대전화	단위	금액
- 2011년 7월	월	766,764
- 2011년 8월	월	2,344,801
- 2011년 9월	월	2,601,469
- 2011년 10월	월	1,349,942
- 2012년 02월	월	431,683
- 2012년 03월	월	1,725,492
- 2012년 04월	월	2,344,127
- 2012년 05월	월	1,599,417
- 2012년 06월	월	459,181
합계		13,622,876

- 교육훈련 :

발주처에 요청에 따른 해양실무진에 대한 BOSIET 등의 안전 및 기타 업무교육서비스 비용이다.

<표 3-26> 주작-1 광구 시추사례의 교육훈련 비용

교육훈련	단위	금액
- 2011년 8월	월	1,900,000
- 2011년 9월	월	1,584,000
- 2012년 03월	월	1,000,000
- 2012년 04월	월	250,000
- 2012년 05월	월	1,000,000
합계		5,734,000

⑧ 프로젝트 운영인력 공급

프로젝트 수행을 위해 필요한 한국현지인력 채용 및 운영비용이다. 당시 헬리콥터 운영을 위해서 시추운영사에서 호주의 전문가를 채용하여 한국으로 배치시켰고, 이를 위한 지원근무 인력을 물류보급기지 운영사업자가 제공하였다. 인력의 주 업무는 헬기운영일정 확인 및 갱신, 보고와 승객들에 대한 안전요원 배치 등이다. 비용의 경우 각 인력의 경력, 직책 등에 따라 상이하여 월 총액기준으로 기입하였다.

<표 3-27> 주작-1 광구 시추사례의 운영인력 비용

프로젝트 운영인력 공급		
- 2011년 7월	3명	4,811,076
- 2011년 8월	7명	84,402,336
- 2011년 9월	8명	98,197,956
- 2011년 10월	7명	84,771,360
- 2012년 03월	9명	24,209,931
- 2012년 04월	9명	117,535,564
- 2012년 05월	9명	147,648,844
- 2012년 06월	9명	49,444,380
합계		611,021,447



### 3. 홍계 광구 해양 시추 사례

#### 1) 홍계 광구 해양 시추 사례의 개요

한국석유공사와 호주의 우드사이드사는 2014년에 동해 8광구 및 6-1광구 북부 심해지역에 대한 3차원 정밀 물리탐사를 실시하였으며 특수 전산처리 해석 결과가 복수의 탄화수소 부존을 가리키는 현상을 확인하여 2015년도에 7월 1일부터 11월 30일까지 5개월간, 실제 시추기간은 2015년 9월 20일부터 11월 5일까지 총 45일을 소요하여 홍계 광구를 시추하였다.

동해 제 8광구 시추 사례와 유사한 사업형태로 진행이 되었으며 시추 운영지원사도 동일한 회사로 지정이 되어 진행되었고 동해 제 8광구와는 달리 사용 부두, 운영기지, 시추인력 숙소 등은 선주사와의 현장 검사를 통해 다른 곳이 선정되어 운영되었다.

동해 제 8광구 시추 사례의 경험을 통해 준비가 잘 되어 진행이 되었으며 전체 5개월의 계약기간을 통해 우리나라의 기업들이 시추설비와 보급선용선, 동원선박에 대한 연료유 공급, 보급기지 운영, 운영사무실 및 시추인력의 숙소, 헬리콥터 운영 등을 통해 약 109억의 경제적 편익이 있었던 것으로 확인되었다.

발생하였던 매출과 소요되었던 경비는 동해 제 8광구 시추 사례와 동일하게 실제 경제 활동 증빙 서류들을 통해 분석을 하였으며 제 4장 해양플랜트 시추설비 시운전 비즈니스 모델의 경제성 평가에서 사례를 통한 비용 산정의 기준으로 삼도록 하겠다.

동해 홍계 광구는 경북 포항 전면 해상 북동쪽 약 90km 지점으로 동해 제 8광구 주변 수심 약 1,980미터 구간에 위치해 있으며 당시에 용선되었던 선박 명세와 프로젝트에 활용되었던 시설들과 장비들은 아래와 같다.

<표 3-28> 흥게 광구 위치 정보(경위도/수심)

공구명	좌표		수심
흥게-1	36° 26' 58" N	130° 12' 20" E	1,980m



<그림 3-7> 사업지역 위치도

<표 3-29> 홍계 광구 시추 당시에 사용했던 선박들

선종 및 선명	선박명세	투입된 선박 사진
<p>시추선 Transocean Deepwater Millennium</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 205.69m x 42m x 20m</li> <li>- GRT 60,083Ton</li> <li>- 주기관 :</li> <li style="padding-left: 20px;">3x9,333HP + 3x6,266HP</li> </ul>	
<p>보급선 PSV Far Spirit</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 73.4m x 16.6m x 7.6m</li> <li>- GRT 2,469Ton</li> <li>- 주기관 4,800KW ( 2 X 2,400 KW)</li> <li>- DP System 보유</li> <li>- Cargo Deck Area 725m<sup>2</sup></li> </ul>	
<p>보급선 PSV Far Starling</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 81.7m x 18m x 7.8m</li> <li>- GRT 3,527Ton</li> <li>- 주기관 4,900KW ( 2 X 2,450KW)</li> <li>- DP System 보유</li> <li>- Cargo Deck Area 810m<sup>2</sup></li> </ul>	
<p>보급선 PSV Far Skimmer</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 81.7m x 18m x 7.8m</li> <li>- GRT 3,527Ton</li> <li>- 주기관 4,900KW ( 2 X 2,450KW)</li> <li>- DP System 보유</li> <li>- Cargo Deck Area 810m<sup>2</sup></li> </ul>	

<표 3-30> 홍계 광구 시추 당시에 활용했던 시설들 및 장비들

서비스항목	서비스 설명	투입된 자원 사진
물류보급기지	<p>부산시의 개발계획에 따라 2012년 사용했던 부산항 제 2부두가 폐쇄되어 부산 신항 다목적터미널로 선정하였다. 제 2부두에 비해 보안 및 시설이 양호하였고 경제자유구역 내에 위치한 관계로 자재 수출입통관 및 주변 창고 및 야적장 시설의 활용이 우수했다.</p>	
탐사시추인력 관리를 위한 사무실 및 숙소	<p>공항과 차량으로 5분 거리에 위치한 김해공항호텔(김해공항 공구단지 내 위치)을 인력의 숙소로 활용하였고 부산 신항 다목적터미널내의 사무실을 운영기지로 사용하였다.</p>	
헬기운영사	<p>한국석유공사 동해-1가스전의 헬기운영사가 헬리코리아로 변경 계약되면서 헬리코리아를 헬기운영사로 선정하였고 헬리콥터는 시추선에 필요한 인력의 주기적인 교대 및 긴급인원(환자), 자재 이송목적으로 운영되었다.</p>	

2) 동해 홍계 광구 시추 사례의 경제적 편익

동해 홍계 광구 시추 사례의 경제적 추정 편익은 전체 약 5개월의 계약기간을 통해 해외 기업에서 발생했을 것으로 추정되는 매출과 우리나라의 기업들에 발생한 매출에 대해 분석을 하였으며 항목별 매출 현황과 매출 항목별 설명은 아래와 같다.

<표 3-31> 홍계 광구 시추 사례의 총 발생 매출

항 목	금액(원화)	합계(원화)
시추선 및 보급선 용선료(선주사부담/해외매출)		32,376,000,000
1. 동원 및 철수	11,256,000,000	
2. 해저광구 탐사시추기간 용선료	21,120,000,000	
시추선 및 보급선 운영 매출(국내매출)		6,579,857,263
1. 시추선, 보급선 연료유 공급	3,577,017,500	
2. 시추선, 보급선 선박대리점(선박, 입출항)	74,745,931	
3. 시추선, 보급선 인원 승하선	12,895,617	
4. 시추선, 보급선 수입통관 및 관련비용	2,631,639,566	
5. 시추선, 보급선 폐기물처리	232,103,434	
6. 시추선, 보급선 청수공급	51,455,215	
보급기지 창고, 야적장, 부두 운영		4,301,209,149
1. 창고, 야적장 및 부두 임차, 운영	1,022,588,477	
2. 헬리콥터운영	2,030,000,000	
3. 릴로케이션서비스	820,842,612	
4. 프로젝트 운영인력 공급	427,778,060	
국내 매출 합계(부가세 별도)		10,881,066,412
총 합계(부가세 별도)		43,257,066,412

□ 매출 항목별 설명

① 시추선과 지원 선박의 용선료 매출

시추선과 3척의 지원 선박 용선에 대해서는 시추운영사인 우드사이드사에서 직접 계약을 진행하여 정확한 계약 금액을 파악할 수 없었다. 그러나 2014년 수행 당시의 용선 계약 시세를 반영하고 동원, 철수 및 작업 일수를 반영하여 유추해보면 약 323억원의 매출이 발생했을 것으로 추정된다. 이는 해외의 시추선 운영사와 지원 선박의 운영사에게 발생했을

매출이며 이러한 선박의 중개 능력을 가진 한국 업체가 있다면 충분히 우리나라 기업이 발생시킬 수 있는 매출이다.

<표 3-32> 홍계 광구 시추 사례의 시추선/보급선 용선료

시추선, 보급선 용선료	단가	단위	금액
1. 동원 및 철수			11,256,000,000
시추선 DWM	500,000,000/일	21일	10,500,000,000
보급선 Far Spirit	12,000,000/일	21일	252,000,000
보급선 Far Starling	12,000,000/일	21일	252,000,000
보급선 Far Skimmer	12,000,000/일	21일	252,000,000
2. 해저광구 탐사시추기간 용선료			24,120,000,000
시추선 DWM	500,000,000/일	45일	22,500,000,000
보급선 Far Spirit	12,000,000/일	45일	540,000,000
보급선 Far Starling	12,000,000/일	45일	540,000,000
보급선 Far Skimmer	12,000,000/일	45일	540,000,000

② 시추선, 보급선 연료유 공급

한국에서 공급한 MGO(Marine Gas Oil)의 과세유 공급액 기준이며 대리점이 한국공급업자에게 공급받은 금액 기준이다.

<표 3-33> 홍계 광구 시추 사례의 시추선/보급선 연료유 비용

시추선, 보급선 연료유 공급	공급량	금액
- 2015년 9월 16일	250KL	256,437,500
- 2015년 9월 18일	250KL	256,437,500
- 2015년 9월 19일	300KL	307,725,000
- 2015년 9월 23일	500KL	512,875,000
- 2015년 9월 25일	200KL	205,150,000
- 2015년 9월 29일	490KL	502,617,500
- 2015년 10월 18일	500KL	511,925,000
- 2015년 10월 20일	500KL	511,925,000
- 2015년 10월 23일	500KL	511,925,000
합계		3,577,017,500

③ 시추선, 보급선 선박대리점(선박 입출항) 및 관련비용

2012년과 달리 2015년 홍계 프로젝트의 경우 시추운영사의 요구로 선박 입출항에 대한 실비기준으로 청구되었으며 그에 따라 매번 시추선과 보급선의 입출항 발생한 비용과 입항 횟수에 따른 선박대리점 비용이다.

<표 3-34> 홍계 광구 시추 사례의 선박대리점 비용

시추선, 보급선 선박대리점 및 관련비용	횟수	금액
- 2015년 9월	18회	15,017,859
- 2015년 10월	17회	32,807,940
- 2015년 11월	10회	26,920,132
합계		74,745,931

④ 시추선, 보급선 인원 승하선

2012년과 동일하게 시추선 및 보급선 입항 시 선원교대가 발생하였으며, 선원교대 과정에서 실질적으로 별도의 수속이 요구되는 인원에 대한 서비스 비용이다.

<표 3-35> 홍계 광구 시추 사례의 선원교대 서비스 비용

시추선, 보급선 인원 승하선	인원	금액
- 2015년 10월	14명	1,007,700
- 2015년 11월	164명	11,887,917
합계		12,895,617

⑤ 시추선, 보급선 수입통관 및 관련비용

2012년에는 시추선과 보급선 선박 자체와 선박과 함께 적재된 연료유는 당시 조세특례제한법 140조에 따라 면세처리 되었으나, 2015년에는 해당 법령의 개정으로 연료유는 제외되어 모두 관세법에 따라 수입통관 시 관세 및 관련 세금이 부과되었다. 이와 관련된 선박 검사 및 보고서

비용 등도 포함되었다.

<표 3-36> 홍계 광구 시추 사례의 수입통관 및 관련 비용

시추선, 보급선 수입통관 및 관련비용	단가	횟수	금액
- 시추선 DWM	1,698,316,006	회	1,697,864,206
- 보급선 Far Spirit	161,067,440	회	160,612,600
- 보급선 Far Starling	218,287,850	회	217,830,930
- 보급선 Far Skimmer	183,781,720	회	183,329,920
- 공통세금 및 검사비용	372,001,910	회	372,001,910
합계			2,631,639,566

⑥ 시추선, 보급선 폐기물처리

2012년과 달리 시추운영사의 환경보호정책으로 인하여 각 폐기물 발생 시 관련법에 의거 처리한 비용이다.

<표 3-37> 홍계 광구 시추 사례의 폐기물 처리 비용

시추선, 보급선 폐기물처리	처리량	금액
- 2015년 9월	201m <sup>3</sup>	54,956,260
- 2015년 10월	730m <sup>3</sup>	162,849,500
- 2015년 11월	71m <sup>3</sup>	14,291,674
합계		232,103,434

⑦ 시추선, 보급선 청수공급

2012년과 달리 2015년에는 실제 비용이 청구되었다.

<표 3-38> 홍계 광구 시추 사례의 시추선/보급선 청수공급 비용

시추선, 보급선 청수공급	공급량	금액
- 2015년 9월	1,592Ton	16,269,272
- 2015년 10월	2,872Ton	28,069,680
- 2015년 11월	723Ton	7,116,263
합계		51,455,215



⑧ 물류보급기지운영

- 창고, 야적장 및 부두 임차 및 운영비용

부산 신항 다목적 터미널을 물류보급기지로 운영하였고 이에 소요된 부두, 창고 및 야적장 임차 및 운영 관련 비용으로 입찰 시 요구사항은 창고 500m<sup>2</sup>와 야적장 5000m<sup>2</sup>였으나 실제 운영 시 250m<sup>2</sup>에 1000m<sup>2</sup>부터 순차적으로 사용하였다.

- 지게차 및 크레인 사용료

지게차와 크레인 사용료의 경우 물류보급기지 운영사업자가 제시한 사용단가를 기준으로 실제사용 횟수에 따라 청구되었다. 지게차와 크레인에 대한 기본적인 요구사항은 지게차 5톤, 15톤, 8톤 각 1대와 크레인은 250톤과 150톤 크레인을 요구하였으나 크레인의 경우 물류보급기지인 부산 신항 다목적터미널의 부두크레인 100톤을 사용하기로 합의하여 진행되었다.

- 자재 처리, 관리 및 화물 양/적하 비용

물류보급기지 내에서 발생하는 자재 처리, 관리 및 선석에서 보급선과 화물선에서의 시추자재에 대한 양하, 적하비용으로 물류보급기지 운영사업자가 제시한 단가에 실제 발생 횟수를 적용하여 청구되었다.

- 자재 수출입 통관 및 운송

시추자재 및 장비의 수입통관 및 물류보급기지까지의 운송, 수출통관 및 관련 운송 비용으로 실제 발생비용을 근거로 청구되었다.

- 사무실 임차료/사무실 IT 비용(복합기 및 인터넷등)/가구 인테리어

시추운영사의 직원과 계약업체를 위한 사무실 임차 비용과 운영을 위한 복합기 및 인터넷 운영비, 가구 등 사무실 인테리어 비용.

<표 3-39> 홍계 광구 시추사례의 물류보급기지운영 비용

보급기지 창고,아적장, 선석 운영	단가	단위	금액
1. 창고, 아적장 및 부두 임차, 운영			1,022,588,477
(1) 창고 및 아적장임차료			63,372,670
2015년 8월		월	16,872,974
2015년 9월		월	20,395,786
2015년 10월		월	26,103,910
(2) 지게차 및 크레인사용료			87,050,230
2015년 8월		월	4,305,400
2015년 9월		월	25,266,217
2015년 10월		월	39,795,028
2015년 11월		월	17,683,585
(3) 자재 처리, 관리 및 화물 양/적하 비용			613,172,164
2015년 8월		월	13,724,994
2015년 9월		월	189,486,630
2015년 10월		월	332,943,660
2015년 11월		월	77,016,880
(4) 자재 수출입 통관 및 운송			197,013,653
2015년 7월		월	316,810
2015년 8월		월	8,370,761
2015년 9월		월	76,738,380
2015년 10월		월	64,869,007
2015년 11월		월	46,718,695
(5) 사무실임차료			29,710,619
2015년 8월		월	7,578,749
2015년 9월		월	7,580,672
2015년 10월		월	7,249,963
2015년 11월		월	7,301,235
(6) 사무실IT비용(복합기 및 인터넷)			11,174,880
2015년 7월		월	116,552
2015년 8월		월	1,265,665
2015년 9월		월	1,265,986
2015년 10월		월	1,210,757
2015년 11월		월	7,315,920
(7) 사무실 가구 및 인테리어			21,094,261
인테리어 및 IT 장비 설치 및 해체		회	21,094,261

⑨ 헬리콥터 운영

2012년과 달리 시추작업 시 요구되는 헬기와 운영인력을 해외업체에서 직접 수배 및 수입 통관하여 도입하였으며, 국내 업체는 국내법규에 따른 사항 및 운영지원을 담당하였다. 비용의 경우 2012년과 별다른 차이가 없어 동일하게 적용되었다. 해외에서 헬기 및 운영인력을 도입했다고 하더라도 수입 통관 시에는 조세특례제한법에 따른 수입 관세 면세로 별도의 비용이 발생하지 않았으며, 2012년과 동일한 범위에서 초기 운영준비와 철수비용이 발생되었다.

- 당시 하루 3회 (회당 비행시간 왕복 2시간) 운항 :

$$45\text{일} \times 3\text{회/일} \times 2\text{시간/회} = 270\text{시간}$$

<표 3-40> 홍계 광구 시추사례의 헬리콥터 운영비용

보급기지 창고, 야적장, 선석 운영	단가	단위	금액
헬리콥터 운영 총 비용			2,030,000,000
- 초기 운영준비	200,000,000	1회	200,000,000
- 운항비용	6,000,000/시간	270시간	1,620,000,000
- 사무실운영	5,000,000/월	2개월	10,000,000
- 철수비용	200,000,000	1회	200,000,000

⑩ 서비스 부문

2012년과 동일하게 시추운영사의 직원에 대한 숙소, 차량 및 기타 편의사항이 제공되었으며 2012년에 비하여 서비스 부분도 시추운영사의 비용절감 정책에 따라 많은 부분이 축소되었다. 특히 Meet and Greet의 경우 호텔을 김해공항에 근접한 호텔을 사용하여 기존과 달리 시추운영인력에 대한 교대비용이 상당부분 절감되었다.

- 숙소(아파트) 임차료

시추운영사 직원의 동원시점에 따라 순차적으로 5채 임차

- 숙소(아파트) 관리비

위 숙소에 대한 관리비(수도광열비, 전기세 및 기타 요금)

- 차량 임차료

차량의 경우 차량과 운전기사 그리고 차량운행에 필요한 기본적인 비용(연료 및 기타 도로비용)을 포함하는 금액이며 운행지역은 물류보급기지과 숙소 및 공항으로 한정되었다. 프로젝트 기간 중 차량은 기본적으로 카니발 1대 산타페 2대와 공항과 호텔간 정기 운행하는 셔틀버스 20인승 1대였다.

- Meet and Greet

2012년에는 해상시추선의 운영인력의 교대에 따른 Meet and Greet이 주로 발생하였으나 2015년 홍계 프로젝트에서는 호텔이 김해공항에 5분 거리에 위치하여 주로 시추운영사의 육상운영인력 위주로 발생

- 호텔

시추운영사 및 발주처의 계약업체 육, 해상 직원에 대한 호텔비용

- 구매 및 추가서비스(Call Base)

이는 계약단가 외 추가로 발생하는 구매 및 서비스 건이며, 물류보급기지 운영사업자가 시추운영사와 합의된 마진을 실제비용에 추가하여 청구되었다.

- 사무실 및 휴대전화

시추운영사 직원에 대한 사무실 및 휴대전화 비용

- 교육훈련

시추운영사에 요청에 따른 BOSIET 및 기타 업무교육서비스 비용.

<표 3-41> 홍계 광구 시추사례의 서비스 부분 비용

릴로케이션 서비스 부분 총계			820,842,612
(1) 숙소(아파트) 임차료			74,955,833
2015년 7월		월	2,707,067
2015년 8월		월	11,448,764
2015년 9월		월	17,473,197
2015년 10월		월	16,710,923
2015년 11월		월	26,615,882
(2) 숙소(아파트) 관리비			8,463,715
2015년 8월		월	1,564,760
2015년 9월		월	2,526,730
2015년 10월		월	1,972,200
2015년 11월		월	2,400,025
(3) 차량 임차료			150,089,692
2015년 7월		월	5,162,838
2015년 8월		월	11,416,482
2015년 9월		월	26,976,072
2015년 10월		월	36,848,320
2015년 11월		월	69,685,980
(4) Meet and Greet			24,618,085
2015년 8월		1회	295,625
2015년 9월		38회	8,930,140
2015년 10월		47회	14,253,120
2015년 11월		2회	1,139,200
(5) 호텔			94,490,052
2015년 9월		월	45,738,000
2015년 10월		월	44,891,060
2015년 11월		월	3,860,992
(6) 구매 및 추가서비스(Call Base)			458,049,664
2015년 7월		월	84,832,878
2015년 8월		월	10,823,320
2015년 9월		월	284,756,450
2015년 10월		월	67,654,770
2015년 11월		월	9,982,246
(7) 사무실 및 휴대전화			8,975,571
2015년 8월		월	1,510,527
2015년 9월		월	1,076,230
2015년 10월		월	2,311,970
2015년 11월		월	4,076,844
(8) 교육훈련			1,200,000
2015년 9월		월	1,200,000

⑪ 프로젝트 운영인력 공급

프로젝트 수행을 위하여 물류보급기지 운영사업자가 시추운영사에 제공하는 인력 및 직원에 대한 비용으로 주로 헬기운영과 시추선운영에 필요한 인력이 채용되었음(항공운항 및 승객관리, 안전요원 등)

<표 3-42> 홍계 광구 시추사례의 프로젝트 운영 인력 비용

프로젝트 운영인력 공급		427,778,060	
- 2015년 7월	월	22,322,661	4명
- 2015년 8월	월	42,381,000	7명
- 2015년 9월	월	68,323,082	7명
- 2015년 10월	월	163,328,990	11명
- 2015년 11월	월	131,422,327	13명



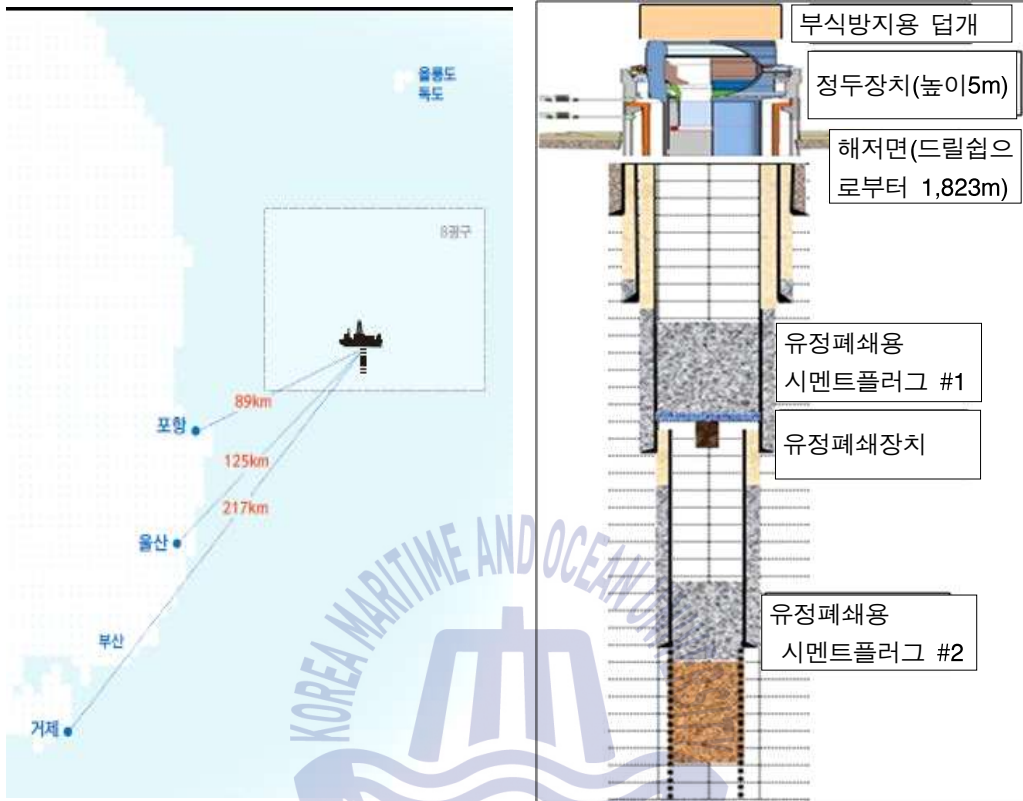
#### 4. 주작 광구 폐공을 활용한 해양시추설비 통합시운전 사례

2014년 머스크드릴링사 벤처러호의 주작-1공을 활용한 통합시운전 사례는 이미 2012년도에 구축된 주작-1공 정두시설을 한국해양조선기자재연구원이 정부로부터 무상으로 대부 받아 우리나라 해역에서도 해양 시추설비의 종합적인 통합시운전이 가능한 지를 점검하는 연구수행 목적으로 수행이 되었다.

당시 머스크드릴링사와의 계약은 2014년 10월 1일부터 2014년 10월 28일까지 4주간이었으며, 한국해양조선기자재연구원과 머스크드릴링사와의 계약은 계약 즉시 일정금액 비용지불, BOP latching 및 Wellhead 적정성 확인시 일정금액 비용지불, BOP 기능 시험 및 EDS 실시 시 일정금액 비용지불의 3단계의 계약조건으로 체결이 되었고 3번째 단계의 시험은 안정성 및 시간적 이유로 수행되지 않고 사업이 완료되었다.

<표 3-43> 주작-1 광구 정보의 요약

항목	현황
위치	동해8광구 수심 1,870m 위치
폐공 방법	완전 폐공(P&A; Plug & Abandonment)이 아닌 임시 폐공(T&A; Temporarily Abandonment) 상태이므로 정두장치(Well Head)가 존재함
	고점성 이수 주입
	시멘트 Plug 2개소 시공
	정두장치 Corrosion Cap 적용 보호
법적 현황	한국석유공사와 Woodside社가 지분 50%씩 소유
	공유수면 관리 및 매립에 관한 법률 상 원상회복 면제
	2016년 5월까지 조광권 남아있으나 주작-1공 활용 추가 탐사계획 無



출처: 산업통상자원부 2014년 10월 1일(수) 조건보도자료(<http://www.motie.go.kr>)

<그림 3-8> 주작-1 광구 시추공 모식도

연구수행 성격으로 진행되어 안전사고 및 어업인들의 민원에 대한 불확실성 등에 대비하는 비용이 포함된 기본 원가 정도의 수익이 발생하여 실제적으로 우리나라 기업이 경제적으로 이익을 얻지는 않았고 머스크드릴링사가 직접 PSV 용선 관련 업무, 인력 교대 업무, 릴로케이션 업무 등을 수행하여 그 경제적 비용이 어느 정도였는지는 2012년도의 주작-1 광구, 2015년도의 홍계 광구의 시추 사업을 통해 유추해보아도 큰 문제는 없을 것이다.



첫 번째의 주작-1 폐공을 활용한 통합시운전 사례가 성공적으로 수행이 되어 추후 주작-1공 정두시설을 사용하고자 하는 자로부터 합리적인 사용료 징수 금액 산정을 위해 2015년 8월 한국해양수산개발원에서 “해양 시추시스템용 기자재 해저시험을 위한 폐공 활용성 연구(II)(연구책임자, 목진용)”를 통해 공공요금의 산정기준들을 비교 분석 연구를 수행하였으며, 주작-1공 정두시설의 적합한 모델을 제시하고 이에 대한 사용료 산정금액을 제시하였다.

본 보고서에 따르면 이용료 산정 기준으로 공공요금의 결정원리인 서비스 원가주의<sup>27)</sup>(Cost of Service Principle), 서비스 가치주의<sup>28)</sup>(Value of Service Principle), 경쟁가격주의<sup>29)</sup>(Competitive Principle), 사회적 원리주의<sup>30)</sup>(Social Principles of rate making) 중에서 정두시설의 주요 사용자가 외국 선사라는 점과 시추설비 성능테스트의 유형이 다양하고 국제적인 경쟁가격 수준을 파악하기 어려운 점을 고려하여 서비스 가치주의나 경쟁가격주의, 사회적 원리주의를 배제하였고 주작-1공 시설대여에 따라 발생하는 서비스원가를 기초로 외국 선사와 협상을 통해 사용료 수준을 결정하였기 때문에 서비스 원가주의에 기초한 사용료 산정기준으로 확정하였고 서비스 원가주의의 방법론에는 원가

- 
- 27) 서비스원가주의는 공공사업서비스의 이용자가 부담할 요금을 그 서비스의 생산 공급에 소요된 비용을 기준으로 결정하는 방법으로 요금을 결정하는데 있어서 매우 합리적인 기준으로 인정되고 있으나 원가계산이 어렵고 원가개념이 유동적이라는 문제점 있어 순수 공공재인 국방, 보건위생, 사회보장 등의 국민조세부담으로 유지되는 공공사업에는 부적합하다.
- 28) 제공된 서비스 가치에 의한 가격결정방법은 공익사업주체의 서비스 생산비에 관계없이 제공받는 공공 서비스에 대해 사용자가 인정하는 가치를 기준으로 하여 요금을 결정하는 방식으로 예를 들어 사용자가 택시를 이용할 경우 일반택시와 모범택시가 동일시간 동일거리를 운행하는 동일한 자동차기종이지만, 모범택시의 서비스를 공급받을 경우 일반택시의 서비스 가치와 다르다고 인정하고 요금이 결정되는 방식이다.
- 29) 경쟁가격주의에 의한 공공요금 결정방법은 공익기업이 경쟁상태에 있을 수는 없으나 공익기업이 경쟁 시장상태에 있다는 가정 하에 공공사업서비스의 공급곡선과 수요곡선이 일치하는 점에서 요금을 결정하는 방식으로 정상가격(Normal price)으로서 자원의 합리적 배분을 달성할 수 있게 하여 경제의 효율성이 증대될 수 있는 적정가격(Optimum price)을 방식이다.
- 30) 사회적 원리주의에 의한 요금결정방식은 공기업의 서비스 가격을 사회적 수요(social needs)또는 사회적 비용(social cost)의 기준에 따라 결정하는 방식으로 가격 결정에 있어 사회적, 정치적인 사항을 고려하여 요금을 결정하는 원리이다.

적산주의<sup>31)</sup>(Cost plus system), 한계비용주의<sup>32)</sup>(\*-)가 있는데 주작-1공의 경우는 사용인 수가 제한되고 사용인수를 예상하기 어려워 한계비용주의나 순현재가법주의를 적용하기 어려운 점을 고려하여 가장 객관적인 자료를 기초로 한 원가적산주의를 채택하여 임대시설의 원가와 사용에 따라 발생하는 원가를 합한 총원가에 이윤을 가산한 방식으로 사용료를 정하였다.

위와 같은 근거에 따라 사용료 원가는 투자비원가, 시추테스트비용, 유지관리비 및 이윤으로 구성이 된다. 투자비 원가는 정두시설 투자비에 대한 연간 감가상각비와 본 사업을 본격적으로 추진하기 위해 소요된 개발비의 운영기간 동안의 상각비로 구성하고 시추테스트비용은 시추테스트시 발생 위험에 대한 보험료, 시추테스트의 기술적 사용, 테스트 절차, 테스트후 안전도에 대한 감리비용, 시추테스트를 위한 공유수면 사용허가 비용으로 구성이 되며, 유지관리비는 정두시설의 유지보수를 위한 적립금인 장기유지보수적립금, 시추 테스트에 감독을 할 사업전담팀<sup>33)</sup> 운영비로 구성이 되었다.

31) 원가적산주의(Cost plus system)는 서비스의 생산 공급에 소요되는 모든 원가의 실제액을 합계하여 소요수입액으로 책정하는 방법으로 요금의 총원가 개념으로 원가산정을 해줌으로써 실제 발생하는 원가와 다소 차이점이 발생하나 요금이론에서는 일반적으로 사용되고 있음. 요금수준 산정공식은  $R(\text{요금수준})=E(\text{공급원가})+I(\text{지급이자})+F(\text{적정이윤})$ , 공정보수주의(Fair return principle)(\*-공정보수주의는 미국에서 일반적으로 적용되고 있는 요금 수준의 책정방법으로 공공기업이 독점 경영되므로 공공의 규제를 가하고 있으나 공공기업의 적정한 이익을 허용해 주지 않으면 공공기업의 경영이 부실해지고 결과적으로는 소비자에게 불이익이 주어지기 때문에 공공기업에 일정한 이윤을 보장해 주는 방식이다. 산정공식은  $R(\text{요금총수입})=E(\text{공급비용})+(V(\text{사업자산가액})-D(\text{감가상각총당금}))\times r(\text{투자보수율})$ 로 표현된다.

32) 한계비용주의는 제품이나 서비스의 한 단위 추가적 공급에 있어 소요되는 비용을 산출해 책정하는 방법으로 한계비용에 입각한 가격이 자원의 효율적 배분에 가장 적합한 것으로 알려져 있어 공익사업에도 한계비용요금제도를 도입하고자 하는 시도가 많았음. 그러나 경제학의 기본 원칙인 최대효용에 따라 최적의 공급점과 수요점에 다다르도록 방향을 설정해 준다는 장점외에 다양한 소비자 및 수요종별로 각각의 한계비용을 정확하게 산출하는데는 방법론 상의 난점이 많은 단점이 있음, 순현재가법(NPV)주의(\*-순현재가법은 요금 산정시 적정보수방식에 의해 요금수준을 결정하고 매년 현금의 유출입을 NPV로 분석하여 적정수준의 요금을 산정함으로써 적정보수방식과 NPV법을 결합하여 합리적인 요금을 결정하는 방식으로 분석기간의 평균적인 요금수준이 산정되어지며 분석기간 후의 투자재원확보에 효율적으로 대응이 가능하다. 그러나 사업기간이 길며 포화년도에 이르는 기간이 길고 고정비 부담이 큰 경우 초기년도에 손실이 발생하며 사업기간 동안 채투자재원을 마련할 수 없게 될 수도 있다.

33) 사용관리감독을 수행할 Task Force Team으로 1차 사업에서 한국해양조선기자재연구원 및 조선3사 등 국내기업의 특별팀이 구성되었음

<표 3-44> 주작-1 폐공의 원가적산주의를 적용한 구성 세부 설명

구분		내역
투자비 원가	투자비에 대한 감가상각비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주작-1 정두장치 설치에 소요된 비용은 이미 설치된 설비로 산출하기 어려워 시설대여시 적용된 보험부보금액을 임대시설 투자비로 간주하였음.</li> <li>- 부보내역은 주작-1공의 물리적 손상과 해상오염 및 제3자배상책임에 대한 것으로써 부보금액은 \$15,000,000으로 동 금액을 투자비로 간주하였음</li> <li>- 임대시설의 투자비에 대한 원가는 감가상각비(투자비 원금회수)로 산정되며, 감가상각비는 시설의 내용연수를 적용하여 산정됨</li> <li>- 우리나라 법인세법상 철골콘크리트 구축물 중 진동이 심하거나 부식성 물질에 심하게 노출된 것은 기준내용연수를 20년으로 정하고 있음</li> <li>- 따라서 <math>\\$15,000,000/20=\\$750,000</math>이며 당시 매매기준환율 1,080원을 적용하여 8.1억원으로 나옴</li> </ul>
	개발비 (사업준비비) 에 대한 상각비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시추선 성능테스트 사업 개시전까지 소요된 비용</li> <li>- 회계 및 세무상 사업준비 비용은 개발비(무형자산)로 계상하여 사업 가능기간(20년 한도)내에 상각하도록 하고 있음</li> <li>- 연구사업에 소요된 R&amp;D 비용은 총 66억이며 여기서 시범사업시 사용인로부터 받은 사용료 25억원을 제외한 41억원을 본 사업을 위한 사업준비비용으로 산정</li> <li>- 사업기간은 정두시설 내용연수와 동일한 20년으로 적용하였으며, 연간 상각비를 원가로 산정함</li> <li>- 따라서 개발비에 대한 원가는 연간 상각비205백만원으로 계상됨 (41억원/20년)</li> </ul>
시추 테스트 비용	보험료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 보험료는 시추선 성능테스트에 따른 정두시설의 물리적 손상과 해상오염 및 제3자 배상을 위한 보험으로써 임대인이 보험에 가입하여 임대하는 것으로 가정</li> <li>- 보험료는 시범사업 시 적용한 연간보험료를 적용함. \$450,000 (보험기간:2014.9.30.-2015.9.29.)</li> <li>- 따라서 보험료는 연간 486백만원(환율1,080원 적용)</li> </ul>

	감리 비용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 감리비용은 사용인의 시추선 성능테스트시 임대인이 직접 또는 위탁감리회사에게 의뢰하여 주작-1공에 대한 기술적 사용가능성 확인, 테스트 완료 후 정두시설의 원상회복 여부 및 외부 스트레스 유무 등에 대한 검증을 위해 지급하는 감리비용</li> <li>- 감리비용은 시범사업시 적용한 6억원을 사용 1회당 감리비용을 계상함</li> </ul>
	공유 수면 사용료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시추선 성능테스트를 위해 시추선을 중심으로 반경 500m의 공유 수면 점용을 해야 하는 바, 시범사업에서 적용한 공유수면사용료 50백만원을 사용 1회당 원가로 계상함</li> </ul>
유지 관리비	장기 유지 보수 적립금	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장기유지보수적립금은 시추선 성능테스트 이후 발생할 수 있는 잠재적 사고를 대비하기 위해 적립하여야 하는 특별적립금 성격 임</li> <li>- 장기유지보수적립금은 시범사업에서 적용한 \$700,000을 연간 원가로 계상함</li> <li>- 매매기준환율1,080원 적용</li> </ul>
	사업 전담팀 운영비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전담조직의 인원 구성은 관리 2명, 기술 3명으로 구성</li> <li>- 관리인원은 계약, 보험관리, 대정부 업무, 회계 및 자금, 총무업무 등 담당</li> <li>- 기술인원은 시추테스트 절차사업총괄 감독, 컨소시엄 업체 관리, 기술이전 업무, 유지보수업무 등 담당</li> <li>- 인건비는 1인당 연봉 8천만원*5명=4억원으로 계상</li> <li>- 전담조직의 제경비는 법률자문비, 복리후생비, 사무실 경비, 출장비, 대정부 및 사업홍보 등 업무추진비등이 필요하며, 제경비는 인건비의 40%(민간투자사업사례)로 계상함</li> </ul>

출처: 한국해양수산개발원(2015), 해양 시추시스템용 기자재 해저시험을 위한 폐공 활용성 연구(II), 편집

<표 3-45> 주작-1 폐공의 원가적산주의를 적용한 금액 내역

구분		내역	원가(천원)	비고
투자비원가	투자비에대한감가상각비	\$15,000,000*@1,080원/20	810,000	연간
	개발비(사업준비비)에 대한 상각비	41억원/20	205,000	연간
시추테스트 비용	보험료	\$450,000*@1,080원	486,000	연간
	감리비용		600,000	1회당
	공유수면사용료		50,000	1회당
유지관리비	장기유지보수적립금	\$700,000*@1,080원	756,000	연간
	사업전담팀 운영비	4억원*1.4	560,000	연간
원가 계			3,467,000	
이윤			원가합계의 10%	347,000
사용료 총원가			3,814,000	

출처: 한국해양수산개발원(2015), 해양 시추시스템용 기자재 해저시험을 위한 폐공 활용성 연구(II), p 55

고정비는 사용자 수가 증가하면 사용 1회당 원가는 비례하여 감소함으로 동 연구에서는 사용 횟수 증가시 1회당 사용료를 다음과 같이 산정하였다.

<표 3-46> 연간 테스트 건수별 1회당 사용료(단위 : 천원)

항 목		1회	2회	3회	4회
투자비 원가	투자비 감가상각비	810,000	405,000	270,000	203,000
	개발비(사업준비비)에 대한 상각비	205,000	103,000	68,000	51,000
시추 테스트 비용	보험료	486,000	243,000	162,000	122,000
	감리비용	600,000	600,000	600,000	600,000
	공유수면이용료	50,000	50,000	50,000	50,000
유지 관리비	장기유지보수적립금	756,000	378,000	252,000	189,000
	사업전담팀 운영비	560,000	280,000	187,000	140,000
원가 계		3,467,000	2,059,000	1,589,000	1,354,000
이윤		346,700	205,900	158,900	135,400
사용료 총원가		3,813,700	2,264,900	1,747,900	1,489,400

출처: 한국해양수산개발원(2015), 해양 시추시스템용 기자재 해저시험을 위한 폐공 활용성 연구(II), p 60

## 제4장 해양시추설비 통합시운전 사업의 모델 개발

### 제1절 해양시추설비의 시운전

제작 또는 건조가 완료되어 가는 시점에서 선박이나 해양플랜트설비의 시운전과정은 2가지 측면에서 중요한 의미가 있다. 첫 번째는 선주와의 계약사항에 맞는 성능이 발휘되는지를 실제 운항 조건과 동일한 상태에서 확인하는 과정이고 두 번째는 관련 국제협약이나 법령에서 정하고 있는 장비들의 법적 기준을 만족하는 지를 확인하는 과정이다. SOLAS 협약에 강력하게 적용을 받는 상선의 경우 조선소에서 임시로 물이나 기타 대체 장비를 활용하여 사전에 장비의 안전성과 완벽성을 확인하는 Pre-commissioning 과정을 거치고 난 뒤 실제 바다로 나가서 Sea-trial을 통해 메인엔진의 출력성능, 발전기를 포함한 각종 보조기계의 작동상태와 성능, 선내 전기 공급 장치와 자동화 시스템의 성능, 선박의 조종성능과 Speed 성능, 항해통신장비의 성능, 화물 양하역 장비의 성능, 구멍설비와 소화설비를 포함한 각종 안전장비의 성능을 확인한다.

해양시추설비의 시운전 과정도 위에서 언급한 선주측 요구사항과 법적 요구사항에 대하여 각 장비들의 성능을 점검하는 것이며 공중(discipline)별로 크게 나누어 보면 전기, 계장, 기계, 프로세스, 유틸리티, 항해통신장비, 안전장비, HVAC 등으로 구분할 수 있다. 특히, 해양시추설비에서 가장 중요한 기능을 하는 시추설비의 안전성과 완벽성을 점검하는 것이 중요하며 BOP 해저면 설치 및 분리, 작동 테스트, LMRP recovery 테스트, Mud circulation 테스트, 드릴 파이프 핸들링 시스템 테스트, Riser 및 Telescope joint 테스트, 앵커 포지셔닝 및 Dynamic positioning 테스트 등의 점검이 이루어진다.

노르웨이-독일 선급 DNV-GL과 미국 선급 ABS의 해양시추설비 시운전 절차서 및 가이드라인인 DNVGL-CG-0170 "Offshore classification projects-testing and commissioning"과 ABS "Guide for the classification of drilling

systems"에서는 해양시추설비의 시운전 항목을 작업리그, 반잠수식시추선, 시추선별로 구분하여 통합시운전 항목과 독립시운전 항목으로 제시하고 있으며 예시로 시추선의 시운전 항목을 정리하면 아래 표들과 같이 카테고리별로 정리되어진다.

<표4-1> 통합시운전해야 할 Category I systems

항목	시운전해야 할 장비명	연동해서 시운전해야 할 시스템
방화시스템	Fire Main System	F&G/Deluge/Control
	Inergen System	F&G/HVAC/PA
	Fire Water Deluge System	F&G
위치제어 시스템	Power Management System	Drill/DP
	Dynamic Positioning System Test	Control
	Machinery Unmanned Test	E0
시추 시스템	690V HPU MCC	SIT
	690V Drilling VFD Switchboard	SIT
제어	ICMS, F&G, ESD, DP with Sensor	ESD/HVAC
추력 시스템	주 디젤 발전기	PMS&S/T&DP
	메인 엔진 Seawater Cooling 시스템	Consumer Capacity Test
	Thruster Seawater Cooling 시스템	SIT
	Thruster	S/T
	Engine Rooms Ventilation 시스템	ESD
통신	통신 시스템	ESD
통풍 시스템	통풍 시스템(기계실, 보조실, 전기실 등)	ESD
	LQ HVAC	ESD

출처: DNVGL-CG-0170(Edition July 2015) "Offshore classification projects-testing and commissioning, p. 17

<표 4-2> 통합시운전해야 할 Category II systems

번호	시운전해야 할 장비명	연동해서 시운전해야 할 시스템
1	Ballast 시스템	Semi Recovery Test
2	보조 해수 냉각 시스템	S/T and SIT
3	460V LV 스위치보드	S/T
4	230V LV 스위치보드	S/T
5	PA Coverage Measurement	기계들을 작동시키면서 점검

출처: DNVGL-CG-0170(Edition July 2015) "Offshore classification projects-testing and commissioning, p. 17

<표 4-3> 독립하여 시운전해야 할 Category I systems

번호	독립 시운전 항목
1	Lifeboat and Launch System
2	Fast Rescue Craft Launch Device System
3	Deck Crane
4	Emergency bilge system
5	Emergency Shut Off System (Quick closing valves)
6	Drill Floor Elevator
7	Escape Chute
8	Watertight Doors
9	Helideck Fire-Fighting System
10	Emergency Generator
11	Emergency Switchboard
12	Cement unit
13	230V AC UPS
14	230V AC UPS Battery
15	230V AC UPS Main Distribution Board
16	230V AC UPS DB
17	Dynamic Positioning System Test (DPS)

출처: DNVGL-CG-0170(Edition July 2015) "Offshore classification projects-testing and commissioning, p. 18



<표 4-4> 독립하여 시운전해야 할 Category II systems

독립 시운전 항목	
Misc.Lifesaving Equipment	Mud Bucket
Helicopter Refueling System	Bulk Powder Handling System
Ballast System	Mud Storage and Transfer System
Dirty Drain System	Mud Mixing and Additive System
Fire Main System	Mud Supply System
Inergen System	Mud Return and Treatment System
Fire Water Deluge System	Mud, Brine, Oil Storage and Transfer System
Main Diesel Generator	BOP Package
Steam Generating System	Diverter Package
Seawater Cooling System	Tubular and Riser Feeding Machine/Shuttle, Main Rig
Starting Air System For Main Engine	Lower Guiding Arm including Heads and Rail, Main/Aux
Thruster Seawater Cooling System	Trolley for Riser Guiding
Sewage and Gray Water Discharge System	Riser Chute
Anchor Winches	DP/DC, Casing and Riser Fingerboard, bellyboard
Thruster	Bridge Crane in Derrick
Bilge System	Hydraulic Roughneck
Diesel Gen. F.W Cooling System	Multi Scope Arm
11Kv Switchboard (or equivalent)	Hydraulic Cathead, Brake Out, including Wire
690V HPU MCC (or equivalent)	Tail in Arm
690V Drilling VFD Switchboard (or equivalent)	Manipulator Arm (MPMA/DFMA)
690V Thruster VFD Switchboard (or equivalent)	Pipehandler Crane
230V AC UPS (or equivalent)	Riser Handling Crane (w/ Rail)

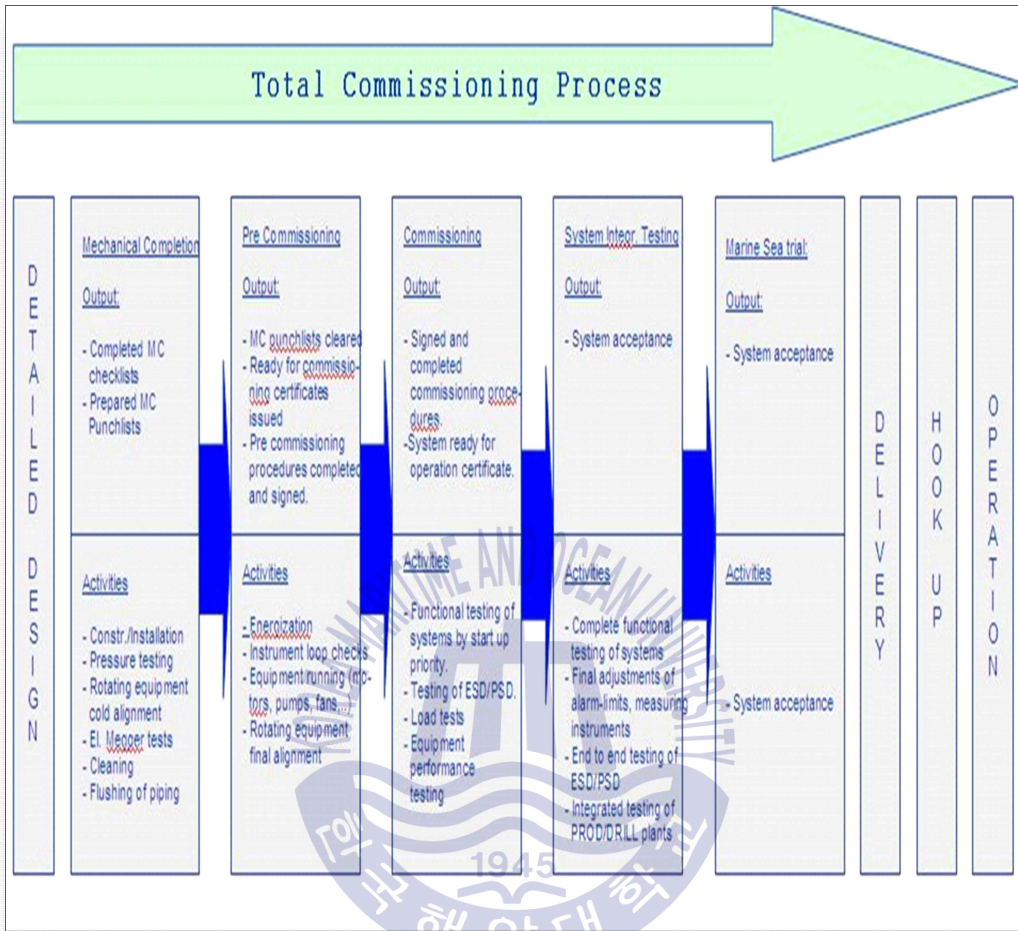
230V AC UPS battery (or equivalent)	BOP Skid/X-Mas/ Transportation/Handling LMRP
230V AC UPS Main Distribution Board (or equivalent)	Miscellaneous Guides
230V AC UPS DB (or equivalent)	Access Basket
Nav. and Signal Light	BOP Overhead Crane/X-mas Tree Overhead Crane
U-Light and Foghorn	Overhull/underhull Guiding
Obstruction Light	Utility Winch and Manrider Winch
Remote Sounding System	Burner Boom
ICMS, Fire and Gas, ESD and DP with Sensor and Reference System	Ringline HPU and Distribution System
Telecom System	Ramrig HPU and Distribution System
HPU For Vent Valve Operation	Dual Derrick Simultaneous Operation
Ram Rig Travelling Yokes Main/Aux. (or equivalent)	Integrated BOP and Riser Handling System
Tong Lift System	Sludge system
LIR / HVAC Room, HVAC	Loop Check
Derrick Drilling Machine (DDM)/Top Drive	Mud, Cement, Choke and Kill Manifolds
Rotary Table Main/Aux.(Including Power Slips)	LQ HVAC
DAT System	Power Management System
Guideline Winch and Tensioner System	Navigation Equipment
LP/HP Nitrogen System	Machinery Unmanned Test

출처: DNVGL-CG-0170(Edition July 2015) "Offshore classification projects-testing and commissioning, p. 18~20

<표 4-5> 독립하여 시운전해야 할 Category III systems

번호	독립해서 시운전해야 할 항목
1	Monorail System
2	Winches and Towing Equipment
3	Drill Water System
4	Deck Bilge System
5	Service Air System
6	Steam and Drain System
7	Seawater Service System
8	Aux. Cooling F.W. System
9	Diesel Oil Transfer and Drain System
10	Lub. Oil Storage, Transfer and Drain System
11	Distilled and Make-Up Water System
12	Potable and Sanitary Supply System
13	Cold Starter Generator
14	Marine Growth Protection System
15	Heat Trace System
16	460V LV Switchboard
17	230V LV Switchboard
18	Small Power DB
19	Lighting and Small Power
20	Shore Connection Box
21	Column and Pontoon Machinery Rooms Ventilation Systems
22	Electrical and Auxiliary Machinery Rooms Ventilation Systems
23	Engine Rooms Ventilation Systems
24	Port/Stbd/Aft Machinery Rooms Ventilation Systems
25	HVAC Duck Air Leak Test Procedure for Hull and Topside
26	ICCP
27	Pneumatically Operated Door
28	Provision Cold Store and Freezer System
29	Noise Level Measurement
30	Vibration Level Measurement
31	Helideck Drains

출처: DNVGL-CG-0170(Edition July 2015) "Offshore classification projects-testing and commissioning, p. 20



출처: DNVGL-CG-0170(Edition July 2015) "Offshore classification projects-testing and commissioning, p. 9

<그림 4-1> 전체 시운전 프로세스 도식도

미국의 연방법령인 30 CFR Part 250 "Oil and Gas and Sulfur Operations in the Outer Continental Shelf-Blowout Preventer Systems and Well Control"에서는 해양시추설비가 신조되거나 조업의 위치가 변경되거나 용선사가 변경이 될 때 반드시 유정 통제를 위한 장비의 성능 점검과 자격 갱신을

하여야 하고 매 5년마다 의무적으로 장비의 시운전을 통해 성능 점검과 자격 갱신을 하여야 한다. 유정 통제를 위한 주요한 성능 점검 항목은 아래와 같다.

- 1) BOP의 해저면 설치/분리/작동 테스트
- 2) LMRP(Lower Marine Riser Package) Recovery Test
- 3) Mud Circulation Test
- 4) Pipe Handling System Test
- 5) Drill Riser 및 Telescopic Joint Test
- 6) Anti Riser Recoil System Test
- 7) Emergency Disconnection Sequence Test
- 8) ROV Operation Test

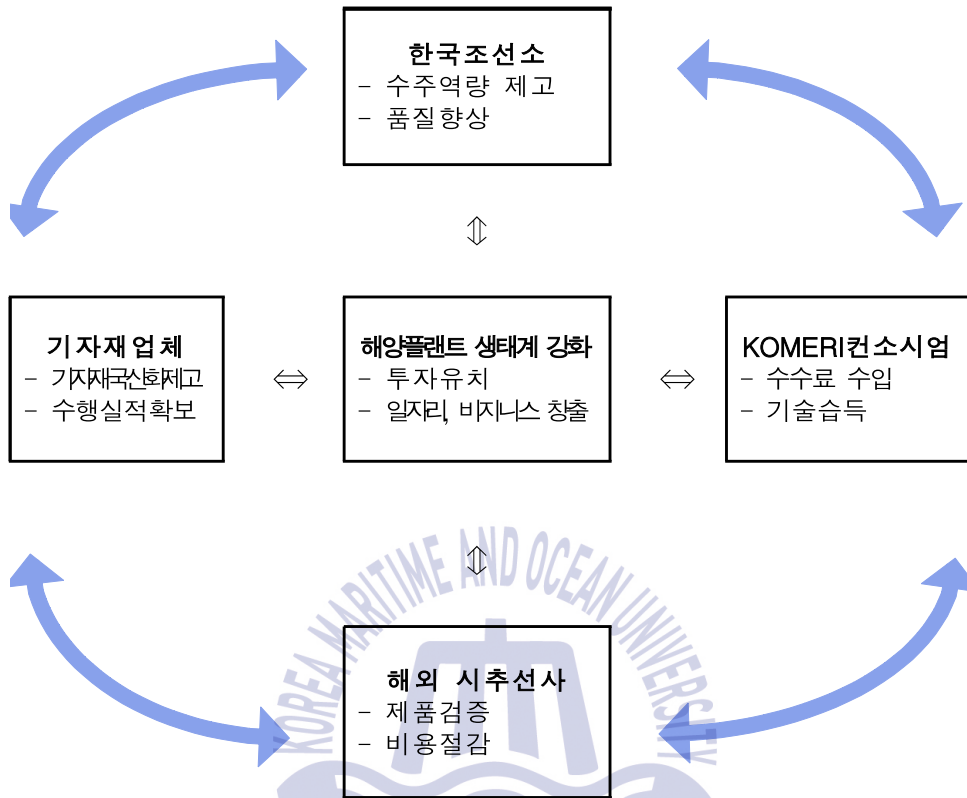


## 제2절 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델

제1절 해양시추설비의 시운전의 요구사항이 있음에도 불구하고 우리나라의 경우 통합시운전을 할 수 있는 환경이 구축되지 않아 2014년 10월 이전에는 주로 독립적인 장비의 시운전만 실시하였다. 통상적으로 해양시추설비의 경우 건조가 완료되는 시점에 평균 3회, 1회당 일주일 정도 일정으로 조선소 인근 연안으로 이동하여 제1절에서 언급한 선급 규정 장비의 독립적인 시운전을 수행한다. 예를 들어 해양시추설비의 중요한 장비 점검인 Mud circulation test의 경우에도 실제로 드릴링 라이저 내부에서 순환하는 것이 아니라 해양시추설비의 Moon pool을 막은 상태에서 일부 구간만 순환해보는 테스트를 수행해오고 있었다.

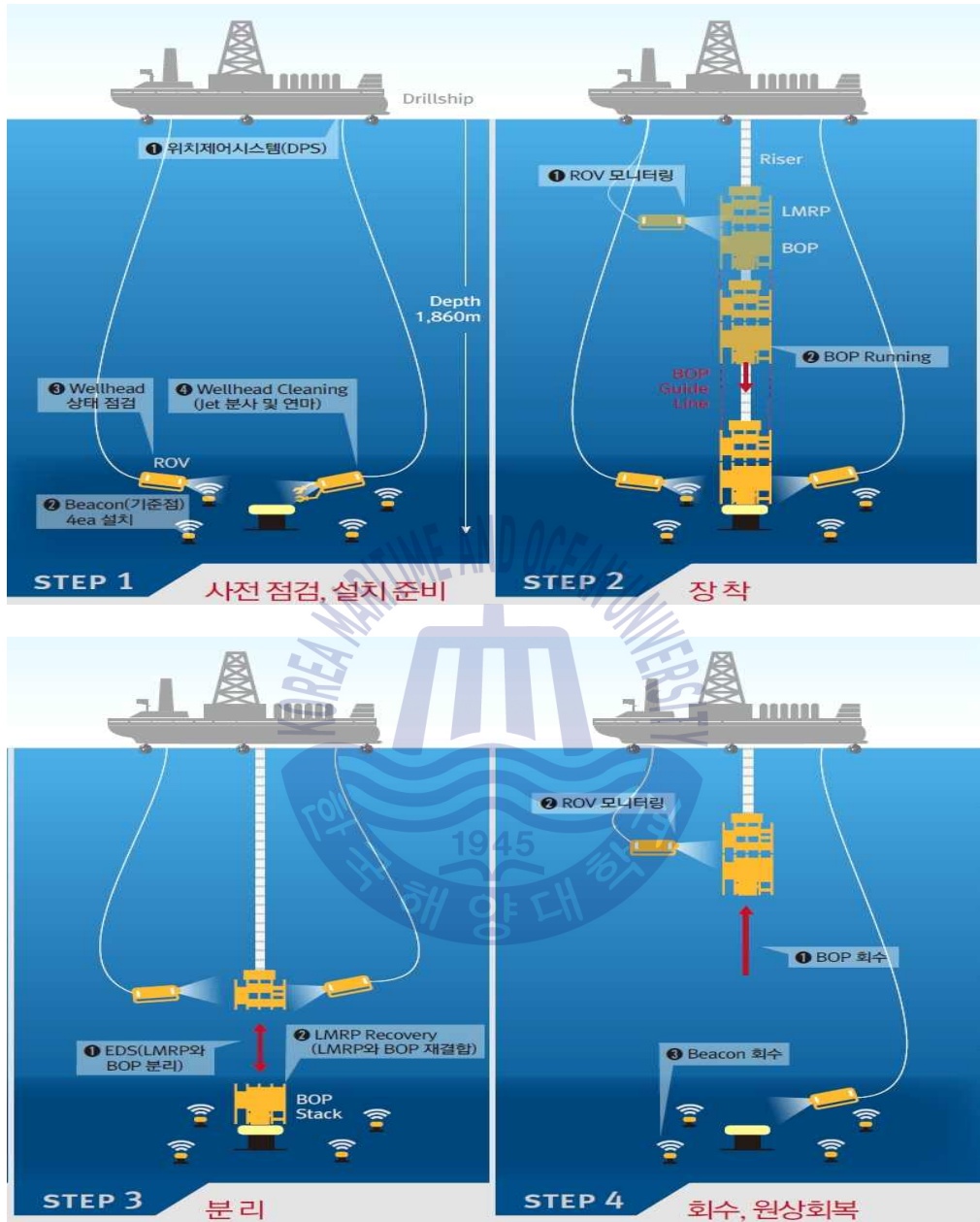
2014년 10월 머스크드릴링사의 머스크 벤처러호가 우리나라의 주작-1 폐공을 활용하여 통합시운전을 시도하였다. 당시에 시도되었던 통합시운전 항목은 제4장 제1절에서 언급한 30 CFR Part 250의 BOP의 해저면 설치/분리/작동, LMRP 회수, Mud Circulation, Pipe Handling System, Drill Riser 및 Telescopic Joint Test, Anti Riser Recoil System, Emergency Disconnection Sequence Test, ROV Operation Test를 실시하였으나 주작-1 폐공 정두시설의 고정상태의 안정성이 미확인되어 안전상의 이유로 LMRP 회수와 Emergency Disconnection Sequence Test는 실시하지 못하였다.

일부 성능점검이 시행되지 못했지만 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델은 선주사들이 멕시코만이나 북해 등의 작업해역으로의 이동거리와 시간을 고려하고 장비의 보완작업이 필요할 때 불필요한 출장비용, 수리 장비 이송 비용 등을 절약할 수 있는 매력적인 사업 모델이 될 수 있음을 확인하였다.



출처: 산업통상자원부 2014년 10월 1일(수) 조간보도자료(<http://www.motie.go.kr>)

<그림 4-2>주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델의 효과



출처: 산업통상자원부 2014년 10월 1일(수) 조간보도자료(<http://www.motie.go.kr>)

<그림 4-3>주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델의 시추테스트 절차



### 제3절 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델 운영의 한계

주작-1 광구 폐공을 활용한 사례는 한국석유공사와 Woodside의 계약에 따라 2012년 실제로 시추한 해저광구이므로 시추선의 시운전에 대한 실제 환경의 적용이 가능하다. 주작-1 광구의 경우 심해 약 1,800미터에 위치하고 있고 국내에서 건조되는 심해시추선에 대한 실질적인 운영환경에서의 시운전을 제공할 수 있기 때문에 이는 시추선 선주에게 매력적인 부분이 되었다. 해저 폐시추공을 활용하므로 별도의 시운전을 위한 Well head 제작비용을 절감할 수 있다. 실제로 해저의 시운전을 위한 Well head를 제작하기 위해서는 실제 시추작업을 시행해야 하며 이에 대해서는 높은 설치비용이 발생하게 된다. 그러므로 기존 해저 폐시추공을 활용할 경우 설치원가 절감이 가능하며 이는 사업을 시행하기 위해서 좋은 요인이 된다.

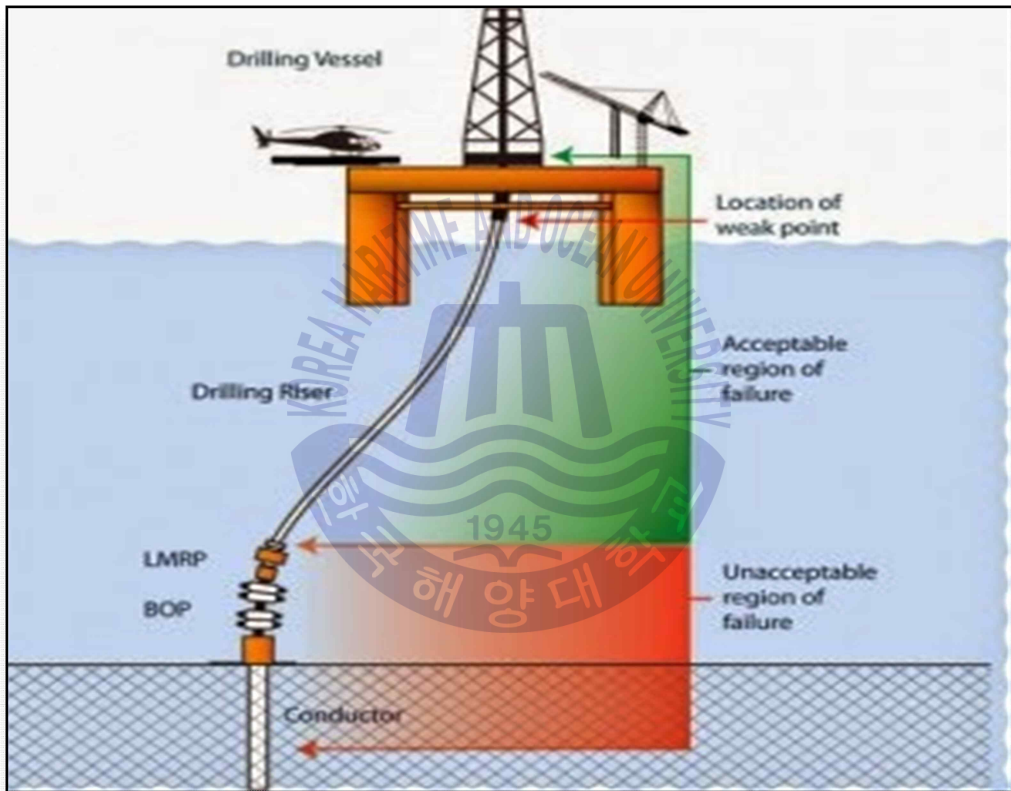
그러나 심해 1,800미터에 위치한 관계로 Shallow water에서 운영할 시추선인 Jack-up rig에 대해서는 시운전이 불가능하다. 이를 위해서는 별도의 시운전 설비가 필요하게 된다.

가장 큰 문제는 바로 현 주작-1 광구의 Well head의 안정성과 지속적인 정비가능 여부이다. 위에 언급한 바와 같이 머스크드릴링사에서는 주작-1 광구를 통해서 원하는 수준의 시운전을 시행할 수 없었던 가장 큰 이유는 바로 주작-1 광구의 Well head가 시운전을 시행하기에는 안전성이 확보되어 있지 않다고 판단한 것이다. 이러한 Well head의 안전성 미보장 요소는 2015년과 2016년에 Chevron과 BP 사에서 각 사가 용선 계약한 Jack-up rig와 Drillship에 대해 주작-1 폐공을 활용한 통합 시운전을 시도하려다 포기한 가장 큰 이유 중의 하나였다.

Well head의 경우 해저지면과 시추공을 연결하는 부위로 BOP와 Subsea설비가 연결되고 설치되는 부분으로서 견고하게 유지가 되어야 한다. 2014년 10월 머스크드릴링사의 Drillship인 벤처러호가 실제 시추설비를 Well head에

연결한 뒤 Test를 시행하는 중에 Well head가 오차범위를 넘어서 진동과 움직임이 발견되어 더 이상의 시운전을 진행하지 못했었다.

그러므로 앞으로 본 주작-1 광구를 시운전에 활용하기 위해서는 본 광구의 Well head에 대한 안전성의 확보가 우선적으로 필요하다. 그리고 심해에 있는 Well head에 대해서 어떻게 지속적으로 유지, 보수, 정비를 할 것이냐가 중요한 사항이다.



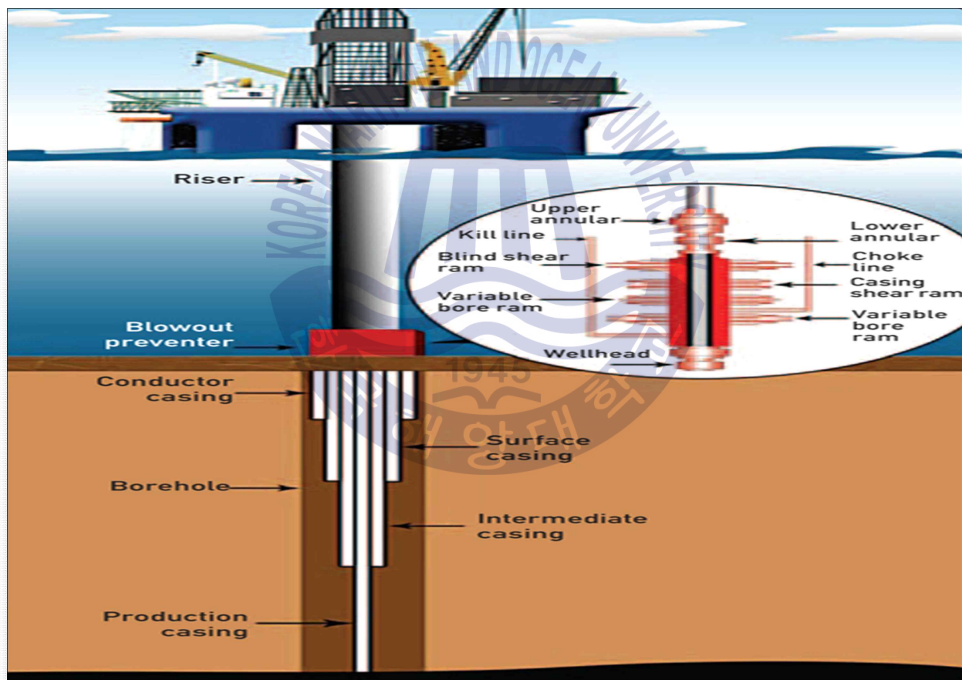
출처: <https://sites.google.com/site/metroforensics3/discharge-of-drilling-mud-into-the-gulf-of-mexico-from-defective-equipment-lower-marine-riser-package-lmrp-connector-failure>

<그림 4-4> LMRP Test 불가능한 각도의 범위 예시

#### 제4절 직접 시추를 통한 시운전 전용 테스트베드 구축 모델의 제안

주작-1 폐공 시운전 기반 구축 장치의 한계인 Jack-up rig의 시운전까지도 가능하고 Well head의 안정성이 확보되며 정기적으로 해저면에 설치된 Well head 장치의 정비가 용이한 방법으로 약 150미터~180미터 수준에서 직접 시추를 하여 Well head를 설치하는 것을 제안한다.

이 제안은 실제 해양 시추 작업에서 시행하는 방법으로 검증이 된 공법으로 Jack-up rig, Semi-submersible rig, Drillship의 모든 시추시스템 장비 테스트를 가능하게 한다. 설치에 대한 기본 개념도는 <그림4-5> 와 같다.



<그림 4-5> Test well head 설치 개념도

예정 해역은 조선소와의 인접성, 과거의 사례를 통한 관련 인프라 구축 현

황, 예정 부지 연구 사례를 통해 동해상이 적합하며 <그림 4-6>과 같이 주작-1 폐공의 위치보다 수심 150미터급 시운전 예정 해역이 약 70% 정도 거리가 가까워 비상조치 및 운영의 대응 속도에 유리하다.



<그림 4-6> 수심 150미터급 예정해역과 주작-1 해역의 거리 차이

1) 수심 150미터급 시추설비 시운전 전용 테스트베드 구축의 비용 분석

실제로 시추작업 후 해저에 Well head를 설치하는 것을 기준으로 하였으며 시추선의 경우 국내에서는 동원이 어렵기에 싱가포르에서 용선하여 동원하는 것을 가정하였으며 Well head의 경우 실제 해저광구의 시추가 아니기에 150미터급(최대 180미터까지 사용 가능)시추심도를 가정하였고 Drilling casing과 Conduct pipe를 설치하여 Well head에 Subsea tree와 BOP를 설치하여 Mud circulation을 비롯한 여러 기능에 대한 해양시추설비의 모든 통합 시운전이 가능하도록 구축한다.

2016년 11월 기준의 Jack-up rig 용선비와 이를 운영하기 위한 AHTS 2척에 대한 용선비와 운영 유류비용 등을 적용하여 비용을 산출하면 <표4-6>과 같다.

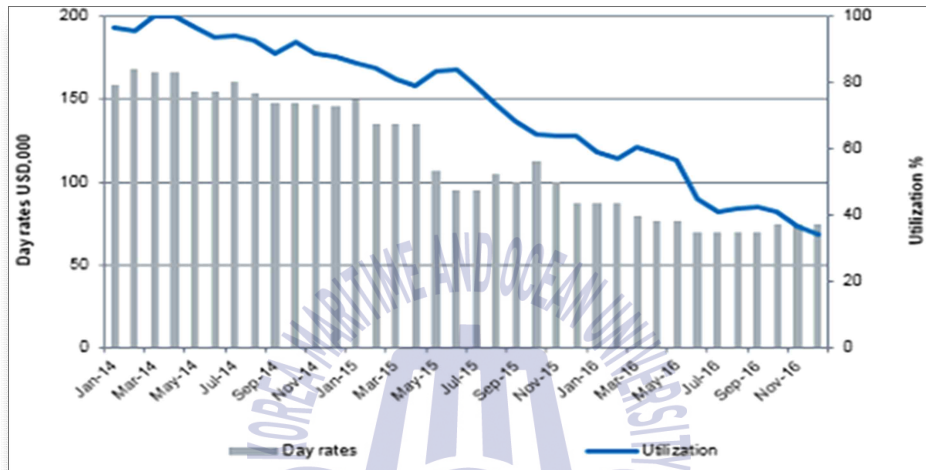
<표 4-6> 수심 150미터급 Test Well Head시추 및 설치 예상비용

항 목	내 용	금액(USD)
Jackup Rig 용선 비용	- 용선료 70,000\$/Day × 총 작업기간 33일 (동원 및 철수-각 7일[14일]/시추작업-15일/ 선박 입출항 수속-각 1일[2일]/Contingency-2일)	2,310,000
10,000BHP급 AHTS 용선/ 운영비용 (2척)	- 용선료 10,000\$/Day × 총 운영기간 33일 (동원/철수-각 7일[14일]/시추작업-15일/ 선박 입출항 수속-각 1일[2일]/Contingency-2일) - 2척 용선이 필요함(330,000/척당 * 2척)	660,000
	- 운영기간(33일) 중 연료유 (대기 2일 : 2m <sup>3</sup> × 2days = 4m <sup>3</sup> / 운항 29일 : 15m <sup>3</sup> × 29days = 435m <sup>3</sup> / Contingency 2일 : 15m <sup>3</sup> × 2days = 30m <sup>3</sup> ) - 총 469m <sup>3</sup> × MGO 450\$/m <sup>3</sup> × 2척	422,100
Well head설치	시추심도 150미터에 따른 Test well head설치 (시추자재, 장비 및 인력 포함)	1,700,000
선박대리점	시추선의 입, 출항 수속 해상운영인력교대 및 입, 출국수속 지원 기타 국내 선박운영허가 등	100,000
육상지원기지	시추작업에 필요한 물자운송 및 보관	1,500,000
<b>총 합계(USD)</b>		<b>6,692,100</b>

## - 비용 산출 근거

### ① Jackup Rig 용선 비용

시추설비 용선 비용은 국제유가와 세계 시추선 계약률(Rig Utilization Rate)과 연동하여 불규칙하게 변하며 150미터급 잭업리그의 동남아시아 지역 용선비의 평균 시세 70,000USD/Day로 산정하였다.

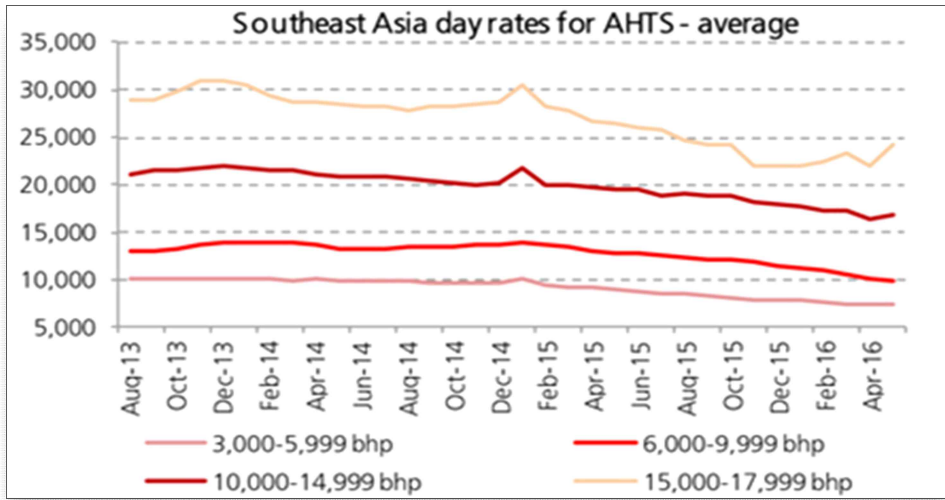


출처: IHS Market 2017

<그림 4-7> 동남아시아 150미터급 Jackup Rig 계약율과 일일용선료

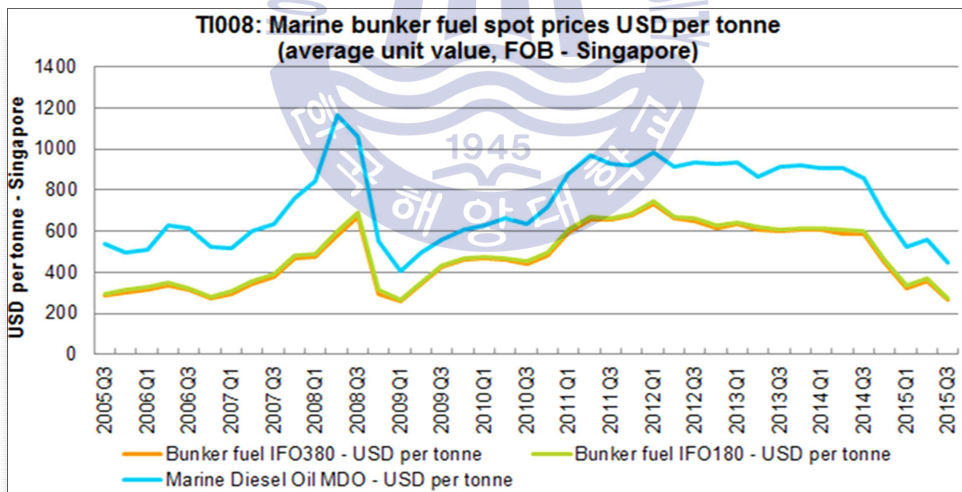
### ② 10,000 BHP급 AHTS 용선료 및 운영비용

Jackup Rig 운영을 위한 최소 AHTS를 2척으로 정하고, 앵커 포지셔닝이 완료되면, 시추 작업기간 동안은 1척의 AHTS는 Stand-by Vessel로 1척의 AHTS는 보급선으로 사용하며 이에 대한 운영 선원들을 포함한 10,000 BHP급 AHTS 용선료는 2016년 11월 기준 10,000USD/Day로 산정하였다. 각 AHTS에 사용되는 연료는 2015년 홍계 시추 사례의 연료 소모량과 2015년 국제 MGO 가격 기준으로 산정하였다.



출처: IHS Petrodata DBS Bank

<그림 4-8> 동남아시아 AHTS 일일용선료 평균 시세



출처: Bunker World

<그림 4-9> 톤당 Marine Diesel Oil 국제 가격 평균 시세

③ 시추심도 150미터급 Well head 설치비용

Well head 설치를 위한 Conductor Pipe, Surface casing pipe, Intermediate casing pipe, Well head 자재비와 설치에 필요한 Mud 및 시멘트 비용에 대해 해외 전문 기업인 Schlumberger에서 받은 2016년도 견적을 기준으로 산정하였다.

④ 선박대리점 및 육상 지원 기지 운영비용

2015년도 홍계 광구 시추 사업에서 발생한 경비를 기준으로 산정하였다.





## 제5장 해양시추설비 통합시운전 사업모델의 경제성 평가

### 제1절 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델의 경제성 분석

주작-1 폐공 시운전 기반 구축 장치는 심해 1,800미터에 위치한 관계로 Shallow water(수심 180미터 내외)에서 운영할 시추선인 Jack-up rig에 대해서는 시운전이 불가능하여 심해시추에 적합한 Semi-submersible rig와 Drillship에 대해서 한국개발연구원의 2014년도 예비타당성조사 연구보고서 「항만부분 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판)」을 기초로 하여 비용-편익분석(Cost-Benefit Analysis)기법으로 경제성 분석을 실시한다.

경제성 분석의 주요 전제는 아래와 같다.

- ① 할인율(discount rate)은 미래의 가치를 현재가치로 변환하는 시간선호율을 의미하며, 공공투자사업의 경제성 분석에서는 사회적 할인율을 사용한다. 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완」과 「항만부분 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판)」에서 제시한 5.5%를 적용한다.
- ② 공공투자사업의 분석기간은 비용이 발생하는 투자시점과 개발 사업으로 인한 편익 발생기간을 고려하여 설정하며, 분석기간은 항만부분 사업의 예비타당성조사 표준지침에서 개발사업에 대해 제시한 30년을 적용한다.
- ③ 수심 150미터급 시운전 전용 테스트베드 구축 사업의 시행주체가 공공투자인지 민간투자인지 불분명하지만 사업자체를 집행하지 않을 경우, 국내에서 얻을 수 있는 편익이 해외에서 발생할 수 있기에 공공의 이익이 발생하지 않게 되는 점을 고려한다.

- ④ 플랜트 사업이라는 것이 사업리스크가 크고 조선과 에너지라는 국가 기간산업과 연계 되어 있다는 점을 고려하여 해양플랜트 시추설비 시운전 사업을 공공투자사업의 분석기법을 적용한다.
- ⑤ 비용과 편익의 현재가치는 본 사업이 기본계획인 점을 고려하여 사업 실시연도인 2017년을 기준으로 산정한다.
- ⑥ 잔존가치 및 재투자비용은 사업 시설의 내구연수와 경제성 분석기간과 밀접한 관련이 있는데, 시설 및 장비의 내구연수를 10년으로 가정하여 분석기간 동안 재투자비용은 10년마다 발생하고 30년 이후에는 잔존가치가 '0'이다.
- ⑦ 매년 발생하는 시설의 유지보수 및 정비는 유지관리비로 처리한다.
- ⑧ 비용 산정에 있어서 세금은 경제주체(민간과 정부) 간 자금의 이동으로 이러한 이전지출은 경제적 비용으로 간주되지 않기 때문에 비용 산정에 있어서 반영하지 않았다.
- ⑨ 매년 시추 시험 횟수는 2회로 가정하여 분석한다.

## 1. 30년간 지속 사업 운영을 위한 비용의 추정

### 1) 설치비의 비용 추정

주작-1 폐공 시운전 기반 구축 장치는 이미 설치되어 있는 시설이므로 사업 초기년도에는 구축 투자비를 산정하지 않는다.

재설치 공사 시에 Semi-submersible rig를 사용할 것인지 Drillship을 사용할 것인지를 선택 여부는 시추 지역의 날씨 정도와 시추설비 이동 횟수의 정도를 고려하고 시추 심도를 기준으로 해당일의 용선 시세를 반영하여 결정하게 된다.

Clarkson과 IHS Market 2017의 2017년 3월~8월 사이의 용선 계약율과 평균 시세를 확인해 본 결과 시추심도는 200미터 이상에서 약 2,000미터 이하까지의 Semi-submersible rig와 Drillship의 용선 비용은 크게 차이가 나지 않았다.

동 시추 심도급의 시운전 전용 테스트베드를 구축하기 위해 시추선 (Drillship)보다는 반잠수식 시추선(Semi-submersible rig)이 170,000 USD/Day 정도나 용선 비용이 낮기 때문에 2016년 11월 기준 수심 7,500 피트(약 2,200미터) 이하급의 반잠수식 시추선 (Semi-Submersible Rig) 용선비와 2015년 홍계 광구 시추 사업에서 소요되었던 운영경비를 기준으로 분석하였다.

용선되는 반잠수식 시추선이 자항력이 있는 관계로 최소의 PSV 1척을 기준으로 2016년 11월 기준 용선비와 운영 유류 비용 등을 적용하여 비용을 산출하면 아래 <표 5-1>과 같다.

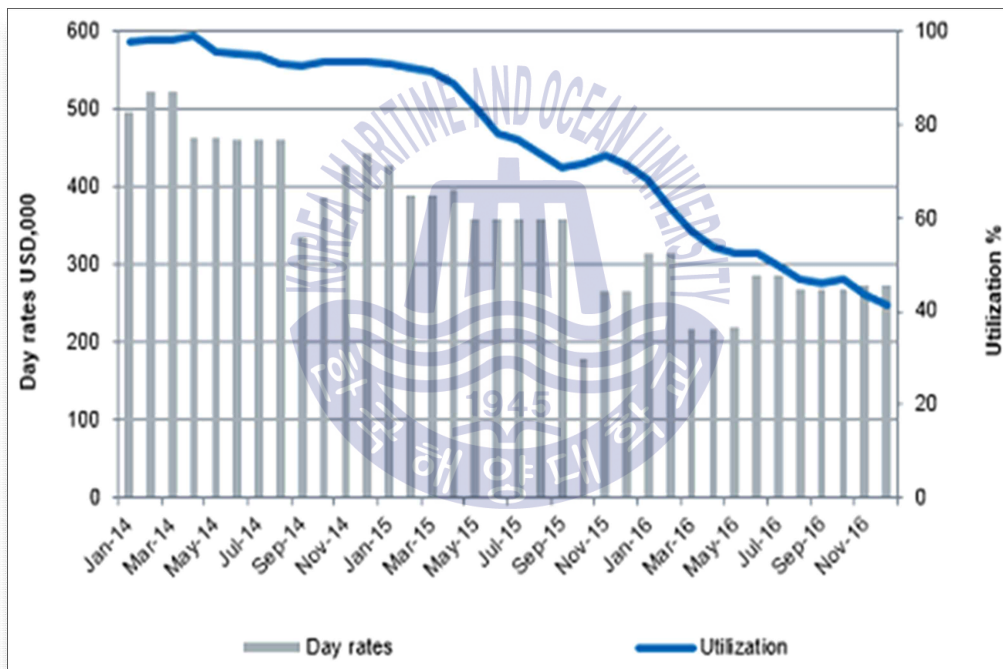
<표 5-1> 주작-1 폐공 모델의 10년 뒤 재설치 예상 비용

항 목	내 용	금액(USD)
7,500피트 이하급 반잠수식 시추선 용선 및 운영비용	용선료 260,000\$/Day × 총 작업기간 33일 ( 동원 및 철수-각 7일[14일]/시추작업-15일/ 선박 입출항 수속-각 1일[2일]/Contingency-2일)	9,438,000
	운영기간(33일) 중 연료유 ( 대기 2일 : 35m <sup>3</sup> × 2days = 70m <sup>3</sup> / 운항 29일 : 130m <sup>3</sup> × 29days = 3,770m <sup>3</sup> / Contingency 2일 : 100m <sup>3</sup> × 2days = 200m <sup>3</sup> ) - 총 4,040m <sup>3</sup> , MGO 450\$/m <sup>3</sup>	1,818,000
4,000dwt급 PSV 용선 및 운영 비용	용선료 15,000\$/Day × 총 운영기간 33일 × 2척 ( 동원/철수-각 7일[14일]/시추작업-15일/ 선박 입출항 수속-각 1일[2일]/Contingency-2일)	990,000
	운영기간(33일) 중 연료유 ( 대기 2일 : 2m <sup>3</sup> × 2days = 4m <sup>3</sup> / 운항 29일 : 15m <sup>3</sup> × 29days = 435m <sup>3</sup> / Contingency 2일 : 15m <sup>3</sup> × 2days = 30m <sup>3</sup> ) - 총 469m <sup>3</sup> , MGO 450\$/m <sup>3</sup> , 2대 비용	422,100
Well head설치	시추심도 200~300미터에 따른 Test well head설치 (시추자재, 장비 및 인력 포함)	2,000,000
선박대리점	시추선의 입, 출항 수속 해상운영인력교대 및 입, 출국수속 지원 기타 국내 선박운영허가 등	100,000
육상지원기지	시추작업에 필요한 물자운송 및 보관	1,500,000
<b>총 합계(USD)</b>		<b>16,268,100</b>

## - 비용 산출 근거

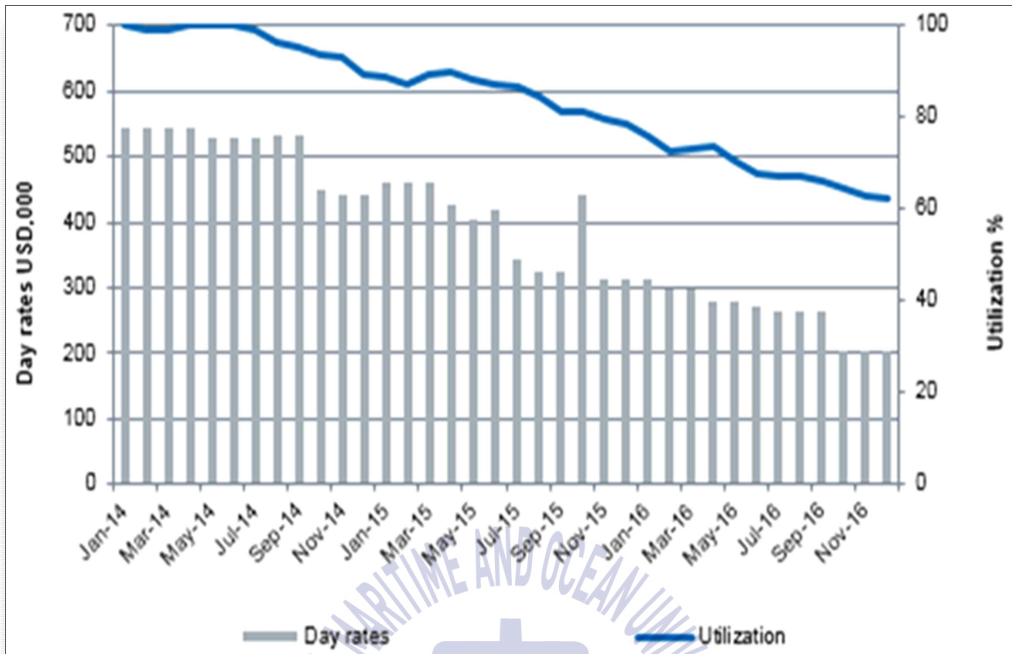
### ① 반잠수식 시추선(Semi-submersible rig) 용선 비용

시추설비 용선 비용은 국제유가와 세계 시추선 계약률(Rig utilization rate)과 연동하여 불규칙하게 변하며 반잠수식 시추선(Semi-submersible rig)이 시추선(Drillship)보다 170,000USD/Day 정도나 용선 비용이 낮기 때문에 2016년 11월 기준 수심 7,500 피트(약 2,200미터) 이하급의 반잠수식 시추선으로 선정하였고 그 용선비는 260,000 USD/Day로 산정하였다.



출처: IHS Market 2017

<그림 5-1> 7,500 피트 이하 반잠수식 시추선 계약율과 일일용선료

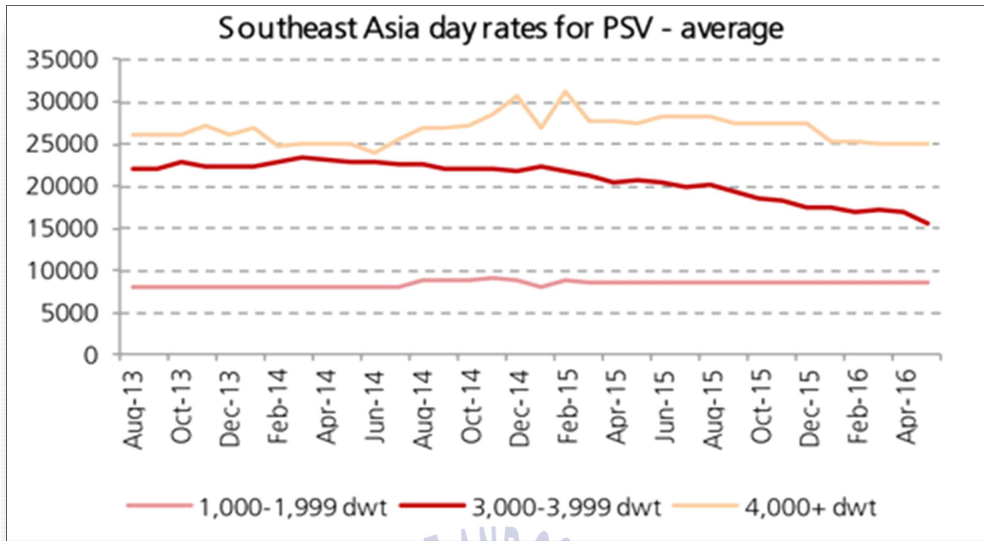


출처: IHS Market 2017

<그림 5-2> 7,500 피트 이하 시추선(Drillship) 계약율과 일일용선료

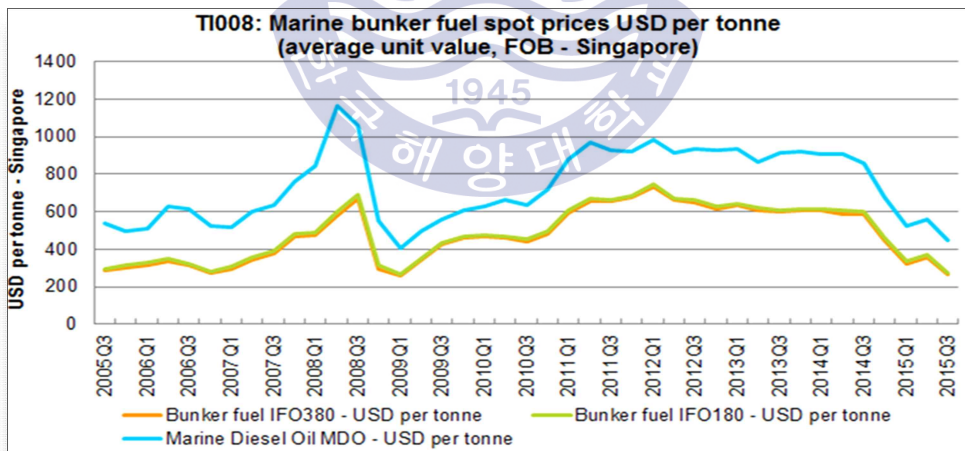
② 4,000 dwt급 PSV 용선료 및 운영비용

용선되는 반잠수식 시추선(Semi-submersible rig)의 작업 지원과 육상 자재 이송 및 Stand-by vessel 기능을 위해 2척의 4,000 dwt급 PSV(Project Support Vessel)를 사용하며 이에 대한 운영 선원들을 포함한 4,000 dwt급 PSV 용선료는 2016년 11월 기준 15,000USD/Day로 산정하였다. PSV에 사용되는 연료는 부산항에서 주작-1 광구까지의 거리 약 150Km 기준으로 적용하고 2015년 통계 시추 사례의 연료 소모량을 반영하여 2015년 국제 MGO 가격 기준으로 산정하였다.



출처: IHS Petrodata DBS Bank

<그림 5-3> 동남아시아 PSV 일일용선료 평균 시세



출처: Bunker World

<그림 5-4> 톤당 Marine Diesel Oil 국제 가격 평균 시세

③ 시추심도 1,800미터급 Well head 설치비용

Well head 설치를 위한 Conductor Pipe, Surface casing pipe, Intermediate casing pipe, Well head 자재비와 설치에 필요한 Mud 및 시멘트 비용에 대해 해외 전문 기업인 Schlumberger에서 받은 2016년도 견적을 기준으로 산정하였다.

④ 선박대리점 및 육상 지원 기지 운영비용

2015년도 홍계 광구 시추 사업에서 발생한 경비를 기준으로 산정하였다.

2) 유지비의 비용 추정(Test Well head 정비관리비)

Test Well head 정비비는 해당 설비 설치 후 진행되는 정기검사비용으로 어업 활동으로 정두시설에 영향을 미칠 것으로 예측이 되는 해저 침적 쓰레기 처리 비용과 지진 등으로 설치된 정두시설의 복원성과 안전성을 분석하는 비용 등이 포함되었다. 년 1회 정기적으로 검사하는 비용으로 반영한다.

정비를 위해서 임차하는 DSV(Diving Support Vessel)와 ROV(Remotely Operated Vehicle)의 용선과 전문 인력 및 정비 자재의 임대비가 포함되며, 주작-1 폐공 시추 시운전 사업 사례에서 발생했던 붉은 대게통발 제거 작업으로 2일이 소요되었던 상황과 기타 예측할 수 있는 해저 침적 쓰레기 제거를 위해 필요한 장비들의 임대비용 등을 반영하였다.

주작-1 폐공 시추 시운전 사업 사례에서 적용했던 정두시설의 복원성과 안정성을 평가하는 비용도 포함되었다. 해외에서 정비용 시설이나 인력을 조달할 경우 발생비용(\$)을 원화(\)로 전환한 비용이며 KRW기준은 환율 USD 1 = KRW 1,100으로 하였고 예상되는 연간 정비비는 27.7억원으로 추정된다.



<표 5-2> 주작-1 폐공 시운전 모델의 정비비 산출 근거

항 목	내 용	금 액(USD)
Diving/ROV support vessel 운영	용선료 Daily 25,500\$/Day × 총 작업기간 27일 ( 동원 및 철수-각 7일[13일]/정비작업-10일 선박 입출항 수속-각 1일[2일]/Contingency-2일)	688,500
	운영기간(27일) 중 연료유 ( 대기 2일 : 5m <sup>3</sup> x 2days = 10m <sup>3</sup> / 운항 13일 : 60m <sup>3</sup> x 13days = 780m <sup>3</sup> / 정비작업 10일 : 30m <sup>3</sup> x 10days = 300m <sup>3</sup> / Contingency 2일 : 60m <sup>3</sup> x 2days = 120m <sup>3</sup> ) - 총 1,210m <sup>3</sup> × MGO 450\$/m <sup>3</sup>	544,500
작업용 ROV 임대료	OCEANEERING 기준단가 적용 - 270 hp Work Class ROV System: 6,900\$/day - Observation Class ROV System: 3,335\$/day - 각 ROV 임대기간 27일 적용	276,345
ROV Operator 인건비	OCEANEERING 24시간 근무 기준단가 적용(총 (작업일 10일/Mob, Demob 4일 추가/총14일적용) - ROV Superintendent 1명 : 2,100\$/man day - ROV Supervisor 2명 : 1,925\$/man day - Mechanical Technician 4명 : 1,800\$/man day - Installation Engineer 4명 : 1,800\$/man day - Electronic Technician 4명 : 1,800\$/man day	385,700
정두시설주변 해저쓰레기 수거 장비 및 정비자재	- 해양폐기물전용 수거선 용선 - LBL(Long Base Line) 시스템/ USBL(Ultra-Short Base Line)시스템/로프 장착 비콘 장비 등 일체 - 광학용 수중 카메라와 수중모뎀이 구성된 투우 슬레드(Tow-Sled) 장비 임대 - 주작-1 폐공 사례(2일 예상) 비용 반영	500,000
정두시설 안전성 용역	- 지진 등으로 인한 정두시설 복원력 분석 - 정두시설 주변 토질 및 Wellhead 구조안전분석 - 주작-1 폐공 사례비용 반영(MCSKenny)	100,000
선박대리점	선박의 입, 출항 수속 해상운영인력교대 및 입, 출국수속 지원 기타 국내 선박운영허가 등	30,000
<b>총 합계(USD)</b>		<b>2,525,045</b>
<b>총 합계(KRW, 1USD = 1,100KRW/단위; 1,000원)</b>		<b>2,777,549</b>

### 3) 건설이자 GDP 반영

사업비 추정년도와 건설기간 동안 발생하는 건설 활동의 물가상승율을 한국은행의 건설이자 디플레이터(GDP)의 최근 5년 평균 2.034를 반영하였다.

<표 5-3> 건설이자 GDP

통계표	지수	상승률
2010	100.000	
2011	106.150	6.150
2012	108.378	2.228
2013	108.545	0.167
2014	110.016	1.471
2015	110.168	0.152
	5년 평균	2.034

출처 : 한국은행 경제통계시스템

### 4) 재투자비와 예비비

재투자비는 주작-1 폐공 Test Well head의 내용 년수를 10년으로 가정하고, 10년마다 재투자를 할 경우의 비용이다. 운영 10년차, 운영 20년차 2회 재투자를 하는 것으로 전제하며, 10년 후엔 10년간, 20년후에는 20년간의 건설이자 GDP율을 반영하였다. 예비비는 사업비와 재투자비, 정비비에 대해서 추정된 금액의 10%를 각각 반영하였다.

### 5) 설치비의 합계

주작-1 폐공 시운전 기반 구축 장치의 사업초기년도 설치비는 이미 설치가 되어 있기 때문에 반영할 필요가 없고 10년간 2회의 재투자비가 산정이 되며 그 합계는 55,450백만원으로 추정한다.

<표 5-4> 주작-1 폐공 시운전 모델의 설치비 합계 (단위 : 백만원)

년도	설치비									
	시추선 용선료	시추선 연료유	보급선 용선료	보급선 연료유	정두시설 설치비용	선박대리 점비용	육상지원 기지	소계 (a)	예비비 (a의10%)	합계
합계	28,643	5,517	1,502	3,821	6,069	304	4,553	50,409	5,041	55,450
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2027	12,908	2,486	677	289	2,735	137	2,052	21,284	2,128	23,412
2028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2029	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2031	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2033	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2034	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2035	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2037	15,735	3,031	825	3,532	3,334	167	2,501	29,125	2,913	32,038
2038	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2041	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2042	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2043	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2044	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2045	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2046	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6) 유지관리비의 합계

운영기간 30년 동안 예상되는 시추설비의 정비비(연1회)는 91,659백만원으로 추정된다.

<표 5-5> 주작-1 폐공 시운전 모델의 정비비 합계(단위 : 백만원)

년도	정비관리비							
	DSV ROV 용선료	정비 선박 연료비	전문인력 공급	정비자재/ 안전평가	선박대리점 비용	소계 (a)	예비비 (a의 10%)	합계
<b>합계</b>	<b>31,840</b>	<b>17,969</b>	<b>12,728</b>	<b>19,800</b>	<b>990</b>	<b>83,326</b>	<b>8,333</b>	<b>91,659</b>
2017	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2018	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2019	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2020	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2021	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2022	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2023	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2024	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2025	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2026	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2027	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2028	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2029	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2030	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2031	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2032	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2033	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2034	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2035	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2036	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2037	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2038	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2039	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2040	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2041	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2042	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2043	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2044	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2045	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055
2046	1,061	599	424	660	33	2,778	278	3,055

## 2. 사업운영을 통한 매출 및 편익의 추정

### 1) 발생 가능한 총 매출의 추정

매출은 국내에서 해양 시추설비가 통합 시운전을 하였을 때 발생할 수 있는 국내 기업의 모든 매출을 대상으로 하고 예상할 수 있는 매출 항목은 과거 주작 시추 사업과 흥계 시추 사업, 주작-1폐공 시운전 사업을 기준으로 추정한다. 매출 항목에는 한국해양수산개발원이 제시한 어업 보상금액과 보험료 등이 포함되고 시추 회수당 할인율이 적용된 정두시설사용료, 통합 시운전을 지원하기 위한 PSV 용선료와 그 유류대금, 헬리콥터 지원 서비스, 릴로케이션 서비스, 청수 및 부식 공급, 폐기물 처리 비용, 전문인력 공급, 선박대리점업무 비용, 선급검사비용으로 추정하며 시추 1회에 총 9,266 백만원으로 추정한다.

<표 5-6> 발생 가능한 총 매출의 추정

구분	금액(원)	추정 근거
정두시설 사용료	2,264,900,000	한국해양수산개발원 연구용역 산정표(2회로 산정) (1회: 3,813,700,000/2회: 2,264,900,000/ 3회: 1,747,900,000/4회: 1,489,400,000 )
PSV 용선료	1,089,000,000	용선료 15,000\$/Day × 총 운영기간 33일 × 2척 ( 동원/철수-각 7일[14일]/시추작업-15일/ 선박 입출항 수속-각 1일[2일]/Contingency-2일)
헬리콥터지원	1,800,000,000	33일*3회/일*2시간/회= 198시간(흥계 견적 베이스)
릴로케이션	800,000,000	숙소, 차량, 호텔, 교육훈련, 픽업 등(33일 기준)
청수공급	50,000,000	약 4,350톤(흥계 시추 베이스)
시추선과 PSV 유류대	2,200,000,000	운영기간(33일) 중 시추선과 PSV 연료유 ( Mob/Demob 유류대는 용선료에 포함, 흥계 기준 약 2,000KL 사용 산정)
기타부품공급	260,000,000	Mud, Drill pipe, 기타 부품류 보관 공급 비용
폐기물 처리 비용	232,100,000	약 1,500톤 머드 육상 지정 폐기 비용 산정
전문인력공급	400,000,000	42명(항공운항 및 승객관리, 안전요원 등) 산정
선박대리점업무	70,000,000	선원교대 및 수속업무 25회 베이스 등
선급검사업무	100,000,000	주작-1 폐공 시운전 사례비용 산정
합계		9,266,000,000

2) 총 편익의 추정

연간 2회의 시추 시험을 가정하고 B/C ratio=1.0 이상인 최소 매출이익률 26%를 적용하고 운영기간 30년의 총편익을 추정하면 144,550백만원이다.

<표 5-7> 주작-1 폐공 시운전 모델의 편익 합계(단위 : 백만원)

년도	합계	정두 시설 사용료	PSV 용선 료	헬리콥 터지원	릴로케 이션	청수 공급	시추선/ PSV 유류공급	기타부 품공급	폐기물 처리	인력 공급	선박 대리점 업무	선급검 사업무
<b>합계</b>	<b>144,550</b>	<b>35,332</b>	<b>16,988</b>	<b>28,080</b>	<b>12,480</b>	<b>780</b>	<b>34,320</b>	<b>4,056</b>	<b>3,621</b>	<b>6,240</b>	<b>1,092</b>	<b>1,560</b>
2017	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2018	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2019	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2020	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2021	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2022	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2023	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2024	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2025	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2026	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2027	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2028	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2029	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2030	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2031	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2032	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2033	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2034	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2035	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2036	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2037	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2038	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2039	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2040	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2041	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2042	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2043	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2044	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2045	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52
2046	4,818	1,178	566	936	416	26	1,144	135	121	208	36	52

### 3. 비용과 편익의 현금 흐름 분석 및 경제성 평가의 결과

#### 1) 비용과 편익의 현금 흐름 분석

주작-1 폐공 시운전 구축 장치에 대해서 30년 운영을 적용한 현금흐름을 분석한 결과 불변가치 -2,560백만원 순편익, 현재가치 2,224백만원 순편익이 추정된다.

<표 5-8> 주작-1 폐공 시운전 모델의 편익-비용 현금흐름 추정(단위:백만원)

년도	불변가치			할인율 5.5%	현재가치		
	비용	편익	편익-비용	할인지수	편익	비용	편익-비용
<b>합계</b>	<b>147,109</b>	<b>144,550</b>	<b>-2,560</b>	<b>5.5%</b>	<b>70,028</b>	<b>67,804</b>	<b>2,224</b>
2017	3,055	4,818	1,763	0.948	4,567	2,896	1,671
2018	3,055	4,818	1,763	0.898	4,329	2,745	1,584
2019	3,055	4,818	1,763	0.852	4,103	2,602	1,501
2020	3,055	4,818	1,763	0.807	3,889	2,466	1,423
2021	3,055	4,818	1,763	0.765	3,687	2,338	1,349
2022	3,055	4,818	1,763	0.725	3,494	2,216	1,279
2023	3,055	4,818	1,763	0.687	3,312	2,100	1,212
2024	3,055	4,818	1,763	0.652	3,140	1,991	1,149
2025	3,055	4,818	1,763	0.618	2,976	1,887	1,089
2026	3,055	4,818	1,763	0.585	2,821	1,789	1,032
2027	26,467	4,818	-21,649	0.555	2,674	14,687	-12,013
2028	3,055	4,818	1,763	0.526	2,534	1,607	927
2029	3,055	4,818	1,763	0.499	2,402	1,523	879
2030	3,055	4,818	1,763	0.473	2,277	1,444	833
2031	3,055	4,818	1,763	0.448	2,158	1,369	790
2032	3,055	4,818	1,763	0.425	2,046	1,297	749
2033	3,055	4,818	1,763	0.402	1,939	1,230	710
2034	3,055	4,818	1,763	0.381	1,838	1,165	673
2035	3,055	4,818	1,763	0.362	1,742	1,105	637
2036	3,055	4,818	1,763	0.343	1,651	1,047	604
2037	35,093	4,818	-30,275	0.325	1,565	11,400	-9,835
2038	3,055	4,818	1,763	0.308	1,484	941	543
2039	3,055	4,818	1,763	0.292	1,406	892	515
2040	3,055	4,818	1,763	0.277	1,333	845	488
2041	3,055	4,818	1,763	0.262	1,264	801	462
2042	3,055	4,818	1,763	0.249	1,198	759	438
2043	3,055	4,818	1,763	0.236	1,135	720	415
2044	3,055	4,818	1,763	0.223	1,076	682	394
2045	3,055	4,818	1,763	0.212	1,020	647	373
2046	3,055	4,818	1,763	0.201	967	613	354

## 2) 경제성 분석의 결과

2014년도 예비타당성조사 연구보고서 「항만부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판)」을 기초로 하여 전제조건을 설정하여 순현재가치와 내부수익율, 비용편익비율을 분석하였다. 연간 시추횟수는 2회, 매출이익률은 26%, 사회적 할인율은 5.5%, 사업기간은 30년, 물가상승률은 2.1%이었을 때, 비용편익비율(B/C Ratio)은 1.03으로 경제적 타당성 기준인 '1'을 충족하고 비용의 현재가치는 67,804백만원, 편익의 현재가치는 70,028백만원으로 이를 합한 순현재가치(NPV)는 2,224백만원이다. 내부수익율은 2.52%로 시장수익률보다는 낮은 결과가 도출되었다.

<표 5-9> 주작 -1 폐공 통합시운전 모델의 경제성 분석 결과

구분	결과값	기준
편익의 현재가치(A)	70,028 백만원	
비용의 현재가치(B)	67,804 백만원	
NPV(A-B)	2,224백만원	NPV>1원
IRR	2.52%	
B/C (A/B)	1.03	B/C≥1



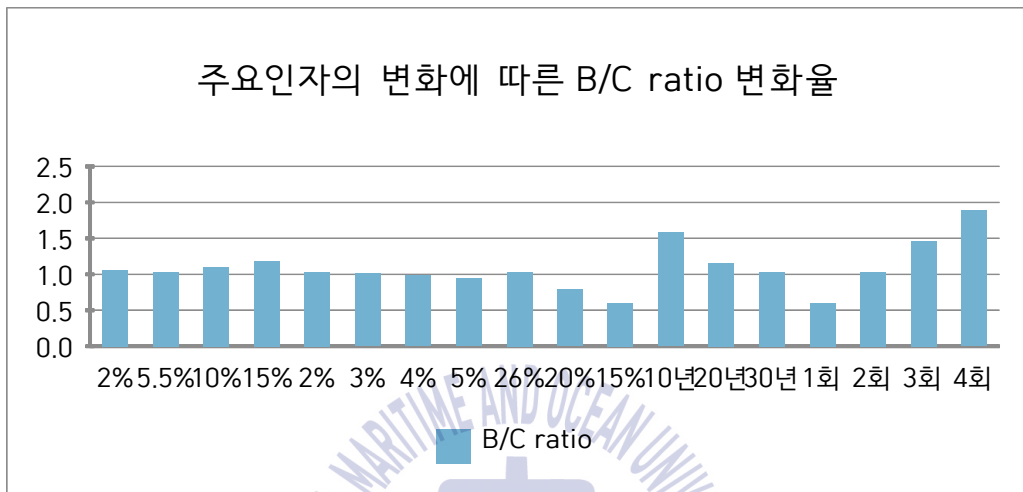
#### 4. 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델의 민감도 분석

경제성 분석에 영향을 미칠 수 있는 연간 시추 시운전 횟수, 매출이익률, 사회적 할인율, 사업기간, 물가상승률의 변화에 대해 민감도 분석을 실시하였다. 할인율은 선행 연구를 통해 추정할 수 있는 2%, 5.5%, 10%, 15%의 변화를 통해 비용편익비율(B/C ratio)과 순현재가치(NPV)의 반응 정도를 점검하였다. 동일한 방법으로 물가상승률은 2%, 3%, 4%, 5%의 변화, 매출이익률은 15%, 20%, 26%의 변화, 사업기간은 10년, 20년, 30년의 변화, 연간 시추횟수는 1회, 2회, 3회, 4회의 변화에 대해 경제성 분석의 민감도를 측정하였다.

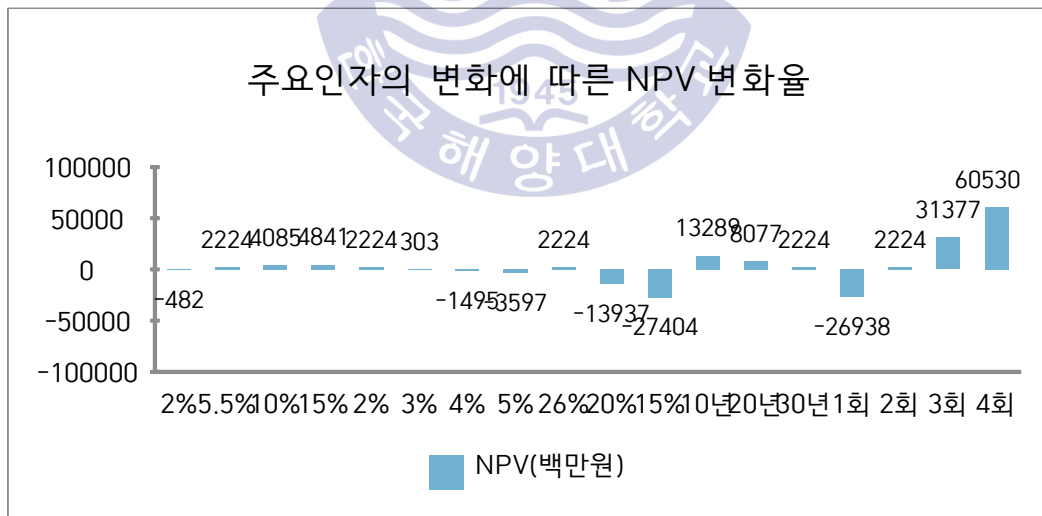
<표 5-10> 주작 -1 폐공 통합시운전 모델의 민감도 분석

구 분	할인율	NPV(백만원)	IRR(%)	B/C ratio
할인율	2%	-482	2.52	1.06
	5.5%	2,224	2.52	1.03
	10%	4,085	2.52	1.10
	15%	4,841	2.52	1.18
물가상승률	2%	2,224	2.52	1.03
	3%	303	6.3	1.01
	4%	-1495	0.56	0.98
	5%	-3597	-6.14	0.94
매출이익률	26%	2,224	2.52	1.03
	20%	-13,937	22.95	0.79
	15%	-27,404	-	0.60
사업기간	10년	13,289	-	1.58
	20년	8,077	-	1.16
	30년	2,224	2.52	1.03
연간시추 횟수	1회	-26,938	-	0.60
	2회	2,224	2.52	1.03
	3회	31,377	-	1.46
	4회	60,530	-	1.89

<그림 5-5>, <그림 5-6>과 같이 비용편익비율(B/C ratio)의 변화율과 순현재 가치(NPV)의 변화율에 있어서 매출이익률과 연간시추횟수의 변화에 민감하게 반응하는 것을 확인할 수 있다.



<그림 5-5> 주요인자의 변화에 대한 B/C ratio 변화율



<그림 5-6> 주요인자의 변화에 대한 NPV 변화율

따라서 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델에 있어서 매출이익률과 연간 시추 횟수의 관리가 중요함을 알 수 있다.

민감도 분석을 통해 주작-1 폐공 통합 시운전 사업 모델을 사용하기 위해서는 <표 5-11>과 같이 연간 시추 시운전의 횟수가 1회인 경우는 최소 매출이익률이 44% 이상이어야 하고 2회인 경우는 26%, 3회인 경우는 18%, 4회인 경우는 14% 이상이어야 경제성이 있는 것으로 나타난다.

<표 5-11> 주작-1 폐공 모델의 시운전횟수에 따른 최소 매출이익률

연간 시추 시운전 횟수	매출이익률	NPV	IRR	B/C ratio
1회	44%	1,355	3.79%	1.02
2회	26%	2,224	2.52%	1.03
3회	18%	860	4.44%	1.01
4회	14%	1,299	3.87%	1.02

시장에서 용인되는 적합한 매출 이익률이 10~20%인 점을 감안하면 주작-1 폐공 시추 시운전 모델은 연간 4회 이상의 시추 시험이 실시되어야 경제성이 있는 것으로 파악된다.

주작-1 폐공을 활용하여 통합시운전을 연간 4회 실시한다는 전제하에서 2016년도 한국은행이 발표한 우리나라 서비스산업의 평균 매출이익률 6%부터 예술, 스포츠, 여가서비스업의 평균 매출이익률 16%까지를 반영하여 경제성 분석을 실시하면 <표 5-12>와 같으며, 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델은 연간 4회의 시운전을 가정하였을 때, 매출이익률이 14%이상 확보되어야 경제성이 있는 것으로 분석이 된다.

<표 5-12> 주작-1 폐공 모델의 4회 시운전 가정하 분석 결과

4회가정한 매출이익률	NPV	B/C ratio	IRR
6%	-38,189	0.44	-
10%	-18,445	0.73	34.04%
14%	1,299	1.02	3.87
16%	11,171	1.16	-



## 제2절 수심 150미터급 통합시운전 사업 모델의 경제성 분석

수심 150미터급 시운전 모델의 경제성 분석은 Dynamic positioning(DP) 기능이 없어 AHTS의 도움을 필요로 하는 Jack-up rig와 자항력이 없는 반잠수식 시추선(최근에는 신조선으로 건조되지 않을 것으로 추정됨)에 대한 분석과 DP 기능과 자항력이 있는 반잠수식 시추선과 Drillship에 대한 분석으로 나누어 볼 필요가 있다.

### 1. 수심 150미터급 Jack-up rig의 경제성 분석

#### 1) 수심 150미터급 시운전 전용 테스트베드 설치비용

<표 4-6>과 같이 수심 150미터급 시운전 전용 테스트베드를 설치하기 위해 싱가포르에서 반잠수식 시추선(Semi-Submersible Rig)과 시운전 업무를 보조할 지원 선박 2척을 임대할 경우의 발생비용(\$)을 원화(\)로 전환한 비용과 테스트베드 설치에 필요한 Well head, Conduct Pipe, Casing Pipe 등 자재 구매 및 설치비용 등이 포함되었다. 작업기한은 33일로 설정하였으며 이와 관련한 국내 법규 및 요구사항은 없다. KRW기준은 환율 USD 1 = KRW 1,100이며 1회 설치비용은 약 73.6억원으로 추정된다.

#### 2) 건설이자 GDP 반영

사업비 추정년도와 건설기간 동안 발생하는 건설 활동의 물가상승율을 한국은행의 건설이자 디플레이터(GDP)의 최근 5년 평균 2.034를 반영하였다.

### 3) 유지비 : Test Well head 정비관리비

Test Well head 정비비는 해당 설비 설치후 진행되는 정기검사비용으로 어업 활동으로 정두시설에 영향을 미칠 것으로 예측이 되는 해저 침적 쓰레기 처리 비용과 지진 등으로 설치된 정두시설의 복원성과 안전성을 분석하는 비용등이 포함되었다. 년 1회 정기적으로 검사하는 비용으로 반영한다. 정비를 위해서 입차하는 DSV(Diving Support Vessel)와 ROV(Remotely Operated Vehicle)의 용선과 전문 인력 및 정비 자재의 임대비가 포함되며, 주작-1 폐공 시추 시운전 사업 사례에서 발생했던 붉은 대게통발 제거 작업으로 2일이 소요되었던 상황과 기타 예측할 수 있는 해저 침적 쓰레기 제거를 위해 필요한 장비들의 임대비용 등을 반영하였다.

예상되는 연간 정비비는 25.1억원으로 추정된다.



<표 5-13> 수심 150미터 Test Well head 정비비

항 목	내 용	금액(USD)
Diving/ROV support vessel 운영	용선료 Daily 25,500\$/Day × 총 작업기간 27일 ( 동원 및 철수-각 7일[13일]/정비작업-10일 선박 입출항 수속-각 1일[2일]/Contingency-2일)	688,500
	운영기간(27일) 중 연료유 ( 대기 2일 : 5m³ x 2days = 10m³ / 운항 13일 : 60m³ x 13days = 780m³ / 정비작업 10일 : 30m³ x 10days = 300m³ / Contingency 2일 : 60m³ x 2days = 120m³) - 총 1,210m³ × MGO 450\$/m³	544,500
작업용 ROV 임대료	OCEANEERING 기준단가 적용(27일 적용) - 270 hp Work Class ROV System: 6,900\$/day	186,300
ROV Operator 인건비	OCEANEERING 24시간 근무 기준단가 적용(총 (작업일 10일/Mob, Demob 4일 추가/총14일적용) - ROV Superintendent 1명 : 2,100\$/man day - ROV Supervisor 2명 : 1,925\$/man day - Mechanical Technician 2명 : 1,800\$/man day - Installation Engineer 2명 : 1,800\$/man day - Electronical Technician 2명 : 1,800\$/man day	234,500
정두시설주변 해저쓰레기 수거 장비 및 정비자재	- 해양폐기물전용 수거선 용선 - LBL(Long Base Line) 시스템/ USBL(Ultra-Short Base Line)시스템/로프 장착 비콘 장비 등 일체 - 광학용 수중 카메라와 수중모뎀이 구성된 토우 슬레드(Tow-Sled) 장비 임대 - 주작-1 폐공 사례(2일 예상) 비용 반영	500,000
정두시설 안전성 용역	- 지진등으로 인한 정두시설 복원력 분석 - 정두시설 주변 토질 및 Wellhead 구조안전분석 - 주작-1 폐공 사례비용 반영(MCSKenny)	100,000
선박대리점	- 선박의 입, 출항 수속 - 해상운영인력교대 및 입, 출국수속 지원 - 기타 국내 선박운영허가 등	30,000
<b>총 합계(USD)</b>		<b>2,283,800</b>
<b>총 합계(KRW, 1USD = 1,100KRW)(천원)</b>		<b>2,512,180</b>

4) 재투자비

재투자비는 수심 200미터 Test Well head의 내용년수를 10년으로 가정하고, 10년마다 재투자를 할 경우의 비용이다. 운영 10년차, 운영 20년차 2회 재투자를 하는 것으로 전제하며, 10년후엔 10년간, 20년 후에는 20년간의 건설이자 GDP율을 반영하였다.

5) 예비비

예비비는 사업비와 재투자비, 정비비에 대해서 추정된 금액의 10%를 각각 반영하였다.

<표 5-14> 수심 150미터 Test Well head 사업 예비비

항목	예비비(백만원)	비고
최초 사업비	2,295	
10년차 재투자비	2,854	건설이자 GDP 반영
20년차 재투자비	3,479	건설이자 GDP 반영
년간 정비비	438	매년

6) 비용 합계

시추설비 1차년에 추정되는 비용은 10,860백만원이다.

<표 5-15> 수심 150미터 Test Well head 설비비용(1년차)(단위 : 백만원)

합계	사업비		유지관리비	
	설치비	예비비	정비비	예비비
10,860	7,361	736	2,512	251



7) 비용 합계

- 설치비 : 시추설비 설치비와 2회의 재투자비의 합계는 30,439 백만원으로 추정한다.

<표 5-16> 수심 150미터 Test Well head설치비 합계 (단위 : 백만원)

년도	설치비								
	시추선 용선료	보급선 용선료	보급선 연료유	정두시설 설치비용	선박대리 점비용	육상지원 기지	소계 (a)	예비비 (a의10%)	합계
<b>합계</b>	<b>9,552</b>	<b>2,729</b>	<b>1,745</b>	<b>7,029</b>	<b>413</b>	<b>6,202</b>	<b>27,671</b>	<b>2,767</b>	<b>30,439</b>
2017	2,541	726	464	1,870	110	1,650	7,361	736	8,097
2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2026	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2027	3,159	903	577	2,325	137	2,052	9,153	915	10,068
2028	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2029	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2030	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2031	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2032	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2033	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2034	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2035	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2036	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2037	3,851	1,100	704	2,834	167	2,501	11,157	1,116	12,273
2038	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2039	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2040	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2041	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2042	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2043	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2044	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2045	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2046	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- 유지관리비 : 운영기간 30년 동안 예상되는 시추설비의 정비비(연1회)는 82,902백만원으로 추정하였다.

<표 5-17> 수심 150미터 Test Well head 정비비 합계(단위 : 백만원)

년도	정비관리비							
	DSV ROV 용선료	정비 선박 연료비	전문인력 공급	정비자재/ 안전평가	선박대리점 비용	소계 (a)	예비비 (a의 10%)	합계
<b>합계</b>	<b>28,868</b>	<b>17,969</b>	<b>7,739</b>	<b>19,800</b>	<b>990</b>	<b>75,101</b>	<b>7,510</b>	<b>82,902</b>
2017	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2018	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2019	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2020	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2021	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2022	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2023	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2024	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2025	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2026	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2027	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2028	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2029	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2030	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2031	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2032	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2033	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2034	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2035	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2036	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2037	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2038	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2039	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2040	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2041	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2042	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2043	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2044	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2045	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763
2046	962	599	258	660	33	2,512	251	2,763

8) 편익의 추정

① 총 매출의 추정

매출 항목은 과거 주작 시추 사업과 흥계 시추 사업, 주작-1폐공 시운전 사업을 기준으로 추정한다. 매출 항목에는 한국해양수산개발원이 제시한 어업 보상금액과 보험료 등이 포함되고 시추 회수당 할인율이 적용된 정두시설사용료, 통합 시운전을 지원하기 위한 PSV 용선료와 그 유류대금, 헬리콥터 지원 서비스, 릴로케이션 서비스, 청수 및 부식 공급, 폐기물 처리 비용, 전문인력 공급, 선박대리점업무 비용, 선급검사비용으로 추정하며 1회의 매출은 약 7,167백만원으로 추정한다.

<표 5-18> 발생 가능한 총 매출의 추정(Jack-up rig)

구분	금액(원)	추정 근거
정두시설 사용료	2,264,900,000	한국해양수산개발원 연구용역 산정표(2회로 산정) (1회: 3,813,700,000/2회: 2,264,900,000/ 3회: 1,747,900,000/4회: 1,489,400,000 )
AHTS 용선료	726,000,000	용선료 15,000\$/Day × 총 운영기간 33일 × 2척 ( 동원/철수-각 7일[14일]/시추작업-15일/ 선박 입출항 수속-각 1일[2일]/Contingency-2일)
헬리콥터지원	1,800,000,000	33일*3회/일*2시간/회= 198시간(흥계 견적 베이스)
릴로케이션	800,000,000	숙소, 차량, 호텔, 교육훈련, 픽업 등(33일 기준)
청수공급	50,000,000	약 4,350톤(흥계 시추 베이스)
AHTS 유류대	464,310,000	운영기간(33일) 중 AHTS 연료유 ( Mob/Demob 유류대는 용선료에 포함, 흥계 기준 약 460KL 사용 산정)
기타부품공급	260,000,000	Mud, Drill pipe, 기타 부품류 보관 공급 비용
폐기물 처리 비용	232,100,000	약 1,500톤 머드 육상 지정 폐기 비용 산정
전문인력공급	400,000,000	42명(항공운항 및 승객관리, 안전요원 등) 산정
선박대리점업무	70,000,000	선원교대 및 수속업무 25회 베이스 등
선급검사업무	100,000,000	주작-1 폐공 시운전 사례비용 산정
합계		7,167,310,000

② 매출이익율 적용, 편익 추정과 총 편익

편익은 NPV, IRR, B/C ratio 사전 분석을 통해 경제성이 있는 매출이익률 28%를 반영하고 연간 2회 회수, 30년간 운영 총편익은 <표 5-19>와 같다.

<표 5-19> 수심 150미터급 모델(Jack-up rig)의 편익 합계(단위 : 백만원)

년도	합계	정두 시설 사용료	AHTS 용선 료	헬리콥 터지원	릴로케 이션	청수 공급	AHTS 유류공급	기타부 품공급	폐기물 처리	인력 공급	선박 대리점 업무	선급검 사업무
합계	120,411	38,050	12,197	30,240	13,440	840	7,800	4,368	3,899	6,270	1,176	1,680
2017	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2018	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2019	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2020	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2021	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2022	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2023	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2024	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2025	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2026	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2027	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2028	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2029	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2030	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2031	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2032	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2033	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2034	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2035	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2036	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2037	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2038	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2039	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2040	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2041	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2042	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2043	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2044	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2045	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56
2046	4,014	1,268	407	1,008	448	28	260	146	130	224	39	56

9) 비용과 편익의 현금 흐름 분석

30년 운영을 적용한 현금흐름을 분석한 결과 불변가치 7,070백만원 순편익, 현재가치 922백만원 순편익이 추정된다.

<표 5-20> 수심 150미터급 모델(재업)의 편익-비용 현금흐름 추정(단위:백만원)

년도	불변가치			할인율 5.5%	현재가치		
	비용	편익	편익-비용	할인지수	편익	비용	편익-비용
<b>합계</b>	<b>113,341</b>	<b>120,411</b>	<b>7,070</b>	<b>5.5%</b>	<b>58,334</b>	<b>57,412</b>	<b>922</b>
2017	10,861	4,014	-6,847	0.948	3,804	10,295	-6,490
2018	2,763	4,014	1,250	0.898	3,606	2,483	1,123
2019	2,763	4,014	1,250	0.852	3,418	2,353	1,065
2020	2,763	4,014	1,250	0.807	3,240	2,231	1,009
2021	2,763	4,014	1,250	0.765	3,071	2,114	957
2022	2,763	4,014	1,250	0.725	2,911	2,004	907
2023	2,763	4,014	1,250	0.687	2,759	1,900	859
2024	2,763	4,014	1,250	0.652	2,615	1,801	815
2025	2,763	4,014	1,250	0.618	2,479	1,707	772
2026	2,763	4,014	1,250	0.585	2,350	1,618	732
2027	12,832	4,014	-8,818	0.555	2,227	7,120	-4,893
2028	2,763	4,014	1,250	0.526	2,111	1,453	658
2029	2,763	4,014	1,250	0.499	2,001	1,378	623
2030	2,763	4,014	1,250	0.473	1,897	1,306	591
2031	2,763	4,014	1,250	0.448	1,798	1,238	560
2032	2,763	4,014	1,250	0.425	1,704	1,173	531
2033	2,763	4,014	1,250	0.402	1,615	1,112	503
2034	2,763	4,014	1,250	0.381	1,531	1,054	477
2035	2,763	4,014	1,250	0.362	1,451	999	452
2036	2,763	4,014	1,250	0.343	1,376	947	429
2037	15,036	4,014	-11,023	0.325	1,304	4,885	-3,581
2038	2,763	4,014	1,250	0.308	1,236	851	385
2039	2,763	4,014	1,250	0.292	1,171	807	365
2040	2,763	4,014	1,250	0.277	1,110	765	346
2041	2,763	4,014	1,250	0.262	1,053	725	328
2042	2,763	4,014	1,250	0.249	998	687	311
2043	2,763	4,014	1,250	0.236	946	651	295
2044	2,763	4,014	1,250	0.223	896	617	279
2045	2,763	4,014	1,250	0.212	850	585	265
2046	2,763	4,014	1,250	0.201	805	554	251

## 10) 경제성 분석 결과

경제성 분석 결과, 비용편익비율(B/C Ratio)은 1.02이며, 경제적 타당성 기준인 '1'을 충족하고 비용의 현재가치는 57,412백만원, 편익의 현재가치는 58,334백만원이며 이를 합한 순현재가치(NPV)는 922백만원이다.

<표 5-21> 수심 150미터급 모델(Jack-up rig)의 경제성 분석 결과

구분	결과값	기준
편익의 현재가치(A)	58,334 백만원	
비용의 현재가치(B)	57,412 백만원	
NPV(A-B)	922백만원	NPV>1원
IRR	7.51%	
B/C (A/B)	1.02	B/C≥1

## 2. 수심 150미터급 Semi-sub. rig와 Drillship의 경제성 분석

DP 기능과 자항력이 있는 Semi-submersible rig와 Drillship의 매출 규모는 유사하기 때문에 동일 분류로 경제성 분석을 실시한다. 수심 150미터급 시운전 모델의 구축 비용과 유지관리비 비용등은 1) Jack-up rig의 경제성 분석 자료와 동일하여 생략하며 편익 자료와 경제성 분석 결과는 다음과 같다.

### 1) 총 매출의 추정

매출 항목은 과거 주작 시추 사업과 홍계 시추 사업, 주작-1폐공 시운전 사업을 기준으로 추정하며 Jack-up rig와 달리 PSV 2척에 대한 용선료가 변동되며 자항력이 있는 Semi-submersible rig와 Drillship이기 때문에 시추선에 대

한 유류 비용이 추가되고 주작-1 폐공보다 거리가 약 70% 정도 줄기 때문에 시추선과 PSV의 유류대는 적게 산정된다. 총 매출은 1회당 9,046백만원으로 추정된다.

<표 5-22> 발생 가능한 총 매출의 추정(Drillship등)

구분	금 액(원)	추정 근거
정두시설 사용료	2,264,900,000	한국해양수산개발원 연구용역 산정표(2회로 산정) (1회: 3,813,700,000/2회: 2,264,900,000/ 3회: 1,747,900,000/4회: 1,489,400,000 )
PSV 용선료	1,089,000,000	용선료 15,000\$/Day × 총 운영기간 33일 × 2척 ( 동원/철수-각 7일[14일]/시추작업-15일/ 선박 입출항 수속-각 1일[2일]/Contingency-2일)
헬리콥터지원	1,800,000,000	33일*3회/일*2시간/회= 198시간(홍계 견적 베이스)
릴로케이션	800,000,000	숙소, 차량, 호텔, 교육훈련, 픽업 등(33일 기준)
청수공급	50,000,000	약 4,350톤(홍계 시추 베이스)
시추선과 PSV 유류대	1,980,000,000	운영기간(33일) 중 시추선과 PSV 연료유 ( Mob/Demob 유류대는 용선료에 포함, 홍계 기준 약 1,800KL 사용 산정)
기타부품공급	260,000,000	Mud, Drill pipe, 기타 부품류 보관 공급 비용
폐기물 처리 비용	232,100,000	약 1,500톤 머드 육상 지정 폐기 비용 산정
전문인력공급	400,000,000	42명(항공운항 및 승객관리, 안전요원 등) 산정
선박대리점업무	70,000,000	선원교대 및 수속업무 25회 베이스 등
선급검사업무	100,000,000	주작-1 폐공 시운전 사례비용 산정
합계		9,046,000,000

2) 매출이익을 적용, 편익 추정과 총 편익

편익은 NPV, IRR, B/C ratio 사전 분석을 통해 경제성이 있는 매출이익률 22%를 반영하고 연간 2회 회수 적용한 30년간 운영 총편익은 아래와 같다.

<표 5-23> 수심 150미터-시추선 시운전의 편익 합계(단위 : 백만원)

년도	합계	정두 시설 사용료	PSV 용선 료	헬리콥 터지원	릴로케 이션	청수 공급	시추선/ PSV 유류공급	기타부 품공급	폐기물 처리	인력 공급	선박 대리점 업무	선급검 사업무
합계	119,407	29,897	14,375	23,760	10,560	660	26,136	3,432	3,064	5,280	924	1,320
2017	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2018	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2019	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2020	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2021	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2022	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2023	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2024	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2025	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2026	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2027	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2028	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2029	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2030	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2031	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2032	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2033	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2034	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2035	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2036	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2037	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2038	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2039	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2040	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2041	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2042	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2043	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2044	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2045	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44
2046	3,980	997	479	792	352	22	871	114	102	176	31	44



3) 비용과 편익의 현금 흐름 분석

30년 운영을 적용한 현금흐름을 분석한 결과 불변가치 6,067백만원 순편익, 현재가치 436백만원 순편익이 추정된다.

<표 5-24> 수심 150미터급 시운전 모델의 편익-비용 현금흐름 추정(단위:백만원)

년도	불변가치			할인율 5.5%	현재가치		
	비용	편익	편익-비용	할인지수	편익	비용	편익-비용
<b>합계</b>	<b>113,341</b>	<b>119,407</b>	<b>6,067</b>	<b>5.5%</b>	<b>57,848</b>	<b>57,412</b>	<b>436</b>
2017	10,861	3,980	-6,881	0.948	3,773	10,295	-6,522
2018	2,763	3,980	1,217	0.898	3,576	2,483	1,093
2019	2,763	3,980	1,217	0.852	3,390	2,353	1,036
2020	2,763	3,980	1,217	0.807	3,213	2,231	982
2021	2,763	3,980	1,217	0.765	3,045	2,114	931
2022	2,763	3,980	1,217	0.725	2,887	2,004	883
2023	2,763	3,980	1,217	0.687	2,736	1,900	837
2024	2,763	3,980	1,217	0.652	2,594	1,801	793
2025	2,763	3,980	1,217	0.618	2,458	1,707	752
2026	2,763	3,980	1,217	0.585	2,330	1,618	712
2027	12,832	3,980	-8,851	0.555	2,209	7,120	-4,912
2028	2,763	3,980	1,217	0.526	2,094	1,453	640
2029	2,763	3,980	1,217	0.499	1,984	1,378	607
2030	2,763	3,980	1,217	0.473	1,881	1,306	575
2031	2,763	3,980	1,217	0.448	1,783	1,238	545
2032	2,763	3,980	1,217	0.425	1,690	1,173	517
2033	2,763	3,980	1,217	0.402	1,602	1,112	490
2034	2,763	3,980	1,217	0.381	1,518	1,054	464
2035	2,763	3,980	1,217	0.362	1,439	999	440
2036	2,763	3,980	1,217	0.343	1,364	947	417
2037	15,036	3,980	-11,056	0.325	1,293	4,885	-3,592
2038	2,763	3,980	1,217	0.308	1,226	851	375
2039	2,763	3,980	1,217	0.292	1,162	807	355
2040	2,763	3,980	1,217	0.277	1,101	765	337
2041	2,763	3,980	1,217	0.262	1,044	725	319
2042	2,763	3,980	1,217	0.249	989	687	302
2043	2,763	3,980	1,217	0.236	938	651	287
2044	2,763	3,980	1,217	0.223	889	617	272
2045	2,763	3,980	1,217	0.212	843	585	258
2046	2,763	3,980	1,217	0.201	799	554	244

4) 경제성 분석 결과

경제성 분석 결과, 비용편익비율(B/C Ratio)은 1.01이며, 경제적 타당성 기준인 '1'을 충족하고 비용의 현재가치는 57,412백만원, 편익의 현재가치는 57,848백만원이며 이를 합한 순현재가치(NPV)는 436백만원이다.

<표 5-25> 수심 150미터급 시추선 시운전의 경제성 분석 결과

구 분	결과값	기준
편익의 현재가치(A)	57,848 백만원	
비용의 현재가치(B)	57,412 백만원	
NPV(A-B)	436백만원	NPV>1원
IRR	6.45%	
B/C (A/B)	1.01	B/C≥1

### 제3절 사업 모델간의 비교분석과 개발 사업 모델의 평가

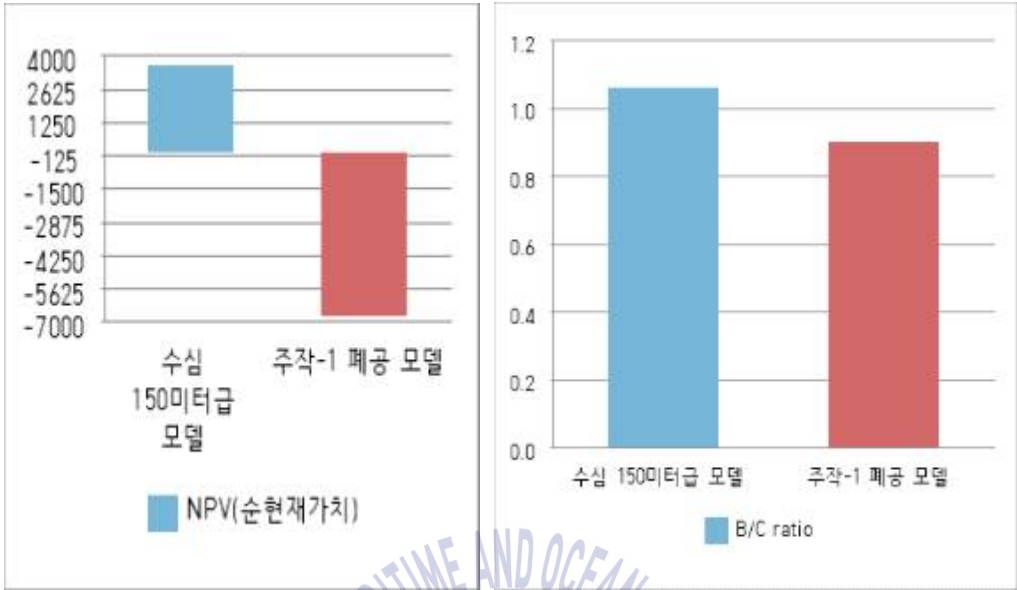
#### 1. 수심 150미터급 모델과 주작-1 폐공 모델의 비교 분석

신규로 개발을 제안하는 수심 150미터급 모델이 주작-1 폐공 모델보다 경제성이 우수한지 검증하기 위해 동일한 변수값을 투입하여 비교 분석을 실시하였다.

주작-1 폐공 모델에서는 Jack-up rig를 시운전할 수 없기 때문에 DP 기능과 자항력이 있는 Semi-submersible rig 또는 시추선을 시운전하는 경우로 비교 분석하였으며 동일한 시추선을 시운전 하는 경우 수심 150미터급 모델과 주작-1 폐공 모델에 대하여 매출이익률은 16%, 할인율 5.5%, 물가상승률 2.03%로 연간 총 3회의 시운전을 한다는 가정 하에서 두 사업 모델을 비교하면 <표 5-26>과 같이 수심 150미터급 구축 모델이 경제적으로 효과적임을 알 수 있다.

<표 5-26> 수심 150미터급 모델과 주작-1 폐공 모델의 분석 결과 비교

구 분	수심 150미터급 모델	주작-1 폐공 모델	기준
편익의 현재가치(A)	61,035 백만원	61,035 백만원	
비용의 현재가치(B)	57,412 백만원	67,804 백만원	
NPV(A-B)	3,623 백만원	- 6,770 백만원	
IRR	13.12%	12.97%	
B/C (A/B)	1.06	0.90	

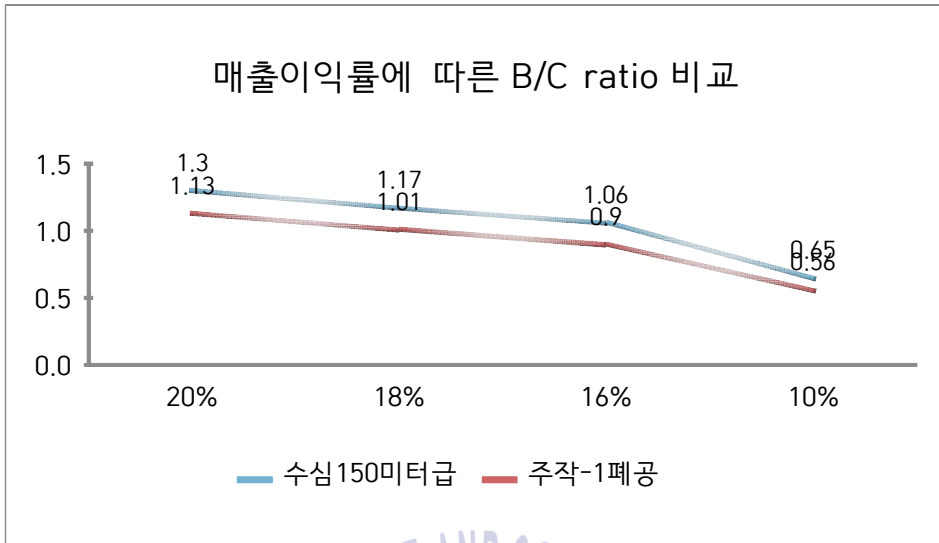


<그림 5-7> 수심 150미터급 모델과 주작-1 폐공 모델의 분석 결과 비교

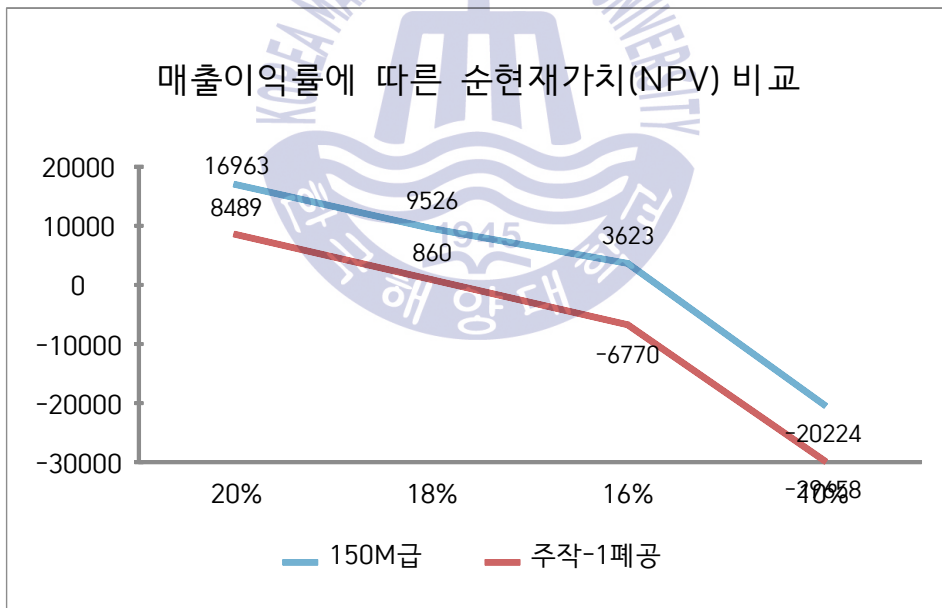
두 모델을 비교하여 보면 연간 3회 시운전을 하는 경우, 수심 150미터급 시운전 모델은 매출이익률이 16%이상 확보되어야 경제성이 있는 것으로 분석이 되고 주작-1 폐공 시운전 모델은 매출이익률이 18% 이상 확보되어야 경제성이 있는 것으로 분석된다.

<표 5-27> 수심 150미터급 모델과 주작-1 폐공 모델의 민감도 분석 비교

구분	20%		18%		16%		10%	
	150M급	주작-1	150M급	주작-1	150M급	주작-1	150M급	주작-1
NPV (백만원)	16,963	8,489	9,526	860	3,623	-6,770	-20,224	-29.658
IRR	38.22%	/	24.36%	4.44%	13.12%	12.97%	/	/
B/C	1.30	1.13	1.17	1.01	1.06	0.90	0.65	0.56



<그림 5-8> 매출이익률 변화에 따른 모델별 B/C ratio 결과 비교

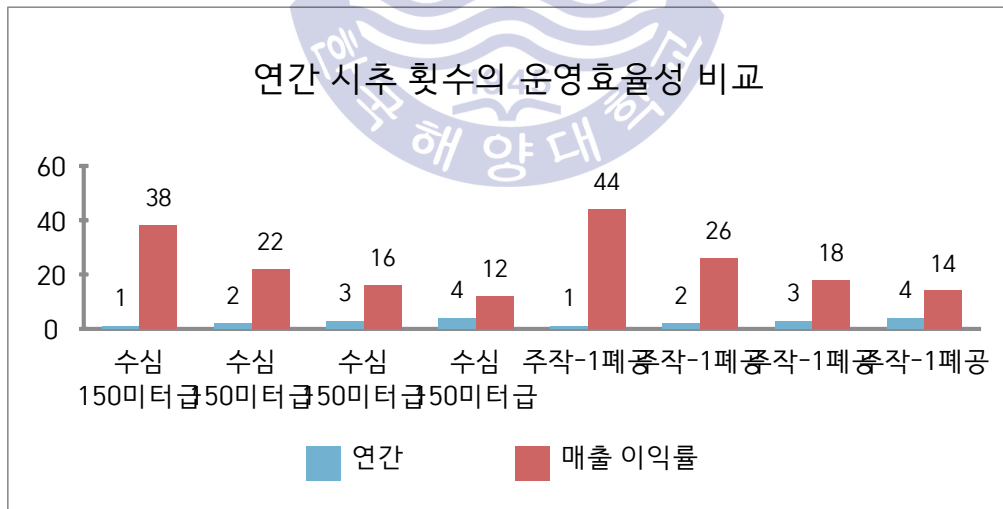


<그림 5-9> 매출이익률 변화에 따른 모델별 NPV 결과 비교

물가상승률 2.03%와 할인율 5.5%, 사업기간 30년을 고정하고 연간 시운전 횟수의 변화에 따른 비용편익비율(B/C ratio)가 “1” 이상인 최소 매출이익률을 산출하였다. <표 5-28>과 같이 연간 시운전 횟수에 따른 매출이익률 적용의 운영 효율성 측면에서도 수심 150미터급 모델이 주작-1 폐공 모델보다 경제성이 있는 것으로 나타난다.

<표 5-28> 연간 시운전 횟수에 따른 민감도 비교

구 분	연간 시운전 횟수	매출 이익률	NPV	IRR	B/C ratio
수심 150미터급 (시추선)	1회	38%	1,101	7.89%	1.02
	2회	22%	2,042	9.88%	1.04
	3회	16%	3,623	13.12%	1.06
	4회	12%	1,820	9.42%	1.03
주작-1폐공 (시추선)	1회	44%	1,355	3.79%	1.02
	2회	26%	2,224	2.52%	1.03
	3회	18%	860	4.44%	1.01
	4회	14%	1,299	3.87%	1.02



<그림 5-10> 연간 시운전 횟수에 따른 모델별 매출이익률 비교

## 2. 수심 150미터급 통합시운전 사업 모델의 운영과 평가

주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델의 대안으로 수심 150미터급 통합시운전 사업 모델 개발을 제안하였고 그 경제성 분석과 사업 모델간의 비교분석을 통해 개발 모델의 경제적 우위성을 검증하였다.

해양시추설비의 통합시운전 사업은 해양에 고액의 투자비를 투입하여 시운전 기반 설비를 구축해야하기 때문에 장기간의 사업 운영에서 연간 시운전 횟수, 평균 매출이익률, 물가상승률, 투자 사업의 할인율, 사업기간 등의 변수들에 의해 경제성 평가의 결과가 달라진다.

이에 수심 150미터급 통합시운전 사업 모델에서 주요한 변수에 대해 평가를 하고 지난 7년간 우리나라에서 인도된 해양시추설비의 평균 인도 척수와 2016년 기준 우리나라 산업부문별 평균 매출이익률을 반영하여 현실적으로 수심 150미터급 통합시운전 사업을 운영하는데 있어 주요한 기준들을 정립하고자 한다.

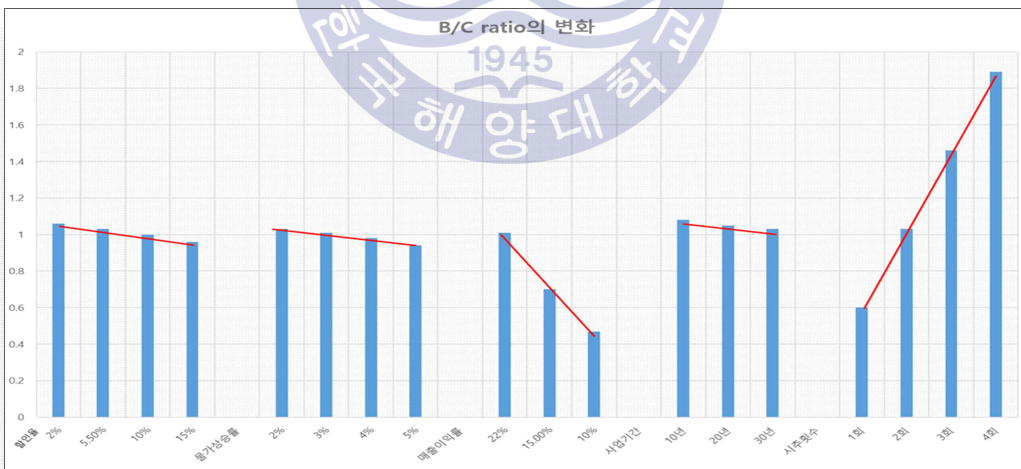
### 1) 수심 150미터급 통합시운전 모델의 민감도 분석

수심 150미터급 통합시운전 모델에 대하여 주작-1 폐공 모델과 동일하게 주요 인자인 “매출이익률”, “연간 시추시운전 횟수”, “물가상승률”, “할인율”, “사업기간”에 대하여 적절한 변화를 주어 민감도 분석을 실시한 결과 <표 5-29>와 같이 각 변수의 변화에 대해 순현재가치(NPV), 내부수익율(IRR), 편익비용비율(B/C ratio)의 수치가 변화하였다.

<그림 5-11>, <그림 5-12>와 같이 비용편익비율(B/C ratio)의 변화율과 순현재가치(NPV)의 변화율에 있어서 매출이익률과 연간시추횟수의 변화에 민감하게 반응하는 것을 확인할 수 있어 동 사업의 진행에 있어 물가상승률과 연간시추시운전 횟수의 관리가 무엇보다 중요함을 알 수 있다.

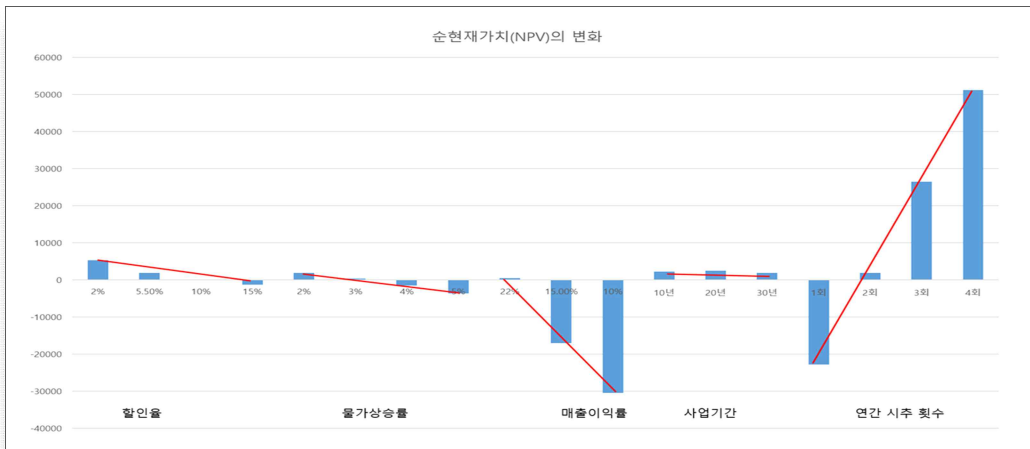
<표 5-29> 수심 150미터급 통합시운전 모델의 민감도 분석

구 분	할인율	NPV	IRR	B/C ratio
할인율	2%	5287	9.47	1.06
	5.5%	1843	9.47	1.03
	10%	-165	9.47	1
	15%	-1232	9.47	0.96
물가상승률	2%	1843	9.47	1.03
	3%	303	6.3	1.01
	4%	-1495	0.56	0.98
	5%	-3597	-6.14	0.94
매출이익률	22%	436	6.45	1.01
	15%	-17011	/	0.7
	10%	-30478	/	0.47
사업기간	10년	2,226	12.83	1.08
	20년	2,436	10.91	1.05
	30년	1,843	9.47	1.03
연간시추 횟수	1회	1843	9.47	1.03
	2회	303	6.3	1.01
	3회	-1495	0.56	0.98
	4회	-3597	-6.14	0.94



<그림 5-11> 주요인자의 변화에 대한 B/C ratio 변화율





<그림 5-12> 주요인자의 변화에 대한 NPV 변화율

## 2) 정두시설 사용료 부과를 면제한 사업의 운영

본 논문 사업 모델의 경제성 분석에서는 한국해양수산개발원에서 서비스원가주의에 근거한 정두시설 사용료인 1회 사용시 3,813,700,000원, 2회 사용시 2,264,900,000원, 3회 사용시 1,747,900,000원, 4회 사용시 1,489,400,000원을 부과하여 평가하였다. 이 사용료 부과기준은 정두시설을 사용하고자 하는 해양시추설비의 선주나 용선주가 매 번 다르고 1년에 몇 번의 통합시운전을 신청할지 예측하기가 어려우며 실제로 선주나 용선주가 사용료 부과금액에 상당한 부담감을 느끼고 있어 정두시설 사용을 보류하는 경우도 많았다.

앞서 각 모델의 경제성 분석에서 평가한 바와 같이 연간 시추 시운전 횟수와 매출이익률이 가장 민감하게 반응하였듯이 해양시추설비 통합시운전 사업에서는 무엇보다도 연간 시추 시운전 횟수를 높이는 것이 중요하다.

2014년부터 촉발한 세계 유가 하락의 영향으로 2016년 중순부터 선주사의

해양시추설비의 인도포기 및 인도연기로 우리나라 조선소에서 건조한 약 15기의 해양시추설비가 미인도가 되어 있는 상태이지만, Clarkson Research의 공시된 자료와 우리나라의 해양시추설비 수주정보 및 잔여 수주량을 근거로 2010년부터 2016년까지의 우리나라 7년 평균 해양시추설비 인도척수는 Jack-up rig는 2016년 1척(2017년은 2척)이 인도되어 연간 평균 인도척수는 0.14척이며, Semi-submersible rig는 연간 평균 1척, Drillship은 연간 평균 10척이 인도된 것으로 추정된다.

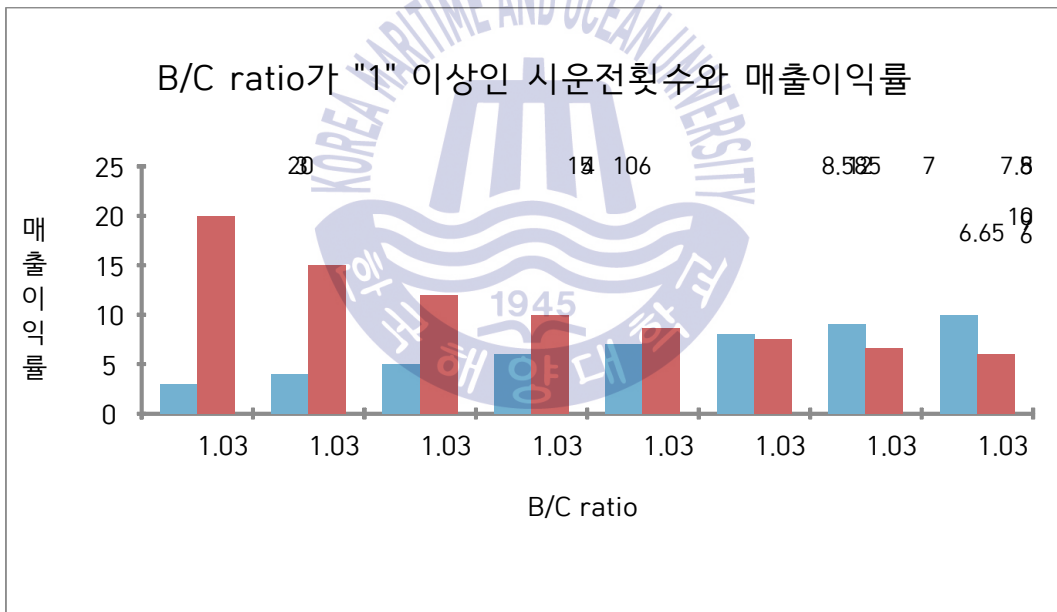
<표 5-30> 2010년~2016년 해양시추설비 인도척수

지역	해양시추설비종류	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	7년 평균 인도척수
Global 인도척수 (Clarkson)	Jack-up rig	22	17	14	44	28	21	23	24
	Semi-sub rig	11	14	9	1	2	4	3	6
	Drillship	10	17	10	11	23	11	1	12
대한민국 인도척수 (추정)	Jack-up rig	0	0	0	0	0	0	1	0
	Semi-sub rig	1	1	0	1	1	2	2	1
	Drillship	10	9	8	12	11	9	8	10

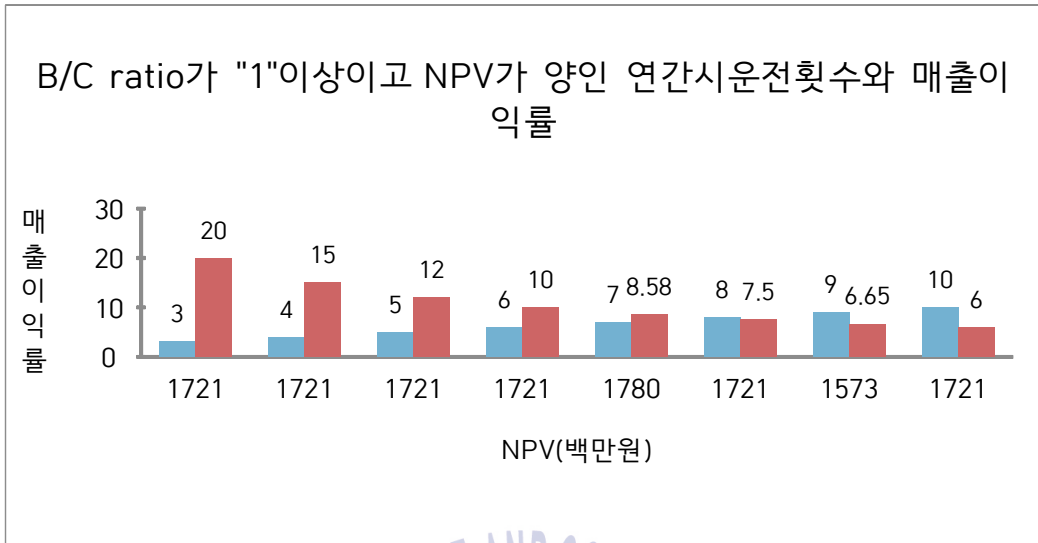
위 <표 5-30> 을 바탕으로 통합시운전 사용료를 별도로 부과하지 않고 통합시운전을 통해 발생하는 부대 서비스 사업을 국내의 기업이 모두 시행한다는 전제하에서 매년 평균 통합시운전 횟수를 3회~10회까지로 산정하여 경제성이 있는 수치인 편익비용비율(B/C ratio)이 최소 1.0 이상이고 순현재가치(NPV)가 양의 금액이며, 민감도지수가 1이하인 최소 매출이익률을 도출하면 <표 5-31>과 같다.

<표 5-31> 정두사용료를 부과하지 않은 시운전 횟수에 따른 민감도 결과

사업 모델	연간 시운전 횟수	매출 이익률	NPV(백만원)	IRR(%)	B/C ratio
수심 150미터급 (시추선)	3회	20%	1,721	9.21%	1.03
	4회	15%	1,721	9.21%	1.03
	5회	12%	1,721	9.21%	1.03
	6회	10%	1,721	9.21%	1.03
	7회	8.58%	1,780	9.33%	1.03
	8회	7.5%	1,721	9.21%	1.03
	9회	6.65%	1,573	8.90%	1.03
	10회	6%	1,721	9.21%	1.03



<그림 5-13> 연간 시운전횟수에 따른 적정 매출이익률



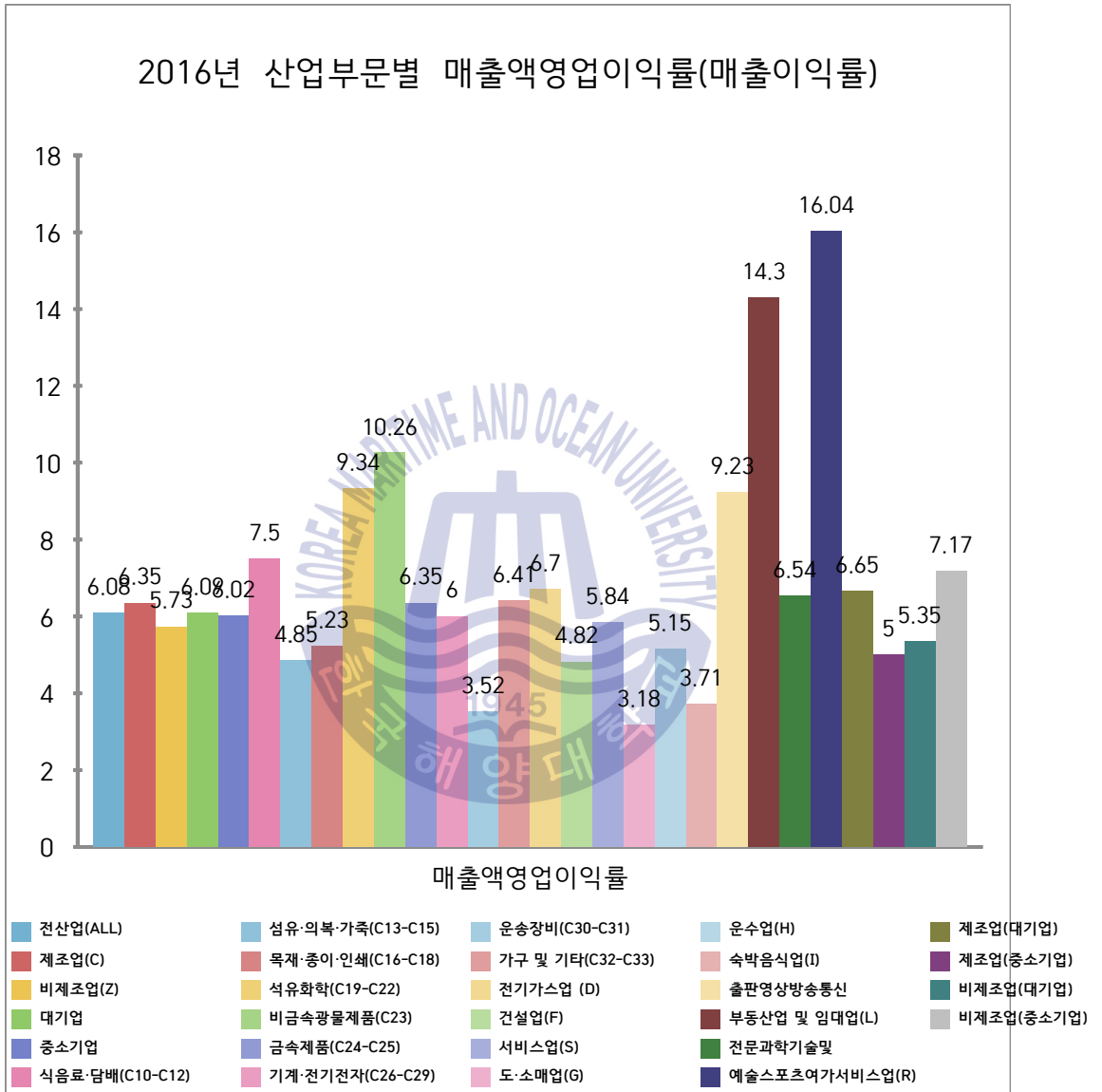
<그림 5-14> NPV와 B/C ratio를 고려한 적정 연간 시운전횟수와 매출이익률

<그림 5-13>과 <그림 5-14>에서 보는 바와 같이 연간 시운전횟수가 늘어나야 일반 시장에서 용인되는 매출이익률에서 사업이 가능한 것으로 파악된다.

한국은행에서 발표한 2016년 연간 기업경영분석 자료의 2016년 산업부문별 매출액영업이익률(매출이익률)은 <그림 5-15>와 같다. 가장 높은 매출이익률은 “예술스포츠여가서비스업”으로 16.04%를 기록하고 있으며 해양시추설비 통합시운전 사업을 통해 매출이 발생할 것으로 예상되는 “전산업”은 6.08%, “운송장비”는 3.52%, “서비스업”은 5.84%, “운수업”은 5.15%, “숙박음식업”은 3.71%, “부동산업및임대업”은 14.30%, “전문과학기술및사업지원서비스업”은 6.54%를 기록하고 있어 이들 산업부문의 평균 매출이익률을 산정해 보면 6.45%이다.

이러한 본 해양시추설비 통합시운전 사업 분야의 평균 매출이익률을 6.45%로 가정하고 동 사업을 운영함에 있어 정두시설 사용료를 부과하지 않고 사업을 진행하기 위해서는 <표 5-31>과 같이 연간 9~10회 정도의 통합시운전 횟

수가 만족되어야 한다.



<그림 5-15> 2016년 산업부문별 평균 매출이익률(한국은행)

## 제6장 결론

### 제1절 연구결과의 요약

우리나라의 조선해양플랜트 산업은 대한민국 경제성장을 견인하는 중요한 산업으로 한국무역협회의 자료에 따르면 2011년부터 2015년까지 우리나라 품목별 수출기여도에서 1~4위를 차지하는 10대 수출품목의 핵심적 산업군으로 인식되고 있다. 특히, 연 평균 60조원 규모의 세계 해양플랜트 건조 시장에서 우리나라 조선소의 2011년 ~ 2014년 해양플랜트 수주량은 연 평균 34조원에 달하였다. 그러나 2014년부터 시작된 미국의 셰일가스 증산 동향, 국제유가의 하락, 석유수출국기구(OPEC)와 비OPEC 국가들의 에너지정책의 변화 등으로 인해 전 세계적으로 해양플랜트 신규 시장의 침체가 이어지고 있어서 해양플랜트에 역량을 집중했던 우리나라의 대형조선소들이 지금까지도 어려움을 겪고 있는 것이 현실이다. 그럼에도 불구하고, 2014년~2017년 사이의 저유가 상황에서 메이저 석유 기업들의 비용절감 노력과 이에 따른 기술의 발전으로 부족한 설비 확충과 지역별 유정 환경에 적합한 해양플랜트 설비들의 개발이 늘어나고 있다. 따라서 지역 환경에 적합한 해양플랜트 설비의 안전성과 신뢰성을 확보하기 위한 현장에서의 통합 시운전이 무엇보다 중요해지고 있고 고객인 선주와 용선주, 해당 유정의 연안국 주정부에서는 위험성이 높은 중요한 장비에 대한 시운전 결과를 요구하고 있다. 이렇듯 해양플랜트 산업에서 우리나라 산업이 경쟁력을 확보하기 위해서는 개발 설비에 대한 시운전 사업의 안전성과 이에 대한 엔지니어링 기술 확보 및 경제성 제고가 필요하다.

우리나라는 2010년부터 2016년까지 연 평균 11척의 해양시추설비를 건조하고 인도한 세계에서 가장 많은 해양시추설비를 건조한 국가였지만 해양시추설비에 대한 통합시운전은 단 1차례에 불과하다. 수심 약 1,800미터에 위치한 주작-1 폐공을 활용한 2014년 머스크드릴링사의 통합시운전 사례는 정두시설의

안전성이 확보되지 못해 BOP의 설치, Dynamic positioning 테스트, Drill Pipe Handling 테스트 등의 통합시운전은 실시하였으나 BOP의 LMRP 분리 및 recovery 테스트, Mud circulation 테스트, Riser 및 Telescope joint 테스트는 이루어지지 못하였다. 특별히, BOP의 LMRP 분리 및 recovery 테스트는 DNVGL-CG-0170 "Offshore classification projects-testing and commissioning" 과 ABS "Guide for the classification of drilling systems", 미국법령인 30 CFR Part 250 "Oil and Gas and Sulfur Operations in the Outer Continental Shelf -Blowout Preventer Systems and Well Control; Final Rule"에서는 반드시 수행되어야 하는 통합시운전 항목이다.

이러한 우리나라의 해양시추설비 통합시운전 사업 구축 모델의 문제점과 한계점을 극복하는 대안으로 우리나라 동해 인근의 수심 약 150미터에 직접 시추를 통해 통합시운전 전용 테스트베드를 구축할 것을 제안하였다. 이 제안은 드릴링 파이프를 연결하여 시험하기에 수심이 적합하고 주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델에서 적용이 불가능했던 Jack-up rig를 포함한 모든 해양시추설비 통합시운전이 가능하며 통제 가능한 유지보수 환경과 시운전 수행의 안전성이 확보되어 관련 법령에서 요구하는 모든 통합시운전 항목의 수행이 가능하다. 주작-1 폐공 통합시운전 사업 사례에서 수행하지 못했던 BOP의 LMRP 분리 및 recovery 테스트도 수행이 가능하다.

주작-1 폐공 통합시운전 사업 모델과 신규로 제안한 수심 150미터급 통합시운전 사업 모델에 대해 동일한 변수 조건으로 경제성 분석을 실시하여 비교하였다. 이 때 사용한 비용과 편익의 근거 자료는 우리나라에서 수행되었던 해양시추설비 시추 사례와 통합시운전 사례의 실제 회계 자료를 수집하여 경험적 근거 자료를 확보하였다. 수심 150미터급 모델과 주작-1 폐공 모델에 대하여 매출이익률은 16%, 할인율 5.5%, 물가상승률 2.03%로 연간 총 3회의 시추시운전을 한다는 가정 하에서 두 사업 모델을 비교하면 수심 150미터급 모델의 순현재가치(NPV)는 3,623 백만원, 내부수익율(IRR)은 13.12%, 편익비용비

율(B/C ratio)는 1.06이며 주작-1 폐공 모델의 순현재가치(NPV)는 -6,770 백만원, 내부수익율(IRR)은 12.97%, 편익비용비율(B/C ratio)는 0.90으로 수심 150미터급 모델이 경제적 타당성 기준인 '1'을 충족하였고 민감도 분석을 통해 가장 민감하게 반응하는 변수인 연간 시추시운전 횟수와 매출이익률의 변화를 동일하게 적용하였을 때도 모든 결과값들이 주작-1 폐공 모델보다는 수심 150미터급 모델이 경제적으로 효과적임이 입증되었다. 또한, 최근 7년간의 평균 해양시추설비의 인도척수 11척과 관련 산업의 평균 매출이익률 6~10%를 적용하여 운영하였을 때 수심 150미터급 모델이 탄력적으로 운영하기에 더 적합한 모델임이 증명되었다.

2010년부터 2016년까지의 연 평균 해양시추설비의 인도척수가 11척을 기록하고는 있지만 최근의 해양플랜트 산업의 불경기 상황으로 앞으로 연 평균 11척의 해양시추설비의 인도를 예측하기는 힘들 것이다. 그럼에도 불구하고 현재 미인도되어 우리나라에 계류되어 있는 약 12척의 해양시추설비가 언젠가는 인도가 될 것이라는 점과 해양플랜트 경기가 회복될 것이라는 점을 감안하였을 때 지금부터 안정적이고 신뢰성이 확보되며 관계 법령에서 정한 모든 통합시운전이 가능한 해양시추설비 통합 시운전 사업 모델을 확보하는 것이 필요하다.

이러한 해양시추설비 통합시운전 사업 모델은 산업연관분석을 통해 분석해보면 통합 시운전 1회 실시 시, 그 생산 유발 효과가 129.95억원, 부가가치 유발 효과가 64.74억원, 취업 유발 효과가 84.65명, 고용 유발 효과가 75.24명일 정도로 산업파급효과도 높다.

따라서, 기존의 해양시추설비 통합시운전 사업 모델을 개선하는 수심 150미터급 해양시추설비 통합시운전 사업 모델을 구축하고 사업을 활성화한다면 우리나라 조선사의 해양시추설비 글로벌 수주 경쟁력이 확보될 것이며 높은 산업 파급 효과로 지역경제에 기여할 것이다.



## 제2절 연구의 시사점과 향후 연구방향

본 연구는 건조에만 치중되어 있던 우리나라 해양플랜트 시장에서 해양시추설비에 대한 산업 경쟁력을 확보하고 시운전 서비스 시장으로까지 시장을 확대하기 위해 기존의 시스템을 조사 분석하여 문제점과 한계점을 고찰하였다.

기존 시스템의 문제점을 개선하고 해양시추설비 통합시운전 사업의 안전성과 효율성 제고를 위한 사업모델을 개발하여 제안하였고 이를 경제성 분석을 통해 경제적 타당성을 확보하였다. 기존 시스템과 제안한 사업 모델의 경제성을 비교 평가하여 안전성 및 경제성 측면에서 경쟁력이 높은 사업 모델을 제안함으로써 보다 활성화되는 사업화 기반 조건을 제시하였다는 의미가 있다.

이 논문에서 제안한 수심 150미터급 통합시운전 모델을 운영하기 위해 사업주체가 고려해야 할 구체적인 매출이익률 범위와 연간 통합시운전 횟수의 범위를 기준으로 제시하여 향후 사업 운영에 도움이 될 것이다.

또한, 이 논문은 우리나라의 해양플랜트 산업에서 경제성 분석을 처음으로 실시하였다는 의미가 있고 우리나라에서 실시되었던 시추 사례를 통한 경험적 비용과 편익 자료를 도출하여 경제성 분석 결과의 신뢰도를 확보하였으며 앞으로 유사한 논문에 좋은 참조 자료가 될 것이다.

우리나라의 해양시추설비 통합시운전 사업 모델은 2012년 주작-1 광구, 2015년 홍계 광구의 시추 사업에서 발생하였던 우리나라 기업의 수익 창출 사례와 같이 지역 경제의 긍정적인 파급효과가 있을 것이다.

한국은행에서 발표한 2014년 산업연관표의 “운수업”, “부동산 및 임대업”, “전문과학기술사업지원서비스업”, “음식점및숙박업”, “폐기물및자원재활용서비스업”, “교육보건사회복지서비스업”들의 생산 유발, 고용 유발, 부가가치 유발, 취업 유발 계수를 평균하면 생산 유발 계수는 1.658, 부가가치 유발 계수는 0.826, 취업계수는 10.8명/10억원, 고용계수는 9.6명/10억원이다.

이를 기준으로 우리나라의 해양시추설비 통합시운전 사업 모델은 통합시운전 1회당 생산 유발 효과는 129.95억원, 부가가치 유발 효과는 64.74억원, 취업 유발 효과는 84.65명, 고용 유발 효과는 75.24명으로 나타날 정도로 산업과급 효과가 높다.

본 논문은 해양시추설비에 대한 사업 모델로 해양플랜트의 생산설비, 해양플랜트 해체산업, 해양플랜트 개조산업 등에 대한 연구부분이 제외되었다는 한계가 있다.

향후에는 해양플랜트 산업의 전 분야에 대한 창의적인 비즈니스 모델에 대한 연구를 하도록 하겠다.



## 참고문헌

### □ 국내문헌

#### 단행본

- 장광필, 장대준(2013), 해양플랜트 공정 및 안전설계, 동명사
- 장대준, 장광필, 김영주 공저(2011. 4), 해양플랜트의 신뢰도 및 위험도 기반 설계, 경  
상대학교 해양플랜트전문인력양성사업단
- 최종근(2011), 해양시추공학, 씨아이알

#### 연구보고서 및 논문

- 강사준(2011), 해양플랜트산업 경쟁력분석 및 장단기발전전략, 한국조선협회
- 고영욱(2010), EU위원회의 해상운송 장기발전전략 소개, 해운과 경영 Vol.15, pp. 6-9.
- 김도훈(2013), 산업연구원, “세일가스 개발붐이 우리산업에 미치는 영향과 산업별 대  
응전략”
- 김종건(2009), 경상대학교 교육대학원, “조선·해양플랜트 산업 인재양성을 위한 설문조  
사를 통한 인력양성 방안제시”
- 김지영(2009), “국내 해역의 해상풍력 가능자원 평가 및 예비부지 선정”
- 나도백(2013), 해양플랜트 산업의 시장과 경쟁 구도, 울산발전연구원
- 도현재(2014), 국내 자원개발 해양플랜트산업의 과제와 대응방안, 에너지경제연구원
- 박상진(2011), 해양 시추시스템 기술현황 및 전망, 한국산업기술평가관리원
- 박호정(2009), 비용편익분석 이론과 기법의 최신 동향 연구
- 배규식(2016), 조선산업 구조조정과 고용대책에 관한 연구, 한국노동연구원
- 안정훈(2011), 경제성평가기준에 관한 국제협력 연구, 한국보건의료연구원
- 오준수(2015), 고객사의 특성을 고려한 수요예측 방안 연구-전력 반도체 제조업체 A사  
를 중심으로, 인하대학교 물류전문대학원
- 이재학(2013), 비용·편익분석의 기초이론
- 서선애, 조성우(2014), 해상부유식 LNG 벙커링 시스템 R&D사업의 경제성 분석, 한국  
항만경제학회

신철오(2011), 해상풍력발전의 환경적·경제적 영향분석, 한국해양수산개발원

전찬영(2003), 항만개발사업의 경제적 타당성 평가의 개선방안 연구, 한국해양수산개발원,

정웅태(2012), 에너지 플랜트 산업 부문별 해외 경쟁력 강화 방안 연구-석유·가스 플랜트 부문, 에너지경제연구원

조재덕(2013), 우리나라 조선 및 해양플랜트 산업의 인력수급 및 양성에 관한 연구, 한국해양대학교 해사산업대학원,

최재선(2011), 해양플랜트 서비스 산업 전문인력 양성 기본계획 수립을 위한 연구, 국토해양부

황진호(2014), 지역 해양플랜트산업의 현황과 육성 방안, 울산발전연구원

광양만권경제자유구역청(2016), “조선해양기자재 산업현황 및 전망(고부가가치선박 및 해양플랜트 중심)”

공공투자관리센터(2014), “항만부문의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판)”

국가연구시설장비진흥센터(2014), “연구장비 유지보수비 산정기준”

대한무역진흥공사(2015), “해양플랜트산업현황 및 진출방안(말레이시아, 미국)”

산업통상자원부(2013), “2013 해양플랜트산업 기술로드맵”

한국과학기술기획평가원(2011), “미래산업선도기술개발사업 2011년도 예비타당성조사 최종보고서”

한국개발연구원(2013), “공기업·준정부기관 사업 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 연구”

한국개발연구원(1999), “예비타당성 조사수행을 위한 일반지침 연구”

한국조선해양플랜트협회(2016), “조선자료집”

한국조선협회(2012), “해양플랜트 시장 및 기술 동향”

□ 국외문헌

- Bartel, Ann(2000), "Measuring the Employer's Return on Investment in Training:  
U.S. Department of the Interior Bureau of Ocean Energy Management Gulf of  
Mexico OCS Region(2013), "Offshore Drilling Industry and Rig Construction  
Market in the Gulf of Mexico"
- U.S. Energy Information Administration(2016), "Trends in U.S. Oil and Natural Gas  
Upstream Costs"
- RYSTAD ENERGY(2016), "Technology demonstration strategy and existing test  
facilities"
- BP(2015), "Case Study of Emergency Disconnect Sequence in the Gulf of Mexico"
- Richard Layard(2012), "Cost-Benefit Analysis"
- Yong Bai(2012), ELSEVIER, "Subsea Engineering Handbook"
- Dr. Robert C. Byrd(2014), "Cost Estimating for Offshore Oil and Gas Facility  
Decommissioning"
- U.S. Energy Information Administration(2017), "Monthly Oil Price Statistics"
- Clarkson Research(2017), "Offshore Intelligence Monthly"
- Bruce Crager(2014), "Subsea Production Systems"
- U.S. Energy Information Administration(2013), "Oil, Gas and Coal Technologies for  
the Energy Markets of the future"
- Paul Betteridge(2007), "Subsea Production Systems"
- Douglas Westwood(2017), "World Offshore Maintenance, Modifications and  
Operations Market Forecast 2017-2021"
- Upstream(2017), " The Global oil and gas weekly news"
- R.W. Houghton(1965), "A Survey of the theory of public expenditure criteria"
- Dasgupta P.(1972), "A comparative analysis of the UNIDO Guidelines and the  
OECD Manual"

## 感謝의 글

먼저 박사 수료 후, 12년이라는 기간에도 기다려 주시고 논문 작성에 아낌없는 격려와 지도를 해주신 신용준 지도교수님께 진심으로 감사드립니다. 그리고 바쁘신 와중에도 저의 논문 심사를 맡아주시고 소중한 충고와 조언을 해주셨던 안기명 교수님, 오진석 교수님, 목진용 박사님, 배후석 박사님께 깊은 감사를 드립니다.

또한 본 학위 논문 연구를 할 수 있었던 배경은 지난 11년간 몸담았던 우리나라 해양플랜트 산업의 굴지의 서비스 기업인 주식회사 코엔스와 주식회사 칸에서의 근무 경험이 있었기에 가능했습니다. 두 회사의 지속적인 발전을 기원합니다.

논문 작성으로 주말에 자주 가족과 같이 보내지 못했음에도 불구하고 믿어주고 이해해준 아내와 아들에게 감사하며 앞으로도 좋은 학문으로 우리나라 조선 해양 해운분야의 발전에 일조할 수 있는 사회인이 되도록 노력하겠습니다.