



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](#)

공학석사 학위논문

유가와 해양플랜트 서비스 선박의 상관관계에 관한 연구

A Study on Correlation between Oil Prices and
Offshore Service Vessel

지도교수 이 명 호



2017 년 2 월

한국해양대학교 해사산업대학원

해양플랜트운영학과

김 찬

본 논문을 김 찬의 공학석사 학위논문으로 인준함.

위원장 조 권 회 (인)

위 원 이 명 호 (인)

위 원 이 강 기 (인)



2016년 12월 20일

한국해양대학교 해사산업대학원

목 차

List of Tables	iii
List of Figures	v
Abstract	viii
1. 서 론	1
2. 유가 추이 및 해양플랜트 산업의 현황	4
2.1 유가의 추이	5
2.1.1 제1차 석유파동	5
2.1.2 제2차 석유파동	7
2.1.3 제1, 2차 석유파동 시 유가 급등 비교	8
2.1.4 고유가 시대 추이	11
2.1.5 저유가 시대 추이	14
2.2. 해양플랜트 산업의 현황	23
2.2.1 해양플랜트 산업의 가치사슬(Value chain) 분석	23
2.2.2 국내 해양플랜트 산업의 가치사슬 역량	26
2.2.3 국내 조선 3사 해양플랜트 영업실적 추이	29
2.2.4 해양플랜트 산업 동향 및 발주 전망	32
3. 해양플랜트 서비스산업의 현황	37
3.1 해양플랜트 서비스산업 개념	38
3.2 해양플랜트 운영사업	39
3.2.1 해양숙박선 운영기업 사례 분석	40
3.2.2 해양플랜트 수리기업 사례 분석	43

3.3 해양플랜트 운송사업	44
3.3.1 해양플랜트 운송방식	45
3.3.2 해양플랜트 운송시장 동향	46
3.3.3 선도 기업의 사례 분석	48
3.3.4 해양플랜트 운송사업의 강점과 단점	51
3.4 해양플랜트 설치사업	52
3.4.1 해양플랜트 설치용 선박 종류	53
3.4.2 선도 기업의 사례 분석	56
3.5 해양플랜트 해체사업	59
3.5.1 해양플랜트 해체장비	61
3.5.2 지역별 해체시장 동향	62
3.5.3 선도 기업의 사례 분석	68
3.6 해양플랜트 부대사업	71
3.6.1 OSV 선박의 종류	72
3.6.2 해양플랜트 생애주기별 OSV 선종	75
 4. 유가와 해양플랜트 서비스 선박 상관관계 고찰	 76
4.1 자료 준비 및 분석	76
4.2 분석결과 및 고찰	81
 5. 결 론	 92
 감사의 글	 94
 참고문헌	 95
 부 록	 99

List of Tables

Table 2.1 Domestic and overseas economic indicators before and after the first oil shock	6
Table 2.2 Domestic and overseas economic indicators before and after the second oil shock	8
Table 2.3 Comparison of primary and secondary oil shock-1	9
Table 2.4 Comparison of primary and secondary oil shock-2	10
Table 2.5 Major projects's investment postpone	16
Table 2.6 Oil price movements factors	22
Table 2.7 Offshore plant value chain	25
Table 2.8 Offshore plant detail domestic technology level by technology sector	27
Table 2.9 Capacity by phase of offshore plant value chain by country	28
Table 2.10 Sales related indicators of three shipbuilders(\$100million,%) ..	30
Table 2.11 Reduce development costs by project	33
Table 2.12 Forecast of offshore facility orders	35
Table 2.13 Price forecast of offshore facility orders(\$bn)	36
Table 3.1 Proportion of added value in offshore plant industry	39
Table 3.2 Prosafe corporation revenue status	41
Table 3.3 Major specifications of OHT 4 carrier	50
Table 3.4 Status of ship for installation of offshore plant(2010)	53
Table 3.5 Ship status for subsea pipeline installation(2009)	54
Table 3.6 Status of equipment installed HHI	55
Table 3.7 McDermott's business performance	56
Table 3.8 Employees and equipment status of main establishment business	56
Table 3.9 Dismantling of Gulf of Mexico offshore plant(1973~2014c)	62

List of Tables

Table 3.10	Ocean plant dismantlement market in Gulf of Mexico	63
Table 3.11	AF group offshore division financial performance by year	71
Table 4.1	Continuous data for excel	77
Table 4.2	Model summary	81
Table 4.3	Anova table	82
Table 4.4	Coefficient estimation	84
Table 4.5	Analysis result	89
 (Appendix)		
Table 5.1	Oil price data	99
Table 5.2	Global offshore service industry bottoms and backlog status ...	101
Table 5.3	Global offshore service industry order status	103
Table 5.4	Global offshore service industry delivery status	104
Table 5.5	Global offshore OSV newbuilding index	105

List of Figures

Fig. 2.1 International oil prices changes in the 1970s	9
Fig. 2.2 Changes in crude oil prices	12
Fig. 2.3 Domestic economic far-reaching paths of oil prices raises	13
Fig. 2.4 30 years cycle of oil price	14
Fig. 2.5 Change in international oil prices	15
Fig. 2.6 Demand and supply changes of crude oil	17
Fig. 2.7 OPEC crude oil production	18
Fig. 2.8 Supply and demand market principle	19
Fig. 2.9 Relationship between international oil prices and global economic growth	20
Fig. 2.10 Cycle logic of Michael Porter	21
Fig. 2.11 Life cycle of offshore plant	23
Fig. 2.12 Capacity of domestic industry in stages of offshore plant business	26
Fig. 2.13 Operating profit margin of three shipbuilders(%)	29
Fig. 2.14 Comparison with three shipbuilders and global peers(EPC)	31
Fig. 2.15 Quantity that can be developed by oil price(%)	32
Fig. 2.16 Brent oil price forecast by institution	34
Fig. 3.1 Range of offshore plant service industry	38
Fig. 3.2 The appearance and resources of Doosungho	40
Fig. 3.3 Prosafe company accommodation vessel facilities	41
Fig. 3.4 The appearance of safe scandinavia	42
Fig. 3.5 Connect offshore accommodations and workshops to telescopic gangway	42
Fig. 3.6 View of Las Palmas port in Spain	43
Fig. 3.7 Market segmentation by ocean plant loading and unloading method ·	46
Fig. 3.8 Top 10 heavy goods transport market in the world	47
Fig. 3.9 FO-FO vessel status by company	48
Fig. 3.10 Representative FO-FO ship pictures and specifications	49

List of Figures

Fig. 3.11 The appearance of OHT four major shipping vessels	50
Fig. 3.12 Offshore plant and pipeline installation scene	52
Fig. 3.13 Appearance of jacket installed in mariner block	57
Fig. 3.14 Top-side installation of chevron at alder block	57
Fig. 3.15 DLV 2000 of McDermott	58
Fig. 3.16 Decommissioning process	60
Fig. 3.17 Equipment required for de-commissioning business	61
Fig. 3.18 Gulf of Mexico offshore plant market trend	63
Fig. 3.19 UK dismantlement cost forecast change	64
Fig. 3.20 UK production discontinuance(COP) wells numerical forecast ...	65
Fig. 3.21 Demolition market forecast in the North Sea region	66
Fig. 3.22 Red hawk spar demolition scene	68
Fig. 3.23 Dismantling project of AF offshore Decom	69
Fig. 3.24 Dismantling workshop of AF group	70
Fig. 3.25 Types of OSV	74
Fig. 3.26 Type of OSV ship by offshore plant life cycle	75
Fig. 4.1 SALT program data upload	78
Fig. 4.2 SALT program linear regression analysis result report	79
Fig. 4.3 SALT program correlation analysis result report	80
Fig. 4.4 Global offshore construction platforms bottoms correlation analysis result	88

(Appendix)

Fig. 5.1 Global offshore construction platforms bottoms linear regression analysis result	107
Fig. 5.2 Global offshore construction platforms bottoms correlation analysis result	107

List of Figures

Fig. 5.3 Global offshore anchor handling tugs supply bottoms linear regression analysis	109
Fig. 5.4 Global offshore anchor handling tugs supply bottoms correlation analysis result	109
Fig. 5.5 Global offshore PSV supply bottoms linear regression analysis result	111
Fig. 5.6 Global offshore PSV supply bottoms correlation analysis result ..	111
Fig. 5.7 Global offshore rescue and salvage bottoms linear regression analysis	113
Fig. 5.8 Global offshore rescue and salvage bottoms correlation analysis result	113
Fig. 5.9 Global offshore utility support bottoms linear regression analysis result	115
Fig. 5.10 Global offshore utility support bottoms correlation analysis result ·	115
Fig. 5.11 Global offshore construction order status linear regression analysis	117
Fig. 5.12 Global offshore construction order status correlation analysis result	117
Fig. 5.13 Global offshore OSV order status linear regression analysis result ·	119
Fig. 5.14 Global offshore OSV order status correlation analysis result	119
Fig. 5.15 Global offshore construction delivery status linear regression analysis	121
Fig. 5.16 Global offshore construction delivery status correlation analysis result	121
Fig. 5.17 Global offshore OSV delivery status linear regression analysis result ..	123
Fig. 5.18 Global offshore OSV delivery status correlation analysis result ·	123
Fig. 5.19 Global offshore OSV newbuilding index linear regression analysis result	125
Fig. 5.20 Global offshore OSV newbuilding index correlation analysis result	125

A Study on Correlation between Oil Prices and Offshore Service Vessel

Kim, Chan

Department of Offshore Plant Management
Graduate School of Maritime Industrial
Graduate School of Korea Maritime and Ocean University

Abstract

Unexpected decline in oil prices since 2014 has caused cancellations and delays in ordering offshore plant projects, which have already been ordered, and are causing severe restructuring in domestic shipyards.

The purpose of this paper is to analyze the offshore plant service industry which is suggested as a countermeasure to revitalize domestic shipyards and to analyze the effect of oil price change on offshore service vessel and what kind of correlation there is.

The statistical analysis was performed by linear regression analysis and correlation analysis with SALT program. As a result of the study, firstly, the change of oil prices affects most of the bottoms of the offshore service vessel by ship type. In addition, global OSV orders are not affected by oil prices.

Second, as a result of analyzing correlation between oil prices and offshore service vessel using Pearson correlation coefficient, the Bottoms of global offshore service vessel is decreased when oil price is increased. On the contrary, when oil prices is falling, Was increased.

Third, when the oil price rises, it can be confirmed that the offshore service vessel order status, delivery status and OSV newbuilding price index are both rising.

KEY WORDS: Oil prices 유가; Linear regression analysis 선형회귀분석; Correlation analysis 상관관계분석; Bottoms 선복량(선박량); OSV 해양 지원 선박



제 1 장 서 론

2010년대 들어 국제 유가는 가파른 하락세를 이어오고 있다. 2014년 하반기부터 현재까지 40달러에서 50달러대의 저유가가 지속되어 오고 있다. 2016년 1월 두바이유, 브렌트유는 각각 25달러, 27달러대의 국제유가를 기록 했으며, 2016년 2월에는 서부텍사스산 원유(WTI)가 26달러대의 저유가를 기록했다.

2014년 상반기 100달러대 이상의 고유가 시대와 비교 했을 시 분명한 차이가 있다. 과거에 미국정부는 석유가 바닥날 것이라며 에너지 소비를 줄여 달라고 1977년 미국 지미 카터 대통령이 국민들에게 호소까지 했었고, 국제 석유 시장의 고유가 시대 때 정부와 기업에서 에너지 절약문제를 걱정하던 과거와는 달리 현재 에너지 고갈을 걱정하던 시대는 끝이 났다. 인류의 에너지 기술은 계속 발전해 왔으며 이제 아무도 에너지 고갈을 걱정하지 않고 있다[1].

미국 대통령은 통상적으로 매년 1월 미 연방 상·하 양원의 의원을 대상으로 연설하는 상·하 양원합동회의 국정연설인 연두교서에서 국가의 현상(State of the Union Address)에 대한 대통령의 견해와 시정방침을 밝힌다.

연두교서는 예산교서(Budget Message), 경제교서(Economic Report)와 함께 미국 대통령이 국회에 제출하는 3대 교서 중 하나다[2].

2012년 1월 연두교서에서 미국 버락 오바마 대통령이 “우리는 향후 100년간 사용할 에너지가 있다. 셰일 개발로 향후 10년간 60만개의 일자리를 창출할 수 있다.” 연설 했었고, 2015년 1월 연두교서에서 “1999년 이후로 가장 빠른 속도로 일자리를 창출해내고 있다. 실업률은 금융위기 이전보다도 낮고 지난 30년을 통틀어 해외 석유에서 가장 자유로워졌다” 고 연설했다[3].

미국 발 셰일 혁명은 셰일가스, 셰일오일로 미국을 석유를 수입하던 국가에서 이제는 석유를 수출하는 국가로 탈바꿈해 나가고 있다. 셰일가스란 지하 1,000 m 이하 진흙이 수평으로 굳어진 암석층, 셰일층에 갇혀 있는 천연가스이다. 확인된 매장량 187조 m³, 전 세계가 60년간 사용할 수 있는 양이다.

2000년대 중반이후 부터 미국에서는 셰일층으로부터 석유와 가스를 뽑아 낼

수 있는 수평시추(Horizontal drilling) 개발과 조지 미첼(George Mitchell)의 수압 파쇄공법(Hydraulic fracturing=Fracking) 개발을 통해 본격적으로 생산되면서, 석탄과 석유를 대체할 미래의 에너지로 주목 받고 있다.

조지 미첼의 Fracking 기술 개발은 세계 에너지 시장의 판도를 바꿨고, 미국이 21세기 에너지 부국으로 가는 발판을 마련하였다. 오늘날 미국의 셰일혁명은 석유값 하락의 원인을 제공하였고, 국제유가 시장의 판도와 국제 정치 구도까지 영향을 끼치고 변화 시키고 있다.

그리고 1차 오일쇼크의 여파로 미국은 에너지 안보의 이유로 1975년 제럴드 포드 대통령이 자국에서 생산되는 원유의 수출을 금지시켰다. 그 이후 원유를 수입해 쓰던 미국은 2015년 말 미국 의회에서 미국산 원유의 대외수출 허용 법안을 통과 시키고 2015년 12월 18일 미국 오바마 대통령이 원유 수출 금지 법안에 서명함으로써, 40년 만에 자국의 원유수출금지 조치를 해제하였다.

이유는 셰일 혁명이다. 2005년 셰일가스 추출에 성공한 미국은 셰일가스와 셰일오일 생산 급증의 영향으로 원유의 생산재고가 늘어났으며 미국 시장 내에 남아도는 기름을 수출하여, 자국의 실업률 해소와 경제 회복을 목적으로 원유 수출 제한을 해제하게 된다.

오늘날 이란핵협상 타결로 이란산 원유가 시장에 공급되고, OPEC의 감산합의 실패와 미국산 원유 수출은 수요와 공급의 불균형을 더욱더 가중시켰고, 현재 유가 하락으로 인한 저유가의 기조를 유지하고 있는 원인 중 하나다.

국내 해양플랜트산업은 1980년대 초 동남아 시장을 발판으로 조선 3사(현대중공업, 삼성중공업, 대우조선해양)의 해양플랜트 수주를 시작으로 설비 제작 및 건조 중심에 주요 산업으로 발전해 왔으며, 생산기술은 세계 1위임에도 불구하고, 고부가가치 산업인 개념 및 기본설계, 상세설계 부문은 선진엔지니어링 회사가 독점 하다시피 수행하고 있어 상당히 취약한 것이 현실이다.

또한 2014년 하반기 예상치 못한 유가 하락은 저유가 시대를 대비하지 못한 국내 해양플랜트 산업 시장에 오일 메이저사들의 잇따른 해양플랜트 프로젝트(project) 발주 취소 및 지연으로 국내 조선소에 폭독한 구조조정을 겪게 하였다.

따라서 저유가로 인해 경기가 어려운 해양플랜트 산업의 대응 방안으로 국내에서는 새로운 블루오션 사업으로 각광 받고 있는 해양플랜트 서비스산업 분야의

활성화 방안이 대두되고 있다.

본 논문에서는 유가의 변화 추이 및 국내 해양플랜트산업의 현황 그리고 해양 플랜트 서비스 산업의 개념과 해외 선진기업의 사례에 대해 고찰하였고, 그 중에서 유가의 변화와 해양플랜트 서비스 선택이 어떤 상관관계가 있는지, 그리고 유가의 변화가 해양플랜트 서비스 선택에 미치는 영향에 대해 분석하고자 하였다.



제 2 장 유가 추이 및 해양플랜트 산업의 현황

1970년대 초까지 전 세계는 중동산 석유에 의존해 있었다. 중동산 석유는 풍부한 매장량과 낮은 가격으로 지속적으로 늘어났으며, 현재도 세계 석유시장과 글로벌 경제에 영향을 미치고 있다.

1970년대 두 차례 석유파동으로 인한 유가 급등은 석유소비국들에게 경제적 위기와 혼란을 야기 시켰으며, 1980년대 중반 이후 1990년대 까지는 비OPEC 국가들의 석유 생산량 확대에 따른, 석유 수요 감소로 장기간 저유가가 지속되었다. 그러나 2000년 중반 이후 중국, 인도 등 신흥국의 석유 수요 급증과 수급의 불균형으로 유가는 급등하여, 21세기 신고유가 시대를 맞이하였으나, 2014년 6월 이후 미국 발 셰일혁명과 타이트오일의 생산량 확대에 따른 공급과잉으로 유가는 급락하기 시작했다.

2014년 11월 말 OPEC 회의 감산 합의 실패는 유가하락을 더욱 가속화 시켰고, 오늘날 국제 유가는 저유가 기조를 유지하고 있다.

결론적으로 과거의 역사에서 국제유가는 15년 단위로 저유가와 고유가 주기(cycle)의 패턴을 보여주고 있으며, 우리는 현재 장기 신저유가 사이클 시대에 돌입하였고, 그 서막이 열리기 시작했다.

2.1 유가의 추이

2.1.1 제1차 석유파동

제2차 세계대전 이후 20세기에 석유는 석탄보다 회소성과 지역적 편제로 인하여 가장 중요한 에너지 자원이 되었다.

1960년 9월 산유국 사우디아라비아, 이라크, 쿠웨이트, 이란, 베네수엘라가 주축이 되어 OPEC 카르텔을 형성 하였다.

1960년대와 70년대 초 당시 OPEC의 목표는 그동안 산유국에 자원소유를 독점하고 있는 글로벌 메이저 석유회사들(Seven sisters)의 지분참여를 요구하고 종래에는 국유화를 실현시키겠다는 목표가 있었다.

산유국들은 글로벌 메이저 석유회사들에게 얻은 지분만큼의 산유량을 시장에 판매하면서 유가는 상승하기 시작하였고, 제4차 중동전쟁은 유가급등의 원인을 제공하였다[4].

1967년 6월 5일부터 6월 10일 동안 아랍연맹과 이스라엘 간에 제3차 중동전쟁(6일 전쟁)에서 빼앗긴 이스라엘 점령지를 되찾기 위해, 1973년 10월 6일 시리아와 이집트가 이스라엘을 공격하여, 제4차 중동전쟁이 발발 하였다.

이스라엘을 지원하던 미국과 서방국가들에게 OPEC은 1973년 11월 원유 생산량 25%를 감산하여, 원유의 가격을 올리는 정책으로 미국과 이스라엘, 서방국가들을 압박함으로써 제1차 석유파동이 시작되었다.

Table 2.1에 1차 오일쇼크 전후로 국내외 경제지표를 비교 해 보면, “원유가격은 1971~1973년 배럴당 평균 2.5달러에서 1974~1976년에는 평균 11.0달러로 약 4배 이상 급등하였고, 이에 따라 세계 경제 성장률은 1971~1973년 연평균 5.5%에서 1974년~1976년에 3.3%로 2.2%포인트(point, 이하 p) 하락하였다. 세계 교역 증가율도 같은 기간 8.4%에서 4.4%로 4.0p 급락하는 등” [5] 세계 경제는 암흑기에 봉착한 침체기를 맞았다.

1970년대 초 한국경제는 산업기반이 미진하여, 고유가로 인한 경제 성장률에

타격은 미약하였지만, 물가상승률과 무역수지에 감소는 뚜렷하게 나타났다.

한국의 경제성장률은 1973년 12.0%에서 1974년 7.2%로 하락 한 후 1976년에 다시 10.6% 회복되어 1차 오일쇼크 전후로 3년간 0.3%에 평균 경제성장률 격차에 불과했다. 그러나 고유가에 직접적인 영향을 받은 물가상승률은 12.1%에 차이를 보이며 상승했고, 무역수지에 적자 폭도 10.8억 달러에서 18.8억 달러에 차이를 보이며 확대되었다[5].

Table 2.1 Domestic and overseas economic indicators before and after the first oil shock¹⁾

		1971~73 (before)	1974~76 (after)	Gap
Oil price(US\$/barrel)		2.5	11.0	+8.5 US\$
World	Economic growth rate(%)	5.5	3.3	-2.2%p
	Rate of increase in trade volume(%)	8.4	4.4	-4.0%p
Korea	Economic growth rate(%)	8.2	7.9	-0.3%p
	Inflation rate(%)	9.5	21.6	+12.1%p
	Trade balance(\$100 million)	-10.8	-18.8	-8.0(\$100 million)

- 1) 1. 세계 경제성장률 및 교역증가율은 IMF 2004년 DB 기준.
 2. 1981년 이전의 유가는 사우디아라비아의 아랍라이트(Arab Light)유 공시 가격 기준임.
 1982년 이후의 유가는 OPEC의 바스켓 유가 기준임.
 - 박명지, 「국제유가 상승이 국내 거시경제에 미치는 영향 분석」, (중앙대학교 석사학위논문, 2008.12.) p.6

2.1.2 제2차 석유파동

제1차 석유파동 이후 석유메이저들이 독점하고 있던 원유가격 결정권을 OPEC이 장악 하였으나, 달러 가치의 하락과 인플레이션을 감안한 실질원유가격²⁾으로 끌어 올리는데 실패한다. 1978년 12월 OPEC 회의에서 단계적으로 14.5% 일방적으로 인상을 결정했었고, 이 시기에 제2 석유수출국이었던 이란은 유전 노동자들이 친미 성향의 팔레비 왕조에 대항해 파업에 돌입한 것을 계기로 국내 정치 및 경제 혼란을 이유로 1978년 12월 27일 석유금수조치를 단행 한다.

다음해 1979년 2월 이란에서 팔레비의 서구화에 반대한 호메이니가 회교혁명을 일으켰고, 이란 혁명의 여파로 제2차 석유파동이 발생하게 되었다.

Table 2.2에 2차 오일쇼크 전후로 국내외 경제지표를 비교 했을 때, 이란의 석유 전면 수출 중단에 따른 1977~1979년 원유가격은 배럴당 평균 14.1달러에서 1980년~1982년에는 평균 31.2달러로 급등한 평균 17.1달러에 차이를 보였다. 단 기간에 유가 폭등은 세계 경제에도 영향을 미쳤다.

연평균 세계 경제성장률이 1977~1979년도에 4.3% 이었던 것이, 1980~1982년도에는 1.9% 밖에 성장률을 보였고, 그 차이는 2.4%p 하락 하였다.

세계 교역량 증가율도 1977~1979년 5.9%에서 1980~1982년 1.6%로 평균 4.3%p 급락하였다. 1차 석유파동 때와는 다른 2차 석유파동 시기에 1970년대 후반 이후 우리나라는 석유 의존도가 높은 중화학 공업 중심 산업으로 발전했었다.

2차 석유파동 여파는 우리나라의 경제성장과 무역수지에 큰 폭에 하락세를 키웠고 물가상승에도 치명적인 영향을 미쳤다.

1977~1979년 연평균 경제성장률은 8.7%에서 1980~1982년에 4.0%로 4.7%p의 차이를 나타냈고, 국내 정치가 불안 했었던 1980년에는 소비침체와 맞물려 -1.5%

-
- 2) 1. 1974년 제1차 오일쇼크 : 명목유가 11.0 US\$/bbl, 실질유가 47.0 US\$/bbl, 실질실효유가 85.1 US\$/bbl
2. 1980년 제2차 오일쇼크 : 명목유가 35.8 US\$/bbl, 실질유가 92.0 US\$/bbl, 실질실효유가 151.8 US\$/bbl
3. 실질유가는 명목유가에 물가수준을 감안한 유가.
4. 실질실효유가는 명목유가에 물가와 석유 의존도를 감안한 유가.
- 이지훈, 「유가 급등의 원인과 향후 전망」 (삼성경제연구소, 2007.12.05.), p.9

경제성장률을 기록하였다. 같은 기간에 평균 물가 상승률은 4.8% 상승하였고, 무역수지의 적자 폭도 27.7억 달러에서 40.2억 달러로 크게 증가하였다[5].

Table 2.2 Domestic and overseas economic indicators before and after the second oil shock³⁾

		1977~79 (before)	1980~82 (after)	Gap
Oil price(US\$/barrel)		14.1	31.2	+17.1 US\$
World	Economic growth rate(%)	4.3	1.9	-2.4%p
	Rate of increase in trade volume(%)	5.9	1.6	-4.3%p
Korea	Economic growth rate(%)	8.7	4.0	-4.7%p
	Inflation rate(%)	14.3	19.1	+4.8%p
	Trade balance(\$100 million)	-27.7	-40.2	-12.5(\$100 million)

2.1.3 제1, 2차 석유파동 시 유가 급등 비교

두 차례 석유파동은 중동 산유국의 정치적 원인으로 단기간에 유가 급등을 야기 시켰다. 유가 급등 배경을 비교해 보면, 1차 석유파동이 있었던 1973년 10월 제4차 중동전쟁은 자원 민족주의에 의한 유가인상 정책이었다면 2차 석유파동은 1차 석유파동에 비해 산유국의 자원 국유화를 실현시킨 단계였다. 그러나 실질원유가격으로 시스템을 개편해야 하는 과정에 놓여 있었고 이 시기에 이란이 혁명과 함께 자국 석유금수조치를 단행함으로써 유가는 급등했다.

제4차 중동전쟁 발발 이전 배럴당 2달러대의 국제유가는 1년 만에 4배 급등했고, 1차 오일쇼크를 야기 시켰으며, 세계 경제에 혼란을 가져왔다.

배럴당 2.81달러에 머물렀던 1973년 평균 국제유가(Arab Light유 기준)는 제4차 중동전쟁 발발한 다음해 평균 국제유가를 약 3.9배 급등시켰고, 배럴당 10.98달러

3) 1. 세계 경제성장률 및 교역증가율은 IMF 2004년 DB 기준.
 2. 1981년 이전의 유가는 사우디아라비아의 아랍라이트(Arab Light)유 공시 가격 기준임.
 1982년 이후의 유가는 OPEC의 바스켓 유가 기준임.
 - 박명지, 「국제유가 상승이 국내 거시경제에 미치는 영향 분석」, (중앙대학교 석사학위논문, 2008.12.) p.8

에 달하였다. “1973년 1년간 국제유가의 변화추이를 보면, 동년 1월 배럴당 2.6달러에 머물던 국제유가는 전쟁이 발발한 10월 5.1달러로 상승하고 12월에는 11.7달러에 달함으로써 1년 동안 약 4.5배 급등하는 양상을 보였다” [6].

1978년 연평균 국제유가는 배럴당 12.91달러(Arab Light유 기준) 하던 것이, 1979년 2월 이란 회교혁명 이후 29.19달러로 약 2.3배 급등하였고, 1980년 9월 22일 이라크가 이란을 침공한 이란-이라크 전쟁은 국제 유가를 더욱 급등 시켰다. “1980년에는 전년대비 약 24% 증가한 배럴당 36.01달러를 기록하였으며, 동년 11월에는 한때 배럴당 39.79달러까지 폭등하였다. 결국 이란 혁명이 발발한 1979년 2월부터 이란-이라크 전쟁으로 사상 최고치를 기록하였던 1980년 10월까지 약 1년8개월간의 월평균 유가변화추이는 배럴당 12.7달러에서 37달러까지 올라 3배 가까이 급등한 것으로 나타났다” [6].

Fig.2.1은 1970년대 국제유가 변화를 나타낸 그래프, Table 2.3은 1, 2차 오일 쇼크의 비교를 나타낸 도표이다.

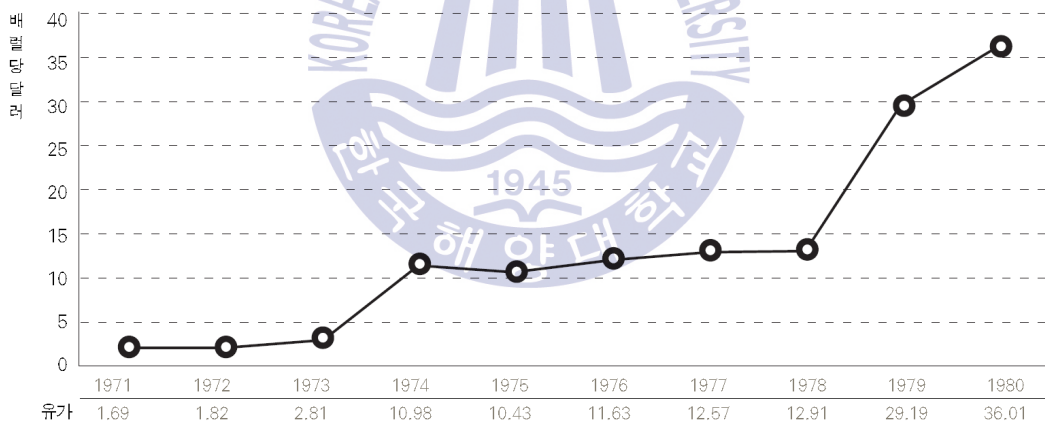


Fig.2.1 International oil prices changes in the 1970s^[6]

Table 2.3 Comparison of primary and secondary oil shock-1^[6]

	Primary	Secondary
Cause	Yom Kippur War	Iranian Revolution
Shape of oil price increase	Concentric	Phase
Period	73-74(about one year)	78.12-80.10(about two year)
The range of oil price fluctuation	2.48\$ -> 11.65\$/bbl (Arab Light유)	12.7\$ -> 37\$/bbl (Arab Light유)
Rate of oil price increase	About 4.7 times	About 3 times

Table 2.4는 1차 오일쇼크와 2차 오일쇼크시기에 OPEC의 동향 및 유가동향, 경제동향을 비교한 도표이다.

Table 2.4 Comparison of primary and secondary oil shock-2^[4]

구분	1차 오일쇼크	2차 오일쇼크
주요사건	4차 중동전쟁	이란 회교 혁명
OPEC 동향	* 메이저 석유회사 경영참여 및 국유화 * 보유 지분 해당 산유량 직접 판매 시작 * 원유의 3대 무기화 조치 * 인상 : 73.10 원유가격 5.12\$로 인상 * 감산 : 매월 5%씩 감산 결의 * 금수 : 미국, 네덜란드 등에 금수 조치 * 이란, 원유 공개경쟁입찰	* OPEC, 석유자원 완전 국유화 실현 * 국제석유시장 구조 개편 * (기준가 : 석유회사 공시가 => 정부공식판매가) * 78.10월 이란 유혈폭동사태 * 78.12월 이란 원유수출 전면중단 * (당시 전 세계 공급량의 15%) * 78.12월 OPEC회의 (분기별 14.5% 인상합의)
유가 동향	73년1월~74년1월(2.99\$=>13.43\$): +349% 73년12월~74년1월(3.42\$=>13.43\$): +292%	78년7월~79년11월(12.63\$=>38.69\$): +207% 78년7월~80년11월(12.63\$=>40.97\$): +226%
경제 동향	경제성장률 미국 : 74년 -1.3%, 75년 -1.0%, 76년 5.5% 일본 : 74년 0.0%, 75년 1.4%, 76년 6.4% 한국 : 74년 8.0%, 75년 7.1%, 76년 15.1%	경제성장률 미국 : 79년 2.3%, 80년 -0.8%, 81년 0.8% 일본 : 79년 5.9%, 80년 5.0%, 81년 3.8% 한국 : 79년 6.4%, 75년 -5.7%, 81년 5.4%

2.1.4 고유가 시대 추이

2000년대 중반 이후 중국, 인도 등 신흥국의 석유 수요가 증가하여 석유 수급의 불균형이 발생한다. 2005년~2014년 상반기까지 유가의 급등으로 배럴당 100달러대 신고유가 시대가 지속되었다.

1,2차 석유파동의 단기간 유가 급등은 전쟁이나 혁명과 같은 비경제적 요인에 의한 석유공급 부족이 원인이었다면, 2000년대 중반 이후의 유가 급등은 세계 경기상승에 의한 석유수요급증과 OPEC의 탄력적 생산쿼터 감축합의 조정 등 구조적·경제적 복합적 요인으로 나타난다.

“물론 세계 석유수요 급증의 이면에는 OPEC의 여유생산능력 부족이라는 공급측면의 불안이 유가 상승의 주요한 원인이 되고 있다.

즉, OPEC의 여유생산능력이 부족하다는 것은 공급차질이 발생했을 때 이를 대체할 여력이 없다는 것이어서 원유 구매자들의 우려가 가격을 상승시키는 요인으로 작용 한다” [7].

구조적인 상승 요인의 추가적인 배경으로 주요 산유국 중 이란이 2006년 1월 나탄즈 핵시설 우라늄 농축 활동을 재개하면서 중동 정세 불안정과 미국과 서방과의 긴장이 고조 되었고, 석유 공급 차질의 불안감으로 유가 상승 요인이 작용하였다. 그리고 나이지리아의 Niger Delta주 산유지역에서 반군들의 테러로 석유생산이 중단 되어 공급에 차질이 생겼다. 또한 2005년 10월 미국 멕시코만의 허리케인 영향으로 정유공장 가동 중지 및 손상이 생겨 휘발유 시장의 공급 불안감을 야기 시켰다.

또한 앞에서 언급한 시장 불안 요인들에 따른 국제 석유 시장의 투기자금이 대거 유입된 것도 유가 상승을 가속화 시킨 원인이었다.

Fig.2.2는 원유 가격의 변화 배경으로 일어난 사건들을 나타낸 그래프이다.

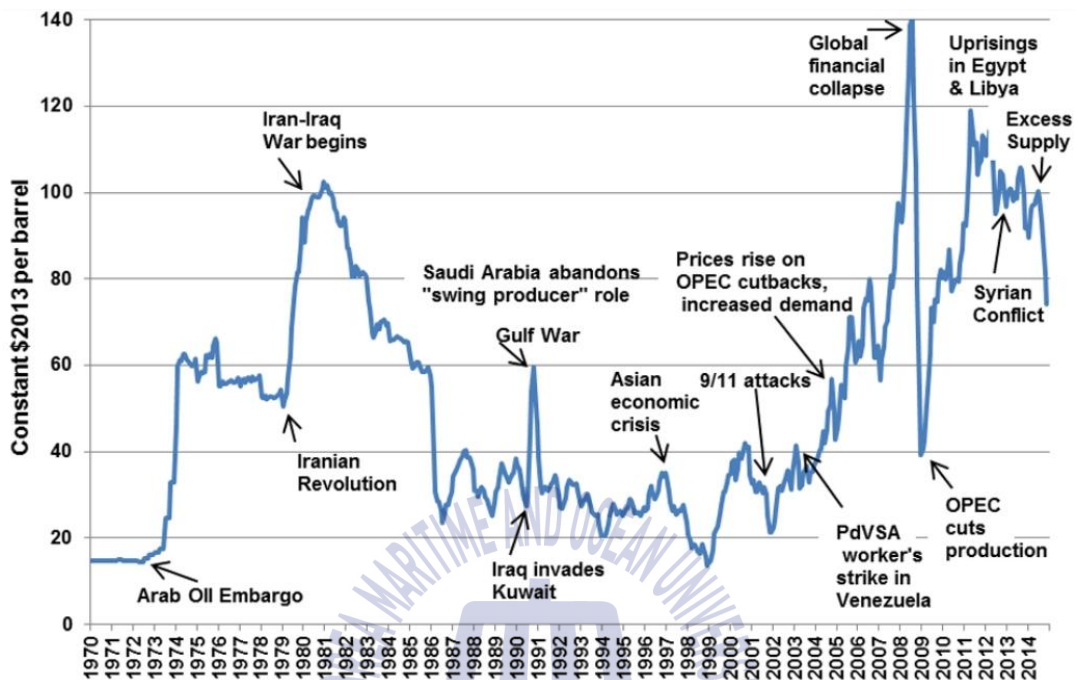


Fig.2.2 Changes in crude oil prices^[7]

“국제유가의 상승은 원유를 중간재로 사용하는 모든 상품가격을 상승시킬 뿐만 아니라 이들 제품을 다시 중간재로 사용하는 관련제품의 가격에 연쇄적으로 영향을 미쳐 국내 물가를 상승시킨다. 또한 원유 수입 증가와 수출 감소를 초래함으로써 무역수지를 악화시키는 요인으로 작용한다. 우리나라는 원유를 전량 수입에 의존하기 때문에, 국제유가가 상승하더라도 원유 수입물량을 크게 줄이기가 곤란하여 국제유가 상승은 바로 원유 수입금액 증가로 연결된다.

반면 수출은 국제유가 상승으로 인한 국내 수출상품의 가격경쟁력 저하로 감소하게 된다” [8].

이러한 국제유가의 상승으로 국내경제 파급경로를 분석해 보면 Fig.2.3에서 나타난 것처럼 물가상승, 기업채산성 악화, 경상수지 악화, 경제성장 둔화 등 국내경제 전반에 부정적인 영향을 미치는 것으로 분석 된다.

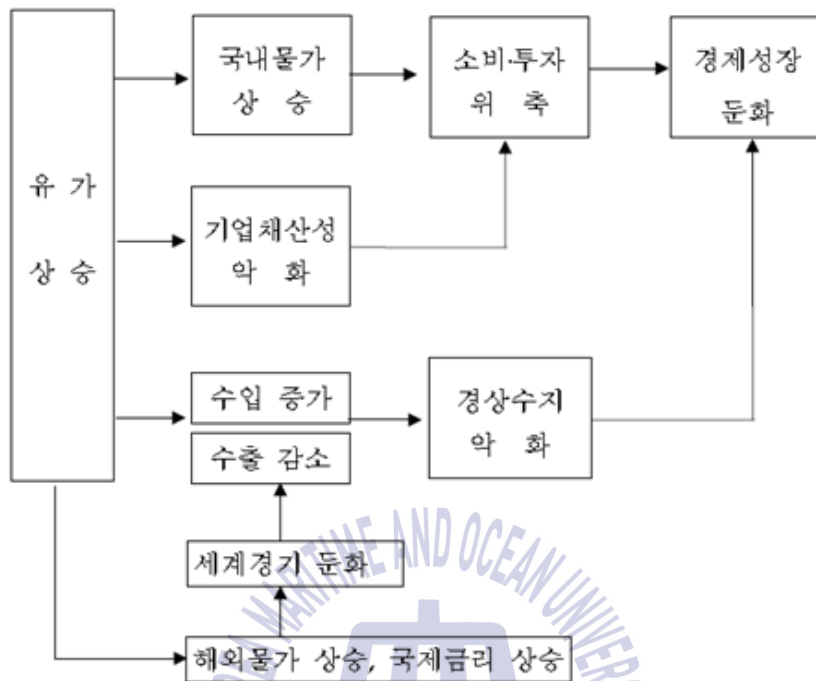


Fig.2.3 Domestic economic far-reaching paths of oil prices raises⁴⁾

그러나 신고유가 시대의 세계와 국내 경제에 미치는 영향은 과거 1970년대 두 차례 석유파동이 있었던 시기와 비교했을 때, 1차 석유 파동 이후 세계경제 및 한국경제는 약 2년간 5%p 하락 하였으며, 2차 석유 파동 이후 약 3년간 2에서 3%p 하락 하였다. 1990년 걸프전 이후에는 세계 경제는 1% 에서 2% 하락 하였으나, 한국은 영향을 거의 받지 않았다. 그리고 유가가 급등한 2000년 이후 세계 경제 성장률은 크게 상승하였고, 경제적 충격은 상당히 감소되었다.

그 이유를 분석해 보면 첫째, 가계와 기업이 고유가에 적응할 수 있도록 완만한 유가 상승으로 경제활동에 대한 피해가 감소되었다.

둘째, 물가상승을 감안한 실질 원유가격은 2차 석유파동 때의 가격 수준에 미치지 못했다. 셋째, 1970년대 두 차례 석유파동을 겪은 선진국들은 에너지 절약 기술의 발전과 서비스 산업과 IT 산업의 비중 증가에 의한 석유에 덜 의존하는 산업구조로 변화 시켰다[9].

4) 산업은행, 「국제유가 상승이 경제 및 산업에 미치는 영향」, p.4

Fig.2.4는 유가가 30년의 장기적인 사이클을 가지는 것을 보여주고 있다.

1970년 이후로 고유가는 두 번을 형성 하였는데, 1차 정점(peak)은 두 차례의 석유파동을 겪은 후 1980년에 있었고, 2차 정점은 금융위기 직전에 2007년도 있었다.

물가 수준을 감안한 실질유가가 배럴당 50달러 이상을 고유가로 본다면, 1980년과 2010년을 전후로 두 차례 고유가시기를 형성했음을 알 수 있다^[10].

1980년대 과거의 역사에서 유가와 실물경제는 30년만에 터울을 두고 글로벌 경제와 물가, 금리 등에서 비슷한 일이 반복되고 있다.

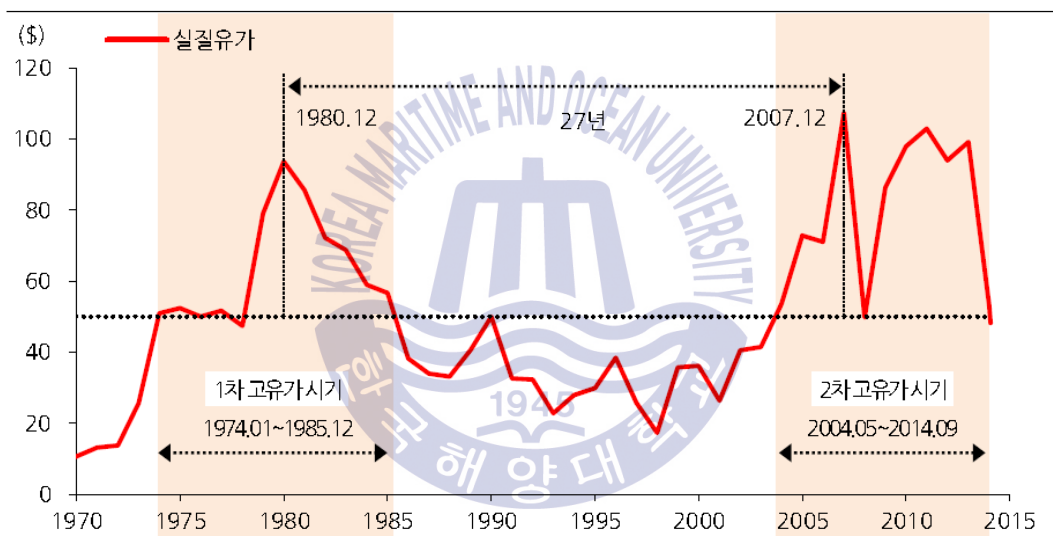


Fig.2.4 30 years cycle of oil price^[10]

2.1.5 저유가 시대 추이

1, 2차 오일쇼크의 여파는 세계 경기를 침체 시켰다. 세계 석유소비는 급감 하였고, 유가는 하락기의 국면을 맞는다. 1980년대 중반은 고유가에서 저유가의 시대로 전환되는 시기이다. 그 배경으로 두 차례의 석유파동은 비OPEC 국가들에 석유개발 투자 확대를 야기 시켰고, 신규 매장량 확보 및 생산량 증대의 결과를 가져왔다. OPEC의 시장 지배력은 약화 되었고, 석유수요는 감소하여 유가

는 하락된다. 그 결과, 1980년대 중반 이후부터 1990년대까지 장기 저유가 시대가 지속되었다.

그리고 2014년 하반기부터 유가는 급락해 왔다. 2008년 세계적 투자은행인 리먼 브라더스의 파산으로 시작된 금융위기 때 잠시 유가가 급락한 것을 제외하면, 10여년간 배럴당 100달러대의 고유가에 익숙한 우리나라는 저유가에 대한 대비가 아직 많이 미흡하다. 2014년 6월말 이후 미국발 셰일가스과 셰일오일의 공급과잉으로 유가는 급락하기 시작하여 2016년 현재 까지 저유가는 지속되어 오고 있다. Fig.2.5는 국제유가의 변화를 나타낸 그래프이다.

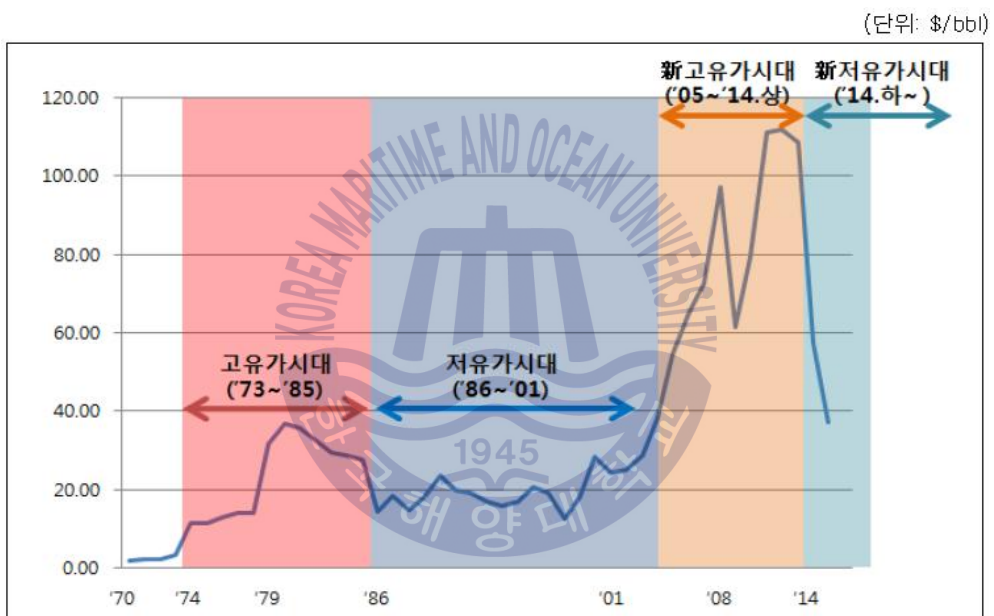


Fig.2.5 Change in international oil prices^[11]

경제위기는 과거의 역사에서 돌이켜 보면, 유가의 급락이 아닌 급등 이후에 발생하였음을 알 수 있다.

신저유가 시대로 인한 국제 자원개발 메이저 기업들의 매출감소가 지속됨에 따라 자원개발 기업들의 생존 전략으로 생산효율개선, 비용절감 및 유전개발서비스(Oil field service)기업의 서비스 비용 감축과 신규 투자 감소를 추진하고 있다. 특히, 자원개발 고비용 프로젝트들의 투자를 연기 하고 있으며, 심해 유전 프로젝트 50%, 오일샌드 프로젝트 30%를 차지하고 있다.

Table 2.5는 투자가 연기된 주요 프로젝트들을 나타낸 표인데, 연기된 프로젝트의 매장량은 약 200억 boe(barrels of oil equivalent)로 추정하고 있으며, 손익분기점 유가는 배럴당 약 60달러에서 65달러 수준이다. 프로젝트 수는 캐나다의 오일샌드 사업이 10개의 프로젝트로 가장 많은 투자가 연기된 것으로 나타나고 있다.

Table 2.5 Major projects's investment postpone^[12]

Country	Project	Classification	Operating company	Investment cost(\$100 million)
Canada	Kirby North Ph 1	Oil sands	Canadian Natural Resources	18
	Christina Lake Ph G	Oil sands	Cenovus Energy	25
	Foster Creek Ph H	Oil sands	Cenovus Energy	11
	Sunrise Ph 2A&2B	Oil sands	Husky Energy	70
	White Rose Extension	Deep sea	Husky Energy	37
	Mariana Oil Sands Thornbury	Oil sands	PTTEP	18
	Pierre River Ph 1&2	Oil sands	Shell	100
	Carmon Creek Ph 1&2	Oil sands	Shell	40
	MacKay River Ph 2	Oil sands	Suncor Energy	8
	Narrows Lake Ph A	Oil sands	Cenovus Energy	18
America	Mad Dog 2	Deep sea	BP	125
Ecuador	Pungarayacu Ph 1	Heavy crude oil	Petroamazonas	16
Falkland Islands	Sea Lion Ph 1A	Deep sea	Premier Oil	23
Norway	Tommeliten Alpha	Shallow sea	ConocoPhillips	25
	Johan Castberg	Deep sea	Statoil	103
	Snorre Late Life	Deep sea	Statoil	65
Kazakhstan	Tengiz Future Growth	Land	Tengizchevroil	88
China	Liuhua 11-1	Shallow sea	CNOOC	15
	Liuhua 16-2	Shallow sea	CNOOC	12
Indonesia	Ande-Ande Lumut	Shallow sea	Santos	8
Australia	Cash-Maple	LNG	PTTEP	12
	Arrow LNG	LNG	Shell	280

Iraq	Simrit(Ain Sifni)	Land	Hunt Oil	10
Mauritania	Banda	Continental shelf gas	Tullow Oil	8
Angola	Chissonga	Deep sea	Maersk Oil	31
Namibia	Kudu	Continental shelf gas	NAMCOR	15

(1) 공급의 증가

유가 급락의 원인으로 공급과 수요의 불균형 측면에서 고찰할 필요가 있다.

Fig.2.6의 국제에너지기구(International Energy Agency; IEA) 자료에 따르면, 완만하게 증가하던 원유의 수요와 공급량은 2014년부터 원유의 공급량이 큰 폭으로 증가했음을 확인할 수 있다.

“국제통화기금(International Monetary Fund; IMF)은 2015년 보고서를 통해 유가하락의 주요요인이 공급확대이고, 글로벌 저성장에 따른 수요 둔화는 20%~35% 기여한 것으로 평가하고 있다” [13]. IMF 기관의 평가와 Fig.2.6에서 나타난 원유의 수요와 공급 변동 추이 IEA Database를 바탕으로 유가급락의 주요 원인은 원유의 글로벌 초과공급이 원인임을 알 수 있다.

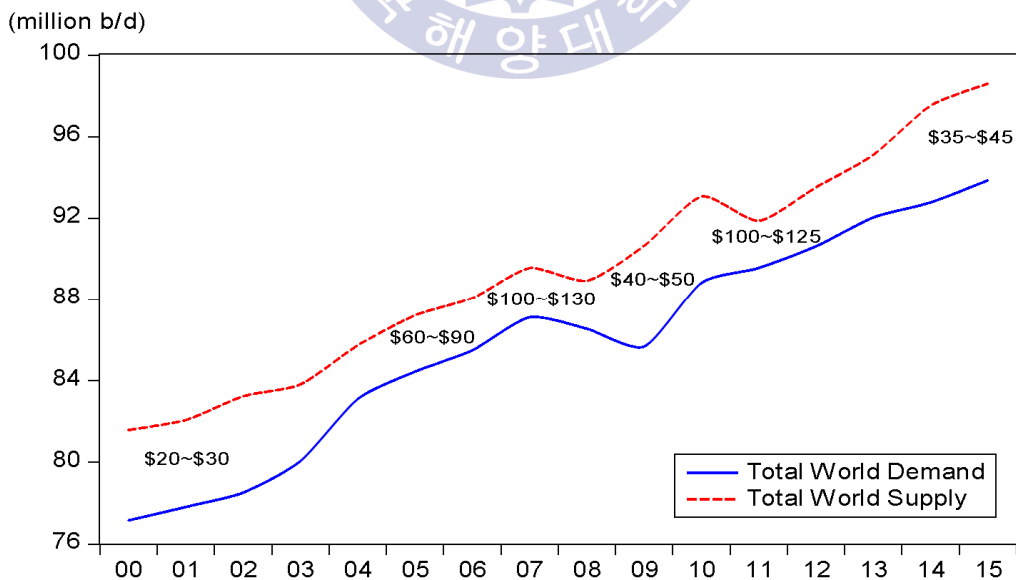


Fig 2.6 Demand and supply changes of crude oil^[13]

OPEC의 Monthly oil market report에 따르면, Fig.2.7은 OPEC 회원국들의 분기별 원유(Crude oil) 생산량을 나타내고 있는데, 2016년 8월에는 약 33.24 mb/d(mbd, million barrels per day) 원유를 생산해 내고 있다.

2016년 7월과 8월을 비교 했을 시, 23 tb/d(tbd, thousand barrels per day) 감소를 보이고 있지만, 2016년에도 분기별로 석유 생산량은 지속적으로 증가해 나가고 있는 것을 볼 수 있다.

OPEC crude oil production based on secondary sources, tb/d									
	2014	2015	4Q15	1Q16	2Q16	Jun 16	Jul 16	Aug 16	Aug/Jul
Algeria	1,123	1,106	1,110	1,092	1,084	1,082	1,089	1,089	0.0
Angola	1,654	1,754	1,780	1,766	1,781	1,789	1,767	1,775	8.8
Ecuador	544	546	545	547	549	549	549	542	-6.2
Gabon	222	219	218	219	217	218	215	223	7.7
Indonesia	695	696	707	714	722	726	725	725	-0.4
Iran, I.R.	2,778	2,840	2,874	3,096	3,539	3,605	3,631	3,653	22.3
Iraq	3,267	3,933	4,232	4,235	4,284	4,242	4,356	4,354	-2.0
Kuwait	2,781	2,730	2,720	2,765	2,731	2,787	2,787	2,791	4.1
Libya	470	405	401	370	314	326	313	292	-21.3
Nigeria	1,953	1,867	1,885	1,793	1,554	1,550	1,520	1,468	-51.2
Qatar	714	667	669	667	662	662	664	664	0.0
Saudi Arabia	9,688	10,123	10,122	10,147	10,297	10,455	10,577	10,605	28.0
UAE	2,759	2,856	2,881	2,807	2,847	2,930	2,952	2,952	0.0
Venezuela	2,361	2,357	2,354	2,278	2,176	2,132	2,117	2,104	-12.8
Total OPEC	31,010	32,099	32,498	32,497	32,756	33,053	33,260	33,237	-23.1

Note: Totals may not add up due to independent rounding.

Source: OPEC Secretariat.

Fig.2.7 OPEC crude oil production^[14]

Fig.2.7에서 보이는 것처럼 OPEC이 감산을 안 하는 이유는 글로벌 초과 공급인 현 시점에서 만약 OPEC 회원국 중 한 국가가 가격을 올리기 위해 감산을 실시한다면, 공급 측면에서는 원유 생산량이 감소되어 유가 가격이 상승하게 되고 수요 측면에서도 균형이 이뤄져 원유 가격은 정상화가 될 것이다. 그러나 감산을 실시한 국가는 유가 시장 점유율이 낮아져, 수익이 감퇴되는 상황이 발생한다.

즉, OPEC 회원국 간에 감산을 한 측은 지는 게임이 되고, 증산을 한 측은 이기는 게임이 되는 원리다.

Fig.2.8은 OPEC이 감산을 안 하는 이유에 대해 사과공급 시장을 예를 들어 “감산을 택한 사람은 무조건 지는 게임을 할 수밖에 없다”는 원리를 보여 주고 있다[15].

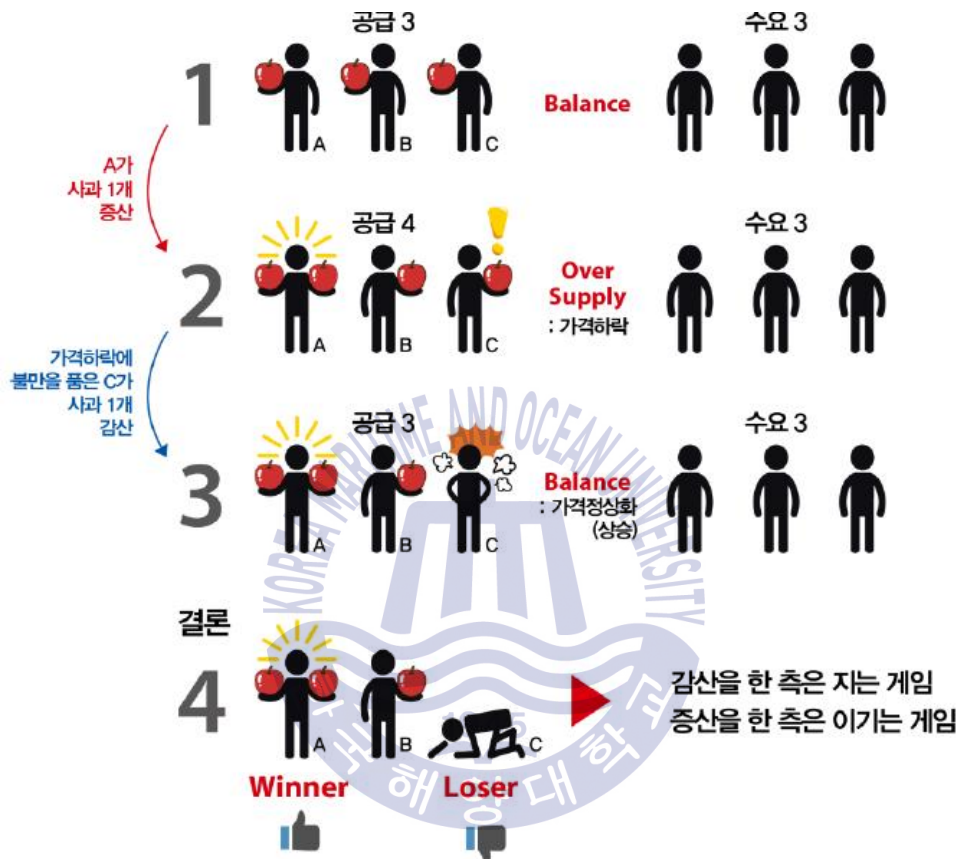


Fig.2.8 Supply and demand market principle[15]

OPEC과 세계 석유시장을 연관시켜 보면, OPEC이 가격을 지지하기 위해서 감산을 택한다면, 지금까지 증산을 한 미국, 러시아, 기타 개발도상국에게만 좋은 일이 될 것이고, 정작 OPEC 회원국들은 수익이 감소되는 상황이 발생한다.

Fig.2.9에서 과거 실제 OPEC이 대대적 감산을 진행했던 1980년을 전후로 사상 최대의 심각한 경기침체가 있었던 상황을 나타낸 그래프다.

“1986년 OPEC의 GDP 성장률은 세계 성장률 대비 -30%p 가깝게 하회하는 양상이 나타난 바 있다. 감산을 통해 그들이 얻은 것은 경기침체뿐이었다는 것이다” [15].

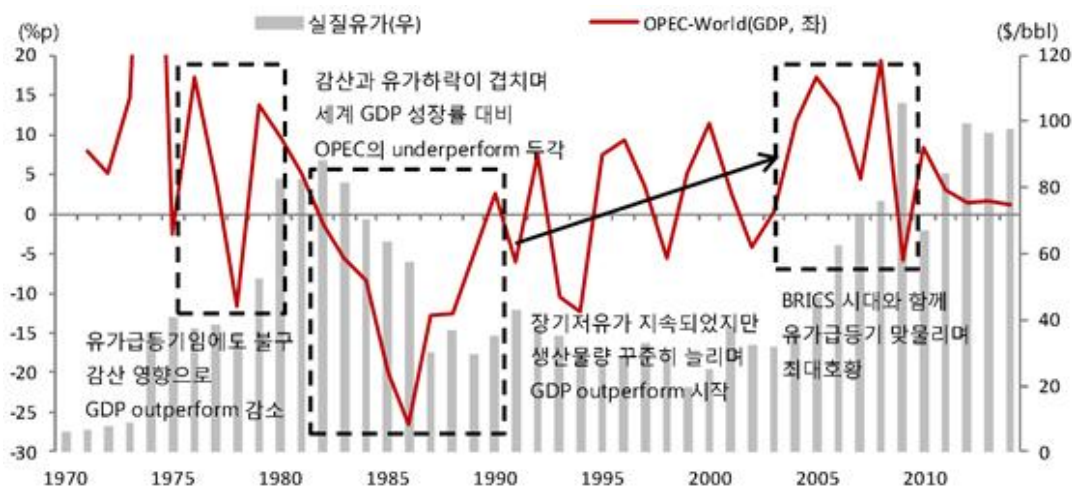


Fig. 2.9 Relationship between international oil prices and global economic growth^[15]

(2) 수요의 증가

오늘날 저유가의 현 상황에 서서히 증가하는 수요에 대해서, 현대 전략경영의 아버지라 불리는 마이클 포터(Michael Porter)의 사이클에 대한 그의 논리에 대해 고찰해 볼 필요성이 있다.

그는 “수요는 일반적으로 순환의 형태를 띤다. 순환적 수요가 침체기에는 반드시 시설 과잉을 초래하며, 상승기에는 지나치게 낙관적인 기대를 가지게 하기도 한다”^[15]는 말을 남겼다.

즉, 수요는 장기적으로 일정한 성장곡선을 지닌다.

수요는 일정부분 순환적인 성격을 보이고, 성장률은 일시적인 상승과 하락을 보이는데, Fig.2.10의 예시로 경기가 호황기 일 때는 4%이상 성장률이 급등하고, 불황기 일 때는 2% 이하의 성장률을 보인다. 장기적인 그림에서 보면 3% 수준의 성장세를 수렴한다.

인간은 순환적 수요의 상승기에 영원히 고성장 할 것 이라는 낙관적인 기대를 하게 되는데, 이때 장기적인 계획을 세워 과도한 투자를 실행하는 판단의 실수를 범하게 된다.

즉, 공급과잉(over-capacity) 현상을 야기 시키고, 순환적 수요의 하락기에는 지나친 비관론으로 공급물량을 크게 감퇴시켜, 공급부족(under-capacity) 현상을 창출시킨다.

인간의 지속적인 판단 실수로 공급과잉과 공급부족 사이클 형상을 만든다는 마이클 포터의 논리이다[15].

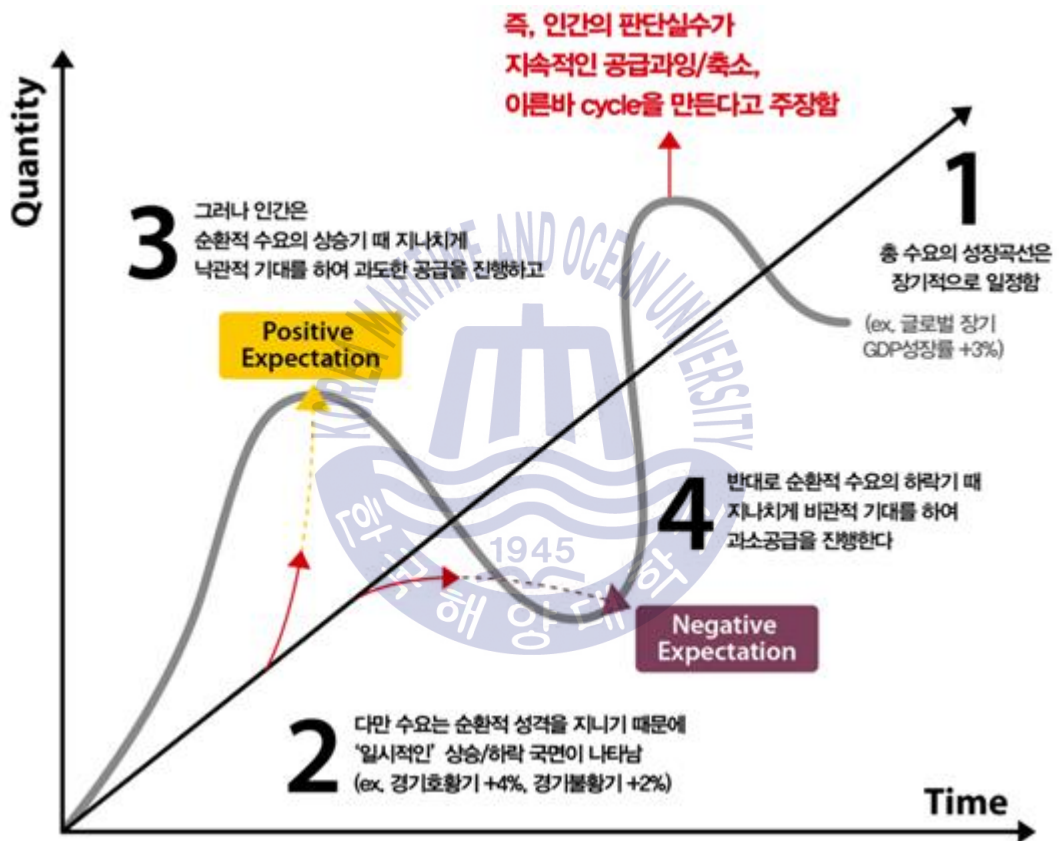


Fig.2.10 Cycle logic of Michael Porter[15]

(3) 유가 변동 요인

Table 2.6은 유가 변동의 요인을 수급변화 외에 수출국 및 수입국의 정책 및 여건, 주요 Player의 전략 및 정책, 돌발사태, 투기 및 심리요인으로 구분되어 큰 영향을 미치는 것으로 나타내고 있다.

Table 2.6 Oil price movements factors^[16]

구 분	주 요 사 례
수급변화 (Fundamental factor)	- 수요 : 경제성장, 연료대체, 가격 등 - 공급 : 공급능력, 탐사 및 개발 활동, 부존여건 등
수출국의 정책 및 여건	- OPEC의 정책 및 생산조절 - 비OPEC의 공급확대 가능성
수입국의 정책 및 여건	- 수요조절 가능성 : 비축
주요 Player의 전략 및 정책	- 미국 등 강대국의 군사전략 및 정책 (대 테러전, 경제중심 전략, 수급 주도권 확보 등) - 주요 석유사의 정책
돌발사태	- 전쟁 및 테러, 파업, 화재, 주요 석유사 파산 등 - 자연재해, 이상기후 등
투기 및 심리요인	- 투기자본의 시장유입 등 - 물량확보 경쟁 등

2.2 해양플랜트 산업의 현황

2.2.1 해양플랜트 산업의 가치사슬(value chain) 분석

국내 조선 산업은 1970년대 노동집약적 건조중심으로 출발하여, 1980년대에 생산 설계분야 자립을 이루었다. 현재 해양플랜트산업의 생산기술은 세계에서 절대적 우위임에도 불구하고, 오일 메이저사(oil Major, 국제석유자본회사) 및 해양플랜트 엔지니어링사(offshore engineering company)의 고부가가치화 독점 영역인 기본설계기술의 자립화에는 상당한 노력이 필요하다.

석유·가스 산업은 크게 5가지 순서로 탐사, 생산, 운송, 하역, 정제, 소비의 순으로 가치사슬이 이루어져 있다면, Fig.2.11처럼 해양플랜트 산업의 공급에 대한 가치사슬은 탐사, 시추, 설계, 건조 및 제작, 운반, 설치 및 시운전, 운영 및 유지관리, 해체의 순으로 생애주기 별 8가지 과정으로 이루어져 있다.

- 타당성 조사 및 예비탐사
- 시추탐사(Drilling exploration)
- 설계(Basic & detail)
- 건조 및 제작(Construction)
- 운반(Transportation)
- 현장 설치(Installation)
- 운영 및 유지관리(Operation & maintenance)
- 철거(De-commissioning)

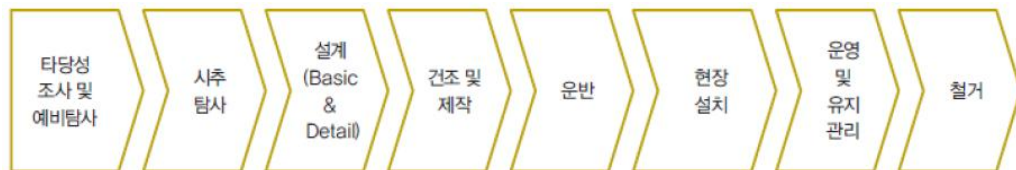


Fig.2.11 Life cycle of offshore plant^[17]

해양플랜트의 탐사 단계는 해저의 석유나 가스를 찾아내는 단계로 해양플랜트를 설치하고 운용할 지역에 대한 타당성 조사 및 예비탐사가 이뤄져야 하는데, 해양조사선으로 음파를 이용하여 일정한 간격으로 발생시켜 반사되어 오는 파형을 분석하고 지층 구조를 파악하여, 원유 및 천연가스의 매장여부를 판단한다.

시추탐사 단계에서는 탐사 이후 해저에 석유나 가스가 매장된 곳을 시추공으로 굴착하여 원유 및 가스의 성분 및 지질구조, 매장량 등을 평가하는 단계로 매장지역의 시추를 통한 경제성 평가를 통해 해양플랜트의 제작여부를 판단하게 된다.

설계 단계는 각종 고려해야할 설계변수 및 극심한 해양 환경조건을 기반으로 환경에 맞는 생산구조물을 설계(design)한다.

건조 단계는 설계 기준에 의한 해양플랜트 구조물을 제작하는 단계로 우리나라는 건조 부문이 특화되어 있다.

운반 단계는 조선소에서 해양플랜트를 건조해 시운전까지 완료하고 나면, 자항력을 가진 운송선을 이용하여 해양 현지에 설치하기 위해 운반을 한다.

현장 설치단계는 해양플랜트가 해양 현지에 도착하면 한 곳에서 약 30년 이상을 고정하여 생산하게 되므로 해저바닥에 앵커나 파일로 고정시키는 계류(mooring) 작업을 수행한다. 그리고 유정에서 올라온 기름과 가스를 연결하는 Riser pipe 설치작업을 하고 해저케이블(Umbilical cable)을 이용하여 해양플랜트와 해저장비에 연결한다. 육상에서 최대한 많은 조립과 완성을 하고 해양 현장에서는 Hook-up 연결 작업과 육상에서 실시하지 못한 커미셔닝(commissioning)을 하는 것이 기본 개념(concept)이다.

운영 및 유지관리 단계는 오일 메이저사 및 산유국에서 해양플랜트 구조물을 운영 및 유지관리 한다.

마지막 해체 단계는 화재, 태풍 등 천재지변으로 인한 재해로 인해 운용이 불가능한 상태이거나 경제적 내용연수가 종료된 해양플랜트 및 관련시설을 철거하거나 적절하게 처리하는 단계이다.

Table 2.7은 해양플랜트 산업의 가치사슬을 나타낸 표이다.

Table 2.7 Offshore plant value chain^[17]

NO	공급사슬	주요 장비 및 구조물
1	타당성 조사 및 예비탐사 (Exploration)	• 해저 지질조사 및 물리탐사(배사구조) • 주요 장비류 - Survey vessel : 주로 인공지진파를 이용 탐사 실시
2	시추 및 평가 (Wildcat & Appraisal drilling)	• Wildcat drilling : 원유 매장 가능 지역에 First drilling 작업을 수행. • Appraisal drilling : Wildcat drilling에 성공하면, 다시 몇 개의 유정(Well)을 더 시추하여 경제성을 평가한 후 개발 투자 여부를 결정함. • 주요 장비류 - Drill ship, Drill rig, AHTS, Stand by 등
3	설 계 (Design)	• 원유 매장 지역의 각종 환경에 맞는 생산 구조물을 Design 함. • 설계 단계 ① 개념설계 (Conceptional design) ② FEED (Front End Engineering Design) ③ 기본설계 (Basic design) ④ 상세설계 (Detail design) ⑤ 생산설계 (Production design) ⑥ Support engineering : Load out, 운반, 설치 등에 필요한 엔지니어링
4	건조 및 제작 (Fabrication)	• 설계 기준에 의한 해양 구조물 제작 단계 • 주요 장비류 - Platform, FPSO, TLP, SPAR, Subsea-production
5	운 반 (Transportation)	• 해양플랜트 운송은 자항력을 가진 Heavy lift vessel과 Semi-submersible ship, 대형 Barge 및 Tug boat로 운송함.
6	설치 및 시운전 (Installation)	• 해양구조물은 가능한 육상에서 최대한 많은 조립 및 완성을 한 후 해상에서는 단순한 연결작업 (Hook-up) 과 Commissioning을 하는 것이 기본 Concept 임.
7	운영 및 유지관리 (Operation & Maintenance)	• Major oil company 및 산유국에서 해양생산 구조물을 주로 운영 및 유지 관리를 하고 있으며 자국내 유전이 없는 일부 국가들도 세계적인 석유회사를 보유하고 있음.(대표적 예 : 프랑스 TOTAL)
8	해체	• 재해로 인한 운용불능 상태, 내용연수 종료로 철거함.

2.2.2 국내 해양플랜트 산업의 가치사슬 역량

국내 해양플랜트 산업은 시추선, 반잠수식 시추선, FPSO 등 부유식 플랜트의 생산설계 및 제작 역량은 세계 1위의 경쟁력을 갖추고 있다.

그러나 그 외 개념설계 및 기본설계와 상세설계는 아직 상당히 취약한 것이 현실이다. Fig.2.12에서 국내 해양플랜트 산업 업무 단계별 역량을 나타낸 것처럼 생산설계 및 제작에서 사전 커미셔닝(Pre-commissioning)까지 상당히 우수한 것으로 평가 되지만, 그 이후 단계인 운반, 설치, 운영 및 부대사업과 해체까지의 서비스 산업 부문은 매우 취약한 것으로 평가된다.

개념설계 및 기본설계와 상세설계가 취약한 이유로 선진엔지니어링 회사에 의존하며, 모든 공정을 제어 받고 생산설계와 제작·건조에만 집중하여 프로젝트를 수행하였기 때문에, 설계와 감리 및 서비스산업 부문은 경험 및 기술력이 부재하게 되었다.



Fig.2.12 Capacity of domestic industry in stages of offshore plant business^[18]

Table 2.8은 해양플랜트 세부 기술 분야별 선진국 대비 국내 기술 수준을 평가한 것인데, 선체의 기본설계와 생산설계, 탑사이드의 생산설계를 제외 하곤 선진국의 각 분야별 개념 및 기본설계 기술 수준은 크게 못 미치는 것으로 평가 되고 있다. 또한 국내에서 제작·건조 되는 해양플랜트 프로젝트는 개념 및 기본설계를 수행하지 않고 선진엔지니어링 회사가 수행하고 있다.

기자재 공급에 대한 구매사양 지정에 대한 권한이 없어 핵심설비 기자재는 해외에서 수입하여 사용하게 되었고, 해양 기자재의 국내 조달은 한계가 있는 것이 현실이다. 즉, 기자재 국산화 비율은 20% 정도 수준으로 고부가가치 기자재 산업 부문이 해외로 유출되고 있다.

Table 2.8 Offshore plant detail domestic technology level by technology sector^[18]

분야	기술항목	선진국 대비 기술 수준				
		부족	다소부족	동등	우월	보다 우월
선체	개념설계		○			
	기본설계			○		
	생산설계					○
계류 시스템	개념설계	○				
	기본설계	○				
	생산설계		○			
탑사이드	개념설계	○				
	기본설계	○				
	생산설계			○		
적·하역 설비	개념설계	○				
	기본설계	○				
	생산설계	○				
종합설계	설계	○				
	조달		○			
	시공				○	
	운전		○			

Table 2.9는 해양플랜트 가치사슬 단계별로 주요국의 기술력 수준을 평가한 표이다. 국내 해양플랜트 산업 역량 수준은 건조 및 제작기술은 월등 하지만, 그 외 나머지 분야는 중간 수준으로 평가되고 있으며, 특히 타당성 조사 및 예비탐사 부문과 운영 및 유지관리 부문은 하위 수준으로 평가된다.

즉, 국내 유전개발 현장 부재에 따른 탐사분야와 운영 및 유지관리 분야 사업에 대한 경험을 쌓을 기회가 없었기 때문에 국내 해양플랜트 산업의 관련 부문들은 하위 수준에 머물러 있다.

미국, 프랑스, 영국은 건조 및 제작기술이 중간 수준을 제외 하곤 모든 해양플랜트산업 부문들이 상위 수준으로 평가된다.

결론적으로 Upstream 분야의 기술력을 가진 국가는 해양플랜트산업의 모든 분야에 상위 수준으로 평가된다.

Table 2.9 Capacity by phase of offshore plant value chain by country^[18]

구분	타당성 조사 및 예비탐사	시추 및 평가	설계	건조 및 제작	운반	설치 및 시운전	운영 및 유지관리
한국	하	중	중	상	중	중	하
미국	상	상	상	중	상	상	상
일본	중	중	상	중	중	상	중
프랑스	상	상	상	중	상	상	상
영국	상	상	상	중	상	상	상
이탈리아	상	상	중	중	중	중	중
네덜란드	중	중	중	중	상	중	중
스위스	중	중	중	하	중	중	중
중국	하	하	중	중	중	중	중
브라질	중	중	중	중	중	중	중
인도	중	중	중	하	하	중	중
싱가폴	하	하	중	중	중	중	중

2.2.3 국내 조선 3사 해양플랜트 영업실적 추이

조선 3사(현대중공업, 삼성중공업, 대우조선해양)의 해양플랜트 수주는 1980년대 초 동남아 시장에서부터 시작 되었다.

조선 3사의 우수한 조선기술 역량을 기반으로 고사양, 초대형 해양플랜트 건조를 통하여 발주처와의 납기준수 및 신뢰성을 쌓으며, 해양플랜트 시장성을 확대해 나가기 시작했다.

2008년 글로벌 금융 위기 이후, 심해 유전 개발의 비중 확대에 따른, 고사양 및 초대형 해양플랜트 프로젝트를 대부분 수주하였지만, 영업실적은 이와 반대로 저조하였다. Fig. 2.13은 2009년부터 2014년 3분기까지의 조선 3사의 영업이익률을 추이한 그래프이다. 영업 이익률은 2010년을 기준으로 점차 하락세를 보인다. 2010년에 현대중공업 14.8%, 삼성중공업 10.8%, 대우조선해양 6.2%의 영업이익률을 보인 반면, 2014년 3분기 기준으로 현대중공업 -6.2%, 삼성중공업 1.4%, 대우조선해양 2.8%의 저조한 실적을 기록하였다.

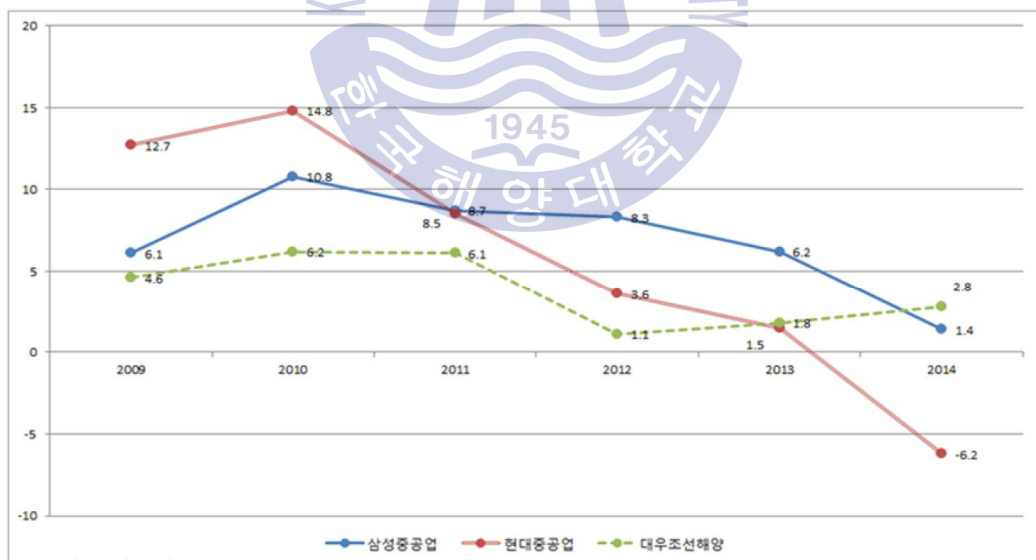


Fig.2.13 Operating profit margin of three shipbuilders(%)^[18]

Table 2.10은 2009년부터 2014년 3분기까지 조선 3사의 매출 관련 지표이다. 조선 3사 모두 매출액은 증가 하는 양상을 보이고 있지만, 당기순이익은 계속

하락하고 있는 것을 확인할 수 있다.

2009년과 2013년의 매출 실적을 비교 했을 시, 조선3사 중 현대중공업이 가장 많은 매출 실적을 보였는데, 매출액이 약 2.5배 이상 증가 했음에도 불구하고, 영업이익은 약 193% 감소했다. 대우조선해양이 2009년 대비 2013년의 매출 실적이 약 1.23배 증가했지만, 당기순이익은 58%로 감소하였고, 삼성중공업은 매출이 1.13배 증가했음에도, 당기순이익은 5.7% 감소하였다. 조선 3사 모두 매출이 증가 했음에도 당기순이익은 감소하였고, 그중 현대중공업이 가장 많이 감소하였다. 현대중공업은 최초로 시도한 해양플랜트 건조 공사를 진행하여, 다수의 설계변경으로 인한 공기지연으로 대규모의 비용 증가와 영업 손실이 발생한 원인을 들 수 있다. 삼성중공업은 수익성이 높은 FLNG, Drillship, LNG선 등 수주 하여 매출 비중을 유지하였기에 큰 손실을 면할 수 있었다. 대우조선해양은 조선 3사중 다소 양호한 흐름의 실적을 보인 것에 손실 회피의 부정적 견해가 제기 되었고, 최근에 대규모 잠재손실 회계 비리로 밝혀졌다.

Table 2.10 Sales related indicators of three shipbuilders(\$100million,%)^[18]

Company	Indicator	2009	2010	2011	2012	2013	2014(3Q)
SHI	Sales	130,950	131,460	133,910	144,900	148,350	128,788
	Operation profit	7,940	14,320	11,600	12,060	9,140	1,837
	Net profit	6,700	10,000	8,510	7,960	6,320	1,473
	Operating profit ratio	6.1	10.8	8.7	8.3	6.2	1.4
HHI	Sales	211,422	373,424	537,117	549,737	541,881	525,824
	Operation profit	22,226	55,318	45,610	2,055	8,020	-32,495
	Net profit	21,465	45,627	27,434	1,296	1,463	-22,061
	Operating profit ratio	12.7	14.8	8.5	3.6	1.5	-6.2
DSME	Sales	124,425	120,564	139,033	140,578	153,053	164,012
	Operation profit	6,845	10,300	10,613	4,863	4,409	4,602
	Net profit	5,775	7,436	6,483	1,759	2,419	1,911
	Operating profit ratio	4.6	6.2	6.1	1.1	1.8	2.8

Fig.2.14는 설계역량 기반인 EPC 4대 기업 Sembcorp, Keppel, Technip, Saipem과 건조 기반인 조선 3사의 영업이익률을 비교한 그래프이다.

2010년부터 2014년 3분기까지의 5년간 해외 EPC 기업의 평균 영업이익률은 12.0%인 반면, 국내 조선 3사의 평균 영업이익률은 4.8%로 해외 EPC 4대 기업의 40% 수준이다.

생산설계 분야에 치중한 조선3사의 경우, 해양플랜트의 해외 EPC업체의 기본 설계 및 FEED(Front & End Engineering & Design)설계 부문과 비교했을 때, 이익률이 매우 낮다는 것을 증명한다.

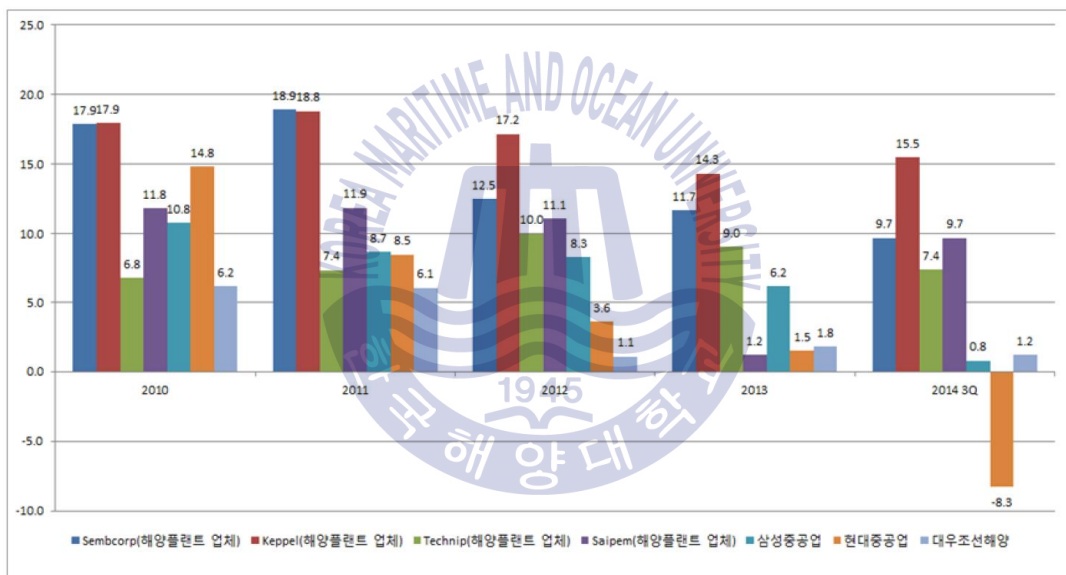


Fig.2.14 Comparison with three shipbuilders and global peers(EPC)[18]

2.2.4 해양플랜트 산업 동향 및 발주 전망

(1) 해양플랜트 산업 동향

2014년 8월 국제유가는 배럴당 102달러에서 2016년 2월 배럴당 40달러 이하로 50% 이상 급락 하였다.

서부텍사스산 중질유 유가 추이는 2014년 08월 배럴당 102달러에서 2015년 6월 배럴당 60달러대로 급락하였고, 2016년 2월11일 배럴당 26.21달러의 최저치를 기록하였으며, 2016년 12월까지 50달러대 이상의 유가를 유지하고 있다.

Fig.2.15의 국제 조선 해운시황 분석기관 Clarkson은 배럴당 70달러 이상의 유가가 되어야 잠재된 해상 유전의 75% 이상 개발이 가능할 것으로 전망하는데, 배럴당 40달러대 이하의 유가에서는 개발 가능한 전체 물량의 5% 수준이다.

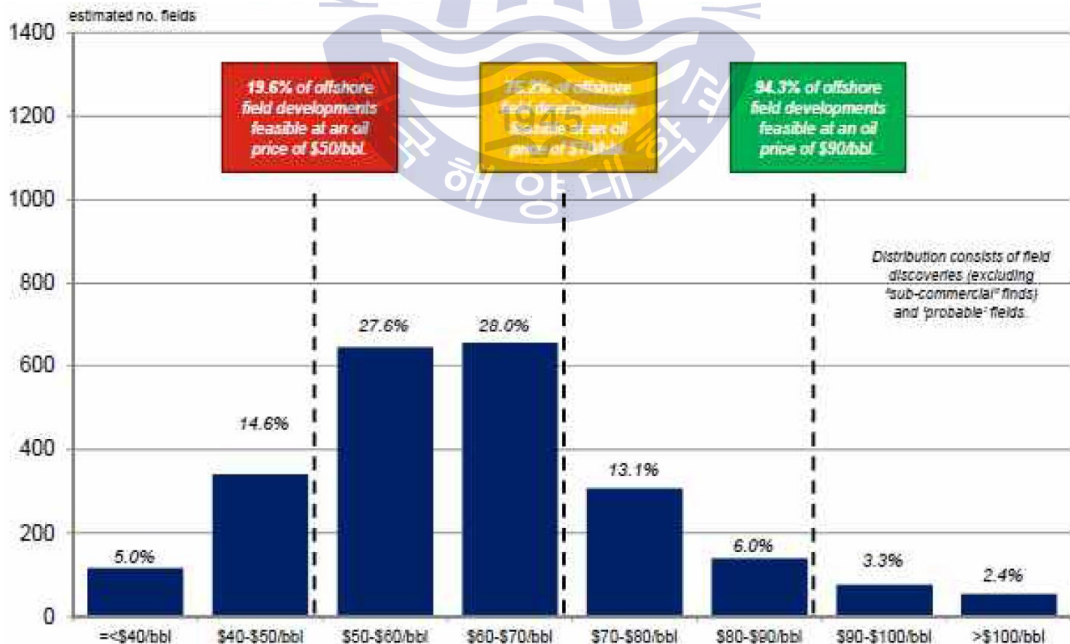


Fig. 2.15 Quantity that can be developed by oil price(%)^[19]

오늘날 저유가는 해양플랜트 발주처들의 개발비용 절감을 위한 컨셉 변경을 야기 시켰으며, 그 결과 현재 추진 중인 해양플랜트 프로젝트들의 개발 비용이 10%~48% 정도 감소되었다.

Table 2.11은 해양플랜트 프로젝트별 개발비용 감소 현황을 나타내고 있는데, 평균 23% 개발 비용이 감소된 것을 알 수 있다.

Table 2.11 Reduce development costs by project^[19]

Project	Initial capex	Revised capex	% Change
Johan Sverdrup Ph.1	123 NOK bn	108.5 NOK bn	-12%
Johan Sverdrup FF	195 NOK bn	175 NOK bn	-10%
Johan Castberg	12.5 \$bn	6.5 \$bn	-48%
Zidane	1.8 \$bn	1.2 \$bn	-33%
Sea Lion Ph.1a	2.6 \$bn	1.8 \$bn	-31%
Mad Dog Ph.2	20 \$bn	12 \$bn	-40%
Scarborough	19 \$bn	16 \$bn	-16%
Ivar Aasen	25.8 NOK bn	25.6 NOK bn	-1%
Gehem-Gendalo	12 \$bn	10 \$bn	-17%
Browse	40 \$bn	30 \$bn	-25%
Cameia	8 \$bn	6 \$bn	-25%
Total	156.8 \$bn	119.47 \$bn	-23%

Fig.2.16은 2016년에서 2020년까지 브렌트유 가격의 전망치를 나타내고 있는데, 주요 기관들은 2016년에는 평균 40달러대의 유가를 전망 하고 있으며, 4년 뒤 2020년에 평균 50달러대 유가를 전망하고 있다. 즉, 주요 기관별 브렌트유 가격 전망은 국제유가와 밀접한 상호관계에 있어, 저유가가 장기화 될 우려가 있다는 것을 나타내고 있다.

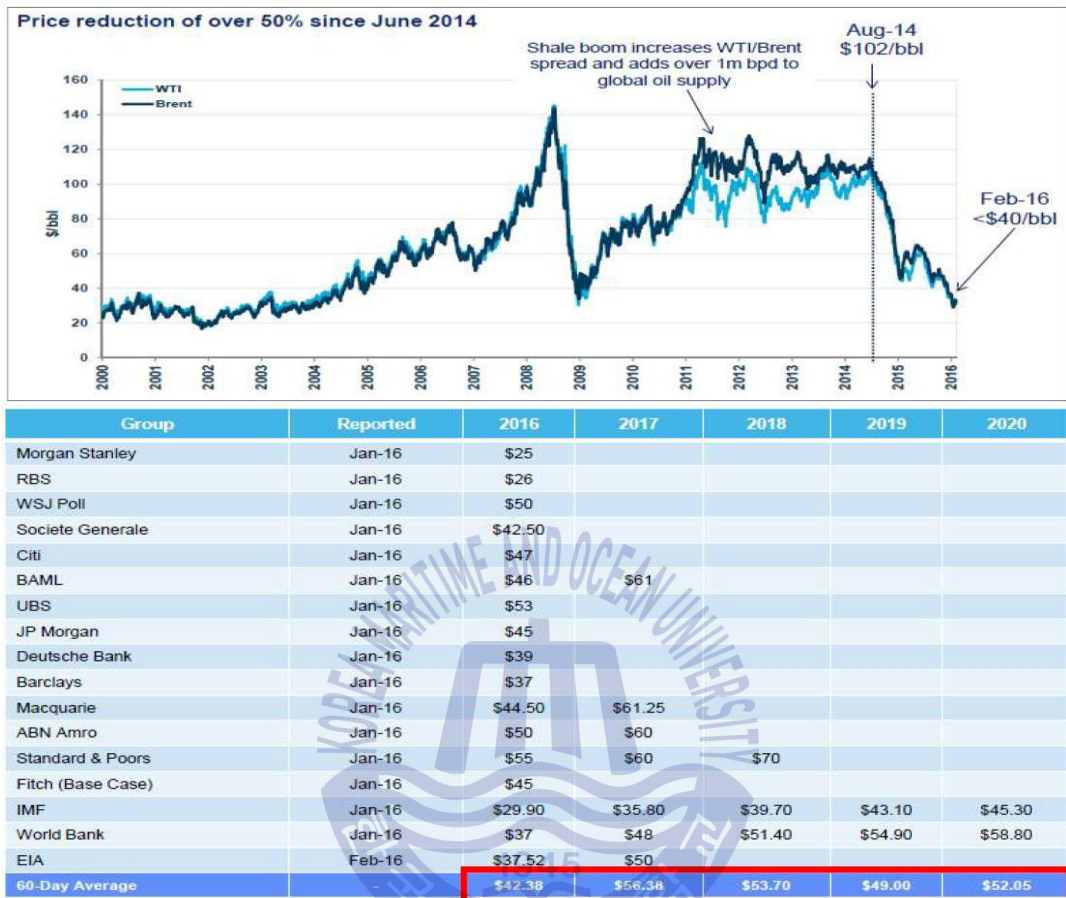


Fig.2.16 Brent oil price forecast by institution^[19]

(2) 해양플랜트 산업 발주 전망

해양산업 통계에 의하면, 2016년 2월 기준으로 해양플랜트 전체 선복량은 총 13,322척(기) 중에서 OSV(Offshore Support Vessels)가 7,824척으로 58% 차지했고, Drillship 126척, FPSO 193척, Fixed platform 7,708기 각각 차지하고 있다.

2016년 2월 기준, 해양플랜트 전체 수주잔량으로 총 1,138척(기), 해양플랜트 전체 선복량의 8.5%의 비중을 차지하고 있고, 이 중 Drillship은 37척으로 선복량(126척)의 29.4%를 차지하고 있다.

그리고 FPSO(신조/개조)는 33척으로 선박량(193척)의 17.1%를 차지한다^[23].

국제 조선 해운시황 분석기관 Clarkson 자료에 의하면 유가가 배럴당 60달러 기준 일 경우, 척수기준 해양설비별 전망을 2022년 이후에 2014년 발주량 수준으로 회복할 것으로 전망하고 있으며, 2018년 이후에 FPSO 시장이 점진적으로 회복될 것으로 전망된다.

Table 2.12는 해양설비 발주 전망(척)을 나타낸 표에서, Drillship은 금년 0척, 2020년까지 연간 3~5척 발주에 그칠 것으로 전망된다.

그리고 **Table 2.13**은 해양설비 발주 전망 금액을 기준으로 나타낸 표이다.

Drillship은 향후 7년간 연평균 20억 달러 발주할 것으로 전망하며, FPSO는 향후 7년간 연평균 85억 달러(신조/개조, FLNG 포함) 발주할 것으로 전망된다.

Table 2.12 Forecast of offshore facility orders^[19]

Division			Average (ships)	Forecast(ships)						
			2005~ 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Development	Exploration		18	12	6	7	9	8	12	11
	M O D U	Jack-up	33	2	4	5	6	8	13	14
		Semi	8	2	2	4	7	5	6	10
		Drillship	13	0	4	3	4	5	9	6
		D-barge	4	2	2	2	2	4	3	5
		Subtotal	57	6	12	14	19	22	31	35
	Construction		134	54	59	65	70	78	86	111
Production	M O P U	FPSO	12	4	5	15	18	19	14	21
		Jack-up	2	0	2	0	1	1	0	0
		Semi	1	0	1	0	1	1	0	1
		TLP/Spar	2	1	1	2	1	0	1	1
		Subtotal	17	5	9	17	21	21	15	23
	Storage/ Transportation		34	13	21	33	38	38	32	43
Support	AHTS		162	32	42	50	70	120	103	134
	PSV/Supply		146	16	24	44	65	97	82	135
	Etcetera		90	32	33	33	36	46	38	60
	Subtotal		398	80	99	127	171	263	223	329
Total			657	170	206	263	328	430	399	552

Table 2.13 Price forecast of offshore facility orders(\$bn)^[19]

Division			Average (\$bn)	Forecast(\$bn)						
			2005~ 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Development	Exploration		1.09	0.32	0.17	0.21	0.31	0.29	0.44	0.43
	M O D U	Jack-up	6.66	0.31	0.61	0.77	0.93	1.28	2.13	2.33
		Semi	4.74	0.77	0.75	1.63	2.87	2.08	2.57	4.24
		Drillship	8.49	0	1.73	1.31	1.77	2.25	4.12	2.80
		D-barge	0.51	0.21	0.21	0.21	0.21	0.44	0.33	0.57
		Subtotal	20.39	1.29	3.29	3.92	5.79	6.05	9.16	9.93
	Construction		8.82	2.58	2.91	2.98	3.30	3.72	4.52	6.12
Production	M O P U	FPSO	6.17	1.38	3.43	9.22	11.84	11.92	8.83	13.42
		Jack-up	0.24	0	0.07	0	0.04	0.04	0	0
		Semi	1.03	0	0.52	0	0.54	0.55	0	0.57
		TLP/Spar	0.76	0.33	0.32	0.64	0.33	0	0.34	0.34
		Subtotal	8.19	1.71	4.35	9.86	12.74	12.50	9.17	14.33
	Storage/ Transportation		2.53	1.12	2.23	3.37	3.79	3.75	4.41	4.80
Support	AHTS		3.87	0.49	0.69	0.93	1.39	2.45	2.05	2.97
	PSV/Supply		3.91	0.31	0.47	0.84	1.22	2.07	1.83	3.14
	Etcetera		1.01	0.48	0.49	0.48	0.53	0.66	0.53	0.95
	Subtotal		8.79	1.28	1.65	2.25	3.14	5.18	4.41	7.06
Total			49.85	8.31	14.60	22.60	29.08	31.48	32.10	42.67

제 3 장 해양플랜트 서비스산업의 현황

2014년 하반기 예상치 못한 유가하락으로 인해, 오일 메이저사들은 기존에 발주한 해양플랜트 프로젝트들을 발주 취소 및 지연시켜 국내 조선소에 혹독한 구조 조정을 겪게 하고 있다.

그리고 저유가 시기에는 해양 탐사활동을 위축시켜 연쇄적으로 시추설비 가동률과 운임을 급감시키는데, 신저유가 시대를 맞아 해양플랜트 시추설비(드릴십, 반잠수식 리그선) 시장의 신규발주는 어렵게 되었고, 기존에 발주한 시추설비마저 취소되고 있는 실정이다. 또한, 국내 조선3사의 무모한 해양관련 프로젝트 저가 수주 경쟁은 선박 공정의 인도 단계에서 대금의 60%~80%를 지급 받는 헤비 테일(heavy tail) 수주방식의 결과를 초래하게 되었다. 그로인해 선박 건조 중에 발생한 발주 취소 및 지연은 조선사에 큰 위험부담이 되어, 오늘날 해양플랜트 산업 시장을 어렵게 만든 원인이기도 하다.

국내 해양플랜트 건조 부문 능력은 세계 1위의 건조 실적을 달성하고 있지만, 해양플랜트 서비스 산업 부문은 국내 유정 부재에 따른 국내 기업들의 무관심과, 정부정책 미흡 등으로 소수의 기업만이 참여 할 뿐, 고성장 산업이지만 국내기업의 경쟁력이 전무하다.

그리고 해양플랜트 서비스 산업은 소수의 메이저 기업들이 카르텔을 형성 하고 있어, 진입장벽이 높은 것이 현실이다.

하지만 해양플랜트 서비스 산업 시장성은 저유가로 인한 낮은 해양플랜트 수주 실적과 구조조정으로 어려운 국내 조선소에 활력을 불어넣을 또 다른 대응방안으로 제시되고 있으며, 조선 산업 유희 인력과 조선해양공학 전공자에게 고수익과 고급 일자리 기회를 제공하게 될 것이다.

그에 앞서, 정부의 해양플랜트 서비스 산업육성 정책대안 발굴과 전문 인력양성이 무엇보다 우선시 되어야 한다.

본 장에서는 저유가로 인한 해양플랜트산업의 대응방안으로 제시되고 있는 해양플랜트 서비스 산업의 개념과 해외 선진기업의 사례를 토대로 국내 해양플랜트 서비스 산업의 발전 잠재력과 시장성에 대해 고찰하였다.

3.1 해양플랜트 서비스산업 개념

해양산업은 탐사, 시추, 개발, 생산, 해체 5개 부문으로 구성 되는 Life 사이클 중 해양시스템을 결정하고 건조 및 설치하는 개발 부문에서 건조 이후 단계인 운송, 설치, 운영 및 유지보수, 해체, 부대사업을 통칭하여 해양플랜트 서비스 산업이라 한다.

Fig.3.1처럼 해양플랜트 서비스산업은 운영사업과 지원 사업으로 분류되어 운영사업에서는 해양플랜트를 직접 운영·유지보수(operation & maintenance) 하는 사업이고, 지원 사업은 OSV(Offshore Support Vessel) 지원 선박을 활용하여 해양플랜트 운송 및 설치, 해체 등 서비스를 제공하는 사업이다.



Fig.3.1 Range of offshore plant service industry^[20]

오늘날 해양플랜트 서비스산업은 어려운 국내 해양플랜트산업의 신 블루오션으로 부상하고 있다. 해양플랜트 건조 이후의 서비스 산업은 해양플랜트 총부가가치의 50% 이상 창출되는 고부가가치, 고성장 분야 산업이지만, 국내 해양플랜트 산업은 신조 중심의 건조 산업으로 발전되어 서비스 산업 분야는 불모지에 해당된다.

Table 3.1은 해양플랜트산업 각 단계별 부가가치 창출 비중을 나타낸 표인데,

건조 이후부터 운송 2%, 설치 3%, 시운전 1%, 운영과 유지보수 40%, 기타(해체) 4%의 비중은 전체 부가가치의 50% 이상 창출 비중을 차지한다.

탐사와 설계 분야를 서비스 산업으로 반영하면 60%~70% 부가가치 창출 비중을 차지하게 된다.

Table 3.1 Proportion of added value in offshore plant industry^[20]

Division	Exploration	Design	Fabrication	Transportation
Portion (%)	7	8	35	2
Division	Installation	Commissioning	Operation and maintenance	Etc.
Portion (%)	3	1	40	4

3.2 해양플랜트 운영사업

해양플랜트 서비스산업은 크게 해양플랜트 운영사업과 해양플랜트 지원 사업으로 구분하는데, 해양 석유·가스를 시추 및 생산하는 해양플랜트를 직접 운영 및 유지보수 하는 사업을 해양플랜트 운영사업이라 한다.

산유국 국영 석유기업 및 오일 메이저사에서 주로 해양플랜트를 운영 및 유지 관리하고 있다.

1998년 7월 국내 최초로 울산앞바다 남동쪽 58 km 지점에 동해-1 가스전이 발견되어 1984년 5월에 대우조선해양에서 건조한 한국 최초의 반잠수식 시추선(Semi-submersible) 두성호가 탐사시추에 성공함으로써 대한민국을 95번째 산유국 반열에 올렸다.

그러나 국내 유일하게 한국석유공사가 두성호와 동해가스전을 운영하고 있으나 직접 운영 또는 용선사업 진출에는 실패하였고, 해외광구 지분투자를 통한 자원 확보에 머물러 있다.

최근에 한국석유공사가 대륙붕 동해-2 가스전 개발의 성공으로 2016년 10월부터 상업생산을 시작하였다.

Fig. 3.2는 두성호의 모습과 재원을 나타냈다.



Fig. 3.2 The appearance and resources of Doosungho^[20]

3.2.1 해양숙박선 운영기업 사례 분석

해양 산업 기술 발전에 따른 심해저 유전 개발 활동이 늘면서, 근로자들에 휴식 공간 및 거주공간을 제공하는 해상숙박선(Accommodation vessel, Floatel) 시설의 중요성이 대두되고 있다. 해상숙박선은 해양플랜트 생애주기 전체에 없어서는 안 될 꼭 필요한 지원 선박이자 결코 사라질 수 없는 사업이다.

해상숙박선 사업의 세계 1위인 Prosafe사는 반잠수식 해상숙박선 운영사업을 하고 있는데, 해상숙박선 시설에는 Fig.3.3처럼 근로자들의 편의와 휴식을 고려한 안락함과 동시에 체력단련장, 영화관 등 다양한 오락시설이 구비되어 있어, 세계 최상의 해상숙박선 운영기업으로 불리고 있다.

저유가로 인한 오일 메이저의 E&P 활동이 줄어들었음에도 불구하고, Prosafe사는 해상숙박선 신조 및 기존 해상 숙박 선박을 용선계약하며 운영하고 있다.

오일 메이저들이 E&P 사업에 집중하고 있을 때, Prosafe사는 해상숙박선이라는 틈새시장을 발굴하고 개척한 도전 정신과 혁신은 국내 해양플랜트 기업들이 롤 모델로 삼아야 할 대목이다^[21].



Fig.3.3 Prosafe company accommodation vessel facilities^[21]

세계 반잠수식 해상숙박선 운영분야의 선도 기업인 Prosafe사는 선박용선 사업을 운영하고 있으며, 직원 수는 약 800명이며, 2014년도 한 해에만 약 2.5억 달러, 순이익 약 1.8억 달러를 기록했다.

Table 3.2는 Prosafe사의 2010년에서 2014년까지의 수익현황을 나타낸 표이다.

Table 3.2 Prosafe corporation revenue status^[21] (US\$ million)

Division	2014	2013	2012	2011	2010
Operating profit	248.3	245.1	222.4	192.3	221.1
Net profit	178.8	199.1	177.5	158.0	198.5

Prosafe사가 보유한 Safe scandinavia 선박(Fig.3.4)은 1984년 건조되어 최대 583명을 수용할 수 있으며, 두 개의 회의장과 60개의 작업장이 있고, 건설과 시운전 및 수리작업이 가능한 선박이며, 선박의 위치유지 기능은 계류장치(mooring)로 가능하도록 설계되었다.



Fig.3.4 The appearance of safe scandinavia^[21]

Fig.3.5는 Safe Caledonia와 해상플랫폼 작업을 망원경식 통로(Telescopic gangway)로 연결한 모습이다. Prosafe사는 망원경식 통로를 이용해 근로자들이 직접 걸어서 이동할 수 있도록 설계하였다.



Fig.3.5 Connect offshore accommodations and workshops to telescopic gangway^[21]

3.2.2 해양플랜트 수리기업 사례 분석

스페인령 카나리아제도의 그란카나리아섬 북쪽에 있는 항구 도시 라스팔마스는 2000년대 들어 수산업이 위축되고 서아프리카 해상유전 개발의 발전으로 관광·수산업 위주에서 벗어나 해양플랜트 유지보수 및 수리업의 중심지로 떠오르고 있다.

라스팔마스항의 “부두 길이만 15 km에 달하는 2300만㎡ (약 700만평) 규모의 항만은 연간 300일 이상의 일조량과 30 m 이상의 깊은 수심 자연적 조건을 활용해 컨테이너 하적 및 해상플랫폼 장기 정박 전용으로 운영 중이다.

선박 수리 전문업체로 탈바꿈한 아스티칸·RNT 등 중대형 조선소들은 저유가로 인한 불황속에서도 여객선·화물선·어선의 개조, 수리, 폐선을 도맡아 연일 물량이 넘쳐 나고 있다” [22].

라스팔마스에 입항한 해양플랜트는 2010년 6척, 2011년 4척, 2014년 11척, 2013년 13척, 2014년 18척으로 증가하고 있는 추세다.

Fig.3.6은 스페인 라스팔마스 항만 전경을 나타낸 그림이다.



Fig.3.6 View of Las Palmas port in Spain^[23]

라스팔마스 항구엔 어선 대신 크루즈와 컨테이너들이 들어왔다.

플랜트·조선·물류·레저 등 복합단지들이 조성됐고, “대서양 연안지역 내 최대 규모인 아스티칸 조선소의 경우 조선업 불황에도 불구하고 수리 전문 조선소로 탈바꿈해 3만톤급, 길이 190 m의 대형 선박 수리까지 가능한 도크 2개를 풀가동하며 연간 180척의 물량을 처리하고 있다. 저렴한 가격과 원활한 지리 여건으로 인해 멀리 북유럽·멕시코에서까지 이곳을 찾아온다고 한다. 섬 곳곳엔 높이 160 m의 유럽 최대 풍력발전기를 비롯한 총 300여기의 풍력발전단지가 가동되는 등 신재생에너지 개발에도 본격적으로 나서는 모습이다” [22].

저유가 시대의 도래로 대형 해양 시추선들이 해상에서 할 일이 없어지자 라스팔마스는 수심 평균 30 m 깊은 외항을 활용해 대형 해상 플랫폼 전문 정박 항구로 변신했다. 미국의 대형 해양 시추 전문업체 트랜스오션사 등 전 세계의 해상 플랫폼 20기 이상을 이곳으로 끌어와 장기 정박은 물론 시장 상황에 맞춰 출항 여부 등을 결정하는 기항기지로 발전시킬 계획이다[22].

3.3 해양플랜트 운송사업

300톤 이상의 화물을 초중량 화물이라 하는데, 해상 유전 및 가스전에 설치되는 해양플랜트 고정식 Jack-up rigs, Compliant tower 및 부유식 FPSO, TLP, SPAR 플랫폼 등 해양 구조물은 초중량 화물에 속한다.

조선소에서 건조한 초중량 화물(해양플랜트)을 해상운송 수단을 이용해 목적지인 해양 석유·가스 광구 까지 운송하는 사업을 초중량 화물 해상운송사업이라 한다.

“초중량 화물 운송 사업은 초중량 화물을 야드에서 선박의 갑판 위로 안전하게 선적하기 위해 밸러스트 작업 계획을 준비해야 하며 운송 중 복원성(stability)이 확보되는지를 검토해야 한다. 또한 화물의 하중과 운송 중 파도에 의한 선박의 구조적 변형(deflection) 및 선박의 거동(motion)을 예측해서 화물의 변형을 방지하고, 갑판에 부가되는 하중을 분산시키고 고정하기 위해 그릴리지

(Grillage) 및 씨패스닝(Sea-fastening) 설비를 디자인하는 등 고난이도 공학적 분석과 계산이 요구 된다” [24].

3.3.1 해양플랜트 운송방식

초중량 화물 해상운송방법은 예인선으로 부양 가능한 화물에 예인 줄을 연결하여 운송하는 웰 토잉(Wet towing) 방법과 중량물 운송 선박에 선적 하거나 바지(barge)에 선적하여 운송하는 드라이 토잉(Dry towing) 방법이 있다.

웰 토잉 방법의 장점은 운송료가 저렴한 편이지만, 해상 부유물이나 해수로 인한 장거리 운송에서 발생할 수 있는 화물의 손상에 위험이 존재하고 운송기간이 길다는 단점이 있다.

드라이 토잉 방법은 바지의 갑판이나 중량물 운송 선박에 선적하므로 운송가능여부의 기술검토가 필수적이며, 예인용 부선(barge), 반잠수식 중량물 운송선박(Semi-submersible heavy transportation ship), 자항선(Self-propelled barge, Deck carrier) 등이 운송 선박으로 사용 된다[24].

해양플랜트 운송방식에는 Fig.3.7의 하역 및 선적방식에 따라 LO-LO, RO-RO, FO-FO로 구분되는데, 선박의 대형 크레인(Lift crane)이나 데릭(derrick)을 이용해 화물을 들어 올려 하역하거나 선적하는 방식을 LO-LO(Lift On-Lift Off) 방식이라 한다. 대표적으로 독일 및 네덜란드 선사들은 900톤 규모의 크레인 2개를 장착한 선박을 보유하고 있다.

“LO-LO 방식은 선박에 화물을 들어올리기 위한 페데스탈 크레인(Pedestal crane) 또는 마스트 크레인(Master crane)이 장착되어 있다. 크레인은 리프팅 능력(Lifting capacity)이 중요한데 현재 최대 규모는 14,200 M/T 급으로 알려져 있다” [25].

모듈 트레일러나 바퀴가 있는 장비에 해양플랜트를 실어서 하역 및 선적하는 방식을 RO-RO(Roll On-Roll Off) 방식이라 하며, 주로 바지 형태의 선형이다.

트레일러에 많은 수의 바퀴가 부착되어 있는데, 화물의 하중을 분산시키는 역할을 한다.

선박을 물 밑으로 잠수해서 해양플랜트를 하역 및 선적하는 반잠수식 자항선(Semi-submersible ship)인 특수 선박을 사용하는 방식을 FO-FO(Floating On-Floating Off) 방식이라 하는데, 평형수(ballast water)탱크에 물을 채우고 비움으로 부분 잠수할 수 있으며, 가장 고도의 기술이 요구된다.

RO-RO 선박의 가격은 척당 300~400억원, FO-FO 선박의 가격은 척당 1,000억원 이상 상회하는 고가의 선박이다.



Fig.3.7 Market segmentation by ocean plant loading and unloading method^[25]

3.3.2 해양플랜트 운송시장 동향

2005년부터 2012년까지 해양플랜트의 중량과 운송방식에 관한 Dockwise사의 분석에 따르면, “총 264기의 해양플랜트 중 192기(73%)는 4,000~12,000톤, 72기(27%)는 12,000톤 이상이였다. 12,000톤 미만의 해양플랜트는 단지 6%만 FO-FO 방식으로 운송되었으나, 12,000톤 이상은 1/3 이상이 FO-FO 방식으로 운송되었다. 전체적으로는 14%가 FO-FO 방식으로 운송되었다. 또한, 2014년부터 2018년까지 총 573기의 해양플랜트가 설치될 것으로 추정되는데, 480기는 4,000~12,000톤, 93기는 12,000톤 이상으로 예상된다. 93기 중에서 FPSO를 제외한 46기 중 24기(52%)는 FO-FO 방식으로 운송될 것으로 추정 된다” [25].

Breakbulk사가 분석한 중량 화물 운송시장은 재화중량 톤수(DWT) 기준으로 ZPMC사(중국), Dockwise사(네덜란드), OHT사(노르웨이), SAL사(독일) 순이며, 약

15개 선사가 90% 시장을 점유하였으며, 해양플랜트 운송시장에 진출할 수 있는 기회는 언제든지 열려있다. Fig.3.8은 2010년 1월 기준 세계 중량 화물 운송시장 10대 선사를 나타낸 그래프다.

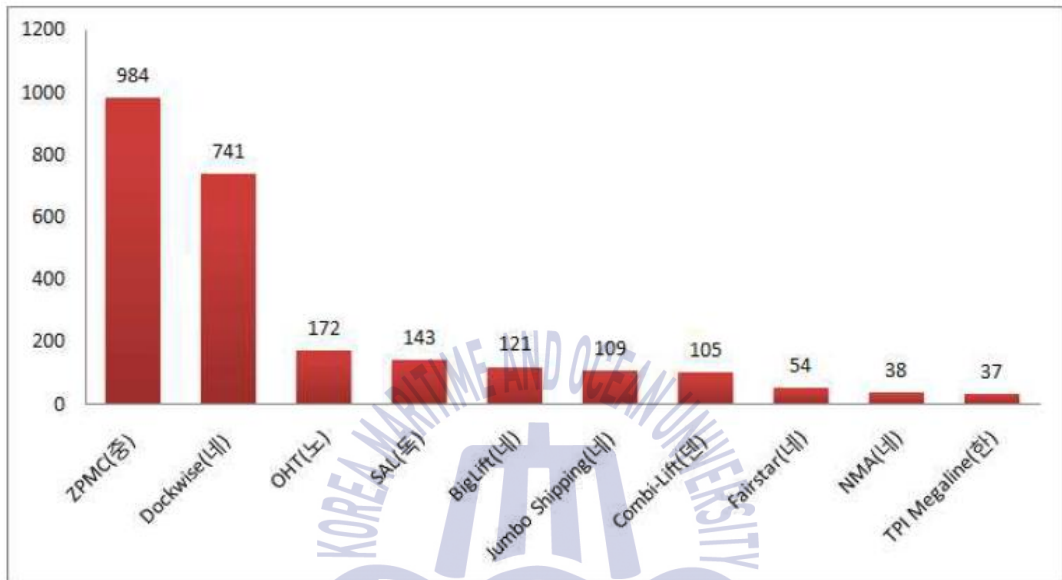


Fig.3.8 Top 10 heavy goods transport market in the world^[25]

Clarkson 사의 보고에 따르면, 2014년 말 기준으로 해양플랜트 운반선은 총 115척으로, Fig.3.9에 나타낸 대표적인 FO-FO 선박 보유현황으로는 Dockwise사 23척으로 절대적 우위에 있으며, COSCO사(중국) 6척, OHT사(노르웨이) 4척, Fairstar사(네덜란드) 4척, ZPMC사(중국) 4척 등의 순이며, 그 뒤를 중국과 독일의 업체들이 추격하고 있다. 국내 STX 팬오션에서 FO-FO 선박 2척을 보유하고 있었으나, 2012년 9월 Condock사에게 매각 한 후, 국내에선 유일하게 TPI 메가라인 업체가 보유한 FO-FO 선박 Mega Passion호 1척 만이 존재하고 있다.

2010년 6월 DSME에서 건조된 Mega Passion호는 당시 아시아 최대이자 세계에서 두 번째로 큰 FO-FO 선박이었으며, 선박사양은 길이 203 m, 폭 63 m, 탑재능력 53,000 ton, 최고 속도 12 knots, 잠수능력 11 m의 사양이다.

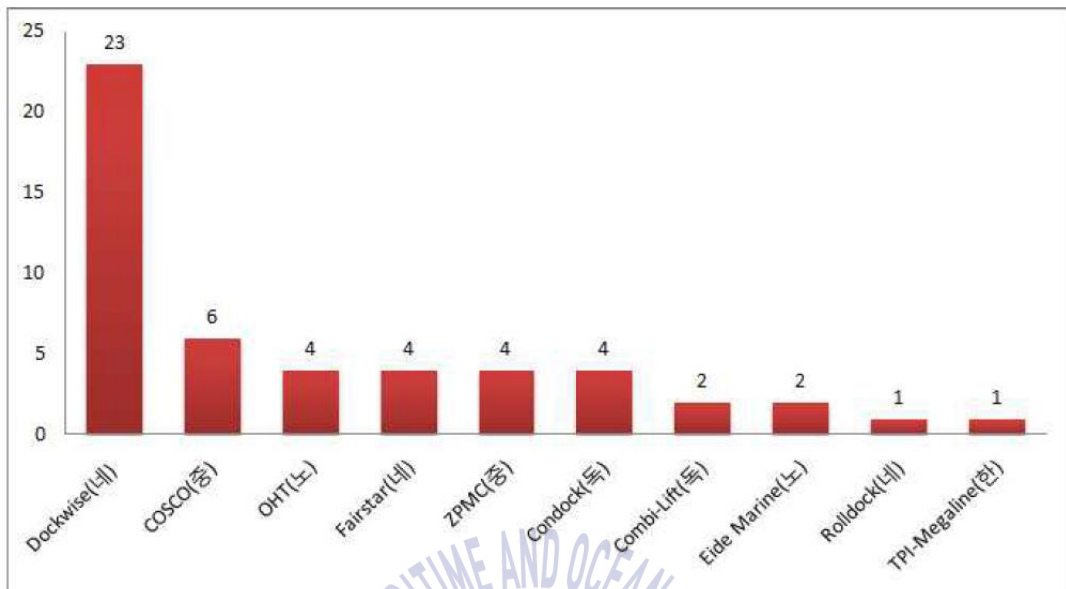


Fig.3.9 FO-FO vessel status by company^[25]

3.3.3 선도 기업의 사례 분석

해양플랜트 건조 및 생산능력 기술의 발전으로 무게와 크기가 증가함에 따라 고가의 FO-FO 선박이 해양플랜트 운송시장의 경쟁력과 핵심장비로 부상하고 있다. Fig.3.10은 현재 대형 해양플랜트 운송시장의 세계 1위인 네덜란드 Dockwise사의 대표적인 FO-FO 선박의 사례로 Dockwise Blue Marlin과 현존하는 세계 최대의 Dockwise Vanguard의 사양을 비교 했을 시, Dockwise Blue Marlin의 길이는 224.8 m, 너비 63.0 m, 데크 공간 178.2×63.0 m, 깊이 13.3 m, FPP에 잠수흘수 28.4 m, 최대 흘수 10.24 m, 주갑판 FPP 위의 물 깊이 APP 15.1 m, 재화 중량 76,061톤, 속도 13.0 knots의 사양이면, Dockwise Vanguard의 길이는 275.0 m, 너비 70.0 m, 데크 공간 275.0×70.0 m, 깊이 15.5 m, FPP에 잠수흘수 31.5 m, 최대 흘수 10.99 m, 주갑판 FPP 위의 물깊이 APP 16.0 m, 재화중량 117,000톤, 속도 14.5 knots 의 사양이다.

Blue Marlin	Dockwise Vanguard
	
• Length o.a, 224,80 meters • Length b.p, 206,64 meters • Breadth moulded / max, 63,00 meters • Deck Space (L X B)* 178,20 x 63,00 meters • Depth 13,30 meters • Draft submerged at FPP / APP 24,72 / 28,40 meters • Maximum draft 10,24 meters • Water-depth above main deck FPP / APP 11,42 / 15,10 meters • Deadweight 76,061 metric tons • Speed 13,0 knots * Equipped with fixed casing at starboard	• Length o.a, 275,00 meters • Length b.p, 270,00 meters • Breadth moulded / max, 70,00 meters • Deck Space (L X B)* 275,00 x 70,00 meters • Depth 15,50 meters • Draft submerged at FPP / APP 31,50 / 31,50 meters • Maximum draft 10,99 meters • Water-depth above main deck FPP / APP 16,00 meters • Deadweight (expected) 117,000 metric tons • Speed (expected) 14,5 knots * Equipped with movable casings

Fig.3.10 Representative FO-FO ship pictures and specifications^[25]

해양플랜트 운송시장은 Dockwise사를 포함하여 소수의 기업이 카르텔을 형성하고 있다. 해양플랜트를 운송할 수 있는 선박이나 기술을 보유한 기업이 소수에 불과하다는 것이다. 해양플랜트 운송시장의 영업이익률은 10%에서 20%에 달하는 고부가가치 산업인데, Dockwise사의 2012년 Annual Report에 따르면, 영업이익률이 24%였다.

세계에서 두 번째로 운송선박을 운영하는 OHT(Offshore Heavylift Transport)사는 Dockwise사 다음으로 시장 점유율을 차지하고 있으며, 주로 해양건설에 필요한 Jack-up drilling rigs, 반잠수식 리그(Semi-submersible rigs), Offshore modules, 바지선(Barge), 준설선(Dredgers), 예인선(Tugs), 크레인선(Crane vessels) 등 각종 초대형 설비를 운송해 왔다. 2005년 노르웨이 소재의 해양운송회사로 시작하여, 현재 초대형 반잠수식 중량 화물 운송선박 Eagle, Falcon, Osprey, Hawk 선박 4척을 운영하고 있는데, 4척 모두 초대형 탱커(Tanker vessel)를 개

조하여 건조한 것이다. Table 3.3은 OHT사의 4대 운송선박의 주요사양으로 Eagle, Falcon의 재화중량은 31,809 M/T, 선실 수용인원 약 38명, Osprey와 Hawk 각각의 재화중량은 54,000 M/T, 64,900 M/T 이며, 수용인원은 약 40명 수용할 수 있다.

Table 3.3 Major specifications of OHT 4 carrier^[26]

Division	Eagle	Falcon	Osprey	Hawk
Total length	199.33 m	199.33 m	223.07 m	223.07 m
Deadweight capacity(DWT)	31,809 M/T	31,809 M/T	54,000 M/T	64,900 M/T
Deck water depth	8.5 m	8.5 m	10.5 m	10.5 m
Speed	15 Kts	15 Kts	15 Kts	12.5 Kts
Capacity	38 people	38 people	40 people	40 people

Fig.3.11은 OHT사의 4대 운송선박의 모습을 나타낸 그림이다.



Eagle



Falcon



Osprey



Hawk

Fig.3.11 The appearance of OHT four major shipping vessels^[26]

3.3.4 해양플랜트 운송사업의 강점과 단점

국내 해양플랜트 운송사업의 강점으로 조선 3사에 초중량 해양플랜트를 건조할 수 있는 제작 야드를 보유하고 있으며 중국에서 활발히 수주한 해양구조물 및 On-shore LNG plant module 등 유럽 선사에 비해 중국 야드와 거리가 가까워 지리적으로 유리한 이점으로 운송 사업에 지출되는 낮은 선박동원 비용의 경쟁력을 갖추고 있다. 또한 국내 상선에서의 다양한 경험을 갖춘 해기사들과 운송엔지니어로 성장할 수 있는 조선·해양공학도 등 풍부한 인적자원을 갖추고 있다. 그리고 국내에서 초대형 해양구조물이 건조되다보니 선적 및 제작 야드 관련 작업자 간 동일한 언어로 의사소통이 용이하다는 장점이 있다.

“국내 초중량 화물 운송사가 운송 및 설치 기술을 보유하고 국내 야드들의 입찰을 지원하면 유럽 및 아시아의 다른 야드보다 우수한 제작 능력을 확보한 상황에서 추가로 운송 및 설치 서비스도 제공할 수 있어 국내 제작 야드의 턴키 프로젝트 수주에 기여할 수 있는 강점이 있다” [24].

반면 국내 해양플랜트 운송사업의 단점으로 유럽 선사에 비해 경험이 부족한 것이 현실이다. 오일 메이저사가 만족할 만한 대형 프로젝트 관리 경험 부족과 국내 운송 엔지니어 전담 인력육성과 역량에 대한 투자가 부족하다.

또한 국내 선사들의 경쟁력이 약해서 국내에서 건조되는 해양플랜트 운송 물량도 해외 선사들에게 의존하고 있는 실정이다.

그리고 해양플랜트 운송시장은 선박 그 자체가 경쟁력인데, 앞에서 언급한 선도기업의 사례로 국내에도 FO-FO 선박의 확보가 시급하다. 국내 해양플랜트 운송시장이 진출하지 못하는 가장 큰 이유 중 하나일 것이다. FO-FO 선박은 운송 및 드라이 독킹(Dry docking) 서비스도 제공할 수 있어서 해상 광구가 개발되는 원양에서는 해양플랜트를 지원하기 위한 기반시설이 부족하기 때문에 드라이 독킹은 새로운 부가가치를 창출해 낼 수 있다.

현재의 저유가로 인한 해양플랜트 프로젝트들이 연기 및 취소가 되고 있지만, 중장기적으로 인구증가 및 경제성장으로 인한 에너지 수요 증가는 해양플랜트 프로젝트 수주 증가로 이어질 것이며, 노후 설비 증가로 인한 해체시장 역시 커져 해양플랜트 운송시장 또한 동반 상승하게 될 것으로 전망된다.

3.4 해양플랜트 설치사업

해양플랜트 설치사업은 천해나 심해에 석유·가스를 채굴하기 위한 해양플랜트 및 파이프라인, 해저장비 등을 유전에 설치하는 사업이다.

현재 해양플랜트 프로젝트 시장은 EPCIC 설계, 제작, 설치, 시운전까지 포함한 턴키(turnkey)방식을 추구하는 Total solution provider 프로젝트 발주가 증가하는 추세인데, 국내 조선소들도 해양플랜트 건조에서 설치 및 시운전까지 턴키방식의 프로젝트를 수행하지만, 설치 장비 및 기술이 미흡하여 설치사업 부문에서는 해외 선진 설치기업에 의존하고 있다.

해양 설치사업은 초기에 과다한 투자비용이 발생하기 때문에 선불리 진입을 못하지만, 중국의 해상 설치 전문회사인 COOEC사의 사례로, 정부의 적극적인 지원으로 중량물 들어올리기(heavy lifting)작업 및 초대형 해상 작업선들을 신조 구비하여 자국 뿐만 아니라 해외진출을 계획하고 있다.

국내에는 천해용 작업 선박을 보유한 HHI사만이 해양플랜트 설치사업 부문을 유지해 왔으나 최근 해양플랜트 경기침체로 자체 운영하던 설치 사업부문을 외주로 전환하게 되어, 국내 해양플랜트 설치사업의 활성화는 더욱 어렵게 되었다. 국내 해양플랜트 설치사업의 활성화는 해상작업 수행의 부수작업들 해상 측량, 준설, 다이빙, 비파괴 검사(Nondestructive Testing; NDT), 수압시험(Hydro test) 등 국내업체들에게 관련 산업의 참여 및 동반성장을 이룰 기회를 제공할 것이기에, 중국의 사례처럼 정부의 적극적인 지원이 필요하다.

Fig.3.12는 해양플랜트 및 파이프라인을 설치하는 장면이다.



Fig.3.12 Offshore plant and pipeline installation scene^[20]

3.4.1 해양플랜트 설치용 선박 종류

해양플랜트 설치분야에 해외 선도 기업으로 McDermott, Heerema, Saipem, Technip, Subsea-7 등이 있으며, 이들 기업은 고가의 장비와 고급기술력을 보유하고 있어서 후발주자들의 설치부문사업 진입은 상대적으로 어렵다.

그리고 해양플랜트를 설치하기 위한 해상작업선의 종류로 Derrick laybarge, Derrick barge, DP deepwater construction, Heavy lift vessel, Self propel crane vessel, Heavy lift/lay barge 등이 있으며, **Table 3.4**는 해외 선도 기업들과 국내 HHI사에서 보유한 2,000톤급 이상의 해양플랜트 설치용 선박 보유 현황을 분석한 표이다.

Table 3.4 Status of ship for installation of offshore plant(2010)^[20]

Company	Barge/vessel	Type	Max. lifting revolving (st)
Heerema	Balder	DP deepwater construction	3300 + 2200
	Hermond	S S crane vessel	5000 + 3000
	Thialf	DP deepwater construction	7810 + 7810
McDermott	DB 50	DP derrick laybarge	3527
	DB 101	S S derrick barge	2700
	DB 30	Derrick laybarge	2800
Seipem	S-7000	DP deepwater construction	7840 + 7840
	Castro Otto	Derrick laybarge	2000
	S-3000	DP deepwater construction	2400
Seaway Heavy Lifting	Stanislav Yudin	Heavy lift vessel	2750
	Oleg Strashnov	DP heavy lift vessel	5500
HHI	HD-2500	Heavy lift/lay barge	2500
COOEC	Lan Jing	Self-propel crane vessel	7500
	Lan Jiang	Derrick/lay barge	3800

최대 수심 2,000 m 이상의 해저 파이프라인을 설치하기 위한 해상 작업 선박의 종류에는 천해용 Pipe lay vessel, 반잠수선인 Derrick/lay barge 등이 필요하며, 해저 파이프라인 설치회사 해외 선도 기업에는 Allseas, McDermott, Saipem, Global 등이 있으며, **Table 3.5**는 해외 선도 기업들이 보유한 해저 파이프라인 설치용 선박보유 현황을 분석한 표이다.

Table 3.5 Ship status for subsea pipeline installation(2009)^[20]

Company	Barge/vessel	Type	Max. water depth(m)
Allseas	Solitare	DP pipelay vessel	> 3000
	Audacia	DP pipelay vessel	> 3001
	Lorelay	DP pipelay vessel	> 3000
McDermott	DB 50	DP derrick/lay barge	> 3000
	DB 16	DP derrick/lay barge	> 3000
Saipem	S-7000	DP derrick/J-lay barge	> 3000
	S-3000	DP derrick/lay barge	> 3000
	FDS	Field development ship/J-lay	
	FDS2	Field development ship/J-lay	
	Castorone	DP lay vessel	
Global	1200	DP derrick/lay barge	> 2500
	1201	DP derrick/lay barge	> 2500
	Hercules	DP derrick/reel barge	> 2500
Subsea 7	Normand Seven	DP pipelay vessel	2000
	Seven Oceans	DP pipelay vessel	3000
Heerema	Balder	DP derrick/J-lay barge	3000
Technip	Deep Blue	DP reel ship	> 3000
COOEC	Hai Yang Shi You 201	DP derrick/lay barge	2000

국내 조선3사 중 HHI사는 인도 ONGC로부터 해양 턴키 공사를 수주하면서 점차 발전된 기술력으로 자체적으로 설치 장비 보유 및 설치공사를 수행할 수 있는 설치분야 프로젝트 추진 경험을 갖고 있으며, 보유한 HD-2500 Derrick barge는 인도 뭄바이, 태국 등 다수의 해양플랜트 설치 및 해저 파이프라인 프로젝트 공사를 수행한 설치 장비이다.

그러나 최근 어려운 해양플랜트 경기 침체로 구조조정과 경영난 해소에 나서면서 해양플랜트 설치 사업을 철수했다. HHI사에서 보유한 HD-2500, HD-289의 크레인과 바지선 등 해양설치 장비마저 매각에 나서고 있다.

Table 3.6은 HHI사의 총 13개 설치장비 보유 현황을 나타낸 표이다.

Table 3.6 Status of equipment installed HHI^[20]

설치장비 종류	보유 대수	장비 호선명
Derrick / pipelay barge	2	HD-60 및 HD-2500
Pipelay barge	2	HD-289 및 HD-423
Derrick barge	1	HD-1000
Work barge	1	Offshore-I
Launch barge	1	HDB-1006
Cargo barge	2	HDB-1003 및 HDB-1008
Submersible barge (float-over)	2	HDB-101 및 HDB-102
Tug / anchor boat	2	HT-112 및 HY-5
Total	13 개	

3.4.2 선도 기업의 사례 분석

해외 선도 기업의 사례로 해양플랜트 설치사업 부문의 대표적 McDermott사는 1923년 설립하여, 해양플랜트 및 해저 파이프라인 설치 전문회사로 성장하여 고용인원이 15,000명에 달하고, 설치장비를 16기 보유하고 있으며, Table 3.7에 나타난 것처럼 2010년 기준 McDermott의 영업실적 매출액이 24억 달러, 순이익은 2.3억 달러에 달하였다.

Table 3.7 McDermott's business performance^[20] (US\$ million)

Division	2010	2009	2008
Revenue	2,403.7	3,281.8	3,098.1
Operating income	314.9	279.3	107.0
Net income	236.6	206.2	60.6
Total assets	2,511.4	2,411.4	2,180.2

Table 3.8은 해양플랜트 설치사업의 선도 기업 Heerema Marine Contractors, Saipem, Allseas의 고용인원 및 보유 장비 현황을 나타낸 표처럼, 해양플랜트 설치부문 사업은 많은 고용인원이 필요한 사업으로 해양플랜트 설치사업의 활성화는 국내에 실업률 감소 및 고용 창출의 효과를 가져 올 것이다.

Table 3.8 Employees and equipment status of main establishment business^[20]

구분	고용인원	보유장비	
Heerema Marine Contractors	2,000명	16기	
Saipem	39,249명	53기	고용인원은 운영사업과 중복
Allseas	2,000명	8기	

Fig.3.13은 해양플랜트 설치사업 선도 기업들이 설치한 해양플랜트 설치 사례로 2015년 8월 노르웨이 Statoil사는 Mariner 광구에 무게가 총 2만 2,400톤, 높이 134 m Jacket을 설치하였다. Statoil사가 설치한 Steel Jacket 중 가장 큰 규모다.



Fig.3.13 Appearance of jacket installed in mariner block^[27]

Fig.3.14는 2015년 6월 Chevron Upstream Europe사가 뉴캐슬 조선소에서 건조한 Alder 프로젝트의 881톤의 Top-side 구조물을 Alder 광구에 설치하였으며, 110 MMcf/d 의 천연가스과 원유 14,000 b/d를 생산해 낸다.



Fig.3.14 Top-side installation of chevron at alder block^[28]

Fig.3.15는 McDermott 사가 보유한 신조 파이프 설치 선박 DLV 2000의 모습이다. DLV 2000은 고사양 다기능 선박으로 파이프 설치가 가능하고 중량물 운송도 가능하다. 사양으로 Class 3 DP(Dynamic positioning) 선박이며, 2,200톤급 회전 크레인(Revolving crane)이 설치되어 있고, 수심 10,000 ft 아래에 지름 4.5 inch에서 최대 60 inch 크기의 파이프라인을 설치할 수 있는 S-lay 방식의 파이프 설치 시스템이 탑재 되었다. 선박 최대 수용인원으로 400명 정도이고, 중량물 운송과 해저 구조물 조립이 가능한 4만 3,000평방피트 크기의 오픈형 갑판(deck)으로 설계 되었다. 호주 서부의 Ichthys 가스전의 심해저 시스템에 들어갈 중량물 건설 지원에 투입 된다^[29].



Fig.3.15 DLV 2000 of McDermott^[29]

3.5 해양플랜트 해체사업

해양플랜트를 25년 이상 운용 시 해체시기에 진입하게 되는데, 경제적 내용 연수 종료 및 천재지변이나 재해로 인해 사용이 불가능 할 때, 해양플랜트 구조물 철거 혹은 처리 하는 사업을 해양플랜트 해체사업이라 한다.

해체 구조물의 종류로 유정, 파이프라인, Top-side, 자켓(jacket), 해저장비 및 해저 퇴적물 등 다양하며, 최근 추세는 구조물의 일부를 해상호텔이나 감옥 혹은 수산양식, 인공어초 등으로 재활용 및 개조하는 사업으로 변화하고 있다.

해양플랜트 해체사업은 해양탐사 및 수산업 등 해양관련 산업 활동을 침해하지 않고, 해양 환경오염문제를 방지하기 위한 수단으로 부각되면서 해체사업의 비중도 크게 증가 하고 있다. “1989년 국제해사기구(IMO)는 수심 75미터 이하(1998년 이후에는 100미터)의 모든 해상구조물과 4,000톤 이하 하부구조물의 완전 철거에 대한 조건을 제시하였다” [20].

그리고 해양플랜트 해체시장은 해양플랜트 서비스산업의 새로운 블루오션으로 각광 받고 있는데, 해체 물량은 천해에서 심해로 점차 증가 하고 있고, 심해 해체시장은 아직 유능한 선도 기업이 없어, 국내 해양플랜트산업 기업에게 기회 요인이 될 수 있다. 그전에 앞서 천해에서의 해체 경험을 쌓고, 해체 장비와 환경오염 문제 및 안전사고를 방지할 수 있는 고도의 기술력을 확보해야 한다.

또한, 국내에 다양한 해체 장비를 운용 할 수 있는 해체 전문 인력을 양성한다면, 국내 기업이 세계 해체 시장에 진출 할 수 있는 경쟁력을 갖추는 길이며, 해체 시장의 후발주자에서 선도 기업으로 진출할 수 있을 것이다.

해체사업은 두 가지로 구분되는데, 완전해체(complete removal)와 부분해체(partial removal)이다. 해상에서의 해양플랜트 구조물을 완전히 해체하는 사업으로, 해체된 구조물을 육상으로 운반 후 해체작업을 진행한다.

부분해체는 Top-side의 구조물을 해체 후 자켓은 해상호텔, 해상감옥, 해상풍력, 양식장, 인공어초 등 다양한 용도로 개조하여 활용한다.

Fig.3.16에서 해체사업의 진행절차를 나타낸 것처럼 계획 -> 조사, 허가, 규제 -> Well P&A(Plug and Abandonment) -> Pipeline 해체 -> 지지대(Conductor) 해체 -> Top-side 해체 -> Jacket 해체 -> Site 청소 -> 환경 Monitoring의 순으로 진행된다.

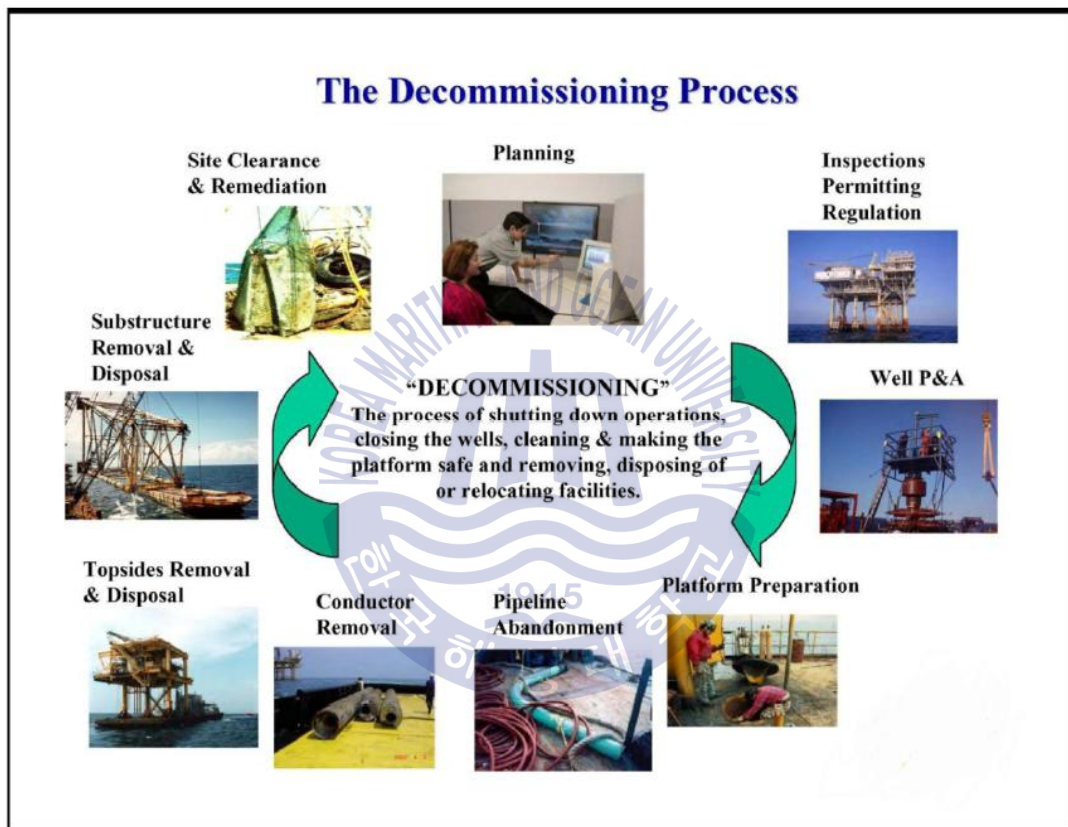


Fig.3.16 Decommissioning Process^[30]

3.5.1 해양플랜트 해체장비

Fig.3.17에 나타난 것처럼, 해양플랜트 해체사업에 필요한 장비들로는 Heavy lift vessel, Frog cutter, Sub-sea specific shear/ processor, ROV, Internal jacket and pile cutting, Band saw cutting, OCDV(Offshore Construction and Decommissioning Vessel) 등이 필요하다.



Heavy Lift Vessel



Band Saw Cutting

Internal Jacket and Pile Cutting



Sub-Sea Specific Shear/Processor



ROV

Fig.3.17 Equipment required for de-commissioning business^[30]

3.5.2 지역별 해체시장 동향

미국 멕시코만 지역의 해체시장을 추이한 BOEM(미국 해양 에너지 관리청)과 BSEE(안전 환경 집행국)의 2015년 1월 기준으로 분석한 자료에 의하면, 2010년부터 2014년 까지 해체시장 지출은 5년간 총 90억 달러이고, 연평균 15억 달러를 넘었다. 2015년 1월 기준으로 미국 멕시코만 해체시장 규모는 250억 달러로, 천해에 180억 달러, 심해에 80억 달러를 기록했다.

수심별 미국 멕시코만 해양플랜트 해체시장 현황을 분석한 자료에 의하면, **Table 3.9**에서 나타난 것처럼 1973년부터 2014년까지 총 7,024개의 구조물이 설치되었고 98% 이상이 천해에 설치된 것들이다. 또한 2015년 1월 기준으로 2014년까지 4,595개가 해체되었는데, 99.6%가 천해에 설치된 것들이었다.

즉, 2001년 이후 천해에서 활동하던 설비 절반이 해체 된 것이다. 해체사업의 선도기업인 Apache사와 Chevron사는 지난 10년 동안 미국 멕시코만의 해체물량 약 25% 해체 실적을 기록했다[31].

Table 3.9 Dismantling of Gulf of Mexico offshore plant(1973~2014c)[31]

Water depth(ft)	Caisson/ well protector	Fixed platform	Floater	All	Percentage (%)
≤100	2,294	1,127	3	3,424	74.5
101-150	155	320	0	475	10.3
151-200	82	265	0	347	7.6
201-400	31	300	0	331	7.2
>400	0	12	6	18	0.4
All	2,562	2,024	9	4,595	100.0

Fig.3.18은 멕시코만 해양플랜트 해체시장 추이를 나타낸 그래프이다.

미국 멕시코만에서 2013년에만 193개의 구조물이 해체 되었고, 995개의 유정이 영구 봉쇄되었다. 2011년과 2012년 보다는 전체적인 물량이 적은 것으로 평가된다.

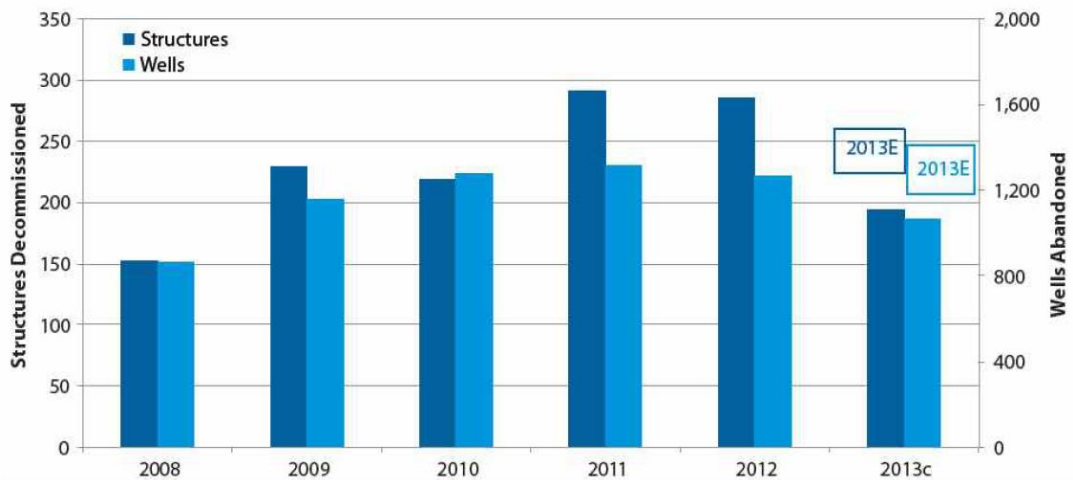


Fig.3.18 Gulf of Mexico offshore plant market trend^[32]

Table 3.10에서 나타낸 것처럼 2013년에 해체된 구조물의 대다수는 수심 100ft 이하였고, 수심 200~400ft 에 해당하는 구조물은 14개였고, 절반 이상이 케이슨(Caisson)과 유정보호대(Well protector)로 봉쇄된 유정의 30%는 수심 200 ft 이상인 것으로 분석된다.

Table 3.10 Ocean plant dismantlement market in Gulf of Mexico^[32]

Water depth(ft)	Removed structure			Abandoned well		
	CAIS/WP	FP	All	PA	TA	All
≤100	99	58	157	249	209	458
101-150	6	10	16	51	166	217
151-200	1	5	6	57	88	145
201-400	2	12	14	89	79	168
>400	0	0	0	42	33	75
All	108	85	193	488	575	1,063

영국 해양플랜트 해체시장은 대륙붕에 약 300개의 해저생산시스템과 8개의 초대형 콘크리트 구조물, 251개의 자켓 등 약 500개 이상의 해양 플랫폼이 해체되어야 하는데, Decomworld 사가 분석한 자료에 의하면, 영국 해체시장 규모는 2014년 기준으로 2040년까지 460억 파운드로 추정되었으나, 2015년 분석 시 30억 파운드가 증가한 490억 파운드에 달했고, 2050년까지 582억 파운드까지 증가할 것으로 전망했다.

Fig.3.19는 영국 Oil & GAS UK 사가 분석한 영국의 해체 비용 예측전망 변동을 나타낸 그래프이다.

2005년에서부터 2011년 까지 해체 비용 예측전망이 해마다 상승하고 있음을 알 수 있다. 즉, 해체시장의 해체 비용 상승은 해양플랜트 서비스 산업의 블루오션 산업이며, 국내 기업들이 해체산업 장비와 기술력, 해체 전문 인력이 갖춰진다면, 도전 해 볼만한 가치가 있는 사업 부문이다.

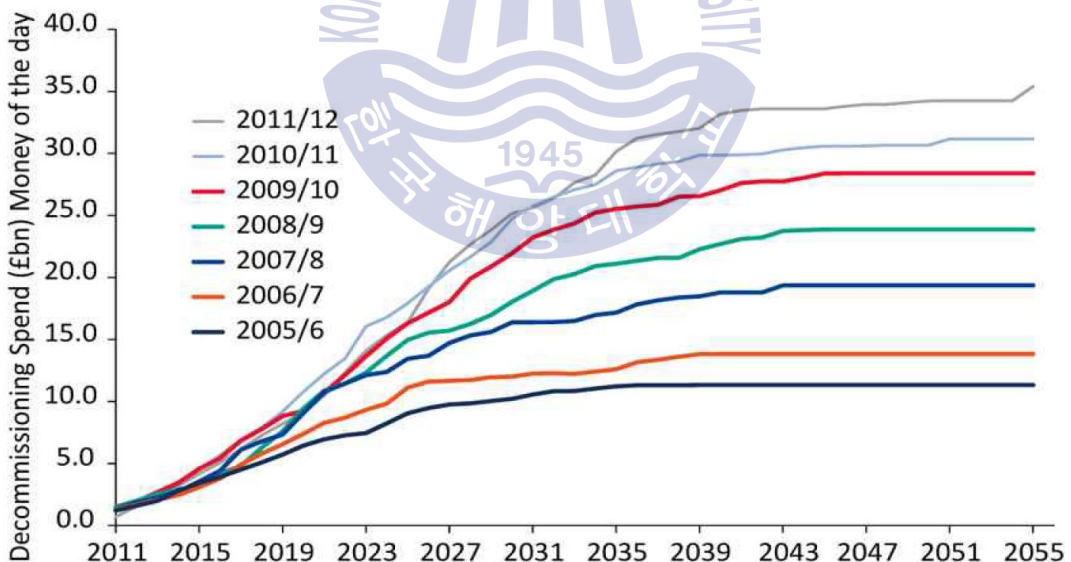


Fig.3.19 UK dismantlement cost forecast change^[32]

“2014년부터 2050년 동안 유정봉쇄(Well P&A) 비용은 Platform Well 180억 파운드(60%), Subsea Well 90억 파운드(40%)를 포함해 270억 파운드에 달할 것으로 추정되었다” [33].

2015년 기준 영국에 20개의 유정이 생산 중단할 것을 감안하면, 2021년 41개를 정점으로 점차 영국에서 생산 중단되는 유정의 숫자는 감소 할 것으로 전망된다. 또한, 2014년에 영국 대륙붕에서의 해양플랜트 해체비용은 10억 파운드 였고, 2018년에 20억 파운드로 해체비용이 두 배 이상 증가할 것으로 전망되었다.

Fig.3.20은 영국의 생산중단(COP) 유정 숫자를 전망한 그래프이다.

Graph 1: Number of COP declarations expected in the North Sea 2014-2040

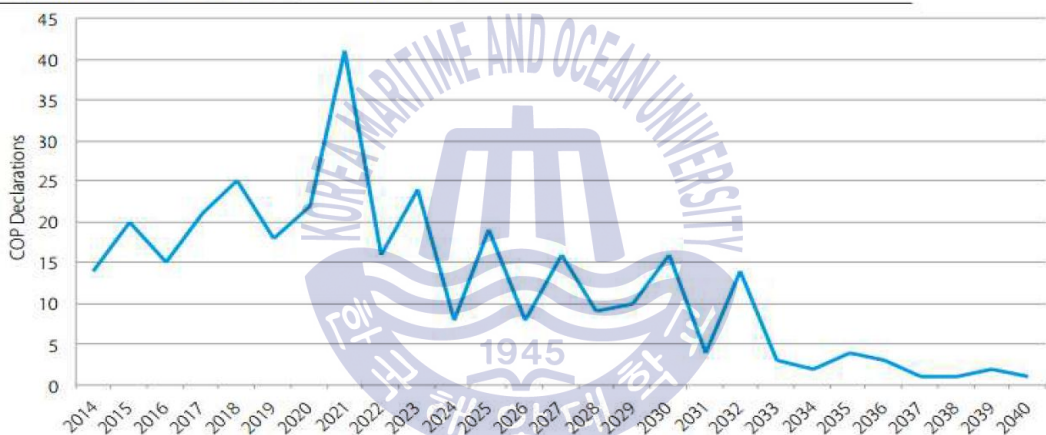


Fig.3.20 UK production discontinuance(COP) wells numerical forecast^[33]

Fig.3.21의 2014년 Decomworld사의 북해 지역의 해체시장 전망 자료에 의하면, 북해 지역의 해체시장을 2013년부터 2022년까지 추정했을 시 북부 지역은 46억 파운드(44%), 중부 지역은 33억 파운드(32%), 남부 지역은 25억 파운드(24%)로 전망 되는데, 남부 지역 보다 북부 지역에서 소요되는 비용이 더 많은 이유는 북부로 갈수록 수심이 깊어지기 때문이다.

“북부에서는 BP사의 Don, CNR International사의 Murchison, Maersk사의 Leadoon, PremierOIL사의 Glamis, Shell사의 Brent 및 Goldeneye 필드가 해체될 예정이다. 중부에서는 BP사의 Miller 필드와 Endeavour사의 Renee/Rubie 필드가 해체에 들어가고, 남부에서는 Eni사의 4개(Big Dotty, Dawn, Hewett, Little Dotty)필드, Preenco사의 5개 (Inde, Indefatigable, Leman, Thames, Welland)필드가 해체될 예정이다” [32].

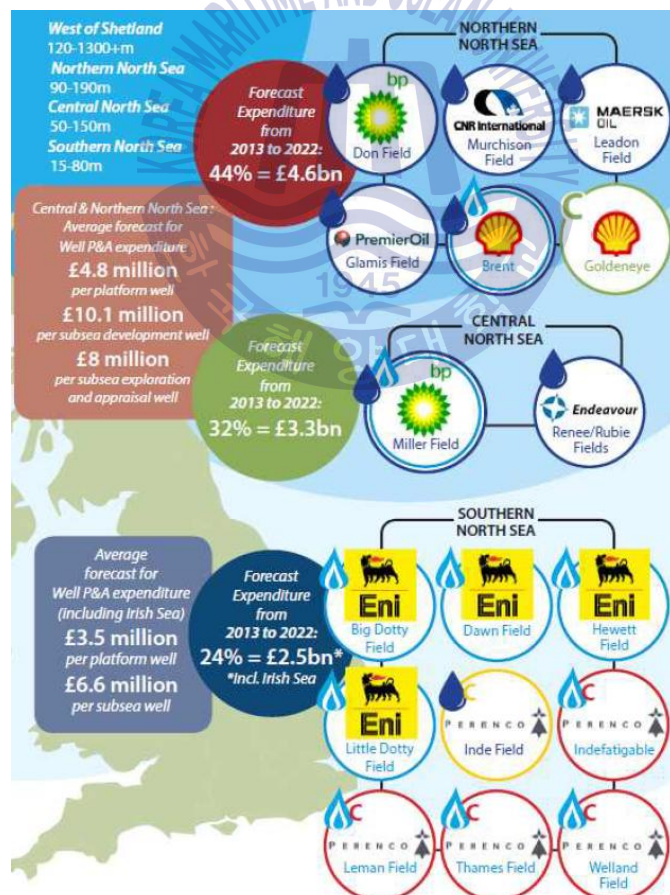


Fig.3.21 Demolition market forecast in the North Sea region[32]

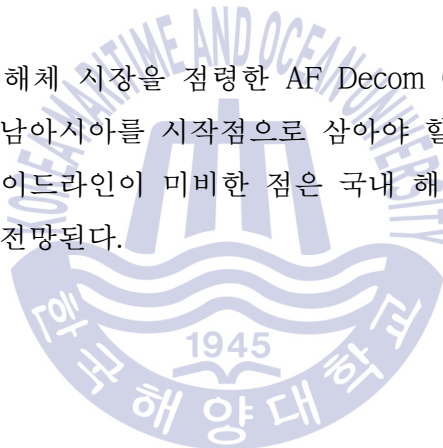
아시아의 동남아 해체시장 아태지역에 25년 이상 노화된 해양플랜트가 600개 이상 존재하고 있으며, 2010년 3월 Brian Twomey사가 분석한 자료에 의하면, 아태지역에 617개의 플랫폼을 해체하는데 152억 달러의 시장이 형성될 것으로 추정했으며, 최대 320억 달러에 달할 것으로 전망했다.

멕시코만 지역과 북해 지역에 비해 아태지역은 규제가 느슨하고 미 성숙된 시장이다. 아태지역에서의 해체 시장을 인도네시아 국가가 50여개의 해체 실적을 가지고 선도하고 있지만, 아직 기술력이 많이 부족한 실정이다.

2013년 ASCOPE(Asean Council on Petroleum)에서 발표한 동남아 지역 해체 가이드라인 ADG(ASCOPE Decommissioning Guidelines)에 의하면, 아직 경험 및 기술 부족과 비용의 문제로 완전해체 보다는 부분해체하여 인공어초로 활용하는 방안을 제시하였다.

국내 기업들은 북해 해체 시장을 점령한 AF Decom Offshore사를 롤 모델로 삼아 거리가 가까운 동남아시아를 시작점으로 삼아야 할 것이다.

또한 국가별 해체 가이드라인이 미비한 점은 국내 해체사업 기업들에게 많은 기회를 제공할 것이라 전망된다.



3.5.3 선도 기업의 사례 분석

영국 InterMoor사는 멕시코만에서 APC(Anadarko Petroleum Corporation)사가 운영해 온 Red hawk spar를 위치해 있던 멕시코만 Garden Banks 지역 876 블록(수심 5,200 ft)과 인공암초가 조성될 Eugene Island 지역 384블록(수심 430 ft) 사이에서 해체하였는데, 멕시코만에서 해체된 부유식 생산설비 중 가장 수심이 깊고, Spar 해양 구조물로는 해저에 놓혀 인공 산호초로 전환시키는 RTR(Rigs-to-Reefs) 방식으로 처음 해체된 플랜트이다.

InterMoor사는 Fig.3.22에서 나타낸 Red hawk spar 해체 프로젝트로 인해, 발라스트 주입 및 배출(ballasting/deballasting) 분야 서비스까지 사업영역을 확장시켜 진출하였다^[34]

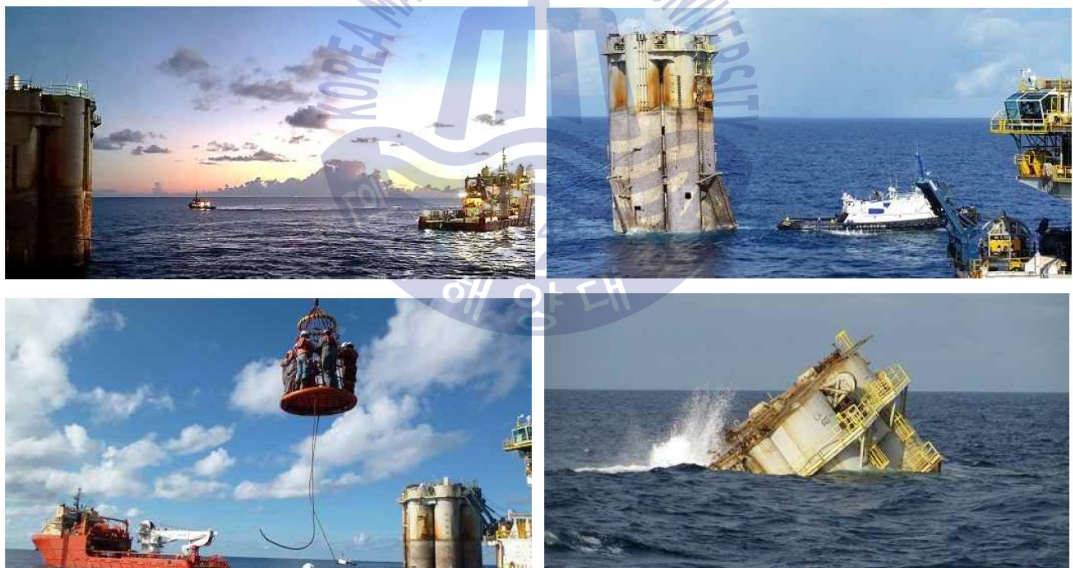


Fig.3.22 Red hawk spar demolition scene^[34]

북해 해체사업을 선도하는 AF Offshore Decom사는 AF 그룹의 Offshore Division 소속의 계열사로 노르웨이와 영국 등 북해 지역에서 해양플랜트 해체 기술 서비스를 제공하고 있으며, 해체된 해양플랜트의 90% 이상을 재활용하는 친환경적 기술을 보유하고 있다.

Fig.3.23은 AF Offshore Decom사의 주요 해체 프로젝트로 북해에서 가장 규모가 큰 플랫폼 9기를 제거하는 Ekofisk I Cessation Project 해체 사업과 Statoil 사로부터 수주한 독일 북해에 위치한 H7 해체 사업, Removal of Statfjord C Loading Buoy 등 3건의 주요 프로젝트를 들 수 있다.



Ekofisk I Cessation Project

- 프로젝트 종류 : 플랫폼 해체
- 작업 기간 : 2008년 11월 - 2014년 10월
- 발주처 : Heerema Marine Contractors
- 총 톤수 : 110,000-120,000 톤



H7 Project

- 프로젝트 종류 : 플랫폼 해체
- 작업 기간 : 2011년 7월 - 2016년 12월
- 발주처 : Statoil
- 계약 규모 : 4억 2,000만 크로네



Removal of Statfjord C Loading Buoy

- 프로젝트 종류 : Loading Buoy 해체
- 작업 기간 : 2011년 1월 - 2013년 8월
- 발주처 : Deep Ocean
- 계약 규모 : 4,900만 크로네

Fig.3.23 Dismantling project of AF offshore Decom^[35]

AF Offshore Decom사는 북해 해체 프로젝트를 수행하기 위해 Fig. 3.24에서 나타난 것처럼 두 개의 전용 해체 작업장을 보유하고 있다.

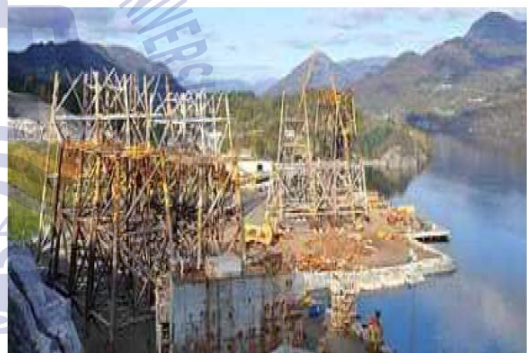
2005년에 노르웨이 남서쪽 해안의 Rogaland 지역에 세워진 총 면적 68,000 m²의 Environmental Base Vats 해체 작업장과 1980년 초 셰틀랜드의 러윅(Lerwick) 북부에 세워진 총 면적 25,000 m²의 Dales Voe 해체 작업장이다.

Environmental Base Vats 해체 작업장은 숙련된 기술자들이 상주하고 있으며, 해체한 폐기물을 분류 및 재활용하는 작업장이다.

Dales Voe 해체 작업장은 부두의 수심이 24 m 로 설계되어, 각종 Heavy lift 선박을 정박하기에 용이하다는 장점이 있다. 또한 셰틀랜드에 일자리 창출 및 스코틀랜드의 경제적 역할을 해 오고 있으며 영국에서 가장 크고 현대적인 플랫폼 해체 장소이다.



Environmental Base Vats



Dales Voe 해체장

Fig.3.24 Dismantling workshop of AF group^[35]

Table 3.11에서 나타난 AF 그룹의 AF Offshore Decom사가 속한 Offshore 분야의 연도별 재무실적을 분석해 보면, 2013년 총 매출액만 14억 8천만 크로네(약 2,005억 원)이고, AF 그룹 전체 매출액 101억 2,700만 크로네(약 1조 3,724억 원)의 15%를 차지한다.

Table 3.11 AF group offshore division financial performance by year^[35]

구분	2013	2012	2011
매출액	1,480	1,129	801
세전이익(EBIT)	70	76	60
법인세 비용 차감 전 순이익(EBT)	71	78	60
EBIT %	4.7%	6.8%	7.5%
EBT %	4.8%	6.9%	7.4%
수주잔량 (Order backlog)	1,265	2,028	1,473

(Unit : NOK 1 million)

3.6 해양플랜트 부대사업

해양플랜트산업의 생애주기인 탐사, 시추, 운송, 설치, 운영, 유지·보수, 해체의 운영에 필요한 요구사항에 불가분 관계인 지원 선박(OSV)을 이용하여, 서비스를 제공하는 사업을 부대사업이라 한다.

해양플랜트 관련 사업에 물품 및 장비를 운송하기 위해 동원된 OSV 선박은 선교 및 거주구역이 전방부에 설치되어 항해를 지휘하고, 선박의 후방부에는 노출갑판(Open deck)이 구성되어 해상작업을 할 수 있도록 설계된 선박이다.

OSV의 주요기능은 심해저 작업·건설 지원기능, Heavy Lift 지원기능, 선원 편의 시설 및 거주 숙박(Floatel) 지원기능, 탄성과 탐사지원기능 등이 있으며, 각 지원기능에 따라 다양한 선종이 존재한다. 또한 해양플랜트는 특화된 용도 및 종류가 한정 적인 반면, OSV는 해양플랜트 산업의 여러 분야에 다양한 용도로 이용된다. 해양플랜트 서비스산업 시장 대부분이 오일 메이저와 국영기업들의 카르텔 체제를 형성한 것에 비해, OSV 시장은 소수의 선도기업과 중소 선사만이 난립해 있어 진입장벽이 낮은 편에 속한다. 특히 OSV 시장은 유정 광구 확보 없이도 진출이 가능한 사업으로, 국내 여건상 해양플랜트 산업 부문에서 고부가가치를 창출할 수 있는 시장으로 평가 된다. 그럼에도 불구하고 국내

OSV 건조 시장에 참여한 기업은 소수에 불과할 뿐 아니라 국내 OSV 선도 기업들의 경영난 악화로 파산에 이르고 있어, 국내의 OSV 시장 경쟁력은 거의 제로에 가깝다. 그 이유는 국내 해양플랜트 건조 역량과 실적이 우수함에도 불구하고 대형 조선소들이 초대형 해양플랜트 신조 사업에만 치중하여, 중소형 조선소에서 건조가 적합한 OSV 시장은 소외되었기 때문이다.

그리고 해양플랜트 산업에서 발생하는 사고의 98%가 OSV 운용 미숙으로 인한 해양구조물과의 충돌사고라고 한다. 국내 해양 지원선 사업의 해외 진출을 위해선 OSV 운용 전문 인력 양성 프로그램을 활성화 시켜, 해외 선도 기업에 진출하여 기술력을 경험할 수 있는 발판을 마련해야 할 것이다.

3.6.1 OSV 선박의 종류

OSV 선박 종류에는 기능과 목적에 따라 다양한데, OSV 선박 중 가장 척수가 많은 해양예인지원선 AHTS(Anchor Handling Tug Supply vessel)는 해양플랫폼 및 리그(rig)를 심해유전 개발이 이뤄지는 특정 지점까지 예인(Tug/towing)하고, 앵커(anchor)를 내려 선박을 해상에 정박시켜, 플랫폼이 정확한 곳에 시추 파이프를 꽂을 수 있도록 고정시키는 역할을 한다. 또한 앵커 핸들링(anchor handling)을 위한 대용량 윈치(winch) 및 체인(chain)과 로프 핸들링(rope handling) 장비를 구비하고 있으며, 보급품이나 장비를 수송하는 기능도 할 수 있어 가장 쓰임새가 많은 고사양 선박이며 설계가 복잡한 특성이 있다.

AHTS 사양은 제동마력(Break horsepower: BHP) 1만 BHP 이상은 중·대형선박, 이하는 소형 선박으로 구분한다. 볼러드 당김(bollard pull)의 능력은 토잉 효율성이 높아 AHTS의 선가를 결정한다.

플랫폼 지원선 PSV(Platform Supply Vessel)는 해양플랜트에 필요한 보급품과 장비를 수송하고 보수작업을 지원하는 선박으로 해양지원선 중에서 기술 수준이 높지 않아 시장 수요가 많은 편이다. 갑판 위 공간에 파이프 등 화물을 싣고 갑판 아래 공간에 진흙, 시멘트, 청수, 연료유 등 시추과정에서 필요한 화물을 적재하며, 시추작업용 특별 기타 화학약품 등 액체 화물은 압력탱크에 적재하여 운반하는 구조를 갖추고 있어, 유동적 화물 용적 공간을 활용할 수 있는

장점을 가지고 있다. PSV 사양은 3,000 DWT(Dead weight: 적재중량)에 갑판면적(deck size) 750 m² 이상을 중형, 4,000 DWT에 갑판면적 900 m² 이상을 대형으로 분류 한다. PSV 선박은 화물공급(cargo supply)능력이 중요하므로 DWT와 갑판면적을 기준으로 선가를 결정한다.

MPSV(Multi Purpose Support Vessel)은 정유시설이나 DP시스템, 소방(Fire-fighting)시스템, 크레인, 헬기장 등과 같은 다양한 공급 기능을 갖춘 선박이다. OSV의 다목적 시스템을 갖춰 시추기능 이나 ROV(Remotely Operated Vehicles) 기능을 추가하는 등 다양한 기능을 탑재해 나가는 추세이다.

Stby Vessel(Standby and Rescue Vessel)은 해양플랜트 생산시설 인근 부근에 대기하여 응급상황 발생 시 인명을 구조하기 위한 선박으로 화재진화 장비 및 헬기장, 석유회수장비 등이 탑재되어 있다.

CSV(Construction Support Vessel)은 건설작업 지원선 으로 파이프 설치 바지선(Pipe laying barge) 잠수지원선(DSV: Diving Support Vessel), 파이프 운반선(Pipe carrier) 등의 선종이 있고 대량의 자재를 운송하며 Heavy lift crane 시설을 장착한 선박이다.

ASV(Accommodation & Support Vessel)은 Floatel이라고도 하며, 해양플랜트에 상주하여 운영하는 선원들의 편의를 위해 거주 용도로 쓰이는 선박이다.

거주용도 외에도 헬리콥터 이착륙 시설, 해양플랜트와 선박을 연결하는 통로 시설, 단체 활동 공동 구역시설, 크레인 시설 등 다양한 시설이 갖추어져 있다.

Crew Vessel은 FSV(Fast Support Vessel)이라고도 하며 소형화물을 신속하게 수송하는 선박으로 플랫폼 간에 선원 이동과 긴급 상황에 대처하는 Stby vessel 역할을 하기도 한다. 최근 FSV는 원활한 시추 작업지원을 위해 화물 수송기능을 강화하는 추세인데, 130피트에서 185피트 길이로 늘리고 25노트에서 35노트의 속도를 내며 더 많은 화물을 적재 가능하도록 강화해 나가는 추세이다.

SpVs(Specialty Vessels)는 고전압 발전 능력, 저속운항 능력, 장거리 운항능력 등을 보유하고 있는 선박으로 특정 업무를 수행하기 위해 설계된 선박이다.

SpVs선박의 종류에는 ROV support vessel, SSV(Seismic Survey Vessel), Electro magnetic survey vessel, Well intervention vessel, Well stimulation vessel 등이 있다^[36].

Fig.3.25는 OSV 종류를 나타낸 그림이다.

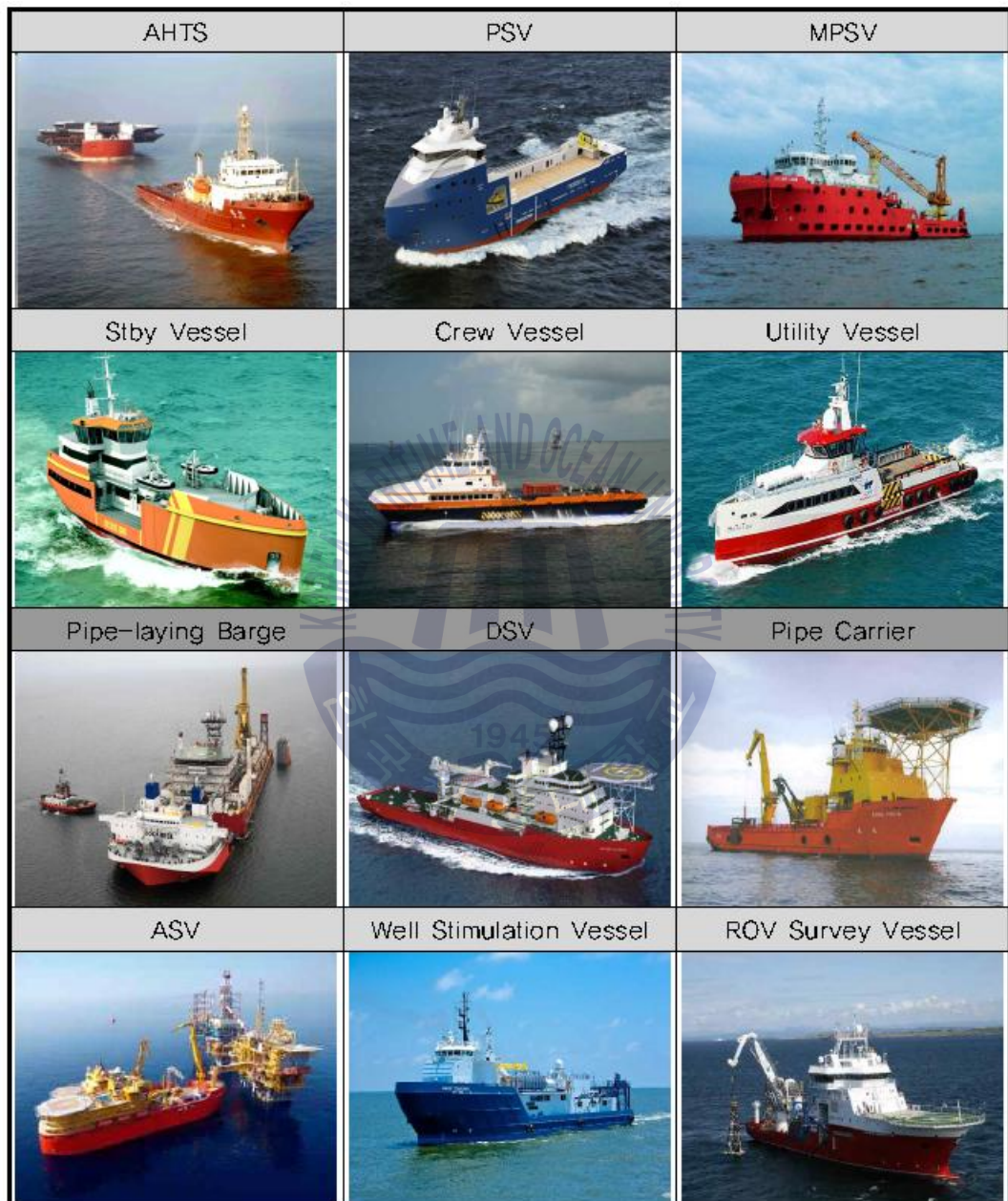


Fig.3.25 Types of OSV^[36]

3.6.2 해양플랜트 생애주기별 OSV 선종

해양플랜트의 생애주기별 OSV 선종은 탐사, 개발, 생산, 해체 단계로 구분했을 시 탐사단계에서 AHTS, PSV, Seismic survey vessel, Crew vessel 이 있고, 개발단계에는 AHTS, PSV, DSV, Seismic survey vessel, Utility vessel, 생산단계에는 AHTS, PSV, Well intervention vessel, Utility vessel, Crew vessel, 해체 단계에는 AHTS, PSV, DSV, Utility vessel 등이 투입된다.

Fig.3.26은 Markets and Markets의 해양플랜트 생애주기별 OSV 선종을 나타낸 자료에서 AHTS, PSV는 해양플랜트 생애주기별 전반에 걸쳐 투입되는 대표 선종임을 알 수 있다^[36].

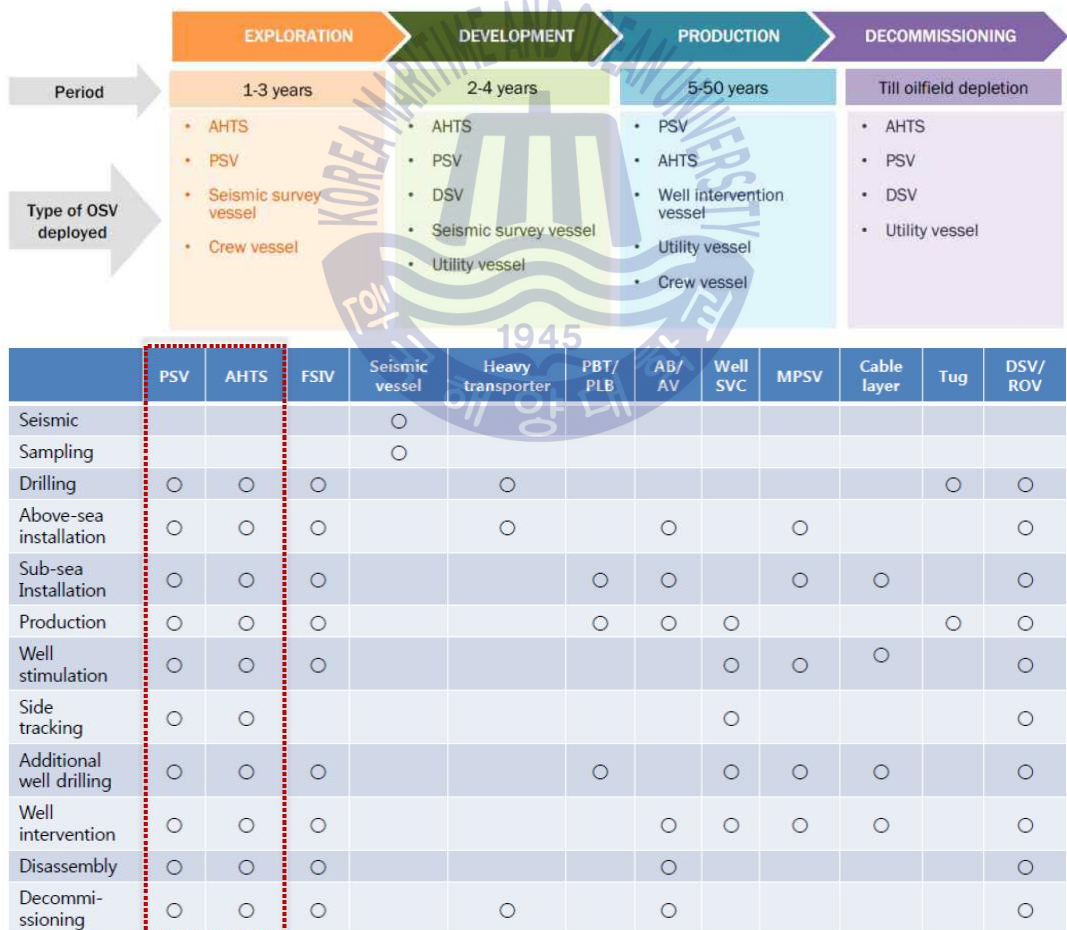


Fig.3.26 Type of OSV ship by offshore plant life cycle^[36]

제 4 장 유가와 해양플랜트 서비스 선박 상관관계 고찰

4.1 자료 준비 및 분석

본 장에서는 통계분석 SALT⁵⁾프로그램을 이용하여 유가의 변화가 해양플랜트 서비스 선박에 영향을 주는 요인을 찾고 국제유가별 영향력을 분석하였다.

변수는 두바이유, 브렌트유, 서부 텍사스 중질유의 국제유가를 각각의 독립변수로 정하였고, 해양플랜트 서비스 선박 선종별 선복량과 발주현황, 인도현황, OSV 신조선가 각각을 종속 변수로 정하여, 선형회귀 분석(Linear regression analysis) 및 상관관계 분석(correlation analysis)을 수행하였다.

상관관계 분석은 두 변수간의 선형적인 증가와 감소만을 나타낼 뿐, 한 변수가 다른 변수에 영향을 주는 관계는 아니므로, 유가의 변화가 해양플랜트 서비스 선박에 영향력을 미치는지 분석하기 위해 선형회귀분석을 사용하였다.

유가와 해양플랜트 서비스 선박의 상관관계 분석 및 선형회귀 분석을 위해 준비된 자료는 국가 통계포털 KOSIS의 한국환경공단, 재활용가능자원가격조사 출처에서 제공한 2011년 1월에서부터 2016년 6월까지 두바이유, 브렌트유, 서부 텍사스 중질유의 국제유가 통계자료를 이용해 각각의 연 평균(US\$/bbl)을 계산하여 Table 5.1 부록에 나타냈다.

그리고 부록에 나타낸 Table 5.2에서 Table 5.5는 한국조선해양플랜트협회(KOSHIPA) 2016년도 조선자료집의 Clarkson research service 출처에서 제공한 최근 2011년부터 2016년 6월까지의 세계 해양플랜트 서비스 선박 선종별 선복량과 발주현황, 인도현황, OSV 신조선가 자료를 준비했다.

5) SALT : Powerful Statistical AnaLysis Tool 통계분석 지원 프로그램

국제유가와 세계 해양플랜트 서비스 선박 선종별 선복량과 발주현황, 인도현황, OSV 신조선가를 상관관계 분석 및 선형회귀 분석을 위해 Table 4.1에 나타낸 것처럼 2011년도부터 2016년 6월까지 연속형 자료(Continuous data)의 총 수치 테이블 데이터를 Excel에서 작성하였다.

Table 4.1 Continuous data for excel

Year	Global offshore construction platforms bottoms (unit)	Global offshore anchor handling tugs & supply bottoms (unit)	Global offshore PSV supply bottoms (unit)	Global offshore rescue & salvage bottoms (unit)	Global offshore utility support bottoms (unit)	Global offshore construction order status (unit)	Global offshore OSV order status (unit)
2011	2,256	2,644	1,857	570	1,463	117	360
2012	2,372	2,754	1,976	587	1,515	126	452
2013	2,453	2,851	2,150	585	1,596	125	487
2014	2,541	2,917	2,339	584	1,698	117	412
2015	2,603	2,977	2,466	590	1,806	83	91
2016.06	2,636	2,999	2,507	587	1,828	23	1
Year	Global offshore construction delivery status (unit)	Global offshore OSV delivery status (unit)	Global offshore OSV newbuilding index (million USD)	Dubai annual average (USD/bbl)	Brent annual average (USD/bbl)	WTI annual average (USD/bbl)	
2011	129	365	95	105.9	111.1	95.1	
2012	117	326	90	109.1	111.6	94.2	
2013	98	403	86	105.3	108.7	98	
2014	99	412	78	96.7	99.3	93.4	
2015	84	362	65	50.8	53.6	48.5	
2016.06	37	103	66	36.8	41	39.5	

Fig.4.1과 Fig.4.2, Fig.4.3은 작성된 연속형 데이터 Excel 파일을 통계분석 SALT 프로그램에 업로드(Upload) 시켜 선형회귀분석과 상관관계분석을 가동하였고, 그 결과 보고서를 보여준다.

The screenshot displays the SALT program interface, which is used for statistical analysis. The main window shows a 'Select Data File' dialog box with the file path '유가와 해양플랜트 서비스산업 선형회귀분석 실험_논문.xls' selected. Below the dialog, a table shows the 'Selected sheet' and the 'Data Distribution' results for various variables.

Variable Name	Global_Offshore_Construction_Platforms_Bottoms_Unit	Global_Offshore_Anchor_Handling_Tugs_and_Supply_Bottoms_Unit	Global_Offshore_PSV_Supply_Bottoms_Unit	Global_Offshore_Re
Sample No.	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Features	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous
Values	0-0	0-0	0-0	0-0
Subtype No.	0-0	0-0	0-0	0-0

The 'Data Distribution' table shows the following data:

Year	Global_Off...	Global_Off...	Global_Off...	Global_Off...	Global_Off...	Global_Off...	Global_Off...	Global_Off...	Global_Off...	Global_Off...	Global_Off...	Dubai_An...	Brent_An...	WTI_Annu...
2011	2256	2644	1857	570	1463	117	360	129	365	95	105.9	111.1	95.1	
2012	2372	2754	1976	587	1515	126	452	117	326	90	109.1	111.6	94.2	
2013	2453	2851	2150	585	1596	125	487	98	403	86	105.3	108.7	98	
2014	2541	2917	2339	584	1698	117	412	99	412	78	96.7	99.3	93.4	
2015	2603	2977	2456	590	1806	83	91	84	362	65	50.8	53.6	48.5	
2016.06 (24 str.)	2636	2999	2507	587	1828	23	1	37	103	66	36.8	41	39.5	

A progress bar at the bottom indicates the upload process is complete (100%).

Fig.4.1 SALT program data upload

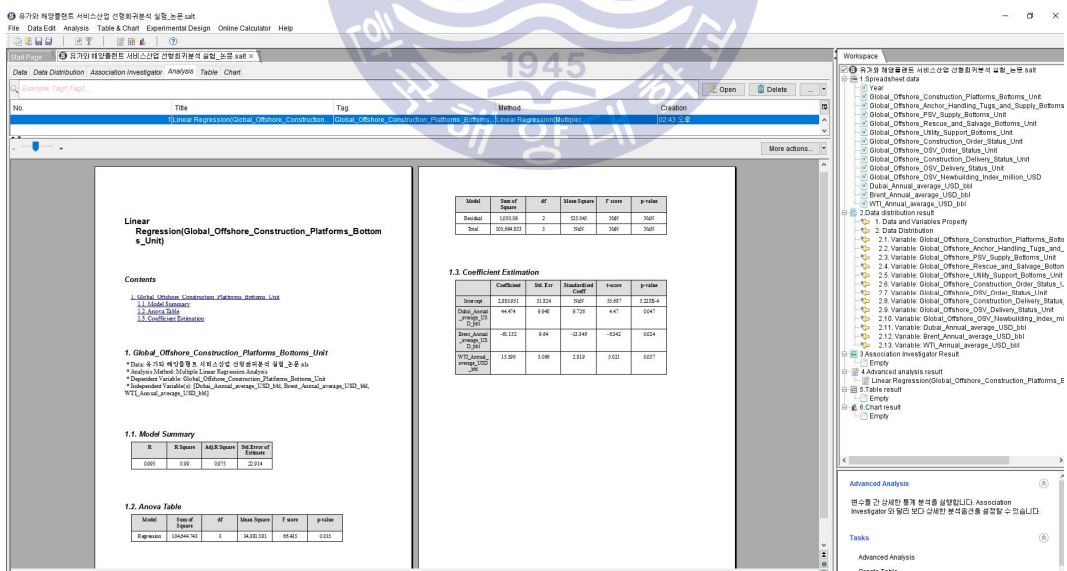
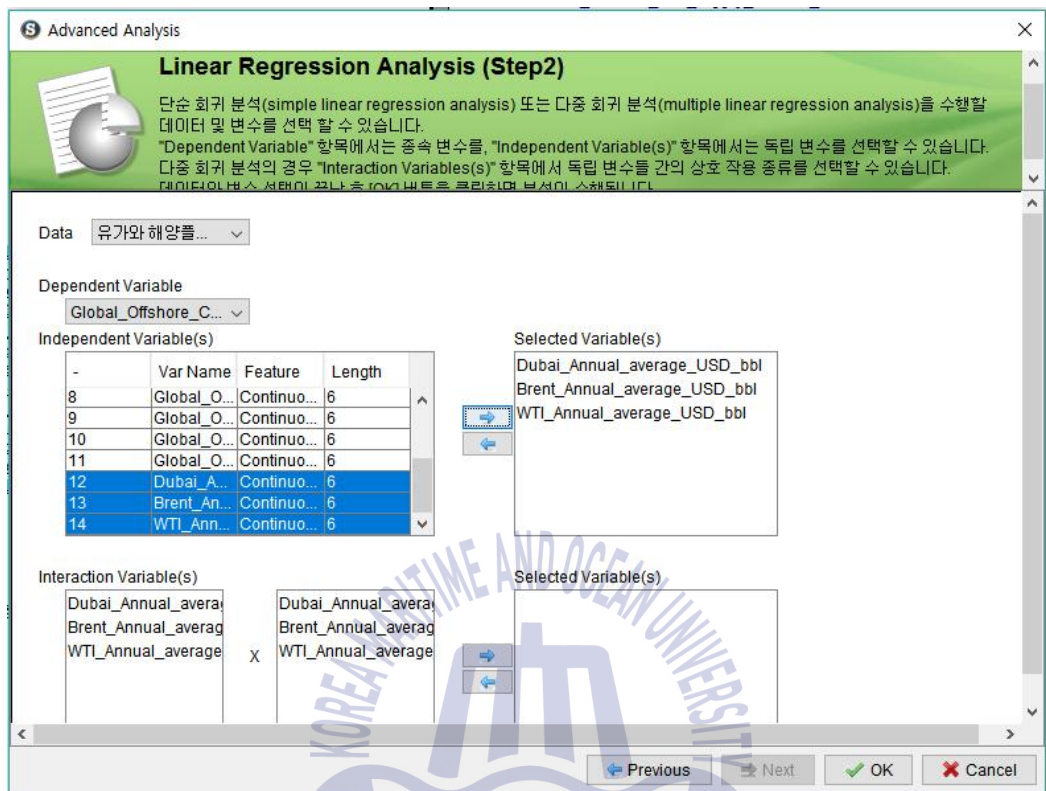


Fig.4.2 SALT program linear regression analysis result report

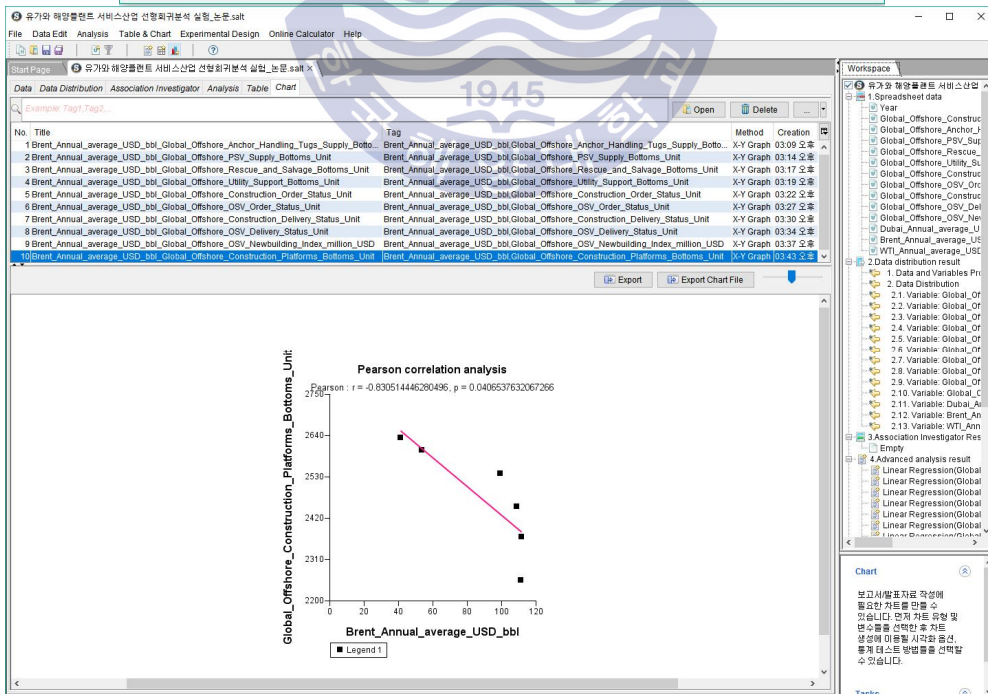
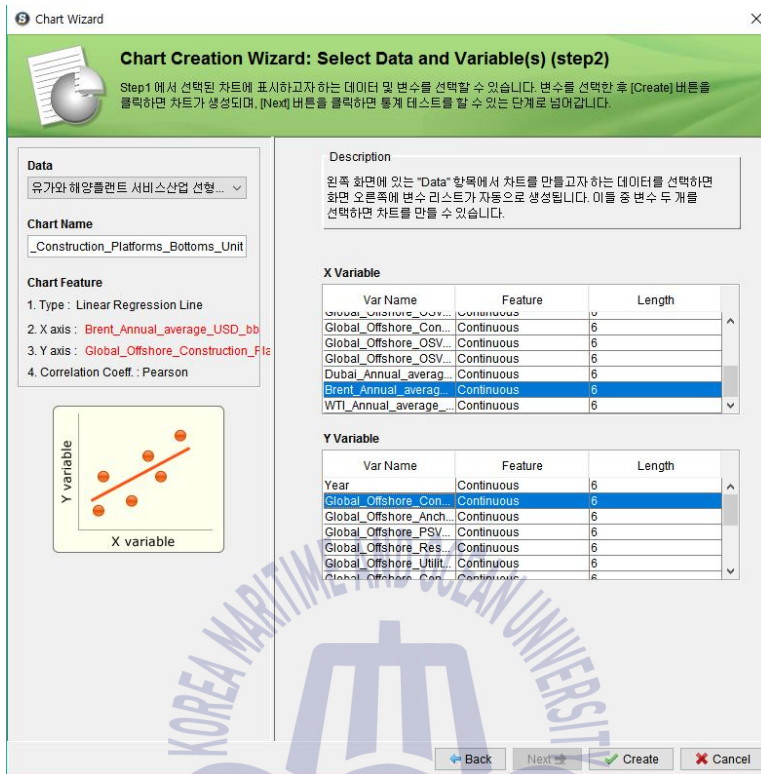


Fig.4.3 SALT program correlation analysis result report

4.2 분석결과 및 고찰

SALT 프로그램을 가동하여, 2011년도부터 2016년 6월까지 두바이유, 브렌트유, 서부 텍사스 중질유 각각의 유가의 변화가 세계 해양플랜트 건조 지원선(Global offshore construction vessels/platforms) 선복량에 주는 영향력을 선형회귀 분석결과를 도출하였다. 출력 결과로 모델 개요(Model summary), 분산 분석표(Anova table), 계수 추정(Coefficient estimation) 세 종류의 결과를 얻었다.

Table 4.2 모델 개요에서 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량의 실제 수치와 선형회귀 모델을 통해 예측된 수치간에 계산된 상관계수(R)는 0.995, 결정계수(R square)는 상관계수의 제곱이므로 0.99, 결정계수는 1을 넘을 수 없기 때문에, 계산된 결정계수 0.99는 상당히 크므로 수립된 선형회귀 모델은 적합하다.

그리고 보정된 결정계수(Adj.R square)에 값도 0.975 이기 때문에 수립된 선형회귀 모델은 적합하다.

보정된 결정계수는 아래의 식 (1)과 같은 방법으로 계산한다.

$$adjusted R^2 = R^2 - (1 - R^2) \frac{p}{n - p - 1} \quad (1)$$

R^2 : 결정계수

n : 개체수

P : 독립 변수 수

세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량(종속 변수)의 변량 중 회귀 모델로 설명 불가능한 변량의 평균 개념인 추정의 표준 오차(Standard error of estimate)는 22.914를 나타낸다.

모델 개요에서 결정 계수 값의 크기로 회귀모델이 적합한지 아닌지 대략적인 판단이 가능하다.

Table 4.2 Model summary

R	R square	Adj.R square	Std. Error of estimate
0.995	0.99	0.975	22.914

Table 4.3 분산 분석표(Anova table)에서는 유의 수준(Significance level)과 같은 정해진 기준 하에 객관적인 판단을 할 수 있는 값을 제시해 주는 역할을 한다.

Table 4.3 Anova table

Model	Sum of square	df	Mean square	F score	p-value
Regression	104,644.743	3	34,881.581	66.435	0.015
Residual	1,050.09	2	525.045	NaN	NaN
Total	105,694.833	5	NaN	NaN	NaN

- ① Regression : 선형회귀 모델의 적합도에 관련된 변량 및 계산된 통계량들
- ② Residual : 선형회귀 모델이 설명하지 못하는 변량 및 계산된 통계량들
- ③ Total : 종속 변수가 가지는 모든 변량
- ④ F score : 선형회귀 모델의 적합도와 관련된 통계량
- ⑤ p-value : F score 와 자유도 2개(Regression 자유도, Residual 자유도)를 이용해 계산된 확률 값

Regression 항목에 Sum of square는 선형회귀 모델로 설명 가능한 변량인 SSR(regression sum of squares)을 의미하고, 자유도(df)는 독립변수가 국제유가별 3개 이므로, 자유도는 3으로 나타난다.

Residual 항목에 Sum of square는 선형회귀 모델로 설명 하지 못하는 오차 변량인 SSE(error sum of squares)를 의미하고, 2011년부터 2016년 6월까지의 총 개체 수 6 - 1 이므로 전체 자유도(Total df)는 5를 나타내고, 전체 자유도에서 선형회귀 모델이 가지는 독립변수 df를 뺀 값 5 - 3 이므로 Residual 항목에 자유도 df는 2를 나타낸다.

Mean square는 Sum of square를 자유도(df) 로 나눈 수치이다.

NaN은 계산할 필요가 없는 항목이다.

이렇게 계산된 변량들을 이용해 선형회귀 모델이 적합한지 아닌지에 대한 가설 검정(Statistical test)을 한다.

아래는 검정 하고자 하는 가설들 이다.

귀무가설(H0) : 종속 변수의 변량은 선형회귀 식으로 설명 불가. (부적합)

대립가설(H1) : 종속 변수의 변량은 선형회귀 식으로 설명 가능. (적합)

선형회귀 식 적합성 가설 검정을 위해 F 검정을 이용하는데, F score 는 식 (2)와 같은 방법으로 Mean square 34,881.581 에 525.045를 나누어 66.435 이고, 소수점 넷째 자리에서 반올림 하여, 소수점 셋째 자리까지 나타낸다.

$$F = \frac{MSR}{MSE} \quad (2)$$

MSR : 회귀 모델이 설명하는 변량

MSE : 회귀 모델이 설명할 수 없는 변량

F score 가 클수록 MSR이 MSE 보다 크다는 것을 의미 하며, 선형 회귀 모델의 적합성은 커진다.

계산된 F score 와 선형 회귀 모델의 자유도 3 과 오차항의 자유도 2를 이용해 p값(p value) 계산 결과 0.015 수치를 나타내고 있다.

유의 수준(α , significance level)을 0.05 아래를 기준으로 가정했을 때, $p\text{값} < \alpha$ 이기 때문에 귀무가설은 기각 되고 대립가설을 채택한다.

즉, 유의 수준 $\alpha=0.05$ 아래에서는 선형 회귀 모델은 적합하다는 결론이다.

Anova table을 통해 검정한 결과 선형 회귀 모델은 적합한 것으로 나왔다.

세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량에 영향을 주는 독립변수를 찾고 그 영향력을 분석한 Table 4.4의 계수 추정(Coefficient estimation) 표에서 계수(Coefficient)는 각 독립변수가 종속 변수에 주는 영향력(추정된 회귀 계수)을 나타내고, Std. Err는 추정된 회귀 계수의 표준오차(Standard error)를 나타낸다.

그리고 Standardized coefficient는 표준화된 회귀계수 이고, t-score 는 각 독립 변수의 추정된 회귀 계수의 유의성과 관련된 통계량을 나타낸다.

p 값(p-value)은 t score를 이용해 계산된 확률 값이다.

Table 4.4 Coefficient estimation

	Coefficient	Std. Err	Standardized coefficient	t-score	p-value
Intercept	2,885.951	51.824	NaN	55.687	3.223E-4
Dubai annual average (US\$/bbl)	44.474	9.948	9.726	4.47	0.047
Brent annual average (US\$/bbl)	-61.132	9.64	-13.346	-6.342	0.024
WTI annual average (US\$/bbl)	15.396	3.066	2.819	5.021	0.037

선형회귀 모델 식 (3)은 아래와 같다.

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \varepsilon \quad (3)$$

Y : 연도별 Global offshore construction vessels/ platforms 선복량

α_0 : 상수 (intercept)

X_1, α_1 : 두바이유 유가 변수 및 회귀 계수

X_2, α_2 : 브렌트유 유가 변수 및 회귀 계수

X_3, α_3 : 서부 텍사스 중질유 유가 변수 및 회귀 계수

선형회귀 모델을 통해 선형회귀 식 (4)는 아래와 같다.

$$\hat{Y} = 2,885.951 + 44.474 X_1 + -61.132 X_2 + 15.396 X_3 \quad (4)$$

$\hat{Y}$: 예측된 연도별 Global offshore construction vessels/ platforms 선복량

X_1 : 두바이유 유가

X_2 : 브렌트유 유가

X_3 : 서부 텍사스 중질유 유가

즉, 두바이유 유가의 경우 추정된 회귀 계수가 44.474 이기 때문에, 두바이유 유가가 늘어날수록 세계 해양플랜트 서비스 건조 선박 선복량은 증가하는 것으로 추측해 볼 수 있다.

마찬가지로 서부 텍사스 중질유 유가의 경우 추정된 회귀 계수가 15.396 이기 때문에 서부 텍사스 중질유 유가가 증가할수록 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량은 증가할 것으로 추측해 볼 수 있다.

이와 반대로 브렌트유 유가는 회귀 계수 값이 -61.132 이기 때문에, 브렌트유 유가가 증가하면 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량은 감소하는 것으로 추측해 볼 수 있다.

p value 와 유의 수준을 이용하여, 국제유가가 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량에 주는 영향이 실제로 의미가 있는지 가설 검정(statistical test)을 한다.

가설 검정 1 : 두바이유가 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량에 주는 영향 분석

귀무가설(H_0) : 두바이유는 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량에 영향을 주지 않는다. ($\alpha_1 = 0$)

대립가설(H_1) : 두바이유는 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량에 영향을 준다 ($\alpha_1 \neq 0$)

가설 검정 2 : 브렌트유가 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량에 주는 영향 분석

귀무가설(H0) : 브렌트유는 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량에 영향을 주지 않는다. ($\alpha_2 = 0$)

대립가설(H1) : 브렌트유는 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량에 영향을 준다 ($\alpha_2 \neq 0$)

가설 검정 3 : 서부 텍사스 중질유가 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량에 주는 영향 분석

귀무가설(H0) : 서부 텍사스 중질유는 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량에 영향을 주지 않는다. ($\alpha_3 = 0$)

대립가설(H1) : 서부 텍사스 중질유는 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량에 영향을 준다 ($\alpha_3 \neq 0$)

가설 검정 4 : 두바이유, 브렌트유, 서부 텍사스 중질유 유가 모두 0 일 때 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량 분석

귀무가설(H0) : $\alpha_0 = 0$

대립가설(H1) : $\alpha_0 \neq 0$

각 국제유가별 변수가 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량 변수에 주는 영향력에 대한 가설 검정을 위해 T 검정을 실시한다.

T score 계산 방법은 아래의 식 (5)와 같다.

$$T = \frac{\text{Coefficient}}{\text{Std Err}} \quad (5)$$

계산된 두바이유 t-score 는 4.47, 브렌트유 t-score는 -6.342, 서부 텍사스 중질유 t-score는 5.021로 추출됐다.

t-score 값과 자유도 (표본수 - 독립변수 수 - 1) = 6 - 3 - 1 = 2를 이용한 p값을 계산한 결과 두바이유 0.047, 브렌트유 0.024, 서부 텍사스 중질유 0.037 결과 값이 추출됐다.

유의 수준(α , significance level)을 0.05로 가정했을 때 두바이유, 브렌트유, 서부 텍사스 중질유 유가 모두 $p\text{-value} < \alpha$ 이기 때문에, 귀무가설은 기각하고 대립가설을 채택 하여, 유의 수준 $\alpha=0.05$ 아래를 기준으로 두바이유, 브렌트유, 서부 텍사스 중질유 유가는 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량에 영향을 준다는 결론을 내릴 수 있다.

Fig.4.4는 통계분석 SALT 프로그램을 가동하여, 브렌트유 유가를 대표 기준으로 설정하여 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량과의 상관관계 분석을 나타낸 그래프이다. 그래프에서 나타난 것처럼 브렌트유 유가가 증가 하면 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량은 감소하는 음의 상관관계를 나타내고 있다.

피어슨의 상관관계(Pearson correlation coefficient) 분석에서 상관계수 r 은 아래와 같은 범위를 지정하여 두 변수 간 상관관계가 크고 작음을 나타낸다.

- 1.0 $\leq r \leq$ -0.7 : 매우 강한 음(-)의 상관관계
- 0.7 < $r \leq$ -0.3 : 강한 음(-)의 상관관계
- 0.3 < $r \leq$ -0.1 : 약한 음(-)의 상관관계
- 0.1 < $r \leq$ -0.1 : 상관관계 없음
- 0.1 < $r \leq$ 0.3 : 약한 양(+)의 상관관계
- 0.3 < $r \leq$ 0.7 : 강한 양(+)의 상관관계
- 0.7 < $r \leq$ 1.0 : 매우 강한 양(+)의 상관관계

그래프에 나타난 $r = -0.83$ 이므로 매우 강한 음의 상관관계가 있다.

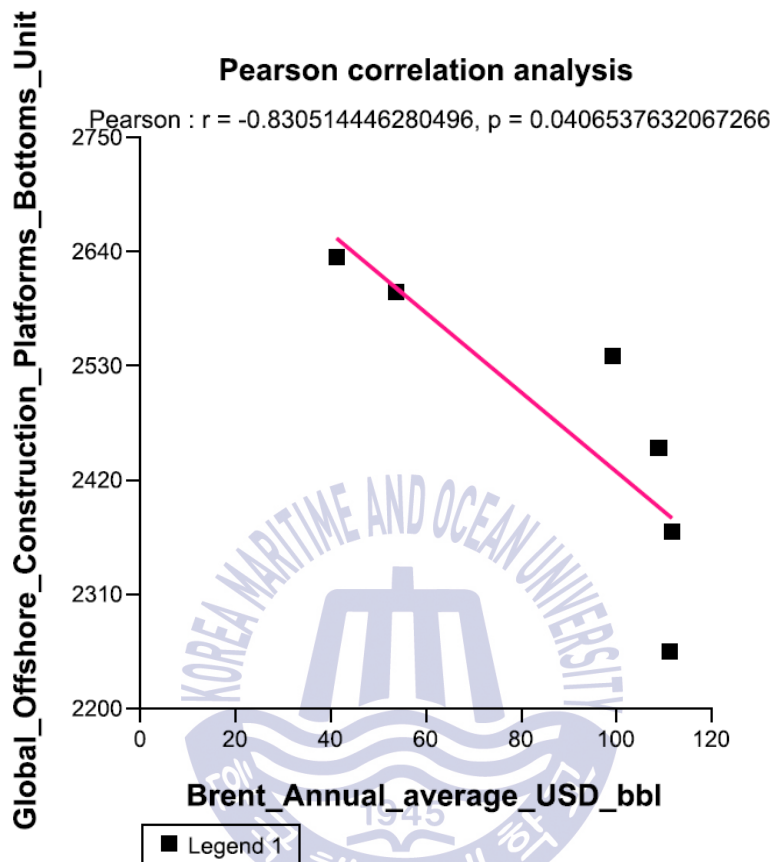


Fig.4.4 Global offshore construction platforms bottoms correlation analysis result

Table 4.5는 통계분석 SALT 프로그램을 가동하여 유가의 변화가 해양플랜트 서비스 선박 선종별 선복량과 발주현황, 인도현황, OSV 신조선가에 미치는 영향에 대한 선형회귀분석 결과로 모델 개요(Model summary)의 보정계수(Adj.R square)값과 분산 분석표(Anova table)에서 추출된 p값(p-value), 계수추정(Coefficient estimation)에서 추출된 p값(p-value)을 나타낸 표이다. 그리고 브렌트유 유가를 기준으로 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 사용하여 상관관계를 분석한 상관계수(r) 값을 나타냈다.

Table 4.5 Analysis result

Division	Model summary Adj.R square	Anova p-value	Coefficient estimation			Brent pearson correlation (r)
			Dubai p-value	Brent p-value	WTI p-value	
Global offshore construction vessels platforms bottoms	0.975	0.015	0.047	0.024	0.037	-0.830
Global offshore anchor handling tugs and supply bottoms	0.955	0.027	0.076	0.04	0.058	-0.808
Global offshore PSV supply bottoms	0.997	0.002	0.01	0.004	0.004	-0.858
Global offshore rescue and salvage bottoms	0.72	0.163	0.082	0.077	0.865	-0.516
Global offshore utility support bottoms	0.997	0.002	0.014	0.006	0.006	-0.908
Global offshore construction order status	0.792	0.122	0.364	0.418	0.892	0.927
Global offshore OSV order status	0.97	0.018	0.199	0.194	0.279	0.970
Global offshore construction delivery status	0.621	0.218	0.892	0.868	0.462	0.887
Global offshore OSV delivery status	0.021	0.526	0.628	0.591	0.739	0.698
Global offshore OSV newbuilding index	0.984	0.01	0.055	0.03	0.078	0.934

분석 결과 계수 추정(Coefficient estimation) 국제유가별 p값(p-value)의 유의 수준(α , significance level) $\alpha=0.05$ 아래를 기준으로 세계 해양플랜트 건조 지원선 (Construction vessels/platforms) 선복량과 플랫폼 지원선(PSV/supply) 선복량, 유틸리티 지원선(Utility support) 선복량은 국제유가 모두 p값(p value) $< \alpha$ 이기 때문에, 두바이유, 브렌트유, 서부 텍사스 중질유는 세계 해양플랜트 건조 지원선, 플랫폼 지원선, 유틸리티 지원선 선복량에 모두 영향을 준다.

두바이유, 서부 텍사스 중질유의 유가는 해양예인지원선(Anchor handling tugs and supply) 선복량에 영향을 주지 않고 브렌트유 유가만 해양예인지원선 선복량에 영향을 준다.

두바이유, 서부 텍사스 중질유의 유가는 세계 해양플랜트 지원 선박(OSV) 신조선가 지수에 영향을 주지 않고 브렌트유 유가만 세계 해양플랜트 지원 선박 신조선가 지수에 영향을 준다.

세계 해양플랜트 지원 선박 발주 현황에는 두바이유, 브렌트유, 서부 텍사스 중질유의 유가 모두 영향을 주지 않는다. 즉, 세계 해양플랜트 지원 선박 발주에는 유가의 영향을 받지 않는다고 추론할 수 있다.

세계 해양 구조선(Rescue and salvage) 선복량과 세계 해양플랜트 건조 지원선 발주 현황, 세계 해양플랜트 건조 지원선 인도 현황, 세계 해양플랜트 지원 선박 인도 현황은 유의 수준(α , significance level) $\alpha=0.05$ 아래를 기준으로 분산 분석표(Anova table)의 p값(p value) $> \alpha$ 이기 때문에, 영향력 분석을 위한 선행회귀식으로는 부적합하다.

브렌트유 유가를 기준으로 각각의 세계 해양플랜트 서비스 선박 선종별 선복량과 발주현황, 인도현황, OSV 신조선가를 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 사용해 상관관계 분석한 결과 세계 해양플랜트 건조 지원선 선복량과 해양예인지원선 선복량, 플랫폼 지원선 선복량, 구조선 선복량, 유틸리티 지원선 선복량 모두 강한 음의 상관관계를 나타냈다.

즉, 유가가 상승할 때 세계 해양플랜트 서비스 선박 선복량은 감소하는 경향을 보였다. 반대로 유가가 하락할 때는 해양플랜트 서비스 선박 선복량은 증가한다.

세계 해양플랜트 건조 지원선 발주 현황, 세계 해양플랜트 지원 선박(OSV) 발주 현황, 세계 해양플랜트 건조 지원선 인도 현황, 세계 해양플랜트 지원 선박 인도 현황, 세계 해양플랜트 지원 선박 신조선가 지수 모두 강한 양의 상관관계를 나타냈다.

즉, 유가가 상승할 때 세계 해양플랜트 건조 지원선 발주 현황, 세계 해양플랜트 지원 선박 발주 현황, 세계 해양플랜트 건조 지원선 인도 현황, 세계 해양플랜트 지원 선박 인도 현황 모두 증가 하고 세계 해양플랜트 지원 선박 신조선가 지수 또한 상승한다.



제 5 장 결 론

본 논문에서는 저유가로 인한 낮은 해양플랜트 수주 실적과 구조조정으로 어려운 국내 조선소에 활력을 불어넣을 대응 방안으로 제시되고 있는 해양플랜트 서비스산업을 고찰 하였고, 유가의 변화가 해양플랜트 서비스 선박에도 영향력을 미치는지, 상관관계가 있는지에 대해 연구하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 유의 수준(α , significance level) $\alpha=0.05$ 아래를 기준으로 세계 해양플랜트 건조 지원선(Construction vessels/platforms), 플랫폼 지원선(PSV/supply), 유틸리티 지원선(Utility support) 선박량은 두바이유, 브렌트유, 서부 텍사스 중질유 유가에 영향을 받는다. 해양예인지원선(AHTS) 선박량과 세계 해양플랜트 지원 선박(OSV) 신조선가 지수는 브렌트유 유가에 영향을 받는다. 세계 해양플랜트 지원 선박 발주 현황에는 국제유가의 영향을 받지 않는다.
2. 브렌트유 유가를 기준으로 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 사용해 상관관계 분석한 결과 세계 해양플랜트 건조 지원선, 해양예인지원선, 플랫폼 지원선, 구조선, 유틸리티 지원선의 선박량 모두 강한 음의 상관관계를 나타냈다. 즉, 유가가 상승할 때 세계 해양플랜트 서비스 선박 선박량은 감소하는 경향을 보이고, 반대로 유가가 하락할 때는 해양플랜트 서비스 선박 선박량은 증가한다.
3. 세계 해양플랜트 건조 지원선 및 지원 선박(OSV)은 발주 현황과 인도 현황, 세계 해양플랜트 지원 선박 신조선가 지수 모두 강한 양의 상관관계를 나타냈다. 즉, 유가가 상승할 때 세계 해양플랜트 건조 지원선 및 지원 선박은 발주 현황과 인도 현황 모두 증가 하고 세계 해양플랜트 지원 선박 신조선가 지수 또한 상승한다.

본 논문에서는 통계분석 SALT 프로그램을 통하여 연구를 수행하였으며 유가와 해양플랜트 서비스 선박의 상관관계 분석, 선형회귀분석 및 본문의 해양플랜트 서비스산업 현황 분석은 국내 해양플랜트 서비스산업 육성전략 마련을 위한 참고 자료로 활용될 것으로 판단된다.

향후 연구과제로 유가의 변화에 따른 해양플랜트 서비스 선박의 해외 선도 기업별 매출액과의 비교 검증을 통한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.



감사의 글

석사과정 2년이라는 시간은 제 삶에 많은 것을 느끼며 수학할 수 있었던 시간이었습니다. 먼저 해양플랜트 운영학과에서 수학할 수 있는 기회를 주신 해양플랜트 운영학과 교수님들께 고개 숙여 깊은 감사의 인사를 드립니다.

많이 부족한 저를 지도학생으로 받아 주신 이명호 교수님께 감사의 인사를 드립니다. 본 논문이 완성되기까지 많은 시행착오를 겪었지만, 바쁜 직장생활을 하면서 논문을 포기하지 않고 끝까지 완성을 할 수 있게 아낌없는 지도 편달과 격려와 배려를 해주신 이명호 교수님께 진심으로 감사드립니다.

바쁘신 와중에도 제 논문에 심사위원장을 맡아 주시고 논문의 완성도를 높이기 위해 세밀한 부분까지 지도 해주시며 매 학기 열정적인 강의를 해주신 조권희 교수님, 1차 심사 후 논문의 수정 방향에 대해 아낌없는 조언을 해 주신 존경하는 이강기 교수님, 늦은 시간에 약속 없이 찾아가서도 웃으면서 반갑게 맞아주시고 논문의 형태를 취할 수 있도록 지도와 조언을 해주신 이상태 교수님, 논문 심사과정에서 아낌없는 지도와 가르침을 주신 예병덕 교수님께 고개 숙여 진심으로 감사드립니다.

그리고 논문을 시작할 때 많은 가르침과 조언을 아끼지 않고 도움을 주신 유권준 부장님, 함께 논문을 준비하면서 힘들 때마다 항상 힘내라고 얘기해 주신 원규식 형님, 대학원 생활에 항상 웃으면서 아낌없이 도움을 주신 온누리 님, 박수정 조교님, 이우주 님께 감사의 인사를 드립니다. 1학기 동안 대학원 생활을 함께 하며 많은 도움을 준 김태훈에게도 고맙다는 말을 전하고 싶습니다.

해양플랜트 운영학과에서 함께 동문수학 하며 정을 나눈 배원상 형님, 강민승 형님, 김시관 형님, 정성규 형, 여실중 님, 송지경 님, 강진화 님, 설동익 님, 권상훈 님께 감사의 인사를 드립니다. 덕분에 대학원 생활 동안 좋은 추억을 많이 남겼습니다. 남은 대학원생활 동안 모두들 큰 학문적 성과가 있기를 바랍니다.

논문을 준비하는 기간 동안 기숙사에서 함께 생활하면서 잠을 설치게 한 직장 동료 윤진현 님께 미안함과 감사의 인사를 드립니다.

대학원생활 동안 직장 생활에 많은 배려를 해 주신 김민배 전무님, 장석주 파트장님, 김대범 과장님, 항상 응원과 격려를 해주신 직장동료 안시철 형님과 하종혁 님께 감사의 인사를 드립니다.

마지막으로 항상 자식을 믿어 주시고 사랑으로 키워 주신 부모님과 항상 응원 해 준 동생과 매제에게 감사하고 사랑한다는 말을 전하고 싶습니다.

참고문헌

- [1] 연합뉴스포맷스, 2015. 특집다큐 세월혁명-1부 석유는 고갈되고 있는가,
[Online] (Updated 14 March 2016)
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=LnkxrsEljvY>
[Accessed 16 September 2016].
- [2] 국무조정실, 2013. 주요국의 국정과제시스템 비교연구,
고려대학교 산학협력단. p.18.
- [3] 연합뉴스포맷스, 2015. 특집다큐 세월혁명-2부 100년의 시대를 열다,
[Online] (Updated 14 March 2016)
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=f6jQa6cKBN4>
[Accessed 16 September 2016].
- [4] 한양대학교 에너지거버넌스센터 EGS Issue Briefing, 2015.06.
1970년대 오일쇼크와 2014년 오일 쇼크 비교,
에너지이노베이션 파트너스, p.2, p6.
- [5] 박명지, 2008.12. 국제유가 상승이 국내 거시경제에 미치는 영향 분석,
석사학위 논문, 서울:중앙대학교, p.6-8.
- [6] 조윤명, 2005.09.10. (산업분석)오일쇼크와 우리경제에 미치는 영향분석,
수출보험 133호, p.47-48.
- [7] 이달석, 최성희, 오세신, 김영덕 2007.12.
新고유가 대응전략 연구: 유가상승의 원인과 파급효과 분석,
에너지경제연구원, p.iii, p.3.

- [8] 최호상, 2006.05.06. 고유가가 국내경제에 미치는 영향,
석유험회보, 삼성경제연구소, p.25.
- [9] 박복영, 송원호 2005.03.06. 최근 고유가와 1970년대 오일쇼크의 비교,
KIEP (대외경제정책연구원) p.5-6.
- [10] 박성현, 김경욱, 문동열, 2015.02.10. 유가 30년 사이클의 재림, 어떻게
대응 할 것인가, 한화투자증권. p.6.
- [11] 이재우, 성동원, 2015.12 新저유가시대, 정유·석유화학산업 전망,
한국수출입은행, p.1.
- [12] 에너지경제연구원, 2015.12.04. 국제 자원개발 기업들의 저유가 대응 전략, p.6.
- [13] 임두빈, 엄이슬, 2015.09. 석유시장의 지각변동과 생존전략,
삼정KPMG 경제연구원 Issue Monitor, p.4.
- [14] OPEC, 2016. OPEC Monthly Oil Market Report,
[Online] (Updated 12 September 2016) p.60,
Available at: http://www.opec.org/opec_web/en/publications/338.htm
[Accessed 18 September 2016].
- [15] 손지우, 이주현, 2015.09. \$28.4 : 유가의 바닥을 논하다,
Equity Strategy Industry Analysis SK Securities, p.4, p.21, p.34.
- [16] 이원우, 이문배, 김중구, 김재두, 2015.05. 고유가의 원인과 대응방안,
에너지경제연구원. p.14.
- [17] 강사준, 오영태, 성홍근, 김태형, 김명배, 권오윤, 2011.11. 해양플랜트산업

- 경쟁력 분석 및 장단기 발전전략, 한국조선협회, p.18, p.34-35.
- [18] 도현재, 2015.05. 국내 자원개발 해양플랜트산업의 과제와 대응방안, 에너지경제연구원, p.17-24, p.47-49.
- [19] 조선·해양산업 인적자원개발위원회, 2016.04.
2016년 조선·해양산업 인력현황 분석 보고서, p.42-44.
- [20] 최재선, 2011.05. 해양플랜트 서비스 산업 전문인력 양성 기본계획 수립을 위한 연구, 국토해양부, p.15-16, p.28-31, p.54-57.
- [21] OFFSHORE BUSINESS Vol. 24, 2015.07. 반잠수식 해상숙박선 운영사업의 1인자, Prosafe사, p.21-25.
- [22] 홍병기, 2016.05. 한국 원양어업의 본산 라스팔마스를 가다, 중앙SUNDAY 제480호, p.1, p.8.
- [23] OFFSHORE BUSINESS Vol. 26, 2015.09. 스페인 라스팔마스의 해양플랜트 수리업체, Astican, p.24-25.
- [24] 양성필, 2015.03.10. 초중량 화물 해상운송사업 진출을 위한 우리의 과제, OFFSHORE BUSINESS Vol. 20, p.1-3.
- [25] 박광서, 2015.03.10. 해양플랜트 운송시장 동향과 대응방안, OFFSHORE BUSINESS Vol. 20, p.6-11.
- [26] OFFSHORE BUSINESS Vol. 20, 2015.03.10.
중량물 운송의 신흥 강자, Offshore Heavylift Transport, p.29-30.

- [27] OFFSHORE BUSINESS Vol. 27, 2015.10. Statoil사, Mariner 광구에 재킷 설치 완료, p.16.
- [28] OFFSHORE BUSINESS Vol. 25, 2015.08. Chevron사, Alder 광구에 탑사이드 설치 완료, p.17.
- [29] OFFSHORE BUSINESS Vol. 33, 2016.05. 신조 파이프 설치선 DLV 2000 첫 작업 투입 임박, p.20.
- [30] 한국해양수산개발원, 2012.01.16. 동남아해양플랜트 해체시장 진출 타당성 및 기본계획 수립 연구, p.16, p.141-142.
- [31] OFFSHORE BUSINESS Vol. 29, 2015.12. 멕시코만, 지금까지 4,595개 구조물 해체, p.22.
- [32] 박광서, 2015.04. 해양플랜트 해체시장 동향과 도전과제, OFFSHORE BUSINESS Vol. 21, p.6-10.
- [33] OFFSHORE BUSINESS Vol. 26, 2015.09. 영국 해양플랜트 해체시장, 2050년까지 약 900억 달러 전망, p.17.
- [34] OFFSHORE BUSINESS Vol. 17, 2014.12. InterMoor사, 멕시코만에서 Spar 해체 완료, p.22.
- [35] OFFSHORE BUSINESS Vol. 21, 2015.04. 북해 해체사업의 지배자, AF Offshore Decom, p.26-29.
- [36] 김성귀, 박광서, 윤인주, 이선량, 이정아, 정민지, 2015.05. 해양플랜트 시장 분석 보고서 OSV 운영사업, 해양수산부, p.9-13.

부 록

Table 5.1은 2011년 1월에서부터 2016년 6월까지 국제유가 통계자료를 이용해 연평균(US\$/bbl) 유가를 나타낸 표이다.

Table 5.1 Oil prices data (US\$/bbl)

Time	Dubai	Brent	WTI	Time	Dubai	Brent	WTI
2011. 01	92.5	96.8	89.5	2012. 01	109.5	111.0	100.4
2011. 02	100.2	103.9	89.7	2012. 02	116.2	119.3	102.3
2011. 03	108.5	114.6	103.0	2012. 03	122.5	124.9	106.3
2011. 04	115.8	123.3	110.0	2012. 04	117.3	120.0	103.4
2011. 05	108.0	114.3	101.3	2012. 05	107.3	109.7	94.7
2011. 06	107.5	114.0	96.3	2012. 06	94.4	95.2	82.3
2011. 07	110.2	116.8	97.3	2012. 07	99.1	102.7	87.9
2011. 08	105.0	110.1	86.3	2012. 08	108.6	113.0	94.1
2011. 09	105.8	111.5	85.6	2012. 09	111.2	112.9	94.5
2011. 10	103.5	109.1	86.5	2012. 10	109.0	111.6	89.5
2011. 11	107.9	110.5	97.3	2012. 11	107.3	109.3	86.6
2011. 12	105.5	107.7	98.7	2012. 12	106.4	109.2	88.2
Annual average	105.9	111.1	95.1	Annual average	109.1	111.6	94.2
2013. 01	107.9	112.7	94.8	2014. 01	104.0	107.7	94.9
2013. 02	111.1	116.2	95.3	2014. 02	105.0	108.9	100.7
2013. 03	105.6	109.0	92.9	2014. 03	104.4	107.7	100.5
2013. 04	101.7	102.8	92.0	2014. 04	104.6	107.8	102.0
2013. 05	100.3	102.8	94.7	2014. 05	105.6	109.4	101.8
2013. 06	100.2	103.1	95.8	2014. 06	107.9	111.8	105.2
2013. 07	103.6	107.7	104.7	2014. 07	106.1	107.4	102.6
2013. 08	107.1	110.8	106.6	2014. 08	101.9	102.6	96.3
2013. 09	107.9	111.6	106.2	2014. 09	96.6	98.0	96.7
2013. 10	105.6	109.3	100.5	2014. 10	86.8	87.8	84.4
2013. 11	105.5	108.0	94.0	2014. 11	77.1	79.3	76.4
2013. 12	107.5	110.7	97.9	2014. 12	60.2	62.8	59.3
Annual average	105.3	108.7	98.0	Annual average	96.7	99.3	93.4

2015. 01	45.8	49.8	47.3	2016. 01	26.9	31.9	31.8
2015. 02	55.7	58.8	47.3	2016. 02	28.9	33.5	30.6
2015. 03	54.7	56.9	47.9	2016. 03	35.2	39.8	38.0
2015. 04	57.7	61.1	54.6	2016. 04	39.0	43.3	41.1
2015. 05	63.0	65.6	59.4	2016. 05	44.3	47.7	46.8
2015. 06	60.8	63.8	59.8	2016. 06	46.3	49.9	48.9
2015. 07	55.6	56.8	50.9	2/4 qtr. average	36.8	41.0	39.5
2015. 08	47.8	48.2	42.9				
2015. 09	45.8	48.5	45.5				
2015. 10	45.8	49.3	46.3				
2015. 11	41.6	45.9	42.9				
2015. 12	34.9	38.9	37.3				
Annual average	50.8	53.6	48.5				

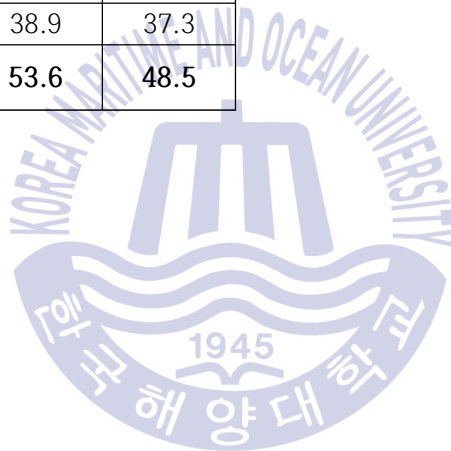


Table 5.2에서 Table 5.5는 2011년부터 2016년 6월까지의 세계 해양플랜트 서비스 선박 선종별 선복량과 발주현황, 인도현황, OSV 신조선가를 나타낸 표이다.

Table 5.2 Global offshore service industry bottoms and backlog status

(Unit)

Construction vessels/ platforms	2011	2012	2013	2014	2015	2016.6	Backlog	Backlog/ bottoms (%)
Crane vessels	251	260	266	267	271	271	4	1.5
Pipe layers	156	168	172	177	175	173	5	2.9
Cable & flexible pipe layer	99	100	102	112	114	119	11	9.2
Transportation /heavy lift	108	115	115	117	126	135	32	23.7
Offshore launch bare	550	568	581	586	588	587	0	0
Self-elevating installation	289	300	309	322	336	345	43	12.5
Wind turbine installation	15	24	28	32	33	34	3	8.8
Jack up accommodation	21	25	28	30	34	34	10	29.4
Floating accommodation	33	37	42	45	54	57	29	50.9
Accommodation barge	159	169	177	183	186	185	7	3.8
Multi-purpose support	219	241	264	297	310	317	65	20.5
Dive & ROV support	127	126	131	137	142	143	27	18.9
Dredgers & stone discharge	229	239	238	236	234	236	17	7.2
Total	2,256	2,372	2,453	2,541	2,603	2,636	253	9.6
Anchor handling tugs&supply	2011	2012	2013	2014	2015	2016.6	Backlog	Backlog/ bottoms (%)
Very large > 16K bhp	156	170	182	196	203	205	16	7.8
Large 12-16K bhp	190	191	193	194	204	203	25	12.3
Medium 8-12K bhp	320	342	354	360	364	367	39	10.6

Small 4-8K bhp	1,163	1,221	1,274	1,311	1,347	1,362	99	7.3
Very small < 4K bhp	286	286	280	276	271	269	0	0
AHT	529	544	568	580	588	593	11	1.9
Total	2,644	2,754	2,851	2,917	2,977	2,999	190	6.3
PSV/supply	2011	2012	2013	2014	2015	2016.6	Backlog	Backlog/ bottoms (%)
Very large > 4K dwt	204	266	343	428	482	501	118	23.6
Large 3-4K dwt	305	329	371	421	457	463	82	17.7
Medium 2-3K dwt	178	182	194	202	205	210	15	7.1
Small < 2K dwt	894	903	924	936	948	951	11	1.2
Crew/fast supply	276	296	318	352	374	382	23	6
Total	1,857	1,976	2,150	2,339	2,466	2,507	249	9.9
Rescue & salvage	2011	2012	2013	2014	2015	2016.6	Backlog	Backlog/ bottoms (%)
ERRV	306	336	339	347	348	346	10	2.9
Ocean going tug	264	251	246	237	242	241	11	4.6
Total	570	587	585	584	590	587	21	3.6
Utility support	2011	2012	2013	2014	2015	2016.6	Backlog	Backlog/ bottoms (%)
Maintenance	106	111	118	133	146	150	14	9.3
Utility/workboat	674	682	704	719	747	751	10	1.3
Other support	683	722	774	846	913	957	27	2.9
Total	1,463	1,515	1,596	1,698	1,806	1,828	51	2.8

Data : Clarkson research service

Table 5.3 Global offshore service industry order status

(Unit)

Division	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016.6
Construction	115	117	117	126	125	117	83	23
Crane/cable/pipe layer	16	14	24	11	24	35	5	0
Transport (H.Lift/barges)	71	35	33	17	12	21	2	15
Self-elevating/wind turbine	12	20	11	26	14	27	23	5
Accommodation units	5	10	13	25	26	21	12	2
MSV/DSV/ROV support	7	22	34	44	45	33	31	1
Dredgers & stone discharge	4	16	2	3	4	7	10	0
AHTS⁶⁾	161	143	90	100	128	147	36	0
AHTS>12,000 bhp	6	16	14	11	16	36	5	0
AHTS 8000~12,000 bhp	25	35	3	8	9	30	14	0
AHTS<8,000 bhp	79	70	51	66	89	70	14	0
AHT	51	22	22	15	14	11	3	0
PSV⁷⁾	67	155	195	228	232	150	20	0
PSV/supply>4,000 dwt	22	55	91	102	85	78	6	0
PSV/supply 3000~4,000 dwt	9	40	64	50	73	32	6	0
PSV/supply<3,000 dwt	22	42	28	36	38	21	3	0
Crew/fast	14	18	12	40	36	19	5	0
Rescue & salvage	21	15	12	19	20	14	3	1
Utility support	45	67	63	105	107	101	32	0

Data : Clarkson research service

- 6) AHTS(Anchor Handling & Tug Supplier) : 해양플랜트를 바다의 목표지점까지 예인하여 앵커를 내려 해양플랜트가 정확한 곳에 시추 파이프를 꽂을 수 있도록 옆에서 고정시키는 역할을 하는 선박.
- 7) PSV(Platform Supply Vessels) : 플랫폼 지원선 이며 Standby vessel, AHTS 등과 함께 모두 OSV(Offshore Support Vessel)의 기능상 차이에서 불려지는 이름들임.
PSV는 Offshore facility에 필요한 물자를 운송하는 선박이며, Standby vessel은 Fire Fighting 이나 필요에 따라 승조원의 이동을 맡는 역할을 하는 선박.

Table 5.4 Global offshore service industry delivery status

(Unit)

Division	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016.6
Construction	155	180	129	117	98	99	84	37
Crane/cable/pipe layer	19	22	11	22	13	20	10	5
Transport(H.Lift /barges)	50	77	49	24	28	10	14	9
Self-elevating /wind turbine	17	19	14	20	14	17	15	10
Accommodation units	34	19	11	14	18	11	21	3
MSV/DSV/ROV support	30	37	31	24	29	38	22	8
Dredgers & stone discharge	5	6	13	13	6	3	2	2
AHTS	263	270	196	135	128	92	85	32
AHTS>12,000 bhp	40	48	19	18	20	18	19	3
AHTS 8000~12,000 bhp	34	37	27	25	16	10	11	4
AHTS<8,000 bhp	137	125	113	72	63	50	45	20
AHT	52	60	37	20	29	14	10	5
PSV	141	106	82	126	179	203	140	43
PSV/supply > 4,000 dwt	29	21	34	62	77	86	55	19
PSV/supply 3000~4,000 dwt	29	28	14	25	42	50	36	6
PSV/supply < 3,000 dwt	53	35	25	24	38	33	27	10
Crew/fast	30	22	9	15	22	34	22	8
Rescue & salvage	19	25	22	13	12	14	25	3
Utility support	91	54	65	52	84	103	112	25

Data : Clarkson research service

Table 5.5 Global offshore OSV newbuilding index

(US\$ million)

Division	2011	2012	2013	2014	2015	2016.6
Offshore support vessels						
AHTS 23,000 bhp	-	107	99.2	82.3	63.6	66.7
AHTS 18,000 bhp	-	71	66.7	56.2	43.4	45.5
AHTS 10,000 bhp	-	24	23	24.5	22.5	22.5
AHTS 5,150 bhp	-	10	9.5	10	9	9
PSV 4,500~5,000 dwt	-	58.7	55.3	42.5	31.8	32.7
PSV 3,200 dwt	-	36.5	34.1	24.7	19.1	20
OSV newbuilding index	95	90	86	78	65	66

Data : Clarkson research service



Fig.5.1에서부터 Fig.5.20 까지 유가와 해양플랜트 서비스 선박 선종별 선복량 및 발주 현황, 인도 현황, OSV 신조선가를 SALT 프로그램을 가동하여 선형회귀 분석 및 상관관계 분석 결과를 나타낸 그래프이다.

Linear Regression(Global_Offshore_Construction_Platforms_Bottoms_Unit)

Contents

[1. Global_Offshore_Construction_Platforms_Bottoms_Unit](#)

[1.1. Model Summary](#)

[1.2. Anova Table](#)

[1.3. Coefficient Estimation](#)

1. Global_Offshore_Construction_Platforms_Bottoms_Unit

* Data: 유가와 해양플랜트 서비스 선박 선형회귀분석 실험_논문.xls

* Analysis Method: Multiple Linear Regression Analysis

* Dependent Variable: Global_Offshore_Construction_Platforms_Bottoms_Unit

* Independent Variable(s): [Dubai_Annual_average_USD_bbl, Brent_Annual_average_USD_bbl, WTI_Annual_average_USD_bbl]

1.1. Model Summary

R	R Square	Adj.R Square	Std.Error of Estimate
0.995	0.99	0.975	22.914

1.2. Anova Table

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Regression	104,644.743	3	34,881.581	66.435	0.015

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Residual	1,050.09	2	525.045	NaN	NaN
Total	105,694.833	5	NaN	NaN	NaN

1.3. Coefficient Estimation

	Coefficient	Std. Err	Standardized Coeff	t-score	p-value
Intercept	2,885.951	51.824	NaN	55.687	3.223E-4
Dubai_Annual_average_USD_bbl	44.474	9.948	9.726	4.47	0.047
Brent_Annual_average_USD_bbl	-61.132	9.64	-13.346	-6.342	0.024
WTI_Annual_average_USD_bbl	15.396	3.066	2.819	5.021	0.037

Fig.5.1 Global offshore construction platforms bottoms linear regression analysis result

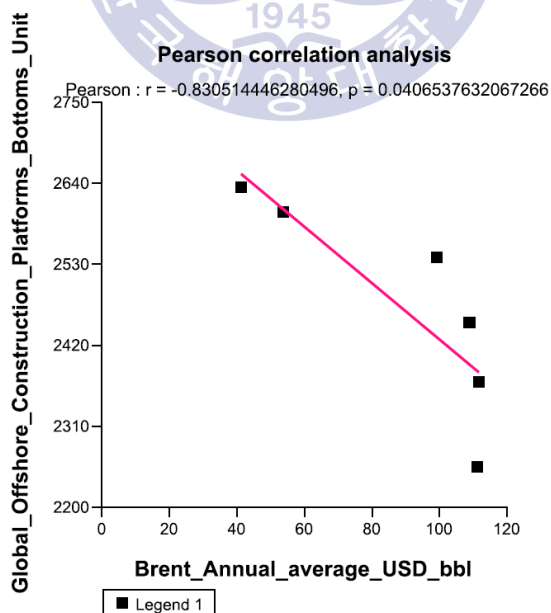


Fig.5.2 Global offshore construction platforms bottoms correlation analysis result

Linear

Regression(Global_Offshore_Anchor_Handling_Tugs_Supply_Bottoms_Unit)

Contents

[1.Global_Offshore_Anchor_Handling_Tugs_Supply_Bottoms_Unit](#)

[1.1. Model Summary](#)

[1.2. Anova Table](#)

[1.3. Coefficient Estimation](#)

1. Global_Offshore_Anchor_Handling_Tugs_Supply_Bottoms_Unit

- * Data: 유가와 해양플랜트 서비스 선박 선행회귀분석 실험_논문.xls
- * Analysis Method: Multiple Linear Regression Analysis
- * Dependent Variable: Global_Offshore_Anchor_Handling_Tugs_Supply_Bottoms_Unit
- * Independent Variable(s): [Dubai_Annual_average_USD_bbl, Brent_Annual_average_USD_bbl, WTI_Annual_average_USD_bbl]

1.1. Model Summary

R	R Square	Adj.R Square	Std.Error of Estimate
0.991	0.982	0.955	29.125

1.2. Anova Table

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Regression	92,481.48	3	30,827.16	36.342	0.027

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Residual	1,696.52	2	848.26	NaN	NaN
Total	94,178	5	NaN	NaN	NaN

1.3. Coefficient Estimation

	Coefficient	Std. Err	Standardized Coeff	t-score	p-value
Intercept	3,233.757	65872	NaN	49.092	4.147E-4
Dubai_Annual_average_USD_bbl	43.108	12645	9.987	3.409	0.076
Brent_Annual_average_USD_bbl	-59.503	12253	-13.762	-4.856	0.04
WTI_Annual_average_USD_bbl	15.456	3897	2.998	3.966	0.038

Fig.5.3 Global offshore anchor handling tugs supply bottoms linear regression analysis

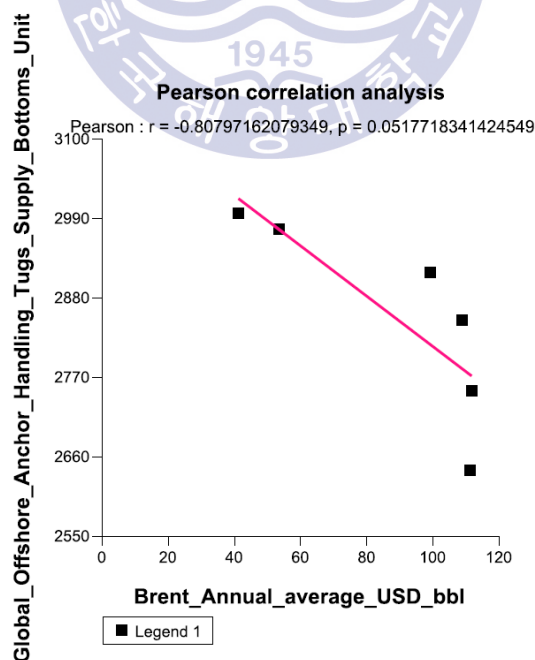


Fig.5.4 Global offshore anchor handling tugs supply bottoms correlation analysis result

Linear Regression(Global_Offshore_PSV_Supply_Bottoms_Unit)

Contents

[1. Global_Offshore_PSV_Supply_Bottoms_Unit](#)

[1.1. Model Summary](#)

[1.2. Anova Table](#)

[1.3. Coefficient Estimation](#)

1. Global_Offshore_PSV_Supply_Bottoms_Unit

* Data: 유가와 해양플랜트 서비스 선택 선행회귀분석 실험_논문.xls

* Analysis Method: Multiple Linear Regression Analysis

* Dependent Variable: Global_Offshore_PSV_Supply_Bottoms_Unit

* Independent Variable(s): [Dubai_Annual_average_USD_bbl, Brent_Annual_average_USD_bbl, WTI_Annual_average_USD_bbl]

1.1. Model Summary

R	R Square	Adj.R Square	Std.Error of Estimate
0.999	0.999	0.997	14.355

1.2. Anova Table

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Regression	352,734.725	3	117,578.242	570.618	0.002
Residual	412.108	2	206.054	NaN	NaN
Total	353,146.833	5	NaN	NaN	NaN

1.3. Coefficient Estimation

	Coefficient	Std. Err	Standardized Coeff	t-score	p-value
Intercept	2,900.725	32.466	NaN	89.348	1.252E-4
Dubai_Annual_average_USD_bbl	60.821	6.232	7.276	9.759	0.01
Brent_Annual_average_USD_bbl	-93.182	6.039	-11.13	-15.43	0.004
WTI_Annual_average_USD_bbl	30.187	1.921	3.024	15.716	0.004

Fig.5.5 Global offshore PSV supply bottoms linear regression analysis result

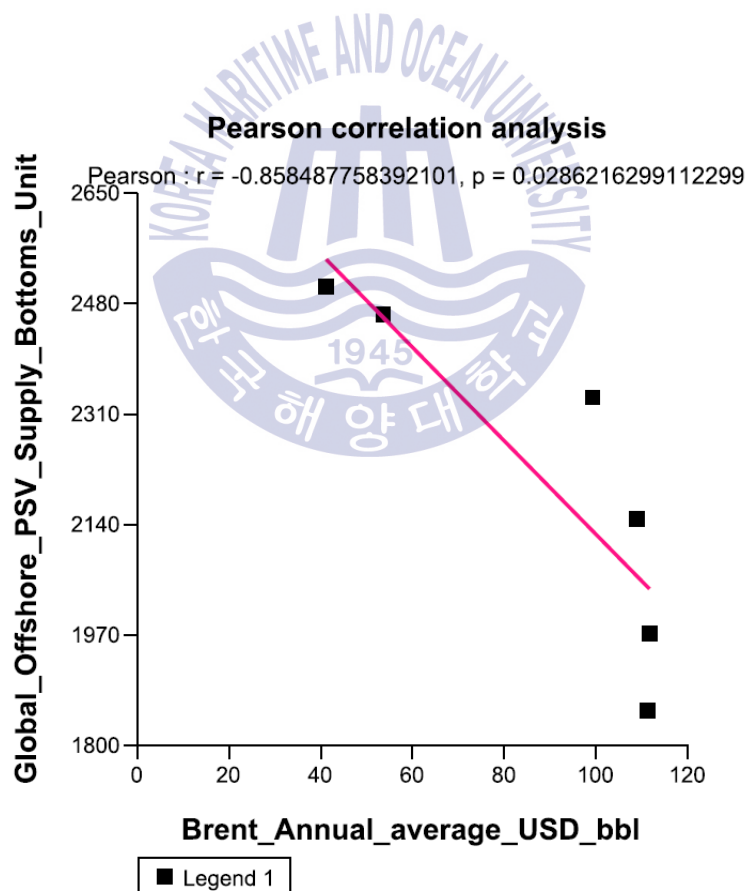


Fig.5.6 Global offshore PSV supply bottoms correlation analysis result

Linear Regression(Global_Offshore_Rescue_and_Salvage_Bottoms_ Unit)

Contents

[1. Global_Offshore_Rescue_and_Salvage_Bottoms_Unit](#)

[1.1. Model Summary](#)

[1.2. Anova Table](#)

[1.3. Coefficient Estimation](#)

1. Global_Offshore_Rescue_and_Salvage_Bottoms_Unit

- * Data: 유가와 해양플랜트 서비스 선택 선형회귀분석 실험_논문.xls
- * Analysis Method: Multiple Linear Regression Analysis
- * Dependent Variable: Global_Offshore_Rescue_and_Salvage_Bottoms_Unit
- * Independent Variable(s): [Dubai_Annual_average_USD_bbl, Brent_Annual_average_USD_bbl, WTI_Annual_average_USD_bbl]

1.1. Model Summary

R	R Square	Adj.R Square	StdError of Estimate
0.942	0.888	0.72	3.751

1.2. Anova Table

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Regression	222.693	3	74.231	5.276	0.163

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Residual	28.14	2	14.07	NaN	NaN
Total	250.833	5	NaN	NaN	NaN

1.3. Coefficient Estimation

	Coefficient	Std. Err	Standardized Coeff	t-score	p-value
Intercept	613.274	8.484	NaN	72.289	1.913E-4
Dubai_Annual_average_USD_bbl	5.316	1.629	23.865	3.264	0.082
Brent_Annual_average_USD_bbl	-5.357	1.578	-24.006	-3.394	0.077
WTI_Annual_average_USD_bbl	-0.097	0.502	-0.364	-0.193	0.865

Fig.5.7 Global offshore rescue and salvage bottoms linear regression analysis

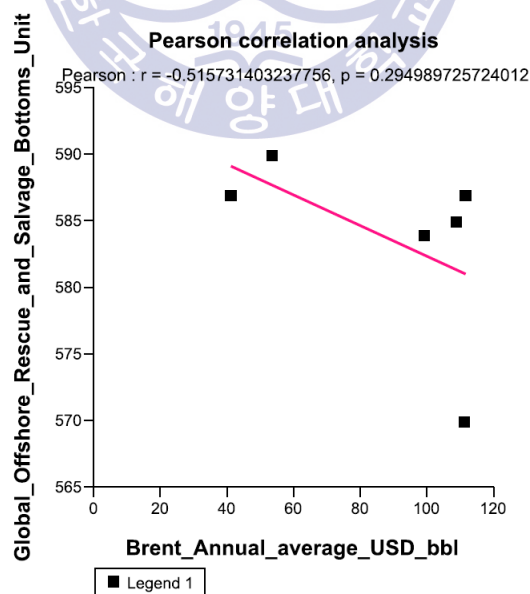


Fig.5.8 Global offshore rescue and salvage bottoms correlation analysis result

Linear

Regression(Global_Offshore_Utility_Support_Bottoms_Unit)

Contents

[1. Global_Offshore_Utility_Support_Bottoms_Unit](#)

[1.1. Model Summary](#)

[1.2. Anova Table](#)

[1.3. Coefficient Estimation](#)

1. Global_Offshore_Utility_Support_Bottoms_Unit

* Data: 유가와 해양플랜트 서비스 선택 선행회귀분석 실험_논문.xls

* Analysis Method: Multiple Linear Regression Analysis

* Dependent Variable: Global_Offshore_Utility_Support_Bottoms_Unit

* Independent Variable(s): [Dubai_Annual_average_USD_bbl, Brent_Annual_average_USD_bbl, WTI_Annual_average_USD_bbl]

1.1. Model Summary

R	R Square	Adj.R Square	Std.Error of Estimate
0.999	0.999	0.997	8.023

1.2. Anova Table

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Regression	114,299.255	3	38,099.752	591.864	0.002
Residual	128.745	2	64.372	NaN	NaN

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Total	114,428	5	NaN	NaN	NaN

1.3. Coefficient Estimation

	Coefficient	Std. Err	Standardized Coeff	t-score	p-value
Intercept	2,059.869	18.146	NaN	113.516	7.760E-5
Dubai_Annual_average_USD_bbl	29.041	3.483	6.104	8.337	0.014
Brent_Annual_average_USD_bbl	-44.876	3.375	-9.416	-13.295	0.006
WTI_Annual_average_USD_bbl	13.795	1.074	2.428	12.85	0.006

Fig.5.9 Global offshore utility support bottoms linear regression analysis result

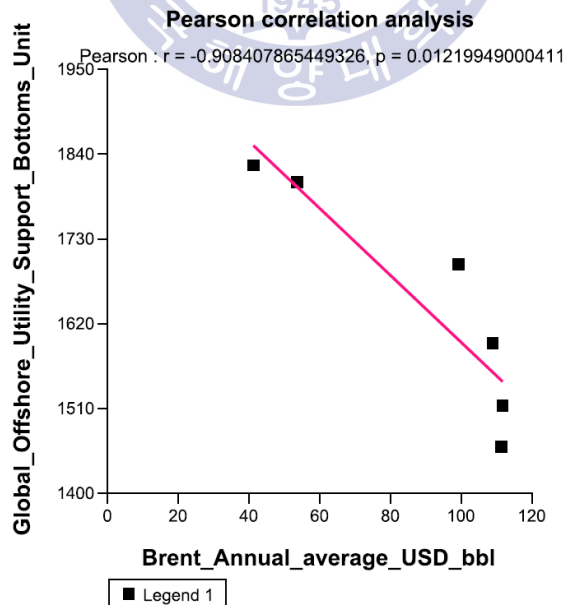


Fig.5.10 Global offshore utility support bottoms correlation analysis result

Linear

Regression(Global_Offshore_Construction_Order_Status_Unit)

Contents

[1. Global_Offshore_Construction_Order_Status_Unit](#)

[1.1. Model Summary](#)

[1.2. Anova Table](#)

[1.3. Coefficient Estimation](#)

1. Global_Offshore_Construction_Order_Status_Unit

* Data: 유가와 해양플랜트 서비스 섹터 선행회귀분석 실험_논문.xls

* Analysis Method: Multiple Linear Regression Analysis

* Dependent Variable: Global_Offshore_Construction_Order_Status_Unit

* Independent Variable(s): [Dubai_Annual_average_USD_bbl, Brent_Annual_average_USD_bbl, WTI_Annual_average_USD_bbl]

1.1. Model Summary

R	R Square	Adj.R Square	Std.Error of Estimate
0.957	0.917	0.792	18.342

1.2. Anova Table

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Regression	7,410.609	3	2,470.203	7.342	0.122

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Residual	672.891	2	336.445	NaN	NaN
Total	8,083.5	5	NaN	NaN	NaN

1.3. Coefficient Estimation

	Coefficient	Std. Err	Standardized Coeff	t-score	p-value
Intercept	30.608	41.485	NaN	0.738	0.537
Dubai_Annual_average_USD_bbl	9.282	7.964	7.34	1.166	0.364
Brent_Annual_average_USD_bbl	-7.804	7.717	-6.161	-1.011	0.418
WTI_Annual_average_USD_bbl	-0.377	2.454	-0.25	-0.154	0.892

Fig.5.11 Global offshore construction order status linear regression analysis

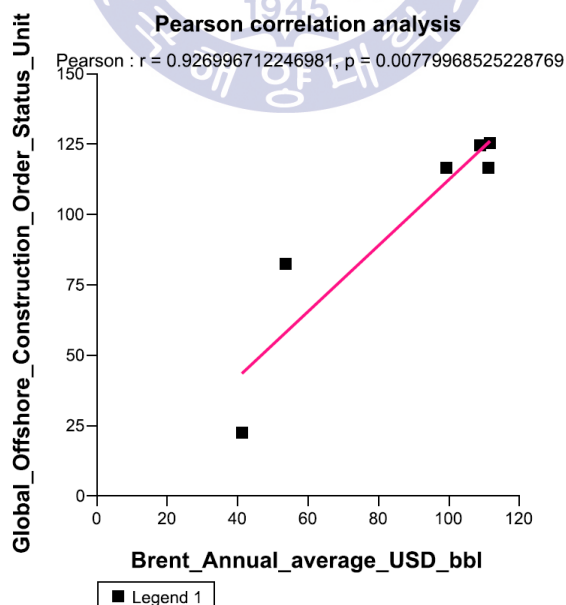


Fig.5.12 Global offshore construction order status correlation analysis result

Linear Regression(Global_Offshore_OSV_Order_Status_Unit)

Contents

[1. Global_Offshore_OSV_Order_Status_Unit](#)

[1.1. Model Summary](#)

[1.2. Anova Table](#)

[1.3. Coefficient Estimation](#)

1. Global_Offshore_OSV_Order_Status_Unit

- * Data: 유가와 해양플랜트 서비스 선박 선행회귀분석 실험_논문.xls
- * Analysis Method: Multiple Linear Regression Analysis
- * Dependent Variable: Global_Offshore_OSV_Order_Status_Unit
- * Independent Variable(s): [Dubai_Annual_average_USD_bbl, Brent_Annual_average_USD_bbl, WTI_Annual_average_USD_bbl]

1.1. Model Summary

R	R Square	Adj.R Square	Std.Error of Estimate
0.994	0.988	0.97	35.503

1.2. Anova Table

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Regression	204,776.594	3	68,258.865	54.154	0.018
Residual	2,520.906	2	1,260.453	NaN	NaN
Total	207,297.5	5	NaN	NaN	NaN

1.3. Coefficient Estimation

	Coefficient	Std. Err	Standardized Coeff	t-score	p-value
Intercept	-178.016	80.296	NaN	-2.217	0.157
Dubai_Annual_average_USD_bbl	29.172	15.414	4.555	1.893	0.199
Brent_Annual_average_USD_bbl	-28.797	14.936	-4.489	-1.928	0.194
WTI_Annual_average_USD_bbl	6.994	4.751	0.915	1.472	0.279

Fig.5.13 Global offshore OSV order status linear regression analysis result

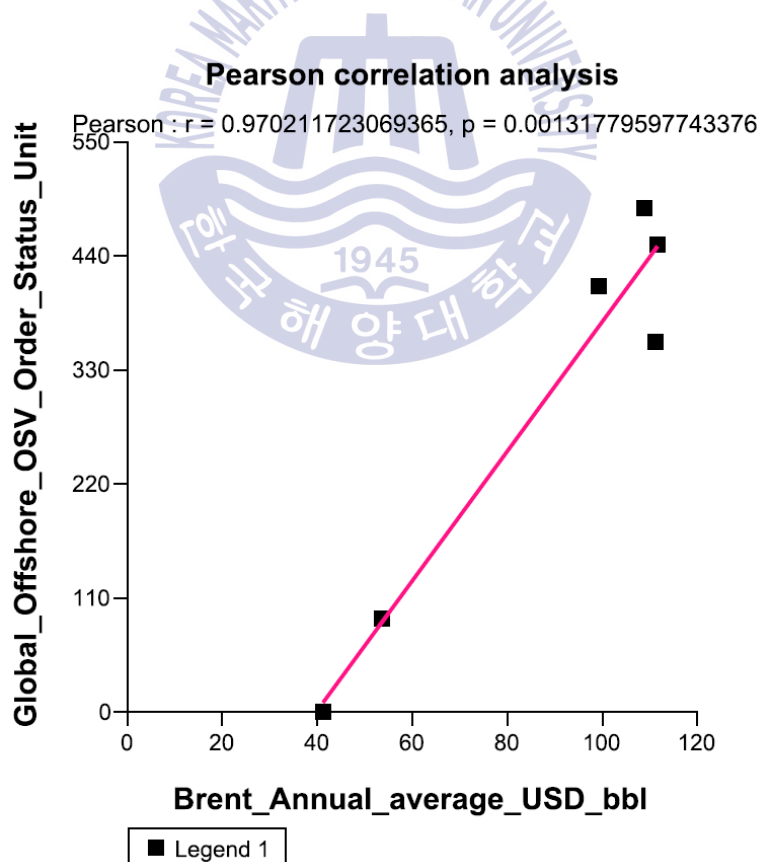


Fig.5.14 Global offshore OSV order status correlation analysis result

Linear Regression(Global_Offshore_Construction_Delivery_Status_Unit)

Contents

[1. Global_Offshore_Construction_Delivery_Status_Unit](#)

[1.1. Model Summary](#)

[1.2. Anova Table](#)

[1.3. Coefficient Estimation](#)

1. Global_Offshore_Construction_Delivery_Status_Unit

- * Data: 유가와 해양플랜트 서비스 선박 선행회귀분석 실험_논문.xls
- * Analysis Method: Multiple Linear Regression Analysis
- * Dependent Variable: Global_Offshore_Construction_Delivery_Status_Unit
- * Independent Variable(s): [Dubai_Annual_average_USD_bbl, Brent_Annual_average_USD_bbl, WTI_Annual_average_USD_bbl]

1.1. Model Summary

R	R Square	Adj.R Square	Std.Error of Estimate
0.921	0.848	0.621	19.743

1.2. Anova Table

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Regression	4,364.454	3	1,454.818	3.732	0.218

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Residual	779.546	2	389.773	NaN	NaN
Total	5,144	5	NaN	NaN	NaN

1.3. Coefficient Estimation

	Coefficient	Std. Err	Standardized Coeff	t-score	p-value
Intercept	32.893	44.652	NaN	0.737	0.538
Dubai_Annual_average_USD_bbl	1.318	8.572	1.307	0.154	0.892
Brent_Annual_average_USD_bbl	1.561	8.306	1.545	0.188	0.868
WTI_Annual_average_USD_bbl	-2.387	2.642	-1.982	-0.904	0.462

Fig.5.15 Global offshore construction delivery status linear regression analysis

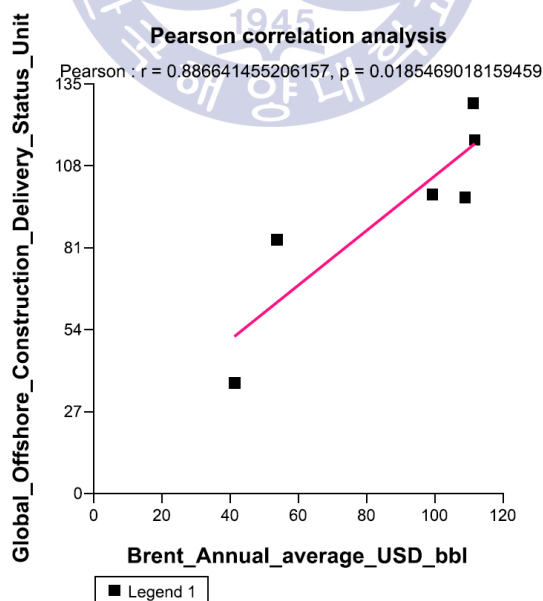


Fig.5.16 Global offshore construction delivery status correlation analysis result

Linear Regression(Global_Offshore_OSV_Delivery_Status_Unit)

Contents

[1.Global_Offshore_OSV_Delivery_Status_Unit](#)

[1.1. Model Summary](#)

[1.2. Anova Table](#)

[1.3. Coefficient Estimation](#)

1. Global_Offshore_OSV_Delivery_Status_Unit

- * Data: 유가와 해양플랜트 서비스 선박 선행회귀분석 실험_논문.xls
- * Analysis Method: Multiple Linear Regression Analysis
- * Dependent Variable: Global_Offshore_OSV_Delivery_Status_Unit
- * Independent Variable(s): [Dubai_Annual_average_USD_bbl, Brent_Annual_average_USD_bbl, WTI_Annual_average_USD_bbl]

1.1. Model Summary

R	R Square	Adj.R Square	Std.Error of Estimate
0.78	0.608	0.021	113.542

1.2. Anova Table

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Regression	40,049.949	3	13,349.983	1.036	0.526
Residual	25,783.551	2	12,891.776	NaN	NaN
Total	65,833.5	5	NaN	NaN	NaN

1.3. Coefficient Estimation

	Coefficient	Std. Err	Standardized Coeff	t-score	p-value
Intercept	175.685	256.797	NaN	0.684	0.565
Dubai_Annual_average_USD_bbl	27.923	49.296	7.737	0.566	0.628
Brent_Annual_average_USD_bbl	-30.268	47.767	-8.373	-0.634	0.591
WTI_Annual_average_USD_bbl	5.818	15.193	1.35	0.383	0.739

Fig.5.17 Global offshore OSV delivery status linear regression analysis result

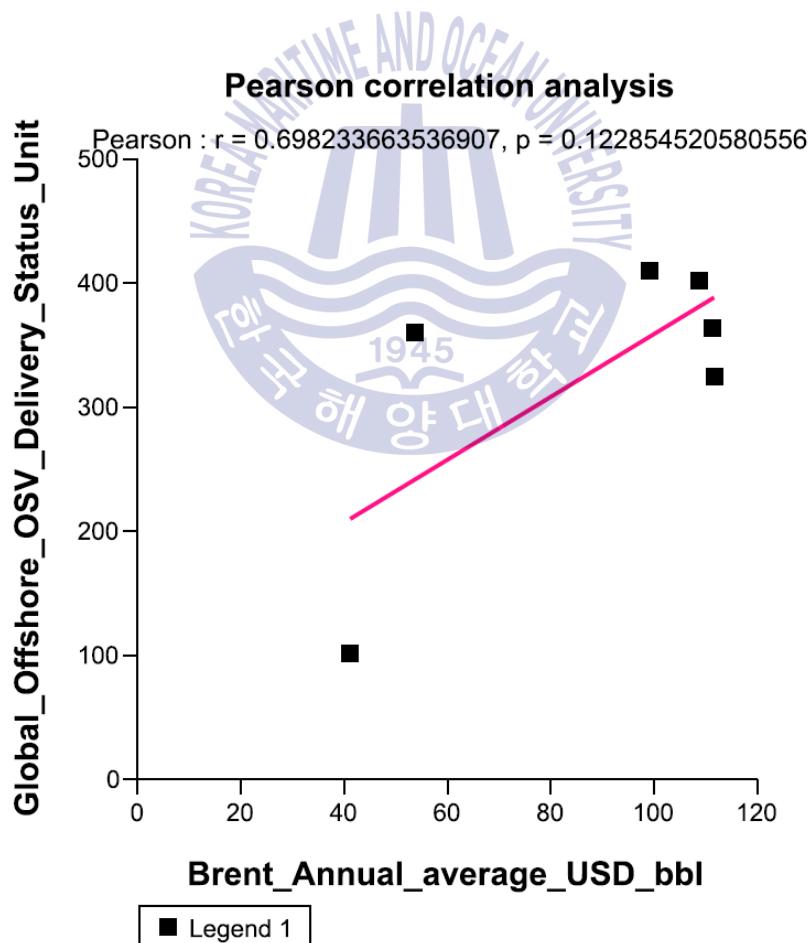


Fig.5.18 Global offshore OSV delivery status correlation analysis result

Linear Regression(Global_Offshore_OSV_Newbuilding_Index_million_USD)

Contents

[1. Global_Offshore_OSV_Newbuilding_Index_million_USD](#)

[1.1. Model Summary](#)

[1.2. Anova Table](#)

[1.3. Coefficient Estimation](#)

1. Global_Offshore_OSV_Newbuilding_Index_million_USD

* Data: 유가와 해양플랜트 서비스 선택 선행회귀분석 실험_논문.xls

* Analysis Method: Multiple Linear Regression Analysis

* Dependent Variable: Global_Offshore_OSV_Newbuilding_Index_million_USD

* Independent Variable(s): [Dubai_Annual_average_USD_bbl, Brent_Annual_average_USD_bbl, WTI_Annual_average_USD_bbl]

1.1. Model Summary

R	R Square	Adj.R Square	Std.Error of Estimate
0.997	0.993	0.984	1.601

1.2. Anova Table

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Regression	780.876	3	260.292	101.597	0.01

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F score	p-value
Residual	5.124	2	2.562	NaN	NaN
Total	786	5	NaN	NaN	NaN

1.3. Coefficient Estimation

	Coefficient	Std. Err	Standardized Coeff	t-score	p-value
Intercept	41.463	3.62	NaN	11.454	0.008
Dubai_Annual_average_USD_bbl	-2.837	0.695	-7.195	-4.083	0.055
Brent_Annual_average_USD_bbl	3.808	0.673	9.64	5.655	0.03
WTI_Annual_average_USD_bbl	-0.72	0.214	-1.528	-3.359	0.078

Fig.5.19 Global offshore OSV newbuilding index linear regression analysis result

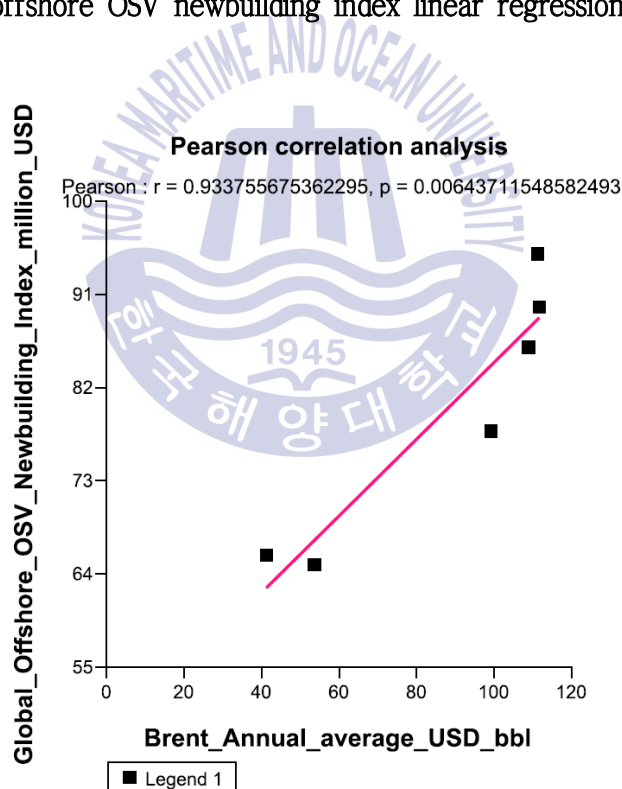


Fig.5.20 Global offshore OSV newbuilding index correlation analysis result