

解 說

大韓熔接學會誌
 第4卷, 第2號, 1986年 9月
 Journal of the Korean
 Welding Society
 Vol. 4, No. 2, Sept., 1986

海洋開發用 海洋構造物の 熔接(I)

金 泰 永*

1. 序 言

해양개발은 우주개발, 핵에너지 개발과 더불어 현대의 인류가 앞으로 그 생존과 번영을 위해 해결해 나가야 할 3대 Project로 불리워지는 초대형 산업이다.

이 해양개발은 일찌기 인류의 지혜와 의지로 도전되어 왔던 관계로 분야에 따라서는 장족의 발전이 이룩된데도 있으나 아직도 투자규모의 방대성과 극복되고 넘어야 할 고도의 기술적 장애 때문에 대부분 미담의 세계로 남아 있다.

이러한 해양개발은 구체적으로 구분하면 아래와 같이 세가지로 나누어진다.

① 海洋資源開發

② 海洋空間利用

③ 海洋橫斷輸送

이들이 이루어지기 위해서는 다른 분야도 마찬가지로 이지만 이 분야 역시 필연적으로 수단이나 도구가 제작, 건조, 동원되어야 하는데, 이를테면 무진장한 해저자원을 개발키 위해서는 해저유전 굴삭장치나 해저 탐사선등이 제작되어야 할 것이며, 광대 무비한 해양공간의 이용을 위해서는 해상도시, 해상발전소, 해상 Plant, 해상공항 등의 건조가 되어야 할 것이며, 결국 이러한 것들이 해양 횡단수송 즉 선박, 대륙간 大橋, 해저 Pipeline, 沈埋 tunnel등에 의해 결집되어서 이루어지는 것이다.

이들을 개략적이지만 모아보면 <표 1>과 같다.

본 稿에서는 해양개발 수단으로서의 해양구조물을

<표 1> 海洋開發 分野別 開發對象 및 設備關係

開發 分野	開發對象	內 容	設 備 關 係
海洋資源開發	礦 物	海底石油, 天然 Gas 掘削 및 採油 · 採取	石油, 天然 Gas 掘削設備
		Mn 團塊 採鑛	採鑛 Dredger
		우라늄等 溶存有價物質 回收	溶存物 回收 Plant
		其他: P, S, 石炭, 鑛石採鑛	採鑛 Dredger
	海 水	海水 淡水化	海水淡水化 Plant
		冷却水	冷却用水 取 · 排水管(發電用等)
	生 物	魚類, 貝類 Plankton 等 養殖	人工 漁礁 海洋 牧場 海底 農場
	Energy	운동 Energy 이용 發電	波浪 發電 Plant 潮汐 發電 Plant 海流 發電 Plant
		열에너지 이용 發電	溫度差 發電 Plant

* 高麗熔接棒(株)

海洋空間利用	空間確保	生活空間	海上都市
		空港 부지	海上空港
		産業 Plant 부지	發電・發棄物處理 Plant 等
		Leisure Town	海中公園 展望台 海上 Hotel
		貯藏庫	海上貯油 Tank 海底貯油 Tank
海洋橫斷輸送	運搬	鑛物運搬	鑛物運搬船
	港灣	輸送	海底 Tunnel (沈埋 Tunnel) Pipe line 長大橋
		護岸	浮防波堤
	荷役		荷役設備

(선박, 해저탐사선등 분야는 제외한다) 대상으로 하여 이의 제작을 위한 용접에 관련하여 제한적 범위내에서 아래와 같이 제목을 설정하여 서술코져 한다.

- 1) 海洋構造物の 定義
- 2) 海洋構造物の 歴史
- 3) 海洋構造物の 分類
- 4) 海洋構造物用 鋼材
- 5) 海洋構造物 熔接用 熔接材料
- 6) 海洋構造物 建造 現況

일차로 위 항목들 中 1)~3)까지를 1회분으로 하고저 한다.

2. 海洋構造物の 定義

해양구조물이란 용어는 명확히 정의 되어 있지는 않다. 그러나 이 용어는 조선공업계나 중공업계에서 현재 널리 통용되고 있다.

현재 통용되고 있는 개념을 기초로 하여 정리하면 다음과 같다.

해양개발 즉 해양자원개발, 해양공간 이용, 해양 횡단 수송등을 위해 海上이나 海中에 세워진 고정성 구조물이나 이동성 구조물들을 해양구조물이라 부르고 있다. 이와 유사한 뜻으로 해양설비란 용어도 있다.

3. 海洋構造物の 歴史

1920년대의 초기 美國 Standard Oil사가 Venezuela 의 Maracaibo호상에서 유전의 개발을 위해 고정식 大韓熔接學會誌, 第4卷, 第2號, 1986年 9月

Platform을 사용한 것이 시초이다.

이해 1938년 미국이 Mexico만에서 그리고 소련이 Caspia해에서 고정식 Platform을 사용케 되었다.

이동식 굴삭장치로 본격적 해저개발을 시작한 것은 월선후의 일로서, 미국에서 着底형의 이동식 굴삭장치 Breton Rig 20이 개발된 것은 1949년의 일이고, 甲板昇降型인 Delong-Platform No. 1과 浮上형의 Submarex가 출현한 것은 1953년 배이다.

현재의 북해를 비롯한 매우 거대한 해양에서 주력형이 되어 있는 이동식 반잠수형 구조물은 1953년 건조된 Blue-Water No. 1이 최초가 된다.

이 즈음에 건조된 해양구조물은 대개가 해저 시굴 설비인 이동식 해양구조물로서 본격적 해양구조물이 건조되기 시작한 것으로 보는 1949년부터 1971년 까지의 세계적 년도별 건조통계가 그림 1에 나타내어져 있다.

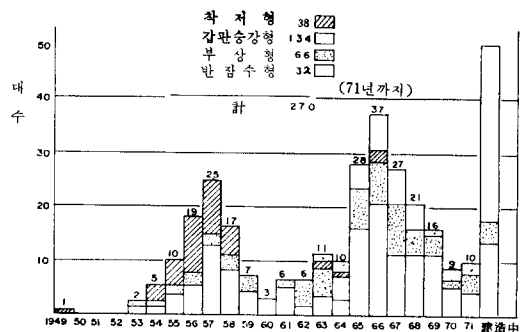


그림 1. 이동식 해양구조물의 세계적 년도별 건조 통계(1949-1971)

<표 2> 일본의 이동식 해양구조물 건조 통계(1958-1973)¹⁾

구조물 종류	구조물명	소유자	가동수심 (m)	준공년도	제조사	비고
Jack-up Rig	白龍 1號	日本海洋掘削(株)에 Lease	33.5	1958	石川島磨重工	
	FUSI	中國((前)日本海洋掘削(株))	53	1969	三菱重工業	1973년 중국에 매각
	SAGARSAMRAT	인도	80	1971	"	補助推進裝置式 4,000ps×2
	TRANS WORLD RIG 60	TRANS WORLD DRILLING	60	1971	三井造船	화재로 침몰
Tender Barge 형구조물	SAKURA	日本海洋掘削(株)	50	1969	三菱重工業	
半 潛 水 型 구 조 물	SEDCO 135A	SOUTH EASTERN ZAPATA DRILLING CO., S.A.	200	1965	"	
	BRUYARD	BRUNEI SHELL PETROLEUM CO., LTD.	200	1965	"	曳航中 약친후로 침몰
	SEDCO 135E	SEDCO INC.	200	1966	"	
	SEDCO 135G	SEDCO INC.	200	1968	佐世保重工	
	TRANS WORLD RIG 61	TRANS WORLD DRILLING CO.	200	1970	三菱重工	
	OCEAN PROSPECTOR	ODECO INTERNATIONAL INC.	200	1970	"	2,700ps×2 補助推進機付
	白龍 2號	石油 開發公團, 日本海洋掘削(株)에 Lease	200	1971	"	
浮 上 型 구 조 물	OCEAN KOKUEI	JAPAN INDUSTRIAL LAND DEVELOPMENT CO.	250	1973	"	
	DISCOVERER II	THE OFFSHORE CO.	180	1967	三井造船	
	WODECO VII	WESTERN OFFSHORE DRILLING EXPLORATION	200	1970	三菱重工	
	DISCOVERER III	OFFSHORE INTERNATIONAL	300	1970	三井造船	
	SEDCO 445	SEDCO INC.	600	1971	三井海洋開發	DPS부
PETROBRAS II	PETROLEO BRASILEIRO	300	1973	三井造船		

일본의 경우는 1958년 해저유전 굴삭설비인 甲板昇降型 구조물 白龍호가 최초로 건조되었고 그 후 1965년 역시 굴삭설비인 반잠수형 구조물인 SEDCO 135시리즈 4기가 연속 건조된 것이 본격적 해양구조물 제작의 효시로 볼 수 있다.

1969년 Mat부 甲板昇降型 구조물의 FUSI호 그리고 1971년 반잠수형 구조물인 第2 白龍號의 출현등으로 이어지게 되었다.

일본 경우의 해양구조물 건조통계를 별도로 모으면 <표 2>와 같다.

1971년 이후의 해양구조물의 제작 중에서 특히 해저 석유시굴 및 채굴과 관련된 구조물에 있어 1971년에서 1985년말기에 까지는 그간의 응집부분의 기술축적과 제 일 및 제 이의 석유파동이 크게 촉진역할로 작용하여 눈부신 발전을 거듭해 전 세계적으로 수많은 종류의 것이 다량으로 제작되어 세계 각처의 Offshore에서 사용되기에 이르렀고 또한 계속적

급성장추세에 있었으나 1985년말서부터 시작된 유가의 급격한 하락은 해저석유개발용 해양 구조물 제조 경기에는 잠정적이긴 하겠으나 냉각제로 작용하고 있는 것으로 여겨지고 있다.

1971년 이후서 부터 것과 우리나라의 해양구조물의 건조역사에 대해서는 후술 예정인 "海洋構造物の建造 現況"에서 논의코져 한다.

4. 海洋構造物の分類

분류를 위해서는 해양구조물의 용도에 의한 분류와 형식에 따른 분류가 있을 수 있다. 해양구조물의 용도에 의한 분류에 있어서는 서언에서 논의된 해양개발의 세가지 분류의 관점에서 즉 해양자원개발, 해양공간이용, 해양횡단수송을 위한 용도에서 해양구조물을 분류할 수 있겠다. 이를테면 해양자원개발을 위한 용도로서는 해저자원개발설비를 들 수 있겠

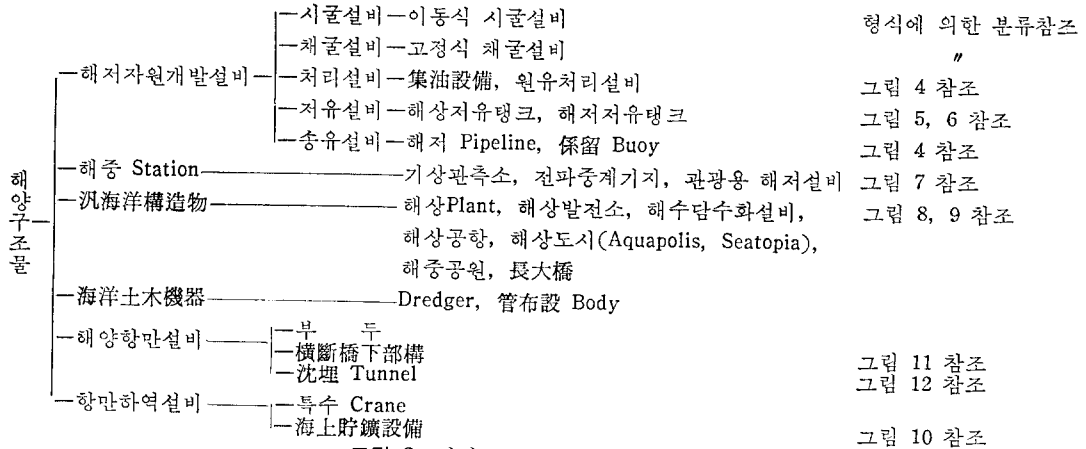


그림 2. 해양구조물의 용도에 의한 분류

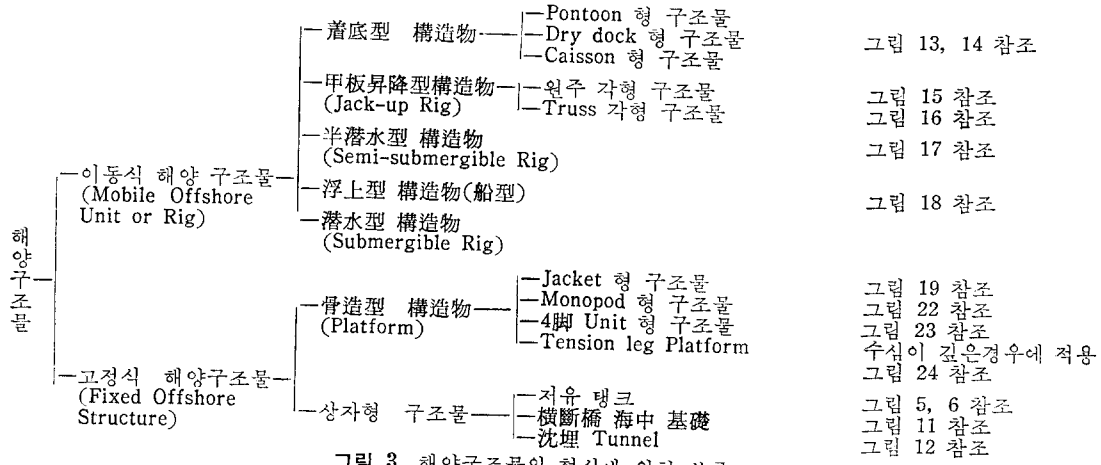


그림 3. 해양구조물의 형식에 의한 분류

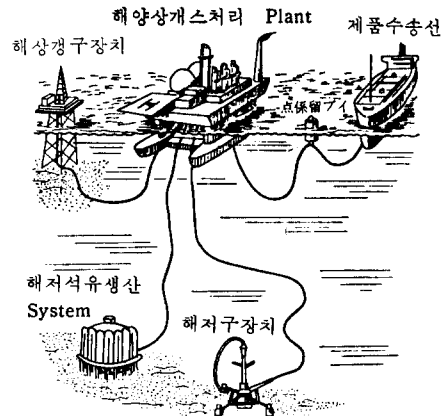
고 해양공간이용을 위한 용도로서는 해중 Station, 범해양구조물들을 들 수 있을 것이며 해양항만수송의(선박과 해저탐사선은 제외) 용도로서는 해양트럭기, 해양항만설비, 항만하역설비로 볼 수 있다.

형식에 따른 분류에 있어서는 그 해양구조물이 이동식이나 혹은 고정식이나에 따라 분류될 수 있다.

용도에 의한 분류는 그림 2와 같고, 형식에 의한 분류는 현재 건조中인 것들을 중심으로 분류하여 그림 3에 실는다.

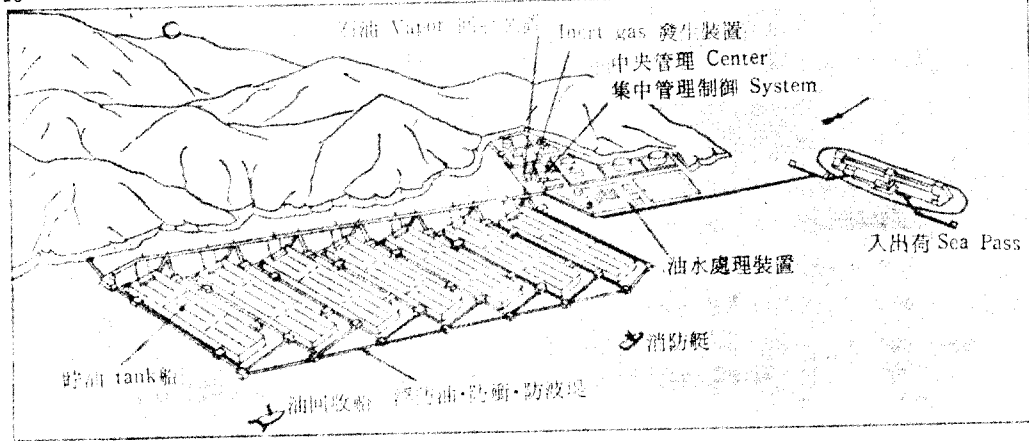
이들의 실질적인 예들은 그림 4~24와 같다.

고정식 해양 구조물인 Platform은 그림 20에서 보는 대로 주요부분은 Module부, Deck부, Jacket부, Pipe pile부로 나누어지는데 Module부는 대형형강과 강판에 의한 上載 구조물이고 Deck부는 Box girder, 형강 및 강판의 조합에 의한 구조물이며(최근에는 Concrete 제도 있음), Jacket부는 해중에 잠겨지는 부분으로

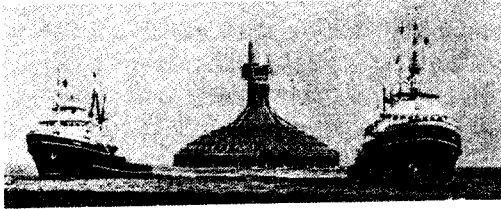


坑口장치와 해저석유 생산 System에서 생산된 천연가스를 받아서, 개스정제→압축, 액화, 합성등에 의해 제품화 함.

그림 4. 해양 천연가스 처리 System¹⁾

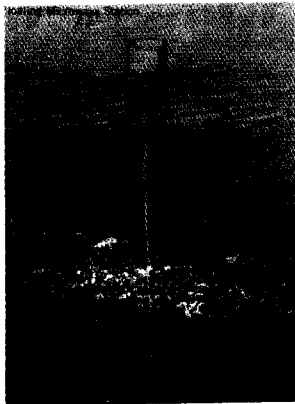


- 저유규모: 580만 KI 경우의 구성
- 입출하 Pass: 30만% Tanker용 입하 Pass 1기(출하검용)
10만% Tanker용 출하 Pass 2기, 配管棧橋
 - 육상관리 yard(13ha): 본관(집중 제어실), Pump 실등
 - 해상 Tank船 yard(약 41ha): 83.5만 KI Tank船 7隻, 繫船柱-4기/船
荷役棧橋兼繫船柱-1기/船, 浮防油堤(各船周圍), 浮防衝, 방파제, 소파제등
- 그림 5. 해상저유 Center構想¹⁾ (三菱重工業)



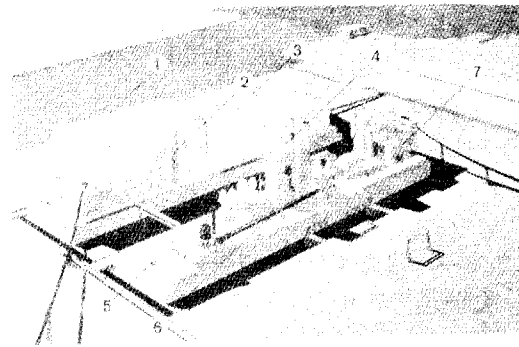
◦ 1969년 아라비아만에 설치된 Flask형 저유탱크
1基용량: 50만 Barrel

그림 6. 예 항중인 Flask형 海底貯油탱크²⁾



일본 伊豆大島沖에 설치된 해상전파 중계기지로서
전장: 135m
수심: 550m의 체인 4본으로 수심 180m에 설치된 Sinker에 매어져 사용됨

그림 7. 해상전파중계 Station²⁾



- ① Pulp Process
- ② Bridge Tower
- ③ Pulp machine
- ④ 회수 Boiler
- ⑤ 苛性化裝置
- ⑥ Kiln
- ⑦ 동력 Boiler

일본 IHI가 Brazil에서의 한 회사의 발주에 의해 1977년에 완성 인도한 것으로 Amazon강 상류에 설치된 일산 750% Pulp Plant임.
당시 총건설비 약 \$240,000,000 소요되었다 함.

그림 8. 해양 Pulp Plant¹⁾

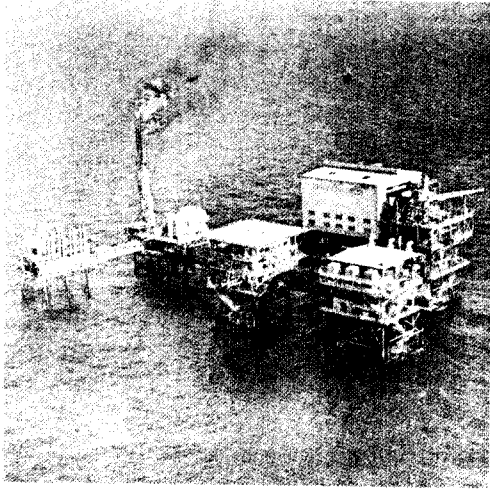


그림 9. Qatar의 천연가스 수집처리를 위한 해양 Plant³⁾

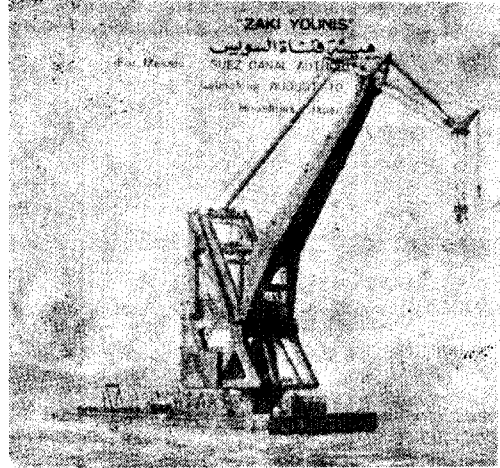
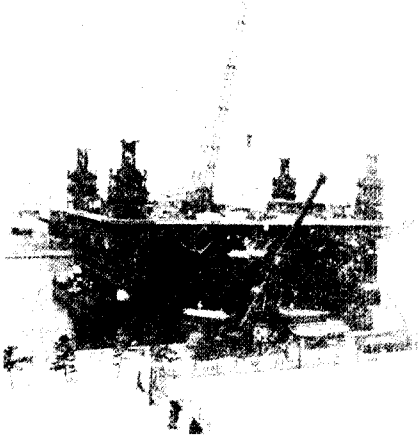


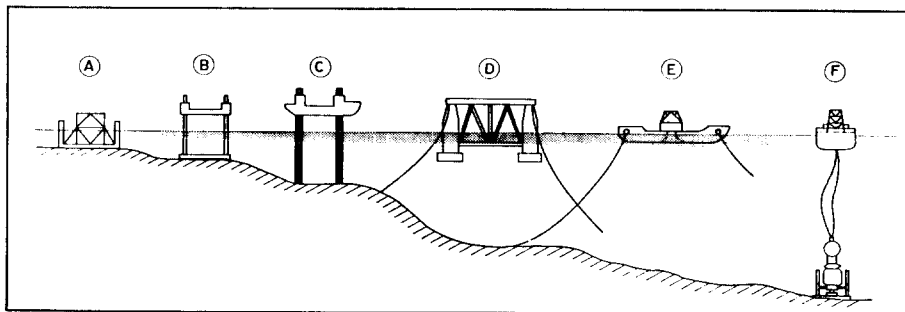
그림 10. Crane Barge⁴⁾



일본 山口현의 大島架橋에 시도된 다주식 기초용 작업足場 임.
그림 11. 다주식(多柱式) 基礎用 作業足場²⁾

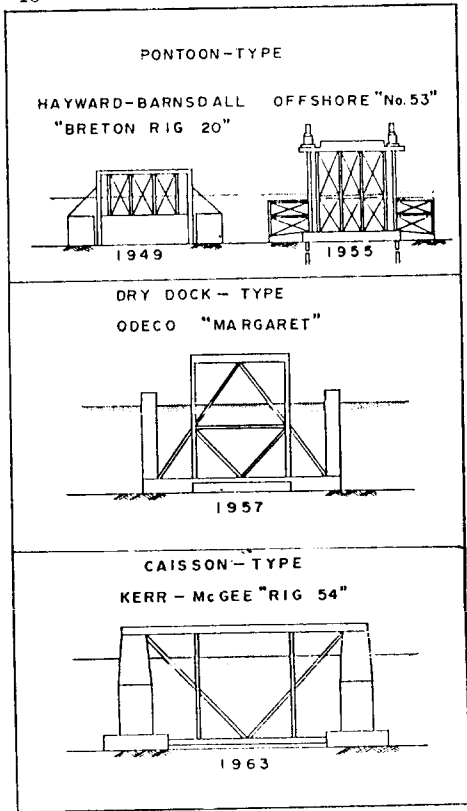


일본 京浜지구에 沈設된 沈埋 Tunnel
전체沈埋 Tunnel 328m의 4분할한 부분으로
높이: 8m, 폭: 13m, 중량: 2,440t
그림 12. 曳航中の 沈埋 Tunnel²⁾



A: 着底型 B: 甲板昇降型(圓柱脚型) C: 甲板昇降型(Truss 型) D: 半潜水型 E: 浮上型 F: 潜水型

그림 13. 이동식 해양구조물들의 개념적 비교와 개략적 설치 수식²⁾



해양구조물의 초기에 등장한 구조물로 전성기 1954-1958, 현재는 거의 사용되지 않음. 수심 30m 이내에서 사용되며 이동 때는 Ballast tank의 물을 뽑아 부상시켜 曳航 됨.

그림 14. 着底型구조물의 시기적으로 변천되는 Type의 개념도²⁾



가동수심: 200m
 운상능력: 8000m
 (수면하(水面下)에 浮體를 가지고 있어서 그것에 注排水하여 水沒의 깊이를 조정함)

그림 17. 완성 浮上한 SEDCO 135형 반잠수형 구조물 (해저석유시굴 설비)²⁾

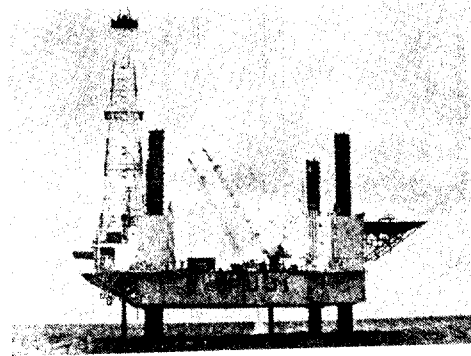


그림 15. 甲板昇降型구조물(圓柱脚型)⁴⁾

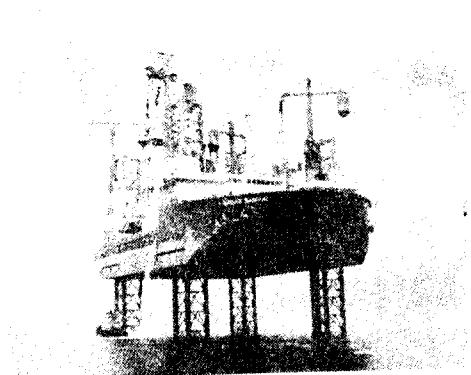
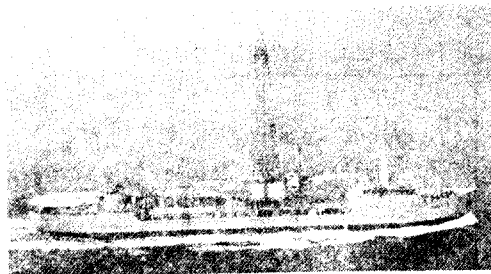


그림 16. 甲板昇降型구조물(Truss형)⁴⁾



三井造船(株), 玉野사업소에서 건조됨.
 그림 18. 浮上型(船型)구조물⁵⁾ (석유시굴설비)

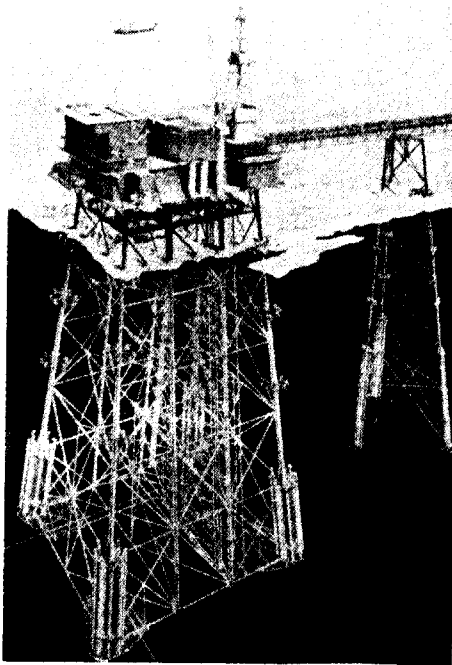


그림 19. Jacket형 구조물¹⁾

파도나 조류, 부유물의 영향을 가장 강하게 받으므로 이들의 외력에 대한 저항이 적어지게 강관형으로 되어 있고, Pipe pile 부는 해저면에서 지하로 박혀 전체구조물을 받쳐주는 구조로 되어 있다.

이러한 Platform의 규모는 초기에는 가까운 해안의 淺海小型에서 현재는 알래스카, 북해와 같은 沈海大形으로 발전하여 그 규모의 예를 보면 그림 21과 같다.

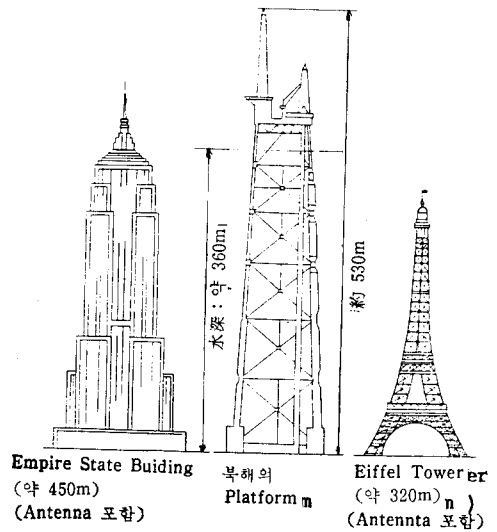


그림 21. 고정식 해양구조물, Platform 규모⁸⁾
(북해, 수심 360m)

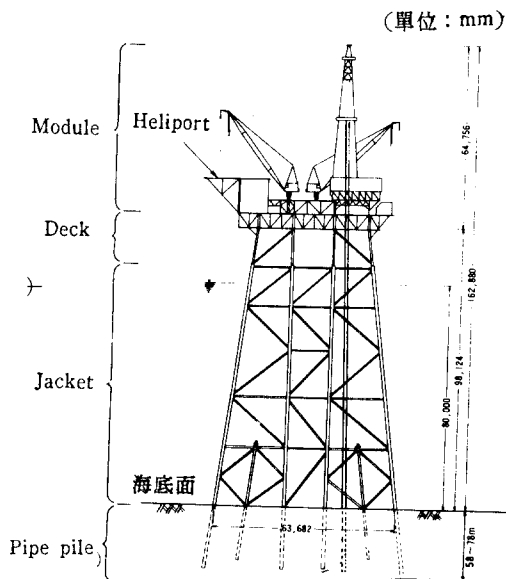
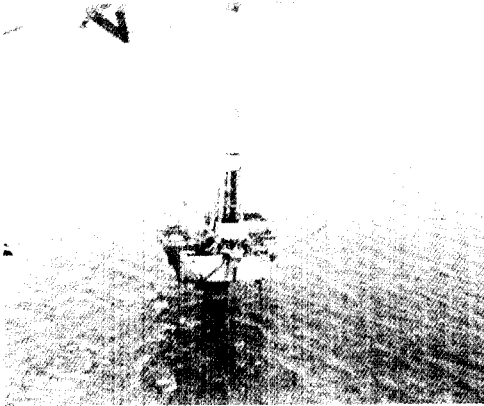
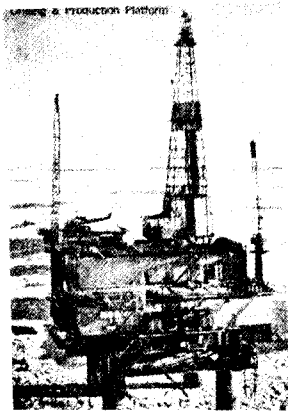


그림 20. Platform의 구조⁷⁾



1966년 알래스카의 Cook만에 설치된 것으로 -39°C 의 寒氣에서 6—8Knot의 조류에 의해 이동하는 두께 1m의 流氷에 견디기끔 설계되었으며, 밑부분에는 직경 7.2m의 2본의 Pontoon이 있고 이것으로 해저에 착저함. 수심이 9.1m에서 사용되도록 설계된 것으로 主脚의 直徑은 8.7m, 板두께 50.8 mm 저온용강 강재를 사용하였으며 중량은 약 4000 ㄱ.

그림 22. Monopod²⁾



Monopod와 같이 Cook만에서 가동하고 있는 Platform으로 Monopod는 수심 9.1m에서 사용되도록 설계된 반면 이것은 38m의 깊이의 곳에 설치됨. 4본의 주각의 직경은 5.18m이고, 길이는 51.8m이며 총중량 약 6,500 ㄱ 되며 60명이 생활하면서 4본의 주각을 통해 48개의 시굴이 가능.

그림 23. 유빙중에서 가동중인 4본 각 Unit형 구조물²⁾

참 고 문 헌

- 1) 植西, 일본국해양개발의 현황, 용접기술, Vol. 26, No. 8 (1978).

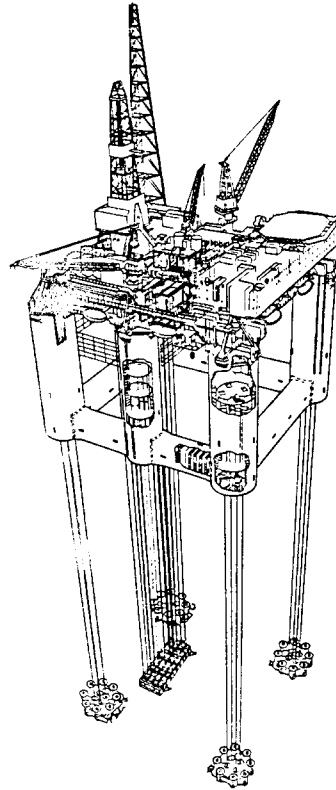


그림 24. Tension Leg Platform 골격의 일례⁹⁾

- 2) 石田, 해양구조물의 현상, 용접학회지, Vol. 43, No. 4, p. 65-72 (1974).
- 3) 八木等, 조선, 해양구조물, 용접기술, Vol. 27, No. 11, p. 30 (1979).
- 4) 河相, 海洋開發과 熔接, 熔接學會誌, Vol. 47, No. 3, p. 4-9 (1978).
- 5) 中田, 해양구조물의 용접시공, 용접학회지, Vol. 48, No. 8, p. 32-39 (1979).
- 6) 原澤, 海洋構造물의 破壞靱性 要求와 靱性試驗法, 熔接學會誌, Vol. 54, No. 3, p. 22-34 (1985)
- 7) 谷垣, Template型 Gas·石油生産 海洋 Platform의 熔接, 熔接技術, Vol. 26, No. 8, p. 31-38 (1978).
- 8) 海洋構造물에 必要한 熔接施工法, 熔接技術, Vol. 33, No. 1, p. 67-74 (1985)
- 9) 野村, 조선·해양구조물에 있어서의 용접은 어떻게 나아가는가, 용접기술, Vol. 32, No. 1, p. 46-50 (1984)