

# 해양 이용과 해양구조물의 개요

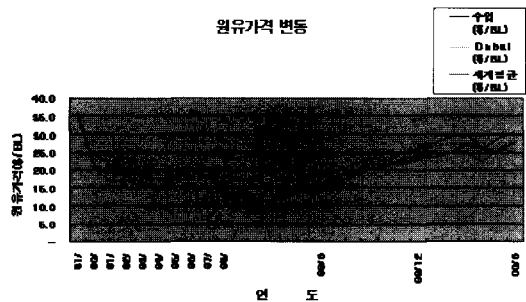
이 석 윤/선박검사기술협회 전문위원

## 1. 머릿말

최근 국제유가가 배럴당 30달러 이상의 고유가 현상이 지속되고 있다. 이러한 고유가 시대가 지속되면 모든 산업구조는 에너지절감 형태로 전환되며, 각 국은 에너지확보를 위한 다양한 정책을 검토하게 된다. (표1 및 표2 참조)

제1차 오일쇼크가 발생한 1973년부터 우리나라는 에너지자원 확보를 위한 정책의 일환으로 인근 연안의 해저탐사(Seismic Survey)를 시작하였고, 일본과의 공동 개발구역인 제7광

〈표2〉 석유가격 변동



(자료: 산업자원부 통계 2000/6)

〈표1〉 석유가격 파동 변천

년도	유가 변동에 관련된 주요사건
1973년	제4차 중동전쟁으로 1차 오일쇼크 발생, OPEC의 유가 인상 및 감산 결정
1979~1980년	이란-이라크 전쟁으로 2차 오일쇼크 발생, 가격통제에서 생산량 통제로 OPEC 정책 전환
1990년	걸프전으로 일시 유가 40달러 돌파, 제3차 오일쇼크
2000년 3월 ~ 현재	석유 생산량으로 인해 미국 등 석유 소비국과 OPEC국가 간에 갈등고조, 유가 37달러 돌파 및 30달러선 지속, 제4차 오일쇼크 발생 우려

구 해저에 석유 부존율이 높다는 판정이 나와 제2차 오일 쇼크가 발생한 1980년도부터 이 구역에 대한 석유시추를 시작하였으며, 한때는 우리나라도 산유국이 될 수 있다는 희망을 준 적도 있었다.

제7광구에 대한 石油 試錐작업 추진은 당시의 동력자원부와 한국석유개발공사가 중심이 되었으며, 여기에 투입된 試錐船(Rig)은 日本 海洋掘削株式會社 소속 “第3白龍號”였다. 작업은 약 4개월 동안 진행되었고, 筆者는 동력자원부가 구성한 기술조사단의 일원으로 이 試錐船에 승선하여 기술적인 조사를 하였으며, 이러한 경험을 바탕으로 韓國石油開發公社에서 大宇造船工業株式會社에 발주한 우리나라 최초의 석

유시추선인 “斗星號” 建造監理에 참여하였다.

금년 8월 14일경 러시아의 핵잠수함 “쿠르스크”호가 바렌츠해역에서 폭발(또는 충돌)로 인해 침몰했으며, 러시아의 구조잠수정이 접근하여 구조를 시도하였으나 실패하였고, 영국의 LR5 잠수정이 접근에 성공하였으나 이미 118명의 잠수함 승무원 전원이 사망한 것으로 알려진 사건이 발생하였다.

현재 우리 생활에 필요한 모든 자원은 육지에서 개발되고 있고, 이러한 자원도 머지않아 고갈될 때가 올 것이라는 예측아래 선진국가들은 일찍부터 해양을 그 代替 開發源으로 생각하고 해역확보와 개발을 서두르고 있다는 사실을 우리는 잘 알고있다. 세계 각국이 남극해양 개발에 열을 올리고 있는 것도 이러한 한 면이라 생각된다. 3면이 바다인 우리나라도 지구 표면의 약 71%를 차지하는 무진장의 해양에 대하여 적극적인 개발정책을 수립할 때가 올 것이며, 21세기의 자원 확보를 위하여 금후 보다 깊은 관심과 투자가 이루어 질 것으로 예상된다.

이러한 해양개발에 없어서는 안될 장비들이 있다. 즉 해양구조물(Offshore Structure)과 수중에서 직접 작업을 수행하는 잠수설비(Deep Diving System)등 이다.

여기서는 이러한 해양구조물과 잠수설비의 개요를 소개하고자 한다.

## 2. 해양개발 개요

지금까지 이루어 지고 있는 해양개발 내용을 요약하면 아래와 같다.

- ① 해양 이용 또는 해저자원 개발
  - 광물자원 개발
    - 석유 및 천연가스
    - 기타 광물자원 등
  - 생물자원 栽培
    - 漁류, 貝류, 海草류 등
  - 해수자원 이용
    - 淡水化, 工業用水化 등

### ② 해양 에너지 이용

- 潮力發電 등

### ③ 해상 공간 이용

- 해양산업에의 이용

- 인공섬(man-made island)

(i) 해상 공항

(ii) 해양 공업기지

- 인공 해양시설(offshore plant)

(i) 해양생산설비 또는 저장설비

(ii) 해양 폐기물처리기지

(iii) 해중 Pipeline 및 해저 Cable

(iv) 해저 터널

- 해양생활에의 이용

- 해양 Recreation 설비 등

- 해양 관측소 등

해양개발에 사용되거나 해양을 이용하는 구조물은 일반적으로 人工섬, 人工설비, 掘鑿(또는 試錐)용 구조물, 해양 Plant, 해저잠수탐사 장비 등으로 대별할 수 있다.

여기에서는 주로 석유시추선(또는 해저굴착선)과 해저잠수장비에 대하여 소개하겠다.

## 3. 석유시추선

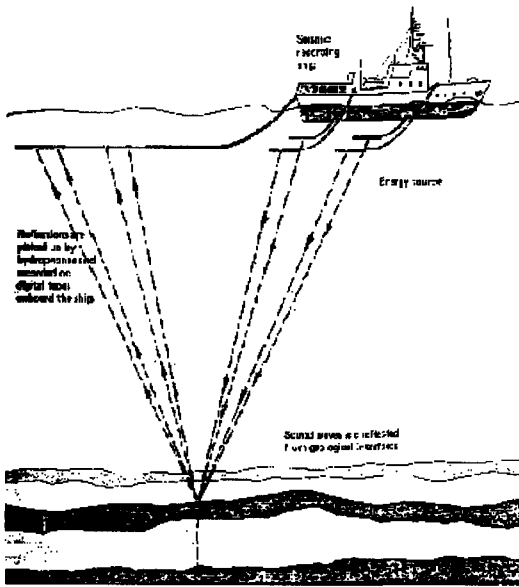
### (1) 해저의 石油 賦存層

해저에 석유(또는 가스)의 부존 가능성이 있는지를 판단하기 위하여는 먼저 탄성음파에 의한 지층구조탐사(Seismic Survey)를 한다.(그림 1 참조)

화산 폭발에 의해 생성된 火成岩이 풍화작용 또는 침식되어 퇴적되면 堆積岩이 형성된다. 이 퇴적암은 현재 地殼의 약 70%~75%정도 분포되어 있는 것으로 알려져 있다.

퇴적암은 입자의 크기에 따라 clay(점토), shale(혈암), silt(침적토), sand(모래), conglomerate(역암)으로 분류되며, 신생기시대의 유기물퇴적(fossile)이 주로 shale stone에 존재하는 것으로 알려져 있고, 이것이 석유의 생성지층으로 판별되고 있다.

그러나 이러한 석유의 생성지층이 분포되어



〈그림 1〉 Seismic Survey 개요도

있다하더라도 油田이 되기 위한 지층구조는 석유가 모일수 있는 특수한 구조로 되어 있어야 한다. 즉, source rock과 reservoir rock이 交互로 成層이 되어 있고, 상부는 석유가 고이기 쉽도록 모자형 암(cap rock)으로 구성되어 있어야 한다고 알려져 있다. Source rock은 주로 shale stone으로 석유가 흘러나오는 층이며, reservoir rock은 多孔性이나 浸透性이 있는 sand 또는 lime stone의 層岩이다. 이러한 구조가 되어있지 않으면 생성된 석유는 다른 곳으로 흘러가게 되며, 고여있다 하더라도 賦存量이 적어 경제성이 없다고 한다.

Shale Stone은 grain이 sand보다 작기 때문에 바다로 흘러들어 갈 경우에는 육지에서 좀 떨어진 곳에 퇴적된다. 이를 海成層(marine sediment)이라 하며, 따라서 석유 부존이 가능한 지층은 육지에서 떨어진 offshore에 대부분 존재한다.

Seismic Survey는 지층구조가 이러한 賦存性이 높은 구조인지 아닌지를 사전에 조사하는 작업이며, 부존성이 높은 구조임이 판독되면 그

지층에 대하여 試錐하게 된다. 시추에 의해 地質조사를 하고 shale stone, sand stone, lime stone, clay stone 등의 sample을 채취·분석하여 기름 또는 가스의 존재여부를 조사하거나 성분을 분석한다.

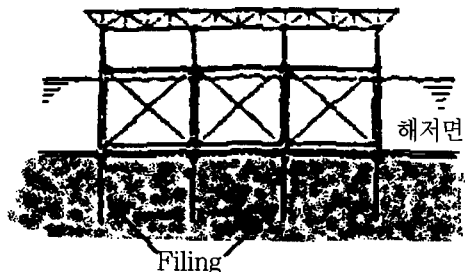
석유시추선은 이러한 seismic survey 이후에 부존 가능성이 있다고 판단되는 지역에 투입되어 실질적인 지층구조 및 지질을 조사하는 작업을 목적으로 설계된 해양구조물이다.

석유시추 결과 경제성이 있다고 판단되는 유전(또는 가스)층에 대하여는 油井(Oil Well)을 시공하고 油井의 海底面 上端部에 BOP (blowoff preventer) 및 christmas tree와 위치 확인을 위한 Radio-Beacon을 설치한 후 퇴각하며, 이후에는 석유생산용 플랫폼(oil production platform)을 설치하여 본격적인 생산에 들어간다. 경제성이 없는 경우에는 閉鑛 조치를 한다.

## (2) 석유시추선(Oil Drilling Rig)의 종류

석유시추선은 보통 다음과 같이 분류한다.

- ① 고정식(fixed type) 석유시추선
  - (i) 파일 고정식(file fixed type)
    - 全搭載型(self-contained fixed type): (그림 2 참조) 및 (그림 3 참조)
    - 半搭載型(tender supported fixed type): (그림 4 참조)
  - (ii) 引張支柱型 고정식(tension-leg fixed type): (그림 5 참조)



〈그림 2〉 전탑재형 고정식 구조물

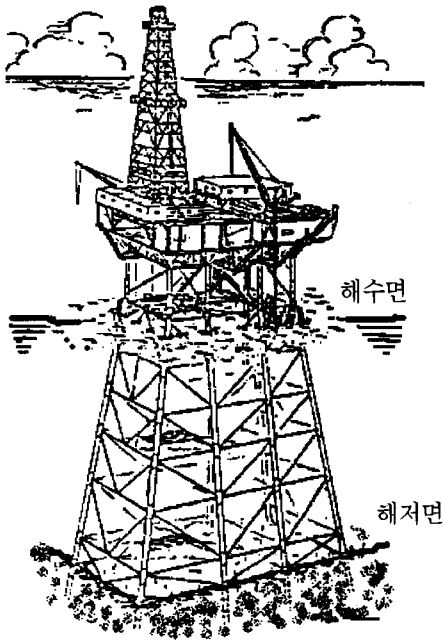
② 이동식(mobile type) 석유시추선:

(i) 着底형(bottom supported type):  
(그림 6 참조)

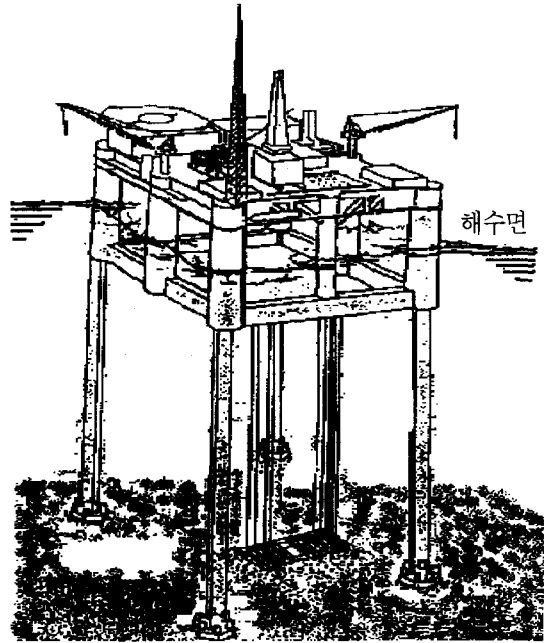
(ii) 甲板승강형(self elevating jackup type): (그림 7 참조) 및 (그림 8 참조)

(iii) 半潛水형(semi-submersible or column stabilized type): (그림 9 참조)

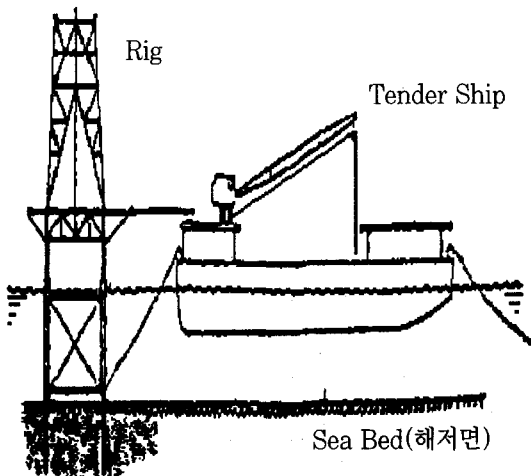
(iv) 船舶형(ship or surface type): (그림 10 참조)



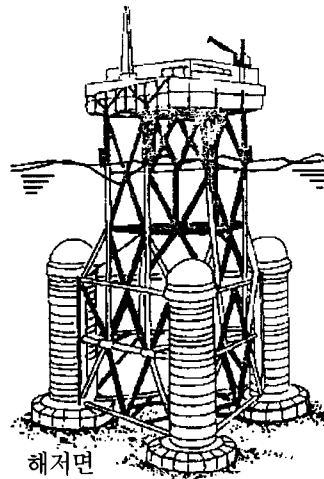
〈그림 3〉 전탑재형 고정식 구조물



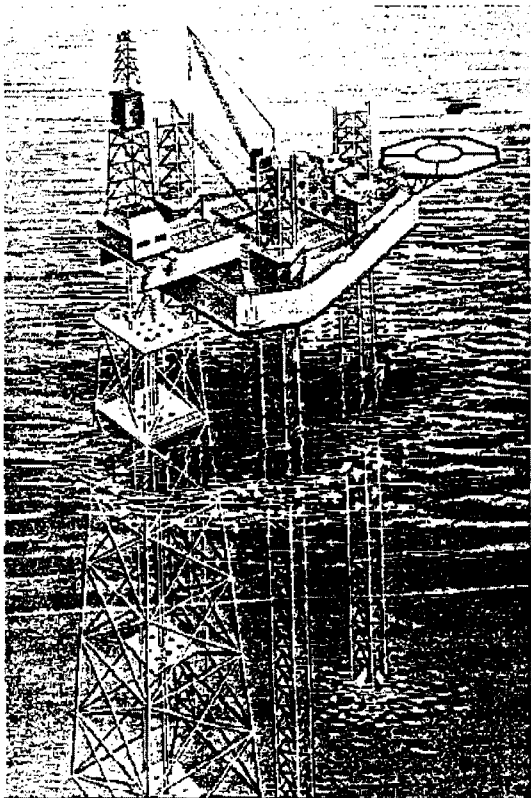
〈그림 5〉 인장지주형 고정식 구조물



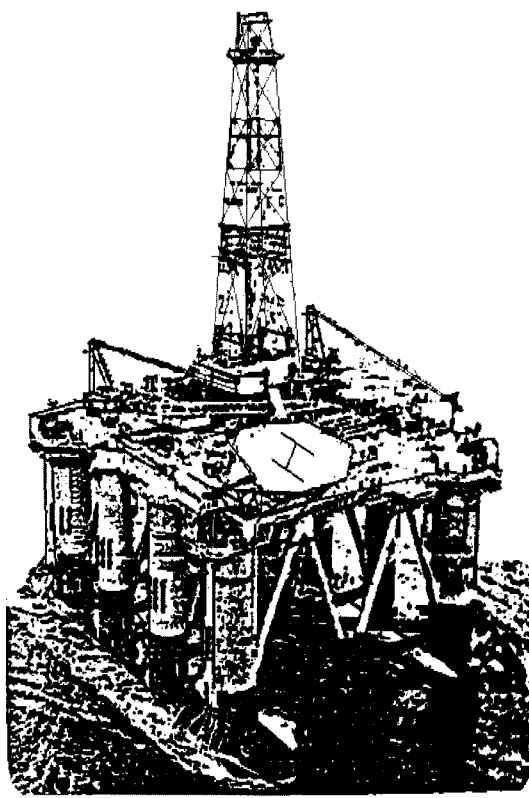
〈그림 4〉 반탑재형 고정식 구조물



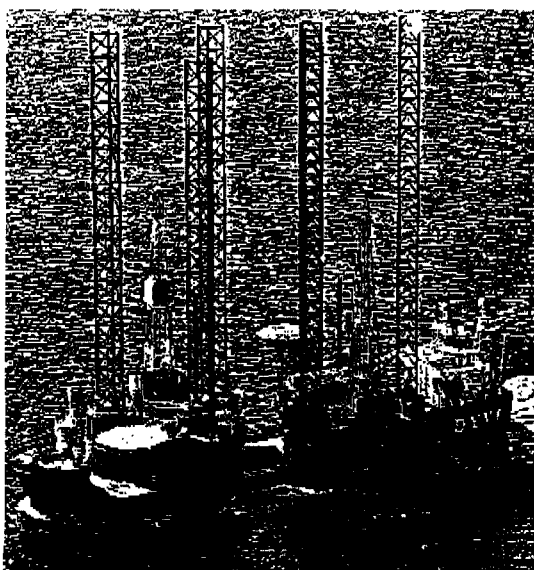
〈그림 6〉 착저형 이동식 구조물



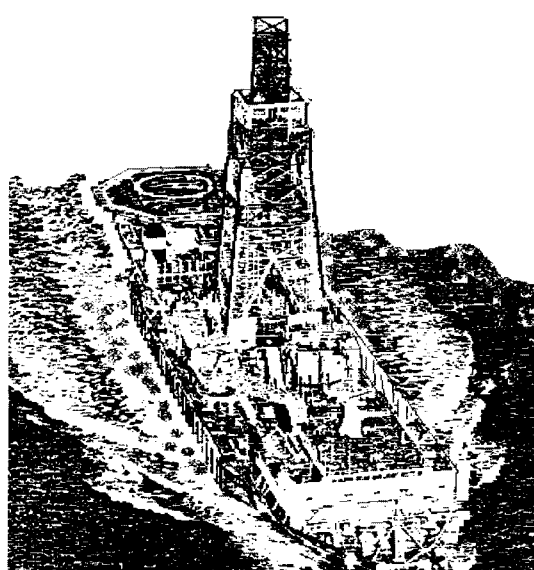
〈그림 7〉 갑판승강형 이동식 구조물



〈그림 9〉 반잠수형 이동식 구조물



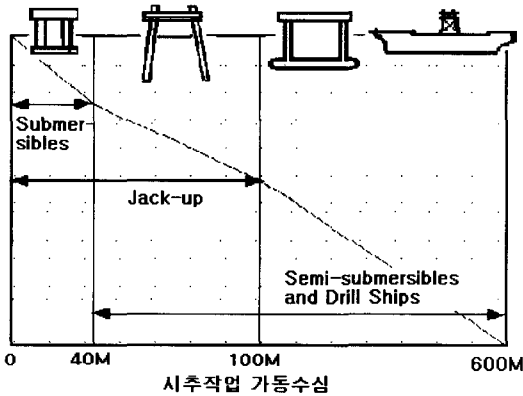
〈그림 8〉 갑판승강형의 해상예인 상태



〈그림 10〉 선박형 이동식 구조물

〈표 3〉 시추선의 형식별 특성

型 式	Fixed type	Bottom Supported Mobile type		Floating Mobile type		
종 류 별	Fixed Pile Structure	Jack-up	Submersibles	Ship type	Semi-submersibles	
稼動水深(m)	0 ~ 40	10 ~ 100	5 ~ 40	○ Anchoring 계선시: 10 ~ 200 ○ Dynamic Positioning System 사용시: 200 이상	○ Anchoring 계선시: 10 ~ 200 ○ Dynamic Positioning System 사용시: 200 이상	
作業 限界	風速(m/s)	50	20	20	10	20
	潮流(knot)	4	4	4	3	4
	波高(m)	16	7	7	3	7
設計 條件	風速(m/s)	60	60	60	60	60
	潮流(knot)	-	4	4	4	4
	波高(m)	16	10	10	10	10
移 動 性	-	낮 음	약간 낮음	매우 양호	양 호	
繫 船 方 法	Pile fixed	Jacket Mat 또는 Footing 및 甲板의 乘降	Anchoring 및 Ballasting	Anchoring 또는 Dynamic Positioning	Anchoring 또는 Dynamic Positioning	
繫船裝置의 設計條件	-	-	-	① 水平運動에 의한 位置 誤差限界(excursion): - 作業中の 경우: 水深의 5% 이내 - 作業이외의 경우: 水深의 10% 이내 ② 垂直運動에 의한 位置 誤差限界(heave): - 3m 이내		
長 點	① 構造가 單純함 ② 建造費가 싸다	① 水深 25m 이상의 경우 submersible 보다 建造費가 싸다 ② 軟質 海底 地域에서의 作業 가능	① 移動設置가 容易 ② 軟質 海底 地域에서의 作業 가능 ③ 作業의 安全性이 높다	① 移動性이 양호 ② 稼動 水深이 깊다 ③ Pay Load가 크다. (약 2,000~5,000 톤) ④ Semi-submersibles 보다 建造費가 싸다	① 移動性이 양호 ② 稼動 水深이 깊다 ③ Pay Load가 크다. (약 4,000~8,000 톤) ④ 波濤에 의한 動搖性이 좋다	
短 點	① 稼動水深이 얇다 ② 軟質 海底 地域에는 設置 곤란 ③ Pay Load가 적음 ④ 設置後 移動不可 ⑤ Scouring 영향을 받음	① 曳引이 어렵고 移動性이 부족함 ② 처음 設置時 波濤 및 海底 狀態의 영향을 받음 ③ Scouring 영향을 받음	① 稼動水深이 얇다 ② 着底時 海底의 水平狀態에 영향을 받음	① 波濤 등의 運動영향이 큼 ② Anchoring 및 Position Keeping이 어려움 ③ 海底에 BOP 및 Marine Riser 設置 必要	① 建造費가 비싸다 ② Anchoring 및 Position Keeping이 어려움 ③ 海底에 BOP 및 Marine Riser 設置 必要	



〈그림 11〉 시추선 형식별 作業稼動 水深

최근 석유 부존층이 육지로부터 상당히 떨어진 해저에서 개발되는 경우가 많으며, 따라서 해저의 수심 때문에 시추작업의 가동성이 양호한 이동식 시추선이 많이 이용되고 있다.

시추선의 주요 형식별 특성을 표 3에, 시추작업 稼動水深을 그림 11에 각각 표시한다.

### (3) 石油試錐를 위한 掘鑿시스템의 개요

해저탐사 결과 부존 가능성이 높은 지층에 대하여는 실제의 부존량 및 경제성 확인을 위한 시추작업을 행하게 된다.

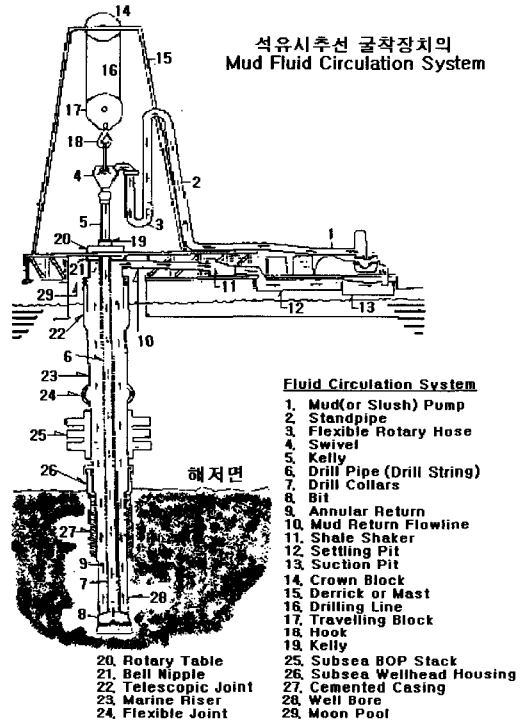
시추선에서는 굴착장치가 생명이며, 이 이외에 시추한 샘플을 분석하는 지질분석장비와 해저 작업을 보조하기 위한 여러 가지 잠수설비를 갖추어야 한다. 굴착장치는 시추선의 고정적인 설비로 장치되어 있는 반면 지질분석장치와 잠수 장치는 시추기간동안 전문업체에 outsourcing을 하여 운용의 효율성을 기하고 있다.

굴착장치의 개요를 그림 12에 표시한다.

먼저 굴착지점에 어느 정도의 깊이로 굴착을 한 후 steel casing(통상 약 30인치 직경의 것)을 설치하고 주위를 cement로 보강한 다음 well head housing과 BOP stack을 설치한다.

BOP stack 상부에 marine riser(통상 약 20인치의 것)를 설치한 후 drill string(drill pipe를 서로연결 시킨 것)을 삽입한다.

Drill string은 굴착 깊이가 진전됨에 따라



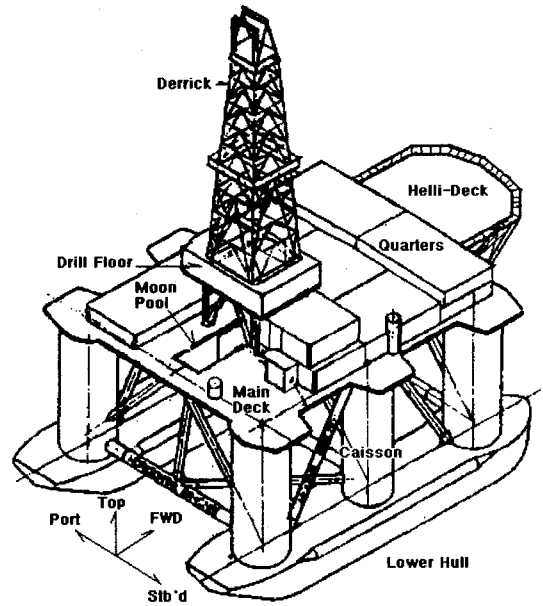
〈그림 12〉 굴착장치(Drill System)의 개요

drill pipe(1개의 pipe 길이: 약 8.5m)를 갑판 상부에서 thread joint 방식으로 계속 연결시키면서 굴착을 진행한다. Drill collar(바깥지름이 약 162mm인 drill pipe중 두께가 특별히 두꺼운 것) 最下端部에는 人造 다이아몬드가 박혀있는 Bit가 부착되어 있으며, 시추선의 작업 floor에 설치된 rotary table에 의해 drill string이 회전되면 Bit도 회전되면서 지층의 암반 등을 굴착하게 된다. Drill string의 내부는 안지름이 약 90mm로, 상부에서 주입된 mud fluid(주로 barite 분말과 물이 주성분 임)는 drill pipe 내부를 통해 bit를 거쳐 掘鑿孔(drill pipe의 외면 통로)을 통하여 상부로 다시 회수되며, 이러한 통로가 mud의 순환로를 이룬다. 동시에 mud의 水頭에 의해 지층내의 가스압력과 平衡을 유지하며, 掘鑿孔 벽면의 붕괴를 방지하여 mud의 순환을 지속시키는 역할을 하고 있다.

Mud fluid는 비중이 높기 때문에 bit로 분쇄

된 岩石片 이나 地層泥 등을 부양시켜 굴착공 저부에서 상부로 운반할 수 있다. 이렇게 회수된 mud를 분석하여 가스 및 석유성분 여부를 조사하고 Shale shaker로 걸러진 지층 및 암석편을 관찰하므로써 해저의 지층구조를 파악한다. 좀더 정밀한 조사가 필요할 경우에는 bit 대신에 sample 채취관을 부착하여 직접 해저의 지층을 채취한다.

BOP는 10,000~17,000 psi의 압력에 견딜 수 있는 구조로서 굴착중 지층에 있는 높은 가스층이나 석유가 갑자기 분출할 경우 mud의 순환로를 차단하므로써 시추선의 안전을 도모할 수 있는 안전장치이다. 지층내부에 고압층이 발견되면 이를 진정시키기 위한 Kill Line과 Choke Line이 있으며, mud의 비중을 높혀 mud head(水頭)가 掘鑿孔 내의 지층압력과 平衡을 유지하도록 조치하고 일부의 고압가스를 대기중에 안전하게 분출시키면서 가스 등의 성분조사를 하게된다.



〈그림 13〉 반잠수형 시추선의 구조개요

#### (4) 석유시추선 “斗星號”

우리나라 최초의 석유시추선인 “두성호”는 대우조선공업주식회사(건조번호 H3008)에서 1982년 11월에 steel cutting 및 건조에 착수하여 1984년 5월에 인도된 반잠수형이다. 여기에서는 두성호의 개요를 소개한다.

○ 시추선의 주요치수:

- 하부선각의 총길이 : 82.29 m
- 하부선각의 최대폭 : 61.97 m
- 깊 이 : 35.35 m

(주갑판에서 하부선각 저면까지의 깊이)

○ 선체구조의 개요 (그림 13 및 15 참조):  
선체는 크게 다음으로 구분한다.

- ① 하부선각: 좌우 2개의 하부선각이 있다.
- ② Caisson(또는 Column): 총 6개로 좌우 하부선각에 각각 3개씩 설치되어 있다.
- ③ 주갑판: Caisson 상부에 설치되어 있다.

④ Derrick Tower : 주갑판(main deck) 상부에 설치되어 있으며, 굴착장비의 drill string을 달아 매고있는 travelling block, swivel, kelly 등이 설치되어 있다.

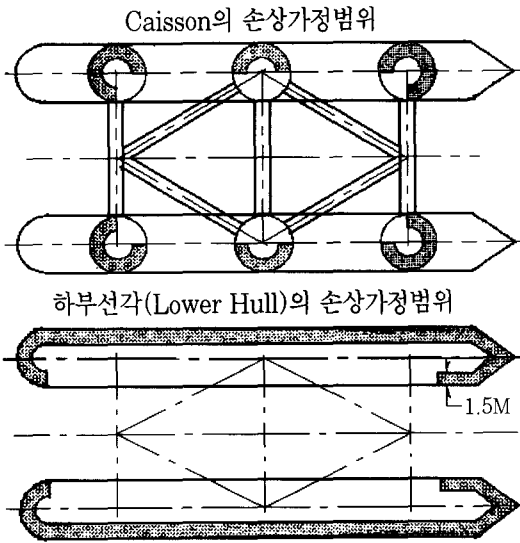
○ 선체의 損傷假定範圍:

시추선에는 해상보급선(supply boat) 등이 접안하여 각종 시추장비 자재 및 mud 재료 등을 정기적으로 공급한다. 그러나 해상 상태에 따라 일어날 수 있는 이러한 선박과의 충돌에 의한 파공 등으로 구조물의 안정성에 위해가 될 수 있기 때문에 선체 외각에 일정한 손상가정범위를 설정하고 이 구역이 침수되더라도 내부가 침수되지 않도록 하고 있다. 그림 14는 이러한 손상가정범위를 표시하고 있다.

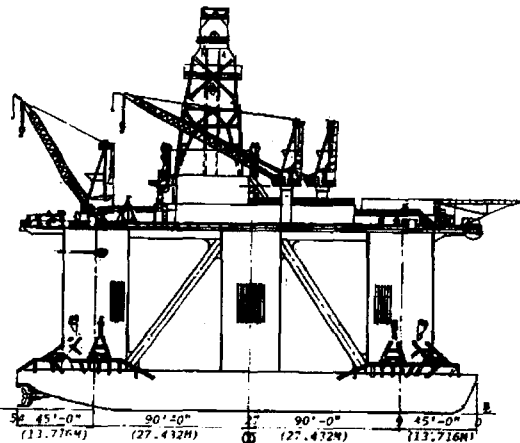
○ 추진보조장치(Propulsion Assistant Unit):

추진보조장치는 독자적인 항행을 위한 추진 능력은 없으나 근거리를 이동하거나 원거리 피예인의 경우에 보조적으로 사용되는 추진장치를 말한다. 두성호의 경우에는 하부선각에 각각





〈그림 14〉 반잠수형 시추선의 손상가정범위



〈그림 15〉 두성호 측면도

의 보조추진장치가 설치되어 있으며, 전동기로 프로펠러를 구동하고 주발전기는 주갑판상의 발전기실에 설치되어 있다.

○ 만재흡수선 및 손상복원성

반잠수형 시추선도 일반 선박과 같이 국제협약(MARPOL협약 포함)의 적용을 받는다. 그러나 시추선은 일반 선박과 구조가 상이하므로 만재흡수선을 계산할 경우 국제만재흡수선협약의 규정을 적용할 수 없다. 따라서 손상복원성

을 계산하여 해수유입각을 산정하고, 이 각도에서의 흡수와 접하는 Caisson의 흡수를 넘지 아니하는 위치에 만재흡수선을 표시한다. 만재흡수선 지정은 반잠수형 및 선박형 이외의 시추선에는 적용하지 않는다.

#### 4. 해저 잠수장비

##### (1) 해저 잠수작업의 목적:

수중 또는 해저 잠수작업은 해양개발에 절대적으로 필요한 분야로 전문화 되어있다.

잠수장치가 사용되는 작업내용은 다음과 같다.

- 수중 또는 해저작업:

석유시추 또는 석유생산을 위한 해저유전 작업, 기타 해저자원 채취작업, 해저 Pipe 부설작업, 해저 Cable 부설작업 등

- 해저 조사:

해저광물자원조사, 심해생물조사, 해양물리학 조사, 해저지형조사 등

- 심해 구명작업:

심해 침몰선박 또는 군잠수함 등의 인명 구조작업, Salvage 작업 등

해저작업의 분야별 적용내용을 보면;

- ① 석유유정의 굴착공 상부단에 설치하는 BOP 및 Christmas tree는 잠수작업에 의해 설치된다. 또한 이들의 정기적인 검사도 행한다.
- ② 해저 Pipe Line 포설후 포설된 Pipe 피복재의 손상발생 여부, Pipe의 해저 착저상태 등을 점검하고 보수하며, 해저에서 Pipe Flange 연결 등의 작업을 한다. 또한 이들의 정기적인 검사와 수중 NDT 또는 용접도 행한다.
- ③ 해저 Cable 포설후의 Cable에 대하여 위의 포설된 Pipe 에 대한 유사한 작업을 행한다.
- ④ 해양구조물을 해저에 설치할 경우 수중에서 조립작업을 하거나 설치후의 상태가 안전한지의 여부를 정기적으로 점검한다.

**(2) 잠수 작업:**

수중 또는 해저 잠수작업은 환경이 해상과 전혀 다르며, 우선 수중이라는 점과 고압, 저온, 암흑 등의 가혹한 환경조건에서 작업해야 하는 차이점이 있다.

따라서 잠수부는 이러한 환경에서도 충분히 작업할 수 있는 체력조건과 훈련이 요구된다.

○ 잠수 작업법의 분류:

수중 또는 해저에서의 작업방법은 일반적으로 크게 무인잠수와 유인잠수로 분류한다.(그림 16 참조)

① 無人潛水(unmanned diving)

무인잠수는 사람이 타지 않고 잠수장치만을 잠수시켜 원격조정장치로 작업하는 것을 말한다.

- 무인잠수기
- 해중 Robot

② 有人潛水(manned diving)

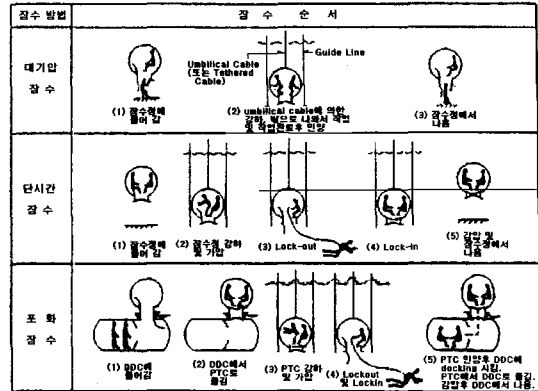
유인잠수에는 사람이 수중에 직접 잠수하는 環境壓 잠수와 大氣壓 환경에 있는 耐壓殼속에서 수중작업을 행하는 대기압 잠수로 구분한다.

- 大氣壓잠수(atmospheric diving):

잠수선, DDS(Deep Diving System) 또는 PTC(Personnel Transfer Capsule) 내의 대기압 상태하에 잠수부가 탑승한 체로 잠수한 후 수중 외부작업은 manipulator에 의해 행하는 방법으로 잠수부가 직접 수중의 압력을 받지 않으므로 상당히 깊은 深海작업이 가능하다.

- 環境壓잠수(ambient pressure diving):

잠수부가 직접 수중에 잠수하여 작업을 하는 방법으로 보통 海女와 같이 숨을 멈추고 잠수하는 呼吸停止潛水(Breath Hold Diving), SCUBA(Self-Contained Underwater Breathing Apparatus) 등에 의한 短時間潛水(Short Duration Diving), PTC에 잠수부가 탑승한 후 심해에 도달할 때까지 海底 작업장소의 飽和압력과 같은 압력이 되도록 PTC 내의 압력을 서서히 상승시킨 후 잠수부가 PTC 밖으로 나와 수중작업을 하는 飽和潛水(Statura-



〈그림 16〉 잠수 방법과 잠수 순서

tion Diving)가 있다.

이 경우에는 DDC(Deck Decompression Chamber) 설비가 필요하다.

○ 飽和潛水와 潛水病:

飽和잠수의 경우 잠수부의 인체는 수중환경으로 인하여 여러 가지 영향을 받는다. 일반적으로 인체는 비압축성(근육, 혈액 등)으로 약간의 고압(통상 약 30.8 kgf/cm<sup>2</sup>)에는 견딜 수 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 肺나 귀의 鼓膜 등은 均壓을 필요로 하고 있기 때문에 이의 보호를 위하여 Helmet이나 UBA(Under-water Breathing Unit)장구를 사용한다. 통상 인체가 수중의 고압에 장기간 노출될 경우에 물에 용해되어 있는 gas 성분이 체내에 침투하여 용해되는 현상이 발생한다. 즉, “體內에의 gas 용해량은 압력에 비례하여 증가한다.”(Henry 법칙).

체내에 용해된 gas는 급격하게 減壓된 환경에 조우할 경우 체내로부터 빠져나오지 못하고 조직내에 氣泡化 현상을 일으킨 체로 잔류하게 되며, 이로 인해 혈액순환 장애, 人體組織의 崩壞, 軟骨內의 氣泡殘留 등 여러 가지의 인체에 장애를 일으킨다. 이를 潛水病 또는 減壓症이라 한다.

gas 성분이 인체에 주는 영향을 기술하면:

① 질소(N<sub>2</sub>) Gas:

수심 약 40m에 이르면 질소가스에 의한 체

내 침투용해가 일어나기 시작하며, 이로 인해 마취작용을 일으키고, 특히 연골 내에 용해되면 기포로 잔류하므로 관절에 문제를 발생시킨다.

해수에 가장 많이 용해되어 있기 때문에 잠수병의 일차적인 원인은 질소가스에 의한 경우가 대부분이다.

### ② 산소(O<sub>2</sub>) Gas:

많으면 산소 中毒의 위험이 있으며, 적을 경우에는 산소 결핍증이 일어난다. 산소 중독은 근육경련 또는 肺炎症을 일으킨다.

### ③ 탄산(CO<sub>2</sub>) Gas:

탄산가스가 많으면 가스중독을 일으키고 호흡이 곤란해져 사망의 원인이 된다.

### ④ 헬륨(He) Gas:

마취작용이 없으며, 밀도가 적어 호흡저항이 적은 이점이 있다. 반면에 열전도율이 크므로 잠수부의 체온 유지에 특별한 제어가 필요하다.

또한 헬륨 음성효과로 수중 교신에 지장이 발생하므로 음성수정기를 사용한다.

## (3) DDC와 감압장치:

### ○ 감압절차:

수심 약 40m 이상의 해역에서 수중작업을 하는 포화잠수의 경우에는 어느 일정한 수심에서 장시간 작업을 하더라도 그 수심에 상응하는 수압에 의한 가스의 체내 용해량은 포화상태로 유지되며 그 이상 변화하지 않는다.

따라서 일정한 수심의 해역에서 작업이 완료 되면 해당 수심의 수압과 동등한 압력이 유지되도록 PTC 내의 압력을 가압한 상태로 탑승하며, 그 상태에서 DDC에 독킹을 한다. 물론 DDC 내의 압력도 PTC의 압력과 같게 유지한다.

減壓比率와 減壓時間은 작업 수심에 따라 다르며, 잠수부가 DDC로 옮겨 탄 후 體內的 용해가스가 DDC내의 압력에 비해 약간의 過飽和 상태가 되도록 서서히 감압하면 용해된 가스가 體外로 배출된다.

통상 감압시간은 심도에 따라 4시간 내지 10시간 정도 소요되며, 잠수부는 이 기간동안

DDC 내에서 생활하게 되며, DDC에는 장기간의 생활이 가능하도록 설비되어 있다.

### ○ DDC의 설비:

DDC는 앞서 기술한 바와 같이 잠수부가 잠수병이 걸리지 않도록 조치하는 壓力容器的 일종으로 심해탐사 등에서 없어서는 아니될 장비이다.

### ① DDC의 구조:

DDC는 보통 4개의 耐壓區劃으로 나누어져 있다.

- 主室(Main Lock): 침대, 욕실, 샤워, 화장실 등이 있는 주로 생활하는 거주실
- 副室(Sub Lock): 주실에 문제가 있을 경우 긴급히 대피할 수 있는 비상구획
- 移乘室(Transfer Lock): PTC에서 옮겨 탈수 있는 通路形態의 구획
- Service Lock: DDC내의 식사 반입 등의 특별한 용도로 사용되는 구획

### ② DDC 내의 생활환경 제어장치:

DDC 내에 잠수부가 생활하기 위하여는 포화 압력상태에서 호흡을 하거나 체온을 조절할 수 있는 생활환경 제어장치가 필요하다.

#### - 계측 및 제어장치:

계측 및 제어대상이 되는 항목은 주로 산소량, 탄산가스량, 온도 및 습도 등이다. DDC에 공급되는 공기는 통상의 공기중에 있는 질소성분을 제거하고 대신 He를 섞어 혼합한 가스를 사용하고 있다. 이러한 혼합가스는 UBA 잠수 호흡 가스병에 주로 사용하는 호흡용 가스로 그 성분은 다음과 같다.

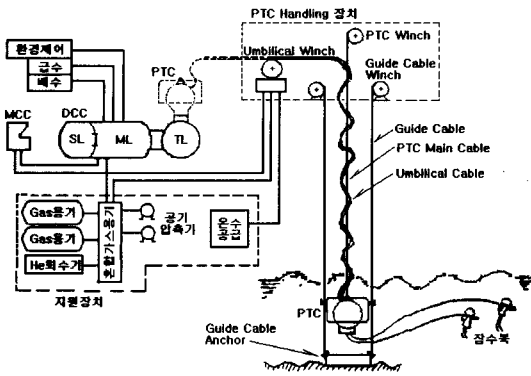
O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>-He : 10%-5%-Residual

#### - 통신장치:

DDC 내부와 외부로 통화할 수 있는 통신설비가 있어야 한다. 앞서 말한바와 같이 DDC 내부의 공기는 He로 충만되어 있어 음향이 굴절되므로 Helium 音聲修正器가 부착되어 있다.

#### - 기타 장치:

기타 장치로 TV 감시장치, 조명장치, 소화장치 및 응급호흡장치 등이 있다.



〈그림 17〉 DDC의 지원장치

○ DDC 지원장치:

DDC를 운용하기 위하여는 외부의 지원이 필수적이다. 이러한 지원장치를 소개한다.(그림 17 참조)

① MCC(Main Control Console):

DCC를 지원하는 중추신경격으로 DDC 내의 환경계측제어, DDC/PTC 및 잠수부간의 통신중계 및 감시, 각종 運轉表示燈 및 警報燈을 포함한 監視盤 등이 설치된 종합감시제어반이다.

② Gas 공급장치:

Gas 압축기, 油洗淨器, Gas 저축기, Helium 회수장치, Gas 혼합기, 감압 Valve 및 Manifold 등으로 구성되어 있으며, 항상 산소량, 탄산가스량, 질소량, He량 등의 측정기록이 연속적으로 이루어지도록 자동화 되어있다.

③ 온수 및 습도 조절장치:

Boiler, Pump, 가열기, 습도조절기 등이 있으며, 설정치에 맞추어 자동제어 되어있다.

④ PTC Handling 장치:

PTC 인양 및 강하용 Winch, Umbilical Cable용 Winch, PTC Guide Cable용 Winch, 動搖補償裝置 등이 있다.

(4) PTC 종류 및 설비:

해저 잠수설비가 본격적으로 사용되기 시작한 것은 1934년 미국 "BEEBE" 호(직경

1.5m, 배수량 2.26톤의 潛水球)에 의한 976m 심도의 해저잠수기록이 처음인 것으로 알려져 있다. 우리나라에서는 한국해양연구소로부터 1985년 6월에 Korea Tacoma 조선소에 발주하여 1986년 11월에 완공된 有人自航 潛水艇(한국선박해양연구소에서 설계한 것임)이 처음이었으며, 筆者도 이 잠수정의 건조 프로젝트에 참여하였다.

이 잠수정의 주요요목은 다음과 같다.

- 선명 : "해양 250"
- 형식 : 자항 유인잠수정
- 탑승 인원수 : 2명
- 잠수작업 가동심도 : 약 250m
- 총톤수 : 9.28 톤
- L x B x D : 7.00 x 2.40 x 2.65 (m)
- 추진기관 : DC Motor 120V 1대
- 속력 : 1.0 knot
- 잠수 및 작업방법 : 유압식 manipulator에 의한 대기압 잠수법

PTC는 종류가 다양하며 潛水深度도 100m의 얇은 해역용에서부터 심도 11,000m의 海溝(세계에서 가장 깊은 마리아나海溝) 심해탐사용의 것까지 있으며, 여기서는 그 내용을 간단히 설명하겠다.

○ PTC의 분류방법 및 종류:

PTC의 분류방법 및 종류는 표4와 같으며, 有人球形의 非自航 潛水艇을 그림 18에, 有人船舶形 自航 潛水艇을 그림 19에 소개한다.

○ PTC의 설비:

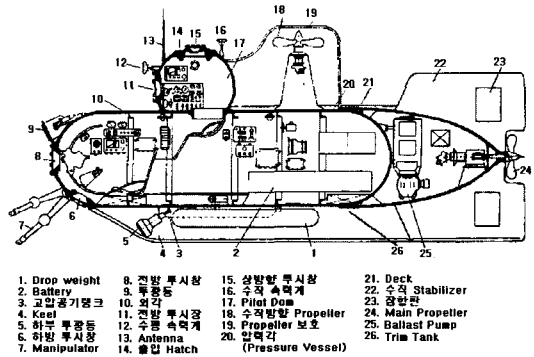
지난 8월 14일경 침몰한 러시아 잠수함은 수심 약 100~120m의 곳에 침몰한 것으로 알려져 있다.

잠수함이 침몰되면 우선 선내 공기가 탁해지기 시작하면서 이산화탄소량이 늘어나고 이로 인해 두통과 호흡곤란이 발생하며, 낮은 해수온도로 인해 잠수함 내에 추위가 엄습해 오면서 잠수함은 거대한 냉장고로 변한다고 한다.

잠수장치의 경우도 동일하며, 이러한 사태에 대비하기 위한 안전장치 설치가 의무화 되어 있다.

〈표 4〉 PTC의 분류 및 종류

분 류	종 류
① 乗務員의 有無에 따라	有人(manned)
	無人(unmanned)
② 形狀에 따라	球形(bell or capsule type)
	船舶形(vessel or vehicle type)
③ 運轉形態에 따라	非自航 또는 有索 (with umbilical or tethered cable)
	자항(self-propelling type) 또는 원격조종자항 (remote controlled or self-contained programmed self-propelling)



〈그림 19〉 Self-propelled manned vessel type Submersibles

① 압력각 :

작업수역 수압의 2배의 압력 또는 수압의 1.5배의 압력에 300m 수두를 더한 압력중 큰 쪽의 압력에 견딜수 있도록 설계한다.

② 부력조종장치, 부력탱크 및 고압공기탱크 :

자항 잠수정의 경우에는 Pump로 부력탱크에 해수를 넣어 잠수하거나 고압공기탱크로부터 공기압력으로 공기를 불어넣어 부상하도록 하고 있다.

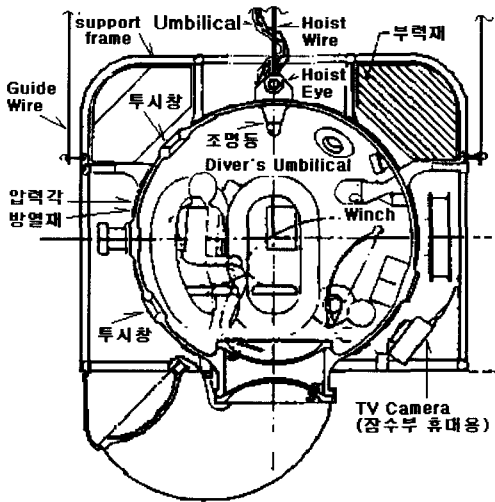
Umbilical Cable형의 잠수정은 잠수정 자체의 중력으로 강하 하지만 인양시에는 윈치를 사용한다.

부력탱크의 일부는 Trim조정용 탱크를 겸하고 있다.

③ Drop Keel :

잠수정은 수중에서의 작업시(정상 Mode) 또는 긴급 부상시(비정상 Mode)에도 정립이 유지될 수 있도록 충분한 복원력이 유지되어야 하며 구조 및 중량물 배치시에도 이러한 점을 고려한다.

통상 잠수정 하부에는 고정 Ballast 형식의 중량물이 배치되는 경우가 많다. Umbilical Cable이 절단되어 母船의 Winch로 인양이 불가능해 질 경우에는自力浮上을 하여야 하므로 하부의 고정 Ballast(중량물)를 잠수 정으로부터 분리 (또는 절단)하여 잠수정의 중량을 가볍게 해 줌으로서 자력부상이 가능하



〈그림 18〉 Umbilical manned bell type Submersibles

Umbilical Cable이 있는 잠수정의 경우에도 Cable 절단사태에 대비할 수 있는 장치를 설치하도록 되어있다.

이러한 안전장치를 포함한 PTC의 주요설비는 다음과 같다.

도록 한다.

이러한 고정 Ballast의 기능을 가지면서 한편 비상시에는 잠수정으로부터 절단할 수 있도록 계획된 중량물을 Drop Keel이라 한다.

④ 생명유지장치(Life Support System) :

생명유지장치는 일반적으로 산소호흡장치, 온도 및 습도 조절장치, 탄산가스 제거장치, 비상호흡장치(비상 산소공급장치 포함), 각종 계측장치 등으로 구성되어 있다. 심해에서의 통상적인 작업시간 또는 비상시 구조 될 때까지의 기간을 최대 72시간으로 간주 하고, 이 시간동안 잠수부 또는 승무원 등 최대탑재인원 전원이 잠수정 내에서 생활 할 수 있는 충분한 산소량 및 탄산가스 제거장치의 용량 등 비상시의 생존유지를 위한 모든 설비가 갖추어져 있다.

비상호흡장치는 2시간 또는 최대잠수심도에 서 부상할 때까지의 소요시간의 1.5배의 시간 동안 최대탑재인원 전원이 비상호흡을 할 수 있어야 한다.

## 5. 맺음말

이상으로 해양개발에 필요한 해양구조물 및 잠수장치의 개요에 대하여 설명하였다.

여기에 소개한 내용은 해양관련 기술분야의 극히 일부에 지나지 않으며, 현재에도 많은 새로운 기술이 개발되고 실용화되고 있다.

고도의 수준을 필요로 하는 해양·선박관련 기술을 바탕으로 수행하고 있는 선박검사는 앞서 소개한 해양개발 기술의 기초가 되고 있고, 이러한 관점에서 보면 선박검사기술협회도 충분히 이러한 해양개발분야에 참여할 수 있는 잠재력이 있다는 확신을 가지고 있다. 현재 계획 중인 이어도의 무인 해양기상관측소 구조물, 마라도 부근의 해저 Leisure공간 구조물 등 앞으로의 해양분야에서 검사기관으로서 담당해야 할 역할이 클 것으로 생각되며, 이에 대한 사전 준비가 있어야 할 것이다.

이러한 관점에서 여기에서 소개한 내용이 금 후 해양개발업무에 참여하는데 도움이 되었으면 하는 바램이다.