

# Drillship 기술 변천사

박상도, 안영규 (삼성중공업)

## 1. 서론

1880년대 석유가 산업 활동의 주요 에너지원으로 사용되기 시작한 후, 석유를 이용한 산업은 시대의 흐름에 따라 급격히 그 영역을 확장하고 있다. 석유 사용이 본격화 되고 약 130년이 흐르는 동안 석유 수요 증대에 따라 유전 개발은 육상 유전으로부터 해저 유전 개발로 점차 그 영역을 확대하고 있다. 1930년대 후반 처음으로 개발된 미국 걸프만의 해저 유전을 시발로, 천수역에서의 유전 개발이 심수역 유전 개발로, 온난한 환경 조건하에서의 유전 개발이 점차 극한 환경하에서의 유전 개발로 지리적, 환경적 문제들을 극복해가면서 유전 개발이 이루어지고 있다.

## 2. 해저 유전 개발

해저 유전 개발 초기 주류를 이루었던 고정식 플랫폼은 천수역에서의 확실한 성능과 안전성을 이유

로 각광받았다. 그러나 1988년 6월 영국 근해에서 운용 중이던 Piper Alpha에서 발생한 화재 및 폭발 사고로 167명이 사망하며 최악의 인명 피해를 기록한 이래 수 차례 인명 피해를 동반하는 사고가 발생하여 안전성에 취약함을 나타내게 되었다. 이러한 고정식 플랫폼의 화재 및 폭발 사고는 이후 해양 유전 설비의 안전성 강화를 촉진하는 법률 제정의 매개체 역할을 하였다.

고정식 플랫폼이 주류를 이루던 해저 유전 개발은 석유 소비의 급격한 증가와 시추 기술의 진보에 따라 점차 심수역 및 극한 환경 조건으로 옮겨지게 된다. 심수역 및 극한 환경에서의 시추는 선박의 위치 유지 성능, 복원 성능 및 운동 성능과 밀접한 관계를 맺고 있다. 이러한 핵심 성능을 갖추고 현재까지 활발하게 시추 작업을 수행하고 있는 시추 작업선으로는 Semi-submersible과 드릴쉽을 들 수 있다.

Semi-submersible의 수면 상부 형상은 고정식 플랫폼과 유사한 형태를 하고 있으며, 수면 하부는 두 개의 폰툰에 6기 혹은 8기의 Azimuth thruster를 장

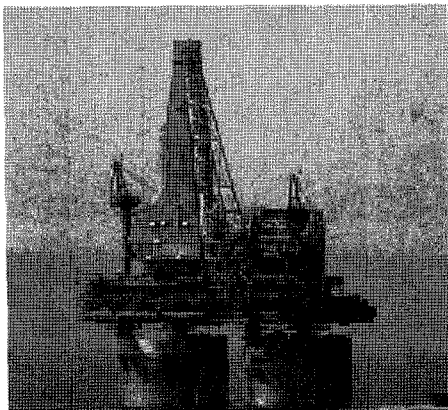


그림 1. Lunskeye-A (고정식 플랫폼)

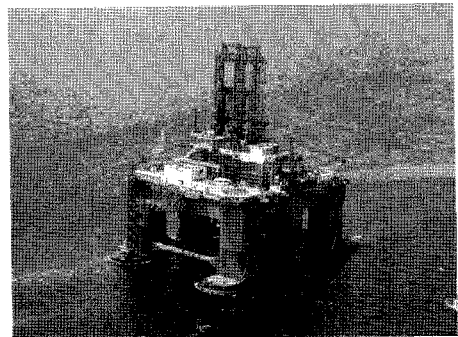


그림 2. West E-drill (Semi-submersible)

착하고 있다. 뛰어난 운동성을 보유하고 있으므로, 파고가 높고, 바람이 강한 지역에서 주로 운용 중에 있다. 취약점으로서는 무게 중심이 높기 형성되어 있고, 수선 면적이 작기 때문에 복원 성능 부족이 우려된다. 이러한 복원 성능 부족으로 인해 Payload의 충분한 적재가 어려워지므로, 운용 중 보급선에 의한 보급이 빈번히 이루어진다.

드릴쉽은 세장형 선박 상부에 시추 장비를 탑재한 시추선으로서 일반적으로 6기 혹은 8기의 Azimuth thruster를 장착하고 있다. 뛰어난 이동성 및 복원 성능을 보유하고 있다. 그러나 운동 성능 부족으로 인해 드릴쉽 운용 중 Down time을 증가시킬 수 있어, 극한 환경하에서의 시추를 어렵게 만든다. 이러한 단점을 극복하기 위해 선박의 대형화, Loading pattern의 변경 및 광폭 Bilge keel 적용 등 다양한 시도가 이루어졌으며, 이러한 노력들로 인해 극한 환경하에서 시추 작업이 가능하게 되었다.

시추선의 발주는 유가와 밀접한 관계가 있으며, 유가가 상승하기 시작하는 시점에 일반적으로 발주가 집중되고 있다. 드릴쉽의 경우, 1974년 1차 석유 위기, 1979년 2차 석유 위기 및 1990년대 후반 유가 상승 시기에 집중적으로 발주되었으나, 1980-90년대 초, 중반 저유가 시대에 따라 발주가 대폭 줄어들게 되었다. 이러한 경향은 2000년대 중반부

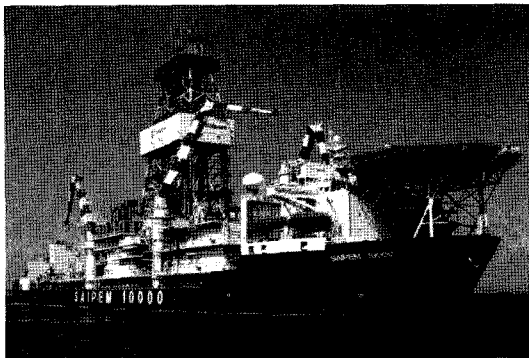


그림 3. Saipem 10,000 (드릴쉽)

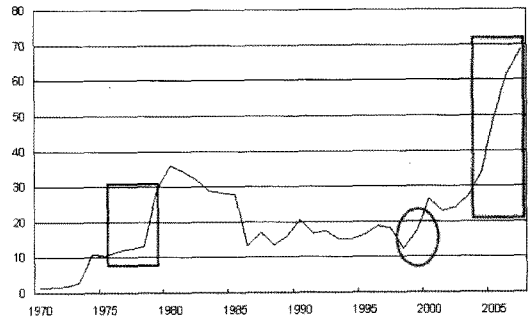


그림 4. 유가 변동 추이 및 드릴쉽 발주

터 시작된 유가 상승, Oil Major의 투자 재개 및 노후화 된 Rig의 교체 수요와 맞물려 Drillship 발주가 급증하는 양상을 보여주고 있다.

본 논문에서는 최근 발주가 급증하는 드릴쉽의 시대별 변천과 최근의 기술적 진보를 소개하여 드릴쉽에 대한 이해의 폭을 넓히고자 한다.

### 3. 드릴쉽 변천 추이

드릴쉽은 유전 개발이 육상 유전에서 해상 유전으로, 천수역에서 심수역으로 확대되는 과정에서 탄생하였다. 1970년대 이전 석유의 수요 및 유가가 산업에 큰 영향을 미치지 못하던 시기에는 육상 유전 및 천수역에서 생산되는 석유만으로 충분히 수요를 만족할 수 있었다. 그러나 1970년대에 진입하면서 유가의 고공 행진이 이어지게 되어 심수역 유전의 개발 필요성이 대두되었다.

드릴쉽의 분류는 일반적으로 운용 수심, 시추 깊이 및 선박의 크기에 의해 이루어질 수 있으며, 시추 기술에 의한 분류도 가능하다. 본 논문에서는 일반적 분류 방법인 운용 수심, 시추 깊이 및 선박의 크기를 기준으로 세대별 드릴쉽의 특징을 설명한다.

#### 3.1 1세대 드릴쉽

1900년대 중반 처음으로 등장한 드릴쉽은 상업적 유전 개발이 아닌 과학 탐사 목적으로 주로 제

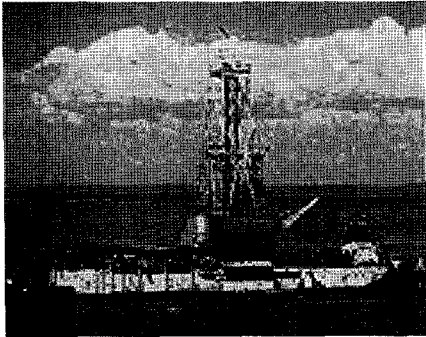


그림 5. CUSS I \*)

작되었다. 1956년 선박의 중앙부에 Moonpool을 보유한 첫 번째 드릴쉽 CUSS I이 건조되었다. CUSS I은 군용으로 사용되던 Oil/Cargo barge를 Drilling rig로 개조 한 것으로, 수심 600 ft에서 15,000 ft까지 시추가 가능하였다. CUSS I은 1961년 처음으로 California 연안의 MOHO well 시추에 성공하였다.

### 3.2 2세대 드릴쉽

1960년대 들어 Drilling rig의 수요가 많아지면서 CUSS I의 뒤를 이어 CUSS II, III, IV, V가 차례로 건조 되었다. 이중 CUSS II는 시추 목적으로 건조된 최초의 드릴쉽으로써, 시추 장소가 Alaska의 Cook Inlet으로 결정되어 파나마 운하를 통과하는 최초의 자항형 Drillship으로 건조되었다. CUSS Drillship은 후에 Glomar Drillship으로 개명되었다. 1966년 들어 급증한 드릴쉽 수요를 충족시키기 위해 Global Marine에서 4척의 드릴쉽을 건조하였으며, 이들은 Global Marine standard 드릴쉽으로 불린다. 아래는 Global Marine standard 드릴쉽인 Glomar Grand Isle으로써 길이 약 122m, 총톤수 약 5900인 소형 드릴쉽으로, 선상부 Upper deck 상부에 Drill pipe를, 선미부 Hold 내부에 Casing을 적재하도록 디자인되어 있다. 운용 수심은 1,000ft이며 시추 깊이는 25,000 ft로 1세대 드릴쉽에 비해 수심 및 시추 깊

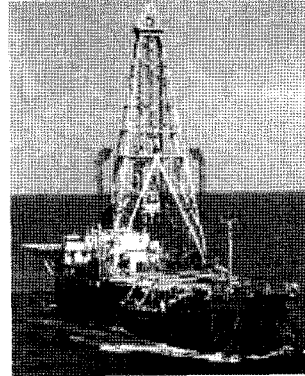


그림 6. Glomar Grand Isle \*)

이가 대폭 증가되었음을 알 수 있다. Glomar Grand Isle는 1980년대 들어 어류 가공선으로 개조되었다.

### 3.3 3세대 드릴쉽

1970년대 들어 두 차례의 석유 위기를 겪으면서 유가 인상 및 고도 산업화에 따른 심수역 유전 개발이 활발히 이루어짐에 따라 드릴쉽의 수요가 비약적으로 늘어나게 되었다. 이러한 드릴쉽 수요의 증가에 발맞춰 시추 기술의 지속적인 발전이 이루어 졌으며, 운용 수심, 시추 깊이 및 드릴쉽의 주요 제원 또한 증가하였다.

3세대 드릴쉽의 대표적인 선형으로는 Gusto MSC에서 디자인 한 Pelican Class 드릴쉽을 들 수 있다. 총 10척 건조된 Pelican Class 드릴쉽의 주요 제원은 LBP 약 147m, Breadth 27m, Depth 12.5m로 2세대 드릴쉽에 비해 크기가 상당히 증가되었다. 2기의 Main propeller와 5기의 Tunnel thruster를 장착하여, 운항 속도는 약 12knot이며, 악천후 속에서도 Dynamic position keeping이 가능하다. 운용 수심은 약 3,500 ft, 시추 깊이는 20,000 - 25,000 ft로 2세대 드릴쉽에 비해 운용 수심의 비약적 상승이 이루어 졌다. 또한 시추 기술 발전상을 살펴보면, Riser tensioning system 및 Heave compensation system

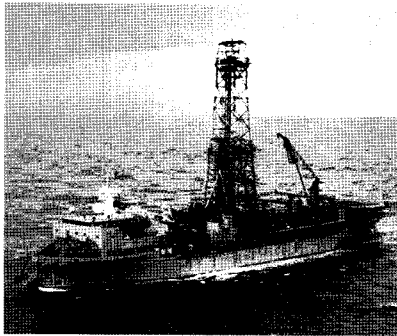


그림 7. Pelican Class 드릴쉽 \*)

을 장착하여 5m 파고에서도 시추 작업이 가능하다. Dynamic positioning system으로 제어 가능한 수평면 변위의 한계는 수심의 약 6%이나, 실제 드릴쉽 운용 중에는 수심의 3% 이내에서 수평면 변위의 제어가 가능했다.

그러나 운용 수심 및 선박 크기의 제한으로 인해 5,000 ft 이상의 심수역에서는 선박 운용이 불가능하였다. 이러한 3세대 드릴쉽은 1980년대 초, 중반까지 건조되었고, 일부는 개조되어 부족한 성능을 보완하였다.

### 3.4 4세대 드릴쉽

1980년대 후반부터 1990년대 중반까지 폭 넓게 건조되었던 4세대 드릴쉽은 점진적으로 심수역으로 그 운용 한계를 넓혀나갔다. 1996년 처음으로 5,000 ft를 넘어선 이후, 4세대 드릴쉽은 수심 한계를 8,500 ft까지 확장 시켰다. 이러한 드릴쉽의 주요 제원은 LBP 약 188m, Breadth 35m, Depth 15.6m이며, 30,000 ft까지 시추 가능하다. 4세대 드릴쉽의 대부분이 6기 혹은 8기의 Azimuth thruster를 장착하여 운항 속도는 약 12 knots이며, 뛰어난 위치 유지 성능을 보유하고 있다. Dynamic Positioning System이 이중 또는 삼중으로 Redundancy를 보유하고 있으므로, 시스템 Failure 상태에서도 충분한

위치 유지 성능을 발휘할 수 있다. 시추 기술은 Riser tensioning system, Heave compensation system 및 Top drive 등 현재 사용되고 있는 장비 및 System이 사용되고 있으며 전기, 전자, 제어 기술의 발달과 더불어 진화하고 있다.

드릴쉽 운용에 있어 고려해야 할 주요 사항 중 하나가 Variable deck load이다. 이 Variable deck load는 드릴쉽이 연속적인 시추 작업을 위해 선박에 적재하고 있는 Drilling Mud, Riser, Drill pipe 및 Casing 등을 지칭하는 것으로서, 많은 양을 보유 할 경우, 추가 보급 없이도 장시간 시추 작업이 가능하게 된다. 유가 상승 및 보급선 운용 비용이 증가하면서 점차 대용량의 Variable deck load가 필요하게 된다. 그림 8은 4세대 드릴쉽의 하나로 Transocean에서 운용 중인 GSF Explorer이다. 운용 수심 7,500 ft, 시추 깊이 20,000 ft이며 Variable deck load는 약 20,000 MT이다. 4세대 드릴쉽의 경우 Single derrick을 이용한 Single drilling이 주류를 이루고 있다.

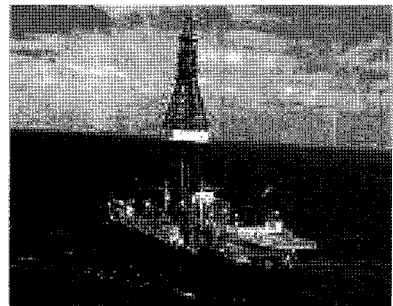


그림 8. GSF Explorer \*)

### 3.5 5세대 드릴쉽

1990년대 후반 점진적인 유가 상승과 더불어 심수역 유전 개발이 활발해 지면서 9,000 ft 이상에 위치한 해저 유정의 개발 필요성이 강하게 대두되었다. 운용 수심 10,000 ft 이상, 시추 깊이 30,000 ft의 요구를 충족시키기 위해 4세대 드릴쉽에 비해 한 층 배수량이 커진 드릴쉽이 등장하게 되었다. 일



그림 9. Deepwater Millennium

반적인 4세대 드릴쉽의 Operating 홀수에서의 배수량이 약 50,000MT 인데 반해 5세대 드릴쉽의 배수량은 약 90,000MT 정도이다. LBP는 220-250m, Breadth 38-42m, Depth 약 19m로써 6기의 Azimuth thruster를 장착하고 있으며, Thruster capacity는 4.0MW-5.5 MW로 운용 예상 지역의 환경에 따라 차등을 두었다. 시추용 Derrick은 Single derrick 및 Dual derrick이 함께 사용되었고, 대용량의 Variable deck load를 적재할 수 있도록 디자인 되었다. 이들 중 Transocean에서 운용 중인 Deepwater Millennium이 2000년 9,200 ft 시추에 성공하는 등 9,000 ft 이상의 심수역 유전 개발에 투입되고 있다.

### 3.6 6세대 드릴쉽

2005년부터 시작된 유가 급등은 2000년대 초반 잠시 소강 상태에 빠져 있던 드릴쉽 발주 시장을 활성화 시키는 도화선이 되었다. 2005년 이후 드릴쉽 발주는, 배수량 75,000톤 이상의 대형 드릴쉽은 전량 한국 조선소에서 수주하였고, 75,000톤 이하의 중소형 드릴쉽은 싱가포르 및 유럽 조선소가 수주한 상황이다. 발주 형태를 살펴보면, 투기성 자본에 의한 발주와 실 운전자 중심의 발주로 나눌 수 있다. 투기성 자본에 의한 발주를 살펴보면, 유럽 및 미

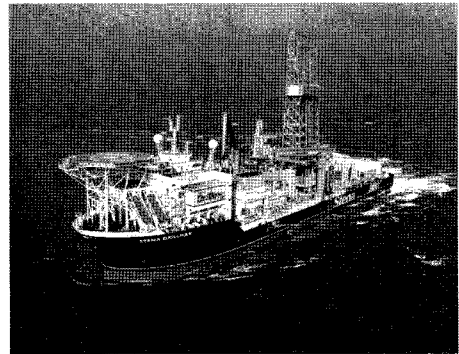


그림 10. Stena DrillMax (Arctic drillship)

주 지역에 기반을 둔 해양 관련 중소형 회사에서 계약 후 용선 및 재판매를 목적으로 발주를 하였고, 실수요자 중심의 발주는 Transocean, Pride 및 Petrobras와 같이 직접 드릴쉽을 운용하는 회사에서 발주를 하는 경우이다.

최근 발주되는 드릴쉽의 대부분은 운용 수심 10,000 - 12,000 ft, 시추 깊이 30,000 - 40,000 ft 이상이며, 대용량의 Azimuth thruster를 장착하여 악천후 속에서도 시추 작업이 가능하도록 설계되었다. 5세대와 6세대의 기술 구분은 미미한 것으로 의미가 없으나, 전체적으로는 운용 수심의 증가 및 시추 기술의 발달에 따른 시추 깊이가 증가가 주요한 사항이라 할 수 있다. Derrick 형상 또한 5세대까지 적용되던 Conventional derrick 일변도에서 벗어나 Ram-rig Type 및 Multi-Purpose Tower 형식으로 다양화 되었다. 또한 본격적인 극지방 유전의 개발을 목표로 Arctic 드릴쉽이 건조 되었다.

## 4. 최근 드릴쉽의 기술적 진보

### 4.1 Moonpool design

드릴쉽의 선체 중앙에 위치한 Moonpool은 해수와 소통되어 있으므로 운항 시 매우 큰 저항체로 간주된다. 또한 시추 중에는 Moonpool 내부의 해수 유동이 큰 Surge 운동을 일으켜, Upper deck 상부

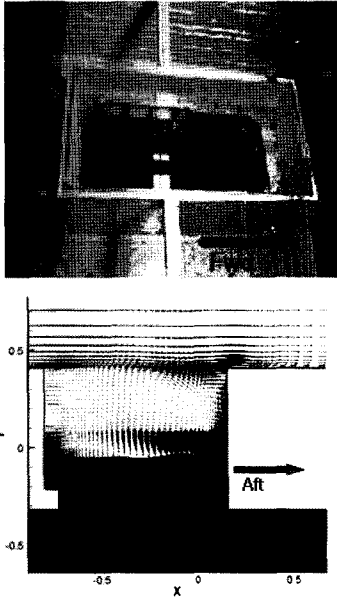


그림 11. Moonpool Appendage

로 해수가 넘쳐 오르는 Pumping-up 및 해수가 분산하듯 날리는 Splash 현상이 자주 발생한다. 드릴쉽의 저항 요소로는 선체, Moonpool, 외판 부착물 등이 있으며, 이중 Moonpool의 저항은 전 저항의 약 25 - 30%인 것으로 파악된다. 또한 시추 중 발생하는 Pumping-up 현상 및 Splash 현상은 시추 작업에 큰 위협 요소로 작용하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 Moonpool 주위에 부가물을 부착하여 선속의 향상 및 시추 작업 중의 위해 요소를 제거하고자 하는 노력이 다양하게 이루어져 왔다. 그림 10은 삼성중공업에서 개발한 Moonpool 부가물로서, 설치 전후를 비교한 결과, 선속은 약 0.7knot 향상되었고, 시추 중 Pumping-up 현상 또는 Splash 현상을 방지할 수 있었다.

#### 4.2 Setback design

Setback은 일반적으로 Drill floor 상에 위치하며, 시추 시 Drill pipe 및 Casing의 조립 시간을 절약

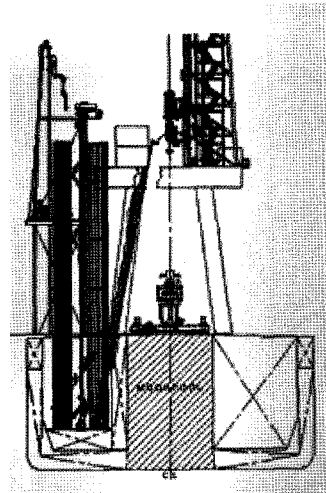


그림 12. Inside Setback Area

하기 위해 미리 결합된 Drill pipe 및 Casing을 적재하는 장소이다. Drill pipe의 길이는 일반적으로 30 ft, 45 ft를 사용하며, 결합 시의 길이는 90 ft, 135 ft에 달한다. 5세대 및 6세대 드릴쉽의 Setback에서의 Drill pipe 길이는 대부분 90 ft에 이르며, 결합된 Drill pipe의 길이가 길어질 수록 시추 효율이 향상 될 수 있다. Stena Drillmax에 적용된 Setback area 배치 방법은 기존의 Setback area를 그대로 둔 채, 선체 내부 Moonpool 측면에 Setback area를 설치하는 것이다. 이러한 배치는 결합된 Drill pipe의 길이를 최장 135 ft까지 증가시킬 수 있고, 무게 중심의 하강 효과를 불러 일으켜 복원 성능 향상에 기여한다. 문제점으로는 Moonpool 측면에 커다란 Opening을 만듦으로 인해 구조 강도가 취약해 질 우려가 있으나, 이를 극복하여 실선 배치 되었다.

#### 4.3 Dynamic Positioning System

5세대 이후 드릴쉽에 적용되는 Dynamic Positioning System은 IMO에서 정의하는 DP Class I, Class II, Class III를 만족하도록 구성되어 있다.

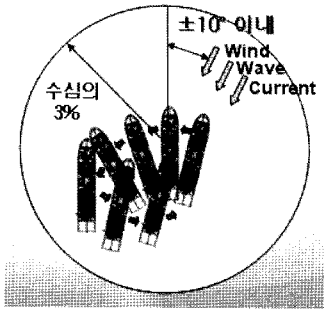


그림 13. Dynamic Positioning Performance

IMO에서 요구하는 DP notation 중, DP Class II는 System에 대한 Redundancy를 요구하고 있으며, DP Class III는 System + 구획에 대한 Redundancy를 요구하고 있다. DP Class II 이상 적용 시, 특정 System 작동 불능에도 불구하고, 65% 이상 Generator engine 및 Thruster를 사용할 수 있어야 하며, DP Class III 적용 시는 특정 구획의 침수 및 화재 시에도 65% 이상 Generator engine 및 Thruster를 가동할 수 있어야 한다. 4.5MW 이상 Thruster 6기를 장착한 드릴쉽의 경우, 특정 구획의 침수 및 화재 시에도 선 수 방향으로부터 10도 이내로 선박의 Heading을 유지할 수 있고, 수평 변위는 수심의 약 3%이내에서 위치를 유지할 수 있다.

## 5. 결론

근래 들어 발주 우위를 보이고 있는 드릴쉽의 변천사와 최근의 기술 동향을 소개 하였다.

앞서 기술한 바와 같이 2005년 이후 드릴쉽 발주는 기술적 우위를 점하고 있는 한국 조선소에서 독식하였다. 그러나 시장 상황의 변화가 점차 빨라지고 있고, 선주의 요구 사항 또한 다양하게 변화하고 있다. 이러한 대외 환경 변화에 대한 적응력을 높이고, 신기술 개발에 집중해야만 드릴쉽 시장의 주도권을 유지할 수 있을 것으로 생각된다.

## 참고 문헌

- [1] Struhs, A. "Glarmer Challenger unlocks the earth's mysteries" On Location (Winter 1984)
- [2] S.H. Choi, "Moonpool과 Azimuth thruster를 장착한 Drillship의 저항 추진 성능", 2004, 대한조선학회

\*) 본 논문에 실린 Rig 사진 중, 삼성중공업에서 건조한 Rig 이외의 선박은 Transocean 홈페이지 및 Wikipedia에서 인용한 것임. ⚓

박상도

삼성중공업 기본설계2팀 부장



- 1966년 1월생
- 1988년 서울대학교 조선공학과
- 관심 분야 : Drillship, FPSO, LNG FPSO
- 연락처 : 055-630-3347
- E-mail : sang\_do.park@samsung.com

안영규

삼성중공업 기본설계2팀 차장



- 1969년 1월생
- 2003년 일본 큐슈대학 박사
- 관심 분야 : Drillship, FPSO, LNG FPSO
- 연락처 : 055-630-5416
- E-mail : youngkyu.ahn@samsung.com