

海洋石油掘削について

去る8月7日、日本海洋掘削(株)、新海洋掘削装置建造室長相沢貞道氏を迎え、当会会議室において、海洋石油掘削に関する講演会が催された。以下はその講演の概要である。

海洋掘削の必要性は、海岸沿いにある油井よりも更に海寄りに良好な油脈が多いことが判明した結果生まれた。海洋掘削装置には、固定式と移動式がある。

固定式海洋掘削装置は、通常固定式プラットフォームと呼ばれているが、その性質上移動性がないので、試掘が行われた後の本格的な掘削及び採油装置として用いられる場合が多い。

移動式海洋掘削装置としては、着底型 (submersible type)、甲板昇降型 (jack-up type)、半潜水型 (semi-submersible type) 及び船型 (ship type) がある。

海洋石油掘削は、まず1920年代にマラカイボ湖やカスピ海で、次いで1930年代にはカリフォルニア沖、ルイジアナ沖、ボルネオのブルネイ沖などで開始されたが、これらは木製のやぐらを湖内や湾内などの静かな水域の水深数メートルの位置に設置して行われたもので、外洋における本格的な石油の開発が開始されたのは、1947年、メキシコ湾のパーミリアンブロックの水深約6メートルの位置に、鋼鉄製の固定式プラットフォームが設置されたのが最初である。

その後、1949年には世界最初の移動式掘削装置が開発され、アメリカのガルフコーストにおいて使用された。この型式は着底型のものであった。現在、世界で340～380基程度の海洋掘削装置がか動しており、中には300～1,000メートルのか動水深を持ったものが開発されているが、海底に設けられる坑口装置、特に防噴装置 (blowout preventer) の制御及び管理に問題があり、また、石油生産コストの関係で水深100メートル前後までの掘削が多いため、移動式としては甲板昇降型のものが一番多い。

海洋掘削装置の型式別、一般特性は表1のとおりである。

船型、半潜水型などの浮上式掘削装置を掘削場所に固定係留する方法としては、数個のアンカーを数箇所に打ち込み、各アンカーチェーンの張力を測定して、これにより適当な位置のアンカーチェーンを巻き込み又は繰り出すことによって位置を固定するアンカーリング方式と、あらかじめ海底に設置された超音波発信装置又は陸

上のロラン基地からの信号により自船の坑口に対する位置を検出し、推進装置及びスラストにより位置を固定するダイナミックポジション方式とがある。

アンカーリング方式を採用する場合には、アンカーのはず力は掘削が行われる海域における100年 storm (100年に1回起きると考えられる最大級の荒天) を目標に設計され、掘削を行う前に test される。

日本海洋掘削(株)所有の半潜水型掘削装置、第3白竜号 (図1。これは、今回当会に入級することになった第5白竜号と同型である) では、アンカーチェーンの張力とあらかじめ坑口装置に取り付けられた超音波発信装置並びに海底坑口と掘削装置を結ぶパイプ (これをライザーパイプという) の坑口における角度の検出、ライザーアングル・インジケータの併用によるアンカーリング方式を採用している。

海洋掘削の現場で、一基の掘削装置に乗り込む人員は70名前後であるが、掘削作業に直接従事するのは場長 (1名)、ツールプッシャ (2～3名) のもとに掘削作業員 (25～30名)、補助作業員 (15～20名) がおり、12時間交替で24時間作業が行われている。日本海洋掘削(株)では、2週間の海上勤務に対して1週間の陸上休暇を与えている。

掘削技術を評価するのは掘進率であり、したがって掘削日数ということになるが、現在の掘削日数は3,000～4,000メートル級の場合は3箇月程度が目安になっている。したがって、人員の交替も必要になり、ほとんどの海洋掘削装置はヘリコプタ・デッキを有し、ヘリコプタによってこれを行っている。また、機材の運搬には、別にサプライボート又はワークボートを用意してこれに当たらせている。

掘削の方法としては、現在ほとんどがロータリ式で、この原理は掘管 (drill pipe) の下端にビット (bit) を接続して坑底に降ろし、地上で drill pipe を回転させることによって、bit に地質に対する適当な荷重と回転を与えて掘削し、また、drill pipe の中を通り、bit の先から放出され、drill pipe の外側を通り循環される掘削泥水により bit を冷やし、掘削くずを回収するとともに泥水比

表 1 掘削装置構造物の型式と比較

型 式		接 地 式		浮 上 式		固 定 式
		着 底 型	甲板昇降型	船 型	半 潜 水 型	
項 目						
用 途		試掘, 採掘	試掘, 採掘, 改修	試掘, 採掘	試掘, 採掘(改修)	試掘, 採掘
稼働水深		5~30 m	10~90 m	10~600 m	10~500 m	100m以下
海底土質に対する制限		1.粘土, 砂質粘土 2.海底こう配の小さなところ	海底の状況に応じ接地部の形状を変える必要がある	各種海底ただし, アンカーのは駐力に要注意	1.着底: 粘土, 砂質 2.半潜水: 各種海底, ただし, アンカーのは駐力に要注意	—
作業限界	風速	20 m/sec	20 m/sec	10 m/sec	20 m/sec	50 m/sec
	潮流波高	4ノット 約7 m	4ノット 約7 m	3ノット 約3 m	4ノット 約7 m	— 16 m
安全性の設計条件	風速	60 m/sec	60 m/sec	60 m/sec	60 m/sec	60 m/sec
	潮流波高	4ノット 接地水深により異なるが約10m前後	4ノット	4ノット 10 m程度	4ノット 15m以上	— 16m程度
波浪中の運動	接地時 浮上時	問題なし かなり大きい	問題なし かなり大きい	— 大きい	問題なし 小さい	—
移動性	えい船抵抗波浪中の強度	かなり大きい 問題あり	かなり大きい 大型のものは脚の振動に問題あり	小さい 問題なし	かなり大きい 喫水を増せば問題なし	—
位置決め (ロケーション)		アンカー, バラストイング	甲板昇降	ダイナミック・ポジショニング・アンカー	アンカー, バラストイング	—
貯蔵能力 (バリアブルロード)		約 3,000 トン	800~1,500トン	約 2,000トン以上	約 2,000トン以上	—

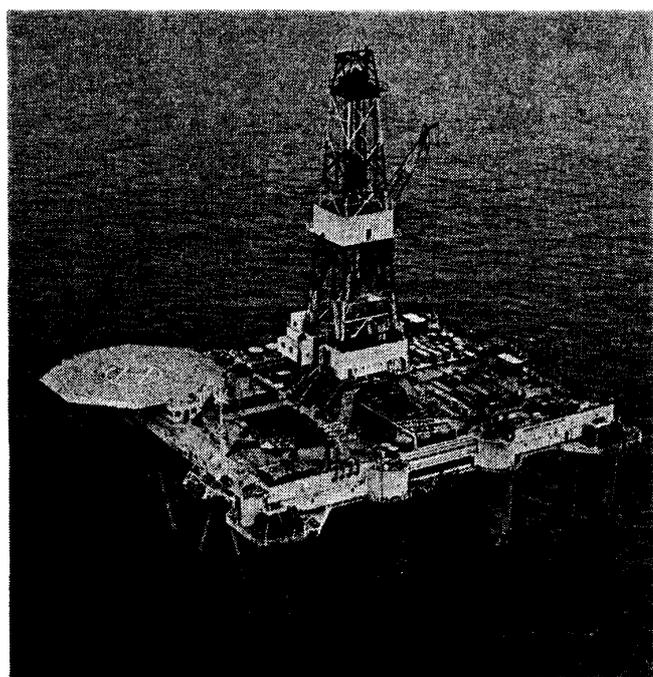


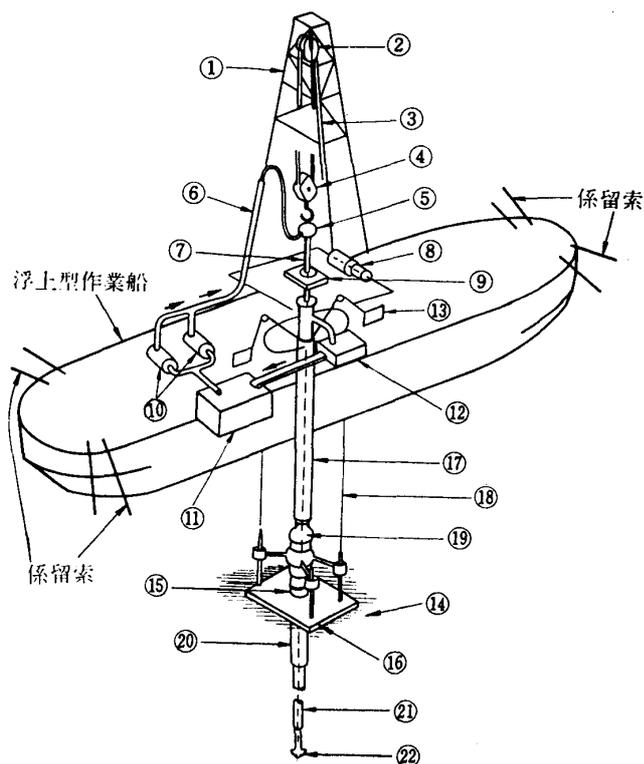
図 1 “第3白竜”

重によって地層の崩れるのを防ぐようにしている方法である。この掘削泥水の良否は掘削能率に直接大きく影響する。

良好な掘削泥水が備えるべき主な条件としては、次のものが考えられる。

- 1) 泥水比重は、地層圧力とバランスした適正值であること
- 2) 粘度、ゲルストレングスが低く適正な範囲にあること
- 3) 脱水量が少ないこと
- 4) 形成する泥壁が薄くてしかも強いこと
- 5) 地層の崩壊、泥化を抑制する機能があること
- 6) 張り付きができないこと
- 7) 化学的に安定であること

このような条件を満足するために、ベンナイト、バライト、分散剤、脱水減少剤、中和剤、界面活性剤、逸泥防止剤、消泡剤等の調泥剤が添加され、かつ、坑口より回収再使用される泥水に対しては、常にこれらの含有状態を観察し、掘削地層に合った泥水となるよう、マッドミキシングなどにより添加物の適正添加を行っている。



- | | |
|--------------|---------------------|
| ① やぐら | DERRICK |
| ② クラウンブロック | CROWN BLOCK |
| ③ ホイスト | HOIST |
| ④ トラベリングブロック | TRAVELLING BLOCK |
| ⑤ スイベル | SWIVEL |
| ⑥ スタンドパイプ | STAND PIPE |
| ⑦ ケリー | KELLY |
| ⑧ ドローワークス | DRAW WORKS |
| ⑨ ローターテーブル | ROTARY TABLE |
| ⑩ 泥水ポンプ | MUD PUMP |
| ⑪ 泥水タンク | MUD TANK |
| ⑫ シェールシェーカー | SHALE-SHAKER |
| ⑬ デサnder | DESANDER |
| ⑭ デガッサ | DEGASSER |
| ⑮ 自動張力保持装置 | AUTO-TENSION SYSTEM |
| ⑯ 海底 | OCEAN FLOOR |
| ⑰ 坑口 | WELL HEAD |
| ⑱ 坑口構造物 | BOTTOM STRUCTURE |
| ⑲ ライザーパイプ | RISER PIPE |
| ⑳ 導索 | GUIDE LINES |
| ㉑ 噴出防止装置 | B. O. P |
| ㉒ ケーシング | BLOWOUT PREVENTER |
| ㉓ ドリルストリング | CASING |
| ㉔ ビット | DRILL STRING |
| | BIT |

図 2 掘 削 装 置

掘削装置の概要は、図 2 のとおりである。

ドローワークスは、トラベリングブロック及びクラウンブロックを介して、drill pipe の全重量を支え、bit に加える掘削荷重を制御している。このため、ドローワークスには荷重計が備えられており、掘削が進行していても常に drill pipe の全重量から bit に加えるべき荷重 (10~20トン) を差し引いた荷重がドローワークスにかかるよう、ブレーキ操作によって調節されている。また、bit の交換又はケーシングパイプのそう入のための揚降管作業は、全掘削作業の 40% 近くを占めるため、特にドローワークスには高性能が要求される。

掘削泥水は、泥水ポンプによりスイベルを通じて drill pipe 中に送り込まれて bit の先から放出され、drill pipe とライザーパイプとの間を通り回収し、マッドタンクに送られて再び循環使用される。

噴出防止装置は、掘削中高圧地下水層又は高圧ガス層に突き当たった際、これらの水又はガスが掘削泥水による圧力 (掘削泥水の比重×深さ) に打ち勝って噴き上げてくるのを、ここで止める目的で設けられており、これらの作動は油圧によって行われている。

自動張力保持装置は、通常ライザーテンションと呼ばれる、半潜水型及び船型などの浮上式掘削装置の場合に設けられ、波による掘削装置の上下動により掘削口と掘削

装置の相対位置が変化しても、掘削作業に支障を来さないよう保護するものである。これと同様の考慮は drill pipe にも払われており、図にはないがトラベリングブロックとスイベルの間に motion compensator が取り付けられ、同様の働きをしている。

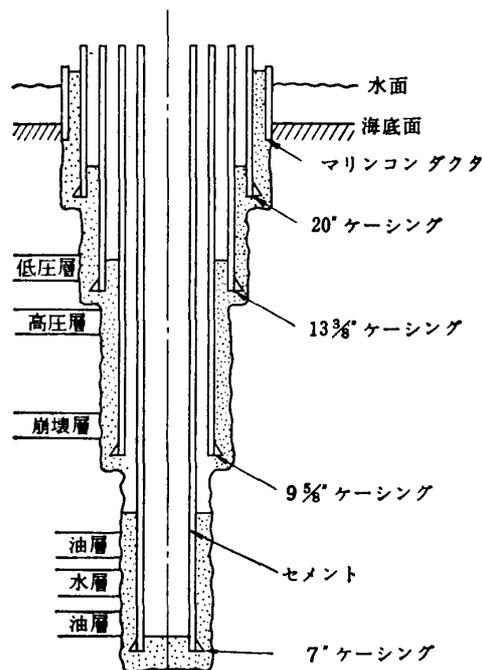


図 3 ケーシングのそう入

bit は直接坑底の岩石を掘り砕くために用いられ、円すい形のカタに刃を付けたトリコーンビットが主に用いられているが、表面にダイヤモンドの粒を植え込んだダイヤモンドビットというものもある。

ケーシングは、掘削泥水が圧力の低い地層に逃げるのを防ぐとともに、地層の崩壊を防ぐ目的で使用され、コンダクタパイプとケーシングパイプとから成る（図3参照）。各パイプと坑壁との間は、セメントを詰め硬結する。この作業をセメンチング作業という。一般的なコンダクタパイプ及びケーシングパイプの使用径と順序は、まず30インチのパイプを海底に打ち込み（これをコンダクタパイプという）、次いで、掘削を行いながらケーシングパイプとして20インチ、13³/₈インチ、9⁵/₈インチ、

7インチの順に使用する。最後の7インチのケーシングパイプは、仕上げ、つまり採油できる状態のときに使用するもので、9⁵/₈インチのケーシングパイプ設置後はケーシングパイプなしで掘削を進め、坑壁の保護は掘削泥水によりコロイド分を坑壁にバックさせて行う。今後の海洋石油開発の方向としては、か働水深が大きく安定性の高い半潜水型の海洋掘削装置が採算ベースに乗り、多くなっていくことが予想され、このために必要なダイナミックポジショニング方式のコスト面、あるいは精度の向上に努力が払われており、一方6箇月間程度は、保守点検を必要としないB.O.Pを含めた坑口装置の開発も進められている。