

阿賀沖北油田プラットフォームについて

新日本海石油開発㈱新潟鉱業所 大塚 進

1. 阿賀沖北油田開発経過の概要

阿賀沖北油田は、新潟県東港沖合約16kmに位置する日本最大の海洋油田である。本油田は、昭和48年に掘削した試掘1, 2号井により原油、ガスを確認したが、構造が複雑で埋蔵量評価が困難であったこと等により、開発を保留していた。その後、進歩した物理探査技術を利用して、構造解釈及び地質解釈を行った結果、当構造の油層は、同構造の南部に広がっていることが推定されたので、昭和56年3月、1号井の南2kmの地点に3号井を掘削し、日産6000バレルの油層（推谷層、西山層）の存在を確認した。同3号井に引き続き、昭和56年10月から、昭和57年3月にかけて油層の広がりを確認するために掘削した4, 5, 6号井のいずれにおいても、油・ガスを産出した。その結果、それ迄に得られた諸データをもとに、構造・地質の再解釈及び、油層評価を実施して、昭和57年11月に本油田の開発を決定した。当油田の開発推進に当たっての考え方としては、早期生産開始を課題において開発計画を策定した。それには工期の短縮する上での設計上の配慮及び工法の検討、更に掘削・生産の同時並行作業可能なプラットフォームとする設計を考慮した。

昭和56年、試掘3号井の成功により、基礎的な開発検討を開始し、その後の構造再解釈・探掘作業と並行して、開発方式の検討、基礎資料の整備、概念設計等の開発に向けての事前検討を進めて来た。そして昭和57年にはプラットフォームの基本設計を終えて、プラットフォーム及び塔載施設、機器の基本仕様を固め、具体的な開発施設計画を作り上げた。その後、開発移行正式決定と同時に、早期生産開始を前提に、コントラクターの決定に於いても、この点を重視して一括元請負方式で進めることとし、昭和58年4月、海洋油田施設の工事を発注した。

直ちに、施設の詳細設計に入り、機材の手配、製作・加工・組立てを行い、1年後の昭和59年4月より現地工事を開始、7月には海洋プラットフォームを完成、更に10月には、第1号井の生産開始するという開発工程を作成した。実際には、全くこの工程通り、しかも無事故・無災害のうちに進めることが出来た。これは単に海洋工事が気象・海象に恵まれたというだけでなく、設計上の配慮、工法上の工夫が功を奏した他に工事関係者の並々ならぬ努力とが三位一体となった所以と思う。

図1 阿賀沖北油田位置図

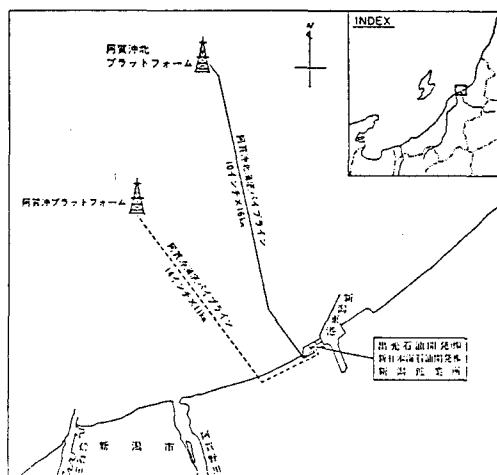


表1 阿賀沖北油田の開発経緯

昭和48年7月～昭和49年1月	試掘1, 2号井の掘削
昭和50年～昭和55年	日本海総合評価の実施（再物理探査及び構造解釈、地質解釈等）
昭和56年3月～6月	試掘3号井の掘削（原油換算6,000バレル/日、出油）
昭和56年10月～昭和57年3月	探掘4, 5, 6号井の掘削
昭和57年4月～10月	開発検討（埋蔵量評価、基本設計、経済性検討）
昭和57年11月	開発決定
昭和58年1月～4月	気象、海象解析及び海底土質調査
昭和58年4月～昭和59年3月	プラットフォーム設計・製作
昭和59年4月～7月	プラットフォーム設置・海底パイプライン敷設
昭和59年8月	生産井掘削開始
昭和59年10月	生産開始

2. プラットフォームの概要

阿賀沖北プラットフォームの設計・製作・設置を新日本製鐵(株)（デッキモジュールは三菱重工業(株)が下請）に発注し、昭和59年7月15日、プラットフォームは竣工した。以下プラットフォームの概要を述べる。

2・1 設置位置

新潟東港沖合16km、水深90mの地点。（N：38° 07' 14"，E：139° 09' 19"）

2・2 構造・諸元

図2 阿賀沖北プラットフォーム

阿賀沖北プラットフォームはAPI-RP-2A、クラス100に準拠しており、掘削設備と生産設備を同時に搭載したテンプレートタイプのプラットフォームである。

(1) 構造および主要寸法

- ①ジャケット：全溶接式トラスラーメン構造、レグ8本、高さ97m、水平構面6段で、頂部43.2m×16.5m、底部67.3m×40.7m、パイル：メインパイル8本、スカートパイル4本。
- ②上載構造物：全溶接式鋼製骨組構造物で、5つに分割されたブロックモジュール（ブロック1：上サブストラクチャー、ドローワックス、ブロック2：下サブストラクチャー、シェルシェーカー、ブロック3：メインデッキ、坑口装置、生産施設、ユーティリティー施設、セメンチングユニット、ブロック4：マッドボンブルーム、ブロック5：居住区およびヘリデッキ）と掘削槽より構成され、その主要寸法は、図2の通りである。

(2) 荷重

総重量は約10,000トンでその内訳は、ジャケット3,000トン、パイル2,500トン、コンダクターパイプ500トン、デッキ2,400トン、上載設備1,600トンである。

2・3 設計条件

ジャケットの設計は、以下の9項目により行われている。

- ①インブレス解析（暴風時および運転時の解析）、②鉛直方向波力およびスラミングに対する解析
③疲労解析、④耐震解析、⑤杭基礎設計、⑥進水時の応力解析、⑦輸送解析、⑧施工設計（進水挙動解析、アベンディング解析）、⑨付属品の設計

この設計に特に大きな影響を与える自然条件は表2のごとくである。

表2 設計に用いた自然条件

項 目	設 計 条 件			
風 速 (1分間平均、海上10m)	100年ストーム時	NW方向48.4m/s，SW方向54.3m/s		
	運 転 時	全方向 20m/s		
最 大 波 高	100年ストーム時	NW方向19.58m（周期13.0s）、SW方向16.27m（周期11.5s）		
	運 転 時	全方向 7.45m（周期10.0s）		
表 層 潮 流	100年ストーム時	潮流 1.06m/s、吹送流 0.69m/s		
	運 転 時	1ノット（0.5144m/s）		
地 震	震 央 距 離	10km	100km	
	規 模	M=7.0（短周期波）	M=8.0（長周期波）	
海 生 付 着 物	水 深	0m～-12.5m	-12.5m～-27.5m	-27.5m～-90m
	付 着 厚	50mm	25mm	0mm

(1) 気象・海象条件

日本海の新潟海域は台風時の他、冬期季節風による波が特徴的であり、波の方向性も強い。そこで当海域で得られている気象・海象データの調査・解析を行い、設計に用いた環境条件としては100年確率の暴風、波浪として、特に大きいNW方向、SW方向値を採用した。

(2) 地震

新潟海域では、昭和39年のマグニチュード7.5の新潟地震も記憶に新しいことから、本プラットフォームは、応答スペクトル法による動的解析を行った本格的な耐震設計を実施した。基盤地震の選定に当たっては、地震の主要諸元である、①マグニチュード、②震央距離、③周期特性、を考慮して異なる諸元を有する地震、すなわち、震央距離の至近距離を代表して中規模($M=7.0$)および比較的遠距離の長周期の大地震($M=8.0$)を想定した。更に各々の地震動の周期特性を満たす基盤地震波として短周期はエルセントロの記録、長周期は十勝沖地震八戸港記録を各々用い、プラットフォーム建設地点における土質調査結果から得られた諸土質データにより解析を行った。これによれば、本プラットフォームの固有周期に近い長周期波の地震の方が影響が大きいことが判明した。

(3) 海生付着物

新潟海域は、暖流により水温が高く、また、信濃川、阿賀野川といった一級河川の河口沖であり栄養分も高いことで海生成物(主に貝類)には好条件のようである。この貝類がプラットフォームに付着繁殖すると、部材が受ける波力は増大するため、この付着厚さは設計上考慮しなければならず、本設計においては、付着物の定期的除去作業を前提にして決定した。

2・4 建設工事

(1) 輸送

昭和59年4月、新日本製鐵(株)若松鉄構海洋センターで製作されたジャケッとは、スキッドベース上を滑らせ、ロンチングバージ「あがの」(100m×30m×7m 12,000DWT)に積み込まれ、4600馬力のタグボートに曳かれ、阿賀沖北油田の建設現場に予定通り到着した。

(2) 進水

ロンチングバージが現地に到着すると、ジャケッの輸送固縛を解き、油圧ジャッキおよび進水用ウィンチを使用して、ジャケッをスキッドベース上を滑らせ、ジャケッの重心がスキッドベースの終端にあるロッカーアームに到着すると、ジャケッは自転し、海中に進水し、海面に浮上した。引続いて、設置地点に固定されたデリックバージ「くろしお」(142m×40m×9m、25,000DWT、デリック能力、主巻、固定時2,268 m.t×30.5m、旋回時1,814m.t×30.5m)の船尾まで曳航された。

(3) アベンディングおよび据付

デリックバージの船尾まで曳航されたジャケッのアベンディング用のスリングワイヤーをクレーンに掛け、それを吊り上げるによりジャケッは引き起こされると同時にジャケッレグ内に注水し浮力調整を行いつつ、あわせて方位と水平度を計測しながら予定の地点に設置した。

(4) パイルの打設

外径54寸のパイルは、メインパイルのインナーパイル4本、コーナerpイル4本続いてスカートパイル4本の順でジャケッの傾きを考慮しながら打設された。メインパイルは地下60m、スカートパイルは地下55mまで打ち込まれた。(ハンマー:MENCK MRBS 2500SL)

(5) コンダクターパイプの打設

外径30時のコンダクターパイプ(10本)は地下45～50m迄打ち込まれ、更にデッキを塔載後、ジャケット頂部からロアーデッキ間にコンダクターパイプが継ぎ足されて取付けを終えた。(ハンマーはMENCK MRBS 1800)

(6) シムプレートの取付

パイルの打設が終了し、ジャケットの水平度を確認の後、パイルがジャケットレグに対し、均等に間隔を持つよう、ジャケットレグとパイル間へシムプレートを溶接止めた。

(7) パイルのグラウチング

パイルの打設およびジャケットの最終レバリングが終了した後に、メインパイルは、ジャケットレグとパイルの間隙を海底からレグトップ迄、スカートパイルは、パイルスリーブとパイルの間隙を海底よりスリーブトップ迄、についてグラウチングして、ジャケットを完全に固定した。

(8) トランジションピースの取付

グラウチングが終了した後、各パイル間の距離がメインデッキカラムの製作寸法に合わせるため、トランジションピースを建込み、パイルの傾きを鉛直に直し、また一定のレベルに調整し、仮止めて、デッキの塔載を待った。

(9) デッキモジュールの塔載

三菱重工業横浜島造船所で製作されたデッキモジュールは関門海峡を廻って現地に到着した。5分割されたデッキモジュールの中で最大荷重(1600トン)のメインデッキが先ず塔載固定された。次いで、マッドポンプルーム、居住区、上・下サブストラクチャー、デッキクレーン、掘削槽の順で吊り込まれた。

(10) 現地艀装

デッキモジュールおよびルーズ品積込み後、ブラットホーム上では、モジュール間の配管接続、電気配線の継ぎ込みなどの現地艀装工事に入り、並行して各設備の試運転検査を行い、7月15日完成した。

2・5 防食対策

(1) スブラッシュゾーン

スブラッシュゾーンにあたる、海面±4.5mの範囲は、特に腐食環境が厳しいため、超厚膜型無溶剤エポキシ樹脂による重防食塗装を行なっている。また、付属品および海面上+4.5m以上の部分は、ポリアミドエポキシによって防食塗装を施している。

(2) 海中部

設計寿命25年の犠牲陽極(アルミニウム合金)を用いた流電防食を施し、モニタリングパネルを居住区の中央制室に配置している。

2・6 塔載機器および施設

(1) 生産施設およびユーティリティ機器

①坑口装置：10坑井分設置可能で、シングル仕上げ、デュアル仕上げを合わせ、マニフォールドは、16本のフローライン用として設置。

②プロダクションセパレーター：油田としての全生産量の計量に使用し。原油：1000KL/日

- ③テストセパレーター：坑井の単独計量用に使用。 原油：280KL/日
- ④オイルスキマー：含油排水中の油の分離槽。 油・水 200KL/日
- ⑤オイリーウォーターセパレーター：排水中に含れる油分を排水基準以下に分離除去。油・水50KL/日
- ⑥オイルリカバリーベッセル：ドレーンシステム（オイルスキマー、オイリーウォーターセパレータ、サンプケーソン等）およびガスクラバーからの回収油貯槽で、ここに回収された油はポンプ生産ラインの幹線にリサイクルされる。
- ⑦サンプケーソン：排水の油分を海水の中で比重差により分離・凝集させ回収する。
分離水：200KL/日 $\phi 900\text{mm} \times 60\text{m}$
- ⑧ビルジタンク：塔槽類からのドレーンおよび油分の混入しているオープンドレーンを受け、上澄みはオイルスキマーへ送り、分離水はサンプケーソンへ送る。
- ⑨ガス放散線：高圧系と低圧系の二系列があり、各々フレームアレスターが設備され、デリック頂部で大気に開口している。
- ⑩発電機：主発電機 1250KVA $\times$ 2、 非常用発電機 300KVA $\times$ 1
- ⑪ウォーターメーカー：海水からの飲料水製造。 34 m^3 /日
- ⑫海水ポンプ：エンジン類冷却水他に使用。 300 m^3 /H $\times$ 2
- ⑬ボイラー：暖房他一般使用。 1000Kg/H $\times$ 2
- ⑭エアコンプレッサー：計装用 $\times$ 2、 リグサービス用 $\times$ 2、 エンジン始動用 $\times$ 2

（２）緊急遮断・開放施設

中央制御室（CCR）には装置・機器を監視・制御するスーパーバイザリーコンピューターによって、グラフィックディスプレイ装置に表示される画面により常時監視しており、異常発報に対して、必要な操作・制御を行なうが、異常の度合によっては、エマージェンシーシャットダウンバルブが作動し、坑井は密閉され、生産停止すると同時に、プロセス内の高圧ガスはブローダウンバルブの開放によりベントスタックより放散される。

（３）消火設備

公共消防による消火が困難な場所の為、法定消火設備を超え、自己消火に十分な設備を設けており、早期検知と初期消火により、火災を最小限にいとめる体制をとっている。

- ①ファイヤーガスパネル：コントロールルームに、プラットフォーム全域の火災およびガス検知をモニターしている。
- ②検知システム：プラットフォーム全域に、ガス、熱、紫外線、煙、の各検知器を設けてあり、異常を検知すれば直ちに発報するようにセットされている。
- ③消火システム：スプリンクラー（居住区内）、泡消火（坑口、ブローダクションフロアー、燃料タンク）ハロン（発電機室、コントロールルーム等）、放水銃、消火栓（随所）
- ④ポータブル消火器：ドライケミカル、炭酸ガス

（４）その他の施設

- ①居住施設：70ベット
- ②救命艇：40人乗 $\times$ 2
- ③航空法、航路標識法関係施設：航空障害灯、境界灯、航路標識灯、霧笛

④通信施設：多重無線（TC/TM）、VHF無線電話、航空無線（ヘリコプター）、船舶電話

2. 7 掘削施設および生産井仕様

(1) 掘削施設

- ①掘削槽：耐震構造、高さ50m、床面積 9m×9m、エムスコ三菱20RD型
- ②ドローワークス：ナショナル110M、4000m掘削可能
- ③発電機：前述2. 6 (1) ⑩兼用
- ④コンダクターロット：10坑井分
- ⑤デッキクレーン：35トン×2

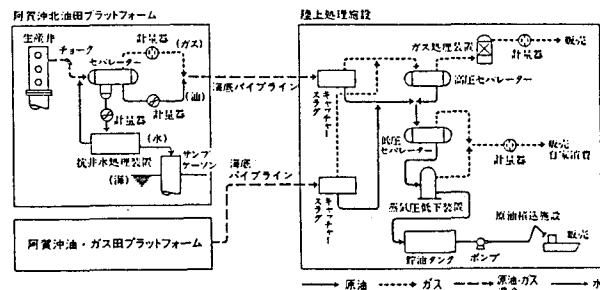
(2) 生産井仕様

- ①掘削深度：1550m～2050m
- ②傾斜角度：23°～57°
- ③仕上ケーシング：95/8 インチ
- ④仕上チュービング：27/8 インチ
- ⑤サンドコントロール：グラベルバック

3. 生産物処理工程

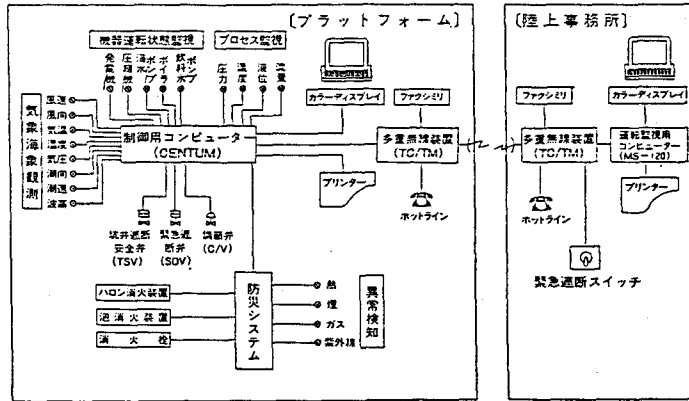
各坑井からの生産物は、プラットフォーム上のセパレーターで原油・ガスに分離され、各々計量される。計量後、原油・ガスは再び混合され、海底パイプラインで陸上処理施設に送られる。陸上施設では、スラグキャッチャー、高圧セパレーター、低圧セパレーターにより原油・ガスに分離された後、原油は蒸気低下装置にて処理した後タンクに一時貯蔵し、タンカーにより出荷され、ガスは脱水処理後は販売先に送られる。

図3 生産処理系統図



上述の処理を円滑・安全に行うため、プラットフォームと陸上の両コントロールルーム間を多重無線でつなぎ、テレコントロール・テレメーターリングシステムによりプラットフォームから陸上コントロールルームに、生産データ、運転データ等を常時送っている。プラットフォーム・陸上両コントロールルームに設置されている。スーパーバイザーコンピューターによって、グラフィックディスプレイ装置に表示される画面により常時生産・運転状況の監視を行っており、非常時にはプラットフォーム・陸上の両コントロールルームより、遠隔操作により緊急遮断・運転停止の措置がとれるシステムになっている。

図4 阿賀沖北油田運転管理システム



4. その他関連施設（パイプライン）

生産された原油・ガスを送るため、プラットフォームから陸上基地間に、総延長17.6km（海底部16.4km 陸上部1.2km）、のパイプラインを敷設している。本パイプラインは原油・ガスの最大輸送圧力、敷設時の応力並びに地震、気象・海象条件等の自然条件に充分耐えられるよう設計され、外径273mm、肉厚12.7mmの継目無鋼管を使用し、外面は2mm厚のポリエチレン・コーティングを施している。埋設深度は、敷設海域における、船舶の錨泊、底曳網等の漁業操業に障害がないよう、沿岸やら沖合5kmまでは海底下3m、沖合部は0.5mとした。なお、汀線部については、護岸及び漁場保護の目的から、陸上より孤状を描いて直接目的の海底地点まで地下孔を掘り、これにパイプを引き込む「孤状錐進工法」により敷設した。

（以上）