

＜砂層型メタンハイドレートの研究開発＞

試掘・簡易生産実験の概要と現場作業

2023年11月6日

MH21-S研究開発コンソーシアム
試掘チーム

試掘・簡易生産実験の計画概要

➤ 試掘・簡易生産実験の実施

- 掘削位置：志摩沖鉦区内、高評価調査井の近傍
- 坑井：生産井 2本（濃集帯SM1 & SM2に1本ずつ）
- フロー日数：5日間 x 2本
- 時期・期間：令和5年5月29日～8月2日(65日、予備9日間含む)

作業船：ちきゅう



➤ 目的

① 次フェーズ海洋産出試験実施濃集帯選定に資する情報の取得

- 事前調査井データに加えて試掘井の情報も追加されることでMH濃集帯の不均質性(側方変化)の評価が可能に。
 ⇒ より多くの情報に基づき、濃集帯の原始資源量が100億m³以上を満たすと評価される（フェーズ4の目標）とともに、次フェーズ海洋産出試験実施候補地点の抽出に資する。

② メタンハイドレート分解・ガス生産特性の把握

- 試掘による初期貯留層性状の把握に加えて、簡易生産実験を通じてMH分解並びにガス生産特性を把握する。
 ⇒ アラスカ陸上産出試験にて得られるデータ等も踏まえ、モデルによる生産予測(シミュレーション)により、将来の生産にて1坑の生産レート 5 万m³/日の見込みが得られる（フェーズ4の目標）かを評価する。

志摩沖 簡易生産実験の結果概要

➤ 結果：必要データが取得できなかったことから次フェーズのための候補地選定ができない状態

● 期間：令和5年 5月29日～8月8日（72日）

作業中断：21日

主な中断要因:

- ROV*故障(11.5日) - (1)
- ドリルパイプ類の遺留・回収(5.6日) - (2)(3)
- ハイドレート生成による生産パイプの閉塞(3日) - (4)

● 生産状況：SM2- 5日間のフローを実施するも低レート - (5)

SM1- 生産パイプ内にハイドレートが生成したため生産できず - (4)

● 主なトラブル / 課題：

- (1) ROVの度重なるトラブル（故障、不調）について
- (2) レンタルしたツールズが目的に合致していなかったという業務管理上の課題
- (3) 潮流の影響でパイプのネジが戻り、パイプが遺留した可能性について
- (4) メタンハイドレート層内のガス層、それによる生産パイプ内のハイドレート生成による閉塞
- (5) GeoFORM™（坑内で膨張させる使い方）の目詰まり・硬化不足について
- (6) 「ちきゅう」の傭船期間の延長と関係組織との連携について

* ROV: 無人潜水ロボット。海中の映像や情報をリアルタイムで船上に伝える。
アームを備え、海中で機器設置や物品回収などの作業が可能。

各生産井での生産実験結果及び今後の対策

SM2-P1

- 5日間のフローを実施。
- ガス・水生産レート及び、GeoFORM™内外の温度・圧力データを取得。
- GeoFORM™外側の圧力を、約14MPaから目標5MPaに対し6MPa程度まで下げられた。
- 生産開始初期より、GeoFORM™の内外で約3MPaの差圧が発生。
- これまでの生産試験に比べ、減圧の程度に対して生産レートが低かった
- 原因：GeoFORM™の目詰まり・差圧による収縮とMH層の低生産性が考えられる。
- ✓ 対策：今回実施した作業、データを検証し、防砂対策を再検討する
 - － GFが目詰まりを起こしたと考えられることに対し：坑径拡大は無かったか？仕上げ区間の選定は問題なかったか？減圧スピードは速すぎなかったか？
 - － GFが収縮した可能性に対し：MHが分解を始めるまでにGFは硬化していたと考えられるか？硬化に必要なプロセスは、水でのフラッシュのみ？時間の要素は不要か？圧縮の程度は？それによる浸透率の低下はどの程度？
 - － MH層の低生産性に対する検証：JOGMEC、AISTと協力して実施

各生産井での生産実験結果及び今後の対策

SM1-P1R

- 掘削後の揚管時に、フリーガスが確認された。（泥水スポットで抑圧）
- 減圧の初期段階に管内にフリーガスが流入し、ESP下流の高圧低温部分でハイドレート化による閉塞が生じたと考えられる。
- 編成を揚管してハイドレートを分解させるも、時間切れで生産を再開できず。
- 坑底圧は、ハイドレートを分解させるまでは低下できず。（17.5MPa→15Mpa程度）
- 原因：フリーガスの流入、ハイドレート化による管内の閉塞
- ✓ 対策：
 - ー これまでの周辺坑井のLWDデータ等を見直し、ガス層の広がりや成因を考察する。
 - ・ (次回は)可能であれば、フリーガスの無い場所を選んで掘削する。
 - ・ (次回は)パイロット坑を掘削し、フリーガスがある場合は場所を変更することも考慮する。
 - ー ガスの流出を抑える流体(高比重ブラインや高粘性流体)を検討する。
 - ー フリーガスが流入しても、ハイドレート化させずに減圧できる方法を確立する（最初に管内にインヒビターを充填しておく等）

試掘・簡易生産実験のオペレーションレビュー

➤ トラブルの原因究明、対策案の策定のため、簡易生産実験のレビュー会議をJMHが開催

1. 8月30日	JMH内 レビュー会議	5.10月11日	学識経験者 レビュー会議
2. 9月5日	JAPEX レビュー会議	長縄 成実 殿	(秋田大学大学院教授)
3. 9月13日	MH21-S レビュー会議	増田 昌敬 殿	(東京大学名誉教授)
4. 9月25日	民間有識者 レビュー会議	栗原 正典 殿	(早稲田大学理工学術院教授)
		古井 健二 殿	(早稲田大学理工学術院教授)
		村田 澄彦 殿	(京都大学大学院教授)

➤ 今後の対策：以下に対する対策を策定し、今後の簡易生産実験等の再実施に備える

(1) ROVの度重なるトラブル（故障、不調）について：

契約形態が複雑で、適切にメンテナンスや更新を実施できる体制になっていない

(2) レンタルしたツールが目的に合致していなかったという業務管理上の課題：

作業準備を進める上で基本的な情報である目的・仕様を、サブコンの関係部署全体と共有するシステム、また提供されるレンタルツールの仕様や組立状況を確実に確認するシステム、が構築されていない

(3) 潮流の影響でパイプのネジが戻り、パイプが遺留した可能性について：

自然環境下での作業であり、潮流等の影響があることは分かっていること。今回実施した対策（ドリフトや、使用するツールのネジが戻り難くする（高トルク化）等）に足りないものは無かったかの検証が必要

(4) メタンハイドレート層内のガス層、それによる生産パイプ内のハイドレート生成による閉塞：

ガス層の成因や広がりを見直し、可能であればガス層を避けるといった検討も必要だが、ガス層と遭遇した場合に、如何に確実に仕上げ、生産させるかといった検討が必要

(5) GeoFORM™（坑内で膨張させる使い方）の目詰まり・硬化不足について：

目詰まり等の原因究明・対策検討とともに、防砂対策装置や仕上げ手法の根本的見直しが必要

(6) 「ちきゅう」の傭船期間の延長と関係組織との連携について：

傭船期間の延長に際し、船主等との連携に足りない部分があったのではないか

トラブルと原因 (まとめ)

事 象	具体的事例	原 因 (まとめ)	要 因	責 任	管理/ 技術	対策:期限・程度
ROV トラブル	デッキ上での落下	クルーの操作ミス	不注意	サブコン	管理	次回・完結
	油漏れ・接触不良多発	メンテナンス不良	契約形態、ROV使用環境の未整備と整備不良。	サブコン等	管理	次回・目処
	クランプコネクターの開閉困難	作業内容の周知徹底の不十分	変則デザインによるツール不具合、機器に不慣れなクルー体制。	JMH/ サブコン	管理	次回・完結
パイプ類の 遺留	24"コンダクター・ランニングツールのネジ戻り	作業内容の周知徹底の不十分	特殊作業(ジェットティング)へのセメンチング用ツールの転用	JMH/ サブコン	管理	次回・完結
	下部仕上げセッティングツールのネジ戻り・破損	事前の想定・準備不足	強い潮流・ヒープの影響、弱いネジの使用	JMH	管理 & 技術	次回・管-完結、技-目処
GeoFORM TM 内外の差圧	砂によるGFの目詰まり、GF自体の収縮	事前の想定・準備不足	地質性状、坑径拡大、早い減圧スピード、GF硬化に対する認識不足	JMH	技術	次回・目処
生産ライザーの閉塞	フリーガスの流入、ハイドレート化	事前の想定・準備不足	ガス層の存在、高い坑口圧、判断の遅れ、不十分なハイドレート対策	JMH	技術	次回・目処

対策: JMHによる情報提供・機材確認、事前準備の徹底
 ・サブコンの関連部門も含めた文書による周知徹底、機材の文書による確認と目視検査
 ・様々な状況を想定した準備

サブコンに対して文書による徹底指示
 ・作業環境や様々な状況を想定した準備
 ・不測の事態（想定外）を無くすための情報共有・対策の指示

【参考】過去の海産試験と簡易生産実験の比較（主要設計条件、実績）

試験名	第1回海洋産出試験	第2回海洋産出試験	簡易生産実験	備考
実施年/エリア	2013/南海トラフ	2017/南海トラフ	2023/志摩海脚	
生産井本数/水深	1/ 約1,000m	2/ 約1,000m	2/ 約1,200m (SM2)、 1,400m(SM1)	1.2～1.4倍深い
日数/ガス/水 生産量（計画）	2週間/10万Sm ³ , 500m ³ /D/Well	1か月/10万Sm ³ , 500m ³ /D/Well	5日間/ 5万Sm ³ , 250m ³ /D/Well	目的：生産確認とデータ 取得
減圧方式/ポンプ/設置 位置	間接減圧/ESP/ 海底下坑内(ハイドレート化)	間接減圧/ESP/ 海底下坑内(ハイドレート化)	直接減圧/ESP/ 海底・切離し装置上	シンプル化、 (ハイドレート化)
生産ライン/ガス水分離	2 (ガス/水)/ 坑内	2 (ガス/水)/ 坑内	1(コミングル)/ 船上	シンプル化
ハイドレート化防止	ヒーター (降下中に断線)	インヒビタースポット (グリコール)	インヒビター連続注入 (KHI)	適度な必要量、コンパクト な設備
切離し装置(重量(ton))	BOP・SSTT (300)	Workover Riser (80)	SDBS (40)	軽量・シンプル化、時間 短縮 (クランプ開閉困難)
ライザーパイプ	21"掘削ライザー	9-5/8" CSGライザー	6-5/8" DCDP	同上
防砂対策装置	OHGP x 1(出砂)	AGF x 1 / UGF x1	UGF x 2	(硬化/目詰まり)
温度圧力計測	有線 x 3カ所、DTS ESP、メモリゲージ (短絡)	有線x10箇所、WCP ESP、メモリゲージ (短絡)	メモリ機能付きワイヤレス x 4カ所、SDBS、ESP	(音波) シンプル、リスク軽 減、(ノイズ)
センサー位置	坑内/ESP	坑内/切離し装置/ESP	スクリーン外側/坑内 / 切離し装置/ESP	坑内外差圧が計測可能