

表層型MH回収技術開発に関わる調査研究
表層型MH回収技術に係る調査研究

—ドーム状の膜構造物利用による回収技術の検討—

2019年11月29日

東京海洋大学

新潟大学

九州大学

太陽工業株式会社

全体概要

【特徴1】

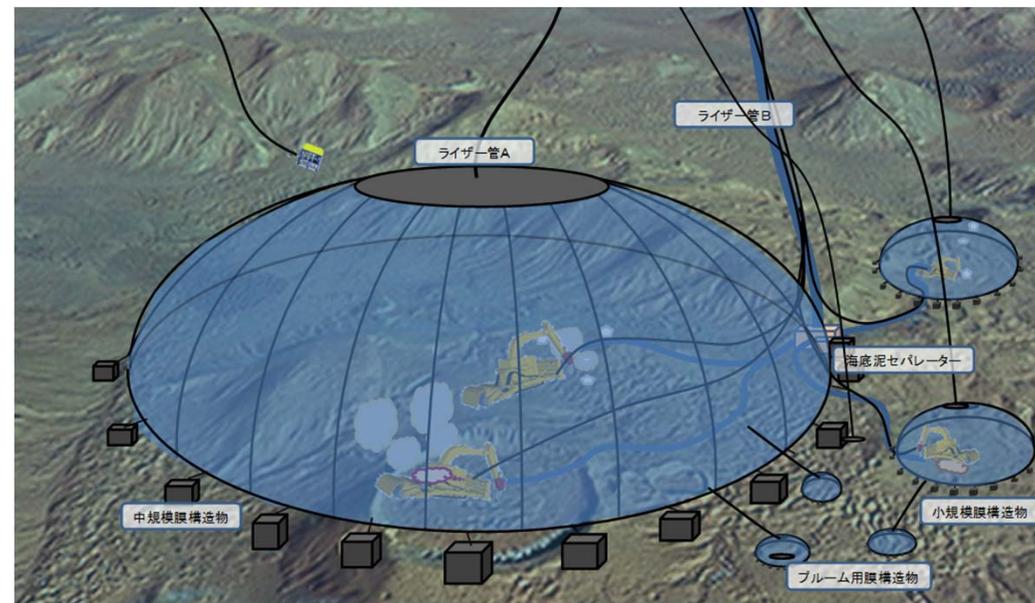
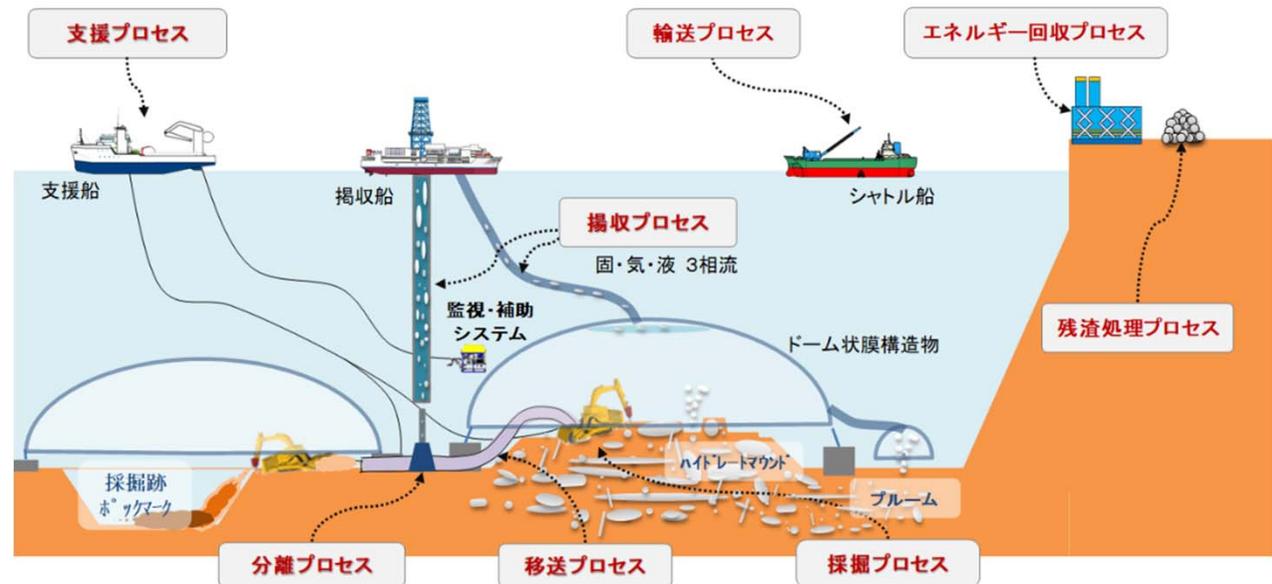
ドーム状の膜構造物を表層型メタンハイドレートが賦存する海底面に設置してその膜内で海底面を掘削することにより、取りこぼしが少なく、かつ膜外の環境への影響も少ない

【特徴2】

膜内に自然湧出しているメタンも同時に回収可能

【特徴3】

本構造物はメタンハイドレート回収以外にも深海における鉱物資源などの回収に転用が可能



【掘削】表層型MH回収技術に係る採掘技術 1

方式	ドーム状の膜構造物			汚濁防止膜
タイプ	回収膜（大）	回収膜（中）	回収膜（小）	自立式
特徴	エリア全体を覆う直径 200mの半球形状の膜構造により回収する。	掘削機・施工重機の周辺のみを覆う直径20mの半球形状の膜構造により回収する。	表層掘削用重機を覆う数m規模の膜構造。 または小規模なプルームを覆う数m規模の膜構造により掘削をせずに回収。	掘削（施工）範囲の外周を覆うように海底からカーテンを立ち上げ、懸濁物が外部へ流出するのを抑制する。
必要性	鉱区の全体ないし一部を覆うドーム状の膜により、掘削範囲を覆うことで採掘の影響範囲を限定し、掘削および自然湧出するプルームにより分離・浮上するハイドレート塊を全て補足することができる。			掘削に伴う懸濁物が周辺エリアに流出するのを抑制し、環境を保全する。
先進性・拡張性	鉱区の状況に応じた形状、大きさで最適な膜構造を設置できる。			
優位性	特許「メタンハイドレードガスの採取方法」を保有しており、大型膜構造に関する設計、製造技術を有している。			一般海洋工事での実績がある。
課題	海底までの輸送、海底での設置、移動、固定、回収方法などの実証が必要。膜材料の補修方法についても同様。経年劣化。海底付近の流況			

【掘削】 表層型MH回収技術に係る採掘技術 2

方式	水中掘削機械を海底に投入して自走掘削する		
掘削機構	A：表層切削	B：立坑掘削	C：トレンチ掘削
特徴	ロータリーカッターによる薄層掘削	多軸掘削装置を懸垂しての深部掘削	トレンチャーによる回転連続切削・攪拌
必要性	揚集管を中心とした広い範囲の掘削には自走式水中掘削機械が必要		
先進性・拡張性	<ul style="list-style-type: none"> ・薄層で確実に掘削 ・補助機構アーム ・巻き上がりが少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂とMHをその比重差によって原位置で分離 ・不必要な土砂を掘削位置に残置する思想 ⇒膜回収がより有意 	
優位性	<ul style="list-style-type: none"> ・船上からの懸垂に対して広大な面積の掘削を確実に実施 ・スタックした際の離脱にはアーム機構が必須 ・対象の性状にあわせた掘削機構選定 		
課題	掘削ヘッドの最適化、軟弱地盤上での移動機構最適化、トラフィカビリティ評価方法の検討、遠隔高精度制御 地盤構造計測技術、地盤変動リアルタイム監視技術(通信技術)		

【分離】 表層型MH回収技術に係る分離技術

方式	サイクロンセパレーターを用いた水中分離(表層切削への適用を想定)		
種別	海底での実施	洋上での実施	陸上での実施
特徴	流送のライン上でMHを遠心力を用いて浮上分離させる		
必要性	MHと土砂・海水との連続的な分離が必要		
先進性・拡張性	単純な機構であること		
メリット	・船上設備の簡易化、揚泥量の減容化	海底設備の簡易化	船上設備の簡易化、生産量の相対的増加
デメリット	海底設備の大型化、オペレーションの複雑化	船上設備の複雑化・大型化、揚泥量の増加	輸送用専用船舶の開発もしくはパイプラインの大口径化
課題	一般的なハイドロサイクロン形状の直接的な適用は困難。MH分離に最適化した形状、構造を持つ機構を開発する必要がある。		

方式	ライザー管	揚収ポンプ	洋上設備
特徴	ライザーパイプはメタンハイドレート の再結合を緩和するため直径1.0m 程度と設定している. ライザーパイプの浮力材は無水物硬化エポキシとする.	ライザー管に取り込まれたMH とガスが溶解している海水を回収する. ESP によるライザー管内の減圧効果により, MH 安定領域以浅においてMH の気化と海水中の溶解ガスが分離しやすい環境とする.	洋上プラットフォーム上のスペースは50 m × 50m であり, メタンハイドレート揚収用のライザー管は, これの中心部に位置する. 回収プラントの洋上設備のうち, ガス精製設備としては, 気液分離を行う気液分離槽(ガス捕集槽)、土砂分離を行う沈殿槽、脱湿を行う脱湿装置、およびこれら装置間を繋ぐ圧縮機やバルブ等の補器類により構成される. ライザー管出口とパイプラインを繋ぐこれらガス精製設備を2 系統用意し, プラントシステムの安定化を図る.
必要性	ライザー管, 揚収用ポンプ, および洋上設備に関連する技術は, いずれもMH回収に必要不可欠である.		
先進性・拡張性	ライザー管, 揚収用ポンプ, および洋上設備は, いずれも既存技術の適用が可能だと考えられる. 例えば, 水溶性天然ガス採取設備技術などからの応用技術として開発することが可能である. シンプルかつ低コストであり, 回収量に応じて拡張や縮小が容易に行える特徴を有する.		
優位性	・既存技術の応用技術として開発可能であり, 短期間での実用化が可能である		
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ライザー管については, 海底における掘削機器への電力供給・分配機について検討を要する ・洋上設備において排出される砂泥と排水の処理方法に検討を要する ・パイプライン輸送の場合は送風機, CNG船輸送の場合は圧縮機を要する 		

回収に伴い想定される以下の事象への対応等に係る調査，検討

以下の6項目を検討した。本日は④と⑥について報告する。

- ① 副次的生成物(泥, 水)などが発生する場合の処理方法
- ② 突発的に大量のガスが噴出した場合の回収機器へのリスク回避方法
- ③ 海洋の生態系や大気を始めとした環境への影響を低減させるための手法
- ④ 表層型メタンハイドレートの回収時および回収後の地盤安定性の評価手法
- ⑤ 環境のベースライン調査(現地調査)項目の検討
- ⑥ 各提案手法において, 影響を受けやすいもの(調査項目)について検討

④ 表層型メタンハイドレートの回収時および回収後の地盤安定性の評価手法

- ・モデル地盤のうち地盤強度が最も弱いメタンハイドレート含有率25%の地盤を対象に、直径300m、深度100m、斜面勾配1:0.5の円錐状に露天掘り方式で実施した場合の地盤変状を三次元有限要素法により解析した
- ・メタンハイドレートを含まない土砂で構成される地盤の場合、斜面が崩壊しないようにするためには、斜面勾配を1:4程度と緩くする必要があるが、メタンハイドレート含有率25%の地盤の場合、ハイドレートが擁壁のような効果を発揮し、斜面勾配1:0.5で掘削しても斜面は崩壊しないことが示された
- ・掘削の過程で地盤の変状が観測される範囲が確認され、各掘削段階における地盤変状のモニタリングが必要な範囲が示された
- ・地盤変状の解析では、地盤の土質強度、詳細な海底地形のデータの取得がキーとなる。今回の解析では、メタンハイドレートを含む地盤の土質定数について既存の知見に基づいて仮定した値を用いたが、解析の信頼性を向上させるためには、土質定数を現地計測し、その結果にあわせてモニタリングが必要な範囲を見直す必要がある
- ・モニタリングにより検出された変状の危険度を判断する判断基準の確立が必要である

- 膜構造物による自然湧出するメタンの回収方法の検討
 - 自然に湧出するメタン(=海底面から海中へ自然に湧出・浮上しているメタン粒の集まり)もエネルギー資源に変わりないとして、エネルギー収支と経済性の評価を検討した
 - メタン湧出量計算の参考にした論文(青山, 松本, 地学雑誌, 2009)の一部(年間湧出量の試算)を検証論文(日本海東縁、上越沖のメタンブルームによるメタン運搬量見積の検証, 松本, 青山, 地学雑誌, 2019)で訂正した. 再計算して2019年度報告書で報告する

以降の取組みは、産総研の予算で実施した内容ではないが、今後、回収技術開発の参考になると考え、ここに示す。

- 複数の現場実験・調査を実施し、データを取得した
 - 膜構造物の展開実験, 自然湧出するメタンの観察と大気環境への影響, ガス発生装置とガス捕集装置による現場実験, 濁度計を利用した汚濁防止膜の現場実験など
- 地域産業(地元企業)との連携が必要と考え、地方自治体と連携して地元の企業からシーズを見つける試みを実施した
 - ガス発生装置とガス捕集装置を製作する企業, 水中スピーカーによるカニの行動制御を研究開発する企業, 膜構造物を固定するアンカーの製造ができる企業, チタンで海底構造物を安価に製作する企業
- 従来の漁業補償というかたちから、漁業者との共存というかたちの可能性を、当事者へのヒアリングを実施して検討した
- 回収システムに対するテロの攻撃に備えるためには、水中セキュリティソナーシステム構築が必要である。サミットなどですでに利用された実績があるシステムの転用が可能である