



「広範囲鉛直掘削法による回収技術開発」の進捗

– 2022年度表層型MH研究成果報告会 –

三井海洋開発、日本大学、
北見工業大学、北海学園大学、
大阪大学

令和4年12月9日

1

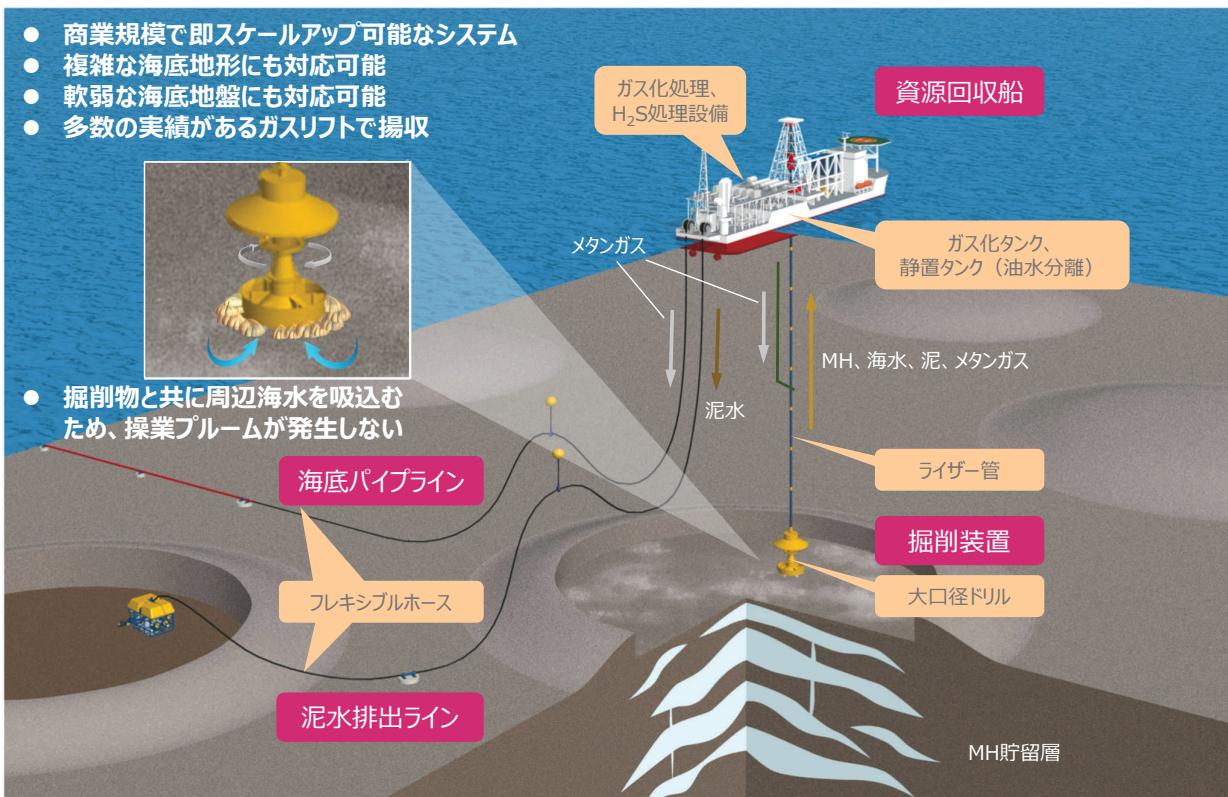


目次

1. 提案する表層型メタンハイドレート（MH）回収システムの全体概要
2. 表層型MH回収・生産技術（要素技術）の課題
3. 表層型MH回収・生産技術に係る採掘技術の進捗・計画
4. 模擬地盤掘削試験の報告
 - 概要①~⑧
 - 結果①~⑧
5. 今後の予定（大型氷掘削試験）

2

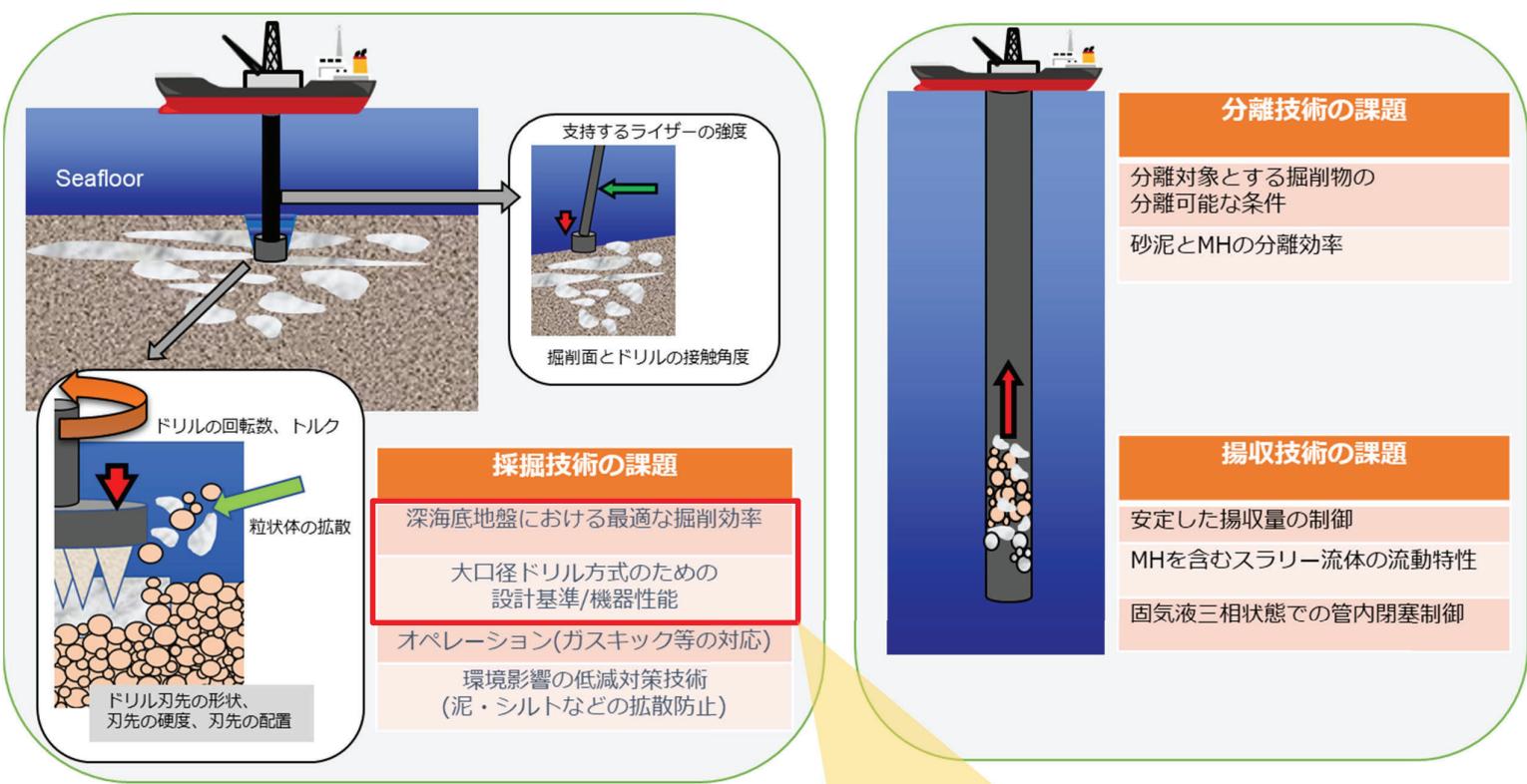
1. 提案する表層型メタンハイドレート（MH）回収システムの全体概要



3

広範囲鉛直掘削法

2. 表層型MH回収・生産技術（要素技術）の課題



4

3.表層型MH回収・生産技術に係る採掘技術の進歩・計画

掘削試験で確認すべき事項

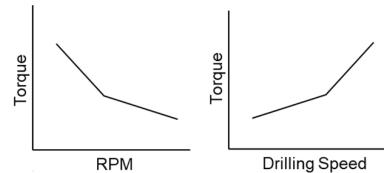
- ✓ 表層型MHを対象とした掘削技術を考えるために、表層型MHの開発対象域に適用可能な掘削効率を有する技術であるかどうかを確認する
そのために以下2つの実験を実施する
 - ① 機能確認試験として、北見にて模擬地盤掘削試験を実施し、軟泥地盤中の粒状MHを回収できることを確認する
 - ② 掘削効率を定量的に示すために、北見にて大型氷掘削試験を実施する
掘削刃3種類の違いによる掘削速度、押付荷重、トルク、
ドリル回転数（回転速度）等を計測し、掘削効率を把握する
- ✓ それらの結果を踏まえ、大口径ドリルの掘削性能に関する評価取りまとめを行う



掘削ドリル

MHWirth

2022年10月	模擬地盤掘削による機能確認試験 軟泥地盤中の粒状MHを回収できることを確認
2023年2月	大型氷掘削試験による実験データの取得 管内流速・ドリル回転数・ドリル設置圧・掘削速度 トルク etc.



5

4.模擬地盤掘削試験の報告

海底下数10mにおける軟泥地盤を想定した模擬地盤にて掘削機能を確認する陸上試験

2022年 10月中旬 : 模擬地盤の製作開始

10月19日 : 模擬地盤が硬化し、試験の実施に十分な強度となつたことを確認

10月20日 : 掘削試験実施



掘削装置外観



粒状のメタンハイドレートを効率よく回収できる性能に達していることを確認

2022年10月27日付弊社プレスリリースで発表

4. 模擬地盤掘削試験の概要①

項目

目的

- 軟泥中に散在する粒状型メタンハイドレート（MH）を掘削ドリルが上手くとらえて回収できることを確認

時期

- 試験実施日：2022年10月20日

現場工事等 準備/片付け期間
2022年9月20日～11月8日

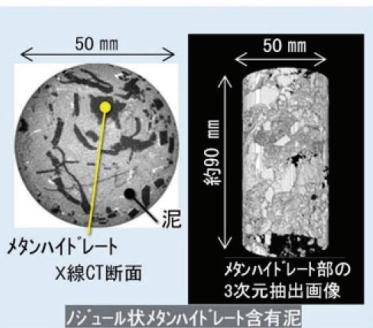
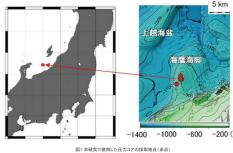
場所

- オホーツク地域創生研究パーク
(北海道北見市北見市若松306)

掘削対象

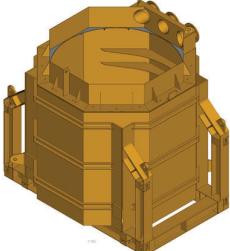
- 20%MHを想定した、粒状MHを含んだ海底下数十mにおける軟泥地盤と同じ強度を持つ地盤
⇒掘削タンク内に粒状MHを想定したPPボールを混合した流動化処理土を製作

圧力コア
(日本海上越沖)



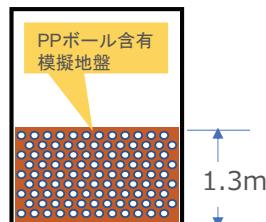
産総研殿ご発表データ

対辺3.2m,高3.7mの
八角柱形状タンク



掘削タンク外景

80vol%:流動化処理土
20vol%:Φ10mm PPボール



掘削タンク断面

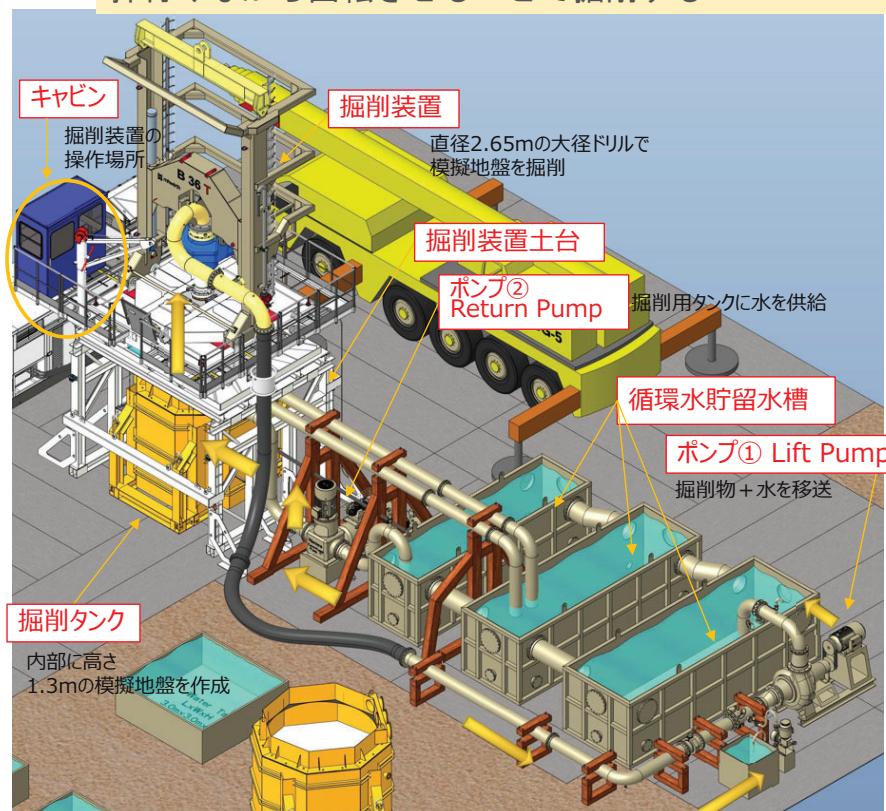


Φ10mm PPボール

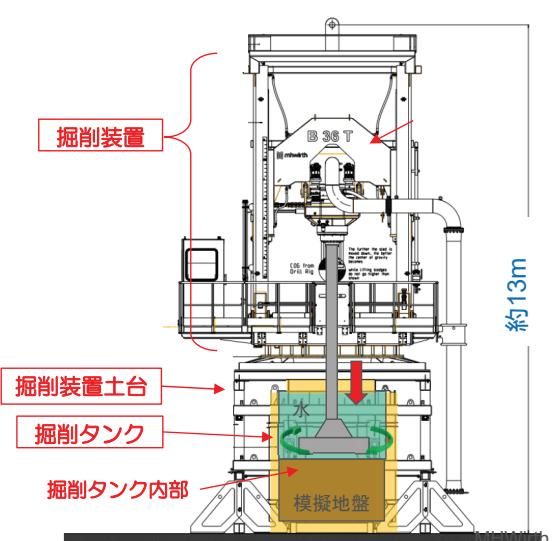
7

4. 模擬地盤掘削試験の概要②：試験設備配置図（3D MODEL）

掘削タンクを掘削装置の下に設置した後、大径ドリルを掘削面まで降ろし、押付けながら回転させることで掘削する



陸上掘削試験 掘削装置正面図



掘削試験に用いる掘削ドリルは、商業化時における掘削ドリル（Φ7.2m）の約1/2.7スケール（Φ2.65m）とした

8

4. 模擬地盤掘削試験の概要③：試験設備組立（スライドショー）

【右写真】
この地点から撮影

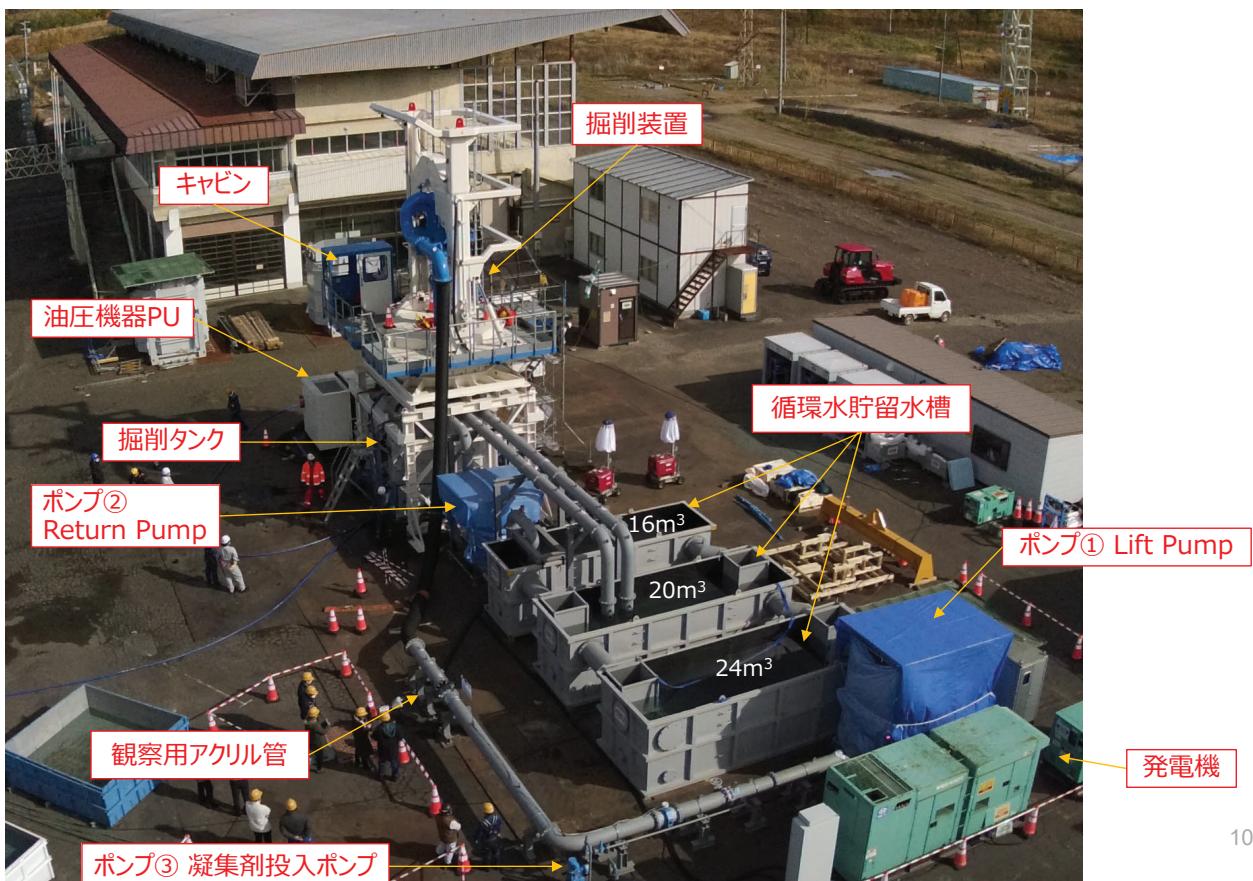


試験エリア上空写真



9

4. 模擬地盤掘削試験の概要④：試験設備全容



10

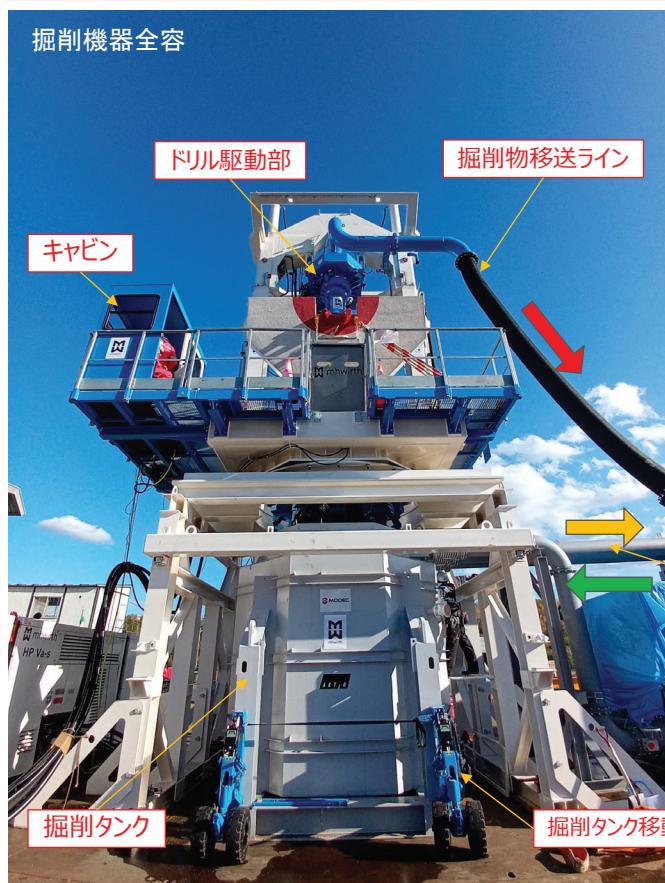
4. 模擬地盤掘削試験の概要⑤：試験設備全容（ドローン映像）



(北見工業大学 提供)

11

4. 模擬地盤掘削試験の概要⑥：掘削機器全容



水供給ライン及び
バックフローライン

掘削刃

MHWirth

12

4. 模擬地盤掘削試験の概要⑦：試験条件・計測項目

ドリル径	Φ2.65m (約1／2.7スケール)
掘削刃種類	ラウンドシャンク
ドリル回転数	約6.0 rpm (最大回転数 8 rpmの75%)
管内流速	約2.5~3.0m/s (事前水循環試験結果に基づき設定)
設定掘削スピード	(低速) 0.1m/hから2.2m/h (適宜段階的に増加) (高速) 5m/h
計測項目	管内流速、ドリル回転数、ドリル設置圧、 掘進速度、トルク etc.

掘削深さが約1mになった時点で終了する

13

4. 模擬地盤掘削試験の概要⑧：体制表

※本プロジェクトは国立研究開発法人 産業技術総合研究所殿の委託により実施しております

三井海洋開発

・試験計画・統括

試験場

北見工業大学

・試験場提供

設備工事・試験装置運転

株式会社
アクティオ

・工事詳細計画
・機材手配
・施工業者手配

MHWirth GmbH

・掘削装置提供・操作

有限会社
平間機械工業所

・鋼構造物、配管 の製作
・設置工事

株式会社
テルナイト

・泥水処理に関する技術協力

模擬地盤製作

北見工業大学

日本大学

北海学園大学

株式会社 大伸

株式会社 河村樹脂

・模擬地盤仕様検討

・模擬地盤製作方法の検討
・掘削用模擬地盤の製作

・粒状MHを模擬したPPボールの製作

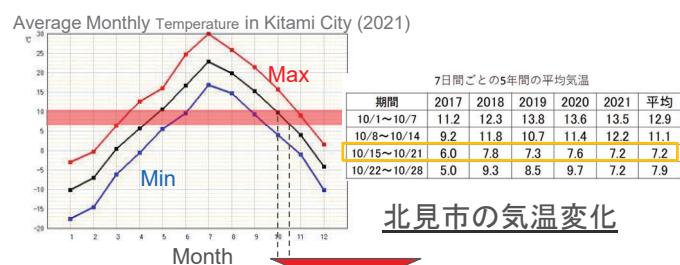
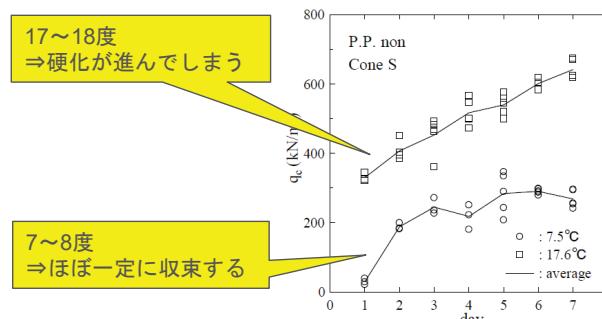
機器輸送

伊藤忠ロジスティックス
株式会社

・試験装置の輸送
(ドイツ⇒日本)

4. 模擬地盤掘削試験結果①：模擬地盤製作その1

所定の強度を持つ模擬地盤製作に最適な環境条件、配合を決定



平均気温が7.5°C~10°Cにおいて
模擬地盤製作を行うことを計画
⇒10月14日製作開始
⇒10月20日試験実施（作成期間：6日）

北見工業大学・日本大学・北海学園大学の
協力の元、PPポール入り模擬地盤の配合を決定した

内容物	質量	体積
土（絶乾）	7,320 kg	2.7 m ³
水	6,000 kg	6.0 m ³
セメント	300 kg	0.1 m ³
C/W	0.050	
泥水合計	13,620 kg	8.8 m ³
+		
PPポール	1,830 kg	2.2 m ³
(個数)	(4,227,252個)	
20%Vol.模擬地盤合計	15,450 kg	11 m ³

模擬地盤配合表

15

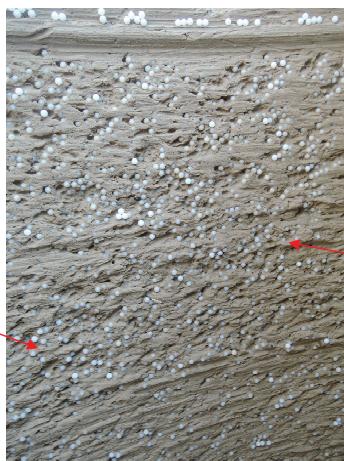
4. 模擬地盤掘削試験結果②：模擬地盤製作その2

粒状型MHを含有した軟泥地盤を模擬した地盤（20%MH地盤）を作成



掘削された地盤断面部
の拡大写真

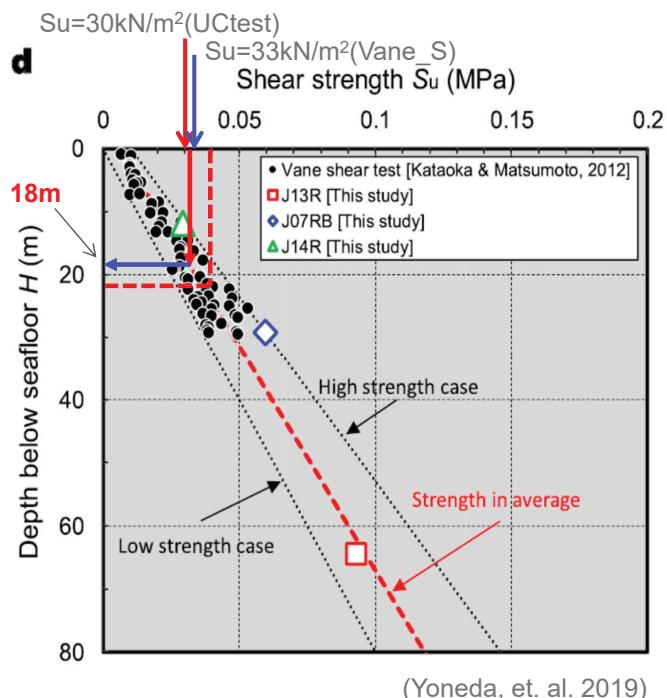
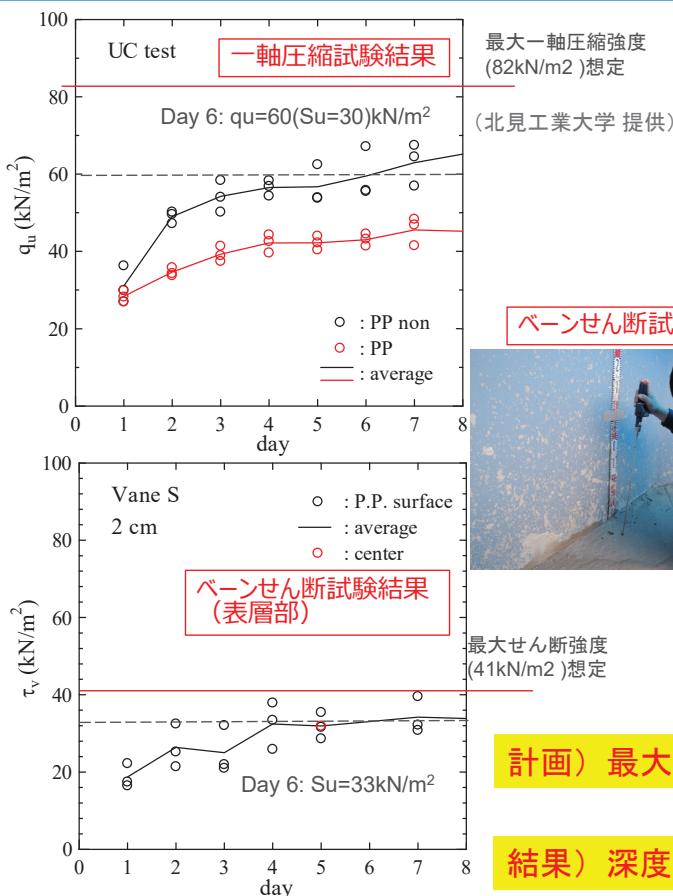
PPボールが模擬地盤内に
偏在せず（ほぼ均一）に
うまく散らばっていた
⇒模擬地盤がうまく作成
されている



（北見工業大学 提供）

16

4. 模擬地盤掘削試験結果③：模擬地盤製作その3



計画) 最大深度約20m程度の表層海底地盤強度を想定

結果) 深度約18mに相当する模擬地盤の作成に成功

17

4. 模擬地盤掘削試験結果④：水槽・掘削タンク確認その1

掘削中の水槽全景



掘削後の24m³水槽



18

4. 模擬地盤掘削試験結果⑤：水槽・掘削タンク確認その2



掘削ドリルが模擬地盤を上手く掘削できることを確認

19

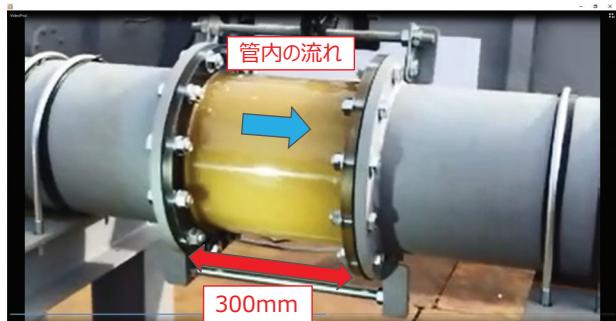
4. 模擬地盤掘削試験結果⑥：揚収管内観察その1

アクリル管を設置し管内揚収物の状況を観察

- 300A／長さ30cmのアクリル管をリフトポンプ前に設置し、ドリルによる掘削後、循環水貯留タンクへ向かう掘削物の観察を実施
- 目視観察と共に、高速度カメラにより管内流動物を撮影し、掘削物にMHを模擬したPPボールが含まれているか確認

【高速度カメラ撮影条件】

- | | |
|-----------|-----------------------------|
| ✓ 使用機器 | : FASTCAM Nova S16 カラー 64GB |
| ✓ 撮影速度 | : 2,000fps or 1,500fps |
| ✓ シャッター速度 | : 1 / 7,000sec |
| ✓ 解像度 | : 1024 × 1024 or 896 × 896 |



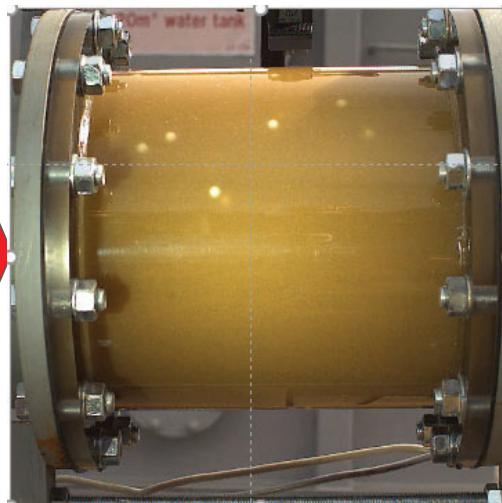
20

4.掘削試験結果⑦：揚収管内観察その2

通常のカメラによる映像



掘削スピード：低速
0.1m/hから2.2m/h



掘削スピード：高速
5m/h



掘削物は塊上ではなくスラリー状態にて揚収されることを確認

21

4.模擬地盤掘削試験結果⑧：まとめ

- ◆ 模擬地盤製作結果
 - 模擬地盤を計画通りの強度で製作できた
 - PPボールが模擬地盤内に偏在せずうまく散らばっていた
- ◆ 掘削試験結果
 - 掘削進行とともに回収タンク内にPPボールが増えていく様子を確認できた
 - 掘削物は塊状ではなくスラリー状で揚収されることがわかった
- ◆ 試験全般
 - 本システムを使用した次の大型氷掘削試験の手順を把握できた



・軟泥中に散在するMH粒を掘削ドリルで上手く回収できていることを確認
・掘削試験のオペレーションを確立し、大型氷掘削試験へ反映

22

5.今後の予定（大型氷掘削試験）

項目

目的

- 掘削装置に係る設計や経済性評価に必要なデータの取得

時期

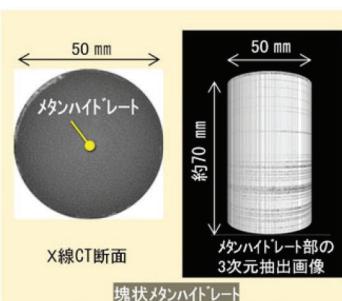
- 試験実施日：2023年2月6日～（予定）

場所

- オホーツク地域創生研究パーク
(北海道北見市北見市若松306)

掘削対象

- 100%MHを想定した地盤
- ⇒掘削タンク内に高さ1.3mの大型氷を製作
 - 自然氷をサイトにて製作（2か月程度）
 - 模擬地盤試験時と同形状のタンク使用
 - 3種のカッターを使用



産総研発表データ



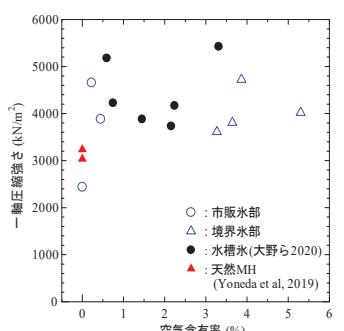
掘削タンク断面



氷製作

2022年12月初旬～2023年2月初旬
現場工事等 準備/片付け期間
2023年1月中旬～3月上旬（予定）

ボタン



23

ありがとうございました

本研究は、経済産業省「国内石油天然ガスに係る地質調査・メタンハイドレートの研究開発等事業（メタンハイドレートの研究開発）」の一環として実施した。
関係各位に対し、謝意を表する次第である。