

# メタンハイドレート胚胎層の模擬供試体の作製

供試体 砂 粒径加積曲線

早稲田大学 学生会員 ○柴山 周也  
 早稲田大学 学生会員 船橋 知希  
 早稲田大学 国際会員 赤木 寛一  
 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 安部 俊吾

## 1. はじめに

将来のエネルギー資源として期待されているメタンハイドレート（以下、MH）は、日本近海の海底下に多く存在している<sup>1)</sup>。MHの生産手法として、MH胚胎層の圧力を低下させMHをガスと水に分解し、ガス/水を地上に回収する減圧法の使用が最も有望視されており、第1回海洋産出試験においてもその有効性が確認されている<sup>2)</sup>。しかし、減圧法適用により、MH胚胎層の骨格構造にかかる有効応力が低下する等ジオメカニクスの不安定な状態となることが想定され、過去の産出試験においてもガス/水と共に砂粒子が生産される出砂現象が確認されている<sup>2)</sup>。Uchidaらは出砂現象を評価することを目的とした解析モデルの構築が進めているが、計算では導出が困難なパラメータが存在する<sup>3)</sup>。他方、大山らは、MH胚胎層の条件を再現した人工供試体への通水試験を実施し、出砂発生の有無を検証している<sup>4)</sup>。本研究では、Uchidaらの出砂モデルに必要なパラメータを実験的に導出するべく、大山らの使用した実験装置を利用した検討を行う。本報告では、出砂実験に用いるMH胚胎層の模擬供試体を作成するために調査した、海底地盤及び様々な土試料の粒度分布の調査結果を紹介し、模擬供試体に用いる各土試料の配合比を紹介する。

## 2. 試料の調査

### 2.1 調査方法

海底地盤の調査方法として、第1回海洋産出試験事前掘削時にコアリングした土の粒度分布を調査した。本文ではこの土試料をコア①と呼ぶ。コア①の粒度分布を再現するため、豊浦砂、東北珪砂8号、カオリンの粒度分布を調べた。これら土試料の粒度分布は、全て日本工業規格(JIS A 1204:2009)に基づき、沈降分析とふるいをを用いて粒度試験を行った。沈降分析の際に使用した浮ひょうは株式会社共和技研社製である。

### 2.2 調査結果

コア①、豊浦砂、東北珪砂8号、カオリンの通過質量百分率を表1、粒径加積曲線を図1に示す。なお、0.075mm未満の粒径については全て沈降分析により得られた結果である。

表1 各試料の通過質量百分率

コア①		豊浦砂		東北珪砂8号		カオリン	
ふるい目開き (mm)	通過率(%)	ふるい目開き (mm)	通過率(%)	ふるい目開き (mm)	通過率(%)	ふるい目開き (mm)	通過率(%)
2	100.0	2	100.0	2	100.0	2	100.0
0.85	100.0	0.85	100.0	0.85	100.0	0.85	100.0
0.425	99.9	0.425	100.0	0.425	100.0	0.425	100.0
0.25	99.7	0.25	75.7	0.25	100.0	0.25	100.0
0.106	44.5	0.106	1.9	0.106	52.0	0.106	100.0
0.075	23.5	0.075	0.5	0.075	18.8	0.075	100.0
0.055	9.5	0.0596	0.3	0.0556	10.8	0.0343	89.8
0.0391	8.4	0.0422	0.3	0.0402	5.4	0.0242	89.8
0.0248	7.3	0.0267	0.3	0.0255	4.6	0.0155	89.0
0.0143	6.9	0.0154	0.3	0.0147	4.5	0.0091	86.6
0.0102	5.5	0.0109	0.3	0.0104	4.3	0.007	78.6
0.0072	5.7	0.0077	0.3	0.0074	3.9	0.0054	67.7
0.0036	4.7	0.0039	0.3	0.0037	3.5	0.0031	42.5
0.0015	4.7	0.0016	0.3	0.0015	2.3	0.0014	20.0

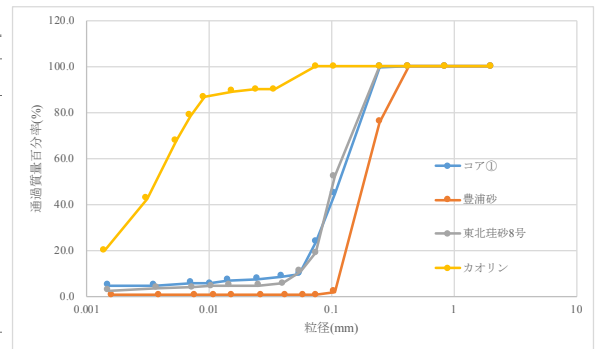


図1 各試料の粒径加積曲線

## 3. 試料配合比

### 3.1 配合比の決定

図1をもとに、豊浦砂、東北珪砂8号、カオリンを用いてコア①を模擬した供試体を作成する。なお、東北珪砂8号については、ふるい目が106μmのふるいを通過したものを併用する。これらの土の配合比（質量比）を表2、表2の配合比で混ぜた場合の合成試料とコア①の通過質量百分率を表3、粒径加積曲線を図2に示す。表3及び図2の結果より、合成試料はコア①の粒度分布に近似しているといえる。

表2 各試料の配合比

	豊浦砂	東北珪砂8号	東北珪砂8号(106μm未満)	カオリン
配合比	20	68	11	1

表3 コア①及び合成試料の通過質量百分率

粒径(mm)	コア①通過率(%)	合成試料通過率(%)
2	100.0	100.0
0.85	100.0	100.0
0.425	99.9	100.0
0.25	99.7	95.1
0.106	44.5	47.7
0.075	23.5	17.9
0.055	9.5	10.5
0.0391	8.4	5.7
0.0248	7.3	5.0
0.0143	6.9	4.9
0.0102	5.5	4.7
0.0072	5.7	4.3
0.0036	4.7	3.6
0.0015	4.7	2.3

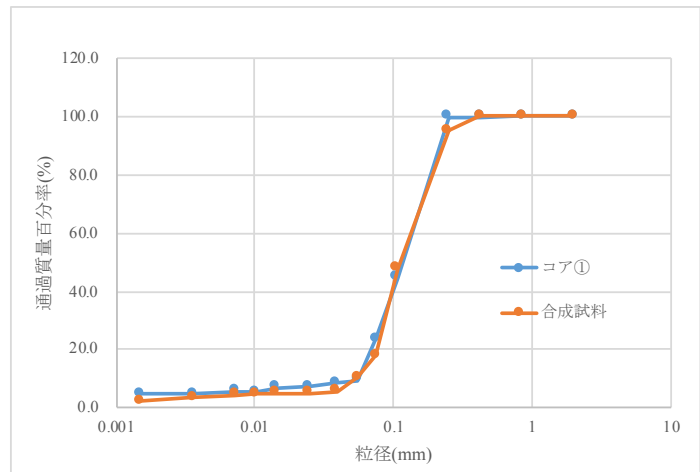


図2 コア①及び合成試料の粒径加積曲線

### 3.2 配合比の確認

表2の配合比で各試料を調合し、四分法を用いて得た分の模擬砂を粒度試験によって調べた。コア①とコア①模擬砂の通過質量百分率を表4、粒径加積曲線を図3に示す。表4及び図3の結果より、コア①模擬砂はコア①の粒度分布に近似しており、粒度分布を再現できているといえる。

表4 コア①及びコア①模擬砂の通過質量百分率

コア①		コア①模擬砂	
粒径(mm)	累積(%)	粒径(mm)	累積(%)
2	100	2	100
0.85	100	0.85	100
0.425	99.9	0.425	100
0.25	99.7	0.25	98.6
0.106	44.5	0.106	53.4
0.075	23.5	0.075	25.9
0.055	9.5	0.057	17.9
0.0391	8.4	0.0417	9.9
0.0248	7.3	0.0267	7.2
0.0143	6.9	0.0155	5.5
0.0102	5.5	0.011	5.1
0.0072	5.7	0.0077	5.5
0.0036	4.7	0.0039	4.9
0.0015	4.7	0.0016	4.9

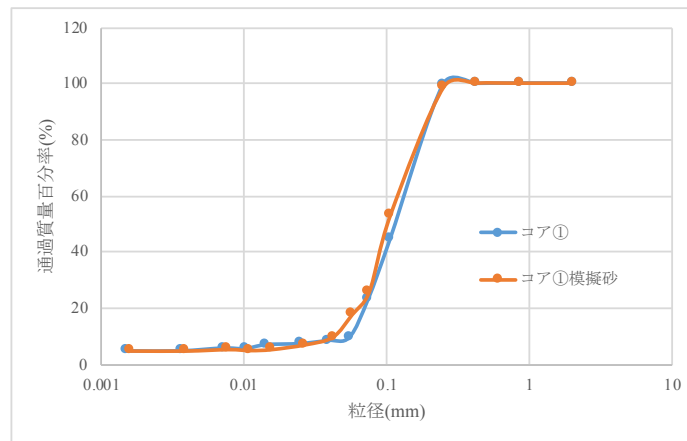


図3 コア①及びコア①模擬砂の粒径加積曲線

## 4. まとめ

この事前検討では、MH 胚胎層の粒度分布を調査し、各土試料の配合比を決定して海底地盤の粒度分布の模擬を行った。今後はこの模擬砂を使用して出砂実験を行い、Uchida らの出砂モデルに必要なパラメータの導出を進めていきたい。

※本内容は、経済産業省の委託により実施しているメタンハイドレート研究開発事業において得られた成果に基づいています。

### 参考文献

- 1) 「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」フェーズ2及びフェーズ3総括成果報告書, メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム, 2019.
- 2) Yamamoto et al., Operational overview of the first offshore production test of methane hydrates in the Eastern Nankai Trough, OTC25243-MS, 2013.
- 3) Shun Uchida, Assaf Klar, Koji Yamamoto, Sand production model in gas hydrate-bearing sediments, International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, Vol. 86, p.303-316, 2016.
- 4) 大山裕之, 長尾二郎, 鈴木清史, 成田英夫, 減圧法適用時におけるメタンハイドレート胚胎コアの出砂現象の実験的解析, Journal of MMIJ, Vol. 126, No. 8, 9, p.497-502, 2010.
- 5) 柴山周也, 船橋知希, 赤木寛一, 安部俊吾, メタンハイドレート生産時の出砂現象のモデル実験実施に係る事前検討, 地盤工学会関東支部研究発表会 2019.