

メタンハイドレートの生成・分解実験

三木祥弘

工学研究科 社会基盤工学専攻 地盤・水工学講座 地盤力学分野

修士1回生

実習先：The Department of Civil Engineering at the University of Calgary

実習期間：2008年9月17日～2009年1月17日

実習内容：特殊な三軸試験機を用い、供試体内にメタンハイドレートを生成させ、メタンハイドレート分解に伴う供試体の力学的挙動を研究する実験に参加したが、実験機の故障により、実験はできなかった。実験機をコントロールするコントローラーもしくはポンプの故障が原因と思われる。

1. 研究の背景と目的

次世代エネルギーとして注目されているメタンハイドレートを地盤から安全に開発するためには、メタンハイドレートを含有する地盤のメタンハイドレート分解中の力学挙動を解明する必要がある。

2. 実験方法

2. 1 実験に用いた砂



Sieve No.	Sieve size (mm)	Retained (individual)	Retained (cumulative)	Passing (cumulative)
16	1.18	0%	0%	100%
20	0.85	1%	1%	99%
30	0.6	97%	98%	2%
Pan		2%	100%	0%

表-1 オタワサンドの粒径

この表からわかるように、粒径は 0.6～0.85mm に統一されている。

2. 2 供試体作成方法

• moist tamping technique •



写真-1

1000 g の砂に蒸留水を加え、1025.2 g (含水比 2.52%) にした砂を用いる。ボトムキャップに気密性を向上させるためバキュームグリスを塗り、メンブレンをボトムキャップに取り付け、メンブレンの



写真-2



写真-3



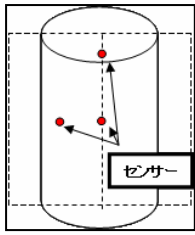
写真-4

外側に先端を切り落としたコンドームを取り付けておく。(写真-1) メンブレンの外側にスプリットモールドをとりつける。メンブレンとスプリットモールドの間の空間を減圧し、メンブレンをスプリットモールドに密着させ、約 125 g づつ砂をメンブレンの中に入れて軽く締め固めていく。(写真-2) バキュームグリスを塗ったトップキャップを取り付け、供試体を自立させるため供試体内を底の方から減圧する。スプリットモールドを取り外し、コンドームをトップキャップまで被せる。(写真-3) これは、メタンハイドレート分解中のメタンガスの漏れを最小限にするためである。ここで、サンプルの大きさを測っておく。

さらに、バキュームグリスを塗ったアルミホイルをコンドームの上に張り付ける。(写真-4) これもメタンハイドレート分解中のメタンガスの漏れを最小限にするためである。また、図-1 のように温度・間隙圧を計測するセンサーを配置する。

さらに、バキュームグリスを塗ったアルミホイルをコンドームの上に張り付ける。(写真-4) これもメタンハイドレート分解中のメタンガスの漏れを最小限にするためである。また、図-1 のように温度・間隙圧を計測するセンサーを配置する。

さらに、バキュームグリスを塗ったアルミホイルをコンドームの上に張り付ける。(写真-4) これもメタンハイドレート分解中のメタンガスの漏れを最小限にするためである。また、図-1 のように温度・間隙圧を計測するセンサーを配置する。



2. 3メタンハイドレート生成方法

ボトムプレートにバキュームグリスを塗り、アウトセルを被せる。セル内を水で満たしたあと、タンク内の空気を完全に排除するため、

図-1

- (1) タンク内のピストンを上げてセル内に水を送る
- (2) サブタンクから水を給水しながらピストンを下げる
- (1) (2)の作業を繰り返す。アウトセル上部のコックを閉じ、完全に密封する。ローディングピストンをトップキャップに接触させ、20kPaの荷重を与え、一定に保つ。セル圧を上げて150kPaで、サンプル内の減圧を中止する。その後、セル圧を徐々に上げていき、セル圧を上回らないようにメタンガスのボンベからメタンガスを供試体に供給し、ガス圧を上げていく。

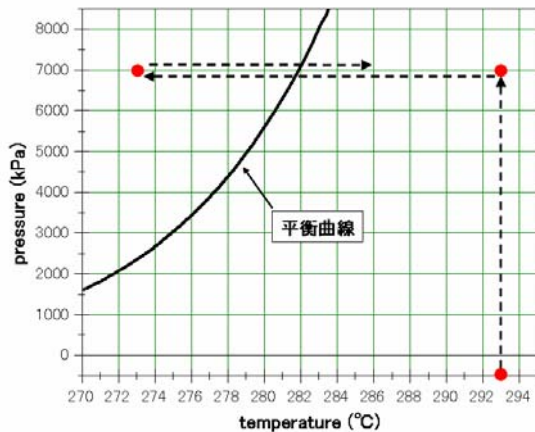


図-2 (間隙の応力-温度の関係)

セル圧・ガス圧ともに所定の圧力に達した後、次に温度を下げていく。温度低下とともに空隙の応力状態が平衡曲線に達すると、メタンハイドレートは生成し始める。最終的には供試体は、砂・メタンハイドレート・メタンガスで構成される。

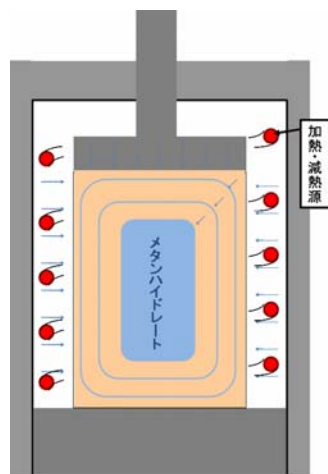


図-3

水はほとんど含まない。

2. 4メタンハイドレート分解方法

メタンハイドレートを間隙に生成させた供試体を、セル内にコイル状に配置した加熱装置を用いて、セル内の水を媒介として加熱していく。間隙の応力状態が平衡曲線に達するとメタンハイドレートが分解し始める。分解中は全応力一定とし、非排気・非排水状態である。

3. 実験結果 (今回得た結果ではない)

図-4

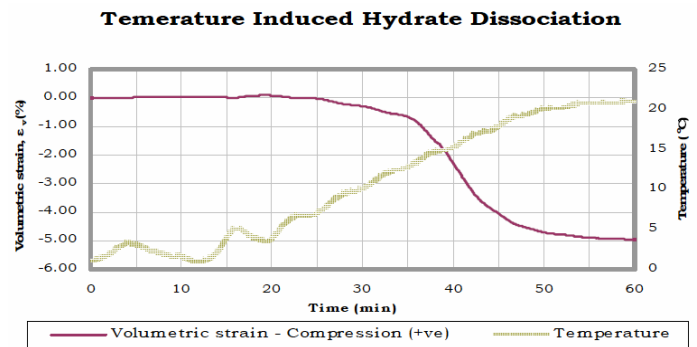
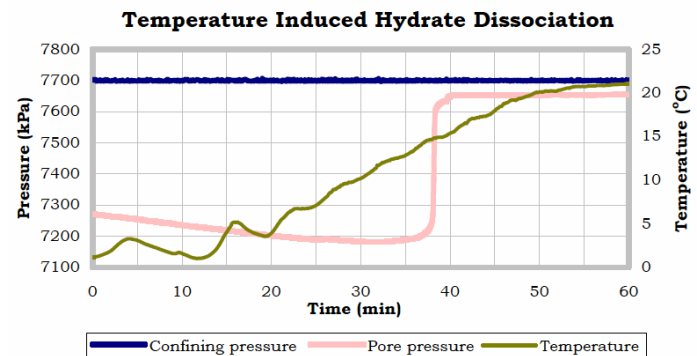


図-5



(初期状態は、間隙の67%が水、37%がメタンガス、1%がメタンハイドレート) この結果を考察すると、メタンハイドレートが分解すると、全応力一定であるため間隙圧の上昇による有効応力の著しい減少が発生していると思われる。また、メタンガスの発生により、体積が膨張している。

感想

今回、実験を完結させることはできなかったが、現地の担当教授に自分の研究内容のプレゼンを行ったり、現地の学生との交流を通して、非常にいい経験をする事ができた。この経験を生かし自分の研究を進めて行きたいと思えます。