

海底傾斜地盤における地層変形に関する室内模型実験

清水建設(株)	技術研究所	フェロー会員	荻迫栄治
清水建設(株)	技術研究所	正会員	西尾伸也
清水建設(株)	技術研究所	正会員	傳田 篤

1. はじめに

メタンハイドレートは次世代資源として注目されており、日本周辺海域においてもその存在が確認されている。経済産業省が策定した「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」に従い、「メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム」が組織され、筆者らは、この中で、メタンハイドレート(以下MHと称する)からのメタンガス生産に伴う海底地盤の変形の発生する可能性を評価するための技術について検討を進めている。今回、海底傾斜地盤における生産時の地層変形について検討するために室内模型実験を実施した。実験は、砂層の上に不透水層を設けた模型傾斜地盤を作成し、間隙水圧上昇による砂層のすべり発生メカニズムについて検討を行った。

2. 実験概要

実験に用いた土槽は、内寸で幅 600mm、高さ 400mm、奥行 200mm である。土槽前面はアクリル版となっており、前面から模型地盤の様子が観察できるようになっている。また、土槽底面には左右端部に 2 個のポーラスストーンが設置されており、それぞれが排水パイプにより 2 個のビュレットに繋がっている。図 1 に示すように、土槽に下部砂層、不透水層、上部砂層を敷設し、水で飽和させた後、傾斜装置を用いて土槽をゆっくり傾斜させる。傾斜によって生じた土槽上流側と下流側の間隙水圧の差によって発生する砂層のすべり現象を観測することによって、傾斜地盤におけるすべり発生メカニズムについて検討した。計測項目としては、土槽底面に複数個の間隙水圧計を設置することによって、下部砂層の間隙水圧を測定した。主な実験手順は以下のとおりである。

- (1)土槽を傾斜装置にセットし、土槽底面に端部から 15cm 間隔で 5 個の間隙水圧計を設置する。
- (2)土槽下部に排水層として、厚さ 1cm の 3 号珪砂を敷設する。
- (3)深さ 30cm 程度まで土槽に水を満たした上で、下部砂層の試料土を水中落下法により所定の層厚となるまで敷設する。
- (4)敷設した砂層上面まで一旦水を取り除き、砂層上面に不透水層となるラバーメンブレンを水平に敷設する。その際砂層とラバーメンブレンの間に空気が入らないように注意する。ラバーメンブレンの端部を土槽側壁に密着させ、その上からシリコンシーラントで接着させることによって止水する。
- (5)シリコンシーラントが固着したことを確認した後、再度土槽に水を入れ、上部砂層の試料土を水中落下法により所定の層厚となるまで敷設する。
- (6)水頭(水柱高さ)を土槽の水面と一致させたビュレットに土槽底面のポーラスストーンに繋がった排水パイプを接続する。
- (7)傾斜装置を用いて土槽をゆっくり傾斜させる。

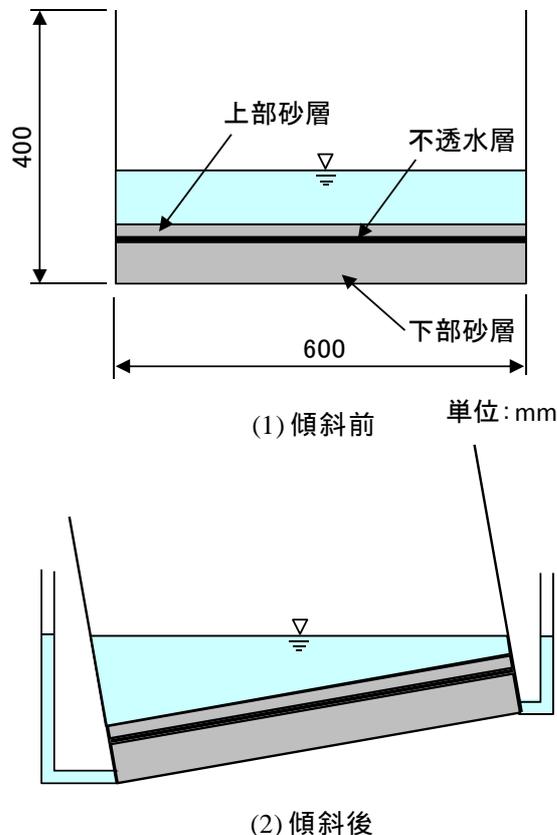


図 1 模型実験土槽の概略図

キーワード:メタンハイドレート, 海底地盤, 模型実験

連絡先: 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設(株)技術研究所 Tel:03-3820-6476 Fax:03-3820-5955

なお、実験中は土槽前方に設置したビデオカメラにて撮影した。上部砂層および下部砂層の土試料には豊浦標準砂を用いた。実験条件としては、上部砂層厚さを 2cm とし、下部砂層厚さを 5cm, 6cm, 7cm および 8cm と変えた 4 ケースについて実験を行った。
3. 実験結果

写真1に、下部砂層厚さ8cmのケースにおける傾斜前後の土槽正面からの写真を示す。模型地盤は傾斜角約11.5°の時点で上流側の下部砂層が沈下し、下流側の下部砂層が隆起する変形モードを示し、全体的に上流側から下流側へ向かう変位が発生したと考えられる。写真1に示すように、上流部には下部砂層と不透水層の間に変形によって生じたと思われる隙間が観察され、また、下流部には砂層の隆起による盛り上がりが観察される。

図2に、土槽底面に設置した水圧計によって計測した水圧の経時変化を示す。時間は傾斜開始時点と0としている。水圧計はNo.1が最下流端部、No.5が最上流端部で、その間を等間隔で下流側から上流側へNo.2, No.3, No.4と設置している。水圧値は土槽中央に設置した水圧計No.3の初期水圧値を基準として表示している。実験では、一定速度で上流側を上昇させ、下部砂層に変形が生じた直後に上昇を停止した。図2によれば、時間の経過につれて、すなわち傾斜角が増加するにつれて、下流側の水圧が増加し、上流側の水圧が減少しており、その増加および減少は時間すなわち傾斜角に対してほぼ線形的である。

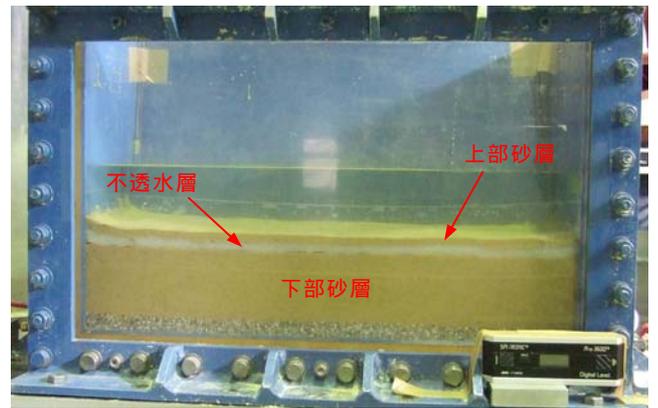
なお、今回行った実験ケースにおいては、変形発生時の傾斜角は概ね11°～12°であった。

4. おわりに

メタンハイドレート生産時の地盤変形に関する検討として、今回、海底傾斜地盤についての室内模型実験を実施した。その結果、今回の実験条件においては、模型地盤の傾斜角が概ね11°～12°の時点で上流側の下部砂層が沈下し、下流側の下部砂層が隆起する変形モードを示し、全体的に上流側から下流側へ向かう変位が発生することが確認された。

謝辞

本研究は経済産業省メタンハイドレート開発促進事業に係る生産手法開発に関する研究としてメタンハイドレート資源開発研究コンソーシアムで実施したものである。ここに記して謝意を表します。



(1) 傾斜前



(2) 傾斜後

写真1 傾斜前後の模型地盤

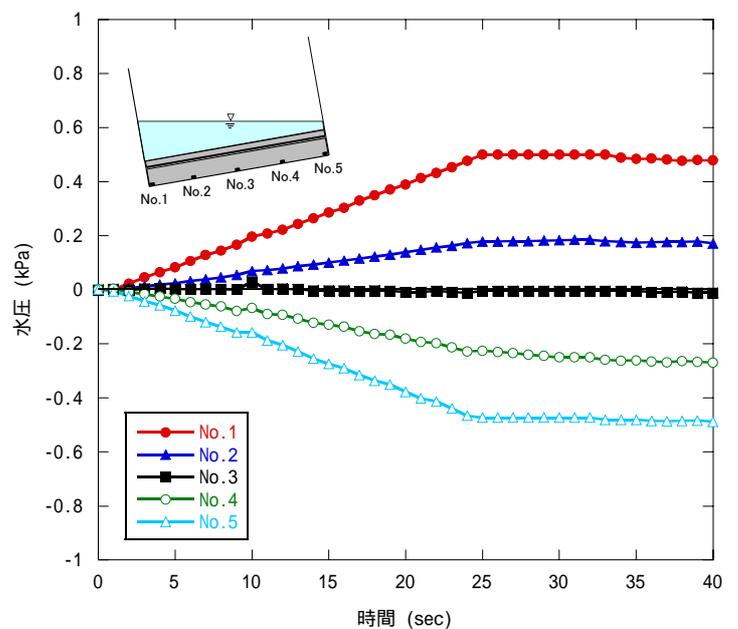


図2 土槽底面における水圧の経時変化