

メタンハイドレート生産時の地層変形に及ぼす断層の影響評価解析

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。海底地盤には断層の存在する箇所もあり、それらの存在が生産時の地層変形に影響を及ぼす可能性も考えられる。そこで、今回、減圧法による海洋でのメタンハイドレート(以下 MH と称する)生産を想定し、生産時の地層変形に関する有限要素法解析を実施し、断層に関連するパラメータが地層変形に及ぼす影響について検討を行った。

2. 解析条件 東部南海トラフの海底地盤を対象とし、仮想的に断層を設定したモデルを用いて検討を行った。考慮するパラメータとしては断層の傾斜角とし、正断層および逆断層の両ケースについて検討を行った。解析モデルの一例を図1に示す。坑井位置の左側に坑井から所定の距離離れた位置に断層を設定し、そこに薄層の弱層要素を設置した。そして、MH 生産層上面における坑井～断層間の距離を一定(150m)とし、断層面の傾斜角 θ を変化したケーススタディーを行った。解析ケースとしては、正断層および逆断層の両ケースについて、それぞれ断層の傾斜角を 0° 、 10° 、 20° 、 30° に変えた計 8 ケースについて計算を行った。解析モデルとしてはいずれも平面ひずみモデルである。荷重条件としては、坑井圧を 3MPa に減圧(MH 生産層上面の水圧 12.4MPa $\rightarrow$ 3MPa)することとし、MH 生産層坑井位置の節点の水圧を 1 日で減圧することとした。また、地盤物性値については、東部南海トラフ海底地盤から採取されたコア試料の室内試験結果等に基づいて設定した。なお、断層の弾性係数については地層の弾性係数の 1/100 倍とした。

3. 解析結果 図2に正断層の場合の各ケースにおける海底面における鉛直変位の水平方向分布を示す。なお、変位量については無次元化し、仕上げ区間長に対する割合(%)で表している(以下同様)。いずれの傾斜角においても、海底面の断層位置に不連続的な変形(段差)が発生している。また、最大鉛直変位の発生する位置がやや断層側に寄っている。図3に生産期間 30 日における正断層各ケースの地盤内の鉛直変位分布を示す。いずれのケースにおいても断層面の左右のコンター色に不連続が見られ、地盤内においても断層面において不連続的な変形が生じていることがわかる。ただし、断層の傾斜角の違いにより全般的な鉛直変位分布に大きな差異は見られず、最も変位の大きい MH 生産層坑井近傍の変位分布もほぼ同様の傾向を示している。図は省略するが、逆断層の場合も図2および図3とほぼ同様の結果であった。図4は海底面における断層位置での段差量と断層の傾斜角の関係をプロットしたものである。いずれの生産期間においても、断層の傾斜角が大きくなるほど段差量も大きくなる傾向を示し、両者の関係は概ね線形的な関係を示している。また、正断層と逆断層を比べると正断層の場合が逆断層の場合に比べてやや大きい傾向を示している。今回の解析条件においては

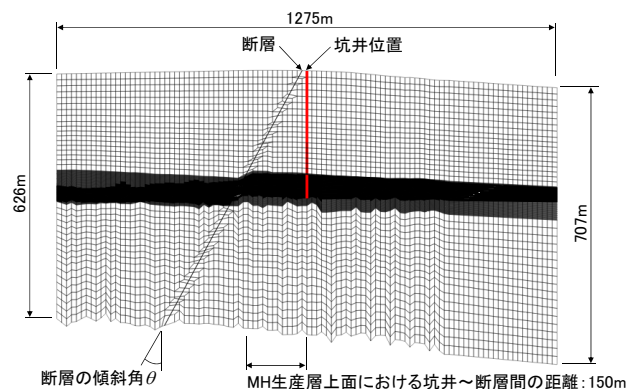


図1 解析モデル図(正断層, 傾斜角 30° のケース)

キーワード:メタンハイドレート, 海底地盤, 変形

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

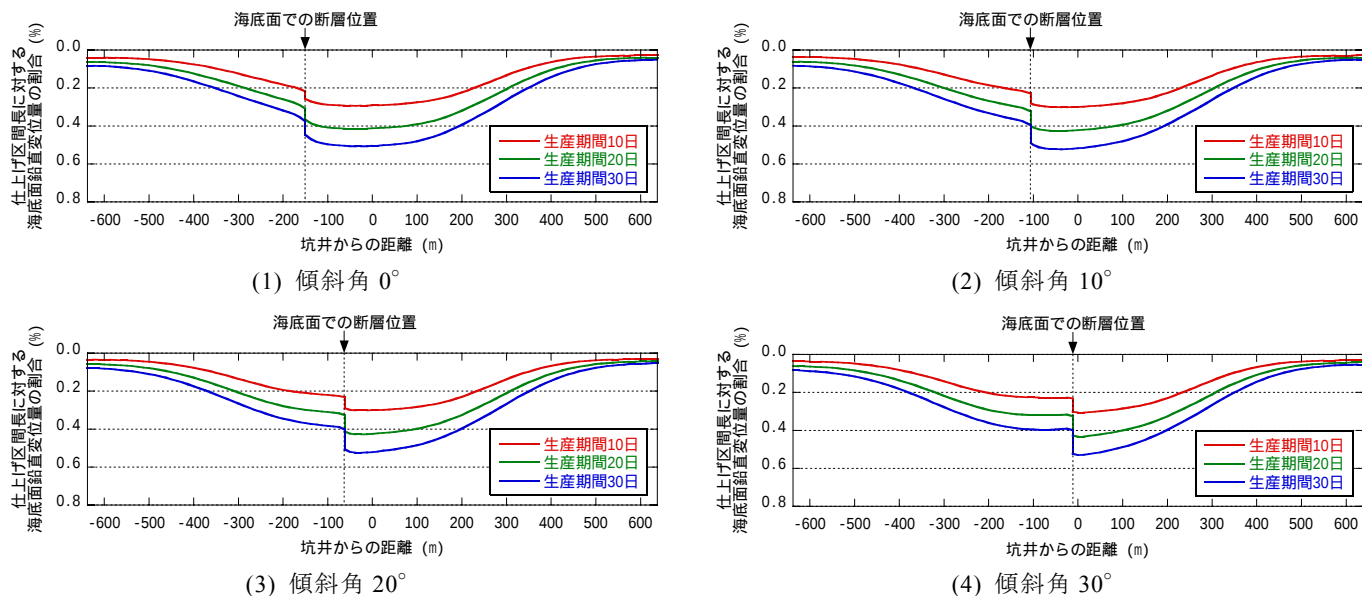


図2 海底面における鉛直変位の水平方向分布(正断層)

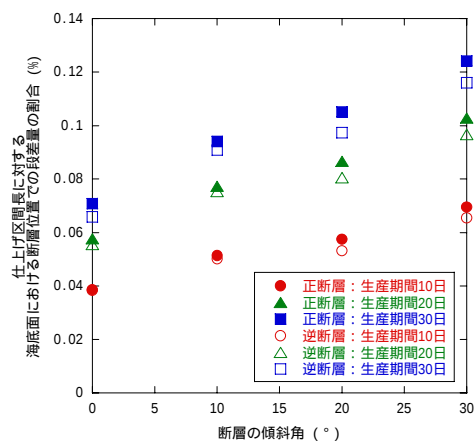


図4 海底面における断層位置での段差量と断層の傾斜角の関係

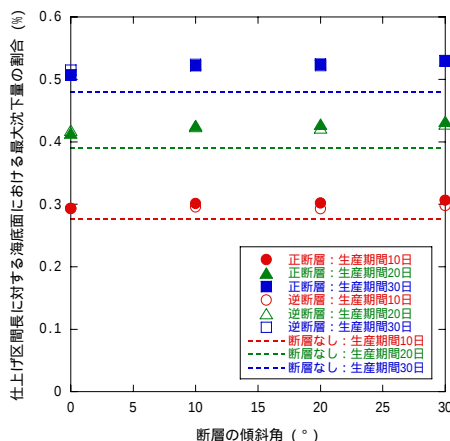


図5 海底面における最大沈下量と断層の傾斜角の関係

MH生産層上面における坑井～断層間の距離を一定としているため、傾斜角が大きくなるにつれて海底面における断層位置が坑井に近くなる。従って、図4の結果を解釈する際には、その点も考慮する必要があるだろう。図5は海底面における最大沈下量と断層の傾斜角の関係をプロットしたものである。図中破線で示しているのは断層のない場合の最大沈下量である。いずれの生産期間においても、断層のある場合の方がない場合に比べて最大沈下量は大きくなっている。また、断層の傾斜角が大きくなるほど最大沈下量も若干大きい傾向を示している。正断層と逆断層を比べるとほぼ同様である。

4. おわりに メタンハイドレート生産時の地層変形に関する有限要素法解析を実施し、断層に関連するパラメータが地層変形に及ぼす影響について検討を行った。その結果、正断層と逆断層の違いや断層の傾斜角の如何に関わらず、海底面の断層位置に不連続的な変形が発生してい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。また、解析を行うに際しては京都大学岡二三生教授ならびに木元小百合准教授にご助言を頂いた。ここに記して謝意を表します。

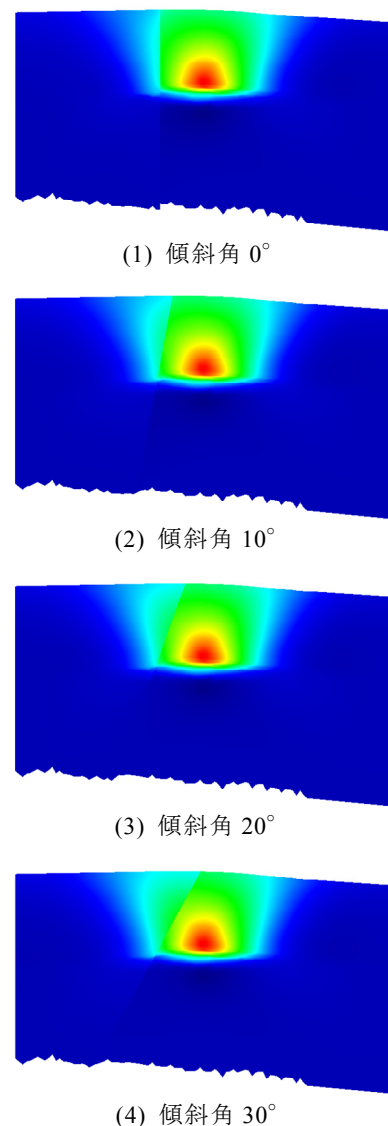


図3 地盤内の鉛直変位分布(正断層)