

第2回メタンハイドレート海洋産出試験における生産手法の検討

研究代表者 栗原 正典
(創造理工学部 環境資源工学科 教授)

1. 研究課題

メタンハイドレートはその賦存量の大きさから、「将来の夢のエネルギー資源」として注目されている。日本近海の海底下にも日本のガス消費量の100年分に相当するメタンハイドレートが賦存していると推定されており、中でも東海沖から熊野灘にかけての東部南海トラフの海底下にはメタンハイドレートが濃集している地域があることが、試験的なボーリングによって確認された。そのため日本政府は2001年7月に「メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム (MH21 研究コンソーシアム)」を組織し、日本近海におけるメタンハイドレートの商業生産を目標として、3つのフェーズからなる「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」を開始した。2001年～2008年に実施されたフェーズ1での研究結果(試掘や地震探査等の結果)を反映し、フェーズ2では2013年3月に、愛知県と三重県の沖合で試験(第1回海洋産出試験)を行った。その結果、海底下に胚胎されるメタンハイドレートを分解・生産して、6日間で約120,000 m³のガスを産出することに成功したが、同時に砂の産出によるトラブルなど、問題点や課題も顕在化した。MH21 研究コンソーシアムでは、第1回海洋産出試験結果の定量的な評価を行い、試験の対象となったメタンハイドレート貯留層の解析(モデルの再構築、岩石力学的挙動の解明、等)や坑井内流動挙動の解析を行っている。この評価結果を反映して、2017年に同じく東部南海トラフで第2回海洋産出試験を実施する予定である。

本研究では、第1回試験で操業会社(オペレータ)を務め、第2回試験でもオペレータとなることが予定されている石油資源開発株式会社と共同で、第2回試験を有効かつ成功裏に実施することを目的として、試験の基本的な設計(生産手法、期間、モニタリングの仕様、等)を行うとともに、生産性を増大させる手法や、メタンハイドレートの分解・生産の観点から、測定すべき項目を提言する。

なお、上記の様に、メタンハイドレートの生産・分解に際しては、砂の産出等、岩石力学的挙動の把握が重要であることが判明したため、流動シミュレータと岩石力学シミュレータの強固な練成が必要であることが確認された。以下では、同じく MH21 研究コンソーシアムにおいて産業技術総合研究所と共同で実施した両シミュレータの統合化の成果を中心に報告する。

2. 主な研究成果

メタンハイドレートの分解・生産挙動の予測には地層の変形等の岩石力学的な挙動が、逆に岩石力学的挙動の予測にはメタンハイドレートの分解・生産挙動が密接に関連しているため、これまでも両者は互いのデータや結果を参照し合っていた。ただし、その参照の度合いは決して強固とは言えなかったため、第2回試験にむけては、両者を定量的かつ高精度で統合した評価・解析が不可欠となる。そこで今年度は、これまでは独立して扱っていた生産挙動および岩石力学的挙動を同時に解析することを可能とし、MH21 研究コンソーシアムでこれまでに開発・改良してきた生産シミュレ

ータ (MH21-HYDRES) と地層変形シミュレータ (COTHMA) の計算精度を向上させることを目標とし、両者を強固に統合する手法を検討した。

2.1 MH21-HYDRES と COTHMA の統合化の検討

MH21-HYDRES と COTHMA の統合化では、陽的結合法と繰り返し法のハイブリッド統合法が最適であるとの結論を得たが、この手法を適用するためには、MH21-HYDRES と COTHMA の両者も改良が必要となる。そこで、ハイブリッド計算機能を付加した 3 次元の水理モデルと力学モデルを独自に作成し、これらをハイブリッド統合法で統合するプログラムを構築し、その効果を検証した (図 1)。また、グリッド - 節点間のデータの引き渡しに関して、坑井からの距離の関数としての補間法とスプライン補間法の有効性を検討した。

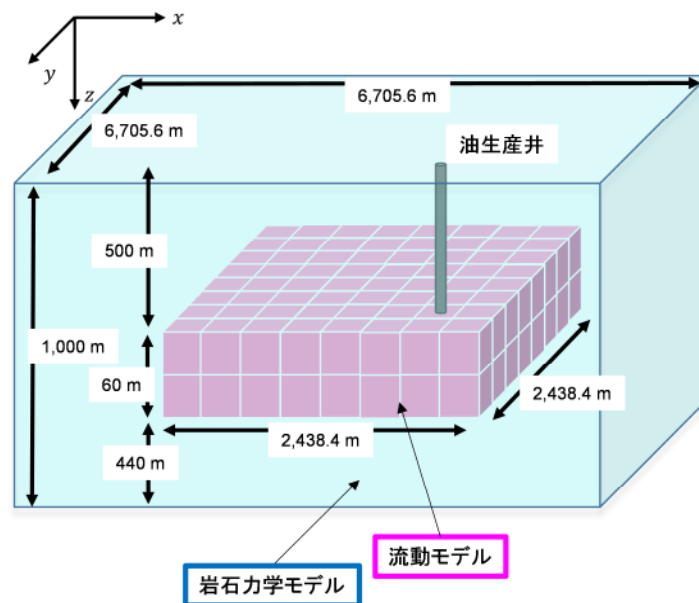


図 1 ハイブリッド統合プログラムの検証用に作成した地層モデル

2.2 MH21-HYDRES と COTHMA の統合化プログラムの完成

MH21-HYDRES と市販のソフトウェア Abaqus の連成インターフェイスプログラムを改良し、MH21-HYDRES と COTHMA を統合するプログラムを試作した。そのプログラムを用いて試験ランを実施した結果、統合モデルでは MH21-HYDRES による単独計算に比べて小さなガス生産量、大きな水生産量が予測されることが確認された (図 2)。

2.3 統合化のための試験ラン問題の実行

1 次元円筒座標系における単純減圧問題を作成し、この問題を MH21-HYDRES と COTHMA で実行して、両者の計算結果を分析した。

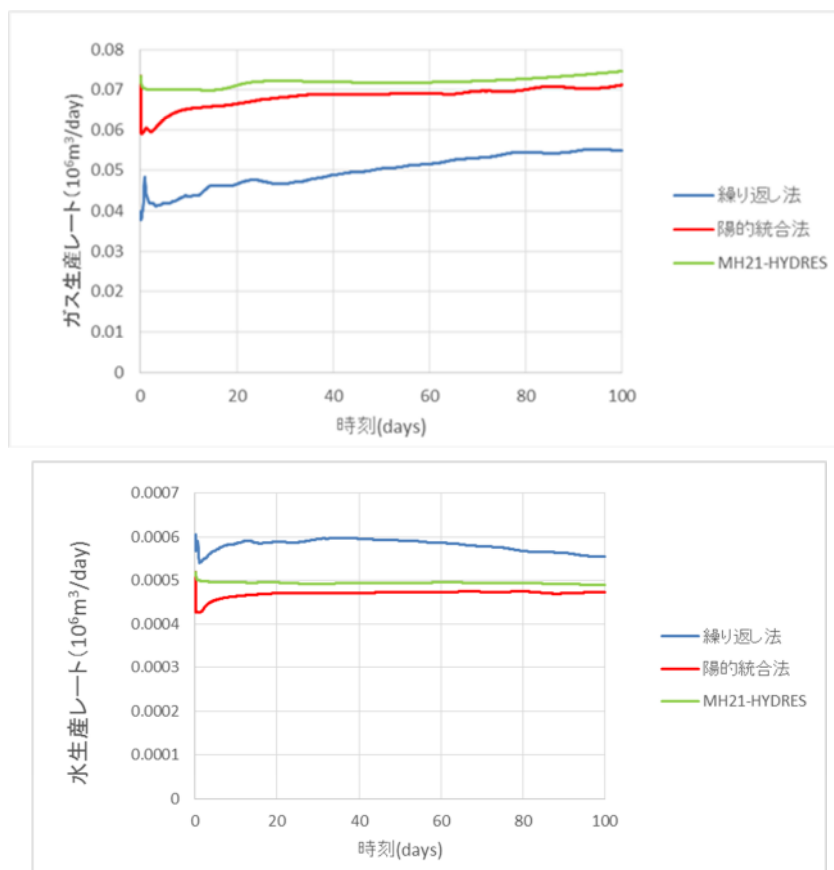


図2 MH21-HYDRES と COTHMA の統合モデルによる計算結果例

3. 研究業績

流動シミュレータと岩石力学シミュレータの統合手法の開発、平成27年度石油技術協会春季講演会、2015年6月、東京

4. 研究活動の課題と展望

MH21-HYDRES と COTHMA の統合では軽微な地層変形だけでなく、将来的には以下の力学挙動も予測可能とすることが望まれるのではないかと予想している。

- フラクチャリング挙動
- 断層・地すべり挙動
- 地層のシール性（亀裂等の発生挙動）
- 砂障害・砂生産挙動
- ケーシング・セメント・地層間の摩擦挙動

ただし、これらの挙動は、比較的自由にグリッドを設置できる有限要素モデルでは扱うことができるが、一般的な水理モデルのような有限差分モデルでは、必要に応じてコーナーポイントグリッド、ハイブリッドグリッド、局所細分割グリッドを配置する等の工夫が求められる。