

GISを用いたメタンハイドレート生産時における海底地盤変形範囲の評価

長崎大学工学部 学生員 上原浩二 学生員 永浴順子
 長崎大学工学部 フェロー会員 棚橋由彦 正会員 蔣 宇静

1.はじめに

メタンハイドレート (Methane Hydrate、以下MHと略す) を分解しメタンガスを生産する方法としては、MH層の温度を上昇させる方法 (熱刺激法) や圧力を低下させる方法 (減圧法) 等が考えられている。この場合MH層内における温度や圧力の変化により、MH層の強度低下及び間隙中の流体移動に伴い生産坑井周辺の地盤が変形し生産活動が阻害される可能性が高く、MHの安全かつ継続的な生産性を確保するためには、MHの生産に伴う海底地盤の変形挙動を解明しておく必要がある。著者らは、応力 浸透流 熱移動連成解析手法を開発し、温度と圧力の変化が海底地盤の変形に及ぼす影響を考察している¹⁾。本研究は、これらの解析結果をもとに、MH生産に伴う海底地盤の三次元的変形範囲をGIS (地理情報システム) により可視化し、さらに、生産坑井が複数存在する場合の相互影響度合いについて考察する。

2.南海トラフの状況とモデル化

南海トラフは、静岡県沖から紀伊半島・四国沖を經由して、九州東方まで伸びる、最大水深約4,800mの船底状の地形をした海底盆地である。南海トラフに堆積しているMH資源量は、MHの平均層厚を30mと推定した場合、約3兆3千億m³の原始資源量が期待される²⁾。海底地形の特徴については、海上保安庁の資料に基づき確認できる。複数の坑井生産に伴う海底変形に及ぼす相互影響の評価方法について、海底地形の特徴を表現できること、相互影響を視覚的に把握できること、さらに、合理的生産手法の意思決定を支援できることなどから、GISを用いることとした。海底の平均基準標高は南海トラフの調査結果より-1200mとした。

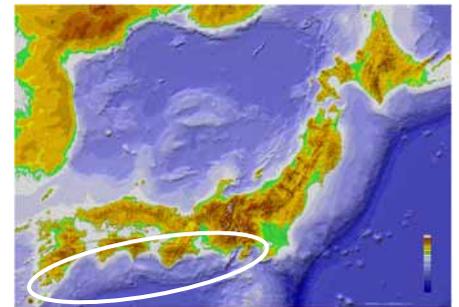


図-1 南海トラフの位置

表 1 GIS 表示ケース

生産手法	温度・圧力の設定	Case	坑井数(坑井間距離)
減圧法	12MPa 2MPa	1	1本(0m)
		2	2本(600m)
		3	2本(750m)
		4	2本(900m)
	12MPa 5MPa	5	1本(0m)
		6	2本(600m)
		7	2本(750m)
		8	2本(900m)
熱刺激法	13 (286K)	9	1本(0m)
		10	2本(600m)
	67 (340K)	11	2本(750m)
		12	2本(900m)

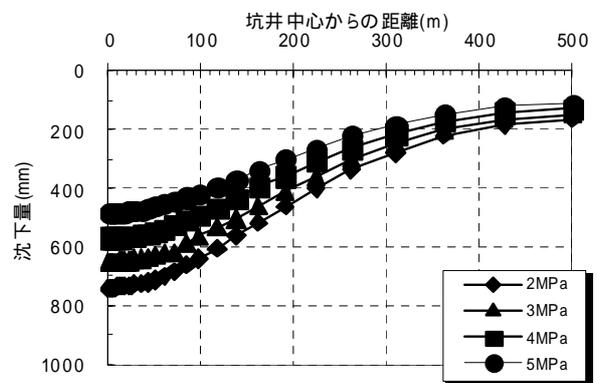


図-2 解析結果 (減圧法)

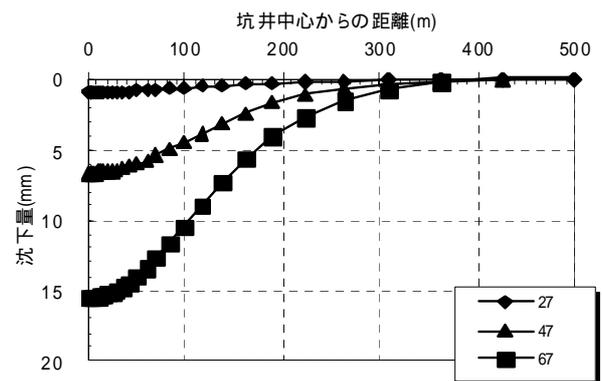


図-3 解析結果 (熱刺激法)

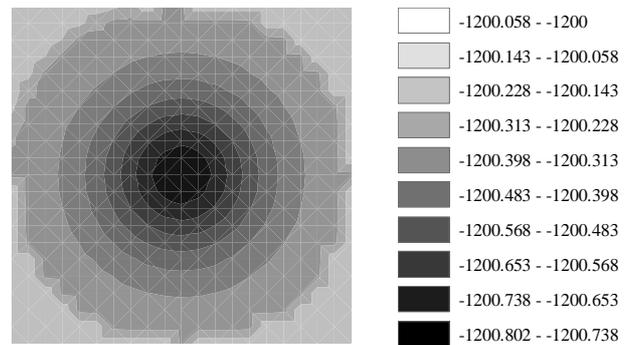
海底の沈下状況として、図-2、図-3 に示す二次元軸対称モデルによる有限要素解析結果¹⁾を用い、ESRI社のArcGIS ArcMapにより3次元可視化を行う。本研究では、まず生産坑井の数が1本と2本の場合について考察するものとし、表示ケースを表-1のように決定した。

3.結果と考察

結果の一例として、図-4 に生産坑井を初期圧力 12MPa から 2MPa まで減圧した場合と、図-5 に温度を 13 から 67 まで上昇させた場合の沈下状況を示す。図-4(a)に坑井数 1 本における海底の沈下状況のコンターを示す。海底地盤を水平で均質と見なしているため坑井中心から周辺に向かって徐々に沈下範囲を広げていく。図-4(b) に坑井数 2 本(坑井間距離 600m)における海底の沈下状況のコンターを示す。相互影響により、坑井間の海底沈下が約 8%大きく生じている。図-4(c)に坑井間距離 900mにおける海底の沈下状況のコンターを示す。坑井間距離が 900m以上離れると相互影響がなくなることがわかる。一方、熱刺激法を用いる場合、坑井間距離 400m以上離れれば相互影響がなくなり、減圧法に比べ相互影響の度合いが低いことが明らかになった。

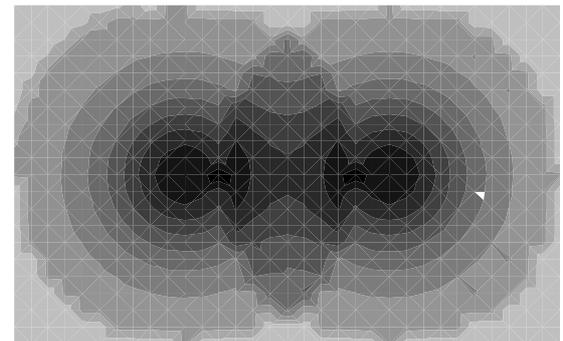
4.おわりに

有限要素法連成解析結果から得られた海底の地盤沈下量を GIS により3次元可視化を行い、2本の坑井が存在する場合の海底地盤の変形範囲を把握することができた。今後はMH生産に伴う海底地盤の挙動範囲などを忠実に考慮した解析モデルの改善とともに坑井が3本以上と複数になった場合における相互影響を詳しく考慮し、合理的生産手法の確立につなげていきたい。

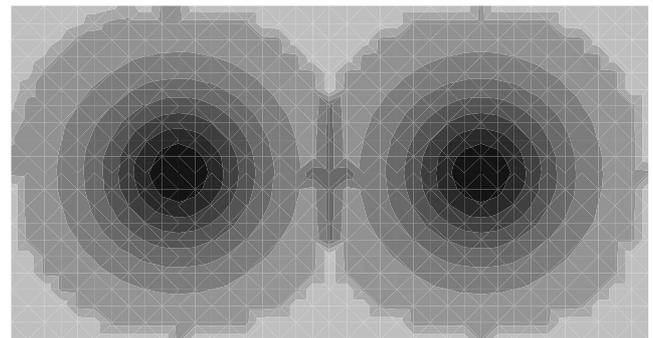


(a) Case1(坑井 1 本)

凡例 (減圧法)



(b)Case2(坑井間距離 600m)



(c)Case4(坑井間距離 900m)

図-4 減圧法による海底地盤の沈下状況

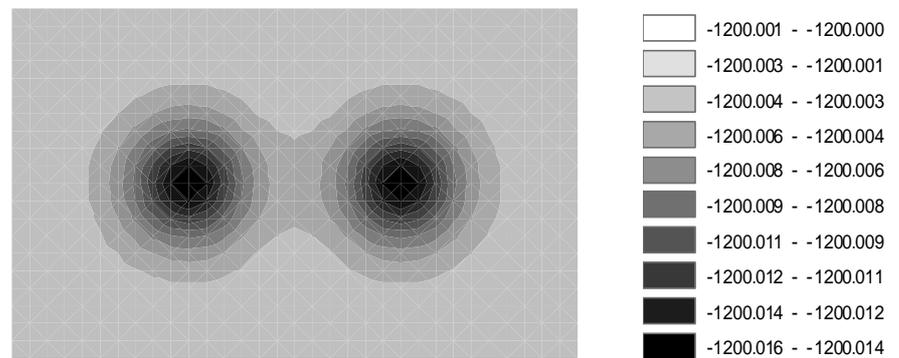


図-5 熱刺激法による海底地盤沈下状況(坑井間距離 600m)

【参考文献】

- 1) 永浴 順子, 棚橋 由彦, 蔣 宇静, 方 火浪, 上原 浩二:メタンハイドレート生産時における海底地盤の変形挙動予測, 平成 16 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 2005
- 2) 松本 良, 奥野義久, 青木 豊:メタンハイドレート, 日経サイエンス社, pp.220-221, 1994