

メタンハイドレートを含む海底地盤の力学特性 - その2：海底地盤の変形に及ぼす材料パラメータの影響度 -

清水建設 技術研究所 正会員 荻迫栄治，奥野哲夫
清水建設 技術研究所 正会員 西尾伸也，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、日本周辺海底にも日本が消費している天然ガスの100年以上の量が存在すると推定されている。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、(財)エンジニアリング振興協会が環境影響評価に関する研究開発を行っており、筆者らは、この中で、メタンガス生産に伴う海底地盤の変形の可能性について検討を進めている。今回、地盤の材料パラメータが海底地盤の変形に及ぼす影響度を把握する目的で解析的検討を実施し、海底面における沈下の発生状況や塑性域の進展状況等について考察を行った。

2. 解析方法および解析条件 解析手法としては有限要素法による軸対称弾塑性変形解析（有効応力解析）を用いた。解析領域としては海底面からメタンハイドレート層上面までを対象とし、外力としては生産に伴うメタンハイドレート層の変動を模擬する強制変位を解析領域最下端（メタンハイドレート層上面）に与えることとした。その際、土質（砂質土または粘性土）、強度定数、弾性係数をパラメータとして、それらの影響を考察した。図-1にその概要を示す。パラメータの設定に際しては想定される地盤として南海トラフを念頭に置き、基礎試験などでデータ^{1),2)}の得られているものについては概ねデータの示す代表的な値に設定した³⁾。また、地盤材料の構成式としてはMohr-Coulombの破壊基準に基づく弾完全塑性モデルを用い、地盤材料パラメータを変化させた表-1の10ケースについて解析を実施した。なお、粘着力は $c'=0\text{MPa}$ 、ポアソン比は0.3とした。

3. 解析結果および考察 図-2に地盤の弾性係数と海底面沈下量および海底面沈下幅の関係を示す。ここで、海底面沈下幅とは、海底面における沈下量が1cm以上発生している領域の幅（軸対称中心からの距離）とする。弾性係数の変化に伴う海底面沈下の変化の様子は、砂質土と粘性土とで異なっている。砂質土では弾性係数が増加するにつれて沈下量および沈下幅が減少するのに対し、

粘性土では沈下量は若干増加もしくは横這い、沈下幅はほぼ横這いであり、弾性係数の変化に対する沈下量および沈下幅の変化は小さい。図-3に地盤内の塑性域の分布状況を示す。これらの図は左端が軸対称中心面を示している。弾性係数の増加に伴い、塑性域も大きくなっている。しかし、この傾向は砂質土より粘性土においてより顕著である。現象的には、弾性係数の増加に伴い塑性域も大きくなり、沈下量は弾性係数の大きさと塑性域の広がり両者に依存することになる。すなわち、砂質土の場合は塑性域の広がりより弾性係数の大きさの方が卓越しているが、粘性土では塑性域の広がりや弾性係数の大きさの影響が互いに相殺され、上記のような結果が表れているものと考えられる。

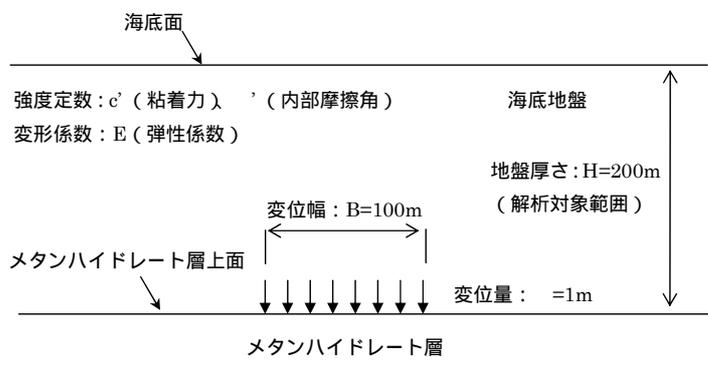


図-1 解析対象モデルの概要

表-1 解析ケース

No.	土質	内部摩擦角 ϕ (度)	弾性係数 E(MPa)
1	砂質土	45	300
2	砂質土	38	600
3	砂質土	38	300
4	砂質土	38	100
5	砂質土	30	300
6	粘性土	35	50
7	粘性土	30	100
8	粘性土	30	50
9	粘性土	30	10
10	粘性土	25	50

キーワード：メタンハイドレート，変形，有限要素法，海底地盤

連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 Tel：03-3820-5267 Fax：03-3820-5959

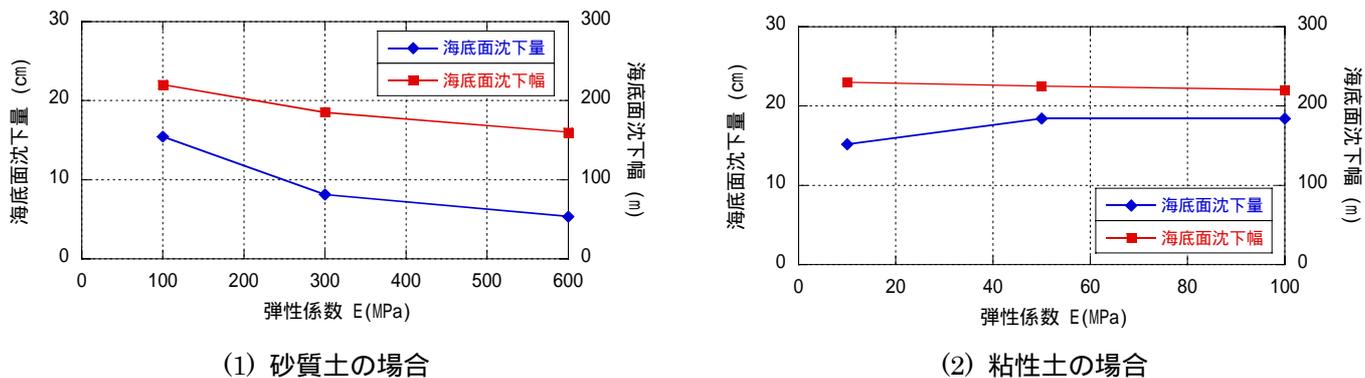


図 - 2 弾性係数と海底面沈下量および海底面沈下幅の関係

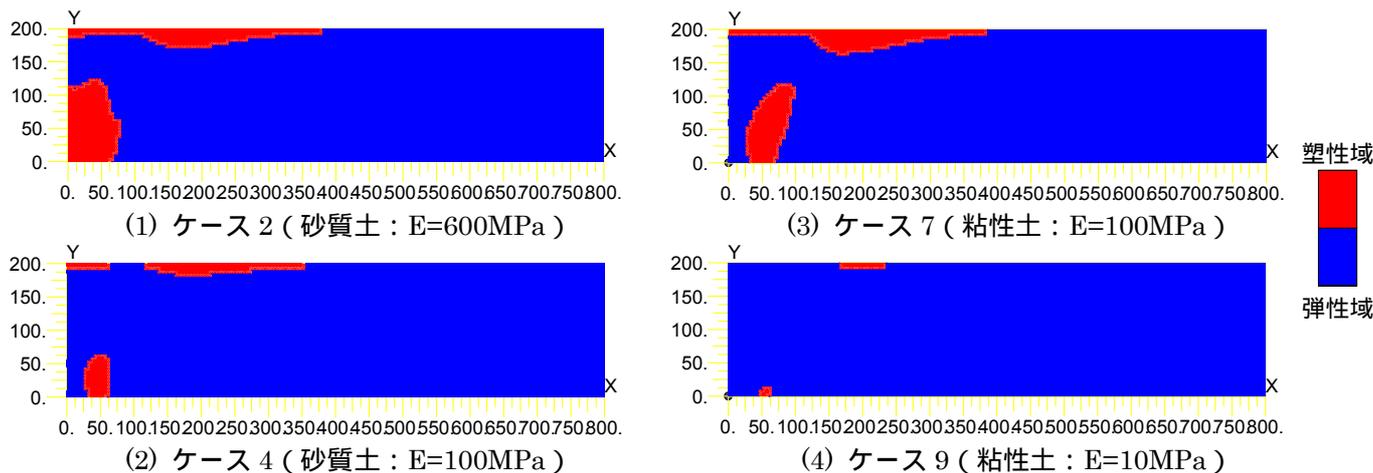


図 - 3 海底地盤内の塑性域の分布図

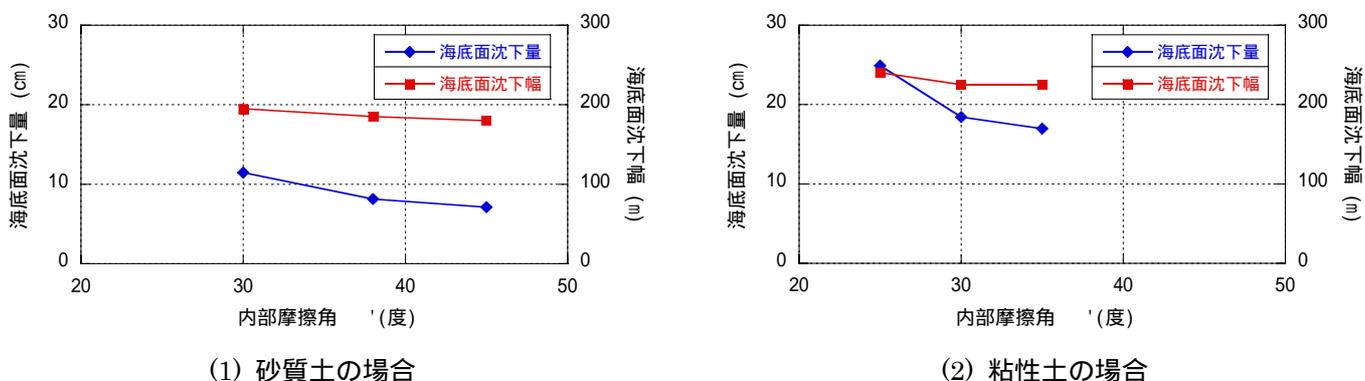


図 - 4 内部摩擦角と海底面沈下量および海底面沈下幅の関係

図 - 4 に地盤の内部摩擦角と海底面沈下量および海底面沈下幅の関係を示す。砂質土、粘性土ともに内部摩擦角の増加に伴い海底面沈下量は減少している。また、ここには示さないが、内部摩擦角の減少に伴う塑性域の進展の様子は両者で似かよっており、内部摩擦角の変化に伴う沈下量への影響は砂質土、粘性土で同様であると言える。また、海底面沈下幅も内部摩擦角の増加に伴い減少傾向にあるが、その割合は沈下量に比べて小さいようである。

4. おわりに 海底地盤からのメタンガス産出を模擬した海底地盤の変形解析を実施し、地盤材料パラメータの影響度について検討を行った。今回の解析結果によれば、海底地盤の土質や弾性係数、強度定数と海底面での沈下の発生状況にはある程度の傾向があることがうかがわれた。しかし、現時点では海底地盤の力学特性に不確定な部分もあり、今後はメタンハイドレートを含む地盤の力学特性をさらに調べ、変形予測解析の精度を高めていきたい。

参考文献 1)手塚和彦,宮入誠,内田隆,秋久國男:メタンハイドレート層の検層解析,物理探査,第55巻,第5号,pp.413-424,2002. 2)羽藤正実,稲盛隆穂:反射法地震探査によるメタンハイドレート賦存領域把握のための研究 - 南海トラフ海域を例として -, 物理探査,第55巻,第5号,pp.435-445,2002. 3)奥野哲夫,荻迫栄治,傳田篤:メタンハイドレート資源開発に伴う海底地盤の変形予測 - その2:海底地盤の解析的検討 -, 第38回地盤工学研究発表会,2003.