

海水準変動を考慮した三次元密度流解析モデルに関する二、三の検討

鹿島建設(株) フェロー会員 ○森川誠司 正会員 羽根幸司 田部井和人 升元一彦
 (株)地層科学研究所 正会員 天野大和
 (国研)産業技術総合研究所 正会員 丸井敦尚

1. はじめに

沿岸部における地下水流動場の長期安定性を検討するには、海水準変動を考慮した密度流解析によって対象地域の超長期的な海水・淡水の流動状況を予測・評価することが重要となる。しかし、検討開始時は地質や水理のデータが不足している可能性が考えられ、特に物性値の設定が問題となるが、解析モデルの初期条件・境界条件の設定にも腐心することが考えられる。そこで仮想検討地域として北海道幌延地域を対象に海水準変動を考慮した3次元密度流解析のモデル化に関する二、三の検討を実施したのでその概要を報告する。なお、3次元密度流解析コードには世界的に利用実績が多い ConnectFlow (ver.12.2) を用いた。

2. 仮想検討地域の水理地質構造モデル

幌延地域における既存の公的文献や地形・地質図を用いて3次元概念モデルを作成し、更に既存論文を根拠に各地層に水理物性を設定することで水理地質構造モデルを作成した。モデル化領域は東西40km×南北40km×深さ4kmを基本領域(モデル1)とした。図-1に3次元水理地質構造モデルを、表-1に解析用水理物性値一覧を示す。

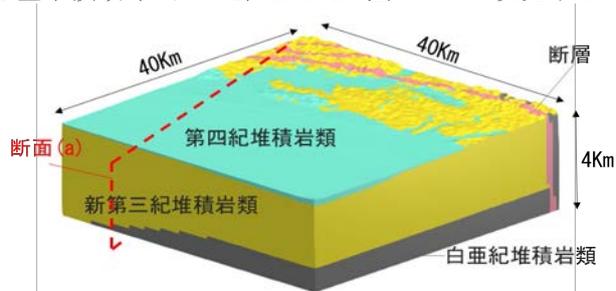


図-1 水理地質構造モデル (高さ方向に3倍拡大)

表-1 解析用水理物性値一覧

地層	透水係数[m/s]	有効間隙率[-]	比貯留係数[1/m]
第四紀堆積岩類	9E-06	0.29	6E-05
新第三紀堆積岩類	3E-07	0.25	6E-06
白亜紀堆積岩類	5E-07	0.04	2E-06
断層	1E-07	0.5	1E-05

※上記以外の解析物性値として、
 拡散係数 1×10^{-10} [m²/s],
 縦分散長100[m], 横分散長20[m]と設定

3. 海水準変動の分割ステップ数の検討

海水準変動を非定常密度流解析に反映させるには、汀線の位置を境に海水準の変化量に応じて、地表面(海底面)の濃度境界(海側:塩分濃度1,陸側:降水塩分濃度0)と水理境界(海側:水位相当の圧力水頭,山側:降雨涵養量)を与える節点を時刻の進行に応じて変化させる。本検討では海水準は、現在から約10万年で海退し、2万年で海進すると仮定した。解析上はそれを分割近似するが、分割数を増やすほど解析時間・労力が増大する。そこで、海水準変動1サイクル12万年を汀線移動間隔が一定になるように40分割した場合(海退期5千年/ステップ・海進期千年/ステップ)、100分割した場合(海退期2千年/ステップ・海進期4百年/ステップ)、200分割した場合(海退期千年/ステップ・海進期2百年/ステップ)の3ケースの解析をモデル1で実施し、分割数が地下水速度分布や濃度変化領域に与える影響を検討した。図-2は500m深度の水平断面における比較結果であり、少なくともこの仮想検討地域では海水準変動の分割ステップを100分割以上すれば解析結果への影響は少ないことが分かる。

4. 解析モデル範囲の検討

幌延地域のように遠浅地形の場合、長期間に渡る海水準変動を考えて汀線の変動範囲をすべて解析領域に含めると、海域を広範囲にモデル化する必要がある。しかし、海域の地質データが不足しているにも関わらずモデル化範囲を海域に広げても必ずしも精度向上には結び付かないことが考えられる。そこでモデル1と汀線の変動領域をすべて含めた南北40km×東西100kmとしたモデル2で海水準変動を考慮した非定常密度流解析を行い、両者の結果を比較した(図-3(a), (b))。モデル1における南北方向中央断面・深度500m(東西方向中心から海側15km⇔

キーワード 高レベル放射性廃棄物地層処分, 沿岸部, 密度流解析, 海水準変動, 概念モデル, ConnectFlow

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂6-5-30 鹿島建設(株)土木設計本部 TEL03-6229-6791

陸側 10km 区間) での最海退時の解析結果は、モデル 2 の解析結果と大きな差異はないことが分かる。

5. 現状評価解析方法の検討

海水準変動を考慮した密度流解析における初期塩分濃度分布は、洗い出し解析結果（初期濃度を全域海水相当とし、汀線から海側海底面は海水濃度境界、陸側地表面は降雨境界を与え、定常状態になるまで非定常解析をした結果）を用いることが多い。しかし、実地盤の塩水濃度分布は海水準変動の履歴の影響を受けている可能性がある。そこで、海水準変動履歴（ここでは3サイクル分）を考慮した密度流解析により塩分濃度分布を求め、図-1の断面(a)における物理探査結果と定性的に比較した（図-4(a)~(c)）。この結果から、本検討地域では少なくとも幾度かの海水準変動履歴を考慮すると、特に海底地盤下でより現実に近い塩分濃度分布を得られることが分かる。

6. おわりに

以上の結果は、検討初期段階の概念モデルに基づく3次元密度流解析のモデル化の参考になると考えられる。

	ケース1: 40分割	ケース2: 100分割	ケース3: 200分割	凡例
12万年間における地下水最大流速分布				地下水最大流速 [m/s] 1×10 ⁻¹⁰ 5×10 ⁻¹⁰ 1×10 ⁻⁹ [白斜線ハッチ]: 最大流速 ≤ 1×10 ⁻¹⁰ [m/s]
12万年間における塩分濃度変化分布				塩分濃度変化 (無次元) 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 [黒斜線ハッチ]: 塩分濃度変化 ≤ 0.1
12万年間における地下水最大流速・塩分濃度変化がともに小さい領域				[黒斜線ハッチ]: 塩分濃度変化 ≤ 0.1 [黒斜線ハッチ]: 最大流速 ≤ 1×10 ⁻¹⁰ [m/s] [黄色]: 上記の2条件を満たすエリア

図-2 地下水最大流速分布・塩分濃度変化分布に対する海水準変動分割ステップの影響

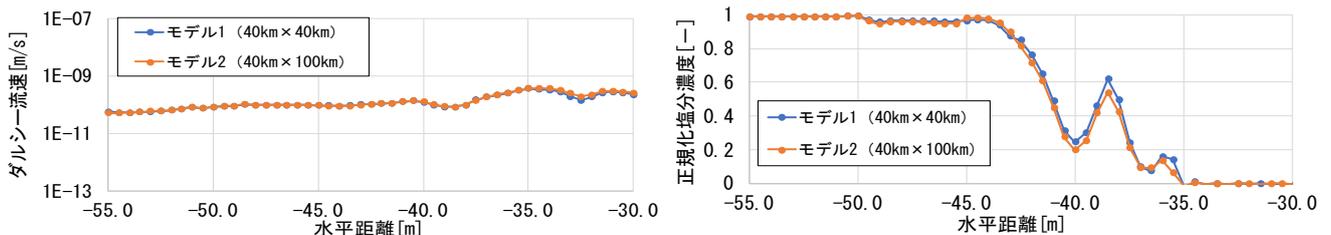


図-3(a) 深度 500m (モデル中央) の流速分布の比較

図-3(b) 深度 500m (モデル中央) の塩分濃度分布の比較

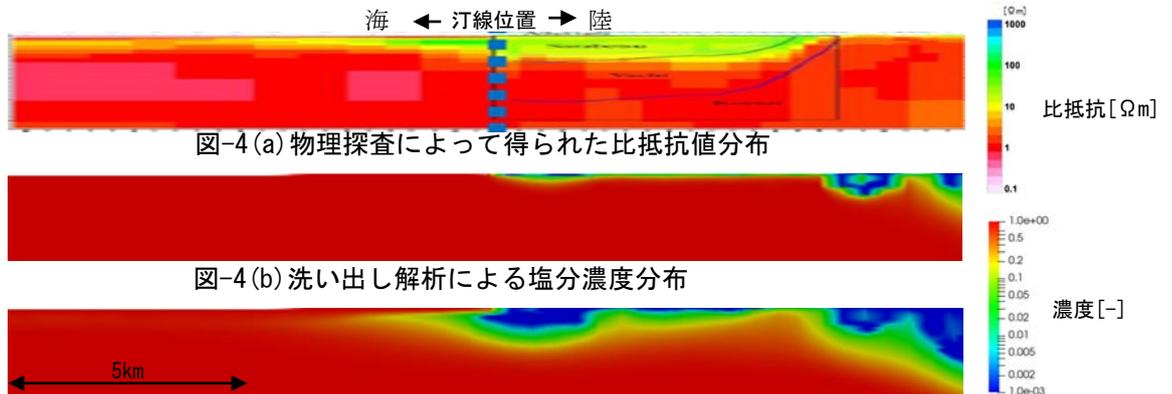


図-4(a) 物理探査によって得られた比抵抗値分布

図-4(b) 洗い出し解析による塩分濃度分布

図-4(c) 海水準変動履歴を考慮した解析による塩分濃度分布

参考文献: 1) 産業技術総合研究所: 海域地質環境調査技術高度化開発 成果報告書, 2012. 3