

Ⅲ-A 265

割れ目系岩盤における塩水・淡水流動解析

(財) 電力中央研究所 末永 弘
 宮川 公雄
 東京大学 工学部 登坂 博行
 原子力環境整備センター 河野 愛

1. はじめに

地下に構造物を建設する際、周辺の地下水流動を把握することが必要となる。特に地下構造物の沿岸立地を考慮した場合、地下における塩水の存在を考慮しなくてはならない。しかしながら、花崗岩などの割れ目系岩盤を対象に、塩水を考慮した地下水流動を解析した例はまだ少ない。そこで本報では、割れ目系岩盤において地質、水理に関する特性調査により構築された水理地質構造モデルを検証する試みとして、モデルより得られた地下水流動場に対して塩水・淡水を考慮した地下水流動解析を行なった結果を紹介する。

2. 解析方法

まず、沿岸地域に掘削された2本のボーリングによって挟まれた2次元断面を、対象とする解析領域とする(図1)。この領域に対し、ボーリング孔を使った各種測定結果(透水試験、間隙水圧測定、フローメータ検層、孔内水比抵抗検層)と地表踏査を含めた地質調査により構築された水理地質構造モデル(宮川ら(1998)、図1を参照)を元に水理パラメータを設定した。解析に使用したコードは、コーナーポイント型グリiddingシステムを用いた差分法を用いたもの(登坂ら(1996))で、空気+地下水(または地表水)+塩水という2相3成分の陸域(地表+地下)流体流動の解析が可能である。このコードを用いて、解析領域における初期条件、境界条件から定常状態のシミュレーションを行なった。なお、解析領域に関する物性値は表1に示すものを用い、初期・境界条件は以下の通りである。塩分濃度は孔内水比抵抗検層のデータより求めた。

表1: 解析に用いた物性値

透水係数	$5 \times 10^{-6} \sim 10^{-9} \text{ cm/sec}$ (水理地質構造モデルにより多段に変化)
間隙率	0.04 (物理検層、中性子間隙率のデータに基づく)
涵養量	1mm/day

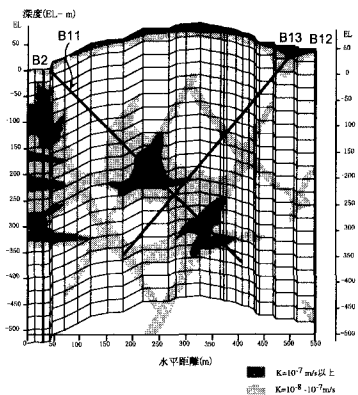


図1: 解析領域(透水係数の分布と解析メッシュを含む)

○初期条件

- EL0mに地下水面があると仮定して解析を開始する
- 境界グリッドを除き、内側のグリッドで、地下水面以下の圧力に関しては深度に応じた静水圧条件を与える
- 地下水面以上は不飽和領域とし、初期状態では一律に水の飽和率0.001を与える

○境界条件(図2)

- 最上部の層は大気層とし、圧力を固定する
- 最下部層は不透水境界とし、流体の出入りをさせないようにする
- 左右の境界グリッドは、ボーリング孔B2、B12孔にあたり、間隙水圧値として圧力が測定されているため、これで固定する

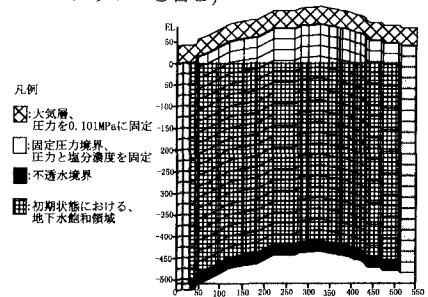


図2: 境界条件

3. 解析ケース

解析開始時の塩分濃度の与え方により、以下の2つのケースによって定常状態になるまでシミュレートした。

- [CASE1] ボーリング孔B2、B12孔における塩分濃度、圧力を固定し、解析領域全体の塩分濃度分布、流速分布を求める。
 [CASE2] CASE1に加えて、ボーリング孔B11孔における塩分濃度、圧力を固定し、領域内の塩分濃度、流速の各分布を求める。

4. 解析結果

CASE1、CASE2における塩分濃度分布を図3に示す。両方の結果を比較すると、解析領域の中心付近の塩分濃度分布が大きく異なる。これは、CASE2にB11孔という、解析領域の中心を貫くボーリング孔に実測された塩分濃度を与えたことが影響したものと考えられる。ちなみに別途行われた比抵抗トモグラフィの結果(鈴木ら(1997))と比較すると、CASE2の方がより近い分布形態をしているものと考えられる。次に、図4にB13孔近傍のグリッドにおいて計算された深度-塩分濃度の関係に、B13孔において実際に計測された塩分濃度を重ねてプロットしたグラフを示す。CASE1ではEL-225m付近までは塩分濃度がほとんど0に近いという値ではあるが一致している。しかしながらこれ以深はほとんど一致していない。これは、B2孔のみに塩水を与えてもB13孔付近まで到達しないことが主な原因と考えられる。一方、CASE2では、塩分濃度が上昇し始める深度、あるいは全体的な塩分濃度変化の傾向など、ある程度B13孔の実測データを再現しているものと考えられる。

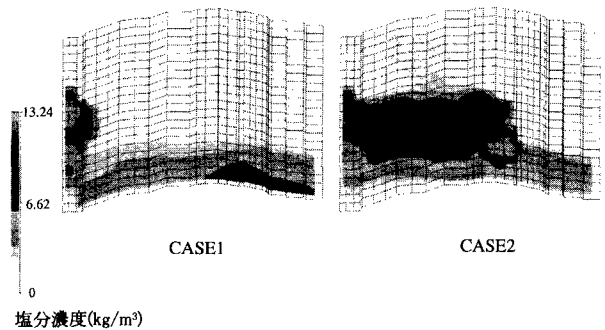


図3: 定常状態における塩分濃度分布

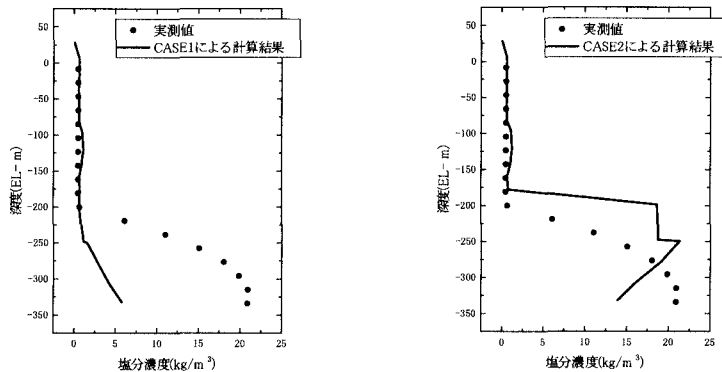


図4: B13孔周辺における塩分濃度変化の計算値と実測値

5. まとめ

本報をまとめると以下ようになる。

1. ボーリング孔B2、B12孔に囲まれた領域において、これら2つのボーリング孔、あるいはそれに加えて領域の中心部を通るボーリング孔B11孔で計測された間隙水圧値、塩分濃度を固定することによって定常状態の移流拡散解析を行い、塩分濃度分布の計算結果を用いて水理地質構造モデルの検証を試みた。
2. CASE1の塩分濃度分布を見ても分かるように、この解析断面において左右境界に関する境界条件のみからは、実際の塩分濃度分布と考えられるものは再現できなかった。一方、B2、B11、B12孔における3つのボーリング孔のデータにより間隙水圧、塩分濃度を固定した場合(CASE2)、定常状態での塩分濃度分布はある程度シミュレーションで再現できることが、比抵抗トモグラフィの結果、あるいはB13孔の実測データとの整合性から明らかになった。

6. 参考文献

- [1] 宮川公雄, 田中和広, 馬原保典, 河野愛, 千葉昭彦, 水落幸広 (1998):塩淡水を考慮した割れ目系岩盤の水理地質構造調査, 応用地質学会平成10年度研究発表会講演論文集, pp.37-40.
- [2] 登坂博行, 伊藤一誠, 蝦原雅之, 稲葉薫, 伊藤彰, 小島圭二 (1996):多成分多相型移流拡散モデルによる包括的な地下水汚染解析, 地下水学会誌, 第38巻第3号, pp.167-180.
- [3] 鈴木浩一, 河野愛, 千葉昭彦 (1997):500m深ボーリング孔を用いた海岸付近での比抵抗トモグラフィ探査, 物理探査学会第97回学術講演論文集, pp.89-93.