

広域地下水流動解析における地形モデル化の影響について

ハザマ

正会員 今井 久

1. はじめに

広域を対象とした地下水流動解析を実施する際、地形形状を解析モデルに反映する必要がある。この際、地形形状をどの程度の精度までモデルに反映すべきであるのかを示す明確な基準はない。多くの場合、入手可能なデータの範囲内、あるいは経験的判断で地形のモデル化精度が決められているのが現状である。比較的入手の容易な地形データとしては国土地理院・数値地図 50m メッシュ（標高）などの利用が考えられる。10km オーダの領域を対象とした場合、50m 間隔のデータを直接反映する 3 次元のモデル化を実施するとデータ数もかなりのものとなり、もう少しモデル化精度を下げても良いようにも思える。一方で、50m 間隔の地形データでは地形形状が変化する場合も多く、山地部ではこの間に 10m 以上の高低差が生じることもあり、より高い精度のモデル化が必要となるようにも思える。以上のような疑問に対して、地形形状やそのモデル化精度が地下水解析結果にどのように影響するのかを整理しておく必要があると考えられる。この整理の第一歩として、地形形状やそのモデル化精度が地下水流動特性の深度方向への影響に関して国土地理院・数値地図 50m メッシュを用いた事例的な解析検討を実施したのでその結果を示す。

2. 検討概要

(1) 地形モデル

地形形状の影響検討として、山地から海岸にかけてのある実地形を対象に鉛直 2 次元モデルによる数値解析的検討を実施した。図 1 に対象地形の断面を示す。延長 28.4km、高低差 850m の地形である。全体として紙面左から右へ傾斜、途中に起伏を有する。この起伏により地形形状の地下水流動への影響が評価し易いと考えられ、このような地形を対象とした。

(2) 解析内容

解析は、図 2 に示すような延長 28.4km、底部は EL - 5.0km までを対象とした。地表面は図 1 に示すように、地形データ精度の異なる 4 種類の地表面形状を対象とした。それぞれ、50m メッシュデータをそのまま利用したもの（ $x = 56m$ ）、10 データ（ $x = 560m$ ）、20 データ（ $x = 1120m$ ）、50 データ（ $x = 2800m$ ）ごとに標高データを反映させたものである。境界条件は側部・底部を不透水境界、地表面は地表面に地下水面のある条件とした。透水係数は領域内同一値の均質とした。

3. 解析結果

解析結果として、ポテンシャルコンタ、地下水流速分布を図 2 に示す。榎根(1998)が示すように、深部では全体的勾配の影響で図中左から右へ流れ、地表部では小さな起伏の影響で局所的な流れを示している。

図 3 に地表面、深度 100m, 500m, 1000m でのポテンシャル分布を示す。この図で右下がりの部分は地下水は全体の斜面勾配に沿って左から右へ流れることを示し、右上がりは局所的地形の起伏の影響で右から左へ流れることを示す。地表面に近いものでは地表面形状の小さな起伏の影響もポテンシャル分布の反映され

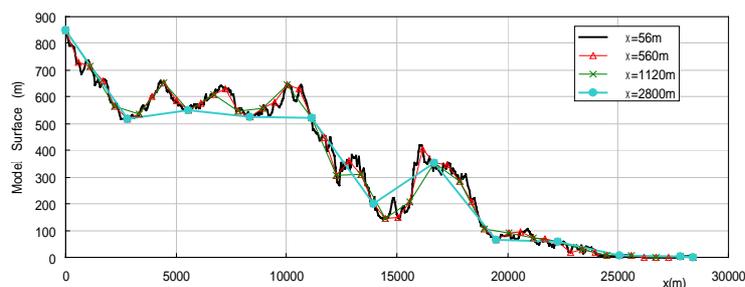


図 1 地形モデル概要

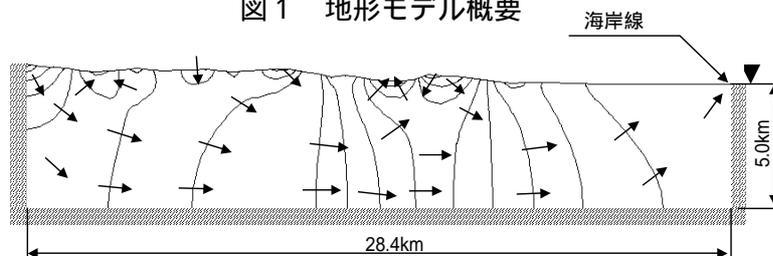


図 2 解析モデル・解析結果

キーワード：地下水流動、シミュレーション、地形

連絡先：〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1、TEL029-858-8813、FAX029-858-8816

るが、深部になると小さな起伏の影響は消え、全体的地形勾配を反映したポテンシャル分布となることが図3から示される。より定量的に地表面形状の地下水流動への影響を評価する目的で図4に示す水平方向動水勾配の頻度分布図を作成した。水平方向動水勾配は図3のポテンシャル線の勾配に相当し、頻度は各深度のFEM要素数を示し、その総和を100とした相対頻度で示している。この図から、図3に示すポテンシャル分布曲線のタイプの変化を把握することができる。浅部では地形データの質がそのまま解析結果に表れるが、深部になると地表面の影響、地形データの質の影響の低下し、各ケースとも同じような頻度分布となる。深度方向の最大頻度の動水勾配をプロットしたものが図5である。最大頻度の動水勾配が図4に示す分布の特性示すとすると、深度200mから地下水流動特性が変化していることが示唆される。また、 $x=56m$ の分布が示すように地形データの質の違いがある程度深部まで影響を与えることを示していると考えられる。

4. おわりに

地形形状やそのモデル化精度の地下水流動への影響を指標を得るため、一つの断面を対象とした事例検討を実施した。この結果、地形形状の深度方向での地下水流動特性へ影響をある程度示すことができた。この影響を、より一般的・定量的な知見として評価するためには、地形特性の定量的・理論的評価方法の検討、種類の異なる断面での事例検討が必要と思われる。また、今回の解析では地表面に地下水面を設定した地形の影響を過大に評価したものである。今後は現実に則した現象の考慮、モデル化も必要と思われる。

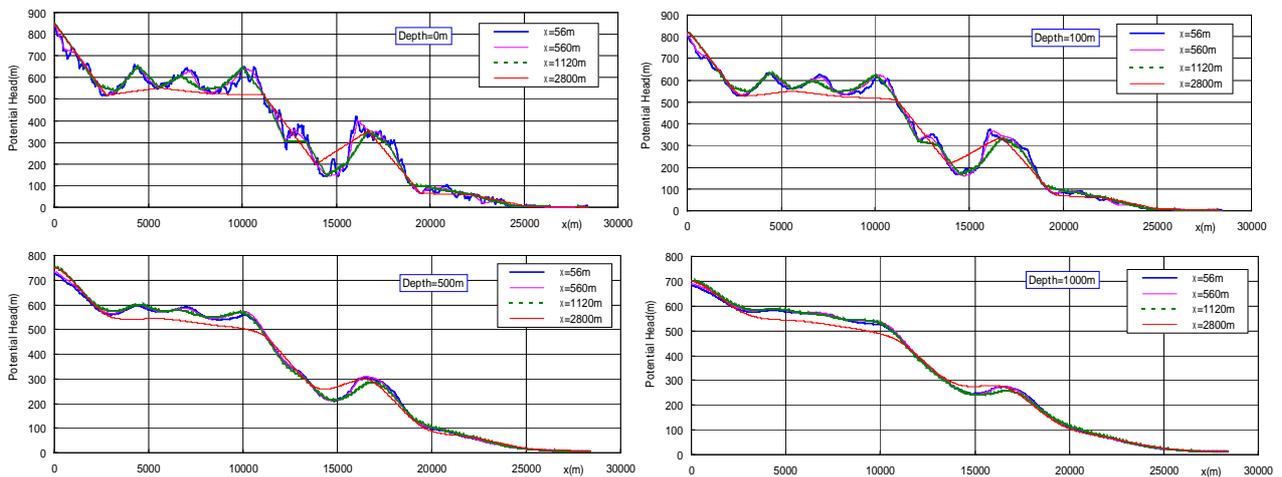


図3 深度ごとのポテンシャル分布

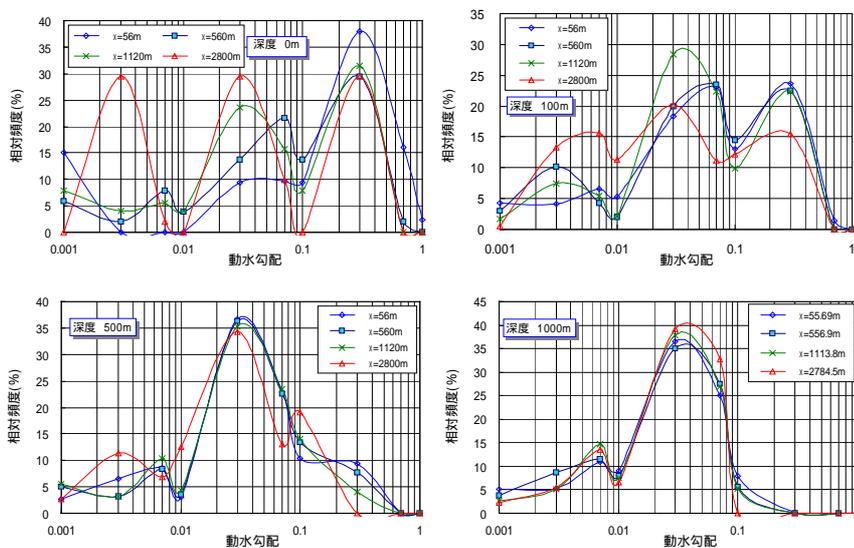


図4 水平方向動水勾配の頻度分布

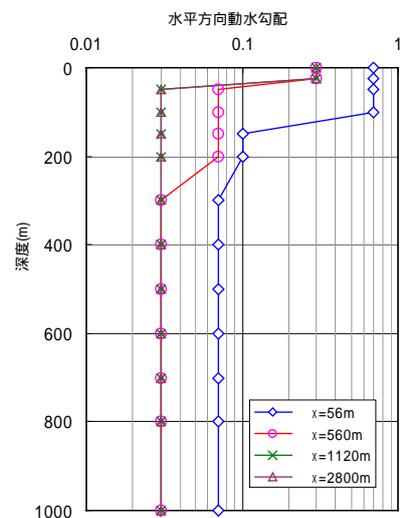


図5 水平動水勾配頻度ピーク値の深度分布

【参考文献】 榎根勇(1998) 地下水ハンドブック pp.36-40