

地下水流動解析モデルの底部境界深度の影響検討

清水建設（株）技術研究所 正会員 白石 知成 ○佐藤 春香
岡山大学大学院 正会員 西垣 誠

1. はじめに

解析手法を用いた広域地下水流動評価、予測を行うにあたり、解析モデルの妥当性について吟味することは重要である。解析モデルの妥当性確認については、地下水位や間隙水圧、湧水量等の実測データと解析結果の比較により行われるが、解析条件のうち、モデル化方法の違いによる影響を把握することにより、解析モデル自体の不確実性の低減が可能となる。

本研究の目的は、感度解析により地下水流動解析モデルの底部境界深度が解析結果に及ぼす影響を把握し、妥当な底部境界深度設定の考え方、注意点について知見を得ることである。

2. 検討条件

図-1 に示す 2 次元 FEM モデルにより、一定の降雨涵養量を考慮した自由地下水面問題を対象として、底部境界深度の違いによる影響について感度解析（飽和・不飽和、定常解析手法）を実施した。

図-2、表-1 に解析ケースおよびモデルの透水係数設定値を示す。地盤の透水性の条件として、①均質モデル、②2層モデルA（透水係数比が1オーダー）、③2層モデルB（透水係数比が2オーダー）の3モデルを設定した。また、底部境界深度として、解析モデルの地表面標高H（50m：地下水位の最高値）に対して、 $-2H$ （ -100m ）～ $-10H$ （ -500m ）までの5深度を設定した。

なお、側方境界は分水界を考慮して、不透水境界とした。

3. 検討結果

解析結果の地下水位および全水頭分布を比較検討した。図-3 に比較を行った位置を、図-4 に均質モデルの地下水位分布を、図-5 に各比較点における深度方向の全水頭分布を示す。これらより、以下の知見が得られた。

①解析結果から得られた地下水位分布、間隙水圧分布は、均質モデルでは、底部境界深度の違いにより大きく異なる。特に上流側での影響が大きく、地下水位、間隙水圧ともに5m以上の違いがあり、実測データの測定

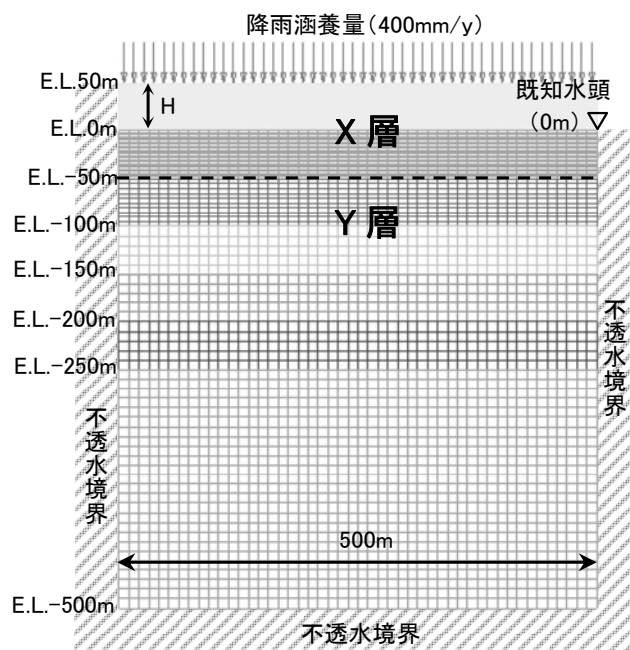


図-1 2次元 FEM モデル

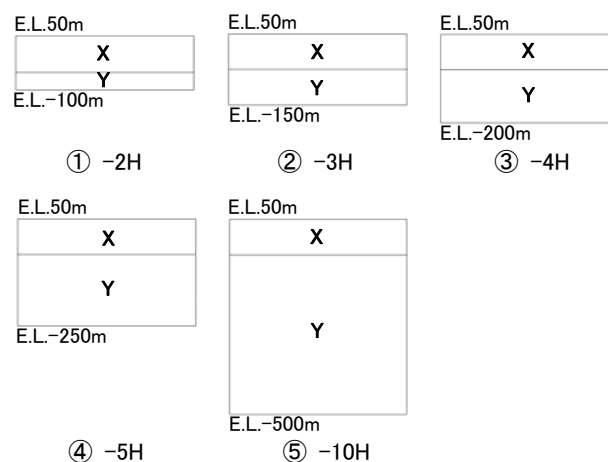


図-2 解析ケース模式図(①-2H～⑤-10H)

表-1 各モデルの透水係数設定値(m/s)

	X層	Y層
均質モデル	5.0×10^{-7}	5.0×10^{-7}
2層モデルA	5.0×10^{-7}	5.0×10^{-8}
2層モデルB	5.0×10^{-7}	5.0×10^{-9}

キーワード 地下水流動、数値解析、底部境界深度、感度解析、妥当性確認

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設（株）技術研究所 TEL (03) 3820-5939

精度と比較しても有意な差であることから、解析モデルの底部境界深度の設定が解析結果の妥当性に大きく影響すると言える。ただし、底部境界深度が深くなるにつれて、解析結果は収束する傾向にある。

② 2層モデルA（透水係数比1オーダー）では、均質モデルよりも地下水位、間隙水圧ともに上昇する。底部境界深度の違いによる影響は小さいが、上部（透水性が大きい地層）では底部境界深度が深くなるほど解析結果は収束する傾向にある。

③ 2層モデルB（透水係数比2オーダー）では、上部（透水性が大きい地層）では底部境界深度の影響をほとんど受けていない。下部（透水性が小さい地層）では底部境界深度の違いにより全水頭分布が変動する。

④ 地下水流動の涵養域（上流側）では、底部境界深度が深くなるほど深部の全水頭が低下する。

⑤ 地下水流動の中間領域では、比較的底部境界深度の影響は小さい。

⑥ 地下水流動の流出域（下流側）では、底部境界深度が深くなるほど深部の全水頭が上昇する。

4. まとめ

本研究では、地下水流動解析モデルの底部境界深度に関する感度解析を行った。得られた知見に基づき、底部境界深度設定の際の注意点について、以下に整理する。

① 比較的現実的ではないが、深部まで透水性が変わらない場合、解析結果に対する底部境界深度の影響が大きい。ため、底部境界深度設定に注意する必要がある。

② 透水係数分布によっても底部境界深度の影響は異なり、深部の透水係数が小さい方が底部境界深度の影響は小さくなる。

③ 底部境界深度の影響は地下水流動の上流側と下流側で異なり、上流側では底部境界深度が深いほど深部の全水頭が小さくなり、下流側では逆の傾向となることから、実測データとの比較の際に考慮することができる。

④ 相対的に底部境界深度の影響が大きいのは、地下水の上流側であると判断されることから、上流側の地下水位や全水頭分布の再現性を重視した底部境界条件設定が必要である。

⑤ 地下水の上流側での底部境界深度目安としては、少なくとも地表面標高の5倍程度を設定する必要があると考えられる。

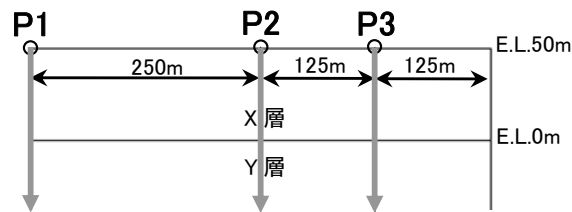


図-3 全水頭分布比較位置

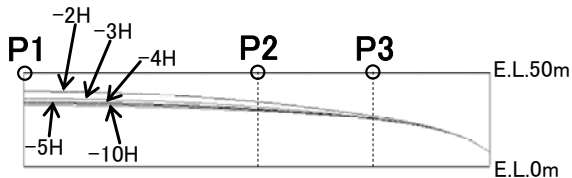
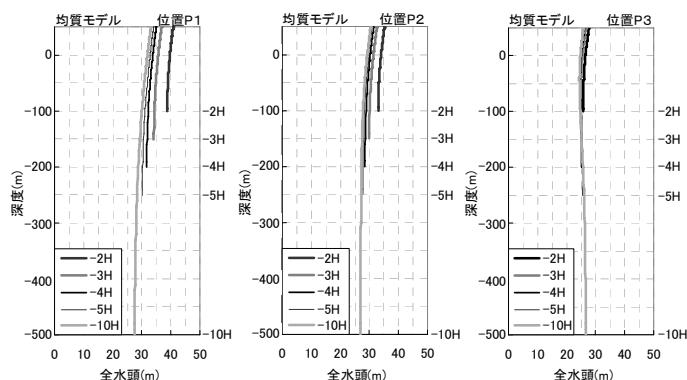
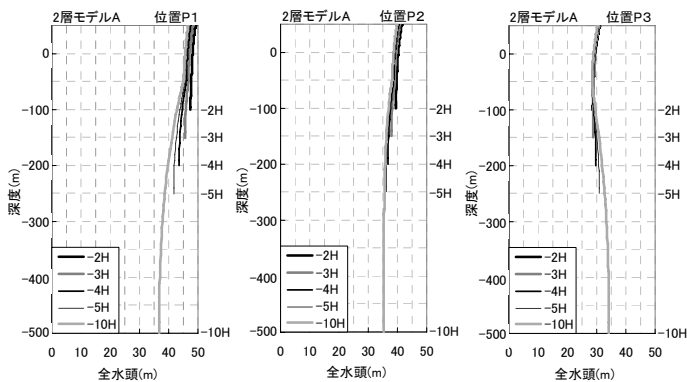


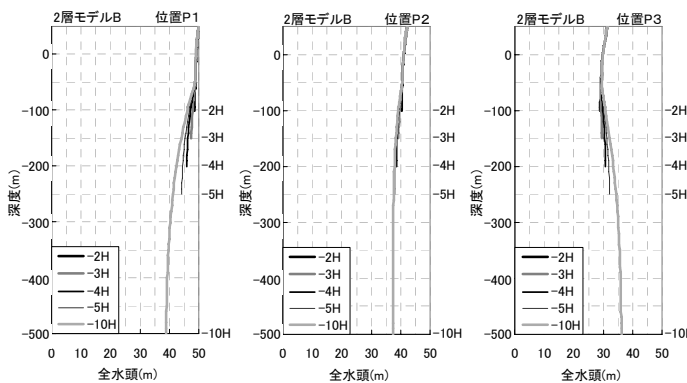
図-4 均質モデルの地下水位分布



(a) 均質モデル



(b) 2層モデル A



(c) 2層モデル B

図-5 全水頭分布図