

地下水流動阻害現象の三次元影響評価式の検証

清水建設(株)技術研究所 正会員 石川 明 高坂信章 天利実

1. はじめに

地下構造物構築による地下水流動阻害現象が問題になることが多い。この現象による定量的な影響を予測するためには3次元浸透流解析を行えばよいのであるが、概略としてどの程度の影響が出るのかを検討するために、様々な簡易式も提案されている^{1)~5)}。本報では高坂らにより提案されている影響評価式¹⁾を3次元浸透流解析により検証し、評価式の妥当性について調べた。

2. 評価式と既往の検証

評価式は(1)式で表される(記号は図1参照)。

$$s_c = \frac{(1-\beta)L \sin \theta}{\beta L \sin \theta + W} I_i W \quad (1)$$

ここで、 s_c : 評価式による構造物端部の水頭変動量、 β : 帯水層残存率($\beta=b/D$)、 D : 帯水層厚さ、 b : 残存する帯水層の厚さ($D-Z$)、 Z : 構造物の深度、 L : 構造物の半長、 W : 構造物の半幅、 I_i : 構造物建設前の地下水動水勾配、 θ : 地下水流動方向と構造物のなす角度

(1)式は $\theta = 90^\circ$ の場合の β の影響¹⁾および $\beta = 0$ の場合の θ の影響²⁾について既に検証されている。本研究では1つの解析モデルで β 、 θ 2つのパラメータを同時に変化させ、評価式の総合的な検証を行った。

3. 3次元浸透流解析による評価式の検証

図2に検証に用いた3次元数値解析モデルの概略図と変化させたパラメータを示す。解析モデルは平面的に1km四方、断面的に厚さ10mの帯水層とし、構造物構築前の地下水は動水勾配 $I_i = 0.01$ で地下水流動方向に流れる設定とした。解析パラメータは帯水層残存率 β を1, 2.5, 10, 20, 50%の6種類、地下水流動方向と構造物のなす角度を $\theta = 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90^\circ$ の7種類、構造物の半長を $L = 100, 400\text{m}$ の2種類、構造物の半幅を $W = 5, 10\text{m}$ の2種類に変化させ、計168ケースの解析を行った。

4. 検証結果

1) 流動方向と構造物の角度 θ の影響 (図3)

左図に構造物半長 $L = 400\text{m}$ の場合、右図に $L = 100\text{m}$ の場合の評価式と解析結果(上流側の水頭上昇量 s_u と下流側の水頭低下量 s_l の絶対値の平均値 s_{ave})との比較を示した。評価式、解析結果とも残存率 β が大きくなるほど水頭変動量が

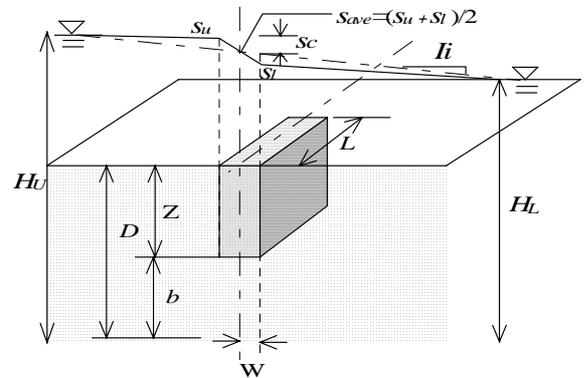


図1 評価式の記号

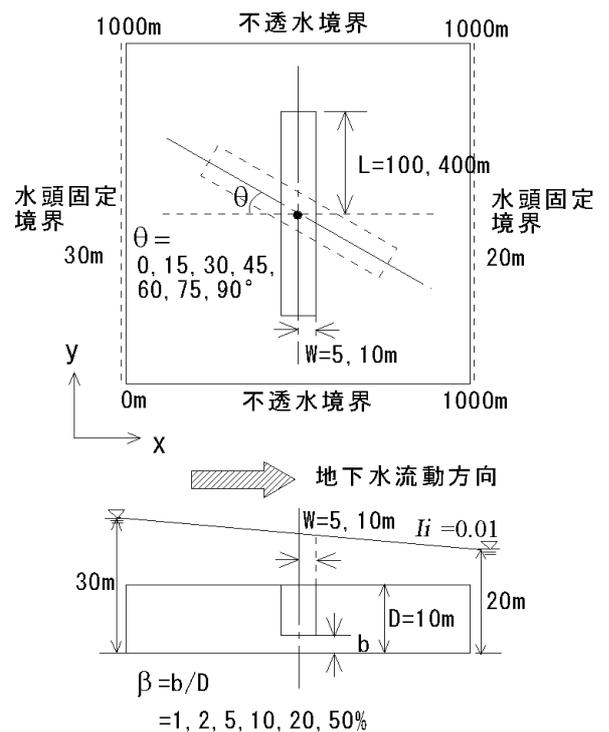


図2 解析モデル概要

Key Words : 地下水、流動保全、評価式、数値解析

〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL03-3820-5519 FAX 03-3820-5959

小さくなる傾向を示した。また、すべてのケースにおいて評価式と解析結果の差は30cm以内であり、解析結果を精度よく表現できている。

評価式と解析結果の乖離（ $L=400\text{m}$ 、 $\theta=15^\circ$ 、 30° かつ $\beta < 0.1$ の範囲で、評価式が解析結果より大きくなったこと）の原因は、評価式が構造物を回り込む地下水の鉛直流れを考慮していないためと考えられる。

2) 構造物規模（半長 L 、半幅 W ）の影響（図4） 構造物半長 $L=400\text{m}$ の場合は残存率 β の違いによる水頭変動量の変化が大きい。この結果は構造物が長かつ帯水層残存率 β が10%以下の場合、流動障害の影響が大きくなることを示している。逆に β が大きくなり50%に近づく構造物の長さや構造物の幅の影響が小さくなるのがわかった。

$L=400\text{m}$ の場合に評価式が解析結果より大きくなった理由は、1)と同様に評価式が構造物を回り込む地下水の鉛直流れを考慮していないためと考えられる。

3) 評価式と解析結果の比較（図5） 全解析ケースについて評価式と解析結果を比較した結果、水頭変動に影響を及ぼす各パラメーター（角度 θ 、残存率 β 、構造物長 L 、幅 W ）に関わらず評価式による計算結果と水頭変動量は高い相関性を示し、評価式の妥当性が証明された。

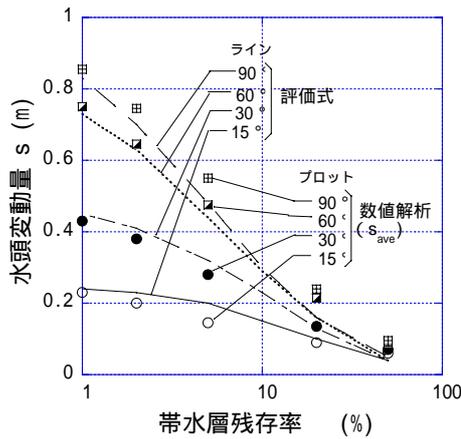
5. 結論

評価式は解析結果と比較して、構造物設置による水頭変動量 s を高い相関性で表し、数十cm（本モデルの場合30cm）以内の精度で推定できる。

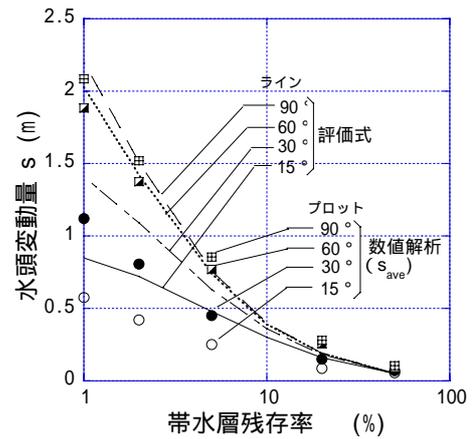
構造物長がある程度長い場合（本モデルの場合半長 $L=400\text{m}$ ）、帯水層残存率 β が10%以下かつ地下水流動方向との交角 θ が小さい場合には、評価式は水頭変動量 s を大きめに評価する。

（参考文献）

- 1) 高坂、石川：“地下水流動障害現象の三次元影響評価式の提案”、第36回地盤工学研究発表会、pp.1257-1258,2001.6
- 2) 高坂、天利：“流動方向を考慮した地下水流動障害現象の影響評価”、土木学会第56回年次学術講演会、pp.500-501,2001.10
- 3) 三木、古本：“地下構造物が地下水障害に影響を及ぼす要因について”、土木技術資料、42-1,pp.74-77,2000.
- 4) 進士、狩野、和田、橋本：“地下水流動障害の影響及び対策工法の簡易計算法”、地下水地盤環境に関するシンポジウム'99 発表論文集、pp.97-114,1999.10
- 5) 大東、植下、市川：“掘削道路周辺の地下水流動保全に関する研究”、土木学会論文集、No.535、-34,pp.13-21,1996.



構造物半長 $L=400\text{m}$ 、半幅 $W=5\text{m}$



構造物半長 $L=100\text{m}$ 、半幅 $W=5\text{m}$

図3 流動方向と構造物の角度 θ の影響

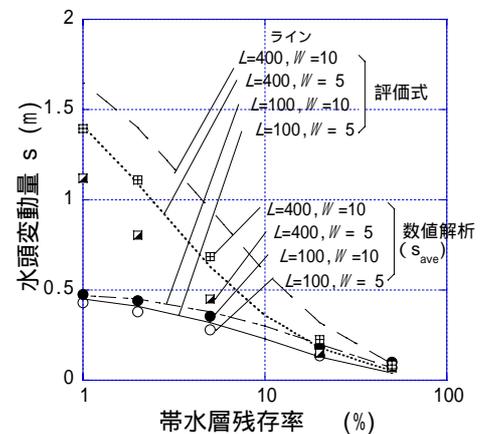


図4 構造物規模の影響（角度 $\theta=30^\circ$ の場合）

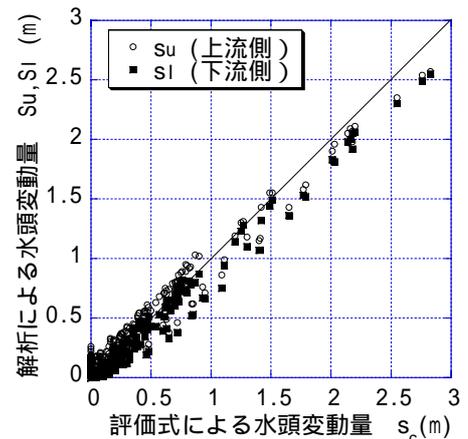


図5 評価式と解析結果の比較（全168解析ケース）