

帯状地下構造物設置に伴う地下水流動変化に関する研究

東海大学大学院 学生員 ○平野 達之
東海大学工学部 正会員 本間 重雄

1.はじめに

広域帯水層地盤において、開削トンネルや共同溝等、帯状に構築される地下構造物を施工する場合、周辺の地下水流動に変化をきたし、上流側では地下水位の上昇による浮力の増大、下流側では水位低下に伴う地盤沈下や構造物の沈下、植生への影響等、さまざまな弊害が発生する。¹⁾本研究では、地下構造物が自然地下水流動に及ぼす障害度とその対策を 2 次元砂モデルによる室内実験を通じて検討した。

2.実験概要

実験装置は、**図-1** に示すような前面ガラス張りの 2 次元矩形水槽(幅 128cm × 高さ 75cm × 奥行き 20cm)で、両側には給排水位を設定する水位調節装置が設置されており、砂層内を浸透した水は定量ポンプにて上流側へ循環されるようになっている。また砂層内の水頭分布は、**図-2** に示す水槽背面および底面に 10cm メッシュ状に配置したピエゾメータによって計測することができる。²⁾この水槽内に豊浦砂(粒径 0.42 ~ 0.105mm)を厚さ 60cm、一定密度で充填し($e=0.73$)、砂層中央の位置に塩化ビニール製の構造物模型(フィルター、通水管併用)を設置し、2 次元 自由帯水層における地下水流動状況の変化を測定した。

予備実験として 構造物無しの実験を行い、次に 構造物模型(幅 10cm)を上流側水位より 20cm、30cm、40cm の深さに設置した場合の実験を行った。更に地下水位保全工法として 構造物模型の周囲を厚さ 2.5cm の透水性フィルター(粒径 1.9 ~ 4.7mm の礫)で覆った場合と、このフィルターに加えフィルター間をビニールパイプで繋ぎ、通水効果をもたせた場合の実験を行った。水位は全てのパターンにおいて上流側を 50cm に固定し、下流側を 40cm、30cm、20cm($\Delta H=10\text{cm}$, 20cm, 30cm)の 3 通りとし、計 30 ケースの実験を実施した。また、自由水面の位置は砂層表面を細い棒状のもので掘り浸出の高さから求める方法と、ピエゾ水頭から求める方法を併用した。

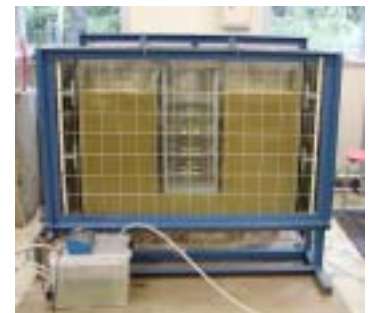


図-1 2次元矩形水槽



図-2 ピエゾメータ設置状況

3.実験結果と考察

図-3a は、定常状態における自由水面形ならびに等ポテンシャル線の分布を示したものである。自由水面は上流側水位 H_1 と下流側水位 H_2 を結ぶ直線に近い形状を示し、等ポテンシャル線は等間隔に並び下流に向かって一様な水頭損失が生じている。**図-3b** は、構造物設置時の分布を示したものである。帯水層内に構造物が設置されると、構造物左右に大きな水位差が生じ、等ポテンシャル線は構造物に近づくにつれて間隔が狭まり構造物下部に密集する状況から、構造物周辺に流動阻

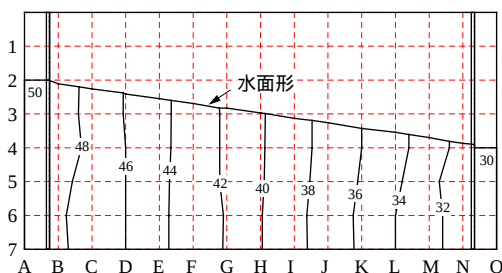


図-3a 等ポテンシャル線図(構造物なし)

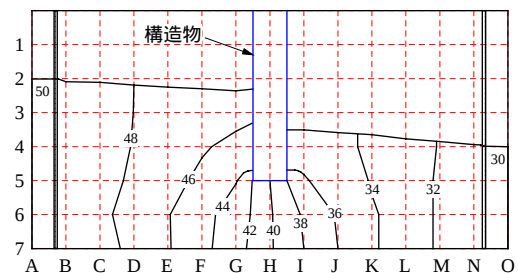


図-3b 等ポテンシャル線図(構造物のみ)

キーワード: 地下水流動保全, 地下水障害, 地下構造物, 室内実験

連絡先 〒259-1207 神奈川県平塚市北金目 1117 東海大学工学部土質第四実験室 TEL0463-58-1211(内線)4283

害が発生していることがわかる。また、構造物左右の等ポテンシャル線は水平方向に傾斜するとともに、自由水面近くでは間隔が広がっていることから、自由水面近傍では地下水流の停留が生じている状況がみられる。

図-3cは構造物周辺にU字形に透水性フィルターを設置した場合の自由水面および等ポテンシャル線図である。フィルターには集排水効果が十分機能することを考慮し、帯水層の約10倍の透水性を有する礫を使用した。このフィルター設置によって構造物周辺の透水性が確保され、等ポテンシャル線は上流から下流に至るまでほぼ均等間隔に鉛直に分布するとともに、構造物左右の水位差も解消されている。図-3dはフィルターと通水管を用いた場合の等ポテンシャル線図である。フィルターで集排水、通水管で通水を行うことにより図-3cと同程度の効果がでている。また図-3c、3dは構造物を設置していない場合(図-3a)の自然地下水流動により近い状態になっている。図-4は、流動保全対策をとらない場合の構造物設置深さと構造物左右の水位差関係を表したグラフである。設置深さD及び上下流水位差 ΔH にほぼ比例して水位差 Δh が増加している。図-5は同じく流動保全対策をとらない場合の構造物設置深さと浸透流量の関係を示したもので、深さに比例して浸透流量が減少していくことがわかる。これは砂層の透水係数と上下流の水位差が一定でも、図-3に示した様に構造物の設置により構造物下部に等ポテンシャル線が密集するため、設置深さが増すほど流線網の流管数が減少することから理解できる。図-6は地下水流動障害と保全工法の効果を比較したグラフである($\Delta H=20\text{cm}$)。構造物の設置に伴い構造物左右の水位差は増加していくが、フィルターまたは通水管を用いた保全工法を適用することにより、構造物深さに関わらず自然地下水位に近い一定の水位差まで回復することがわかる。今回の実験ではフィルター設置と、フィルター+通水管併用とでは自由水面およびポテンシャル分布に大きな差異が認められなかったが、構造物の設置深さが増すに連れによる流動保全工法が効果を増すものと推測される。全断面集排水フィルターから部分集排水フィルターと通水管の併用による効果等について検討する必要がある。

4. おわりに

今回は自由帯水層における地下水流動障害とその対策工法に関する実験結果について報告したが、実際には被圧地下水に対する流動障害の場合が多い。³⁾ 今後は被圧帯水層における室内モデル実験を実施し、またFEM解析結果も参照してより現実的な対策工法の検討を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 西垣誠監修 (財)エンジニアリング振興協会:『地下構造物と地下水環境』
- 2) 松尾新一郎, 河野伊一郎:『地下水位低下工法』
- 3) (財)高速道路技術センター技術管理研究部:『技術センターの研究業務』

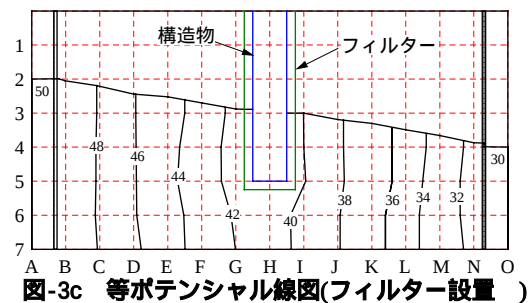


図-3c 等ポテンシャル線図(フィルター設置)

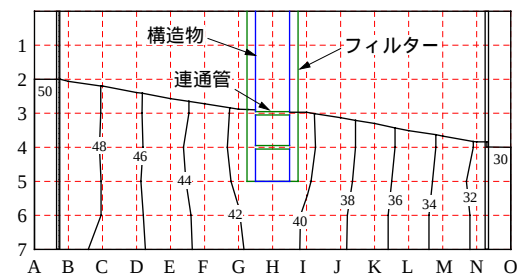


図-3d 等ポテンシャル線図(フィルター+連通管)

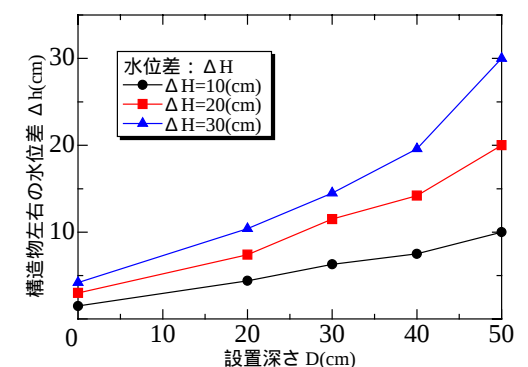


図-4 設置深さと周辺水位差の関係

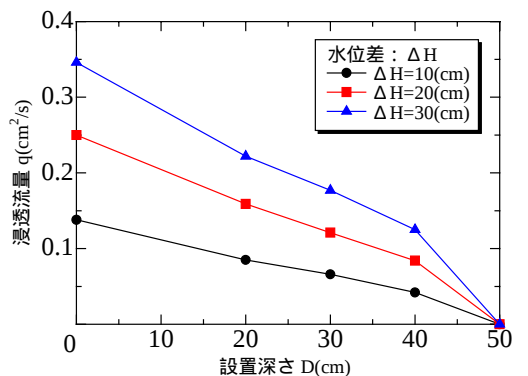


図-5 設置深さと浸透流量の関係

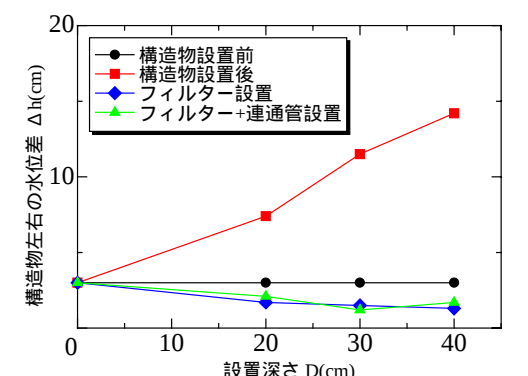


図-6 地下水流動障害と保全工法の効果 ($\Delta H=20\text{cm}$)