

複数帯水層を対象とした浸透流解析に関する一考察

日本鉄道建設公団
同上
○(株)熊谷組
同上
同上

フェロー
正会員
正会員
同上
同上

飯田
磯谷
緒方
山下
篠田

廣臣
篤実
明彦
栄司
貴宏

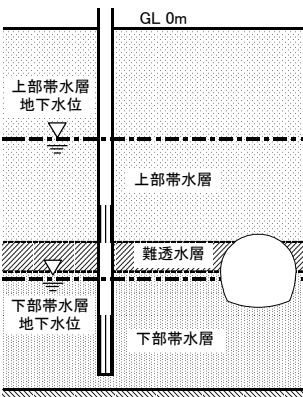
1. はじめに

東北新幹線三本木原トンネルは、地下水位が高い未固結層内に構築されるため、施工性の向上を図るためにディープウェルにより地下水位低下を図る計画がなされている。

当該地盤は難透水層を挟み自然地下水位の異なる上下2つの帯水層が確認されている。代表的な断面として示す図－1のように、トンネル断面に両帯水層を掘削する線形となっており、地下水位低下の効果をj得るためには複数の帯水層からの揚水が必要となる。

ディープウェルに関連する解析においては、群井理論に基づく解析、あるいは簡便化を図り定常浸透流解析を実施することが多い。また、複数の帯水層からの揚水のモデル化方法としては、広域的な水位場を考えれば、局所的な地層構造も包含されるものとみなし、均一な帯水層と置き換え平均的な透水係数を導入することもある。ただし、この場合、解析上現れる地下水面は一つであり、今回対象とした複数の異なる地下水位を持つ地層群に直接適用することは難しいと考えられる。

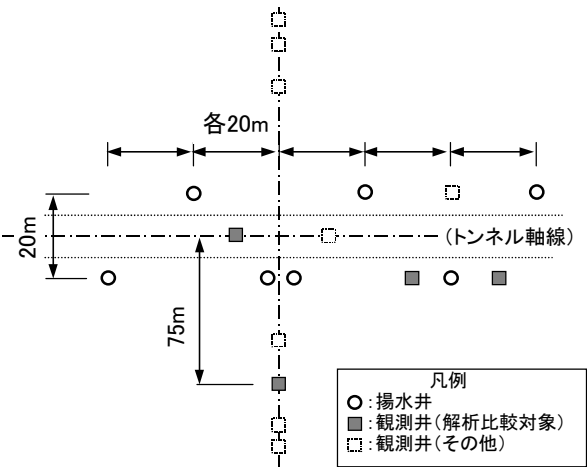
本稿では、水理定数を把握するために行った揚水試験時の地下水状況の推定を、複数の帯水層からの揚水の状況をモデル化した非定常飽和不飽和浸透流解析により試み、実際の観測値との比較により、モデルおよび条件設定方法について考察した。



図－1 代表断面

2. 揚水試験

ディープウェルの実施設計に先立ち、各帯水層を対象とした揚水井および観測井の構造を計画し、揚水試験を実施して地下水状況・水理定数を推定した。揚水試験の平面配置図を図－2に示す。また、揚水試験結果、および揚水試験期間(10日間)を疑似定常状態とみなした群井解析結果を用い、推定した水理定数を表－1に示す。



図－2 揚水試験平面配置概略図

表－1 水理定数推定値

	透水係数 (cm/s)	貯留係数
上部帯水層	4.0×10^{-3}	3.34
下部帯水層	3.3×10^{-3}	4.45×10^{-3}

3. 解析条件

解析値と観測値との比較を行うために、揚水試験は限定された期間であることを考慮し、解析方法は非定常解析とした。また、平面的に複数の揚水井が配置されており、かつ集水対象層が上下に分離していることから、これらを表現するために3次元モデルを採用することとした。

解析モデルとしては、揚水試験区域の中心位置の地層構成を代表させ、図－3に示す地層、初期水位および揚水井の条件を設定し、図－4に示す 800×800×64m の領域を対象とした。ただし、地表および各地層は水平で等しい層厚に分布するものとした。

浸透流解析において、揚水井のモデル化方法として「水位固定」、「流出点の設定」、「浸潤点解析」等が用いられることが多い。今回は、各帯水層を別個に扱った群井戸解析により限界揚水時の井戸内水位を算定し、その水位に相当する節点を流出点として各層に定義した。各流出点からの揚水量は、揚水試験期間の各井戸の平均揚水量を元に上下の帯水層に配分し付与した。

キーワード：ディープウェル、3次元非定常浸透流解析、トンネル
連絡先：〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株)熊谷組土木本部 土木設計部 TEL:03-3260-2111(代)

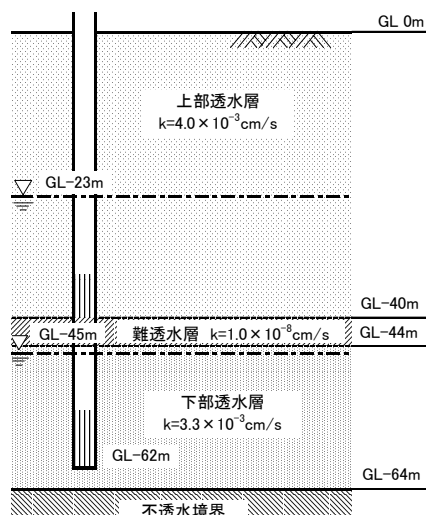


図-3 解析モデル断面

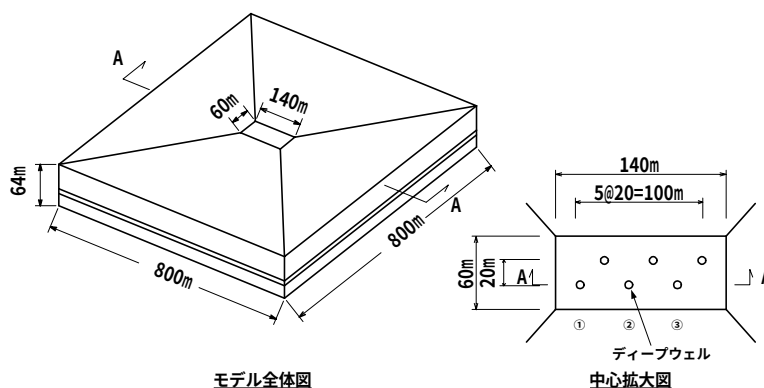


図-4 解析領域

4. 解析結果

解析結果例として、ディープウェルを含む断面(図-4中A-A断面)における、DW揚水開始後10日後の地下水位状況を図-5に示す。揚水試験時の観測井における実測値と、解析モデル上の観測井位置に相当するポイントの地下水位変化量を表-2に示す。

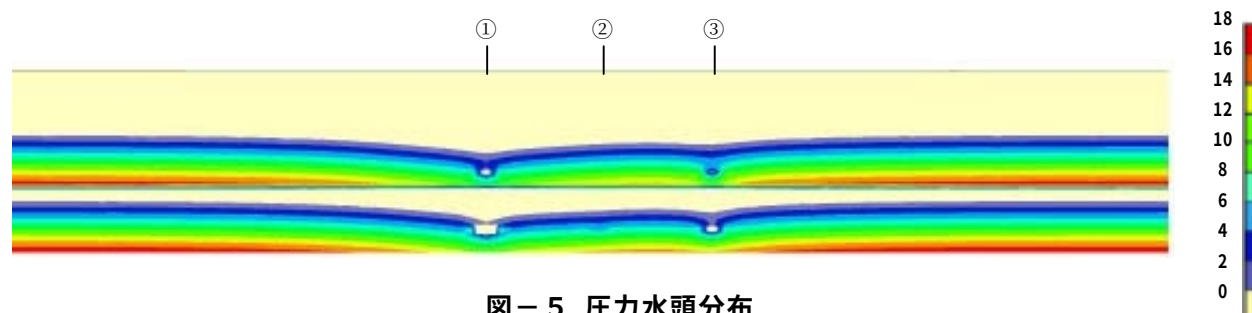


図-5 圧力水頭分布

揚水井近傍のポイントについては相関性が低い。これは、揚水井が地盤の局所的な構造の影響を受け易いと共に、解析時の要素寸法の影響を受けているため、モデル化に無理があるためと考えられるからである。

一方、離れた位置の観測井においては概ね一致しているが、これは局所的な状況よりも全体としての地下水状況が反映されているためと考えられる。

当該地盤においては、上下の帯水層の初期地下水位が明確に異なり、下部帯水層においては若干の被圧状態が観測されるものの、揚水時には井戸内水位が低下し、井戸近傍には不圧領域が発現する状況である。実地盤における難透水層の透水係数は、帯水層より2オーダー程度小さい透水係数を示すが、上下の帯水層の初期水位が異なる状態をモデル上で表現するためには、難透水層に極端に小さい透水係数(10⁻⁸cm/sec オーダー)を導入することが必要であった。このモデルは、上下の帯水層間の地下水の移動が著しく小さくなることを鑑みると、個々の帯水層を別個にモデル化し解析することとほぼ同等と考えられる。

表-2 水位低下量

比較ポイント (図－2 参照)		水位低下量(m)	
		解析値	実測値
下部層	①	3.37	10.51
	②	7.53	6.2
上部層	③	4.16	3.85
	④	0.71	1.24

5. まとめ

複数の帯水層を対象する地下水解析を行う場合、平均化した水理定数を用いモデル化することが多い。しかし、地下水位も複数存在する場合には、それぞれの帯水層内の地下水挙動を解析することが必要となる。本稿では、一つのモデル化方法として各層を分離して扱うことの可能性を示し、非定常解析により確認することができた。

(参考文献)

- 1) 地下水調査および観測指針(案) 1993年3月 国土開発技術研究センター
- 2) 地下水ハンドブック 1998年8月 建設産業調査会