

神戸大学工学部

正会員 ○齋藤 雅彦

神戸大学都市安全研究センター

正会員 川谷 健

1. はじめに

大規模な掘削工事等において、掘削底面下に被圧地下水が存在する場合、盤ぶくれ対策として地下水低下工法が採用されることがある。このとき、地下水の流れ場は上部帯水層からの漏水や、掘削土留め壁（止水壁）の影響により複雑な挙動を示す。

ここでは、このような止水壁を含む漏水性被圧帯水層からの揚水の問題を取り上げ、平面準3次元有限要素解析を実施し、その適用性を検討した。

2. 解析手法

図-1に示すような3層で構成される地盤の場合、透水層内はDupuitの近似に基づく水平流、加圧層内は上下の透水層間の水頭差による鉛直流として取り扱う。

数値解析手法としては、有限要素法を適用し、透水層については平面2次元、加圧層については鉛直1次元として定式化を行った。

3. 井戸のモデル化

平面2次元の有限要素法により井戸を含む地下水流を解析する場合、井戸と見なした節点周りのメッシュ幅に応じた等価井戸半径を考慮する必要がある。被圧帯水層を対象とし、1次の補間関数を用いてメッシュ幅 ΔL の正方形要素に分割すると、等価井戸半径 r_w と ΔL との関係は(1)式で表される。

$$r_w = 0.1127 \Delta L$$

(1)

(1)式を漏水性被圧帯水層の解析に適用するのに先立って、軸対称解析を実施し、その結果を比較することによって適用性を検討した。解析した地盤モデルを図-2に、解析結果を図-3に示す。

図-3より、軸対称解析と平面準3次元解析の結果には大きな差は見られず、図-2の地盤モデルにおいては適用可能と考えられる。

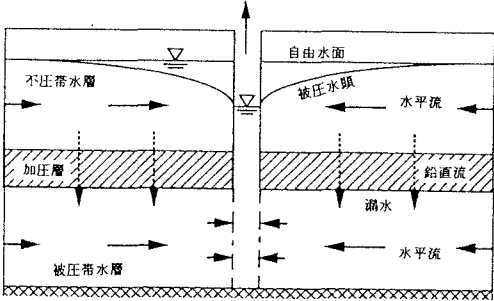


図-1 漏水性被圧帯水層の概念図

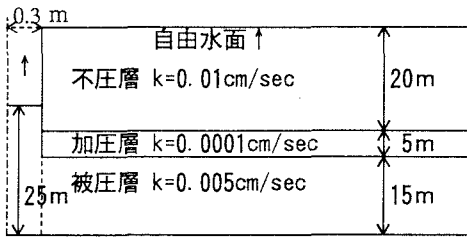


図-2 地盤モデル

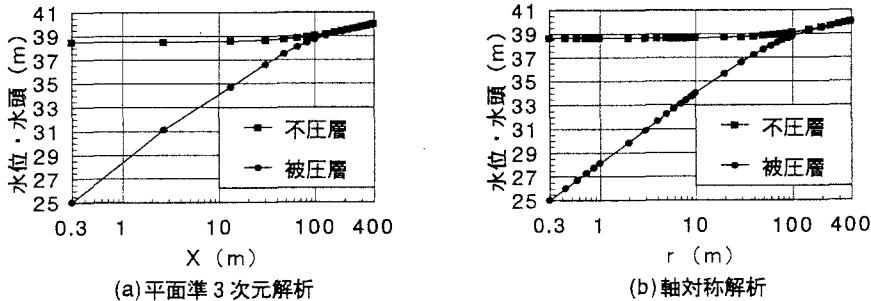


図-3 解析結果の比較

4. 止水壁を含む漏水性被圧地下水流の解析

(1) 解析条件と解析結果

解析の対象とする帯水層を図-4、図-5に示す。解析領域は、800m×800mの正方形であるが、対称性を利用して実際にはその1/4の領域を取り上げる。揚水井は止水壁より3m外側に位置し、井戸半径は0.3m、揚水は被圧帯水層からのみ行うものとする。井戸内水位は被圧帯水層の下面を基準に25mとし、外部境界での境界条件は水位・水頭規定で被圧層・不圧層ともに40mとした。また、止水壁は15mの被圧帯水層内に10m根入れされている。

以上の解析条件のもとで、定常解析を実施した結果を図-6に示す。

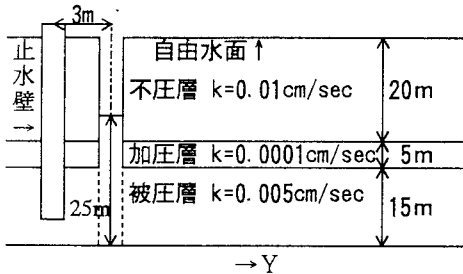


図-4 地盤モデル (X=50m断面)

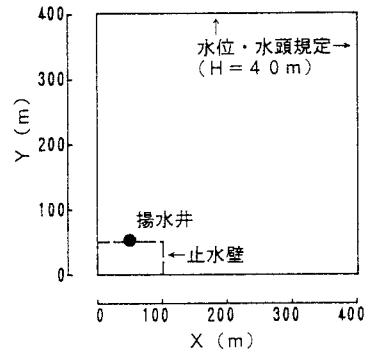


図-5 解析領域

(2) 止水壁周辺の地下水流に関する検討

止水壁が被圧層内に途中まで根入れされていると、その下端を回り込む流れが生じる。平面準3次元解析ではこれを考慮することはできないが、その影響を検討するために図-7に示すような水位・水頭分布を持つ断面に対して鉛直2次元解析を実施した。解析結果を図-8に示す。これより、矢板近傍においてのみ鉛直方向の流れが生じているものの、全般的には被圧層内は水平流が支配的であることがわかる。

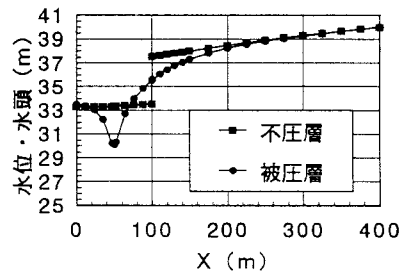


図-6 解析結果 (Y=50.0m)

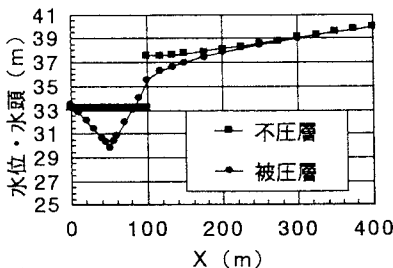


図-7 水頭分布 (鉛直2次元)

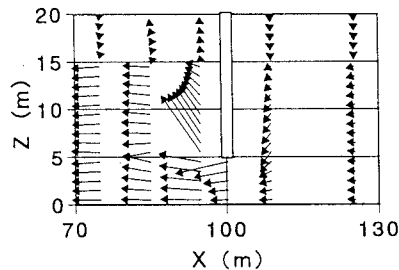


図-8 流速分布

5. おわりに

本研究の結果をまとめると、以下の通りである。

- 1) 加圧層の透水性が被圧層の1/50程度であれば、メッシュ分割に被圧帯水層の等価半径を適用しても問題はない。
- 2) 掘削領域が十分広い場合、止水壁が被圧層内に根入れされていても鉛直流の影響は矢板近傍に限られ、水平流が支配的である。