

III-425 地盤掘削における排水流量の算定法に関する一考察

榑鴻池組 正○進士喜英
 正 小野紘一
 岡山大学 正 西垣 誠

1. はじめに

建設工事において土留壁等で締め切られた内部を開削することがあるが、この場合わが国のように地下水位の高い地域では排水対策を講ずる必要があり、排水量の算定が重要な課題として挙げられる。

排水量の算定には、地盤が不均質・異方性等を有することから、数値解法による浸透流解析が有用であり、中でも地盤形状・地盤特性を取入れ易い有限要素法が用いられることが多い。

ところで、掘削における地下水挙動は三次元流を示すことが多く、解析もこれに準ずるべきであるが、近年の電子計算機の超大型化により大容量・高速処理が可能となりつつあるにもかかわらず、入出力の労力という点で三次元解析は敬遠されがちで、二次元断面解析や軸対称解析により近似的に排水量を求めることが多い¹⁾。

本来、近似的に二次元解法を用いる際には、三次元流と二次元断面流そして軸対称流の違いを明確にしておくべきで、これまでにこの種の問題に対しては比較的影響距離の短い場合の三次元流と二次元断面流の違いについての研究が佐藤ら²⁾ によってなされ、三次元解法の必要性が示された。

ここでは、有限要素法による浸透流解析手法^{3) 4)} を用いて、三次元、二次元断面、および軸対称場での各排水量の算定を実施し、掘削領域と排水量および軸対称場での掘削半径の関係について考察する。

2. 解析モデル

帯水層は層厚 ($D=10(m)$) 一定、影響距離 (R) は掘削地中央から2kmである被圧帯水層 (透水係数 $k=1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$) で、ここに掘削領域 (水位低下領域) $a \times b$ 、矢板根入れ長さ ($s/D=0.5$ 、矢板部分は難透水性) である掘削地を設定した。

ここで、初期および境界水頭は $H_0=15(m)$ であり、掘削地内では $H=10(m)$ まで水頭を低下させる。図-1にモデルを示す。

検討モデルは $b=20(m)$ 一定とし $a/b=1, 2, 5, 10, 20, 30, 40$ の各ケースであり、軸対称解析では掘削半径¹⁾ を

- ①等価な面積に置き換えた場合 ($r_A = \sqrt{ab/\pi}$)
 - ②等価な周辺長に置き換えた場合 ($r_L = (a+b)/\pi$)
- について検討した。

いずれのケースも定常解析を行った。なお、解析は流れの対称性を考慮して、1/4 の領域に着目した。図-2に $a/b=1$ のメッシュ図を示す。

3. 解析結果および考察

図-3に a/b に対する各ケースの排水量をプロットした。(実線はプロット点を最小二乗曲線で結んだものである。)

ここで、 Q_R は三次元解析、 Q_A は軸対称解析(半径 r_A)、 Q_L は軸対称解析(半径 r_L)、 Q_T は二次元断面解析(掘削幅 b)による排水流量で、

$$Q_T = q \cdot a \quad (q: \text{単位奥行き当りの排水流量}) \text{ である。}$$

図-4に三次元解による排水量 (Q_R) に対する軸対称解による排水量 (Q_A, Q_L) の比を示す。

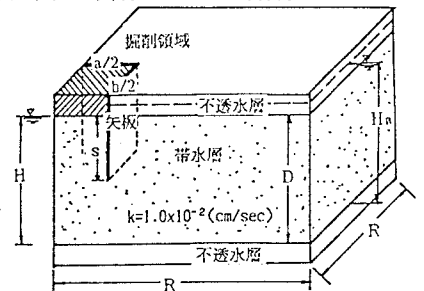


図-1 解析モデル図

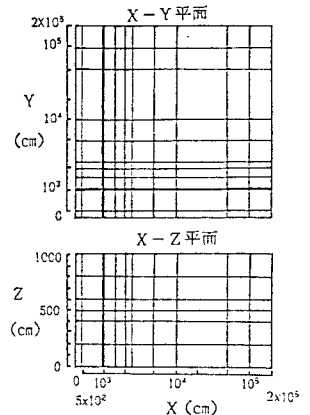


図-2 解析メッシュ図

図-4より等価面積半径の場合 (Q_A) のほうが、等価周辺長半径の場合 (Q_L) よりも三次元解によく一致しており、このことからこの問題では掘削地への流入は矢板を下回るために、掘削底面の面積が排水量に対して支配的であることが分かる。

しかし、 a/b が10を越えると図-5に示すように流れの軸対称性が薄れるため三次元解には一致しなくなる。

また、二次元断面解による排水量は三次元解とは一致していない。

佐藤ら²⁾は不圧帯水層で $a/b=1$ の $(Q_T - Q_R) / Q_R$ 値が -0.5 程度になった結果を示しているが、

これは本解析とは帯水層の不被圧条件の違いの他に影響距離（佐藤らは $R = 2H_0$ ）が大きく異なることが挙げられる。

4. 結論

本解析を通していくつかの興味深い事が判明したのでこれを示す。

- ① 矢板等で締め切られた領域では、この底面積が排水流量に支配的である。
- ② このため軸対称解析による排水流量の算定では等価面積半径を用いるべきである。
- ③ 矩形 ($a \times b$) の掘削地の排水流量算定に軸対称解析を用いる場合、適用範囲は $1 \leq a/b \leq 10$ であり、これ以外は三次元解析を行うべきである。

また、今後の課題として

- ④ 二次元断面解析で排水量を算定する場合の適用範囲の決定には、 a/b の他に影響距離をも考慮する必要があると考える。

《参考文献》

- 1) 松尾・河野；改訂増補・地下水位低下工法：鹿島出版会、1979
- 2) 佐藤・伊藤；開削工事に伴う地下水流れの三次元特性に関する検討：土と基礎、Vol.32, No.5, pp.11-15, 1984
- 3) 赤井・大西・西垣；有限要素法による飽和-不飽和浸透流の解析：土木学会論文報告集、No.264, pp.87-96, 1977
- 4) Akai, K., Ohonishi, Y. and Nishigaki M.; Finite element Analysis of Three-Dimensional Flows in Saturated-Unsaturated Soil: 3rd Int'l Conf. on Numerical Methods in Geomech., Aachen, 1979

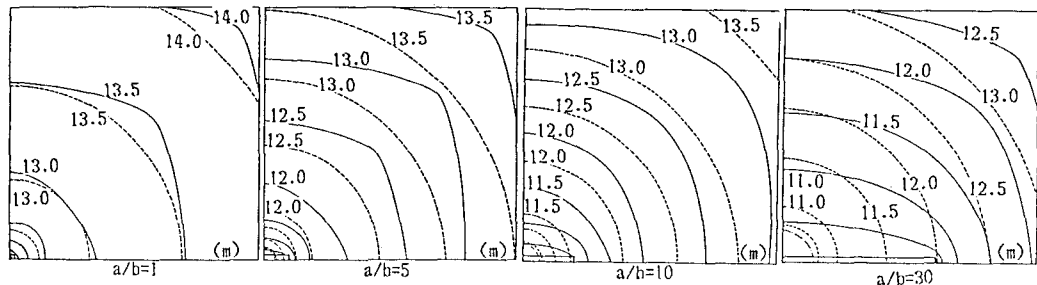


図-5 全水頭コンター図 (三次元解析 実線、軸対称解析(半径 r_a) 点線) ($Z=5m$, 領域 $500 \times 500m$)

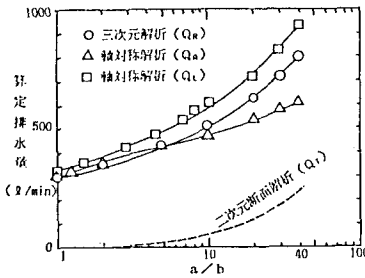


図-3 算定排水量

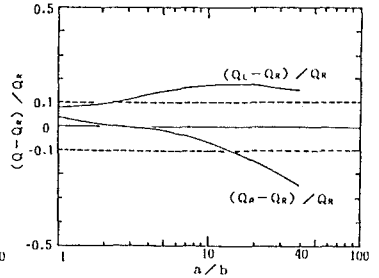


図-4 排水量比