

III-493 三次元浸透流解析における部分貫入井のモデル化に関する一考察

大成建設（株） 正会員 ○上村佳司
 大成建設（株） 榊 利博
 大成建設（株） 正会員 田中良弘

1. はじめに

近年、建設工事の大型化に伴い被圧水を有する堆積層地盤に大規模な掘削工事を行うことが多くなってきた。このような場合、高い水圧による盤ぶくれ等が懸念され、その対策としてディープウェルやリリーフウェルによる減圧が行われることが多い。本論文は、有限要素法による三次元浸透流解析を行う時に部分貫入の井戸を節点でモデル化する場合の等価井戸半径の考え方について、三次元解析と軸対称解析で井戸半径を考慮した場合とを比較して考察を行ったものである。

2. 従来の研究

有限要素法による平面二次元浸透流解析において井戸を節点によりモデル化した場合、その井戸はある仮定の半径（等価井戸半径）を持つことが知られている。一般的に、有限要素法による浸透流解析を行う場合は、要素タイプとして定水頭勾配要素またはアイソパラメトリック要素を使用することが多い。定水頭勾配要素を用いた正方形の格子状メッシュの場合、この井戸は（1）式に示したようにメッシュ幅の約0.208倍の等価井戸半径を持つことが河野¹⁾によって報告されている。また、著者らはこの考え方をアイソパラメトリック要素に適用し正方形の格子状メッシュの場合について（2）式の関係²⁾を導いた。さらに、井戸周辺の要素形状が長方形の場合について、要素の形状と等価井戸半径の関係を数値解析的に考察を行い（3）式または（4）式の関係³⁾を示した。本論文では、アイソパラメトリック要素を用いた三次元浸透流解析を行う場合の井戸の貫入率と等価井戸半径の関係を数値解析により考察を行った。

$$r_e = 0.208 \cdot \Delta l \quad \text{----- (1)}$$

$$r_e = 0.11 \cdot \Delta l \quad \text{----- (2)}$$

$$C_{re} = 0.08 \cdot n + 0.03 \quad \text{----- (3)}$$

$$r_e = 0.08 \cdot dL1 + 0.03 \cdot dL2 \quad \text{----- (4)}$$

ここで、

r_e : 等価井戸半径

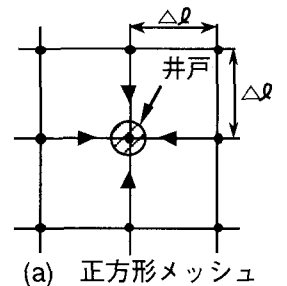
Δl : 正方形格子状メッシュの一边の長さ

$dL1$: 長方形メッシュの長辺の長さ

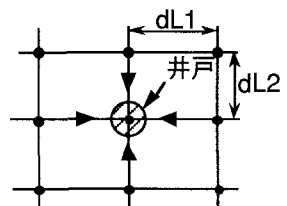
$dL2$: 長方形メッシュの短辺の長さ

C_{re} : 等価井戸半径換算係数 ($C_{re} = r_e / dL2$)

n : アスペクト比 ($n = dL1 / dL2$)



(a) 正方形メッシュ



(b) 長方形メッシュ

図-1 メッシュ形状

3. 解析モデルおよび解析ケース

図-2に軸対称解析および三次元解析の解析条件を示し、図-3に節点での井戸のモデル化を行う場合の補正の方法を示す。解析モデルは被圧状態を仮定し、井戸および外周境界は水頭固定境界とした。また、このときの井戸半径は0.1mとし、井戸と外周部との水頭差は10mとした。モデルは均質で透水係数は0.001cm/secに設定した。三次元解析の解析モデルは1/4の領域をモデル化した。また、解析は、井戸の貫入率をパラメータとして4パターン合計8ケース実施した。表-1に三次元解析および軸対称解析の解析ケースを示す。

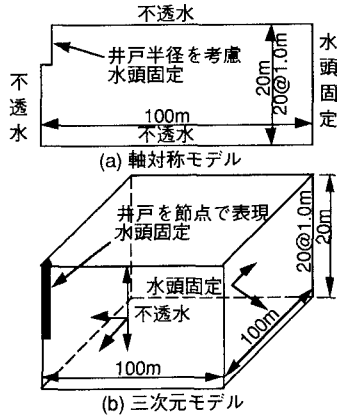


図-2 境界条件

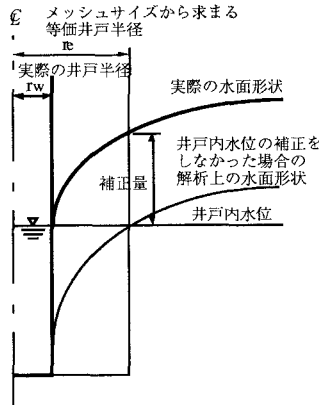


図-3 節点での井戸のモデル化

表-1 解析ケース一覧

解析ケース	解析の種類	貫入率(%)
CASE 1	三次元	100
CASE 2	三次元	70
CASE 3	三次元	50
CASE 4	三次元	30
CASE 5	軸対称	100
CASE 6	軸対称	70
CASE 7	軸対称	50
CASE 8	軸対称	30

4. 解析結果および考察

井戸からの距離と水頭の関係を図-4に示し、井戸からの揚水流量および井戸から3m・10m離れた位置におけるストレーナー上端部位置での圧力水頭を表-2に示す。これより、以下のことがわかる。

- 1) 完全貫入の場合においても不完全貫入の場合においても三次元および軸対称の計算結果は、流量・水頭ともによく一致した。
- 2) これより、三次元解析においても正方形メッシュの場合には等価井戸半径は、メッシュサイズの0.11倍で表されと言える。

今後は、井戸近傍のメッシュ形状が矩形でない場合や三次元解析での鉛直方向のメッシュの影響、さらに不圧地下水の場合における等価井戸半径の考え方について研究する必要があると考えられる。

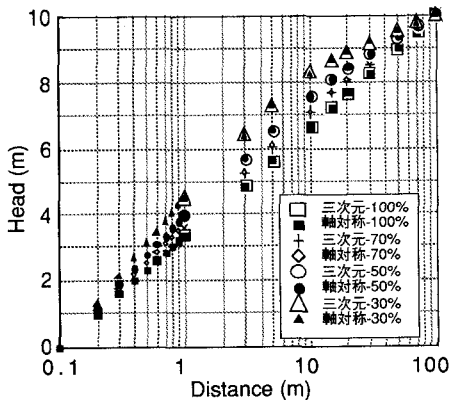


図-4 解析結果

表-2 揚水流量および圧力水頭

解析ケース	流量(m ³ /日)	井戸から3m	井戸から10m
CASE 1	162.10	4.855	6.610
CASE 2	134.56	5.238	7.067
CASE 3	107.19	5.681	7.562
CASE 4	75.21	6.371	8.298
CASE 5	161.92	4.872	6.612
CASE 6	133.90	5.263	7.074
CASE 7	106.46	5.709	7.568
CASE 8	74.40	6.404	8.224

参考文献

- 1) Ichiro Kono: The Equivalent Radius of A Source in Numerical Models of Groundwater Flow, PROC.OF JSCE, No.218, OCT.1973
- 2) 榎・上村・田中: 平面二次元浸透流解析における井戸のモデル化に関する一考察, 第28回土質工学研究発表会
- 3) 上村・榎・田中: 浸透流解析における井戸のモデル化に関する一考察, 第28回土質工学研究発表会