

岐阜高専専攻科 建設工学専攻 学生員 ○川口 通央
岐阜高専 環境都市工学科 正会員 鈴木 孝男

1. はじめに

一般に地下水位より深い基礎工や地下鉄、地下施設などの中規模以上の地下工事では、ディープウェルに代表される井戸型の地下水処理設備を設置して掘削領域の地下水位の低下を図る。この場合、1本の井戸では十分な水位低下を得ることができないため複数本の井戸を設置することが多い。したがって、地下水処理施設の設計においては、井戸をどのような配置で何本設置するかという問題が出てくる。

ディープウェル配置計画の従来の研究として高坂ら¹⁾や進士ら²⁾は、井戸の配置と本数は、経験的に井戸を配置する可能性があると考えられる幾つかの設計パターンにおいて地下水位低下量の計算を行っている。そして、井戸の本数や地下水位など幾つか得られた結果を比較、検討することにより井戸の配置が決定されていた。しかし、この設計方法では、経験的に得られたデータを基に解析を行っているので求められた解析結果が本当に最適であるかを裏付ける根拠が十分ではない。

そこで本研究では、このような試行錯誤を繰り返す問題に、多点探索法であり、組み合わせ最適化問題の近似解法の一つである遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm 以下 GA)が有効であることに着眼した。地下水位の算出を GA と組み合わせることにより時間の短縮、解析の簡素化を図り、ディープウェルの本数および配置を合理的に決定しようとするものである。

2. 解析概要³⁾

対象とする領域は、水平二次元帯水層を考える。そして、線形化された基礎方程式(1)を順問題として有限要素解析することにより地下水位を算出する。

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(T(x, y) \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T(x, y) \frac{\partial h}{\partial y} \right) + q = 0 \quad (1)$$

T: 透水量係数(m²/min), h: 地下水位(m),
q: 揚水量(m/min)

目的関数の設定は GA による世代交代シミュレーションの成否を左右する重要な役割を有しており、その設定によっては GA による探索結果が大きく変化することが予想される。式(2)は、すべての節点での地下水位を設計水位以下にするという条件である。本研究では、最も単純な目的関数の設定方法として、式(2)の条件をふまえた式(3)のように定式化した。

$$h_i - h^{plan} \leq 0 \quad (2)$$

$$f = \alpha M + \sqrt{\sum_{i=1}^n (h_i - h^{plan})^2} \rightarrow \min \quad (3)$$

M: 井戸の本数, α : 定数, h^{plan} : 設計水位(m)

h_i : それぞれの節点での地下水位(m), n: 節点数

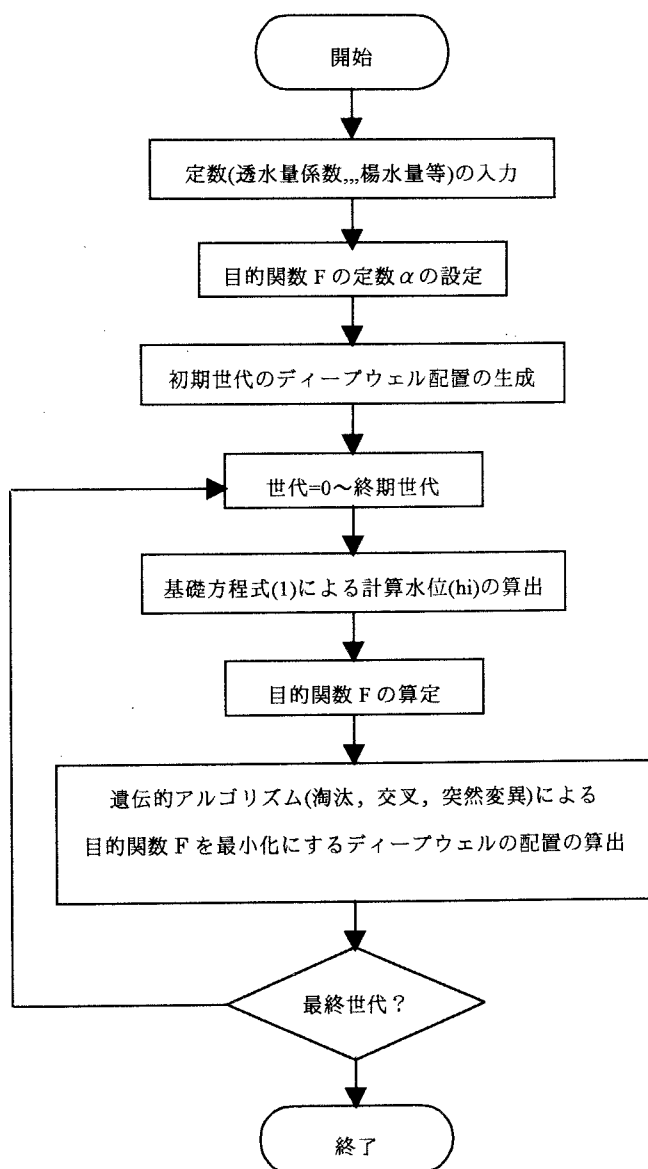


図-1 解析の流れ

3. 解析結果および考察

まず、図-2のような理想的な正方形、縦 120m、横 120m(6×6 メッシュ)の地盤の解析を行った。次に建築根切り工事において、ディープウェルによる地下水位低下工法が採用された例⁴⁾と本手法を用いた結果を比較するため、根切り工事の規模を、横 45m、縦 65m (9×13 メッシュに分解)の図-3のような地盤を考え解析を行った。

条件としては、地下水位が不透水層上部から 50m までとし、その水位を 6m 以上低下させるように設定した。また、帯水層定数は、[きれいな砂・レキ]という区分より透水性の高い地盤を考え透水係数 $k > 10^{-3}(\text{cm/s})$ と仮定したため透水量係数は一定で $1(\text{m}^2/\text{min})$ とした。井戸の揚水能力は、井戸すべての合計の揚水量を $1\text{m}^3/\text{min}$ とした。

図-2 は、ディープウェルの本数が 2 本という結果が得られた。地下水位についても仮定した値まではすべての点について低下することができている。そして、正方形で均質な地盤を考えたのでディープウェルの配置も対称になった。

図-3 では、ディープウェルの本数が 5 本という結果が得られた。地下水位についても仮定した値まではすべての点について低下することができている。実施例⁴⁾と比較したところディープウェルの配置は、近い値が得られた。このことから、GA を採用することによって難しい理論式を使わずに簡単な目的関数の設定のみでディープウェルの配置および本数を決定できることがわかった。

4. まとめ

本報では、従来試行錯誤することによって求められていたディープウェルの配置を簡易に求める手法を提案した。その結果、GA を地下水位の算出で採用した有限要素法と組み合わせることでディープウェルの本数および配置が合理的に決定できることがわかった。

また、既存の理論式と数値解析により求められた結果と比較したところ極めて良い値を得られ、GA を採用した本手法の妥当性が確認された。

参考文献

- 1) 高坂, 進士, 西垣: 井戸損失と井戸干渉を考慮したディープウェルの最適配置計画, 日本地下水学会春季講演会, (1996) pp. 66-71.
- 2) 進士, 古田, 嶋村, 濱野: 井戸干渉を考慮した井戸揚水流量の決定手法, 第 31 回地盤工学研究発表会, (1996), pp. 2153-2154
- 3) 福岡正巳ら: 地下水ハンドブック, (1979), 建設産業調査会, pp. 89-94.
- 4) 小田部淳ら: 根切り工事と地下水, (1991), 地盤工学会, pp. 79-139, pp. 177, pp. 272-275, pp. 288-313.

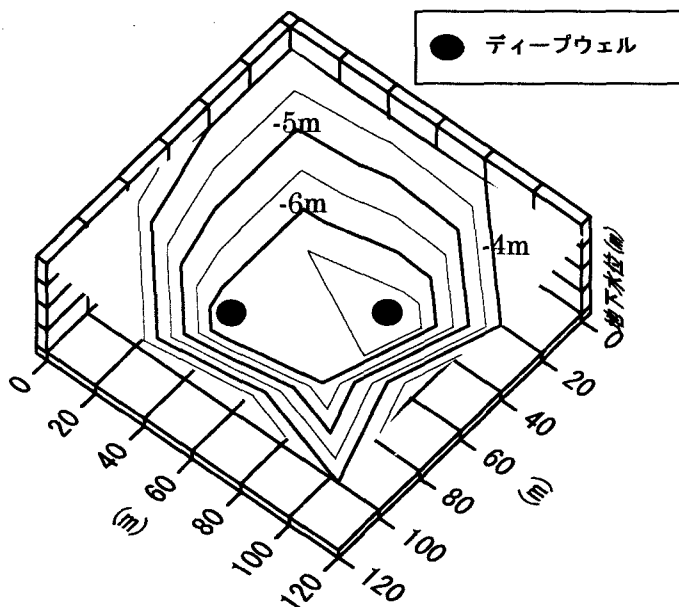


図-2 地下水位と井戸の配置(6×6 メッシュ)

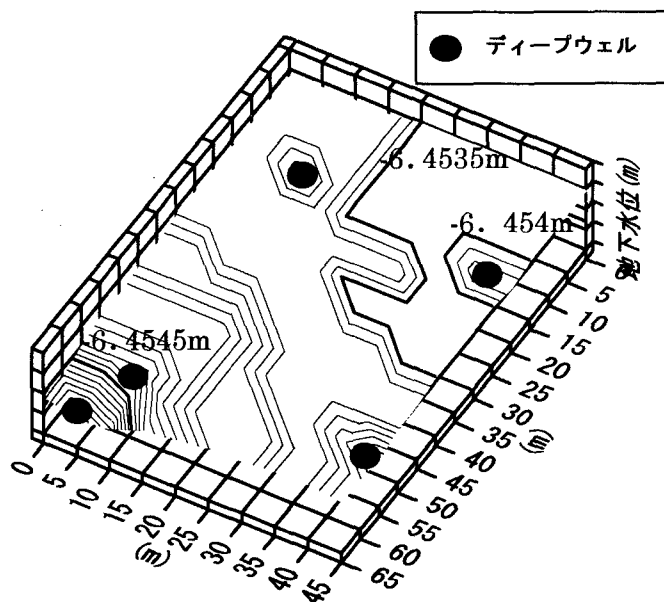


図-3 地下水位と井戸の配置(9×13 メッシュ)