

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

1. はじめに ^{1), 2)}

掘削工事における有害な湧水を防止し、あるいは地下水压を軽減させるための対策の一つに排水工法がある。これは地下水を井戸型の地下水処理施設で揚水することによって、地下水位の低下を図るものである。通常一本の井戸では効率的に十分な地下水位の低下を図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。つまり、地下水処理施設の設計においては井戸の配置と本数が重要な問題となってくる。

本研究では、従来経験に基づき行われていた井戸の配置設計を遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm 以下 GA)と地下水位の計算に使用する有限要素法を組み合わせる事により、井戸の本数および配置を合理的に決定する。また、実際の現場のデータで解析することで本研究の有意性を検討する。

2. 解析概要

2-1 基礎方程式について ²⁾

対象とする領域は水平 2 次元被圧帯水層を考え、各要素に分割されたモデルの節点の地下水位を算出するために、基礎方程式(1)を順問題として有限要素解析を行う。

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

ただし、T:透水量係数(m²/min), h:地下水位(m), q:揚水量(m/min)である。

2-2 GA について

GA とは解くべき問題の解を遺伝子列として表現し、それらを幾つか設けて世代を形成し、幾度もの世代交代を繰り返すことによって優れた解を求めようとするものである。

2-3 目的関数について

式(2)は、各節点の地下水位を設計水位以下に下げる事を意味する。本研究では、式(2)をふまえた式(3)を目的関数とする。式(3)は、少ない井戸の本数で地下水位を設計水位以下に下げる事が可能な井戸の配置を決定するための式である。Aは設計水位を基準に水位低下の小さい箇所が存在する時、目的関数に付加するので、これによって式(2)を考慮している。式(3)の値の最小値を求めるために GA を使う。

$$h_i - h_{plan} \leq 0 \dots\dots (2)$$

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

ただし、M:井戸の本数, α:定数, h_i:各節点の地下水位(m), h_{plan}:設計水位(m), n:節点数, A:付加値である。

3. 予備解析

解析領域は四面を止水壁に囲まれた 100m×100m のモデルとする。総揚水量は 2.5m³/min、透水量係数は 0.5 m²/min とし、初期水位 TP+20.0m をディープウェル工法により 5.0m 低下させる工事を推定する。復水に関しては、総揚水量に相当する量を領域全体から一様に供給されるものとする。GA の設定条件は、人口数:120、世代数:50、交叉確率:0.8、突然変異確率:0.09、初期世代における 0 と 1 の偏りを 0.5 と

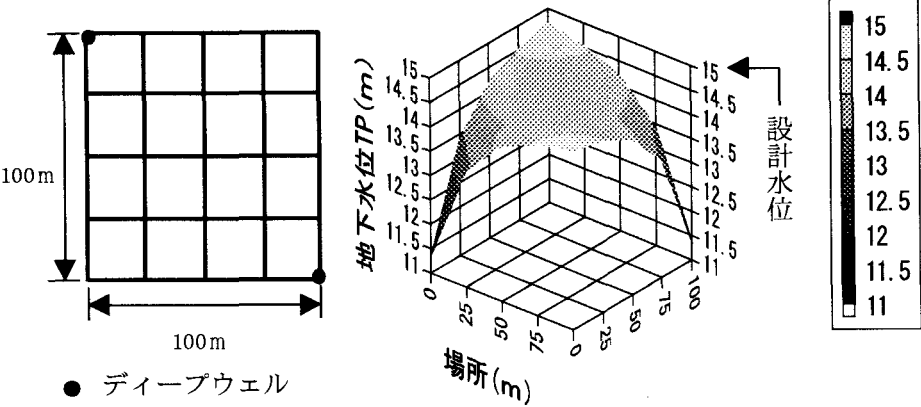


図 - 1 理想的な地盤の井戸の配置および地下水位状況

する。

その結果、図 - 1 に示すように井戸の本数は 2 本と少なく、配置に関しては対角線に対して対称な配置となった。地下水位は、設計水位に対して効率良く低下している事が分かる。よって、理想的な地盤では効率良い井戸の配置設計が解析されたと考えられる。

4. 解析対象現場について

工事名称は、S 県駅前地下駐車場(地上 1 階地下 2 階構造)である。図 - 2 に現場の周辺状況を示す。地下 1 階に復水工法を併用したディープウェル工法を適用するため、本研究では地下 1 階の解析を行う。

現場の地層は図 - 3 に示すとおりで、工事領域は四面を止水壁に囲まれている。しかし、Ac4 の遮水性が疑わしいため、底部からの地下水の供給があるものとする。そこで、復水に関しては総揚水量に相当する量を領域全体から一様に供給されるものとする。掘削面積は $66\text{m} \times 20\text{m}$ 、総揚水量は $3.5\text{m}^3/\text{min}$ 、透水量係数は $0.4\text{m}^2/\text{min}$ であり、初期水位 TP+15.3m をディープウェル工法により 3.3m 低下させる。図 - 4 に現場で用いられる実際の井戸の配置による地下水位状況を示す。

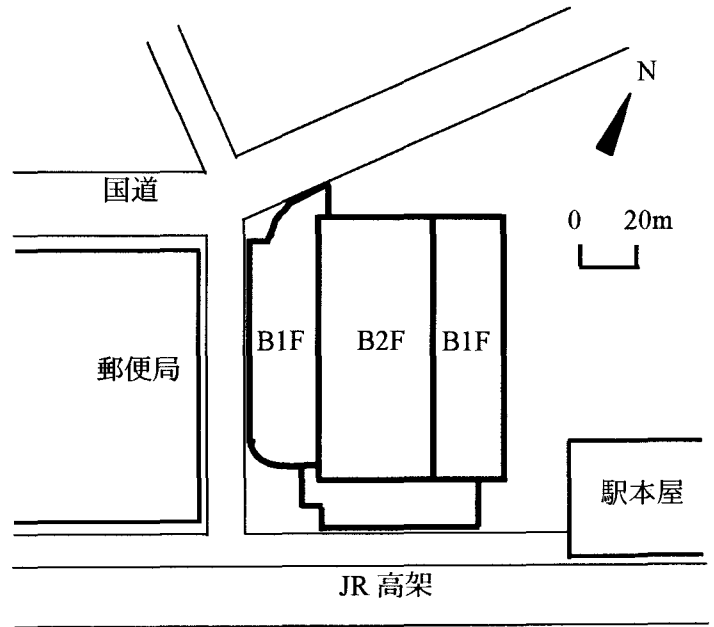


図 - 2 工事現場の周辺地域の概略図

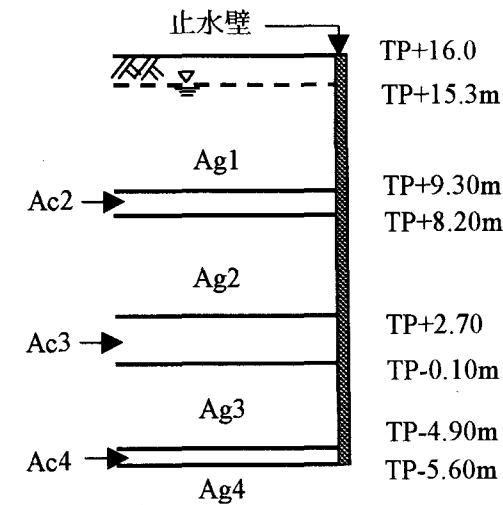


図 - 3 B1F の地層断面図

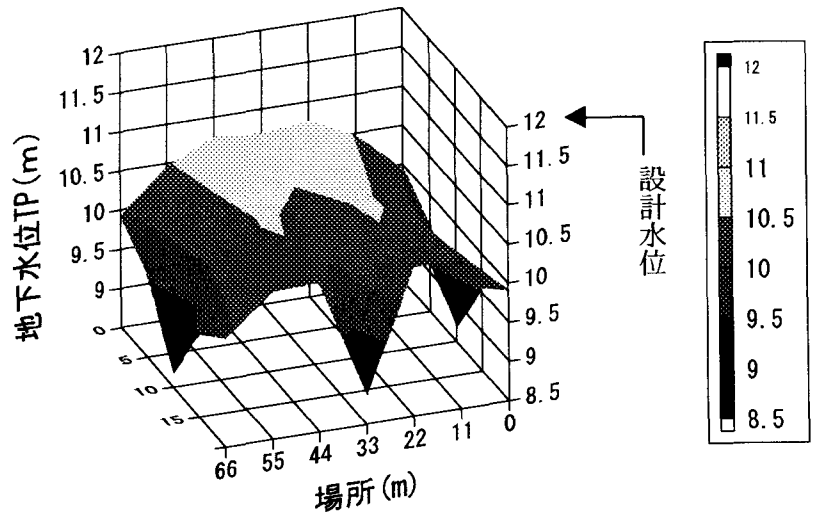


図 - 4 現場の実際の井戸の配置による地下水位状況

5. おわりに

本研究では、従来経験に基づき求められていた排水工法における井戸の配置設計を GA と有限要素法を組み合わせることによって合理的に行う手法を提案した。理想的な地盤では、効率の良い井戸の本数および配置を決定することができた。今後、現場の解析を進め、実際の井戸の配置や地下水位状況と解析によって得られた結果とを比較し、本研究の有意性を検討する。

【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) 川口通央、鈴木孝男：遺伝的アルゴリズムによるディープウェルの配置に関する研究、平成 11 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集 II-32、(2000)、pp.195