

III-409 弧状ドレーンを用いた地下水位低下に関する研究

大成建設㈱ 正会員 松原義仁、土井和彦、林 伸行

1. はじめに

最近、地下水位低下工法が仮設工事のみならず、液状化対策等の本設工事にも採用されつつある。¹⁾

地下水位低下工法における揚水方法としては、ディープウェルやウェルポイントが主に用いられているが、著者らはより効果的に地下水位を低下させる方法として、図-1に示すような弧状ドレーンを設置する揚水方法に着目し、設計及び施工性の検討をすすめている。

本報告は、このうち3次元浸透流定常解析により行った弧状ドレーンによる揚水の有効性の検討結果について述べるものである。

2. 弧状ドレーン

弧状ドレーンによる揚水は、図-1に示すようにボーリング等により地中に弧状のドレーンをつくり、このドレーンを通して揚水するもので、比較的広域の地下水位低下や既設構造物直下の地下水位低下に効果的な揚水方法と考えられる。

この方法によれば、ディープウェルを多数設置する方法に比べ、揚水効率が良く、またディープウェルによる揚水の場合にみられるような井戸近傍の水位の急激な立ち上がりが消滅され、しかも広範囲にわたって平滑な地下水位低下が期待されるものである。

3. 解析手法及び解析プログラム

解析に用いた3次元FEM浸透流解析プログラムは、式(1)に示すダルシー則に基づいた3次元飽和-不飽和浸透流解析の基礎式を Galerkin 法を用いて定式化したものである。

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x(\phi) \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y(\phi) \frac{\partial \phi}{\partial y} \right) \\ & + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z(\phi) \frac{\partial \phi}{\partial z} + k_z(\phi) \right) = (C(\phi) + \alpha \cdot S_s) \frac{\partial \phi}{\partial t} \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \text{不飽和時} & \alpha = 0 \\ \text{飽和時} & \alpha = 1 \end{cases}$$

ここに、 ϕ は圧力水頭、 $k_x(\phi)$ 、 $k_y(\phi)$ 、 $k_z(\phi)$ はそれぞれx、y、z方向の透水係数、 $C(\phi)$ は比水分容量、 S_s は比貯留係数である。また本プログラムは、ドレーン材がトラス要素として表現できるもので、3次元的な種々のドレーンの配置も容易に検討出来るものである。

4. 解析モデル及び解析条件

解析モデル及び解析条件を図-2、表-1に示す。弧状ドレーンはトラス要素を用いており、透水係数は周辺地盤の 10^4 倍として評価した。また、解析における揚水の取り扱い、全ケースとも揚水位置で全水頭

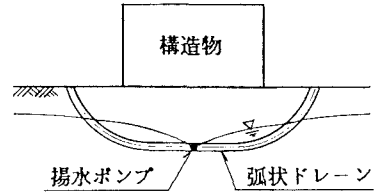
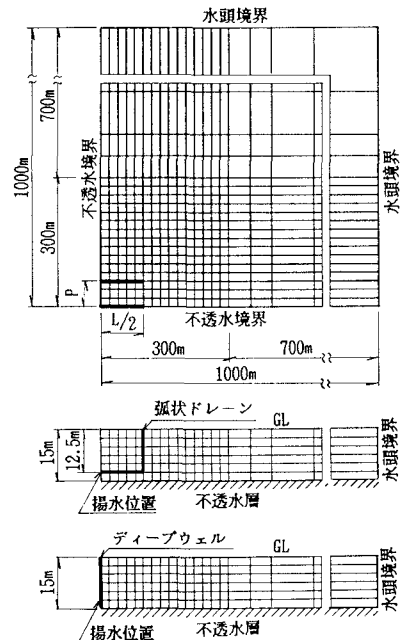


図-1 弧状ドレーン工法概念図



注) 解析領域は全体の1/4の範囲で行う。

透水係数 $k=0.864\text{m/day}$
初期水位 : 地表面
水頭境界 : 地表面

図-2 解析モデル

表－1 解析条件

ケース	1	2	3	4	5	6	7	8
仕様	ディープウェル		弧状ドレーン					
N (本)	3	9	3	3	3	3	3	3
ピッチ (m)	60	60	60	60	60	60	60	100
長さ (m)	—	—	40	80	120	200	400	200
概念図								

をGL-12.5mで固定している。ディープウェル及び弧状ドレーンのピッチは、砂地盤の地下水位低下に適用する目安から、60mを基本とし、また弧状ドレーンの径は、削孔性を考慮しφ300とした。

5. 解析結果及び考察

揚水量及び目標水位低下面積を表－2に示す。ここで、揚水量はディープウェル及び弧状ドレーンによる最大可能揚水量を、また目標水位低下面積とは液状化対策等で一つの目安となる地下水位低下量5mを達成している領域を示す。これより、弧状ドレーンを配置したことで揚水能力が非常に向上することが判る。また、ケース8から弧状ドレーンのピッチを適切に広げることにより、さらに効果的に揚水が行なえることも判る。

図－3は、ディープウェル（ケース1）と弧状ドレーン（ケース3～7）の解析結果を示す。これによれば、弧状ドレーンL＝40mを設置した場合（ケース3）においても、ディープウェル単独の場合に比べ、目標水位低下面積が極めて広がること、また、断面図より、弧状ドレーンによる場合（例えばケース5）、ディープウェルに比べより平滑な地下水位低下が得られることが判る。

なお、ディープウェルを9本設置した場合（ケース2）においても、目標水位低下面積は弧状ドレーンL≥120mの場合（ケース5 6 7）と比べ大きく変化しないことが判る。

図－4は、弧状ドレーンの設置長さと目標水位低下面積の関係を示す。これより、弧状ドレーンを適切に配置することにより、極めて有効に水位低下が得られることが判る。

以上の検討結果より、弧状ドレーンが地下水位低下工法の有効な手法となり得ることが確認された。

参考文献

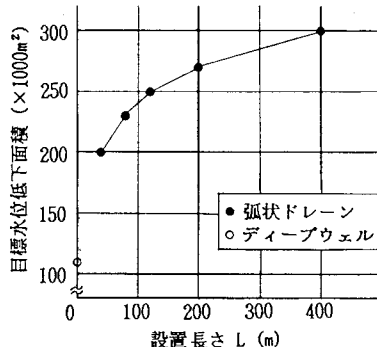
1) 大森弘一、伊佐 秀

：石油タンク施設、

土木学会誌、PP.44-47、

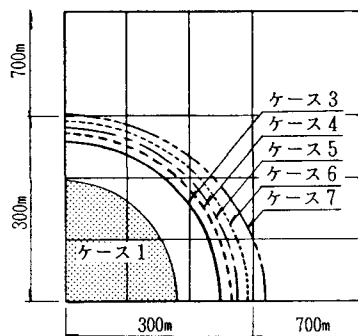
1986.4

図－4 設置長さと水位低下面積

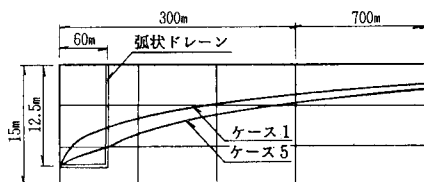


表－2 解析結果

ケース	揚水量 (m³/day)	目標水位低下面積 (×1000m²)
1	230	110
2	330	310
3	280	200
4	290	230
5	300	250
6	310	270
7	330	300
8	340	330



平面図



断面図

図－3 解析結果（水位低下状況）