

# III-556

## 層厚の薄い被圧帯水層にリリーフウェルを設置する場合の一考察

大成建設 正会員 ○上村佳司  
大成建設 正会員 大矢敏雄  
大成建設 正会員 亀村勝美

### 1. はじめに

近年、構造物の大型化に伴い被圧帯水層を有する堆積層地盤にも大規模な掘削工事の計画が見受けられる。このような場合、高い水圧による盤ぶくれの発生が懸念され、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。しかし、その設計深度や本数、井戸の規模などの設定方法については確立されたものはなく、概略の計算と経験に基づいて決定される場合が多い。そこで本報では、比較的層厚の薄い被圧帯水層において、リリーフウェルを設置する場合の諸条件が減圧効果に及ぼす影響について、有限要素法による軸対称浸透流解析を行って考察し、リリーフウェルの設計に当たっての留意点を示した。

### 2. 解析モデルおよび解析ケース

地層構成および解析モデルを図1に示す。地層は、都市部における堆積層を想定して設定した。リリーフウェルの検討を行う場合の条件としては、井戸径（ $\phi 200$ ,  $\phi 600$ ,  $\phi 1200$ ）、井戸の貫入率（100%, 50%）、層厚1mの粘土層（難透水層）の透水係数（ $1.0 \times 10^{-20}$ ,  $3.0 \times 10^{-7}$  cm/sec）を考慮した。境界条件は上部および外周境界は、静水圧分布を仮定して水頭固定境界とした。下部は厚さ約4mの粘土層が存在すると想定し、不透水境界とした。井戸部は井戸径によりメッシュ形状を変えケーシング部分は不透水境界とした。また、ストレーナー部は掘削深さをTP-70mと仮定し、掘削底面と同じ全水頭で水頭固定境界とした。解析ケースを表1に示す。

表1 解析ケース一覧

| 井戸径         | ケース | 貫入率 % |    | D <sub>eq</sub> 層透水係数 cm/sec |                      |
|-------------|-----|-------|----|------------------------------|----------------------|
|             |     | 100   | 50 | $1.0 \times 10^{-20}$        | $3.0 \times 10^{-7}$ |
| $\phi 200$  | ①   | ○     |    | ○                            |                      |
|             | ②   | ○     |    |                              | ○                    |
|             | ③   |       | ○  | ○                            |                      |
|             | ④   |       | ○  |                              | ○                    |
| $\phi 600$  | ⑤   | ○     |    | ○                            |                      |
|             | ⑥   | ○     |    |                              | ○                    |
|             | ⑦   |       | ○  | ○                            |                      |
|             | ⑧   |       | ○  |                              | ○                    |
| $\phi 1200$ | ⑨   | ○     |    | ○                            |                      |
|             | ⑩   | ○     |    |                              | ○                    |
|             | ⑪   |       | ○  | ○                            |                      |
|             | ⑫   |       | ○  |                              | ○                    |

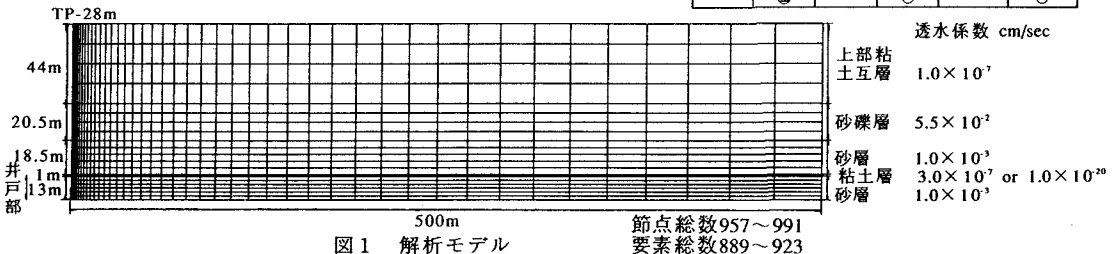


図1 解析モデル

節点総数957~991  
要素総数889~923

### 3. 解析結果

図2～図3は、井戸径の大きさによる水位降下量の差を諸条件を変えた場合についてグラフに表したものである。また、図4～図5は、それぞれ $\phi 200$ および $\phi 1200$ の場合について、井戸条件および難透水層の透水係数の違いによる水位降下量の差異をグラフに表したものである。

各解析ケースについて、井戸中心から15mの位置での水位降下量の検討を行ってみた。表2は、完全貫入および部分貫入について、完全被圧状態を100%とした場合の、難透水層の透水係数 $3.0 \times 10^{-7}$  cm/secの時の水位降下の割合を、各井戸径について示したものである。また、（ ）内には、完全貫入・完全被圧状態を100%とした場合の各解析ケースに対する水位降下の割合を併記した。

表3は、 $\phi 1200$ の水位降下量を100%とした場合の、各解析ケースに対する割合を示したものである。また、（ ）内は $\phi 600$ の水位降下量を100%とした場合の割合を示したものである。

表4は、各解析ケースの定常状態の流量を表したもので、（ ）内は $\phi 1200$ の流量を100%とした時の割合を示したものである。以上の結果より得られた知見を以下に要約して示す。

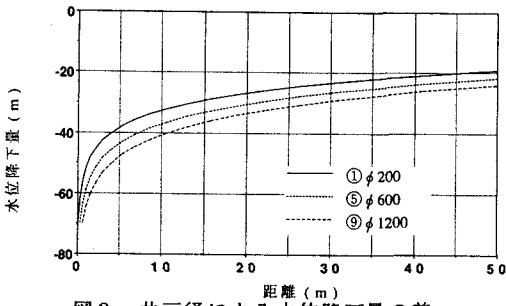


図2 井戸径による水位降下量の差  
(完全貫入, 難透水層  $k=1.0 \times 10^{-20}$  cm/sec)

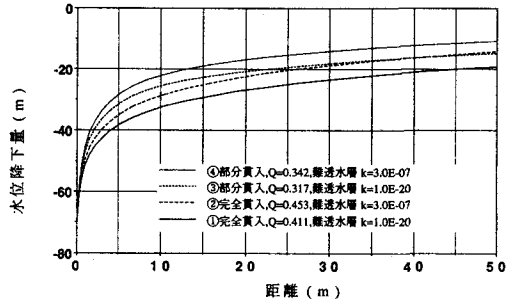


図4 諸条件が水位降下量に及ぼす影響 (φ200)

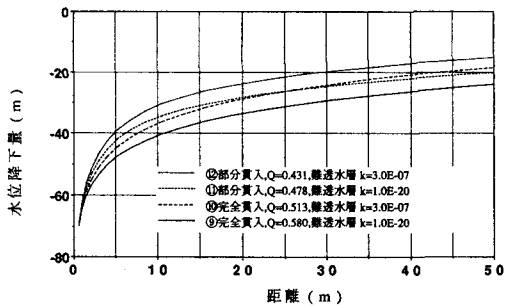


図5 諸条件が水位降下量に及ぼす影響 (φ1200)

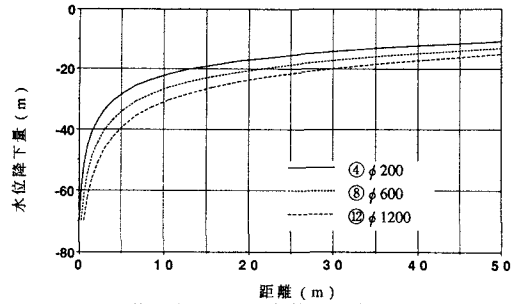


図3 井戸径による水位降下量の差  
(貫入量50%, 難透水層  $k=3.0 \times 10^{-7}$  cm/sec)

表2 諸条件による水位降下量の割合  
(井戸中心から15m地点)

| 解析ケース                                     | 水位降下量     |           |           |
|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                           | φ1200     | φ600      | φ200      |
| 完全貫入, 難透水層 $k=1.0 \times 10^{-20}$ cm/sec | 100(100)% | 100(100)% | 100(100)% |
| 完全貫入, 難透水層 $k=3.0 \times 10^{-7}$ cm/sec  | 88(88)%   | 87(87)%   | 85(85)%   |
| 部分貫入, 難透水層 $k=1.0 \times 10^{-20}$ cm/sec | 100(84)%  | 100(81)%  | 100(77)%  |
| 部分貫入, 難透水層 $k=3.0 \times 10^{-7}$ cm/sec  | 87(73)%   | 85(69)%   | 84(65)%   |

表3 井戸径による水位降下量の割合  
(井戸中心から15m地点)

| 解析ケース                                     | 水位降下量     |          |         |
|-------------------------------------------|-----------|----------|---------|
|                                           | φ1200     | φ600     | φ200    |
| 完全貫入, 難透水層 $k=1.0 \times 10^{-20}$ cm/sec | 100(110)% | 91(100)% | 80(88)% |
| 完全貫入, 難透水層 $k=3.0 \times 10^{-7}$ cm/sec  | 100(111)% | 90(100)% | 78(87)% |
| 部分貫入, 難透水層 $k=1.0 \times 10^{-20}$ cm/sec | 100(114)% | 88(100)% | 74(84)% |
| 部分貫入, 難透水層 $k=3.0 \times 10^{-7}$ cm/sec  | 100(116)% | 86(100)% | 72(84)% |

表4 諸条件による揚水量の割合

| 解析ケース                                     | 揚水量 $m^3/min$ |            |            |
|-------------------------------------------|---------------|------------|------------|
|                                           | φ1200         | φ600       | φ200       |
| 完全貫入, 難透水層 $k=1.0 \times 10^{-20}$ cm/sec | 0.580(100%)   | 0.522(90%) | 0.453(78%) |
| 完全貫入, 難透水層 $k=3.0 \times 10^{-7}$ cm/sec  | 0.513(100%)   | 0.466(91%) | 0.411(80%) |
| 部分貫入, 難透水層 $k=1.0 \times 10^{-20}$ cm/sec | 0.478(100%)   | 0.413(86%) | 0.342(72%) |
| 部分貫入, 難透水層 $k=3.0 \times 10^{-7}$ cm/sec  | 0.431(100%)   | 0.377(87%) | 0.317(74%) |

- ①リーフウェルの検討においては、透水係数が $3.0 \times 10^{-7}$  cm/sec程度の難透水層であっても、層厚1m程度の場合には圧力降下に顕著な影響を与えるためこれを考慮に入れた検討が必要である。(図4、図5)
- ②井戸径が圧力降下に及ぼす影響は、φ200の場合φ1200の7割から8割程度、φ600の8割から9割程度となる。これより、大きな径の井戸を設置するよりも小さな径の井戸を多く設置する方が効率的であると言える。(表3、表4、図2、図3)
- ③井戸を設置した場合は通常井戸底に泥溜を設置するが、層厚の薄い被圧帯水層にリーフウェルを設置する場合、帯水層厚に占める泥溜の割合が大きくなりストレーナー長が短くなる傾向にある。貫入率が50%程度になると水位降下量は、7割から8割程度になるため、層厚の薄い被圧帯水層にリーフウェルを設置する場合は、井戸の貫入量を正確にモデル化する必要がある。(表2、図4、図5)

#### 4. まとめ

層厚1m程度の難透水層に挟まれた比較的薄い被圧帯水層にリーフウェルを設置する場合は、井戸の貫入率や難透水層の透水係数を評価した検討が必要である。平面二次元の解析(完全貫入、 $k=1.0 \times 10^{-20}$  cm/secの解析ケースとはほぼ等価)では、これらの影響を考慮することはできず、設計的に危険側の検討となる。したがって、このようなリーフウェルの検討には、三次元浸透流解析が特に有効であると考えられる。