

立坑掘削時の盤ぶくれ対策

宮永 茂* 杉本 和也**
Shigeru Miyanaga Kazuya Sugimoto

1. はじめに

本文は、川崎市発注の五反田川放水路分流部立坑築造工事の内、立坑の掘削時の盤ぶくれ対策について述べるものである。

当該立坑の特徴は、掘削深さ67.1mに対し連壁の根入れが7.40m（全長74.5m）と極端に短いことであった。この時、掘削底面以深では被圧帯水層による盤ぶくれに対して、自重と連壁との付着および土丹のせん断強度で安全性を確保する計画であった（図-1参照）。また、連壁下端以浅においては、連壁の遮水性が十分であることを前提とした設計のため、盤ぶくれに対して特に対策工は必要とせず、掘削途中のドライワークを目的としたディープウェル（D.W）を1本（長さ約70m）設けたのみであった。

しかし、掘削途中の連壁下端以浅の帯水層の水位計測（立坑外側）を実施したところ、立坑内の揚水に伴い外部の水位も低下していることが判明した。

さらに、連壁下端以深の追加土質調査の結果（図-1および表-1参照）、下端以深の帯水層の分布とレベルが原設計の想定と違うことが明らかとなり、盤ぶくれに対する所要の安全率が得られないこととなった。

本文では連壁下端以浅と以深それぞれに対する盤ぶくれ対策について報告する。

2. 連壁下端以浅に対する検討および対策

連壁下端以浅に対しては掘削時のドライワークのためにD.W 1本を稼働させるにあたり、立坑内の間隙水圧の計測を行ったが、D.Wの揚水量は $q=60\sim 70\text{ l/min}$ 程度と少なく、掘削の進行に伴う帯水層の盤ぶくれに対する間隙水圧の低下（必要水位低下量）が得られない傾向を示した。

そこで、まずD.Wを1本増設したが、必要水位低下量が得られない結果となった。

したがって、D.Wでの効果が期待できないと判断し、リリーフウェルを図-2の位置に設置（GL-50.4~23.5m）することで効果が得られた。なお、リリーフウェルは $\phi 100$ （SGP）で、ボーリングマシン（TBM88クラス）により、掘削に支障が少ないように配置した。

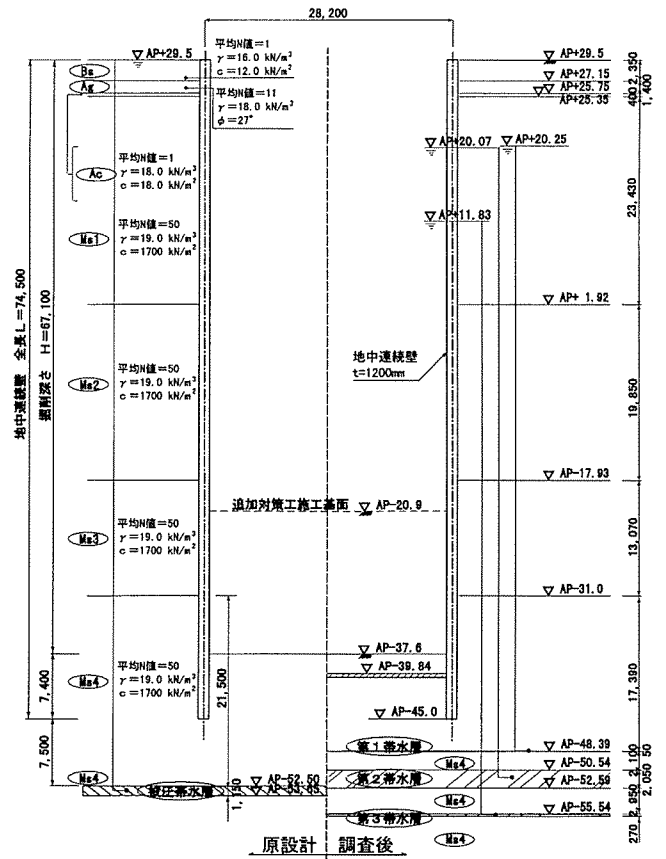


図-1 立坑の被圧状態

表-1 連壁下端以深被圧帯水層と各層間隙水圧の関係

土質調査	深 度	間隙水頭
既存 Bor.	被圧層 AP-52.5 ~ AP-53.65	AP+29.5 (GL±0)
追加調査結果	第1層 AP-48.39 ~ AP-48.44	AP+20.25 (GL- 9.21)
	第2層 AP-50.54 ~ AP-52.59	AP+20.07 (GL- 9.39)
	第3層 AP-55.54 ~ AP-55.81	AP+11.83 (GL-17.63)

注) GL±0 = AP+29.5

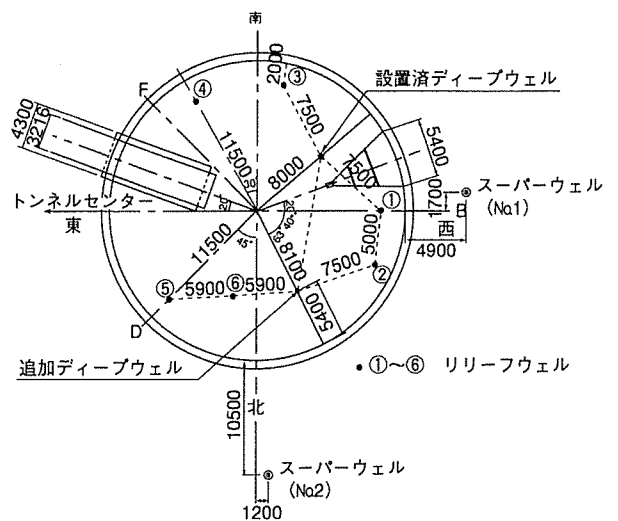


図-2 対策工設置図

*土木設計部設計課

**横浜（支）川崎五反田（出）

3. 連壁下端以深に対する検討および対策

(1) 盤ぶくれに対する照査

追加土質調査の結果による盤ぶくれに対する照査を参考文献により下式にて行った (モデル図を図-3に示す)。

$$U \leq \frac{W}{1.1} + \frac{f_1 \ell H_1}{6} + \frac{f_2 \ell H_2}{3}$$

(揚圧力) (掘削底面以深の抵抗力)

ここに、 U : 揚圧力 (kN)

W : 土の重量 (kN)

f_1 : H_1 間の摩擦抵抗 (kN/m²)

f_2 : H_2 間のせん断抵抗力 (kN/m²)

ℓ : 土留め壁の内面内周長 (m)

照査の結果を表-2に示すが、追加調査結果による第1, 第2帯水層に対し対策工が必要となった。よって、盤ぶくれに対する安全確保のため水位低下工法による対策を行うこととした。

(2) 対策工

近接する小田急線への影響を避け、また根入れの効果で立坑の外側水位を大きく下げないために連壁下端以浅に対する対策は立坑内での対策としたが、連壁下端以深に対しては揚水する対象層を特定することでその影響を避けることが可能と考え、立坑の外側で水位低下工法を実施することとした。

しかし、D.W工法では立坑内での実績から集水能力に限界があると判断し、集水効果が期待できるバキュームを併用したスーパーウェルポイント (西松建設の特許工法: 図-4) の施工を計画・実施した。

その結果、今回のように86.5mにも及ぶ大深度での施工実績がなかったが、この工法で所要水位低下量が得られ無事に掘削を完了させることができた。

なお、スーパーウェルポイントは、従来のバキュームD.Wに対しセパレートストレーナーを使用することで地

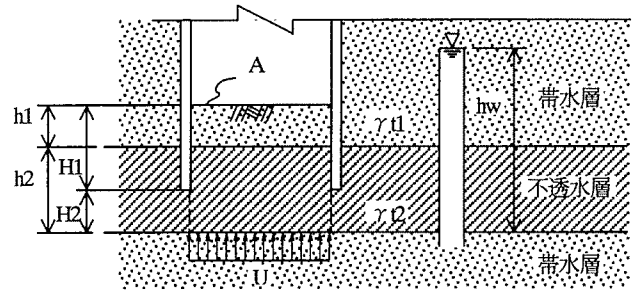


図-3 盤ぶくれに対する検討モデル図

表-2 盤ぶくれ照査結果 (連壁下端以深)

調査後帯水層	抵抗力*	揚圧力*	判定	必要水位低下量
第1	266000	393000	N.G!	23m
第2	383000	405000	N.G!	4m
第3	566000	386000	O.K!	—

* 単位はkN

表-3 対策工最大揚水量

	ディープウェル	スーパーウェルポイント
揚水量	78 l/min/本	246 l/min/本

下水のみを効率よく真空排水することが可能であり (施工実績を表-3に示す)、既工法のバキュームD.Wよりも集水能力のある工法である。

4. おわりに

掘削に伴い、立坑内外の水位計測を綿密に行うことにより、被圧帯水層の状況と盤ぶくれ対策の必要な時期等を的確に把握でき、計測工の重要性を再認識した。また、スーパーウェルポイントに関しては、現象・技術の定量的な把握が課題であるが、今後より多くの工事に適用できるものと思われる。

参考文献

- 1) 大深度土留め設計・施工指針 (案), 財団法人 先端建設技術センター, 1994.

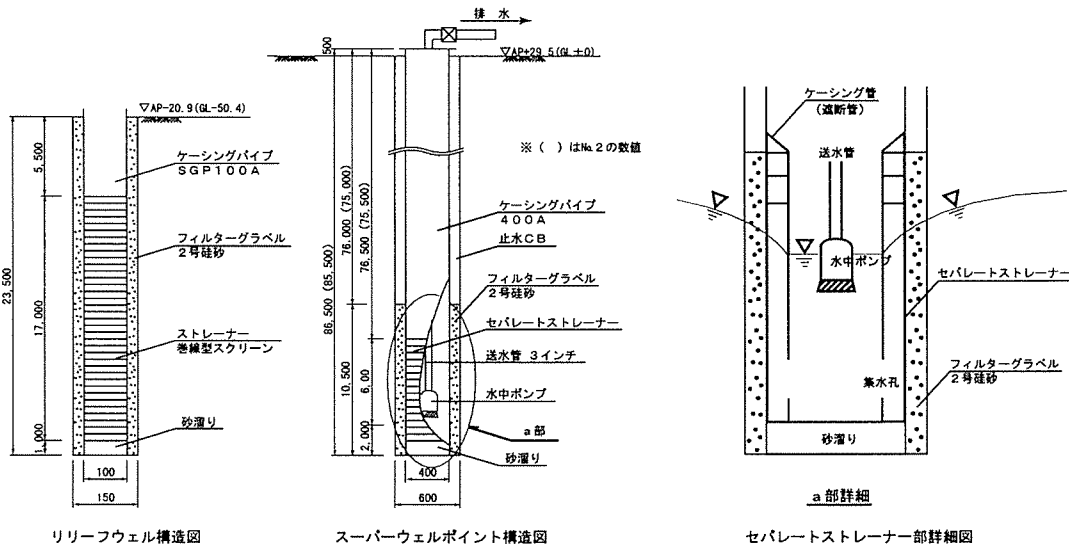


図-4 リリーフウェルおよびスーパーウェルポイントの構造図