

Ⅲ - A 297

大深度立坑における人工地盤の現位置遮水性評価

熊谷組 正員 伊藤 洋 正員 大本晋士郎
同 正員 北野 良典 安井 潤二
日本鉄道建設公団 山崎 一政 三浦 一之

1. はじめに

地下鉄換気立坑の地中連続壁の合理化施工法として掘削深度に合わせ底盤をジェットグラウト工法により人工遮水層を構築する工法がある。このとき人工遮水層は比較的透水系数の大きい砂質等の帯水層に構築されるため、全体的、局所的に十分な遮水性が要求されるが、人工遮水層の遮水性能を適切に評価する方法は見いだされていないのが現状である。本報告では、実際の大深度人工遮水層工事において人工遮水層の遮水性能評価法を新しく考案し、実証実験を行ったのでここに結果を報告する。

2. 工事概要

人工遮水層性能評価の実証実験を適用した工事概要を、図-1および図-2に示す。人工遮水層は地中連続壁に囲まれた17.4m×12.4mの領域内で、G.L.-50.8m以深の砂層①に厚さ6.7mにわたってクロスジェット工法により構築した。クロスジェット一本の設計改良直径は約2mであり、148本の施工を行った。施工地盤条件は、人工遮水層直上に厚さ8.1mのシルト層①、2.5mの砂層②、4.2mのシルト層②、それ以浅も砂層とシルト層の互層から成っている。

3. 実験概要

評価法の基本原理を図-3に示す。人工遮水層上面の水頭は改良工事により人工遮水層外の水頭よりかなり上昇しており、注水試験（大きな変水位透水試験）と同じ状態になっている。観測井を人工遮水層上面に設けると、観測井内水位は時間と共に低下し、水位低下曲線から観測ストレーナー部分周辺の人工遮水層の透水系数を評価することができる。本工法では人工遮水層に損傷を与えず計測ができる。観測井は所定の深さまでボーリング掘削を行い設置した。観測井は内径65mmの塩ビパイプで、先端1mに渡りストレーナー加工を行ったものを用いた。またボーリング孔壁と塩ビパイプの隙間はセメントミルクを注入しパッキングした。ただしストレーナー上端部には

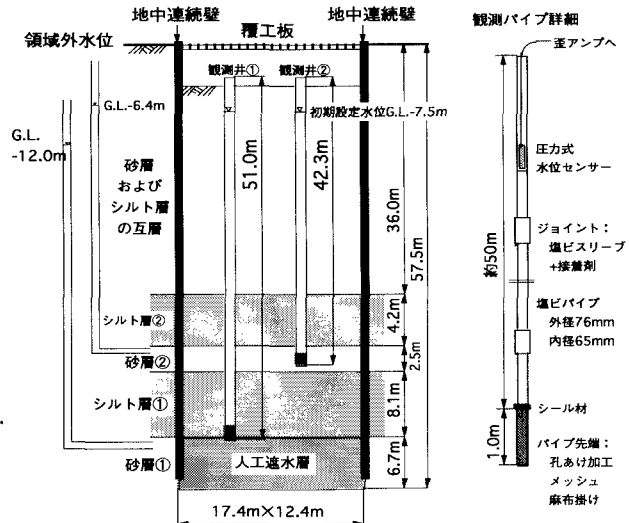


図-1 観測井の設置深状況（断面図）

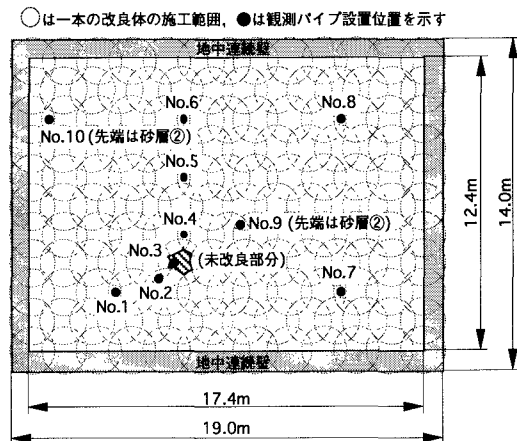


図-2 観測井の設置箇所（平面図）

人工遮水層、地中連続壁、透水系数、現場透水試験、地盤改良

〒162-8557 新宿区津久戸町2-1 (株)熊谷組 技術本部 tel: 03-3235-8655, fax: 03-3235-5363

シール材を巻き、セメントミルクがストレーナー部分に回らないようにした (図-1 参照)。

観測井は計10ヶ所に設置した (図-2)。全体的な遮水性が評価できるように配置し、また局所的な遮水性評価を目的とし、一ヶ所未改良部分 (No.3付近) のある状態で観測を行った。設置深は、No.1~8は人工遮水層の遮水性を評価するため人工遮水層直上 (先端が砂層①とシルト層②の間) に設置し (図-1 観測井①)、No.9,10は地中連続壁の遮水性を評価するため砂層②に設置した (図-1 観測井②)。観測井内の水位観測は、各井内を順次揚水して初期水位をG.L.-7.5mに設定し、圧力式水位センサーを用い約4日間の自動計測 (サンプリング間隔5分) を行った。

4. 実験結果

図-4に代表例として、No.3,4,8の観測水位の変化曲線を示す。各パイプはいずれも水位が一旦回復するが、その後緩やかな水位低下傾向が見られる。初期の水位上昇は強制揚水による水頭の戻りで、ピーク以降が人工遮水層表面の水頭変化と考えられる。

この観測井の水位低下曲線 (図-4 参照) から、上述の図-3の変水位試験モデル、および従来の現場透水試験に適用されている算定モデルを用いて透水係数を算定した。透水係数 k の算定式は一般に以下のように表すことができる。

$$k = \frac{K}{t_2 - t_1} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2} \quad \cdots (1) \quad \text{ここで } K: \text{計測断面により決まる係数, } h_1: \text{時刻 } t=t_1 \text{ での水頭, } h_2: \text{時刻 } t=t_2 \text{ での水頭}$$

K は透水性を評価する層厚、観測井の影響範囲、形状等により値が変わるが、各算定モデルを用いて得られた結果を表-1に示す。a) ~c) は人工遮水層に対する係数 K で、a) ①が最も大きく、a) ②が最も小さい。b), c) はほぼ同程度で、a) ①とa) ②の中間

の値をとる。砂層②に対する係数は、d), e) でモデルが一致し、同じ値をとる。これらの K を用いて算定した透水係数を表-2に示す。No.1~8について、最も安全側のa) ①によれば透水係数 k は $5.57 \sim 7.60 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$ となる。ぱらつきが小さくオーダーの差はないが、平面的な透水係数の分布を見ると、未改良部分に近いNo.3,4の値が、周辺のそれより約2割ほど大きくなっていることが分かる。このことから本手法により得られた透水係数分布が遮水層全体の透水性および未改良部分 (水みち) の特定の評価に有用であることが認められる。またNo.9,10の値は、シルト層①、②あるいは地中連続壁の透水性を示していると判断できるが、少なくとも地中連続壁の透水係数が約 $5.0 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$ 以下であることが分かる。

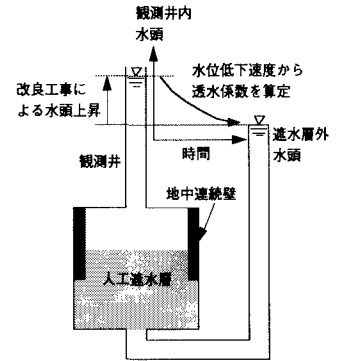


図-3 遮水性能評価法の原理

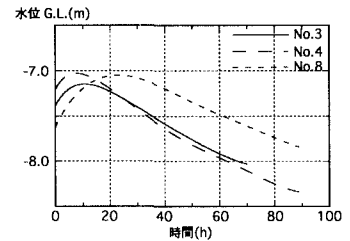


図-4 観測井水位観測の代表例

表-1 各算定式に用いた係数 K

計算ケース	算定式の区分	適用条件	K
a)①	室内透水試験 (変水位試験)	観測井の影響範囲を改良体直径と同じ直径2mとした場合	0.708
a)②		観測井の影響範囲を改良体全体とした場合	0.082
b)	現場透水試験 (人工遮水層)	半無限と見なされる等方性飽和透水層内の試験 (ケーシングの先端に穴あきパイプが接続されている場合)	0.181
c)		不透水層の下透水層内の試験 (ケーシングの先端に穴あきパイプが接続されている場合)	0.189
d)	現場透水試験 (砂層②)	適用条件は b) に同じ	0.181
e)		適用条件は c) に同じ	0.181

表-2 人工遮水層の透水係数算定結果

観測位置 (改良体上)	各算定法による透水係数 (cm/s)						
	a)①			a)②	b)	c)	
No.1	1.0E-07	5.0E-07	1.0E-06	5.86E-07	6.79E-08	1.50E-07	1.56E-07
No.2				6.50E-07	7.53E-08	1.66E-07	1.73E-07
No.3				7.62E-07	8.83E-08	1.95E-07	2.03E-07
No.4				7.30E-07	8.45E-08	1.87E-07	1.95E-07
No.5				5.57E-07	6.45E-08	1.42E-07	1.49E-07
No.6				5.89E-07	6.83E-08	1.51E-07	1.57E-07
No.7				5.91E-07	6.85E-08	1.51E-07	1.58E-07
No.8				5.78E-07	6.70E-08	1.48E-07	1.54E-07
(砂層②)	d)			e)			
	1.0E-07	5.0E-07	1.0E-06				
No.9				4.54E-07	4.54E-07		
No.10				5.41E-07	5.41E-07		