

前田建設工業(株)技術研究所 永山 晃 正〇熊谷浩二 正 大野 茂

1. まえがき 薬液注入の現場注入試験において原位置試験による注入効果の判定は不可欠である。いくつかの方法が提案されているがサウンディングを除いてその判定例は多くない。筆者らはこれらの判定法の精度やその適応性についての検討を行っており、前報までに実施例¹⁾や判定結果の精度^{2),3)}について報告している。本報では止水効果の判定に用いられる現場透水試験についての考察結果を述べる。注入効果の判定法として用いられる現場透水試験は、単一のボーリング孔を用い水位の回復あるいは低下の状況を測定する方法である。井戸による揚水試験が滞水層全体の透水性を試験するのに対し、ボーリング孔によるものは地盤のポイントにおける透水性テストであるといわれている⁴⁾。したがって地盤内の一定範囲のみを改良する薬液注入には適当な判定法と考えられる。しかし止水効果に大きく関係する注入固結体の連続性についてのデータを得るのが難しいことや改良地盤の不均質とあいまって、得られた透水係数も相対的な利用に限定されているのが現状である。また対象地盤の自然状態での正確な透水係数を知ることは、効率的な薬液注入を行なう上で重要ではあるが、この現場透水試験結果を直接設計に用いることはほとんどない。本報ではこれらの問題について実施データをもとに検討した。

2. 施工概要 1)A現場:注入対象深度はGL-30~-36m、N値は50~60の砂質土で粒度分布は礫分0%、砂分86~97%である。注入工は瞬結二重管ロッド工法で溶液型水ガラス系薬液を使用し、各ブロック10孔の注入孔を0.8m千鳥状配置で施工している。2)B現場:注入対象深度はGL-6~-16m、N値は15~20の砂質土で粒度分布は礫分0~30%、砂分60~90%、シルト分以下5~10%であり、注入工はA現場と同様である。3)C現場:注入対象深度はGL-7~-9m、N値は10~50の砂礫土で粒度分布は礫分30~90%、砂分10~60%、シルト分以下0~8%である。本報では注入前の試験結果のみを用いている。

3. 試験結果と考察 1)A現場:表-1の注入前(イ)と注入率45%(ハ)とでは、2個所の測定深度の透水係数がともに低下しており、止水効果があがっているのがわかる。しかし注入率35%(ロ)では透水係数が低下していない深度があり、注入率不足のため注入固結体の連続性が得られていないと考えることができる。このブロック(ロ)での未改良部分の存在は、前報^{2),3)}の各種の判定法(標準貫入試験、コアサンプリング、PS検層、電気検層など)で確認されている。したがって注入範囲内で2個所以上の深度で測定することによって、より精度の高い判定法として活用できる。なお注入前(イ)深度31mの粒度分布は礫分33%、砂分51%、シルト分以下16%と異っており、注入効果の判定では考慮する必要がある。2)B現場:表-2から薬液注入による止水効果

表-1. 現場透水試験結果(A現場) cm/s

ブロック 測定 深度(m)	(イ) 注入前	注入後	
		(ロ) 注入率35%	(ハ) 注入率45%
32.0	2.1×10^{-2}	3.6×10^{-5}	3.5×10^{-6}
34.0	1.6×10^{-4}	1.1×10^{-3}	2.4×10^{-5}
備考			

表-2. 現場透水試験結果(B現場) cm/s

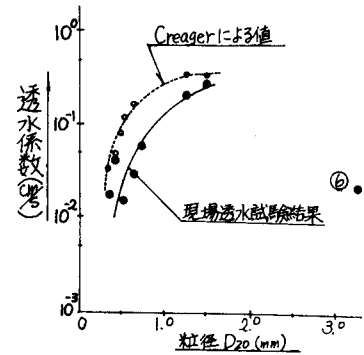
ブロック 測定 深度(m)	(ニ) 注入前	注入後		
		(ホ) 注入率40%	(ヘ) 注入率45%	(ニ) 注入率55%
8.0	5.4×10^{-2}	1.6×10^{-3}	2.7×10^{-4}	1.5×10^{-5}
11.0	5.2×10^{-3}	7.7×10^{-4}	4.3×10^{-4}	2.7×10^{-5}
14.0	1.3×10^{-3}	1.9×10^{-3}	1.3×10^{-4}	3.9×10^{-5}
備考				

が明確にわかるとともに、注入率の増加にともない低下しているのがわかる。したがってこれらの透水係数が、実際の改良地盤の性質を示すものであれば止水効果のコントロールが可能と考えられる。しかし同時に行った各種の判定法の結果では注入率55%(ト)以外には不連続性が認められ、現時点では最適条件のみで施工すべきである。3)C現場：当現場のデータでボーリング孔利用の現場透水試験の精度についての検討を試みた。土の粒度粒形などの状態量から実験公式で透水係数を推定する方法が多数提案されている⁵⁾。表一にいくつかの実験公式による推定値と試験結果との比較表を示す。また図一にCreagerによる値と試験結果との関係を示す。透水係数とD₁₀や74 μ m以下の含有率との相関性は認められないが、D₂₀およびD₃₀との相関性は高い。そして全体的にCreagerによる値のほぼ1/2になっており、ブロック⑥の値のみ特異で粒度分布の割に試験結果が小さく出ている。これらのことからボーリング孔利用の現場透水試験結果は、一般にオーダー的などえられ方をされているが、慎重な判定による透水係数はより細かく地盤状況を示していると考えられる。

4. あとがき 注入効果の判定に用いる現場透水試験は、注入範囲内の複数の深度で測定することによって自然地盤および改良地盤のばらつきを把握することができる。またボーリング時には深度毎の試料の粒度分析を行なうことによって、より精度の高い判定結果を得ることができる。

現状では原位置試験で注入効果を判定する場合、いくつかの試験法を組合わせて判定結果の精度をあげている。今後も各種のデータの集積を行ない、より信頼性の高い判定法の確立のための研究を進めていく予定である。

- 参考文献 1)神藤、熊谷：各種試験による薬液注入効果の測定例，第5回関東支部年次研究発表会，土木学会，昭和53年。
 2)永山、熊谷、大野：薬液注入効果の判定について，第6回関東支部年次研究発表会，土木学会，昭和54年。
 3)永山、熊谷、大野：薬液注入効果の判定について（続報），第7回関東支部年次研究発表会，土木学会，昭和55年。
 4)河野：透水試験，土質調査試験結果の解釈と適用例（第一回改訂版），土質工学会，昭和54年。
 5)たとえば河野、西垣：土質調査，地下水ハンドブック，建設産業調査会，昭和54年。



図一. 粒径D₂₀と透水係数

表一. 実験公式による推定値との比較 (C現場, 測定深度GL-8m) cm/s

調査孔 No.	粒 径 (mm)			74 μ m 以下 (%)	現場透水試験結果 (回復法)	Hazenの式 $k = C_1 \cdot D_{10}^2$	Terzaghiの式 $k = C_2 \cdot D_{10}^2$	Creager による値	土質名とkとの 相関 ⁴⁾
	D ₆₀	D ₃₀	D ₁₀						
①	2.4	0.67	0.16	7.5	4.2×10^{-2}	2.6×10^{-2}	4.8×10^{-2}	4.5×10^2	「礫」 10 ⁻¹ 以上
②	3.3	1.2	0.38	2.5	6.1×10^{-2}	1.4×10^{-1}	2.7×10^{-1}	1.6×10^1	
③	1.4	0.70	0.30	3.0	1.6×10^{-2}	9.0×10^{-2}	1.7×10^{-1}	7.5×10^2	
④	4.8	2.5	0.25	5.0	2.1×10^{-1}	6.3×10^{-2}	1.2×10^{-1}	3.6×10^1	
⑤	7.5	2.9	0.37	5.0	2.8×10^{-1}	1.4×10^{-1}	2.6×10^{-1}	3.6×10^1	
⑥	7.0	4.7	2.8	5.0	2.2×10^{-2}	7.8×10^0	1.5×10^1	1.8×10^0	
⑦	4.0	1.7	0.35	4.0	3.1×10^{-2}	1.2×10^{-1}	2.3×10^{-1}	1.1×10^1	
⑧	4.0	1.1	0.44	8.5	1.7×10^{-2}	2.4×10^{-1}	4.5×10^{-1}	3.2×10^2	