

現場透水試験の目的と概要

目的

- 地下水情報の基本となる自然水位(被圧水頭)と透水係数 k を把握すること

概要

- ボーリング孔の先端に地下水が流入するストレナー部分(試験区間)を設け、孔内の水位を人工的に変動させ、その後の水位状況を測定する。このときの時間と地下水位とから地盤の透水係数を求める試験。

現場透水試験精度向上のポイント

項目	精度向上のポイント
試験実施	<p>ピエゾメータ法(強制水位低後の水位回復を測定)が基本 孔内水位s_0を下げ過ぎない(1m以内) 試験孔周辺の水位を下げないように努める 孔内水位を下げるのにベーラは極力避ける 透水部分(L区間)の形状を確保 透水区間にはストレーナ管を用いることが好ましい 透水区間長Lを、試験孔径$2r_w$に対して十分長くとる 試験時の初期水位(自然水位)をきちんと把握する</p>
試験結果解析	<p>ケーシング径は水位変動区間の$2R_w$(内径)と透水区間の$2r_w$(外径D)を区別する t-$\log h$の作図は、縦軸に$\log h$をとる 透水係数kを求めるt-$\log h$の勾配は立ち上がりの直線部分を取る</p>

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

透水係数を求める方法

大区分	手法区分	中区分	対象	試験の名称・方法
直接法	原位置試験	単孔式透水試験	地盤	単孔を利用した透水試験方法
			岩盤	孔内水位回復による岩盤の透水試験方法
				注水による岩盤の透水試験方法 ルジオン試験方法
		多孔式揚水試験	帯水層	揚水試験方法
	その他	盛土	締め固めた地盤の透水試験方法	
	室内試験	定水位透水試験	供試体	土の透水試験方法
		変水位透水試験		
不飽和透水試験		不飽和	不飽和土の透水試験方法	
間接法	推定手法	粒度から推定	粗粒土	クレーガーの方法、ハーゼンの方法
	解析的手法	数値解析	地盤・岩盤	逆解析

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

透水係数と試験方法

透水係数 k (m/s)

← 非定常法 | 定常法 →

透水性	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁰
	実質上不透水		非常に低い	低い			中位		高い			
対応する土の種類	粘性土 {C}		微細砂, シルト 砂-シルト-粘土混合土 {SF}{S-F}{M}			砂および礫 {GW}{GP} {SW}{SP} {G-M}			清浄な礫 {GW}{GP}			
透水係数を直接測定する方法	特殊な変水位 透水試験		変水位透水試験				定水位透水試験		特殊な変水位 透水試験			
透水係数を間接的に推定する方法	圧密試験結果から計算			なし			清浄な砂と礫は粒度と間隙比から計算					

現場透水試験の方法と種類

区分	保孔方法	地下水状態	透水区間	慣用的呼称	水位変動促進	土質状態	適用
非定常法	保孔なし	自由水	L区間	オーガー法	揚水 注水	砂質土 孔壁自立	地下水位 浅い
	ケーシング	自由水	L区間	ピエゾメータ法	揚水 注水	砂質土 孔壁崩壊	
			孔底	チューブ法			
		被圧水	L区間	ピエゾメータ法	揚水 注水	砂質土 透水層存在	
			孔底	チューブ法			
	二重管	被圧水	L区間	ピエゾメータ法	揚水 注水	砂質土 多層系地盤	
孔底			チューブ法				
定常法	パッカー	被圧水 自由水	L区間	パッカー法	注水	砂質土	
	ケーシング	被圧水 自由水	L区間	揚水法	揚水	砂質土	

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

主な透水試験算定式

試験名称	透水試験算定式	特徴
ピエゾメータ法	$k = \frac{(2.3)^2 \cdot R_w^2}{2L(t_2 - t_1)} \log\left(\frac{\alpha \cdot L}{r_w}\right) \log\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$ <p>ただし, $L > 8r_w$ 近傍に難透水層なしの場合: $\alpha = 1$ 近傍に難透水層有りの場合: $\alpha = 2$</p>	標準的な試験方法。おもに水平透水係数を計測。ケーシング法。近傍に難透水層なしがいわゆる不圧層, 近傍に難透水層有りがいわゆる被圧層に相当。
チューブ法	$k = \frac{2 \times 2.3 \pi R_w}{11(t_2 - t_1)} \log\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$	透水係数の大きい場合に適用。孔底法
パッカー法	$k = \frac{2.3 \cdot Q}{2 \pi h p L} \log\left(\frac{L}{r_w}\right)$ <p>ただし, $L > 8r_w$</p>	岩盤のルジオン試験と同じ原理。定常法。必ずしもパッカーを用いなくてもよい。
オーガー法	$k = \frac{\pi^2 r_w}{16DCa} \cdot \left(\frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1}\right)$ <p>ただし, $D < 50r_w$, Ca は一般的には 1~3 の範囲で 1.5 程度。</p>	試験深度が浅く, かつ地下水位が高く, 裸孔で自立できる地盤に適用。

透水係数への影響因子

影響因子例	影響例
土質	礫 k 大、砂 k 中、粘土 k 小
粒径	分級された粒度の場合 粒径大 k 大、粒径小 k 小
粒度	分級された(均等) k 大 粒径幅広い k 小
粒形	丸み k 大、角張る k 小
密度	密度低い(緩い) k 大 密度高い(よく締まった) k 小
異方性	水平堆積層の場合 水平方向 k 大、鉛直方向 k 小

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』を参考に作成

クレーガーによるD20とkの関係

D_{20} (mm)	k (m/s)	土質分類
0.005	3.00×10^{-8}	粗粒粘土
0.01	1.05×10^{-7}	細粒シルト
0.02	4.00×10^{-7}	粗粒シルト
0.03	8.50×10^{-7}	
0.04	1.75×10^{-6}	
0.05	2.80×10^{-6}	
0.06	4.60×10^{-6}	極微粒砂
0.07	6.50×10^{-6}	
0.08	9.00×10^{-6}	
0.09	1.40×10^{-5}	
0.10	1.75×10^{-5}	
0.12	2.60×10^{-5}	細粒砂
0.14	3.80×10^{-5}	
0.16	5.10×10^{-5}	
0.18	6.85×10^{-5}	
0.20	8.90×10^{-5}	
0.25	1.40×10^{-4}	
0.30	2.20×10^{-4}	中粒砂
0.35	3.20×10^{-4}	
0.40	4.50×10^{-4}	
0.45	5.80×10^{-4}	
0.50	7.50×10^{-4}	
0.60	1.10×10^{-3}	粗粒砂
0.70	1.60×10^{-3}	
0.80	2.15×10^{-3}	
0.90	2.80×10^{-3}	
1.00	3.60×10^{-3}	
2.00	1.80×10^{-2}	細礫

比較的精度悪い

『改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル』より引用