

III-367

安定液固化体の透水係数について

西松建設（株）技術研究部 正会員 稲葉 力
同 上 正会員 金子 範彦

1. 緒 論

安定液を用いた安定液固化体は、立坑などの土留めとして使用されるケースと、止水壁として使用されるケースが一般的である。ともに不透水性が要求され、土留めの方はさらにせん断強さが必要である。筆者らは、これまで様々な配合で供試体を作成し、安定液固化体の力学特性を調べてきた。一軸圧縮強度と配合の関係については、既に報告²⁾しているのので、ここでは、透水係数と一軸圧縮強度の関係を中心に報告する。

2. 実験方法

①供試体の作成方法

ベントナイトに清水を加え、グラウトミキサーで十分に攪はんし24時間膨潤させた。ベントナイト安定液を使用するに際しては、必要量の混合土砂・固化材を加えながらグラウトミキサーで混合した。モールドに安定液を注ぐときは、木ハンマーで振動を与えて気泡を除去した。養生は、1週間20℃の養生室で養生した後、試験日まで15℃の湿潤砂養生とした。供試体は、φ50× $\varnothing$ 100 mmである。

②配合について

表1. の配合表に示す。配合量は全て水1 m³に対する重量%で表している。粘性が大きすぎて実用的でない配合もあるが、配合と透水係数の関係を求める目的で実施したものである。試験日は全て供試体作成後28日目とした。

③透水試験の方法

図1. にシステム図を示す。三軸圧縮試験機を用いて、供試体下部に背圧をかけて、供試体と上部キャップを通してビュレットに至った水量を差圧計で計測した。供試体は飽和しているが、一応、浸透流が一定になってからの数値を採用した。透水係数kは次式で与えられる。

$$k = \frac{h_s \cdot a_A \cdot a_B}{A_s (a_A + a_B) (t_2 - t_1)} \log \left(\frac{p + h_1}{p + h_2} \right) \text{ (cm/s)}$$

a_A : ビュレットAの断面積 (cm²)

a_B : ビュレットBの断面積 (cm²)

h_s : 供試体の高さ (cm)

A_s : 供試体の断面積 (cm²)

p : ビュレットAに加える圧力 (kgf/cm²)

h_2 : 時間 t_2 におけるビュレット間の水位差 (cm)

h_1 : 時間 t_1 におけるビュレット間の水位差 (cm)

h : ビュレット間の水位差 (cm) $\Delta t = t_2 - t_1$

q : Δt における透水量 (cm³)

$p \gg h$ であれば、次式でも精度上十分である。

$$k = \frac{q \cdot h_s}{p A_s (t_2 - t_1)} \text{ (cm/s)}$$

図1. 実験システム図

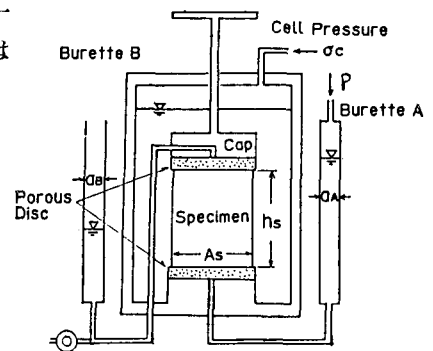


表1. 配合一覧表

ベントナイトの種類	ベントナイトの濃度	混合土砂の種類	混合土砂の量	固化材の種類	固化材の量
浅間	6%	豊浦標準砂	0	ホトライト	
妙義	8%		150	高炉	
	10%			おれん	
	12%			クリーンセ	
ケナール		木節粘土	300 kg/m ³	770ック	200 kg/m ³

④透水試験のチェック

図1. のシステムを用いて試験方法をチェックした。使用したメンブレンは厚さ0.2 mmのラテックス製である。まず、硬質ゴムの供試体を用いて背圧を3.0 kgf/cm²、側圧を3.1, 3.5, 4.0 kgf/cm²の3種類にして透水試験を実施した結果いずれの場合もkは約 1.0×10^{-9} となり、今回実験した透水係数と比較して、実質上不透水とみなすことができた。

次に実際に使用する供試体を用いて(一軸圧縮強度は10kgf/cm²程度)、側圧を3.0 kgf/cm²背圧を3.1, 3.5, 4.0 kgf/cm²にした場合、側圧を1.0, 2.0, 3.0 kgf/cm²にして各々背圧を1.5, 2.5, 3.5 kgf/cm²にした場合の試験をした。その結果、透水係数は $4.3 \sim 9.2 \times 10^{-7}$ cm/sとなり、側圧の大小、差圧の大小による有為な差は認められなかった。^{3) 4)} によると透水係数は側圧の影響を受けるようであるが今回使用した供試体程度の一軸圧縮強度であれば、3 kgf/cm²程度の側圧には影響されないと考えられる。

3. 試験結果についての考察

図2. に一軸圧縮強度と透水係数(k)の関係を示す。この図には、ポルトランドセメント、高炉セメント、特殊固化材3種類を用いた結果を示している。使用したベントナイトは、ほとんどのデータが浅間で、混合土砂は何も加えないか、豊浦標準砂または木節粘土である。

データは限られているが、ベントナイトの種類による差はほとんど認められなかった。図2. を見る限り、混合土砂による差もなく、したがって、混合土砂量による差も認められないようである。固化材の種類による差は、図2. ではわかりづらいが、表2. の回帰式を見ると明らかである。一軸圧縮強度(q)が小さい場合、ポルトランドを使用するとkが大きく、その他の固化材を使用した方が小さい。しかし、ポルトランドの場合、q_uの増加によるk₀の低下の度合いが大きい。ポルトランド、高炉とC、NとTのグループに分けられそうである。 1.0×10^{-7} を不透水層の目安とすれば、平均的には約8 kgf/cm²の一軸圧縮強度が必要である。

これまでの研究結果と比較すると、傾向として筆者らの結果とほぼ一致していると考えられる。しかし、中には非常に小さい透水係数を示した報告もあり¹⁾、配合の影響か試験方法影響か不明である。

4. まとめ

- ①三軸圧縮試験装置を用いて透水試験を行った結果、側圧と差圧は試験結果に影響しないことがわかった。
 - ②ポルトランドセメントを用いた結果とその他の固化材を用いた結果には、明瞭な差があった。
 - ③全データの回帰式は、 $\log k = -5.344 - 0.082 \times q_u$ となった。
 - ④ベントナイトの種類、混合土砂の種類と量(濃度)による影響は少ないと考えられる。
- (参考文献) 1) 喜田大三、川地武、斎藤裕司:「自硬性安定液に関する研究(その1)一硬化体の圧縮強度、弾性係数、透水係数について」大林組技術研究所報 No.20 1980 P65-70 2) 金子範彦、稲葉 力:「安定液固化体の一軸圧縮強度について」第21回土質工学研究発表会講演概要集 1987 3) 芳沢秀明:「セメントベントナイトスラリー固化物の研究(フィルタイアダムの連続止水壁の適用)」日本国土開発技術研究所報告 No.4 P61-74 4) Shinji Fukushima, Takemi Ishii:「An Experimental Study of Confining Pressure on Permeability Coefficients of Filldam Core Material」土質工学論文報告集 Vol.26 No.4 December 1986 P32-46

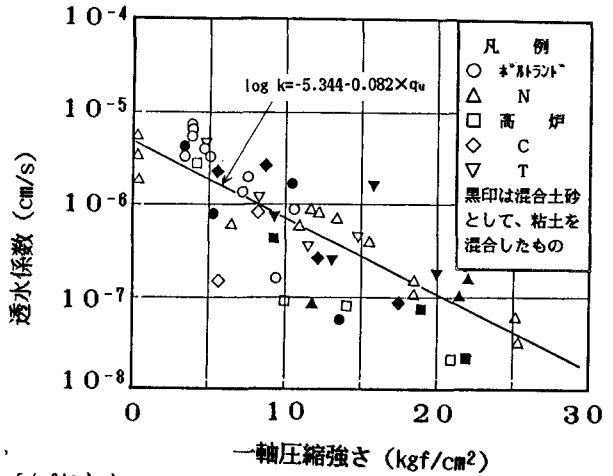


図2. 一軸圧縮強度と透水係数の関係

固化材	回 帰 式	相関係数
ポルトランド	$\log k = -4.739 - 0.158 \times q_u$	-0.842
高 炉	$\log k = -5.495 - 0.102 \times q_u$	-0.916
N	$\log k = -5.591 - 0.061 \times q_u$	-0.834
C	$\log k = -5.320 - 0.097 \times q_u$	-0.690
T	$\log k = -5.333 - 0.068 \times q_u$	-0.696
全 体	$\log k = -5.344 - 0.082 \times q_u$	-0.799

表2. 固化材ごとの回帰式