

1. はじめに

遮水壁の造成方法の一つに、深層混合処理工法がある。深層混合処理工法は攪拌方法によって機械攪拌、高圧噴射攪拌、複合攪拌（機械攪拌と高圧噴射攪拌の複合）に分類することができ、軟弱な粘性土地盤の沈下・安定対策や緩い砂質土地盤の液状化対策などではかなりの施工実績を有することが知られている。しかし、深層混合処理工法では遮水壁の造成事例は少なく、その性能に関する知見も、ソイルセメント遮水壁を造成するための地中壁工法と比較し少ないと言わざるを得ない。筆者ら¹⁾²⁾は、深層混合改良土の透水係数 k が 1.0×10^{-9} m/s 以下となる条件を見出すため、柔壁型透水試験装置を用いた変水位透水試験を実施してきたが、今回、試験データの蓄積を図ったので、既往の試験データと併せて、深層混合改良土の遮水性能について再考察を試みる。

2. 柔壁型透水試験の概要

柔壁型透水試験に用いた供試体は、単管の高圧噴射攪拌により施工された改良土と、三重管の交差噴流式高圧噴射攪拌により施工された改良土、さらに機械攪拌により施工された改良土の 3 種類である。いずれの改良土も実施工現場においてオールコアサンプリング（時期：施工後 4 週間以内、位置：改良体中心から改良体径の 1/4 離れた付近）を行い、恒温恒湿機（温度： $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度：90%以上）にて所定期間（約 180～540 日間）養生したものであるが、機械攪拌による改良土には、サンプリング時にクラック等が発生し供試体の状態が良好でないものや、礫が多く混入しているものも含まれる。なお、現地土（改良前）の諸性質は、表-1²⁾に示すとおりである。

柔壁型透水試験装置の概要を図-1¹⁾²⁾に示す。深層混合改良土を対象とした柔壁型透水試験では側壁漏れ対策が必要不可欠であることから（図-2²⁾参照）、側壁漏れ対策を実施（供試体側面とメンブレンとの間にグリースを塗布）¹⁾²⁾し、セル圧は 50kPa とした。柔壁型透水試験装置を用いた変水位透水試験は、各供試体ともに約 10 の動水勾配（水頭差 1 m）を与えて開始し（蒸留水を使用）、所定時間経過する毎にビュレットの目盛を読んだ。透水試験の継続期間は予め設定せず、透水係数がほぼ安定するまで続けた（継続期間は、供試体毎に異なる）。なお、透水試験終了後には、供試体からグリースを拭取り、その供試体を用いて一軸圧縮試験を実施した。

3. 試験結果および考察

深層混合改良土の場合、地中壁工法によるソイルセメントと同様、“改良土の密実化が低い透水係数 k と高い発現強度に寄与する”と推察されることから³⁾、両者には相関性がある、また深層混合改良土の一軸圧縮強さ q_u に関する知見は莫大であり、それと関連付けることが最も有用な情報提供になると考えたことから、各供試体の透水係数 k と一軸

表-1 現地土の諸性質²⁾

		鹿児島県奄美市 (高圧噴射攪拌:単管)	新潟県新潟市 (交差噴流式高圧噴射 攪拌:三重管)	京都府舞鶴市 (機械攪拌)
一般	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.770	2.668	2.684
	自然含水比 w_n %	39.8	23.2	35.2
粒度	礫分 (2～75mm) %	5.3	0.0	0.0
	砂分 (0.075～2mm) %	28.3	94.4	40.9
	細粒分 (0.075未満mm) %	66.4	5.6	59.1
	50% 粒径 mm	0.05	0.34	0.05
分類	地盤材料の分類名	砂質シルト	細粒分まじり砂	砂質シルト
透水	透水係数 k m/s	2.3E-07	3.3E-04	1.8E-05

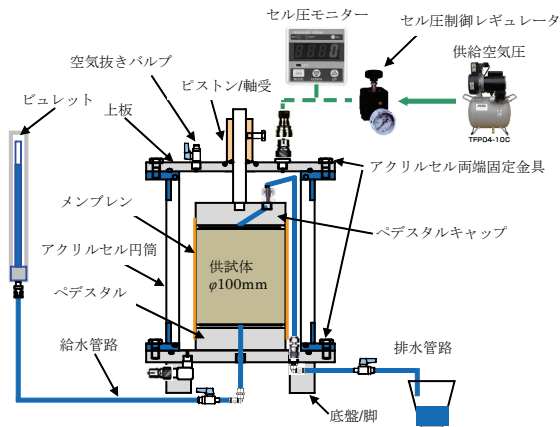


図-1 柔壁型透水試験装置の概要^{1),2)}

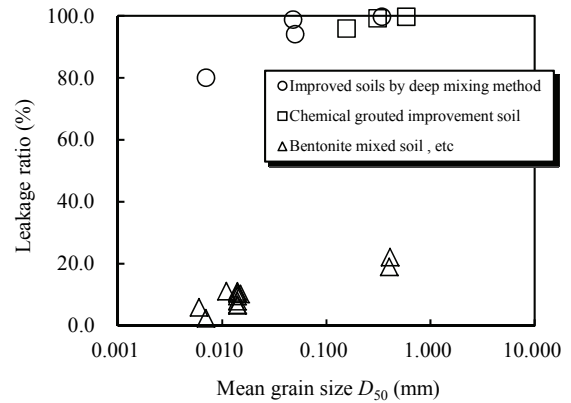


図-2 側壁からの漏水率と平均粒径 D_{50} との関係²⁾

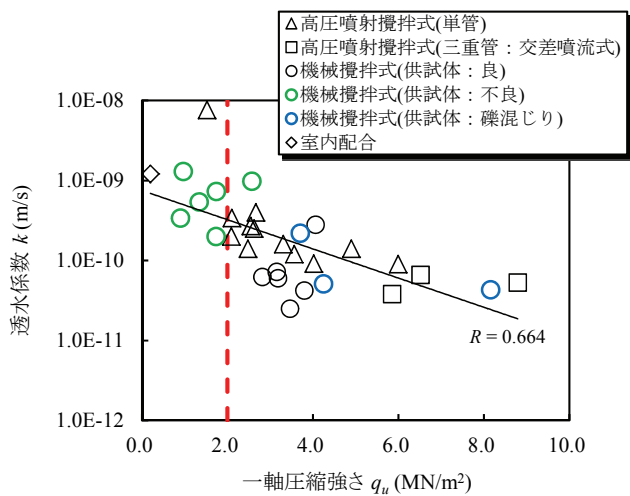


図-3 透水係数 k と一軸圧縮強さ q_u の関係²⁾に加筆

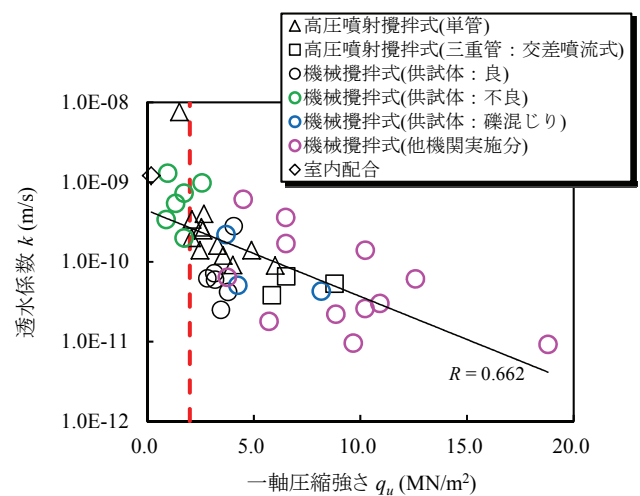


図-4 透水係数 k と一軸圧縮強さ q_u の関係
(他機関実施分⁴⁾を含む)²⁾に加筆

圧縮強さ q_u の関係整理を図-3²⁾に加筆のように試みた。これによると、改良土の造成方法、適用地盤の性状、固化材の種類と添加量、材齢、供試体の状態などは異なるものの、深層混合改良土の透水係数 k と一軸圧縮強さ q_u には相関性（相関係数： $r=0.664$ ）が認められ、一軸圧縮強さ q_u が 2.0 MN/m^2 以上であれば、透水係数 k は $1.0 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ 以下を満足する可能性が高いことを確認できる。なお、参考までに、図-3 に他機関実施分⁴⁾を追加したものが図-4²⁾に加筆であるが、試験データ数が増えても透水係数 k と一軸圧縮強さ q_u の相関性は損なわれていない（相関係数： $r=0.662$ ）ことを確認できる。

4. おわりに

深層混合改良土の透水係数 k と一軸圧縮強さ q_u には相関性が認められ、透水係数 k が $1.0 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ 以下を満足するには、一軸圧縮強さ q_u が 2.0 MN/m^2 程度必要であることが確認された。今後、深層混合処理工法により遮水壁を造成する場合には、発現強度が遮水性能評価の一つの目安になると考えられる。

引用・参考文献

- 1) 日置和昭, 服部健太, 橋本篤, 村上恵洋: 高圧噴射攪拌改良土の透水試験と遮水性能に関する考察, 第10回地盤改良シンポジウム論文集, pp.255-258, 2012.
- 2) 日置和昭, 岩永駿平, 橋本篤, 村上恵洋: 深層混合改良土の透水試験と遮水性能に関する考察, 材料, Vol.63, No.1, pp.28-31, 2014.
- 3) 勝見武, 渡部允人, 住永巖, 深川良一: 連続地中壁に適用されるソイルセメントの遮水性能と配合条件, 材料, Vol.51, No.1, pp.19-24, 2002.
- 4) 財団法人日本建築総合試験所: 建築技術性能証明評価概要報告書 DCM-L 工法—スラリー系機械攪拌式深層混合処理工法 (改定) 一, 2011.