深層混合改良土の遮水性能に関する一考察

大阪工業大学大学院　学生員　○服部　健太
大阪工業大学　正会員　日置　和昭
（協）関西地盤環境研究センター　橋本　篤
（株）不動テトラ　正会員　村上　恵洋
（株）竹中土木　正会員　菅沼　優巳

１．はじめに

土質系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，かなりの施工実績を有することが知られている．しかし，同工法による遮水壁の造成事例は少なく，その性能に関する知見も，地中壁工法による遮水壁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，柔壁型装置を用いた変水位透水試験を実施してきたが，今回，データの蓄積を図ったので，既往のデータと併せて，深層混合改良土の遮水性能について再考察を試みた．

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

表-1　現地土の土質試験結果[2)]

		鹿児島県奄美市（高圧噴射撹拌：単管）	新潟県新潟市（交差噴流式高圧噴射撹拌：三重管）	京都府舞鶴市（機械撹拌）
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

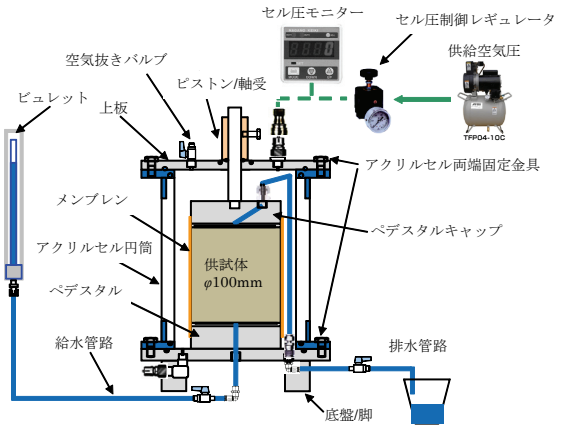

図-1　柔壁型透水試験装置の概要[1),2)]

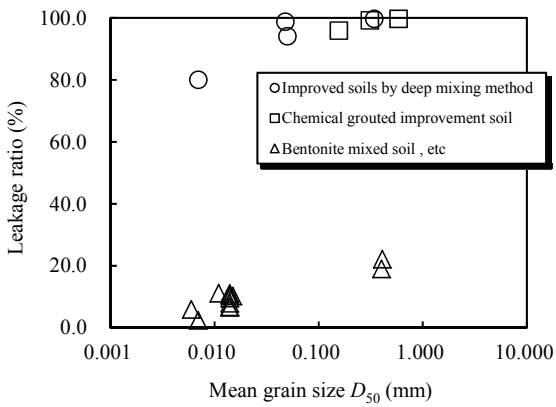

図-2　側壁からの漏水率と平均粒径 D_{50} との関係[2)]

キーワード　深層混合処理工法，遮水壁，透水係数，一軸圧縮強さ
連絡先　〒535-8585　大阪市旭区大宮 5-16-1　大阪工業大学 工学部 都市デザイン工学科　TEL:06-6954-4702

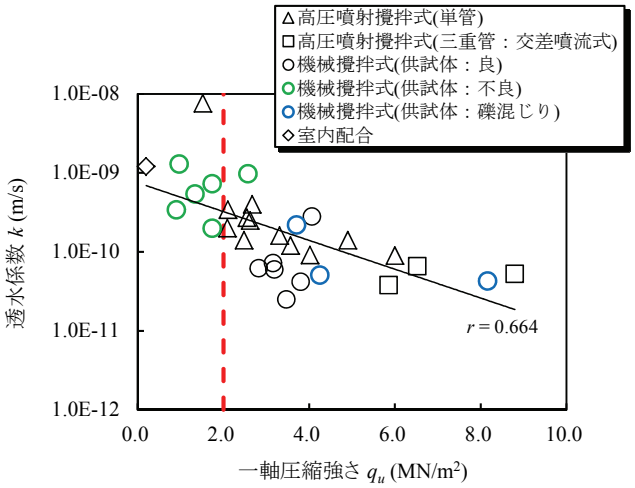

図-3 透水係数 k と一軸圧縮強さ q_u の関係 [2)に加筆]

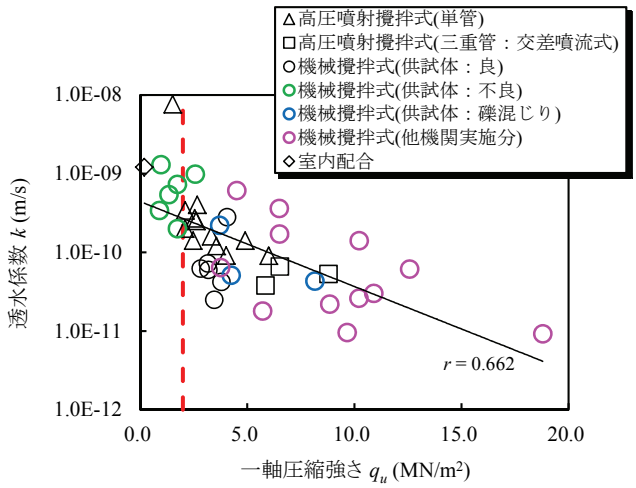

図-4 透水係数 k と一軸圧縮強さ q_u の関係（他機関実施分[4)]を含む）[2)に加筆]

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±3℃，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-1**[2)]に示すとおりである．

柔壁型透水試験装置の概要を**図-1**[1),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-2**[2)]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）し[1),2)]，セル圧は 50kPa とした．この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 1m）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 と一軸圧縮強さ q_u の関係整理を**図-3**[2)に加筆]のように試みた．これによると，造成方法，適用地盤，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 には相関性が認められ，一軸圧縮強さ q_u が 2.0 MN/m² 以上であれば，透水係数 k は 1.0×10^{-9} 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（大阪工業大学以外の試験機関）実施分[4)]を加筆したものが**図-4**[2)に加筆]であるが，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ことを確認でき，一軸圧縮強さ q_u は深層混合改良土の遮水性能を間接的に評価するパラメータとして有効であると思われる．

4．おわりに

今回，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 1.0×10^{-9} m/s 以下を満足するには，一軸圧縮強さ q_u が 2.0 MN/m² 程度以上必要であることが再確認された．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・管理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，住永巌，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）－，2011.