

現地浸透試験と室内透水試験の相関性に関する考察

株式会社新東京ジオ・システム ○村形 悠稀、清野 裕丈、高橋 健介、斉藤香織

1. はじめに

浸透施設の設計に際し、現地の透水性を把握するには、ボーリング孔や現地浸透試験等が必要となる。しかし、現場状況によっては重機を入れるスペースが無い場合や、試験で使用する多量の水の確保や運搬が出来ない等の理由で、現地浸透試験が実施出来ないことがある。この場合、土の透水試験（JISA1218:2020）¹⁾や一般値で推定することがある。だが、乱した試料で室内透水試験を行った場合、現地の地盤状況を反映していないと思われ、その再現性が問題となっている。よって今回は、現地盤の透水性を室内で再現できるのかを考えた。その一つに密度(湿潤密度)が関係していると推測し、締固めで密度を合わせれば、透水係数も近い値を示すかを検証する。

2. 試験概要

今回の検証では、試験地盤の透水係数と密度を確認し、室内試験で締固めの回数を変化させ試験地盤の密度を再現し、室内透水試験を実施する。本試験では3地点を対象に行った。それぞれ、試料A（砂礫）と試料B（砂）の地点で砂置換法による土の密度試験（JISA1214:2013）²⁾及び土研法³⁾による現地浸透試験を行った。試料C(粘性土)は現地の状況により、ブロックサンプリングで土の湿潤密度及び室内透水試験を測定した。なお、試験地盤の物理特性を把握するために試験箇所から採取した試料で物理試験を行った。

表-1 物理試験結果一覧

	試料A(砂礫)	試料B(砂)	試料C(粘性土)
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.669	2.499	2.562
自然含水比 (%)	8.2	18.0	32.6
礫分 (%)	71.3	19.9	0.9
粗砂分 (%)	11.1	18.8	0.6
中砂分 (%)	7.6	30.8	3.0
細砂分 (%)	2.1	18.5	24.0
シルト分 (%)	4.6	7.4	63.4
粘土分 (%)	3.3	4.6	8.1
最大粒径 (mm)	53	26.5	19
均等係数 (U _c)	37.73	15.09	7.44
曲率係数 (U _{c'})	2.03	1.39	2.06
20%粒径 (mm)	1.0492	0.1564	0.0229
地盤材料の分類名	細粒分まじり砂質礫	礫質砂	砂質粘性土
分類記号	(GS-F)	(SG)	(CsS)

試験の結果、上表に示す土質分類となり、これを考慮し室内透水試験は試料A、Bが定水位透水試験、試料Cが変水位透水試験で実施した。締固め回数は、物理特性を踏まえて3段階に分けて行う。

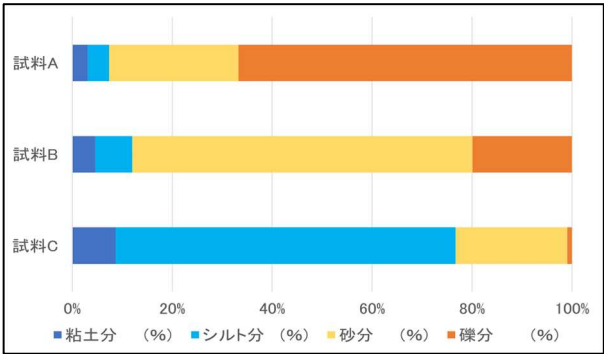


図-1 粒度分布図

3. 試験結果

(1) 湿潤密度

湿潤密度の結果を表-2 に比較を図-2～4 に示す。
試料A、Bは下図より 14～18 回程度で現場の地盤と近い密度が得られることがわかった。試料Cは乱さない土で行った結果と締固め 6 回で近似し、締固めの回数が多くなるに従い、湿潤密度が上がる傾向にある。

表-2 湿潤密度結果表

試料名	締固め回数	湿潤密度(g/cm ³)					
		現場密度試験	乱さない土	6回	7回	12回	21回
試料A(砂礫)		1.806			1.732		1.890
試料B(砂)		1.571			1.432		1.628
試料C(粘性土)			1.651	1.668		1.702	1.727

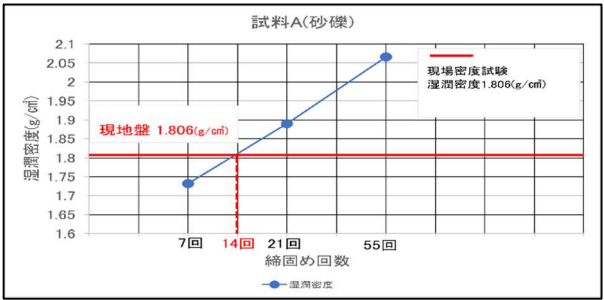


図-2 湿潤密度の比較(試料 A)

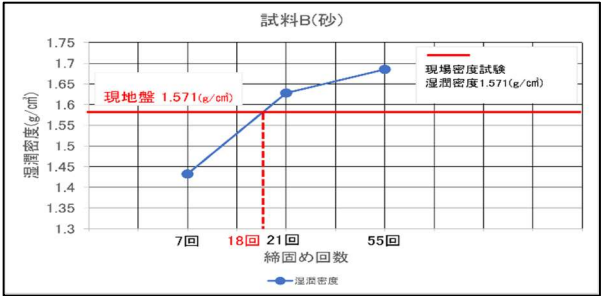


図-3 湿潤密度の比較(試料 B)

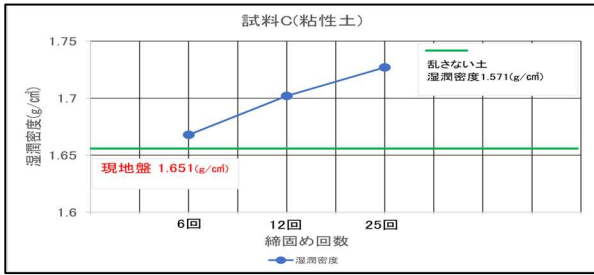


図-4 湿潤密度の比較(試料 C)

(2) 現地浸透試験結果

現地浸透試験の結果を表-3 に示す。結果は全試料で概ね一般的な値を得た。試料 C は粘性土のため土研法を行わず、乱さない土を採取し室内透水試験を実施した。

表-3 現地浸透試験の透水係数

試料名	試験方法	透水係数(m/s)	
		現地浸透試験	乱さない土
試料 A (砂礫)		1.78E-04	
試料 B (砂)		2.28E-05	
試料 C (粘性土)			3.88E-06

(3) 室内透水試験結果

室内透水試験の結果を表-4 と図-5～7 に示す。これらの試験の結果から、定水位法で行った試料の場合、下図によれば、約 38～43 回程度で現地浸透試験の透水係数と近くなる傾向となった。

変水位法で行った試料 C (粘性土) の場合は、締固めの回数が増えていく度に、透水性は低くなっている。

表-4 室内透水試験の透水係数

試料名	締固め回数	透水係数(m/s)				
	6回	7回	12回	21回	25回	55回
試料 A (砂礫)		2.45E-03		3.57E-04		1.23E-04
試料 B (砂)		5.80E-05		3.76E-05		1.51E-05
試料 C (粘性土)	1.20E-06		2.02E-07		1.70E-07	

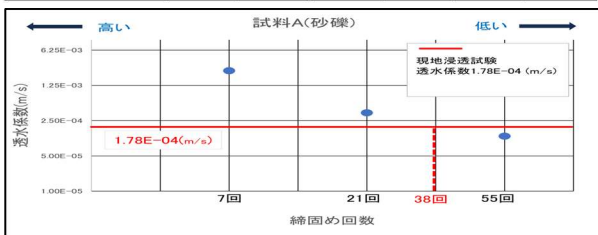


図-5 透水試験結果(試料 A)

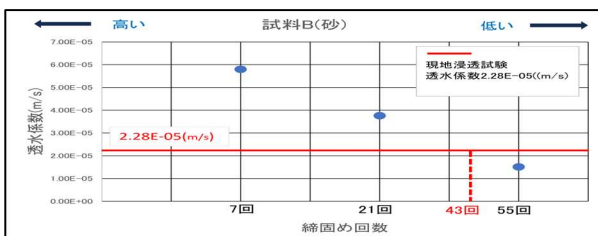


図-6 透水試験結果(試料 B)

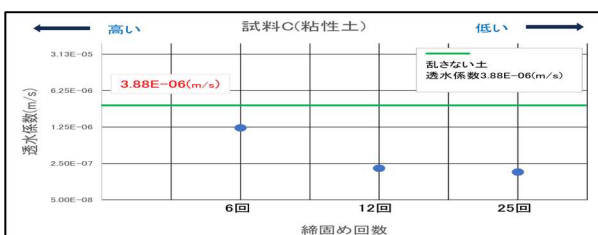


図-7 透水試験結果(試料 C)

4. 考察

今回の試験の結果では、密度は試料 A (砂礫)、B (砂) で締固め回数が 14～18 回付近で現状土と近い値を示した。透水係数については、約 38～43 回程度で現状土に近い値を示した。この結果より、JISA1218:2020 に記載されている試験方法は現状土に近い結果が得られることが解った。

試料 C (粘性土) については、密度と透水係数も締固め回数 6 回の値が最も現地の地盤と近似する結果となった。但し、締固めの回数が少ないため、モールドとの空隙ができる場合や供試体が不均質な状態になるなどの影響が懸念される。よって、粘性土については乱さない土を採取し不攪乱試料で室内透水試験を行うことが、望ましいと判断される。

次に、Creager による D_{20} (mm) の値 (表-1 参照) を用いた透水係数との比較を表-5 に示す。この比較では、試料 B (砂) は極めて近い値を示すが、試料 A (砂礫)、試料 C (粘性土) については相関性はみられなかった。

表-5 Creager による透水係数

試料名	試験方法	透水係数(m/s)			
	締固め回数	現地浸透試験	乱さない土	室内透水試験	Creagerによる一般値
試料 A (砂礫)		1.78E-04		8回	3.60E-03
試料 B (砂)		2.28E-05		55回	3.80E-05
試料 C (粘性土)			3.88E-06	1.20E-06	4.00E-07

5. 結論

密度は、試料 A (砂礫)、B (砂) の場合 14～18 回、試料 C (粘性土) が 6 回での締固めにおいて、現地の地盤と近い値を示した。

透水係数については、試料 A (砂礫)、B (砂) の場合 38 回～43 回、試料 C (粘性土) は締固め回数 6 回で現状土に近い値となった。よって、礫および砂は試料の密度を現状土の値に調整した透水係数はやや高めになることを示しており、実際は 40 回程度の回数で締固めが必要となる結果となった。

6. 今後の課題

今回は、室内透水試験の締固め回数を三段階に分けて行ったが、様々な土質を対象に回数変化をさらに調整し、含水比や飽和度、間隙率等も管理した詳細な検証を行いたい。今後もより多くのデータを用いて検証すれば一定の傾向が得られる可能性があると思われる。

《引用・参考文献》

- 1) 地盤工学会編(2020):地盤材料試験の方法と解説[第一回改訂版], pp, 467～478
- 2) 地盤工学会編(2013):地盤調査の方法と解説, pp, 770～777
- 3) 社団法人 雨水貯留浸透技術協会編:雨水浸透施設技術指針[案]調査・計画編, pp, 33～34