

粒度調整した試料の透水係数について

東京都市大学 学生会員

○上村健太郎

東京都市大学 正 会 員

末 政 直 晃, 伊 藤 和 也

強化土エンジニアリング 正 会 員

佐々木隆光

佐藤工業 正 会 員

永 尾 浩 一

1. はじめに

溶液型グラウトの浸透注入に代表される地盤注入工法は、仮設工のみならず液状化対策工法などの本設工にも用いられている。そのため、改良効果の確実性が求められており¹⁾、溶液型グラウトの浸透特性や固化強度、耐久性に関する研究が行われている。特に、地盤注入工法を効果的に行うためには、地盤の透水性を正しく評価することが重要である。地盤の透水係数は粒度組成と良く関係しており、粒度組成から透水係数を算定するための多くの経験式が提案されている。この中でも、よく用いられている透水係数の算定法は、Creager 法²⁾や Hazen 法³⁾などの単一粒径から透水係数を求める方法である。これらの透水係数算定法は、 D_{10} や D_{20} といった単一粒径から透水係数を算定するため、非常に簡便であることから広く利用されている⁴⁾。しかし、粘土やシルト、細砂などの透水係数が比較的小さな土質に粒径の大きな礫などの粒子が混入する際は、簡易法による透水係数と現場試験で得られた透水係数は大きく異なる場合がある。これは、算定法では透水現象に強く関与する細粒土の影響を正しく評価できていないことが原因であると指摘されている⁵⁾。ここで、礫を含む土の粒度加積曲線の例を図1に示す。図の通り、原粒度と比較して尖頭粒度試料の透水係数は大きく異なると算定されるが、原粒度をある粒径以下の尖頭粒度試料として粒度調整を行い、透水性に影響するマトリクス部分の粒子で試料を再評価することによって、現場試験および簡易法による透水係数はそれぞれ近い値を示すことがわかっている^{5),6)}。これらのことから、礫分を含む試料の透水係数を評価する場合は、実際に透水性に影響するマトリクス部分の透水係数を検討する必要があると考えられる。そこで、本報告では、礫を含んだ試料を粒度調整することによって作成した尖頭粒度試料を用いて、マトリクスを形成している粒子群の透水係数を評価した。また、原粒度試料と尖頭粒度試料の透水係数を比較、整理し算出された透水係数の妥当性を検討した。

2. 砂礫試料に対する透水試験

2-1. 実験概要

本試験では、粒度調整した細砂に 2mm 以上の玉砂利を加えた砂礫試料に対して透水試験を行った。使用した試料の粒度分布を図2に示す。図2は 0.250mm~0.105mm の間で分級した硅砂 7 号に対して、4.750mm~3.360mm の間で分級した礫を混合した試料の粒度分布を示している。また、それぞれの Case は細砂に礫を混合した試料であり、全体積に対する礫分の混合率を 0%~34% の間で変化させた。この中でも Case1 は他の Case の尖頭粒度試料を想定している。本試験で行った試験条件を表1にまとめる。供試体のマトリクスは細砂によって構成されること

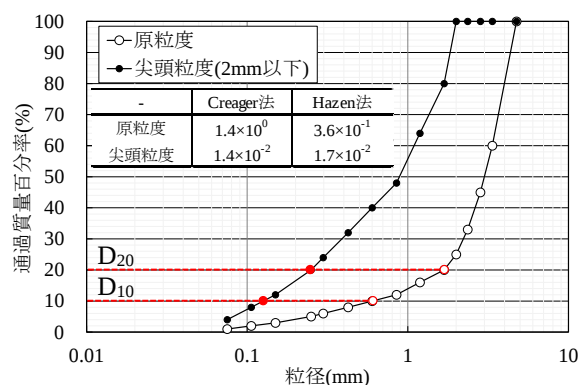


図1 粒度加積曲線の一例

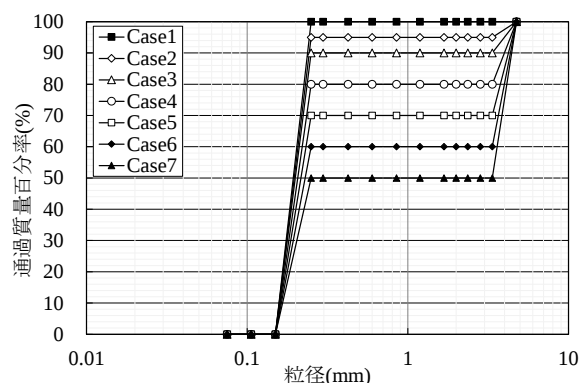


図2 試料の粒度分布

キーワード 透水係数 尖頭粒度

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104 Email: g1691702@tcu.ac.jp

を想定し、マトリクス部の間隙比 e_m を変化させずに、礫の混合率を変化させた。また、定水位透水試験に用いる供試体は直径 5.0cm、高さ 10.0cm で作製した。また、透水係数は異なる動水勾配で測定されたものを平均化して示したものである。

2-2. 実験結果

図 3 は透水係数と体積占有率の関係を示しており、クレーガー式で求めた透水係数も付記してある。ここで、体積占有率とは礫の体積を供試体全体の体積で除したものである。図 3 から、クレーガー式で求めた透水係数は礫分の体積占有率が高くなるごとに増加しているが、試験結果においては逆の傾向を示している。図 4 はこのような供試体の骨格構造を簡易に表したイメージである。礫を混合することによって粒度曲線は粗側に移動し、 D_{10} や D_{20} などの基準粒径が大きくなるものの、実際には図 4 に示されるように不透水領域が増加していると考えられる。この不透水領域は、細砂がマトリクスを形成していることを仮定すると、礫を混合することによって一様に増加するものである。そのため、供試体の全体に占める透水可能部分の割合の低下とともに透水性が減少すると考えられるが、一方で透水可能領域を補正することによってマトリクスの透水性を正しく評価できると考えられる。礫の混合率の増加に伴って減少する透水可能部分を考慮した補正透水係数と体積占有率の関係を図 5 に示す。ここで、補正透水係数とは礫部分を不透水部と考え、供試体の全体積から礫分が占有している面積を減じた有効透水面積を用いて再計算した透水係数である。図 5 から補正した透水係数は礫の混合比を変化させてもほぼ一定となっていることがわかる。このことから、礫を混合した細砂の透水係数はマトリクス部の透水係数に依存することがわかる。

3. まとめ

尖頭粒度試料に対する定水位透水試験から細砂に礫分を含む供試体の透水係数は、マトリクス部の間隙比 e_m を同一とした場合、粒径加積曲線が粗側に移動するにもかかわらず減少傾向となる。これは、透水係数がマトリクス部分の透水係数に依存していることを示唆しており、礫の混合によって低下した透水係数は、浸透可能部分の領域を考慮することによって、ある程度評価できると考えられる。

参考文献

1) 米田 俊一, 岡林 茂生, 田村 昌仁, 森 麟: 微粒子セメントを用いたグラウトの細砂地盤への間隙浸透形態に関する微視的研究, 土木学会論文集, No.493/III-27, pp.109-118, 1994. 2) Creager, W, P, Justin, J, D, and Hinds, J: Engineering for Dams, Vol III, Earth Rock-fill, Steel and Timber dams, John Wiley & Sons, Inc., pp.645~649, 1945. 3) 松島 賢治, 松浦 貴之: 室内透水試験方法の選定に対する考察, 全国地質調査業協会連合会 技術 e-フォーラム, 2010. 4) 稲崎 富士, 小西 千里: 堤防地盤における透水係数と粒度特性の関係, 土木学会河川技術論文集, Vol.16, 2010. 5) 乾 一幸: 砂礫地盤における透水係数の評価, 全国地質調査業協会連合会 技術 e-フォーラム, No.42, 2006. 6) 乾 一幸, 石川 明, 三宅 紀治, 石崎 長俊, 清水 孝昭, 古茶 直己: 建築分野での透水性評価 1 - 砂礫層における簡便法(単孔式透水試験と Creager 法)の精度-, 日本建築学会大会学術講演概要集, pp.551-552, 日本建築学会, 2005.

表 1 試験条件

-	体積占有率		マトリクス
	硅砂 7 号	礫	間隙比 e_m
Case1	100%	0%	0.841
Case2	97%	3%	0.841
Case3	94%	6%	0.841
Case4	88%	12%	0.841
Case5	82%	18%	0.841
Case6	74%	26%	0.841
Case7	66%	34%	0.841

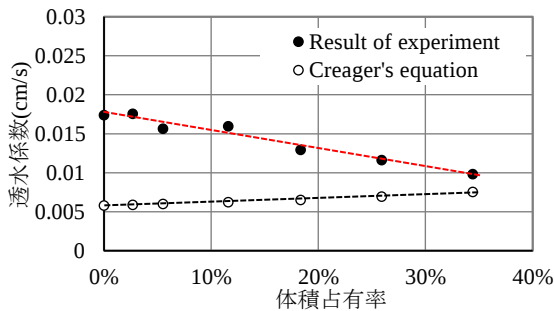


図 3 透水係数と体積占有率の関係

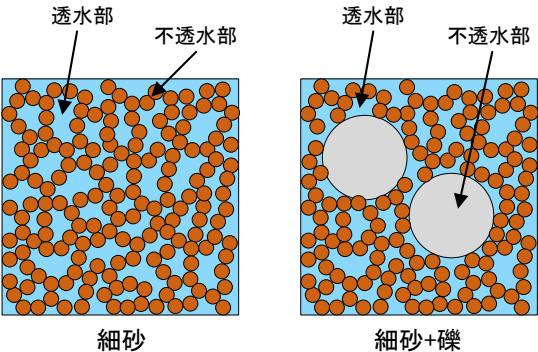


図 4 骨格構造のイメージ

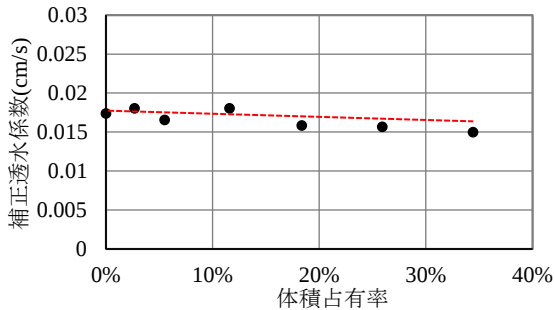


図 5 補正透水係数と体積占有率の関係