

大規模埋立工事に使用する岩ズリ材料の大型透水試験結果

岩ズリ 透水係数 粒度分布

東亜建設工業株式会社 正会員 ○笹井 剛
大島 健
国際会員 深沢 健
五洋建設株式会社 正会員 河村 健輔
国土交通省 東京空港整備事務所 福本 裕哉

1. はじめに

羽田再拡張事業D滑走路建設工事では、埋立材料の一部に岩ズリを使用する。岩ズリは、滑走路および誘導路等の空港基盤施設直下に使用されることから、非液状化材料である必要がある。液状化の有無を判断するための一つの指標である透水係数は、岩ズリのように最大粒径が大きく透水性の良い材料の場合、通常の方法では正確に測定することは難しい。そのため、大型の透水試験機を作成し試験を実施するとともに既往の推定式から得られる値との比較を行った。本論文は、工事に使用する岩ズリ材料の液状化の基準を設定するために実施した実験のうち、透水試験結果について報告する。

2. 大型透水試験の概要

岩ズリ材は、最大粒径が大きく透水性がよいため、動水勾配が小さくとも乱流状態となり、通常の規格にある透水試験では透水係数を測定することは難しい。透水係数を正確に測定するには、層流状態の確認が必要であるため、動水勾配を変化させることのできる大型の定水位透水試験機を作成し試験に用いた(内径:50cm, 試料長:150cm)。試験に用いた大型透水試験装置のイメージを図-1に示す。

試験に用いた岩ズリは、母材に千葉県産の砂岩ズリを用い、粒度調整したものを用いた。岩ズリの粒度分布は、全国各地を調査した岩ズリの粒度分布を参考に、異なる粒度分布のものを用い試験を行った。試料の粒度分布を図-2に、物性値の一覧を表-1に示す。

供試体の作成は、予め48時間以上浸水させた試料を5等分し、水中落下法(落下高30cm)で円筒容器内に投入して高さ150cmになるように作成した。供試体作成直後は間隙水が濁水となっており、供試体作成後直ちに試験を開始すると細粒分の逸脱が生じるため、24時間以上静置した後、試験を開始した。

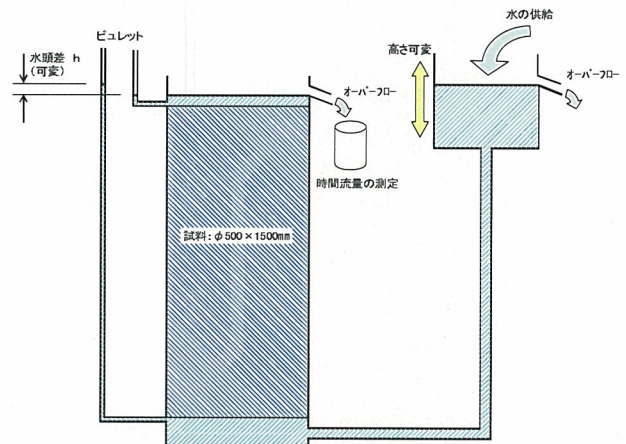


図-1 大型透水試験装置イメージ図

表-1 岩ズリ物性値一覧表

物性値	試料A	試料B	試料C	試料D
最大粒径 (Dmax) mm	53	53	75	106
細粒分含有率 (Fc) %	11	10.7	3.1	0.1
均等係数 (Uc)	—	—	22	38
20%粒径 (D20) mm	0.6	1.3	3.1	6.5
換算透水係数* (k) cm/sec	1.1 × 10 ⁻¹	7.9 × 10 ⁻¹	1.8 × 10 ⁰	1.8 × 10 ⁰

*: Creagerの提案値¹⁾による透水係数

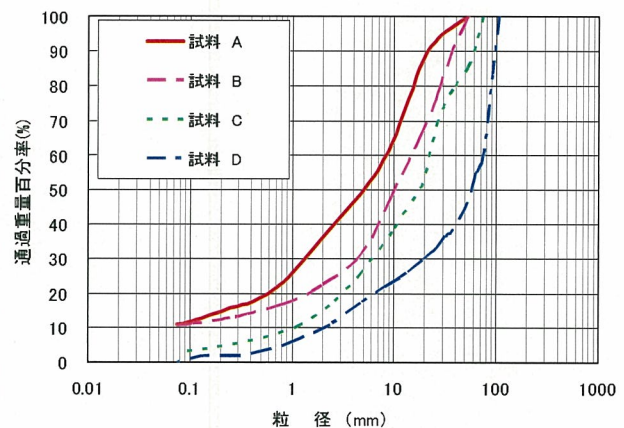


図-2 岩ズリの粒度分布

Large Scale Permeability test on detritus used in the large scale reclaiming construction

Toa Corporation ; Tsuyoshi SASAI / Takeshi OHSHIMA / Takeshi FUKASAWA

Penta Ocean Construction ; Kensuke KAWAMURA Ministry of Land, Infrastructure and Transport ; Hiroya FUKUMOTO

3. 試験結果及び考察

定水位透水試験は、水頭差を変化させ複数回行い、流速 (v) と動水勾配 (i) の関係から層流状態の確認を行った (図-3 参照)。また、層流状態の透水係数 (k) は、v-i の関係図から、層流とみなせる範囲について、最小二乗法を用い原点を通る一次式 ($k=v/i$) と定義し算出した。

試験結果を図-4~7に、結果の一覧を表-2に示す。

透水係数の実測値と Creager の提案値を比較すると、試料 A, B, C では、双方の透水係数は同程度のオーダーとなり、試料 D では実測値の方が 1 オーダー大きな値であった。Creager の提案値は 20% 粒径 (D_{20}) が 2 mm 以上では一律に透水係数を 1.8 cm/sec としているため、試料 D ($D_{20}=6.5$ mm) では、透水係数の実測値が Creager の提案値に比べ 1 オーダー大きな値になったと考えられる。

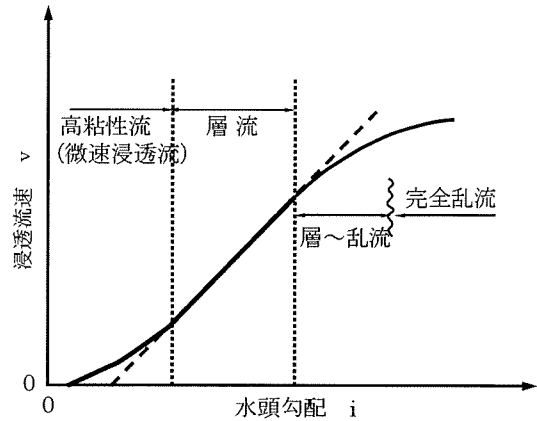


図-3 流れの分類 (v-i の関係) ²⁾

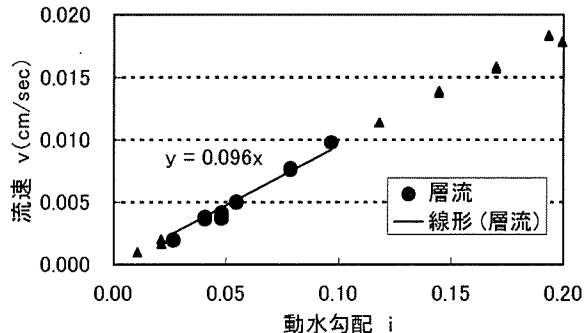


図-4 動水勾配と流速の関係 (試料 A)

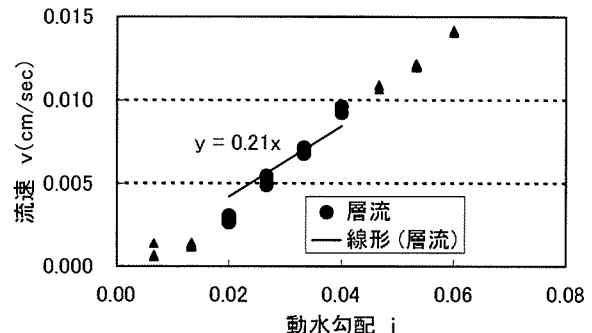


図-5 動水勾配と流速の関係 (試料 B)

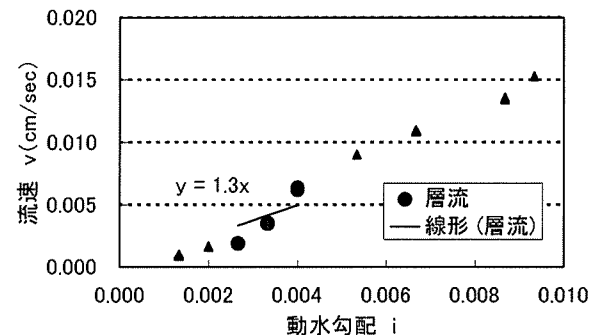


図-6 動水勾配と流速の関係 (試料 C)

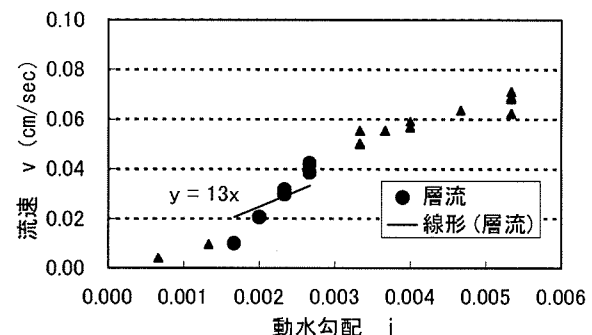


図-7 動水勾配と流速の関係 (試料 D)

4. おわりに

本工事では、使用する岩ズリ材の粒度として、粒度分布が試料 A-D の範囲内のものを想定している。岩ズリ材の埋立方法は、大部分が作業船による海中投入であり、通常の陸上盛土に見られるような、転圧による粒子破碎と間隙の減少による著しい透水性の低下は生じにくい。実験結果より、岩ズリ材の透水係数を 0.1 cm/sec 以上と想定しているが、実際の施工では、施工時の分級や間隙率の変化、細粒分の逸脱、複数材料の使用等も様々な条件が透水性に影響を与えると考えられる。

最後に、本報告は東京国際空港 D 滑走路建設工事の設計業務の一環として実施した成果の一部である。

【参考文献】

- 1) Creager, W.P., J.D. Justin and J. Hind: Chap. 16 soil tests and their utilization, Engineering for dams, Vol. III: Earth, Rock-fill, Steel and Timber Dams, John Wiley and Sons, pp. 645~654, 1944
- 2) 地下水ハンドブック編集委員会：地下水ハンドブック、建設産業調査会 pp. 71~73, 1979

表-2 試験結果一覧

試料	20% 粒径 D_{20} (mm)	間隙比 e	透水係数	
			実測値 k(cm/sec)	Creager の提案値 k(cm/sec)
A	0.6	0.707	9.6×10^{-2}	1.1×10^{-1}
B	1.3	0.741	2.1×10^{-1}	7.9×10^{-1}
C	3.1	0.930	1.3×10^0	1.8×10^0
D	6.5	0.962	1.3×10^1	1.8×10^0