

第Ⅲ部門 礫のふるい引き上げによる最小密度試験法

立命館大学大学院 学生員 ○藤代 浩二
立命館大学大学院 学生員 齋藤 章人

立命館大学大学院 学生員 増井 久
株式会社技研コンサルタント 小川 聖治
立命館大学理工学部 正会員 福本 武明

1. はじめに

近年、宅地造成工事、大規模な埋立工事、ロックフィルダムや河川堤防などの築堤工事、道路・鉄道などの盛土工事等を行う際、かなり大きな礫を含む粗粒土が頻繁に用いられるようになっており、それだけにこのような粗粒土の力学特性を適切に把握することが、以前にも増して重要となっている。ところが、粗粒土の強度特性等をはじめとする力学的諸特性に大きな影響を及ぼすであろう相対密度の試験法がまだ確立されておらず、種々の工学的判断に際し不便を感じている状況である。そこで今回、著者らは粗粒土の相対密度のうち、最小密度に焦点をおき、前報¹⁾で提案したふるい引き上げ法を用いて、その後得られた試験結果と、これまで用いられてきた方法による結果との比較も交じえ、ここに報告する。

2. 実験方法

今回は、前報で提案したふるい引き上げ法と従来の方法との比較検討（試験A）と、ふるい引き上げ法の精度検討（試験B）の2項目の内容について、以下の要領で実験を行う。

2. 1 従来のゆる詰め密度測定法²⁾

ゆる詰め密度の測定は、せん頭粒度に配合した礫まじり土を、ハングスコープで落下高さを与えないように大型モールドに静かに注ぎ込む。表面の整形は圧力を与えないように注意する。この実験を3回繰り返し、その平均値をとる。

2. 2 ふるい引き上げ法

著者らが考えたふるい引き上げによる最小密度試験法について、手順を述べる。

- (1) 30cm 径モールドの中に、底面がふるいになっている直径 29cm・高さ 35cm の鋼鉄製円筒を設置する。
- (2) ふるい目は最大粒径の4倍とし、試料の最大粒径に応じて取り替える（Table 1 参照）。なお、最大粒径が 37.5mm を超える場合は円筒のみ設置する。
- (3) その中に試料をゆる詰めの状態ではばいばいに入れる。
- (4) これを一定の速度で引き上げる。
- (5) 中の円筒を引き抜いたあと、試料の入った 30cm 径モールドの表面を圧力を与えないように整形する。
- (6) この実験を3回繰り返し、その平均値をとる。ただし、試験Bに関しては、実験を5回繰り返し、最小密度 $\rho_{\min}$ のばらつきを調べる。

3. 試料

試験Aの試料は、Fig.1 に示すように最大粒径を、37.5mm, 19.0mm, 9.5mm, 4.75mm のせん頭試料となるように粒度調整した六甲山の土を用い、一方、試験Bの試料は、破碎性の少ない自然堆積河床土を人工的に粒度配合したものを用いた。最大粒径は、100mm, 37.5mm, 9.5mm の3種類で、それぞれ試料A、試料B、試料Cと呼ぶ（Fig.2 参照）。

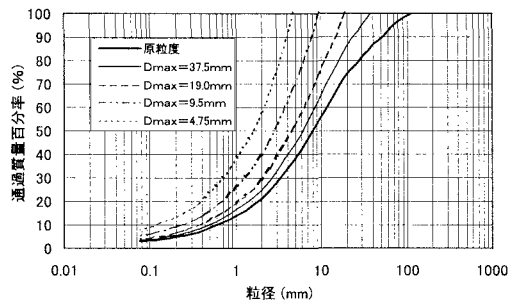


Fig. 1 六甲土の粒径加積曲線

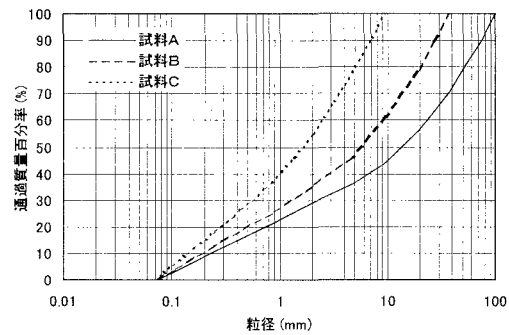


Fig. 2 自然堆積河床土の粒径加積曲線

Table 1 設置するふるい目の大きさ

最大粒径(mm)	ふるい目の大きさ(mm)
4.75	19
9.5	37.5
19	75
37.5	150
37.5以上	ふるいなし

4. 試験結果

4. 1 従来の方法との比較検討

試験Aの結果をもとに、従来の方法とふるい引上げ法の比較検討を行う。

従来の方法で行った試験結果を Table 2 に、ふるい引上げ法で行った試験結果を Table 3 に示す。Table 2, Table 3 から、どちらの方法を用いても、それぞれ平均を求める際のばらつきは、あまり大きくないことがわかる。

次に、Fig. 3 に従来の方法とふるい引上げ法の試験結果を比較したものを示す。これより、どの最大粒径においても、従来の方法よりもふるい引上げ法の方が小さな値になっていることがわかる。これは、従来の方法の場合、ハนด์スコップで試料を静かに注ぎ込む作業を何度も繰り返す過程で、その都度、僅かずつ加わる衝撃によって、徐々に締固まっていくことが原因で、大きな値になるものと推察される。一方、ふるい引上げ法は、余分な落下高さを与えることなく、従来の方法のように時間もかからないし、簡単な操作で試験が行え、かつ正確な値が得られる方法ではないかと考えられる。

4. 2 ふるい引上げ法の精度検討

試験Bの結果をもとに、ふるい引き上げ法を用いた場合において、測定するたびに現れる最小密度 $\rho_{\min}$ の値がどの程度ばらつくのか、検討を行った。その結果、Fig. 4 に見られるように、総じてばらつきは少なく、試料A, B, C について、最大値と最小値の差はそれぞれ 0.025g/cm³, 0.026g/cm³, 0.009g/cm³ である。したがって、全5回の平均値を最小密度 $\rho_{\min}$ とした。

5. 結び

本研究では、前報で提案した礫のふるい引き上げ法を用いて、材質の異なる2種類の粗粒材料について最小密度試験を行った。その結果、提案したふるい引上げ法は、従来の方法よりも短時間でかつ簡単な操作でばらつきの少ない安定した値が得られること、及び粒径が100mmにも及ぶ巨礫を含む材料にも適用できること、などが判明した。今後は、試験条件を変えて種々実験を積み重ね、本試験法の利用価値を高めるための努力をしてゆきたい。

【参考文献】

- 1) 小川聖治, 増井久, 福本武明: 礫の最小密度試験法についての提案, 土木学会第55回年次学術講演会概要集, pp. 570-571, 2000.
- 2) 森満雄, 阿部道雄, 森麟: 礫まじり土の締固め密度の推定に関する研究, 土木学会論文集 No. 541/III-35, pp. 159-171, 1996.

Table 2 従来の方法で行った試験結果 (六甲山の土)

最大粒径 $D_{\max}$ (mm)	4.75			9.5			19.0			37.5		
試験 No.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
(試料+モールド)	78.61	78.94	78.96	80.29	80.09	80.44	80.81	80.57	80.41	81.13	81.04	81.30
質量 m_3 (kg)												
乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	1.503	1.518	1.519	1.582	1.573	1.589	1.607	1.595	1.588	1.622	1.617	1.630
平均値 $\rho_{d\text{平均}}$ (g/cm ³)	1.514			1.581			1.597			1.623		

Table 3 ふるい引上げ法で行った試験結果 (六甲山の土)

最大粒径 $D_{\max}$ (mm)	4.75			9.5			19.0			37.5		
試験 No.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
(試料+モールド)	78.03	78.00	77.86	79.45	79.45	79.20	79.88	79.62	79.74	80.61	80.54	80.64
質量 m_3 (kg)												
乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	1.476	1.474	1.468	1.542	1.542	1.531	1.563	1.551	1.556	1.597	1.594	1.599
平均値 $\rho_{d\text{平均}}$ (g/cm ³)	1.472			1.539			1.556			1.597		

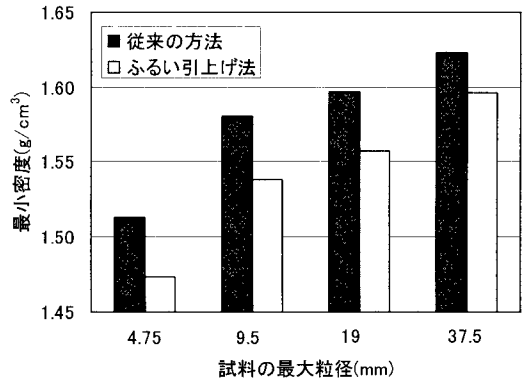


Fig. 3 最小密度の比較 (六甲山の土)

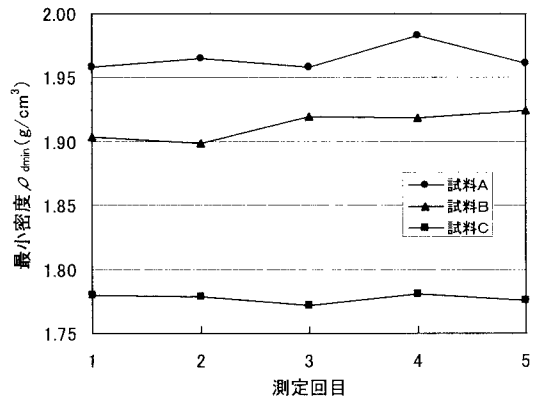


Fig. 4 最小密度 $\rho_{\min}$ のばらつき (自然堆積河床土)