

中央大学理工学部 学生員 ○平岡良介
 中央大学 教授 正会員 國生剛治
 中央大学大学院 学生員 原 忠
 中央大学理工学部 伊藤拓也

1. はじめに

地盤の液状化現象に関する研究において、種類の異なる材料の液状化強度の比較は相対密度 $D_r = (e_{max} - e) / (e_{max} - e_{min})$ を仲立ちとして使う場合が多く、基本的なパラメータとして頻繁に使われている。砂質土の最大・最小密度を求める試験法は地盤工学会基準によって既に基準化されているが、粒径 2mm 以上の礫を含む礫質土については様々な試験法が提案されているにも関わらず未だ基準化されるに至っていない。そこで今回は、新たに開発した、中型モールドを使用した最大・最小密度試験を行い、1995 年の兵庫県南部地震の際、液状化したポートアイランドまさ土（尖鋭、もろい）と利根川砂礫（丸い、堅硬）の試験結果を比較検討することにした。

2. 試験試料

ポートアイランドまさ土は、37.5mm 通過分の試料のみを対象としており、約 5% の細粒分を含んでいる。利根川砂礫は人工的に粒度配合して作成し、均等係数の異なる 3 種類の試料を用意した。試料の粒径加積曲線を図-1 に示す。

3. 試験用具及び試験方法

本試験に用いる中型モールド、大型漏斗とバイブレーター付きキャップを図-2 に示す。中型モールドは、φ195×H200、バイブレーターは、シンコウ社製の RV 22D で、試料が粒子破碎をなるべく起こさぬよう、あらかじめ加振力は最大出力の 20% と弱めに設定してある。大型漏斗は出口径を 50mm と大きなものにした。

最大密度試験は試料を 5 層に分けて詰め、各層 4 分間ずつ締め固める。加振時間は豊浦標準砂の予備試験に基づく。

最小密度試験は大型漏斗内の 8 分目ほどに試料を満たし、漏斗をゆっくりと上昇させ、モールドに円錐状に堆積させる。漏斗出口を詰まらしてしまうような礫は堆積させている時に手積みする。最終的にはスプーンなどを用いて層厚 20cm 程の平らな表面に仕上げる。

4. 試験結果と考察

表-1 は今回行ったポートアイランドまさ土、利根川砂礫の最大・最小密度試験の平均値、変動係数を示す。測定回数は利根川砂礫の最大密度試験で 9 回、最小密度試験で 18 回、まさ土の最大密度試験は試料の絶対量が不足しているので 4 回、最小密度試験で 20 回行った。まさ土の最大密度試験においては、試料の繰り返し使用を避けることに加えて各層ごとに厳密に粒度調整を行った結果、破碎性の高いまさ土においても試験結果にばらつきが少なく変動係数も低い値を示していることがわかる。最大・最小密度試験共に測定誤差が発生しやすいが、本結果では変動係数が 1.0% 以内と小さいものとなり、精度の高い結果が得られたものと言える。

キーワード：相対密度、まさ土、均等係数

連絡先：〒112 文京区春日 1-17-23 中央大学理工学部土木工学科 TEL 03-3817-1799 FAX 03-3817-1803

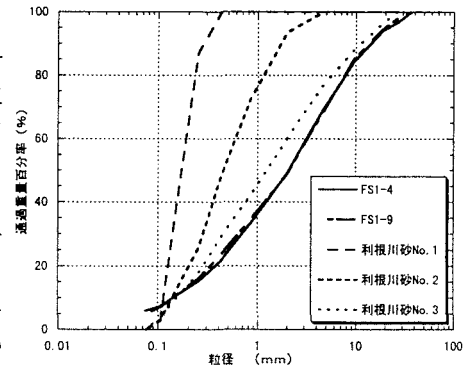


図-1 粒径加積曲線

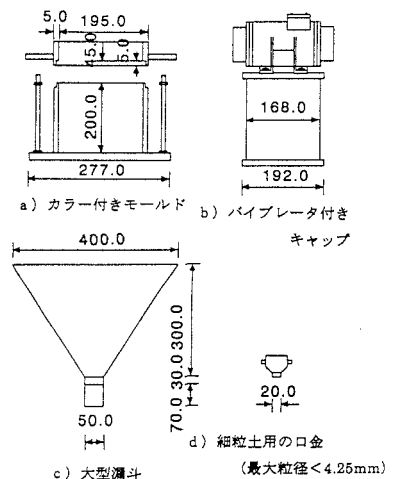
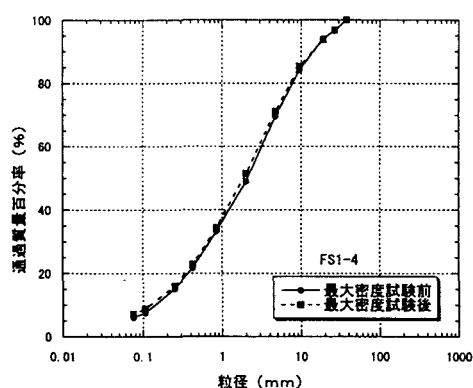


図-2 最大・最小密度試験用具

表－1 最大最小密度試験結果

	平均最大密度 (g/cm^3)	最大密度変動係数(%)	平均最小密度 (g/cm^3)	最小密度変動係数(%)	均等係数 U_c
利根川砂No.1	1.502	0.07	1.198	0.10	1.71
利根川砂No.2	1.839	0.44	1.421	0.07	4.29
利根川砂No.3	2.038	0.49	1.675	0.58	12.88
まさ土FS1-4	2.088	0.71	1.570	0.53	20.97
まさ土FS1-9	2.083	0.20	1.541	0.73	21.51

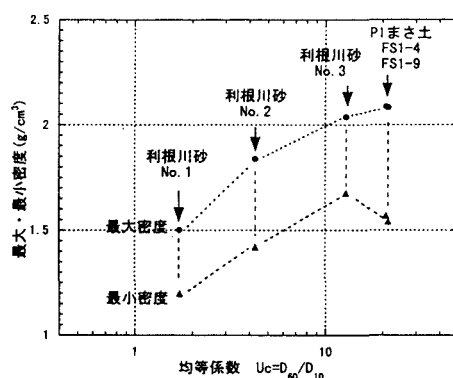
かかわらず、最小密度においては逆転する傾向を示している。また、最大密度はほぼ同じ値を示している。つまり、試料の粒子形状などの違いが特にその最小密度に反映され、丸礫の利根川砂礫よりまさ土の方が緩詰めになりやすいことを示している。また細粒分含有率の違いも何らかの影響を与えている可能性もある。このことについてはさらに検討する必要があると考える。



図－3 まさ土の最大密度試験前後の粒径加積曲線

図－3は、まさ土の最大試験前後の粒径加積曲線である。図より、最大密度試験前後の粒径加積曲線は、あまり変化しておらず、破碎性が高いと言われるまさ土においても 加振力を調節したことで、あまり破碎せずに、最大密度試験が行えたことがわかる。

図－4は均等係数の異なる利根川砂礫3種類の材料とまさ土についての均等係数、最大・最小密度試験の平均値の関係を示す。均等係数が大きいほど最大密度、最小密度共に大きくなる傾向は当然予想される結果である。しかし利根川砂礫 No.3 に対してまさ土は粒度分布が似ていて、均等係数が少し大きなものであるにも



図－4 最大・最小密度試験と均等係数の関係

5. まとめ

今回の中型モールド、バイブレータ付きキャップ、大型漏斗を用いる方法により、堅硬な粒子からなる試料はもちろん、破碎性の大きいと思われるまさ土に対しても、試料の繰り返し使用を避け、各層ごとに粒度調整を行うことで、小さなばらつきで行うことができた。さらに実験データの集積は必要だが、上述の結果より以下の点が推察される。

- (1) 最大・最小密度は、均等係数や粒子形状に依存するものと考えられる。
- (2) 最大密度は特にその試料の均等係数に依存され、粒子形状にはそれほど依存しないと考えられる。
- (3) 最小密度はその試料の均等係数に依存するに加えて、その粒子形状にも依存されやすいと考えられる。

この研究の一部は、中央大学の黒田智介、岩崎隆、小豆澤貴洋、丸山健一の4氏の1996年度の卒業研究として行われたものであり、ここに4氏に謝意を表します。また、試料を提供していただいた(株)基礎地盤コンサルタント様にも謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 國生剛治、原 忠 (1997): 「礫質土の最大・最小試験法の検討」 土木学会第52回年次学術講演会概要集 3部(A)pp.20-21
- 2) Evaluation of relative density ..., Symposium of ASTM, ASTM Special Publication 523, 1972
- 3) 電力中央研究所報告U19「原子力発電所の第4紀地盤立地に関する研究」平成3年2月、2. 2地盤調査・試験
- 4) 黒田智介、岩崎隆、小豆澤貴洋、丸山健一 (1997): 「砂礫の最大・最小密度試験」 中央大学理工学部卒業論文