

Ⅲ - A10

礫質土の最大・最小密度試験法の検討

中央大学 正会員 國生 剛治
学生員○原 忠

1. はじめに 非粘性土の工学的性質を定式化するうえで、相対密度 $D_r = (e_{\max} - e) / (e_{\max} - e_{\min})$ は基本的なパラメータとして頻繁に使われている。砂については地盤工学会（JGS）の試験法が既に決められているが、粒径が2mm以上の礫を含む礫質土については、いろいろな方法が提案されているが未だに標準化されたものはないのが実情である。礫質土の最大密度試験においては、粒子破碎を起こさない範囲でできるだけ大きな密度が達成できることが望ましい。電力中央研究所では内径30cmのモールドとパイププレート付きのキャップを用いた最大密度試験を豊浦砂や種々の粒度分布の礫質土について行い、このパイププレート付きキャップ法がASTMの上下振動台を用いる方法やモールドの容器を木のハンマーで打撃する方法よりも大きな最大密度を与えること、また、豊浦砂についてのこの方法による結果がJGSによる試験法の結果とほぼ一致していることを示した¹⁾。本研究では、内径30cmのモールドを使うため大量の試料を必要とし重量もかさばるこの方法をさらに実用的で使いやすくなるために、内径19.5cmのモールドによる同様な試験法を開発することを目指している。

2. 試験法と用いた試料 試験に用いるモールドとパイププレート付きキャップ及び大型ロートを図1に示す。パイププレートはシンコウ社製RV22Dで、その20%の加振力で用いる。最大密度試験においてはこのモールドに礫質土を5層に分けて詰め、各層4分間ずつパイププレートで締め固め20cm程度の層厚に仕上げる。豊浦砂についての予備試験により、この4分間で密度はほぼ一定値に漸近し、また5層を閉め固めた時点での密度はJGSの試験法の最大密度とほぼ一致することを確認した。最小密度試験においては大型ロートに試料を満たし、ロートを徐々にリフトで持ち上げながらモールドに円錐状に堆積させて行く。最終的には手やスプーンを用いて層厚20cm弱の平らな表面の試料に仕上げる。試験に用いた試料は、利根川砂礫などから人工的に粒度配合して作成した図2に粒度分布を示す5種類の堅硬な粒子からなる砂または礫質土である。これ以外に、図3に粒度分布を示す1995年兵庫県南部地震で液状化したポートアイランドまさ土についても試験を行った。これらの物理特性を表1に示す。最大・最小密度試験では各回・各試験者によるバラツキが大きい²⁾ことから最小密度については18回、最小密度試験については9回の試験を行い、それらの結果を統計処理して評価した。

3. 試験結果と考察 表2はすべての実験結果をまとめたものである。図4はそのうち3種類の材料について得られた最大密度と最小密度の平均値、変動係数と均等散意数の関係を示すが、均等係数が大きいほど最大密度・最小密度ともに大きくなる当然予想される傾向が明瞭に現れている。一方、図5によると平均粒径の増加によっても密度は明瞭に増加している。粒子形状の分析結果によれば粒径による差異はほとんど見られず、この原因についてはさらに検討が必要である。また、全体的に密度測定のパラツキは比較的小さいが、粒径が大きい材料ほど、均等係数が大きいほど変動係数は大きくなる傾向が現れている。表2にはまさ土の最大・最小密度も示されている。まさ土の場合、粒子の破碎性が大きいため、同じ試料を繰り返し用いた今回の最大密度試験では図3に示すように各回での粒度の変化が大きくそれにより密度も回を追うほど大きくなり、そのため変動係数が大きくなっている。

4. まとめ 以上の実験的検討により、礫質土の最大・最小密度試験について以下の点が明らかになった。

(1) 今回の19.5cmの内径のモールドとパイププレート付きキャップ、大型ロートを用いる方法により、堅硬な粒子からなる礫質土の最大・最小密度試験は粒子破碎が小さく、小さなバラツキで行うことができる。また、試験結果の相対的なバラツキは均等係数や平均粒径が大きいほど大きくなる。(2) 最大・最小密度は均等係数によるのは勿論、粒径にも大きく依存する傾向がある。(3) まさ土は粒子破碎性が大きいため、試験結果の解釈にはその影響を考慮する必要がある。この研究は、中央大学理工学部の黒田智介、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。

文献 1) 電力中央研究所総合報告U19「原子力発電所の第四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 2) Evaluation of relative density..., Symposium of ASTM, ASTM Special Publication 523, 1972

キーワード：相対密度、礫質土、まさ土、均等係数、平均粒径

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 電話 03-3817-1798 FAX 03-3817-1803

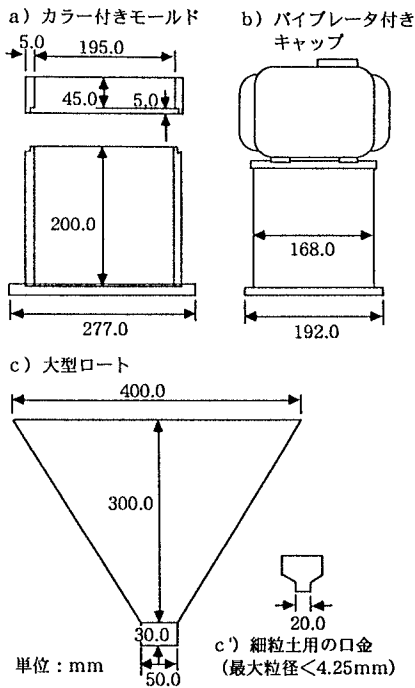


図1 本研究で用いた礫質土の最大・最小密度試験装置

表1 本研究で対象とした礫質土の物理特性

	D50(mm)	Uc	土粒子密度(g/cm ³)
試料No.1	0.14	1.44	2.696
試料No.2	0.40	3.79	2.697
試料No.3	1.15	13.1	2.655
試料No.4	10.5	1.44	2.605
試料No.5	1.15	1.44	2.661
PIまさ土	4.00	53.6	2.624

表2 最大・最小密度試験結果のまとめ

	最大値(g/cm ³)	平均値(9)(g/cm ³)	変動係数(%)
試料No.1	1.5037	1.5024	0.07
試料No.2	1.8486	1.8390	0.44
試料No.3	2.0512	2.0381	0.49
試料No.4	1.8484	1.8394	0.55
試料No.5	1.7259	1.7175	0.39
PIまさ土	2.1107	2.0757	1.59
	最小値(g/cm ³)	平均値(18)(g/cm ³)	変動係数(%)
試料No.1	1.1966	1.1983	0.10
試料No.2	1.4187	1.4206	0.07
試料No.3	1.6486	1.6747	0.58
試料No.4	1.5696	1.5914	0.77
試料No.5	1.3612	1.3643	0.17
PIまさ土	1.4227	1.4313	0.45

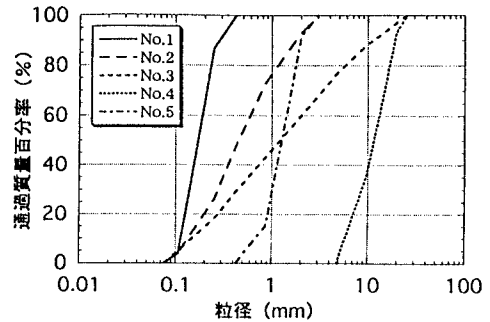


図2 堅硬な粒子からなる5種類の礫質土の粒径加積曲線

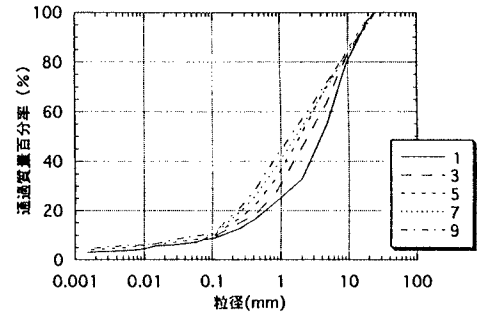


図3 まさ土の粒径加積曲線と試験回数（1～9回）による変化

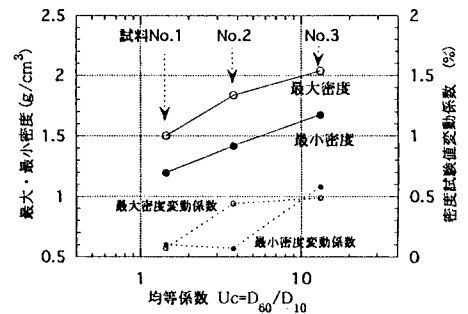


図4 最大・最小密度、変動係数と均等係数の関係

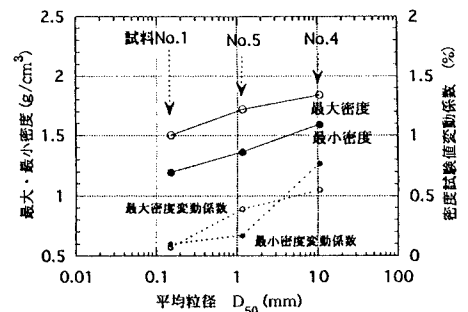


図5 最大・最小密度、変動係数と平均粒径の関係