

(III-3) 細粒分含有率を変化させた礫質土の最大・最小密度試験

中央大学 学生員 長瀬宏行

正会員 國生剛治

学生員 原 忠 平岡良介 諏訪正博

1.はじめに

異なる種類の材料の力学特性の比較において、締め固まり具合を表す相対密度 D_r は重要であり広く用いられる指標の一つである。式から分かるように相対密度 D_r を表すためには最大密度と最小密度が必要である。しかし、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ていないので、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、細粒分含有率の違いによる最大・最小密度の変化傾向を検討することにした。

2.試験試料

図-1 は今回使用した礫質土の粒径加積曲線である。礫を含む良配合の試料 A (細粒分なし) は利根川砂礫を人工的に粒度配合して作成したものである。また、その試料 A に成田砂(山砂)のシルト分を加え、細粒分含有率が 10% (試料 B)、20% (試料 C)、30% (試料 D) になるようにさらに粒度配合した。そして、次に試料 A に東灘まさ土の細粒分を加え、細粒分含有率が 10% (試料 E)、20% (試料 F)、30% (試料 G) になるように粒度配合した。成田砂シルトと東灘まさ土の細粒分の塑性指数はそれぞれ、6、12 であり、後者の方が粘土分は多い。

3.試験用具及び試験方法

図-2 は本試験に使用した中型モールド、大型漏斗とバイブレーター付きキャップを示す。中型モールドは、 $\phi 195 \times H 200(\text{mm})$ 、バイブレーターは、シンコウ社製の RV 2 2 D で、試料が粒子破碎をなるべく起こさないように、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 と大きなものとした。

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き、密度が一定値に収束する時間で定めた¹⁾。

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。漏斗出口を詰まらせてしまうような粒径 19mm 以上の礫は予め別にしておき、モールド底面が見えなくなしてから堆積させている間に慎重に手積みする。最終的にはスプーン等を用いて厚層 20cm 程の平らな表面に仕上げる。

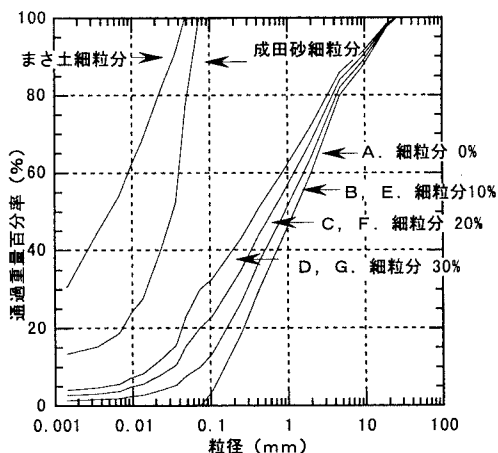


図-1 粒径加積曲線

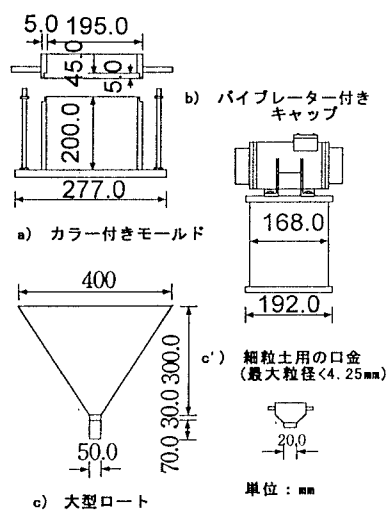


図-2 最大・最小密度試験用具

キーワード 相対密度 礫質土 細粒分含有率

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 電話 03-3817-1799 FAX 03-3817-1803

4.試験結果と考察

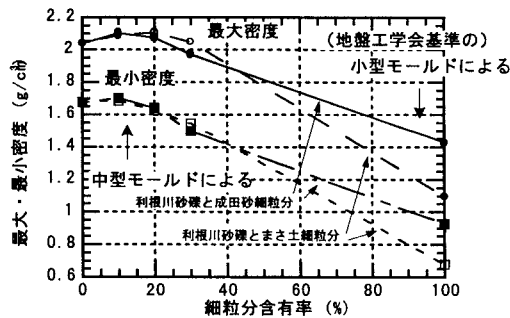


図-3 細粒分含有率と最大・最小密度の関係

表-1 は今回行った試料の最大・最小密度試験の平均値、変動係数を示す。変動係数はすべて 1%以内の値を示し、礫を含む材料においても精度のよい結果が得られたものと考えられる。

図-3 は中型モールドによる試料 A～G の細粒分含有率と最大・最小密度の平均値の関係と小型モールドによる成田砂・ま

さ土細粒分の最大・最小密度の平均値の関係を示す。まさ土の細粒分は、細粒分 100% の場合において密度がかなり小さく得られているが、細粒分が 30% くらいまでは両者に大きな差は見られない。図より細粒分含有率が 10% 付近まで増加すると共に密度は増加傾向を示すが、10% 付近を越えたあたりで明らかに減少傾向を示す。これは細粒分が増加するにつれ最初は砂礫骨格の空隙に細粒分が入り込むが、さらに細粒分が増加すると、空隙を満たすことのできなかった密度の低い細粒分自身が骨格を形成し始めるため、密度が減少するものと考えられる。そこで、文献²⁾で提案されている以下に示す理論式により細粒分が密度に及ぼす影響を検討した。式中の n_e の定義は礫分のみを対象としており、砂礫材料を用いた本研究の条件とは完全に一致しないが、理論式より求めた限界細粒分含有率 S は、およそ 10～15% となり、各実験より得られた値とほぼ一致した。なお、限界細粒分含有率 S は粒子空隙が細粒分により完全に満たされた時の値をとる。

$$S = A / (1 + A) \quad [A = n_e(1 - n_f) / (1 - n_e)] \quad n_e: \text{礫分空隙率} \quad n_f: \text{細粒分空隙率}$$

図-4 は図-3 で示した試料の細粒分含有率と最大・最小密度の差の関係を示したものである。細粒分含有率が増加すると最大・最小密度の差が増加し、その試料のとり密度の範囲が広がるものと考えられる。

5.まとめ

今回の中型モールド、バイプレーター付きキャップ、大型漏斗を用いる方法により、礫を含む材料においても小さなばらつきで行うことができ、試験試料の適用範囲を広げることが可能である。

- (1) 二つの粘土分含有率の異なる細粒土を用いても細粒分が 30% くらいまでは砂礫の最大・最小密度に大きな違いは見られない。
- (2) 最大・最小密度は共に細粒分含有率が増えると、砂礫の空隙を満たすため一旦増加するがある点から砂礫が細粒分に取り囲まれ始め減少傾向を示す。
- (3) 最大・最小密度の差は細粒分含有率が増加するにつれ増加し、その試料の密度の範囲が広がる傾向がある。

<参考文献>

- 1) 國生剛治、原忠(1997):「礫質土の最大・最小密度試験法の検討」土木学会第 52 回年次学術講演会概要集 3 部(A)pp.20-21
- 2) Skempton, A.W. & Brogan, J.M.(1994): 「Experiments on piping in sandy gravels」 Geotechnique 44, No.3 pp451～452

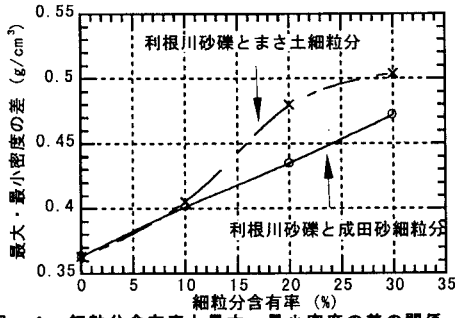


図-4 細粒分含有率と最大・最小密度の差の関係

表-1 最大最小密度試験結果

	平均最大密度(g/cm3)	最大密度変動係数(%)	測定回数	平均最小密度(g/cm3)	最小密度変動係数(%)	測定回数
試料A(Fc0%)	2.038	0.49	9	1.675	0.58	18
試料B(Fc10%)	2.103	0.55	4	1.702	0.68	10
試料C(Fc20%)	2.076	0.65	4	1.641	0.53	10
試料D(Fc30%)	1.970	0.78	4	1.498	0.36	10
試料E(Fc10%)	2.090	0.67	5	1.685	0.37	10
試料F(Fc20%)	2.104	0.38	5	1.624	0.69	10
試料G(Fc30%)	2.049	0.64	5	1.545	0.36	10
成田砂細粒分のみ	1.427	0.78	5	0.923	0.59	10
まさ土細粒分のみ	1.097	0.64	5	0.679	0.58	10