

中央大学理工学部 学生会員 金崎 正紀
 同上 正会員 國生 剛治
 同上 学生会員 伏木田 達朗

1.はじめに

砂礫の相対密度は液状化現象を始めとして様々な研究を行う上で、異なった種類の砂の力学的特性を定量化する基本的な媒介変数として用いられている。しかし、そのために必要な最小・最大密度試験について、砂の試験法はすでに基準化されているのに対し、粒径が2mmを超える礫を含む砂礫試料の試験方法は基準化されておらず、基準化に向けての研究が望まれている。

その研究の一環として、ここではモールドのサイズが最小密度に与える影響を調べるために、粒度分布の異なる多くの砂礫試料において、深さ、内径の異なる7種類のアクリル製モールドを用い、系統的な最小密度試験を行い分析した。

2.使用した試料、モールド

試料は図-1に示すような粒度分布を有する利根川砂礫である試料1、2、2'（試料2と相似粒度）、3および豊浦砂を使用した。

モールドは表-1のような深さ、内径の異なる7種類のアクリル製モールドを使用し、モールドNo.1～7とした。

3.試験方法

リフトの腕にロートを固定し、その出口をモールドの底面に置いた状態で、ロートにモールドからあふれる位の量の試料を一度に投入した。次にリフトをモールド内に試料が急激に落下しない様にゆっくりしたペースで上昇させた（上昇速度0.25mm/s）。モールドNo.1、2に関しては、地盤工学会基準と内径がほぼ同じであったため、同様の紙ロートによる試験方法（JGS 0161-2000）で行った。上昇終了後、直ナイフを用いて余盛りを切り取った。その後、試料の質量を量り密度を計算した。試料は常に室乾状態で試験を行い、試験終了後に含水比を測定し、絶対乾燥最小密度を算出した。均等係数が大きくなると切り取る際に試料に引っかかり、切り取り後に試料

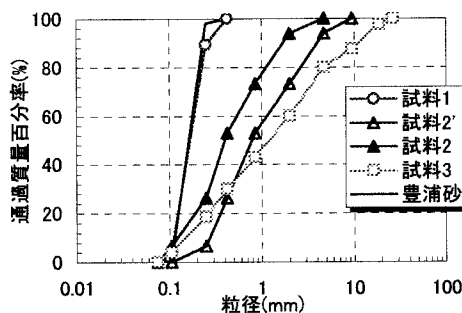


図-1 各試料の粒度分布

表-1 アクリル製モールドのサイズ

モールドNo	内径(mm)	深さ(mm)	容積(cm ³)
1	49.82	50.44	98.3
2	49.81	100.28	195.4
3	99.94	50.15	393.4
4	99.94	99.94	784.0
5	100.06	200.04	1573.0
6	199.16	100.12	3119.0
7	199.26	200.38	6248.6

表-2 最小密度試験結果

試料No	均等係数	モールドNo	最小密度(g/cm ³)	変動係数(%)	試料No	均等係数	モールドNo	最小密度(g/cm ³)	変動係数(%)
豊浦砂 (帯電防止剤なし)	1.4	1	1.369	0.30	2	3.8	1	1.447	0.58
		2	1.347	0.29			2	1.447	0.43
		3	1.355	0.16			3	1.412	0.40
		4	1.342	0.26			4	1.414	0.46
		5	1.341	0.11			5	1.416	0.26
		6	1.352	0.26			6	1.410	0.20
		7	1.344	0.11			7	1.410	0.13
豊浦砂 (帯電防止剤塗布)	1.4	1	1.353	0.22	2'	4.5	1	1.511	0.92
		2	1.353	0.22			2	1.486	0.52
		3	1.356	0.16			3	1.522	0.41
		4	1.341	0.12			4	1.531	0.47
		5	1.340	0.07			5	1.509	0.12
		6	1.349	0.13			6	1.517	0.37
		7	1.346	0.04			7	1.482	0.47
1	1.4	1	1.317	0.24	3	13.1	1		
		2	1.312	0.25			2		
		3	1.292	0.27			3		
		4	1.294	0.18			4		
		5	1.295	0.17			5		
		6	1.300	0.16			6	1.660	0.89
		7	1.301	0.10			7	1.655	0.55

キーワード: 砂礫、粒度分布、最小密度、モールドサイズ

連絡先: 〒112-8551 文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 TEL03-3817-1799 FAX03-3817-1803

に溝や沈下が生じる問題が発生した。

試料3については、最大粒径に対してモールド No.1～No.5 の内径が小さすぎ、最小密度試験に不適当と考え、モールド No.6、7でのみ試験を行った。試験はそれぞれのモールドにつき10回行った。

4. 試験結果

表-2は各モールドの最小密度試験結果を示している。モールド別の最小密度の最小値と最大値の差が、地盤工学会基準の試験方法と比較すると、平均値からの許容誤差 $\pm 0.005(\text{g}/\text{cm}^3)$ 以内に収まっていない。よって、モールドのサイズが異なることによる影響があると考え、最小密度との関係を分析した。

表-2から、均等係数が大きくなるにつれて最小密度が大きくなる事が分かる。内径、深さと最小密度の関係を示したものが図-2、3である。図-2を見ると内径の変化による明確な傾向は読み取る事が出来ない。一方、図-3を見ると、モールドの深さが増すほど最小密度がわずかながら小さくなる傾向が見られる。通常、モールドの深さが増すほど試料の自重の影響が大きくなり、最小密度は大きくなると推測されるが逆の結果となった。この原因として静電気の影響を疑った。すなわちモールドの素材が金属よりも静電気を発生しやすいアクリル製であり、実際、試料をモールドから取り出す際に、モールドの内側に試料が付着してしまうほど静電気が観察できたためである。そこで、帯電防止剤をモールド内に塗り再度、最小密度試験を試みたが、表-2から分かるように防止剤を付けない場合とほぼ同じ試験結果となった。図-3から(1/深さ)つまり(底面積/容積)が増すほど最小密度が大きくなっている。これはモールドから試料の余盛りを切り取る際に試料と接触する面積の容積比であり、これが大きいと直ナيفでの切り取り時に密度が締まってしまう効果がより現れやすいためと考えられる。以上より、モールドの内径よりも深さの違いが最小密度に関係が深いとの結果が得られた。

最小密度の変動係数については表-2に示すように、ばらつきはあるが大まかな傾向としてはモールドサイズが大きくなる程、変動係数が小さくなった。また、図-4から分かるように(底面積/容積)が大きくなるほど変動係数は大きくなる。やはり、直ナيفで切り取る事による値のばらつきがより大きく影響しているためと考えられる。また、均等係数が大きくなるほどその影響は増し、試料ごとの値の差が大きくなって現れている。

5. まとめ

- ・試料の均等係数が大きくなるほど、最小密度、変動係数ともに大きくなる。
- ・モールドサイズと最小密度の関係はモールドの内径よりも深さの方が関係深い。
- ・容積に対して試料の余盛りを切り取る面積が大きいほど、最小密度、変動係数ともに大きくなってしまう。
- ・以上より、砂礫の最小密度試験では余盛りの切り取りの方法について、抜本的な改善策が必要と思われる。

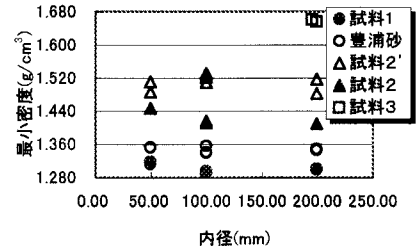


図-2 内径と最小密度の関係

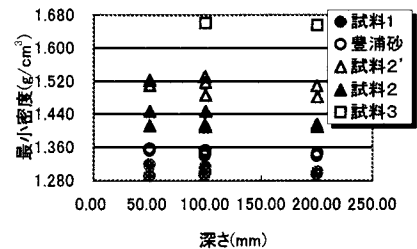


図-3 深さと最小密度の関係

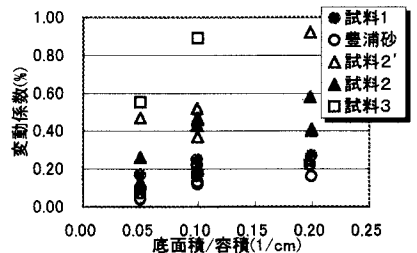


図-4 (底面積/容積)と変動係数の関係

参考文献：國生 剛治、原 忠、石澤 友浩、山中 仁、伏木田 達朗：砂礫の最小・最大密度試験に与える影響因子の分析、礫質土の力学特性に関するシンポジウム、地盤工学会、pp177-182,2001