

豊浦・相馬標準砂の最小密度試験～二つの試験法の比較～

名城大学理工学部 正会員 板橋 一雄
 名城大学理工学部 学生会員 森 隆・荒金 聡
 国土交通省 正会員 山脇 秀仁

1. はじめに 礫質地盤の液状化が確認されてから、礫質材料の相対密度を知る必要が出てきた。しかし、現行の最小密度・最大密度試験方法(JIS A1224)では、最大粒径が2mmに制限されており、この点を解決するために、「砂礫の最小・最大密度試験方法検討委員会」において、大きなモールドを利用する方法の検討が続けられている。一方、著者らは、均一粗粒材料の最大密度に対して、壁効果を考慮する必要性を指摘している¹⁾。そこでここでは、細粒の豊浦・相馬標準砂の最小密度を対象として、容器形状や試験法の相違がどれほど影響を与えるのかを実験的に明らかにしたので、ここに報告する。

2. 採用した二つの試験方法 用いた試料は、粒径0.212～0.250mm(JISふるい1個分)に調整した豊浦標準砂と相馬標準砂である。第一の試験法は現行法である。最初にこの現行法によって最大間隙率を求めたが、この方法に対する試料高さや壁効果の影響の程度を見るために、容器内径D=6cmに固定し、容器高さh=2～7cmの間の6種類とした。現行法では、供試体上部にできる余盛り円錐部のカットを行い、規定された体積の中に入る供試体質量を測定して、最大間隙率を求めている。この方法では、余盛り円錐部をカットする操作の良否が測定値のばらつきを生む原因の一つとなり、このカットの操作の無い方法が望まれるが、この方法が決定された理由には、簡便であること、個人誤差を含めばらつきが少ないこと、多くの機関で採用されていることなどが考慮されている²⁾。各試験条件で10回の操作を繰返し平均値を求め、それを1～6回実施した。

一方、現行法の提案の際には余盛り部をカットしない簡便法として、*ダブル*-反転法が併記されている²⁾。そこで、ここで取り上げる第二の試験法として、*ダブル*-反転法を採用した。これは、一定質量の試料を入れた*ダブル*-を反転させ、その中で試料を緩く堆積させ供試体体積を測定する方法である。文献2)では、1000mlの*ダブル*-と試料1000gが採用されているが、本研究においては、*ダブル*-と試料の量を種々変えた実験を行った。系統的な実験に用いた*ダブル*-は容量25ml(許容誤差±0.15ml)～250ml(許容誤差±1.0ml)の間の5本とし、入れる砂の質量は*ダブル*-により異なるが、10～150gの間であり、5～15g間隔とした。各試験条件で10回の操作を繰返して平均値を求めた。

3. 試験結果

現行法によって得た間隙率と供試体高さの関係を図-1に示してある。両標準砂ともに僅かではあるが、供試体高さが2cmから7cmに増すにしたがい間隙率が小さくなる傾向が現われて

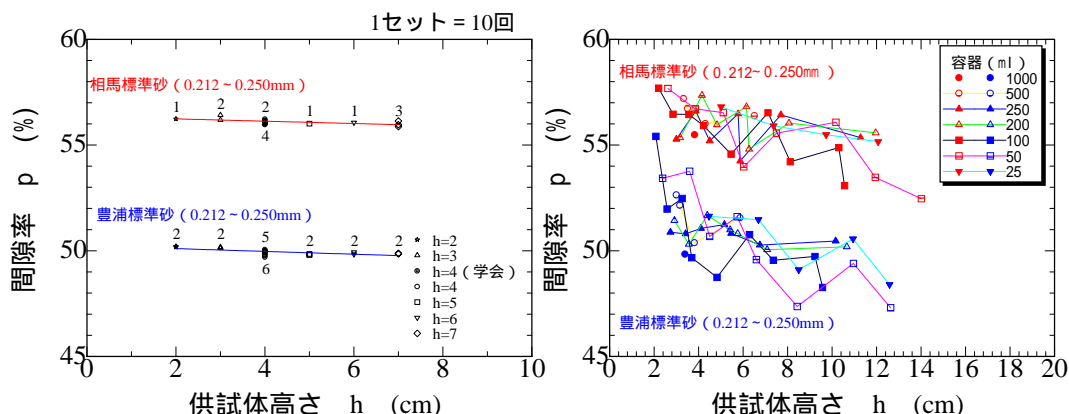


図-1 供試体高さと間隙率(現行法) 図-2 供試体高さと間隙率(ダブル反転法)

いる。こうした傾向は、最密充填実験の結果にも現われる現象¹⁾であり、単なる測定誤差ではなく容器形状や供試体高さの影響によって現われる必然的な現象と考えている。

キーワード：標準砂, 最小密度

連絡先：名城大学理工学部建設システム工学科

(〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501, TEL.052-832-1151, E-mail itabashi@ccmfs.meijo-u.ac.jp)

図-2にはヌリツダ[®]-反転法の結果がヌリツダ[®]-別の記号で示してある。供試体高さは2~14cmの狭い範囲内であるが、両試料ともに全体的な傾向を見れば、大きなばらつきは認められるものの供試体高さの増加に伴う間隙率の減少傾向が認められる。また、豊浦標準砂と相馬標準砂で全く異なる値となっていることにも興味を湧くが、著者らはこうした充填特性の差異を粒子形状の相違によって評価している¹⁾。

さらに、ヌリツダ[®]-別に見ると、定常的な減少傾向を示す場合もあるし、必ずしも減少を示すだけでなく大きな増減を繰返しながら減少を示す傾向を描いている。これは、単なる測定誤差ではなく壁効果の現われ¹⁾とも考えられる。そこで、著者らが提案している容器形状係数 R_v によって、図-1, 2を再整理した結果を図-3, 4に示してある。この R_v は(全表面積 A /体積 V) $=(2/h)+(4/D)$ と定義しており、小さい容器ほど大きな値を取り、容器の小ささを表わす単一の指標と考えている。図-3では、容器形状係数の低下に伴う間隙率の減少傾向が明確となり、文献1)の結果を参考にして、直線回帰式も示してある。なお、 D が一定であるので、この R_v には h の時の極限值が生じる。その極限值と回帰直線とから対応する間隙率を求めることができる。これを h の時の間隙率という意味で、極限間隙率 p と定義し、図中に示してある。この値は、その容器径を用いた時の代表値と考えることができる。

また、図-4には、ヌリツダ[®]-反転法の結果が容器形状係数によって示してある。図-2では、全データがある範囲に重なっており、ヌリツダ[®]-別の明瞭な関係が認められていない。しかし、図-4ではヌリツダ[®]-毎に別々の位置にデータのあることがわかる。すなわち、容器径が小さいほど図上で右側に位置している。なおかつそれぞれに直線的な関係が認められ、図-2と比較すると容器形状係数による整理方法の有効性がわかる。そこで、直線回帰を行い、それぞれのヌリツダ[®]-(内径 D が異なる)に対応する極限間隙率を求め、その値も図中に示してある。

図-5には、図-3, 4から求めた極限間隙率と容器内径との関係を示してある。一定の傾向的变化が現れ興味深い。内径2cm程度の場合には、極限間隙率が最小値を示し、緩くはないことになる。また、この容器径範囲では、最小密度が最も小さくなる場合は、200~250mlのヌリツダ[®]-反転法の場合となっている。

4.まとめ 本研究によって、細粒の標準砂の最小密度に対しても、壁効果の現われることがわかった。また、容器径によって極限間隙率の異なることもわかった。今後の検討課題としてはより広範囲の条件によって追試験することである。

参考文献 1)板橋一雄他:均一な粗粒材料の粒子形状と充填特性,地盤工学会論文報告集,43(1),117-129,2003.
2)吉見吉昭他:砂の相対密度測定法の試案,第12回土質工学研究発表会,157-160,1977.

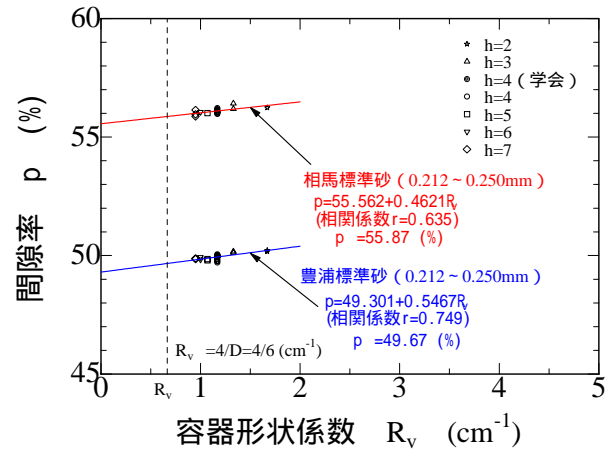


図-3 容器形状係数と間隙率(現行法)

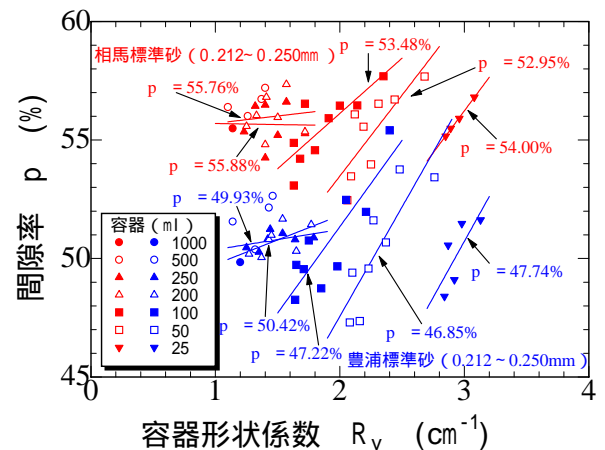


図-4 容器形状係数と間隙率(ヌリツダ[®]-反転法)

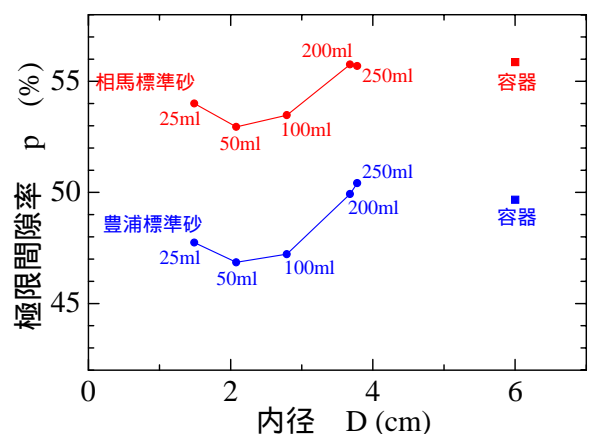


図-5 極限間隙率と容器径との関係