

V-99

細骨材の表乾比重・吸水率の試験方法 におけるデータ処理の一方法の提案

西日本工業大学 正会員 沼田 晋一

1. はしがき

JIS A 1109あるいはJIS A 1134による細骨材の表乾比重・吸水率の試験は、フローコーンによって試料の表乾状態をつくり、この試料を用いて比重と含水率を測定して、それぞれの値を決定する。

しかし、試料が微粉分を多く含む場合、角張ったり極端に球状の場合あるいは細骨材を粒群に分けた単粒度の場合は、フローコーンによる表乾状態の判定はかなり困難であって、特に多孔質の細骨材ではこれが著しい。

この提案は、表乾状態に近い任意の含水率 Z の試料について、その含水率 Z を何点か変化させてJIS A 1109あるいはJIS A 1134によって試験し、まず計算される比重の値 ρ' と含水率 Z の関係を $Z \sim \rho'$ グラフにプロットして一つの関係線を作成する。次いで、JISの試験操作から誘導される表乾比重 ρ_{SSD} ～含水率 Z の関係式に、 Z および ρ' の各値と求める吸水率の推定値 Q を代入して、 $\rho_{SSD} \sim Z$ の関係を計算して、 ρ' 軸に ρ_{SSD} の計算値をプロットして、もう一つの関係線をつくる。両関係線の交点の Z 軸が $Z=Q$ となるまで、繰り返して推定値 Q を仮定し直す。 $Z=Q$ となる吸水率の仮定値 Q が求める吸水率であって、そのときの交点の ρ' 軸の値が正しい表乾比重 ρ_{SSD} である。

2. 任意の含水率の試料をJISの試験方法に適用した場合に計算される比重の関係式

試料が表面水を有する場合を考える。量り取る試料の質量を m_2 、試料の内の細骨材部分（表乾状態）の容積を V_1 、試料に付着する表面水の容積を V_2 とすると、これらは次の関係で示される。

$$\begin{aligned} \text{試料の質量 } m_2 &= d_w(\rho_{SSD}V_1 + V_2) = d_w \cdot \rho_{SSD}V_1(1+H) \\ d_w &: \text{水の密度 (g/ml)}, \quad H: \text{表面水率 (\%でなく絶対値)} \\ \rho_{SSD} &: \text{表乾比重 (水の密度を 1g/ml と仮定したときの比重)} \end{aligned}$$

$$\text{試料の全容積 } V = V_1 + V_2$$

JIS A 1109で計算される比重の値を ρ' とすると、その値は次の関係式で示される。

$$\rho' = \frac{m_2}{m_1 + m_2 - m_3} \quad (1)$$

ここに、 m_2 : 前出

m_1 : 測定容器（内容積 V_p 、質量 m_p ）を満水したときの質量

m_3 : 測定容器に試料を入れて満水したときの質量

一方、 m_3 の水を含む内容物の容積は容器の内容積 V_p に等しいので、試料以外の満水に要する水の容積を V_w とすると、 V_p は次の関係がある（ V_1 は、湿潤状態でも乾燥状態でも一定と仮定する）。

$$V_p = V_1 + V_2 + V_w \quad (\text{表面水がない場合は } V_2 = 0)$$

したがって、式(1)を整理すると次の関係式を得る。ただし、含水率 Z および吸水率 Q は、それぞれ%でなく絶対値で示したものとする。

$$\rho' = \frac{(1+Z)\rho_{SSD}}{1+Q+(Z-Q)\rho_{SSD}} \quad (2)$$

これを書き直せば、表乾比重 ρ_{SSD} は次のようになる。

$$\rho_{SSD} = 1 + \frac{(1+Z)(\rho' - 1)}{1+Z-(Z-Q)\rho'} \quad (3)$$

試料が表面水を有さない気乾状態のときは、試料を水中に入れてから24時間吸水させた後の質量

m_s として、式(1)に代入すると、式(2)あるいは式(3)と同じ関係式を得る。

式(2)において試験結果から計算される値 ρ' は、 $Z=Q$ の表乾状態においてのみ $\rho' = \rho_{ssD}$ となり、 $Z > Q$ の表面水を有する状態では表乾比重よりも小さな値を、 $Z < Q$ の気乾状態では表乾比重よりも大きな値を示すことになる。なお、 ρ' が試験によって計算できたとしても、式(2)からは吸水率 Q および表乾比重 ρ_{ssD} の値は特定できない。

3. 含水率を変えた試料による試験結果から表乾比重と吸水率を求める提案

式(2)で示される計算値 ρ' の含水率 Z に対するプロットの曲線は、 $Z=Q$ 前後ではほぼ直線であって、 $Z=Q$ のときにのみ ρ' は表乾比重 ρ_{ssD} を示す(座標軸は、横軸を Z 、縦軸を ρ' とする)。

一方、式(3)の ρ_{ssD} に対しては、含水率 Z は既知であるので(測定可能であるので)、 Q の値をフローコーン法等によって適当に推定して、試験した各含水率 Z について ρ_{ssD} の値を計算して、 ρ_{ssD} を ρ' と同じ目盛りの縦軸として上記の $Z \sim \rho'$ 座標にプロットする。すると、 $Z \sim \rho_{ssD}$ 曲線(ほぼ直線)と $Z \sim \rho'$ 曲線(ほぼ直線)の交点は、両者の関係を満足する ρ_{ssD} と Z を示すはずである。

もし、交点の Z の値が仮定した Q の値と同じであれば、その推定は正しく、よって交点の縦軸は正しい ρ_{ssD} の値である。

- (1) フローコーン法によって湿潤試料から表乾状態の元試料をつくる(試験試料①)。このときの含水率 Z をJIS A 1125によって測定して Z_0 とする。
- (2) 元試料に水を加えて表面水率1.5%、3%および6%程度の試験試料をつくる(それぞれ試験試料②、③および④とする)。この場合、試料から付着水が滴り落ちないことを確認しておく。また含水率を測定しておく(それぞれ Z_1 、 Z_2 および Z_3 とする)。
- (3) 元試料をドライヤー等で軽く乾燥させて、含水率の異なる試験試料を2種類つくる(それぞれ試験試料⑤および⑥とする)。含水率を求めておく(それぞれ Z_4 および Z_5 とする)。
- (4) 上記の試験試料は、含水状態が安定するよう密閉した容器に、試験に供するまで保存する。
- (5) ピクノメータあるいはフラスコ(共栓付き)を用いてJIS A 1109の4.に規定する方法で、上記の各試料6種類を試験する。なお、試験が終了した試験試料はピクノメータあるいはフラスコから内部の水とともにバットに移し、炉乾燥して含水率を求めておく(前に試験した値と相違ないか検討する)。
- (6) 試験結果は、JIS A 1109の5.に規定する方法で計算し、比重 ρ' (JIS A 1109では、 d_s と呼んでいる)を小数点以下3桁まで求める。
- (7) 試験結果の含水率 Z と比重 ρ' の組合せは、横軸に Z 、縦軸に ρ' をとってプロットする。
- (8) 吸水率をまず元試料の含水率 Z_0 と仮定して($Q=Z_0$)式(3)によって表乾比重 ρ_{ssD} を計算する。この結果を(7)の座標にプロットする。
- (9) (7)でつくったプロットの曲線と(8)で求めた曲線の交点を読む。交点の Z 軸の値が仮定した Q の値(%ベースとする)と小数点以下1桁のオーダーで同じであれば、交点の値がそれぞれ求める吸水率と表乾比重である。

もし $Q \neq Z_0$ であれば、吸水率 Q の値を交点の値が $Q=Z$

となるまで仮定し直して、(8)の計算とプロットを繰り返す。単粒度の人工軽量細骨材その他によって求めた結果は、いずれも信頼できる結果を得たとみられるが、試験室の湿度などによる試料の試験操作中の乾燥に注意しなければならない。

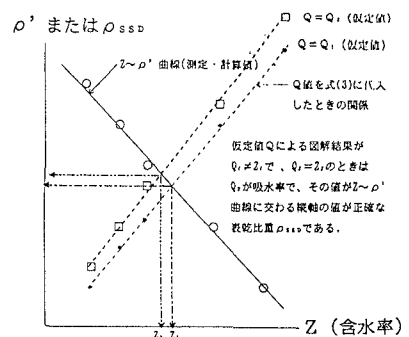


図-1 Z, ρ' から Q を仮定して表乾比重と吸水率を求める方法