

(V-12) 減圧吸水による細骨材の見掛け容積測定法に関する基礎研究

足利工業大学工学部 正会員 ○黒井 登起雄
同 上 正会員 松村 仁 夫

1. まえがき

コンクリート用細骨材は、川砂の枯渇に伴い、山砂、海砂、砕砂が多く使用されている。近年は、高炉スラグ、フェロニッケルスラグなど産業副産物の使用も増えてきている。このような種々の砂の『表面乾燥飽水状態（表乾状態）』の判定は、JIS A 1109（細骨材の比重及び吸水率試験方法）に規定する『フローコーンによる方法』で行われる。しかし、この方法では、0.15mm以下の微粒分の多い砂、粒度に片寄りのある砂、丸い粒形の砂などの表乾状態の判定が難しく、細骨材の比重、吸水率、表面水率の値が精度よく求めることができない。その原因は、細骨材が湿潤状態の砂の吸水分と表面水の判別がJISの判定法では難しいためである。そこで、本研究では、細骨材の絶乾状態を基準にし、減圧による吸水の始まりを表面乾燥飽水状態と判定する新しい試験方法を提案する。

2. 減圧吸水による見掛けの容積測定

2.1 測定の考え方 絶乾状態の細骨材試料の見掛けの絶対容積 V_i は、図1に示すように、容積計に一定量の試料と水を満たし、減圧によって吸水させたときの容積計に加えた水の量 V_w から、置換法で求めることができる。容積計の全容積を V とすれば、試料の絶対容積は、(1)式から算定できる。

$$V_i = V - V_w = V - (V'_w + V_{Air} + V_0) \quad \cdots (1)$$

ここで、 V'_w は試料中に気泡と空隙が存在するときの容積計に加えた水の量である。 V_{Air} は試料と水を混ぜたときの巻き込み気泡で、 V_0 は、細骨材試料の空隙（吸水量に相当）である。巻き込み気泡（ V_{Air} ）を取り除いたときの見掛けの絶対容積は、細骨材試料の表面乾燥飽水状態のそれに相当する。絶乾状態試料の絶対容積を測定する場合、それぞれの値は、図2に示すような、細骨材の減圧による吸水実験で得られる『処理時間と見掛けの絶対容積との関係』から求めなければならない。細骨材によって水中に巻き込まれる気泡は、コンクリートのエントラップトエアと同様に、100 μ m程度以上の比較的大きい径を持つと考えられ、減圧によって容易に取り除くことができるものと予想できる。

2.2 測定手順 絶乾状態の細骨材試料の見掛けの絶対容積を減圧による吸水実験から求める場合、減圧によって水の膨潤が起こるので、試験は、直接容積を測定するよりも質量測定から求める方が容易になる。以下に、その手順および算定式を示す。

- (1) 細骨材試料は、乾燥炉によって絶乾状態し、試料の質量(W_i)を正確に測定する。
- (2) メスフラスコ等の容積計の一定の目盛り線まで水を入れ、その質量(W)を正確に測定する。このとき水の温度も測定し、水の密度 γ_w を求める。また、容積計だけの質量(W_0)もあらかじめ測定する。

容積計の容積 (V) は、(2)式によって求める。

$$V = (W - W_0) / \gamma_w \quad \cdots (2)$$

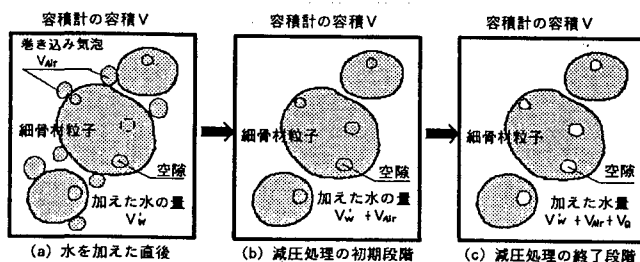


図1 細骨材の絶対容積測定の概念図

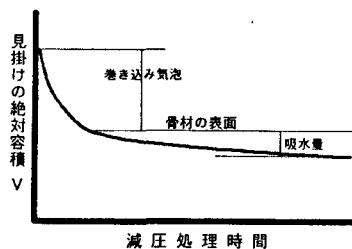


図2 減圧処理時間と容積の関係

- ③ 容積計に試料を入れ、さらに水を目盛り線まで加えた後、その質量 (W'_{s+w}) を正確に測定する。なお、細骨材試料、水および容積計はあらかじめ同一温度にし、水温を測定しておくことが望ましい。
容積計に加えた水の量 (V'_w) は、(3)式によって求める。

$$V'_w = (W'_{s+w} - W_0 - W_i) / \gamma_{w2} \dots\dots\dots(3)$$

- ④ 試料と水を入れた容積計を常温 ($20 \pm 3^\circ\text{C}$) で、所定の減圧圧力に設定した真空乾燥器の中に入れる (減圧処理)。処理時間経過ごとに水を容積計の目盛り線まで加え、そのときの容積計の質量 (W_{s+w}) を正確に測定する。容積計に加えた水の量 (V_w) は、(4)式によって求める。

$$V_w = (W_{s+w} - W_0 - W_i) / \gamma_{w3} \dots\dots\dots(4)$$

- ⑤ 細骨材の見掛けの絶対容積 (V_i)₀、(V_i)_t は、 $\gamma_{w1} = \gamma_{w2} = \gamma_{w3}$ のときには、(5)、(6)によって求める。
(V_i)₀ = $V - V'_w = \{ (W - W_0) / \gamma_{w1} \} - \{ (W'_{s+w} - W_0 - W_i) / \gamma_{w2} \} = W - W'_{s+w} - W_i \dots\dots(5)$
(V_i)_t = $V - V_w = \{ (W - W_0) / \gamma_{w1} \} - \{ (W_{s+w} - W_0 - W_i) / \gamma_{w3} \} = W - W_{s+w} - W_i \dots\dots(6)$

3. 見掛けの絶対容積測定の実験検証

3.1 実験目的 細骨材の見掛けの絶対容積測定における『減圧処理時間と見掛けの絶対容積との関係』に及ぼす真空乾燥器の減圧圧力の影響を実験によって調べた。

3.2 使用材料、実験器具および実験方法 細骨材は、大井川産川砂 (絶乾比重: 2.58、吸水率: 1.46%、粗粒率: 2.66 (JIS試験による値)) を用いた。細骨材試料は、絶乾状態にした後に 1.2mm 以上と 1.2mm 未満にふるい分け、それぞれ 200g とした。容積計は、250ml のメスフラスコを用いた。減圧処理は真空定温恒温器 ((株) いすゞ精製 SVK-12PS) を用いた。減圧圧力は、-93.3kPa (-700mmHg)、-90.7kPa (-680mmHg) および -86.7kPa (-650mmHg) とした。減圧処理時の温度は、 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ とし、時間は、10、20、30、45、60、75、90、120、150、180 分および 24 時間とした。

3.3 結果および考察 図 3 は、減圧圧力 -90.7kPa (-680mmHg) で実験したときの減圧処理時間と見掛けの絶対容積との関係を示した一例である。図より、見掛けの絶対容積は、巻き込み気泡が取り除かれるため、減圧処理の初期 30 分程度まで急激に小さくなり、それ以後 180 分程度まで骨材の吸水域となるため、緩やかに小さくなる。表 1 は、減圧処理の初期段階における見掛けの絶対容積の値から求めた細骨材の吸水率および絶乾比重を示す。表より、吸水率および絶乾比重の値は、減圧処理時間 30 分以降の変化が少なくなる。これは、骨材の吸水が処理時間 30 分程度から始まることを示すと考えられる。したがって、この時間の見掛けの絶対容積は、『表乾状態』と考えられる。

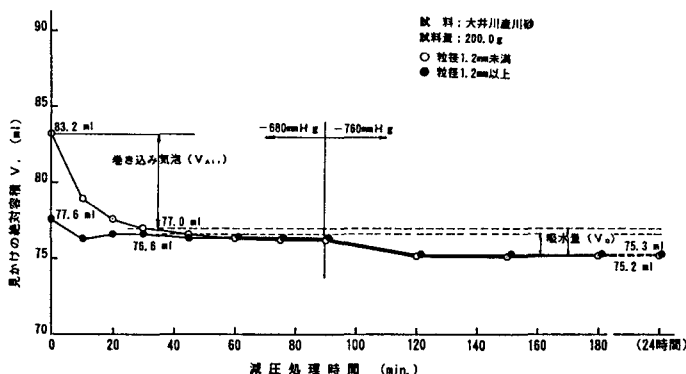


図 3 減圧処理時間と細骨材の見掛けの絶対容積との関係

表 1 見掛けの絶対容積から求めた細骨材の物理的性質

減圧処理 時間(分)	粒径の構成比 < 1.2mm ≤	吸 水 率 (%)		絶 乾 比 重	
		< 1.2mm ≤	5mm	< 1.2mm ≤	5mm
10	0.64 : 0.36	1.85 : 0.50	1.36(1.46)	2.56 : 2.62	2.56(2.58)
20	"	1.20 : 0.65	1.00(")	2.58 : 2.61	2.59(")
30	"	0.90 : 0.65	0.75(")	2.60 : 2.61	2.60(")
45	"	0.70 : 0.50	0.63(")	2.61 : 2.62	2.61(")
60	"	0.55 : 0.55	0.55(")	2.62 : 2.62	2.62(")

() 内の数値は、JIS A 1109 の試験方法によって求めた 5mm 細骨材の物理的性質

以上の結果より、減圧処理によって細骨材の見掛けの絶対容積を測定する場合、減圧圧力は、-90.7kPa (-680mmHg) が適当と考えられる。しかし、細骨材の表乾状態の判定に用いるためには、遠心分離による表乾判定との比較検証などを行い、的確な『表乾状態』判定ができる減圧圧力の決定を更に検証する必要がある。

4. まとめ

細骨材の見掛けの絶対容積は、適度な減圧処理による置換法で測定できることが明らかになった。