

V-98 細骨材の比重・吸水率測定における減圧吸水法の適用

足利工業大学工学部 正会員 ○松 村 仁 夫

足利工業大学工学部 正会員 黒井 登起雄

足利工業大学工学部 正会員 宮 澤 伸 吾

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）』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』で判定される。しかし、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場合、この方法では表乾状態の判定が不正確になり、細骨材の比重、吸水率、表面水率の値を正確に求めることができない。その原因は、湿润状態の細骨材の吸水分と表面水の区別が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、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とともに、細骨材の『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および細骨材の種類の影響を実験によって検証した。

2. 減圧吸水による細骨材の見掛けの容積の求め方¹⁾

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、減圧によって気泡と空隙を除い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。

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

ここで、 V'_w は気泡と空隙が内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_g は、細骨材粒子の空隙（吸水量に相当）である。巻き込み気泡（ V_{Air} ）を除去したときの見掛けの絶対容積は、細骨材の表乾状態のそれに相当する。絶乾状態の細骨材の絶対容積を測定する場合、それぞれの値は、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』（図2）から求めなければならない。

細骨材による水中の巻き込み気泡は、コンクリートのエントラップトエアと同様、直径が比較的大きい（100 μ m程度以上）ので、減圧処理によって容易に除去できることが予想される。

2.2 使用材料および実験方法 細骨材は、大井川産川砂、鬼怒川産川砂およびフェロニッケルスラグ細骨材〔電炉水砕〕の3種類を用いた（JIS試験による物理的性質は表1参照）。細骨材は、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を試料とした。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)いすゞ製 SVK-12PS）を用いた。減圧圧力は、-93.3kPa(-700mmHg)、-90.7kPa(-680mmHg)、-86.7kPa(-650mmHg)および-80.0kPa(-600mmHg)とした。減圧処理時の温度は、20 $\pm$ 3 $^{\circ}$ 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。

細骨材の見掛けの絶対容積を減圧による吸水実験で求める場合、減圧時に水が膨潤するので、試験は容積測定よりも質量測定で求める方が容易である。以下に、その手順および算定式を示す。

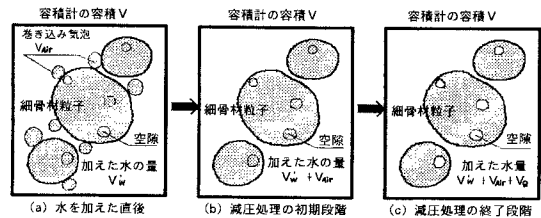


図1 細骨材の絶対容積測定概念図

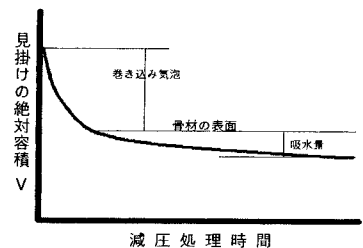


図2 減圧処理時間と容積の関係

- ① 細骨材試料の絶乾質量(W_i)を正確に測定。② メスフラスコの質量(W_0)と目盛り線まで水（密度 γ_{w1} ）を入れたときの質量(W)を正確に測定。メスフラスコの容積(V)を $V = (W - W_0) / \gamma_{w1}$ から求める。③ メスフラスコに試料と水（密度 γ_{w2} ）を目盛り線まで入れ、その質量(W'_{s+w})を正確に測定。このときの加えた水の量(V'_w)は、 $V'_w = (W'_{s+w} - W_0 - W_i) / \gamma_{w2}$ から求める。④ 所定圧力にした真空乾燥器の中で、試料と水（密度 γ_{w3} ）を入れたメスフラスコの常温減圧処理。処理時間経過ごとに水を目盛り線まで補充し、質量(W_{s+w})を正確に測定。加えた水量(V_w)を、 $V_w = (W_{s+w} - W_0 - W_i) / \gamma_{w3}$ から求める。⑤ 細骨材の見掛けの絶対容積(V_i)₀、(V_i)_tは、 $\gamma_{w1} = \gamma_{w2} = \gamma_{w3}$ のとき次式から求める。

$$(V_i)_0 = V - V'_w = \{ (W - W_0) / \gamma_{w1} \} - \{ (W'_{s+w} - W_0 - W_i) / \gamma_{w2} \} = W - W'_{s+w} - W_i$$

$$(V_i)_t = V - V_w = \{ (W - W_0) / \gamma_{w1} \} - \{ (W_{s+w} - W_0 - W_i) / \gamma_{w3} \} = W - W_{s+w} - W_i$$

3. 結果および考察

3.1 見掛けの絶対容積測定の実験検証

図3(a)および図3(b)は、減圧処理圧力および細骨材の種類を変えて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す。図より、見掛けの絶

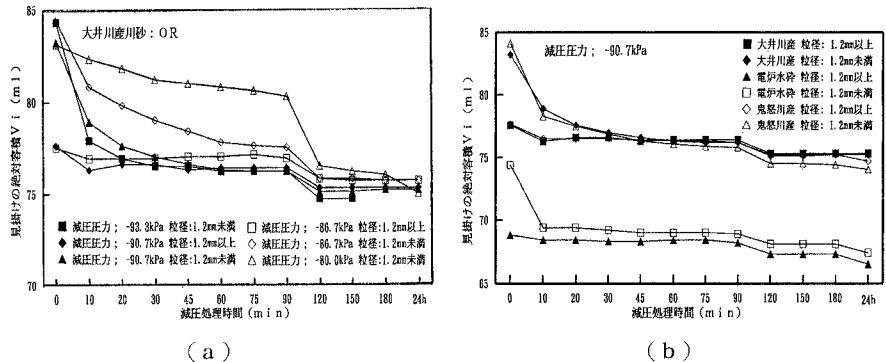


図3 減圧処理時間と細骨材の見掛けの絶対容積との関係

対容積は、圧力が-90.3kPa以上のときに巻込み気泡が急速に除去されるため、処理時間30分程度まで急激に小さなり、それ以後緩やかに小さくなる。絶対容積が緩やかに減少する部分は、細骨材の吸水域に当たると考えられる。この傾向は3種類の細骨材とも同じであった。以上より、減圧圧力-90.3kPaで巻込み気泡を処理すれば、見掛けの絶対容積の経時変化における変曲点を『表乾状態』と考えることができる。

3.2 比重および吸水率の算定 表1は、-90.3kPaの減圧処理で処理したときの初期段階の見掛けの絶対容積の値から求めた細骨材の比重（絶乾、表乾）および吸水率を示す。表より、比重および吸水率の値は、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しており、このときの見掛けの絶対容積を『表乾状態』の値と判定してよいものと考えられる。

4. まとめ

以上の結果より、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。また、細骨材の見掛けの絶対容積測定の減圧力は、-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、今後遠心分離による表乾判定との比較検証、表乾状態における的確な見掛けの絶対容積の判定方法など更に検証する必要がある。

【参考文献】 1) 黒井、松村: 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、第23回関東支部技術研究発表会講演概要集（土木学会）、pp. 626～pp. 627、1996. 3

表1 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(%)		比重(5mm骨材)	
		< 1.2mm ≤	5mm	絶乾	表乾
10	0.64 : 0.36	1.85 : 0.50	1.36	2.56	2.60
20	"	1.20 : 0.65	1.00	2.59	2.62
30	"	0.90 : 0.65	0.75	2.60	2.62
45	"	0.70 : 0.50	0.63	2.61	2.63
60	"	0.55 : 0.55	0.55	2.62	2.64
大井川産川砂		---	---	(1.46)	(2.58)
10	0.60 : 0.40	2.15 : 0.90	1.65	2.57	2.60
20	"	1.75 : 0.90	1.41	2.59	2.62
30	"	1.45 : 0.90	1.23	2.60	2.62
45	"	1.15 : 0.85	1.03	2.62	2.63
60	"	1.05 : 0.85	0.97	2.63	2.64
鬼怒川産川砂		---	---	(2.14)	(2.56)
10	0.28 : 0.72	1.00 : 0.95	0.96	2.91	2.94
20	"	1.00 : 0.95	0.96	2.91	2.94
30	"	0.90 : 0.90	0.90	2.92	2.94
45	"	0.80 : 0.90	0.87	2.92	2.94
60	"	0.80 : 0.95	0.91	2.91	2.94
フェロニッケルスラグ骨材(電炉水砕)		---	---	(0.73)	(2.81)

()内の値は、JIS A 1109の方法によって求めた5mm細骨材の物理的性質