

骨材の表面形状の評価方法についての実験的検討

九州大学大学院 学生員 平居竜也

九州大学 正会員 牧角龍憲

九州大学 正会員 近田孝夫

九州大学 学生員 岩本誠司

1. まえがき

最近、天然骨材の枯渇に伴いコンクリート用細骨材としての砕砂の利用が増大している。一般的に砕砂は天然砂に比較して、その形状が角張っていたり細長いあるいは扁平の粒子が多く、フレッシュ及び硬化コンクリートの性状に影響を及ぼすと言われている。砕砂の粒形の評価としては、JIS A5504「コンクリート用砕砂」に示されている2.5mm～1.2mmの単一粒度の試料による粒形判定実積率を用いる場合が多いが、より適切な形状の評価が期待されるところである。本研究では、細骨材の形状評価方法に関して、その表面積の測定に着目し、実験的に測定手法及び評価方法について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 液体透過方法による骨材表面積の測定

骨材の表面積を測定する方法には、水、油、ステアリン酸等の被膜による方法や水及び空気透過による方法¹⁾などがあるが、測定装置や方法の簡便性等を考慮して液体透過による方法を検討してみた。本方法は土質試験の定水位透水試験方法の要領に準じて、透過させる溶液として水だけでなく粘性を変化させたメチルセルローズ水溶液(濃度0.25%)も用いて、試料砂の粒径の大きさ及び粒度分布等への対応が可能となるように改良した方法である。Carman²⁾は透水試験方法から試料の表面積を計算する式として下記の式を誘導している。

表-1 骨材の物性

$$S_v = 14 \sqrt{\frac{\varepsilon^3}{(1-\varepsilon)^2} \frac{\Delta P}{\mu u L}} \quad (1)$$

$$S_w = \frac{S_v}{\rho_p} \quad (2)$$

$$D_p = \frac{6}{S_v} \quad (3)$$

	比重 g/cm ³	吸水率 %	実積率 %	粒形判定実積率 %
ガラスビーズ	2.44			63.48
川砂利砕砂	2.52	4.06	64.36	58.83
結晶片岩砕砂	2.78	2.25	66.77	54.87
石灰石砕砂、1	2.66	1.50	64.03	55.87
硬質砂岩砕砂	2.70	1.32	60.92	51.80
石灰石砕砂、2	2.67	2.15	64.00	55.74

ここに S_v : 固体の体積基準の比表面積(cm²/cm³) S_w : 質量基準の比表面積(cm²/g) D_p : 球相当径(cm)

ε : 骨材の空隙率 μ : 溶液の粘性係数(poise)

u : 平均流速(cm/sec) L : 充填層高(cm) ΔP : 水位差

すなわち、透過溶液の粘性係数と透水速度を測定すれば試料の比表面積が求められる方法である。なお、溶液の粘度はあらかじめ振動式粘度計によって測定しておいた。

実験に用いた細骨材は、5種類の砕砂及び球形に近いモデル骨材としてガラスビーズの計6種類である。それらの基本的物性を表-1に示す。また骨材はいずれも粒度別に0.3-0.6、0.6-1.2、1.2-2.5、2.5-5.0mmの4種類を準備し、試験に供した。

2.2 モルタルのフロー値の測定

表-1に示す6種類の細骨材を用いてモルタルを練混ぜ、そのフロー値を測定した。用いたセメントは普通ポルトランドセメントであり、JIS R5201「モルタルの物理試験方法」によった。ただし、モルタルの配合は、W/C=55% (重量比)、S/C=3.0 (容積比) 一定とした。

3. 実験結果及び考察

3.1 液体透過方法の妥当性の検証

まず、液体透過方法による比表面積の算出値の妥当性を検証するため、試料として球に近いガラスビーズ

を用い、本透過方法による測定結果から得られた比表面積より球相当径を求めた。同時にガラスビーズの各粒度毎に100個程度に対してノギスで直接直径を測定し、その平均値を実測値とした。また、理論計算値として球の面積体積平均粒径を算出²⁾し、それら3通りの方法で求めた平均直径を比較した。その結果を表-2に示す。本試験結果から算出された球相当径は、実測値といずれの粒度においてもきわめて近い値となり、信頼性ある測定値と考えられる。

表-2 球径の比較
単位: mm

粒度	計算直径	実測直径	球相当径
0.3-0.6	0.45	0.36	0.34
0.6-1.2	0.87	0.77	0.82
0.84-1.2	1.02	0.93	0.93
1.2-2.5	1.57	1.73	1.87
1.41-2.0	1.71	1.80	1.97
2.5-5.0	3.22	3.31	3.14
3.4-4.5	4.00	3.77	3.44

3. 2 細骨材の比表面積とモルタルのフロー値の関係

本試験結果より得られた細骨材の比表面積と、それを用いたモルタルのフロー値の関係を粒度分布別に図-1に示す。いずれの粒度においても細骨材の比表面積の増大に伴い、モルタルのフロー値は低下する傾向が明らかであった。

3. 3 骨材形状評価方法の検討

本検討結果から細骨材の形状評価をする方法として次式で示す計算を行い、表面形状係数とする事にした。

$$\text{表面形状係数: } \Psi = \frac{\text{比表面積測定値}}{\text{球形と仮定した場合の比表面積の計算値}} \quad (4)$$

図-2に $1/\Psi$ とモルタルフロー値の関係を示す。細骨材の粒度ごとに $1/\Psi$ とフロー値は、ほぼ正の直線関係が認められるが、0.6-1.2、1.2-2.5mmの骨材粒度で特によい直線関係が認められるようであった。そこで、1.2-2.5mmの粒度の骨材を用いた場合について、 $1/\Psi$ と表-1に示す粒形判定実積率を比較して、モルタルフロー値との関係を示したものが図-3及び図-4である。粒形判定実積率とモルタルフロー値の間にも高い正の相関関係が認められるが、 $1/\Psi$ とフロー値の関係はさらに高い相関性があり、上式で示した表面形状係数の考え方は、細骨材の粒形評価として適した方法であると推察された。

4. まとめ

本研究で試みた液体透過試験法はある程度正確な骨材の比表面積を求めることができる。また、これは細骨材の形状を評価する判断基準となり、骨材形状を数値で表現できる可能性が認められた。

【参考文献】

- 1) 太田誠一郎 骨材の表面積と新面積法による構築混合物の検討とその応用に関する研究、土木学論文集第61号別冊 (3.3)、1959
- 2) P.C.Carman Journal of Soc. of Chem.Ind 57-58、1938~39
- 3) 徳光善治 粉体のつめこみに関する研究、「材料」第13巻 第133号

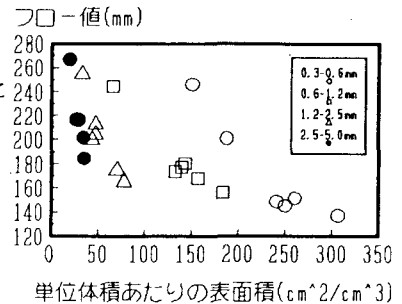


図-1

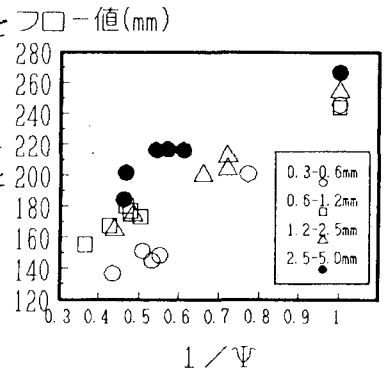


図-2

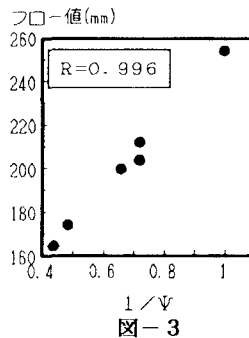


図-3

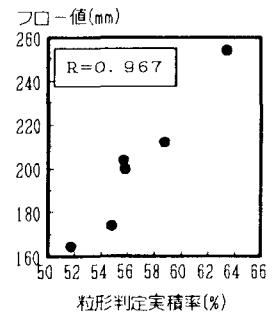


図-4