

モルタルのコンシステンシーに関する研究

九州共立大学 ○学生員 槇原順治 正会員 松下博通
新日鐵化学㈱ 正会員 近田孝夫 正会員 前田悦孝

1. はじめに

フレッシュコンクリートをセメントペーストと骨材の2相材料と見なすと、充填状態の骨材間空隙がペーストで満たされ、骨材はさらに余剰のペーストによって分散される。余剰ペースト膜厚理論¹⁾では、骨材表面に余剰ペーストの膜厚を考え、膜厚とペースト性状がコンクリートの流動性を定めると考えられている。

筆者らは、本理論の配合設計への適用化を検討しており、余剰ペースト膜厚(δ)がペースト中の粉体粒子の上限径より大きい範囲では、単一粒度細骨材を使用したモルタルのフロー値は余剰ペースト膜厚(δ)のみでなく、細骨材平均粒径(d_{sv})との比である $[\delta/d_{sv}]$ によって定まると報告²⁾した。

本研究は、この考え方を連続粒度骨材を使用した系に拡張するための基礎的検討として、2～3種類の単一粒度細骨材からなる混合細骨材の粒度構成や平均粒子径を変化させて $[\delta/d_{sv}]$ とフロー値の関係を調査し、単一粒度の場合と比較検討したものである。

2. 実験概要

セメントは、普通ポルトランドセメントを使用した。比重は3.15、粉末度は3550 cm^2/g であり、図-1に示すように通過重量90%相当径(d_{90})は41.3 μm であった。細骨材は、表-2に示す5種類の単一粒度のガラスビーズをそれぞれ単味および表-3の組み合わせで使用した。ガラスビーズの比重はいずれも2.47である。

本研究で用いた粒子径は(1)式を定義式³⁾とする面積体積平均粒径(d_{sv})であり、単一粒度細骨材の粒子径(d_{sv1})と混合細骨材の平均粒子径(d_{sv2})は、それぞれ(1)式から誘導される(2)式³⁾、(3)式により算出した。

$$d_{sv} = (\sum n d^3) / (\sum n d^2) \quad \dots (1)$$

$$d_{sv1} = 0.4342(\ell_1 - \ell_2) / \log(\ell_1 / \ell_2) \quad \dots (2)$$

$$d_{sv2} = 100 / \sum (V / d_{sv1}) \quad \dots (3)$$

ここで、(1)式の d は個々の粒子の直径、 n はその粒子径をもつ粒子の個数である。(2)式の ℓ_1 は上側篩の目の開き、 ℓ_2 は下側篩の目の開きである。(3)式の d_{sv1} は(1)式より求める単一粒度細骨材の粒子径、 V は粒子径 d_{sv1} を有する単一粒度細骨材の混合割合(%)である。

モルタル配合は、 $W/C=35\%$ とし、 $\delta/d_{sv} \approx 0.01 \sim 0.3$ となるように単位細骨材容積を変化させた。練混ぜおよびフロー試験は「JIS R 5201 セメントの物理試験方法」に準じた。

3. 実験結果

実験結果の一例として、G1～G5を単味で用いた場合(以下、単一粒度系)、G1とG5およびG2とG5からなる二粒度混合細骨材を用いた場合(以下、二粒度混合系)の δ/d_{sv} とフロー値の関係を図-2に示す。図中で $[\downarrow]$ を記したプロットは、フロー試験時のモルタルの変形状況が他とは異なり、一部が

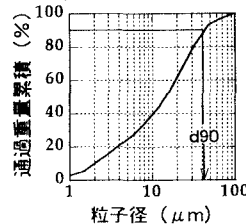


図-1 セメントの粒度曲線

表-1 単一粒度細骨材

記号	粒度 ^{*1} (mm)	d_{sv} ^{*2} (mm)
G1	0.15～0.30	0.216
G2	0.30～0.60	0.496
G3	0.60～1.18	0.833
G4	1.18～2.36	1.702
G5	2.36～4.47	3.446

*1ふるい目の開き

*2面積体積平均粒径

表-2 2粒度及び3粒度細骨材

系列	組み合わせ			記号	混合割合(%)			d_{sv} * (mm)
	第一粒度	第二粒度	第三粒度		第一粒度	第二粒度	第三粒度	
2 粒度 混合	G1	G5	-	G15-A	70	30	-	0.30
			-	G15-B	20	80	-	0.86
			-	G15-C	7	93	-	1.68
	G2	G5	-	G25-A	70	30	-	0.59
			-	G25-B	45	55	-	0.84
			-	G25-C	15	85	-	1.69
			-	G25-D	5	95	-	2.56
	G3	G5	-	G35-C	33	67	-	1.69
3 粒度 混合	G4	G5	-	G45-E	40	60	-	2.44
	G1	G3	G5	G135-B	14	30	56	0.85
	G2	G4	G5	G245-C	10	35	55	1.69
					9	39	52	
					9	42	49	
					8	47	45	

*面積体積平均粒径

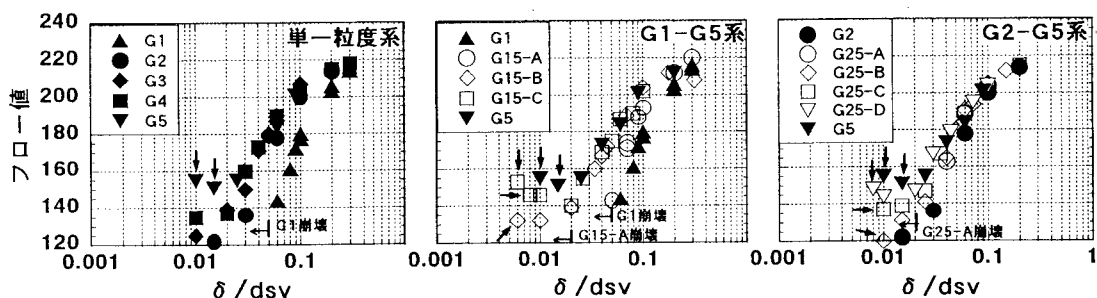


図-2 単一粒度系および2粒度混合系における δ/dsv とフロー値の関係

崩れるなど一体性に欠ける様子が観察されたことを示す。

フロー値は δ/dsv の低下とともに小さくなるが、いずれの系も、G5, G15-C, G25-C, G25-D などの細骨材粒子径（以下、dsv）が大きいものでは、 $\delta/dsv = \text{約}0.03$ 以下で変形状が異なるものも多く、

フロー値が低下しない傾向がある。 $\delta/dsv > 0.03$ で各細骨材毎の δ/dsv とフロー値の関係を比較すると、いずれの系でも G1, G2, G15-A など dsv が小さいものは、他よりフロー値が小さく、 δ/dsv が低下するほどその差は拡大し、ついには崩壊したが、その他の細骨材では δ/dsv とフロー値の関係がほぼ一致した。以上のように、同一 δ/dsv のフロー値に dsv が及ぼす影響は単一粒度系、二粒度混合系で同じ傾向が認められた。

図-3 は、dsv が同程度の場合において δ/dsv とフロー値の関係を比較したものである。dsv が等しければ、 δ/dsv とフロー値の関係は単一粒度系と2～3粒度混合系で一致し、 δ/dsv だけでフロー値が定まる結果となった。

図-5 に、dsv と同一フロー値となる δ/dsv の関係を示す。図中の直線は余剰ペースト膜厚 δ とセメント粒子の通過重量90%相当径 (d_{90}) が等しくなる δ/dsv を示し、直線より下側は $d_{90} > \delta$ の範囲となる。 $\delta > d_{90}$ の範囲では、dsv が変化しても同一フロー値となる δ/dsv の値はほぼ一定であり、単一粒度系と2～3粒度混合系のモルタルのフロー値はともに δ/dsv によってのみ定まるものと考えられる。

4. まとめ

- (1) 同一 δ/dsv において、dsv がフロー値に及ぼす影響は、単一粒度系、二粒度混合系で同じ傾向がある。
- (2) dsv が等しい場合、単一粒度系と2～3粒度混合系の δ/dsv とフロー値はほぼ一致した。
- (3) 余剰ペースト膜厚 δ がセメント粒子の通過重量90%相当径より大きい範囲 ($\delta > d_{90}$) では、単一粒度系、2～3粒度混合系ともに δ/dsv だけでフロー値が定まる結果となった。

参考文献

- 1) T.C.Powers : The Properties of Fresh Concrete, Jhon Wiley and Sons, Inc. pp282-288, 1968.
- 2) 前田、近田、松下：単一粒度細骨材を用いたモルタルのコンシステンシーに関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol16, pp. 467-472, 1994.
- 3) 徳光善治：粉体のつめこみについて、粉体工学、pp29-34、1965.9

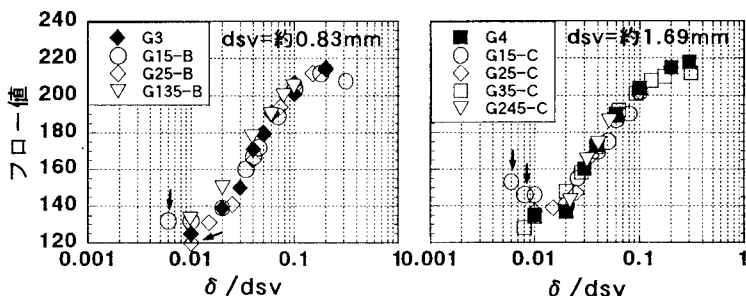


図-3 δ/dsv とフロー値の関係 (dsv が等しい場合)

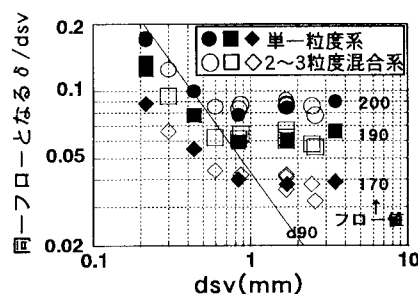


図-4 細骨材平均粒子径と同一フローとなる δ/dsv の関係