

細骨材の粒子径がモルタルのコンシステンシーに及ぼす影響

九州共立大学工学部 学生員 渡辺浩二
 同 上 学生員 別所忠則
 同 上 正会員 松下博通
 新日鐵化学(株) 正会員 前田悦孝

1. はじめに

コンクリートを骨材とセメントペーストから構成される2相材料と考えて、コンクリートの流動性は骨材表面に形成される余剰ペースト膜厚の大きさとセメントペースト軟らかさによって定まるとする余剰ペースト膜厚理論がある。本理論を一般的な配合設計に適用するためには骨材の形状や粒度の影響を定量的に評価する必要がある。本研究では、単一粒度のガラスビーズを細骨材として使用し、セメント系材料の粉体粒子径を変化させてモルタルのフロー値を測定し、モルタルのコンシステンシーに及ぼす細骨材粒子径、余剰ペースト膜厚、ペースト中の粉体粒子径の影響について検討した。

2. 使用材料および試験方法

セメントは市販品の普通ポルトランドセメント(粉末度 $3550\text{cm}^3/\text{g}$, 比重3.16, 以下、OPCと略記)を使用し、高炉スラグ微粉末は粉末度 $10670\text{cm}^3/\text{g}$ (比重2.90 以下、S10と略記)のものを使用した。高性能減水剤(以下、SPと略記)はナフタリンスルホン酸系のものを使用した。細骨材として使用したガラスビーズは数種類の市販品をふり分け・混合して6種類の単粒度細骨材を作成した。これら単粒度細骨材の物理的性質を表-1に示す。

表-1 単粒度細骨材の物理的性質

記号	粒度(mm) 篩の目の開き	面積体積平均 粒径(mm)
G0	0.036-0.075	0.055
G1	0.15-0.30	0.216
G2	0.30-0.6	0.436
G3	0.6-1.18	0.833
G4	1.18-2.36	1.702
G5	2.36-4.75	3.446

本試験でペースト部分の配合をOPCを $W/C=35\text{wt}\%$ とした配合(以下、OPC35系と略記)とS10を単味で使用し、OPCの $W/C=35\text{wt}\%$ の場合と同一の水/粉体容積比となる $W/S10=38\text{wt}\%$ としてSPをS10 $\times 0.55\text{wt}\%$ 添加した配合(以下、S10-SP系と略記)とし、モルタルの配合は余剰ペースト膜厚を概略 $5\sim 200\mu\text{m}$ (最小 $2\sim$ 最大 $4000\mu\text{m}$)の範囲となるように単位細骨材容積を変化させた。

3. 試験結果および考察

図-1は上から順にOPC35系、S10-SP系の余剰ペースト膜厚の対数とフロー値の関係を示したものである。これらの結果より、いずれのケースにおいても余剰ペースト膜厚とフロー値の関係は各粒子径毎に異なった関係を有しており、余剰ペースト膜厚は単独ではモルタルのコンシステンシーを説明しえないことがわかる。

ところで、同一フロー値を得るための余剰ペースト膜厚は粒子径にほぼ比例して増大すると考えられ

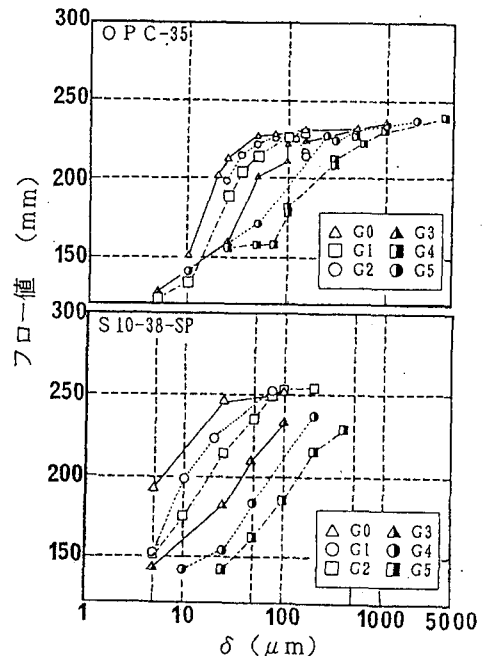


図-1 フロー値と膜厚の関係

ることから [3]、新たなパラメータとして粒子系の影響を考慮した余剰ペースト膜厚と細骨材の面積体積平均粒径の比（以下、 δ/d_{sv} と称す）を考えてフロー値との関係を検討した。検討結果を図-2に示す。これより、S10-SP系ではG0の δ/d_{sv} ～フロー値の関係が他より δ/d_{sv} の大きい側に位置したが、他の5つの細骨材では粒子径に関係なくモルタルのフロー値は δ/d_{sv} により定まる結果となった。OPC35系においてもG0はS10-SP系の場合と同様であり、G1も他よりやや δ/d_{sv} の大きい側に位置しているが他の4種類の粒子径では $\delta/d_{sv} \geq 0.03$ の範囲でフロー値は δ/d_{sv} により定まる結果となっており、 δ/d_{sv} 粒子径の効果を反映できているといえる。

図-5は d_{sv} と同一フロー値となるための δ/d_{sv} の関係を示したものであり、モルタルのフロー値が δ/d_{sv} に従う場合、同一フロー値となるための δ/d_{sv} は粒度細骨材の粒子径によらずほぼ一定の値になると考えられる。図中の----はペースト中の粉体粒子の累積通過重量が90%となる粒子径（以下、 d_{90} ）を d_{90}/d_{sv} として示している。これより、 d_{sv} が小さくなると同一フロー値となるための δ/d_{sv} が増大し、フロー値と δ/d_{sv} の関係がこの粒子径より大きな粒子径を使用した場合のフロー値と δ/d_{sv} の関係とはずれ生じ始めることがわかる。そしてこのずれ始める d_{sv} は $(d_{90}/d_{sv}) \geq (\delta/d_{sv})$ となる場合、即ち余剰ペースト膜厚がペースト中の粉体粒子の大きさと同等のオーダーに達した場合とほぼ一致していることがわかる。

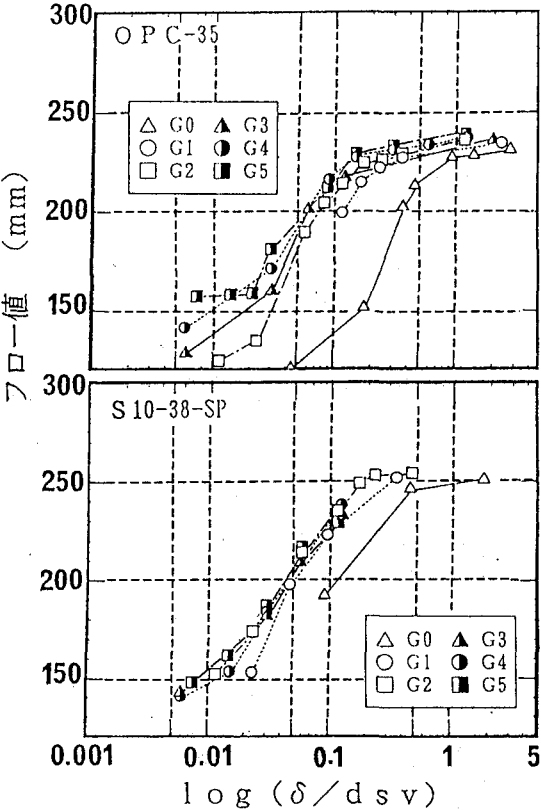


図-2 フロー値と δ/d_{sv} の関係

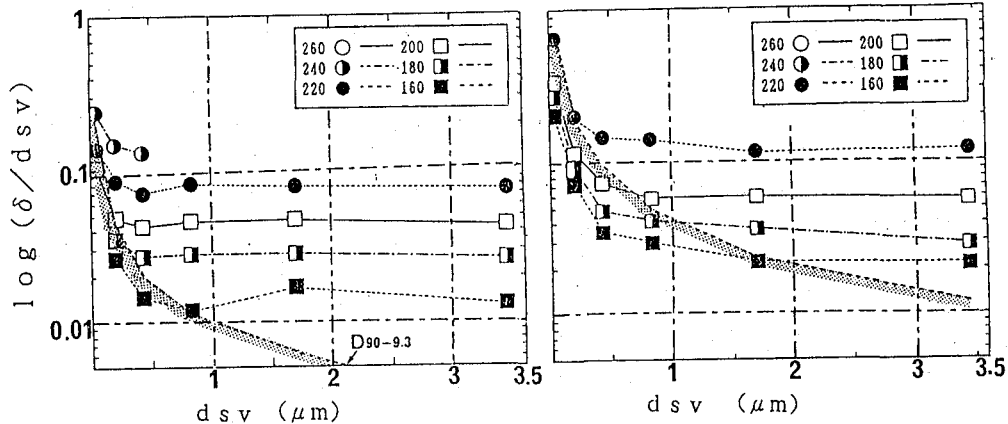


図-3 δ/d_{sv} と面積体積平均粒径の関係