

V - 26

材料の粒度が高流動コンクリートのフレッシュ性状に与える影響

(株)熊谷組技術研究所 正会員 櫻井 重英
同 上 渡部 聡
本州四国連絡橋公団 正会員 有馬 勇
同 上 正会員 末永 清冬

1. はじめに

本州四国連絡橋公団が建設中の明石海峡大橋の4Aアンカレイジ躯体部分（コンクリート量約14万m³）には、三成分系低熱型セメントを使用した高流動コンクリートが使用されている。高流動コンクリートは、高い流動性と分離抵抗性という相反する性質を併せ持つコンクリートであるが、これらの特性は様々な要因によって変動する。実施工では、スランプフローは骨材の表面水率管理と混和剤量の調節によって規格値の範囲内（45～60cm）に管理することが可能である。しかし同じスランプフローであっても粘性の変動によって分離抵抗性は異なったものとなるため、変動要因に対する粘性の変化を把握する必要がある。そこで、材料の粒度の変動に着目し、これらがコンクリートのフレッシュ性状に与える影響を調べるための実験を行った。また併せて、単位水量の影響も調べたので、その結果を報告する。

2. 配合および使用材料

実験に使用したコンクリートの配合を表-1に、使用材料を表-2に示す。

表-1 配合表

配合 No	W/C (%)	s/a (%) (石灰石微粉末を含まず)	単位量 (kg/m ³)					空気量 (%)	高性能AE 減水剤 (C×%)	空気量 調整剤 (C×%)
			水	セメント	石灰石 微粉末	細骨材	粗骨材			
①	53.8	36.0	140	260	150	614	1134	4.0	3.3 程度	0.024
②	55.8	36.0	145	260	150	609	1125	4.0	3.1 程度	程度

表-2 使用材料

材料名	産地・物性・成分等
セメント	三成分系低熱型セメント（中庸熱）：フライッシュ：高炉スラグ微粉末＝22：19：59） フルン値 4.780（中庸熱PC：3,250 FA：3,210 高炉SG：5,700）cm ² /g 比重 2.80
石灰石微粉末	石灰純度99.0% フルン値 7,500cm ² /g 平均粒径 5.3μm 比重 2.71
細骨材	香川県本島産海砂 比重 2.54 吸水率 2.39 %
粗骨材	兵庫県男鹿島産砕石（石英斑岩）比重2.63 吸水率 0.78 % 最大寸法40mm
高性能AE減水剤	変成リグニン、アルキルポリスルホン酸および活性持続剤の複合物
空気量調整剤	変成アルキルカルボキシ化合物系陰イオン界面活性剤

3. 実験方法

3. 1 細骨材の粗粒率の違いによる影響

配合①および②で細骨材の粗粒率（FM）を2.4から3.2まで0.2刻みで変化させ、フレッシュ性状の変動を調べた。試験項目および試験方法を表-3に示す。また各FMの細骨材は、表-2に示した海砂をふるいで分級し、粒度調整して作った。実験に用いた調合砂の粒度分布図を図-1に示す。

表-3 試験項目および試験方法

項 目	試 験 方 法
スランプフロー	土木学会規準
空気量	JIS A 1128
フルン値	JIS A 1123
セメントの 塑性粘度	コンクリートを5mmふるいでふるって得られたセメントを、B型粘度計（B8H形）で測定した。

練り混ぜは、容量 100ℓの二軸強制練りミキサーを用い、骨材・石粉・セメントを投入して30秒間空練りした後、水・混和剤を投入して 120秒間練り混ぜた。また練り上がり温度は20±1℃とした。

3. 2 高炉スラグ微粉末のブレン値の違いによる影響

三成分系低熱セメント中の構成成分の内、高炉スラグ微粉末の割合が約60%と最も大きいため、このブレン値を3,000, 4,000, 5,000 cm^3/g と変化させたセメントを作り、配合①において3.1と同様の試験を行った。

4. 実験結果

4. 1 細骨材の粗粒率の違いによる影響

配合① ($W=140\text{ kg}/\text{m}^3$) の場合の細骨材のFMと、スランブフロー・空気量・モルタルの塑性粘度の関係を図-2に示す。混和剤量一定の条件でスランブフローはFMが大きくなるほどやや大きくなる傾向があったが、空気量はFMが大きくなるにつれて若干低下する傾向が見られた。しかしこれらの変動幅は小さいものであり、本実験の範囲では、細骨材のFMがこれらの試験値に与える影響は少ないと考えられる。配合② ($W=145\text{ kg}/\text{m}^3$) の場合を図-3に示すが、その傾向はさらに小さくなっており、スランブフロー・空気量はほぼ一定となっている。

一方モルタルの塑性粘度を見ると、どちらの配合の場合もFMが大きくなるにつれて低下する傾向が認められた。ただし、配合②の場合、配合①に比べて同程度のスランブフローであっても全体的に塑性粘度が低く、またFMの増加に伴う低下の割合も小さくなっており、粘性への影響をFMおよび単位水量の変動と比較すると単位水量の変動の方が支配的であることを示唆している。

またブリージング率はいずれの場合も0%であった。

4. 2 高炉スラグ粉のブレン値の違いによる影響

図-4に高炉スラグ粉のブレン値とスランブフロー・空気量・モルタルの塑性粘度の関係を示す。混和剤量一定の条件で、いずれの試験値もほとんど変化は見られなかった。

5. まとめ

以上の実験結果から、以下のことが言える。

- 1) 細骨材のFMの変動がコンクリートのスランブフロー・空気量に与える影響は小さい。
- 2) モルタルの塑性粘度は、細骨材のFMが2.4から3.2まで増加すると、10~15P(約1/2)減少するが、単位水量を140 kg/m^3 から145 kg/m^3 に増加することによっても5~10P減少する。
- 3) 単位水量が多い方が、細骨材のFMの変動に対する塑性粘度の変動率は小さくなる。
- 4) 三成分系低熱型セメント中の高炉スラグ微粉末のブレン値を3,000~5,000 cm^3/g の範囲で変動させても高流動コンクリートのフレッシュ性状に与える影響は少ない。

5) 細骨材のFM変動をある程度管理することが必要であり、実際にはFM変動を2.5~2.8の範囲に管理している。この範囲でのモルタル塑性粘度の変動は5P程度に抑えられる。

6) コンクリートの粘性に対しては、上記の細骨材のFM変動より単位水量5 kg/m^3 の変動による影響の方が卓越しており、単位水量の管理（骨材の表面水率管理）が、高流動コンクリートの粘性管理の面からも最も重要と考えられる。

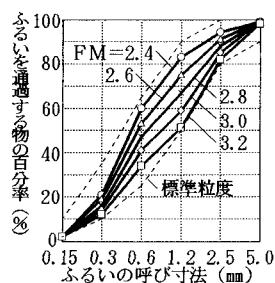


図-1 細骨材の粒度分布図

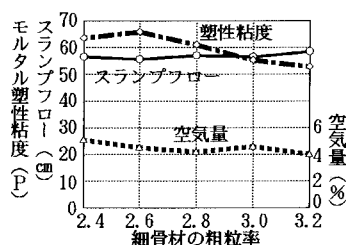


図-2 細骨材のFMとフレッシュ性状 (配合①の場合)

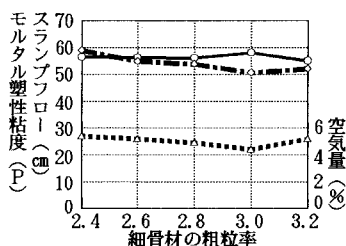


図-3 細骨材のFMとフレッシュ性状 (配合②の場合)

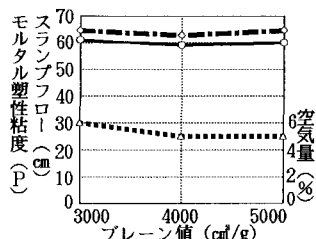


図-4 高炉スラグ微粉末のブレン値とフレッシュ性状