

V-238 新規セメントを用いた高強度吹付けコンクリートの開発(その2)

秩父小野田(株)中央研究所 正会員○徳橋一樹
 (株)小野田 開発研究所 正会員 結城 渡
 秩父小野田(株)中央研究所 正会員 名和豊春

1. はじめに

近年、良質の骨材の不足に伴い、骨材の品質が低下してきておりコンクリートの品質の低下が懸念されている。著者らも、普通セメントを用いた高強度コンクリートにおいて流動性や強度発現が、使用する細骨材によって変化することを見だしている。本研究は、このような背景から、第1報で示した新規セメントを用いた高強度吹付けコンクリートに及ぼす細骨材の影響をモルタルによって検討したものである。

2. 実験概要

2. 1 使用材料および配合

セメントは、第1報に示した新規セメント(以下SSCと略す)を用いた。細骨材は、図-1に示す普通セメントを用いた高強度コンクリートで大きな強度差を示した2種類(以下細骨材AおよびBと呼ぶ)を用いた。骨材の物性を表-1に示す。混和剤は、市販のポリカルボン酸系の高性能AE減水剤を、急結剤は、カルシウムアルミネート系の急結剤を用いた。モルタルの配合を表-2に示す。

2. 2 実験方法

モルタルは、ハンドミキサーを用い、細骨材、セメントおよび水(混和剤を含む)を投入し110秒間練混ぜを行い作製した。モルタルの流動性は、JIS R 5201に準じたフロー値によって評価した。

一方、急結剤無添加のモルタルの圧縮強度は、 $\phi 5 \times 10\text{cm}$ の供試体を用いJIS A 1108に準じて測定した。また、急結剤を添加した場合は、練混ぜ直後に、急結剤を投入し10秒間練混ぜを行い作製したモルタル塊から、所定材齢でコア供試体($\phi 4.5 \times 9\text{cm}$)を抜き取り圧縮試験に供した。

また、細骨材がモルタル中のセメントの水和に及ぼす影響を調べるため、伝導型微少熱量計を用い水和発熱速度を測定した。

3. 実験結果と考察

3. 1 モルタルの流動性

図-2に、高性能AE減水剤の添加率とモルタルフロー値の関係を示す。これより同一のモルタルフロー値(200)を得るのに必要な混和剤添加率は、セメント量に対し細骨材Aで0.8%、細骨材Bで2.0%と細骨材Bの方が2.5倍も多く必要とし、細骨材の種類により高強度コンクリートの流動性が大きく変化するのが分かる。

図-3に、混和剤の添加率を変えて、モルタルのフロー値を200と一定にした時の、フロー値の経時変化を示す。練上がり60分までにフロー値の変化は余りなく、60分以降徐々に低下する傾向を示す。なお、フロー値の変化に及ぼす細骨材の種類の差は確認されず、骨材の種類に応じた混和剤添加率を選定することで同一のワーカビリティを確保することができた。

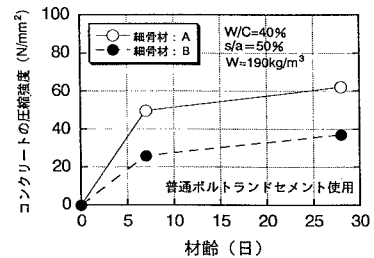


図-1 細骨材の種類による強度発現

表-1 細骨材の物性

骨材の種類	比重	吸水率 (%)	転弱率 (t/m³)	実積率 (%)	粗粒率	洗い試験 (%)
A	2.59	1.46	1.77	69.4	2.77	1.0
B	2.57	2.68	1.65	66.0	2.87	2.4

表-2 モルタルの配合

種類	W/C (%)	S/C (%)	急結剤添加量 (C×%)
急結剤添加	4.0	2.0	3.5
急結剤無添加		3.0	0

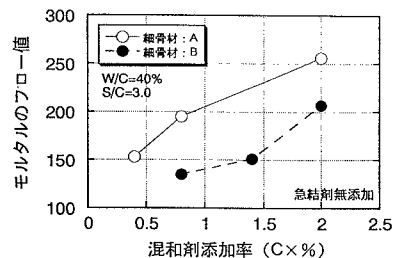


図-2 混和剤添加率とモルタルフロー値の関係

3. 2 モルタルの強度発現

図-4に、各モルタルの圧縮強度と材齢の関係を示す。急結剤無添加の場合、材齢28日で、細骨材Aおよび細骨材Bで、それぞれ78.8 N/mm²および65.3N/mm²と、細骨材Bの方が約14N/mm²も低下する結果となり、細骨材の種類によってモルタルの圧縮強度がかなり変化することが確かめられた。他方、急結剤添加の場合は、細骨材Aおよび細骨材Bとも各材齢とも、ほぼ同程度の強度発現を示し、細骨材の種類が変化してもモルタルの圧縮強度が変化しないことが認められた。これより、急結剤無添加に対する急結剤添加の強度発現率は、細骨材Aでは約60%、細骨材Bでは約80%となり、細骨材の種類により大きく異なることが分かった。したがって、現場において急結剤を添加したコンクリートの圧縮強度を推定する場合、細骨材の品質の変動を考慮しなければならないものと判断された。

エーライトの水和が、セメント硬化体の強度発現性に大きく寄与することは良く知られている¹⁾。図-5に、細骨材の種類を変化させたモルタル中のセメントの積算発熱量と水和時間の関係を示す。混和剤添加率が同じ場合、細骨材の種類が変化しても、積算発熱量は変化しないのが認められた。しかし、モルタルフロー値を一定するように混和剤添加率を変えたモルタルを比較すると、細骨材Bでは、過剰の混和剤を添加するため細骨材Aに比べ水和時間200分以降のエーライトの水和が著しく遅延し、かつ発熱量も小さいことが認められた。一方、急結剤に含まれるカルシウムアルミネートは混和剤を多量に吸着することが知られている²⁾。したがって、急結剤を添加した場合には、モルタルの液相中に存在する過剰な混和剤は、その多くがカルシウムアルミネートの急激な水和で消費され、その後のエーライトの水和には影響を及ぼさないものと考えられる。

以上の結果を考え合わせると、急結剤無添加の場合の細骨材の種類による強度発現の相違は流動性を確保するための混和剤添加率の差異がエーライトの水和に及ぼす影響から説明され、急結剤を添加した場合は、余剰な混和剤が急結剤が吸着するため細骨材の種類による強度発現の相違が緩和されたものと推論される。

4. まとめ

新規セメント（SSC）を用いた高強度吹付けコンクリートの流動性および強度発現に及ぼす細骨材の影響を、普通セメントでも差異を生じた細骨材を用いて、モルタルにより検討した。その結果、細骨材の種類によって新規セメントを用いた高強度モルタルの流動性および強度発現性が大きく左右されることが分かった。特に、強度発現は、急結剤の有無によって細骨材の影響の傾向が異なり、その結果として、見掛け上急結剤無添加に対する急結剤添加の強度発現率が細骨材によって大きく異なる結果となった。なお、その原因は、流動性の確保するのに必要な混和剤の添加率が、細骨材の種類により異なるためと推察された。

以上の結果より、混和剤を使用する高強度吹付けコンクリートにおいては、使用する細骨材がコンクリートの物性に及ぼす影響に十分留意し、吹付けコンクリートの流動性や強度発現の品質管理をする必要があるものと考えられる。

〔参考文献〕

- (1)大門正機：JME材料科学 セメントの科学-ポルトランドセメントの製造と硬化-，内田老鶴圃，1989
- (2)名和豊春，江口 仁：セメント・コンクリート論文集 No. 43，pp. 90-95，1989

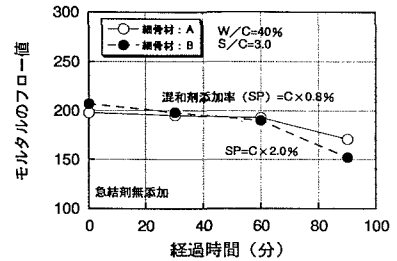


図-3 同一流動性のモルタルフロー値の経時変化

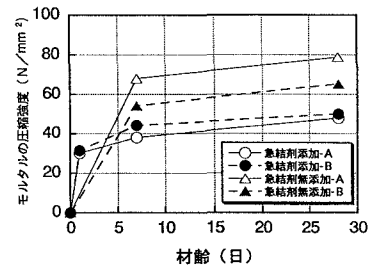


図-4 モルタルの強度発現

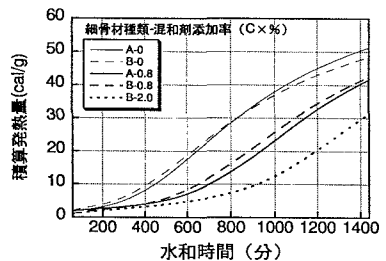


図-5 積算発熱量と水和時間の関係