

石炭灰を用いた吹付けコンクリートの強度発現特性に関する室内試験による検証

国土交通省中国地方整備局 非会員 児玉 克史
 中電技術コンサルタント(株) 正会員 石田 滋樹
 中電技術コンサルタント(株) 正会員 岸田 展明
 飛鳥建設(株)建設事業本部 正会員 平間 昭信

1. はじめに

石炭灰(以下,“FA”と称す)吹付けコンクリートは,コスト縮減等の効果が期待されることや,産業副産物の有効利用による循環型社会構築に貢献できることなどから,採用事例が増えてきている.しかし,FA吹付けコンクリートの急結剤添加率をセメント重量比率とした場合には,初期の凝結に遅延が生じる事例¹⁾も報告されており,適切なFA吹付けコンクリートの配合設計方法の策定が求められている.本論文では,FA吹付けコンクリートのFA混入率,練混ぜ温度,急結剤添加率と強度特性の関連性把握を目的として,国土交通省中国地方整備局発注工事において実施した室内モルタル試験分析結果を報告する.

2. 室内試験の概要

室内試験は,目標スランプ 10±2cm を満足したコンクリート配合から粗骨材を除き,表-1 に示す配合のモルタルを用いた.FAによるセメント置換率は,コスト縮減効果が得やすいと考えられる 20~30%とし,セメント置換の効果を明確にするために,細骨材置換は行っていない.

なお,急結剤添加率は,セメントとFAを合計した総粉体量に対する重量比率とした.

室内モルタル試験では,凝結試験(JSCE-D102)及び圧縮強度試験を行った.試験材齢は,初期強度として1,3,24時間,長期強度として7,28日とした.試験パターンは,表-1 に示すようにFA置換率,急結剤添加率及び練混ぜ温度を変え,全16パターンで実施した.

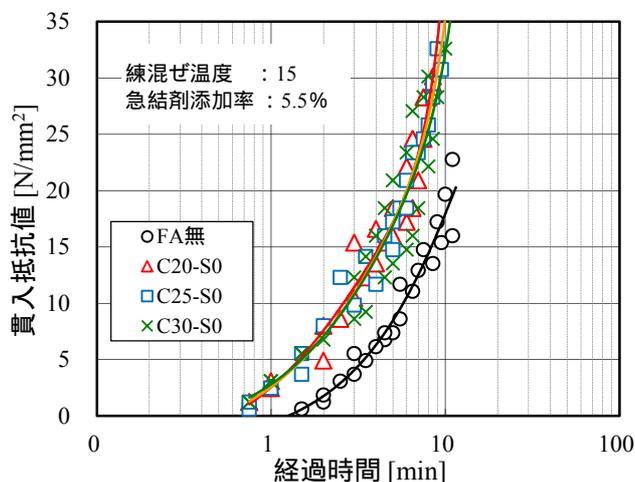


図-1 凝結試験結果

表-1 コンクリート配合及び試験パターン¹⁾

配合 No ²⁾	FA ³⁾ 置換率 (%)	水セメント比 W/C (%)	水粉体比 W/P (%)	単位総粉体量 ⁴⁾ P (kg/m ³)	単位量(kg/m ³)					急結剤添加率 ⁵⁾ (%)	
					C	FA	W	S	G	練り混ぜ温度()	
C00-S0	0	57.8	57.8	360	360	0	208	1,085	660	5.5	7.0
C20-S0	20	68.8	55.0		288	72	198	1,089	662	5	15
C25-S0	25	72.6	54.4		270	90	196	1,089	662	5	15
S30-S0	30	77.0	53.9		252	108	194	1,089	662	5	15

1 : 試験パターンは,FA置換率(4パターン)×急結剤添加率(2パターン)×練混ぜ温度(2パターン)=16パターン
 2 : Cは,セメント重量に対する置換え率,Sは,細骨材重量に対する置換え率(今回は対象なし)
 3 : 石炭灰は,JIS 種相当の原粉
 4 : 総粉体量は,セメント量+石炭灰量
 5 : 急結剤は,カルシウムアルミネート鉱物系を使用し,添加率は総粉体量に対する割合

キーワード : 吹付けコンクリート,石炭灰,室内試験,モルタル試験,初期強度

連絡先 : 〒734-8510 広島県広島市南区出汐二丁目3番30号 TEL:082-256-3496

3. 試験結果

(1) 凝結性状

FA 置換率を変えた場合の凝結試験結果を図-1 に示す。FA を混入することにより強度発現が促進されていることがわかる。ただし、置換率 20%以上においては、いずれも同程度であり、FA 置換率による違いは認められない。

(2) 初期強度

材齢 1, 3 時間のモルタル圧縮試験結果を図-2, 図-3 に示す。凝結試験と同様に、材齢 3 時間までは FA によるセメント置換率が高いほうが圧縮強度は大きくなることを確認できる。これは、セメント粒子に対して 100 分の 1 以下の微粒子 (0.5 μm 以下) である FA を混入することによる物理的強度増進効果 (フィラー効果) によるものと考えられる。また、急結材添加率は、5.5%より 7.0% とした場合の方が、圧縮強度は高くなっており、練混ぜ温度による圧縮強度の違いはみられない。

次に、材齢 24 時間の強度試験結果を図-4 に示す。材齢 24 時間では圧縮強度は FA 混入量に関わらず基本配合と同程度となっていることが確認された。また、ここでも急結材添加率を高くすることで圧縮強度が高くなり、練混ぜ温度による影響はみられない。

(3) 長期強度

FA 置換率および急結材添加率を変えた場合の長期強

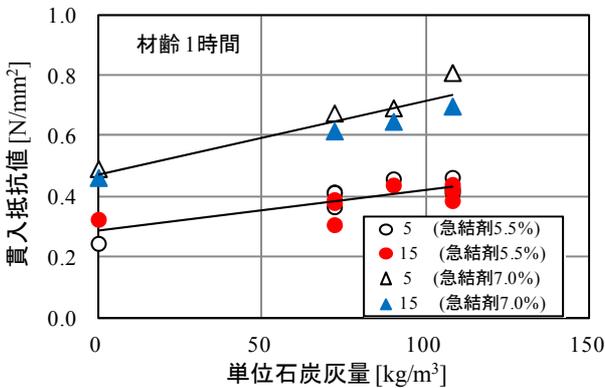


図-2 初期強度 (材齢 1 時間)

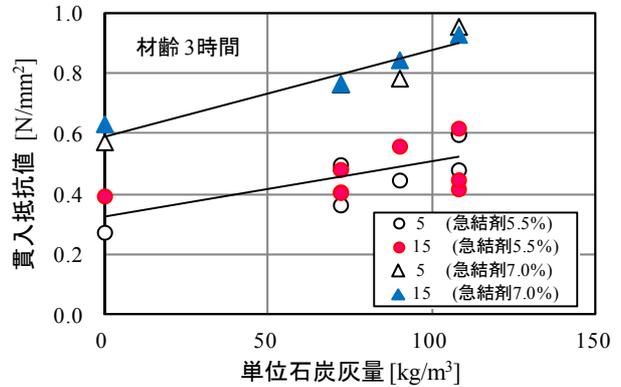


図-3 初期強度 (材齢 3 時間)

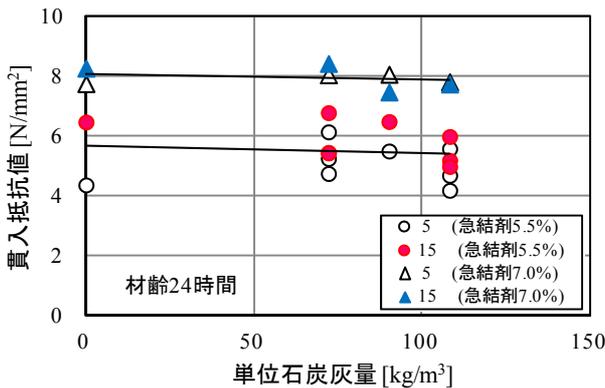


図-4 初期強度 (材齢 24 時間)

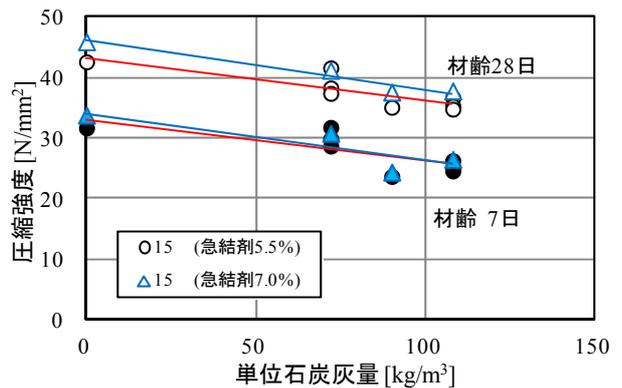


図-5 長期強度 (材齢 7, 28 日)

度試験結果を図-5 に示す。材齢 7, 28 日では FA 置換率が高いほうが圧縮強度は小さくなる傾向となり、セメント量の違いが影響していると思われる。また、材齢 28 日では、急結剤添加率による影響はほとんど見られない。

4. まとめ

急結剤を添加した FA モルタルの初期強度は、FA によるセメント置換率が 20~30%の範囲では、急結剤添加率を総粉体量比率とすることで、FA 置換率が高いほど発現強度が大きくなり、5~15 の範囲では練り混ぜ温度の影響は認められないことが確認できた。つまり、適正な急結剤添加量を設定することで、FA 吹付けコンクリートの初期強度は通常の吹付けコンクリートと同等以上の強度発現特性を持つことがわかる。なお、別途実施した現場試験施工結果によると、セメント置換率 0~30%の全配合について、28 日強度の平均値は全供試体で 22N/mm² 以上であったが、95%超過確率値では、セメント置換率が高い配合では 18N/mm² を下回る場合が認められたことから、配合設計に際しては十分な配慮が必要である。

参考文献

1) 岩城 圭介, 平間 昭信, 周藤 昭夫, 齊藤 直: 吹付けコンクリートへの石炭灰の適用に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.1, pp.1385-1390, 2003.