

石炭灰原粉を用いた乾式吹付けコンクリートの試験施工

中国電力 正会員○安野孝生 正会員 齊藤 直 正会員 池田陵志
奥村組 正会員 松田敦夫 正会員 蛭子清二 正会員 浜田 元
奥村組 正会員 飯島俊荘 正会員 須田博幸 正会員 齋藤隆弘

1. はじめに

石炭火力発電所から発生し、集塵したままの石炭灰原粉は、使用量や置換率など使用方法に注意すれば吹付けコンクリート材料として利用可能である¹⁾²⁾。乾式ではベースコンクリートの強度を確認することが困難なため、石炭灰を混和材料として使用する場合の適当な目安がない。そこで、水セメント比や置換率の設定、石炭灰種類の影響などを検討するために実施した試験施工について報告する。

2. 試験概要

吹付け材料は表1の水準を目標として、生コン工場で混合を行い試験場まで運搬した。ノズル部の添加水量は流量計を見ながら送水量を調整した。搬送前の混合材料の含水量を赤外線水分計で計測し、送水量と吹付け速度から単位水量を換算した。吹付けは1:0.7の法面に行い、強度試験用の供試体の作製とリバウンド試験を実施した。使用材料を表2、試験方法を表3に示す。

3. 試験結果

計測結果から換算した配合を表4に示す。表1の計画水準とは一致しない。

図1に単位水量の影響を示す。吹付け時にノズルから供給する水を絞ることにより初期および長期強度はともに増加する。今回の試験では単位水量の最小は204kg/m³であるが、180kg/m³程度までこの傾向は続き、強度の増加とともにリバウンドも増加すると考えられる。

表1 試験水準

項 目	水 準
石炭灰種類	水島(M)、新小野田(O)
単位総粉体量 kg/m ³	400, 460, 520
単位石炭灰量 kg/m ³	200, 230, 260, 320
単位水量 kg/m ³	200, 230, 260
急結材添加量 kg/m ³	25, 32

表2 使用材料

名 称	特 性
石炭灰 C A	M:密度 2.10,比表面積 4550 O:密度 2.17,比表面積 2910
セメント C	普通ポルトランド 密度 3.16
細骨材 S ₁	知和産砕砂 密度 2.69
S ₂	北条産陸砂 密度 2.57
粗骨材 G	弓削産砕石 密度 2.66
急結材 A	カルシウムアルミネート系

表3 試験項目

項 目	頻 度	方 法
ブルアウト強度	24h	JHS 701,702
コア圧縮強度	4,13W	JHS 703JIS A 1107
リバウンド	—	吹付重量と跳返重量

表4 実施配合

No	石炭灰種類	到着時含水量 %	添加水量 kg/h	吹付け速度 m ³ /h	単位量 kg/m ³						急結材添加量 kg/m ³
					水	セメント	石炭灰	細骨材 1	細骨材 2	粗骨材	
1	なし	5.7	780	5.6	210	347	0	938	235	641	26.7
2	M	5.2	780	5.4	204	231	231	999	0	641	27.8
3		5.2	924	5.4	231	224	224	965	0	619	27.8
4		5.2	1046	5.6	250	218	218	942	0	604	26.7
5		5.2	880	5.2	228	192	192	1046	0	614	28.8
6		5.2	891	5.2	229	192	192	1044	0	614	36.9
7		5.4	1058	5.9	244	197	257	898	0	632	25.4
8		5.1	1046	6.0	237	199	318	832	0	637	25.0
9		4.5	1058	5.7	239	258	258	853	0	636	26.3
10	O	5.1	935	5.8	222	227	227	982	0	630	25.9

キーワード：石炭灰、乾式吹付けコンクリート、強度、配合、リバウンド、混和材料

中国電力土木部 〒730-8701 広島市中区小町 TEL:070-5828-5233 FAX:082-523-6367

図2に総粉体量(C:CA=1:1)の影響を示す。380kg から450kgに増加すると初期および長期強度がともに増加するのに対し、520kgになると材齢24hと4週は低下し、13週は増加する。また、図3の単位石炭灰量(C 200kg)の影響では、CA量が増加すると材齢24hはほとんど変わらないのに対し、長期強度は増加している。石炭灰の増加は初期強度に対してあまり寄与しないが、長期強度の増加には高い効果のあることわかる。

図4にセメントのみと石炭灰種類を変えた場合の強度を示す。石炭灰を使用した場合はセメントのみに比べて初期強度は低い但其後の伸びは明らかに大きい。石炭灰種類では水島産の方が新小野田産より大きい。湿式の場合、減水性能の悪い水島産は単位水量が増えることにより強度発現の面で不利であるが、乾式では、単位水量を同じにできることから、石炭灰の粒径が小さいことと Fe_2O_3 が少ないことにより、大きな強度が得られたものと考えられる。

図5に急結材の添加量の影響を示す。急結材の添加量を増やしても強度はほとんど変わらず、長期強度ではやや低下する傾向がある。図6にリバウンド率を示す。法面を使用した試験であるため、リバウンド率はすべて10%以下であった。したがって、付着性能の良否を判定することは難しいが、初期強度の最適範囲があることを示唆している。

4. まとめ

石炭灰原粉を乾式吹付けに使用するとセメントのみに比べて初期強度はやや低下するものの長期強度の増進は著しい。ノズルにおける添加水量を減らすことにより初期および長期強度は増加させることが可能である。使用量を増やしても初期強度の増加は期待できないが、長期強度は増加する。石炭灰種類により強度は変動するが、この主な原因は粒径と化学成分(特にFe)によるポゾラン活性の違いと考えられる。

参考文献

- 1) 飯島他「石炭灰原粉の吹付けコンクリートへの適用性について」土木学会第54回年次学術講演会V-489, 1999.9
- 2) 飯島他「石炭灰原粉を用いた吹付けコンクリートのモデル試験施工」土木学会第55回年次学術講演会V-213, 2000.9

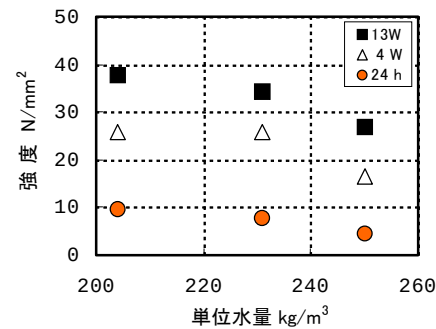


図1 単位水量と強度の関係 (配合 No. ②③④)

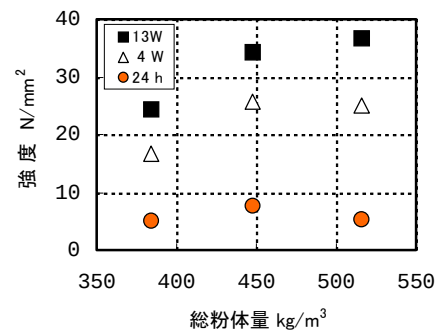


図2 総粉体量と強度の関係 (配合 No. ⑤③⑨)

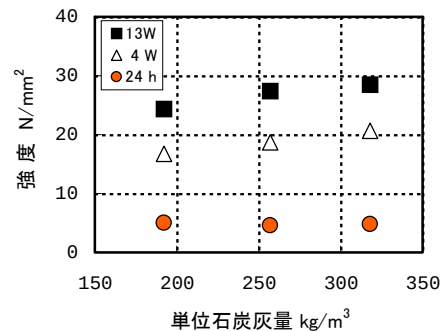


図3 単位石炭灰量と強度の関係 (配合 No. ⑥⑦⑧)

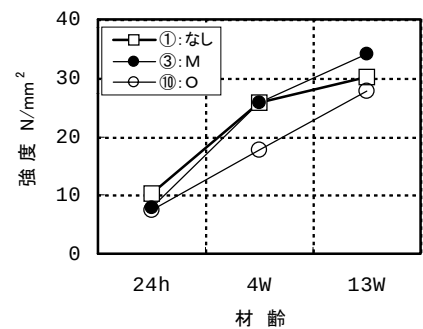


図4 石炭灰種類の影響

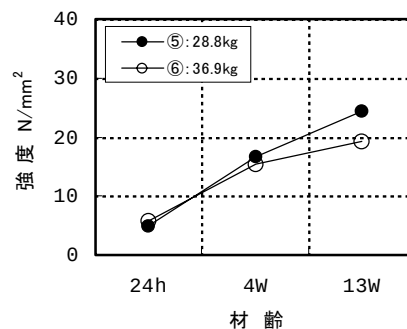


図5 急結材添加量の影響

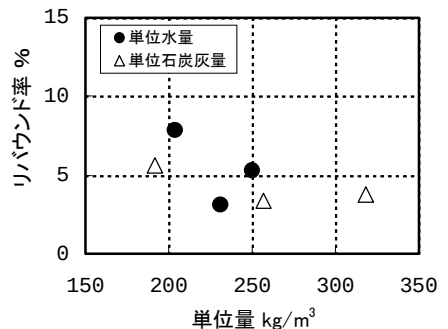


図6 各単位量とリバウンド率の関係 (配合 No. ②③④と⑤③⑨)