

石炭灰原粉を用いた湿式吹付けコンクリートの現場施工

奥村組 正会員○山崎泰典 正会員 桑原昭浩 井岡政俊
 奥村組 正会員 松田敦夫 赤崎修一 原田竜也
 エネルギア・エコ・マテリア 正会員 齊藤 直 正会員 安野孝生

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湿式および乾式吹付けコンクリート材料として利用でき¹⁾²⁾、それぞれの配合設計手法の提案も行ってきた³⁾⁴⁾。石炭灰の有効利用だけでなく、施工者のコスト縮減も可能で、採用の拡大が期待されている。本報告では、二つの道路トンネル（島根県Nトンネルと山口県Kトンネル）における採用の経過とその結果についてまとめた。

2. 配合の決定

表1のトンネルで使用する石炭灰配合は、材料選定により暫定配合が定まり⁴⁾、所定のスランプが得られるように試験練りで調整して表2となった。粉体量は石炭灰を使用したベースコンクリートのC/W-強度関係式から決まり、単位水量の違いは骨材特性の影響が大きい。Nトンネルは、単位水量 205kg で試験練りを開始したが、目標スランプ 10cm を得るために 5kg 増えた。逆に、Kトンネルは 6kg 減らすことができた。

次に、表2の配合の施工性と強度を確認するためにモデル吹付けを実施した。比較のためにセメント単味の配合も同時に行っている。表4に結果を示す。配合の違いによる施工の差異は特に認められなかった。石炭灰の強度発現は緩やかであり、ベースコンクリートの材齢 4 週までは通常配合に比べて低いが、13 週では同等となっている。吹付け後も 24 時間はやや低いが、必要強度（吹付け後 24 時間 5N/mm²、4 週 18N/mm²）は十分満足する値が得られた。この結果により、Nトンネルでは材料変更により、KトンネルではVE提案により石炭灰配合の使用が許可された。

表1 トンネルの諸元

		Nトンネル	Kトンネル
内空断面	m ²	45	77
延長	m	434	605
石炭灰配合吹付け延長	m	290	605

表3 試験項目

	試験	方法
ベース	スランプ	JIS A 1101
	圧縮強度	JIS A 1108
吹付け後	ブルアウト強度	JHS 701,702
	コア圧縮強度	JHS 703, JIS A 1107
	粉塵濃度	厚生労働省ガイドライン
	跳ね返り率	跳ね返り重量/吹付け重量

表4 モデル吹付けにおける強度

		Nトンネル		Kトンネル	
		石炭灰	通常	石炭灰	通常
ベース	1W	20.8	24.4	26.3	33.4
	4W	31.5	37.9	39.9	45.2
	13W	42.4	42.9	52.8	51.1
吹付け後	24h	8.3	9.5	10.2	12.6
	4W	23.5	21.4	29.2	33.0

単位：N/mm²

表2 使用配合

トンネル	産出発電所	W/C %	W/P %	s/a %	単位量 kg/m ³					使用材料
					水	セメント	石炭灰	細骨材	粗骨材	
N	三隅	78	54	58	210	271	117	970	737	セメント：普通ポルトランドセメント，比重 3.16 石炭灰：比重 2.20 細骨材：加工山砂，比重 2.56 粗骨材：碎石，比重 2.71
	なし	60	60	62	216	360	-	1062	691	
K	新小野田	70	49	59	196	280	120	1004	747	セメント：普通ポルトランドセメント，比重 3.16 石炭灰：比重 2.20 細骨材：海砂砕砂混合，比重 2.59 粗骨材：碎石，比重 2.71
	なし	56	56	60	202	360	-	1067	747	

キーワード：石炭灰、湿式吹付けコンクリート、強度、配合、混和材料

奥村組技術研究所 〒300-2612 つくば市大砂 387 TEL:029-865-1521 FAX:029-865-1522

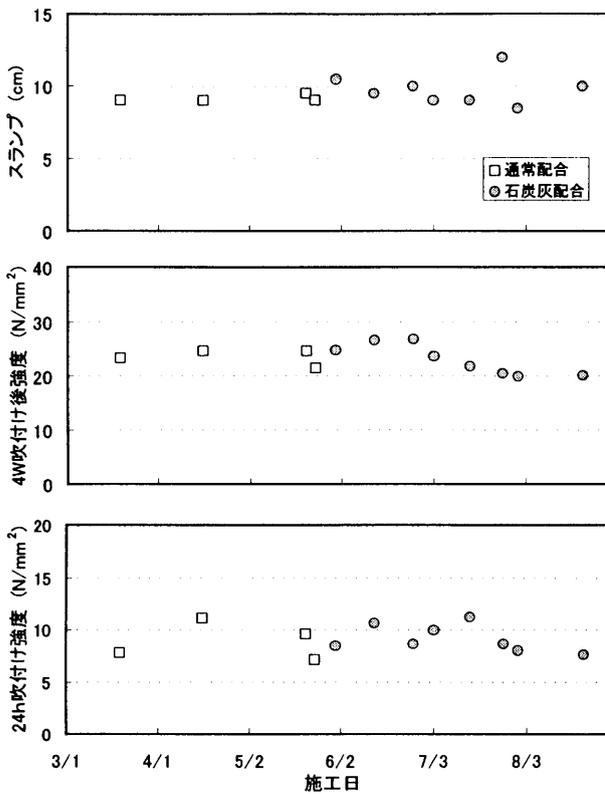


図1 スランプと強度（Nトンネル）

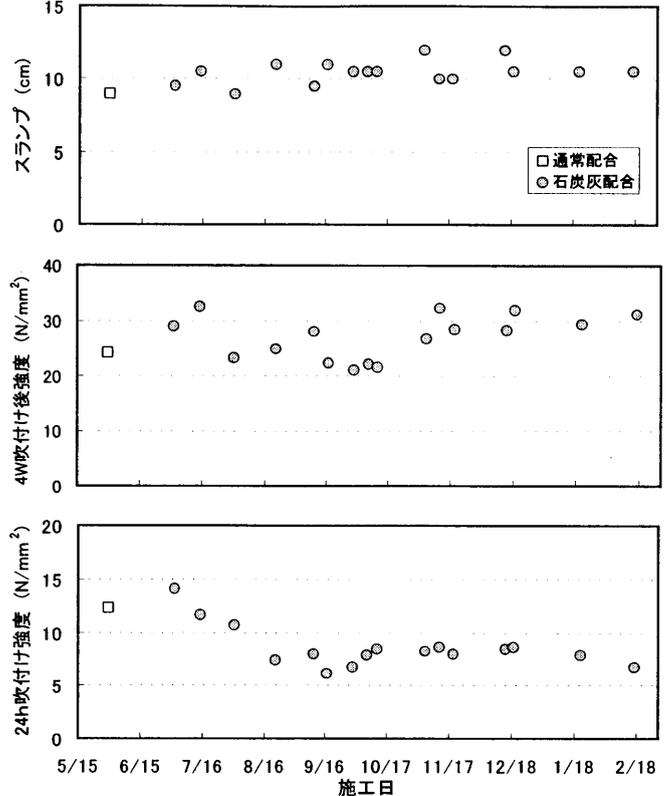


図2 スランプと強度（Kトンネル）

3. 施工結果

図1と図2に日常管理試験の結果を示す。当初、石炭灰の品質変動により、スランプ値が管理範囲に収るか危惧していたが、両トンネルとも大きな変動はなかった。生コン工場の出荷管理によるところが大きいと考えられる。吹付け後24時間強度はばらつきがあるものの基準値は十分クリアしている。Kトンネルでは施工開始から約1か月10N/mm²を大きく越える強度が得られた。その後、強度が下がっているのは、同様の施工を継続すると夏季に入るとさらに強度が上がり、長期強度の低下と跳ね返りの増加が予想されたため、急結材の添加量を下げたことが原因である。冬季に入り、コンクリート温度は10℃まで下がったが、付着性能が落ちることはなかった。4週強度では、夏季に低くなる傾向がみられるものの18N/mm²に対して、余裕があった。表5に材齢4週のベースコンクリートと吹付け後の強度比を示す。配合設計では0.7を用いていたが、0.75程度に引き上げることが可能と考えられる。

表5 4週強度比

トンネル	吹付け後/ベース
N	0.82
K	0.78

表6に石炭灰と通常配合の粉塵量、跳ね返り率の比較を示す。粉塵量は2～4割減少し、跳ね返り率も同等以下となっている。

4. まとめ

石炭灰によりセメントと細骨材の一部を置換した湿式吹付けを二つのトンネルで施工した。配合設計に基づいて決定した配合により、材齢24時間、4週の基準強度を満足し、粉塵量、跳ね返り率でも有用であることが実証できた。

表6 粉塵量と跳ね返り率

トンネル	石炭灰/通常	
	粉塵	跳返り
N	0.82	0.69
K	0.63	0.99

施工にあたり、国土交通省中国地方整備局、島根県農林水産部の皆様にご配慮をいただきました。ここに深謝いたします。

参考文献

- 1) 佐々木他「石炭灰原粉を用いた乾式吹付けコンクリートの現場施工」土木学会第56回年次学術講演会V-247, 2001.10
- 2) 西田他「3種類の石炭灰原粉を用いた湿式吹付けコンクリートの特性」土木学会第57回年次学術講演会V-489, 2002.9
- 3) 松田他「石炭灰原粉を用いた乾式吹付けコンクリートの配合選定」土木学会第56回年次学術講演会V-245, 2001.10
- 4) 安野他「石炭灰原粉を用いた湿式吹付けコンクリートの配合設計」土木学会第57回年次学術講演会V-490, 2002.9