

Ⅵ-13 分級フライアッシュ（J I S I 種）を活用したコンクリート吹付け粉塵低減材の開発
ーフライアッシュの種類による吹付け性能の相違についてー

四国電力株式会社 建設部 正会員 ○岩原 廣彦
四国電力株式会社 建設部 正会員 石井 光裕
四国電力株式会社 建設部 正会員 加地 貴
四電産業株式会社 環境事業部 正会員 油野 邦弘

1. はじめに

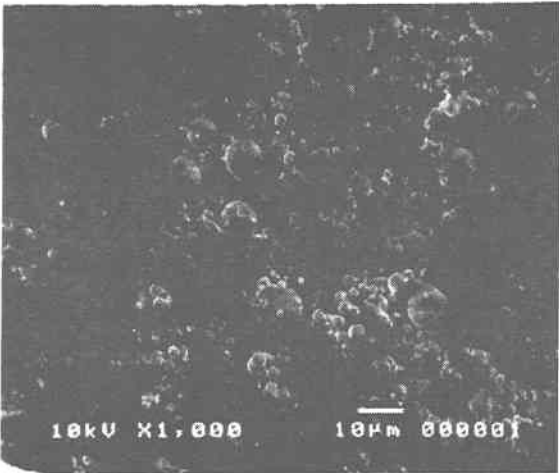
近年トンネル工事等での粉塵に対する規制が強化されており、吹付けコンクリート用の各種粉塵低減剤が開発されている。このような中、分級フライアッシュ（JIS A 6201-1999 I 種）を活用して、吹付けコンクリート施工時の粉塵を大幅に低減する粉塵低減材を開発した。

トンネル吹付け試験において、粉塵低減材として分級フライアッシュを吹付けコンクリートに混入することにより、未混入のプレーンコンクリートやフライアッシュ原粉を混入したコンクリートと比べて粉塵量が大幅に低減できるとともに強度発現が向上する等の効果が確認できたので、その内容について報告する。

2. 粉塵低減材の概要

今回開発した粉塵低減材は、フライアッシュ原粉から 20μm 以下に選別抽出して得られた微細なフライアッシュである。

（写真－1）また、原粉との比較においては、品質変動が小さい、球形の粒子が多い、ポゾラン反応性が高い等の性質を有している。両者の物性比較を表－1に示す。開発して粉塵低減材は、現場条件に応じて吹付けコンクリートに 50 ～ 150kg/m³ 混入することでその効果を発揮する。



写真－1 分級フライアッシュの電子顕微鏡写真

表－1 粉塵低減材と原粉との物性比較

	密度 (g/m ³)	比表面積 (cm ² /g)	フロー値比 (%)
粉塵低減材 (JIS I 種相当)	2.40	5,570	111
原 粉 (JIS II 種相当)	2.24	3,560	107

3. 吹付け試験概要と試験結果

(1)コンクリート配合

トンネル吹付け試験において使用したコンクリートの配合を表－2に示す。

(2)吹付け試験概要

トンネルの吹付け試験は、吹付け機械にツインピストン方式のポンプ（最大吐出量 14m³/h）を使用し、吹付けコンクリート 1m³ をトンネルアーチ方向 45° 前後に約 8 分間吹付けた。この吹付け時間内の発生粉塵量をデジタル粉塵計を使用して測定した。また、トンネル内にブルーシートを敷設し、コンクリート吹付け後のリバウンド量を測定し、リバウンド率を算出した。

(3)吹付け試験結果

開発した粉塵低減材を 100kg/m³ 混入することにより、未混入の従来配合に比べて粉塵量は約 60%に低減

表－2 トンネル吹付け試験のコンクリート配合

配合 No.	フライアッシュ 種別	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)					急結剤
				水 W	セメント C	フライアッシュ FA	細骨材 S	粗骨材 G	
1	なし	61.7	60	222	360	—	1031	708	C×6%
2	原 粉 (JIS II 種相当)	56.4		203		100	945	726	
3	粉塵低減材 (JIS I 種相当)	56.4		203		100	953	726	

しており、原粉を使用した場合に比べても約 10%低減している。また、リバウンド率も未混入の従来配合の 21.9%に比べて約 50%減の 10.4%であり、原粉を使用した場合の 15.9%からも約 35%減となっている。(図-1)

これは、混入した分級フライアッシュの微粉末効果によりコンクリートの粘性が適度に増加し、それによる付着力が、吹付け時におけるコンクリートの微粒子の分離、飛散を低減させたものと考えられる。

さらに、コスト面からの比較では、開発した粉塵低減材を 100kg/m³ 混入することにより、未混入の従来配合に比べて材料費が約 7%低減することとなった。

次に、開発した粉塵低減材の混入量による粉塵低減およびリバウンド低減効果については、混入量が多くなるほどその効果が高くなるが、100kg/m³ 混入と 150kg/m³ 混入とではその効果差が少なくなる。(図-2)

吹付け試験で作成した吹付けコンクリート供試体の圧縮強度試験結果を図-3に示す。JSCE-G561の引抜き試験方法に準じて測定した初期圧縮強度(材齢 1 日)では、分級フライアッシュを混入した場合は、未混入に比べて 1.9 倍程度の強度増加となっており、良好な強度発現を示している。これは、分級フライアッシュの微粉末効果により、急結剤によるセメントの水和反応がさらに促進されたことによるものと考えられる。また、材齢 28, 91 日の長期圧縮強度では、分級フライアッシュを混入した場合は、未混入の場合に比べて、1.5 倍、1.3 倍程度の強度増加となっており、良好な強度発現を示している。これは、分級フライアッシュの微粉末効果により単位水量が減少するとともに、空隙充填効果とポズラン効果によりコンクリートの硬化体が緻密化し強度発現が向上したものと考えられる。

4. まとめ

トンネル吹付け試験から、吹付けコンクリートに粉塵低減材として分級フライアッシュを 100kg/m³ 混入することにより、未混入のプレーンコンクリートや原粉を混入したコンクリートと比べて粉塵量やリバウンド量を大幅に低減できるとともに、初期・長期の良好な強度発現の向上を確認することができた。

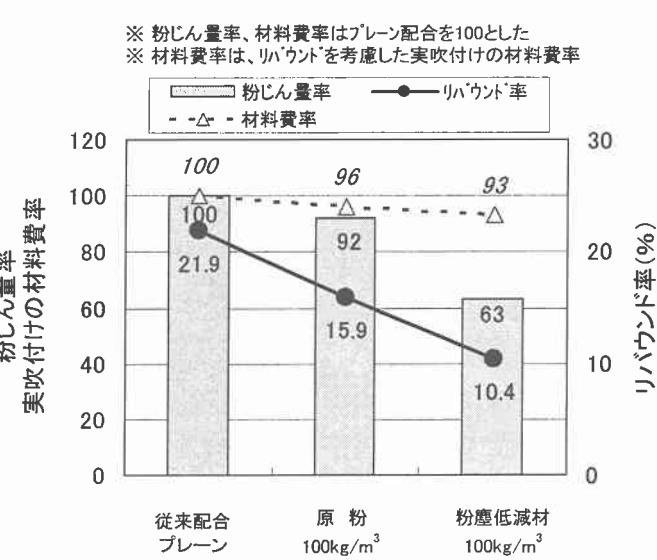


図-1 フライアッシュ種別による粉塵、リバウンドおよびコストの比較

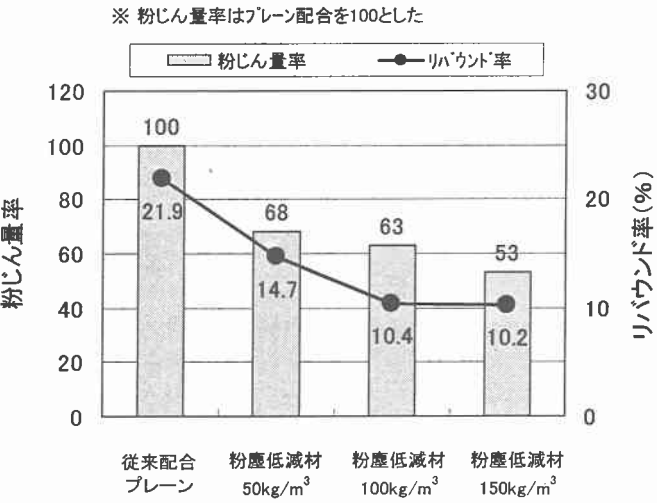


図-2 粉塵低減材混入量による粉塵およびリバウンドの低減効果

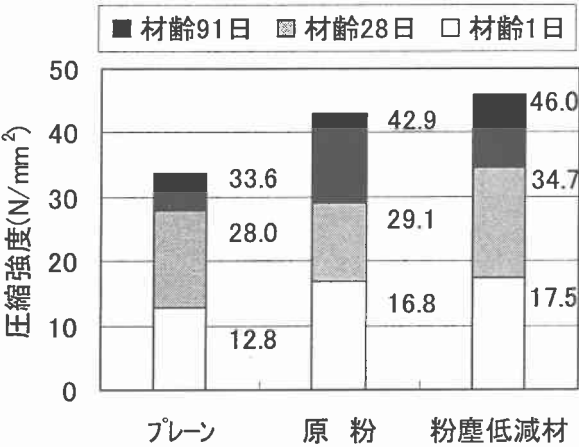


図-3 トンネル吹付け試験のコンクリート圧縮強度