

西松建設機技術研究所 正会員 原田 耕司

西松建設機技術研究所 正会員 松井 健一

1. まえがき

NA TMでは吹付けコンクリートの品質が施工性等に大きな影響を与える。吹付けコンクリートは従来急結剤を添加することにより粉じん、リバウンドを改善してきたが、急結剤を使用するとコンクリートの耐久性が低下する等の問題点もあった。

一方、近年注目され始めたシリカフュームは、超微粒子であることから大きな比表面積を持ち、コンクリートに混入すると粘性が増加し、また圧縮強度や耐久性が改善されるという報告例¹⁾もあり、吹付けコンクリートに適した混和材料と思われる。

そこで、吹付けコンクリートにシリカフュームを混入することによる効果を、施工実験により検討した。また、あわせて粉じん低減剤を添加した場合、スチールファイバー吹付けコンクリートにこれらを使用した場合の効果についても検討した。

2. 試験条件

2. 1 トンネルの概要：施工実験は二箇所のトンネルで行なった。いずれのトンネルもNA TMで施工されており湿式吹付けコンクリートを使用した。

2. 2 使用材料：使用材料を表-1に示す。

2. 3 配合：表-2にブレンコンクリートの配合を、表-3に配合の種類を示す。シリーズIIではスチールファイバーコンクリートを使用した。

2. 4 練り混ぜ方法：ミキサに全材料（急結剤を除く）を投入し空練りを行なった後、水を加えて練り混ぜを行なった。

2. 5 吹付け厚：シリーズIでは15cm、シリーズIIでは10cmで行なった。

3. 測定項目および方法

3. 1 スランブ試験：ベースコンクリートの品質管理試験としてスランブ試験をパチャープラントで行なった。

3. 2 粉じん測定：デジタル粉じん計によりIトンネルでは切羽から5、10、30m、IIトンネルでは7m、40mの位置で地上1mの高さで測定した。なおローボリュウムサンプラーによる質量濃度の測定を行なうことにより、換算係数K値を求めた。

3. 3 リバウンド測定：リバウンドの測定は吹付け位置周辺にシートを敷き、吹付け終了後全量集積しその重量を測定することにより求めた。

表-1 使用材料

	シリーズI		シリーズII	
セメント	普通ポルトランドセメント		普通ポルトランドセメント	
細骨材	川砂、比重：2.50		川砂、比重：2.64	
粗骨材	砕石、比重：2.84、G _{max} ：13mm		川砂利、比重：2.64、G _{max} ：10mm	
フライン			両端波付スチールファイバー(トミックス)	
混和材料	シリカフューム	顆粒(マイクロシリカ94)	顆粒(マイクロシリカ94)	
	急結剤	急硬性鉱物 (T-ROCK)	急結性セメント鉱物 (トミックスT-5)	
	粉じん低減剤	メタセロース(シラバン)	メタセロース(シラバン)	

表-2 ブレンコンクリートの配合

シリーズ	W/C (%)	S/A (%)	スランブ (cm)	単位量 (kg/m ³)					
				W	C	S	G	F	急結剤
I	58	64	10±2.5	202	360	1088	675	—	19.8
II	61	57	10±2.0	221	360	952	715	80	21.6

表-3 配合の種類

シリーズ	種類	急結剤 (%)	シリカフューム (%)	粉じん低減剤 (%)	スチールファイバー (kg/m ³)
I	A(7レーン)	5.5	0	0	0
	B	〃	5.0	0	〃
	C	〃	〃	0.15	〃
II	D(7レーン)	6.0	0	0	80
	E	〃	5.0	0	〃
	F	〃	〃	0.15	〃

*セメント重量に対する割合。

3. 4 圧縮強度試験：材令1日の強度はブルアウト試験により求めた。材令28日の強度はブラントで採取した供試体（ $\phi 10 \times 20$ cm）とパネルに吹付けたコンクリートから採取したコア（ $\phi 5 \times 10$ cm）の2種類を試験した。

4. 測定結果および考察

4. 1 シリーズI

シリーズIの測定結果を表-4に示す。

表-4 シリーズIの測定結果

(1) スランブ：シリカフュームを混入するとスランブは小さくなった。これはシリカフュームを混入することによりコンクリートの粘性が増したためと考えられる。

(2) 粉じん濃度：シリカフューム、粉じん低減剤いずれも粉じん濃度を低減する効果があった。

(3) リバウンド率：シリカフューム、粉じん低減剤いずれもリバウンドを低減する効果があった。

(4) 圧縮強度：初期強度は、シリカフュームを混入することにより増加した。また粉じん低減剤を併用するとブレンコンクリートより強度は大きい、シリカフュームを単体で用いた時よりも若干低下した。

材令28日の強度は、ベースコンクリート（急結剤無添加）ではシリカフュームを混入することにより増加したが、粉じん低減剤の併用した場合にはブレンコンクリートよりも低い結果となった。これは粉じん低減剤の主成分がメチルセルロースであるためと考えられる。一方コア（急結剤添加）の強度も供試体と同じ傾向を示したが、急結剤の影響により供試体より1～2割低い結果となった。

4. 2 シリーズII

シリーズIIの測定結果を表-5に示す。

表-5 シリーズIIの測定結果

(1) スランブ：シリカフュームの混入によるスランブの低下はほとんどなかった。

(2) 粉じん濃度：シリカフュームを混入することにより50%近く低減され、さらに粉じん低減剤を添加すると85%近く低減された。ブレンコンクリートの粉じん濃度が高い時これらの混和材料は粉じん低減に非常に有効であると考えられる。

(3) リバウンド率：シリカフュームを添加することによりリバウンドは低減したが、粉じん低減剤を併用してもその効果は認められなかった。

(4) 圧縮強度：強度試験の結果は、シリーズIと同じ傾向を示した。

5. まとめ

シリカフュームの混入は、粉じん濃度、リバウンド率を改善し、特に粉じん濃度の高い場合には非常に有効であった。また強度に関しても初期の強度発現を促進させ、材令28日における急結剤による強度低下を改善することが確認できた。

粉じん低減剤は、粉じん濃度の低減効果は認められたが、コンクリートの圧縮強度は低下する危険性があるのでその点を考慮する必要がある。

以上のことにより、シリカフューム、粉じん低減剤の使用に際しては、使用目的（粉じん、リバウンドの低減、コンクリートの耐久性等）を明確にし、経済的使用量を定める必要があると考えられる。

<参考文献>

1) 社団法人 セメント協会；海洋開発専門委員会報告「シリカフュームを用いたコンクリートに関する調査報告」1986年3月