

V-487

スラリー急結剤による繊維補強吹付けコンクリートのはね返り低減効果に関する研究

飛島建設 技術研究所

飛島建設 土木技術部

飛島建設 技術研究所

電気化学工業セント・特殊混和材研究所

正会員 岩城圭介

市川健作

正会員 平間昭信

石田 積

1.はじめに

近年、山岳トンネル標準工法に用いる吹付けコンクリートでは、高強度化や繊維補強などが検討され、実施工の例も増加している。繊維補強吹付けコンクリートに関しては、全材料のはね返りに対し繊維のはね返りが非常に多く¹⁾、曲げじん性の確保のみならず経済性の観点からも、その低減が課題として挙げられる。一方、粉体急結剤の粉じん低減を目的に、筆者らが提案したスラリー急結剤²⁾は、図-1に示すような吹付けシステムを用いて、

カルシウムサルフォアルミネート(CSA)系粉体急結剤を連続的にスラリ化し、供給される。このスラリー急結剤を用いた吹付けコンクリートは、壁面への良好な付着性を有することが施工試験²⁾で確認されている。

本報では、スラリー急結剤の付着性に着目し、凝集・凝結性状、はね返りおよび曲げタフネスについて検討を行い、スラリー急結剤を用いた吹付けコンクリートのはね返り低減への有効性について検証を行った。

2.凝集・凝結性状

壁面への付着性状の影響因子のひとつと考えられる凝集(ゲル化)性状については、一般的な試験方法が示されていない。そこで、ビニール袋にてセメントペースト(W/C 45%, 高性能減水剤添加率1.5%)と急結剤を混合し、触指によるゲル開始時間を測定した。試験のケースを表-1に示す。なお、急結剤添加率は、セメント量の5%, 10%とした。

ゲル開始時間の測定結果を図-2に示す。スラリー急結剤では、急結剤添加率が5%, 10%のいずれの場合も、粉体急結剤やスラリー用急結剤を粉体添加した場合に比べ、ゲル開始時間が速く、急結剤混合後の瞬時に凝集することが示された。また、触指により、スラリー急結剤のゲル保持性は、粉体急結剤に比べ優れることが確認された。これらから、スラリー急結剤を用いた吹付けコンクリートは、可塑性を有した状態で壁面に達すると予想される。

凝結性状については、土木学会規準JSCE-D 102付属書「貫入抵抗による凝結時間測定方法」に準拠し、W/C 40%, 高性能減水剤添加率1.0%の1:2モルタルを用いた試験を行った。経過時間と貫入抵抗値の関係を図-3に示す。凡例は図-2と同様で、記号に

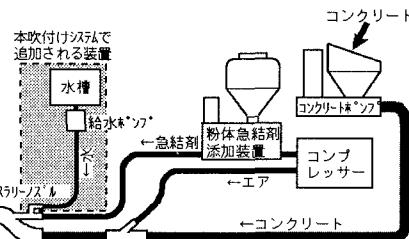


図-1 スラリー急結剤を用いた吹付けシステム

表-1 凝集・凝結試験ケース

記号	セメント種別	急結剤種別	
		種類	形態
N-P-P	普通ボルトランドセメント	高強度用	粉体
N-S-P	スラリー用	スラリー	
N-S-S			
H-P-P	早強ボルトランドセメント	高強度用	粉体
H-S-P	スラリー用	スラリー	
H-S-S			

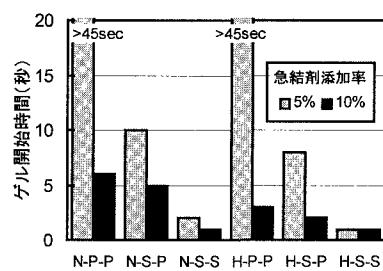


図-2 触指によるゲル開始時間

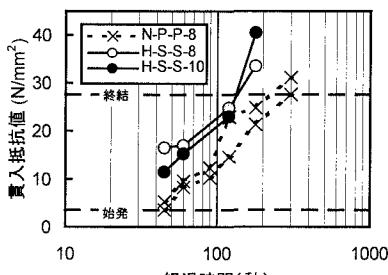


図-3 経過時間と貫入抵抗値の関係

キーワード：スラリー急結剤、吹付けコンクリート、繊維補強、はね返り、曲げじん性

〒270-0222 千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬 5472 飛島建設技術研究所 TEL: 0471-98-7559 FAX: 0471-98-7586

続く数字は急結剤添加率を示す。試験結果より、スラリー急結剤は早強ポルトランドセメントとの組合せで、経過時間45秒以内で始発し、粉体急結剤と同等以上の凝結性状を示した。このことから、スラリー急結剤においても、通常の吹付けコンクリートと同等以上の急結性を確保できると考えられる。

3. はね返り、繊維はね返り

スラリー急結剤を用いた繊維補強吹付けコンクリートのはね返り、繊維のはね返りの測定を行った。はね返りの測定は、模擬トンネル上半部約120°の範囲に吹き付けた約1m³のコンクリートを対象とした。試験配合を表-2に示す。なお、表中の配合450-P、467-Pは、比較対象とした粉体急結剤を用いた配合である。450-Pは高強度用CSA系急結剤を用いた配合であり、467-Pは一般用急結剤を用いた現場実験¹⁾の配合である。

試験で得られたはね返り率と繊維はね返り率の関係を図-4に示す。なお、繊維のはね返り率とは、吹き付ける前のコンクリート中の鋼繊維重量に対するはね返り中の鋼繊維重量の比である。繊維はね返り率は、急結剤の種別に係わらず、はね返り率の概ね2倍程度であった。また、スラリー急結剤を用いた場合のはね返り率、繊維はね返り率は、粉体急結剤と同程度の測定値を含むものの、概ね低減され、はね返り率の平均が10.4%，繊維はね返り率の平均が19.8%と良好な結果が得られた。吹き付けたコンクリート中の繊維残存率は、スラリー急結剤で83～94%程度、粉体急結剤で82～85%程度と算出された。

4. 曲げタフネス

表-2の試験配合のうち、繊維残存率が85.8%であった配合650-Sと繊維残存率が81.9%であった配合450-Pの2配合について、土木学会規準JSCE-G552「鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度および曲げタフネス試験方法」により曲げタフネス試験を実施した。繊維残存率と曲げじん性係数の関係を図-5に示す。なお、試験材齢は28日で、同一材齢での2配合の圧縮強度は同程度であった。曲げタフネスの試験結果では、圧縮強度が同等で、繊維残存率が改善されたにも係わらず、曲げじん性係数の向上が認められなかった。この原因として、繊維の配向性や水平吹き付けによる供試体の成形などが考えられる。

5. まとめ

スラリー急結剤のはね返り低減効果について、凝集・凝結性状の把握と施工実験を通して検証した。得られた知見を以下に示す。

- 1) はね返り、繊維はね返りの試験結果から、スラリー急結剤の適用により、繊維補強吹付けコンクリートのはね返りを低減できる可能性が見出せた。
- 2) スラリー急結剤のはね返り低減効果は、急結剤混合後の極初期における凝集（ゲル化）が速く、可塑性を有した状態で壁面に付着することに起因すると考えられる。
- 3) 吹付けコンクリートの曲げタフネスを適正に評価するためには、供試体採取方法を含めた試験方法の検討を要すると考えられる。

【参考文献】

- 1) 岩城・小川・大嶋・上山：鋼繊維補強吹付けコンクリートの曲げじん性評価、土木学会第53回年次学術講演会概要集V、1998。
- 2) 市川・平間・岩城・寺島・有水：スラリー急結剤を用いたTBM吹付けモルタルシステムの開発、土木学会トンネル工学研究論文・報告集、1998。

配合種別	粗骨材 最大寸法 (mm)	目標*1 スランプ (cm)	水セメント 比 (%)	細骨材 率 (%)	単位量 (kg/m ³)			急結剤		
					水	セメント	鋼繊維	粘調剤	種別	急結剤 添加率 (C %)
500-S-V	15	20.0	40.0	70.0	200	500	78.5	0.15	スラリー *2	8.0
500-S-1			38.5	68.0	192.5			-		10.0
500-S-2		50.0 (ヨロ)	35.0	70.0	228	650		スラリー *2	8.0	
650-S			20.0	45.0	203	450			10.0	
450-P		18.0	45.0	70.0	210	467	58.9	-	粉体	9.0
467-P*3										

*1スランプは高性能減水剤にて調整。 *2スラリー急結剤の水粉体比:70% *3文献1) 現場試験結果

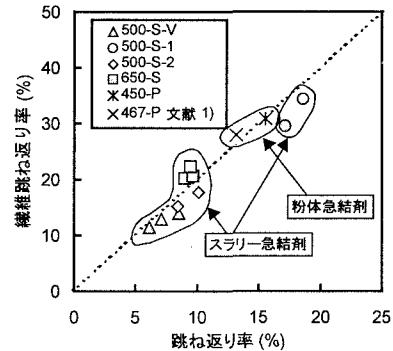


図-4 はね返りと繊維はね返りの関係
(図中の破線は、1:2の関係である。)

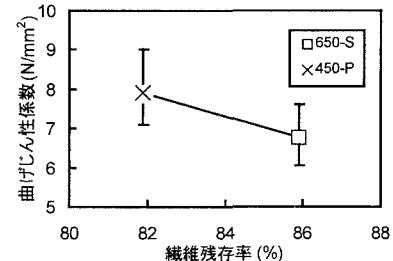


図-5 繊維残存率と曲げじん性係数の関係