

V-486

アルカリフリー液体急結剤を使用した高強度コンクリート吹付け実験

太平洋セメント（株）研究本部佐倉研究所 正会員 松浦 茂
 同 上 正会員 小川 洋二
 同 上 正会員 綾田 隆史
 ローディアジャパン（株）化学品第二事業本部 D.GARDINER

1. はじめに

近年、トンネルの大断面化に伴い、吹付けコンクリートの高強度化が要求されるようになってきた。1) 他方、従来から使用されている汎用粉体急結剤は、粉塵、アルカリ焼けなどの作業環境およびアルカリ骨材反応などコンクリートの耐久性の問題を抱えている。これらの問題の解決策として、最近アルカリフリー液体急結剤が我が国でも注目され始めている。液体急結剤を使用した吹付けでは、コンクリートのリバウンドが減少することが知られており 2), 鋼繊維を含有する吹付け施工では、経済的にも利点が生まれるものと考えられる。本報では、新規のアルカリフリー液体急結剤を使用した高強度コンクリート吹付け実験を模擬トンネルにて実施したので以下に報告する。

2. 実験概要

2. 1 使用材料およびコンクリート配合

実験に使用した材料を表1に示す。本実験で使用したアルカリフリー液体急結剤は、リバウンド率の低減および長期強度発現の向上を狙った新規の液体急結剤である。

コンクリート配合を表2に示す。アルカリフリー液体急結剤の課題として、従来の粉体急結剤に比べ初期急結性が劣る問題がある。凝結試験の結果より、十分な急結性を得るにはW/Cを40%以下に低減するとともに、早強セメントを使用することが有効であることから、実験では普通セメント（OPC）とともに早強セメント（HPC）を使用した。目標スランプは 22 ± 2 cm、空気量 4 ± 1 %, 設定急結剤添加量はセメントに対して 12 ± 1 %とした。

表1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント, 比重:3.16 早強ポルトランドセメント, 比重:3.14
細骨材	砕砂および海砂
粗骨材	砕石, max 13 mm
混和剤	ポリグリコールエステル誘導体
急結剤	水溶性アルミニウム塩
鋼繊維 (SF)	両端フック付き結束型ファイバー $\phi 0.6$ mm×長さ 30mm, 比重:7.85

表2 コンクリート配合

セメント	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
OPC	40	60	200	500	1009	732
HPC	40	60	200	500	1008	731

2. 2 試験方法

吹付け実験は、まず鋼繊維を混入しない配合で実施して性状を確認した後、半径約6mの模擬トンネルを使用し、鋼繊維を1%混入するコン

表3 コンクリート配合（鋼繊維補強）

セメント	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
			W	C	S	G	SF
OPC	40	70	200	500	1124	512	78.5
HPC	40	70	200	500	1123	511	78.5

クリート配合でリバウンド試験を含む実験を実施した。吹付け機は鋼繊維を混入しない配合ではエア圧送タイプの「アリバ 260」を、鋼繊維補強の配合ではピストンタイプの「ブツマイスター BSM-1405E」を使用した。吹付け性状は目視により観察した。初期強度試験は、土木学会基準 JSCE-G651 に準拠、圧縮強度試験は JISA1107 に準拠した。養生は気中養生とし、コア（5×10cm）採取方法は JSCE-G651 に準拠して実施した。また、リバウンド試験は、模擬トンネル側壁上部から天端にかけて約1m³を吹き付けて実施した。試験時のコンクリート吐出速度は約12m³/hrであった。

キーワード：液体急結剤、高強度、吹付けコンクリート、鋼繊維、リバウンド、早強セメント

〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 TEL 043-498-3876 FAX 043-498-3849

3. 実験結果および考察

3. 1 繊維無添加吹付けコンクリート

コンクリート温度 20℃での付着性状は、OPC を使用した場合、付着直後のコンクリートの硬化が遅く急結性は不十分であったが、HPC を使用した配合では、ほぼ良好な性状を示した。強度試験結果を図 1 に示す。OPC、HPC とともに材齢 3 時間では約 2 N/mm² 以上を示し、その後の強度発現性も良好であった。材齢 28 日では、いずれもベースコンクリートに対し、80%以上の強度発現となり、OPC で 4.9 N/mm²、HPC で 5.7 N/mm² を示した。

3. 2 鋼繊維補強吹付けコンクリート

夏場 8 月の実験となったことから、コンクリート温度は約 34℃と高い値を示した。このため、急結性は OPC を使用した場合でも極めて良好であり、いずれも良好な付着性状を示した。

強度試験結果を図 2 に示す。強度は、コンクリート温度が高かったため極めて高い 3 時間強度を示した。7 日以降の強度発現性は、HPC では良好であったが、OPC では HPC に比べ強度発現性が悪かった。20℃での実験では良好な結果を得ていることから、本実験の高温下での初期養生条件に原因があった可能性が示唆される。

リバウンド試験結果を図 3 に示す。リバウンド率はいずれのセメントを使用した場合もコンクリートで約 10%、鋼繊維で約 20%、鋼繊維残存率約 90%を示した。従来の吹付け施工での値と比べると、極めて優れたリバウンド特性であることがわかった。

4. まとめ

新規のアルカリフリー液体急結剤を使用した吹付け実験を実施した結果、以下のことを確認した。

- 1) 早強セメントを使用することにより、普通セメントに比べ急結性を改善した吹付けを実施でき、長期強度発現性も良好であった。
- 2) リバウンド率は、コンクリート、鋼繊維とも従来に比べ大きく低減することを確認できた。鋼繊維残存率は約 90%を示すことから、鋼繊維含有の吹付けコンクリートの施工においては、本液体急結剤の使用が極めて有効であると考えられる。

今後は、耐久性試験を含めたデータの蓄積と併せて低リバウンドのメカニズムの解析も進めていく予定である。

〔参考文献〕

- 1) 第二東名神トンネルに関する技術講演会、日本道路公団監修、(財) 高速道路技術センター編集 (1998)
- 2) シングルシェル適用に関する検討報告書、ジェオフロンテ研究会 (1997)

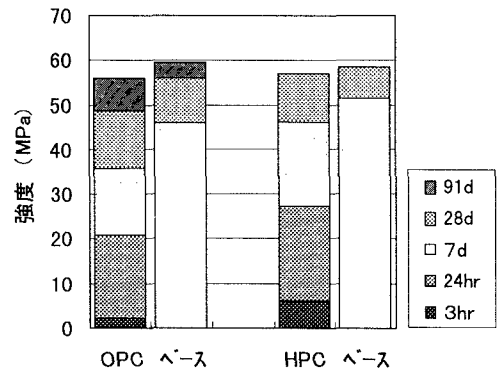


図 1 強度試験結果

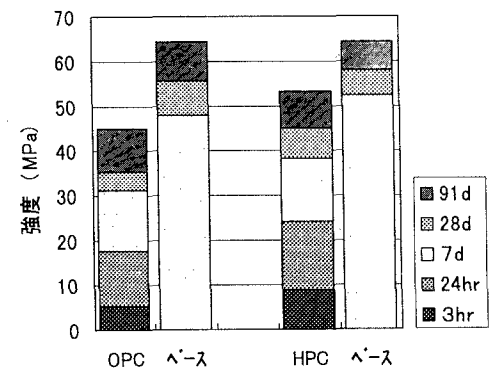


図 2 強度試験結果（鋼繊維補強）

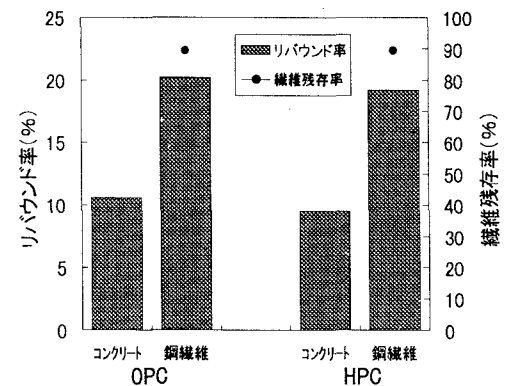


図 3 リバウンド率および繊維残存率