

V-80

高強度配合による吹付けコンクリートの実験的研究

日本セメント(株)	正会員	下山善秀
日本セメント(株)		廣瀬 哲
日本セメント(株)	正会員	綾田隆史
日本セメント(株)		石川繁樹
日本セメント(株)		高田岳志

1. まえがき

今日のトンネル施工において、吹付けコンクリートによるNATM工法が主流となっている。今後、吹付けコンクリートを高強度とすることで吹付け厚さを低減したり、大断面のトンネル施工への可能性がある。

本実験はシリカフェーム等特殊な混和材を使用せず、早強セメントを用いたベースコンクリートを高強度配合とした吹付けコンクリートについて吹付け性状、圧縮強度等物理的性状を把握し、高強度吹付けコンクリートの実用化を検討することを目的とした。

2. 予備室内試験

吹付け実験を実施する前に予備的に室内試験を実施し、以下の事項を定めた。

- ①強度発現に良好な早強セメントを使用する。
- ②減水剤を使用することでベースコンクリートの水セメント比を35%まで低減した高強度配合とする。
- ③低添加率型急結剤(試作品)と無機硫酸塩を主成分とする急結助剤(試作品)を組み合わせ使用とする。

3. 模擬吹付け実験

3.1 目的

上記で定めた材料および配合条件を組み合わせ高強度吹付けコンクリートを得ることを目的として、実機を用いて模擬吹付け実験を実施した。

3.2 試験概要

3.2.1 使用材料

- (1)セメント：普通ポルトランドセメント(比重:3.15)、早強ポルトランドセメント(比重:3.12)
- (2)細骨材：栃木産砕砂(比重:2.62, F.M.:3.02) (3)粗骨材：青梅産砕石(最大寸法:13mm, 比重:2.64)
- (4)混和剤：ポリカルボン酸塩系減水剤
- (5)急結剤：セメント鉱物系急結剤(現状品)、低添加率型急結剤(試作品)、急結助剤(試作品)

3.2.2 配合

以下に示す配合1~4について試験を実施した。

配合1：普通セメント使用、水セメント比=60%、目標スランプ=10~12cm、現状急結剤のみ使用

配合2：早強セメント使用、水セメント比=40%、目標スランプ=15~18cm、現状急結剤および急結助剤使用

配合3：早強セメント使用、水セメント比=35%、目標スランプ=15~18cm、現状急結剤および急結助剤使用

配合4：早強セメント使用、水セメント比=35%、目標スランプ=15~18cm、試作急結剤および急結助剤使用

配合1は一般的な吹付けコンクリートの配合とし、ベースコンクリートの目標スランプを10~12cmとした。

配合2~4は早強セメントを使用し、減水剤によって水セメント比を低減した高強度配合とした。目標スランプを15~18cmとしたのはコンクリートの粘度が大きくなり、ポンプ圧送性を考慮したためである。さらに強度向上を目的として急結助剤を予めセメントに内割り(セメント×2%)でプレミックスした。配合4については、低添加率型急結剤(試作品)を用いた。細骨材率はすべて60%とし、目標とする急結剤の添加率を4~10%とした。

3.3 吹付け方法

吹付け方法を図-1に示す。

測定機器には吹付機にリードガンおよび急結剤供給機にQ-ガン(ともにブライブリコ社製)を用いた。

3.3.4測定項目

ベースコンクリートについてはスランプ、温度および圧送の可否を測定した。吹付けコンクリートについてははね返り・粉塵の有無および急結

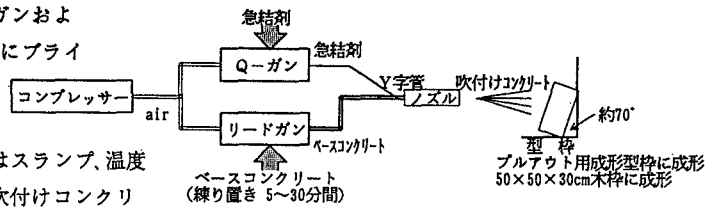


図-1 吹付け方法

性を指触あるいは目視で、初期強度を土木学会規準に準じたプルアウト(材齢:3, 24h)で、コア強度を図-1で成形した木枠から材齢6日で $\phi 10 \times 20$ cmのコアを抜き取り以後20℃水中養生して測定した(材齢:7, 28d)。

4. 試験結果

表-2 ベースコンクリートの配合およびフレッシュ性状

配合 配合および フレッシュ性 状を表-2に 示す。	配合	単位結合材 量 (kg/m ³)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					減水剤 (C×%)	スランプ ^a (cm)	温度 (℃)
					C	助剤	W	G	S			
	1	360	60	60	360	0	216	659	977	0	12.0	14.0
	2	400	40	60	392	8	160	704	1044	2.75	18.0	14.0
	3, 4	572	35	60	561	11	200	604	895	1.1	17.0	13.0

ベースコンクリートのポンプによる圧送はすべて可能であった。

4.2圧縮強度、はね返り・粉塵の有無および急結性状

吹付けコンクリートの材齢毎による急結剤添加率と圧縮強度の関係について、配合1～4の試験結果を図-2～5に示す。図より以下のことがいえる。

- ① 一般的な吹付けコンクリートの圧縮強度は材齢28日で250～350kgf/cm²である。配合1は現状の急結剤を使用した一般の吹付けコンクリートと同様の配合であり、急結剤添加率4～11%の範囲で材齢28日の圧縮強度は300～400kgf/cm²と若干大きくなった。はね返り、粉塵、急結性等吹付け性状は通常とほぼ同等であった。
- ② 配合2は早強セメントを使用し、水セメント比を40%としたため1日以降の圧縮強度は配合1に比べ大幅に向上した。急結剤添加率5～8%の範囲で材齢28日の圧縮強度は450～500kgf/cm²となった。急結性状も良好であったが、はね返りおよび粉塵は多かった。
- ③ 配合3は配合2に比べ水セメント比が小さく、急結剤添加率2.5～5.5%の範囲で材齢28日の圧縮強度は650～730kgf/cm²とさらに向上した。はね返り・粉塵は少なかったが、急結性状が悪かった。
- ④ 配合4は急結剤添加率3.0～4.5%で材齢28日の圧縮強度は670～720kgf/cm²となり、配合3と同等であったが、はね返り・粉塵および急結性状は良好となった。配合3と比較して急結剤の効果が発揮されるのは低添加型急結剤と併用する場合であることが明らかとなった。

5. まとめ

今回模擬吹付け実験において、早強セメントを用いたベースコンクリートを高強度配合として、低添加型急結剤および急結剤を併用することで、吹付け性状良好で材齢28日圧縮強度が600kgf/cm²以上となる高強度吹付けコンクリート(配合4)を得ることができた。今後、実用化に向けてさらに検討を重ねていく。

----- :3h, - - - - :24h, — :7d, - - - - :28d

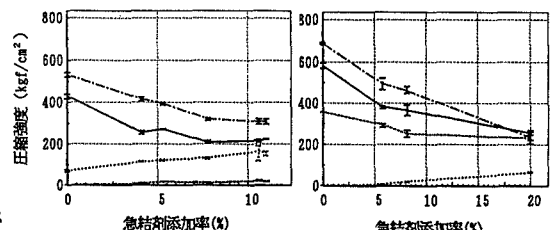


図-2 配合1

図-3 配合2

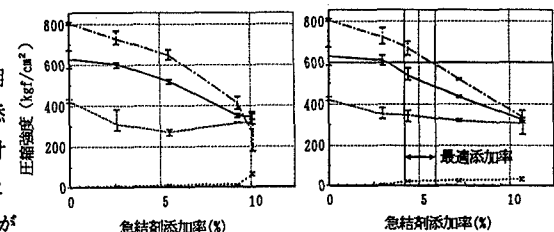


図-4 配合3

図-5 配合4