

塗布型収縮低減剤・養生剤がコンクリートの表面透気係数に及ぼす影響

太平洋セメント(株) 正会員 ○ 井口 舞
太平洋セメント(株) 正会員 兵頭 彦次
太平洋マテリアル(株) 正会員 丸田 浩

1. はじめに

コンクリート構造物の長寿命化, 高耐久化の観点から, コンクリートの品質確保は重要な課題である. コンクリートの品質向上には, 養生が重要であることは言うまでもないが, 構造物によっては, 工程上, 養生期間が十分に確保できない場合がある. このようなケースでは, 養生剤等を適用することによって品質向上を目的とした対策を講じる必要がある.

本検討では, 早期脱型が求められるトンネルの覆工コンクリートを想定し, 粉体系中流動コンクリートで作製した供試体に, 塗布型収縮低減剤および養生剤を使用した場合の養生効果を表面透気係数によって評価した. 併せて, 乾燥収縮特性, 強度特性についても確認した.

2. 実験概要

(1) コンクリートの使用材料・配合

表 1 に, コンクリートの使用材料および塗布材料を示す. 上水道水, 普通ポルトランドセメント, 山砂, 砕石 2005, 石灰石微粉末および高性能 AE 減水剤を使用した. 塗布材料には, 低級アルコールアルキレンオキシド付加物の収縮低減剤(CS)と特殊シラン系化合物アルケニル系アステル化合物の養生剤(CB)を用いた.

表 2 に, コンクリートの配合条件を示す. これらは, トンネル施工管理要領¹⁾に記載されている中流動コンクリートの条件に準じた. 表 3 に, コンクリートの配合を示す. 単位水量は, 162kg/m³, W/C は 60%とした. また, 材料分離抵抗性を付与するため, 石灰石微粉末を 80kg/m³ 使用した. 塗布材料の供試体への塗布は, 注水から 18 時間後に脱型し, 刷毛を用いて行った. CS 塗布量は, 150, 200g/m², CB 塗布量は 100, 150, 200g/m²とした,

(2) 試験方法

表 4 にコンクリートの試験項目・方法を, 表 5 に各試験の養生方法を示す. 表面透気係数は, トレント法を用いて測定した. 養生方法は, トンネル施工管理要領に示される方法に準じた. 乾燥収縮ひずみは, JIS A 1129-2 に準じて測定した.

表 1 コンクリートの使用材料および塗布材料

材料	記号	種類
水	W	上水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント
石灰石微粉末	LS	比表面積4550cm ² /g
細骨材	S	山砂
粗骨材	G	砕石2005
高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸エーテル系化合物
収縮低減剤	CS	低級アルコールアルキレンオキシド付加物
養生剤	CB	特殊シラン系化合物アルケニル系アステル化合物

表 2 コンクリートの配合条件

設計基準強度 (材齢28日) (N/mm ²)	スランプフロー (mm)	空気量 (%)	加振変形量 (cm)	U形充填高さ (障害なし) (mm)
24	350~500	4.5±1.5	10±3	280以上

表 3 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					SP C×%	スランプフロー (mm)		U型充填 高さ (mm)	空気量 (%)
		W	C	LS	S	G		加振前	加振後		
60	52.7	162	270	80	883	882	1.70	470	550	306	4.3

表 4 コンクリートの試験項目・方法

試験項目	試験方法
圧縮強度試験	JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」 ・供試体寸法: φ10×20cm
表面透気係数	トレント法 ・供試体寸法: 10×10×40cm ・各試験水準1本作製
乾燥収縮試験	JIS A 1129-2「モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法」 ・供試体寸法: 10×10×40cm

表 5 養生方法

塗布材料 の種類	試験項目	養生方法
CS/CB	圧縮強度	18時間脱型後養生剤塗布→28日間20℃、60%R.H.
	表面透気係数	18時間脱型後養生剤塗布→28日間20℃、60%R.H.
	乾燥収縮	水中養生7日→養生剤塗布→20℃、60%R.H.
無塗布	表面透気係数	18時間脱型後、材齢28日まで20℃、60%R.H.
	乾燥収縮	水中養生7日→20℃、60%R.H.

水中養生 7 日後に 20℃-60%R.H.環境において乾燥を開始した. 同時に, 塗布材料の塗布作業を行った. 塗布作業は最長で 7 日を要したが, 乾燥収縮ひずみおよび質量変化率は, 無塗布のものと同じく材齢 7 日を起点とする結果を掲載した.

3. 実験結果

(1) 表面透気係数

図 1 に表面透気係数と塗布材料の塗布量の関係を示す. CS, CB とともに塗布量が増加するほど, 表面透気係数は小さくなる傾向であった. 同一塗布量で比較すると, CS, CB の表面透気係数は同程度であった. いずれの材料も, コンクリー

キーワード 塗布型収縮低減剤, 養生剤, 表面透気係数, 中流動コンクリート, 乾燥収縮, 圧縮強度

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント (株) 中央研究所 TEL 143-498-3852

トに塗布することにより、中性化深さが浅くなることが報告されている^{2),3)}。浸透媒体が異なるものの、表面透気係数についてもこれと一致する結果となった。トンネル施工管理要領では、膜養生剤を使用した場合の表面透気係数の基準を $1.0 \times 10^{-16} \text{m}^2$ 以下と定めている。今回の結果によれば、CS, CB の違いによらず 150g/m^2 以上塗布した場合にこの基準を満足した。

(2) 乾燥収縮

図2に、乾燥期間28日における乾燥収縮ひずみを示す。塗布材料を使用していない場合の乾燥収縮ひずみは 440μ であった。一方、塗布材料を使用した場合、最大でも 280μ であった。CBを 150g/m^2 以上塗布することで、無塗布の半分以下に収縮が低減された。CSとCBの乾燥収縮ひずみを比較すると、同一塗布量であれば、CBのほうがCSよりも収縮低減効果が大きくなった。図3に示すように、乾燥収縮ひずみと質量変化率の関係は、塗布材料によらずほぼ一致している。このことから、CBがCSよりも収縮低減効果が大きかったのは、水分逸散の抑制効果が相対的に大きかったことが要因であると考えられる。

(3) 圧縮強度

図4に、塗布材料を使用した場合の材齢28日の圧縮強度を示す。同図より、CS, CBともに塗布量が増加するほど、コンクリートの圧縮強度が大きくなっていることがわかる。これは、CS, CBの塗布量が増加するほど、水分逸散が抑制され、セメントの水和が促進されたためと考えられる。ただし、CSとCBの強度を同一塗布量で比較すると、CSのほうが強度が高い結果となった。前述したように、同一塗布量における水分逸散量は、CSよりもCBのほうが少ない。そのため、セメントの水和を促進する効果はCBのほうが高いと考えられるが、強度の結果は逆転している。これについては、塗布のタイミングや水分逸散挙動の違いが影響している可能性が考えられ、今後、検討が必要と考える。

4. まとめ

トンネルの覆工コンクリートを想定し、粉体系中流動コンクリートで作製した供試体に、塗布型収縮低減剤および養生剤を使用し、その養生効果を表面透気係数によって評価した。以下に得られた知見を示す。

- (1) 表面透気係数は、収縮低減剤、養生剤によらず塗布量が増加するほど小さくなった。
- (2) 塗布材料の量を 150g/m^2 以上とすることにより、トンネル施工管理要領に定められる基準を満足した。

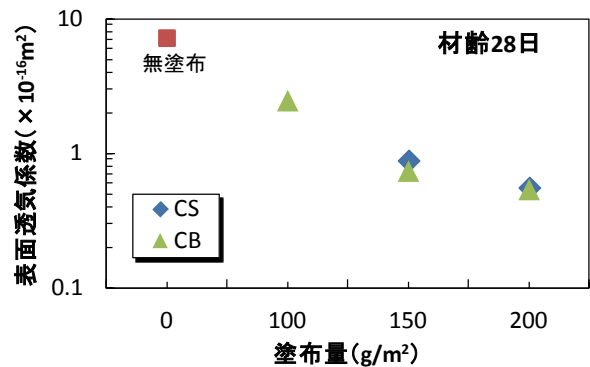


図1 表面透気係数と塗布量の関係

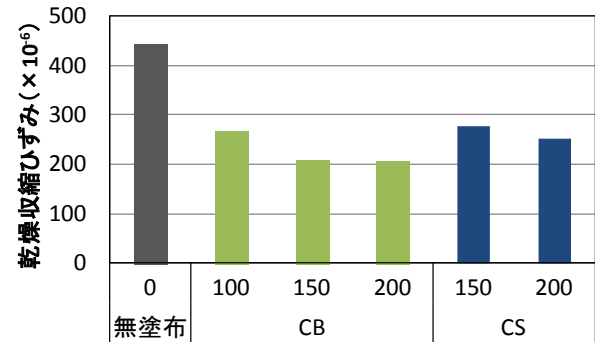


図2 乾燥期間28日における乾燥収縮ひずみ

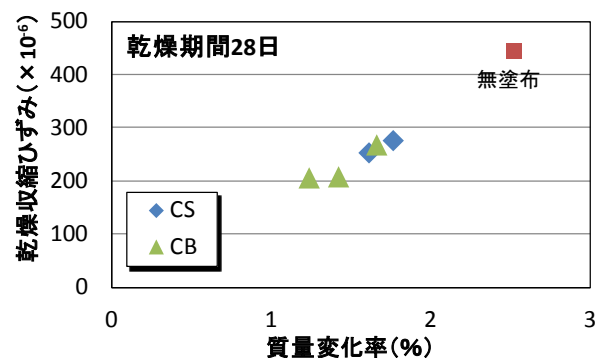


図3 乾燥収縮ひずみと質量変化率の関係

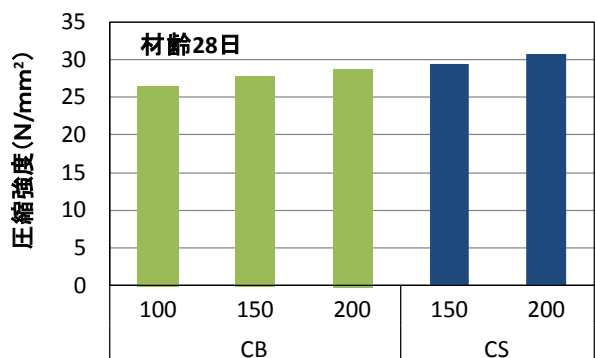


図4 圧縮強度試験結果

- (3) 塗布材料の量が増加するほど、乾燥収縮は小さくなり、圧縮強度は大きくなった。これは、収縮低減剤、養生剤によって水分逸散が抑制されたことが理由として考えられた。

【参考文献】

- 1) NEXCO:トンネル施工管理要領, 2016.8, 2) 高橋洋朗ほか:コンクリートの養生効果および耐久性向上効果を有する表面塗布剤に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, 2013, 3) 郭度連ほか:塗布タイプ収縮低減剤を用いたコンクリートの性能向上, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, 2009