

各種混和材料を用いたコンクリートの初期強度発現に関する実験的検討

長岡技術科学大学	学生員	志賀 暢 ^{*1}
佐藤工業(株)	正会員	三坂 岳広 ^{*2}
佐藤工業(株)	正会員	宇野洋志城 ^{*2}
長岡技術科学大学	正会員	下村 匠 ^{*1}

1. はじめに

トンネル工事において、覆工コンクリートの初期強度発現を早めることは脱型時の安全性の向上や初期欠陥の防止を実現させる方策の一つである。そのため、これまでに養生方法がコンクリートの初期強度発現に与える影響に関する検討など多くの研究が行われてきた¹⁾。本研究では、覆工コンクリートに使用される混和材および混和剤がコンクリートの凝結および初期強度発現特性、乾燥収縮に及ぼす影響を実験的に検討した。

2. 実験概要

表-1 使用材料

2.1 実験条件

表-1に使用材料を、表-2に示方配合を示す。今回使用した混和材料のうち CI は、有筋区間への防錆効果を期待して使用されるが、カルシウムイオンによるエーライトの水和促進作用により硬化が早まるという点に注目した。配合

材料	詳細
CI	混和剤① 防錆剤 密度1.27g/cm ³ 主成分：亜硝酸系
EX	混和材② 早強性膨張材 密度3.19g/cm ³ 主成分：石灰系
SM	混和材③ 高強度用混和材 密度2.93g/cm ³ 主成分：無水せっこう系
C	セメント 高炉セメントB種 密度3.04g/cm ³
Ad	高機能AE減水剤 主成分：リグニンスルホン酸化合物
S1	細骨材 相模原市緑区小倉産砕砂 表乾密度2.57g/cm ³
S2	細骨材 君津市久留里大谷産山砂 表乾密度2.63g/cm ³
G	粗骨材 相模原市緑区小倉産砕石2005 表乾密度2.66g/cm ³

条件は水セメント比を一定とし、混和材料のみを変更した。配合

表-2 示方配合

配合 NO.	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)								
				W	C	EX	SM	S1	S2	G	CI	Ad
0	54.9	4.5	45.0	168	306	—	—	565	242	1003	—	3.060
1			—			—	7.60					
2			44.6			20	—	554	237		—	
3			44.1			—	31	545	233		—	

NO.3 では、NO.2 の試験結果を踏まえ、供試体作製が容易となるスランプを得るために混和剤の添加量を調整した。

2.2 測定項目

表-3 フレッシュコンクリート試験結果

混和材料の違いによるフレッシュ性状や力学特性、乾燥収縮特性を検証するためにスランプ試験（JIS A 1101）、空気量試験（JIS A 1128）、凝結試験（JIS A 1147）、圧縮強度試験（JIS A 1108）、長さ変化試験（JIS A 1129-3）を行った。

配合 NO.	混和材 (剤) 料	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (°C)
0	—	16.0	5.0	20.0
1	CI	11.0	5.1	21.0
2	EX	6.5	3.9	21.5
3	SM	13.5	3.4	20.5

3. 実験結果および考察

表-3にフレッシュコンクリート試験結果を示す。スランプは、混和材料を添加したコンクリートでは、ベスコンクリートに比べスランプが小さくなるという傾向が得られた。とくに粉体混和材である EX を使用したコ

キーワード 覆工コンクリート、早強、防錆剤、膨張材、圧縮強度

連絡先 *1 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 TEL：0258-47-9603 FAX：0258-47-9600

*2 〒243-0123 神奈川県厚木市森の里青山 14-10 TEL：046-270-3091 FAX：046-270-3093

ンクリートではスランプが小さくなり、SM を使用した場合も同様に小さいスランプとなると予想されたため、混和剤によるスランプ調整を行った。空気量は、EX と SM を使用したコンクリートでは空気量が小さくなる傾向が得られた。これは細骨材を混和材に置換しているため、粉体量が増えたことによると考えられる。

図-1 に凝結試験結果を示す。CI を使用したコンクリートでは、ベースコンクリートに比べ凝結の始発が早くなった。これは CI に含まれるカルシウムイオンによるエーライトの水和促進作用により硬化が早まったためであると考えられる。

図-2 に初期材齢での圧縮強度試験結果を、図-3 に材齢 28 日までの圧縮強度試験結果を示す。材齢 18 時間の段階では、CI, EX を使用したコンクリートの圧縮強度がベースコンクリートよりやや大きく、材齢 24 時間の段階では EX を使用したコンクリートの圧縮強度が最も大きくなった。材齢 7 日および材齢 28 日では、SM を使用したコンクリートの圧縮強度が最も大きくなり、次いで EX を使用したコンクリートとなった。CI を使用したコンクリートは強度の伸びが小さく、材齢 28 日の段階ではベースコンクリートと同程度であった。CI を使用したコンクリートは、材齢 24 時間以内の初期強度発現は大きい、その後の伸びは緩やかである。EX を使用したコンクリートも初期強度の発現が大きい。これは EX の主成分である石灰系クリンカーがエーライトの水和を促進することで初期強度発現を早めたためであると考えられる。一方、SM を使用したコンクリートは、初期強度の発現は小さいものの長期強度が最も大きくなる。

図-4 に長さ変化試験結果を示す。乾燥期間 12 週の時点において、EX と SM を使用したコンクリートは、ベースコンクリートより乾燥収縮が小さいことがわかる。

4. おわりに

本研究では、トンネル覆工コンクリートに使用される各種混和材料を用いたコンクリートの初期強度発現特性を試験した。その結果明らかになった覆工コンクリートの脱型時の圧縮強度 ($2 \sim 3 \text{ N/mm}^2$) 発現段階での強度特性を以下に示す。

- (1) 防錆剤を使用したコンクリートは、ベースコンクリートの 1.4 倍の強度増進が認められたが、材齢 28 日ではベースコンクリートと同程度になった。初期強度増進効果は、防錆材に含まれるカルシウムイオンによるエーライトの水和促進作用によると考えられる。
- (2) 早強性膨張材を使用したコンクリートは、ベースコンクリートの 1.5 倍の強度増進が認められ、材齢 7~28 日においても 1.3 倍の強度増進が認められる。

参考文献

- 1) 例えば 池田正志, 橋本親典, 辻幸和, 杉山隆文: 養生温度と早期脱型がモルタルの初期強度に及ぼす影響, 土木学会第 51 回年次学術講演会講演概要集第 5 部, pp.524-525, 1996.9

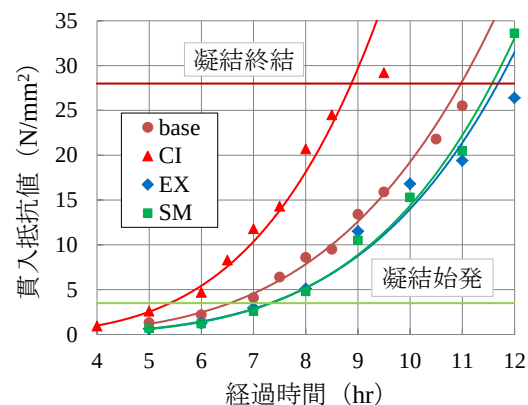


図-1 凝結試験結果

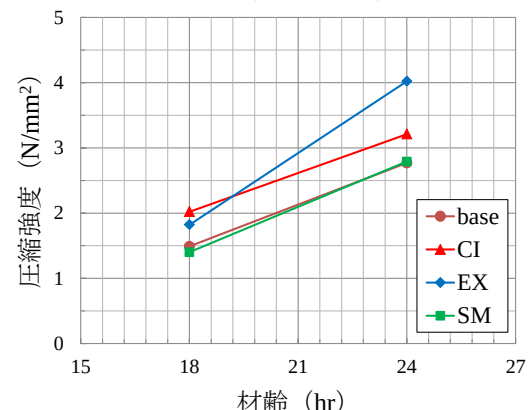


図-2 初期材齢での圧縮強度試験結果

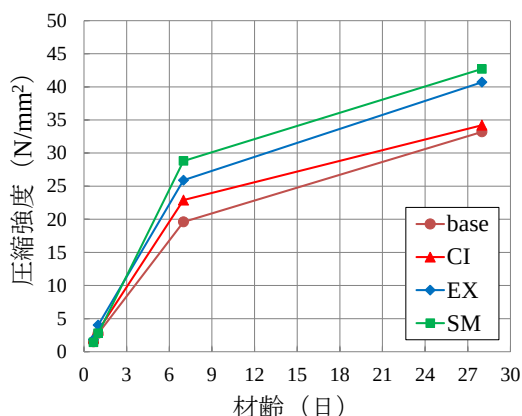


図-3 圧縮強度試験結果

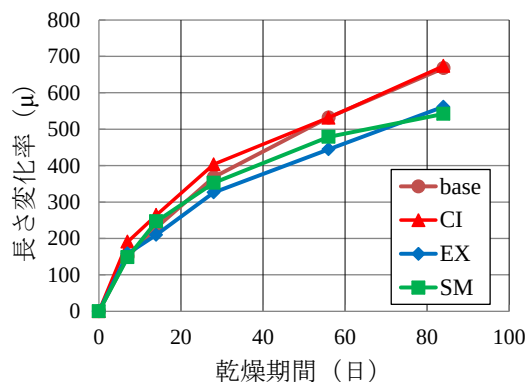


図-4 長さ変化試験結果