

早強剤を適用した覆工コンクリート用配合に関する考察

長岡技術科学大学 学生員 渡部 雅貴*1
 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

コンクリート工事の生産性を向上させる方策の一つに、作業工程の短縮化が挙げられる。例えば、NATMにおける覆工コンクリート打設サイクルの短縮(1回/2日→1回/1日)は、工期短縮対策として非常に有効である。そのため、これまでも覆工コンクリートの初期強度発現を早める研究が行われてきた¹⁾。著者らは、二次製品向けに開発されて既に実績のある早強剤に着目し、トンネル施工への用途の可能性を見出した。本報告は、早強剤を適用した覆工コンクリート用配合に関する考察について述べるものである。

2. 実験概要

(1) 実験条件

使用材料を表-1に、示方配合を表-2に示す。ベースのセメントは、コンクリートの強度発現を早めるために普通ポルトランドセメントとした。早強剤は、本来は二次製品用に開発された混和剤であるが、主成分であるカルシウムシリケート水和物(C-S-H)のナノ粒子がセメントの水和反応を促進させ、コンクリートの初期強度を増進させることに着目し、トンネル施工への用途拡大を目指し採用した。配合条件は水セメント比を一定とし、早強剤を使用する場合としない場合の2ケースとした。目標のスランプは18cm程度、空気量は4.5%とし、早強剤は練混ぜ水に事前混入とした。なお、供試体の作製は20±2℃、65%RHの恒温恒湿室内で実施した。圧縮強度試験用供試体の養生条件を表-3に示す。

(2) 測定項目

早強剤の有無によるフレッシュ性状や力学特性、乾燥収縮特性、細孔構造の違いを検証するために、スランプ試験(JISA 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)、長さ変化測定(JIS A 1129-3)、水銀圧入試験を行った。

表-1 使用材料

材料	記号	諸元
セメント	C	普通ポルトランドセメント：密度 3.16g/cm ³
細骨材	S	掛川市産陸砂：表乾密度 2.55g/cm ³
粗骨材	G	青梅市産硬質砂岩(2005)：表乾密度 2.65g/cm ³
混和剤	Ad1	AE減水剤：主成分はリグニンスルホン酸化合物とポリオール複合体
混和剤	Ad2	早強剤：主成分はカルシウムシリケート水和物(C-S-H)

表-3 養生条件

配合	脱型材齢	養生方法	養生温度
早強剤なし	24時間	水中・気中(65%RH)	20±2℃
早強剤あり	10時間	気中(65%RH)のみ	
	24時間	水中・気中(65%RH)	

表-4 フレッシュ性状

配合	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度(℃)	凝結時間(h-m)	
				始発	終結
早強剤なし	20.0	4.0	22.0	6-35	8-55
早強剤あり	15.5	4.0	22.0	3-45	5-40

表-2 示方配合

配合	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
				W	C	S	G	Ad1	Ad2
早強剤なし	55.0	4.5	49.0	165	300	870	938	1.200	0
早強剤あり								0.750	12.0

キーワード 覆工コンクリート、早強剤、工期短縮、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

3. 実験結果および考察

(1) スランプ試験および空気量試験結果

フレッシュ性状を表-4に示す。早強剤ありの配合は、早強剤なしの配合よりAE減水剤の添加量が減っているため、スランプは小さくなった。また、空気量とコンクリート温度はそれぞれ同じ値であったため、これらが圧縮強度に及ぼす影響はほとんどないと考えられる。

(2) 凝結試験および圧縮強度試験結果

凝結試験結果を図-1に、圧縮強度試験結果を図-2に示す。早強剤ありの配合は、早強剤なしの配合よりも凝結の始発が約3時間早く、終結も約3時間早くなった。圧縮強度に関しては、材齢24時間で脱型した早強剤なしの配合に比べて、材齢24時間で脱型した早強剤ありの配合の強度増進が、気中養生・水中養生ともに顕著であり、材齢28日まで強度発現がそれを下回ることにはなかった。また、脱型を材齢10時間に早めた場合においても、材齢24時間で脱型した早強剤なしの配合と同等かそれ以上の強度が出る結果となり、早強剤に強度発現の効果が認められた。

(3) 長さ変化測定結果

長さ変化の測定結果を図-3に示す。乾燥期間9週ではあるが、早強剤ありの配合の乾燥収縮ひずみが早強剤なしの配合に比べて大きくなる傾向は認められない。

(4) 水銀圧入試験結果

脱型後、材齢28日まで気中養生を行った場合の細孔径分布を図-4に示す。材齢24時間で脱型した早強剤ありの配合が最も密となり、早強剤にコンクリート組織の緻密性を高める効果が認められた。また、脱型を材齢10時間に早めた場合でも、材齢24時間で脱型した早強剤なしの配合と同様の細孔径分布を示していることから、同等の耐久性があると考えられる。

4. おわりに

今回の試験により、覆工コンクリート用配合に早強剤を適用した場合でも、早強剤に強度発現の効果が認められた。また、品質上の問題がないことも確認できたため、覆工コンクリートの耐久性を低下させることなく、打設サイクルの短縮が可能になるといえる。トンネル施工での早強剤の利用価値が十分にあることが確認できた。

参考文献

- 1) 志賀暢, 三坂岳広, 宇野洋志城, 下村匠: トンネル用覆工コンクリートの初期強度発現に関する一考察, 土木学会第69回年次学術講演会講演概要集第VI部門, pp.111-112, 2014.9

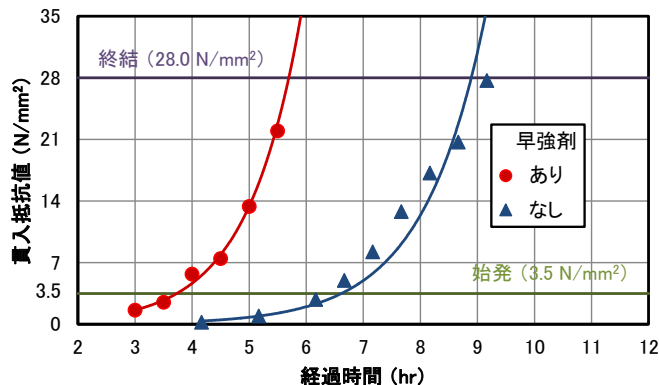


図-1 凝結試験結果

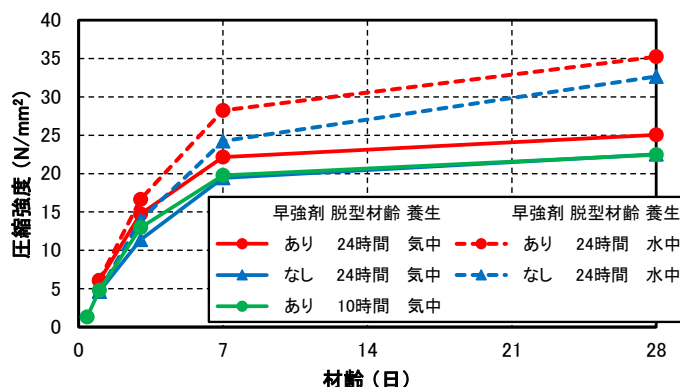


図-2 圧縮強度試験結果

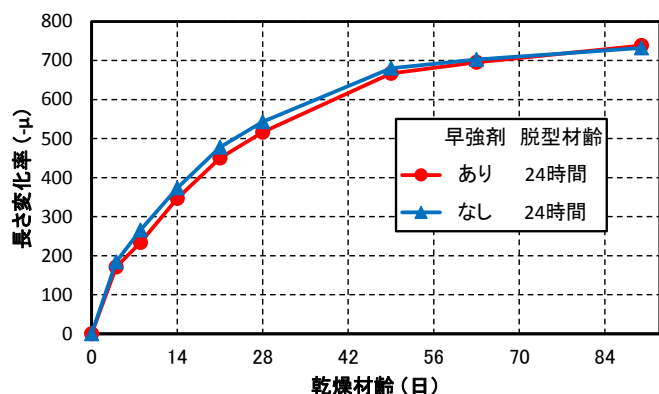


図-3 長さ変化測定結果

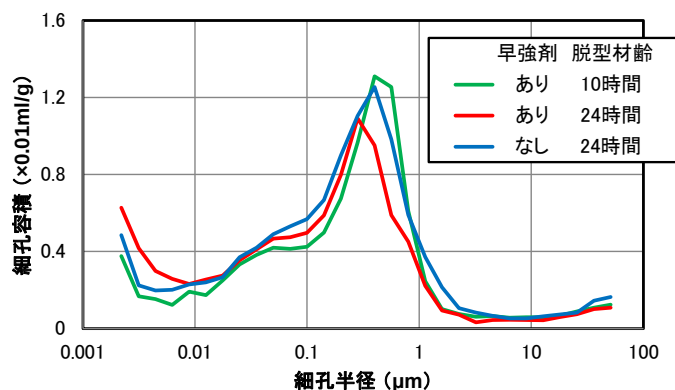


図-4 細孔径分布 (材齢 28 日)