

初期強度発現性を改善したコンクリートのシールド二次覆工への適用

戸田建設株式会社 正会員 ○澤村 淳美 正会員 土師 康一
正会員 高橋 健一
太平洋マテリアル株式会社 正会員 竹下 永造 非会員 村手 三郎

1. はじめに

従来、シールド工事の二次覆工コンクリートでは、施工サイクルを確保するために打設後 15～19 時間程度で脱型することが多く、このため、若材齢時の脱型強度の確保が必要不可欠となる。しかし、寒中施工時や、ベースコンクリートの流動性を向上させた場合等においては、コンクリートの硬化時間が相対的に遅延するため、初期強度の確保が工程上、クリティカルとなることが少なくない。

そこで筆者らは、二次覆工コンクリートの強度発現性の改善を目的として、早強性膨張材と硬化促進剤を用いたコンクリート配合に関する検討を実施した。本論では、当該配合を、水平換算距離 400m を超える二次覆工コンクリートに適用した事例について、経時保持性と強度発現性に着目し、その詳細を述べる。

2. 使用配合ならびに適用試験概要

表-1 に使用材料、表-2 に試験配合について示す。今回適用現場は、最長圧送距離が水平換算距離で 750m を超える長距離圧送であったため、施工性を考慮してベース配合を、高性能 AE 減水剤（増粘剤一液型）を使用した中流動コンクリートとし、化学混和剤の使用量により所要の性状（スランプフロー：350～500mm，空気量 4.5±1.5%）に調整した。また、事前検討において、初期強度発現を考慮して、ベース配合 (No.1) に早強性膨張材を加えた配合 (No.2) と、No.2 配合に硬化促進剤をあと添加した配合 (No.3) の経時変化特性を確認した上で、実施工時において、各配合の若材齢強度 (14・16・18 時間) について確認した。なお、今回検討においては参考配合として、ベース配合 (No.1) についても同一条件で若材齢強度の確認を実施し、混和材料による強度促進効果について比較を行った。

表-1 使用材料

種類	記号	産地、物性等
水	W	上水道水
セメント	N	普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm ³)
混和材	EX	早強型石灰系膨張材(密度 3.19g/cm ³)
細骨材	S	玄界灘産(海砂)(表乾密度 2.57g/cm ³)
粗骨材	G1	古賀市谷山産(表乾密度 2.72g/cm ³)
	G2	田川市船尾産(表乾密度 2.70g/cm ³)
混和剤	F-L	窒素系無機塩化合物(密度1.35g/cm ³)
	SP	高性能AE減水剤標準形(増粘剤一液型)

表-2 試験配合

配合名 27-42.5-20N		W/C	s/a	単位量(kg/m³)						
		(%)	(%)	W	F-L	C	EX	S	G1	G2
No.1	ベース	54.0	52.3	175	-	324	-	917	435	432
No.2	膨張材	54.0	52.3	175	-	324	20	902	435	432
No.3	膨張材+促進剤	54.0	52.3	175	5	324	20	902	435	432



写真-1 硬化促進剤添加状況

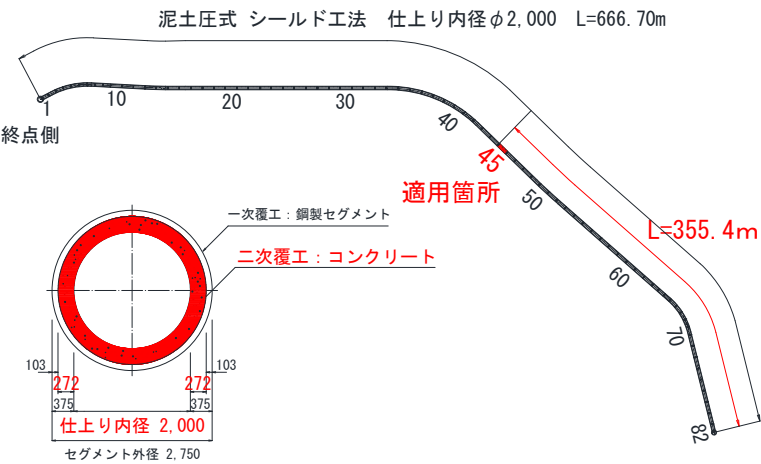


図-1 シールド断面図とセントル割付け図

キーワード 初期強度，若材齢強度，シールド二次覆工コンクリート，長距離圧送，中流動コンクリート
連絡先 〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設（株）本社土木工事技術部 TEL03-3535-1675

3. 適用試験結果および考察

3. 1. 経時保持性

図-2 に事前検討時に実機にて実施したスランプフローの経時変化試験結果について示す。試験は現場圧送を考慮して、練混ぜ後 30 分間隔で 90 分まで実施した。今回試験では、No.3 配合については、硬化促進剤をアジテータ車にあと添加し、添加していない No.2 配合との経時変化特性を比較した。試験の結果、No.3 配合では、液状の硬化促進剤をあと添加した影響により、添加直後のスランプフローが 10cm 程度伸び、その後のスランプフローの低下量は、No.2 配合よりも大きな結果となった。ただし、両配合とも現場到着相当の経時 30 分以降、練混ぜ後 90 分経過後においても所要の流動性を保持しており、長距離圧送施工への適用が可能であることが確認できた。

3. 2. 若材齢強度

表-3 および図-3、図-4 に実機施工における強度試験結果を示す。ここで、各配合の若材齢試験用供試体については、試料採取後、試験室内(20±3℃)にて気中養生を行い、所定の材齢で試験を実施した。なお、No.3 配合については、比較のため、施工箇所(養生時平均気温：13℃)で気中養生した供試体の試験結果も併記した。表より、各配合とも材齢 7 日以降の強度については、概ね同等の水準にあるものの、若材齢強度を比較すると、添加する混和材料により有意な差が確認できた。図-3 より、同一養生条件の若材齢強度を比較すると、今回脱型時間の目安とした材齢 16 時間では、ベース配合 (No.1) と比較して膨張材を使用した配合 (No.2) で 40%，膨張材に加えて硬化促進剤を添加した配合 (No.3) で 92%，圧縮強度が増進する結果となった。また、図-4 に各配合の若材齢強度を積算温度で比較した結果を示す。今回試験の結果、養生条件の異なる配合を含めて、強度発現は概ね積算温度での管理が可能であり、混和材料の反応に関する温度依存性が認められた。

4. まとめ

今回適用試験により下記のことが確認できた。

- 1) 初期強度の改善を目的として、膨張材や硬化促進剤を使用した配合についても、ベース配合を調整することで所要の施工性を確保することは可能である。
- 2) 脱型時間や必要脱型強度をもとに混和材料(膨張材、硬化促進剤)の種類や使用量を調整することで初期強度の向上を図ることが可能である。
- 3) 今回試験を実施した混和材料(膨張材、硬化促進剤)については、強度発現に温度依存性があり、積算温度による管理が可能である。

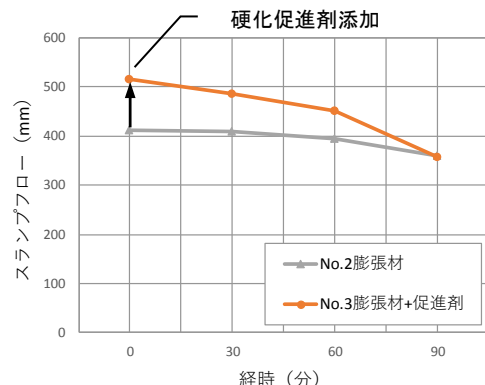


図-2 経時保持性確認結果 (No. 2・No. 3)

表-3 強度試験結果

配合名 27-42.5-20N			圧縮強度(N/mm ²)				
			14h	16h	18h	7日	28日
プラント	No.1	ベース	1.3	2.5	3.7	31.6	42.9
	No.2	膨張材	2.1	3.5	4.8	34.2	45.3
	No.3	膨張材+促進剤	3.4	4.8	6.2	32.8	42.9
現場	No.3	膨張材+促進剤	2.2	3.4	4.7	33.3	43.7

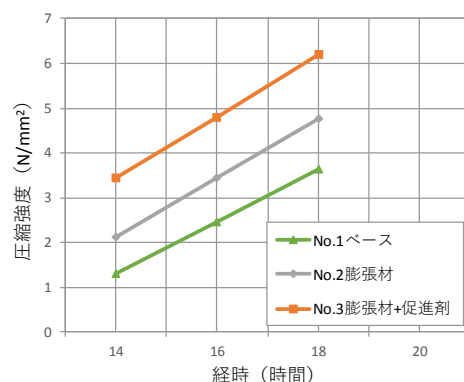


図-3 若材齢強度比較

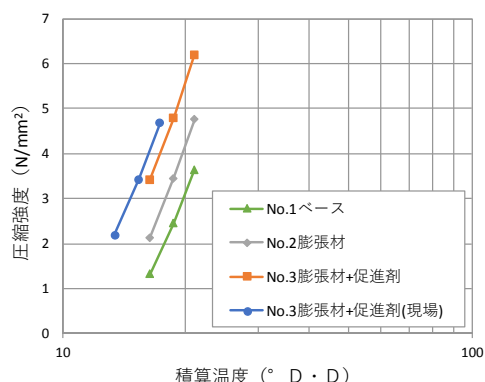


図-4 若材齢強度比較(積算温度)



写真-2 二次覆工脱型後全景