

高炉スラグ微粉末混入コンクリートを用いたプレキャスト PC 床版の製作

極東興和株式会社 法人正会員 ○折本 寛太
 極東興和株式会社 正会員 谷 慎太郎
 極東興和株式会社 小谷 悟

1. はじめに

近年、高速道路リニューアルプロジェクトの一環として、既設鋼桁上の RC 床版をプレキャスト PC 床版に取替える工事が行われており、今後も多くの同種工事が計画されている。既設 RC 床版の劣化要因が凍結防止剤散布等による塩害の場合、取替え後の床版コンクリートを緻密化して耐久性を高めるため、早強セメントをベースとして比表面積 6000 cm²/g の高炉スラグ微粉末（以下、高炉スラグ）を 50%置換したコンクリートが採用されている¹⁾。本稿では、PC 構造物に適用するコンクリートとしては特殊となる上記コンクリートの収縮特性に着目し、床版取替工事でのプレキャスト PC 床版製作に際して実施した配合や養生方法に関する検討の概要と水中養生時の温度管理について報告する。

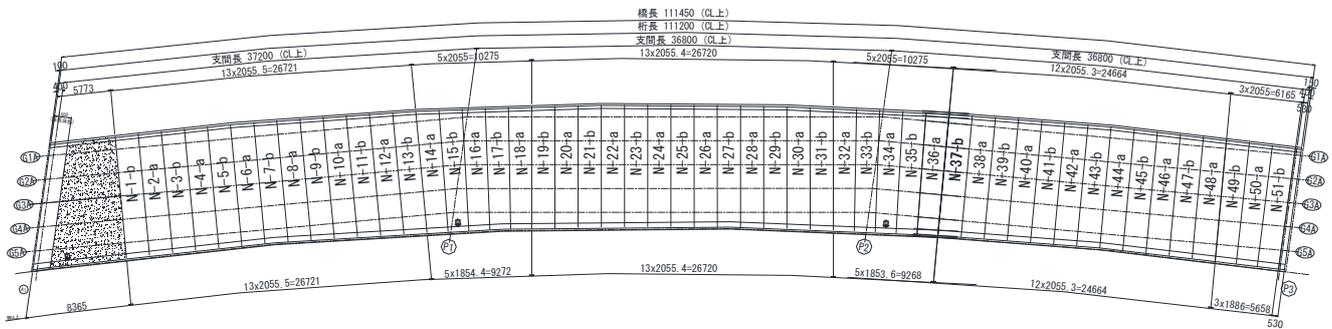


図-1 プレキャスト PC 床版配置例

2. 収縮試験概要

高炉スラグを 50%置換したコンクリートは、材齢初期の自己収縮が比較的大きく²⁾ひび割れ発生が懸念された。このため、プレキャスト PC 床版の製作に先立ち収縮試験を実施し、収縮の程度を把握してコンクリート配合と養生方法を決定した。

収縮試験は混和材（膨張材）添加の有無と養生方法をパラメータとして実施した。供試体は、表-1 に示す配合ケース 3 種類×養生ケース 2 種類の計 6 種類とした。なお、配合 No.1 と No.2 は、本プレキャスト PC 床版の仕様である早強セメントをベースとして高炉スラグを 50%置換したものであり、配合 No.3 はプレテンション方式 PC 桁（JIS A 5373）に使用する早強セメント単味のコンクリートを比較用として用いている。表-2 にコンクリートの配合を示す。

表-1 試験ケース

配合 No	結合材	養生 ケース	養生方法
1	早強セメント + 高炉スラグ	A	蒸気養生→大気養生
		B	蒸気養生→水中養生7日→大気養生
2	早強セメント + 高炉スラグ + 膨張材	A	蒸気養生→大気養生
		B	蒸気養生→水中養生7日→大気養生
3	早強セメント	A	蒸気養生→大気養生
		B	蒸気養生→水中養生7日→大気養生

蒸気養生：前置時間3h（供試体採取後20℃±3℃で前置）→ 昇温15℃/H → 最高温度45℃×5h 徐冷15℃/H

水中養生：材齢1日で型枠を脱型し、20℃±2℃で7日間の水中養生を行う。

大気養生：蒸気養生（養生ケースA）または水中養生（養生ケースB）終了後、屋外で大気養生を行う。

配合NO	スラグ置換率 (%)	水結合材比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)							
				水 w	セメント c	スラグ BPS	膨張材 N-EX	細骨材 S	粗骨材 G	減水剤 AD	AE剤 AE
1	50	33.5	39.5	149	223	222	0	692	1057	2.89	0.089
2	50	33.5	39.5	149	213	212	20	692	1057	3.00	0.089
3	0	36.0	41.0	151	419	0	0	732	1049	3.04	0.017

キーワード 高炉スラグ微粉末, プレキャスト PC 床版, 水中養生, 光ファイバ温度計測システム

連絡先 〒732-0052 広島市光町2丁目6番31号 極東興和株式会社

TEL 082-261-1206

測定項目は膨張・収縮ひずみと圧縮強度とした。膨張・収縮ひずみは、100×100×325mm の供試体を用い、ネジ切加工したφ16mm の鋼材による拘束条件下でのひずみをコンクリート打込み直後から材齢 180 日まで測定した。圧縮強度は材齢 28 日で測定を行った。

3. 収縮試験結果

図-2 にひずみ測定結果 (2 供試体の平均値) を示す。通常のプレテンション方式 PC 桁で適用している配合・養生条件である「配合 3：早強単味－養生 A：蒸気」と比較すると、高炉スラグを用いた「配合 1：高炉スラグ置換－養生 A：蒸気」の材齢 60 日までの収縮ひずみは明らかに大きくなるのがわかる。一方、高炉スラグを用いた場合でも蒸気養生後に水中養生を追加した「配合 1：高炉スラグ置換－養生 B：蒸気+水中養生」は「配合 3－養生 A」に対して材齢 60 日目までは同程度、180 日においては約 50μ 小さくなった。膨張材の添加 (配合 2) で更なる低減が可能となっているものの、高炉スラグを置換したコンクリートにおいて、膨張材を添加しなくとも水中養生を追加することで、通常の「配合 3－養生 A」より収縮を低減できることから、初期ひび割れを抑制できると判断した。また、表-3 に示す圧縮強度試験結果より、養生方法を「養生 B：蒸気+水中養生」とすることで、すべての供試体で強度の増進が確認できた。以上の結果より、費用対効果を考慮して実施工における配合および養生方法を「配合 1：高炉スラグ置換－養生 B：蒸気+水中養生」に決定した。

4. 水中養生時の温度管理

蒸気養生終了後の急激な温度変化によるひび割れ発生を抑制することを目的とし、光ファイバを使用した温度計測システムを用いた温度管理を行った (図-3)。光ファイバは、一般的には高速・大容量通信技術に利用されることが多いが、これに近赤外線光領域のパルス光を入射し反射波形を分析することで、光ファイバ自体を温度検知媒体として活用し 1m 間隔での連続的な温度分布の把握が可能となる。大型養生プール全域の温度を隈なく一定範囲に保つため、光ファイバケーブルをプール内全域に 2m 間隔で設置し、プール内の水温を 20～35℃、水温差 10℃以下となるよう水温管理を行った。

5. おわりに

高炉スラグを 50%置換したコンクリートを用いたプレキャスト PC 床版の製作においては、材齢初期の自己収縮の影響によるひび割れを抑制することが重要であった。蒸気養生後に 1 週間の水中養生を行うことで、収縮を低減できることがわかった。

参考文献

- 1) 本荘清司, 福井誠司, 田中寛規, 桐川潔: 高耐久化を目指した床版取替え (中国自動車道 吹矢谷橋), 第 21 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム, pp.251-254, 2012
- 2) 北野勇一, 鈴木雅博, 石井豪, 中村英佑: 混和材利用早強コンクリートの自己収縮特性とその予測, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.1, pp.355-360, 2015

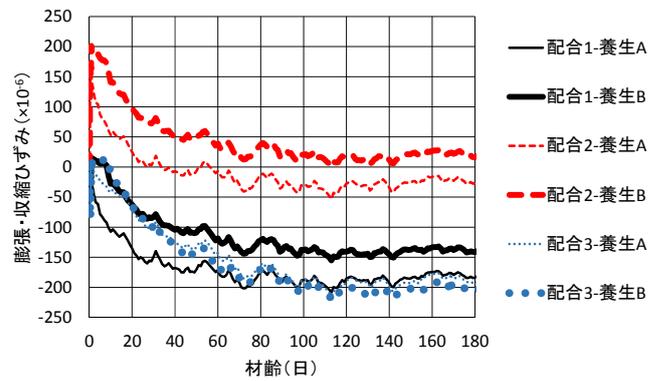


図-2 ひずみ測定結果

表-3 圧縮強度試験結果

配合 No	結合材	養生 ケース	圧縮強度 (N/mm ²)
			材齢28日
1	早強セメント + 高炉スラグ	A(蒸気)	60.3
		B(蒸気+水中)	66.4
2	早強セメント + 高炉スラグ+膨張剤	A(蒸気)	53.2
		B(蒸気+水中)	57.8
3	早強セメント	A(蒸気)	64.4
		B(蒸気+水中)	70.8

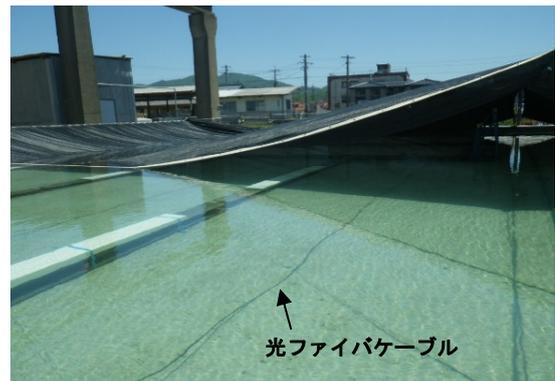


図-3 光ファイバケーブル設置状況