新柳渕橋の高耐久ＲＣ床版について　その２（現場施工）

西松建設（株）　正会員　○小倉仁志　串田雅宏　三井功如
八戸工業大学　正会員　阿波　稔　正会員　迫井裕樹
国土交通省東北地方整備局三陸国道事務所　小岩孝行　川村英弘　舩木　仁

１．はじめに

新柳渕橋は鋼２径間連続非合成箱桁橋であり，復興道路事業 三陸沿岸道路「尾肝要普代道路」の内，国道 45 号と普代川を跨ぐ橋である．跨道となる床版部は，はく落防止用の短繊維を混入した標準的なコンクリート配合（24-8-25N：空気量 4.5%、短繊維）となっていた．当該地域の凍害区分[1]は「種別 A」であるが，ポンプ圧送高さ 20m 以上の施工による空気量の低下と凍結抑制剤散布による RC 床版の複合劣化（凍害，塩害，ASR，疲労）が懸念された．そのため，長期的な劣化抑制と耐久性確保を目的とする多重防護の考え方[2]を適用し，壁高欄を含む上部工全ての部位に凍害区分「種別 S」相当のコンクリート配合（27-15-25BB：空気量 6%，W/B＝45%以下，膨張材，短繊維）を使用することとした。本稿では試験施工までの課題，寒中養生対策を踏まえた現場施工について報告する．

２．現場施工に関する検討

新柳渕橋の橋梁諸元及び概要図を**図-1** に示す．現場施工のコンクリート配合は各試験練り（予備，室内，実機）により決定（**表-1**）し，施工上の課題は試験施工により対策を検討した[3]．また，使用コンクリートの耐久性（スケーリング等）については別途，確認試験を実施した[4]．

表-1　コンクリート配合

W/B (%)	S/a (%)	スランプ (cm)	Air (%)	単位量(kg/m^3)						
				W	結合材 C	結合材 EX	S	G	AE 混和剤	短繊維
43.0	40.0	15.0	6.0	170	375	20	671	1013	3.16	0.455

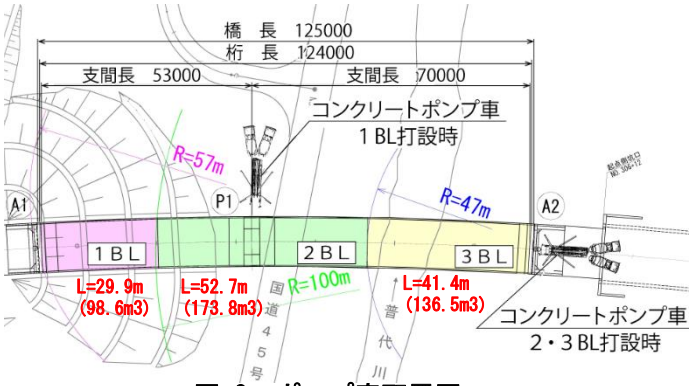
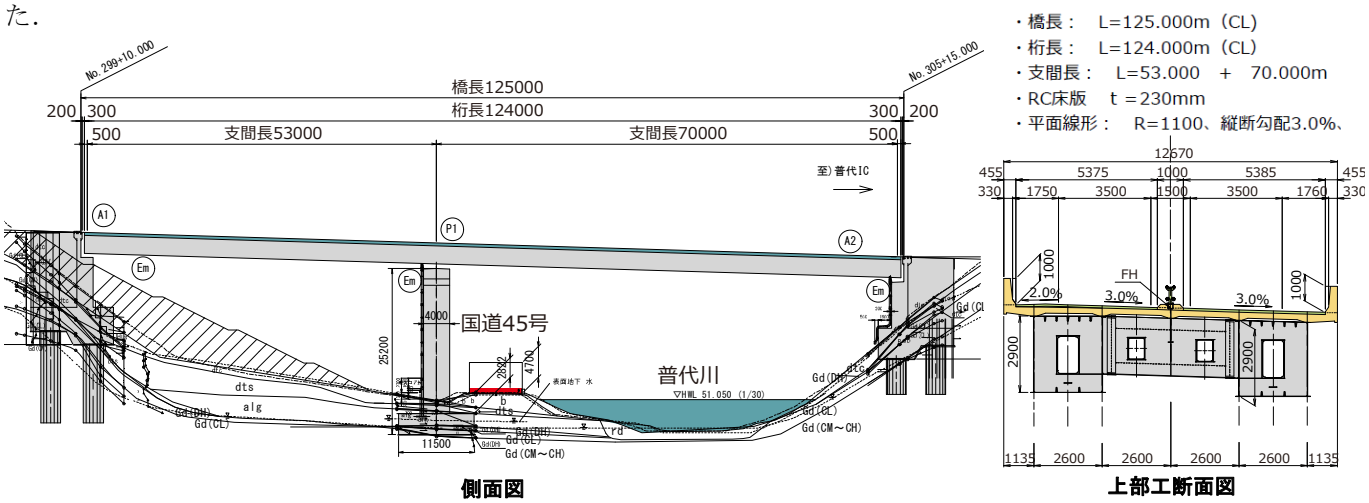


図-2　ポンプ車配置図

（１）コンクリート打設計画

コンクリート打設順序及び数量は，ステップ解析結果から 3 分割（打設順序：3BL→1BL→2BL）とした．打設方法は，1BL では P1 橋脚前面ヤード，2BL，3BL では A2 橋台背面ヤードにポンプ車を設置し，ブーム＋配管にて圧送打設した（**図-2**）．なお，天候不順等による打設日延期により，1BL，2BL が寒中コンクリートとなったため，給熱，保温養生，追加養生を組合せて養生を行った．



側面図　　上部工断面図

図-1　新柳渕橋の橋梁諸元及び概要図

キーワード　高耐久 RC 床版，現場施工，品質管理試験，打設，締固め，養生
連絡先　〒028-8368　岩手県下閉伊郡普代村第 11 地割字柏木平 6-1　西松建設㈱萩牛ﾄﾝﾈﾙ出張所　TEL0194-32-3720

© Japan Society of Civil Engineers

（2）コンクリート品質管理試験

受入試験（品質管理の対象）は，現場到着時とした．試験項目と頻度を**表-2**，結果を**図-3**，**4** に示す．

（3）締固め及び仕上げ時期

締固め（筒先φ50 ㎜，仕上げφ40 ㎜）作業は，役割を明記したチョッキを各自着用させて行った．仕上げの締固め時間は硬化後の空気量試験結果から 8 秒（引抜き 2 秒含む）とし，挿入間隔は位置明示ロープを用いて 50cm とした．打込み時の高さは勾配頂部を 1～2cm 程度余盛して打込み，締固め完了後，高さ明示棒を基準にすきとりにて調整した．また，仕上げ時期の目安として N 式貫入試験を実施した．仕上げ時期と貫入量の関係を**表-3** に示す．

表-2　コンクリート品質管理試験と頻度

試験項目	現場到着時	荷卸時（繊維添加後）	筒先・締固め後
スランプ	開始から連続5台、その後50m³毎（スランプ自主規格値許容差±1.5cm）	1台目、その後50m³毎	50m³毎
空気量			
コンクリート温度			
単位水量	1台目および100m³	―	―
塩化物含有量	1台目	―	―
圧縮強度	1台目（σ7、σ28）	1台目（σ7、σ28）	―

※コンクリート品質管理試験は「現場到着時」が対象。「繊維添加後」「筒策・締固め後」は参考。

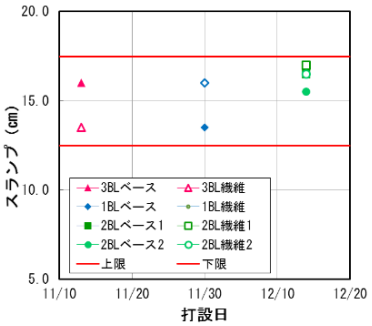


図-3　スランプ試験結果

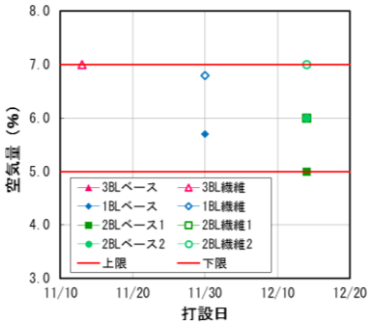


図-4　空気量試験結果

表-3　仕上げ時期（N 式貫入試験結果）

時期	試験施工（H30.10.3）		現場施工					
			3BL（H30.11.13）		1BL（H30.11.30）		2BL（H30.12.14）	
	経過時間（分）	貫入深さ（mm）	経過時間（分）	貫入深さ（mm）	経過時間（分）	貫入深さ（mm）	経過時間（分）	貫入深さ（mm）
平坦仕上げ	285	55	240	55	240	50	240	50
最終仕上げ	420	25	360	25	480	20	480	20
養生開始可能	720	5	720	5	900	5	900	5

3．養生の計画及び現場施工実績

養生計画と実績を**表-4** に示す．養生はコンクリートの圧縮強度発現を考慮して，①寒中コンクリート以外の場合【打設後 1 ヶ月，保温養生 A（給水養生用シート＋エアークッション）】，②寒中コンクリートの場合【給水養生用シートに加え，養生温度を 5℃以上とする給熱養生を打設後 12 日間（養生囲い＋ジェットファーネス），その後 1 ヶ月まで養生温度を 0℃以上とする保温養生 B（断熱材の敷設）】を BL 毎に実施した．

4．今後の取組み　今後，乾燥防止のためのブルーシート封緘養生を 3 月中旬まで実施し，壁高欄のコンクリート打設を 4 月上旬から下旬，SWAT 及びトレントによる表層品質の確認試験を 5 月下旬以降に実施する予定である．

表-4　養生の計画と現場施工実績

項目	計画	現場施工		
		3BL	1BL	2BL
打設日	3BL：11/9、1BL：11/13 、2BL：11/17	H30.11.13	H30.11.30	H30.12.14
		3BL打設が天候不順により延期となったため、結果的に給熱養生が必要となった。そのため、給熱養生検討・設備準備等に日数を要し打設日程が大幅に遅延した。		
養生形式①	湿潤養生（シートによる封緘養生）	湿潤養生（シートによる封緘養生）		
養生期間	打設後1ヶ月程度	H30.11.13～H30.12.11	H30.12.1～H30.12.27	H30.12.15～H30.12.27
養生シート種別		給水養生用シート＋ブルーシート		
養生方法	養生可能後に、散水を行いながら微細な溝を施した軽量な半透明シート（給水養生用シート）をコンクリートに敷設する。毛細管現象により水を搬送し均一に拡散・保持できる。給水養生用シート敷設後、ブルーシートで覆い湿潤養生と封緘養生を行う。その後、養生ネットと重しを使用して飛散防止養生を行う。			
養生水供給方法	原位置での取水が出来ないため、別途給水設備から散水車（4t）で現地貯水槽まで養生水を運搬する。 → 貯水槽より原位置までポンプ（高圧洗浄機）にて送水 → 散水ホース（有孔の水道ホース）にて打設面へ散水 → 給水養生用シートにより均一に拡散・保持			
養生形式②	保温養生A	保温養生A	―	―
養生期間	打設後1ヶ月	H30.11.14～H30.12.11	―	―
養生温度	打設後12日間程度 ： 5℃～10℃ 上記以降 ： 0℃以上	打設後12日間： 5℃～10℃程度 上記以降： 0℃～5℃程度	―	―
保温材種別	エアークッション（梱包用緩衝材）	エアークッション（梱包用緩衝材）	―	―
養生方法	上記湿潤養生のブルーシート上にエアークッション（梱包用緩衝材等）を1～2枚敷設し、さらにブルーシートで覆うことで、保温性の向上を図る。	上記湿潤養生のブルーシート上にエアークッション（梱包用緩衝材等）を1枚敷設し、さらにブルーシートで封緘。	―	―
養生形式③	給熱養生（寒中コンクリートの場合）	―	給熱養生	給熱養生
養生期間	打設後12日程度（※1） （※1：圧縮強度15N/mm2以上発現まで）	―	H30.11.30～H30.12.8（8日間※2） （σ7強度（現場養生）：19.7N/mm2）	H30.12.14～H30.12.25 （σ7強度（標準養生）：24.2N/mm2より推定）
養生温度	5～10℃	―	5℃～10℃程度	5℃～10℃程度
給熱設備	打設個所外周の養生囲い＋ジェットファーネス	―	養生囲い＋ジェットファーネス：5台	養生囲い＋ジェットファーネス：6台
養生方法	打設個所外周をブルーシートで囲い、養生温度を5～10℃に保つためにジェットヒーター等で必要な熱量を供給する。	―	打設個所外周をブルーシートで囲い、養生温度を5～10℃に保つためにジェットヒーターで必要な熱量を供給した。	
養生形式④	保温養生B（寒中コンクリートの場合）	―	保温養生B	保温養生B
養生期間	打設後1ヶ月（給熱養生期間以降）	―	H30.12.9～H30.12.27	H30.12.26～H31.1.13
養生温度	上記給熱養生以降 ： 0℃以上	―	0℃以上	概ね0℃以上
保温材種別	断熱材（スタイロフォーム:t=20mm）	―	断熱材（スタイロフォーム:t=20mm）	
養生方法	上記湿潤養生のブルーシート上に断熱材（スタイロフォーム:t=20mm）を1枚敷設し、さらにブルーシートで覆うことで、保温性の向上を図る。	―	上記湿潤養生のブルーシート上に断熱材（スタイロフォーム:t=20mm）を1枚敷設し、さらにブルーシートで覆う。	
その他養生	湿潤養生終了後の急激な乾燥防止対策	ブルーシートによる封緘養生継続中		
温度測定	モバイル式温度計によるリアルタイム計測	モバイル式温度計によるリアルタイム計測（外気温、養生温度）		

※2：強風により養生囲いが損傷を受け、修復困難であったため、給熱養生を終了せざるを得なかった。（所要強度15N/mm2以上であることを確認済み。）

参考文献 1）国土交通省 東北地方整備局：東北地方における凍害対策に関する参考資料(案)，平成 29 年 3 月．2）SIP ｲﾝﾌﾗ維持管理・更新・ﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ技術「道路ｲﾝﾌﾗﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄｻｲｸﾙの展開と国内外への実装を目指した統括的研究」：凍結抑制剤散布下における RC 床版の耐久性確保の手引き(案)，平成 28 年 10 月．3）我彦聡志,他：新柳渕橋の高耐久 RC 床版について その 1 (計画から試験施工)，投稿中．4）山崎雅登,他：新柳渕橋の高耐久 RC 床版について その 3 (ｽｹｰﾘﾝｸﾞと気泡試験)，投稿中．

© Japan Society of Civil Engineers