

新気仙大橋の高耐久 RC 床版についての検討 その 5(現場施工および品質管理)

横河ブリッジホールディングス 正会員 ○檜村康介 石井博典
東京大学 フェロー会員 石田哲也 正会員 田中泰司
横浜国立大学 正会員 細田暁 前橋工科大学 正会員 佐川孝広
国土交通省東北地方整備局南三陸国道事務所 阿部千枝
元国土交通省東北地方整備局 正会員 佐藤和徳

1. はじめに

三陸沿岸道路(以下、三陸道)は、宮城、岩手、青森各県の太平洋沿岸を結ぶ全長 359km の自動車専用道路で、東日本大震災からの早期復興リーディングプロジェクトとなる復興道路である。新気仙大橋では、東北地方の厳しい環境条件下の RC 床版における、①凍害、②塩害、③アルカリシリカ反応(以下、ASR)並びに④疲労という 4 つの劣化対策が望まれることから a) 高炉セメントの使用、b) 水結合材比の低減、c) 十分な空気量の確保、d) 膨張材の使用、e) 防錆鋼材の使用、f) 長期養生の実施といった多重防護対策を実施した。本報では、高炉セメントの採用にあたって実施した各種検討のうち、コンクリートの現場施工および高耐久化確保のため実施した品質管理の結果について報告する。

2. 鉛直圧送試験

実橋で採用したコンクリートの配合を表-1 に示す。鋼橋の RC 床版では、高炉セメントの施工例はほとんどない上、本橋では地表面から橋面までの高さが 30～35m 程度と長距離の鉛直圧送が必要であった。また、凍害対策のため空気量を 6.0%としたが、ポンプ圧送および締固めによる空気量の減少が懸念された。そこで、床版打込みに先立ち、図-1 のように実橋にてポンプ車による鉛直圧送試験を行い、ポンプ圧送性および圧送後のコンクリートのスランプ、空気量の減少を確認した。現場施工では 1 日の打込み量が多く(最大 144m³)、打込み時間は 3 時間以上有する。最初に打ち込んだ箇所の表面仕上げは打込み中となるが、打ち始め部分のコンクリートの仕上げが遅れぬよう、N 式貫入試験により事前に仕上げ開始時期の目安を計測した。

(1) ポンプ圧送性

35m の鉛直圧送によるスランプの低下はほとんど見られず、配管が詰まることはなく、良好な施工が行えることが確認された。圧送前後および締固め後のフレッシュ性状を表-2 に示す。空気量は荷卸ろし時に比べ圧送後は 0.6%減少し、その後締固め実施後ではさらに 0.2%減少した。締固め時間は事前に行ってきた各種試験結果を踏まえ、十分な強度発現が確認でき、空気量の減少が少ない 5 秒とした。現場施工では、打込み箇所によってはさらに水平配管を実施する必要があるため、その場合の空気量の減少はさらに大きくなると想定された。現場施工時には特定の打設日において、ポンプ圧送後の空気量の測定を実施した。

表-1 コンクリートの配合

配合	W/B	s/a	Air	単位量 (kg/ m ³)									
				水	セメント	混和材		細骨材		粗骨材		混和剤	
						膨張材	砕砂	陸砂	龍振 2005	和賀 2005	15L	101 785	
(%)	(%)	(%)	W	C	E	S1	S2	G1	G2	Ad	AE		
30-12 -20BBE	44.0	37.8	6.0	160	344	20	334	328	558	554	2.18	30A	

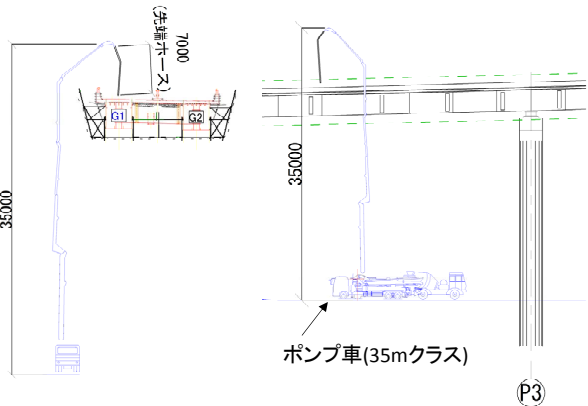


図-1 鉛直圧送試験

表-2 圧送前後のフレッシュ性状

	スランプ cm		空気量 %	
	実測値	規格値,目標値	実測値	規格値,目標値
荷卸ろし時	12	9.5～14.5	5.8	5.5～6.9
筒先(析上)	11.5	8(5.5以上)	5.2	4.5以上
筒先(締固め後)	-	-	5	4.5以上

キーワード 高炉セメント, ポンプ圧送性, 空気量, N 式貫入試験

連絡先 〒261-0002 千葉県千葉市美浜区新港 88 株式会社 横河ブリッジホールディングス TEL 043-247-8411

(2) 仕上げ時期

コンクリート表面の最終仕上げ開始のタイミングは、コンクリートの凝結開始時が適切とされているが、施工の際は作業者の経験により判断されることが多く、正確な時間管理がなされていないのが現状であり、一般的には、ブリーディング終了時期に行われることが多い。このブリーディング終了時期は、凝結開始時期とほぼ同程度とされているが、目視による定性的な判断となる。そこで、本試験ではコンクリートの凝結開始時期を定量的に評価するため、ポンプ圧送後、締固めを行ったコンクリートを用いて N 式貫入試験を実施した。N 式貫入試験結果を図-2 に示す。試験実施時のコンクリート温度は 22℃、外気温は 17℃であった。作業者が目視により判断した仕上げ開始時期は打ち込み開始より約 1.6 時間後であり、その時期の貫入量は 35mm であった。N 式貫入試験では、貫入量がほぼ一定または 40mm 程度以下となった場合に凝結開始とみなす例が多く、本試験においても仕上げ開始時付近では貫入量が 40mm 以下となったため、施工者の目視による仕上げ開始時期と N 式貫入試験により凝結開始とみなされる時期は同程度であることがわかった。

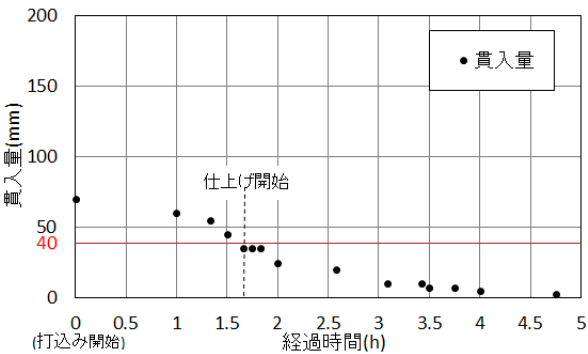


図-2 N 式貫入試験結果

3. 現場施工への反映

鉛直圧送試験により、高炉セメントを使用したコンクリートのポンプ圧送性は良好であり、本橋床版への適用は可能と判断された。試験において得られた知見より、実施工に反映した主な事項は以下の通りである。

(1) コンクリート荷卸ろし時の空気量規格値

現場施工においては、ポンプ圧送、締固めにより空気量が低減する。締固め後も十分な空気量を確保することが耐凍害性の向上につながることから、荷卸ろし時の空気量下限値を当初予定されていた 4.5%(標準 6.0%-1.5%)から 5.5%に引き上げた。

(2) ポンプ圧送後の筒先空気量管理

本橋の打込みは打込み量が多い(打込み量 1500m³)ことから、全 13 回のステップに分けて打込みを行った。打込みは週 3 回程度の頻度で行い、週初めの打込み時には荷卸ろし時の空気量測定に加え、ポンプ圧送後の筒先においても空気量の測定を行った。測定結果を表-3 に示す。ポンプ圧送により、空気量が 0.2%~0.6%減少したが、締固めによりさらに 0.2%程度の空気量が減少したとしても、コンクリートには十分な空気量が確保されていることが確認できた。

表-3 現場施工時の空気量管理

打設ステップ	荷卸ろし時				筒先空気量	
	スランブ (cm)		空気量 (%)		(%)	
	実測値	規格値	実測値	規格値	実測値	目標値
1	11.5	9.5~14.5	6.5	5.5~6.9	5.9	4.5以上
4	12.5		6.7		6.3	
6	12.5		5.9		5.6	
9	13.5		6.5		6.2	
12	13		5.9		5.7	

(3) 仕上げ時期

N 式貫入試験による貫入量が 40mm となる時期を目安とした。なお、試験時と現場施工時では気候、気象条件が異なるため、現場施工時において 1 週間に 1 回程度試験を実施しながら仕上げ開始時期を選定した。

4. まとめ

高炉セメントの実橋床版への採用にあたり、現場施工を模した鉛直圧送試験を実施し、ポンプ圧送性、空気量の減少および仕上げ時期について検証し現場施工へ反映した。高耐久床版実現のため、現場施工時の品質管理は重要事項であり、本橋では十分な空気量の確保、適した仕上げ時期での仕上げがなされたことを確認した。

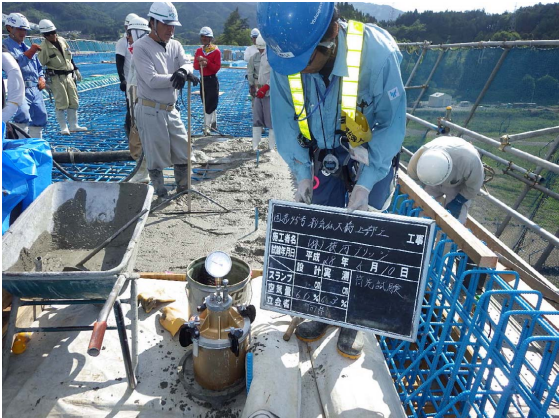


写真-1 ポンプ圧送後の空気量測定