

高炉セメントを用いたRCラーメン高架橋の施工管理—長崎高架—

J R 九州コンサルタンツ (株) 正会員 ○村上 昌彦

大成建設 (株) 正会員 亀田 正隆

日鉄住金高炉セメント (株) 正会員 岩井 久

1. 目的

J R 長崎本線連続立体交差事業において、浦上駅～長崎駅間の高架化（長崎高架）が進められている。本高架は、海岸線から約 250m に位置し、飛来塩分があること、及び近傍の既設高架橋で ASR が確認されていることから、耐久性確保のため高炉セメント B 種（BB と略す）を仕様とした。BB は材齢初期の養生がコンクリートの性能に大きく影響することが知られているが、改めて材齢初期の養生条件が強度発現に及ぼす影響を室内試験で確認し、その結果を踏まえた施工管理を行うこととした。

2. 室内試験概要

セメントは BB（密度 3.02g/cm³，比表面積 3,840cm²/g）を，細骨材は海砂（壱岐沖産）を，粗骨材は碎石（長崎市産）を使用した。また，混和剤には標準形 AE 減水剤を用いた。

コンクリート配合は，W/C を仕様上限の 50%，単位セメント量を 338kg/m³ とし，スランプ 12.0cm，空気量 4.5% を目標値とした。

試験項目は圧縮強度試験（JIS A 1108）とし，養生条件は図 1 の水準で行った。ここで，表中の Ws は 20℃水中養生，W は水中養生，C は湿布養生，S は封緘養生，D は気中養生をそれぞれ表し，後添数字は養生替の材齢を意味する。

打込 温度	養生方法	材 齢 (日)						
		0	1	2		7(12)	12～16	28
20℃ 35℃	Ws	供 試 体 作 製	封 緘 静 置	脱 枠	⇒20℃水中			
	⇒水中				⇒気中			
	⇒湿布				⇒気中			
	⇒封緘				⇒気中			
5℃	Ws				⇒20℃水中			
	⇒水中				⇒気中			
	⇒湿布				⇒気中			
	⇒封緘				⇒気中			
養生温度条件		打込同温		Wsのみ20℃水中. WD,CD,SDは打込同温養生				

図 1 圧縮強度供試体養生条件

3. 室内試験結果

3. 1 養生方法の影響

図 2 に養生方法別の材齢 28 日強度を温度毎に示す。低温時（5℃）においては，養生方法及び養生日数の違いで強度発現に大きな差は見られない。これに対し，標準時（20℃）と高温時（35℃）では，水中養生（WD）と湿布養生（CD）には大きな差がないものの，封緘養生（SD）

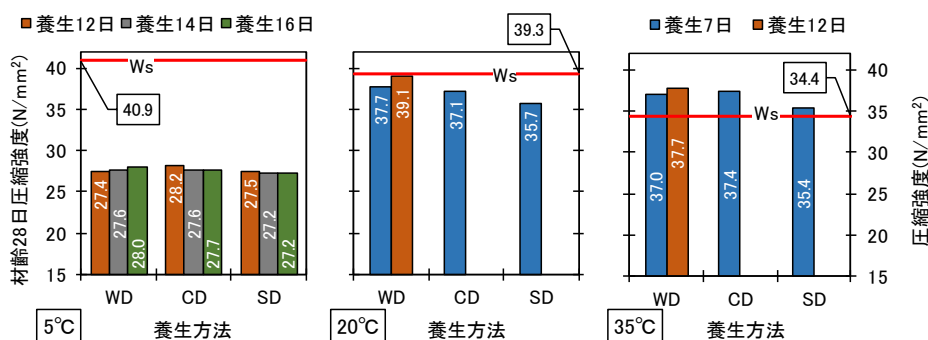


図 2 養生方法，温度別圧縮強度

は，これらと比較して，強度が約 5%低下する結果であった。また，水中養生期間を 7 日間から 12 日間に延長した場合でも，大きな強度増加は認められなかった。以上のことから，コンクリート標準示方書¹⁾（示方書と略す）に示される養生期間を確保し，その間，外部からの給水，若しくは水分の逸散防止を図る措置を取ることが重要と考えられる。

キーワード 高炉セメント，温度，養生条件，強度発現

連絡先 〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東 1-1-14 J R 九州コンサルタンツ株式会社 TEL 092-413-1035

3. 2 養生温度の影響

積算温度(℃・日)と圧縮強度の関係を図3に示す。養生方法に限らず、高温時は、低温時、標準時に比べ、初期材齢強度が高いものの、その後の強度増加が小さくなる傾向にあった。次に、図2を見ると、20℃水中養生に供した場合であっても、初期材齢時の温度が高くな

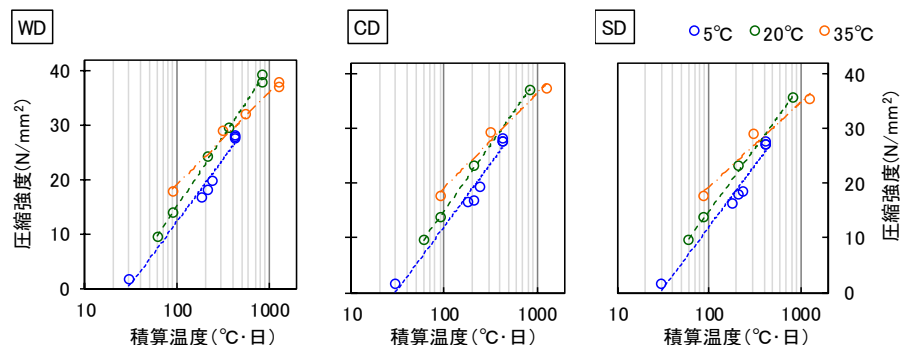


図3 積算温度と圧縮強度の関係

るほど、材齢28日の強度が低下している。また、低温養生に供した場合には20℃水中養生に対し、約67%の強度になっており、高温養生に供した場合は20℃水中養生以上の強度発現を示している。これらのことから、高炉セメントは、養生温度、特に初期材齢時に受ける温度が、その後の強度発現に大きく影響し²⁾、特に寒中期における養生温度が、コンクリートの品質管理に重要であると考えられる。

4. 現場でのコンクリートの品質管理

ラーメン高架橋の梁・スラブのコンクリートは、打設当日の予想最高気温が4℃と非常に低い温度条件下での打設になったため、寒中コンクリートとして、以下の対策を講じた。

(1) 初期凍害に対する対応

初期凍害が懸念されたため、骨材等主要材料の温度を管理し、5℃以上のコンクリート温度を確保するとともに、打設後は、シートで覆った型枠支保工内部において、ジェットヒーターを用いた給熱養生を施し、雰囲気温度を10℃以上に保った(実測平均14℃)。

(2) 部位ごとの養生管理

前述の室内試験結果を踏まえ、養生期間中の水分の逸散防止を図った。スラブ上面は、養生マットを敷き散水養生を、梁の側面・下面及びスラブの側面・下面は、材齢14日まで型枠を存置し封緘状態を保った。脱枠時期は図3からの推定強度で決定し、現場管理の供試体において、脱枠に必要な強度($\geq 15.0 \text{ N/mm}^2$)に達していることを確認($\sigma_{14}=20.3 \text{ N/mm}^2$)した。

5. まとめ

連続立体交差事業は施工期間が長く、且つ開業時期も決まっていることから、季節を問わず、コンクリートの打設を行わなければならない。BBは材齢初期に受ける温度や水分の保持等がその後の強度発現に影響することから、その特性を理解した施工管理が求められる。今回、寒中施工であったが、室内試験の結果を踏まえた養生管理を行ったことで、ひび割れ等の外観異常も見られず、設計強度を十分に満足する良好なコンクリートを得ることができた。今後もコンクリートの品質確保に向けた施工管理を進めていく所存である。

【参考文献】

- 1) 土木学会：2012年制定 コンクリート標準示方書〔施工編〕
- 2) 佐藤幸恵ほか：高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの初期養生条件が強度発現に及ぼす影響、コンクリート工学年次論文集，Vol27，No.1，pp.157-162（2005）

コンクリート 材齢(日)	打設	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
給熱養生				初期凍害を防ぐ圧縮強度 $\sigma=5.0 \text{ N/mm}^2$ を確認											
スラブ上面				散水マット+散水											
梁側面・下面 スラブ側面・下面				型枠存置											

図4 コンクリートの現場施工工程

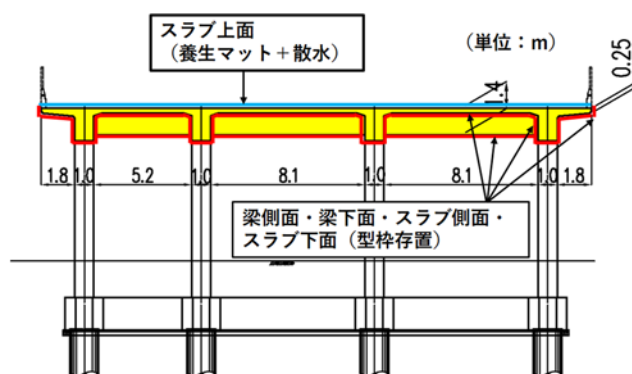


図5 高架橋梁・スラブの養生方法