

西檜這橋の施工

三井住友建設 (株) 正会員 〇川根 昌也
 三井住友建設 (株) 常磐 浩
 三井住友建設 (株) 花井 崇

1. はじめに

西檜這 (にしならばい) 橋は、常磐自動車道と東北自動車道を結ぶ復興支援道路である相馬福島道路のうち、相馬市山上字檜這地内に位置する PC2 径間連続ラーメン箱桁橋である。現在、国土交通省東北地方整備局とプレストレスト・コンクリート建設業協会東北支部 PC 橋長寿命化委員会 (以下、PC 建協東北支部) が「凍害・塩害等の複合劣化に対応した高耐久 PC 桁」に取り組んでおり、本工事ではこの取り組みを反映して主桁に使用するコンクリートの空気量を標準の 4.5% から 6.0% に増加させて施工を行った。また、PC 建協東北支部がコンクリートの初期欠陥防止を目的に作成した「東北地方における PC 橋コンクリート施工標準手順書 [張出し架設編]」 (以下、施工標準手順書) に準拠して施工を行った¹⁾。これはコンクリート標準示方書などで規定されている各事項を現場施工に反映する標準的な手法を取りまとめたもので、示方書の規定に対する対処方法の例が示されたものである。本報は、これらの施工結果を報告するものである。

2. 橋梁概要

本橋の橋梁概要を次に示し、主桁断面図を図-1 に、橋梁一般図を図-2 に示す。

- 工事名 : 西檜這橋上部工工事
- 路線名 : 一般国道 115 号 相馬福島道路
- 工事位置 : 福島県相馬市山上字檜這地内
- 事業主 : 国土交通省 東北地方整備局 磐城国道事務所
- 受注者 : 三井住友建設株式会社 東北支店
- 構造形式 : PC2 径間連続ラーメン箱桁橋
- 設計荷重 : B 活荷重
- 橋長 : 98.000m
- 支間長 : 2@48m
- 有効幅員 : 12.0m
- 架設方法 : 張出し架設
- 縦断線形 : 4.0%
- 横断線形 : 2.0%
- 平面線形 : R=1600m, A=500m

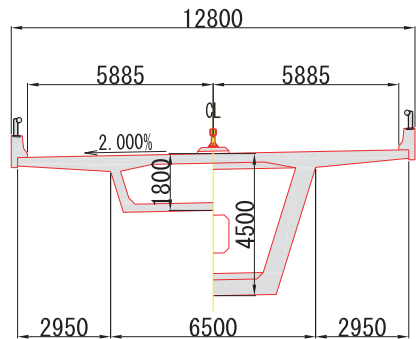


図-1 主桁断面図

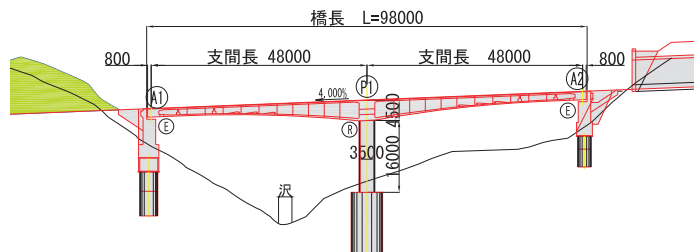


図-2 橋梁一般図

3. 空気量 6.0%を確保したコンクリート

本工事では東北地方整備局の高耐久 PC 桁に関する取り組み²⁾を反映し、AE 剤を添加して主桁部に空気量 6.0%のコンクリートを使用した。JIS 規格では荷卸し時の空気量を 4.5%と定めているが、これを 6.0%まで高めることで耐凍害性が向上すると考えられる³⁾。

3. 1 実機試験

(1) 試験方法

本工事ではプラントから現場までの運搬距離が長く、空気量 6.0%とこれまでに実績があまりない配合であるため、コンクリートの実機試験を実施した。試験実施配合を表-1に示す。

試験方法は以下のとおりである。①実際に使用するプラント設備でコンクリートを練り混ぜ、ミキサー車に積み込む。このときに

表-1 コンクリート配合

配合	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤 (C×Wt%)
			W	C	S1	S2	G	
40-12-25 (H)	39.0	41.4	154	395	289	434	1044	0.9% 3.56kg

出荷時の性状確認試験を行う。②ミキサー車のドラムを回転させながらプラントから現場までの運搬時間に相当する 40 分間プラント内で待機する。③40 分後に現場荷卸し時の性状として、1 回目の経時変化確認試験を行う。④その後 20 分間隔で経時変化確認試験を行う。

性状確認試験での試験内容はスランプ、空気量、コンクリート温度、外気温とした。また、出荷時の性状確認試験時に圧縮強度試験供試体を採取した。

(2) 試験結果

実機試験の結果を図-3に示す。出荷時のスランプと空気量はそれぞれ 14.5cm, 6.2%だった。実際の荷卸し時間に相当する 40 分後のスランプと空気量はそれぞれ 14.0cm, 5.7%だった。その後、スランプと空気量は経時的に低下したが、打設可能時間内 (出荷から 120 分後) で許容値 (スランプは 12±2.5cm, 空気量は 4.5~6.9%) を満足した。圧縮強度試験の結果はσ7で 48.9N/mm², σ28で 56.0N/mm²であった。以上の結果から試験配合は適切な配合であると考えられた。

A:工場→現場 運搬 40分
B:現場待機+入替 15分
C:打設可能時間 60分

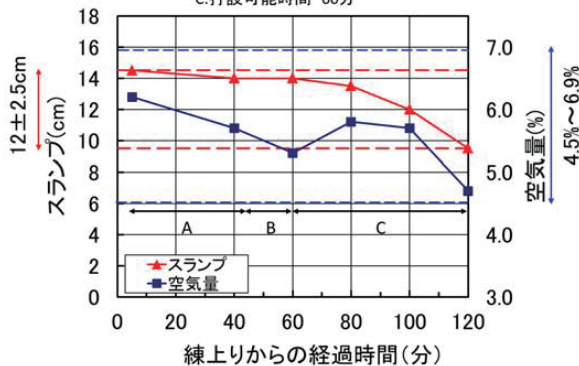


図-3 コンクリート性状の経時変化

3. 2 受入検査

各打設箇所の受入検査時における空気量を図-4に示す。実機試験では荷卸し時の空気量は 5.7%であったが、実施工時では 4.5~5.5%の値が多かった。この理由としては運搬時間が想定よりも長くなる場合があり、時間とともに空気量が減少したと考えられる。しかしながら、凍害・塩害に強い高耐久 PC 桁の仕様として設定されている空気量 4.5~6.9%の範囲²⁾で主桁コンクリートを構築することができた。

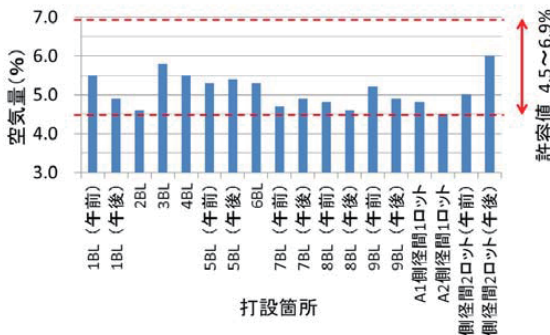


図-4 荷卸し時の空気量

4. 表層品質向上に向けた取り組み

コンクリート打設の打込み・締めめ方法が表層品質に大きく影響を与えると思われるため、本工事ではコンクリートの施工に起因する欠陥を防止するためにまとめられた施工標準手順書に基づき施工を行った。手順書では打設方法や打込み高さ、パイプレタ挿入間隔などの現場対応事項が立案されている。ウェブの打設方法についてはいくつかの方法が提案されているが、本現場ではウェブ PC 鋼材がなく、ウェブへのホースの挿入が可能であったため、ホースを直接挿入して打設を行った。打設前には一層の打込み高さを確認するために、鉄筋に 50cm 毎にテープでマーキングを行った。さらに上層と下層が一体となるように施工するために、パイプレタの先端から 70cm 位置にテープでマーキングを行った (写真-1)。先端から 70cm の位置にマーキングをすることによって、打継目下層のコンクリートへパイプレタが 10cm 程度挿入される。パイプレタへのマーキングによって締めめ担当作業員は簡単に挿入深さを確認することができていた。締めめにムラができることを防ぐためにパイプレタの挿入間隔を棧木にマーキングを行った (写真-2)。この方法はより明確な挿入間隔の明示方法が課題と考える。

コンクリート表面は硬化後に養生マットで覆い、散水して湿潤状態を保つようにした。脱枠後に散水が困難な場所については被膜養生剤を塗布した。張出し架設では標準の場合、気温によって3日から5日間の養生期間を設けるが、表層品質向上のために通常より長い7日間の養生を行った (写真-3)。



写真-1 挿入深さマーキング

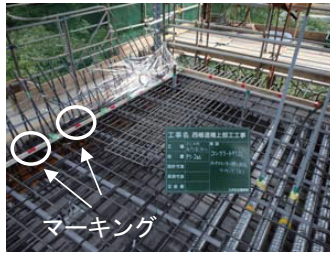


写真-2 挿入間隔マーキング



写真-3 養生状況

5. 表層透気試験

5. 1 試験・評価方法

本工事では「高耐久 PC 桁」に向けた取り組みを行い、この取り組み結果の評価として、Torrent 法による表層透気試験を行った。Torrent 法 (ダブルチャンバー法) はコンクリート表層を減圧した上で、圧力の戻り方から表層における透気性を測定するものである。内部チャンバーと外部チャンバーの圧力を等しくコントロールすることにより、外部から内部チャンバーへの空気の流入が物理的に排除され、栓流が形成される。試験状況を写真-4に示す。試験の評価方法については表-2に示すような評価区分⁴⁾に従った。なお、ウェブの外側、内側、下床版下面については脱枠後に被膜養生剤を散布しており、ウェブの内面については透水型枠シートを貼付した型枠を使用した。測定箇所は上床版上面、ウェブ外側、ウェブ内側、下床版下面とした。ウェブ外側と下床版下面については打設後2週間以内で測定を行った。張出し施工終了後 (ワーゲン解体後) についても測定が可能である上床版上面とウェブ内面については材齢が1ヶ月程度のときと6ヶ月程度のときに測定を行った。

表-2 透気係数評価方法⁴⁾

透気係数	0.001	0.01	0.1	1	10
KT(×10 ⁻¹⁶ m ²)	~0.01	~0.1	~1	~10	~100
透気性グレード	1	2	3	4	5
透気性評価	優	良	一般	劣	極劣

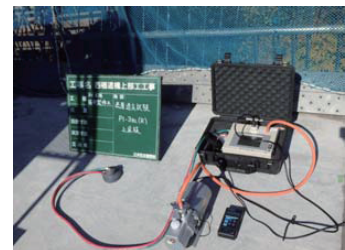


写真-4 表層透気試験状況

5. 2 結果・考察

各測定箇所における透気係数 KT ($10^{-16}m^2$) の測定結果を図-5に示す。上床版上面は透気係数が $0.027 \sim 0.057 \times 10^{-16}m^2$ の範囲であり、評価区分は「良」であった。この値は材齢が1ヶ月と6ヶ月で大きな違いはなかった。ウェブ外面は透気係数が $0.0021 \sim 0.097 \times 10^{-16}m^2$ となり、施工ブロックごとに透気係数のばらつきが大きく、評価区分は「優」または「良」であった。ウェブ内面については、ほぼすべての施工ブロックについて透気係数が $0.01 \times 10^{-16}m^2$ 以下となり、評価区分は「優」であった。ウェブ内面についても上床版上面と同様に材齢による違いは認められなかった。下床版の下面は透気係数が $0.001 \sim 0.014 \times 10^{-16}m^2$ となり、評価区分は「優」または「良」であった。

本工事での測定結果ではどの測定箇所においても評価区分が「優」または「良」であり、高品質のコンクリートを打設することができた。今回の測定では材齢による透気係数の変化はみられなかった。測定箇所の中でウェブ内面の透気係数の値がとくに良かった理由としては透水型枠シートを使用したことが考えられる。透水型枠シートの使用によりコンクリート表面の気泡やブリーディング水が抜け、緻密なコンクリートを打設することができたと考えられる。ウェブ外面は施工方法と材齢が同じでも透気係数のばらつきが大きく、施工による誤差が出やすい箇所と考えられる。

6. おわりに

西橋這橋上部工工事に於いて東北地方整備局とPC建協東北支部による「凍害・塩害等の複合劣化に対応した高耐久PC桁」を反映し、主桁コンクリートの空気量を6.0%に増加させて施工を行った。また、PC建協東北支部が作成した、「東北地方におけるPC橋コンクリート施工標準手順書[張出し架設編]」に基づいた施工方法を採用し、表層品質が高いコンクリートを打設することができた。

最後に本橋梁の施工にあたり、ご指導とご協力を賜った関係各位に深く感謝の意を表すとともに、本報告が同種工事の参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) 一般社団法人 プレストレスト・コンクリート建設業協会 東北支部 PC橋長寿命化委員会：東北地方におけるPC橋コンクリート施工標準手順書[張出し架設編]，2013，8
- 2) 遠藤：高耐久PC桁の概要について；プレストレストコンクリート 2015 Vol.57 No.2 pp.33-36
- 3) 村田，樋口，尾田，石井：寒冷地での橋梁緊急補修工事における凍害対策とその検証結果；第23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論文集，pp.355-358，2014，10
- 4) 土木学会：構造物表面のコンクリート品質と耐久性能検証システム研究小委員会（335委員会）成果報告書およびシンポジウム講演概要集，pp.30，2008

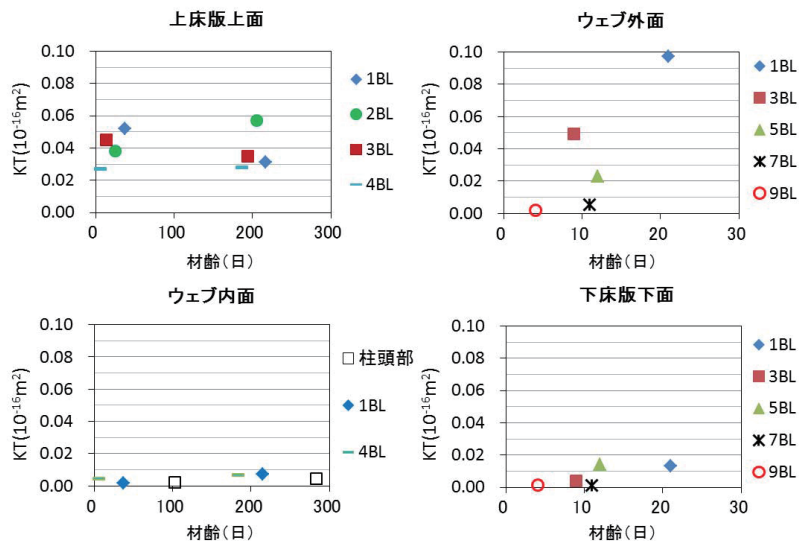


図-5 材齢による透気係数 KT ($10^{-16}m^2$)