

超強度繊維モルタルを用いた PC プレテンション桁の施工 - 皆喜橋 -

(株)ピーエス三菱 正会員 ○岩井 利裕
 倉測建設コンサルタント(株) 亀沢 直弘
 (株)ピーエス三菱 正会員 藤岡 靖
 (株)ピーエス三菱 正会員 石田 邦洋

1. はじめに

皆喜橋改良工事は、岡山県備前市日生町日生地内の準用河川中州川河口付近にかかる旧橋の架け替え工事である。旧皆喜橋は昭和 29 年に竣工された 2 径間単純 RCT 桁橋であり、施工後 50 年以上経過している。また 河口付近に位置しているため塩害の影響が激しく、主桁下面のかぶり剥離し主鉄筋の腐食が見られた。さらに、同橋付近の耐火レンガ工場に当時の設計荷重以上の大型トレーラーが往来するため、本橋の架け替えが計画された。

下部工は、胸壁部に大きな損傷が見られ、取り壊し復旧を行うこととなったが、橋台、橋脚の躯体は、目立った損傷がないため、軽微な補修、補強を行い、現況を利用することとなった。したがって、上部工の反力や桁高を極力抑える必要があり、種々の比較検討の結果、超強度繊維補強モルタル（設計基準強度 120MPa）を使用した低桁高工法（以降ダックスピーム工法と呼ぶ）が採用された。本稿では、その製作、施工について報告を行う。

2. 皆喜橋の概要

本橋の工事概要を以下に示し、橋梁全景を写真-1、上部工側面図および断面図をそれぞれ図-1、2 に示す。

- ・ 工 事 名：皆喜橋改良工事
- ・ 工事場所：岡山県備前市日生町日生地内
- ・ 発 注 者：備前市
- ・ 橋 長：17.730m
- ・ 有効幅員：5.000m
- ・ 支 間 長：8.305m+8.305m
- ・ 構造形式：2 径間単純 PC 床版橋
- ・ 活 荷 重：B 活荷重
- ・ 線 形：平面線形 $R=\infty$
 $i=6.960\% \sim -6.400\%$ $VCL=25.0m$
- ・ 工 期：自)平成 18 年 2 月 15 日
 至)平成 18 年 5 月 31 日



写真-1 橋梁全景



図-1 上部工側面図

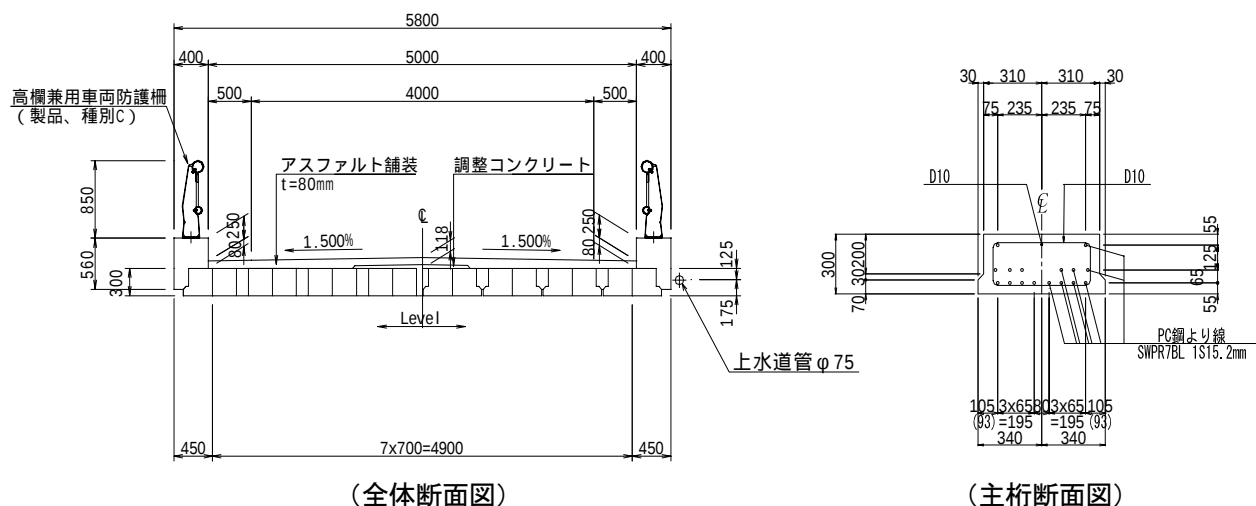


図-2 上部工断面図

3. ダックスビーム工法の採用について

本橋に採用されたプレテンション方式のダックスビーム工法には以下の特徴がある。

- ・ 使用する超高強度繊維補強モルタルは設計基準強度 120MPa を有し、大きなプレストレス導入が可能なことから、低桁高が実現でき、上部工重量の低減が図れる。
- ・ 使用する超高強度繊維補強モルタルは水セメント比が 17.0%程度であり、塩分浸透抵抗性に優れている。そのため、塩害対策区分Sにもかかわらず、供用年数 100 年間でのかぶり量は 37mm で良く（道路橋示方書では同区分で 70mm と規定されている）、桁高が低くなるため、上部工重量の低減につながる。（なお、純かぶり 37 mmの設定方法は、6. 塩分浸透性についてを参照のこと）
- ・ プレテンション方式であり工場で製作するため、品質に優れ、現場の省力化が図れる。また、現場での施工は、通常のプレテンション方式単純床版橋と同様で、特別な技術を必要としない。
- ・ 見た目もスレンダーであり、景観性に優れている。

表-1 に皆喜橋の構造形式比較一覧表を示す。経済性は他工法に比べ割高となったが、既設橋梁に対して上部工重量増が最も小さかったこと、塩分浸透抵抗性に優れていることから、本工法が採用となった。

表-1 構造形式比較一覧表

構造形式	第1案:プレホロー案(JIS標準タイプ)	第2案:プレホロー案(高強度タイプ)	第3案:死荷重低減案(ダックスビーム工法)
概要図			
コンクリート強度	$\sigma_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{ck} = 70 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{ck} = 120 \text{ N/mm}^2$
全体反力 (1橋台当り)	死荷重分 1599kN 死荷重増加分 668kN 増加比率 1.72	死荷重分 1353kN 死荷重増加分 421kN 増加比率 1.45	死荷重分 1102kN 死荷重増加分 170kN 増加比率 1.18
経済性 (諸経費含)	1.000	1.016	1.340
評価	△	○	◎

4. 主桁製作

本橋の超高強度繊維補強モルタルを用いたプレテンション方式ダックスビーム桁の製作について述べる。

4. 1 使用材料および練り混ぜ方法

表-2 に超高強度繊維補強モルタルの使用材料を、表-3 に示方配合表を、図-3 に練り混ぜ方法を示す。写真-2 はベカルト社の鋼繊維である。

表-2 使用材料一覧表

材 料 名	種 類	備 考
セメント	シリカフェームセメント(三菱マテリアル社製)	密度:3.08g/cm ³
細骨材	砕 砂	密度:2.57g/cm ³
水	水道水	
混和剤	高性能減水剤(マイティ-21WII)	密度:1.07g/cm ³
混和材	鋼繊維(ベカト社)	密度:7.85g/cm ³ , 引張強度:2340MPa

表-3 示方配合表

スランプ フロー (cm)	空気量 (%)	水セメント 比 W/C (%)	単位量(kg/m ³)				
			水 W	セメント C	細骨材 S	鋼繊維 SF	減水剤 F
75.0±10	2.0±1.5	17.0	210	1235	948	79	37

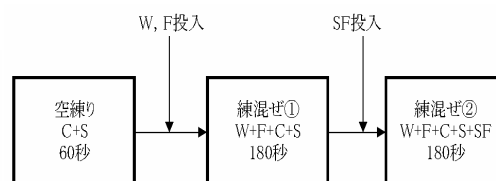


図-3 練混ぜ方法



写真-2 鋼繊維

4. 2打設

打設状況を写真-3 に示す。練り上がった超高強度繊維モルタルを運搬車で所定の場所まで運搬し、運搬車に取り付けてあるバケットにて材料分離を起こさないように除々に投入する。超高強度繊維補強モルタルは流動性が良好で、型枠バイブレーターのみで締固めを行った。

4. 3養生

蒸気養生曲線を、図-4 に示す。養生方法は以下のとおりとした。

- 1) 打設終了後、39～45 時間は 20℃ で前置養生を行った。
- 2) 脱枠を行い、再びシートで覆い、蒸気養生を行った。
- 3) 温度上昇は、15℃/h 以下とした。
- 4) 養生最高温度は 60℃ とし、継続時間は、24 時間を標準とした。

写真-4 に、完成した主桁を示す。

5. 現場施工

主桁架設は写真-5 に示すように、50ton ホイールクレーンを使用し橋台背面から架設を行った。現地の橋台背面は比較的狭く、アウトリガーは中間張り出し 4.0m となったが、主桁重量が 4.4 t であり軽量であるので、50ton ホイールクレーンで架設が可能となった。通常の JIS A5373-2004 の BS08 (主桁重量約 9.0t) の主桁であれば、80ton オールテレーンクレーンが必要であったと考えられる。ダックスビーム桁は低桁高を実現し主桁重量を軽くすることができるため、使用する重機を小さくすることができる。よって、ダックスビーム工法は従来工法と比較して、現場作業の省力化、経済性、安全性にも優れていると考える。

主桁架設後の作業は、通常のプレテンション方式単純床版橋と同様に、間詰めコンクリート打設、横締め緊張、橋面工、落橋防止装置工を経て完了となる。



写真-3 打設状況

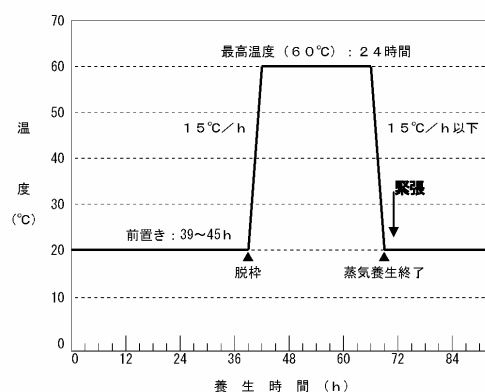


図-4 蒸気養生曲線



写真-4 主桁

6. 塩分浸透性について

前述にもあるように、皆喜橋は河口付近に位置し、道路示方書の塩害対策区分 S に該当する。従来工法であれば純かぶり 70mm 必要であるが、桁高を低くし、桁重量をさらに減少させるにはかぶりを小さくする必要があった。そこで、かぶりの検討を行った。塩分拡散係数の試験値および塩化物イオン濃度の計算値をそれぞれ、表-4 および図-5 示す。超高強度モルタルの塩分拡散係数は浸漬法¹⁾により求め、塩化物イオン濃度の計算値はかぶり 37 mm で飛沫帯の条件でコンクリート標準示方書²⁾に準じて算出した。比較のため、普通コンクリート (W/C=36%) とそれに BFS (高炉スラグ) を添加したものについても塩分拡散係数と塩化物イオン濃度の経時変化を算出した。式 (1) にイオン濃度 C_d の算出式を示す。

$$C_d = \gamma_{cl} \cdot C_0 \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{0.1 \cdot c}{2\sqrt{D_d \cdot t}} \right) \right] \dots (1)$$

ここに、 C_0 ：コンクリート表面における想定塩化物イオン濃度 (kg/m^3)

c ：かぶりの期待値 (mm)

t ：塩化物イオンの侵入に対する耐用年数 (年)

γ_{cl} ：鋼材位置における塩化物イオン濃度の設計値 C_d のばらつきを考慮した安全係数

D_d ：塩化物イオンに対する設計拡散係数 ($\text{cm}^2/\text{年}$)

erf ：誤差関数

これによると、超高強度モルタルの塩化物イオン濃度の計算値は、100 年後においても発錆限界 1.2kg/m^3 以下であり、かぶりが 37 mm であれば飛沫帯の環境条件でも、100 年間鋼材が腐食することはないと考えられる。したがって、本橋では純かぶり 37 mm を採用した。

7. まとめ

本稿では皆喜橋の施工報告を行い、ダックスビーム工法の特徴を述べた。従来なら主桁重量の制限により困難であった本工事を、ダックスビーム工法の特徴である低桁高の実現、塩分浸透抵抗性を生かすことで上部工重量を低減し、施工が可能になったと言える。本工法の採用が増えることによって、今後のインフラ整備の役に立てば幸いとする。

参考文献

- 1) コンクリート委員会・基準関連小委員会：土木学会基準「浸せきによるコンクリート中の塩化物イオンの見掛けの拡散係数試験方法 (案) (JSCE-G572-2003)」の制定，土木学会論文集，No.767/V-64，pp. 11-16，2003.8
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書 [施工編]，2002.3



写真-5 主桁架設状況

表-4 塩分拡散係数

	拡散係数 ($\text{cm}^2/\text{年}$)	備考
超高強度モルタル	0.0217	試験値 ¹⁾
普通コンクリート	0.4630	計算値 ²⁾
普通コンクリート (BFS使用)	0.2720	計算値 ²⁾

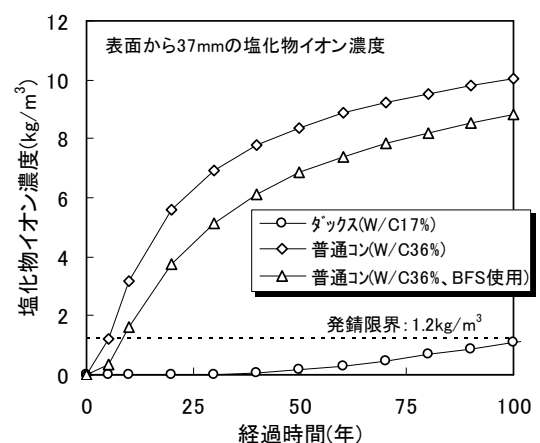


図-5 経過時間と塩化物イオン濃度の関係