

高強度繊維補強モルタルを使用した低桁高PC橋 (ダックスビーム工法)



所属名：(社) プレストレスト・コンクリート建設業協会

(株) ピーエス三菱

発表者：田中 寛規

1. はじめに

本工事は、広島県福山市沼隈町常石に位置する鋼製栈橋の掛け替え工事である。鋼製栈橋は海上部に位置し、塩害による腐食が著しく掛け替えが計画されていた。また、下部工構造については矩体自体には目立った損傷が少ないことから、軽微な補修を行い再利用するという特徴を有していた。このため掛け替えに当たっては耐久性に優れ、反力増加が極力少ない構造であることが要求され、低桁高、高強度・高じん性を有する高強度繊維補強モルタル(ダックスモルタル)を用いたプレキャストセグメントによるポストテンション方式プレレストコンクリート橋(ダックスビーム工法)が採用された。

2. 工事概要

本橋の工事概要を以下に示す。また、既設栈橋状況を写真-1に示す。

工事名：株式会社カムテックス栈橋補修工事

工事場所：福山市沼隈町常石

発注者：株式会社カムテックス

橋長：70.815m (3橋合計)

桁長：22.158m, 22.269m, 26.388m

桁幅：2.000m

支間長：21.578m, 21.689m, 25.608m

構造形式：ポストテンション方式単純中空床版橋

工期：自)平成18年7月10日

至)平成18年12月20日



写真-1 既設栈橋状況

3. ダックスビーム工法の採用について

本工事は劣化した鋼製栈橋の架け替えであり、既存の下部工を再利用することから、桁高を押さえ上部工死荷重を可能な限り増加させない橋種であること、塩害対策S区分に位置することから耐塩害性に優れる構造及び材料の使用が望ましく、これらに適合する構造としてダックスビーム工法が採用された。

以下にプレキャストセグメントによるポストテンション方式のダックスビーム工法の特徴を示す。

- 1) ダックスモルタルは設計基準強度 120MPa を有し、大きなプレストレスの導入が可能なことから低桁高が実現でき、上部工重量の軽量化が図れる。
- 2) ダックスモルタルの水セメント比は 17%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、設計耐用年数 100 年での必要なかぶり厚さは 37mm となり(道路橋示方書では同区分で 70 mmと規定されている)桁高を低くでき、上部工重量の低減につながる。
- 3) プレキャストセグメント部材は、予め工場で製作するため、品質に優れ、現場施工の省力化が図れる。また、現場施工方法は通常のセグメント方式によるものと同様であり、特別な技術を必要としない。
- 4) 主桁がスレンダーであり、景観性に優れる。

4. 主桁断面形状について

図-1 に当栈橋の平面形状図及び断面図を示す。断面の決定は、桁運搬や施工性も考慮して、図のような断面形状とした。検討の結果、桁長 22m (支間長 21.6m) の区間においては桁高さ $h=500\text{mm}$ 、桁長 26m (支間長 25.6m) 区間では桁高さ $h=550\text{mm}$ となり、桁高支間比はそれぞれ $1/43$ 、 $1/46$ にすることが可能となった。

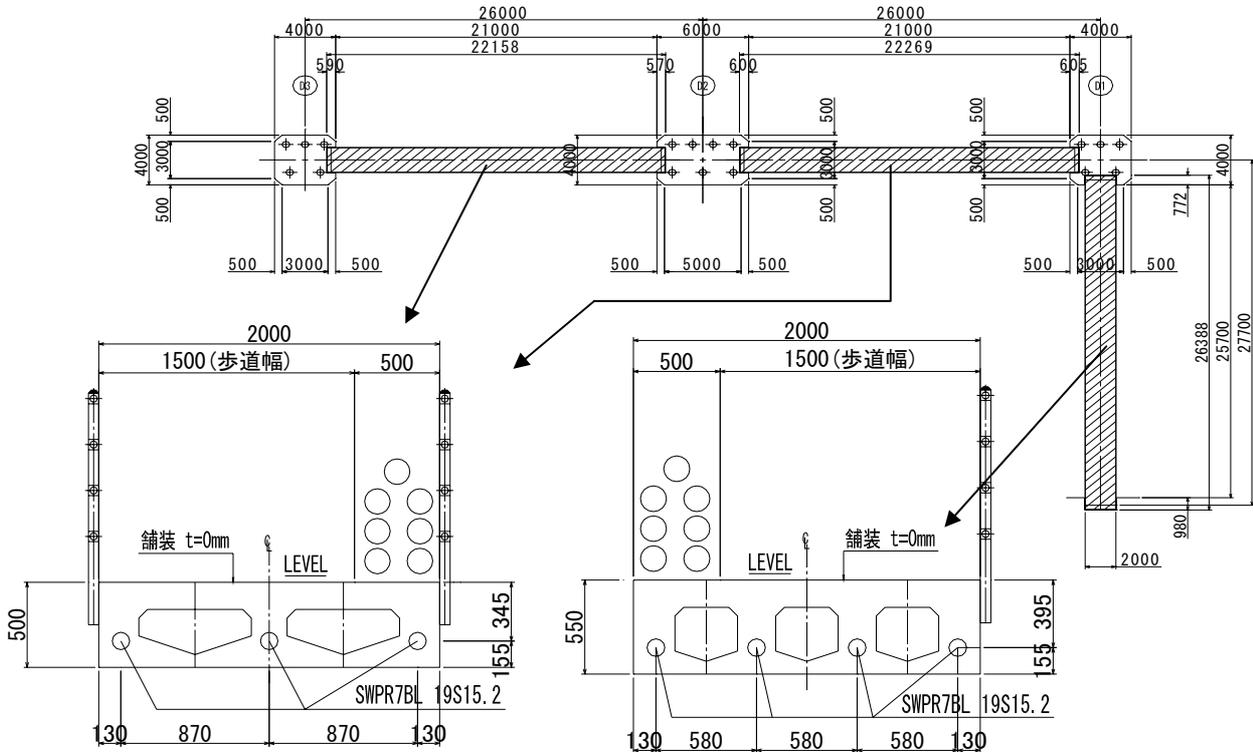


図-1 平面形状及び断面図

5. 主桁かぶりの設定

本橋は海上に位置し、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 確保と塗装鉄筋の使用等が必要となる。本橋の純かぶりの設定は、設計供用年数とダックスモルタルの塩分拡散係数の浸漬法結果¹⁾より 37mm と設定した。ダックスモルタルの浸漬法により得られた塩分拡散係数を用い、コンクリート標準示方書式²⁾に準じて飛沫帯における塩化物イオン濃度として計算した結果、本橋で採用した純かぶり 37mm であれば 100 年後の塩化物イオン濃度は発錆限界 $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以下の $1.08\text{kg}/\text{m}^3$ であり、飛沫帯における塩害に対し 100 年の耐久性を有することとなる。ダックスモルタルの塩分拡散係数および塩化物イオン濃度の計算値をそれぞれ表-1 および図-2 に示す。

表-1 塩分拡散係数

	拡散係数 ($\text{cm}^2/\text{年}$)	備考
ダックス : ダックスモルタル	0.0217	試験値
普通コンクリート	0.4630	計算値
普通コンクリート (BFS 使用)	0.2720	計算値

比較のため、普通コンクリート (W/C=36%) と普通コンクリートに BFS (高炉スラグ) を添加したものに関する塩分拡散係数と塩化物イオン濃度の経時変化を算出。

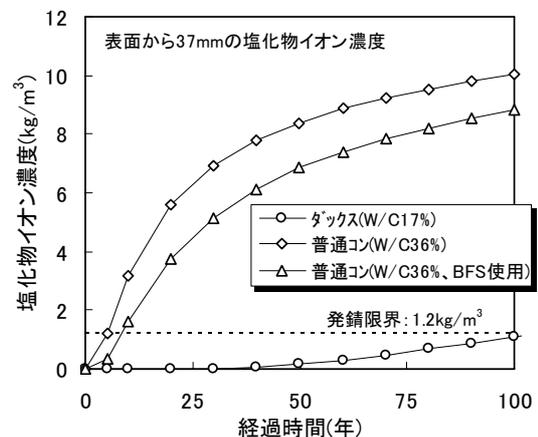


図-2 経過時間と塩化物イオン濃度の関係

6. 主桁製作

本橋のダックスモルタルを用いたプレキャストセグメント桁の製作について記述する。
 なお、主桁製作は当社水島工場にて行った。

(1) 使用材料および練り混ぜ方法

表-2 にダックスモルタルの使用材料，表-3 に示方配合表，図-3 に練り混ぜ方法を示す。
 また、写真-2 に使用した鋼繊維を示す。

表-2 使用材料

材料名	種類	備考
セメント	シカフルセメント	密度:3.08g/cm ³
細骨材	砕砂	密度:2.60g/cm ³
水	上水道水	
混和剤	高性能減水剤	密度:1.07g/cm ³
混和材	鋼繊維	密度:7.85g/cm ³ ，引張強度:2180Mpa

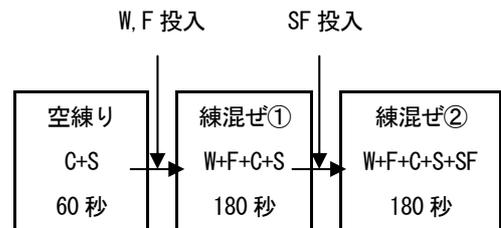


図-3 練り混ぜ方法

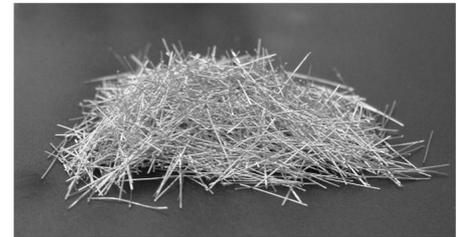


写真-2 鋼繊維

表-3 示方配合表

スランプ 高 (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					減水剤 F
			水 W	セメント C	細骨材 S	鋼繊維 SF		
75.0±10	2.0±1.5	17.0	210	1235	959	40	37	

(2) 打設

打設状況を写真-3 に示す。ダックスモルタルは流動性が良好であり、型枠内への充填性に優れることから型枠バイブレーターのみで締固めを行うことが可能である。

(3) 養生

打設後の蒸気養生方法を図-4 に示す。温度および時間管理にて養生を行うこととし、以下とした。

- 1) 打設後，39～45 時間は 20℃ で前置蒸気養生を行う。
- 2) 脱枠後，再びシートで覆い蒸気養生を行う。
- 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。
- 5) 表面温度を測定し，外気温とほぼ等しい 20℃ に温度降下するまで養生を行い，部材の急激な温度低下を防ぐこととした。

(4) 製作工程

型枠セットから養生後の主桁セグメント取り出し完了に要する 1 桁当たりの製作サイクルは約 110 時間となる。
 表-4 に工場製作工程を示す。



写真-3 打設状況

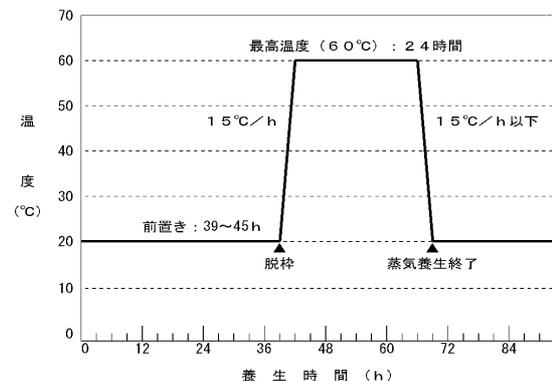


図-4 蒸気養生方法

表-4 工場製作工程

工種	時間	0	24	48	72	96	120	144
型枠準備		●●						
鉄筋, シース配置		●●						
型枠組立て		●●						
ダックスモルタル打設			●●					
蒸気養生			●	—————	—————	—————	●	
強度確認, セグメント取り出し							●●	

7. 主桁架設

主桁の架設は、海上環境での作業となる。主桁吊り込み時に必要となるクレーン船の作業半径を確保するため、作業台船を使用しての架設とした。架設方法は、工場製作されたプレキャストセグメント桁を現場搬入し、800ton 台船上の作業にて主桁セグメント部材を主ケーブル緊張により一本化した後、160ton クレーン船にて主桁架設を行った。緊張作業状況を写真-4、主桁架設状況を写真-5 に示す。



写真-4 緊張作業状況



写真-5 主桁架設状況

8. おわりに

本橋はダックスビーム工法の構造上の有利性に着目し、従来工法では計画上、困難となる低桁高の設定を可能としたことで上部工重量の軽量化に繋がり、また、高い塩分浸透抵抗性を活用することで塩害対策区分に位置する橋梁への高耐久性を向上させることが可能となった。本工事の施工実績が今後のインフラ整備に役立てば幸いである。写真-6、写真-7 に完成状況を示す。



写真-6 完成状況



写真-7 完成状況

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