

場所打ちによる超高強度繊維補強コンクリート製道路橋の施工

鹿島建設株式会社北陸支店 正会員 〇川崎文義 林 英輝 蓮野武志

電気化学工業株式会社 正会員 別府 教 栖原健太郎

鹿島建設株式会社技術研究所 正会員 渡邊有寿 青山達彦 柳井修司

1. はじめに

本工事は、民間発電設備のリニューアルに伴い、建造後約 100 年経過した吊橋を架け替えるものである。新設する橋梁は、橋長 39.0m、桁長 38.8m、有効幅員 4.0m の単純 PC ポストテンション方式 T 桁橋（躯体数量約 90m³）であり、エトリンライト生成系の超高強度繊維補強コンクリート（以下、サクセム）を構造物全体に場所打ち施工した道路橋である。本報では、サクセムを大規模に場所打ち施工するために講じた各種取組みと施工結果について報告する。



写真-1 架設地点状況

2. 工事概要・背景

架設地点の状況を写真-1 に、橋梁構造を図-1 に示す。本橋の架設地点は山間部であり、大型のプレキャスト部材を運搬する工事用道路の確保が困難であったことや、部材を細かく分割することによって継目が増えることが、施工ならびに耐久性上の課題となった。そこで、中間横桁のみをプレキャスト化し、他の大部分を場所打ちにより構築することとした。

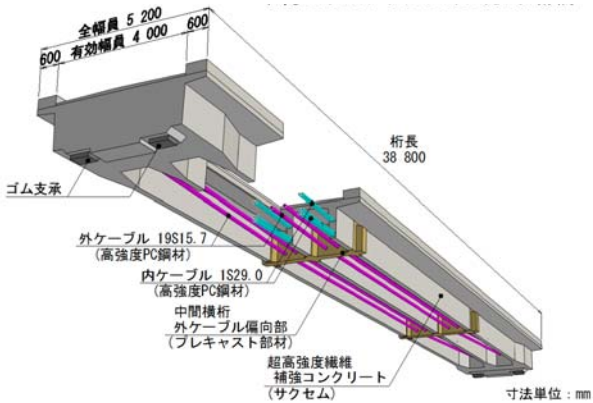


図-1 橋梁構造

3. 使用材料と設計基準強度

サクセムの配合を表-1 に示す。「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案）」¹⁾（以下、UFC 指針）では、打込みから脱型やプレストレス導入に必要な初期強度が得られるまでの「初期養生」と、最終強度の発現に必要な蒸気養生である「標準熱養生」を行うことが基本とされている。これらは、十分な養生設備を有する工場製作のプレキャスト部材を想定したものである。本工事は、冬期（渇水期）かつ積雪山間部での施工であるため、後述する架設地点で実現可能かつ強度発現に必要な養生とし、設計基準強度を UFC 指針の適用範囲内である 150N/mm² に設定した。また、ひび割れ抑制を目的に収縮低減タイプのサクセムを適用した。

表-1 UFC 配合（サクセム）

水結合材比 (%)	単位量 (kg/m ³)						補強繊維 (kg)
	水※	結合材 (収縮低減タイプ)	細骨材	収縮低減剤	高性能減水剤	消泡剤	
15.2	195	1287	905	12.9	36.0	6.4	137.4 (1.75vol.%)

※高性能減水剤中の水分を含む

4. 施工結果

(1) 市中プラントにおけるサクセムの製造と運搬

本工事におけるサクセムの製造は、市中の生コンプラント 2 社（二軸強制練りミキサ）で行い、全数量約 90m³ を 3 日間で製造した（各日約 30m³）。1 バッチ当りの練混ぜ量は、両プラントともに 2.0m³ とし、1 プラント当りの平均製造量は 4.0m³/h、最大 7.0m³/h であった。アジテータ車（2.0m³ 積）により約 40 分で現場まで運搬した後、バケット（容量 1.0m³）で場内運搬した。

(2) 打込み

サクセムを場所打ち施工する場合、設備が整った PCa 工場と異なり、打込み位置が制約されることが想定された。そこで、事前に主桁を模擬した 10m の部材を用いてサクセムのレベリング性や鋼繊維の均一性が確保される流動距離

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート、場所打ち、大量施工、現場養生
連絡先 〒950-8550 新潟県新潟市中央区万代 1-3-4 鹿島建設（株）北陸支店 TEL025-243-3766

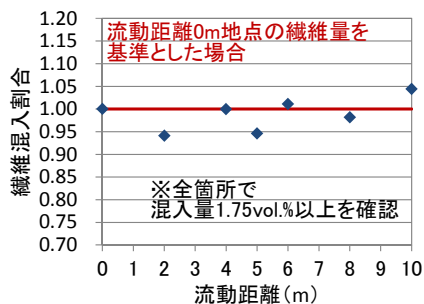


図-2 流動距離と繊維混入割合の確認



写真-2 打込み状況（実施工）



の限界を把握した。図-2に流動距離と繊維混入割合の確認結果を示す。型枠に設けた窓から、流動先端の試料を採取し、洗い試験によって鋼繊維の量を測定した結果、流動距離が10m地点まで均一に分散されていることが確認された。写真-2にサクセムの打込み状況を示す。事前検討での知見²⁾から、実施工では、打重ね面の乾燥（被膜）を防ぐための継続的な噴霧（打込み空間の保湿）と、鋼繊維を架橋させるための突き棒によるかき乱しを施した。実工事では最大1.5時間程度の打重ね時間間隔が生じたが、写真-3に示すように未充填や打重ね線のない、きれいな仕上がりとなった。



写真-3 仕上がり状況

(3) パイプクーリング

本橋の端部横桁は約 $2.0 \times 4.0 \times 1.5\text{m}$ のマスコンクリートであり、事前の温度応力解析において中心部の最高温度が 110°C まで上昇し、内外温度差による温度ひび割れが生じる可能性が示された。そこで、河川水（水温 5°C ）を利用したパイプクーリングを実施し、温度上昇を抑制した（図-3）。その結果、実工事においても事前の予測よりも $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 程度最高温度を抑制することができた。

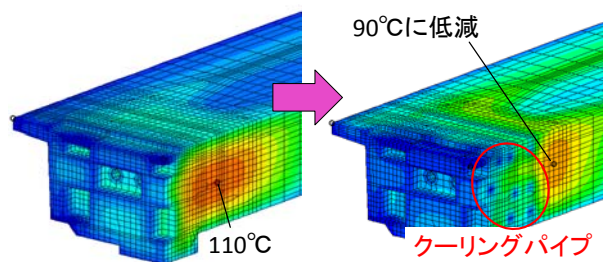


図-3 端部横桁のパイプクーリング（事前解析）

(4) 低温養生下の給熱養生

本工事では、蒸気養生のような高温の給熱養生ができない環境であることに加え、積雪厳冬期での施工であり、強度発現とともに内外温度差による温度ひび割れ抑制を考慮した給熱養生が必要となった。そこで、ユニット式養生パネルと二重の防災シートで施工エリア全体を覆うとともに、熱交換式温風機（熱出力 $68,700\text{kcal/hr} \times 6$ 台、 $28,600\text{kcal/hr} \times 2$ 台）で打込み後の雰囲気温度を 30°C まで給熱する計画とした。実工事では、特に自己発熱の小さい薄肉部の強度発現を確実にするため、打込みから48時間までは部材温度が 30°C を下回らないように管理した。サクセムの現場養生供試体（薄肉部付近）の強度試験結果を図-4に示す。

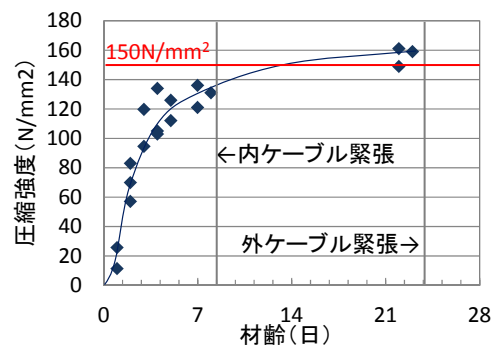


図-4 現場養生における強度発現

図に示すように、打込みから材齢22日で目標強度 150N/mm^2 に到達することを確認し、外ケーブルの緊張を実施した。

5. おわりに

本報では、サクセムを場所打ち施工した事例として、橋長39mの道路橋の施工結果について報告した。本報が今後の同種工事の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案），2004
- 2) 青山達彦ほか：超高強度繊維補強コンクリートの打重ね部の一体性確保に関する基礎的実験，土木学会第69回年次学術講演会，2014（投稿中）