

AFt系UFCの設計基準強度はUFC指針の適用範囲内である $150\text{N}/\text{mm}^2$ に設定した。なお、全長約39mの部材を3日間連続の分割施工とし、プレキャスト化した中間横桁(設計基準強度 $180\text{N}/\text{mm}^2$)を打設境界とした。中間横桁は、局所的な発生応力に抵抗するとともに、妻型枠としての機能を付与することで設計・施工上の課題解決の一助となった。

4. 施工結果

4.1 プレキャスト横桁の製作

プレキャスト中間横桁は、蒸気養生設備が整ったプレキャストコンクリート工場で作成した。写真-1に製作および設置状況を示す。



写真-1 プレキャスト横桁

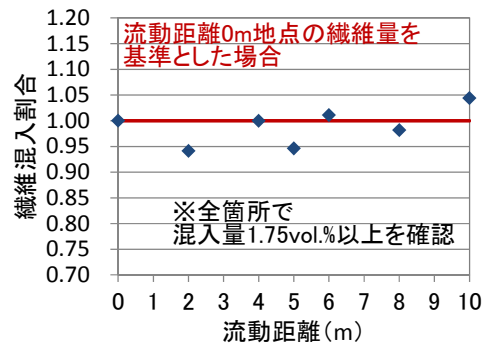
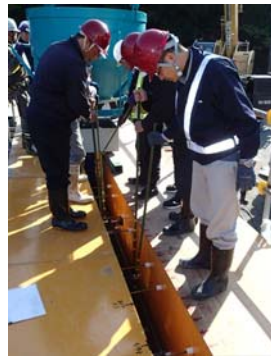


図-2 流動距離と繊維混入割合の確認(試験施工)

横桁の横締めには、新たに開発された湿気硬化型の高強度プレグラウトPC鋼材(1S29.0)適用した。

4.2 AFt系UFCの場所打ち施工

(1) AFt系UFCの製造と運搬

本工事におけるAFt系UFC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 90m^3 を3日間で製造した(各日約 30m^3)。1バッチ当りの練混ぜ量は、両プラントともに 2.0m^3 とし、1プラント当りの製造量は平均で $4.0\text{m}^3/\text{h}$ 、最大 $7.0\text{m}^3/\text{h}$ であった。製造したUFCはアジテータ車(2.0m^3 積)により約40分で現場まで運搬した後、バケット(容量 1.0m^3)で場内運搬した。

(2) 打込み

AFt系UFCを場所打ち施工する場合、設備が整ったPCa工場と異なり、打込み位置が制限されることが多い。本工事においても、クレーンの作業半径(定格荷重)により、打込み位置が制限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AFt系UFC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



写真-2 打込み・脱型状況

果、流動距離が 10m 地点まで繊維が均一に分散されていることが確認された。写真-2に Aft 系 UFC の打込みおよび脱型状況を示す。事前検討での知見⁵⁾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、未充填や打重ね線のない、きれいな仕上がりとなった。

(3) パイプクーリング

本橋の端部横桁は約 2.0×4.0×1.5m 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℃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℃)を利用したパイプクーリングを実施し、中心部の温度上昇を抑制した(写真-3)。その結果、実工事においても事前の予測どおりに、クーリングをすることで 20~25℃程度最高温度を抑制することができた(図-3)。

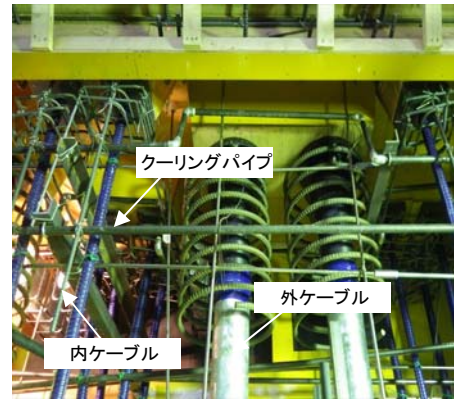


写真-3 クーリングパイプ・鋼材配置状況

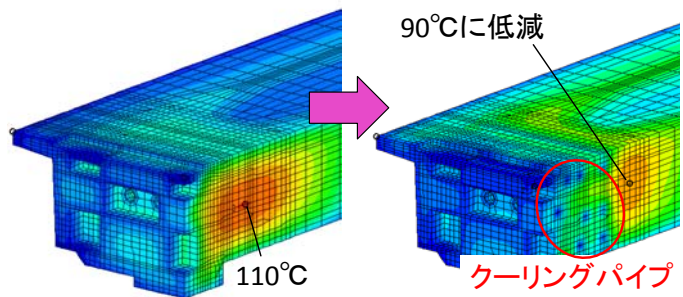


図-3 端部横桁のパイプクーリング(事前解析)

(4) 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。



写真-4 養生状況

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 68,700kcal/hr×6 台, 28,600kcal/hr×2 台)で打込み後の雰囲気温度を 30℃まで給熱する計画とした(写真-4)。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℃を下回らないように管理した。Aft 系 UFC の現場養生供試体(張出し床版端部)の強度試験結果を図-4に示す。図に示すように、打込みから材齢 22 日で目標強度 150N/mm²に到達したことを確認し、外ケーブルの緊張を実施した(以降の長期強度も確認中)。

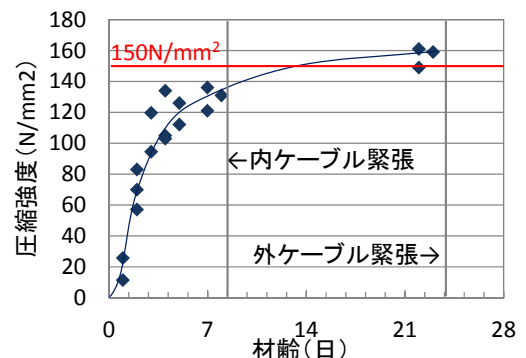


図-4 現場養生における強度発現

4. 3 プレストレスの導入

(1) PC鋼材

PC 鋼材は、内・外ケーブルともに、断面のスリム化が可能となるように、配置本数が低減できる高

表-3 PC鋼材の仕様 (高強度PC鋼材)

項目	単位	内ケーブル 19本より線 1S29.0	内ケーブル 7本より線 19S15.7B
断面積	mm ²	547.5	2850
0.2%永久伸びに対する荷重 (鋼材の降伏点)	kN (N/mm ²)	996 (1810)	5415 (1900)
引張荷重 (引張強さ)	KN (N/mm ²)	1139 (2080)	6365 (2230)
導入力 (導入応力)	KN (N/mm ²)	783 (1430)	4380 (1540)
見かけのリラクセーション率	%	1.5	5.0
セット量	mm	7.0	11.0



写真-5 外ケーブル緊張状況

強度PC鋼材を選定した。本橋梁に使用したPC鋼材の仕様を表-3に示す。

内ケーブルの防錆仕様は、高強度PC鋼材であること、冬季の施工となることからグラウト作業を省略できるプレグラウトタイプとした。外ケーブルは、高強度PC鋼材であること、桁外であるがウェブ間に配置されること、およびコスト面を配慮し、エポキシ被覆ストランドをポリエチレン管内に配置し、セメントグラウトにて充填することとした。



写真-6 完成写真 (全景)

(2) PC鋼材の緊張

最終日 (3日目) に打ち込まれたAFt系UFCが所定の強度150N/mm²に達していることを確認した後、内ケーブルおよび外ケーブルを緊張した (写真-5)。外ケーブル緊張後のたわみは設計値153mmに対して148mm (上向き) であり、ほぼ設計通りの挙動であった。

5. おわりに

本報では、AFt系UFC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「サクセム」の技術評価報告書，技術推進ライブラリー No. 3, 2006
- 2) 一宮ら：収縮低減型超高強度繊維補強コンクリートを用いたPC水路橋の施工，プレストレストコンクリート技術協会 第19回シンポジウム論文集，2010
- 3) 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
- 4) 別府ら：場所打ちによる超高強度繊維補強コンクリートを用いた道路橋の複合非線形解析，土木学会第69回年次学術講演会，2014 (投稿中)
- 5) 青山ら：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)