

冬期コンクリート保温養生における光ファイバ温度センサの活用

極東興和株式会社 法人正会員 ○坂田 安莉波
 極東興和株式会社 中森 武郎
 極東興和株式会社 守谷 勝利

1. はじめに

コンクリートは、打込み後の材齢初期に寒気にさらされ凍結すると初期凍害を受け、その後適切な温度で養生しても所要の強度、耐久性、水密性といったコンクリートの性能は著しく低下することが知られている。そのため、初期凍害を受けないよう、コンクリートの材齢初期には養生時の保温を確実に実行管理することが重要である。

本稿では冬期コンクリートの保温養生に ICT (Information and Communication Technology) の一手法である「光ファイバセンシング (以下、光ファイバ)」技術を活用した事例を報告する。

2. 光ファイバ温度センサの概要

光ファイバは石英ガラスを主成分とした光を通す細径のケーブルで、一般的には高速・大容量通信技術に利用されるものである。これに近赤外線光領域のパルス光を入射し、反射波形を分析することで光ファイバ自体を温度検知媒体 (光ファイバ温度センサ) とすることができ、光ファイバの長さ方向に沿った広範囲の温度分布測定が可能となる。

今回使用した光ファイバ温度センサはデータロガーに $\phi 0.25\text{mm}$ の光ファイバ測定ケーブル (以下、OFC) を接続した構成である (図-1)。測定は $1\text{m}\sim 6\text{km}$ 、測定温度は $-20\sim 100^{\circ}\text{C}$ の範囲で可能であるため、コンクリートの養生温度管理に適しているといえる。

3. 光ファイバ温度センサの活用事例

(1) 概要と目的

コンクリートを冬期 (12月下旬) に打込む計画であった橋梁の壁高欄施工に光ファイバ温度センサを活用した事例を紹介する。壁高欄は部材厚が最小 250mm と薄く、かつ表面積が大きい壁部材であることから、水和熱が放熱しやすく外気によって冷却されやすいため、冬期には特に確実な保温養生を行う必要がある。また、壁高欄は保温養生する延長が長いことから、広範囲にわたって確実に保温していることを監視する目的で、温度分布を測定できる光ファイバ温度センサを使用し、計測温度のモニタリングを行った。

保温養生は、打込み当日の養生開始時 (17:00) から 9 日間実施し、壁高欄上面に湿潤養生マットを設置するとともに、壁高欄全面を白防災シートで覆う放熱対策、外気温の低下が著しい夜間にジェットハーネスを用いた給熱を行った (写真-1)。ジェットハーネスによる給熱は、壁高欄全体に孔空きダクトを配置し、A1 端部より温風を送風した。また、養生期間の選定は、日平均気温が 4 度以下

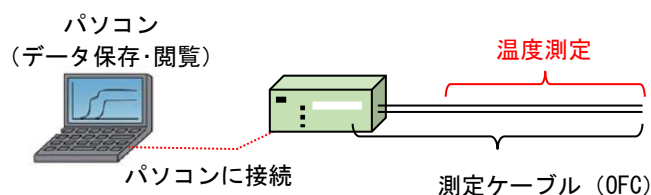


図-1 測定機械構成

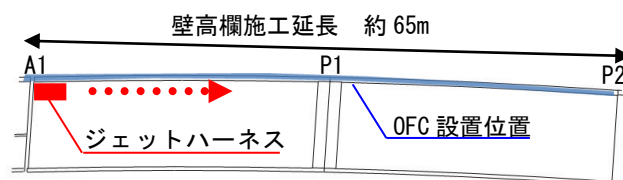


図-2 計測橋梁 上面図

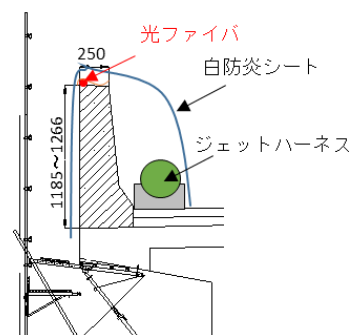


図-3 養生状況 (断面図)

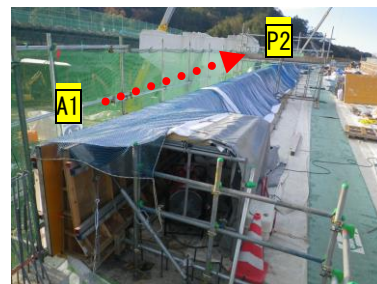


写真-1 養生状況

キーワード 保温養生, 光ファイバ温度センサ, 温度分布計測

連絡先 〒732-0052 広島市東区光町 2 丁目 6 番 31 号 極東興和株式会社 営業本部 技術企画部 技術企画課

T E L 082-261-1204

になることが予想されたため、寒中コンクリートの養生における「所要（凍結融解作用に対して十分に抵抗できる）の強度を得る養生期間の目安¹⁾」を参考に9日間とした。

温度計測に用いる OFC はコンクリート打込み後の壁高欄天端に設置し、湿潤養生マット内の養生温度を計測した。また、データロガーとパソコンを現場内の仮設小屋に設置して、現場で壁高欄全体の温度分布をリアルタイムに把握できるようにした。

(2) 養生温度計測結果

光ファイバ温度センサで計測した温度データは、計測範囲と時間、温度を3次元グラフで表現することができ、計測範囲全体の温度変化を容易に確認することができる（図-4）。以下に、養生温度計測を実施して得られた知見について述べる。

- 1) ジェットハーネスを用いた給熱養生は、壁高欄全長の養生温度分布を確認しながら、17:00～翌8:00の時間を実施した。給熱養生の実施によって、打込み日から養生2日目において、外気温の変動に伴う急激な温度低下が抑制できた。図-5にジェットハーネス設置位置から最も遠いP2地点の温度データを示す。また、養生3日目の予想最低気温が6℃とこれまでの予想最低気温より約5℃高かったため、養生温度が十分に確保できると判断し、養生3日目のジェットハーネスを用いた給熱養生を中止した。養生3日目以降も同様にこれまでの温度データおよび予想気温を参考に給熱養生の有無を決めた。
- 2) 養生1日目の計測結果において、給熱時のP2側の養生温度がA1側に比べ若干低い傾向を示した。そのため保温用の白防災シートの隙間から熱気が漏れることを防ぐ目的で、シート下端を角鋼管で固定するなどシートの隙間を塞ぎ保温性を高める対策を行った。これにより、養生2日目は給熱時におけるP2側での養生温度の低下を防止することができた（図-4）。
- 3) 養生期間の9日間に温度が5℃以下となる箇所はなく、確実な保温養生を実施することができた。

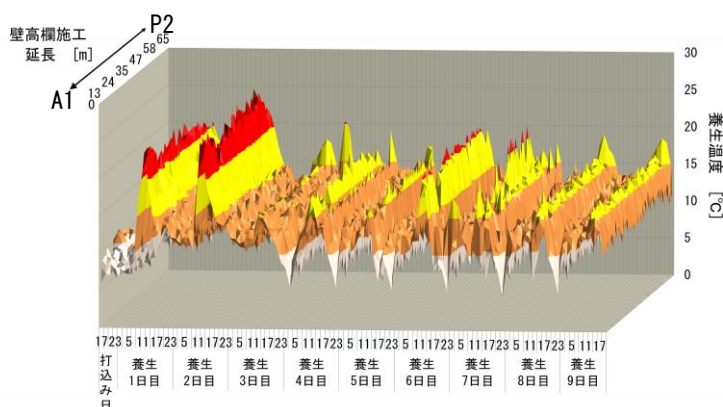


図-4 光ファイバによる養生温度の測定結果

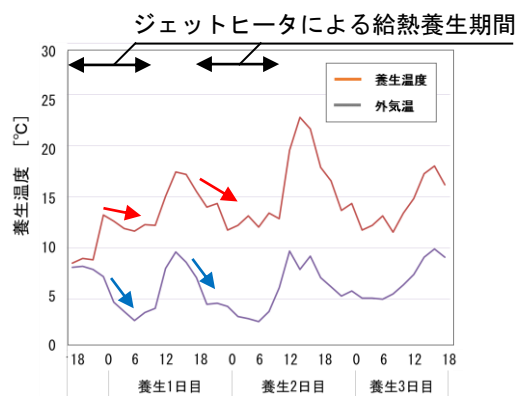


図-5 P2付近の養生温度

4. まとめ

光ファイバ温度センサによる養生温度計測を実施することで、施工全域における温度分布をリアルタイムに「見える化」して保温養生の確実性を把握できるとともに、給熱の有効性を判断するための情報として活用できることがわかった。光ファイバ温度センサは養生温度の分布を広範囲に監視できることから、これまで一般的に行われてきたポイントごとの温度監視に比べ、特に打込み延長が長いコンクリート構造物の品質管理において有効活用できると考えている。

今回実施した冬期養生管理は光ファイバ温度センサの特性を活用した品質管理の一例である。今後は、マスコンクリート部材の内外温度差や打ち継ぎにおける新旧コンクリートの温度差を計測して、断熱養生等の温度ひび割れ抑制対策を実施する期間を判断するための情報を得るなど、用途拡大を検討している。

参考文献

- 1) 2012年制定 コンクリート標準示方書[施工編], 公益社団法人 土木学会, pp160-163, 2012.