

VI-59

大規模構造物への光ファイバセンサ適用可能性の検討

清水建設（株）和泉研究室 正会員 ○岩城 英朗
 清水建設（株）技術研究所 三田 彰
 清水建設（株）和泉研究室 福喜多 輝
 日立電線（株）高砂工場 橋場 圭一

1. はじめに

次世代のセンサとして光ファイバが注目され、徐々に実用化されてきた。特に光ファイバ自身をセンサとして用いる分布型のセンサは、(1)分布型であるため多点の情報を瞬時に取得できる、(2)センサの寿命が長く、信頼性が高い、(3)電流を通さないため、発火の危険がない、(4)ケーブル本数が少ないので構造システムへのダメージが少ない、(5)ノイズが少ない、(6)磁場の影響を受けない、などの特徴があり、土木・建築構造物への適用に適した特性を持つ。

本報告は大規模構造物のマスコンクリートの温度管理に光ファイバセンサを適用し、センサ敷設の施工性確認、熱電対との比較による精度確認を行ったうえで、連続的な温度分布を測定し、大規模RC構造物への適用可能性を検討したものである。

2. 光ファイバ温度センサ

ここで用いた光ファイバ温度センサは、レーザパルス光をファイバに入力し、散乱（ラマン散乱）されて戻ってくる光の到達時間から位置を、散乱の周波数特性の変化から温度を検出するものである。本試験に用いた光ファイバ温度センサの性能を熱電対と比較して表1に、センサとして用いた光ファイバケーブルの断面図を図1に、仕様を表2にそれぞれ示す。スぺーサ型は心線を6本まで収容可能で通常の歪センサケーブルにもよく用いられるポリエチレンによる被覆である。シース型は2重の被覆を施し1心のケーブルで径が小さく重量も軽い。

3. 計測試験の概要

温度計測を実施した大規模構造物および光ファイバセンサ・熱電対の配置図を図2、3に示す。光ファイバはスぺーサ型とシース型を途中で接続して1本にし、図3に示す同じ経路に敷設した。図中の長さはシース型の部分の距離を示している。熱電対はコンクリートの表面から深さ1.66m (No.22) と3.27m (No.19) の所にありこの地点での温度をファイバと比較できる。この2種類を用いてセンサ用ファイバのコンクリート打設時および養生時の耐久性、施工性の確認、温度データの比較を行った。データの収録は図4に示すシステムを用いてパソコンで行った。計測期間はコンクリート打設後翌日を1日目としてこの日から40日間であり、1時間おきにデータを収録した。なお、ファイバケーブルの施工時の状況を写真1に示す。

表1 光ファイバ温度センサと熱電対の仕様

	光ファイバ	熱電対
最大測定距離	2km	—
距離分解能	1m	ポイント計測
温度精度	±1℃	±1℃
温度分解能	0.1℃	0.1℃

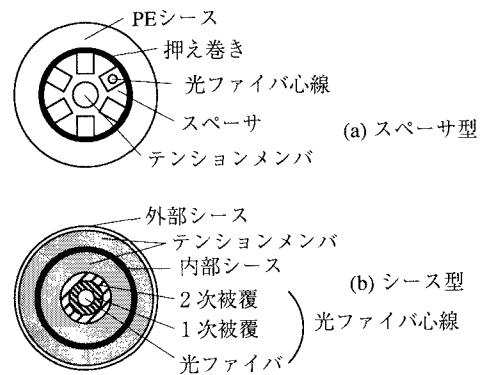


図1 光ファイバケーブルの断面図

表2 光ファイバケーブルの仕様

	スぺーサ型	シース型
光ファイバの心線の被覆	シリコン樹脂 ナイロン樹脂	シリコン樹脂 ナイロン樹脂
外部シース材料	ポリエチレン	PVC混和物
ケーブル外径	約11mm	約6mm
ケーブル質量	約80kg/km	約30kg/km
ケーブル最小曲げ半径	200mmR	120mmR

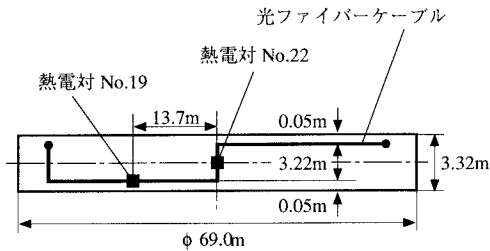


図2 シース型光ファイバケーブル敷設図（A-A断面）

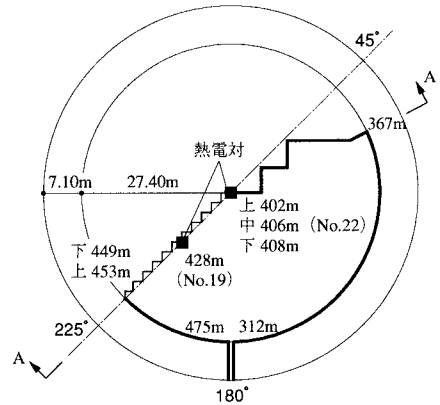


図3 シース型光ファイバケーブル敷設図

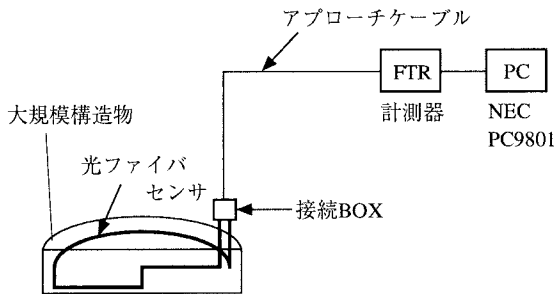


図4 計測システム



写真1 施工風景

4. 計測試験結果と考察

光ファイバの距離406m（熱電対No.22）、428m（熱電対No.19）の2地点の温度の時間変化を図5に示す。どちらの地点も熱電対のデータとよく一致している。図6には経過15日後の光ファイバセンサに沿った温度分布を示す。この図はスぺーサ型とシース型のファイバの計測結果を示しているが、2つのファイバセンサ間の差はほとんどない。

5. まとめ

光ファイバセンサを大規模RC構造物のマスコンクリート温度測定に適用した。その結果から次のことがわかった。(1)光ファイバセンサによる測定結果は熱電対の測定結果とよく一致しており、温度測定精度に問題はない。(2)スぺーサ型とシース型の被覆の違いによる温度の測定誤差はほとんど生じなかった。(3)スぺーサ型、シース型ともに施工時および養生時における耐久性が確認された。(4)通常の熱電対には必要な養生用のパイプが不要なこともあり、施工は容易で工期短縮が可能である。

謝辞

本試験の施工には（株）エスコにご協力頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

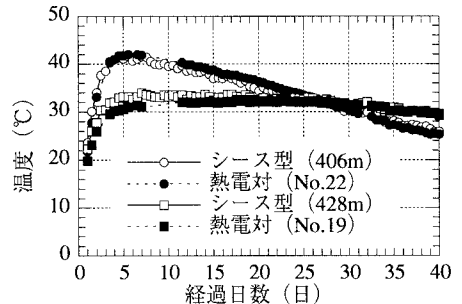


図5 温度の経時変化（熱電対との比較）

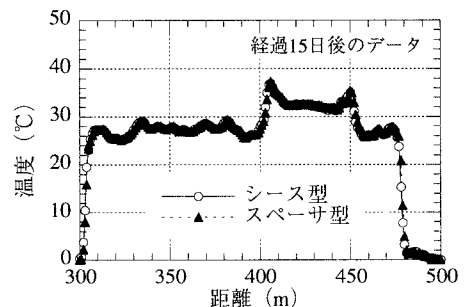


図6 温度分布（スぺーサ型とシース型の比較）