

大深度地下連続壁工事における光ファイバーセンサの適用実験

佐藤工業（株） 正会員 任田栄夫
正会員 岩藤正彦
正会員 梶島好正
正会員 相越 宏

1. はじめに

近年、地下連続壁は、その用途の多様化に伴い壁厚、深度ともに超大化の傾向がみられる。地下連続壁は、地中深く安定液を利用して溝壁を掘削し、鉄筋籠を挿入し、コンクリートにて充填する工法であるが、深度が深いことと、ベントナイト安定液を使用していることから、溝内の状況把握が難しく、施工管理に必要な種々のデータを収集する適切な方法が要求される。

光技術の進展に伴い、光ファイバーの応用技術の用途は拡大し、光ファイバーを利用した温度計測方法が実用化され、土木工事の分野においてもコンクリートダム、LNGタンクのベースコンクリートの硬化温度の計測に適用がなされてきている。

本報では、大深度地下連続壁工事（深度80m、直径20mの円形立坑）に光ファイバー温度センサを適用し、コンクリートの打設状況および硬化温度に関し計測実験を行ったので報告する。

2. 実験概要

実験は、表-1に示す温度計測システムの仕様および測定条件、図-1に示す測定系にて温度計測を実施した。計測は、1エレメントのコンクリート打設前の溝内安定液温度、コンクリート打設中の温度、打設後の硬化温度について実施した。光ファイバーセンサ（φ1.8mmのsus管被覆）は、鉄筋籠の建て込み時に、逐次、壁厚の内側、外側の鉄筋にはわせて設置した。

センサの心線である光ファイバーは、その材料特性から取扱上、被覆が必要であり、今回は図-2に示す熱時特性をもつ金属被覆の光ファイバーセンサを使用した。

また、別途設置した鉄筋応力計のポイント型温度計による測定結果との比較を行った。

表-1 光ファイバーセンサの仕様

項目	仕様
1. 動作周囲温度	0～40℃
2. 湿度	95%RH以下（結露なきこと）
3. センサファイバ	G I-50/125℃
4. 測定温度範囲	-10～150℃（常時）
5. 温度精度	±1℃（周囲温度25±5℃）
6. 測定距離	最大2km
7. サンプリング間隔	1m
8. 測定時間	90秒以下（*1）
9. 電源電圧	AC100V±10%
10. 電源周波数	50/60Hz
11. 消費電力	300W以下
12. 重量	25Kg
13. 適用コネクタ	FC型（FC-PC）

（*1）基本的にコンクリート打設中は3分間隔、その他は30分間隔の測定時間とした。

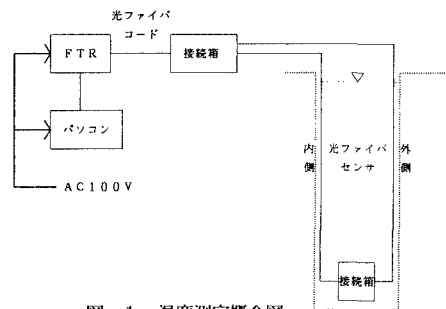


図-1 温度測定概念図

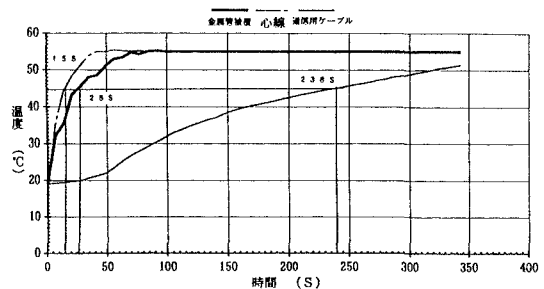


図-2 材料特性図

3. 実験結果および考察

(1) コンクリート打設中の溝内温度分布

光ファイバーセンサ設置後、コンクリート打設中の温度分布を図-3に示す。コンクリートの打込み時の温度は15℃であった。

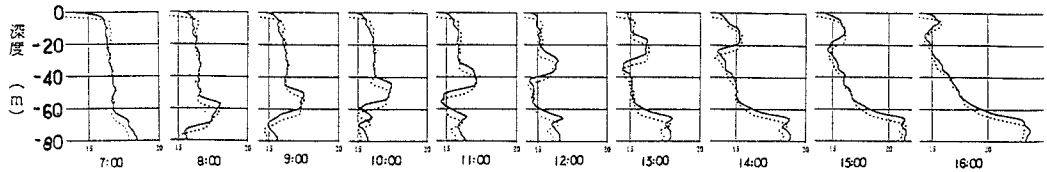


図-3 コンクリート打設中の温度分布

安定液温度とコンクリート温度との温度差により、コンクリートの打設高さの上昇に伴い、打設天端付近に一定パターンの温度分布が発生する。

(2) コンクリート打設高さで温度分布

コンクリート打設高さの管理は、重錘を利用した検尺方法にて行い、時間と打設高さとの関係を管理図とした。

重錘による検尺結果と温度分布状況から推定されるコンクリート高さの比較図を図-4に示す。

センサの温度検出地点に安定液の温度よりも低い温度のコンクリートが接近し、接触する過程が温度分布によく現われており重錘による検尺結果ともほぼ一致することがわかった。

熱電対温度センサによる測定値との比較を図-5に示す。コンクリート温度の上昇とともにその差は大きくなる傾向にあるが、最大約2℃程度に収束しており、熱電対温度センサとの精度比較において許容できるものとする。

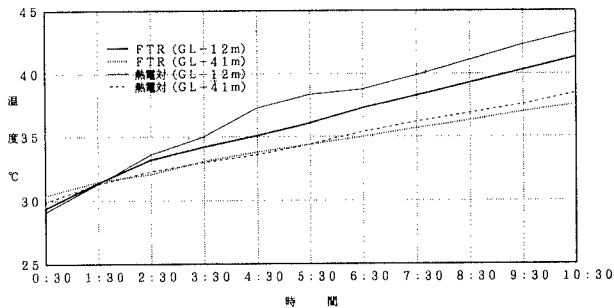


図-5 熱電対による測定比較

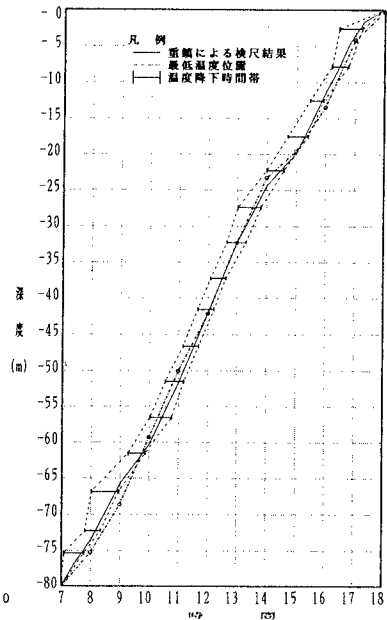


図-4 コンクリート高さの経時変化

4. あとがき

本研究は、光ファイバー応用技術としての温度計測の一例であるが、従来のポイントセンサタイプに比較して、分布型温度センサとして利用でき、測定方法、精度の向上を更に検討し、目視できない溝内のモニタリングシステムの一部として発展が期待される。また、FTRによる計測がメンテナンスフリーであるため、今後種々の建設工事の計測に利用されていくと思われる。

なお、本研究を実施するにあたり、日立電線（株）の関係者には深く感謝致します。