

VI-25 分布型光ファイバ温度センサを利用した地下式LNGタンク底版コンクリートの施工管理

清水・大林・鹿島・大成JV 正会員 虎谷 和幸
 中部電力 正会員 近藤 睦
 清水建設技術研究所 山川 裕司
 同上 三田 彰

1. はじめに

次世代のセンサとして光ファイバセンサが実用化され、土木分野でも徐々に適用例が増えている^{1)~3)}。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) 多点の情報を取得できる、(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) ケーブル本数を少なくでき、構造体へのダメージを少なくできる、(5) ノイズが少ない、(6) 磁場の影響を受けない、などの特徴がある。

上記の特徴を鑑み、愛知県知多市に建設中のLNG地下式貯槽の底版コンクリート施工にあたり、施工時の温度管理に、ラマン散乱光を用いた分布型温度センサを用いた。本報は同センサを利用した計測システムとその計測結果について報告するものである。

2. 概要

同センサを適用したのは、愛知県知多市に建設中のLNG地下式貯槽（T-207）（図1参照）底版コンクリート（第1リフト高=5.5m、打設量約21,000m³、第2リフト高=3.0m、打設量約9,000m³）で、同底版は事前の検討により、温度ひび割れ対策が必要と判断されたため、その一つとして、施工時の温度監視用に温度計を入れることになった。同様の工事に対して、従来は熱電対を使用することが多かったが、光ファイバケーブルに沿った温度分布が計測できる分布型光ファイバ温度センサを使用することにした。これにより、これまでの点型の温度管理から平面的な温度管理ができるようになった。表1に、使用したセンサ、ケーブルの仕様を示す。

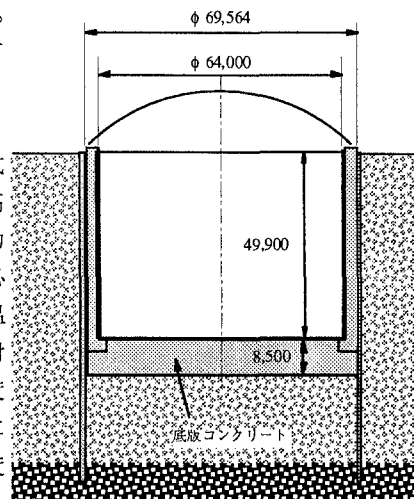


図1 T-207の断面図

センサで計測された温度データは、データ転送用の光ファイバ

表1 光ファイバセンサと使用したケーブルの仕様

最大測定距離	2km
距離分解能	1m
使用温度範囲	-10~75℃
温度精度	±1℃
温度分解能	0.1℃
シース材料	アルミラミネート 約1.5mm 黒色ポリエチレン 約1.0mm 無色ビニル 約1.0mm
ケーブル外径	12.5mm
ケーブル質量	150kg/km
許容張力	1,200N
最小曲げ半径	125mm

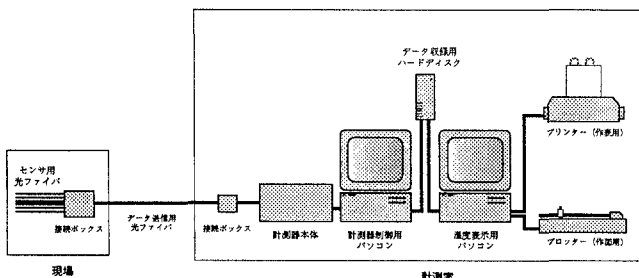


図2 計測システム図

Key Words：地下タンク、マスコンクリート、光ファイバセンサ、温度計測

〒478 愛知県知多市南浜町 27-1 TEL 0562-55-7843 FAX 0562-55-7844
 〒437-16 静岡県小笠郡浜岡町佐倉 5561 TEL 0537-85-2514 FAX 0537-85-2461
 〒135 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL 03-3820-5561 FAX 03-3820-5959

ケーブルを介して、現場事務所に設置されたパソコンシステムに送られ、ほぼリアルタイムで表示される。

第1リフトにおける光ファイバケーブルの敷設位置を図3に示す。第2リフトも寸法の違いはあるが、ほぼ同様に配置した。計測点数は、第1リフトでおよそ2,000点、第2リフトでおよそ1,500点に上った。

施工時は、ケーブルが金属ケーブルと比べて軽量であるため取り回しも容易であり、被覆などもあるので、取扱いにさほど困難はなかった。

3. 計測結果と考察

図4にコンクリート表面および版厚方向中心部の温度の経時変化の一例を示す。なお、同図に、表面部と中心部の温度差の経時変化も示す。表面部と中心部の温度差は、事前の温度解析結果とはほぼ同様の推移を示しており、温度ひび割れ対策が妥当であったことを示している。

図5にコンクリート打設後12日目の表面温度分布を示す。表面温度は場所によって3～4度程度の差があるが、全体的にはほぼ均等な温度分布をしていることがわかる。表面の温度差は、日射、雨水などの影響によるものと考えられる。なお、今回は、上記の様な温度差が生じていても、ひび割れ指数が許容値の範囲内であったため、部分的に特別な対策は施さなかった。

第2リフトも同様に計測を行い、両リフトとも有害なひび割れのない健全なコンクリートを施工し得た。

4. まとめ

LNG地下式貯槽の底版コンクリート施工管理に分布型光ファイバ温度センサを利用した。その結果、広い範囲で温度計測を行うことができ、有害なひび割れのない高品質なコンクリートが施工できた。

最後に、本システムを採用していただいた知多エル・エヌ・ジー(株)建設部の皆様、開発に協力していただいた関係者各位に深く感謝いたします。

参考文献：

- 1) 近藤等, 第44回JSCE年講V, p.200, 1989.10.
- 2) 原田等, 第44回JSCE年講VI, p.168, 1989.10.
- 3) 岩城等, 第50回JSCE年講VI, p.118, 1995.9.

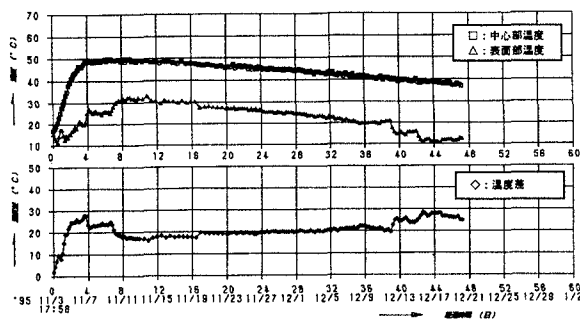


図4 A点におけるコンクリート表面および中心部の温度経時変化

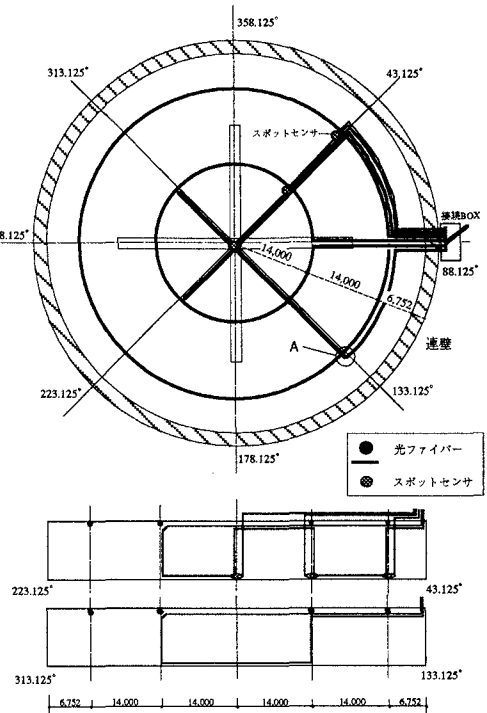


図3 ケーブル敷設概略図(第1リフト)

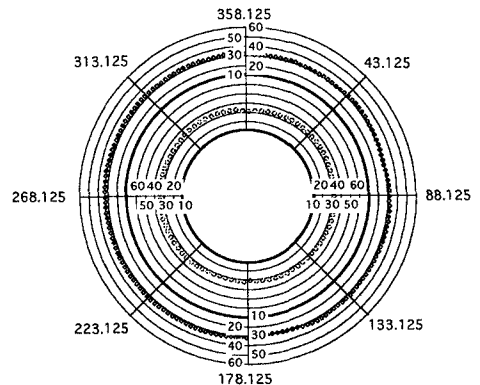


図5 打設後12日目正午における表面温度分布