

光ファイバを用いたマスコンクリートの温度管理

高品質のコンクリートを目指す

Mass Concrete Temperature Control by Use of Optical Fiber

Challenge toward High Quality Concrete

(土木建築部 火力・原子力開発G)

大規模コンクリート構造物の施工に当たっては、マスコンクリートとして適切な対策を取り、温度応力による有害なひび割れが発生しないように管理する必要がある。今回、広範囲な温度管理を行うために、土木分野では初めて光ファイバセンサを用いてコンクリートの発熱温度を測定し、養生管理を行うことにより、高品質のコンクリートが施工できたので報告する。

(Civil & Architectural Engineering Department, Thermal & Nuclear Power Development Group)

In the construction of a large scale concrete structure, it is necessary to take appropriate countermeasures as mass concrete, and to control it so that harmful cracks will not occur owing to temperature stress. Recently, in order to conduct wide temperature control, we have measured the exoergic temperature of concrete using an optical fiber sensor for the first time in the civil engineering field, and carried out curing control, and thereby we have obtained high quality concrete, whose details are described in this paper.

1 背景

近年、コンクリート構造物の大規模化に伴い、施工時の温度ひび割れ対策が重要になってきた。このため、熱電対などを用いて、ポイントでの発熱温度測定を行い、養生管理を行ってきた。一方、発電プラントや電力ケーブル等での温度監視においては、広範囲で連続的な温度管理のために、光ファイバセンサが使われている。今回、土木分野では使用実績のない光ファイバセンサを用いた広範囲な発熱温度測定を行い、従来の熱電対と比較することにより光ファイバセンサの特徴を把握するとともに、耐久性などを含めて、コンクリート構造物への適用性を確認することとした。

レベル出しとセンサ養生をした状況を第3図に示す。また、データの収録は、タンク近傍の現場事務所に設置したパソコンシステムで行い、定時に自動的に読み込ませた。

(3) マスコンクリート対策と温度管理

マスコンクリート対策として、高炉セメントにフライアッシュを混合した3成分低発熱セメントを使用し、打設後表面に養生シートを7層敷いて保温養生をした。温度管理としては、表面と中央部との温度差が、コンクリート材齢強度から決まる許容温度差以内になることを確認するもので、今回は約40日間行った。

第1表 光ファイバと熱電対の仕様比較

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

2 温度計測の概要

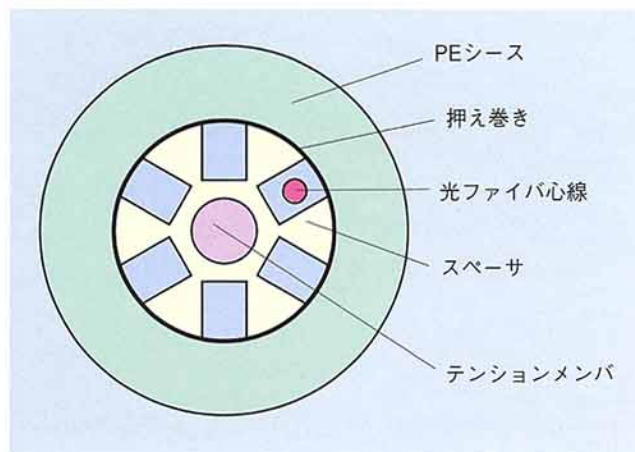
今回、温度計測は、LNG地下式タンクの底版コンクリート（直径70mの円版形、第1リフト高=5.5m、打設量約21,000m³、第2リフト高=3.0m、打設量約9,000m³）の打設時に実施した。

(1) 光ファイバセンサの仕様

今回用いたセンサは、レーザパルス光をファイバに入力し、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。熱電対との仕様比較を第1表に、光ファイバセンサの断面図を第1図に示す。

(2) 光ファイバセンサの配置と計測の概要

底版第1リフトの場合、光ファイバセンサ長は約1500mあり、第2図に示すように、平面的に内外2周、深さ方向4断面をカバーした配置とした。コンクリート表面付近にセンサを敷設する際に、鋼材を使用して



第1図 光ファイバセンサの断面図

3 計測結果と考察

計測結果として、光ファイバセンサと熱電対によるコンクリート温度の計測結果の一例を第4図に示す。温度の経時変化は、表面と中央部ともに、両者とも良く一致していることが確認できた。また、25日目に試験的にセンサ上の養生シートを3m×1m撤去した場合、表面の計測結果に両者の差が少し生じていることが観察された。

これらの計測結果から、以下の考察を行った。

(1) 光ファイバセンサによる測定結果は熱電対による

測定結果と良く一致しており、温度測定精度に問題はない。

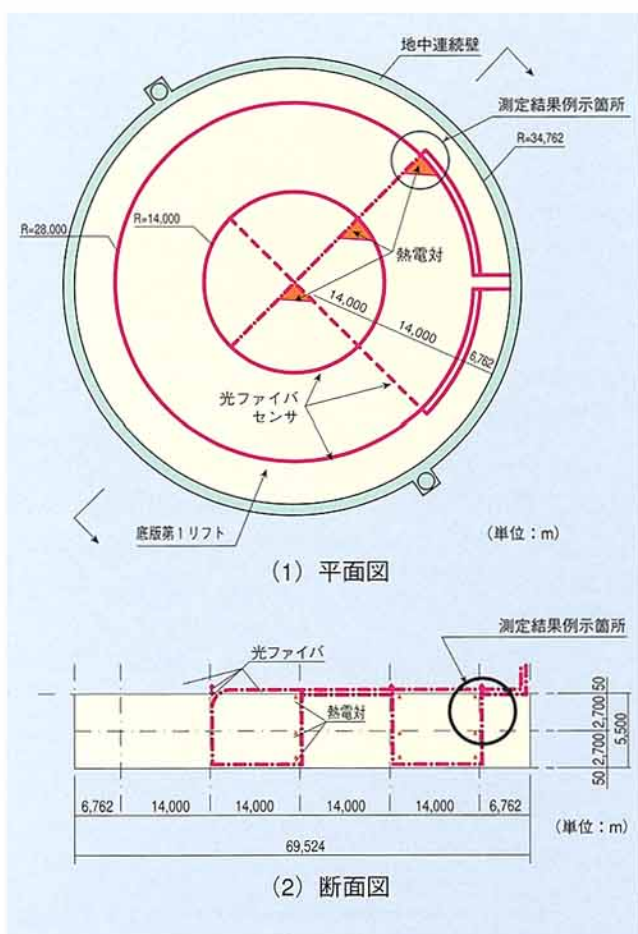
(2) 局所的な温度変化に対しては、光ファイバセンサは1m当たりの平均的な温度を測定することから、ポイントで測定される熱電対の値と少し差が生じるものと考えられる。

(3) 大規模コンクリート構造物を広く範囲で連続的な温度測定が行えることから、平面的に均等な温度分布であることが確認できた。

(4) センサの敷設手間、測定システム等も不具合はなく、マスコンクリートの温度測定に十分適用できることが確認できた。また、温度測定に基づき適切な養生管理ができ、温度ひび割れのない高品質のコンクリートが施工できた。

4 今後の展望

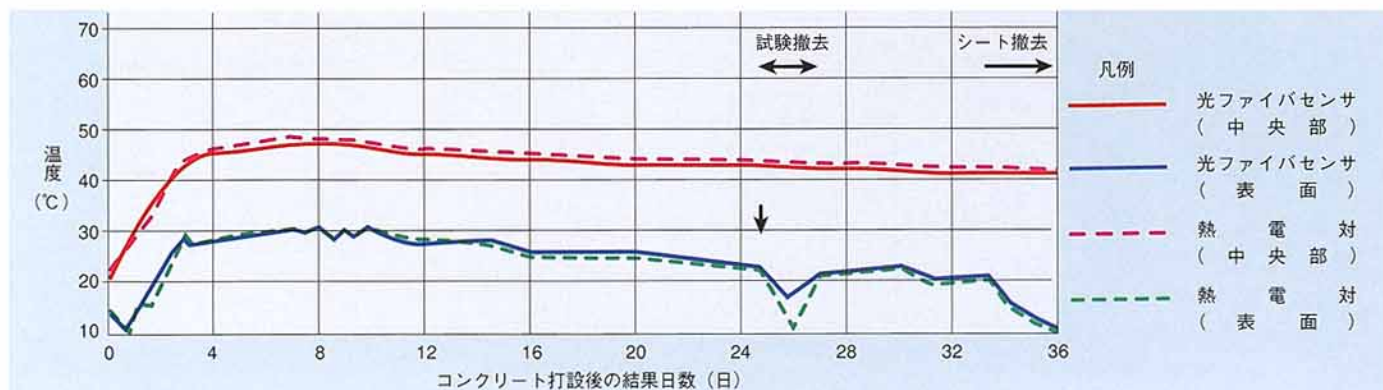
今回の温度計測は、施工時を対象とした常温範囲での光ファイバセンサの適用性を検証した。今後、LNG地下式タンクのコンクリート躯体のようなプラント運転時を対象とした低温範囲での適用にも期待ができる。



第2図 光ファイバセンサ・熱電対配置平面図



第3図 光ファイバセンサ敷設状況 (鋼材裏のオレンジ色のケーブル)



第4図 コンクリート発熱温度の測定結果