

## 志津見大橋における長期モニタリングに関する報告

オリエンタル建設㈱	正会員	○近藤 琢也
国土交通省中国地方整備局		藤原 浩幸
オリエンタル建設㈱	正会員 工博	正司 明夫
オリエンタル建設㈱	正会員 工修	吉川 卓

## 1. はじめに

志津見大橋の橋梁形式は複合トラス橋であり、我が国では実績の少ない構造である。また、複合トラス橋の変断面構造は我が国初の試みである。複合構造では、1日の温度変化や季節による温度変化に伴って変動する主桁の温度分布状態を詳細に計測したデータがないのが現状である。そこで、本橋では複合トラス橋における温度データの取得を行うため、供用後2年まで計測を行う計画となっている。なお本橋では、計測機器のメンテナンスおよびデータ収集作業を省力化するため無線を用いた計測を行っており、本稿では供用後の無線による長期モニタリングシステムについて記述する。写真-1に本橋の全景を示し以下に概要を記す。

橋梁名	: 志津見ダム志津見大橋
橋梁所在地	: 島根県飯石郡飯南町志津見地内
発注者	: 国土交通省 中国地方整備局 斐伊川・神戸川総合開発工事事務所
橋梁形式	: PC5 径間連続複合トラス橋
橋長	: 280.000m
幅員	: 車道 7.250m + 歩道 2.500m + 地覆 (0.600m+0.400m)
設計活荷重	: B 活荷重

## 2. 計測の目的

鋼部材はコンクリート部材と比較して、日照等による温度変化の影響を受けやすい部材である。本橋のような複合トラス橋において、鋼部材とコンクリート部材の温度差および温度差から生じる応力を、箱桁橋における床版とウェブ部における温度差および温度差から生じる応力と比較した資料などが無いのが現状である。そのため、温度差が設計時に想定した値以上に大きくなった場合においては、格点部などに大きな応力が発生しひび割れを生じ、耐久性を低下させる可能性もある。そこで本橋では、1) 実橋における温度分布の計測値、2) 温度変化によって発生する応力度の計測を行い、得られたデータを今後の設計へ反映することを目的として実橋計測を行うこととした。なお、計測期間については1年とした場合、冷夏、暖冬など特異な年に当たる可能性があるため、2年間に渡り継続した計測を行うこととする。

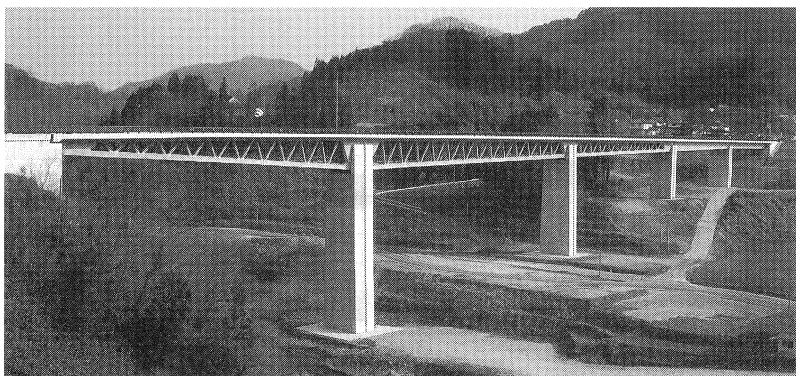


写真-1 志津見大橋全景

3. 計測箇所および計測項目

3-1 計測箇所

計測箇所を図-1に示す。計測はP1張出し施工部の起点側「トラス断面(1)」及び終点側「トラス断面(2)」の2断面と、トラス部と箱桁部が接続されるP3支点部の起点側「トラス断面(3)」と終点側「箱桁断面」の2断面の合計4断面とする。本橋では、施工中においてもデータ収集を行っており、「トラス断面(1)」と「トラス断面(2)」の位置は、早期からデータ収集が行えることを考慮し決定した。また、「トラス断面(3)」と「箱桁断面」の位置は、複合トラス断面とコンクリート箱桁断面における温度分布の違いを把握できることを考慮し決定した。

3-2 計測センサーの概要

計測項目の一覧を表-1に示し、以下に使用したセンサーの概要を記す。

1) ひずみゲージ: 鋼管のひずみを計測する。ひずみゲージは鋼管に貼付け鋼管軸方向のひずみを計測する。なお、ひずみゲージは接着剤などの劣化を防ぐため「ゲージプロテクタ」で保護した。

2) 熱電対: 温度の計測を行う。熱電対はコンクリート内部温度および外気温、鋼管温度を測定するために用いる。

3) 埋込型ひずみ計: コンクリートの全ひずみを測定する。両端にフランジを持ち、フランジを標点とし、その間の微小変位を検出してひずみを測定する変換器である。

表-1 計測センサー一覧

計測項目	使用センサー	形式	メーカー
コンクリートのひずみ	埋込型ひずみ計	KM-100B	(株)東京測器研究所
鋼管のひずみ	ひずみゲージ	FLA-5	〃
鉄筋のひずみ	鉄筋計	KSA-16A	〃
温度(コンクリート、鋼管、外気)	熱電対	T	〃
コンクリート収縮ひずみ	無応力計	KMF-51	〃
コンクリート有効応力	有効応力計	GK-20N-505	(株)東横エルメス

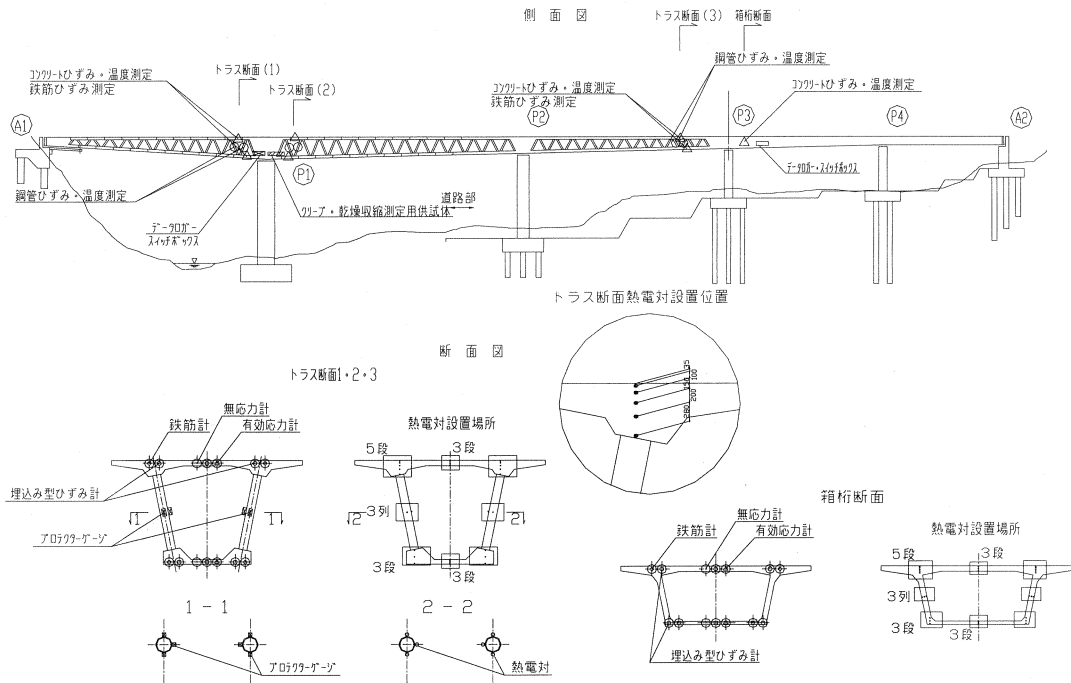


図-1 計測箇所

- 4) 無応力計：コンクリートの収縮・温度ひずみを測定する。無応力容器内に埋込型ひずみ計を組み込んでコンクリート内に埋設することにより、無応力計として使用することが出来る。無応力計は緩衝材によりコンクリート内に加わる応力を受けることなく、コンクリートの収縮・温度による自由ひずみのみを測定する。
- 5) 鉄筋計：鉄筋に作用するひずみを測定する。鉄筋計は、通常の構造用鉄筋にひずみゲージを接着して、防水などの処理を施したものである。
- 6) 有効応力計：コンクリートの有効応力を測定する。コンクリート内部応力を直接測定するもので、測定対象のコンクリートを検出器本体に充填し変換器の一部として機能させる。変換器にはロードセルが組み込まれており、コンクリート内部の実応力を測定することが可能である。

3-3 計測項目

計測は、主桁の温度変化、温度差による影響を把握するため、床版コンクリートの温度、ひずみおよび応力、鋼管の温度およびひずみ、外気温を計測することとした。このうちコンクリートひずみの計測については、全ひずみに対してクリープや収縮による無応力ひずみをあわせて計測することとした。これにより、完成時のコンクリートの実応力度を算出することが可能となる。なお、コンクリートひずみ計測については、設置状況やコンクリート打設状況などの影響によってセンサーに不具合が発生することも考えられたため、埋込型ひずみ計と鉄筋計の2種類の配置を行っている。床版内温度については、図-1の丸で囲んだ箇所に示すように床版上面から下面までの温度分布が把握できるよう多段に熱電対を配置することとした。

4. 計測システム

長期モニタリング計測システムは、携帯電話（パケット通信）を利用してWEBサーバー上へ随時データを蓄積する方法も考えられたが、リモートでの計測機器の操作を想定してモデムを利用して直接データ送受信を行うシステムとした。遠隔操作を行う機器の電源については、今回はバッテリーとソーラーパネルをあわせて設置し、ソーラーパネルからバッテリーへ自動的に充電を行うシステムとした。データの取り込みは、モデム通信のため基本的にはWindowsに標準で装備されているソフトウェア「ハイパーターミナル」により可能である。また、前述の通り双方向のデータ通信が行えるため計測機器の設定をリモートで変更することも可能である。図-2にモニタリングシステムの概要を示し、以下に各機器の機能について説明する。

①データロガー：計測データを記録する装置。モデムからのコマンド操作により各種設定の変更やデータの

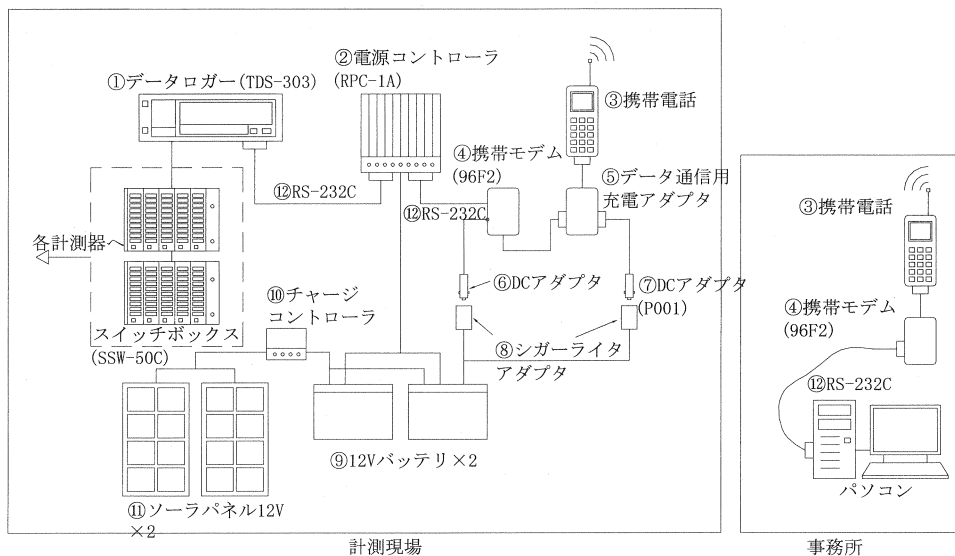


図-2 無線通信システム概要

引き出しが可能。

②電源コントローラー：データロガーの電源管理を行う装置。通常省電力設定によりスリープモード（省電力モード）となっているデータロガーをモデムからの信号により起動する機能を有する。

③携帯電話：遠隔地へのデータ送受信を行う装置。

④携帯電話用モデム（写真-2）：データ信号変換装置。携帯電話と各種機器間のデータ受け渡しを行う。

⑤データ通信用充電アダプタ：モデム、電源接続装置。携帯電話へモデムと電源アダプタを同時に接続する。

⑥⑦⑧DCアダプタ：ケーブル接続装置。

⑨バッテリー：直流電源供給装置。

⑩チャージコントローラー：電流調整装置。ソーラーパネルからバッテリーへの電流を調整する。

⑪ソーラーパネル（写真-3）：発電装置。太陽エネルギーを電気に変換する。

⑫RS232Cケーブル：接続ケーブル。各種機器間のデータ通信ケーブル

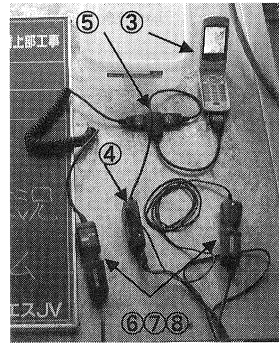


写真-2 モデム等接続状

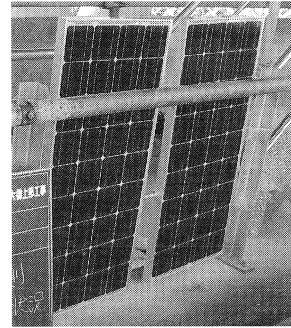


写真-3 ソーラーパネル

### 5. データ集計

計測したデータを用いて、設計時に想定した温度変化および温度差（部材間の温度差）のデータが適切であるかどうかの確認を行う。また、温度変化、温度差によって発生する応力度についても確認を行う。さらに、計測したデータを整理し実橋における温度変化、温度差の発生状況を今後の設計にフィードバックできるよう整理する。

データ集計の流れを図-3に示す。収集したひずみデータは、前述の通り無応力ひずみを取り除き実応力を算出する。また、温度データも同時に集計し、計測時の温度に対する計測値と解析値の比較、確認を行う。温度データについては、主桁の床版と鋼管の温度差や桁全体の温度変化を集計し、今後の設計資料とする。

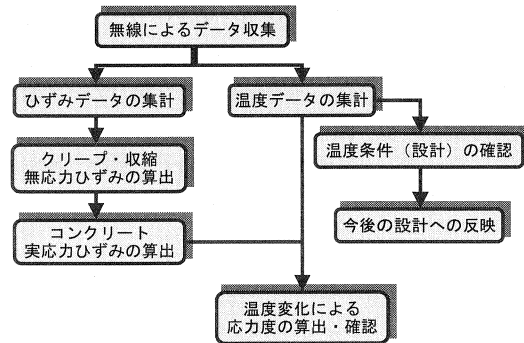


図-3 データ集計フロー

### 6. まとめ

本計測では、遠隔地における実橋データの温度に関するデータを取得するため無線によるモニタリング計測を計画し、現在正常に稼働中である。今回は計測に関するメンテナンス作業の省力化を図るために無線を用いて長期モニタリング計測を行った。このようなモニタリング計測技術は、近年、コンクリート橋の劣化が問題となるケースにおける使用安全性に関する監視や、劣化状況の把握および劣化予測によるライフサイクルコストの低減などに有効であると考えられる。最近では様々なモニタリングセンサーが開発されており、計測システムの簡略化、精度の向上、耐久性の向上が図られている。計測結果の評価手法を確立しつつ、これらの技術を活用することで、今後さらなる構造物の品質の向上が図れることと考える。