

# 橋梁モニタリングシステム ～効率的な維持管理のために～

建設統括本部 陸圏事業部 橋梁部 田籠 慶一

わが国では高度経済成長期に集中的に建設された橋梁の老朽化が進行しています。今後も急増が予想されている老朽化した橋梁の効率的な維持管理のため、「橋梁モニタリングシステム」を開発しました。このシステムの導入により、橋梁の損傷・変状箇所をリアルタイムで遠隔管理することが可能となります。

※本業務は、東京都 第五建設事務所からの委託で実施しました。

## はじめに

戦後の高度経済成長期(1954～1973年)以降、わが国では、安全で円滑な交通確保を目指した道路整備が行われ、それに伴い多くの橋梁が建設されました。高度経済成長期に建設された橋梁は全橋梁数の34%を占め、供用開始後50年が経過する橋梁もあり、老朽化が進行しています。さらに、今後も供用開始後50年を迎える橋梁が飛躍的に増加していくことが示されています<sup>1)</sup>。

老朽化した橋梁の安全性確保のためには、効率的な維持管理および補修・補強による長寿命化が必要とされます。しかし、これまでの維持管理では手動で現地調査や計測を行うため、多くの時間と人員を要していました。

そこで、当社ではより詳細に常時計測が可能な橋梁モニタリングシステムの開発と併せてモデル解析を実施し、安全性の照査や管理値の設定を実施しました。これにより、現地計測時間の短縮、変状や異常の迅速な察知につながり、安全かつ効率的な維持管理が可能となります。

## 橋梁モニタリングシステム

### (1)システムの概要

橋梁モニタリングシステムは、劣化や地震による橋梁の損傷・変状の監視が可能なシステムです。本システムは、当社開発の環境リアルタイムモニタリングシステム(MERDAS)に計測機器を接続し、連続計測しながら遠隔地にある損傷・変状箇所の計測データをリアルタイムで監視することができます(図1)。



| システム構成  | 計測項目  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光パネル(電源)</li> <li>監視局本体(データ保存・送信部)</li> <li>アナログFユニット(データ変換装置)</li> <li>計測機器(ひずみセンサ、傾斜センサ)</li> <li>受信データ表示ソフトウェア</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>橋桁のひずみ</li> <li>橋脚・橋台の傾斜</li> <li>コンクリートのひび割れ</li> </ul> |

図1 橋梁モニタリングシステム

### (2)計測データ

監視局本体には時計が内蔵されており、各センサで定期的に計測されます。計測データは、監視局本体への収集後、メモリカードやデータ管理サーバへ送られ、パソコン・携帯電話等の端末から常時閲覧することができます(図2)。

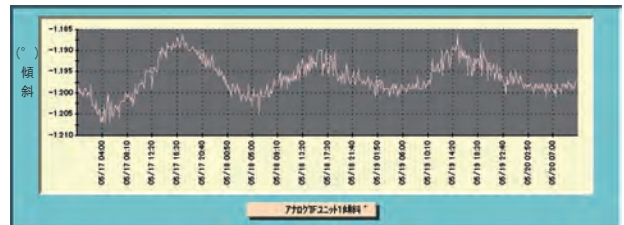


図2 観測データ閲覧画面イメージ

### (3)管理値と警報の設定

各センサにおいて管理値の設定ができ、管理値を超えた場合に登録アドレスへ警報メールが送信されます。これにより、橋梁の損傷・変状や異常発生時に、迅速に状況を把握することができます。

### 管理値の設定事例

次に、実際に橋台の損傷・変状の原因を確認し、橋梁モニタリングシステムで管理値を設定した事例を示します。管理値設定の手順を図3に示します。

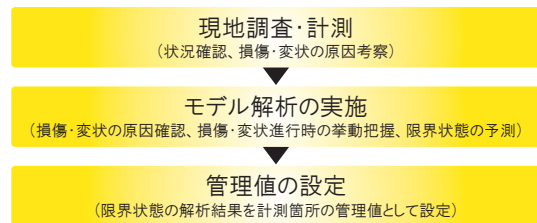


図3 管理値設定の手順

### (1)現地調査・計測

現地における調査・計測結果、他事例や文献を踏まえて、損傷・変状の原因を考察します。

本事例では、軟弱地盤上にある橋台の損傷・変状の原因として側方移動が考えられました。側方移動は、背

後盛土の荷重による沈下(①②)、偏荷重の作用による軟弱層の流動(③④)、流動圧の基礎杭への作用(⑤)により発生する現象です。施工時や施工後に、橋桁方向に大きな変位や傾斜を生じるため、さまざまな弊害が発生します<sup>2)</sup>(図4)。

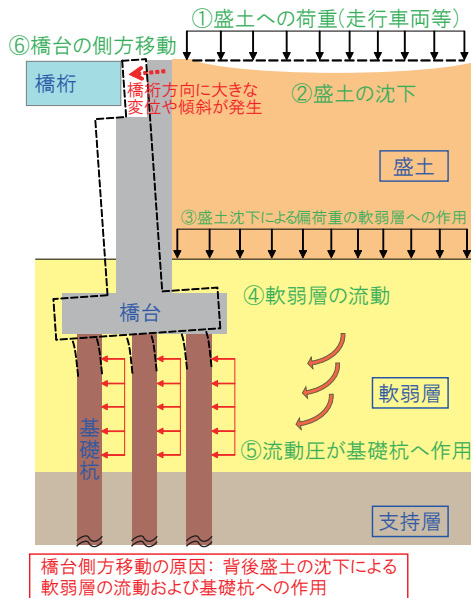


図4 橋台側方移動のメカニズム

## (2)モデル解析の実施

解析モデルを作成し現象を再現することで、損傷・変状の原因確認と現状の安全性の照査を行いました。さらに損傷・変状の進行を想定したモデル解析により、橋台の挙動を確認しました。

図5にモデル解析結果を示します。初期状態から荷重

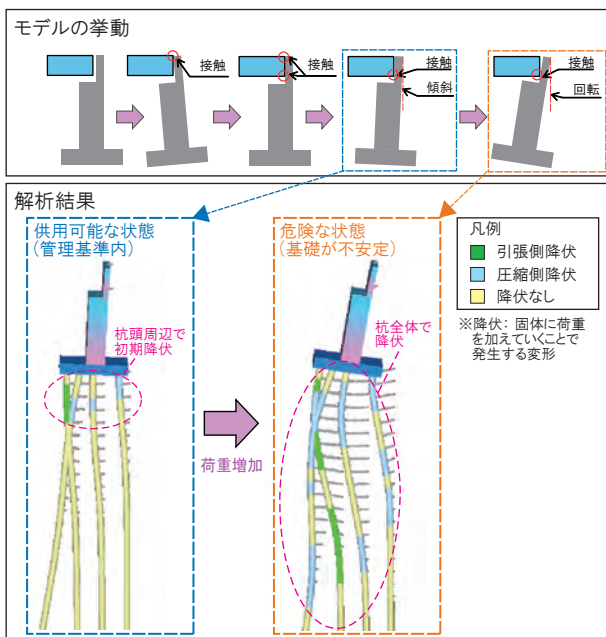


図5 モデルによる解析結果

(流動圧)を増加させ、供用可能な限界状態、さらには杭全体で降伏が生じる状態までを解析しました。

## (3)管理値の設定

供用可能な限界状態を管理基準とし、その解析結果の値を橋梁モニタリングシステムにおける計測機器の管理値として設定しました。

## 今後の展開

本システムはさまざまな対象物に応用し遠隔管理を行うことができます。今後はニーズに合わせて対象を特化した適用や、周辺環境のモニタリングシステムの開発を目指しています。

## (1)中小橋梁や複数橋梁への適用

今後、供用開始後50年が経過する橋梁の割合が急激に増加し(図6)、特に自治体で管理する中小橋梁では十分な維持管理ができなくなる恐れがあります。

そのため、今後は中小橋梁に特化したモニタリングや、長距離無線を用いた複数橋梁(10橋程度)を包括したモニタリングシステムを開発していきたいと考えています。

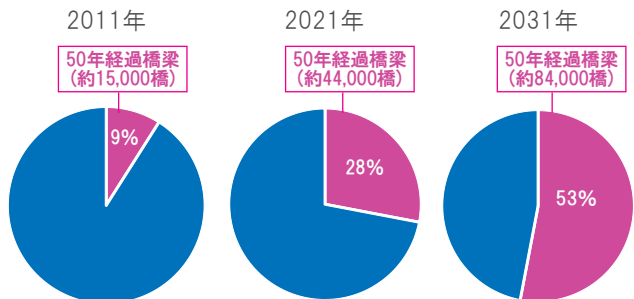


図6 供用後50年が経過する橋梁割合の推移<sup>1)</sup>

## (2)橋梁周辺環境のモニタリング

現在、橋梁の主桁のひずみや橋台・橋脚の傾斜等の直接的な変位に着目した計測を行っています。

今後は、河川の流速、水位、地盤の沈下等の橋梁に影響を及ぼす周辺環境を計測し、損傷・変状の原因を究明できるモニタリングシステムを開発していきたいと考えています。

〔出典〕

- 1)日本の橋梁の現況:国土交通省Webサイト ([https://www.cgr.mlit.go.jp/bridge/pdf/sincyoku\\_01gaiyo.pdf](https://www.cgr.mlit.go.jp/bridge/pdf/sincyoku_01gaiyo.pdf))
- 2)土木研究所資料 第4174号(2010.6): 橋台の側方移動対策ガイドライン策定に関する検討(その2)