

損傷橋梁のモニタリングによる維持管理

Monitoring for Maintenance in damaged Bridge

北海道開発コンサルタント(株) 正員 佐々木聡 (Satoshi Sasaki)

北海道開発コンサルタント(株) 正員 佐藤 誠 (Makoto Sato)

北海道開発コンサルタント(株) ○正員 富江明男 (Akio Tomie)

北海道 函館土木現業所 浅田功雄 (Isao Asada)

北海道 留萌土木現業所 林 和男 (Kazuo Hayashi)

(株)エーティック 浮橋秀明 (Hideaki Ukihashi)

1. まえがき

近年、老朽化し始めた社会資本の現状と公共事業の縮減などの社会背景のもと、構造物の保全を目標とした維持管理への関心が高まり、社会的要求となっている。このような状況の中、一般道路利用者の安全な交通の確保を第一に日々の維持管理をしなければならない。一方、橋の老朽化、大型車両・交通量の増加などのさまざまな原因により、健全度が損なわれた橋梁に対して抜本的な対策までの期間、橋梁の安定性検証と通過交通の安全性を保持することが重要な課題となってきた。

本論文では、このような状況を踏まえ、損傷橋梁についてのモニタリングシステムを開発し、挙動の監視により管理をおこなった。

2. 橋梁概要

モニタリングの対象とした常盤川橋は、主要道々函館上磯線（通称：産業道路）と常盤川の交差部に位置し、昭和53年8月に架設された橋梁である。

現橋の構造的特徴としては、図-1に示すとおり橋台に対する斜角が70度のPC中空床版橋であり、車両進行方向と河川の交角が25度である。このことから、主桁配置方向と車両進行方向を同一にはできず、かなりのデッドスペースをようする特異な形状となっている。

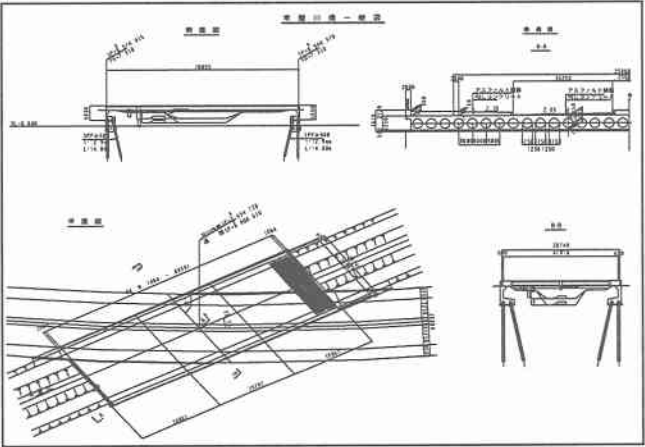


図-1 一般図

また、本橋は供用後に大型車両の通過が増大したことも起因し、上部工には遊離石灰・石灰柱を伴うひびわれが多数発生し、詳細調査の結果においては表-1に示す

とおりコンクリートの劣化が著しい状態であった。

表-1 損傷調査結果

損傷部位	調査結果
床版側面	アルカリ骨材反応特有の水平方向ひびわれが見られる。
床版下面	石灰柱を伴った貫通ひびわれの発生が見られる。
床版上面 (歩道舗装)	下面と同様なひびわれが見られる。
コンクリート材料	・粗骨材にはアルカリ反応は認められないが、細骨材の一部に環状のリムが発生している。 ・圧縮強度は、設計28日強度の400kgf/cm ² に対し、平均300kgf/cm ² (約3/4)に低下。 ・静弾性係数は、プレストレス導入時3.5×10 ⁵ kgf/cm ² に対し約1/10まで低下。

3. モニタリング概要

緊急対策として、防水施工及び橋面上の舗装不陸調整をおこなったが、大型車両の通過時等には、比較的大きな振動を感じる状態であり、また上部工のコンクリート劣化が著しく、橋梁全体の耐荷力について憂慮される状態であった。検討の結果、架け替えを前提とすることとしたが、現道を通している交通量及び大型車両を許容する迂回路が近隣に存在しないため、現橋を供用しながらの対策が必要となった。このため、モニタリングシステムにより上部工の挙動を常時観測しながら、損傷の進行度を監視し、観測された変位等のデータの収集解析をおこない、橋梁状況の経過変化を把握し、この期間内の通行の安全を確保していくこととした。

4. 実橋載荷試験結果

本試験は、橋梁の載荷試験をおこなうことによって、沈下変位量及び振動数の測定値と計算値との比較検証を行い、橋梁の健全度を把握することにある。

試験方法は、総重量を約20t/台に調整したダンプトラックを4台使用し、数種類の配列パターンで静的載荷によるたわみ量と、橋梁上の通過・急停車による動的なたわみ量、橋梁の1次固有振動周波数、減衰常数を計測し解析した。

その結果、静的載荷試験の実測値最大たわみ量は1.58mmで、机上計算値最大たわみ量2.65mmより小さな値であった。この原因は、以下の事が考えられる。

①橋面工などの剛性が関与している。

②版構造としての剛性特性が影響している。

③全体としてのコンクリート曲げ剛性の劣化が少ない状態であった。

一方、動的載荷試験のたわみ量と格子計算結果には差異は無く、システムの有効性が検証できた。

5. システム内容

挙動を監視するために、図-2に示すとおり現地（常盤川橋）にはセンサーとしてサーボ型加速度計を中央地

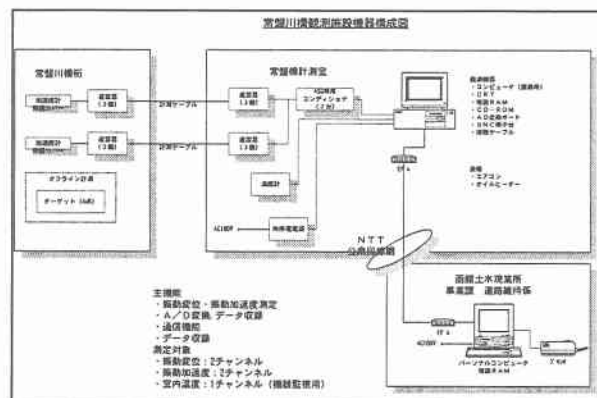


図-2 システム構成

点と1/4地点の2ヶ所に設置している。車両の通過によりトリガ値を超えた場合、加速度計で計測されたデータは、一度現地の計測室においてA/D変換し、パソコンで処理・保存した後に、電話回線を用いて加速度波形、振幅変位、観測時間データ等が自動転送される。監視をおこなう事務所側では、転送されてきたデータを随時事務所側パソコンに登録保存し、最新状況をモニタに表示することで遠隔地における監視が可能となっている。

5. システムの主な画面と機能

5.1 監視局ウィンドウ

事務所側に設置のモニタリングシステムでは図-3に示すとおり監視局ウィンドウが常時表示されている。

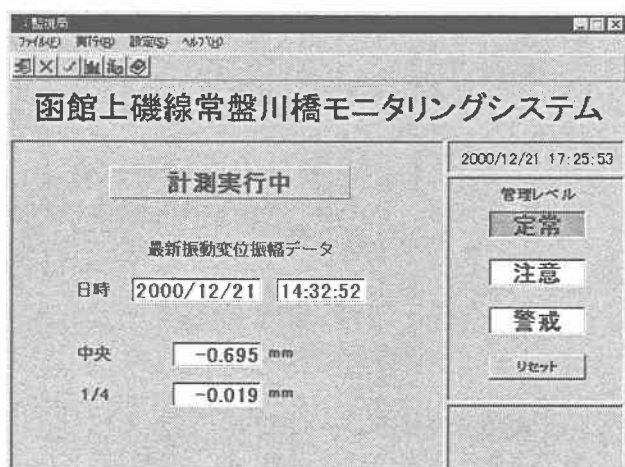


図-3 監視局ウィンドウ

1) 実橋載荷試験や事前観測データの結果からトリガ値を設定し、一定の基準値を超過したデータのみを現地より転送することで、ディスク容量や通信費の軽減を図っている。

2) 監視ウィンドウでは、記録データ「日時」、「中央点変位」、「1/4点変位」、管理判定レベルの最新データを表示する。

3) 管理状態の判定は、測定データと各計測点の管理レベルをデータ転送毎に自動比較することによって「定常」、「注意」、「警戒」状況を判定し表示する。

5.2 グラフ・波形表示ウィンドウ

グラフ表示ウィンドウでは図-4に示すとおり、転送データをモニタリングしながら表示が可能である。

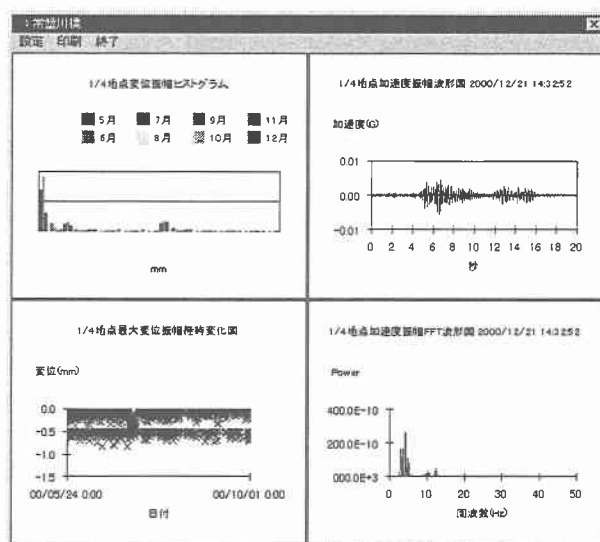


図-4 グラフ・波形表示ウィンドウ

1) 表示ウィンドウでは、ヒストグラム、最大振幅経時変化、振幅波形、FFT波形等の形式でグラフ化することが可能である。

2) 表示波形及びグラフは、比較表示、印刷、データ出力し分析をおこなうことが可能である。

6. モニタリング結果と考察

本システム導入後、現時点においてモニタリングデータの分析結果から、構造的に大きな影響を及ぼすような劣化の進行は見受けられず、通過交通の安全性を確認している。本橋梁のような特性の損傷橋梁においても加速度計を用いた本システムでモニタリングをおこない、相対的に挙動を比較することで、その損傷の進行の程度をある程度評価することができた。

平成12年秋には、床版下面にアラミド連続繊維シート接着により応急対策工がおこなわれている。今後においては、補強前後の挙動状況の比較や効果についても検証すると共に長期的なモニタリングデータによる分析をおこないたいと考えている。

参考文献

- 1) 土木学会構造工学委員会橋梁振動モニタリング研究小委員会：橋梁振動モニタリングのガイドライン，2000
- 2) 土木学会構造工学委員会橋梁振動モニタリング研究小委員会：Intelligent Bridge/Structure and Smart Monitoring に関する公開公演会論文集，1999