

# 光ファイバーと情報処理技術を組合せた構造物の 高度モニタリングシステムの開発

研究代表者 工学部 宮本 文穂

(博士研究員 河村 圭)

## 研究目的

本研究では、これまで橋梁など各種構造物を造る技術者と比べるとどちらかというと地味な分野であった維持管理業務の分野を魅力的にするため、光ファイバーセンサーなどの各種センサーと IT を利用した最新情報処理技術を用いて、人間で言えば在宅医療にあたる高度なヘルスマニタリングシステムの構築、およびニューロ・ファジィ・エキスパートシステム・免疫アルゴリズム (IA) などの最新情報処理技術とコンピュータシステムを援用したマネージメントシステム開発を試みている。

## 研究の意義と計画

図-1 は、従来より行われてきた橋梁などの構造物の設計、施工の流れ(①~⑤)にモニタリングを追加することによって(⑥~⑩)、設計、施工時のみならず供用中にも種々の性能が双方向で照査可能な流れを示したものである(図中には、3つのレベルの挙動[B]における相互関係が示されている(図中の S は構造物を意味する))。すなわち、従来の設計の流れでは、まずクライアントの構造物に対する要求機能[F]を定式化し(①)、これより得られる構造的な情報を総合して(②)設計を行い、解析を通して挙動予測を行う(③)。この予測結果をもって要求される性能を確認した後(④)実際の施工に移り(⑤)、供用が開始される。このような性能確認の結果、不満足であれば②または③に戻って再検討が行われる。この流れは、建設後のことを考えれば一方通行となっていることがわかる。これに対して、図-1 中の⑥~⑩に示すモニタリングの流れを追加することによって第3の挙動が計測でき、設計時における解析モデルの改良や要求性能の

再確認および構造物マネージメントにおける長期性能照査に利用できる。

一方、最近の情報処理関連技術の進歩、発展にはめざましいものがあり、今後の維持管理業務に取り入れることのできる技術も現れてきている。それをいくつか列挙すると、①ファジィ理論、エキスパートシステム、ニューラルネットワーク、ラフ集合、データマイニングなどのいわゆるソフトコンピューティングに利用できるもの、②遺伝的アルゴリズム(GA)、免疫アルゴリズム(IA)などのいわゆる人工生命技術による多次元空間での準最適解群を効率的に探索可能なもの、③画像処理、コンピュータグラフィクス(CG)、バーチャルリアリティ(VR)などの視覚化、仮想体験の実現を可能とするものなどがある。

本研究では、上記モニタリング技術と最近情報処理関連技術を組み合わせた、橋梁を中心とする構造物の維持管理支援システムの開発を行った。

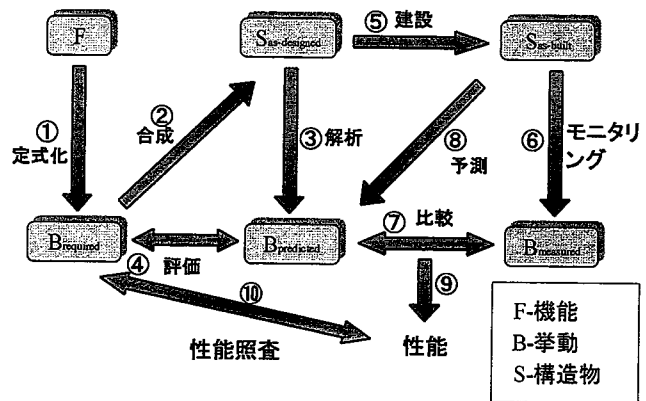


図-1 ヘルスマニタリングを利用した構造物マネージメント

## 研究成果および産業技術への貢献

図-2 は、情報技術(IT)を利用した橋梁のモニタリングのイメージ例を示したものである。図中のデータ

ベースサーバは、橋梁維持管理支援システムとリンクさせて統合したもので、橋梁台帳データや点検データ、写真、図面などが web ベースで参照可能なウェブサイト・データベースシステムとなっている。本システムは、クライアント・サーバーシステムとしても利用できる。サーバー側を橋梁管理事務所、一方、クライアント側を橋梁管理に携わる全ての出先機関とすることも可能である。データベース機能としては、橋梁台帳データ、点検履歴データ、補修・補強工事履歴データなどとともに光ファイバーセンサーなどの各種センサーおよびデジタルカメラなどからの画像の時系列モニタリングデータが格納されており、全てのデータはここで一元管理される。そして、これらのデータはウェブサーバーとインターネットを介して各クライアントのマシンに送信される。また、インターネットによりデータを配信しているため、これ以外の場所、例えば自宅であったり出張先であったりしてもパスワードを入力することによってデータベースを操作可能となる。具体例として、ブラウザ上に表示された橋脚写真の画像データを参照する画面および橋梁上・下部工の点検履歴データを参照する画面の例を図-3 および図-4として示したものである。ここで、点検履歴データを参照する場合、まず選択した橋梁に関する過去に行われた点検実施日の一覧が表示され、ユーザはその中から参照したい点検実施日を選択すると、その日に点検されたスパン番号の一覧が表示され、更にはその中から参照したいスパン名を選択すると、そのスパンで検出された損傷とそれに関するデータが表示される。さらに、点検実施者がその時の点検において気付いたことなどを記入する「備考」欄も用意されている。このようなデータを時系列に参照することにより、挙動の変化が視覚的および数値で比較でき、橋梁の早期劣化などによる安全性能への影響を容易に把握でき、的確な対策を早急に立案可能となる。

既存構造物に対する本格的な維持管理業務が必要な時代が目前に迫っており、IT を利用した高度なモニタリングシステムを構築し、コンピュータを援用した最新情報処理技術を応用して構造物マネージメントを合理化することが社会・産業界の要請である。

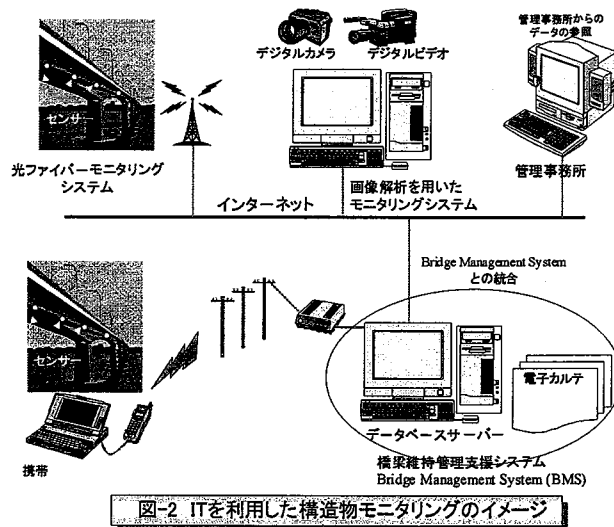


図-2 ITを利用した構造物モニタリングのイメージ

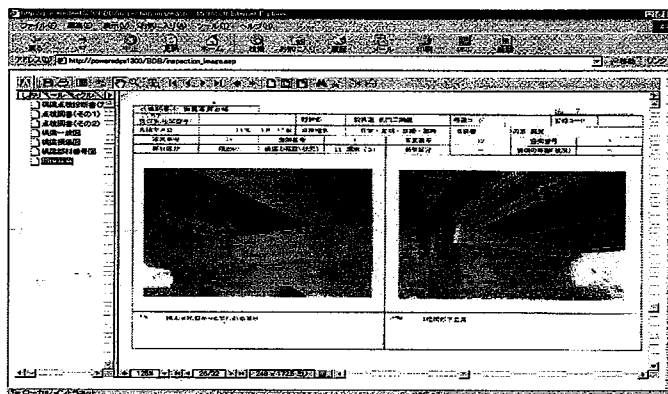


図-3 ブラウザ上での橋脚画像データ参照画面の出力例

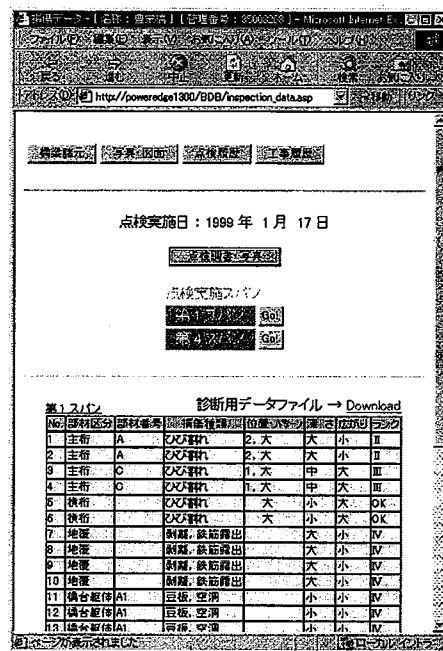


図-4 ブラウザ上での点検データ参照画面の出力例