

予防保全管理のための点検・監視技術の開発について

国土交通省 国土技術政策総合研究所 駒田 達広*¹
 // 〇角 拓史*¹
 // 塚原 隆夫*¹

By Tatsuhiro KOMADA, Takushi SUMI, Takao TSUKAHARA

わが国の社会資本の高齢化に伴って、今後事故や災害、維持管理費・更新費の急増が懸念される。事故や災害を未然に防ぎつつコストを抑制するためには、施設を定期的に点検・診断し、致命的損傷の発生前に対策を講じる必要がある。しかし、目視出来ない部位や目視による評価が困難な変状に対する点検・監視技術は未成熟であり、これらを経済的かつ確実に実現する技術開発への早急な取組が不可欠である。本稿では、国土交通省が総合技術開発プロジェクトとして実施している、構造物の目視困難な場所及び目視のみで把握されていた変状を適切に点検・監視する技術開発の取り組みについて報告する。

【キーワード】維持管理、予防保全、技術開発、点検・診断、非破壊検査

1. はじめに

これまで私たちの日々の生活を支え、産業活動の基盤として重要な役割を果たしてきた社会資本は、高度経済成長期に集中的に整備されており、建設後50年以上経過する社会資本の割合は、今後約20年で急激に増加すると予想される(図-1)。社会資本の急速な高齢化により、今後、維持管理費・更新費の増大と、社会生活に大きな影響を与えるような事故や災害の急増が懸念される。

社会資本の高齢化に適切に対応していくには、つくったものを長持ちさせて大事に使う「ストック型社会」への転換を推進していく必要がある。これまでは損傷等に対して個別・事後的に対処してきたが、今後は、施設の状態を定期的に点検・診断し、致命的欠陥が発現する前に対策を講じることにより、事故や災害を未然に防ぐとともに、施設の長寿命化によりトータルコスト(ライフサイクルコスト)の縮減を図る「予防保全」の考えに立った戦略的維持管理が必要となる(図-2)。

国土交通省では総合技術開発プロジェクトとして、予防保全を構成する技術のうち、「点検」に着目し、平成22年度からの3カ年で、構造物の埋込部、狭隘部、高所、閉所等の目視困難な場所を点検する技術、

さらに、広範囲で大量の構造物について目視のみで把握されていた変状を効率的かつ確実に点検・監視する技術の開発を行っている。本稿では、この技術開発におけるこれまでの取り組み状況を報告する。



図-1 建設後50年以上経過する社会資本の割合

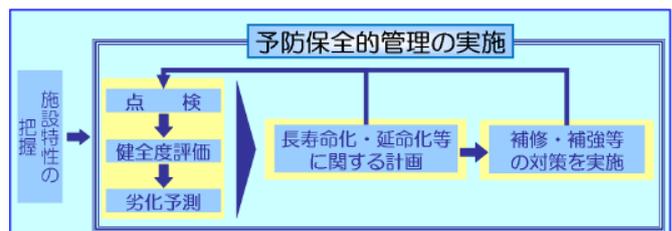


図-2 予防保全的管理の基本的な考え方

*1 総合技術政策研究センター 建設システム課 029-864-2677 sumi-t924b@nilim.go.jp

2. 社会資本の高齢化に伴う課題

社会資本の急速な高齢化により、社会生活に大きな影響を与えるような事故や災害の急増が懸念される。日本より社会資本の整備が早かった米国では人命を巻き込む落橋事故が発生しており、わが国でも、平成19年に幹線道路の橋梁で落橋事故につながりかねない主要部材の破断が見つかったほか、住宅・建築物の外壁の劣化による剥落、下水道の管路施設の高齢化等が原因となった道路の陥没事故等の二次災害につながりうるような重大な損傷・事故が頻発しつつある兆候が見られる（写真-1）。



鋼トラス部材の埋込部の破断



埋設管破損による道路陥没



外壁の剥落



河川堤防の漏水

写真-1 高齢化する社会資本の損傷事例

3. 技術開発の方向

社会資本の予防保全管理には、劣化や損傷を迅速かつ効率的に点検・監視し、その結果を踏まえて適時・適切に補修補強することが必要である。

総合技術開発プロジェクトでは、予防保全管理のサイクルを構成する点検、健全度評価、劣化予測、補修補強の4段階のうち、サイクルの最初の段階にあり先行して技術開発することが効果的で、かつ様々な施設種別を横断して適用することが可能な「点検」について、技術開発に取り組むこととした。

点検技術の課題として、スケールの大きな土木構造物でも局部で密かに進行する亀裂や腐食等の損傷が問題となるが、目に見えないような局部損傷の進展を効率的かつ確実に探知する技術は確立されていない。また地中の構造物では、点検・監視自体が困難であり、目視点検では捕捉できない損傷を探知するための調査法の開発が必要となっている。

これまでの目視可能な部位の目視による点検・監視では、損傷が相当量進行し表面に現れてから把握されていた。また、構造物の埋込部、狭隘部、高所、閉所等では空間的制約により調査日数や点検費用が嵩むため、適切な頻度・方法での検査が実施されないケースがあった。さらに、堤防等の土構造物の弱点部は主に表面の目視点検により、橋梁、擁壁等の構造物の日常的な変状は主に定期的なパトロールや通行者からの通報等により把握されていた（写真-2）。



人が入れない場所の腐食



下水道管の破損



堤防の目視点検



異常発生後の目視点検

写真-2 目視では把握しにくい部位の事例

今回の技術開発では、構造物の目視困難な場所を点検可能にする技術、さらに、広範囲で大量な構造物について目視のみで把握で把握されていた変状を効率的・確実に監視する技術の開発を行うこととした。開発に当たっては、産業分野での基本技術の開発は進められているものの社会資本施設への応用が進んでいない非破壊検査などについて、多種多様な検査方法及びそのデータについて要求性能、評価基準を実験・確認した上で整備し、民間の技術開発の促進を図ることも目標としている。

4. 技術開発の内容

(1) 非破壊検査による埋込部・遮蔽部の点検・診断技術

超音波等の産業分野で活用が進んでいる非破壊検査技術や遠隔検査技術等を用いて、土木・建築構造物における鋼材等のコンクリートへの埋込部、部材が複雑に組み合わされた狭隘部、高所の外壁面等の目視困難な部位の点検・診断技術及び評価基準を開発する。従来の方法では、ハツリ検査等の破壊検査、

打診検査等のための足場の設置が必要となり、検査コストが高く点検実施率や頻度が低かったが、新しい検査手法を加えることにより点検コストを低減し、点検実施率・頻度を向上させる。これらにより予防保全管理を推進し、構造物の安全性向上を図るものである。

鋼材等コンクリートへの埋込部、狭隘部については、開発段階のモデル構造物を橋梁として、ファイバースコープ、マイクロドリル、駆動装置を組み合わせた構造物内視鏡、ならびに超音波フェーズドアレイ技術を応用した構造物内部聴診装置のプロトタイプ（図-3）を製作し、模擬劣化試験体による促進腐食実験（図-4）、性能評価実験に取り組んでいる。

高所の外壁面については、開発段階のモデル構造物を建築ビルとして、足場を設置せずに一次検査や日常検査を行うための外壁面走行装置、ならびに遠隔打診装置のプロトタイプを製作し、模擬劣化試験体による性能評価実験に取り組んでいる（図-5）。

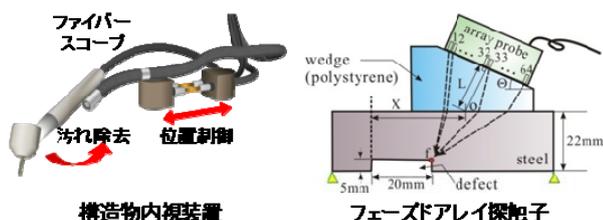


図-3 構造物内視鏡及び内部聴診装置のイメージ



図-4 模擬劣化試験体の促進腐食実験

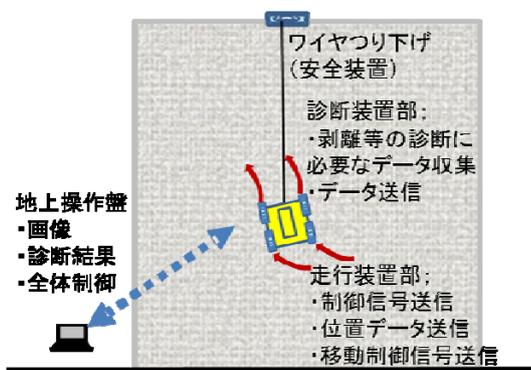


図-5 外壁面走行装置と遠隔打診装置イメージ

(2) 画像・データによる目視困難な部位の点検・診断技術

画像・データ技術等を用いて、人が直接近寄れない管路内部、建築物床下等の目視困難な部位の点検・診断技術及び評価基準を開発する。従来からの自走 TV カメラ調査では、画像解像度が低いこと、TV モニター画像を人が判読すること等から検査員の技量により調査速度や精度差があり、また、検査コストが高いことから点検実施率や頻度が低かったが、画像データデジタル化、カメラ小型化等の基本技術を応用し点検装置の機能向上、性能標準化を図ることにより、点検コストを低減し、点検実施率・頻度を向上させる。また、新しい検査方法として触診の遠隔検査技術を開発する。これらにより予防保全管理を推進し、構造物の安全性向上を図るものである。

管路内部については、既往の TV カメラ調査データ及び施設管理者・検査オペレータへの聞き取り調査から「見逃してはいけない不具合」を設定し、性能評価実験のための「見逃してはいけない不具合」の模擬劣化試験体を製作し、また、レーザ測量による路上からの点検方法の開発に取り組んでいる（図-6）。

建築物床下については、床下走行装置の障害物回避性能、検査装置の搭載能力、画像・データの取得・保存等に関する確認実験、及び触診を遠隔検査するための触診抵抗値の数値化実験に取り組んでいる（図-7）。



図-6 模擬劣化試験体と路上からのレーザ測量装置

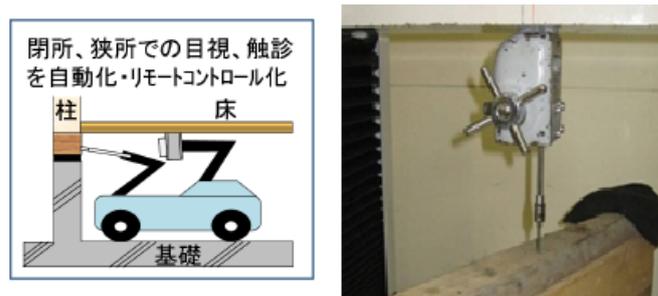


図-7 床下診断装置イメージと数値化実験

(3) 赤外線を活用した漏水部の点検・監視技術

赤外線サーモセンサーを活用し、現状では検知が不確実であった堤防のり面の湿潤部を迅速・簡便に把握する点検・監視技術及び評価基準を開発する。従来からの人手、目視による変状監視では、延長・箇所数が多く多大な労力を要し、検査員の技量により精度差があったが、新しい監視手法を加えることにより、迅速性、確実性を向上させ、構造物の安全性向上を図る。実堤防のり面において、赤外線サーモグラフィ撮影実験、撮影条件、効率性の評価に取り組んでいる（図-8）。

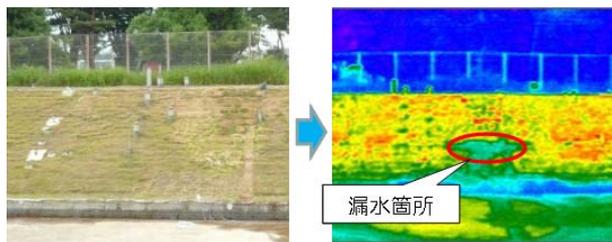


図-8 赤外線による漏水部の同定(実験施設の例)

(4) 位置計測による構造物の監視・変状探知方法

GPS、レーザ測量等位置の特定技術を活用し、橋梁等構造物の日常の変状を迅速・簡便に把握する点検・監視技術及び評価基準を開発する。従来、構造物の重大な変状はパトロールや通行者の通報等により把握され、迅速に把握できなかったが、新しい監視手法を加えることにより、迅速性、確実性を向上させ、構造物の安全性向上を図るものである。

開発段階のモデル構造物を橋梁として、被災事例、損傷事例のデータを収集し、致命的な損傷の発生および通行規制が必要な損傷の発生を検知するのに必要な測定精度の検討、ならびに、GPS 測位方式の機

器コストと精度に関する評価実験に取り組んでいる（図-9）。

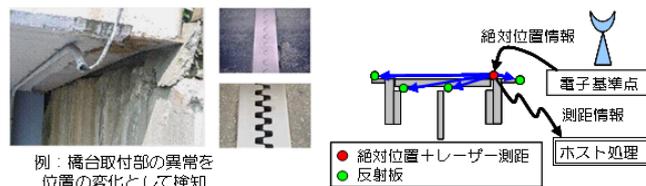


図-9道路橋位置・形状変化検知機器のイメージ

5. まとめ

技術開発は、平成 22 年度からの 3 ヶ年で実施する予定としている。損傷事例の整理・分析、基本仕様・要求性能の検討、模擬劣化試験体等の実験装置の製作、検査機器のプロトタイプ製作を経て、性能評価実験、実験結果に応じた検査機器の改良、評価方法の検討等を行い、最終的には実際の現場での適応に向けた調整、各種技術基準案、評価基準・マニュアルの作成を目指している。

新たな点検・監視技術の開発により、これまで点検が難しかった個所の監視体制の確立が図ることにより、社会資本の予防保全が可能となる。また、検査装置の開発に加えて評価及び技術基準を一体として構築し、信頼性の高い点検・監視手法として確立を図ることにより、民間の機器メーカーの参入等による速やかな普及が期待される。これらにより、予防保全の考え方に基づく適切な維持管理が推進され、国民生活や経済社会活動に甚大な影響を与える社会資本の致命的な損傷の回避、施設の長寿命化によるライフサイクルコスト削減の進展が期待される。

A Report of the Technical Development of Inspection and Monitoring Methods for Preventive Maintenance of Infrastructure

By Tatsuhiro KOMADA Takushi SUMI Takao TSUKAHARA

We are anxious about rapid increase of an accident, a disaster, and maintenance expense and renewal expense by aging of the infrastructure in Japan. In order to prevent an accident and a disaster and to control cost, it is necessary to check and diagnose equipment periodically and to take a measure before occurrence of fatal damage. Inspection and Monitoring Methods of the part which cannot be viewed and the shape strange which cannot be evaluated by viewing is insufficient. Therefore, the immediate technical developments which realize these parts economically and certainly are required. We report the measure of the technical developments which inspect and monitor the place which cannot view of a structure currently, carried out as a integrated technical development project of MLIT.