

## 第8章 まとめ

## 第 8 章 まとめ

8.1 研究開発成果 .....	8-1
8.2 おわりに .....	8-3
謝辞	

## 第8章 まとめ

### 8.1 研究開発成果

本研究では、これまでの「見えるところを見る」から「診るべきところを診る」へ点検・監視手法を転換させ、点検の効率化や実施率向上を図るため、

I. 構造物の目視困難な部位を対象とした迅速・簡便で汎用性の高い点検・検査技術、  
II. 目視では評価が困難な構造物の変状を検知する技術  
の開発を行った。

研究開発成果の概要を以下に示す。

#### I. 構造物の目視困難な部位の点検・診断技術の開発

##### 1) 非破壊検査による埋込部・遮蔽部の点検・診断技術

これまで困難とされていた箱桁内部や狭隘部に進入可能な構造物内視装置（プロトタイプ）を開発した。また、産業分野で既に利用されている技術（渦流探傷、超音波フェーズドアレイ等）を社会基盤施設の点検・診断技術に応用し、非破壊検査機器の開発・改良およびデータ処理方法等を検討することにより、鋼部材やアンカーボルト等のコンクリート埋込部や遮蔽部の腐食損傷を中心とした鋼材の損傷検出手法を開発した。これにより、近接目視点検では確認できなかったコンクリート埋込部の表面近傍における鋼材損傷の検知や、鋼板裏面における腐食損傷範囲、残存板厚等の詳細な把握が可能となる。

この技術開発は、建設システム課が担当し、東京工業大学に研究委託を行った。

##### 2) 外壁面の遠隔診断を目的とした壁面走行型外壁診断装置

装置自体が壁面を自走し、所定の位置で打音検査する壁面走行型外壁診断装置（プロトタイプ）を試作した。さらに、模擬壁試験体を使用した自走検証実験や診断精度の検証実験を行い、試作した同装置の一定の有効性を確認した。

また、建築基準法第12条の定期検査報告等を対象に、同装置等の使用を想定した外壁診断方法の試案の策定を行った。

この技術開発は、建築品質研究官、構造基準研究室及び住宅ストック高度化研究室が担当し、一部について三重県建設資材試験センター・コンステック共同研究体に研究委託を行った。

##### 3) 老朽化した管路調査のスクリーニング手法

老朽管路の劣化状況を再現した模型実験装置による管口カメラの性能確認実験1)、車載型レーザ装置による道路陥没予兆発見のためのフィールド調査を実施し、下水道管きょ調査のスクリーニング手法の開発を行った。

従来の管路調査においては、全て詳細調査から実施するため膨大な費用・日数を要したが、管口カメラを地上からマンホール内に挿入し、詳細調査が必要となる範囲を限定（スクリーニング）することにより、従来型の詳細調査をより効率的、重点的に実施すること

が可能となる。また、車載レーザ装置による下水道管渠の損傷等に起因する道路陥没予兆の発見手法について、とりまとめた。

この技術開発は、下水道研究室が担当し、管清工業（株）、（株）カンツール、（株）環境総合テクノスと共同研究を行った。

#### 4) 木造建築物床下部材の劣化診断手法

狭隘かつ暗所である床下有効高さが 30cm 程度確保された木造住宅（約 80%が該当）に適用可能で、床下の構造躯体の画像撮影、触診検査、含水率測定、及び腐朽の疑いがある箇所については菌糸または子実体のサンプル採取が行える劣化診断装置（プロトタイプ）を開発した。また、実際の既存住宅の床下を対象とした検証実験を行い、一定の範囲で同装置の有効性を確認した。

この技術開発は、評価システム研究室が担当した。

## II. 目視では評価が困難な構造物の変状の点検・監視技術の開発

### 1) 赤外線を活用した漏水部の点検・診断技術

実際の河川堤防のり面の湿潤部を対象とした赤外線熱画像の取得等を行い、想定される課題（①堤防のり面湿潤部に熱画像から判別できる温度差が現れるか、②堤防のり面の植生被度・草丈の影響、③堤防のり面の土質の不均質さの影響、④検知可能な時間帯、⑤遠距離等の効率的な調査手法）について検討した。また、植生被覆のない裸地であれば、温度差による湿潤部の検出が可能であることを確認した。

この技術開発は、河川研究室が担当した。

### 2) 位置計測による構造物の監視・変状探知手法

橋梁等道路構造物の突発的・致命的変状を迅速・簡便に把握するための位置計測情報技術（GPS、画像処理）を活用した監視・変状探知技術に必要な要求性能を明らかにするとともに、異常を抽出し認識するシステムアルゴリズムを開発し、検証実験を行った。

この技術開発は、道路構造物管理研究室が担当した。

表-8.1.1 には、目標の達成状況及び成果の活用方針をとりまとめたものを示す。

表-8.1.1 目標の達成状況及び成果の活用方針

	研究の成果目標	研究成果	研究成果の活用方針	備考
I. 構造物の目視困難な部位	① コンクリート埋込部の鋼材腐食の診断手法の開発	過流探傷、超音波フェーズドアレイ等の技術を応用し、埋込部における鋼材腐食等の現状を可視化するための点検・計測装置を開発した	コンクリート埋込部の表面近傍における鋼材損傷の探知や、鋼板裏面における腐食損傷範囲、残存板厚等の詳細な把握に活用可能	・適用限界や信頼性(測定精度)等を十分評価するため、引き続き、現場実証データの蓄積が必要
	② 箱桁内部等の狭隘部の診断手法の開発	電磁石とエアシリンダを用いた動作システムにより、遮蔽部・狭隘部を直接視認することが可能となる装置を開発した	外部からの光が届かない箱桁内部の静止画像・動画像の撮影が直径22mmのボルト穴から可能となり、隠蔽部・狭隘部の点検に活用可能	・適用限界や信頼性(測定精度)等を十分評価するため、引き続き、現場実証データの蓄積が必要
	③ 外壁の遠隔診断手法の開発	壁面を自走する外壁診断装置及び手動型外壁診断装置を開発した	足場を不要とした外壁全面の打診調査に活用可能(引き続き、開発装置の実用化に向けて、共同研究(H25~H26)を実施)	・「剥落による災害防止のためのタイル外壁、モルタル塗り外壁診断指針」改訂(案)に今後反映予定。
	④ TVカメラ調査のスクリーニング手法の開発	管口カメラを活用した下水道管渠内スクリーニング調査手法を開発した	管渠の効率的な調査手法として活用可能(管渠マネジメントシステム技術としてとりまとめ、技術ガイドラインとして公表予定)	・「下水道維持管理指針」改訂(案)に今後反映予定。
	⑤ 道路陥没予兆の発見手法の開発	高精度GPS移動計測装置(MMS)による下水道管渠の損傷等に起因する道路陥没調査手法を開発した	陥没箇所を事前に察知し、管渠の致命的な損傷の回避に活用可能	・適用限界や信頼性(測定精度)等を十分評価するため、引き続き、現場実証データの蓄積が必要
	⑥ 床下木質部材の劣化診断手法の開発	木造建築物の床下劣化診断装置を開発した	既存住宅売買時におけるインスペクションあるいは既存住宅を対象とした長期優良住宅認定の評価方法(床下の点検・劣化診断)として活用可能	・特許出願を予定。
II. 目視では評価が	① 赤外線を活用した漏水部の点検・診断技術の開発	河川堤防の湿潤部探知を目的として赤外線サーモセンサーの適用性について検証した	詳細点検としての活用が想定される(日常的な点検手法として赤外線サーモセンサーを活用するのは困難)	
	② 位置計測による構造物の監視・返上探知手法の開発	位置計測情報技術(GPS、画像処理等)を活用し、突発的・致命的返上による異常を抽出し認識するシステムアルゴリズムを開発した	・道路管理実務における試行 ・試行結果を踏まえたシステム等の改良	・H25年度、画像処理システムを東京国道管内(2橋)において試行済み。今後、常陸河川国道管内(1橋)において試行予定。 ・特許出願を予定。

## 8.2 おわりに

本研究では、社会資本の予防保全的管理のための点検・監視技術の開発を行った。測定機器の要求性能、評価基準の開発、実験フィールドの設定は官、数値化・解析手法の検証は官学共同、測定部の装置製作、検査機器の移動技術や制御技術については民が有する技術開発能力を活用するなど、産学官が適切に役割分担し効率的に研究開発を進めた結果、当初目標とした成果を概ね得ることができたと考えている。

これらの技術開発により、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、長寿命化、コスト削減の進展が期待される。

## 謝 辞

本プロジェクトの実施にあたっては、先端的な要素技術は大学等の研究機関と連携し、計測装置の開発・製作は民間企業との共同研究等により、応用技術及び評価技術の開発を実施した。さらに、それらの成果をより実用的な技術、手法とするため、学識経験者、専門研究機関、本省、地方公共団体、業界団体等の関係機関が参画する専門家会合を適宜開催し、研究開発に取り組んだ。

ここに、多大な協力をいただいた関係各位に、深く感謝の意を表する次第である。