

情報技術活用による現場作業の支援方策の体系化

東京大学大学院情報学環 正会員 石川 雄章
 東京大学大学院情報学環 正会員 ○市川 暢之
 東京大学大学院情報学環 正会員 二宮 利江

1. はじめに

橋梁、トンネル等の構造物の変状（損傷）等を詳細に把握するために定期的に行う点検（以下、「定期点検」という）は、構造物を管理する企業等の技術者により実施されている。このような社会インフラは高齢化が進む一方、人口減少により現場技術者は減少が想定されることから、点検作業の効率化と安全性の確保を両立する現場の支援方策が求められている。

本研究は、点検業務において、技術者が現場で実施している作業内容を詳細に分析することで、作業形態に着目した情報技術の活用可能性について明らかにしたものである。

2. 検討方法

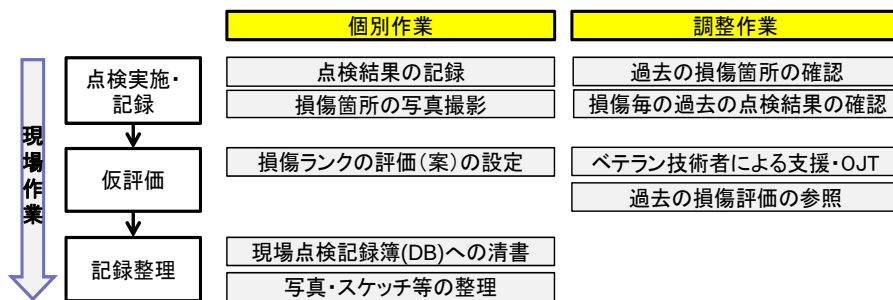
本研究は、首都高速(株)、東京地下鉄(株)、東京電力(株)、東日本旅客鉄道(株)、日本電信電話(株)（以下、「インフラ企業」という）、及び(株)日立製作所、アビームコンサルティング(株)の7社と東京大学が2010年4月から2011年3月にかけて共同して行った。

検討方法は、1)インフラ企業の定期点検における現場作業の実態を調査した上で、2)各現場作業過程における課題を整理し、3)情報技術の活用による現場作業の効率化の方策を体系化した。検討にあたっては、東京大学が各企業への調査・ヒアリング等を実施した上で整理・分析を行い、7社が参加する検討会（1回/月）で研究を進めた。

3. 現場作業の実態

インフラ企業の定期点検のうち、現場で点検を実施し損傷箇所の状況等を記録する「点検実施・記録」、損傷のランクを社内基準に基づき現場で評価する「仮評価」、事務所等に戻り現場で記録した記録簿、写真等を整理する「記録・整理」を現場作業と定義する。

現場作業の内容は、作業方法の観点から、個人で実施する内部作業と、他者もしくは過去の資料を参考に実施する調整作業に分類することができる。各企業で行われている作業を分析し「点検実施・記録」、「仮評価」、「記録整理」毎に具体的な作業内容を整理すると図1の通りとなる。



【図1：現場作業の作業内容】

4. 現場作業の課題

図1により明らかとなった現場作業について、作業毎の課題について分析を行う。（図2）

(1) 点検実施・記録

現場では、新たな損傷がないか調査するとともに、過去の損傷の進行状況を把握することが重要であることから、過去の記録や図面を携帯し、現地で過去の損傷箇所を探す作業が発生する。点検現場では、類似する構造物の中から対象位置を特定するために、図面と現在位置の照合作業に時間を要している。また、損傷が発見された場合の記録作業では、損傷の状態を紙等に記録するとともに、損傷毎に写真を撮影している。撮影ではアングルの調整、撮影した写真と損傷が一致するよう番号を控える等、制約された環境下での撮影及び記録作業に時間を要している。

(2) 仮評価

仮評価は、現場作業の中で技術者の能力が一番必要な業務であり、企業毎の損傷評価基準に基づき技術者が目視を中心に判定を行うため、技術者のスキルによる評価のばらつきや計測誤差等が懸念される。仮評価にあたっては、全ての企業で判定のばらつきをなくすために、スキルの高い(ベテラン)技術者と新人技術者がセットになって現場の点検を実施している。その一方で、全ての企業は、ベテラン技術者の減少と点検構造物の増大により、ベテラン技術者と新人技術者のセットによる点検体制を今後とも維持していくことは困難になると認識している。

(3) 記録整理

記録整理時では、現場で紙に記録した後、事務所等で再度清書を行った後にDBに結果を入力することから、DBへの入力作業までに時間を要する。また、DBへの入力は、誤入力の危険性が伴う。

キーワード：社会資本、維持管理、定期点検、情報技術

連絡先：〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1 東京大学大学院情報学環 TEL 03-5841-1070

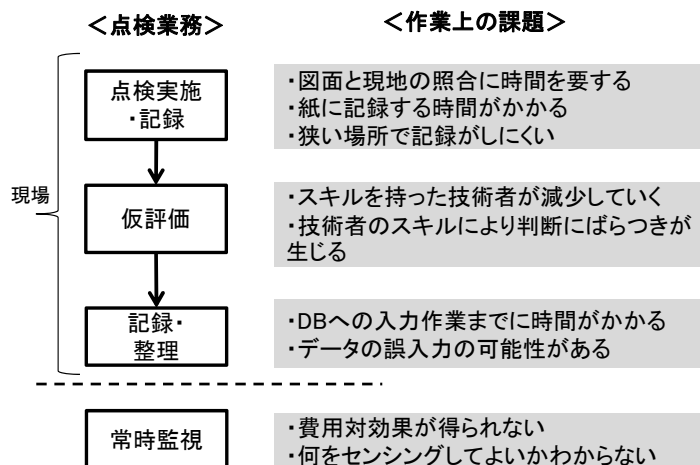
(4) 常時監視

現場作業とは異なるが、現場作業の代替え可能性候補として常時監視について現状を整理する。

センサ等を活用したモニタリング技術は各企業等で試行されているものの、本格導入には至っていない。センサが本格的に導入されない理由を整理すると、各企業とも費用、運用及び設置方法に課題を持っていることがあげられる。

費用については、各企業が現在導入しているセンサは高価であるため、設置範囲の拡大が難しい。運用については、センサの信頼性や故障時の対応等に課題があることから、人による点検を完全にセンサに代替することができず、結果的にセンサ設置による費用対効果が出にくい。

設置方法については、現在もセンサにより様々な事象をモニタリングしているものの、本質的に何をセンシングすると構造物に影響があるかなどが技術的に解明されておらず、効率的なセンシングの方法は十分に確立されていない。



【図2：業務毎の作業上の課題】

5. 情報活用の可能性

本章では、「4. 現場作業の課題」で整理した課題について、過去の様々な情報技術に関連する取組み事例の長所を分析し、解決に適切な情報活用の可能性を整理した。分析は、作業形態に着目して実施し、点検実施・記録、記録整理時の「作業支援」、仮評価時の技術的判断を支援する「技術支援」及び常時監視の導入などの「計測の自動化」に大別し整理を行った。（表1）

作業支援では、PDA等の端末により過去の点検結果等の図面を確認すること及びDBへデータを直接入力すること、ICタグ等により固有の事象・位置情報を識別すること、等の取組み事例がみられる。これらを活用することにより、作業時間の短縮を図ることが出来る。また、AR（拡張現実）技術等を活用することにより現実空間の映像の上に過去の点検結果を表示することで、図面との照合作業の短縮を図ることも有効と考えられる。

計測の自動化では、点検しにくい箇所等について目視に替わるセンサを導入することで、作業を効率化できだけでなく、危険な箇所の作業を回避し安全性を高めることができると考えられる。また、常時監視の応用方法を検討することで、異常の早期発見や劣化予測精度の向上にも有効と考えられる。

一方、技術支援では、遠隔操作等により遠隔から指示等を行う等の取組み事例がみられる。これによりスキルの低い技術者に判定支援を行い、判定のばらつきを少なくすることが出来る。また、AR（拡張現実）技術、検索エンジン等の活用により、他の類似事例の損傷評価結果の参照等を行うことで判断のばらつき等を是正し安全性の向上を図ることも有効と考えられる。

6. おわりに

本研究では、点検業務における現場作業について調査することで、情報技術の活用可能性を体系的に整理した。現場作業では、①作業支援としてICタグ、AR等を用いた端末の高度化、②計測の自動化としてセンサネットワークの構築、③技術支援として遠隔支援システム等の構築、3つの視点から情報技術を活用することにより、点検作業の効率化を図ることが可能であることがわかった。今後は、実際の現場の導入効果を踏まえた具体的な方策を検討するため、行動観察手法を用いた分析により、上記の取組み事例や応用技術の適用可能性を検討することが必要である。

このような情報技術の活用策を体系化し、現状の定期点検によって得られた情報と自動的に計測された情報等を組み合わせることにより、現在の点検業務全般のメリハリ・簡素化へと繋がる可能性があると考えられる。

【表1：情報活用の可能性】

	作業支援	計測の自動化	技術支援
現状・課題	✓ 図面と現地の照合に時間を要する ✓ 記録簿への記録作業に時間を要する ✓ DBに入力を行うため作業が重複する	✓ 高価であるため、設置範囲の拡大が難しい ✓ 信頼性や故障時の対応等 ✓ 何をセンシングしてよいかわからない	✓ 技術者のスキルにより判断にばらつきが生じる ✓ スキルを持った技術者が減少していく。
情報活用可能性	✓ ICタグやAR(拡張現実)技術等により、損傷位置の発見や図面と現在位置の照合作業等の作業時間の短縮化 ✓ PDA等による点検結果入力システムを構築	✓ 点検しにくい箇所について目視にかわるセンサを導入 ✓ 常時監視への応用により、異常の早期発見、劣化予測精度の向上	✓ PDA、AR(拡張現実)技術等により、他の類似事例等の参照等 ✓ 遠隔地から現場への判定支援