

点検業務に関するセンシング情報の活用

東京大学大学院情報学環 正会員 ○石川 雄章
 東日本高速道路株式会社 正会員 市川 暢之
 東京大学大学院情報学環 正会員 田中 克直
 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。今後、社会インフラの高齢化が進む一方、現場技術者の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。このため、人に代わるセンサの活用が期待されているが、実際には維持管理や費用対効果等の理由から実務ではあまり使われていない。本研究は、センサの活用可能性を探るため、センサ、モニタ等の機器から得られる情報（以下「センシング情報」という）の活用方法を経営、マネジメント、現場のそれぞれ立場から検討したものである。

2. 検討方法

本研究は、首都高速㈱、東京地下鉄㈱、東日本旅客鉄道㈱、日本電信電話㈱（以下、「インフラ企業」という）、及び㈱日立製作所、アビームコンサルティング㈱の6社と東京大学が2011年4月から2012年3月にかけて共同して行った。

検討方法は、1)インフラ企業におけるセンシング情報の活用の実態を調査した上で、2)センシング情報の活用の課題を抽出し、3)センシング情報の活用の方角を整理した。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者が参加する検討会で研究を進めた。

3. センシング情報の活用実態

センサ等を使用した構造物のモニタリングは、各企業の点検要領には位置付けられていないものの、実際の業務では、テレビカメラによる監視を含め様々な取り組みが行われている。

本研究では、センシング情報の活用方法を検討するため、各企業が実施しているインフラ管理に関するセンシング情報の利用実態について、収集目的、収集情報、費用、課題等について情報収集し、整理した。その結果、各企業では業務に適した様々な種類のセンシング情報を利用していること、その計測内容は対象物の観点から以下の4つの類型に分類できることが明らかになった。（表1）

また、インフラ管理分野におけるセンシング情報の活用は、現場において構造物の状態を把握する「資産状態情報」に関する事例が殆どであった。

- ・資産状態情報：橋梁、トンネル等の自己保有資産の変状等を測定している情報
- ・環境情報：自然等の外部環境を測定している情報
- ・オペレーション情報：企業の本来業務（道路管理、運行管理等）を管理していく上で測定している情報
- ・施工情報：構造物の施工時の変化・影響等を測定する情報

【表1：企業におけるセンシング情報等の利用実態】

センシング対象	対象物等	主な測定内容
資産状態	橋梁	ひずみ、変位、亀裂・ひび割れ、さび・腐食、剥離・鉄筋露出
	トンネル	ひび割れ、変位、剥離、鉄筋露出
	法面等	地盤変位
環境	自然環境	地震、気温、雨量(雪)、風向・風速
管理対象物 (オペレーション)	道路管理	交通量、速度、軸重、車重
	鉄道管理	速度、車重、車内温度、軌道変位、不審者監視
施工	洞道、トンネル等	変位等

4. センシング情報の活用の課題

上記のように、センシング情報の利用は各企業等で進められているものの、本格的にセンサを現場へ導入するまでには至っていない。この理由について各企業の意見を整理したところ、設置対象、設置費用、継続的な運用・管理等に関して、以下のような課題があることが明らかとなった。

- ・対象：現場において構造物の状態を把握する事例が殆どであるが、構造物への影響を把握するための計測対象が技術的に解明されておらず、効率的な設置・運営方法が確立されていない。
- ・費用：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：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、人による点検を削減することができず、結果的にセンサ設置による費用対効果が出にくい。

キーワード：社会資本、維持管理、定期点検、センサ技術

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 03-5841-1554

これらの課題に対応するためには、センシング情報をより有効に活用する必要がある。例えば、構造物の維持管理という単一の目的に対して特定の機能を持ったセンサを個別に設置するのではなく、1つのセンサで複数の構造物の維持管理への活用方法を検討する、オペレーション等他の目的で使用しているセンサを維持管理に活用する等、センシング情報の多面的な利用を想定しておくことが必要と思われる。

5. センシング情報の活用の方向

インフラ企業の定期点検では、全ての企業において、点検業務の手順は点検計画策定、現場点検業務、点検結果とりまとめ、個別点検実施判断の4段階に、判断の主体は意思決定（経営判断）を行う層（経営層）、点検結果を総括する層（マネジメント層）及び点検を実施する層（現場層）の3階層に分類することができる。また、この点検業務の手順と判断の主体を軸に各企業の点検業務を分析すると、骨格となる流れは共通している。

各企業とも業務内容は概ね共通しており、かつ組織上の階層及び役割も類似していることから、標準的な業務内容を分析することで、各企業の点検業務に適用可能なセンシング情報の活用方法を検討できる。

一方、センシング情報の活用を検討する際には、具体的な業務を想定して、どのような課題があり、課題解決のためにセンシング情報をどのように活用するかを場面毎に整理する必要がある。このため本研究では、点検業務の手順に沿って、経営層、マネジメント層、現場層それぞれの立場からセンシング情報の活用の方向を整理した。(図1)

①経営層：経営・マネジメントへの活用（経営指標）

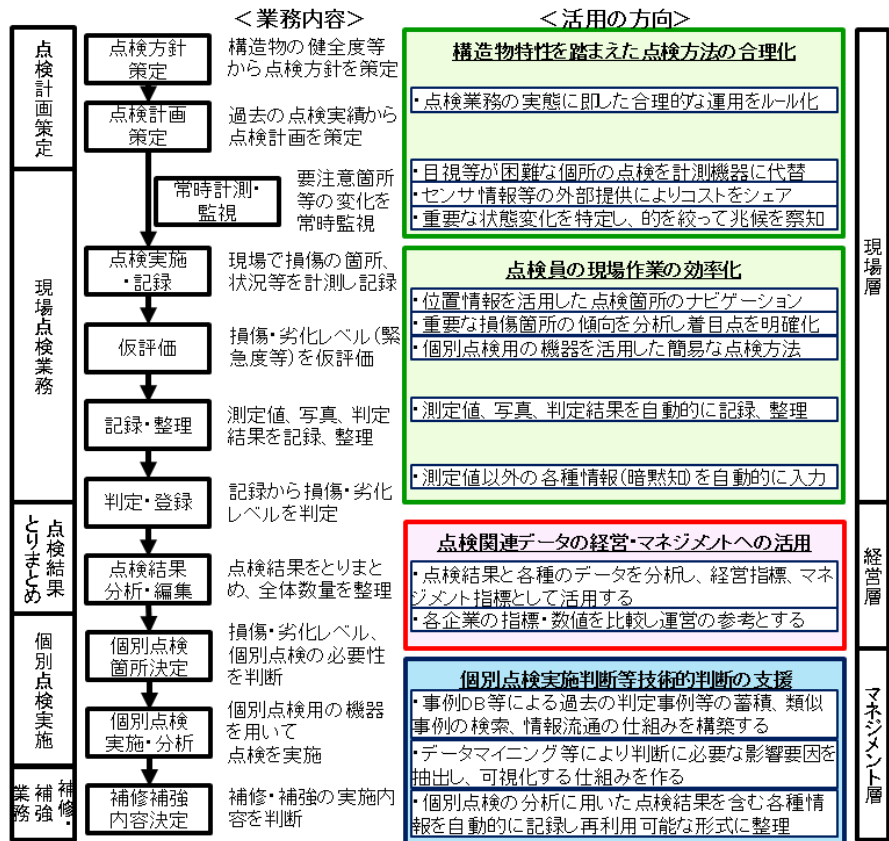
- ・センシング情報を活用することで、経営判断・技術判断・現場活動に対してより適切な経営・マネジメント指標（KPI）を設定する。

②マネジメント層：損傷や補修の技術的判断の支援（暗黙知活用）

- ・損傷状態の評価、劣化の予測、補修・補強の判断等における熟達者の暗黙知（過去の経験、科学的根拠に加え、地域特性、自然環境、類似事例等を総合的に分析）を形式化し活用する。

③現場層：点検方法・現場作業の支援（業務効率化）

- ・これまで人が行ってきた収集・記録等をセンサに置き換えることによって、現場業務の効率化に寄与する。



【図1：センシング情報の活用の方向】

6. おわりに

本研究では、点検業務におけるセンシング情報の活用について、経営層、マネジメント層、現場層それぞれの立場から活用の方向を整理したが、実際のセンサ導入にあたっては、実証的な現場での検証を通じて実運用上の課題と導入の効果を明らかにする必要がある。一方、最近では、気象・気温等の環境情報など様々なデータがオープンな形で利用可能であり、自らセンサを設置しなくとも同様の分析が可能となりつつある。また、ある企業が設置したセンサからの情報を他社が業務に活かす事例も見受けられる。

今後は、センシング情報が具体的にどのような付加価値を与えることができるか、既存の点検データやセンシング情報などの大量のデータをデータマイニングによって分析することにより、具体的な業務への活用方法を明らかにしていく予定である。