

高速道路橋の維持管理におけるモニタリング技術の活用に関する検討

中日本高速道路(株) 正会員 ○牧田 通
中日本高速技術マーケティング(株) 藤田 鈺治

1. はじめに

現在、中日本高速道路(株)が運営する高速道路は約 2,000km あり、全路線の平均供用期間は約 30 年である。近年、経年を主な理由とした劣化がみられる橋梁の数が増えており、高速道路の運営において課題となっている。一方、橋梁の維持管理に割り当てることができる財源や人的資源は限られており、より確実に効率的な橋梁の維持管理が求められている。橋梁の維持管理の手順は、維持管理計画の作成、点検～対策の要否判定までを含む診断、対策の選定及び実施、実施した診断及び対策の記録の 4 つに大きく分けることができる。このうち、中核をなすと考えられる診断において近年進展が著しいモニタリング技術を活用することにより、高速道路橋の維持管理の確実性・効率性の向上を図ることを検討することとした。

2. モニタリングに期待する役割

橋梁の診断は、点検、詳細調査(必要な場合)、劣化機構の推定及び劣化進行の予測、現在及び将来の性能の評価、対策の要否判定の一連の行為からなる(図 1)。これらの行為の現在の実施方法をレビューし、各行為の改善及び診断の確実性・効率性の向上に繋がる方策を検討した。そして、多数の方策の中からモニタリング技術により実施可能なものを選定し、診断においてモニタリングに期待する役割として次の 3 つを決定した。すなわち、「点検の補完」「劣化進行の予測への定量的な情報の提供」「性能の評価への定量的な情報の提供」である(以下、それぞれ順番に役割①、②、③とする)。

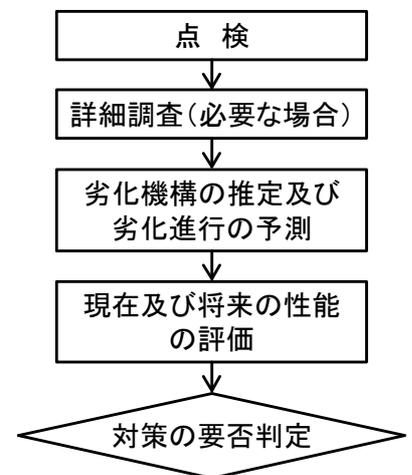


図 1 橋梁の診断の流れ

3. モニタリングの対象項目

現在、利用可能なモニタリング技術は多くあることから、まずモニタリングの種類を分類し、次いで種類毎にモニタリングの対象とする項目を検討した。橋梁の診断への取組み方は、橋梁に対する作用の把握と、作用に対する橋梁の応答の把握の 2 つに大別できると考えられ、これを劣化現象に対して適用すると、作用＝劣化要因、応答＝劣化、とすることができる。本検討では、モニタリング技術を診断の中で活用することとしたことから、診断の取組み方の分類をモニタリングの分類に適用することとした。以上より、モニタリングを「劣化要因モニタリング」と「劣化モニタリング」の 2 種類に分類し、前者では劣化の要因となりうる力学的作用・環境的作用等の計測を行い役割②と③を担い、後者では劣化の発生を検知する計測を行い役割①を担うこととした。この分類に基づき、各モニタリングの対象とする項目を以下において検討する。

(1) 劣化要因モニタリングの対象

高速道路の橋梁における主な劣化要因は、劣化橋梁の数が多い順に、「凍結防止剤」「交通荷重」「内在塩分」「アルカリシリカ反応」「飛来塩分」である(図 2)。これらの劣化要因を、継続的な計測実施の可能性及び適合性の観点から評価し、「交通荷重」と「飛来

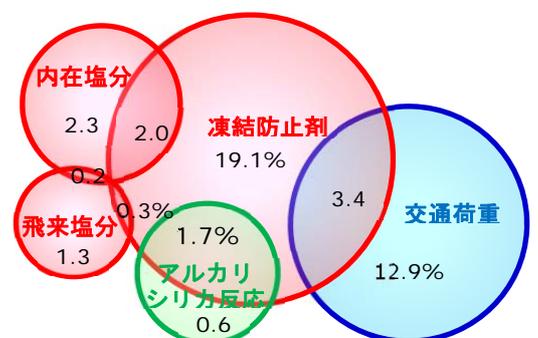


図 2 高速道路の橋梁の主な劣化要因

キーワード モニタリング、高速道路、橋梁、維持管理、劣化

連絡先 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 2-18-19 中日本高速道路(株) TEL : 052-222-3623

塩分」を劣化要因モニタリングの対象とすることとした。

(2) 劣化モニタリングの対象

鋼橋とコンクリート橋に分けて検討することとし、さらに鋼橋は鋼部材と RC 床版の 2 つの構成要素に、コンクリート橋はコンクリートと鋼材の 2 つの構成材料に分けて、各要素・各材料にみられる代表的な劣化機構と劣化状態を整理した。そして、鋼橋では、各要素・各材料における劣化を、進行速度及び状態把握の観点から評価し(表 1)、「鋼部材の疲労」をモニタリングの対象とした。また、コンクリート橋では構造健全性への影響度と劣化進行の状態把握が困難なことから「PC 鋼材の破断」をモニタリングの対象とした。

表 1 鋼橋の構成要素別の代表的な劣化とその評価

部 材	鋼部材		RC 床版	
劣化機構	腐 食	疲 労	疲 労	鋼材の腐食
劣化状態	点錆から面、鋼材の減肉に発展	疲労亀裂進展 → 脆性破壊	ひび割れ発生・進展 (橋軸直角→2 方向)	ひび割れ、はく離、はく落
評 価	・進行は緩やか ・定期点検で状態把握可能	・亀裂長さが一定以上になると急速に進行 ・状態把握に課題有り	・進行は緩やか ・定期点検で状態把握可能	・進行は緩やか ・定期点検で状態把握可能

4. モニタリング技術の適用性

現在利用可能なモニタリング技術を用いて上述のモニタリングの対象項目を計測・捕捉できるかについて、モニタリングに期待する役割を踏まえて調査し、モニタリング技術の適用性を考察した。

(1) 劣化要因モニタリング

交通荷重：B-WIM (Bridge Weigh-In-Motion) システムにより、従来の高速道路の車線内の舗装に設置する軸重計よりも経済的に計測を行うことができるが、計測精度に関して改善の余地があると考えられ、また、目的に応じた精度の設定が必要である。

飛来塩分：腐食環境として ACM センサにより計測可能で、課題である耐久性を向上させたセンサの開発が進められている。計測データは、腐食の発生の予測には利用できない点に留意が必要である。

(2) 劣化モニタリング

鋼部材の疲労：橋梁全体の振動特性の変化を捉え劣化を検知する手法を検証するために、鋼桁橋の固有値解析を実施した。その結果、疲労亀裂が桁高の半分の範囲まで進展しても橋梁の固有振動数は変化しないことが分かった。加速度計測により鋼桁橋全体の挙動の変化を捕捉し、疲労亀裂の発生・進展を検知することは困難であると考えられる。

PC 鋼材の破断：鋼部材の疲労と同様な振動解析による手法と AE 法による手法で PC 鋼材の破断を検知可能かを、既往の文献のレビューにより調査した。振動解析による手法では、PC 鋼材の半数以上が破断するまで検知できないことから、適用性は低いと考えられる。AE 法による手法では、位置の特定を含めて破断の検知が可能ではあるが、AE 計測におけるノイズ除去やセンサの耐久性等に課題があると考えられる。

5. まとめ

高速道路橋の診断において、劣化要因のモニタリングにより得られる定量的な情報を劣化進行の予測及び性能の評価に利用することで、高速道路橋の維持管理の確実性・効率性の向上に繋げられることが分かった。

「橋梁モニタリング検討会」(座長：東京都市大学 三木千壽 学長)の委員の皆様にご協力いただき、誠にありがとうございます。

参考文献

- ・高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討委員会 第 2 回委員会資料
- ・宮永、青木、野島：PC 橋の振動特性と PC 鋼材破断のモニタリング、PC 工学会第 22 回シンポジウム論文集、pp. 353-358、2013.9