

PC 鋼材の健全性モニタリングシステムの検証実験

太平洋セメント(株) 中央研究所 正会員 森 寛晃
 正会員 佐藤 達三 正会員 小川 彰一
 ドーピー建設工業(株) 市川 聖芳 正会員 濱田 譲

1. はじめに

近年、塩害環境下で供用されている一部の PC 橋梁において、PC 鋼材の腐食が顕在化しており、シース内部の状態調査および変状発見後の補修・補強対策まで含めた維持管理手法の確立が急務となっている。しかしながら、シース内部の変状は通常の日常点検で発見することは困難であり、各種非破壊試験法を用いた調査にも限界がある。また、コスト面からも橋梁全体で行うことは不可能である。以上のような背景より、PC 構造物の主要な構成材料の一つである PC 鋼材の健全性を常時監視し、万が一、破断が生じた場合に即座に対策をとるための構造物モニタリング手法の開発に対する期待が高まっている。本研究では、モニタリングシステムの実用性を検証するため、約半年間、実橋梁に設置してモニタリングを行い、システムの稼動状況を確認するとともに、計測されたノイズと想定される鋼材破断音との特性を比較した。

2. 実験概要

2.1 対象橋梁および計測システムの概要

PC 鋼材の健全性モニタリングシステムは、構造物に取り付けた AE センサにより鋼材破断を常時監視するものである。本計測システムは、鋼材破断検出用に開発した自己診断機能付き AE センサ(19×27mm)を使用し、また、データ監視の利便性を図るため、NTT ドコモのポケット通信網(Dopa 網)を活用した通信システムを組み込んでいる。対象橋梁は、北海道の日本海沿岸地域で約30年間供用されている一般国道229号大森大橋の3径間連続 PC 箱桁とした。

2.2 模擬破断装置による PC 鋼材切断試験

鋼材破断音の振幅レベルを把握するため、実橋梁内に図-1に示す模擬破断装置(ポストテンション方式 PC 供試体)を設置し、供試体の PC 鋼材 12.7mm (素線 4mm×7)を切断する時に生じる弾性波を AE センサで検出した。供試体は、箱桁内に搬入し易いようブロック状に分割作製したものを並べ、緊張・グラウトして一体化させた。PC 鋼材の緊張力は 0.6Pu(Pu: 破断荷重)とした。模擬破断装置と橋梁本体とは、厚さ 5~10mm 程度の付着用モルタルで接着させた。AE センサは、図-2に示すとおり、橋梁の下床版および側壁に埋設した。鋼材の切断は、グラインダーにより素線を 1 本ずつ切断することで行った。

2.3 対象橋梁で生じる種々のノイズ計測

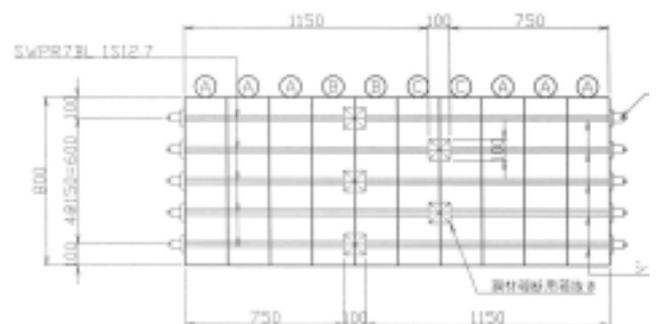


図-1 模擬破断装置の外観

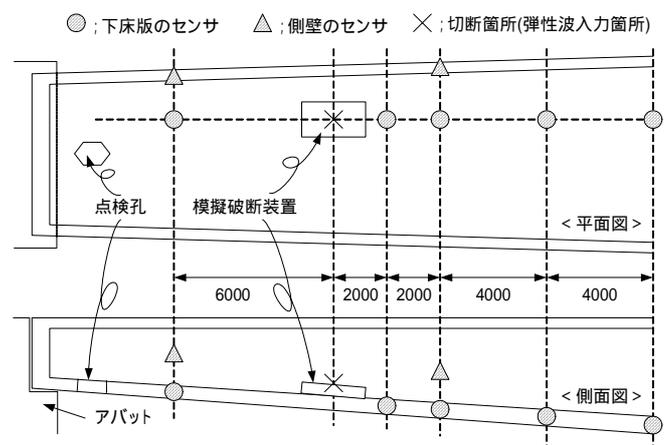


図-2 橋梁平面図と AE センサの設置箇所

キ・ワード：PC 鋼材，モニタリングシステム，AE センサ，車両走行振動，電氣的ノイズ

連絡先：〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント(株) TEL 043-308-3908 FAX 043-498-3821

2.2の試験終了後、AEセンサと計測器をそのまま箱桁内に残し、約半年間、対象橋梁で生じる車両走行振動やそのほかのノイズを計測した。計測は2005年2月から10月までの約8ヶ月間行い、その間、定期的にセンサの自己診断を実施した。データ収集はDopa網を活用した通信システムを利用し、現地から約800km離れた関東地方に転送し、解析を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 鋼材破断時に想定される弾性波の特性

模擬破断装置を用いた鋼材切断試験の結果、全ての素線破断を検出することができた。鋼材破断音の最大振幅値は、既往の検討と同様に、素線ごとに大きくばらつき、切断箇所に最も近い4m位置で212mV～688mVとなった。この値は、当初想定したものより小さく、その原因として、模擬破断装置と橋梁本体の付着が完全でないことが考えられた。図-3は、橋梁本体と模擬破断装置上をそれぞれシュミットハンマーで打撃した際に生じる弾性波の伝播特性を比較したものであるが、橋梁本体を打撃した方が振幅はかなり大きいことが分かる。したがって、実験で検出した鋼材破断音は両者の付着層で減衰したと考えられ、橋梁本体の鋼材破断音の振幅は、4m離れた位置で少なくとも1000mV以上であると推察された。

3.2 現地橋梁で計測されたノイズの特性

(a) 車両走行振動の特性

橋梁の上を車両、特に大型車両が通行する際に衝撃振動が発生し、これが側壁や下床版に到達する。このため、車両走行振動の振幅レベルと発生頻度は、橋梁部位によって大きく異なる結果となった。まず、側壁のセンサでは、期間中約30以上の走行振動が計測され、振幅値は最大293mV(平均162mV)であった。一方、下床版のセンサ群では、振幅値の平均は68.8mVであり、100mV以上の振動は計測されなかった。車両走行振動の発生は、大型車両の通行に依存し、その発生頻度はさほど多くはない。また、その振幅レベルは、鋼材破断音と比べると十分に小さいものであることが分かった。

(b) そのほかのノイズ

計測期間中、1～2回/日の頻度で発生し、全てのセンサで同時に検出されるノイズが確認された。代表的な波形とその周波数スペクトルを鋼材破断音のものと併せて図-4に示す。波形はパルス状であり、最大振幅の平均は約400mVで、中には1000mVを越えるものがあった。その周波数スペクトルは、鋼材破断音や車両走行振動とは明確に異なっていた。ノイズの発生時間帯は15:00～17:00に集中しており、箱桁内に敷設された電気系統ケーブルからの影響で生じた電氣的ノイズであろうと推測した。

4. まとめ

本実験で得られた結果を以下にまとめて示す。

自己診断機能など一連の計測システムは、現地環境下においてトラブル無く正常に稼動した。また、Dopa網を活用した通信システムにより、遠隔地からでも装置設定変更やデータ収集を円滑に行うことができた。

対象橋梁では、車両走行振動のほかに電氣的ノイズが発生した。車両走行振動は振幅の違いにより、また、電氣的ノイズは周波数スペクトルの違いにより、鋼材破断音とは識別できると考えられた。

謝辞 本研究の実施にあたり、北海道開発局小樽開発建設部池田憲二次長(当時)はじめ岩内道路事務所の皆様にご協力いただきました。ここに謹んで謝意を表します。

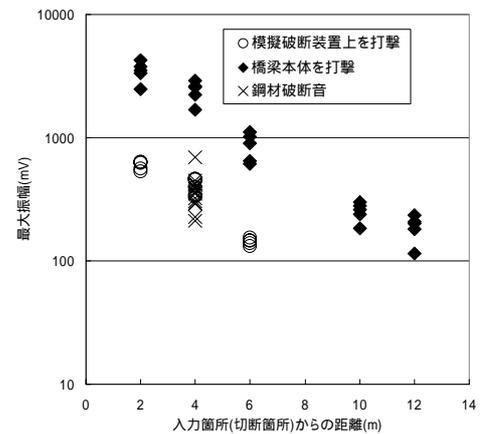


図-3 弾性波振幅の伝播距離による減衰

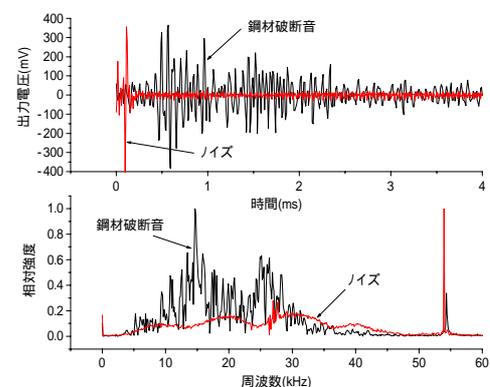


図-4 鋼材破断音と電氣的ノイズの特性