# 広帯域 AE センサを用いた衝撃弾性波法による PC 桁の健全性評価に関する研究

(一社)	日本建設機械施工協会	施工技術総合研究所	正会員	○勝呂	翔平
(一社)	日本建設機械施工協会	施工技術総合研究所	正会員	榎園	正義

- (株) 高速道路総合技術研究所 正会員 岩生 知樹
- (株)高速道路総合技術研究所 正会員 萩原 裕樹

## 1. はじめに

PC 橋梁の維持管理において, 点検は PC 部材の外観 目視や打音検査が主体であり, PC 橋梁の健全性を定量 的に評価するモニタリング技術は確立されていないの が現状である.特に, PC 橋の維持管理においては PC 鋼 材およびコンクリート部材の健全性を把握することが 重要となる.

本研究は、実橋のプレテンション PC 桁を対象に、独 自に開発した広帯域 AE センサを利用した衝撃弾性波 法による計測実験を行い、弾性波の伝播特性の変化か ら PC 桁コンクリート部材の健全性を評価するモニタ リング手法について検討を行ったものである.

## 2. 実験概要

#### 2.1 衝撃弾性波法の原理

一般に、コンクリート部材中の弾性波は伝播経路に 関する諸情報を含んだものとして扱われている.図1に 示すように、シュミットハンマによって発生した弾性 波は、部材の厚さと比べて長い距離で受信した場合、コ ンクリートの境界を様々な角度で屈折や反射を繰り返 しながら伝播する多重反射波動となる.

この弾性波の伝播状況から,適切な周波数帯を抽出 し,健全部と劣化・変状部を相対比較することによって, コンクリート部材の劣化状況を把握することで,健全 性の評価が可能ではないかと考えた.

#### 2.2 実験対象プレテンション PC 桁

対象とした PC 橋梁は,ASR および塩害等による複 合劣化により架け替えが予定されている支間 13m のプ レテンション方式 PC 単純 I 桁橋であり,34 本の I 桁 を並べ PC 鋼棒で横締めした構造である.



図1 衝撃弾性波法による弾性波計測の原理



(a) 打撃入力状況

(b)現場状況

写真1 弾性波計測状況



図2 弾性波計測システムと AE センサ配置

キーワード 広帯域 AE センサ,衝撃弾性波法, PC 桁,モニタリング,健全性評価,弾性波 連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大渕 3154 (一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 TEL0545-35-0212

## 2.3 実験方法

(1) トリガ用,受信用のAEセンサ,弾性波の入力

AE センサは,対象物に接着固定した状態で数 Hz~ 数百 kHz に感度を有する独自開発の広帯域 AE センサ を採用し,弾性波の入力は打撃力に再現性のあるシュ ミットハンマを用いた.本実験では,8本の PC 桁(G01, G02, G04, G06, G09, G11, G13, G15) に,広帯域 AE

センサをそれぞれ6箇所設置した.

(2)計測システムおよび実験条件

衝撃弾性波の計測システムは、図2 に示すように広 帯域 AE センサ,ハイパスフィルタ,波形記録装置の組 合せによりシステムを構築した.なお,本橋におけるハ イパスフィルタの設定は1kHz とした.また,シュミッ トハンマによる弾性波の入力は単発現象であることか ら,再現性を考慮して各3回ずつ計測した.

#### 実験結果と考察

衝撃弾性波法によって計測した受信波形の例を図 3 に示す.

(1) 受信波形の変化(最大電圧振幅 mVp-p)

各 PC 桁の伝播距離と平均受信波形振幅との関係を 比較して図4(a)に示す.タイプAのPC桁は受信波 形振幅が線形的に徐々に減衰していることから健全な PC桁と判断される.一方,フランジ下部に軸方向のひ び割れやはく落等の変状部のあるタイプBのPC桁G01, G02,G03では,伝播距離2~10m測定区間での受信波 形が大幅に減衰している.

(2) 伝播時間の変化(走時曲線)

健全な PC 桁と判断したタイプ A は、図 4 (b) に示 すように伝播距離と伝播時間との関係 (走時曲線)に比 例関係が認められる.一方, PC 桁 G01,G02,G04 では, 伝播距離 6~10m の測定区間で伝播時間が大幅に遅く なっており,ひび割れ等の劣化が進展した状態を反映 しているものと考えられる.

(3) 見掛けの伝播速度の変化

図 4 (c) に示すように, PC 桁 G 01 および健全な PC 桁 は,伝播距離 0~2m 区間では伝播速度が約 5000m/s,0 ~4m で 4800m/s 以上と速く,ひび割れ等の無い健全な 状態と考えられる.また, PC 桁 G01 の 6~10m 区間, および G02, G04 では,伝播距離の増加に伴い,伝播



(a) 健全な PC 桁 (G13)
(b) 劣化した PC 桁 (G02 桁)
図 3 受信波形の比較例 (PC 桁 G13, G02)



速度が大幅に低下していることから、ひび割れ等の 変状・劣化による影響ではないかと考えられる.

#### 4. まとめ

衝撃弾性波の受信波形の伝播特性の変化に着目する ことによって, PC 桁コンクリート部材の健全性の評価 が可能であり,モニタリング手法として有効と考えら れる.

参考文献 榎園正義,谷倉 泉,萩原直樹,豊田雄介:広帯域 AE センサを用いた衝撃弾性波法による健全性調 査システムの開発,日本非破壊検査協会 平成 29 年度秋季講演大会, pp57~60, 2017