

広帯域 AE センサを用いた車両走行ノイズ評価に関する研究

(一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 ○榎園 正義

〃 正会員 勝呂 翔平

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 長谷 俊彦

〃 正会員 岩生 知樹

1. はじめに

PC 橋の維持管理において、PC 部材の点検では目視や打音検査を主体とする手法であり、PC 橋梁の健全性を定量的に確実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ことから、AE 法、振動加速度法およびたわみ計測法等の各計測システムを用いた現地モニタリングを行った。

本研究は、実橋の PC 桁を対象に独自開発の広帯域 AE センサを用いて、車両通過時にコンクリート部材に発生する音（以下、車両走行ノイズと呼ぶ）に着目した弾性波の計測実験を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 対象 PC 桁橋の諸元

現地モニタリング調査を行った PC 桁橋の諸元を表 2.1 に、外観状況を写真 2.1 に示す。本橋は、ASR や塩害が発生しており、PC 鋼材の一部が破断している橋梁である。また、当該高架橋は PC 桁が G01～G34 と 34 本で構成されているが、調査範囲は走行車線側の G01～G16 の範囲とした。

2.2 AE センサおよび弾性波計測システム

(1) AE センサ

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（以下、AE センサと呼ぶ）を採用し、車両通過時に発生する走行ノイズを検出する方法とした。

(2) 弾性波計測システムおよび計測条件

弾性波の計測システムは同一で、図 2.2 に示すように AE センサ、フィルタ、波形記録装置の組合

表 2.1 PC 桁橋の諸元

路線名	中国自動車道		
形式	プレテンション方式PC単純I桁橋		
橋長	13.540m	桁長	13.500m
全幅員	11.450m		
重量	PC桁 3.425t (間詰有 6.5t)		
PC鋼材	主ケーブル	φ 2.9mm (PC鋼線)	
	横締めケーブル	φ 23mm (PC鋼棒)	



写真 2.1 PC 桁橋の外観

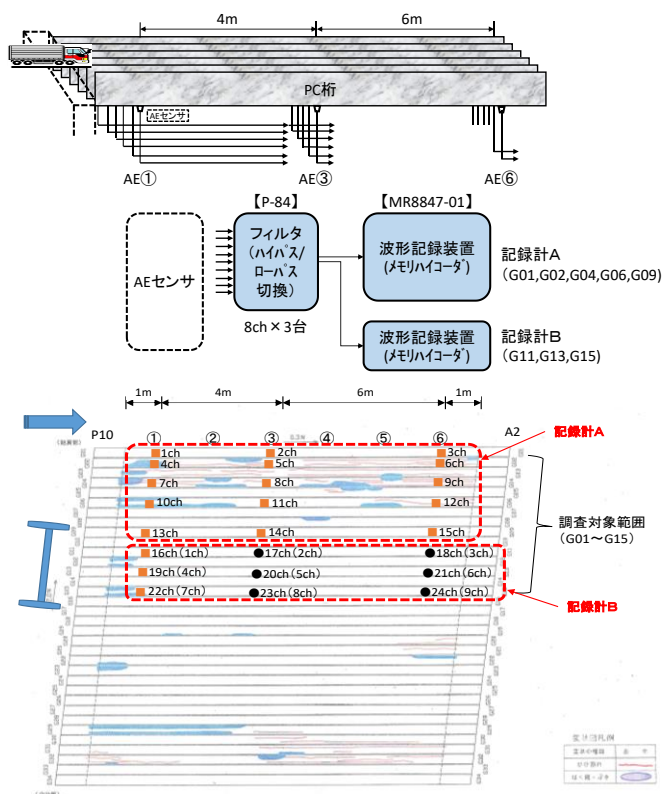


図 2.2 弾性波計測システムと AE センサ配置

キーワード 広帯域 AE センサ、車両走行ノイズ、弾性波計測、PC 桁橋

連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵 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

せた簡易システムを構築した．AE センサは桁下フランジ部のコンクリート表面に配置し，車両の種類はビデオ画像で確認しながら計測する方法とした．また，弾性波の計測条件を表 2.2 に示す．

3. 実験結果および考察

(1) 車両種別と車両走行ノイズについて

車両走行ノイズの受信波形振幅の最も大きい PC 桁 G06 の車両種別と受信波形振幅の関係を図 3.1,3.2 に示す．この図に示すように車両種別と受信波形振幅の計測結果から，小型車，中型車，大型車の順に受信波形振幅が大きくなる傾向がある．ただし，大型車は車種の違いによるバラツキが大きい．また，中型バス，大型バスは，他の中型車両および大型車両と比べて受信波形振幅が比較的大きくなる傾向が認められた．特に，大型バスについては受信波形振幅が比較的大きく，ばらつきも小さい傾向となっている．さらに，大型バスによる車両走行ノイズを周波数解析した結果，図 3.3 に示すように卓越周波数は 11.4Hz となり，付近に設置した加速度センサによる測定結果とほぼ同じ結果となった．

(2) 車両走行ノイズと加速度の関係

AE センサと加速度センサがほぼ同じ位置に設置されている PC 桁 G09 に着目して，加速度と車両走行ノイズの最大振幅との関係を図 3.4 に示す．この図から加速度と車両走行ノイズとの関係には強い正の相関 ($R^2=0.96$, $n=35$) が認められた．この弾性波の最大振幅から加速度の最大振幅が推定可能と考えられる．

4. まとめ

PC 桁橋の下面コンクリート表面に広帯域 AE センサを設置し，適切なローパスフィルタ（しきい値）の設定を行うことで，車両の種類毎に通過に伴う車両走行ノイズの影響を把握できた．その結果，小型車，中型車および大型車の順に車両走行ノイズの受信波形振幅が大きくなる傾向が認められる．また，受信波形振幅が安定し，再現性のある大型バス通過時の受信波形を周波数解析した結果，加速度センサで求めた固有振動数と一致する．さらに，車種別の車両走行ノイズの受信振幅と加速度との関係から，強い正の相関が認められたことから，検出した車両走行ノイズから加速度の推定が可能と考えられる．

表 2.2 弾性波の計測条件

計測条件	設定内容
入力レンジ	50mV/div
サンプリング	5μ/s
波形記録長	10秒
ローパスフィルタ	1kHz
AEセンサ	9箇所

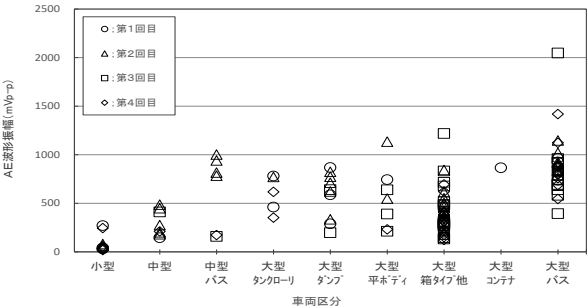
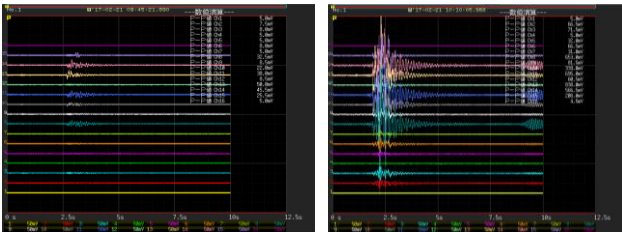


図 3.1 車両種別と AE 波形振幅計測結果 (PC 桁 G06 ; AE③)



(a)小型車両 (b)中型車両 (c)大型車両（バス）

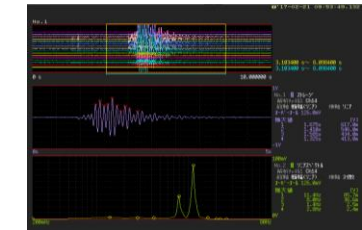


図 3.3 大型車両（バス）波形の FFT 解析

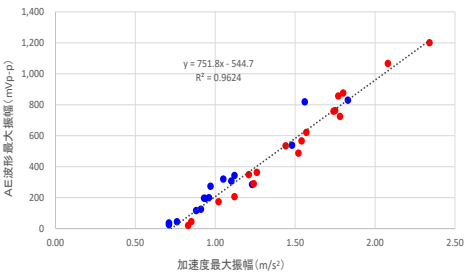


図 3.4 加速度と車両走行ノイズ (AE 波形) の関係 (G09)