

簡易計測による中小橋梁構造物の診断と改善の提案

(株)トラスト 正会員 ○迫田 昭二 (株)トラスト 正会員 谷口 博司 (株)トラスト 八重尾 浩
イノウエ道路管理(株) 中川 晃一 神戸市建設局北建設事務所 谷口 博紀

1. はじめに

日本国内に中小橋梁(径間<15m)は50万箇所以上存在し、そのほとんどがまもなく建設後の経過年数50年を過ぎると言われている。また、中小橋梁の点検補修に関しては、若干の進捗は見られるものの老朽化の進行に追いついていない実態がある。さらに、桁端部の劣化に関しては漏水対策が最重要課題であるが支点近傍は構造改善されず、多数の橋梁での劣化進捗は顕著なものがみられる。支点近傍の構造劣化が進行するとコンクリート橋では特に支持構成部材の加水分解、コンクリート中性化による構造崩壊につながり、支点反力の不均等分布が生じ、さらに劣化が加速される傾向にある。そこで、環境負荷の低減と構造劣化予防措置として簡易計測による挙動確認および桁端部の止水対策により、周辺住民への振動・騒音問題の環境対策と併せて長寿命化をはかる手法を提案する。

2. 施工対象橋梁

対象とした橋梁は、写真 2-1 に示すような小規模橋梁である。図 2-1 に橋梁構造図を示す。



写真 2-1 小規模橋梁

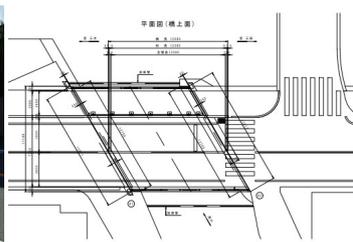


図 2-1 橋梁構造図

3. 振動・騒音の種類

(1) 車両走行音は、主として舗装面と走行車両タイヤとの接触音であり、車両重量、走行速度、タイヤ空気圧さらにタイヤ径をパラメータとして固有振動数 200~300Hz 付近で発生している。この音域は透水性舗装により若干の緩和可能であり、減衰の速い音域であるゆえに、周辺住民にとっては違和感の小さな対象になり得る範囲のものと言われている。

(2) 伸縮装置櫛型部通過音は、車両のタイヤが伸縮装置遊間通過時の空気破裂音(500Hz以上)として発生する音域である。大遊間から小遊間まで構造幅によって音色は若干異なるものの、発生メカニズムは通過時の空気破裂音であり、伸縮装置遊間が存在する限り多少の発生は避けられないものである。

(3) 伸縮装置通過時の櫛部衝撃音は、フィラー板弛みを維持管理することにより大幅な改善が可能である。

(4) 車両音(低音振動)は、エンジン回転数(800rpm~3,000rpm)に付随する機械音で10~50Hz、人間の可聴域下限と言われている30Hz付近で発生するものである。

この音域は車両通過という一時的な現象であり、騒音としては許容できるものと言われている。

(5) 橋梁本体の固有値(低周波振動)は、構造に起因する橋梁固有振動数3~5Hz付近である。音域は可聴域以下の低周波騒音であり、夜間においては暗騒音レベル低下により相対的に低音域が気になることから振動伝播として感じるが多くなり、さらにこの周波数帯は減衰が遅いことから睡眠障害に陥る住環境を形成する可能性がある。

4. 現地計測

(1) 振動騒音発生メカニズム

既設鋼製ジョイント付近の通行車両による乗越し衝撃と舗装部の平坦性を確保するため、橋梁の前後200mにおよぶ舗装オーバーレイを施工されていたが、舗装表面のワダチ掘れの段差や材質差による衝撃から振動騒音が伝播していたと考えられる。結果、温度伸縮と衝撃等により橋梁両支点側舗装面にひび割れが確認された。写真 4-1 に既設伸縮装置、写真 4-2 にひび割れを示す。



写真 4-1 荷重支持型接手



写真 4-2 舗装ひび割れ

5. 伸縮接手構造改善と振動計測

(1) 接手構造の改善

伸縮装置型式を簡易鋼製接手から埋設型接手に変更する。伸縮接手櫛型が道路表面に存在する限り舗装材と鋼材で材質差が構成され、舗装表面ワダチ掘れ、材料間の密着不良による剥離、さらに、桁端部からの雨水浸透が桁端部の腐食損傷要因となる。ここに、埋設型接手に変更して全幅員をオーバーレイ舗装(増厚50~100mm)することで伸縮装置との境界部止水対策、加えて、弾性合材の振動減衰機能の付加、両支点部の舗装には誘発目地を設けることでひび割れ抑制と浸透水のルートを確保する。振動騒音は素材の劣化により徐々に表面化していくため、取替後の振動データ計測(初期値)を行い、その特性(周波数帯、変位、リサージュ、減衰率)を把握しておき、以後の動的評価の基本データとする。

なお、落橋防止装置として、橋台と主桁の間を機械式緩衝装置によって連結する衝撃減衰対策も考えられるが構造解析により諸元を定める耐震設計になり補修工事の範囲を逸脱した領域になることから対象外とした。図 5-1 に既設簡易鋼製接手概要図、図 5-2 に新設する埋設型接手概要図、写真 5-3 に施工状況を示す。

キーワード 伸縮装置、埋設型ジョイント、維持管理、簡易計測、加速度計

連絡先: 〒567-0029 大阪府茨木市五日市緑町 5-32 電話: 072-621-4164、FAX: 072-621-4166

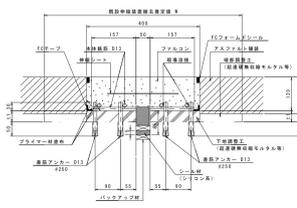


図 5-1 既存簡易鋼製継手概要図

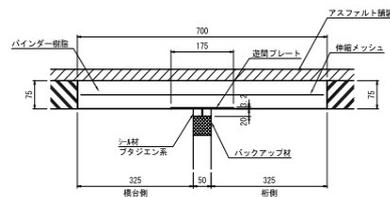


図 5-2 新設埋設型継手概要図



写真 5-3 施工状況

(2) 計測概要

動的挙動を把握するため、橋梁中央部のガードレール支柱頂部に Bluetooth 接続の 3 軸加速度計を設置、大型車走行時に信号間隔 (約 200m) で加速度を計測する。写真 5-2 加速度計設置状況、写真 5-3 加速度計を示す。



写真 5-2 加速度計設置状況



サイズ: W55 × D55 × H30 mm
写真 5-3 加速度計

(3) 固有振動数

高速フーリエ変換 (FFT) によりパワースペクトル算出、固有振動数を求める。やや高い周波数域ノイズを除去するため、0.5Hz~30Hz のバンドパスフィルターをかける。

6. 解析結果

車両進行方向 X 軸、道路横断方向 Y 軸、鉛直方向 Z 軸

(1) 既存簡易鋼製継手 (荷重支持型歯型ジョイント)
図 6-1 加速度時刻歴、図 6-2 パワースペクトル、図 6-3 変位時刻歴、図 6-4 リサージュ (軌跡) を示す。最大加速度は、X=21gal, Y=17gal, Z=32gal, 最大振幅は、10~15Hz 付近のピークを有している。体感に影響する低周波域 (1~5Hz 帯) 周波数発生は計測できなかった。

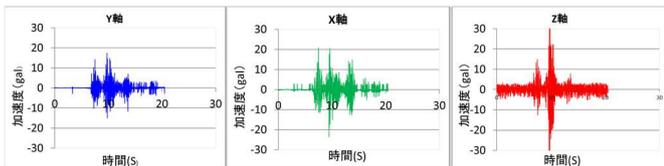


図 6-1 加速度時刻歴

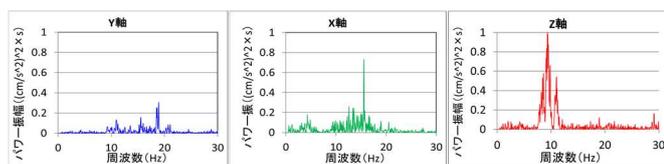


図 6-2 パワースペクトル解析

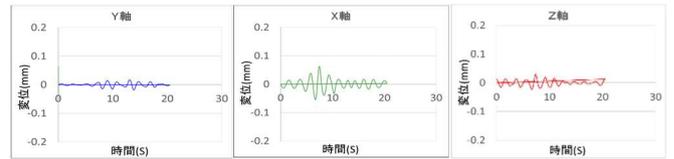


図 6-3 変位時刻歴

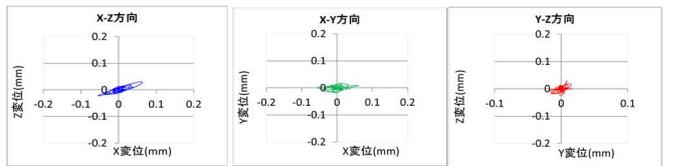


図 6-4 リサージュ (軌跡)

(2) 新設埋設型継手 (埋設型ジョイント)

図 6-5 施工後の加速度時刻歴、図 6-6 パワースペクトル、図 6-7 変位時刻歴、図 6-8 リサージュを示す。最大加速度 X=50gal Y=34gal Z=23gal が計測され、振幅 7~13Hz 付近のピークを有している。ここでも、体感に影響する低周波域 (1~5Hz 帯) の周波数発生は計測できなかった。

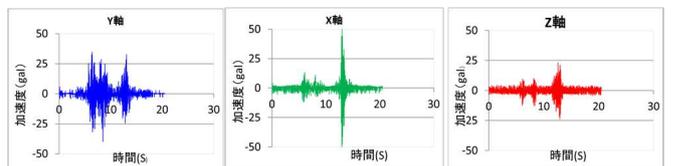


図 6-5 加速度時刻歴

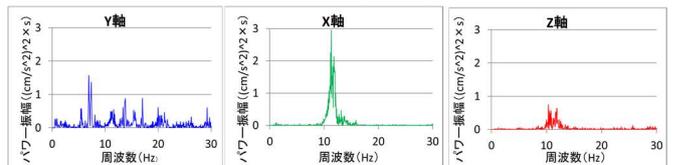


図 6-6 パワースペクトル

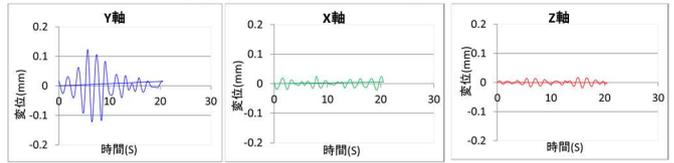


図 6-7 変位時刻歴

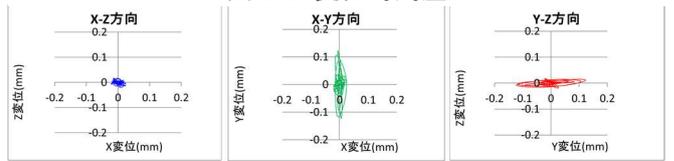


図 6-8 リサージュ (軌跡)

7. 考察

両支点支持の単径間 RC 橋梁のため、部分的な隙間はできてはいるものの、直下の埋設型弾性合材は通行車両荷重が分散されるため、10年以上の耐用年数を有しているものと期待している。舗装目地損傷の場合、部分舗装補修 (レミファルト) により施工対応が可能であり、埋設型継手の弾性合材まで損傷することは回避できると考えられる。取替後計測を実施することで振動特性の初期値評価が可能であり、維持管理および同種構造物への対策手法の基礎と構造劣化の基準となる。さらに、定期点検により計測データを集積することが時間軸履歴分析で時間的変状の把握ができる有効手段の一つと考える。