

車内振動加速度を用いた伸縮装置の状態に関する基礎的研究

長岡技術科学大学 藪田大晴

長岡技術科学大学 宮木康幸

1. 序論

我が国を初めとして老朽化に起因するインフラの損傷が多く発生しており、構造物の維持管理の重要性が増してきている。73万橋を超える道路橋もその一つであり、2033年には全体の約63%が建設後50年を経過する。¹⁾ その一方、現在の維持管理は目視による定期点検が主であり、点検者の知識不足や見落としなど点検の効率化という課題が挙げられている。また、道路橋における伸縮装置は、その老朽化によって漏水などを引き起こし、道路橋老朽化の大きな起因の一つとなっている。

2. 目的

本研究では伸縮装置の段差や異常遊間などの状態を定量的且つ簡易的に把握することを目指し、伸縮装置を車両が通過する際に発生する車内振動加速度と伸縮装置の状態との関連性を検証し点検業務技術の一つを提案することを目的とした。

3. 測定方法・評価項目

3-1) 測定機材

- ・振動加速度計：iphone7 (iDRIMS)
- ・乗用車：トヨタ ラクティス

3-2) 条件

- ・走行速度：40km/h
- ・タイヤ空気圧：220kpa

3-3) 計測結果の評価項目

計測は各橋梁にて5回行い、得られた振動加速度データは以下の3つで評価を行った。

- ・最大全振幅：加速度データ正の最大値と負の最大値の差
- ・実効値 (RMS値)：伸縮装置通過等の0.5秒毎の加速度データの平均的な大きさ
- ・波形の形状

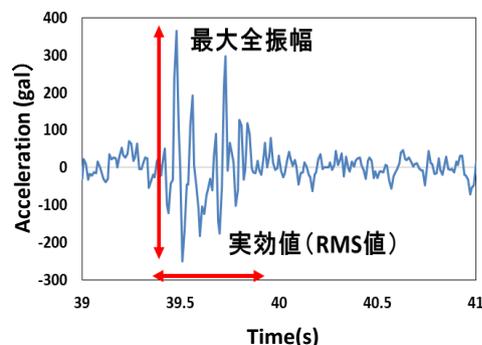


図-1 評価項目

4. 車内振動加速度の測定

4-1) 計測場所

大学近辺の9箇所の橋梁で3種類の伸縮装置（鋼製シーペックジョイント・鋼製フィンガージョイント・カットウェーブジョイント）の計測を行った。伸縮装置番号は大学に近い側からA1,A2とした。

4-2) 伸縮装置の種類別と振動加速度の関係

図-2に計測した振動加速度の実効値を伸縮装置ごとに並べたものを示す。伸縮装置別での平均値をみると鋼製フィンガージョイントが大きく、次いでカットウェーブジョイント、鋼製シーベックジョイントとなっている。しかし、同種類の実効値でもばらつきが大きく、伸縮装置の種類間での特徴は最大全振幅・波形からも確認できなかった。種類別ではなく、その橋梁固有の劣化度合いや状況の影響が大きいことが考えられる。

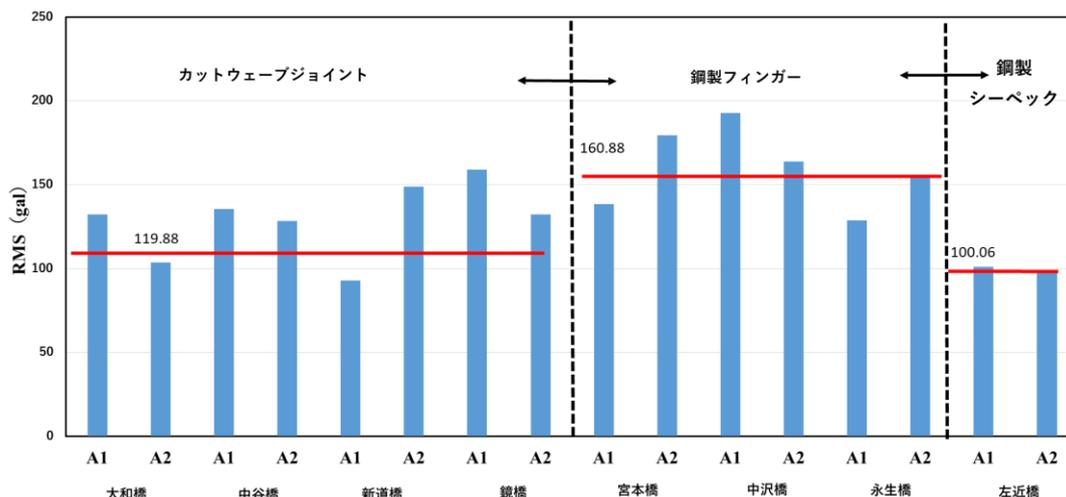


図-2 各伸縮装置の実効値と伸縮装置別の平均値

4-3) 波形・周波数による考察

図-3 左に同一伸縮装置を同一方向に5回測定し、波形を重ね合わせた図を示す。車両が伸縮装置上を通過し、波形が大きく変化した箇所を基準とし重ね合わせた。大半の伸縮装置で波形の形状が重なり合い、伸縮装置の状態によって波形に特徴がでることが確認できた。また、振動加速度をフーリエ変換し、周波数領域での分析も行った。図-3 右にその結果を示す。波形データ同様、データが重なり合い伸縮装置の状態によって特徴が確認できる。これらの結果から長期的に振動加速度の波形、周波数データの測定を行い、特徴の変化を観察することで、異常が発見できる可能性がある。

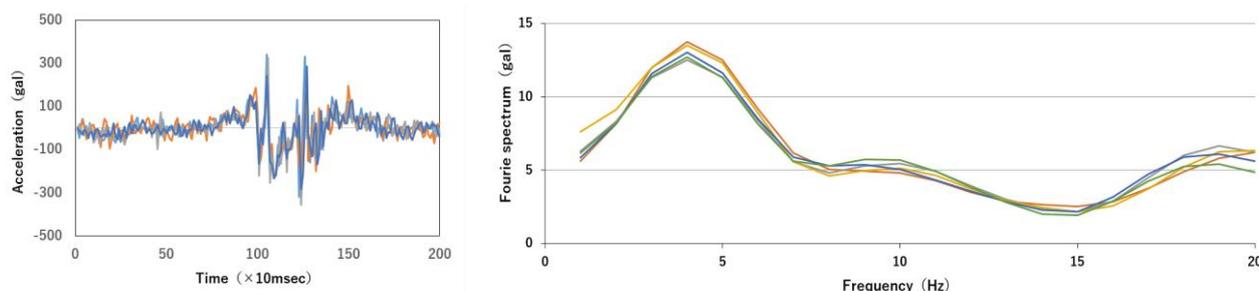


図-3 同一方向での振動加速度データの重ね合わせ (長生橋, 左: 波形 右: 周波数)

5. 長生橋との比較

5-1) 長生橋と工事概要

長生橋は新潟県長岡市の信濃川に架かる国道351号線の道路橋であり、長岡市の川東地域と川西地域を連絡し、ランドマークの一つにも数えられる橋梁である。長生橋の伸縮装置は工場製作の鋼製フィンガージョイントであり、床板打替え (RC床板→グレーチング床板) に伴って設置されたものである。伸縮装置の全箇所が乾式止水材により非排水化されているものの、漏水が認められており、床組部材の腐食の発生、進行の原因となっているため、2019年より取替工事が行われ、それに伴い、段差計測も行われた。²⁾

5-2) 段差実測結果と振動加速度の比較

本研究では、振動加速度の計測を行った際に取替え工事が完了していないH5～H12の伸縮装置を検証対象とした。図-4に実測された段差と振動加速度の実効値を示す。ばらつきが確認できるもの、若干の相関関係が確認できる。

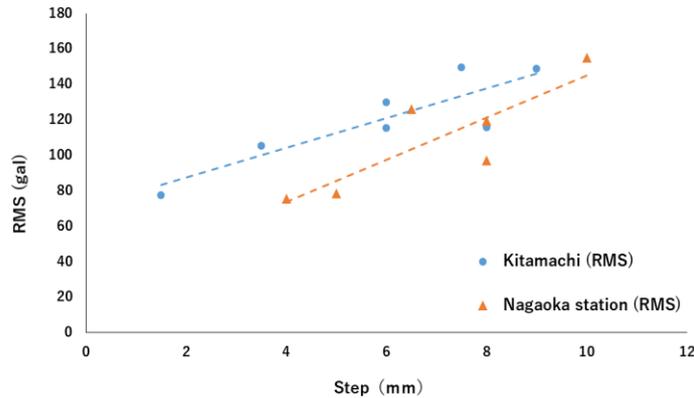


図-4 段差実測値と実効値の関係（長生橋）

5-3) 模型実験 概要

長岡技術科学大学 多目的グラウンドにて段差模型実験を行った。段差模型は厚さ2mm, 5mm, 7mm, 9mmの長生橋の伸縮装置型に加工したアクリル板を使用し、時速40kmで走行した。その他、タイヤの空気圧やスマートフォンの設置場所は橋梁の伸縮装置の実測と同じ条件とし、振動加速度データのばらつきを考慮し、各条件で3回計測を行った。なお、本発表では段差にばらつきや損傷のない一定の段差を理想段差と呼ぶ。本実験では①クシ型加工のみを設置、②主要段差前に小さな理想段差、③理想段差の左右差の3つのパターンで実験を行い、それぞれ理想段差のみの振動加速度に、どのような影響を及ぼすか検証した。

5-4) 模型実験 結果

図-5 左に①クシ型加工と②主要段差前に小さな段差、図-5 右に①クシ型加工と③理想段差の左右差の実効値の結果を示す。まず実効値と段差には強い相関関係が確認でき、振動加速度を実効値に変換することで段差の予測が可能になることがわかる。次に②主要段差前に小さな理想段差と比較すると、最も大きな差で10galであり、振動加速度は小さな段差の影響は少ないことが確認できる。また、アクリル板の段差は変えず、板同士の遊間を変化させた実験も行ったが振動加速度に変化は現れなかった。そのため、振動加速度に及ぼす段差の影響は主要段差によるものが大きく、遊間や小さな段差の影響が少ないことがわかる。最後に③理想段差の左右差の結果との比較では左右差を置いたほうが20gal程度減少した。左右Y軸方向の実効値を算出したところ、左右差が無い場合のY軸振動加速度と比較しても差は確認できなかった。そのため、段差が傾いている場合、実効値はやや減少することがわかった。

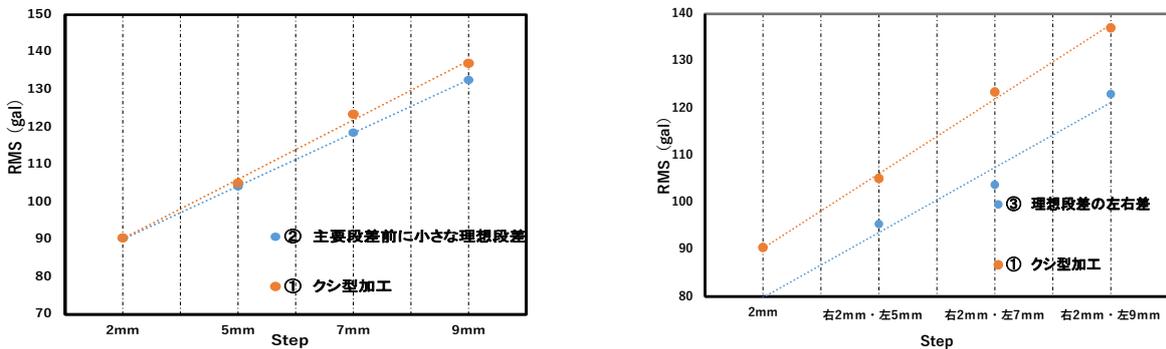


図-5 模型実験結果 実効値（左：主要段差前に小さな段差 右：理想段差の左右差）

6. 結論

- ・ 車内振動加速度を実効値に変換することで段差の大きさがある程度予測できる。その際、遊間や主要段差以外の段差の影響は少ないが、段差に傾きが存在する場合、傾きが無い場合に比べ、実効値が小さく表れることを考慮する必要がある。
- ・ 伸縮装置の種類による振動加速度の特徴を確認することは出来なかった。しかし、波形・周波数が個々の伸縮装置によって特徴が確認できることから、伸縮装置の状態をそれらから把握することができる。

以上のことを踏まえると、伸縮装置通過等の車内振動加速度を定期的に計測し、その特徴が変化した場合に何等かの異常を抱えているといった判断基準になる可能性があるといえる。

参考文献

- 1) 原田吉信：橋梁の高齢化に向けたアセットマネジメント，建設の施工企画，679号，2006. 9. pp. 6
- 2) 新潟県長岡地域振興局 地域整備部，長生橋調査業務報告書，2019年4