

道路橋モジュラー型ジョイントの騒音発生機構に関する基礎研究

三協フロンテア 正会員 ○加藤誠之

埼玉大学 正会員 山口宏樹, 正会員 松本泰尚, 学生員 富田直幹

川口金属工業 正会員 鵜野禎史, 廣本泰弘

1. 背景と目的

道路橋の橋桁間を繋ぐ伸縮装置に用いられるモジュラー型ジョイント(図1(a))はミドルビーム間が自由に伸縮及び回転できるため、汎用性が高い。ただ、車両通過時に発生する音が比較的大きい場合があり、現在、その音源と推定されるものに、放射音が発生するミドルビーム振動、タイヤの溝から放出される圧縮膨張音¹⁾に類似した機構の音をタイヤに塞がれることで発生する止水ゴム空間(同図(b))が挙げられている。

本研究ではこの騒音問題解決への第一段階として、車両通過時に発生する音の発生機構を解明することを試みた。具体的には、まず、実橋走行実測記録を解析することでその音の特徴を捉えた。次に、試験ピットを設けた上で地表に設置した実物試験体にて、ミドルビーム打撃試験と止水ゴム空間音響特性試験よりその振動音響特性を明らかにし、実車走行試験を行って、発生する音について各特性からの音源探査を行った。

2. 実橋走行実測記録の振動音響応答解析

モジュラー型ジョイントを備えた高架橋で実施した実車走行試験の記録を用い、車両を走行させたときに測定されたミドルビーム振動及びジョイント周辺の音を解析した。

ダンプロック車が通過したときにジョイント上で測定された音について、ランニングスペクトルにおける各周波数毎の最大値から構成した最大値スペクトルを図2に示す。走行音より卓越しているジョイント通過時の成分が、車両がジョイントを通過するときに発生する特有の音であると考えられる。この音について、ミドルビーム振動の最大値スペクトル(図3)と比較すると、117, 151, 200Hzの卓越成分が対応することから、振動の卓越周波数域と重なる300Hz以下は放射音の可能性があると見える。ただ、振動と音の大きさは対応していない。これは各卓越成分に対応する振動モードのモード形状により、放射音の規模や分布が異なるためと考えられる。また、音には400から800Hzにも卓越周波数域があり、振動にはそれと対応する卓越成分がない。これより、車両がジョイントを通過するときの音には、振動との関係が異なる2つの卓越周波数域の現れることが明らかとなった。

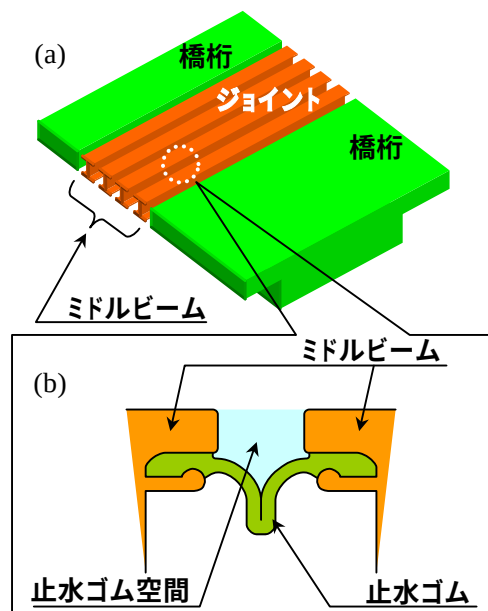


図1 ジョイント概観と遊間断面

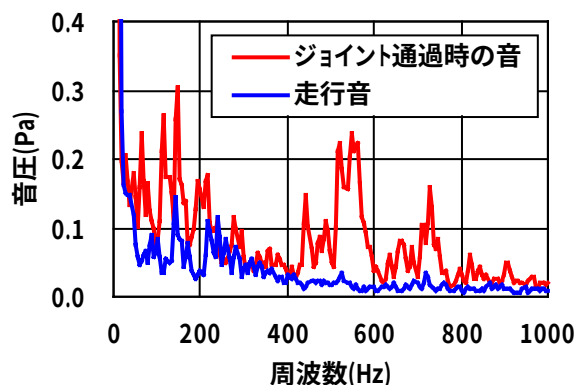


図2 実橋でのジョイント上の音
(最大値スペクトル)

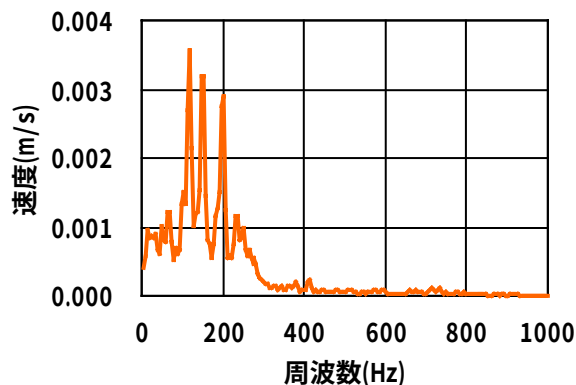


図3 ミドルビーム鉛直振動
(最大値スペクトル)

キーワード：道路橋, 交通振動, モジュラー型ジョイント, 騒音発生機構, 実車走行試験

連絡先(338-8570 さいたま市下大久保255 埼玉大学建設工学科・電話048-858-3552・ファックス048-858-7374)

3. 実物試験体の振動音響特性試験と車両通過時に発生する音の音源探査

打撃試験では打撃時にミドルビーム振動と音を記録した。その解析にはモード同定手法の一種である Eigensystem Realization Algorithm(ERA)を用いた。

解析結果を図4に示す。ジョイントを構成する各3本のミドルビームにおける車両車輪通過位置のどの点を打撃しても、60から220Hzではほぼ同じ固有振動数が同定されており、車両通過時に励起されやすい振動モードであるといえる。

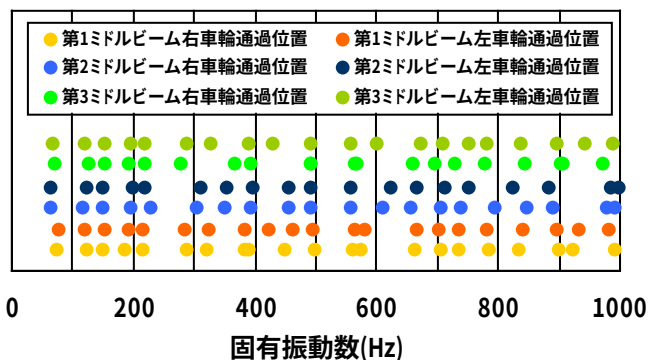


図4 打撃位置の違いによるERA同定結果

止水ゴム空間音響特性試験では、止水ゴム空間上をタイヤ相当の長さを持つゴム板で塞ぎ、その気柱状空間端部間の音の伝達から空間音響特性を求めた。

その結果を図5に示す。卓越周波数は大型車タイヤ幅(0.300m)で474Hz、普通車(0.175m)で718Hz、小型車(0.125m)で874Hzと、気柱共鳴の理論に順じて空間が短くなるほど高くなった。これより、止水ゴム空間から発生する可能性のある音は400から1000Hzと推定できる。

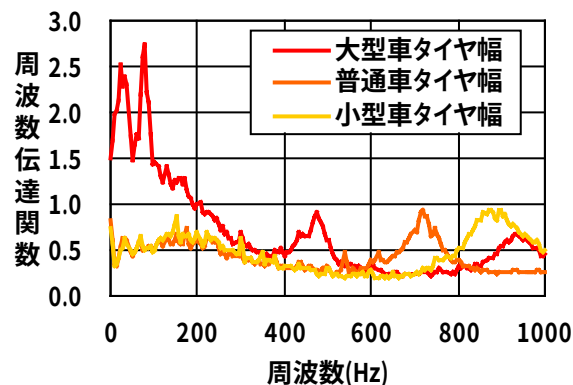


図5 止水ゴム空間音響特性

実車走行試験では、車両走行時のミドルビーム振動と音を記録し、先の試験より求められた振動音響特性との対応から車両通過に発生する音の音源探査を試みた。

ワゴン車通過時におけるジョイント上の音では図6に示すように、722Hzを中心とした卓越の生じていることが分かる。これは普通車のタイヤ幅における止水ゴム空間音響特性の卓越周波数に対応することから、止水ゴム空間より発生した音と推定できる。ただ、地表に設置された試験体は地盤に拘束されているため、振動が殆ど励起されず、放射音の発生を明確に確認することはできていない。

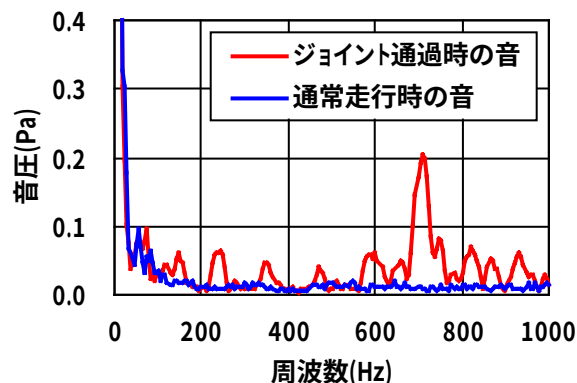


図6 実物試験体でのジョイント上の音
(最大値スペクトル)

4. 車両通過時における音の発生機構

実橋実測記録の解析と実物試験体実験で明らかになったことから、音の発生機構は次のように推定される。車両がジョイントを通過するとき、タイヤによる衝撃がミドルビームを加振し、その振動により放射音が発生する。また、タイヤが乗り上げることで止水ゴム空間内に発生した衝撃的な圧力変動が、タイヤとの間に生じた気柱状空間の音響特性により増幅されることで、400から800Hzの圧縮膨張音となる。つまり、車両がジョイントを通過したときに発生する音は、ジョイント振動による放射音とジョイント空間からの圧縮膨張音により構成されていると結論される。

5. 結論

本研究ではモジュラー型ジョイントにおける車両がジョイントを通過するときに発生する特有な音について、まず、実橋記録の解析を行い、ミドルビーム振動を音源とする放射音が現れている可能性を指摘した。次に実物試験体を設置し、その振動音響特性を明らかにすることで車両通過時に発生する音の音源探査を行って、止水ゴム空間を音源とする圧縮膨張音が発生している可能性を示した。以上により、モジュラー型ジョイントにおける車両通過時の音の発生機構について、発生する音と音源の対応を示唆することができたと考える。

参考文献

- 1) 小柴剛ほか:舗装の性能規定発注における低騒音舗装のタイヤ/路面音の評価方法に関する一考察, 日本音響学会講演論文集, 2002年3月