ゴムラテックスモルタル被覆を用いた鋼橋の騒音低減効果に関する研究

鉄道総合技術研究所（鋼複合構造）　正　員　○谷口　望　杉本一朗
鉄道総合技術研究所　（防振材料）　半坂征則
早稲田大学　学生員　上月隆史　棚橋明朗
東京鐵骨橋梁　正　員　碇山晴久

１．まえがき

近年の都市内の鉄道橋では，環境対策の一環として騒音対策が必要不可欠である．構造物の振動に起因する構造物騒音に対する従来の対策としては，ゴム系制振材を取り付ける方法や，被覆コンクリート（厚さ150㎜以上）を取り付ける方法が一般的である．一方，著者らは，これらの代わりに，安価で剥落の心配の少ないゴムラテックスモルタルを被覆材として使用することを提案している[1)]（図１）．しかし，ゴムラテックスモルタルの制振材としての効果は，明確に測定を行った事例は非常に少ない．そこで，本研究では，ゴムラテックスモルタル被覆を吹き付け施工する前後においてそれぞれ，大型の鋼桁に対する衝撃加振試験を行い，ゴムラテックスモルタル被覆の振動騒音低減効果を調べた．また，さらにその結果を用いて，実橋梁への騒音予測への適用を目的に，騒音低減効果について計算値と実測値の比較を行った．

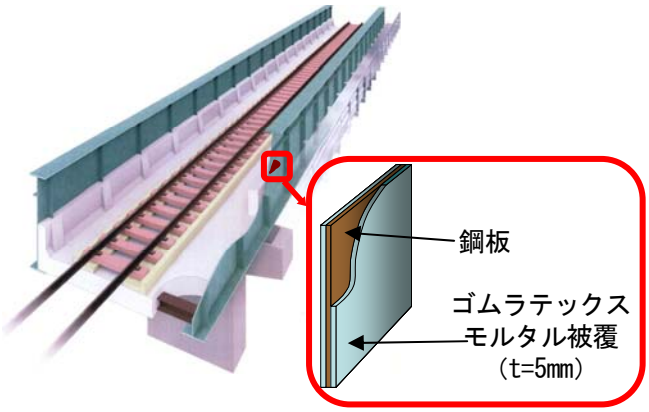


図１．ゴムラテックスモルタルを用いた鋼橋イメージ

２．衝撃加振試験概要

衝撃加振試験に用いた試験体はスパン長4000㎜，腹板高600㎜の桁である（図２）．この試験体の上フランジの中央部をインパルスハンマーPH51（リオン㈱製）にて加振した．そして，インパルスハンマーにより鉛直加振したときの桁腹板中央付近の振動速度および振動測定点から腹板に垂直に30cm離れた点における騒音を測定した．振動，騒音は共に時定数FASTで測定した．また，振動は周波数重み特性F、騒音は周波数重み特性Aで補正した．試験状況を図３に示す．

速度を加振力で除した周波数応答関数（FRF：Frequency Response Function, FRF)を図４(a)に示す．一般に振動速度のFRFに関してはモビリティと称されている．振動速度のFRFのdBの基準は，0（dB）=1（m/s/N）とした．また，騒音を加振力で除した周波数応答関数（FRF）を図４(b)に示す．騒音のFRFのdBの基準は，0(dB)=2×10^{-5}(Pa/N)とした．

桁腹板の振動速度の周波数応答関数および騒音の周波数応答関数とも共に，ゴムラテックスモルタルを吹き付けたことにより低下が認められる．特に1kHz以上の高周波数範囲で低下割合が大きい．また，10Hz～10kHzの帯域総和値(a.p.値)で比較すると，ゴムラテックスモルタル吹き付けにより騒音レベルが腹板位置で10.2dB低減していることが明らかとなった．この騒音低減の程度は，過去の研究事例[2)]を参考にすると，少なくともゴム系制振材と同等と認められる．

３．防音性能の数値計算

前項で述べた試験鋼桁を対象に，桁腹板に

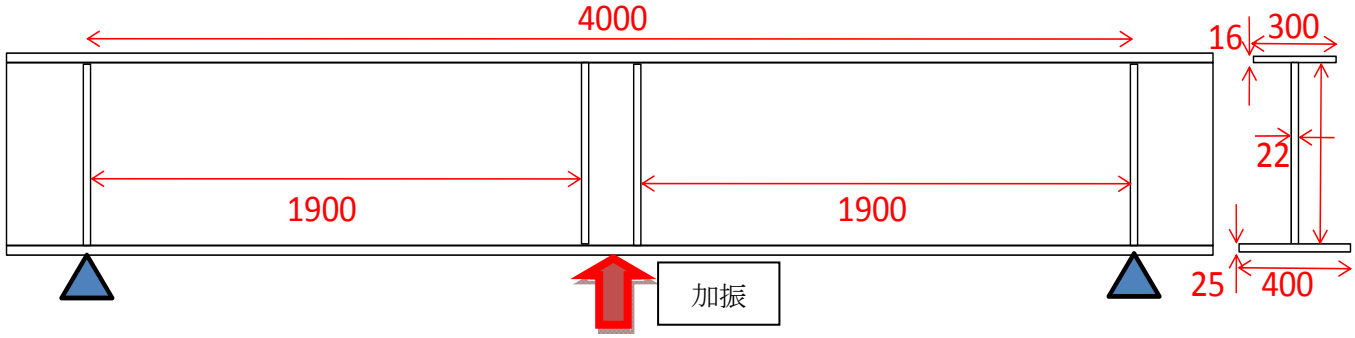


図２．衝撃加振試験体概要（単位：㎜）

キーワード：ゴムラテックスモルタル，環境適合性，騒音解析
連絡先：鉄道総合技術研究所　構造物技術研究部（〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38，TEL 042-573-7280）

ゴムラテックスモルタルを吹き付けたときの桁腹板近傍の騒音低減量を計算し，実測値と比較した．計算は文献3)による方法に基づく．すなわち，腹板をそれと同サイズで4辺が固定された鋼製平板とみなし，その板の振動解析を行った．そこで得られた微少領域(対象板を分割)の振動速度解に音響インピーダンスを乗じ板の全域で総和するなどの方法により受音点の騒音を計算した．受音点としては前項と同様に桁腹板中央で腹板から30cm離れの点とした．ただし，ゴムラテックスモルタル吹き付け後については板のモデルとして剛性がゴムラテックスモルタル鋼板の積層体と等価である単一平板とした．また，平板の減衰特性として，ゴムラテックスモルタル吹き付け前後とも，別途行った要素試験（400×50×9mm供試体）での共振法による損失係数の値を適用した．

図５に，ゴムラテックスモルタル吹き付けによる騒音低減量について，計算結果および今回の試験結果を示す．図より，全体的に右肩上がりの周波数特性を有することや，一部の周波数のピークが一致し，全体の傾向を把握することが可能であることが明らかとなった．一方で，個々の値自体については，計算値の方が実測値よりおおむね高い値を示す傾向となった．この主な原因として，過去の解析事例[4]も参考にすると，実構造物と試験体における支持条件などの差が考えられる．このため，予測値の精度向上のためには，構造物の支持条件など騒音振動に影響する構造物の状態を反映することが重要となる．

４．まとめ

大型の鋼桁を用いた衝撃加振試験を実施した結果，鋼桁にゴムラテックスモルタルを両面に5ｍｍ程度吹き付けた場合，従来のゴム系制振材と同等な制振効果および騒音低減効果が得られることが明らかとなった．また，振動解析から音響インピーダンスを用いた計算値は実測値を下回るものの，全体の傾向が比較的類似したものとなることが明らかとなった．ゴムラテックスモルタルの施工は，ゴム系制振材よりも安価であるため[1]，今後，都市内の鋼橋の有効な騒音対策と考えられる．

本研究は国土交通省補助金を受けて実施しました．

参考文献

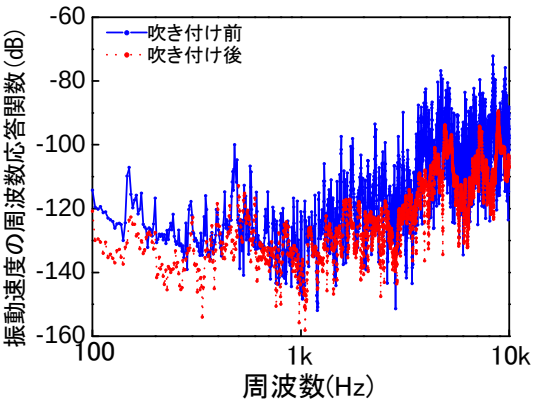
1) 久保武明，植松寛喜，金木隆，谷口望，池田学：ゴムラテックスモルタル被覆を用いた合成桁の経済効果について，第63回年次学術講演会（同時発表予定）（2008）

2) 例えば，善田康雄他：現場実務者のためと設計者のための実用騒音・振動制御ハンドブック，エヌ・ティー・エス（2000）

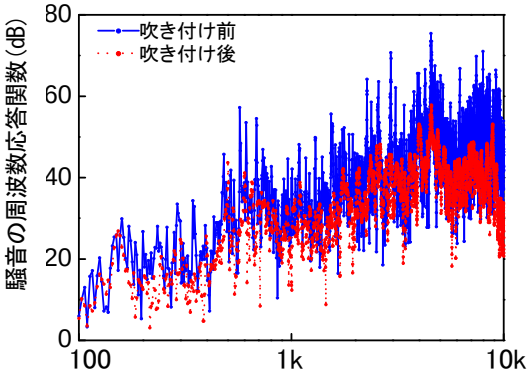
3) 半坂征則，間々田祥吾，谷口望，長倉清，原田聡，鈴木実：構造物騒音の予測と騒音対策材料の検討－その2；鋼鉄道橋の振動解析と騒音予測－，鉄道総研研究開発テーマ報告No. P510906R-2（2005）

4) 例えば，西岡隆，構造振動解析，培風館(1981)

図３．衝撃加振試験状況
（ゴムラテックスモルタル吹き付け後）



(a)　桁腹板の振動特性（モビリティ）



(b)　桁腹板近傍の騒音特性（FRF）

図４．　試験体における衝撃加振試験結果

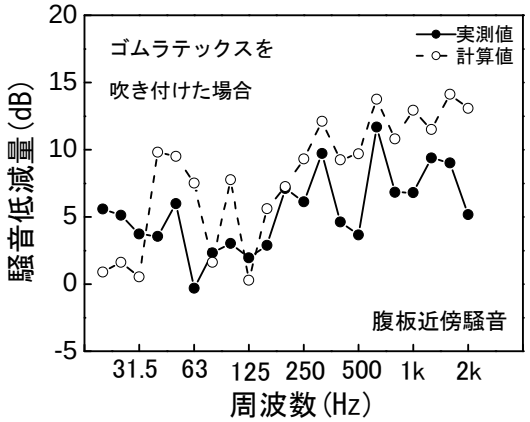


図５．試験体における騒音低減量の予測