

## 鋼橋から発生する比較的低い周波数帯域騒音の低減対策に関する検討

中央大学大学院 学生員 長津真司 中央大学 正会員 佐藤尚次  
中央大学 正会員 平野廣和

## 1. はじめに

近年、構造物の環境への配慮が重要視されてきており鋼橋の騒音問題もその一つである。特に比較的低い周波数帯域の騒音は、これまでの遮音壁などによる対策では低減することは難しいと指摘されている。

従来の騒音は、600Hz～1.2KHz 程度付近の周波数にピークを持ち、その原因は主に車両走行音に起因している。一方、比較的低い周波数帯域の騒音は太鼓を叩くような衝撃音と表現され、その卓越周波数は 200Hz を下回るものがほとんどである。この騒音は、ある外的要因で発生した振動が鋼橋の構成部材を伝播し比較的面積が広く、かつ剛性の低い変形し易い部材を振動させることで発生する、いわゆる固体伝搬音であると考えられる<sup>1)</sup>。この比較的低い周波数帯域の騒音の対策として、桁の連続化や延長床版の採用、コンクリート巻き立て工法等様々な手法が提案されているが、橋梁振動から発生する騒音に対しては有効な手段が見られないのが現状である。さらに、橋梁の騒音対策として重要なことは、騒音・振動の発生をいかに防止できるかではなく、そのレベルを環境に対して許容される範囲にまでいかに低下させられるかである。これら上記の事実を受けて、本報では比較的面積が広く、かつ剛性の低い変形し易い部材である主桁ウェブ面に着目し、これに複数の補剛材を付加することにより、比較的低い周波数帯域の騒音の新設橋梁に対する低減対策に関して検討を行うものである。

## 2. 振動モード解析

## 1) 原因の特定

比較的低い周波数帯域の騒音の原因を特定するため、代表的な主桁構造図を基に表-1 に示す解析諸元および図-1 に示す解析モデルにおいて振動モード解析を行う。解析モデルは、ウェブ面の上下端がI型の上下フランジで結合され、左右端に補剛材を付加した構造モデルである。本来ならば桁全体を解析して固有値を求めべきだが、その場合、高次までの計算が必要になる。従来の研究<sup>2)</sup>では、1～6 パネル程度解析して、その間

表-1 解析諸元

steel材料特性	単位質量	$8.02 \times 10^{-10} \text{kgf/mm}^3$
	弾性率	$2.1 \times 10^4 \text{kgf/mm}^2$
	ポアソン比	0.3

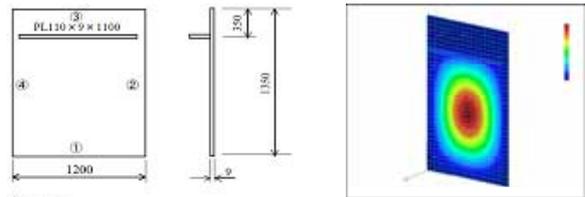


図-1 解析モデル

図-2 モード形状図

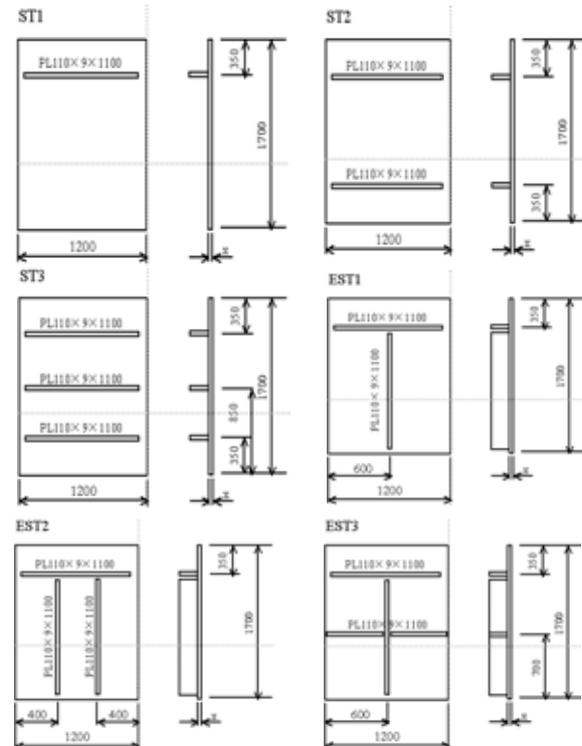


図-3 補剛材の配置図

に同じオーダーの固有値が存在すれば、それを低周波の固有値とすることが出来るのでその方法を採用する。その結果、ウェブ面の固有振動数に40～60Hzの低周波帯域が存在し、図-2 に示すモード形状図から補剛材で囲まれた範囲が太鼓の腹のように振動していることがわかる。これが桁から比較的低い周波数帯域の振動を放射する要因の一つと考えられている。

## 2) 補剛材の付加

上記の解析結果を基に対策案の検討を行うために、

Keyword : 低周波騒音、主桁ウェブ面、振動モード解析

連絡先 : 〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27 tel.03-3817-1816 fax.03-3817-1803

囲まれたウェブ面に複数の補剛材を付加した場合の解析を行う。解析モデルは、ウェブ厚 9mm、水平補剛材 1本を基本モデルとして、多様な組合せの比較をはかるため、水平補剛材の付加を3通り、垂直補剛材の付加を2通り、水平補剛材と垂直補剛材を組み合わせ付加を1通り考慮し、合計6通りの解析モデルにおいて振動モード解析を行う。また、固有振動数及び振動モード形状の比較を行う。補剛材の配置図を図-3に示す。

3. 解析結果

解析は汎用構造解析ソフト COSMOS を用いて行う。

1) 補剛材付加後の固有振動数の変化

水平補剛材付加後の固有振動数を表-2に示す。ST2の固有振動数に大きな変化はないが、ST3の固有振動数はST1の約2倍の値となり、低周波帯域から移行した。垂直補剛材付加後の固有振動数を表-3に示す。垂直補剛材を付加した場合はEST1の固有振動数が基本モデルの約2倍の値となり、低周波帯域から移行した。

2) 振動モード形状の変化

各解析モデルの1次モード形状図を図-4に示す。水平補剛材付加後に大きな変化はない。ただし、水平補剛材を3本付加した場合のみ、振動状態を分割することで低周波帯域からの移行が期待できる。垂直補剛材付加後は、補剛材の本数や配置により異なる形状が確認できる。しかし、補剛材がウェブ面と同時に振動していると考えられるので、補剛材の剛度を上げる必要がある。

3) 対策案としての有効性

解析モデルの固有振動数の変化を図-5に示す。ウェブ厚を変化させるだけでは固有振動数に変化を与えることは出来ないが、補剛材を付加することにより低周波帯域の固有振動数を高周波帯域に移行できる。さらに、水平補剛材を付加するよりも垂直補剛材を付加することで効率的に固有振動数を移行することができる。

4. おわりに

本報では、比較的低い周波数帯域の騒音の発生原因とされる主桁ウェブ面に対して振動モード解析を行うことで対策案の検討を行った。比較的面積が広く、かつ剛性の低い変形し易い部材である主桁ウェブ面に対して補強・補剛を行うことで、固有振動数を低周波帯域から移行し、ウェブ面から発生する放射音を低減できる可能性を示唆した。これより、新設橋梁への一つの対策案を示すことができた。今後の展開

表-2 水平補剛材付加後の固有振動数

モード次数	固有振動数(Hz)		
	ST1-9	ST2-9	ST3-9
1次	47.671	57.614	114.817
2次	86.095	115.539	124.104
3次	107.373	117.738	183.479
4次	144.446	179.968	196.179
5次	145.015	182.919	207.12

表-3 垂直補剛材付加後の固有振動数

モード次数	固有振動数(Hz)		
	EST1-9	EST2-9	EST3-9
1次	91.151	95.798	93.918
2次	106.625	151.707	145.693
3次	145.874	179.752	155.71
4次	155.763	199.188	159.956
5次	190.782	223.347	212.739

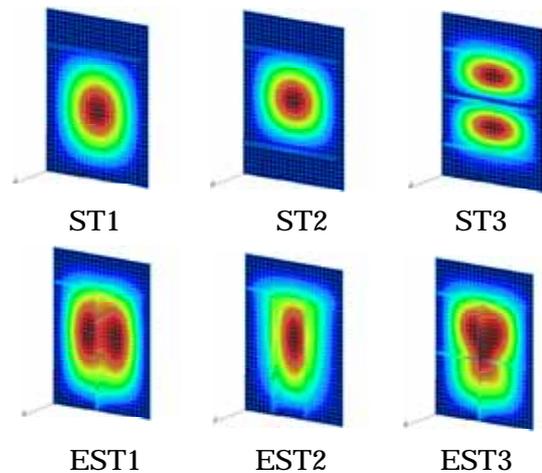


図-4 1次モード形状図

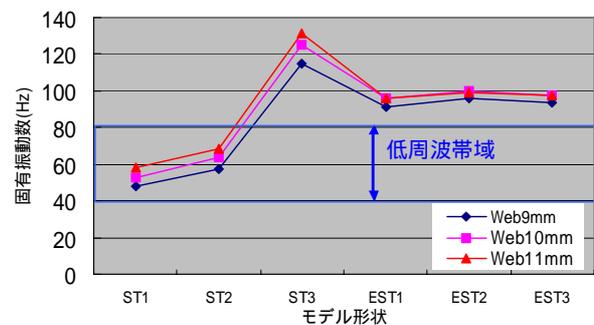


図-5 各モデルの固有振動数

として、騒音発生地域における桁端部に着目した大型車一般走行時における振動・騒音計測等をことにより、低周波問題の現象理解と解決に向けた検討を行う予定である。

参考文献

1)長津真司:鋼橋から発生する低周波騒音の原因特定とその防止対策に関して、土木学会関東支部第33回技術研究発表会公演概要集, I-13  
 2) 連重俊他: 鋼橋低音域騒音低減工法の開発と試験施工, 土木学会論文集 No.735/ -59, 2003