

高弾性型炭素繊維シートを用いた鋼橋の振動制御に関する基礎研究

長岡技術科学大学	学生会員	○岩田 龍也, Pham Ngoc Vinh
長岡技術科学大学	正 会 員	宮下 剛
新日鉄住金マテリアルズ	正 会 員	秀熊 佑哉
東京大学	正 会 員	長山 智則
東京大学	正 会 員	武田 智信

1. はじめに

橋梁上を走行する車両によって生じる振動が問題となる場合がある。共振による歩行者への不快感、低周波騒音や近隣家屋への振動の伝播などである。振動低減対策として、伸縮装置の撤去やダンパーの設置、交通制御（交通量・速度規制、重量違反車の排除）が実施されているものの、コストと時間を要する¹⁾。

そこで、本研究では、軽量かつ弾性率が大きい高弾性型炭素繊維シートに着目して、効率良く構造物の剛性を増加させ、共振の発生を抑制させることを考える。ここでは、基礎研究と位置付け、炭素繊維シートによる振動抑制効果を確認するために基礎実験を行う。具体的には、薄鋼板に貼り付け方法等をパラメータとして炭素繊維シートを接着貼付し、振動計測を通じて、固有振動数といった動特性を把握する。また、合わせて、有限要素法による固有値解析も実施し、設計法についても検討する。

2. 試験概要

図-1 の一辺固定支持された鋼板（SS400 400mm×690mm×4.5mm）を対象として振動計測を行う。鋼板が薄い（厚さ 4.5 mm）ことから、非接触で振動数を計測することができるレーザードップラ速度計を用いる。計測点は試験体の左上から水平方向に 5 cm、鉛直方向に 5 cm の位置になるようにした（図-1 の緑点）。また、レーザードップラ速度計から試験体までの距離は約 5.0 m であった。

表-1 に製作した試験体一覧を示す。炭素繊維シートには、ストランドシート（FSS-HM900 繊維目付量 900g/m²・弾性係数 640kN/mm²）を用いた。

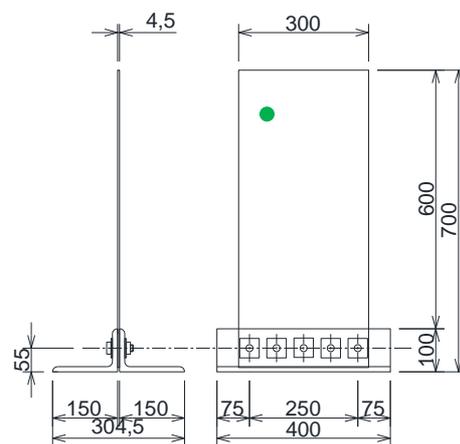


図-1 一辺固定支持鋼板 [mm]

表-1 試験体一覧

試験体名	①貼り付け方法※	②シート方向	③積総数
NN-0	なし	なし	0
AL-1	全面	縦	1
AL-2		横	2
AW-1	等間隔	縦	1
AW-2		横	2
GLW-1	格子	縦 + 横	1
RIB-1	リブ	縦	

※貼り付け範囲は 300mm×600mm、片面

試験体は、鋼板片面にストランドシートをエポキシ樹脂で接着させて 9 体製作した。試験体名は「①貼り付け方法（N：なし，A：全面，E：等間隔，G：格子，RIB：リブ）②シート方向（N：なし，L：縦方向，W：横方向，LW：縦方向+横方向）③積総数」から決定した。

キーワード 炭素繊維シート，ストランドシート，振動制御，レーザードップラ速度計
 連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL:0258-47-6307

3. 実験結果

3.1. 基礎実験

表-2 に基礎実験と固有解析値の結果を示す。積層数が1層から2層に増加するに伴い、固有振動数も増加した。全試験体の中で最も振動数が増加したのは、AL-2であった。このとき、鋼板のみであるNN-0からの増加率は約75%であった。また、AL-1も同様に高い増加率を示した。シートを横方向に貼ったAW-1, AW-2はあまり振動数が増加しなかった(増加率:約9%・約12%)。このことから、シートを縦方向に貼ることによって、振動数を効率的に増加させることができる。これはシートを等間隔に貼ったEL-1, EW-1からも同様のことがいえる。

シートを格子状に貼り付けたGLW-1は、AL-1と同等の振動数を記録した。RIB-1はEL-1と同等の振動数であった。貼り付け面積はRIB-1の方が少ないことから、リブを1本貼り付けることによって効率的に振動数を増加させることができる可能性がある。よる補強効果はあるといえる。

3.2. 固有値解析

図-2 に各試験体の有限要素法による固有値解析の結果を示す。有限要素法にはソリッド要素を用いて、鋼板は弾性体、ストランドシート・エポキシ樹脂は異方弾性体とした。実験値とわずかに誤差が見られるがこれは、樹脂の材料特性やストランドシートの接着状態による影響であると考えられる。また、解析結果からストランドシートの積層数の増加に伴い、鋼板の振動が抑制されていることが分かる。

4. まとめ

以下に、本研究から得られた知見を以下に述べる。

- ① 炭素繊維シート積層数の増加に伴い、鋼板の固有振動数が増加した。また、横方向よりも縦方向に貼り付けた方が効果的である。
- ② ストランドシートの全面貼りが最も効果的であった。しかし、リブタイプとすることで、全面貼りと同様まで振動数を増加させ、効率的に固有振動数を増加させることが可能である。

表-2 基礎実験と固有値解析の結果

試験体名	実験値 [Hz]	解析値 [Hz]
NN-0	8.4	9.0
AL-1	13.3	12.5
AL-2	14.0	13.6
AW-1	9.2	9.0
AW-2	9.5	9.1
EL-1	10.3	11.9
EW-1	9.6	9.1
GLW-1	13.0	11.7
RIB-1	10.4	11.3

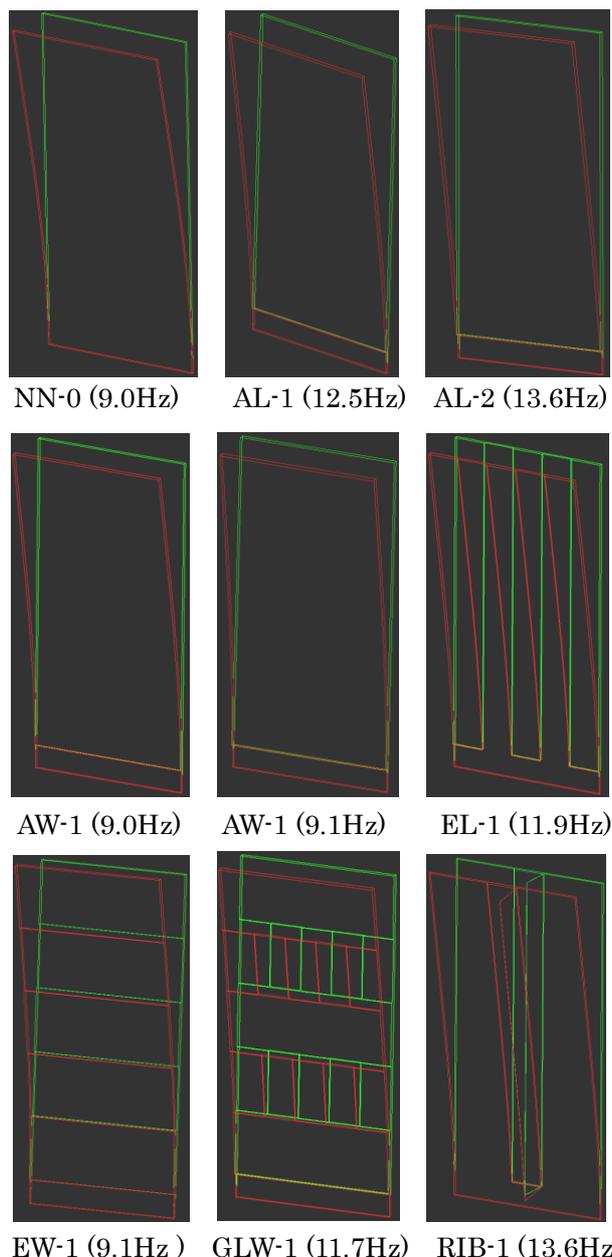


図-2 各試験体の解析結果 (1次モード)

参考文献

1) 鋼橋の振動・騒音に関する環境負荷低減工法の評価検討小委員会: 鋼橋の振動・騒音問題とその対策事例, 2008.11