

高弾性型炭素繊維シートを接着貼付けした鋼板の振動特性

長岡技術科学大学
長岡技術科学大学
日鉄ケミカル&マテリアル（株）

学生会員
正 会 員
正 会 員

○岩田龍也
宮下 剛
秀熊佑哉

1. はじめに

橋梁では、大型車両が伸縮継手を通過する際に、桁端部ウェブパネルが振動する低周波騒音の問題がある。従来、伸縮装置の改良やダンパーの設置といった対策が施されているが、施工が大掛かりとなり、死荷重の増加に繋がる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、効率的な振動制御（剛性と減衰の付与）を可能とするシートの貼り方や形状等の検討を目的とする。炭素繊維シートの減衰特性を把握する研究^{2),3)}はなされているものの、シートを接着貼付した鋼板の振動特性については、基礎的なデータが不足している。初めに高弾性型炭素繊維シートを接着した鋼板の振動抑制効果と積層数の影響について確認する（実験 1）。次に、シートの貼り方・形状の影響を確認する（実験 2）。対象とする振動モードは、全体系の 1 次モードとする。高弾性型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）を用いる。

2. 実験概要

図-1 に各計測実験の状況を示す。一辺固定支持した試験体に対してレーザードップラ速度計を用いて計測を行い、固有振動数と減衰比を同定する。

表-1 に実験 1 のケースを示す。鋼板は 50 mm × 370 mm × 4.5 mm を用いた。繊維方向は縦向きでシートの積層数を 2 枚、4 枚とした。

表-2 に実験 2 のケースを示す。鋼板は 300 mm × 600 mm × 4.5 mm を用いた。試験体は、シートを全面に接着[A]と等間隔に配置[E]、格子状に配置[G]、L 字アングル状に加工したシートを接着[L]を比較し、シートの貼り方・形状の影響を確認する。



(a) 実験 1 (b) 実験 2

図-1 計測実験の状況

表-1 実験 1 のケース

試験体名 [a]-[b]	炭素繊維シート	
	有無 [a]	積層数 [b]
N-0	なし(N)	0
C-2	あり(C)	2
C-4		4

表-2 実験 2 のケース

試験体名 [a]-[b]-[c]	炭素繊維シート		
	有無 [a]	貼り方・形状 [b]	積総数 [c]
N-N-0	なし(N)	なし(N)	0
C-A-1	あり(C)	全面(A)	1
C-A-2			2
C-E-1		等間隔に配置(E)	1
C-G-2		格子状に配置(G)	2
C-L-1		L 字アングル(L)	1

※全面[A]は 300mm×600mm の範囲、片面

各実験ケースにおける固有振動数の理論値は、長方形の片持ち鋼板の公式と炭素繊維シートの鋼換算厚さを用いて算出する。

キーワード
連絡先

鋼板、炭素繊維シート、ストランドシート、振動制御
〒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

表-3 に実験 1 の固有振動数と減衰比を示す．シート積層数の増加に伴い，固有振動数と減衰比が大きくなる．また，実験値は理論値と概ね一致した．

表-4 に実験 2 の固有振動数と減衰比を示す．N-N-0, C-A-1, C-A-2 を比較すると，実験 1 と同様に，積層数の増加に伴い，固有振動数と減衰比が増加した．C-E-1 と C-G-2 では, 接着面積の減少によって固有振動数が低下した．減衰比において C-E-1 は C-A-2 と同等であった．これは，シートを 3 本等間隔に貼り付けたため, 効果が現れたと考えられる．C-L-1 では, 少ない貼付け面積で固有振動数が増加するものの，減衰の増加は限定的であった．

図-2 に鋼板単体(N-0)からの 1 次モードの固有振動数または減衰比の増加率を各シートの接着面積で除したグラフを示す．固有振動数は C-L-1 が，減衰比は C-E-1 が他の試験体に比べて高い．よって，L 字アングルを等間隔に貼り付けることで，より効果的に固有振動数を増加させることが可能である．

4. 結論と今後の課題

- 本研究から得られた知見を以下にまとめる．
- 1) 鋼板に高弾性型炭素繊維シートを接着貼付して積層数を増加させることで，振動制御が可能である．
 - 2) L 字アングル状にシートを加工した試験体では，少ない貼付け面積で固有振動数が増加するものの，減衰の増加は限定的であった．また，等間隔に貼り付けることで，より効果があると見込まれる．
 - 3) 今後の課題は，L 字アングルの本数を増やした場合の計測実験, 実構造物への適用へ向けた FEA を用いた事前の解析的検討が挙げられる．

謝辞

計測機器を貸出頂いた東京大学・長山智則准教授，国立舞鶴工業高等専門学校・玉田和也教授に深く感謝申し上げます．

参考文献

1)土木学会鋼構造委員会 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:振動・騒音に配慮した鋼橋の使用性能評価に関する検討委員会 報告書,2011
2)千葉浩治:層間を部分的に非接着にした CFRP 積層はりの減衰振動測定と FEM 解析,日本機械学会論文集 C 編,77 巻 780 号,pp.117-125,2011
3)程飛,倪慶清,岩本正治:制振ゴムシートを有する CFRP サンドイッチ積層板の動的粘静特性,日本材料学会,Vol 54, No.5,pp.487-493,2005

表-3 固有振動数と減衰比 (実験 1)

試験体名	固有振動数(Hz)			減衰比(-)	
	実験値	実験値/ 理論値	標準 偏差	実験値	標準 偏差
N-0	38.7	0.92	0.01	0.00066	0.00002
C-2	58.8	1.03	0.62	0.00786	0.00037
C-4	66.0	0.92	0.00	0.01043	0.00055

表-4 固有振動数と減衰比 (実験 2)

試験体名	固有振動数(Hz)			減衰比(-)	
	実験値	実験値/ 理論値	標準 偏差	実験値	標準 偏差
N-N-0	8.8	0.84	0.628	0.00019	0.00002
C-A-1	13.2	0.96	0.047	0.00244	0.00067
C-A-2	15.4	0.91	0.141	0.01061	0.00004
C-E-1	11.9	0.92	0.732	0.01085	0.00025
C-G-2	13.5	1.00	0.216	0.00535	0.00019
C-L-1	43.0	1.07	0.000	0.00170	0.00011

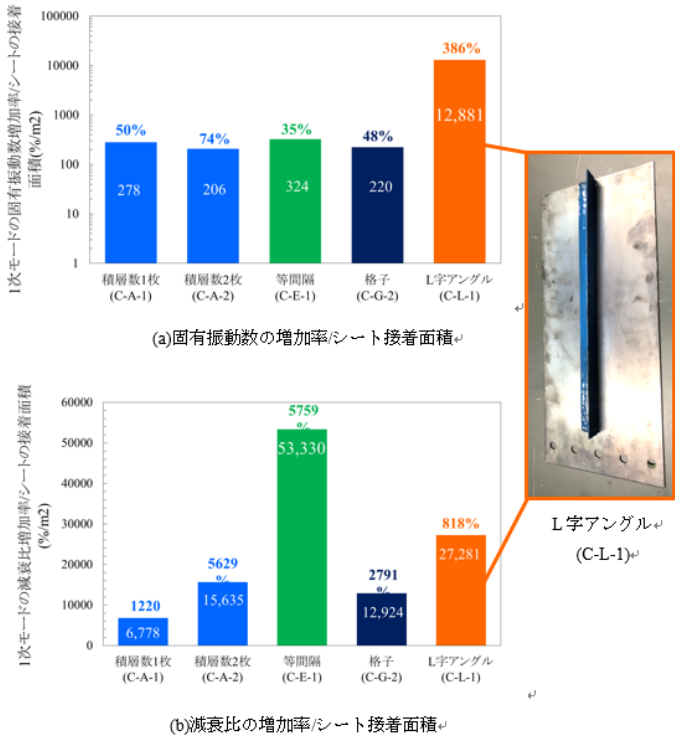


図-2 シートの貼り方・形状の評価