

CFRPによる鋼部材の振動低減に関する研究

長岡技術科学大学 21325284 SAO SAMBO

鋼構造研究室 指導教員 宮下 剛

1. 背景

近年，鋼製煙突の耐震補強の需要が高まっており，より効率的な補強が求められている¹⁾．これまで CFRP シート接着により，固有振動数や減衰を向上させる実験として平鋼による基礎検討が実施されてきた²⁾．しかし，実構造物を想定した鋼部材を対象とする検討は行われていない．

2. 目的

減衰率（振幅の減少率）と応答値（変位）の関係は，構造物の減衰率を上げると応答値が下がるため，耐震設計上有利になる．減衰率は材質によるところが大きく，鋼材で補強しても変化しない．そこで，ポリウレアパテや CFRP シートを組み合わせることで減衰率を変化させることができないかについて，鋼製煙突の鋼部材を想定した供試体を対象に検討を行う．

3. 実験概要

3.1 供試体

実構造物の鋼部材を想定した供試体は二種類あり，H 形鋼（H-100x100x6x8，SS400）と鋼管（STK400）である．表 1 と表 2 に供試体一覧を示す．図-1 に H 形鋼と鋼管の試験体を表す．

表 1 試験体一覧（H 形鋼）

試験体名	断面寸法	パテ材の有無	炭素繊維シート積層数
H100P-0	H-100x100x6x8	あり	0
H100P-1	H-109.7x100x15.7x17.7		1
H100P-2	H-114.8x100x20.8x22.8		2
H100N-0	H-100x100x6x8	無し	0
H100N-1	H-107.6x100x13.6x15.6		1
H100N-2	H-112.7x100x18.7x20.7		2

表 2 試験体一覧（鋼管）

試験体名	外径 (mm)	パテ材の有無	炭素繊維シートの積層数
C40P-0	114.3	あり	0
C40P-1	123.9		1
C40P-2	129.0		2
C70P-0	114.3		0
C70P-1	123.9		1
C70P-2	129.0		2
C100P-0	114.3		0
C100P-1	123.9		1
C100P-2	129.0		2
C40N-0	114.3	なし	0
C40N-1	121.9		1
C40N-2	127.0		2
C70N-0	114.3		0
C70N-1	121.9		1
C70N-2	127.0		2
C100N-0	114.3		0
C100N-1	121.9		1
C100N-2	127.0		2



(A) H 形鋼



(B) 鋼管

図-1 試験体

3.2 計測の状態

図-1に試験体を表す. 各試験体の下部をベースプレート(横幅 600mmx 縦幅 600x 厚さ 32mm)の中央で溶接し, 振動計測の試験を効率に実施するために実験室の床にベースプレートをM36 六角ボルト4本で固定し, 振動計測を行う. 本研究の振動を計測する点は図-1 に表すように試験体の上部とした.

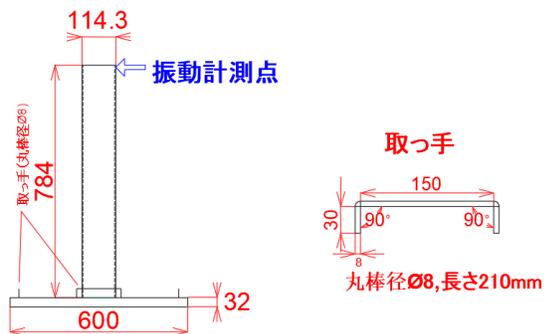


図-1 試験体

3.3 データの分析の方法

図-2に実験のフローを示す. 計測した加速度データを, VP/Data Viewer-GL900 のソフトウェアを用いて, PC に読み込む. そして, Matlab で, FFT(高速フーリエ変換)により, 周波数解析を行い, 加速度データの実数と共役複素数を得て, パワースペクトルを算出する. 周波数 f とパワースペクトルについてグラフを作成し, 卓越する箇所から1次モードの固有振動数を同定する.

減衰化については, 同定した1次モードの固有振動数にもとづいて, 加速度波形にバンドパスフィルターを適用する. そして, ヒルベルト交換を用いて, 加速度波形の包絡線から, 振幅の減少率を求め, 減衰比を算出する.

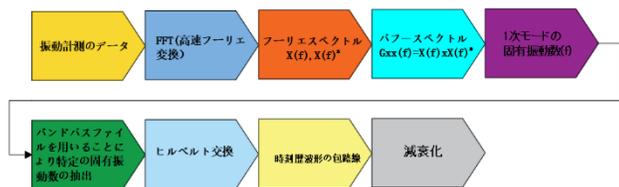


図-2 実験のフロー

4. 検討結果

表-3 と表-4 に H 形鋼及び鋼管の各試験体の固有振動数と減衰化をそれぞれ示す. 固有振動数は,

実験値と比較すると, 論理値と概ね整合した結果となった. 炭素繊維シートの積層数を増加することで, 固有振動数がわずかではあるものの, 増加することを確認した.

減衰化の結果では, 炭素繊維シートを積層することで, H 形鋼の減衰の効果が増加し, 鋼管の減衰の効果はほとんどないことを確認した.

5. まとめ

本研究は炭素繊維シート(FSS-HM-600)を使用することにより, 鋼部材の振動抑制の効果を明らかにすることを目的にした.

実験の結果から, 今回の実験の範囲では, わずかではあるものの, 固有振動数ならびに H 形鋼の減衰化の増加が確認された. 振動抑制の効果をさらに向上させるためには, 炭素繊維シートの養生温度などの影響が考えられるため, さらなる検証が求められる.

表 3 振動計測結果 (H 形鋼)

試験体名	固有振動数			減衰化
	理論値 (Hz)	実験値 (Hz)	実験値/論理値	
H100PX-0	26.7	30.2	0.88	0.0003
H100PX-1	27.0	31.5	0.86	0.0014
H100PX-2	27.3	33.1	0.82	0.0015
H100PY-0	17.1	18.0	0.95	0.0003
H100PY-1	17.4	19.0	0.92	0.0012
H100PY-2	17.8	19.9	0.89	0.0015
H100NX-0	27.1	30.2	0.90	0.0003
H100NX-1	27.7	31.5	0.88	0.0007
H100NX-2	28.4	33.1	0.86	0.0012
H100NY-0	17.1	18.0	0.95	0.0004
H100NY-1	17.5	19.0	0.92	0.0007
H100NY-2	18.0	19.9	0.90	0.0016

表 4 振動計測結果 (鋼管)

試験体名	固有振動数			減衰化
	理論値 (Hz)	実験値 (Hz)	実験値/論理値	
C40P-0	134.2	172.8	0.78	0.0007
C40P-1	135.0	186.6	0.72	0.0007
C40P-2	135.3	199.5	0.68	0.0007
C70P-0	50.6	56.4	0.90	0.0002
C70P-1	50.9	60.9	0.84	0.0019

C70P-2	52.5	65.1	0.81	0.0017
C100P-0	26.2	27.6	0.95	0.0003
C100P-1	26.9	29.9	0.88	0.0020
C100P-2	28.1	31.9	0.88	0.0026
C40N-0	136.4	172.8	0.79	0.0007
C40N-1	141.8	186.6	0.76	0.0007
C40N-2	143.8	199.5	0.72	0.0007
C70N-0	50.7	56.4	0.90	0.0005
C70N-1	52.2	60.9	0.86	0.0013
C70N-2	53.6	65.1	0.82	0.0012
C100N-0	26.3	27.6	0.95	0.0003
C100N-1	26.8	29.9	0.90	0.0009
C100N-2	27.8	31.9	0.87	0.0011

参考文献

- 1) 桑野研一，中尾好昭：煙突の耐震強度について，高圧力，Vol. 5, No. 2, pp. 19-24, 1967.
- 2) 岩田龍也，宮下剛，秀熊佑哉：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，第 74 回土木学会年次学術講演会，2019. 9.