

CFRP 板接着によるウェブの振動抑制に関する基礎的研究

大本組(株)	正会員	○松崎 健
立命館大学理工学部	正会員	野阪 克義

1. はじめに

本研究は、車両の通過に起因する鋼橋のウェブ振動が原因と考えられる騒音に対し、炭素繊維強化樹脂 (CFRP) 板をウェブに接着することによる騒音抑制効果について検討することを目的としている。接着剤の減衰定数は大きいとされており、この振動減衰能を生かしてウェブ振動を早期に減衰させ、騒音の低減が可能かどうかを解析的に検討した。

2. 解析概要

図-1, 表-1 に示すような鋼桁の一部を想定した供試体モデルのウェブに着目し, 図-1 の A-A 断面から図-2 に示す 2 次元モデルを作製した. 2 次元モデルは, 図-1 の CFRP が接着されている部分 (L_{cf}) にあたり, 250mm の奥行きがあるものとした.

表-2に示す解析モデル一覧のように4ケースについて解析を行った。case i：ウェブにCFRP板を接着したモデルにおいてすべての材料で減衰比を考慮しない場合、case ii：ウェブのみのモデルで減衰比を考慮した場合、case iii：ウェブにCFRP板を接着したモデルで接着剤の減衰比のみを考慮しない場合、case iv：ウェブにCFRP板を接着したモデルですべての材料の減衰比を考慮した場合である。また、case ivに関してはCFRP板の補強厚さ、補強幅、接着材の厚さ、接着箇所を変化させたモデルを作製し、振動に影響があるかを調べた。

表-3 に本解析に採用した材料特性値を示す．接着剤の減衰比は鋼（ウェブ）CFRP に比べ約 100 倍大きい値を採用した．また，CFRP 板の減衰比に関しては，鋼と同様の値と仮定した．この減衰比からレーリー減衰定数(以下減衰定数と略称) α ， β を算出し，供試体モデルの材料特性に考慮することで減衰を考慮した．

解析方法についてはウェブ断面モデル中心に鉛直方向に 5000N の集中荷重をかけた後、荷重を取り除くことにより供試体モデルを自由振動させ、その振動波形について調べるものとした。

表-1 供試体モデル寸法

$t_w(\text{mm})$	$t_f(\text{mm})$	$b_f(\text{mm})$	$h_w(\text{mm})$	$L(\text{mm})$	$L_{cf}(\text{mm})$
23	31	960	3000	3000	500

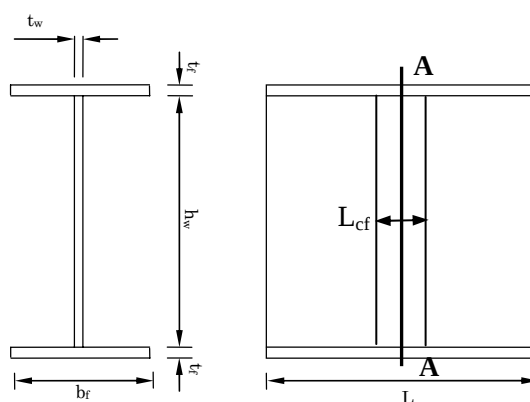


図-1 供試体モデル 概要図

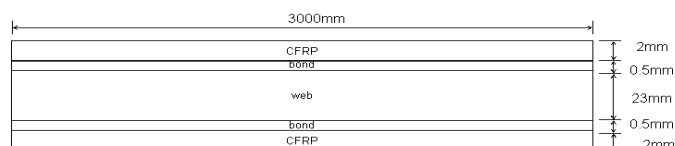


図-2 断面モデル 概要図

表-2 ウェブ断面モデル一覧

	減衰比			model
	ウェブ	CFRP	接着剤	
case i	-	-	-	model1
case ii	○	-	-	model2
case iii	○	○	-	model3
case iv	○	○	○	model4-1 ~ model4-8

表-3 材料特性

	Web	CFRP	Bond
Young's Modulus [N/mm ²]	2.16x10 ¹¹	2.80x10 ¹¹	3.02x10 ¹¹
Poisson's ratio	0.25	0.25	0.30
Mass desnsity [Kg/mm ³]	7700	1700	1193
Damping ratio [%]	0.037	0.037	4.0

キーワード ウェブ振動 騒音 振動減衰能 接着剤 CFRP

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 TEL 077-561-3007 FAX 077-561-3418

3. 実験結果および考察

ウェブの振動減衰波形の最大振幅値をプロットした結果を図-3に、初期最大振幅値で各振幅値を除き、無次元化した結果を図-4に示す。

図-3において model2, model3 の供試体モデルは model1 に近い振動を示しており、振動に減衰の傾向が見られず自由振動を繰り返していることがわかる。model2 はウェブについての減衰定数が小さい為、また、model3 においても、接着剤が持つ減衰定数を考慮しておらず、CFRP 板が持つ減衰比をウェブ(鋼)と同値とした為、model2 と同様の振動を示したと考えられる。

model4-1 に関しては model3 に接着剤が持つ減衰定数を考慮したモデルであり、その減衰効果は明らかである。接着剤が持つ高い振動減衰能を確かめることに成功した。また model4-2 については CFRP 板補強を 2 倍にしたモデルであるが、一旦振動が減衰していくにも関わらず、振動波数が 6 を過ぎた地点より再び振幅が大きくなっていくことが確認された。ある点を境に CFRP 板の振動がウェブの振動を助長するようになったためではないかと考えられる。

model4-5 以降のモデルについては接着剤の接着長ささに一定の隙間を与え、ウェブと CFRP 板に空間を持たせたモデルである。モデル番号(5~8)が大きくなるにつれて、接着剤の厚みを増やし質量を大きくした。これらのモデルに関しては、モデルの番号が大きくなるにつれ、振動の減衰も大きくなることが確認された。

これにより、接着剤の質量がモデルの振動減衰に大きく関係していると考えられる。ウェブ全体に接着部分を設けた model4-1 に対し、一定の隙間を設けたこれらのモデルは接着剤の質量が少なくなる為、振動の減衰も model4-1 に対し緩やかになったと考えられる。model4-1 に関しては振動解析の解析時間を増やし、振動が減衰し収束するまでの解析を行った。その結果を図-4に結果を示す。これにより振動が時間の経過とともに収束することが確認できた。

4. おわりに

2次元モデルを用いて解析的にウェブの振動減衰を検討した結果、接着剤の減衰定数が考慮されないモデルにおいて振動減衰は小さく、接着剤の振動減衰効果が確認できた。また、接着方法の影響は少なく、主に接着剤の質量が減衰効果に影響を及ぼしていることが分かった。

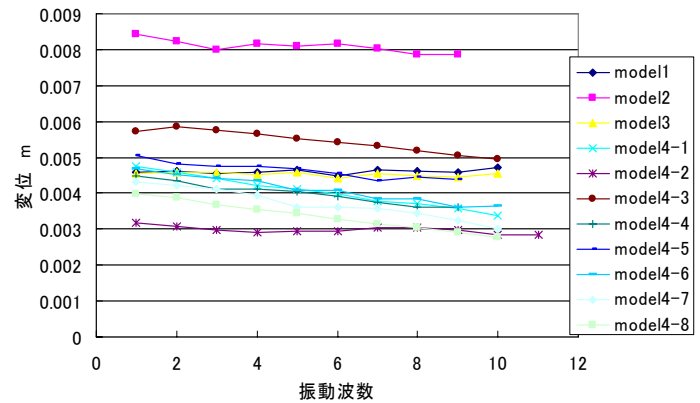


図-3 振幅の変化

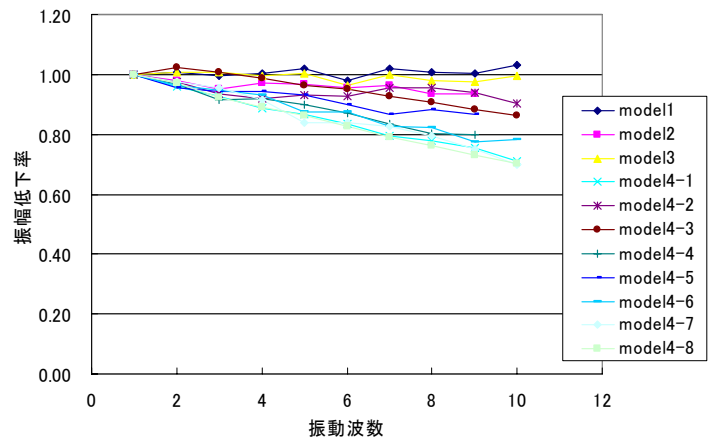


図-4 無次元化した振幅の変化

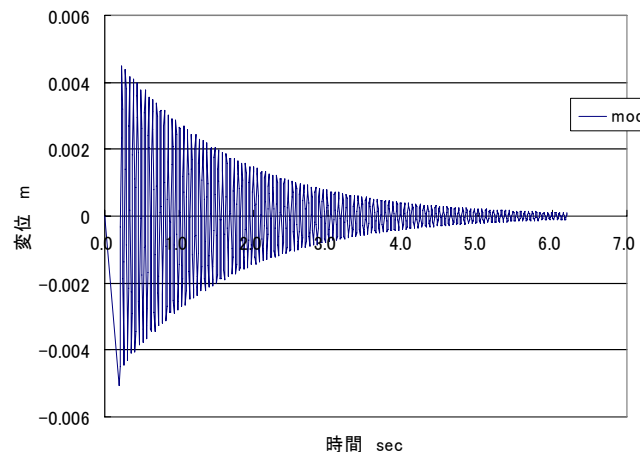


図-5 振動波形 (model4-1)