

炭素繊維シートにより補強された鋼製梁の強度特性に関する実験研究

中日本高速道路
川崎重工業
長岡技術科学大学
日鉄コンポジット

正会員 ○ 富田芳男 稲葉尚文
正会員 大垣賀津雄 杉浦 江
正会員 長井正嗣
正会員 小林 朗

1. はじめに

腐食により劣化した鋼構造物の補修方法としては、腐食部のケレン・再塗装が一般的であるが、断面欠損により機能回復が必要となる場合においては、その対策では不十分となるため、部材の交換やボルトによる当て板添接等、大がかりな対策を要するのが現状である。

このような中、供用中のさまざまな制約条件の下で腐食部の機能回復をともなう補修を経済的かつ効果的に行える工法が、強く求められている。

そこで本検討では、補修箇所に炭素繊維シート（以下、CFRP とする）を貼付する工法に着目し、CFRP 貼付範囲が鋼部材に発生する引張・圧縮応力に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、H鋼供試体を用いた梁曲げ載荷試験を行った。

2. 実験の概要

本実験では、鋼製梁のフランジに CFRP を接着し、補強範囲（CFRP 貼付長さ）の違いによる補強効果への影響に着目して、供試体パラメータの設定を行った。供試体の概略図および、その実験パラメータを図-1、表-1に、実験実施状況を図-2に示す。また、実験に使用した材料の特性を表-2に示す。

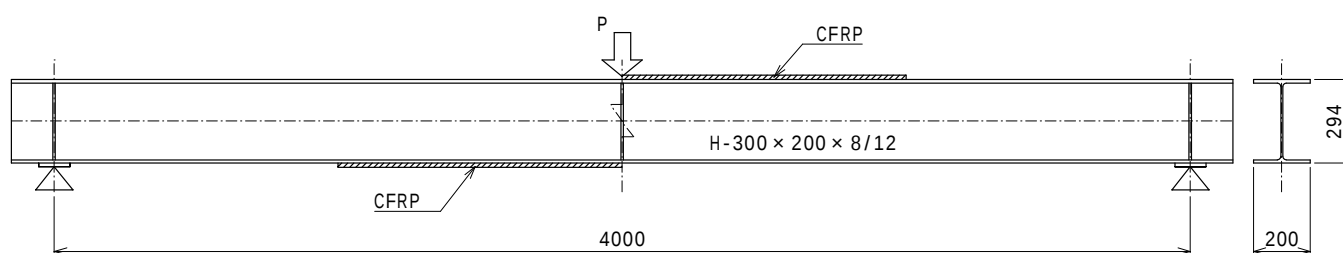


図-1 供試体

表-1 供試体パラメータ

実験 ケース	炭素繊維シート			
	補強箇所	長さ (mm)	幅 (mm)	積層数
L2000	下フランジ	2000	200	5 層
L1000		1000		
L500		500		
U2000	上フランジ	2000		
U1000		1000		
U500		500		



図-2 実験実施状況

表-2 材料特性

H 形鋼 (SS400)	降伏応力 (N/mm ²)		ヤング率 (kN/mm ²)	
	287		204	
炭素繊維シート	繊維目付け (g/m ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング率 (kN/mm ²)	
	312	2526	667	
エポキシ樹脂	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	引張せん断強度 (N/mm ²)	
	71	46	13	

キーワード：腐食補修，炭素繊維，CFRP，鋼構造

連絡先：〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 中日本高速道路(株)中央研究所 TEL 042-791-1621 FAX 042-791-2380

3. 実験結果

(1) 応力状態の違いによる影響

実験ケース L2000 と U2000 の梁曲げ試験結果をそれぞれ図-3, 図-4 に示す. 図-3, 図-4 は, 無補強供試体が降伏する中央集中荷重(P_y)で無次元化した載荷荷重と, 鋼材および CFRP に発生するひずみの関係を示している. この結果より, CFRP が剥離するまでは, CFRP 接着部では鋼材の発生ひずみが低減され, その補強効果は計算値と一致する. また, 引張側(下フランジ補強), 圧縮側(上フランジ補強)ともに, 所要の補強効果が得られている.

(2) 補強範囲の影響

図-5 に補強範囲を変えた各ケースの鋼材の荷重 - ひずみ関係を示す. CFRP 貼付長さによる補強効果(鋼材のひずみ低減効果)への影響は見られず, 接着長さが 500mm 程度あれば, 所要の補強効果が得られている.

図-6 に CFRP の剥離荷重を示す. 最終的な剥離荷重(図中の●)は, $P/P_y = 0.9 \sim 1.2$ 程度であり, CFRP 貼付長さによる影響は見られない. また, 図中の○は, 貼付に用いている樹脂の割れ音が観測された荷重を示す. これは, 曲げにともない界面に発生する水平せん断力により剥離が進行する際に, 発生しているものと考えられる. なお, 圧縮側に補強した場合は, 最終的な剥離荷重よりも低い荷重から割れ音が発生し続ける傾向が見られるが, これは, 載荷点直下の樹脂の圧壊により発生した割れ音を含むためであると考えられる.

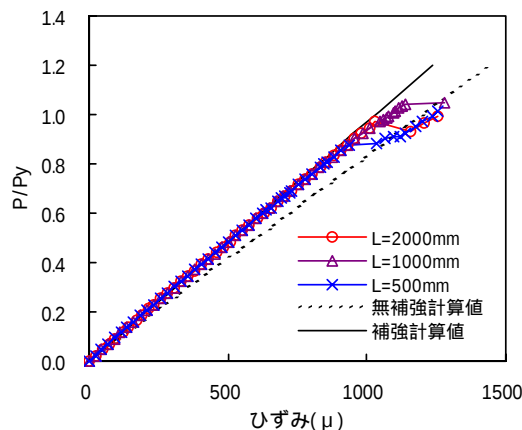


図-5 鋼材の荷重 - ひずみ関係
(下フランジ補強, 載荷点より 140mm 位置)

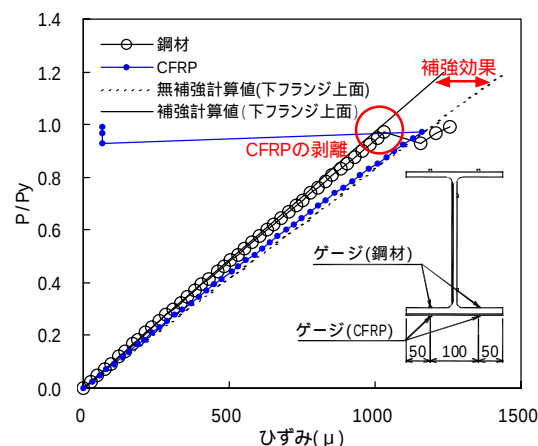


図-3 CFRP 補強梁の荷重 - ひずみ関係
(下フランジ補強, 載荷点より 140mm 位置)

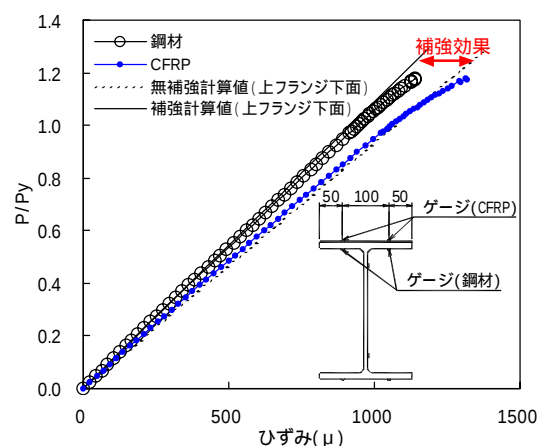


図-4 CFRP 補強梁の荷重 - ひずみ関係
(上フランジ補強, 載荷点より 140mm 位置)

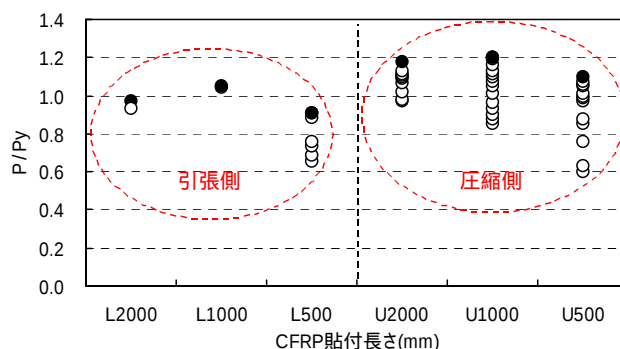


図-6 CFRP 剥離荷重の分布

4. まとめ

本検討の範囲において, 下記のことが明らかとなった.

- 1) CFRP 接着部においては鋼材の発生ひずみが低減され, その補強効果は合成断面を仮定した計算値と一致する.
- 2) CFRP 貼付長さによる補強効果への影響は見られなかった.
- 3) CFRP の剥離は, $P/P_y = 0.9 \sim 1.2$ 程度で生じる.

【参考文献】

- 1) 杉浦, 大垣, 長井, 小林: 炭素繊維シート (CFRP) を用いた鋼部材部分補修に関する実験研究, 第 6 回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集, 2005.11
- 2) 杉浦, 大垣, 長井, 稲葉, 小林: 炭素繊維シート (CFRP) を用いた鋼橋の補修・補強に関する一検討, 第 2 回 FRP 橋梁に関するシンポジウム講演論文集, 2006.1