

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

川崎重工業
長岡技術科学大学
日鉄コンポジット

正会員 ○杉浦 江
正会員 長井 正嗣
正会員 小林 朗

大垣賀津雄

1. はじめに

鋼構造物はさまざまなメカニズムにより劣化し、構造物としての性能が低下する．この劣化した構造物への対策としての補修・補強において、供用中のいろいろな制約条件の下で効果的な工法が、強く求められている．このような中、鋼構造物の腐食部に対する補修として、鋼板を溶接やボルトで添加する従来補修法の代替案として、炭素繊維シートを用いた工法が有効であると考えられる．しかしながら、実構造物へ適用するにあたっては、既設構造物塗膜の完全除去の限界も考えられる．本研究では、鋼部材への部分補修を想定した塗膜の影響に着目し、その適用性について実験的に検討した．

2. 実験概要

本実験では、鋼製梁のフランジに炭素繊維シートを接着し、接着部の素地状態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に示す．また、材料特性および、下地の塗装仕様を表2、表3に示す．

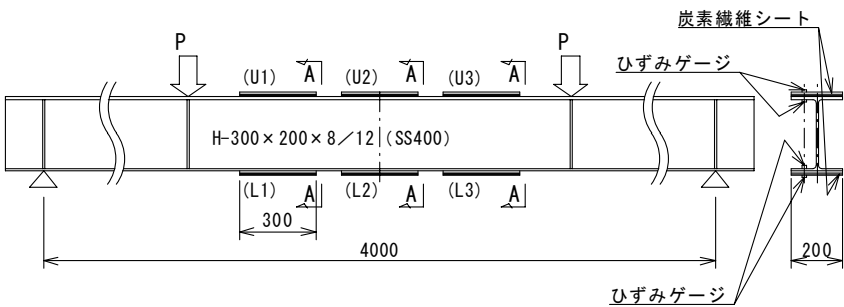


図1 実験供試体

表1 実験パラメータ

シート接着箇所	シート層数(枚)	接着部の下地状態
U1 および L1	3	塗膜(A-1 系塗装)上に直接接着
U2 および L2	3	塗膜(A-1 系塗装)を 3 種ケレン後に接着
U3 および L3	3	鋼材素地（黒皮除去、有機溶剤により清浄・脱脂処理）

表2 材料特性

鋼材(SS400)	降伏応力(N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)	ヤング率(kN/mm ²)
	286	434	207
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)
	314	2516	682
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(kN/mm ²)
	73.5	51.0	15.0

表3 塗装仕様

工程		塗料	塗回数	目標膜厚(μ m/ 回)
A-1 系塗装	下塗り	鉛系さび止めペイント	2	35
	中塗り	長油性フタル酸樹脂塗料	1	30
	上塗り	長油性フタル酸樹脂塗料	1	25

※ 3 種ケレンは、動力工具により、上塗り・中塗り塗料を除去

キーワード：腐食補修，炭素繊維シート，CFRP，鋼構造
連絡先：〒105-6116 東京都港区浜松町 2-4-1 川崎重工業㈱ TEL 03-3435-2243 FAX 03-3578-1573

3. 実験結果

1) 引張側（下フランジ）の補強効果

供試体引張側の炭素繊維シート接着部における鋼材の応力-ひずみ関係を図2に、CFRP上の応力-ひずみ関係を図3に示す。

- ・ シートが剥離するまでは、炭素繊維シートと鋼材の完全合成断面を仮定した計算値とほぼ一致する。
- ・ 塗膜上に接着した L1 では、鋼材が降伏するまでシートの剥離は生じなかったが、L2, L3 に比べて、補強効果（鋼板応力の低下）が若干少ない。
- ・ 塗膜の3種ケレン後に接着した L2 では、鋼材素地に接着した L3 よりも剥離発生荷重が高くなった。

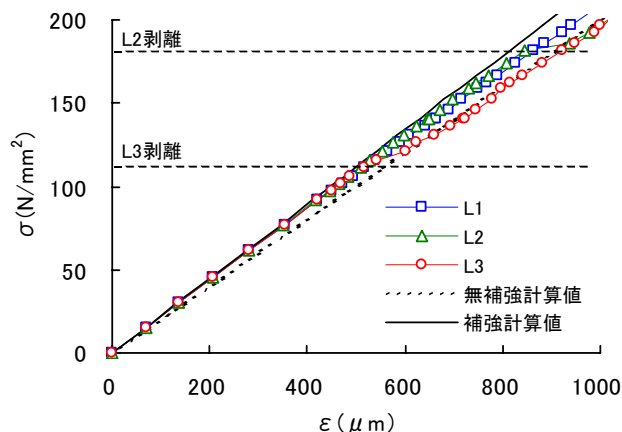


図2 鋼材の応力-ひずみ関係（引張側）

2) 圧縮側（上フランジ）の補強効果

供試体圧縮側の炭素繊維シート接着部における鋼材の応力-ひずみ関係を図4に示す。

- ・ 素地状態にかかわらず鋼材が降伏するまで、シートの剥離は生じない。
- ・ 炭素繊維シートと鋼材の完全合成断面を仮定した計算値とほぼ一致する。
- ・ 鋼材素地に接着した L3 に比べて、塗膜上に接着した L1, L2 は、補強効果が減少する。

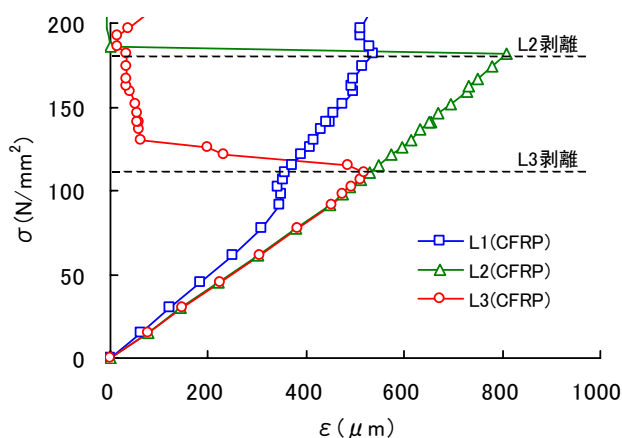


図3 CFRP上の応力-ひずみ関係（引張側）

4. まとめ

本研究で得られた結果をまとめると以下のとおりとなる。

- ・ 炭素繊維シートが剥離するまでは、応力状態（引張・圧縮）によらず、鋼材の応力-ひずみ関係は、炭素繊維シートと鋼材の完全合成断面を仮定した計算値とほぼ一致する。
- ・ 引張側では、塗膜上に接着することで剥離発生荷重が高くなった。
- ・ 圧縮側では、塗膜上に接着することで補強効果が減少し、塗膜が厚いほど、その減少量大きい。

以上より、所要の補強効果を得るためには、接着面の下地処理を適切に行い、鋼材素地に直接接着する必要がある。ただし、塗膜上に接着することで、シートの剥離発生荷重が高くなっている。これは、塗膜の層によって、接着樹脂界面に生じるせん断力を緩和しているためと考えられる。今後、実構造物への適用に向けては、補修箇所において所要の性能を発揮し得る必要最低限の塗膜除去面積の算出などが必要と考えられる。

最後に一連の実験は、長岡技術科学大学大学院生の木村氏、竹内氏に協力いただいた。ここに記して謝辞といたします。

【参考文献】

- 1) (財) 土木研究センター：炭素繊維シートによる鋼製橋脚の補強工法ガイドライン（案），2002.7
- 2) 石井，小林，吉川，北城：炭素繊維プレートを用いた既設桁の補強に関する検討，土木学会第58回年次講演会 I-454，2003
- 3) 杉浦，川口，大垣，小林，毎熊：鋼構造物腐食部の炭素繊維シート補修に関する一検討：土木学会第59回年次講演会 I-002，2004

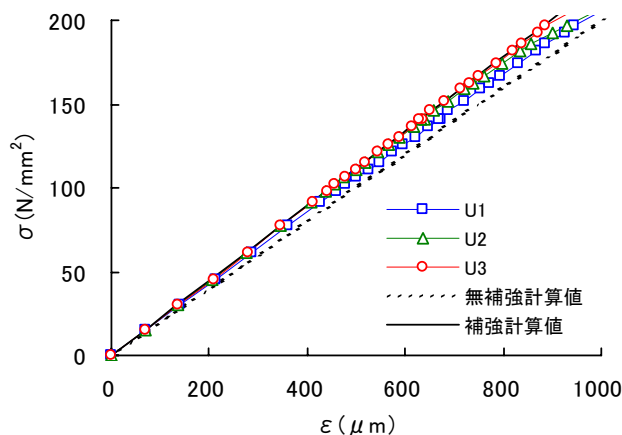


図4 鋼材の応力-ひずみ関係（圧縮側）