

CFRP シートと腐食鋼板の付着強度に及ぼす下地処理の影響

東急建設株式会社 ○濱田陽一
 (研究当時高知工科大学 学生会員)
 高知工科大学 フェロー 藤澤伸光

1. はじめに : CFRP シートによる耐震補強に関しては、補強工法に関するガイドラインがあり¹⁾、その中で腐食鋼板の補強については下地処理の手順が明記されている。下地処理では、ディスクサンダーなどの使用が規定されており大掛かりな作業となる。一方、腐食構造物を現地で補修する場合、このような処理のためには足場などの準備が必要であり、多くの時間や費用を要することになる。さらに、入念な準備をしたとしても作業環境は理想的なものとは限らないため、工場内の作業のような高品質を期待できない場合もあると考えられる。

このような状況を考え行われた研究²⁾もある。しかし下地処理の影響を考察するに至らなかった。そこで本研究では、文献²⁾を参考とし、実験方法を改善し下地処理が不十分であった場合に、シートによる補強効果がどの程度低下するかを実験的に明らかにすることを試みた。

2. 試験計画 : 下地処理の影響を考察するためには、シートと鋼板の付着強度を直接に測定する必要がある。そのためには鋼板を中央で切断して、試験体を2つに分割する方法もあるが、この方法ではシートの貼り付けが困難である。そこで鋼板の中央に穴をあける方法を用いた。中央部の強度が低下するため、切断することなく下地処理の影響を考察することができる。

試験片の寸法を図1に示す。シートは厚さ0.167mmのものを片面2層、両面で4層施すこととした。シートを両面で2層とした場合、シートの引張強度は約28.4kNである。一方、鋼板の引張強度は約31.2kNとシートの引張強度を上回ってしまうためシートは両面4層とした。繊維シートの形状を図2に示す。断面積の小さい平行部のみにシートを貼り付けた場合、シートの先端部がシートの補強効果を得られずに破壊してしまい、下地処理の影響を考察できない恐れがある。そこでチャック部までシートを貼り付けることとした。

3. 試験方法 : 鋼板の腐食には電食を用いた。鋼板の中央部のみ腐食させるために、5%の食塩水をしみ込ませた生け花用オアシスでイオン化に必要な水分を補給した。陰極には銅板を用い、試験体1本あたり4Aの電流を流した。途中オアシスと鋼板の向きを変えながら約8時間腐食させた。なお、孔食を発生させるため、あらかじめ鋼板に錆止めスプレーを塗布した上でランダムに傷をつけ、そこから腐食させた。

下地処理は(1)電動ブラシで錆を落とし、その上からプライマーとパテを塗る、(2)電動ブラシで錆を落とすのみ、(3)ワイヤーブラシで錆を落とし、その上からプライマーとパテを塗る、(4)ワイヤーブラシで錆を落とすのみの4種類とした。また、評価用の基準荷重の設定に必要な、錆びさせていない鋼板にプライマーとパテを塗った基準試験体も用意した。これら5種類の試験体をそれぞれ3本ずつ、合計15本用意した。

シートの貼り方は基本的にガイドラインに従った。エポキシ樹脂の接着剤で鋼板に下塗りをして繊維シートを載せ、脱泡した後上塗りをしてまた脱泡をする。乾燥後、2層目も同様の工程を繰り返して貼付する。

引張試験機を用いて試験体の引張試験を行った。鋼板の伸びとチャック部分の変位、および荷重を測定対象とした。鋼板の伸びの測定にはクリップゲージを使用した。チャック部分の変位と荷重は試験機のコントローラーから出力される電圧を用いて測定した。電圧、歪の測定にはUSB経由の単チャンネル簡易ロガーを3台用いた。

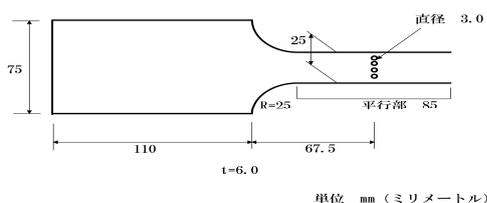


図1 試験片形状

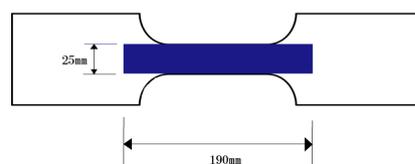


図2 繊維シートの形状

4. 引張試験結果： 補強効果の評価を行う上で必要な荷重は次のようにして設定した。標準試験体 3 本の引張試験の結果、これらの平均最終荷重は約 55.6KN であった。ただし、腐食させた鋼板は断面積が減少している。腐食させた 12 本の鋼板の平均厚さは約 5.07mm であった。鋼板本来の厚さは 6.00mm である。そこで、断面積と平均最終荷重が 84.5% になったと仮定すると、期待される最大荷重は約 47.0KN となる。この荷重を 100% としてケース 1～4 の付着強度比の評価を行う。なお、今回用いた腐食鋼板の降伏荷重は約 20.0KN である。

ケース 1 の試験結果を図 3 に示す。図から明らかなように、約 21.0KN 程度の荷重で曲線の勾配が変化しており、ここで鋼材が降伏したと思われる。最終荷重は約 34.0KN、付着強度比は 72.4% となった。シート自身の破断は生じておらず、鋼材とシートの接着部が剥離した。シート繊維は 1 方向であるため、繊維に平行な方向の剪断にはまったく抵抗せず、シートは荷重に平行に切断された。また、シートと鋼板は腐食層とプライマー・パテ層の間で剥離した。

ケース 2 もケース 1 と同様、鋼板とシートが剥離した。最終荷重・付着強度比は共にケース 1 を下回った。プライマー・パテの処理を行わなかったことが原因と考えられる。

ケース 3 もケース 1・2 と同様に鋼板とシートが剥離した。降伏荷重は約 18.0KN となりケース 1・2 を下回った。ケース 3 はケース 1・2 と比べ下地処理が悪く補強効果に乏しい。そのためケース 1・2 以上に鋼板の負担が増し、降伏荷重が低下したと推察される。最終荷重・付着強度比共にケース 1・2 を下回った。ワイヤーブラシでの処理が原因と考えられる。

ケース 4 もケース 1～3 同様、鋼板とシートが剥離した。降伏荷重は約 18.0KN でケース 3 と同様の値となった。最終荷重・付着強度比共に最も低い値となった。ケース 4 の下地処理が最も簡易だったことが原因であると考えられる。

引張試験の結果を表 1 に示す。付着強度比を比較するとケース 2 がケース 3 を上回っている。ケース 2 にはプライマー・パテの処理を行っていない。従って、錆の取り除き具合の方がプライマー・パテの処理よりも付着強度比に与える影響が大きいといえる。

平均最終荷重の差を比較する。電動ブラシで処理を行ったケース 1 とケース 2 の平均最終荷重の差は約 3.90KN である。ワイヤーブラシで処理を行ったケース 3 とケース 4 の平均最終荷重の差は約 2.90KN である。一方、プライマー・パテの処理を行ったケース 1 とケース 3 の平均最終荷重の差は約 5.70KN である。プライマー・パテの処理を行わなかったケース 2 とケース 4 の平均最終荷重の差は 4.70KN である。従って、錆の取り除き具合の方がプライマー・パテの処理よりも付着強度比に与える影響が大きいといえる。

5. 結論： プライマー・パテの処理よりも錆の除去処理の方が、CFRP シートと腐食鋼板の付着強度に及ぼす影響が大きい。

参考文献

- 1) 財団法人 土木研究センター：炭素繊維シートによる鋼製橋脚の耐震補強工法研究会報告書 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) 、平成14年7月
- 2) 富永温彦、藤澤伸光：高機能繊維シートによる腐食鋼板補強に及ぼす下地処理の影響、土木学会四国支部 第15回技術研究発表会 講演概要集、2009年5月

荷重－ひずみ曲線

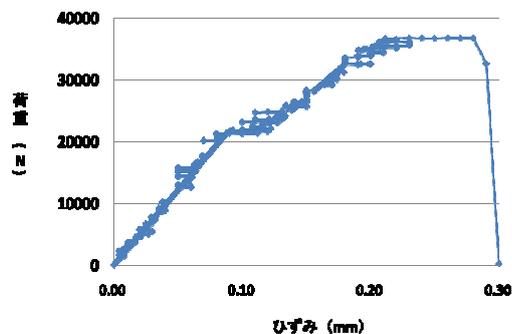


図 3 ケース 1

表 1 引張試験結果

試験体	平均最終荷重(KN)	付着強度比(%)
ケース1	34.0	72.4
ケース2	30.1	64.3
ケース3	28.3	61.6
ケース4	25.4	54.1