

接着剤により当て鋼板補強したプレートガーダーの曲げ耐荷力実験

広島大学 学生会員 ○福田 光央 広島大学 正会員 藤井 堅
西日本旅客鉄道 正会員 中山 太士 コニシ株式会社 正会員 堀井 久一

1. まえがき

鋼鉄道橋の補強方法は、現在、当て鋼板を高力ボルトで接着する工法が多い。しかし、高力ボルトによる接合が不可能な補強箇所も存在する。そこで、新たな補強方法として、腐食部に鋼板を接着剤で接着する工法（以下；鋼板接着工法）も有力と考えられる。いままでに平板の鋼板接着工法の補強効果は確認したが¹⁾、実橋梁を想定した桁での効果は明らかにされていない。

本研究では、腐食による減肉を模擬したフランジをもつI形鋼供試体を2体製作し、鋼板接着工法を適用した供試体の曲げ載荷実験を行い、補強効果を調べた。

2. 実験概要

2.1 実験供試体

本実験では、まくらぎ下腐食による減肉を模擬した供試体A（図-1）と下フランジが一様に減肉した供試体B（図-2）の計2体の供試体を製作した。供試体と当て鋼板の寸法諸元を表-1に示す。減肉区間は、供試体Aが200mm、供試体Bが600mmであり、元板厚から50%減肉させている。当て鋼板は18.6mmの鋼板を用いた。なお、供試体および当て鋼板ともに、鋼種はSS400である。

2.2 当て鋼板接着

当て鋼板は、減肉による強度低下分を当て鋼板に伝達できる接着面積を確保するために、式(1)から求められる定着長を確保した。

$$L \geq \frac{\sigma_y B (t_f - t_f')}{\tau_a b_a} \tag{1}$$

ここに、 σ_y は桁の降伏強度、 τ_a は接着剤のせん断強度を示す。本供試体では $L \geq 97.5\text{mm}$ であり、定着長は100mm確保した。また、当て鋼板の両端部には応力集中を緩和させるために、写真-1のような角度20度のテーパを設けている。

接着剤は、2液混合型金属接着用エポキシ樹脂系の接着剤を使用し、養生は実験棟内で温度管理は行わず、約20日間行った。

2.3 曲げ載荷実験

載荷は、図-1および図-2に示すように、2点支持2点載荷で、中央1000mmの区間を純曲げ状態とした。載荷に当たっては、横倒れ防止枠を取り付け、横倒れ座屈を防止した。

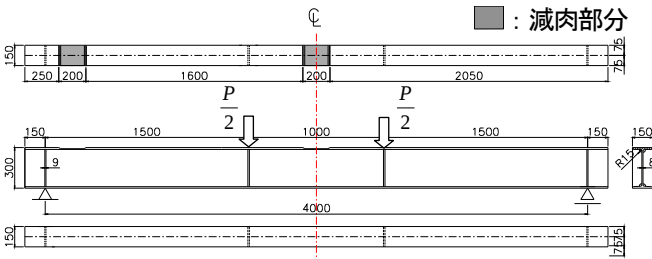


図-1 供試体A

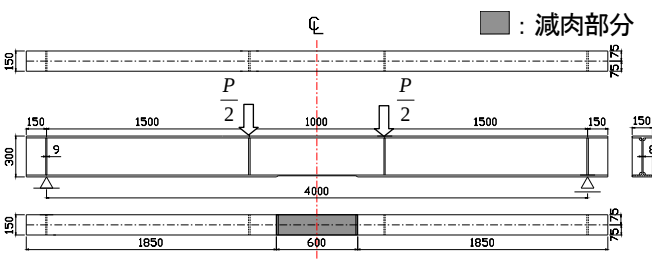


図-2 供試体B

表-1 供試体 寸法諸元

供試体A, B			当て鋼板		
				供試体A	供試体B
桁長	L	4300	板長	L _c	500 900
桁幅	B	150	板幅	b _c	150 150
桁高	H	300	板厚	t _c	18.6 18.6
支間長	L'	4000	単位: mm		
フランジ厚	t _f	13			
ウェブ厚	t _w	8			
減肉部フランジ厚	t _f '	6.5			

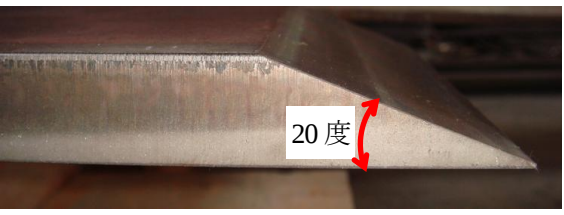


写真-1 当て鋼板テーパ一部

3. 実験結果

3.1 荷重 - たわみ関係

図-4 および図-5 に、荷重-たわみ曲線を示す。接着剤の剥離は、供試体 A では剛性の低下した後に、一方、供試体 B ではあまり剛性が低下しないうちに発生した。これは、供試体 A は、当て板が厚いために引張側のフランジが降伏し、剛性低下後に剥離が発生したが、供試体 B では、圧縮フランジが座屈する前に剥離したためである。供試体 B (図-5) をみると、載荷時の曲げ剛性は除荷時よりも大きく、当て鋼板の接着効果が確認できる。

3.2 曲げひずみ

支間中央断面における曲げひずみ分布を図-6 と図-7 に示す。図中、赤い実線は実験から求めた中立軸位置、破線は当て鋼板を含めた断面全体が有効と仮定して、はり理論から求めた中立軸位置である。供試体 A は、母材の引張フランジは降伏したが、供試体 B は、母材の圧縮フランジが降伏する前に当て鋼板の剥離が起きたことがわかる。図-6 中の当て鋼板両表面のひずみをみると、当て鋼板のひずみ勾配は、最高荷重付近では、桁の曲げひずみの勾配よりも大きい。これは、当て鋼板が局部的にたわんでいることがわかる。

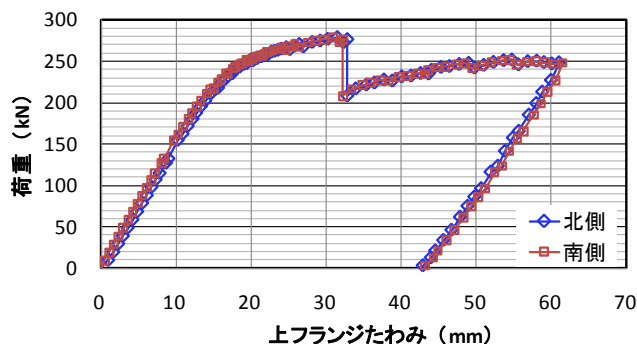


図-4 荷重 - たわみ曲線 (供試体 A)

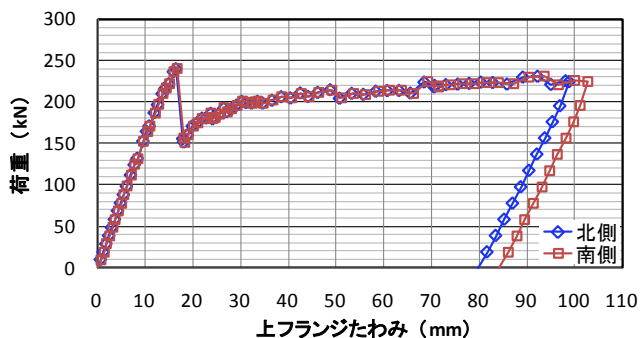


図-5 荷重 - たわみ曲線 (供試体 B)

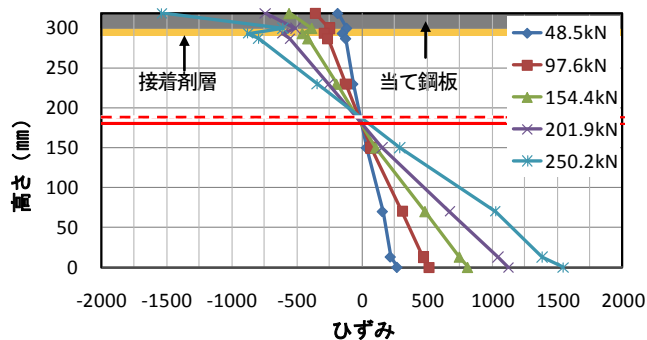


図-6 曲げひずみ分布 (供試体 A)

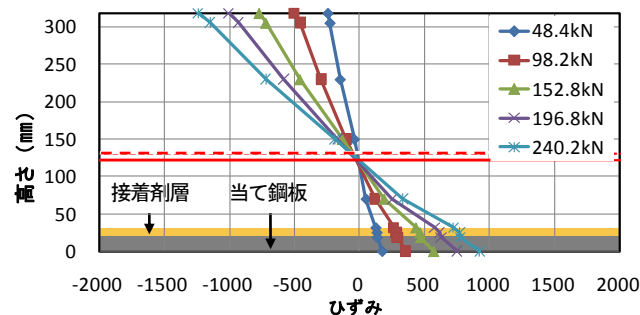


図-7 曲げひずみ分布 (供試体 B)

4. 当て鋼板のひずみ分布 (供試体 A)

供試体 A の支間中央部に接着した当て鋼板上面のひずみ分布を図-8 に示す。200kN を超えた辺りから、鋼板中央部のひずみが局所的に急増した。端部から徐々に剥離するような現象は見られなかったが、最高荷重付近になると、僅かであるがひずみが低下する箇所が現れ始め、最終的には脆性的に剥離した。これは当て鋼板の局所的な曲げ変形に起因する。

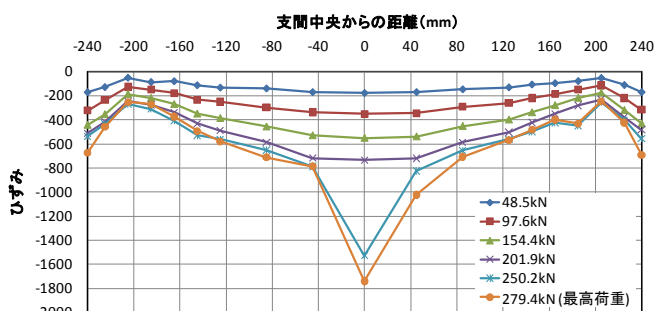


図-8 当て鋼板のひずみ分布

5. まとめ

本研究では、フランジが腐食減肉した場合の鋼板接着工法の効果を、曲げを受ける場合について実験的に調べ、圧縮、引張ともに補強効果があることを示した。どちらも接着剤の剥離により耐荷力が決まったが、圧縮側においてもフランジの局部座屈防止効果が期待できることがわかった。

参考文献

- 1) 森下太陽, 藤井堅, 若原直樹: 腐食鋼材の接着剤補修における性能回復効果の定量的把握, 鋼構造年次論文集, Vol. 17. pp. 637- 642, 2009