

経年鋼製ゲートの当板補強方法に関する撤去部材を用いた実験的検証

中国電力株式会社流通事業本部 正会員 森 賢太郎 広島大学大学院 正会員 藤井 堅
 広島大学大学院 正会員 植村 俊哉 福山大学 正会員 中村 雅樹

1. はじめに

鋼構造物の安全性を担保しつつ長寿命化を図るためには、腐食損傷に対する補修あるいは補強の効果を定量的に把握することが不可欠である。これまでに腐食を模擬した構造物部材の解析や耐荷力実験が行われているものの、経年した実構造物の残存耐荷力実験はまだ少なく、補修効果の確認実験は殆ど無い。そこで、本研究では実際に 40 年余り供用されていた鋼製ゲートから主桁を切り出し、当板補強¹⁻²⁾を施工して、その補修効果を検証した。

2. 実験概要

(1) 供試体概要

供試体は、図 - 1 に示すような、取替に伴い撤去したゲートから切り出した 3 本の主桁で、上フランジ上面には隅肉溶接されたスキムプレート（板厚：14mm）が残存している。主桁の鋼種は SM490 である。

(2) 補強方法

当板補強は、「隅肉溶接による当板補強」と「接着剤を用いた当板補強」の 2 つである。当板は、主桁下フランジの板厚と同じにして、支間中央部に取り付けた。当板の長さは、1,000mm である（図 - 1 参照）。

接着補強の接着剤は表 - 1 に示す 2 液混合型の金属接着用エポキシ樹脂系接着剤とし、接着後 14 日以上養生した。

(3) 計測項目

図 - 2 に、たわみおよびひずみの計測位置を示す。たわみは支間中央と両端の支承の 3 箇所、ひずみ（桁軸方向）は、支間中央より 300mm 離れた断面位置における板の両表面のひずみを計測した。また、主桁・当板間の荷重伝達を把握するため、当板と下フランジの軸ひずみを計測した。

(4) 載荷方法

載荷は、2 点単純支持、2 点載荷（図-2 参照）の単調載荷で、無補強（供試体 No.1）、隅肉溶接による当板補強（供試体 No.2）、接着剤による当板補強（供試体 No.3）の計 3 体について実施した。荷重増加につれて、圧縮フラン

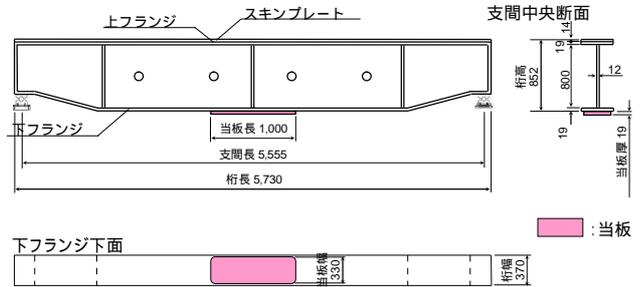


図 - 1 供試体および当板の寸法

表 - 1 接着剤の仕様・特性

品名	ボンドE258	
主剤	エポキシ樹脂	
硬化剤	変性脂環式ポリアミンポリアミドアミン	
混合粘度	150±50Pa・s (20)	
混合比	主剤：硬化剤 = 1:1 (質量比)	
可使用時間	約50分 (20 , 1kg)	
引張強度	規格値	20MPa以上
せん断強度		15MPa以上

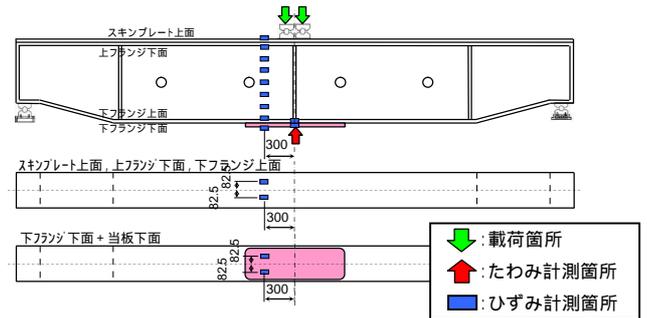


図 - 2 計測箇所

ジに大きなねじれ変形が発生し載荷が困難となったため、載荷を中止した。

3. 実験結果

(1) 荷重 - たわみ曲線

図 - 3 , 4 に各供試体の荷重 - 桁中央たわみ曲線を示す。

これらの図から、下フランジに当板補強した No.2 および No.3 供試体の剛性は、無補強の No.1 に比べ、幾分大きめであり、また荷重が 800kN までは No.2 , 3 の剛性がほぼ同じであることから、両補強方法とも補強効果があることがわかる。なお、接着剤補強の No.3 は、800kN 付近から徐々に剛性が低下し 1,100kN 付近で剥離した後は、無補強の No.1 と概ね一致している。このことから、荷重 800kN 付近から徐々にフランジ当板の剥離が進展していったと推察される。

(2) 曲げひずみ分布

支間中央から 300mm の位置の曲げひずみ分布を図 - 5, 6 に示す。図の縦軸はウェブ中央からの距離を示し、-400mm は下フランジの上面、-438mm は当板の下面の位置のひずみ値を示す。

図 - 5 では、当板補強した No.2 および No.3 供試体のひずみは、無補強の No.1 に比べてひずみが小さい。また、No.2, No.3 とともにほぼ同じであることから、600kN 時点では、溶接、接着剤ともに同等の補強効果があると判断できる。

一方、図 - 6 から、No.3 の剥離直前（荷重 1,104kN）のひずみ分布は、No.1 と No.2 のほぼ中間の値を示しており、剥離直後（1,115kN）では当板のひずみはほぼ 0 となっている。

これらの結果は、600kN を超えた以降に No.3 の当板が徐々に剥離を開始して当板の荷重分担割合が減っていき、1,115kN 時点で完全に剥離して当板補強の効果が失われたことを示す。

(3) 溶接・接着剤による当板の追随性

隅肉溶接や接着剤による当板への力の伝達性を「追随率（＝当板に生じるひずみ / 母材に生じるひずみ）」で評価した。追随率が 1 であれば、母材と当板は一体となって挙動していることを示す。当板と下フランジの接合面に取り付けたひずみ計測結果から求めた追随率を図 - 7 に示す。

溶接補強の場合は、追随率は 0.75 を最大値としてそれ以降は荷重増加に伴い徐々に減少している。一方、接着剤補強の場合も溶接補強の場合と同様に減少する傾向を示すが、追随率は最高で 0.9 であり溶接補強よりも大きい。これは溶接補強（No.2）が当板外周の溶接部分を介して荷重が伝わるのに対し、接着剤補強（No.3）では当板全面の接着剤層を介して荷重伝達されるためと考えられる。しかし、接着剤の場合、当板の剥離発生により追随性は急激に低下する。

4. まとめ

隅肉溶接、接着剤ともに当板を桁と完全に一体化させることは難しいものの両補強法とも曲げ剛性および曲げ耐力は無補強より大きく補強効果が期待できる。ただし、接着剤は剥離により耐力が急激に低下するため、補強に用いる場合は使用する荷重に対し十分な安全率を確保し、施工管理にも配慮する必要がある。

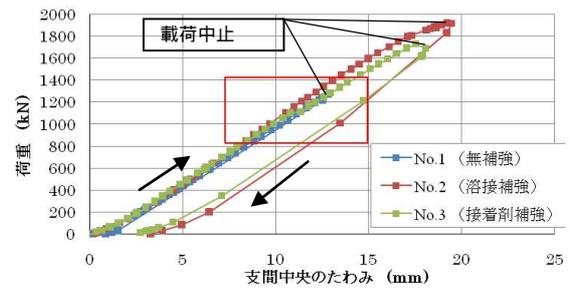


図 - 3 荷重 - たわみ曲線

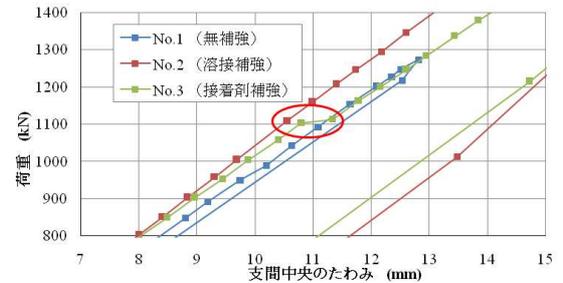


図 - 4 荷重 - たわみ曲線
(図 - 3 赤枠部の拡大)

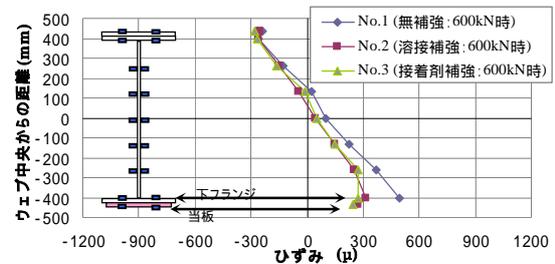


図 - 5 曲げひずみ (600kN 時)

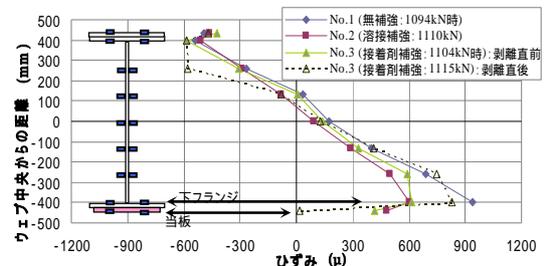


図 - 6 曲げひずみ (1,100kN 付近)

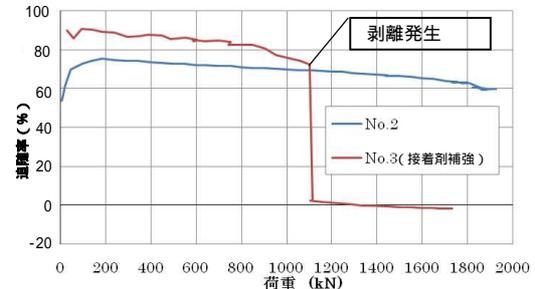


図 - 7 下フランジ当板の追随率

参考文献

- 1) 福田ら：鋼構造年次論文報告集，Vol.20, pp.413-418, 2012.11.
- 2) 森下ら：構造工学論文集, Vol.57A, pp.747-755, 2011.3.