

腐食した鈑桁の力学的挙動と補修効果に関する実験的研究

広島大学 学生会員 ○植村 俊哉
広島大学 学生会員 藤井 晴香

広島大学 正会員 藤井 堅
福山大学 正会員 中村 雅樹

1. はじめに

現在、腐食した構造物が多数存在しており、大きな社会問題となっている。経年構造物の性能評価は、精力的に研究されているが、腐食した実構造物の残存耐力実験例は少ない¹⁾²⁾。今回、腐食した2主鈑桁鋼鉄道橋の主桁の載荷実験を行ったので、その終局挙動および補修効果について報告する。

2. 実験供試体

約100年間供用され、撤去された鉄道橋から2体の主桁(I形鋼)を取り出した。橋梁は、橋長=5,320mm、支間長=5,030mm、主桁間隔=1,130mmで、主桁の高さ=495mmで、修繕履歴がある。2つの主桁の上フランジおよび下フランジにはカバープレートが隅肉溶接され、カバープレートの板厚は、上フランジは18mm、下フランジは15mmである。取り出した主桁のうち、供試体No.2は激しく腐食しており、図-1に示すように、支承部付近の下フランジ、ウェブ、端補剛材の一部を切断し、新規部材が溶接されている。さらに、新規下フランジと桁本体は板厚13mmの添接板(図-2)で接合されており、本体側は隅肉溶接、新規側は高力ボルトにより接合されていた。また、ウェブには板厚18mmのL形鋼板が当て板されており、桁のウェブと下フランジに高力ボルトで接合されていた(図-1参照)。図-3に3次元表面計測結果を示す。図に示すように、この桁は下フランジとウェブの接合線

に沿って激しく減肉しており、多くの孔が開いているのがわかる。

3. 耐力実験の概要

2本の主桁のうち、一つは際立った腐食は無く(No.1)もう一つの桁(No.2)は図-1のように激しく腐食していた。これらの桁に対して、2点支持2点載荷曲げ試験を実施した。

供試体No.1は終局状態まで単調載荷したが、供試体No.2については、供用中に取り付けられていたウェブの当て板による補強効果を確認するため、当て板が接合された状態(No.2-1)で300kN(弾性域)まで載荷した。さらに徐荷後、当て板を取り外して終局荷重まで載荷した(No.2-2)。

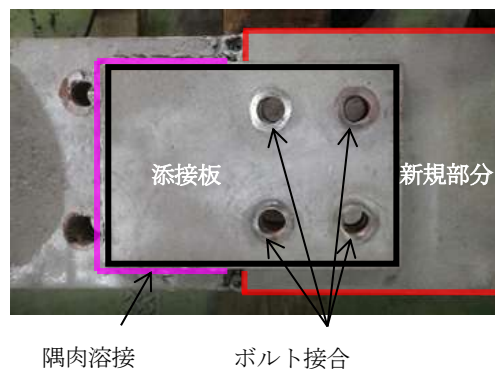


図-2 供試体 No.2 の添接板

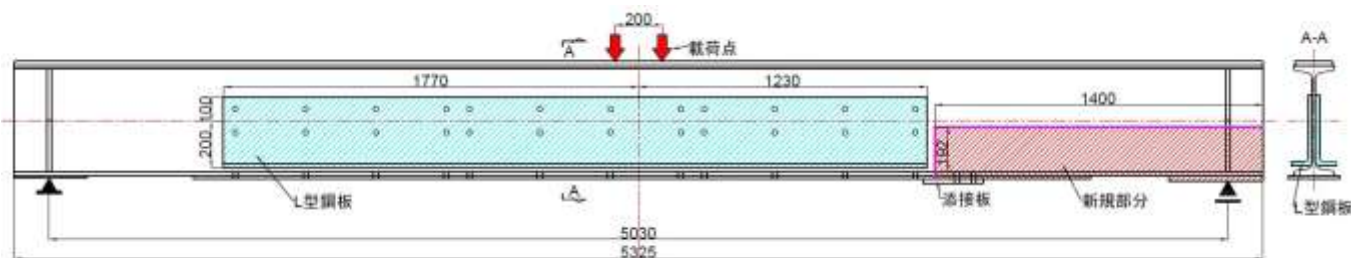


図-1 供試体 No.2

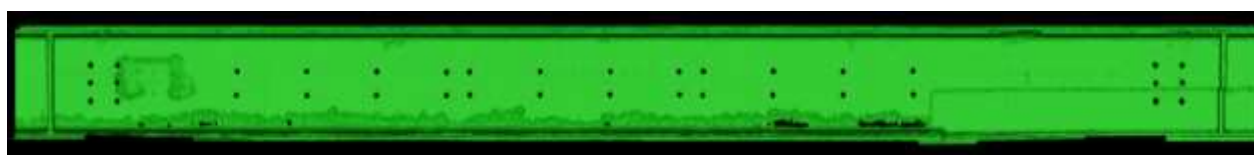


図-3 供試体 No.2 表面計測結果

4. 実験結果

4-1. 崩壊性状と荷重-たわみ関係

No.2-2 では、荷重が 600kN に達したとき、修繕された下フランジの突き合わせ溶接部（図-4：白枠）が破断した。破断後、再载荷したところ荷重は増加傾向を示したが溶接部の破断荷重までは上がらず、500kN 付近で亀裂がウェブまで達したため载荷を終了した。

図-5 に荷重-たわみ関係を示す。図から、No.2-1 はウェブの当て板により、曲げ剛性が大きくなっているのがわかる。完全合成としたはり理論とほぼ同じ剛性であるので、当て板は桁と一体化して挙動したと考えられる。

No.1（無腐食桁）と No.2-2（腐食桁）を比較すると、荷重が 400kN まではほぼ同じであるが、それ以上の荷重では、No.2-2 は塑性域の進展にともなってたわみが増加し耐力も小さい。

溶接部が破断した位置で、添接板（図-2）が降伏するときの荷重 P_y' （黒色破線）（ P_y' の算出には破断した下フランジ・カバープレートは耐力に寄与しないと仮定した。）を図-5 に示すが、No.2-2 の再载荷後の耐力力は、下フランジの下面の添接板の降伏によって決まっていると考えられ、添接板を当てたことにより致命的な崩壊が免れたといえる。

4-2. 曲げひずみ分布

荷重=300kN の曲げひずみ分布を図-6（左図）に示す。なお、上下縁のひずみはそれぞれフランジに溶接されたカバープレート表面のひずみである。

No.2-1 のひずみは、ウェブの当て板補強の効果により、ひずみ分布の傾きが大きく、また中立軸も移動している。これから、ウェブ部の当て板(L 形鋼板)は桁と一体化しているのがわかる。No.2-2（腐食桁）の場合、ひずみは概ね No.1（無腐食）と同じであるが、ウェブ中央から-200mm の位置のひずみが No.1 に比べて小さい。

図-6（右図）の断面の板厚分布から、この位置の板厚は大きく減肉しており、この付近のひずみは腐食に影響されているのがわかる。

5. 結論

①ウェブに高力ボルトを用いて L 形鋼板を取付ける場合、補修されたボルト本数程度で一体化されていれば、完全合成としたはり理論が適用できる。

②腐食した桁は、過去に補修されたフランジ溶接部から亀裂が生じて破断したものの、その下フランジ下面に接合された添接板によって桁の致命的な崩壊や大幅な耐力力の低下を防ぐことができた。

参考文献

- 1) 山口詩織, 藤井堅, 藤井真人, 山本正司, 上野谷実: 約 40 年経過した複合箱桁橋の力学的挙動, 構造工学論文集, Vol. 57A, pp. 1074-1086, 2011.
- 2) 名取暢, 西川和廣, 村越潤, 大野崇: 鋼橋の腐食事例調査とその分析, 土木学会論文集 No.668, I-54, 299-311, 2001.

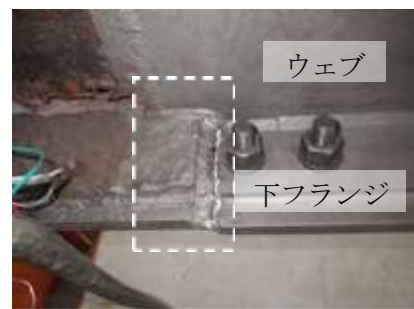


図-4 No.2-2 の破壊性状

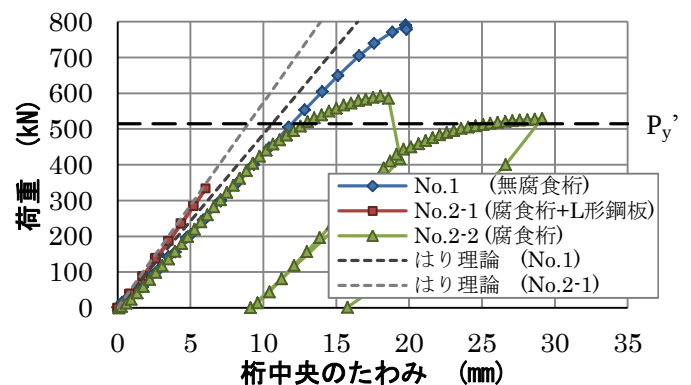


図-5 荷重-たわみ関係

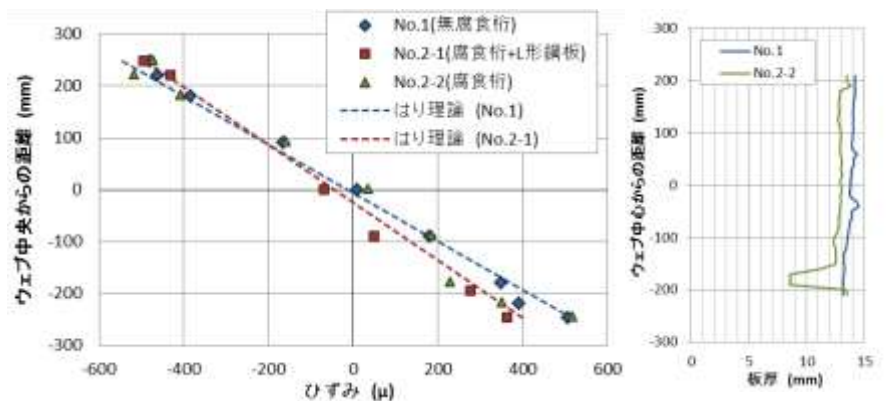


図-6 桁中央から 230mm 位置のひずみ分布（左図）と板厚分布（右図）