

樹脂材・鉄筋の複合化による腐食鋼板の耐荷力回復に関する研究

広島大学大学院	学生会員	○金山	惇志
広島大学大学院	フェロー会員	藤井	堅
IHI インフラ建設	正会員	岩崎	初美
広島大学大学院	学生会員	川野	純

1. 背景・目的

現在、腐食した鋼構造物の補修法の一つとして、接着剤を用いて鋼板などを添接する方法がある¹⁾。しかし、吊材・斜材の格点部、補剛材や付属物が多く取り付けいた主桁フランジ部などには当て板を設置できない場合がある。そこで近年、当て板補強の欠点を補う補修法として鉄筋及び金網筋と樹脂材を使用した補修方法が提案され、腐食鋼部材に対して性能回復効果が期待できることが明らかになってきた²⁾。しかし、樹脂材、金網筋それぞれにどの程度応力伝達が行われているか、など明らかになっていない未解決な部分が多い。本補修法の実用化のためには、補修法の設計式の確立が不可欠であり、多様な腐食損傷下における本補修法の適用性を把握すべきである。そこで、本研究では本補修法を適用した腐食鋼板の静的引張試験を実施する。このとき試験条件として腐食鋼部材の板厚や腐食損傷量等のパラメータを変化させ、本補修法の性能回復効果を確認し、設計式構築に向けた一資料を提案する。

2. 供試体概要

供試体は、Fig.1に示すように、母材（腐食鋼板）の腐食部を挟んでジベルを取り付け、金網筋をジベルと密着させるよう設置した後、樹脂材で一体化させたものである。母材は長さ1100mm、幅100mm、板厚12mmの鋼板を用い、中央に長さ250mmの腐食区間を設けた。Fig.2.1、Fig.2.2に示すように、腐食は一様乱数を用いた一様腐食型であるパターンⅠ、正規乱数を用いた局所腐食型であるパターンⅡの二種類を用いた。人工的に再現した腐食表面は、3次元座標計測を行い、同等のものであることを確認した。各試験体の断面平均板厚分布をFig.3に示す。これにより種々の補修条件の効果を定量的に把握することが可能となる。

ジベルと金網筋の設計概念は以下のようなものである。母材の最小断面積位置における欠損断面積を鉄筋及び金網筋の断面積で補う。ジベルの径および本数は、ジベルの降伏せん断強度が鉄筋あるいは金網筋の降伏強度以上とする。目的とする強度回復は、無腐食状態の母材全強の95%とした。

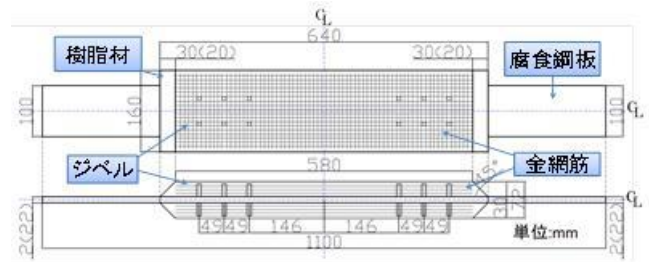


Fig.1 供試体概要

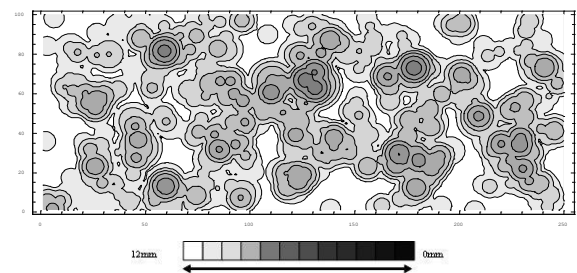


Fig.2.1 腐食パターンⅠの腐食表面再現モデル

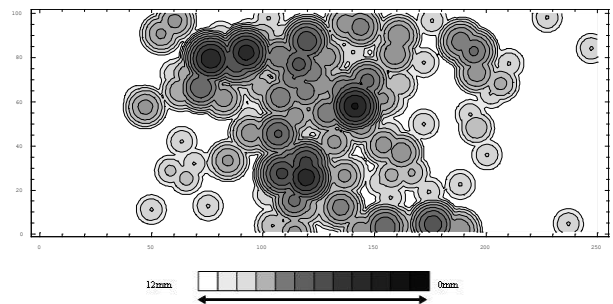


Fig.2.2 腐食パターンⅡの腐食表面再現モデル

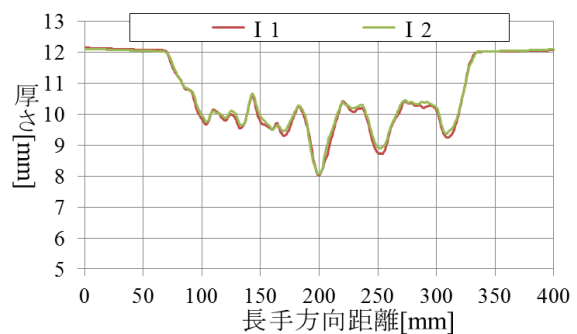


Fig.3 各試験体の腐食区間の断面平均板厚分布

3. 実験結果

供試体は、タイプ A(母材の板厚 12mm, 腐食タイプ I), タイプ B(母材の板厚 22mm, 腐食タイプ I), タイプ C(母材の板厚 12mm, 腐食タイプ II)の 3 種類である。

Fig.4.1, Fig.4.2 に破壊性状を, Fig.5 に荷重-変位 (供試体の伸び) 曲線を示す。金網筋を用いた供試体と鉄筋を用いた供試体とは破壊性状が異なる。金網筋を用いた供試体では樹脂材にひび割れが発生した箇所に応力が集中し、その箇所 で金網筋と母材が破断した。鉄筋を用いた供試体では、金網筋を用いた場合より小さい荷重でひび割れが発生するが、ひび割れ箇所 で鉄筋がすぐに破断するのではなく、樹脂材の他の位置に多くのひび割れが発生する。これは鉄筋の付着特性に起因する。

Fig.6 に各供試体の降伏荷重を棒グラフに、無補強の供試体である A-1, B-1, C-1 の降伏荷重及び無腐食の供試体である A-0, B-0 の降伏荷重を横に引いた直線で示す。図より、タイプ A の供試体に対して、B-3 及び C-2 でも同等の降伏荷重の回復が得られたことがわかる。また C-2 に着目すると、タイプ C の無補強の供試体の降伏荷重は、タイプ A の無補強のものよりも小さい。しかし、補修を行った供試体では同等の降伏荷重を得られている。全てのタイプの供試体で、補修による無腐食の供試体の降伏荷重までの回復効果が得られた。

Fig.7 に荷重が 300kN 時の母材の補強区間のひずみ分布を示す。図より腐食区間でのひずみが低減されていることがわかる。またジベル位置周辺でひずみが大きくなっていることより、降伏時の母材の降伏箇所は健全部のジベル位置であると予想される。これは樹脂材のみによる補強の A-7 にも言える。降伏荷重及びひずみ分布のグラフから、供試体全体が降伏するときの母材の降伏箇所が健全部であることが判明した。よって、供試体全体の降伏荷重は健全部の降伏荷重と等しくなると言える。またこのことより、樹脂のみを用いた供試体 A-7 が金網筋及び鉄筋を用いた供試体の降伏荷重と同等の値を示すことが説明できる。

まとめ

- ①樹脂材と金網筋及び鉄筋を用いた補修法により、無腐食の場合の母材降伏強度までは強度回復は可能である。
- ②異なる板厚及び腐食表面に対しても、同等の強度回復効果が得られたことより、本稿で示した補修のための設計概念が適用できる。
- ③樹脂部のひび割れ発生状況から、鉄筋は金網筋より応力伝達に優位性があると考えられる。

謝辞 本研究を進めるにあたり、コニシ株式会社堀井氏には樹脂材の選択など多大な協力を賜りました。ここに記して謝意を表します。



Fig.4.1 金網筋を用いた供試体の破壊性状



Fig.4.2 鉄筋を用いた供試体の破壊性状

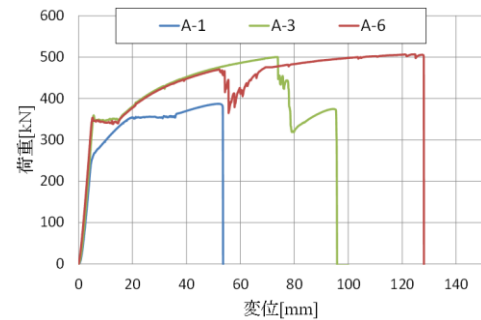


Fig.5 荷重-変位曲線

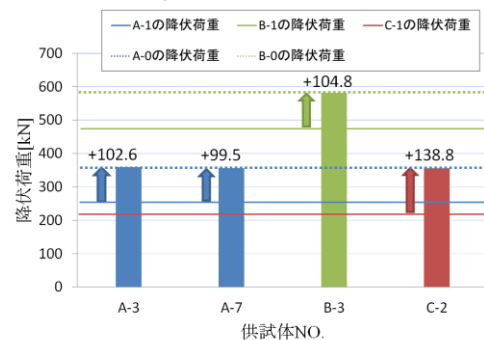


Fig.6 降伏荷重

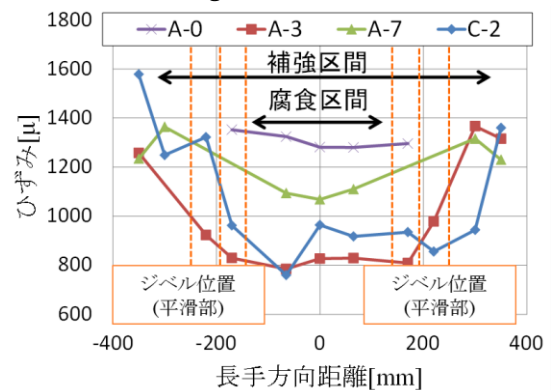


Fig.7 ひずみ分布(300kN)

参考文献

- 1) 植村有馬: 鋼板接着工法により補修された腐食鋼板の強度におよぼす繰り返し荷重の影響, 卒業論文, 広島大学, 2011
- 2) 川野純: 樹脂材と金網筋を用いた腐食鋼部材の補修に関する研究, 卒業論文, 広島大学, 2012