

腐食が原因で取替えられた鋼橋の耐荷力およびその評価

東京工業大学 学生会員 永澤 洋 東京工業大学 正会員 市川 篤司
東京工業大学 正会員 佐々木 栄一 東京工業大学 フェロー 三木 千壽
横河ブリッジ 正会員 名取 暢

1. はじめに

戦後の高度成長期に建設された土木構造物の多くは建設後30～40年が経過し、現在その耐久性の評価が重要な課題になっている。特に鋼橋においては、腐食は疲労とともにその耐久性を左右する最も大きな要因になっている。そこで本研究では腐食が原因で架け替えとなった橋梁から採取した実験モデルを用いて、実験及び解析により腐食が耐荷力にどのような影響を及ぼすかについて検討を行った。

2. 対象橋梁の概要

試験体は、日本海沿岸数十mに所在し、25年の供用後に上部構造の腐食が原因で架け替えとなった橋梁（形式：1径間単純活荷重合成鈹桁、橋長：32.5m、幅員：8.00m）から採取した。本研究では腐食の激しい支点部に着目し、試験体は海側及び山側の図1に示す位置から採取した。なお、本橋には主要部材に塗装仕様の耐候性鋼材（SMA490P）が用いられている。

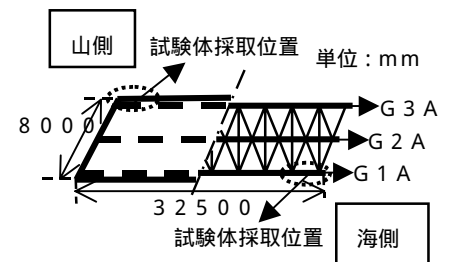


図1：試験体採取位置図

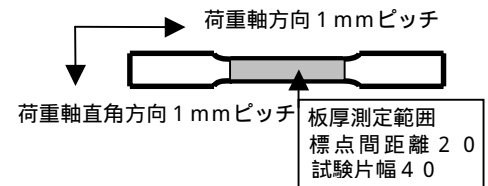


図2：板厚測定密度 単位：mm

3. 静的引張試験

腐食が鋼材の引張強度に及ぼす影響を把握するために、図1に示す位置の下フランジよりJIS1A号試験片*12本を採取して、レーザー式板厚計を用いて試験片評点間を1mm間隔で測定後（図2参照）静的引張試験を実施した。なお採取した試験片のうち4本は腐食材との比較のため平滑仕上げを施した。

4. 板厚測定結果及び引張試験結果

レーザー式板厚計による板厚測定結果を表1にまとめる。腐食は海側のG1A桁から採取した試験片で最大7mm程度、山側のG3A桁から採取した試験片で最大4mm程度であった。試験片破断位置は、すべての試験片において試験片荷重軸直角方向断面の最小断面積を与える断面位置とほぼ一致した（図3参照）。そこで、これまでの研究例1)2)を参考に最小断面の断面積で降伏点及び引張強度を評価した。図4、5に示すように最小断面の平均板厚を等価板厚とすれば、腐食鋼材の残存引張強度を推定できることがわかる。

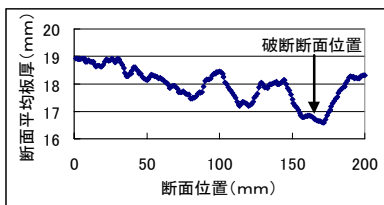


図3：破断位置一例

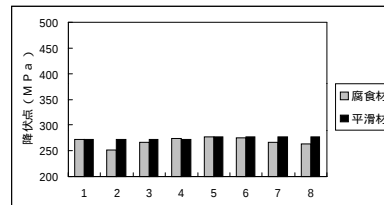


図4：等価板厚の評価（降伏点）

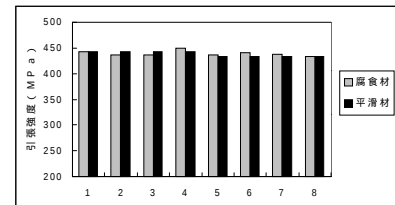


図5：等価板厚の評価（引張強度）

表1：板厚測定結果

	試験片1	試験片2	試験片3	試験片4	試験片5	試験片6	試験片7	試験片8
試験片採取主桁	G1A	G1A	G1A	G1A	G3A	G3A	G3A	G3A
元板厚（mm）	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
平均板厚（mm）	17.9	17.3	16.7	16.3	19.9	19.6	19.6	19.4
最大板厚（mm）	19.8	19.8	19.0	18.4	20.7	20.7	20.7	20.7
最小板厚（mm）	15.4	15.4	14.7	14.0	18.4	18.1	18.4	16.7

キーワード：鋼橋、腐食、耐荷力

連絡先：〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1

5．桁端支点部載荷試験および解析

本研究では腐食が最も激しく進行している桁端支点部に着目し、その耐荷力を把握するために、実橋の端支点部をそのまま用いて静的圧縮試験を実施した。試験体の諸元を図6に、支点条件を図7に示す。

また、腐食の進行した桁の耐荷力を解析によりどの程度評価できるかを把握するために、非線形弾塑性解析を行った。解析にはシェル要素を用い、モデル化に際しては初期不整を考慮した。

6．実験及び解析結果

載荷試験に先立ち、レーザー式変位計を適用し腐食状況調査を行った。その結果をもとに作成した各試験体の腐食マップをそれぞれ図8、図9に示す。腐食は海側に面していた試験体（G1A-B）の方が進んでおり、下フランジが最も激しく、次いで端補剛材、腹板の順であった。

実験結果、解析結果及び道路橋示方書より有効幅を考慮して柱として算出した場合の耐力算定結果及び設計耐力を図10にまとめる。有効幅を考慮した耐力算定は試験体有効断面の測定平均板厚を用いて行った。

図10より腐食の進んだG1A-Bの最大耐力は、G3A-Bの80％程度であった。これは、有効断面の平均板厚の比とほぼ一致する結果となった。また、両試験体とも未だ設計耐力を上回る耐力を保有しており、その耐力は道路橋示方書による耐力算定値と比較的よく一致した。解析結果と実験結果を比較すると、その耐荷力の値は解析値が実験値を上回っており、その挙動が異なる結果となった。その原因としては腐食による偏心及び残留応力の影響が考えられるが、さらに検討が必要である。

7．結論

腐食が原因で架け替えとなった橋梁の端支点部の残存耐力は、今回の腐食の程度では設計耐力を大幅に上回っている。また、有効断面における測定平均板厚を用いた場合の耐力算定値と比較的よく一致した。

有限要素解析で精度良く耐荷力を評価するためには、残留応力や偏心の影響などの面からの検討が必要と考えられる。

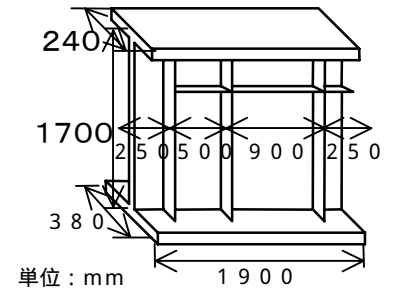


図6：試験体諸元

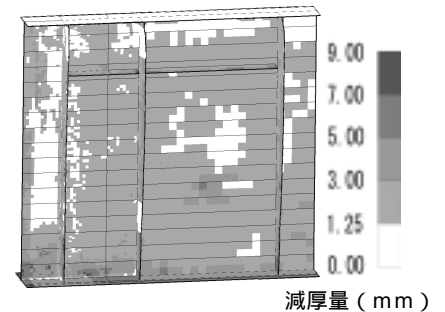
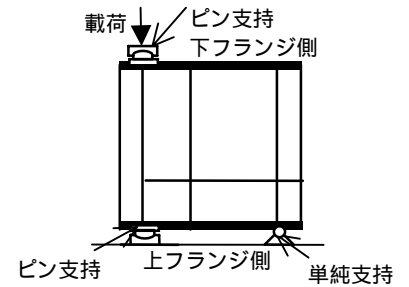


図8：腐食マップ（G1A-B）

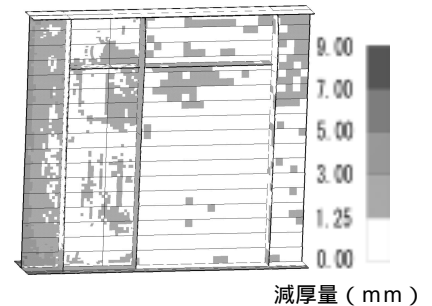


図9：腐食マップ（G3A-B）

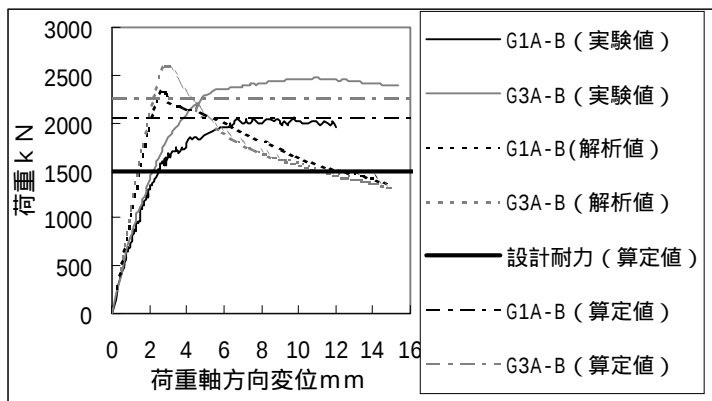


図10：実験・解析及び耐力算定結果



図11：座屈状況図（全体図） 図12：座屈状況図（拡大図）

参考文献：1）松本、白井、他：腐食部材の有効板厚評価法の一提案、橋梁と基礎VOL.23、No12、1989

2）大野崇、名取暢、稲田育郎：腐食部材の健全度評価に関する研究、横河ブリッジグループ技報

3）土木学会：座屈設計ガイドライン