

桁端部に腐食が生じた鋼 I 桁橋の解析的検討

環境社会基盤工学専攻 2 年 小林嵩央
指導教員 岩崎英治

1. はじめに

日本は高度成長期から半世紀が経ち、多くのインフラが過渡期を迎えている。その中の 1 つである橋梁は、1950 年以降に集中的に建設されており、現代の日本には橋梁が約 73 万橋も確認されている。また、これらが建設後 50 年を経過した橋梁全体の割合は 34% (約 248,200 橋) に対して、10 年後の 2032 年には、59% (約 430,700 橋) の橋梁が、供用年数 50 年を超えることが予想されており、現代の日本では長期間供用による橋梁の腐食損傷事例が数多く報告されている¹⁾。

中でも、鋼 I 桁橋の桁端部は、荷重が集中する支点を有しており、支点上補剛材の設計やウェブの有効断面積の設定など鋼橋の安全性を照査するうえで重要な箇所である。しかしながら、凍結防止剤の飛散や損傷した伸縮装置からの漏水等により、腐食しやすい部位として着目されている。こういった理由から、腐食した桁端部に着目した支点部耐力に関する研究が多く行われてきた。

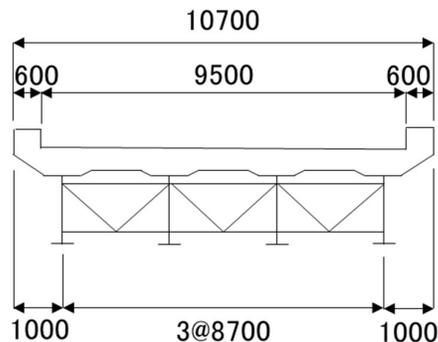
しかし、既往の研究²⁾³⁾では支点部耐力の低下に中央側ウェブの腐食長さの違いが及ぼす影響が少ない理由が詳述されていない、腐食パラメータとして鉛直補剛材間隔であるパネル幅全幅を腐食させているケースは少ない、ウェブと支点上補剛材両方の欠損が支点部耐力に与える影響が大きい理由が詳述されていないことが挙げられる。

2. 研究目的

本研究では、桁端部の支点部耐力低下の原因を解明し、各部材や腐食パラメータが支点部耐力に及ぼす影響について検討する。

3. 対象橋梁

対象橋梁は、土木構造物標準設計に記載されている支間 30m、幅員 9.5m の単純非合成 4 主鋼 I 桁橋の外桁とした。対象橋梁の諸元及び断面図を図-1 に示す。



上部工形式	単純非合成4主鋼I桁橋
支間長	30.0m
幅員	9.5m
主桁	4主桁 高さ1.8m
設計荷重	B活荷重
鉄筋コンクリート床版厚	250mm
アスファルト舗装厚	60mm

図-1 単純非合成 4 主鋼 I 桁橋の諸元

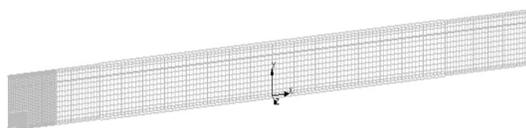


図-2 解析モデル

4. 解析概要

本研究の解析モデルを図-2 に示す。モデル化は主桁、上下フランジを 4 節点 shell 要素でモデル化した。shell 要素のサイズは 3 種類で、腐食部は約 22mm の四角形、腐食部から 3 パネルまでは約 40mm の四角形、それ以外は約 180mm の四角形を基本サイズとして要素分割を行った。支承は棒部材で再現しており、境界条件は可動及び固定で与えた。また、荷重パターンは、活荷重及び死荷重(床版・鋼桁)を弧長増分法で増分させピークを算出し、増加量は荷重倍率 α を用いて表した。また、横倒れ座屈防止のため支間中央及び支点上上フランジの橋軸直角方向を固定している。

5. 解析ケース

解析モデルでは外桁の桁端部の腐食を想定しており、腐食の形状として文献4)を参考に一番発生確率が大きい形状とした。また、腐食パラメータは、腐食高さ a ・腐食長さ b ・減肉率 c の3種類とした。本解析ケースは、基本解析ケースと追加ケースの2種類で、腐食高さ a は、ウェブ高さの25%である450mmを基本サイズとして固定、腐食長さ b は、鉛直補剛材間の1パネル分(833mm)を最大として4分割、腐食率 c は、基本25%~75%で、板厚の両側から均一になるよう減肉し解析を行った。追加ケースは、基本解析ケースだけでは考察しきれない部分を補填する形で解析を行った。

6. 解析結果

図-3より、減肉率30%を境として、減肉率30%までは横ばいで最大荷重倍率に及ぼす影響はほとんど確認できないが、減肉率30%以降は減肉率が増加すると最大荷重倍率は約0.2倍減少する。また、減肉率が増加するとウェブの面外変形開始倍率もそれに伴い減少する。図-4より、腐食長さに関係なく、荷重倍率はほとんど同じであり、低下の傾向も変わらない。また、支点上の鉛直補剛材及びウェブの腐食長さ「パネル幅1/4」の腐食で、「パネル幅4/4」のパネル幅全幅の腐食と近い影響を与えることが確認できた。図-5より、「ウェブ・下フランジ」と「ウェブ」の腐食から、下フランジの腐食が及ぼす荷重倍率への影響はほとんど変わらないこと。また、図-6より、支点部耐力を大幅に低下させる原因として、ウェブと支点上の垂直補剛材、両方の腐食からなる、支点上の十字ねじれが関係していることが確認できた。

7. まとめ

本論文では、中央側ウェブの腐食は腐食長さが「パネル幅1/4」の腐食で、「パネル幅4/4」のパネル幅全幅の腐食に近い影響を与えること。腐食長さがそれ以上の範囲で腐食したとしても、支点部耐力への影響はほとんど変わらないこと。また、支点部耐力を大幅に低下させる原因として、ウェブと支点上の垂直補剛材、両方の腐食からなる、支点上の十字ねじれが関係していることを示した。

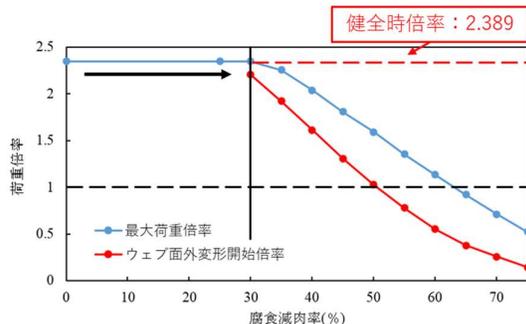


図-3 荷重倍率と腐食減肉率の関係
(腐食高さ a :450mm, 腐食長さ b パネル幅: 2/4)

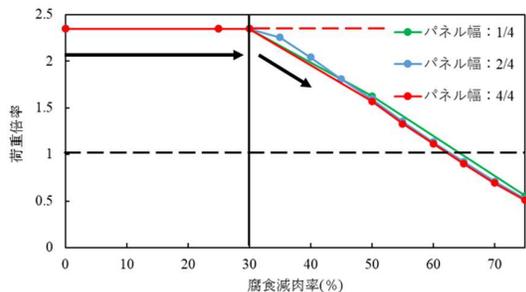


図-4 荷重倍率と腐食減肉率の関係
(腐食高さ a :450mm, 腐食率 c :75%)

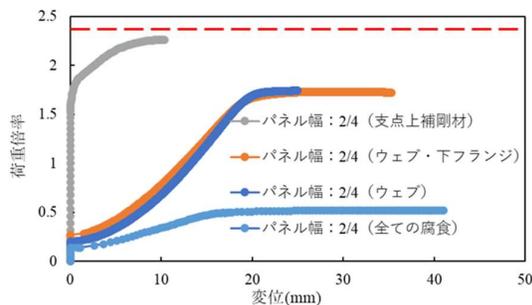


図-5 最大荷重倍率と変位の関係
(腐食高さ a :450mm, 腐食率 c :75%)

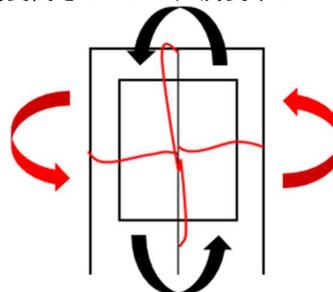


図-6 パネル幅: 2/4 (全ての腐食)
最大荷重時の平面図 (イメージ)

参考文献

- 1) 白戸真大, 藤田裕士, 高橋慶: 橋梁の架替に関する調査結果(V), 国土技術政策総合研究所資料第1112号, 2020年6月
- 2) 山口栄輝, 赤木利彰: 腐食した鋼I桁橋の支点部耐力に関する考察, 構造工学論文集 Vol. 59A 2013年3月
- 3) 臼倉誠, 宮下剛, 佐々木栄一, 三ツ木幸子, 山崎努, 杉山俊幸: 腐食損傷を有する鋼I桁端部の耐力推定方法に関する一検討土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 73, No. 3, 560-578, 2017
- 4) 玉越隆史, 中州啓太, 石尾真理, 武田達也, 水津紀陽: 鋼道路橋の局部腐食に関する調査研究, 国土技術政策総合研究所資料第294号 2006年1月