

桁端部が腐食した小規模鋼鈑桁の耐荷力評価に関する検討

山口大学大学院 学生会員○志賀皓太 井上龍一
日本ファブテック 正 会 員 中尾圭佑
山口大学大学院 正 会 員 麻生稔彦

1. はじめに

鋼橋の桁端部は腐食が多く発生する箇所であり、防食措置が不十分な橋梁では、定期点検時に深刻な腐食損傷が確認される場合がある。地方自治体が管理する鋼橋は小規模な鈑桁橋が多く¹⁾、このような橋梁で腐食損傷が生じると、通行の可否を決定するため、耐荷力評価を行う必要がある。しかし、維持管理費用と土木技術者数が不足する地方自治体では迅速な対応は困難と考える。そこで本検討では、桁端部が腐食した小規模鋼鈑桁橋の主桁が有する耐荷力と腐食程度との関係を検討し、橋梁管理者の措置判断を支援する資料の作成を目的とする。

2. 解析概要

対象橋梁は市町村管理下にある橋長 6.7m、有効幅員 5.0m の 3 主桁鋼鈑桁橋である。平面図を図-1 に示す。橋梁調査の結果、図-1 に示す赤枠部において、図-2 に示す腐食損傷が見られた。ウェブと補剛材の下部では塗装が失われ、部材板厚も減少していた。対象橋梁は合成桁橋か否か不明であるが、非合成桁橋であっても長期間経過すると合成挙動を示す事が明らかとなっている²⁾ため、本検討では合成桁橋とした。

本検討では図-3 に示す G1, G3 の部分桁モデルを作成し、耐荷力を検討した。主桁はシェル要素、床版は有効幅分をソリッド要素でモデル化しており、床版の桁端側の面は、橋軸直角方向の変位を拘束した。材料特性を表-1 に示す。主桁鋼材(SS400)の構成則はバイリニアの応力-ひずみ関係とした。支承部は支点上補剛材直下とし、支承機能が低下した橋梁の挙動をよく表すことができるとされる³⁾両端ピン支持とした。

本検討では図-2 で見られた腐食損傷の状況を参考に表-2 に示す腐食パターンを G1, G3 それぞれに反映させ、黄色で示した腐食範囲内の残存板厚率 t/t_0 を 75%, 50%, 25% と変化させた際の耐力を検討した。ここで、残存板厚率とは残存板厚 t を健全状態時の板厚 t_0 で除したものである。表-2 において、腐食パターン A, B は実橋においてウェブ、補剛材それぞれで板厚減少が確認された範囲を反映させており、板厚減少が生じる箇所と耐荷力との関係について検討する。腐食パターン C, D では腐食パターン A, B の腐食範囲に加え、ウェブの貫通孔および垂直補剛材の切り欠きを設けることで断面欠損を再現しており、断面欠損の有無と耐荷力との関係について検討する。

想定荷重は、死荷重および A 活荷重とし、A1 側の支点上せん断力が最大となるよう載荷する。また、等分布荷重 p_l は倍率 α を弧長増分法によって変化させ、耐荷力を検討した。耐荷力の評価は、主桁のミーゼス応力が降伏応力を超えた際の使用限界活荷重倍率 α_y と、主桁が最大耐力に達した際の終局限界活荷重倍率 α_u によって評価する。

キーワード 桁端部, 耐荷力, 腐食, 残存板厚率

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL 0836-85-9323

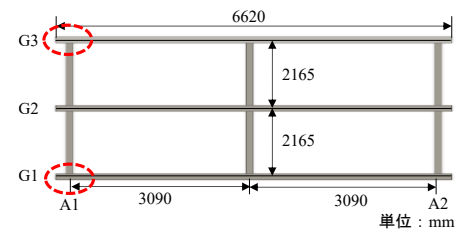


図-1 平面図



図-2 実橋の腐食損傷

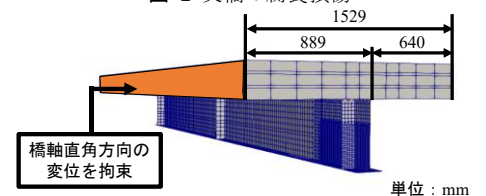


図-3 解析モデルの例(G1)

表-1 材料特性

部材名	材質	ヤング率 (N/mm ²)	ひずみ硬化係数 (N/mm ²)	ポアソン比
鋼材	SS400	2.0×10^5	2.0×10^3	0.30
床版	コンクリート	2.5×10^4	-	0.25
鉄筋	SD295	2.0×10^5	-	0.30

表-2 腐食パターン

腐食パターン	A	B	C	D
G1				
G3			欠損なし	
残存板厚率 t/t_0	75%, 50%, 25%			

3. 解析結果

部分桁モデルに腐食パターン A~D を反映させ、耐荷力の検討を行った。図-4 に腐食パターン A, B における t/t_0 と α_y および α_u の関係を示す。腐食パターン A と B を比較すると、腐食パターン A の α_y と α_u は腐食パターン B を下回る。これは、降伏箇所はどちらもウェブの支承部近傍であるため、ウェブ板厚が減少する腐食パターン A では応力集中の影響を強く受けたためであり、終局時にはウェブの板厚減少箇所毎で耐荷力に与える影響は異なり、補剛材よりもウェブで板厚減少した場合の方が耐荷力は低下することが示された。

図-5 に腐食パターン A, C における t/t_0 と α_y および α_u の関係を、図-6 に腐食パターン C における $t/t_0=25\%$ 時の応力コンター図を示す。腐食パターン A と C を比較すると、腐食パターン C の α_y と α_u は腐食パターン A を下回る。これは図-6(a) に示すように、低荷重で腐食孔近傍に応力集中が生じることでウェブの支承部近傍よりも先に降伏応力に達したためであり、終局時には図-6(b) に示すように、腐食孔近傍で局部座屈が生じていた。このことから、ウェブで断面欠損が生じた場合、板厚減少のみの場合よりも耐荷力は低下することが示された。

図-7 に腐食パターン B, D における t/t_0 と α_y および α_u の関係を示す。腐食パターン B と D を比較すると、G3 では α_y と α_u がほぼ一致したのに対し、G1 では腐食パターン D の α_y と α_u が下回る。これは G1 では腐食した補剛材の大部分が断面欠損しており、健全な反対側の補剛材とウェブの受け持つ荷重が腐食パターン B よりも増大したためである。このことから、補剛材で断面欠損が生じた場合には、欠損規模が大きければ板厚減少のみの場合よりも耐荷力は低下するものの、欠損規模が小さければ板厚減少のみの場合と同等の耐荷力になることが示された。

4. まとめ

本検討の結果、補剛材に腐食損傷が生じた場合よりも、ウェブで腐食損傷が生じた場合の方が耐荷力に与える影響が大きく、ウェブにおいて断面欠損を伴う激しい腐食損傷が生じると耐荷力は大きく低下することが示された。そのため、定期点検の際にウェブに断面欠損が生じており、残存板厚率が低下していた場合には詳細な調査および補修が必要であろう。

参考文献

- 1) 国土交通省：メンテナンスについて，社会資本整備審議会，第 57 回基本政策部会資料 2，2016。
- 2) 三木千壽，山田真幸，長江進，西浩嗣：既設非合成連続桁橋の活荷重応答の実態とその評価，土木学会論文集，No.647/I-51，pp281-294，2000。
- 3) 山村浩一，出戸秀明，岩崎正二：支承機能低下が既設鋼合成 I 桁橋に及ぼす影響度について，構造工学論文集，Vol.56A，pp.701-709，2010。

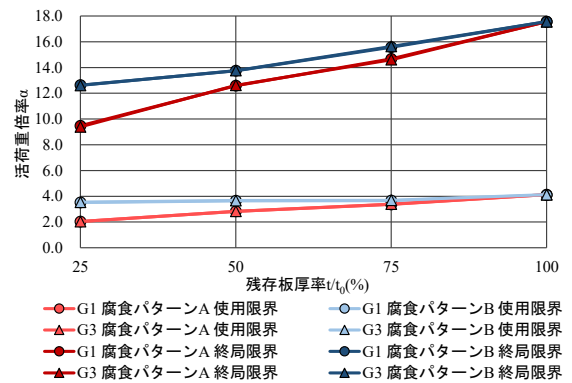


図-4 腐食パターン A, B における t/t_0 と α_y および α_u の関係

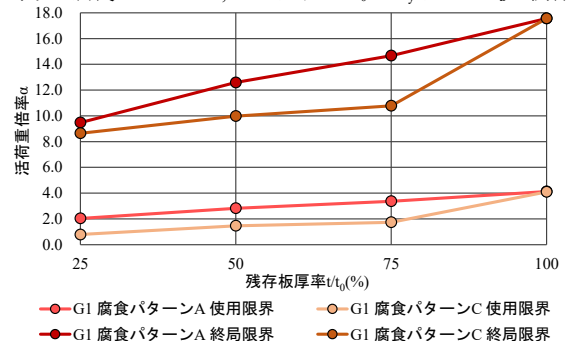


図-5 腐食パターン A, C における t/t_0 と α_y および α_u の関係

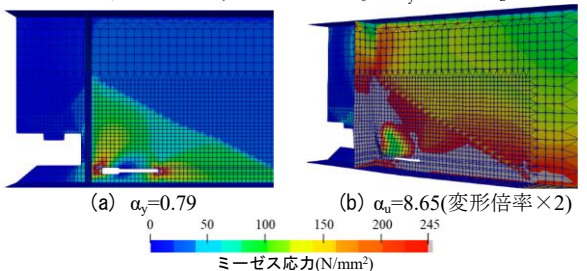


図-6 腐食パターン C における応力コンター図($t/t_0=25\%$)

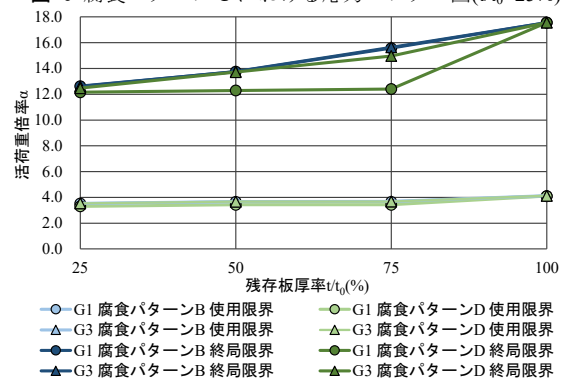


図-7 腐食パターン B, D における t/t_0 と α_y および α_u の関係