

端部腐食が生じた小規模鋼鈹桁橋の耐荷力評価に関する検討

山口大学大学院 学生会員 ○中尾 圭佑
山口大学大学院 正会員 麻生 稔彦

1. はじめに

現在、日本国内の橋梁のうち約 48 万橋は全国の市町村の管理下にあり、その約 8 割が橋長 15m 未満の小規模橋梁である。さらに全国の架設後 50 年以上が経過した橋梁の約 5 割は市町村が管理しているため、今後、小規模橋梁の経年劣化が増加していくと考えられる。鋼橋の経年劣化では腐食が代表的な損傷であり、特に桁端部では損傷事例が多数報告されている。桁端部に腐食を受けた鋼板桁橋の耐荷力の検討は安全性の観点から重要であるが、小規模鋼橋を対象に検討した例は少ない。そこで本研究では桁端部腐食を有した小規模鋼鈹桁橋の耐荷力について解析的に検討する。

2. 対象橋梁

解析対象とする橋梁は橋長 10.7m の 2 主桁鋼鈹桁橋である。諸元を表-1、断面図を図-1、平面図を図-2 に示す。本検討では橋梁全体モデルと主桁 G1 のみの主桁単独モデルを作成し、橋梁全体および鋼鈹桁が保有する耐荷力について検討した。構成要素は床版とゴム支承をソリッド要素、主桁をシェル要素とし、主桁の使用鋼材は SS400 とした。また主桁は材料非線形性を考慮するため、応力-ひずみ関係を完全弾塑性とし、非線形解析を行った。

3. 解析方法

3.1. 解析条件

本研究では主桁に生じるミーゼス応力と使用鋼材の降伏点 (235N/mm²) を比較することで耐荷力評価を行った。荷重は死荷重および A 活荷重を支点上のせん断力が最大となるように載荷し、等分布荷重 p_1 の倍率 α を変化させて耐荷力を検討した。

3.2. 腐食損傷の再現

対象橋梁の A1 側 G1 桁端部のウェブおよび支点上補剛材には図-3 に示すような激しい腐食損傷が生じていた。そこで、腐食が生じた範囲を両モデルに反映し、範囲内の残存板厚率 t/t_0 を減少させることで実際の腐食損傷を再現した。表-2 に示す解析ケース I では、腐食パターン A はウェブのみ、腐食パターン B では支点上補剛材のみの腐食範囲を反映させて、板厚減耗が生じた際の両モデルの耐荷力に与える影響を検討した。表-3 に示す解析ケース II では、腐食パターン A, B と同様の腐食範囲に加え、貫通孔や切り欠きといった欠損状態を反映させて、板厚減耗と部材欠損が同時に生じた際の両モデルの耐荷力に与える影響を検討した。

キーワード 鋼鈹桁橋, 腐食, 耐荷力

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

表-1 橋梁諸元

形式	2主桁鋼鈹桁橋
支間長	10.7m
有効幅員	2.5m
床版	鉄筋コンクリート床版

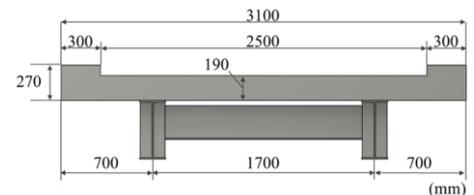


図-1 断面図

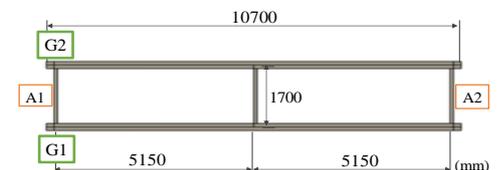


図-2 平面図

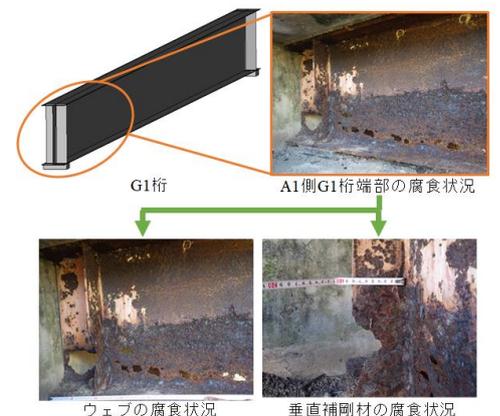


図-3 A1 側 G1 桁端部の腐食状況

表-2 解析ケース I

腐食パターン	A	B
腐食範囲		
残存板厚率 t/t_0	87.5%, 75%, 62.5%, 50%	37.5%, 25%, 12.5%

表-3 解析ケース II

腐食パターン	C	D
腐食範囲		
残存板厚率 t/t_0	100%, 50%, 12.5%	

4. 耐力の評価結果・考察

4.1. 健全状態における耐力の比較

両モデルの健全状態における耐力を検討した結果について表-4 に示す。部材降伏時の活荷重倍率 α は、主桁単独モデルよりも橋梁全体モデルの方が高かった。これは主桁で作用荷重を受け持つ主桁単独モデルに比べ、橋梁全体モデルは主桁と床版が一体となり、ともに作用荷重を受け持つためであると考えられる。

4.2. 解析ケース I

両モデルの腐食パターン A における残存板厚率 t/t_0 と部材降伏時の活荷重倍率 α との関係を図-5 に示す。両モデルとも残存板厚率が 50% を下回るまで耐力は低下しなかった。また橋梁全体モデルは残存板厚率に関わらず、主桁単独モデルより高い耐力を保有していた。これは健全状態と同様に、床版がウェブの腐食部分に作用する応力を受け持つことで、橋梁全体の耐力に余裕が生じたためであると考えられる。一方、腐食パターン B における残存板厚率 t/t_0 と部材降伏時の活荷重倍率 α との関係を図-6 に示す。腐食パターン B において主桁単独モデルの耐力は残存板厚率が 50% を下回るまで低下しないのに対し、橋梁全体モデルの耐力は残存板厚率が 87.5% を下回ると低下した。これは荷重を支える支点上補剛材の板厚が減耗することで、腐食部分に作用する載荷方向の圧縮応力が増大するためである。また両モデルの耐力力がほぼ一致していることから、残存板厚率が 37.5% 以下になると、床版により生じていた橋梁全体の耐力の余裕が失われていることが考えられる。

4.3. 解析ケース II

両モデルの腐食パターン C, D における残存板厚率 t/t_0 と部材降伏時の載荷状態の関係について表-5 に示す。残存板厚率が 50% 以上である時、両モデルとも腐食パターン D は腐食パターン C に比べ、高い耐力を保有している。これは表-6 の残存板厚率 100% における部材降伏時のミーゼス応力コンター図に示すように、腐食パターン C は貫通孔同士の間隔が狭く、腐食パターン D よりも応力集中が生じやすい状況であったためと考えられる。また実橋では腐食パターン C, D が同時に発生しており、橋梁全体が保有する耐力は残存板厚率が 100% であっても、表-6 に示す橋梁全体モデルの腐食パターン C が保有する活荷重倍率 0.59 以下であることが考えられる。

5. まとめ

本橋に対する検討結果から、床版が鋼鈹桁とともに荷重を受け持つ橋梁全体モデルは主桁単独モデルに比べ、耐力を高く保有することが明らかとなった。しかし、荷重を支える支点上補剛材の腐食や部材に狭い間隔で欠損が生じると、橋梁全体の耐力の低下に直接的な影響をおよぼすことが示された。

参考文献

1)国土交通省, 社会資本整備審議会, 第 57 回基本政策部会資料 2: メンテナンスについて, 2016.

表-4 健全状態での耐力力検討

解析モデル	主桁単独モデル	橋梁全体モデル
ミーゼス応力 コンター図		
部材降伏時の 活荷重倍率 α	0.96	3.25

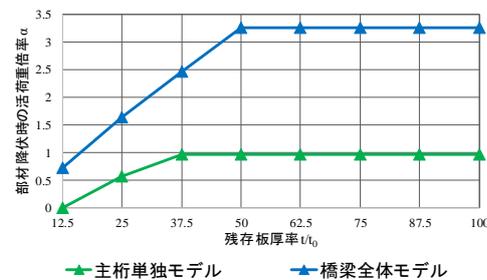


図-5 腐食パターン A の耐力力の検討

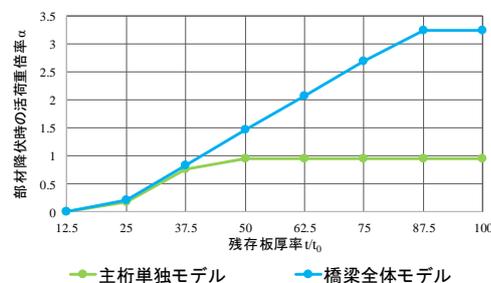


図-6 腐食パターン B の耐力力の検討

表-5 解析ケース II の耐力力の検討結果

残存板厚率 t/t_0 (%)	部材降伏時の載荷状態			
	主桁単独モデル		橋梁全体モデル	
	腐食パターンC	腐食パターンD	腐食パターンC	腐食パターンD
100	$\alpha = 0.04$	$\alpha = 0.96$	$\alpha = 0.59$	$\alpha = 1.31$
50	活荷重なし 自重のみ	$\alpha = 0.48$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0.45$
12.5	活荷重なし 自重のみ	活荷重なし 自重のみ	活荷重なし 自重のみ	活荷重なし 自重のみ

表-6 ミーゼス応力コンター図 ($t/t_0=100\%$)

腐食パターン	C	D
主桁単独モデル	 活荷重倍率 0.04	 活荷重倍率 0.96
橋梁全体モデル	 活荷重倍率 0.59	 活荷重倍率 1.31