

腐食劣化の生じた鋼 I 桁橋の耐荷力評価手法に関する検討

(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○有村 健太郎

大阪市立大学大学院 学生会員 大浦 涼雅

大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

1. はじめに

鋼 I 桁橋の腐食は、主桁の桁端部で多く確認されていることは周知の事実であり、腐食した桁端部の残存耐荷力に着目した研究はこれまでも多く行われているが、主桁一本の桁端部に着目しているものが多い。一方、実際の鋼桁橋は、複数の主桁、横桁、対傾構、横構および床版等の複数の構造部材より形成される。

著者らは、これまで、標準的な橋梁形式である鋼 I 桁橋を対象に、主桁端部の腐食が橋梁システムとしての耐荷性能に及ぼす影響を検討し、複数あるうち一部の主桁の桁端部に腐食を有する場合、腐食した主桁が最大耐力に至っても、健全な主桁が腐食桁を補完し、橋梁システムとしての耐力はその後も上昇することを明らかにした¹⁾。また、耐荷力は、主桁本数、腐食桁本数と一定の関係性があることを確認した²⁾。そこで、本研究では、腐食減肉量の異なる場合を検討ケースに加え、耐荷性能評価を行うための指標について、全橋 FEM モデル²⁾を用いて解析的に検討した。

2. 対象橋梁及び解析モデル

対象橋梁は、単純非合成 I 桁橋 (図-1, 図-2, 表-1) であり、文献 2)と同様に、土木構造物標準設計で示される 4 本主桁を基本として、3 本主桁および 5 本主桁とした。桁端部の腐食形状は、文献 1)と同様に、下フランジおよび支点上補剛材は四角形分布を、ウェブは三角形分布とし、腐食減肉量 (健全時の板厚に対する比率) は、25%, 50%, 75%の 3 パターンとした。また、文献 2)と同様に、腐食桁本数は、全主桁が健全または腐食した場合の他、健全桁が 1 本となるまで腐食桁本数を増加させた (例えば、3 本主桁の場合は、腐食桁本数は 1 本または 2 本とした) (表-2)。なお、表中の腐食率は、全主桁本数に対する腐食桁本数の割合である。また、解析ケース数は全 169 ケースである。

3. 解析結果と考察

図-3 には全ケースの最大荷重倍率と腐食減肉率または腐食率の関係を示す。最大荷重倍率は、腐食減肉

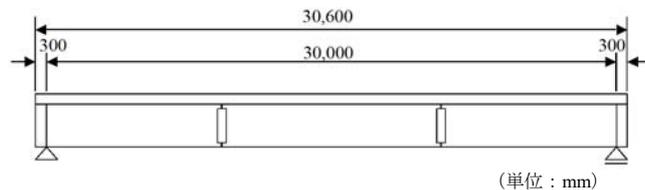


図-1 対象橋梁

(単位: mm)

表-1 設計条件

支間 (m)	30
幅員 (m)	9.5
斜角 (度)	90
床版厚 (mm)	240
舗装厚 (mm)	80
活荷重	B活荷重
設計水平震度	0.25以下



(a)解析モデル



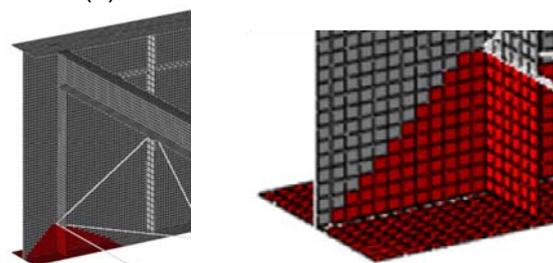
(b) 3 本主桁モデル (3G ケース)



(c) 4 本主桁モデル (4G ケース)



(d) 5 本主桁モデル (5G ケース)



(e) 腐食部のモデル化

図-2 解析モデル

表-2 解析ケース

解析ケース	状態	腐食桁本数	腐食率	腐食減肉率	荷重方法
3G I	健全	0本	0%	0%	α(D+L)
3G ALL	腐食	3本	100%	25%, 50%, 75%	
3G D-G1~2	外桁腐食	1~2本	33~67%		
3G D-G2	中桁腐食	1本	33%	α: 荷重倍率 D: 死荷重 L: 活荷重 (B活荷重)	
4G I	健全	0本	0%		0%
4G ALL	腐食	4本	100%		25%, 50%, 75%
4G D-G1~3	外桁腐食	1~3本	25~75%		
4G D-G2~3	中桁腐食	1~2本	25~50%	25%, 50%, 75%	
5G I	健全	0本	0%		0%
5G ALL	健全	5本	100%		25%, 50%, 75%
5G D-G1~4	外桁腐食	1~4本	20~80%		
5G D-G2~4	中桁腐食	1~3本	20~60%		

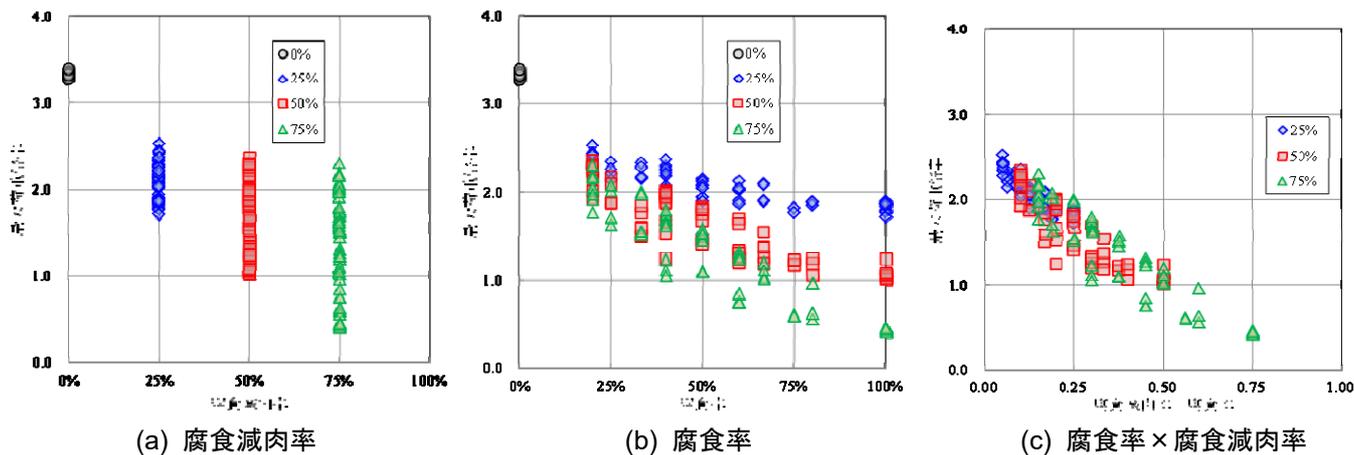


図-3 最大荷重倍率と腐食減肉率，腐食率の関係

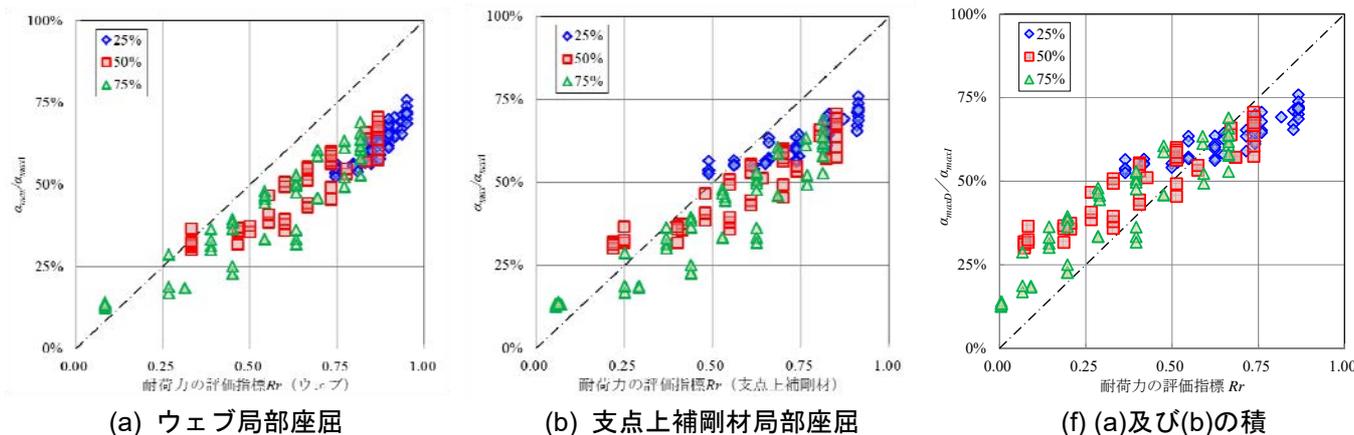


図-4 最大荷重倍率の健全時に対する腐食時の比率と耐荷力評価指標の関係

率の増加に伴い低下するが、その低下度合いは一定でなく、腐食減肉率が大きいほど、そのばらつきは大きい(図-3(a))。図-3(b)より、最大荷重倍率は、腐食率の増加に伴い低下するものの、腐食減肉率毎にばらつきがある。そこで、腐食減肉率と腐食率の積で整理した結果を図-3(c)に示すが、両者は概ね一定の関係があり、耐荷性能評価に際する指標となり得ることがわかる。

以上を踏まえ、耐荷力を示す指標として、同一支承線上の健全時の耐荷力(各桁の健全時の耐荷力の和)に対する腐食時の耐荷力(腐食桁の耐荷力を考慮した各桁の耐荷力の和)の割合を考えた。なお、腐食桁の耐荷力は、FEM解析結果から、腐食部の局部座屈によって決定していることから、図-5に示す板幅によって算出した局部座屈耐力とした。

図-4には、解析値として最大荷重倍率の健全時に対する腐食時の比率を縦軸に、推定値として耐荷力評価指標を横軸にして整理した結果を示す。図-4(a)及び(b)には、耐荷力評価指標をウェブまたは支点上補剛材の局部座屈耐力とした結果を示す。それぞれでばらつきがあるものの、両者は比例する関係にある。ただし、

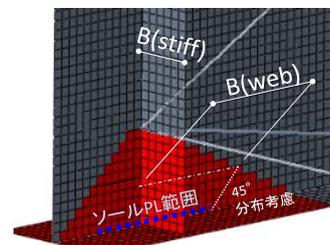


図-5 局部座屈応力度を算出するための板幅

推定値である横軸に対して縦軸の数値が小さい傾向がある。そこで、横軸を両者の積とし整理した結果を図-4(c)に示すが、横軸に対して縦軸の数値が大きい結果が得られる。

4. まとめ

検討した耐荷力評価指標を用いることで、腐食減肉量や腐食桁本数の異なる場合の耐荷力の推定が概ね可能であることを示したが、ばらつきは大きい。そのばらつきを補正する方法について、腐食箇所の違いなどを踏まえて、さらに検討する必要がある。

参考文献: 1) 有村健太郎: 桁端部に腐食劣化の生じた鋼I桁橋の耐荷性能評価に関する解析的検討, 土木学会論文集 A1, Vol. 73, No.1, pp. 232-247, 2017.4. 2) 有村健太郎: 桁端部に腐食劣化の生じた鋼I桁橋の主桁本数の違いを踏まえた耐荷力に関する解析的検討, 構造工学論文集 Vol.67A, 2021.3.