

腐食損傷した鋼桁の維持管理のための性能評価

関西大学大学院理工学研究科 学生員○西井祐一
株式会社奥村組 本間雄大

関西大学大学院理工学研究科 学生員 木野村宏昭
関西大学環境都市工学部 正会員 堂垣 正博

1. まえがき

腐食損傷した鋼桁を適切に維持管理するためには、その正確な性能評価が極めて重要である。筆者らはこれまで作用する荷重の違いが腐食桁に及ぼす影響を明らかにした¹⁾。ここでは、それらの成果をもとに、鋼桁の端支点部近傍の腐食による欠損体積と強度の関係を求め、それと要求性能との比較した。

2. 解析モデルと境界・荷重条件

2.1 対象とする橋梁

鋼橋の腐食は、供用後 30 年以降に多く見受けられる。そのような橋梁の変形と強度を検討するために、支間長が 20m の 4 主桁からなる単純 I 桁橋を許容応力度法で設計した。その内桁の腐食に注目し、図 1 のように桁をモデル化した。材料特性を表 1 に示す。ここに、RC 床版を完全弾塑性体と見なした。

鋼桁の腐食は、腹板と垂直補剛材はその両面から、下フランジはその上面から進展すると考えられる。それゆえ、腹板と補剛材はシェル要素で、下フランジはソリッド要素で離散化し、汎用有限要素解析プログラム“MARC2012.1.0”を適用して数値解析した。多元連立の非線形代数方程式を弧長増分法によって解いた。

2.2 境界条件と載荷条件

桁の両端を単純支持し、横桁と対傾構が取り付けられる位置で腹板を面外方向に変位拘束した。

桁に作用する荷重として、死荷重と平成 24 年度版道路橋示方書で規定される T 荷重と L 荷重を参考に、図 2 に示すような輪荷重と活荷重を仮定し、RC 床版の上面に係数倍の荷重を漸増的に載荷した。

2.3 数値解析のケース

ここでは、つぎの 2 ケースを想定した。Case 1 は支点上補剛材と腹板に孔が空き、下フランジは上面から減厚するケースで、Case 2 は支点上補剛材と腹板が一樣減厚し、下フランジが上面から減厚するケースである。その範囲を図 3 と図 4 に示す。

Case 1 では、腐食の進展は支点上補剛材を軸に、張出し側と支間中央側に同量ずつ進むものとし、その範囲を Area 1~7 の 7 パターンで考えた。下フランジの腐食は橋軸および橋軸直角方向に拡がり、その範囲は腹板、支点上補剛材と同一である。減厚は 8 分割したソリッド要素を下フランジの腐食の面的拡大と歩調を合わせて、上面から一層ずつ取り除いた。

一方、Case 2 では、腐食量を表す基本パラメータとして、健全な板厚に対する腐食した板厚量との比 β を導入する。ここでは、 $\beta=0.0\sim0.9$ の範囲を考えた。

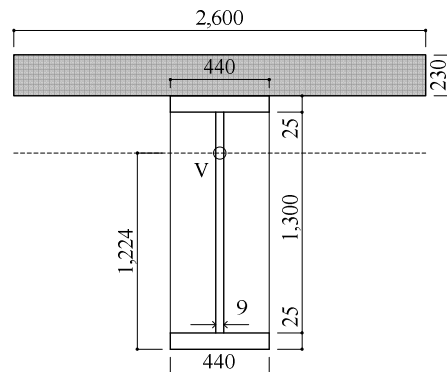


図 1 解析モデルの断面図

表 1 部材要素の材料特性

	鋼種	降伏応力 (MPa)	ヤング率 (GPa)	ポアソン比
RC床版	—	15.96	26.46	0.2
上下フランジ	SM50Y	353	206	0.3
腹板		363		
垂直補剛材	SS41	235		

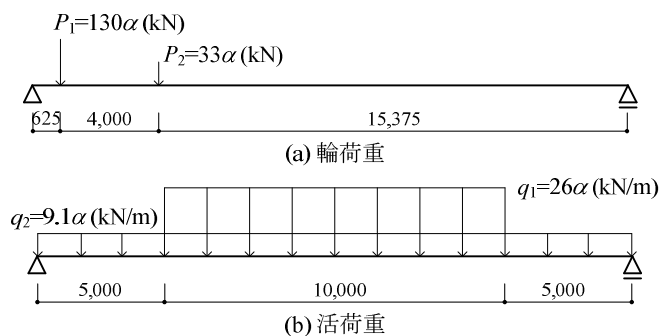


図 2 単純桁に載荷する荷重モデル

キーワード：腐食損傷，鋼 I 桁橋，孔食，弾塑性有限変位解析，MARC

連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 TEL.06-6368-0882/FAX.06-6368-0882

3. 数値解析結果とその考察

Case 1の輪荷重と支点上の桁変位の関係を描けば、図5を得る。図中、□、○、△印は初期降伏点を示す。

橋梁の供用条件を桁が降伏しないことと定義し、初期降伏するまでを桁の保有強度とした。強度保有率と体積比の関係を輪荷重、活荷重に対して描けば図6、図7を得る。ここに、体積比は健全な桁の下フランジと腹板の張出し部および垂直補剛材間隔1パネル分の体積と支点上補剛材の体積の和に対する各腐食形態の欠損体積との比、強度保有率は腐食した桁の初期降伏時の強度と健全な桁のそれとの比である。

図6によれば、腐食の進展とともに桁の保有強度は低下する。特に、Case 1ではその様子が顕著である。また、Case 1ではArea 6、Case 2では $\beta=0.8$ の状態を越えて腐食が進展すれば、桁の強度はトラック重量による荷重効果を下回る。したがって、輪荷重による桁の損傷を抑えるには、点検などの維持管理を十分に行い、腐食の拡がりを前もって防ぐことが重要である。仮にArea 6、 $\beta=0.8$ のような状態に到達した場合、大型車輛の交通規制を設けるなどの対策が必要である。

一方、図7によれば、体積比が0.05に達するまではどちらの腐食形態も桁の強度に影響しない。しかし、Case 1の場合、それ以降、孔の拡がりとともに強度は低下する。Area 6に達すると、設計荷重による作用効果が部材の保有強度を上回り、設計荷重に対する安全性が担保できなくなる。それゆえ、Area 5～6に進展した状態に注意を要する。

4. あとがき

本研究では、端支点部近傍が腐食した桁の性能を数値解析により評価した。その結果、輪荷重の方が活荷重よりも腐食による保有強度の低下が著しく、欠損した体積比が同一でも、部材要素に孔が空く方が強度保有率に大きく影響することがわかった。また、大型車輛に対する交通規制が必要となる腐食範囲とその判断材料を桁の強度保有率と要求性能の関係から示した。

参考文献

- 1) 西井祐一・木野村宏昭・中島達也・堂垣正博：RC床版を加味した腐食損傷鋼 I 桁の性能評価，土木学会第 67 回年次学術講演会，I-136，pp.271-272，2012。

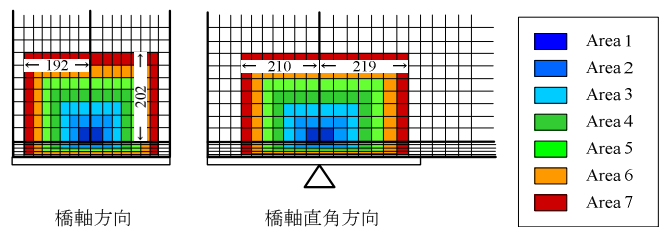


図3 孔食の範囲

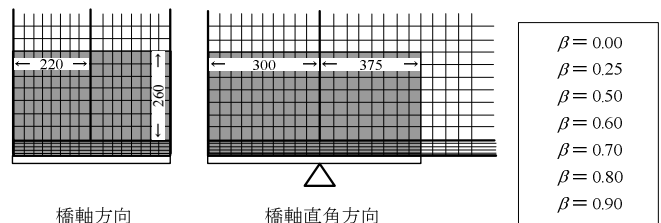


図4 一様減厚の範囲

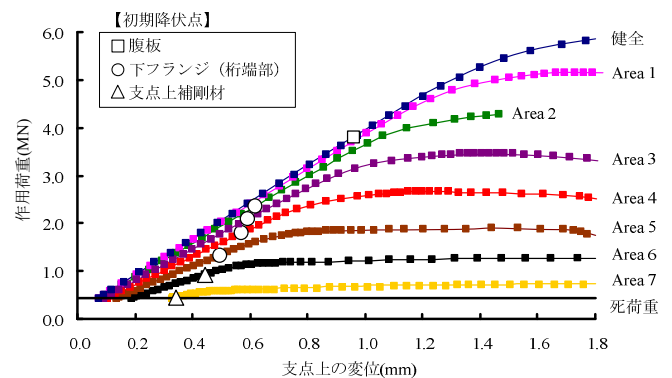


図5 輪荷重と支点上の桁変位との関係 (Case 1)

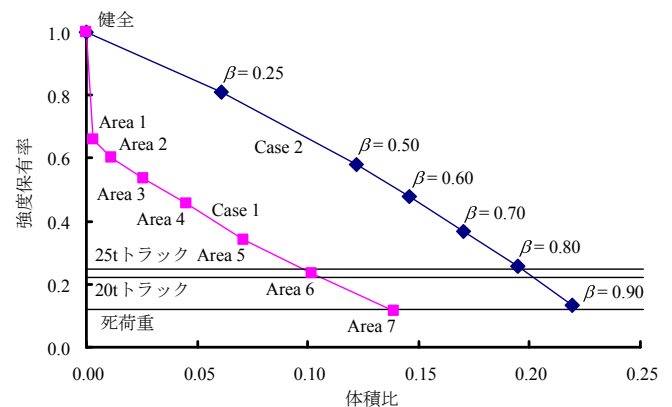


図6 輪荷重が作用した場合の強度保有率

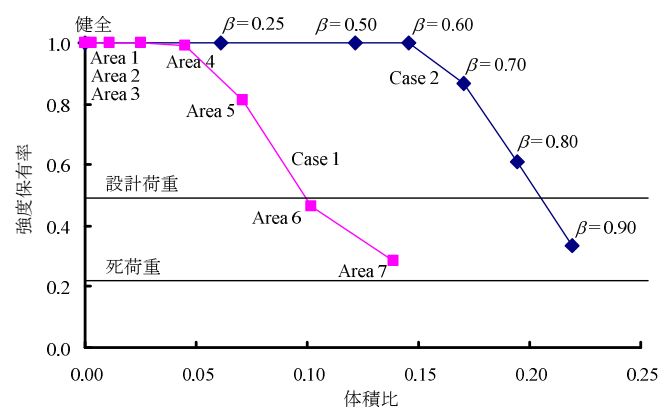


図7 活荷重が作用した場合の強度保有率