

関西大学環境都市工学部 学生員 ○中島達也 関西大学大学院理工学研究科 学生員 木野村宏昭
 関西大学大学院理工学研究科 学生員 篠宮 拓 関西大学大学院理工学研究科 学生員 戸井 干輝
 関西大学環境都市工学部 学生員 西井祐一 関西大学環境都市工学部 正会員 堂垣 正博

1. まえがき

鋼橋は適切に防錆・防食を行わないと、腐食し劣化するようになる。地方公共団体の中には財政難や技術者不足などで、橋梁の維持管理が十分にできない状態にある。たとえば、鋼桁が腐食すると、橋台と桁端や、桁と桁との間に段差が生じ、車輛の走行に影響しかねない。また、大型車輛の通過で床版の伸縮装置の損傷や振動・騒音の発生なども起こる。それゆえ、鋼橋を適切に維持管理する上で、腐食損傷した鋼桁の正確な性能評価が極めて重要である。

ここでは、部材の腐食の量と範囲をパラメータに鋼桁を変形解析し、桁端の段差が使用性に及ぼす影響を考察する。

2. 解析モデルと数値解析法

2.1 対象橋梁とそのモデル化

鋼橋の腐食は、内桁の桁端で多く確認されている。塩害以外が原因の腐食は供用年数が 30 年～40 年の橋梁に多い¹⁾。そこで、許容応力度法で設計した橋梁を対象とし、床版部分の幅員構成と配置を文献 2) を参考に決定した。対象橋梁の断面図を図 1 に示す。内桁 (G2 桁) の腐食に着目し、解析モデルを図 2 のように決め、桁全体を支間長 20m の単純支持桁でモデル化した。

RC 床版と鋼桁からなる内桁を対象に、床版の連続性と鋼桁に対傾構が設けられることを考慮し、RC 床版を両側辺で橋軸まわりに回転を、鋼桁部分に設けられた対傾構の位置で橋軸直角方向に変位をそれぞれ拘束した。解析モデルの側面図と平面図を図 3 に示す。図中、赤線は対傾構の位置を示す。なお、ソールプレートは完全弾性体とし、RC 床版のハンチ部分は省略した。RC 床版と上フランジはスタッドによって合成されているが、具体的にモデル化していない。部材要素の材料特性は、表 1 のとおりである。

2.2 作用荷重

平成 14 年度版「道路橋示方書・同解説 I 共通編・II 鋼橋編³⁾」を参考に、載荷荷重を考えた。死荷重は、各有限要素に質量密度と重力加速度を与え、その重量を一定に

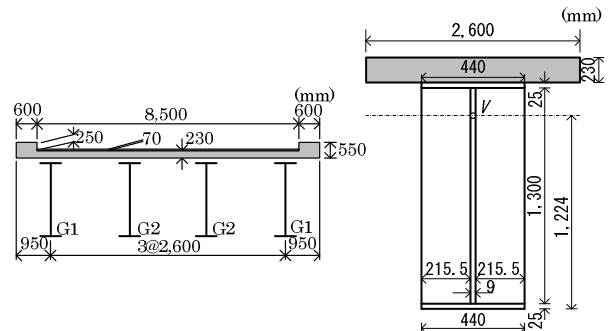


図 1 対象橋梁の断面図

図 2 解析モデル

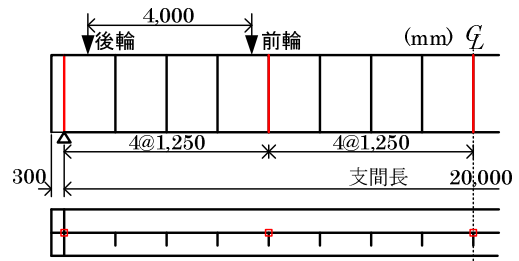


図 3 鋼桁の側面図と平面図

表 1 部材要素の材料特性

	鋼板の厚さ <i>t</i> (mm)	降伏応力 または強度 (MPa)	ポアソン比	ヤング率 (GPa)
床版	—	15.96	0.2	26.46
上フランジ	$t \leq 16$ $16 < t \leq 40$	245 235	0.3	206
腹板				
下フランジ				
支点上補剛材				
中間補剛材				
ソールプレート	22	—	—	—

保って載荷した。活荷重は、図 3 に示す T 荷重⁴⁾を考え、鉛直補剛材間の腐食腹板の中央断面直上の床版に後輪 (130kN) を、後輪から 4,000mm 離れた地点に前輪 (33kN) をそれぞれ 440mm×250mm の範囲に分布載荷した。ただし、設計 T 荷重を係数倍しながら漸増載荷した。

2.3 数値解析法

腐食損傷した鋼 I 桁の弾塑性有限変位挙動を明らかにするため、汎用有限要素解析プログラム“MARC2010.2”を用いた。鋼桁と RC 床版をソリッド要素でモデル化した。非線形代数方程式の解法に弧張増分法を適用した。腐食範囲 (黄色い部分) と有限要素分割を図 4 に示す。腐食部分は均一な腐食で、両面からと片面からの腐食パターンを考え、その減厚率を 0%、25%、50%、75%とした。図 5 に

減厚の様子を示すが、片面から進展する腐食の場合、腹板の腐食ケースでは鉛直補剛材がない側からの腐食を片面①、鉛直補剛材がある側からの腐食を片面②と称する。また、支点上補剛材の腐食ケースでは桁端側からの腐食を片面③、支間中央側からの腐食を片面④と称した。

3. 数値解析結果とその考察

腹板と支点上鉛直補剛材が腐食した場合を対象に、支点反力と支点直上の変位との関係を描けば、図6を得る。数値解析結果を部材要素ごとに考察すれば、均一腐食による支点直上の変位は、両面からも片面からも腐食した場合の結果にそれほど大きな差はなかった。

支点上鉛直補剛材が腐食した場合では、腹板が腐食した場合に比べ、初期降伏時の荷重が低くなった。しかし、腹板が腐食した場合には、支点上鉛直補剛材が腐食した場合に比べて、弾塑性域が狭い。初期降伏後から支点直上の変位が急増するため、支点上鉛直補剛材より腹板の腐食の方が注意を要する。また、腹板が腐食した場合で減厚率が75%の時、最高荷重に達した状態で、変位が約5mm以上に増えず、解析が終了した。桁端部の支点直上の変位による使用性能の低下は、均一腐食で減厚率が75%になっても、T荷重強度の約12倍、すなわち、2MNの過大な荷重にならなければ起らない。

4. あとがき

本研究では、許容応力度法で設計された鋼桁橋を対象に、桁端に生じた腹板と支点上鉛直補剛材の腐食に着目し弾塑性有限変位解析を行った。腐食パターンに両面から進展する均一腐食と片面から進展する均一腐食を考え、使用性能の観点から支点直上の変位と支点反力との関係を明らかにした。得られた結果は、以下のとおりである。

- (1) 均一な腐食による支点上の変位挙動は、両面と片面からの腐食パターンのいずれも差異はさほどなかった。
- (2) 支点上の変位に注目し、使用性の観点から腐食桁の変形挙動を検討した。均一腐食で減厚率が75%でも通常の車輛重量では大きな変位に至らなかった。
- (3) 支点直上の変位は降伏後に急増するが、支点上鉛直補剛材の腐食より腹板の方が注意を要する。

参考文献

- 1) 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，No.294，pp.1-56，2006-1.

- 2) 建設省：道路の標準幅員に関する基準(案)，1975-7.
- 3) 日本道路協会編：道路橋示方書・同解説 I 共通編・II 鋼橋編，丸善，2002-3.
- 4) 橋善雄著/中井博改訂：橋梁工学 改訂版，共立出版，pp.85-109，1975-2.

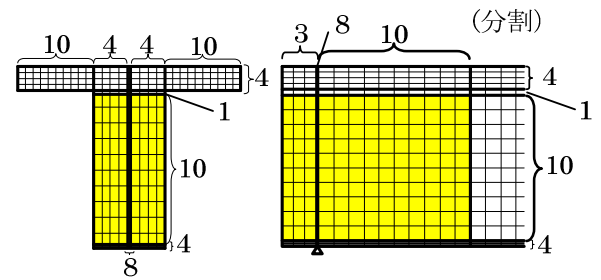


図4 解析モデルの分割と腐食範囲

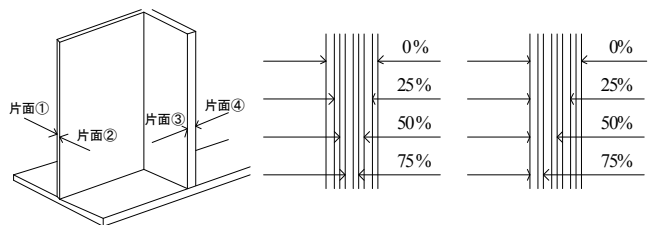


図5 腐食部材の減厚率

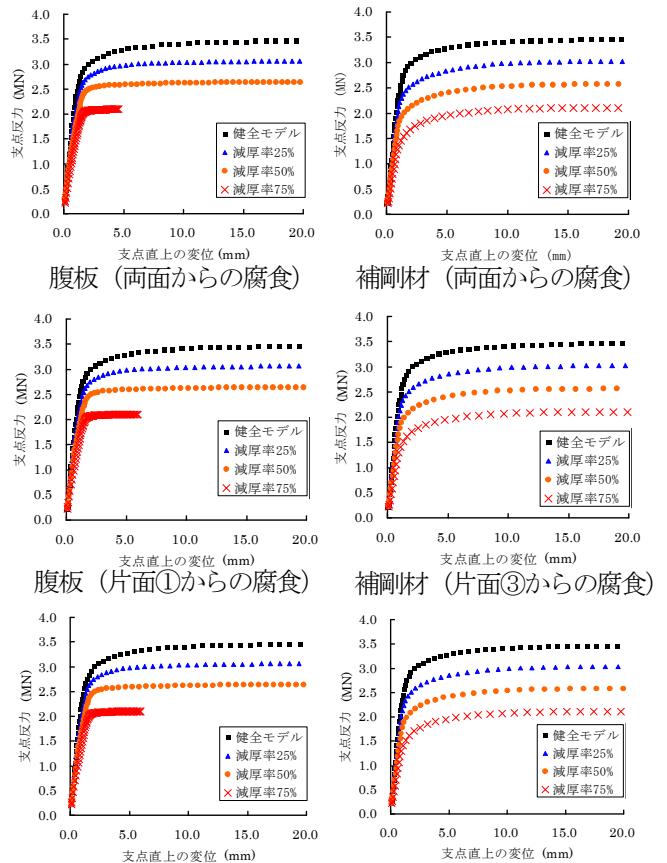


図6 支点反力-支点上変位との関係