

## 腐食損傷がソールプレート溶接止端近傍の応力に及ぼす影響

名古屋大学大学院 学生会員 ○伊藤 勇雄 岐阜大学 正会員 木下 幸治  
 岐阜大学 正会員 村上 茂之

## 1. はじめに

鋼橋の桁端部は閉塞的で狭隘な空間であるために風通しが悪く、湿気がこもりやすい部位である。さらに伸縮装置からの漏水が滞水することや、端部にたまった土砂が湿気を含むことなどから、桁端部での腐食損傷事例が数多い。また、鋼橋の桁端部は図-1に示すソールプレート-下フランジ溶接部の下フランジ側止端からき裂が発生するような事例が数多く報告されている<sup>1)</sup>。このため、腐食損傷による疲労強度低下が懸念されている。

そこで、本研究ではソールプレート-下フランジ溶接部の下フランジ側止端近傍の応力に着目し、その応力に対してどのような腐食の形態の影響が大きいのか明らかにすることを目的とし、FEMを用いたパラメータ解析を実施し、腐食による応力範囲の増加率について検討した。

## 2. 対象橋梁

対象とする橋梁は実際に腐食が原因で取り替えられた道路橋で、橋長 32.5m の 3 主桁単純合成橋である。断面は I 型である。

## 3. FEM 解析

実橋梁では外桁の腐食が著しいため、本研究では対象橋梁が有する主桁 3 本のうち外桁 1 本をモデル化した。解析には汎用構造解析プログラム LS-DYNA3D を用いて線形解析を行った。図-2 に解析モデルを示す。支承部は剛体要素とし、他の要素は 3 次元ソリッド要素で作成した。要素サイズは図中に示す着目部位近傍で最小の 5mm×8mm×8mm とした。T 荷重 (20tf) を支点間中央に載荷した。

桁端部の腐食は、文献 2) に示されるように下フランジ上面にあるウェブ、下フランジ、支点上補剛材の接合部周辺での腐食状況が最も厳しい。このため、支点上補剛材と下フランジとの接合部周辺に発生する腐食を対象とした。解析上のパラメータは、腐食範囲と板厚の減少量とした。腐食範囲については、腐食範囲がソールプレート端部 (図-3(a)参照) の外側に及ぶか否かによって、その周辺の応力状態が変化する可能性が考えられる。そのため、腐食範囲がソールプレート端部の内側までの場

合と越えている場合を検討した。なお、腐食範囲は、下フランジと支点上補剛材の接合部を基点とした図-3(a)に示す距離  $L_c$  として定義した。腐食による板厚減少のモデル化については、腐食範囲の板厚を一様に減少させた。さらに、桁端部に腐食が発生している実橋梁の多くは、腐食により支承の機能が低下している。そこで、本研究では、支承の機能低下を想定し支点を完全拘束とした。

腐食形態毎に実施した解析ケースの詳細を以下に記す。

## (1) 鋼板毎の腐食の影響(case1~case26)

桁端部は、ウェブ、下フランジ、支点上補剛材の 3 つの鋼板で構成されており、それぞれ腐食する。そこで、鋼板毎の腐食の影響を検討した。鋼板毎に腐食範囲を 70mm, 120mm とし、板厚減少量を 2mm, 5mm, 7mm, 10mm, 12mm とした。なお、ウェブは板厚が 9mm であるため、板厚減少量を 2mm, 5mm, 7mm とした。鋼板毎に腐食範囲と板厚減少量を組み合わせ、計 26 ケース検討した。

## (2) 腐食パターンの影響(case27~case44)

鋼板毎の腐食の相互作用について検討するために、文献 3) に示される桁端部の代表的な 3 種類の腐食パターンを模擬して解析した。腐食パターンを図-3 に示す。各腐食パターンに対して、腐食範囲を 70mm, 120mm と変化させた。また、板厚減少量を板厚が最も薄いウェブに合わせて 2mm, 5mm, 7mm と変化させ、計 18 ケース検討した。

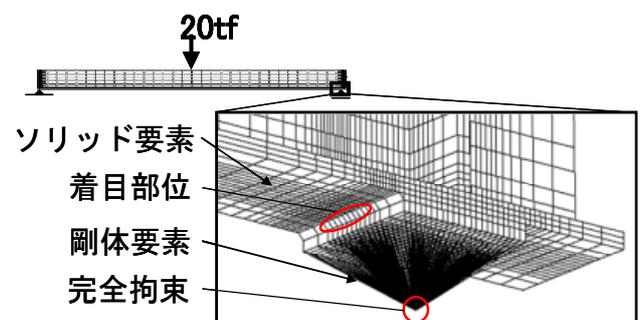


図-2 解析モデルと着目部位

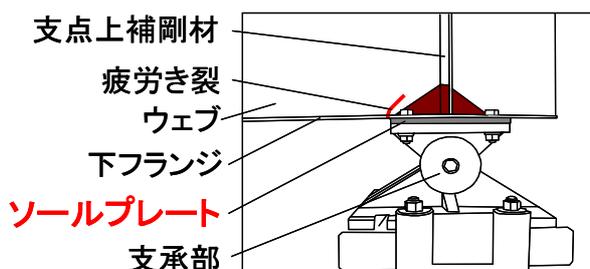


図-1 鋼橋の桁端部

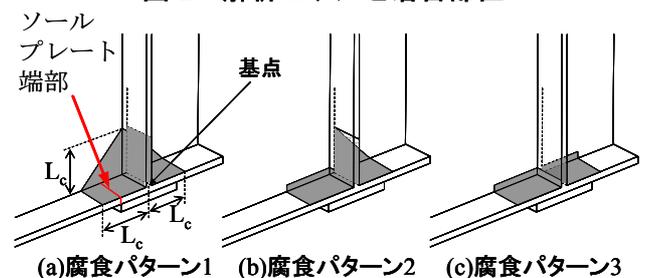


図-3 腐食範囲と腐食パターン

キーワード 腐食, 疲労, 維持管理, FEM 解析

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部 TEL : 058-293-2414

#### 4. 解析結果

本研究では、腐食のないモデルの応力範囲を基準として応力範囲の増加率を評価する。

##### (1) 鋼板毎の腐食の影響

図-4 に鋼板毎の腐食による応力範囲の増加率を示す。鋼板毎の応力範囲への影響の程度を比較するために、横軸を腐食前の板厚からの減少率とした。

図-4(a)より、腐食範囲がソールプレート端部の内側までの場合、ウェブの腐食が着目応力に最も影響を及ぼすことがわかった。しかし、板厚減少率が75%であっても応力範囲は4%程度の増加に留まった。

図-4(b)より、腐食範囲がソールプレート端部を越えている場合、下フランジ、ならびにウェブの腐食により応力範囲が大きくなった。特に、下フランジの腐食が着目応力に及ぼす影響が著しくなった。

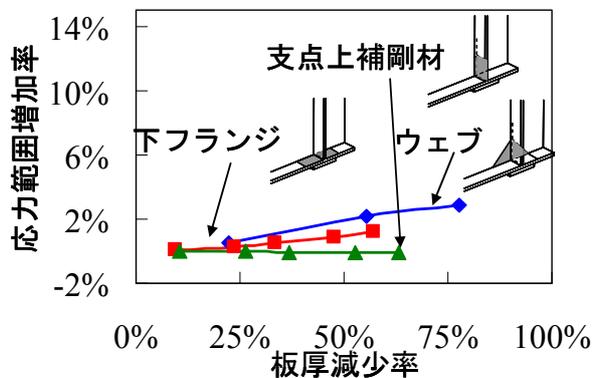
一方、図-4(a), (b)いずれにおいても支点上補剛材の腐食では応力範囲に変化が見られなかった。

##### (2) 腐食パターンの影響

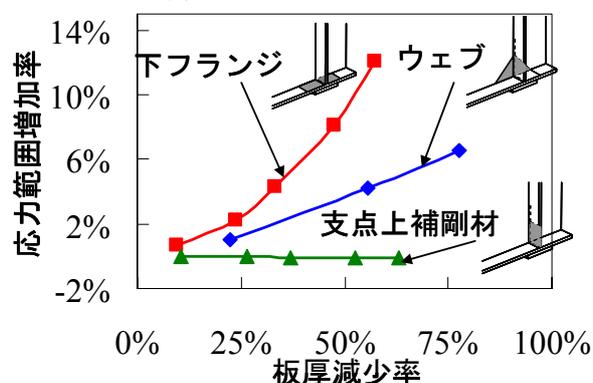
図-5 に腐食パターン毎の応力範囲増加率を示す。

図-5(a)より、腐食範囲がソールプレート端部の内側まででは、腐食パターンによる違いは見られなかった。

図-5(b)より、腐食パターン2と3には差が見られなかったが、腐食パターン1は腐食パターン2, 3に比べ、最大で3%程度応力範囲が増加した。これは、パターン1の着目部位直上のウェブが腐食したことにより応力範囲が増加したためと考えられる。



(a) 腐食範囲70mm



(b) 腐食範囲120mm

図-4 鋼板毎の腐食による応力範囲の増加率

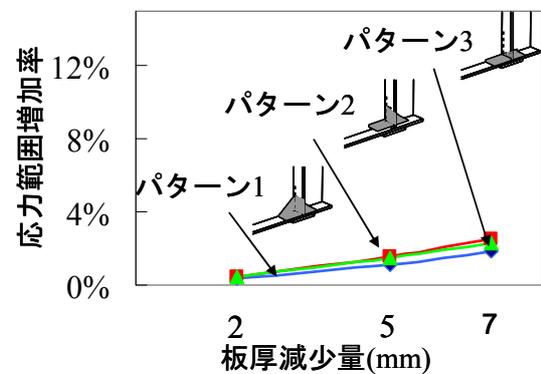
#### 5. 結論

本研究では、ソールプレート溶接部止端近傍の応力に対して鋼橋桁端部で発生するどのような腐食形態が影響を及ぼすのか明らかにするため、腐食の範囲や板厚減少量などをパラメータとした FEM 解析を実施した。本研究で得られた結論を述べる。

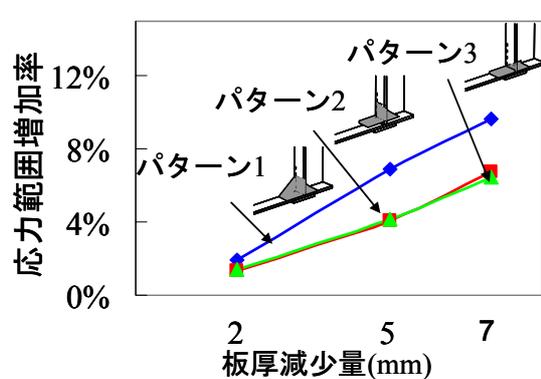
- 腐食範囲がソールプレート端部を越えている場合は影響が大きい。腐食範囲がソールプレート端部の内側までの場合は影響が小さい。
- 鋼板毎では、特に下フランジの板厚減少量に注意する必要がある。一方、支点上補剛材の腐食は殆ど影響を与えない。
- 腐食パターン1で、かつ腐食範囲がソールプレート端部を越えている場合は、下フランジの腐食に加え、着目部位直上のウェブの腐食の影響も加味されることから、着目応力に対して大きな影響を及ぼす。

#### 参考文献

- 日本道路協会：鋼橋の疲労，1997.6
- 永澤洋・佐々木栄一・市川篤司・名取暢：腐食が原因で取り替えられた実鋼橋支点部の载荷実験および解析，土木学会論文集，No.710/I-60，pp.3141-151，2002.7
- 石尾真理・玉越隆史・武田達也・中洲啓太：桁端部の腐食が耐荷力に及ぼす影響に関する一考察，土木学会第60回年次講演会講演概要集，土木学会，1-040，pp.79-80，2005.9



(a) 腐食範囲70mm



(b) 腐食範囲120mm

図-5 腐食パターン毎の応力範囲の増加率