# 上フランジに局部変形を有する鋼リベット桁の耐荷力に関する解析的検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○平野 雄大,網谷 岳夫 株式会社 TTES 正会員 勝山 真規, 菅沼 久忠

## 1. はじめに

東北地方太平洋沖地震で発生した津波では、多くの鋼鉄道桁が流失する被害を受けた<sup>1)</sup>. 鋼桁が流失した場合には、桁を新規製作するか、被災した桁を補修して再利用するかを選択する必要がある. 被災した桁を補修して再利用することで早期運転再開を実現した事例<sup>2)</sup>では、補修の可否のほか、設計や材料手配に要する工期も考慮して再利用の判断がなされた. 今後は、変形モードや変形量に応じた鋼桁再利用の判断基準が必要と考える. これまでに、主桁下フランジの局部的な変形と桁全体が面外水平方向に押し込まれる面外変形を対象とし、変形量が桁の耐荷力に与える影響については試験と解析により検討されている<sup>3)</sup>. しかし、水災害時には流下物の衝撃も想定されるため、損傷箇所は下フランジのみとは限らない. そこで、流出した鋼桁を再利用判定する上で、上フランジに局部変形を有する場合に耐荷力にどの程度影響あるかを検討するため、解析により耐荷力を評価することとした.

## 2. 再利用された鋼リベット桁の損傷事例

東北地方太平洋沖地震で発生した津波によって,多く の鋼リベット桁が流失したが,いくつかの桁は損傷が軽 微であったため,桁を補修の上再利用して復旧した.そ れらの損傷事例を整理する.

再利用した桁の代表的な損傷状況を図1に示す.図1(a) は桁端部下フランジ(L-Flg)とソールプレート(Sole-PL)の変 形である.軽微な損傷としては、図1(b)と(c)に示す端対 傾構の変形、下フランジの局部変形が認められた.また、 リベットの緩みは随所に認められた.図1(d)と(e)は主桁 下フランジと上フランジ(U-Flg)の局部変形である.図1(f) は端対傾構と横構の破断である.

以上より,再利用するに至った桁は局部変形と2次部 材の損傷のみであったことがわかる.フランジの局部変 形量は,いずれの鋼リベット桁においても,最大でフラ ンジ厚の3倍程度であった.

再利用された鋼リベット桁は,2次部材は部材交換およ び局部変形を加熱矯正することで性能を回復させて再利 用された.しかし,変形量が大きく新設時の製作寸法許 容値までもどせない場合もあるため,局部変形が桁の耐 荷力に与える影響を解析的に検討することとした.

#### 3. 解析モデルと解析方法

解析モデルは、文献 3)から、実際に鉄道橋で用いられ たリベット構造の主桁の一部をモデル化した(図 2). モデ

(b)端対傾構の変形







(f)端対傾構・横構の破断<sup>※</sup>

(e)U-Flg の局部変形<sup>※</sup>

図1 橋りょうの損傷状況



図 2 FEM モデル図(健全)

ルは全て 20 節点 6 面体の低減積分ソリッド要素で作製した.引張側の下フランジでは、リベット孔を設置し

キーワード 鋼リベット桁, 耐荷力, 局部変形

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目 479 番地 JR 東日本研究開発センター TEL048-651-2552

リベット孔の断面欠損を考慮した上で,リベット孔周 辺のみ節点を共有し,他の範囲ではフランジ間の接触 を考慮した.桁モデルと支承,載荷治具間でも接触を 考慮し,単純支持の状態を再現した.解析には汎用有 限要素解析ソフトウェアの ABAQUS を用いた.

解析では、健全状態および局部変形を受けた鋼桁の 耐荷力を比較することとした.局部変形を受けた鋼桁 の耐荷力解析実施にあたり、変形付与による塑性変形 や残留応力を考慮する必要があった.解析は、図3に 示す①局部変形付与のための載荷、②①の除荷、③耐 荷力解析と3ステップの解析を連続して行った. ① の解析では、支承および横倒れ抑制治具で支持した上 で、変形付与治具を鉛直方向下向きに押し当て、フラ ンジ厚の3倍程度となる約75mmの局所変形を支間中 央部の上フランジに付与した.続いて、②で変形付与 治具と横倒れ抑制治具を撤去し、③で桁中央の上フラ ンジに鉛直方向下向きに載荷した.

#### 4. 解析結果

図 3①により、上フランジにフランジ厚の3倍程度 である最大78.6mmの局部変形を付与した(図 4).

解析により得られた最大荷重を健全時と圧縮フラ ンジ変形時で比較した(図 5). なお,健全時について は,文献 3)の実験および解析結果と比較し,桁の耐 荷力を精度よく評価できることを別途確認している. 解析より得られた最大荷重は,健全時 2931.1kN,上フ ランジ変形時 2887.7kN となり,上フランジが変形し ても耐荷力に大きな変化はなかった.

# 5. おわりに

被災事例をもとに,支間中央部付近の上フランジに フランジ厚の3 倍程度となる局部変形を有する場合 について,解析により耐荷力を評価した.その結果, 健全時と比べて耐荷力の低下が少ないことがわかっ た.今後,本解析結果の詳細な考察,局部変形の位置 や量が異なる場合の影響などを検討する.

#### 参考文献

- JR 東日本 構造技術センター:特集「東北地方太平 洋沖地震と鉄道構造物」,SED, No.37, pp.198-262, 2011.11
- 2) 菅原ら:津波で流出した JR 八戸線大浜川橋りょうの 復旧,橋梁と基礎,第46巻,pp.33-36,2012.8
- 中山ら:衝突変形を受けた鋼I形リベット桁の残存 耐荷力の評価,構造工学論文集, Vol.54A, 2008.3





荷重ー鉛直方向変位の関係