

津波で流出した鋼鉄道橋の再利用判定基準案

JR 東日本（フェロー） ○野澤伸一郎 JR 東日本（正会員） 網谷 岳夫
JR 東日本（正会員） 滝沢 聡

1. はじめに

沿岸部の鉄道には古い鋼鉄道橋が多い。2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波では、JR 東日本線においては、八戸線、山田線、大船渡線、気仙沼線、常磐線で合計64連の鋼桁が流出した¹⁾。復旧に対しては、その線区の復旧レベルを策定して計画することになるが、構造物の性能を現状維持として早期復旧が求められる場合が多い。その際、通常は橋梁の復旧がクリティカルパスになるため、被災した橋梁を再利用できる判定基準があると線区全体の復旧を早く計画できる。

2. 復旧レベルの策定

被災橋梁の復旧には、まず、復旧レベルを定めることになる。鉄道橋に対する技術基準は年代によって変更されている。特に最近では考慮すべき地震動が大きくなっており、現行の基準に適合させる場合は、最初から計画、設計が必要となる場合が多い。今回は、早期復旧を目指して構造物の性能を被災前と同レベルに復旧する場合について考える。

なお、地震力だけでなく、列車の設計荷重も時代と共に変わっているので、桁を再利用する場合は、当初の列車荷重と今後の列車の運用計画を考慮することが必要である。図-1は原型復旧した八戸線大浜川橋梁の被災直後と復旧後である²⁾。

3. 橋脚の再利用

津波による被災時は、橋梁の被害は1)支承部損壊による桁の流出または落下と2)橋脚の倒壊に大きく区分される。橋脚は無筋橋脚の場合は打継ぎ目から損傷するが多いが、フーチング下端から倒壊する場合もある。津波の水位や船や家屋などの流下物の衝撃もあり、すべてが同様に分類できないものの、大まかには図-2の通りとなる。

フーチング下端から倒壊した橋脚以外は再利用の検討を行う。基礎の健全性は、衝撃振動試験、傾斜の有無、洗堀の有無等で判断する。基礎の健全性に問題がある場合や水中部で調査が困難な場合は、基礎の補強をするが、早く復旧する場合は、図-3のシートパイル基礎等³⁾を活用する方法がある。

4. 鋼桁の再利用

図-1に示す流出した桁の損傷状況を表-1、損傷状況の例を図-4に示す。流出した桁は再利用することとした。これは、桁の損傷の多くが支点部や対傾構であることから、工場にて加熱矯正や部分交換が可能と判断できたからである。2次部材と主桁の面外変形が大きい部位は矯正が困難であるため部材交換



図-1 大浜橋りょうの被災直後と復旧後の状況

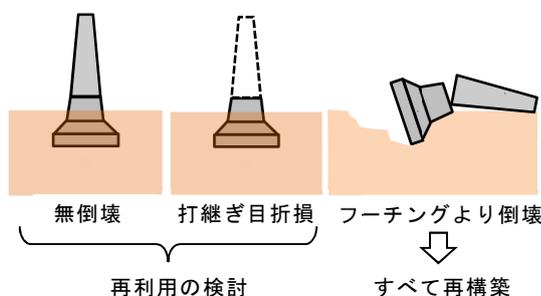


図-2 橋脚の被災区分

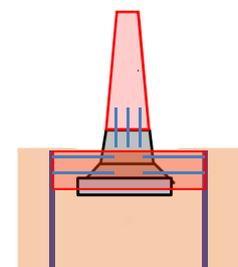


図-3 シートパイル基礎による復旧例

キーワード：鋼鉄道橋 橋脚 リベット桁 津波 流出 再利用

連絡先：〒163-0231 東京都新宿区西新宿 2-6-1 新宿住友ビル 31階 電話：03-6276-1251 構造技術センター

とした。部材交換の際は、鋼材の年代が古いため溶接は行わず、高力ボルトを用いることとした。再利用判定時の項目を整理すると、以下のとおりである。

- 1) 主桁全域にわたるき裂がないこと
- 2) 桁の耐荷力に影響する腐食損傷がないこと
- 3) 加熱矯正または部材交換が可能であること
- 4) 工場への運搬が可能であること
- 5) 桁の当初の設計荷重が KS-15 であり、現在の設計荷重 EA-17 に対して発生断面力が小さいこと

再利用における留意事項を以下に示す。まず、被災した鋼鉄道桁に使用されている鋼材は 1925 年頃 (JIS 規格制定以前) のものであるため、加熱矯正による鋼材の機械的性質の変化が懸念された。本事例では、文献 4) を参考に加熱温度の上限を 900℃ とした。さらに、再利用するには補修塗装を行うこととした。これは、津波に被災した鋼桁は塗膜が損傷し海水に浸っているため、相当の塩分が付着していると考えられるためである。付着塩分は補修した塗膜の耐久性に影響するため、ブラスト処理によって塩分除去を行った。ブラスト処理は、付着塩分量が 100mg/m² 以下となるまで行うこととした⁵⁾。図-1 に示した八戸線大浜川橋梁は、復旧から 7 年経過したが健全性を保っている。

5. 再利用判定基準案

津波による流出被害を受けたリベット桁の再利用事例を踏まえて、図-5 に示すとおり簡易な判定フローを検討した。建設時の設計荷重と今後の荷重を比較した上で再利用を検討する場合、まず外観調査により損傷状況を把握する。次に損傷に対して補修可否の判定を行う。最終的な再利用の判断は、桁の長さ等運搬の可否も含めて決めることになる。なお、時間の余裕がある場合の補修可否は経済性で判断する。図-1 の場合は、震災直後で鋼材の手配が難航することが予想され、工場での補修を前提に極力加熱矯正や部材交換を行う方針のもと再利用した。

6. まとめ

津波で被災した鋼鉄道橋の再利用事例を示した。そして、リベット桁の再利用判定フローを検討した。ここで示した判定フローは簡易なものであるため、今後詳細な判定基準を検討していく。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社 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) 菅原ほか：津波で流出した JR 八戸線大浜川橋梁の復旧—流出した鋼桁を再利用し早期の運転再開を実現—, 橋梁と基礎, 2012.8
- 3) 西岡ほか：静的模型実験によるシートパイル基礎の水平抵抗メカニズムに関する研究, 土木学会論文集 C, Vol.64, No.2, 2008.6
- 4) 鉄道総合技術研究所：鋼構造物補修・補強・改造の手引き, 1992.7, 5) 鉄道総合技術研究所：鋼構造物塗装設計施工指針, 2005.5

表-1 桁の損傷状況

連	状態
1	端上下フランジ・ウェブ・ソールPLが変形 (上フランジ・ガセットが腐食)
2	端上下フランジ・ウェブ・ソールPLが変形 (上フランジ・ガセットが腐食)
3	端上下フランジ・ウェブ・ソールPL・端対傾構が変形 (上横構・ガセットが腐食)
4	桁端ウェブ・中間支材・中間対傾構変形が変形 (上フランジ・上横構・ガセットが腐食)

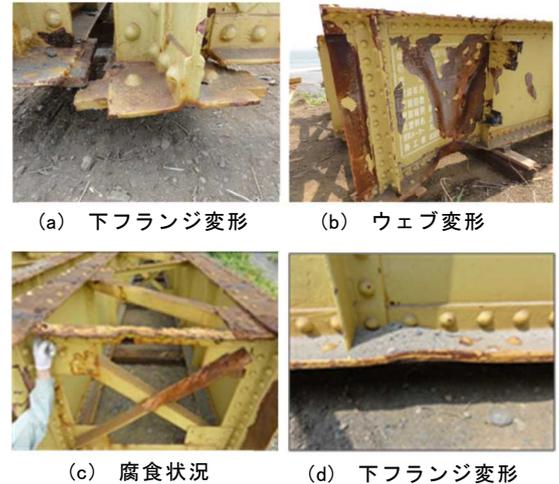


図-4 桁の損傷状況の例

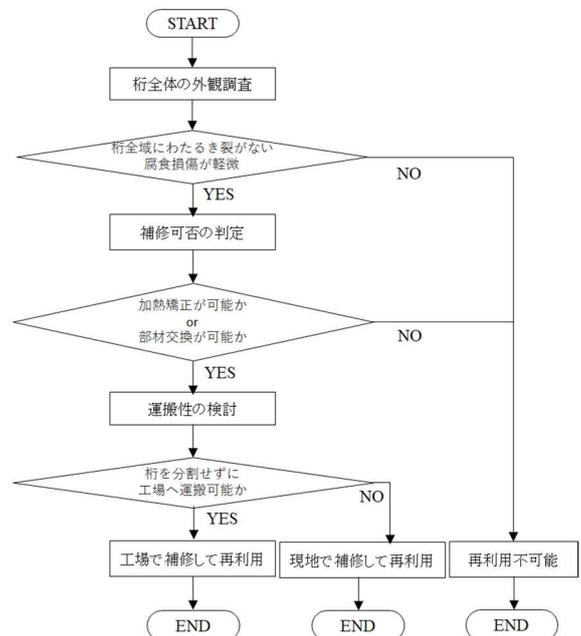


図-5 鋼桁の再利用判定フロー