

在来線における鉄桁管理について

東海旅客鉄道株式会社 正会員 丹間 泰郎
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 野中 大輔
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 大畑 和弘

1, はじめに

当社在来線には約 5,500 の橋りょうがあり、最古のものは明治 19 年の開業から既に一世紀以上に亘り鉄道輸送を支えている。なかでも鉄桁は、時代の進歩とともに設計・製作方法、使用材料等の開発・改良がなされた結果、様々な形式で存在している。本稿では鉄桁の特徴と現状、今後の長期的な維持管理について述べる。

2, 鉄桁の現状

東海鉄道事業本部管内の鉄桁を接合方法別に分類すると全体の 88% がリベット接合であり、その大半が明治から昭和初期に建設されたものである。また、昭和初期には既存のリベット桁に補強部材を溶接添加した溶接補強桁が存在する。

鉄桁全体の経年を図-1 に示す。平均経年は 65 年であり、今後は経年と共に補修・更替等の費用が増大することが予想される。このため、今後の鉄桁の維持管理においては進行する経年劣化に対し如何に延命化を図るかが重要な課題となる。

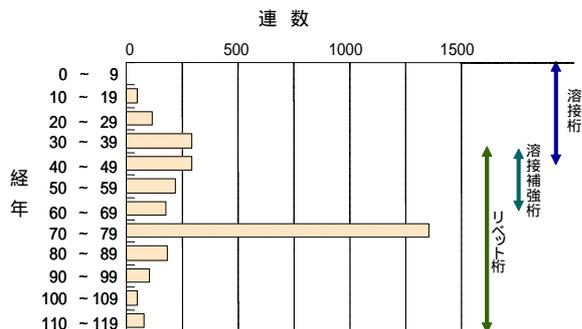


図-1 鉄桁の経年

3, 鉄桁の経年劣化による変状

経年劣化による変状は「腐食」と「疲労」に分類される。

図-2 に 1 連あたりの腐食発生割合を経年別に示す。戦前・戦後の物資節約による塗装塗り替え不足や、塗膜が劣化したあとに塗り替える“後追い型”の補修のため、錆の発生を抑制しきれなかったことによる腐食の発生・進行がみられる。しかし、腐食は一旦発生しても急進性が少なく、急激に桁の耐力を低下させないため、発見や対処までに時間的余裕がある変状である。

次に疲労とは、繰り返し応力により発生・進展する亀裂である。疲労亀裂は腐食と比較すると目視での発見が難しいことや、一旦発生すると急激性を持つといった特徴があり、桁の耐力を急激に低下させる変状である。

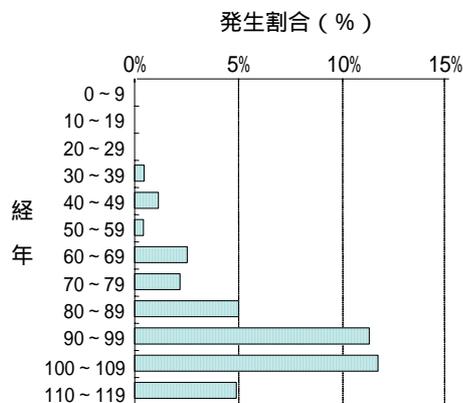


図-2 腐食発生割合

4, 疲労変状の事例

当社の在来線の中で溶接接合の短スパンの上路鉸桁において中間補剛材上端溶接部に亀裂が確認されている。今回のものは、これをうけて管内に存在する同種桁の調査を行った結果、レール継目近傍で同種亀裂を確認した。この亀裂は、補剛材の機能低下によりスカラップ部から腹板にかけての亀裂発生を引き起こす可能性があるが、中間補剛材の上端すみ肉溶接切れであり、フランジには進展していなかったため、主桁の耐力に影響を及ぼすものではない。施工状態の調査を行った結果、まわし溶接部で 1 mm 程度のサイズ不足が確認された。亀裂はまわし溶接部止端から始まり溶接ビート中央を蛇行してスカラップに至っていたことからルート割れ

キーワード 溶接補強桁, 腐食, 疲労, 亀裂

連絡先 〒453-8520 愛知県名古屋市中村区名駅 1-3-4 東海旅客鉄道(株) TEL052-564-2486

と判断した。通常、補剛材上端溶接の亀裂は、主桁中心とレール位置の偏倚から内側補剛材上端に圧縮応力が集中することが原因とされている(図-3)。しかし、今回のケースでは外側補剛材上端でも変状が現れているため詳細な調査を実施した。亀裂が確認された橋りょうで応力測定を実施した結果、桁内側では、レールの荷重によりマクラギがたわみ内側補剛材上端に応力集中している傾向が確認できた。この挙動が内側補剛材上端の亀裂原因であると推察される。しかし、一部の箇所では外側補剛材で内側より大きな応力が発生している箇所も見受けられた。これらの箇所にはガラス繊維製の合成マクラギが敷設されており、内側に微小な隙間が確認された。合成マクラギの剛性が高く、この隙間の存在により列車荷重がフランジ外側に偏ることが推察される。さらに、今回の桁では、軌道状態等との関連が影響している、例えば、亀裂のほとんどがレール継目部周辺に集中しており(図-4)、列車走行時の衝撃による影響が考えられる。応力測定結果からレール継目部直下の補剛材上端では他の箇所に比べ2~3倍の応力が発生する。疲労損傷は応力度の3乗で表されるため、レール継目部の応力度が一般部に比べ2倍だと疲労損傷は8倍、すなわち寿命が1/8となる。疲労亀裂については、レール継目部周辺の応力集中箇所で疲労限界に近づきつつあると言える。それらの箇所では、至近距離からの調査や応力測定を行う必要があり、また、疲労亀裂が予想される継目部周辺では予防保全対策を施すほか、橋りょう上からのレール継目の除外(ロングレール化)やマクラギとフランジとの接触面の検討など軌道保守管理と連携して対応していくことが最も有効である。

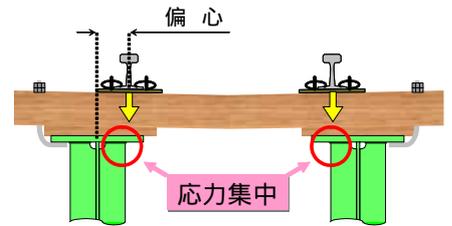


図-3 補剛材上端

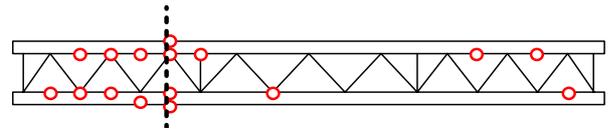


図-4 変状発生位置

また、線区の特徴を踏まえた場合、列車本数の多い線区はもとより、貨物列車にも着目する必要がある。軸重の大きい貨物列車は疲労の度合いが大きく、平均的な旅客電車に比べ約20倍の疲労損傷度となる。鉄桁には、戦前・戦後の物資節約により様々な種類の鋼材を用いて製作されたもの、溶接技術のばらつきや現場溶接のための施工性の悪さによる溶接の不完全なものが存在しており、これらも疲労変状の一因となる。また、腐食についても疲労限を低下させるほか、長期間使用した桁では局部腐食が進行し桁の耐力低下を引き起こすため、至近距離検査の重要性は高まっている。

5、おわりに

東海道新幹線では、はやくから疲労変状に対する検査体制を充実させてきており、高速道路等でも始まってきている。一方、これまで在来線においても、適切な構造物の維持管理に努めてきたが、今後は、鉄桁の材質、腐食、沓や基礎等の変状、列車荷重・線形の違い、軌道整備状況、軌道材料等と関連させ、さらに着目して疲労変状に対する管理体制を充実していく必要がある。

今後の鉄桁の長期延命化には鉄桁本体はもちろん、軌道設備等も含めた総合的な保守体制を確立していく必要がある。現在まで一世紀以上に亘り保守されてきた鉄桁を将来に向けて適切に維持管理していくために、さらなる検討と深度化を図っていきたい。

本稿が今後の鉄道橋りょう維持管理の一助となることを期待するものである。