

東海道本線における経年を有する I ビームの健全度評価について

東海旅客鉄道株式会社 静岡土木技術センター 正会員 ○浅野 嘉文
 東海旅客鉄道株式会社 静岡土木技術センター 正会員 青木 成生
 東海旅客鉄道株式会社 静岡土木技術センター 非会員 小野田 政之

はじめに

JR 東海の在来線には、1,488 橋りょう 3,811 連の鉄桁が敷設されており、開業から 1 世紀以上にわたり供用されてきた桁が多く、また多種類の桁が存在する。このような鉄桁について長期にわたり健全な状態を維持するため、東海道新幹線で実績のある鉄桁特別検査を在来線でも平成 17 年度から導入した。本稿では、これまでの静岡支社管内における検査結果から、特に I ビームに着目し、今後の維持管理について検討・整理した結果を報告する。

1. 課題と検討内容

基幹線区である東海道本線の I ビームは、他の線区と比較して多くの繰り返し荷重を受けているうえ、その多くは明治時代後半から昭和初期に敷設されており、供用からの経年が長く、鉄桁の中でも維持管理上の弱点箇所となることが課題であった。静岡支社管内では東海道本線の I ビームの鉄桁特別検査を全て実施し、その結果を踏まえて個別の桁に発生した主な変状と発生原因を究明するとともに、耐荷性、耐疲労性に影響を及ぼす要因を抽出した。そこで、耐荷性と耐疲労性の 2 項目について評価することで、開業から 1 世紀以上にわたり供用されてきた I ビームについて、長期にわたり健全な状態で維持管理が可能であるか検討することとした。

2. I ビームの変状と構造的な弱点の把握

I ビームに発生した変状を整理すると、建設時リベット桁であったものへ溶接により様々な付加を行ったことで、溶接部に疲労き裂が発生していることを確認した。古い鋼材を使用した I ビームへの溶接は弱点になりやすい。また、溶接で後付け加工した一部の桁(図-1)においては、溶接箇所以外にもき裂が発生した事例があり、同様の加工を行った桁については特に注意した。なお、溶接による部材の後付け加工は、昭和 50 年代後半頃に軌道強化の観点で行われたものであり、一般的な溶接補強桁とは目的が異なる。

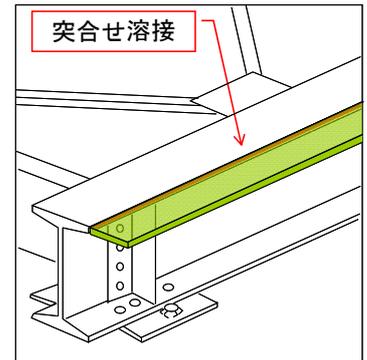


図-1 溶接で後付け加工した構造

事例1. (主桁腹板上首部に発生したき裂)

主桁腹板上首部に発生したき裂(図-2)の変状発生原因として、後付け加工したフックボルト固定用プレートに掛かる影響が考えられたため、腹板上首部での実橋応力を測定したところ高い応力が発生していることがわかった。溶接したプレートが、主要部材である主桁上フランジ首部に発生する曲げを助長し、腹板の上首部にき裂を発生させたと考えられる。

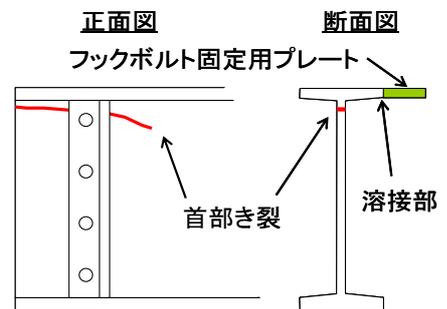


図-2 腹板上首部に発生した

事例2. (溶接部に発生したき裂)

溶接部に発生したき裂(図-2)は、端補剛材上端にもき裂が発生していることから、端補剛材上端を支点として溶接部が曲げられ、溶接不良箇所からき裂が発生したと考えられる。この構造は、溶接不良の有無にかかわらず、き裂発生の可能性があったことがわかった。

鉄桁特別検査の結果から変状が発生した桁に加え構造的な弱点を抽出することができた。

3. I ビームの耐荷性

東海道本線の I ビームは、腐食や摩耗による耐荷性の低下が懸念される。そこで、鉄桁特別検査の導入以前から行っている現有応力比率を I ビームの経年別に示し、現在の耐荷性に問題がないか検討した(図-3)。

キーワード 鉄桁, 耐荷性, 耐疲労性

連絡先 〒420-0851 静岡県静岡市葵区黒金町 64 番地 静岡支社 静岡土木技術センター TEL054-284-2234

その結果、現有応力比率が 100%以下で AA と判定された桁は一連も無いが、設計荷重 E33 の桁は、全般的に低い値を示すことが分かった。活荷重相当値について、設計荷重 E33 と現在の最大入線荷重である EF-66 機関車を比較したところ、短い支間において、EF-66 機関車は設計荷重 E33 を超えることが確認できた。計算上の発生応力と、検査時に測定した実橋応力(機関車走行時)測定結果を支間別に比較した(図-4)。その結果、実橋応力の測定データは、計算上の応力より小さな値しか発生しておらず、最大入線荷重を実橋測定データに置き換えると、より高い現有応力比率となることが確認できた。

4. I ビームの耐疲労性

耐疲労性については、溶接部から I ビーム本体に亀裂が入り、I ビーム本体の危険性を脅かすかどうかについて、実橋応力測定データを用いて評価した。評価にあたり I ビームの継手等級について確認した。通常は形鋼の B 等級の適用が考えられるが、実際には溶接で様々な加工が施されているため、それぞれの構造別に継手等級を設定した。その中で最も低い継手はマクラギ受けの構造であり F 等級とした(図-5)。支間中央上フランジで測定した応力の最大応力範囲をグラフにして疲労限の評価を行なった。F 等級の橋りょうは3連あり、現場溶接であることを考慮して仮に2等級下げて評価すると、疲労限を超える応力が発生していることがわかった(図-6)。一方で、溶接加工が無い B 等級の橋りょうは、仮に2等級下げて評価しても、疲労限を超える応力が発生する可能性が低いことが確認できた(図-7)。

I ビームの安全性について検証した結果、現在の列車荷重、列車本数等の使用条件に変化が無ければ、腐食を考慮しても、耐荷性が確保されていることを現有応力比率により確認できた。また、溶接加工された一部の桁を除けば、疲労限を超える応力が発生する可能性は低く、現在の使用条件に変化が無ければ、耐疲労性は確保されていることを確認した。前述の一部の桁は要注意橋りょうとして管理する必要があるが、他の I ビームについては適切な維持管理を行えば、長期にわたり健全な状態で使用可能であると考えられる。

5. まとめ

溶接による部材の後付け加工をした結果、弱点箇所が発生しているが、それらの変状や原因となる構造は、従来からの要注意箇所と、目視ですぐに確認できる箇所に集中している。このため、今後も注意深く観察しながら維持管理することが重要である。これからも本研究の成果を活かし、適切に検査・補修を行い、安全・安定輸送に寄与していきたい。また本研究をまとめるにあたり、多大なご指導とご協力を頂いた関係者の方々に深く感謝の意を表す。

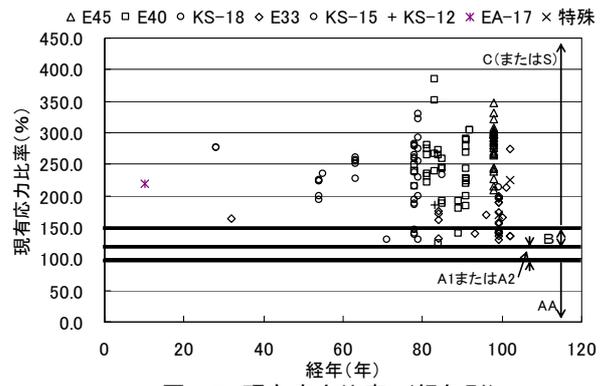


図-3 現有応力比率 (経年別)

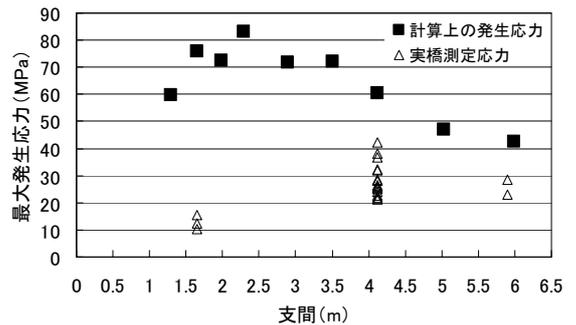


図-4 計算上の応力と実橋測定応力の比較

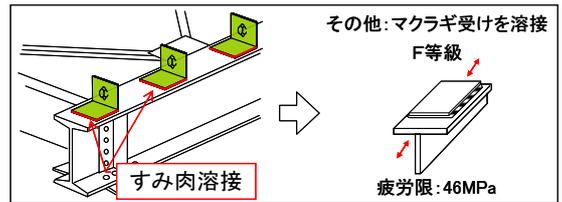


図-5 継手の強度等級

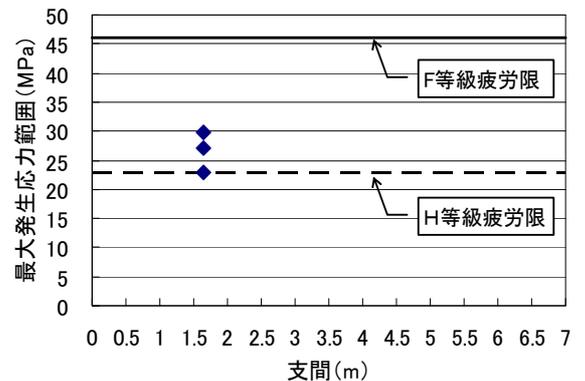


図-6 マクラギ受け構造 発生応力範囲

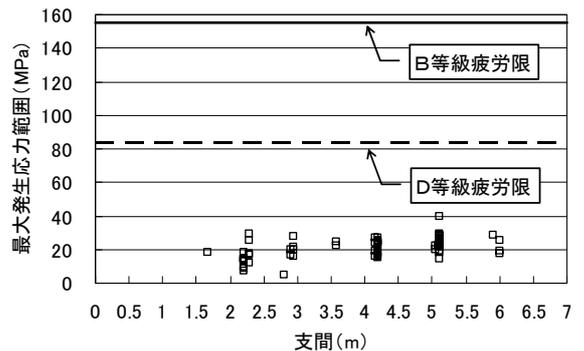


図-7 溶接加工無し 発生応力範囲