

Ⅳ-326

東海道新幹線の鋼橋における疲労健全度評価手法

J R 東海 正員 内藤 繁 同 正員 伊藤裕一
同 正員 川元隆史 同 瀬戸 勝

1. はじめに

開業以来約31年を経過した東海道新幹線の土木構造物の中で、鋼橋に関する維持管理上の最重要課題は疲労劣化対策である。それに対し、当社では平成5年度より「特別検査」という新たな検査体制を導入した。「特別検査」とは、①詳細な目視検査、②実橋測定に基づく定量的な疲労健全度評価、という2つの柱からなり、東海道新幹線の全鋼橋約1500連を約8年周期で検査するものである。そこで、特別検査で行っている、実橋測定に基づいた定量的な疲労健全度評価手法について紹介する。

2. 概 要

東海道新幹線の鋼橋の構造形式には、上路・下路プレートガーダー、下路トラス、合成桁等があり、主部材の組み立てに疲労に対しては弱点となりがちな溶接構造を採用している。図1に下路プレートガーダーの構造および主要な溶接継手を示す。しかしすべての鋼橋についてこれらの部材および溶接継手すべてを対象に測定・評価を行うことは実務的ではない。そこで、実務を考慮し図2に示すような評価フローとした。その主旨は以下の通りである。

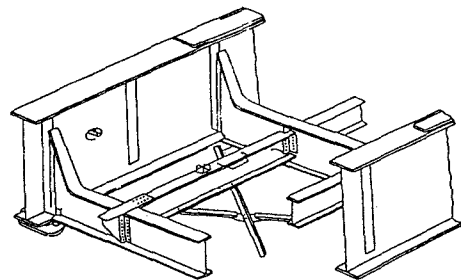


図1 下路プレートガーダー

- ① 着目する溶接継手を、疲労亀裂の進行性・桁本体に与える影響度・発見の難易度を考慮し、縦ビード継手および面内ガセット継手とした。
- ② 影響線長が短い部材ほど応力変動の繰り返し回数が多くなるため、疲労に関しては縦桁→横桁→主桁（主構）の順に厳しくなることから、基本的に縦桁に着目した。
- ③ 面内ガセットの疲労健全度評価は本来ならば個々の取り付け箇所の公称応力で行うべきであるが縦ビード継手の健全度評価に使用する支間中央下フランジ下面における公称応力で代表することとした。
- ④ 全橋梁の中から詳細調査すべき橋梁の抽出を第1段階、抽出された橋梁における問題部材の抽出を第2段階とし、最終的に問題部材の詳細調査を行う。
- ⑤ 第1段階では統計的手法を用いることで、最小限の測定（縦桁3～5本、列車本数5～6本）で評価可能とした。

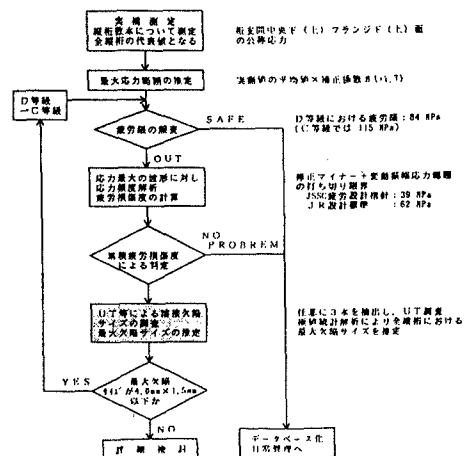


図2 評価フロー

3. 疲労評価基準

各溶接継手の疲労強度はJSSC疲労設計指針¹⁾等を基本に、縦ビード：D等級、面内ガセット（東海道新幹線はフルット半径20mm）：F等級として評価を行っている。しかし、東海道新幹線の鋼橋の特徴を考慮した疲労試験結果²⁾から、縦ビード継手についてはC等級として評価できる可能性を確認している。

4. 疲労限照査における最大応力範囲の推定

疲労限の照査にあたり、数本の縦桁（標本）の測定データから当該橋梁の全縦桁（母集団）を対象とした場合に発生しうる最大応力範囲の推定を、次式により行う。

$$\Delta \sigma_{max} = \Delta \sigma_{0max} \cdot \beta$$

$\Delta \sigma_{max}$: 全縦桁において、次回の検査までに発生しうる最大応力範囲

$\Delta \sigma_{0max}$: 数本の縦桁の測定データ（最大応力範囲）の算術平均

β : 最大応力範囲推定のための補正係数（ $= \beta_1 \cdot \beta_2$ ）

β_1 : 個々の部材間の応力のばらつきに対する補正係数

β_2 : 個々の列車間の軸重のばらつきに対する補正係数

ここで、 β_1 および β_2 は母集団長期応力頻度測定結果から安全側の値としてそれぞれ1.3としているが、現在精査中である。

5. まとめ

縦ビード継手に対し、第1段階の評価で詳細調査の必要ありと判断された橋梁に対し、第2段階としてすべての縦桁の公称応力を測定し、個々について再評価を行った。その結果、いずれの場合も疲労限の照査で余裕をもって問題なしという結果となった。第1段階では全縦桁の最大応力範囲推定のために部材間のばらつき（ β_1 ）および列車の違い（ β_2 ）の両方を考慮したが、第2段階では個々の縦桁における最大応力範囲推定であるため、考慮するのは β_2 だけでよいことから、桁によっては β_1 の設定がかなり安全側となっていると思われる。

6. おわりに

本手法は従来の目視検査では対応しきれない部分をカバーするものであり、「特別検査」においても主体はあくまで目視検査である。しかし、本手法により定量的な維持管理が行えるようになったことから、今後補修・補強あるいは取替計画の策定のため、各基準値の精査や維持管理における限界亀裂長の設定のための研究等をおこなっていく所存である。

【参考文献】

- 1) 日本鋼構造協会：疲労設計指針，1993.4
- 2) 内藤 繁，後藤克彦，阿部 允：東海道新幹線の鋼橋における健全度把握のための疲労試験，1993.10