

I - 247

東海道新幹線の鋼橋の検査手法の一考察について

東海旅客鉄道 正員 ○鍛冶秀樹
正員 後藤克彦
宮部光一

I. はじめに

東海道新幹線は開業以来今年で満30年を迎える。その間環境問題・輸送力増強・スピードアップ等さまざまな施策が行われ、それに伴い新幹線の構造物がおかれる環境は開業当初にくらば変化している。また構造物自体も経年による疲労・腐食等は進むものであり、現在では運転保安上問題ないものの将来的には疲労等劣化が心配されるようになってきた。このため平成5年6月1日に新幹線鉄道事業本部では、土木構造物の劣化・延命に関する特別な検査体制をしき、新幹線の安全・安定輸送を確保すべく新幹線構造物検査センターでは各保線所が行っている全般・個別検査とは別の新たな検査手法を導入し、中・長期的な取り組みの強化を図ることとした。

II. 東海道新幹線の鉄けたの現状

東海道新幹線の建設に際しては設計速度250km/hという世界でも初めての試みということもあって在来線の技術を基礎に各種試験を繰り返し、慎重な検討のもと実現した経緯があり、後に東海道新幹線の技術が改良され、山陽・東北・上越の各新幹線に反映されている。東海道新幹線の鉄けたは1,500連を有し、そのほとんどが当時としては初の試みである溶接継手構造けたを採用しており、縦ビード等けたの寿命を左右するような重大変状が現在では発生していないが将来的には有り得ると調査委員会の先生方から指摘された。また東海道新幹線は、ペイント管理も徹底されていたため腐食等劣化事例はほとんどない。これらの点から疲労劣化に対する検討の必要性がでてきており、けた管理はこの点を中心に行っていくことが検討され、実施に移された。それが特別検査の導入のいきさつである。

III. 特別検査

特別検査とは鉄けたに関する知識を有した検査員による「目視検査」と、鉄けたの主要部材の応力を測定する「実橋応力測定」からなるものである(図1)。

1. 目視検査

目視検査は、塗装塗替時の足場を利用しペイントのケレン前に全体をくまなく検査して、すべての変状を洗い出すものであり、特に溶接部付近の亀裂を発見するためにケレン前に行うものである。ペンキの割れか亀裂か判断がつかないものも含めて磁粉探傷を行って確認する。こ

の際、ペンキを取るとき、通常のケレンをする

と亀裂を埋めてしまうおそれがあるので、はく離材(リムーバー等)を使用する必要がある。

これらの結果を検査シートに詳細を記入し、変状の程度により補修・監視等の処置を的確に実施していく(図2)。

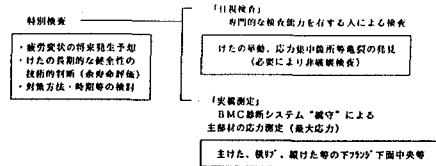


図1 特別検査の目的と内容

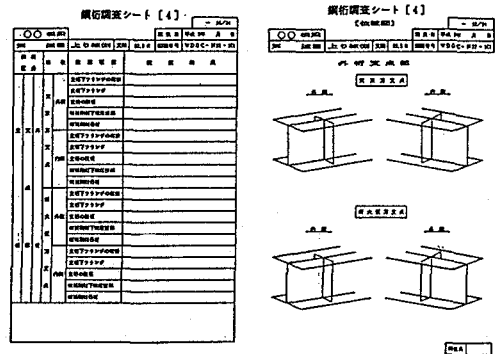


図2 検査シート

2. 実橋応力測定

実橋応力測定は、BMCシステム(鉄道総研が開発)を用いて主要部材の応力を測定し、桁全体の健全度を評価するものである。測定データを分析し、当該の桁が「疲労を心配する必要があるか」「疲労亀裂の発生時期は何日頃か」等、将来予測を含めてアウトプットされるシステムとなっている。

具体的には図3に示すようなフランジとウェブを接合している溶接箇所(縦方向すみ肉溶接継手)およびフランジに溶接されたガセット部から発生しけたを破断する方向に進展する亀裂の検討を対象とする。

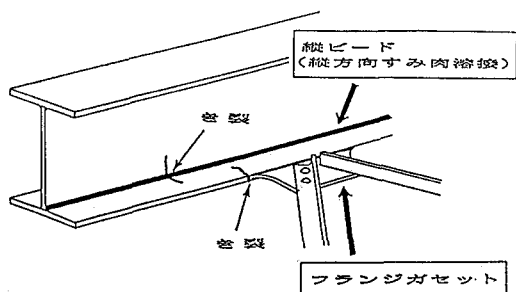


図3 実橋応力測定で予測する重大変状

3. 特別検査の実施

東海道新幹線の鉄けたは前にも述べたように全1,500連架設されているが、これを計画的に「特別検査」するため、塗装塗替時に合わせて8年間の周期で終わらせることを考えた。主な理由は足場が活用できるからである。また「特別検査」の導入にあたり、疲労劣化対策の検査には高度な知識が要求されるため、当社では検査員の養成として鉄道総研に依頼して1週間の教育を実施し、即戦力としての研修を行った。これらの検査員が中心となり、東京・静岡・名古屋・大阪に6～10名の専門家集団を配置し計画的に「特別検査」を実施することとした。

4. 解析手法

(i) 疲労限とは

一般に継手は、そこに繰り返し応力変動が生じると疲労が蓄積する。しかしある一定値以下の応力範囲では繰り返しの応力変動にも疲労が蓄積されない性質がありその一定値を疲労限という。理論上、作用する応力範囲が疲労限以下では疲労の心配がないことになるわけである。

(ii) 疲労に関する定量的な健全度評価

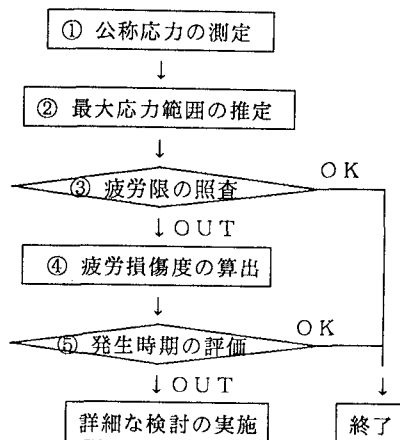
解析の流れについては図4に示すとおりである。

IV. 効果とまとめ

今回の目視検査・実橋測定の特設検査によって以下のことが可能になった。

- ① 経験的検査と定量的検査を並行することによる検査業務の深度化
- ② 中長期的なけた修繕の投資順位づけの明確化
- ③ 将来的な鉄けたカルテのデータベース化
- ④ 特別検査結果を保線所にフィードバックさせ全般・個別検査に反映させる

構造物の維持管理において、検査員の豊富な知識と目による検査手法は非常に有効な方法で



- ① 繰り返し荷重の回数が大きい橋梁部材の最大引張荷重を受ける場所に設置した歪ゲージから列車通過時の応力波形を計測する。
- ② ①から最大応力範囲を求める。
- ③ ②のデータがこの継手の疲労限を超えているか否かの照査を行う。
 $(\text{最大応力幅}) \times 1.7 < (\text{疲労限})$
 $\rightarrow$ 累積疲労損傷度 = 0
 $(\text{最大応力幅}) \times 1.7 \geq (\text{疲労限})$
 $\rightarrow$ 累積疲労損傷度の検討。
- ④ ①の応力波形のピーク差から応力頻度分布を求め、1列車あたりの疲労損傷度を算出する。

図4 健全度評価の流れ

ある。そこに今回のような実橋測定に代表される目に見えない検査の導入によって、鉄けたの過去の歴史・現在の状況・未来の予測を把握できるようになった。そしてこのことは変状に対する事前対策が講じられ鉄けた自体の延命施策が容易になったことから、東海道新幹線の全鉄けたの特設検査を逐次行うことにしている。この検査結果は東海道新幹線の将来的な鉄けたの維持・向上に大いに役立つものと思われる。

【参考文献】

- 1) 鋼構造物の疲労設計指針：日本鋼構造協会 1993. 4