

(I - 7) 東海道新幹線の特別検査における健全度評価

東海旅客鉄道(株) 正会員 鍛冶 秀樹
東海旅客鉄道(株) 正会員 後藤 克彦
東京工業大学 正会員 三木 千寿

1. はじめに

東海道新幹線は、昭和39年10月世界に先駆け高速鉄道として開業して以来30年が経過した。その間、安全性、高速性、大量輸送性を実証してきた。また、時代のニーズに対応するため当初の想定を上回る輸送量の増大、270km/h運転によるスピードアップ、環境対策とさまざまな施策を実施してきた。それらの状況の中で鋼鉄道橋においては、それらに起因する繰返し数、振動の増加による疲労により、2次部材に変状が発見されている。また、東海道新幹線では幸いまだ主部材には疲労変状が発生していないが、米国においては主部材に疲労変状が報告¹⁾されているものもある。疲労に対する保守技術は新幹線の安全安定輸送にますます重要な位置をしめてきている。今後さらなる列車本数の増加、高速化が考えられることから疲労問題が顕在化する前に予防保全的な保守技術が要求される。今回、鋼鉄道橋における疲労、延命に対する特別な検査体制と新しい検査手法を取り入れたので、その評価方法について紹介する。

2. 東海道新幹線の鋼橋の特性

東海道新幹線の鋼橋は、設計、製作、架設の能率化を考え、Standard、Simple、Smartに主眼を置いている。その中で特出すべき点は、リベット構造と比較して防錆保守上等有利である溶接構造を日本で最初に全面的に採用したこと²⁾、また、短期間で鋼けたの製作、架設を約1500連完成していることである。初めての本格的溶接構造、活荷重の増大は無いものの大幅な列車本数の増発からくる繰返し数の増大等により、鉄けたの疲労による問題は重要な位置を占める。更に構造が標準化され、荷重条件も全線にわたり同一性があるため、疲労に関してメンテナンス上有利な特徴を有している。このことより、特性から踏まえた疲労問題に対して、予防、保全的検査体制、評価が東海道新幹線の鋼橋では重要な課題である。

3. 特別検査体制

予防、保全的検査体制として、東京、静岡、名古屋、大阪に6～10名の専門家集団を配置することとし、従来より行っている、全般検査、個別検査、広域検査とは別部隊により、疲労、延命に対する特別検査(図-1)を実施することとした。その結果、役割と責任が明確化され、より専門的な検査が可能となる。特別検査とは、即戦力としての研修を受け、鉄けたに関する知識を有した検査員が行う検査である。ここでは、「目視」による検査が中心となり、応力集中箇所等の亀裂発見、亀裂発生原因の追求、対策工法の検討までおこなう。また、将来的に疲労亀裂の発生予測を定量的に判断するため、「実橋応力測定」を合わせておこなうこととした。

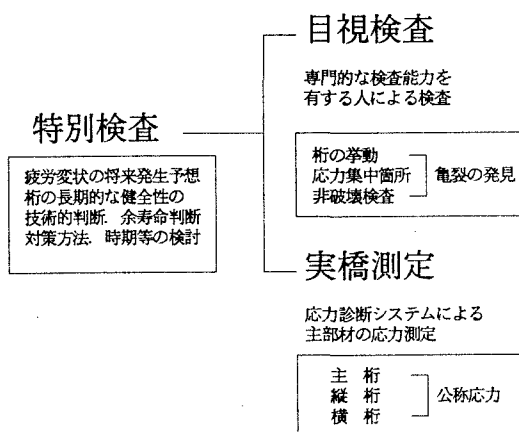


図-1 特別検査内容

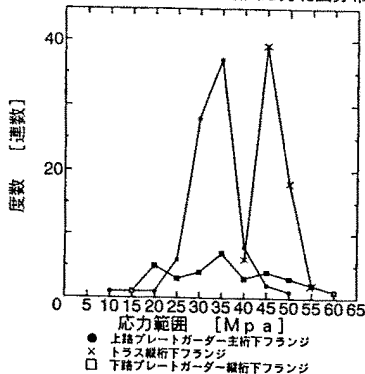
4. 特別検査による健全度判定

健全度評価を行う目的は、構造物の状態をより正確に把握し、適応性能を的確に判断することであり、また、適切なタイミングで対策を取りながら合理的に維持管理しようとするところにある。従来の評価では、主に現れた変状にたいして重点を置いている。しかしながら、疲労亀裂のように徐々に進行し、ある時点から急速に進展して、これが構造全体の健全度を著しく低下させるものであっても、その時点では兆候程度しか現れていなければ、実態より危険側に判断する可能性がある。このことより、疲労、劣化に対して、特別検査では新たに判定項目を策定した。この方法は、最終的な区分は国鉄時代から実績が有り、安全を保証してきた健全度判定区分をもちいることとし、判定項目を「進行性」、「冗長性」及び「損傷の影響度」から判定³⁾することとした(表-1)。

5. 実橋測定による結果

現時点までの結果(表-2)から、桁本体の寿命を左右する縦ビード(D等級疲労限84Mpa⁴⁾)の疲労強度に対して問題無いことが分かる。言い替えば部材に対して安全を保証することができる。しかしながら、測定結果に乗ずる係数はまだ暫定値であること、公称応力による二次部材の評価等いくつか問題点があると思われる今回の結果を踏まえて、フランジガセットの疲労強度の向上、実橋における乗数 β の精査等積極的な検討が必要である。

表-2 下フランジ最大応力範囲分布



6. まとめ

これまでの検査結果から運転保安上問題のある変状はないと判断できる。しかしながら、目視検査は鉄桁全体をくまなく詳細に行う検査であり時間と、さらには、検査用足場(塗替え塗装足場)を必要とする検査である。このことより、より計画的に進める必要が有り、合わせて、検査員の教育にも重点を置かなければならない。これらのことは、余寿命評価小委員会の報告⁵⁾の中でも提案されている。今回、特別検査を導入したことで次の点に有効であることが確認できる。

- ①安全の深度化 ③長期的投資計画を進める為の資料
- ②重点検査項目の明示 ④データの一元化

表-1 鋼鉄道橋の損傷に対する評価

(1) 組み合わせにより決まる判定区分				
冗長性 進行性	a	b	c	s
a	A ₁	A ₁	A ₂	A ₂
b	A ₂	A ₂	B	C
c	B	B	C	C
s	C	C	C	S

(2) 進行性の評価(変状の進行性に対する評価)

評価ランク	状 況
a	変状が発生してから4～5年以内(全般的検査で1回見落としを考慮)に機能限界もしくはその部材(品)が破断等に達する可能性のある結果となったもの。
b	変状が発生してから10年(塗装周期)以内に機能限界もしくはその部材(継手)が破断等に達する可能性のある結果となったもの。
c	変状が発生しても計算上設計想定寿命は満足できる結果となったもの。
s	変状が発生しても通常はほとんど進行しないか、進行しても設計寿命を十分に満足できる結果となったもの。

(3) 冗長性の評価(構造全体の機能低下に対する評価)

評価ランク	状 況
a	直接部材や構造物の安全を脅かす著しい機能低下や崩壊につながるもの。
b	速断的もしくはある特定の使用条件となった時に構造物の著しい機能低下や崩壊に結びつくもの。
c	耐久性の低下として長期的には機能低下や崩壊に結びつくもの。
d	その継手や部材が崩壊しても構造物全体の強度や機能にあまり影響を与えないもの。

(4) 損傷の影響を大とする項目

- ① 放置すると他に多大な影響を及ぼすもの。
- ② 多発する可能性のあるもの。
- ③ 早期対策が維持管理上著しく有効なもの。
- ④ 他に同様の箇所があり、その箇所の検査が比較的難しいもの。
- ⑤ 構造物としての重要度が特に高いもの。

参考文献

- 1) JchnW. Fisher、阿部 英彦、三木 千寿：鋼橋の疲労と破壊、建設図書
- 2) 阿部 英彦：東海道新幹線、橋梁と基礎、90-8
- 3) 阿部 充、内藤 繁、小芝 明弘、阪本 謙二：鋼鉄道橋の維持管理における疲労評価、鉄道総研報告Vol. 6、No. 4
- 4) (社)日本鋼橋協会編：鋼橋構造物の疲労設計指針・同解説、p-6～p-9、1993、4
- 5) 土木学会鋼橋造委員会鋼橋余寿命評価小委員会：鋼橋の劣化現象と損傷の評価、土木学会論文集No. 501/1-29、1994、10