

I-116 鋼鉄道橋における疲労損傷の評価手法

鉄道総研○正員 阿部 允 鉄道総研 正員 小芝明弘
 鉄道総研 正員 内藤 繁 鉄道総研 正員 阪本謙二
 鉄道総研 正員 杉本一朗 (株)BMC 正員 堀口哲夫

1. はじめに

列車頻度が高く高速走行する線区にある鋼鉄道橋では、いくつかの疲労損傷が現れている。今のところ特に心配すべきものは見られないが、今後、発生が予測されるものとして腹板とフランジを接合する縦方向すみ肉溶接部に生ずるき裂のように、一旦き裂が表面に現れると急進する性質のものがある。また、この継手は当初からある程度ブローホールが残留することを許容しているため、製作時に特に欠陥検査等を行われていない。

従って、設計時の想定を上回るような高応力、高繰り返し応力の発生する箇所では、残留するブローホールのサイズ如何では疲労損傷が問題となる可能性もあり、これらについては維持管理において確実に安全の確認をしていく必要がある。

ここでは、このようなケースを中心に、鋼鉄道橋の疲労損傷に対する予防保全的な検査および評価手法¹⁾について試みている一手法を示すものである。

2. 検査の流れと評価手法

検査および評価の手順を図-1のフローチャートに示す。その概要を示すと、先ず着目する継手を選定して実橋測定を行い、そこで得られた結果をベースに、その継手に作用する最大応力範囲を求めて疲労限に対する照査を行う。

ここで疲労限を超えるものが現れた時は、累積疲労(累積疲労損傷度)や余寿命を計算し、ある管理値(一般には累積疲労損傷度(Dc)が1.0もしくは設計寿命を超えるか否か)について照査する。

そして、これを超えないものについては通常の検査に戻されるが、超えた場合は詳細な検査が行われる。

詳細な検査は、欠陥のサイズやき裂発生の有無について行われる。ここで得られた結果をベースに破壊力学によるき裂進展解析を行い余寿命が推定される。

ここで問題となったものは、検査方法の見直しや対策が施されることになる。

以下、図-1のフローチャートで示す各項目についてもう少し具体的に示す。

①継手の選定：既にか裂の発生しているものと類似の箇所や、今後、疲労損傷が心配となる継手の性状を把握するために、測定する部材を任意にサンプリングする。

②応力波形の検出：各部材に対し標準化されたゲージ貼付位置²⁾で応力の実測を行う。なお、収録する列車本数は同系列車毎に各3~5本程度とする。また、シミュレーションで応力波形を求める場合は実働荷重を反映した軸重の変動を考慮する³⁾。

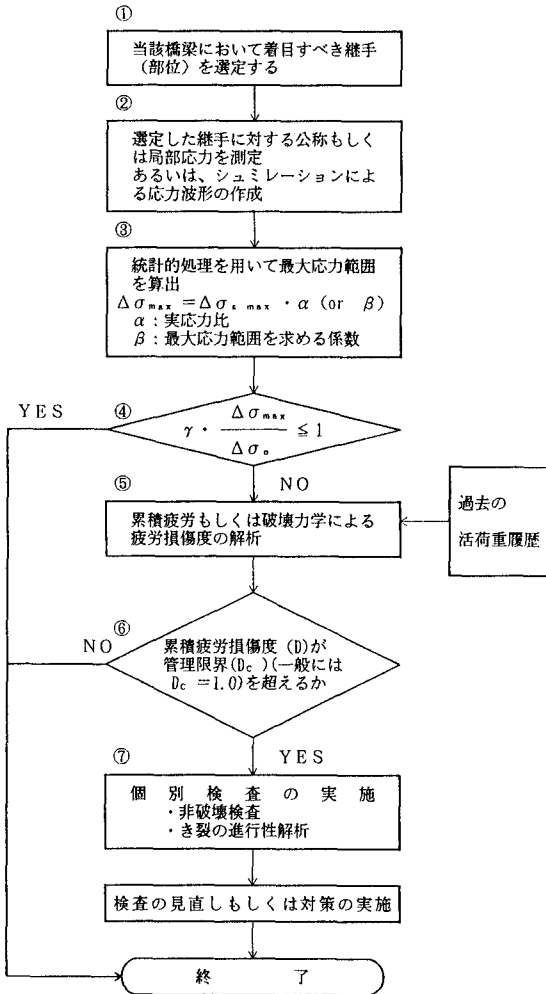


図-1 検査および評価の手順

3. おわりに

この手法は現在東海道新幹線や山手線における鋼橋の診断に用いているが、これらの処理は新しく開発されたBMCシステム⁷⁾を用いて行っている。なお、今後の課題として暫定的に設定している測定標準化や管理値の問題があり、これらについてはさらに検討が必要である。

参考文献

- 1) 阿部ほか：鋼鉄道橋の維持管理における疲労の評価 鉄道総研報告Vol. 6, No.4, 1992. 4
- 2) 小芝ほか：ホットスポット応力の考え方を利用した実橋測定におけるゲージ位置 第47回 土木学会年次講演会1992(予定)
- 3) 阪本ほか：実働荷重による鋼橋部材の疲労強度(その1)、鉄道総研報告Vol. 3, No.10, 1989. 10
- 4) 運輸省鉄道局：鉄道構造物等設計標準(鋼・合成構造物)、1991. 12
- 5) 杉館ほか：実橋における最大欠陥サイズの推定方法、第47回土木学会年次講演会、1992(予定)
- 6) 日本構造物協会：疲労設計指針(案)、JSSCレポートNo.14 1989. 11
- 7) 堀口哲夫、島村誠、阿部允：従来技術を重視した鋼鉄道橋の維持管理システムの構築、土木学会第46回年次講演会、1991. 9

③最大応力範囲の推定：求められた応力波形に対しては、実応力比(α)や、最大応力範囲を決めるための実測応力に乗ずる係数(β)を用いて評価に用いる最大応力範囲を求める。また、これらの値が特に定められていない場合は、極値統計解析¹⁾等を用いて最大応力範囲を推定する。

④疲労限の照査：疲労限の照査に用いる応力範囲(Δσ_c)は新しい設計標準⁴⁾のものを用いる。

⑤累積疲労の算定：過去の荷重履歴をベースに累積疲労損傷度を算出する。評価に用いる継手の疲労強度は設計標準⁴⁾のものを用いる。

⑥累積疲労に対する照査：照査は当面累積疲労損傷度(D)が1.0か余寿命が設計で想定しているものを満足できるかどうかで判断しているが、管理値としてある程度余裕をみることも考慮している。

⑦個別検査：内部欠陥については超音波探傷また、き裂の有無や長さに対しては磁粉探傷を用いて検査する。なお、最大欠陥サイズの推定はサンプリングした結果を統計処理⁵⁾して行う。

また、これらを用いた破壊力学による検討はJSSCの疲労設計指針⁶⁾による。