

I-339 老朽鉄道桁の累積疲労としての寿命予測

（株）BMC 正員 堀口 哲夫 前JR北海道 正員 大槻 正幸
 （株）ジョテック 正員 川口 克己 （財）鉄道総研 正員 小芝 明弘

1. はじめに

老朽桁が比較的多いJR北海道では、法定耐用年数である経年40年、さらには全JRにある鉄桁の平均的経年および現行設計標準の疲労条項で想定している寿命60年程度を超えるものが多く見られる。これらに対し、橋梁を管理する側では、たとえ列車本数が少ないとはいえ耐久性の面で心配しているのが現状である。しかし、北海道では腐食環境がよいため、見るかぎりにおいては特に変状もなく“ただ古い”という桁も多く見られる。とはいえ、廃線となった羽幌線など塩害の著しい海岸線に位置する桁では、他では見られない程著しい腐食が生じているものもある。

これらに対し何らかの形で耐久性をより定量的に推定するためその手法を検討している。本報告はこの中で疲労面から行っている寿命の推定方法の一つを示すものである。

2. 寿命推定の方法

老朽桁の疲労寿命については既にいくつかの報告⁽¹⁾があるが、実務に導入するには今のところ幾つかの大胆な仮定を設けなければ具体的ににならないことが多い。

以下に、今回用いた老朽桁の寿命を推定するのに仮定した項目やその算定方法について示す。

2. 1 寿命を推定する時の仮定

- ① 老朽桁の寿命は経済的な面からみた物理的耐用年数とする。
- ② 老朽桁の物理的耐用年数は疲労によって決まり、腐食はそれに大きく影響する。
- ③ 疲労による寿命は、その構造物のメインの部材に通常の維持管理で対応できない種類のき裂が発生しはじめる時とする。

2. 2 物理的な耐用年数の算定

耐用年数の決め方には通常次の二つの方法があるが、鉄道における老朽桁は一般にリベット構造であり、ピントラス等一部を除いては②が問題となることは少ない。従って、ここでは①の累積疲労による方法を用いる。

また、算定の流れを図-1に示す。

- ① 累積疲労によりき裂の発生時期を予測する。
- ② 内在する欠陥からき裂が進展をはじめ主要部材部位の限界であるき裂長に至る時期を予測する。

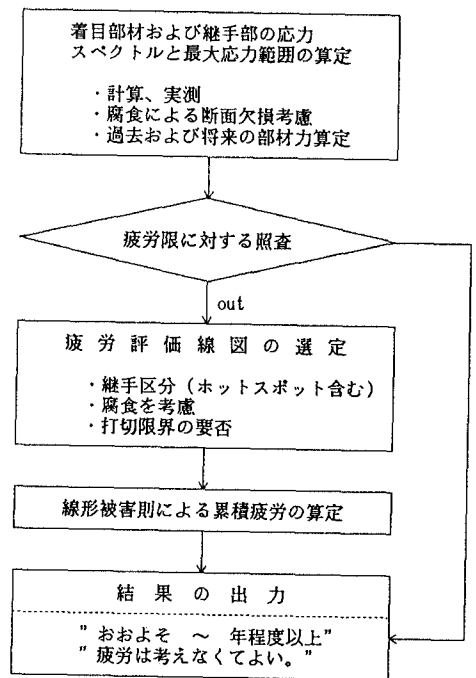


図-1 算定の流れ

(1) 算 定 式

耐用年数（T）は次の式で求める。

$$T = \frac{N_o}{\sum_{j=1}^s (n_{s(j)} \times 365) \cdot N_{eq(j)} \cdot \left\{ \frac{\sigma_{s(j)}}{\sigma_o} \right\}^m}$$

N_o ：時間基準応力範囲（ σ_o ）の基準繰返し数

n_s ：それぞれの列車が一日に通過する本数

σ_s ：各列車の最大応力範囲

N_{eq} ：各列車毎の等価繰返し数

s ：通過列車の種類

m ：疲労強度曲線の傾きを表す指数で $m=3$ とする。

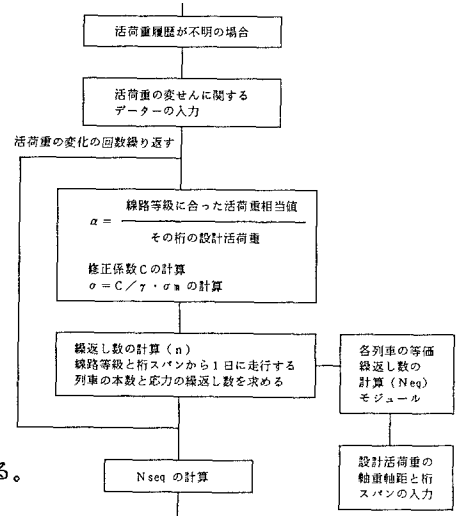


図-2 設計荷重（線路等級）
のみの場合の処置

(2) 腐食の考慮

腐食の影響は次の仮定を設けて算定している。

(1) 断面欠損は竣工時を0とし、現在までの平均板厚をとる。

(2) 腐食による継手強度は局部腐食についてのみ考慮する。また、その期間は竣工時からと安全側の評価もする。（しかし将来を考えると局部腐食は加速する可能性もある）

なお、その時の 2×10^6 回疲労強度は80もしくは100MPaとした⁽²⁾。

(3) 過去の応力履歴

累積疲労の評価で最も難しい作業が、ここでの応力履歴の算定である。ここではその算定を容易にするため、以下の方法を用いるようにした。図-2には、このうち設計荷重（線路等級）しか分からない時の処置方法について示す。

- ① 実測値を用いる方法
- ② 実荷重のシミュレーションによる方法（列車の種類と1日の通過本数がわかる場合）
- ③ 通トンから推定する方法
- ④ 設計荷重を用いる方法

3. 寿命の算定例

今回の寿命の算定は、幹線である函館本線と既に廃止された羽幌線にかかる支間12.9mの標準的プレートガーダーについて行ってみたが、結果として幹線に架けられた桁が著しく腐食した時のみ問題となることが分かった。

4. おわりに

本報告は、耐久性（寿命）をある一面である累積疲労の面からのみ評価したものであるが、実際には他の変状等も考慮して取替を判断している。なお、研究にあたっては、（財）鉄道総研の阿部 允、杉館政雄氏の多大なる御指導を受けたことを記し感謝と致します。

参考文献

- (1) 建造物保守管理の標準（案）同解説（鋼構造物）；（財）鉄道総合技術研究所、昭和62.3
- (2) 阿部、稲葉、江口；腐食鋼材の疲労強度、構造物設計資料、No.34、1973.6