

I-398

## 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

(株)橋梁メンテナンスコンサルタント(BMC) 正員 ○堀口 哲夫

J R 東日本 安全研究所 正員 島村 誠

(財)鉄道総合技術研究所 正員 阿部 允

### 1. まえがき

鋼鉄道橋において、今まで構造的変状が原因となった事故が無いことや、また、輸送力の増強やスピードアップなどの要求にもそれなりに対応してきていることは、適切な維持管理を行ってきた先人の努力のたまものと思われる。これらの技術をいかに継承していくかは、今後の重要な課題となっている。この方策として、先人の技術をできるだけ定量化し、システム化<sup>1)</sup>を図ることも一つの方法と考え、研究を進めているところである。本報告は、そのうち特に構造物の診断手法について検討してきた成果の一部を示すものである。

### 2. 維持管理における診断項目

従来の維持管理に関する規程や標準等は、いわゆる「後追いの対策手法」について示されるものが多かった。しかし、実務面では、いわゆる「予測手法」を取り入れた「予防・保全的維持管理」が、無意識のうちになされていた。しかし、これらは明文化されたものではなく、多くの場合、技術者の経験に頼ることが多かった。今まで行われてきた経験に基づく診断内容を分析すると、次に示す項目に分けられるように思われる。

(1) 構造物に生じた損傷に対する判断

(2) 構造物の経済性を考慮した取り替え時期等、いわゆる健全性に対する判断

(3) 構造物に要求される機能に対する適応性に関する判断

以下、これらについて、維持管理システムにどのように反映していくかについて示す。

### 3. 診断の手法

#### 3. 1 損傷に対する診断

従来、損傷が発生した時の判断として「いつ、どんな方法で対策するか」について行われてきたが、実はそれ以外にも、常に橋全体として「この種の変状がいつ問題になってくるか」また、「どの範囲を、ついでに対策しておいたらよいか」の判断も行われていた。これらについてシステムでは、実橋測定などを導入することによって潜在的ダメージの予兆を定量的に把握し、評価することにした。

#### 3. 2 健全性に対する診断

従来は、定量的な判断方法として「実耐率」、いわゆる耐荷力を求めることが中心となっていたが、現実には、同時に、取替え時期についても考えられていた。このことに対する対応として、構造としての致命的な変状を定義し、それに至る時期を、腐食と疲労の面から耐用年数を算定するする手法を取り入れることにした。

#### 3. 3 要求される機能に対する適応性(使用性)

スピードアップの可能性等の判断がこれに当たる。従来、設計基準に対する照合や、ごく限られた専門家による判断が主流であった。これらについては、専門家の検討手法を定式化して現場技術者が容易に対応できるシステムの構築を図ることにした。

### 4. 実施例

#### (1) 腹板切欠部の疲労き裂(損傷の診断)

まず、切欠部の実測波形を用いて、一列車毎に累積する疲労損傷度評価<sup>2)</sup>を行う。この実測を数箇所(同類箇所)について行い、次に、統計的処理によってき裂の発生傾向を把握する。

#### (2) 腐食した横桁下フランジをもつ下路プレートガーダーの耐用年数(健全性)

実測によって各々の橋桁の実働荷重による影響線を求めておいて(データベースに蓄積)、これに過去の荷重履歴記録とシミュレーションによって求めた計算上の応答値の関係から、腐食を考慮した耐用年数としての疲労寿命を求める方法<sup>3)</sup>である。診断例を図-1に示す。

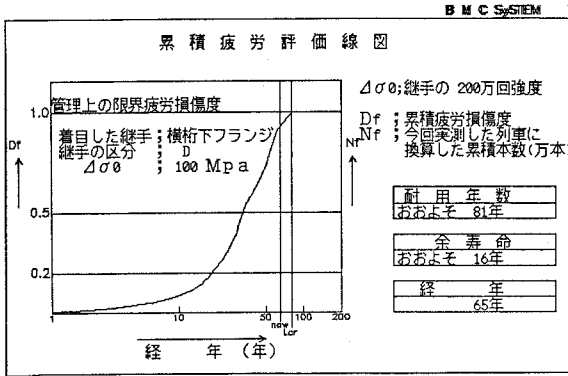


図-1 耐用年数としての累積疲労の評価例

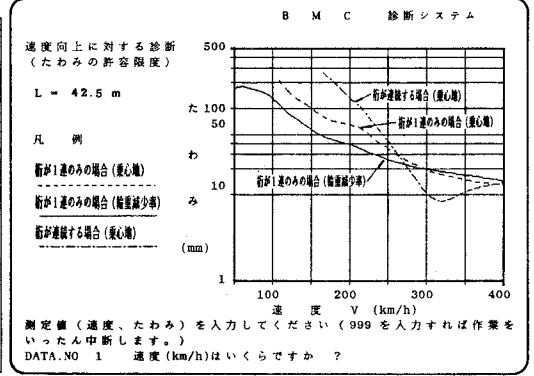


図-2 許容できるたわみ量と速度についての評価例

### (3) スピードアップの可能性 (使用性)

種々の速度で走行する列車と構造物の連成を考えた動的な応答から、許容できるたわみ限度値<sup>4)</sup>を求めるもので、図-2にある新幹線車両における評価例を示す。

### (4) 総合評価

以上の結果は、「構造物評価の総括表」上で整理し、投資計画や架け替え判断資料の一つとして用いられる。

なお、表-1には「損傷に対する評価指標」を示す。この指標は、現行の「保守標準」<sup>5)</sup>に示される判定例の判断基準の1つとして用いたもので、損傷に対しては「進展性」と「冗長性」について評価すれば、従来から経験的に行ってきた判断とほぼ一致するように決めたものである。

表-1 鋼鉄道橋における損傷の評価指標例

| 評価ランク          | 運転保安等に対する影響           | 変状の程度          | 措置           |
|----------------|-----------------------|----------------|--------------|
| AA             | 危険                    | 重大             | 直ちに措置        |
| A <sub>1</sub> | ・早急修かす<br>・異常外力の作用時危険 | 変状が進行し、機能低下も進行 | 早急の措置        |
| A <sub>2</sub> | 将来修かす                 | 変状が進行し、機能低下の恐れ | 必要な時期に措置     |
| B              | 進行すればAランクになる          | 進行すればAランクになる   | 監視(必要に応じて措置) |
| C              | 現状では影響なし              | 軽微             | 重点的に検査       |
| S              | 影響なし                  | なし             |              |

なお、次に示す項目に該当するものは、総合評価の際、1ランクアップさせる。

- 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利なもの。
- ④ 他にも同様の箇所があり、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。

総合的損傷評価

| 冗長性 \ 進展性 | a              | b              | c              | s |
|-----------|----------------|----------------|----------------|---|
| a         | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>2</sub> | B |
| b         | A <sub>2</sub> | A <sub>2</sub> | B              | C |
| c         | B              | B              | C              | C |
| s         | C              | C              | C              | S |

進展性の評価 (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)の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(塗装期間)以内に機能限界もしくはその部材(品)の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展しないか、進展しても設計寿命を十分満足できる結果となったもの。                       |

冗長性の評価 (構造全体の機能低下に及ぼす評価)

| 評価ランク | 状 況                                             |
|-------|-------------------------------------------------|
| a     | 部材や構造物の著しい機能低下や崩壊に結びつく可能性の高いもの。                 |
| b     | かなり大きく進行した時に部材や構造物の著しい機能低下や崩壊に結びつく可能性のあるもの。     |
| c     | 一般的には大きく影響しないと思われるが、長期的には構造物に重大な影響を及ぼす可能性のあるもの。 |
| s     | その様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。          |

### 【参 考 文 献】

- 1) 岩本・堀口・稲葉・阿部: 鋼橋診断システムの開発, 土木学会年次講演会, 1-246, 1988.10.
- 2) 阿部・谷口・阿部: 鉄道橋の疲労(垂直補剛材下端), 土木学会構造工学シンポジウム論文集, 1986.4.
- 3) 堀口・大槻・川口・小芝: 老朽鉄橋の累積疲労としての寿命予測, 土木学会年次講演会, 1-339, 1990.9.
- 4) 松浦: 新幹線橋りょうにおける橋桁の鉛直たわみの許容限度, 鉄道技術研究所報告, No. 894, 1974.3.
- 5) 日本国有鉄道: 建造物保守管理の標準(案)同解説 鋼構造物, 1987.3