

# 鋼鉄道橋のラテラルに着目した健全度判定に関する一考察

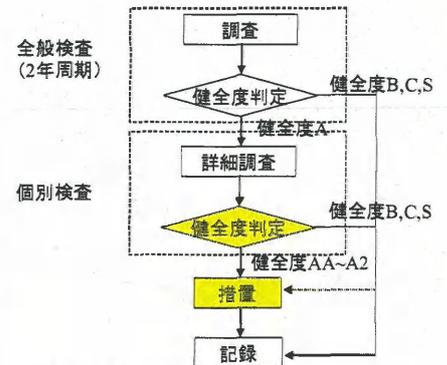
JR 東日本 正会員 ○木下一孝

## 1. はじめに

鉄道橋における鋼橋は、明治初期に架設された後、長い間維持管理をしながら使用してきたものが多く、JR 東日本仙台支社管内においても平均経年 70 年と我が国の社会資本施設の中でも経年が進行している。しかし、これら経年が進行した鋼橋であっても、定期的な検査・補修を行うことによって十分に要求性能を満足することが可能であり、現在においても安全・安定輸送というサービスを提供するための重要な役割を果たしている。

## 2. 検査方法

当社の検査は図 1 に示すような検査体系で実施している。2 年周期で実施する通常全般検査は目視を基本に調査を行っており、性能低下の可能性のある変状に対しては別途詳細な調査を行う個別検査を実施することとなっている。



健全度判定ランクと変状の程度  
 A：性能低下の可能性あり  
 B：進行すると A ランクとなる  
 C：軽微な変状  
 S：健全

図 1 検査体系

## 3. 研究の目的

前述した検査体系の中で、効率的な検査を実施していくには、目視による健全度判定の精度を向上させることが必要となる。そのためには、変状の程度とその影響度を定量的に把握しておくとともに、橋りょう全体の健全度に影響を与える部位 (FCM) を把握しておくことが重要となる。本稿では、主たる変状内容が腐食である鋼鉄道橋のラテラル (横構) に着目し、耐力に関する安全率から健全度判定を行う上での考え方、実務上の評価法について考察する。

## 4. 耐力評価における安全率

ラテラルの耐力を定量的に評価するため、鉄道構造物等維持管理標準<sup>1)</sup>を参考に保守上の許容応力度 (以下、保守限応力)、各種係数を設定し強度評価を行うこととした。また、発生する応力については、鉄道構造物等設計標準<sup>2)</sup>より横荷重を算出する。この条件からラテラルをトラス部材として構造計算を行い、部材に生じる応力を求めることにより、安全率=保守限応力/計算応力として評価することとした。

ここで、昭和初期に設計された鋼鉄道橋は、設計の簡略化を図るため標準設計を採用している。このため、設計年代により同形式の桁が多数架設されているという特徴を有しており、各年代の設計思想が反映されている。そこで、表 1 に示す設計思想の異なる年代の桁を対象に、設計荷重を用いて上記で示した安全率をラテラルについて算出した。この結果を図 2 に示す。この結果は、橋桁端部ラテラル、支間中央のラテラル、比較のため対傾構について発生最大軸力とこの軸力による圧縮応力、各年代に対応した鋼材の保守限応力から安全率を算出している。ラテラルは、横荷重により生じるせん断力に抵抗する部材であるため、せん断力が最大とな

キーワード：鋼鉄道橋、ラテラル、維持管理

連絡先：〒980-8580 仙台市青葉区五橋一丁目 1 番 1 号 Tel 022-266-9636 Fax 022-214-7512

表 1 年代別設計思想の変遷

	明治45年～	昭和3年～	昭和30年～	限界状態設計法
風荷重	150kg/m <sup>2</sup>	200kg/m <sup>2</sup>	150kg/m <sup>2</sup>	120kg/m <sup>2</sup>
遠心力	個別に算出	軸荷重の10%	軸荷重の12%	個別に算出
車両横荷重	—	—	軸荷重の15%	電車:15%、機関車:20%
二次部材の考え方	横荷重には、対傾構で抵抗する	横荷重には、対傾構で抵抗する	横荷重にはラテラルで抵抗する。 曲線ではスパン12m以上は下ラテラルを設ける	横荷重にはラテラルで抵抗する。 曲線ではスパン12m以上は下ラテラルを設ける
図面表記	連	では 曲では	GD WGD	EGD

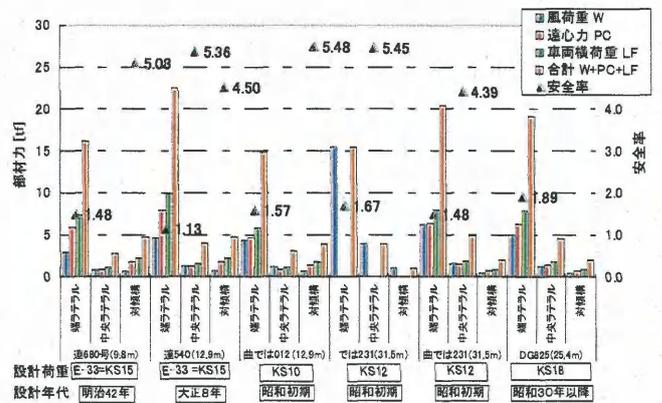


図 2 二次部材に生じる部材力と安全率

る端部ラテラルの負担が大きくなっていることがわかる。また、安全率に関して、設計思想の変化や設計荷重の変化の影響から安全率にもばらつきが見られる。このようなばらつきは、ラテラルのような二次部材に関して、二次応力と言った不確実性に対応するため応力による強度計算ではなく、仕様で決定されていることにも起因していると考えられる。

上記の構造計算においては設計荷重を用いていたが、図3に示す各線区の定常入線車両を用いて、負担が最も大きい端部ラテラルについて同様に安全率を算出した。この計算には、図2において最も低い安全率を示した達540号により設計された桁を対象として、図4に示す結果を得た。この結果から、スパンなどの構造上の要因よりも線区による差異、つまりは要求性能=入線する車両による差異が顕著に現れていることがわかる。さらに、最も低い安全率においても2.0となっており、腐食による断面欠損を考えると50%程度の腐食が許容できる結果となる。

### 5. 実橋による応力測定

構造計算からラテラルの耐力に関する安全性の評価を行うことができたが、維持管理をする上ではより事実に近い状態で桁の耐力を判断することが経済的である。そこで、ラテラルの応力測定を行い、設計応力と実応力との比（実応力比）を求め、構造計算結果に対する余裕度を明らかにすることとした。測定を行った桁は東北本線のスパン12.9mの桁で、図4の結果との比較のため達540号の標準設計の桁である。応力測定は、4本の通過列車で行った。この測定時に計測された車両速度から遠心力を算出、ほぼ無風状態であったため風荷重は考慮せず、実応力比を算出すると、図5のような結果が得られた。この結果から対象の部材によって、構造計算との差が生じることがわかるが、実応力比としては、最大で0.85程度と安全側評価である。

### 6. 考察

以上のような構造計算を基にした安全率の算出および実橋りょうの応力測定の結果から、鋼鉄道橋におけるラテラルの健全度判定について考察を述べる。

#### ① 健全度判定に関する考え方

設計思想の異なる多数の橋りょうについて、設計思想の違いによる安全率ばらつきはあるものの要求性能の変化=車両の軽量化という鉄道特有の現象により、十分な耐力を有していることがわかった。また、健全度判定には、この要求性能を考慮することが重要となることに加え、線区毎の要求性能の違いから腐食量の閾値を安全側に設定することが可能となる。

#### ② 評価法

ラテラルの腐食を考慮した耐力評価に限ると、設計標準・維持管理標準を基に安全側に評価することが可能であることを示した。

参考文献 1) 鉄道総研編：鉄道構造物等設計標準・同解説(鋼・合成構造物)，丸善，2001

2) 鉄道総研編：鉄道構造物等維持管理標準(鋼・合成構造物)，丸善，2007

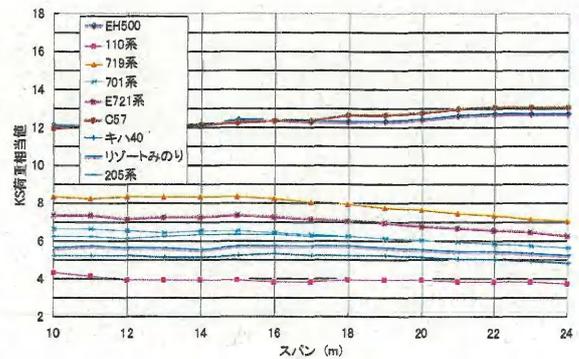


図3 各線区に定常入線する列車の荷重相当値

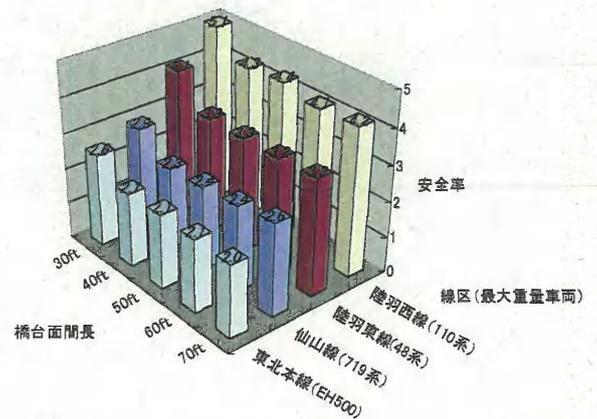


図4 達540号標準設計桁の安全率

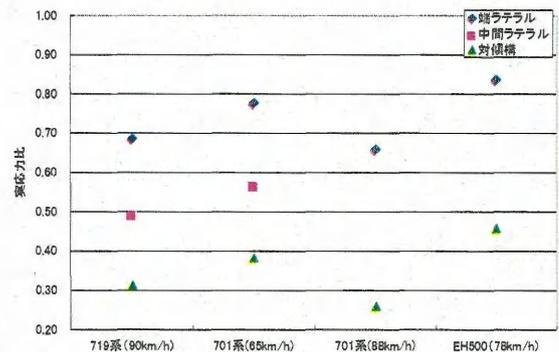


図5 実応力比