

Load ratingによる既設橋の耐力評価

:新旧示方書とJSCE標準示方書の比較

○ 埼玉大学 学生員 傳田 諒
 埼玉大学 学生員 庄司峻弘
 埼玉大学 正会員 奥井義昭

首都高速(株) 正会員 石橋正博
 (株)エイト日技 正会員 笠松 徹
 JIP テクノサイエンス 正会員 中島照浩

1. はじめに

我が国では、老朽化した橋梁数が急速に増加しているため、維持管理の重要性が増している。しかし、現在の維持管理の手法には定量的な既設橋の耐力評価ではなく、健全度等の点検者の主観性によるところが大きい。そこで、定量的なプロセスであるLoad ratingを我が国へ導入する必要があると考える。

Load ratingとは米国¹⁾などで使用されている既設橋の耐力評価のプロセスで、設計活荷重を基準として橋梁が何倍耐力を有しているかを評価する。Load ratingの結果は次式で計算されるRating Factor(RF)で表される。

$$RF = \frac{C - DL}{LL} \quad (1)$$

ここでC、DL及びLLはそれぞれ部材耐力、死荷重効果及び活荷重効果を表す。RFが1以上の場合は基準とする活荷重に対して余耐力があり安全、RFが1未満の場合は耐力不足であり、米国においては橋の補強や荷重制限などの対策が必要であると判断される。

我が国の既設橋の多くは安全率1.7の許容応力度設計法によって設計されてきた。しかし、幾度かの道路橋示方書の改定に伴い設計活荷重が増大し、さらにH29年の改定では限界状態の定義と部分係数法が導入され、全体としての安全率も変化している。

そこで、本研究では既設橋を対象に異なる示方書に基づいたLoad ratingを行い、どのような評価がなされるのかを確認した。

2. RF値の計算方法

3つの設計基準、H24道路橋示方書²⁾(以下、旧道示)、H29道路橋示方書³⁾(以下、新道示)及び鋼・合成構造標準示方書⁴⁾(以下、標準示方書)に従い、次式を用いてRF値を計算した。

$$RF = \frac{C - DL}{LL} = \frac{R - \gamma_d D}{\gamma_L (L + IM)} \quad (2)$$

ここで、Rは部材耐力及びそれに準ずるもの、 γ は荷重係数、D及びLはそれぞれ死荷重効果及び活荷重効果、IMは衝撃を表す。表1に示すようにRは旧道示では許容応力度 σ_a 、新道示では応力度の制限値 σ_{ud} 、標準示方書では設計耐力とした。なお、標準示方書では荷重係数は具体的な値が規定されていないが旧道示と同じ安全率の1.7とした。

表 1 各示方書に基づいた場合のRFに用いる諸値

	R(曲げ)	R(せん断)	γ_d	γ_L
旧道示	σ_a	τ_a	1.0	1.0
新道示	σ_{ud}	τ_{ud}	1.05	1.25
標準示方書	M_{rd}	V_{rd}	1.7	1.7

なお、標準示方書では、終局時の耐力をRとしていて、曲げでは全塑性モーメント、せん断ではBasler式によるせん断耐力を用いて計算した。また、今回の検討では全て部材は健全とし、B活荷重に対するRF値を算出し、構造解析には格子解析を用いた。

キーワード：Load rating 既設橋 維持管理 許容応力度設計法 限界状態設計法

連絡先：埼玉大学大学院理工学研究科 住所 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 TEL 048-858-3430

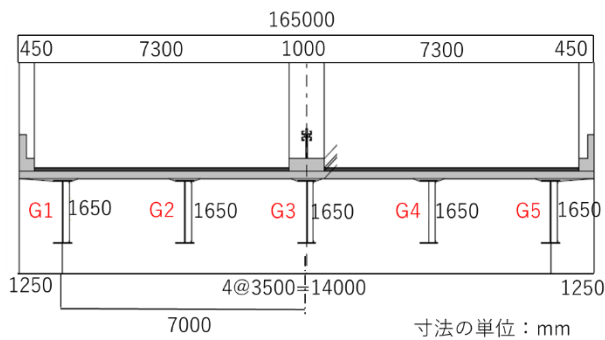


図 1 格子解析モデルの断面図

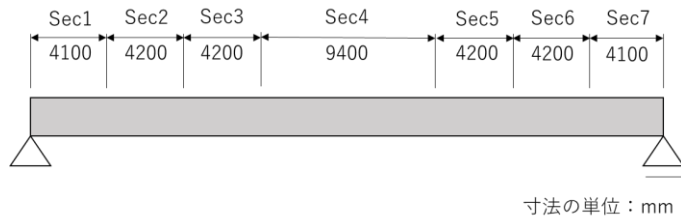


図 2 断面変化位置と長さ

3. 対象橋梁

対象橋梁は TL-20 活荷重で設計された単径間（支間長 34.4m）の合成鋼鈑桁橋で、断面図を図 1 に示す。竣工後、防音壁などが設置されているため、それらの荷重増加についても考慮し、現状の荷重を再現した。断面の変化位置は図 2 に示す通りであり、断面変化位置もしくは断面の中央で RF 値を算出した。

4. RF 算出結果と考察

RF は曲げ、せん断、支点上補剛材の照査に関して行ったが、ここではページ数の制限より曲げとせん断に関してのみ報告する。

曲げの RF(旧道示)が最小値を示した G1 桁の結果をグラフとして、図 3 及び図 4 に示す。図中の L, R 及び C はそれぞれ左, 右及び中央を表す。曲げとせん断の比較という点に関しては、曲げの方が RF 値が低く、せん断は全ての照査において $RF > 1.0$ であり、余裕があることが分かる。

基準間の比較という点では、曲げにおいては旧道示の RF 値が最小で最も厳しく、次に新道示、標準示方書という順になっている。新道示では死荷重効果と活荷重効果の比によってトータルの安全率は異なるが、今回の対象橋梁では約 1.5 程度の安全率になるため、RF 値が増加し、ほぼ $RF = 1.0$ 程度になっている。曲げにおいては、 $RF(\text{標準示方書}) > RF(\text{道示})$ となった。これは、道示が終局限界状態を降伏までしか考慮しないのに対し、標準示方書は対象橋梁が合成桁のため全塑性曲げモー

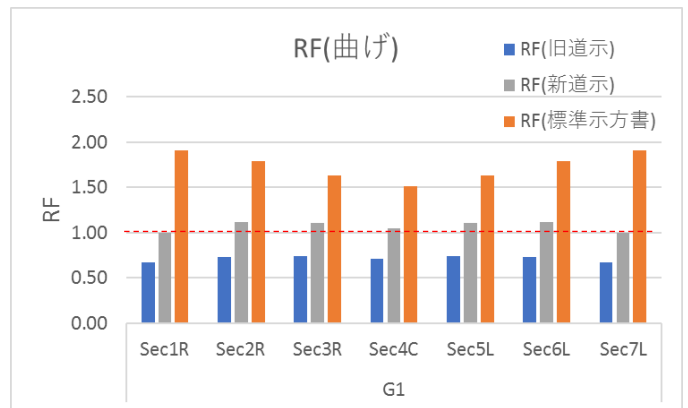


図 3 RF(曲げ)

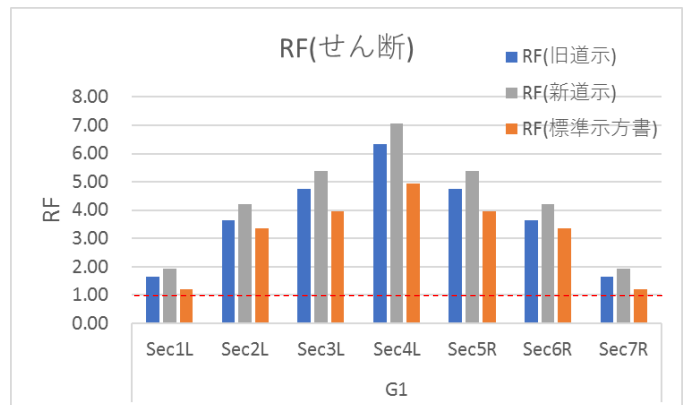


図 4 RF(せん断)

メントまで考慮しているためである。せん断においては、 $RF(\text{道示}) < RF(\text{標準示方書})$ となった。これは、標準示方書が後座屈強度まで考慮した照査式を用いるが、道示の規定ではウェブが座屈しないように設計すること等が影響していると考えられる。

5. まとめ

今回の結果では、旧道示に基づいた場合は $RF < 1.0$ 、新道示及び標準示方書に基づいた場合は $RF \geq 1.0$ と判断された。なお、別途鋼桁にシェル要素を用いた FEM 解析で RF 値を算出したところ、曲げに関しても 1.0 以上になることを確認している。標準示方書では降伏ではなく終局耐力を限界値として計算しており、既設橋の終局限界における安全余裕をどのように設定するかは今後の課題である。

参考文献

- 1) AASHTO, The Manual for Bridge Evaluation, 2011.
- 2) 日本道路協会, 道路橋示方書・同解説 I 共通編 II 鋼橋編, 丸善株式会社, 2012.
- 3) 日本道路協会, 道路橋示方書・同解説, 丸善出版, 2017.
- 4) 土木学会 鋼構造委員会, 鋼・合成構造標準示方書 総則編・構造計画編・設計法, 土木学会, 2016.