

## 構造全体からみた鋼橋の保有強度に関する一考察

中電技術コンサルタント株式会社 正会員 ○佐竹 亮一  
 広島大学大学院 学生会員 井上 太郎  
 広島大学大学院 フェロー 藤井 堅

### 1. はじめに

我が国の鋼道路橋では、経年に伴う腐食損傷が多数確認されており、鋼橋の安全性評価、長寿命化対策の重要性が高まっている。

新設橋梁の設計は、部材毎に最も危険な荷重状態を求め各部材がその荷重に耐えうるよう、部材毎に設計される。そのため、種々の部材を組み合わせた橋梁全体としては、設計時に仮定された応力と実応力とは異なることが知られている。

本検討では、道路橋示方書(1972年)に準拠し TL-20 活荷重で設計された鋼床版単純 2 主中路鋸桁橋と鋼合成単純 4 主鋸桁橋について、TL-20 および B 活荷重の倍率に対する橋梁全体の強度解析を行い、構造全体の保有強度に関する考察を行う。

### 2. 鋼床版単純 2 主中路鋸桁橋の解析検討

1977年に竣工されたフェリー渡橋について検討を行った。橋長 20.6m, 支間長 20.0m, 有効幅員 4.0m, 桁高 1.3m, 鋼床版は板厚 12mm のチェッカープレートが用いられている。主桁ウェブと横桁が溶接され、横桁上に鋼床版が溶接された構造である(図-1 参照)。保有強度評価は、汎用解析コード ABAQUS を使用した幾何学および材料学的非線形性を考慮した複合非線形解析である。解析では、主桁・横桁・床版等構造全体に 4 節点アイソパラメトリックシェル要素、支承部に剛体要素を用いた。要素の大きさは、最大 50×50mm とした。要素分割図を図-1 に示す。材料特性値は道路橋示方書<sup>1)</sup>の設計値を基本として、降伏応力は対象橋梁撤去時に作成した試験片の材料実験により得られた値とした。材料構成則は、完全弾塑性とした。材料特性を表-1 に示す。

荷重は、死荷重として自重を載荷し、その後活荷重を終局まで増加させた。

主桁断面が変化している区間毎に、その区間で最も危険となる活荷重を載荷し、最高設計活荷重倍率を求めた結果を表-2 に示す。

表-1 材料特性

材料	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	降伏応力 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	単位体積重量(kN/m <sup>3</sup> )
SS400	210000	253.2	0.3	77.0

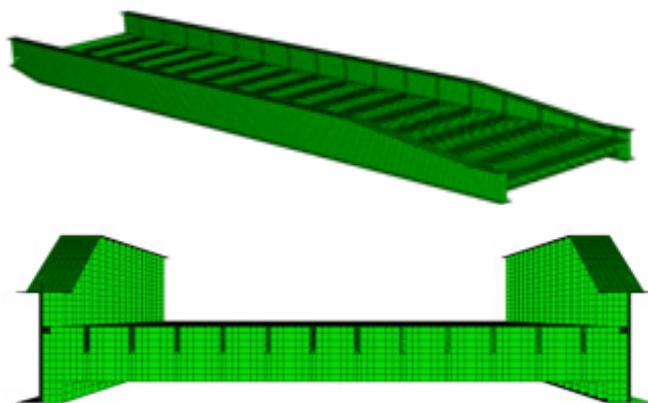


図-1 要素分割図

表-2 最高設計活荷重倍率

(a) TL-20

桁番	支点からの距離				
	5/100	29/100	50/100	71/100	95/100
G1,G2	4.13	2.56	2.55	2.59	4.92

(b) B 活荷重

桁番	支点からの距離				
	5/100	29/100	50/100	71/100	95/100
G1,G2	1.90	2.05	1.94	2.08	1.92

(c) B 活荷重倍率と TL-20 の活荷重倍率の比

桁番	支点からの距離				
	5/100	29/100	50/100	71/100	95/100
G1,G2	0.46	0.80	0.76	0.80	0.39

キーワード 保有強度, 構造全体解析, 有限要素解析

連絡先 〒734-8510 広島県広島市南区出汐二丁目3番30号 TEL 082-256-3496

表-2 から、最高設計活荷重倍率は、TL-20 活荷重に対して 2.5 程度、B 活荷重に対して 1.9 程度、活荷重倍率の比は 0.4 から 0.8 程度であるのがわかる。また表-2(c)から、桁端部では活荷重倍率の比が 0.4 程度と小さいが、これは設計で想定する活荷重分布の変更により、構造全体の破壊形式が変わることを示唆している。

**3. 鋼合成単純 4 主鉄桁橋の解析検討**

昭和 52 年に竣工した鋼合成単純 4 主鉄桁橋について、2.と同様な解析を行った。橋長 29.8m、支間長 29.2m、有効幅員 9.8m (2 車線)、桁高 1.6m、RC 床版厚は一般部で 210mm、ハンチのある中央部では 335mm である。鋼桁の断面は 3 つの変断面から構成されており、RC 床版と鋼桁上フランジはジベルで一体化されている。主桁：4 節点アイソパラメトリックシェル要素、横構及び対傾構：2 節点はり要素、床版及びソールプレート：8 節点アイソパラメトリックソリッド要素を用いた。要素の大きさは、主桁で最大 50×50mm、床版で最大 100×100×100mm である。要素分割図を図-2 に示す。また、RC 床版と鋼桁上フランジ間のブロックジベルの接合状態は、完全合成を仮定し、RC 床版内の鉄筋は無視した。

鋼桁は鋼種 SM490Y、RC 床版は普通コンクリートが用いられおり、材料特性値は、鋼およびコンクリートともに、道路橋示方書<sup>1)</sup>の設計値を用いて、完全弾塑性とした。材料特性を表-3 に示す。

載荷は、2.と同様、まず死荷重を載荷した後、活荷重を終局まで増加させた。

最高設計活荷重倍率を表-4 にまとめて示す。

表-4 から、最高設計活荷重倍率は、TL-20 活荷重に対して 5 以上、B 活荷重に対しては 3 程度、活荷重倍率の比は 0.6 程度であるのがわかる。

**4. 考察**

部材設計に用いる安全率は通常 1.7 であるといわれているが、構造全体としての鋼橋の保有強度はかなり大きく、耐力的には十分余裕があることがわかる。また、構造形式を比べると構造がシンプルなほど構造全体の保有強度が部材設計に近い傾向がある。

B 活荷重(25tf)に変更された後の TL-20 との比は 0.8 であり、概ねこの値付近であるが、破壊形式が変わる場合には留意する必要がある。

現在、腐食により大きな損傷がある橋梁は多数あ

るが、落橋に至るような事故が極めて少ないのは、構造全体からみると保有強度が大きいため、損傷を生じてみてもかろうじて安全を保っている状態にあると考えられる。

表-3 材料特性

材料	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	降伏応力 設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )
SM490Y	210000	235	0.3	77.0
RC床版	23500	21	0.2	24.5

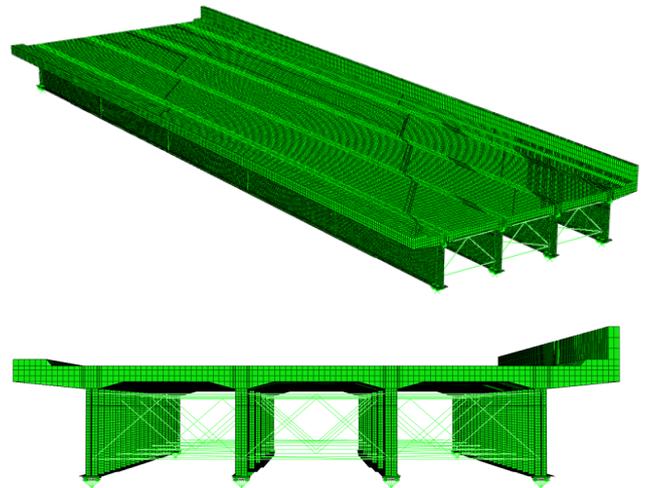


図-2 要素分割図

表-4 最高設計活荷重倍率

(a) TL-20

桁番	支点からの距離				
	0	1/8	1/4	3/8	1/2
G1	7.03	7.38	6.75	5.59	5.22
G2	7.55	8.12	7.09	5.91	5.53
G3	7.15	8.13	6.70	5.57	5.23
G4	7.17	7.49	6.39	5.27	5.01

(b) B 活荷重

桁番	支点からの距離				
	0	1/8	1/4	3/8	1/2
G1	4.19	4.19	4.34	3.63	3.43
G2	4.65	4.65	4.57	3.85	3.64
G3	4.65	4.65	4.31	3.63	3.43
G4	4.22	4.22	4.07	3.44	3.26

(c) B 活荷重倍率と TL-20 の活荷重倍率の比

桁番	支点からの距離				
	0	1/8	1/4	3/8	1/2
G1	0.60	0.57	0.64	0.65	0.66
G2	0.62	0.57	0.64	0.65	0.66
G3	0.65	0.57	0.64	0.65	0.66
G4	0.59	0.56	0.64	0.65	0.65

**参考文献**

1)道路橋示方書・同解説, I 共通編, (社) 日本道路協会, 平成 24 年 3 月