

鋼 I 桁橋の応力性状に関する解析的研究

九州工業大学 学生員 ○原田和洋 学生員 山本 悟
九州工業大学 正会員 山口栄輝 正会員 久保喜延

1. はじめに

現在の橋梁設計は、橋梁を梁や格子のような単純なモデルに置き換えて行っている。これは、橋梁の設計が手計算を中心に行われてきた長い歴史を反映したものであり、複雑な構造をいかにして簡単に解くかに力点がおかれてきたためである。一方で、コンピュータや構造解析ソフトウェアの進歩には目覚ましいものがあり、3次元有限要素解析も比較的容易に行えるようになってきた。今後、この傾向はさらに強まるものと予想され、橋梁設計にも3次元有限要素解析が積極的に取り入れられるようになると予想される。そこで、本研究では、鋼4主I桁橋(合成桁)を対象とし、3次元有限要素解析を行い、従来の設計法¹⁾(簡易計算)との比較を行った。なお、本解析にはMSC/NASTRANを用いた。

2. 解析手法

2.1 解析対象

本研究では、文献2)で用いられた4主桁を有する橋モデル(スパン40mの単純桁)を解析対象とする(図-1)。幅員は15.6m、主桁間隔4m、張出し長1.8m、床版厚は25cmである。主桁、端・中間横桁及び鉛直補剛材の断面諸元を表-1に示す。主桁の断面サイズは概略設計を行い決定しているが、スパン中央で断面決定し、スパン方向に一定としている。使用鋼材はSM490Yである。補剛部材である横桁、鉛直補剛材を5m間隔で配置している。荷重には、道示³⁾に規定されたL荷重(対称)を想定し、載荷状態を図-2に示す。また、主荷重P1は支間中央10m区間に載荷し、従荷重P2は軸方向に等分布載荷している。

2.2 解析モデル

主桁(フランジ、腹板)と鉛直補剛材のモデル化には、4節点のシェル要素を用いた。横桁のモデル化では、スパン中央位置でのみ4節点シェル要素を用い、その他は梁要素でモデル化を行った。床版には、8節点のソリッド要素を用い、ヤング係数は鋼の1/7、ポアソン比は0.167としている。

3. 解析結果

3.1 たわみの比較

図-3にスパン中央位置における各主桁の鉛直方向たわみを示す。有限要素解析結果(FEM)とともに、従来の設計法で用いられる簡易計算法として、格子桁理論と慣用計算法によるたわみも示している。後者におい

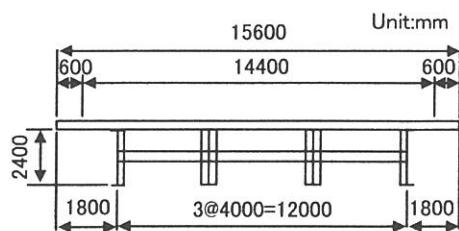
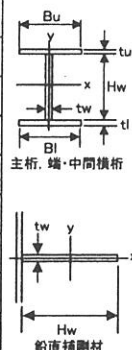


図-1 橋モデルの断面

表-1 主桁、横桁、鉛直補剛材の断面と諸元

	主桁	横桁	鉛直補剛材
Bu (mm)	600	400	
tu (mm)	20	20	
Hw (mm)	2400	600 (1800)	300
tw (mm)	12	9	9
Bl (mm)	600	400	
tl (mm)	50	20	
A (cm ²)	708	214 (322)	27
Ix (cm ⁴)	6.94E+06	1.70E+06 (1.76E+06)	1.82E+00
Iy (cm ⁴)	1.26E+05	2.13E+04 (2.13E+04)	2.03E+03



0:端横桁

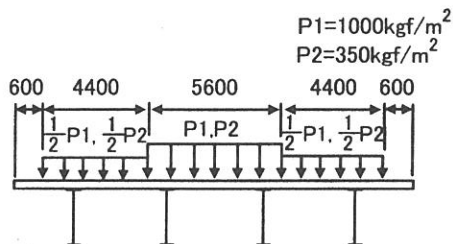


図-2 載荷状態

ては、外桁と内桁のたわみの差が顕著であるのに対し、FEM では主桁間のたわみ差は小さい。これより、FEM と簡易計算法では、荷重分配性能評価に大きな違いのあることが理解される。

3.2 腹板の応力分布

図-4 に腹板(G1, G2)の軸方向直応力分布を示す。着目位置は、スパン中央から 0.1m 離れた位置である。FEM と簡易計算法の結果は、ウェブ上部では比較的一致しているが、下端に向かうにつれて差が目立ってくる。格子理論と慣用計算法の結果は、G2 では良く一致しているものの、G1 では違いが認められる。また、FEM では横桁取り付け位置で応力分布が乱れているのに対し、簡易計算法ではそうした応力の乱れは見られない。

3.3 床版厚の影響

格子桁理論では、床版の剛性が必ずしも厳密に考慮されていないと思われるのに対し、FEM では床版の効果も取り入れている。すなわち、FEM と簡易計算法の違いの原因のひとつとして、床版剛性の考慮の仕方が挙げられる。この点を検討するために、床版厚を変化させ、G1, G2 間の鉛直たわみ差を求めてみた。結果を図-5 に示しているが、床版厚が小さくなるにつれ、いずれの計算法でも鉛直たわみ差は大きくなる。その際、FEM の解析結果の方が勾配が大きく、床版厚の影響を受けることがこの図よりわかる。その結果、計算法による鉛直たわみ差の違いは、床版厚の減少とともに徐々に減少している。これらのことより、床版剛性の扱いが、FEM と簡易計算法による結果の差の一因である。

4. おわりに

本研究では、3次元有限要素解析を行い、鋼4主I桁橋の変形挙動を検討した。また、橋梁設計で用いられる簡易計算法でも解析を行い、得られた結果をFEMの結果と比較検討した。主桁のたわみにはかなりの違いが認められ、応力分布にも差が生じていた。さらに、床版厚を変化させて解析を行い、FEM と簡易計算法に違いの一因が床版剛性の扱い方にあることを示した。

実橋の3次元有限要素解析もそれほど困難なことではなく、そうして得られた結果が、これまでの設計法による応力分布等と異なることも十分考えられる。今後は、3次元有限要素解析を前提とした、より合理的な橋梁設計法を開発していく必要があると思われる。

参考文献

- 1) (社)日本橋梁建設協会:合成桁の設計例と解説, 2000年.
- 2) 長井正嗣他: シンプルな横補剛システムをもつ鋼多種I桁橋の立体力学挙動, 構造工学論文集, pp.1141-1151, 1997年.
- 3) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, I 共通編, II 鋼橋編, 2002年.

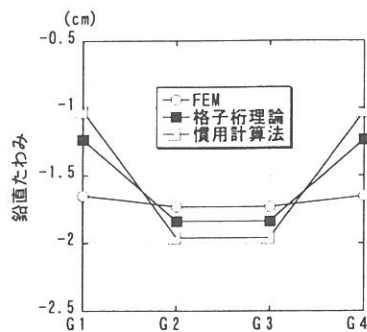
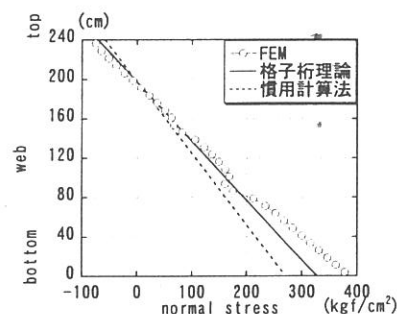
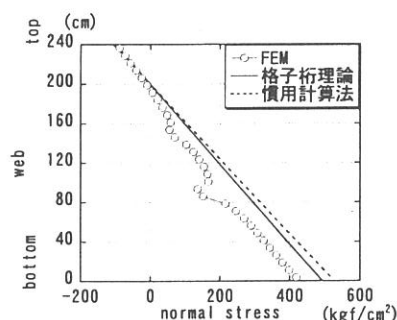


図-3 たわみの比較



(a) G1



(b) G2

図-4 腹板の軸方向直応力分布

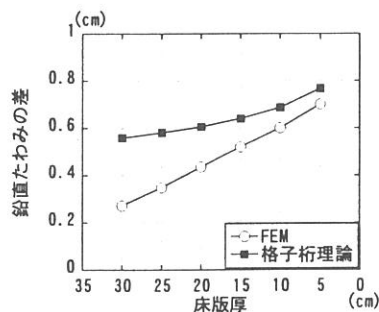


図-5 床版厚と鉛直たわみ