鋼4主I桁橋の変形挙動に関する解析的研究

九州工業大学大学院 学生員 〇山下健二 九州工業大学 正会員 山口栄輝

<u>1. はじめに</u>

鋼橋には、数多くの補剛部材が配置されている.しかし、補剛部材が 橋梁システムで果たす役割は必ずしも明確ではない.そこで、本研究で は、異なった補剛システムを有する3種類の鋼4主I桁橋の3次元有限 要素解析を行うことにより、補剛部材の役割を考察する.近年、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ており、本研究でも 3次元有限要素解析で検討を行う.しかしながら、要素分割が解析結果 に影響を及ぼすことはよく知られているものの、鋼橋の有限要素モデル に関して確立されたガイドラインはない.そこで、本研究では、まず要 素分割を検討し、モデル化に伴う離散化誤差を十分小さくする.その上 で3次元有限要素解析を行い、橋梁システムの立体的な変形挙動を考察 する.なお、本解析には NX Nastran を用いる.

<u>2.解析対象橋梁</u>

本研究では、文献 1)で用いられた鋼4 主 I 桁橋を解析対象とする. 図 -1 に示す通り、幅員は 15.6m、主桁間隔4m、張出し長 1.8mである. スパンは 40m、床版厚は 25cm、断面はスパン方向に一定となっている. 主桁、端・中間横桁及び垂直補剛材の断面諸元を表-1 に示す. また、 鋼材のヤング係数、ポアソン比はそれぞれ 2.06×10⁵N/mm², 0.3、コンク リートのヤング係数は鋼材の 1/7、ポアソン比は 0.167 である. この橋梁 モデルには、横桁、垂直補剛材が 5m間隔で設置されている. 本研究で は、これをType-Aと呼ぶ. Type-Aから端横桁以外の横桁を取り除いた橋 梁モデル、さらに端部以外の垂直補剛材も取り除いた橋梁モデルも構築 し、解析対象とする. これらの橋梁モデルをそれぞれType-B、Type-Cと 呼ぶ.

<u>3.要素分割の検討</u>

<u>3.1 主桁モデル</u>

対象橋梁の G1 桁を取り出し, 主桁の要素分割の検討を行った. モデル化には4節点シェル要素を用い, 要素分割モデルは表-2に示す H1~ H4の4つである.荷重は図-2の線荷重とし, ウェブ直上に載荷するものとする.

<u>3.2 解析結果及び考察</u>

解析結果の例として、図-3にスパン中央から0.1m離れた位置での腹板上端の橋軸方向直応力と要素代表長との関係を示している。要素代表長が小さくなるに従い、応力と要素代表長の関係は直線状になっている。これは有限要素解析の理論と合致している². ここではこの性質を利用

キーワード:鋼4主I桁橋,補剛部材,要素分割

連絡先:〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号 Tel. 093-884-3110 Fax. 093-884-3100



図-1 対象橋梁断面図

表-1 断面諸元





表-2 要素分割数

	フランジ 幅方向	ウェブ 高さ方向	橋軸方向
H1	4	16	400
H2	8	32	800
H3	16	64	1600
H4	32	128	3200



図-2 線荷重載荷状態



6Q0

して、直線による外挿で要素代表長が0となる場 合の応力を算定した.表-3にはこの応力値を真 と仮定し、それをもとに評価した誤差をまとめて いる.H4の分割を用いた場合、上下端とも誤差は 0.1%未満になっており、離散化に伴う誤差は十分 に小さいことが理解される. 表-3 相対誤差

	相対誤差(%)		
	上縁	下縁	
H1	1.056	0.275	
H2	0.429	0.107	
H3	0.170	0.039	
H4	0.085	0.020	

図-4 要素分割図 600 5500 8900 1 1 61



図-5 載荷状態



図-6 腹板内直応力分布(L荷重)

<u>5.まとめ</u>

本研究では、補剛形式の異なる3種類の鋼4主I桁橋の3次元有限要 素解析を行った.その結果、L荷重作用時においては、横桁、垂直補剛 材ともにあまり機能していないことがわかった.風荷重作用時において、 横桁と垂直補剛材が両方ともない場合には、腹板の変形が大きくなるた め、発生する板曲げ応力が大きく増加することが考えられる.

参考文献

- 長井正嗣他:シンプルな横補剛システムをもつ鋼多主 I 桁橋の立体 力学挙動,構造工学論文集, pp.1141-1151, 1997年.
- 山口栄輝:有限要素法の基礎と地盤工学への応用 3.一次元問題の 有限要素解析,土と基礎, Vol.49, No.5, Sr.No.520, pp.39-44, 2001年.



図-7 腹板内直応力分布(風荷重)

4. 鋼4主1桁橋の変形挙動

4.1 橋梁モデル

主桁及び垂直補剛材は4節点シェル要素、スパン中央の横桁はシェル要素、 その他の横桁は梁要素、床版は8節点ソリッド要素でモデル化する.着目位 置(スパン中央から0.1m離れた位置の断面)付近の主桁の要素分割はH4の 分割数、それ以外の分割にはH1の半分の分割数を用いることとする.これ による有限要素分割を図-4に示している.対称性を利用してスパン1/2の みをモデル化しているが、用いた要素数はソリッド要素が63525個、シェル 要素が179340個、梁要素が246個となっている.荷重はL荷重(偏心)と風 荷重とし、図-5のように載荷した.

<u>4.2 解析結果及び考察</u>

スパン中央から 0.1m 離れた位置での L 荷重による腹板 (G1 桁及び G2 桁) 内橋軸方向面内応力分布を図-6 に示す. G1 桁, G2 桁ともに, Type-A にお いては横桁設置位置で応力分布に乱れが見られるが, それ以外では補剛形式 による応力分布の違いはほとんど認められない. この解析結果より, L 荷重

2400

1600

1200

800

400

0 ∟ -20

-10

Ê 2000

の距離

ジやっ

トレラン

載荷時には、横桁及び垂直補剛材はあまり 機能していないことがわかる.

風荷重載荷時における腹板 (G1 桁) の鉛 直方向板曲げ応力を図-7 に示す.着目位 置は L 荷重載荷時と同じである. Type-A, Type-B での発生応力は非常に小さい. Type-C の変形挙動は大きく異なっており, かなり大きな板曲げ応力が生じている. こ のことより,風荷重下では,垂直補剛材が 主桁の変形を抑制することが理解される.