大阪市立大学工学部
 学生員
 田中 俊輔

 大阪市立大学大学院工学研究科
 正会員
 北田 俊行

 大阪市立大学大学院工学研究科
 正会員
 山口 隆司

 大阪市立大学大学院工学研究科
 正会員
 松村 政秀

1. 背景および目的

現在,道路橋示方書では,直線 I 桁の横ねじれ 座屈に関してのみ,許容曲げ圧縮応力度を定めてい る.しかし,曲線 I 桁の横ねじれ座屈に関しては触 れられていない.したがって,直線 I 桁の座屈耐荷 力照査法を準用している.この現状から,曲線 I 桁 に関する様々な研究が行われているが,直線 I 桁と の間にある直線に近い曲率を有する曲線 I 桁の研究 はあまりなされていない.

そのため,3本主桁の3径間連続曲線I桁橋を対 象として,3本主桁モデルを作成し,横ねじれ座屈 モードと横ねじれ座屈耐荷力とに着目して,弾塑性 有限変位解析を行った研究では,横ねじれ座屈が発 生した主桁区間の,隣接する主桁区間では横ねじれ 座屈が発生せず両端の境界条件は固定に近くなる. という結果が得られている.

横桁間の主桁の拘束条件を固定支持とし,桁端部 に等曲げモーメントを作用させた簡易モデルでは 3 本主桁モデルで得た耐荷力,横ねじれ座屈挙動とほ ぼ一致している.

本研究ではこの簡易モデルを用いて,実際の横ね じれ座屈に対して,横ねじれ座屈パラメータ,橋軸 方向の距離,曲率,などの各種パラメータを変えて, 弾塑性有限変位解析を行い,研究結果の適用性を確 認する.



また現在の設計法の問題点を指摘し、より合理的に、 経済的な設計法を提案する.なお、解析には弾塑性 有限変位解析プログラム、EPASS/USSPを用いる. 2.解析モデル

2.1 対象とする解析モデルと材料定数

対象とする I 桁は, 図-2.1 のように 1 パネルを取 り出したモデルであり,また端部を剛体要素とする. 解析で用いた鋼の材料定数を表-2.1 に示す.

表-2.1 主桁の材料定数

主桁	$\sigma_y (\text{N/mm}^2)$	E (N/mm ²)	ν	
	235	1.96×10^5	0.3	

2.2 初期不整

初期たわみを図-2.2 に示し,下フランジ中央を中心に最大の橋軸直角方向の変位を 1/1000(1 は橋軸方向の距離)とした,単純ねじりモードとする.応力とひずみとの関係は,完全弾塑性を仮定している. また,残留応力を考慮する場合は,I桁断面を図-2.3(a)のように想定し,解析では,同図(b)に示すような簡素化した矩形分布を用いた. ◆ 1/1000



(a)残留応力モデル(b)解析用残留応力図-2.3 残留応力分布図

2.3 載荷条件と境界条件

桁全体に等曲げモーメントが作用するように,桁 端部に曲げモーメントを載荷し,端部は鉛直方向の

Shunsuke TANAKA, Toshiyuki KITADA, Takashi YAMAGUCHI and Masahide MATSUMURA

変位と橋軸直角方向の変位を拘束し, さらに, ねじ り回転とそりを拘束する.橋軸方向の変位は図-2.1 (c)のように移動支点と回転支点とする.

2.4 解析ケース

解析ケースを表-2.2 に示す.曲線I桁の中心角¢を 0(直線)~0.125(rad)の間で変化させた.幅厚比 パラメータRosと腹板の板厚twと上フランジ幅buの関 係は表-2.3 に示す.橋軸方向の距離l(mm)をパラ メータとすることで横ねじれ座屈パラメータを変化 させた.これを表-2.4 に示す.さらに,それぞれの ケースに対し,初期たわみと残留応力を考慮したも のと考慮していないものの2種類を設定した.解析 ケースの名称の付け方を注釈-1 に示す.図-2.4 には 曲率半径と中心角の関係を示す.

表-2.2 解析ケース

橋軸方向の距離 <i>l</i> (mm)	中心角 (rad)	初期たわみタイプ	残留応力
3600 6000 8400	0.125(125)		考慮する (RS) 考慮しない (NS)
	0.100(100)	単純ねじりモード (SR) 考慮しない (SN)	
	0.060(060)		
	0.025(025)		
	0.009(009)		
	0.000(000)		

表-2.3 幅厚比パラメータ

幅厚比パラメータ	上フランジ幅	腹板の板厚
<i>R _{os}</i>	<i>b</i> _u (mm)	<i>t _w(</i> mm)
0.363	296	10

表-2.4 横ねじれ座屈パラメータ

橋軸方向の距離	横ねじれ座屈	幅厚比パラメータ
l(mm)	パラメータ	Ros
3600	0.5204	0.358
6000	0.8761	0.350
8400	1.214	0.303



図-2.4 曲率半径と中心角

3. 解析結果

3.1 横ねじれ座屈耐荷力

曲線桁の解析から得られた耐荷力曲線を図-3.1 に 示す.中心角 をパラメータとして,グラフ化して いる.縦軸に終局曲げモーメントを降伏曲げモーメ ントで除して無次元化した値をとり,横軸に曲率を とる.図中には,道路橋示方書で定められている, 直線I桁橋の耐荷力曲線を示す.

図-3.2 には,横軸を横ねじれ座屈パラメータ,

縦軸を終局曲げモーメントを降伏曲げモーメントで 除して無次元化した値とする.

耐荷力は,曲率が変化しても,道路橋示方書の耐荷力曲線よりもかなり大きいことが確認できる.これらは,横ねじれ座屈パラメータαが異なっても同様の傾向がみられる.





4.まとめ

本研究により,得られた結果を以下に示す.

- 曲線 I 桁の横ねじれ座屈耐荷力に関して,本解 析で得られた結果は,道路橋示方書に定められて いる耐荷力よりも高くなった.つまり,境界条件 を固定支持として,設計しても良いといえる.
- 2) 現在の設計法は1本主桁での横ねじれ座屈に関して、耐荷力を定めているが、実際の桁橋は2本 主桁以上のものがほとんどである.そのため、現 在の設計法で定められている耐荷力よりも小さい 値を用いても安全面では問題なく設計できる.ま た断面積が小さくなるため、より経済的な設計が できる.

参考文献

- 日本道路協会,道路橋示方書・同解説 鋼橋編・ 丸善,2002
- 2)上野 慶太:並列連続曲線 | 桁の横ねじれ座屈に 起因する終局強度特性と終局強度に至るまでの 非線形挙動に関する研究 大阪市立大学 学位 論文 2005 3