

INHA Technical Junior College
大阪市立大学工学部 正員
大阪市立大学工学部 正員
大阪市立大学工学部 学生員

全 俊泰
北田俊行
○田中隆嗣

大阪市立大学工学部 正員
日本構研情報(株) 正員

中井 博
狩野正人

1. まえがき 並列曲線 I 桁橋における曲線 I 桁の横ねじれ座屈は、経験的に、その曲率の大小に応じて、図-1(a)、および(b)のように、近似できると考えられる。以下、これらの座屈モードを、それぞれ固定座屈モード、および単純座屈モードという。すると、直線桁においては、同図(b)に示すような単純座屈モードになることが予想できる。しかし、曲線 I 桁において、同図(a)のような固定座屈モードを示すと考えられるのは、曲率が相当に大きい場合であると考えられる¹⁾。本研究においては、プログラム USSP²⁾を用い、以下に示す 2 つの解析モデル、すなわち連続桁モデルと固定桁モデルとを用いて、曲率の小さい曲線 I 桁橋の固定点間距離の中心角、およびフランジ幅を種々変化させたパラメトリックな弾塑性有限変位解析を行った。そして、曲線 I 桁の横ねじれ座屈波形の特性を、明確にした。また、それらの結果を用い、曲線 I 桁の耐荷力特性について検討した。

2. 解析モデルの作成

(1) 連続桁モデル 本研究では、図-2 に示す曲線 I 桁部分に着目し、その部分の両端に等曲げモーメントを作用させ、横ねじれ耐荷力特性を調べた。実際の解析においては、対称性を利用して図-3、および図-4 に示すハーフモデルを用いた。

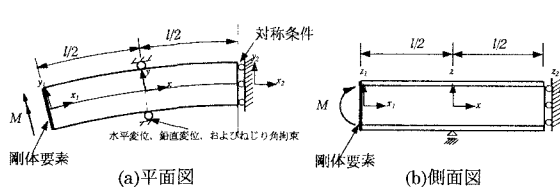


図-3 連続桁モデル

(2) 固定桁モデル 曲率の大きな並列曲線 I 桁橋の座屈モードは、図-1 (a) のように固定桁座屈モードで近似できる波形を示すと考えられる。そこで、そのような座屈波形を呈するように、図-5、および図-6 に示す固定桁モデルを作成した。

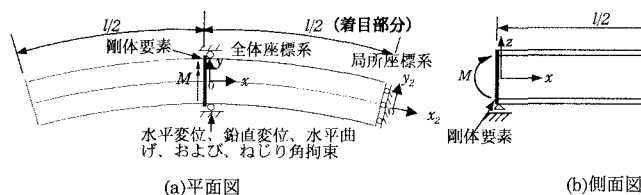


図-5 固定桁モデル

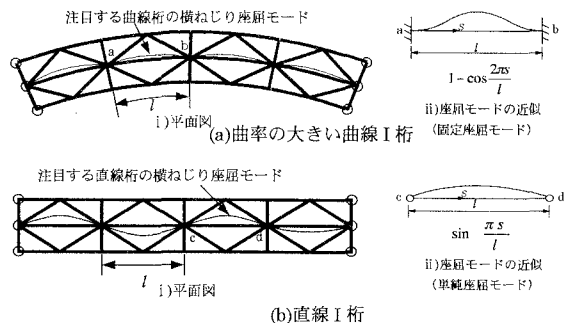


図-1 曲線 I 桁と直線 I 桁との横ねじれ座屈モードの差異

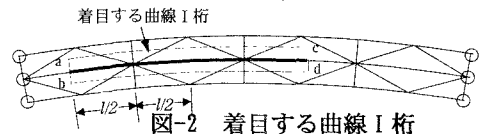


図-2 着目する曲線 I 桁

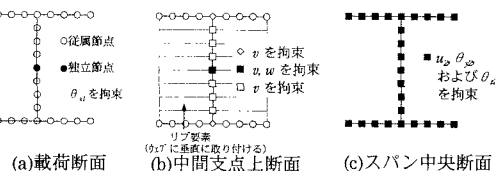


図-4 連続桁モデルの各断面における節点で拘束する変位

図-6 固定桁モデルの両端断面内の拘束する変位

3. 本解析結果と実験結果との比較検討 表-1 には、本解析で用いた固定桁モデルによる解析結果と、類似した境界条件を持つと思われる実験結果¹⁾とを比較している。同表によると、固定桁モデルを用

いた本解析結果は、実験値と比較して、-15%～+15%の誤差を有している。しかし、本解析では、初期たわみを無視したこと、および残留応力分布

表-1 実験結果との比較

スパン l (cm)	中心角 ϕ (rad)	フランジ 幅(cm)	ウェブ 高さ (cm)	フランジ 板厚 (cm)	ウェブ 板厚 (cm)	M_u (tf·m)		実験値 解析値
						実験値	解析値	
180	0.5	20	38	1	1	16.5	19.5	0.85
180	0.17	20	38	1	1	26.7	29.7	0.9
180	0.08	20	38	1	1	28.0	32.7	0.86
180	0.17	8	39	1	1	8.8	7.58	1.16

の設定に実験桁のそれを反映していないことなどを考えると、本解析モデルの妥当性を十分に有することがわかる。

4.連続桁モデルと固定桁モデルとの比較

図-7 には、残留応力を考慮した連続桁モデルと固定桁モデルとを用い、フランジ幅と曲率とを変化させた解析結果を終局曲げモーメント M_u と中心角 ϕ との関係として描いている。この図によると、中心角が大きいとき、連続桁モデルの終局曲げモーメント M_u は、固定桁モデルの M_u に近い値をとることがわかる。しかし、中心角 ϕ が小さいとき、連続桁モデルの M_u は、固定桁モデルの M_u より低い値をとる。この原因は、終局限界状態における両座屈モードの差異と思われる。すなわち、図-8 によると、連続桁モデルでは、中心角が小さい場合、直線桁と同じ単純座屈モードに近い座屈モードを呈している。一方、中心角が大きい場合には、固定座屈モードに近い座屈モードを呈していることがわかる。しかし、中心角が中間的な曲線桁では、同図(c)にみられるように、どちらにも属さない座屈モードを呈している。そして、直線桁に近い曲線桁の終局曲げモーメントの値 M_u は、直線桁の値 M_{us} に近い値となる。また、中心角が大きいときは、固定桁モデルと類似の変形モードを呈し、 M_u の値もほぼそれに対応した同じ値を示す。このことから、本研究で用いた連続桁モデルは、実際に用いられている曲線 I 桁の横構（あるいは対傾構）間のパネルの終局曲げモーメントを計算するための解析モデルとして、適切であることがわかる。

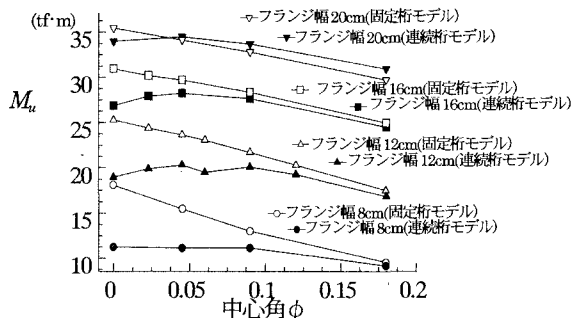


図-7 連続桁モデルと固定桁モデルとによる終局曲げモーメントと中心角との関係の比較

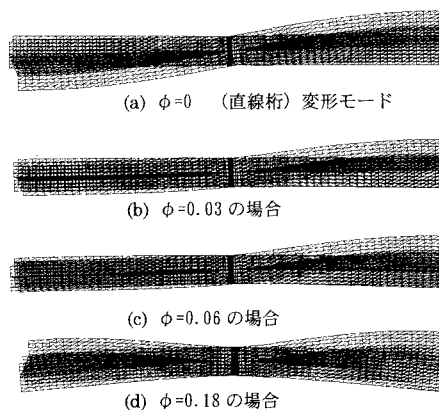


図-8 連続桁モデルのフランジの座屈モード

5.まとめ 本研究で得られた主な成果をまとめると、以下のとおりである。i)横構、あるいは対傾構間の曲線 I 桁を実際に近い境界条件で再現できる連続桁モデルを、作成した。ii)曲線 I 桁の終局曲げモーメント M_u は、中心角 ϕ が小さいとき直線 I 桁の終局曲げモーメント M_{us} に近くなる。しかし、 ϕ が大きくなるのに伴って、座屈モードが単純座屈モードから固定座屈モードに変化してゆき、 M_u は、 M_{us} よりも大きくなる。しかし、さらに ϕ が大きくなると、曲率の影響によって、 M_u は、 M_{us} よりも小さくなる傾向が見られた。

参考文献

- 1) Nakai, H. and Kotoguchi, H. : A Study on Lateral Buckling Strength and Design Aid for Horizontally Curved I-Girder Bridges, Proc. of JSCE, No.339, pp.195～205, Nov.1983.
- 2) USSP 研究会・日本構研情報（株）：USSP, Ver.4.0 ユーザーズマニュアル, 1996 年 10 月。