

I-20 集中荷重を受ける曲線桁のウェブにおける非線形挙動

早稲田大学理工学部

早稲田大学理工学部

早稲田大学理工学部

学生会員 O 小野口 勝久

正会員 早嶋 政治

正会員 依田 照彦

1. まえがき

最近、曲線桁の解析にあたり、そのウェブの一部を取り出し、円筒パネルとみなしての研究が盛んである。しかし、これまでのところ、この円筒パネルの周辺の境界条件を正確に評価しているものではなく、解析の際に仮定している変位状態・応力分布等も、現実のものとは一致しているかどうか明らかにされていない^{1),2)}。

本報告では、I形断面を持つ平面曲線桁を、扇形板(フランジ部分)・円筒シェル(ウェブ部分)の複合体、とみなし、有限要素解析を行った。解析は、線形・幾何学的非線形の両方について行い、特に局所的変形が著しいと考えられる集中荷重載荷点近傍の変位と応力の状態を詳細に調べた。

2. I形断面を持つ平面曲線桁

本報告では、図-1に示すような、両端固定の平面曲線桁の中央点に集中荷重 P が作用する場合を解析の対象としている。断面はI形断面とし、図-2に示すとおり、フランジ部分・ウェブ部分全体を図-3のような四角形板要素の集合体として解析している。

数値計算にあたり、使用した曲線桁の寸法・材料定数は次のとおりである。

曲率半径	$R = 30 \text{ m}$	ヤング率	$E = 2.1 \times 10^7 \text{ t/m}^2$
中心角	$\theta = 45^\circ$	ポアソン比	$\nu = 0.3$
桁高	$h = 2.5 \text{ m}$		
桁幅	$b = 0.5 \text{ m}$		
フランジ厚	$t_1 = 2.0 \text{ cm}$		
ウェブ厚	$t_2 = 1.0 \text{ cm}$		

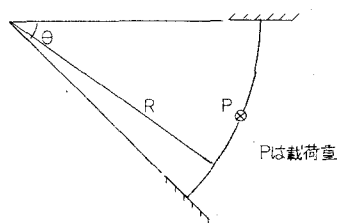


図-1. 両端固定平面曲線桁の全体図

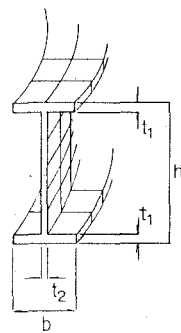


図-2. 板要素による桁の有限要素分割

3. 数値計算結果

次に示す図-5、～図-12はすべて、図-4に示した載荷点近傍のウェブ部分についての数値計算結果である。今回は、 $h = 2.5 \text{ m}$ に対し、 $d = 2.4 \text{ m}$ とした。

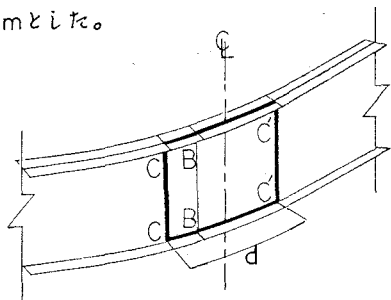


図-4. 載荷点近傍のウェブ

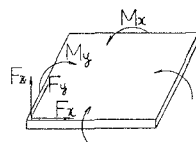


図-3. 四角形板要素

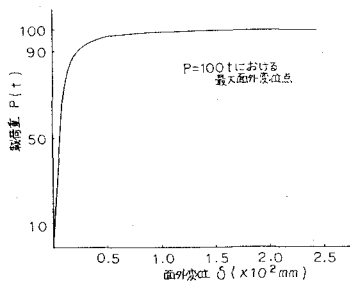


図-5. 載荷重Pと面外変位 Δ の関係

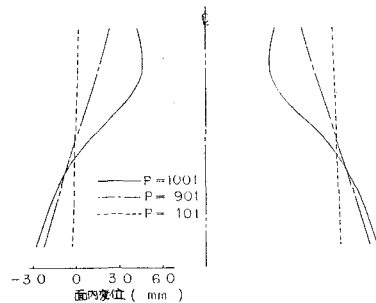


図-6. C-C辺, C'-C'辺における面内変位

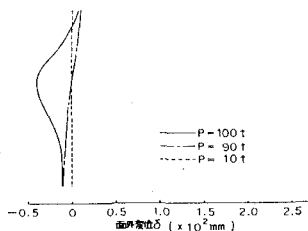


図-7. C-C辺における面外変位

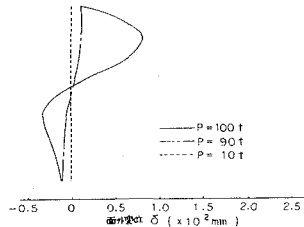


図-8. B-B辺における面外変位

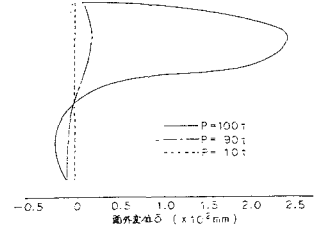


図-9. 載荷点直下における面外変位

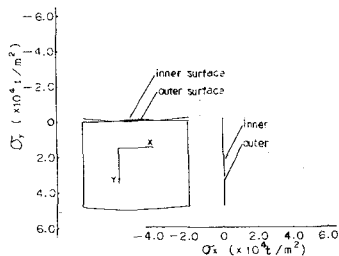


図-10. P=10tにおける周辺の応力分布

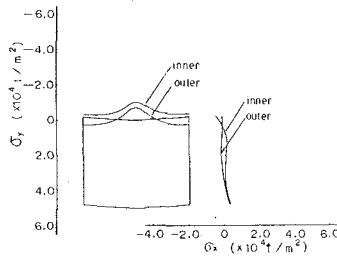


図-11. P=90tにおける周辺の応力分布

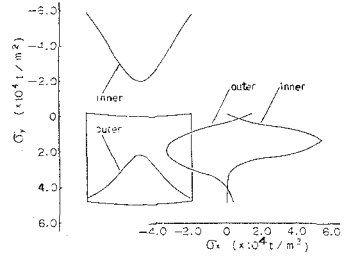


図-12. P=100tにおける周辺の応力分布

4. まとめ

荷重と面外変形の関係、応力状態の変化を観察すると、 $P=100t$ 付近で、ウェブの面外変形が急激に増大し、応力の再配分が行われていることがわかる。このことより、載荷点近傍の変形挙動は、座屈現象と酷似していると言わざるを得ない³⁾。したがって、面外曲率を持つウェブに、面内集中荷重が作用する、本報告のような場合には、ウェブの一部を円筒パネルとして取り出して、その非線形挙動を調べることも有用であるが、この非線形挙動を近似的に円筒パネルの座屈現象とみなして解析する方が、容易であり、有効であると考えられる。

おわりに、計算には東京大学大型計算機センターのM-200Hを用い、汎用プログラムI.S.A.S.IIを利用した。

- 参考文献 1.) 倉西・樋渡 他 ; 曲線プレートガーターにおける曲げ耐力の減少に関する一考察, 第37回年次学術講演会概要集, 1982.
2.) 藤井・大村 他 ; 板・シェル構造とした曲線桁の非線形断面変形解析, 第37回年次学術講演会概要集, 1982.
3.) チモシェンコ 他 ; 弾性安定の理論, グレイン図書出版。