

早稲田大学大学院 学生員 小野口 勝久
 早稲田大学理工学部 正員 平嶋 政治
 早稲田大学理工学部 正員 依田 照彦

1. まえがき

最近、曲線I桁の解析において、そのウェブの一部を取り出し、円筒パネルとみなして進める研究が盛んであるが、それらの研究では、解析の際に仮定している変位状態・応力分布等が現実のものとして一致しているかどうかについては明らかにされておらず、円筒パネルの周辺における境界条件を正確に評価しているとは必ずしも言えない。

本報告では、まず両端固定の平面曲線I桁全体を対象に、有限要素解析を行い、局所的変形が著しいと考えられるウェブに注目して、解析結果を整理した。さらに、ウェブに配置した水平補剛材がウェブの耐荷力に与える影響を調べるため、水平補剛材の配置方法、および補剛材の数を変化させた³⁾。

2. 解析モデル

本報告では、図1(a)に示すような両端固定の曲線I桁において、スパン中央に集中荷重 P が作用する場合を解析の対象とした。曲線I桁のウェブ部分には垂直補剛材を配置し(Case I)、図1(b)に示す通り、Case II ~ Case Vについては、垂直補剛材だけでなく、水平補剛材も配置し、水平補剛材をウェブの圧縮側だけに配置する方が良いか、引張側にも配置する方が良いかを検討した。また、Case I ~ Vそれぞれについて、補剛材を外側に配置したときと内側に配置したときのウェブ部分の強度についても比較した。

数値解析にあたり、使用した曲線I桁と補剛材の寸法・材料定数は次の通りである。

曲線半径 $R = 30.0\text{ m}$, スパン全長 $l = 24.0\text{ m}$,
 フランジ幅 $b = 0.5\text{ m}$, ウェブ高 $h = 2.5\text{ m}$,
 フランジ厚 $t_1 = 2.0\text{ cm}$, ウェブ厚 $t_2 = 1.0\text{ cm}$,
 垂直補剛材間隔 $d = 2.8\text{ m}$,
 垂直補剛材 : 高さ 2.5 m , 幅 0.2 m , 厚さ 1.0 cm ,
 水平補剛材 : 長さ 2.8 m , 幅 0.1 m , 厚さ 1.0 cm ,
 ヤング率 $E = 2.1 \times 10^7\text{ ton/m}^2$,
 ポアソン比 $\nu = 0.3$.

3. 数値計算結果

Case I ~ V に対する数値計算結果の中から、ここでは外側に補剛材を配置したときの Case I, II 及び V をとりあげ、集中荷重載荷点直下における面外変形の様子を図2, 3 及び 4 に示した。

図2, 3 及び 4 より次のことがわかる。

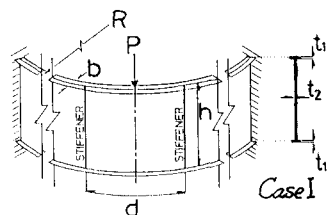
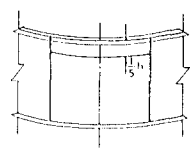
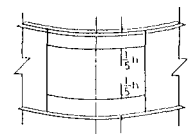


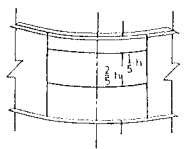
図1(a) 両端固定平面曲線I桁の全体図



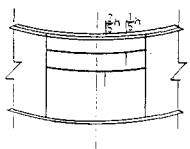
Case II



Case III



Case IV



Case V

図1(b) 水平補剛材を有する曲線I桁

- ①. Case I では、圧縮側ウェブにおいて著しく面外変形が増大している。
 - ②. Case II では、ウェブの上から $1/5h$ の高さに配置した水平補剛材のため、Case I と変形モードがやや異なり、耐荷力も増加する。
 - ③. Case V では、ウェブの上から $1/5h$ の高さに1本、 $3/5h$ の高さに1本、併せて2本の水平補剛材を配置しているため、面外変形は、圧縮側ウェブよりも、引張側ウェブにおいて卓越する。
- また、Case I ～ V それぞれについて、数値計算から得られるウェブ部分における耐荷力の値を表1に示した。表1より次のことがわかる。

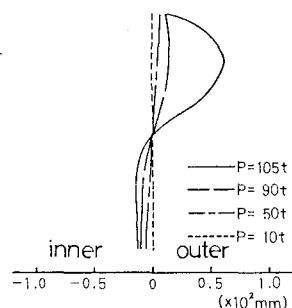


図2. 載荷点直下における面外変形 (Case I)

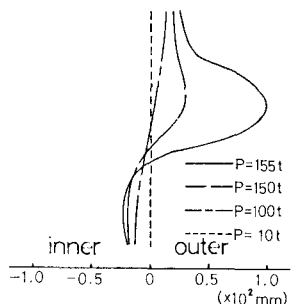


図3. 載荷点直下における面外変形 (Case II)

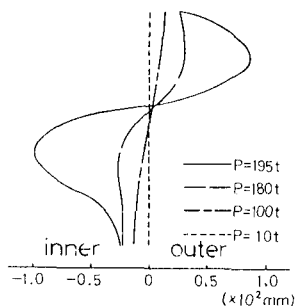


図4. 載荷点直下における面外変形 (Case V)

- ①. Case I では、垂直補剛材をウェブの外側に配置したときと、内側に配置したときの耐荷力は一致しているが、その他のCaseでは、垂直補剛材、水平補剛材をウェブの外側に配置したときの方が耐荷力の値は大きくなっている。
- ②. Case II では、水平補剛材を圧縮側ウェブに1本配置することにより、耐荷力の値が約50%増加するが、Case IIIにおいては、水平補剛材をウェブの下から $1/5h$ の高さにつけ加えても、耐荷力の値はほとんど変化しない。
- ③. Case III, IV 及び V からわかるように、2本の水平補剛材を配置するとするならば、圧縮側ウェブに2本の水平補剛材を配置する方が有効であり、耐荷力も著しく増大する。

4. まとめ

- (1). 集中荷重載荷点近傍のウェブ部分における非線形挙動は、局部座屈現象と類似している。
- (2). 水平補剛材は、ウェブの外側と内側では、外側に配置する方が有効である。
- (3). ウェブの圧縮側と引張側に、1本ずつ水平補剛材を配置したとしても、載荷点近傍のウェブでは、それほど有効とは言えない。
- (4). ウェブの圧縮側に2本の水平補剛材を配置すると、耐荷力が著しく増大する。

なお、数値計算は東京大学大型計算機センターのM-200Hを使用して行った。

参考文献

- 1). 倉西・樋渡他：曲線プレートガーダーにおける曲げ耐荷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・シェル構造とに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). The Task Committee on Curved Girders of the ASCE-AASHTO Committee: Curved I-girder bridge design recommendations, Proc. ASCE, Vol. 103, No. STS.

表1. ウェブ部分における耐荷力

	耐荷力 (ton)	
	補剛材 外側配置	補剛材 内側配置
Case I	107	107
Case II	156	150
Case III	157	151
Case IV	166	155
Case V	196	173