

腹板の剛性に着目した曲線 I 型桁の曲げ耐荷力実験

広島工業大学 正会員 大村 裕
 広島大学工学部 正会員 藤井 堅
 広島大学工学部 学生員 ○香川 敦

1. まえがき

プレートガーダーの曲げ崩壊形式の1つに圧縮フランジの鉛直座屈崩壊がある。これは、上下のフランジ間隔を保持するという腹板の役割が十分でなくなった場合に起こるが、腹板のフランジ支持力はそのたわみと大きな関連がある。とくに曲線桁腹板には、大きなたわみが発生するので、この種の崩壊の危険性は直線桁よりも高いことが予想される。そこで本報告では、薄い腹板を有する曲線 I 型桁の曲げ耐荷力実験を行ない、曲線桁におけるフランジ鉛直座屈崩壊の発生メカニズムの解明を試みたものである。

2. 供試体および実験概要

供試体は、図-1に示すような曲率半径 $R=10\text{m}$ 、桁高 $h=80\text{cm}$ 、弧長 80cm の2軸対称曲線 I 型で、腹板厚 $t_w=2.88\text{mm}$ 、腹板幅厚比 $h/t_w=278$ である。鋼種はSS-41を用いた。フランジは、フランジが全降伏するまでねじれ座屈が生じないように決めた。載荷は、図-2に示すように、供試体の両端に載荷桁を取り付け、その両端で同じ荷重値になるよう調整しながら行った。図-3に実験の状況を示す。

実験では、腹板面外たわみ、圧縮フランジのねじれ角、そして腹板とフランジのひずみのほかに、今回新たに上下のフランジ間隔の変化量の測定を試みた。この測定装置は、図-4に示すようなもので、フランジ間隔の変化量 δ はダイヤルゲージの読み入と腕の長さ l_a 、 l_b から計算される。

3. 実験結果

図-5に桁の崩壊状態を示す。また図-6～図-8に、それぞれ腹板圧縮側の断面変形にともなう面外たわみ(全たわみから桁のねじれによるたわみを補正したもの)、圧縮フランジのねじれ角、そして上下フランジ間隔の変化量の分布を示す。これらの写真および図から、次のことがわかる。

1) 断面変形にともなう腹板圧縮側のたわみは、曲率中心と反対側に発生し、中央部で扁平な形状であるのが特徴といえる。とくに荷重 $12t$ では、中央で少し凹む分布形が現われている。

2) 圧縮フランジのねじれ角は、曲率

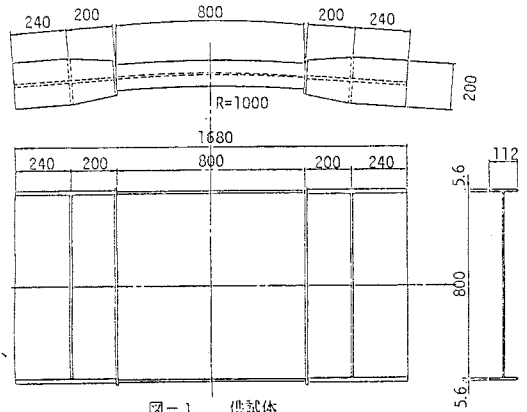


図-1 供試体

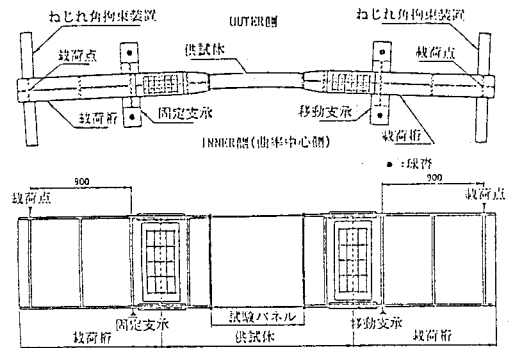


図-2 実験概要

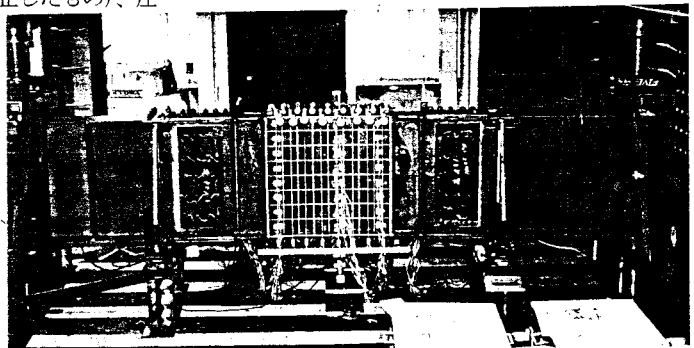


図-3 実験状況

中心側のフランジがウェブ側に変位する形で発生し、荷重初期段階では中央部で最大値となる左右対称の分布である。3)ところが最高荷重に達した後は、その最大となる位置は移動支承側にずれ、局部的に大きなねじれ角が生じている。

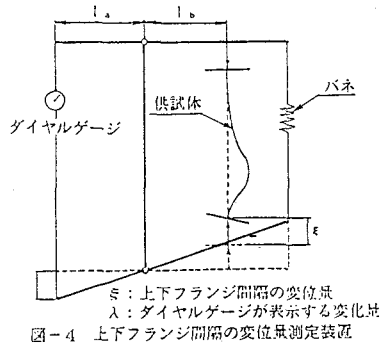


図-4 上下フランジ間隔の変位量測定装置

4) 上下フランジの間隔の変化(桁高の縮み)は、腹板のたわみおよびフランジのねじれ角と大きく関連して現われ、最高荷重に達した後、中央から少し移動支承側において急激に増加している。

図-5からは、腹板のたわみそして特に圧縮フランジのねじれ角が大きいことが認められ、圧縮フランジのねじれ座屈に起因する崩壊形式と解釈されることもあろう。しかしながら、フランジのねじれ角、腹板のたわみ、そして上下フランジ間隔の縮みは、きわめて深い関連性があり、最高荷重を越えてから全ての変位が急増することを考えると、圧縮フランジにねじれ角が発生したといっても、フランジねじれ座屈崩壊とは必ずしもいえない。すなわち、圧縮フランジのねじれ座屈→フランジねじれ角の発生→腹板のたわみの発生→桁高の変化、という崩壊メカニズムのほか、フランジ鉛直座屈→腹板のたわみの発生→フランジねじれ角の増加といったメカニズムも考えられ、どちらの崩壊形式でも上記3つの変位は全て急増するのは明らかである。したがって、両崩壊形式のどちらが引き金となって崩壊に至るかを踏まえた曲げ耐力推定が必要であらう。

4. あとがき

今回の実験では、かなり薄い腹板を使用したにもかかわらず、はっきりと目視できるようなフランジ鉛直座屈による崩壊は現われなかった。それは、曲線桁では曲率に起因して腹板が面外にたわみ、追隨してフランジのねじれ角が発生し、直線桁のような明確な崩壊形式は現われにくいためといえる(実際は直線桁でも初期たわみ等によって明確には現われにくいことが多い)。

ちなみに、既に筆者らが提案したフランジ鉛直座屈崩壊による曲げ耐力推定式¹⁾では、耐荷曲げモーメントは19.25tmとなり、一方実験値は17.84tm、誤差は7.3%である。

(参考文献) 1) フランジ鉛直座屈に起因する曲線I形桁の曲げ耐力解析, 土木学会第43回年次学術講演会講演概要集 I-118, 昭和63年10月。

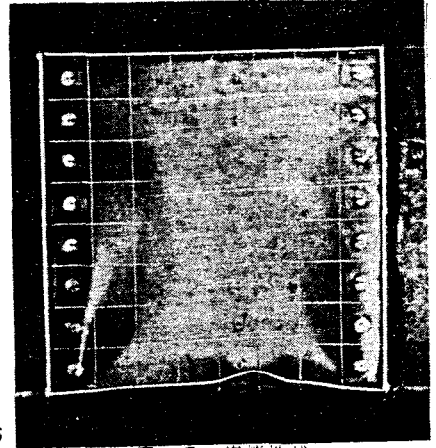


図-5 崩壊性状

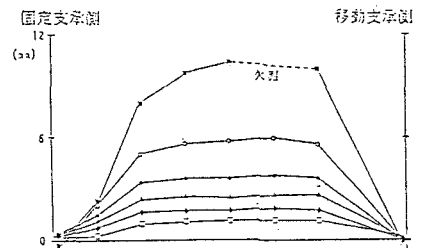


図-6 腹板圧縮側の断面変形にともなう付加歪み分布

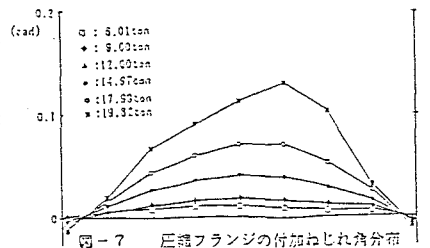


図-7 圧縮フランジの付加ねじれ角分布

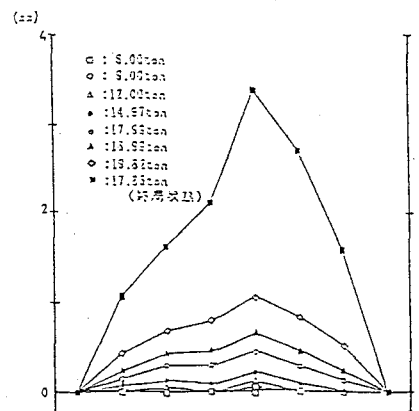


図-8 上下フランジ間隔の変化量