

## 1. まえがき

圖一 / 室內模型實驗用曲線格子桁

## 表一 / 供試体の形状寸法

図一.2 荷重たわみ曲線 (Type Aの場合)

— 115 —

載荷し、力計によって荷重値を測定する方法を採用した。漸増する荷重に対して、油圧ジャッキおよび力計が常に鉛直方向を保ち、かつ、水平方向への移動を防ぐために、特殊な治具を考案し力計と供試体の間に挿入した。

室内模型実験用曲線格子桁の支持条件は曲げに対して単純支持、ねじりに対して固定支持、曲げねじりに対して自由とした。

### 3. 測定結果

図-2は最小曲率半径 $R = 3.3\text{m}$ の曲線格子桁 (Type A) に集中荷重 $P$ が中桁中央点 (図-1の点 $b$ ) に作用した場合の中央横桁各節点の鉛直たわみ $\delta$ と荷重 $P$ との関係を示したものである。塑性化は約 $4\text{ t}$ を過ぎてから始まり、約 $5.2\text{ t}$ で崩壊していることがわかる。

図-3は上述と同じ荷重載荷状態における Type B の曲線格子桁の $P - \delta$ 曲線である。

図-4は供試体の中で、最も曲率半径の大きい曲線格子桁 (Type C) の内桁中央点 (図-1の点 $a$ ) に集中荷重 $P$ が作用した場合の鉛直たわみ $\delta$ と荷重 $P$ との関係を示したものである。偏心荷重載荷であるため、外桁の点 $c$ のたわみ量が負となっている。曲線格子桁の塑性化は約 $3.6\text{ t}$ 前後から始まり、約 $5.2\text{ t}$ で崩壊荷重に達している。

ここで得られた3種類の曲線格子桁の測定結果は、数値計算により求められた $P - \delta$ 曲線ともよく一致している。その詳細は文献1)に報告されており、ここでは重複をさけるために両者の比較は省略する。

次に、漸増節点集中荷重を受ける曲線格子桁の主桁および横桁断面の応力分布状態について述べる。

ここでは、内桁中央点に荷重載荷し、かつ、応力分布状態が非常に複雑な Type C の曲線格子桁の場合について取り上げることにする。図-5は、あらかじめ数値計算により求められた塑性ヒンジの発生箇所に着目して、7箇所にひずみゲージを貼付した状況を示している。/箇所あたりのひずみゲージの枚数は等間隔に上下フランジ部に5~7枚、ウェブ部に5枚とした。

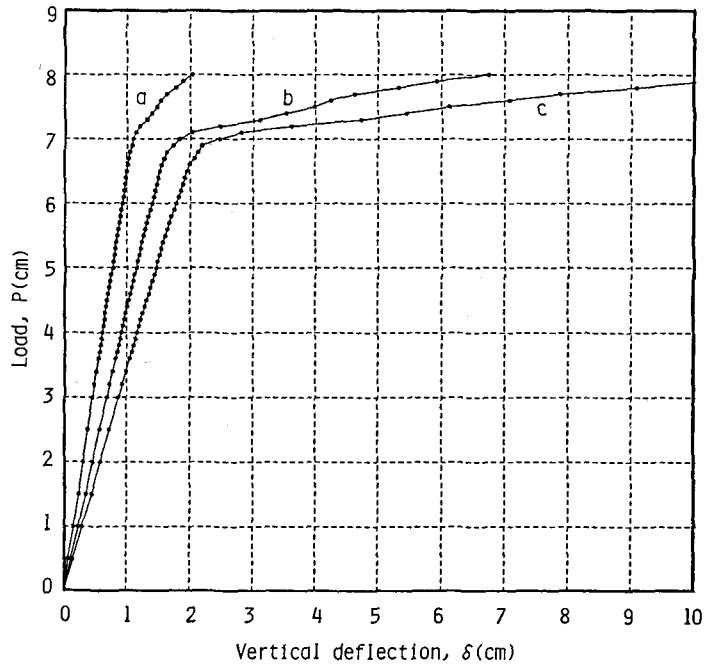


図-3 荷重たわみ曲線 (Type B の場合)

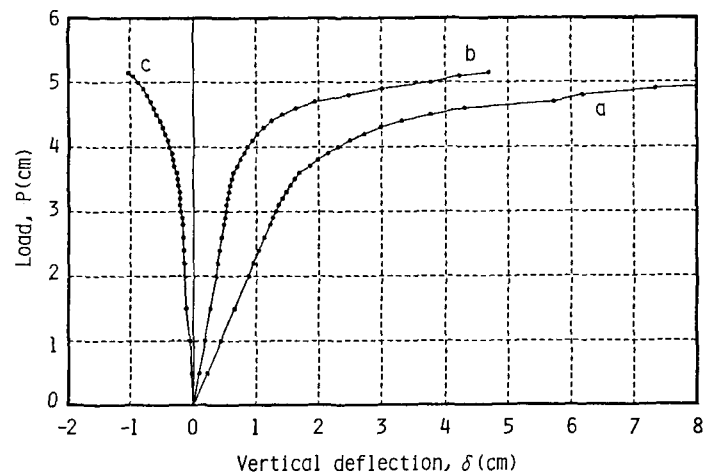


図-4 荷重たわみ曲線 (Type C の場合)

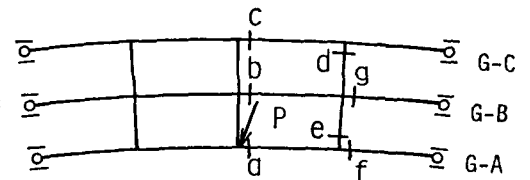
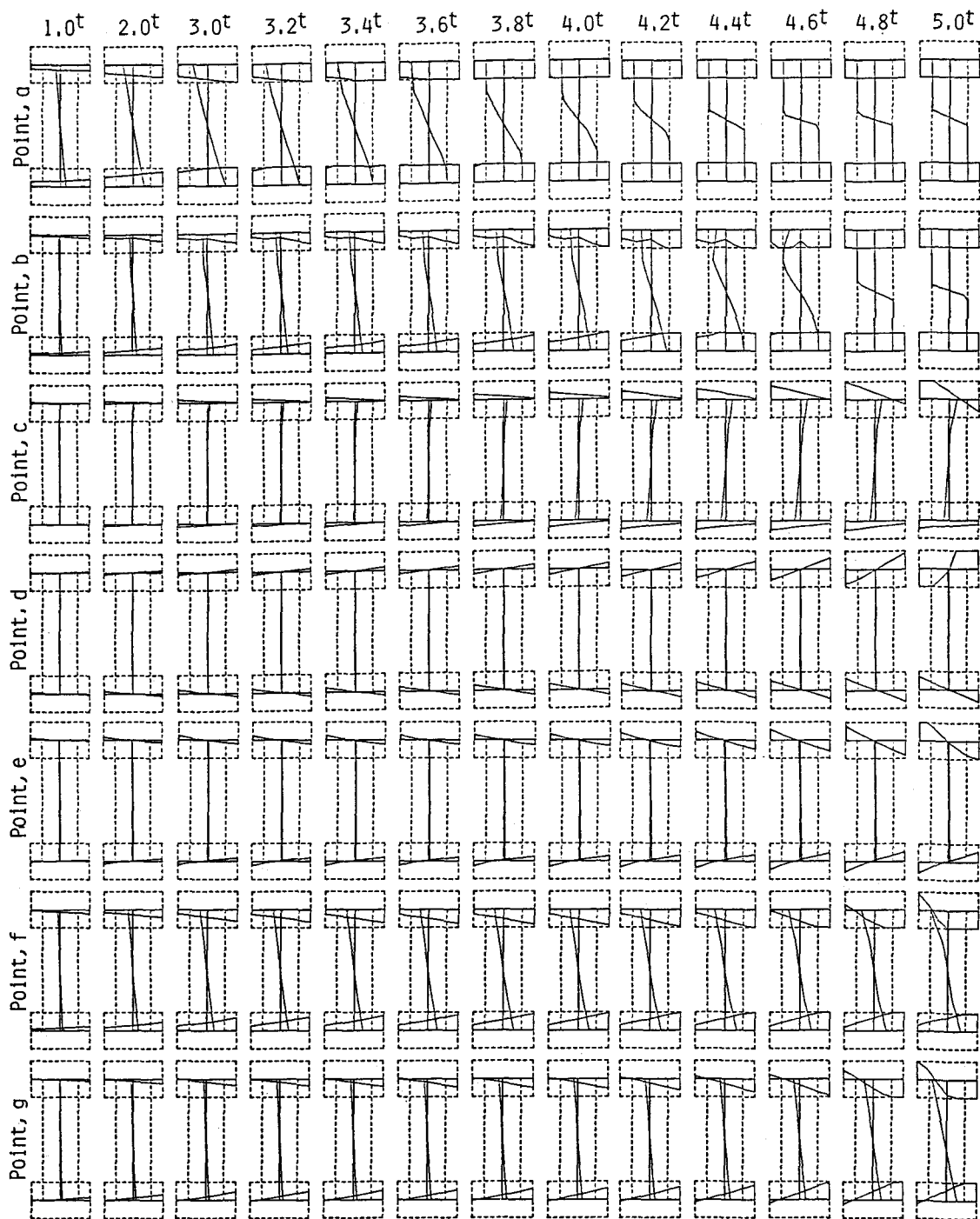


図-5 ひずみゲージの測定箇所



図一六 漸増節点集中荷重を受ける曲線格子桁の垂直応力度分布の変化状態

図一五に示した7箇所の部材端 a～g に着目し、鉛直集中荷重を除々に増したときの各薄肉 I 形断面に発生する垂直応力度と、その応力分布の推移状況が図一六に示されている。載荷点 a における垂直応力度についてみると、弾性領域においては曲げ応力度 $\sigma_m$ とそり応力度 $\sigma_w$ が発生しており、 $\sigma_w$ にくらべて $\sigma_m$ の値がやや大きいことがわかる。また、主桁の他の部材端 b, c, f, g についてみると、曲げ応力度と

そり応力度が複合して生じている。一方、横桁の部材端 d,e ではほとんどそり応力度 $\sigma_w$ のみが発生しており、非常に興味深い実験結果である。

図-7、8は著者らが開発した曲線格子桁の弾塑性解析プログラムにより求めた塑性崩壊機構と球状塑性相関曲面における塑性ヒンジの発達状況をそれぞれ示している。図中の算用算数字は塑性ヒンジの発生順序を意味している。また、図-8の  $m, t, w$  はそれぞれ曲げモーメント、ねじりモーメント、曲げねじりモーメントの断面力と、それに対応する全断面塑性状態における全塑性モーメント値との比である。

主桁に発生する塑性ヒンジ1,2は、図-8からわかるように、曲げモーメントと曲げねじりモーメントが連成しているけれども、ほとんど曲げモーメントが支配的な状態で降伏している。このことは、塑性ヒンジ1,2に対応する図-6の着目点 a,b についてみると、崩壊荷重付近の  $P=5.0t$  では全く曲げのみで全断面塑性域に達しており、実験結果はこの事実をよく説明している。また、横桁に発生する塑性ヒンジ3は図-8より曲げねじりモーメントのみで降伏しており、図-6の着目点 d では、上フランジが曲げねじりで塑性化している様子がよく理解できる。

さらに、塑性ヒンジ4,5,6は図-8より、曲げモーメントと曲げねじりモーメントが連成した状態で降伏しており、それらに対応する図-6の着目点 f,g,c での実験結果は、この塑性化の現象をよく裏付けている。

本実験において、載荷荷重がほぼ塑性崩壊荷重に近づいた時に、載荷点（図-1の点 a）付近の主桁の上フランジ部に不安定現象がみられた。つまり、図-9に示すような C タイプの座屈モードが発生した。これは部材の弾性領域における横倒れ座屈（図-9の D タイプ）と塑性領域でみられる局部座屈（図-9の A タイプ）との連成座屈と考えられる<sup>4)</sup>。今後、曲線格子桁の塑性耐荷力を検討する場合には重要な問題となるであろう。

#### 4. あとがき

本研究では、薄肉 I 形断面部材で構成された曲線格子桁の模型実験を行ない、著者らの開発した弾塑性解析による数値計算結果の妥当性をほぼ確認することができた。今後の研究課題として、図-9に示したような座屈現象を取り入れた曲線格子桁の塑性耐荷力を検討する必要がある。

最後に、曲線格子桁の室内模型実験に対し多大な御協力をいただいた研究室の大学院生ならびに4年生諸氏に謝意を表します。なお、本研究の数値計算および作図には北大大型計算機を利用した。

（参考文献）

- 1) 渡辺昇・林川俊郎・岡田泰三：昭和59年度土木学会北海道支部論文報告集、第41号、1985。
- 2) 稼農知徳：北海道大学工学研究報告、57号、1970。
- 3) 日本材料試験協会編：材料試験便覧、丸善、1957。
- 4) Hancock, G.J.: Journal of Structural Division, Proc. of ASCE, Vol. 104, No. ST11, 1978。

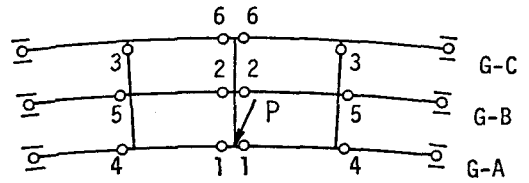


図-7 塑性崩壊機構

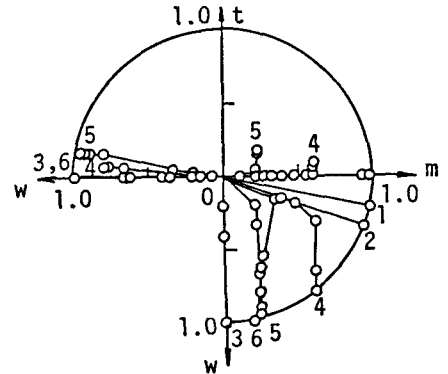


図-8 球状塑性相関曲面

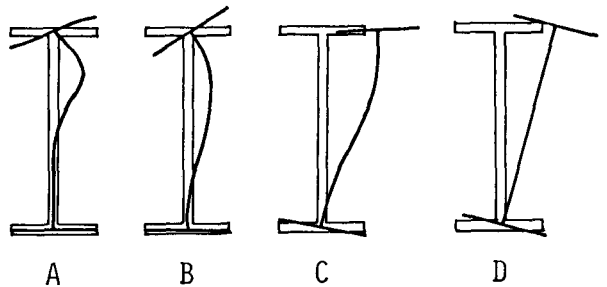


図-9 薄肉I形断面部材の座屈モード