

# タイで結合した曲がり部材の曲げに関する基礎的性状について

熊本大学○学生員 河崎貴仁

国土工営コンサルタンツ(株) 正 員 石原 元

熊本大学 正 員 山尾敏孝

## 1. まえがき

著者は、タイで結合した曲がり部材を橋脚に適用する場合の静的及び動的挙動について明らかにしてきた。<sup>1), 2)</sup> しかし、一定軸力に水平力が加わる場合には橋脚固定部付近が弱くなることが判明した<sup>3)</sup>。そこで、本研究では、この問題に対処するため種々の形状のモデルにより崩壊メカニズムなどの特性を明らかにし、曲がり部材を有効に活用する方法を確立することを目的としている。

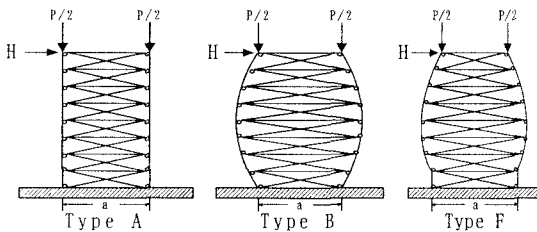


図1 解析モデル

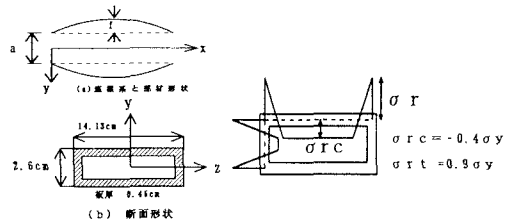


図2 主部材の形状

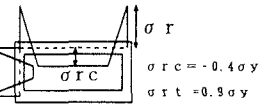


図3 残留応力

## 2. 解析モデル

解析モデルは図1に示すように、2本の真直ぐな部材をタイ及び斜材で結合したモデルを Type A とし、主部材を曲がり部材としたものを Type B とする。Type F は、Type B の基部から  $L/8$  点までを真直ぐなものにした。境界条件は柱頭部を自由端、基部を固定端とし、タイ及び斜材と主部材との結合部はピン結合となっている。図2には解析に用いた主部材の断面形状と座標系を表わしており、モデルの主部材1本の曲げ剛性は  $EI$  とし曲がり部材の形状は放物線とする。表1に解析モデルの諸元を表しているが、 $L$  は主部材の部材長、 $a$  は主部材基部間の距離を示している。

表1 解析モデル諸元

|                 |                       |       |
|-----------------|-----------------------|-------|
| ヤング係数 $E$       | ( $\text{tf/cm}^2$ )  | 210   |
| 降伏応力 $\sigma_y$ | ( $\text{kgf/cm}^2$ ) | 3200  |
| 細長比 $L/r$       |                       | 150   |
| 主部材の断面積         | ( $\text{cm}^2$ )     | 14.13 |
| タイと斜材1本の断面積     | ( $\text{cm}^2$ )     | 3.24  |
| 基部の間隔 $a$       | ( $\text{cm}$ )       | 36    |

$f/L$ 、タイの本数は既往の研究結果<sup>2)</sup>よりそれぞれ0.05、7本としている。また、タイ及び斜材の断面は正方形断面で、その断面積は主部材の20%程度とし、主部材の残留応力として図3のような応力分布を考慮した。本解析では、弾塑性骨組解析法を用いて、図1のように一定軸力のもとで水平力を載荷して行った。一定軸力として主部材の降伏荷重  $P_y$  の20%を載荷した。

## 3. 解析結果と考察

図4は、3Typeのモデルの水平荷重—水平変位曲線である。縦軸に水平荷重  $H$  を基部が降伏する時の荷重  $H_d$  で無次元化したものを取り、横軸はモデル頭部の水平変位  $V$  をとっている、図中の矢印はそれぞれのモデルにおいて基部に塑性化が始まった所である。図をみると、Type Aの方がType Bより変位が抑えられていることがわかる。Type A、Bの最大荷重は殆ど同じぐらいであるが、Type Bの主部材の基部がType Aより早く降伏したことが原因であると考えられる。なお、 $H_d=3600\text{kgf}$ であり図に示すようにType Aはおおよそ  $H=4600\text{kgf}$ 、Type Bはおおよそ  $H=4300\text{kgf}$  で降伏している。それに比べてType Fはおおよそ  $H=5400\text{kgf}$  で降伏しており、最大荷重も上昇し変位も抑えられている。

図5は主部材の軸力分布を示している。縦軸は主部材の基部から頭部までを表わし、横軸は軸力をとっている。基部に近づくにつれ主部材の軸力は大きくなっているが、Type BとType Fの主部材にかかる軸力はType Aと比較して少し小さくなっており、主部材間が最も広がっているあたりから軸力の上昇に変化がみられる。これは斜材にかかる軸力とタイにかかる軸力に関係していると考えられるので、図6に斜材の軸力分布を示す。図からわかるように、Type Aでは基部から頭部まで斜材にかかる軸力が一定に対して、曲がり部材を用いたType B、Fでの斜材にかかる軸力は頭部の方では小さく、基部の方では大きくなっている。ここには示していないが、タイの軸力分布でもType Aはほぼ一定の値を示しており、Type BとType FはL/2点ではType Aとほぼ同じ値であるがL/2点から基部、頭部に近づくにつれてタイの軸力は大きくなっている。よって、Type BとType FではType Aに比べて、主部材の軸力がタイや斜材に依存していると思われる。

図7は主部材の曲げモーメント分布を示しているが、基部からL/4点の位置より基部にかけて曲げモーメントの値が増加しているのが分かる。また、Type Bにおける基部付近の曲げモーメントは、Type A、Type Fのおよそ2倍もある。この曲げモーメントの影響で基部が早期に塑性化したため弱くなっていると思われる。しかし、基部からL/8点までを直線材にしたType Fのモデルでは、Type Aと似たような曲げモーメントの分布となっており、曲がり部材を用いているにもかかわらず、小さな値となっている。また、Type Fでは曲っている所から真っ直ぐに変わる所で曲げが反対まわりに変化している。このため、基部の曲げがType Bに比べて小さくなっていると考えられ、Type Bよりも基部が強くなっているようである。図8は主部材の変形図を示している。この図をみると、Type Bが最も大きく変形しているのがわかる。この変形によって、Type Bにかかる軸力は大きく偏心している。偏心することにより、基部にかかる曲げモーメントが大きくなっていると思われる。

なお、詳細については講演当日発表予定である。

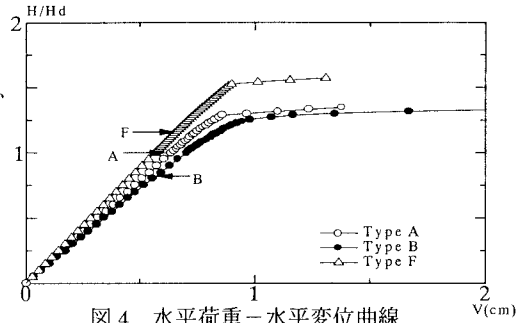


図4 水平荷重—水平変位曲線

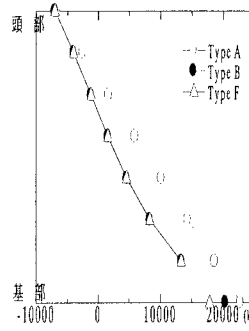


図5 主部材の軸力分布

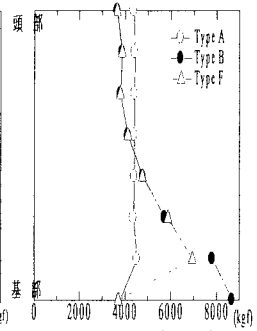


図6 斜材の軸力分布

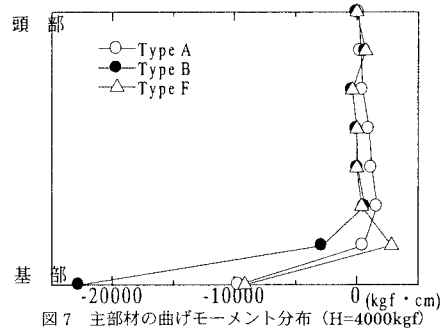


図7 主部材の曲げモーメント分布 (H=4000kgf)

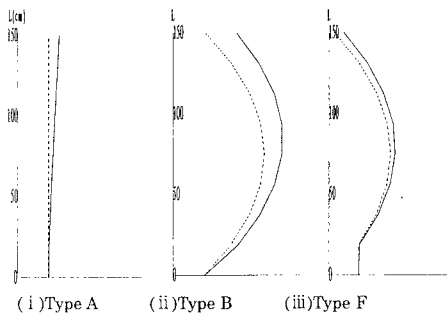


図8 変形図 (H=4000kgf)

#### 参考文献

- 1) 山尾他 : タイで結合した2本の曲がり部材の座屈強度と挙動について, 構造工学論文集, Vol. 41A, 1995.
- 2) 石原 完 : タイで結合した曲がり部材の強度特性について, 平成7年度熊本大学修士論文, 1996.
- 3) 永田涼二: 曲がり部材で構成された鋼製橋脚の耐力特性に関する研究, 平成8年度熊本大学卒業論文, 1997.