

I - B223 圧縮を受ける曲がり部材からなる構造の振動特性について

熊本大学大学院 学生員 小串正明 熊本大学 正 員 山尾敏孝
九州産業大学 正員 水田洋司 熊本工業大学 正員 平井一男

1. まえがき：

平成7年の阪神大震災を契機に構造物の耐震設計の見直しがなされ、重要構造物の動的解析の必要性が明記されることとなった。著者らは、図1に示すような曲がり部材をタイで結合した構造形式が圧縮を受ける場合、真直ぐな部材で構成される柱構造より強度が増し、変形も押さえられることがわかった¹⁾²⁾。しかし、鋼製橋脚として適用する場合には動的挙動特性を明らかにしておくことが必要となる。本研究では、曲がり部材で構成される立体構造を対象に、固有モードや振動数等の基本的な振動特性を、スパンライズ比と軸力を解析パラメータに選んで変化させて調べたものである。

2. 解析モデル：

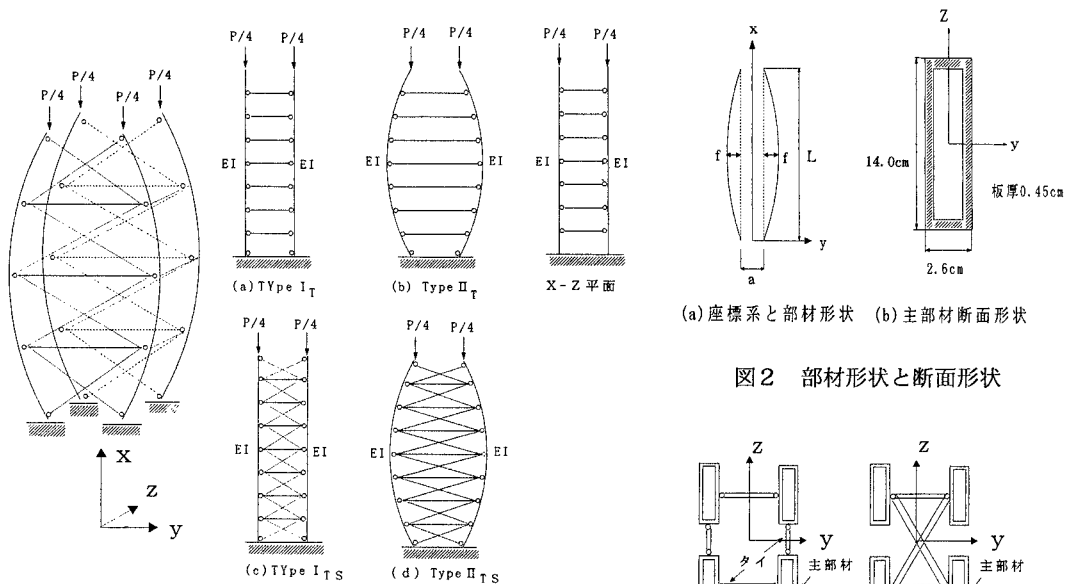


図2 部材形状と断面形状

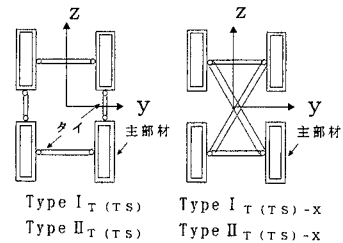


図3 Y-Z断面形状

図1 解析モデル（X-Y平面）

解析に用いたモデルは図1に示すように、真直ぐな主部材をタイで結合した Type I_T、曲がり部材で構成されたものを Type II_Tとした。また、Type I_{TS}及び Type II_{TS}は斜材を組んだものであり、タイ及び斜材と主部材との連結部は全てピン結合としている。さらに、各々モデルでは、図3に示すようにY-Z断面でトラス結合した場合についても解析を行った。主部材は静的解析モデル³⁾と同じもので、曲がり部材の形状は全て放物線とし、部材形状（ f はライズ）と断面形状を図2に示す。主部材両端の支承条件は、上下端とも固定した場合と下端固定、上端自由の場合の2ケースである。なお、2部材のライズ差及び初期たわみ、残留応力等は考慮していない。タイの本数は7本（×4）とし均等に配置した。また、初期軸力（圧縮力）は主部材の座屈荷重 P_{rc} 以下で検討しており、弾性振動の範囲である。

キーワード 鋼製橋脚，曲がり部材，振動特性

連絡先（住所 熊本市黒髪 2-39-1，電話 096-342-3533，FAX 096-342-3507）

3. 解析結果：

(1) 両端固定の場合

図4は両端を固定した場合の1次と2次の固有モード図である。図5は縦軸に Type I γ 主部材一本の Euler の座屈荷重で初期軸力を無次元化したものを、横軸には Type I γ の1次の固有振動数 ω_{g1} で各モデルの1次の固有振動数を無次元化したものをとった。図より、アーチ効果による固有振動数の上昇が顕著に現れていることが分かる。

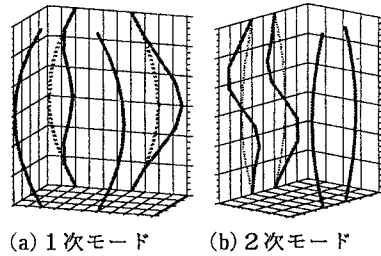


図4 固有モード (両端固定)

図6は Type II γ に初期軸力 $P/P_{cr}=0.4$ を与えたときのスパンライズ比 f/L と固有振動数の関係を示したものである。図から分かるように、1次の曲線と2次の曲線がライズ比 0.07 付近で交差していることがわかる。つまり、スパンライズ比が 0.07 以下では図4 (a) のような対称の1次のモードが先に現れるが、0.07 以上になると図4 (b) のような逆対称1次のモードが先に現れることを示している。

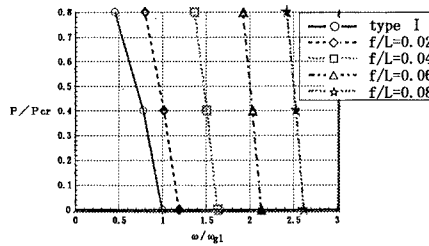


図5 P/P_{cr} と1次固有振動数

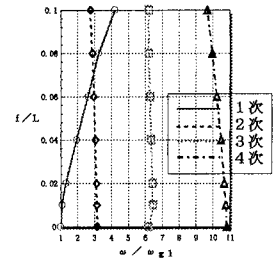


図6 f/L と振動数

(2) 下端固定、上端自由の場合

図7は下端のみ固定した場合の固有モード図である。図8、9は、図5、6と同様にスパンライズ比と固有振動数の関係を示したものである。図8より、スパンライズ比を上昇させても振動数の上昇変化は見られず、むしろ徐々にではあるが、固有振動数の減少が見られる。

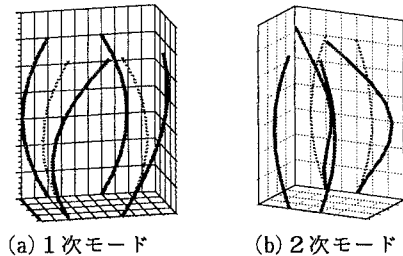


図7 固有モード (上端自由)

また、図9からもわかるように各次数ともほぼ平行な直線を示しており、両端を固定した場合のように、1次と2次の線が交差するような現象は見られなかった。さらに、横軸に着目して図6の結果と比較すると、次数の上昇による固有振動数の増加が著しいこともこの図から読みとれる。

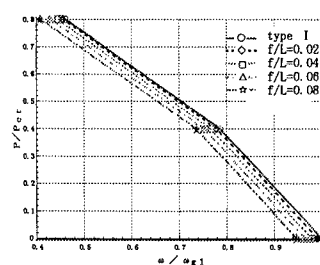


図8 P/P_{cr} と1次固有振動数

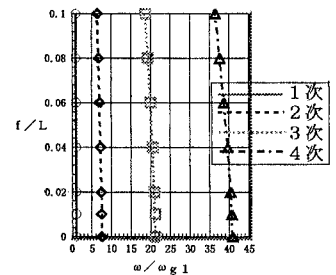


図9 f/L と振動数

4. 結論：

両端を固定した場合、曲がり部材は2～5倍固有振動数が上昇し、振動モードが1次から2次へ変化する f/L の限界は 0.07 であることが分かった。しかし、上端自由の場合には f/L の変化に伴う固有振動数の大きな変化は特に見られなかった。

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) 永田他：曲がり部材で構成された鋼製橋脚の…、第52回土木学会年次学術講演会講演概要集, 1997.
- 4) 水田洋司：圧縮を受ける部材の振動特性について、西部支部研究発表会概要集, 1996.