土木学会第51回年次学術講演会（平成８年９月）

I－A 65　タイで結合した曲がり部材の強度特性について

国土工営コンサルタンツ㈱　正員　○石原　完　熊本大学　学生員　桂原和幸
熊本大学　正員　山尾敏孝　熊本工業大学　正員　平井一男

1.はじめに

現在、第二東名高速道路の整備が計画されているが、山岳地帯を通過するため50m～100mにも及ぶ高橋脚を有する高速道路とならざるを得ない。そのため筆者らは、曲がり部材をタイで結合した鋼製柱構造（図1(b)）を提案し、弾性解析及び弾性実験から従来の柱構造（図1(a)）よりも弾性座屈強度 が３倍以上上昇するという結果を得た[1)]。そこで本研究では、部材の塑性化や残留応力等を考慮した強度特性や挙動特性を弾塑性解析により明らかにすることを目的としている。

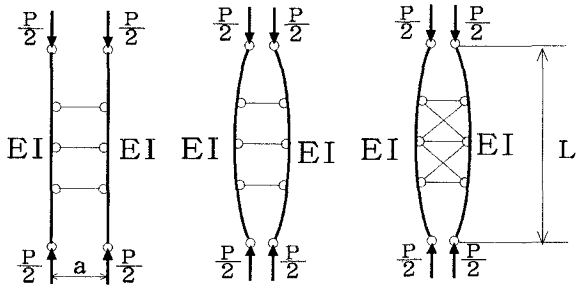
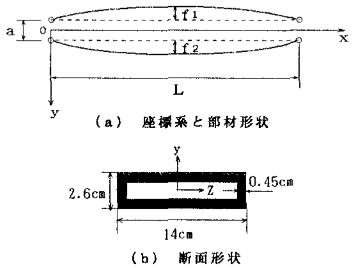


図1 解析モデル



主部材断面積Ａ　：14.13cm

タイ断面積A_t／Ａ：20%

図2 座標系と断面形状

2.解析モデルと解析パラメータ

表1 解析パラメータ諸元

ヤング係数Ｅ（kN/mm²）	206
降伏応力 σ_y(N/mm²)	294
部材長Ｌ（cm）	120, 150, 200
細長比Ｌ／ｒ	120, 150, 200
タイ（本）	3, 7, 11
f_1／Ｌ	0.02, 0.05

主部材の細長比は、道路橋示方書[2)]に定められている主圧縮部材の細長比の上限である120,副圧縮部材の細長比の上限である150、それよりさらに大きい200の３種類を選んだ。解析に使用したモデルは文献１）の結果を参考にして図1に示すような３つのTypeを用いることにした。TypeⅠは従来の真直ぐな部材をタイで結合した柱であり、TypeⅡは曲がり部材をタイで結合した柱である。TypeⅡの中央部分に斜材を取り付けたものをTypeⅢとした。全ての解析モデルの両荷重端部はヒンジであり、タイと主部材の連結部はピン結合としている。また主部材１本の曲げ剛性は真直ぐな部材及び曲がり部材ともＥＩ（Ｅ：ヤング係数、Ｉ：断面二次モーメント）とした。主部材１本の断面は長方形箱形断面とし、主部材の断面積を一定として細長比を120,150,200と変化させて部材長を求めた。また、構成板の幅厚比は局部座屈が生じないように小さくとった。以上の条件より決定した主部材の断面形状及び解析における座標系を図2に示す。曲がり材の形状はすべて放物線とし、両部材の間隔はａ＝5ｃｍ、部材長はＬ、f_1とf_2はアーチライズ（$f_1 > f_2$）であり、f_1／Ｌを通常のアーチ構造で用いられている 0.05、これより小さい0.02 の２種類とした。また、両部材のアーチライズ差$\Delta f = (f_1 - f_2)$が小さいL/480とし、タイの本数は文献１）と同様3､7､11本の３種類とし、タイの断面積A_tは主部材１本当たりの断面積の20%として解析を行った。なお、以上の解析パラメータを表1に示す。

解析で用いた初期たわみ形状として図3に示すような形状を用いた。v_{01}、v_{02}は２本の直線部材や曲がり

部材の最大初期たわみ量を表しており、解析では両部材に差を付けv_{01}＝L/1000、v_{02}＝L/900とした。また、残留応力に関しては残留応力考慮する場合、引張残留応力(σ_{rt}/σ_y)=0.9（σ_y：主部材の降伏応力）とし、圧縮残留応力(σ_{rc}/σ_y)=0.4として解析を行った。

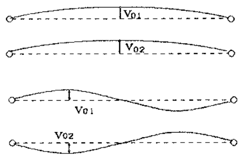
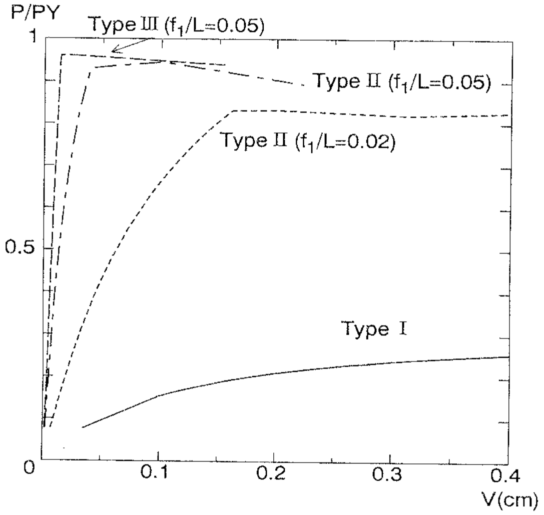


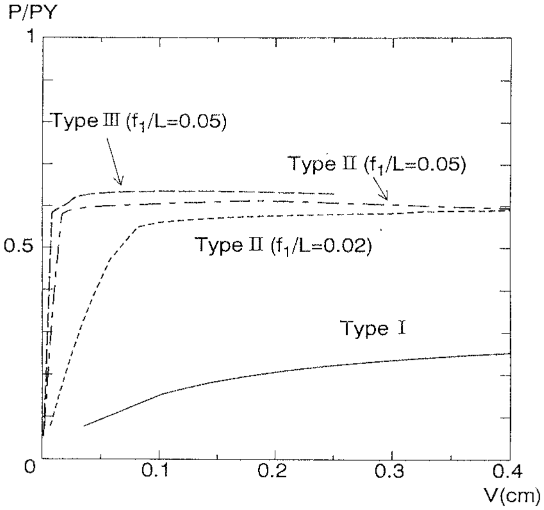
図3 初期たわみ形状

3.解析結果と考察

解析結果の一例を図4に示すが、細長比150のTypeⅠ､Ⅱ､Ⅲのモデルで、残留応力の有無を考慮し、アーチライズを変化させたときのたわみ挙動を示したものである。縦軸に荷重Pを降伏荷重PYで無次元化したものをとり、横軸にはL/4点でのたわみVをとっている。各モデルのタイの本数は７本とし解析したが、図からわかるように、TypeⅠのような真直ぐな部材をタイで結合した構造のたわみ挙動は、残留応力の有無より主部材の細長比の大小が大きく影響することがわかる。TypeⅡの曲がり部材ではアーチライズを0.05以上にすればたわみ挙動は小さく抑えられ、強度が上昇する様子がよくわかる。しかし、圧縮残留応力の存在は最大強度を20%~40%低下させることになるがTypeⅠと比較すれば十分強度を有することがわかる。



(a)残留応力なし



(b)残留応力なし

図4 荷重ーたわみ曲線(L/r=150)

また、図5は各Typeにおけるアーチライズ比0.05、タイ７本の細長比を変化させ、残留応力の有無を考慮したきの最大強度を示方書の基準強度式と比較したものである。図から見てとれるようにTypeⅠのモデルではほぼ基準強度曲線と一致しているが、TypeⅡ､Ⅲモデルの最大強度は基準強度曲線より２倍～５倍近く大きくなることがわかる。

なお、解析結果の詳細については発表当日に述べる予定である。

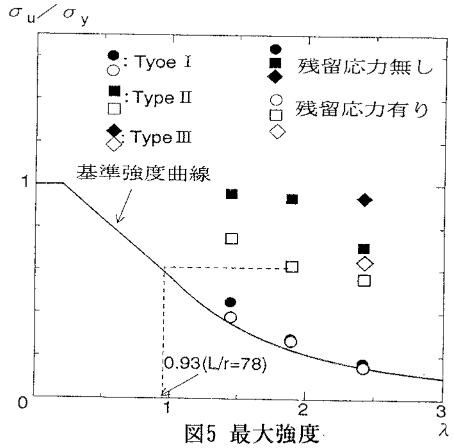


図5 最大強度

参考文献

１）山尾敏孝、他三名：タイで結合した２本の曲がり部材の座屈強度挙動について，構造工学論文集，1995

2）日本道路協会：日本道路橋示方書・同解説　1990