

曲がり部材で構成された高橋脚を有する橋梁の耐荷力及び挙動特性について

熊本大学工学部○学生員 小寺孝志 熊本大学工学部 正 員 山尾敏孝
 熊本大学大学院 学生員 桂原和幸

1. まえがき

既往の研究¹⁾²⁾³⁾より、4本の曲がり部材をタイと斜材でつないだ立体構造が圧縮や水平力を受ける場合、曲がりによる変形効果により、主部材として細長い部材を使用しても十分な耐荷力を有する事を明らかにしてきた。本研究では、山岳橋梁の鋼製高橋脚としてこの立体構造を適用した場合の可能性を試みる為、曲がり部材で構成された橋脚を設計して実用される橋梁モデルを作成し、曲がり部材で構成された橋脚を持つ橋梁の耐荷力及び変形挙動を解析的に調べたものである。

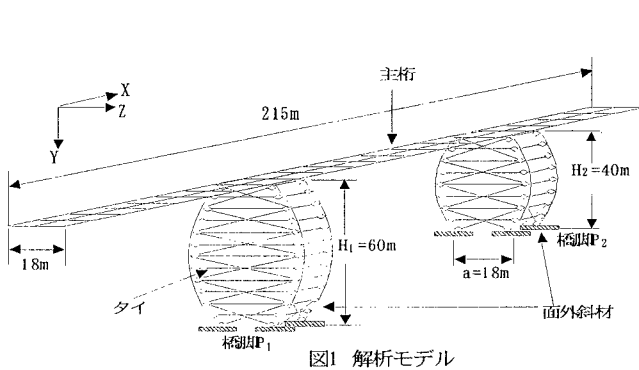


図1 解析モデル

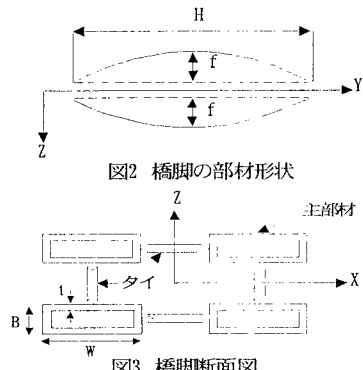


図2 橋脚の部材形状

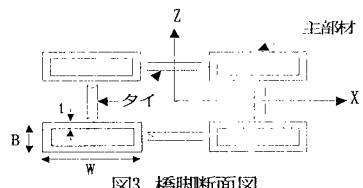


図3 橋脚断面図

2. 解析モデル

解析モデルは図1に示すように、4本の曲がり部材をタイ及び斜材で結合した構造形式を橋脚としたモデルを用いる。図2, 3には解析に用いた橋脚の部材形状と断面形状を示す。主部材の断面は文献²⁾の結果より、立体構造でのねじり変形をおさえる為長方形断面とし、曲がり材の部材形状はすべて放物線とした。図2のHは橋脚高さ、fは曲がり半径を表し、解析では既往の研究結果²⁾より f/H を0.05とした。橋脚P₁と橋脚P₂の主部材の細長比(H/r :断面2次半径)については、橋脚高さを一定にし、断面の寸法を変化させ表2で

表1 解析諸元

ヤング係数 E (KN/mm ²)	206
降伏応力 σ_y (N/mm ²)	314
主桁の1本の断面積 (cm ²)	3864

表2 解析モデルの細長比

	TypeA	TypeB	TypeC
橋脚P1	$H/r=90.4$	$H/r=120.9$	$H/r=150.4$
橋脚P2	$H/r=61.3$	$H/r=90.1$	$H/r=120.5$
$W=240.0\text{cm}$ $B=163.0\sim 81.0\text{cm}$ $t=8.0\sim 9.0\text{cm}$			

示すように比較的細長比の大きな部材で組み合わせている。なお、橋脚の主部材1本の曲げ剛性はEI(E:ヤング係数 I:弱軸回りの断面2次モーメント)とし、橋脚高さを60m, 40mとした。なお、タイ及び斜材の断面形状は正方形断面とし、断面積は主部材が降伏する前に座屈しないように主部材と同じ断面積とした。また主桁の断面形状は長方形断面としている。境界条件としては主桁の両端はローラー支点とし、橋脚の基部は固定端、主桁と橋脚の結合はピン結合でタイ及び斜材の主部材との結合はピン結合とした。なお、比較検討の為、主部材と同じ断面を有する直線材としたモデルも作り、解析を行った。

解析には弾塑性骨組解析法を使用し、橋脚の初期不整として、初期たわみ分布を自由端部に最大初期たわみ $L/1000$ を持つ正弦半波で与え、残留応力は文献³⁾より耐荷力に影響がないと考え考慮していない。

3. 荷重条件

荷重条件は表3に示すが、表中のDは死荷重、Lは活荷重 i は衝撃荷重、Wは風荷重、EQは地震荷重を表す。これらは設計荷重より求め、道路橋示方書⁴⁾を参照し、許容応力度設計法における安全率1.7を各ケー

スの割り増し係数で除することによって定式化した。各荷重条件の第一項を載荷後、第二項を漸増載荷して、最大に達した時の第二項の荷重係数を α とした。

表3 荷重条件

(1)	$1.7D + \alpha(L+i)$
(2)	$1.36(D+L) + \alpha W$
(3)	$1.13(D+L) + \alpha EQ$

4. 解析結果と考察

図4はモデルに荷重条件1を面内から与えた時と、荷重条件3を面外から与えた時の解析結果であり、縦軸に荷重係数 α を、横軸には主桁の中央部の面内、面外変位をとった。荷重条件1では真直な部材と曲がり部材の両方の場合、TypeA～Cとも細長比による耐荷力の変化がみられなかったため、TypeAの結果のみを示した。また図5にその時のTypeAの橋脚P₁の主部材に生じる軸応力を示した。縦軸には主部材の位置をとり、横軸に応力を降伏応力で無次元化したものをとった。

荷重条件1では曲がり部材と真っ直ぐな部材とでは、耐荷力や面内変位はほとんど変わらなかった。これは主桁に曲げモーメントが集中し、橋脚には降伏応力の7%程しか軸応力がかかっていないため、曲がり部材の特性を発揮できていないと考えられる。また生じた軸応力は基部に集中している事がわかる。なお、荷重条件3ではTypeA、TypeBのどちらも曲がり部材の方に1.2倍程の耐荷力の上昇がみられた。これは、曲がり部材は橋脚の主部材に生じる軸応力や曲げモーメントがおさえられていると考えられる。

図6には、荷重条件1と3でのTypeAの橋脚P₁の面外の変形モードを示した。荷重条件1では橋脚はほとんど変位しておらず、変形モードも変わらなかった。しかしながら荷重条件3では曲がり部材の方が面外変形が小さく抑えられているのがわかる。

詳細については、講演当日に発表予定である

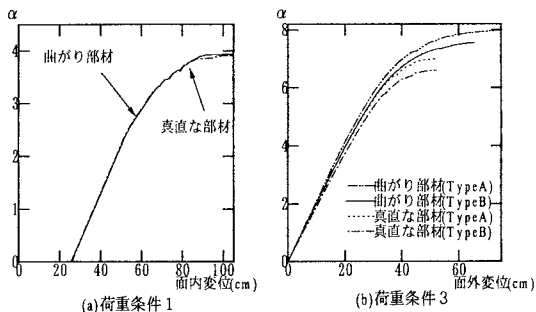


図4 荷重-変位曲線

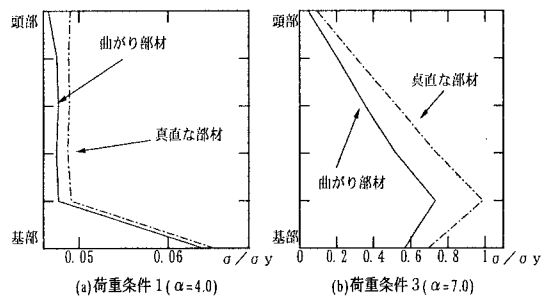


図5 TypeAの橋脚P₁の主部材の軸応力分布

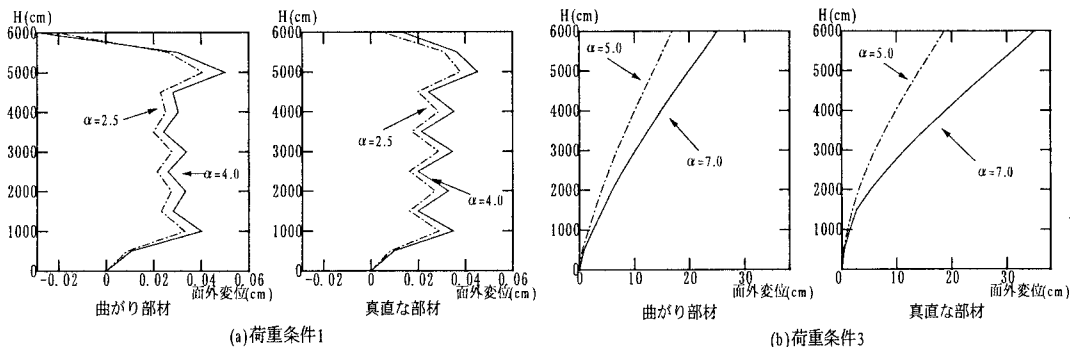


図6 TypeAの橋脚P₁の面外変形モード

- 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荷力特性に関する研究，平成8年度熊本大学卒業論文，1997
 - 4) 日本道路協会：道路橋示方書，同解説，1996