

プレストレスを導入したタイドアーチの力学特性

長崎大学 工学部 学生員 ○ 相場健一
 長崎大学 工学部 正 員 松田 浩
 長崎大学 工学部 正 員 崎山 毅
 長崎大学 工学部 正 員 森田千尋

1 はじめに

梁部材が主に曲げにより鉛直外荷重に抵抗するのに対して、アーチ構造は軸力と曲げにより鉛直外荷重に抵抗するため、梁の場合に比べて最大曲げ応力を減少させることができる。また、鋼構造にプレストレスを導入すると外荷重による弾性域を拡大させることができるとともに耐荷力を増大させることができる。

筆者は、ここ数年来、上記の点に注目してアーチ部材とタイ材からなるタイドアーチ形式の構造について解析的研究を行っており、タイドアーチにプレストレスを導入すると耐荷力が増大することなどが確認できた。

本報告は、スパン 30.0m の実構造を想定した偏平なタイドアーチに対して複合非線形解析を行ない、プレストレスを導入することの有効性について検討したものである。

2 解析結果

現在までに行なった主な解析結果を図1および2に示す。図1より、2ヒンジアーチに比べてタイドアーチでは耐荷力は小さく、特にライズが低くなるほど小さくなる。また2ヒンジアーチの場合は、ライズスパン比 $f/L = 0.15$ 以上のときは終局状態は全塑性となる。一方、タイドアーチの場合は、初期降伏点から座屈点に至るまでには、まだ耐力を維持でき、その荷重値の差は同じライズスパン比の2ヒンジアーチに比べて大きくなっている。

これまでの研究結果より、タイドアーチにプレストレスを導入した場合、初期降伏点、座屈点が最大となるような最適プレストレス量が存在することが確認できた¹⁾。この最適プレストレス量はタイの剛性比によって異なり、同一のライズスパン比、細長比のとき、タイの剛性が大きいほど最適プレストレス量は小さくなり、さらに、最適プレストレスを導入した場合の耐荷力はタイの剛性比を変化させてもほぼ同じ結果となることなどがわかった。

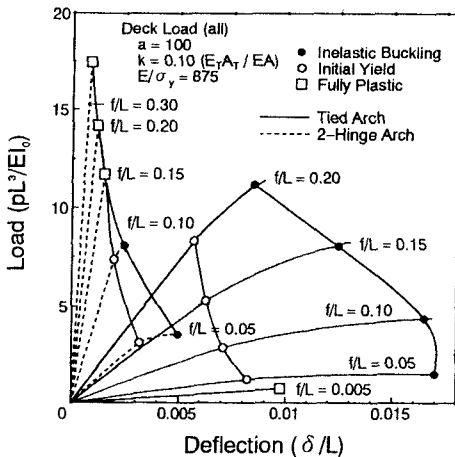


図1 荷重-たわみ曲線

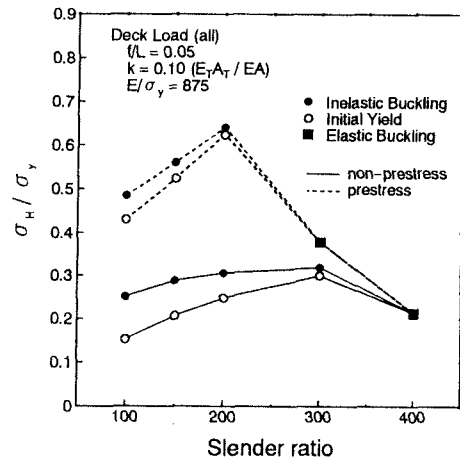


図2 耐荷力曲線

また、図2に示すように、最適プレストレス量を導入すると、一般にプレストレスを導入していない場合に比べて、耐荷力が増大する。このことは、集中および半載荷重の場合も同様の結果が得られた。

次に、図3に示すような実構造²⁾を想定して複合非線形解析を行なった。図3および4は、アーチ形状と断面形状を示している。スパン長 $L = 30m$ 、ライズ $f = 2m$ ($f/L = 0.067$)、タイの断面積 $A_T = 1350mm^2 \times 2$ 本とし、半径 $250mm$ 、板厚 $20mm$ の薄肉円管断面を有する放物線タイドアーチを対象として解析を行なった。

図5は、材料定数 $E/\sigma_y = 875$ とし、図3および4に示したタイドアーチ形状にリブ荷重を作用させ、プレストレス量を $0.0 \sim 30.0tf$ 導入したときの荷重-たわみ曲線を示している。縦軸は荷重 (kgf/cm)、横軸はアーチクラウン部のたわみ (cm)、○印はアーチリブの初期降伏点、●印はアーチリブの座屈点を示したものである。プレストレスを導入すると初期降伏点、座屈点とも増大していることがわかる。また図6は、図5の番号1～4の点での塑性域の進行状況について示したものである。番号1でアーチリブ1/2点上面に塑性域が発生し荷重の増加に伴い塑性域が徐々に大きくなっていることがわかる。番号4では、かなり大きな塑性域がみられる。図7は、縦軸に水平反力 (kgf) を横軸にアーチクラウン部のたわみ (cm) を示した曲線である。点線はタイ材の破断荷重を示している。プレストレス量が $20.0tf$ を越えると、アーチが座屈する前にタイ材が破断していることがわかる。

今後は、リブ荷重に対しての解析だけでなく、半載荷重を含めた他の荷重条件についても同様の解析を行ない、その結果は講演当日に発表の予定である。

[参考文献]

- 1) 松田他: プレストレスを導入した偏平タイドアーチ構造の耐荷力特性, 構造論集 Vol.42A、
- 2) 波田 凱夫 監: プレストレス・アーチ術の試設計, 摂南大学工学部卒業論文

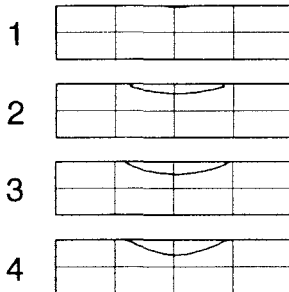


図6 塑性域の進行状況図

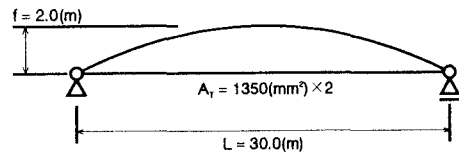


図3 アーチ形状

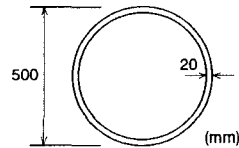


図4 アーチ断面形状

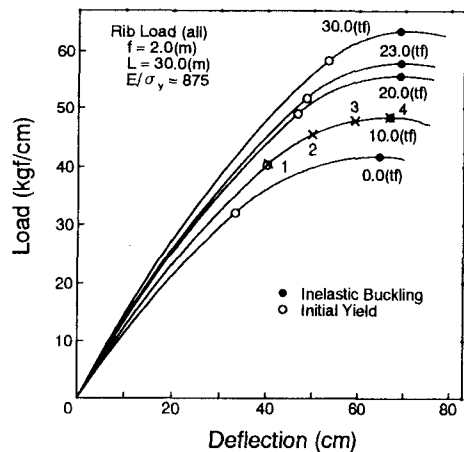


図5 荷重-たわみ曲線

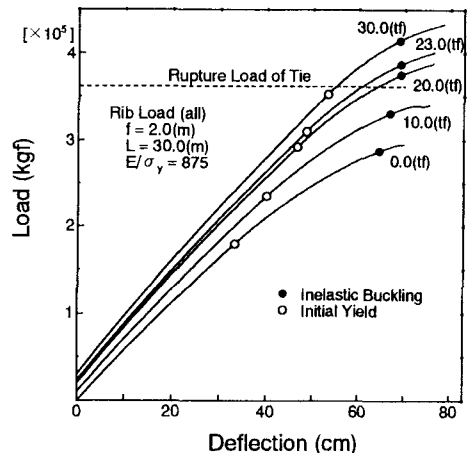


図7 水平反力-アーチたわみ曲線