

## I-A 61 プレストレスを導入した低ライズタイドアーチの耐荷力特性

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  
 松尾橋梁 正 員 相場健一

## 1. まえがき

鉛直荷重を支配的荷重とする構造物の合理的設計手法には、形態抵抗による曲げ応力の排除、高性能な構造要素や部材の使用、主部材へのプレストレスの導入などが考えられる。構造物へプレストレスを導入する目的は、部材断面にあらかじめ外荷重によって生じる応力とは逆の応力を導入することにより、断面の弾性域を拡大させるとともに耐荷力を増大させ経済性の向上を図ることにある。コンクリートの場合、圧縮強度に比べて引張強度が著しく小さいため、プレストレス導入時に部材断面内に生じる引張応力を制限する必要があるのに対して、鋼構造では基本的にはこのような制限がないためプレストレスト鋼構造はPC構造より材料的に経済性を有利にすることが可能となる<sup>1)</sup>。一方、はりが主に曲げ抵抗構造であるのに対して、アーチは軸力と曲げとで抵抗する構造系である。そのため座屈に対する検討が不可欠となるが、直線はりにわずかな曲率をつけることにより（断面剛性は一定）、曲げ応力を減じることが可能となるばかりでなく、たわみ性能、振動特性などの向上が可能と考えられる。本研究では、以上に鑑み、これらの考え方を組み合わせたプレストレストタイドアーチの耐荷力特性について調べるとともに、スパン30mの実構造<sup>2)</sup>を想定した偏平なタイドアーチに対して弾塑性有限変位解析<sup>3)</sup>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

本研究では、プレートガーダー橋に代わる構造、あるいは、既存橋梁の補強法への適用性を考慮し、桁橋の桁高程度のライズを有する偏平なタイドアーチについての弾塑性有限変位解析を行った。

図1はプレストレス量( $\bar{P} = P_P L^2 / EI_0$ )とタイとアーチの伸び剛性比( $k = E_T A_T / EA$ )がタイドアーチの耐荷力に及ぼす影響を明らかにするため、ライズスパン比 $f/L = 0.05$ 、細長比 $a = 200$ の放物線形状の薄肉箱型断面を有するタイドアーチに半載分布荷重を作用させた場合の耐荷力解析結果を示したものである。

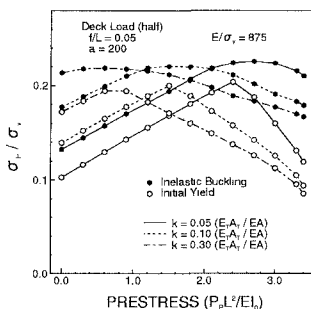


図1 プレストレスの影響

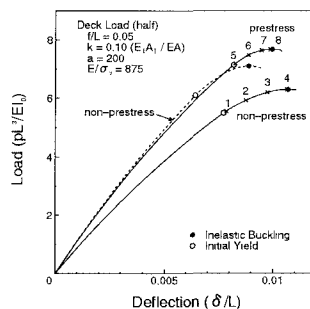


図2 荷重変位曲線

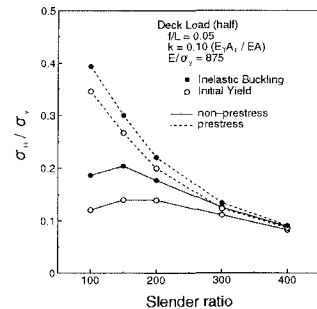


図3 耐荷力曲線

同図より、初期降伏点(○)、座屈点(●)が最大となるプレストレス量が存在し(ここでは初期降伏点が最大となるプレストレス量を最適プレストレス量と定義する)、それはタイとアーチの剛性比により異なり、同一ライズパン比、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ること、また、最適プレストレスを導入した場合の耐力力はタイとアーチの剛性比を変化させてもほぼ同じであることがわかる。

図2は、図1と同一断面・形状を有するタイドアーチに半載分布荷重が作用したときの弾塑性有限変位解析結果で、最適プレストレス量( $\bar{P} = 1.5$ )を導入した場合と導入しない場合の荷重-たわみ曲線が示されている。最適プレストレスを導入すると、プレストレスを導入しない場合に比べて耐力力が増大するとともに、アーチの形態抵抗によりたわみが低減され構造全体系の剛性が増大することがわかる。すなわち、プレストレスを導入すると耐力力が増大するのは、プレストレスによりアーチのライズが高くなりみかけ上剛性が大きくなること(断面剛性は一定)と、外荷重とは逆の応力が導入されているため弾性域が拡大すること(塑性域の進行状況もプレストレスの有無では異なる)の相乗効果の結果である。

図3には半載荷重を受けるタイドアーチの耐力力曲線を示す。プレストレスを導入することにより耐力力が増大することがわかる。細長比が小さいほどその影響は大きい。集中荷重および全載荷デッキ荷重の載荷条件の場合もプレストレスを導入することにより耐力力は増大するが、全載荷デッキ荷重の場合耐力力が最大となる細長比が存在する。

次に、実構造<sup>2)</sup>を想定して、図4に示すスパン長  $L = 30m$ 、ライズ  $f = 2m(f/L = 0.067)$ 、半径  $250mm$ 、板厚  $20mm$  の鋼製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弾塑性有限変位解析を行なった。鋼製アーチリブの材料定数は  $E/\sigma_y = 875$ 、タイ材にはCFRPを使用し、タイ材とアーチリブの伸び剛性比  $k = 0.1, 0.2$  の場合について解析を行った。図5は、プレストレス量を変化させて導入し( $0.0 \sim 30.0tf$ )、半載荷デッキ荷重を載荷させたときの荷重-たわみ曲線を示す。図中の実線は最適プレストレスを導入した場合である。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、さらに剛性も増加している。

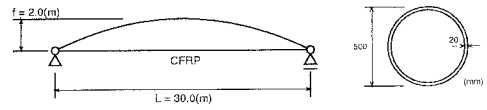


図4 アーチ形状および断面形状

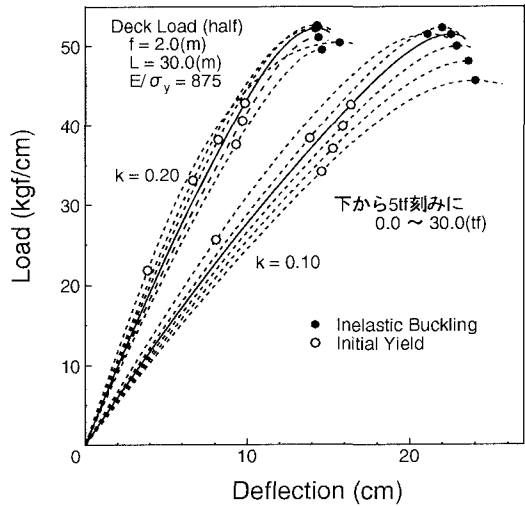


図5 荷重-変位曲線

### 3. まとめ

本研究では、プレストレスを導入したタイドアーチについてパラメトリックな耐力力解析を行い、さらにスパン  $30m$  の実構造を想定したタイドアーチに対して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。解析結果より、実構造でも偏平なタイドアーチにプレストレスを導入することにより、プレストレスの効果が十分あることがわかった。しかしながら、タイ材の伸び剛性によりアーチの変形状が変化するので、今後は、過剰たわみ・振動の防止に注目し、最適な補剛効果をもつタイドアーチの研究、ならびに、プレストレスの導入方法、プレストレスの効果などについて模型を製作し確認実験を行う予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 宮本他：プレストレス合成桁の弾塑性挙動解析と橋梁補強工法への適用，構造論集，Vol.40A
- 2) 波田：プレストレス・アーチ桁の試設計，摂南大学卒論
- 3) 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力力特性，構造論集，Vol.42A