

鋼・コンクリート合成タイドアーチの構造特性

長崎大学工学部 正員 ○ 松田浩, 崎山毅, 森田千尋
 富士ピーエス 正員 徳光卓

1 まえがき

鉛直荷重を支配荷重とする構造物の合理的設計法には、(1) アーチのように形態抵抗による曲げ応力の排除、(2) 高性能な構造要素や部材の使用、(3) 主部材へのプレストレスの導入などが考えられる。

筆者らはこれまで上記(1)、(3)を考慮して、景観的にも優れる偏平なタイドアーチを対象として、アーチ部材にプレストレスを導入した構造の耐荷力特性に関する研究を行ってきた。その結果、タイドアーチにプレストレスを導入すると、アーチ部材には逆モーメントを導入することになり、耐荷力が增大すること、最適な導入プレストレス量が存在すること、タイ材、アーチ部材との剛性比の影響が顕著であることなどがわかった。

本文は、上記(1)、(3)に加えて、(2)の高性能な構造部材を使用して合理的な構造設計を行うことを目的としたものである。鋼部材にコンクリートを充填した合成柱をアーチリブに用いたアーチ橋に関する研究には文献[1]などがあり、合成柱として設計することにより鋼部材よりもより高い剛性と優れた耐荷力特性が発揮できることが報告されている。本文は文献[1]に基づき、コンクリートを充填した鋼アーチリブを用いたタイドアーチの構造特性について調べたものである。景観的にも優れる偏平タイドアーチにプレストレスを導入したり、合成柱を用いたりすればそのメリットが生じてくるものと考えられる。

2 鋼製アーチの基本構造特性

まずアーチ構造の基本特性を把握するために、ライズスパン比 f/L をパラメータとして各荷重状態(1/4点集中荷重、1/2点集中荷重、半載荷等分布荷重、全載荷等分布荷重)に対する一般的な鋼製タイドアーチ構造に生じる各最大断面力比較検討した。図1、図2の横軸はライズスパン比 f/L であり、縦軸は $f/L = 1/5$ の場合の断面力を基準としたときの、それぞれの f/L のアーチに生じる各断面力の増加率である。尚、ライズスパン比 f/L は $1/5 \sim 1/15$ の計8ケースで解析した。

図1より、最大軸方向力はライズが低いほど大きくなり、載荷状況の違いに関らず同様の値を示すことがわかる。図2より、低ライズアーチの最大曲げモーメントは、全載荷等分布荷重の作用下のみでライズスパン比 $f/L = 1/5$ の場合の最大曲げモーメントの数倍の値を示す。これらの結果は文献[1]の2ヒンジ、固定アーチの結果と同じ傾向を示している。したがって、アーチを低ライズ化する場合、全載荷等分布荷重は最大軸方向力をほとんど変化させずに最大曲げモーメントに大きな影響を及ぼす。鋼管にコンクリートを充填したアーチリブでは、鋼管のみの自重に比べて充填コンクリートの自重が全載荷等分布荷重として付加されるので、充填コンクリートが断面力に大きな影響を及ぼすことが予想される。

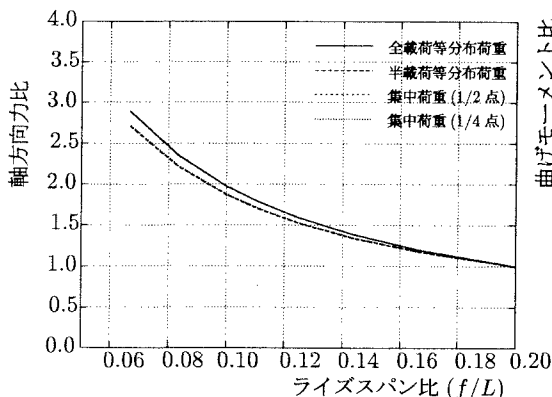


図1: 鋼アーチの軸方向力比

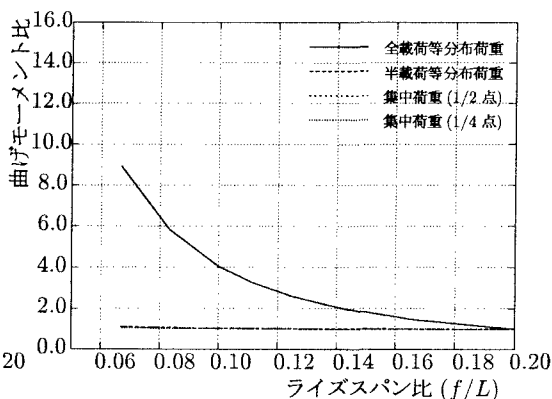


図2: 鋼アーチの曲げモーメント比

3 鋼・コンクリート合成構造からなる上路アーチ橋の試設計

表 1: 設計条件

橋格	1等橋
形式	2ヒンジ上路式アーチ橋、上路式タイドアーチ橋
アーチ支間	100.0m
幅員	7.0m
アーチリブ間隔	6.0m
床版厚	22.0cm
舗装厚	6.0cm
ライズスパン比	1/6, 1/15
鋼重	350.0kgf/m ²
使用鋼材	SM490
コンクリート設計基準強度	$\sigma_{ck} = 240\text{kgf/cm}^2$
適用示方書	「道路橋示方書・同解説」(平成2年2月)、「合成柱(充填方式)を有する鋼製橋脚の設計、施工指針(案)」阪神高速道路公団(昭和61年3月)

まず、表1に示すようなスパン長 100m の2ヒンジ上路式アーチ橋の設計条件¹⁾に基づき、鋼アーチ橋およびコンクリート充填鋼アーチ橋に発生する断面力を比較検討した。なお、図4に示す断面AおよびBは、それぞれ $f/L = 1/6$ および $1/15$ のとき鋼アーチに作用する断面力をもとに、許容応力度法により決定したものである。

図4の断面AおよびBを有する鋼アーチを基準として、タイドアーチとした場合、およびコンクリートを充填したアーチとした場合の、アーチリブの1/4点(荷重作用点)の断面力の比較結果を図5、および6に示す。タイドアーチではタイの断面積が鋼アーチリブの断面積の3割、1割として計算したものである。なお、図中の各点は各構造系において、下から順に $f/L = 1/6, 1/8, 1/10, 1/12, 1/15$ のときの値である。これらの図より、低ライズの場合、コンクリートを充填すると、断面力が大きくなることがわかる。また、タイドアーチにおいてタイの剛性が低ければ、コンクリートを充填したときの断面力の増加が大きくなることがわかる。

タイドアーチでは、2ヒンジアーチに比べて充填コンクリートによる断面力増加量が大きくなるので、2ヒンジアーチ程には鋼重減が図れないことが予想されるが、プレストレスを導入することにより、自重分の低減可能性がある。今後プレストレスを導入した合成タイドアーチについて解析を進め、検討していく予定である。

【参考文献】1) 佐々木他: コンクリートを充填した鋼アーチリブを用いたアーチ橋..., 構造工学論文集 Vol.40A pp.1425-, (1994)

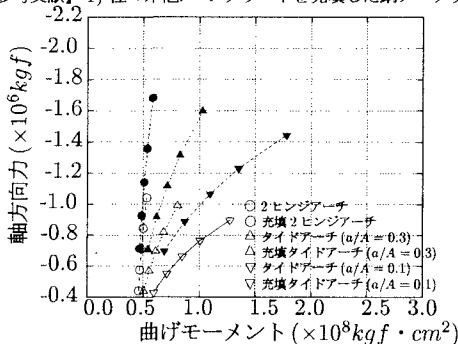


図5: 境界条件の違いによる鋼アーチとコンクリート充填アーチの断面力の変化(断面A)

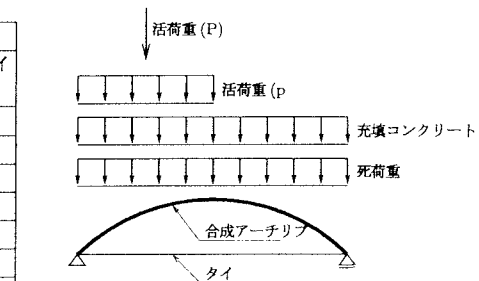


図3: 載荷状況

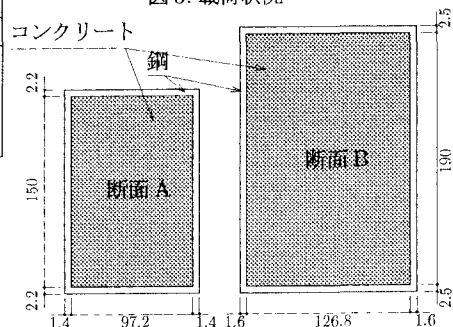


図4: 断面形状

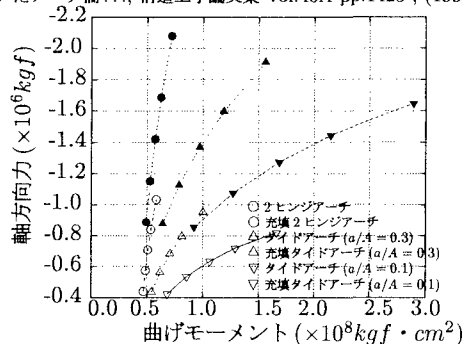


図6: 境界条件の違いによる鋼アーチとコンクリート充填アーチの断面力の変化(断面B)