

開断面部材で構成される 複弦アーチの面外座屈強度実験

熊本大学 学生員 坂田 力 熊本大学 学生員 釘宮謙二
熊本大学 正 員 崎元達郎 熊本大学 宮崎靖男

1. まえがき

アーチ系橋梁では、通常二本のアーチ部材を平行に配置し、トラスやラーメンで補剛する構造形式が用いられる。これら横構・ストラット等の補剛材は風荷重や地震荷重及び主構軸力の2%の横力に対して、2次部材として設計されており、構造全体としての立体的効果ならびに補剛材の形式や剛度が耐荷力に及ぼす影響は十分に明らかにされていない。本研究では、アーチリブ一本の面外細長比を一定にし、補剛形式、補剛域、載荷方法を変化させたときのアーチの面外座屈強度及び変形挙動特性等について調べるため、H形断面を有する複弦鋼アーチ構造の模型実験を行ったので以下にその結果を報告する。

2. 実験概要

供試体は図-1に示すような二軸対称H形断面を有する複弦2ヒンジ放物線アーチ5体を製作した。その際、横構形式は(1)アーチのねじり変形を拘束するように横構を配置したP型(図2-a)、(2)アーチの面外曲げ変形を拘束するように横構を配置したL型(図2-b)、さらに(3)アーチの面外曲げ変形を拘束するように横構を配置したX型(図2-c)の3タイプとした。なお、X型については補剛域 β (横構によって補剛されたアーチ部分の長さのアーチ全長に対する比)を0.75と0.50とした(図1)。また、アーチリブの細長比は全供試体とも一定とし、その断面寸法は図1に示す通りである。

実験に先立ち、耐荷力に影響を及ぼす面外初期たわみと溶接残留応力を測定した。その結果は、表1及び図3に示す通りである。荷重

表1 供試体初期不整および実験結果

条件としては、等分布鉛直荷重満載状態を想定し、実験では、ハンカーにより8等分集中荷重として載荷した。なお、供試体X-4については、アーチの面外変位後も荷重が常に鉛直方向に作用する鉛直載荷(X-4-A)と、下

供試体番号	補剛形式	最大初期たわみ(mm)	初期たわみモード図	最大荷重(t)	σ_u/σ_y
L-7		北 3.86		41.55	0.68
		南 2.95			
P-7		北 1.73		19.25	0.31
		南 2.73			
X-6		北 4.20		47.05	0.77
		南 4.80			
X-4-A		北 4.04		35.90	0.59
		南 5.32			
X-4-B		北 5.13		46.80	0.77
		南 5.78			

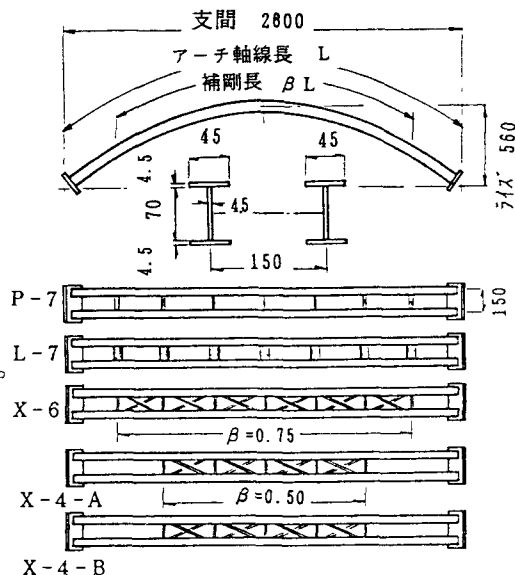


図1 供試体形状および断面寸法

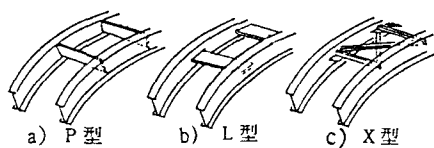


図2 補剛形式

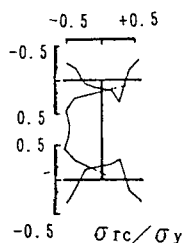


図3 残留応力分布

路式アーチ橋を想定した傾斜(吊材)载荷(X-4-B)の2 ケースを行った。

3. 実験結果および考察

図4は载荷荷重とアーチクラウンにおける面外変位の関係を示したものである。横材の曲げ剛性の配置方向のみ異なるP-7 供試体とL-7 供試体の荷重-たわみ曲線を比較すると、明らかに面外曲げ変形を拘束するL型の方が、ねじりを拘束するP型よりアーチの面外座屈強度に及ぼす影響のかなり大きいことがわかる。また、供試体X-6 ($\beta=0.75$)とX-4-A ($\beta=0.59$) の耐荷力の差はアーチの補剛域の違いによるものである。図5に示される面外座屈モードからX-6とX-4-Aのいずれの場合も面外変位は横構のない無補剛域に集中していることがわかり、この両者の座屈強度の差は、この無補剛域の面外細長比の差から生じていることがわかる。一方、P-7, L-7のようにアーチ全長にわたり一様な面外曲げ剛性を有する供試体の場合は、単弦アーチと同様の面外座屈モードを示している。供試体X-4-AとX-4-Bの差は、荷重方向の違いによって生じており、面外座屈変位を引き戻す効果を持つ傾斜(吊材)载荷を行ったX-4-Bが面外変位も小さく、強度も大きい。次に、図6は供試体X-4-Aにおける载荷荷重とアーチリブ各断面の曲げ歪の関係を示したものである。この図より、端部ストラット位置での面外曲げ歪は、端断面における曲げ歪とは逆の歪が、面外変位の増加にしたがって急増する様子がわかる。一方、アーチクラウン部では崩壊直前まで曲げが生じていないことがわかり、補剛部がほとんど剛体的に変位する図5の変位モードの結果が確認される。図7は、供試体X-4-A(ダブルワーレントラス形式)の横構に生じる軸歪と荷重との関係を示したものである。これによれば、载荷当初より荷重と横構圧縮軸力の関係は線形的に挙動し、面外変位が増大し始める(26t)付近から、横構N0.1の圧縮歪の増加率は減少し始め、横構N0.2では増加し始めている。これは、図7-aに示されるよ

うなアーチ面外へのせん断変形により、横構N0.1では圧縮歪が減少し、N0.2では増加したものと思われる。また、慣用設計においては横構は風荷重、地震荷重のような横力を基本に設計されているが、図7でも示されるように、アーチ軸力によっても横構に応力の生じていることがわかる。今後は、これら実験モデルに対して、有限変位弾塑性解析を行い、結果を比較検討する予定である。

<参考文献>

1)(社)日本道路協会「道路橋示方書 図6 荷重-面外曲げひずみ曲線 図7 荷重-横構軸ひずみ曲線・同解説」 昭和55年2月

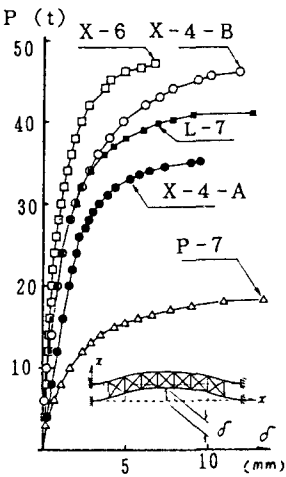


図4 荷重-面外たわみ曲線

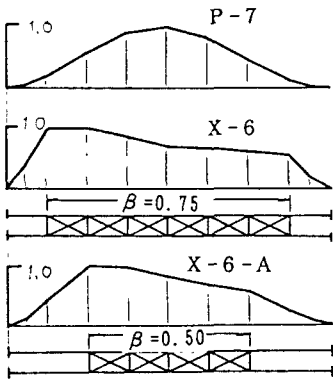


図5 面外変位モード図

