

面外繰り返し荷重をうける鋼アーチ部材の履歴挙動実験

熊本大学工学部 学生会員 徳田 隆宏 熊本大学工学部 学生会員 山之内 剛
熊本大学工学部 正会員 崎元 達郎 天草工業高校 正会員 鶴田 栄一

1. はじめに：橋脚を強震時にも耐える構造として設計する事は重要であり、その終局強度ばかりでなく、ダクティリティ(じん性)やエネルギー吸収能力を明らかにする研究が多くなされてきた。山岳地の良質な地盤に多く建設されている関係で、被災例の少ない、上路式、又は中路式アーチ系橋梁はアーチリブが地盤及び基礎に直接結合される為、橋脚と同様に、損傷を受ける可能性が高い。面内に対して、主に断面決定されるアーチ系橋梁は、面外の地震力に対して、特に、検討が必要と考えられる。その為に、最終的には、弾塑性ねじり、2軸曲げ、局部座屈を考慮した動的終局挙動を明らかにする必要がある。そこで、まず局部座屈と弾塑性ねじれを伴う部材の終局挙動を知る為に、アーチ部材が面外繰り返し荷重を受ける場合の履歴挙動を実験的に求めたので報告する。

2. 実験概要

(1) 供試体：支間250cm、支間一ライズ比0.13を有する両端固定の鋼製箱形断面(無補剛、補剛各2体)の単一アーチ部材を製作した。鋼材はSS400とし、試験機能力、実験室の制約を考慮した上、局部座屈の影響を見る為に、下式に示す幅厚比パラメータRが小さいもの(R=0.34)と大きいもの(R=0.62)の2種類を選択して断面寸法を決定した。供試体名は、無補剛をN、補剛をSとし、その後Rの100倍の値を付けて呼ぶことにした。形状及び寸法は図1、表1に示す。

$$R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{1}{4\pi^2} (1 - \nu^2)}$$

$$\sigma_y = 2.8 \text{ tf/cm}^2$$

$$E = 2,100 \text{ tf/cm}^2$$

$$\nu = 0.3$$

(2) 実験方法：図2に荷重装置の模式図を示す。供試体クラウン部から40cmの両位置に死荷重を想定した一定の面内荷重Pを作用させて、支点位置での圧縮力を降伏軸力の20%にした状態で、クラウン部に繰り返し面外変位を(±δyの整数倍)作用させ、クラウン部での荷重—変位、荷重—ねじれ角の履歴を計測した。サーボジャッキは無補剛では1機(50tf)、補剛では2機(50tf×2=100tf)を同期させて使用した。又制御変位δyは3次元マトリックス解析法により、基部が降伏する時のアーチクラウンの変位として算出した。表2に各供試体の面内荷重Pとδyの値を示す。

図1 供試体断面形状

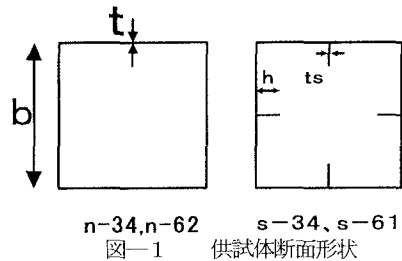


表1 供試体の形状寸法

供試体		n-34	n-62	s-34	s-61
幅	b(cm)	18	20	22	28
厚さ	t(cm)	0.9	0.6	0.6	0.45
補剛材(幅)	h(cm)			3	2.5
補剛材(板厚)	ts(cm)			0.6	0.45
断面積	A(cm ²)	61.56	46.56	58.56	54.09
幅厚比	R	0.34	0.62	0.34	0.61

表2 実験条件

供試体		n-34	n-62	s-34	s-61
面内荷重	P(kgf)	21756	15601	19622	18110
降伏変位	δy(cm)	0.82	0.59	0.53	0.43

3. 実験結果

(1) 荷重—変位関係：N-34とN-62の両試験体について荷重と変位の関係を図3に示す。Rが小さいN-34供試体では7δyで荷重が低下し始め、その勾配は比較的緩やかであるが、Rの大きいN-62供試体4δyで荷重が低下しはじめ、その勾配は比較的急である。これらの、性状は、単柱橋脚に類似している。

(2) 破壊挙動: N-34とN-62の基部の破壊状況について写真1、2に示す。N-34の場合、 $-2\delta y$ から降伏線が目視できるようになり、 $-4\delta y$ でクラウン部(中央ダイヤフラムのすぐ横)に局部座屈が明確になり、また $5\delta y$ から基部(端部から0.7~1.06を1波長とする)にも局部座屈が現れて、載荷回数を重ねるとともに座屈変形が増大した。N-62も同様に、 $-4\delta y$ で基部の局部座屈が明確となり、載荷回数を重ねるとともに座屈変形が増大した。本実験の単アーチと単柱橋脚との相違は、基部に加えて、クラウン部にも局部座屈がほぼ同時に発生することである。(本実験の場合面外曲げモーメントが等しい)

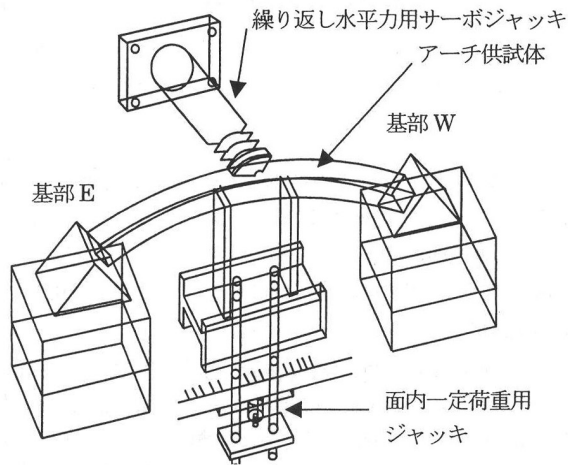


図-2 供試体全体図

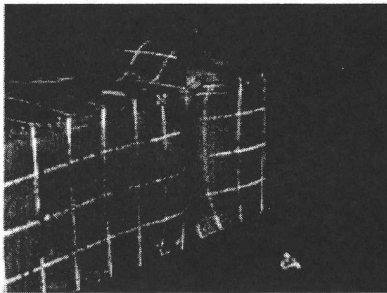


写真1 クラウン部座屈状況 (N-34)

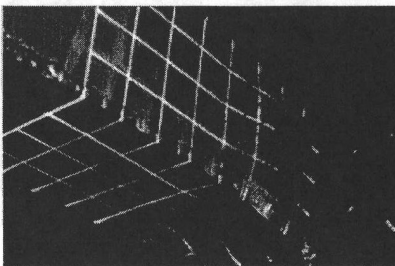


写真2 基部座屈状況 (N-62)

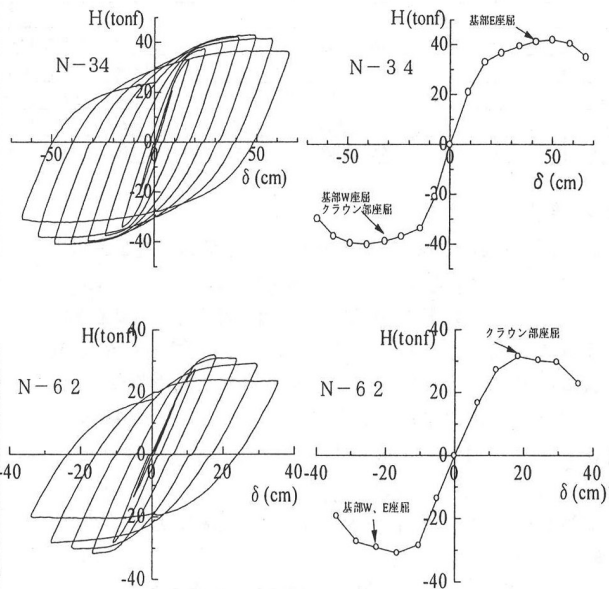


図-3 アーチクラウン部における水平荷重H—水平変位 δ 関係、左:履歴曲線、右:包絡線

4. おわりに: 今回の実験により、局部座屈とともにねじれが影響する場合の履歴挙動に関する基礎資料を得ることができた。今後、数値解析値との比較検討を行っていく予定である。