

## 面外繰り返し力を受ける鋼アーチの復元力特性に関する実験

熊本大学工学部 学生会員○吉川 泰弘  
熊本大学工学部 正会員 崎元 達郎  
愛知工業大学 正会員 青木 徹彦

熊本大学自然科学研究科 学生会員 堀 正雄  
熊本大学自然科学研究科 学生会員 江藤 孝倫  
天草工業高校 正会員 鶴田 栄一

### 1. はじめに

上(中)路式アーチ橋は、上部に位置する床版部が受ける大きな慣性力をアーチリブが支持する構造であり、特に、アーチ面外方向の地震力に対して十分な耐力を付与する必要がある。アーチ主構に面外方向の地震力が作用するとき、大きな軸圧縮力の他に、曲げモーメントやねじりモーメントが複雑に作用することになるが、このような場合の鋼製アーチ部材の終局挙動特性や耐震性能に関する研究は未だ十分になされていない。

本研究では、局部座屈と弾塑性ねじれを伴う部材の復元力特性を明らかにするため、単一 2 ヒンジアーチ部材の大型模型を作成し、活荷重、死荷重を想定した鉛直荷重と、地震力を想定した面外繰り返し水平荷重を作用させた履歴挙動実験を行なった。実験は、愛知工業大学耐震実験センターにおいて実施した。

### 2. 実験概要

**2.1 実験供試体：**本研究で使用する供試体は、実橋の 1/20 程度の 2 ヒンジアーチとし、スパン・ライズ比を一般に使用される 0.15 とした。アーチ全支間を 6400mm、アーチライズを 960mm と定めた（図 1 参照）。断面諸元を、表 1 に、断面寸法図を、図 2 に示す。

供試体は補剛断面、無補剛断面の 2 種類とし、局部座屈の発生に支配的なパラメータである幅厚比 R (式(1)) を、実構造に用いられる両端値として、R=0.35、R=0.71 の 2 種類に設定した。

鋼材は SS400 級（表 2）を使用し、載荷点の局部変形を防ぐために、各載荷点にダイアフラムを挿入した。

$$R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{4\pi^2}} \quad \cdots \cdot (1)$$

表 1 断面諸元

供試体名	N-35	N-71	S-35	S-71
断面種類	無補剛	無補剛	補剛	補剛
全幅 B (mm)	240.0	369.0	369.0	364.5
板厚 t (mm)	12.0	9.0	9.0	4.5
補剛材幅 bs (mm)	—	—	55	33
補剛材板厚 ts (mm)	—	—	9.0	4.5
幅厚比パラメータ R	0.35	0.71	0.35	0.71

図 1 供試体全体図

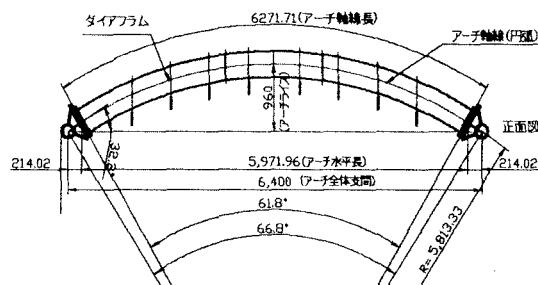


表 2 鋼材の引張試験結果

板厚 t (mm)	4.5	9.0	12.0
ヤング係数 E(GPa)	205	209	203
降伏応力 σ_y (MPa)	348	318	292
降伏ひずみ ε_y (μ)	1685	1628	1480
ポアソン比 ν	0.277	0.273	0.277

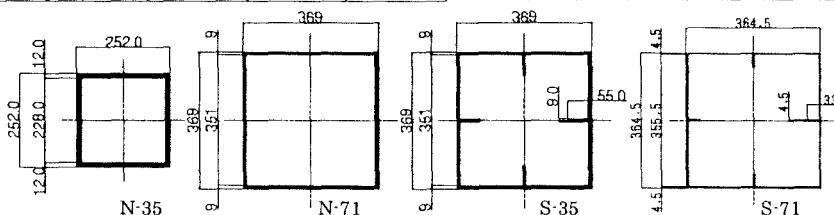


図 2 供試体断面図

**2.2 実験装置：**図3に、実験装置の全体図を示す。番号①～⑦は、以下に説明する要素を示している。

活荷重、死荷重を想定した鉛直荷重は、静的1000kN アクチュエータ①2基を使用し、載荷梁②、荷重伝達装置③により、合計8ヶ所の集中荷重に分散させる。本研究では、8ヶ所の集中載荷ができるだけ分布荷重に近い曲げモーメントなるように荷重比率を計算し、基部からクラウン部にかけて、2:1:1.5:1.5の割合で載荷した。

地震力を想定した水平荷重は、水平反力骨組に設置した静的2000kN アクチュエータ④2基で載荷し、面外等分布力による面外曲げモーメント分布に近い状態を交番させる。また、アーチ構造の特徴として、供試体両端に設置したピン支承⑤に大きな水平反力が発生する。そこで、ピン支承同士を鋼材のタイ⑥で連結し、700kN 油圧ジャッキ⑦を4基使用して、水平反力による水平変位を防いでいる。

供試体には、両基部・クラウン部にそれぞれ1軸ひずみゲージと3軸ひずみゲージを貼った。このひずみゲージの計測値により、鉛直荷重および降伏水平変位 $\delta_y$ の決定、局部座屈の観察を行なう。また、変位計は、巻き込み式変位計、棒型変位計および、ダイヤルゲージ式変位計を使用した。巻き込み式変位計は、クラウン部分、水平力載荷点、支間1/4の場所に設置し、供試体の水平変位と鉛直変位を計測する。

### 2.3 実験方法

各供試体の鉛直荷重は、許容応力度いっぱい( $\sigma_a=0.6\sigma_y$ )に設計されている状態を想定して定めた。すなわち、クラウン部分のひずみが、鋼材引張試験で得られた降伏ひずみ $\epsilon_y$ の60%に達したときの荷重とした。この時、水平反力による変位がピン支承に生じるため、700kN 油圧ジャッキ⑦を使用して、変位を強制的に0に戻しながら鉛直荷重をかけていく。

水平力は、水平力載荷位置に設置した巻き込み式変位計から得られた変位で変位制御し、降伏水平変位 $\delta_y$ の整数倍を片振幅として両振りの漸増線返し載荷とした。ここで、降伏水平変位 $\delta_y$ は、供試体両基部に貼つてあるひずみゲージの値の平均が降伏ひずみ $\epsilon_y$ に達したときの変位として定め、 $+1\delta_y$ 、 $-1\delta_y$ 時の降伏水平変位の平均値を繰返し載荷時の基準値 $\delta_y$ とした。

### 3. 実験結果

1例としてS-71の破壊状況を写真1に、荷重変位関係を図4に示す。それぞれの詳しい実験結果は、発表当日に報告する予定である。

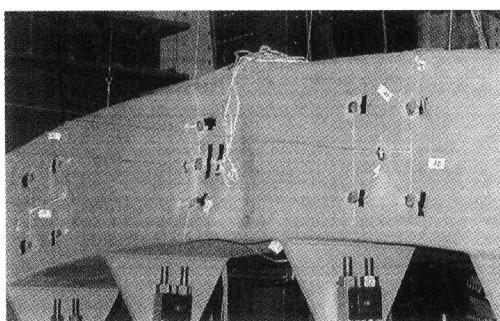


写真1 クラウン部破壊状況

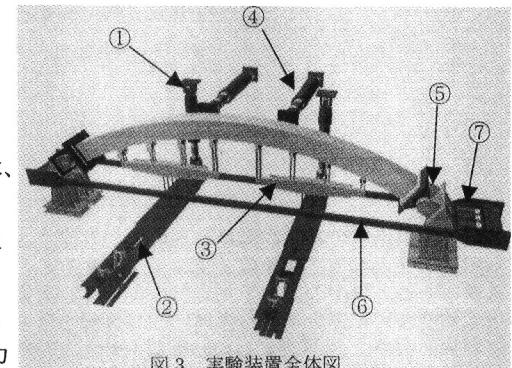


図3 実験装置全体図

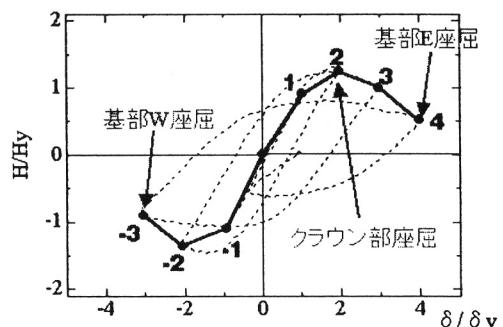


図4 S-71 包落線

### 参考文献

- 1) 徳田隆宏：面外繰り返し荷重をうける鋼アーチ部材の履歴挙動について、熊本大学卒業論文、2000
- 2) 佐藤徹也、青木徹彦、堀 正雄、吉川泰弘、崎元達郎：面外繰り返し荷重を受ける鋼箱型断面アーチの載荷実験、構造工学論文集、2002.3