基部にコンクリートを充填した鋼アーチ部材の復元力特性

天草工業高校 正員 鶴田栄一 日本技術開発 正員 堀正雄 東亜建設工業 正員 吉川泰弘 熊本大学 正員 崎元達郎 中日本建設コンサルタント 正員 佐藤徹也 愛知工業大学 正員 青木徹彦

1.まえがき

平成7年に発生した兵庫県南部地震では多くの橋梁が壊滅的な被害を受けた。しかし、コンクリートを充填 した鋼製橋脚の被害は比較的軽微であったと報告がなされており、コンクリートを充填することにより地震力 に対して優れた構造になる事が証明された¹⁾。しかしながらアーチリプにコンクリートを充填した施工例はあ まり見られず、また実験的研究もほとんど行われていないのが現状である。そこで本研究では、基部にコンク リートを充填した鋼アーチ部材に地震力を想定した面外繰返し荷重を載荷する実験を行い、コンクリート充填 アーチ部材に圧縮、曲げ、ねじりが作用した場合の応力状態の把握や復元力特性を解明することを試た。また、 実験の挙動を把握するために、解析と比較を行った。解析には、シェル要素を用いた FEM 解析 (汎用プログ ラム (MARC²⁾))と、熊本大学で開発した3次元骨組解析プログラムを使用した。

2.実験概要

(1)供試体:本研究で使用する供試体はサイズが実橋の1/20程度で、スパン・ライズ比が0.15の2ヒンジアーチと する。アーチ全支間を6400mm、アーチライズを960mmと定める。供試体諸元を表2.1に、軸線形状を図2.1に 示す。鋼材は、SS400を使用した。面外方向に力を受けるアーチ部材は、圧縮、曲げ、ねじりの作用により局 部座屈が発生し、その構造耐力が著しく低減すると考えられる。そこで本研究では、局部座屈発生に支配的な パラメータである幅厚比 Rr(式2.1参照)の目標値を0.7とし、無補剛箱型断面、補剛箱型断面をそれぞれ設 計した。さらに図2.1で示す位置にコンクリートを充填した供試体も作り、計4体のモデルについて実験を行っ た。供試体の断面諸元と形状寸法を表2.1に示す。供試体名のNは無補剛断面、Sは補剛断面、Cは充填コン クリート断面、数値は幅厚比(Rr)×100を示すものとする。





図 2.1.供試体形状

表 2.1.断面諸元

図 2.2.供試体断面図

	断面幅	板厚	補剛材		幅厚比	補剛材幅厚比	補剛材剛比
供試体名	(b)	(t)	高さ(h)	板厚(ts)	Rr	Rs	γ/γ*
N-83	360	9	—	—	0.83	—	—
S-87	360	4.5	33	4.5	0.87	0.49	2.42
CN-83	360	9	—	—	0.83	—	—
CS-87	360	4.5	33	4.5	0.87	0.49	2.42
							(単位 mn

キーワード: steel arch member partially filled with concrete, out-of-plane cyclic loading, hysteretic behavior 連絡先:〒860-8555 熊本県熊本市黒髪 2-39-1 熊本大学工学部環境システム工学科 096-342-3532

(2)実験方法:実験装置の模式図を図 2.3 に示す。面内方 向に回転が可能なピン支承台を反力床に固定し、ピン支 承台に供試体を固定した。水平荷重は、水平反力壁に固 定した静的 2000 k N アクチュエータ(ストローク± 400mm)で載荷し、アクチュエータと供試体は載荷板を 介しピンで連結した。鉛直荷重は、供試体のダイアフラ ムを伸ばし、PC 鋼棒により荷重伝達装置に取り付け、 さらに載荷梁を介して静的 1000 k N アクチュエータ(ス トローク±600mm)に連結させ載荷した。また鉛直力を 載荷した際、支承が水平方向に広がるのを防ぐ為、供試 体にタイ材をはめ、700 k N 油圧ジャッキを取り付けた。

3. 実験結果

図 2.4 に実験で得られた N - 83、CN - 83、S - 87、CS - 87 の包絡線の比較を示す。補剛断面は基部にコンクリー トを充填したことにより最大荷重が伸び、強度劣化も少な く充填効果が見られた。しかし、無補剛断面については効 果が十分に得られなかった。原因として、早い荷重段階で 中空部に発生した局部座屈による強度劣化が考えられる。

4.解析結果

(1)3 次元骨組解析プログラム

実験の際、鉛直荷重が最大に達した時、支承は外側に約5mmの変位を生じた。そこでタイドアーチ解析を行い、 支承の移動による影響を検討した。図2.5に面内曲げモー メントの比較、図2.6に断面応力勾配を示す。図2.5より、 支承の変位量は5mm(スパンの0.08%)と極めて小さい にもかかわらず、面内曲げモーメントは約3倍に増大した ことがわかる。また応力勾配図が示すように、タイドアー チ解析が、実験で生じた支承の移動の影響を追従できた。 (2) FEM 解析

現在最も精度の良いと考えられている FEM 解析により、 基部にコンクリートを充填した鋼アーチ部材の挙動をどの 程度まで追跡できるのか検討した。図 2.7 にコンクリート 充填効果を、H- 曲線を用いて比較したものを示す。H

- 曲線に関しては耐荷力及び、最大荷重発生後の強度劣 化も充填モデルの方が優れている。また図 2.8 に示す充填 モデルと中空モデルの基部の変形図に関しても、コンクリ ートを充填したことにより局部座屈を抑制できており、コ ンクリート充填効果が顕著に見られた。

参考文献

- 小林稔、宇佐美勉、鈴木森晶:コンクリート部分充填鋼製 橋脚の復元カモデルと弾塑性地震応答解析、構造工学論文 集、Vol.43A,pp859-858,1997.3
- 2) MARC Users Manual Vol.A-E 日本マーク

