

圧縮芯をもつ鋼管橋脚の耐震性能実験

愛知工業大学 学生員 ○服部宗秋

愛知工業大学 正会員 青木徹彦

1. 序論

公共構造物の建設コスト削減は昨今の重要な課題である。コストを下げるために鋼構造物を薄肉にすると、外力が繰り返し作用する地震時に、早期に局部座屈が生じ、必要とされる変形能が十分に期待できない。これに対処する鋼製橋脚として、その中心部に安価なコンクリートパイルを設け、これに圧縮力を受け持たせ、鋼断面部の座屈を防止する構造が考えられる。本研究では、供試体中心部に圧縮芯としてコンクリート充填鋼管を用いた橋脚モデルを製作し、上部工重量を想定した鉛直力を圧縮芯に受け持たせ、地震時の慣性力に相当する水平力の繰り返し載荷実験を行って、その耐震性能を明らかにする。

2. 実験計画

本実験では、圧縮芯を有する供試体（-CR）3体と圧縮芯を有しない供試体（-NC）3体の2種類の供試体計6体を用いて、それぞれ「軸力比」、「圧縮芯の有無」の影響を検討する。供試体は供試体外径寸法 $\phi=600$ mm、板厚 $t=9$ mmの円形断面鋼製橋脚を用いた。供試体緒元を表1に示す。実験載荷装置を図1に示す。鉛直荷重を載荷するために、4400kN アクチュエータを2基用いて上部工重量を想定した鉛直力を載荷する。実験中は2基のアクチュエータ変位を同じ値にして、合計鉛直力を一定に保つ。水平荷重の載荷は、4400kN アクチュエータを1基用いて、地震時の上部工重量の慣性力を想定した繰り返し水平力 H を与える。載荷パターンは降伏水平変位 δ_y を基準とし、この整数倍を正負に同量を与え漸増させて繰り返し載荷を行う。実験は水平荷重 H が最大水平荷重 H_{max} に達した後、水平荷重 H が降伏水平荷重 H_y まで低下した時点で終了とする。

表1 供試体緒元

鋼種		STK400		
載荷点位置	h (mm)	2880		
供試体長さ	h' (mm)	2600		
細長比パラメータ	λ	0.3		
径厚比パラメータ	R_t	0.065		
軸力比	P/P_y	0.15	0.25	0.35

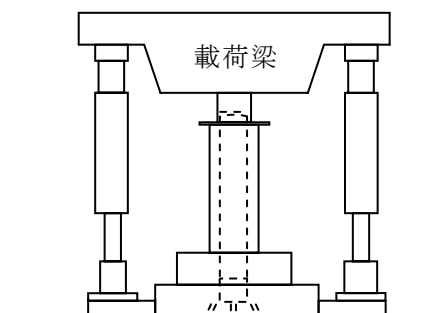


図1 実験載荷装置

3. 実験結果

3.1 水平荷重－水平変位履歴曲線

繰り返し載荷実験によって得られた水平荷重－水平変位履歴曲線を図2(a)～(c)に示す。(a)は $P/P_y=0.15$ 、(b)は $P/P_y=0.25$ 、(c)は $P/P_y=0.35$ を示している。圧縮芯のある供試体(図中破線)は圧縮芯のないもの(図中実線)に比べ、非常に大きなループを描いており、耐震性能の向上が著しい。

3.2 包絡線

繰り返し載荷実験で得られた履歴曲線を各々の圧縮芯のない供試体(-NC)の降伏変位 δ_y 、降伏水平力 H_y で無次元化し包絡線を求めた。これを図3示す。同図より圧縮芯のない供試体も圧縮芯のある供試体も軸力比が大きくなると無次元化した最大荷重は増加している。圧縮芯のある供試体は軸力比が大きくなるにつれて圧縮芯の効果が大きく現れている。すなわち圧縮芯のない供試体は最大荷重到達後、急速に荷重低下して崩壊状態になるのに対し、圧縮芯があると最大荷重到達後の荷重低下が緩やかで、大きな変形でもほぼ一定の荷重を保っている。

キーワード 円形断面鋼製橋脚, コンクリート充填鋼管 繰り返し載荷実験 耐震性能

連絡先: 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草1247 TEL: 0565-48-8121、FAX: 0565-48-3749

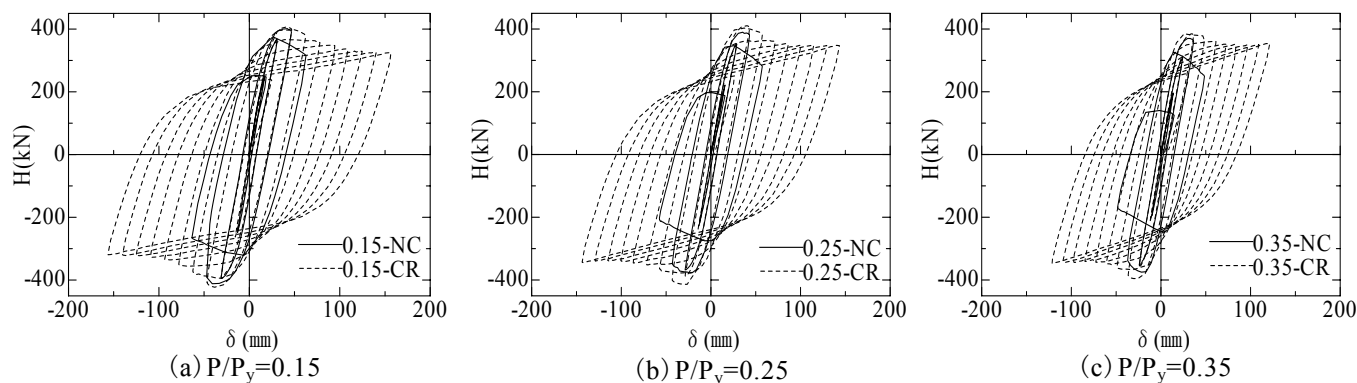


図2 水平変位－水平荷重履歴曲線

3.3 塑性率

最大水平力を過ぎた後、最大水平力の90%の点での変位を δ_{90} とし、塑性率 $\mu_{90} = \delta_{90} / \delta_y$ を定義した。横軸は軸力比 P/P_y で表している。これを図4に示す。同図より圧縮芯のある供試体は軸力比を増加させると塑性率は軸力比が大きい程増加し、増加量は軸力比が0.15では3%, 0.25では5%, 0.35では13%であった。

3.4 エネルギー吸収量

各供試体のエネルギー吸収量を図5に示す。縦軸はエネルギー吸収量 E を弾性ひずみエネルギー E_y で無次元化し、横軸は変位 δ を降伏変位 δ_y で無次元化して表した。同図より圧縮芯のある供試体は軸力比を大きくするとエネルギー吸収量が増加し、 $4\delta_y$ 以上の非常に大きな変位に対してもエネルギー吸収量が増加している。

3.5 最大強度

繰り返し載荷実験の結果より得られた最大水平強度を図6に示す。縦軸は水平力 H を降伏水平力 H_y で除した値をとっている。横軸は軸力比 P/P_y で表している。図6より軸力比を増加させると最大強度は若干増加している。圧縮芯のある供試体は圧縮芯のない供試体に比べて最大強度の増加はわずかである。

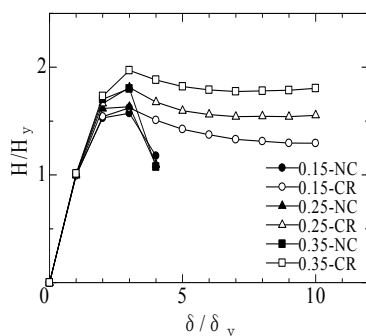


図3 包絡線

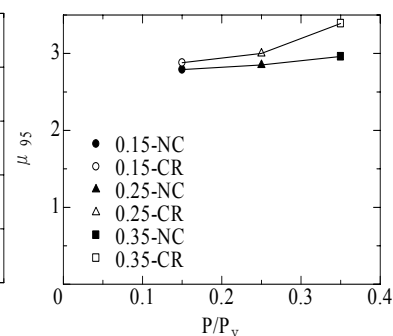


図4 塑性率

4. 結論

本実験では円形断面鋼製橋脚の中心部に圧縮芯を用いて耐震性の向上を図る新方式橋脚を提案しその耐震性能を調べた。実験結果を総合的に判断して、最大強度の増加はあまり見られなかったが、エネルギー吸収量の増加や最大荷重到達後の荷重低下が極めて少ないことから、圧縮芯を用いた鋼製橋脚は従来の橋脚より、高い耐震性能を実現できる優れた構造形式であることが明らかになった。

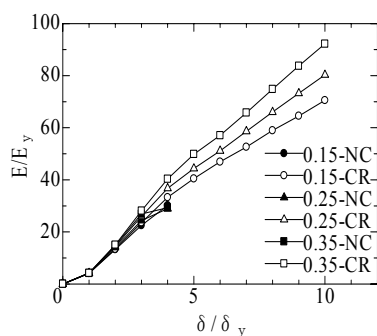


図5 エネルギー吸収量

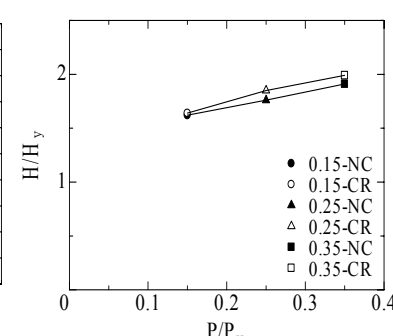


図6 最大強度

参考文献

- 1) 加藤剛也：圧縮芯をもつ鋼製橋脚の耐震性能実験、H15年度愛知工業大学研究報告
- 2) 建設省土木研究所：道路橋橋脚の地震時限界状態設計法に関する共同研究報告書（Ⅰ）～（Ⅶ）、共同研究報告書、第178～184号、1997,4