

十字型壁を有する鋼製円形橋脚の繰返し挙動特性に関する実験

中央技術C 正員 伊東 宗昭 熊本大学 正員 山尾 敏孝
熊本大学 学生員 松村 新也 間 組 正員 伊藤 正吉 興 裕 和幸

1. まえがき： 著者らは、基部付近に十字型形式の鋼板を組み込んだ矩形断面鋼製橋脚が、強度や変形能の点でコンクリート部分充填橋脚と同等な効果があることを報告してきた¹⁾。しかし円形断面橋脚に用いる場合の必要な十字型壁高さや変形能や強度の関係が明確にされていなかった。本研究では、十字壁を円形鋼製橋脚に用いた場合の変形能特性と強度特性を調べるため実験供試体を製作し、鉛直一定荷重と地震力を想定した水平荷重を繰返し載荷する実験を行なった。特に、従来形の無補剛、コンクリートを部分充填した橋脚と強度及び変形能を比較しながら、鋼製円形橋脚における十字型壁の補剛効果を検討したものである。

2. 実験の概要： 実験供試体は、従来型の無補剛(PNS 型)と十字型断面(PCS 型)及び無補剛橋脚にコンクリートを部分充填した橋脚(PRC 型)の3断面とした。実験に使用した鋼材は板厚 $t=3.2\text{mm}$ のSS400材で、径厚比 R/t は載荷能力及び実験装置の制約より48(半径 $R=153\text{mm}$ 、径厚比パラメータ $Rt=0.107$)、69($R=220\text{mm}$ 、 $Rt=0.15$)とし、高さ $L(=940\text{mm})$ は全ての供試体で同じとした。なお、母材の径厚比パラメータ Rt は式(1)により求めた。式中の E はヤング率、 σ_y は降伏応力、 ν はポアソン比を表す。供試体は全部で8体とし、PCS 型については、十字に対する荷重方向違いを調べるため図1のよう十字の向きを変化させた。図2の h_0 についてはPCS 型では、十字補剛壁高さを表し16.5cm及び26.0cmと高さを変化させ、PRC 供試体ではコンクリート充填高さを表す²⁾。鋼材の材料定数は引張試験より求め、円形橋脚加工後において、それぞれヤング率 $E=208.0\text{GPa}$ ($R=153\text{mm}$)、 210.1GPa ($R=220\text{mm}$)、降伏応力 $\sigma_y=268.6\text{GPa}$ ($R=153\text{mm}$)、 276.0GPa ($R=220\text{mm}$) であった。載荷は、一定鉛直荷重の下で供試体上端部に繰返し水平荷重を変位制御により作用させる条件で行った。

$$R_t = \frac{R \sigma_y}{t E} \sqrt{3(1-\nu^2)} \quad (1)$$

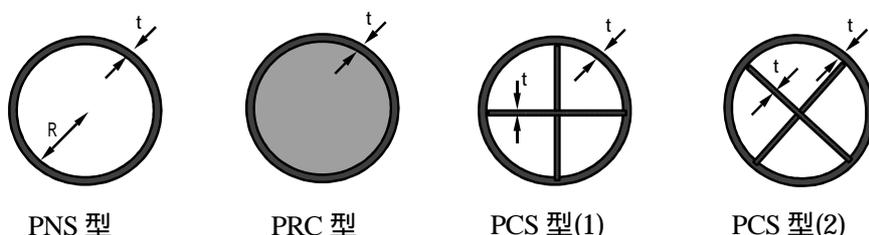


図1 供試体の断面形状

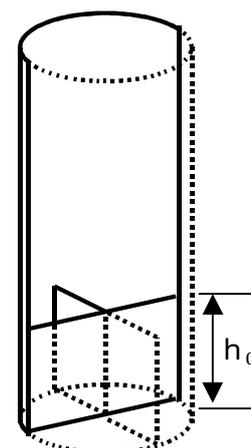


図2 補剛壁を有する橋脚

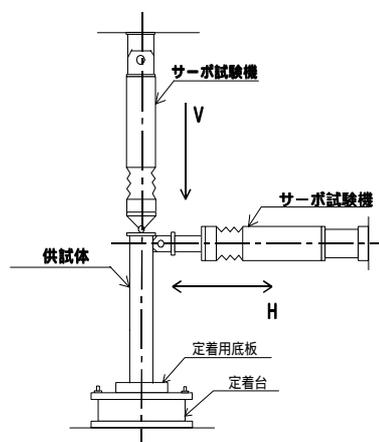


図3 載荷装置

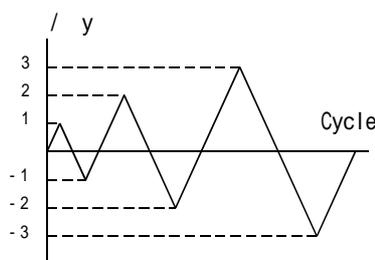


図4 作用荷重

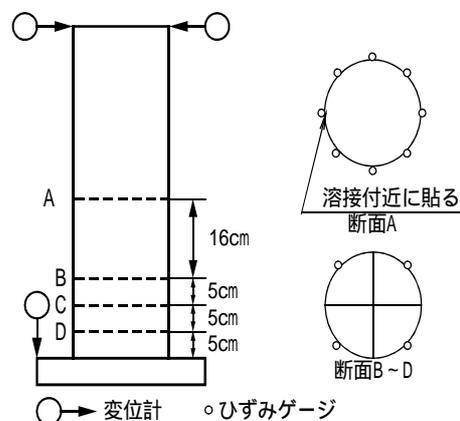


図5 変位計とひずみの測定の一例

キーワード：鋼製円形橋脚、包絡線、繰返し載荷実験、十字型壁、変形能

連絡先：〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1 熊本大学工学部環境システム工学科・電話 096-342-3533・FAX096-342-3507



無補剛(PNS型)

十字補剛(PCS型)

コンクリート充填(PRC型)

図6 崩壊状況 (R/t = 48)

荷重は図3に示すサーボ試験機によって一定軸力 ($V=0.15V_y$ 、 V_y は全断面降伏荷重)の基で、繰り返し水平荷重Hを他のサーボ試験機により与えた。図4は与えた荷重ステップで、図5は実験で用いた変位計とひずみゲージを貼付した位置の一例を示した。

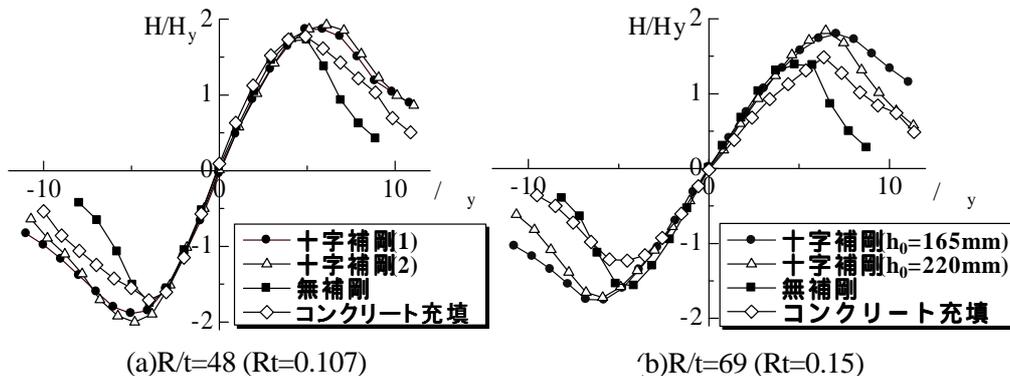


図7 包絡曲線

3. 実験結果と考察: 図6は、径厚比 $R/t=48$ モデルの崩壊状況の写真である。いずれの供試体とも基部に局部変形が生じているが、十字補剛では橋脚基部において十字壁と母材との溶接が不十分のため亀裂が入り、予想されたほどの強度上昇及び変形能は生じなかった。図7は、全供試体の履歴曲線から得られた包絡曲線を示したものである。図より、コンクリート充填及び十字補剛は無補剛に比較すると、変形能と最大強度が大きくなっており、その劣化勾配は両者ともほとんど同様であることがわかる。特に、十字補剛の変形能は基部付近の溶接が不十分にもかかわらずコンクリート充填橋脚と同等の挙動を示している。また、供試体 PCS(1)と(2)は、水平荷重に対する十字壁の設置方向の影響を調べたもので、変形能及び強度とも差がなく方向による影響は見られなかった。図8は、十字補剛とコンクリート充填のエネルギー吸収量を示したものであるが、累積エネルギー吸収及び1サイクルごとのエネルギー吸収量とも両者は酷似していることが伺える。つまり、十字壁による補剛効果はエネルギー吸収量という点においてもコンクリート充填と同等の効果があるといえる。図9は $R/t=69$ モデルの十字補剛とコンクリート充填の供試体高さ方向(A~D)断面(図5参照)のひずみ分布図である。コンクリート充填は基部にひずみの集中している様子がみられるが、十字補剛は補剛壁にはそれほど大きな集中は見られなく、補剛壁含んだ全体で抵抗している様子が伺え、十字補剛の効果がわかる。

参考文献 1)小串ら：「十字型補剛材を有する...」、土木学会第54回年次学術講演会梗概集、1999.9
 2)折野ら：「部分的にコンクリートを充填した...」、第3回鋼構造物の非線形数値解析と耐震設計への応用に関する論文集、pp.83-88, 2000

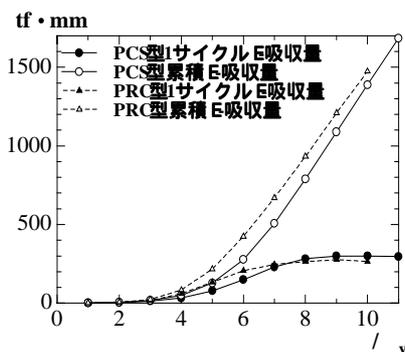
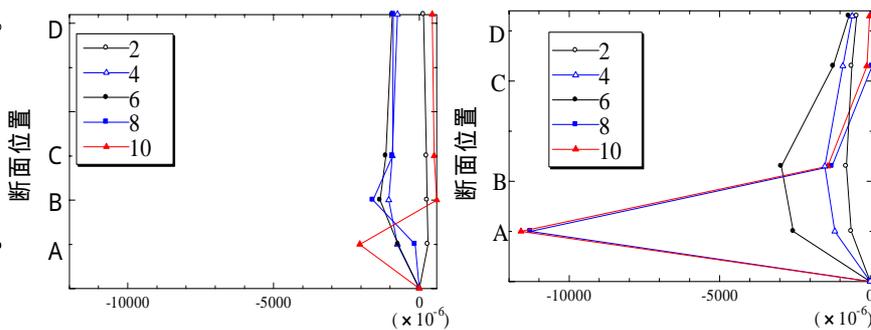


図8 エネルギー吸収量



a)十字補剛(PCS型)

b)コンクリート充填(PRC型)

図9 ひずみ分布図