

BRB で制震化したラーメン橋脚基部の部分模型実験

名城大学 学生会員 ○浅井 駿弥
名城大学 正会員

石田 真士
渡辺 孝一

1. はじめに

著者らはこれまでの報告¹⁾で、軸降伏型ダンパー（以下、BRBと略して記す。）を鋼製門型ラーメン橋脚に片流れ配置した時の制震効果に関する研究を実施し、BRBが制震効果を発揮することを報告している。本研究はBRBを付与した橋脚基部の模型の接合部を考慮した性能実験を行い、BRBを接合しない非制震時の橋脚基部との変形性能の違いを検討する。

2. 実験供試体

供試体名称は、橋脚基部のみの供試体を「非制震モデル」、BRBを付与した供試体を「制震モデル」と定義した。図-1に

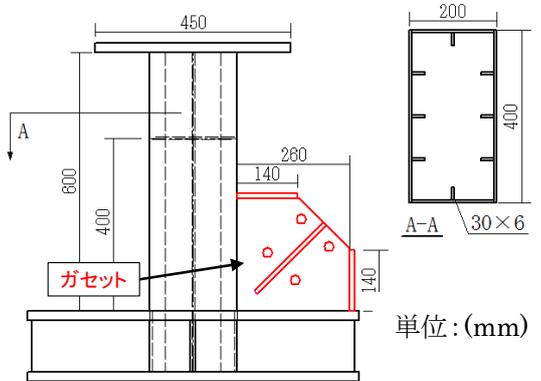


図-1 橋脚基部の供試体寸法（制震モデル）

制震モデルの橋脚基部の供試体寸法を示す。供試体にはSS400鋼材を使用した。供試体の高さは600mmとし、高さ400mmの位置に厚さ12mmのダイヤフラムを設けた。非制震モデルは図-1の赤線で示したガセット部分を含まない供試体である。また、制震モデルでは、BRBを接合するガセットの面外変形を防止するため、幅190mm、板厚12mmのスチフナを高さ260mmの位置に取り付けた。BRBのブレース芯材は長さ $mL_b=945\text{mm}$ 、設計断面積 $mA_b=882\text{mm}^2(=9\times 98)$ とし、BRB端部継手の断面積は $3,402\text{mm}^2$ で、ブレース芯材の3.86倍程度となっている。また、図-2に供試体に添付した三軸ひずみゲージの位置を示す。

3. 実験装置

図-3に制震モデルを設置した際の実験装置の外形を示す。橋脚基部の地面側は剛なベースに固定し、頂部は剛柱とボルト接合されている。橋脚基部とBRBとの設置角度は 45° とした。本実験装置には、2基のロードセルを設置している。ジャッキに内挿されたロードセルとBRBの設置角度から、BRBの軸力は油圧ジャッキのロードセルと剛柱のロードセルの差を $\sqrt{2}$ 倍して計測を行った。また、剛柱の頂部に死荷重として330kNを載荷した。

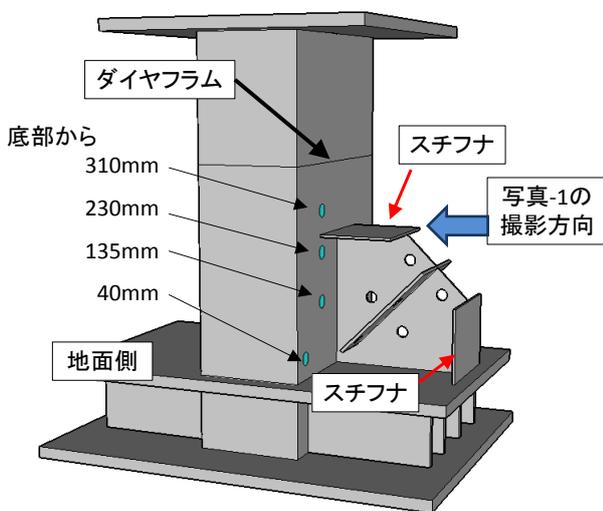


図-2 制震モデルの概形と三軸ひずみゲージ位置

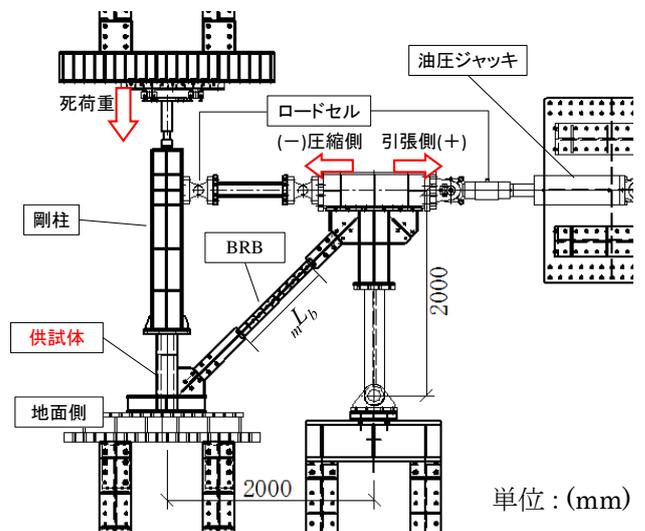


図-3 実験装置（制震モデル）

4. 繰り返し載荷実験結果

図-4 に全体系の荷重-変位履歴を示す. 縦軸は橋脚と BRB の水平分力の和であり, 横軸は柱頂部の水平変位である. 図中には, BRB の軸ひずみの限界値として, BRB の $21\delta_{b,y}(=3\%)$ 時の変位を併せて示している. 制震モデルは非制震モデルと比較して, BRB を付与したことで全体系の荷重が BRB 引張側 $21\delta_{b,y}$ において 2.9 倍, 圧縮側 $21\delta_{b,y}$ において 3.5 倍程度増加することを確認した. また, 制震モデルの供試体は BRB

の $21\delta_{b,y}$ 以降, BRB の圧縮側に単調な載荷を続け $m\delta_h=98\text{mm}$ ($54\delta_{b,y}$ 時) において BRB が全体座屈したため除荷し実験を終了した.

図-5 は, 水平荷重を与えた時の橋脚の水平変位に対する BRB 接合側の橋脚フランジ面のひずみを示している. 縦軸は橋脚基部のひずみを降伏ひずみで無次元化し, 横軸は図-4 と同様とした. 水平変位の範囲は, 図-4 の縦線で示した BRB の $21\delta_{b,y}$ 付近としている. 実線は制震モデルを示し, 破線は非制震を示している. 図-5 を比較すると, (a), (b) は非制震モデルの方が全体的にひずみの値は大きくなり, (c), (d) では, 制震モデルの方が全体的に大きなひずみの値となっている. 最小主ひずみの差が最も大きくなった(d)では最大時 (図-5(d)の○印) に 4.5 倍となった. また, 供試体ごとに比較を行うと非制震モデルは地面側に近い方がひずみの値が大きく, 位置が高くなるにつれて小さくなっている. 制震モデルに着目すると地面側から 230mm と 310mm のひずみの値が大きくなっていることがわかる. これは, 高さ 260mm の位置にスチフナがあり, BRB からの軸力がガセットを補剛するためのスチフナを通じて橋脚フランジ面に伝わり, 過度な応力が面外方向に作用したためと考えられる.

写真-1 は図-2 に示した矢印方向から撮影した実験終了時の破壊状況である. 橋脚フランジ面とスチフナの溶接ビードに橋脚フランジ面に沿って 150mm の亀裂が生じた.

写真-1 は図-2 に示した矢印方向から撮影した実験終了時の破壊状況である. 橋脚フランジ面とスチフナの溶接ビードに橋脚フランジ面に沿って 150mm の亀裂が生じた.

5. まとめ

ガセット補剛のためにスチフナを取り付けたことでスチフナ付近の橋脚フランジ面の溶接ビードに亀裂が発生した. また, 制震モデルの底部に近い橋脚フランジ面ではひずみの値は小さくなることを確認した. 制震モデルの橋脚全体系の初期剛性が 12.5 倍程度高くなったことから, 今後は BRB と橋脚の接合部に生じる応力集中の影響を分析し, 橋脚内の補剛材形状や配置について検討を進める予定である.

参考文献

1) 渡辺孝一, 佐藤大介, 石田真士, 吉野廣一: 鋼製ラーメン橋脚の層間変形を考慮した高機能座屈拘束ブレースの変形性能に関する実験的検証, 鋼構造論文集, Vol.22, No85, pp.143-151, 2015.

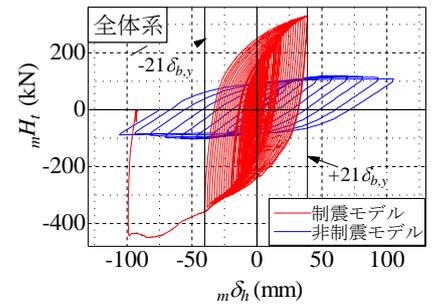


図-4 荷重-変位履歴の比較

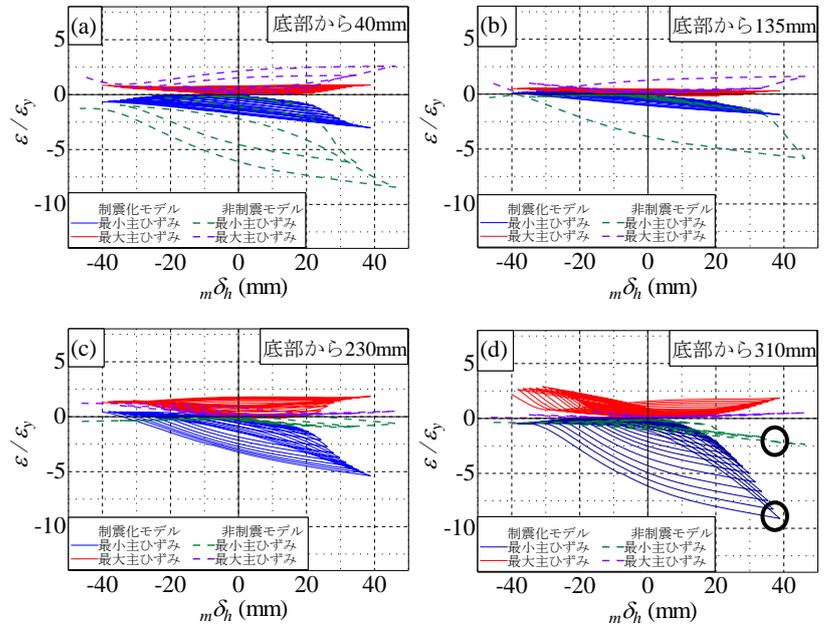


図-5 橋脚の水平変位に対する橋脚フランジ面のひずみ



写真-1 実験終了時の破壊状況 (制震モデル)