

高知能建築構造システムに関する日米共同構造実験研究 (その 65) ベースプレート降伏型ロッキングシステムに用いる柱脚部の復元力特性

正会員 小松 豊^{1*} 同 緑川 光正^{2*}
同 小豆畑達哉^{3*} 同 石原 直^{4*}
同 小野 泰寛^{5*} 同 和田 章^{6*}

ロッキングシステム ベースプレート降伏 繰返し引張試験

1. はじめに

(その64)で示したBP6及びBP9-2モデルのベースプレート降伏型ロッキングシステムに用いる柱脚部の復元力特性を、繰返し引張試験により明らかにする。なお、BP9モデルの柱脚部は、ベースプレートのウイング枚数をBP9-2モデルの2倍としたものであるため、その引張剛性及び耐力はそれぞれBP9-2モデルのものを2倍したものとなる。

2. 繰返し引張試験の概要と結果

Photo 1に引張試験の載荷風景を示す。アムスラー試験機に柱脚部試験体を装着し、その軸方向の引張り変位側で引き、押しを繰返し行なう。柱脚部試験体のベースプレートの平面図をFig.1に示す。ベースプレートを構成するウイングの1枚には、Fig.2に示す位置の表裏に歪ゲージを貼付した。Table 1にベースプレートに用いた鋼材の材料特性を示す。各鋼材の歪 応力関係はFig.3に示す通りである。

Photo.2に柱脚部浮き上り時の様相を示す。写真では浮き上りが40mmほどに達している。浮き上りが約40mmを超えると、柱のリップ(両フランジ間にある補強板)とベースプレートとの溶接接合部が破断する兆候が見られた。Fig.4に、繰返し引張試験の結果を示す。BP6モデル及びBP9-2モデルのいずれの場合でも、浮き上りが約20mmに達した時点で剛性がやや急激に上昇し始めている。振動台実験での浮き上り最大値は約10mmであり、同実験では、降伏後の剛性の上昇が比較的緩やかな範囲でベースプレートを使用していたことが分かる。BP6モデルの場合に、圧縮側で荷重 変形関係を示す曲線が波打つような様相を示しているのは、ベースプレートが着地時に座屈したことによる。この座屈の様子をPhoto.3に示す。

Table 2,3に各柱脚部が引抜き力を受ける場合の降伏耐力 Q_y 、降伏変形 δ_y 、剛性 K_1 及び2次剛性 K_2 を示す。降伏耐力はウイングを梁と見なすことにより計算し¹⁾、降伏変形、剛性及び2次剛性は、それぞれFig.4の破線に示すように試験結果から得られる履歴曲線を包絡して求めている。本試験体の場合には、降伏耐力はウイングを梁と見なした場合の計算値とほぼ一致していたが、剛性については計算値とはあまり一致しなかった。復元力特性を規定するこれらの数値の算出法は今後の課題である。

履歴則については引張側でピーク指向となっている。また、押し込み時(柱脚部が着地する時)において荷重 変形関係曲線が圧縮側に大きく膨らむことに特徴を有する。

Fig.5はFig.2のEdge部分での歪と浮き上り変位との関係を示している。浮き上り変位がベースプレートの降伏変形に達するまでは、BP6及びBP9-2モデルとも、表側(Front side)及び裏側(Reverse side)で歪に大きな差は生じていないが、降伏変形を超え、浮き上りが大きくなるに伴い引張歪(表側の歪)が卓越するようになる。

Fig.6は、Fig.2のCenter部分で計測されたウイングの軸方向力と浮き上りの関係を示している。浮き上りが大きく



Photo.1 Static tensile test

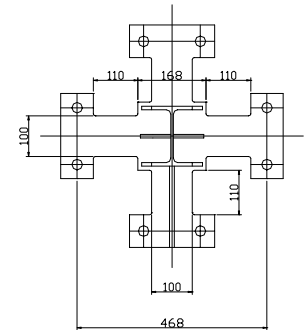


Fig.1 Plan of the base plate

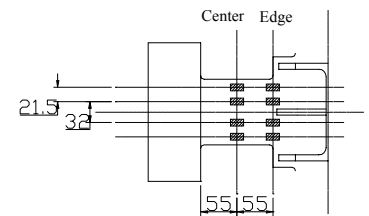


Fig.2 Location of strain gages

Table 1 Material properties of base plates

Model	JIS	Yield Point (N/mm ²)
BP6	SS400	329.85
BP9, BP9-2	SS400	292.11

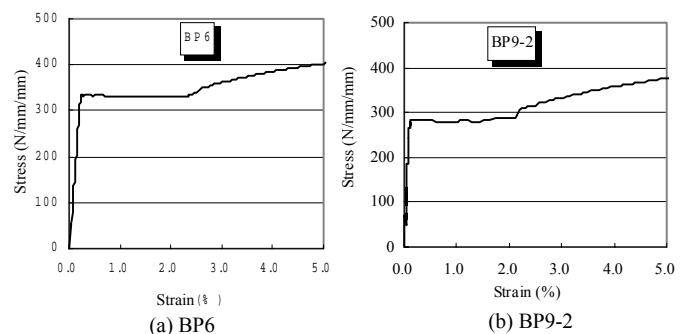


Fig.3 Stress - strain curves of materials

U.S.-Japan Cooperative Research Program on Smart Structural Systems (Part 65)

Restoring Force Characteristics of Column Bases Used in Rocking Structural Systems with Base Plate Yielding

KOMATSU Yutaka, MIDORIKAWA Mitsumasa, AZUHATA Tatsuya, ISHIHARA Tadashi, ONO Yasuhiro and WADA Akira

なるに伴い軸方向引張力が増大している。また、柱脚部を浮き上りが0の位置に押し込む時に軸方向圧縮力が発生している。この圧縮力の発生は、Fig.4に示す復元力特性が押し込み時において圧縮側に膨らむことにつながるものと考えられる。

Fig.7は、BP9-2モデルの柱脚部に関する静的繰り返し引張試験結果と振動台実験結果(最大入力加速度は5.84m/s²)を重ね合わせて示している。振動台実験の際には柱脚部にせん断力も生じるが、その浮き上りと引張力との関係は静的実験結果と良好に対応している。よって、振動台実験の範囲では柱脚部の引張方向の特性に与える柱脚部せん断力の影響は小さかったと言える。

3.まとめ

ベースプレート降伏型ロッキングシステムに用いる柱脚部の復元力特性について下記事項を明らかにした。

- 1) 十分な浮き上り変形能力を有する。2) 浮き上り変形が過大(約20mm以上)になると降伏後の剛性が急激に上昇する傾向を示す。3) 引張側でピーク指向となる。4) 押し込み時(着地時)に荷重 変形関係曲線が圧縮側に膨らむ傾向を示す。4) 振動台実験の範囲では柱脚部の引張方向の特性に与える柱脚部せん断力の影響は小さい。

参考文献

- 1) 小豆畑達哉、緑川光正、石原直、松葉裕、和田章：ベースプレート降伏型ロッキングシステムの地震応答低減効果に関する振動台実験、第11回日本地震工学シンポジウム、pp.1373-1376、2002.11.



Photo.2 Uplift deformation



Photo.3 Buckling of a wing

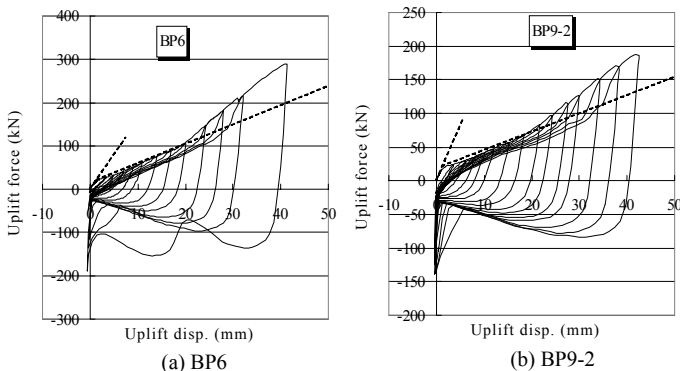


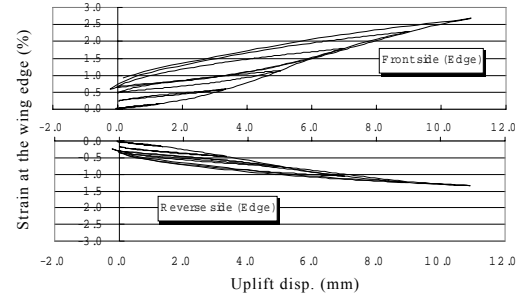
Fig. 4 Uplift force-deformation relationships

Table 2 Characteristics values of base plates of BP6 model

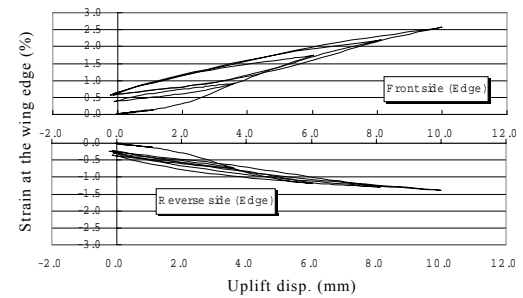
Q_y (kN)	δy (mm)	K_1 (kN/mm)	K_2 (kN/mm)	K_2/K_1
23.75	1.83	12.98	4.33	0.33

Table 3 Characteristics values of base plates of BP9-2 model

Q_y (kN)	δy (mm)	K_1 (kN/mm)	K_2 (kN/mm)	K_2/K_1
23.66	1.84	12.85	2.52	0.20

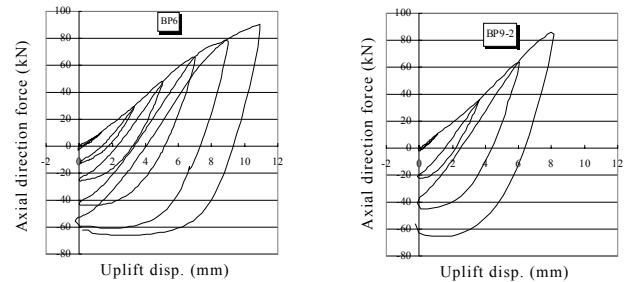


(a) BP6



(b) BP9-2

Fig. 5 Uplift displacement vs. strain at the edge of wing



(a) BP6

(b) BP9-2

Fig. 6 Axial direction force in the wing

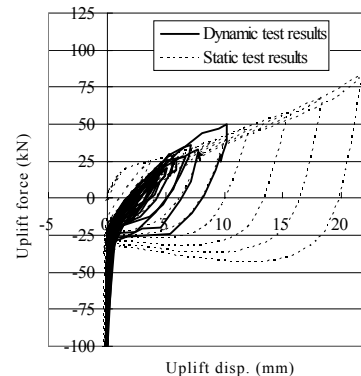


Fig. 7 Static and dynamic test results

*1 (財)ベターリビング筑波建築試験センター
 *2 (独)建築研究所 研究専門役・工博
 *3 (独)建築研究所 主任研究員・博士(学術)
 *4 国土交通省国土技術政策総合研究所 研究官・博士(工学)
 *5 東京工業大学建築物理研究センター 大学院生
 *6 東京工業大学建築物理研究センター 教授・工博

*1 Tsukuba Building Test Laboratory Center for Better Living
 *2 Research Coordinator of Building Technology, Building Research Institute, Dr. Eng.
 *3 Senior Researcher, Building Research Institute, ph.D.
 *4 Researcher, National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, Dr Eng
 *5 Graduate Student, Struct. Eng. Research Center, Tokyo Institute of Technology
 *6 Prof., Struct. Eng. Research Center, Tokyo Institute of Technology, Dr Eng.