

# パイププラグスクリューボルトを用いた木質構造柱脚接合部の開発 (その2) 柱脚接合部の力学性状

214-063 鈴木 雅崇

## 1. 序

本研究は、前報(その1)に引き続き、パイプLSBを用いた木質構造柱脚接合部の正負漸増繰返し载荷を行い、パイプLSBが木質構造柱脚接合部の力学性状のばらつきに及ぼす低減効果を実験的に検討する。

## 2. 実験計画

図1に試験体詳細を示す。また、図2に使用するパイプLSBの詳細を示す。試験体は、45mm厚の無垢材(樹種:ホワイトウッド)より形成された集成材であり、その断面寸法は180×360、部材長を $H$ とする計5体が計画された。実験変数は部材長 $H$ であり、 $H=3000$ mmの試験体(H3000シリーズ)が3体、 $H=2000$ mmの試験体(H2000シリーズ)が2体である。なお、両実験変数とも、用意された試験体の詳細はすべて同じであり、各試験体の実験結果を比較することによって、パイプLSBが柱脚部の力学性状のばらつきに及ぼす低減効果を調べる。柱脚部の接合金物は、PL32(SS400)、200×480の鋼板を2枚重ねしたもの(以下、プレート1、プレート2という)であり、以下のようなディ

テールを有する。

- 1) 図1に示すように、木柱に埋め込まれたパイプLSBに装着されるインナーボルトは、プレート1及び2を積み重ね、プレート2に座繰り加工を施した上でプレート1にボルト接合される。
- 2) 基礎部とプレート1は、プレート2を介してアンカーボルト結合される。

パイプLSBは全長430mmであり、外殻パイプねじの外径及び谷径はそれぞれ $\phi 30$ 及び $\phi 25$ 、外殻パイプねじ内に装着されるインナーボルトはM18(SNR490B)を使用する。なお、インナーボルトは、前報(その1)と同様に、外殻パイプねじの軸部先端で定着されている。なお、パイプLSBの配置は、柱断面の引張及び圧縮側に各2本とする。

図3に载荷装置を示す。柱脚部のプレート2は、アンカーボルトに相当する1本あたり初期張力50kN程度の高力ボルトによって、剛な基礎と仮定した反力梁に結合される。実験は、試験体の柱脚部より実験変数 $H$ の位置に対して、部材変形角 $R=1/450\sim 1/30$ rad.まで正負漸増繰返し水平力を荷した後、 $R=1/10$ rad.まで単調载荷を行うものである。

## 3. 実験結果とその考察

実験変数にかかわらず、全試験体ともほぼ同様の力学性状を示したことから、ここでは、H3000シリーズの結果を代表して示す。

### 3.1 最終破壊状況

図4にH3000-2試験体の柱脚部における最終破壊状況を代表して示す。 $R=1/150$ rad.のサイクルにおいて、柱脚部の引張側とプレート1の間に隙間が観察され、 $R=1/10$ rad.時

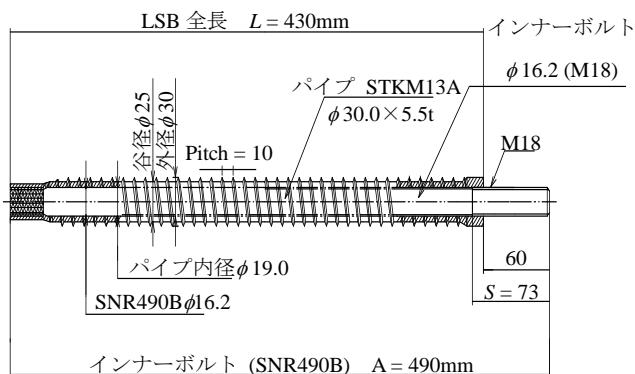


図1 パイプLSB詳細

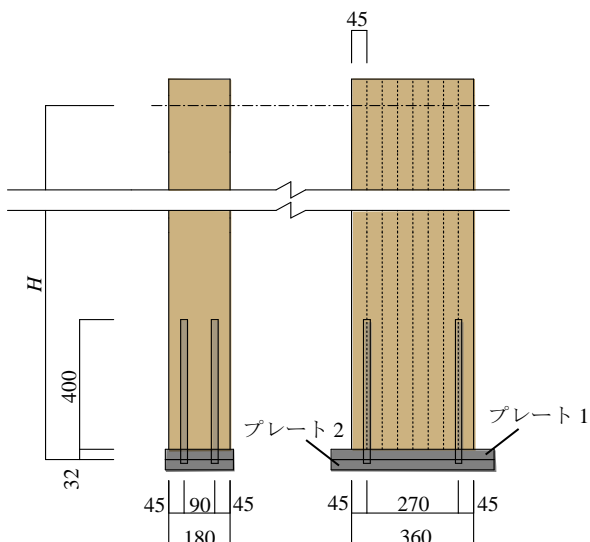


図2 試験体詳細

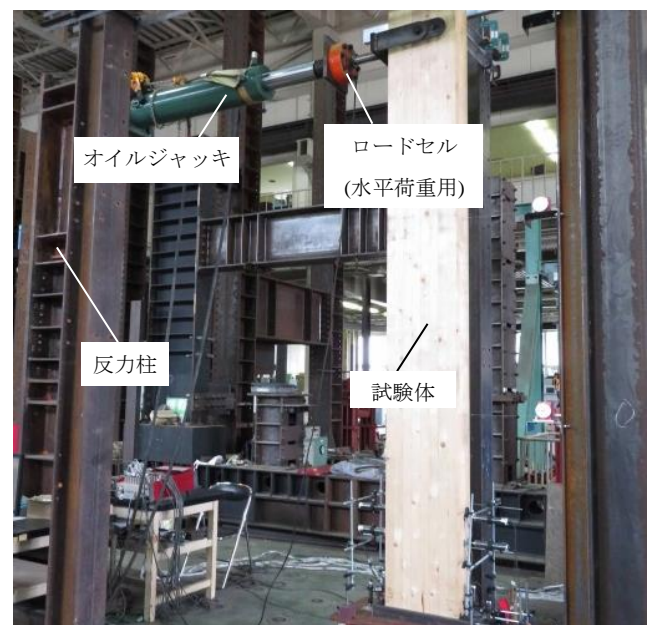


図3 セットアップ



図4 最終破壊状況

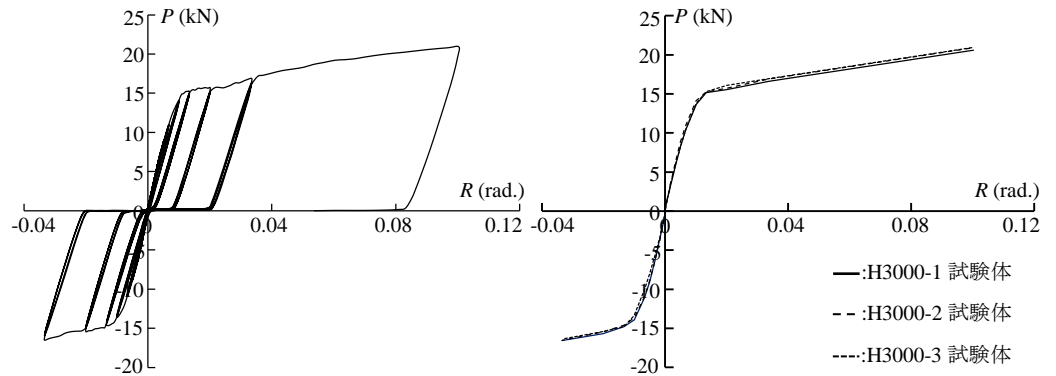


図5 履歴曲線 (H3000-2 試験体)

図6 履歴曲線の包絡線

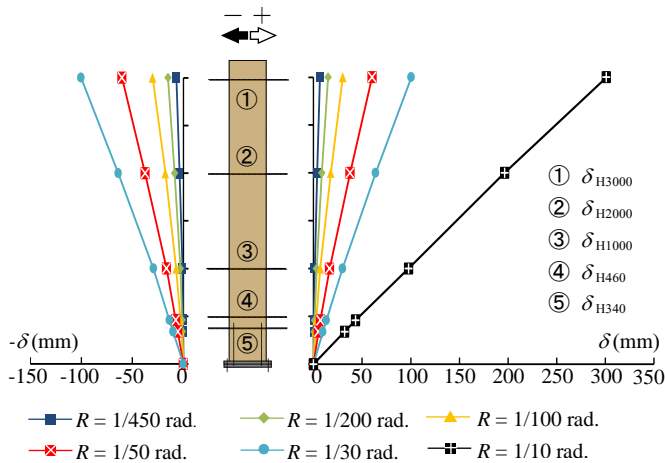


図7 柱の変形状の推移 (H3000-2 試験体)

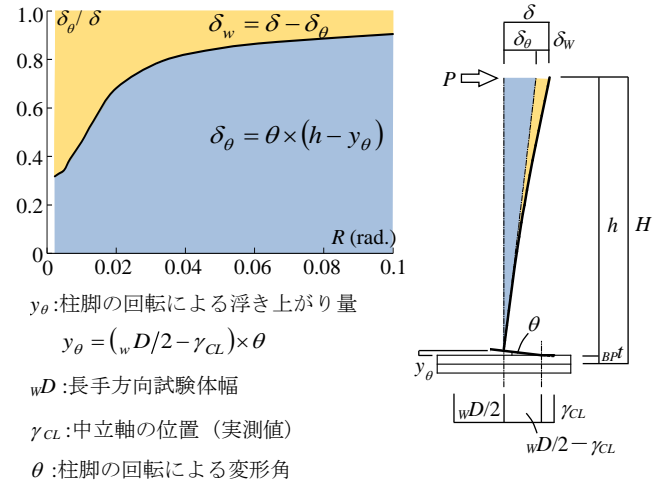


図8 柱頭の水平変位の成分 (H3000-2 試験体)

には、その隙間は実測で最大 30 mm 程度まで進展した。この隙間は、外殻パイプねじ内に装着されるインナーボルトの伸びによるものである。一方、柱脚部の引張側における外殻パイプねじの柱からの抜出し、及び、プレート 2 と反力梁あるいはプレート 1 と 2 の離間は観察されなかった。

### 3.2 履歴性状

図 5 に H3000-2 試験体の履歴曲線を代表して示す。また、図 6 に H3000 シリーズの履歴曲線における包絡線を示す。縦軸は負荷された水平荷重  $P$ 、横軸は部材変位角  $R$  である。 $R = 1/75 \text{ rad.}$  時、インナーボルトの引張降伏によると考えられる剛性低下が生じたが、最終振幅の  $R = 1/10 \text{ rad.}$  まで荷重の低下が見られない安定した履歴性状を示した。また、図 6 に示す結果より、各試験体の荷重-変形関係にばらつきはほぼ見られず、H3000-2 試験体を基準とした他の 2 体の試験体のばらつきは、全変位において 1 割未満であった。なお、H2000 シリーズの 2 体についても同様の結果を得ている。

### 3.3 変形状

図 7 に H3000-2 試験体における柱の変形状の推移を示す。縦軸は柱高さ  $H$ 、横軸は水平変位  $\delta$  である。変形初期より、柱脚からパイプ LSB の埋込終点位置に対応する  $\delta_{H460}$  よりも高い  $\delta_{H1000}$  の位置において、柱の曲率が僅かに増大する傾向があり、柱脚から  $\delta_{H1000}$  の範囲は剛に近い挙動を示し

ている。

図 8 に H3000-2 試験体における柱頭の水平変位の成分を示す。縦軸は柱頭の水平変位  $\delta$  に対する柱脚の回転による変位  $\delta_\theta$  の比  $\delta_\theta/\delta$ 。横軸は部材変位角  $R$  である。変形初期からインナーボルトが引張降伏する  $R = 1/75 \text{ rad.}$  までは、ほぼ直線的に  $\delta$  に占める  $\delta_\theta$  の割合が増大する。 $R = 1/50 \text{ rad.}$  以降、その傾向は緩やかになるが、最終振幅の  $R = 1/10 \text{ rad.}$  では、 $\delta$  に占める木柱の水平変位  $\delta_w$  の割合は 1 割程度であり、柱頭の水平変位は柱脚の回転成分が支配的となる。

### 4. 結語

パイプ LSB を木質構造柱脚に適用すれば、以下の点において設計の難度が緩和されると考えられる。

- 1) 非常にばらつきの小さい復元力特性を付与する。
- 2) 復元力特性は、インナーボルトの高い伸び性能及び引張降伏によるヒンジの形成により、ほぼインナーボルトの荷重-変形関係に支配される。
- 3) 従来の H 形断面の接合金物に代わり、シングルプレート接合 (2 枚重ね) が可能となる。

ただし、柱の水平変位は柱脚部の回転成分が卓越することから、柱脚-基礎間の回転を抑制するために、アンカーボルトは伸び性能の小さい高強度ボルト (PC 鋼棒等) を使用する必要がある。