

定着要素にラグスクリューボルトを用いた混合構造非埋込み接合部の開発 (その1) 研究目的, 予備実験及び要素実験計画

214-034 川岸 みなみ

1. 序

木構造の柱梁接合部や柱脚接合部に用いられるラグスクリューボルト（以下、LSB という）において、外殻パイプねじとインナーボルトによって構成される新しい LSB（以下、パイプ LSB という）が提案されている。図 1 に LSB の概要を示す。図 1(a) に示す従来の LSB に対して、図 1(b) に示すパイプ LSB は、ばらつきの大きい木材を用いた各種接合部の設計において、外殻パイプねじ内の端部に定着されたインナーボルトの引張降伏を先行させることによって LSB の抜出し破壊を抑制し、接合部の設計に及ぼす木材のばらつきの影響を緩和することが主目的である。

一方、パイプ LSB を柱脚接合部に用いる場合、柱脚部に配置されたインナーボルトの引張降伏を先行させることから、柱脚部の回転を抑制するために、基礎接合部に用いるアンカーボルト（以下、A.Bt という）の引張降伏は許容しない設計が求められる。したがって、A.Bt には従来の構造用アンカーボルト（例えば、ABR 等）に代わり、伸びの小さい高張力の PC 鋼棒等を A.Bt に使用することになる。この場合、A.Bt の伸びが小さいため、従来の A.Bt 端部に設置される定着板による A.Bt の定着方法では、A.Bt の引抜きに伴う基礎柱のコーン状破壊に対してより慎重な設計が求められ、コーン状破壊に対して定着板の被り厚さを十分に確保する必要があることから、基礎柱の断面寸法を大きく設定せざるを得ない課題がある。

このような観点から、基礎接合部の定着要素に図 2 に示すよ

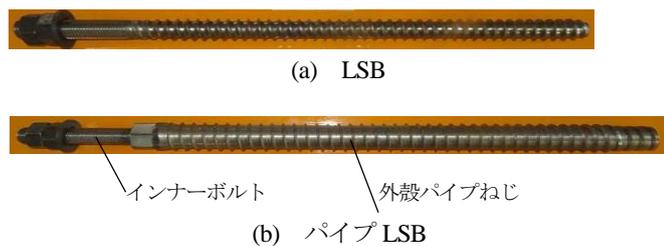


図 1 基礎接合部の定着要素に用いる LSB

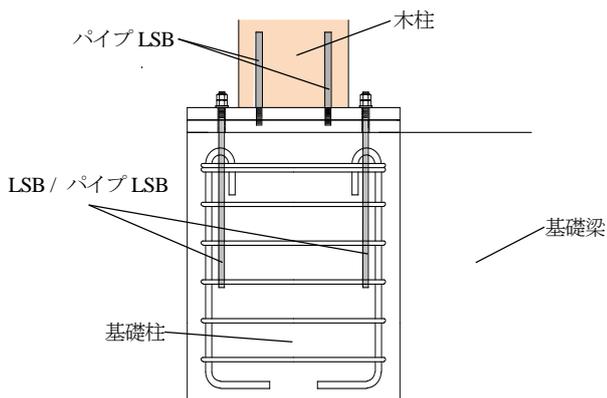


図 2 LSB 工法の基礎接合部の概要

うな LSB を用いた接合部ディテールの開発を試みる。これは、基礎接合部における A.Bt の引抜き抵抗として、A.Bt 端部に配置される定着板による支圧抵抗に期待せず、A.Bt の代わりに LSB を用いて、柱脚部の応力を LSB のねじ部による付着抵抗によって基礎柱に伝達するものである。

提案する接合部ディテールは、接合部の応力伝達を LSB のねじ部による付着抵抗に依存することから、靱性には乏しい性質を有するが、比較的接合部へ入力される応力の小さい木質構造柱脚—基礎柱接合部だけではなく、鉄骨部材や木質部材が鉄筋コンクリート部材の表面に結合される混合構造非埋込み接合部への適用も期待できる。

本研究は、混合構造非埋込み接合部の定着要素に LSB を用いる想定のもと、接合部へ入力される応力の小さい木質構造柱脚—基礎柱接合部に着目し、接合部に要求される定着耐力の指標を得ることを目的とした部材予備実験を実施する。また、予備実験の結果に基づいて、LSB を用いた非埋込み接合部を開発するための初動として、コンクリートに対する LSB の定着性能を検討する要素実験計画について述べる。

2. パイプ LSB を柱脚接合部に用いた実験計画

図 3 に試験体詳細及びセットアップを示す。柱脚接合部におけるパイプ LSB の引抜き耐力を計測するために、1 体の試験体が計画された。試験体は、45 mm 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 mm、部材長は 3,000 mm である。柱脚部の接合金物は PL32 (SS400)、200×480mm の鋼板 1 枚を使用する。パイプ LSB の

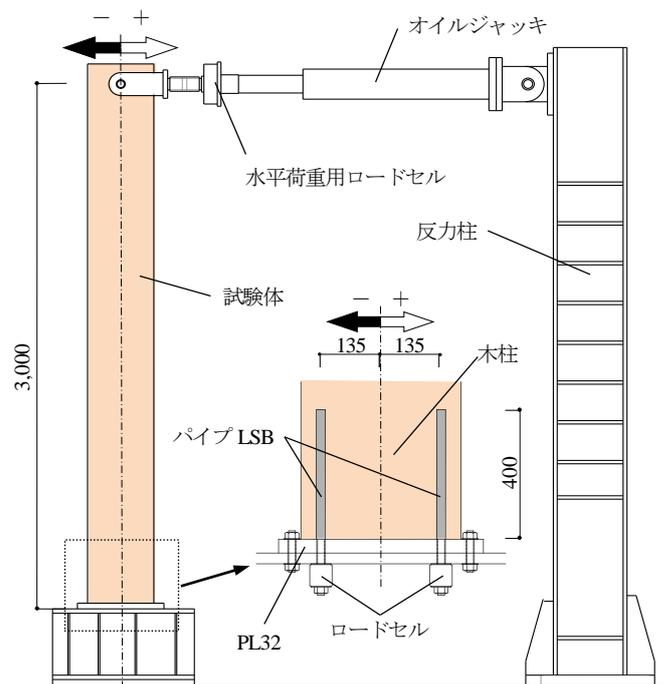


図 3 試験体詳細及びセットアップ

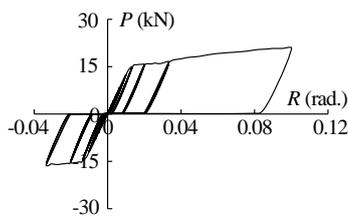


図4 履歴曲線

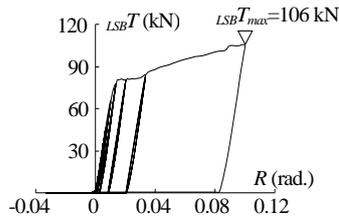


図5 パイプ LSB1 本あたりの引張力 $_{LSB}T-R$ 関係

埋込み深さは400mmであり、外殻パイプねじは $\phi 30 \times 5.5t$ （機械構造用炭素鋼鋼管 STKM13A）、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、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。実験は、アンカーボルトに相当する高力ボルト1本あたりの初期張力50kN程度によって、剛な基礎と仮定した鉄骨の反力梁に柱脚部プレートを結合し、柱脚部より3,000mmの位置に対して正負漸増繰返し水平力を負荷するものである。

3. 実験結果

図4に履歴曲線を示す。縦軸は試験体に負荷された荷重 P 、横軸は部材変位角 R である。また、図5にパイプ LSB1 本あたりの引張力と部材変位角の関係を示す。縦軸は LSB の端部に装着したロードセルから得られた荷重 $_{LSB}T$ 、横軸は部材変位角 R である。履歴性状は、 $R=1/75$ rad.時、インナーボルトの引張降伏により剛性が低下し、すべり性状が顕著になるものの、最終振幅の $R=1/10$ rad.まで荷重低下の見られない安定した履歴曲線を示した。一方、パイプ LSB1 本あたりの最大引張力は、 $R=1/10$ rad.時の $_{LSB}T_{max}=106$ kN（引張側 LSB の総引張力 $\Sigma_{LSB}T_{max}=212$ kN）を得た。この結果に基づいて、 $\Sigma_{LSB}T_{max}$ を接合部の A.Bt に要求する定着性能の指標としたコンクリートに対する LSB の引抜き要素実験を実施し、LSB を定着要素に用いた接合部ディテールの可能性を検証する。

4. コンクリートに対する LSB の引抜き実験計画

図6に代表的な試験体詳細、及び、表1に使用する定着要素の詳細を示す。実験変数は、定着要素である A.Bt の種類であり、計3体の試験体が計画された。使用する A.Bt は、パイプ LSB (P-LSB 試験体)、LSB (LSB 試験体) 及び従来の A.Bt タイプ (PC-T 試験体) の3種類である。パイプ LSB は、外殻パイプねじが予備実験と同様にインナーボルトにM18のPC鋼棒（C種1号）を装着したもの、及び、LSB は $\phi 20$ （機械構造用炭素鋼鋼管 S45C）である。また、従来の A.Bt タイプはパイプ LSB のインナーボルトと同じPC鋼棒を使用し、定着板は $70 \times 70 \times 9t$ (SS400) とする。各試験体とも、A.Bt はRC部材に対する埋込み深さを400mmとし、引張側にのみ2本配置されている。基礎柱の断面寸法は 300×620 mm、高さが1,000mmである。A.Bt 引張側の主筋は5-D16 (SD295A)、圧縮側の主筋は3-D16 (SD295A) とし、帯筋は2-D10@100 (SD295A) とする。表2に使用材料の力学的特性を示す。

図7に荷重方法を示す。実験は、試験体を反力梁に固定し、

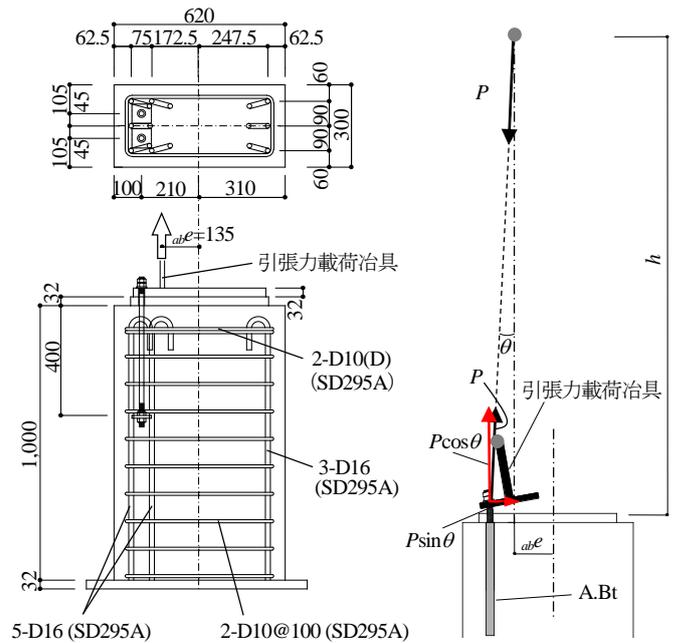


図6 試験体詳細図 (PC-T 試験体)

図7 荷重方法

表1 使用する定着要素の詳細

A.Bt	形状	断面	ピッチ P	インナーボルト
P-LSB	パイプ LSB	$\phi 30.0 \times 5.5t$	10	PC鋼棒(C種1号) $\phi 17(M18 \times P1.5)$
LSB	S45CLSB	$\phi 18.2$	8.92	-
PC鋼棒	C種1号・ $\phi 17(M18 \times P1.5)$ 、定着板: $PL-70 \times 70 \times 9t$			

表2 使用材料の力学的特性

材料	N/mm ²		降伏強度 σ_s	引張強さ σ_u
	ヤング係数 E_s	ヤング係数 E_c		
主筋	D16 (SD295A)	1.87×10^5	340	490
帯筋	D10 (SD295A)	1.71×10^5	323	475
材料	N/mm ²		圧縮試験 σ_B	割裂試験 F_t
	ヤング係数 E_c	ヤング係数 E_s		
コンクリート	1.87×10^4	1.87×10^5	23.7	2.34

予備実験における柱脚部のパイプ LSB の位置を想定して、基礎柱断面の主軸より偏心距離 $ab = 135$ mm の位置に A.Bt 引張力導入用の器具を介した単調引張力 P を負荷する偏心荷重を行うものである。

5. 結語

本研究は、混合構造非埋込み接合部において、異種構造部材間の応力を LSB のねじ部による付着抵抗に期待する LSB を用いた接合部ディテールの開発を試みるために、木質構造柱脚-RC基礎柱接合部に着目し、接合部の定着耐力に要求される性能指標を得るための予備実験、及び、その実験結果に基づいたコンクリートに対する LSB の定着性能を検討するための要素実験計画が示された。

次報(その2)では、コンクリートに対する LSB の定着性能を検討するための要素実験の結果について検討する。