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2)要素実験結果とその考察

214-074 寺阪 謙吾

1. 序

本報は、前報(その1)に引き続き、ラグスクリューボルト (以下、LSBという)を用いた混合構造非埋込み接合部ディテ ールを開発するための初動として、LSBのコンクリート系部材 に対する定着性能について実験的に検討する。

2. 実験結果及びその考察

2.1 最終破壊状況

図1に LSB-T 試験体と PC-T 試験体の最終破壊状況を代表 して示す。アンカーボルト(以下, A.Bt という)の種類にかか わらず, A.Bt の埋込み終点位置に曲げひび割れが先行して生じ た。その後, RC 部材の曲げ及びせん断面に A.Bt に沿った縦ひ び割れが進展した。A.Bt を PC 鋼棒と定着板とした PC-T 試験 体の破壊モードは、定着板に作用する支圧力の反力によって, RC 部材側面のコンクリートが押し出される局所的な定着破壊 の様相を呈した。一方, A.Bt を LSB とした LSB-T 試験体は, RC 部材に埋め込まれる LSB 間及び RC 部材せん断面に生じた 割裂ひび割れが大きく進展し, RC 部材のサイドスプリット型 の付着割裂破壊に類似した破壊モードを示し, LSB が RC 部材 より大きく抜け出した。なお, A.Bt をパイプ LSB (インナーボ ルト: PC 鋼棒)とした P-LSB-T 試験体の破壊モードは、図 1 に示す破壊状況が混在した破壊モードを示した。

2.2 荷重—変形関係

図 2 に各試験体の荷重—変形関係を示す。縦軸は荷重 $T=Pcos\theta$,横軸は A.Bt の埋込み始点の鉛直変位 δ である。ただ し、鉛直変位 δ は、A.Bt の抜出しによる成分と RC 部材の回転 による成分を含む変位量を示している。図中の破線は、前報(そ の1)の予備実験により求められた、パイプ LSB を用いた木質 構造柱脚部の最終振幅 R = 1/10 rad.時に基礎接合部に要求され る耐力の指標値 P_{in} (= 210 kN)である。初期剛性に及ぼす A.Bt の種類の影響は見られないが、RC 部材に曲げひび割れが発生 した第一折れ点以降、最大荷重付近までの剛性は、A.Bt を PC 鋼棒と定着板とした PC-T 試験体より、LSB とした P-LSB-T 及 び LSB-T 試験体の方が大きくなっている。一方、PC-T 及び



P-LSB-T 試験体は,ほぼ同じ最大荷重を発揮したが,LSB-T 試 験体は若干それらより小さい最大荷重に支配された。また,最 大荷重発揮時の鉛直変位は,P-LSB-T 試験体に対してLSB-T 試 験体の方が相当小さくなっている。これは,前述の通り,LSB-T 試験体は他の試験体と破壊モードが異なること,及び,試験体 に使用したLSB はパイプLSB よりも外径及びねじ部の高さが 小さいことに起因すると考えられる。

A.Bt を従来の LSB あるいはパイプ LSB とした試験体の最大 荷重は指標値 P_{in},及び,文献 1)に示されるサイドスプリット 型の付着割裂破壊耐力式による計算値 214 kN を上回っており, 基礎接合部の定着要素を一般的な定着板とする場合よりも, LSB とする方が RC 部材の曲げひび割れ後の剛性は大きいこと が分かる。

2.3 主筋及び横補強筋の軸ひずみ度分布

図 3 に各試験体の最大荷重時における (a) 主筋及び (b) 横 補強筋の軸ひずみ度分布を示す。縦軸は各ひずみ度の測定位置, 横軸は各ひずみ度である。図 3(a) に示す主筋のひずみ度を見 ると, A.Bt の埋込み領域の主筋のひずみ度分布の傾きが大きい ことがわかる。また,図 3(b) に示す横補強筋の軸ひずみ度分 布についても, A.Bt の埋込み終点側のひずみ度が卓越している。 これらの性状は, A.Bt に LSB あるいはパイプ LSB を用いた試 験体において顕著であることから, LSB のねじ部とコンクリー





図4 試験体詳細及び載荷方法の概要(P-LSB-TC 試験体)

トの機械的かみ合い作用によって生じる付着応力が主筋に伝 達されていると推察される。

3. パイプ LSB を用いた非埋込み接合部の水平加力実験

3.1 実験計画

LSB の要素引抜試験の結果より, LSB を非埋込み接合部の定 着要素とする接合部ディテールの可能性が示されたことから, ここでは,接合部の定着要素にパイプ LSB を用いた複合柱の 水平加力実験を実施する。図4に試験体の詳細及び載荷方法の 概要を示す。計画された試験体は1体(P-LSB-TC 試験体)で ある。RC 部材の形状,配筋及び断面詳細,使用するパイプ LSB の詳細及び埋込み深さは,前報(その1)で示す要素試験体と 同じであるが,本実験では,パイプ LSB が圧縮側と引張側に2 本ずつ配置されている。試験体は,RC 部材の上面に異種構造 部材を模したエンドプレート付き載荷用鉄骨柱が,シングルプ レート形式とする接合金物を介してパイプ LSB によって結合 されている。実験は,載荷用鉄骨柱の端部に単調の水平力を負 荷するものである。

3.2 実験結果とその考察

(a) 破壊モード

図 5 に最終破壊状況を示す。初期の曲げひび割れはパイプ LSB の埋込み終点位置に生じ、その後、柱脚側に生じた曲げひ び割れが大きく進展する破壊性状を示した。最終破壊状況では、 柱脚側に生じた曲げひび割れが非常に顕著であり、柱脚部圧縮 側のコンクリートは圧壊に至ったが、パイプ LSB の埋込み領 域部にひび割れは観察されなかった。

(b) 荷重-変形関係

図5に荷重一変形関係を示す。縦軸は荷重 P, 横軸は RC 部 材の部材変位角 R である。なお、ここでは、最大荷重 P_{max} を 発揮した R = 0.04 rad.までの結果を示す。図中の破線は、RC 部 材の曲げ終局耐力の略算値である。最大荷重は計算値を上回っ ており、RC 部材の曲げ引張破壊が卓越する安定した復元力を 示している。

(c) 荷重-LSB の抜出し量関係



図 6 に荷重-LSB の抜出し量関係を示す。縦軸は荷重 P, 横軸は LSB の RC 部材に対する相対抜出し量 $_{LSB}\delta$ である。最大荷重を発揮した R = 0.04 rad.におけるパイプ LSB の相対抜出し量は 0.9 mm 程度で、パイプ LSB の顕著な抜出しは認められない。

これらのことから、パイプLSBを用いる非埋込み接合部は、 RC 部材の曲げ耐力を発揮させるに十分な剛性と定着耐力を有 しており、パイプ LSB を定着要素とする木質構造基礎接合部 等の接合部ディテールの可能性が示された。ただし、LSB の抜 出しは耐力低下の大きい脆性的な性状を示すことに留意する 必要がある。

5. 結語

A.Bt に LSB を適用する混合構造非埋込み接合部ディテール を開発するための初動として, LSB のコンクリートに対する定 着性能を検証した要素実験及び水平加力実験の結果,以下の知 見が得られた。

1) 引抜き要素試験の結果,定着要素をLSBとする場合,RC 部材のサイドスプリット型の付着割裂破壊に類似した破壊性 状を示すが,定着板による従来の定着方法に比べて高剛性であ ることが示された。

2) 水平加力実験の結果,定着要素をLSBとする非埋込み接合 部は,RC部材が曲げ耐力を発揮するまでLSBの抜出しはほぼ 見られない定着性能を有することが示された。

謝辞

本研究で使用した LSB 及びパイプ LSB は、(株) ダイロック 米本和央 氏より提供いただいた。ここに、感謝の意を表します。 参考文献

¹⁾ 日本建築学会:鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同 解説, 1999.