

## LSB を用いた CLT の接合部強度

北海道大学 正会員 ○佐々木貴信

秋田大学 正会員 後藤 文彦

服部エンジニア（株） 正会員 荒木 昇吾

北海道立総合研究機構 今井 良，清水建設（株） 本宮由美子

### 1. 目的

近年、国産材の需要拡大の取り組みの一つとして CLT（直交集成板）の土木分野での用途開発が進められている。CLT は、これまでにない大きなサイズの製品を可能にする新しい木質材料であり、他の建設材料と比べて軽量であることが特徴である。筆者らは CLT の土木分野での用途の一つとして、橋梁の床版材料としての可能性に着目し、基礎研究や実証試験による評価を行っている。CLT を床版として採用する際の課題は、木材の含水率変動に伴う寸法変化や湿潤環境下における腐朽劣化であり、これに対しラッピング等による防水処理の検討を行っているが、工場処理された CLT 床版を現場で接合したり防護柵を設置する際に、ラッピング処理を傷めない接合方法を開発する必要があった。また、林道や農道だけでなく一般道に CLT 床版を普及させるためには、防護柵の設置も課題の一つであった。これらの課題に対して、本研究では、木質構造の接合具の LSB（ラグスクリューボルト）に着目し、接合部単体の引抜耐力や LSB を用いて CLT 床版へ固定した防護柵支柱の耐荷力の評価を行った。

### 2. 試験方法

#### (1) LSB 接合試験

幅 145～150mm、厚さ 150mm のスギ CLT（Mx60-5-5 および S60-5-5）に、 $\phi 30$ mm および  $\phi 36$ mm の LSB を深さ 100mm まで打ち込み、引き抜き試験を行った。LSB は、図 1 に示すように外周には雄ネジ加工、内部には雌ネジ加工をしたタイプ（(株)トーネジ製、図 1 左）と、外周に埋め込み用とナット固定用の 2 段のネジ加工をしたタイプ（ダイロック(株)製、図 1 右）の 2 種類とした。なお、 $\phi 30$ mm は両タイプ（LSB30t、LSB30d）、 $\phi 36$ mm は後者のタイプ（LSB36d）を供した。表 1 に試験体寸法を示す。試験では LSB を試験機で引き抜いたときの荷重と引き抜き変位を測定し、降伏荷重や最大耐力を測定した。

#### (2) 防護柵支柱試験

防護柵支柱の試験体には、幅 955mm、長さ 978mm、厚さ 150mm の 5 層 5 プライのスギ CLT（S60-5-5）を用いた。防護柵はガードレールの設置を想定し、支柱は C 種とした。鞘管が溶接されたベースプレート（ $t=30$ mm）

を LSB30d および LSB36d（各 6 本）、 $\phi 24$ mm のボルト 4 本でそれぞれ CLT 上面に接合し、鞘管に  $\phi$



図 1 LSB（ラグスクリューボルト）

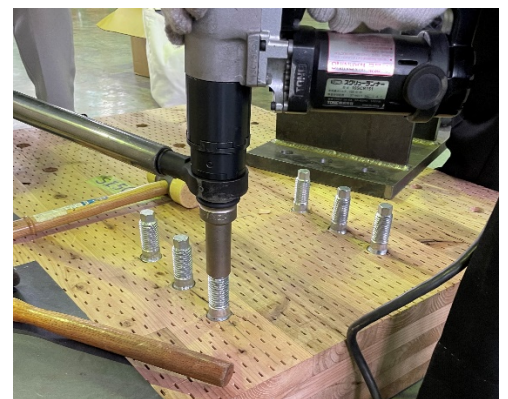


図 2 LSB36d の打ち込み

表 1 接合部試験体寸法

試験体	LSB 寸法 (mm)				CLT 寸法 (mm)			CLT 強度等級	試験体数
	山径	谷径	ネジ部長	先穴径	幅	厚さ	長さ		
LSB30t	30	25	120	26	150	150	525	Mx60-5-5	9
LSB30d	30	25	110	24	145	150	800	S60-5-5	6
LSB36d	36	31	110	30	145	150	800	S60-5-5	6

キーワード CLT, LSB, 載荷試験, 防護柵

連絡先 〒060-8589 札幌市北区北 9 条西 9 丁目 北海道大学大学院・農学研究院 tak-sas@for.agr.hokudai.ac.jp

114mm、高さ 715mm の円柱の防護柵支柱を差し込み  $\phi 12\text{mm}$  のボルトまたはドリフトピンで固定した。なお、ボルトで固定した試験体では、下面にベースプレートと同寸の裏当て板 ( $t=12\text{mm}$ ) を配置した。支柱の高さ 600mm の部位にジャッキを用いて水平に載荷し、支柱の変位やベースプレートの浮き上がり CLT のひずみ等を測定した。試験はボルト接合を 2 体、LSB 接合は 2 段のネジ加工をした LSB30d および LSB36d を 1 体ずつ行った。LSB は図 2 に示すように、先孔の位置にシャーレンチを用いて打ち込んだ。前述の接合部試験体も同様にして LSB を打ち込んだ。

### 3. 試験結果

#### (1) LSB 接合試験

表 2 に各 LSB 接合部の引き抜き試験における初期剛性、降伏耐力、最大荷重の平均値をそれぞれ示す。外径の等しい LSB30t と LSB30d では初期剛性、最大荷重はほぼ等しいが、降伏耐力は LSB30d の方が大きい。LSB36d は径が大きいため、初期剛性、降伏耐力、最大荷重の全てで径 30mm の LSB を上回った。図 3 に試験終了後の LSB30t 試験体を示す。何れの試験体においても、最大荷重到達後に LSB が徐々に引き抜けていったが、急激な荷重低下は認められなかった。

#### (2) 防護柵支柱試験

水平載荷試験では、支柱の水平変位が約 150mm まで載荷した。このときの最大荷重は 25kN~32kN であった。防護柵支柱は図 4 に示すように変形し、支柱を差し込んだベースプレートに溶接された靴管も変形した。図 5 に荷重とベースプレートの浮き上がりの関係を示す。およそ設計荷重をかけた際、ベースプレートの浮き上がりはボルト接合で約 1.5mm、LSB 接合では 2.5~3mm 程度であった。径の大きい LSB36d で剛性が低いのは、打ち込み位置の調整のために、打ち込みをやり直した影響で嵌合が緩くなった可能性がある。

### 4. 考察

防護柵支柱へ水平荷重 40kN を作用させたとき、ベースプレートの引張側のボルトまたは LSB には 1 本当たり 70.6kN の引抜力が作用する。ボルト接合の引抜耐力は 1 本当たり 95kN であり、LSB 接合では表 2 に示したように設計荷重を下回るため、引張側 LSB の本数を増やす必要がある。一方、LSB 接合では、LSB の打ち込み後に CLT の被覆処理やラッピング処理を行うことができ、処理を傷めない接合が可能となり防水効果の向上が期待できる。これを検証するために、今後、LSB 打ち込み後に各種の材料でラッピング処理した CLT の耐水性試験を行い、実用化の検討を進めたい。

表 2 LSB 引き抜き試験結果

	初期剛性 (kN/mm)	降伏耐力 (kN)	最大荷重 (kN)
LSB30t	15.6	30.8	39.0
LSB30d	15.6	40.2	41.5
LSB36d	23.0	48.4	49.4



図 3 試験後の接合部 (LSB30t)



図 4 支柱の変形とベースプレート接合部 (LSB30d)

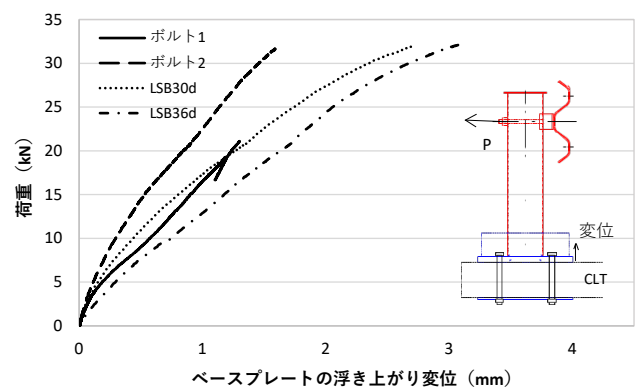


図 5 荷重とベースプレート浮き上がり変位関係

**参考文献** 1) 豊田淳, 佐々木貴信, 荒木昇吾, 林知行, 有山裕亮, 後藤文彦: CLT 床版を用いた小規模橋梁の補修設計と施工, 構造工学論文集, Vol.65A, p799-806, 2019.

**謝辞** 本研究は JSPS 科研費 21H01412 の助成を受けたものです。