

オンサイト製材を用いたオールウッド型木製治山ダムの部材接合部に関する研究

秋田県立大学 正会員 ○千田 知弘・佐々木 貴信

(株) 森林土木施設研究所 正会員 野田 龍・井上 孝人

(社) 秋田県林業コンサルタント 三浦 靖浩 秋田県農林水産部 原田 利正

1. はじめに

近年、土木施設施工現場で「材料調達－加工－施工」までを一括して行う木製土木施設生産システム(=オンサイト生産システム)の実構造物への適用が試みられており、その一例として木材とラグスクリューのみで構成される秋田県独自のオールウッド型木製治山ダムへの適用が行われている¹⁾。これまでの木製治山ダムには、既存の製材機の製材限界等から $300 \times 250\text{mm}$ の断面の木材が使われてきたが、オンサイト生産システムで開発された移動式製材機²⁾の場合、 $300 \times 300\text{mm}$ の断面の製材が可能であり、製材時の作業性や歩留まりの観点から、 $300 \times 300\text{mm}$ の断面の木材(秋田県産スギ材)を用いたオールウッド型木製治山ダムの開発を現在進めている。

本研究では、 $300 \times 300\text{mm}$ の断面の木材を使用した木製治山ダム開発に先立ち、部材接合部に用いるラグスクリューの主材への打ち込み方法、深さを検討するため、FEM 解析を用いて一面せん断試験のシミュレーションを行った。

2. 試験体

対象とするオールウッド型木製治山ダムの接合部には、土圧、水圧によって引張力とせん断力が作用するが、せん断に対する接合性能を検討するために一面せん断試験($300 \times 250 \times 225\text{mm}$ 試験体)を以前に行い、実験、ヨーロッパ型降伏理論(EYT), FEM が良く一致する事を確認した³⁾。本研究ではこの時の FEM 解析手法を用い、 $300 \times 300 \times 225\text{mm}$ 試験体の一面せん断試験をシミュレートした。使用するラグスクリューを図-1 に、EYT から得られるラグスクリューの打ち込み深さと降伏耐力の関係を図-2 に、一面せん断試験体を図-3 に示す。ラグスクリューは $300 \times 250\text{mm}$ 試験体で使用したものと同一サイズとした。試験体は、主材の両側に側材を配置し、それぞれの側材から主材に向けてラグスクリューを打ち込み、2つの接合面を有する構造とし、主材への加力が繊維直行方向(側材は繊維方向)となる LRL 接合とした。EYT においては、LRL 接合の場合、主材への打ち込み深さが 150mm 以上であれば、ラグスクリューの降伏耐力は一定となる(図-2)。そこで、試験体を加工せずにラグス

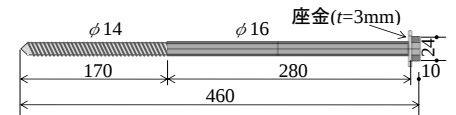


図-1 ラグスクリュー(単位 mm)

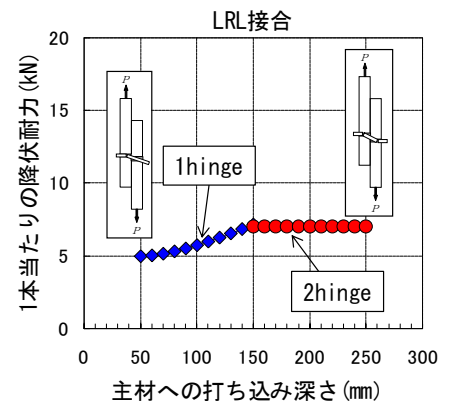


図-2 EYTから得られる降伏耐力

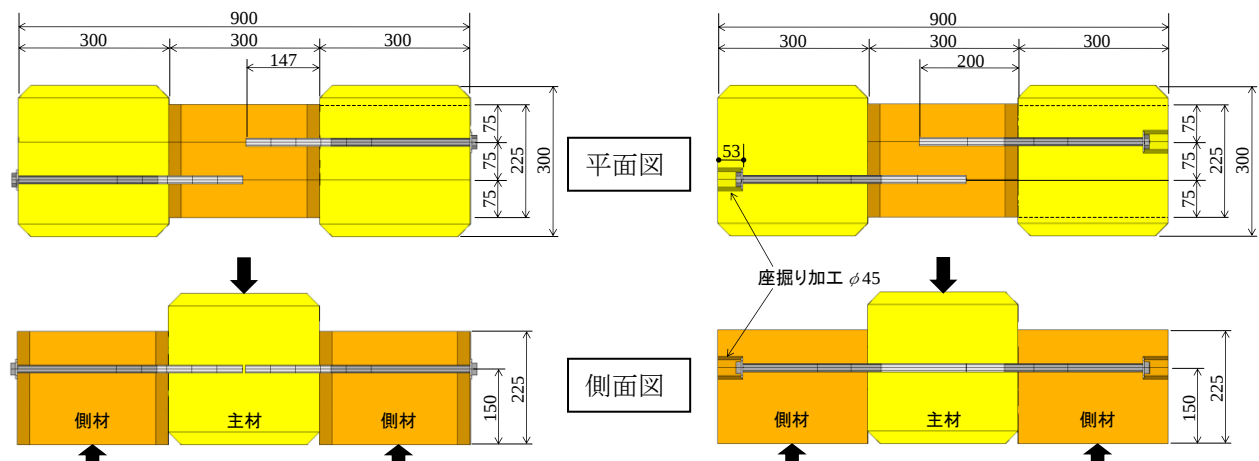


図-3 一面せん断試験体(左：座掘り加工無し、右：座掘り加工有り、単位：mm)

キーワード オンサイト生産システム、木製治山ダム、FEM、ラグスクリュー、一面せん断試験

連絡先 〒016-0876 秋田県能代市海詠坂 11-1 TEL 0185-52-6985 FAX 0185-52-6924

クリューを打ち込んだ打ち込み深さ 150mm の試験体(図-3 左図; 以後, 150mm 試験体)と, 深さ 53mm の座掘り加工を施し, 打ち込み深さを 300×250 試験体と同じ 200mm とした試験体(図-3 右図; 以後, 200mm 試験体)の 2 つを解析対象とし, 主材への打ち込み方法, 深さが, ラグスクリークの降伏耐力に与える影響を確認した。ただし, 150mm 試験体においては, 打ち込み深さは座金の厚さ分 3mm 短く 147mm となっている。

3. FEM 解析モデル

図-4 に 150mm 試験体の FEM 解析モデルを示す。汎用有限要素解析ツール ANSYS Ver.11 を用い, 8 節点 24 自由度及び 10 節点 30 自由度のアイソパラメトリック要素を用いて弾塑性解析を行った。メッシュサイズは, 変形量大きい接合部周辺においては 2~5mm とし, その他は 10~50mm とした。200mm 試験体も同様にモデル化した。集成材の材料定数は, E75-F240 の軸方向ヤング率 $E_z=7.5\text{GPa}$ を基に, $E_x=E_y=E_z/25=0.3\text{GPa}$, せん断弾性係数 $G_{xy}=G_{yz}=G_{zx}=E_z/15=0.5\text{GPa}$, ポアソン比は $\nu_{xy}=\nu_{xz}=\nu_{yz}=\nu_{yx}=0.016$, $\nu_{zx}=\nu_{zy}=0.4$ とした。ラグスクリーク, 加力板, 支点板の材料定数は, $E=200\text{GPa}$, $\nu=0.3$ とし, 降伏点を 240MPa とした(完全弾塑性モデル)。ラグスクリークと木材部の接触面の節点は共有させず, ラグスクリークのネジ部における接触面には 0.7, それ以外の部分には 0.01 の摩擦係数を与え, 接触解析を行う事でラグスクリークの引き抜けを考慮した³⁾。境界条件は, 支点板底面の全節点の全方向変位のみを拘束し, 試験体と支点板の節点を共有させず摩擦係数 0.6 を与えて接触解析を行う拘束緩衝法³⁾を用いた。加力板にも拘束緩衝法を用い, 加力板上部に線載荷した。

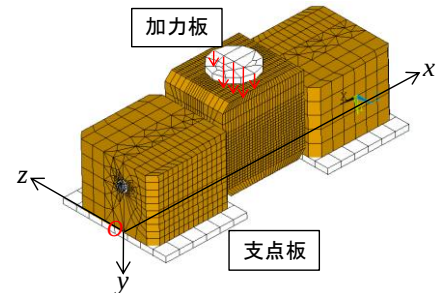


図-4 FEM 解析モデル(150mm 試験体)

4. 結果と考察

14kN(1 せん断面当たり 7kN)載荷時の 150mm 試験体の応力分布を図-5 に, 200mm 試験体の応力分布を図-6 に示す。図-5, 図-6 においては, 応力の分布に差は無く, 最大応力値の差も 5%程度であり, 木材のサイズ, 形状にかかわらず, 主材への打ち込み深さのみで降伏耐力を算出する EYT とほぼ一致した。実際のダム堤体においては, 木材は何層にも重ねられて配置されるので, ボルト頭が邪魔にならないよう, すべてのラグスクリーク打ち込み部に深さ 20mm 程度の座掘り加工が施される。これにより打ち込み深さが増加することを考慮すると, 実際の堤体に生じ得るラグスクリークの打ち込み深さの違いによる差は, 5%よりもさらに小さくなると推察される。よって, 300×300mm 断面の木材を木製治山ダムに使用する場合においても, せん断に対しては特殊な座掘り加工などは必要なく, これまで使用されてきたラグスクリーク, 施工方法をそのまま適用しても良いと考えられる。

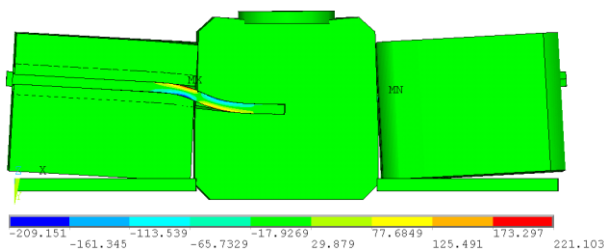


図-5 14kN 載荷時の 150mm 試験体の応力分布

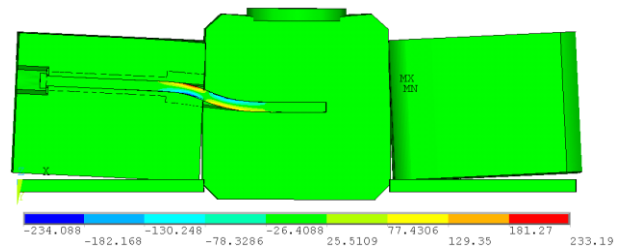


図-6 14kN 載荷時の 200mm 試験体の応力分布

謝辞

本研究は農林水産省「平成 22 年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の補助の下に行った。

参考文献

- 1) 佐々木貴信, 千田知弘, 野田龍, 井上孝人, 三浦靖浩, 水原崇之: オンサイト製材を用いた木製治山ダムの開発と FEM 解析, 第 61 回日本木材学会大会研究発表要旨集(CD-ROM), 2011.
- 2) 五月女浩, 山内秀文, 佐々木貴信, 千田知弘, 岡崎泰男, 栗本康司: 木製土木施設オンサイト生産システムの構築(3), 第 61 回日本木材学会大会研究発表要旨集(CD-ROM), 2011.
- 3) 千田知弘, 佐々木貴信, 野田龍, 井上孝人, 三浦靖浩: 木製治山ダムのラグスクリークの最適設計に関する基礎的研究, 木材利用研究論文報告集 9, 土木学会木材工学特別委員会, pp.41-50, 2010.