

# 木製挿入板を用いたトラス橋格点部の引張強度

Tensile Strength of Panel Points in Truss Bridge Using Timber Connection Plates

函館工業高等専門学校 環境システム工学専攻 ○学生員 高橋 健太郎 (Kentaro Takahashi)  
 函館工業高等専門学校 環境都市工学科 正員 平沢 秀之 (Hideyuki Hirasawa)

## 1. はじめに

近年、世界的な問題として地球温暖化があり、地球の平均気温の上昇が自然、生物に与える影響は深刻である。温暖化対策として森林のCO<sub>2</sub>固定・吸収機能を使った温暖化緩和活動があるが、そのためには間伐などによる森林整備が必要不可欠であり、間伐の促進と間伐材の有効利用を通して森林の育成と森林資源の循環利用することが求められる。

これを背景に2009年から著者らは木材の有効利用の幅を広げるため、被災地での早期復旧での使用を目的とした木製トラス橋の開発<sup>1)</sup>を行い、実物大モデルによる実証実験を実施した(以降、本論文に登場する木製トラス橋はこれを対象とする)。しかし、架設実験を通して部材接合部の鋼板が一つ約17kgfと重いことが作業性を悪くしていることがわかった。重い部材は人力での作業が多くなると想定される被災地には適さないため、接合部材の軽量化が課題となった。

このことから、本研究では接合部材に木材を使い、軽量化を図ることで作業性の向上を目的とした。そこで、木製トラス橋の接合部を想定した供試体を製作し、木製トラス橋の接合部としての強度を有するのかを引張試験を行い調べた。そして、実験結果から強度と作業性を比較検討し、実験ケース中における最適な接合形式を求めた。

## 2. 引張試験供試体

架設実験時の木製トラス橋では部材同士の接合方法として「挿入鋼板ボルト接合」を採用している。これは図1及び、写真1が示すように部材両端にはスリットが設けられており、このスリットに挿入板を設置してボルト接合するものである。本研究では軽量化のために鋼板の代わりに木製挿入板を使用し、その強度を引張試験により求めた。供試体は母材(スプルー)と挿入板(構造用合板)、ボルトから構成されている。写真1の中央部に引張試験の対象とする木製挿入板、左右両端に試験装置の掴み部に固定される鋼板が挿入される。供試体の寸法は木製トラス橋の接合部と同じ断面寸法120×120[mm]とし、長さはボルトM20を2段配置できる1540[mm]とした。また、強度と作業性を比較検討するために挿入板の板厚を21, 42, 63[mm]とし、使用ボルト径はM10とM20とした。これらを組み合わせた全6ケース(表1)の供試体を製作し、これらのケースの中で木製トラス橋の接合部としての強度を有する最適な挿入板の板厚、使用ボルト径を求める。各ケースの強度を求めるために1ケース3体ずつ試験を行い、その平均値を得るため供試体数は全部で18体となる。もし、木製挿入板が適用可能であった場合は鋼板に比べ表1に示す値の軽量化が見込める。

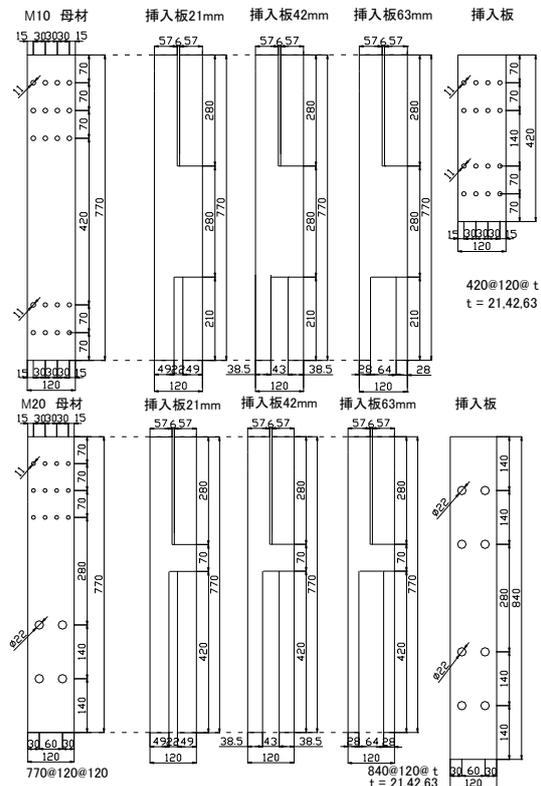


図1 供試体設計図



写真1 供試体外観 (M10-21)

表1 供試体名と実験ケース

板厚	ボルト径	ボルト径		軽量化率
		M10	M20	
21 [mm]	M10	M10-21	M20-21	77%
	M20	M10-42	M20-42	53%
	M20	M10-63	M20-63	30%

## 3. 試験結果

引張試験は木質構造設計規準に従った<sup>2), 3)</sup>。

図2の荷重-変位曲線は各実験ケースの3回ずつ試験したうちの特徴的なものである。なお、今回測定した変位は試験機の上と下の掴み部の間の変位であるため、母材と挿入板の伸びを含んだものである。載荷初期はボルト孔のズレのため、曲線の傾きが緩く、波打った様相を示している。荷重が確実に伝わり弾性的な直線で伸びていき、破断寸前になると

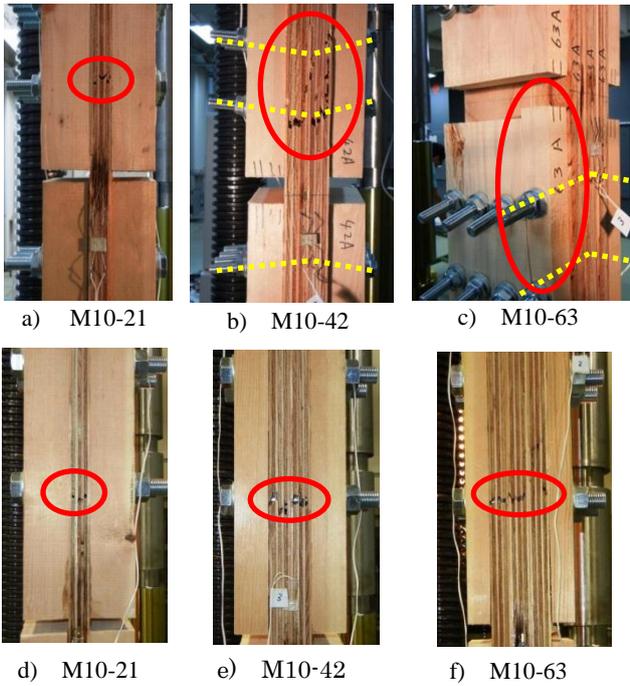


写真2 破壊性状

傾きが緩くなり降伏を確認できた。ところが b) M10-42, c) M10-63 のみ降伏後の変位が大きいことがわかる。これは写真 2 b), c) に示すボルトの曲りによる影響で変位が大きくなったためと考える。

表 2 より実験値と理論値を比較する。なお、ここでの実験強度は供試体 1 ケースを 3 回ずつ試験した結果の平均値である。破壊性状に関して挿入板の板厚が 21[mm]のケースと M10-63 は実験と理論は一致したが、他の供試体は理論と異なった。強度については挿入板の板厚 21[mm]と 42[mm]のケースは概ね一致したが、板厚 63[mm]のケースでは理論では母材でせん断破壊するところ、実験では挿入板で引張破壊したため理論値とは大きく異なった。また、破壊性状が理論と異なったケースの実験強度を理論的に求めた挿入板の強度と比較すると概ね一致した。

今回の実験では母材の強度が理論よりも高かったため挿入板が先に破壊する結果となった。母材の強度が理論よりも高かった理由としては、M10 の場合はボルトの変形による要因も考えられるが、木質構造設計規準<sup>3)</sup>より採用した母材のスプールの基準強度よりも実験で使ったスプールの強度が高かったためだと考えられる。

#### 4. 木製トラス橋への適用可能性

今回、対象とした供試体パターンの中で木製トラス橋に適用可能性があるもの求める。木材の許容応力度を強度から求めるときと同様に実験強度に 1/3 を乗じた値を許容強度とする。そして、これが木製トラス橋の設計群集荷重 3.5[kN/mm<sup>2</sup>]を満載したときに生じる内部引張力 22.6[kN]よりも大きければ適用可能となる。表 2 より M10-63 と M20-42, M20-63 に適用可能性があることがわかる。さらに、作業性に関しては M10 よりも使用本数が少ない M20 が望ましく、挿入板の板厚では 63[mm]よりも 42[mm]の方が軽いため M20-42 の接合形式が最も作業性が良いこととなる。

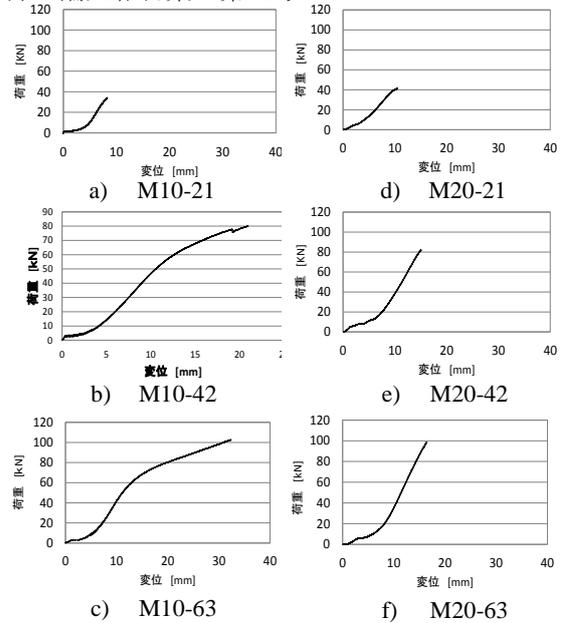


図2 荷重-変位曲線

表 2 実験結果

供試体名	実験		理論		許容強度 [kN]	適用可能性
	強度 [kN]	破壊性状	強度 [kN]	破壊性状		
M10-21	26.6	挿入板の引張破壊	32.9	挿入板の引張破壊	8.9	×
M10-42	65.2	挿入板の引張破壊	59.3	母材のせん断破壊	21.7	×
M10-63	90.4	母材のせん断破壊	43.1	母材のせん断破壊	30.1	○
M20-21	38.7	挿入板の引張破壊	32.9	挿入板の引張破壊	12.9	×
M20-42	69.2	挿入板の引張破壊	68.5	母材のせん断破壊	23.1	○
M20-63	102.6	挿入板の引張破壊	49.8	母材のせん断破壊	34.2	○

#### 5. おわりに

木材を挿入板に使うことで軽量化し、作業性の向上を図ることを目的として、挿入板の板厚とボルト径が異なる全 6 ケースの引張試験を行い作業性の向上に望ましい接合形式を検討した。引張試験の結果、M10-63 と M20-42, M20-63 に適用可能性があることがわかった。この中で使用ボルト本数が少なく、かつ、適用可能な挿入板の板厚の中で最も軽いものは M20-42 であり、この接合形式が木製トラス橋の組立作業性の向上に望ましいと考えた。

以上から木製トラス橋に使用していた約 17kgf の鋼鉄製挿入板を板厚 42[mm]の木製挿入板に転用すると約 8kgf となり、半分以下の重量に軽量化することができる。と考える。

#### 参考文献

- 1) 平沢秀之, 吉田朋哉, 戸沼淳, 佐藤哲也, 渡辺浩: 木材のカスケード利用に適したトラス橋の実証実験, 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, pp112-119, 2010.
- 2) 瀧野敦夫, 今井克彦, 古川忠稔, 辻岡静雄, 藤本益美: 国産心持ち木材の引張強度特性に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文集 第611号, pp119-124, 2007.
- 3) 日本建築学会: 木質構造設計基準・同解説—許容応力度・許容耐力設計法—, 2009.