

木製トラス橋における接合部の引張強度実験

函館高専 正会員 ○平沢 秀之  
万里設備(株) 高橋 健太郎

1. まえがき

災害時や架設時の一時的な応急橋としての用途を想定した木製トラス橋を開発し、その施工性や構造性能を確認している<sup>1), 2)</sup>。これらの結果から、人力での施工性に優れ、短時間での組み立て、解体が可能であり、構造性能もトラス橋としての挙動を示すことが明らかとなっている。この木製トラス橋では、格点部の接合に挿入鋼板ボルト接合を用いたが、挿入鋼板の重量が17[kgf]と重かったため、軽量化による更なる作業性の向上が求められた。そこで本研究では、鋼板の代わりに合板を用いたボルト接合法で軽量化を果たし、実物大の試験体による引張強度実験を実施した。

2. 実験供試体

実験供試体は図-1及び写真-1に示すように、両端にスリットが設けられた製材と、合板による挿入板、引張試験装置のチャックに固定される挿入鋼板から構成される。製材はスプルース、木製挿入版は構造用合板を採用している。供試体の寸法は、木製トラス橋に使用した上下弦材と同様の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及びM20とした。引張実験は、これらを組み合わせた表-1に示す全6ケースについて実施する。各ケースにおける接合部の引張強度を求めるために、1ケースにつき3体、合計18体の実験を行い、各ケース毎に平均値を算出する。表-1に示す軽量化率とは、木製挿入板の重量を鋼製挿入板(板厚4.5[mm])の重量で除して得たものである。

3. 引張実験結果

引張実験は参考文献3)、4)を参考にして実施した。図-2は実験から得られた荷重-変位曲線を表している。なお、今回測定した変位は、試験機の上下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。荷重が確実に伝わると弾性的な直線で推移し、破断の手前から傾きが緩くなり降伏を確認できた。図-2によると(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られる。

実験値と理論値を表-2に示す。なお、ここでの実験値は、各ケース3回ずつ実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。

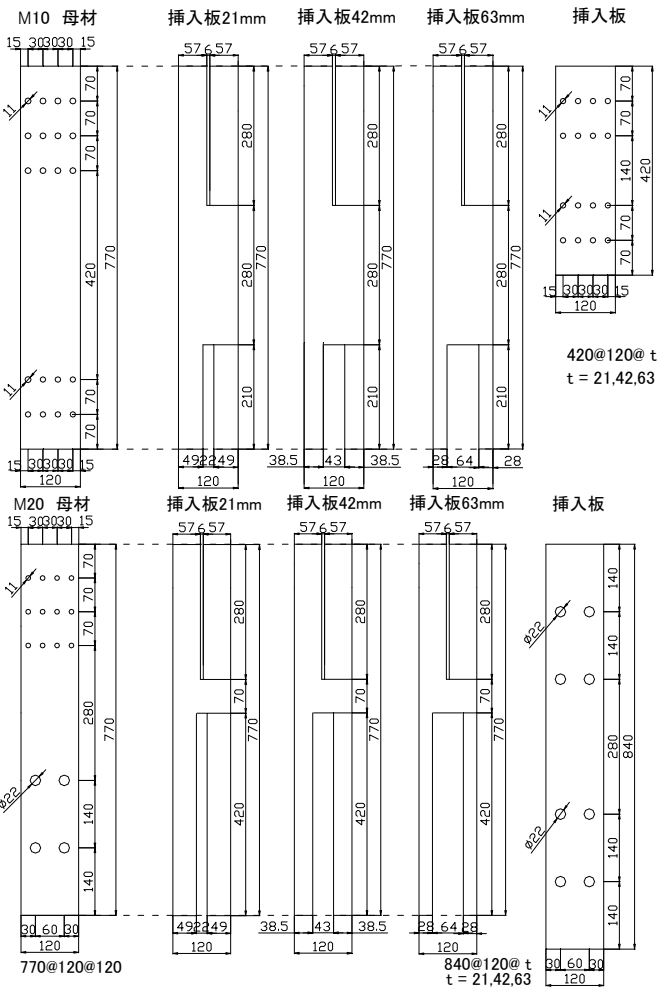


図-1 供試体設計図

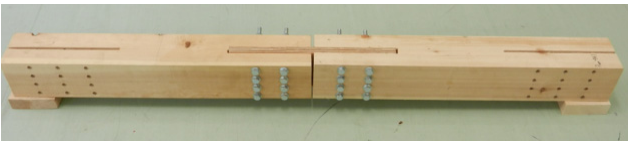


写真-1 供試体外観(M10-21)

表-1 供試体名と実験ケース

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

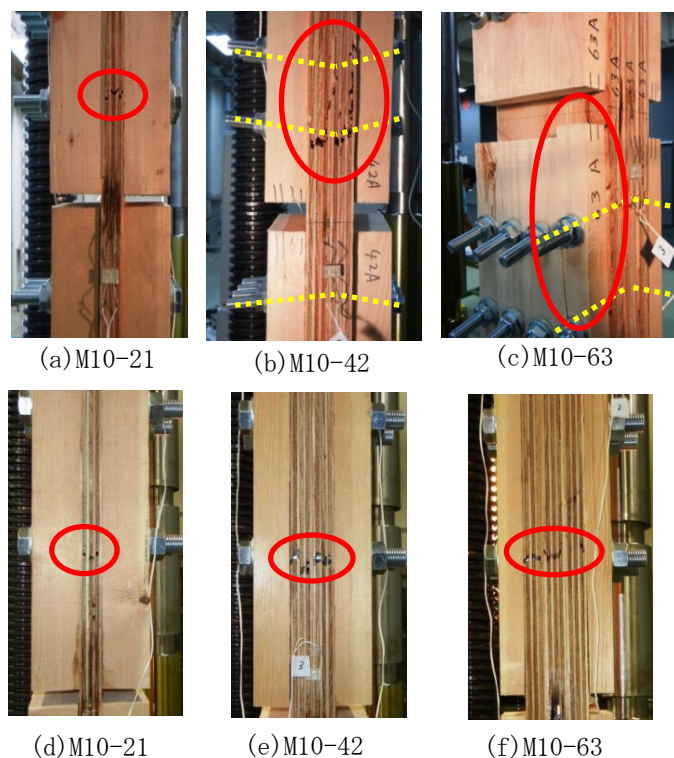


写真-2 破壊性状

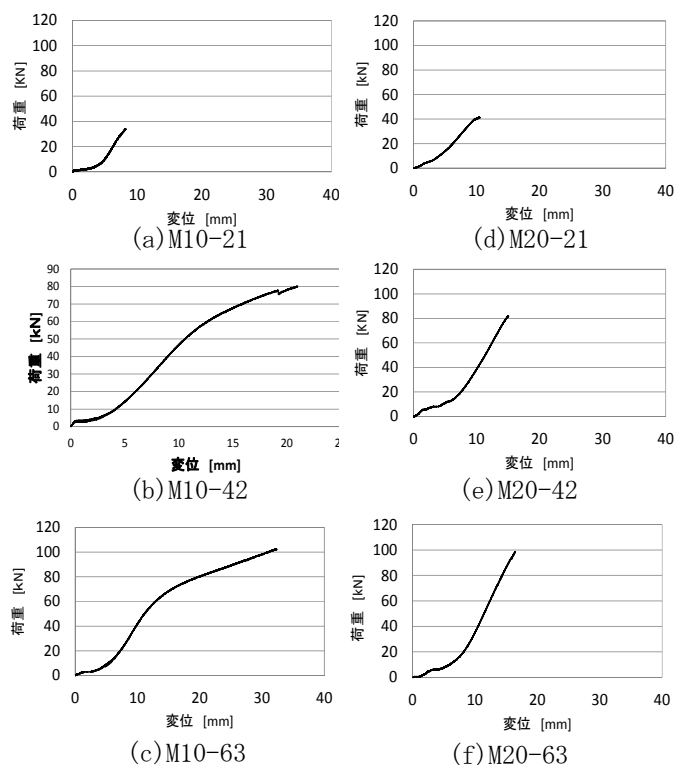


図-2 荷重-変位曲線

#### 4. 木製トラス橋への適用性

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を求める。表-2に示す許容強度は引張強度の実験値を3で除して得たものである。木製トラス橋の設計群集荷重 $3.5[\text{kN}/\text{mm}^2]$ を満載したときに生じる内部引張力の最大値が、構造解析により $22.6[\text{kN}]$ と得られている。この $22.6[\text{kN}]$ が許容強度を下回れば木製トラス橋へ適用可能となる。表-2よりM10-63、M20-42、M20-63が適用可能である。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]の方が軽い場合M20-42の接合形式が最も作業性が良いこととなる。

表-2 実験結果

| 供試体名   | 実験         |          | 理論         |          |               | 許容強度<br>[kN] | 適用<br>可能性 |
|--------|------------|----------|------------|----------|---------------|--------------|-----------|
|        | 強度<br>[kN] | 破壊性状     | 強度<br>[kN] | 破壊性状     | 挿入板の引張強度 [kN] |              |           |
| M10-21 | 26.6       | 挿入板の引張破壊 | 32.9       | 挿入板の引張破壊 | 32.9          | 8.9          | ×         |
| M10-42 | 65.2       | 挿入板の引張破壊 | 59.3       | 母材のせん断破壊 | 65.8          | 21.7         | ×         |
| M10-63 | 90.4       | 母材のせん断破壊 | 43.1       | 母材のせん断破壊 | 98.7          | 30.1         | ○         |
| M20-21 | 38.7       | 挿入板の引張破壊 | 32.9       | 挿入板の引張破壊 | 32.9          | 12.9         | ×         |
| M20-42 | 69.2       | 挿入板の引張破壊 | 68.5       | 母材のせん断破壊 | 65.8          | 23.1         | ○         |
| M20-63 | 102.6      | 挿入板の引張破壊 | 49.8       | 母材のせん断破壊 | 98.7          | 34.2         | ○         |

#### 5. あとがき

挿入板に木材を使用することで接合部を軽量化し、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ケースの引張実験を行った。その結果、一部理論値と異なる引張強度が得られたが、その他はおおむね理論値と一致した。木製トラス橋への適用性については、3つのケースで適用可能性があることがわかった。そ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M20-42のケースが最適と判断した。このケースでは鋼製挿入板の約半分の重量ですむことになる。

#### 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, pp. 112-119, 2010.
- 2) 平沢秀之, 吉田朋哉, 小池田悠加, 渡辺浩: 木製トラス橋の性能確認試験と外観の経時変化について, 木材利用研究論文報告集10, pp. 5-10, 2011.
- 3) 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.
- 4) 日本建築学会: 木質構造設計基準・同解説一許容応力度・許容耐力設計法一, 2009.