

コンパクトな折り畳み式木製歩道橋の提案

函館工業高等専門学校	学生員	○ 佐藤史織
函館工業高等専門学校	正員	平沢秀之
戸沼岩崎建設株式会社	正員	戸沼 淳

1. はじめに

例年、日本では震災や台風をはじめ多くの自然災害が発生しており、それに伴い土砂崩れにより交通路が遮断され、物資の運搬や人命救助に支障をきたす場合が多くある¹⁾。本研究では、迅速に交通路を復旧させるために、折りたたみ運搬し、現地で短時間展開することが可能な災害復旧用の応急橋を、入手の容易な木材を用いて開発する。本橋梁に関わる既往の研究では1/5スケールでのモデルの作製、ギヤボックスを用いた片側展開が行われている²⁾。しかし、スケールが小さく軽量であるため、実際に人が歩行した際の荷重や自重が考慮されていなかった。そこで、今回の研究では、スケールを1/2にまで拡大し、金物等での補強も加えながら、実際に人が歩行することも想定しての製작성や展開の動作を調べる。

2. 折り畳み式の木製歩道橋の構造概要

2.1 木製歩道橋に求める要件

本研究では災害時に応急橋として使用することを目的としており、歩行者のみの通行を想定している。したがって、対象としたトラス橋の満たす要件としては、(1)橋の材料の調達が容易である、(2)橋の運搬が容易である、(3)架設が容易で短期間に完成できる、(4)解体・撤去が容易である、(5)コストが安い、の5つである。対象が歩道橋であるため荷重があまり作用しないためと、材料の調達の容易さと施工のしやすさの観点から、使用する部材は木材を主としている。

2.2 木製歩道橋の概要

本研究にてプロトタイプを作製するにあたって、市場での流通性の高さと加工の容易さから木材はスギを用いた。長さの異なる60×60[mm]の角材を組み合わせ、図-1のような全長6000[mm]高さ1000[mm]のハウトラスを作製し、桁下部にはパンタグラフとギヤボックスを取り付けることにより、片側から折り畳み、展開が可能な構造の実現を予定している。車いすやベビーカーを含む歩行者通行のみを想定して通路幅1200[mm]、支間長12000[mm]を実寸法とし、その1/2スケールでの設計を行った。今回のプロトタイプの通路幅は600[mm]であり、試験的に人が通行することが可能なサイズで設計されている。

トラスパネルは、水平材1000[mm]×2本と垂直材880[mm]×2本を用いて四角形を作り、そこに斜材1245[mm]を配置した構造となっている(写真-1)。今年度の研究では、スケールが文献2)のものよりも大きくなっているため、金物による補強を行った。自重をできるだけ軽量化するため、150[mm]×150[mm]厚さ1.5[mm]のアルミ板を採用した。これをトラスパネルの裏表四方に取り付け、木ねじで固定している。また、応急橋の展開後にはSS400の鋼材にてトラスパネルの上下2箇所(アルミ板にて補強がなされているところ)をボルトにより締め付ける。このようにしてできたトラスパネル×6面を、荷重の載荷位置を考慮して三種類の大きさの蝶番で図-1二重丸部に取り付ける。このように、折り畳み・展開動作が可能なハウトラスの桁部を完成させる。

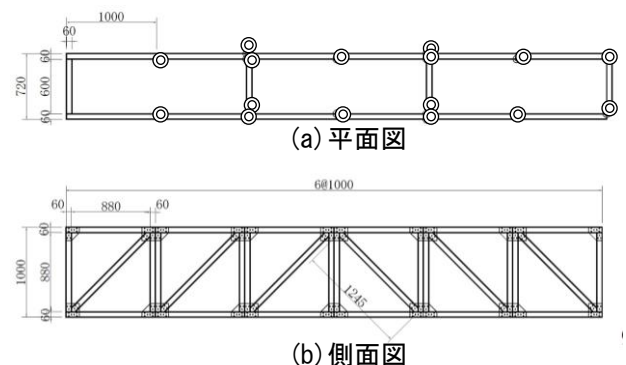


図-1 折りたたみトラス橋完成図

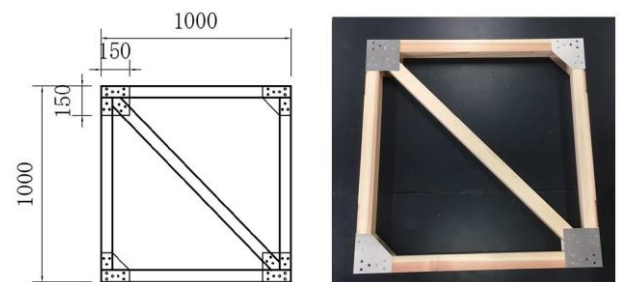


写真-1 トラス1パネルの図面と実際の写真

3. 木製歩道橋の製作

本節では主に主講であるハウトラス部の製作方法について詳細に説明する。今回は、製作の主となる木材の切断、ボール盤での穴あけ、蝶番の取り付け作業について取り上げる。

3.1 木材の切断

木材の長さをそれぞれ所定の寸法値に合わせて直径190[mm]の木工用スライド式丸ノコ(写真-2(a))で切断する。斜材の先端についても角度を45°として同様に切断することが可能である。

3.2 ボール盤での穴あけ

木材には、ボルトを貫入させるための穴をあける必要があった。ボルトM10に対しアルミ板のボルト孔が10.5[mm]のため0.1[mm]単位の精度が要求されるため、正確性を高める必要がある。したがって、トラスパネルの表面にアルミ板を木ねじで取り付けたとに卓上ボール盤にて穴あけ作業を行う。作業は水平に調整した作業機の上で行い、ボール盤はその高さに合わせるために専用の台を作製した。スギは比較的柔らかい木材のため、卓上ボール盤の回転数は比較的少なめな730[min^{-1}]に設定し10.5[mm]径のドリルを取り付けゆっくりとドリルを下ろし、穴あけを行った(写真-2(b))。



(a) 丸ノコを使用した切断

(b) ボール盤での穴あけ

写真-2 小型歩道橋の製作風景

3.2 蝶番の取り付け

ボール盤での穴あけ作業ののち背面にもアルミ板をとりつけ、出来上がったトラスパネルを、蝶番を用いて折り畳み・展開が可能な形にとりつける。こちらは、構造がやや複雑になるため事前にCADで作成した図面と既往研究で作成したモデルを見ながら間違いのないよう取り付ける。完成した模型の大きさや重さに配慮して、蝶番は事前に展開時(片持ちの状態)にかかる自重を計算した上で大きさの異なる3種類の蝶番を用いた。また、蝶番には芯棒の分の厚みが裏面にも生じるため、木材をグラインダーで一部削り、蝶番が浮かないように配慮を施した。6面のハウトラス2部材と横梁を取り付ける際には、一度長さ720[mm]の木材を複数本用いて橋軸直角方向に仮止めをし、蝶番とアルミ板の位置は重なってはならないため150[mm]の台の上に横梁を設置し作業を行った。横梁とハウトラスとを蝶番で接着する際には(1)木ネジの位置が木材の接着位置に近づかない、(2)上下2箇所の蝶番の芯棒は同一直線上にある、(3)蝶番の芯棒の位置が折り畳みの中心となるようにする、この3点が特に重要になった。

このようにして、総重量85[kg]、折りたたみ時の厚さ約360[mm]、展開時の厚さ6000[mm]の折りたたみ・展開の可能な応急歩道橋のトラス桁部が完成した。完成後には、滑らかな床の上での折り畳み・展開動作の実験を行った。折りたたんで固定端側を抑えた状態で自由端部を引っ張ると、想定通りに蝶番が開き、著者一人の力でスムーズに応急橋を展開させることができた(写真-3)。

4. おわりに

今回の研究により、実際に人が歩行できる規模でのプロトタイプでの折り畳み・展開動作がスムーズに行えることを確認できた。複数の木工機材を用いて精度を追求し、金物を用いた補強によって更なる安定性を実現している。今後は固定端部の製作とパンタグラフ、ギヤボックスの取り付けを行い、片側からの簡易展開を実現するとともに、完成したモデルでの歩行実験や強度試験を行うことが検討課題となる。

参考文献

- 1) 平沢秀之: 応急橋を想定した木製トラス橋の研究, 橋梁と基礎 特集 災害復旧で活躍する技術・橋梁, pp107-110, 2012.
- 2) 平沢秀之, 安齋穂実, 戸沼淳: 折り畳み式小型軽量木製トラス橋の開発, 土木学会第72回年次学術講演会講演概要集(DVD-ROM), V-578, 2017.



(a) 展開前



(b) 展開中



(c) 展開完了

写真-3 展開の様子