

組み立てが容易な木製ハウトラス橋の人力架設実験

Human power erection tests of timber Howe truss bridge to be assembled easily

函館高専 学生員 ○関口 拓哉 (Sekiguchi Takuya)
 函館高専 学生員 関本 颯士 (Sekimoto Soushi)
 函館高専 正 員 菊池 幸恵 (Kikuchi Yukie)

函館高専 正 員 平沢 秀之 (Hirasawa Hideyuki)
 函館高専 学生員 村木 元春 (Muraki Motoharu)

1. まえがき

災害時に必要とされる緊急仮設橋は、平常時に計画、設計、施工される永久橋とは異なる性能が要求される。特に、災害直後の人命救助や物資輸送のためには、架設時間は極力短時間であることが求められる。架設時間を短縮化するには、できるだけ単純な構造にすること、接合部の構造や接合部材を共通化することが望ましく、災害時の状況を考慮して人力での組み立てが可能であることも重要と考えられる。このような性能を備えた災害復旧用の橋梁として、著者らはスギ材を利用した支間長10mのハウトラス橋を開発中である¹⁾。

この橋梁は、災害現場での組み立て時間を短縮化させるため、トラス部材を1本ずつ連結するのではなく、上弦材、斜材、下弦材、垂直材をあらかじめ連結したパネル²⁾を作製しておき、このパネルを現場で連結して完成させる形式とした。架設実験は、函館高専の校舎内で行ったが、災害時を想定して電動工具は使用せず、ボルト締め用のスパナのみを使用し、作業人数も6名に限定して実施した。

2. ハウトラス橋を構成するパーツ

図-1は架設前のパーツの状態を保管されることを想定したトラスパネルである。木材はスギ材を使用している。これらの木材を接合するために四隅に105×105mmの鋼板を1か所当たり2枚用い皿ねじで接合している。

図-2は垂直材、上弦材、下弦材で構成される横パネルである。歩行者が通行する空間を確保するため、対傾構などのブレース材は配置せず、接合鋼板により形状を保持している。本研究のハウトラス橋を構成する主構造は図-1、図-2の2種類のみで、その他に床版、横構として用いるワイヤー、ターンバックル等の金物類である。

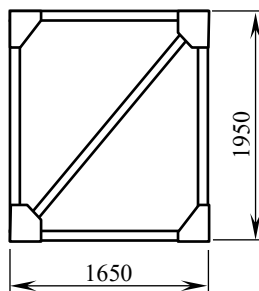


図-1 トラスパネル

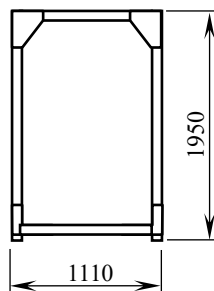
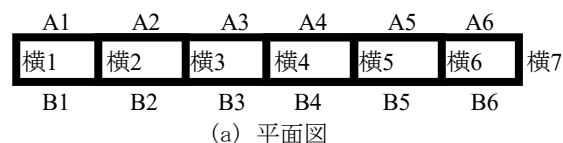
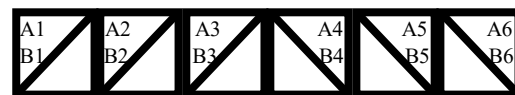


図-2 横パネル

本トラス橋はトラスパネルA1～A6及びB1～B6を連結してトラス主構A、Bとし、AとBを横パネル横1～横7で連結して全体構造を形作る。図-3は連結させて完成した状態を表している。なお、A1～A6、B1～B6はすべて同一の寸法・形状となっている。



(a) 平面図



(b) 側面図

図-3 パネルの連結

3. 架設手順

本研究での架設実験の手順は次の通りである。

- (1) 実験室から廊下へトラスパネル、横パネル、土台用木材を運搬する。
- (2) 土台用木材及びその上に横パネル(横4)を設置。
- (3) 土台用木材及びその上にトラスパネル(A3)を設置。
- (4) 横パネル(横4)とトラスパネル(A3)をボルト接合する(連結後は自立する)。
- (5) 土台用木材及びその上にトラスパネル(B3)を設置。
- (6) トラスパネルA3とA4を接合する。
- (7) (2)～(6)までの作業を繰り返し支間中央から支点方向へ残りのトラスパネルと横パネルを連結する。
- (8) ボルトナットの本締めを行う。
- (9) 上下横構(ワイヤー・ターンバックル等)を取付け。
- (10) 床版を設置する。



写真-1 作業状況

4. 鋼板-ボルト接合

写真-2に示すトラスパネル同士を接合するための鋼板は3種類ある。写真左側の鋼板は支点中央のトラスパネル上部同士を接合するために裏表計4枚用いる。写真中央の鋼板は支点中央のトラスパネル下部同士を接合するために裏表計4枚用いる。写真右側の鋼板はそれ以外の個所を接合するために32枚用いる。これらの鋼板を接合するのにM16のボルトを使用する。

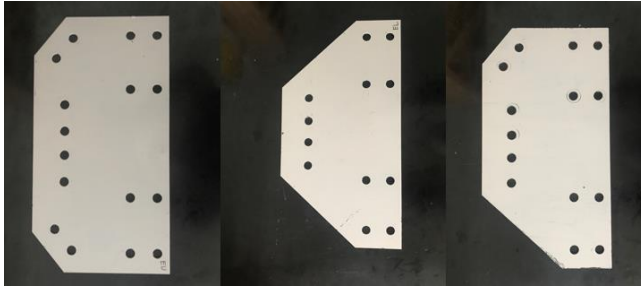


写真-2 トラスパネルの接合に用いる鋼板

これらの鋼板は図-4の点線部の接合に使用する。その際ボルト孔の位置を正確に合わせる必要がある。そのため、本実験では図-4に示すように土台用木材を支点とし、上下方向に微調整をすることで作業を容易にした。

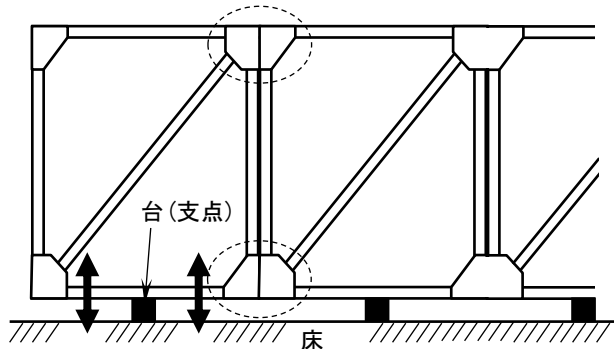


図-4 連結部位置合わせ

5. 作業性・作業時間

本実験で運搬するトラスパネルの重量は約49kgfであり、運搬する際には4名程度必要となる。しかし、補助する人も必要のため、最低でも6人必要である。作業性についてはボルトナットをスパナを用いて手作業で締めしたが、問題なく締めることができた。

本実験での架設時間の計測は、実際に使用される状況を想定しトラスパネルが運搬されてから時間を測定する。作業時間を計測する方法は以下の2つとする。

- ① 時計を用いて時刻計測（スタート、一時停止、ストップ）を行う。
- ② ストップウォッチで経過時間を計測する。

各トラスパネル・横パネルの架設時間を表-1に示す。表-1の作業に加え、本締め作業で約35分、ターンバックル・ワイヤーの取り付けには約28分かかり、床版を設置する作業では約8分かかった。これらの作業にトラス

パネル・横パネルの運搬作業の時間を加え総架設時間は5時間31分となった。

表-1 トラスパネル・横パネルの架設時間

トラスパネル	架設時間	トラスパネル	架設時間
A1-A2	13 分	B1-B2	12 分
A2-A3	17 分	B2-B3	17 分
A3-A4	15 分	B3-B4	21 分
A4-A5	15 分	B4-B5	23 分
A5-A6	18 分	B5-B6	18 分
合計	78 分	合計	91 分
平均架設時間	15.6 分	平均架設時間	18.2 分
総架設時間		169分	
総架設平均時間		16.9分	

横パネル	架設時間	横パネル	架設時間
A1-横パネル-B1	13 分	A4-横パネル-B4(2)	14 分
A2-横パネル-B2	9 分	A5-横パネル-B5	8 分
A3-横パネル-B3	10 分	A6-横パネル-B6	11 分
A4-横パネル-B4(1)	14 分	合計	79 分
平均架設時間		11.3分	



写真-3 完成した木製ハウトラス橋

6. あとがき

本実験での架設時間は5時間31分と短時間で架設することができた。また、架設中ではトラブルが発生することなく組み立てることができた。このことから、実際の災害現場に適用することができると考える。また、今回の架設実験では、作業人数を6名に限定して行ったが8名以上になると、支間中央から両端へ向かい同時に架設することが可能なためさらなる架設時間短縮が見込める。

参考文献

- 1) 関本颯士, 平沢秀之, 関口拓哉, 菊池幸恵: 災害復旧用木製ハウトラス橋の設計と製作, 土木学会北海道支部論文報告集第77号, 2020, (投稿中)。
- 2) 平沢秀之・佐藤史織・戸沼 淳: 折り畳み構造を有する応急橋の模型試作, 木材利用研究論文報告集17, 77-82, 2018。