

災害時の通路確保のための緊急仮設橋について

Emergency foot bridge to secure a walkway under natural disasters

函館高専 正員 ○平沢 秀之 (Hirasawa Hideyuki)

函館高専

小泉 楓 (Koizumi Kaede)

函館高専 菊池 幸恵 (Kikuchi Yukie)

戸沼岩崎建設(株) 正員 戸沼 淳 (Tonuma jun)

函館高専 学生員 佐藤 史織 (Sato Shiori)

1. まえがき

令和元年は、8月26～28日に発生した九州北部豪雨や、10月11～12日に関東から東北を襲った台風19号など、人的被害を伴う自然災害が多発した¹⁾。ひとたびこうした災害が起きると交通路が分断され、物資輸送や人命救助に支障を来す場合がある。災害後の復旧において、交通路の確保は重要で優先度は高いと言える。

これまで著者らは、自然災害により集落が孤立し、人々の往来が遮断されたケースを想定し、素早く橋を架けて通路を確保する折り畳み式緊急仮設橋の開発を行ってきた²⁻⁴⁾。本研究はこの橋梁を用いて実施した屋外架設実験について報告するものである。既に実用化されている従来の緊急仮設橋⁵⁾は、実際に災害時に供用され実績があるが、架設時間は数日程度を要している。ここで報告する折り畳み式緊急仮設橋は、半日以下で架設が完了し、人命に関わるケースで72時間以内の救助が求められる際などにも適用できることを目指している。

2. 折り畳み式緊急仮設橋の概要

実験供試体は図-1に示すような支間長6[m]、幅員0.6[m]のハウトラス橋である。トラス主構は60×60[mm]の断面の道南スギとしている。下横構は展開後に設置する。トラス1パネルは上下弦材、斜材、垂直材から成り、それぞれの端部の部材同士の接合は、アルミ板を両面で挟んで木ねじで固定する方式としている(写真-1)。

このトラス橋の折り畳んだ状態から展開中の状態を表したものが図-2である。保管及び運搬時は図-2(a)のように極めてコンパクトなサイズになる。図-2(b)の展

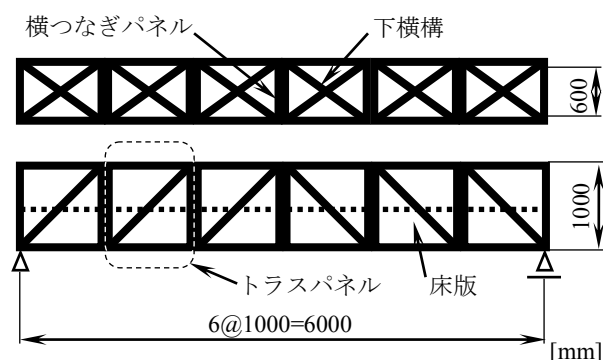


図-1 折り畳み式緊急仮設橋概略図(展開後)

開は、架設専用の台を架設現場に置き、台の上で人力で折り畳み橋を展開する。トラスパネル同士及び横つなぎパネルは鋼製の蝶番により連結されている。

展開完了後、上弦材同士、下弦材同士を鋼板を用いたボルト接合により連結する。ボルトはM10の六角普通ボルトを使用している。更に、格間ごとに下横構を下弦材同士を連結した鋼板にボルト接合する。床版は図-1の点線の箇所に横つなぎパネルの上に板材を敷き並べて設置する。

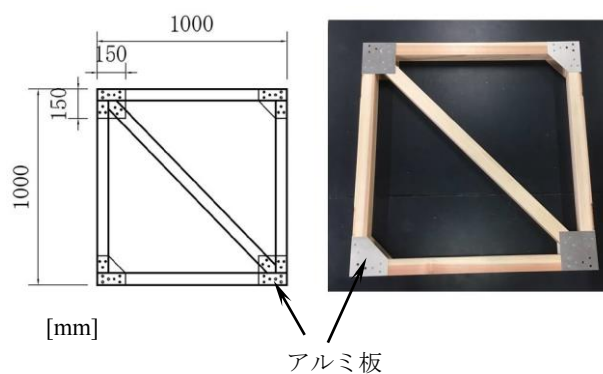
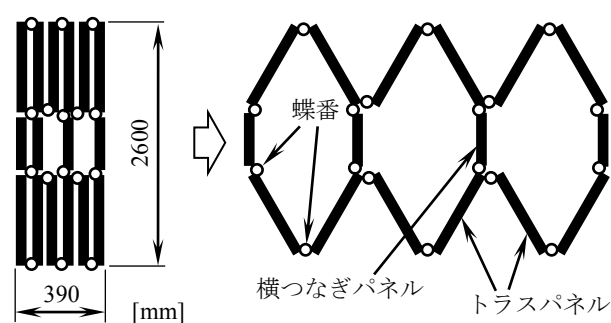


写真-1 トラスパネルの製作



(a) 折り畳み状態

(b) 展開中の状態

図-2 折り畳み-展開のしくみ(平面図)

3. 架設実験

折り畳み式緊急仮設橋は、短時間に少人数で簡単な工具類のみで組み立て架設することができるよう考案したものである。これを実証するために、屋外架設実験を2019年9月18日に実施した。

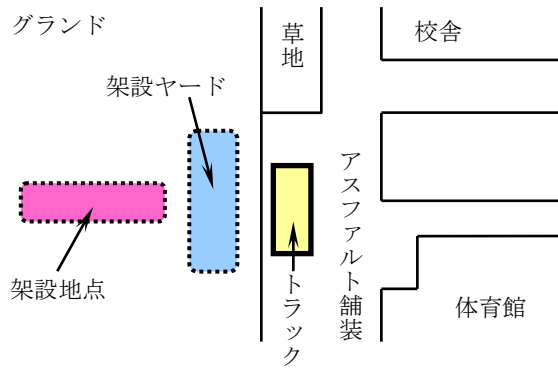


図-3 架設地点の概略図



(a) 積み込み作業



(b) 積み込み完了時の状況

写真-2 折り畳み橋の運搬

架設場所は、函館高専内のグラウンドとし、折り畳み橋梁を保管している橋梁工学実験室からグラウンドまでトラックで運搬するものとする。グラウンドには、図-3のように架設地点及び展開作業を行う架設ヤードを想定したエリアを設けた。

架設は6名が担当し、以下の手順で行った。

- ①橋梁本体、架設資材等のトラックへの積み込み
- ②トラックで移動
- ③架設ヤードに架設台設置、資材等積み降ろし
- ④架設台上で折り畳み橋の展開
- ⑤連結金物の取り付け、下横構の取り付け
- ⑥クレーン一括架設による架設地点への橋梁の設置

3.1 小型トラックによる運搬

橋梁本体及び連結金物、ボルト・ナット、架設台等の資材を写真-2の3トン積みトラックで運搬する。折り畳んだ状態での橋梁本体(床版、ボルト等を除く)の重量は85[kgf]と軽量で、大きさも小さいため小型トラックで問題なく運搬できる。トラックには2.93トンクレーンが付いており、積み込みと積み降ろしが容易にできる。積み込みのための作業人員は6名(うち1名はトラックの運転とクレーン操作)であったが、3名程度でもそれほどの時間をかけずに積み込められると思われる。

3.2 現場架設

図-3の架設ヤードを想定した場所の側方にトラックを停車させ、橋梁本体と架設資材等をトラックから降ろす。架設ヤード内にまず架設台を設置する。架設台とは、折り畳み橋を展開させるために一時的に橋を載せる台である。架設台を設置した状況を写真-3に示す。架設台は桁と支点から成り、桁は2本のツーバイフォー材を使用しており、その全長は2450[mm]である。架設台と折り畳み橋の断面を図-4に示す。

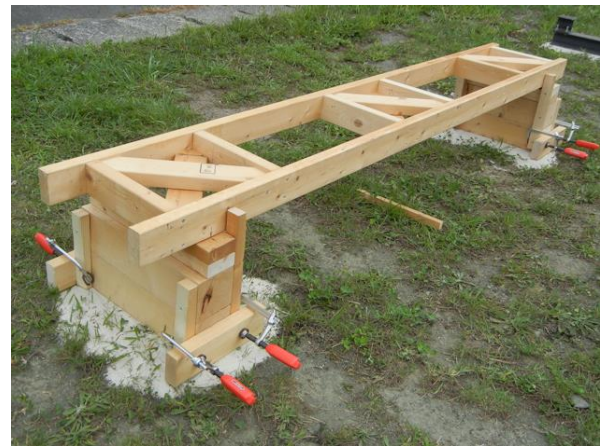


写真-3 架設台

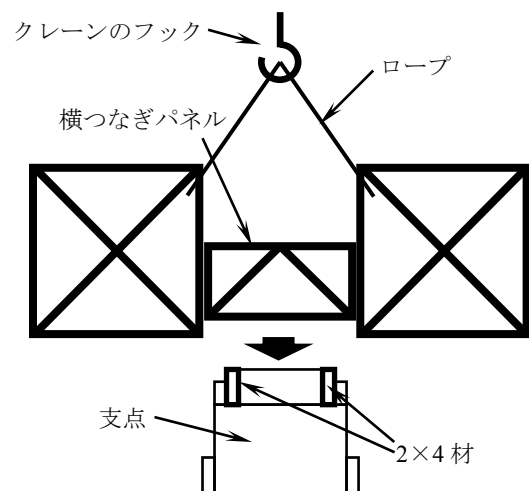


図-4 架設台の断面と折り畳み橋の設置

折り畳まれた状態で橋を架設台上へクレーンで降ろす。ツーバイフォー材の支間中央部に橋の横つなぎパネルを着地させ、クレーンのフックを外す。このときの状況を写真-4に示す。架設台は勾配が生じないよう、水平に設置しておく必要がある。



写真-4 架設台上に折り畳み橋を降ろす作業



写真-5 架設台上で橋を展開

架設台上に橋を置いた後、両端部のトラスパネルを橋軸方向に引っ張りながら展開させる。架設台の桁(ツーバイフォー材)の上面には、あらかじめシリコンスプレーを塗布しておき、滑りやすくしている。橋の展開は、架設台の桁上を横つなぎ材の下弦材が滑りながら行われる。このとき、架設台の桁上で木材同士の摩擦力が生じているが、この摩擦力は小さく、人力で展開させる作業は容易であり、作業時間は4分であった。展開作業は、2名の作業者が橋の両端で同程度の移動量となるように注意しながら、且つ、もう1名の作業者が橋軸直角方向には大きく移動しないように監視しながら行われた。展開中の状況を写真-5に示す。

展開後の支間長は、幅1000[mm]のトラスパネルが橋軸方向に6枚つながり、6000[mm]となる。このとき、各トラスパネルは鋼製の蝶番のみで連結されている。この

ため、連結部を強固に補強するために、鋼板を用いたボルト接合を行った。上弦材には160×60×3.2[mm]の鋼板を2枚用いてM10のボルトを使用し、下弦材には同じ寸法の平鋼板とL4×60×60mmのアンクル材(長さ=160[mm])をセットで用いてM10のボルト接合とした。アンクル材のフランジ部には下横構の端部がボルト接合される。写真-6はスパナを用いたボルト締めめの状況を示している。作業は6名で行い、30分で完了した。



写真-6 連結板の取り付け

連結板取り付け後、下横構の取り付けを行った。下横構は60×12[mm]の断面を有するスギ材で、図-1のように対角線状に配置する。架設台が下横構取り付けの妨げになるため、一旦、クレーンにより橋全体を持ち上げ、架設台を撤去し、両端部にH鋼を敷いてその上に橋を着地させた。クレーンによる上げ下げと下横構取り付けに21分を要した。



写真-7 一括架設

最後に、架設ヤードの位置から近接する架設地点へ、クレーン一括架設により橋梁の設置を行った(写真-7)。クレーンは運搬に使用したトラックに備えられたクレーンを使用した。このクレーンは、本来はトラックへ荷物を載せる、または降ろすためのものであり、橋の一括架



写真-8 架設完了

設への使用は適切ではない。今回の実験では、橋が軽量で作業半径が小さく、クレーンの能力の範囲内であったため、一括架設にも使用した。支点位置にはあらかじめH鋼を設置しておき、災害時の簡易的な橋台として使用することを想定して、その上に橋を着地させた。一括架設に要した作業時間は5分であった。写真-8に架設が完了した状況を示す。

トラックが架設ヤードに到着した時間から、一括架設が完了する時間までを計測した結果、85分となり極めて短時間での架設が可能と実証された。災害復旧において特に緊急性が高い場合は、折り畳み式の本橋梁が有効と考えられる。

4. 実用化に向けた課題

今回の架設実験で使用した供試体は、支間長6[m]の模型であるため、実物大モデルでの架設実験および構造的な確認するための実験が必要である。構造的には、以下の検討を進める必要がある。

(1) 床版の設置位置：

歩行を容易にさせるため、床版の位置を下方にし、下路橋とする。今回の模型では、中路橋としており、実際の歩行を考えると1～2段の踏み台が必要であった。

(2) ストラット・上横構の設置：

ポニートラスを避けるため、上弦材同士を連結するストラット及び上横構を設置する。歩行空間を確保するため、成人の身長より高い位置にこれらの部材を取り付ける。これに合わせてトラス主構の高さも検討する必要がある。

また、運用面において以下の課題を解決する必要がある。

(3) 緊急仮設橋の部材の保管場所と管理：

災害時に備えて、適切な場所で保管し、保管中に腐朽

しないよう管理する。管理者(自治体または民間等への委託など)を定める必要もある。

(4) 災害時の運搬と現場架設の体制の整備：

運搬のためのトラック、架設のためのクレーン、架設作業者の確保をどうするか。災害時の連絡体制もあらかじめ決定しておく。災害時の対応について、協定を結んでいる場合は、緊急仮設橋の扱いを盛り込んでおく。

(5) 部材の使用履歴の管理：

緊急仮設橋として複数回使用すれば、部材は傷などの損傷を受け、再利用が困難になり得る。部材の使用履歴を記録して、必要に応じて部材を新規調達しておく必要がある。

5. あとがき

従来の応急橋より遥かに素早く架設できる折り畳み式トラス橋を開発し、架設実験を実施した。小型トラックを使用して実際に積み込む、降ろす作業も行った。架設時間を測定したところ、作業人数を6名として約1時間半で完成した。架設ヤードでの展開、組み立て作業はすべて手作業で行い、電動工具類は使用していない。橋梁部材や連結金物、その他架設資材は小さく軽量で持ち運びが容易である。ただし、折り畳み橋の本体のみ、クレーンを使用して上げ降ろしを行った。

実用化に向けた課題として、実物大モデルを製作する際の構造的な課題と、災害時に本橋梁を使用する場合の運用面での課題を示した。今後は実用レベルに近づけられるよう研究を進めていく予定である。

本研究は日本学術振興会科研費(基盤研究C, 課題番号18K04673)の助成を受けた。ここに謝意を表す次第である。

参考文献

- 1) 内閣府：防災情報のページ, <http://www.bousai.go.jp/index.html>
- 2) 平沢秀之, 渋谷大雅：架設時間を短縮できる災害時応急橋の開発, 木材利用研究論文報告集14, pp. 86-89, 2015.
- 3) 平沢秀之, 佐藤香純：折り畳み式応急橋における展開工法の開発, 木材利用研究論文報告集15, pp. 46-48, 2016.
- 4) 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.
- 5) 技術資料 仮橋のラインナップ, 橋梁と基礎Vol. 46, 第8号, pp121-130, 2012.