



Title	災害時の緊急仮設に適した木製トラス橋に関する研究
Author(s)	戸沼, 淳
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	乙第7238号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.r7238
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99854
Type	doctoral thesis
File Information	Jun_Tonuma_abstract.pdf, 論文内容の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（工学） 氏名 戸沼 淳

学 位 論 文 題 名

災害時の緊急仮設に適した木製トラス橋に関する研究
(Study on timber truss bridges for quick construction at disaster)

近年頻発している甚大な自然災害は道路、鉄道、電気、水道等のライフラインを分断させ、人々の命や生活を脅かしている。分断された交通路を通行するための仮橋には工事用の仮橋や災害復旧用の仮設橋の事例はあるが、いずれも架設に数日から数週間を要し、架設ヤードとしての場所も必要とする。災害発生時の人命救助、物資輸送に適したものではなく、現在の所 72 時間以内を目的とした応急橋は開発されていない。地球温暖化防止のための取り組みにおいて、森林は二酸化炭素の吸収源として、また再生可能な資源である木材の供給源として注目されているが、国産木材の利用は外材の輸入増加に伴い、減少傾向にあり林業が衰退している。新たな国産木材の利用が模索されており、公共工事において、土木、建築分野での利用促進が推進されている。

そこで本研究では災害時に短時間にかつ簡易に架設可能な応急仮設橋の開発を目的として、部材には木材を適用するものとした。2 つの形式の木製緊急仮設橋の開発を行っており、一つはワーレントラス構造に着目した、短時間に人力で組立可能な木製ワーレントラス橋である。2010 年に開発を行い、さらに、部材、接合部を改良し、より短時間の架設が可能で軽量化されたワーレントラス橋を開発した。開発した橋梁については、架設実験、強度試験を通して実証を行った。もう一つの形式の緊急仮設橋は、より一層の架設時間の短縮を目指し、折り畳まれた構造を架設現場で展開する全く新しい橋梁構造を開発した。橋梁の形式は、木製折り畳み式トラス橋とし、折り畳んだ状態で災害現場までトラック輸送し、現地で展開させて橋梁構造物を形成させるものである。この形式についても、架設実験、強度試験を行い実証を行った。

本論文では開発を行った緊急仮設用ワーレントラス橋 (2010 年モデル、2019 年モデル、2023 年モデル)、および急速施工を可能とする折り畳み式木製ハウトラス橋の開発について述べている。論文は以下に示すように 5 章より構成されており、各章で得られた知見をまとめると以下のようになる。

第 1 章では、研究の背景、目的について述べている。最近の主な自然災害を紹介し、災害時に交通路が遮断された場合、緊急仮設橋を設置していち早く人命救助や物資輸送を行うことの重要性を述べている。また大気中の二酸化炭素濃度の世界平均や年平均気温偏差が年々上昇している現状を示し、国内では樹木が貴重な二酸化炭素の吸収源として認識されており、これに着目した国内の土木事業を含む公共建築物への木材利用推進の取り組みを紹介している。また災害が発生した際の被災者救助に用いられる「72 時間の壁」の概念の重要性と現在まで 72 時間以内を目的とした応急橋が開発されていない現状に触れ、本研究が対象とした緊急仮設橋について述べている。

第 2 章では、自然災害による橋梁被害と災害復旧用橋梁の実例を紹介し、永久橋・応急橋の要求性能を述べ、一時的な使用に限られる災害時用の仮橋や工事用の仮橋等の応急橋は、常設橋とは異なる性能を必要とされており、特に災害時用の応急橋には「架設時間が短時間であること」が保有すべき性能として重要であることを述べている。本研究では人命救助や物資輸送などより緊急を要する発災後 72 時間以内を対象とすることを提示し、緊急仮設橋への木材適用の有用性に触れ、本研究の

対象橋梁の材料を木材とし、以下の要求性能をもとに開発に取り組むことを明示している。

- (1) 製作・架設時間: 製作時間 4 時間以内, 架設時間 4 時間以内
- (2) 製作容易性 : 部材は軽量で, 人力且つ少人数で組み立てできる
- (3) 強度・耐久性: 緊急時の活荷重に対する強度確保. 耐久性能は付与しない
- (4) 運搬性 : パーツまたは半完成品がトラック輸送できる
- (5) 架設性 : 組み立て・架設ヤードの確保が容易で, 短時間で架設できる工法を選択する

第 3 章では災害時に短時間で架設することが可能な木製ワーレントラス橋を提案し、その実用性を検証している。2010 年に開発したワーレントラス橋 (2010 年モデル) は、支間長 10m, 幅員 1.2m を有し、トラス部材には 120 × 120 mm のスプルー材を使用した。2019 年にはトラス接合部を改良し、さらなる軽量化を目指し部材、接合部の変更を行った (2019 年モデル)。トラス橋としての挙動を確認するため、静的載荷試験を行い、トラス要素を用いた平面骨組構造解析で挙動を予測できることを確認している。2023 年モデルでは前モデルの課題であった橋軸直角方向の剛性の弱さを改良するとともに、接合部の強度と組立効率の向上を図った。接合部の強度向上については破壊形態が集合型せん断破壊となるようトラス部材のボルト配置を変更した上で引張試験を実施し、安全性の確認をしている。また床桁の接合に折り曲げ鋼板を用いて、組み立て効率向上を図った。折り曲げ部の安全性を確認するため、載荷試験を実施している。屋内架設実験の際、完成後の橋梁の支間中央部の斜材に橋軸直角方向に人力加振を試みて、2019 年モデルの課題であった橋軸直角方向の剛性の向上を確認している。屋外架設実験においては大幅な作業効率の向上を確認した。

第 4 章では、より一層の架設時間の短縮を目指した、木製折り畳み式トラス橋の開発について述べている。この形式は、折り畳んだ状態で災害現場までトラック輸送し、骨組構造を展開させて橋梁構造物を形成させている。本体は保管場所でほぼ完成させた状態で折り畳み、現地での施工は展開作業だけとし、展開のための作業には特別な重機等を必要とせず、人力のみで行える橋梁の開発について述べている。展開方法は、専用の架設台を考案しその架設台上を滑らせて展開するものを開発した。2 分の 1 モデルでは、展開動作は問題なく動作した。また、静的載荷試験を実施し、ハウトラスとしての構造性能を有していることを確認した。屋外展開実験では、極めて短時間で架設が可能であることを実証している。実物大モデルについて屋外架設実験を行い短時間で架設可能なことを実証した。この架設実験では、連結鋼板の重量と展開後の組立作業時間が課題とされたため、連結部を合理化した新たな蝶番を考案した。改良したモデルについて屋外架設実験及び新たな蝶番の強度試験を行い、安全性及び施工性について検証している。

第 5 章では、各章で明らかになった知見を総括し結論としている。また今後の研究課題としてあげている自動車荷重にも抵抗できる緊急仮設橋の開発について述べている。