

緊急仮設橋の要求性能と橋梁形式及び架設工法について

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

1. はじめに

近年、我が国では自然災害が多発しており、2018年の1年間だけを見ても、6月18日の大阪府北部での地震(マグニチュード6.1、震度6弱(大阪市、高槻市等))、7月7日の西日本における記録的豪雨(倉敷市において堤防決壊による浸水被害や土石流発生)、9月6日の平成30年北海道胆振東部地震(マグニチュード6.7、震度7(厚真町)、**写真-1**)、9月30日に和歌山県に上陸した台風24号(西日本から東北にかけて家屋・農地被害、塩害による停電)等、多くの災害に見舞われた。今後も地震、異常気象や台風に伴う風水害等は確実に起こり得ると想定し、数十年以内には、南海トラフ大地震、首都直下型地震、富士山の噴火といった大規模災害が発生することも念頭におきながら防災減災対策を進める必要がある。



写真-1 平成30年北海道胆振東部地震による被害

自然災害により地域の暮らしや産業に壊滅的ダメージを与えることがある。この場合、中長期的な視点に立って地域の復興計画を策定し遂行していかなければならない。一方、被災して怪我人を救助する必要があるとき、集落が孤立して物資を運ばなければならぬとき、病院から患者を搬送する必要があるときなど、極めて短時間に対応しなければならないケースもある。特に人命に関わるケースでは、72時間以内の救助がしばしば求められる。

そこで本報告では、自然災害により被災地へのアクセスのため緊急に橋梁を架設する状況を想定し、緊急仮設橋に求められる性能や適する橋梁形式、架設工法について考察する。通常の橋梁建設は、調査、計画、設計、製作、架設のプロセスを長時間かけて遂行されるが、ここでは可能な限り時間短縮できる方法及び製作架設の容易な方法を考える。従って、従来の道路橋や歩道橋に関する設計基準の規定を逸脱する設計思想を含んでいる。

2. 要求性能

被災地へのアクセス用橋梁に要求される性能を検討するに当たっては、現地の状況や橋梁の用途など、様々な条件を考慮する必要があるが、ここではある程度条件を絞り込み、その条件下で満たすべき性能を考える。すなわち、(a)被災してから24時間以内に供用できる、(b)車いすが通れる幅員を有する歩道橋に限定、(c)支間長は10~12m程度とする、(d)緊急物資輸送または人命救助のための用途、(e)主要な構造材料を木材とする。(f)復旧が進んだ段階で撤去する、の前提条件を設定する。

2.1 製作性

災害が発生してから材料を調達し製作を開始するのでは、上記の条件(a)を満たすことはできない。よって、材料はあらかじめ入手済みで保管されており、災害が発生してから製作を開始すると想定する。または、製作もあらかじめ進めておき、半完成品の状態で倉庫などに保管しておくことも考えられる。前者の場合、橋梁部材(パーツ)は所定の寸法に加工済みで、ボルト孔も全て完成された状態になっていなければならない。ここで製作とは、パーツの状態から連結(ボルト締め)の作業を経て橋梁本体が完成する工程を意味する。条件(a)には、架設位置を特定する時間(災害発生後12時間程度)、輸送時間(約4時間)、架設時間(約4時間)が含まれることを想定すると、製作時間として4時間以内と設定される。

次に製作の容易性について検討する。災害現場では、製作するための機械類(溶接器、電動工具等)は使用できないことを想定すべきである。そのため作業の多くは人力によることとなる。溶接が必要な場合は、あらかじめ工場で行っておき、パーツとして保管しておく。災害現場でパーツを人力で持ち運ぶためには、重量は20kg程度以下に抑えることが望ましい。パーツの種類は極力減らし、寸法やボルト孔の位置は共通化する。こうすることで、技術者が足りなくても、あるいは図面で確認しなくても容易に製作できる。

2.2 強度・耐久性

木歩道橋の設計では設計基準が国内では整備されていないため、各種設計資料^{1,2)}を適用したり、立体横断施設³⁾、道路橋⁴⁾や建築物⁵⁾の設計基準を準用している。歩道橋の設計荷重はこれらの基準類によると、床版および床組を設計する場合は5.0kN/m²、主桁を設計する場合は3.5kN/m²と規定されている。これらは特に混雑しているときの群集

キーワード：緊急仮設橋、災害復旧、木橋、歩道橋、要求性能
 連絡先：〒042-8501 函館市戸倉町14-1、TEL&FAX 0138-59-6390

荷重として5~7人/m²を想定した値である。しかしながら、緊急仮設橋ではこのような群集荷重が静止して作用するとは、条件(d)により考えにくい。ここでは、車いすや物資を載せた台車とそれを押す歩行者を活荷重と想定し、それに対して十分な強度を保有すれば良いと考えた。

緊急性の高い用途として使用した後は、徐々に復旧も進み本格的な仮橋や永久橋が架設されることになるため、条件(f)により撤去される。従って緊急仮設橋の供用期間は1か月程度~数か月程度の短い期間と考えられる。このため木材の耐久性向上策は、雨水の滞留に配慮する程度で防腐処理は不要と考えられる。ただし、倉庫での保管が長期間になる場合は、含水率に注意が必要となり、場合によっては木材保護塗装などの防腐処理を行う必要がある。

2.3 運搬性

パーツの持ち運びに関しては、2.1での記載の通り人力で容易に運べる重量とする。人力による運搬は、パーツを倉庫からトラックへの運搬時と、災害現場での製作時に限定される。橋梁を半完成品の状態で運搬する場合は、人力ではなく、クレーンを用いるものとする。

トラック輸送に関しては、パーツを荷台に載せる場合に問題となることはほとんどないが、半完成品を載せる場合はその大きさ(長さ、幅、高さ)に注意が必要である。また、災害地に大型車両が侵入できないケースも考えられる。トレーラーが入れない狭隘な場所もあり得るため、製作性と架設性も考慮しながら輸送手段を選択する。

2.4 架設性

災害現場で可能な限り短時間で架設することが求められる。ここでは架設に要する時間を4時間以内と設定する。架設地点に近接して、製作のためのヤードが確保できなければならない。その広さは大型トラック3台分程の敷地面積が必要と考えられる。その大きさであれば、橋梁本体、トラック、クレーン車のスペースとして使える。架設時間の制約から、ベントなどの支保工や足場の設置は困難であり、架設工法は限定される。

以上の2.1~2.4の各項目で検討した緊急仮設橋に求められる性能を表-1の通りまとめた。

表-1 木製緊急仮設橋の要求性能

前提条件	本文中の(a)~(f)
製作・架設時間	製作時間：4時間以内、架設時間：4時間以内
製作性	部材は軽量で、人力且つ少人数で製作できる。
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。
運搬性	パーツまたは半完成品がトラック輸送できる。
架設性	架設ヤードが確保でき、短時間で架設できる工法を選択する。

3. 緊急仮設橋の橋梁形式と架設工法

ここで示した要求性能を満たす橋梁形式として、木製ワーレントラス橋(写真-2)⁶⁾と木製折り畳み式トラス橋(写真-3)⁷⁾を提案する。前者はトラス部材の部材長を2500mmに統一し、ボルト孔の直径及び位置も統一化されている。製作架設は、(1)すべて人力、(2)製作は人力、架設は人力+クレーン使用、(3)製作は人力、架設はクレーン一括架設、の3通りを実施した。製作+架設時間は、(1)4時間半、(2)4時間半、(3)4時間となり、要求性能を十分満足する。



写真-2 木製ワーレントラス橋



写真-3 木製折り畳み式トラス橋

後者はハウトラス形式であり、1パネルごとに蝶番で連結され、折り畳むことができる構造となっている。トラック輸送時は折り畳まれて(半完成品の状態で)コンパクトになる。架設工法は、(1)片持ち支持して展開し自由端を対岸に到達させる工法、(2)ヤードで展開し、完成した状態で一括架設する工法、の2通りを想定しており、現場での製作架設時間は前者より大幅に短縮できる。

4. おわりに

自然災害の増大に伴い、緊急仮設橋の必要性は今後益々高まると予想されるが、その位置づけは明確でなく設計基準も整備されていない。本報告では設計の基本となる要求性能を種々の観点から設定することを試みた。前提条件を設けているため、あらゆる緊急仮設橋に適用することはできず、今後は適用範囲を拡大させる必要がある。

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) 国土技術研究センター：木歩道橋設計・施工に関する技術資料，2003。
- 2) 土木学会鋼構造委員会木橋技術小委員会：木橋技術の手引き2005，2005。
- 3) 日本道路協会：立体横断施設技術基準・同解説，1979。
- 4) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説(I 共通編)，丸善，2017。
- 5) 日本建築学会：木質構造設計規準・同解説—許容応力度・許容耐力設計法—，2006。
- 6) 平沢秀之，戸沼淳，小澤暁栄，藤田好彦，渡辺浩，鈴木謙：応急橋に適した木製トラス橋の開発とリユース，構造工学論文集，Vol. 62A，16-6，2016。
- 7) 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，pp. 46-48，2018。