カスケード利用を想定した木製トラス橋の載荷実験

Loading tests of the timber truss bridge for the cascade use

函館高専専攻科環境システム工学専攻　学生員　○吉田朋哉(Tomoya Yoshida)
函館高専環境都市工学科　正員　平沢秀之(Hideyuki Hirasawa)

1. はじめに

我が国の温暖化防止策の一環に「森林経営」つまり間伐などの手入れがある．それを促進させるため，間伐材の利用拡大の必要があり，国産木材の利用先を模索している状況にある[1)]．ところで，我が国は地震や台風等の自然災害が多く、災害時に寸断された交通路を確保するために応急橋の必要性が高いと考えられる[2)]．応急橋は供用期間が短期間であり、高耐久性が不要であるため木材が適しており，また木材は軽量で加工性に優れている[3)]．

これらを考慮して，昨年度は災害復旧用また架設工事用の木製応急橋の実証実験を行った．本年度は応急橋の構造性能確認のために載荷実験を行った．本論文では，設計した応急橋の概要と，載荷実験より得た実測値とFEMによる解析値の比較について報告する．

2. 応急橋の概要

応急橋は木材のカスケード利用を想定して設計した．また，強度としてはある程度確保されていれば良いとしている．理由として供用期間が短いことを考慮して，信頼性設計の考え方から目標信頼性指標を下げられる[4)]，あるいは許容応力度設計法の考え方から許容応力度を割り増しできる[5)]からである．

応急橋はカスケード利用の便から，使用する製材は防腐処理・塗装をせず無処理とし，橋梁形式は部材寸法を統一しやすいワーレントラス形式とした[3)]．樹種はスプルース（カナダ）である．主要寸法を表-1に示す．部材の接合は挿入鋼板ボルト結合とし，鋼板の板厚は4.5[mm]である．トラス部材の端部には6本のボルト(M20)を使用し、横梁の端部は2本で連結する。上弦材，下弦材，斜材に施すスリット加工とボルト孔は，スリット幅を6[mm]とし，部材接合用鋼板と部材のボルト孔は、直径が23[mm]である．ボルト孔の配置については参考文献6)に従い、ボルト間隔を140[mm]、縁距離を30[mm]、端距離は鋼板に対して40[mm]、木材に関して140[mm]とした。

工期短縮，施工時の簡略化，工事ミスの防止を可能にするために，部材寸法を表-1に示すようにほぼ全ての部材において統一した．また，トラス部材は，ボルト孔とスリット加工を全て同じ位置に設けることで，上弦材，下弦材，斜材の区別無く使用できるよう工夫した．

実証実験としてトラス橋の仮組み，現場架設を行った．トラス橋は函館高専体育館で仮組みを行い，後日現場架設として函館高専構内に架設した．現場架設時にトラスを橋台に載せる以外の作業は人力で行い，人力での架設が可能であることが判明した．仮組みと現場架設はどちらも，トラス組立が約4時間半で完了し，仮組み後の解体が約1時間で終了した．写真-1は現場架設完了後のトラス橋の写真である．仮組み，現場架設共に，鋼板がスムーズに挿入できないなどの問題が生じたが，ハンマーで叩いて挿入させるなどですぐに対処できた．一部ボルトの貫通が多少困難であることや挿入鋼板の重量が重いなどの問題点が判明した．

表-1 主要寸法

支間長		10018	[mm]
格間長		2505	[mm]
主構高		2432	[mm]
幅員		1200	[mm]
部材寸法	横梁以外	120×120×2500	[mm]
	横梁	120×120×1200	[mm]

写真-1 トラス橋全体写真

3. 構造解析と載荷実験

たわみの解析値を求めるために，弾性骨組構造解析を実施した．構造モデルとして，橋門構を取り付ける格点の橋軸直角方向のみ剛結とし，その他の格点はヒンジとして取り扱った．材料定数は，木材のヤング係数 E=9.0×10^3[N/mm^2]，せん断弾性係数 G=6.0×10^3[N/mm^2]を用いた．

変位計を図-1 に示す格点 1～6 に取り付け，たわみの測定を行った．載荷荷重として一袋 5～6[kgf]の砂袋と 1 本当り約 20[kgf]の H 鋼を使用した．載荷位置は，図-1 に示す Case1，Case2 の合計 2 ケースとした．載荷荷重は 1.57[kN]，2.36[kN],3.54[kN]の 3 段階である．

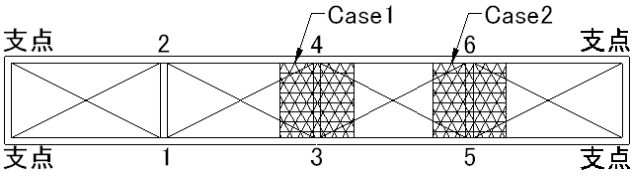

図-1 重りの載荷位置(平面図)

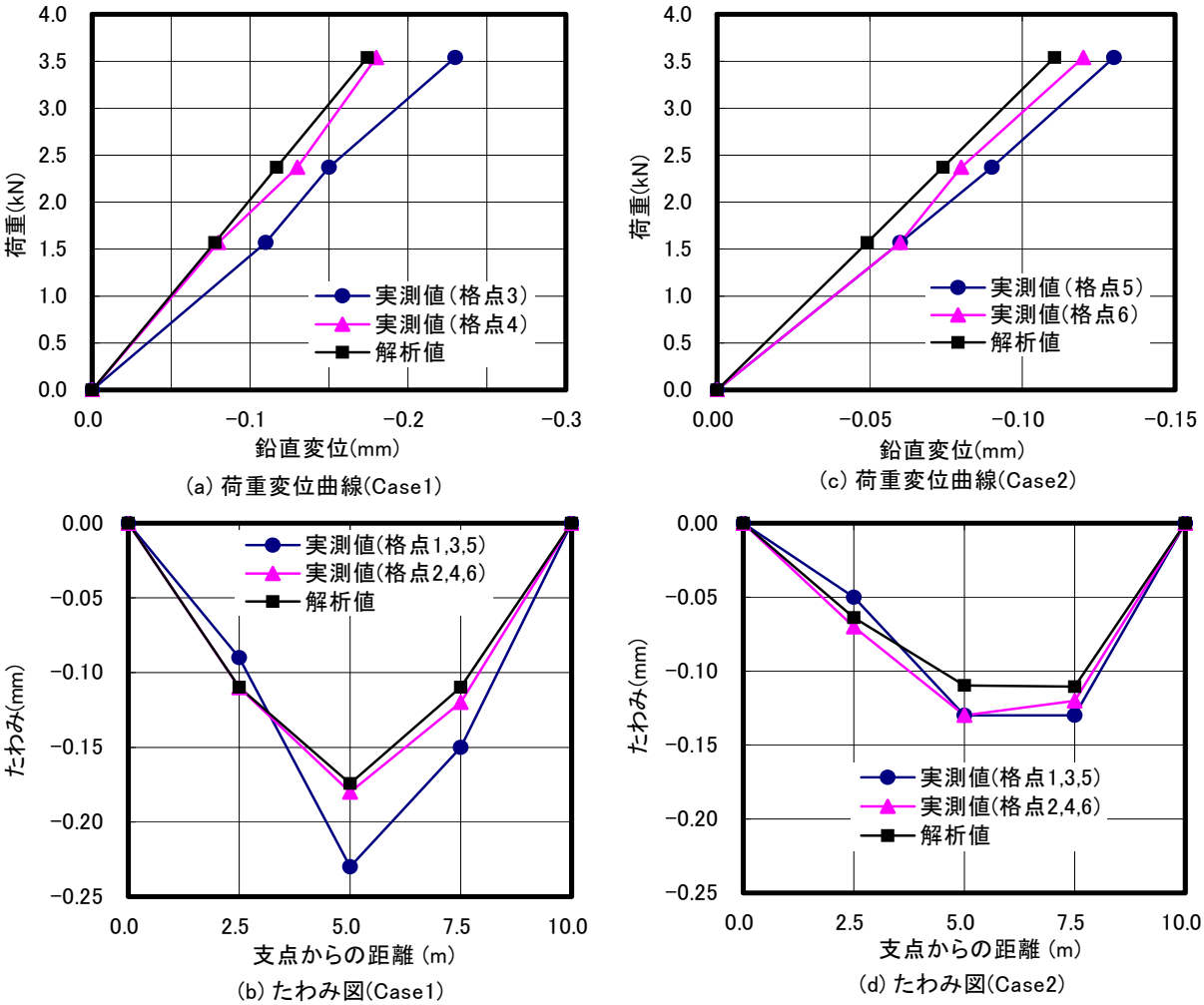

図-2 格点の荷重変位曲線とたわみ図

4. 実測値と解析値の比較

図-2にCase1,Case2の載荷位置の格点におけるたわみ実測値,3.54[kN]を載荷させた時のトラスのたわみ実測値と，それらの解析値の比較を表す.

図-2(a),(c)の載荷位置の格点におけるたわみは全ての荷重状態において解析値より大きいが,ほぼ一致しており，実測値と解析値の整合性は高い.

図-2(b),(d)は，トラスのたわみ分布を表し，解析値との整合性は高いものの,Case1の場合では格点1,3,5側のトラスにおいて他方のトラスよりも大きなたわみが生じている.これは,ボルト孔に3mmの余裕を持たせているため,作業精度の違いが原因で生じるボルト接合部のずれが原因であると考えられる.

以上の実験結果から，実測値と解析値の整合性が非常に高く,トラス橋としての構造性能を十分に有していると言える.

5. おわりに

本研究では,木製トラス橋の実証実験と,載荷実験から得たたわみの実測値と解析値との比較を行った.実証実験の結果，トラス橋は部材寸法統一などの工夫により，人力での短期間の架設が可能であることが判明した．しかし,部材接合用鋼板の軽量化などの改良点も判明した.

また,載荷実験は木製トラス橋が十分な構造性能を有することを裏付ける結果となった.

今回の結果を受けて,部材接合鋼板の軽量化や作業性向上のための工夫等，改良を進める必要がある．また，載荷実験の結果からは,この木製トラス橋に弾性骨組構造解析が適用可能であることが判明したので,同様の形式である木製トラス橋についても同様の解析手法を用いることが出来る.

参考文献

1) 石田修，田代晃一，沼田淳紀，林原茂，奥田光:土木分野における木材利用の状況と展望，木材工業，Vol.63,No.8，2008.
2) 宮島実，小林弘朗，細川和作，工藤大輔:応急組立橋の架設と供用上の課題について，国土交通省北陸地方整備局，管内地形研究会，2009.
3) 平沢秀之，吉田朋哉，戸沼敦，佐藤哲也，渡辺浩：木材のカスケード利用に適したトラス橋の実証実験,木材利用研究論文報告集 9，土木学会 木材工学特別委員会,pp112-119，2010.
4) 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.
5) 日本道路協会：道路橋示方書(Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編)・同解説，丸善，2002.
6) 日本建築学会：木質構造設計規準・同解説，1995.