

## パラメトリック解析によるシザーズ橋の床版特性が補強効果に与える影響

信州大学 学生会員 ○米谷 智仁  
 信州大学 学生会員 村山 明鴻  
 信州大学 正会員 近広 雄希

### 1. 目的

2019 年台風 19 号では長野県東御市や佐久市をはじめ多くの橋梁被害が見られ、住民の生活道が遮断される場面もあった。交通ネットワークを形成する橋はライフラインの要であり、その復旧時間が救命・救援・避難などの「一刻を争う」問題に繋がる。近年では既存の応急組立橋よりも短時間で架橋できる仮橋として緊急仮設橋の必要性が高まっており、著者らはシザーズ構造の展開/収納性に着目した緊急仮設橋「モバイルブリッジ」の研究開発を行ってきた<sup>1)</sup>。橋と展開技術が組合わされることにより、完成した橋全体が折畳まれ、一括して現場まで可搬、重機による組立などの現地作業が不要などの迅速施工が可能となる利点が生じる。既往の研究では、シザーズ構造の設計研究を中心にその静的、動的特性を明らかとしてきた。本研究では、架橋後に設置する床版がシザーズ橋の性能向上に与える影響について明らかとすることを目的としており、シザーズ橋の展開角や床版の設置位置、床版の剛性等に着目してパラメトリック解析を実施した。

### 2. 解析概要

解析モデルの概要を図-1 に示す。既往の研究を参考に、歩道橋サイズの 10 格間シザーズ橋を対象とした。主構造であるシザーズ部材は部材長  $l = 1000\text{mm}$  であり、幅 30mm、高さ 70mm、板厚 2mm と 3mm の 2 種類の中空部材から構成される。また床版は実験部材の断面剛性が一致するように、幅 350mm、板厚 3.7mm とした。これらの部材はアルミ合金材 A6063 からなり、その材料特性は弾性係数  $E = 62.5\text{GPa}$ 、降伏応力  $\sigma_y = 180\text{MPa}$ 、密度  $\rho = 2.71\text{ton/m}^3$  とした。また解析では、展開角  $\theta = 50, 60, 70$  度の 3 パターンを仮定し、それぞれの場合の支間長  $L$  は 7670mm, 8670mm, 9400mm となる。解析には汎用構造解析ソフトウェア MSC. Marc2016 を用い、シザーズ部材・横構は梁要素、床版はシェル要素をそれぞれ用いた。また床版と横構の接触部分には隙間がないものを仮定し、アルミニウム合金材間の摩擦係数  $\mu = 1.05$  を与えた。境界条件として両端部の下ヒンジ部（図-1 中の B, C 点）をピン拘束し、荷重は死荷重に加えて、モデル中央部の上ヒンジ部（図-1 中の A 点）に集中荷重  $P$  を与えた。

### 3. 解析結果

図-2 に展開角  $\theta = 60$  度における各ピボット部に生じた曲げモーメント分布図を示す。ここでは、シザーズ橋の死荷重に対するピボット部の曲げモーメントを比較するために、各シザーズユニットの各骨組部材の曲げモーメントの総和を示している。図-2 より、床版を設置することにより、無床版の場合と比べて各ピボット部の曲げモーメントが全体的に低減していることが分かる。ただし、床版の自重の有無によって曲げモーメントの分布に差があり、例えば最大曲げモーメントが発生した 5 格間目のピボット部では、無床版の状態からの低減率は床版の自重を考慮すると 16.7%と考慮しないと 57.7%になった。図-3 は展開角  $\theta$  と最大曲げモーメントの変化を示す。展開角  $\theta$  が大きくなるに従い、床版の有無によらず最大曲げモーメントは大きく

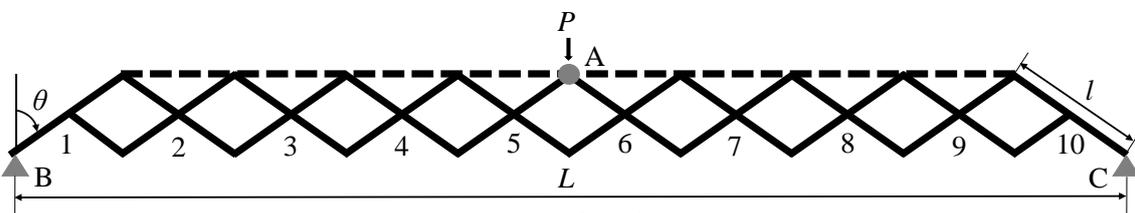


図-1 解析モデルの概要

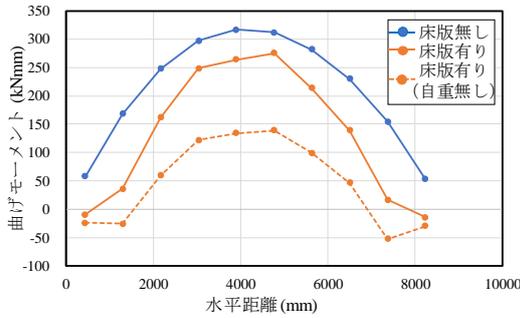


図-2 展開角 60 度における曲げモーメント分布図

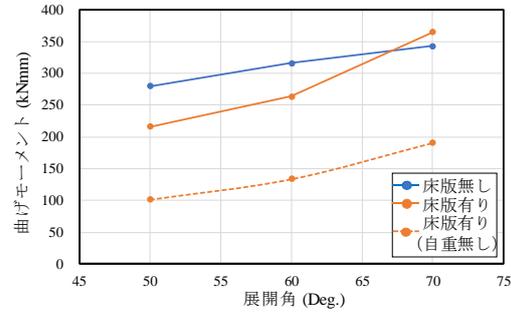


図-3 展開角  $\theta$  に対する最大曲げモーメントの変化

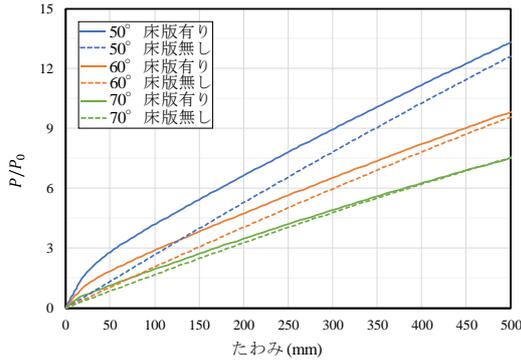


図-4  $P/P_0$  と中央たわみの関係

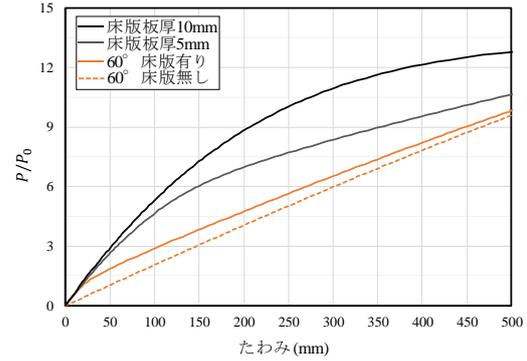


図-5 展開角 60 度における床版板厚と中央たわみの関係

なり、展開角  $\theta = 70$  度の場合では床版の自重の影響もあり、床版を設置したことで最大曲げモーメントが無床版の場合の場合と比べて大きくなった。図-4 は  $P/P_0$  と中央たわみの関係を示す。 $P/P_0$  は人荷重  $P_0 = 65\text{kg}$  で荷重  $P$  を無次元化した値であり、人荷重に対するシザーズ橋の安全率となる。図-4 より展開角  $\theta$  が小さな 50, 60 度のモデルでは床版の設置により中央たわみの低減が見られるが、展開角  $\theta = 70$  度のモデルでは差はほとんどない。また床版設置モデルでは、 $P/P_0$  曲線内に変曲点があり、シザーズ橋の変形に伴って床版の座屈が生じたのではないかと考えられる。図-5 は展開角  $\theta = 60$  度において床版剛性を変化させた場合の  $P/P_0$  と中央たわみの関係を示す。床版剛性が大きくなることによって  $P/P_0$  曲線の剛性自体はほとんど変わらないものの、床版の座屈発生が遅れてたわみが低減されるため、より安全な運用ができると言える。

#### 4. 結論

本研究で明らかとなったことを以下に述べる。

- 1) 床版を設置することでピボット部に生じる曲げモーメントが低減することが分かった。ただし、展開角  $\theta = 70$  度を越えた場合では、床版の自重の影響が大きくなり、補強効果は小さくなった。
- 2)  $P/P_0$  と中央たわみの関係より、床版を設置することで中央たわみは大きく低減され橋の安全性向上が確認できた。さらに床版の板厚の変化に応じて床版全体の剛性が増し、床版自体も座屈しにくくなるため、より高い補強効果が期待できると言える。

#### 5. 謝辞

本研究は JSPS 科研費若手研究(18K13818)による支援を受けたものである。ここに記して謝意を表する。

#### 6. 参考文献

- 1) Ario, I., Nakazawa, M., Tanaka, Y., Tanikura, I., & Ono, S. (2013). Development of a prototype deployable bridge based on origami skill. Automation in Construction, 32, 104-111.