

折畳める仮設橋プロトタイプのFEM解析

広島大学

広島大学

東北学院大学

施工技術総合研究所

施工技術総合研究所

学正会員

正会員

正会員

正会員

正会員

○ 古川祐輔

有尾一郎

中沢正利

谷倉 泉

小野秀一

1. はじめに

最近、地震や台風などの自然災害による局地的な被害が多発している．現状としては現場ごとに異なる状況、二次災害の発生から短い橋であっても基礎を必要とし、クレーン等を用いて通常大掛かりに施工されるため、復旧活動には長い時間がかかっていた．しかしながら、迅速な被災者の救助、早期の災害復旧対策の観点から新しいレスキュー的な構造物の開発が急務とされている¹⁾．

本研究では、災害発生後にレスキュー隊や緊急軽車両の通行可能な応急橋を迅速に運搬し、展開できる構造物の開発を目的に、新しい展開型の橋構造を提案する．

2. 研究概要

本研究では、軽トラックなどの重量でも通行可能な小型で迅速に仮設できる機動性の高い応急橋の開発を目標に、スマート構造概念²⁾に基づいた迅速展開可能な応急橋の開発を提案する³⁾．この構造物は幅 30mm、高さ 70mm、厚さ 2mm と 3mm の断面を持つ、材質 A6063 の規格材料を用いて図-1 に示すようなプロトタイプを実際に製作し、以下のことを目的とした．

- 1) 折り畳み可能な橋構造物が架設でき、人荷重に耐え得るかの検証．
- 2) シザーズ構造を用いたプロトタイプの展開時/展開後の基本的力学的挙動の把握．
- 3) 設計計算方法の検証．

3. 構造物の特長

折り畳み可能な応急橋の構造として、シザーズ構造と呼ばれるはさみ状の骨組みを組み合わせる展開構造を用いて優れた収納性・運搬性を

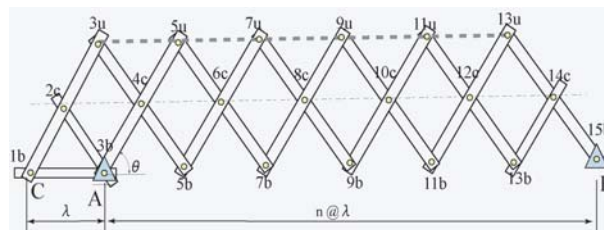


図-1 プロトタイプ交点位置

表-1 荷重ケース

荷重 1	自重のみ
荷重 2	荷重 1+床版 (計 20kgf)
荷重 3	荷重 2+1 人 (計 90kgf)
荷重 4	荷重 3+1 人追加 (計 153kgf)
荷重 5	荷重 4+さらに 1 人追加 (216kgf)

有する展開構造物を作ることができた．この構造の特長として以下のようなことが言える．

利点

構造物全体が有限的な大変形の伸縮性を持っている．この構造物を連なることが可能である．

欠点

展開後の安定化の問題を考慮する必要がある．面外方向の剛性が低く偏心が発生しやすい．

4. 実験条件

実際の架設状態を想定し、実験は次のような条件で行った．

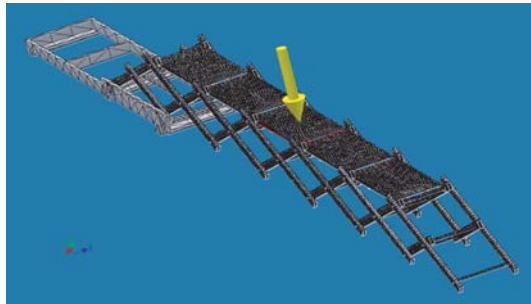
- a. 展開時 (片持ち梁) のひずみ計測．
 - b. 展開後 (両端支持時) におけるひずみ計測．
- bの条件の際、構造物の中央床版 (図-1 の 7u-9u 区間) に載荷を行った．荷重条件は表-1 に示す．図-3 は側面に張り付けたひずみゲージから得たひずみ値から応力を求めたもので、このグラフからも構造物は曲げ応力に対して持っていることが分かる．また、最大応力で縁部分の

キーワード 折り畳み構造, モバイルブリッジ, 展開構造, 応急橋

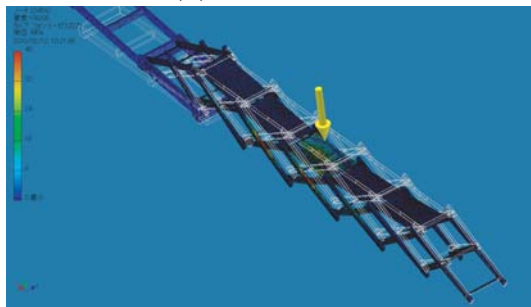
連絡先 〒739-8527 広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院社会基盤環境工学専攻 TEL082-424-7791

表-2 解析条件

境界条件	x 軸	y 軸	z 軸	荷重条件
展開時	架台左端部固定	架台左端部に-2cmの変位	固定	自重のみ
展開後	先端部固定	展開部先端固定	固定	荷重ケース参照



(a) 解析モデル



(b) 解析結果

図-2 展開後の解析モデル

約 80MPa であるため、保証応力の 150MPa に対し安全率で約 2 倍近くであった。

5. 解析条件

本研究の解析で用いた 3 次元 FEM 解析は、AutoDesk 社の 3 次元 CAD データを ANSYS 解析データに変換して解析を行った。解析条件は実験状況を再現するように設定をした。

図-2 は、3 次元 CAD で描いたプロトタイプモデルの図と、解析の結果図を示す。図-4 に解析結果と実験におけるひずみ値を比較したグラフを示す。

6. 結語

本実験研究の結論を以下にまとめる。

- 1) プロトタイプの作成によって、シザーズ構造を用いた構造物が実現可能であるという可能性を示唆できた。
- 2) 基本的な力学的実験によって設計上の基礎的材料データが得られた。

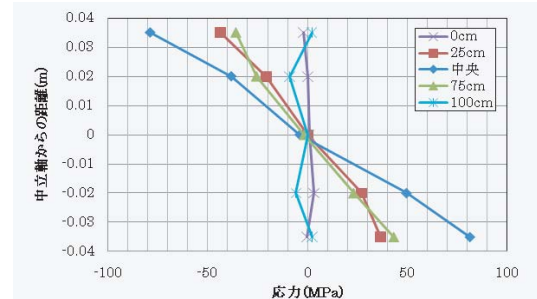


図-3 中央斜材断面応力分布

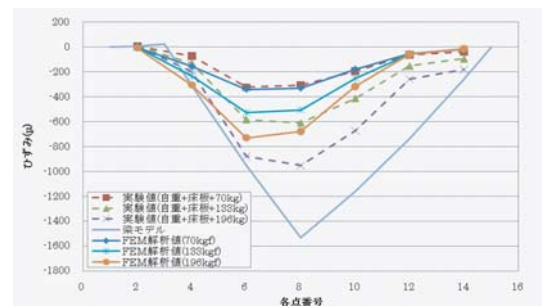


図-4 実験値と解析値のひずみ値比較 (展開後 2c-14c 交差部上縁)

3) 3 次元 FEM 解析によるひずみの値と実験値を比較した。図-4 に示されるように、両者の関係はほぼ同じ傾向が得られた。

4) プロトタイプの実験結果と FEM 解析結果をこの展開構造の設計に反映させる。今後は、この構造体の耐力を向上させ、座屈やたわみ・振動抑制の点を考えていくことにより、より大きく実用的な仮設橋が実現できる可能性がある。

参考文献

- 1) 中沢正利・有尾 一郎・谷倉 泉・小野秀一 (2009); MFM 概念とそれを応用したモバイルブリッジの研究開発, 土木学会全国大会 第一部門.
- 2) G.W. Hunt and I. Ario (2005); Twist buckling and the foldable cylinder: an exercise in origami, *Int. J. of Nonlinear Mechanics*, Vol. 40(6), pp.833-843.
- 3) 有尾一郎・田中義和・中沢正利・古川祐輔・近広雄希 (2009), 高効率で折畳める橋構造物の開発研究(解析編)/(実験編), 第 25 回 JAXA 宇宙構造・材料シンポジウム後刷, p.104-107.