

モジュラー型仮設橋の架設における設定荷重と架構形式に関する力学的考察

長崎大学工学研究科 学生会員   ○柴岡 秀則

長崎大学大学院 正会員   西川 貴文

長崎大学大学院 正会員   中村 聖三

長崎大学大学院 正会員   奥松 俊博

1. はじめに

開発途上国では写真1に示すようなモジュラー型仮設橋が恒久的に使用されており、その多くは劣化や損傷の発生・進行が見られ、なかには過積載車両の通過による落橋事故も発生している。また、モジュラー型仮設橋の恒久的な供用に対する具体的な維持管理方法が確立されていないことが課題である。先行研究ではモジュラー型仮設橋の振動特性に関する解析的検討や維持管理の状況調査が行われているが、設計思想と耐荷形態に関する基本的な理解を深めることも重要である。

本研究では、後述するモジュラー型仮設橋の架設ガイドラインの内容調査および有限要素モデルを構築し、設定荷重に応じた各架構形式における最大応力とその発生箇所に関する分析・考察を行った。研究方法は架設ガイドラインをもとに作成した有限要素モデルに車両荷重を載荷し、各部材に作用する応力度を架構形式ごとに算出した。

2. モジュラー型仮設橋の構造的特徴

モジュラー型仮設橋は、運搬可能なトラス形式のプレファブリケーション橋梁であり、一般的なトラス橋と異なって上部工がないこと、径間長と設定荷重に応じて主構部の架構形式を変更できることなどの構造的な特徴を有する。本研究では、架設ガイドラインに定められた複数ある架構形式のうち、「一面・一段方式 (Single-Single, 以下「SS」と記す)」と「二面・一段方式 (Double-Single, 以下「DS」と記す)」を対象とし、橋長が大きいものから SS を 4 パターン、DS を 7 パターン選出した。SS および DS の断面図を図1に示す。なお、本研究では英国 MABEY 社の架設ガイドライン<sup>1)</sup>を用いた。

3. 有限要素モデルの構築および設定荷重

本研究では、モジュラー型仮設橋を簡易的な有限要素モデルによって再現した。MIDAS を用いて各部材を梁要素でモデル化し、部材接合は架設ガイドラインから得た。モジュラー型仮設橋の材料の特定には至っていないが、先行研究で行われた材料試験より材料を SM490 に設定した。健全状態におけるモジュラー型仮設橋は一般的に橋軸水平方向を拘束するため、境界条件は両端をピン支点とした。DS の解析モデルを図2に示す。また本研究では、橋全体の自重による死荷重と車両による活荷重を対象としている。車両荷重は日本の道路橋示方書を参照し、各架構形式の設定荷重を架設ガイドラインから得た(表1)。載荷位置については供用時の実情に合わせて、車線数を1、載荷位置を車線の中央部とした。



写真1 モジュラー型仮設橋

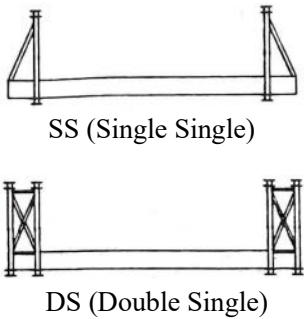


図1 典型的な架構形式の断面図

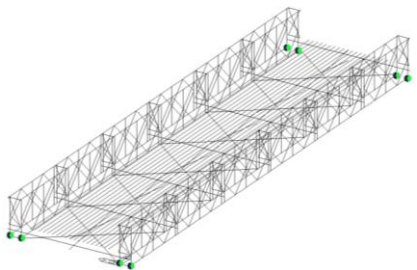


図2 架構形式 DS の解析モデル

表 1 架構形式と設定荷重

| 橋長 (m) | 設定荷重 (kN) |     |
|--------|-----------|-----|
|        | SS        | DS  |
| 18.3   | 270       | 710 |
| 21.3   | 210       | 520 |
| 24.4   | 160       | 410 |
| 27.4   | 120       | 330 |
| 30.5   |           | 270 |
| 33.5   |           | 220 |
| 36.6   |           | 180 |
|        |           |     |

## 4. 解析結果

### 4.1. 架構形式の比較

構築したモデルに車両荷重を載荷し、解析を実施した。SSの主構上部に作用する最大圧縮応力度の解析結果および応力度分布を図3、図4に示す。各架構形式において橋長が増加すると、死荷重による圧縮応力度が増加し、車両荷重による圧縮応力度が減少した。SSでは橋長の増加に伴い最大圧縮応力度が増加したが、DSでは設定されている車両荷重が大きいことためSSとは異なる結果を示した。

次にSSとDSの比較を主構上部に作用する最大圧縮応力度に着目して行った。解析結果の割合はSSを基準とし、SSの車両荷重に統一して載荷し、解析を実施した。死荷重と車両荷重による最大圧縮応力度が平均52.0N/mm<sup>2</sup>、約40%減少するという結果を得た(図5)。

### 4.2. 補強前後の比較

主構上部の補強範囲の違いによる応力度の変化を分析した。補強部材の例を写真2に示す。補強部材追加前の主構上部に作用する最大圧縮応力度を割合の基準とし、支間中央部および補強部材の切り替え部に作用する圧縮応力度に着目した。支間中央部ではSSにおいて平均67.8N/mm<sup>2</sup>、約48.7%の減少、DSにおいて平均77.1N/mm<sup>2</sup>、約49.9%の減少となった。また補強部材の切り替え部は、追加した補強部材の本数によって圧縮応力度が大きく異なった。主構部パネル数の半分以上の範囲を補強すると、切り替え部に作用する圧縮応力度の低減効果が確認できた。

### 4.3. 許容応力度との比較

架設ガイドラインに記載されている許容荷重を許容応力度に換算して割合を算出した。DSは内側のパネルを対象とする。各部材の割合を算出して比較したところ、圧縮応力度は主構上部の割合が最大となった。また引張応力度は横桁間の斜材で許容応力度を上回る結果となった。ただし、これまでの調査では実際に供用されているモジュラー型仮設橋は写真3のように横桁間の斜材が用いられていないことがわかっている。

## 5. まとめ

モジュラー型仮設橋の各架構形式の設定荷重に対する部材の最大応力度を算出することを目的に有限要素モデルの構築および解析を実施した。各架構形式において主構上部の圧縮応力度が最大となり、主構部パネル数の半分以上の範囲を補強すると、切り替え部に作用する圧縮応力度の低減効果が確認できた。またSSおよびDSのそれぞれの橋長における応力度分布の違いを明らかにすることができた。今後は三面・一段方式などの他の架構形式についても同様の分析を実施し、各架構形式における応力度分布の分析や横桁間斜材についての検討を行う予定である。

## 参考文献

- 1) MABEY COMPACT BAILEY MANUAL, MABEY
- 2) Thavone Khounsida ら : Study on Static and Dynamic behavior of Bailey bridge, The 2019 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics (ASEM19)

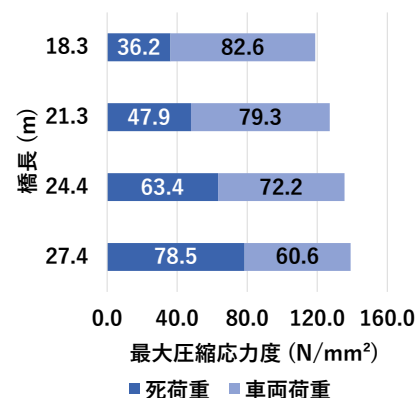


図3 SSの解析結果

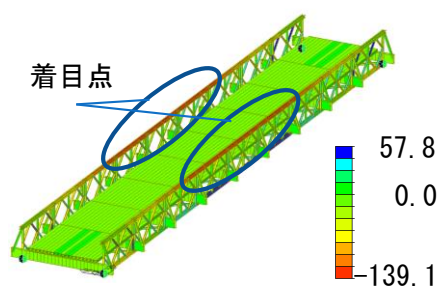


図4 SSの応力度分布

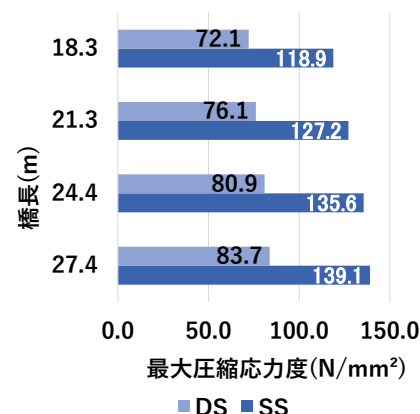


図5 SSとDSの比較



写真2 主構上部の補強部材



写真3 床版下の例