

シザーズ FEM 要素を用いた立体シザーズ構造の固有振動解析

令和4年2月 小川 洋弥

要旨

目的

短時間で緊急架設できるシザーズ橋の開発が行われている。既往の研究では、平面シザーズ構造の固有振動解析から n 格間の鉛直 1 次モードの固有振動数は単位シザーズの $1/n$ になることを明らかとした。しかし、その他の設計パラメータの影響は明らかではなく、検討は平面シザーズ構造に留まっていた。よって本研究では、立体シザーズ構造の固有振動特性を明らかにするために、周期性を加味した 5 節点 4 要素からなる単位シザーズ構造の FEM 要素（シザーズ FEM 要素）を開発し、任意の格間数 n や展開角 θ 、横構長さ、補強部材の有無などを設定できるプログラムを構築し、立体シザーズ構造の固有振動解析を行った。

方法

単位シザーズの剛性行列と要素質量行列をシザーズ FEM 要素として整理し、数値解析ソフトウェア MATLAB でシザーズ橋の固有振動数と固有モードを求めた。数値解析では、架橋後の単純支持状態を想定し、設計パラメータである展開角 θ を 30, 45, 60, 75 度の 4 通り、格間数 n を 2~10 格間の 9 通り、横構長さを 0.5, 1.0, 2.0, 5.0m の 4 通り、主構に対する補強材の伸び剛性比 α を 0.0, 0.1, 0.3, 1.0 の 4 通りで与えた計 60 通りの固有振動解析を行った。シザーズ橋の鉛直、伸縮、水平に対する固有振動数と固有振動モードを検証し、各種設計パラメータが与える影響について考察をした。

結論

- ・ 単位シザーズ構造の剛性行列と要素質量行列を基本にシザーズ FEM 要素を作成し、任意の格間数に対応した立体シザーズ構造の固有振動解析プログラムを構築した。
- ・ シザーズ橋の展開角を増加させると、同じ格間数でも鉛直、水平 1 次モードの固有振動数はともに減少した。その減少率は各展開角 θ を用いると $1/\sqrt{\sin\theta}$ に比例した。
- ・ シザーズ橋の格間数を増加させると、同じ展開角でも鉛直 1 次モードの固有振動数は減少した。その減少率は格間数 n を用いると鉛直 1 次モードは $1/n^2$ に比例し、水平 1 次モードは $1/n$ に比例した。
- ・ シザーズ橋の上面全体に水平補強材を加えると、鉛直 1 次、2 次モードの固有振動数は、伸び剛性比 α が無補強時~0.3 倍の間で 120% 増え、0.3~1.0 倍の間で 2% 増えた。

指導教員 近広 雄希 助教