

幾何学的非線形を考慮した斜張橋のケーブル軸力の影響線解析

7022611 湊玲遠

1.研究背景・目的

先行研究では、斜張橋のケーブルに腐食が発生している際の地震発生時の動的応答について行われている。本研究は、桁に力がかかった際のケーブル軸力の解析による把握を進めることで橋梁全体にかかる力による橋梁全体の影響についての把握、解析手法の模索を行う。

2.解析概要

2.1構造諸元

検討の対象としている斜張橋モデルは、先行研究と同様に1面吊りの3径間連続鋼斜張橋(道路橋)とした。中央径間が300m、橋長が540m、各側径間が120mである。

主桁は鋼製箱桁断面とした。主桁の鋼種は降伏強度235MPaであるSM400を想定した。総幅員は22m、有効幅員は18mとした。上下各2車線の道路橋、ウェブ高さは3m、床版は鋼床とした。

主塔は鋼製箱桁断面とした。主桁の鋼種は降伏応力315MPaであるSM490を想定した。断面の幅は3m×4mの長方形断面とし、高さは80mの基部が二股に広がるA型の主塔とした。

ケーブルの種類はST1570とし、各主塔から側径間側に6本ずつ、主径間側に7本ずつ計26本を平行に配置した。

2.2数値解析モデル

斜張橋の数値解析モデルを図1に示す。Salome-Meca2021を用いた。解析を行う際、桁、主塔は、マルチファイバー要素として解析を行った。ケーブルについて、実際は多数の鋼線が束ねられているが、円形断面の鋼線として解析を行っており、幾何学的非線形を入れた解析を行えるケーブル要素と入れずに解析を行える梁要素を用いて比較を行っている。主桁は両端で軸直角方向の鉛直および水平変位を拘束し、主塔は下端ですべての変位と回転を拘束した。

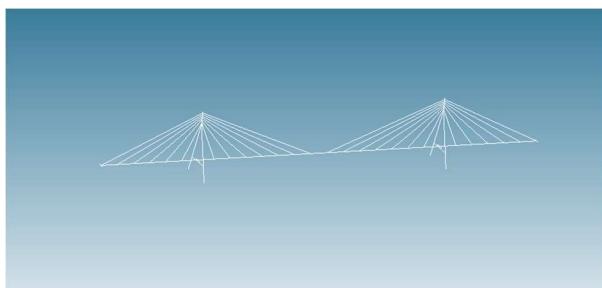


図1. 斜張橋モデル

2.3載荷条件

解析ソフト上に作成した斜張橋モデルに対し、死荷重、ケーブルプレストレス、影響線解析のための集中荷重の3つの荷重をかける。

死荷重について、鋼桁(69.1kN/m)、地覆・高欄(24.5kN/m)、アスファルト舗装(28.4kN/m)であり、端支点の負反力抑制のためカウンターウェイト(80kN/m)を載荷した。

死荷重作用時に主桁および主塔の曲げモーメントが平滑化するようケーブルプレストレスを導入した。

集中荷重は主桁に載荷を行い、橋梁端部から10m間隔で設定した。載荷点は計55箇所である。

2.4解析条件

荷重条件を組み合わせいくつのパターンでの解析を行い、その解析で得られた影響線についての比較を行う。解析を行う条件は、死荷重、プレストレス、ケーブルの幾何学的非線形の有無、集中荷重を1kNとしたもの60kNとしたものである。また、各解析条件に対し、図に示した主塔、補剛桁の剛性に関する5つの条件を考慮した全40のパターンで解析を行う。条件は以下の表1、表2に示す。

表1. 解析条件-1

| | 死荷重 | 集中荷重 | プレストレス | 幾何学 |
|---|-----|------|--------|-----|
| 1 | なし | 1kN | なし | なし |
| 2 | | | | あり |
| 3 | | | | なし |
| 4 | | | | あり |
| 5 | あり | 60kN | あり | なし |
| 6 | | | | あり |
| 7 | | | | なし |
| 8 | | | | あり |

表2. 解析条件-2

| | 主塔の剛性(MPa) | 補剛桁の剛性(MPa) | 中央径間のL荷重 |
|---|------------|-------------|----------|
| ① | 200000 | 200000 | 無 |
| ② | 100000 | 200000 | |
| ③ | 1000000 | 200000 | |
| ④ | 200000 | 100000 | |
| ⑤ | 200000 | 1000000 | |

3. 解析結果

現在,表1について,主塔と補剛桁の各剛性が200000MPa であるものと,表1内8の解析条件について表2内の1~5の条件について解析を行うことができた.表1の各主塔と補剛桁の各剛性が200000MPa であるものについてそれぞれ幾何学的非線形の有無についてまとめる.以下の図2~5に示す.

死荷重をかけていない図2,3の各条件について,幾何学的非線形の有無の差が特に載荷点0m から110m の間で現れている.

死荷重をかけている図4,5の各条件については,グラフの形状は似た傾向を示しているものの,全体に同じ値を足し合わせたような差が見られる.条件5-①~8-①は50m に条件1-①~4-①は60m 付近に引張の最大値,230m に圧縮の最大値を示している.また,490m にも極値が見られる.条件4-①はほかの条件と異なり,1より大きい値を示している.

解析条件7-① 載荷点0m 時の軸力を基準に,各条件0m 載荷点の軸力との相対的な値を求めまとめた.図6には,単位載荷が60kN であるものについてまとめた.各条件においてグラフの形状が似通る傾向にあることが示された.

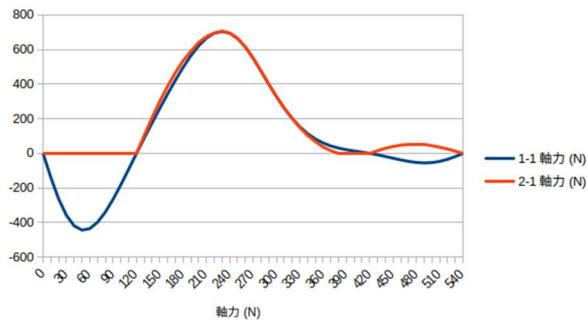


図2. 条件1-① 2-① C1ケーブル軸力

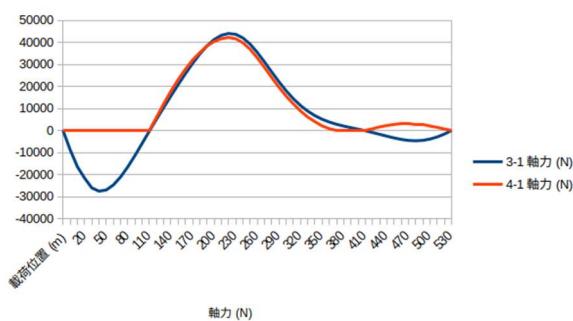


図3. 条件3-① 4-① C1ケーブル軸力

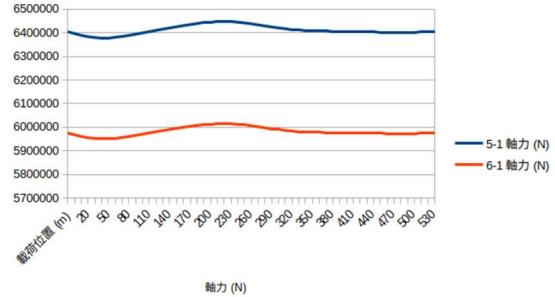


図4. 条件5-① 6-① C1ケーブル軸力

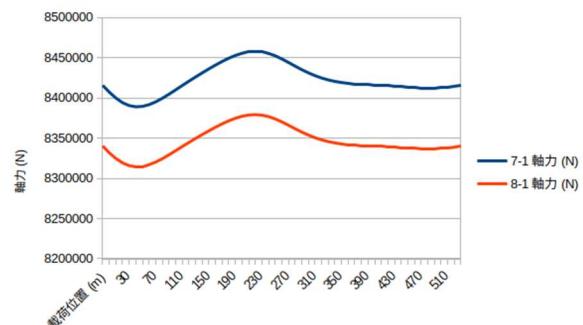


図5. 条件7-① 8-① C1ケーブル軸力

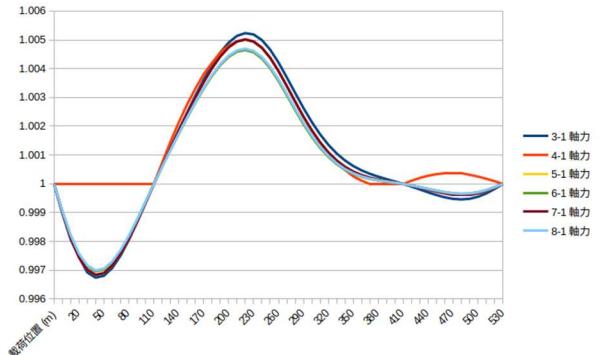


図6. 単位載荷60kN

4. まとめ

Salome-meca を用いて斜張橋モデルの影響線解析を進めることができた.各条件における数値の差や影響線の形状自体に似た傾向があるということを得ることができたと考えている.

現在主塔と補剛桁のヤング率が等しいものについてのみ解析を終えることができたため,今後①条件以外についての解析も進めていきたい.また,補剛桁へかける力の向きを変更したものや衝撃力の解析など別の解析条件についても調べていきたい.