

## 自定式斜張吊橋の耐荷力特性

大阪大学大学院 学生員 ○岩本 誠

大阪大学大学院 フェロー 西村宣男

### 1. はじめに

航空機の空港への進入路にあたる河川等に架かる橋梁に対しては厳しい高度制限が課せられることとなり、長大橋梁の建設が計画される場合、斜張橋では主塔の高さが制限を超えると考えられる。また、地盤条件や経済性を考慮するとケーブルを固定するアンカレッジの設置が困難となる場合があり、吊橋では自定式とならざるを得ない。このような制約条件の中で未だ実現されていないケーブル系橋梁である斜張吊橋の適用が考えられる。橋梁形式に自定式を採用することにより、斜張区間はもとより、吊区間にも軸力が作用することとなり、桁の座屈が懸念される。過去に長大斜張吊橋の耐荷力に関する報告がなされているが、そのほとんどが他定式の斜張吊橋を対象としたものである<sup>1), 2)</sup>。そこで、自定式斜張吊橋の実現可能性の検討の一環として、弾塑性有限変位解析により自定式斜張吊橋の耐荷力についての検討を行った結果を報告する。

### 2. 解析条件

**2-1.解析モデル** 解析に用いるモデルは3径間連続斜張吊橋(315+810+315m)で、それぞれの支点を橋軸直角方向、鉛直方向および橋軸回りの回転を拘束し、塔基部は固定とする。解析に用いたモデルを図-1に、断面諸元等を表-1(1)～表-1(3)に示す。解析に用いる主桁のモデル断面は全径間に渡り一様なものを用いる(図-2参照)。主塔は塔頂より50mの部分のケーブル定着部とそれ以下の部分で断面を変化させている。主桁および主塔に関しては完全弾塑性体として、主ケーブル、ハンガーおよび斜張ケーブルに関しては弾性体として扱い、解析を行う。

**2-2.荷重条件** 解析に適用する荷重条件は $\alpha(D+L)$ とし、 $\alpha$ は荷重パラメータを表す。設計活荷重値は本州四国連絡橋公団上部構造設計基準・同解説<sup>3)</sup>に従い、算出した値(表-2)を用いる。活荷重の載荷位置は全径間満載、中央径間満載および側径間満載の3ケースについて解析を行う。

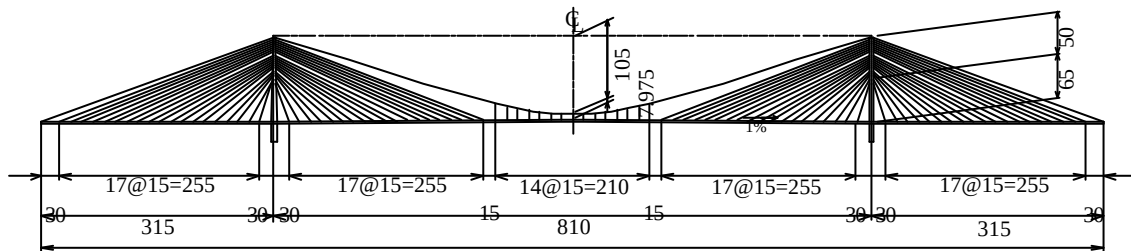


図-1 モデル一般図

表-1(1) 断面諸元

|                    |                  |              |
|--------------------|------------------|--------------|
| 主桁                 | $A_G(m^2)$       | 1.217        |
|                    | $I_{G,in}(m^4)$  | 2.207        |
|                    | $I_{G,out}(m^4)$ | 53.956       |
|                    | $J_G(m^4)$       | 3.960        |
| 主塔<br>(ケーブル定着部-基部) | $A_T(m^2)$       | 1.090-1.344  |
|                    | $I_{T,out}(m^4)$ | 5.659-11.747 |
|                    | $I_{T,in}(m^4)$  | 5.134-7.013  |
|                    | $J_T(m^4)$       | 8.236-13.613 |

表-1(2) 使用鋼材

|           |        |
|-----------|--------|
| 主桁        | SM490Y |
| 主塔ケーブル定着部 | SM490Y |
| 主塔基部      | SM570  |

表-1(3) ケーブル断面積

|             |          |        |
|-------------|----------|--------|
| 吊ケーブル       | $A(m^2)$ | 0.102  |
| ハンガー        |          | 0.0042 |
| 斜張ケーブル上段(9) |          | 0.0086 |
| 斜張ケーブル中段(5) |          | 0.0058 |
| 斜張ケーブル下段(4) |          | 0.0042 |

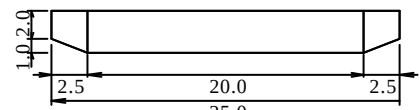


図-2 主桁断面モデル

表-2 設計活荷重

|                |        |
|----------------|--------|
| 側径間等分布荷重(kN/m) | 30.16  |
| 主径間等分布荷重(kN/m) | 26.1   |
| 集中荷重(kN)       | 883.38 |

Key Word：自定式斜張吊橋，弾塑性有限変位解析，座屈安定性

連絡先：〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 TEL：06-6879-5598 FAX：06-6879-7601

### 3. 解析結果

上記の解析条件下で弾塑性有限変位解析を行った結果を図-3～図-5に示す。図-3(1), (2)は設計活荷重時( $\alpha = 1.0$ )の断面力分布を示したもので、図-4は中央径間中央での荷重-変位関係を示したものである。それぞれのグラフ上のプロットした点は塑性化が開始した点を表している。図-4について、いずれの荷重条件においても、中間支点上の下フランジから塑性化が開始することとなり、その荷重パラメータの値は1.3～1.5の値となる。荷重最大値に関しても、各荷重条件において塔直下の主桁部材が全断面降伏に至ることとなり、荷重パラメータの値は2.0～2.3となり、過去の橋梁形式について明らかにされている値とほぼ一致している。また、懸念された吊り区間における不安定現象の発生はどの荷重条件においても、認められなかった。活荷重全径間満載時を例に取り、図-5に中央径間中央での主桁軸力、曲げモーメントおよび主ケーブル張力の水平成分の推移を示す。軸力、曲げモーメントと同様に吊ケーブルの張力の水平成分も荷重と共に増加していることがわかる。また、軸力、曲げモーメントは非線形的に増加するのに対し、吊ケーブルの水平張力は線形的に増加している。張力の水平成分が軸力に対して大きくなることにより、吊り区間の不安定現象の発生が抑制されるものと考えられ、対象とする橋梁に関しては十分な耐荷力を有すると言える。

### 4. まとめ

自定式斜張吊橋の耐荷力解析を行った結果、軸力と曲げが同時に作用することとなる吊り区間の不安定現象の抑制に対し吊ケーブルが大きく寄与することが確認され、対象とする橋梁は十分な耐荷力を有することが確認された。また、本解析では局部座屈を考慮していないため、主桁および主塔に関して局部座屈に対する検討の必要がある。

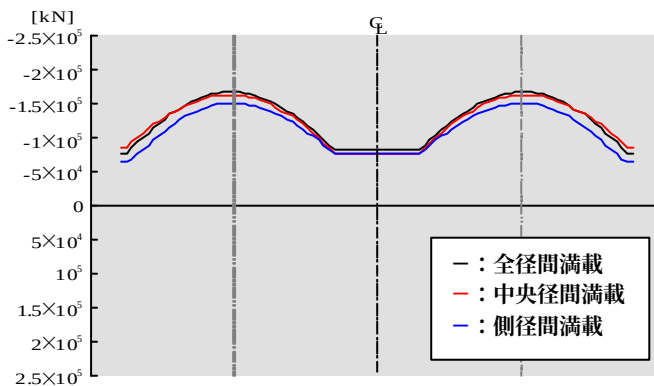


図-3(1) 設計活荷重時軸力図

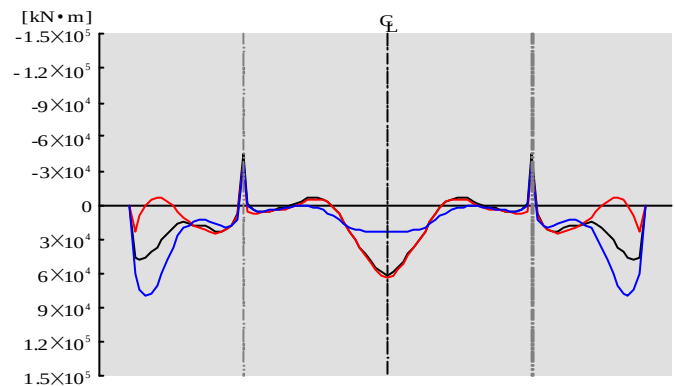


図-3(2) 設計活荷重時曲げモーメント図

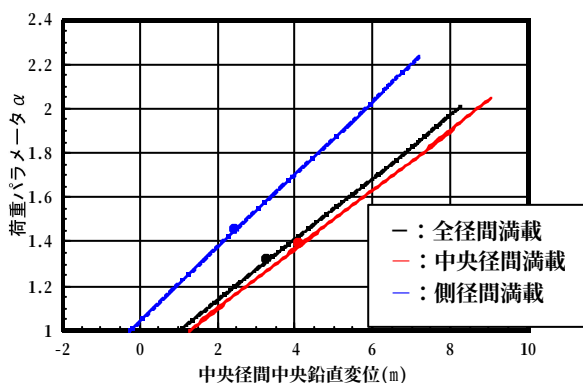


図-4 荷重-変位関係

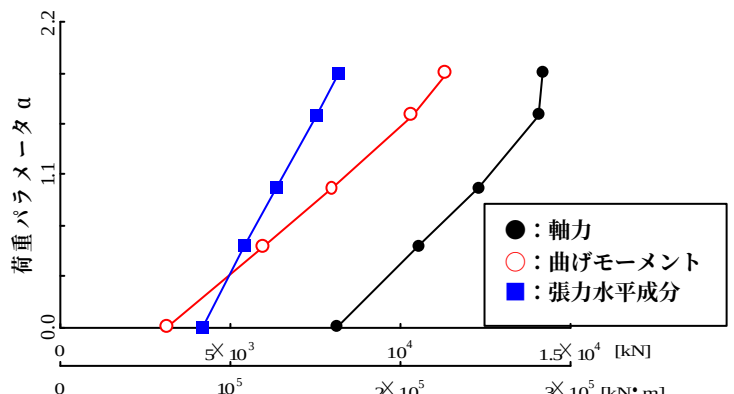


図-5 軸力、曲げモーメント、張力水平成分の推移

#### 【参考文献】

- 1) 成田信之, 前田研一, 野村國勝, 中崎俊三, 中村一史: 超長大斜張吊橋の構造特性と実現可能性に関する基礎的研究, 鋼構造年次論文報告集, Vol.4, 1996.11
- 2) 五丁康成, 中村一史, 前田研一: 超長大斜張吊橋の斜張区間と座屈安定性, 土木学会第56回年次学術講演概要集(I), 2001.
- 3) 本州四国連絡橋公団: 上部構造設計基準・同解説, 1989.4