

## 超長大橋への FRP の適用と主塔高さに関する数値解析

八戸工業大学院      ○学生員      鈴木 拓也  
 八戸工業大学院      正会員      長谷川 明  
 八戸工業大学院      フェロー      塩井 幸武

## 1. はじめに

近年、鋼ケーブルに比べ高耐食性で、軽量かつ引張強度が高い、新素材である FRP が注目されている。現在構想中の海峡道路プロジェクトでは、明石海峡大橋を上回る大規模な吊橋などの超長大橋案があり、橋の中央支間が長くなるにつれて主塔も高くなることが予測される。超長大橋に FRP ケーブルを適用した場合、ケーブル重量が大幅に低減したが、各種変位が増加する結果となった。しかし、断面を太くすることや、新素材を期待してヤング率の変更を行うことで各種変位を補うことができ、ケーブル重量も 80% 低減した。<sup>1)</sup> しかし、張力は低減しており、変形性能を良くするため張力を大きくすることとした。本研究は FRP ケーブルを用いた場合の主塔高さによる変形への影響を数値解析したものである。解析におけるモデル及び計測ポイントを図-1 に示す。

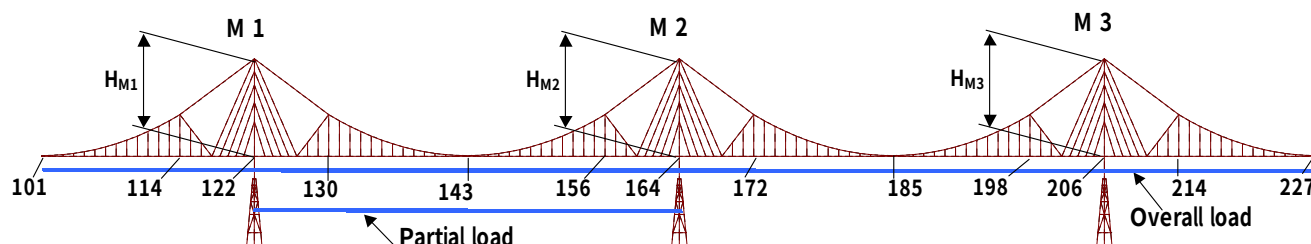


図-1 解析モデル (Model A) と計測ポイント

## 2. 主塔高さの検討

FRP を適用することで従来の構造よりも、重量を大幅に低減することができた<sup>1)</sup>。しかし、張力の低減等により、各種変形性能は劣る傾向を示した。そこで、張力を大きくするために、施工性を考慮してサグ比を低くする方法を用いて解析を行うことにした。ここでは全ての主塔が同一高さとして計算した ( $H_{M1} = H_{M2} = H_{M3}$ )。なお、使用する FRP の基礎的な設計条件は表 2.1 の通りである。

表-2.1 設計条件

|                           | FRP                |
|---------------------------|--------------------|
| 引張強度 ( $\text{N/mm}^2$ )  | 2352               |
| 線材本数 (本)                  | 48800              |
| ヤング率 ( $\text{KN/mm}^2$ ) | $2.35 \times 10^8$ |
| 単位体積重量 ( $\text{N/m}^3$ ) | 15.7               |

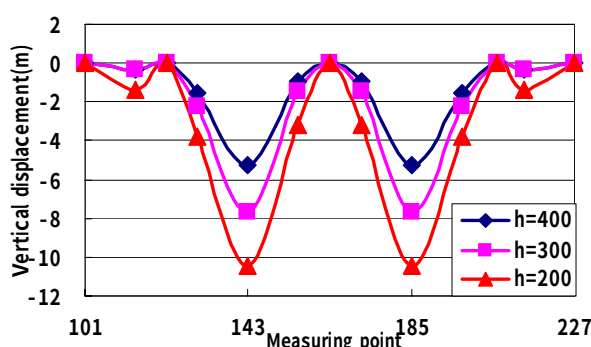


図 2.1 全荷重時における鉛直変位 (m)

表-2.2 重量と最大張力

|      | Weight(KN)          | Max Tension(KN)     |
|------|---------------------|---------------------|
| 400m | $1.952 \times 10^6$ | $7.502 \times 10^5$ |
| 300m | $1.510 \times 10^6$ | $9.703 \times 10^5$ |
| 200m | $1.069 \times 10^6$ | $1.427 \times 10^6$ |

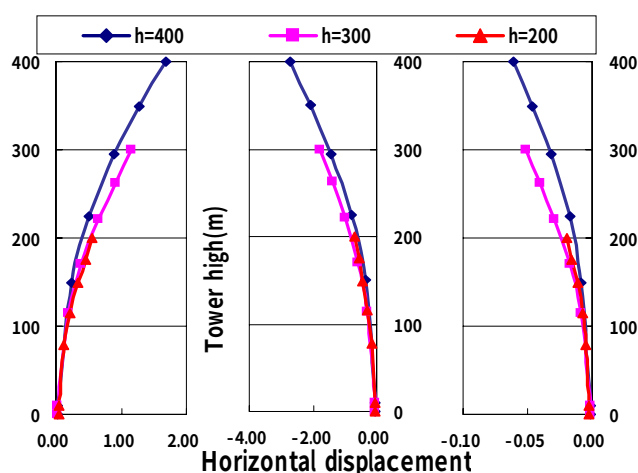


図 2.2 部分荷重時における水平変位 (m)

キーワード：超長大橋 FRP 主塔高さ

連絡先：青森県八戸市大字妙大開 88 - 1

TEL 0178-25-8075

FAX 0178-25-0722

解析の結果から、図 2.1、表 2.2 それぞれに示すように鉛直変位、張力においては増加し、図 2.2 に示すように水平変位は減少した。特に張力の増加が著しく、他の方法で増加を少なくする必要があるのではないかと考える。

### 3. 主塔高さの組み合わせによる検討

主塔高さの検討より、主塔高さを低くした場合に張力が大幅に増える結果となり、同様に鉛直変位も増加した。そこで、異なる主塔高さを組み合わせることによって、前節の結果よりも優れたものが期待できると考えた。

解析モデルについては、 $M1=M2=M3$  として低くした Model A に対し、図 3.1 に示した  $M1=M3<M2$  の Model B、図 3.2 に示した  $M2<M1=M3$  の Model C として比較を行った。

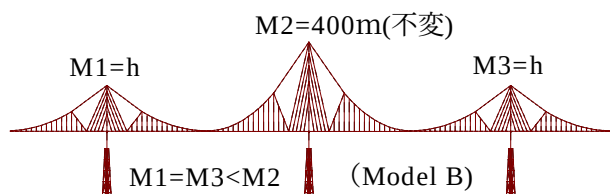


図 3.1 Model B ( $M1=M3<M2$ )

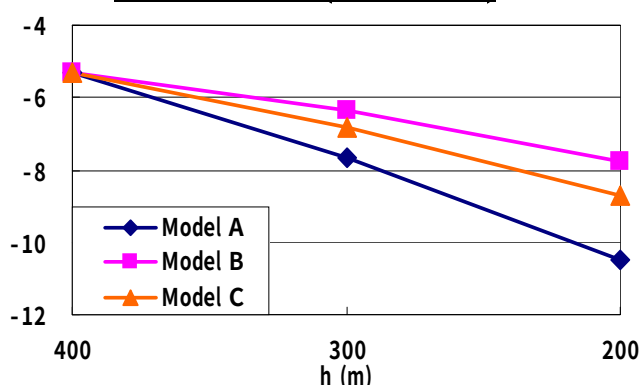


図 3.3 全載荷時における鉛直変位 (m)

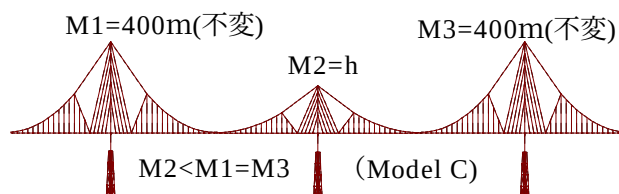


図 3.2 Model C ( $M2<M1=M3$ )

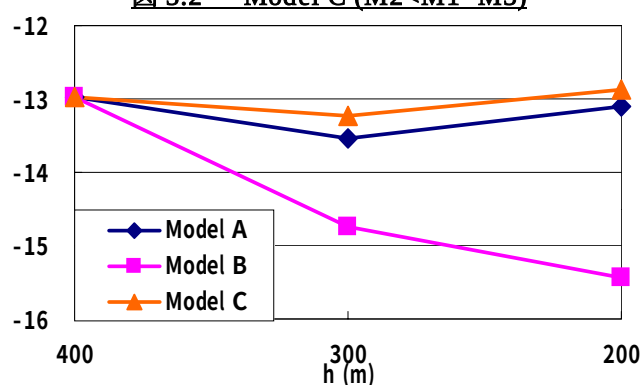


図 3.4 部分載荷時における鉛直変位 (m)

解析の結果、鉛直変位には異なった高さを組み合わせることで増加傾向が緩やかな値を示した。

Model 別では全載荷時には図 3.3、3.4 に示すよう Model B ( $M1=M3<M2$ ) が優れた変形性能を示し、Model C ( $M2<M1=M3$ ) は部分載荷時に優れた変形性能を示した。張力について比較を行うと図 3.5 に示すように Model A と Model B が同じような値を示し、Model C は他のモデルと比べ減少した。主塔高さの組み合わせにおいては、各 Model がそれぞれ特有の変形性能を示し、どの Model が最適であるのか現時点での判断は難しいことがわかる。

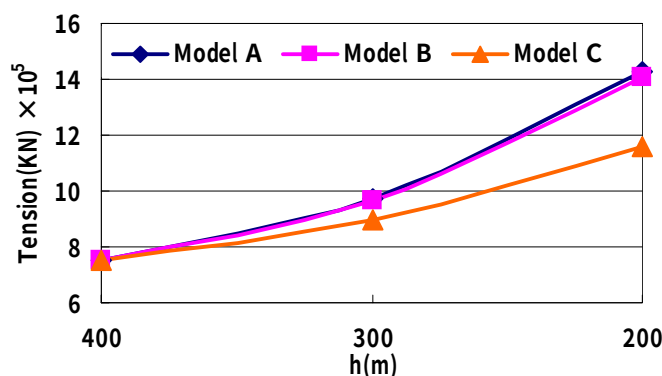


図 3.5 全載荷時の最大張力 (kN)

### 4. まとめ

- (1) 主塔高さを  $M1=M3<M2$  とすることで全載荷時における変形性能を向上することができ、また、 $M2<M1=M3$  とすることにより部分載荷時における変形性能の向上を期待できる。
- (2) 主塔高さを低くする事により生じる張力の著しい増加を緩和する構造の検討が今後必要である。
- (3) どの Model が最適なのか詳細な検討が必要である。

### 参考文献

- 1) 坂本 嘉紀: FRP ケーブルを利用した超長大橋の主ケーブルの改善に関する数値解析、土木学会平成 14 年度東北支部技術研究発表会講演論文抄、2003