

1. まえがき

現在、建設中の明石海峡大橋が完成すると、中央支間が1,990mもあり、世界最長の吊橋となる。本研究では、それよりもさらにスパンが長い中央支間長2,500m、両側径間1,000mの3径間2ヒンジ吊橋を対象とし、それが死荷重、および活荷重などの鉛直荷重のみを受けるものとみなして試設計を行ってみた。そして、曲げモーメント、たわみ、およびケーブル張力などによって、試設計結果について種々な考察を加えてみた。

2. 3径間2ヒンジ吊橋の試算設計

図-1には、試設計を行った3径間2ヒンジ吊橋の側面図を示す。まず、主ケーブルの本数は、2本とした。また、主ケーブルのサグ比 f/L は、1/10とした。また、主塔の高さは、補剛桁上面より251mとした。さらに、補剛桁には、図-2に示すように、自重が軽く、剛度の大きい多室箱形断面を採用することとした。

表-1には、仮定した補剛桁の断面諸量を示す。また、表-2には、設計荷重を示す。

以上の断面諸量と設計荷重とを用いて、主ケーブルを試設計すると、主ケーブルの必要断面積は、表-3に示すような断面積が必要ようになる。

そこで、主ケーブルとしては、明石海峡大橋と同じ索線、すなわち直径5.23mmの高強度亜鉛メッキ鋼線(索線)127本を束ねたPWSを用いて構成してみると、図-3に示すように、直径が1.596mとなる。

表-4には、比較のため、ここで試設計した超長大吊橋と明石海峡大橋の主ケーブル、およびストランドの諸元を示す。この表からわかるように、試設計した超長大吊橋の主ケーブルの直径は、明石海峡大橋の直径の約1.5倍になっている。また、ストランドの本数も、約2倍にも達していることがわかった。

表-3 主ケーブルの必要断面積

主ケーブルの必要断面積
1.60 (m ²)

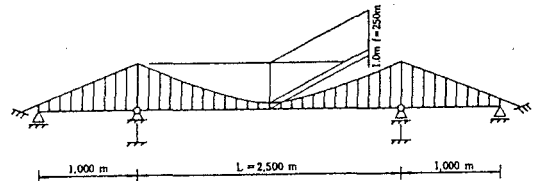


図-1 3径間2ヒンジ吊橋の側面図

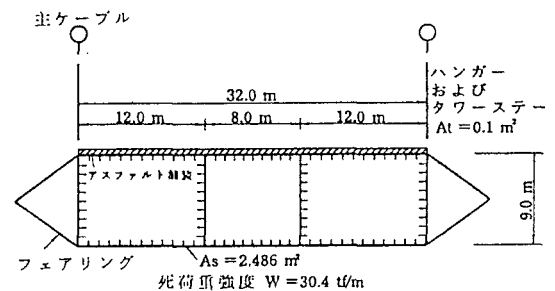


図-2 補剛桁の断面

表-1 補剛桁の断面諸量

断面積	断面二次モーメント
2.486 (m ²)	38.20 (m ⁴)

表-2 設計荷重

死荷重 w (tf/m)		等分布活荷重 p (tf/m)
補剛げた	主ケーブル	
30.4	20.0	6.0

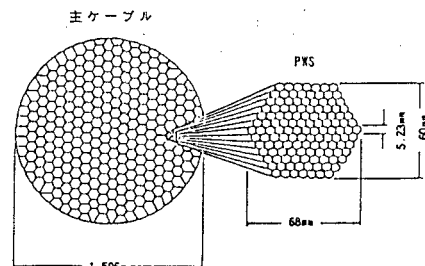


図-3 主ケーブルの断面図

つぎに、伝達マトリックス法¹⁾に基づく解析プログラムを用い、曲げモーメント、たわみ、および主ケーブルの水平力の最大値を求めたものを、表-5に示す。

この表に示す曲げモーメントの値を用いて応力照査を行った結果、補剛桁は、応力的に余裕をもってのことであった。また、たわみは、許容範囲内に収めることができることもわかった。しかし、補剛桁、および主ケーブルの死荷重が大きく、主塔、およびアンカレッジの負担が大きくなることに留意しなければならない。

また、主ケーブルを円形断面に成形するためには、明石海峡大橋の約1.1m程度が限度となり、主ケーブルの直径が1.596mにもなると、成形やラッピングが著しく困難になる。以上のことより、本文で試設計した3径間2ヒンジ吊橋は、主ケーブルの構成上についての困難さを克服しなければならないことがわかった。

3. タワーステーを取り付けた3径間2ヒンジ吊橋の考察

3径間連続吊橋(図-1で、中間支点上のピンを連結したもの)についても、試設計を行ってみた。その結果、ケーブル張力は、3径間2ヒンジ吊橋と大差のない上、中間支点上の補剛桁に著しい負の曲げモーメントを発生せしめ、その区間の補剛桁の設計が難しくなることがわかった。

そこで、図-4に示すように、3径間2ヒンジ吊橋に対して、斜張橋で用いられている斜ケーブル(タワーステー)²⁾を取り付けた場合について試設計を行ってみた。

その結果、タワーステーが主ケーブルの水平

力を20%程度分担し、その分だけ主ケーブルの直径を小さくすることができたことがわかった。しかし、斜張橋形式のタワーステーを取り付けたことによって補剛桁や主塔に軸方向力が発生することに留意して設計しなければならないことがわかった。

4. まとめ

i) 3径間2ヒンジ吊橋は、主ケーブルの直径が著しく大きくなる。それを実現するためには、ケーブルの構成上困難さを克服しなければならないことがわかった。

ii) 3径間2ヒンジ吊橋にタワーステーを取り付けた場合、主ケーブルの直径は、小さくできる。しかし、補剛桁や主塔に軸方向力が発生することに留意して設計しなければならない。

参考文献

- 1) 中井 博・事口壽男：伝達マトリックス法による鋼橋の解析、森北出版株式会社、1992年1月
- 2) 中井 博・野口二郎：伝達マトリックス法による吊橋の構造解析、土木学会論文報告集、No.255、pp.31～45、1976年11月

表-4 主ケーブル、およびストランドの諸元

項目		本文で試設計した吊橋	明石海峡大橋
主ケーブル	直径	1.596 (m)	1.122 (m)
	本数	2本	2本
	構成	127索線/ストランド ×586ストランド/ケーブル	127索線/ストランド ×290ストランド/ケーブル
ストランド	索線径	φ5.23	φ5.23
	寸法	68 × 60 (mm)	68 × 60 (mm)

表-5 各作用力、および、たわみ

補剛桁	曲げモーメント	14,824.1 t・m
	たわみ	4.93 m
ケーブル水平力		8,603.6 t

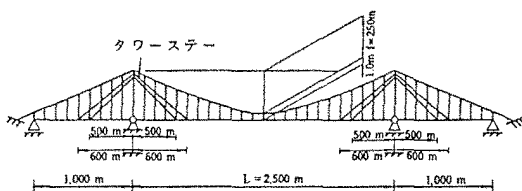


図-4 3径間2ヒンジ吊橋(タワーステー付き)