

横河橋梁 正員 ○清田 鎌次  
 横河橋梁 正員 長谷川 鏐一  
 横河橋梁 正員 明石 重雄

### 1. まえがき

吊橋は、長大径間用橋梁としては有利な構造形式であるが、他の橋形式に比べかなり変形しやすく、とくに、鉄道橋としては問題が多く、今まで本格的な鉄道吊橋は実用されなかった。

この研究は、吊橋の変形を少なくする新しい吊橋構造として双索吊橋をとりあげ、その力学特性を検討したものである。モデルとしては、中央径間 800 m の鉄道・道路併用橋を選び、数値計算および 1/100 全橋模型実験により、静的および動的挙動をしらべた。

### 2. 吊橋の構造

双索吊橋とは、図-1(b)に示すように 1 主構当り 2 本のケーブルを用いて、それぞれのケーブルに対し、中央を境に左右異なつた補剛桁死荷重を分担させた形式をいう。図-2 に双索吊橋のケーブルの荷重分担を示す。この荷重分担率を  $K = (dc/2 + ds_1)/(dc + ds_1)$  と表示すると、従来の通常吊橋は、補剛桁の死荷重を左右等しく分担 ( $ds_1 = ds_2$ ) することから  $K = 0.5$  となる。一方双索吊橋の性質を最もよく表わすのが  $ds_1 = 0$  の場合で、それぞれのケーブルは、中央より片側では補剛桁の死荷重を分担しない。このときの分担率は、 $K = (dc/2 + ds)/(dc + ds) = 1 - dc/2 \cdot (dc + ds)$  となる。したがって、分担率は、 $0.5 \sim 1 - dc/2 \cdot (dc + ds)$  の間にあり、任意に選ぶことができる。

本研究におけるモデルは、ケーブルの張力増を 10 % 以下にするため  $K = 0.76$  とした。

### 3. 力学特性

(静的載荷による挙動)

図-3 に示す基本的な載荷状態に対する補剛桁の最大変位および最大曲げモーメントを比較したものを表-1 に、一例を図-4 に示す。双索吊橋は、対称的な載荷に対しては、通常吊橋と変わらないが、非対称な載荷に対しては、変位が単純桁で 40~45 %、連続桁で 30~40 %、曲げモーメントが単純桁で 30~50 %、連続桁で 20~60 % となり、その効果が著しいことがわかる。このことは、従来問題とされてきた単純桁の場合の塔部の折れ角および連続桁の場合の塔支点モーメントの減少を意味する。また、

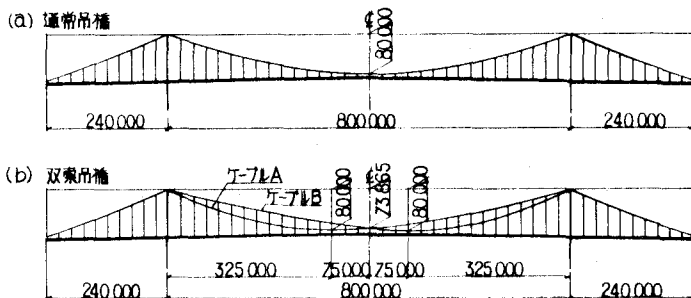


図-1 吊橋一般図

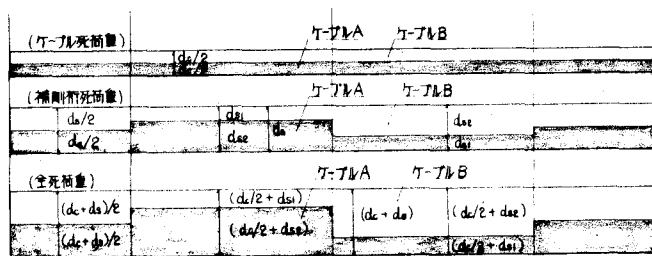


図-2 ケーブルの荷重分担

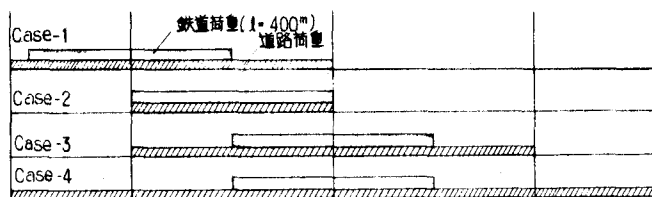


図-3 活荷重載荷状態

通常吊橋の連続桁の場合と双索吊橋の単純桁の場合を比較すると、後者の方が対称载荷ではやや大きい、非対称载荷ではかなり変形が少ない。

横方向载荷については、そのケーブル構造からも推察できるように、通常吊橋と変わらないことが認められた。

#### (固有振動数)

鉛直たわみ振動をみると、対称型の振動および逆対象2次振動では両吊橋の差はみられないが、逆対称1次振動では双索吊橋の方が振動数は早く、この波形に対する剛性が高くなっていることが推察される(図-5)。

横方向のたわみ振動についてみると、双索吊橋は単純桁の場合にやや早く、連続桁の場合にやや遅くなっているが、いずれも大きな差はみられなかった。

#### (構造減衰率)

鉛直たわみ振動における対数減衰率は、通常吊橋で0.01~0.04、双索吊橋で0.01~0.07、横たわみ振動では両吊橋とも0.01前後であった。対数減衰率は、対称・逆対称振動ともに、一次振動において双索吊橋の方がよいことが認められた。

#### (ケーブル張力)

ケーブル張力は、中央径間と側径間とのスパン比によっても異なるが、一般に双索吊橋にすることによって増加する。本モデルの場合、ケーブル張力は、通常吊橋では全橋载荷のCase-4で最大となるが、双索吊橋では非対称载荷のCase-2で最大となる。双索吊橋のケーブル張力は、通常吊橋に比べ死荷重状態で+4%、活荷重载荷時単純桁で+9%、連続桁で+8%となる。これは、双索吊橋が塔部でケーブル傾斜角が大きくなる

ためである。

このケーブル張力増加は、前述の荷重分担率 $K$ を変えることによって調整できる。しかし、ケーブルの張力を少なくすることは、上述の双索吊橋の効果を少なくすることになる。

#### (吊材張力)

吊材張力は、当然それぞれのケーブルの片側において増加する。

#### 4. あとがき

以上述べたとおり、この双索吊橋は、ケーブルの断面増はあるが、とくに鉄道吊橋のように活荷重が大きく、しかも、補剛桁の変形の制約を受ける吊橋には、有効な構造形式と考えられる。

なお、この双索吊橋については、それぞれのケーブルが、中央を境に片側の補剛桁死荷重を分担する場合について、“吊橋の懸吊方式”として、久保慶三郎、平山徹氏より特許が出されているが、本研究は、出願者の了解のもとに行なわれたものである。

表-1 補剛桁の最大変位と最大曲げモーメント

|        |     | 最大変位 |            | 最大曲げモーメント |              |
|--------|-----|------|------------|-----------|--------------|
|        |     | 通常吊橋 | 双索吊橋       | 通常吊橋      | 双索吊橋         |
| Case-1 | 単純桁 | 1.42 | 0.80(-44%) | 15 500    | 10 400(-33%) |
|        | 連続桁 | 1.08 | 0.67(-38%) | 31 300    | 25 500(-19%) |
| Case-2 | 単純桁 | 2.17 | 1.29(-41%) | 15 200    | 7 600(-50%)  |
|        | 連続桁 | 1.93 | 1.29(-33%) | 15 400    | 6 600(-57%)  |
| Case-3 | 単純桁 | 1.59 | 1.60(+1%)  | 13 800    | 13 400(-3%)  |
|        | 連続桁 | 1.48 | 1.50(+1%)  | 12 800    | 12 400(-3%)  |
| Case-4 | 単純桁 | 1.44 | 1.45(+1%)  | 6 800     | 6 700(-1%)   |
|        | 連続桁 | 1.39 | 1.41(+2%)  | 6 300     | 6 300(0%)    |

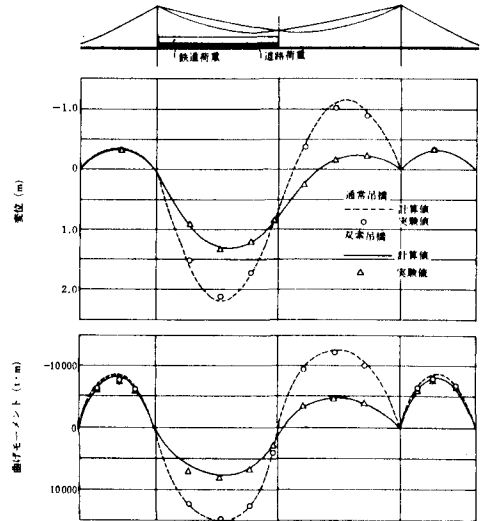


図-4 補剛桁の変位と曲げモーメント (単純補剛桁の場合)

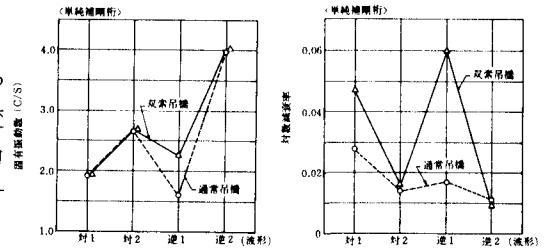


図-5 固有振動数

図-6 対数減衰率