

I-303

吊形式曲線橋の振動特性

(株) 栗本鐵工所 正会員○日暮 宏

(株) 建設技術研究所 大塚篤生

中央大学理工学部 正会員 岡内 功

1. まえがき

近年、用地獲得の困難化などから曲線状に設けられる道路に対応し、それに接続する橋梁自体にも曲率をつけ、交通流の円滑化を図った曲線橋が山間部や高速道路などで、多く架設されている。この曲線橋の長大化・軽量化を図るには、直線橋の場合と同様に吊形式の橋梁、つまり、曲線斜張橋や曲線吊橋によることが考えられる。しかし、この種の橋梁形式の実例は極めて少なく、その実例においても中心角や曲率が小さく曲線橋としての特徴が顕著に現れていない場合が多い。そこで本研究では、大きな中心角と曲率を持った曲線斜張橋と曲線吊橋を対象として動的特性に関する解析を行い、その特性を検討するものである。

2. 解析

(1) 解析対象：図-1のような塔配置を持ち、スパン（主桁曲線の弦の長さ）が同一である曲線斜張橋、曲線吊橋を対象とし、その際、曲線桁の中心角、主桁の剛性、ケーブルの剛性、斜張橋においては、主塔の高さ、主塔位置、吊橋においては側径間比のそれぞれの項目を変化させ、解析を実施した。

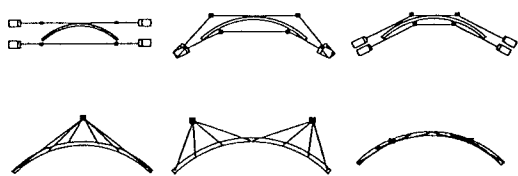


図-1 曲線斜張橋・吊橋塔位置

なお、斜張橋においては、ケーブルは1面放射形に張り、吊橋においては、ハンガーソケットの位置は主桁上等間隔に、ケーブルバンドの位置は主ケーブルの放物線上でハンガーが橋軸方向に対して垂直に張れるように決定した。

(2) 解析方法：解析は、主桁・主塔は曲げねじれ、及び軸力を受ける部材、ケーブルは軸力のみを受ける部材として考え、主桁を魚の骨モデルとし、各種項目を変化させ、それぞれの場合における固有振動数・固有振動モードを求めて、これらの値がどのように変化するかを調べた。

3. 解析結果と考察

(1) 非吊形式との比較：吊形式曲線橋の振動特性を非吊形式の場合と比較した。その様子を図-2に示す。振動数の比較では、吊形式曲線橋は、非吊形式の場合に比べ1次の固有振動数比が2以上になっており、振動数が著しく増加することが分かる。また、振動モードについては、曲線斜張橋の場合、塔付近において非吊形式の場合より鉛直変位とねじり変位が減少していることが読みとれる。しかし、吊橋の振動モードについては両者の間にあまり違いは認められなかった。

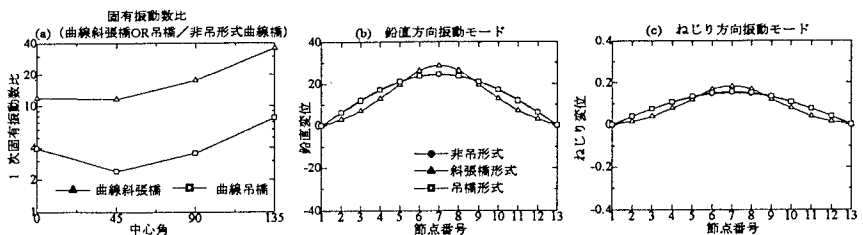


図-2 非吊形式との比較（1次）

(2) 曲線斜張橋の特性：塔が高くなるにつれて固有振動数比も図-3のように高くなっている。振動モードにおいては塔の高さによる影響はほとんど見られないが、主塔が1本の場合、図-4(a)、(b)のように0°と45°の振動モードにおいては1次と2次のモード形が逆になっていることが分かる。中心角の変化による影響は、主塔1本の場合の方が、主塔2本の場合よりも、中心角が大きくなるにつれて、固有振動数

比が減少していく割合が大きい。また、固有振動モードの比較では、中心角が大きくなるほどねじり方向の振動モードが増大していくことが認められた。桁の剛性の变化では、振動数は、図-5 (a) のように1次の場合、桁の剛性が高い方が振動数比は高くなっている。一方、振動モードは、図-5 (b)、

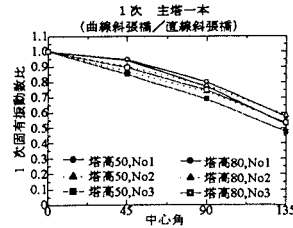


図-3 塔高、塔位置の変化による固有振動数の変化

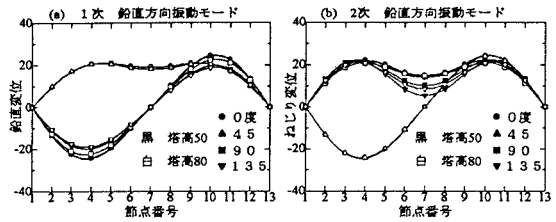


図-4 塔高の変化による固有振動モードの変化（主塔1本）

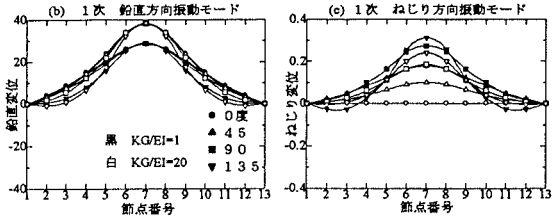
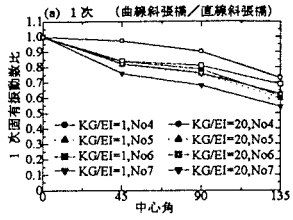


図-5 中心角、桁剛性の変化による振動数及び振動モードの変化（主塔2本）

(c)のように鉛直変位の振動モードにはあまり違いは認められないが、ねじり変位の振動モードは桁のねじり剛性が高くなることによって変位が減少していることがみられる。

(3) 曲線吊橋の特性：1次の振動数比では、図-6のように側径間比が増加すると、直線吊橋の場合に対する振動数比は、増加するが、2次、3次では振動数比は減少する傾向にある。しかし、モード形は側径間比の変化による影響はほとんど見られなかった。中心角の変化では、図-6 (a)、7のように振動数比は中心角が大きくなるにつれて直線的に減少していく。また、鉛直変位の振動モード

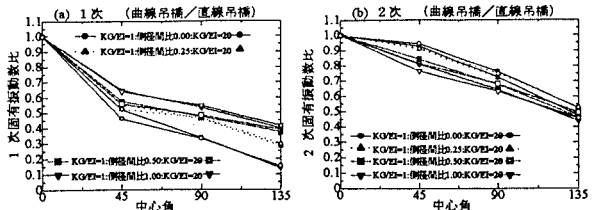


図-6 側径間比の変化による固有振動数の変化

の変化はほとんど見られないが、ねじり変位の振動モードは中心角が大きくなるにつれ増加する傾向がある。桁の断面剛性の変化によって

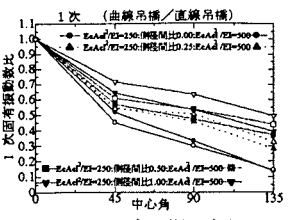


図-7 ケーブル剛性の変化による固有振動数の変化

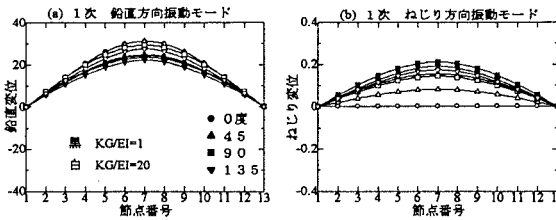


図-8 桁の剛性の変化による固有振動モードの変化

振動数比の変化はほとんど現れない。しかし、図-8 (b)のようにねじり方向の振動モードでは明らかに桁の剛性が高くなるとねじりが減少している。

4. まとめ

本研究では、曲線斜張橋と曲線吊橋の振動特性について検討した。その結果、斜張橋の場合、曲線橋では直線橋に比べ、振動数がかなり低下することが認められた。また、吊橋の場合においても、同じことがいえるが、中心角が135°程度になると低下の度合いは著しくなった。また、曲線斜張橋と曲線吊橋を比べてみると、全般的に斜張橋の方が振動数は高く、一方、振動変位は、鉛直、ねじりとも斜張橋の方が小さいことが分かった。さらに、曲線斜張橋も曲線吊橋においても、中心角の大きさが動的特性に最も大きい影響を与えることが知られ、実用性の観点からすれば、中心角が90°以内にあることが望ましいと考えられる。