

I-455 ねじれ固有振動数算定の吊橋諸性状の モデル化に関する研究

川崎重工業 正員 橋本 靖智
（当時 横浜国立大学大学院学生）
横浜国立大学 正員 宮田 利雄
本州四国連絡橋公団 正員 辰巳 正明
横浜国立大学 正員 山田 均

まえがき 吊橋の固有振動数の算定に3次元の立体骨組みを用いた振動解析が数多く実施されるようになった。しかし、3次元骨組みとはいうもののその状況は必ずしも同じ構造物でも同じ骨組みが使用されているわけではなく、解析結果の同じレベルでの比較を難しくしている。全ての部材をそのまま再現すれば十分であるかといえ、計算効率の点および再現する部材の表現の仕方の問題で問題はあつた。したがつて、解析によつて求めようとする特性に影響の無い範囲で省略できるものは省略し適当にモデル化する方法が合理的であるといえよう。例えば山口らは¹⁾ 補剛桁をせん断中心に位置する桁剛性を代表する梁部材とハンガー取り付け点とせん断中心の断面状の位置を保持する剛部材で桁をモデル化した場合の重力剛性の影響について論じている。本研究では大鳴門橋を解析対象とし、補剛桁、ステイ、タワーリンク、タワーサドルに着目し、固有振動解析を実施してそれぞれモデル化の影響を調べた。

解析の設定 解析対象はトラス補剛三径間吊橋である大鳴門橋であり、支間割は(93)+330+876+330mである。解析モデルは補剛桁を1本の梁で代表させたいわゆる魚の骨モデルを使用しており、背骨にあたる補剛桁剛性を代表させた梁を補剛トラスの図心に置き、重心位置に補剛トラス部の質量、極慣性モーメントを配置している。桁のねじれ剛性は基本的にはブライヒ式によるものを用いている。各部材のモデル化影響は次のような項目についてパラメトリックに調べた。

- | | |
|-----------|---|
| 1) 補剛桁 | 桁ねじれ剛性とせん断中心位置、ねじれ剛性の設定にともなう諸剛性に变化の影響、断面保持のために複数の部材を配置した場合の影響 |
| 2) ステイ | 再現の有無の影響、および初期軸力の大きさの影響 |
| 3) タワーリンク | 再現の有無の影響、および初期軸力の影響 |

結論 解析結果を表1に示す。補剛桁については、ねじれ剛性の推定式の選択はねじれ固有振動数、ねじれ振動に関する等価質量極慣性モーメントの値に大きな影響を持つ。ケーブルの横振動との連成の大きさで等価極慣性モーメントが増減するようであり、桁のみに着目した場合のモード表記とは等価質量は若干大小が異なる場合もある。桁のモデルとしてはいわゆる魚の骨モデルで補剛桁図心に剛性中心をおけば大きな誤りは生じないように見える。ただし、魚の骨モデルを使用した場合には静的な釣合はモデルの状態で保たれるべきであり、断面保持を構成する剛部材の初期軸力の有無の影響は少なからず有る。

タワーリンクおよびステイについては軸力の大きさは余り大きな影響を持たず、部材を再現することが意味があるように見える。

参考文献

- 1) 山口ほか、吊橋のねじれ振動における重力剛性とその固有振動数への影響、土木学会論文集No.410/I-12、pp369-374、1989。

	剛体棒軸力	有り	無し	有り	有り
ねじれ剛性はブライヒ	補剛棒(軸力)	無し	無し	有り(無し)	有り(有り)
横たわみ連成ねじれ対称1次固有振動		0.3163/2.875	0.3142/2.248	0.3165/2.943	0.3165/2.943
純ねじれ対称1次固有振動		0.3411/1.738	0.3383/1.972	0.3413/1.727	0.3413/1.727

註) 軸力が有りのケースはいずれもハンガーとの間で静的につり有っている。

	補剛桁ねじれ剛性	ブライヒ式	小松式	ブライヒ式	小松式
	ねじれ剛性への床版寄与	無し	無し	有り	有り
横たわみ連成ねじれ対称1次固有振動		0.3163/2.875	0.3052/1.395	0.3222/15.03	0.3203/6.652
純ねじれ対称1次固有振動		0.3411/1.738	0.3325/3.888	0.3696/1.116	0.3557/1.876

註) 剛性中心は補剛トラスの図心位置

観測値は常時微動で0.334Hz, 強制振動で0.328~0.332Hz

	床版寄与の補剛桁ねじれ剛性	ブライヒ式	小松式	ブライヒ式	小松式
	剛性中心位置	補剛桁図心	補剛桁図心	せん断中心	せん断中心
	曲げ剛性への床版寄与	有り			
横たわみ連成ねじれ対称1次固有振動		0.3226/15.57	0.3208/6.827	0.3216/11.46	0.3203/6.652
純ねじれ対称1次固有振動		0.3698/1.114	0.3557/1.844	0.3672/1.122	0.3557/1.876
水平曲げ対称1次固有振動		0.0908/0.971	0.0908/0.971	0.0909/0.966	0.0909/0.967
鉛直曲げ逆対称1次固有振動		0.1666/1.054	0.1666/1.054	0.1661/1.094	0.1661/1.094

	ステイカケーブル	軸力40t	無し	軸力無し	軸力200t
	タワーリンク初期軸力	200t			
純ねじれ対称1次固有振動		0.3411/1.738	0.3401/1.805	0.3410/1.732	0.3414/1.738
純ねじれ逆対称1次固有振動		0.5002/1.034	0.4758/1.069	0.5002/1.034	0.5004/1.081
鉛直曲げ対称1次固有振動		0.1559/1.003	0.1533/1.008	0.1559/1.003	0.1559/1.003
鉛直曲げ逆対称1次固有振動		0.1489/1.089	0.1463/1.230	0.1489/1.089	0.1489/1.089

註) ねじれ剛性がブライヒ式、床版の寄与は考慮していない、剛性中心は補剛桁図心

	ステイカケーブル初期軸力	軸力40t			
	タワーリンク初期軸力	200t	なし	1000t	200t
純ねじれ対称1次固有振動		0.3411/1.738	0.3411/1.738	0.3411/1.738	0.3411/1.738
純ねじれ逆対称1次固有振動		0.5002/1.034	0.5002/1.034	0.5002/1.034	0.5002/1.034
鉛直曲げ対称1次固有振動		0.1559/1.003	0.1559/1.003	0.1560/1.003	0.1559/1.003
鉛直曲げ逆対称1次固有振動		0.1489/1.089	0.1488/1.090	0.1492/1.087	0.1489/1.089

註) ねじれ剛性がブライヒ式、床版の寄与は考慮していない、剛性中心は補剛桁図心

註) 上段は固有振動数(Hz)、下段は等価質量・極慣性モーメントと通常風洞試験に使用するそれぞれの値との比。

表1 各種パラメータを設定した場合の固有振動数と等価質量・等価極慣性モーメントと風洞試験で用いる値との比