

I-B 269 ハイブリッド吊床版歩道橋のたわみ特性と固有値特性について

大分県 正 ○古城 建一 九州産業大学 正 水田 洋司
新構造技術(株) 正 岡戸 三夫 九州産業大学 正 吉村 健
(株)構造技術センター フェロー 城 秀夫 九州産業大学 正 白地 哲也

1. 序論

吊床版歩道橋では、サグ比を大きくすればたわみやケーブル張力を小さくでき、経済上有利となるが、歩道橋の縦断勾配の制約(12%以下)を受け、サグ比は3%以下が採用されている。本論文では、サグ比を大きくしてケーブル張力を小さくする目的で提案されたハイブリッド吊床版歩道橋⁽¹⁾のたわみ特性と固有値特性について述べ、主塔の高さやケーブル分担率が特性におよぼす影響について比較検討している。

2. ハイブリッド吊床版橋

ハイブリッド吊床版橋は自重を軽くし、ケーブル張力を小さくする構造形式であり、道路橋への適用も考えている。張力の一部は低い主塔を設けて外装ケーブルに分担させ、残りは内装ケーブルに分担させる吊床版橋である。床版自重の軽量化を考え、主塔近傍は、PC床版とし、スパン中央部は鋼床版とした。軽量化の面では、グレーチング床版の採用も可能であろう。ハイブリッド吊床版橋の概略図を図-1に示している。

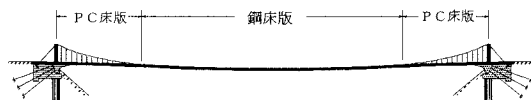


図-1 ハイブリッド吊床版橋

3. 解析モデル

表-1に吊床版歩道橋、吊橋(歩道橋)、ハイブリッド吊床版歩道橋の諸元を示す。解析には幾何学的非線形を考慮した有限要素法を用い、3次元解析を行った。図-2に吊床版歩道橋、吊橋(歩道橋)、ハイブリッド吊床版歩道橋の解析モデルを示す。吊床版歩道橋はハイブリッド吊床版歩道橋と比較するため、床版の外側にケーブルを設置し、剛性の大きいハンガーロープでケーブルと床版とを連結したモデルとして解析した。

表-1 各モデルの諸元

	吊床版歩道橋	吊橋	ハイブリッド吊床版歩道橋
スパン(m)	123	123	123
幅員(m)	1.5	1.5	1.5
ケーブル張力(KN)	10677	323	(1)1465 (2)1235
サグ量(m)	4.10	7.73	4.10 (deck) 8.61 (cable)
床版材料	コンクリート	鋼	鋼
I (m ⁴)	0.0039	0.0001607	0.0000438
自重(KN/m)	23.1	1.32	2.77
全断面積(m ²)	0.7296	0.013063	0.0114
換算ヤング係数	35600	205000	204000
			32800

ここに、I:床版の断面2次モーメント、換算ヤング係数の単位(N/mm²)
(1):ハイブリッド(1)モデルのケーブル張力、(2):ハイブリッド(2)モデルのケーブル張力

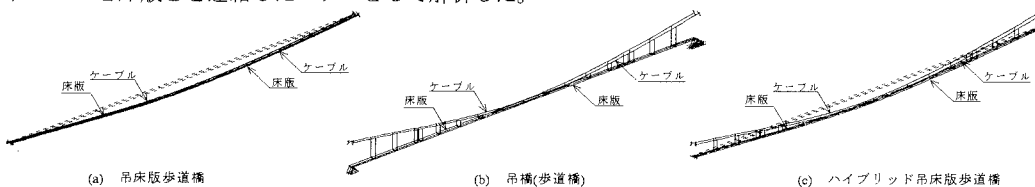


図-2 解析モデル

4. たわみ特性

図-3に設計活荷重(1.47KN/m)が作用したときの各モデルのたわみを示している。図中のハイブリッド(1)は自重による水平張力を外装ケーブルと内装ケーブルで7:3に分担したモデル、ハイブリッド(2)は自重による水平張力を全て外装ケーブルで分担したモデルを示す。たわみは吊橋、ハイブリッド吊床版橋、吊床版橋の順に小さくなっている。許容たわみはL/350としている。吊橋が図-3で許容値を越えているの

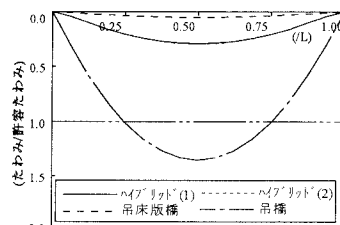


図-3 分布荷重によるたわみ

連絡先: 〒 813-8503 福岡市東区松香台 2-3-1 九州産業大学, TEL: 092-673-5671, FAX: 092-673-5093

は、スパン 67m で設計されている橋を他の諸元はそのままスパンのみ 123m にしたためであろう。設計スパンでは許容値内にある。

5. 固有振動数・固有モード

表-2に各モデルの1次から5次まで固有振動数を表している。ハイブリッド吊床版橋は各次数とも、吊橋より大きく、吊床版橋より小さい。図-4は鉛直曲げの最低次基準振動モードを示しており、逆対称1次となっている。吊橋では低次振動(0.40Hz)に桁のねじり振動が存在するが、ハイブリッド吊床版橋と吊床版橋では1.45Hz、1.49Hzの高い振動数になっている。

6. ハイブリッド吊床版歩道橋のサグ比

ハイブリッド吊床版歩道橋の特性とサグ比、つまり塔の高さの関係を調べた。図-5に集中荷重(9.8kN/L/4点)によるたわみ、図-6に設計活荷重(1.47kN/m)によるたわみを図示している。集中荷重では塔の高さが高いほどたわみが大きくなり、分布荷重では塔の高さが高いほどたわみが小さくなっている。図-7は塔の高さを変えたときの固有振動数を図示している。塔が高くなるにつれ、最低次固有振動数は低下するが、ねじり振動数は一定である。

7. 張力分担比率

図-8に張力分担と水平張力の関係を図示している。内装ケーブルの分担比率が大きくなるほど、水平張力は増大している。図-9は張力分担比率と固有振動数の関係を図示している。内装ケーブルの分担比率が大きくなるほど、低次振動数は大きくなる傾向にあり、ねじり振動数は一定である。

8. 結論

吊床版橋のサグ比と低い塔を利用して、吊床版橋から吊橋のサグ比と同程度のケーブルサグ比を持つハイブリッド吊床版橋について、たわみと固有振動数・固有モードを調べた。数値計算より、吊床版橋のケーブル張力の13%前後のケーブル張力で、たわみは十分に許容値内にあり、鉛直固有振動数は吊橋より高く、面外固有振動数は吊床版橋よりも高いハイブリッド吊床版橋の作成が可能になることが判った。今後は床版サグ量を道路橋並に小さくしたときの特性を調べ、道路橋への適用について検討予定である。

参考文献

(1)Yoshimura, T. et al.: Steel and Hybrid Stress-Ribbon Pedestrian Bridges, IABSE REPORTS, Vol.79, pp.329-334, September 2-4,1998.

(2)水田洋司,他4名:吊床版歩道橋の静的特性について,土木構造・材料論文第14号, pp.55~60,1998年12月.

表-2 固有振動数の比較(Hz)

	ハイブリッド(1)	ハイブリッド(2)	吊床版橋	吊橋
1次	0.46 (V)	0.43 (V)	0.58 (V)	0.40 (T)
2次	0.67 (V)	0.62 (V)	0.73 (H)	0.41 (V)
3次	0.93 (CH)	0.91 (V)	0.80 (V)	0.56 (T)
4次	0.97 (V)	0.97 (H)	1.14 (V)	0.57 (V)
5次	0.99 (H)	1.02 (CH)	1.21 (V)	0.80 (H)
備考	V:桁鉛直, H:桁面外, T:桁ねじり CH:ケーブル面外			

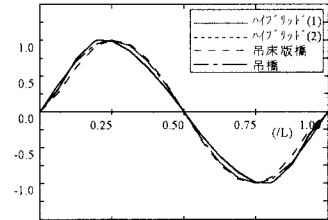


図-4 鉛直曲げの固有モード

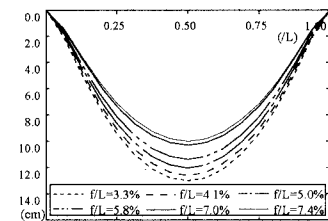


図-6 たわみの比較(分布荷重)

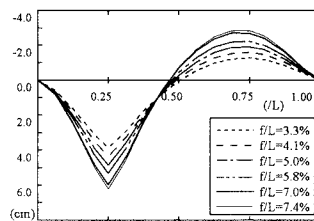


図-5 たわみの比較(集中荷重)

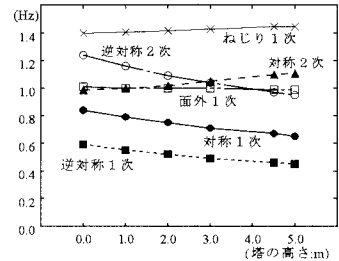


図-7 塔の高さと固有振動数

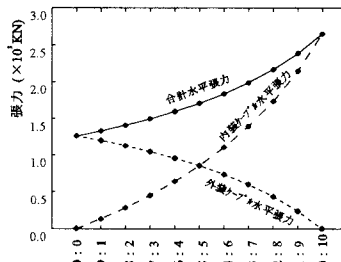


図-8 張力分担比と水平張力

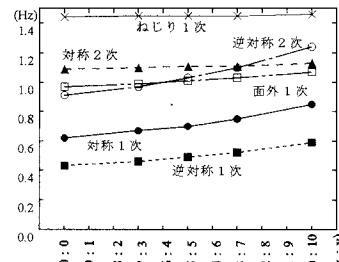


図-9 張力分担比と固有振動数