

鋼吊床版歩道橋の力学特性について

構造技術センター 正〇城 秀夫 九州産業大学 正 水田 洋司
九州産業大学 正 吉村 健 九州産業大学 学 劉 貴位

1. はじめに

吊床版橋は1958年ボスボラス海峡横断計画において西ドイツのデイビダーク社のU. finsterwarlder博士が提案して以来、日本では数多くのPC吊床版歩道橋が架設されている。PC吊床版橋については細部にわたり様々な研究や工夫が行われているが、鋼吊床版橋は1977年にアイデアが提唱されただけで、いまだ架設には至っていない。著者らは、文献5)で鋼吊床版歩道橋を提案し、長スパンの歩道橋への適用性について述べた。本論文では提案する鋼吊床版歩道橋を試設計し、その構造と力学特性について述べている。静的計算にはたわみ度理論を、動的計算には線形化したたわみ度理論を用いた。

2. 鋼吊床版歩道橋の構造

鋼吊床版歩道橋の横断面を図-1に示す。断面には斜張橋の桁に使用されるエッジガーダーを用い、ケーブルを鋼床版の横桁の上に装着する。張力はケーブルの他に鋼管も分担する構造としている。耐風安定性の向上を図るためエッジガーダー断面の両端には円形断面を使用している。鋼床版及び鋼管は高張力ボルトで連結し、メインケーブル張力の導入及び橋台への定着はPC吊床版橋と同じ方法を用い、鋼床版と橋台の取付には鋼橋脚とフーチングの取付方法を用いる。

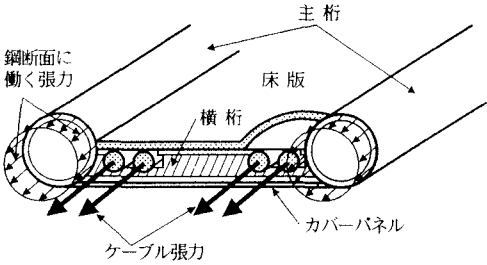


図-1 鋼吊床版橋の横断面図

3. 数値計算モデル

陣屋の森吊橋の諸元を用いて図-1の断面を持つ鋼吊床版歩道橋の試設計を行った。試設計で得られた諸元を表-1に示す。比較のために、PC吊床版歩道橋の諸量も記している。必要なケーブル張力が鋼橋はPC橋の約1/4であることが判る。

表-1 陣屋の森吊橋の諸元一覧表

項目 単位	支間長	サグ量	有効幅員	初期張力	全断面積	全重量
橋種	m	m	m	tf	m ²	tf
PC吊床版橋	123.0	4.1	1.5	1088.8	0.7296	290.3
鋼吊床版橋	123.0	4.1	1.5	269.4	0.0354	71.9

4. ケーブルの張力

吊床版歩道橋の形状を放物線とした時のケーブル張力(H)、サグ比(n)及び自重(W)の関係は式(1)で表される。

$$H = \frac{wl}{8} \cdot \frac{1}{(f/l)} = \frac{W}{8} \cdot \frac{1}{n} \quad \dots\dots(1)$$

ここに、 f : サグ量 l : スパン
 n : サグ比 W : 全重量

表-1に示すPC吊床版歩道橋と鋼吊床版歩道橋の諸元を用いて計算したケーブル張力(H)とサグ比(n)の関係を図-2に示す。

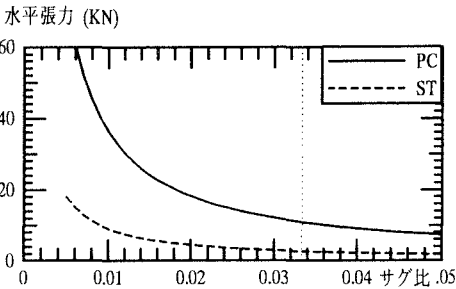


図-2 ケーブル水平張力とサグ比の関係

5. 荷重-たわみ曲線

陣屋の森PC吊橋(PC橋)の諸元(表-1)を用いて、たわみ度理論により荷重(p)-たわみ曲線を求めた。図-3中の実線は陣屋の森吊橋のサグ量を原点とし、自荷重を増加した場合(正)、減少した場合(負)のサグ量の増

減を表している。破線①はPC吊床版歩道橋の荷重－たわみ曲線、破線②は図-1の主桁にコンクリートを詰めて重量を増した鋼吊床版歩道橋の荷重－たわみ曲線、破線③は鋼吊床版歩道橋の荷重－たわみ曲線である。

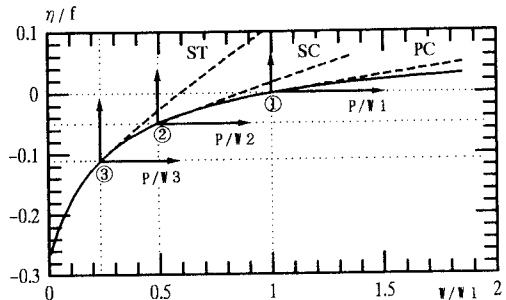


図-3 たわみ-荷重曲線

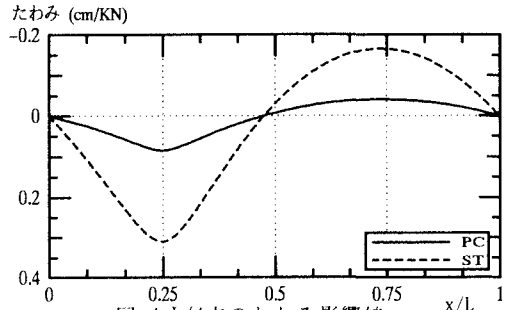


図-4 L/4点のたわみ影響線

6. たわみの影響線と最大たわみ曲線

L/4点のたわみの影響線を図-4に、最大たわみ曲線を図-5に示す。図中のPC・STの諸元は表-1のPC、鋼であり、たわみ度理論によりたわみを求めた。これらの図より、鋼吊床版歩道橋のたわみはPC橋の約4倍であるが、十分に許容値内にあることが判る。

7. 固有振動数及び固有モード

文献4)で提案した吊床版橋の固有値解析法を用いて鋼吊床版歩道橋とPC吊床版歩道橋の固有値解析を行った。表-2はそれぞれの固有振動数であり、対称1次の正規化モードを図-6に示している。図中の実線はPC吊床版歩道橋であり、破線は鋼吊床版歩道橋である。

表-2 固有振動数一覧表 (Hz)

項目 橋種	対 称 振 動			逆 対 称 振 動		
	1	2	3	1	2	3
PC吊床版橋	0.773	1.142	1.151	0.554	1.155	1.841
鋼吊床版橋	0.772	1.236	1.490	0.550	1.122	1.736

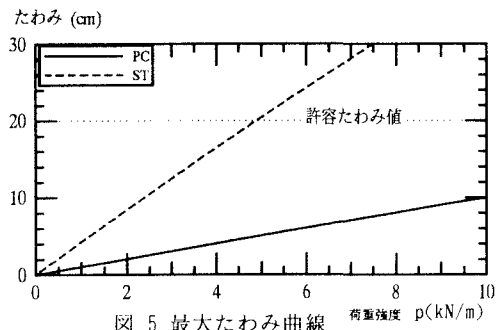


図 5 最大たわみ曲線

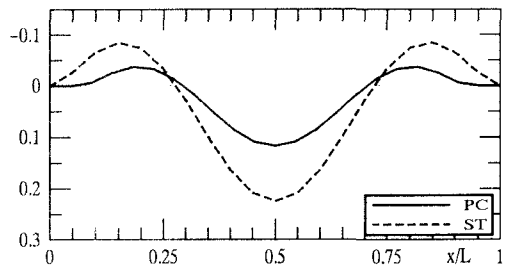


図 6 対称1次正規化モード

8. 結論

鋼吊床版歩道橋は自重が小さいため、活荷重によるたわみが大きくなるが、使用上特に問題は見られなかった。また、両橋の固有振動数及び固有モードにも大きな差は見られず、鋼吊床版歩道橋の動的応答はPC橋の4倍程度の大きさと推定される。100mクラスの歩道橋では、両タイプのたわみや固有値の特性に大差ないが、鋼吊床版歩道橋のケーブル張力はPC吊床版歩道橋の1/4ですみ、経済的に有利であることが判る。

参考文献

1)日本道路協会：立体横断橋施設技術基準
2)T.Yoshimura,etal:Aerodynamic stability of a concrete stress-ribbon pedestrian bridge, Proeedings sixth international conference on Flow Induced Vibration,London pp.601-610, April 1955.
3)吉村虎蔵他：補剛アーチ橋及び吊橋の動的共通解析、土木学会論文集、第115号、pp.1-11、1965年3月
4)水田洋司他：吊り床版歩道橋の鉛直固有振動数の解析法について、構造工学論文集、Vol.38A, 1992年3月
5)水田洋司他：鋼吊り床版歩道橋とPC吊り床版歩道橋の力学特性について、土木学会第51回年次講演集。
6)R. J. Wheen,etal:The stress-ribbon bridge concept in steel, The Structural Engineer, May 1977.