

鋼吊床版歩道橋の力学特性について

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

1. はじめに

P C吊床版橋は経済性や景観の面から、歩道橋として多数架設されているが、橋全体を両端で吊り下げるという構造特性から、アバットメントの滑動に十分抵抗できる良好な地盤条件が要求される。しかも活荷重に対する死荷重の割合が大きく、死荷重を支えるためにケーブルで緊張していると言っても過言ではない。本論文では、まず死荷重と活荷重の関係を明確にするために、P C吊床版橋の荷重-たわみ関係について検討している。次に、橋の自重を軽くしてケーブル張力を小さくし、さらに桁断面も張力を受け持つ鋼吊床版橋を提案し、その静特性を推定している。

2. サグ比と張力の関係 吊床版橋はケーブルに等分布荷重(自重)が作用し、それをケーブルの張力で支持しているため、その形状は放物線と考えて差しつかえない。この場合のケーブル張力Hは、単位長さあたりの自重wを用いて式(1)で表される。

$$H = \frac{w \ell^2}{8f} = \frac{W}{8} \cdot \frac{1}{\frac{f}{\ell}} \quad (1) \quad \text{ここに、} W=w\ell: \text{自重} \\ f: \text{サグ量} \\ \ell: \text{支間長}$$

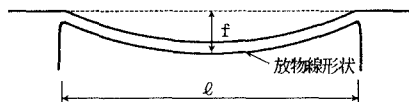


図-1 吊床版橋の形状

表-1の梅の木轟公園吊橋の諸元を用いて、サグ比と張力の関係を式(1)で計算し、それを図-2に示している。図-2にはコンクリートの自重を無視したケーブルのみのサグ比と張力についても図示している。鋼吊床版橋の自重はP Cコンクリートとケーブルのみの間にあり、サグ比と張力の関係も2つの曲線の間にありとえられる。

表-1 梅の木轟公園吊橋の諸元

支 間	ℓ	10.5m
サグ比	f	3.1m
有効幅員		1.3m
初期水平力	H	445.3tf
全断面積	A	0.3875m ²
橋の重量	W	111.46tf
ケーブルの重量		6.61tf

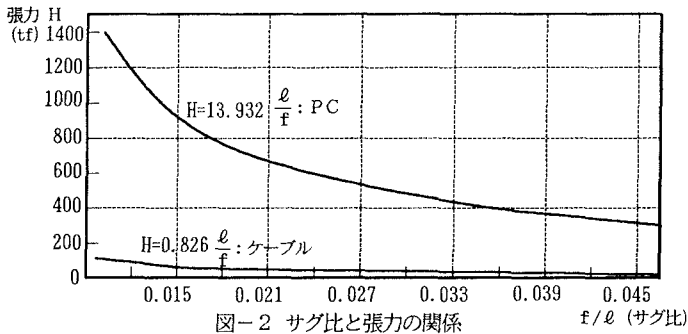


図-2 サグ比と張力の関係

3. 荷重-たわみ曲線

表-1に示す梅の木轟公園吊橋の諸元を用いて、たわみ理論⁽¹⁾により吊床版橋の荷重とたわみの関係を調べ、図-3に図示している。活荷重無載荷とそのときの形状を原点としており、荷重の正值は活荷重載荷、負値は死荷重の減少を意味している。たわみは支間中央の最大鉛直変位をプロットし、死荷重なしの状態まで計算した。当然のことながら、死荷重なしの状態ではケーブル張力は零となる。

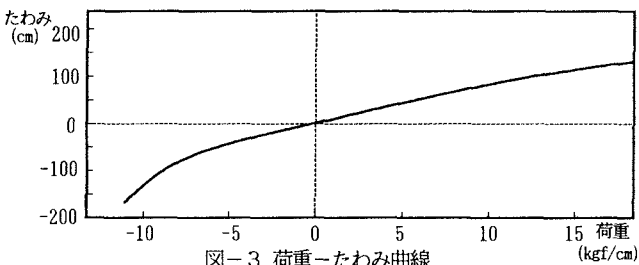


図-3 荷重-たわみ曲線

4. 鋼吊床版橋の提案 鋼吊床版橋は1977年にそのアイデアが提唱⁽²⁾されているが、いまだ架設には至っていない。P C吊床版橋と同じ断面で鋼吊床版橋を考えると、図-4のような箱型断面となるが、本論文で提案する鋼吊床版橋は図-5に示すようなエッチガーター断面である。斜張橋の主桁に使用されているエッチガーターを引張りに抵抗できるように改良し、ケーブルをエッチガーターのメインビーム部に装着している。しかも、エッチガーターの全断面とケーブルで張力に抵抗する構造とし、橋全体の軽量化を計っている。これにより、ケーブル張力を低減できるためアバットメントが小さくなり、図-6に示すP C吊床版橋よりも経済性を高めることができる。したがって、鋼吊床版橋ではP C吊床版橋より長いスパンの橋を架けることが可能であるし、道路橋への適用も可能と考えられる。

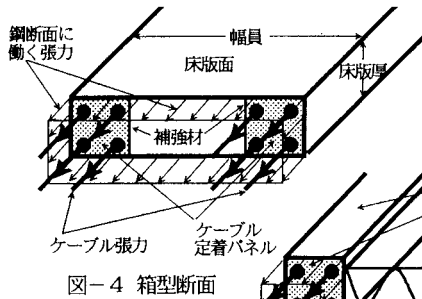


図-4 箱型断面

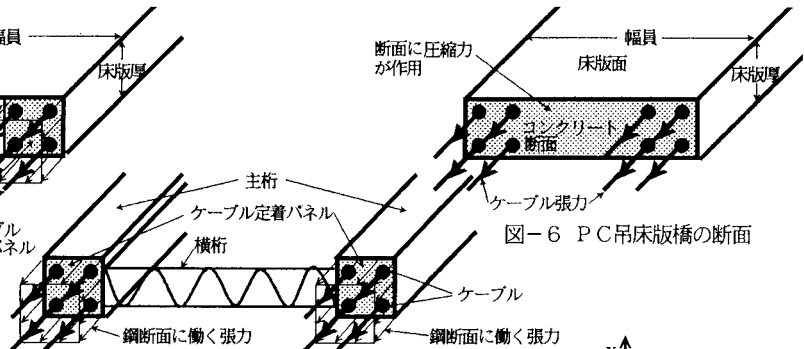


図-5 エッチガーター断面

図-6 P C吊床版橋の断面

5. サグ比と最大変位の関係

梅の木轟公園吊橋を例にとり、図-4の箱型断面について概略設計を行い、表-2のような結果を得た。支間を15分割し、小規模吊橋設計指針に規定された活荷重(100kgf/m²)を作用させて、3次元FEM解析で変形を求めた。図-7に分割要素、図-8に節点8の鉛直変位を図示している。

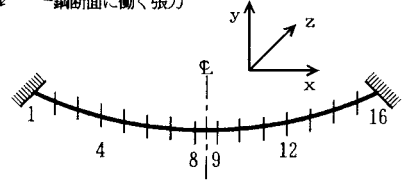


図-7 要素分割

表-2 断面性状の比較

		PC	鋼(ケーブル)
全断面積	cm ²	3657.0	82.63
弾性係数	kgf/cm ²	4.0×10^5	2.0×10^6
断面2次モーメント	cm ⁴		
	I_z	1.2×10^5	8.1×10^3
	I_y	1.259×10^7	7.961×10^5
	I_x	1.271×10^7	8.042×10^5
ねじり定数	J cm ⁴	499680	28506.8

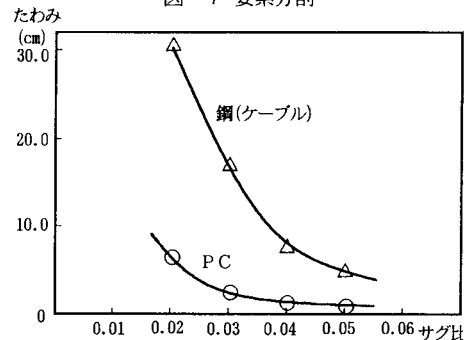


図-8 PCと鋼(ケーブル)のたわみの比較

6. おわりに 鋼吊床版橋は死荷重の面から考えれば、P Cとケーブルの間にあるため、鋼吊床版橋の張力、たわみは図-2、図-8の2本の実線の間にあると推定される。図-3から理解できるようにP C吊床版橋では、ケーブル張力の大半が死荷重を支えるために使用されており、死荷重の小さい鋼吊床版橋では張力を有効に利用することが可能である。しかし、図-8から判るように鋼吊床版橋は活荷重によるたわみが大きくなるため、これをどう対処するかが問題となる。今後は図-5に示すエッチガーター断面での試設を実施し、力学特性を十分に検討する予定である。

参考文献 (1) 平井敦：鋼橋Ⅲ，技報堂，pp.383～399，1967年9月。(2) R.J.Wheen, et al: The stress-ribbon bridge concept in steel, The Structural Engineer, pp.223～229, No. 5, Vol. 55, May 1977.