

I - A40

吊床版歩道橋の力学特性について

九州産業大学 学生員○古城 建一 九州産業大学 正 員 水田 洋司
九州産業大学 正 員 吉村 健 (株)構造技術センター 劉 貴位

1. まえがき

吊床版橋は、工事の進行に伴う死荷重の増加によって形状が大きく変化するため、そのサグ量も大きく変化する。従って、サグ量の管理は架設の中で最も重要な問題である。本論文では、吊床版橋の形状を推定するため、大変形理論に基づいた撓度理論の式を提案している。数値計算例では、提案した撓度理論の式が、十分な精度でケーブルサグ量を計算できることを示している。また、死荷重によるケーブルサグ量と活荷重による吊床版歩道橋の変形との関係を明らかにし、吊床版歩道橋の自重や伸び剛性が、たわみに及ぼす影響について検討している。

2. 基本微分方程式とケーブル方程式

架設系の吊床版橋の基本微分方程式は、曲げ剛性を考慮しない式(1)で示される。図-1のような部材の伸びと角度変化を考慮した大変形の撓度理論では、ケーブル方程式は式(2)のようになる。ここで、式(2)中の L_{E1} 、 L_{E2} 、 L_T は式(3)、(4)、(5)で、式(3)、(4)中の C は、式(6)で表される。

$$-(H_{w0}+H_w) \frac{d^2 \eta}{dx^2} - H_w \frac{d^2 y}{dx^2} = w \quad (1)$$

$$\frac{H_w \cdot L_{E1}}{E_c \cdot A_c} + \gamma \cdot t \cdot L_T - \frac{16 \cdot f_0 \cdot \eta_{max}}{3 \cdot l} + \frac{1}{2} \cdot \frac{H_w \cdot L_{E2}}{E_c \cdot A_c^2} + \frac{H_w \cdot L_{E1}}{E_c \cdot A_c} \cdot \gamma \cdot t + \frac{1}{2} (\gamma \cdot t)^2 \cdot L_T - \frac{8 \cdot \eta_{max}^2}{3 \cdot l} = 0 \quad (2)$$

$$L_{E1} = \frac{2(f_0 + \eta_{max})}{l^2} \left[\frac{1}{2} \left\{ 2 \cdot l \cdot \sqrt{l^2 + C^2} + C^2 \cdot \log \frac{l + \sqrt{l^2 + C^2}}{-l + \sqrt{l^2 + C^2}} \right\} + \frac{2f_0^2}{l^4} \left\{ 4 \cdot l (l^2 + C^2)^{\frac{3}{2}} - 2 \cdot C^2 \cdot l \sqrt{l^2 + C^2} - C^4 \cdot \log \frac{l + \sqrt{l^2 + C^2}}{-l + \sqrt{l^2 + C^2}} \right\} \right] \quad (3)$$

$$L_{E2} = \frac{16^2}{l^8} \cdot f_0^2 \cdot (f_0 + \eta_{max})^2 \cdot \left[\frac{l^5}{5} + \left(\frac{l^4}{16f_0^2} + C^2 \right) \cdot \frac{l^3}{3} + \frac{C^2 \cdot l^5}{16f_0^2} \right] \quad (4)$$

$$L_T = l \left(1 + \frac{16}{3} \frac{f_0^2}{l^2} \right) \quad (5)$$

$$C = \frac{l^2}{4(f_0 + \eta_{max})} \quad (6)$$

ここに、 η : 任意点のケーブルのたわみ、 x : 原点から任意点までの水平距離

H_{w0} : ケーブル死荷重による水平張力、 H_w : 床版載荷により増加した水平張力

y : 初期形状の任意点の縦距、 w : 床版の単位長さ当たりの自重

f_0 : 初期ケーブルサグ量、 l : スパン、 $E_c \cdot A_c$: ケーブルの伸び剛性

γ : ケーブルの線膨張係数、 t : 変化した温度

3. 死荷重によるケーブルサグ量

提案した撓度理論の精度を明確にするために、表-1の諸元を用いて、死荷重によるケーブルサグ量を提案法、ケーブル理論、撓度理論で求め、その結果を図-2に示した。これより、提案法とケーブル理論はよく一致していることが判る。図-3は架設時のケーブル張り渡しから、その上に床版を載荷させた場合の床版自重とサグ量の関係を示している。このときのサグ量は、床版自重によるスパン中央部のたわみを求め、初期サグ量との和から求めた。図には初期サグ量 f_0 の異なるPC床版、ST(鋼)床版、GR(グレーチング)床版の3種類のケーブルサグ量の変化曲線を示し

キーワード：吊床版歩道橋、ケーブルサグ量、死荷重、活荷重

連絡先：〒813-8503 福岡市東区松香台2-3-1 九州産業大学 TEL(092)673-5050 FAX(092)673-5699

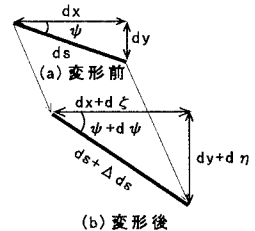


図-1 部材の変形

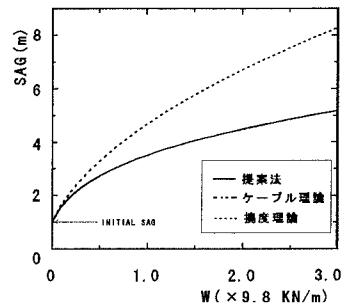


図-2 ケーブルサグ量

表-1 陣屋の森吊橋の諸元

$l=123.0 \text{ m}$	$f_0=0.987 \text{ m}$
$E_c=196.133 \text{ KN/mm}^2$	$w_0=0.8708 \text{ KN/m}$
$A_c=0.0105914 \text{ m}^2$	$H_{w0}=1668.111 \text{ KN}$
$w=17.7324 \text{ KN/m}$	$\gamma=1.2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}; t=0^\circ\text{C}$

ている。ST床版はPC床版の1/4、GR床版はPC床版の1/8の重さとしている。図中には①～⑤点でのサグ比を $f_1 \sim f_5$ で表している。

4. 活荷重による変形

図-4は、図-3中の①、②、③点での吊床版歩道橋の活荷重によるたわみを表したものである。これより、たわみは死荷重が小さく、サグ比が小さいほど大きくなることが判る。また、許容たわみ以下のたわみ量の計算には、撓度理論で十分である。したがって、これ以降のたわみの計算には撓度理論を用いた。図-5は同一サグ比の場合のたわみ曲線を示しており、いずれも許容たわみ以下である。

5. 伸び剛性の影響

図-6は床版の自重、曲げ剛性、サグ比を一定とし、伸び剛性のみを陣屋の森吊橋の2倍、1/2倍、1/4倍、1/8倍としたモデルの活荷重とたわみの関係を図示している。この図より、吊床版橋のたわみは伸び剛性に大きく影響されることが判る。また、図-7には曲げ剛性とたわみの関係を図示している。

6. 自重と変形

図-8は床版の曲げ剛性、伸び剛性、サグ比を一定とし、自重のみを陣屋の森吊橋の1/2倍、1/4倍、1/8倍したモデルの活荷重とたわみの関係を比較したものである。これより、吊床版歩道橋の自重が小さければ、若干たわみは大きくなるが、たわみには自重の影響はほとんどないと考えられる。

7. まとめ

得られた結果を求めると次のようである。

- ①提案法は死荷重の増加に伴うケーブルサグ量の変化を十分な精度で計算できる。
- ②死荷重によるケーブルサグ量曲線と活荷重による吊床版歩道橋の変形曲線との関係が明確になった。
- ③吊床版歩道橋の変形は伸び剛性の大きさに左右され、自重の大きさにはほとんど影響されない。

参考文献

- (1) 平井敦：鋼橋Ⅲ，技報堂，pp. 382～399，1967年9月。(2) 阿部新平，他5名：陣屋の森吊橋(PC吊床版橋)の設計と施工，橋梁，Vol. 30，No. 1，pp. 107～115，1994年1月。(3) (株)マエダ：陣屋の森吊橋設計業務上・下部工設計計算書，1993年3月。

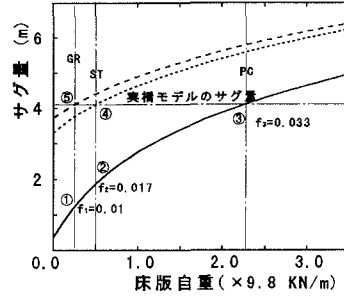


図-3 初期サグ量の影響

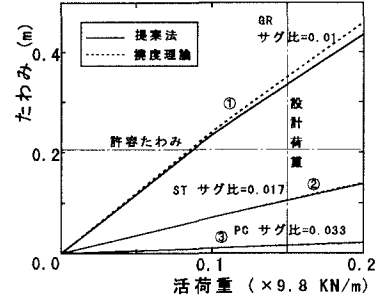


図-4 活荷重によるたわみ(異なるサグ比)

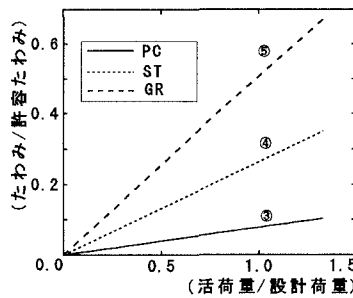


図-5 活荷重によるたわみ(同一サグ比)

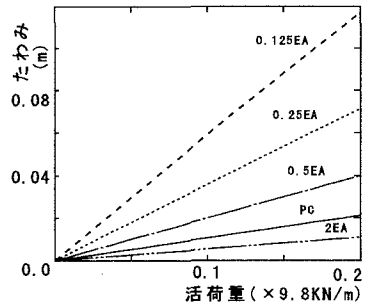


図-6 伸び剛性とたわみ

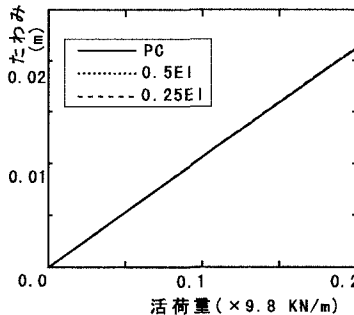


図-7 曲げ剛性とたわみ

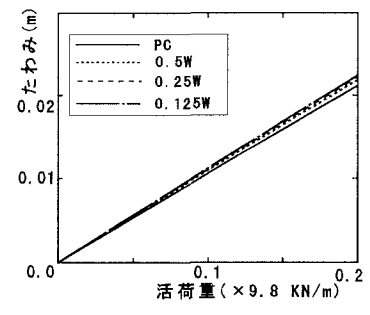


図-8 自重とたわみ