

V-327 PC吊床版橋の経時的挙動について

住友建設（株） 正員 錦 英樹
 同 上 正員 則武 邦具
 同 上 正員 熊谷紳一郎

1. はじめに

PC吊床版橋は、吊構造の持つ力学的優位性をコンクリートの分野に応用した橋梁形式で、熊本県泉村の梅の木轟公園吊橋（写真-1、最大支間105m）などの長支間の吊床版橋が建設されている。本橋梁は、温度や活荷重などにより床版コンクリートに発生する引張応力に対して、プレストレスを導入したPC構造である。今回、愛媛県のひぐらし橋¹⁾（昭和62年6月完成）で行った計測のうち、導入プレストレス量の確認と施工完了時から約2年経過後までのサグおよび床版のひずみの変化量について報告する。

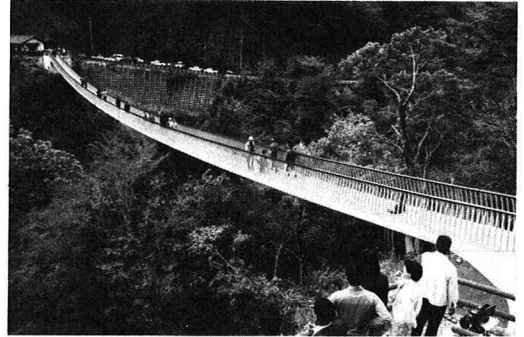


写真-1 梅の木轟公園吊橋

2. 計測概要

測定項目と測定方法を表-1に示す。

表-1 測定項目と測定方法

測定項目	測定方法
導入プレストレス量 ひずみ変化、床版温度	床版コンクリートに埋め込んだ有効応力計、埋め込み型ゲージ
サグ変化	設計支間60mに対する主要点のサグをレベルにより測定

3. 測定結果

1) プレストレス量

プレストレス導入によるつり合い状態の変化をケーブル方程式²⁾より求めると、サグの変化量は $\Delta f = 35 \text{ mm}$ となり、測定値 $\Delta f = 36 \text{ mm}$ と一致した。これより、導入プレストレス量 (100t) から、水平力の変動量 (4.0t) を差し引いた $P = 96.0 \text{ t}$ が圧縮力として床版に作用したことになる。支間中央のコンクリート有効応力計による測定値は $\sigma_c = 19 \text{ kg/cm}^2$ （計算値の 80%）で、プレストレスの導入が確認された。

2) 吊床版の経時変化

乾燥収縮の進行度がクリープと同じであると仮定し、鋼材の拘束により断面内に発生する不静定力を X_c 、水平力の変化を ΔH とするとクリープ、乾燥収縮および応力変動によるひずみ $\varepsilon_{c\phi}$ は次式で表される³⁾。

$$\varepsilon_{c\phi} = \frac{1}{EcAc} \left\{ -P \cdot \varphi_t + (X_c + \frac{\Delta H}{Az} \cdot Ac) \cdot (1 + K \varphi_t) \right\} + \frac{\varphi_t}{\varphi_{\infty}} \varepsilon_s \quad (1)$$

$$1 + K \varphi_t = \frac{\varphi_t}{1 - e^{-\varphi_t}} \quad (2)$$

Ac : コンクリートの純断面積

Az : コンクリート、鉄筋、鋼材の換算断面積

P : 床版に導入されているプレストレス力

K : レラクセーション関数

一方、鉄筋及び鋼材のクリープ、乾燥収縮によるひずみ $\varepsilon_{s\varphi}$ は次式となる。

$$\varepsilon_{s\varphi} = \frac{-Xc}{E_p A_p + E_s A_s} + \frac{\Delta H}{E_c A_z} \quad (3)$$

コンクリートと鋼材は付着があるため、ひずみの適合条件 ((1)式=(3)式) より不静定力 Xc を求めると、クリープ、乾燥収縮前後におけるケーブル長の伸びのつり合い式は次のようになる。

$$\frac{1}{2H_1^2} \int Q_0^2 dX - \frac{1}{2H_0^2} \int Q_0^2 dX = \frac{\Delta H L}{E_c A_z} + \frac{L \varphi_t}{E_c A_z} \cdot \frac{1}{1+K \varphi_t \alpha} \{ \bar{P} + \Delta H(1-\alpha)K \} \quad (4)$$

$$\text{ここで, } \alpha = (E_p A_p + E_s A_s) / E_c A_z \quad (5)$$

$$\bar{P} = -P + \frac{\varepsilon_s}{\varphi_\infty} \cdot E_c A_c \quad (6)$$

$\gamma = H_1 / H_0$ を変数とした次の3次元方程式を解くことによりクリープ、乾燥収縮後の水平力 H_1 が求まる。

$$\gamma^3 - \left\{ 1 - \frac{\varphi_t \bar{P}}{(1+K \varphi_t) H_0} - \frac{1+K \varphi_t \alpha}{1+K \varphi_t} \cdot \frac{E_c A_z}{2LH_0} \int (Q_0/H_0)^2 dX \right\} \gamma^2 - \frac{1+K \varphi_t \alpha}{1+K \varphi_t} \cdot \frac{E_c A_z}{2LH_0} \int (Q_0/H_0)^2 dX = 0 \quad (7)$$

主要点でのサグの測定値を、同一温度に補正し、図-1に示す。また、(7)式により計算したサグとひずみの経時変化量と測定値を図-2に示す。吊床版は時間の経過とともに圧縮ひずみが増加し、サグが減少している。これは、乾燥収縮と圧縮応力作用下のクリープによって軸方向に塑性変形が生じ、部材が短縮しサグが減少するのである。サグの経時の変化は測定値と計算値はよく一致している。また、ひずみは $T=700$ 日経過時で計算値に対して98%と82%であった。

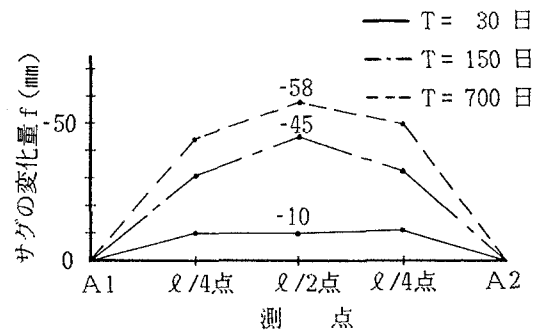
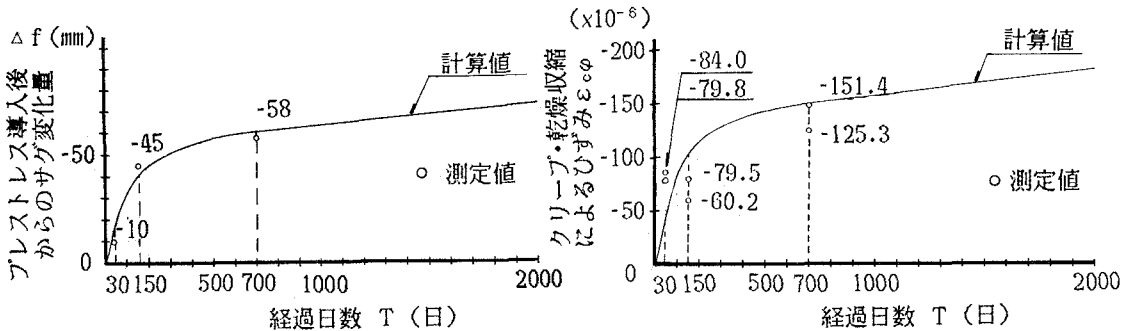


図-1 吊床版のサグ変化



(1) サグ量

図-2 吊床版橋の経時変化

(2) ひずみ量

4. 結 論

吊床版橋は死荷重時のサグにより応力状態や構造特性が変化する。設計ではクリープによるプレストレス量の変化や、サグの変化による応力度を考慮する必要がある。今回用いたクリープ解析は測定値とよく一致しており、吊床橋の経時変化を十分な精度で推定できることが確認された。

【参考文献】

- 1) 則武, 板東, 増井, 熊谷: 吊床版橋の設計・施工 土木施工29巻3号 1988.3
- 2) 村上, 中沢, 瀬崎, 本間, 熊谷: 歩行者用吊り床版橋の模型実験 (上, 下) 橋梁と基礎 1982.12, 1983.1
- 3) J.Eibl & K.Pell: Zur Berechnung von Spannbandbrücken Werner-Verlag 1973