

東京大学 助教授 正員 伊藤 亨
 東京大学 技 官 草原 茂博
 電力中央研究所 支田 純夫

1. 緒言

トラス桁の換りについては従来までに、ブライヒを始め数多くの研究者達により解析が行われている。それ等の研究に共通していることは「桁」と構成しているトラス桁が上下および左右について対称であること、つまり桁の断面についてみると＝軸対称形の断面のものを取扱っている。床版付トラス桁についても研究が行われているのはやはり上記に類するもののものである。ところが実際に用いられる桁の断面は、＝軸対称形のものは少なく、むしろここで取上げた桁のように＝軸非対称のものも多く用いられるようである。我々はそのような断面の桁（例えば、図-0、床版付トラス桁の図参照）について、その換りの挙動を追求するため床版とトラス桁強材に生ずる応力を次に述べるような方法を用いて解析し、同時に模型桁についてその換れ変形並びに応力を測定し両者の結果を比較してみた。

2. 解析法

図-0のような桁全体を立体的に解析するのは困難であるので、次に挙げるような仮定の下に計算を進めることにする。

仮定① トラス部分は「桁」の換れに対し、曲げの變形により抵抗し、換りについては折壊しない。

② 床版は曲げを生じないシャイベとして作用し、トラス強材の応力を分担する。なお換り變形による応力は考えない。

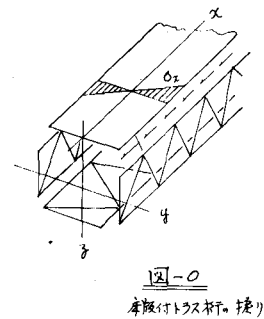
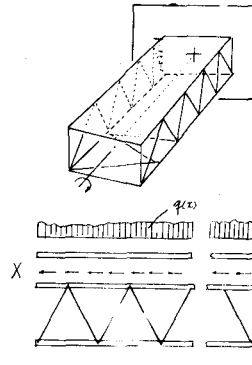


図-0
床版付トラス桁の換り

今、図-0のように座標系をとった時、床版には、シャイベとしての応力 $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ (平面応力) が生じ、強材には軸方向(x)応力 σ_{xc} が生ずるとすると、シャイベにおける応力関数を $\varphi(x, y)$ とおくと $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ は

$$\sigma_x = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}, \quad \sigma_y = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}, \quad \tau_{xy} = -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} \quad (1), 2, 3 \quad \text{となる。但し } \varphi(x, y) \text{ は}$$

$$\Delta \Delta \varphi = 0, \quad (\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}) \quad (2) \quad \text{を満足するもので、ここでは(2)の解を次の(3)のように選んでやる。}$$

$$\varphi(x, y) = \sum_n \left[A_n \cosh \alpha y + B_n \sinh \alpha y + C_n y \cosh \alpha y + D_n y \sinh \alpha y \right] \sin \alpha x \quad (3)$$

但し $\alpha = \frac{n\pi}{l}$, l : 支間長, $n = 1, 2, 3, \dots$ (4) これより (1), (2, 3) を計算しておくと次の式が得られる。

$$\begin{cases} \sigma_x = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = \sum_n \alpha \left[A_n \cosh \alpha y + B_n \sinh \alpha y + C_n (2 \sinh \alpha y + \alpha y \cosh \alpha y) + D_n (2 \cosh \alpha y + \alpha y \sinh \alpha y) \right] \sin \alpha x \\ \sigma_y = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = -\sum_n \alpha^2 \left[A_n \cosh \alpha y + B_n \sinh \alpha y + C_n y \cosh \alpha y + D_n y \sinh \alpha y \right] \sin \alpha x \\ \tau_{xy} = -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} = -\sum_n \alpha \left[A_n \sinh \alpha y + B_n \cosh \alpha y + C_n (\cosh \alpha y + \alpha y \sinh \alpha y) + D_n (\sinh \alpha y + \alpha y \cosh \alpha y) \right] \cos \alpha x \end{cases} \quad (5)_{2,3}$$

一方、トラス部のみに荷重 $q(x)$ がかけられたとした時、強材に生ずる応力を $p(x)$ とすると、実際には床版により $p(x)$ の一部が受け持たれるからその結果、床版付トラス桁の強材応力 σ_{xc} は次のようにな

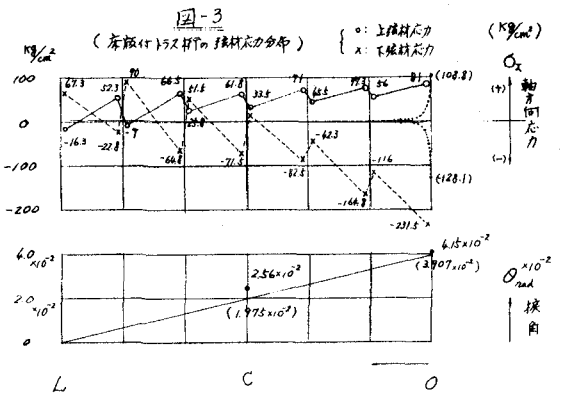
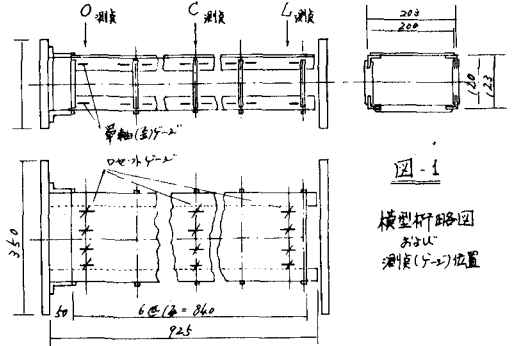
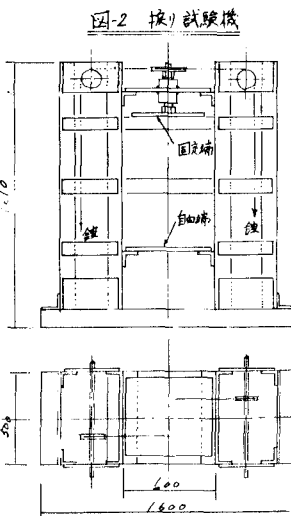
3. $\sigma_{xc} = p(x) - X/t_c - \Delta$ — (6) 但し $X = \int_0^x \sigma_x t dy$ — (7) b : 床版巾, t : 厚さ
 t_c : 張材断面模, Δ : X により, 反力曲げモーメントが生ずるに起因する曲げ応力。(これに注意)
 さて σ_x ... を求めるために応力関数 $\varphi(x, y)$ の形を決定する必要がある。これには次の条件を用いる。

- a) $\sigma_x|_{y=0} = -\sigma_x|_{y=h}$, ($\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}|_{y=0} = -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}|_{y=h}$) : これより, $A_n, D_n = 0$ — (8)
 b) $\sigma_y|_{y=\pm \frac{h}{2}} = 0$, ($\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}|_{y=\pm \frac{h}{2}} = 0$) : これより $C_n/B_n = -\frac{\alpha}{\beta} \tanh \beta$, $\beta = \frac{h}{2}\alpha$ — (9)
 c) $\epsilon_x|_{y=\frac{h}{2}} = \epsilon_{xc}$, ϵ_x : 床版(スラブ)変位, ϵ_{xc} : 張材変位
 $k_p = (1+\nu)\alpha^2 \sinh \beta + \frac{E_c}{E} d (\cosh \beta - 1)$, ν はポアソン比
 $k_c = \alpha \{ 2 \sinh \beta + (1+\nu) \beta \cosh \beta + \frac{E_c}{E} \} \cosh \beta + \beta \sinh \beta - 1$
 とおくと $B_n = P_n / [k_p - \frac{\alpha}{\beta} k_c \tanh \beta]$ — (10) としておける。但し $p(x) = \sum p_n \sin \alpha x$ — (11)

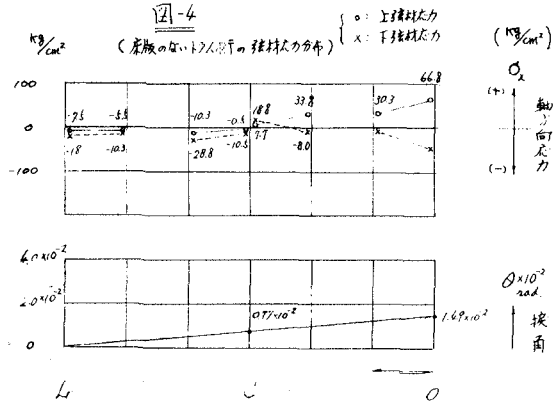
3. 実験及び結果について

2で行った解析の妥当性を検討するために図-1に示すような、三面フィレンティル材について(床版の付いたもの)と(床版なし)の場合について歪ゲージとダイヤルゲージによる歪分布ならびに変形(回転)の測定を行った。試験装置は図-2に示す如きものである。その測定結果の一部を紹介すると、図-3, 4の如くなる。(床版における歪の分布についてはここでは省略) 図-3は床版付の桁についてその張材に生ずる応力分布を示したもので、津田橋桁の場合の比較の意味で同じ外力トルクの値に対し、大体同じ変形(θ)をさせるもののため

力と変形と変換に示しておいた。これでみると一般の津田桁とは明らかに応力分布が異なる(トラス部に応力からみて、トラス部は桁の捻りに対し、大体曲げ変形により抵抗していることがわかる。



但し、外力トルク $M_T = 600 \text{ kg-cm}$
 (c) のデータは $M_T(600)$ に対し、大体同じ変形(θ)を生ずる津田橋桁について計算した変形量 Δu の値。



但し、外力トルク $M_T = 500 \text{ kg-cm}$ 。