

栗本 鐵工所 正員 ○村山 泰男
大阪市立大学工学部 正員 中井 博

1. まえがき; 近年, 曲線箱桁橋が建設される機会が多くなったが, この種の橋梁のダイヤフラムの設計に関しては不明瞭な点が多く, はっきりとした設計指針がないのが現状である。直線箱桁橋においては, 最近に至って英国ではMerrison委員会による暫定設計規準が報告され, またわが国では坂井らがダイヤフラム設計法に関する提案を行なっている。しかし, 曲線箱桁橋においてはDabrowskiやHeinsらの研究があるにすぎず, 荷重状態も若干わが国の基準と異なるので, 設計に直接利用することはできない。ところで, 直線箱桁橋で偏心のない荷重を受ける場合は断面変形はおこらないが, 曲線箱桁橋においては, 偏心のない鉛直荷重, たとえば死荷重によってまわじりモーメントが生じ, 直線箱桁橋の場合より断面変形が大きく現われることが明らかである。

本論は, 曲線箱桁橋の断面変形問題を取り扱ったDabrowskiの実用的解析法を伝達ストリックス法により解析し, その理論式の妥当性を模型桁による載荷実験により確かめた。さらに, 各種のパラメトリック解析により, まづ文献²⁾に示されたダイヤフラム間隔で必要剛度以上の剛なダイヤフラムを有する場合のより応力の簡易計算式を導く。つぎに, ダイヤフラム間隔やその所要剛度について考察するものである。

2. 基礎式; 箱桁断面が図-1に示すように断面変形する場合のずり角 γ に関する微分方程式は次式のようになる¹⁾。

$$\gamma'' + 4\lambda^2 \gamma = \frac{1}{WA^*} \left(p \frac{M}{R} + \frac{m_T}{2} \right), \quad \lambda^2 = k_1 / 4WA^* \quad \text{---- (1)}$$

ここに, γ : ずり角 (図-1), WA^* : 断面変形に関する剛性 ($t \cdot m^4$)

k_1 : 桁の剛度 (t), R : 曲率半径 (m), M : 曲げモーメント ($t \cdot m$)

m_T : 分布トルク ($t \cdot m/m$), p : 無次元形状係数

そして, 断面変形に伴う垂直応力 (より応力) は次式により求められる。

$$\sigma_{\rho\omega} = -\gamma'' A^* \omega \quad \text{---- (2)}$$

ここに, ω は図-2に示す分布をする基準より応力として定義されるものである。

なお, ダイヤフラムのところで, 桁はバネ支持上にあるとして取り扱い, その剛度はエネルギー法により決定した。

3. 模型実験; 理論式の妥当性を検討するために, 模型桁による載荷実験を行なった。模型の断面は図-3に示すもので, 曲げまわじりによるより応力が生じないように等厚の正方形断面とした。模型供試体はアクリル製 ($E = 2.8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$, $\nu = 0.35$) で, 板厚 1 mm の充腹の中間ダイヤフラムが 1, 3, 5, 7 図の場合の 4 体の単純曲線箱桁橋模型を作製した。端部には, 板厚 5 mm のダイヤフラムを入れ, 理論解析では剛と仮定した。支点部は, 回転拘束単純支持となるように軸方向に動くローラーで支持した。荷重は, フレブ直上に集中荷重を偏心載荷した。

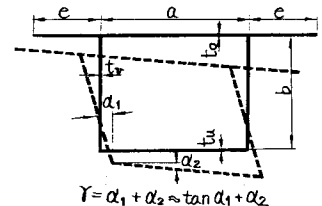


図-1 断面寸法とずり角 γ

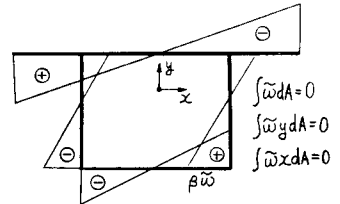
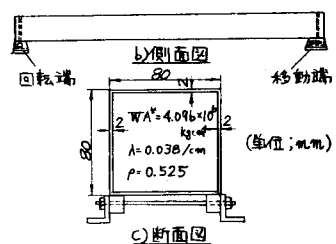


図-2 ω 図



a) 平面図



c) 断面図

図-3 実験桁

4. 実験結果; 図4に, NO.1桁 (ダイヤフラム数1) について, 集中荷重をダイヤフラム間のパネル中央の断面に載荷したときの垂直応力分布を示したもので, 載荷点近傍以外では, 理論値と実験値の良好な一致が見られる。つきにボトムプレートの曲率中心に向て内側の垂直応力を, NO.1~NO.4桁についてスパン方向にプロットしたものを図-5に示す。

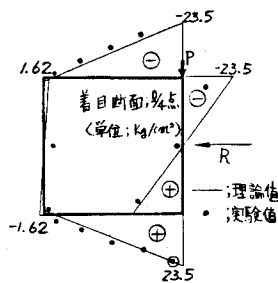


図-4 断面の垂直応力分布

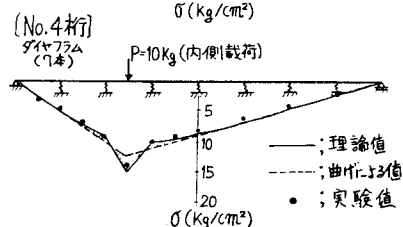
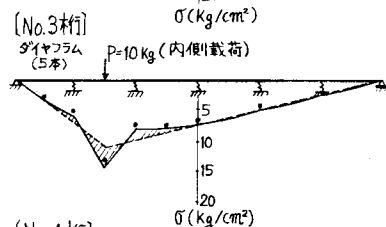
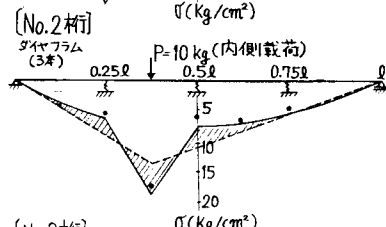
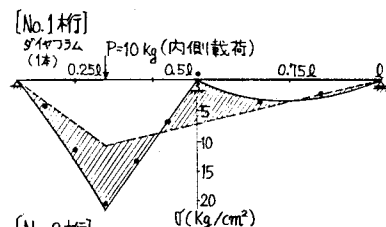


図-5 垂直応力のスパン方向の変化

図-5よりダイヤフラム数の増加に従て, 断面変形に伴う垂直応力が減少することからわかる。

図-6には, NO.1桁において, 着目点をダイヤフラム間のパネル中央において集中荷重を移動したときの着目点のずり角を示したものである。

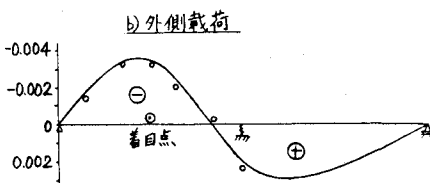
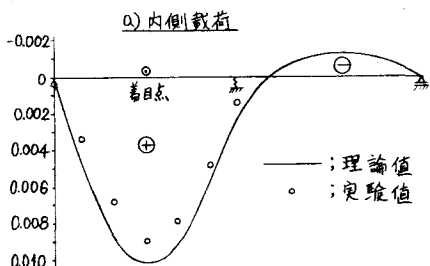


図-6 ずり角γの影響線 (No.1桁)

以上の実験結果より, 理論式の妥当性は十分に確かめられたものと思う。

5. パラメトリック解析; 図-1の断面において

$a = 4.5^m$, $e = 1.5^m$, $b = 3.0^m$, $t_0 = 1.7^m$, $t_u = 2.4^m$, $t_v = 1.1^m$, $l = 100^m$ としたときの最大曲げ応力 σ_m と, 最大ずり応力 σ_{tw} (ボトムプレートの右側ウェブ直上) との比を横軸にスパン長とダイヤフラム間隔 C と a の比 C/a をとりプロットしたものを示す。

6. そり応力の实用計算式; 図-7に示したような各種のパラメトリック解析を行なった結果, 表-1に示すような实用計算式が得られる。ただし, 荷重 (スパン方向線荷重, 集中荷重) は曲率中心内側に載荷したものであり, そり応力の値は, 曲率中心内側ウェブとボトムプレートとの結合点でのものである。

7. あとがき; ダイヤフラムは, ずり応力が曲げ応力の数%以内にならば配置されるものと考えられると, 本論の提案式は, 十分実用的なものであると考える。また, ダイヤフラムの間隔と剛度に関しては, 講演会当日発表の予定である。

参考文献; 1) 中井, 村山; 土木学会関西支部講演会 I-45 (昭52)。2) 坂井, 長井; 鋼筋桁橋の中間ダイヤフラム設計法に関する一試案。論文報告集, NO.261 (1977-5)。3) Interior Design and Workmanship Rules (1973)

図-7 ダイヤフラム数とずり応力の関係

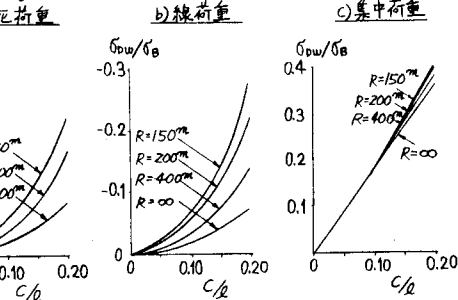


表-1 σ_m/σ_b の簡易計算式

荷重	ダイヤフラム間中央	ダイヤフラム上
線荷重	$(\frac{5}{8}) \times (\frac{C}{a}) \times (0.4 + 0.16 \frac{C}{a})$	$-(\frac{5}{8}) \times (\frac{C}{a}) \times (0.8 + 0.32 \frac{C}{a})$
スパン方向線荷重	$(\frac{5}{8}) \times (1.2 + 0.15 (\frac{C}{a}) \times (\frac{C}{a}))$	$-(\frac{5}{8}) \times (1.8 + 0.32 (\frac{C}{a}) \times (\frac{C}{a}))$
集中荷重	$1.85 \frac{C}{I}$	$-1.0 \frac{C}{I}$

表-1 σ_m/σ_b の簡易計算式

。参考文献; 1) 中井, 村山; 土木学会関西支部講演会 I-45 (昭52)。2) 坂井, 長井; 鋼筋桁橋の中間ダイヤフラム設計法に関する一試案。論文報告集, NO.261 (1977-5)。3) Interior Design and Workmanship Rules (1973)