

東京大学工学部 正会員 朝村敏彦
 〇川崎重工業 特 正会員 坂井藤一

1. まえがき

箱型ばりに偏心荷重の作用する時、その断面輪郭形状の変化ははりの挙動に重要な影響があり、ダイヤフラムの効果がそのような現象と密接に関連していることはすでに知られている。著者らは先に矩型ばりの場合について、このような断面変形挙動と中間ダイヤフラムの特性を明確化し、少数のダイヤフラム配置によって膜理論の成立が保証されることを数値上ならびに実験上において示した。¹⁾

本報告は前論文に続いて、単一台型ばりの断面変形を含む基本方程式を導き、台型ダイヤフラムの取扱について述べ、さらに若干の数値計算を行ったものである。ここで導いた方程式は鋼床版フランジのようなりブ付平板の存在する場合も解析可能であり、また矩型断面の場合も特別な場合として含むことによって従来のものより一般的な箱型ばりに適用され得る。

台型箱桁を取扱った既往のこの種の研究は極めて少ないが、一般座標法による折板理論に基づくもの²⁾および張殻構造理論に基づくもの³⁾がある。本論も前者の一般座標法に基づくものであるが、断面の複雑な形状を取扱うために、一般座標の決定に際し直交条件からではなく物理的考慮から定め、膜理論が成立するものと見て理論の簡易化を意図した。

2. 基本方程式の誘導

図-1に示すようなりブ付台形断面を対象にしよう。次の条件を設定する。

仮定1. 断面は一軸対称とする。

仮定2. 張りブは断面輪郭中心線上に集中して存在する。

析軸方向座標 z および断面輪郭線方向座標 S を選び、それぞれ方向への変位 u および v を次のように仮定する。

$$u(z, S) = \sum_{i=1}^4 \varphi^{(i)}(S) U_i(z) \quad (1)$$

$$v(z, S) = \sum_{i=1}^4 \psi^{(i)}(S) V_i(z) \quad (2)$$

すなわち、各方向変位共4自由度を有するとして、 $\varphi^{(i)}$ 、 $\psi^{(i)}$ は一般座標であり、 U_i および V_i は一般変位である。

一般座標 $\varphi^{(i)}$ を図2のようにとるならば、一般変位 U_i の物理的意味は次のようになる。

U_1 : 軸引張(圧縮)変位置

U_2 : x 軸まわりの断面回転量

U_3 : y 軸まわりの断面回転量

U_4 : 断面のゆがみ率 —— 曲げ捩り理論の捩り率に相当する。

ここで、 α_1 および α_2 は次の直交条件より決定する。

$$\oint \varphi^{(3)} \varphi^{(4)} dA = 0 \quad (3)$$

一般座標 $\psi^{(i)}$ を図-3 のようにとるならば、一般変位 V_i の物理的意味は次のようになる。

V_1 : 断面の回転角 (捻り角)

V_2 : y 軸方向の重心ねわみ量

V_3 : z 軸方向の重心ねわみ量

V_4 : 断面の (せん断) 変形率

ここで、せん断中心 $S(0, y_s)$ は次の直交条件

$$\oint \psi^{(1)} \psi^{(3)} t ds = 0 \quad (4)$$

によって、また断面変形のパターンを示す β_1 および β_2 は次の条件より決定する。

$$\oint \psi^{(3)} \psi^{(4)} t ds = 0, \quad \oint \psi^{(4)} t ds = 0 \quad (5)$$

以上のように仮定されに変位関数に対し仮想仕事の原理を適用して、結局次のような基本方程式を導くことができる。

$$EFU_1'' + P_1 = 0 \quad (6)$$

$$EI_x U_2'' - GF_w (U_2 + V_2') + P_2 = 0 \quad (7)$$

$$EI_y U_3'' - GF_f (U_3 + V_3') + P_3 = 0 \quad (8)$$

$$EI_w U_4'' - G\{B_{44} U_4 - B_{34} (U_3 + V_3') - C_{41} V_1' - C_{44} V_4'\} + P_4 = 0 \quad (9)$$

$$G(C_{41} U_4' + D_{11} V_1'' + D_{14} V_4'') + Q_1 = 0 \quad (10)$$

$$GF_w (U_2 + V_2'') + Q_2 = 0 \quad (11)$$

$$G\{F_f (U_3 + V_3'') + B_{34} U_4'\} + Q_3 = 0 \quad (12)$$

$$G(C_{44} U_4' + D_{14} V_1' + D_{44} V_4'') + Q_4 = 0 \quad (13)$$

ここで $P_1 \sim P_4$ および $Q_1 \sim Q_4$ は荷重項で、ずり荷重に対しては、

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 0 \quad (14)$$

であるから、式 (8), (9), (10), (12), (13) の連成問題を解けばよい。

3. ダイアフラムの取扱い

ダイアフラムはその面内剛性のみ考慮する。ダイアフラムは断面変形 V_4 に関与し、十分剛ならば

$$V_4 (z = z_D) = 0$$

となる。ダイアフラムに作用する応力は、ダイアフラムから桁への反力 Q_D とする時次のように求められる。

$$\tau_h = \frac{Q_D t_D}{(b_e \beta_1 + b_u \beta_2 + 2h) dw} \quad (15)$$

4. 数値計算例

図-7に示すような三種断面についての比較計算その他を行なったが、紙面の都合上詳細は省略し当日発表する積りである。

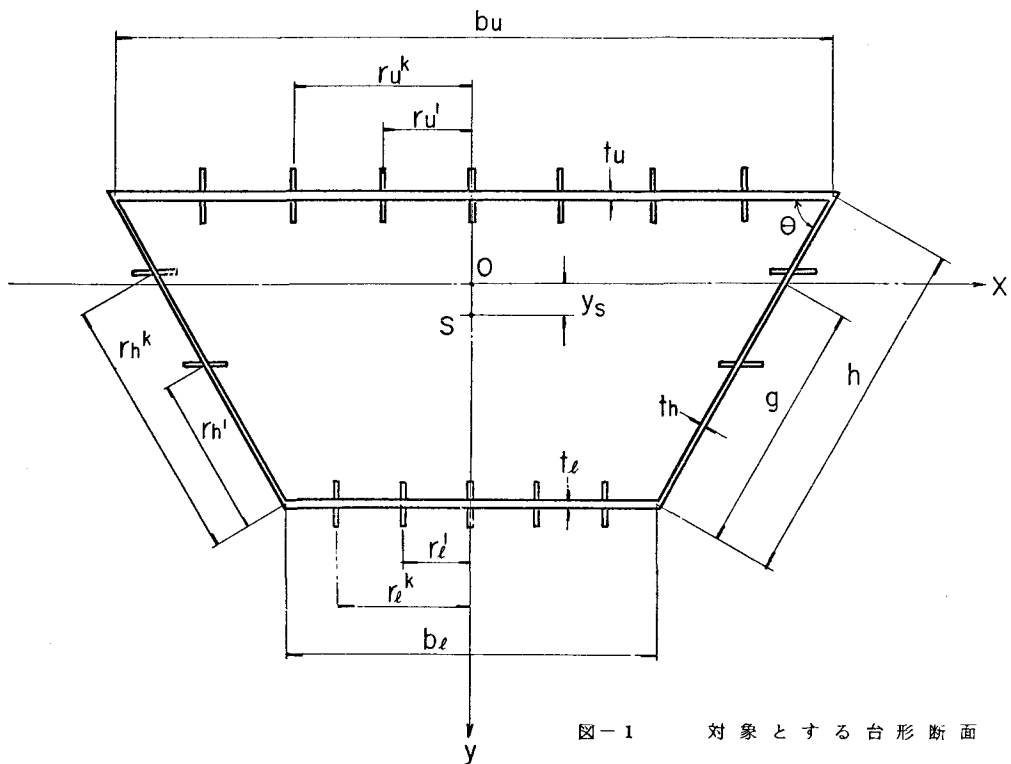
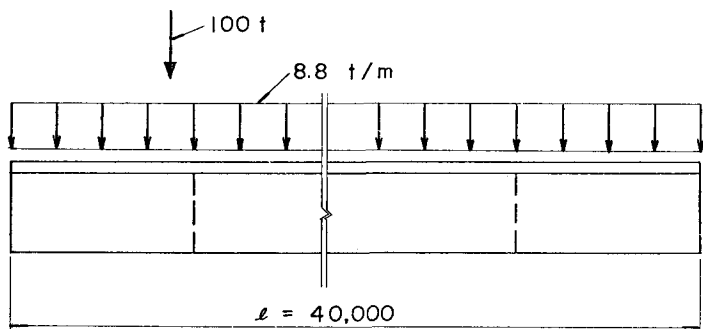
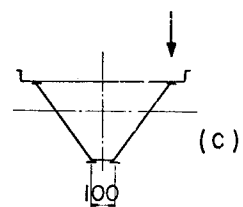
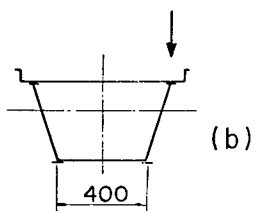
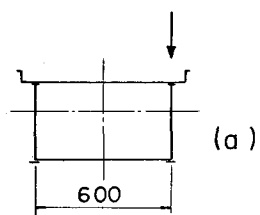


図-1 対象とする台形断面



	$A \text{ (cm}^2\text{)}$	$J_x \text{ (cm}^4\text{)}$	$J_x \text{ (cm}^4\text{)}$	$J_w \text{ (cm}^6\text{)}$
(a)	$\times 10^4$	$\times 10^8$	1.83×10^8	3.72×10^{12}
(b)	0.360	0.841	1.39	2.88
(c)			1.01	2.55

図-7 比較断面の種類

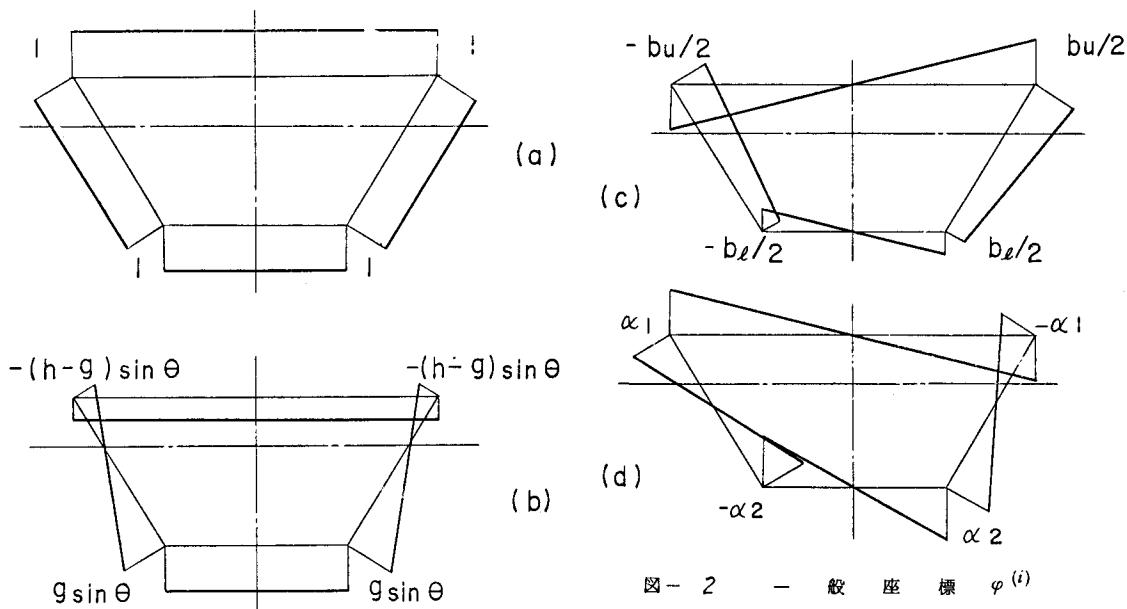


図-2 一般座標 $\varphi^{(i)}$

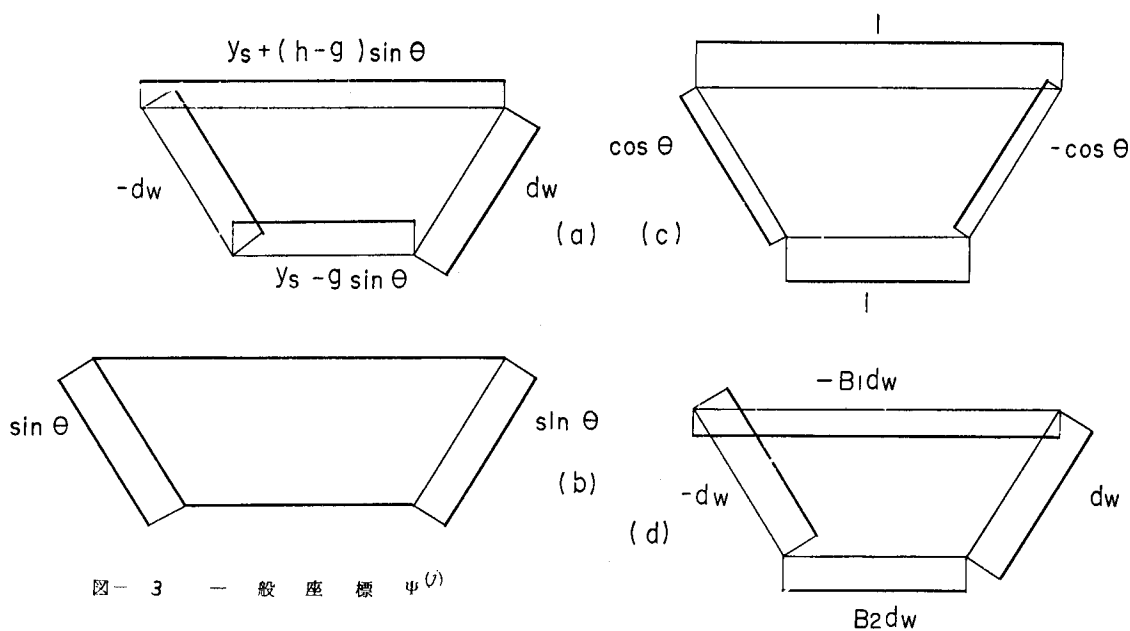


図-3 一般座標 $\psi^{(j)}$

5. 参考文献

- 1) 奥村敏恵, 坂井藤一 : 箱型はりの断面変形と中間ダイアフラム, 46, 6, 土木学会論文報告集
- 2) Abdel-Samad, S.R., et.al. : Analysis of Box Girders with Diaphragms, Oct. 1968, Proc. of ASCE, St. 10
- 3) Richmond, B. : Twisting of thin-walled box girders of trapezoidal cross section, Can. 1968, Proc. of I.C.E.