

大阪大学工学部

正員

小松定夫

大阪大学工学部

正員

西村宣男

大阪大学大学院

学生員

○平山健一

1. まえがき 偏心荷重や横荷重を受ける箱型単純トラス橋の変形や応力を、トラスの立体的力学特性を考慮に入れて解析する手法の1つとして、トラス部材を等価等剛性をを用いて連続体に置換し、閉断面薄肉はり理論を適用する方法を文献1), 2)で報告した。今回は箱型連続トラス橋を対象として、横荷重の上下横構への分配および偏心荷重の分配率について考察した結果を報告する。

2. 解析方法 1) 基礎方程式 2軸対称断面では、横たわみとねじれ、すれ変形は、つり合式の上では連成しないが、境界条件の中で両者に連成関係が与えられる。

$$U^{IV} - P/(EI_y) + P''/(2Gt_b) = 0$$

横たわみの基礎方程式

$$f^{IV} - 2P^2 f^{IV} + P^2 f'' - b_2 T/a \cdot (b_1^2 - b_2^2) \cdot M_t = 0$$

ねじれ、すれ変形の基礎方程式

ここに、 U は横たわみ、 f は微分符号である。各係数については、文献1) 2)を参照されたし。

2) 境界条件

① $y_1 = y_2$

② $\theta_1 = \theta_2$

③ $w_1 = w_2$

④ $u_1 = u_2$

⑤ $u'_1 = u'_2$

⑥ $y_1 + y_2 = 0$

⑦ $u_1 = -\theta_1 \cdot h$

⑧ $P\theta_1 = (T_1 - Q_1 + Q_{x1} \cdot h) - (T_2 - Q_2 + Q_{x2} \cdot h)$

⑨ $M_b = M_{b2}$

⑩ $M_{w1} = M_{w2}$

⑪ $M_{w1} - M_{b1} \cdot h/2 = M_{w2} - M_{b2} \cdot h/2$

⑫ $w_1 \cdot h/2 - u'_1 + (\text{せん断変形の項}) = 0$

ここに、a) 中間支点 (ローラー) ①~③ b) 中間支点 (ヒンジ) ④~⑥, ⑪, ⑫

c) 端部支点 (ローラー) ⑦~⑩ d) 端部支点 (ヒンジ) ③~⑥, ⑪, ⑫ を用いる。

ここに、 y : ねじれ角 θ : すれ角 w : ねじり P : ねじりモーメント Q : すれモーメント M_{w1} : 曲げねじりモーメント u : 横たわみ Q_x : 横方向せん断力 P : 支点上の対傾構剛性 b : 横構換算板厚 b_1 : トラス幅 h : トラス高 G : せん断弾性係数 M_b : 横方向曲げモーメント

3. 実用設計法 本法は以下に定義する荷重分配係数により各構面への荷重分配を求め、1-0法と同様の平面解析により、トラスの設計を行うことを目的としている。

1) 荷重分配係数 本法のように、連続体に置換して微分方程式の形で表現すると、トラスの立体的特性と支配する4つの無次元パラメーター、 $rl = \sqrt{E/G} \cdot l$, $\mu l = \sqrt{G/a} \cdot l$, $\rho = \frac{b_1^2 - b_2^2}{b_1}$, $C = T_0/h$ (詳しくは文献3)を参照されたし)で変形や断面力の無次元表示が可能である。これらのパラメーターを使用して、従来の慣用計算法(1-0法)を少し改良する方向で、次のような偏心荷重および横荷重に対する取扱いを考えた。

偏心荷重については、主構斜材、上下弦材、横構および対傾構に対し、各々次のような荷重分配係数を与える。すなわち主構斜材、上下弦材については両主構面への荷重分配を台形分布とし、右側主構 $P_R = P(0.5 + K \frac{e}{h})$ 、左側主構 $P_L = P(0.5 - K \frac{e}{h})$ で与える。横構への荷重分配は、主構斜材の分配係数 K_2 より $K_3 = 1 - K_2$ で与えられる。また対傾構の応力の計算に際しては、床組としての応力のほか、すれ変形により生ずる応力を考慮して、図5のように $P \cdot K_4 \frac{e}{h}$ を加算する。

横荷重の上下横構への分配については、上横構、下横構について、それぞれ図3のように分配係数を与える。

$$P_u = \{ (1 - K_7)(1 - \xi/h) + K_7 \xi/h \} P, \quad P_d = \{ K_7(1 - \xi/h) + (1 - K_7) \xi/h \} P$$

2) 載荷方法 横荷重に対する上下横構せん断力の分配については図4にみられるように、あるパラメーター(上路トラス)の領域においては、支点付近での上横構から下横構への荷重伝達比が中間部に比べ著しいので、そのようなパラメーター領域においては図5のように支点から $\frac{1}{2}$ 以内に作用する荷重は全て下横構が受け

つものとして計算を行う。上横構は図1のように中間支点をバネとして、また下横構については平面連続トラスとして計算を行う。

また偏載荷重の主構せん断力についても、無次元パラメータの領域によつては、支点付近において非載荷側主構への荷重伝達がほとんど行なわれず、1-0分配に近い状態を示すので、荷重の載荷と支点より $\frac{1}{5}l$ 以内では1-0分配とする。

4. 計算結果 3径間等スパン連続トラスを対象として、横荷重全載および中央径間偏心荷重荷載の計算を行った。横荷重に対しては、無次元パラメータのうち $\rho (=0.5)$, $\mu l (=4.0)$ を一定とし、 $r l = 1 \sim 4$, $c = 1, 3, 10$ の領域における横構せん断力の中央径間における分配係数を表1, 2に示した。()内の値は単純トラスの横構分配係数であり、側径間の分配係数の値は、ほぼ単純トラスの値に近い値を示した。表3は中央径間に軸方向等分布鉛直偏心線荷重を荷載した場合の主構せん断力の分配係数(中央径間)であり、()内は同じく単純トラスの値である。 $\rho (=0.5)$, $c (=1, 10)$ を一定として、 $r l = 1 \sim 4$, $\mu l = 1 \sim 5$ の領域で計算を行った。

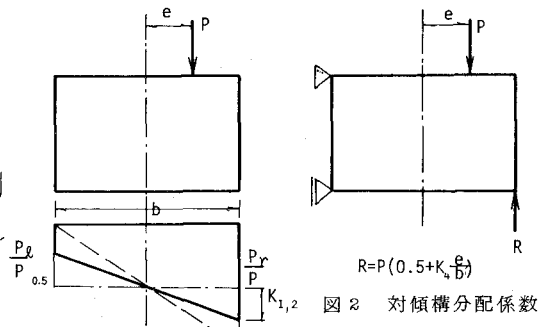


図1 主構分配係数

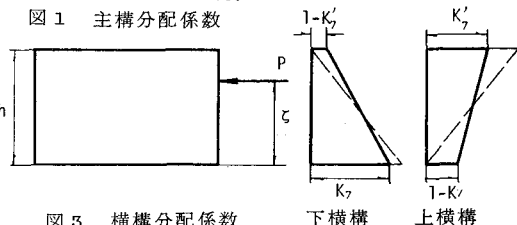


図3 横構分配係数

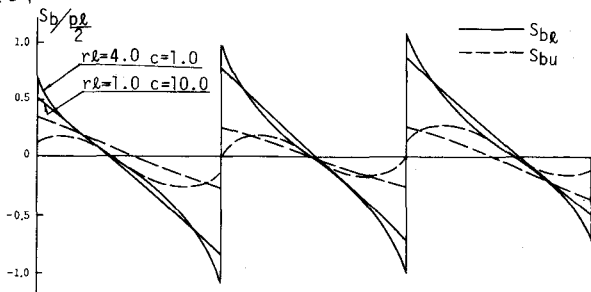


図4 横構せん断力(横荷重全載)

表3 分配係数表 K_2

$\mu l \ r l$	$\rho \ 0.5 \ c \ 1.0$				$\rho \ 0.5 \ c \ 10.0$			
	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0	2.0	3.0	4.0
1.0	0.974 (0.987)	0.931 (0.957)	0.899 (0.924)	0.877 (0.895)	0.970 (0.973)	0.922 (0.923)	0.887 (0.884)	0.865 (0.860)
2.0	0.962 (0.978)	0.906 (0.930)	0.868 (0.880)	0.842 (0.840)	0.958 (0.955)	0.896 (0.882)	0.853 (0.830)	0.828 (0.799)
3.0	0.945 (0.965)	0.876 (0.893)	0.830 (0.825)	0.801 (0.776)	0.941 (0.931)	0.863 (0.832)	0.814 (0.769)	0.785 (0.736)
4.0	0.926 (0.949)	0.844 (0.852)	0.793 (0.769)	0.761 (0.713)	0.921 (0.903)	0.829 (0.781)	0.774 (0.714)	0.745 (0.680)
5.0	0.905 (0.931)	0.812 (0.808)	0.758 (0.716)	0.725 (0.658)	0.899 (0.872)	0.795 (0.733)	0.738 (0.666)	0.708 (0.635)

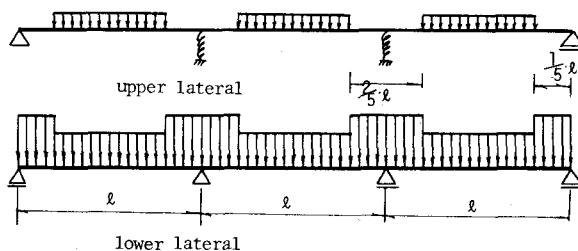


図5 平面解析における横構の載荷図

表1 分配係数表 K_7

$c \ r l$	$\rho \ 0.5 \ \mu l \ 4.0$			
	1.0	2.0	3.0	4.0
1.0	0.993 (0.958)	0.931 (0.878)	0.850 (0.810)	0.781 (0.765)
3.0	0.980 (0.938)	0.895 (0.843)	0.806 (0.782)	0.739 (0.747)
10.0	0.956 (0.918)	0.845 (0.818)	0.753 (0.762)	0.696 (0.737)

表2 分配係数表 K'_2

$c \ r l$	$\rho \ 0.5 \ \mu l \ 4.0$			
	1.0	2.0	3.0	4.0
1.0	0.062 (0.170)	0.149 (0.322)	0.269 (0.452)	0.371 (0.462)
3.0	0.241 (0.398)	0.313 (0.497)	0.408 (0.562)	0.480 (0.600)
10.0	0.513 (0.650)	0.533 (0.643)	0.566 (0.637)	0.589 (0.635)

5. あとがき 横荷重に対する上横構中間支点のバネ定数、ならびに支点付近の荷重分配の詳細については、変形法による立体解析との比較とまじえ2講演会当日に発表する予定である。

参考文献

- 1) 小松 西村 平山: 対傾構の変形を考慮した箱型トラスの立体解析, 第27回年次講演会 I-31, 昭和47年
- 2) 小松 西村 平山: 横荷重を受ける箱型トラスの解析と設計上の問題点, 関西支部講演会 I-30, 昭和48年
- 3) 小松 西村 平山: 箱型トラス橋の立体的力学特性と強度設計に関する研究, 第28回年次講演会 I-30, 昭和48年