

大阪大学工学部 正員 小松定夫
 大阪大学工学部 正員 西村寛男
 大阪大学大学院 学生員 〇平山健一

1 まえがき 偏心荷重や横荷重を受ける箱型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一つとして、トラス材を等価換算剛性を用いて連続体に置換し、閉断面薄肉ばり理論を適用する方法を文献1)、2)で報告した。箱型トラスを独立した平面トラスの組合せと考える従来の横用計算法は、必ずしも安全側の設計にならないことが明らかとなった。大規模なトラス橋では偏心荷重が大きくなったり、ダブルデッキトラスでは、風荷重に対して上下弦とも載荷強くなることを考えると、立体解析を設計に取り入れる必要があると思われる。今回は、対傾構応力の計算法と立体特性を考慮した簡易計算法の試案について報告する。

2 偏載荷重による対傾構応力 偏心荷重を受ける箱型トラスの対傾構には、図1に示すように、断面変形に抵抗するために次式で与えられるような、せん断力が作用する。 $Q = \Gamma \theta / 2b$ (1)

ここで Γ ；対傾構せん断剛性、 θ ；対面変形(すれ角)である。スパン100m程度で、普通の対傾構を有する場合でも、 θ はねじれ角 ϕ に比して2割前後生ずるので、式(1)のせん断力による対傾構応力は、かなり大きくなる。そこで対傾構応力は、両端単純支持として車両荷重と死荷重を主橋に伝達する際の応力の他に、立体構造物としての付加的な応力として式(1)のせん断力を図1のように載荷して計算し、重ね合わせて求めることになる。一計算例として図2のような長方形のラーメン構造をダブルデッキトラスの対傾構とした場合、隅角部の曲げモーメントの影響線を図2に示した。

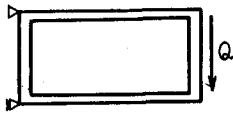


図1 対傾構のせん断力

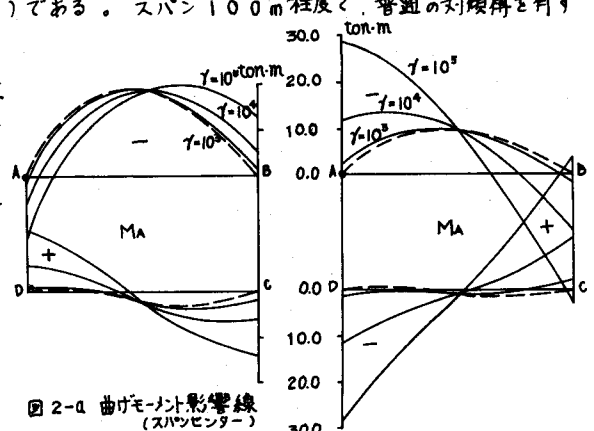


図2-a 曲げモーメント影響線 (スパンセンター)

図2-b 曲げモーメント影響線 (隅部)

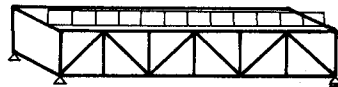


図2-c 載荷図

隅角部の曲げモーメントの影響線を図2に示した。

荷重は図2-cのように橋軸方向に一定偏心率 e の線荷重を上層あるいは下層に移動させた。横用の計算法の場合、上層荷重は \overline{AB} 間に満載したときが最大となるが、立体特性を考慮すると、影響面積

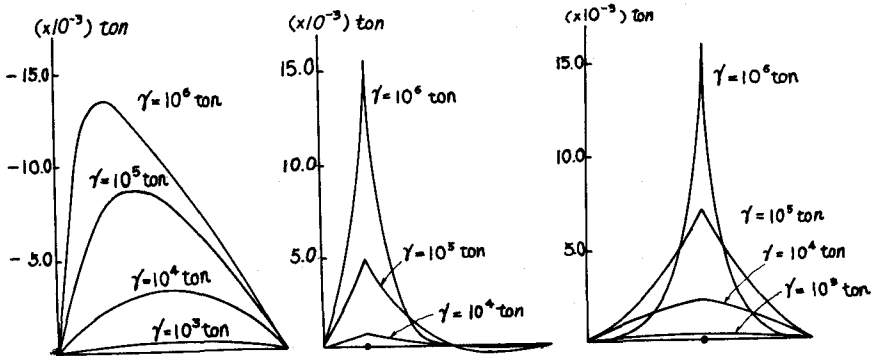


図3 せん断力Qの影響線

は部分載荷とした場合最大となる。また対傾構のせん断剛性によって対傾構の曲げモーメント影響線の形状は著しく変化する。またせん断力Qの影響線はスパン方向に図3のような分布になっており、スパン各端付近では必ずしも満載荷重に対して最大のずれ角が生じないことに注意しなければならない。ここでの計算では、端対傾構剛性を中間対傾構の2倍としている。

<計算例のトラス諸元>

l ; 100 m h ; 10 m b ; 20 m λ ; 10 m A_c (弦材); 0.04 m² A_d (斜材); 0.02 m² A_r (横構); 0.02 m²
 GJ ; 0.399×10^{10} ton·m² α ; 0.84×10^{10} ton·m⁴

3 立体的特性を考慮した簡易計算法

三次元変形法、あるいは本法の連続体換算剛性法をトラス橋の設計に用いるにあたっては、立体特性を考慮した簡易式により基本設計を行い、応力および変形の照査の段階においては、三次元変形法、あるいは本法により厳密な計算を用いる手順が望ましいと思われる。そのためには箱型トラスの立体特性を支配する無次元パラメータを用いた実用計算式または図表の形で整理する必要はある。幸い、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、その解をまとめることによって、構造特性を表す無次元パラメータ、変形や断面力の無次元表示を簡単に行うことができる。

無次元パラメータとしては次の四つの無次元量が適当であろう

$$\nu l, r l, \varepsilon, \rho = \frac{b_1 - b_2^2}{b_1^2} \quad (2)$$

ここで $\nu = \sqrt{GJ/\alpha}$, $r = \sqrt{\gamma/2GJ}$, $\varepsilon = \Gamma_0/\gamma\lambda$, $b_1 = bh(b\beta + h\alpha)/4\alpha\beta$, $b_2 = bh(b\beta - h\alpha)/4\alpha\beta$

GJ : おじり剛性 α : 曲げおじり剛性 γ : 中間対傾構剛性

Γ_0 : 端対傾構のせん断抵抗 $1/\alpha$: 主構のせん断剛性 $1/\beta$: 横構のせん断剛性

b : 断面幅 h : トラス高 l : スパン長 λ : パネル長

これらのパラメータを使用して、従来の横荷計算法(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。

(1) 主構分配率 K_1 偏心荷重の両主構面への分配を1-0の三角形分布でなく、台形分布と考える。右側主構 $P_1 = 0.5(1+K_1)$ 左側主構 $P_2 = 0.5(1-K_1)$ で与えられる。但し $0 \leq K_1 \leq 0.5$ K_1 に対して式(2)の無次元量が数表を与える。

(2) 横構分配率 K_2 横荷重の上下横構への分配を、上横構に作用する荷重の一部が中間対傾構により下横構に伝達されることを考慮して、上横構に関して $(1-K_2)-0$ の三角形分布、下横構に関して $1-K_2$ の台形分布とする。

(3) 対傾構せん断力 偏載荷重に対する対傾構の応力は床組としての応力のほかに図3の方向に K_3Pe のせん断力による応力を考慮する。

各分配率の値については、講義当日に譲る。

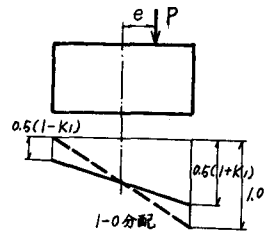


図4 主構分配率

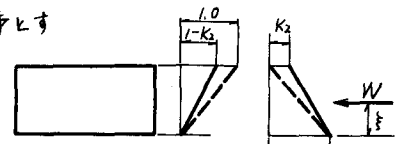


図5 横構分配率



図6 対傾構せん断力

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, 関西支社講演会 I-30 昭和48年