

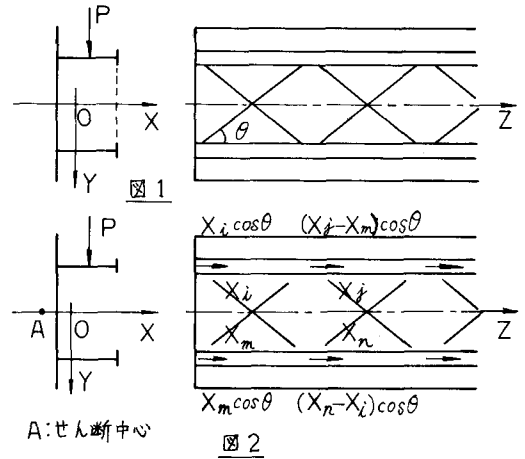
山梨大学工学部 正員 深沢泰晴
 鹿島建設(株) 真坂武憲
 東京大学大学院 学生員 〇名取悦朗

1. まえがき

瓦型断面はりの下フランジをトラスで相互に連結した桁構造のねじり問題は、換算板による解法が従来から用いられてきた。この方法によれば計算の煩雑さは減少するが、補剛トラスに実際に生ずる応力状態は明らかにされない。著者らはとれとは別により厳密な方法で解き、補剛トラス(下横構)とはり自身の断面の応力を求め、補剛トラスがはりに及ぼす力学的影響等そのねじり特性を実験結果と合わせて論ずる。

2. 解析

図1に示す瓦型断面はりが外力によって曲げとねじりを受けるとき、補剛トラスはそのねじりによって生ずる断面の軸方向のそりを拘束する機能をもつ。このような桁構造の力学的特性を解明するために、まず補剛トラス部材の軸力を最小仕事の原理によって求める。各トラス部材の軸力を不静定力($X_1 \sim X_n$)として図2のような開断面の構造系に置き換える。すなわち、図1の構造を瓦断面はりと補剛トラスに分離して、はりには各不静定力のZ方向成分を作用させる。このような系に、変形によって貯えられる全ひずみエネルギー(W)は次のように表わされる。



$$W = \int \frac{M_x^2(z)}{2EI} dz + \int \frac{B^2(z)}{2EJ_w} dz + \sum_{i=1}^n \frac{X_i^2 l}{2EF} \quad (1)$$

ここに右辺の各項はそれぞれ、はりの曲げモーメント、曲げねじりモーメント、補剛トラスの軸力に関するひずみエネルギーである。不静定力(X_i)はこれらのそれぞれに含まれている。

次に式(1)に対して最小仕事の原理を適用し不静定力を定める連立一次方程式を得る。この方程式の解が求めるべき補剛トラスの各部材の軸力である。

$$[C] X = L \quad (2)$$

はりの応力状態はトラス部材の軸力を外力として作用させた系を解いて求められる。

3. 数値計算

この解析方法で計算する断面は、実験で用いる試験体に合わせて最も簡単なチャンネルを選んだ。その断面寸法は図4(a)に示す。はりには長さ180cm 板厚5mm、補剛トラスの各部材の断面積は0.25cm²。外力は鉛直下向きに集中荷重(20kg)で右側支点から70cm、せん断中心から11.1cmの位置に作用させ

る。断面の垂直応力に関しては比較のため、ウラソフが導いた換算板の式による計算も行なってみた。計算は山梨大学の電子計算機 (FACOM 270-20/30) を利用した。計算結果は実験値と失に図に示す。

4. 実験

解析方法をチェックする目的で、ねじりに関して基礎的な実験を行なった。試験体の材質はプラスチックとした。これは鋼等を用いた場合、ヤング率が大きいとねじりを受けにくい点がある事など実験の容易さを考慮したためである。はりには塩化ビニール樹脂 ($E=2.9 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$) の板を接着して構成し、支点にはローラーを取付け、両端でねじり角が0でありそりは拘束しないという境界条件を満たすようにした。また断面形を維持するため支点上と載荷点にはダイヤフラムを入れて補強した。補剛トラスはアクリル樹脂 ($E=3.7 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$) の角棒 ($5 \times 5 \text{ mm}$) をはりに接着した。各トラス部材の軸力のみ測定する必要上、表裏2枚のひずみゲージを用意した。

5. 考察

図3は補剛トラスの各部材の軸力を示したもので、載荷点から離れるにつれて計算値と実験値に差が生じている。これは試験体がプラスチックのため応力が伝わりにくい点や支点付近でそりが拘束されている事が考えられる。図4(b)はトラスご補剛されたはり、(c)は補剛のない(開断面)はりのスパン中央断面の垂直応力をプロットしたものである。実験結果からは補剛トラスの有無による効果が明確に読み取れる。着者らの計算結果ではどの点も現われておらず、むしろ換算板式による計算結果の方が実験結果に近

くなっている。

参考文献
薄肉弾性梁の理論
V. Z. Vlasov
奥村敏恵他訳
(技報堂)

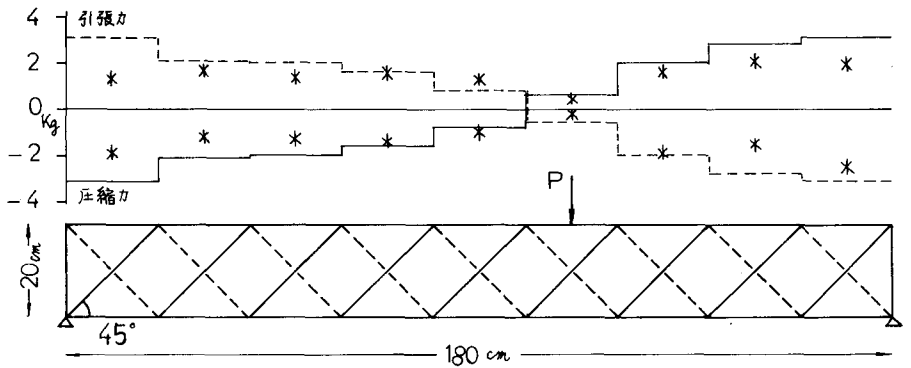


図3. 補剛トラスの部材の軸力 * : 実験値

$P = 20 \text{ kg}$
 $e = 11.1 \text{ cm}$
 $d = 20 \text{ cm}$
 $d_1 = 10$
 $t = 0.5$
 $t_1 = 0.25$
 $\delta = 2.78 \text{ cm}$
 $\alpha = 3.99$

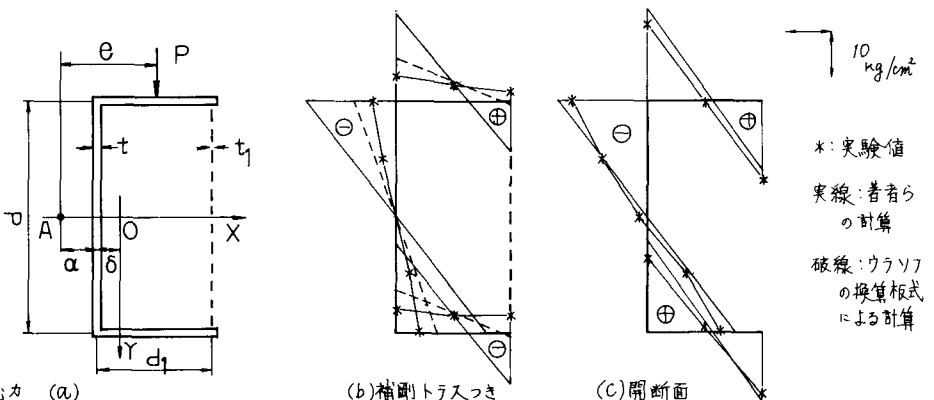


図4. 垂直応力 (a)

(b)補剛トラスつき

(c)開断面