

立体トラスゲタの弾性挙動について

1 はじめに

トラスがたが立体的効果を現わすのは偏に鉛直荷重、またはせん断中心を通らない横荷重によるねじりが作用するときである。偏心のなり鉛直荷重、あるいはせん断中心を通る横荷重などに起因する立体的効果は比較的小さく、かえって平面トラスとしての効果が大きいることが予想される。これらの理由により本研究では、ねじり荷重作用時の挙動またはその特性を種々のトラスについて比較、検討を行った。

解析に用いたトラスは実際に架設されてゐるミスパン連続橋の中央スパン(16パネル)からその中央部(14パネル)をとりだし、その真中を固定とし、片方の端を自由とした、7パネルの片持トラスである。これを基本形(図-1)にえらび、さらにこれを変化させた種々のモデルを想定して解析を行った。(表-1)

載荷方法は図-1に示したように、自由端の下節点に単位荷重よりなる偶力をかけた。

A 3D perspective view of the truss structure, showing its spatial configuration. The structure is a rectangular prism with a truss roof and internal bracing. Dimensions are indicated: a height of 10.0 m, a width of 20.0 m, and a depth of 7.5 m. A coordinate system with x, y, and z axes is shown at the bottom left corner.

図-1 基本トラス

表-2 部材断面積

~93~

3 計算結果

得られた結果を次の図2～6に示す。これらの図の横軸は節番号である。図中のUPPER, LOWERとあるのはそれぞれ上弦節点および下弦節点を意味する。NEAR, FARによって、それぞれ与荷割および向割の主トラスの節点を表す。ねじり角とは下弦節点のZ方向のたわみの差を主トラス間隔で割ったものである。計算は二次元変形法による。

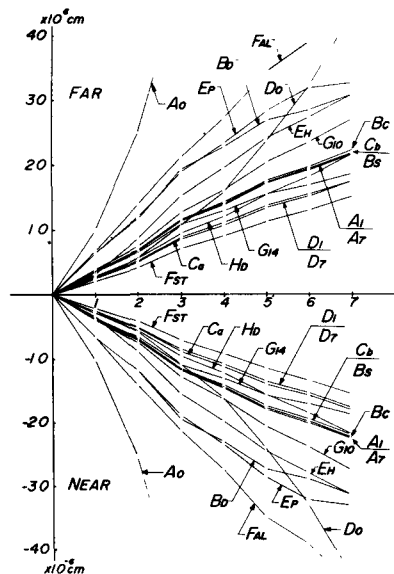


図-2 Z方向の変位

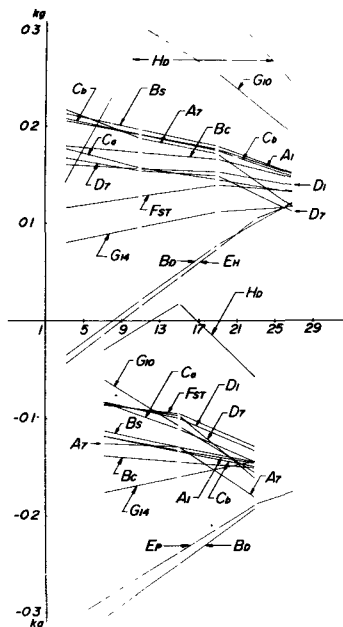


図-4 弦材の力

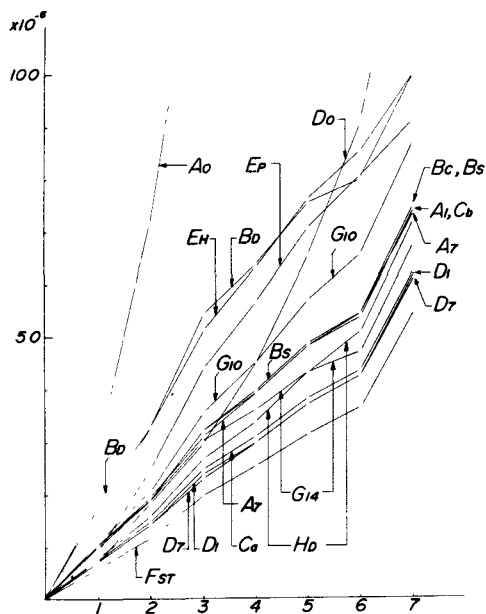


図-3 ねじり角

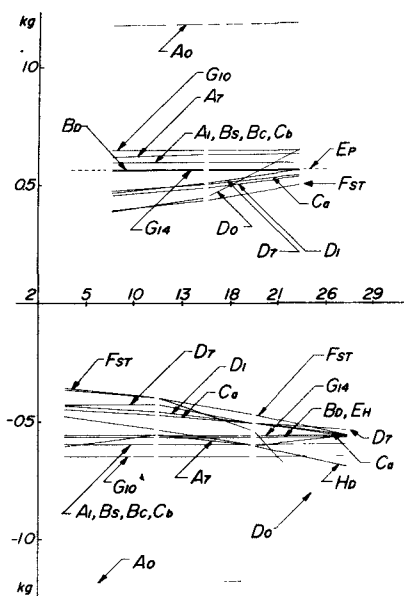


図-5 斜材の力

4 検討

1. ねじり角の算出、ねじり角図

a) 節点ヒンジのトラス (A_0, A_1, A_2) は剛結のトラス (D_0, D_1, D_2) より変位が大である。

b) 自由端に対傾構がない場合 (A_0, D_0) はねじり角が非常に大きい。これはねじりモーメントの大部分が面主トラスにせん断力として分配され、主トラスの变形が大きくなるからである。しかし対傾構の存在により (A_1, D_1)、ねじりモーメントが面主トラスおよび上下横構にせん断力として分配されるため、ねじり角は小さい。

c) 節点ヒンジであるか剛結であるかの違いは、自由端に対傾構が存在しない場合が大きく、対傾構が入ると小さくなる。従って、ねじりモーメント作用員に対傾構を設けることにより、立体トラスとしての性能を十分発揮させ得る。

d) 対傾構を自由端のみに設けた場合 (A_1, D_1) と全横断面に設けた場合 (A_2, D_2) の違いは小さい。すなわち、ねじりモーメントが作用する断面以外にあり対傾構は顕著な効果を示さない。立体トラスげたとして

このねじり剛性を大きくするために、横断面形状の変化を小さくすることが必要であり、横断面の剛性は重要な問題である。

e) さらに、立体トラスげたのねじり剛性については、 A_1 と B_0 の比較から見られるように、平面トラスとしての腹材を大きくすることにより、その剛性を上げることが出来る。また A_1 と G_0, G_M, H_D を比較して主げたの高さあるいは間隔を大きくすることにより剛性を高めることができる。ただし、 A_1 と B_0 より知られるのが、弦材断面積の大小は著しい影響はない。

f) 主げたが垂直材をモッワール式であったものを、ハウまたはフラット式に組がえる (E_M, E_P) とねじり角が大きくなる。これは垂直材に応力が生じて変形を起すためである。すなわち、平面トラスのせん断剛性あるいは立体トラスげたのねじり剛性を高めるにはモッワール式を採用した方がよい。

g) D_1 と同一のトラスでその部材断面積をどのようにしてパイプ断面に変えよう (F_{ST}) 一桁のトラスに比べて剛性が高まることになった。

h) A_1, C_0, C_b, D_1 を比較して、実際のトラスげたは全この節点をヒンジと考えよう、むしろ面主トラスを剛結トラスとして、横げたはそれに剛結されようとして想定した方がよいことを認める。

2. 応力図

a) 節点の剛結の場合 (D_0, D_1, D_2) は各部材に軸力のほかにはせん断力をも生ずるので、ヒンジの場合に比べて軸力が小さい。

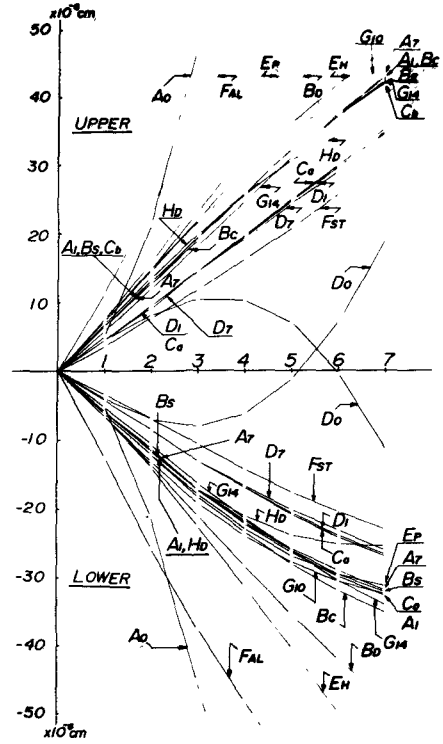


図-6 X方向の変位

h)変位と同様に、自由端の対傾構が剛であるほど応力の配分がよい。

i)ねじりモーメントが作用しなすり横断面の対傾構は斜材応力には大きな影響を与えない。しかし弦材応力には部分的に影響を与え、 A_1 では一般に平均化された応力であったものが、 A_7 ではむしろ応力が集中する。剛結の場合も同様である。

j)変位を検討して述べたように、腹材断面を大きくして、トラスの高さあるいは巾を大きくすることによってねじり剛性を高め、同時に弦材および斜材の応力を低下させる。

k)ハウまたはプラット式にすると、平面トラスとしてのせん断剛性が低下して弦材応力は大きくなるが、斜材応力はやや小さくなる程度で大きな変化はない。応力の面からみても立体トラスげたとしての剛性を高めるにはワーレン式とした方がよい。

l)部材をパイプ断面とすることは、変位の場合と同様に有利である。

g)変位の項で述べたことは応力の面でもほぼ同様認められる。

5 むすび

1、節炭がヒンジの剛結の相違は常識で判断される通りの結果であった。しかし一般にどの相違は次のことによる影響が大ききことがわかった。

(a)主トラスが一つのラーメンとして働く。

(b)主トラスの弦材がねじり剛性をもつ。

(c)面主トラスは横げたで剛に結ばれている。

2、大きなねじりモーメントが作用する箇所、たとえば支承部の横断面などには剛な対傾構を設置することにより、トラスげたに立体的機能を与与することができると。風荷重によるねじりモーメントは比較的小さいとみなしてよい。そのため、中間対傾構は端対傾構のように強固にする必要はなく、従来通りでよいことが明らかにになった。ただし、その場合風荷重などの横荷重は、上下とれおれの横構で抵抗させる計算法は不経済であり、改良の余地がある。

3、立体トラスげたの剛性を高めるには、主トラスおよび上下横構の腹材断面積を大にし、ねじりモーメントの作用する横断面を剛にし、かつ、けた高さおよび主けた間隔を大にすればよい。

4、部材断面にパイプ断面を選ぶと、実際の变形が小さくなってトラス全体の剛性が高まる。

以上の事項をトラスの設計にとり入れることにより、立体トラスげたとしての特性を高めることができ、従って経済的かつ合理的な設計ができるであろう。

本研究の計算はすべて、全国共同利用の東京大学大型計算機センターの HITAC 5020 E および、九州大学中央計数施設の OKITAC 5090 H によった。

文 献

村上・倉田 . ねじりを受けるトラスの挙動について ; 第22回土木学会年次学術講演会概要(1967)