

トラス構造物の示力図を機械式に描く方法

▪ まずはおさらいから。

学科試験でのトラスの問題は、静定構造物です。よって、

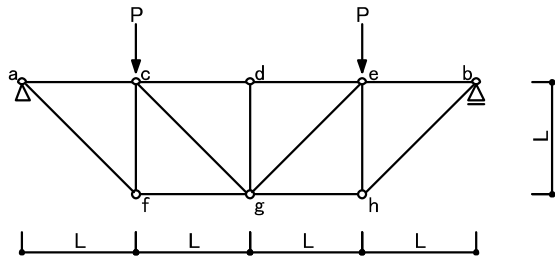
1. 支点反力を求める。
2. 切断法や示力図などで、部材に生じる軸方向力を求める。

という流れです。

今回は、この流れのうち示力図に関するメモです。

「示力図は閉じる」という考え方は、**力の大きさ**と**力の向き**に常に意識を置いて下さい。

問題コード08051を例にとって説明します。



▪ まず、支点反力とゼロ部材を求めます。

図1のようになります。

▪ 節点aについて考えていきましょう。図1にある番号のように支点反力Pを基準にして、時計回りにエリアに(1), (2), (3)のようにエリア名を付けます。(1)-(2)間の支点反力は上向きPなので、図3のようになります。

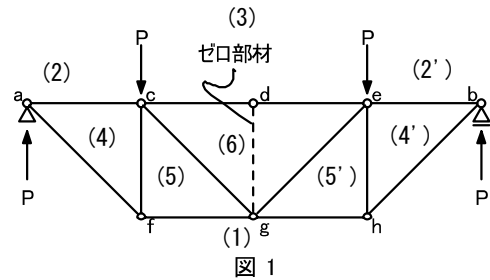


図 1

次の(2)-(4)間の部材は水平材であること、及び一筆書きなので(2)の点からスタートするのはわかりませんが、向きは右向きか左向きかはわからないので、この時点では長めに描いておきます(図4)。

次に(4)-(1)間の水平部材は、(4)の次は(1)に戻るなので、(4)の地点から斜めに移動して(1)の基点に戻らなければなりません。そうすると、図5の形が決まり(1)のスタートから1周するように図6のような力の向きが決まります。この図6の線の長さは、力の大きさになります。 N_{ac} は大きさP(圧縮)、 N_{af} は大きさ $\sqrt{2}P$ (引張)となることがわかります。

最終形は、図7になります。

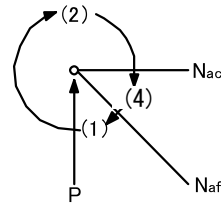


図 2

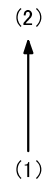


図 3

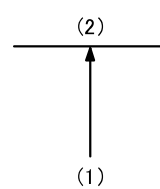


図 4

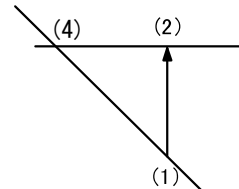


図 5

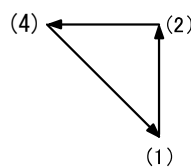


図 6

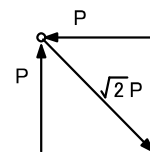


図 7

示力図は、未知数が2つ以下の節点について考えていきますので、次に考えるのは節点 f です。

図8のように、各エリアを(1) (4) (5)とします。(1)-(4)間の N_{fa} は図7より $\sqrt{2}P$ (引張)とわかっていきますので、図9のように描きます。

次の(4)-(5)間の部材は垂直材であるため、(4)を通る垂直線を長めに描きます(図10)。

(5)の点は、図10の垂直線上のどこかにあり、(5)-(1)間の水平部材は(5)の次は(1)に戻るため、(5)地点から水平に移動して(1)の基点に戻らなければなりません。そうすると図11の形が決まり、(1)のスタートから1周するように図12のような力の向きが決まります。この図12の線の長さは力の大きさになります。 N_{fc} は P (圧縮)、 N_{fg} は P (引張)となるのがわかります。

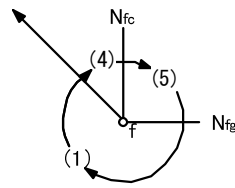


図 8

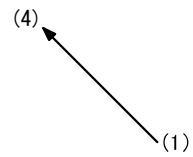


図 9

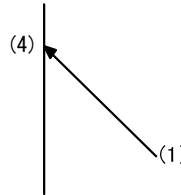


図 10

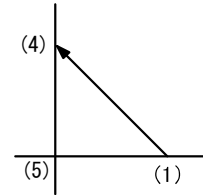


図 11

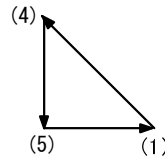


図 12

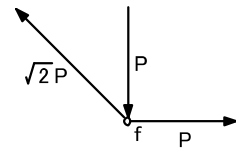


図 13

次に節点 c について考えてみましょう。

ここで、勘の良い人は N_{cg} に軸力が生じると、節点 c まわりの力の釣り合いが成り立たないことに気がきます (N_{cg} の垂直成分が釣り合わないため)。そうすると、 N_{cd} は左向き P とわかります。

しかし、これに気付かなかった人のために、示力図を描いていきましょう。

節点 a、節点 c と同様に考えます。

図17のようになります。左右対称であるため、全体の示力図は、図18のようになります。

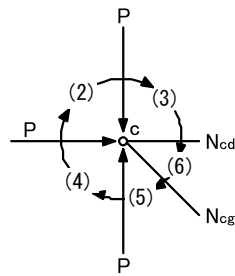


図 14

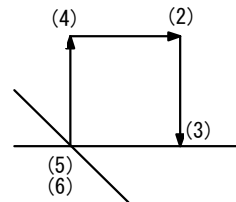


図 15

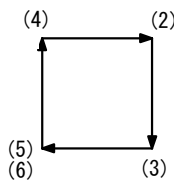


図 16

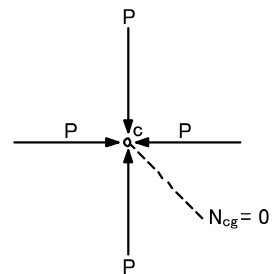


図 17

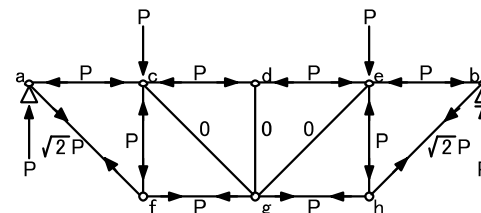
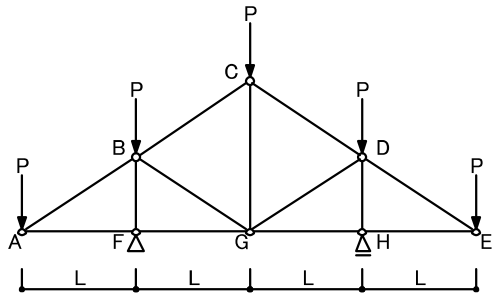


図 18

- ・ 続いて、問題コード03051を示力図で解いてみましょう。(平成3年の問題)



- ・ この問題では、高さや角度がわからないので自分で勝手に決めます。
示力図を描くときには、**力の大きさ**と**力の向き**がわからないと誤った示力図になってしまうからです。
図1のように、高さをLとしましょう。

- ・ まず、支点反力を求めます。

- ・ 節点Aについて考えましょう。

図8の N_{AB} 、 N_{AF} の線の長さや線の向きが重要です。

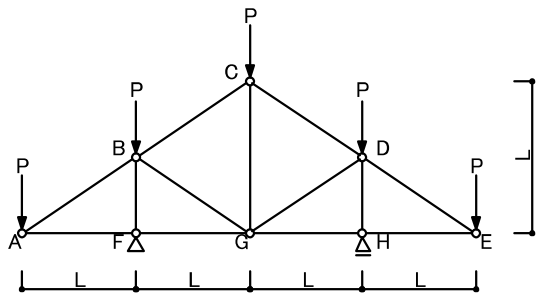


図 1

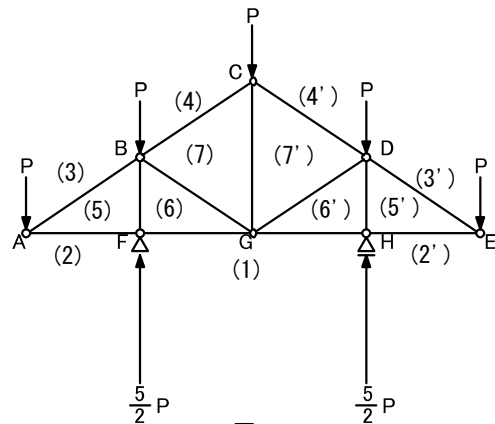


図 2

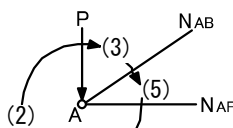


図 3



図 4

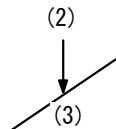


図 5

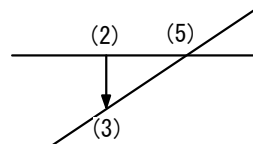


図 6

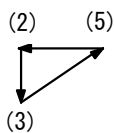


図 7

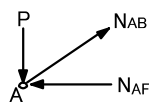


図 8

- 未知数が2つ以下の節点を探すと、次に節点Fについて考えます。

図14の N_{AF} , N_{FB} , N_{FG} の線の長さとの向きが重要です。

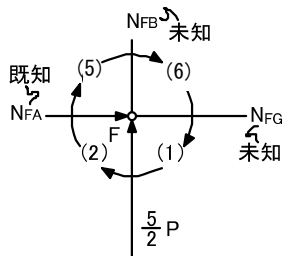


図 9

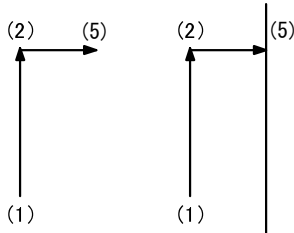


図 10

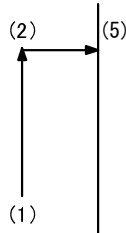


図 11

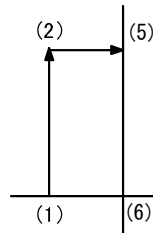


図 12

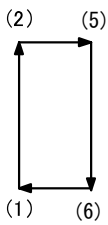


図 13

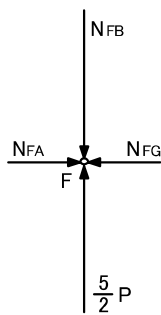


図 14

- 節点Bについて考えます。

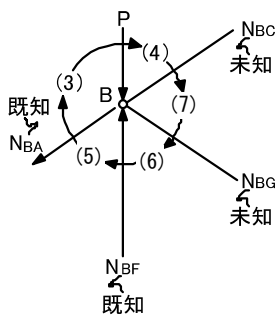


図 15

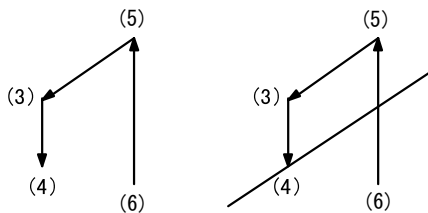


図 16

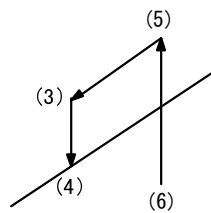


図 17

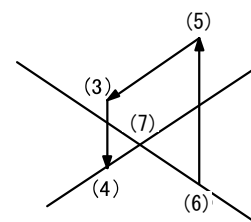


図 18

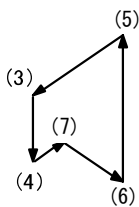


図 19

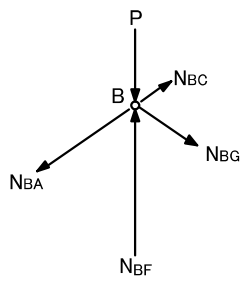


図 20

・ 節点Cについて考えます。

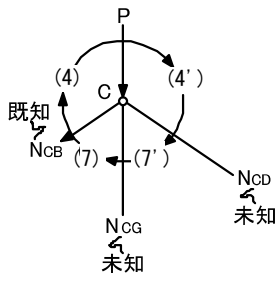


図 21

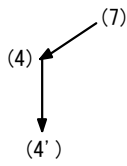


図 22

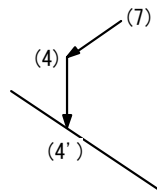


図 23

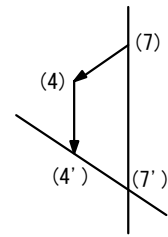


図 24

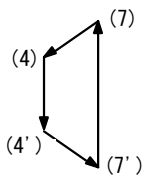


図 25

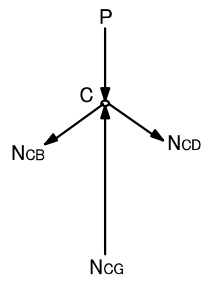


図 26

・ 左右対称なので、

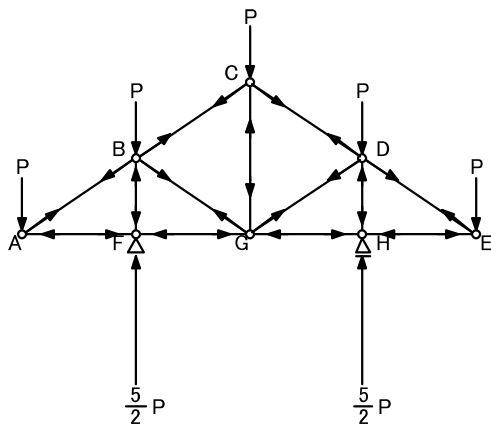
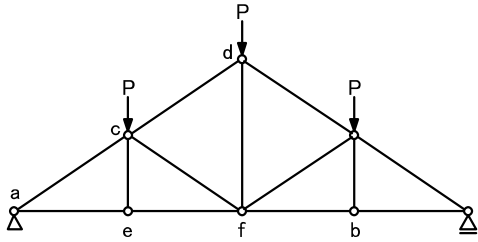
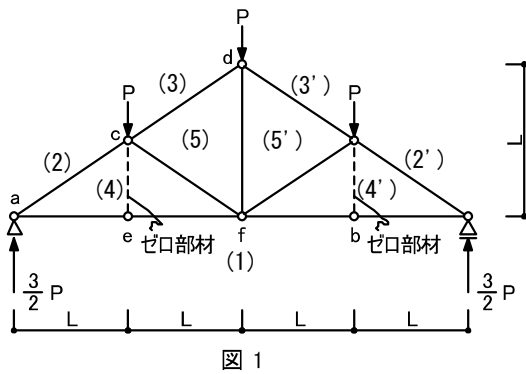


図 27

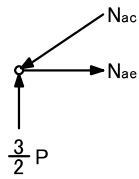
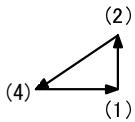
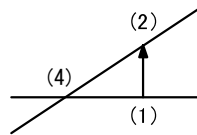
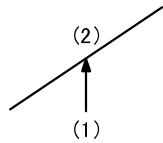
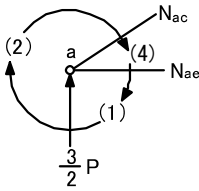
- ・ 問題コード05051を示力図で解いてみましょう。(平成5年の問題)



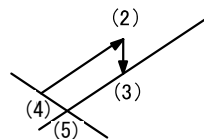
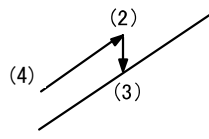
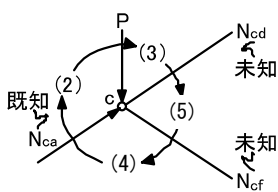
- ・ まずは、支点反力とゼロ部材から、



- ・ 部材の長さを、図1のように仮定します。
- ・ 節点aに関する示力図



- ・ 節点cに関する示力図



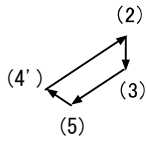


図 10

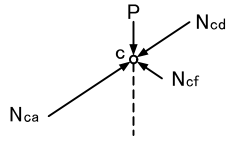


図 11

・ 節点dに関する示力図

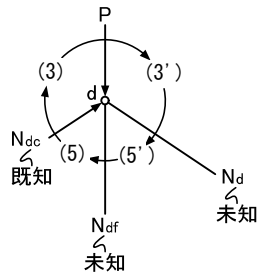


図 12

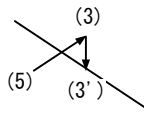


図 13

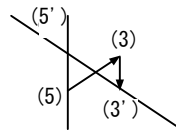


図 14

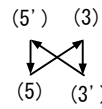


図 15

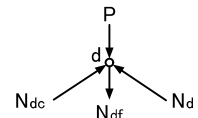


図 16

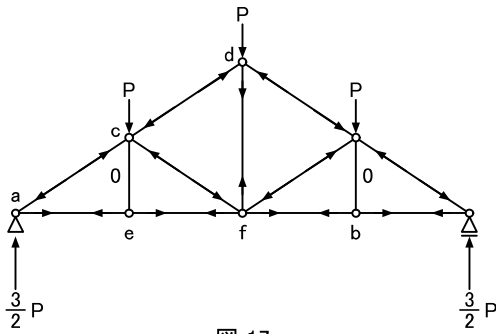


図 17

注). 図13で N_{dc} の大きさが適当(例えば $N_{dc} < P$)であれば,

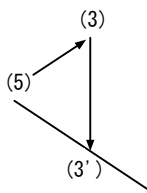


図 13'

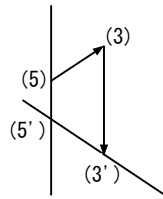


図 14'

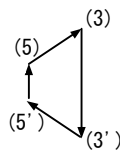


図 15'

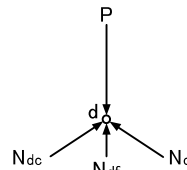


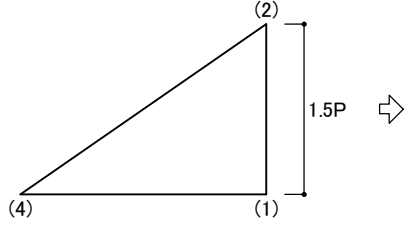
図 16'

図16'のように、誤りの示力図になります。

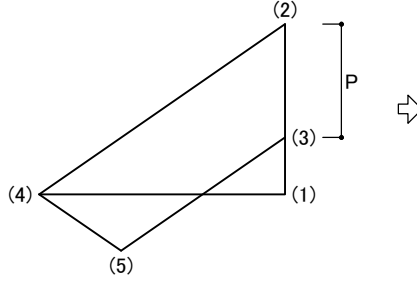
示力図では、**力の大きさ**と**力の向き**に意識して下さい。

これらの各示力図を重ねたものをクレモナ図という。

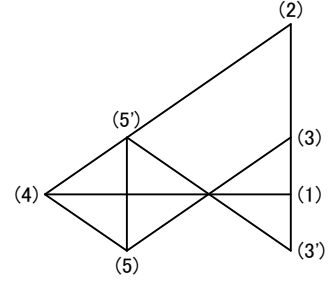
節点 a (図5)より



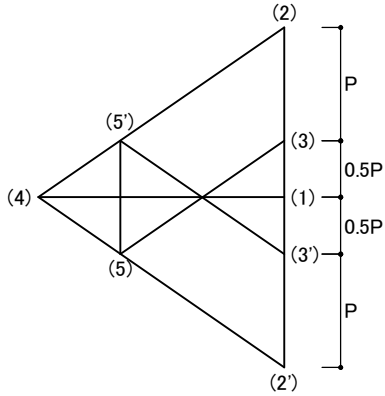
節点 c (図10)を追加



節点 d (図15)を追加



計算していない架構右側についても追加すると、

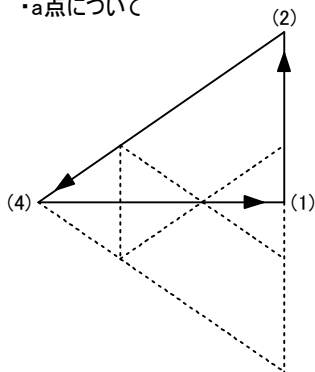


完成形のクレモナ図

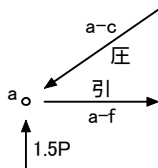
※ 架構が左右対称なので、
クレモナ図は上下対称となる。

クレモナ図から、各部材に生じる応力(軸力)の符号の見方

・a点について

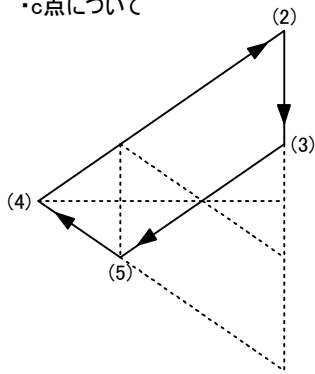


エリア(1)から(2)は、支点反力 $1.5P$ であるので、
(1)から(2)は上向きとなる。
(2)から(4)経由で(1)に戻るためには、(2)から(4)は左下向き、
(4)から(1)は右向きとなる。

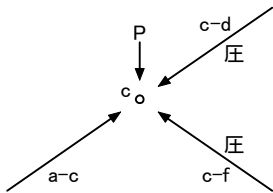


a - c 材は圧縮材
a - f 材は引張材

・c点について

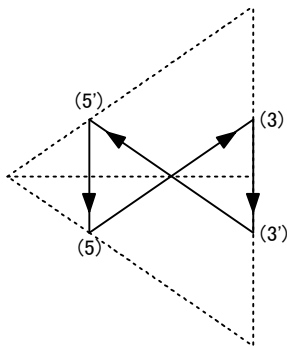


エリア(4)から(2)(a-c材)は、圧縮材であるので、
 (4)から(2)は右上向きとなる。
 (2)から(3)、(5)経由で(4)に戻るためには、(2)から(3)は下向き、
 (3)から(5)は左下向き、(5)から(4)は左上向きとなる。

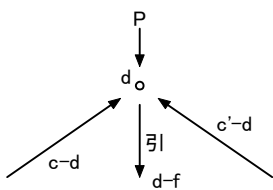


c - d 材は圧縮材
 c - f 材は圧縮材

・d点について



(3)から(3')は下向き外力Pであるので、(3)から(3')は下向き。
 (3')から(5')、(5)経由で(3)に戻るためには、(3')から(5')は左上向き、
 (5')から(5)は下向き、(5)から(3)は右上向きとなる。



d - f 材は引張材

まとめると、

