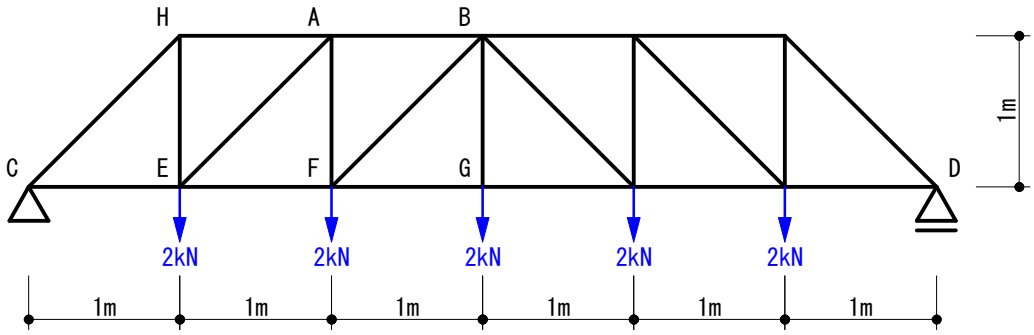
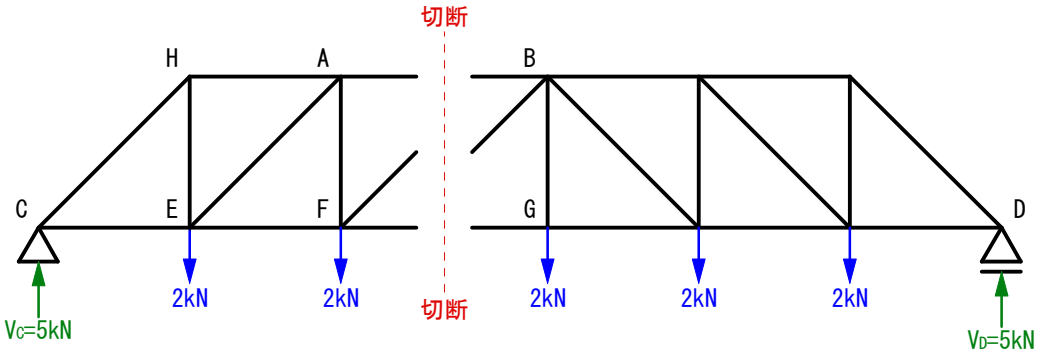
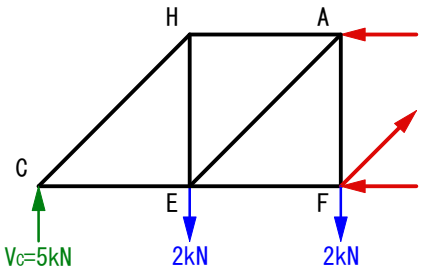
■問題　トラス部材A-Bに生じる応力を求めよ。



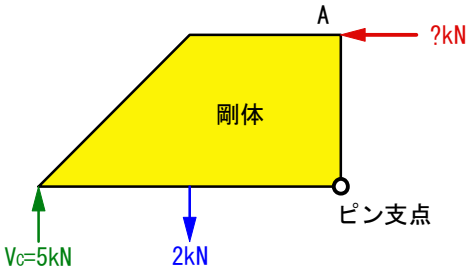
トラス
他のトラス問題と比べて、部材数が多いのが特徴です。

■解法
切断法で解きます。
支点の反力を求めた後、A-B材の位置で切断します。

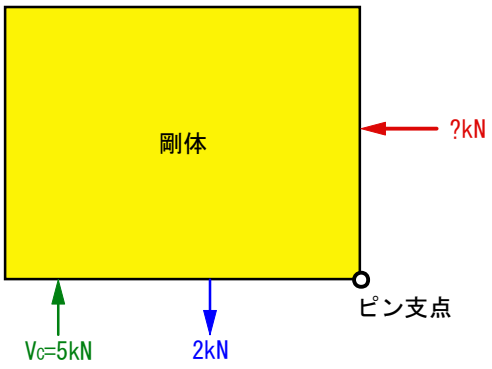




一般の書籍では左図のように表現されることが多いですが、
トラス部分を剛体とイメージすると、わかりやすいと思います。

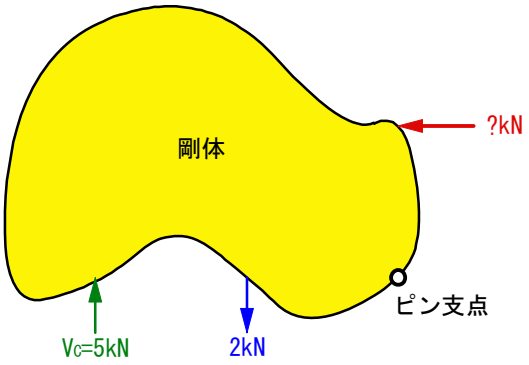


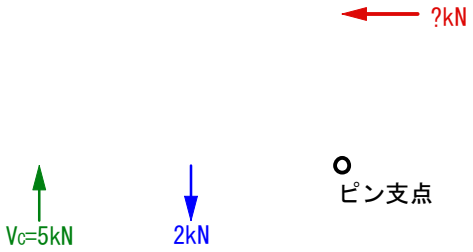
切断して残ったトラスを、一個の剛体としてイメージしています。
剛体が回転しないような力を求めます。



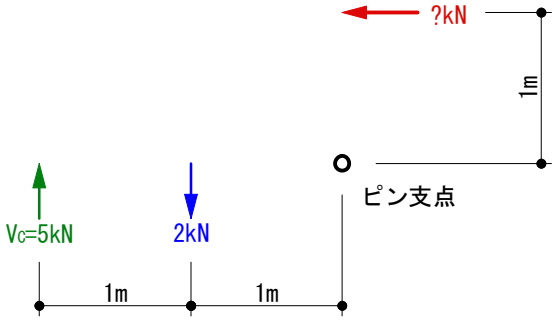
この剛体は、どのような形状をしていても構いません。

例えば左のような形状





さらに
剛体がなくても構いません。



教科書の1ページに出てくるような、
力の釣合い問題になりました。

ΣM = 0より

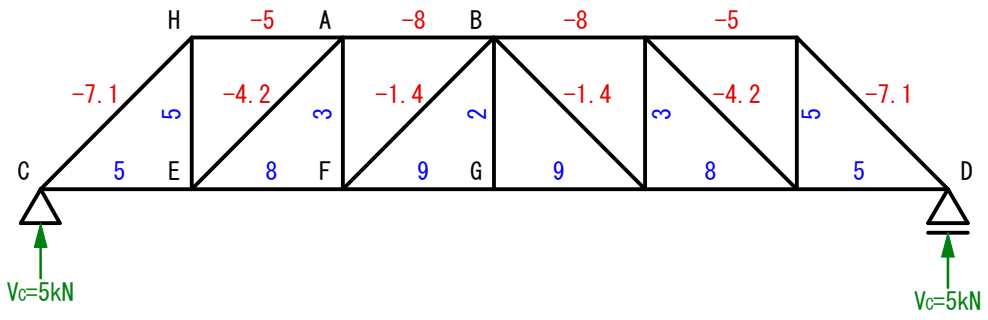
0 = 5kN*2m − 2kN*1m − ?kN*1m

?kN = 8kN

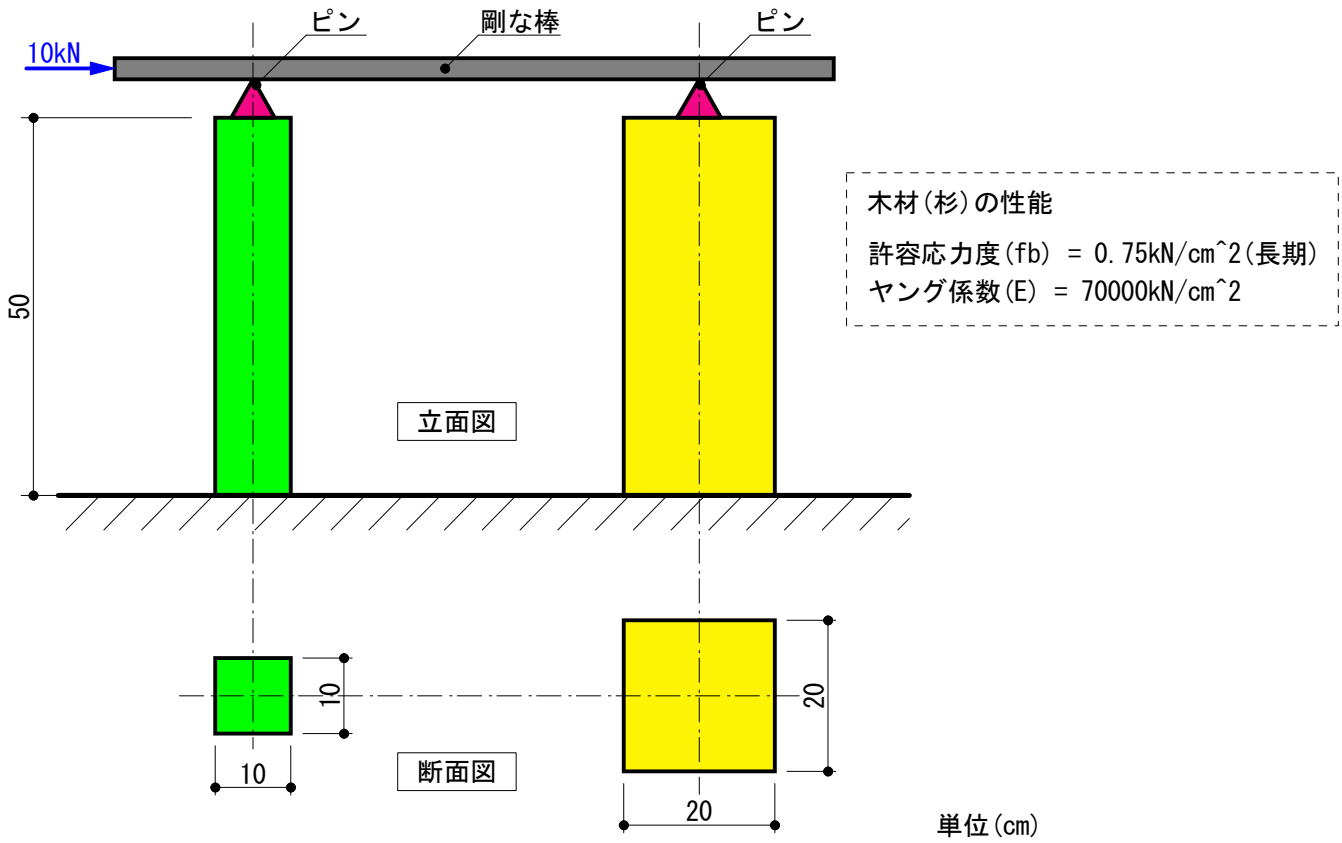
答え　8kN

トラスをこのようにイメージできるようになると
構造力学がおもしろくなってくると思います。

■N図

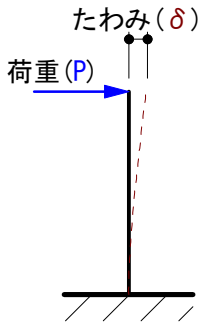


■問題　図のように柱脚を固定した2本の柱があり、その柱頭をピン接合した剛な棒で連結している。
剛な棒の端部に水平荷重(10kN)が作用する場合、柱脚のA、B点における曲げ応力の安全性を検討せよ。
ただし、柱は木材(杉)とし、剛な棒の厚さとピンの高さは無視する。



・断面の性質
・断面二次モーメント(I)、断面係数(Z)の意味を理解していなければ、解くことができない問題です。

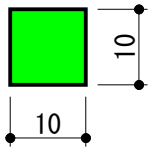
■解説
剛性(変形量)により、水平荷重(10kN)を分配します。

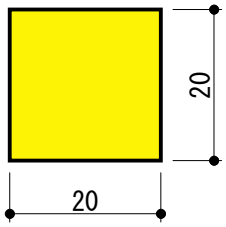


片持ち梁のたわみ(δ) = PL^3/3EI

材長(L)、ヤング係数(E)は、2本の柱とも同じなので、荷重(P)の分配率は、
断面二次モーメント(I)によって決まります。

▼断面二次モーメント(I)を求めます。



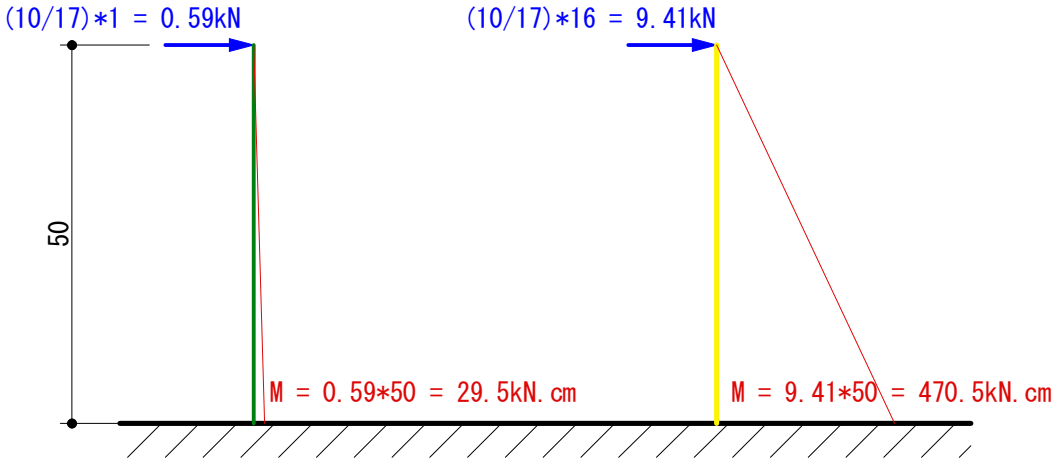


I = bh^3/12
= 10*10^3/12
= 833.33cm^4

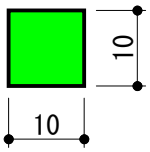
I = bh^3/12
= 20*20^3/12
= 13333.33cm^4

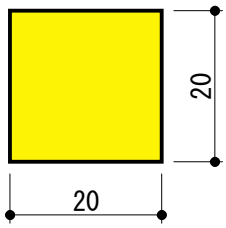
13333.33/833.33 = 16
従って、荷重(P)の分配率は1:16となります。

▼柱脚の曲げモーメント(M)を求めます。



▼断面係数(Z)を求めます。





Z = bh^2/6
= 10*10^2/6
= 166.66cm^4

Z = bh^2/6
= 20*20^2/6
= 1333.33cm^4

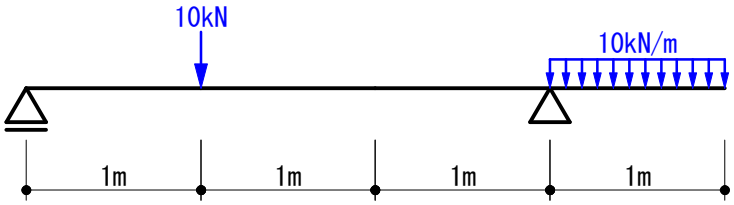
▼断面の応力度(σ)を求めます。

σ = M/fb.Z
= 29.5/0.75*166.66
= 0.235 < 1.00 OK
従って、安全である。

σ = M/fb.Z
= 470.5/0.75*1333.33
= 0.47 < 1.00 OK
従って、安全である。

答え　2本の柱はどちらも安全である。

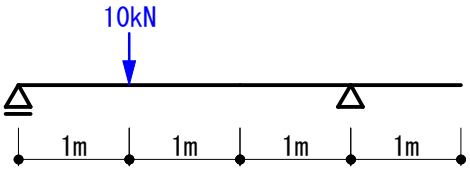
■問題　図のように荷重を受けたときの梁の、応力を求めよ。

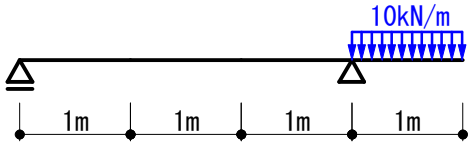


・単純梁の応力を求める基本的な問題です。

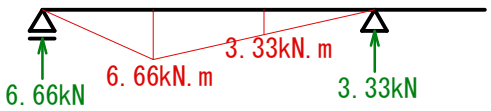
■解説

荷重を分けて解きます。

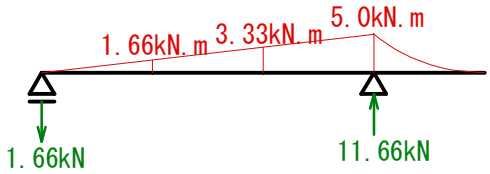




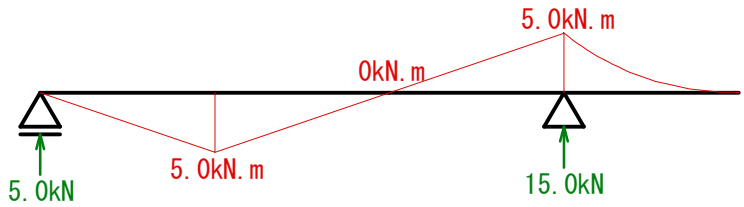
▼応力図1



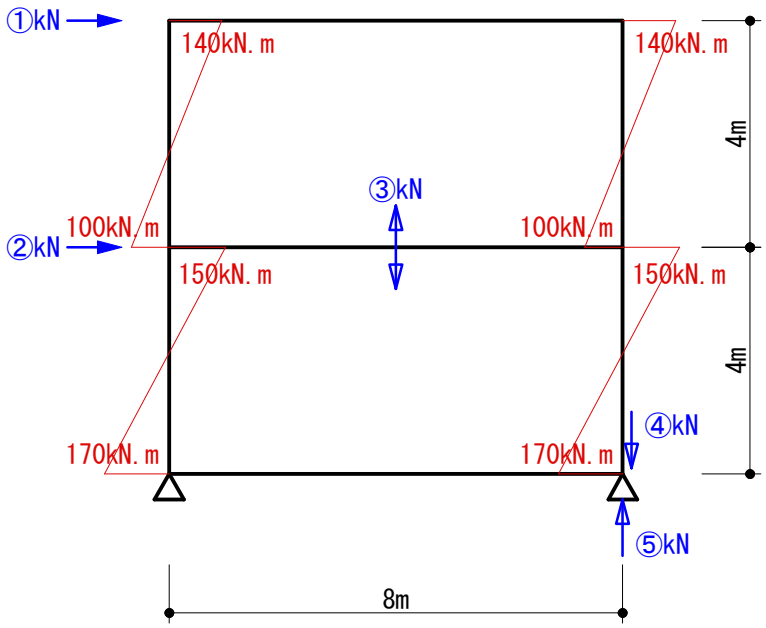
▼応力図2



▼応力図1と応力図2を和します。



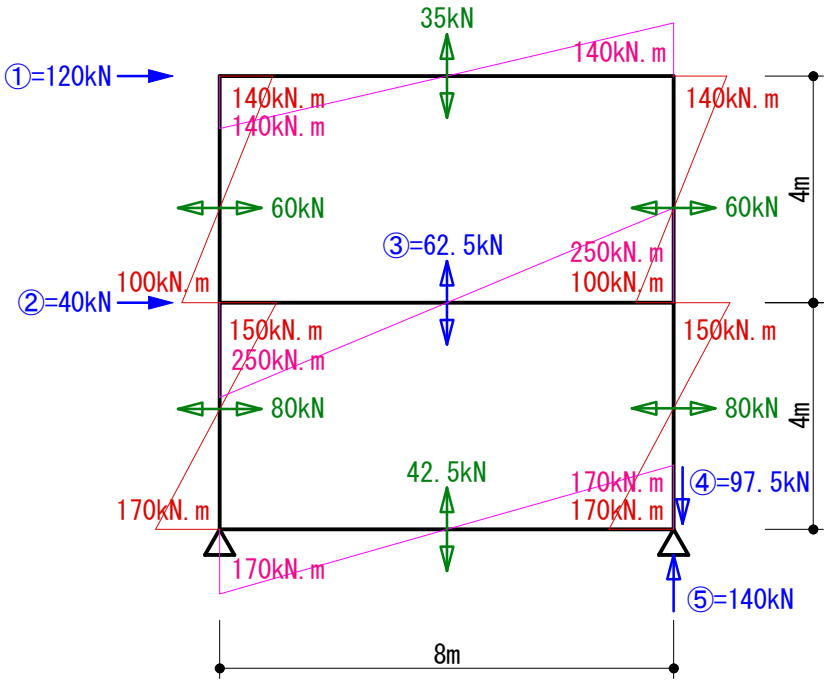
■問題　図は水平荷重①②が作用したときのラーメンの柱の曲げモーメントを示したものである。
このとき、図中の①～⑤それぞれの値を求めよ。



① → 水平荷重
② → 水平荷重
③ → せん断力
④ → 軸力
⑤ → 反力

・不静定ラーメンなので、通常は剛性を考慮しないと解けませんが、柱の曲げモーメントが示されているため剛性を考慮しなくても解くことができます。

■解説（結果のみ示します）



① → 60 + 60 = 120kN
② → 80 + 80 − 120 = 40kN
③ → (250+250)/8m = 62.5kN
④ → 35 + 62.5 = 97.5kN
⑤ → 97.5 + 42.5 = 140kN

■問題　図のようなラーメンにおいて、荷重Pを増大させたとき図-2のような崩壊機構を示した。このときの崩壊荷重Puを求めよ。ただし、柱梁の全塑性モーメントMpは図-1に示す通りとし、軸力、せん断力の影響は無視する。

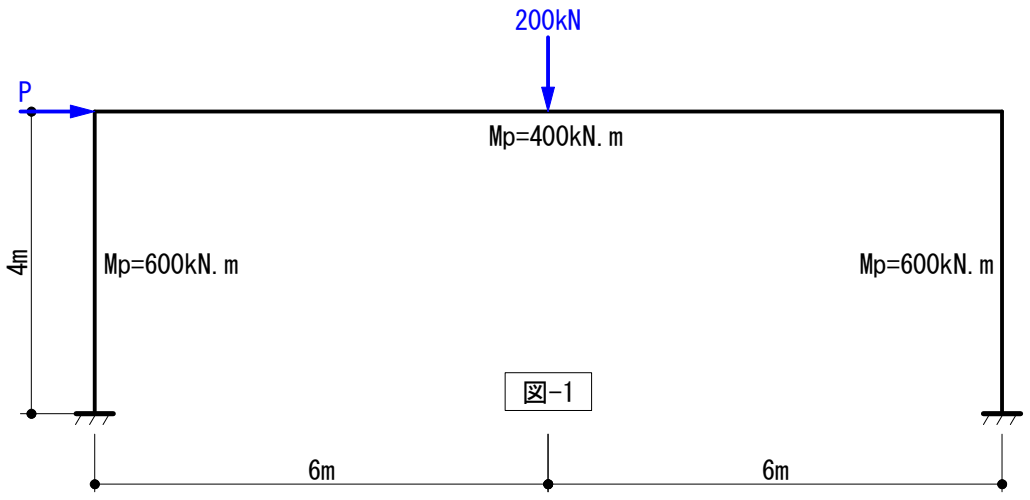


図-1

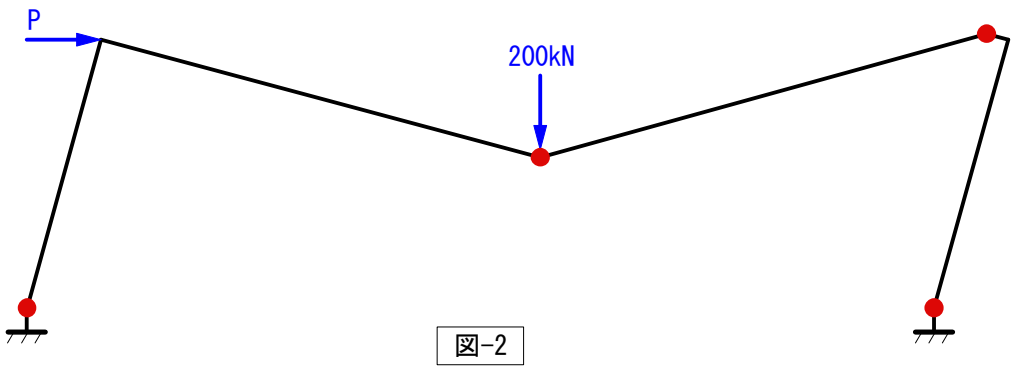


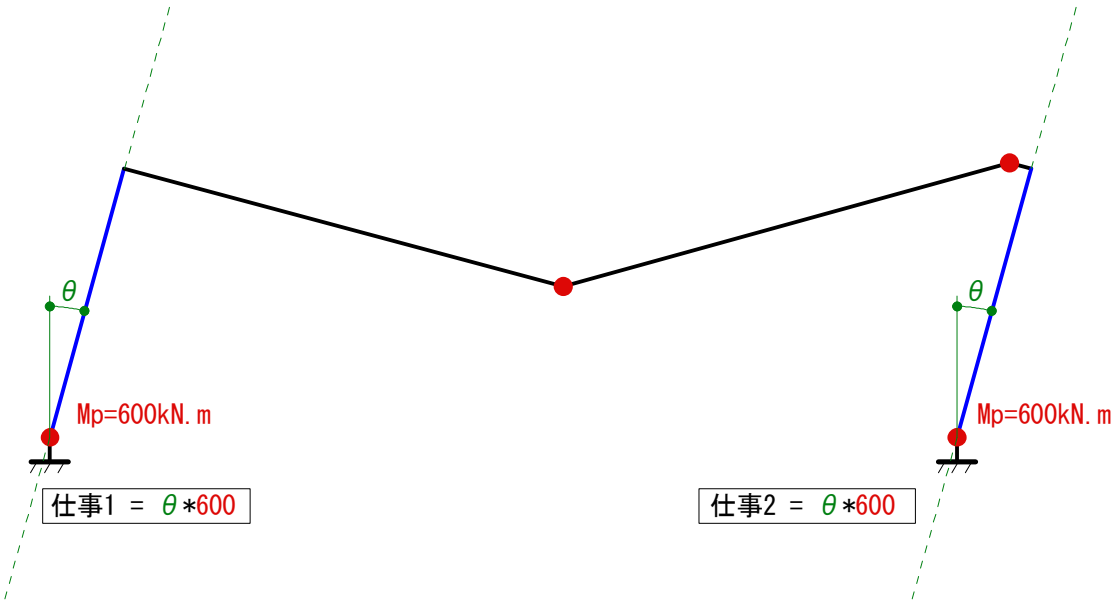
図-2

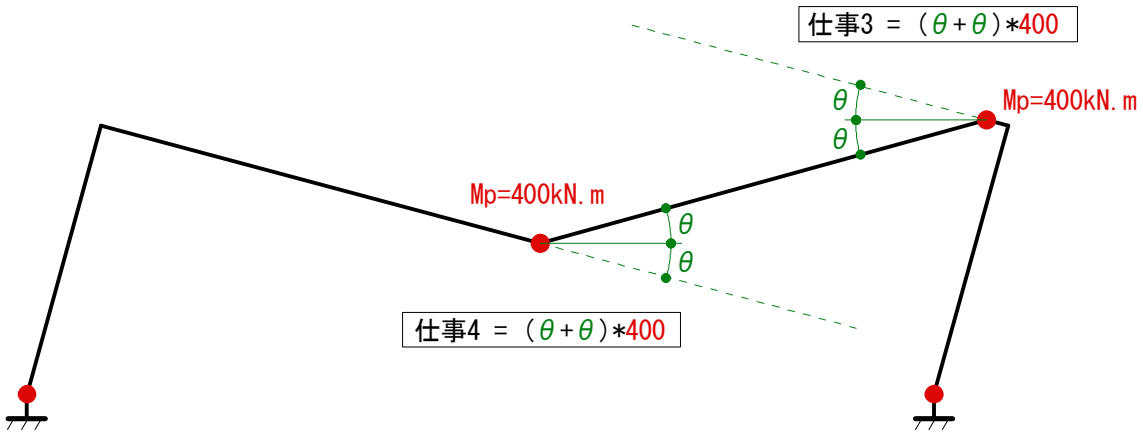
・不静定ラーメン
・柱梁接合部の塑性ヒンジの位置（梁に塑性ヒンジが発生）に注意してください。

■解説

外力のなす仕事と、内力のなす仕事は等しい、という仮想仕事の原理で解きます。

▼内力のなす仕事 ＝ 変形角（θ）を求めます。



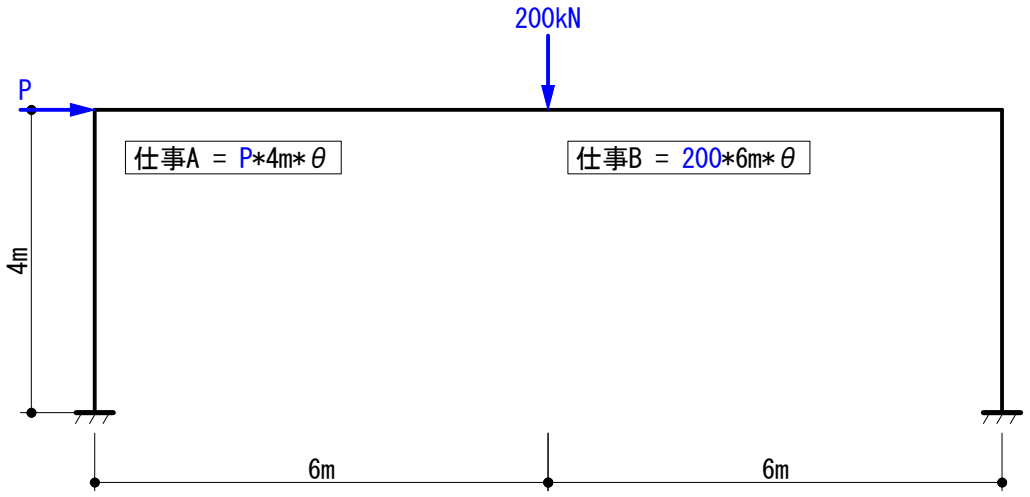


内力のなす仕事 ＝ 仕事1 ＋ 仕事2 ＋ 仕事3 ＋ 仕事4

＝ 600θ ＋ 600θ ＋ 800θ ＋ 800θ

＝ 2800θ

▼外力のなす仕事 ＝ 荷重×距離を求めます。



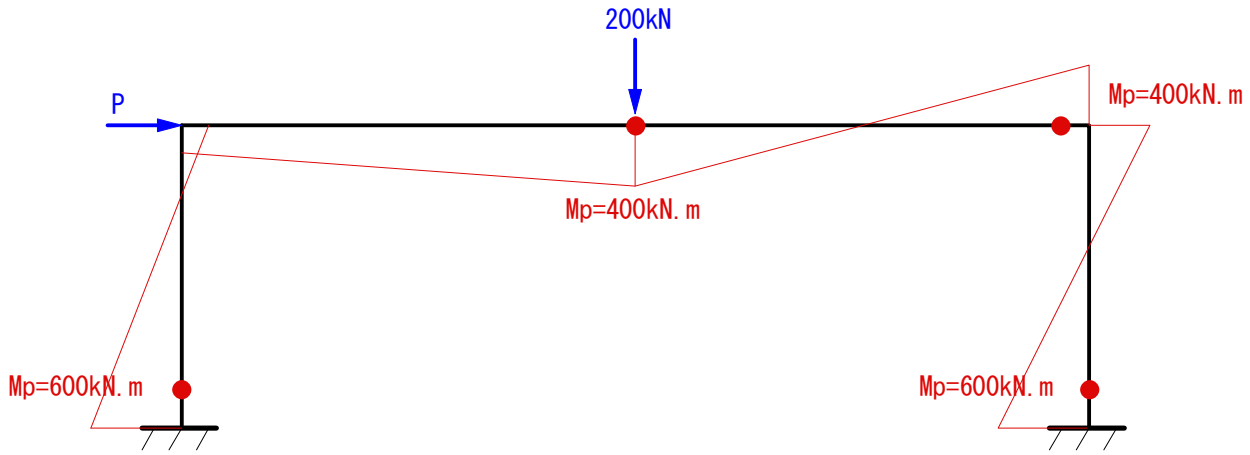
外力のなす仕事 ＝ 仕事A ＋ 仕事B
＝ 4Pθ ＋ 1200θ

▼外力のなす仕事 ＋ 内力のなす仕事 より

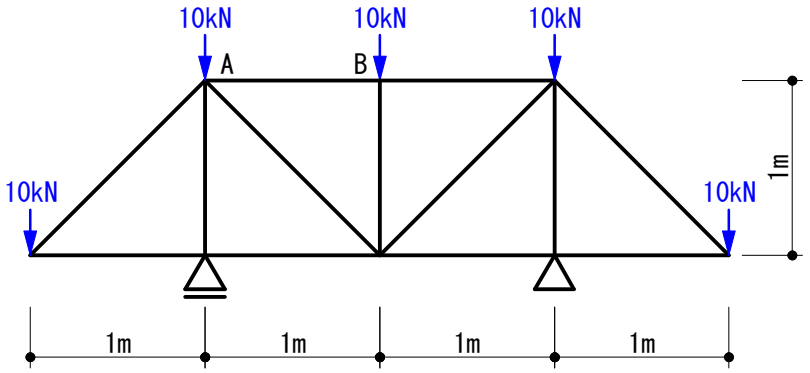
4Pθ ＋ 1200θ ＝ 2800θ
P ＝ 400 (kN)

答え　Pu ＝ 400kN

■全塑性時の曲げモーメント図のイメージ（参考用）



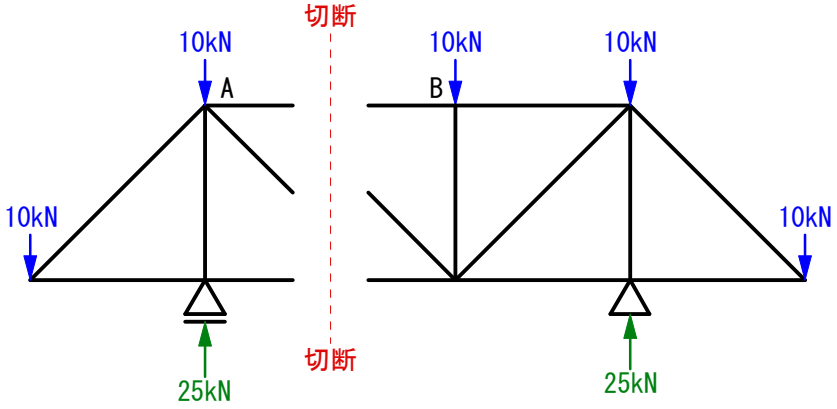
■問題　A-B材の応力を求めよ。



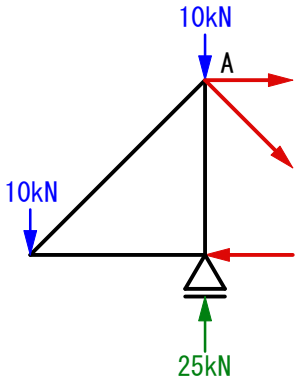
・一般的なトラスの問題です。
・トラスの解法はいくつかありますが、ほぼすべての問題が切断法で解くことができます。

■切断法で解きます。

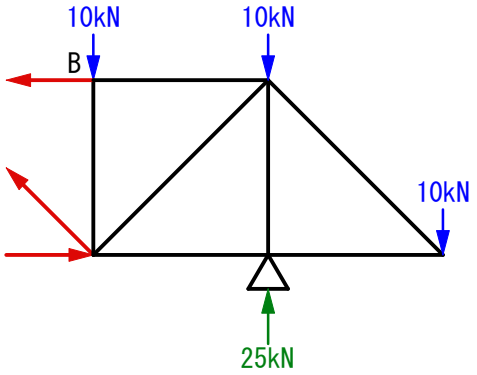
支点の反力を求めた後、A-B材の位置で切断します。



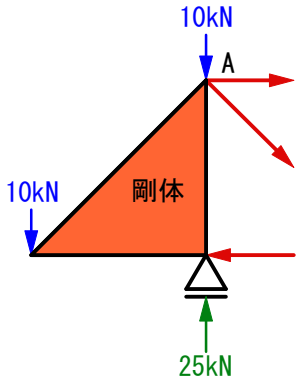
▼切断した左側のトラスで考えてみます。



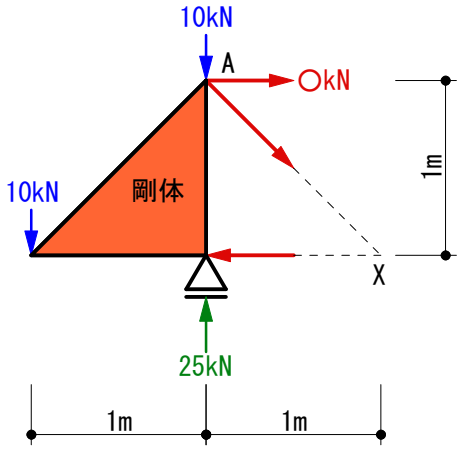
▼切断した右側のトラスで考えてみます。



▼残ったトラス部分を剛体としてイメージします。



▼X点を中心とした力の釣合い条件で解きます。



ΣM = 0 より

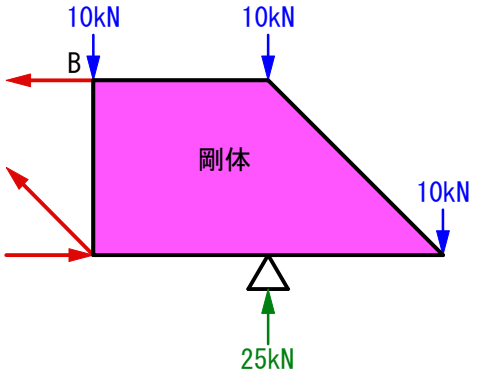
0 = ○kN*1m + 25kN*1m − 10kN*2m − 10kN*1m

0 = ○kN.m + 25kN.m − 20kN.m − 10kN.m

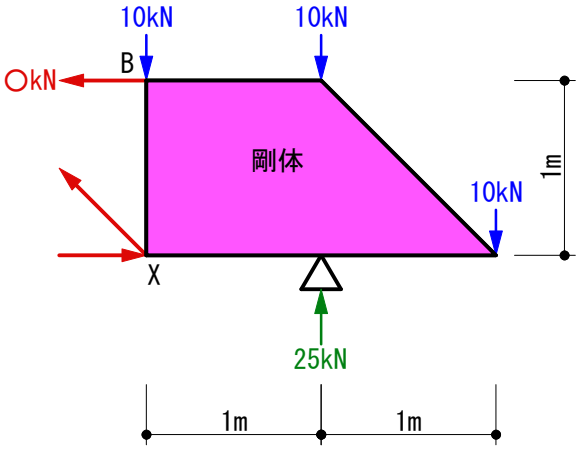
○kN.m = 5kN.m

答え　5.0 kN(引張)

▼残ったトラス部分を剛体としてイメージします。



▼X点を中心とした力の釣合い条件で解きます。



ΣM = 0 より

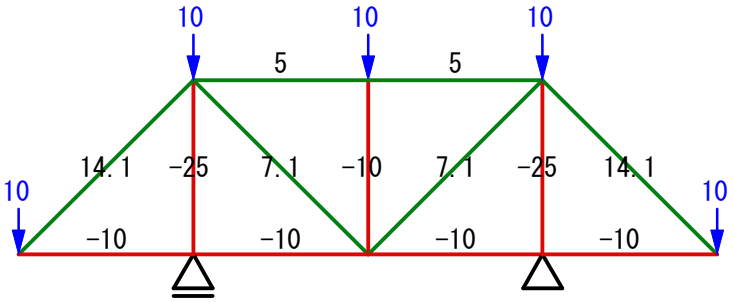
0 = − ○kN*1m − 25kN*1m + 10kN*2m + 10kN*1m

0 = − ○kN.m − 25kN.m + 20kN.m + 10kN.m

○kN.m = 5kN.m

答え　5.0 kN(引張)

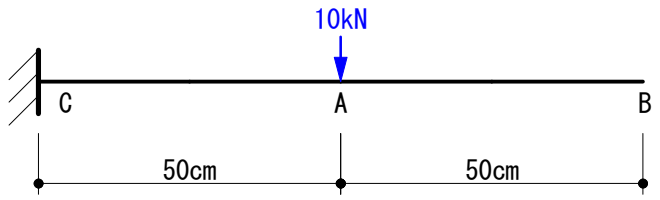
■N図（参考図）



プラスが引張
マイナスが圧縮

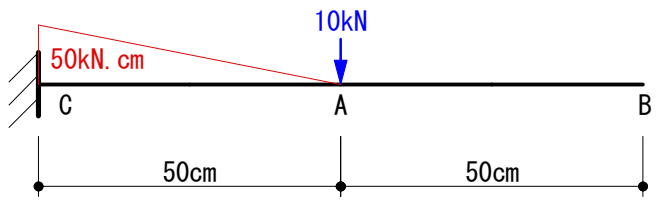
単位(kN)

■問題　B点に生じるたわみ量とたわみ角を求めよ。ただし部材は鉄骨としH-100*100*6*8を使用する。

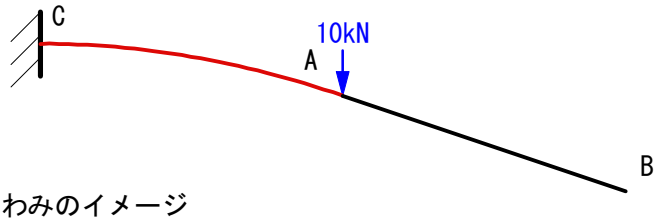


・たわみ
・公式を暗記しているかどうかで、難易度が大きく左右される問題です。

■解説
M図を書きます。A-B部分には応力が発生していないことがわかります。



片持ち梁のたわみ角の公式　θ = PL^2/2EI
片持ち梁のたわみ量の公式　δ = PL^3/3EI
（暗記しておくか、またはモールの定理で導き出します）

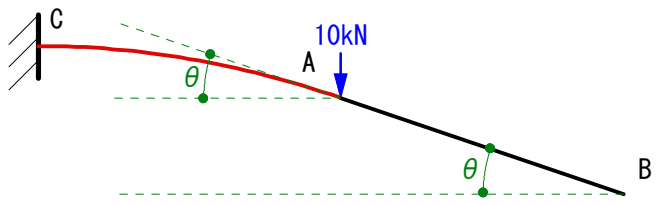


たわみのイメージ
（C-A部分は曲線で、A-B部分は直線です）

▼たわみ角を求めます。
A点のたわみ角 = B点のたわみ角 = PL^2/2EI

鋼材の性能
・ヤング係数(E) = 20590 kN/cm^2
・H-100*100*6*8の断面二次モーメント(I) = 383 cm^4

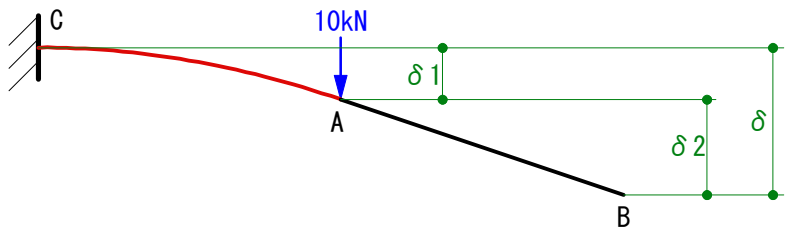
θ = PL^2/2EI = 10*50^2 / 2*20590*383 = 0.001585rad



答え　たわみ角(θ) = 0.001585rad

▼たわみ量を求めます。
A点のたわみ量 = PL^3/3EI

δ1 = PL^3/3EI = 10*50^3 / 3*20590*383 = 0.0528cm



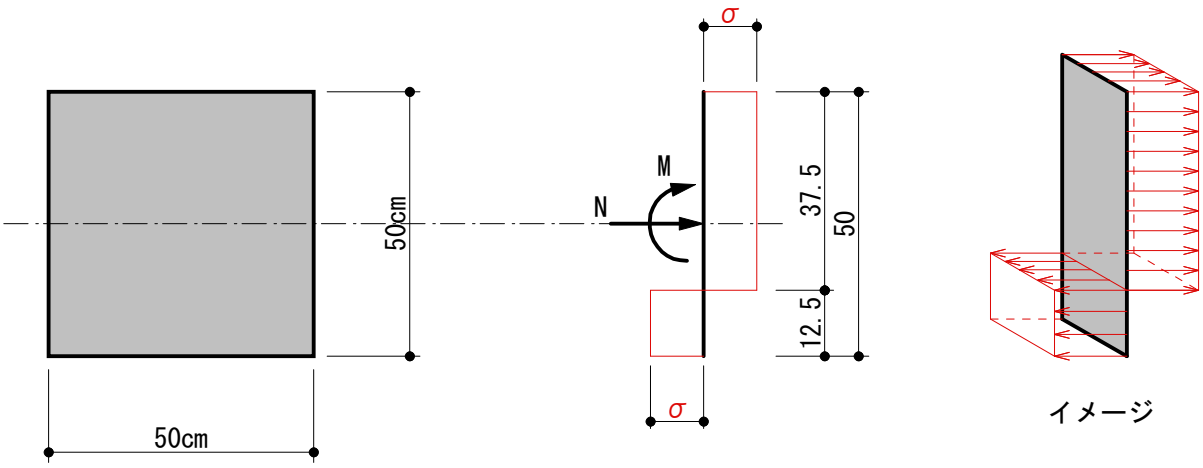
δ2 = たわみ角*距離 = θ*L = 0.001585*50 = 0.0793cm
(A-B部分が直線なのでδ2=たわみ角*距離が成り立ちます)

δ = δ2 + δ2 = 0.0528 + 0.0793 = 0.1321cm

答え　たわみ量(δ) = 0.1321cm

ちなみに片持ち梁のたわみの許容値は1/250ですので、0.1321/100 = 1/757 となり、この梁は建築部材として支障なく、使用することができます。

■問題　図のような断面に曲げモーメントMと軸力Nが作用したときの、曲げモーメントMと軸力Nの値を求めよ。
ただし、断面は全塑性状態にあり、軸力Nは柱の中心に作用するものとする。

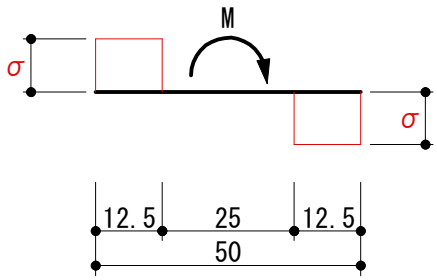


応力度分布

・断面の応力計算。
・問題文だけ読むと難解ですが、基本的な計算問題です。

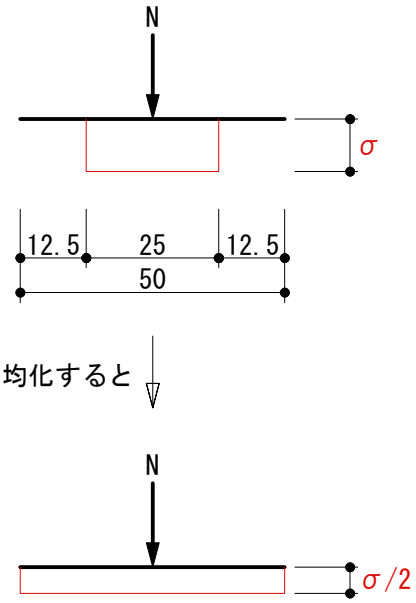
■解説
軸力と曲げモーメントを、それぞれ別に分けて考えます。

▼曲げモーメントのみの場合

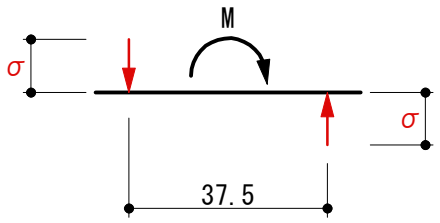


引張は曲げモーメントによって発生しているので、
圧縮側にも引張と同等の応力が存在します。

▼軸力のみの場合



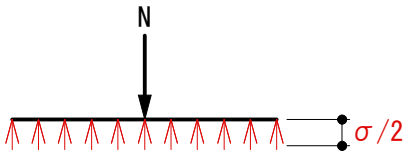
▼応力σと中心間距離を乗じます。



M = σ*37.5 = 37.5σ

答え　M = 37.5σ

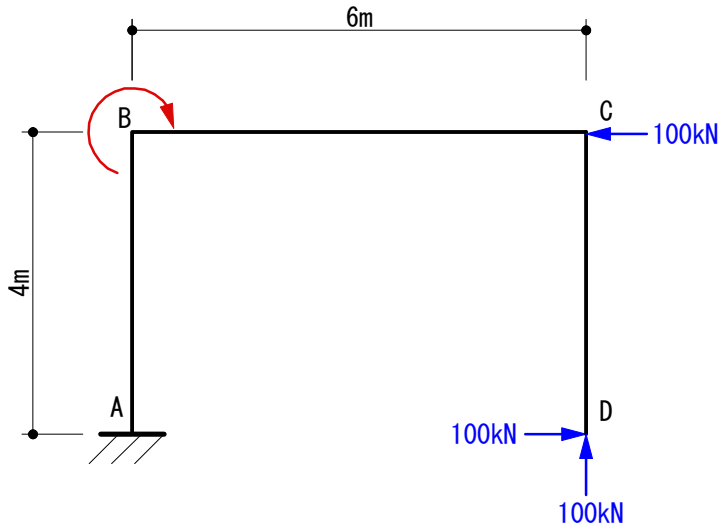
▼応力σ/2と断面積を乗じます。



N = (σ/2)*(50*50) = 1200σ

答え　N = 1200σ

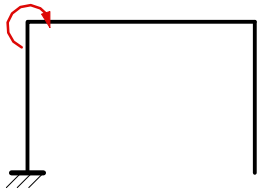
■問題　図のように荷重を受けるラーメンにおいて、A点の曲げモーメントが0のときの、B点の曲げモーメントの値を求めよ。



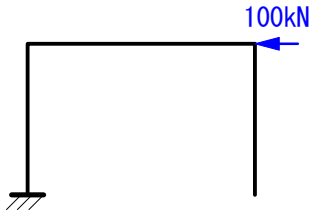
・片持ち梁のラーメン
・複数の荷重が作用していますが、解き易い問題です。

■解答
それぞれ荷重をばらして考えます。

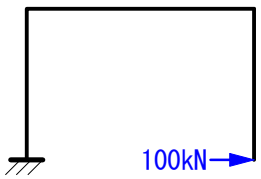
▼応力図1



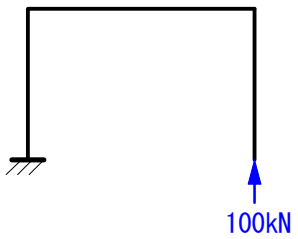
▼応力図2



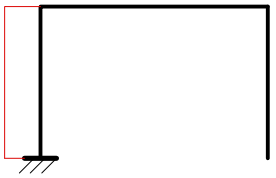
▼応力図3



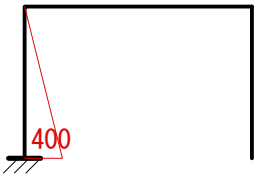
▼応力図4



▼M図1

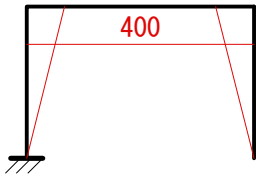


▼M図2



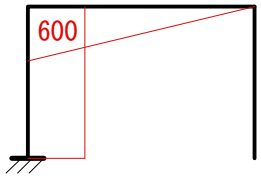
100*4 = 400

▼M図3



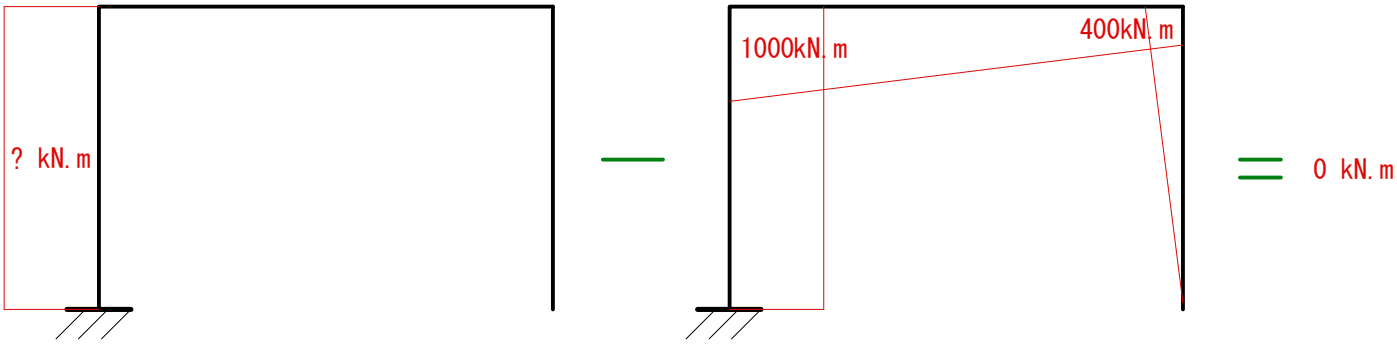
100*4 = 400

▼M図4



100*6 = 600

▼A点の曲げモーメント = M図1 − (M図2 + M図3 + M図4)



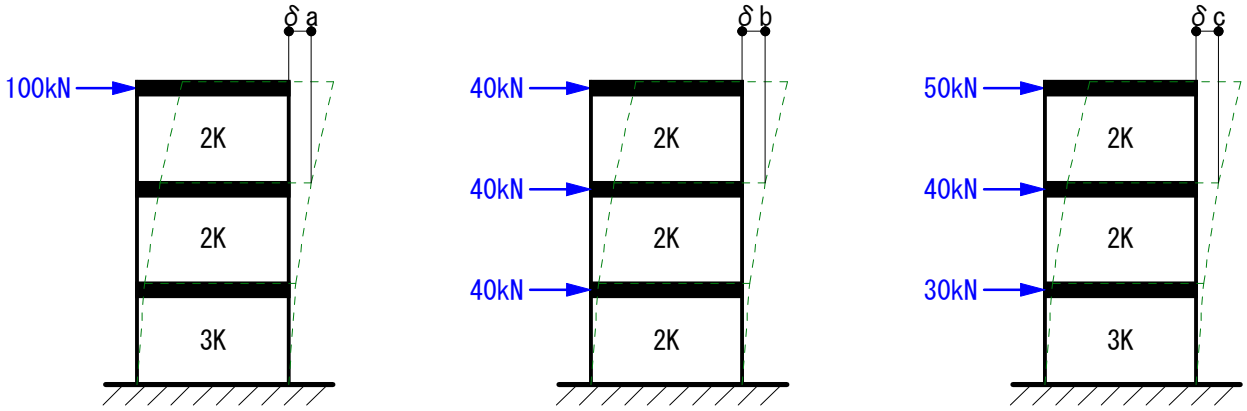
M図1　　(M図2 + M図3 + M図4)

従って、? kN.m = 1000 kN.m

答え　1000 kN.m

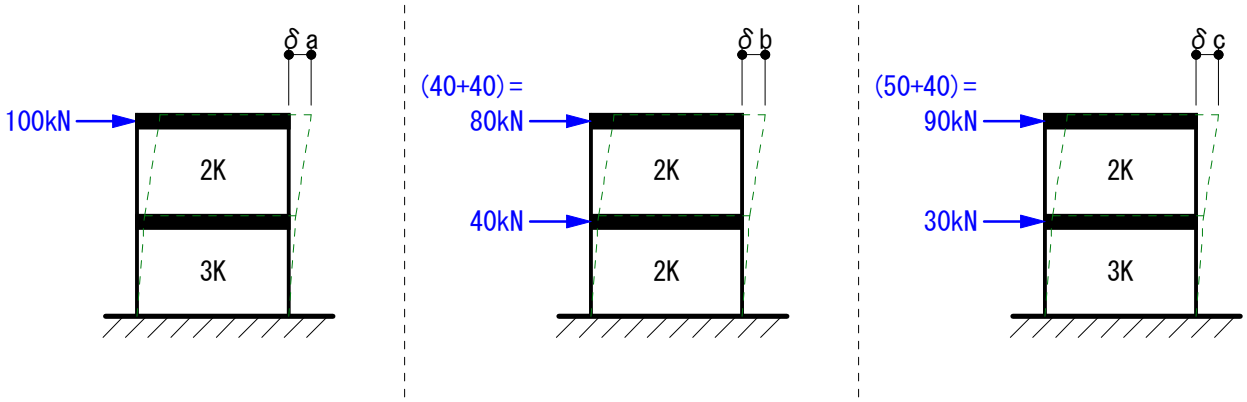
ARKHITEK

■問題　図のように荷重を受ける建物において、3階床レベルの水平変位δa、δb、δc、の大小関係を求めよ。
ただし梁は剛体で、柱の伸縮はないものとし、Kの値は各階の水平剛性を示す。



・水平変位を求める問題ですが、剛比だけで簡単に求められるようになっている問題です。
・計算力よりも、理解力が求められます。

■解答
3階床レベルの水平変位を求められているので、R階がどんなに変位しても解答に影響はありません。
つまり、下図のように書き換えることができます。



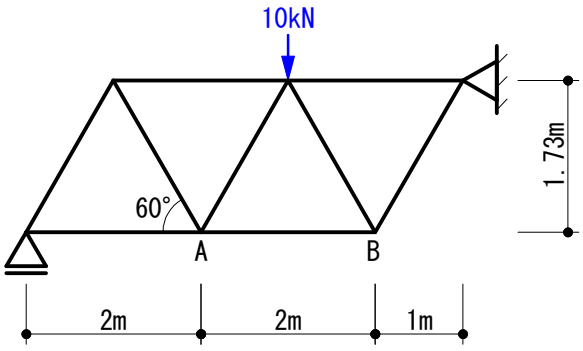
2階建になりました。これだけでだいぶ解き易くなった気がすると思います。

▼荷重が大きいと変位し易く、剛性が大きいと変位し難いので、荷重/剛性の式で変位の大小関係がわかります。

100/2K ＋ 100/3K ＝ 50K+33.33K ＝ 83.33K	80/2K ＋ (80+40)/2K ＝ 40K+60K ＝ 100K	90/2K ＋ (90+30)/3K ＝ 45K+40K ＝ 85K

従って、変位の大きさは、δb ＞ δc ＞ δa となります。　　答え　δb ＞ δc ＞ δa

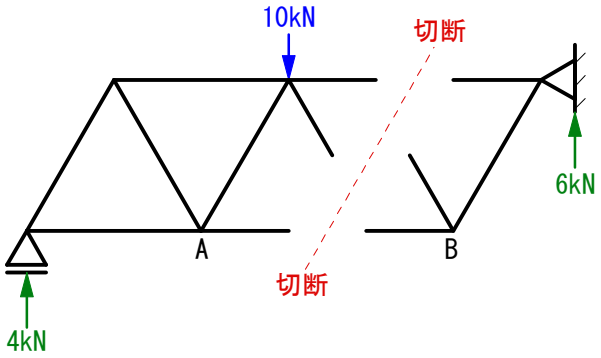
■問題　A-B材の応力を求めよ。

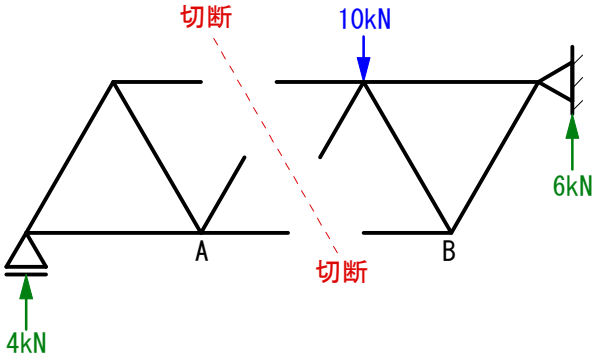


・トラス

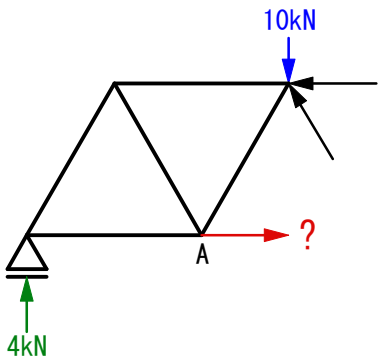
▼切断法で解きます。

支点の反力を求めた後、A-B材の位置で切断します。
（A-B材の位置で切断できていれば、どこで切っても構いません。今回は下の2パターンで解いてみます）

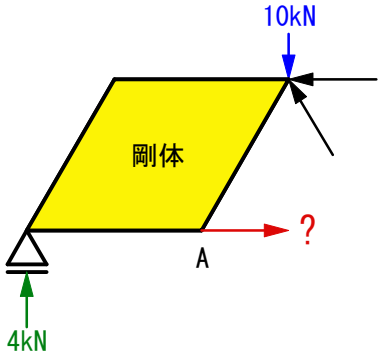




▼切断した左側のトラスで考えてみます。
（右側で解いても構いません）

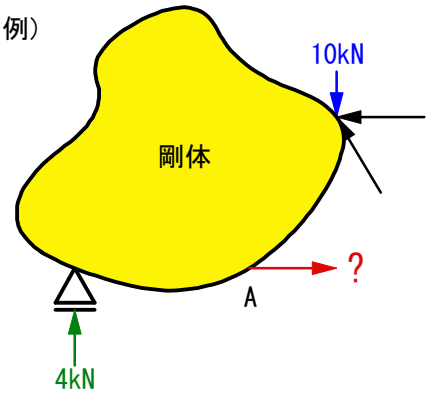


▼残ったトラス部分を剛体としてイメージします。

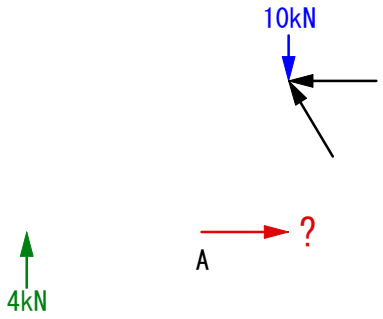


▼この剛体はどんな形状をしていても構いません。

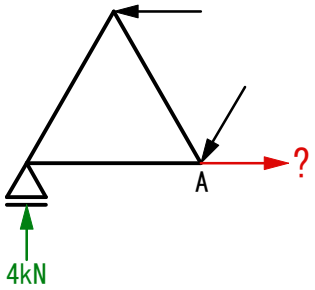
（例）



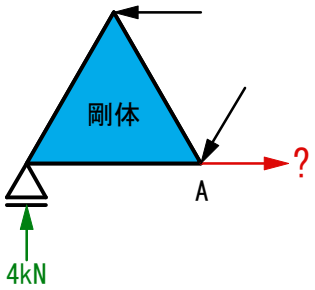
▼無くても構いません。



▼切断した左側のトラスで考えてみます。
（右側で解いても構いません）

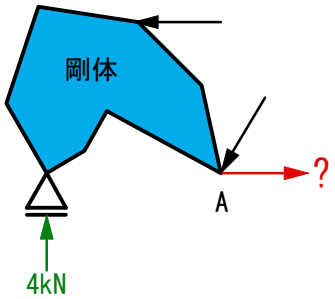


▼残ったトラス部分を剛体としてイメージします。

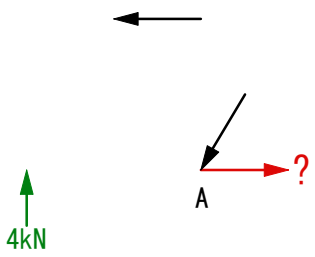


▼この剛体はどんな形状をしていても構いません。

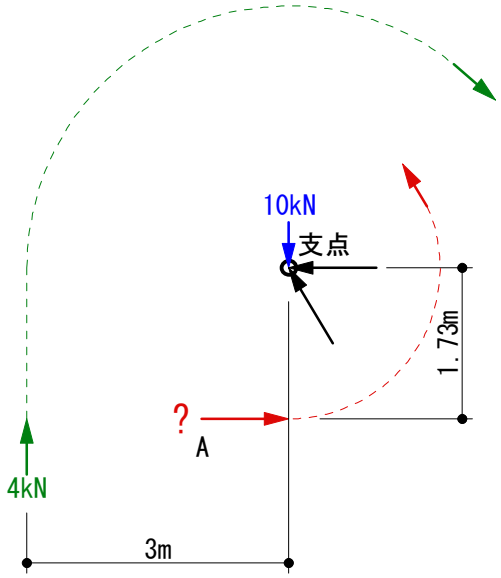
（例）



▼無くても構いません。



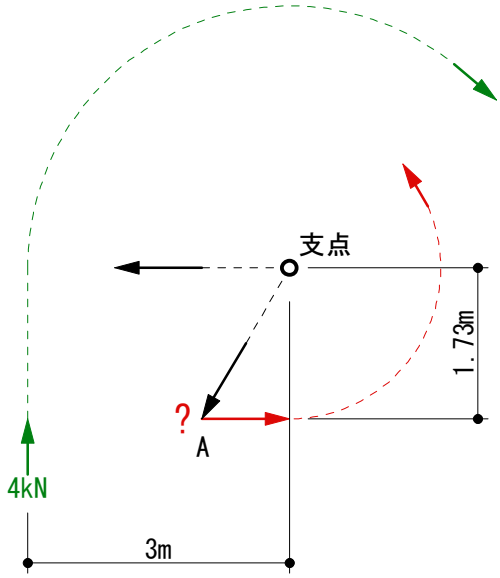
▼支点を回転中心とした力の釣り合い条件で解けます。



ΣM = 0 より
4*3 − ?*1.73 = 12 − 1.73?
? = 12/1.73 = 6.93 kN(引張)

答え　6.94 kN(引張)

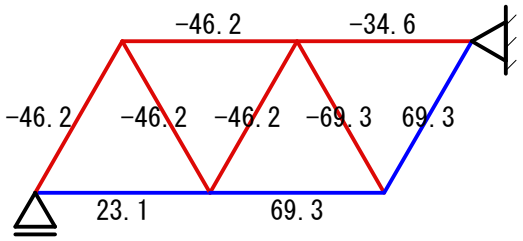
▼支点を回転中心とした力の釣り合い条件で解けます。



ΣM = 0 より
4*3 − ?*1.73 = 12 − 1.73?
? = 12/1.73 = 6.93 kN(引張)

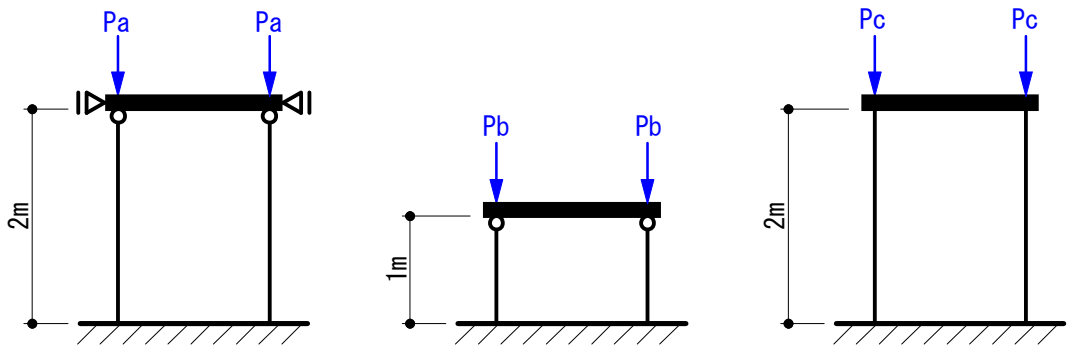
答え　6.94 kN(引張)

■N図（参考図）



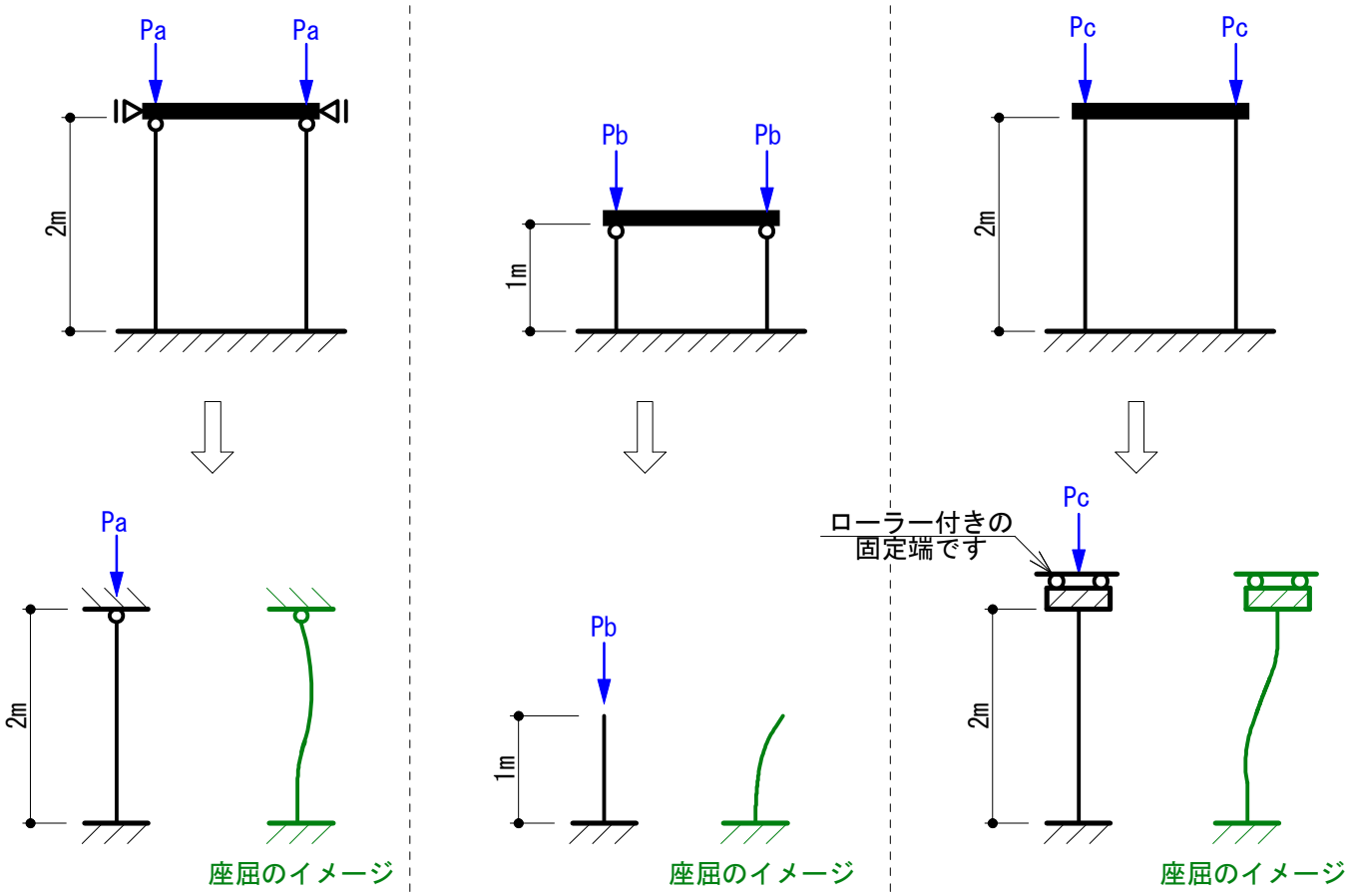
マイナスが圧縮
プラスが引張

■問題　柱の座屈を考慮したときの最大座屈荷重、Pa、Pb、Pcの大小関係を求めよ。
ただし梁は剛体で、柱はすべて同断面とし、部材の自重は無視する。



・座屈

■解説
解き易いように、図を簡素化します。



柱長さの補正係数 0.7
Lk = 2*0.7 = 1.4m

柱長さの補正係数 2
Lk = 1*2 = 2.0m

柱長さの補正係数 1.0
Lk = 2*1.0 = 2m

▼オイラー式より、最大座屈荷重は座屈長さの2乗に反比例します。

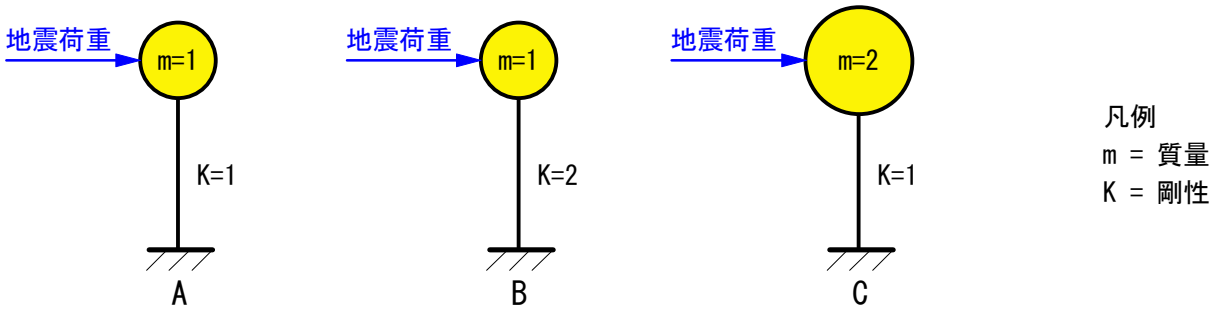
オイラー式　P = π^2*E*I / Lk^2

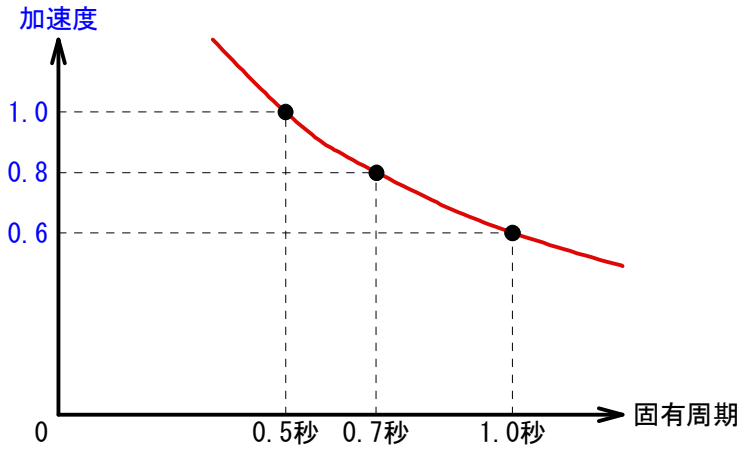
Lk^2 = 1.4^2 = 1.96	Lk = 2.0^2 = 4.0	Lk = 2.0^2 = 4.0

従って、Pa > Pb = Pc となります。

答え　Pa > Pb = Pc

■問題　図のようなモデルに地震荷重を入力した時の、地震力の負担の大小関係を求めよ。
ただし、図のモデルは、表の固有周期のいずれかに対応するものとする。

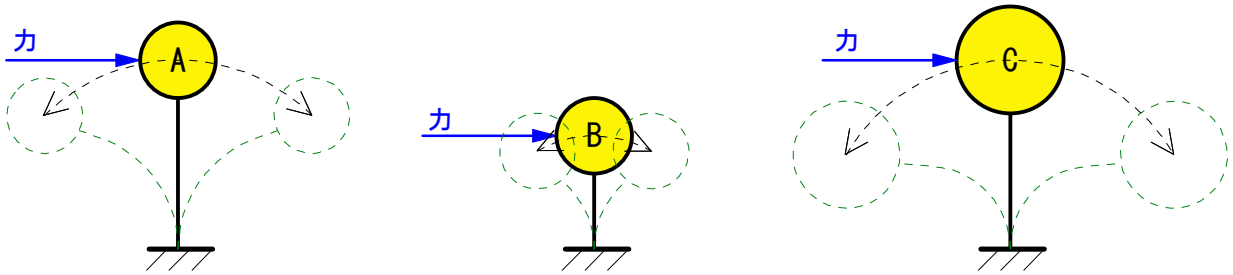




・問題の難易度は高いですが、地震力の基本を問う問題です。

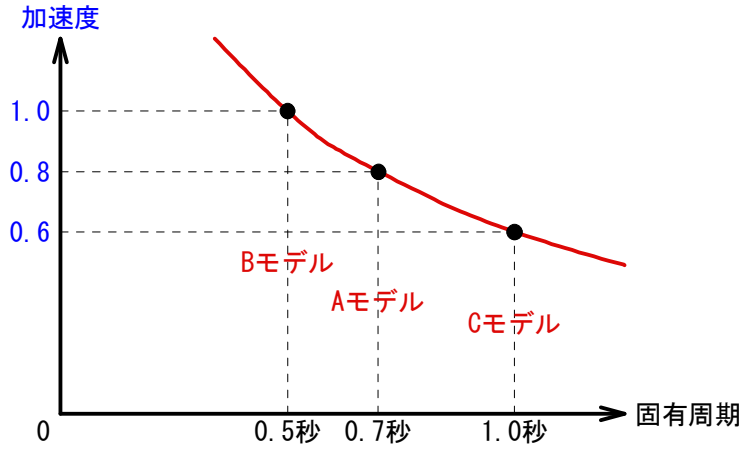
■解説
まず、どのモデルがどの固有周期であるかを判断します。

▼実際に球体を押していると思って下さい。
（剛性が2倍大きいBのモデルは柱の長さを半分にしています）



球体が最もゆっくり揺れるのはCで、最も速く揺れるのBだとイメージできるでしょうか?
これが固有周期(秒)ですので、B ＜ A ＜ C ということになります。

▼表にある加速度というのは、地震層せん断力係数(Ci)と同義語です。
従って、重量×加速度 = 地震力 ということになります。

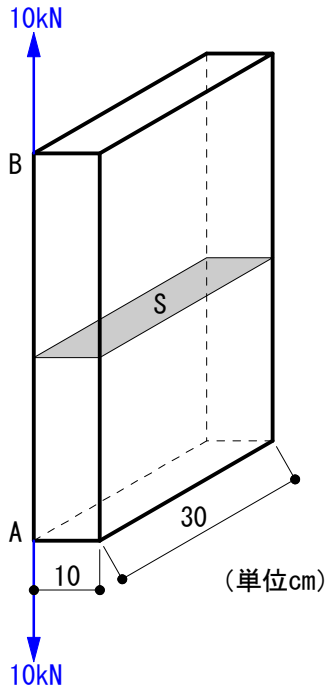


Aモデル　地震力 = 1*0.8 = 0.8
Bモデル　地震力 = 1*1.0 = 1.0
Cモデル　地震力 = 2*0.6 = 1.2

従って、C > B > A となります。

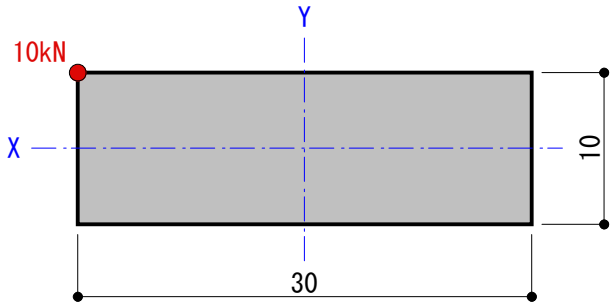
答え　C > B > A

■問題　図の部材のA点、B点に荷重(10kN)が作用している場合、断面Sに生じる最大引張応力と最大圧縮応力を求めよ。

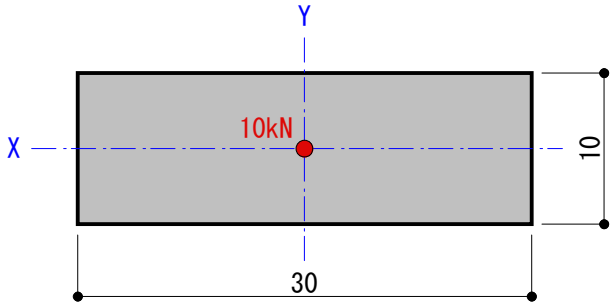


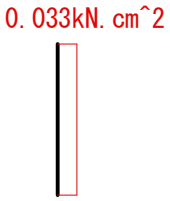
・部材の応力算定の問題です。
・立体を使った問題で実務に近く、荷重が偏心している難問です。

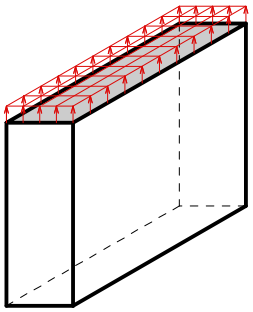
▼断面Sを、平面で書き、中央にXとYの線を引きます。



▼まず荷重が中央に作用している場合を考えます。



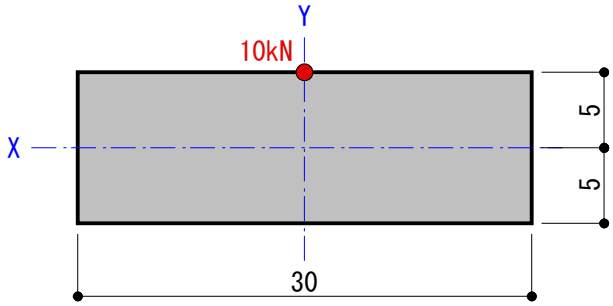


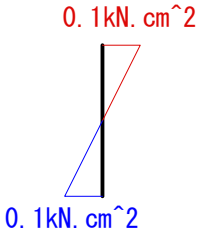


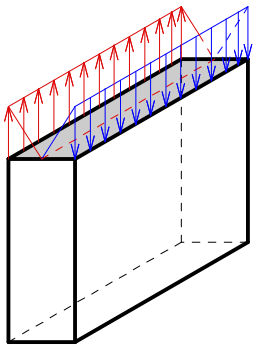
イメージ

引張力1 = 10/(30*10) = 0.033kN/cm^2

▼次に荷重がY方向に偏心している場合を考えます。





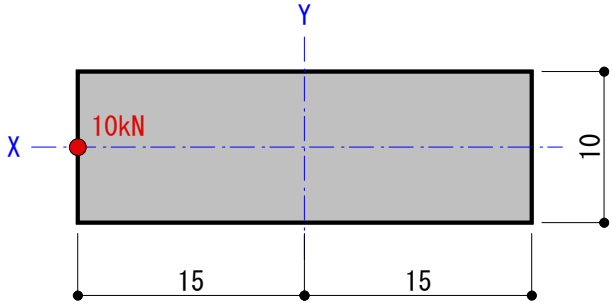


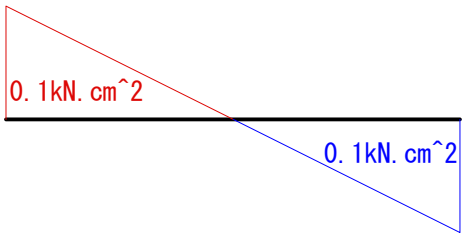
イメージ

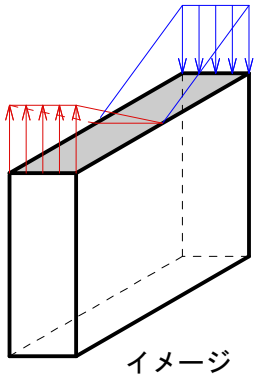
断面係数(Z) = bh^2/6 = 30*10^2/6 = 500cm^3
偏心モーメント = 10kN*5 = 50kN.cm
引張力2 = 圧縮力1 = 50kN.cm/500cm^3 = 0.1kN/cm^2

引張や圧縮などの軸力を求めるために、曲げ強さを表す断面係数(Z)を使います。 断面係数(Z)を正確に理解していないと、ここでつまづくと思います。

▼最後に荷重がX方向に偏心している場合を考えます。







イメージ

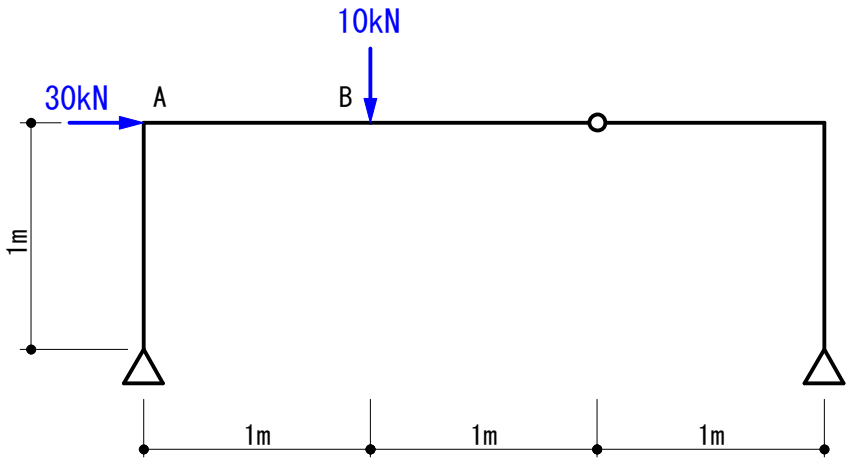
断面係数(Z) = bh^2/6 = 10*30^2/6 = 1500cm^3
偏心モーメント = 10kN*15 = 150kN.cm
引張力3 = 圧縮力2 = 150kN.cm/1500cm^3 = 0.1kN/cm^2

▼それぞれの荷重を和します。

最大引張力 = 引張力1 + 引張力2 + 引張力3 = 0.033+0.1+0.1 = 0.233kN/cm^2
最大圧縮力 = 引張力1 - 引張力2 - 引張力3 = 0.033-0.1-0.1 = -0.167kN/cm^2

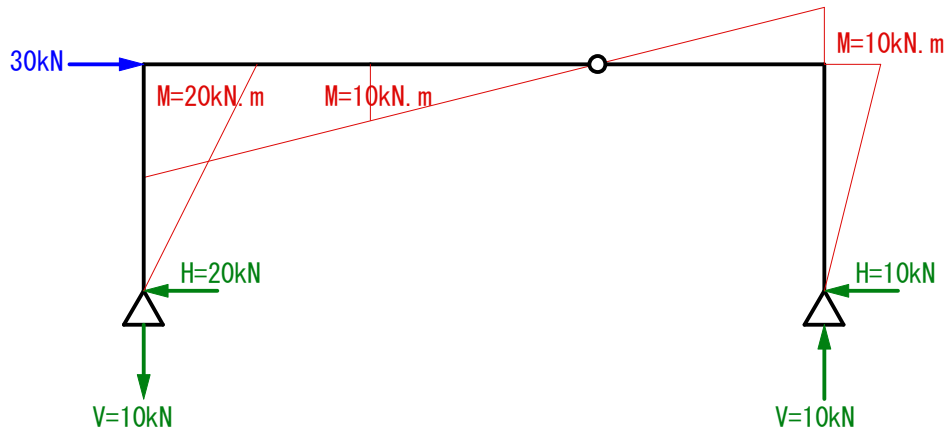
答え　最大引張力 = 0.233kN/cm^2 答え　最大圧縮力 = -0.167kN/cm^2

■問題　A点、B点の曲げモーメントを求めよ。

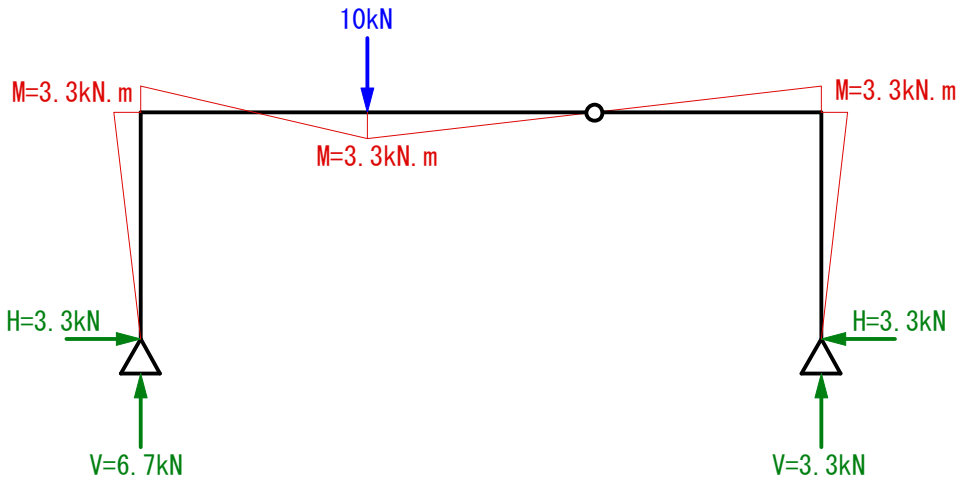


・3ヒンジラーメン

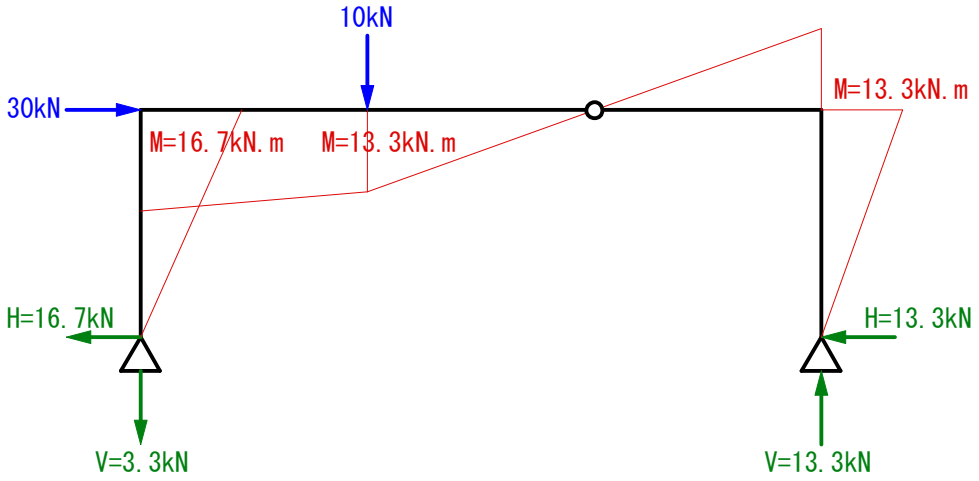
▼A点の荷重(30kN)による応力を求めます。



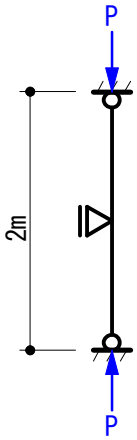
▼B点の荷重(10kN)による応力を求めます。



▼A点、B点の荷重を和します。

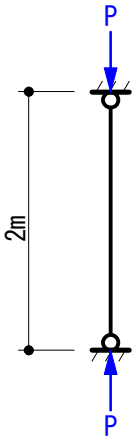


■問題　次の3種類の柱の座屈荷重の大小関係を求めよ。



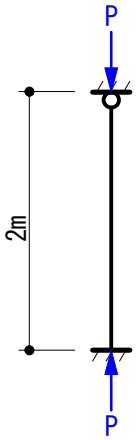
断面二次モーメント
100cm^4

A



断面二次モーメント
200cm^4

B



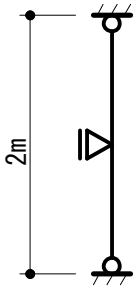
断面二次モーメント
300cm^4

C

・座屈の問題です。
・オイラー式と、座屈長さの補正係数を覚えておく必要があります。

■解説

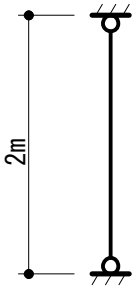
▼オイラー式　　$P = \dfrac{\pi^2 E I}{Lk^2}$



Lk = 2m*0.5 = 1

I/Lk = 100/1^2
= 100

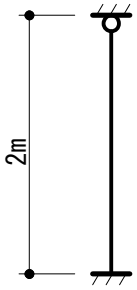
100



Lk = 2m*1.0 = 2

I/Lk = 200/2^2
= 50

50



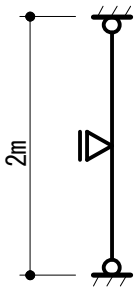
Lk = 2m*0.7 = 1.4

I/Lk = 300/1.4^2
= 153.1

153.1

答え　C > A > B

■座屈長さ補正係数0.5について（補足説明）



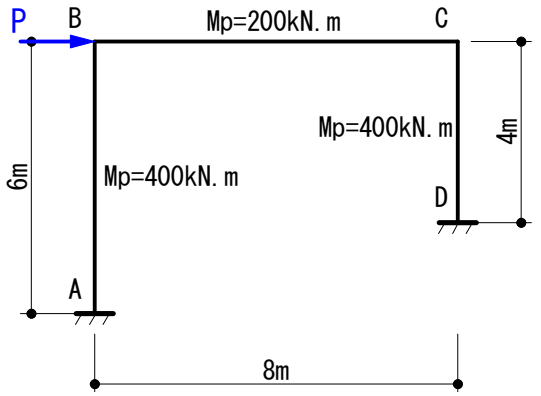
▼基本となる両端ピンと比較すると、座屈（たわみ）は下図になるということをイメージして下さい。

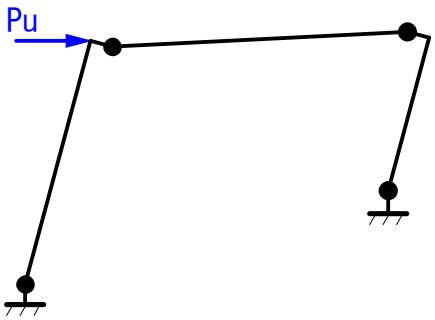
両端ピン（座屈長さの補正係数1.0）

このときの座屈量A、Bは、両端ピンの座屈量Cの半分です。
逆に言うと、AとBを和したのが、Cとなります。

従って、座屈長さの補正係数は0.5

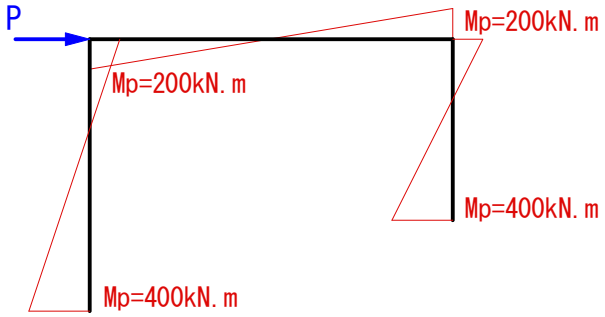
■問題　荷重Pを受けるラーメンにおいて、Pを増大させたとき右図のような崩壊機構を示した。
このときの崩壊荷重Puを求めよ。ただし、柱梁の全塑性モーメントMpは左図に示す通りとし、軸力、せん断力の影響は無視する。





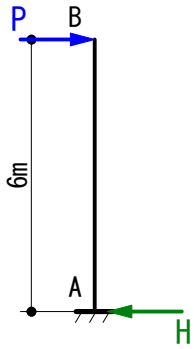
・不静定ラーメン
・問題中、B点、C点における塑性ヒンジの位置（梁に塑性ヒンジが発生）に注目してください。
・普通は仮想仕事の原理で解きますが、ここでは許容応力度計算を使って解きます。

▼まず柱梁の全塑性モーメントMpを使って崩壊荷重時の曲げモーメント図を求めます。

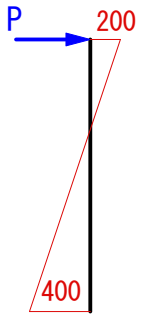


ここまではすぐにわかると思いますが、同時に答えが出たも同然な状態です。

▼柱A-B材について考えます。M図を満足させるような荷重Pを求めます。



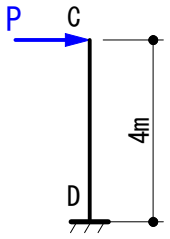
応力図



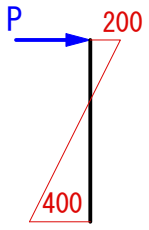
M図

P=(400+200)/6m = 100kN

▼柱C-D材について考えます。M図を満足させるような荷重Pを求めます。



応力図



M図

P=(400+200)/4m = 150kN

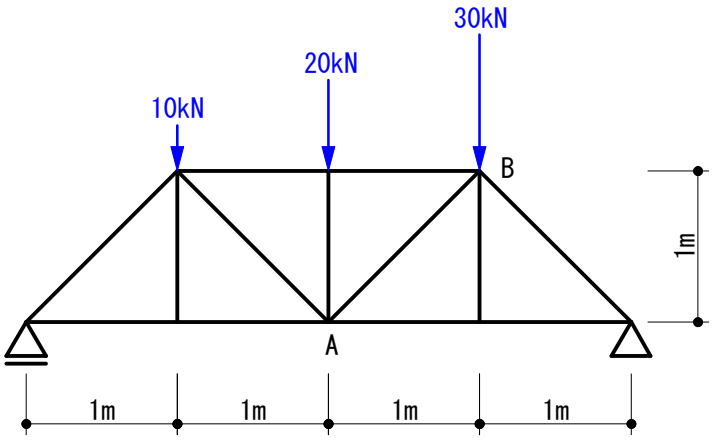
▼柱A-B材、柱C-D材で求めた荷重を和します。

100 + 150 = 250kN

答え 250kN

（梁の長さは曲げモーメントには関係しないので、スパンは何mであっても答えは同じです）

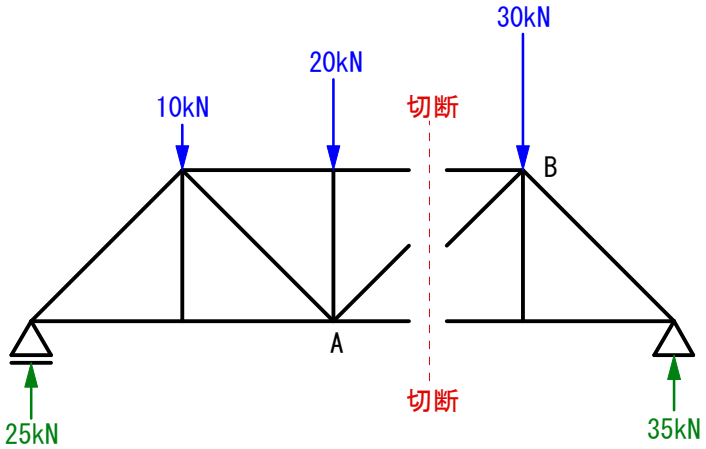
■問題　部材A-Bに生じる応力を求めよ。



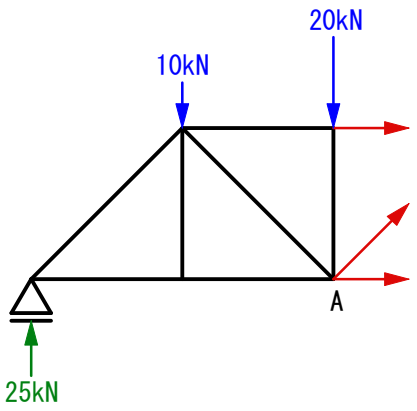
・トラス
・A-Bが斜材なので、難易度が少し上がります。

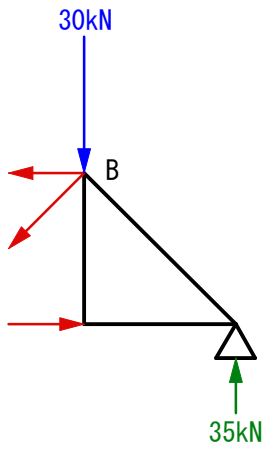
■切断法で解きます。

支点の反力を求めた後、A-B材の位置で切断します。

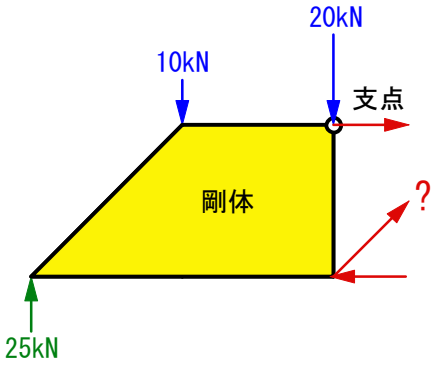


▼切断したトラスの右側、左側どちらで解いても良いですが、今回は左右両方で解いてみます。

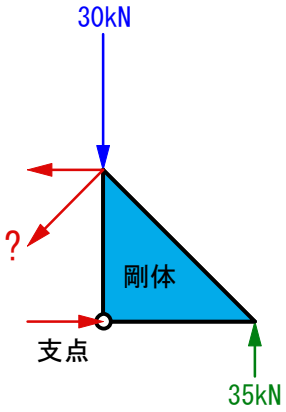




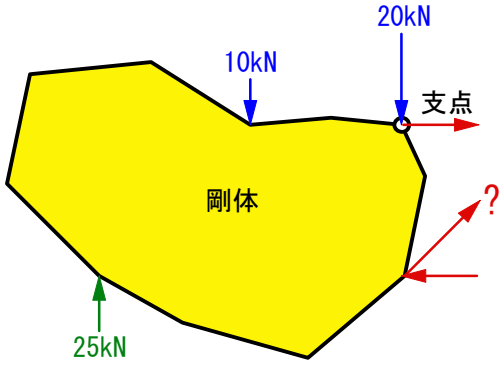
▼残ったトラス部分を剛体としてイメージします。



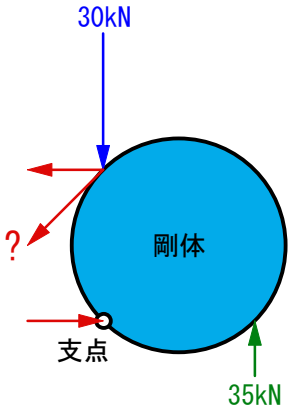
▼残ったトラス部分を剛体としてイメージします。



▼剛体はどんな形状をしていても構いません。
（例）

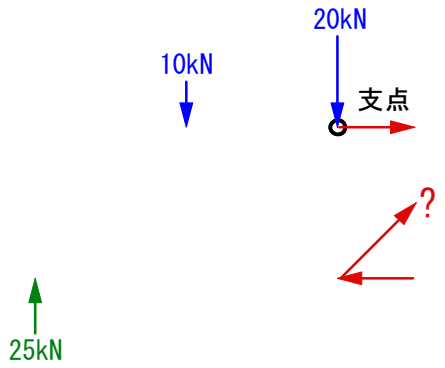


▼剛体はどんな形状をしていても構いません。
（例）

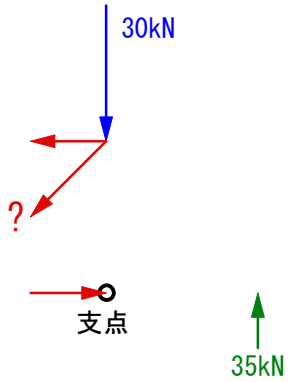


ARKHITEK

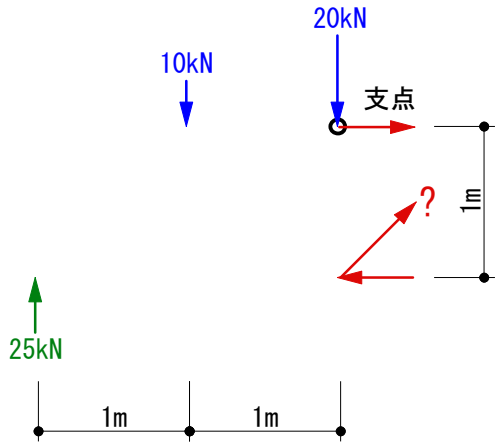
▼剛体は無くても構いません。



▼剛体は無くても構いません。

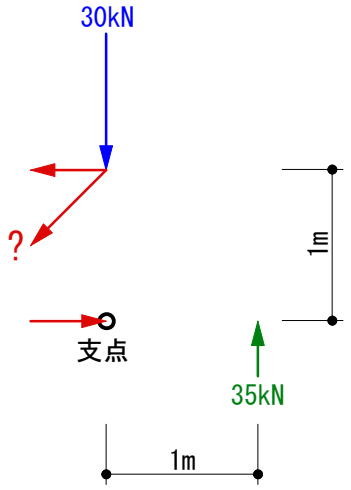


▼力の釣り合い条件で解けます。



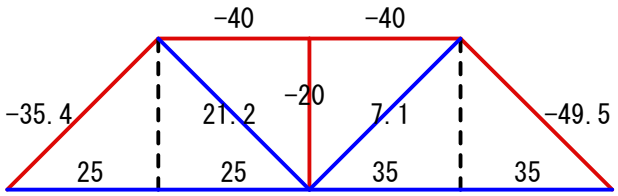
ΣY = 0 より
25 − 10 − 20 + ?/√2
−5 = ?/√2
? = 5*√2 = 7.1 kN(引張)

▼力の釣り合い条件で解けます。



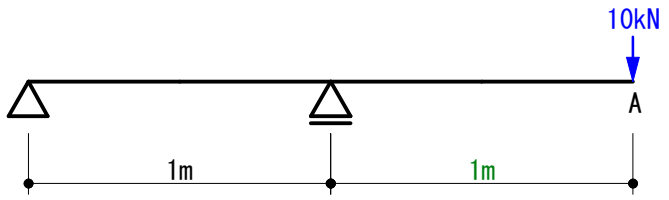
ΣY = 0 より
35 − 30 − ?/√2
5 = ?/√2
? = −5*√2 = −7.1 kN(引張)

■N図（参考図）



マイナスが圧縮
プラスが引張

■問題　A点に生じるたわみ量を求めよ。ただし部材は鉄骨としH-100*100*6*8を使用する。

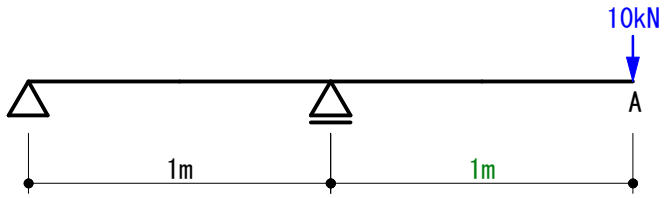


・たわみ

■解説

たわみ量の式 = 2*P*L^3 / 3*E*I

参考資料
・鋼材のヤング係数(E) = 20590 kN/cm^2
・H-100*100*6*8の断面二次モーメント(I) = 383 cm^4

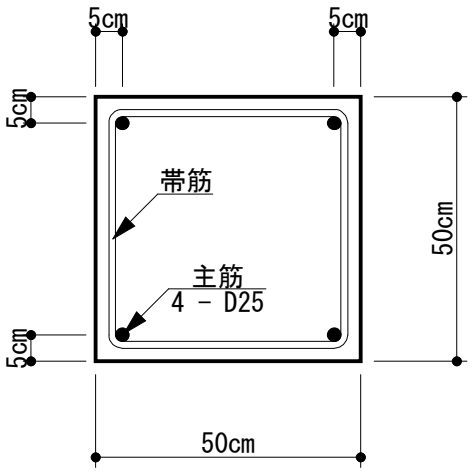


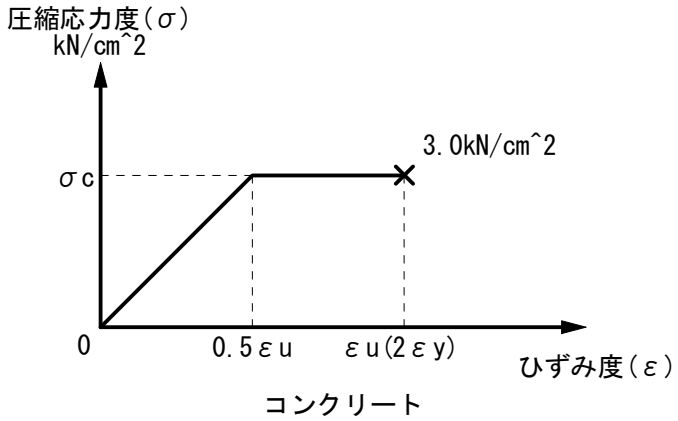
たわみ量 = 2*P*L^3 / 3*E*I = 2*10kN*100cm^3 / 3*20590*383 = 20000000/23657910 = 0.845 cm

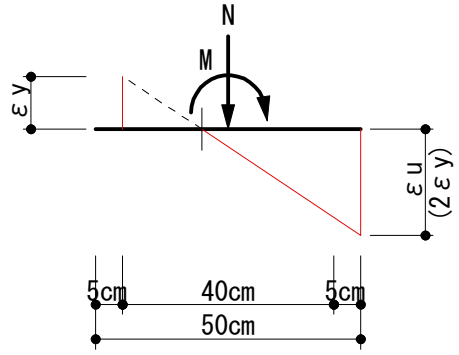
答え　0.845 cm

ちなみに片持ち梁のたわみの許容値は1/250ですので、0.845/100 = 1/118　NG となり、梁をサイズアップする必要があります。

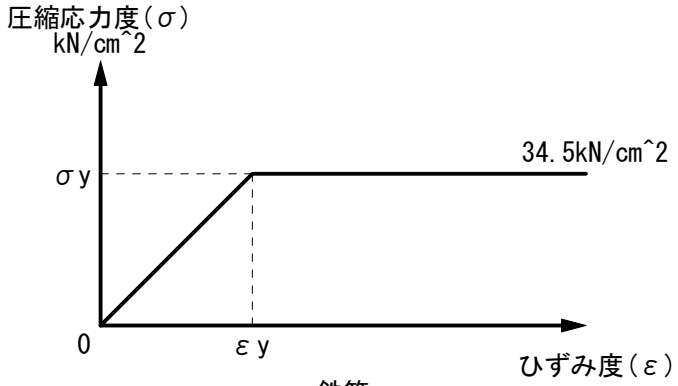
■問題　図のような断面のRC造柱に曲げモーメントMと軸力Nが作用したときの、軸力Nの値を求めよ。
ただし、軸力Nは柱の中心に作用するもとのする。







ひずみ度分布



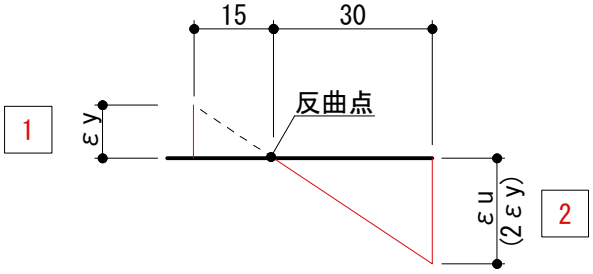
鉄筋

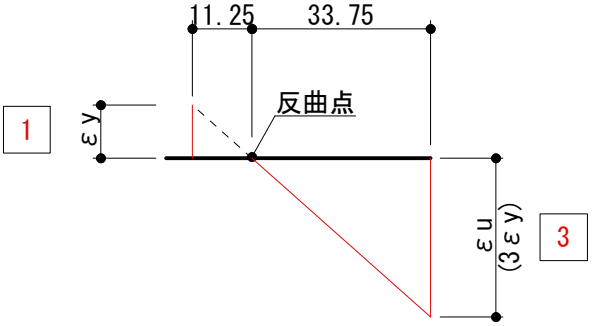
・RCの断面応力の計算。

■解説

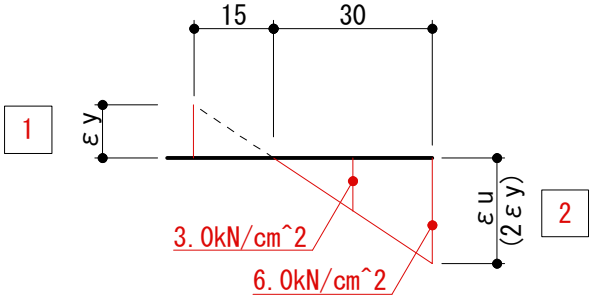
鉄筋は引張と圧縮を負担し、コンクリートは圧縮のみを負担しますので、コンクリートの応力がそのまま軸力(N)となります。

▼εyとεuの比が 1 ： 2 ですので、反曲点の位置がわかります。
（εyとεuの比が、1 ： 3 のケースと比較するとわかりやすいので、右側に並べて解いてみます）

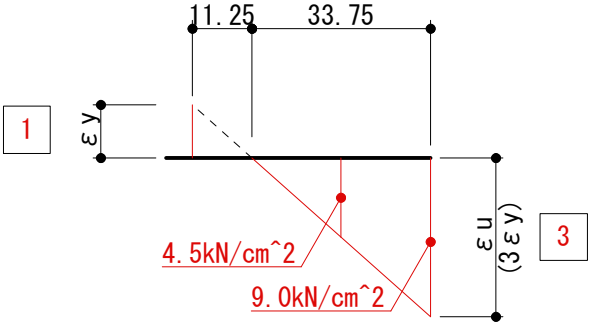




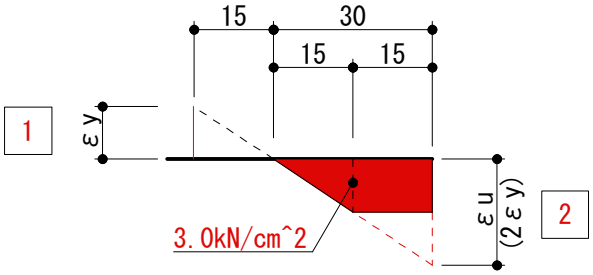
▼圧縮側の応力度を求めます。

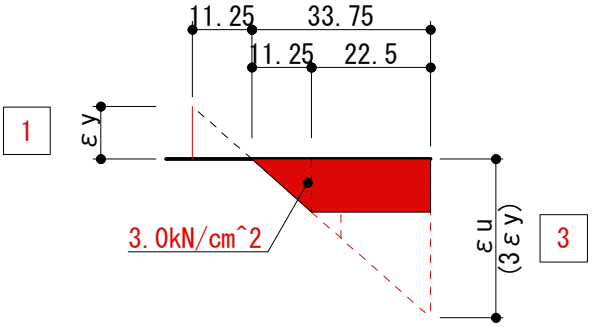


▼圧縮側の応力度を求めます。



▼コンクリートが負担できる圧縮力は最大で3.0kN/cm^2ですので、コンクリートが負担する応力は下図のようになります。



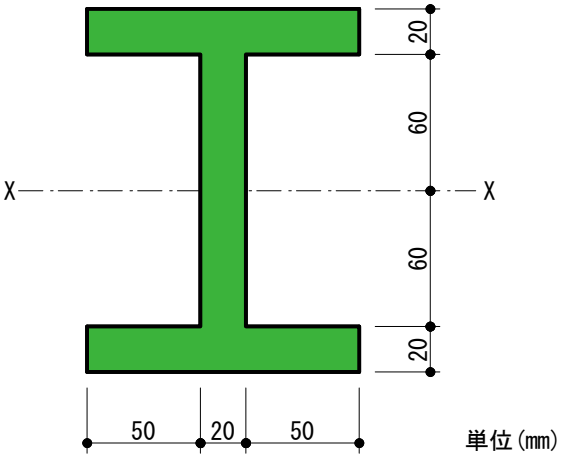


(3.0*15*50)/2 + 3.0*15*50 = 3375kN

(3.0*11.25*50)/2 + 3.0*22.5*50 = 4218.75kN

答え N = 3375kN

■問題　断面のX軸に対する断面二次モーメント(I)と断面係数(Z)

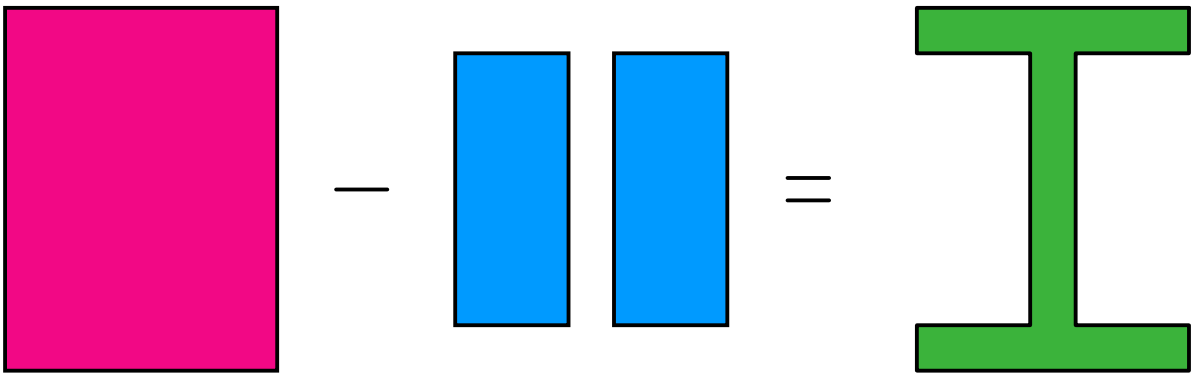


H鋼に似せた断面の断面性能を求める計算です。
断面二次モーメント(I)は部材の曲げられ難さを表し、断面係数(Z)は部材の曲げ強さを表します。

■解説

断面二次モーメント(I)を求めます。

公式　$I = \dfrac{b \times h^2}{12}$　より

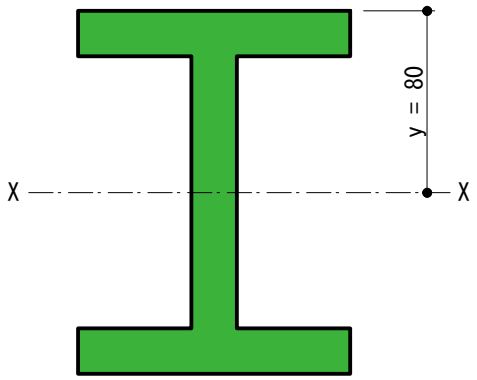


$I = \dfrac{12 \times 16^3}{12} = 4096\ cm^4$　　$I = \dfrac{5 \times 12^3}{12} \times 2 = 1440\ cm^4$　　$I = 4096 - 1440 = 2656\ cm^4$

答え 2656 cm^4

▼断面係数(Z)を求めます。

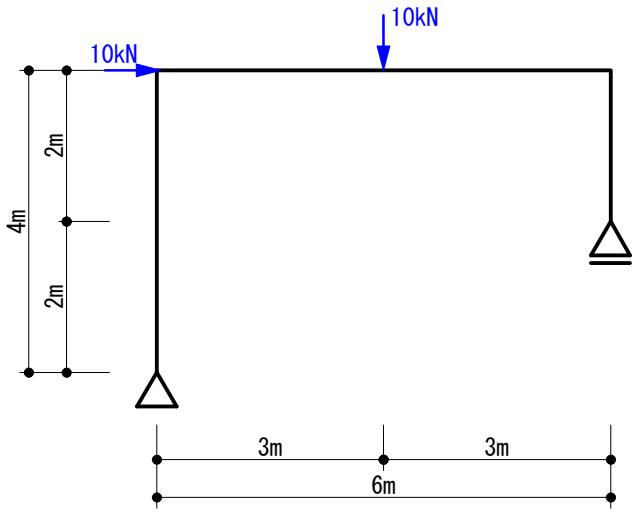
公式　$Z = \frac{I}{y}$ より



$Z = 2656/8 = 332\ cm^3$

答え $332cm^3$

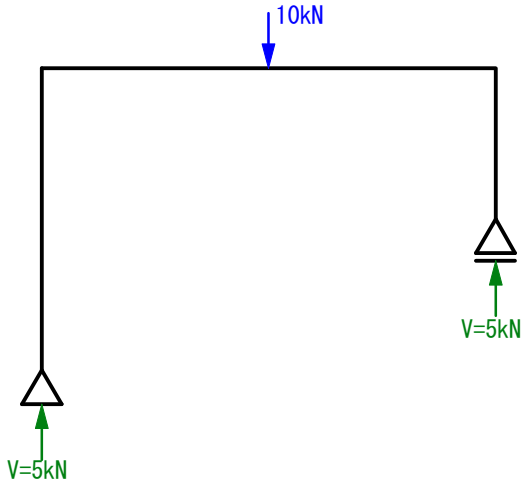
■問題　骨組のモーメント図を書け。



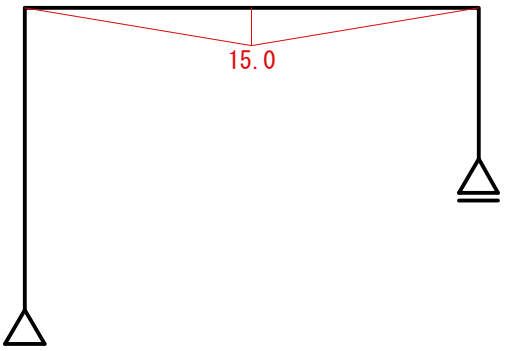
静定ラーメン
柱の長さが違う静定ラーメンに、2つの外力を作用させた問題です。

■解説
外力を分けて考えます。

▼応力図1

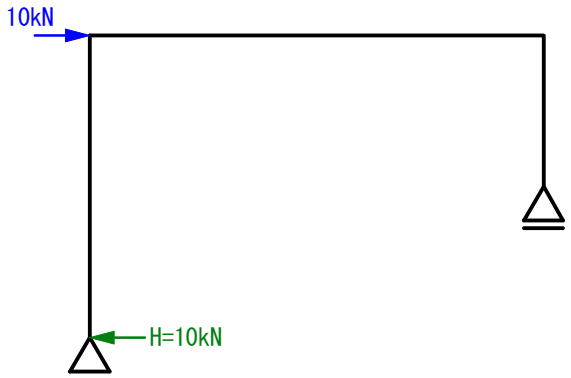


▼M図1

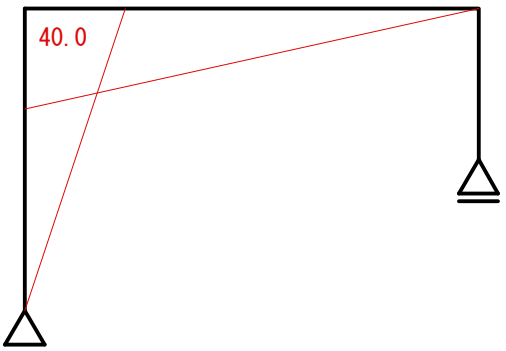


M = 5kN×3m = 15.0kN

▼応力図2

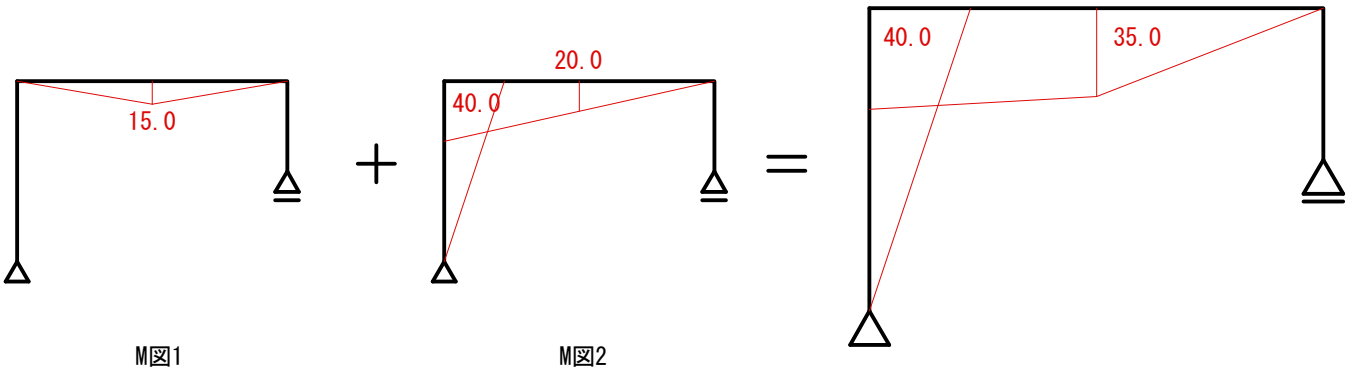


▼M図2

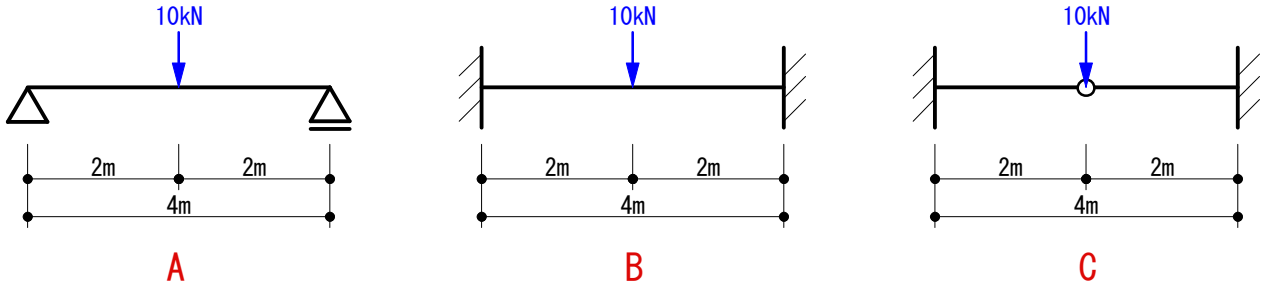


M = 10kN×4m = 40.0kN

▼M図1とM図2を和します。



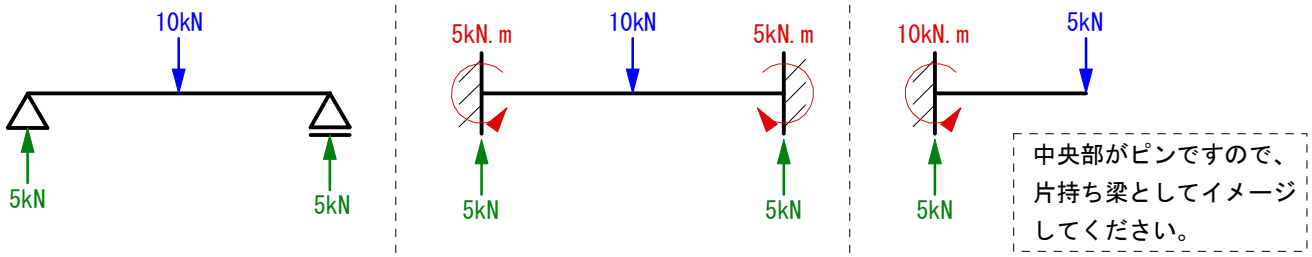
■問題　次の梁の曲げモーメント、せん断力、支点反力、たわみ、崩壊荷重のそれぞれの比を求めよ。
ただし、梁は同材料を使用し、自重は無視する。



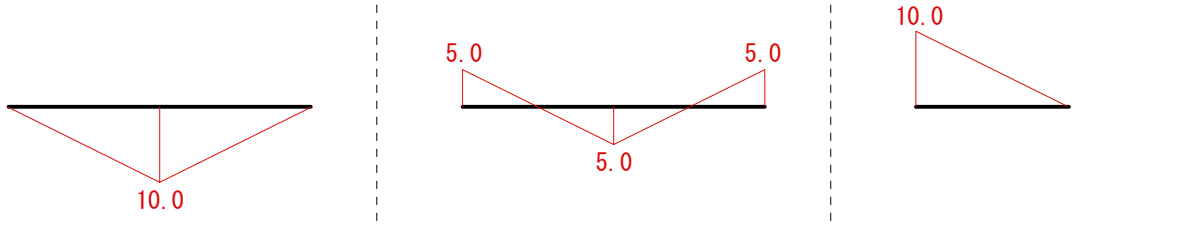
取付け方の違う3種類の梁の計算です。
公式を覚えておかないと、短時間で解くことができない問題です。
崩壊荷重を求められていますが、仮想仕事の原理を用いないで解けます。

■解説

▼支点反力



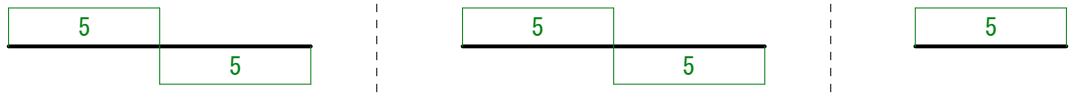
▼M図



M = PL/4 = 10*4/4 = 10.0kN.m　　M = PL/8 = 10*4/8 = 5.0kN.m　　M = PL = 5*2 = 10.0kN.m

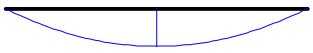
2	1	2

▼Q図



1	1	1

▼たわみ

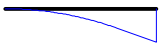


δ = PL^3/48EI = 10*4^3/48EI
= 13.3/EI (m)

4

δ = PL^3/192EI = 10*4^3/192EI
= 3.33/EI (m)

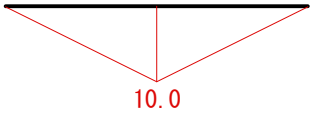
1



δ = PL^3/3EI = 5*2^3/3EI
= 13.33/EI (m)

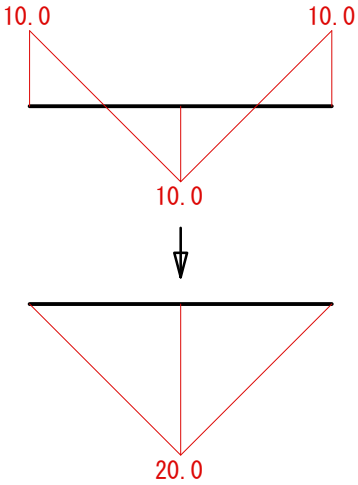
4

▼崩壊荷重（Mp=10kN.mと仮定します）



Mp = Pu*L/4 より
Pu = 4*Mp/L = 4*10/4 = 10.0kN

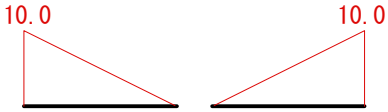
1



このようにイメージするとわかりやすいと思います。

Mp = Pu*L/8 より
Pu = 8*Mp/L = 8*10/4 = 20.0kN.m

2



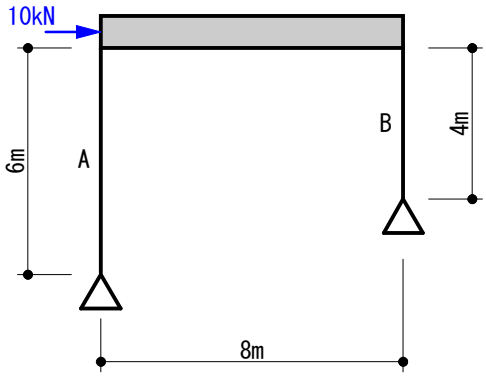
Mp = Pu*L より
Pu = Mp/L = (10/2)*2 = 10.0kN.m

1

▼答え

	A	:	B	:	C
曲げモーメント	2	:	1	:	2
せん断力	1	:	1	:	1
支点反力	1	:	1	:	1
たわみ	4	:	1	:	4
崩壊荷重	1	:	2	:	1

■問題　柱A、Bに生じるせん断力を求めよ。ただし、柱A、Bは等質等断面（同じ部材）とし、梁は剛体とします。

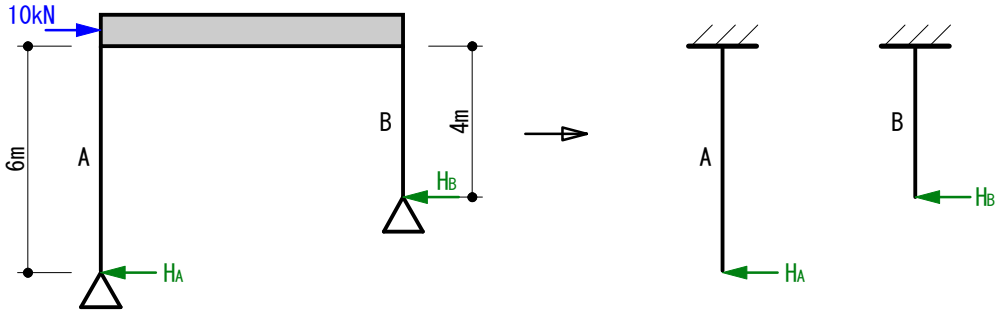


不静定ラーメン

スパン8mという余計な情報を盛り込むことにより、問題を複雑にしています。

■解説

柱の剛性の比にしたがって、荷重を振り分けます。



片持ち梁としてイメージして下さい。

片持ち梁のたわみの公式　PL^3/3EI　より、たわみは長さの3乗に比例するので、柱A、柱Bの応力の比は、

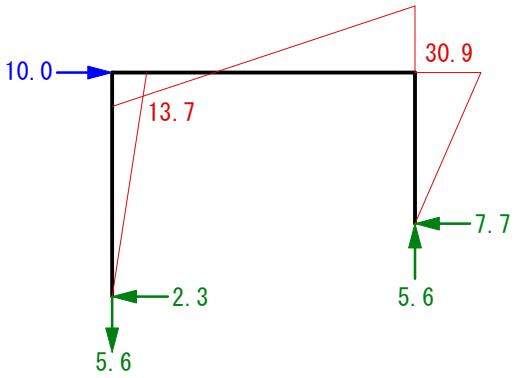
6m^3 ： 4m^3　→　216 ： 64　→　27 ： 8　となります。

ゆえに、H_A = {10kN/(27+8)}*8 = 2.29kN　　H_B = {10kN/(27+8)}*27 = 7.71kN

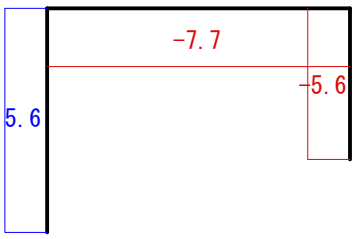
答え　H_A = 2.29kN　　H_B = 7.71kN

▼梁が剛体なので、スパンが何mになっても答えは同じになります。以下、参考に応力図を示します。

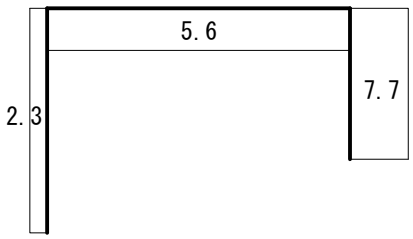
▼M図



▼N図

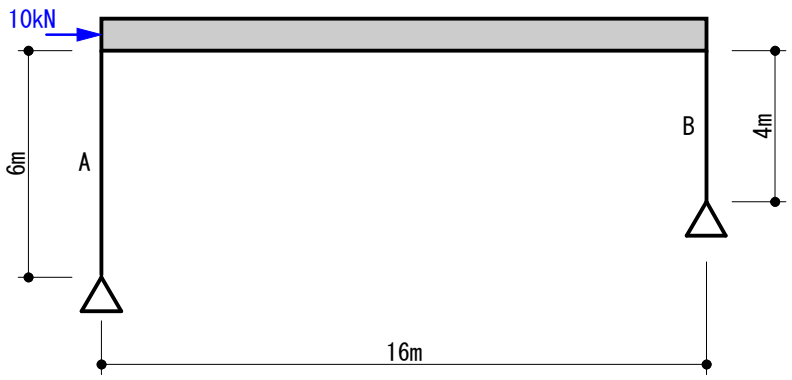


▼Q図

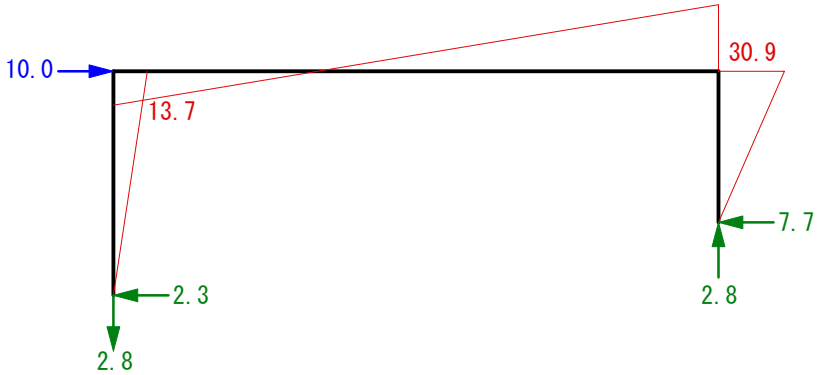


▼補足 - スパンが16mのケース

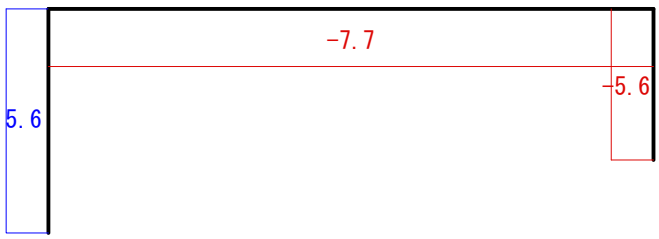
スパンが変わっても、せん断力は変わりません。



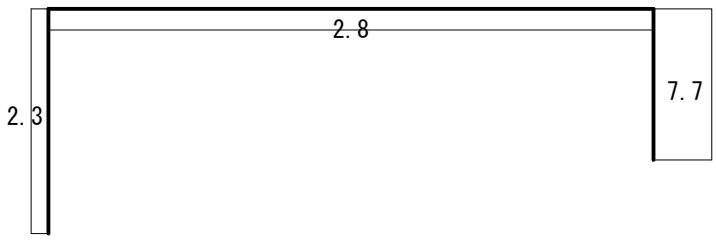
▼M図



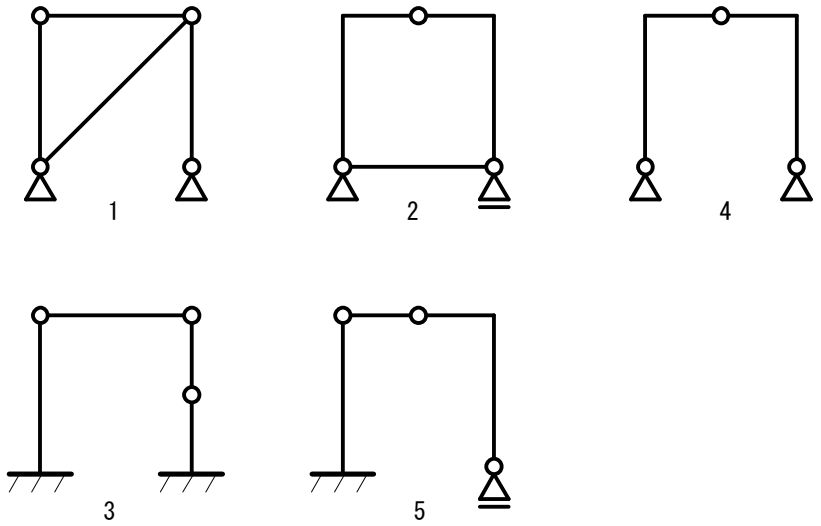
▼N図



▼Q図



■問題　不安定構造物はどれか。

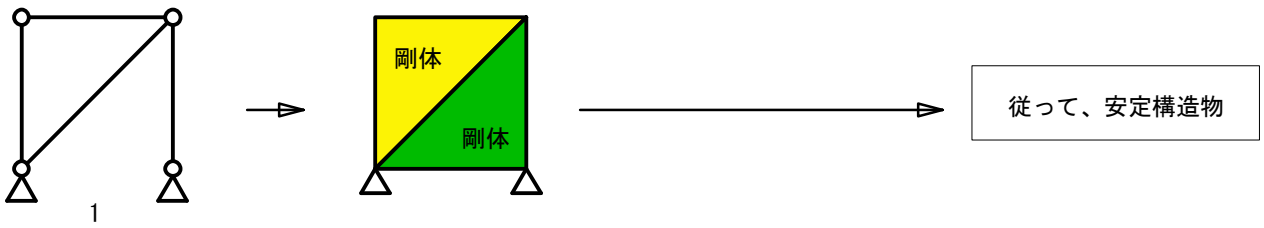


r+s+t-2k=m などの式により機械的に判定をすることが多く、感覚的に理解されにくい問題だと思います。

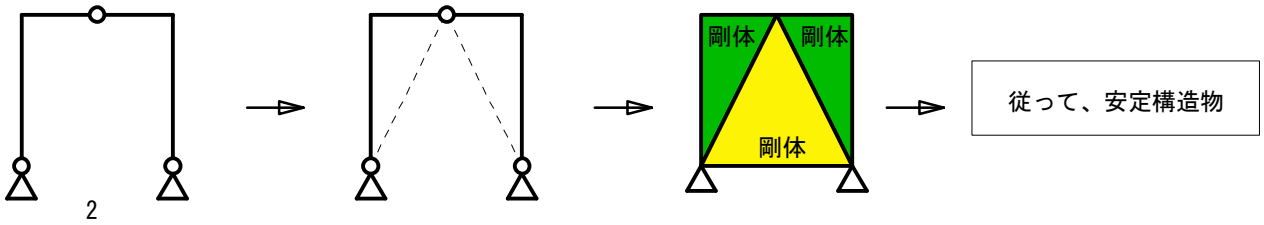
■解説

公式を使わないで解きます。

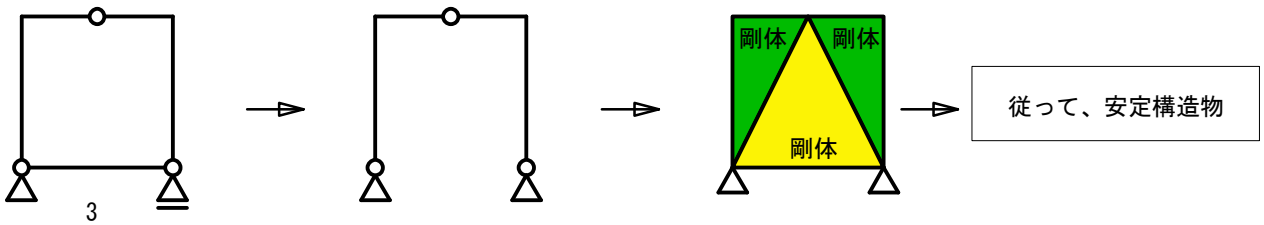
▼トラスが構成されている部位は、剛体としてイメージします。



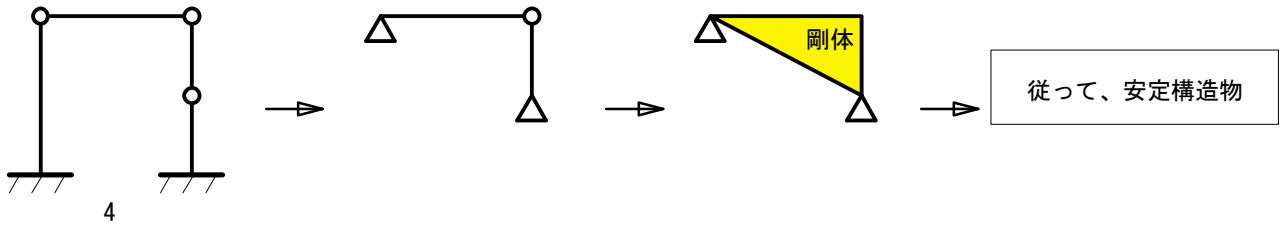
▼剛接点のある部位は、剛体であるとイメージします。



▼部材で繋がれたローラー支点は、移動できないのでピン支点としてイメージします。

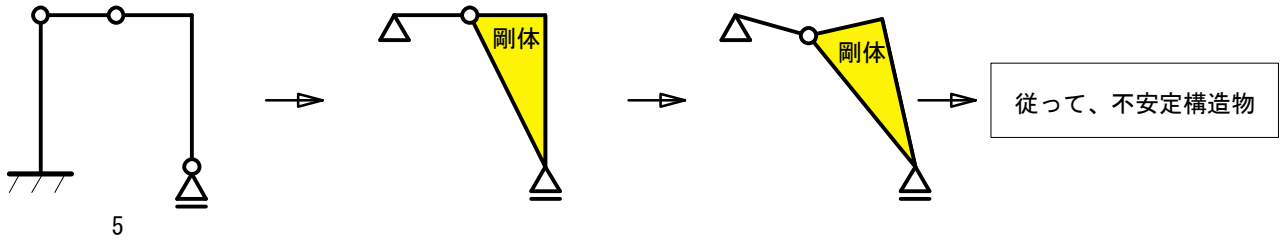


▼キャンテの先端は、支点としてイメージします。



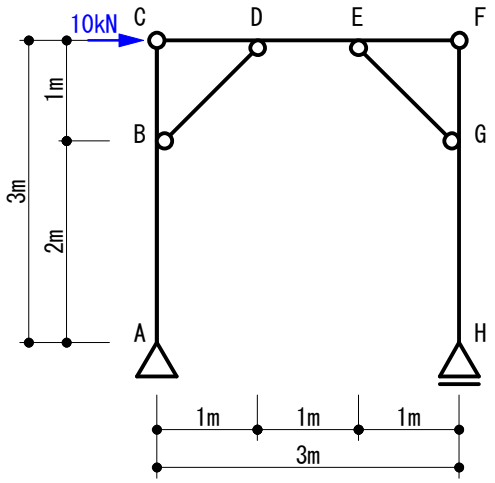
4

▼完全に剛体が構成しきれないため、不安定構造物となります。



5

■問題　部材E-Gの応力を求めよ。

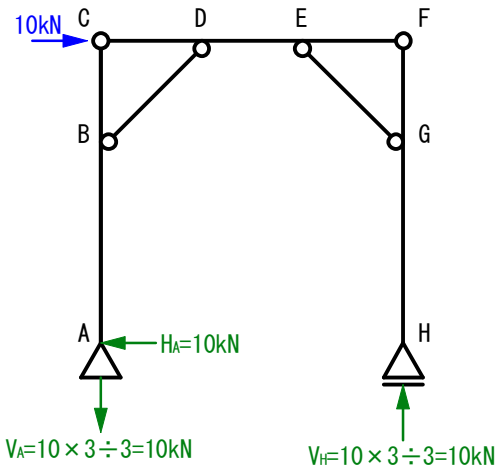


トラスを組合わせた静定ラーメン

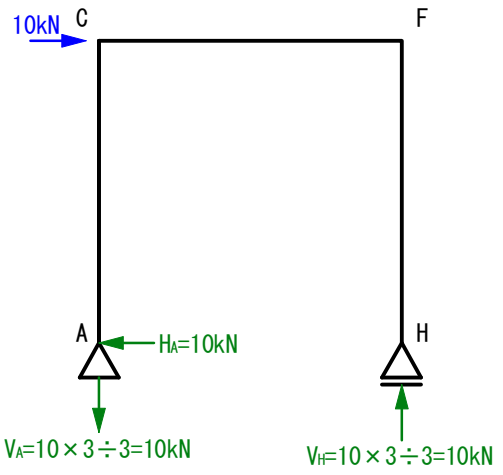
■解法

トラスとラーメンが合体した複雑な骨組ですが、単純ラーメンと比較すると、それほど特別な骨組ではないということがわかります。

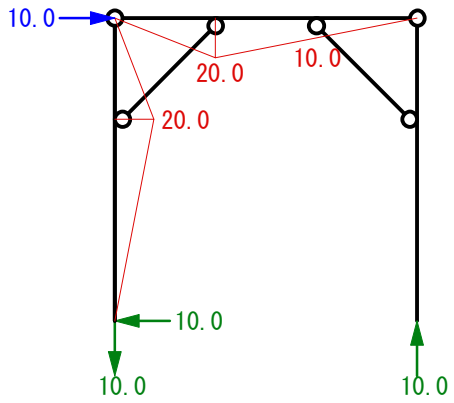
■応力図



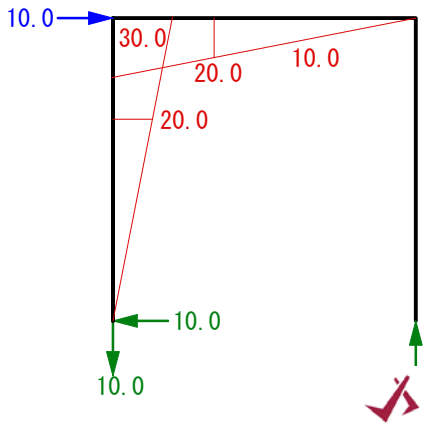
■応力図（単純ラーメン）



■M図

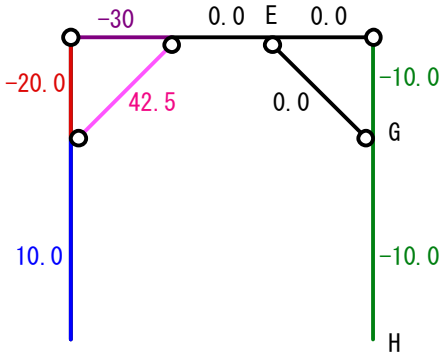


■M図（単純ラーメン）

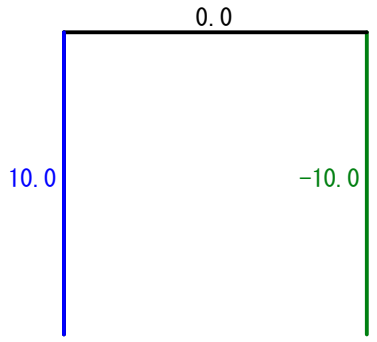


ARKHITEK

■N図



■N図（単純ラーメン）

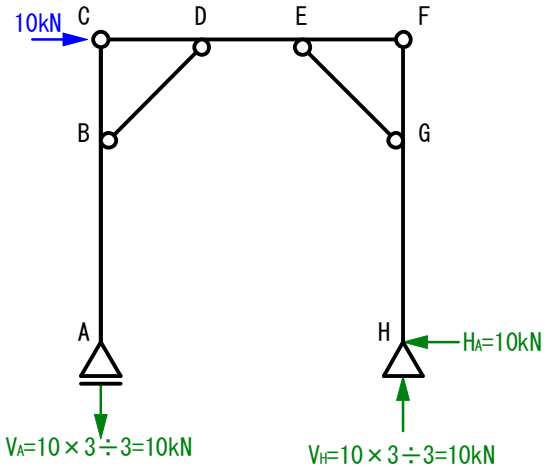


部材E-Gには、応力は発生しません。
理由は、支点Hがローラーだからです。慣れると計算しなくても、感覚的にわかるようになります。

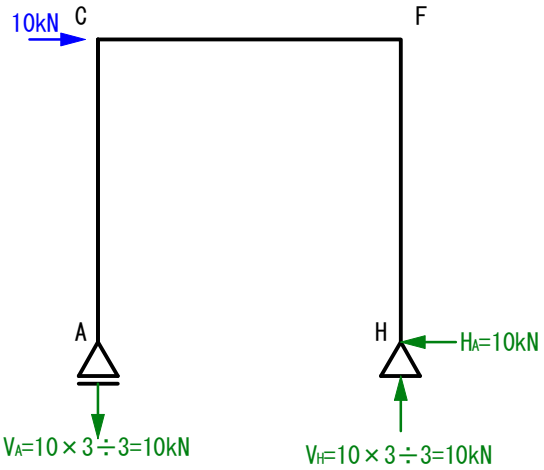
答え　0kN

■補足　支点が逆（点Hがピンで、点Aがローラー）だと、部材E-Gにも応力が発生します。

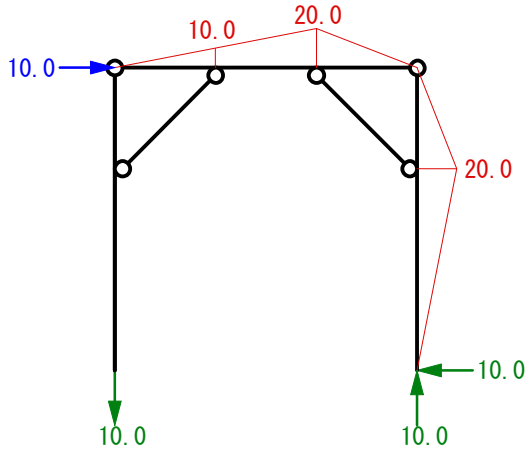
■応力図



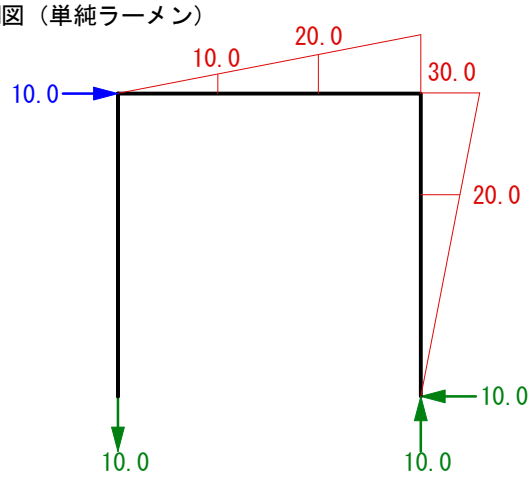
■応力図（単純ラーメン）



■M図

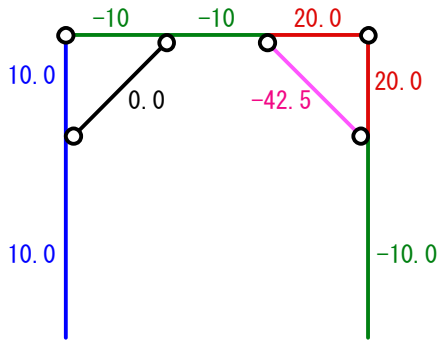


■M図（単純ラーメン）

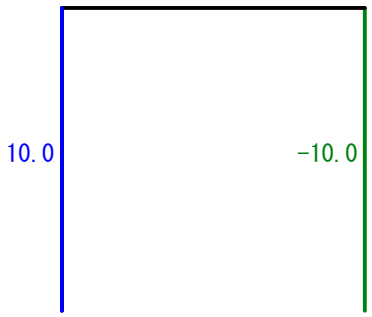


ARKHITEK

■N図

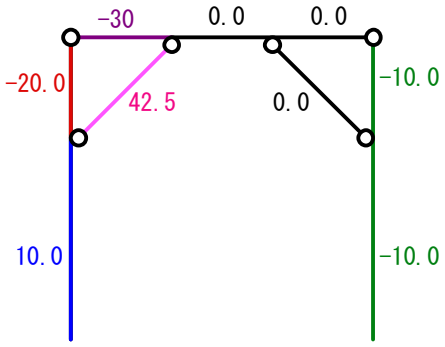


■N図（単純ラーメン）



■補足　トラス部分の応力

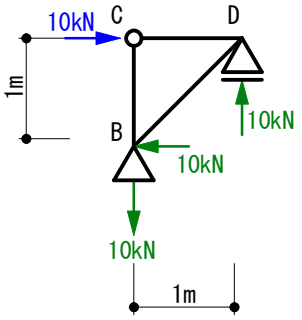
N図を見ると、トラス部分に大きな応力が発生しています。



■トラス部分だけ抜き出して考えると解くことができます。

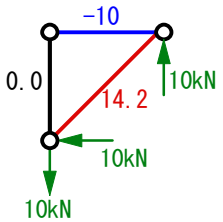
▼外力10kNによる応力

▼応力図1

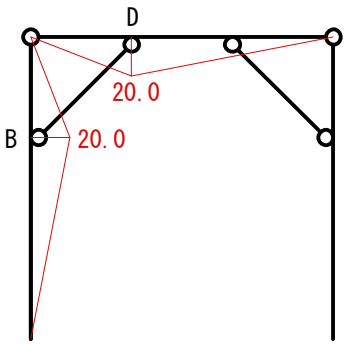


▼M図1（発生しません）

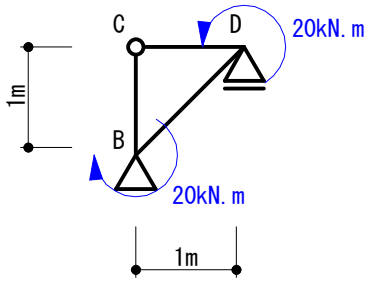
▼N図1



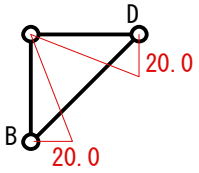
▼点B及び点Dに生じている曲げモーメントによる応力



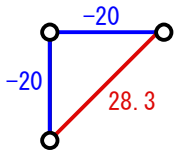
▼応力図2



▼M図2

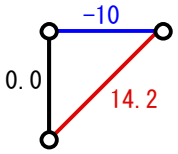


▼N図2



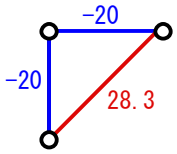
▼N図1とN図2を和すると答えになります。

N図1

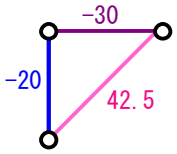


＋

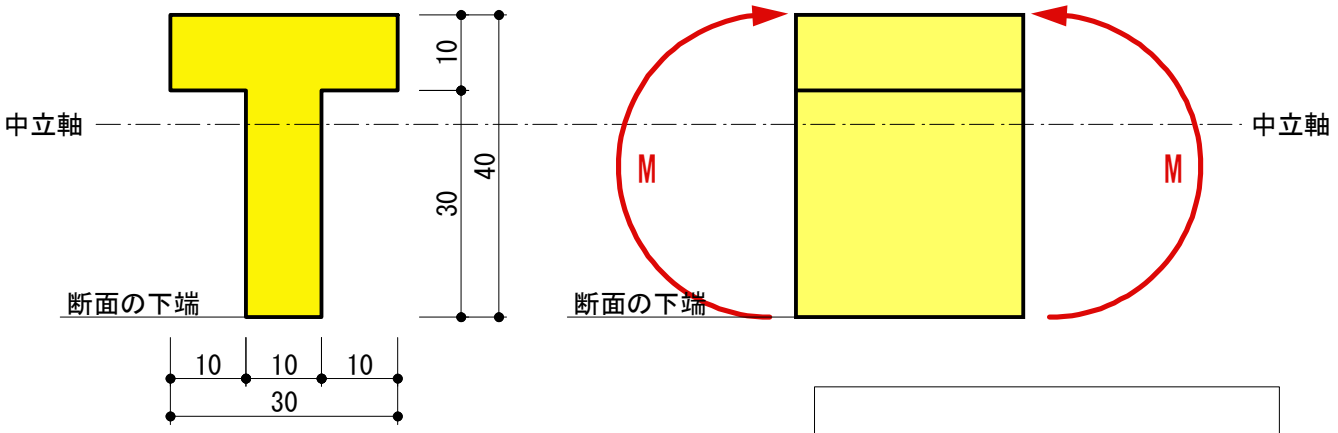
N図2

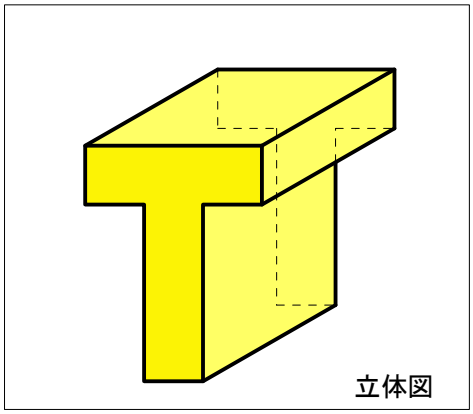


＝



■問題　図のような断面に曲げモーメント(M)が作用している。この断面が降伏曲げモーメント以下にあるときの中立軸の位置と、全塑性モーメントに達したときの中立軸の位置を求めよ。
ただし、中立軸の位置は断面の下端から測るものとする。

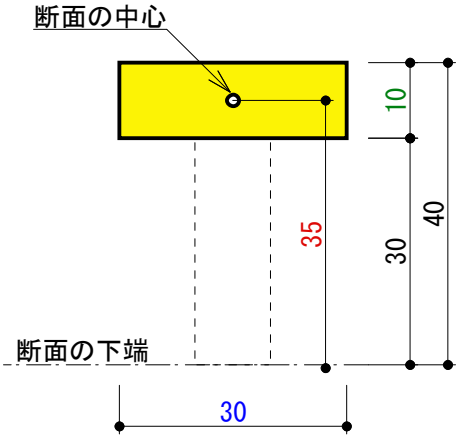




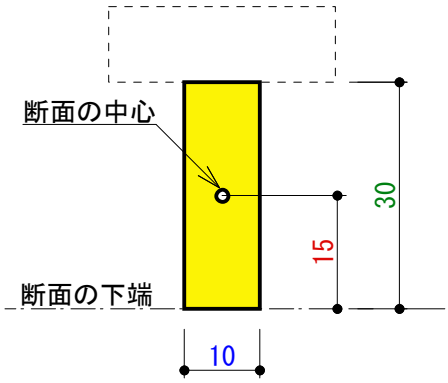
・難しいことを問われているように感じますが、計算自体は難しくありません。

■解説
まず断面が降伏曲げモーメント以下状態にあるときの中立軸から解いてみます。
降伏曲げモーメント以下 = 許容応力度状態 ですので、断面係数(Z)による計算が成り立つ状態ということになります。
つまり、中立軸は断面の重心にあります。

▼重心の位置は、断面一次モーメントで求めます。断面を2つに分けて計算します。



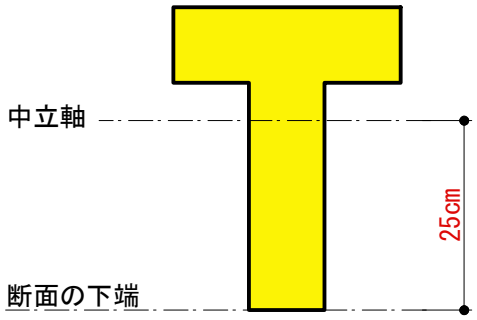
A*y = (30*10)*35 = 10500 cm^3



A*y = (10*30)*15 = 4500 cm^3

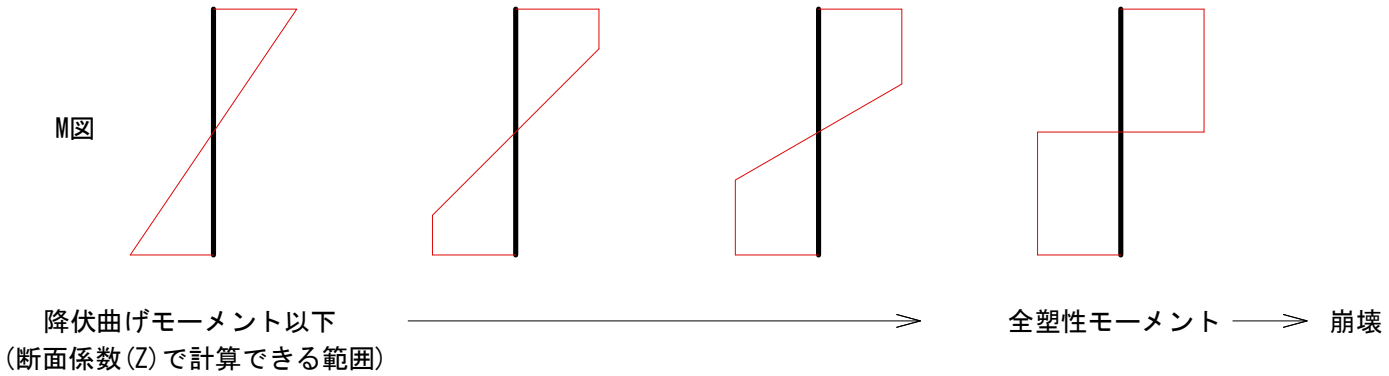
▼断面一次モーメント
10500 + 4500 = 15000 cm^3

▼中立軸 = 15000 / 総断面積 = 15000/600 = 25cm

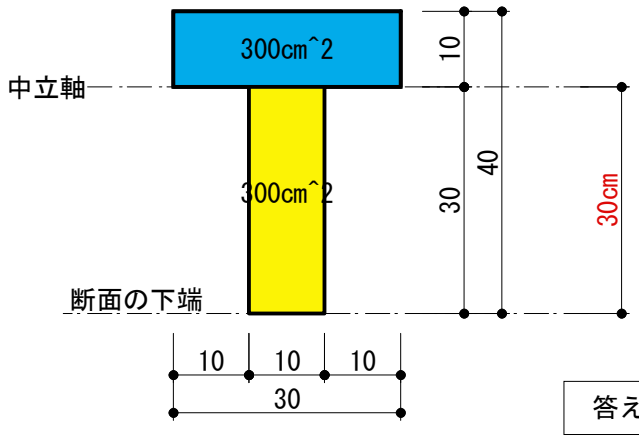


答え　降伏曲げモーメント以下のときの中立軸 = 25cm

▼つぎに全塑性モーメントの中立軸を解いてみます。
降伏曲げモーメントを超えると、下図のように応力が変化し、やがて全塑性モーメントに到達し断面は崩壊します。
つまり全塑性モーメントとは、断面に最大まで荷重がかかり崩壊寸前の状態を言います。

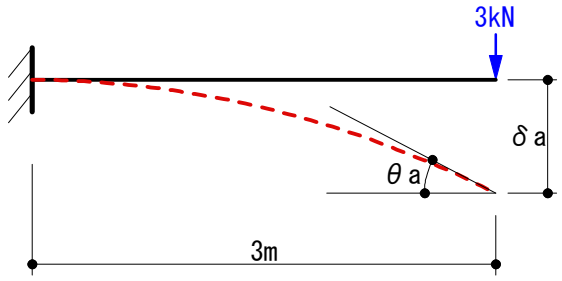


▼断面が大きいものほど強いので、単純に面積を半分に割った線が中立軸となります。

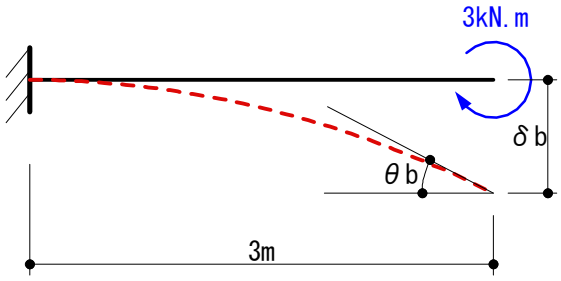


答え　全塑性モーメントのときの中立軸 = 30cm

■問題　片持梁A、片持梁Bの先端に荷重が作用したときの、たわみδa、δbと、たわみ角θa、θbを求めよ。



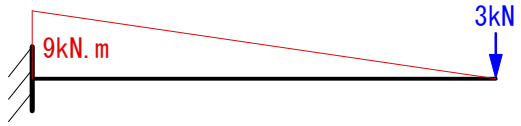
片持梁A



片持梁B

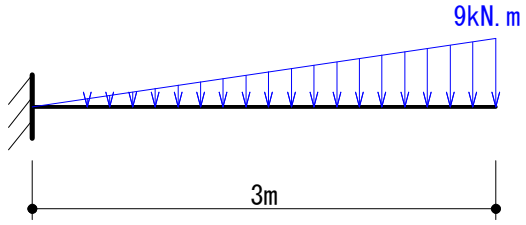
・たわみの問題です。
・公式を暗記しておくと楽ですが、モールの定理を使えば公式を暗記する必要はありません。

■解説
モールの定理でたわみを解きます。
片持梁のたわみは、曲げモーメントをひっくりかえして荷重にした、その曲げモーメントに等しい。

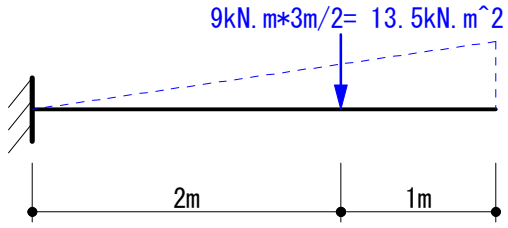


M図

▼曲げモーメントをひっくりかえして荷重にします。

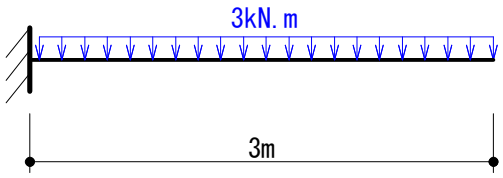


▼ひっくりかえした荷重から
曲げモーメントを求めます。

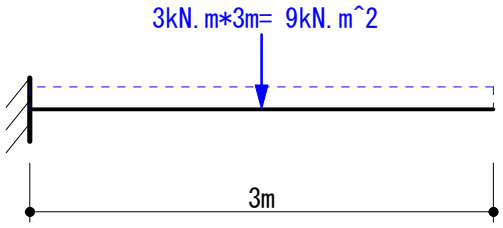


M図

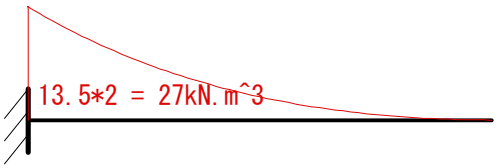
▼曲げモーメントをひっくりかえして荷重にします。
(等分布荷重なのでひっくりかえしても同じですが)



▼ひっくりかえした荷重から
曲げモーメントを求めます。



ARKHITEK



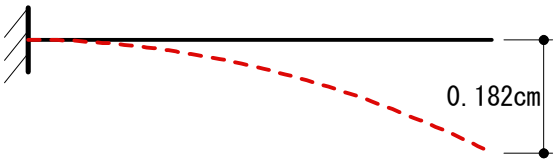
M図

▼この曲げモーメントをEIで割った値が、
たわみの式になります。

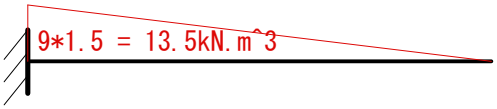
従って、27kN.m^3 / E*I

鋼材の性能
E = 20590 kN/cm^2 (鋼材)
断面二次モーメント(I) = 7210 cm^4
(H-300×150×6.5×9)

従って、27000000/(20590*7210) = 0.182 cm



答え　δa = 0.182 cm



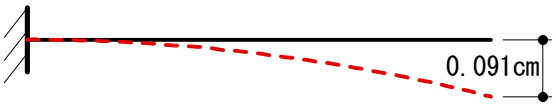
M図

▼この曲げモーメントをEIで割った値が、
たわみの式になります。

従って、13.5kN.m^3 / E*I

鋼材の性能
ヤング係数(E) = 20590 kN/cm^2 (鋼材)
断面二次モーメント(I) = 7210 cm^4
(H-300×150×6.5×9)

従って、13500000/(20590*7210) = 0.091 cm

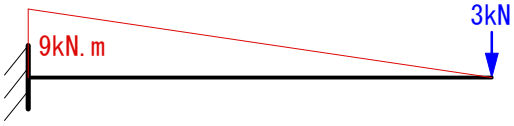


答え　δb = 0.091 cm

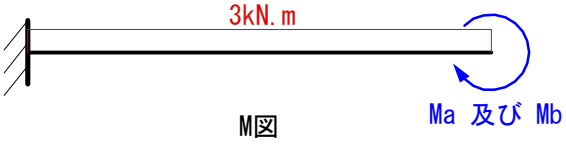
δaはδbの2倍の値になっていますので、片持梁Aは片持梁Bの2倍たわむことがわかります。

■つぎにモールの定理でたわみ角を解きます。

片持梁のたわみ角は、曲げモーメントをひっくりかえして荷重にした、その曲げせん断力に等しい。



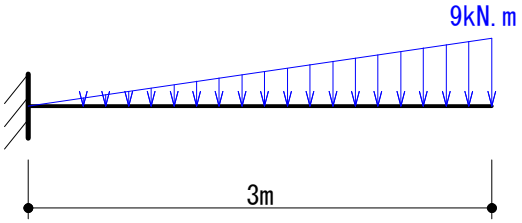
M図



M図

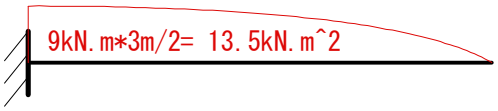
ARKHITEK

▼曲げモーメントをひっくりかえして荷重にします。



（ここまでは、たわみと同じ手順です）

▼ひっくりかえした荷重から
せん断力を求めます。



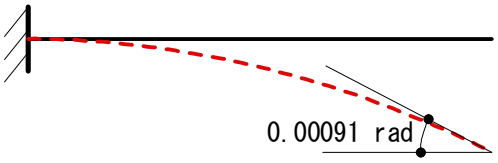
Q図

▼このせん断力をEIで割った値が、
たわみの式になります。

従って、13.5kN.m^2 / E*I

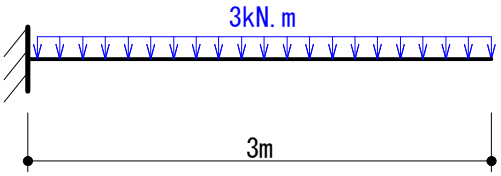
鋼材の性能
E = 20590 kN/cm^2（鋼材）
断面二次モーメント(I) = 7210 cm^4
(H-300×150×6.5×9)

従って、135000/(20590*7210) = 0.00091 rad



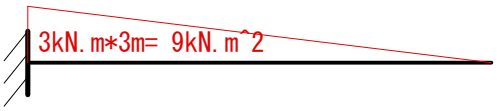
答え　θa = 0.00091 rad

▼曲げモーメントをひっくりかえして荷重にします。



（ここまでは、たわみと同じ手順です）

▼ひっくりかえした荷重から
せん断力を求めます。



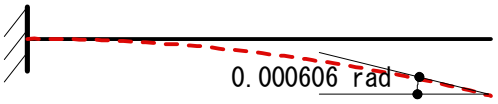
Q図

▼このせん断力をEIで割った値が、
たわみの式になります。

従って、9kN.m^2 / E*I

鋼材の性能
ヤング係数(E) = 20590 kN/cm^2（鋼材）
断面二次モーメント(I) = 7210 cm^4
(H-300×150×6.5×9)

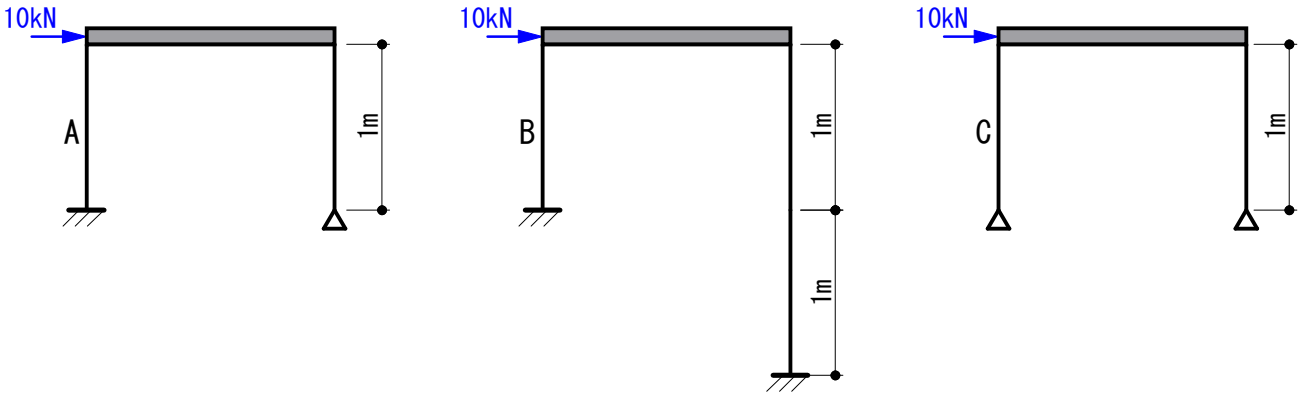
従って、90000/(20590*7210) = 0.000606 rad



答え　θb = 0.000606 rad

（θaはθbの1.5倍の値になっていますので、片持梁Aは片持梁Bの1.5倍のたわみ角が生じています）

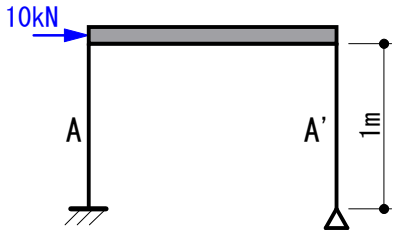
■問題　図のラーメンに荷重が作用している。柱A、柱B、柱C、のせん断力を求めよ。
ただし、梁は剛体とする。



・ラーメンに見せかけた、片持梁のたわみの計算問題です。
・公式を暗記しておかないと、計算が複雑になり過ぎて短時間で解くのは困難です。

■解説

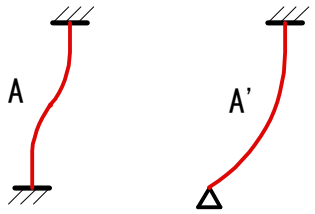
今回は公式を使わないで、近似値を求める計算をします。



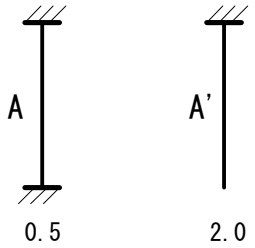
▼左右の柱の支点が違うので、せん断力の比は左右で違います。

▼正確に解くのが困難なので、知っている知識のなかで、適用できそうなものを探します。

▼このようなたわみのイメージをすることができると思います。



▼座屈の補正係数に当てはめると



となります。

▼座屈とは直接的な関係はありませんが、なんとなく近いことはわかると思います。

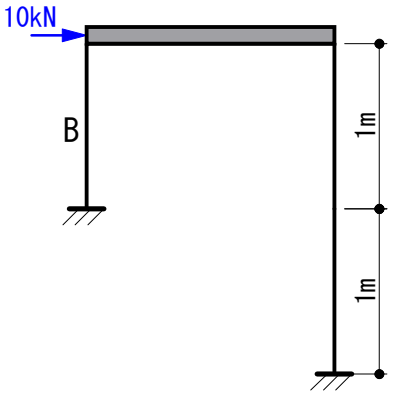
▼つまり、せん断力の比は

4 : 1

の近似値だと予想されます。

Q = 10kN * 4/5 = 8.0 kN

答え　8.0 kN



▼基本的にたわみは材長の3乗に比例します。つまり柱が長くなると一気にたわみが大きくなります。

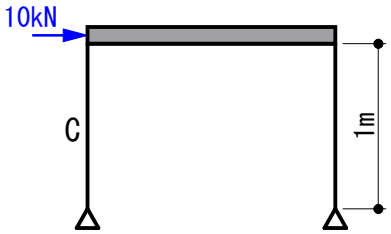
▼せん断力の比は

1 : 2^3 = 8

の近似値だと予想されます。

Q = 10kN * 8/9 = 8.89 kN

答え　8.89 kN



▼左右の柱が同じなのでせん断力の比は

1 : 1

となります。

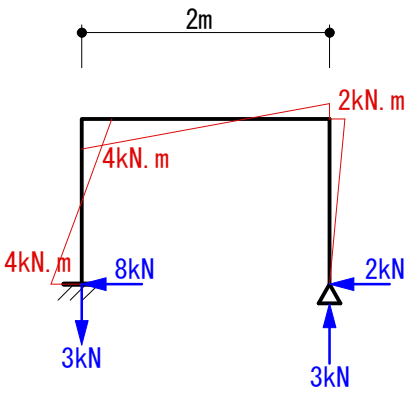
Q = 10kN * 1/2 = 5.0 kN

答え　5.0 kN

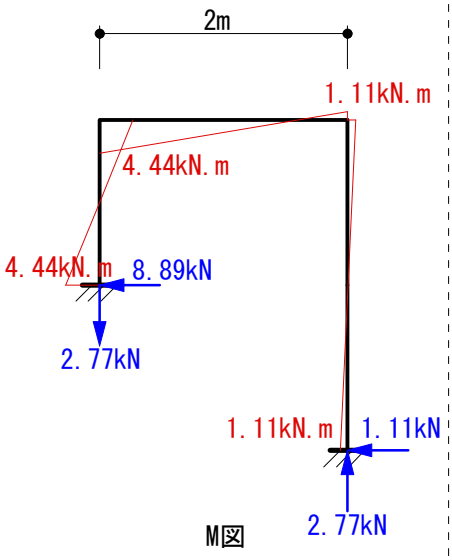
■補足

■Aのせん断力が正解と同じ値になったのは、偶然です。
■Bについては、支持が同じだったので、近似値ではなく正解の値となりました。

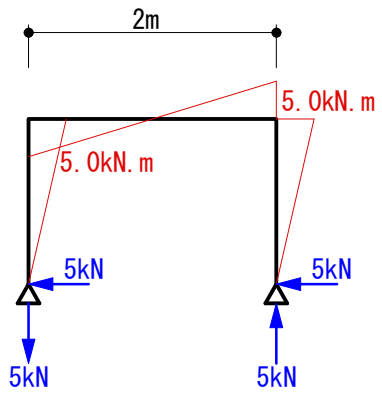
▼以下、参考のために正確な応力図を示します。（柱スパンは2mで計算しています）



M図

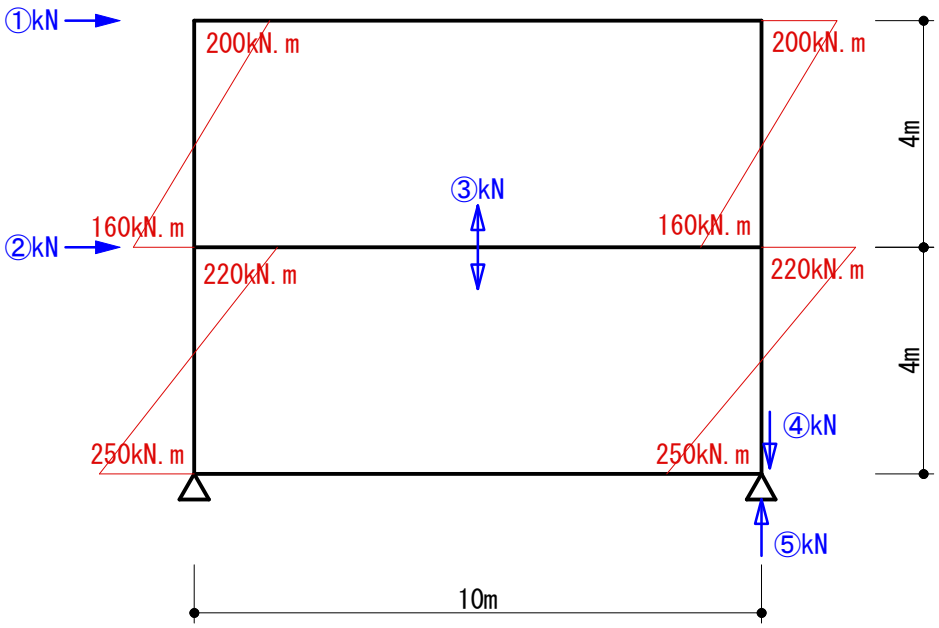


M図



M図

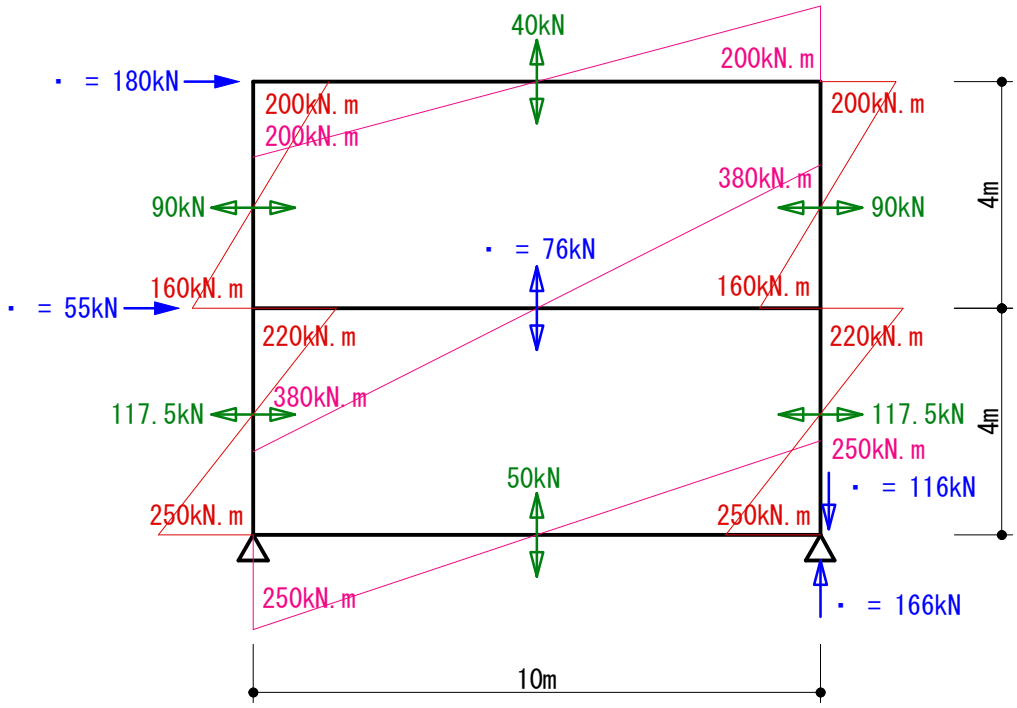
■問題　図は水平荷重①②が作用したときのラーメンの柱の曲げモーメントを示したものである。
このとき、図中の①～⑤それぞれの値を求めよ。



① → 水平荷重
② → 水平荷重
③ → せん断力
④ → 軸力
⑤ → 反力

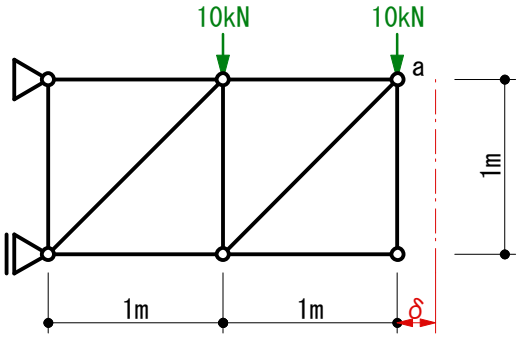
・不静定ラーメンなので、剛性を考慮しないと解けませんが、柱の曲げモーメントが示されているため剛性を考慮しなくても解くことができます。

■解説（結果のみ示します）



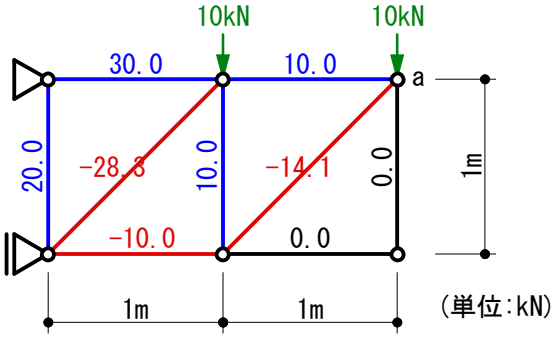
- ・ → 90 + 90 = 180kN
- ・ → 117.5 + 117.5 − 180 = 55kN
- ・ → (380+380)/10 = 76kN
- ・ → 40 + 76 = 116kN
- ・ → 116 + 50 = 166kN

■問題　図のトラスにおいて、荷重によって生じるa点の水平方向の変位δを求めよ。
ただし、部材の断面積(A)は10cm^2とし、ヤング係数(E)は20590kN/cm^2とする。



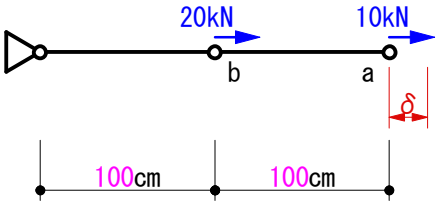
・トラスとひずみを合わせた問題です。
・予備知識がないと解くのは難しいと思います。

■解説
普通にトラスを解きます。



プラス(+) → 引張
マイナス(−) → 圧縮

▼トラスには曲げモーメントが発生しないのでトラスの変位とは、ひずみのことになります。



▼つまり、部材を上図のように引張ったとき、どれくらい伸びるかを問われています。

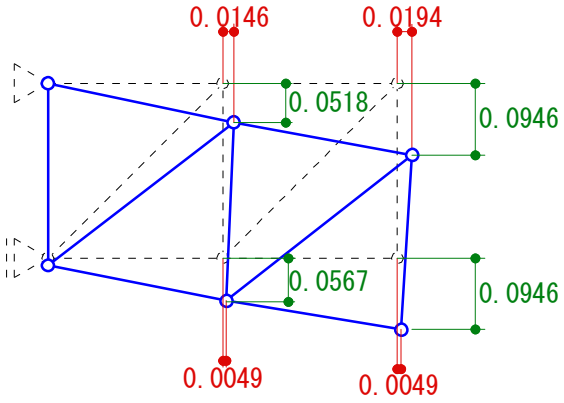
▼縦ひずみの公式 Δ = PL/EA より、

部材の断面積(A) = 10cm^2
ヤング係数(E) = 20590kN/cm^2

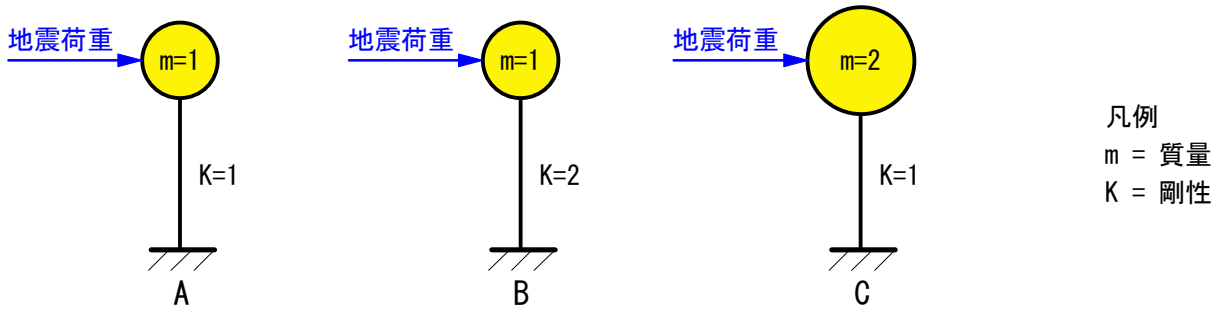
Δb = (20+10)*100 / 20590*10 = 0.01457 cm
Δa = Δb + 10*100 / 20590*10 = 0.01457 + 0.004857 = 0.0194cm

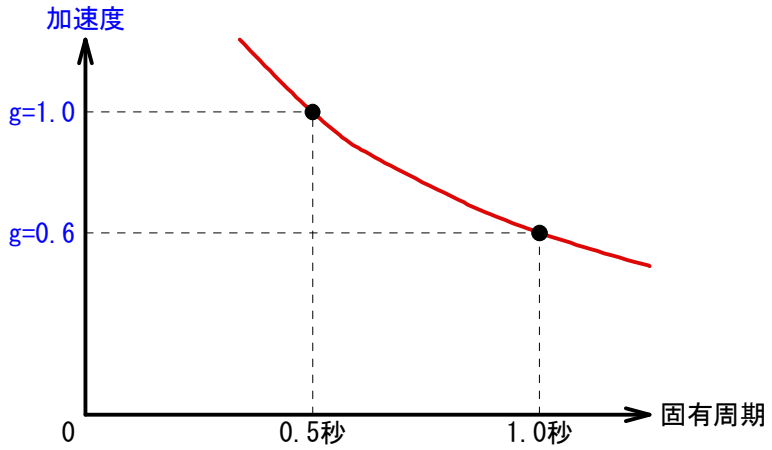
答え　δ = 0.0194cm

■変位図（参考用）



■問題　図のようなモデルに地震荷重を入力した時の、地震力の負担の大小関係を求めよ。
ただし、図のモデルの固有周期は、0.5秒～1.0秒の間にあるものとする。

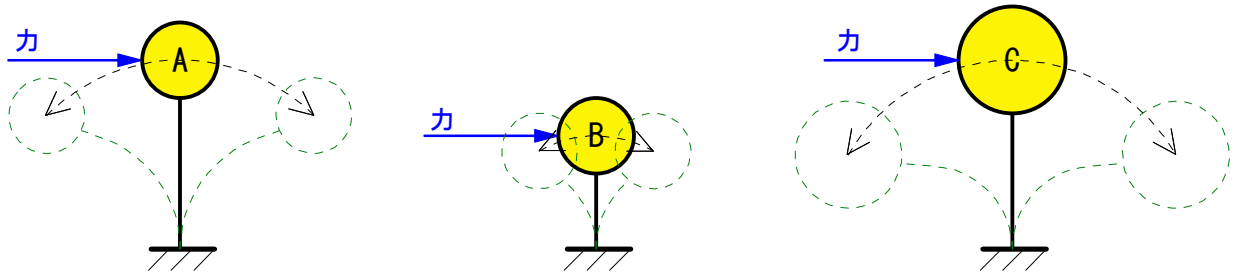




・問題の難易度は高いですが、地震力の基本を問う問題です。

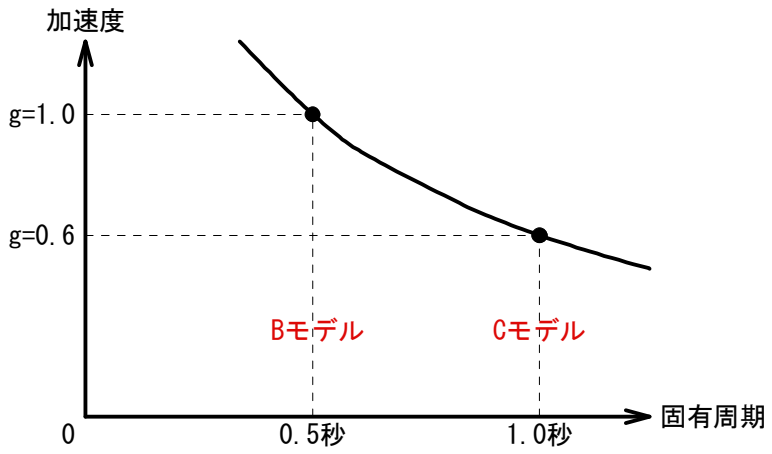
■解説
まず、各モデルの固有周期の秒数の大小関係を求めます。

▼実際に球体を押していると思って下さい。
（剛性が2倍大きいBのモデルは柱の長さを半分にしています）



球体が最もゆっくり揺れるのはCで、最も速く揺れるのBだとイメージできるでしょうか?
これが固有周期(秒)ですので、B ＜ A ＜ C ということになります。

▼表にある加速度というのは、地震層せん断力係数(Ci)と同義語です。
従って、重量×加速度 = 地震力 ということになります。

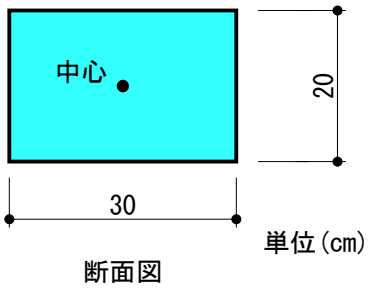


Aモデル　地震力 = 1*(1.0>g>0.6) = 1.0>地震力>0.6
Bモデル　地震力 = 1*1.0 = 1.0
Cモデル　地震力 = 2*0.6 = 1.2

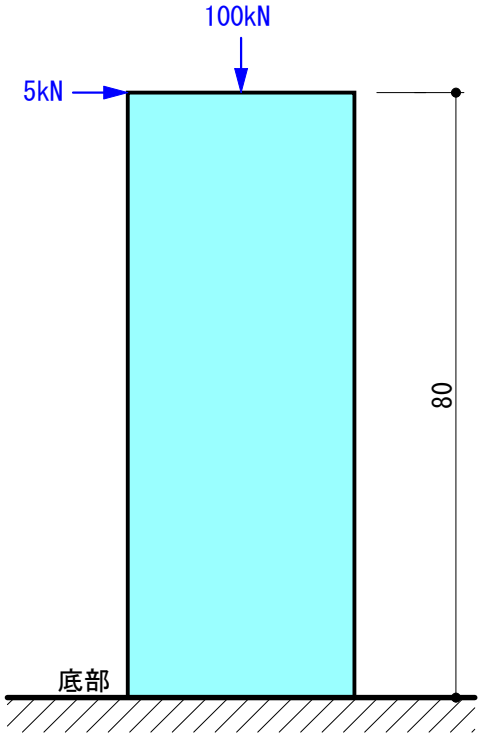
従って、C > B > A となります。

答え　C > B > A

■問題　図のような矩形断面材の頂部の中心に、100kN及び5kNの荷重が作用している。
この矩形断面材の底部における垂直応力度を求めよ。
ただし、矩形断面材は等質等断面とし、自重は無視する。



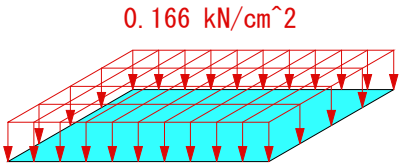
断面図



立面図

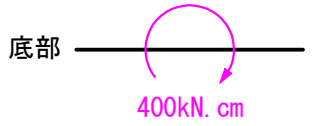
・断面の応力算定

■解説
まず鉛直荷重100kNだけが作用した場合を考えます。
底部の垂直応力度 = 100kN/(30*20) = 0.166 kN/cm^2



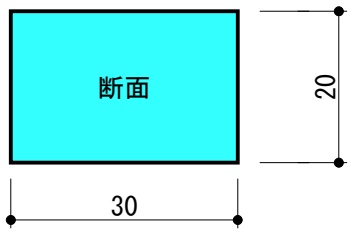
底部

▼次に水平荷重5kNについて考えます。
底部に作用する曲げモーメントを求めます。
M = 5kN*80cm = 400kN.cm

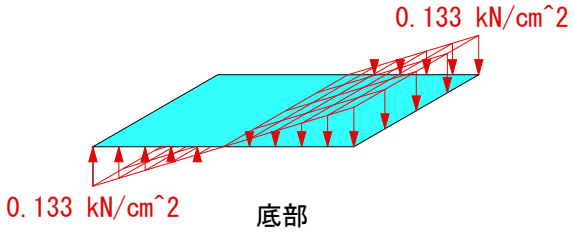


曲げモーメントを断面二次モーメント(Z)で割って、底部の垂直応力度を求めます。

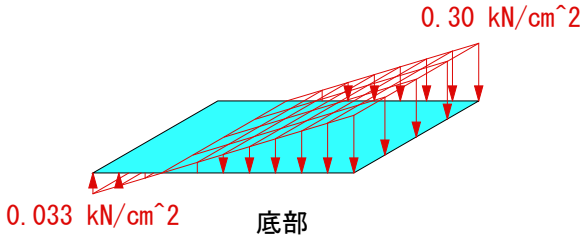
Z = 20*30^2/6 = 3000 cm^3



底部の垂直応力度 = 400/3000 = 0.133 kN/cm^3

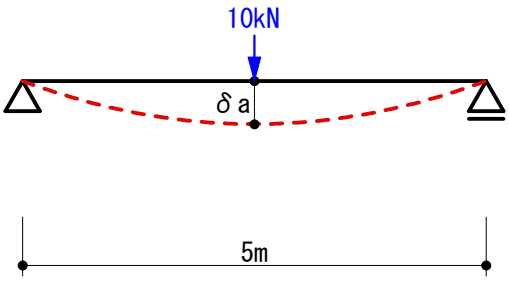


▼鉛直荷重100kNと水平荷重5kNで求めたそれぞれの応力を足します。

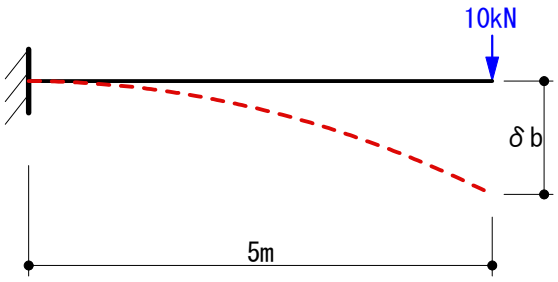


答え　最小値0.033　最大値0.30

■問題　単純梁、片持梁それぞれに図のような荷重が作用したときの、たわみδa、δbを求めよ。
ただし、使用部材はH-300×150×6.5×9とする。



単純梁



片持梁

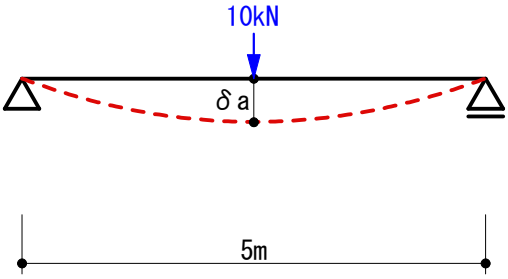
H-300×150×6.5×9の断面性能

ヤング係数(E) = 20590 kN/cm^2 (鋼材)
断面二次モーメント(I) = 7210 cm^4

・基本的なたわみの問題です。

■解説　公式を使って解きます。

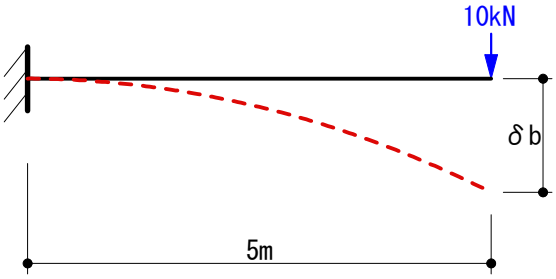
δ= P*L^3/48*E*I



δ= 10*500^3/48*20590*7210 = 0.175 cm

答え　δa = 0.175 cm

δ= P*L^3/3*E*I

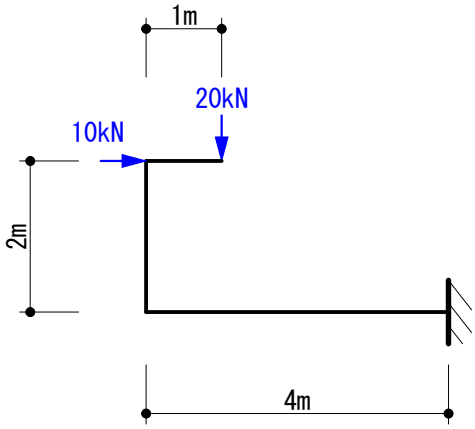


δ= 10*500^3/3*20590*7210 = 2.81 cm

答え　δb = 2.81 cm

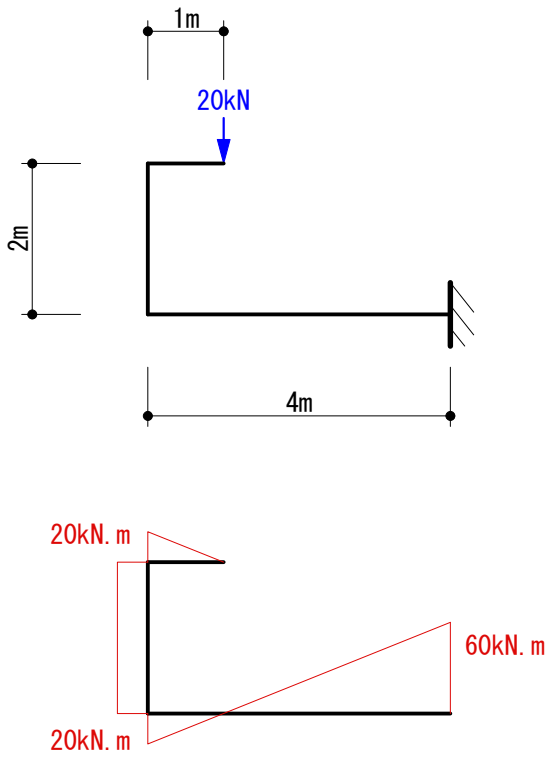
δaはδbの16倍の値になっていますので、片持梁は単純梁の16倍たわむことになります。

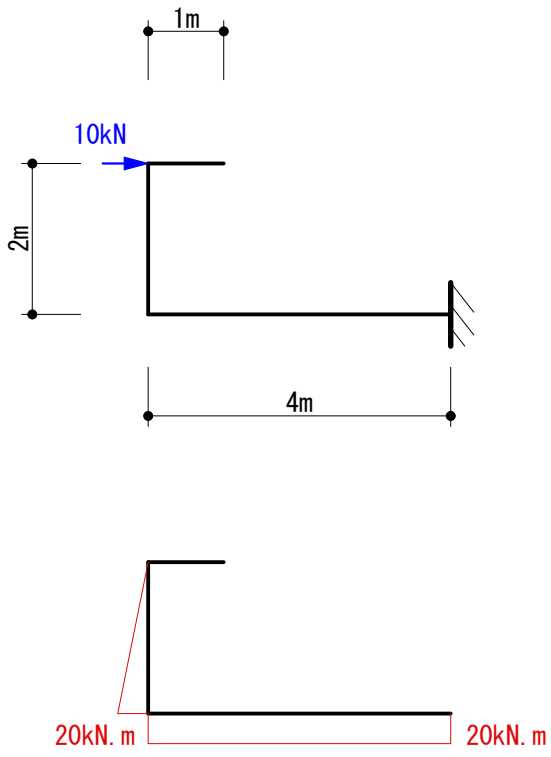
■問題　図のような荷重を受ける片持梁の、曲げモーメント図を求めよ。



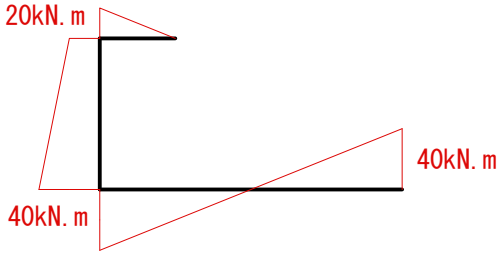
・片持梁の荷重算定。

■解説　それぞれの荷重を分けて解きます。

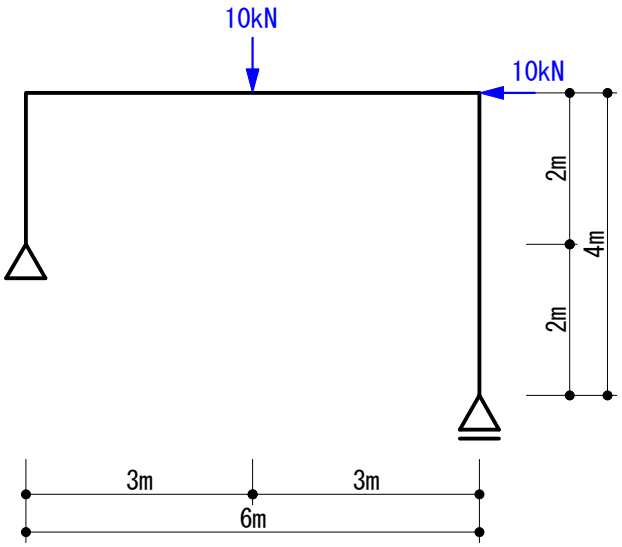




▼求めた応力を足します。

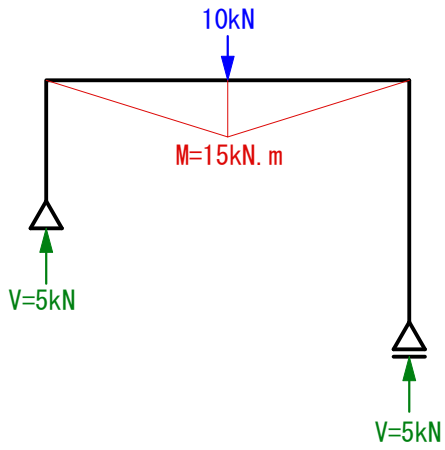


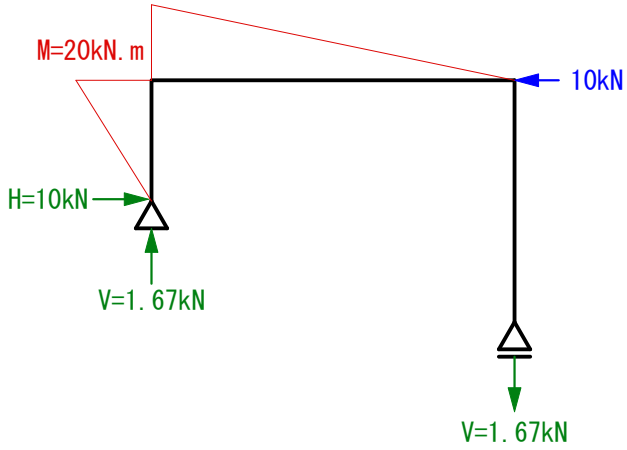
■問題　図のような荷重を受けるラーメンの、曲げモーメント図を求めよ。



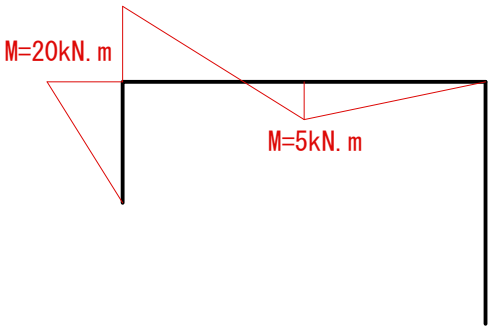
・静定ラーメンの応力算定。

■解説　それぞれの荷重を分けて解きます。

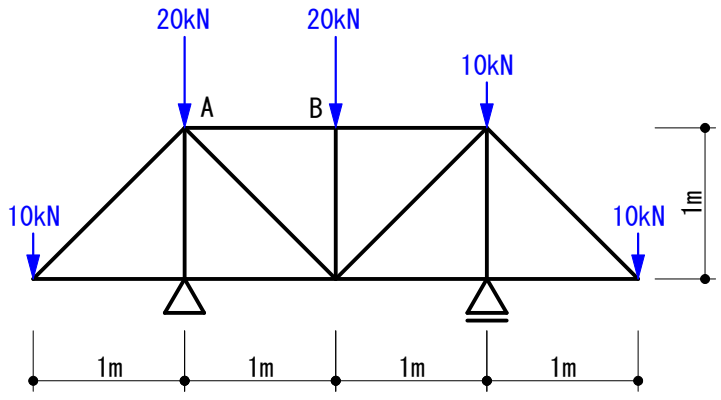




▼求めた応力を足します。

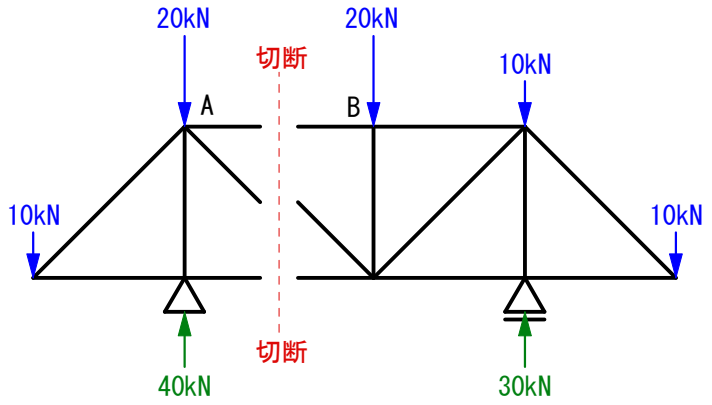


■問題　部材A-Bに生じる応力を求めよ。

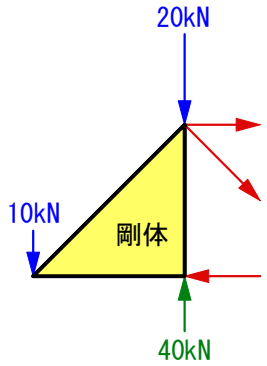


・トラス

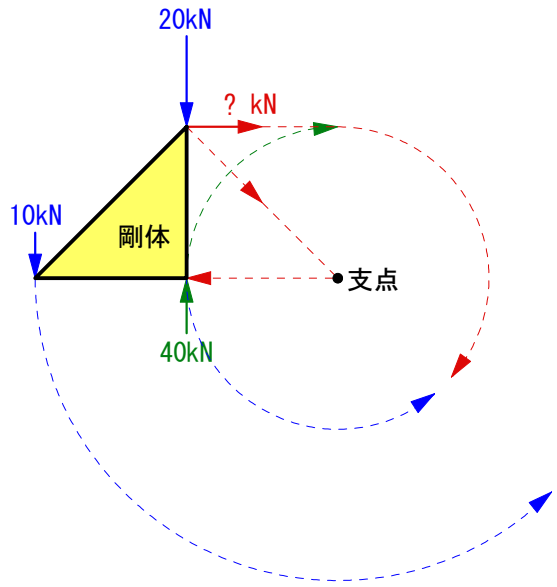
■切断法で解きます。
▼支点の反力を求めた後、A-B材の位置で切断します。



▼切断したトラスの左側を使って解きます。



▼不明な力が1つ以下になる点を回転中心にして、力の釣合条件で解きます。



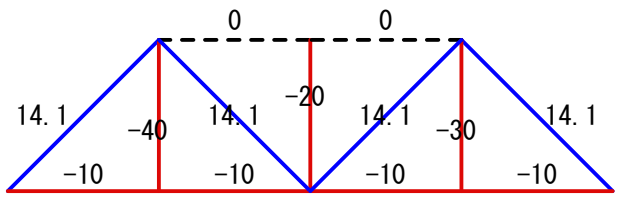
ΣM = 0 より

0 = − 20kN*1m − 10kN*2m + 40kN*1m + ?kN*1m

0 = −20kN.m − 20kN.m + 40kN.m + ?kN.m

? = 0 kN

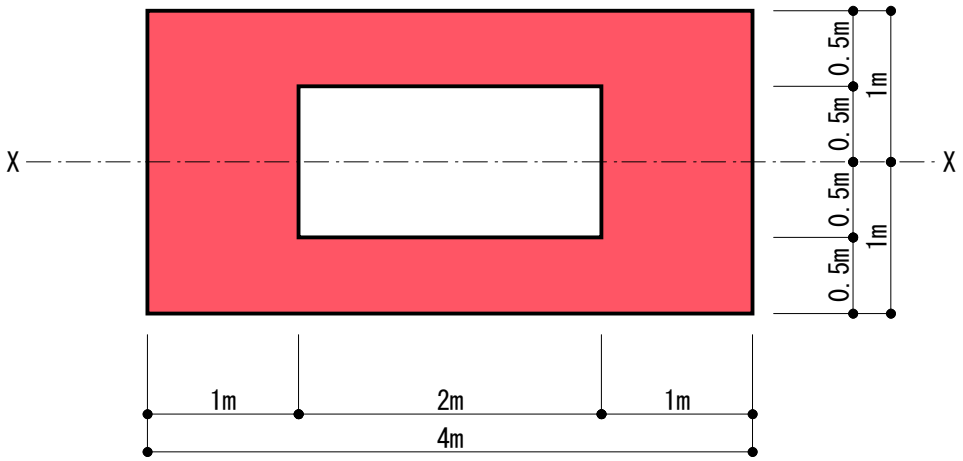
■N図（参考図）



マイナスが圧縮
プラスが引張

（単位 kN.m）

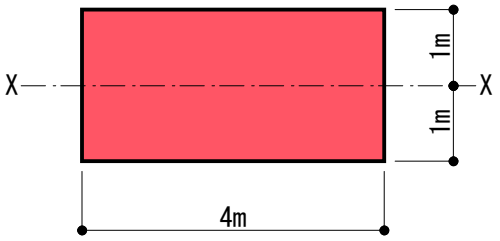
■問題　図の断面のX軸に対する断面二次モーメント(I)の値を求めよ。



・中空断面のIを求める問題です。
・あらかじめ公式を暗記して解きます。

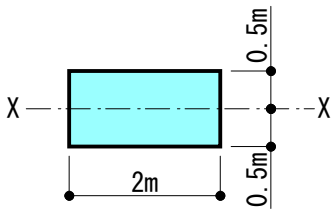
■解説

▼中空部分を無視した断面



断面二次モーメント(I) = b*h^3/12
= 4*2^3/12
= 2.666cm^4

▼中空部分

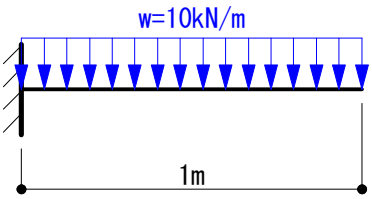


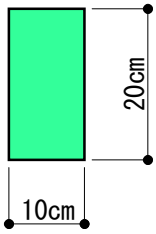
断面二次モーメント(I) = b*h^3/12
= 2*1^3/12
= 0.166cm^4

▼中空部分を無視した断面のIから、中空部分のIを引きます。
断面二次モーメント(I) = 2.666 - 0.166 = 2.5cm^4

答え　断面二次モーメント(I) = 2.5cm^4

■問題　図の部材に生じる最大曲げ応力度を求めよ。



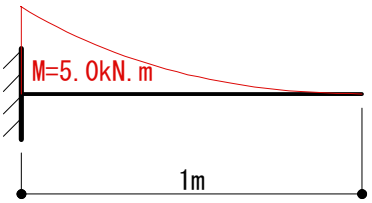


部材断面

・応力算定と部材算定の複合問題。

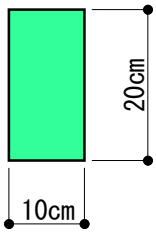
■解説

▼まず、片持ち梁の最大曲げモーメントを求めます。



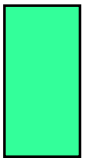
▼部材断面の断面係数(Z)を求めます。

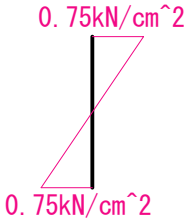
断面係数(Z)= b*h^2/6
= 10*20^2/6
= 666.66cm^3

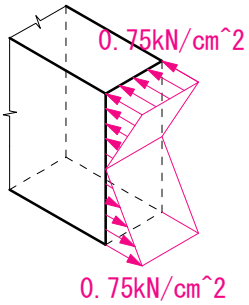


▼σ= M/fb*Z より

fb = 500/666.66 = 0.75kN/cm^2

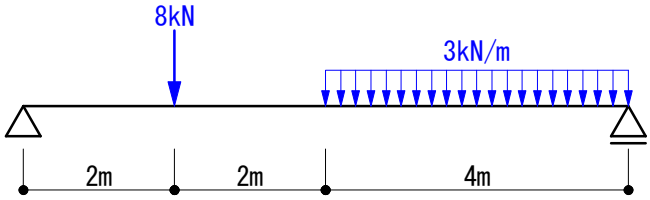






答え　最大曲げ応力度 = 0.75kN/cm^2

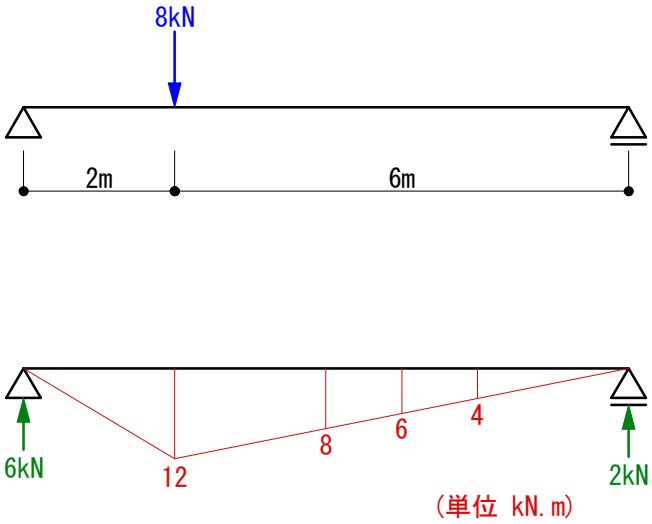
■問題　図のように荷重を受ける単純梁の曲げモーメント図を求めよ。

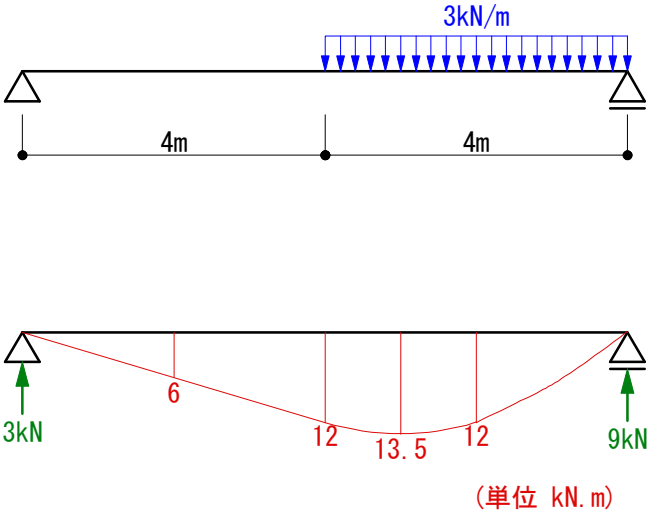


・単純梁の応力算定

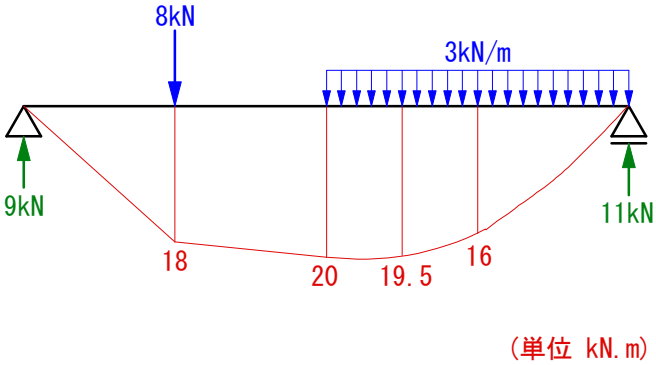
■解説

▼荷重ごと別々に解きます。

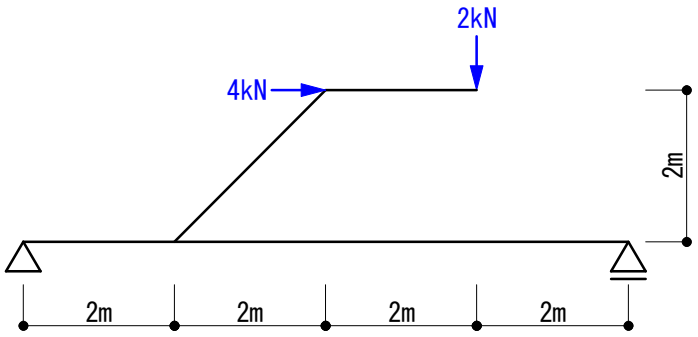




▼上の2つの応力図を和します。



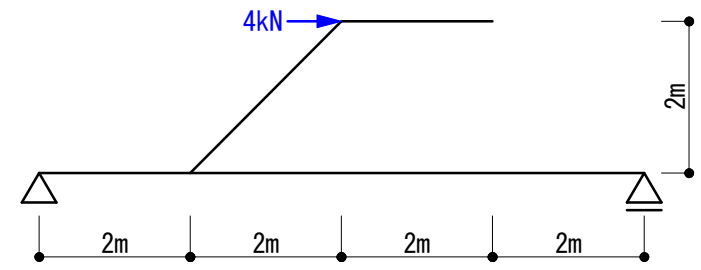
■問題　図のように荷重を受ける単純梁の曲げモーメント図を求めよ。

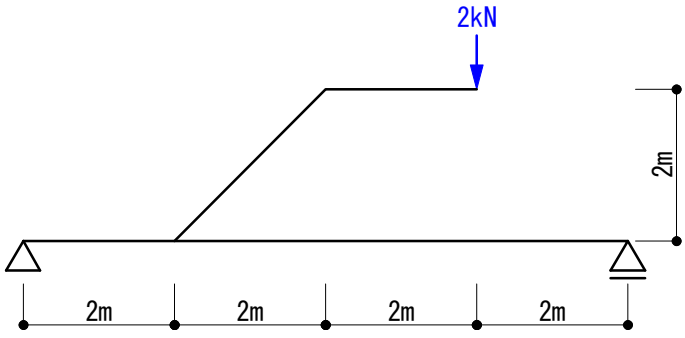


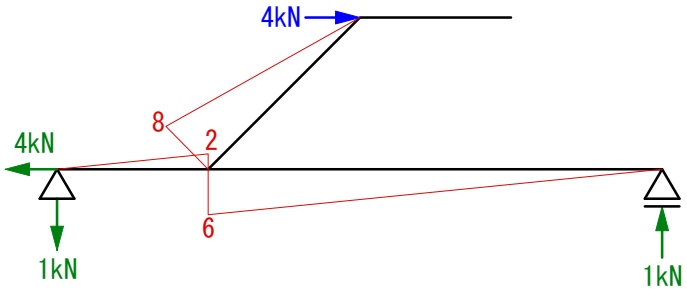
・単純梁の応力算定

■解説

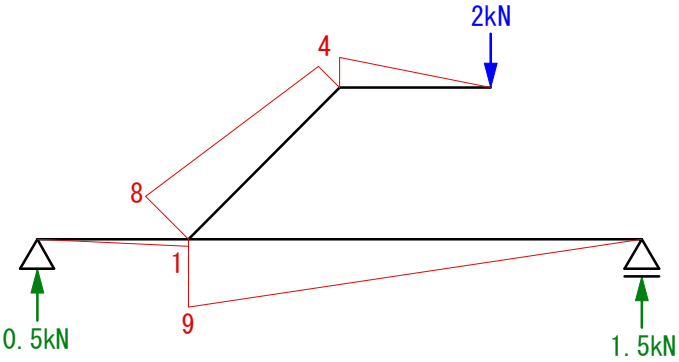
▼荷重ごと別々に解きます。





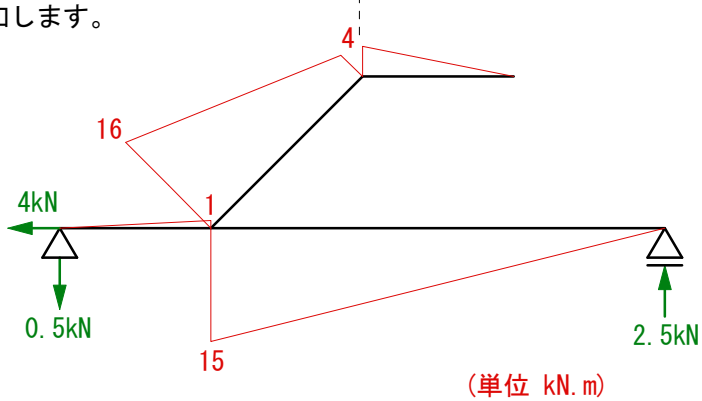


（単位 kN.m）



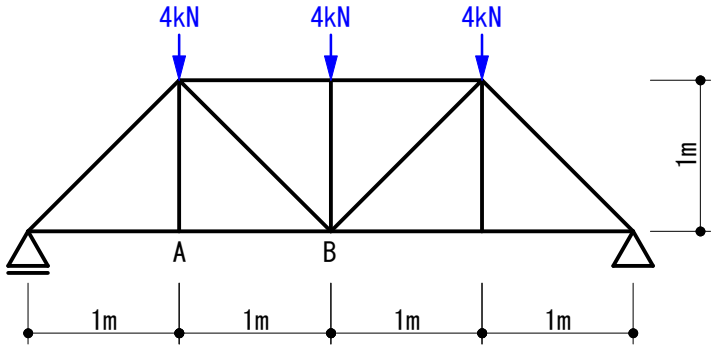
（単位 kN.m）

▼上の2つの応力図を和します。



（単位 kN.m）

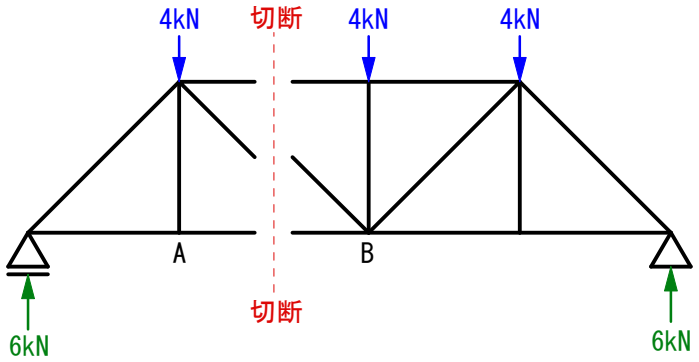
■問題　部材A-Bに生じる応力を求めよ。



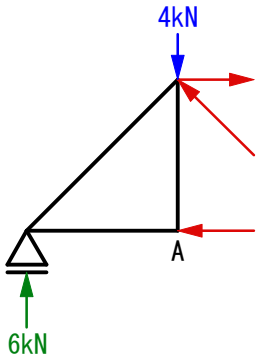
・トラス

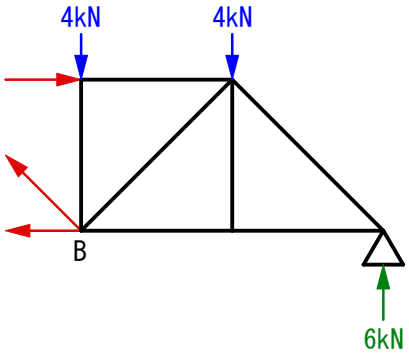
■切断法で解きます。

支点の反力を求めた後、A-B材の位置で切断します。

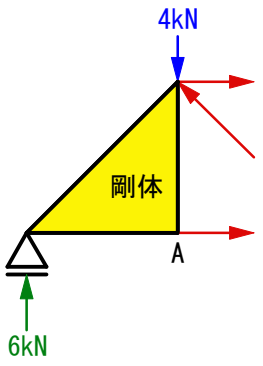


▼切断したトラスの右側、左側どちらで解いても良いですが、今回は左右両方で解いてみます。

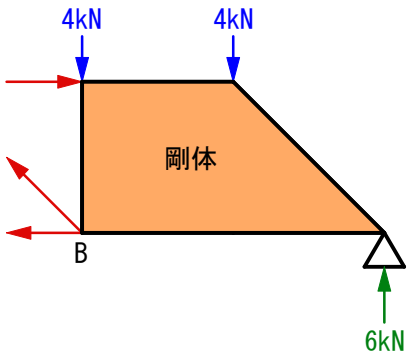




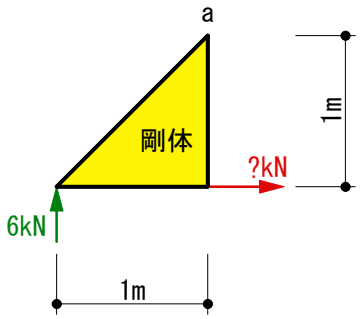
▼残ったトラス部分を剛体としてイメージします。



▼残ったトラス部分を剛体としてイメージします。



▼a点を中心とした力の釣り合い条件で解きます。



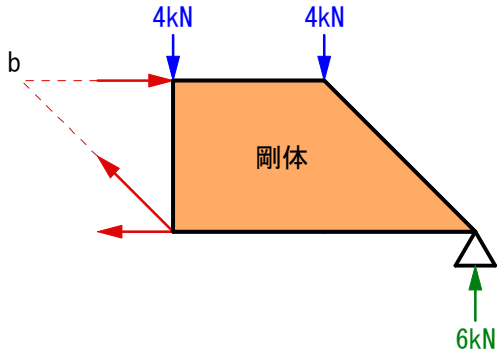
ΣMa = 0 より

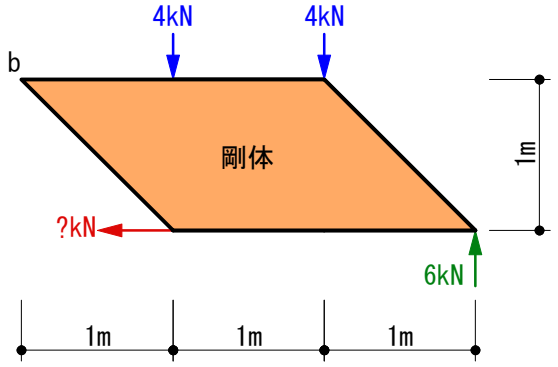
6kN ＊ 1m − ?kN ＊ 1m = 6kN.m − ?kN.m

? = 6kN(引張)

答え　6kN(引張)

▼b点を中心とした力の釣り合い条件で解きます。





ΣMb = 0 より

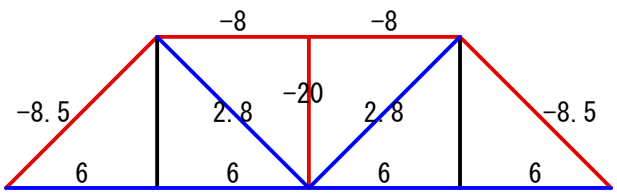
4kN*1m + 4kN*2m − 6kN*3m + ?kN*1m

= − 6kN.m + ?kN.m

? = 6kN(引張)

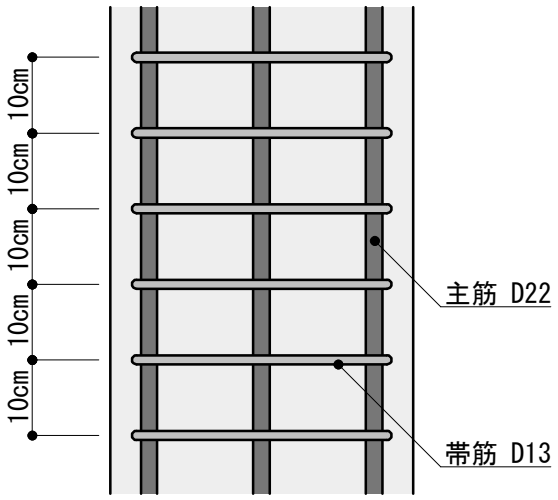
答え　6kN(引張)

■N図（参考図）



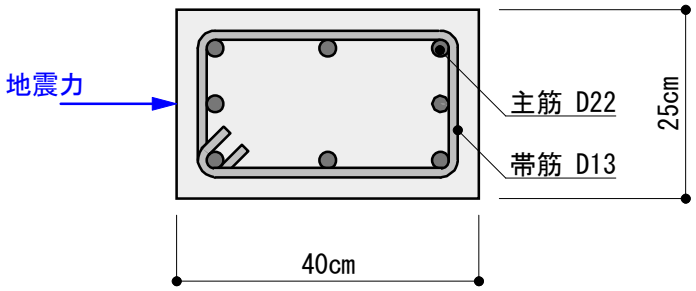
マイナスが圧縮
プラスが引張

■問題　図の柱の帯筋比(Pw)を求めよ。



鉄筋の断面積

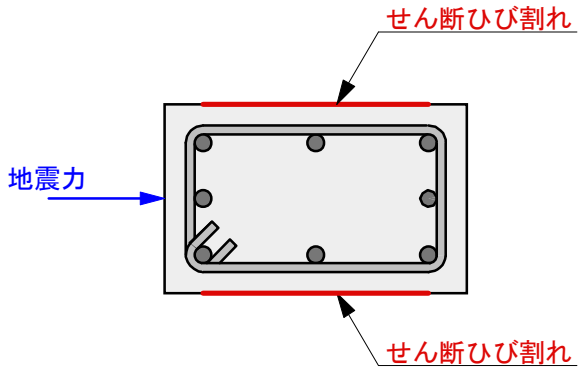
D22 → A = 3.87cm^2
D13 → A = 1.27cm^2

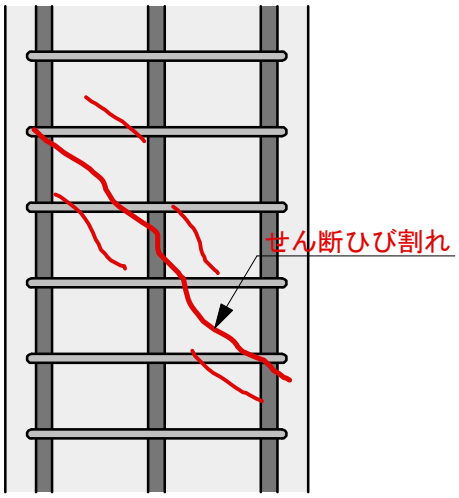


・柱の帯筋比を求める計算です。法規で0.2%以上と定められています。

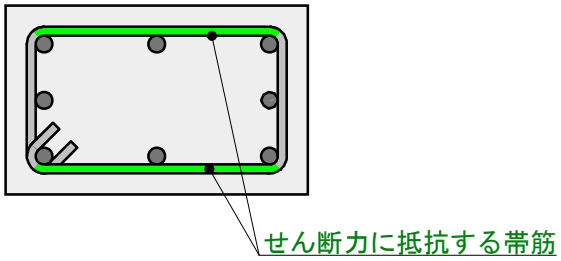
■解説

帯筋は主にせん断力に対して配筋されます。
図のように地震力が加わると、側面方向にせん断ひび割れを起します。





▼つまり、せん断力に対しては、側面方向の帯筋が抵抗します。

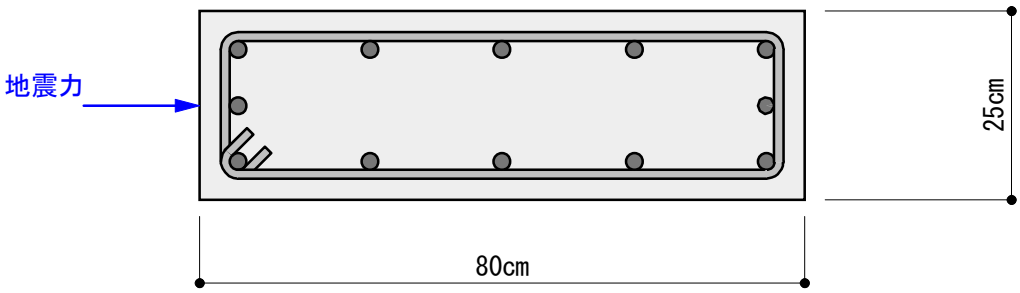


$$\text{帯筋比} = \frac{\text{せん断力に抵抗する帯筋の断面積} \times \text{せん断力に抵抗する帯筋の数}}{\text{柱の幅} \times \text{せん断力に抵抗する帯筋の間隔}}$$

$$= \frac{1.27\text{cm}^2 \times 2\text{本}}{25\text{cm} \times 10\text{cm}} = \frac{2.54\text{cm}^2}{250\text{cm}^2} = 1.016\%$$

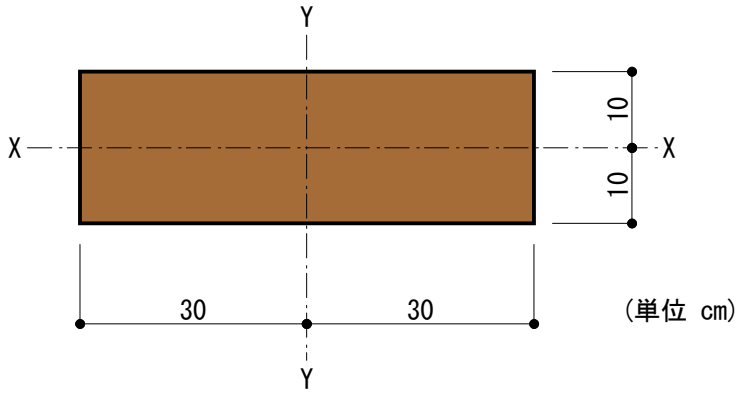
答え　帯筋比 = 1.016%

■補足　幅が大きくなった場合



幅が大きくなっても、それにともなって帯筋も長くなるので、帯筋比は変わりません。

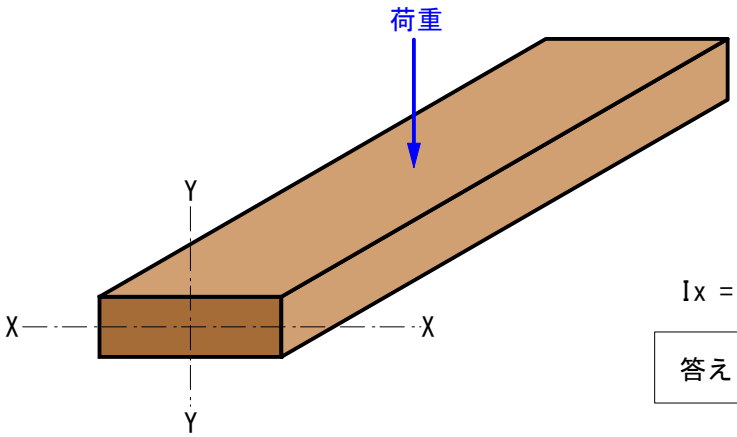
■問題　図の断面のX軸、Y軸に対する断面二次モーメント(I)の値を求めよ。



・断面二次モーメント(I)を求める問題です。

■解説

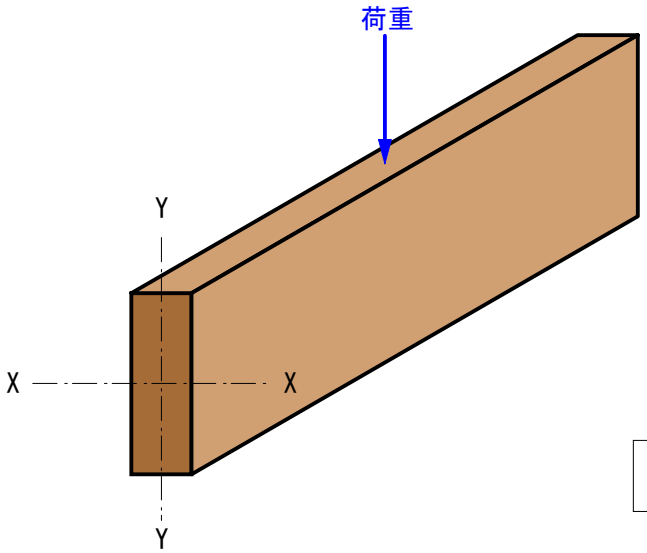
▼X方向の断面二次モーメント(Ix)を求めます。



Ix = b*h^3/12 = 60*20^3/12 = 40000cm^4

答え　断面二次モーメント(Ix) = 40000cm^4

▼Y方向の断面二次モーメント(Iy)を求めます。

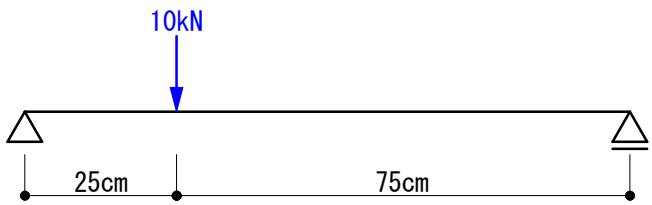


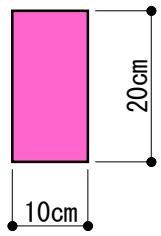
●Y方向に力が作用した場合の方が変形し難いので
断面二次モーメントの値は大きくなります。

Iy = b*h^3/12 = 20*60^3/12 = 360000cm^4

答え　断面二次モーメント(Iy) = 360000cm^4

■問題　図の部材に生じる最大曲げ応力度を求めよ。



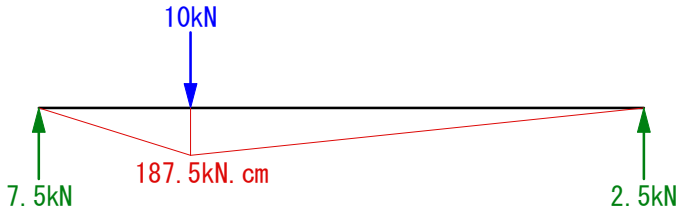


部材断面

・応力算定と部材算定の複合問題。

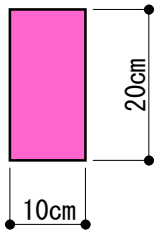
■解説

▼まず、単純梁の最大曲げモーメントを求めます。



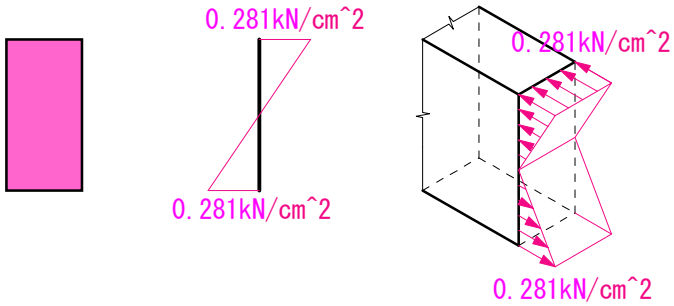
▼部材断面の断面係数(Z)を求めます。

断面係数(Z)= b*h^2/6
= 10*20^2/6
= 666.66cm^3



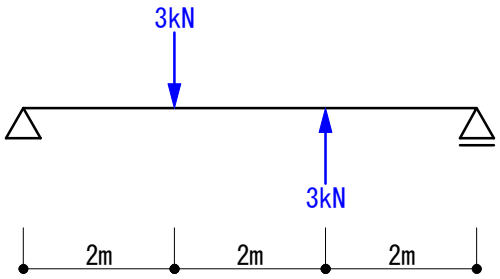
▼σ= M/fb*Z より

fb = 187.5/666.66 = 0.281kN/cm^2



答え　最大曲げ応力度 = 0.281kN/cm^2

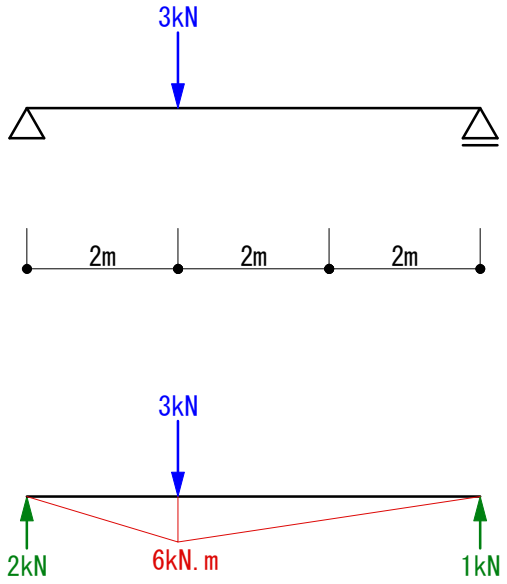
■問題　図のように荷重を受ける単純梁の曲げモーメント図を求めよ。

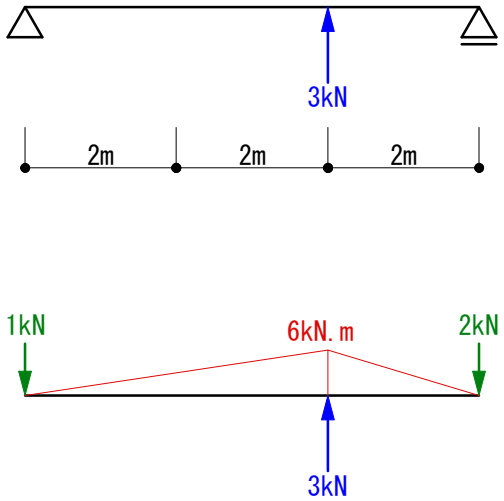


・単純梁の応力算定

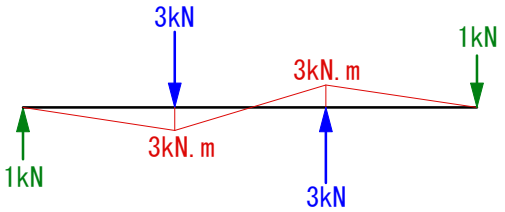
■解説

▼荷重ごと別々に解きます。

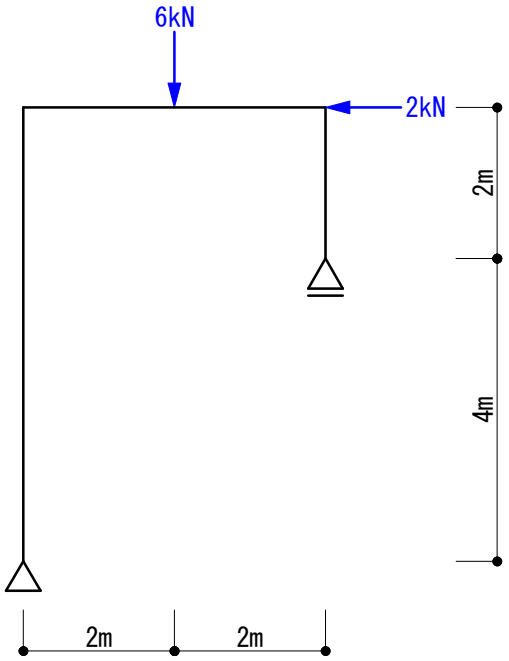




▼上の2つの応力図を和します。



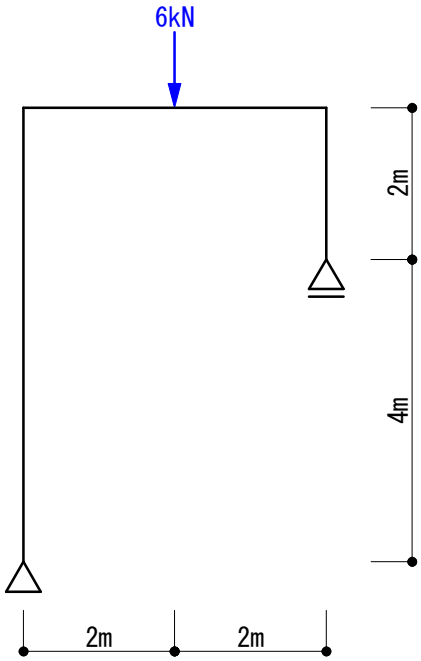
■問題　図のように荷重を受ける単純梁系ラーメンの曲げモーメント図を求めよ。

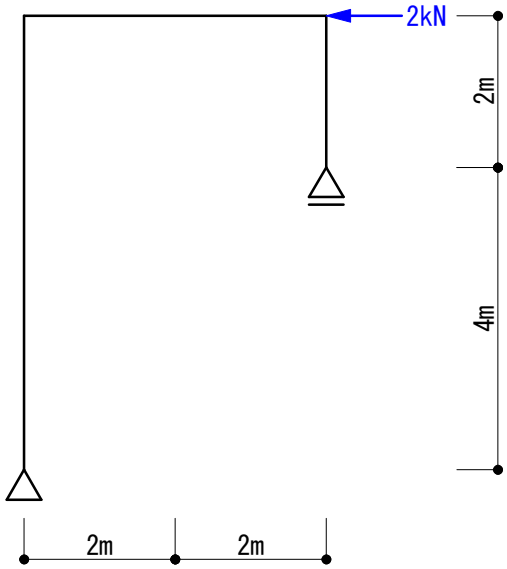


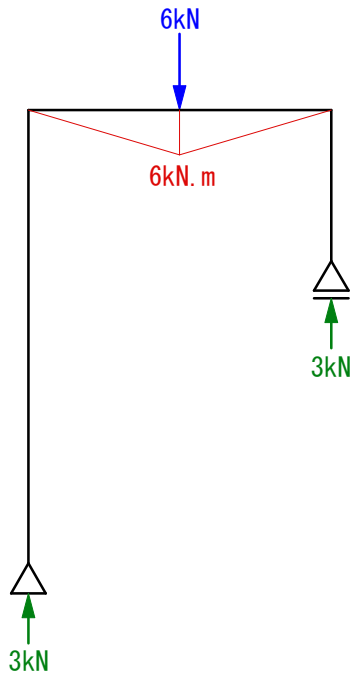
・単純梁系ラーメンの応力算定

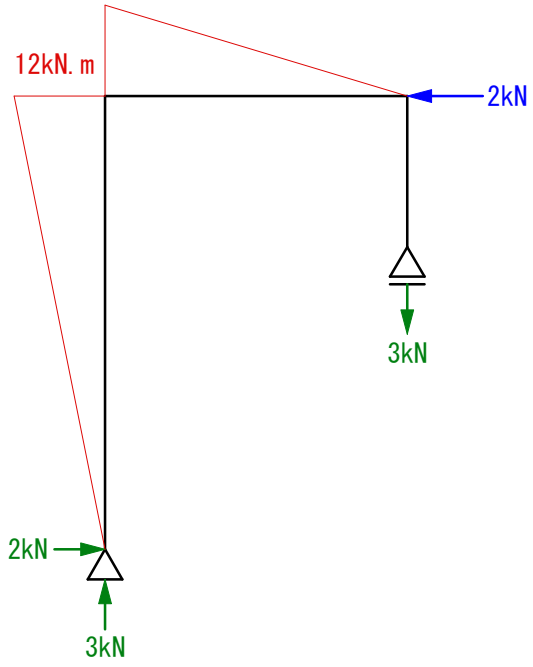
■解説

▼荷重ごと別々に解きます。

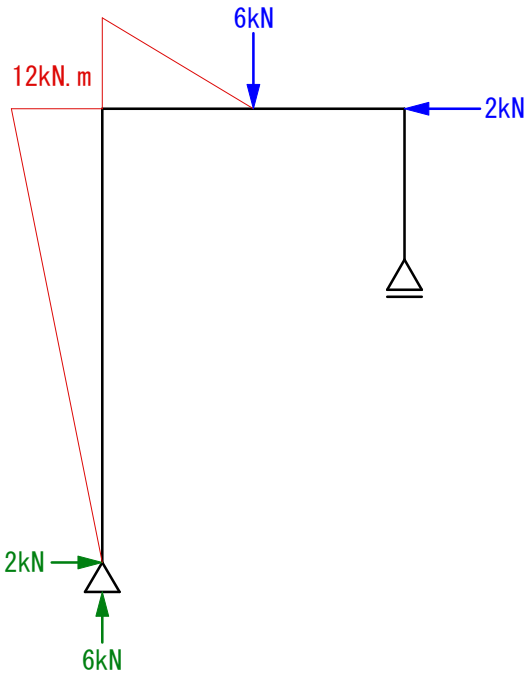




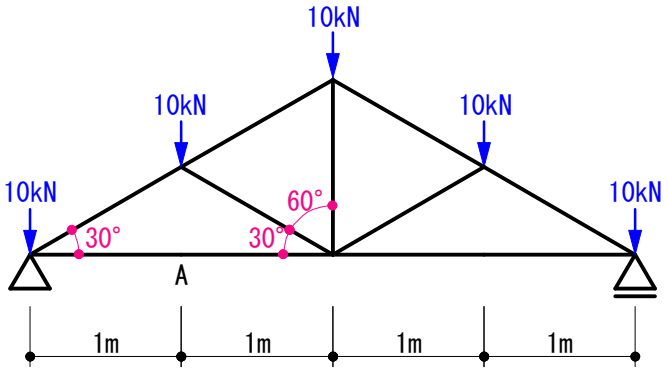




▼上の2つの応力図を和します。



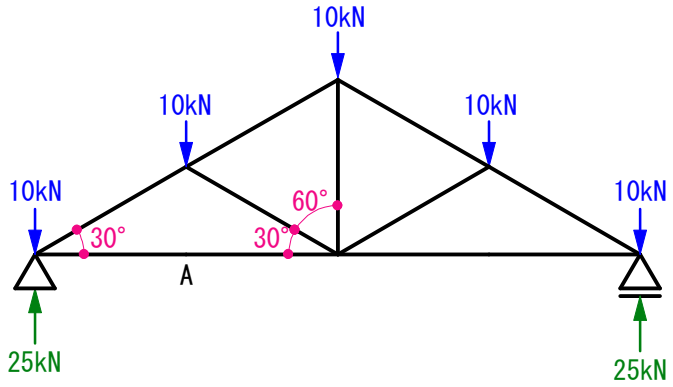
■問題　部材Aに生じる応力を求めよ。



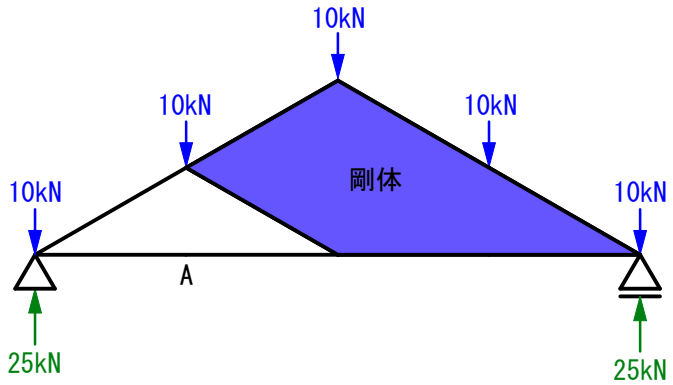
・トラス

■切断法で解きます。

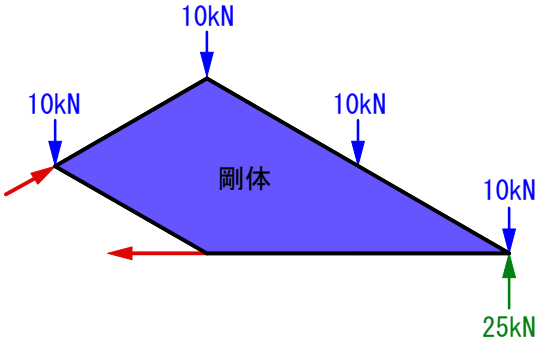
支点の反力を求めます。



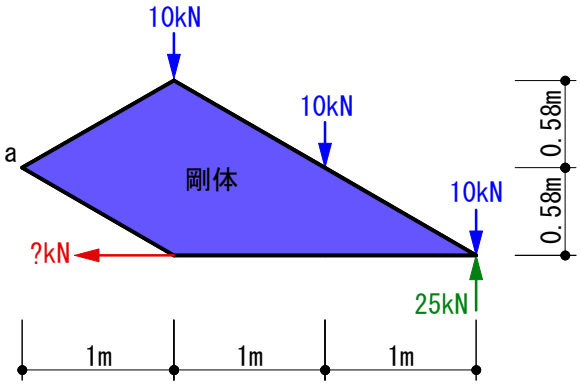
▼A部材以外のトラス部分を、剛体だとイメージしてください。



▼A部材のトラス部材をばらします。



▼a点を中心とした力の釣り合い条件で解けます。

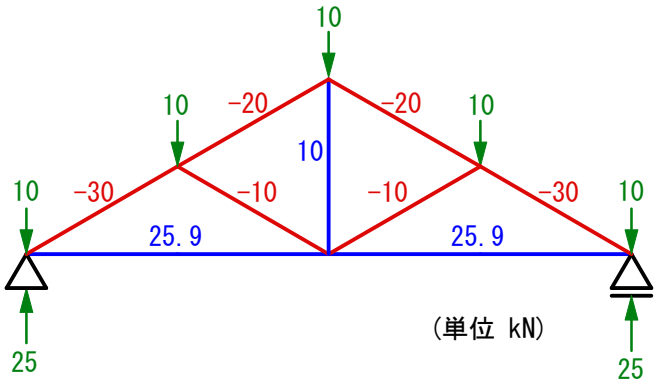


●トラスの接点はすべてピンなので
どの接点においても曲げモーメン
トは発生しません。

ΣMa = 0 より
10kN*1m + 10kN*2m + 10kN*3m − 25kN*3m + ?kN*0.58m
= −15kN.m + 0.58?kN.m
? = 25.9 kN

答え　25.9kN(引張)

■N図（参考図）



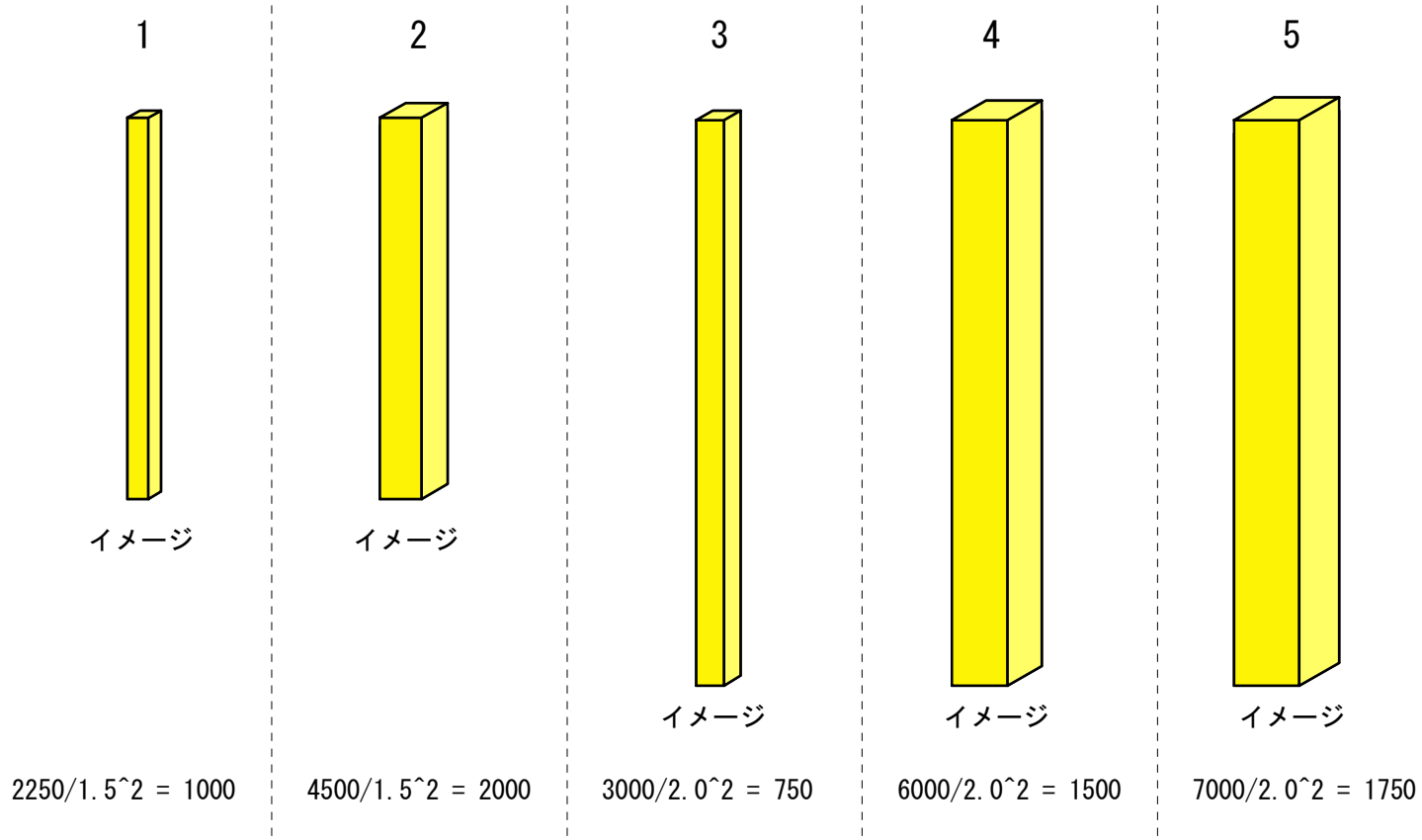
マイナスが圧縮
プラスが引張

■問題　図の柱に荷重Pが作用した時、柱長(L)と断面二次モーメント(I)の組合わせで、
最も耐力のある柱はどれか。ただし、柱は同一材料とする。

	柱長(L)	断面二次モーメント(I)
1	1.5m	2250cm^4
2	1.5m	4500cm^4
3	2.0m	3000cm^4
4	2.0m	6000cm^4
5	2.0m	7000cm^4

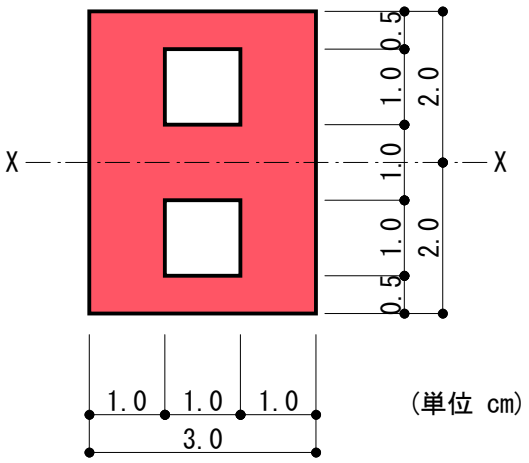
・座屈荷重

■座屈荷重を求めるオイラー式(π^2*E*I/Lk^2)より、
柱の耐力は、断面二次モーメント(I)/柱長(L)^2 で求めることができます。



答え　2番の柱

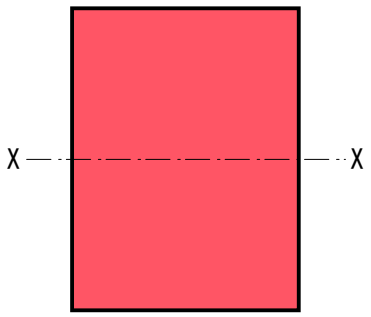
■問題　図の断面のX軸に対する断面二次モーメント(I)の値を求めよ。



・中空断面のIを求める問題です。

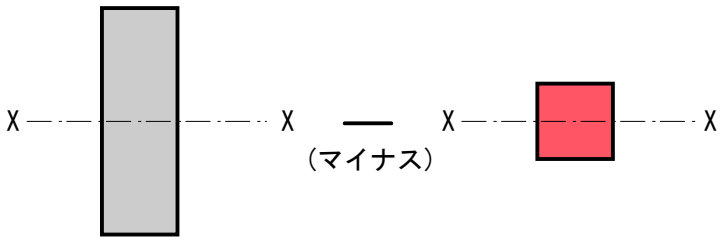
■解説

▼中空部分を無視した断面



I = b*h^3/12
= 3*4^3/12
= 16cm^4

▼中空部分



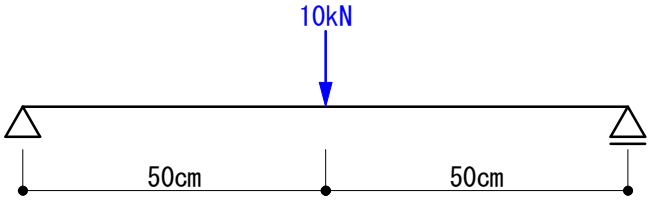
I = b*h^3/12
= 1*3^3/12
= 2.25cm^4

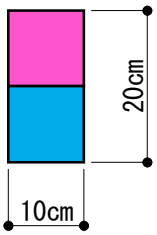
I = b*h^3/12
= 1*1^3/12
= 0.0833cm^4

▼中空部分を無視した断面のIから、中空部分のIを引きます。
ゆえに、断面二次モーメント(I) = 16 - 2.25 + 0.833 = 13.8333 cm^4

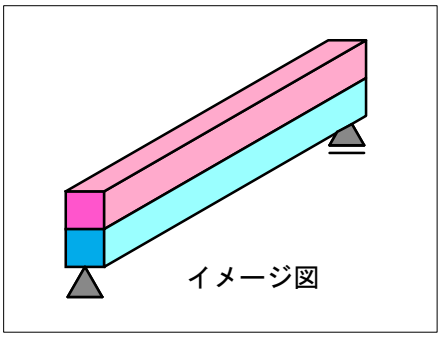
答え　断面二次モーメント(I) = 13.8333 cm^4

■問題　図の部材に生じる最大曲げ応力度を求めよ。ただし梁を構成している2つの材は、それぞれ接続されていないものとする。





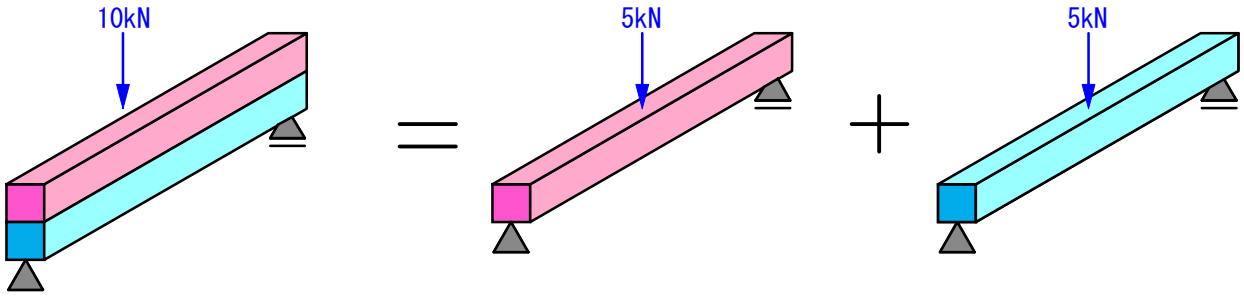
部材断面



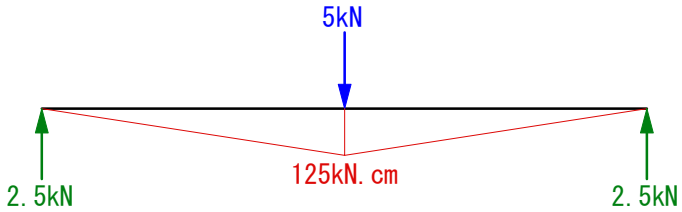
・応力算定と部材算定の複合問題。

■解説

▼梁を構成している2つの部材は、それぞれ接続されていないので下図のように分解することができます。

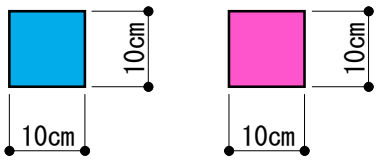


▼後は普通に、単純梁の最大曲げモーメントを求めます。

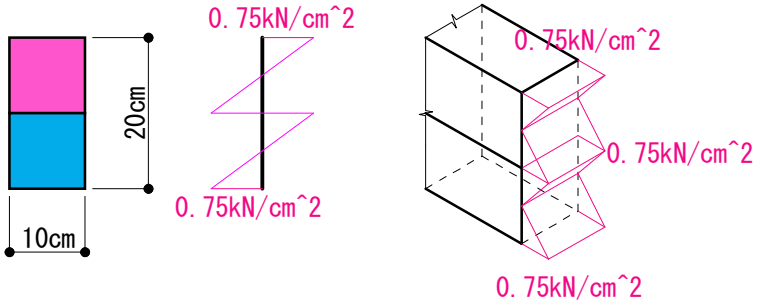


▼部材断面の断面係数(Z)を求めます。

断面係数(Z)= b*h^2/6
= 10*10^2/6
= 166.67cm^3

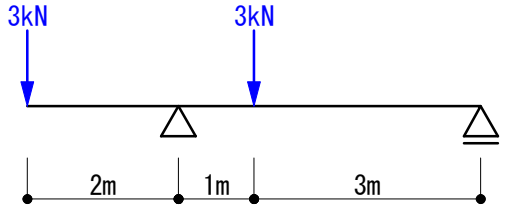


▼σ= M/fb*Z より
fb = 125/166.67 = 0.75kN/cm^2



答え　最大曲げ応力度 = 0.75kN/cm^2

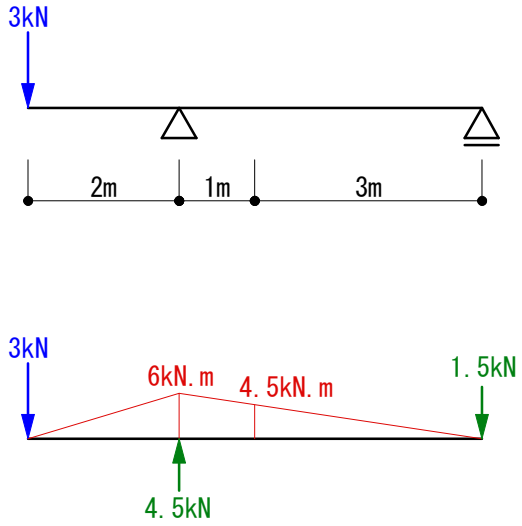
■問題　図のように荷重を受ける単純梁の曲げモーメント図を求めよ。

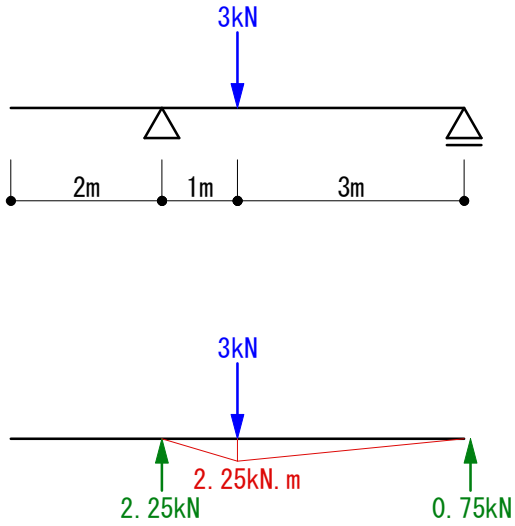


・単純梁の応力算定

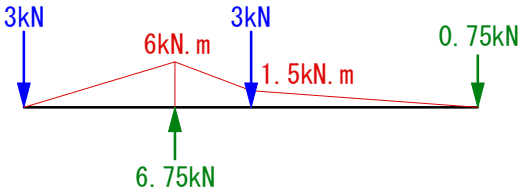
■解説

▼荷重ごと別々に解きます。

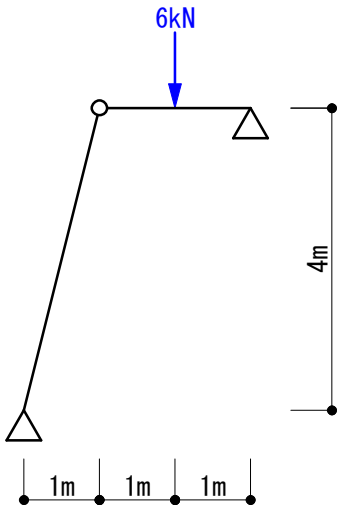




▼上の2つの応力図を和します。



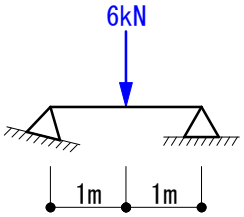
■問題　図のように荷重を受ける骨組の曲げモーメント図を求めよ。



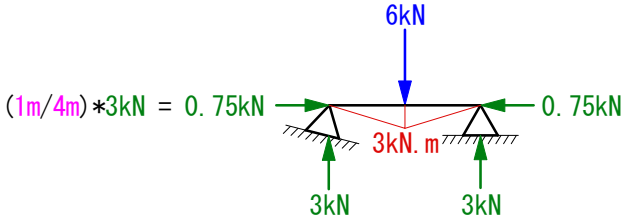
・骨組の応力算定

■解説

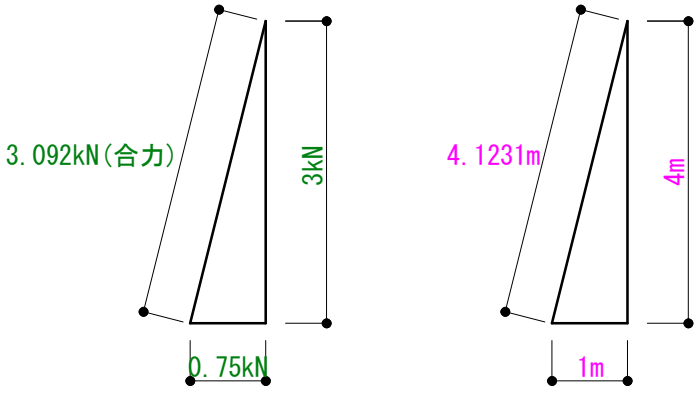
▼問題の骨組は下図のように書き換えることができます。



▼応力を求めます。

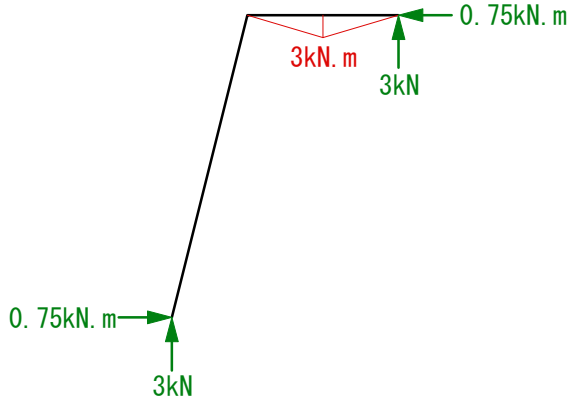


▼反力0.75kNと反力3kNの合力を求めます。

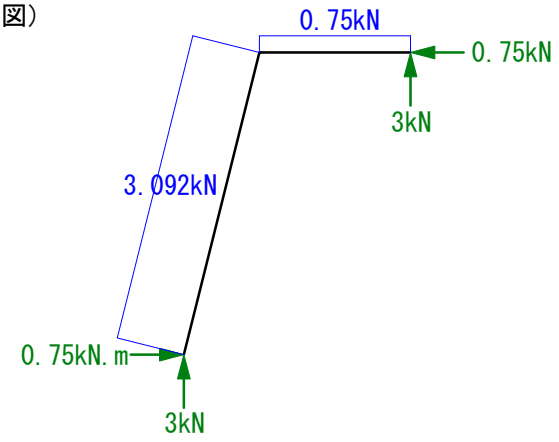


三角比

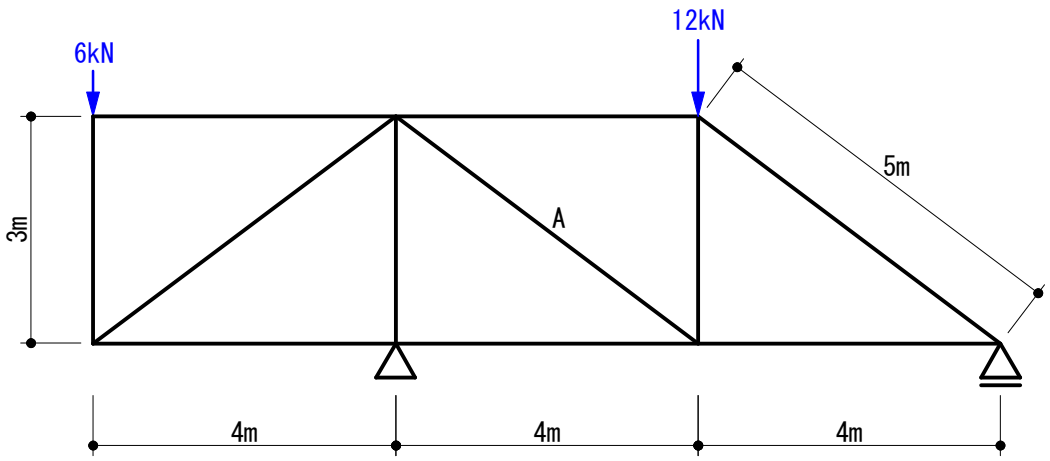
▼答え（M図）


0.75kN.m
3kN.m
3kN
0.75kN.m
3kN

▼答え（N図）


0.75kN
0.75kN
3kN
3.092kN
0.75kN.m
3kN

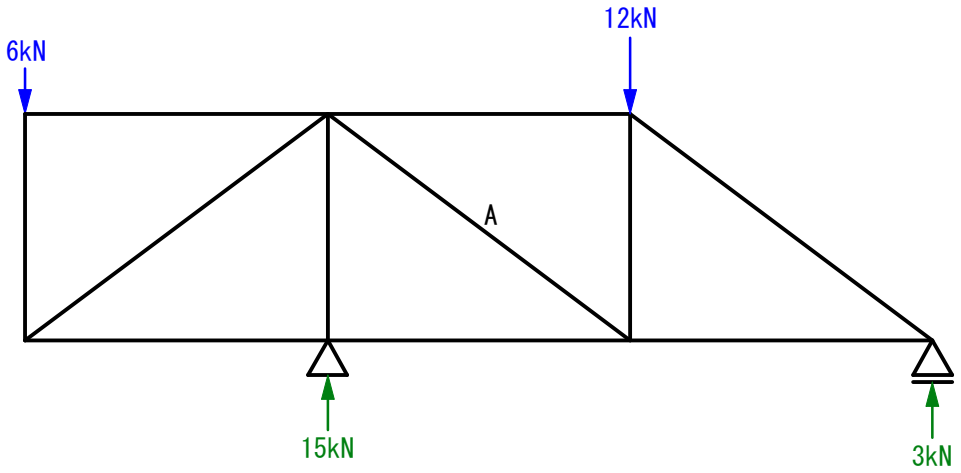
■問題　部材Aに生じる応力を求めよ。ただし部材はすべてピン接合とする。



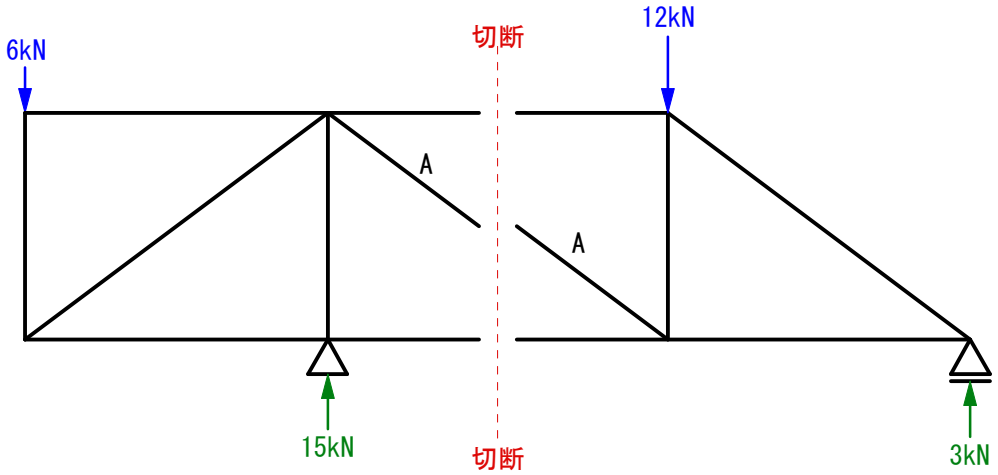
・トラス

■切断法で解きます。

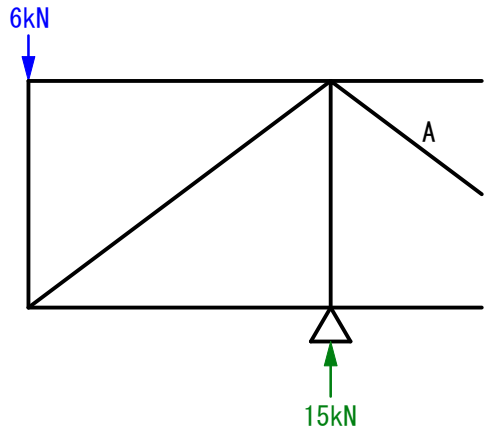
支点の反力を求めます。



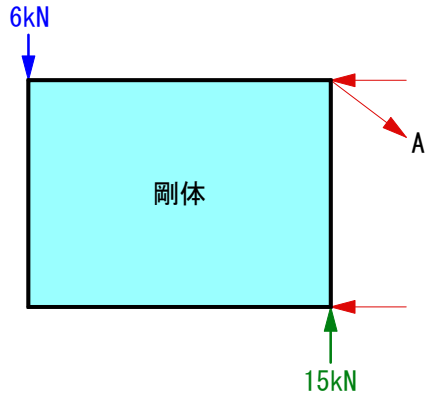
▼A部材の位置で切断します。



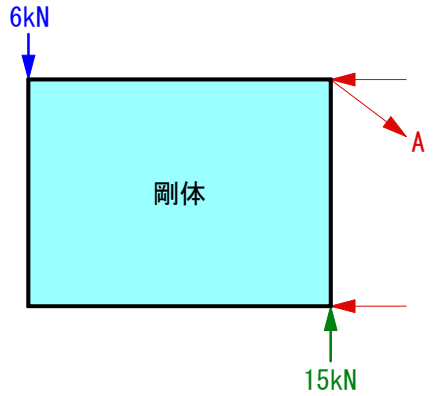
▼切断した左側で解く場合。



▼トラス部分を剛体とイメージします。



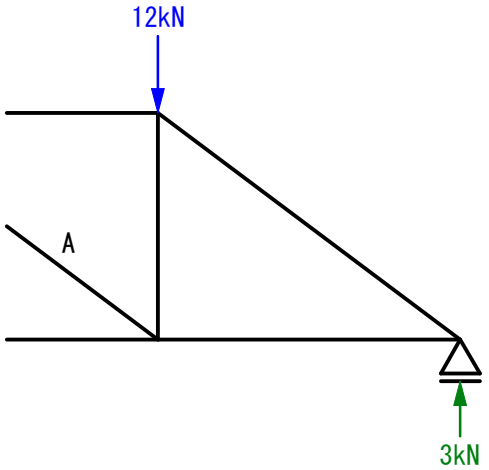
▼ΣY=0より



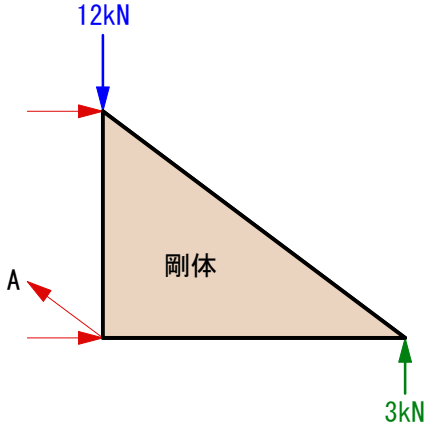
－ 6kN ＋ 15kN ＝ (5m/3m)＊A
A ＝ 15kN

答え　15kN(引張)

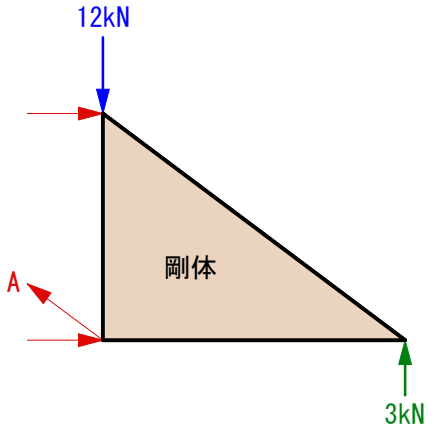
▼切断した右側で解く場合。



▼トラス部分を剛体とイメージします。



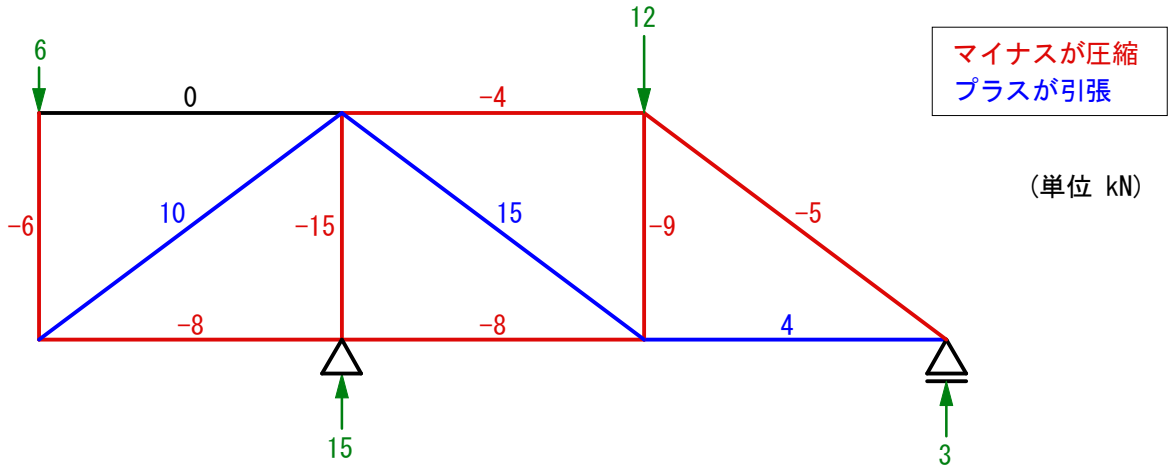
▼ΣY=0より



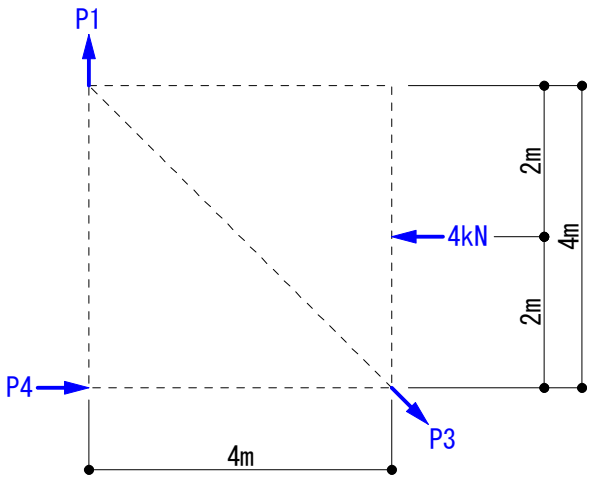
－ 12kN ＋ 3kN ＝ (5m/3m)＊A
A ＝ 15kN

答え　15kN(引張)

■N図（参考図）



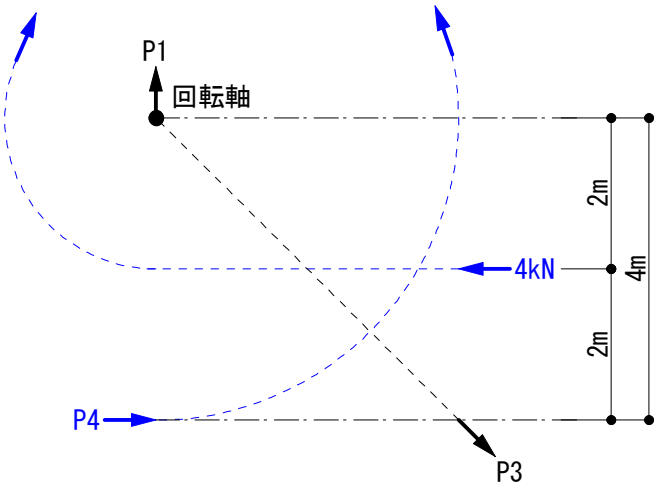
■問題　図の4つの力がつり合っているとき、P4の力を求めよ。



・力の釣り合い条件問題です。

■解説

▼P1とP3の交わる点を回転軸にします。

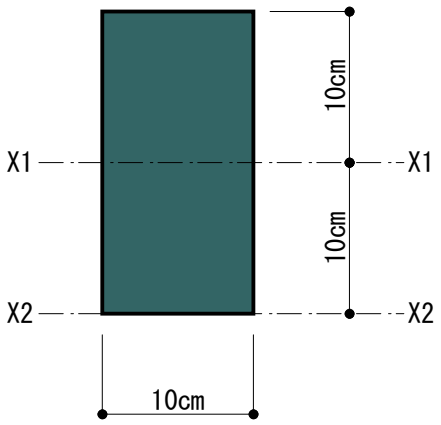


4kN ＊ 2m － P4 ＊ 4m ＝ 0

P4 ＝ 2kN

答え　P4 ＝ 2kN

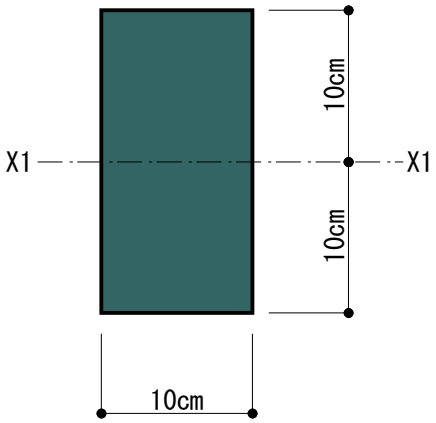
■問題　図の断面のX1軸、X2軸に対する断面二次モーメント(I)の値を求めよ。



・断面二次モーメント(I)を求める問題です。

■解説

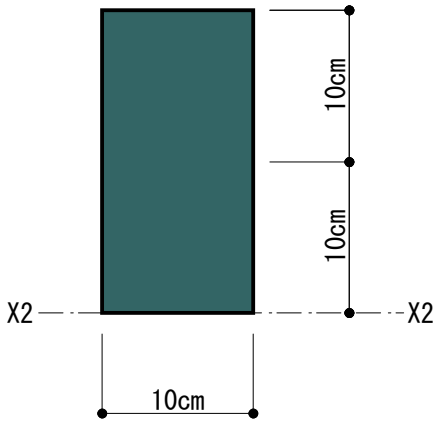
▼X1軸



Ix1 = b*h^3/12
　= 10*20^3/12
　= 6666.67cm^4

答え　I = 6666.67 cm^4

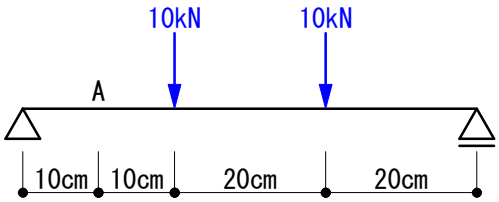
▼X2軸

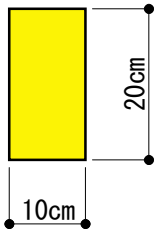


Ix2 = I + A*Yo^2 = b*h^3/12 + A*Yo^2
　= 10*20^3/12 + 10*20*10^2
　= 26666.67cm^4

答え　I = 26666.67 cm^4

■問題　図の部材のA点に生じる曲げ応力度を求めよ。



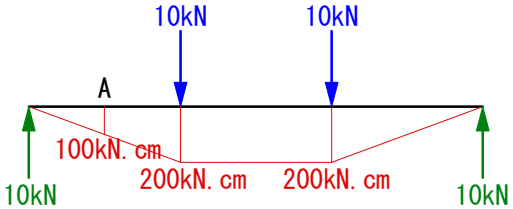


部材断面

・応力算定と部材算定の複合問題。

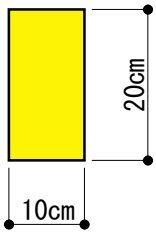
■解説

▼まず、A点の曲げモーメントを求めます。



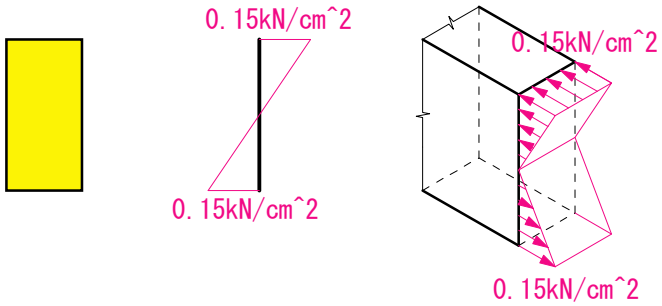
▼部材断面の断面係数(Z)を求めます。

断面係数(Z)= b*h^2/6
= 10*20^2/6
= 666.66cm^3



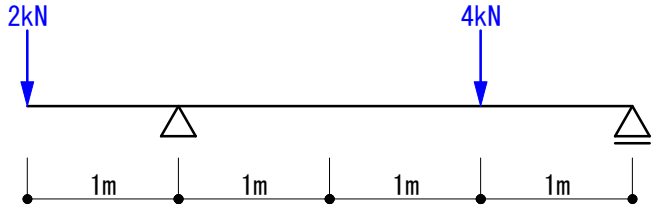
▼σ= M/fb*Z より

fb = 100.0/666.66 = 0.15kN/cm^2



答え　最大曲げ応力度 = 0.15kN/cm^2

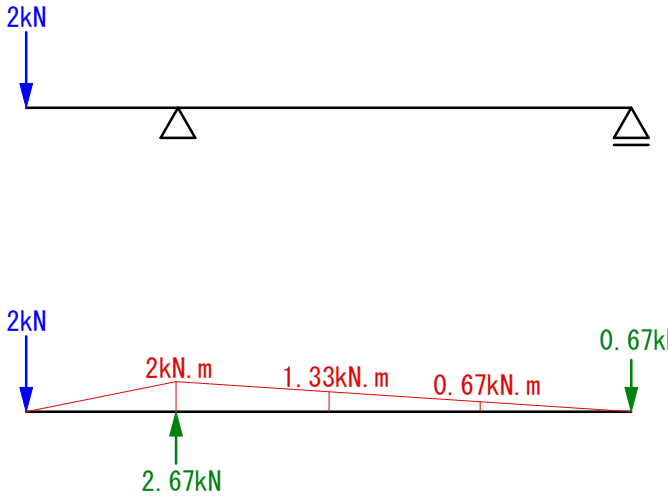
■問題　図のように荷重を受ける単純梁の曲げモーメント図を求めよ。

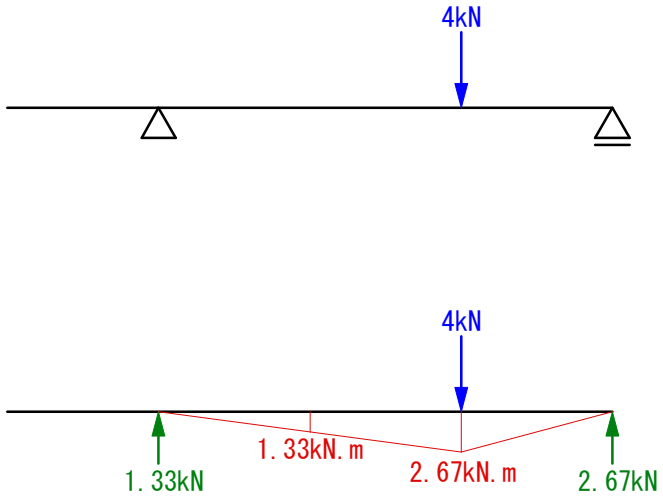


・単純梁の応力算定

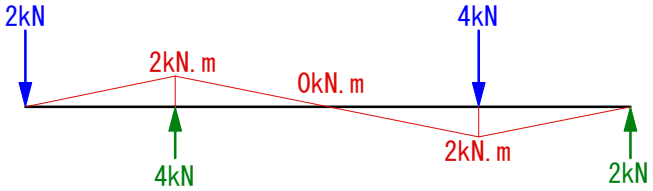
■解説

▼荷重ごと別々に解きます。

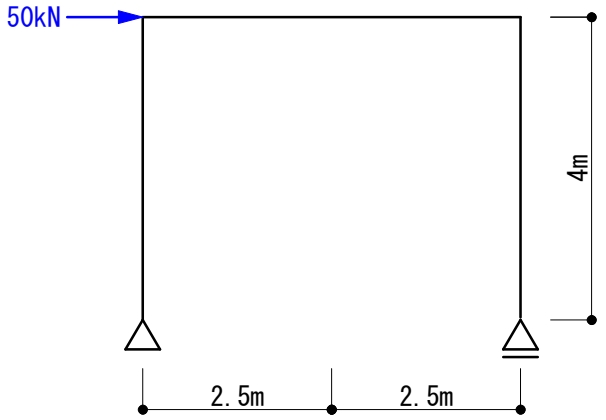




▼上の2つの応力図を和します。



■問題　図のように荷重を受ける単純梁系ラーメンの応力図を求めよ。

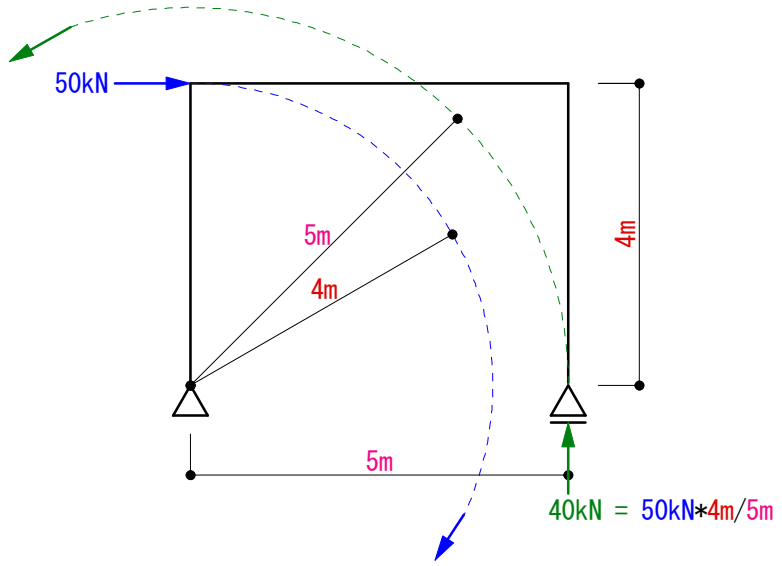


・単純梁系ラーメンの応力算定

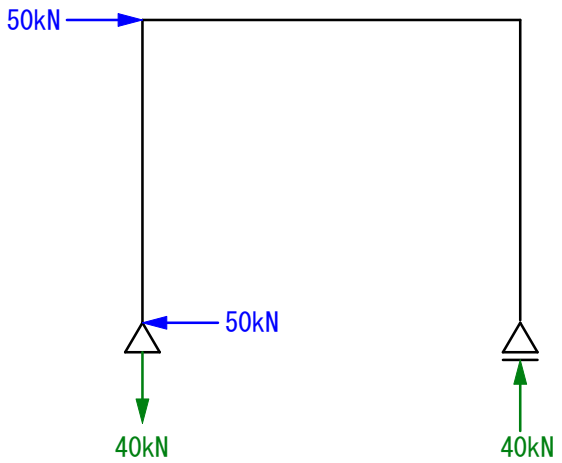
■解説

▼支点反力を求めます。

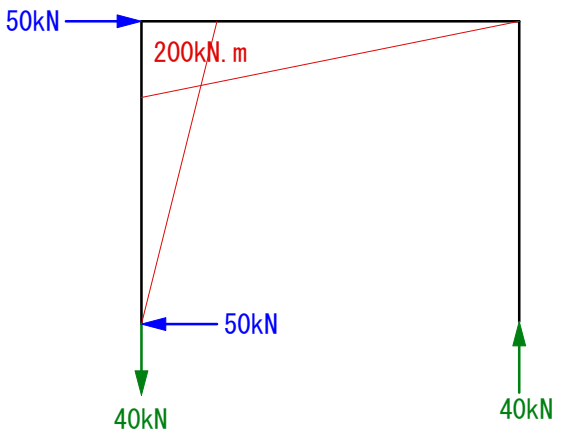
ΣM = 0 より



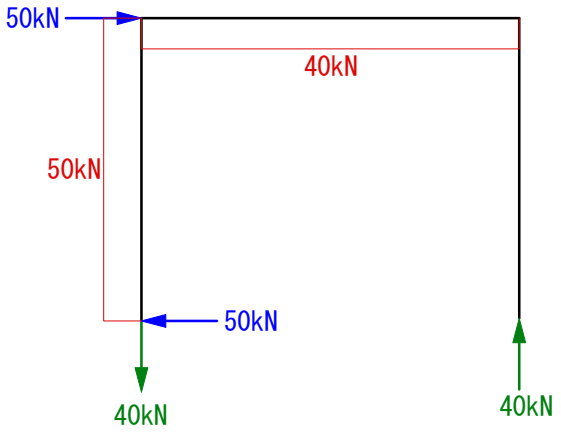
ΣY = 0,　ΣX = 0 より



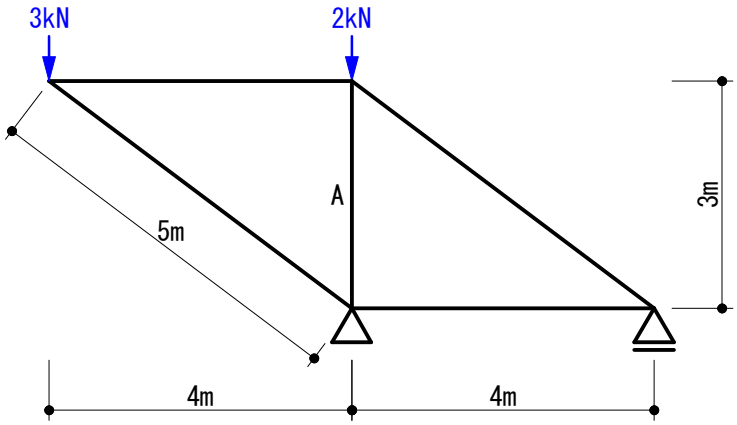
▼M図



▼Q図

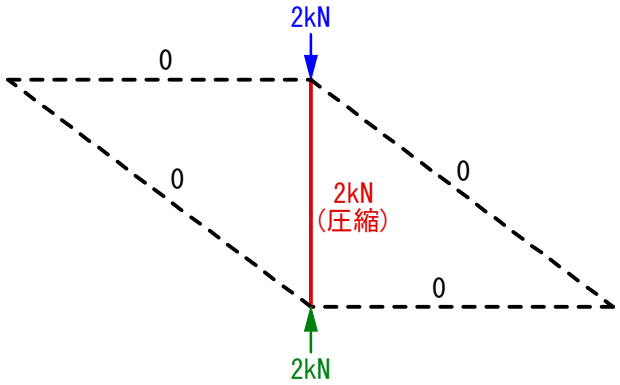


■問題　部材Aに生じる応力を求めよ。

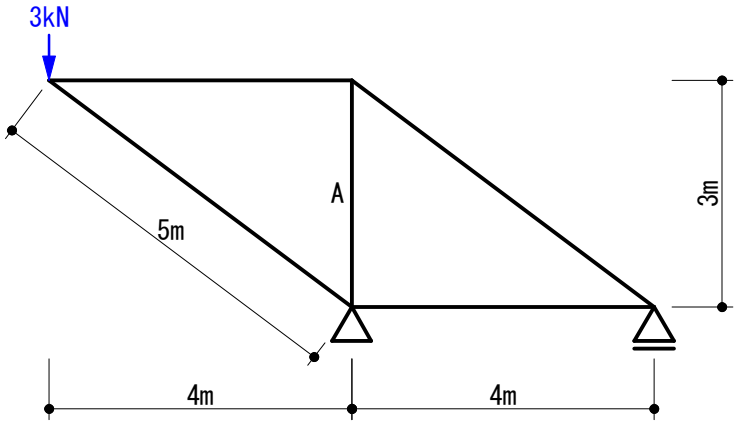


・トラス

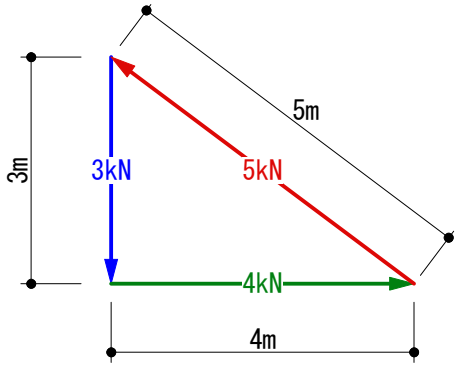
■荷重2kNの応力は下図のようになります。



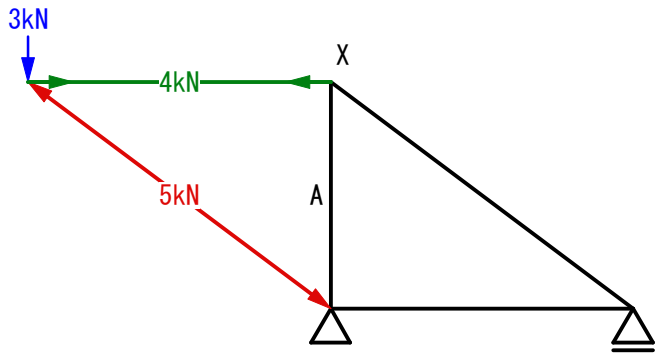
■次に荷重3kNについて解いていきます。



■図式解法

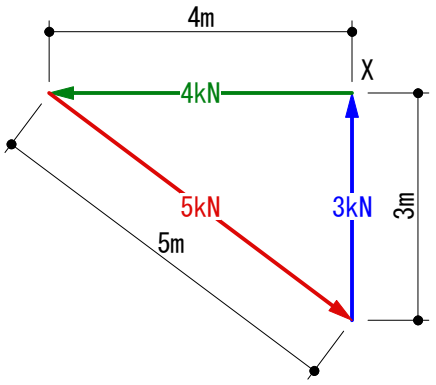


■N図

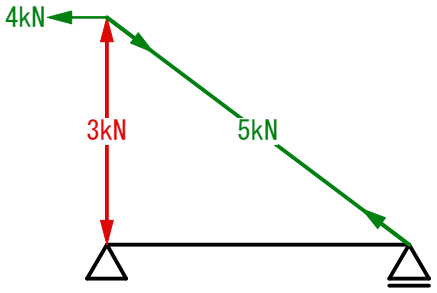


マイナスが圧縮
プラスが引張

■図式解法でX点を解きます。



■N図



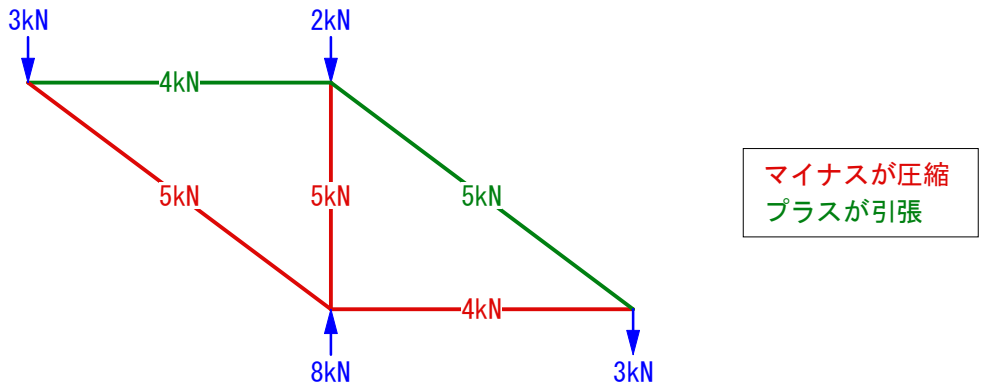
マイナスが圧縮
プラスが引張

■荷重2kNで生じる応力と、荷重3kNで生じる応力を和します。

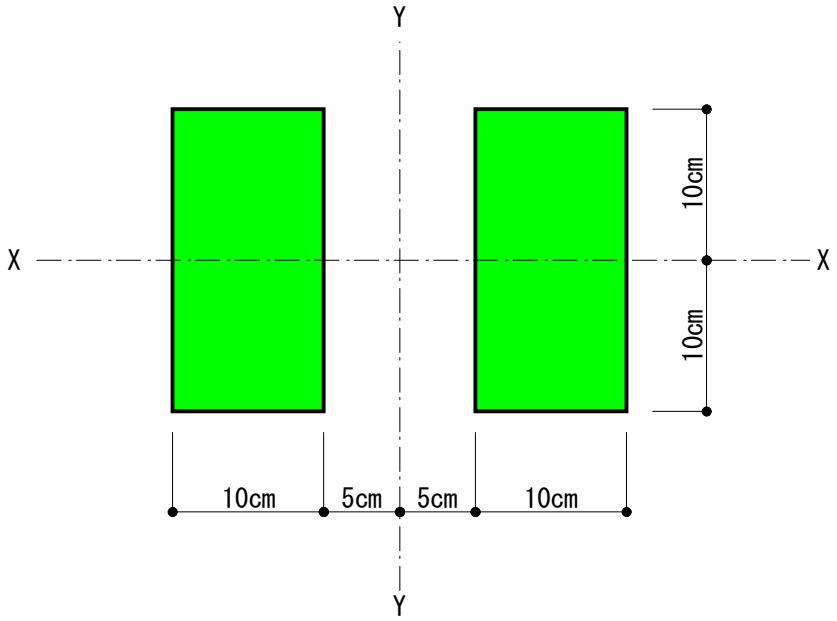
2kN(圧縮)＋3kN(圧縮) ＝ 5kN(圧縮)

答え　5kN(圧縮)

■N図（参考図）



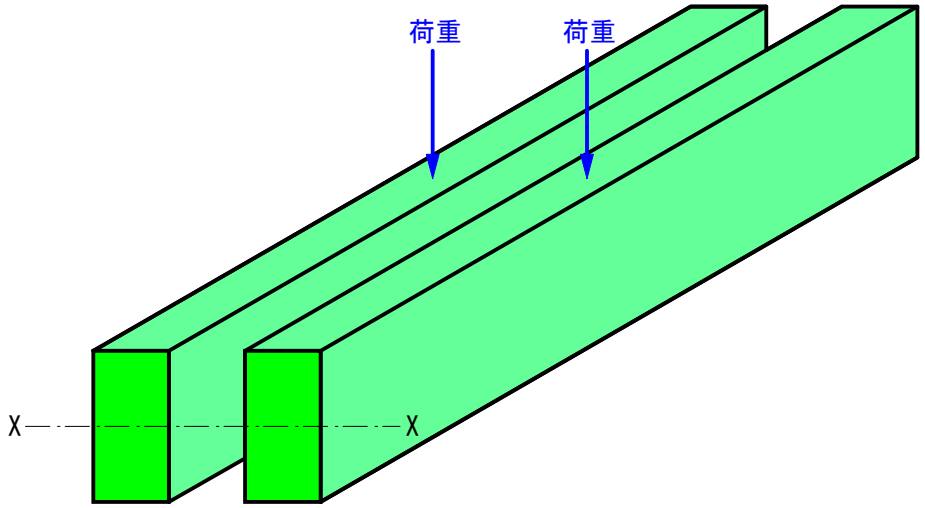
■問題　図の断面のX軸、Y軸に対する断面二次モーメント(I)の値を求めよ。



・断面二次モーメント(I)を求める問題です。

■解説

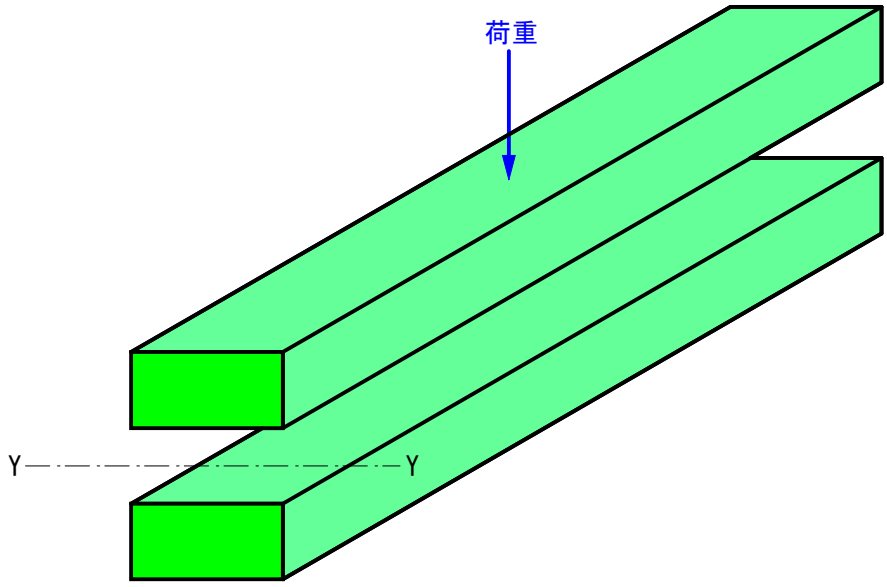
▼X方向の断面二次モーメント(Ix)を求めます。



Ix = b*h^3/12 = 10*20^3/12 * 2 = 6666.67 * 2 = 13333.33cm^4

答え　断面二次モーメント(Ix) = 13333.33cm^4

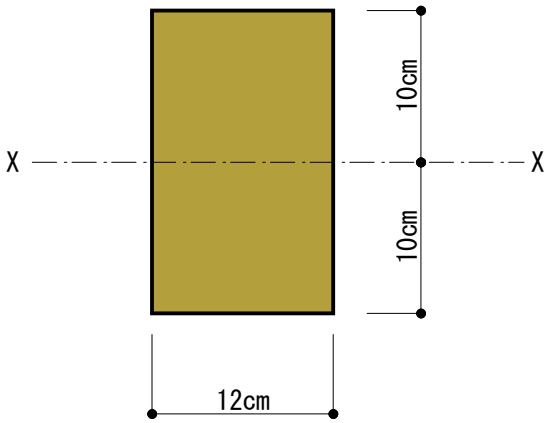
▼X方向の断面二次モーメント(Iy)を求めます。



Iy = b*h^3/12 = 20*30^3/12 - 20*10^3/12 = 45000 - 1666.67 = 43333.33cm^4

答え　断面二次モーメント(Iy) = 43333.33cm^4

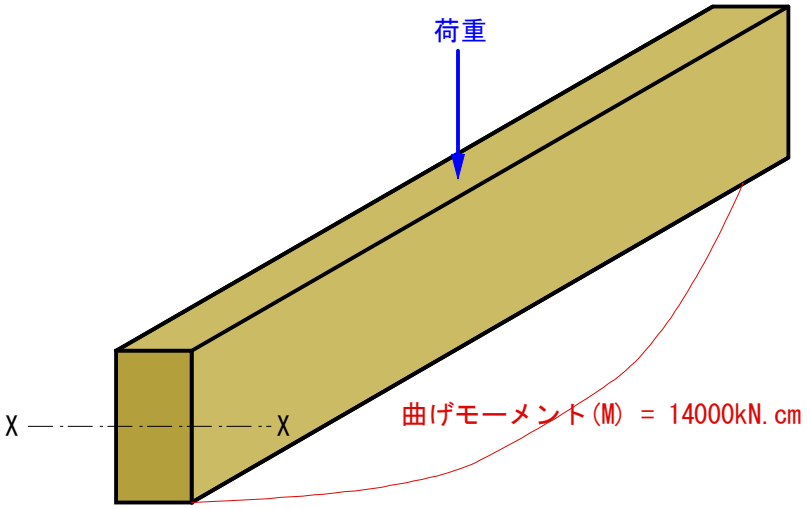
■問題　図の断面に曲げモーメント(M)14000kN.cmが作用しているとき、部材が安全かどうか判定せよ。
ただし、梁の許容曲げ応力度(fb)は18kN/cm^2とする。



・梁の許容応力度を判定する問題です。

■解説

梁の応力度を求める判定式は、σ= M/Z.fb です。σ≧1となると危険な部材となります。

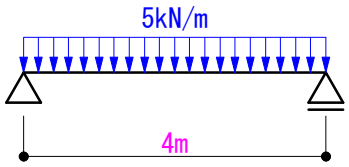


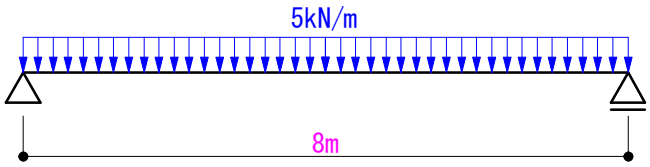
断面係数(Z) = b*h^2/6 = 12*20^2/6 = 800cm^3

σ= M/Z.fb = 14000 / 800 * 18 = 0.972 > 1.00　OK

答え　部材は安全である。

■問題　図のように荷重を受ける単純梁の曲げモーメント図、せん断力図、たわみ角、たわみを求めよ。
ただし、ヤング係数(I)は20590kN/cm^2、断面二次モーメント(I)は1580cm^4とする。

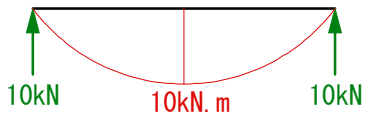




・単純梁の応力算定

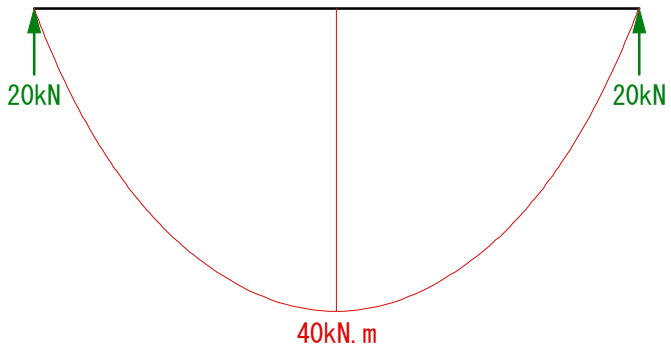
■解説

▼曲げモーメント



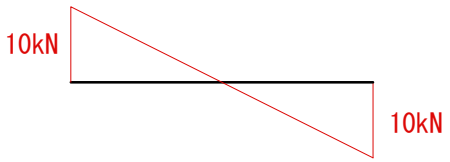
答え　M = 10kN.m

▼曲げモーメント



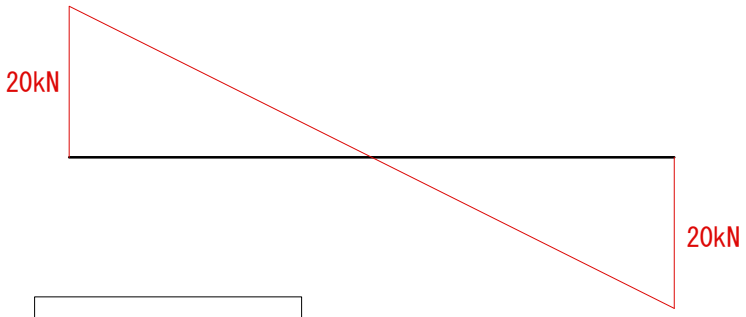
答え　M = 40kN.m

▼せん断力



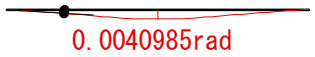
答え　Q = 10kN

▼せん断力



答え　Q = 20kN

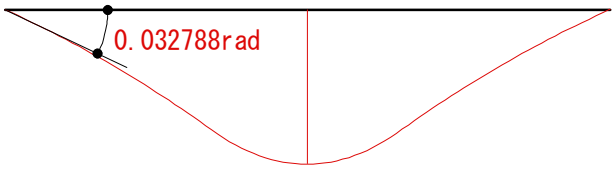
▼たわみ角



θ = W.L^3 / 24.E.I
= 0.05*400^3 / 24*20590*1580
= 0.0040985rad

答え　θ = 0.0040985rad

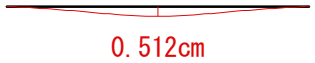
▼たわみ角



θ = W.L^3 / 24.E.I
= 0.05*800^3 / 24*20590*1580
= 0.032788rad

答え　θ = 0.032788rad

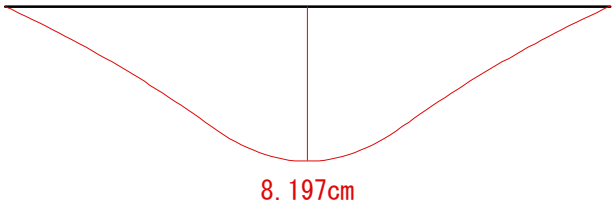
▼たわみ



δ = 5.W.L^4 / 384.E.I
= 5*0.05*400^4 / 384*20590*1580
= 0.512cm

答え　δ = 0.512cm

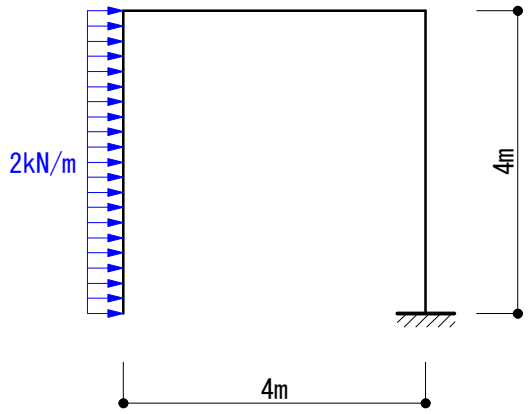
▼たわみ



δ = 5.W.L^4 / 384.E.I
= 5*0.05*800^4 / 384*20590*1580
= 8.1970cm

答え　δ = 8.1970cm

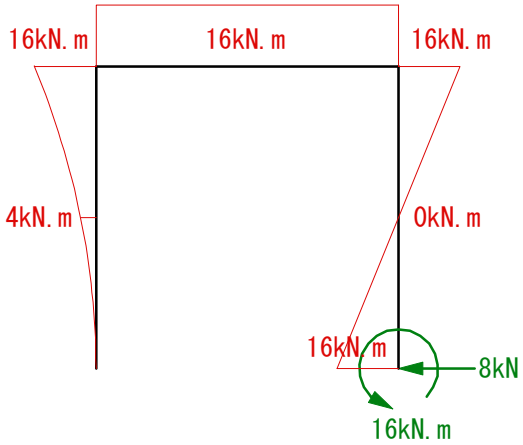
■問題　図のように荷重を受けるラーメンの曲げモーメント、せん断力を求めよ。



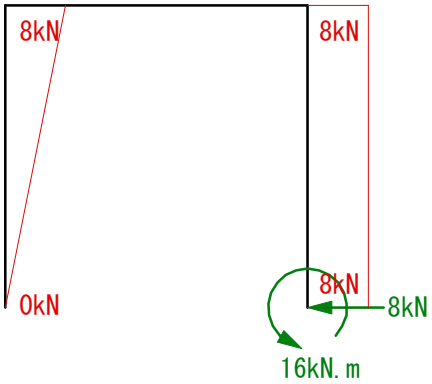
・片持ち梁系ラーメンの応力算定

■解説

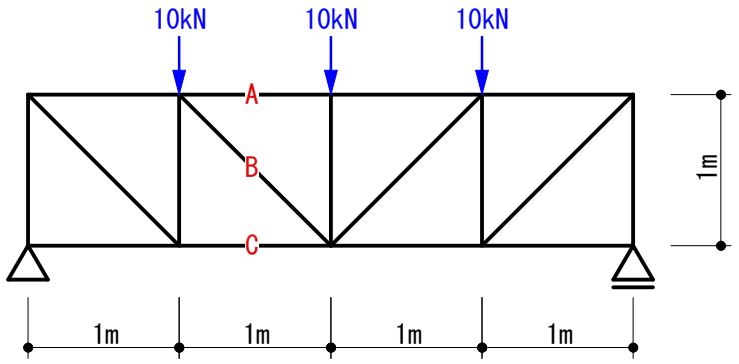
▼曲げモーメント



▼せん断力



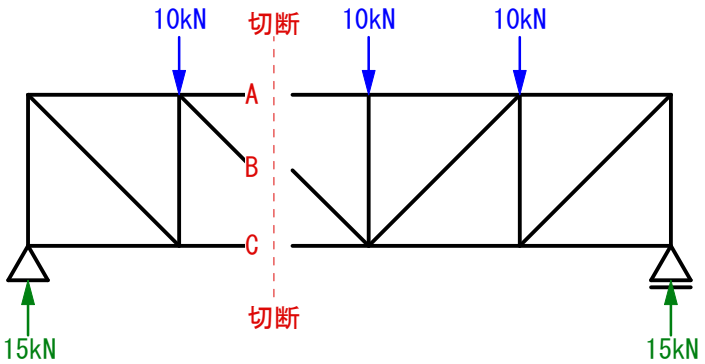
■問題　A、B、C材の応力を求めよ。



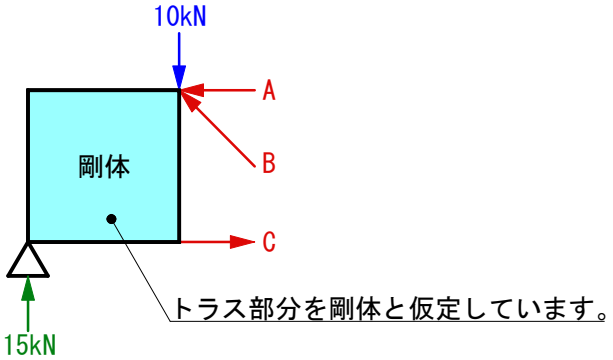
・トラス

▼切断法で解きます。

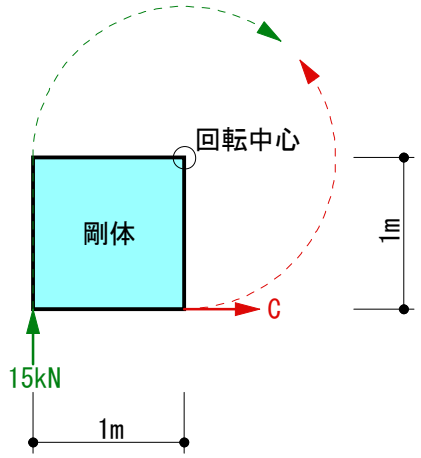
支点の反力を求めた後、A、B、C材の位置で切断します。



▼切断した左側のトラスを使って解きます。（右側で解いても構いません）



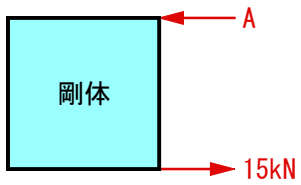
▼ΣM=0より、C材の応力を求めます。



C = 15kN*1m / 1m = 15kN(引張)

答え　C = 15kN(引張)

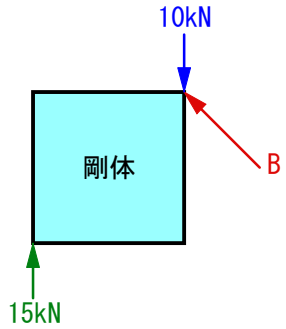
▼ΣX=0より、A材の応力を求めます。

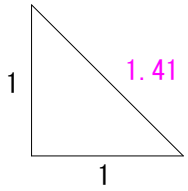


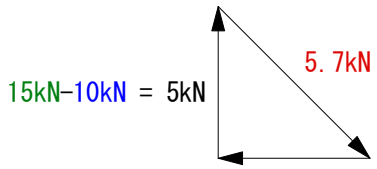
A = 15kN(圧縮)

答え　A = 15kN(圧縮)

▼ΣY=0より、B材の応力を求めます。



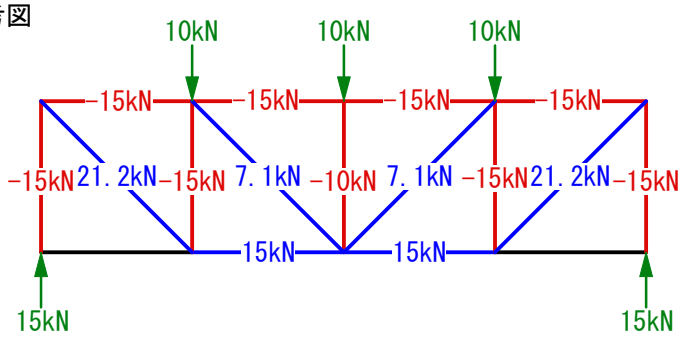




B = 5kN*1.41 = 7.1kN(圧縮)

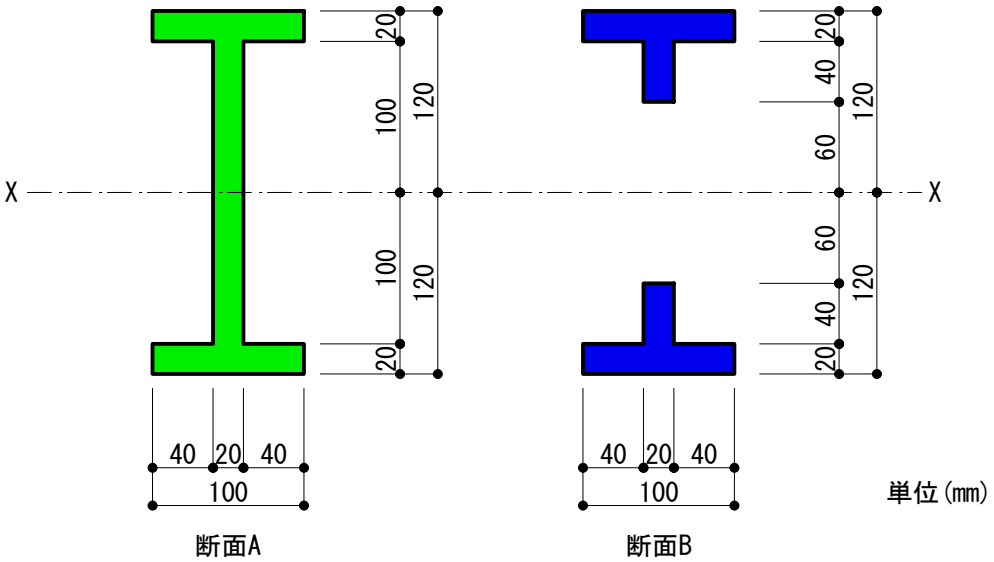
答え　B = 7.1kN(圧縮)

▼参考図



マイナスが圧縮
プラスが引張

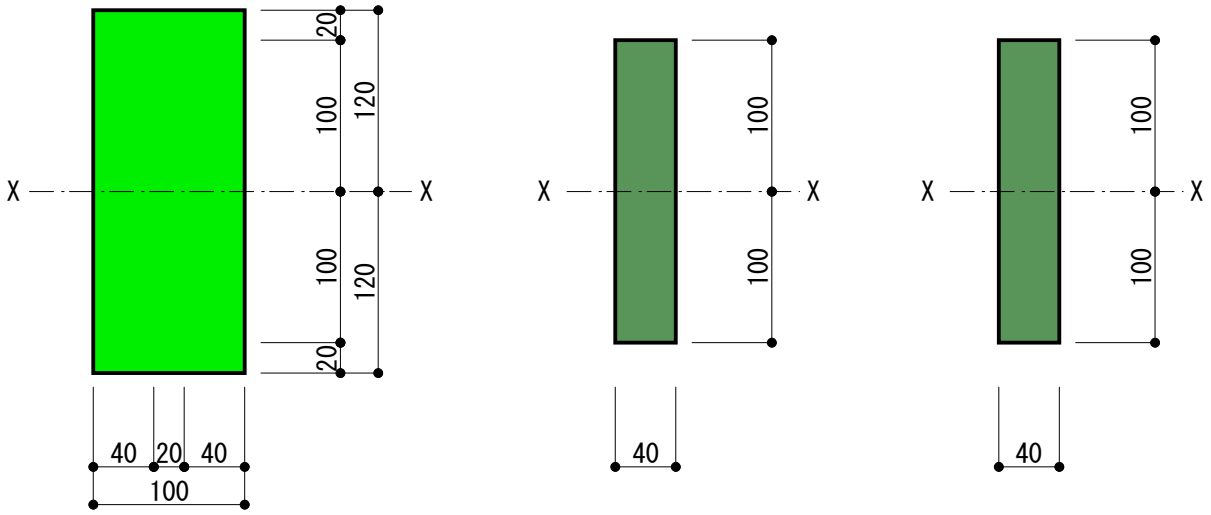
■問題　断面A、断面BのX軸に対する断面二次モーメント(I)の値を求めよ。



・曲げられにくさを表す断面二次モーメント(I)を求める問題です。
・公式を使って解きます。

■解説

▼断面Aの断面二次モーメント(I)を求めます。



I = 10*24^3/12
= 11520 cm^4

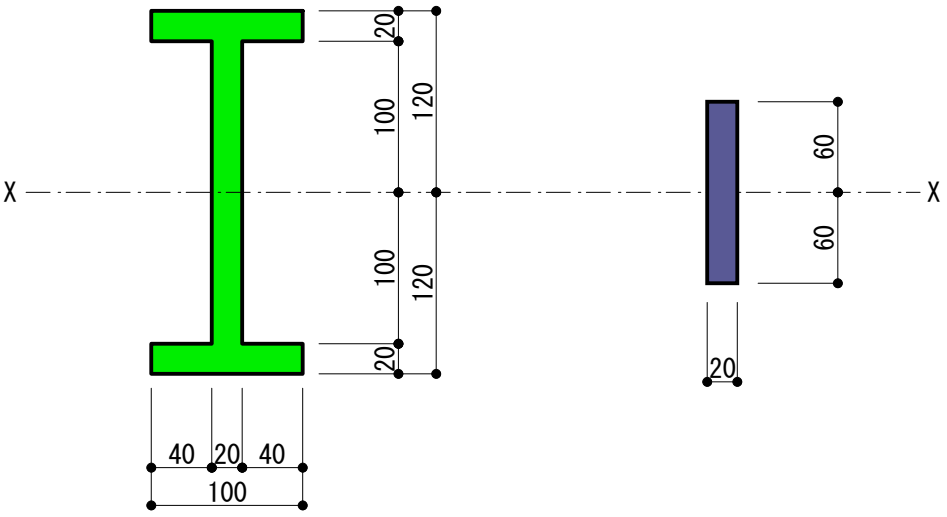
I = 4*20^3/12
= 2666.67 cm^4

I = 4*20^3/12
= 2666.67 cm^4

断面Aの断面二次モーメント(I) = 11520 - 2666.67 - 2666.67 = 6186.67 cm^4

答え　断面Aの断面二次モーメント(I) = 6186.67 cm^4

▼断面Bの断面二次モーメント(I)を求めます。



断面A

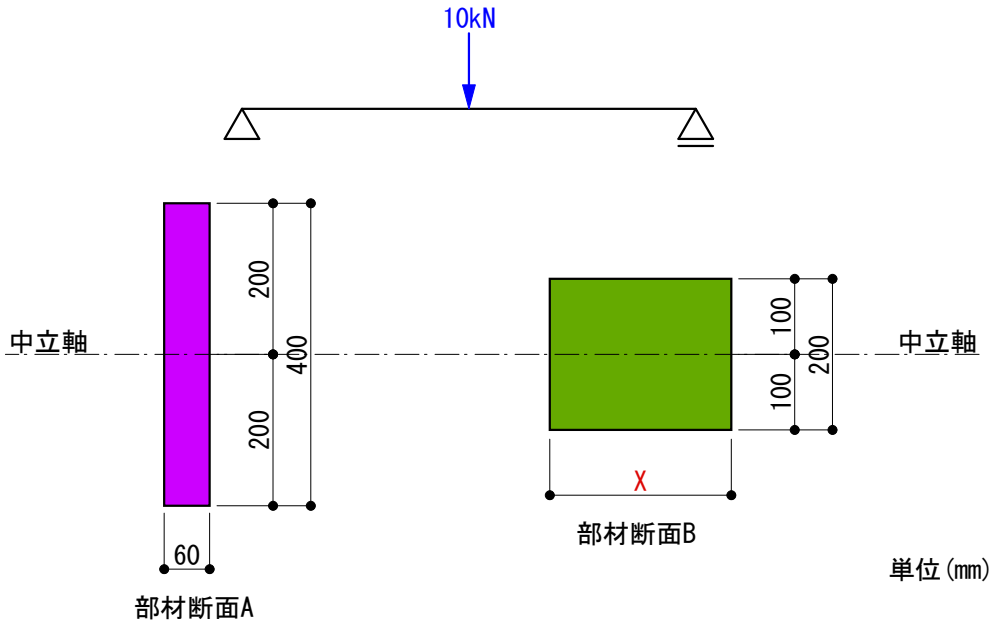
断面Aの断面二次モーメント(I)
= 6186.67 cm^4

I = 2*12^3/12
= 288 cm^4

断面Bの断面二次モーメント(I) = 6186.67 - 288 = 5898.67 cm^4

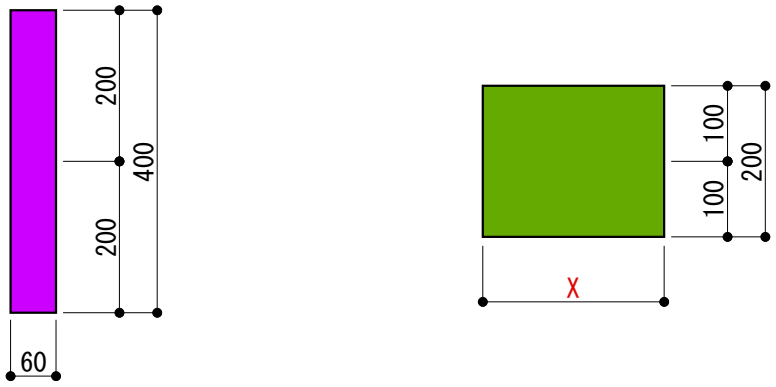
答え　断面Bの断面二次モーメント(I) = 5898.67 cm^4

■問題　図のような荷重を受ける単純梁にA、Bの部材を用いる場合、二つの部材それぞれの許容曲げモーメントの大きさが等しくなる場合の部材Bの幅Xの値を求めよ。
ただし、A、Bともに同じ材料とし自重は無視する。



・単純梁の荷重図は答えに影響しません。問題を紛らわしくさせて惑わせるような問題です。

■解説
▼断面Bの断面係数(Z)が、断面Aの断面係数(Z)と等しくなるようにします。

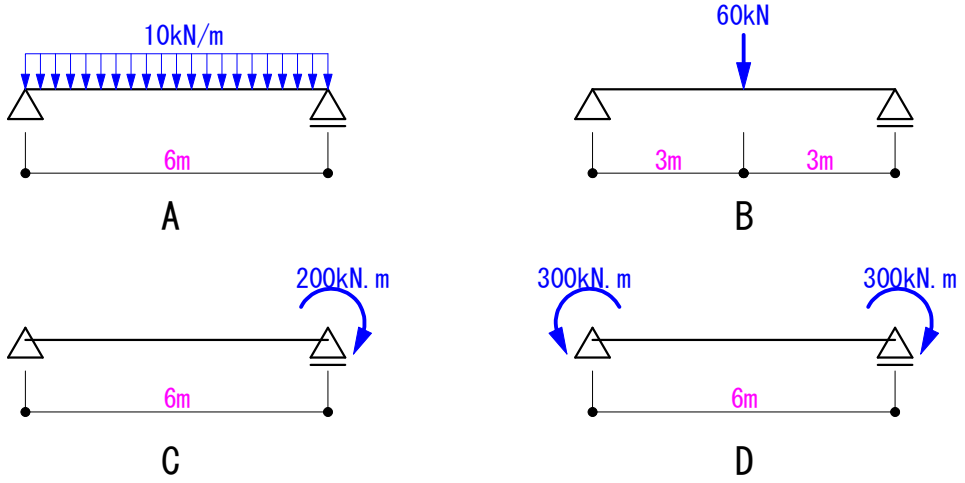


断面Aの断面係数(Z)
　= 6*40^2/6 = 1600cm^3

断面Bの断面係数(Z)
　= X*20^2/6 = 1600cm^3
X = 1600/66.67 = 24.0cm

答え　X = 240 mm

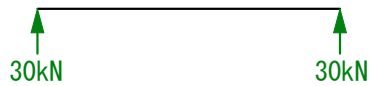
■問題　図A～Dのような荷重等を受ける単純梁に生じる曲げモーメントとせん断力の値を求めよ。



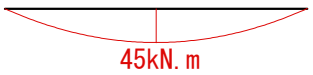
・単純梁の応力算定

■解説

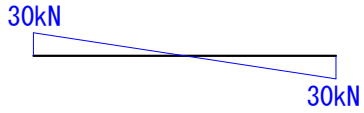
▼単純梁Aの支点反力



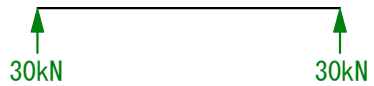
▼単純梁Aの曲げモーメント



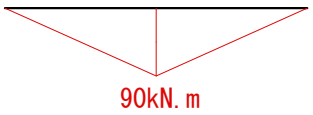
▼単純梁Aのせん断力



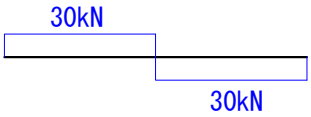
▼単純梁Bの支点反力



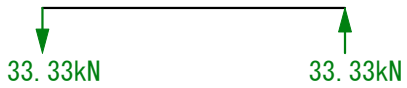
▼単純梁Bの曲げモーメント



▼単純梁Bのせん断力

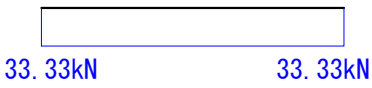


▼単純梁Cの支点反力

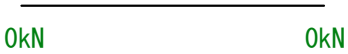


▼単純梁Cの曲げモーメント

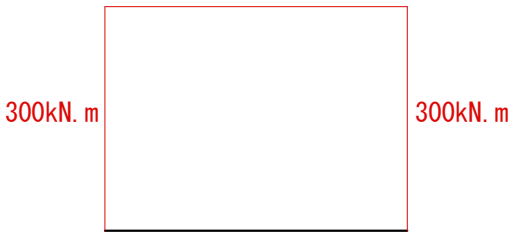
▼単純梁Cのせん断力



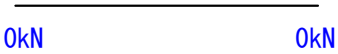
▼単純梁Dの支点反力



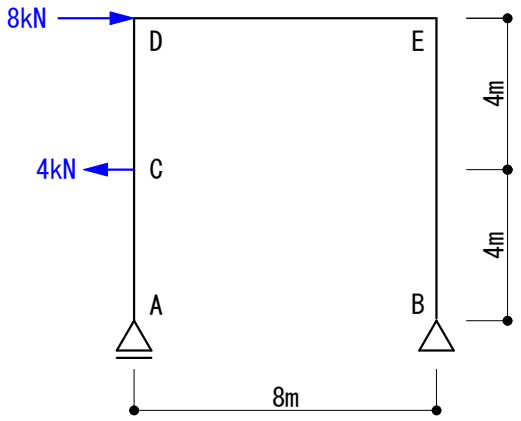
▼単純梁Dの曲げモーメント



▼単純梁Dのせん断力



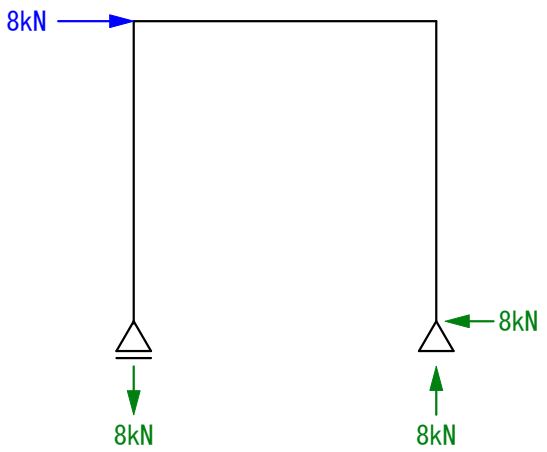
■問題　図のような外力を受ける静定ラーメンの、曲げモーメントとせん断力の値を求めよ。



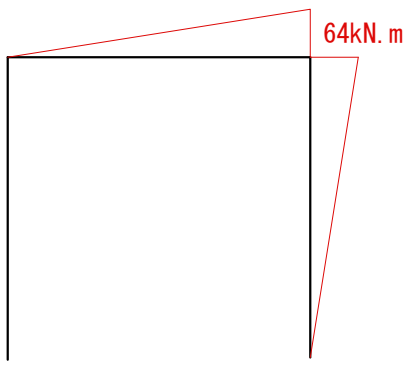
・単純梁系ラーメンの応力算定

■解説

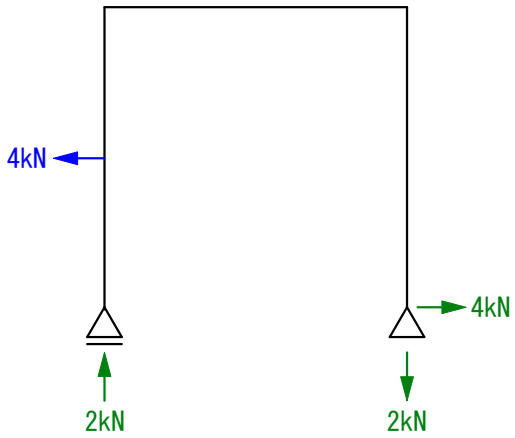
▼8kNのみ作用した場合の支点反力



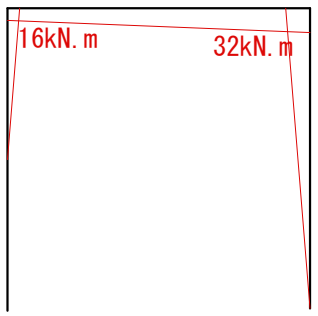
▼M図



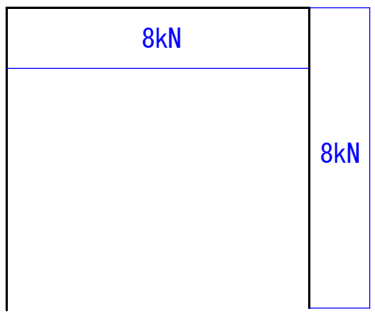
▼4kNのみ作用した場合の支点反力



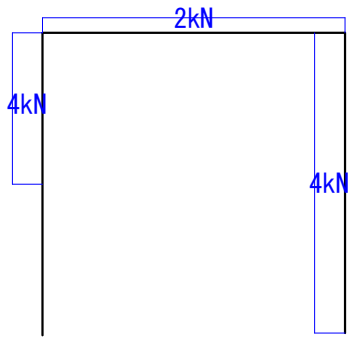
▼M図



▼Q図

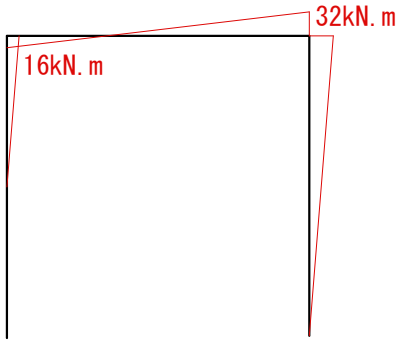


▼Q図

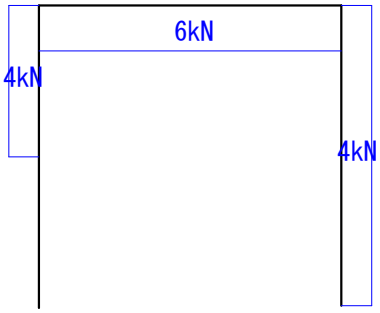


▼求めたそれぞれの応力を足します。

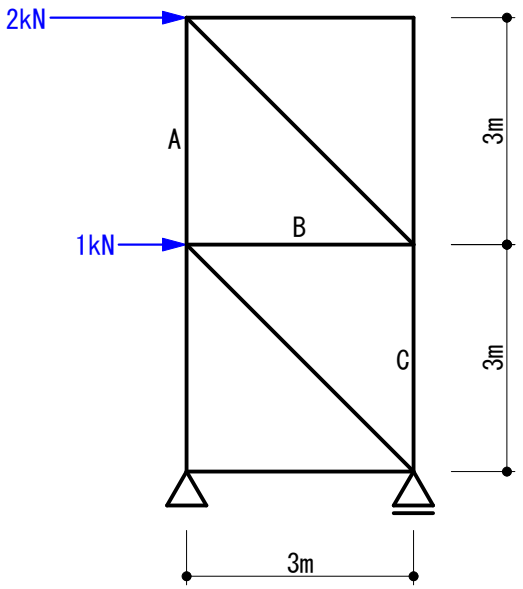
▼M図



▼Q図

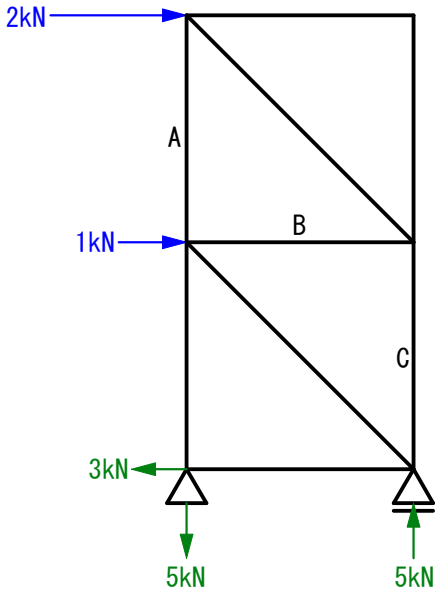


■問題　図のような外力を受ける静定トラスにおいて、部材A、部材B、部材Cに生じる軸力方向を求めよ。
ただし、軸方向力は、引張力を「＋」、圧縮力を「－」とする。

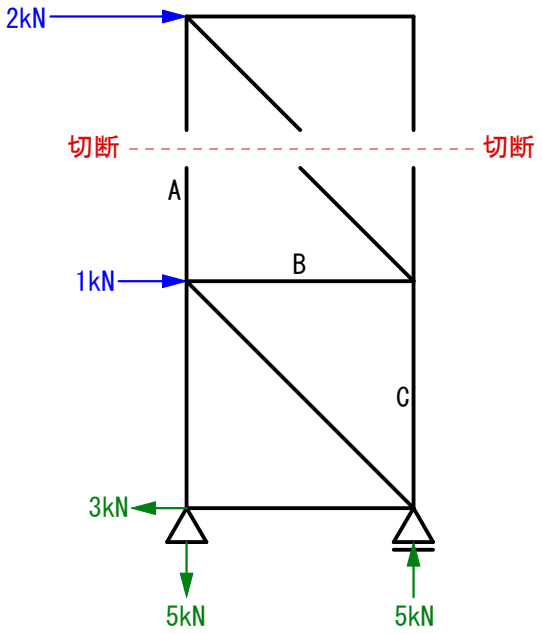


・トラス

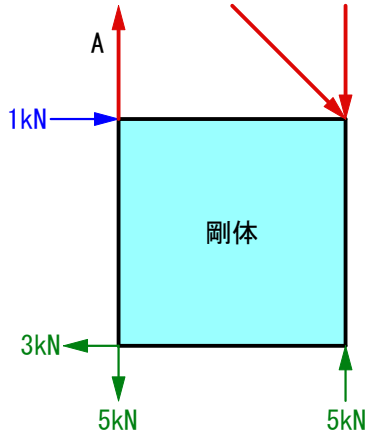
■切断法で解きます。
▼まず、支点の反力を求めます。



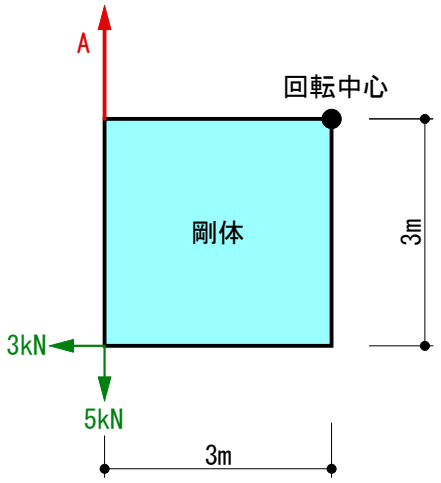
A材の位置で切断します。



切断した下側のトラスを、下図のようにイメージして解きます。



回転中心を仮定して、Aの力を求めます。



M = 0 より

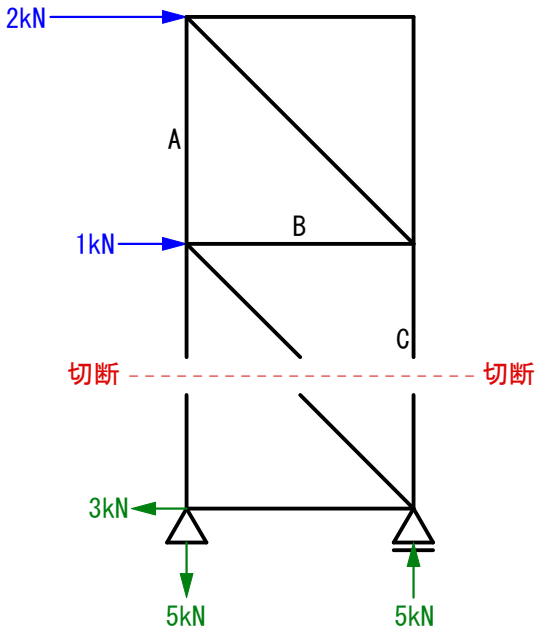
0 = A*3m − 5kN*3m + 3kN*3m

0 = 3A.m − 15kN.m + 9kN.m

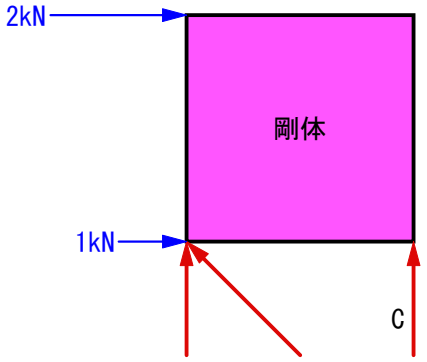
A = 2kN

答え　A = 2kN(引張)

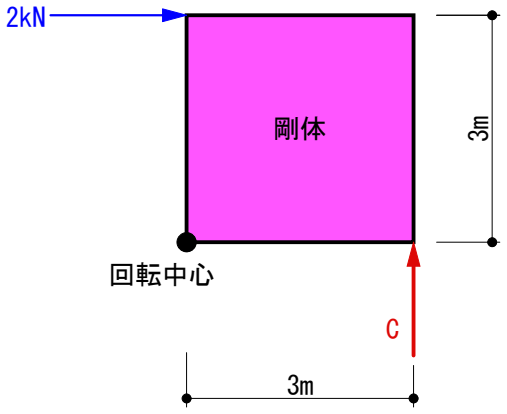
▼つぎに、C材の位置で切断します。



切断した上側のトラスを、下図のようにイメージして解きます。



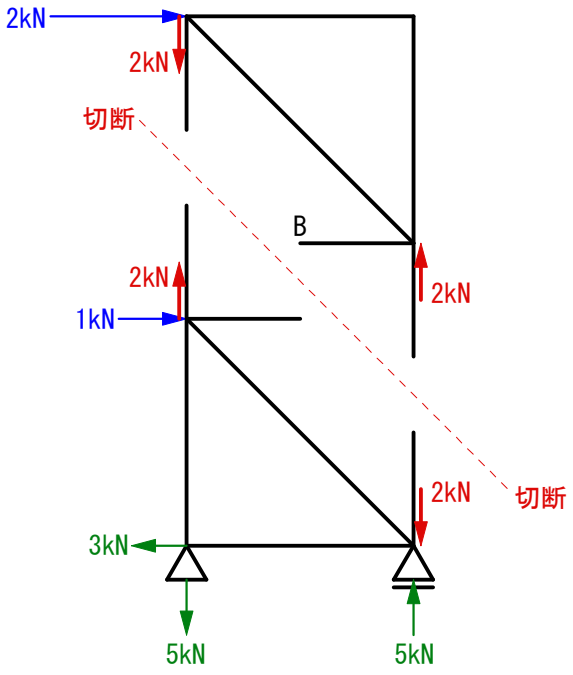
回転中心を仮定して、Cの力を求めます。



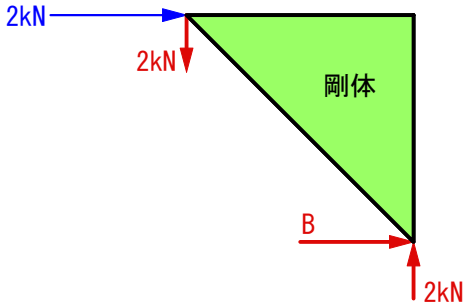
M = 0 より
0 = 2kN*3m − C*3m
0 = 6kN.m − 3C.m
C = 2kN

答え　C = 2kN(圧縮)

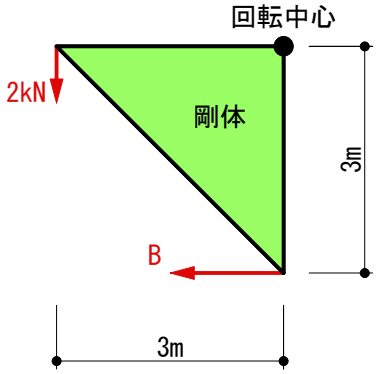
▼つぎに、B材の位置で切断します。



切断した上側のトラスを、下図のようにイメージして解きます。



回転中心を仮定して、Bの力を求めます。

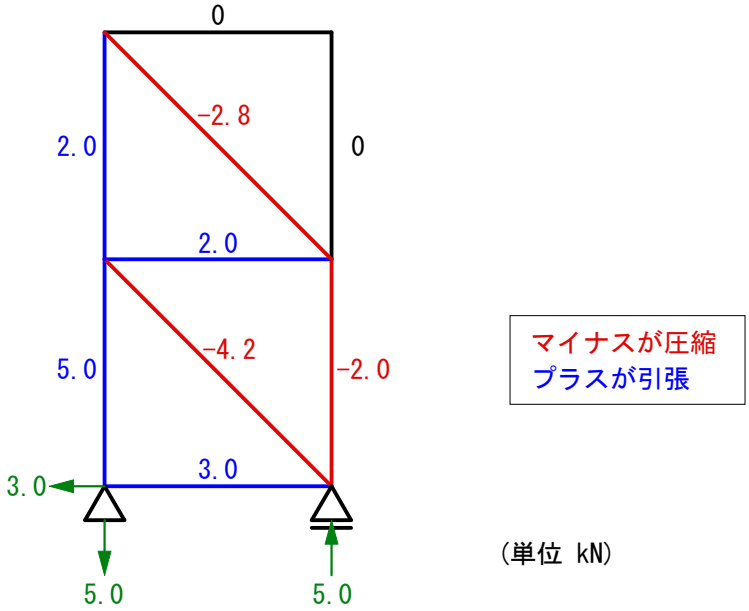


M = 0 より

0 = − 2kN*3m + B*3m

0 = − 6kN.m + 3B.m

B = 2kN

答え　B = 2kN(引張)

■N図（参考図）