H26.5.12 公開版 Ver.1.0

構造力学の全容シート

－「木」ではなく「森」を見るために－

＊Ａ３タテ印刷がお薦めです。

Ⅰ．静定構造物編

■【桃色】は、合格物語の力学問題番号を示します。
■（黒色）は、ｶﾝﾆﾝｸﾞﾒﾓの解説（計算手順）の参照先です。（Ⅱ．不静定編のみ。）
■（緑色）は、学習段階で実際に使用したｶﾝﾆﾝｸﾞﾒﾓの「PDFｻﾝﾌﾟﾙ有」を意味します。

【このシートについて】

●構造力学の計算問題は全て、このシートのいずれかに属しています。
●それぞれの項目ごとに、「その問題を解く為の表（メモ）」があります。（ここでは全体把握が目的のため、割愛しています。）
●タイトル頭の①②…とあるのは、資格学校や受験参考書で学習する順序です。この順序で見ていくと全体が把握しやすいです。
●最初は、このシートの上半分（構造力学のメイン分野）だけで良いと思います。下半分（文章題と関連する分野）とは別モノなので。

【効率よく使って頂くために】

●まずは、このシートの「色塗りの部分だけ」を確認した方が良いと思います。（細かな部分は見ない。）
●大きな部分から細かな部分へと確認していって下さい。繋がりの線も最初は無視した方が良いです。
（最初は ［　］ だけを見る。次に ［　］ も合わせて見る。そして次に ［　］ も合わせて見る。…みたいな感じです。）

●繋がりの線は、問題を解く際に指で辿って確認すると、「自分の居場所」が見つけやすいと思います。
（今、自分はドコの何をやっているのか）

■ 構造力学のメイン分野

●:ほぼ2級建築士（学科試験）の知識で解ける問題。

②静定構造物 or **⑤不静定構造物**（不静定構造物編：参照） を 判別【03061．15051．20061】（memoサンプル有）

架構＼チカラ	反力（V,H,RM） ⟷ 応力（N,Q,M） 解説辞典『反力の求め方』『応力の求め方』参照
● 単純梁系	【03021．10011（たわみ複合）．12021．20021．24021】
● 片持ち系	【07031．11041．13031．17031】
● 静定ﾗｰﾒﾝ系	【04041．09041．15021．17041．19031】
● 3ﾋﾝｼﾞﾗｰﾒﾝ系	【06041．10031．14021．18041．21031．22041．24031】
● 静定ﾄﾗｽ系	【16051．21051以外全て】*16051．21051は「ひずみ」の問題。
複合架構系	【15061．23061】
不静定系	■全体像【05041．12031．16041．23041】 ■M分配【06031．19051．22031（概要）】 ■Q分配【10061．20031．24051】（不静定構造物編：参照）

⟷ 応力度（σ，τ，σb）
解説辞典『応力度の求め方』参照
■応力度全般【22181（合成）．08011（τ）．12011（発展）】
■偏心荷重【03011．14011（立体）．15171（発展）．17011】

● ① 力（ﾁｶﾗ）【07061】
- 力のつりあい
- 合成と分解（ﾋﾟﾀｺﾞﾗｽの定理）
- 偶力の公式

●:ほぼ2級建築士（学科試験）の知識で解ける問題。

③ 断面の性質
変形や応力度を求めるための「ツール」
解説辞典『断面の性質まとめ表』参照

- ● 断面１次モーメントＳ ―「中立軸（図心）」を知るためのツール → 単独問題
  ●（memoサンプル有）【06011．16011】
- ● 断面２次モーメントⅠ ―「座屈と変形しにくさ」を知るためのツール → 単独問題 & 「ツール」として利用
  ●【15011．19011．20011】
  ＊『座屈』『たわみ』『剛度』『固有周期』を求める時に使う。
- ● 断面係数Ｚ ―「曲がりにくさ」を知るためのツール → 単独問題 & 「ツール」として利用
  ●【09011．15011．18011】
  ＊『曲げ応力度σb』を求める時に使う。
- ● 断面２次半径ｉ ―「細長比」を知るためのツール → 構造文章問題で出る。力学計算では出ない。
- ●（ヤング係数Ｅ）―「座屈と変形しにくさ」を知るためのツール → 力学の公式には出てくるが、計算そのものには使わない。
  ＊『座屈』『ひずみ』『たわみ』等の公式で頻繁に出てくるが、計算問題では使わない。

●:ほぼ2級建築士（学科試験）の知識で解ける問題。

④ 座屈と変形

● 座屈 ― **柱の弾性座屈荷重 Pk**
『柱』が「曲がり始める瞬間」の「軸力P」を求める問題 → 単独問題
- ● オイラーの定理【12061．11061．16061．22061】
- ● 柱の座屈【08061．09061．06061．14031．17061．21061．24061】
- ﾗｰﾒﾝの座屈【04071．05061．13061．18061．19061】

● 変形 ― **ひずみ量 Δℓ**
『柱や梁やトラス』の「ひずみ長さ（伸縮長さ）」を求める問題 → 単独問題
＊合格物語では「応力度」や「トラス」に分類【05011．16051．21051】

たわみ量δ・たわみ角θ
『梁』の「変位深さδ」と「変位角度θ」を求める問題 → 単独問題 & 「ツール」として利用
＊『不静定構造物の反力、応力（M）』を求める時に使う。
- 公式の丸暗記だけで解ける問題（公式まとめmemo有）
  【05021．08021．09021．10021．11021．16021．17021．21021．23021】
- 公式 ＋ 発展知識 で解く問題
  【04021（ﾏｸｽｳｪﾙの定理）．10011（応力複合）．13011（δ＝θ×ℓ）．14061（ﾓｰﾙの定理等）．18031（δ＝θ×ℓ）．22021（ﾓｰﾙの定理等）】
- 不静定構造物での問題（他分野）（不静定構造物編：参照）
  ■柱のせん断力の分布：Ｄ値法（実は、たわみの知識が無くても解ける）【03031．15041．16031．23031】
  ■不静定梁の反力・応力（実は、応力図の丸暗記で解ける）【04031．19021．06021】

■ 文章題と関連する分野

⑥ 構造設計

● 固有周期（振動）

- 単純に「固有周期Ｔ」を求める問題【03071．08071．19071．23071】
  １質点系モデル／ﾗｰﾒﾝ系モデル のうち、 √ m / k ／ √ mℓ^3 / 3EI いずれかの公式を使うパターン → 単独問題
- 上記に加え「応答せん断力Ｑ」を求める問題【13071．16071】（memoの作り方例：有）
  固有周期Ｔ → 応答加速度α → 応答せん断力Ｑ の手順 → 単独問題

● 建築物の崩壊【04051（全体の知識）】

- 「全塑性モーメントＭｐ」に関連する問題
  ●『壊れていない』ときの「応力」「応力度」：２級
  ●『壊れた』ときの「応力」「応力度」＝コレ：１級
  【21011（弾性/塑性の比較）．23011】「Ｍのみ」が作用しているパターン ― 塑性断面係数Ｚｐ／偶力の公式 → 単独問題
  「Ｍ」に加え「Ｎ」も作用しているパターン ―「Ｍのみ作用」する部分を抜き出す ― 偶力の公式【04011．11011．13021．22011．24011】→ 応力/応力度の融合知識が必要
- 「全塑性時の中立軸」を求める問題
  『壊れていない』ときの「中立軸」：２級 ― 断面１次モーメント【06011．16011】
  『壊れた』ときの「中立軸」＝コレ：１級 ― 応力分布図の面積【06011．16011】→ 単独問題
- 「崩壊機構」「崩壊荷重」を求める問題 ＝「外力仕事」と「内力仕事」（memoサンプル有）
  『崩壊メカニズム』の表示ありパターン
  - 回転角θの明示あり ― かんたん【05031．10041．18021．20041】
  - 回転角θの明示なし ― ふつう【23041（融合）．12041．14041】
  『崩壊メカニズム』の表示なしパターン ― ﾒｶﾆｽﾞﾑの作図が必要 ― やや難しい【07021．08041．09051】
  → 単独問題

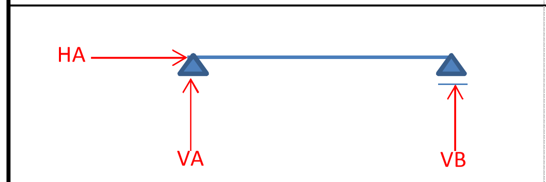
Ⅰ．静定構造物編

静定ばり構造物

（静定構造物の）『反力(R)』の求め方

【まず初めに】『反力の仮定』を行なう

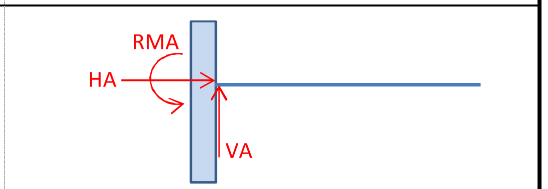
単純ばり に



【 反力数 ＝ 3箇所 】

RMA（モーメント反力）は発生しない！

片持ばり に



【 反力数 ＝ 3方向 】

RMA（モーメント反力）が発生する！

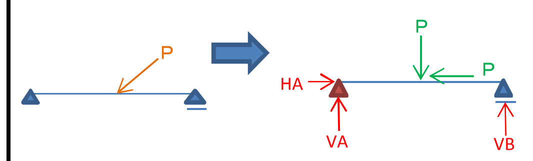
集中荷重 が掛ったとき

単純ばり

【手順】
- ・ΣMA = 0 （ピン支点をとるのが望ましい）
- ・Σy = 0
- ・Σx = 0 によって反力を求める。

＊ Pが一つの時 = VA･VBは距離ℓの比率でも算出できる。

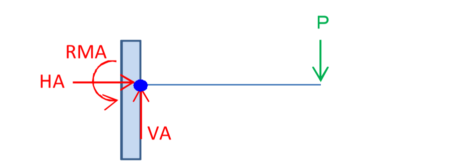
【P荷重が斜めに掛っているとき】
・力を分解して「x方向」「y方向」に変換してから計算。



片持ばり

【手順】
・『単純ばり』と同じ計算方法。

【『ΣMA = 0』の式】
『（ RMA (kN･m) ）＋（ P＊ℓ ）＝ 0 』



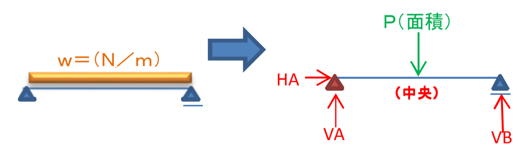
等分布荷重 が掛ったとき

■ 集中荷重の位置 ＝ 中央
■ 荷重の大きさ ＝ 面積
（四角形 w×ℓ）

単純ばり

【手順】
- ・まず「等分布荷重」を「中央の集中荷重」に変換する。
- ・【集中荷重P】＝（等分布荷重w）×（距離ℓ）＝面積
- ・あとは、集中荷重と同様に計算する。

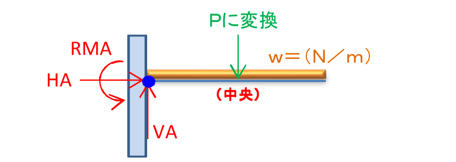
（『ΣMA = 0』･『Σy = 0』･『Σx = 0』の式）



片持ばり

【手順】
・『単純ばり』と同じ計算方法。

【『ΣMA = 0』の式】
『（ RMA (kN･m) ）＋（ P＊ℓ ）＝ 0 』



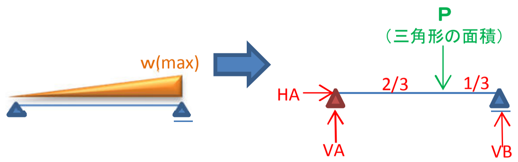
等変分布荷重 が掛ったとき

■ 位置 ＝ 大きい方から1/3
■ 荷重の大きさ ＝ 面積
（三角形･台形）

単純ばり

【手順】
- ・まず「等分布荷重」を「大きい方から1/3の位置」の「集中荷重（三角形の面積）」に変換する。
- ・あとは、集中荷重と同様に計算する。

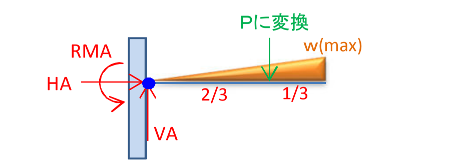
（『ΣMA = 0』･『Σy = 0』･『Σx = 0』の式）



片持ばり

【手順】
・『単純ばり』と同じ計算方法。

【『ΣMA = 0』の式】
『（ RMA (kN･m) ）＋（ P＊ℓ ）＝ 0 』



モーメント荷重 回転力 が掛ったとき

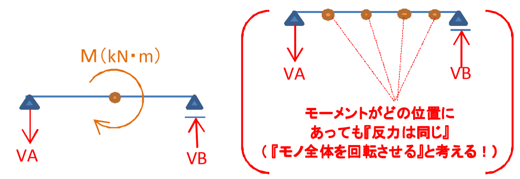
（他の部材から伝わる『曲げようとする力』）

【 距離の要素なし 】
↓
モーメントは、どこにあっても同じ

単純ばり

【手順】
- ①『ΣMA = 0』 により、まずVBの反力を求める。
  『（ M (kN･m) ）＋（ VB＊ℓ ）＝ 0 』
- ②『Σy = 0』 （『VA＝VB』となる。）
- ③『Σx = 0』 の式は使わない。
- ・モーメントがどの位置にあっても反力は同じである。

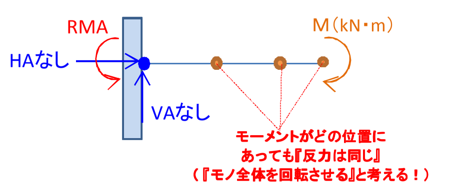
【簡易計算（偶力のモーメント）による方法】
- ・『M＝（各反力V(同じ値)）×（距離ℓ）』
- ・モーメントがどの位置にあっても同じ式が使える。



片持ばり

【手順】
- ・片持ばりに「モーメント荷重のみ」の場合、
  その反力は「RMAのみ」となる！
- ・モーメントがどの位置にあっても反力は同じである。

【『ΣMA = 0』の式】
『（ RMA (kN･m) ）＋（ M (kN･m) ）＝ 0 』すなわち、
『（ RMA (kN･m) ）＝（ M (kN･m) の逆回り）』となる。



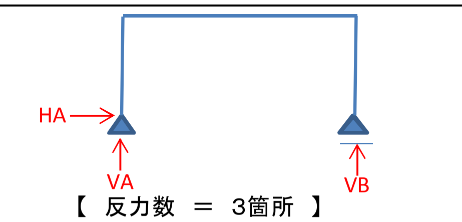
静定ラーメン構造物

（『部材の形状』は関係ない！ あくまでも『力の作用位置』を見る！）

（静定構造物の）『反力(R)』の求め方

【まず初めに】『反力の仮定』を行なう

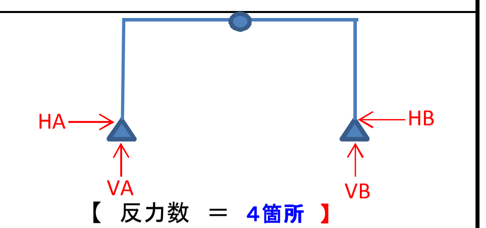
単純ばり系ラーメン に



【 反力数 ＝ 3箇所 】

RMA（モーメント反力）は発生しない！

スリーヒンジラーメン に



【 反力数 ＝ 4箇所 】

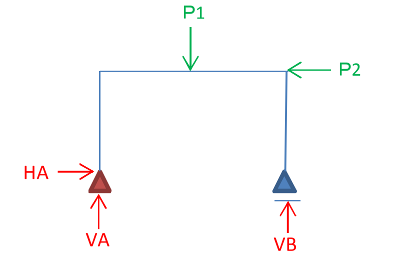
RMA（モーメント反力）は発生しない！

集中荷重 が掛ったとき

単純ばり系ラーメン

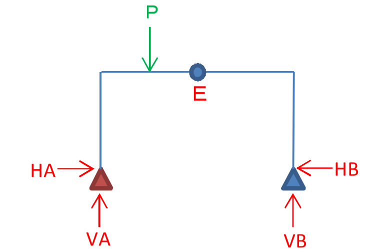
【手順】
・『単純ばり』と同じ計算方法を、『x方向』･『y方向』を考慮して計算する。

＊ Pが一つの時 = VA･VBは距離ℓの比率でも算出できる。



スリーヒンジラーメン

【手順】
- ①反力を4つ仮定する。
- ②『ΣMA = 0』→VBの値･『Σy = 0』→VAの値
- ③『ヒンジE点』で左右に分割する。（力の数が少ない方を見る。）
- ④『ΣME(右or左) = 0』→HAの値･『Σx = 0』→HBの値

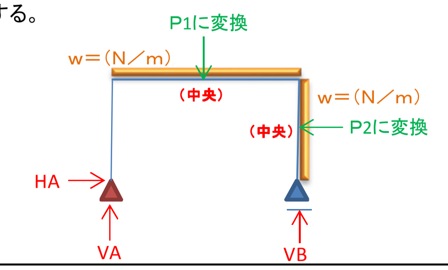


等分布荷重 が掛ったとき

■ 集中荷重の位置 ＝ 中央
■ 荷重の大きさ ＝ 面積
（四角形 w×ℓ）

単純ばり系ラーメン

【手順】
・『単純ばり』と同じ計算方法を、『x方向』･『y方向』を考慮して計算する。

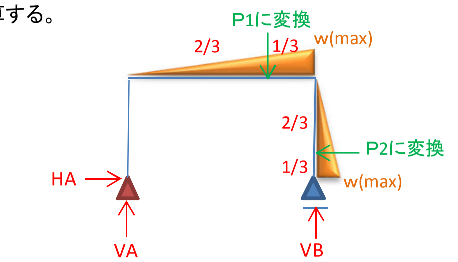


等変分布荷重 が掛ったとき

■ 位置 ＝ 大きい方から1/3
■ 荷重の大きさ ＝ 面積
（三角形･台形）

単純ばり系ラーメン

【手順】
・『単純ばり』と同じ計算方法を、『x方向』･『y方向』を考慮して計算する。



モーメント荷重 回転力 が掛ったとき

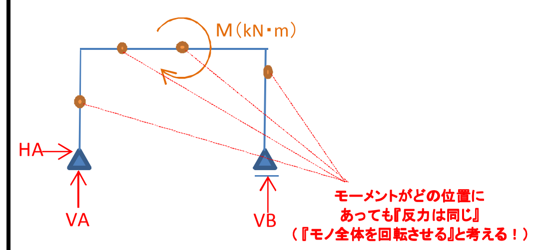
（他の部材から伝わる『曲げようとする力』）

【 距離の要素なし 】
↓
モーメントは、どこにあっても同じ

単純ばり系ラーメン

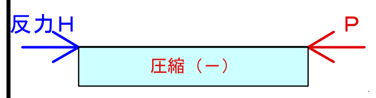
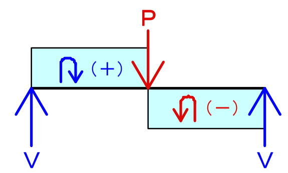
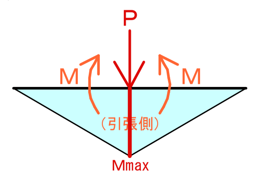
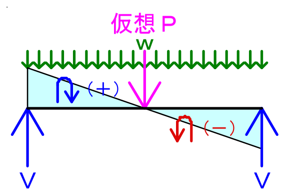
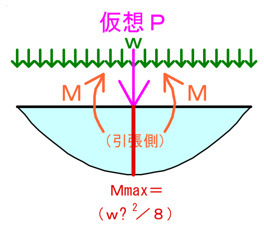
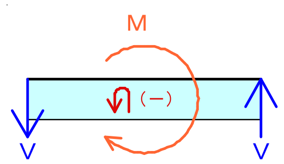
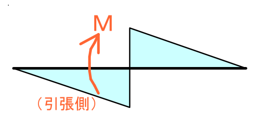
【手順】
- ・『単純ばり』と同じ計算方法を、『x方向』･『y方向』を考慮して計算する。
- ・モーメントがどの位置にあっても反力は同じである。

【簡易計算（偶力のモーメント）による方法】
- ・『M＝（各反力V(同じ値)）×（距離ℓ）』
- ・モーメントがどの位置にあっても同じ式が使える。

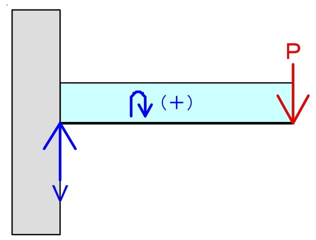
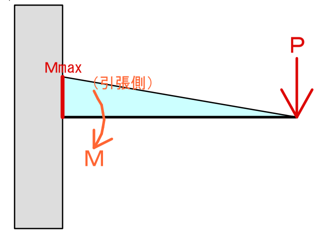
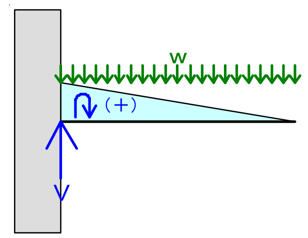
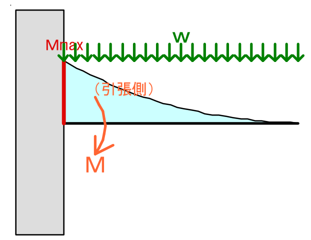
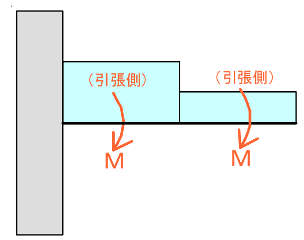


Ⅰ．静定構造物編

構造力学 解説辞典

（静定構造物の） 『応力』の求め方 【材端から順に求める】	単純ばり に N（軸応力） 材端から切断部までの全範囲	単純ばり に Q（せん断応力） 材端から切断部までの全範囲	単純ばり に M（曲げ応力） 力が加わる点を中心 【引張側に凸】 矢印の無い方が出っ張る
集中荷重 が掛ったとき	・【範囲】で考える。 ・関係する力の範囲内で切断し、「片側（力の少ない方）のみ」の全範囲を見る。  	・【範囲】で考える。 ・関係する力の範囲内で切断し、「片側（力の少ない方）のみ」の全範囲を見る。 ・Q図における「＋」と「－」の分かれ目が、M図での「最大曲げモーメントMmax」となる。  	・【力が加わる点】で考える。（「力が加わる点を中心に、支点側の全範囲」を見る。モーメント符号は支点側（円の内側）に描く。） ・両端のモーメントはゼロ（0）。 ・Q図における「＋」と「－」の分かれ目が、M図での「最大曲げモーメントMmax」となる。 
等分布荷重 が掛ったとき Q図＝斜め直線 M図＝二次曲線	・集中荷重と同じ考え方。	・【範囲】で考えるが、「力の加わる点」が最大になる。（斜め線） ・「両端のせん断力」を求めて【斜めの直線】で結ぶ。 ・集中荷重位置のせん断力はゼロ（0）。 ・Q図における「＋」と「－」の分かれ目が、M図での「最大曲げモーメントMmax」となる。  	・【力が加わる点】で考える。（「力が加わる点を中心に、支点側の全範囲」を見る。モーメント符号は支点側（円の内側）に描く。） ・「中央のモーメント」を求める時にも、等分布荷重がかかっていることに注意！ ・「中央のモーメント」を求めて【二次曲線】で結ぶ。 ・中央のモーメント簡易公式【Mmax＝wℓ2／8】 ・両端のモーメントはゼロ（0）。 ・Q図における「＋」と「－」の分かれ目が、M図での「最大曲げモーメントMmax」となる。 
モーメント荷重 **回転力** が掛ったとき	・軸力が掛らないので『N＝0』である。	・【範囲】で考える。 ・関係する力の範囲内で切断し、「片側のみ」を見る。 ・せん断力は、「＋」か「－」の片方に一定方向となる。 ・「モーメントの掛かる位置」がM図での「最大曲げモーメントMmax」となる。（「＋」と「－」の分かれ目がMmaxではない）  	・「モーメントの掛る点」で切断し、その点を中心に「左側」と「右側」の双方を『別々』に見る。 ・「モーメントの掛かる位置」がM図での「最大曲げモーメントMmax」となる。（「＋」と「－」の分かれ目がMmaxではない） ・両端のモーメントはゼロ（0）。 

構造力学 解説辞典

（静定構造物の） 『応力』の求め方 【材端から順に求める】	片持ばり に N（軸応力） 材端から切断部までの全範囲	片持ばり に Q（せん断応力） 材端から切断部までの全範囲	片持ばり に M（曲げ応力） 力が加わる点を中心 【引張側に凸】 矢印の無い方が出っ張る
集中荷重 が掛ったとき	・【範囲】で考える。 ・関係する力の範囲内で切断し、「自由端側のみ」の全範囲を見る。	・【範囲】で考える。 ・関係する力の範囲内で切断し、「自由端側のみ」の全範囲を見る。  	・【力が加わる点】で考える。（「力が加わる点（固定端）」を中心に、「自由端側」の全範囲を見る。モーメント符号も自由端側（円の内側）に描く。） ・自由端のモーメントはゼロ（0）。 
等分布荷重 が掛ったとき Q図＝斜め直線 M図＝二次曲線	・集中荷重と同じ考え方。	・【範囲】で考えるが、「力が加わる点（固定端）」が最大になる。（斜め線） ・「両端のせん断力」を求めて【斜めの直線】で結ぶ。 ・自由端のせん断力はゼロ（0）。  	・【力が加わる点】で考える。（「力が加わる点（固定端）」を中心に、「自由端側」の全範囲を見る。モーメント符号も自由端側（円の内側）に描く。） ・「両端のモーメント」を求めて【二次曲線】で結ぶ。 ・自由端のモーメントはゼロ（0）。 
モーメント荷重 **回転力** が掛ったとき	・軸力が掛らないので『N＝0』である。	・せん断力が掛らないので『Q＝0』である。	・片持ばりのモーメント荷重は斜めにならない。 

Ⅰ. 静定構造物編

構造力学 解説辞典

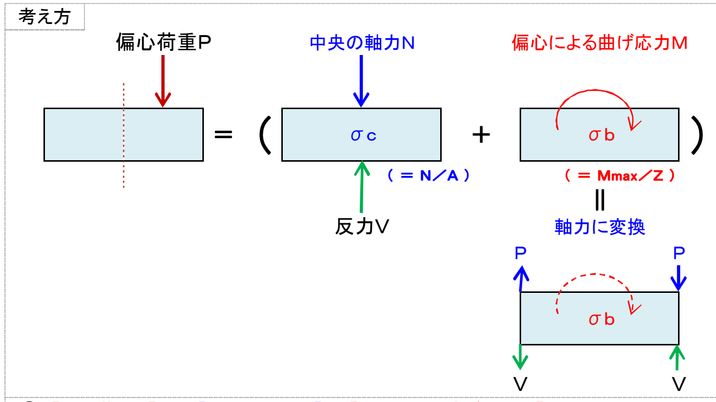
順序	応力度（1mm2あたりの応力）の求め方
①	部材に係る「荷重P」を求める
②	反力「V」「H」「RM」を求める （別紙『静定構造物の「反力(R)」の求め方』参照）
③	応力（部材内部での『変形させせようとする力』のこと）「N(軸方向力)」「Q(せん断力)」「M(曲げモーメント)」を求める （別紙『静定構造物の「応力」の求め方』参照）

	応力	応力度
	部材を変形させようとする力	部材1mm^{2}あたりの応力
伸縮	【N】軸応力	【σ】軸応力度
切断	【Q】せん断応力	【τ max】せん断応力度
わん曲	【M】曲げ応力	【σb】曲げ応力度 曲げ応力によって生じる軸応力度 → 「軸応力図」を描く

順序				式
④	応力度（1mm^{2}あたりの応力） 「σ」「τ max」「σb」を求める 【小さいほど安全】	垂直応力度（軸応力度） 【N】による 【単純な式】	σ（シグマ）	$= \dfrac{N\ (軸応力)}{A\ (断面積)}$ N／mm^2 σt ＝ 引張応力度 σc ＝ 圧縮応力度
		最大せん断応力度 （曲げを伴うせん断応力度） 【Q】による 【係数Kを掛ける】 Kは部材形状により異なる	τ max（タウmax）	$= \dfrac{Qmax\ (最大せん断応力)}{A\ (断面積)} \times$ 係数K N／mm^2 ■長方形 ＝ 3/2 （1.5） ■円形 ＝ 4/3 Qmax ＝『垂直反力のうち最も大きなもの』と考える
		最大曲げ応力度 （縁応力度） 曲がろうとする力 【M】による 曲げ応力によって生じる「軸応力」のこと！ （応力図は、「N図形式」） 【面積Aではなく、Zで割る】	σb（シグマb）	$= \dfrac{Mmax\ (最大曲げ応力)}{Z\ (断面係数)}$ N／mm^2
③	算出した「応力度」が、使用する部材の「許容応力度」以下であれば『安全』と言える			

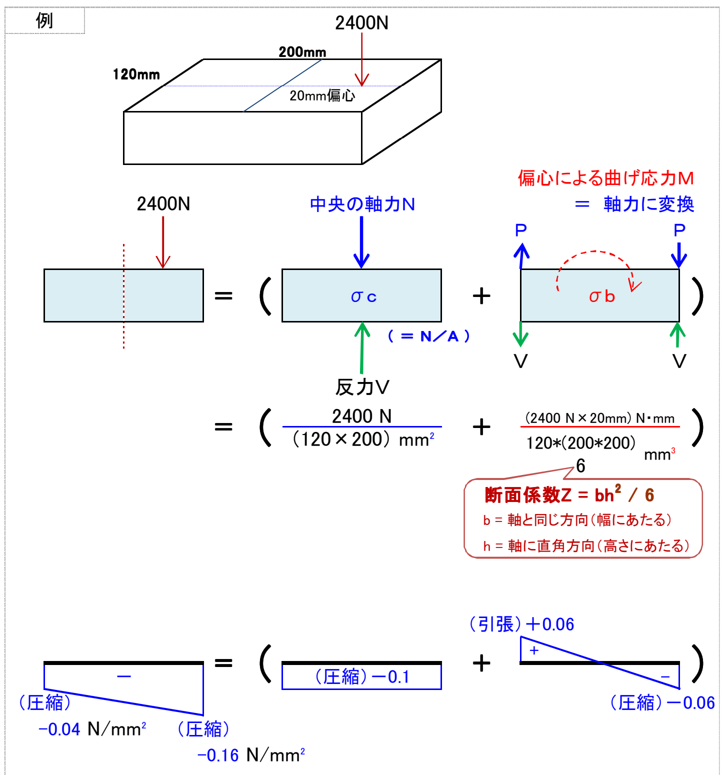
『偏心荷重を受ける場合』の 応力度の求め方

考え方

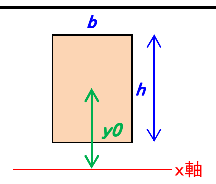
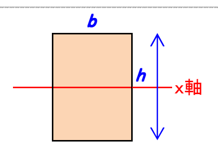
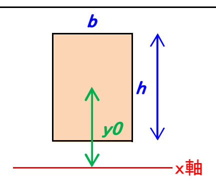
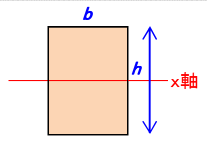
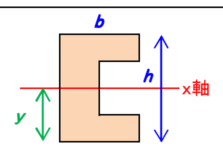
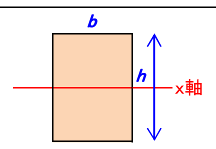


① 【偏心荷重P】を、【中央の軸力N】と【偏心による曲げ応力M】に 分解する。
② さらに、分解した【偏心による曲げ応力M】を、【軸力N】に 変換する。

例



構造力学 解説辞典

	断面の性質	表記	単位	用途	公式（x軸に対しての例）	求め方のコツ
1	断面1次モーメント	S	mm^3	図心を求めるのに使用	 **軸が図心上にない公式** Sx ＝（断面積 A）×（軸から図心までの距離 y0） （b×h）  **軸 ＝ 図 心 上 の 公 式** Sx ＝ 0 （軸から図心までの距離が『0』のため）	【L字型などの図形における『距離y0』を求める場合】 ・複数の長方形の図形に分解し、加重平均する ・z軸、y軸それぞれ別々に求める。
2	断面2次モーメント 【大きいほど強い】	I	mm^4	部材の変形しにくさ（たわみ・座屈）	 **軸が図心上にない公式** （幅 × 高さの3乗） $Ix = [\dfrac{b \times h^3}{12}] + [（断面積A）\times（距離\ y0）^2]$ ＊『b』＝ 求める軸（この場合、x軸）と『同じ方向』＝幅と考える  **軸 ＝ 図 心 上 の 公 式** （幅 × 高さの3乗） $Ix = [\dfrac{b \times h^3}{12}]$ ~~＋[（断面積A）×（距離 y0）^{2}]~~ （＝ゼロ）	・この値が大きいほど、この図形は『変形しにくい』 【値が大きい＝強い】 ・幅(b)は、「求める軸と同じ方向」と考える *【L字型などの図形における場合】* ・複数の長方形の図形に分解し、『算出したIxの値』を「＋」「－」して求める ・図形が軸を通るように分割した方が求めやすい ・x方向、y方向は、それぞれ別々に求める。 ・軸から離れたところに断面（面積）が多くあるほど強い（＝『I』や『Z』の値が大きい）*【例】鉄骨のH鋼 梁 ＝「I向き＝強い」「H向き＝弱い」*
3	断面係数 【大きいほど強い】	Z	mm^3	曲げ強さ	 **原 則 の 公 式** （長方形にも使える） $Zx = [\dfrac{断面2次モーメント\ (I)}{軸から最も遠い縁までの距離\ y}]$ （距離 y ＝ h ／ 2）  **長方形断面の略式** （幅 × 高さの2乗） $Zx = [\dfrac{b \times h^2}{6}]$ ＊『b』＝ 求める軸（この場合、x軸）と『同じ方向』＝幅と考える	・この値が大きいほど、この図形は『曲げに強い』 【値が大きい＝強い】 ・幅(b)は、「求める軸と同じ方向」と考える ・x方向、y方向は、それぞれ別々に求める。 ・断面係数は、『図形分解 & 「＋」「－」』では求めない ＝『Z』の値は「＋」「－」で計算すると誤った答えになる（あくまでも、「原則の公式」で求める） ・軸から離れたところに断面（面積）が多くあるほど強い（＝『I』や『Z』の値が大きい）*【例】鉄骨のH鋼 梁 ＝「I向き＝強い」「H向き＝弱い」*
4	断面2次半径 【大きいほど強い】	i	mm	「圧縮材」「曲げ材」の座屈しにくさ	$ix = \sqrt{\dfrac{断面2次モーメント\ (I)}{（断面積A）}} \fallingdotseq [\ 0.29 \times h\ ]$	・この値が大きいほど、この図形は『座屈しにくい』 【値が大きい＝強い】