予定	実施	演習 1	演習 1			チェック

1.5　応力（はり）

〔本項の目的〕

（1）　応力の概念が理解できる（小人さんの気持ちが分かる）

（2）　任意の点の応力を算定することができる

1.5.1　応力とは

『重要事項』

応力とは：構造物に荷重が加わった際に、部材内で生じる抵抗力

小人さん論法（その 1）：部材内に小人さんがいることをイメージすると、ちょっと分かりやすいかも

→　構造物に荷重が加わった際に、内部の小人さんがどの程度“痛い”のか？

→　その“痛み”＝“応力”です（小人さんの気持ちが分かれば、応力も分かるのでは？）

1.5.2　応力の種類

『重要事項』

応力の種類：軸方向力（N）、せん断力（Q）、曲げモーメント（M）の 3 種

→　小人さんはこの 3 種の痛みに日々さらされているんです

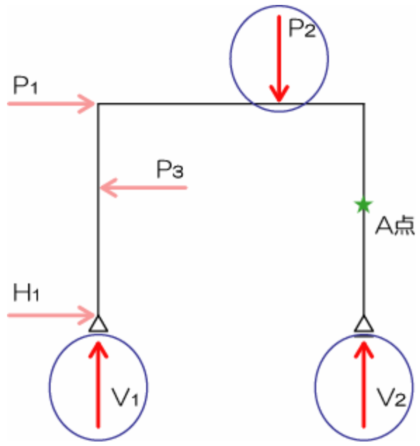
なぜ 3 種類？：力の方向が 3 種類（縦・横・回転）だから…

軸方向力（N）：構造部材が潰されたり（圧縮）、引張られたりされた時の応力

→　対象となる力は部材に平行な力(圧縮や引張だからね)

→　唯一符号がつく：圧縮をマイナス（－）、引張をプラス（＋）で表記

→　右の図の A 点に対して軸方向力の影響を与える力は、P_2・V_1・V_2 の 3 つ（たとえどんなに離れていても、部材がつながっていれば力は伝搬します）



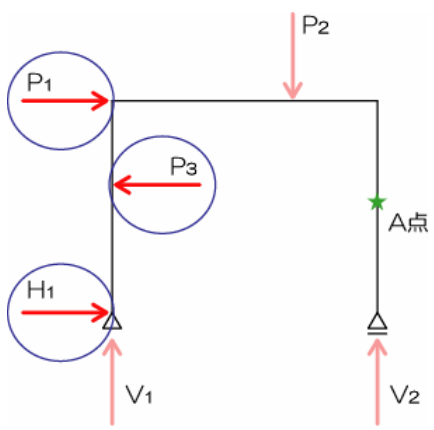
せん断力（Q）：構造部材にはさみで切られるような力がかかった時の応力

→　対象となる力は部材に鉛直な力（柱をはさみで切って一、って言われたらはさみの向きは横だね）

→　符号はつかない（計算中は符号を考えるけど、最終的に絶対値表記）

→　符号が付いているテキストは間違い（当サイトの 2008 年バージョンとかね…）

→　右の図の A 点に対してせん断力の影響を与える力は、P_1・P_1・H_1 の 3 つ



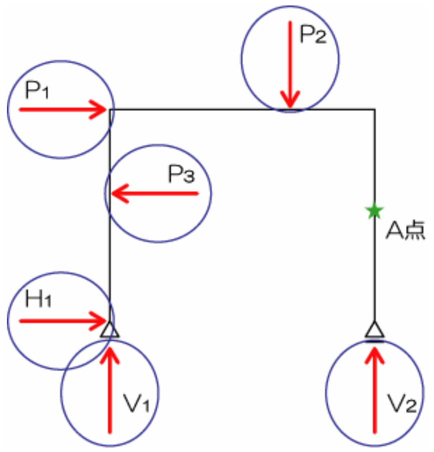
予定	実施	演習 1	演習 1			チェック

曲げモーメント（M）：構造部材に曲げられるような回転の力がかかったときの応力

→　対象となる力は全て（モーメントの距離の概念、点からちょっとでもズレるとモーメントが発生するから）

→　符号はつかない（計算中は符号を考えるけど、最終的に絶対値表記）

→　符号が付いているテキストは間違い（当サイトの 2008 年バージョンとかね…）



1.5.3　応力算定

『重要事項』

応力の算定：応力を求めたい点で構造物を切断！　←　これ最重要

→　切断して中の小人さんを表に出さないと計算できないので

計算対象：切断後、2 つに分かれたパートのいずれかを計算対象とする

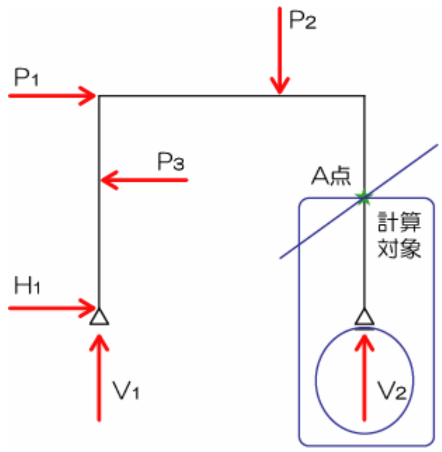
→　どうせ答えは同じだから…力の大きさが等しく、方向が逆なだけ

計算例：右図のシチュエーション（詳しくは以下の《解法手順》にて）

→　A 点で切断　→　右下部分を計算対象に

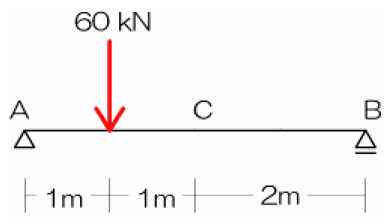
→　計算対象に含まれる力は V_2 のみ　→　軸方向力：$N=-V_2$

→　せん断力：$Q=0$、曲げモーメント：$M=0$　以上！



《解法手順》

以下の構造体（単純梁）の C 点における各応力を求めてみましょう



1）生じる可能性のある反力を図示

2）応力を求めたい点で構造体を切断！

3）計算対象を決定（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）

4）もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力だね）を求める　図は 1）に戻るよ！）

5）せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

【ポイント】

小人さんの気持ちになって考える

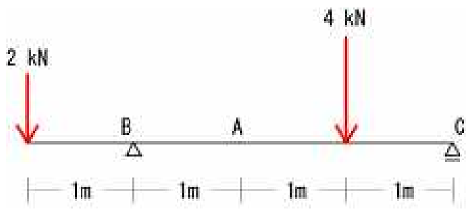
応力を求める場合には、応力を求めたい点で構造物を切断！　→　計算対象は片側のみ

軸方向力（N）は部材に平行な力、せん断力（Q）は部材に鉛直な力、曲げモーメント（M）は対象全ての力

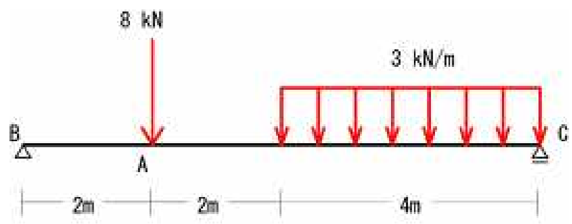
予定	実施	演習 1	演習 1			チェック

[演習問題]

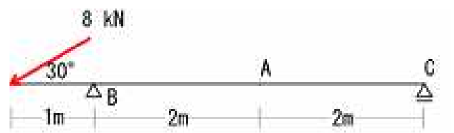
【演習22】　以下の構造体の A 点における各応力を求めよ。



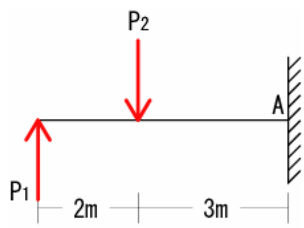
【演習23】　以下の構造体の A 点における曲げモーメントを求めよ。



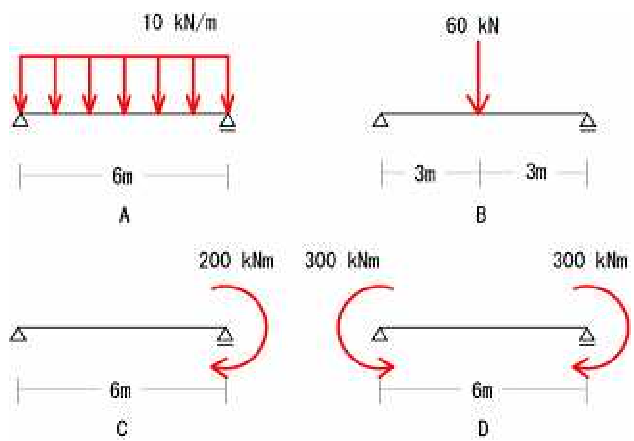
【演習24】　以下の構造体の A 点における各応力を求めよ。



【演習25】　A 点に曲げモーメントが生じない場合の荷重の比を求めよ。



【演習26】　図ＡからＤのような荷重をうける単純梁に生じる各最大せん断力の絶対値を求めよ。



予定	実施	演習 1	演習 1			チェック

【演習27】　（H3 過去問）

過去問集を見ながら問題を写してね

【演習28】　（H12 過去問）

過去問集を見ながら問題を写してね

【演習29】　（H19 過去問）

過去問集を見ながら問題を写してね

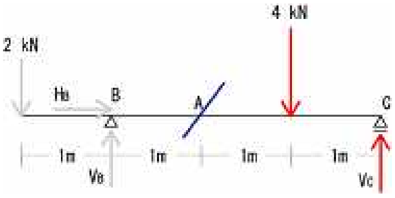
【演習30】　（H20 過去問）

過去問集を見ながら問題を写してね

予定	実施	演習 1	演習 1			チェック

解答

【演習 22】　切ってみる…右側計算対象かな？



演習 17 より $V_C = 2$

したがって

$$N_A = 0[kN]$$

$$Q_A = -4 + 2$$

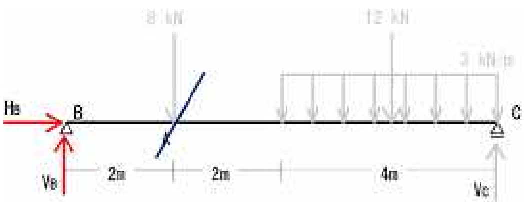
$$Q_A = 2[kN]$$

←せん断力は絶対値表記で OK です

$$M_A = +4 \times 1 - 2 \times 2$$

$$M_A = 0[kNm]$$

【演習 23】　これは左かな



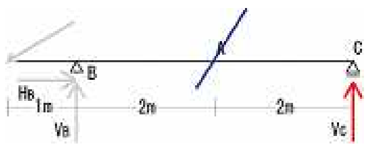
問 20 より $V_B = 9$

したがって

$$M_A = 9 \times 2$$

$$M_A = 18[kNm]$$

【演習 24】　これは右ですね



反力 V_C を求める必要がある

H_B と V_B の交点である B 点に注目すると

$$M_B = -\frac{8}{2} \times 1 + -V_C \times 4 = 0$$

←8/2 は斜め荷重の縦成分

$$V_C = -1[kN]$$

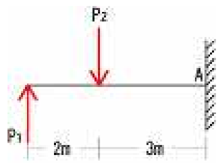
したがって

$$N_A = 0[kN]$$

$$Q_A = 1[kN]$$

←せん断力は絶対値表記で OK です

【演習 25】　絶対左！反力求めたくないから！



A 点の曲げモーメントは

$$M_A = P_1 \times 5 - P_2 \times 3$$

また、$M_A = 0$ より

$$M_A = P_1 \times 5 - P_2 \times 3 = 0$$

$$5P_1 - 3P_2 = 0$$

$$5P_1 = 3P_2$$

したがって、$P_1 : P_2 = 3 : 5$

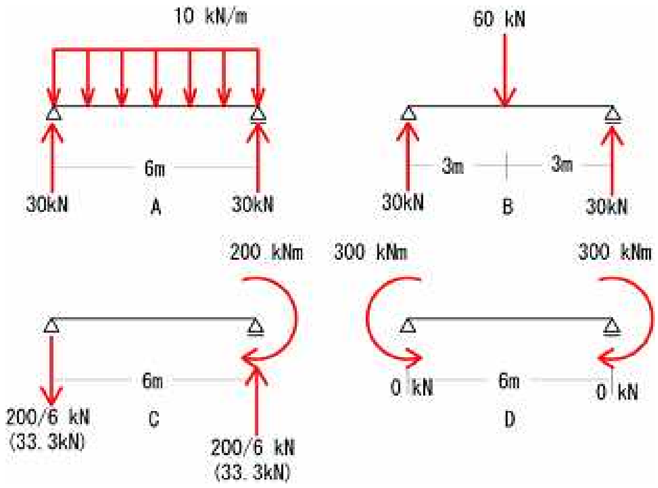
5 倍した P_1 と 3 倍した P_2 が同じってことは？

P_2 の方が大きいって事だから…

$P_1 : P_2 = 3 : 5$ ってなりますよー

【演習 26】　反力さえ求められれば問題ないですよー

反力は以下



したがって

$$N_A = 30[kN]$$

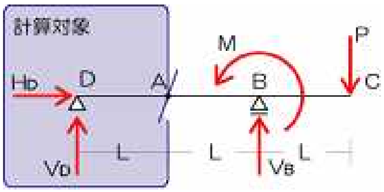
$$N_B = 30[kN]$$

$$N_C = 200/6[kN]$$

$$N_D = 0[kN]$$

予定	実施	演習 1	演習 1			チェック

【演習 27】　切断、左側を対象



反力 V_D を求める

$$\sum M_B = V_D \times 2L - M + P \times L = 0$$
$$2LV_D = M - PL$$
$$V_D = \frac{1}{2L}(M - PL)$$

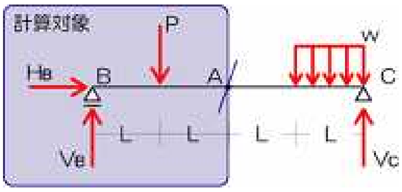
点 A の曲げモーメントは

$$M_A = V_D \times L$$
$$M_A = \frac{1}{2L}(M - PL) \times L$$

点 A の曲げモーメントが 0 になるためには

$$M_A = 0$$
$$0 = \frac{1}{2L}(M - PL) \times L$$
$$0 = \frac{1}{2}(M - PL)$$
$$M = PL$$

【演習 28】　これも左かな



反力 V_B を求める

$$\sum M_C = V_B \times 3L - P \times 2L + wL \times \frac{1}{2}L = 0$$
$$3LV_B = 2PL - \frac{1}{2}wL^2$$
$$V_B = \frac{1}{3L}(2PL - \frac{1}{2}wL^2)$$

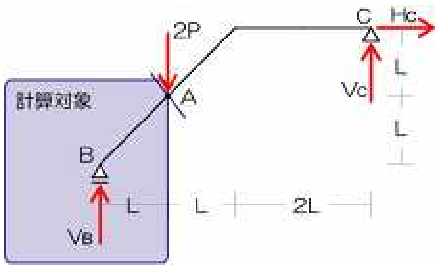
点 A の曲げモーメントは

$$M_A = V_B \times 2L - PL$$
$$M_A = \frac{1}{3L}(2PL - \frac{1}{2}wL^2) \times 2L - PL$$
$$M_A = \frac{2L}{3L}(2PL - \frac{1}{2}wL^2) - PL$$
$$M_A = \frac{2}{3} \times 2PL - \frac{2}{3} \times \frac{1}{2}wL^2 - PL$$
$$M_A = \frac{1}{3}PL - \frac{1}{3}wL^2$$

点 A の曲げモーメントが 0 になるためには

$$M_A = \frac{1}{3}PL - \frac{1}{3}wL^2 = 0$$
$$PL - wL^2 = 0$$
$$P = wL$$
$$P : wL = 1 : 1$$

【演習 29】　絶対に左



反力 V_B を求める必要がある

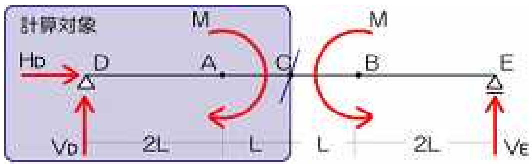
H_C と V_C の交点である C 点に注目すると

$$M_C = -2P \times 3L + V_B \times 4L = 0$$
$$V_B = \frac{3P}{2}$$

点 A の曲げモーメントは

$$M_A = V_B \times L$$
$$M_A = \frac{3PL}{2}$$

【演習 30】　どちらでも良いです、笑



反力 V_D を求める必要がある

H_D と V_E の交点である E 点に注目すると

$$M_E = V_D \times 6L - M + M = 0$$
$$V_D = 0$$

点 C の曲げモーメントは

$$M_C = M$$

註：計算対象は左側、左側にある荷重は…

→　H_D と V_D と M の 3 つ

→　そのうち H_D と V_D は 0 だから残るのは M のみ

ちなみに、B 点のモーメント荷重は、応力算定時に計算対象に含めません（対象エリアに入ってないからね）