軸力を受ける棒とねじりモーメントを受ける棒-その類似性-

少しややこしいかもしれないので類似性に着目して説明しなおします．以下，左が軸力を受ける棒で右がねじりモーメントを受ける棒．

軸力を受ける棒

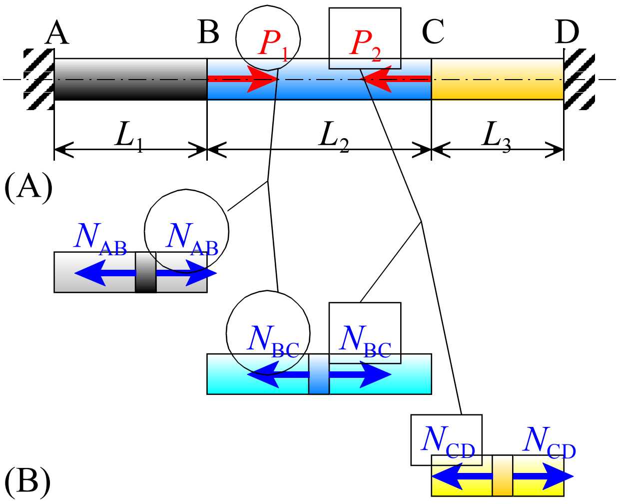

図1

図1(A)のように両端が固定されていてBとCに外力P_1とP_2がはたらいているものとする．AB，BC，CD間の内力をN_{AB}，N_{BC}，N_{CD}とする．これらの内力の向きは発生面の外向き法線の向きと同じなので正の内力(いわゆる引張力)であると仮定していることになる．

図1(B)で丸で囲んだ内力と外力の組について考える．この組の内力N_{AB}とN_{BC}の発生面を限りなくBに近づけると，

$$N_{AB}-N_{BC}=P_1$$

が成り立たなければならない．同じように考えて，四角で囲んだ内力と外力の組について，内力N_{BC}とN_{CD}の発生面を限りなくCに近づけると，

$$N_{BC}-N_{CD}=-P_2$$

が成り立たなければならない．

ねじりモーメントを受ける棒

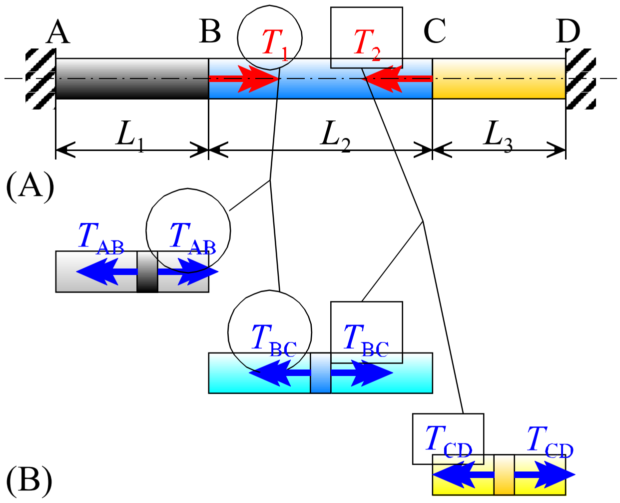

図2

図2(A)のように両端が固定されていてBとCに外力のねじりモーメントT_1とT_2がはたらいているものとする．AB，BC，CD間の内力のねじりモーメントをT_{AB}，T_{BC}，T_{CD}とする．これらのモーメントは正の内力のモーメントであると仮定していることになる．

図2(B)で丸で囲んだモーメントの組について考える．この組の内力モーメントT_{AB}とT_{BC}の発生面を限りなくBに近づけると，

$$T_{AB}-T_{BC}=T_1$$

が成り立たなければならない．同じように考えて，四角で囲んだモーメントの組について，内力モーメントT_{BC}とT_{CD}の発生面を限りなくCに近づけると，

$$T_{BC}-T_{CD}=-T_2$$

が成り立たなければならない．

つまり，外力の作用面に近い側の内力の発生面を外力の作用面に近づけるとき内力は各区間の外力と同じになることから，内力の和が外力に等しいという式が立つ(言い換えれば，作用力の分解・合成).

もう一つの考え方は，内力を反作用力としてとらえるものである．ここでは，軸力を受ける棒を例にして説明する．内力を反作用力としてとらえるときの考え方を図3に示す．

外力の作用面から遠い側の内力の発生面の内力と外力との関係で考える．この場合内力と外力は作用と反作用の関係になる．まず，丸で囲んだ力で考えると，

$$-N_{AB}+N_{BC}+P_1=0\rightarrow N_{AB}-N_{BC}=P_1$$

が得られ，四角で囲んだ力で考えると，

$$-N_{BC}+N_{CD}-P_2=0\rightarrow N_{BC}-N_{CD}=-P_2$$

となる．

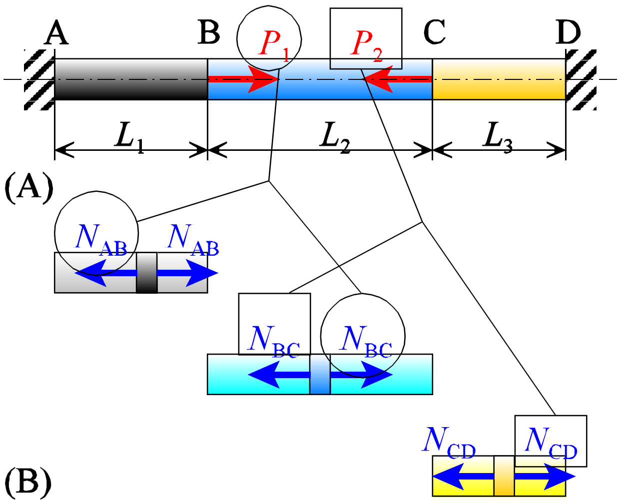

図3

最初の式 $-N_{AB}+N_{BC}+P_1=0$ について考えてみよう．P_1 の作用面Bは区間ABとBCで共通の面になっていると共に区間ABでは正の面，区間BCでは負の面になるので，反作用力の発生面は区間ABでは負の面，区間BCでは正の面になる．力は面の外向き法線方向にとる(図3で，丸で囲んだ N_{AB} と N_{BC})．作用力と反作用力の総和がゼロでなければならない(静力学的つりあい)から右向きの力に+符号，左向きの力に-符号を付けてつりあい式(ベクトルの成分ごとの式と同じ)をたてると $-N_{AB}+N_{BC}+P_1=0$ となる．二番目の式 $-N_{BC}+N_{CD}-P_2=0$ でも面の考え方と符号の付け方は最初の式と同じルールである．

図4と5に二つの考え方をまとめておく．赤で表現した力が対象とする力．

ねじりモーメントを二重矢印で表現すると力の場合と同じルールで式をたてればよいことになる．

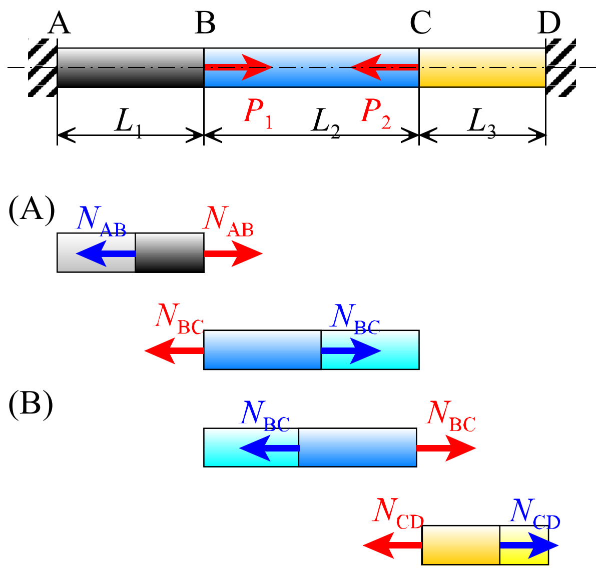

図4 「作用力の分解･合成」の考え方の基づく

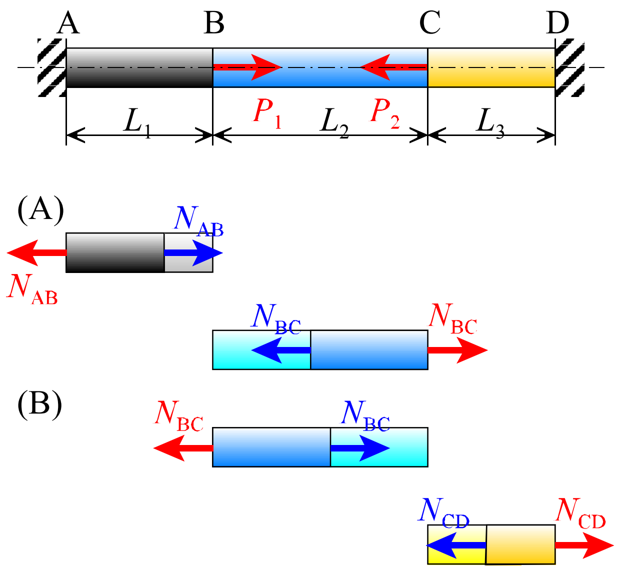

図5 「静力学的つりあい」の考え方に基づく