

断面性能について

CADSUPER のツール計算の中に断面性能コマンドがあります。

この「断面性能自体がわからない」とのお問い合わせが多い為、Q&A 方式でまとめました。

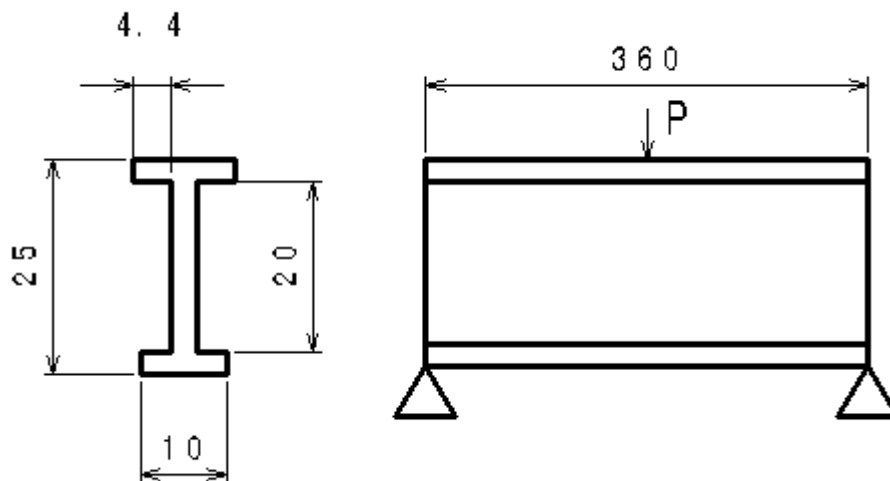
1. 断面性能とは

Q： 断面性能計算は何に使うのか？

A： CAD は設計業務に使用されますが、設計業務の中には作図業務以外に強度計算を行う事があります。強度計算は構造物を設計した際に、「どの程度の力に耐えられるか」「この力を加えるとの程度変形するか」といった計算を行います。

例えば、下記の様な強度計算を行います。

図1のような断面が I 形で長さ 360cm の両端が固定された I 形鋼に於いて、中央にはどれくらいの重量の物を載せる事ができるか、という計算を行います。



M：最大曲げモーメント
 P：最大荷重
 L：梁の長さ
 I：断面二次モーメント
 Z：断面係数
 σ ：許容応力

図1

$$M = \frac{PL}{4} \text{ より } M = \frac{P \times 360}{4} = 90 \times P \text{ kg f c m f c m}$$

断面性能計算より

$$I = 7150 \text{ cm}^4 \quad Z = 572 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = 630 \text{ kg / cm}^2 \text{ とすれば、 } \sigma = \frac{M}{Z} \text{ より } P = \frac{630 \times 572}{90} = 4004 \text{ kg f c m}$$

よって、4t 迄耐える事が分かります。

2. 断面二次モーメントとは

Q： 断面二次モーメント、断面係数、断面二次半径とは何か？

A： 断面二次モーメントの計算は、材料力学・構造力学の世界に入りなかなか理解することが難しい。詳細は専門書を参考して頂き、計算機は参考程度にしてください。

① モーメント

断面二次モーメントを理解するには、まずモーメントの概念を理解する必要がある。

モーメントMとは、 $M = P \cdot a$

P：作用する力の大きさ

a：Pまでの距離

図2はナットをスパナで締める様子を表しています。この時のMを、点B回りのモーメントと言います。

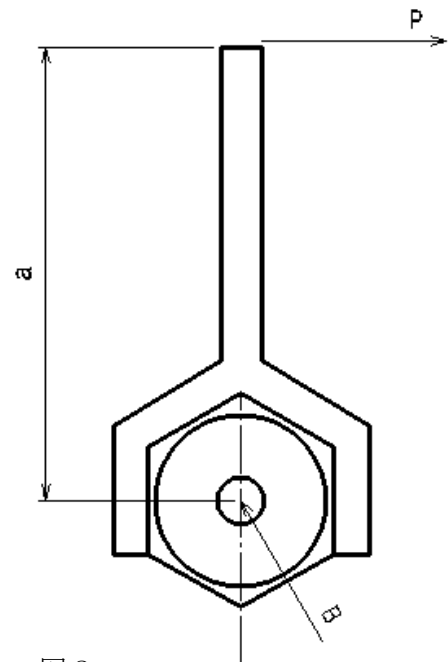


図2

② 曲げモーメント、曲げ応力

両端を支持した梁は、荷重を受けると図3の様に变形する。これは曲げモーメントが発生して曲げられる事によるが、この様に曲げモーメントが働くと、梁の上側には圧縮力、下側には引っ張り力が働く。これらの2力は、梁の断面の中央部に近づくに従い減少し、ついに伸びも縮みもしない面を見出す。これを中立面といい、中立面は梁の断面の重心を通る。この中立面を境として梁の上側に圧縮応力、下側に引っ張り応力が生じ、これらを曲げ応力といい梁の強さを示す。

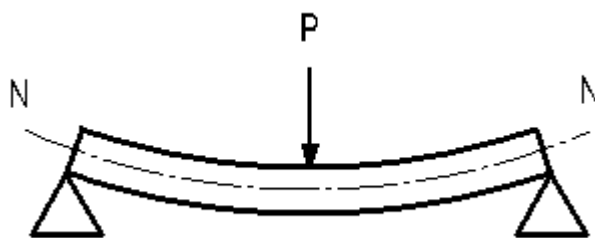


図3

③ 断面二次モーメント

図4に於いて、断面に作用する力について考える。中立面が断面に交わる線を中立軸というが、この中立軸から y の距離にある微小な面積 dA には、 $\sigma \cdot dA$ の力がかかっている。この合力 $\sigma \cdot dA$ は中立軸に対して $\sigma y \cdot dA$ のモーメントを作る。これを全断面について合成したものは、断面に作用する M と釣り合わなければならない。

すなわち、

$$M = \int \sigma y \cdot dA$$

$$\sigma = Cy \text{ より } M = C \int y^2 \cdot dA$$

式の中で $\int y^2 \cdot dA$ は断面に特有の定数であり、これを断面二次モーメントと呼んでいます。

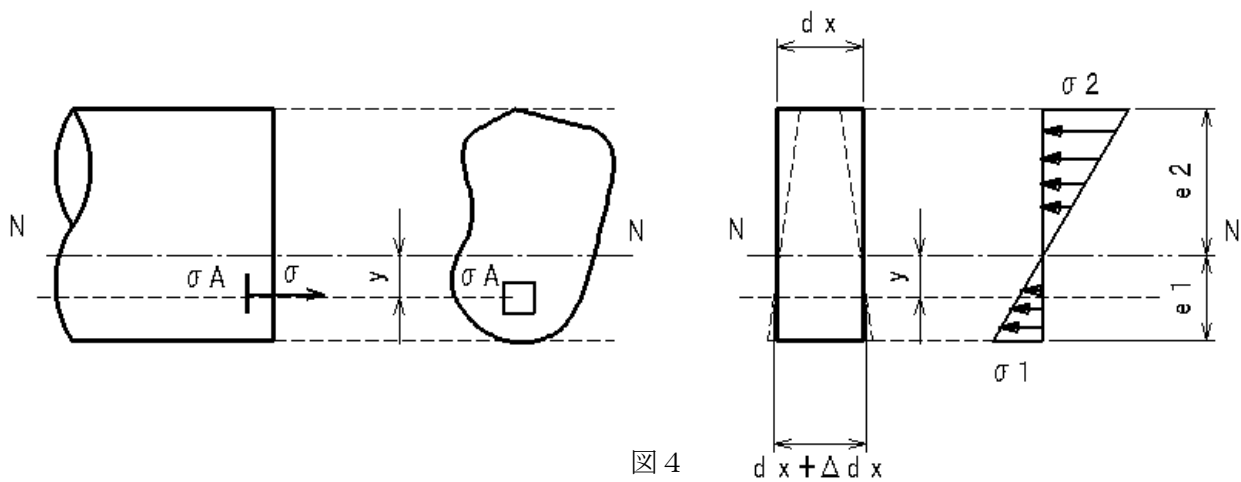


図4

④ 断面係数

断面二次モーメントを I と表せば $M = CI$ $C = \frac{M}{I}$

ここで、 $\sigma = Cy$ より $\sigma = \frac{M}{I} \cdot y$

σ は y の一次式になるので、 σ は図4の様に直接分布し、中立軸から最も遠い縁で最大になる。この応力を縁応力といい、 $\sigma 1$ および $\sigma 2$ で表せば、

$$\sigma 1 = \frac{M}{I} \cdot e 1 \qquad \sigma 2 = \frac{M}{I} \cdot e 2$$

$e 1$ 、 $e 2$ を縁距離という。

$$Z 1 = \frac{I}{e 1} \qquad Z 2 = \frac{I}{e 2}$$

と表し、この $Z 1$ 、 $Z 2$ を断面係数と呼びます。

⑤ 断面二次半径

ある断面に対して、X 軸に関する断面二次モーメントを I_x 、断面積を A とするとき

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

を X 軸に関する断面二次半径という。

また、Y 軸に関しては、

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

断面二次半径は、圧縮を受ける部材(柱)を論じる場合に使用する数値です。

3. 計算結果について

Q： 主軸回りと設定軸回りとはどう違うのですか？

A： 例えば、縦長の矩形を描いて断面性能計算をおこなうと、主軸回りと設定軸まわりは同じ値になります。次に、その矩形を 30° 回転して計算を実行すると、主軸回りの計算結果は回転する前と同じですが、設定軸回りの値は変化しています。

つまりは、主軸はその断面によって決まり、断面二次モーメントが最大・最少になる直交軸が主軸となります。設定軸回りの場合は、画面上の垂直軸 (Y 軸)・水平軸 (X 軸) を主軸として計算しています。

設計者が任意の軸に対しての断面二次モーメントを求めたい場合は、図形を回転移動させて任意の軸を水平、または垂直になることにより、求める事ができます。

①主軸と設定軸が同じ

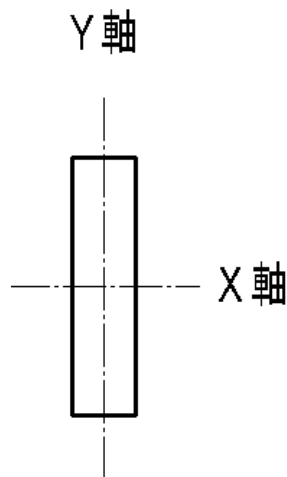


図 5

②主軸と設定軸が異なる

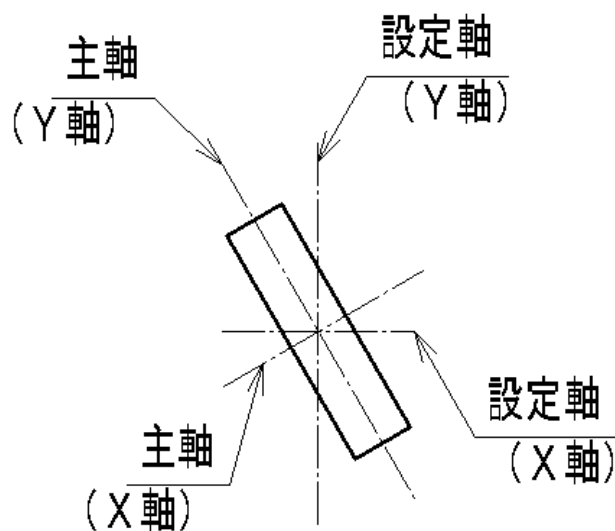


図 6

③ 任意の軸

任意の軸に対して計算する場合は、図形を回転し任意の軸を垂直軸（Y 軸）または水平軸（X 軸）に合わせる。

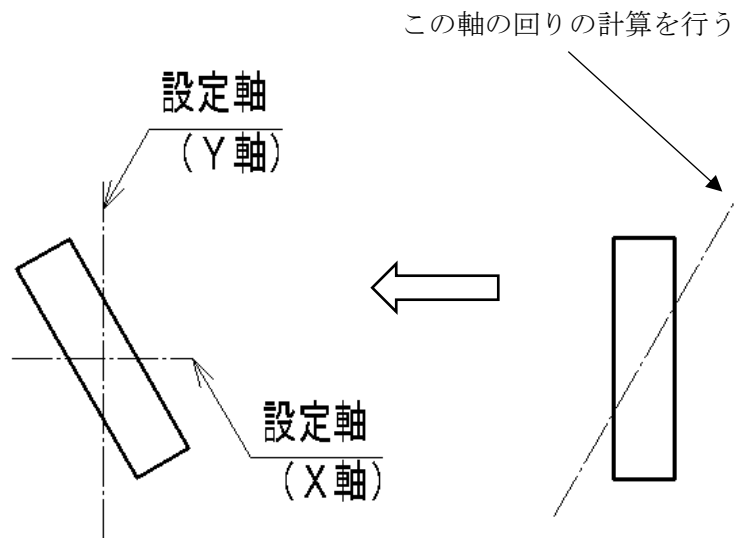


図 7

Q： 設定座標の主軸傾きとはなんですか？

A： 設定軸と主軸が異なる場合、設定軸に対する主軸の傾きを角度で表しています。例えば、図 8 に示す角度となります。

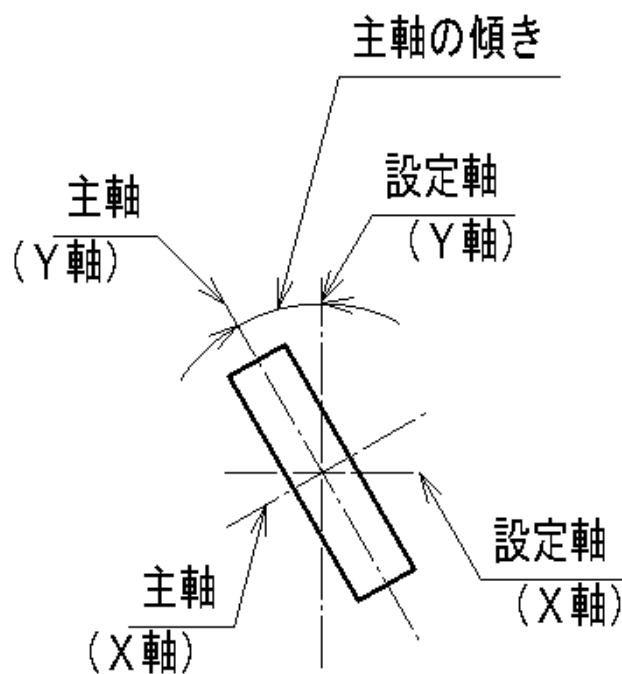


図 8

Q： 設定座標の図心位置とは何ですか？

A： 図9において、点Gを重心、点Cを図心とすると、(a)では重心と図心が同じであるが、(b)では別になっております。

つまり、図心は図形の中心であり、板厚を一定とした時の重心となります。

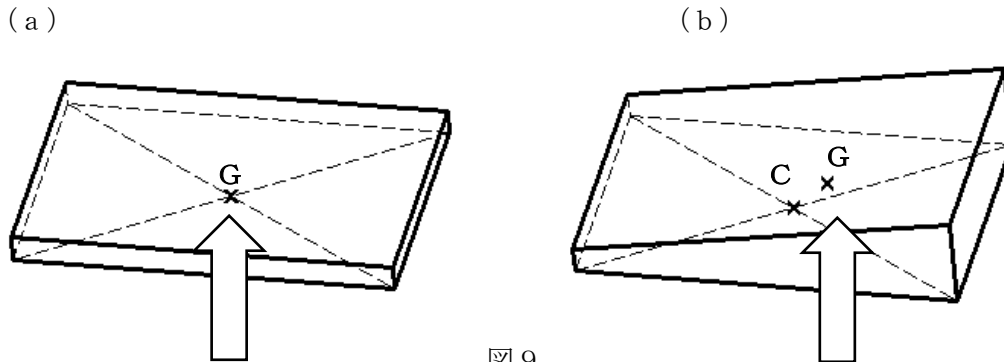


図9

Q： 断面係数のMAXとMINは何ですか？

A： 例えば、X軸回りについて考えると、

$$\text{X軸断面係数 MAX } Z1 = I_x / e1$$

$$\text{X軸断面係数 MIN } Z2 = I_x / e2$$

Y軸回りは、

$$\text{Y軸断面係数 MAX } Z3 = I_y / e1$$

$$\text{Y軸断面係数 MIN } Z4 = I_y / e2$$

となります。

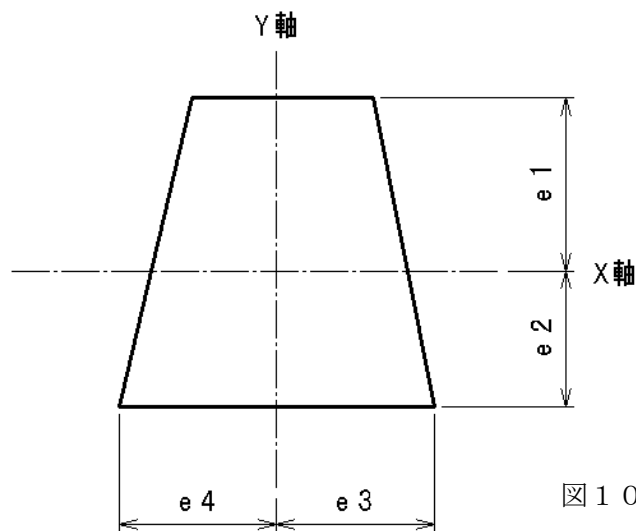


図10

つまり、X軸回りに関しては、X軸を境に上側がMAX、下側がMINとなります。

また、Y軸回りに関しては、Y軸を境に右側がMAX、左側がMINとなります。