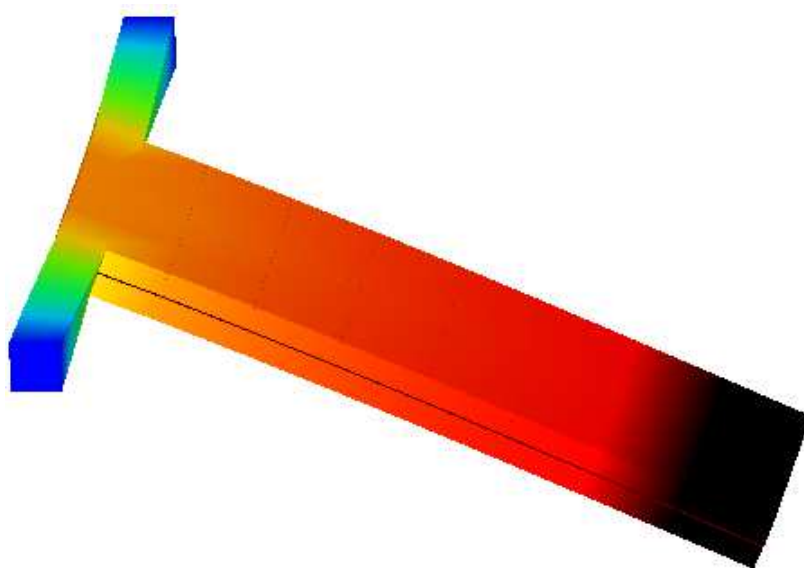


## 【解説】

### ビーム要素のねじれモーメント

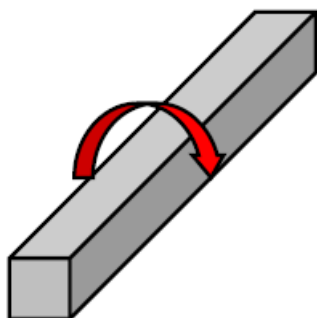


Structural Science

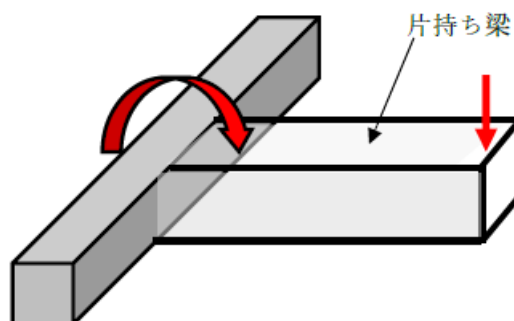
# ビーム要素のねじれモーメント

## ねじれモーメント

ねじりモーメントは、部材を「ねじる」ような応力であり、材軸回りに曲げモーメントが生じます。この曲げモーメントは、部材の「曲げ」と異なり、「ねじれ」として区別されます。

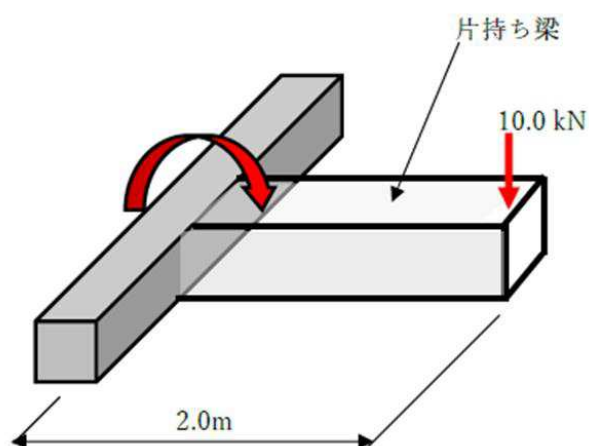


ビーム梁軸回りの曲げ（ねじれ）



ビーム梁軸と片持ち梁

片持ち梁は、固定端に鉛直、水平反力、モーメントが生じます。片持ち梁の端部に生じるモーメントは、梁の中央で「ねじれモーメント」として作用します。ビーム梁軸に生じるねじれモーメントの基本公式を以下に示します。



ねじれモーメント： $T_x$

荷重： $P$

作用距離： $L$

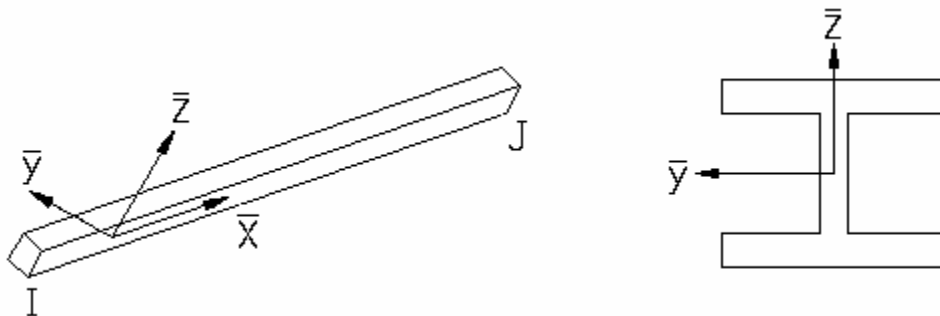
$T_x = PL$

$T_x = 10 \times 2.0 = 20.0 \text{ kNm}$

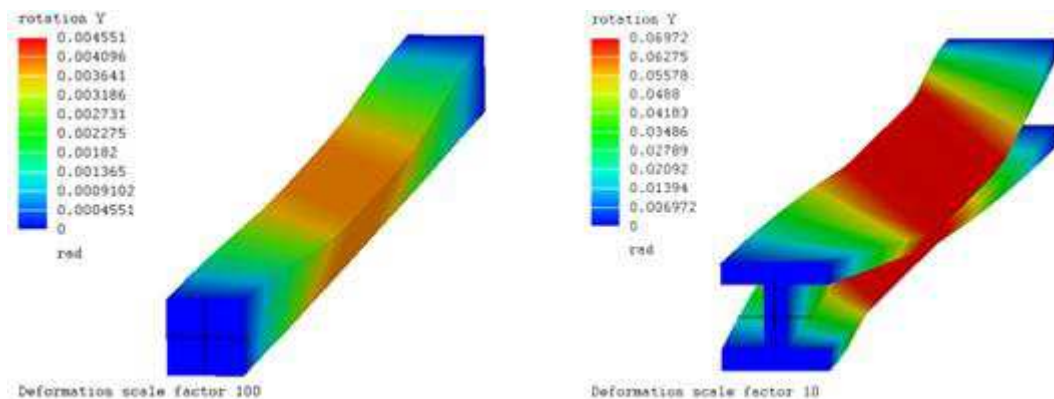
ねじれモーメントはトルクともいい、高力ボルトを締める場合などは、「トルク」をかけるといいます。また、高力ボルトの締め方にはトルクコントロール法があります。

## ねじれ係数

ねじれ係数 ( $T_x$ ) とは、部材のねじれを負担する剛性の数値となります。断面 2 次モーメントと同様に、断面特性に関する値です。断面特性は、各部材が固有に持っている「要素座標系」によって表わされます。下の図は要素座標系を示したものです。要素座標系では、 $y$ 、 $z$  が部材の強軸もしくは弱軸になります。この軸回りの断面 2 次モーメントは、一般的に言われる「強軸（弱軸）回りの断面 2 次モーメント」になります。 $x$  軸は部材の軸方向となります。この軸回りのモーメントは部材の「ねじれ」で、 $T_x$  はねじれに対する剛性となります。工学書では「サンプナンのねじれ定数」と呼ばれ、記号「 $J$ 」で表わされています。（円形断面ではその数値は等しくなりますが、「断面極 2 次モーメント」とは異なります。）

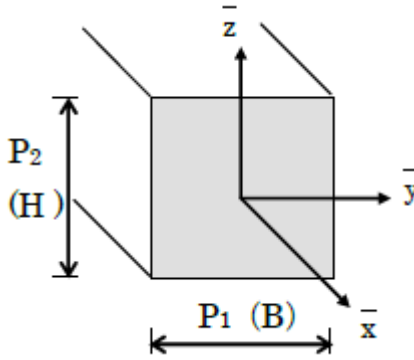
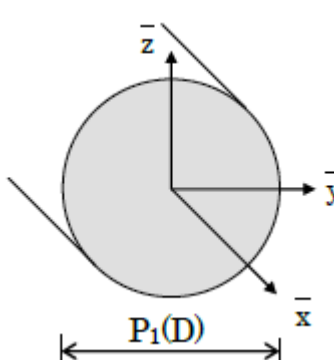
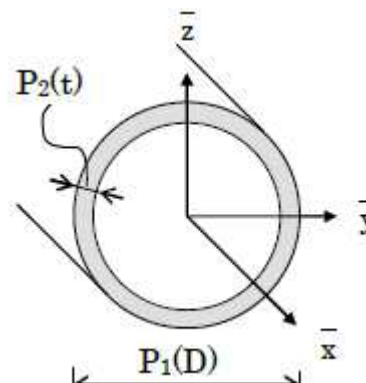


Mecway の断面特性を入力する画面には、Torsion constant ( $T_x$ ) の項目があります。断面特性を形状寸法で定義する場合、 $T_x$  も他の値と同様に自動計算されます。そのため、 $T_x$  の値を入力する必要はありませんが、断面特性の値を直接定義する場合は、他の値と同様に、 $T_x$  を指定する必要があります。また、断面形状によって、いくつかの計算条件があることに注意してください。

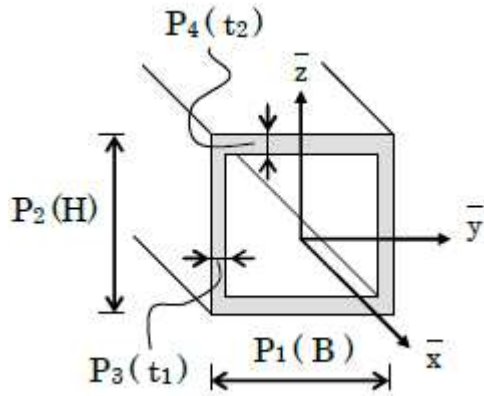


## Mecway による $T_x$ の計算方法

断面特性が形状寸法で定義される場合、Mecway では、一般に以下のような式によって、 $T_x$  が計算されます。

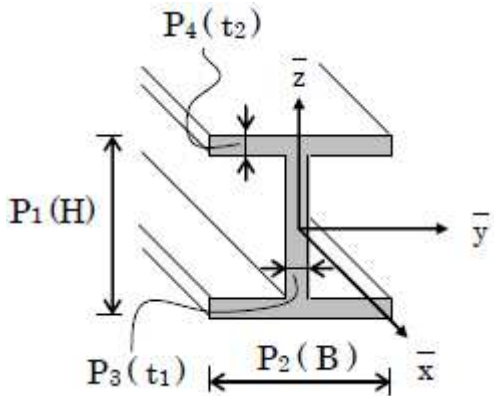
形状タイプ 1	
	$T_x = \frac{B^3 \times H}{16} \times \left( \frac{16}{3} - 3.36 \times \frac{B}{H} \times \left( 1 - \frac{1}{12} \times \left( \frac{B}{H} \right)^4 \right) \right)$ <p>※ ただし <math>B \leq H</math> とする。<math>B &gt; H</math> の時は上式の <math>B</math> と <math>H</math> を入れ替える。</p>
形状タイプ 2	
	$T_x = \frac{\pi}{32} \times D^4$
形状タイプ 3	
	$T_x = \frac{\pi}{32} \times \left( D^4 - (D - 2t)^4 \right)$

形状タイプ 4



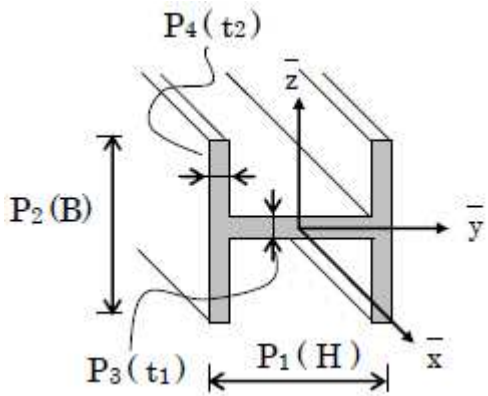
$$T_x = \frac{2 \times t_1 \times t_2 \times (B - t_1)^2 \times (H - t_2)^2}{B \times t_1 + H \times t_2 - (t_1)^2 - (t_2)^2}$$

形状タイプ 5



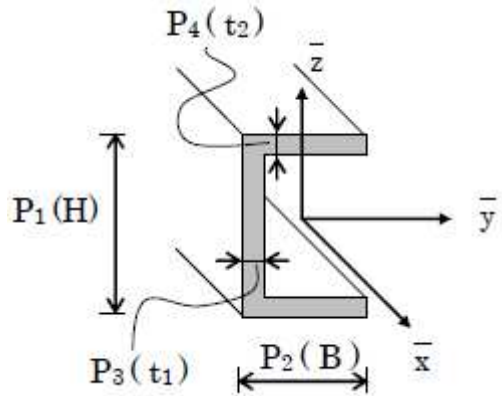
$$T_x = \frac{1}{3} \times \left( 2 \times B \times (t_2)^3 + (H - 2 \times t_2) \times (t_1)^3 \right)$$

形状タイプ 6



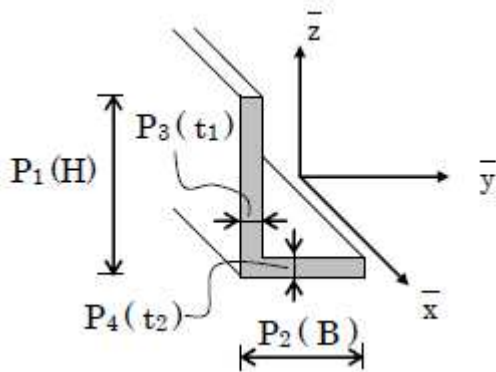
$$T_x = \frac{1}{3} \times \left( 2 \times B \times (t_2)^3 + (H - 2 \times t_2) \times (t_1)^3 \right)$$

形状タイプ 7



$$I_x = \frac{1}{3} \times \left[ 2 \times B \times (t_2)^3 + (H - 2 \times t_2) \times (t_1)^3 \right]$$

形状タイプ 8



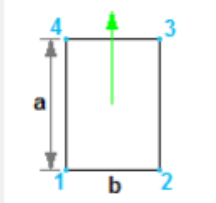
$$I_x = \frac{1}{3} \times \left[ H \times (t_1)^3 + (B - t_1) \times (t_2)^3 \right]$$

## Mecway のビーム要素プロパティ

Material Properties (Material) ×

Geometric Mechanical Density Plastic Thermal Fluid Electric Failure criteria Piezoelectric

☐ None  
☐ Shell / membrane  
☐ C section  
☐ T section  
☐ L section  
☐ I section  
☒ Rectangular bar  
☐ Rectangular tube  
☐ Circular bar  
☐ Circular tube  
☐ General section



a 150 mm  
 b 150 mm

2nd moment of area about V 42187500 mm<sup>4</sup>  
 2nd moment of area about W 42187500 mm<sup>4</sup>  
 Torsion constant 71296875 mm<sup>4</sup>  
 Cross sectional area 22500 mm<sup>2</sup>

Stress recovery point in principal coordinates

V 0 m  
 W 0 m

Save to library... OK Cancel

### 断面 2 次モーメント

$I_x = 2\text{nd moment of area about V}$

$I_y = 2\text{nd moment of area about W}$

$$I_x = a \cdot b^3 / 12 = 150 \cdot 150^3 = 42187500 \text{ mm}^4$$

$$I_y = a^3 \cdot b / 12 = 150^3 \cdot 150 = 42187500 \text{ mm}^4$$

### ねじれモーメント

$T_x = \text{Torsion constant}$

$$\begin{aligned}
 T_x &= (b^3 \cdot a) / 16 \cdot (16/3 - 3.36 \cdot b/a \cdot (1 - 1/12 \cdot (b/a)^4)) \\
 &= (150^3 \cdot 150) / 16 \cdot (16/3 - 3.36 \cdot 150/150 \cdot (1 - 1/12 \cdot (150/150)^4)) \\
 &= 31640625 \cdot (16/3 - 3.36 \cdot 0.9166667) = 31640625 \cdot 2.2533332 = 71296875 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

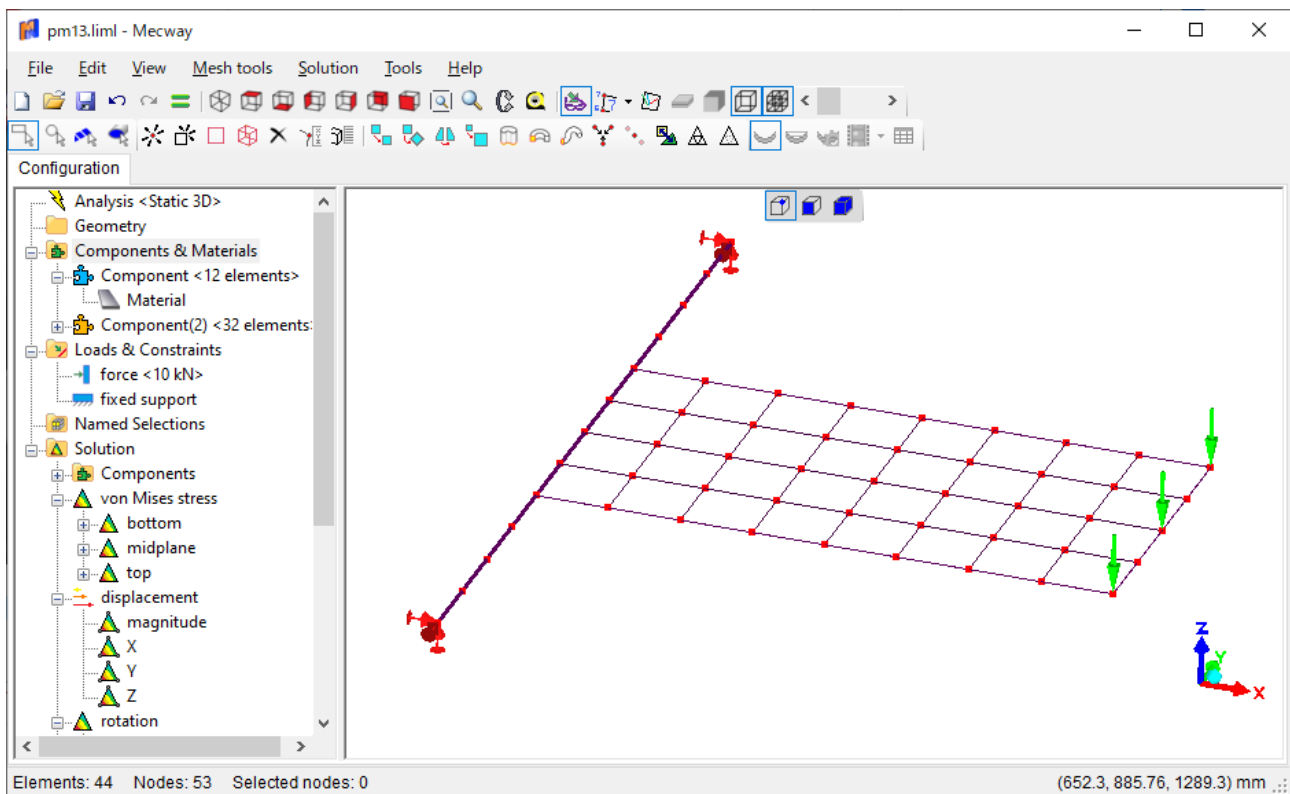
### 断面積

Cross section area

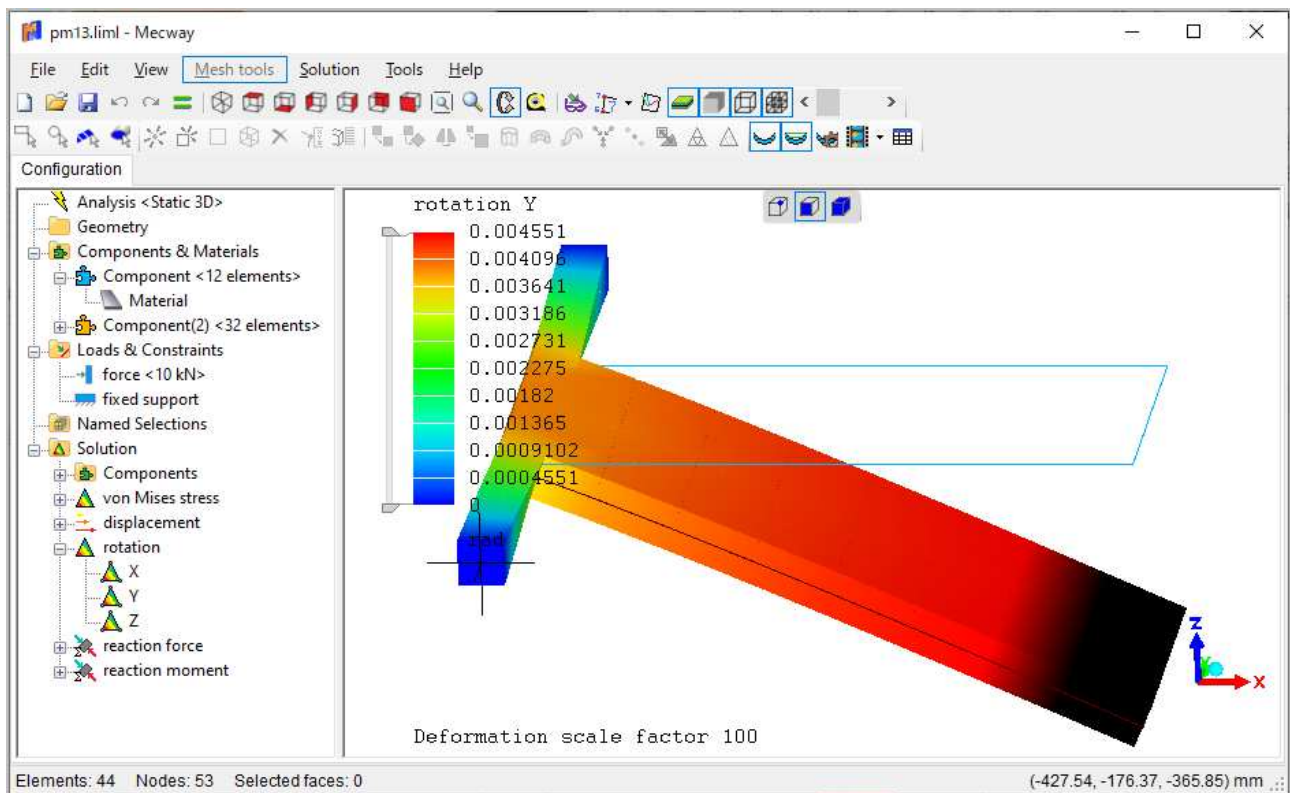
$$22500 \text{ mm}^2$$

$$150 \cdot 150 = 22500 \text{ mm}^2$$

## Mecway 解析例



解析モデル（ビームとシェル）



解析結果（回転シェープ）