


## サンプルテキスト

# 数値実験による設計と CAEの力学講座

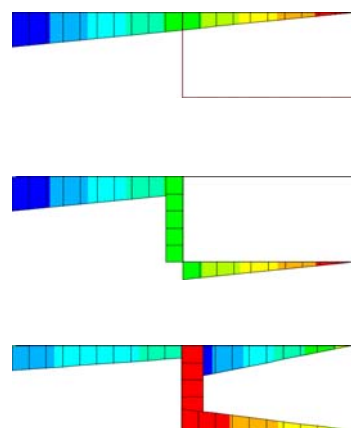
## サンプルテキストについて

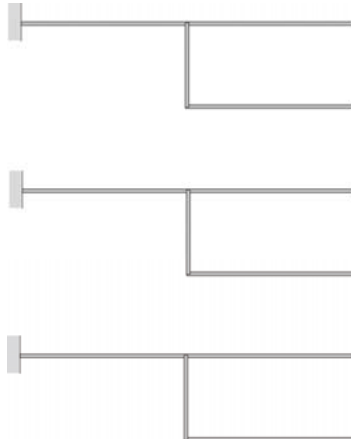
- 各講師が「講義の内容が伝わりやすいページ」を選びました。
- テキストのページは必ずしも連続していません。一部を抜粋しています。
- 幾何光学講座については、実物のテキストではなくガイダンスを掲載いたします。

## 1 曲がり方の予測 ～洞察 & 数値計算～



Q: 曲げモーメント図から推察して, どんな負荷条件/境界条件で, どのような曲がり方をするか描いてみよう.




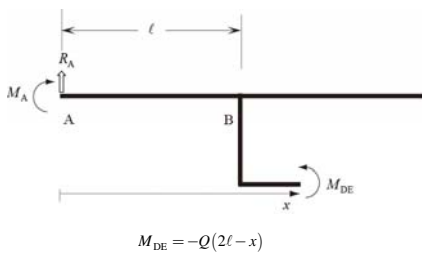


計算機演習

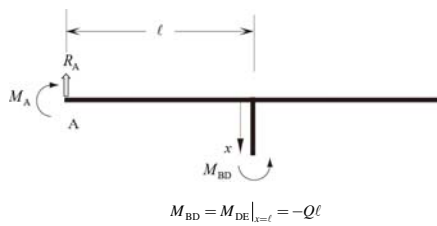
入力データ: ..¥CAE\_UNIV¥01¥FRAME¥framestruct-1.txt~framestruct-3.txt

## 2 フレームの相反定理 ～理論～



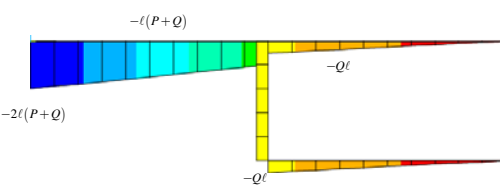


$M_{DE} = -Q(2l - x)$



$M_{BD} = M_{DE}|_{x=l} = -Ql$

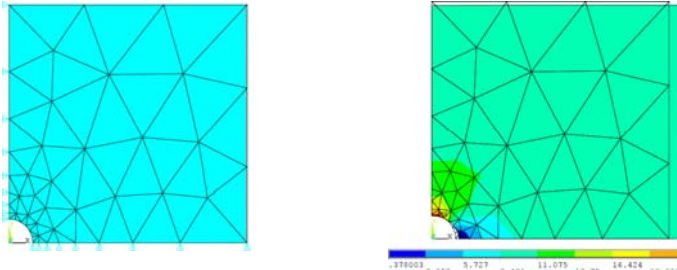
**曲げモーメント図**



**仮想仕事式:**

$$\begin{aligned} \delta_B \bar{P} &= \int_0^l \frac{\bar{M} M_{AB}}{EI} dx = \frac{(P+Q)}{EI} \int_0^l (x-l)(x-2l) dx \\ &= \frac{(P+Q)}{EI} \int_0^l (x^2 - 3lx + 2l^2) dx \\ &= \frac{(P+Q)}{EI} \left[ \frac{x^3}{3} - \frac{3l}{2}x^2 + 2l^2x \right]_0^l \\ &= \frac{5(P+Q)\ell^3}{6EI} \end{aligned}$$

### 3 応力分布の可視化



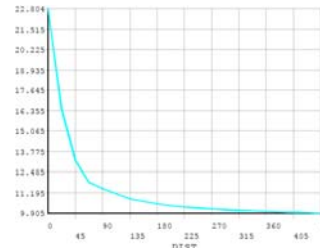
```

/sol
nset, all
ddelete, all
lset, all
sfdelete, all, all
    
```

その後、メッシュ細分化し、再計算してみよう

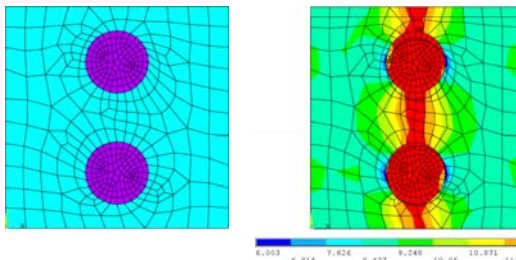
Q: 理論解を再現するにはどうすればよいか？

入カデータ : ..¥CAE\_UNIV¥03¥STRENGTH¥strength-A.txt



計算機演習

### 4 異方性と補強：補強材の形状



Q: 力の伝達（流れ）を可視化しよう

$E = 20 \text{ GPa}$   
 $\nu = 0.3$   
 $V_f = 0.126$   
 $E' = 200 \text{ GPa}$   
 $\nu' = 0.25$   
 $V_f' = 0.874$

```

nset, s, loc, x, 0
nset, r, loc, y, 1000
prnsol, u, y
    
```

入カデータ : ..¥CAE\_UNIV¥03¥ANISO¥ inclusion-02.txt

入カデータ : ..¥CAE\_UNIV¥03¥ANISO¥ inclusion-03.txt

※ 補強材の量（体積）は Inclusion-01と同一

計算機演習

5

## 熱と応力：熱膨張による形状変化

TOHOKU UNIVERSITY

Q:  $\Delta T = 100^\circ\text{C}$  の温度上昇があると、構造物はどのような挙動を示すだろうか？

Young率:  $E_s = 210$  [GPa]  
 Poisson比:  $\nu_s = 0.3$   
 線膨張係数:  $\alpha_s = 1.17 \times 10^{-5}$  [ $1/^\circ\text{C}$ ]

Young率:  $E_{br} = 91$  [GPa]  
 Poisson比:  $\nu_{br} = 0.25$   
 線膨張係数:  $\alpha_{br} = 1.87 \times 10^{-5}$  [ $1/^\circ\text{C}$ ]

6

## 熱と応力：熱膨張による形状変化

TOHOKU UNIVERSITY

$\Delta T = 100^\circ\text{C}$  の温度上昇があるとき、

Q: 最大たわみ量はいくらか？

Q: 温度上昇による軸方向応力の分布は？

A B  
A' B'


Q: 特徴的な応力分布は？

A A'  
B B'

計算機演習 入力データ: ..¥CAE\_UNIV¥04¥BEAM¥heatedbeam.txt

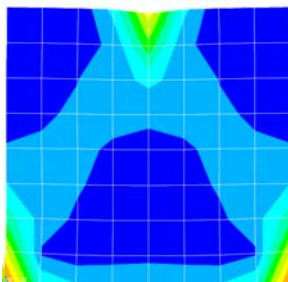
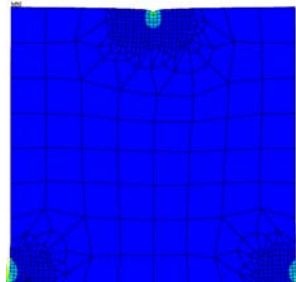
7

## 点負荷・点支持



TOHOKU UNIVERSITY

Q: 構造を変えてみて、点負荷/点支持されたモデルの挙動を調べてみよう

入力データ： ..¥CAE\_UNIV¥05¥StVenant¥point-load-support-.txt

で解析する。そして同じモデルについて、


入力データ： ..¥CAE\_UNIV¥05¥StVenant¥point-load-support-mod.txt

により、拘束・荷重を消去した後、メッシュ細分化し、再解析する

計算機演習

8

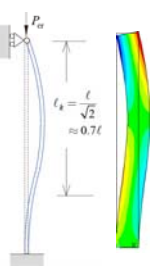
## 構造強度：座屈と固体のFEM



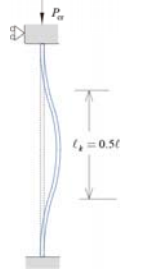
TOHOKU UNIVERSITY

座屈荷重の理論解

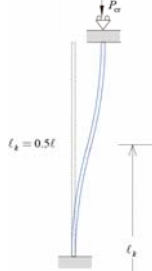
$P_{cr}^{(b)} = 8.22 \times 10^6$	$P_{cr}^{(c)} = 16.4 \times 10^6$	$P_{cr}^{(d)} = 4.11 \times 10^6$	$P_{cr}^{(e)} = 1.03 \times 10^6$
-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------




(b)



(c)



(d)



(e)

Q: 2次元弾性ソリッド要素を用いて、座屈荷重を算出してみよう

Q: 要素の次数や、要素数を変えてみたらどうなるだろうか？