

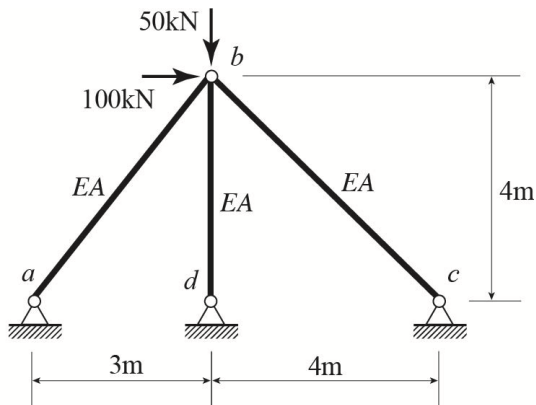
第11章の問題 解答例

□ 2

```
clear; format shortG
```

目的

変位法を適用して次のトラス構造の部材の応力を求める。基準座標系の x 方向は右向き正、 y 方向は上向き正、部材の応力は引張りを正とする。材料のヤング率を E (単位 kN/m^2)、部材の断面積を A (単位 m^2) とする。なお、計算の過程においては、 EA のまま計算を進める。



自由度の番号

全体の構造物における、それぞれの節点の自由度の番号は次のとおりとする。

- ・ 節点 a : 1 (x 方向), 2 (y 方向)
- ・ 節点 b : 3 (x 方向), 4 (y 方向)
- ・ 節点 c : 5 (x 方向), 6 (y 方向)
- ・ 節点 d : 7 (x 方向), 8 (y 方向)

部材の剛性マトリクス

すべての部材の剛性マトリクスを作成する。

```
EA = 1.0;
```

部材 **ab** :

```
sn = 4/5; % sin θ
cs = 3/5; % cos θ
T = [-cs; -sn; cs; sn] % 部材abの座標変換マトリクス
```

```
T = 4×1
```

```
    -0.6
    -0.8
     0.6
     0.8
```

```
K = EA/5;
```

```
K1 = T*K*T' % 部材abの剛性マトリクス
```

```
K1 = 4×4
```

```
    0.072    0.096   -0.072   -0.096
    0.096    0.128   -0.096   -0.128
   -0.072   -0.096    0.072    0.096
   -0.096   -0.128    0.096    0.128
```

部材 **bd** :

```
sn = -1; % sin θ
cs = 0; % cos θ
T = [-cs; -sn; cs; sn] % 部材bdの座標変換マトリクス
```

```
T = 4×1
    0
    1
    0
   -1
```

```
K = EA/4;
K2 = T*K*T' % 部材bdの剛性マトリクス
```

```
K2 = 4×4
    0         0         0         0
    0        0.25         0       -0.25
    0         0         0         0
    0       -0.25         0        0.25
```

部材 **bc** :

```
sn = -sqrt(2)/2; % sin θ
cs = sqrt(2)/2; % cos θ
T = [-cs; -sn; cs; sn] % 部材bcの座標変換マトリクス
```

```
T = 4×1
   -0.70711
    0.70711
    0.70711
   -0.70711
```

```
K = EA/(4*sqrt(2));
K3 = T*K*T' % 部材bcの剛性マトリクス
```

```
K3 = 4×4
    0.088388   -0.088388   -0.088388    0.088388
   -0.088388    0.088388    0.088388   -0.088388
   -0.088388    0.088388    0.088388   -0.088388
    0.088388   -0.088388   -0.088388    0.088388
```

なお、これらの剛性マトリクスの成分の数値は、これらの数値にそれぞれ EA を乗じたものとなる。

構造物の剛性マトリクス

直接剛性法により構造物の剛性マトリクスを作成する。

```
K = zeros(8,8);
K([1:2 3:4],[1:2 3:4]) = K([1:2 3:4],[1:2 3:4]) + K1; % 部材abの剛性マトリクスを加える
K([3:4 7:8],[3:4 7:8]) = K([3:4 7:8],[3:4 7:8]) + K2; % 部材bdの剛性マトリクスを加える
K([3:4 5:6],[3:4 5:6]) = K([3:4 5:6],[3:4 5:6]) + K3; % 部材bcの剛性マトリクスを加える
K % 構造物の剛性マトリクス
```

```
K = 8×8
    0.072    0.096   -0.072   -0.096         0         0         0
    0.096    0.128   -0.096   -0.128         0         0         0
   -0.072   -0.096    0.16039    0.0076117   -0.088388    0.088388         0
   -0.096   -0.128    0.0076117    0.46639    0.088388   -0.088388         0
         0         0   -0.088388    0.088388    0.088388   -0.088388         0
         0         0    0.088388   -0.088388   -0.088388    0.088388         0
         0         0         0         0         0         0         0
         0         0         0       -0.25         0         0         0
```

実際の剛性マトリクスの成分の数値は、これらの数値に EA を乗じたものとなる。

構造物の支持条件を考慮した構造物の剛性マトリクス

```
KS = K(3:4,3:4) % 支持条件を考慮した構造物の剛性マトリクス
```

```
KS = 2×2
    0.16039    0.0076117
    0.0076117    0.46639
```

実際の剛性マトリクスの成分の数値は、これらの数値に EA を乗じたものとなる。

節点の変位

```
load = zeros(8,1); % 節点に働くすべての力の成分
displ = zeros(8,1); % 節点の変位のすべての成分
load([3 4]) = [100 -50]; % 節点に働く荷重
displ([3 4]) = KS \ load([3 4]) % 自由節点の未知の変位 (単位:m)
```

```
displ = 8×1
    0
    0
   629.06
  -117.47
    0
    0
    0
    0
```

実際の変位の数値は、これらの数値に EA を乗じたものとなる。

節点に作用する外力と反力

```
load([1 2 5 6 7 8])= K([1 2 5 6 7 8],[3 4])*displ([3 4]) % 外力と支持点の反力(単位:kN)
```

```
load = 8×1
  -34.015
  -45.353
    100
   -50
  -65.985
   65.985
    0
   29.368
```

部材の応力

部材の両端の節点の変位から部材の伸びを求め、さらに部材の軸力を求める。引張正(単位 kN) とする。

部材 ab :

```
sn = 4/5; % sin θ
cs = 3/5; % cos θ
T = [-cs; -sn; cs; sn]; % 部材 ab の座標変換マトリクス
K = EA/5;
force1 = K * T' * displ([1:2 3:4]) % 部材 ab の応力 (単位:kN)
```

```
force1 =
    56.692
```

部材 bd :

```
sn = -1;  
cs = 0;  
T = [-cs; -sn; cs; sn]; % 部材 bd の座標変換マトリクス  
K = EA/4;  
force2 = K * T' * displ([3:4 7:8]) % 部材 bd の応力（単位:kN)
```

```
force2 =  
    -29.368
```

部材 bc :

```
sn = -sqrt(2)/2;  
cs = sqrt(2)/2;  
T = [-cs; -sn; cs; sn]; % 部材 bd の座標変換マトリクス  
K = EA/(4*sqrt(2));  
force3 = K * T' * displ([3:4 5:6]) % 部材 bc の応力（単位:kN)
```

```
force3 =  
    -93.317
```