

【課題解答例】

【課題 7-1】 曲げモーメントによる片持ち梁の応力分布は一定値ですので  $x$  方向には変化しません。したがって、たわみ  $u_y$  は以下のような微分方程式で表現することができます。

$$\frac{d^2 u_y}{dx^2} = -\frac{M}{EI} = \frac{M_0}{EI} \quad (7-1.1)$$

したがって、

$$\frac{du_y}{dx} = \frac{M_0}{EI} x + C_1 \rightarrow u_y = \frac{M_0}{2EI} x^2 + C_1 x + C_2 \quad (7-1.2)$$

となります。一方、 $\left. \frac{du_y}{dx} \right|_{x=0} = 0$ 、 $u_y|_{x=0} = 0$  ですから  $C_1 = 0$ 、 $C_2 = 0$

すなわち

$$u_y = -\frac{M_0}{2EI} x^2 \quad (7-1.3)$$

となります。なお、断面が長方形ですから断面二次モーメント  $I$  は、

$$I = bh^3 / 12 = 30 \times 60^3 / 12 = 54 \times 10^4 \quad [\text{mm}^4]$$

として計算できます。一方、 $u_x$  は、モーメントを発生させた荷重  $W$  によるものですので、

$$u_x = \frac{Fx}{EA} \quad (7-1.4)$$

とすることができます。

■解析結果の変位取出し 上記の結果と有限要素法の解析結果を比較するために、「変位取出」というシートを追加し、中立軸上の変位データを取り出すプログラムを作ります。

```
Sub 変位取出_ボタン2_Click()
With Worksheets("節点データ")
k = 1: i = 2
Do While .Cells(i, 1) <> ""
YY = Worksheets("節点データ").Cells(i, 3)
If Abs(YY - 30) < 0.001 Then
k = k + 1
Worksheets("変位取出").Cells(k, 1) = Worksheets("節点データ").Cells(i, 1)
Worksheets("変位取出").Cells(k, 2) = Worksheets("節点データ").Cells(i, 2)
Worksheets("変位取出").Cells(k, 3) = Worksheets("変位").Cells(i, 2)
Worksheets("変位取出").Cells(k, 4) = Worksheets("変位").Cells(i, 3)
End If
i = i + 1
Loop
End With
End Sub
```

実行した結果は以下の(a)のとおりです。なお1行目の見出し部分と書式設定は手操作入力です。また材料力学の結果と比較するために同じシートのO列からS列に以下の(b)のように定義します。

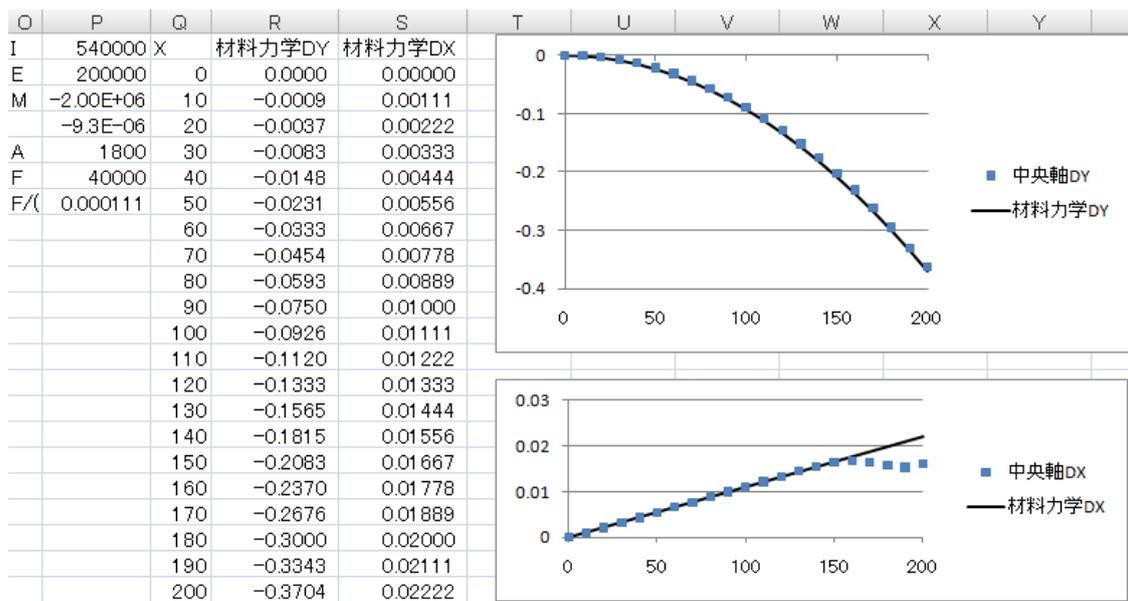
(a) 取り出した中央軸のデータ

	A	B	C	D
1	節点番号	X	中央軸DX	中央軸DY
2	4	0	6.22E-27	2.56E-27
3	17	10	0.00099	-0.00021
4	30	20	0.002061	-0.00272
5	43	30	0.003178	-0.00719
6	56	40	0.00431	-0.01348
7	69	50	0.005439	-0.02157
8	82	60	0.006562	-0.03148
9	95	70	0.007679	-0.0432
10	108	80	0.008796	-0.05673
11	121	90	0.009915	-0.07208
12	134	100	0.011039	-0.08925
13	147	110	0.012172	-0.10823
14	160	120	0.013311	-0.12903
15	173	130	0.014439	-0.15164
16	186	140	0.0155	-0.17607
17	199	150	0.01636	-0.20234
18	212	160	0.016749	-0.23062
19	225	170	0.016465	-0.2613
20	238	180	0.015706	-0.29467
21	255	190	0.015324	-0.32978
22	272	200	0.015996	-0.36327

(b) 比較のための式定義

O	P	Q	R	S
I	=30*60^3/12	X	材料力学DY	材料力学DX
E	200000	0	=\$P\$4*Q2^2	=\$P\$7*Q2
M	-2000000	10	=\$P\$4*Q3^2	=\$P\$7*Q3
	=P3/(P2*P1*2)	20	=\$P\$4*Q4^2	=\$P\$7*Q4
A	=60*30	30	=\$P\$4*Q5^2	=\$P\$7*Q5
F	40000	40	=\$P\$4*Q6^2	=\$P\$7*Q6
F/(AE)	=P6/(P5*P2)	50	=\$P\$4*Q7^2	=\$P\$7*Q7
		60	=\$P\$4*Q8^2	=\$P\$7*Q8
		70	=\$P\$4*Q9^2	=\$P\$7*Q9
		80	=\$P\$4*Q10^2	=\$P\$7*Q10
		90	=\$P\$4*Q11^2	=\$P\$7*Q11
		100	=\$P\$4*Q12^2	=\$P\$7*Q12
		110	=\$P\$4*Q13^2	=\$P\$7*Q13
		120	=\$P\$4*Q14^2	=\$P\$7*Q14
		130	=\$P\$4*Q15^2	=\$P\$7*Q15
		140	=\$P\$4*Q16^2	=\$P\$7*Q16
		150	=\$P\$4*Q17^2	=\$P\$7*Q17
		160	=\$P\$4*Q18^2	=\$P\$7*Q18
		170	=\$P\$4*Q19^2	=\$P\$7*Q19
		180	=\$P\$4*Q20^2	=\$P\$7*Q20
		190	=\$P\$4*Q21^2	=\$P\$7*Q21
		200	=\$P\$4*Q22^2	=\$P\$7*Q22

■比較結果 グラフ化すると、Y方向変位は材料力学の結果とほぼ一致しているのが分かります。



一方、X方向変位は、先端部分がわずかにずれています。この理由は、有限

【課題解答例】

要素法のモデル化では、突起の先端部分に横方向の荷重をかけているため中央軸付近の変位が少なくなっているせいです。梁の先端部分（材料力学での計算箇所のみ）の変位を取り出してグラフ化すると、以下のように中央軸から僅かに外れた箇所が材料力学の結果に一致する様子がわかります。

