# เฉลยวิธีทำ
# ข้อสอบสภาวิศวกร
# วิชา Structural Analysis

โดย

ดร.สรกานต์  ศรีตองอ่อน

(เมษายน ๒๕๖๔)

# สาขา : โยธา
## วิชา : Structural Analysis

เนื้อหาวิชา : 534 : Analysis of indeterminate structures by elastic load method, methods of slope and deflection, moment distribution, strain energy

ข้อที่ 1 :

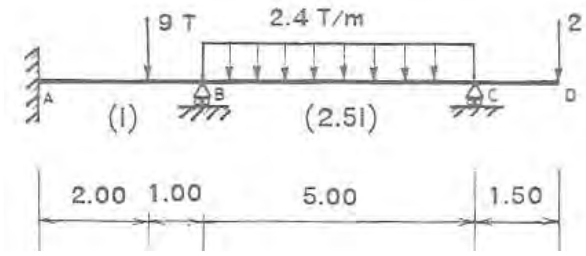
ข้อใดเป็นการวิเคราะห์โครงสร้างแบบอินดีเทอร์มิเนทโดยวิธีเปลี่ยนตำแหน่ง(Displacment Method)

1 : Consistent Deformation Method
2 : Method of Three-Moment Equations
3 : Method of Least Work
4 : Column Analogy
5 : Slope-Deflection Method
คำตอบที่ถูกต้อง : 5

มี 2 วิธีหลัก
1) Force Method ตัวแปรแรก คือ แรง
2) Displacement Method ตัวแปรแรก คือ การเปลี่ยนตำแหน่ง

ข้อที่ 2 :

จากคานต่อเนื่องรับน้ำหนักตามรูป จงวิเคราะห์หาแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ C




$I/3 \sim 2 \qquad 2.5I/5 \sim 3 \qquad 3/4(3) = 9/4$

| 0 | 8/17 | 9/17 | 1 |
|---|---|---|---|
| −2 | +4 | −5 | +5 −3 |
| 0 | +8/17 | +9/17 | −2 |
| +4/17 | | −1 | |
| 0 | +8/17 | +9/17 | |
| −30/17 | +84/17 | −84/17 | +3 −3 |

84/17, 2.4, 3, 2

8, 6, 2

33/85

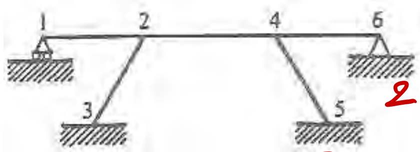
477/85

$\therefore R_c = \frac{477}{85} + 2 = 7.61$

1 : 7.62 ตัน
2 : 10 ตัน
3 : 15.61 ตัน
4 : 2 ตัน
5 : 5.61 ตัน
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 3 :

จงหาดีกรีอินดีเทอร์มิเนทของโครงสร้างดังรูป




$m = 5,\ r = 9,\ j = 6$

$3m + r = 24$

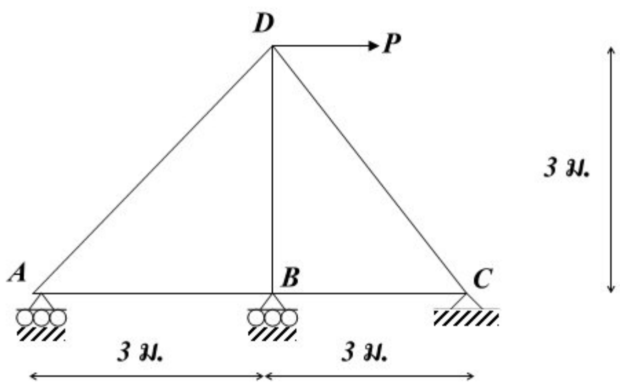
$3j = 18$

$\therefore DI = 24 - 18 = 6$

1 : 1
2 : 3
3 : 6
4 : 9
5 : 12
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 4 :

ให้หาแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับของโครงข้อหมุนที่จุด B เมื่อกำหนดให้พื้นที่หน้าตัดของชิ้นส่วนมีขนาดเท่ากับ a และทำจากวัสดุเดียวกันทุกชิ้นส่วน



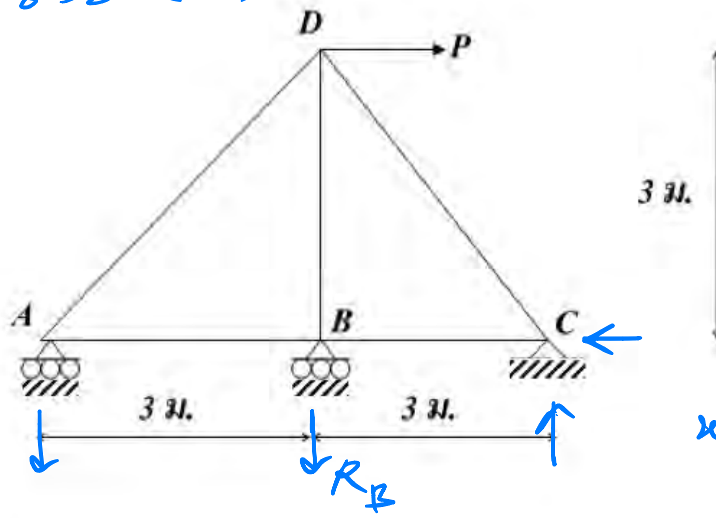

วิธีทำอยู่หน้าถัดไป

1 : 0.33P ( Down)
2 : 0.42P ( Down)
3 : 0.17P ( Down )
4 : 0.26P ( Down )
5 : 0.55P (Down)

ข้อที่ 4

ให้หาแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับของโครงข้อหมุนที่จุด B เมื่อกำหนดให้พื้นที่หน้าตัดของชิ้นส่วนมีขนาดเท่ากับ a และทำจากวัสดุเดียวกันทุกชิ้นส่วน

ใช้วิธี Least Work




$m = 5,\ r = 4,\ j = 4$

$5+4 > 2(4)$

∴ เป็นโครงสร้างแบบอินดีเทอร์มิเนท ภายนอก $DI = 9-8 = 1$

ให้ $R_B$ เป็นรีดันแดนท์

หาแรงภายใน (S) โดยใช้หลักการรวมผล คือ

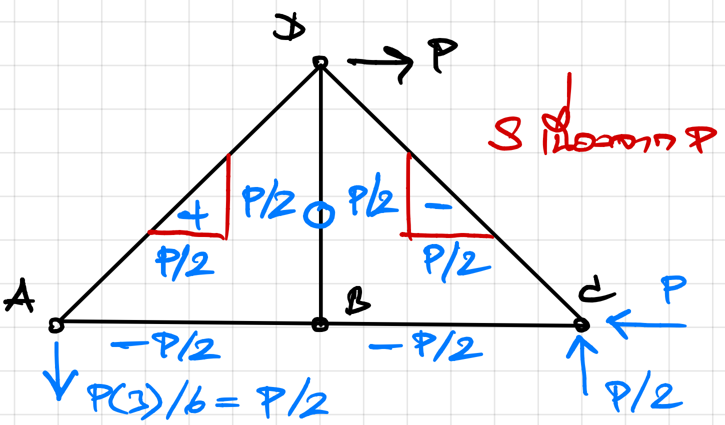
S เนื่องจาก P + S เนื่องจาก $R_B$

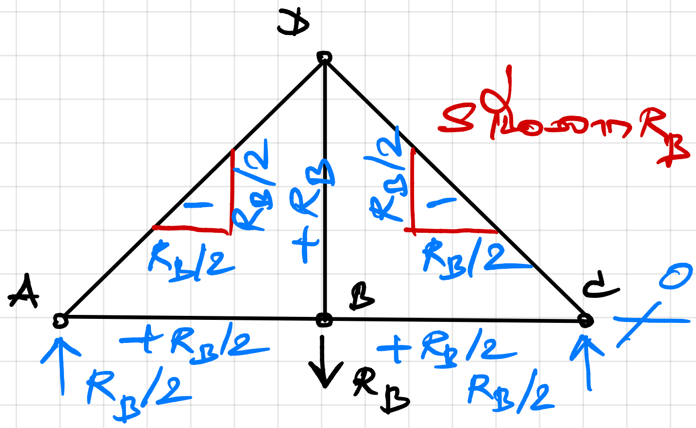
1 : 0.33P ( Down)
2 : 0.42P ( Down)
3 : 0.17P ( Down )
4 : 0.26P ( Down )
5 : 0.55P (Down)

$$\because \Delta_{VB} = 0 = \Sigma S(\partial S/\partial R_B)L/aE$$

aE คงที่ $\therefore \frac{1}{aE}\Sigma S(\partial S/\partial R_B)L = 0$

$$\Sigma S(\partial S/\partial R_B)L = 0$$




| Mem | S | $\partial S/\partial R_B$ | L | $S(\partial S/\partial R_B)L$ |
|---|---|---|---|---|
| AB | $-P/2+R_B/2$ | $+1/2$ | 3 | $-3P/4+3R_B/4$ |
| BC | $-P/2+R_B/2$ | $+1/2$ | 3 | $-3P/4+3R_B/4$ |
| BD | $0+R_B$ | $+1$ | 3 | $+3R_B$ |
| AD | $+\sqrt{2}P/2-\sqrt{2}R_B/2$ | $-\sqrt{2}/2$ | $3\sqrt{2}$ | $-3\sqrt{2}P/2+3\sqrt{2}\frac{R_B}{2}$ |
| CD | $-\sqrt{2}P/2-\sqrt{2}R_B/2$ | $-\sqrt{2}/2$ | $3\sqrt{2}$ | $+3\sqrt{2}P/2+3\sqrt{2}\frac{R_B}{2}$ |
| | | | $\Sigma$ | $-\frac{3P}{2}+8.743R_B$ |

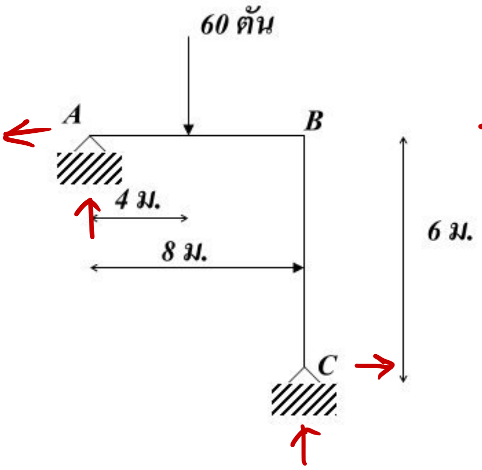
$$\therefore -\frac{3P}{2}+8.743R_B = 0$$

$$R_B = \frac{3P}{2}\cdot\frac{1}{8.743} = 0.17P \downarrow$$

คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 5 :

ให้ตรวจสอบว่าโครงข้อแข็งนี้มีเสถียรภาพระดับใด




$m = 2,\ r = 4,\ j = 3$

$3m + r = 10$

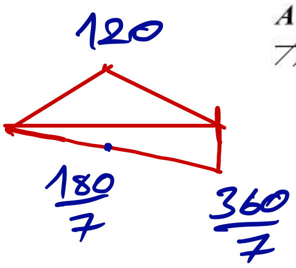
$3j = 9$

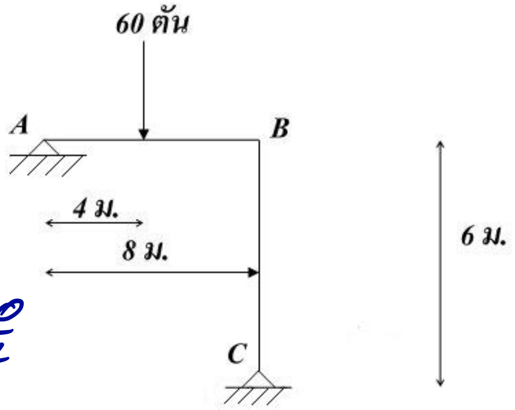
$\therefore\ DI = 10 - 9 = 1$

1 : Stable, Determinate
2 : Unstable, Indeterminate, Degree of indeterminacy = 1
3 : Stable, Indeterminate, Degree of indeterminacy = 2
4 : Unstable, Indeterminate, Degree of indeterminacy = 2
5 : Stable, Indeterminate, Degree of indeterminacy = 1
คำตอบที่ถูกต้อง : 5

ข้อที่ 6 :

ให้หาโมเมนต์สูงสุดบนชิ้นส่วน ABของโครงข้อแข็งเมื่อกำหนดให้ทุกชิ้นส่วนมีขนาดเท่ากันทำจากวัสดุที่เหมือนกัน




$\frac{3}{4}\cdot\frac{I}{8} \sim 3 \qquad \frac{3}{4}\cdot\frac{I}{6} \sim 4$

| | | | |
|---|---|---|---|
| [1] | 3/7 | 4/7 | [1] |
| −60 | +60 | | |
| +60 | $-\frac{180}{7}$ | $-\frac{240}{7}$ | |
| | +30 | | |
| | −90/7 | −120/7 | |
| | $\frac{360}{7}$ | $-\frac{360}{7}$ | |

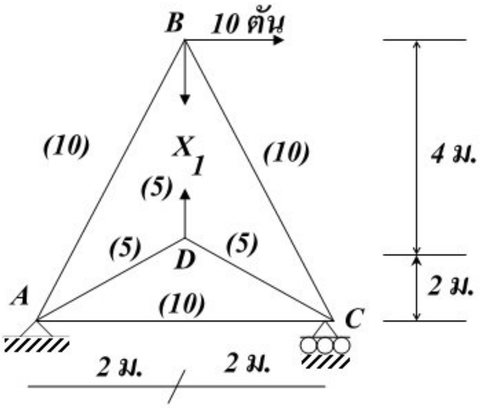
1 : 80.5 ตัน-เมตร
2 : 92.3 ตัน-เมตร
3 : 87.7 ตัน-เมตร
4 : 94.3 ตัน-เมตร
5 : 112.6 ตัน-เมตร
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

$\therefore\ M^{(+)}_{max} = 120 - \frac{180}{7} = \frac{660}{7} = 94.3\ t.m$

8

ข้อที่ 7 :

ให้คำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วน AB ของโครงข้อหมุน เมื่อกำหนดให้ตัวเลขที่ปรากฏในวงเล็บคือพื้นที่หน้าตัดของชิ้นส่วน กำหนดให้แรงเกิน (Redundant force) ภายในชิ้นส่วน BDคือ X1




$S_{AB} = 5\sqrt{10} - \sqrt{10}\,X_1/6$

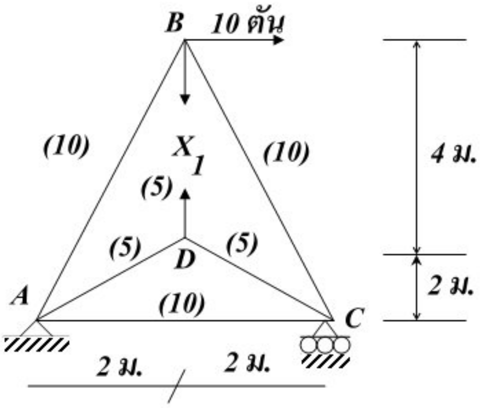
$= 15.81 - 0.53X_1$

1 : -11.24-56X1
2 : 3.55-0.32X1
3 : 0.707+3.12X1
4 : -2.12+3.15X1
5 : 11.24-0.56X1
คำตอบที่ถูกต้อง : 5

ข้อที่ 8 : 8

ให้คำนวณหาแรงเกิน X1 ของโครงข้อหมุนในชิ้นส่วน BD เมื่อกำหนดให้ตัวเลขที่ปรากฏในวงเล็บคือพื้นที่หน้าตัดของชิ้นส่วน

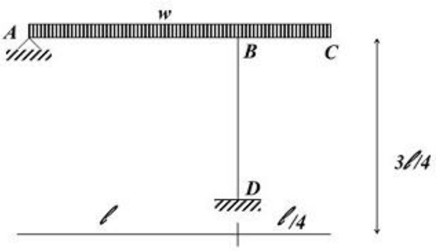
$X_1 = +0.378$ T




1 : 0.51 ตัน( ดึง )
2 : 0.33 ตัน( ดึง )
3 : 0.43 ตัน( ดึง )
4 : 0.25 ตัน( ดึง )
5 : 0.707 ตัน( ดึง )
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

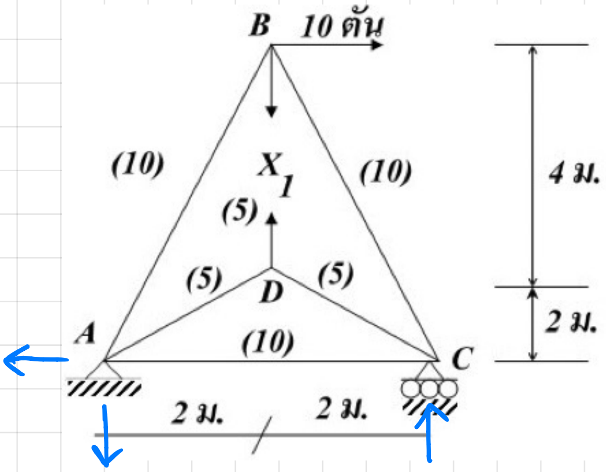
ข้อที่ 9 :

ให้หา fixed end moment ที่ปลายของโครงข้อแข็งดังภาพ




$$M^F_{ab} = -\frac{wl^2}{12} \quad , \quad M^F_{ba} = -\frac{wl^2}{12}$$

1 :




ใช้วิธี Least Work

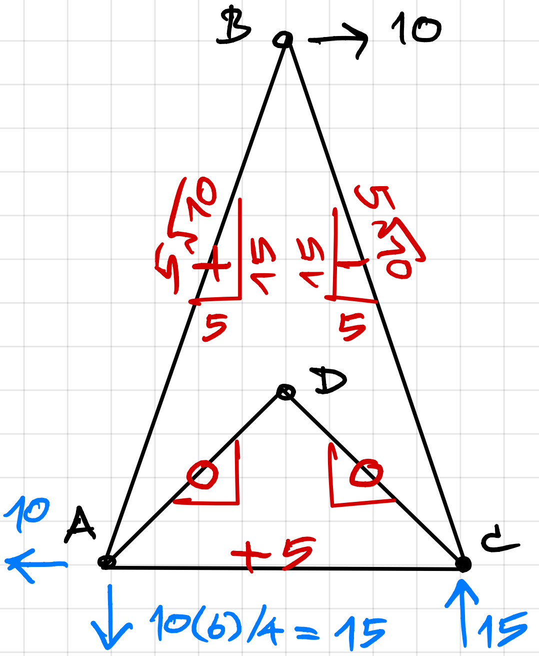
หาแรงภายใน (S) โดยใช้หลักการรวมผล

คือ S เนื่องจากแรง 10 T + S เนื่องจาก $X_1$

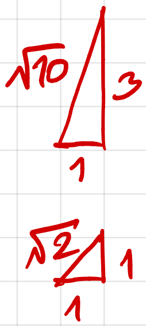
$\because \Delta_{BD} = 0 = \sum S(\partial S/\partial x_1)L/AE$

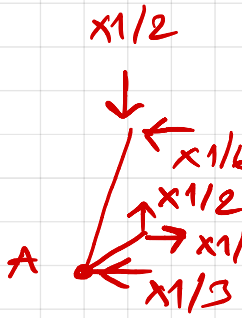
E คงที่ $\therefore \frac{1}{E}\sum S(\partial S/\partial x_1)L/A = 0$

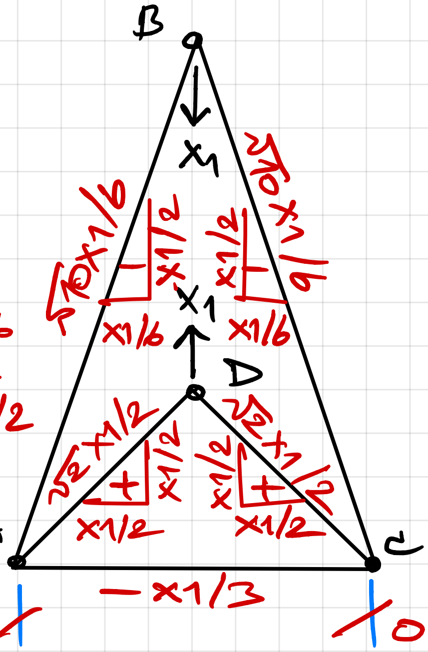
$\sum S(\partial S/\partial x_1)L/A = 0$




S เนื่องจากแรง 10 T




S เนื่องจาก X1

| Mem | S | $\partial S/\partial x_1$ | L/A | $S(\partial S/\partial x_1)L/A$ |
|---|---|---|---|---|
| AC | $+5 \quad -x_1/3$ | $-1/3$ | $4/10$ | $-2/3 + 2x_1/45$ |
| AB | $+5\sqrt{10} - \sqrt{10}x_1/6$ | $-\sqrt{10}/6$ | $2\sqrt{10}/10$ | $-5\sqrt{10}/3 + \sqrt{10}x_1/18$ |
| BC | $-5\sqrt{10} - \sqrt{10}x_1/6$ | $-\sqrt{10}/6$ | $2\sqrt{10}/10$ | $+5\sqrt{10}/3 + \sqrt{10}x_1/18$ |
| AD | $0 + \sqrt{2}x_1/2$ | $+\sqrt{2}/2$ | $2\sqrt{2}/5$ | $0 + \sqrt{2}x_1/5$ |
| CD | $0 + \sqrt{2}x_1/2$ | $+\sqrt{2}/2$ | $2\sqrt{2}/5$ | $0 + \sqrt{2}x_1/5$ |
| BD | $+x_1$ | $1$ | $4/5$ | $+4x_1/5$ |
| | | | $\Sigma$ | $-2/3 + 1.761x_1$ |

$\therefore -2/3 + 1.761x_1 = 0$

$x_1 = \frac{2}{3}\cdot\frac{1}{1.761} = 0.378$ T

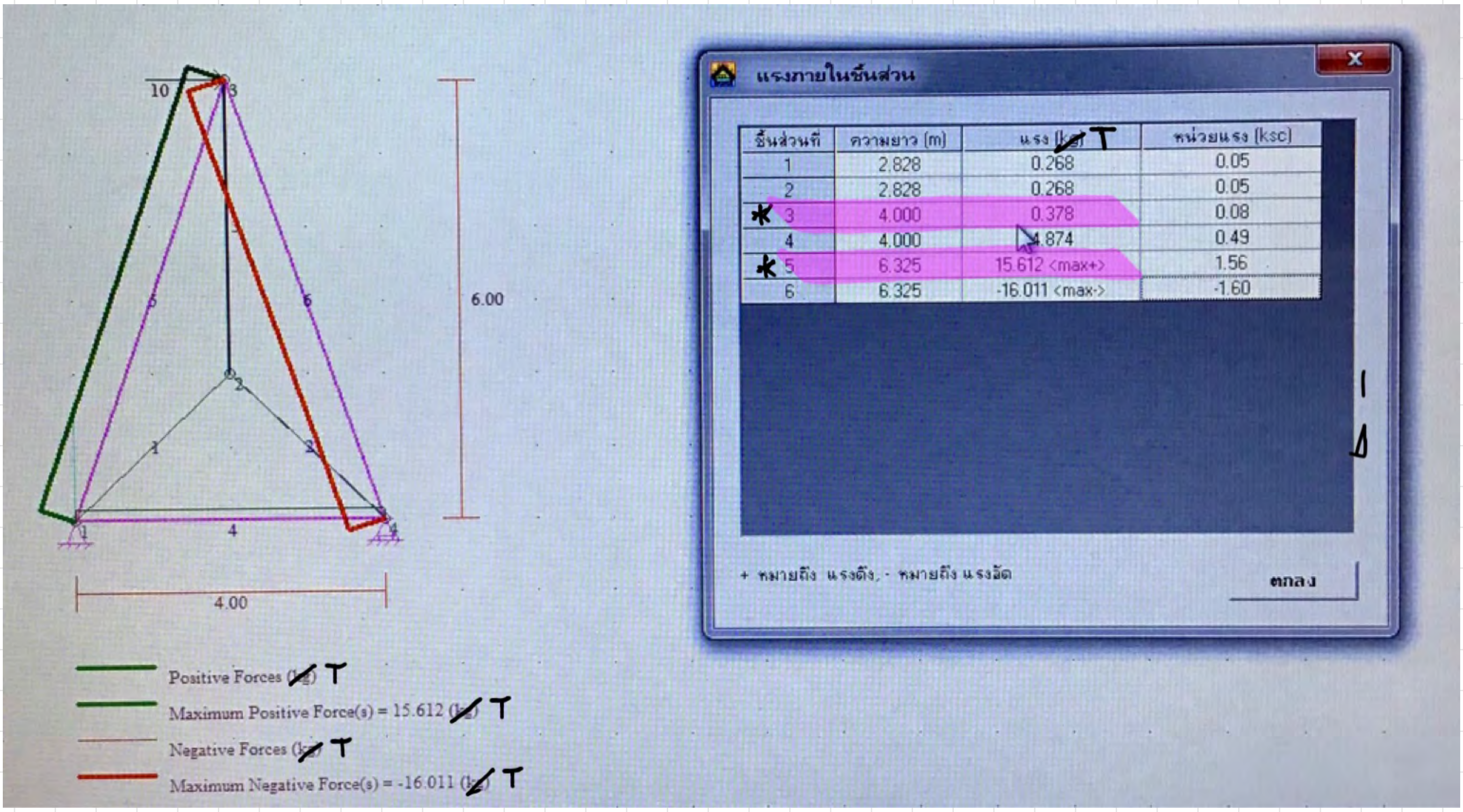
$\therefore$ แรงภายในชิ้นส่วน $AB = +5\sqrt{10} - \sqrt{10}\,X_1/6$

$$= 15.81 - 0.53X_1$$

$\because$ $X_1 = +0.378\ T$

$\therefore$ $S_{AB} = 5\sqrt{10} - \sqrt{10}(0.378)/6$

$$= +15.612\ T \quad (\text{Tension})$$




| ชิ้นส่วนที่ | ความยาว (m) | แรง (~~kg~~) T | หน่วยแรง (ksc) |
|---|---|---|---|
| 1 | 2.828 | 0.268 | 0.05 |
| 2 | 2.828 | 0.268 | 0.05 |
| * 3 | 4.000 | 0.378 | 0.08 |
| 4 | 4.000 | 4.874 | 0.49 |
| * 5 | 6.325 | 15.612 <max+> | 1.56 |
| 6 | 6.325 | -16.011 <max-> | -1.60 |

$$M_{ab}^F = -\frac{3wl^2}{4} \quad , \quad M_{ba}^F = -\frac{3wl^2}{4}$$

2 :

$$M_{ab}^F = -\frac{wl^2}{12} \quad , \quad M_{ba}^F = +\frac{wl^2}{12}$$

3 :

$$M_{ab}^F = -\frac{3wl^2}{4} \quad , \quad M_{ba}^F = +\frac{3wl^2}{4}$$

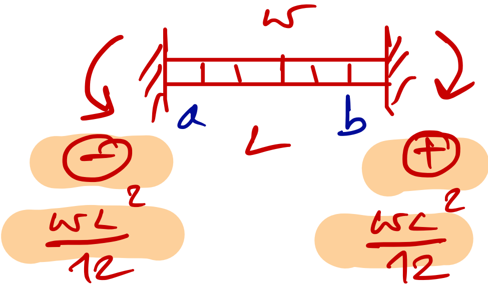
4 :

$$M_{ab}^F = -\frac{wl^2}{8} \quad , \quad M_{ba}^F = +\frac{wl^2}{8}$$

5 :

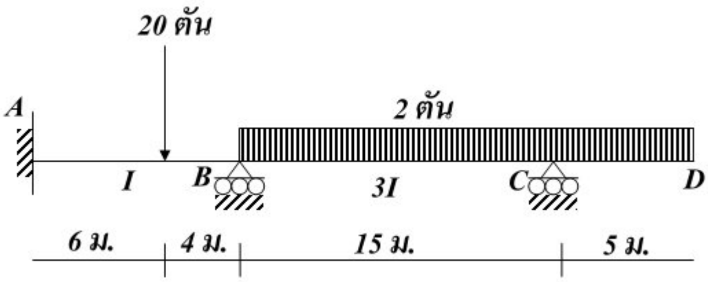
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

9) หา FEM ↻ +




ข้อที่ 10 :

ในการวิเคราะห์คานต่อเนื่องโดยวิธีมุมลาด-ความแอ่นของคานดังรูปมีความจำเป็นต้องใช้สมการสมดุลที่จุดต่อทั้งหมดกี่สมการ



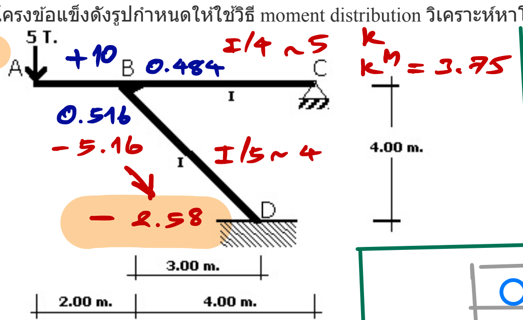

2 สมการคือ $\sum M_B = 0$ และ $\sum M_C = 0$

1 : 5 สมการ
2 : 4 สมการ
3 : 3 สมการ
4 : 2 สมการ
5 : 1 สมการ
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 11 :

โครงข้อแข็งดังรูปกำหนดให้ใช้วิธี moment distribution วิเคราะห์หาโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นที่ฐานรองรับ D

แบบที่ 1




1 : 2.58 T-m
2 : 3.28 T-m
3 : 4.58 T-m
4 : 5.28 T-m
5 : 6.78 T-m
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

แบบที่ 2

5

2

5(2) = +10

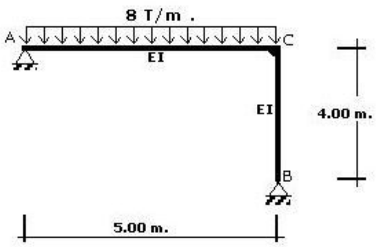
I/5 ~ 4 I/4 ~ 5 K

+10 $\frac{3}{4}(5) \sim 3.75$ $K^m$

| 0 | 16/31 | 15/31 | 1 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | FEM |
| | −160/31 | −150/31 | | Dist |
| −80/31 | | | | CO |
| 0 | | | | Dist |
| −80/31 (−2.58) | −160/31 | −150/31 | | Final Moments |

ข้อที่ 12 :

ข้อ 12 จงวิเคราะห์หาโมเมนต์ดัดที่เกิดที่จุดต่อ C ของโครงข้อแข็งดังรูป



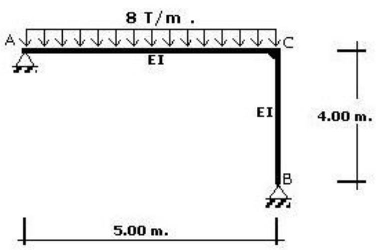

$I/5 \sim (4)$ $\quad I/4 \sim (5)$

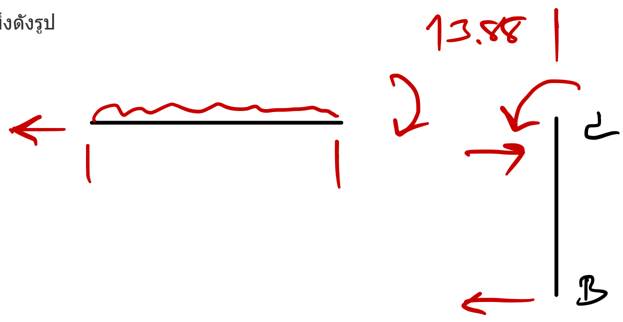
$\frac{3}{4}(4) = 3$ $\quad \frac{3}{4}(5) = 3.75$

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 4/9 | 5/9 | 1 |
| -50/3 | +50/3 | | |
| +50/3 | -200/27 | -250/27 | |
| | +25/3 | | |
| | -100/27 | -125/27 | |
| 0 | +13.88 | -13.88 | 0 |
| A | C | | B |

1 : 10.88 T-m
2 : 13.88 T-m
3 : 16.88 T-m
4 : 17.22 T-m
5 : 24.22 T-m
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 13 :
จงวิเคราะห์หาแรงปฏิกิริยาในแนวนอนที่เกิดที่ฐานรองรับ B ของโครงข้อแข็งดังรูป

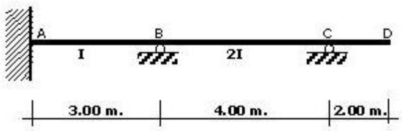


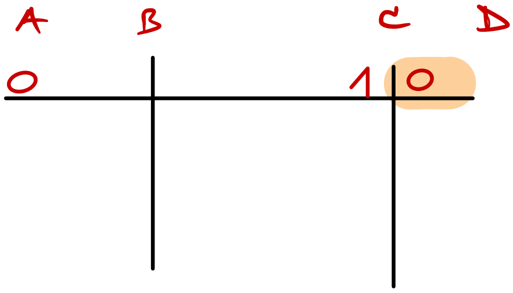




$\frac{13.48}{4} = 3.47$

1 : 2.72 T
2 : 3.47 T
3 : 4.22 T
4 : 4.31 T
5 : 6.54 T
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

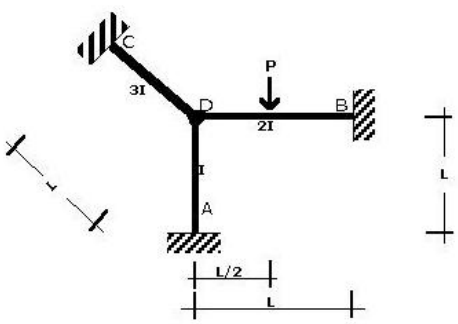
ข้อที่ 14 :
คานต่อเนื่องดังแสดงในรูป ถ้าวิเคราะห์โดยวิธีการกระจายโมเมนต์ค่าตัวกระจาย CD มีค่าเป็น




1 : 0
2 : 1/2
3 : 2/5
4 : 3/5
5 : 4/5
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 15 :
โครงข้อแข็งดังรูปถ้าทำโดยวิธี การกระจายโมเมนต์ ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกระจายของปลาย DB มีค่า




$K_{DA} = \frac{I}{L} \sim 1$ $\quad \rightarrow$ ให้ $\frac{I}{L} = 1$

$K_{DB} = \frac{2I}{L} \sim 2$

$K_{DC} = \frac{3I}{L} \sim 3$

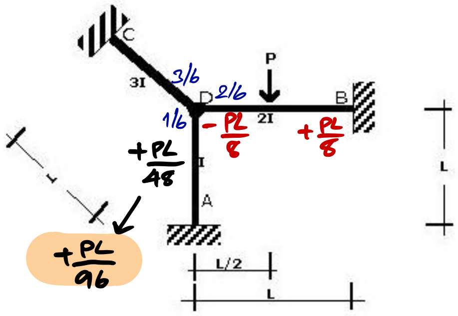
$\therefore DF_{DB} = \frac{K_{DB}}{\Sigma K} = \frac{2}{1+2+3}$

$= 2/6 = 1/3$

1 : 1
2 : 1/2
3 : 1/3
4 : 1/6
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 16 :
ค่าโมเมนต์ดัดที่ปลาย AD มีค่าเท่าใด

แบบที่ 1




แบบที่ 2

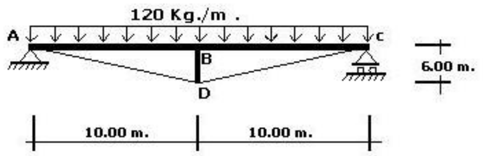
| 0 | | $+\frac{3PL}{96}$ | 0 | $+\frac{PL}{32}$ |
|---|---|---|---|---|
| | 3/6 | $+\frac{3PL}{48}$ | | $+\frac{PL}{16}$ |
| 0 | 1/6 | 2/6 | | 0 |
| | | $-PL/8$ | | $+PL/8$ |
| | $+PL/48$ | $+2PL/48$ | | 0 |
| $+PL/96$ | | | | $+PL/48$ |
| 0 | | | | 0 |
| $+PL/96$ | $+PL/48$ | $-PL/12$ | | $+7PL/48$ |

1 : PL/16
2 : PL/24
3 : PL/48
4 : PL/96
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ใช้ Three Moment

$$0+2M_B(10+10)+0=-\frac{120(10)^3}{4}-\frac{120(10)^3}{4}$$

ข้อที่ 17 :
จงใช้วิธีการกระจายโมเมนต์วิเคราะห์หาแรงในชิ้นส่วน BD




$$M_B=-\frac{60\,000}{40}$$
$$=-1500$$

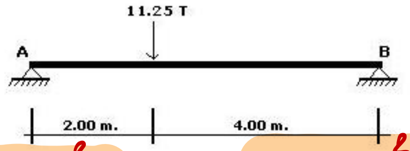
Moment Distribution

| 1 | 0.5 | 0.5 | 1 |
|---|---|---|---|
| −1000 | +1000 | −1000 | +1000 |
| 1000 | 0 | 0 | −1000 |
| | 500 | −500 | |
| 0 | 1500 | −1500 | 0 |

120 1500 120
600 600 600 600
150 150 150 150
750 750
1500

1 : 750 Kg.
2 : 1500 Kg.
3 : 1750 Kg.
4 : 2250 Kg.
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 18 :
คานรับแรงดังรูปจะต้องใช้โมเมนต์กระทำที่ปลาย A และ B เป็นเท่าไรปลายทั้งสองถึงจะไม่เกิดการหมุน




หมายถึง ถ้าเปลี่ยนที่รองรับเป็นแบบยึดแน่นซึ่งทำให้ $\theta_A$ และ $\theta_B$ เท่ากับ 0

$M_A$ และ $M_B$ จะมีค่าเท่าไร

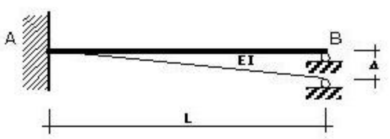
$\frac{11.25(4)^2(2)}{6^2}$ 10  $\frac{11.25(2)^2(4)}{6^2}$ 5

$\frac{Pb^2a}{L^2}$ a P b L $\frac{Pa^2b}{L^2}$

1 : 8 และ 4 T-m.
2 : 10 และ 5 T-m.
3 : 12 และ 6 T-m.
4 : 14 และ 7 T-m.
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 19 :
คาน AB ที่ B ทรุดตัวลง ดังแสดงในรูป จงหาสมการของโมเมนต์ยึดแน่นที่ฐานรองรับ A

$M_A$




$M_B' = \Delta$  Y X

A' B' คานคอนจูเกต

$\frac{M_A}{EI}$  2L/3

$$\frac{1}{2}(L)\left(\frac{M_A}{EI}\right)=\frac{M_AL}{2EI}$$

$$\therefore \Delta=-\frac{M_AL}{2EI}\cdot\frac{2L}{3}=-\frac{M_AL^2}{3EI}$$

1 : -12EIΔ/L²

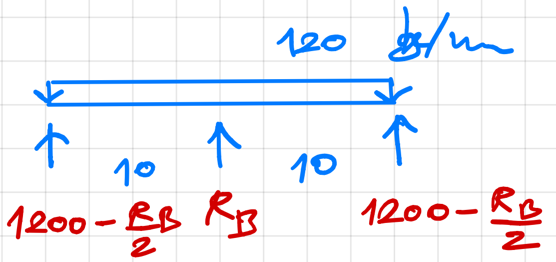
2 : -24EIΔ/L²

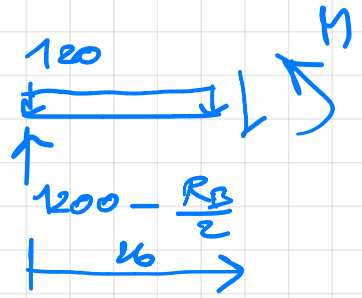
3 : -3EIΔ/L²

4 : -6EIΔ/L²

$$M_A=-3EI\Delta/L^2$$

ข้อที่ 17 ด้วยวิธี Least Work




$$M = \left(1200 - \frac{R_B}{2}\right)x - 120\frac{x^2}{2} = -\frac{R_B x}{2} + 1200x - 60x^2$$

$$\partial M / \partial R_B = \frac{x}{2}$$

$$M\left(\frac{\partial M}{\partial R_B}\right) = -\frac{R_B x^2}{4} + 600x^2 - 30x^3$$

$$\because \int_0^L M\left(\frac{\partial M}{\partial R_B}\right)\frac{dx}{EI} = 0 \qquad 10$$

$$\therefore 2\int_0^{10}\left(-\frac{R_B x^2}{4} + 600x^2 - 30x^3\right)\frac{dx}{EI} = 0$$

$$2\left[-R_B\frac{x^3}{12} + 200x^3 - 30\frac{x^4}{4}\right]_0^{10} = 0$$

$$2\left[-\frac{R_B}{12}(10)^3 + 200(10)^3 - \frac{30}{4}(10)^4\right] = 0$$

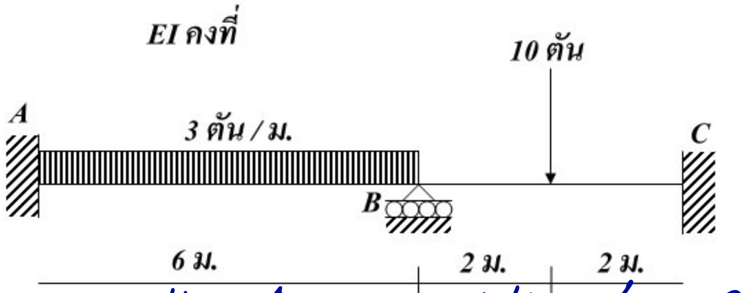
$$2\left(-\frac{250}{3}R_B + 200000 - 75000\right) = 0$$

$$R_B = 250000\left(\frac{3}{500}\right)$$

$$= 1500 \text{ kg} \uparrow \qquad \#$$

คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 20 :
คานดังรูปให้หาค่า Distribution Factor ที่ฐานรองรับในการวิเคราะห์โครงสร้างแบบ Moment Distribution




$\infty$ $I/6 \sim 4$ $I/4 \sim 6$ $\infty$

0 0.4 0.6 0 DF

$\because DF = \frac{K}{\Sigma K}$

$DF_{AB} = \frac{4}{\infty+4} = 0$

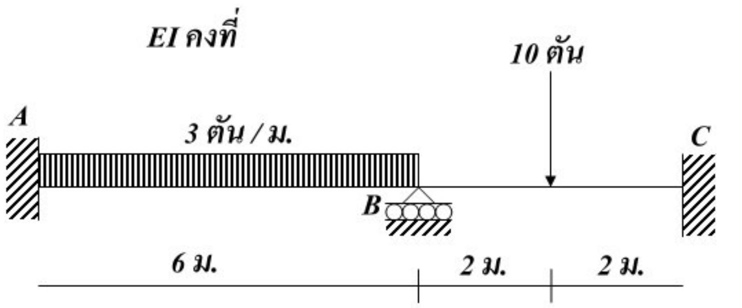
$DF_{BA} = \frac{4}{4+6} = 0.4$

$DF_{BC} = \frac{6}{4+6} = 0.6$

$DF_{CB} = \frac{6}{6+\infty} = 0$

1 : AB = 0, BA = 0.1, BC= 0.9, CB = 1.0
2 : AB = 1, BA = 0.9, BC= 0.1, CB = 1.0
3 : AB = 0, BA = 0.4, BC= 0.6, CB = 0.0
4 : AB = 0, BA = 0.3, BC= 0.7, CB = 1.0
5 : AB = 0.1, BA = 0.2, BC= 0.8, CB = 0.0
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 21 :
คานดังรูปในการวิเคราะห์โครงสร้างแบบ Moment Distribution จำเป็นต้องหา Fixed End Moment ในแต่ละช่วงคาน ข้อใดถูกต้อง



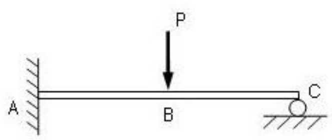

2 +

$-$ $\frac{wL^2}{12}$ $+$ $-$ $\frac{PL}{8}$ $+$

$\frac{3(6)^2}{12} = 9$ $\frac{10(4)}{8} = 5$

1 : AB = -7 T-m, BA = -8 T-m, BC = +8 T-m, CB = -6 T-m
2 : AB = -9 T-m, BA = +9 T-m, BC = -5 T-m, CB = +5 T-m
3 : AB = +7 T-m, BA = +8 T-m, BC = -8 T-m, CB = +6 T-m
4 : AB = +9 T-m, BA = -9 T-m, BC = +5 T-m, CB = -5 T-m
5 : AB = -8 T-m, BA = +8 T-m, BC = +9 T-m, CB = -9 T-m
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 22 :
ค่าใดไม่สามารถเลือกเป็น Redundant ในการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างสอดคล้อง (Method of Consistent Deformation)

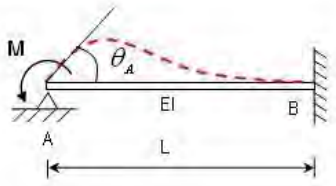



1 : $R_A$
2 : $M_A$
3 : $R_C$
4 : $M_C$
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

$M_C$ ไม่มีใน ที่รองรับแบบล้อเลื่อน

ข้อที่ 23 :

ค่ามุมลาดเอียงที่จุด A ( $\theta_A$ ) มีค่าเท่าใด




1 : 0
2 : ML/3EI
3 : ML/4EI
4 : ML/6EI
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

จากสมการ มุมลาด-ระยะแอ่น

$$M_{AB} = 2E\left(\frac{I}{L}\right)\left[2\theta_A + \cancel{\theta_B} - 3\cancel{\frac{\Delta}{L}}\right] + \cancel{FEM_{ij}}$$

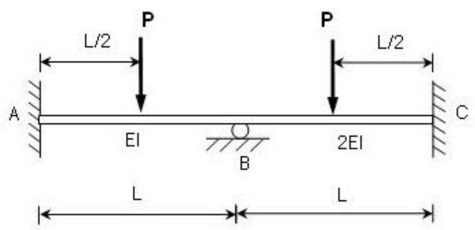
$$= 4EI\theta_A / L$$

$$\therefore \theta_A = \frac{M_{AB} L}{4EI}$$

(จากโจทย์ $M_{AB} = M$)

ข้อที่ 24 :

จงเปรียบเทียบค่าโมเมนต์ที่จุดรองรับ A และ C ($M_A$ และ $M_C$)



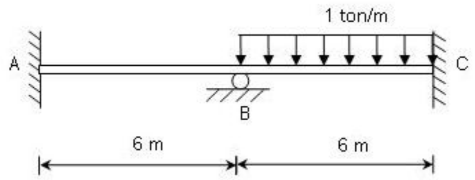

1 : เท่ากัน และเท่ากับศูนย์
2 : เท่ากัน แต่ไม่เท่ากับศูนย์
3 : $M_A$ มีค่ามากกว่า $M_C$
4 : $M_C$ มีค่ามากกว่า $M_A$
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

$I/L \sim 1$ $\qquad$ $2I/L \sim 2$

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1/3 | 2/3 | 0 |
| $-PL/8$ | $+PL/8$ | $-PL/8$ | $+PL/8$ |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| $-PL/8$ | $+PL/8$ | $-PL/8$ | $+PL/8$ |

ข้อที่ 25 :

กำหนด EI มีค่าคงที่ โมเมนต์ที่จุดรองรับ A มีค่าเท่าใด

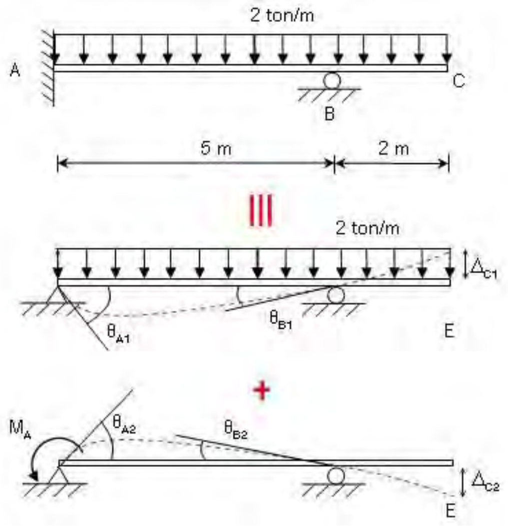



1 : 0
2 : 0.75 T.m
3 : 1.5 T.m
4 : 3.75 T.m
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1/2 | 1/2 | 0 |
| | | $-3$ | $+3$ |
| | $+1.5$ | $+1.5$ | 0 |
| $+0.75$ | | | $+0.75$ |
| $+0.75$ | $+1.5$ | $-1.5$ | $+3.75$ |

ข้อที่ 26 :

ในการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างสอดคล้อง (Method of Consistent Deformation) สมการ Compatibility คือสมการใด




จากโจทย์ ให้พิจารณาที่ตำแหน่ง $M_A$

$$\therefore \theta_{\text{นน.บรรทุก}} + \theta_{M_A} = 0$$

$$\theta_{A1} - \theta_{A2} = 0$$

$$\theta_{A1} = \theta_{A2}$$

1 : $\theta_{A1} = \theta_{A2}$

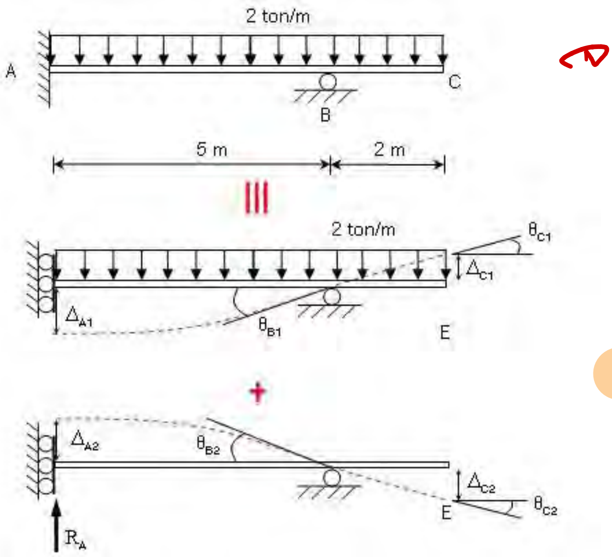
2 : $\theta_{B1} = \theta_{B2}$

3 : $\theta_{A1} + \theta_{B1} = \theta_{A2} + \theta_{B2}$

4 : $\Delta_{C1} = \Delta_{C2}$

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

**ข้อที่ 27 :**
ในการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างสอดคล้อง (Method of Consistent Deformation) สมการ Compatibility คือสมการใด




จากโจทย์ให้ตัดเป็นตัว $R_A$

$\Delta_{นน.บรรทุก} + \Delta_{R_A} = 0$

$\Delta_{A1}\downarrow - \Delta_{A2}\uparrow = 0$

$\Delta_{A1} = \Delta_{A2}$

1 : $\Delta_{A1} = \Delta_{A2}$

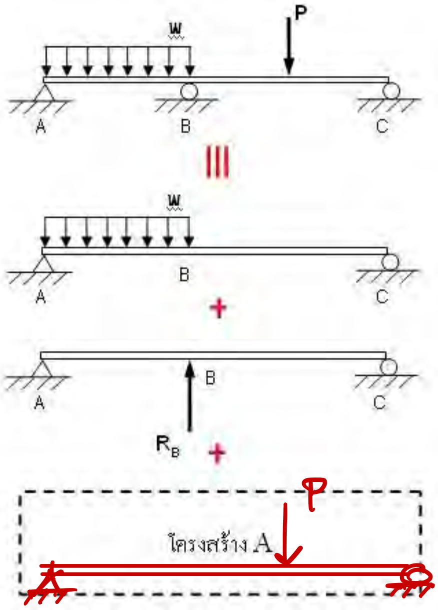
2 : $\theta_{B1} = \theta_{B2}$

3 : $\Delta_{C1} = \Delta_{C2}$

4 : $\theta_{C1} = \theta_{C2}$

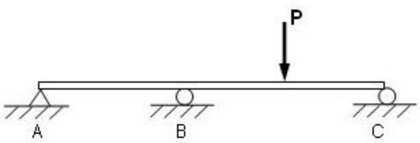
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

**ข้อที่ 28 :**
จากหลักการของ Superposition โครงสร้างที่ต้องวิเคราะห์เพิ่ม (โครงสร้าง A) คือข้อใด



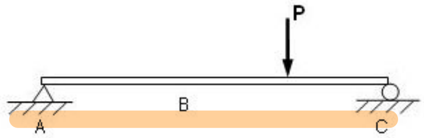

จากโจทย์ให้ตัดเป็นตัว $R_B$

โครงสร้างชิ้นอื่น
ที่แยก นน. ออกเป็น 2
นน. ย่อย

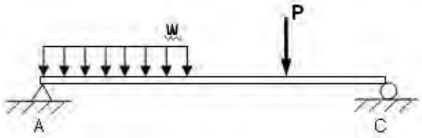



1 :

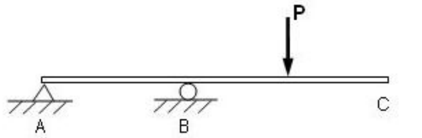
2 :




3 :

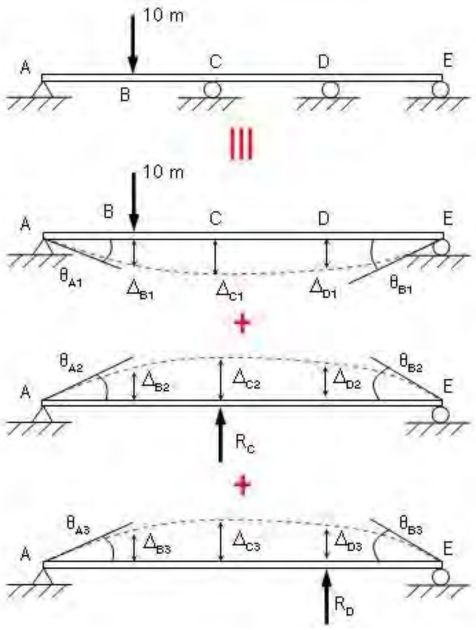



4 :




คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 29 :
ในการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างสอดคล้อง (Method of Consistent Deformation) สมการ Compatibility คือสมการใด




A) $\theta_{A1} = \theta_{A2} + \theta_{A3}$

B) $\Delta_{B1} = \Delta_{B2} + \Delta_{B3}$

C) $\Delta_{C1} = \Delta_{C2} + \Delta_{C3}$ ✓

D) $\Delta_{D1} = \Delta_{D2} + \Delta_{D3}$ ✓

E) $\theta_{E1} = \theta_{E2} + \theta_{E3}$

ตัวเก็บคือ $R_c$ และ $R_D$
∴ มี 2 สมการที่ใช้แก้ปัญหา หา $R_c$ และ $R_D$ คือ

ดังนั้น $\Delta_{c1} - \Delta_{c2} - \Delta_{c3} = 0$

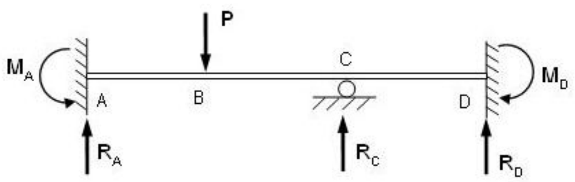
$\Delta_{D1} - \Delta_{D2} - \Delta_{D3} = 0$

∴ $\Delta_{c1} = \Delta_{c2} + \Delta_{c3}$

$\Delta_{D1} = \Delta_{D2} + \Delta_{D3}$

1 : A และ E
2 : C และ D
3 : B, C และ D
4 : ถูกทุกข้อ
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 30 :
Redundant ชุดใดไม่เหมาะสมในการเลือกเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างต่อไปนี้

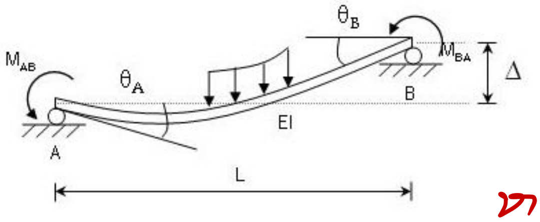



ตัวเก็บเท่ากับ 3

1 : $M_A$, $M_D$, $R_C$ 1) เหมาะสม
2 : $R_C$, $R_D$, $M_D$ 2) เหมาะสม
3 : $M_A$, $M_C$, $M_D$ 3) $M_c$ ไม่ใช่แรงปฏิกิริยาตัวเก็บ
4 : $R_A$, $R_C$, $R_D$ 4) ไม่เหมาะสม วิเคราะห์ได้ยาก
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 31 :

ข้อ 31 ข้อใดคือสมการ Slope-Deflection ในการวิเคราะห์โครงสร้าง (หมายเหตุ: FEM = Fixed End Moment)




หลักการ

$M = M_\theta + M_\Delta + FEM$

$$M_{AB} = \frac{EI}{L}\left(4\theta_A + 2\theta_B - 6\frac{\Delta}{L}\right) + FEM_{AB}$$

$$M_{BA} = \frac{EI}{L}\left(2\theta_A + 4\theta_B - 6\frac{\Delta}{L}\right) + FEM_{BA}$$

1 :

$$M_{AB} = \frac{EI}{L}\left(4\theta_A + 2\theta_B - \frac{\Delta}{L}\right) + FEM_{AB}$$

$$M_{BA} = \frac{EI}{L}\left(2\theta_A + 4\theta_B - \frac{\Delta}{L}\right) + FEM_{BA}$$

2 :

$$M_{AB} = \frac{EI}{L}\left(\theta_A + \theta_B - \frac{\Delta}{L}\right) + FEM_{AB}$$

$$M_{BA} = \frac{EI}{L}\left(\theta_A + \theta_B - \frac{\Delta}{L}\right) + FEM_{BA}$$

3 :

$$M_{AB} = \frac{EI}{L}\left(2\theta_A + \theta_B - 3\frac{\Delta}{L}\right) + FEM_{AB}$$

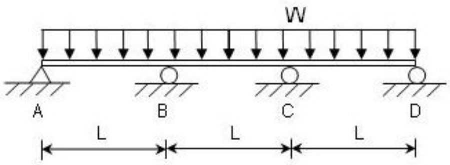
$$M_{BA} = \frac{EI}{L}\left(\theta_A + 2\theta_B - 3\frac{\Delta}{L}\right) + FEM_{BA}$$

4 :

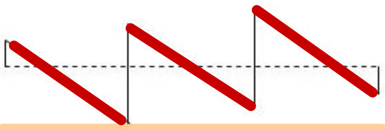
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 32 :

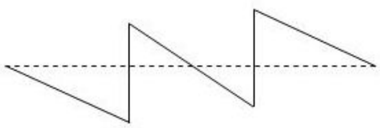
รูปร่าง Shear Force Diagram ของโครงสร้างนี้มีลักษณะเช่นใด



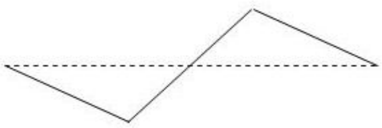

แรงเฉือนมีค่า ≠ 0 ที่ Support เมื่อรับ นน. แผ่กระจายสม่ำเสมอ เส้นแผนภาพจะเป็นเส้นตรง ที่มีความชัน



1 :



2 :



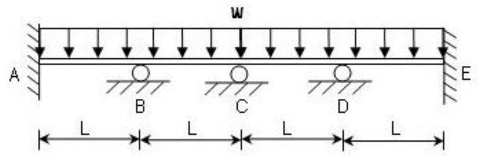
3 :

4 :

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 33 :

โมเมนต์ลบที่มากที่สุดในโครงสร้างมีค่าเท่าใด




* ต้องคูณทั้งหมดด้วย $wL^2$

1 : 0

2 : $\frac{wL^2}{24}$

3 : $\frac{wL^2}{12}$

4 : $\frac{wL^2}{8}$

ค่าตอบที่ถูกต้อง : 3

| 0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $-\frac{1}{12}$ | $+\frac{1}{12}$ | $-\frac{1}{12}$ | $+\frac{1}{12}$ | $-\frac{1}{12}$ | $+\frac{1}{12}$ | $-\frac{1}{12}$ | $+\frac{1}{12}$ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $-\frac{1}{12}$ | $+\frac{1}{12}$ | $-\frac{1}{12}$ | $+\frac{1}{12}$ | $-\frac{1}{12}$ | $+\frac{1}{12}$ | $-\frac{1}{12}$ | $+\frac{1}{12}$ |

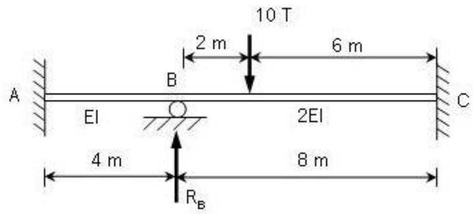
$\therefore M^-_{max} = \frac{wL^2}{12}$

ข้อที่ 34 : ?

จากการวิเคราะห์โครงสร้างเบื้องต้น ได้ค่าโมเมนต์ในส่วนโครงสร้างดังต่อไปนี้

$M_{AB} = -4.5\ T.m,\ M_{BA} = -9\ T.m,\ M_{BC} = 9\ T.m,\ M_{CB} = -4.875\ T.m$

ค่าแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ B ($R_B$) มีค่าเท่าใด




1 : 3.375 T
2 : 6.39 T
3 : 7.5 T
4 : 11.39 T
ค่าตอบที่ถูกต้อง : 4

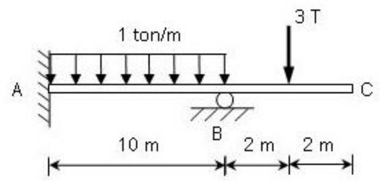
Check Moment

? $\frac{I}{4} \sim 1$ $\frac{2I}{8} \sim 1$ K

| 0 | 0.5 | 0.5 | 0 |
|---|---|---|---|
| | | $-45/4$ | $+15/4$ |
| | $+45/8$ | $+45/8$ | 0 |
| $+45/16$ | | | $+45/16$ |
| 0 | | | 0 |
| $+2.813$ | $+5.625$ | $-5.625$ | $+6.523$ |

ข้อที่ 35 :

โมเมนต์ภายในที่จุดรองรับ B มีค่าเท่าใด



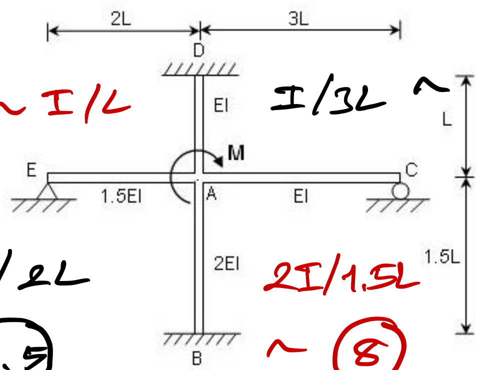

$M_B$ B 3 t 2

1 : 0
2 : 3 T.m
3 : 4.5 T.m
4 : 6 T.m
ค่าตอบที่ถูกต้อง : 4

$\therefore M_B = -3(2) = 6\ T.m$
(โมเมนต์ลบ)

ข้อที่ 36 :

ค่า End moment ค่าใดมีค่ามากที่สุด




6 ~ I/L

I/3L ~ 2

1.5I/2L ~ 4.5

2I/1.5L ~ 8

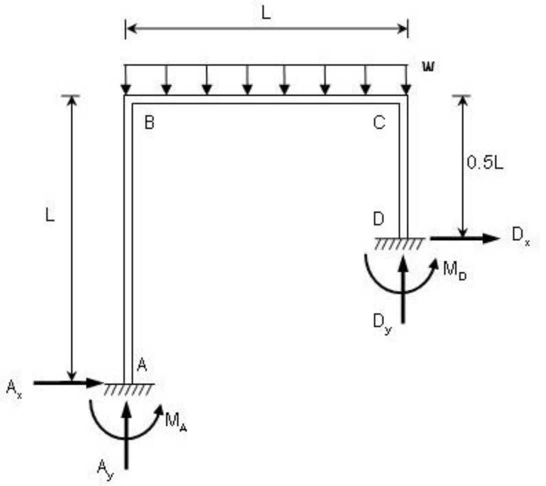
$\therefore DF = \frac{K}{\Sigma K}$

$\therefore$ $DF_{AB}$ มีค่ามากสุด ทำให้โมเมนต์ไม่สมดุล กระจายไปที่ AB มากสุด

$\therefore$ $M_{AB}$ มีค่ามากสุด

1 : $M_{AB}$
2 : $M_{AC}$
3 : $M_{AD}$
4 : $M_{AE}$
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 37 :
ในวิธี Slope-Deflection นอกเหนือจากสมการสมดุลที่จุดต่อ ยังต้องการสมการใดเพิ่มเติมเพื่อสามารถวิเคราะห์โครงสร้างแบบ Side Sway ได้




ผลรวมของแรงในแนวราบ = 0

$\Sigma F_x = 0 = A_x + D_x$

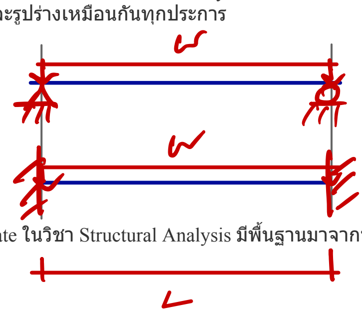
1 : $M_{AB} + M_{DC} = 0$
2 : $A_x + D_x = 0$
3 : $M_A + M_D = 0$
4 : $A_y + D_y = 0$
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 38 :
ตามที่ท่านได้ศึกษาการวิเคราะห์โครงสร้างที่เป็นโครงสร้างแบบ Determinate และโครงสร้างแบบ Indeterminate ท่านคิดว่าข้อใดเป็นข้อเสียของโครงสร้างแบบ Indeterminate

1 : ความยาวของชิ้นส่วนมีความยาวเกินไปหรือสั้นเกินไปอาจมีปัญหากับการเสียหายของโครงสร้าง
2 : ความยาวของชิ้นส่วนมีความยาวเกินไปหรือสั้นเกินไปไม่มีปัญหากับการเสียหายของโครงสร้าง
3 : การเคลื่อนตัวเล็กน้อยไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้าง
4 : โครงสร้างแบบ Indeterminate ปลอดภัยกว่า
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 39 :
ภายใต้แรงขนาดเท่ากันและกระทำที่ตำแหน่งเดียวกัน โครงสร้าง statically indeterminate จะมีหน่วยแรง (stress) สูงสุดเกิดขึ้นเป็นอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้าง statically determinate ที่มีขนาดและรูปร่างเหมือนกันทุกประการ

ตัวอย่าง




$M_{max} = \frac{wL^2}{8}$ $f_b = \frac{Mc}{I}$

$M_{max} = \frac{wL^2}{12} \Rightarrow f_b$ น้อยกว่า

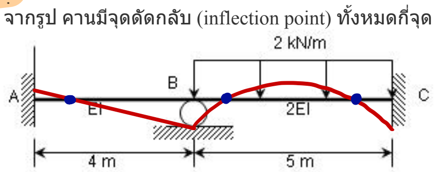
1 : มากกว่า
2 : น้อยกว่า
3 : มากกว่าหรือเท่ากับ
4 : น้อยกว่าหรือเท่ากับ
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 40 :
การวิเคราะห์โครงสร้าง statically indeterminate ในวิชา Structural Analysis มีพื้นฐานมาจากหลักการ principle of superposition ข้อใดต่อไปนี้คือข้อจำกัดข้อหนึ่งในการใช้หลักการดังกล่าว

1 : จุดเชื่อมต่อของโครงสร้างเป็นจุดเชื่อมต่อแบบแกร่ง (rigid joint)
2 : ภายใต้แรงกระทำ วัสดุของโครงสร้างจะต้องมีพฤติกรรมแบบยืดหยุ่นเชิงเส้น
3 : การเปลี่ยนตำแหน่งที่เกิดขึ้นบนโครงสร้างต้องมีค่ามากๆ
4 : ใช้ได้เฉพาะโครงสร้างจำพวกคานและโครงข้อแข็ง
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

อยู่ในช่วง Elastic

ข้อที่ 41 :
จากรูป คานมีจุดดัดกลับ (inflection point) ทั้งหมดกี่จุด



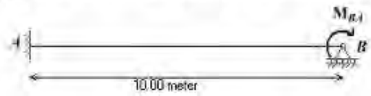

จุดดัดกลับ คือ จุดที่ค่าโมเมนต์ เท่ากับศูนย์

1 : 2 จุด
2 : 3 จุด
3 : 4 จุด

4 : 5 จุด
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 42 :

จากรูป ถ้า flexural rigidity EI ของคานมีค่า 100,000 kN-m$^2$ และคานมี slope เกิดขึ้นที่จุด B หรือ $\theta_B$ มีค่า 0.0010 เรเดียน เนื่องจากโมเมนต์ดัด $M_{BA}$ จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นที่จุด A

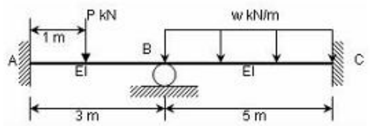



$$M_{AB} = \frac{2EI}{L}\left(2\cancel{\theta_A} + \theta_B - 3\cancel{\frac{\Delta_{BA}}{L}}\right) + \cancel{FEM_{AB}}$$
$$= 2EI\theta_B/L$$
$$= 2(100{,}000)(0.0010)/10$$
$$= 20 \text{ kN-m}$$

1 : 20 kN-m
2 : 40 kN-m
3 : 60 kN-m
4 : 80 kN-m
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 43 :

จากรูป ถ้า flexural rigidity EI ของคานมีค่า 10,000 kN-m$^2$ และโมเมนต์ดัด $M_{AB}$ = -9.252 kN-m จงหามุม $\theta_B$ ที่เกิดขึ้น เมื่อ fixed-end moment เนื่องจาก load P ที่ A มีค่า -8.888 kN-m และที่ B มีค่า +4.444 kN-m

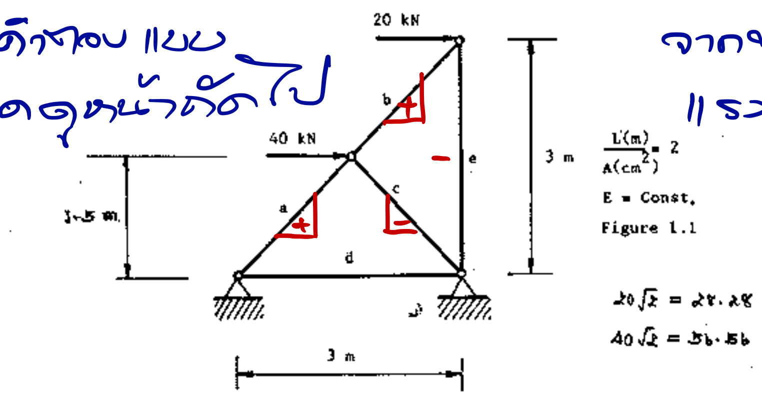



$$M_{AB} = \frac{2EI}{L}\left(2\cancel{\theta_A} + \theta_B - 3\cancel{\frac{\Delta_{BA}}{L}}\right) + FEM_{AB}$$
$$= \frac{2EI}{3}\theta_B - 8.888 = -9.252$$
$$\therefore \theta_B = \frac{3}{2EI}(-9.252 + 8.888) = -0.546/EI$$

1 : 0.546/EI
2 : 27.21/EI
3 : -0.546/EI
4 : -27.21/EI
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 44 :
ให้หา แรงภายใน ของ member ทุกตัว (a, b, c , d และ e) ในโครงสร้างต่อไปนี้

การหาคำตอบ แบบละเอียดดูหน้าถัดไป



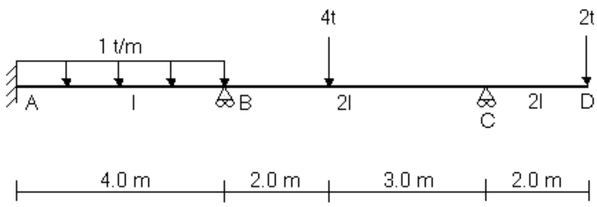

ถ้าใช้การประเมินจากพฤติกรรม จากพฤติกรรมการรับแรง และแรงย่อยของแต่ละชิ้นส่วน

a +
b +
c −
d ยังไม่แน่
e −

∴ เหลือคำตอบข้อเดียวที่ c และ e เป็นลบ คือข้อ 4

1 : 0, 28.28, 28.28, 20, -20 kN
2 : 20, 28.28, 28.28, 20, -20 kN
3 : -20, 28.28, 0, 20, -20, 56.56 kN
4 : 56.56, 28.28, -28.28, 0, -20 kN
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 45 :
จากโครงสร้างดังรูป จงตอบคำถาม โดยวิธี Moment Distribution
ค่า Modified Stiffness factor ของคานช่วง BC มีค่าเท่าใด




$$K^M_{BC} = \frac{3EI}{L}$$
$$= \frac{3E(2I)}{5}$$
$$= \frac{6EI}{5}$$

1 : $\frac{3EI}{5}$

ข้อที่ 44  $m = 5,\ r = 4,\ j = 4$

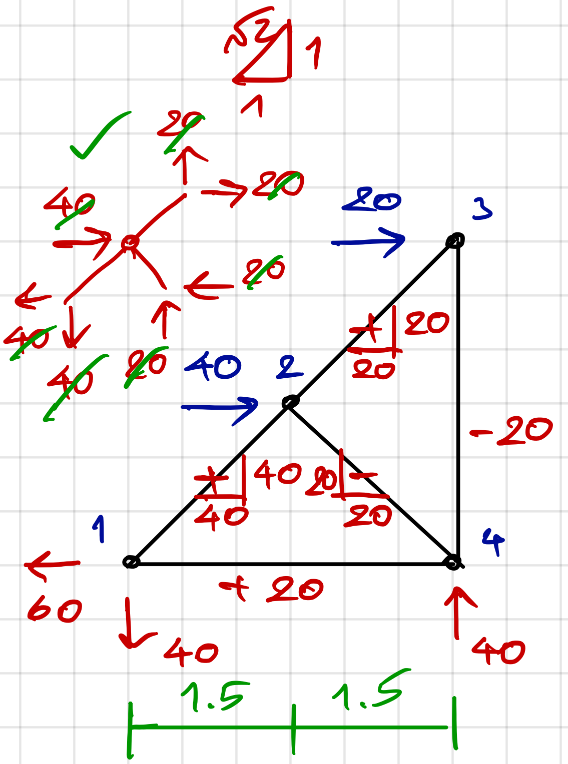
$\therefore m + r = 9,\ 2j = 8$ : อินดีเทอร์มิเนต $DI = 4 - 3 = 1$

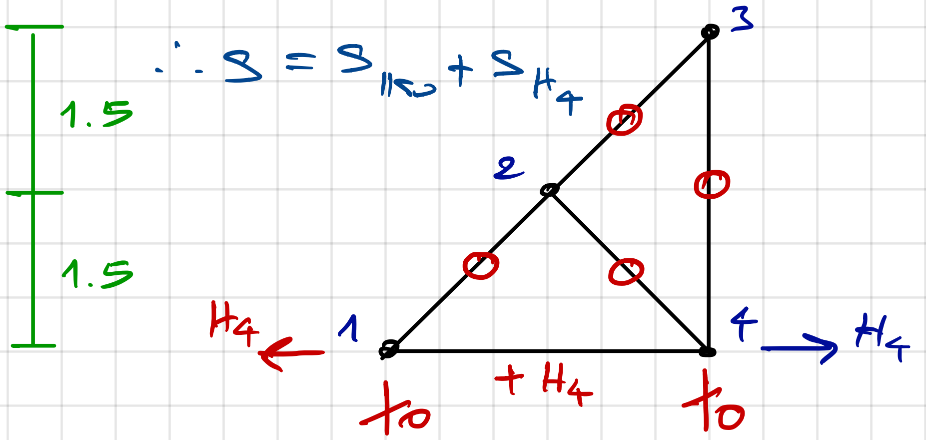
ใช้วิธี Least Work กำหนด $H_4$ เป็นแรงส่วนเกิน

$$\therefore \Delta_{H_4} = 0 = \Sigma S \left(\frac{\partial S}{\partial H_4}\right)\frac{L}{AE}$$

หา S แบบแยกแรงที่มาจากระบบจริงและ $H_4$

$$\therefore S = S_{แรง} + S_{H_4}$$



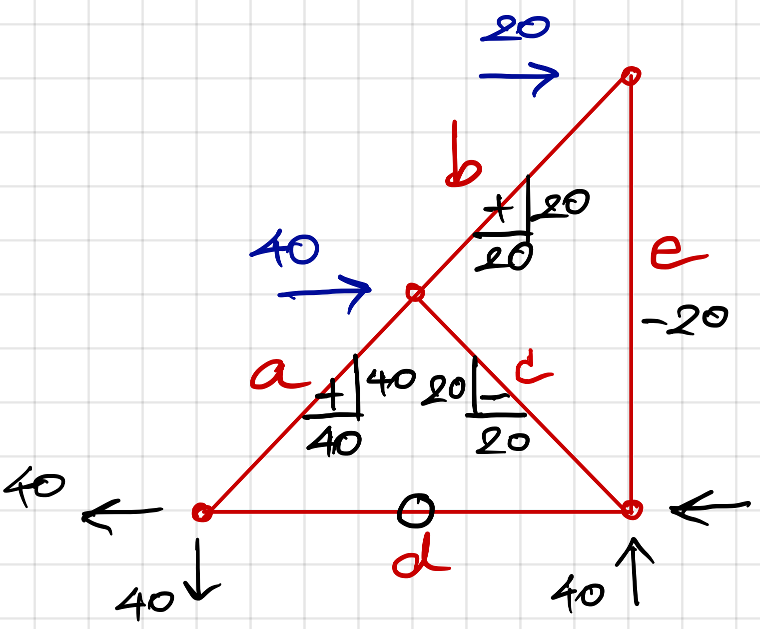

$\therefore$ ชิ้นส่วน 1-4 เท่านั้นที่ $\partial S/\partial H_4 \neq 0$

$\therefore 0 = S(\partial S/\partial H_4)(L/AE)$ ของชิ้นส่วน 1-4

AE/L คงที่ตลอด : $0 = S(\partial S/\partial H_4)$

$(20 + H_4)(1) = 0$ ; $H_4 = -20 = 20\ T \leftarrow$

หาแรงปฏิกิริยาที่และแรงภายในชิ้นส่วนได้ดังรูป




$a = +40\sqrt{2} = 56.56$

$b = +20\sqrt{2} = 28.28$

$c = -20\sqrt{2} = -28.28$

$d = 0$

$e = -20$

#

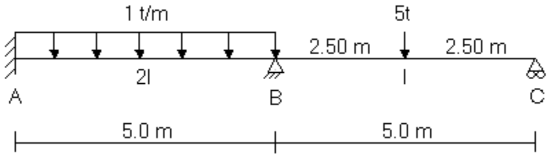
2 : $\frac{4EI}{5}$

3 : $\frac{6EI}{5}$

4 : $\frac{8EI}{5}$

คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 46 :
คานดังรูป ถ้าวิเคราะห์โดย Method of Slope and Deflection ค่า Boundary Condition ข้อใดผิด

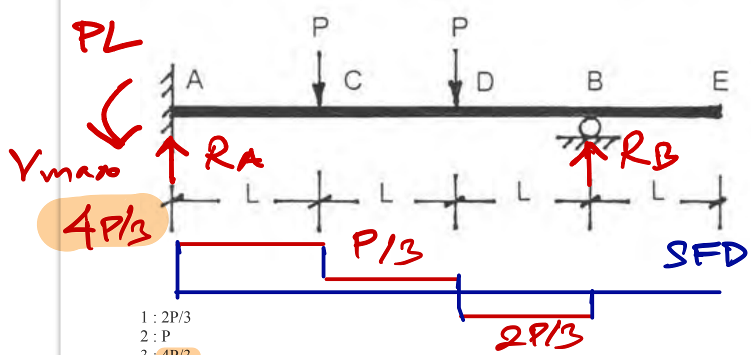



1 : $\theta_A = 0$
2 : $M_{CB} = M^F_{CB}$
3 : $M_{BA} + M_{BC} = 0$
4 : ไม่มีคำตอบที่ผิด
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

$M^F_{CB} = +\frac{PL}{8}$

$M_C = 0$

ข้อที่ 47 :
จากโครงสร้างที่กำหนดให้ ซึ่งค่า EI คงที่ตลอด แรงเฉือนมากที่สุดมีค่าเท่ากับ




1 : 2P/3
2 : P
3 : 4P/3
4 : 2P
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อ47
- ใช้ Moment Dist. หา $M_A$
- หา $R_A$, $R_B$ จากสมการสมดุล ค่าไหนมากกว่าคือ $V_{max}$

$FEM_{AB} = -\frac{P(L)(2L)^2}{(3L)^2} - \frac{P(2L)(L)^2}{(3L)^2}$

$= -PL\left(\frac{4}{9}+\frac{2}{9}\right) = -2PL/3$

$FEM_{BA} = +2PL/3$

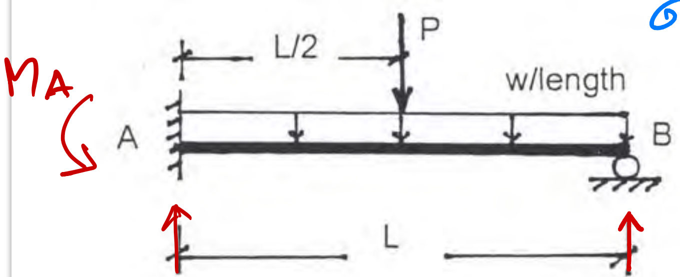
| | |
|---|---|
| 0 | 1 |
| −2PL/3 | +2PL/3 |
| 0 | −2PL/3 |
| −PL/3 | 0 |
| 0 | 0 |
| −PL | 0 |

$\therefore R_A = \frac{1}{3L}[PL+P(2L)+PL]$

$= 4P/3 \uparrow$

$R_B = P+P-4P/3 = 2P/3 \uparrow$

ข้อที่ 48 :
จากโครงสร้างที่กำหนดให้ ซึ่งค่า EI คงที่ตลอด จงหาโมเมนต์ดัดที่จุด A กำหนดให้ w = 1.0 ตัน/เมตร P = 2 ตัน L = 6 เมตร




1 : 2.25 ตัน-เมตร
2 : 4.50 ตัน-เมตร
3 : 6.75 ตัน-เมตร
4 : 7.50 ตัน-เมตร
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

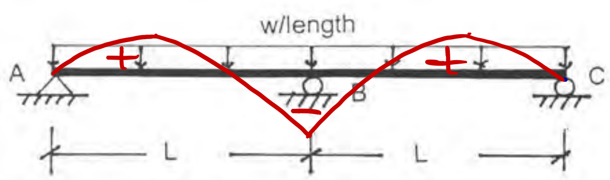
ถ้าใช้ Moment Distribution

$FEM_{AB} = -\frac{1(6)^2}{12} - \frac{2(6)}{8} = -4.5$ T.m

$FEM_{BA} = +4.5$ T.m

| | |
|---|---|
| 0 | 1 |
| −4.5 | +4.5 |
| 0 | −4.5 |
| −2.25 | 0 |
| 0 | 0 |
| −6.75 | 0 |

ข้อที่ 49 :
คานต่อเนื่อง 2 ช่วง มีหน้าตัดคงที่ รับน้ำหนัก ดังรูป ค่าโมเมนต์ดัดชนิดลบที่มากที่สุดจะอยู่ที่




1 : จุดรองรับ A หรือ C
2 : จุดรองรับ B
3 : จุดใดจุดหนึ่งระหว่างช่วง AB และ BC
4 : ไม่มีข้อใดถูก

$\therefore M_A = 0 = M_C$

$\therefore$ M ณ ที่รองรับกลาง เป็น $M^-$ ที่มีค่ามากสุด

คำตอบที่ถูกต้อง : 2

50-51

∵ $M_A = 0 = M_C$

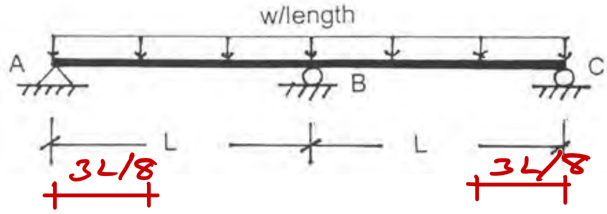
ใช้สมการ Three Moment หา $M_B$

$2M_B(2L) = -\frac{wL^3}{4} - \frac{wL^3}{4} = -\frac{wL^3}{2}$

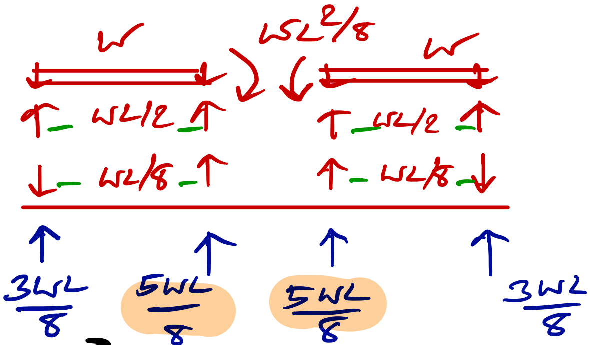
$M_B = -\frac{wL^3}{2}\cdot\frac{1}{4L} = -\frac{wL^2}{8}$

**ข้อที่ 50 :**

คานต่อเนื่อง 2 ช่วง มีหน้าตัดคงที่ รับน้ำหนัก ดังรูป โมเมนต์ดัดชนิดบวกที่มากที่สุดจะอยู่

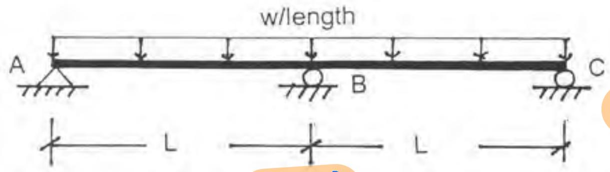



1 : ตรงจุดที่ห่างจากจุดรองรับ A หรือ C น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของช่วง AB หรือ BC
2 : ตรงจุดที่ห่างจากจุดรองรับ A หรือ C มากกว่าครึ่งหนึ่งของช่วง AB หรือ BC
3 : ตรงจุดรองรับ A หรือ C
4 : ตรงกึ่งกลางคานของช่วง AB และ BC
คำตอบที่ถูกต้อง : 1




**ข้อที่ 51 :**

คานต่อเนื่อง 2 ช่วง มีหน้าตัดคงที่ รับน้ำหนัก ดังรูป จงหาค่าแรงเฉือนมากที่สุด



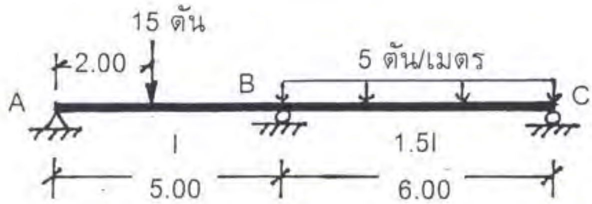

51) $V_{max}$

1 : 3wL/8
2 : wL/2
3 : 5wL/8
4 : 5wL/4
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

50) $M^+_{max}$ เกิดขึ้นที่ตำแหน่ง V = 0 ซึ่งเท่ากับ $\frac{3wL}{8}\cdot\frac{1}{w} = \frac{3L}{8}$ (จากซ้าย และ ขวา ของคาน)

**ข้อที่ 52 :**

คานต่อเนื่อง 2 ช่วง แต่ละช่วงมีหน้าตัดไม่คงที่ รับน้ำหนัก ดังรูป จงหาค่าโมเมนต์ดัดชนิดบวกที่มากที่สุดในช่วง AB



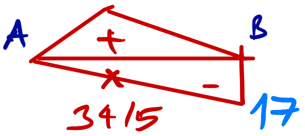

หา $M_B$ โดยใช้ Three Moment Eq.

$2M_B\left(\frac{5}{I}+\frac{6}{1.5I}\right) = -\frac{15(2)}{5I}(5^2-2^2) - \frac{5(6)^3}{4(1.5I)}$

$M_B = -306/[2(9)]$

$= -17$

$15(2)(3)/5 = 18$

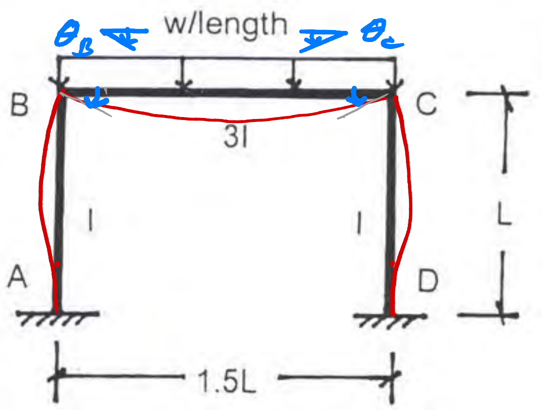



1 : 6.8 ตัน-เมตร
2 : 11.2 ตัน-เมตร
3 : 15.4 ตัน-เมตร
4 : 18.0 ตัน-เมตร
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

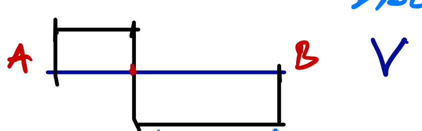
∴ $M^+_{max}$ ช่วง AB $= 18 - \frac{34}{5} = 11.2$

**ข้อที่ 53 :**

โครงข้อแข็ง ABCD รับน้ำหนัก ดังรูป จะเห็นว่าเป็นโครงเฟรมที่สมมาตรและรับน้ำหนักที่สมมาตรด้วย ดังนั้น จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด




* $M^+_{max}$ เกิดขึ้นที่ ตำแหน่ง V=0 หรือผ่าน 0

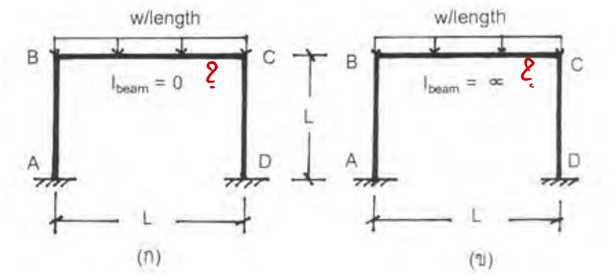



จากข้อ 52 คือ $M^+_{max}$ ที่ V ผ่าน 0

1 : มุมหมุนที่จุด B เท่ากับมุมหมุนที่จุด C และหมุนในทิศทางเดียวกัน
2 : มุมหมุนที่จุด B เท่ากับมุมหมุนที่จุด C แต่หมุนในทิศทางตรงกันข้าม
3 : โครงเฟรมไม่มีการเซ และมุมหมุนที่จุด B เท่ากับที่จุด C และมีทิศทางเดียวกัน
4 : โครงเฟรมไม่มีการเซ และมุมหมุนที่จุด B เท่ากับที่จุด C และมีทิศทางตรงกันข้าม
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

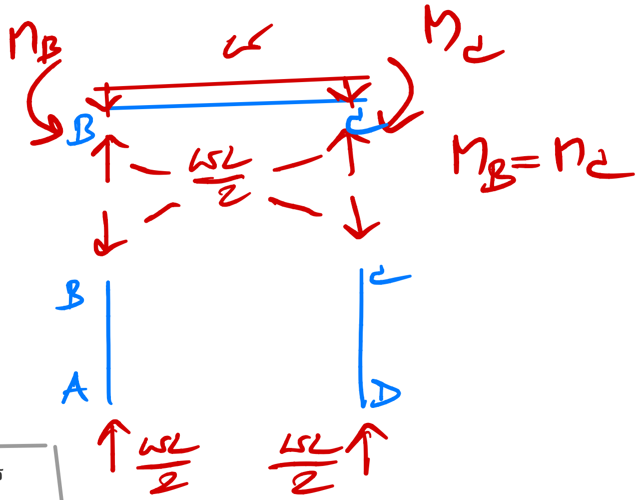
**ข้อที่ 54 :**

มีโครงข้อแข็ง ABCD 2 โครง คือ โครง (ก) และ (ข) ซึ่งมีขนาดและความยาวของเสาเท่ากัน ความยาวของคานเท่ากัน และน้ำหนักบรรทุกบนคานมีค่าเท่ากัน แต่คานในโครง (ก) มีโมเมนต์อินเนอร์เชียน้อยกว่าคานในโครง (ข) ดังนั้น จะพบว่า

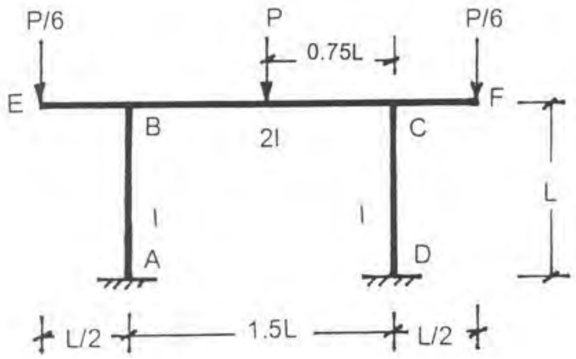



1 : เสาของโครง (ก) รับแรงอัดตามแนวแกนได้เท่ากันกับเสาของโครง (ข)
2 : เสาของโครง (ก) รับแรงอัดตามแนวแกนได้น้อยกว่าเสาของโครง (ข)
3 : เสาของโครง (ก) รับแรงอัดตามแนวแกนได้มากกว่าเสาของโครง (ข)
4 : ไม่มีข้อใดถูก
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

∴ โครงรูป (ก) และ (ข) มีความสมมาตร และปฏิกิริยาเนื่องจากโมเมนต์แล้วไม่มี แต่เนื่องจาก น.น. บรรทุก ซึ่งมีค่าเท่ากับแรง wL/2 ดังนั้น แรงอัดที่กระทำกับเสา ทั้งโครง (ก) และ (ข) ซึ่งมีค่าเท่ากัน

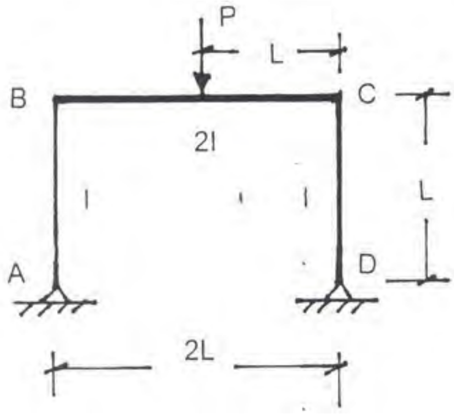



ข้อที่ 55 :
โครงข้อแข็ง ABCD รับน้ำหนัก ดังรูป จะพบว่าเสาในโครงเฟรม




1 : รับแรงอัดและโมเมนต์ดัดซึ่งทำให้เสาโก่งทางเดียว
2 : รับแรงอัดและโมเมนต์ดัดซึ่งทำให้เสาโก่งสองทาง มีจุดดัดกลับห่างจากจุด A เท่ากับ L/2
3 : รับแรงอัดและโมเมนต์ดัดซึ่งทำให้เสาโก่งสองทาง มีจุดดัดกลับห่างจากจุด A เท่ากับ L/3
4 : รับแรงอัดและโมเมนต์ดัดซึ่งทำให้เสาโก่งสองทาง มีจุดดัดกลับห่างจากจุด A เท่ากับ L/4
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 56 :
โครงข้อแข็ง ABCD รับน้ำหนัก ดังรูป จงหาค่าโมเมนต์ดัด $M_{BC}$ กำหนดให้ P = 5 ตัน L = 4 เมตร




วิธีทำข้อที่ 55, 56 อยู่หน้าถัดไป

1 : 4.00 ตัน-เมตร
2 : 3.00 ตัน-เมตร
3 : 2.00 ตัน-เมตร
4 : 1.00 ตัน-เมตร
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อ 57
แนวคิด
* แยกคานเป็น AC และ CB เขียนสมการ $M_{AC}, M_{CA}, M_{CB}, M_{BC}$
* ตัวไม่ทราบค่า คือ $\theta_C$ และ $\Delta_C$ (ซึ่ง $\Delta_C$ แบ่งได้เป็น $\Delta_{CA}$ และ $\Delta_{BC}$)

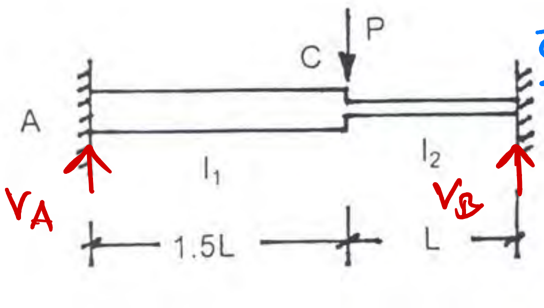
ข้อที่ 57 :
ในการวิเคราะห์คาน ACB ซึ่งมีหน้าตัดไม่คงที่ โดยวิธี slope-deflection ต้องใช้สมการสมดุลทั้งหมด คือ

* ดังนั้น สมการสมดุลมี 2 สมการ

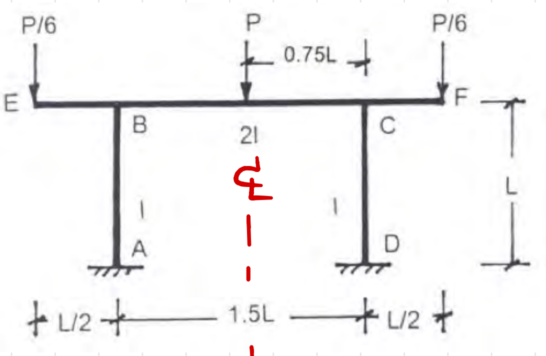
$\sum M_C = 0 = M_{CA} + M_{CB}$ —— (1)

$\uparrow \sum V = 0 = V_A + V_B - P$ —— (2)

* แปลง $V_A, V_B$ ให้อยู่ในรูป $M_{AC}, M_{CA}, M_{CB}, M_{BC}$



55) เฟรมสมมาตร ไม่มีการเซทางข้าง



ใช้ $K^M = \frac{1}{2}K$ ที่ชิ้นส่วน BC

$$\downarrow P/6 \quad \underset{L/2}{E \quad B} \quad \curvearrowright M_{BE} = +\frac{P}{6}\left(\frac{L}{2}\right) = +PL/12$$

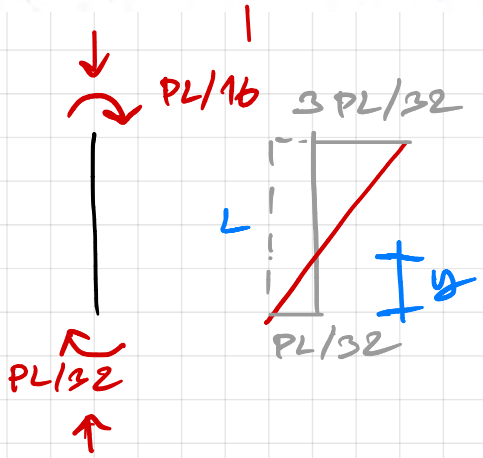
$$FEM_{BC} = -P(1.5L)/8 = -3PL/16$$

$I/L \sim 1$ $\qquad 2I/1.5L \sim 4/3$ $\qquad$ K

$(1/2)(4/3) = 2/3$ $\qquad$ $K^M$

$+PL/12$ $\qquad\qquad$ $-PL/12$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 3/5 | 2/5 | | 0 | DF |
| | | $-3PL/16$ | | | FEM |
| | $+PL/16$ | $+PL/24$ | | | Dist |
| $+PL/32$ | 0 | 0 | | | CO |
| 0 | 0 | 0 | | | Dist |
| $+\frac{PL}{32}$ | $+\frac{PL}{16}$ | $-\frac{7PL}{48}$ | $+\frac{PL}{16}$ $-\frac{7PL}{48}$ | $+\frac{PL}{32}$ | Final Moments |



$$\frac{y}{PL/32} = \frac{L}{3PL/32}$$

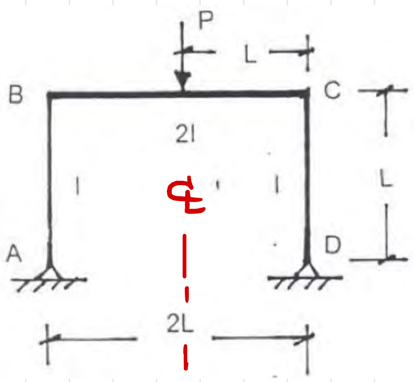
$$y = \frac{\cancel{PL}}{\cancel{32}} \cdot \frac{\cancel{32}L}{\cancel{3PL}} = L/3$$

check : $\overset{+}{\curvearrowright}\sum M_B = 0$

$$= +\frac{PL}{12} + \frac{PL}{16} - \frac{7PL}{48} \checkmark$$

∴ เสาในโครงเฟรม (ชิ้นส่วน AB และ DC) รับแรงอัดและโมเมนต์ดัด ซึ่งทำให้เสาโก่งสองทาง มีจุดดัดกลับห่างจากจุด A เท่ากับ L/3

56) หา $M_{BC}$



$P = 5$ T, $L = 4$ m

เฟรมสมมาตร ไม่มีการเซทางข้าง

ใช้ $K^M = \frac{1}{2}K$ ที่ชิ้นส่วน BC

$I/L \sim 1$ $\qquad 2I/2L \sim 1$ $\qquad$ K

$(3/4)(1) = 3/4$ $\qquad (1/2)(1) = 1/2$ $\qquad$ $K^M$

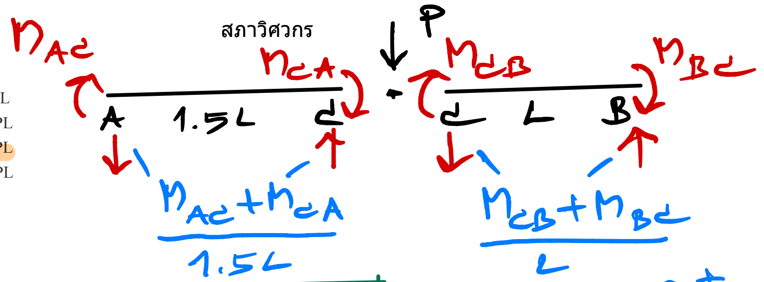
| A | B | | C | | D | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3/5 | 2/5 | | | | DF |
| 0 | | −5 | | | | FEM |
| 0 | +3 | +2 | | | | Dist |
| 0 | +3 | −3 | +3 | −3 | 0 | Final Moments |

$$∴ FEM_{BC} = -\frac{5[2(4)]}{8}$$

$$= -5 \text{ T·m}$$

$$∴ M_{BC} = -3 \text{ T·m}$$

1 : $M_{CA} + M_{CB} = 0$ และ $3(M_{AB} + M_{BA}) + 2(M_{CB} + M_{BC}) = 3PL$
2 : $M_{CA} + M_{CB} = 0$ และ $3(M_{AB} + M_{BA}) - 2(M_{CB} + M_{BC}) = 3PL$
3 : $M_{CA} + M_{CB} = 0$ และ $3(M_{CB} + M_{BC}) - 2(M_{AB} + M_{BA}) = 3PL$
4 : $M_{CA} + M_{CB} = 0$ และ $3(M_{CB} + M_{BC}) + 2(M_{AB} + M_{BA}) = 3PL$
คำตอบที่ถูกต้อง : 3




$\frac{M_{AC}+M_{CA}}{1.5L}$ $\frac{M_{CB}+M_{BC}}{L}$

∴ จาก ② $\uparrow^{+} \sum V = 0$

$-\frac{M_{AC}+M_{CA}}{1.5L} + \frac{M_{CB}+M_{BC}}{L} - P = 0$

3L คูณตลอด

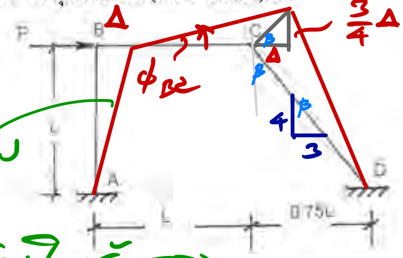
$-2(M_{AC}+M_{CA}) + 3(M_{CB}+M_{BC}) - 3PL = 0$

∴ $3(M_{CB}+M_{BC}) - 2(M_{AC}+M_{CA}) = 3PL$

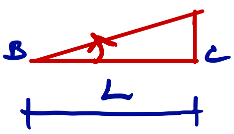
ข้อที่ 58 :

โครงข้อแข็ง ABCD รับน้ำหนัก ดังรูป เมื่อสมมติว่าระยะเคลื่อนที่ในแนวราบของจุด B และจุด C ไปทางขวามือมีค่าเท่ากับ Δ จงหาค่าการหมุนของคอร์ด (chord rotation) BC

∵ $\Delta_B = \Delta_C$




เส้นการเปลี่ยนรูปแบบสมมติว่าชิ้นส่วนแข็งเกร็งเป็นเส้นตรง

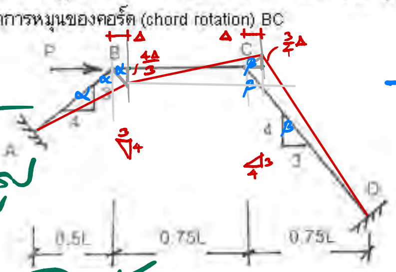



1 : + 4Δ/3L
2 : - 4Δ/3L
3 : + 3Δ/4L
4 : - 3Δ/4L
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

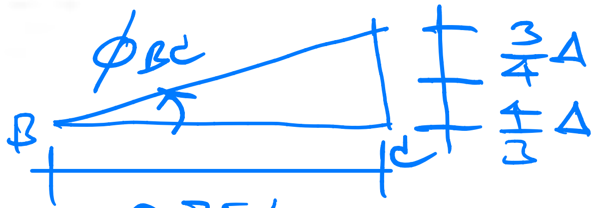
∴ $\phi_{BC} = -\frac{3\Delta}{4L}$

ข้อที่ 59 :

โครงข้อแข็ง ABCD รับน้ำหนัก ดังรูป เมื่อสมมติว่าระยะเคลื่อนที่ในแนวราบของจุด B และจุด C ไปทางขวามือมีค่าเท่ากับ Δ จงหาค่าการหมุนของคอร์ด (chord rotation) BC




เส้นการเปลี่ยนรูปแบบสมมติว่าชิ้นส่วนแข็งเกร็งเป็นเส้นตรง



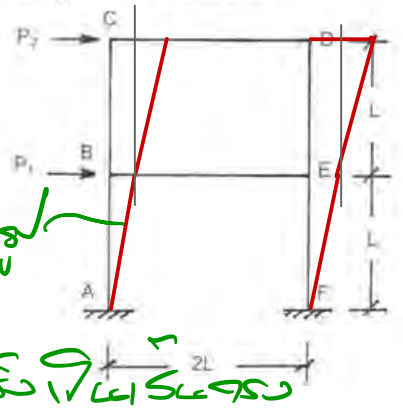

∴ $\phi_{BC} = -\frac{\left(\frac{3\Delta}{4} + \frac{4\Delta}{3}\right)}{0.75L}$

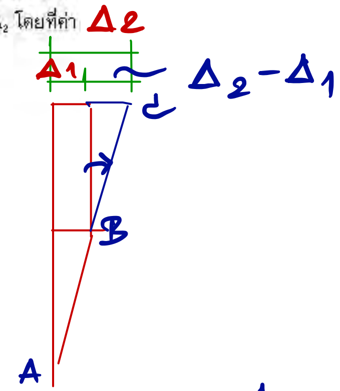
$= -\frac{(9+16)\Delta/12}{0.75L} = -\frac{25\Delta}{9L}$

1 : - 8Δ/3L
2 : - 25Δ/9L
3 : - 16Δ/9L
4 : - Δ/L
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 60 :

โครงข้อแข็ง รับน้ำหนัก ดังรูป เมื่อสมมติว่าระยะเคลื่อนที่ในแนวราบของจุด B และจุด E ไปทางขวามือมีค่าเท่ากับ $\Delta_1$ และสมมติว่าระยะเคลื่อนที่ในแนวราบของจุด C และจุด D ไปทางขวามือมีค่าเท่ากับ $\Delta_2$ โดยที่ค่า $\Delta_2$ มากกว่าค่า $\Delta_1$ จงหาค่าการหมุนของคอร์ด (chord rotation) BC




เส้นการเปลี่ยนรูปแบบสมมติว่าชิ้นส่วนแข็งเกร็งเป็นเส้นตรง

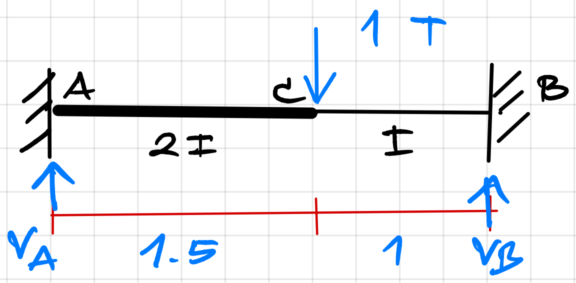
∴ $\phi_{BC} = +\frac{\Delta_2 - \Delta_1}{L}$

1 : + $\Delta_1$ /L
2 : + ($\Delta_1$ + $\Delta_2$) /L
3 : + ($\Delta_2$ - $\Delta_1$) /L
4 : + ($\Delta_1$ - $\Delta_2$) /L
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 61 :

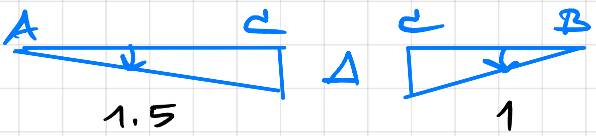
## อธิบายเพิ่มเติมข้อ 57

$+\circlearrowright$




$\theta_A = 0 = \theta_B$

$FEM_{AC} = FEM_{CA} = FEM_{CB} = FEM_{BC} = 0$




$$M_{AC} = \frac{2E(2I)}{1.5}\left(2\cancel{\theta_A}^{\,0} + \theta_C - 3\frac{+\Delta}{1.5}\right) + 0 = \frac{8EI\theta_C}{3} - \frac{16EI\Delta}{3}$$

$$M_{CA} = \frac{4EI}{1.5}\left(\cancel{\theta_A}^{\,0} + 2\theta_C - \frac{3\Delta}{1.5}\right) + 0 = \frac{16EI\theta_C}{3} - \frac{16EI\Delta}{3}$$

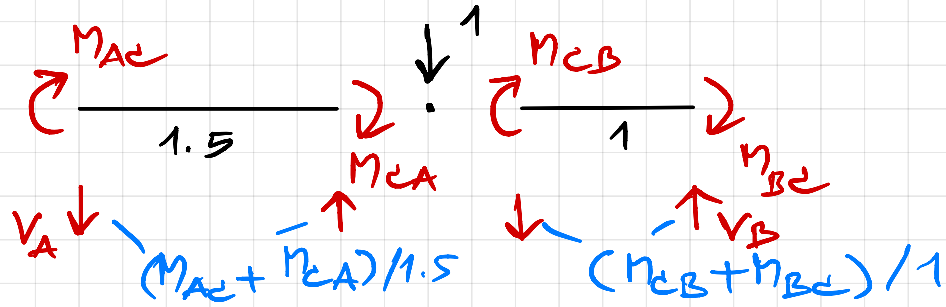
$$M_{CB} = \frac{2EI}{1}\left(2\theta_C + \cancel{\theta_B}^{\,0} - 3\frac{-\Delta}{1}\right) + 0 = 4EI\theta_C + 6EI\Delta$$

$$M_{BC} = 2EI\left(\theta_C + 2\cancel{\theta_B}^{\,0} + 3\Delta\right) + 0 = 2EI\theta_C + 6EI\Delta$$

$$\overset{\curvearrowright}{+}\sum M_C = 0 = M_{CA} + M_{CB} = \left(\frac{16EI\theta_C}{3} - \frac{16EI\Delta}{3}\right) + \left(4EI\theta_C + 6EI\Delta\right)$$

$$\frac{28}{3}EI\theta_C + \frac{2}{3}EI\Delta = 0 \qquad (1)$$

$$+\uparrow \sum V = 0 = V_A + V_B - 1 \qquad (2)$$




$\therefore$ จาก (2) ; $-[(M_{AC}+M_{CA})/1.5] + (M_{CB}+M_{BC}) - 1 = 0$

$$-\frac{1}{1.5}\left[\left(\frac{8EI\theta_C}{3} - \frac{16EI\Delta}{3}\right) + \left(\frac{16EI\theta_C}{3} - \frac{16EI\Delta}{3}\right)\right] + \left[(4EI\theta_C + 6EI\Delta) + (2EI\theta_C + 6EI\Delta)\right] = 1$$

$$-\frac{1}{1.5}\left(8EI\theta_C - \frac{32EI\Delta}{3}\right) + \left(6EI\theta_C + 12EI\Delta\right) = 1$$

$$\frac{2}{3}EI\theta_C + \frac{172}{9}EI\Delta = 1 \qquad (3)$$

$\therefore EI\theta_C = -9/2402$

$EI\Delta = 63/1201$

$$\therefore\ M_{AC} = \frac{8}{3}\left(-\frac{9}{2402}\right) - \frac{16}{3}\left(\frac{63}{1201}\right) = -\frac{348}{1201} = -0.290\ \text{T.m}$$

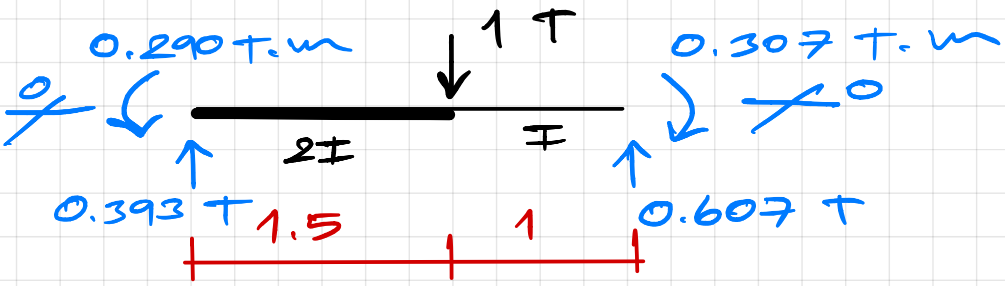
$$M_{CA} = \frac{16}{3}\left(-\frac{9}{2402}\right) - \frac{16}{3}\left(\frac{63}{1201}\right) = -\frac{360}{1201} = -0.300$$

$$M_{CB} = 4(-9/2402) + 6(63/1201) = +\frac{360}{1201} = 0.300$$

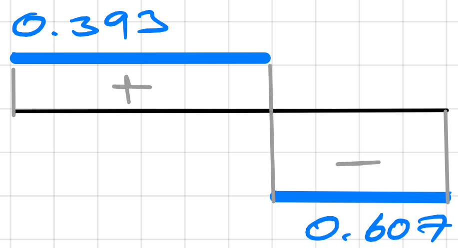
$$M_{BC} = 2(-9/2402) + 6(63/1201) = +\frac{369}{1201} = 0.307$$

$$V_A = \frac{1}{1.5}\left(-\frac{348}{1201} - \frac{360}{1201}\right) = -\frac{472}{1201} = 0.393\ \text{T}\uparrow$$

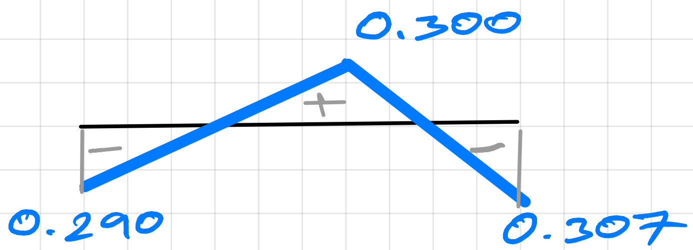
$$V_B = \left(\frac{360}{1201} + \frac{369}{1201}\right) = +\frac{729}{1201} = 0.607\ \text{T}\uparrow$$




Reaction

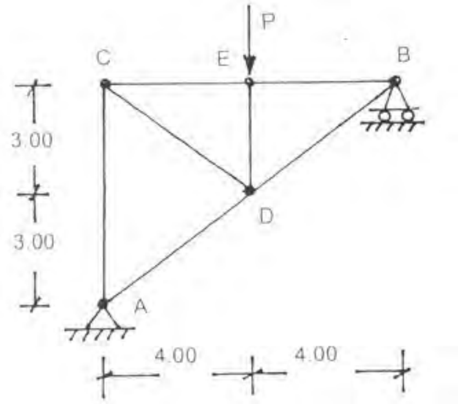



SFD (T)




BMD (T.m)

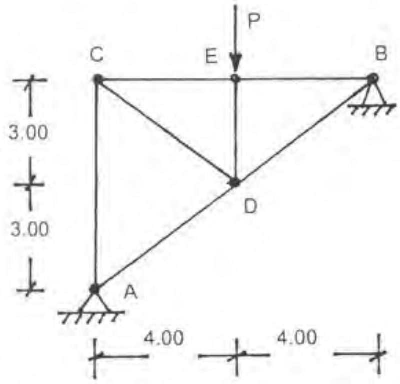
ข้อที่61 โครงข้อหมุน รับน้ำหนัก P ดังรูป ถ้าสมมติให้ทุกชิ้นส่วนมีค่า L/AE คงที่ จะพบว่าจุด B เคลื่อนที่ไปทางขวามือในแนวระดับเป็นระยะเท่ากับ 25PL/24AE จงหาค่าแรงยันในแนวระดับเพื่อมิให้จุด B เคลื่อนที่




ดูวิธีทำหน้าถัดไป

1 : P/2
2 : P/3
3 : P/4
4 : P/6
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

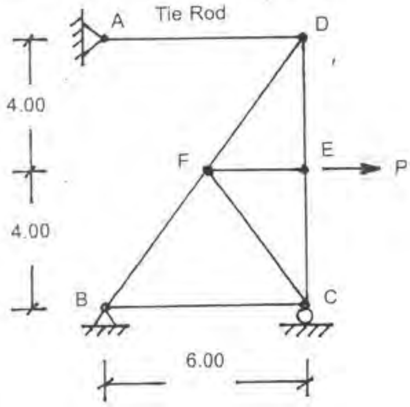
ข้อที่ 62 :
โครงข้อหมุน รับน้ำหนัก P = 4.5 ตัน ดังรูป จงหาค่าแรงปฏิกิริยาในแนวระดับที่จุด B สมมติให้ทุกชิ้นส่วนมีค่า L/AE คงที่




ดูวิธีทำหน้าถัดไป

1 : 2.00 ตัน
2 : 1.50 ตัน
3 : 1.00 ตัน
4 : 0.75 ตัน
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 63 :
โครงข้อหมุนมีท่อนเหล็ก AD ยึดไว้ที่จุด D และรับน้ำหนัก P = 3640 กก. ที่จุด E ดังรูป เมื่อพิจารณาให้แรงดึงในท่อนเหล็กเป็นตัว redundant และสมมติให้ทุกชิ้นส่วนมีค่า L/AE คงที่ (หน่วยเป็น ซม./กก.) จะพบว่าระยะเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของท่อนเหล็กมีค่าเท่ากับ 45500L/9AE ซม. จงหาค่าแรงดึงในท่อนเหล็กนี้เพื่อให้ระยะเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของท่อนเหล็กมีค่าเป็นศูนย์

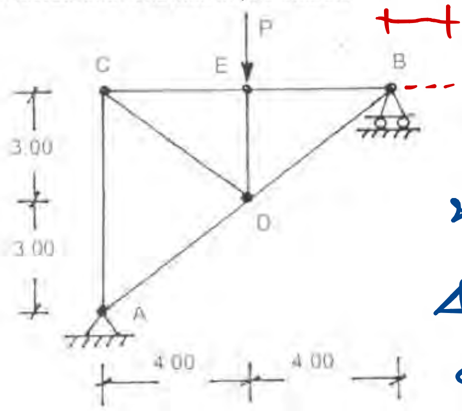



ดูวิธีทำหน้าถัดไป

1 : 1420 กก.
2 : 710 กก.
3 : 500 กก.
4 : 250 กก.
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 64 :

ข้อที่ 61 โครงข้อหมุน รับน้ำหนัก P ดังรูป ถ้าสมมติให้ทุกชิ้นส่วนมีค่า L/AE คงที่ จะพบว่าจุด B เคลื่อนที่ไปทางขวามือในแนวระดับเป็นระยะเท่ากับ 25PL/24AE จงหาค่าแรงยันในแนวระดับเพื่อมิให้จุด B เคลื่อนที่

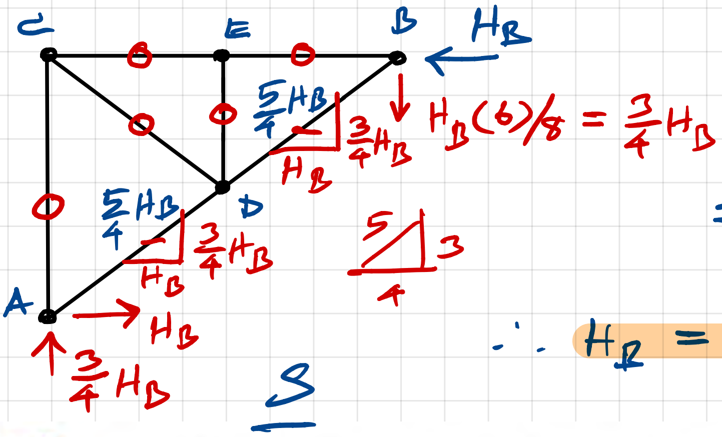



∴ $H_B$ ต้องทำให้เกิด $\Delta_B = 25PL/24AE \leftarrow$

หา $\Delta_B$ เนื่องจาก $H_B$ โดยใช้ทฤษฎีของงานเสมือนเหมือนเดิม

$\Delta_B = \Sigma S(\partial S/\partial H_B) L/AE = 25PL/24AE$

โดยที่ $S$ คือแรงภายในชิ้นส่วนเนื่องจาก $H_B$

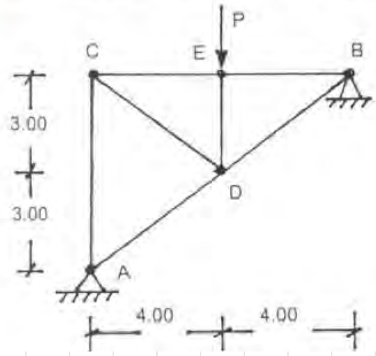



$$\therefore \Delta_B = 2\left[\left(\frac{5}{4}H_B\right)\left(\frac{5}{4}\right)\frac{L}{AE}\right] = \frac{25PL}{24AE}$$

$$\frac{25}{8}H_B \cdot \frac{L}{AE} = \frac{25P}{24} \cdot \frac{L}{AE}$$

$$\therefore H_B = \frac{25P}{24} \cdot \frac{8}{25} = \frac{P}{3} \leftarrow$$

ข้อที่ 62 :
โครงข้อหมุน รับน้ำหนัก P = 4.5 ตัน ดังรูป จงหาค่าแรงปฏิกิริยาในแนวระดับที่จุด B สมมติให้ทุกชิ้นส่วนมีค่า L/AE คงที่

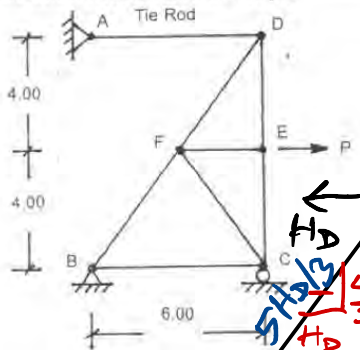



โจทย์ข้อนี้ก็คือ การให้แรงปฏิกิริยาในแนวระดับที่จุด B จากข้อ 61 นั่นเอง คือ การเปลี่ยน support จาก roller เป็น hinge

$\therefore H_B = \frac{P}{3}$ (จากข้อ 61)

เมื่อ $P = 4.5$ T ; $H_B = \frac{4.5}{3} = 1.5$ T $\leftarrow$

ข้อที่ 63 :
โครงข้อหมุนมีท่อนเหล็ก AD ยึดไว้ที่จุด D และรับน้ำหนัก P = 3640 กก. ที่จุด E ดังรูป เมื่อพิจารณาให้แรงดึงในท่อนเหล็กเป็นตัว redundant และสมมติให้ทุกชิ้นส่วนมีค่า L/AE คงที่ (หน่วยเป็น ซม./กก.) จะพบว่าระยะเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของท่อนเหล็กมีค่าเท่ากับ 45500L/9AE ซม. จงหาค่าแรงดึงในท่อนเหล็กนี้เพื่อให้ระยะเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของท่อนเหล็กมีค่าเป็นศูนย์




แนวคิดเดียวกับข้อ 61 คือ

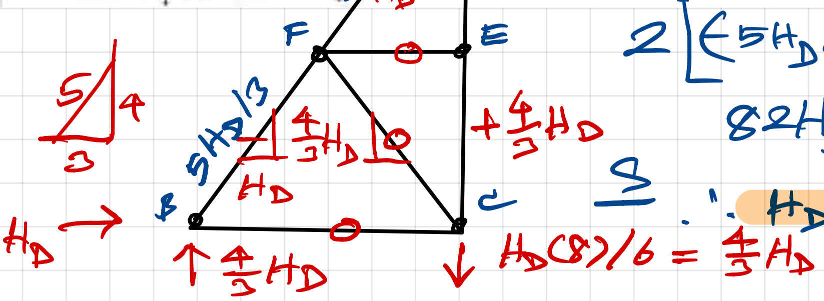
$\overrightarrow{\Delta}$ เนื่องจาก P $= \overleftarrow{\Delta}$ เนื่องจาก $H_D = 45500L/9AE$

$$\therefore \Delta_{H_D} = \Sigma S(\partial S/\partial H_D)\frac{L}{AE} = \frac{45500L}{9AE}$$

$$\Sigma S(\partial S/\partial H_D) = 45500/9$$

$$2\left[(-5H_D/3)(-5/3) + (4H_D/3)(4/3)\right] = \frac{45500}{9}$$

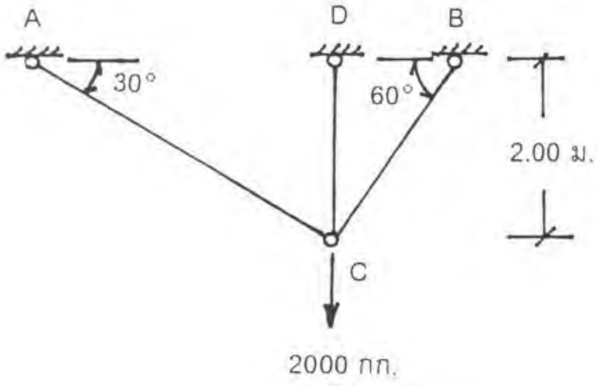
$$82H_D/9 = 45500/9$$




$\therefore H_D = (45500/9)(9/82) = 555$ kg

$\approx 500$ kg

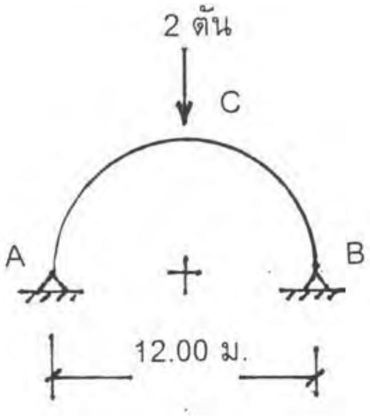
เมื่อต่อยึดชิ้นส่วนรับแรงตามแนวแกน ดังรูป เพื่อรับน้ำหนัก P = 2000 กก. ที่จุด C จงหาค่าแรงดึงในชิ้นส่วน AC สมมติให้ทุกชิ้นส่วนมีค่า L/AE คงที่




500

1 : 500 กก.
2 : 1000 กก.
3 : 1500 กก.
4 : 2000 กก.
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

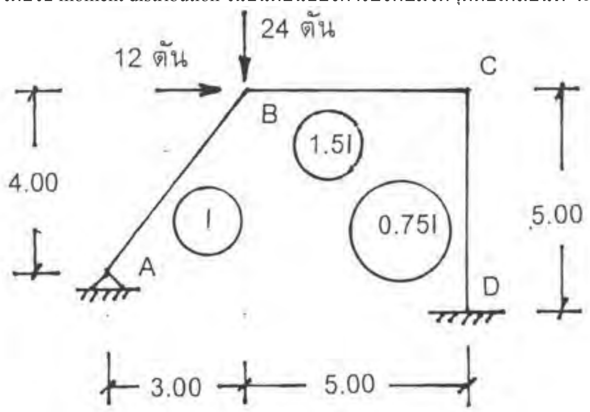
ข้อที่ 65 :
โครงโค้งครึ่งวงกลมมีหน้าตัดคงที่ รัศมีเท่ากับ 6 เมตร รับน้ำหนัก ดังรูป จงหาแรงยันในแนวระดับที่จุด A หรือที่จุด B




ดูวิธีทำ 2 หน้าถัดไป

1 : $1/\pi$ ตัน
2 : $2/\pi$ ตัน
3 : $3/\pi$ ตัน
4 : $4\pi$ ตัน
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 66 :
ถ้าต้องการวิเคราะห์โครงสร้างที่เซได้ ดังรูป โดยวิธี moment distribution ในขั้นตอนของการบังคับมิให้จุดต่อเคลื่อนที่ จะพิจารณาว่าโครงสร้างนี้ถูกยันด้วยแรงใน




แนวนอนตรงจุด C ดังนั้น ให้หาค่าแรงยันนี้

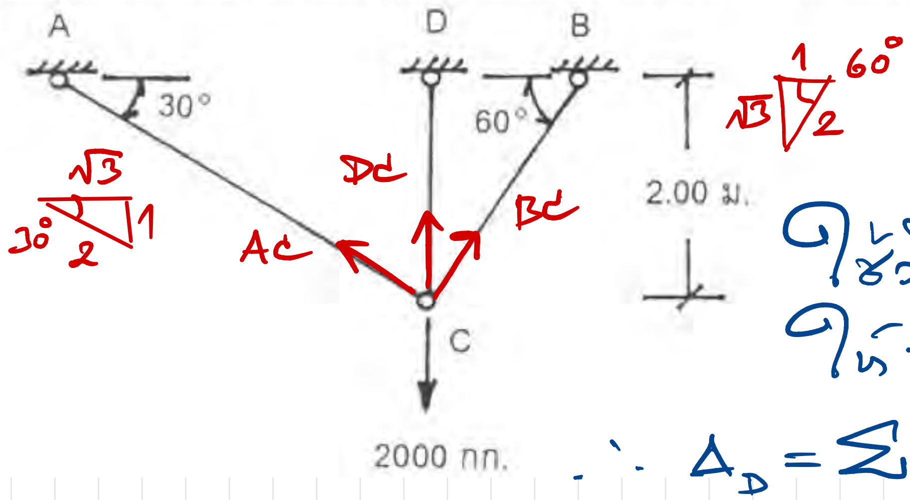
1 : 24 ตัน
2 : 30 ตัน
3 : 12 ตัน
4 : 18 ตัน
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ดูวิธีทำ 3 หน้าถัดไป

ข้อที่ 67 :

64

เมื่อต่อยึดชิ้นส่วนรับแรงตามแนวแกน ดังรูป เพื่อรับน้ำหนัก P = 2000 กก. ที่จุด C จงหาค่าแรงดึงในชิ้นส่วน AC สมมติให้ทุกชิ้นส่วนมีค่า L/AE คงที่




ใช้วิธี Least Work

ให้ Dc เป็นแรงตัวเกิน

$$\therefore \Delta_D = \sum S\left(\frac{\partial S}{\partial D_c}\right)\frac{L}{AE} = 0$$

$$\uparrow^{+} \sum V = 0 = \frac{1}{2}A_c + D_c + \frac{\sqrt{3}}{2}B_c - 2000$$

$$A_c + \sqrt{3}B_c = 4000 - 2D_c \quad \text{—— (1)}$$

$$\leftarrow^{+} \sum H = 0 = \frac{\sqrt{3}}{2}A_c - \frac{1}{2}B_c$$

$$\sqrt{3}A_c - B_c = 0 \quad \text{—— (2)}$$

$$(2)\times\sqrt{3}\ ;\quad 3A_c - \sqrt{3}B_c = 0 \quad \text{—— (3)}$$

$$(1)+(3)\ ;\quad 4A_c = 4000 - 2D_c$$

$$A_c = 1000 - \frac{1}{2}D_c$$

$$B_c = 1000\sqrt{3} - \frac{\sqrt{3}}{2}D_c$$

$\because \frac{L}{AE}$ คงที่ ; $\therefore$

$$\sum S(\partial S/\partial D_c) = 0$$

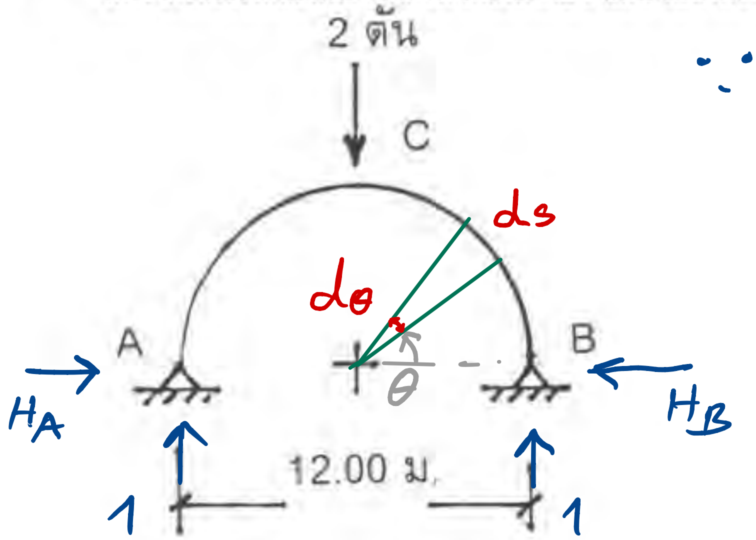
| $S$ | $\partial S/\partial D_c$ | $S(\partial S/\partial D_c)$ |
|---|---|---|
| $D_c$ | $1$ | $D_c$ |
| $1000 - \frac{1}{2}D_c$ | $-\frac{1}{2}$ | $-500 + \frac{1}{4}D_c$ |
| $1000\sqrt{3} - \frac{\sqrt{3}}{2}D_c$ | $-\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $-1500 + \frac{3}{4}D_c$ |
| | $\sum$ | $-2000 + 2D_c$ |

$$\therefore -2000 + 2D_c = 0\ ;\quad D_c = 1000 \text{ kg}$$

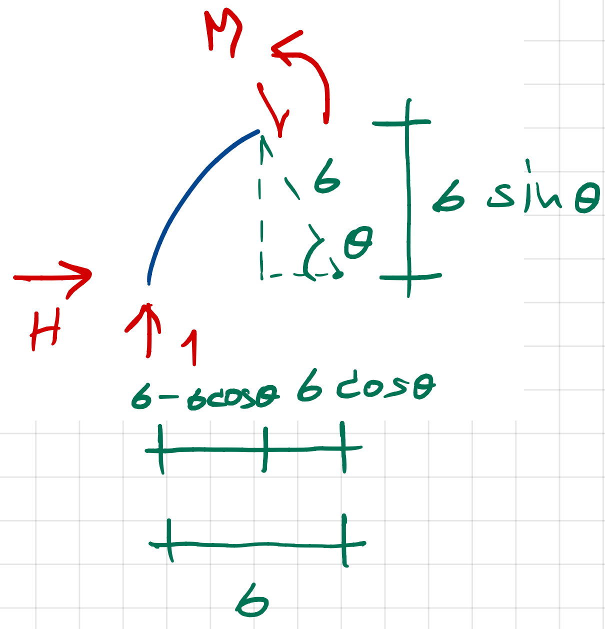
$$A_c = 1000 - \frac{1}{2}(1000) = 500 \text{ kg}$$

$$B_c = 1000\sqrt{3} - \frac{\sqrt{3}}{2}(1000) = 500\sqrt{3} \text{ kg}$$

ข้อที่ 65 :
โครงโค้งครึ่งวงกลมมีหน้าตัดคงที่ รัศมีเท่ากับ 6 เมตร รับน้ำหนัก ดังรูป จงหาแรงยันในแนวระดับที่จุด A หรือที่จุด B




$\because H_A = H_B$ ให้เท่ากับ $H$




ใช้วิธี Least Work

$$\because \Delta_{Ah} = 0 = \int M \frac{\partial M}{\partial H} \frac{ds}{EI}$$

$$M = 1(6-6\cos\theta) - H(6\sin\theta) = 6-6\cos\theta-6H\sin\theta$$

$$\partial M/\partial H = -6\sin\theta$$

$$ds = r\,d\theta = 6\,d\theta$$

$$\therefore \frac{1}{EI}\int_0^{\pi/2}(6-6\cos\theta-6H\sin\theta)(-6\sin\theta)(6\,d\theta) = 0$$

$-\frac{EI}{216}$ คูณตลอด; $\int_0^{\pi/2}(\sin\theta-\sin\theta\cos\theta-H\sin^2\theta)\,d\theta = 0$

$\because \sin 2\theta = 2\sin\theta\cos\theta$ ; $\therefore \sin\theta\cos\theta = \frac{\sin 2\theta}{2}$

$$\sin^2\theta = \frac{(1-\cos 2\theta)}{2} = \frac{1}{2} - \frac{\cos 2\theta}{2}$$

$$\int_0^{\pi/2}\left(\sin\theta - \frac{\sin 2\theta}{2} - \frac{H}{2} + \frac{H}{2}\cos 2\theta\right)d\theta = 0$$

$$\left(-\cos\theta + \frac{\cos 2\theta}{4} - \frac{H}{2}\theta + \frac{H}{4}\sin 2\theta\right)\Bigg|_0^{\pi/2} = 0$$

$$\left[-0+(-1/4)-\frac{H\pi}{4}+\cancel{(H/4)(0)}\right]-\left[-1+(1/4)-\cancel{(H/2)(0)}+\cancel{(H/4)(0)}\right]=0$$

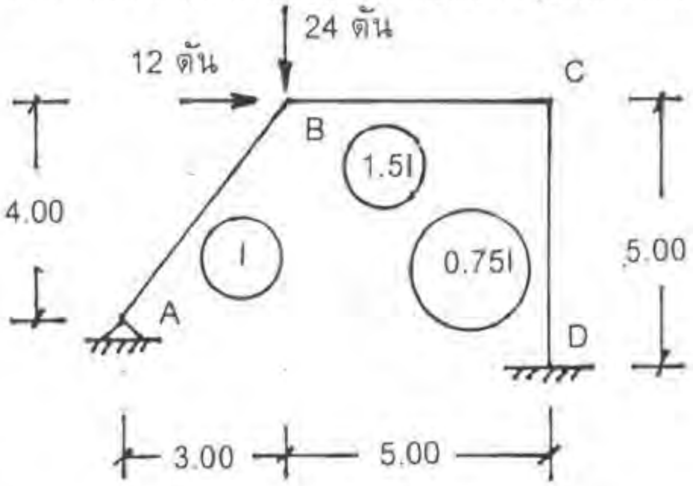
$$-\frac{1}{4}-\frac{H\pi}{4}+1-\frac{1}{4}=0$$

$(1/2) = H\pi/4$; $H = \frac{1}{2}\cdot\frac{4}{\pi} = 2/\pi$ ตัน

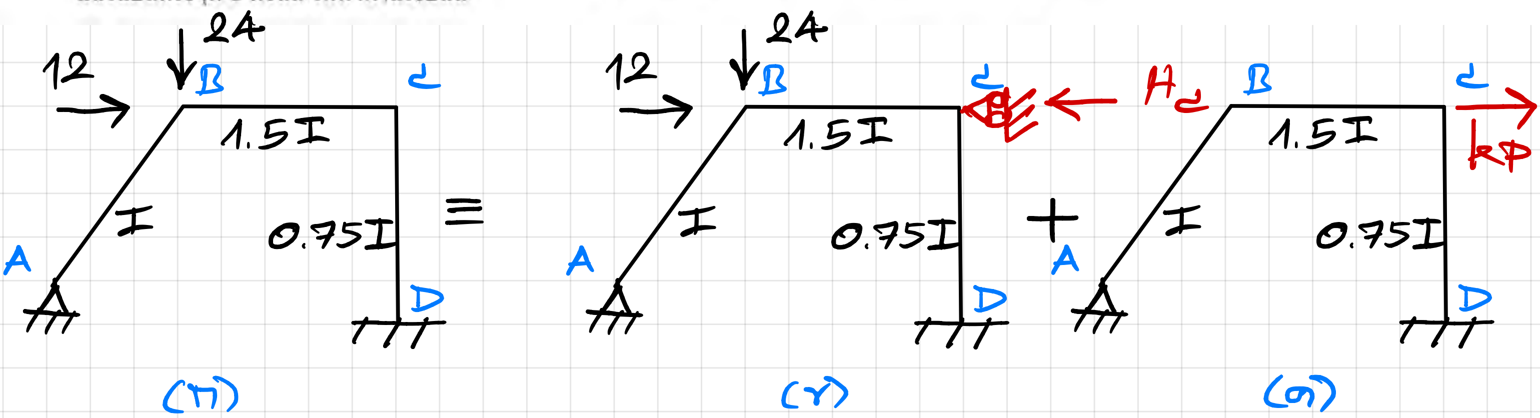
ข้อที่ 66 :

ถ้าต้องการวิเคราะห์โครงสร้างที่เขียนได้ ดังรูป โดยวิธี moment distribution ในขั้นตอนของการบังคับมิให้จุดต่อเคลื่อนที่ จะพิจารณาว่าโครงสร้างนี้ถูกยันด้วยแรงใน

โจทย์หา $H_C$

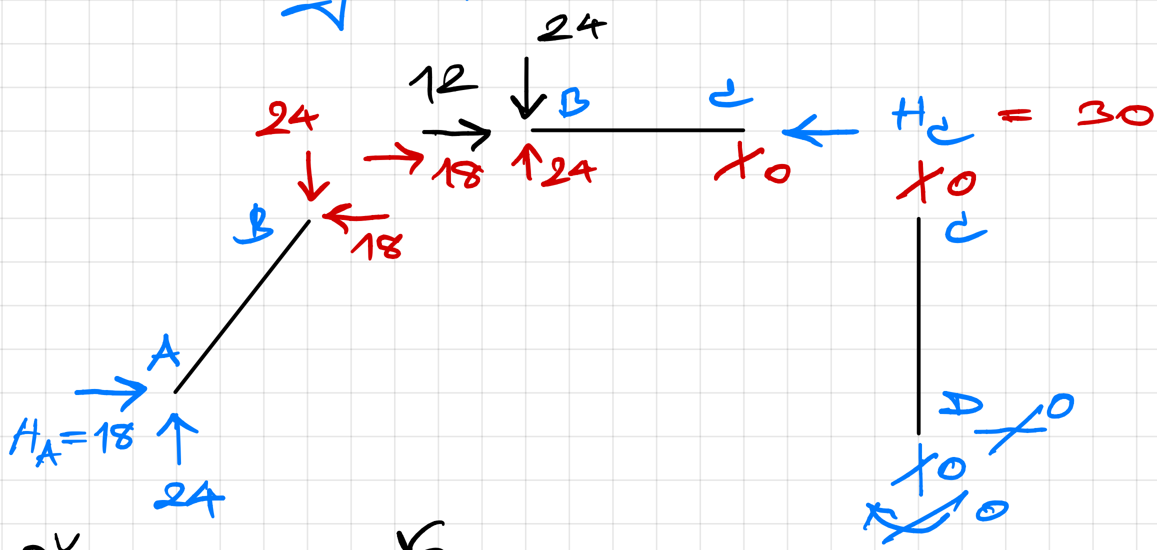



แนวนอนตรงจุด C ดังนั้น ให้หาค่าแรงยันนี้




พิจารณารูป (ข)

- เนื่องจากไม่มี FEM ในทุกชิ้นส่วน
  ดังนั้น M ที่แต่ละจุดต่อ เนื่องจาก FEM จึงไม่มี
- หาแรงปฏิกิริยาแต่ละแนว

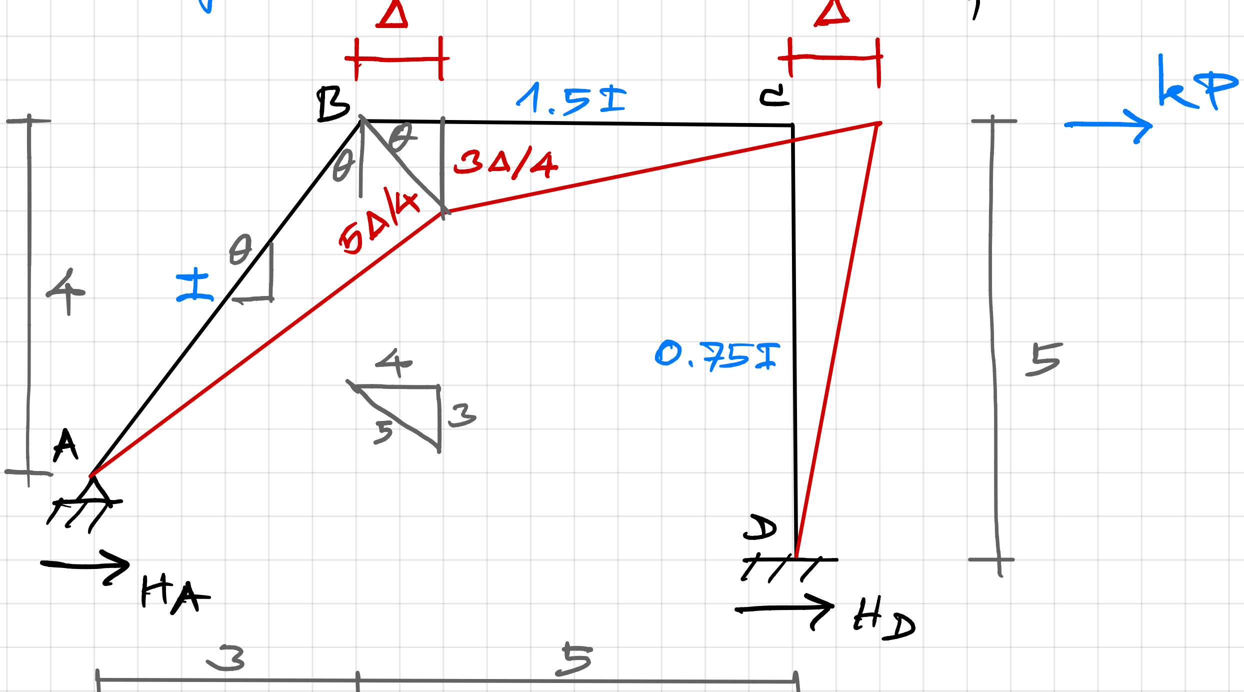



ชิ้นส่วน AB : $\sum M_B = 0 = 4H_A - 24(3)$

$H_A = 24(3)/4 = 18\ T \rightarrow$

$\therefore\ H_C = 12 + 18 = 30\ T \leftarrow$

พิจารณารูป (ต่อ) (ขั้นตอน = หา M ที่แต่ละจุดต่อ)

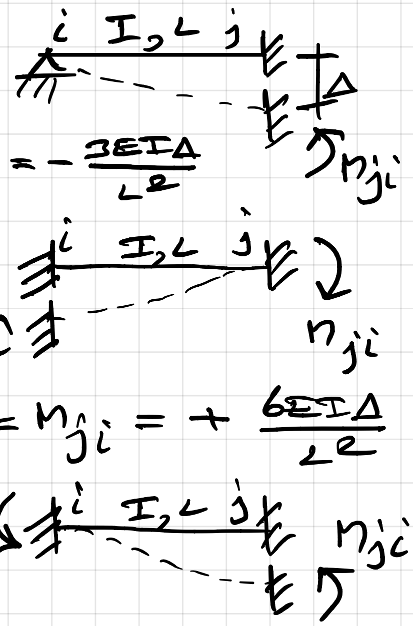



แรง kP ทำให้เกิด Δ ซึ่ง Δ ทำให้เกิด FEM ในชิ้นส่วน

$$FEM_{BA} = -\frac{3EI(5\Delta/4)}{5^2} = -0.15EI\Delta$$

$$FEM_{BC} = FEM_{CB} = +\frac{6E(1.5I)(3\Delta/4)}{5^2}$$
$$= +0.27EI\Delta$$

$$FEM_{CD} = FEM_{DC} = -\frac{6E(0.75I)\Delta}{5^2}$$
$$= -0.18EI\Delta$$




$$M_{ji} = -\frac{3EI\Delta}{L^2}$$

$$M_{ij} = M_{ji} = +\frac{6EI\Delta}{L^2}$$

$$M_{ij} = M_{ji} = -\frac{6EI\Delta}{L^2}$$

∵ ไม่ทราบค่า $E, I, \Delta$

ดังนั้น ประมาณค่า $EI\Delta = 1$

(ประมาณเพื่อให้ได้ FEM ไม่มาก จะได้ลำบากน้อยในการวนรอบน้อยๆ)

$$\therefore\ FEM_{BA} = -0.15(1) = -0.150 \text{ T.m}$$

$$FEM_{BC} = FEM_{CB} = +0.27(1) = +0.270 \text{ T.m}$$

$$FEM_{CD} = FEM_{DC} = -0.18(1) = -0.180 \text{ T.m}$$

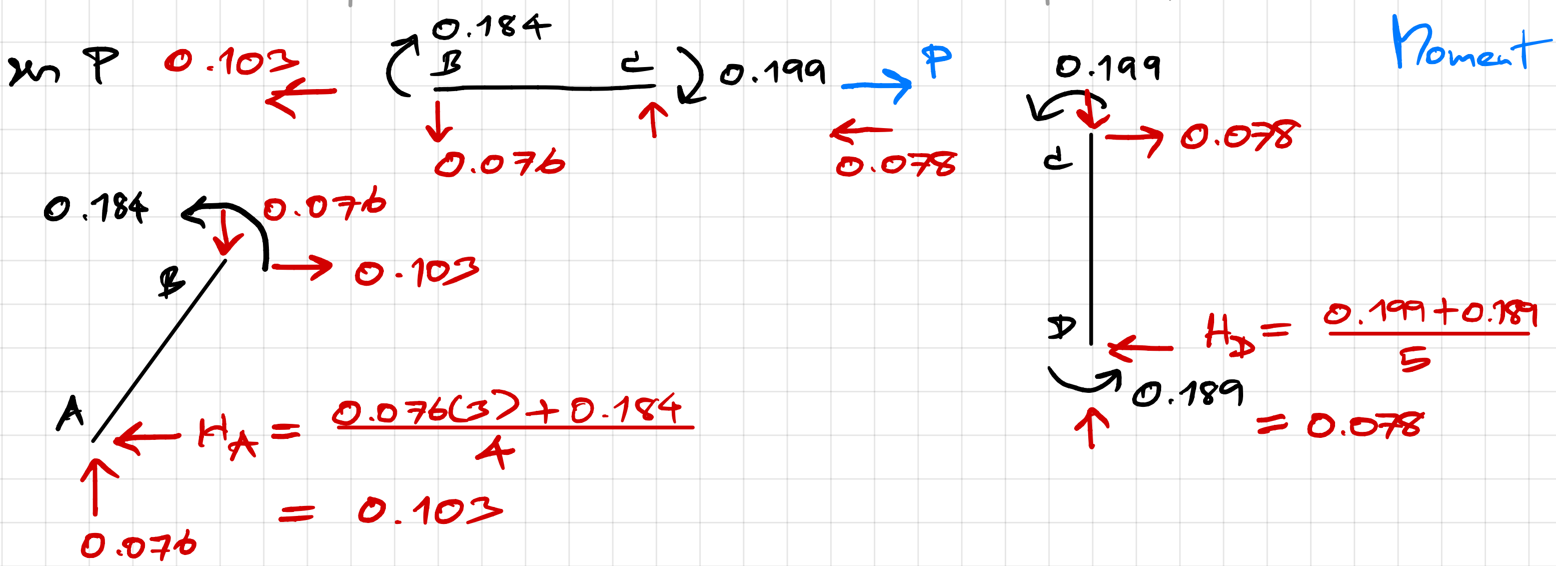
หาค่า End Moment เพื่อหาค่า P (ไม่ใช่ค่า kP

(เพราะมีการประมาณค่า EIΔ)

$I/5 \sim 1$ $\quad$ $1.5I/5 \sim 1.5$ $\quad$ $0.75I/5 \sim 0.75$ $\quad$ K

$(3/4)(1) = 0.75$ $\quad$ $K^M$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1/3 | 2/3 | 2/3 | 1/3 | 0 | DF |
| | −0.150 | +0.270 | +0.270 | −0.180 | −0.180 | Dist |
| | −1/25 | −2/25 | −3/150 | −3/100 | 0 | CO |
| | | −3/100 | −1/25 | | −3/200 | Dist |
| | +1/100 | +1/50 | +2/75 | +1/75 | 0 | CO |
| | | +1/75 | +1/100 | | +1/150 | Dist |
| | −1/225 | −2/225 | −1/150 | −1/300 | | CO |
| | | −1/300 | −1/225 | | −1/600 | Dist |
| | +1/900 | +1/450 | +2/675 | +1/675 | 0 | CO |
| | | +1/675 | +1/900 | | +1/1350 | Dist |
| | −1/2025 | −2/2025 | −1/1350 | −1/2700 | 0 | CO |
| | | −1/2700 | −1/2025 | | −1/5400 | Dist |
| | +1/8100 | +1/4050 | +2/6075 | +1/6075 | 0 | CO |
| 0 | −0.184 | +0.184 | +0.199 | −0.199 | −0.189 | End Moment |




$\therefore\ P = 0.103 + 0.078 = 0.181 \rightarrow$

$\therefore\ \overleftarrow{H_C} + \overrightarrow{kP} = 0$

$\xrightarrow{+}\ -30 + k(0.181) = 0\ ;\ \therefore\ k = \frac{30}{0.181} = 165.8$

$\text{End Moment (T)} = \cancelto{0}{\text{End Moment (o)}} + k \cdot \text{End Moment (m)}$

$\therefore\ M_{AB} = 0,\ M_{BA} = (165.8)(-0.184) = -30.461$ T.m

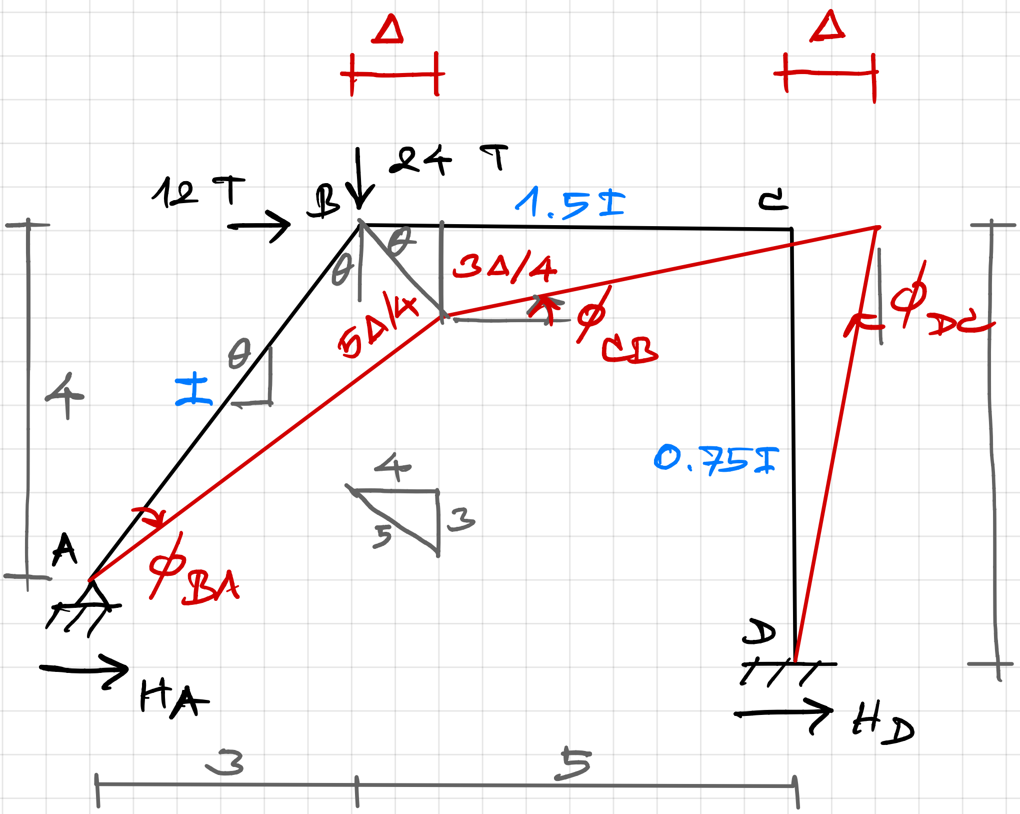
$M_{BC} = (165.8)(+0.184) = +30.461$ T.m

$M_{CB} = (165.8)(+0.199) = +32.952$ T.m

$M_{CD} = (165.8)(-0.199) = -32.952$ T.m

$M_{DC} = (165.8)(-0.189) = -31.413$ T.m

ใช้วิธี Slope-Deflection




$K_{AB} = I/5 = K$

$K_{BC} = 1.5I/5 = 1.5K$

$K_{CD} = 0.75I/5$

$= 0.75K$

$\theta_D = 0$

$\phi_{BA} = +\dfrac{5\Delta/4}{5}$

$= +5\phi$

$\phi_{CB} = -\dfrac{3\Delta/4}{5}$

$= -3\phi$

(ให้ $\phi = \dfrac{\Delta}{20}$) $\phi_{DC} = +\dfrac{\Delta}{5} = +4\phi$

$FEM_{AB} = FEM_{BA} = FEM_{BC} = FEM_{CB} = FEM_{CD} = FEM_{DC} = 0$

$M_{AB} = 2EK\left[2\theta_A + \theta_B - 3(5\phi)\right] + 0 = 0$

$4EK\theta_A + 2EK\theta_B - 30EK\phi = 0 \quad (1)$

$M_{BA} = 2EK\left[\theta_A + 2\theta_B - 15\phi\right] + 0$

$= 2EK\theta_A + 4EK\theta_B - 30EK\phi$

$M_{BC} = 2E(1.5K)\left[2\theta_B + \theta_C - 3(-3\phi)\right] + 0$

$= 6EK\theta_B + 3EK\theta_C + 27EK\phi$

$M_{CB} = 3EK\left[\theta_B + 2\theta_C + 9\phi\right] + 0$

$= 3EK\theta_B + 6EK\theta_C + 27EK\phi$

$M_{CD} = 2E(0.75K)\left[2\theta_C + \cancelto{0}{\theta_D} - 3(4\phi)\right] + 0$

$= 3EK\theta_C - 18EK\phi$

$M_{DC} = 1.5EK\left[\theta_C + \cancelto{0}{2\theta_D} - 12\phi\right] + 0$

$= 1.5EK\theta_C - 18EK\phi$

$\circlearrowleft + \sum M_B = 0 = M_{BA} + M_{BC}$

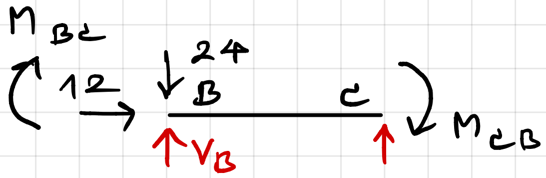
$(2EK\theta_A + 4EK\theta_B - 30EK\phi) + (6EK\theta_B + 3EK\theta_C + 27EK\phi) = 0$

$2EK\theta_A + 10EK\theta_B + 3EK\theta_C - 3EK\phi = 0$ (2)

$\circlearrowleft + \sum M_C = 0 = M_{CB} + M_{CD}$

$(3EK\theta_B + 6EK\theta_C + 27EK\phi) + (3EK\theta_C - 18EK\phi) = 0$

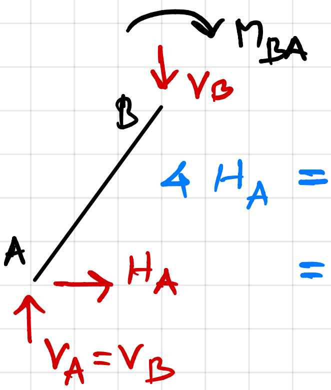
$3EK\theta_B + 9EK\theta_C + 9EK\phi = 0$ (3)




FBD BC : $\circlearrowleft^{+} \sum M_C = 0$

$V_B(5) - 24(5) + M_{BC} + M_{CB} = 0$

$V_B = \frac{1}{5}(120 - M_{BC} - M_{CB})$




FBD AB : $\circlearrowleft + \sum M_B = 0 = H_A(4) - V_B(3) - M_{BA}$

$4H_A = [3V_B + M_{BA}]$

$= \left\{\frac{3}{5}[120 - (6EK\theta_B + 3EK\theta_C + 27EK\phi) - (3EK\theta_B + 6EK\theta_C + 27EK\phi)] + (2EK\theta_A + 4EK\theta_B - 30EK\phi)\right\}$

$\circlearrowleft$ $M_{AB} = 0$

$= \{0.6[120 - 9EK\theta_B - 9EK\theta_C - 54EK\phi] + 2EK\theta_A + 4EK\theta_B - 30EK\phi\}$

$= \{72 - 5.4EK\theta_B - 5.4EK\theta_C - 32.4EK\phi + 2EK\theta_A + 4EK\theta_B - 30EK\phi\}$

$= 2EK\theta_A - 1.4EK\theta_B - 5.4EK\theta_C - 62.4EK\phi + 72$

$H_A = 0.5EK\theta_A - 0.35EK\theta_B - 1.35EK\theta_C - 15.6EK\phi + 18$


FBD CD : $\circlearrowleft + \sum M_D = 0 = H_D(5) - M_{CD} - M_{DC}$

$H_D = \frac{1}{5}(M_{CD} + M_{DC})$

$= \frac{1}{5}[(3EK\theta_C - 18EK\phi) + (1.5EK\theta_C - 18EK\phi)]$

$H_D = 0.9EK\theta_C - 7.2EK\phi$

$\rightarrow + \sum H = 0 = 12 + H_A + H_D$

$0.5EK\theta_A - 0.35EK\theta_B - 0.45EK\theta_C - 22.8EK\phi = -30$ (4)

$\therefore EK\theta_A = 2580/193, \quad EK\theta_B = -360/193, \quad EK\theta_C = -200/193$

$EK\phi = 320/193$

$\therefore$

t.m

$$M_{AB} = 4(2580/193) + 2(-360/193) - 30(320/193) = \boxed{0} \checkmark$$

$$M_{BA} = 2(2580/193) + 4(-360/193) - 30(320/193) = \boxed{-30.466}$$

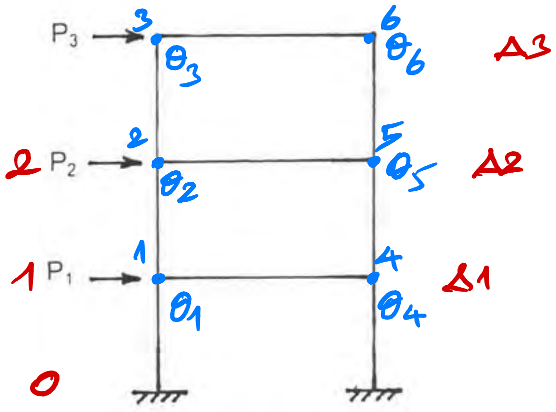
$$M_{BC} = 6(-360/193) + 3(-200/193) + 27(320/193) = \boxed{+30.466}$$

$$M_{CB} = 3(-360/193) + 6(-200/193) + 27(320/193) = \boxed{+32.954}$$

$$M_{CD} = 3(-200/193) - 18(320/193) = \boxed{-32.954}$$

$$M_{DC} = 1.5(-200/193) - 18(320/193) = \boxed{-31.399}$$

ถ้าโครงเฟรมไม่สมมาตร รับน้ำหนัก ดังรูป หากต้องวิเคราะห์โดยวิธี slope-deflection จะต้องใช้สมการสมดุล ดังนี้




มีตัวที่ไม่ทราบค่า 9 ตัว

∴ ต้องมีสมการ 9 สมการ

แบ่งเป็น

$\Sigma M = 0$ 6 สมการ คือ $M_1$ ถึง $M_6$

$\Sigma F_x = 0$ 3 สมการ คือ

$F_x$ แถว 0 ถึง แถว 2

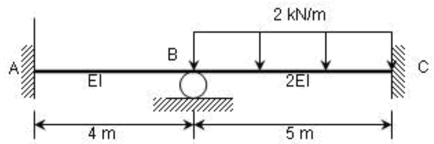
1 : สมการสมดุลของโมเมนต์ 3 สมการ และสมการสมดุลของแรงเฉือน 2 สมการ
2 : สมการสมดุลของโมเมนต์ 3 สมการ และสมการสมดุลของแรงเฉือน 3 สมการ
3 : สมการสมดุลของโมเมนต์ 6 สมการ และสมการสมดุลของแรงเฉือน 2 สมการ
4 : สมการสมดุลของโมเมนต์ 6 สมการ และสมการสมดุลของแรงเฉือน 3 สมการ
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 68 :
การวิเคราะห์โครงสร้าง statically indeterminate แบบ force method เราอาจจะใช้ตัวแปรใดต่อไปนี้เป็นตัวแปรที่ไม่ทราบค่าหรือแรงเกินจำเป็น (redundant)?

1 : แรงภายใน
2 : โมเมนต์ภายใน
3 : แรงปฏิกิริยา
4 : ถูกทุกข้อ
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

Force Method ใช้แรงตัวเกิน เป็นตัวไม่ทราบค่า ซึ่งหมายรวมถึง โมเมนต์ด้วย

ข้อที่ 69 :
จากรูป เมื่อทำการวิเคราะห์คานโดยใช้วิธี Slope-deflection คานมีจำนวน degree of freedom หรือ จำนวน degree of kinematic indeterminacy เท่าใด?




ตัวแปรที่ยังไม่ทราบค่าคือ $\theta_B$

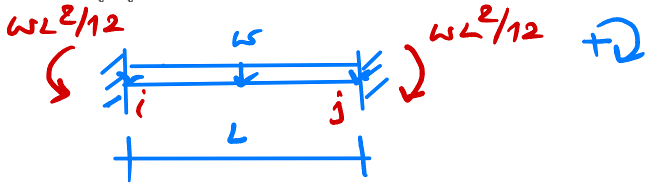
1 : 1
2 : 2
3 : 3
4 : 4
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 70 :
ถ้าคานช่วงเดียวมี flexural rigidity EI ยาว L ถูกรองรับแบบยึดแน่นที่ปลายทั้งสองด้านและถูกกระทำโดยแรงกระจายสม่ำเสมอตลอดความยาวคาน จงหาสมการที่แสดงขนาดของโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นที่ปลายคานโดยวิธี Slope-deflection ว่าอยู่ในรูปใด

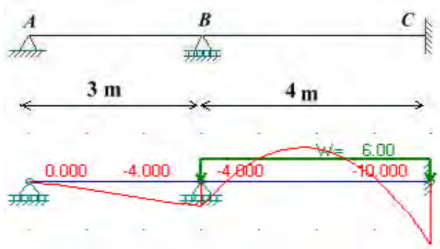
1 : $wL^2/4$
2 : $wL^2/6$
3 : $wL^2/8$
4 : $wL^2/12$
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

$FEM_{ij} = -\frac{wL^2}{12}$

$FEM_{ji} = +\frac{wL^2}{12}$




ข้อที่ 71 :
จากรูป เมื่อคานมี EI คงที่ตลอดความยาวคานและถูกกระทำโดยแรงกระจายแบบสม่ำเสมอขนาด 6 kN/m ในช่วง BC และมีแผนภาพ moment diagram ดังแสดง จงหา rotation ที่เกิดขึ้นที่จุด B




$M_{Bc} = \frac{2EI}{4}(2\theta_B + \cancel{\theta_c}^{\,0} - 3\cancel{\frac{\Delta}{L}}^{\,0}) - \frac{6(4)^2}{12} = -4$ +↻

$EI\theta_B - 8 = -4$

$\therefore \theta_B = (-4+8)/EI$

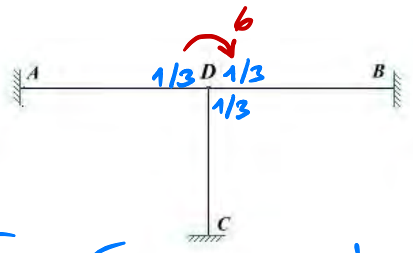
$= 4/EI$

* $M_{BA}$ + ↻

$M_{Bc}$ − ↺

1 : 2.0/EI
2 : 4.0/EI
3 : 6.0/EI
4 : 8.0/EI
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 72 :
จากรูป จงหาค่าโมเมนต์ที่เกิดขึ้นที่จุด D บนชิ้นส่วน AD โดยวิธี moment distribution เมื่อโครงข้อแข็งมี EI คงที่และค่าความยาว L เท่ากันทุกชิ้นส่วนและถูกกระทำโดยโมเมนต์ 6 kN-m ที่จุด D




หา $M_{DA}$ +↻

ถ้า $M = +6$ kN·m

$M_{DA} = -6(\frac{1}{3})$

$= -2$ kN·m

ถ้า $M = -6$ kN·m

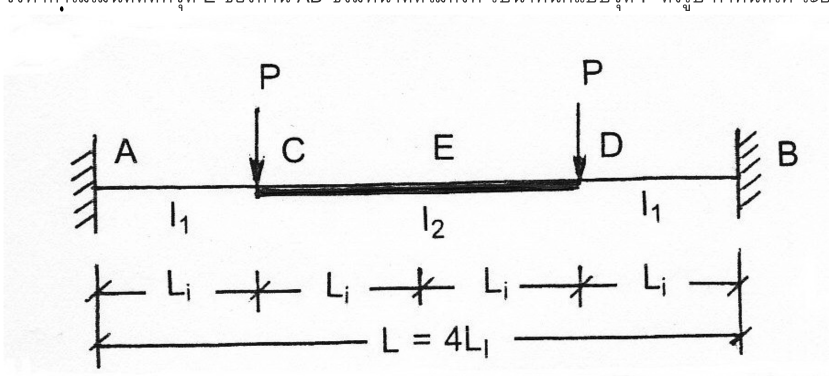
$M_{DA} = +6(\frac{1}{3})$

$= 2$ kN·m

จากโจทย์ ∴ DF เท่ากัน คือ $\frac{1}{3}$

1 : 2 kN-m
2 : 3 kN-m
3 : 4 kN-m
4 : 5 kN-m
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

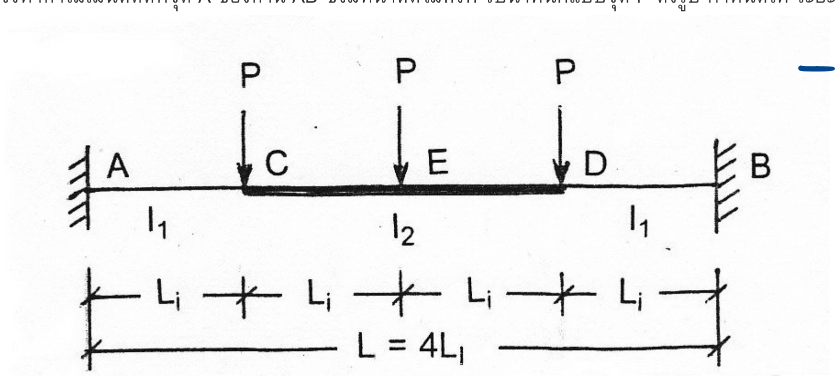
ข้อที่ 73 :
จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด E ของคาน AB ซึ่งมีหน้าตัดไม่คงที่ รับน้ำหนักแบบจุด P ดังรูป กำหนดให้ ระยะ $L_i = L/2$, $I_1 = I$, $I_2 = 2I$ และค่า E คงที่




ดูวิธีทำ หน้าถัดไป

1 : PL/3
2 : PL/6
3 : PL/9
4 : PL/12
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

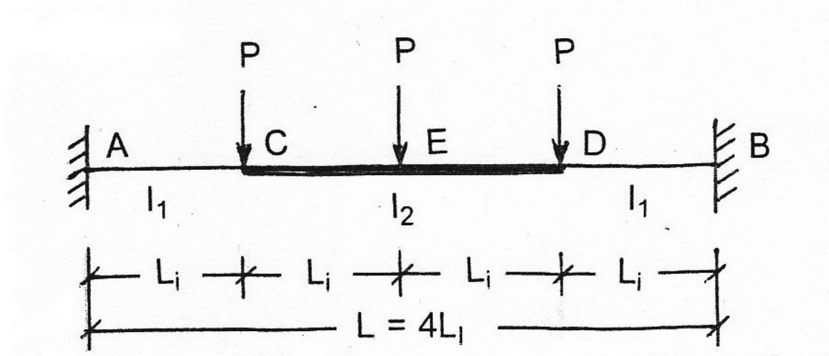
ข้อที่ 74 :
จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด A ของคาน AB ซึ่งมีหน้าตัดไม่คงที่ รับน้ำหนักแบบจุด P ดังรูป กำหนดให้ ระยะ $L_i = L/2$, $I_1 = I$, $I_2 = 2I$ และค่า E คงที่




−13PL/24

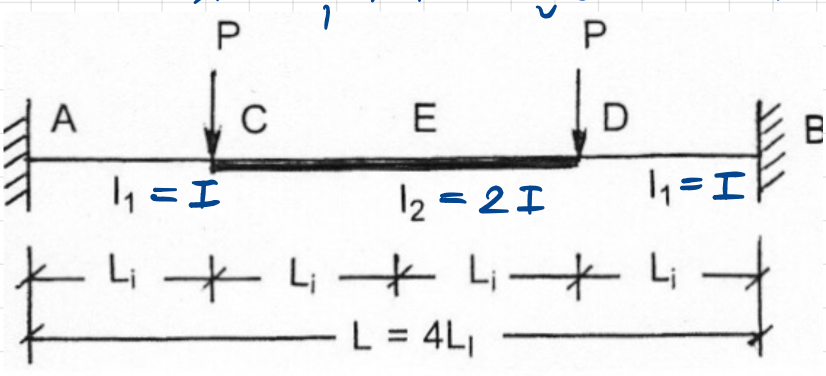
1 : 13PL/6
2 : 13PL/8
3 : 13PL/10
4 : 13PL/12
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 75 :
จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด B ของคาน AB ซึ่งมีหน้าตัดไม่คงที่ รับน้ำหนักแบบจุด P ดังรูป กำหนดให้ ระยะ $L_i = L/5$, $I_1 = I$, $I_2 = 2I$ และค่า E คงที่




−13PL/60

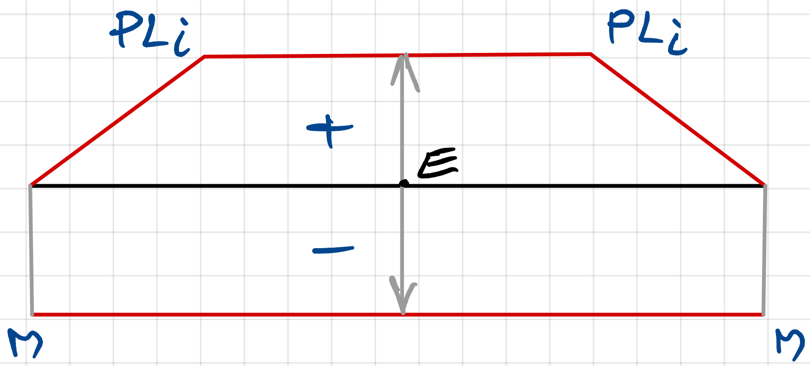
73 จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด E ของคาน AB ซึ่งมีหน้าตัดไม่สม่ำเสมอ รับน้ำหนักแบบจุด P ดังรูป กำหนดให้ระยะ $L_i = L/2$, $I_1 = I$, $I_2 = 2I$ และค่า E คงที่




วิธีทำ

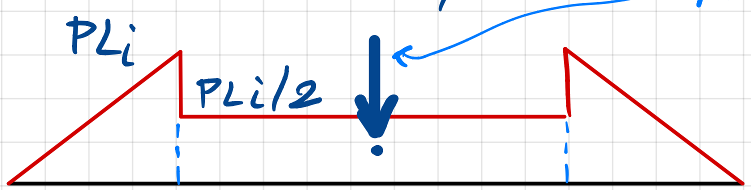
$\because M_A = M_B$ ให้เท่ากับ $M$

$\therefore M_E = +PL_i - M$



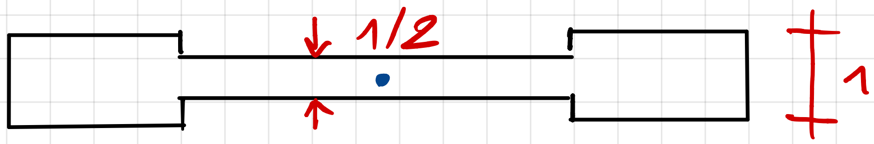

BMD (by part)

หา M ด้วยวิธีเสาอุปมาน




$$N = 2\left[\tfrac{1}{2}(L_i)(PL_i)\right] + \left(\frac{PL_i}{2}\right)(2L_i)$$
$$= 2PL_i^2$$

$\frac{M}{EI}$ diagram (เทียบ EI=1)




เสาอุปมาน (เทียบ EI=1)

$$A = 2[1(L_i)] + 2L_i/2 = 3L_i$$

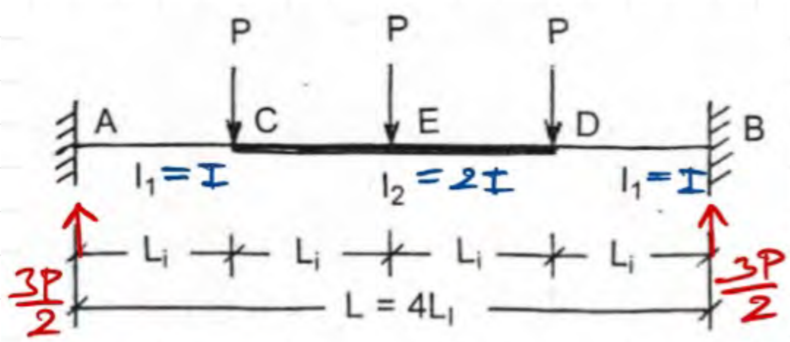
$\therefore M = -\frac{N}{A}$ (ให้แรงอัดมีค่าลบ)

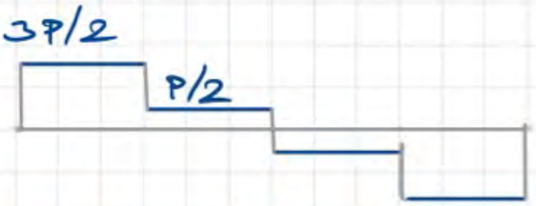
$$= -(2PL_i^2)/3L_i = -2PL_i/3$$

ดังนั้น $M_E = +PL_i - (2PL_i/3) = PL_i\left(\frac{3-2}{3}\right)$

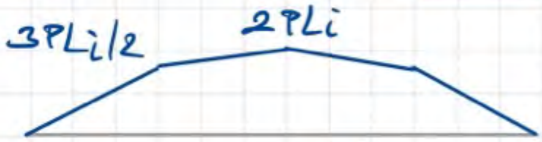
$$= +PL_i/3$$

เมื่อ $L_i = L/2$ ; $\therefore M_E = P(L/2)/3 = PL/6$



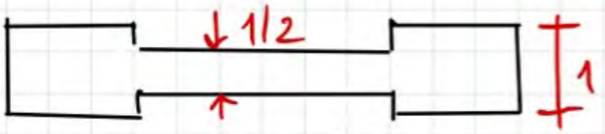

V diagram




M diagram


$\frac{M}{EI}$ diagram

(สมมุติ EI = 1)




1 [illegible]

(สมมุติ EI = 1)

CASE $L_i = L$, $M_A = -\frac{13PL}{12}$

$$M_E = +2PL - \frac{13PL}{12}$$

$$= PL\left(\frac{24-13}{12}\right)$$

$$= 11PL/12$$

$$N = 2\left[\frac{1}{2}(L_i)\left(\frac{3PL_i}{2}\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{3PL_i}{4} + PL_i\right)(L_i)\right]$$

$$= 2PL_i^2\left(\frac{3}{4} + \frac{7}{8}\right) = 2PL_i^2\left(\frac{6+7}{8}\right) = 13PL_i^2/4$$

$$A = 2\left[1(L_i)\right] + \frac{1}{2}(2L_i) = 3L_i$$

$$\therefore\ M_A = -\frac{N}{A} = -\frac{13PL_i^2}{4} \cdot \frac{1}{3L_i} = -13PL_i/12 = M_B$$

เมื่อ $L_i = L/2$

$$M_A = -13P\left(\frac{L}{2}\right)/12 = -13PL/24$$

$L_i = L/5$

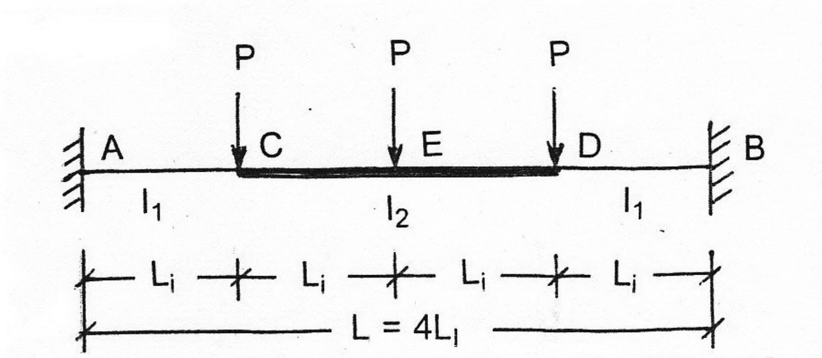
$$M_B = -13P\left(\frac{L}{5}\right)12 = -13PL/60$$

$L_i = L$

$$M_A = -13PL/12$$

1 : 13PL/18
2 : 13PL/24
3 : 13PL/30
4 : 13PL/36
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

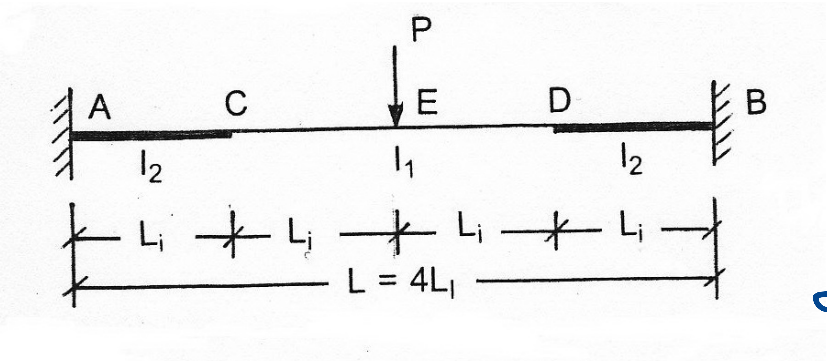
ข้อที่ 76 :
จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด E ของคาน AB ซึ่งมีหน้าตัดไม่คงที่ รับน้ำหนักแบบจุด P ดังรูป กำหนดให้ ระยะ $L_i$ = L, $I_1$ = I, $I_2$ = 2I และค่า E คงที่




+ 11PL/12

1 : PL/3
2 : PL/6
3 : PL/12
4 : PL/24
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

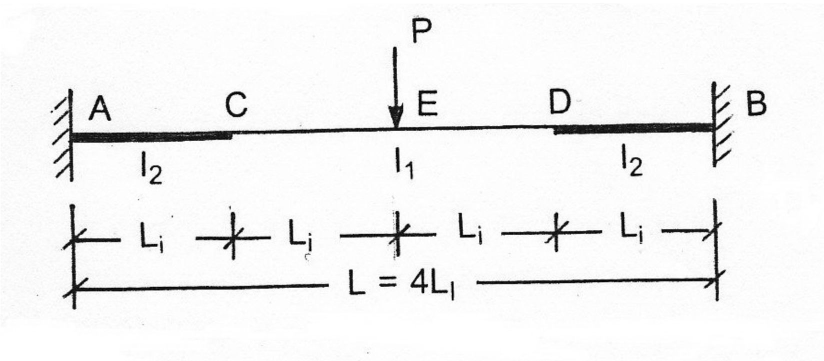
ข้อที่ 77 :
จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด A ของคาน AB ซึ่งมีหน้าตัดไม่คงที่ รับน้ำหนักแบบจุด P ดังรูป กำหนดให้ ระยะ $L_i$ = L/3, $I_1$ = I, $I_2$ = 2I และค่า E คงที่




ดูวิธีทำหน้าถัดไป

1 : 7PL/48
2 : 7PL/36 — 7PL/36
3 : 7PL/14
4 : 7PL/12
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

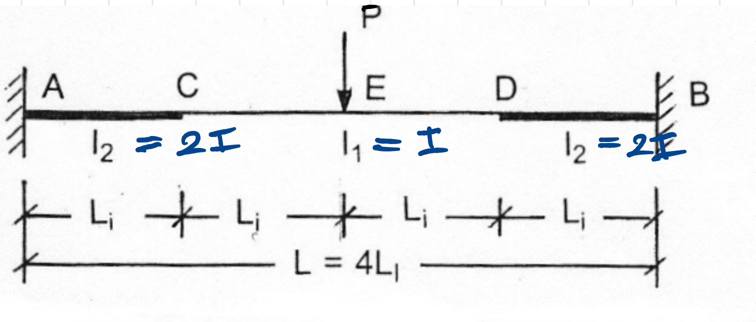
ข้อที่ 78 :
จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด E ของคาน AB ซึ่งมีหน้าตัดไม่คงที่ รับน้ำหนักแบบจุด P ดังรูป กำหนดให้ ระยะ $L_i$ = L/2, $I_1$ = I, $I_2$ = 2I และค่า E คงที่

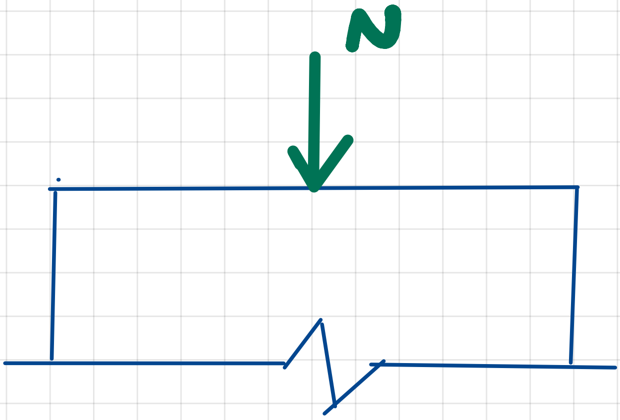


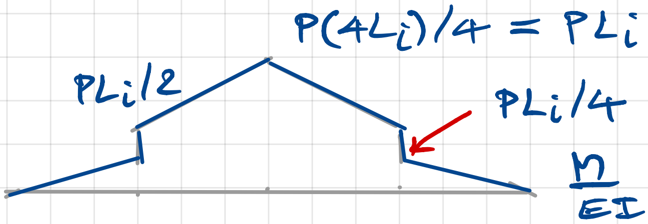

+ 5PL/24

1 : 7PL/48
2 : 7PL/36
3 : 7PL/14
4 : 7PL/12
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 79 :
จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด A ของคาน AB ซึ่งมีหน้าตัดไม่คงที่ ถ้าปลาย A ถูกทำให้เคลื่อนลงมาตั้งฉากกับแนวเดิมเป็นระยะ = $\Delta$ เมื่อเทียบกับปลาย B กำหนดให้ ระยะ $L_1$ = L, $L_2$ = L, $I_1$ = I, $I_2$ = 2I และค่า E คงที่




$\frac{M}{EI}$ diagram

(เทียบ EI = 1)


(เสาอปลาน6

(เทียบ EI = 1)

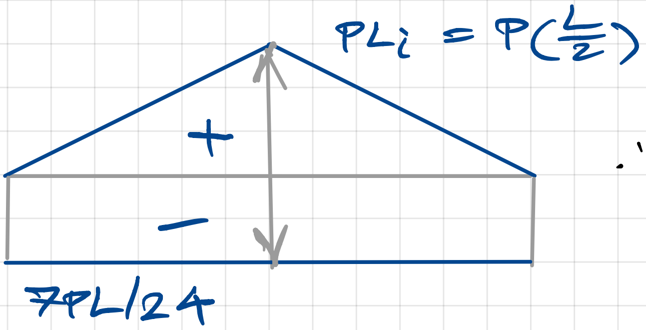
$$A = 2\left(\tfrac{1}{2}\right)(L_i) + (1)(2L_i)$$
$$= 3L_i$$

$$N = 2\left[\tfrac{1}{2}(L_i)\left(\tfrac{PL_i}{4}\right) + \tfrac{1}{2}\left(\tfrac{PL_i}{2} + PL_i\right)(L_i)\right]$$
$$= 2PL_i^2\left(\tfrac{1}{8} + \tfrac{3}{4}\right) = 2PL_i^2\left(\tfrac{1+6}{8}\right) = 7PL_i^2/4$$

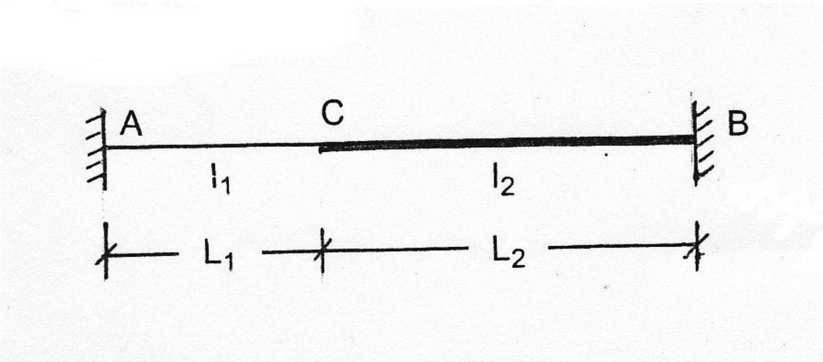
$$\therefore M_A = M_B = -\frac{N}{A} = -\left(\frac{7PL_i^2}{4}\right)/3L_i = -7PL_i/12$$

$\boxed{77}$ ถ้า $L_i = L/3$ ; $M_A = -7P\left(\frac{L}{3}\right)/12 = -7PL/36$

$\boxed{78}$ ถ้า $L_i = L/2$ ; $M_A = M_B = -7P\left(\frac{L}{2}\right)/12 = -7PL/24$



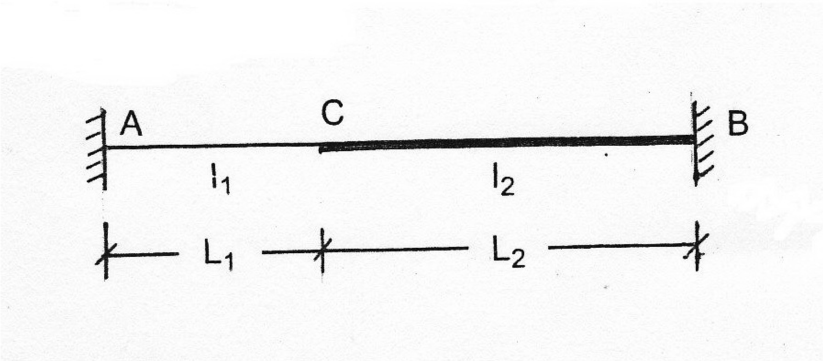

$$\therefore M_E = (PL/2) - (7PL/24)$$
$$= PL\left(\frac{12-7}{24}\right)$$
$$= 5PL/24$$




1 : $16EI\Delta/11L^2$
2 : $20EI\Delta/11L^2$
3 : $24EI\Delta/11L^2$
4 : $28EI\Delta/11L^2$
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ดูวิธีทำ 3 หน้าถัดไป

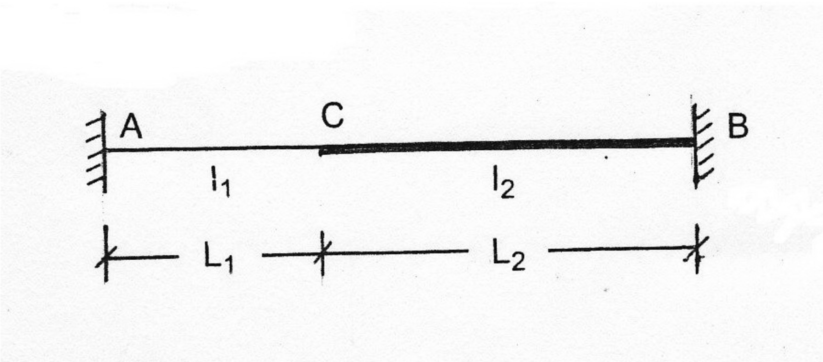
**ข้อที่ 80 :**
จงหาค่า stiffness factor ที่จุด A ของคาน AB ซึ่งมีหน้าตัดไม่คงที่ กำหนดให้ ระยะ $L_1$ = L, $L_2$ = 2L, $I_1$ = I, $I_2$ = 2I และค่า E คงที่




1 : 34EI/37L
2 : 42EI/37L
3 : 56EI/37L
4 : 92EI/37L
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ดูวิธีทำหน้าถัดไป

**ข้อที่ 81 :**
จงหาค่า carry-over factor จากจุด B ไปยังจุด A ของคาน AB ซึ่งมีหน้าตัดไม่คงที่ กำหนดให้ ระยะ $L_1$ = L, $L_2$ = 2L, $I_1$ = I, $I_2$ = 2I และค่า E คงที่



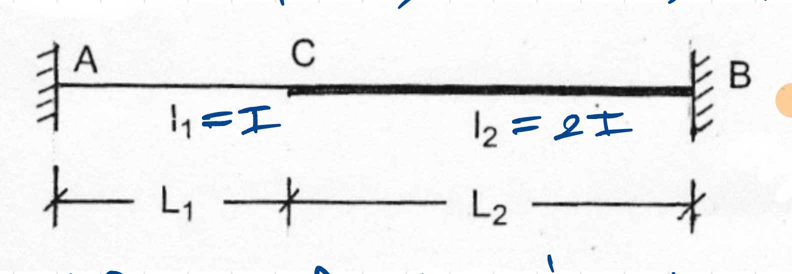

1 : 17/46
2 : 17/35
3 : 17/28
4 : 17/24
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ดูวิธีทำ 2 หน้าถัดไป

**ข้อที่ 82 :**
จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด A ของคาน AB ซึ่งมีหน้าตัดไม่คงที่ ถ้าปลาย A ถูกทำให้เคลื่อนลงมาตั้งฉากกับแนวเดิมเป็นระยะ = $\Delta$ เมื่อเทียบกับปลาย B กำหนดให้ ระยะ $L_1$ = L, $L_2$ = 2L, $I_1$ = I, $I_2$ = 2I และค่า E คงที่

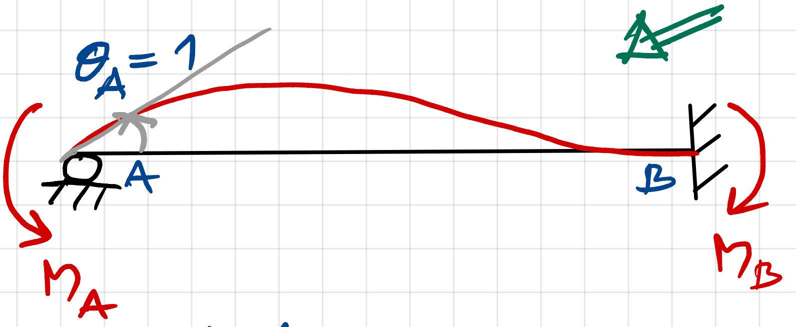
ดูวิธีทำ 4 หน้าถัดไป

กำหนด $I_1 = I,\ I_2 = 2I,\ L_1 = L,\ L_2 = 2L$

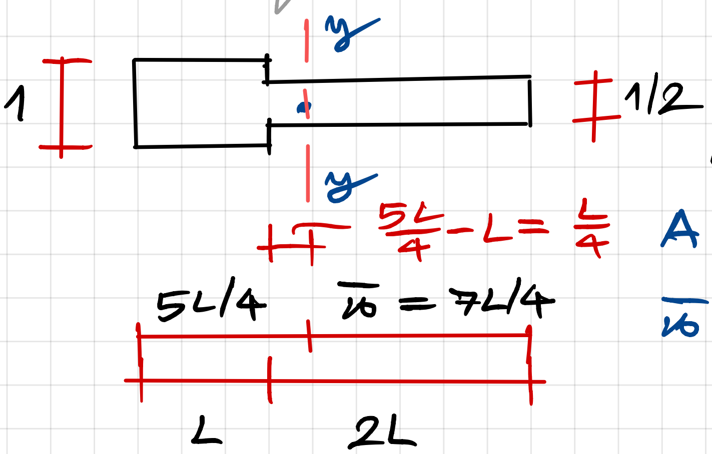



$\boxed{80}$ หา stiffness factor ที่ A

stiffness factor ที่ A คือ $M_A$ ที่ทำให้คานที่มี support ดังรูป เกิดมุม $\theta_A = 1$ ซึ่งในมุมมอง ของวิธีเสาอุปมาน คือ มีแรง $N = 1$ กระทำที่ A








เสาอุปมาน (เทียบ EI = 1)

$$A = 1(L) + \frac{1}{2}(2L) = 2L$$

$$\bar{x} = \left[1(L)\left(\frac{L}{2}+2L\right) + \frac{1}{2}(2L)(L)\right] / 2L$$

$$= \left[(5L^2/2) + L^2\right] / 2L = 7L/4$$

$$I_{y-y} = \frac{1}{3}(1)\left(\frac{5L}{4}\right)^3 - 2\left[\frac{1}{3}\left(\frac{1}{4}\right)\left(\frac{L}{4}\right)^3\right] + \frac{1}{3}\left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{7L}{4}\right)^3$$

$$= \frac{L^3}{3}\left[\frac{125}{64} - \frac{1}{128} + \frac{343}{128}\right] = 37L^3/24$$

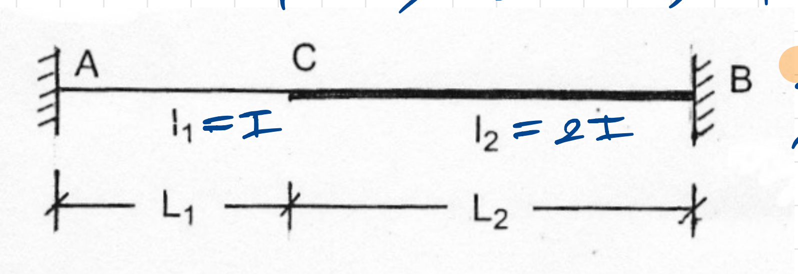
$$M_A = -\frac{N}{A} - \frac{Mc_A}{I_{y-y}}$$

$$= -\frac{1}{2L} - \frac{(5L/4)(5L/4)}{37L^3/24} = -\frac{1}{2L} - \left(\frac{25L^2}{16}\right)\left(\frac{24}{37L^3}\right) = -\frac{1}{2L} - \frac{75}{74L}$$

$$= -56/37L \quad (\text{เทียบ } EI = 1)$$

∴ stiffness factor ที่ A $= -56EI/37L$

กำหนด $I_1 = I,\ I_2 = 2I,\ L_1 = L,\ L_2 = 2L$

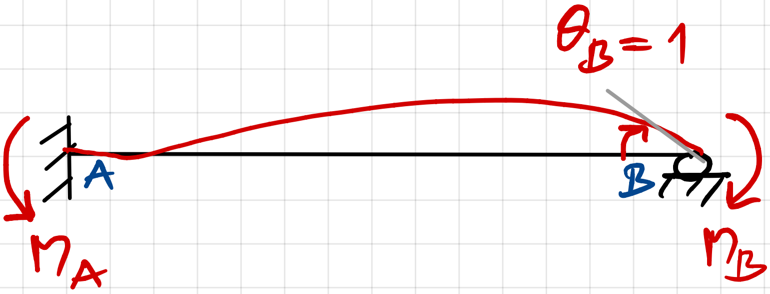


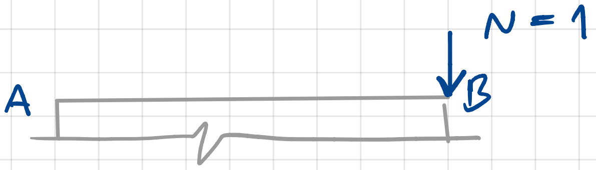

$\boxed{81}$ หา carry-over factor จาก B ไป A

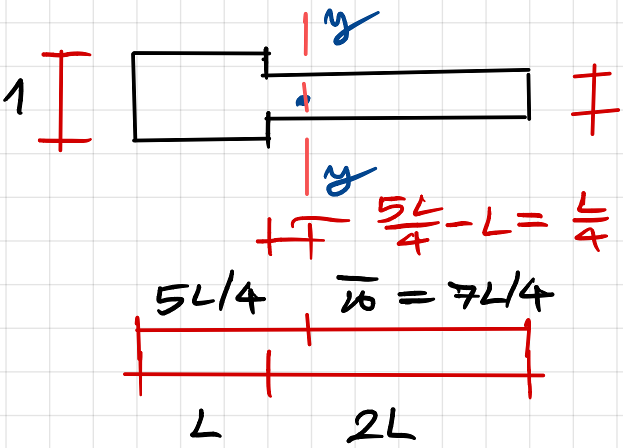
$COF_{BA}$ คือค่าตัวประกอบนำข้ามโมเมนต์ดัดจาก B ไป A นั่นคือ

$M_A = COF_{BA} M_B$ ดังนั้น

$COF_{BA} = M_A / M_B$ โดย $M_B$ คือ stiffness factor ที่ B ซึ่งหาได้จากหน่วยแรงของคานเสมือนเมื่อมีแรง $N = 1$ กระทำที่ B



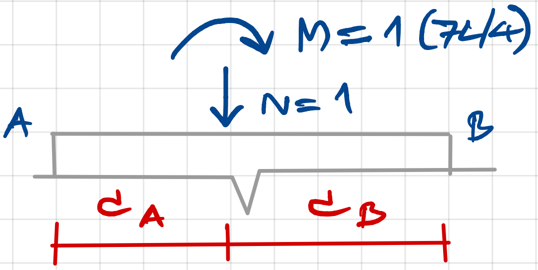




1/2 เพราะดูแบบ (ให้ $EI = 1$)

$$A = 2L$$
$$\bar{x} = 7L/4$$
$$I_{y-y} = 37L^3/24$$

เหมือนแบบข้อ 80




$$\therefore\ M_B = -\frac{N}{A} - \frac{Mc_B}{I_{y-y}}$$

$$M_A = -\frac{N}{A} + \frac{Mc_A}{I_{y-y}}$$

$$M_B = -\frac{1}{2L} - \frac{(7L/4)(7L/4)}{37L^3/24} = -\frac{1}{2L} - \left(\frac{49L^2}{16}\right)\left(\frac{24}{37L^3}\right) = -\frac{92}{37L}$$

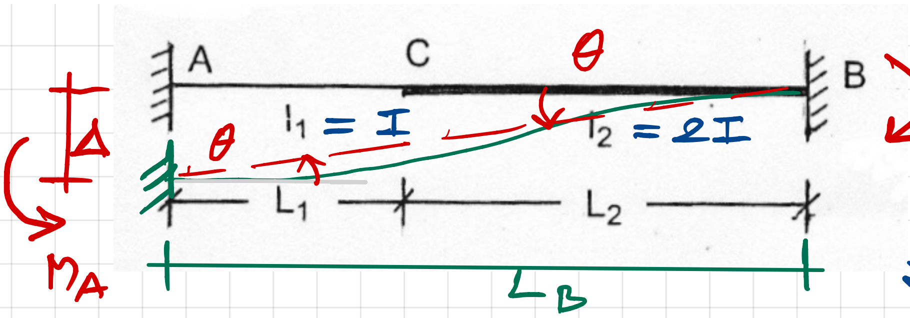
$$M_A = -\frac{1}{2L} + \frac{(7L/4)(5L/4)}{37L^3/24} = -\frac{1}{2L} + \left(\frac{35L^2}{16}\right)\left(\frac{24}{37L^3}\right) = \frac{34}{37L}$$

$$\therefore\ COF_{BA} = \left|M_A/M_B\right| = \left|\left(\frac{34}{37L}\right)/\left(-\frac{92}{37L}\right)\right| = \left|\left(\frac{34}{37L}\right)\left(-\frac{37L}{92}\right)\right|$$

$$= 17/46$$

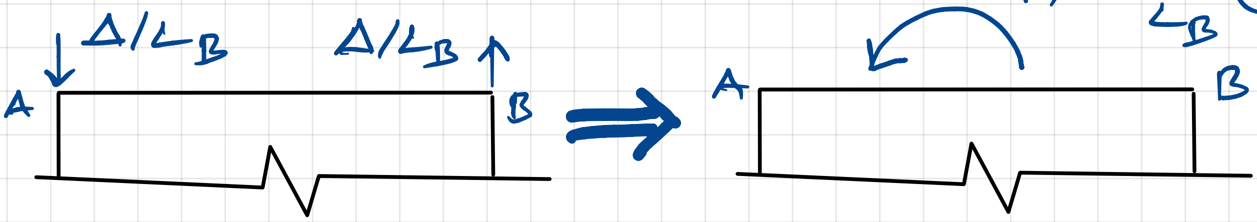
**ข้อที่ 79 :**

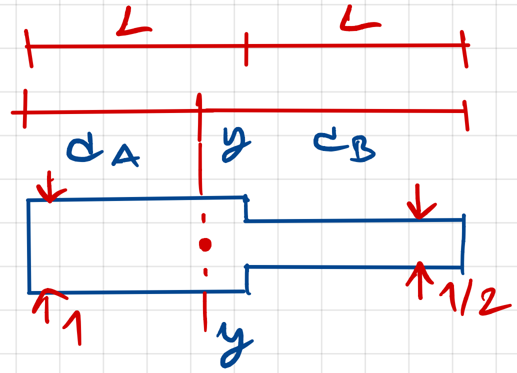
จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด A ของคาน AB ซึ่งมีหน้าตัดไม่คงที่ ถ้าปลาย A ถูกทำให้เคลื่อนลงมาตั้งฉากกับแนวเดิมเป็นระยะ = Δ เมื่อเทียบกับปลาย B กำหนดให้ ระยะ $L_1 = L$, $L_2 = L$, $I_1 = I$, $I_2 = 2I$ และค่า E คงที่




Δ ทำให้เกิดมุม θ ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{\Delta}{L_B}$ ดังนั้นมุมของคาน วิธีเสาอุปมานต้องใส่แรงคู่ควบ $\frac{\Delta}{L_B}$ กระทำที่จุด A และ B

$$M = \frac{\Delta}{L_B}(L_B) = \Delta$$




$$A = 1(L) + \frac{1}{2}(L) = 3L/2$$

$$c_A = \left[L\left(\frac{L}{2}\right) + \frac{L}{2}(3L/2)\right] \Big/ (3L/2)$$

$$= \frac{2L^2}{3L}\left(\frac{1}{2} + \frac{3}{4}\right) = 5L/6$$

เสาอุปมาน (เทียบ EI = 1) $\quad c_B = 2L - \frac{5L}{6} = 7L/6$

$$I_{y-y} = \frac{1(c_A)^3}{3} + \frac{(1/2)(c_B)^3}{3} + 2\frac{(1/4)(L-c_A)^3}{3}$$

$$= \frac{1}{3}\left[\left(\frac{5L}{6}\right)^3 + \frac{1}{2}\left(\frac{7L}{6}\right)^3 + \frac{1}{2}\left(\frac{L}{6}\right)^3\right]$$

$$= \frac{L^3}{3}\left[\frac{125}{216} + \frac{1}{2}\left(\frac{343}{216}\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{216}\right)\right] = \frac{L^3}{3(216)}(297)$$

$$= 11L^3/24$$

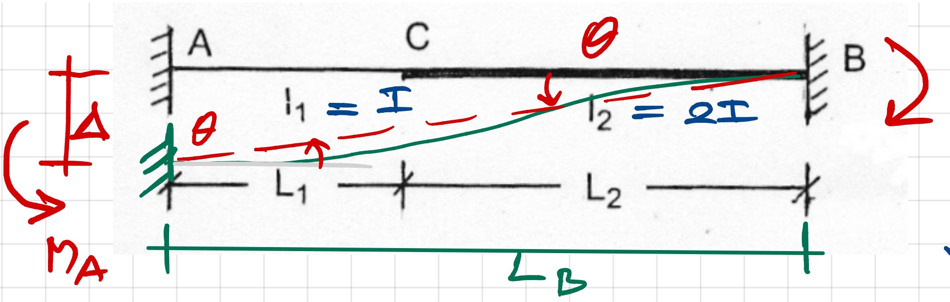
$$\therefore M_A = -Mc_A/I_{y-y} = -\Delta(5L/6)/(11L^3/24)$$

$$= -\Delta\left(\frac{5L}{6}\right)\left(\frac{24}{11L^3}\right) = -20\Delta/11L^2 \text{ (เทียบ EI = 1)}$$

$$M_A = -20EI\Delta/11L^2$$

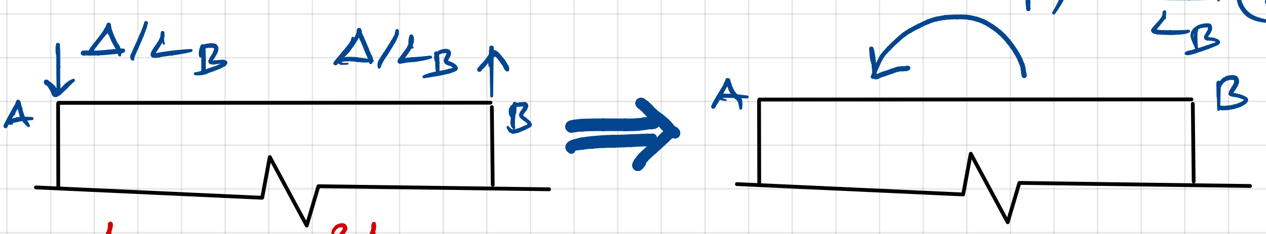
**ข้อที่ 82 :**

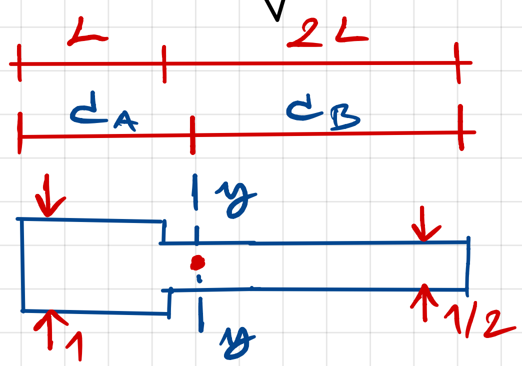
จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด A ของคาน AB ซึ่งมีหน้าตัดไม่คงที่ ถ้าปลาย A ถูกทำให้เคลื่อนลงมาตั้งฉากกับแนวเดิมเป็นระยะ = Δ เมื่อเทียบกับปลาย B กำหนดให้ ระยะ $L_1 = L$, $L_2 = 2L$, $I_1 = I$, $I_2 = 2I$ และค่า E คงที่




Δ ทำให้เกิดมุม θ ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\Delta/L_B$ ในแนวของคาน ดังนั้น เราจะเปลี่ยนเป็นแรงคู่ควบ $\Delta/L_B$ กระทำที่จุด A และ B

$$M = \frac{\Delta}{L_B}(L_B) = \Delta$$




$$A = 1(L) + \tfrac{1}{2}(2L) = 2L$$

$$d_A = [L(\tfrac{L}{2}) + L(2L)]/(2L) = \frac{L^2}{2L}(\tfrac{1}{2} + 2) = 5L/4$$

เราจะได้ว่า (เทียบ EI = 1) $\quad d_B = 3L - (5L/4) = 7L/4$

$$I_{y-y} = \frac{1(d_A)^3}{3} - 2\frac{(1/4)(d_A - L)^3}{3} + \frac{(1/2)(d_B)^3}{3}$$

$$= \frac{1}{3}\left[(5L/4)^3 - (1/2)(L/4)^3 + (1/2)(7L/4)^3\right]$$

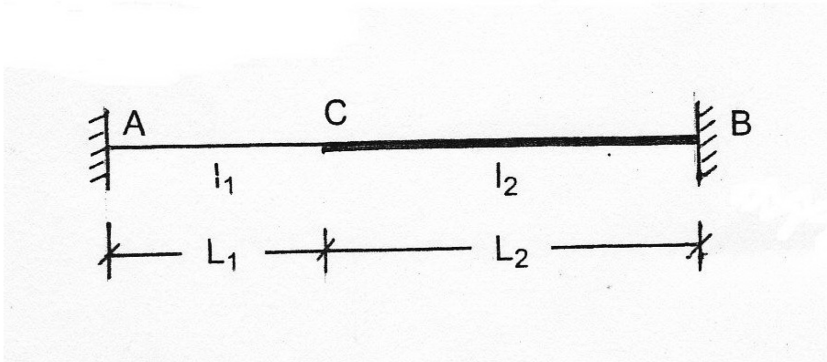
$$= \frac{L^3}{3}\left[(125/64) - (1/2)(1/64) + (1/2)(343/64)\right]$$

$$= \frac{L^3}{3(64)}\left[125 - (1/2) + (343/2)\right] = 37L^3/24$$

$$\therefore M_A = -Md_A/I_{y-y} = -\Delta(5L/4)/(37L^3/24)$$

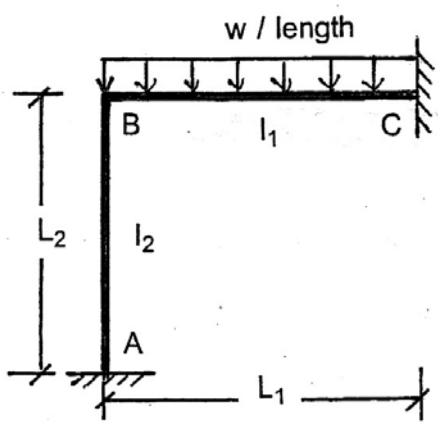
$$= -\Delta\left(\frac{5L}{4}\right)\left(\frac{24}{37L^3}\right) = -30\Delta/37L^2 \text{ (เทียบ EI=1)}$$

$$M_A = -30EI\Delta/37L^2$$




1 : $48EI\Delta/37L^2$
2 : $42EI\Delta/37L^2$
3 : $36EI\Delta/37L^2$
4 : $30EI\Delta/37L^2$
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

**ข้อที่ 83 :**
โครงข้อแข็ง ABC ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน รับน้ำหนัก ดังรูป จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด A กำหนดให้ $I_1 = I_2 = I$ และให้ $L_1 = L_2 = L$



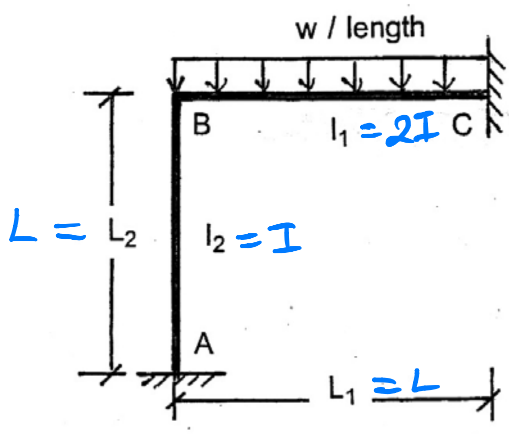

$\because I_1 = I_2 = I$
$L_1 = L_2 = L$
$\therefore DF_{BA} = DF_{BC} = 0.5$

| A | BA | BC | C |
|---|---|---|---|
| 0 | 0.5 | 0.5 | 0 |
| | | $-\frac{wL^2}{12}$ | $+\frac{wL^2}{12}$ |
| | $+wL^2/24$ | $+wL^2/24$ | 0 |
| $+wL^2/48$ | | | $+wL^2/48$ |
| 0 | | | 0 |
| $+\frac{wL^2}{48}$ | $+\frac{wL^2}{24}$ | $-\frac{wL^2}{24}$ | $+\frac{5wL^2}{48}$ |

A B C

1 : $wL^2/24$
2 : $wL^2/30$
3 : $wL^2/36$
4 : $wL^2/48$
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

**ข้อที่ 84 :**
โครงข้อแข็ง ABC ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน รับน้ำหนัก ดังรูป จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด B กำหนดให้ $I_1 = 2I_2$ และให้ $L_1 = L_2 = L$




$I/L \sim 1$ $2I/L \sim 2$

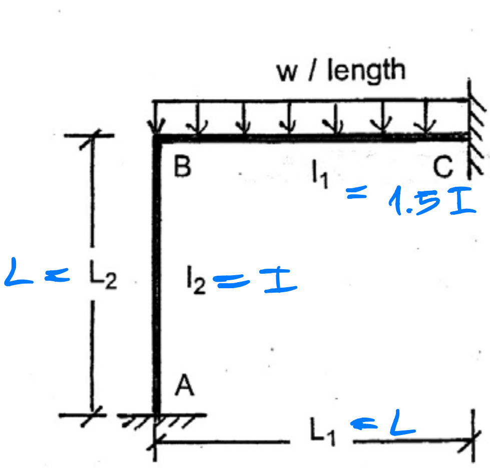
ตัวคูณร่วม $wL^2$

| A | B (BA) | B (BC) | C |
|---|---|---|---|
| 0 | 1/3 | 2/3 | 0 |
| | | −1/12 | +1/12 |
| | +1/36 | +2/36 | 0 |
| +1/72 | | | +1/36 |
| 0 | | | 0 |
| +1/72 | +1/36 | −1/36 | +1/36 |

$\therefore M_B = -wL^2/36$

1 : $wL^2/24$
2 : $wL^2/30$
3 : $wL^2/36$
4 : $wL^2/48$
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

**ข้อที่ 85 :**
โครงข้อแข็ง ABC ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน รับน้ำหนัก ดังรูป จงหาค่า horizontal reaction ที่จุด A กำหนดให้ $I_1 = 1.5I_2$ และให้ $L_1 = L_2 = L$




$I/L \sim 1$ $\quad 1.5I/L \sim 1.5$

ตัวร่วม $wL^2$

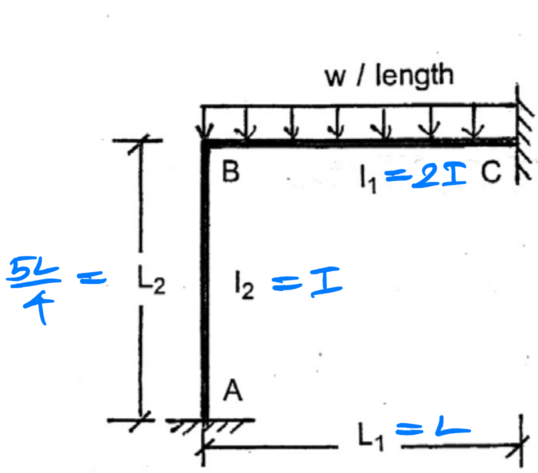
| A | | B | | C |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 2/5 | 3/5 | | 0 |
| | | −1/12 | | +1/12 |
| +1/60 | +1/30 | +1/20 | | +1/40 |
| 0 | | | | 0 |
| +1/60 | +1/30 | −1/30 | | +1/40 |

1/30, B, L, A, $H_A$, 1/60

$\therefore H_A = \dfrac{(1/60)+(1/30)}{L} wL^2 = wL/20$

1 : wL/16
2 : wL/20
3 : wL/24
4 : wL/28
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

**ข้อที่ 86 :**
โครงข้อแข็ง ABC ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน รับน้ำหนัก ดังรูป จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด B กำหนดให้ $I_1 = 2I_2$ , $L_1 = L$ และ $L_2 = 5L/4$




$I/(5L/4) \sim 0.8$ $\quad 2I/L \sim 2$

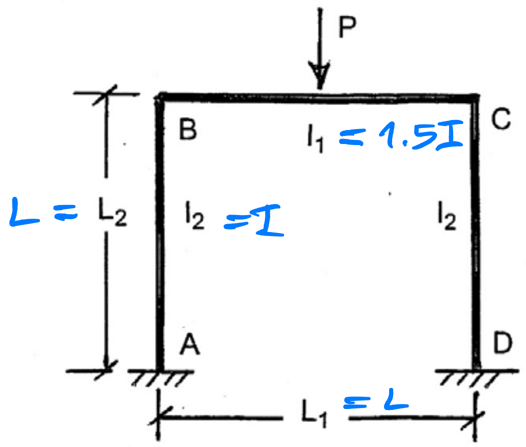
ตัวร่วม $wL^2$

| A | | B | | C |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 2/7 | 5/7 | | 0 |
| | | −1/12 | | +1/12 |
| +1/84 | +1/42 | +5/84 | | +5/168 |
| 0 | | | | 0 |
| +1/84 | +1/42 | −1/42 | | +5/168 |

$\therefore M_B = -wL^2/42$

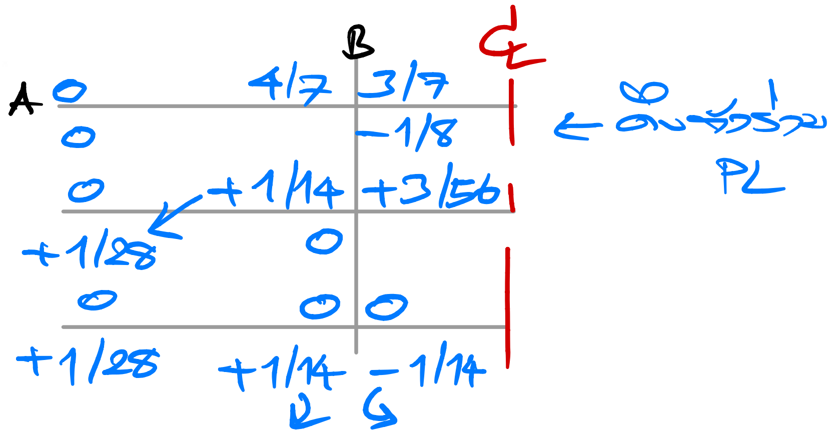
1 : $wL^2/36$
2 : $wL^2/42$
3 : $wL^2/24$
4 : $wL^2/30$
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

**ข้อที่ 87 :**
โครงข้อแข็ง ABCD ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน รับน้ำหนัก P ตรงกึ่งกลางช่วงคาน ดังรูป จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด B กำหนดให้ $I_1 = 1.5I_2$ และให้ $L_1 = L_2 = L$




$I/L \sim 1$ $\quad$ $1.5I/L \sim 1.5$

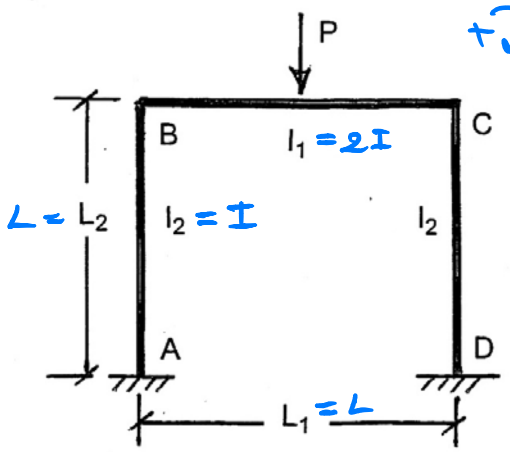
$\frac{1}{2}(1.5) = 0.75$




1 : PL/12
2 : PL/14
3 : PL/16
4 : PL/18
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

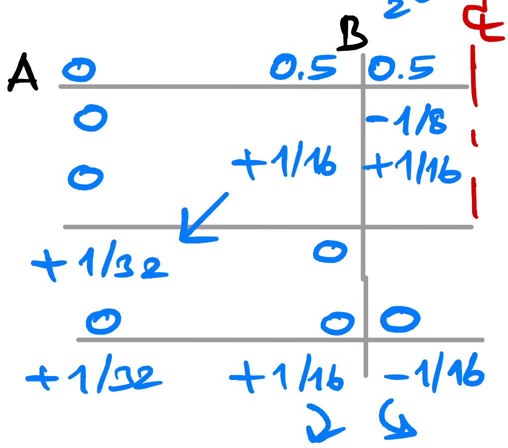
$\therefore M_B = -PL/14$

**ข้อที่ 88 :** โครงข้อแข็ง ABCD ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน รับน้ำหนัก P ตรงกึ่งกลางช่วงคาน ดังรูป จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด B กำหนดให้ $I_1 = 2I_2$ และให้ $L_1 = L_2 = L$




$I/L \sim 1$ $\quad$ $2I/L \sim 2$

$\frac{1}{2}(2) = 1$




1 : PL/12
2 : PL/14
3 : PL/16
4 : PL/18
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

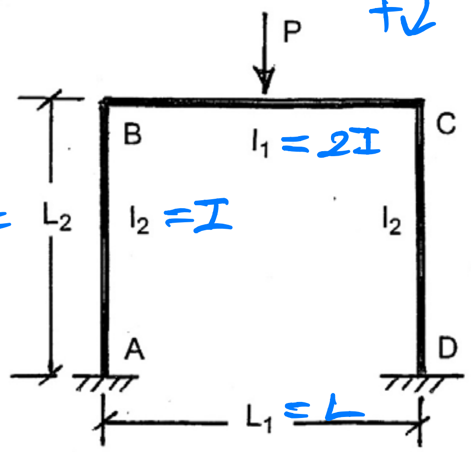
$\therefore M_B = -\frac{PL}{16}$

**ข้อที่ 89 :** โครงข้อแข็ง ABCD ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน รับน้ำหนัก P ตรงกึ่งกลางช่วงคาน ดังรูป จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่จุด A กำหนดให้ $I_1 = 2I_2$ , $L_1 = L$ และ $L_2 = 5L/4$

ให้ $\frac{I}{L} = \frac{10}{4}$

$I \cdot \frac{4}{5L} \sim 2$ $\qquad \frac{2I}{L} \sim 5$

$\frac{1}{2}(5) = 5/2$



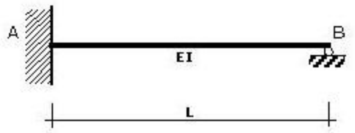

| A | B | B | ℄ |
|---|---|---|---|
| 1 | 4/9 | 5/9 | |
| 0 | | −1/8 | |
| 0 | +1/18 | +5/72 | |
| +1/36 | 0 | | |
| 0 | 0 | 0 | |
| +1/36 | +1/18 | −1/18 | |

$\therefore M_A = +\frac{PL}{36}$

1 : PL/12
2 : PL/18
3 : PL/24
4 : PL/36
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

เนื้อหาวิชา : 535 : Influence line of indeterminate structures

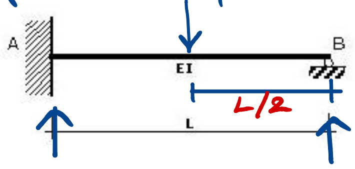
ข้อที่ 90 :
คานดังรูปจงหาสมการ Influence line ของแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ B




ดูวิธีทำหน้าถัดไป

1 : $x^2(L-x)/(2L^3)$
2 : $x^2(1.5L-x)/(2L^3)$
3 : $x^2(3L-x)/(2L^3)$
4 : $x^2(4L-x)/(2L^3)$
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 91 :
จากรูป influence line ของแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ B เท่ากับ $x^2(3L-x)/(2L^3)$ ถ้ากำหนดให้แรงหนึ่งหน่วยกระทำที่ x = L/2 จงหาค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานรองรับ A




$R_B = \left(\frac{L}{2}\right)^2\left[3L - \frac{L}{2}\right]/2L^3$

$= \frac{L^2}{4}\left[\frac{5L}{2}\right]\cdot\frac{1}{2L^3}$

$= \frac{5}{16}$

1 : -3L/8
2 : -3L/16
3 : -3L/32
4 : -3L/48
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

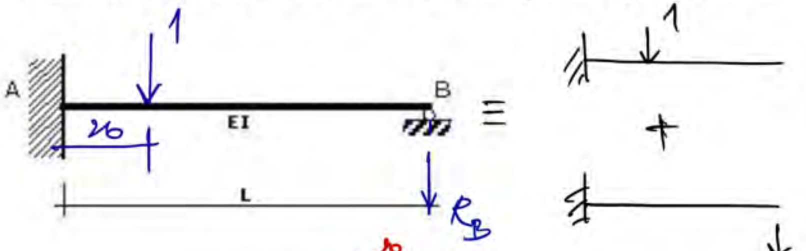
$\sum M_A = 0 = M_A + 1\left(\frac{L}{2}\right) - \frac{5}{16}L$

$\therefore M_A = \frac{5L}{16} - \frac{L}{2} = \frac{5-8}{16}L = -\frac{3L}{16}$

ข้อที่ 92 :

ข้อที่ 90 :

คานดังรูปจงหาสมการ Influence line ของแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ B

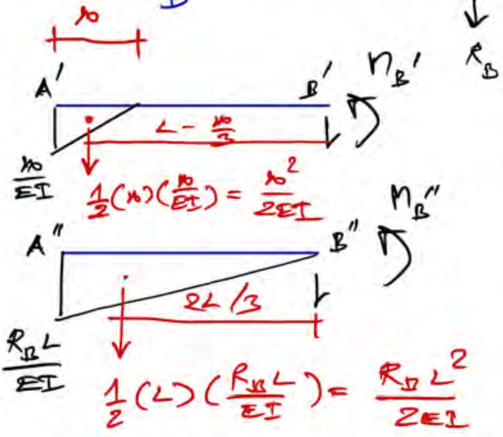



1 : $x^2(L-x)/(2L^3)$

2 : $x^2(1.5L-x)/(2L^3)$

3 : $x^2(3L-x)/(2L^3)$

4 : $x^2(4L-x)/(2L^3)$



คานคอนจูเกต

คำตอบที่ถูกต้อง : 3

$$\delta_B = M_B' = \frac{x^2}{2EI}\left(L-\frac{x}{3}\right)\downarrow, \quad \delta_{BB} = M_B'' = \frac{R_B L^2}{2EI}\left(\frac{2L}{3}\right)\downarrow$$

$$\therefore \delta_B + \delta_{BB} = 0$$

$$\frac{x^2}{2EI}\left(L-\frac{x}{3}\right) + R_B\frac{L^3}{3EI} = 0$$

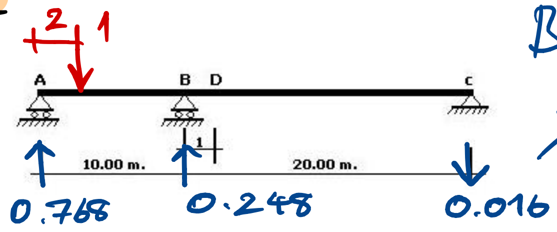
$$R_B = -\frac{x^2}{2EI}\left(L-\frac{x}{3}\right)\cdot\frac{3EI}{L^3} = -\frac{3x^2}{2L^3}\left(L-\frac{x}{3}\right)$$

$$= -\frac{x^2}{2L^3}(3L-x) = \frac{x^2}{2L^3}(3L-x)\uparrow$$

$$\boxed{\therefore\ I.L.\ of\ R_B = \frac{x^2}{2L^3}(3L-x)\uparrow}$$

Yonq2

คานดังรูปให้หาค่า แรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ B เมื่อมีแรงหนึ่งหน่วยกระทำที่ระยะ x = 2.00 m. (ห่างจาก A)



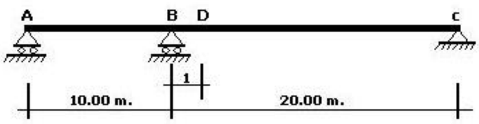

By Three Moment Equation

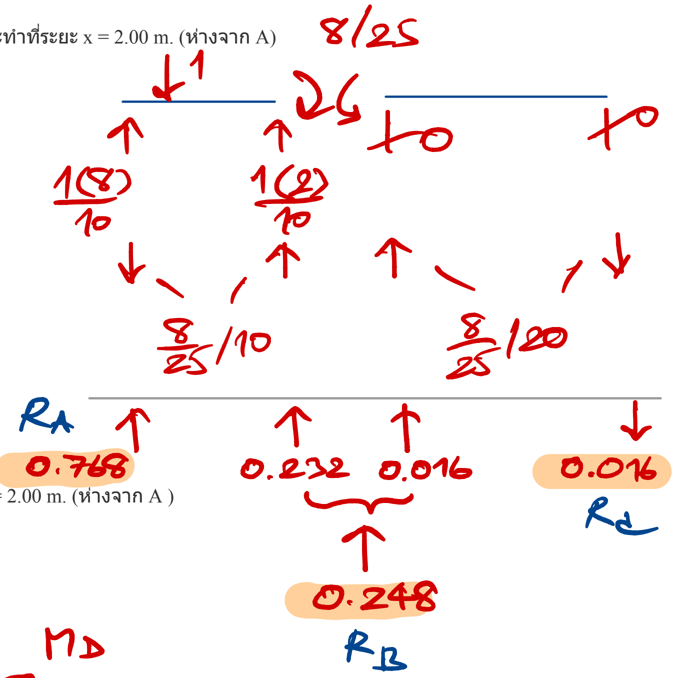
$$\cancel{M_A}^{0}(10) + 2M_B(10+20) + \cancel{M_c}^{0}(20) = -\frac{1(2)}{10}(10^2-2^2)$$

$$M_B = -\frac{96}{5}\cdot\frac{1}{60} = -8/25$$

1 : 0.124
2 : 0.248
3 : 0.496
4 : 0.744
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

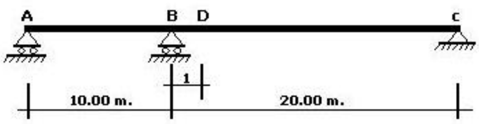
ข้อที่ 93 :
จากคานดังรูปให้หาค่าแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ A เมื่อมีแรงหนึ่งหน่วยคงที่กระทำที่ระยะ x = 2.00 m. (ห่างจาก A)

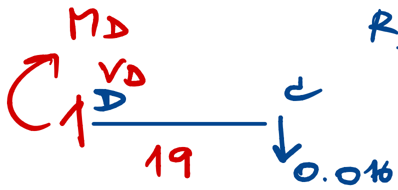



1 : 0.384
2 : 0.768
3 : 0.933
4 : 1
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 94 :
จากคานดังรูปให้หาค่าแรงเฉือนที่ D เมื่อมีแรงหนึ่งหน่วยคงที่กระทำที่ระยะ x = 2.00 m. (ห่างจาก A )

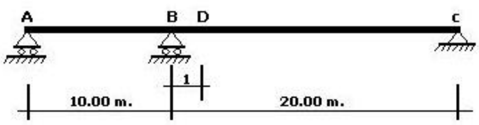



1 : 0
2 : 0.02
3 : 0.14
4 : 0.06
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

$\therefore V_D = +0.016$
$\approx +0.02$

ข้อที่ 95 :
จากคานดังรูปให้หาค่าโมเมนต์ดัดที่ D เมื่อมีแรงหนึ่งหน่วยคงที่กระทำที่ระยะ x = 2.00 m. (ห่างจาก A )

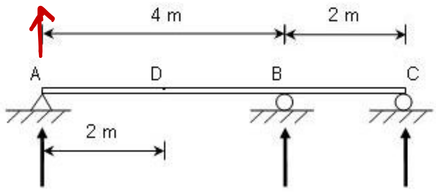


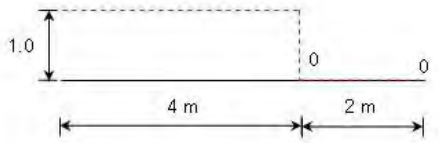

$$M_D = -0.016(19)$$
$$= -0.304$$
$$\approx -0.30$$

1 : -0.15
2 : -0.30
3 : -0.60
4 : -1.20
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

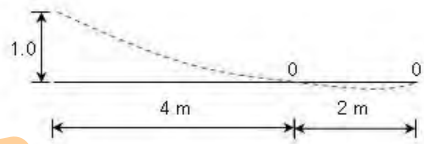
ข้อที่ 96 :

ข้อที่ 96 ข้อใดคือ Influence Line ของ $R_A$

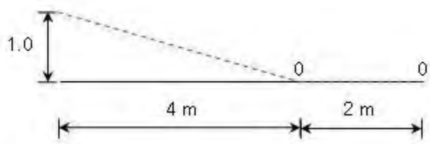


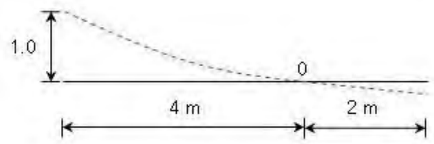

1 :




2 :




3 :




4 :

คำตอบที่ถูกต้อง : 2

หลักการของ Müller-Breslau

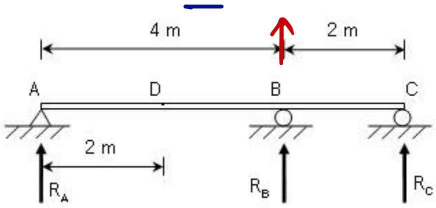
สืบเนื่องการว่า ตำแหน่งที่ต้องการหา I.L. นั้นสามารถเคลื่อนที่ได้ และเปลี่ยนรูปไปในทิศทางที่เป็นบวกของแรงที่พิจารณา

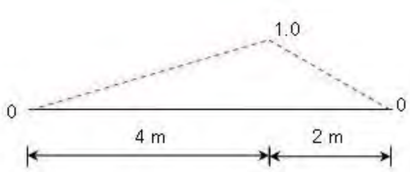
จากนั้นการเปลี่ยนรูปจะเกิดขึ้นต่อเนื่องตลอดทั้งองค์อาคาร

ซึ่งเส้นการเปลี่ยนรูปนี้จะเหมือนกับเส้นอิทธิพล (I.L.) ขององค์อาคารนั้น โดยถ้าองค์อาคารเป็นแบบ "อินดีเทอร์มิเนท" เส้น I.L. จะเป็นเส้นโค้ง

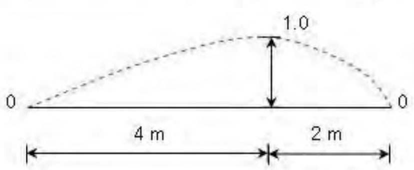
ข้อที่ 97 :

ข้อใดคือ Influence Line ของ $R_B$

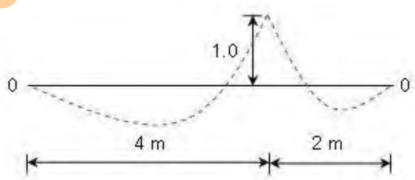


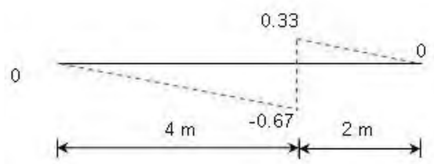

1 :




2 :



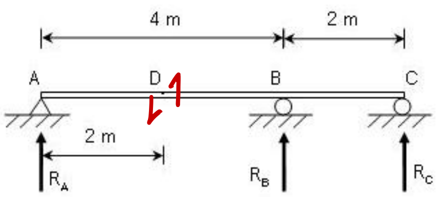

3 :

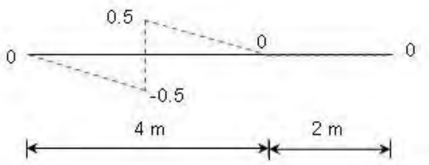



4 :
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

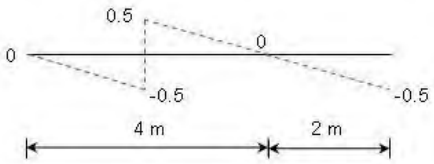
ข้อที่ 98 :

ข้อใดคือ Influence Line ของแรงเฉือนที่ D ($V_D$)

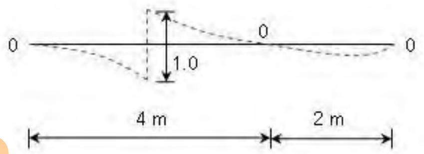


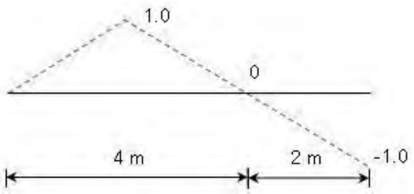

1 :




2 :



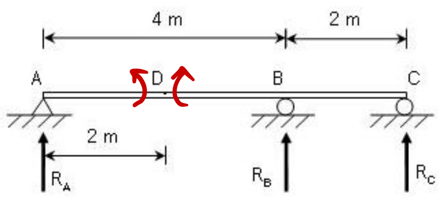

3 :

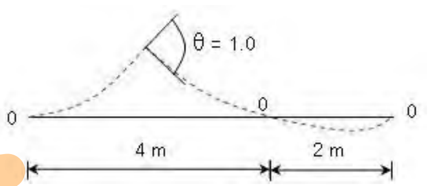



4 :
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

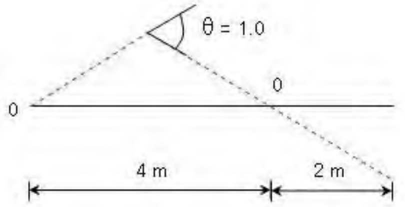
ข้อที่ 99 :

ข้อใดคือ Influence Line ของโมเมนต์ที่ D ($M_D$)

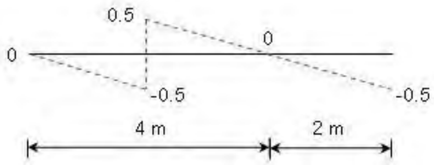


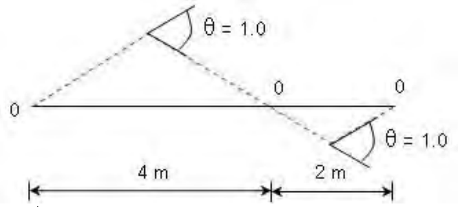

1 :




2 :




3 :

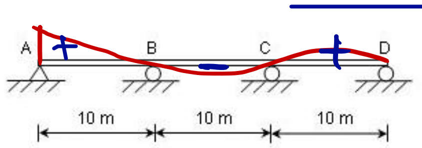



4 :

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

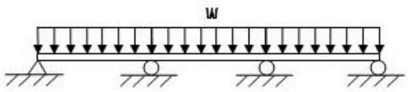
**ข้อที่ 100 :**

การวางน้ำหนักบรรทุกจรในข้อใดทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาที่ A ($R_A$) มีค่าสูงสุด

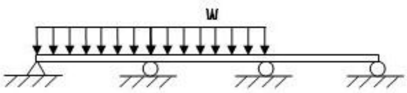



I.L. of $R_A$

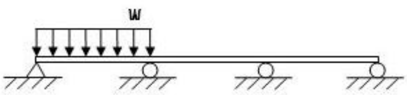
วาง นน. เฉพาะช่วงที่ I.L. มีค่าบวก



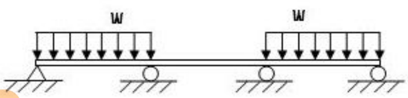

1 :




2 :




3 :

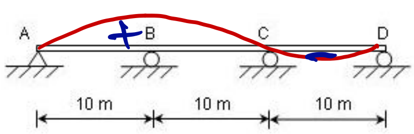



4 :

คำตอบที่ถูกต้อง : 4

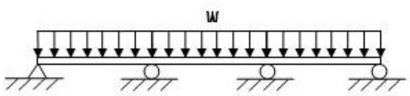
**ข้อที่ 101 :**

การวางน้ำหนักบรรทุกจรในข้อใดทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาที่ B ($R_B$) มีค่าสูงสุด

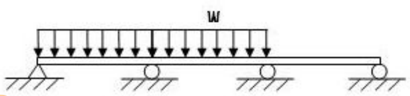



I.L. of $R_B$

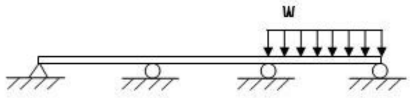
วาง นน. เฉพาะช่วงที่ I.L. มีค่าบวก



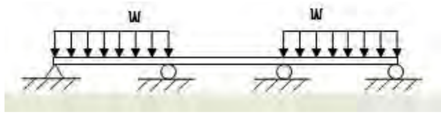

1 :




2 :




3 :



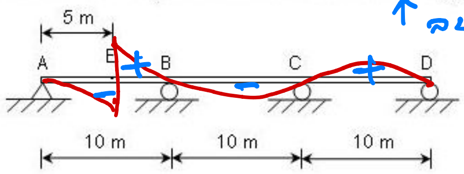

4 :

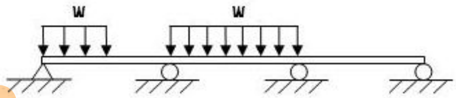
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 102 :

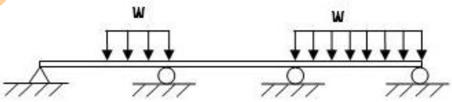
การวางน้ำหนักบรรทุกจรในข้อใดทำให้เกิดแรงเฉือนที่ E ($V_E$) มีค่าสูงสุด

ลบ

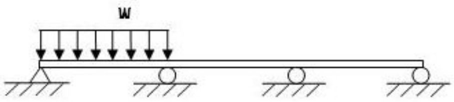


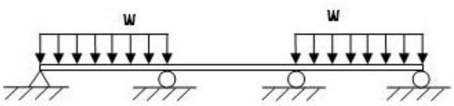

1 :




2 :




3 :

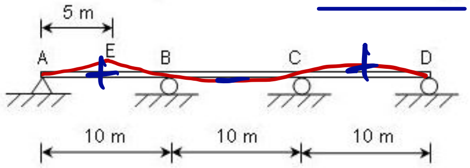



4 :

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 103 :

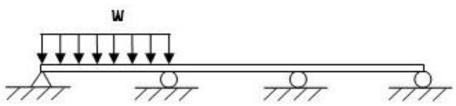
การวางน้ำหนักบรรทุกจรในข้อใดทำให้เกิดโมเมนต์ที่ E ($M_E$) มีค่าสูงสุด



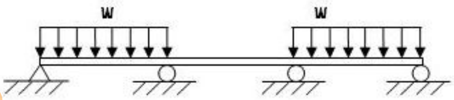

I.L. of $M_E$

วางนน.ตามช่วงที่

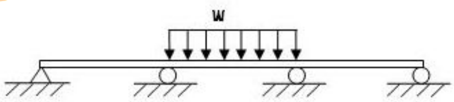
I.L. มีค่า บวก



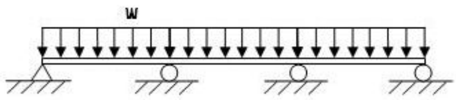

1 :




2 :




3 :



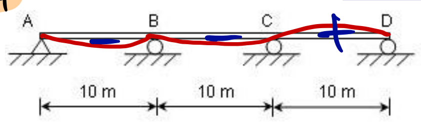

4 :

คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 104 :

ข้อ 104

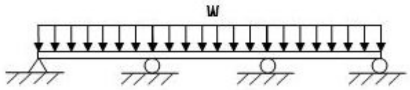
การวางน้ำหนักบรรทุกจรในข้อใดทำให้เกิดโมเมนต์ลบสูงที่สุดที่จุด B ในโครงสร้าง



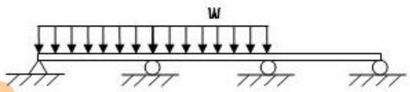

I.L. of $M_B^-$

กรณี M แต่ที่รองรับนั้น โดยทั่วไป เมื่อรับ นน. ↓ M จะมีค่าเป็นลบ

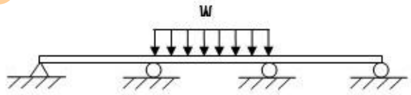
∴ วาง นน. เฉพาะช่วงที่ I.L. มีค่าลบ



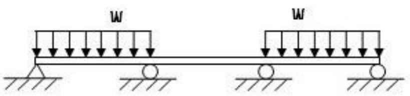

1 :




2 :




3 :




4 :

คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 105 :

จากรูปคาน statically indeterminate จงทำการวางน้ำหนักบรรทุกจรที่มีการกระจายคงที่ (uniformly distributed live load) ที่ทำให้เกิดค่าสูงสุดของแรงปฏิกิริยาที่จุด E


I.L. of $R_E$

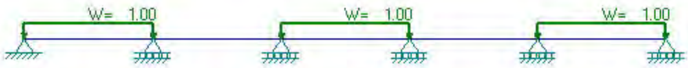
วาง นน. เฉพาะช่วงที่ I.L. มีค่าบวก

1 :

2 :

3 :


4 :




5 :

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 106 :

จากรูปคาน statically indeterminate จงทำการวางน้ำหนักบรรทุกจรที่มีการกระจายคงที่ (uniformly distributed live load) ที่ทำให้เกิดค่าสูงสุดของโมเมนต์ดัดที่จุด C


I.L. of $M_C^-$

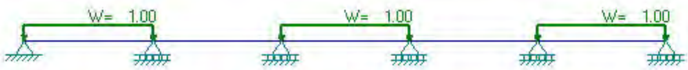
วาง นน. เฉพาะช่วงที่ I.L. มีค่าลบ

1 :

2 :

3 :


4 :

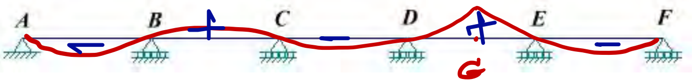



5 :

คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 107 :

จากรูปคาน statically indeterminate จงทำการวางน้ำหนักบรรทุกจรที่มีการกระจายคงที่ (uniformly distributed live load) ที่ทำให้เกิดค่าสูงสุดของโมเมนต์ดัดที่จุดกึ่งกลางของช่วงคาน DE




I.L. of $M_G$

โจทย์ : วาง นน. เพื่อให้ได้ค่า $M^+_{max}$ ช่วงคาน DE

1 :


2 :


3 :


4 :



5 :
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

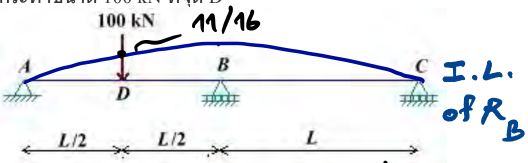
วาง นน. เฉพาะช่วงที่ I.L. มีค่าบวก

ข้อที่ 108 :
ข้อใดคือประโยชน์ของการเขียนแผนภาพ Influence line ของคาน statically indeterminate เพื่อหาค่าสูงสุดของแรงและโมเมนต์ต่างๆ ที่จุดใดจุดหนึ่งบนคาน

1 : หาตำแหน่งของกลุ่มน้ำหนักบรรทุกจร
2 : หารูปแบบของกลุ่มน้ำหนักบรรทุกจร
3 : หาขนาดและรูปแบบของกลุ่มน้ำหนักบรรทุกจร
4 : หาตำแหน่งและรูปแบบของกลุ่มน้ำหนักบรรทุกจร
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

โดยหลักการคือ ค่าของแรงภายใน ที่พิจารณา หาได้จาก นน.ที่มากระทำ ซึ่งในภาพรวมคือพิจารณา นน.จร แบบ

ข้อที่ 109 :
ถ้าค่าพิกัดที่จุด D ของแผนภาพ influence line ของแรงปฏิกิริยาที่จุด B ของคานดังที่แสดงในรูปมีค่า 11/16 แล้ว จงหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุด B เนื่องจากแรงกระทำขนาด 100 kN ที่จุด D




$\therefore R_B =$ แรงกระทำ × ค่า I.L.

$= 100\left(\frac{11}{16}\right)$

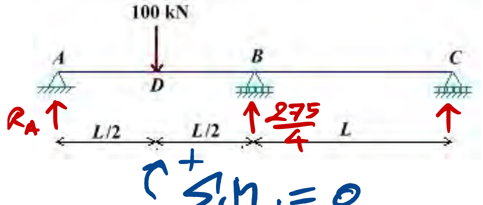
$= 275/4$

$= 68.75$ kN ↑

1 : 31.25 kN
2 : 33.33 kN
3 : 50.00 kN
4 : 68.75 kN
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

แรงกระทำ คูณกับ พ.ท. ของ I.L. ระหว่าง นน. บรรทุกนั้น ซึ่งหากวาง นน.เต็มทุกช่วง จะเกิดการหักล้าง กันระหว่างค่าลบและค่าบวกของ I.L. ดังนั้น หากเราต้องการให้ได้ค่าลบ

ข้อที่ 110 :
ถ้าค่าพิกัดที่จุด D ของแผนภาพ influence line ของแรงปฏิกิริยาที่จุด B ของคานดังที่แสดงในรูปมีค่า 11/16 แล้ว จงหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุด A เนื่องจากแรงกระทำขนาด 100 kN ที่จุด D



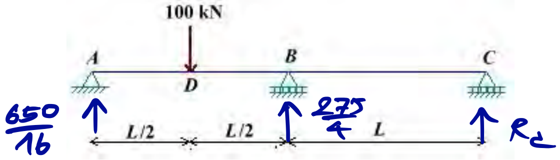

$\circlearrowleft^{+} \sum M_C = 0$

ก็คือวาง นน. เฉพาะตำแหน่งที่ I.L. ของแรงนั้นมีค่าลบ เท่านั้น ค่าบวกก็พิจารณาในทำนองเดียวกัน

1 : 15/16 kN
2 : 110/16 kN
3 : 150/16 kN
4 : 650/16 kN
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

$\therefore R_A = \frac{1}{2L}\left[100(3L/2) - (275/4)(L)\right] = 325/8 = 650/16$ kN ↑

ข้อที่ 111 :
ถ้าค่าพิกัดที่จุด D ของแผนภาพ influence line ของแรงปฏิกิริยาที่จุด B ของคานดังที่แสดงในรูปมีค่า 11/16 แล้ว จงหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุด C เนื่องจากแรงกระทำขนาด 100 kN ที่จุด D




$\therefore R_C = 100 - \frac{650}{16} - \frac{275}{4}$

$= -\frac{75}{8} = -150/16$

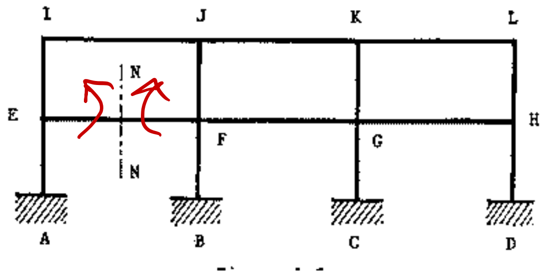
$= 150/16$ kN ↓

1 : 15/16 kN
2 : 65/16 kN
3 : 150/16 kN
4 : 650/16 kN
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 112 :

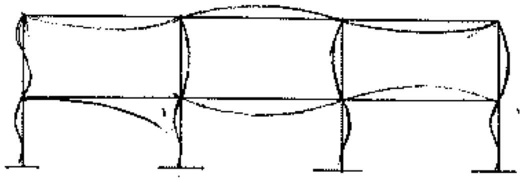
ข้อที่ 112

ให้ร่าง(sketch) ภาพ Influence line ของ โมเมนต์ ที่หน้าตัด N-N

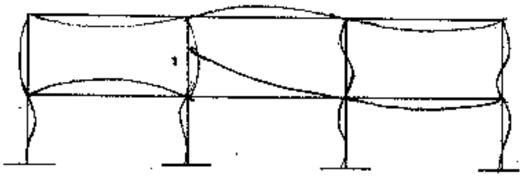



ใช้หลักการของ

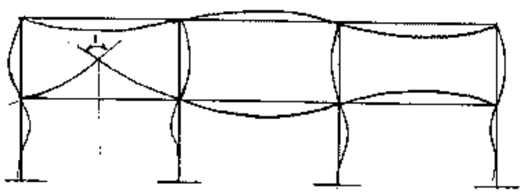
Müller-Breslau



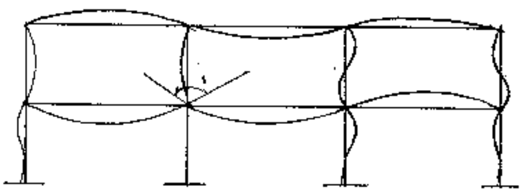
1 :



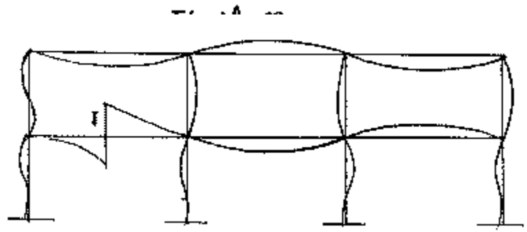
2 :



3 :



4 :

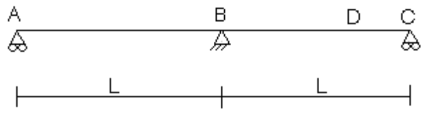


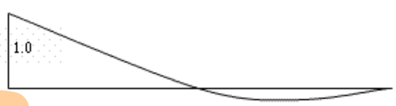
5 :

คำตอบที่ถูกต้อง : 3

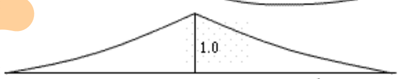
ข้อที่ 113 :

ภาพใดเป็นอินฟลูเอนซ์ไลน์ของแรงปฏิกริยา A

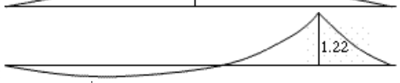



1 :




2 :

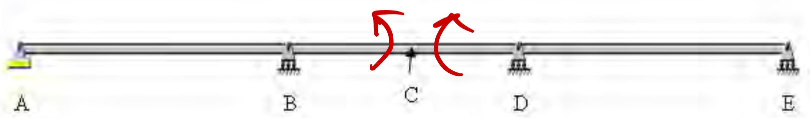



3 :

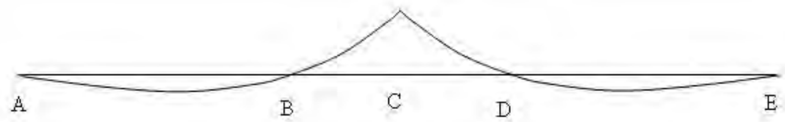
4 : ไม่มีคำตอบที่ถูก

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

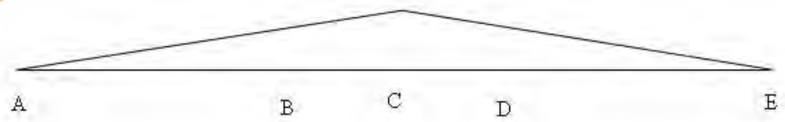
ข้อที่ 114 :
จงเลือกรูปร่างเส้นอิทธิพล (Influence line) ของโมเมนต์บวกที่จุด C เมื่อคานต่อเนื่องรับน้ำหนักหนึ่งหน่วยเคลื่อนจากจุด A ไป E ดังแสดงในรูป



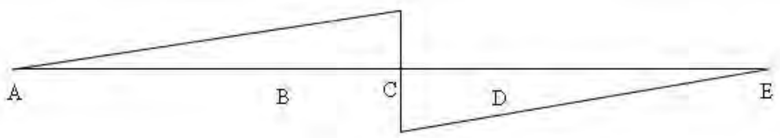

ใช้หลักการของ Muller-Breslau



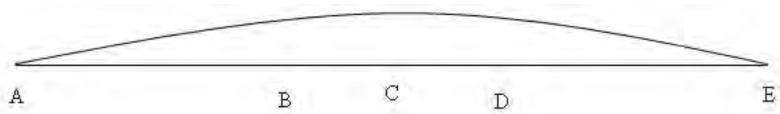

1 :



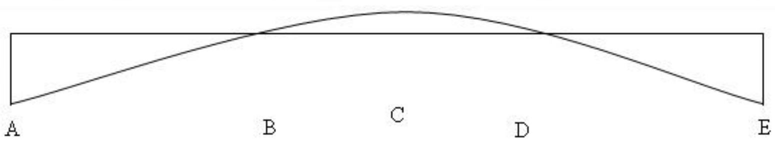

2 :




3 :

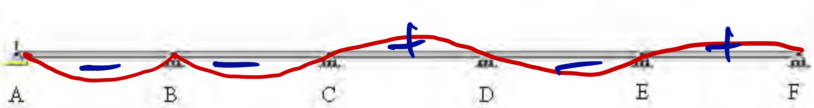



4 :



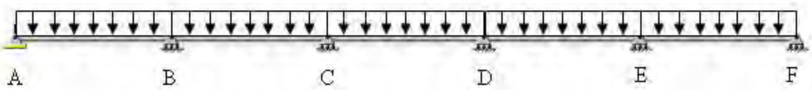

5 :
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 115 :
จงเลือกรูปแบบการวางน้ำหนักบรรทุกจร (Live Load Pattern) เพื่อให้เกิดโมเมนต์ลบสูงสุดในคานที่ตำแหน่งฐานรองรับ B พิจารณาโครงสร้างตามรูปประกอบ




I.L. of $M_B$

วาง load เฉพาะช่วงที่ I.L. มีค่าลบ

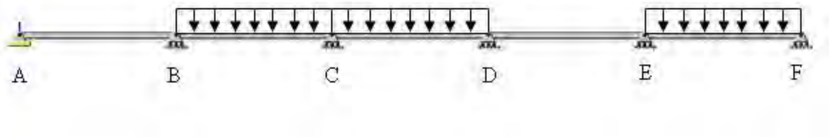



1 :


2 :


3 :


4 :




5 :
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 116 :
ตามหลักการ Muller-Breslau แผนภาพ Influence line ของคาน statically indeterminate จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับแผนภาพชนิดใด?

1 : shear diagram
2 : moment diagram
3 : normal force diagram
4 : deflection diagram
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

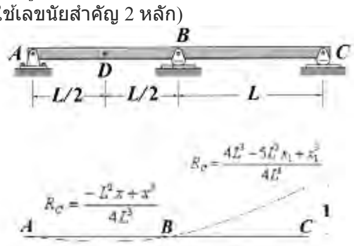
ข้อที่ 117 :
ถ้าเราทราบแผนภาพ influence line ของแรงปฏิกิริยาที่จุด A ของคานแล้ว เราจะหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุด A เนื่องจากแรงกระทำเป็นจุดขนาด P kN ที่จุด B ได้จากข้อใด

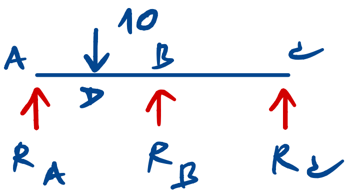
1 : พิกัดที่จุด A
2 : พิกัดที่จุด B
3 : ผลบวกของพิกัดที่จุด B และค่าแรง P
4 : ผลคูณของพิกัดที่จุด B และค่าแรง P
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 118 :
ถ้าเราทราบแผนภาพ influence line ของแรงปฏิกิริยาที่จุด A ของคานแล้ว เราจะหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุด A เนื่องจากแรงกระทำแบบกระจายสม่ำเสมอ w kN/m ตลอดความยาวของคานได้จากข้อใด

1 : พิกัดที่จุด A
2 : พื้นที่ของแผนภาพ influence line
3 : ผลคูณของพิกัดที่จุด A และค่าแรง w
4 : ผลคูณพื้นที่ของแผนภาพ influence line และค่าแรง w
5 : ผลคูณของพิกัดที่จุด A และพื้นที่ของแผนภาพ influence line
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 119 :
จากรูป ถ้าเราทราบแผนภาพ influence line ของแรงปฏิกิริยาที่จุด C ของคานแล้ว ค่าแรงปฏิกิริยาที่จุด C เนื่องจากแรง 10 kN กระทำที่จุด D มีค่าเท่าใด (คำตอบใช้เลขนัยสำคัญ 2 หลัก)

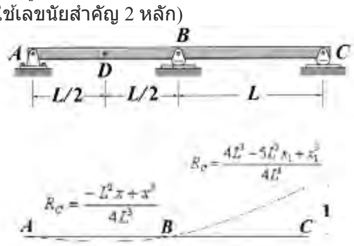


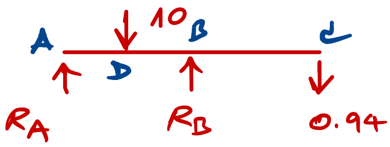




$$R_C = 10\cdot\left[\frac{-L^2(\frac{L}{2})+(\frac{L}{2})^3}{4L^3}\right]$$
$$= \frac{10L^3}{4L^3}\left[-\frac{1}{2}+\frac{1}{8}\right]$$
$$= \frac{10}{4}\left(\frac{-4+1}{8}\right) = -\frac{10(3)}{4(8)}$$
$$= -\frac{15}{16} = -0.94 \text{ kN}$$

1 : 0.68 kN
2 : -0.68 kN
3 : 0.94 kN
4 : -0.94 kN
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 120 :
จากรูป ถ้าเราทราบแผนภาพ influence line ของแรงปฏิกิริยาที่จุด C ของคานแล้ว ค่าแรงปฏิกิริยาที่จุด A เนื่องจากแรง 10 kN กระทำที่จุด D มีค่าเท่าใด (คำตอบใช้เลขนัยสำคัญ 2 หลัก)



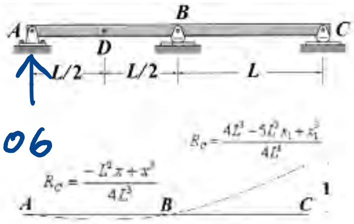




(จากข้อ 119)

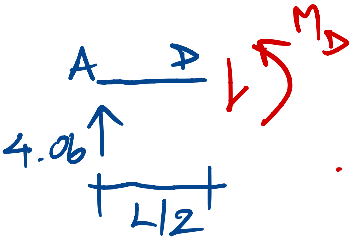
$$R_A = \frac{1}{L}\left[10\left(\frac{L}{2}\right) - 0.94L\right]$$
$$= \frac{1}{L}\left[5L - 0.94L\right]$$
$$= 4.06 \text{ kN} \uparrow \approx 4.1 \text{ kN} \uparrow$$

1 : 3.8 kN
2 : 3.9 kN
3 : 4.0 kN
4 : 4.1 kN
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 121 :
จากรูป ถ้าเราทราบแผนภาพ influence line ของแรงปฏิกิริยาที่จุด C ของคานแล้ว ค่าโมเมนต์ที่จุด D เนื่องจากแรง 10 kN กระทำที่จุด D มีค่าเท่าใด (คำตอบใช้เลขนัยสำคัญ 2 หลัก)




4.06




$\therefore M_D = 4.06\left(\frac{L}{2}\right)$

$= 2.03L$ kN·m

$\approx 2.0L$ kN·m

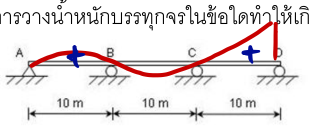
1 : 1.9L kN-m
2 : 2.0L kN-m
3 : 2.1L kN-m
4 : 2.2L kN-m
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

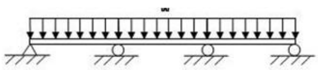
ข้อที่ 122 :

?

การวางน้ำหนักบรรทุกจรในข้อใดทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาที่ A ($RD^{+}$) มีค่าสูงสุด เลือกใช้ทำ $R_D^{+}$

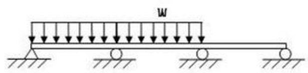
I.L. of $R_D$



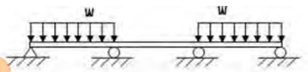




1 :

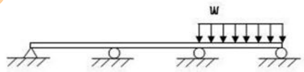
วางนน. เฉพาะช่วงที่ I.L. มีค่าบวก




2 :



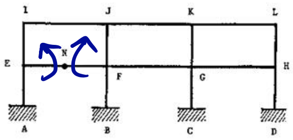

3 :



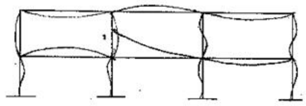

4 :
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 123 :

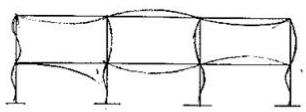
ให้ ร่าง (sketch) ภาพ Influence line ของ โมเมนต์ดัดที่จุด N



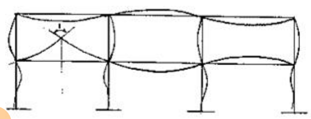

หลักการของ Müller-Breslau
สมมติว่า ที่จุด N เคลื่อนที่ได้
และ เปลี่ยนรูปไปในทิศทางที่เป็น
บวก ของ แรงที่ต้องการ



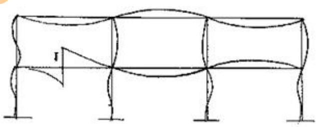
1 :



2 :



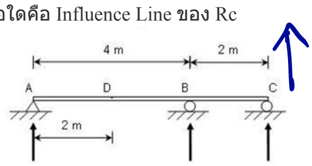
3 :

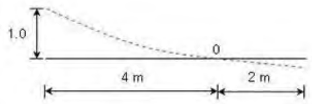


4 :
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

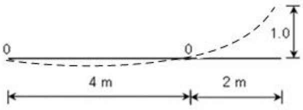
ข้อที่ 124 :

ข้อใดคือ Influence Line ของ Rc

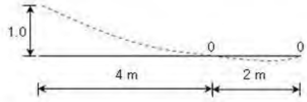




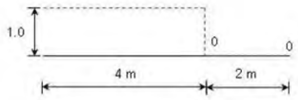

1 :




2 :



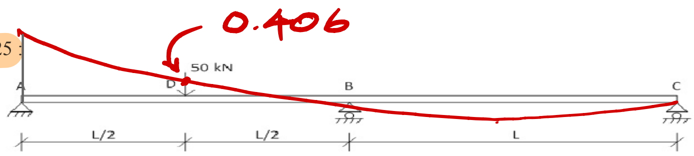

3 :




4 :

คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 125 :




I.L. of $R_A$

ถ้าค่าพิกัดที่จุด D ของแผนภาพ influence line ของแรงปฏิกิริยาที่จุด A ของคานดังแสดงในรูปมีค่า 0.406 แล้ว จงหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุด A เนื่องจากแรงกระทำขนาด 50 kN ที่จุด D

$R_A$ = F · พิกัดจุดที่พิจารณา

$= 50(0.406)$

$= 20.3$ kN

1 : 40.6 kN

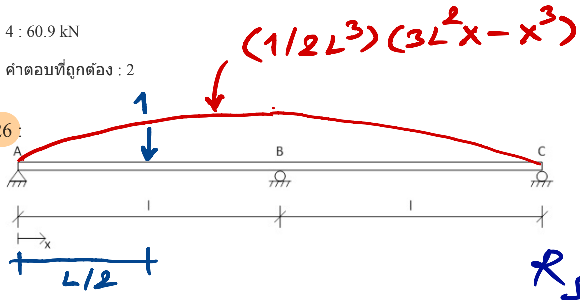
2 : 20.3 kN

3 : 50 kN

4 : 60.9 kN

คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 126 :




I.L. of $R_B$

$R_B$ = F · พิกัดจุดที่พิจารณา

จากรูป influence line ของแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ B ของคานดังแสดงในรูปในช่วง 0 < x < l มีค่าเท่ากับ $(1/2l^3)(3l^2x - x^3)$ ถ้ากำหนดให้แรงหนึ่งหน่วยกระทำที่ x = l/2 จงหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุด B

$$R_B = 1\cdot\left\{\frac{1}{2L^3}\left[3L^2\left(\frac{L}{2}\right) - \left(\frac{L}{2}\right)^3\right]\right\}$$

$$= 1\left[\frac{L^3}{2L^3}\left(\frac{3}{2} - \frac{1}{8}\right)\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{12-1}{8}\right) = \frac{11}{16}$$

1 : -11/6

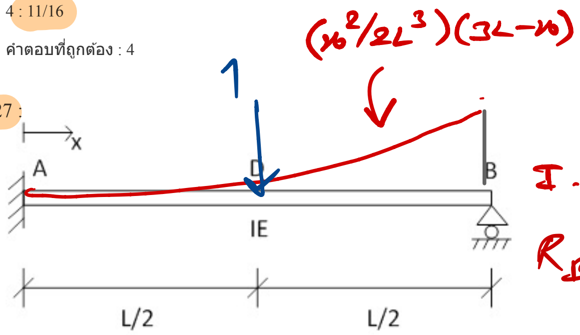
2 : 5/8

3 : 1/2

4 : 11/16

คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 127 :




I.L. of $R_B$

$R_B$ = F. พิกัดจุดที่พิจารณา

$$= 1\left[\left(\frac{L}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2L^3} \cdot \left(3L - \frac{L}{2}\right)\right]$$

จากรูป influence line ของแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ B ของคานดังแสดงในรูป $(x^2/2L^3)(3L- x)$ ถ้ากำหนดให้แรงหนึ่งหน่วยกระทำที่ x = L/2 จงหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุด B

$$= \frac{L^2}{8L^3}\left(\frac{6L-L}{2}\right) = \frac{1}{8L}\left(\frac{5L}{2}\right)$$

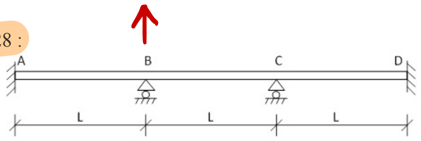
$$= \frac{5}{16}$$

1 : 5/16
2 : 8/16
3 : 3/16
4 : 4/16
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

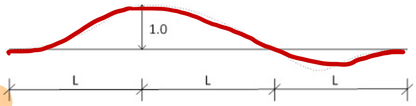
# หลักการของ Muller Breslau

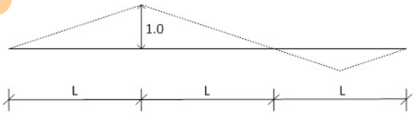
- จินตนาการว่า แรงและตำแหน่ง ที่พิจารณา เกิดการเปลี่ยนรูป ไปในทิศทางที่เป็นบวก ของรูปนั้น
- เขียนเส้นการเปลี่ยนรูป ของโครงสร้างให้ต่อ เนื่องกัน ทั้งหมด
- หาก ที่รองรับ เป็นแบบ ยึดแน่น เส้นการเปลี่ยนรูป จะถือว่าที่รองรับ ($\theta = 0$)
- ที่รองรับ ภายใน คือตำแหน่ง ที่ล็อคโครงสร้างไม่ให้ เคลื่อนที่ จึงทำให้โครงสร้าง เปลี่ยนแนวการเสียรูป (จากขึ้นมาลง, จากลงมาขึ้น ฯลฯ )

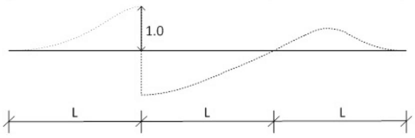
ข้อที่ 128 :

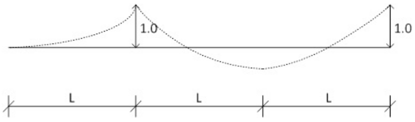



รูปใดคือ influence line ของ $R_B$

1 : 

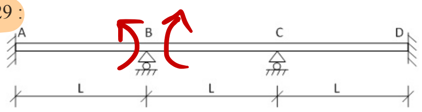
2 : 

3 : 

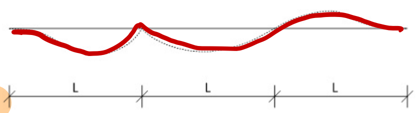
4 : 

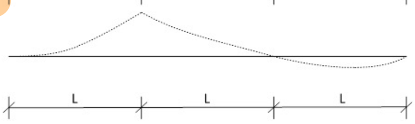
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

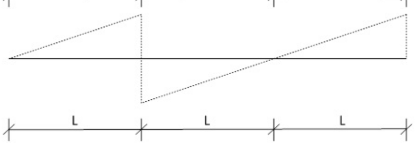
ข้อที่ 129 :

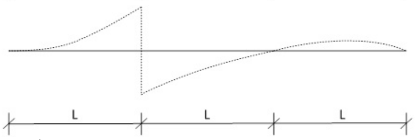



รูปใดคือ influence line ของ $M_B$

1 : 

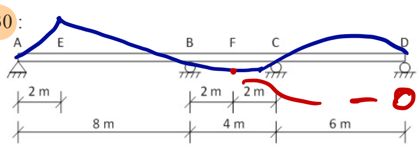
2 : 

3 : 

4 : 

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

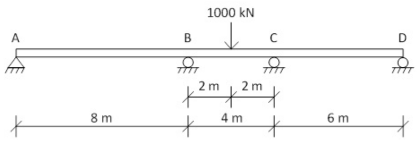
ข้อที่ 130 :




I.L. of $M_E$

$-0.052$

ถ้าพบว่าค่าขนาดของพิกัดที่จุด F ของแผนภาพ influence line ของโมเมนต์ที่จุด E มีค่าเท่ากับ 0.052 จงหาค่าโมเมนต์ที่จุด E ของคานที่มีแรงกระทำดังรูป




$$\therefore M_E = \text{แรง} \cdot \text{ค่า}_{I.L.} \text{ ที่ตำแหน่ง } F$$
$$= 1000 \cdot (-0.052)$$
$$= -52 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

1 : -52 kN·m

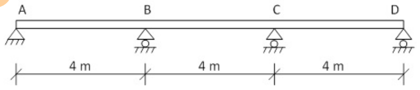
2 : 52 kN·m

3 : 104 kN·m

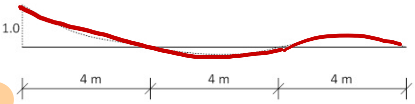
4 : -104 kN·m

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

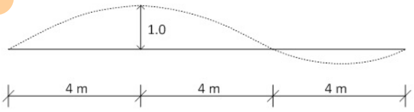
ข้อที่ 131 :



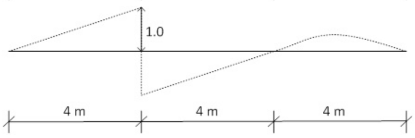

รูปใดคือ influence line ของ $R_A$



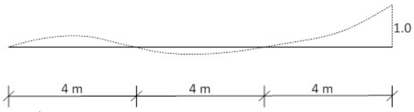

1 :




2 :



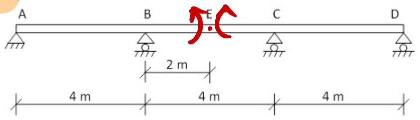

3 :



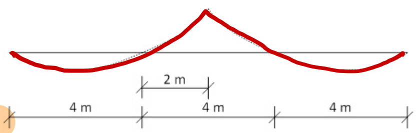

4 :

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

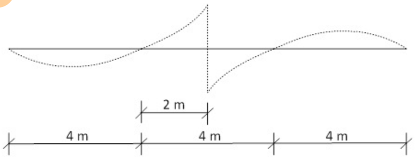
ข้อที่ 132 :



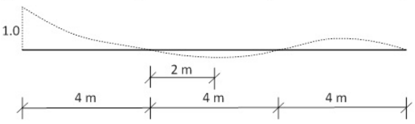

รูปใดคือ influence line ของ $M_E$



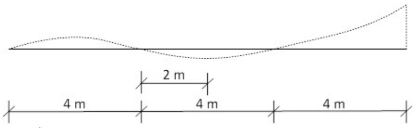

1 :




2 :



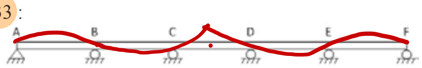

3 :




4 :

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 133 :




I.L. of M ที่กลางช่วง CD

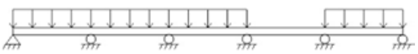
จากรูปคาน Statically indeterminate จงวางน้ำหนักบรรทุกที่มีการกระจายคงที่ (uniformly distributed load) ที่ทำให้เกิดโมเมนต์ดัดที่จุดกึ่งกลางของช่วง CD มากสุด

$M_{max}$ ที่กลางคานจะมีค่าบวก

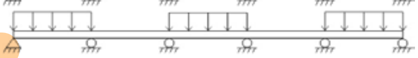
∴ วาง u.l. เฉพาะช่วงคาน

ที่มีค่า I.L. เป็นค่าบวก

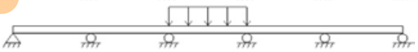
1 :



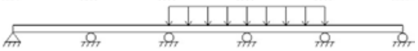
2 :



3 :

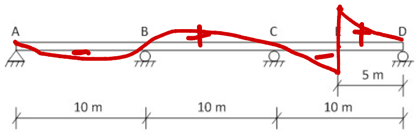


4 :



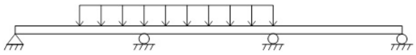
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

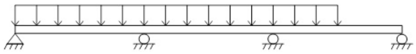
ข้อที่ 134 : ?

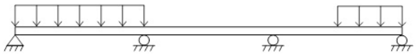


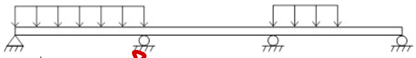

I.L. of $V_E$

การวางน้ำหนักบรรทุกในข้อใดที่ทำให้เกิดแรงเฉือนที่จุด E มีค่าสูงสุด

1 : 

2 : 

3 : 

4 : 

* $V_E^-$ มีค่าสูงสุด

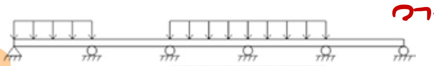
คำตอบที่ถูกต้อง : 3 ?

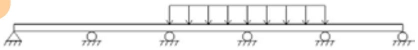
ข้อที่ 135 :

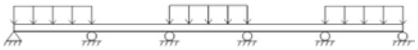

I.L. of $M_D$

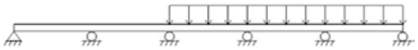
จากรูปคาน statically indeterminate จงวางน้ำหนักบรรทุกจรที่มีการกระจายคงที่ (uniformly distributed live load) ที่ทำให้เกิดค่าสูงสุดของโมเมนต์ดัดที่จุด D

วางนน. เฉพาะช่วงที่ I.L. มีค่าลบ

1 : 

2 : 

3 : 

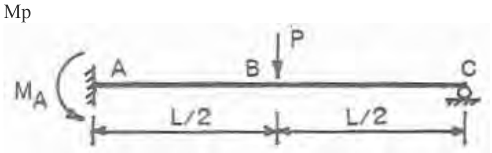
4 : 

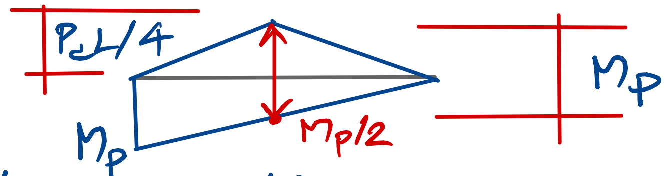
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

เนื้อหาวิชา : 536 : Introduction to plastic analysis

ข้อที่ 136 :

จงวิเคราะห์หาน้ำหนักบรรทุกประลัยของคานที่แสดงซึ่งรับน้ำหนักแบบจุดที่กึ่งกลางช่วงคาน สมมติว่าคานมีรูปตัดคงที่และโมเมนต์พลาสติกของหน้าตัดเท่ากับ Mp




$$M_p = (P_cL/4) - (M_p/2)$$

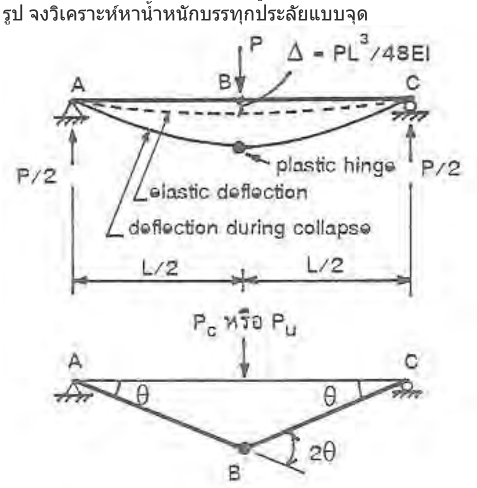
1 : 2Mp/L
2 : 3Mp/L
3 : 4Mp/L
4 : 6Mp/L
5 : 9Mp/L

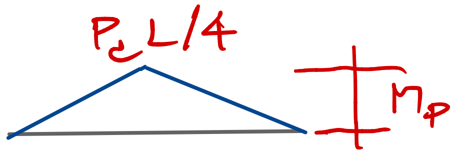
$$\therefore P_c = \frac{4}{L}\left(M_p + \frac{M_p}{2}\right) = \frac{4}{L}\cdot\frac{3M_p}{2} = 6M_p/L$$

คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 137 :

คานช่วงเดียวธรรมดา ABC ซึ่งมีรูปตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด b x h คงที่ตลอดความยาวดังแสดงในรูป ถ้าคานนี้ทำด้วยวัสดุเหนียวเนื้อเดียวกัน มีน้ำหนักกระทำดังรูป จงวิเคราะห์หาน้ำหนักบรรทุกประลัยแบบจุด




$$M_p = P_cL/4$$

$$\therefore P_c = 4M_p/L$$

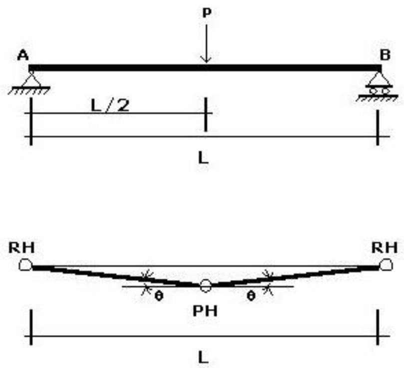
1 : 4My/L
2 : 8My/L
3 : 4Mp/L
4 : 8Mp/L
5 : 8Mp/27
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

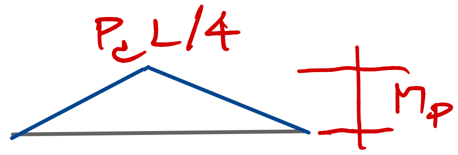
ข้อที่ 138 :

ข้อใดไม่ใช่รูปแบบของเมคคานิซึมอิสระ(independent mechanisms) independent mechanism ไม่ขึ้นอยู่กับ load

1 : Beam Mechanisms
2 : Sway Mechanisms
3 : Gable Mechanisms
4 : Load Mechanisms
5 : Joint Mechanisms
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 139 :
คานดังแสดงในรูป จงคำนวณหาน้ำหนักประลัยโดยวิธี plastic analysis



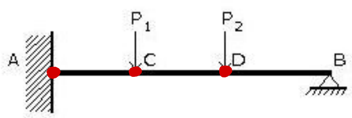




$$M_p = P_c L/4$$

$$\therefore P_c = 4M_p/L$$

1 : $M_p/L$
2 : $2M_p/L$
3 : $3M_p/L$
4 : $4M_p/L$
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

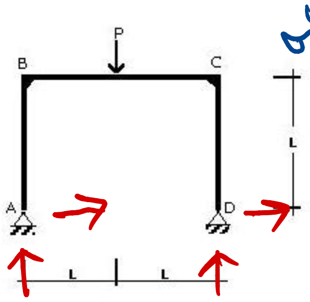
ข้อที่ 140 :
คานแบบ indeterminate ดังรูป ตรงจุดใดบ้างที่มีโอกาสที่จะเกิด plastic hinge




- บริเวณฐานรองรับ (แบบ fixed)
- บริเวณที่รับ Point Load

1 : A และ C
2 : A ,C และ D
3 : A , B, C และ D
4 : เฉพาะ A และ B
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 141 :
โครงสร้างดังรูป ต้องการจำนวนของ plastic hinge เท่าไรจึงทำให้โครงสร้างไม่เสถียรภาพ




ต้องการจำนวน plastic hinge = DI+1

DI = 4−3 = 1

∴ จำนวน = 1 + 1 = 2

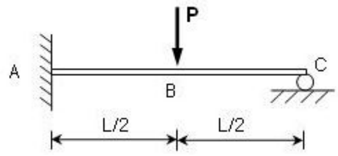
1 : 2
2 : 3
3 : 4
4 : 5
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

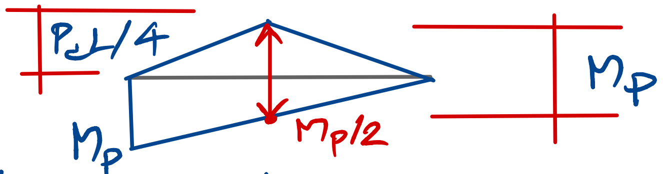
ข้อที่ 142 :
ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1 : plastic hinge จะต่างกับ hinge ธรรมดา ( real hinge ) ตรงที่มีหน่วยแรงดัดจนถึงจุดคลากตลอดหน้าตัด แต่ hinge ธรรมดา ค่าหน่วยแรงดัดจะเท่ากับศูนย์ ✓
2 : ถูกทุกข้อ
3 : plastic hinge จะเกิดตรงจุดที่มีค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดก่อน หรือ บริเวณฐานรองรับ และ บริเวณที่น้ำหนักกระทำเป็นจุด ✓
4 : plastic hinge จะเหมือนกับ hinge ธรรมดา( real hinge ) ตรงที่มีการเคลื่อนเชิงมุมได้ ✓
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 143 :

โดยวิธี Plastic Analysis ค่าแรง P ที่มากที่สุดมีค่าเท่าใด กำหนด Plastic Moment ของคานมีค่าเท่ากับ $M_p$



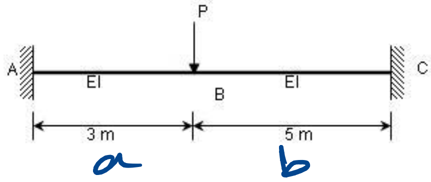




$$M_p = (P_c L/4) - (M_p/2)$$

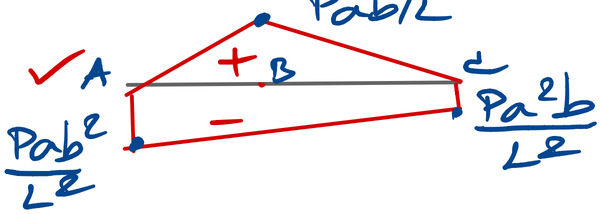
$$\therefore P_c = \frac{4}{L}\left(M_p + \frac{M_p}{2}\right) = \frac{4}{L}\cdot\frac{3M_p}{2} = 6M_p/L$$

1 : $\frac{M_p}{L}$
2 : $\frac{4M_p}{L}$
3 : $\frac{6M_p}{L}$
4 : $\frac{8M_p}{L}$
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 144 :
จากรูป คานเหล็กจะมี plastic hinge เกิดขึ้นที่จุดใดก่อน เมื่อแรง P มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนทำให้เกิด plastic hinge

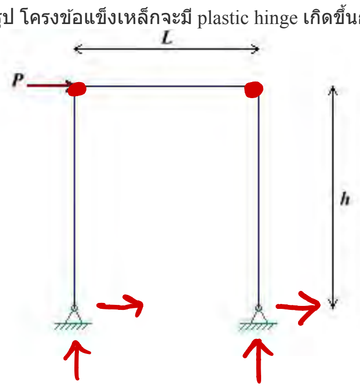



เกิดขึ้นที่จุดที่มี M สูงสุดก่อน




1 : A
2 : B
3 : C
4 : A และ C
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

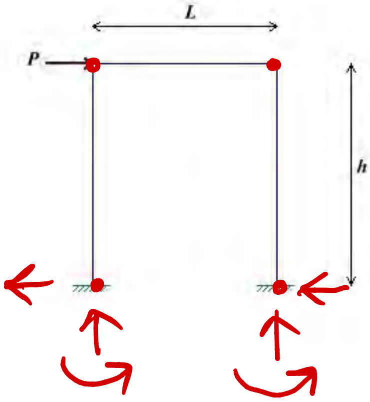
ข้อที่ 145 :
จากรูป โครงข้อแข็งเหล็กจะมี plastic hinge เกิดขึ้นกี่จุด จึงทำให้เกิด complete collapse mechanism




จำนวน plastic hinge = DI+1
= (4−3)+1
= 2

1 : 1
2 : 2
3 : 3
4 : 4
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 146 :
จากรูป เมื่อแรง P มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โครงข้อแข็งเหล็กจะมี plastic hinge เกิดขึ้นกี่จุด จึงทำให้เกิด complete collapse mechanism




จำนวน plastic hinge = DI+1
= (6−3)+1
= 4

1 : 1
2 : 2

3 : 3
4 : 4
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 147 :
การวิเคราะห์และออกแบบโดยวิธีพลาสติค เหมาะกับโครงสร้างแบบใด

1 : โครงสร้างไม้
2 : โครงสร้างเหล็ก
3 : โครงสร้างคอนกรีตอัดแรง
4 : โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

เหมาะกับโครงสร้างที่มีความเหนียวสูง

ข้อที่ 148 :
ที่จุดหมุนพลาสติค (Plastic Hinge) จะมีค่าโมเมนต์เท่าใด

1 : M = 0
2 : $M = M_y$
3 : $M = M_p$
4 : ไม่มีคำตอบที่ถูก
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

$M_p \Rightarrow$ Plastic Moment

ข้อที่ 149 :
โมดูลัสพลาสติค (Plastic Section Modulus ; Z) หาได้จาก

1 : $Z = M_y / \sigma_y$
2 : $Z = M_p / \sigma_y$
3 : $Z = \sigma_y / M_y$
4 : $Z = \sigma_y / M_p$
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

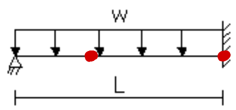
$M_p/Z = \sigma_y$ ; $Z = M_p/\sigma_y$
คล้ายกันกับ
$M_y/S = \sigma_y$ ; $S = M_y/\sigma_y$

ข้อที่ 150 :
ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับค่าตัวประกอบรูปทรง (Shape Factor)

1 : Shape Factor = Z / S
2 : Shape Factor = $M_p / M_y$
3 : Shape Factor คานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า = 1.5
4 : ค่า Shape Factor มาก เป็นลักษณะที่หน้าตัดประหยัด (Economic Section)
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ค่า Shape Factor แปรผันตามขนาดหน้าตัด

ข้อที่ 151 :
โครงสร้างดังรูป มี Plastic Hinge กี่จุด เมื่อเกิดการวิบัติ



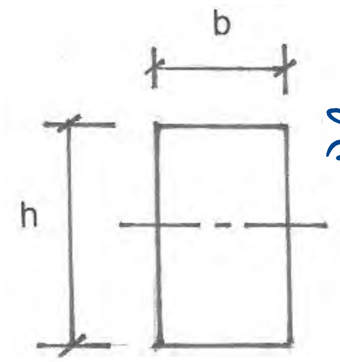

2 จุด
1) ตำแหน่ง $M^-$ สูงสุด
2) ตำแหน่ง $M^+$ สูงสุด

1 : 1 จุด
2 : 2 จุด
3 : 3 จุด
4 : 4 จุด
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 152 :
หน้าตัดชนิดใด ที่มีค่า Shape Factor ใกล้ค่า 1 มากที่สุด

shape factor =
1 : วงกลม ○ 1.7
2 : สี่เหลี่ยมตัน □ 1.5
3 : สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ◇ 2
4 : สี่เหลี่ยมกลวงผนังบาง ▣ 1.12
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 153 :
คานเหล็กมีรูปตัดตันสี่เหลี่ยมผืนผ้าดังแสดง ถ้าคานนี้มีกำลังจุดครากเท่ากับ $f_y$ กก./ซม.2 จงหากำลังต้านโมเมนต์ดัดพลาสติก ($M_p$) และอัตราส่วนระหว่าง $M_p/M_y$ ซึ่งเรียกว่า shape factor โดยที่ $M_y$ หมายถึงกำลังต้านทานโมเมนต์ดัดที่จุดคราก




shape factor = 1.5, $M_p = (bh^2/4)f_y$

วิธีคิด : อาจจำค่า 1.5 เท่านั้น

โดย shape factor $= \frac{Z}{S} = 1.5 \Rightarrow \frac{3}{2}$

$S = \frac{I}{c}$ ; $I = bh^3/12$, $c = h/2$

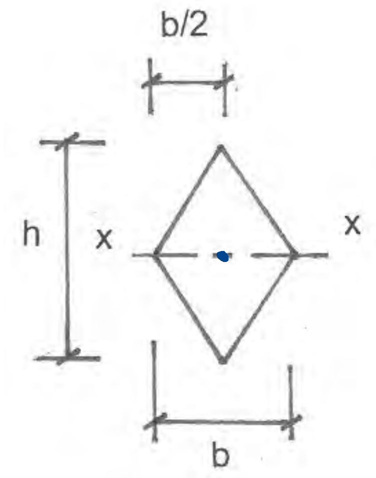
$\therefore S = \frac{bh^3}{12} \cdot \frac{2}{h} = bh^2/6$

$Z = \frac{3}{2}S = \frac{3}{2}\left(\frac{bh^2}{6}\right) = bh^2/4$

$M_p = Z f_y = (bh^2/4) f_y$

1 : $M_p = f_y bh^2/6$, shape factor = 1.50
2 : $M_p = f_y bh^2/4$, shape factor = 1.70
3 : $M_p = f_y bh^2/6$, shape factor = 1.70
4 : $M_p = f_y bh^2/4$, shape factor = 1.50
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 154 :
คานเหล็กมีรูปตัดตันสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนดังแสดง คานนี้มีโมดูลัสพลาสติก ($Z_x$) และ shape factor เท่าไร



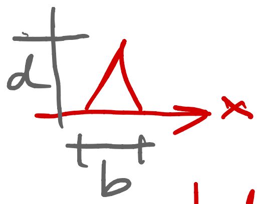

shape factor = 2 $= \frac{Z}{S}$

$\therefore Z = 2S$

$I = 2\left[\frac{b(h/2)^3}{12}\right]$

$= bh^3/48$

$c = h/2$




$I_x = \frac{bd^3}{12}$

$S = \frac{bh^3}{48} \cdot \frac{2}{h} = bh^2/24$

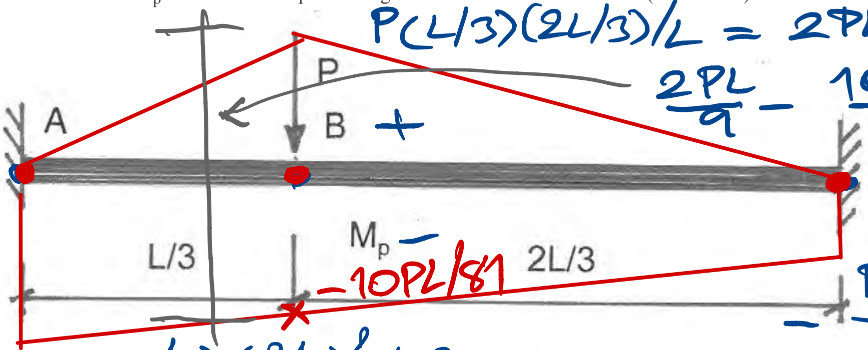
$\therefore Z = 2(bh^2/24) = bh^2/12$

1 : $Z_x = bh^2/10$, shape factor = 2
2 : $Z_x = bh^2/12$, shape factor = 1.70
3 : $Z_x = bh^2/12$, shape factor = 2
4 : $Z_x = bh^2/11$, shape factor = 1.90
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 155 :
คานเหล็กรูปพรรณมีปลายสองข้างเป็นแบบยึดแน่น (fixed end) ยาวทั้งหมดเท่ากับ L รับน้ำหนักแบบจุดเท่ากับ P ที่ระยะ L/3 จากจุด A ถ้าคานนี้รับโมเมนต์ดัดพลาสติกได้เท่ากับ $M_p$ จงลำดับการเกิด plastic hinge ของคานที่ก่อให้เกิดกลไกวิบัติ (mechanism) ของคาน

$P(L/3)(2L/3)/L = 2PL/9$

$\frac{2PL}{9} - \frac{10PL}{81} = \frac{8PL}{81}$ (0.099PL)




$\frac{P\left(\frac{L}{3}\right)^2\left(\frac{2L}{3}\right)}{L^2} = -\frac{2PL}{27}$ (−0.074PL)

$-P\left(\frac{L}{3}\right)\left(\frac{2L}{3}\right)^2/L^2 = -\frac{4PL}{27}$ (−0.148PL)

1 : B --> A --> C
2 : B --> C --> A
3 : A --> B --> C
4 : A --> C --> B
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

เกิดที่ตำแหน่ง M สูงสุด ไล่ลงมา

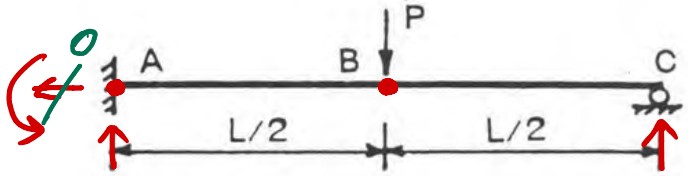
ข้อที่ 156 :
ถ้าโครงสร้างมีดีกรีของอินดีเทอร์มิเนท = DI โครงสร้างนั้นจะวิบัติแบบ complete collapse mechanism ต่อเมื่อมีจำนวนของ plastic hinge เท่ากับ

1 : DI

2 : DI+1
3 : DI+2
4 : DI+3
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

โครงสร้างอินดีเทอร์มิเนต ถ้าใส่ hinge เท่ากับ DI จะเป็นโครงสร้างดีเทอร์มิเนต แต่ถ้าใส่ hinge เพิ่มอีก 1 จะทำให้เกิด collapse mechanism

**ข้อที่ 157 :**
ในการวิเคราะห์โครงสร้าง ดังรูป โดยวิธีพลาสติกเพื่อหาแรงประลัย จะเห็นว่า เพื่อให้เกิดเมคคานิซึม ดังนั้น ต้องการจำนวนจุดหมุนพลาสติก (plastic hinge) อย่างน้อยเท่ากับ

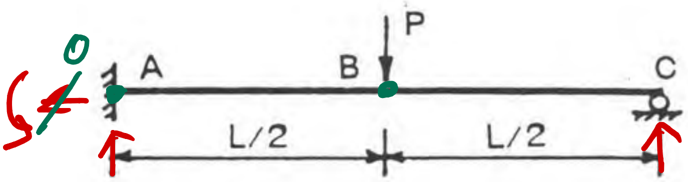



อย่างน้อย $DI+1 = (3-2^{*})+1 = 2$

1 : 1 จุด
2 : 2 จุด
3 : 3 จุด
4 : 4 จุด
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

* แรงแนวราบ = 0 ∴ สมการสมดุลที่ใช้ได้ = 2

**ข้อที่ 158 :**
ในการวิเคราะห์โครงสร้าง ดังรูป โดยวิธีพลาสติกเพื่อหาแรงประลัย จะเห็นว่า เมคคานิซึมอิสระ (independent mechanism) สำหรับโครงสร้างนี้มีทั้งสิ้น เท่ากับ



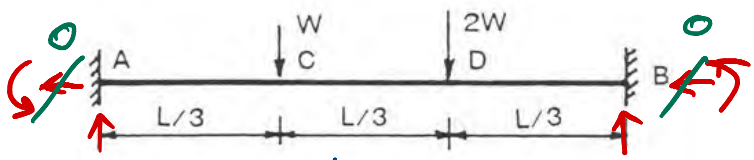

ให้ n คือ จำนวน plastic hinge

independent mechanism $= n - DI$
$= 2-(3-2^{*}) = 1$

1 : 1 แบบ
2 : 2 แบบ
3 : 3 แบบ
4 : 4 แบบ
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

* แรงแนวราบ = 0 ∴ สมการสมดุลที่ใช้ได้ = 2

**ข้อที่ 159 :**
ในการวิเคราะห์โครงสร้าง ดังรูป โดยวิธีพลาสติกเพื่อหาแรงประลัย จะเห็นว่า เพื่อให้เกิดเมคคานิซึม ดังนั้น ต้องการจำนวนจุดหมุนพลาสติก (plastic hinge) อย่างน้อยเท่ากับ

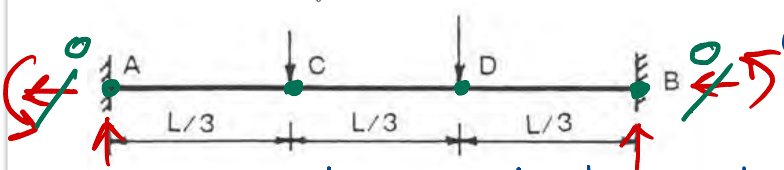



อย่างน้อย $DI+1 = (4-2^{*})+1 = 3$

1 : 1 จุด
2 : 2 จุด
3 : 3 จุด
4 : 4 จุด
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

* แรงแนวราบ = 0 ∴ สมการสมดุลที่ใช้ได้ = 2

**ข้อที่ 160 :**
ในการวิเคราะห์โครงสร้าง ดังรูป โดยวิธีพลาสติกเพื่อหาแรงประลัย จะเห็นว่า เมคคานิซึมอิสระ (independent mechanism) สำหรับโครงสร้างนี้มีทั้งสิ้น เท่ากับ



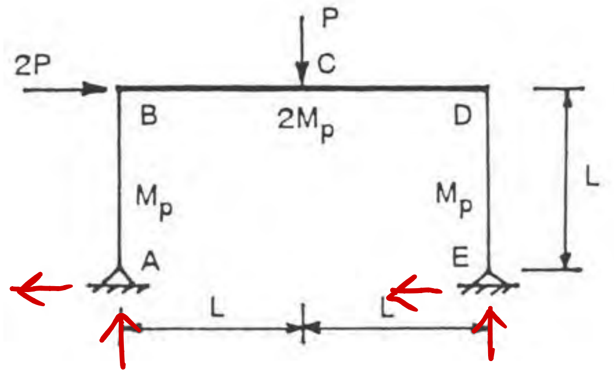

ให้ n คือ จำนวน plastic hinge

independent mechanism $= n - DI$
$= 4-(4-2^{*}) = 2$

1 : 1 แบบ
2 : 2 แบบ
3 : 3 แบบ
4 : 4 แบบ
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

* แรงแนวราบ = 0 ∴ สมการสมดุลที่ใช้ได้ = 2

**ข้อที่ 161 :**
ในการวิเคราะห์โครงสร้าง ดังรูป โดยวิธีพลาสติกเพื่อหาแรงประลัย จะเห็นว่า เพื่อให้เกิดเมคคานิซึม ดังนั้น ต้องการจำนวนจุดหมุนพลาสติก (plastic hinge) อย่างน้อยเท่ากับ




อย่างน้อย = DI + 1

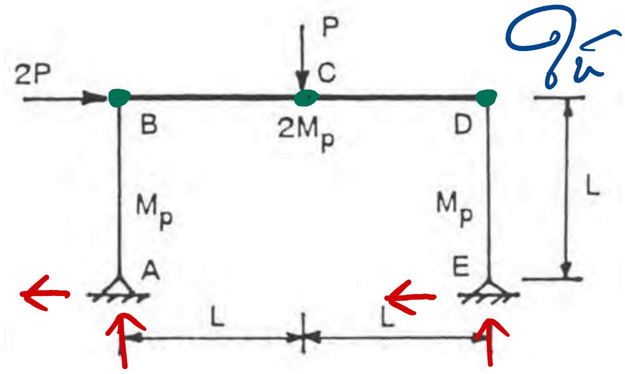
= (4 − 3) + 1

= 2

1 : 1 จุด
2 : 2 จุด
3 : 3 จุด
4 : 4 จุด
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

**ข้อที่ 162 :**
ในการวิเคราะห์โครงสร้าง ดังรูป โดยวิธีพลาสติกเพื่อหาแรงประลัย จะเห็นว่า เมคคานิซึมอิสระ (independent mechanism) สำหรับโครงสร้างนี้มีทั้งสิ้น เท่ากับ

ใช้หลัก จำนวน plastic hinge

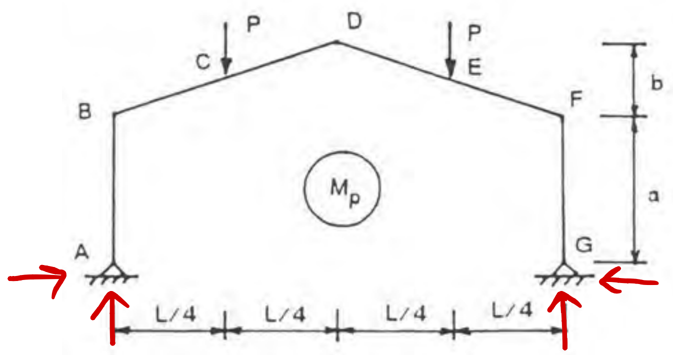



independent mechanism = n − DI

= 3 − (4 − 3) = 2

1 : 1 แบบ
2 : 2 แบบ
3 : 3 แบบ
4 : 4 แบบ
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

**ข้อที่ 163 :**
ในการวิเคราะห์โครงสร้าง ดังรูป โดยวิธีพลาสติกเพื่อหาแรงประลัย จะเห็นว่า เพื่อให้เกิดเมคคานิซึม ดังนั้น ต้องการจำนวนจุดหมุนพลาสติก (plastic hinge) อย่างน้อยเท่ากับ




อย่างน้อย = DI + 1

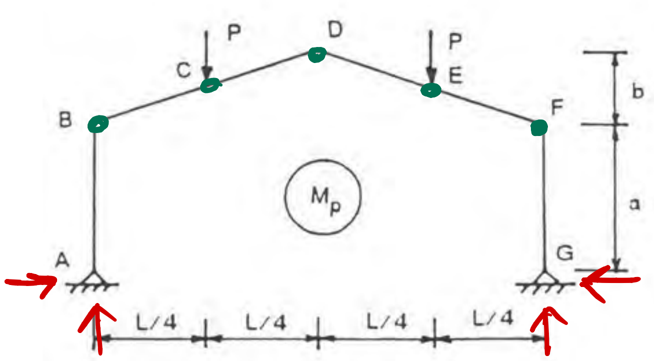
= (4 − 3) + 1

= 2

1 : 1 จุด
2 : 2 จุด
3 : 3 จุด
4 : 4 จุด
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

**ข้อที่ 164 :**

ในการวิเคราะห์โครงสร้าง ดังรูป โดยวิธีพลาสติกเพื่อหาแรงประลัย จะเห็นว่า เมคคานิซึมอิสระ (independent mechanism) สำหรับโครงสร้างนี้มีทั้งสิ้น เท่ากับ



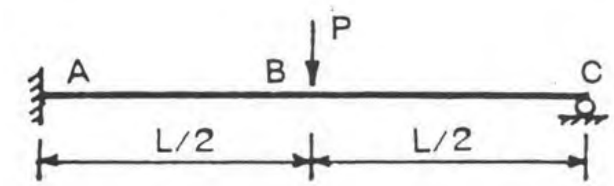

ให้ n คือ จำนวน plastic hinge

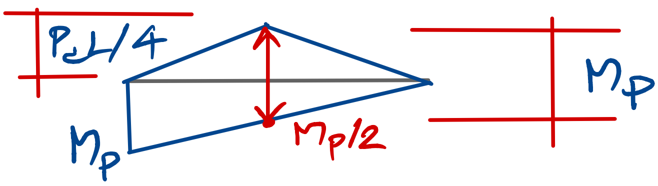
independent mechanism = n − DI

= 5 − (4 − 3) = 4

1 : 1 แบบ
2 : 2 แบบ
3 : 3 แบบ
4 : 4 แบบ
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 165 :
จงใช้วิธีพลาสติกหาค่าแรงประลัยสำหรับโครงสร้างที่รับน้ำหนัก ดังรูป สมมติคานมีหน้าตัดคงที่และโมเมนต์ดัดพลาสติกมีค่าเท่ากับ Mp



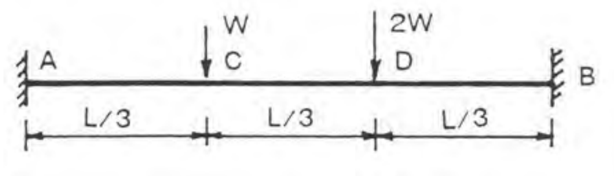




$M_p = (P_cL/4) - (M_p/2)$

$\therefore P_c = \frac{4}{L}\left(M_p + \frac{M_p}{2}\right) = \frac{4}{L} \cdot \frac{3M_p}{2} = 6M_p/L$

1 : 3Mp/2L
2 : 3Mp/L
3 : 4Mp/L
4 : 6Mp/L
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

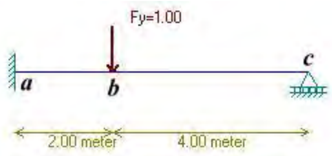
ข้อที่ 166 :
จงใช้วิธีพลาสติกหาค่าแรงประลัยสำหรับโครงสร้างที่รับน้ำหนัก ดังรูป สมมติคานมีหน้าตัดคงที่และโมเมนต์ดัดพลาสติกมีค่าเท่ากับ Mp



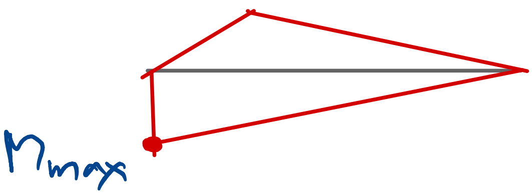

ดูวิธีทำหน้าถัดไป

1 : 3Mp/4L
2 : 18Mp/5L
3 : 3Mp/2L
4 : 7Mp/4L
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 167 :
จากรูป คานเหล็กจะมี plastic hinge เกิดขึ้นที่จุดใดก่อน เมื่อแรง P มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนทำให้เกิด plastic hinge




plastic hinge เกิดขึ้นที่จุด M สูงสุดก่อน คือ ที่จุด a




1 : a
2 : b
3 : a และ b
4 : พร้อมกันทุกจุด
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

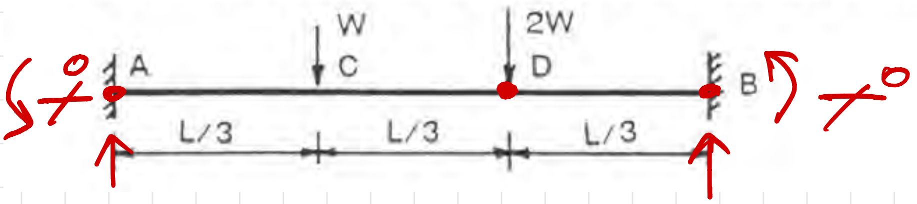
ข้อที่ 168 :
จากรูป คานเหล็กจะมี plastic hinge เกิดขึ้นกี่จุด จึงทำให้เกิด complete collapse mechanism และมีลำดับการเกิด plastic hinge อย่างไร


จำนวน plastic hinge = DI + 1 = (3 − 2) + 1
= 2

เกิดขึ้นที่จุด a ก่อน เพราะ Mmax
แล้วจึงมาที่จุด b

ข้อที่ 166 :

จงใช้วิธีพลาสติกหาค่าแรงประลัยสำหรับโครงสร้างที่รับน้ำหนัก ดังรูป สมมติคานมีหน้าตัดคงที่และโมเมนต์ดัดพลาสติกมีค่าเท่ากับ $M_p$

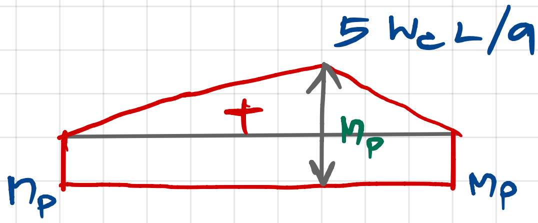



plastic hinge อย่างน้อย $= DI + 1$

$= (4-2)+1 = 3$

พิจารณา plastic hinge ที่จุด A, D และ B

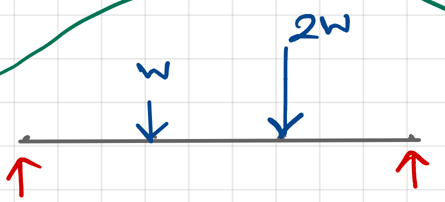
เมื่อเกิด complete collapse mechanism ค่า M ของ plastic hinge ทุกจุดจะเท่ากับ $M_p$ และค่า w จะเท่ากับ $w_c$ (แรงประลัย)




$$\therefore M_p = \frac{5W_cL}{9} - M_p$$

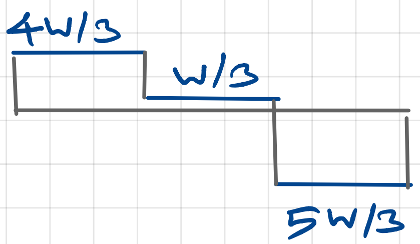
$$W_c = 2M_p \cdot \frac{9}{5L}$$

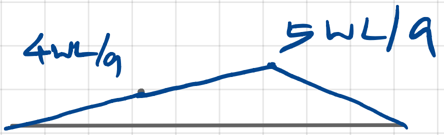
$$= 18M_p/5L$$




$$\frac{W\left(\frac{L}{3}\right)}{L} + \frac{2W\left(\frac{2L}{3}\right)}{L} = 5W/3$$

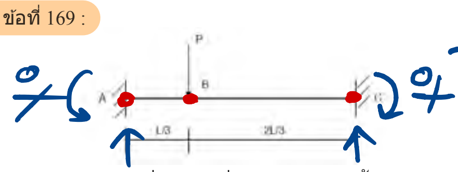
$$\frac{W\left(\frac{2L}{3}\right)}{L} + \frac{2W\left(\frac{L}{3}\right)}{L} = 4W/3$$



1 : จุดเดียวคือจุด a
2 : จุดเดียวคือจุด b
3 : สองจุด โดยเริ่มจาก a ก่อนและตามด้วย b
4 : สองจุด โดยเริ่มจาก b ก่อนและตามด้วย a
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 169 :



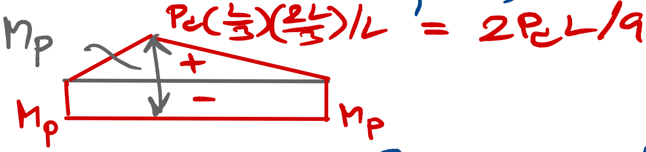

จำนวน plastic hinge = DI+1
= (4-2)+1 = 3

คานช่วงเดี่ยว AC ที่มีปลายยึดแน่นทั้งสองข้าง กำหนดให้คานมีกำลังดัดเท่ากับ Mp และมีแรงตามขวาง P กระทำที่จุด B ซึ่งมีระยะ L/3 จากปลาย A จงหาแรง P ที่ทำให้คานวิบัติแบบพลาสติก

เมื่อคานวิบัติแบบพลาสติก ที่จุด A, B, C

1 : 5 $M_p/L$
2 : 6 $M_p/L$
3 : 9 $M_p/L$
4 : 8 $M_p/L$
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

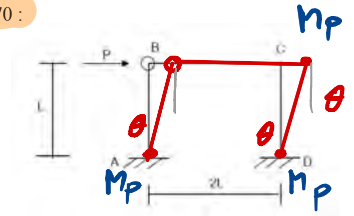
จะได้ $M = M_p$




$P_c(\frac{L}{3})(\frac{2L}{3})/L = 2P_cL/9$

$\therefore M_p = \frac{2P_cL}{9} - M_p$ ; $P_c = 2M_p \cdot \frac{9}{2L} = 9M_p/L$

ข้อที่ 170 :




จำนวน plastic hinge = DI+1
= (6-4)+1
= 3

ระบบการเกิด 3 + 1 hin

จงวิเคราะห์ค่าแรง P ที่ทำให้โครงสร้างตามรูปวิบัติแบบพลาสติก ถ้ากำลังดัดขององค์อาคารเท่ากับ $M_p$

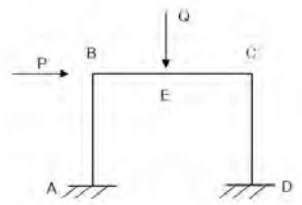
( ระบบการเกิด 3 + 1 hinge เพราะ... )

1 : $M_p$ /L
2 : 2$M_p$ /L
3 : 3$M_p$ /L
4 : 5$M_p$ /L
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

$\because P_c(L\theta) = M_p(3\theta)$

$\therefore P_c = M_p(3\theta)/(L\theta) = 3M_p/L$

ข้อที่ 171 :




independent mechanism = n − DI
= 5 − (6−3)
= 2

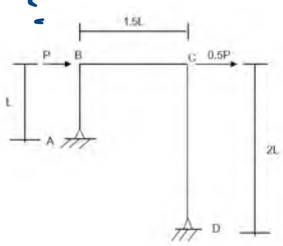
∴ จำนวนการวิบัติแบบพลาสติก = 3

โครงข้อแข็งดังรูป มีแรง P และ Q กระทำที่จุดต่อ B และ E จงหาจำนวนรูปแบบการวิบัติแบบพลาสติกของโครงสร้างนี้

1 : 3
2 : 2
3 : 1
4 : 4
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

1) sidesway mechanism
2) beam mechanism
3) 1)+2)

ข้อที่ 172 : ?




โครงข้อแข็งดังรูป มีแรง P กระทำที่จุด B และ 0.5Pกระทำที่จุด C กำหนดหน้าตัดคานมีกำลังดัด Mp จงหาแรง P ที่ทำให้โครงสร้างวิบัติแบบพลาสติก

1 : 3 Mp/L
2 : Mp/L

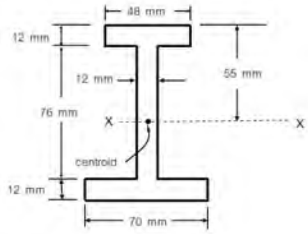
3 : 1.5 Mp/L

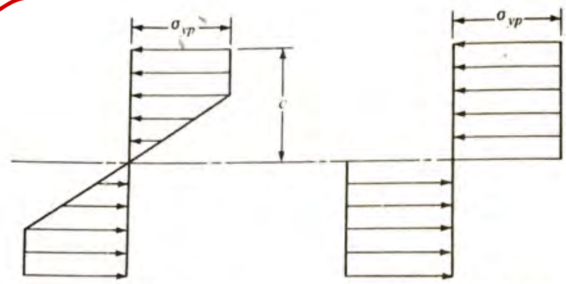
4 : 2 Mp/L

คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 173 : 8

ชิ้นส่วนที่มีหน้าตัดดังแสดงในรูป ต้องรับ pure bending โดย X-X คือแนวเส้นที่แบ่ง tension-compression zone ของหน้าตัดขณะยังอยู่ในช่วง linear elastic ถ้าเพิ่มโมเมนต์ดัดให้มากขึ้นจนหน้าตัดอยู่ในสภาวะ fully plastic ตำแหน่งของแนวเส้นที่แบ่ง tension-compression zone ของหน้าตัด จะเป็นดังนี้



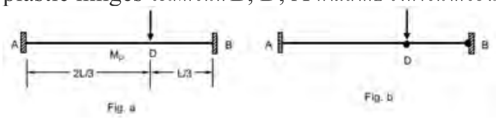




(a) Elastoplastic action (b) Fully plastic action

1 : จะอยู่ในแนวราบ แต่อยู่ใต้ตำแหน่ง centroid ของหน้าตัด
2 : จะอยู่ในแนวราบ แต่อยู่เหนือตำแหน่ง centroid ของหน้าตัด
3 : จะยังอยู่ในแนวราบ และยังคงผ่าน centroid ของหน้าตัด
4 : จะอยู่ในแนวดิ่งและยังคงผ่าน centroid ของหน้าตัด
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 174 :

คานเหล็กหน้าตัดคงที่และมีค่า plastic moment เท่ากับ Mp ต้องรับแรงหนึ่งแรง ดังแสดงในรูป (Fig.a) จากการวิเคราะห์ พบว่าเมื่อเพิ่มขนาดแรง ให้มากขึ้นเรื่อย ๆ plastic hinges จะเกิดขึ้นที่ B, D, A ตามลำดับ จงหาขนาดของแรงปฏิกิริยาแนวดิ่งที่ B ขณะที่ plastic hinge ได้เริ่มเกิดขึ้นที่ D (Fig.b)

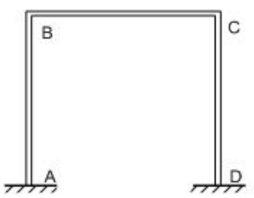


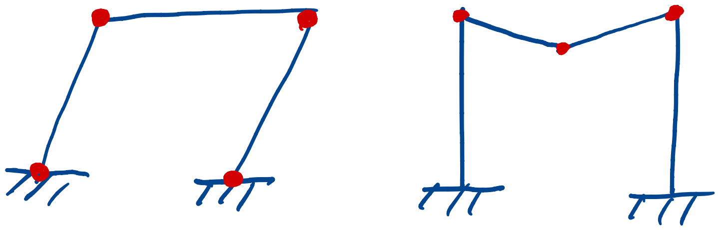

ดูวิธีทำ หน้าถัดไป

1 : $R_B = (9M_p)/L$
2 : $R_B = (5M_p)/L$
3 : $R_B = (6M_p)/L$
4 : ไม่มีคำตอบที่ให้ค่าที่ถูกต้อง
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 175 :

โดยปรกติโครงข้อแข็ง Gable Frame ช่วงเดียวชั้นเดียว ดังแสดงในรูป อาจเกิดกลไกเอกเทศ (Independent Mechanism) ได้ 2 แบบ คือ

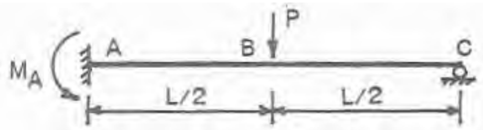


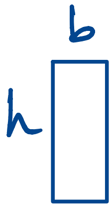
1 : Joint Mechanism และ Sway Mechanism
2 : Gable Mechanism และ Joint Mechanism
3 : Beam Mechanism และ Joint Mechanism
4 : Beam Mechanism และ Sway Mechanism
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 176 :

จากรูปสมมติให้คานมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (bxh) โมเมนต์พลาสติกของคานจะมีค่าเพิ่มขึ้นกี่เท่า หากวัสดุมีกำลัง fy เพิ่มขึ้น 2 เท่า




$\therefore M_p = Z f_y = \frac{bh^2}{4} f_y$




ถ้า $f_y$ เพิ่มเป็น $2f_y$

$M_p = Z(2f_y) = 2(Zf_y)$

$\therefore M_p$ เพิ่มขึ้น 2 เท่า

1 : 1.5 เท่า

2 : 2 เท่า

3 : 3 เท่า

4 : 4 เท่า

คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 177 :

จากรูปสมมติให้คานมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (bxh) น้ำหนักบรรทุกประลัยของคาน Pc ตามวิธีพลาสติกจะมีค่าเพิ่มขึ้นกี่เท่า หากคานมีความกว้างเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า (2b)

ข้อที่ 174 :

คานเหล็กหน้าตัดคงที่และมีค่า plastic moment เท่ากับ $M_p$ ต้องรับแรงหนึ่งแรง ดังแสดงในรูป (Fig.a) จากการวิเคราะห์ พบว่าเมื่อเพิ่มขนาดแรง ให้มากขึ้นเรื่อย ๆ plastic hinges จะเกิดขึ้นที่ B, D, A ตามลำดับ จงหาขนาดของแรงปฏิกิริยาแนวดิ่งที่ B ขณะที่ plastic hinge ได้เริ่มเกิดขึ้นที่ D (Fig.b)

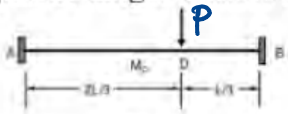



Fig. a

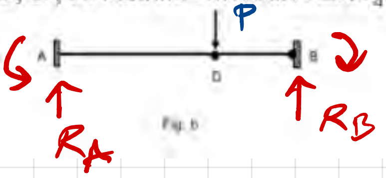
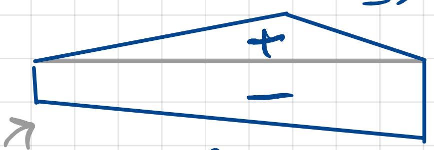


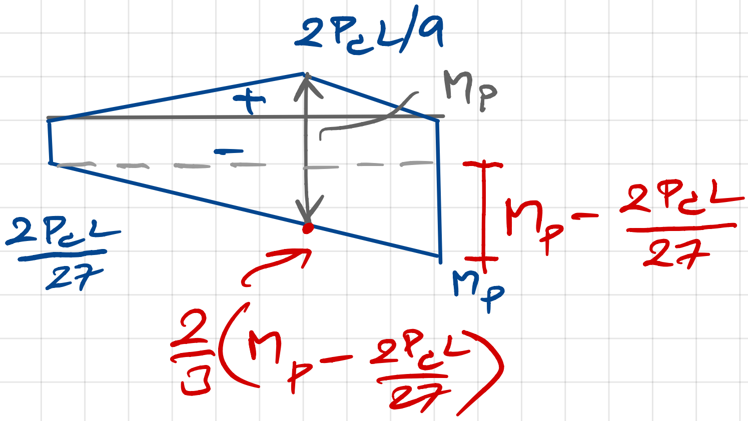

Fig. b

เมื่อ M ที่ B และ D มีค่า $= M_p$

$$P\left(\frac{2L}{3}\right)\left(\frac{L}{3}\right)/L = \frac{2PL}{9}$$




$$\frac{P\left(\frac{2L}{3}\right)\left(\frac{L}{3}\right)^2}{L^2} = \frac{2PL}{27}$$




$$\therefore \frac{2P_cL}{9} - \frac{2P_cL}{27} - \frac{2}{3}\left(M_p - \frac{2P_cL}{27}\right) = M_p$$

$$P_cL\left[\frac{2}{9} - \frac{2}{27} + \frac{4}{81}\right] = M_p + \frac{2}{3}M_p$$

$$P_cL\left(\frac{18-6+4}{81}\right) = \frac{5}{3}M_p$$

$$P_c = \frac{5}{3}M_p \cdot \frac{81}{16L} = 135M_p/16L$$

$$\overset{+}{\curvearrowleft}\sum M_A = 0 = \frac{2L}{27}P_c - \frac{2L}{3}P_c + LR_B - M_p$$

$$R_BL = M_p + \frac{2L}{3}P_c - \frac{2L}{27}P_c$$

$$= M_p + P_cL\left(\frac{18-2}{27}\right) = M_p + M_p\left(\frac{\cancelto{5}{135}\cancel{L}}{\cancel{16L}}\right)\left(\frac{\cancel{16}}{\cancel{27}}\right)$$

$$R_B = 6M_p/L$$

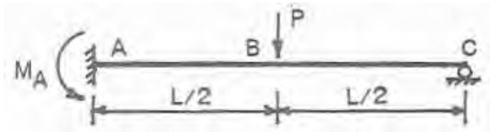
Check: $\curvearrowright \sum M_B = 0 = -\frac{2L}{27}P_c + R_AL - \frac{L}{3}P_c + M_p$

$$R_AL = -M_p + P_cL\left(\frac{2}{27} + \frac{1}{3}\right) = -M_p + M_p\left(\frac{135L}{16L}\right)\left(\frac{2+9}{27}\right)$$

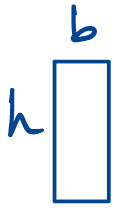
$$R_A = M_p\left(-1 + \frac{55}{16}\right)/L = 35M_p/16L$$

$$\overset{+}{\uparrow}\sum F_y = 0 = (6M_p/L) + (35M_p/16L) - (135M_p/16L)$$

$$= 0 \checkmark$$




$\therefore P_c = \frac{6M_p}{L}$



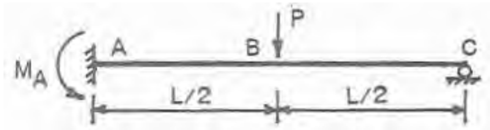

$M_p = Zf_y = \frac{bh^2}{4}f_y$

ถ้า b เพิ่มเป็น 2b : $M_p = \frac{(2b)h^2}{4}f_y = 2\left(\frac{bh^2}{4}f_y\right)$

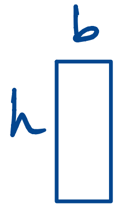
$\therefore$ $P_c$ เพิ่มขึ้น 2 เท่า

1 : 1.5 เท่า
2 : 2 เท่า
3 : 3 เท่า
4 : 4 เท่า
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 178 :
จากรูปสมมติให้คานมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (bxh) น้ำหนักบรรทุกประลัยของคาน Pc ตามวิธีพลาสติกจะมีค่าเพิ่มขึ้นกี่เท่า หากคานมีความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า (2h)




$\therefore P_c = \frac{6M_p}{L}$



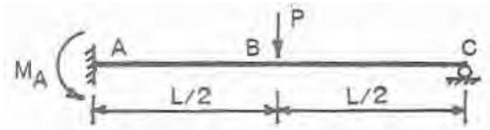

$M_p = Zf_y = \frac{bh^2}{4}f_y$

ถ้า h เพิ่มเป็น 2h : $M_p = \frac{b(2h)^2}{4}f_y = 4\left(\frac{bh^2}{4}f_y\right)$

$\therefore$ $P_c$ เพิ่มขึ้น 4 เท่า

1 : 1.5 เท่า
2 : 2 เท่า
3 : 3 เท่า
4 : 4 เท่า
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 179 :
จากรูปสมมติให้คานมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (bxh) น้ำหนักบรรทุกประลัยของคาน Pc ตามวิธีพลาสติกจะมีค่าลดลงกี่เท่า หากคานมีความยาวเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า (2L)




$\therefore P_c = \frac{6M_p}{L}$

ถ้า L เพิ่มเป็น 2L

$P_c = \frac{6M_p}{2L} = \frac{1}{2}\left(\frac{6M_p}{L}\right)$

$\therefore$ $P_c$ ลดลง 2 เท่า

1 : 1.5 เท่า
2 : 2 เท่า
3 : 3 เท่า
4 : 4 เท่า
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 180 :
ข้อใดกล่าวถูกสำหรับวิธีการวิเคราะห์แบบพลาสติกสำหรับหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า

$\therefore$ Shape Factor $= M_p/M_y = \frac{Z}{S} = 1.5$

$S = \frac{bh^2}{6}$, $Z = \frac{3}{2}S = bh^2/4$

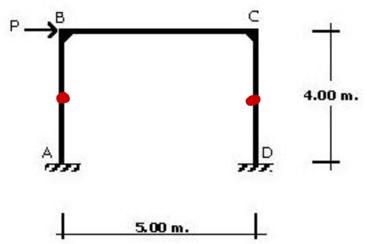
$M_y = Sf_y = (bh^2/6)f_y$

$M_p = Zf_y = (bh^2/4)f_y$

✗ 1 : $M_y = f_ybh^2/4$
✗ 2 : $M_p = f_ybh^2/6$
✗ 3 : Shape factor = $M_p/M_y$ = 2.0
4 : ไม่มีข้อใดกล่าวถูก
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

เนื้อหาวิชา : 537 : Approximate analysis

ข้อที่ 181 :
โครงข้อแข็งดังรูป หากวิเคราะห์โดยวิธี Portal method จะได้ค่าโมเมนต์ดัดที่กึ่งกลางความสูงของเสา AB และ CD เท่าใด

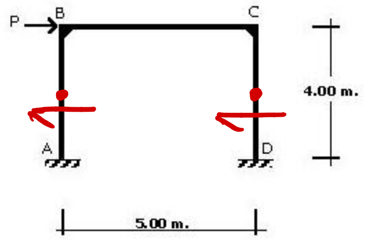



สมมติฐานของวิธี Portal
คือ จุดดัดกลับเกิดขึ้นที่กึ่งกลางเสา
(ถ้าเป็น fixed support)
$\therefore$ M ที่กึ่งกลาง = 0

1 : 0
2 : P/2
3 : P

4 : 2P
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 182 :
โครงข้อแข็งดังรูป หากวิเคราะห์โดยวิธี Portal method ค่าแรงเฉือนที่กึ่งกลางความสูงของเสา AB และ CD มีค่าเท่าใด

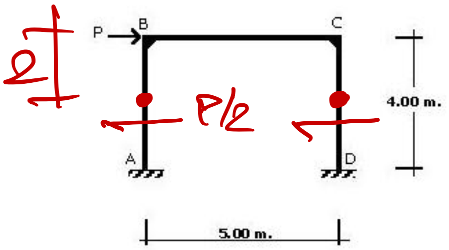



สมมติฐานคือ แรงเฉือนที่เสา รับเท่ากัน โดยถ้ามีเสา > 2 เสาด้านในจะรับเป็น 2 เท่าของ เสาด้านนอก

$\therefore V_{AB} = V_{CD} = \frac{P}{2}$

1 : 0
2 : P/2
3 : P
4 : 2P
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

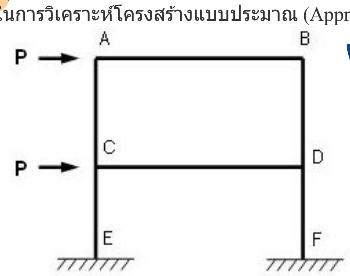
ข้อที่ 183 :
โครงข้อแข็งดังรูป หากวิเคราะห์โดยวิธี Portal method ค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดที่จุดต่อ B และ C มีค่าเท่าใด




$\therefore M_B = M_C = \frac{P}{2} \cdot 2 = P$

1 : 0
2 : P/2
3 : P
4 : 2P
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 184 :
ในการวิเคราะห์โครงสร้างแบบประมาณ (Approximate Analysis) Internal hinges สามารถใส่ได้ทั้งหมดกี่จุด




$m = 6, \; r = 6, \; j = 6$

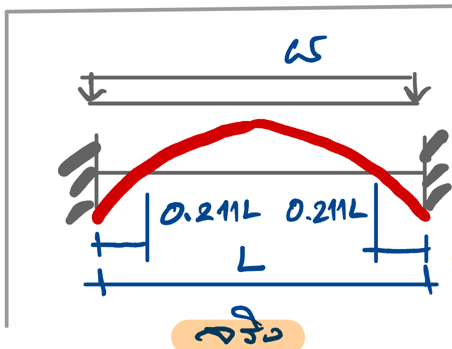
$3m + r \qquad 3j$

$3(6) + 6 \qquad 3(6)$

$24 > 18$

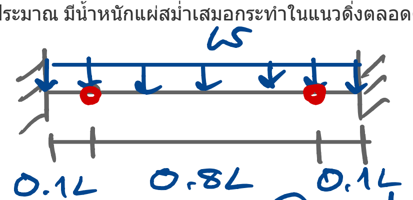
$DI = 24 - 18 = 6$

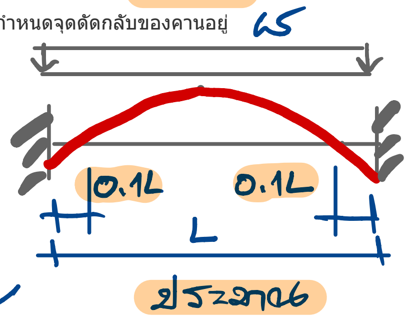
ได้หมดจำนวน DI




1 : 1
2 : 2
3 : 4
4 : 6
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 185 :
การวิเคราะห์คานปลายยึดแน่นกับเสาโดยวิธีประมาณ มีน้ำหนักแผ่สม่ำเสมอกระทำในแนวดิ่งตลอดความยาวคาน โดยทั่วไปจะกำหนดจุดดัดกลับของคานอยู่ ณ.ตำแหน่งใดของคาน




1 : 0.1 ของความยาวคาน
2 : 0.3 ของความยาวคาน
3 : 0.5 ของความยาวคาน
4 : 0.4 ของความยาวคาน
5 : 0.11 ของความยาวคาน
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

โจทย์ถามการวิเคราะห์โดยประมาณ

ข้อที่ 186 :
จุดดัดกลับของคานหรือเสาในการวิเคราะห์โครงสร้างแบบประมาณ จะมีสภาพใกล้เคียงได้กับคุณสมบัติข้อใด

1 : ตำแหน่งนั้นมีสภาพเป็น Hinge
2 : ตำแหน่งนั้นมีโมเมนต์สูงสุด
3 : ตำแหน่งนั้นมีค่าแรงเฉือนในแนวดิ่งเท่ากับศูนย์
4 : ตำแหน่งนั้นมีค่าแรงเฉือนในแนวนอนเท่ากับศูนย์

จุดดัดกลับมีสภาพใกล้เคียงกับ Hinge เพราะเป็นตำแหน่งที่โมเมนต์ดัดเท่ากับศูนย์

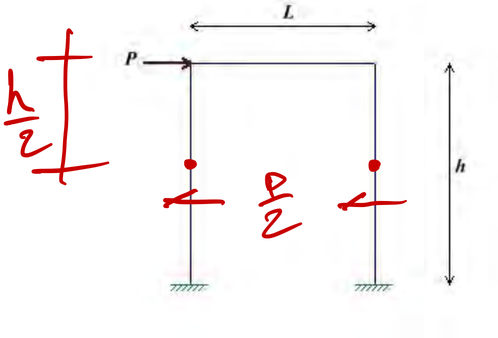
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 187 :
คำตอบข้อใดเป็นสมมติฐานของการวิเคราะห์โครงสร้างแบบประมาณโดยวิธี Portal

1 : จุดดัดกลับอยู่ที่ระยะ 0.1 ของความยาวเสาแต่ละชั้น
2 : จุดดัดกลับอยู่ที่ระยะ 0.1 ของความยาวคาน
3 : จุดดัดกลับอยู่ที่ระยะ 0.5 ของความยาวเสาแต่ละชั้น
4 : เสาต้นริมนอกรับแรงเฉือนเป็นสองเท่าของเสาต้นใน
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

โมเมนต์ที่จุดต่อของแต่ละชิ้นส่วนมีขนาดเท่ากันทั้งสองด้าน

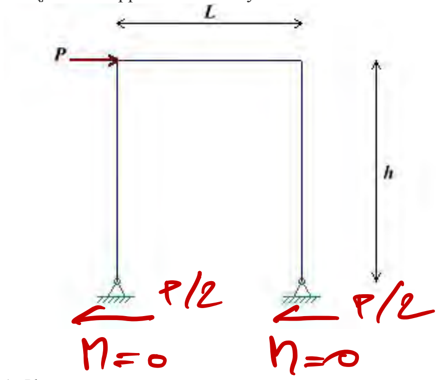
ข้อที่ 188 :
จากรูป ถ้าใช้ portal method วิเคราะห์โครงข้อแข็ง ซึ่งมีค่า EI คงที่ทุกชิ้นส่วน โมเมนต์สูงสุดที่เกิดขึ้นบนโครงข้อแข็งอยู่ในรูปใด




$\therefore M = \frac{P}{2} \cdot \frac{h}{2} = \frac{Ph}{4}$

1 : Ph
2 : Ph/2
3 : Ph/3
4 : Ph/4
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

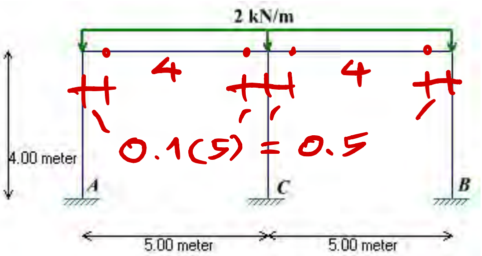
ข้อที่ 189 :
จากรูป ถ้าใช้ approximate analysis วิเคราะห์โครงข้อแข็ง ซึ่งมีค่า EI คงที่ทุกชิ้นส่วน สมการโมเมนต์สูงสุดที่เกิดขึ้นบนโครงข้อแข็งอยู่ในรูปใด

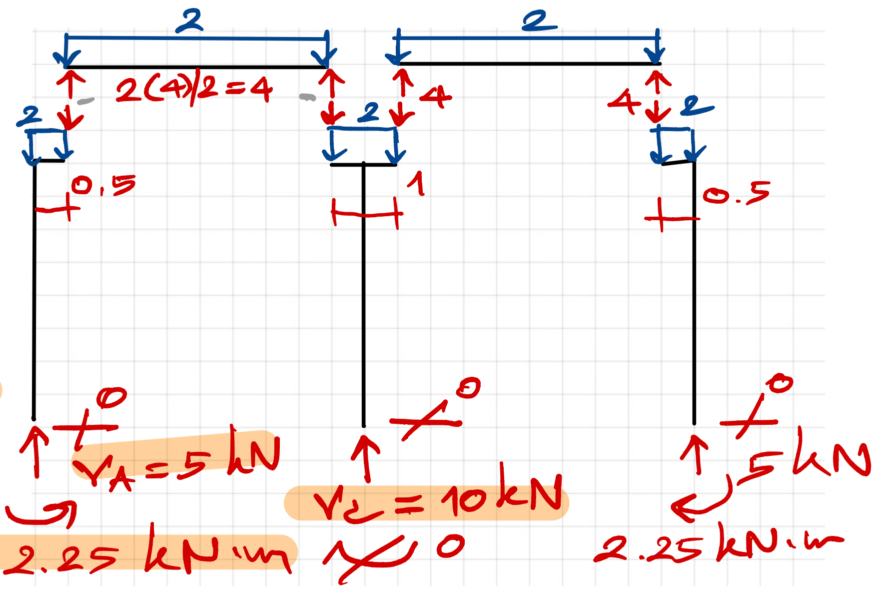



$M_{max} = \frac{P}{2} \cdot h = \frac{Ph}{2}$

1 : Ph
2 : Ph/2
3 : Ph/3
4 : Ph/4
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 190 :
จากรูป จงใช้วิธี portal วิเคราะห์โครงข้อแข็ง ซึ่งมีค่า EI คงที่ทุกชิ้นส่วน ในการหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ C



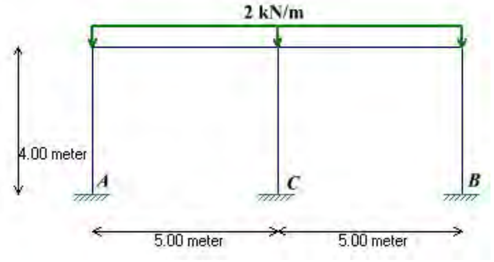




$\therefore V_C = 4 + 4 + 2(1)$
$= 10$ kN
$H_C = 0$
$M_C = 0$

1 : 5 kN
2 : 10 kN
3 : 5 kN, 2.25 kN-m
4 : 10 kN, 2.25 kN-m
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 191 :

จากรูป จงใช้วิธี portal วิเคราะห์โครงข้อแข็ง ซึ่งมีค่า EI คงที่ทุกชิ้นส่วน ในการหาค่าแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ A




จาก FBD ข้อ 190

$\therefore V_A = 4 + 2(0.5) = 5 \text{ kN}$

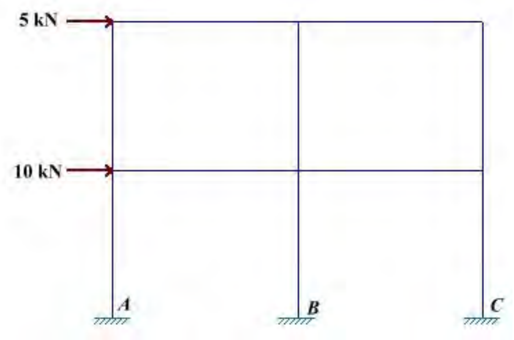
$M_A = 4(0.5) + 2\frac{(0.5)^2}{2}$

$= 2.25 \text{ kN.m}$

$H_A = 0$

1 : 5 kN
2 : 10 kN
3 : 5 kN, 2.25 kN-m
4 : 10 kN, 2.25 kN-m
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 192 :
ในการทำ approximate analysis โครงข้อแข็งซึ่งมีค่า EI คงที่ทุกชิ้นส่วน ดังรูป เราจะต้องสมมติเงื่อนไขช่วยในการวิเคราะห์เพื่อทำโครงข้อแข็งให้เป็นโครงสร้าง statically determinate กี่ข้อ




$3m + r = 3(10) + 9 = 39$

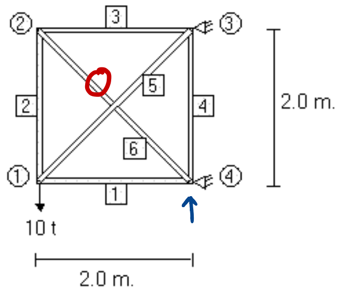
$3j = 3(9) = 27$

$\therefore DI = 39 - 27 = 12$

สมมติเงื่อนไขตามจำนวน DI

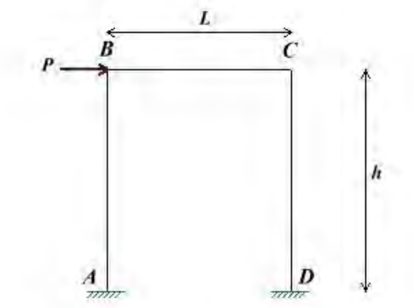
1 : 6
2 : 9
3 : 10
4 : 12
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 193 :
โครงถักดังรูป จงใช้วิธีประมาณในการวิเคราะห์ (Approximate Analysis) ถ้าชิ้นส่วนหมายเลข 5 และ 6 มีหน้าตัดที่ชะลูดมาก ชิ้นส่วนใดรับแรงอัดจะไม่สามารถรับได้ แต่สามารถรับแรงดึงได้ ชิ้นส่วนหมายเลข 1 รับแรงเท่าใด




1 : รับแรงดึง 3.53 ตัน
2 : รับแรงอัด 3.53 ตัน
3 : รับแรงอัด 7.07 ตัน
4 : ไม่มีคำตอบที่ถูก
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 194 :
จากรูป ถ้าใช้ approximate analysis วิเคราะห์โครงข้อแข็ง ซึ่งมีค่า EI คงที่ทุกชิ้นส่วน โมเมนต์สูงสุดจะเกิดขึ้นบนโครงข้อแข็งที่จุดใด

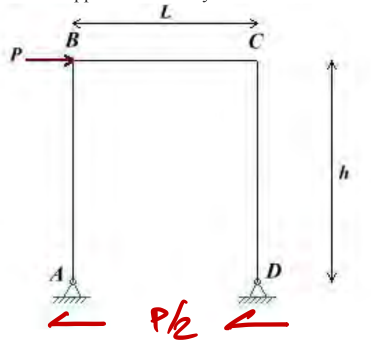



วิธี Portal มีสมมติฐานว่าจุดดัดกลับอยู่กลางชิ้นส่วน
นั่นคือ M ที่ปลายมีขนาดเท่ากัน

$\therefore M_A = M_B = M_C = M_D$

1 : จุด A และ D
2 : จุด B และ C
3 : จุด A
4 : จุด A B C และ D
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

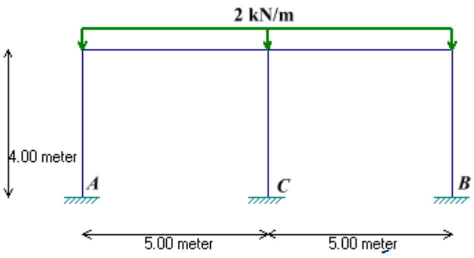
**ข้อที่ 195 :**
จากรูป ถ้าใช้ approximate analysis วิเคราะห์โครงข้อแข็ง ซึ่งมีค่า EI คงที่ทุกชิ้นส่วน โมเมนต์สูงสุดจะเกิดขึ้นบนโครงข้อแข็งที่จุดใด และอยู่ในรูปใด

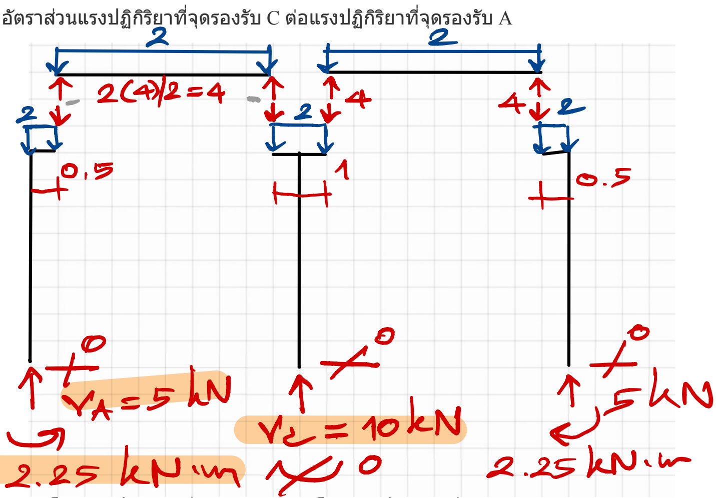



$$M_B = M_C = \frac{P}{2}h = Ph/2$$

1 : Ph/2 ที่จุด B
2 : Ph/2 ที่จุด B และจุด C
3 : Ph/4 ที่จุด B
4 : Ph/4 ที่จุด B และจุด C
5 : Ph/3 ที่จุด B
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

**ข้อที่ 196 :**
จากรูป จงใช้วิธี portal วิเคราะห์โครงข้อแข็ง ซึ่งมีค่า EI คงที่ทุกชิ้นส่วน จากนั้น จงหาอัตราส่วนแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ C ต่อแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ A

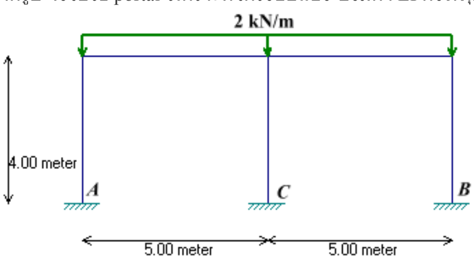



$$\therefore \frac{V_C}{V_A} = \frac{10}{5} = 2$$

1 : 1.5
2 : 2.0
3 : 2.5
4 : 3.0
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

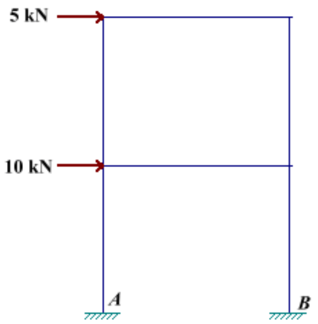
**ข้อที่ 197 :**
จากรูป จงใช้วิธี portal วิเคราะห์โครงข้อแข็ง ซึ่งมีค่า EI คงที่ทุกชิ้นส่วน จงหาอัตราส่วนของโมเมนต์ปฏิกิริยาที่จุดรองรับ C ต่อโมเมนต์ปฏิกิริยาที่จุดรองรับ A




$$\therefore \frac{M_C}{M_A} = \frac{0}{2.25} = 0$$

1 : 0.5
2 : 0.75
3 : 1.25
4 : ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

**ข้อที่ 198 :**
ในการทำ approximate analysis โครงข้อแข็งซึ่งมีค่า EI คงที่ทุกชิ้นส่วน ดังรูป เราจะต้องตั้งสมมุติฐานช่วยในการวิเคราะห์เพื่อทำโครงข้อแข็งให้เป็นโครงสร้าง statically determinate กี่ข้อ




$m = 6,\ r = 6,\ j = 6$

$3m + r \quad 3j$

$3(6) + 6 \quad 3(6)$

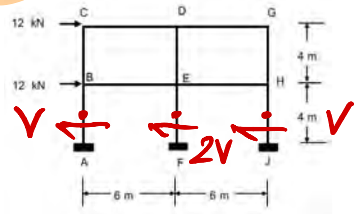
$24 > 18$

$\therefore DI = 24 - 18 = 6$

ระบบมีเงื่อนไขมากกว่าจำนวน DI

1 : 6
2 : 9
3 : 10
4 : 12
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 199 :




- ค่า M สูงสุด เกิดขึ้นในเสาชั้นล่างสุด
- เสาด้านในเท่ากับ 2 เท่า ของเสาด้านนอก
- ดังนั้น เสา EF รับ M สูงสุด

$\xrightarrow{+} \Sigma H = 0 = 12 + 12 - 4V$

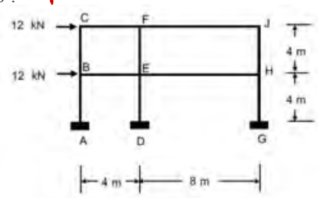
$V = 24/4 = 6\ kN$

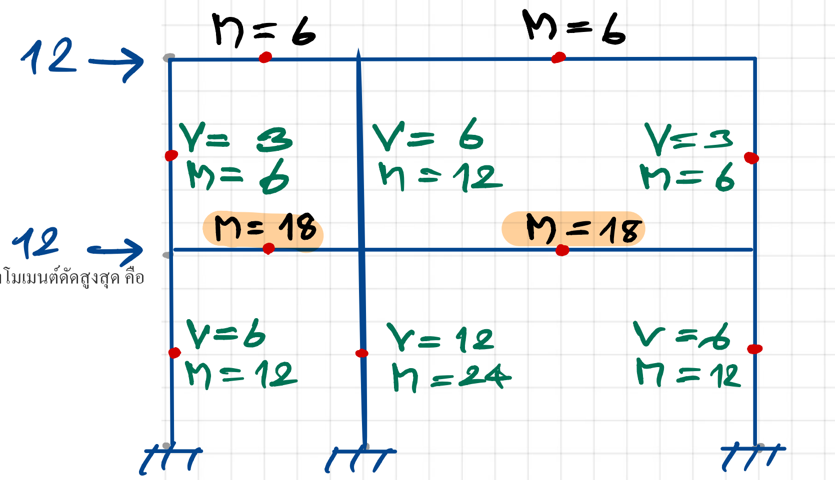
จากการวิเคราะห์โครงสร้างที่แสดงในรูปโดยวิธี portal method, เสาที่มีค่าโมเมนต์ดัดสูงสุด คือ

$\therefore M_{EF} = 2(6)(4/2) = 24\ kN.m$

1 : เสา ED รับโมเมนต์ดัดสูงสุดเท่ากับ 18 kN-m
2 : เสา EF รับโมเมนต์ดัดสูงสุดเท่ากับ 24 kN-m
3 : เสา AB รับโมเมนต์ดัดสูงสุดเท่ากับ 28 kN-m
4 : เสา HJ รับโมเมนต์ดัดสูงสุดเท่ากับ 24 kN-m
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 200 : ?



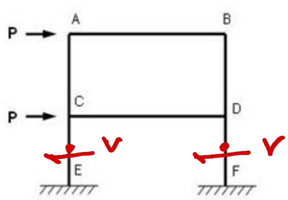




จากการวิเคราะห์โครงสร้างที่แสดงในรูป โดยวิธี portal method, คานที่มีค่าโมเมนต์ดัดสูงสุด คือ

1 : คาน BE รับโมเมนต์ดัดสูงสุดเท่ากับ 16 kN-m
2 : คาน FJ รับโมเมนต์ดัดสูงสุดเท่ากับ 18 kN-m
3 : คาน EH รับโมเมนต์ดัดสูงสุดเท่ากับ 24 kN-m
4 : คาน BE รับโมเมนต์ดัดสูงสุดเท่ากับ 20 kN-m
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 201 :

ในการวิเคราะห์โครงสร้างแบบประมาณ (Approximate Analysis) โดยวิธีพอร์ทอลของโครงข้อแข็งดังแสดงในรูป จะได้ค่าแรงเฉือนที่กึ่งกลางชิ้นส่วน CE และ DF เท่ากับ



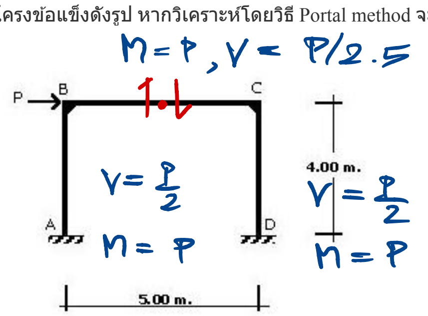

$\xrightarrow{+} \Sigma H = 0 = P + P - 2V$

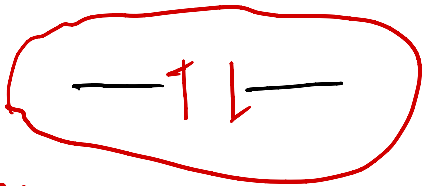
$\therefore V = 2P/2 = P$

1 : 0.25P
2 : 0.5P
3 : P
4 : 2P
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 202 :

โครงข้อแข็งดังรูป หากวิเคราะห์โดยวิธี Portal method จะได้ค่าแรงตามแนวแกนในเสา CD เท่าใด



ต้องหาแรงเฉือน V ตามรูปด้วย
P/2.5

จุดต่อ C $\Sigma V = 0$

$\therefore S_{CD} = -\frac{P}{2.5} = -0.4P$

$S_{CD}$

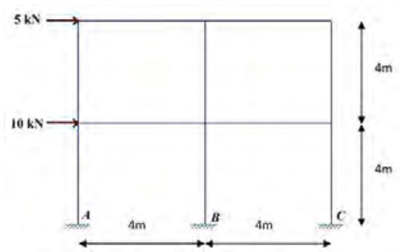
1 : 0

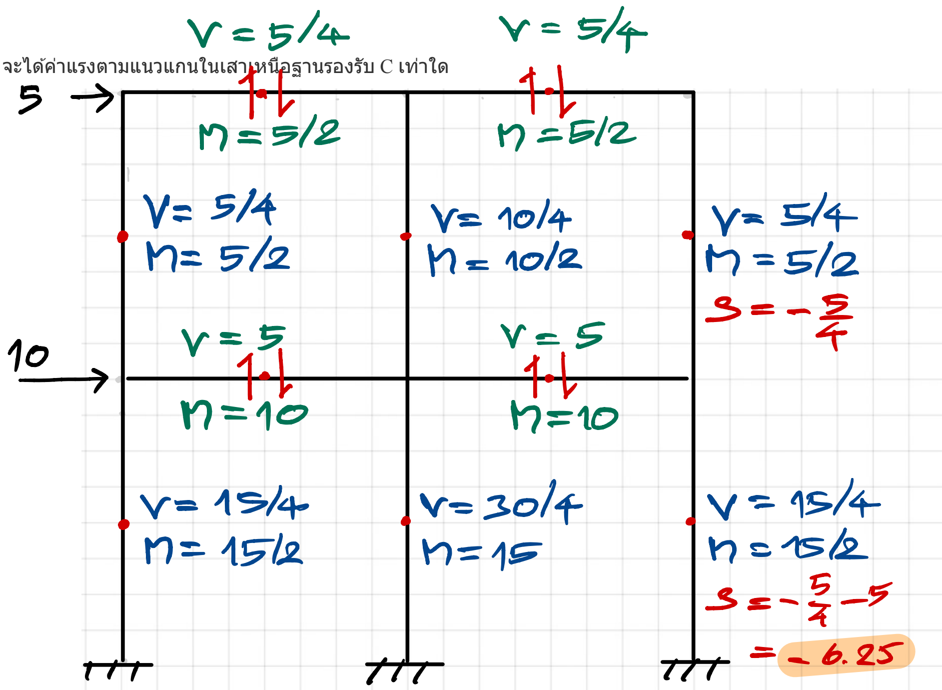
2 : 0.2P

3 : 0.4P

4 : 0.5P
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 203 : ?
โครงข้อแข็งดังรูปหากวิเคราะห์ด้วยวิธี Portal Method จะได้ค่าแรงตามแนวแกนในเสาเหนือฐานรองรับ C เท่าใด




1 : 8

2 : 10

3 : 12

4 : 14
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

เนื้อหาวิชา : 538 : Introduction to matrix structural analysis

ข้อที่ 204 :
ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีเมทริกซ์(Matrix Methods in Structural Analysis) ไม่ถูกต้อง

1 : นิยมใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยคำนวณ
2 : เหมาะกับโครงสร้างที่มีดีกรีของอินดีเทอร์มิเนทสูงๆหรือมีแรงกระทำภายนอกหลายจุด
3 : วิเคราะห์โครงสร้างที่มีน้ำหนักเนื่องจากอุณหภูมิได้
4 : วิเคราะห์โครงสร้างประกอบ(Composite structures)ได้
5 : ไม่สามารถวิเคราะห์โครงสร้างที่เป็นดีเทอร์มิเนท
คำตอบที่ถูกต้อง : 5

วิเคราะห์ได้ทั้งโครงสร้าง แบบดีเทอร์มิเนท และ แบบอินดีเทอร์มิเนท

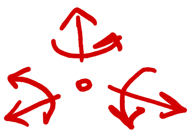
ข้อที่ 205 :
ในการวิเคราะห์โครงสร้าง Frame ด้วยวิธี Matrix Analysis ค่า Property ใดที่แปรผกผันกับความแข็งแรงของชิ้นส่วน (Element Stiffness)

1 : E (Elastic Modulus)
2 : I (Moment of Inertia)
3 : A (Area)
4 : L (Length)
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

Element Stiffness คือ สมบัติของวัสดุ / ความยาวชิ้นส่วน เช่น $k\frac{EA}{L}$ , $k\frac{EI}{L}$

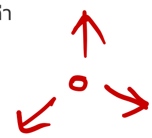
$\therefore$ ค่าความยาว (L) คือค่าแปรผกผัน

ข้อที่ 206 :
ในวิชา Structural Analysis โครงข้อแข็ง (rigid frame) ที่อยู่ใน 3 มิติ แต่ละ node ของโครงข้อแข็งจะมีจำนวน degree of freedoms ได้มากที่สุดกี่ค่า



1 : 2
2 : 3
3 : 4
4 : 5
5 : 6
คำตอบที่ถูกต้อง : 5

ข้อที่ 207 :
ในวิชา Structural Analysis โครงถัก (truss) ที่อยู่ใน 3 มิติ แต่ละ node ของโครงถักจะมีจำนวน degree of freedoms ได้มากที่สุดกี่ค่า



1 : 2
2 : 3

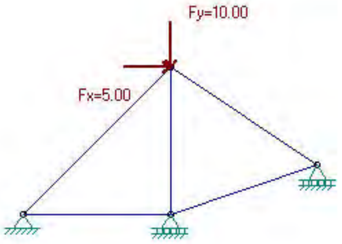
3 : 4
4 : 5
5 : 6
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 208 :
ข้อใดต่อไปนี้ถูกนำมาใช้ในการหา member global stiffness matrix [k] ในวิธี matrix displacement method

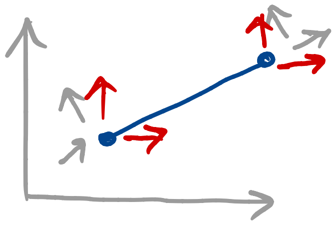
1 : equilibrium equation, compatibility condition, และ consistent deformation
2 : equilibrium equation, compatibility condition, และ force-displacement relationship
3 : equilibrium equation, consistent deformation, และ force-displacement relationship
4 : compatibility condition, force-displacement relationship, และ consistent deformation
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

consistent deformation ใช้ในวิธี force method

ข้อที่ 209 :
จากรูป ในการวิเคราะห์โครงข้อหมุนโดยวิธี matrix displacement method นั้น global structure stiffness matrix [K] ของโครงข้อหมุนจะมีขนาดเท่าใด

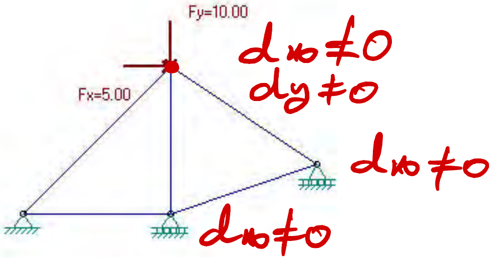



พิจารณาจาก ตัวอย่าง ข้างบนแล้วคือ member global stiffness matrix ซึ่ง สำหรับโครงข้อหมุนจะมีขนาด 4x4



1 : 4x4
2 : 6x6
3 : 8x8
4 : 10x10
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 210 :
จากรูป ในการวิเคราะห์โครงข้อหมุนโดยวิธี matrix displacement method นั้น เราจะต้องทำการ inverse matrix ขนาดเท่าใด เพื่อให้ได้ค่าการเปลี่ยนตำแหน่งที่ node ของโครงข้อหมุน

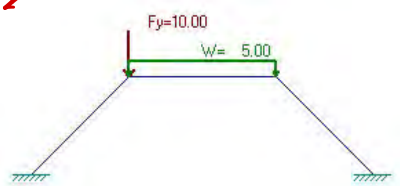



ตัวแปร Inverse Matrix เท่ากับ ตัวแปร d ไม่ทราบค่า

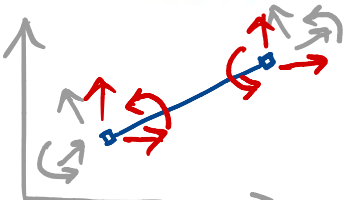
1 : 2x2
2 : 3x3
3 : 4x4
4 : 5x5
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

∴ ขนาด Inverse Matrix เท่ากับ 4x4

ข้อที่ 211 :
จากรูป ในการวิเคราะห์โครงข้อแข็งโดยวิธี matrix displacement method นั้น global structure stiffness matrix ของโครงข้อแข็งจะมีขนาดเท่าใด

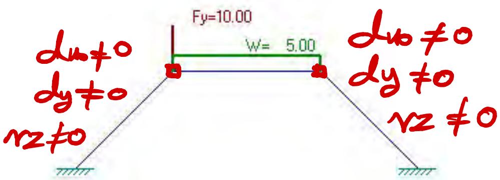



พิจารณาจาก ตัวอย่าง ข้างบนแล้วคือ member global stiffness matrix ซึ่ง สำหรับโครงข้อแข็งจะมีขนาด 6x6



1 : 3x3
2 : 4x4
3 : 6x6
4 : 9x9
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

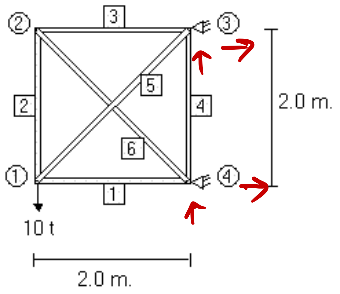
ข้อที่ 212 :
จากรูป ในการวิเคราะห์โครงข้อแข็งโดยวิธี matrix displacement method นั้น เราจะต้องทำการ inverse matrix ขนาดเท่าใด เพื่อให้ได้ค่าการเปลี่ยนตำแหน่งที่ node ของโครงข้อแข็งที่ไม่ทราบค่า




∴ ขนาด inverse matrix เท่ากับ 6x6

1 : 4x4
2 : 6x6
3 : 8x8
4 : 10x10
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

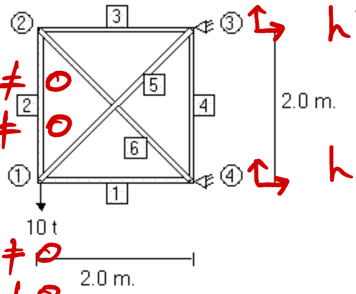
ข้อที่ 213 :
โครงถักดังรูป มีค่า Degree of Indeterminacy เท่าใด




$m = 6$
$r = 4$
$j = 4$
$m + r = 10$
$2j = 8$
$\therefore DI = 2$

1 : Statically Determinate
2 : Statically Indeterminate to 1°
3 : Statically Indeterminate to 2°
4 : ไม่มีคำตอบที่ถูก
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 214 :
โครงถักดังรูป มีจำนวน displacement degree of freedom ของระบบเท่าใด

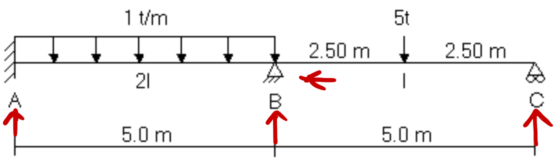



1 $d_h \neq 0$
2 $d_y \neq 0$
3 $d_h \neq 0$
4 $d_y \neq 0$

hinge support $d_h = 0$, $d_y = 0$
hinge support $d_h = 0$, $d_y = 0$

1 : 2
2 : 4
3 : 8
4 : ไม่มีคำตอบที่ถูก
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

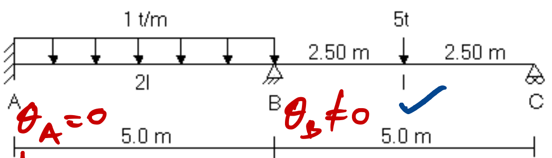
ข้อที่ 215 :
คานดังรูป มีค่า Degree of Indeterminacy เท่าใด




$m = 2$
$r = 6$
$j = 3$
$3m + r = 12$
$3j = 9$
$\therefore DI = 3$

1 : Statically Indeterminate to 1°
2 : Statically Indeterminate to 3°
3 : Statically Indeterminate to 5°
4 : ไม่มีคำตอบที่ถูก
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 216 :
คานดังรูป ถ้าไม่มีการยืดหดความยาวของทุกชิ้นส่วน จะมีจำนวน displacement degree of freedom ของระบบมีค่าเท่าใด

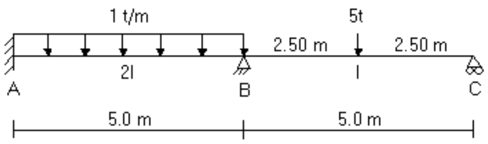



$\theta_A = 0$, $\Delta_A = 0$
$\theta_B \neq 0$, $\Delta_B = 0$
$\theta_C \neq 0$, $\Delta_C = 0$

1 : 8
2 : ไม่มีคำตอบที่ถูก
3 : 2
4 : 4
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 217 :

คานดังรูป ค่า Element Stiffness matrix ของชิ้นส่วน AB $k_{AB}$ หาได้จากข้อใด




โจทย์ข้อนี้ หมายถึง พิจารณา stiffness ของคาน เนื่องจาก θ เท่านั้น

1 :

$$k_{AB} = \frac{EI}{L}\begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$$

2 :

$$k_{AB} = \frac{EI}{L}\begin{bmatrix} 4 & & \text{symmetry} & \\ 2 & 4 & & \\ -6/L & -6/L & 12/L^2 & \\ 6/L & 6/L & -12/L^2 & 12/L^2 \end{bmatrix}$$

3 :

$$k_{AB} = \frac{EA}{L}\begin{bmatrix} c_x^2 & & \text{symmetry} & \\ c_x c_y & c_y^2 & & \\ -c_x^2 & -c_x c_y & c_x^2 & \\ -c_x c_y & -c_y^2 & c_x c_y & c_y^2 \end{bmatrix}$$

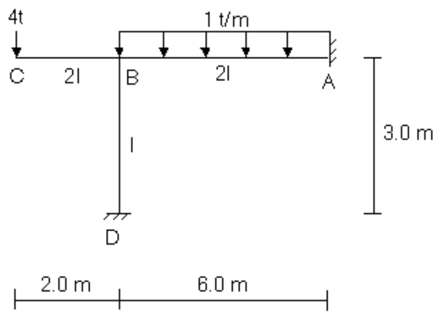
เมื่อ $c_x = \cos\theta_1$
$c_y = \cos\theta_2$

4 : ไม่มีค่าตอบที่ถูก

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 218 :

โครงข้อแข็งดังรูป มีค่า Degree of Indeterminacy เท่าใด




$m = 3$

$r = 6$

$j = 4$

$3m + r = 15$

$3j = 12$

$\therefore DI = 3$

1 : Statically Indeterminate to 1°

2 : Statically Indeterminate to 3°

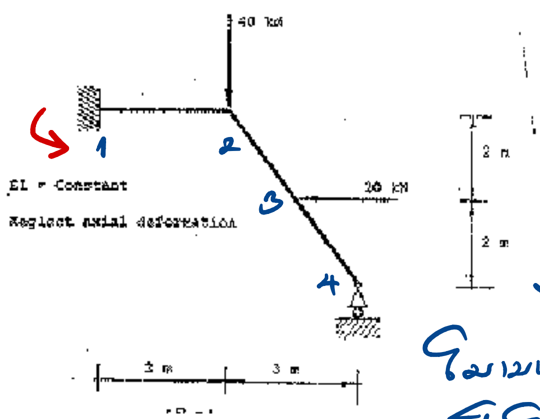
3 : Statically Indeterminate to 5°

4 : ไม่มีค่าตอบที่ถูก

คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 219 :

โดยใช้วิธี Matrix Force ให้ คำนวณหา โมเมนต์ที่ปลาย ของ element ในโครงสร้างต่อไปนี้ ให้ตอบอยู่ในรูป




การเดาคำตอบ

เมื่อพิจารณา แรงภายนอก ที่กระทำกับโครงสร้าง โมเมนต์ที่ Fixed Support จะเป็นโมเมนต์ลบ และมีค่าประมาณ หลักสิบ

1 : [-2 2 -2 0 0 0]

2 : [6 -3 3 -1.5 1.5 0]

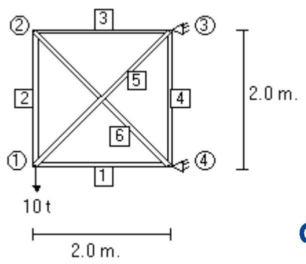
3 : [56.2 72.4 -72.4 -64.0 64.0 0]

4 : [-39.6 -20.4 20.4 30.0 30.0 0]

คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 220 :

ค่า Element Stiffness matrix ของชิ้นส่วน $\boxed{1}$
$k_1$ หาได้จากข้อใด
ใน global coordinate เมื่อ $\theta_1$ เป็นมุมของชิ้นส่วนเทียบกับแนวราบและ $\theta_2$ เป็นมุมของชิ้นส่วนเทียบกับแนวดิ่ง




Stiffness ของ truss ไม่มีค่า I เข้ามาเกี่ยวข้อง เพราะ สมมติฐานของ Truss คือรับแรงตามแนวแกนเท่านั้น

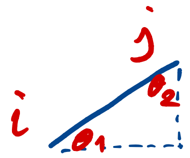
1 : $k_1 = \frac{EI}{L}\begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$

2 : $k_1 = \frac{EI}{L}\begin{bmatrix} 4 & \text{symmetry} & & \\ 2 & 4 & & \\ -6/L & -6/L & 12/L^2 & \\ 6/L & 6/L & -12/L^2 & 12/L^2 \end{bmatrix}$

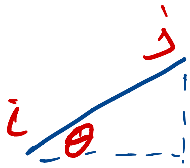
3 : $k_1 = \frac{EA}{L}\begin{bmatrix} c_x^2 & \text{symmetry} & & \\ c_xc_y & c_y^2 & & \\ -c_x^2 & -c_xc_y & c_x^2 & \\ -c_xc_y & -c_y^2 & c_xc_y & c_y^2 \end{bmatrix}$

เมื่อ $c_x = \cos\theta_1$
$c_y = \cos\theta_2$

4 : ไม่มีคำตอบที่ถูก
คำตอบที่ถูกต้อง : 3




$c = \cos\theta$
$s = \sin\theta$

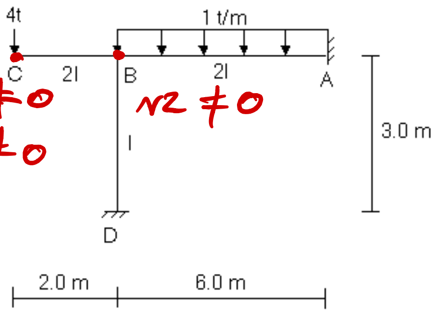



รูปแบบที่นิยม

$$K_{ij} = \frac{EA}{L}\begin{bmatrix} c^2 & \text{symmetry} & & \\ sc & s^2 & & \\ -c^2 & -sc & c^2 & \\ -sc & -s^2 & sc & s^2 \end{bmatrix}$$

ข้อที่ 221 :

โครงข้อแข็งดังรูป ถ้าไม่มีการยืดหดความยาวของทุกชิ้นส่วน จะมีจำนวน displacement degree of freedom ของระบบมีค่าเท่าใด



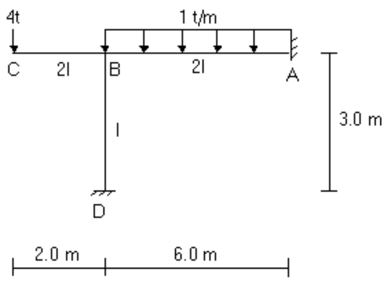

$d_y \neq 0$
$r_z \neq 0$

$r_z \neq 0$

1 : 2
2 : 3
3 : ไม่มีคำตอบที่ถูก
4 : 1
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 222 :

โครงข้อแข็งดังรูป ถ้าไม่มีการยืดหดของชิ้นส่วน ค่า Element Stiffness matrix ของชิ้นส่วน BD ใน Local coordinate หาได้จากข้อใด




โจทย์ข้อนี้หลอกแล้ว พิจารณา stiffness ของชิ้นส่วน เนื่องจาก θ เท่านั้น

1 : $k_{BD} = \frac{EI}{L}\begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$

2 :

$$k_{BD} = \frac{EI}{L}\begin{bmatrix} 4 & \text{symmetry} & & \\ 2 & 4 & & \\ -6/L & -6/L & 12/L^2 & \\ 6/L & 6/L & -12/L^2 & 12/L^2 \end{bmatrix}$$

$$k_{BD} = \frac{EA}{L}\begin{bmatrix} c_x^2 & \text{symmetry} & & \\ c_x c_y & c_y^2 & & \\ -c_x^2 & -c_x c_y & c_x^2 & \\ -c_x c_y & -c_y^2 & c_x c_y & c_y^2 \end{bmatrix}$$

เมื่อ $c_x = \cos\theta_1$

$c_y = \cos\theta_2$

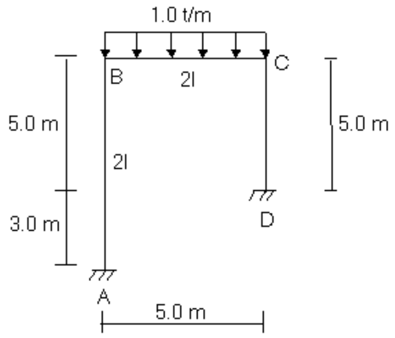
3 :

4 : ไม่มีค่าตอบที่ถูก

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 223 :

โครงข้อแข็งดังรูป มีค่า Degree of Indeterminate เท่าใด




$m = 3, r = 6, j = 4$

$3m + r = 15$

$3j = 12$

$\therefore DI = 3$

1 : Statically Indeterminate to 1°

2 : Statically Indeterminate to 3°

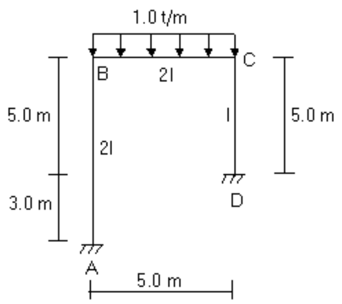
3 : Statically Indeterminate to 5°

4 : ไม่มีค่าตอบที่ถูก

คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 224 : ?

โครงแข็งดังรูป มีค่า Element Stiffness matrix ของชิ้นส่วน AB ใน global coordinate เท่าใด




1 :

$$k_{AB} = \frac{EI}{L}\begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$$

2 :

$$k_{AB} = \frac{EI}{L}\begin{bmatrix} 4 & \text{symmetry} & & \\ 2 & 4 & & \\ -6/L & -6/L & 12/L^2 & \\ 6/L & 6/L & -12/L^2 & 12/L^2 \end{bmatrix}$$

$$k_{AB} = \frac{EA}{L}\begin{bmatrix} c_x^2 & \text{symmetry} & & \\ c_x c_y & c_y^2 & & \\ -c_x^2 & -c_x c_y & c_x^2 & \\ -c_x c_y & -c_y^2 & c_x c_y & c_y^2 \end{bmatrix}$$

เมื่อ $c_x = \cos\theta_1$

$c_y = \cos\theta_2$

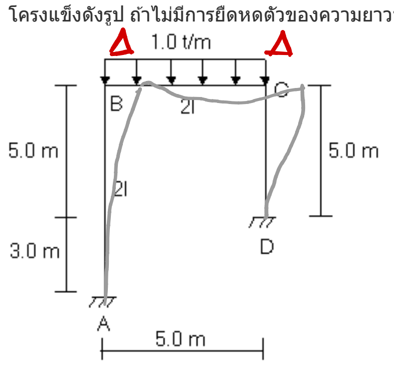
3 :

4 : ไม่มีค่าตอบที่ถูก

คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 225 :

โครงแข็งดังรูป ถ้าไม่มีการยืดหดตัวของความยาวทุกชิ้นส่วน จะมีจำนวน displacement degree of freedom ของระบบมีค่าเท่าใด




$\theta_B \neq 0$

$\theta_C \neq 0$

$\Delta_B = \Delta_C = \Delta$

1 : 1
2 : 2
3 : 3
4 : ไม่มีคำตอบที่ถูก
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 226 :

กำหนดให้ $A = \begin{bmatrix} 4 & 1 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}$ จงหา $A^{-1}$

ทบทวน Matrix 2x2

ถ้า $A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$

$A^{-1} = \frac{1}{ad-bc}\begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$

$\therefore A^{-1} = \frac{1}{4(3)-1(2)}\begin{bmatrix} 3 & -1 \\ -2 & 4 \end{bmatrix}$

$= \frac{1}{10}\begin{bmatrix} 3 & -1 \\ -2 & 4 \end{bmatrix}$

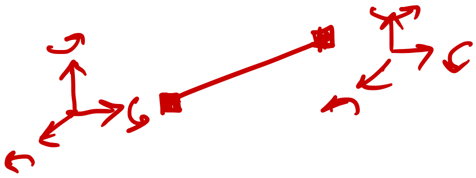
1 : $A^{-1} = \frac{1}{10}\begin{bmatrix} 4 & -1 \\ -2 & 3 \end{bmatrix}$

2 : $A^{-1} = \frac{1}{10}\begin{bmatrix} 3 & -1 \\ -2 & 4 \end{bmatrix}$

3 : $A^{-1} = \frac{1}{10}\begin{bmatrix} -4 & -1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix}$

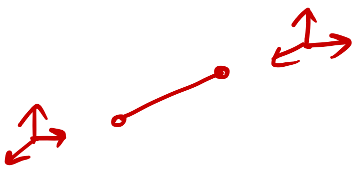
4 : ไม่มีคำตอบที่ถูก
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 227 :
ในวิชา Structural Analysis โครงข้อแข็ง (rigid frame) ที่อยู่ใน 3 มิติ หนึ่งชิ้นส่วนโครงข้อแข็งจะมีจำนวน degree of freedoms ได้มากที่สุดกี่ค่า



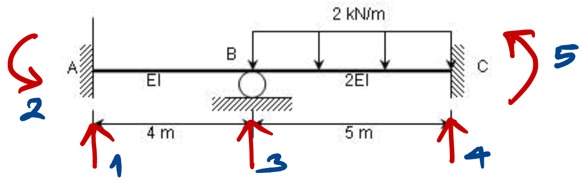
1 : 3
2 : 6
3 : 9
4 : 12
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 228 :
ในวิชา Structural Analysis โครงถัก (truss) ที่อยู่ใน 3 มิติ หนึ่งชิ้นส่วนโครงถักจะมีจำนวน degree of freedoms ได้มากที่สุดกี่ค่า



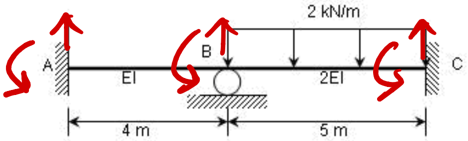
1 : 3
2 : 4
3 : 6
4 : 9
คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 229 :
จากรูป ในการวิเคราะห์คานโดยใช้ matrix structural analysis คานดังกล่าวมี degree of freedoms ที่ถูกยึดรั้ง (constrained degree of freedoms) ได้มากที่สุดกี่ค่า




1 : 2
2 : 3
3 : 4
4 : 5
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 230 :
จากรูป ในการวิเคราะห์คานโดยวิธี matrix displacement method นั้น global structure stiffness matrix [K] ของคานจะมีขนาดเท่าใด

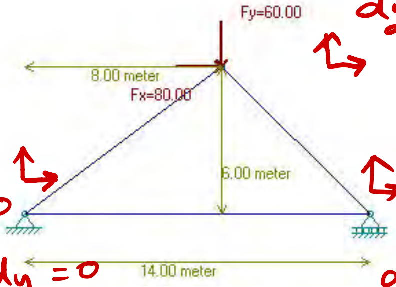



1 : 2x2
2 : 6x6
3 : 8x8

4 : 10x10
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 231 :
จากรูป ในการวิเคราะห์โครงข้อหมุนโดยวิธี matrix displacement method นั้น เราจะต้องทำการ inverse matrix ขนาดเท่าใด เพื่อให้ได้ค่าการเปลี่ยนตำแหน่งที่ node ของโครงข้อหมุน

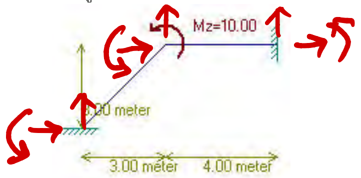
$d_y \neq 0$ 3
$d_x \neq 0$ 2




$d_x = 0$
$d_y = 0$
$d_x \neq 0$ 1
$d_y = 0$

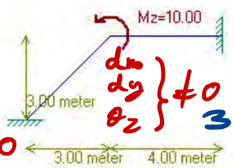
1 : 3x3
2 : 4x4
3 : 5x5
4 : 6x6
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 232 :
จากรูป ในการวิเคราะห์โครงข้อแข็งโดยวิธี matrix displacement method นั้น global structure stiffness matrix ของโครงข้อแข็งจะมีขนาดเท่าใด




1 : 3x3
2 : 4x4
3 : 6x6
4 : 9x9
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

ข้อที่ 233 :
จากรูป ในการวิเคราะห์โครงข้อแข็งโดยวิธี matrix displacement method นั้น เราจะต้องทำการ inverse matrix ขนาดเท่าใด เพื่อให้ได้ค่าการเปลี่ยนตำแหน่งที่ node ของโครงข้อแข็งที่ไม่ทราบค่า




$\left.\begin{matrix} d_x \\ d_y \\ \theta_z \end{matrix}\right\} \neq 0$ 3

$\left.\begin{matrix} d_x \\ d_y \\ \theta_z \end{matrix}\right\} = 0$

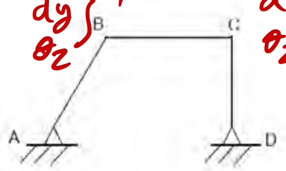
$\left.\begin{matrix} d_x \\ d_y \\ \theta_z \end{matrix}\right\} = 0$

1 : 2x2
2 : 3x3
3 : 4x4
4 : 6x6
5 : 9x9
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 234 :

$\left.\begin{matrix} d_x \\ d_y \\ \theta_z \end{matrix}\right\} \neq 0$ 3

$\left.\begin{matrix} d_x \\ d_y \\ \theta_z \end{matrix}\right\} \neq 0$ 3



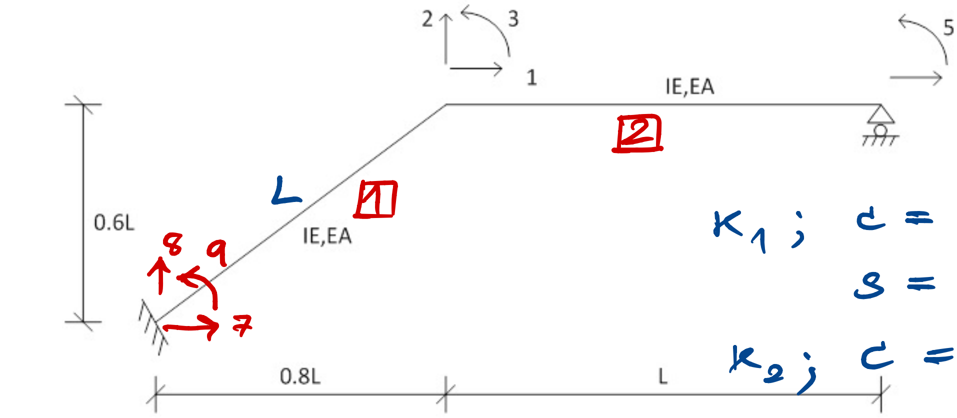

$d_x = 0$
$d_y = 0$
$\theta_z \neq 0$
1

$d_x = 0$
$d_y = 0$
$\theta_z \neq 0$
1

จงหา DOF ของโครงข้อแข็งในกรณีที่วิเคราะห์ตามวิธี matrix stiffness method

1 : 10
2 : 8
3 : 3
4 : 6
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 235 :




$K_1$ ; $c = \frac{0.8L}{L} = 0.8$

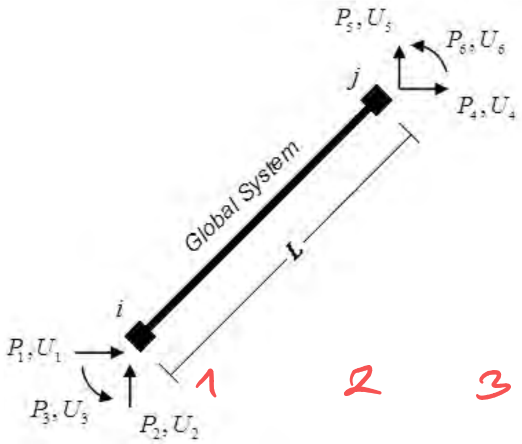
$s = \frac{0.6L}{L} = 0.6$

$K_2$ ; $c = \frac{L}{L} = 1$

$s = \frac{0}{L} = 0$

L = 5m
A = 800 $cm^2$
* I = 105 $cm^4$
E = 2x$10^6$ kg/$cm^2$

I ไม่น่าจะน้อยกว่า A




$$K_{11} = c^2\frac{EA}{L} + s^2\frac{12EI}{L^3}$$

$$= E\left[\frac{c^2A}{L} + \frac{12s^2I}{L^3}\right]$$

$$= (2\times10^6)\left[\frac{0.8^2(800)}{500} + \frac{12(0.6)^2(105)}{500^3}\right]$$

$= 2048007$ kg/cm

$= 2048$ T/cm

$$\begin{array}{cccccccc}
 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & K_2 \\
 & 7 & 8 & 9 & 1 & 2 & 3 & K_1
\end{array}$$

$$\mathbf{K}_{EB} = \begin{array}{c}
\left[\begin{array}{cccccc}
\boxed{c^2\frac{EA}{L}+s^2\frac{12EI}{L^3}} & cs\frac{EA}{L}-cs\frac{12EI}{L^3} & -s\frac{6EI}{L^2} & -c^2\frac{EA}{L}-s^2\frac{12EI}{L^3} & -cs\frac{EA}{L}+cs\frac{12EI}{L^3} & -s\frac{6EI}{L^2} \\
cs\frac{EA}{L}-cs\frac{12EI}{L^3} & s^2\frac{EA}{L}+c^2\frac{12EI}{L^3} & c\frac{6EI}{L^2} & -cs\frac{EA}{L}+cs\frac{12EI}{L^3} & -s^2\frac{EA}{L}-c^2\frac{12EI}{L^3} & c\frac{6EI}{L^2} \\
-s\frac{6EI}{L^2} & c\frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} & s\frac{6EI}{L^2} & -c\frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} \\
-c^2\frac{EA}{L}-s^2\frac{12EI}{L^3} & -cs\frac{EA}{L}+cs\frac{12EI}{L^3} & s\frac{6EI}{L^2} & \boxed{c^2\frac{EA}{L}+s^2\frac{12EI}{L^3}} & cs\frac{EA}{L}-cs\frac{12EI}{L^3} & s\frac{6EI}{L^2} \\
-cs\frac{EA}{L}+cs\frac{12EI}{L^3} & -s^2\frac{EA}{L}-c^2\frac{12EI}{L^3} & -c\frac{6EI}{L^2} & cs\frac{EA}{L}-cs\frac{12EI}{L^3} & s^2\frac{EA}{L}+c^2\frac{12EI}{L^3} & -c\frac{6EI}{L^2} \\
-s\frac{6EI}{L^2} & c\frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} & s\frac{6EI}{L^2} & -c\frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L}
\end{array}\right]
\end{array}
\begin{array}{cc}
K_1 & \\
7 & 1 \\
8 & 2 \\
9 & 3 \\
1 & 4 \\
2 & 5 \\
3 & 6
\end{array}$$

where

$c = \cos\phi$ and $s = \sin\phi$

ที่ $K_2$ :

$$K_{11} = c^2\frac{EA}{L} + s^2\frac{12EI}{L^3} \quad 0$$

$$= E\left[\frac{c^2A}{L} + \cancel{\frac{12s^2I}{L^3}}\right] \quad \text{เพราะ } s=0$$

$$= (2\times10^6)\left[\frac{1^2(800)}{500}\right]$$

$= 3200000$ kg/cm

$= 3200$ T/cm

ค่า $K_{11}$ ของโครงข้อแข็งในรูปมีค่าเท่ากับ

1 :
3284.32

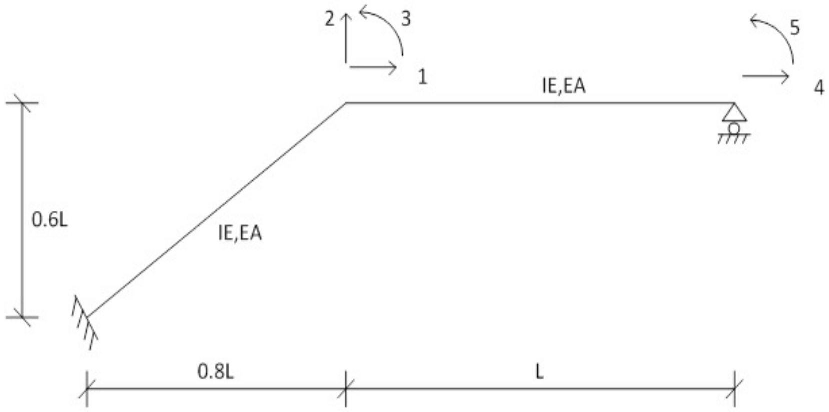
2 : 4284.32

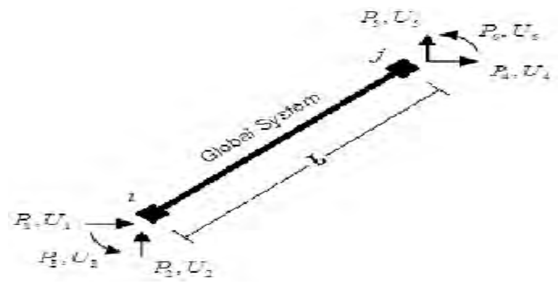
3 : 1284.32

4 : 9548.32
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 236 : ?

$\therefore K_{11} = 2048 + 3200 = 5248$ T/cm




$$
\mathbf{K}_{EB}=\begin{bmatrix}
c^2\frac{EA}{L}+s^2\frac{12EI}{L^3} & cs\frac{EA}{L}-cs\frac{12EI}{L^3} & -s\frac{6EI}{L^2} & -c^2\frac{EA}{L}-s^2\frac{12EI}{L^3} & -cs\frac{EA}{L}+cs\frac{12EI}{L^3} & -s\frac{6EI}{L^2} \\
cs\frac{EA}{L}-cs\frac{12EI}{L^3} & s^2\frac{EA}{L}+c^2\frac{12EI}{L^3} & c\frac{6EI}{L^2} & -cs\frac{EA}{L}+cs\frac{12EI}{L^3} & -s^2\frac{EA}{L}-c^2\frac{12EI}{L^3} & c\frac{6EI}{L^2} \\
-s\frac{6EI}{L^2} & c\frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} & s\frac{6EI}{L^2} & -c\frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} \\
-c^2\frac{EA}{L}-s^2\frac{12EI}{L^3} & -cs\frac{EA}{L}+cs\frac{12EI}{L^3} & s\frac{6EI}{L^2} & c^2\frac{EA}{L}+s^2\frac{12EI}{L^3} & cs\frac{EA}{L}-cs\frac{12EI}{L^3} & s\frac{6EI}{L^2} \\
-cs\frac{EA}{L}+cs\frac{12EI}{L^3} & -s^2\frac{EA}{L}-c^2\frac{12EI}{L^3} & -c\frac{6EI}{L^2} & cs\frac{EA}{L}-cs\frac{12EI}{L^3} & s^2\frac{EA}{L}+c^2\frac{12EI}{L^3} & -c\frac{6EI}{L^2} \\
-s\frac{6EI}{L^2} & c\frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} & s\frac{6EI}{L^2} & -c\frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L}
\end{bmatrix}
$$

where

$c=\cos\phi$ and $s=\sin\phi$

ค่า $K_{21}$ ของโครงข้อแข็งในรูปมีค่าเท่ากับ

1 :
954.24

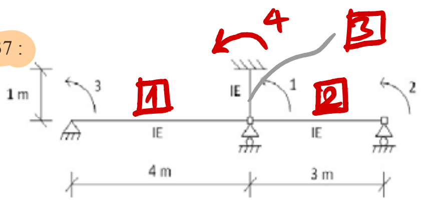
2 : -954.24

3 : 1954.24

4 : -1954.24

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 237 :




$$K=\frac{EI}{L}\begin{array}{c} \begin{array}{cc}\theta_i & \theta_j\end{array} \\ \begin{bmatrix}4 & 2\\ 2 & 4\end{bmatrix}\end{array}\begin{array}{c}\theta_i\\ \theta_j\end{array}$$

ค่า $K_{11}$ ของโครงข้อแข็งในรูปมีค่าเท่ากับ

$K_1=\frac{EI}{4}\begin{array}{c}\begin{array}{cc}3 & 1\end{array}\\ \begin{bmatrix} & \\ & 4\end{bmatrix}\end{array}\begin{array}{c}3\\1\end{array} \Rightarrow K_{11}=\frac{4EI}{4}=EI$

1 : 3.333EI

2 : 4.333EI

$K_2=\frac{EI}{3}\begin{array}{c}\begin{array}{cc}1 & 2\end{array}\\ \begin{bmatrix}4 & \\ & \end{bmatrix}\end{array}\begin{array}{c}1\\2\end{array} \Rightarrow K_{11}=\frac{4EI}{3}$

3 : 5.333EI

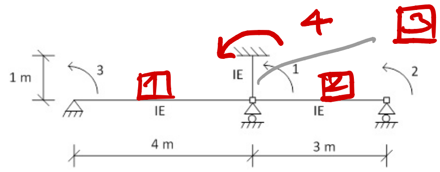
4 : 6.333EI

คำตอบที่ถูกต้อง : 4

$K_3=\frac{EI}{1}\begin{array}{c}\begin{array}{cc}1 & 4\end{array}\\ \begin{bmatrix}4 & \\ & \end{bmatrix}\end{array}\begin{array}{c}1\\4\end{array} \Rightarrow K_{11}=\frac{4EI}{1}=4EI$

ข้อที่ 238 :

$\therefore K_{11}=EI+\frac{4}{3}EI+4EI=\frac{19}{3}EI=6.333EI$




ค่า $K_{23}$ ของโครงข้อแข็งในรูปมีค่าเท่ากับ

$K_{23}$ ไม่มี เพราะจุดต่อ 3 กับจุดต่อ 2 ไม่เชื่อมต่อกัน

1 : 0

$\therefore K_{23} = 0$

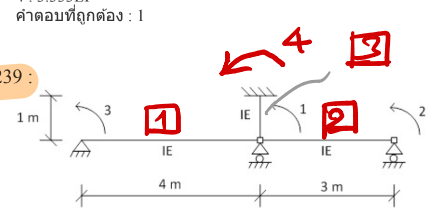
2 : 4EI/3

3 : EI

4 : 3.333EI

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 239 :




$$K = \frac{EI}{L}\begin{array}{cc} \theta_i & \theta_j \\ \left[\begin{array}{cc} 4 & 2 \\ 2 & 4 \end{array}\right] & \begin{array}{c} \theta_i \\ \theta_j \end{array} \end{array}$$

ค่า $K_{31}$ ของโครงข้อแข็งในรูปมีค่าเท่ากับ

$K_{31}$ มีชิ้นส่วนเดียวต่ออยู่ใน $K_1$

1 : EI/2

$$\therefore K_1 = \frac{EI}{4}\begin{array}{cc} 3 & 1 \\ \left[\begin{array}{cc} 4 & 2 \\ 2 & 4 \end{array}\right] & \begin{array}{c} 3 \\ 1 \end{array} \end{array}$$

2 : EI

3 : 2EI

4 : 0

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

$$\therefore K_{31} = \frac{2EI}{4} = EI/2$$

ข้อที่ 240 :

จงอธิบายความหมายทางกายภาพของค่า stiffness influence coefficient $K_{ij}$

$K_{ij}$ is defined as the force at i corresponding to a unit displacement at j and j alone.

1 : เป็นแรงที่กระทำที่ DOF ที่ i เนื่องจากการใส่ displacement 1 หน่วยที่ DOF ที่ j

2 : เป็นแรงกระทำที่ DOF ที่ j เนื่องจากการใส่ displacement 1 หน่วยที่ i

3 : เป็น displacement ที่เกิดขึ้นที่ DOF ที่ i เนื่องจากการใส่แรงหนึ่งหน่วยที่ DOF ที่ j

4 : เป็น displacement ที่เกิดขึ้นที่ DOF ที่ j เนื่องจากการใส่แรงหนึ่งหน่วยที่ DOF ที่ i

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 241 :

จงอธิบายความหมายทางกายภาพของค่า flexibility influence coefficient $F_{ij}$

1 : เป็นแรงที่กระทำที่ DOF ที่ i เนื่องจากการใส่ displacement 1 หน่วยที่ DOF ที่ j

2 : เป็นแรงกระทำที่ DOF ที่ j เนื่องจากการใส่ displacement 1 หน่วยที่ i

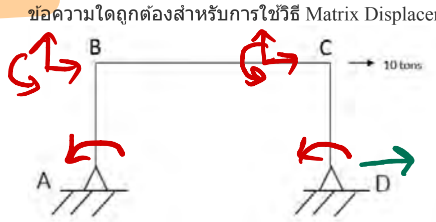
3 : เป็น displacement ที่เกิดขึ้นที่ DOF ที่ i เนื่องจากการใส่แรงหนึ่งหน่วยที่ DOF ที่ j

4 : เป็น displacement ที่เกิดขึ้นที่ DOF ที่ j เนื่องจากการใส่แรงหนึ่งหน่วยที่ DOF ที่ i

คำตอบที่ถูกต้อง : 3

ข้อที่ 242 :

ข้อความใดถูกต้องสำหรับการใช้วิธี Matrix Displacement Method กับ Matrix Force Method สำหรับวิเคราะห์โครงสร้างดังแสดงในรูป




Displacement Method
ขนาด Inverse ขึ้นอยู่กับ จำนวน d
ซึ่ง เท่ากับ 8x8

1 : ไม่จำเป็นต้อง inverse metrix สำหรับการวิเคราะห์ด้วย Matrix Force Method

Force Method

2 : ต้อง inverse matrix ขนาด 3x3 ถ้าใช้วิธี Matrix Displacement Method

3 : ต้อง inverse matrix ขนาด 3x3 ถ้าใช้วิธี Matrix ขนาด 3x3 ถ้าใช้วิธี Matrix Force Method

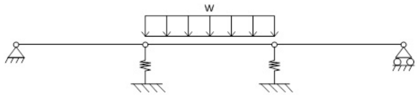
4 : ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

ขนาด Inverse ขึ้นอยู่กับ จำนวน DI

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ซึ่งเท่ากับ 1x1 คือไม่ต้อง Inverse

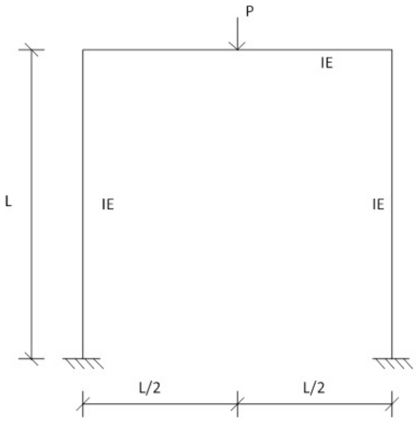
ข้อที่ 243 :




ในการวิเคราะห์คานโดยวิธี matrix displacement method นั้น เราต้องทำการ inverse matrix ขนาดเท่าใดเพื่อให้ได้ค่าการเปลี่ยนตำแหน่งที่ node

1 : 6x6
2 : 4x4
3 :
5x5
4 : 3x3
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

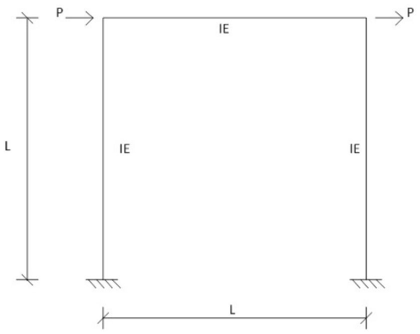
ข้อที่ 244 :




โครงข้อแข็งดังแสดงในรูป ไม่คิดการเปลี่ยนรูปในแนวแกนเราสามารถใช้ symmetry ในการลดจำนวน DOF เหลือเพียง

1 : 1
2 : 2
3 : 3
4 : 4
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 245 :




โครงข้อแข็งดังแสดงในรูป ไม่คิดผลของการเปลี่ยนรูปในแนวแกนเราสามารถใช้ Anti-Symmetry และ Symmetry ในการลดจำนวน DOF เหลือเพียงเท่าใด

1 : 2
2 : 3
3 : 4
4 : 5
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 246 :
ในการรวมผลของ stiffness matrix ของชิ้นส่วนประกอบกันเป็น stiffness matrix ของโครงสร้างเราใช้หลักการใดในขั้นตอนสุดท้าย

1 : Equilibrium และ compatibility ที่ node

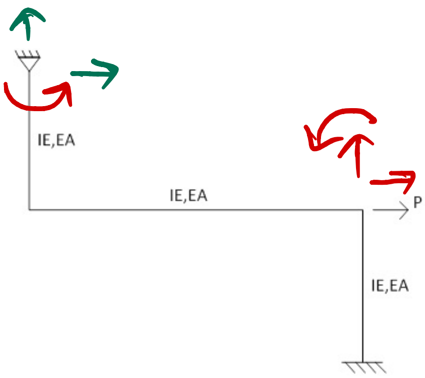
2 : Force-Displacement relation ของชิ้นส่วน

3 : Compatibility และ Equilibrium ของชิ้นส่วน

4 : ไม่มีข้อถูก

คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 247 :




Displacement Method
ขนาด Inverse ขึ้นอยู่กับ จำนวน d
ซึ่ง เท่ากับ 4x4

Force Method
ขนาด Inverse ขึ้นอยู่กับ จำนวน DI
ซึ่งเท่ากับ 2x2

โครงข้อแข็งดังแสดงในรูปหากต้องเลือกวิธีการวิเคราะห์ระหว่าง Matrix Displacement Method กับ Matrix Force Method ภายใต้เงื่อนไขของการ inverse matrix ขนาดเล็กที่สุดควรเลือกวิธีใด

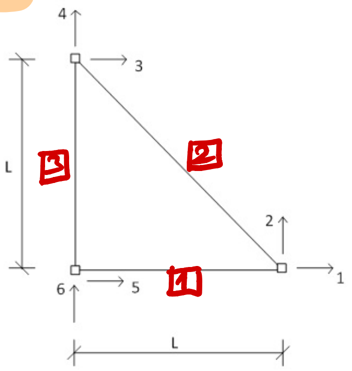
1 : Matrix Displacement Method โดย inverse Matrix ขนาด 1x1

2 : Matrix Force Method โดย inverse Matrix ขนาด 2x2

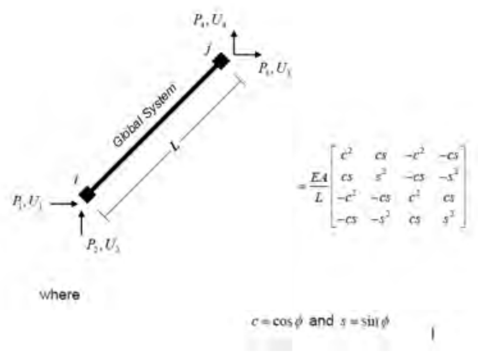
3 : Matrix Force Method โดย inverse Matrix ขนาด 1x1

4 : Matrix Displacement Method โดย inverse Matrix ขนาด 2x2
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 248 :




EA = 8000
L = 4




$$K_1 = \frac{EA}{L}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 5 & 6 & 1 & 2 \end{array} \\ \begin{bmatrix} & & & \\ & & c^2 & \\ & & & \end{bmatrix} \end{array}\begin{array}{c} 5 \\ 6 \\ 1 \\ 2 \end{array}$$

$$c = \frac{(x_j - x_i)}{L} = \frac{L-0}{L} = 1$$

จาก $K_1$ ; $K_{11} = \frac{8000}{4}(1)^2$
$= 2000$

$$K_2 = \frac{EA}{\sqrt{2}L}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 3 & 4 & 1 & 2 \end{array} \\ \begin{bmatrix} & & & \\ & & c^2 & \\ & & & \end{bmatrix} \end{array}\begin{array}{c} 3 \\ 4 \\ 1 \\ 2 \end{array}$$

$$c = \frac{L-0}{\sqrt{2}L} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

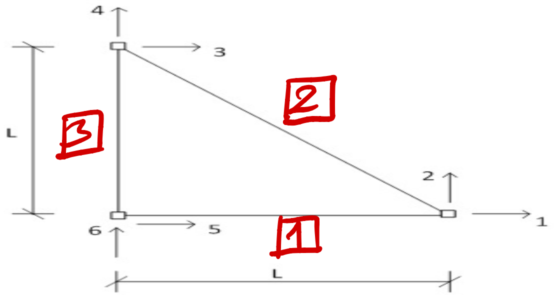
จาก $K_2$ ; $K_{11} = \frac{8000}{\sqrt{2}(4)}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2$
$= 707$

$\therefore K_{11} = 2000 + 707$
$= 2707$

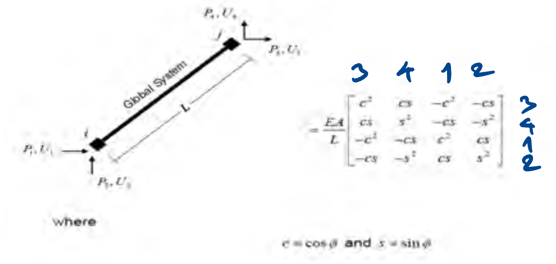
ค่า $K_{11}$ ของโครงข้อหมุนดังแสดงในรูปมีค่าเท่ากับ

1 : 2707
2 : 4707
3 : 1707
4 : 3707
คำตอบที่ถูกต้อง : 1

ข้อที่ 249 : ?



EA = 8000
L = 4




$$c = \frac{L-0}{\sqrt{2}L} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$c^2 = \frac{1}{2}$$

$$K_{31} = \frac{EA}{L}(-c^2) = \frac{8000}{4}\left(-\frac{1}{2}\right) = -1000$$

ค่า $K_{31}$ ของโครงข้อหมุนดังแสดงในรูปมีค่าเท่ากับเท่าใด

1 : 0

2 : -2000

3 : -4000

4 : 4000
คำตอบที่ถูกต้อง : 2

ข้อที่ 250 :
ข้อใดเป็นคุณสมบัติที่ผิดของ stiffness matrix ของชิ้นส่วน

1 : symmetry

2 : singular

3 : diagonal เป็น บวก

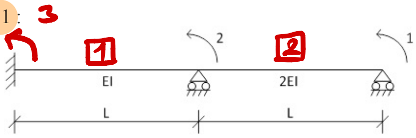
4 : ไม่มีคำตอบ
คำตอบที่ถูกต้อง : 4

$$K = \frac{EI}{L}\begin{array}{c} \begin{array}{cc}\theta_i & \theta_j\end{array} \\ \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 4 \end{bmatrix} \end{array}\begin{array}{c}\theta_i \\ \theta_j\end{array}$$

$$K_1 = \frac{EI}{L}\begin{array}{c} \begin{array}{cc}3 & 2\end{array} \\ \begin{bmatrix} \; & \; \\ \; & 4 \end{bmatrix} \end{array}\begin{array}{c}3 \\ 2\end{array}$$

จาก $K_1$; $K_{22} = \frac{4EI}{L}$

ข้อที่ 251 : 3




$K_{22}$ ของคานดังแสดงในรูปมีค่าเท่ากับ

1 : 18EI/L

2 : 8EI/L

3 : 10EI/L

4 : 12EI/L

คำตอบที่ถูกต้อง : 4

$$K_2 = \frac{EI}{L}\begin{array}{c} \begin{array}{cc}2 & 1\end{array} \\ \begin{bmatrix} 4 & \; \\ \; & \; \end{bmatrix} \end{array}\begin{array}{c}2 \\ 1\end{array}$$

จาก $K_2$; $K_{22} = \frac{4EI}{L}$

$$\therefore K_{22} = \frac{4EI}{L} + \frac{4EI}{L} = \frac{8EI}{L}$$

Site Map