	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

หัวข้อเรื่อง

1. การหาค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในคาน
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดัดกับโมเมนต์ดัด

สาระสำคัญ

1. การพิจารณาหาค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในคาน ให้ตัดส่วนหนึ่งของคานออก ผิวด้านบนจะเกิดความเค้นอัด ส่วนด้านล่างจะเกิดความเค้นดึง ระหว่างส่วนบนกับส่วนล่างจะมีชั้นที่ไม่เกิดแรงดึงและแรงอัดเรียกว่า แนวแกนสะเทิน การหาค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในคานหาได้จาก สูตร $\sigma = \frac{Ey}{\rho}$

2. เมื่อคานเกิดความเค้นดัดคานก็จะเกิดโมเมนต์ดัดเกิดขึ้นด้วย จึงเกิดความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดัดกับโมเมนต์ดัดขึ้น ดังนั้นการหาค่าความเค้นดัดและโมเมนต์ดัด สามารถหาได้จากสูตร $\sigma = \frac{M}{Z}$

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในคานได้อย่างถูกต้อง
2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่าความเค้นดัดและโมเมนต์ดัดโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดัดกับโมเมนต์ดัดได้อย่างถูกต้อง

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

เนื้อหาสาระ

1. ความเค้นดัดในคาน (Bending stress in beam)

เมื่อคานถูกแรงภายนอกมากระทำหรือคานรับน้ำหนักไว้ จะทำให้เกิดมีแรงต้านทานเกิดขึ้นในคานนั้น ผลของแรงภายนอกและแรงคู่ควบที่มากระทำกับคาน โดยทั่วไปจะทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาดังนี้

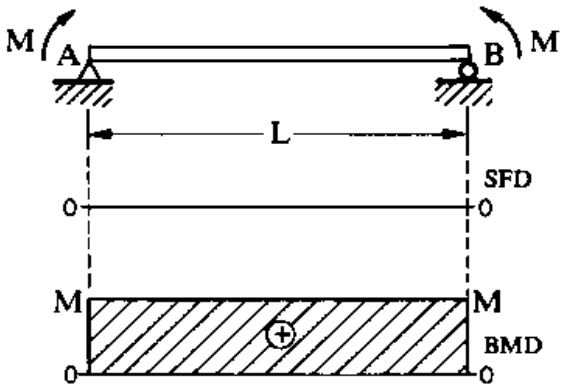
1) ความเค้นดัด (bending stress) เกิดขึ้นที่หน้าตัดของคานที่ตั้งฉากกับแกนตามความยาวของคานนั้น

2) ความเค้นเฉือน (shearing stress) ก็จะเกิดขึ้นที่หน้าตัดของคานที่ตั้งฉากกับตามความยาวของคานนั้นด้วย

3) การโก่งของคาน (defection) ซึ่งจะกระทำตั้งฉากตามความยาวของคานนั้น

1.1 ความเค้นดัดล้วน (Pure bending)

ความเค้นดัดล้วน คือคานหรือส่วนของคานที่ถูกกระทำด้วยแรงคู่ควบหรือโมเมนต์ดัดที่ปลายทั้งสองข้างโดยไม่มีแรงอื่นเลย จะทำให้แรงเฉือนมีค่าเป็นศูนย์ตลอดทั้งคาน ซึ่งจะทำให้เกิดความเค้นดัดเพียงอย่างเดียว ดังรูปที่ 1

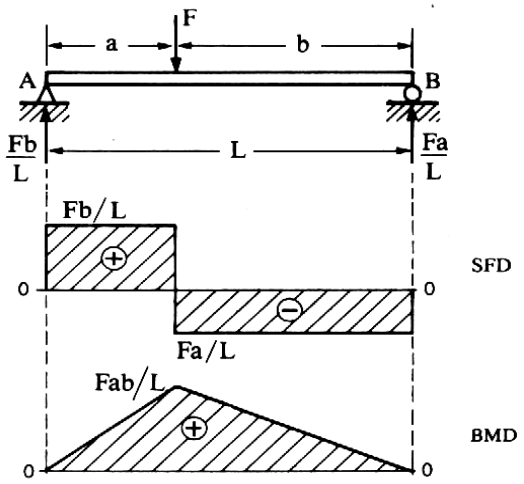


รูปที่ 1 ความเค้นดัดล้วน

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

1.2 ความเค้นดัดธรรมดา (Ordinary bending)

ความเค้นดัดธรรมดา คือคานที่รับแรงหรือน้ำหนักตามแนวตั้งฉากกับแนวของคานนั้น ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดทั้งความเค้นดัดและความเค้นเฉือนในคาน เนื่องจากว่ามีทั้งแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดเกิดขึ้นที่หน้าตัดของคานนั้น ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ความเค้นดัดธรรมดา

ข้อสมมติฐานที่ใช้ในการหาค่าความเค้นดัดที่เกิดขึ้นในคาน

1. ก่อนที่จะมีแรงมากระทำกับคานนั้น คานจะต้องมีลักษณะตรงอยู่เสมอตลอดคาน
2. คานที่ใช้จะต้องทำมาจากวัสดุที่เป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั้งคาน
3. ความเค้นที่เกิดขึ้นในคาน จะต้องมีขนาดไม่เกินค่าขีดจำกัดความยืดหยุ่นของคานที่จะรับได้
4. ค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่น ทั้งที่ด้านรับความเค้นดึงและรับความเค้นอัดในคานจะต้องมีค่าเท่ากันเสมอระนาบหน้าตัดของคานทั้งก่อนและหลังการพิจารณา จะต้องเป็นระนาบหน้าตัดเดิมเสมอ
5. ความโก่งของคานที่เกิดขึ้นจะต้องมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับความยาวของคานนั้น

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

ให้พิจารณาคานตรงที่มีค่าโมเมนต์ดัดมากระทำที่ปลายคานทั้ง 2 ข้าง ซึ่งจะทำให้คานเกิดการโค้งงอขึ้น ถ้าต้องการหาค่าของความเค้นดัดที่เกิดขึ้นในคานให้ทำการตัดส่วนหนึ่งของคานออกมายาวเท่ากับ dx ดังรูป เนื่องจากผลของการดัดจะทำให้ผิวด้านบนของคานเกิดความเค้นอัด ส่วนผิวทางด้านล่างจะเกิดความเค้นดึง ในระหว่างด้านบนและด้านล่างของคานจะมีชั้นที่ไม่ยืดตัวและหดตัว ซึ่งความเค้นที่เกิดขึ้นในชั้นนี้จะมีค่าเป็นศูนย์ เราเรียกแนวที่ความเค้นมีค่าเป็นศูนย์นี้ว่า แนวแกนสะเทิน (neutral axis) ในที่นี้ก็คือค่าแนว ab ซึ่งมีค่าเท่ากับความยาวของ dx กำหนดให้ p เป็นรัศมีของความโค้งของคานที่ถูกดัดจากแนวแกนสะเทิน และให้พิจารณาคานที่ชั้นใด ๆ ce ซึ่งอยู่ห่างจากแนวแกนสะเทินเป็นระยะทาง y ลากเส้น bd ขนานกับ oc จะได้ว่า ab=cd=dx

ส่วนที่ยืดออกของคานในชั้นนี้ก็คือ de

ความเครียด $(\varepsilon) = \frac{de}{dx}$

แต่ $dx = \rho \cdot d\theta$ และ $dbe = d\theta$

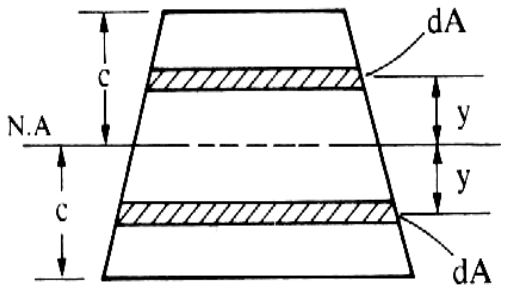
$\therefore de = y d\theta$

$$\varepsilon = \frac{y d\theta}{\rho \cdot d\theta} = \frac{y}{\rho}$$

แต่ความเครียด $\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$

$\frac{\sigma}{E} = \frac{y}{\rho}$ หรือ $\frac{\sigma}{y} = \frac{E}{\rho}$

$\sigma = \frac{Ey}{\rho}$



รูปที่ 3 ความเค้นที่เกิดขึ้นในคาน

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

ต่อไปพิจารณาหน้าตัดของคานดังรูปที่ 3 ความเค้นบนหน้าตัดที่ระยะ y จากแนวแกนสะเทิน

$$\sigma = \frac{E}{\rho} y$$

ถ้าให้ เป็นพื้นที่เล็ก ๆ ซึ่งอยู่ห่างจากแนวแกนสะเทินเป็นระยะทาง y

เนื่องจาก รูปที่ 6-4 แรง = ความเค้น × พื้นที่

$$dF = \sigma \times dA = \frac{E}{\rho} y \cdot dA$$

โมเมนต์ของแรงนี้รอบแกนสะเทิน

$$M = \int dF \cdot r = \int \frac{E}{\rho} y \cdot dA \cdot y = \int \frac{E}{\rho} y^2 dA$$

$$M = \frac{E}{\rho} \int y^2 dA$$

$$M = \frac{E}{\rho} \cdot I$$

เมื่อ $I = \int y^2 dA$ เป็นโมเมนต์ของความเฉื่อย (moment of inertia) ของรูปหน้าตัดของคานรอบแกนสะเทินนั้น

โมเมนต์ของแรงนี้รอบแกนสะเทิน

$$M = \int dF \cdot r = \int \frac{E}{\rho} y \cdot dA \cdot y = \int \frac{E}{\rho} y^2 dA$$

$$M = \frac{E}{\rho} \int y^2 dA$$

$$M = \frac{E}{\rho} \int y^2 dA$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

$$M = \frac{E}{\rho} \cdot I$$

เมื่อ $I = \int y^2 dA$ เป็นโมเมนต์ของความเฉื่อย (moment of inertia) ของรูปหน้าตัดของคานรอบแกนสะเทินนั้น แต่ $\frac{E}{\rho} = \frac{\sigma}{y}$

ฉะนั้น $\frac{M}{I} = \frac{\sigma}{y}$; $\sigma = \frac{M}{I} y$

ถ้าให้ c เป็นระยะจากแนวแกนสะเทินของหน้าตัดนั้น ไปยังขอบบนสุดและล่างสุดของหน้าตัดของคานนั้น เราก็จะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$M = \frac{\sigma I}{c} \quad \text{หรือ} \quad \sigma = \frac{M}{I} c$$

ค่าของ $\frac{I}{c}$ ในสูตรข้างต้นเรียกว่า โมดูลัสหน้าตัดและใช้สัญลักษณ์เป็น Z

จะได้สมการ $\sigma = \frac{M}{z}$

สรุปเนื้อหา

ความเค้นดัดล้วน (Pure bending)

ความเค้นดัดล้วน คือคานหรือส่วนของคานที่ถูกกระทำด้วยแรงคู่ควบหรือโมเมนต์ดัดที่ปลายทั้งสองข้างโดยไม่มีแรงอื่นเลย จะทำให้แรงเฉือนมีค่าเป็นศูนย์ตลอดทั้งคาน ซึ่งจะทำให้เกิดความเค้นดัดเพียงอย่างเดียว

ความเค้นดัดธรรมดา (Oridinary bending)

ความเค้นดัดธรรมดา คือคานที่รับแรงหรือน้ำหนักตามแนวตั้งฉากกับแนวของคานนั้น ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดทั้งความเค้นดัดและความเค้นเฉือนในคาน เนื่องจากว่ามีทั้งแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดเกิดขึ้นที่หน้าตัดของคานนั้น

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

คานเมื่อถูกโมเมนต์ดัดกระทำจะเกิดความเค้นดัดขึ้นในคาน เรียกว่า Bending Stress มีทั้งความเค้นดึงและความเค้นอัด

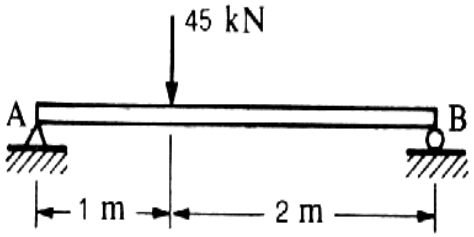
สูตรที่ใช้พิจารณาความเค้นนี้คือ $\sigma = \frac{Mc}{I}$ เรามีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

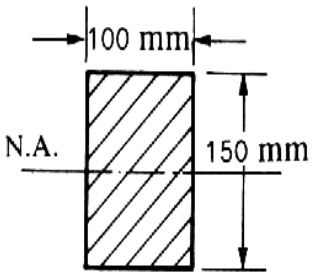
1. หาค่าโมเมนต์ภายใน ทำการตัดหน้าตัดส่วนที่ตั้งฉากกับแกนความยาวของคาน ณ ตำแหน่งซึ่งเกิดการดัด เราต้องรู้ของตำแหน่งแกน N.A. เราใช้ไดอะแกรมของโมเมนต์ดัด หาค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดที่ใช้สำหรับหาความเค้นดัดสูงสุด
2. คำนวณหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่หน้าตัดรอบแกนสะเทิน

หาค่าความเค้นดัดสูงสุดจากสูตร $\sigma = \frac{Mc}{I}$

ตัวอย่างที่ 1

คานแบบช่วงเดียวมีความยาว 3 เมตร มีหน้าตัดของคานเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 100 มิลลิเมตร สูง 150 มิลิเมตร มีแรงกระทำ 45 กิโลนิวตัน กระทำที่จุดห่างจากจุดรองรับข้างหนึ่ง 1 เมตร จงคำนวณหาความเค้นดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นในคาน





<u>วิธีทำ</u>

$$\left[\sum M_A = 0\right] \quad ; \quad 3R_B = 45*1$$

$$R_B = \frac{45}{3} = 15 \quad kN$$

$$\therefore R_A = 45 - 15 = 30 \quad kN$$

$$M_{max} = R_A *1 = 30*1 = 30 \quad kN\cdot m$$

จากสูตร $\sigma_{max} = \frac{Mc}{I}$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

เมื่อ $c = \frac{h}{2} = \frac{150}{2} = 75 \quad mm \quad I = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12} \times 100 \times 150^3 = 28125000 \quad mm^4$

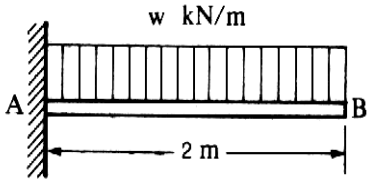
แทนค่า $\sigma_{max} = \frac{30 \times 10^6 \times 75}{28125000}$

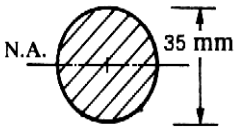
$= 80 \quad {}^{N}\!/_{mm^2}$

<u>ตอบ</u> ความเค้นดัดสูงสุดในคานเท่ากับ 80 นิวตัน / ตารางมิลลิเมตร

ตัวอย่างที่ 2

คานยื่นอันหนึ่งมีความยาว 2 เมตร รับน้ำหนักแบบกระจายสม่ำเสมอ Wกิโลนิวตัน / เมตร ตลอดทั้งคานเป็นรูปวงกลมมีเส้นผ่าศูนย์ 35 มิลลิเมตร ถ้าคานทำด้วยเหล็กที่มีค่าความเค้นที่ยอมให้ไม่เกิน 80 ${}^{N}\!/_{mm^2}$ จงหาขนาดของแรงกระจาย (W) นี้ที่คานจะรับได้





วิธีทำ

$M_{max} = \frac{wL^2}{2}$

$= \frac{w \times 2^2}{2} = 2w kN.m$

เมื่อ $I = \frac{\pi}{64}d^2 = \frac{\pi}{64}(3)^4 = 73661.7574 mm^4, c = \frac{35}{2} = 17.5 mm$ จากสูตร $\sigma = \frac{Mc}{I}$

เมื่อ $\sigma = 80\frac{N}{mm^2}$

$\therefore \quad 80 = \frac{2w \times 10^6 \times 17.5}{73661.7574}$

$w = \frac{80 \times 73661.7574}{2 \times 10^6 \times 17.5}$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

$$= 0.16836 \text{kN/m}$$
$$= 168.36 \,{}^{\text{N}}\!/_{\text{m}}$$

ตอบ ขนาดของแรงกระจาย $= 168.36 \,{}^{\text{N}}\!/_{\text{m}}$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู

ขั้นนำ

1. กล่าวทักทายนักศึกษาแล้วนำภาพของคานแบบต่าง ๆ และแรงที่มากระทำกับคานแบบต่าง ๆ มาให้นักศึกษาดูแล้วถาม

ขั้นสอน

1. แจ้งจุดประสงค์รายวิชา หัวข้อที่จะต้องเรียน การวัดการประเมินผล ข้อตกลงต่าง ๆ แก่นักศึกษา
2. บรรยายเนื้อหาประกอบแผ่นใสในหน่วยที่ 7
3. สาธิตหลักการคำนวณประกอบแผ่นใสตัวอย่างที่ 1 และ 2
4. เปิดโอกาสให้นักศึกษาถาม และให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหน่วยที่ 7

ขั้นสรุป

1.ให้นักศึกษาช่วยกันสรุปเนื้อหา

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม

1. ให้ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนในเรื่อง ที่จะสอนต่อไป
2. ให้ไปศึกษาทบทวนเรื่องที่เรียน และทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 7
2. รูปภาพ 1, 2 และ 3

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

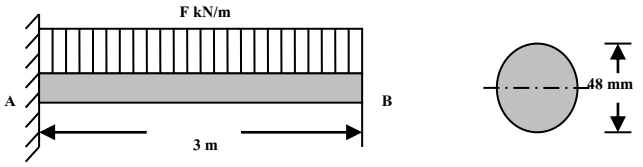
การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตความสนใจผู้เรียน
2. ความรับผิดชอบต่องานที่มอบหมาย
3. การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน
4. ให้ทำแบบทดสอบ

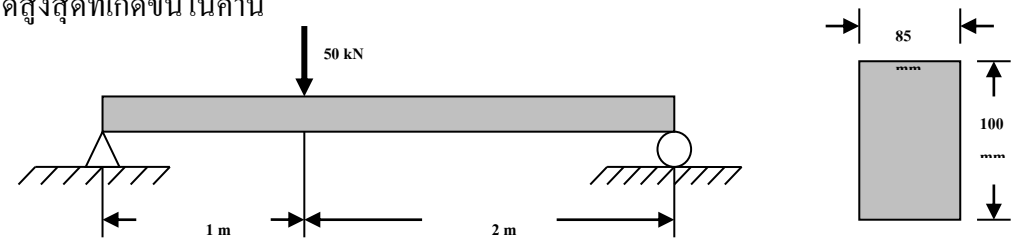
	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

แบบฝึกหัด

1. คานยื่น A-B มีความยาว 3 เมตร รับน้ำหนักแบบกระจายสม่ำเสมอ F กิโลนิวตัน / เมตร ตลอดทั้งคานเป็นรูปวงกลมมีเส้นผ่าศูนย์ 48 มิลลิเมตร ถ้าคานทำด้วยเหล็กที่มีค่าความเค้นไม่เกิน 75 N/mm^2 จงหาขนาดของแรงกระจาย (F) นี้ที่คานจะรับได้



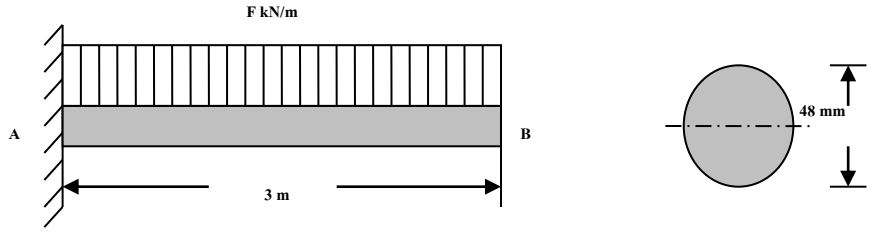
2. คานดังรูปมีความยาว 3 เมตร มีหน้าตัดของคานเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง85 มิลลิเมตร สูง 100 มิลลิเมตร มีแรงกระทำ 50 กิโลนิวตัน กระทำที่จุดห่างจากจุดรองรับ จงคำนวณหาความเค้นดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นในคาน



	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

เฉลยแบบฝึกหัด

1. คานยื่น A-B มีความยาว 3 เมตร รับน้ำหนักแบบกระจายสม่ำเสมอ F กิโลนิวตัน / เมตร ตลอดทั้งคานเป็นรูปวงกลมมีเส้นผ่าศูนย์ 48 มิลลิเมตร ถ้าคานทำด้วยเหล็กที่มีค่าความเค้นไม่เกิน 75 N/mm^2 จงหาขนาดของแรงกระจาย (F) นี้ที่คานจะรับได้



วิธีทำ

$$M_{max} = \frac{FL^2}{2}$$

$$= \frac{F \times 2^2}{2} = 2F kN.m$$

เมื่อ $I = \frac{\pi}{64} d^2 = \frac{\pi}{64}(48)^4 = 26057626 mm^4, c = \frac{48}{2} = 96 mm$ จากสูตร $\sigma = \frac{Mc}{I}$

เมื่อ $\sigma = 75 \frac{N}{mm^2}$

$\therefore$ $75 = \frac{2w \times 10^6 \times 96}{26057626}$

$$w = \frac{75 \times 26057626}{2 \times 10^6 \times 96}$$

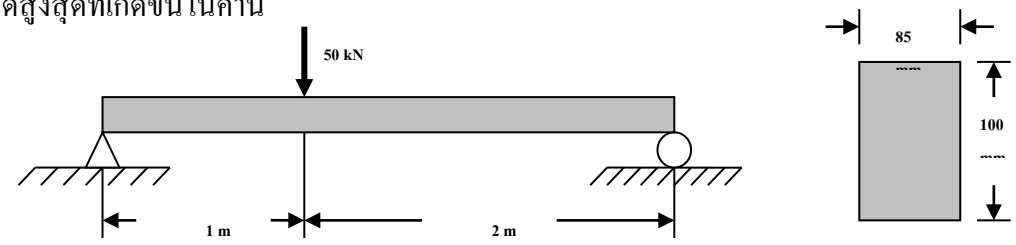
$$= 0.10178 kN/m$$

$$= 101.79 \, N/m$$

ตอบ ขนาดของแรงกระจายเท่ากับ $101.79 \, N/m$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

2. คานดังรูปมีความยาว 3 เมตร มีหน้าตัดของคานเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง85 มิลลิเมตร สูง 100 มิลลิเมตร มีแรงกระทำ 50 กิโลนิวตัน กระทำที่จุดห่างจากจุดรองรับ จงคำนวณหาความเค้นดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นในคาน



<u>วิธีทำ</u>

$$\left[\sum M_A = 0\right] \quad ; \quad 3R_B = 50 \times 1$$

$$R_B = \frac{50}{3} = 16.67 \quad kN$$

$$\therefore R_A = 50 - 16.67 = 33.33 \quad kN$$

$$M_{max} = R_A \times 1 = 33.33 \times 1 = 33.33 \quad kN \cdot m$$

จากสูตร $\sigma_{max} = \frac{Mc}{I}$

เมื่อ $c = \frac{h}{2} = \frac{100}{2} = 50 \quad mm \quad I = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12} \times 85 \times 100^3 = 708333333 \quad mm^4$

แทนค่า $\sigma_{max} = \frac{33.33 \times 10^6 \times 50}{708333333}$

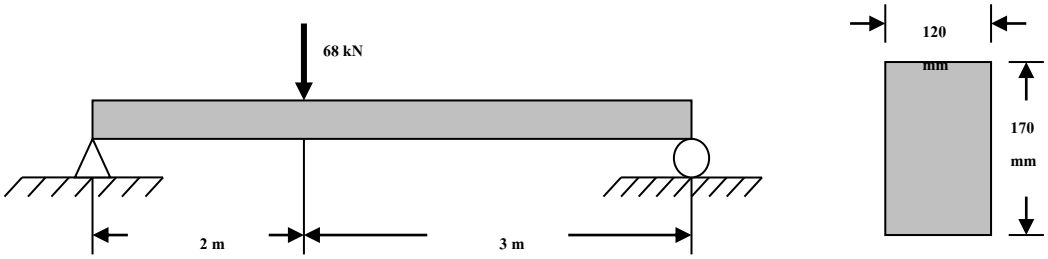
$$= 235.27 \quad N/mm^2$$

<u>ตอบ</u> ความเค้นดัดสูงสุดในคานเท่ากับ 235.27 นิวตัน / ตารางมิลลิเมตร

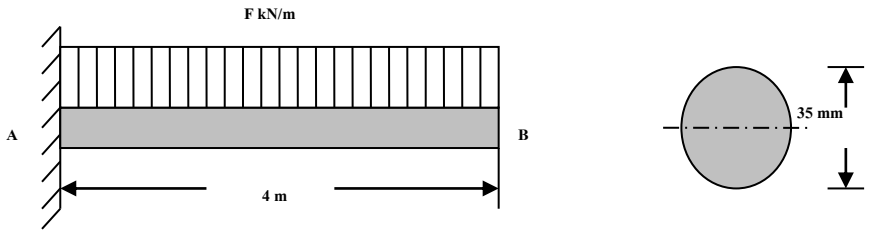
	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

แบบทดสอบ

1. คานดังรูปมีความยาว 5 เมตร มีหน้าตัดของคานเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง120 มิลลิเมตร สูง170 มิลลิเมตร มีแรงกระทำ 68 กิโลนิวตัน กระทำที่จุดห่างจากจุดรองรับ จงคำนวณหาความเค้นดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นในคาน



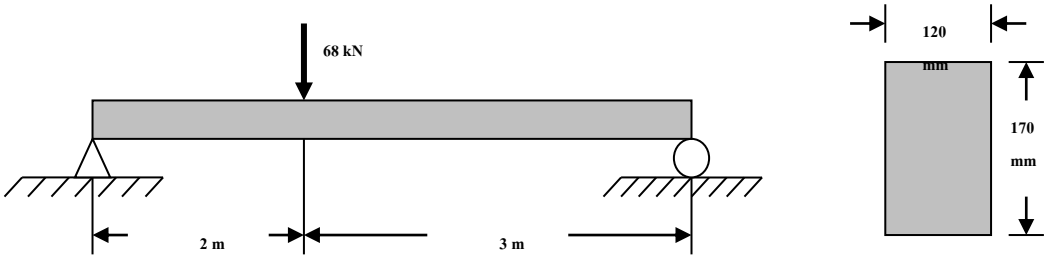
2. คานยื่น A-B มีความยาว 4เมตร รับน้ำหนักแบบกระจายสม่ำเสมอ F กิโลนิวตัน / เมตร ตลอดทั้งคานเป็นรูปวงกลมมีเส้นผ่าศูนย์ 35 มิลลิเมตร ถ้าคานทำด้วยเหล็กที่มีค่าความเค้นไม่เกิน 68 N/mm^2 จงหาขนาดของแรงกระจาย (F) นี้ที่คานจะรับได้



	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

เฉลยแบบทดสอบ

1. คานดังรูปมีความยาว 5 เมตร มีหน้าตัดของคานเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง120 มิลลิเมตร สูง170 มิลลิเมตร มีแรงกระทำ 68 กิโลนิวตัน กระทำที่จุดห่างจากจุดรองรับ จงคำนวณหาความเค้นดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นในคาน



<u>วิธีทำ</u>

$$\left[\sum M_A = 0\right] \quad ; \quad 5R_B = 68\times 2$$

$$R_B = \frac{136}{5} = 27.2 \quad \text{kN}$$

$$\therefore R_A = 68 - 27.2 = 40.8 \quad \text{kN}$$

$$M_{max} = R_A \times 2 = 40.8\times 2 = 81.6 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

จากสูตร $\sigma_{max} = \dfrac{Mc}{I}$

เมื่อ $c = \dfrac{h}{2} = \dfrac{170}{2} = 85$ mm $I = \dfrac{1}{12}bh^3 = \dfrac{1}{12}\times 120\times 170^3 = 49130000$ mm^4

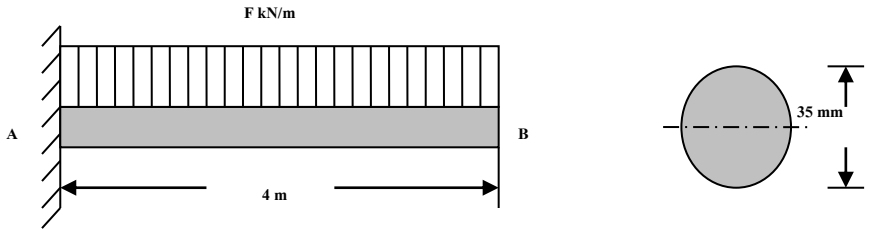
แทนค่า $\sigma_{max} = \dfrac{81.6\times 10^6 \times 85}{49130000}$

$$= 141.18 \quad {}^{\text{N}}\!/_{\text{mm}^2}$$

<u>ตอบ</u> ความเค้นดัดสูงสุดในคานเท่ากับ 141.18 นิวตัน / ตารางมิลลิเมตร

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

2. คานยื่น A-B มีความยาว 4เมตร รับน้ำหนักแบบกระจายสม่ำเสมอ F กิโลนิวตัน / เมตร ตลอดทั้งคานเป็นรูปวงกลมมีเส้นผ่าศูนย์ 35 มิลลิเมตร ถ้าคานทำด้วยเหล็กที่มีค่าความเค้นไม่เกิน 68 N/mm^2 จงหาขนาดของแรงกระจาย (F) นี้ที่คานจะรับได้



วิธีทำ

$$M_{max} = \frac{FL^2}{2}$$

$$= \frac{F \times 4^2}{2} = 8F kN.m$$

เมื่อ $I = \frac{\pi}{64} d^2 = \frac{\pi}{64}(35)^4 = 73661.76 mm^4, c = \frac{35}{2} = 17.5 mm$ จากสูตร $\sigma = \frac{Mc}{I}$

เมื่อ $\sigma = 68 \frac{N}{mm^2}$

$\therefore$ $68 = \frac{8F \times 10^6 \times 17.5}{73661.76}$

$$w = \frac{68 \times 73661.76}{8 \times 10^6 \times 17.5}$$

$$= 0.03578 kN/m$$

$$= 35.78 \, N/m$$

<u>ตอบ</u> ขนาดของแรงกระจายเท่ากับ $35.78 \, N/m$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	**สอนครั้งที่ 12**
	ชื่อหน่วย ความเค้นดัดในคาน	**จำนวน 3 ชั่วโมง**

บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการสอน.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการเรียนของนักเรียน.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการสอนของครู.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....