แผนการเรียนรู้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
สาขาวิชาช่างยนต์ กลุ่มอาชีพเครื่องกลและยานยนต์ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ
ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๘

จัดทำโดย
นายเมธา สวนดอกไม้
แผนกวิชาเครื่องกล

วิทยาลัยการเทคนิคบ้านค่าย
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ ท–ป–น ๓-๐-๓ นี้มุ่งเน้นสมรรถนะและบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นคู่มือประกอบการเรียน การสอนในรายวิชาเพื่อพัฒนาผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๖๗ สำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการการจัดทำได้มีการพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น ๗ หน่วย การเรียนรู้ ประกอบด้วย

๑.งานความเค้น (Stress) และความเครียด (Strain)

๒.งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด

๓. งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

๔.งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

๕.งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ

๖.งานการบิดของเพลา

๗.งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

พร้อมทั้ง แบบฝึกหัด ใบงาน แบบทดสอบพร้อมเฉลย และสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึก ทักษะในสถานการณ์ต่าง ๆ มีทักษะการคิดและแก้ปัญหา และบูรณาการกับการทำงานตามสาขาอาชีพต่าง ๆ ต่อไป

ผู้จัดทำหวังว่าแผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้คงจะเป็นแนวทางและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน และผู้สนใจทั่วไป หากมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้จัดทำยินดีน้อมรับไว้เพื่อปรับปรุงในโอกาสต่อไป

ผู้จัดทำ

นายเมธา สวนดอกไม้

สารบัญ

หน้า

คำนำ

สารบัญ

ลักษณะรายวิชา

มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)

หน่วยการเรียนรู้

การวางแผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่ ๑ งานความเค้น (Stress)และความเครียด (Strain)

แผนการจัดการเรียนรู้ ๑

ใบความรู้ ๓

ใบกิจกรรม ๑๓

ใบงาน ๑๕

หน่วยที่ ๒ งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด

แผนการจัดการเรียนรู้ ๑๗

ใบความรู้ ๑๙

ใบกิจกรรม ๒๗

ใบงาน ๓๐

หน่วยที่ ๓ งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

แผนการจัดการเรียนรู้ ๓๒

ใบความรู้ ๓๔

ใบกิจกรรม ๔๑

ใบงาน ๔๔

หน่วยที่ ๔ งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

แผนการจัดการเรียนรู้ ๓๒

ใบความรู้ ๓๔

ใบกิจกรรม ๕๓

ใบงาน ๕๕

หน่วยที่ ๕ งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ

แผนการจัดการเรียนรู้ ๕๘

ใบความรู้ ๖๐

ใบกิจกรรม ๖๕

ใบงาน ๖๘

หน่วยที่ ๖ งานการบิดของเพลา

แผนการจัดการเรียนรู้ ๗๐

ใบความรู้ ๗๒

ใบกิจกรรม ๘๐

ใบงาน ๘๓

หน่วยที่ ๗ งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

แผนการจัดการเรียนรู้ ๘๕

ใบความรู้ ๘๗

ใบกิจกรรม ๙๘

ใบงาน ๑๐๐

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

หลักสูตรรายวิชา
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ.
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ เครื่องกลและยานยนต์ สาขาวิชา ยานยนต์
รหัส ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ
ทฤษฎี ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ ๐ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๓ หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

-

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

๑. เข้าใจแนวคิดของความเค้นและความเครียด และสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

๒. สามารถประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกล

๓. มีเจตคติที่ดีในการสืบค้นความรู้และใช้หลักเหตุผลของกลศาสตร์ของแข็งในการแก้ปัญหามีความตระหนัก ถึงความปลอดภัยและความคุ้มค่าของวัสดุ

๔. สามารถประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

สมรรถนะรายวิชา

๑. ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการของความเค้น ความเครียด แรงบิด แรงดัด โมเมนต์ร่วมกับพื้นที่ และสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

๒. คำนวณความแข็งแรงของชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกล คำนวณและออกแบบภาชนะความดัน เพลารับแรงและทอร์ค คานรับแรงและโมเมนต์ดัด

๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและ เครื่องจักรกลในงานอาชีพ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาแนวคิดและองค์ประกอบของความเค้นและความเครียด ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของวัสดุ กฎสภาพยืดหยุ่นของฮุก มอดูลัสความยืดหยุ่น ความเค้นเนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงความเค้นในวัสดุซึ่งต่อกันโดยการเชื่อมและการใช้หมุดย้ำ ความเค้นในภาชนะความดัน การบิดของเพลาทฤษฎีของคาน แผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด ความเค้นดัดและความเค้นเฉือนในคาน การหาระยะแอ่นตัวของคานโดยวิธีโมเมนต์ร่วมกับพื้นที่ การรวมความเค้นและการประยุกต์ความรู้ในงานอาชีพ

รายวิชา

๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ ความแข็งแรงของวัสดุ ๓-๐-๓

อ้างอิงมาตรฐาน

-

ความแข็งแรงของวัสดุ	
งานหลัก	**งานย่อย**
๑.งานความเค้น (Stress) และความเครียด (Strain)	๑. งานความเค้นดึง
	๒. งานความเค้นอัด
	๓. งานความเค้นเฉือน
	๔. งานความเครียดดึง
	๕. งานความเครียดอัด
	๖. งานความเครียดเฉือน
๒.งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด	๑.งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด
	๒.งานกฎสภาพการยืดหยุ่นของฮุก (Hooke's Law)
	๓.งานความเค้นที่ใช้ออกแบบ (Design stress)
๓. งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	๑.งานขยายตัวของแท่งโลหะขยายตัวแบบอิสระ
	๒.งานขยายตัวของแท่งโลหะขยายตัวแบบไม่อิสระ
๔.งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน	๑.งานความเค้นในถังรูปทรงกระบอกกลวงผนังบาง
	๒.งานความเค้นในถังทรงกลมผนังบาง
๕.งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ	๑.งานต่อโดยใช้หมุนย้ำ
	๒.งานการขาดของหมุดย้ำและแผ่นต่อ
๖.งานการบิดของเพลา	๑.งานความเค้นเนื่องจากแรงบิด
	๒.งานส่งกำลังของเพลา
	๓.งานหาแรงบิดเมื่อเพลาต่อด้วยหน้าแปลน
๗.งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน	๑.งานชนิดของแรงหรือน้ำหนักที่กระทำบนคาน
	๒.งานการเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์คาน

ตาราวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (Job) ความแข็งแรงของวัสดุ (๓๐๑๐๑-๑๐๑๕)				
งานหลัก **(Duty)**	**งานย่อย** **(Task)**	**สมรรถนะย่อย** (มาตรฐานอาชีพ)	**ความรู้** **ในการปฏิบัติงาน**	**ทักษะ** **ในการปฏิบัติงาน**
งานหลัก ๑ งานความเค้น (Stress) และความเครียด (Strain)	๑.งานความเค้นดึง ๒.งานความเค้นอัด ๓.งานความเค้นเฉือน ๔.งานความเครียดดึง ๕.งานความเครียดอัด ๖.งานความเครียดเฉือน		๑.ระบบหน่วย SI ๒.แรงที่กระทำต่อวัสดุ ๓.ชนิดของความเค้นที่เกิดขึ้น ๔.ชนิดของความเครียดที่เกิดขึ้น ๕.การหาพื้นที่หน้าตัดของวัสดุ	๑.คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของความเค้นดึง ๒.คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของความเค้นอัด ๓.คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของความเค้นเฉือน ๔.คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของความเครียดดึง ๕.คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของความเครียดอัด ๖.คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของความเครียดเฉือน ๗.วิเคราะห์ความแข็งแรงของวัสดุที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (Job) ความแข็งแรงของวัสดุ (๓๐๑๐๑-๑๐๑๕)				
งานหลัก **(Duty)**	**งานย่อย** **(Task)**	**สมรรถนะย่อย** (มาตรฐานอาชีพ)	**ความรู้** **ในการปฏิบัติงาน**	**ทักษะ** **ในการปฏิบัติงาน**
งานหลัก ๒ งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด	๑.งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด ๒.งานกฎสภาพการยืดหยุ่นของฮุก (Hooke's Law) ๓.งานความเค้นที่ใช้ออกแบบ (Design stress)		๑.ความเค้น ๒.ความเครียด ๓.กฎสภาพการยืดหยุ่นของฮุก Hooke's Law	๑.อธิบายกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด ๒.วิเคราะห์ความแข็งแรงของวัสดุจากกราฟความสัมพันธ์ ๓.ออกแบบโครงสร้างโดยใช้ค่าความเค้นในการออกแบบ
งานหลัก ๓ งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	๑.งานขยายตัวของแท่งโลหะขยายตัวแบบอิสระ ๒.งานขยายตัวของแท่งโลหะขยายตัวแบบไม่อิสระ		๑.อุณหภูมิที่ส่งผลต่อการขยายตัวของวัสดุ ๒.ความเค้นที่เกิดขึ้น ๓.ความเครียดที่เกิดขึ้น	๑.คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของความเค้นเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ๒.คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของความเครียดเมื่ออุณหภูมิ ๓.คำนวณหาแรงที่กระทำ กับแผ่นราบได้ถูกต้อง
งานหลัก ๔ งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน	๑.งานความเค้นในถังรูปทรงกระบอกกลวงผนังบาง ๒.งานความเค้นในถังทรงกลมผนังบาง		๑.ชนิดของภาชนะอัดความดัน ๒.การขยายตัวของความดัน ๓.ความเค้นที่เกิดจากความดัน ๔.ความเครียดที่เกิดจากความดัน	๑.คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของความเค้นตามแนวเส้นรอบวงของภาชนะอัดความดัน ๒.คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของความเค้นตามแนวยาวของภาชนะอัดความดัน

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (Job) ความแข็งแรงของวัสดุ (๓๐๑๐๑-๑๐๑๕)				
งานหลัก **(Duty)**	**งานย่อย** **(Task)**	**สมรรถนะย่อย** (มาตรฐานอาชีพ)	**ความรู้** **ในการปฏิบัติงาน**	**ทักษะ** **ในการปฏิบัติงาน**
งานหลัก ๕ งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ	๑.งานต่อโดยใช้หมุนย้ำ ๒.งานการขาดของหมุดย้ำและแผ่นต่อ		๑.ชนิดการต่อหมุดย้ำ ๒.ลักษณะการต่อหมุดย้ำแบบชน ๓.ลักษณะการต่อหมุดย้ำแบบเกย ๔.ลักษณะการขาดของหมุดย้ำ	๑.ค้านวณหาค่าความสัมพันธ์ของแรงต้านการเฉือนที่ทำให้หมุดย้ำขาด ๒.ค้านวณหาค่าความสัมพันธ์ของแรงต้านการอัดที่ท้าให้แผ่นต่อถูกหมุดย้ำอัดขาด
งานหลัก ๖ งานการบิดของเพลา	๑.งานความเค้นเนื่องจากแรงบิด ๒.งานส่งกำลังของเพลา ๓.งานหาแรงบิดเมื่อเพลาต่อด้วยหน้าแปลน		๑.แรงบิดของเพลา ๒.โมเมนต์แรงบิด ๓.การส่งกำลังของเพลา ๔.ความเค้นและความเครียดที่เกิดในเพลา	๑.คำนวณหา ค่าความสัมพันธ์ของความเค้นเนื่องจากแรงบิดเพลา ๒.คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของกำลังเพลา ๓.นวณหาค่าความสัมพันธ์ของแรงบิดเมื่อเพลาถูกต่อด้วยหน้าแปลน
งานหลัก ๗ งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน	๑.งานชนิดของแรงหรือน้ำหนักที่กระทำบนคาน ๒.งานการเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์คาน		๑.การรับน้ำหนักของคาน ๒.แรงที่กระทำต่อคาน ๓.โมเมนต์ดัดในคาน	๑.คำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดในคานเมื่อกำหนดคานเป็นคานแบบง่ายรับแรงเป็นจุด ๒.คำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดในคานเมื่อกำหนดคานแบบง่ายรับแรงกระจายไม่สม่ำเสมอ ๓.คำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดในคานเมื่อกำหนดคานเป็นคานปลายยื่นรับแรงรวม ๔.บันทึกแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดในคานที่เกิดขึ้น

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

รหัส ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ

ทฤษฎี ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ ๐ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๓ หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง									รวม	จำนวนชั่วโมง ท/ป
	พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย	จิตพิสัย	ประยุกต์ใช้		
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์					
๑.งานความเค้น (Stress) และความเครียด (Strain)	๒	๑	๑	๒	-	-	๒	๑	๑	๑๐	๖/๐
๒.งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด	๓	๑	๒	๓	-	-	๓	๑	๑	๑๔	๖/๐
๓.งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	๒	๑	๑	๒	-	-	๒	๑	๑	๑๐	๖/๐
๔.งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน	๒	๑	๑	๒	-	-	๒	๑	๑	๑๐	๖/๐
๕.งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ	๒	๑	๑	๒	-	-	๒	๑	๑	๑๐	๖/๐
๖.งานการบิดของเพลา	๓	๑	๒	๒	-	-	๓	๑	๑	๑๓	๖/๐
๗.งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน	๓	๑	๒	๓	-	-	๒	๑	๑	๑๓	๙/๐
รวม	๑๗	๗	๑๐	๑๖	๐	๐	๑๖	๗	๗	๘๐	๔๕/๐
ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา . ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ										๒๐	๔๕
รวมทั้งรายวิชา										๑๐๐	๔๕

หน่วยการเรียนรู้

รหัส ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ

ทฤษฎี ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ ๐ ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน ๓ หน่วยกิต

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
๑	**งานความเค้น (Stress) และความเครียด(Strain)** - งานความเค้นดึง - งานความเค้นอัด - งานความเค้นเฉือน - งานความเครียดดึง - งานความเครียดอัด - งานความเครียดเฉือน	๖	๐	๖
๒	**งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด** - งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด - งานกฎสภาพการยืดหยุ่นของฮุก (Hooke's Law) - งานความเค้นที่ใช้ออกแบบ (Design stress)	๖	๐	๖
๓	**งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ** - งานขยายตัวของแท่งโลหะขยายตัวแบบอิสระ - งานขยายตัวของแท่งโลหะขยายตัวแบบไม่อิสระ	๖	๐	๖
๔	**งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน** - งานความเค้นในถังรูปทรงกระบอกกลวงผนังบาง - งานความเค้นในถังทรงกลมผนังบาง	๖	๐	๖
๕	**งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ** - งานต่อโดยใช้หมุนย้ำ - งานการขาดของหมุดย้ำและแผ่นต่อ	๖	๐	๖
๖	**งานการบิดของเพลา** - งานความเค้นเนื่องจากแรงบิด - งานส่งกำลังของเพลา - งานหาแรงบิดเมื่อเพลาต่อด้วยหน้าแปลน	๖	๐	๖
๗	**งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน** - งานชนิดของแรงหรือน้ำหนักที่กระทำบนคาน - งานการเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์คาน	๙	๐	๙
	ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา สามารถประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักสถิตศาสตร์และหลักพลศาสตร์ของไหลในงานเครื่องกล			
รวม		**๔๕**	**๐**	**๔๕**

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑	หน่วยที่ ๑
	รหัส ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑ - ๒
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความเค้น(Stress)และความเครียด(Strain)	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง งานความเค้น (Stress)และความเครียด (Strain)		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความเค้นที่กระทำกับวัสดุ

๓.๒. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความเครียดที่กระทำกับวัสดุ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (เขียนให้ครบด้าน พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัย และ ประยุกต์ใช้ฯ)

๔.๑ เข้าใจแนวคิดของความเค้นและสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

๔.๒ แสดงวิธีการคำนวณหาค่าความเค้นและความเครียดของวัสดุ

๔.๓ ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๑. งานความเค้นดึง

๒. งานความเค้นอัด

๓. งานความเค้นเฉือน

๔. งานความเครียดดึง

๕. งานความเครียดอัด

๖. งานความเครียดเฉือน

๖.กิจกรรมการเรียนรู้

๖.๑ การนำเข้าสู่บทเรียน

๑.นำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถามนำเข้า เช่น

- แรงที่กระทำกับวัสดุจะส่งผลอย่างไรกับวัสดุ
- ลักษณะของแรงที่กระทำกับวัสดุมีกี่อะไรบ้าง

๒.ผู้เรียนอธิบายหลักการเกิดความเค้นในวัสดุและส่งผลอย่างไรกับตัววัสดุ

๖.๒ การเรียนรู้

๓.ครูผู้สอนเข้าเนื้อหา เรื่อง ความเค้น(Stress) โดยใช้วิธีถาม-ตอบ ประกอบกับการใช้สื่อ Power Point และ หนังสือเรียน วิชาความแข็งแรงของวัสดุ

๔.ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันแสดงวิธีการคำนวณหาความเค้นที่เกิดขึ้นของวัสดุ และวิเคราะห์ลักษณะของความเค้นที่กระทำกับวัสดุ

๕.ผู้เรียนทำแบบทดสอบกิจกรรมที่ ๑ และใบงานที่ ๑

๖.ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์แบบทดสอบ

๖.๓ การสรุป

๑.สรุปบทเรียนส่วนที่เป็นสาระสำคัญ

๖.๔ การวัดและประเมินผล

๑.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

๒.กิจกรรมที่ ๑

๓.ใบงานที่ ๑

๔.แบบประเมินผลการปฏิบัติงานและแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม

๗.สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๗.๑ หนังสือประกอบการเรียน วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ

๗.๒ สื่อประกอบการเรียน เช่น VDO, PowerPoint, YouTube

๘.หลักฐานการเรียนรู้

๘.๑ แผนการจัดการเรียนรู้

๘.๒ ใบความรู้ ใบปฏิบัติงาน

๘.๓ แบบประเมินและแบบสังเกตต่าง ๆ

๘.๔ บันทึกการสอนของครูผู้สอน

๙.การวัดและประเมินผล

๙.๑ เกณฑ์การปฏิบัติงาน

๑.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

๒.ตรวจใบงาน

๓.ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน

๔.การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึง ประสงค์

๕.เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐

๙.๒ วิธีการประเมิน

๑.แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

๒.แบบประเมินกิจกรรมใบงาน

๓.แบบประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน

๔.แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยผู้สอนและผู้เรียน ร่วมกันประเมิน

๕.เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน

๙.๓ เครื่องมือประเมิน

๑.แบบทดสอบก่อนเรียน

๒.ใบความรู้ที่ ๑

๓.แบบประเมินผลการเรียนรู้

๑๐.บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๑ ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

.....

๑๐.๒ ปัญหาที่พบ

.....

๑๐.๓ แนวทางแก้ปัญหา

.....

	ใบความรู้ที่ ๑	หน่วยที่ ๑
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑ - ๒
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความเค้น (Stress)และความเครียด (Strain)	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความเค้น (Stress)และความเครียด (Strain)		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความเค้นที่กระทำกับวัสดุ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (เขียนให้ครบด้าน พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัย และ ประยุกต์ใช้ฯ)

๔.๑ เข้าใจแนวคิดของความเค้นและสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

๔.๒ แสดงวิธีการคำนวณหาค่าความเค้นของวัสดุ

๔.๓ ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.เนื้อหาสาระ

ความเค้น (Stress; σ)

การออกแบบทางวิศวกรรมจำเป็นต้องออกแบบชิ้นงานให้มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการใช้งานโดยชิ้นส่วนนั้นๆ ต้องมีคุณสมบัติ ๒ อย่างคือ

๑. ชิ้นงานมีความแข็งแรงพอที่จะสามารถรับแรงที่มากระทำขณะใช้งานได้ตามปกติ

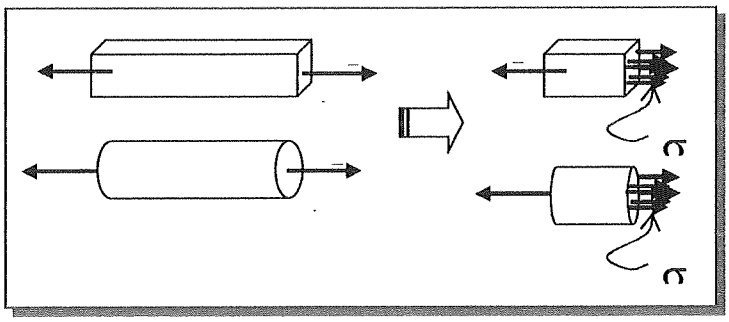
๒. ชิ้นงานนั้นต้องไม่เปลี่ยนแปลงขนาดมากเกินไป

นักศึกษาที่เรียนวิชากลศาสตร์วิศวกรรม จะคำนึงถึงแรงในวัตถุโดยไม่คำนึงถึงขนาดที่เปลี่ยนแปลง แต่ในวิชาความแข็งแรงของวัสดุ (Strength of Materials) จำเป็นต้องพิจารณาทั้งสองอย่าง

๑. ชนิดของความเค้น ความเค้นในเนื้อวัสดุแบ่งออกเป็น ๓ ชนิด คือ

๑.๑ ความเค้นแรงดึง(Tensile stress ; σ_t)

เกิดขึ้นเมื่อวัตถุอยู่ภายใต้แรงดึง (Tension) ดังรูปที่ ๑.๑ ชิ้นงานอาจมีพื้นที่หน้าตัด เป็นรูปทรงกลม สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม หรือท่อกลม ท่อสี่เหลี่ยม ฯ ก็ได้



รปที่ ๑.๑ แสดงชิ้นงานพื้นที่หน้าตัด A ถกแรงดึง P ทำให้

จากรูปที่ ๑.๑ จะได้สมการ

σ_t = P/A ..... (๑.๑)

เมื่อ P = แรง (นิวตัน ; N)

A = พื้นที่หน้าตัดแนวตั้งฉากกับแนวแรง(ตารางมิลลิเมตร ; mm^2)

σ_t = ความเค้นแรงดึง(นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร ; N/mm^2)

ตัวอย่างที่ ๑.๑ สายเบรกของรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๐ mm. เมื่อเบรกอยู่ภายใต้แรงดึง ๑.๕ kN. จงหาความเค้น (๑๙.๑ N/mm^2)

วิธีทำ

โจทย์กำหนดให้

d = ๑๐ mm

$\therefore$ A = π $๑๐^2/๔$ = ๗๘.๕๔๐ mm^2

P = ๑.๕ kN = ๑,๕๐๐ N

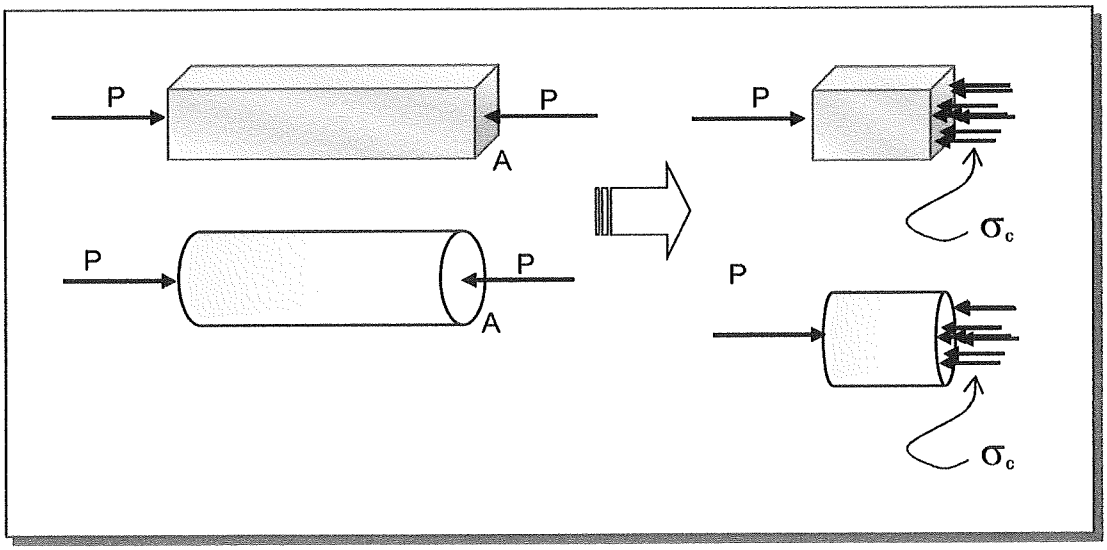
สูตร σ = P/A

แทนค่าสูตร σ_t = ๑,๕๐๐ / ๗๘.๕๔๐ N/mm^2

= ๑๙.๑ N/mm^2 Ans

๑.๒ ความเค้นแรงอัด(Compressive stress ; σ_c)

เกิดขึ้นเมื่อชิ้นงานอยู่ภายใต้แรงอัด(Compression) ดังรูปที่ ๑.๒ พื้นที่หน้าตัดเป็นไปตามลักษณะเช่นเดียวกับความเค้นแรงดึง หัวข้อที่ ๑.๑ แต่ความยาวของชิ้นงานไม่ควรยาวมากเกินไป เพราะชิ้นงานอาจเกิดการโค้งงอได้ (Deflection)



รูปที่ ๑.๒ แสดงชิ้นงานพื้นที่หน้าตัด A ถูกแรงอัด P ทำให้เกิดความเค้นแรงอัด σ_c

จากรูปที่ ๑.๒ จะได้สมการ

σ_c = P/A ..... (๑.๒)

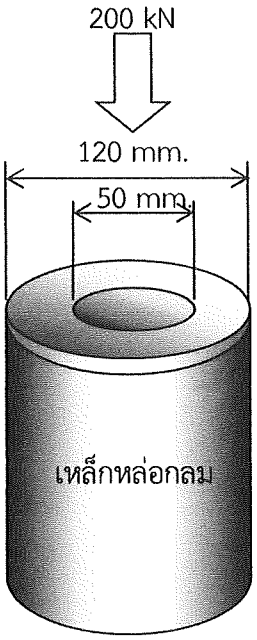
เมื่อ P = แรง (นิวตัน ; N)

A = พื้นที่หน้าตัดแนวตั้งฉากกับแนวแรง(ตารางมิลลิเมตร ; mm^2)

σ_c = ความเค้นแรงอัด(นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร ; N/mm^2)

ตัวอย่างที่ ๑.๒ เสาเหล็กหล่อกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ๕๐ mm. เส้นผ่าศูนย์กลางนอก ๑๒๐ mm. อยู่ภายใต้แรงอัด ๒๐๐ kN จงหาความเค้นอัด

วิธีทำ



โจทย์กำหนดให้

พิจารณาจากโจทย์ทำให้เขียนลักษณะเสาเหล็กหล่อกลมได้ดังภาพซ้ายมือ ซึ่งมีขนาดต่างๆดังนี้ (ไม่ได้กำหนดขนาดความยาว)

d = ๕๐ mm

D = ๑๒๐ mm

$\therefore$ A = π (๑๒๐^{๒} – ๕๐^{๒})/๔ = ๙,๓๔๖.๒๓๘ mm^{๒}

P = ๒๐๐ kN = ๒๐๐,๐๐๐ N

สูตร σ = P/A

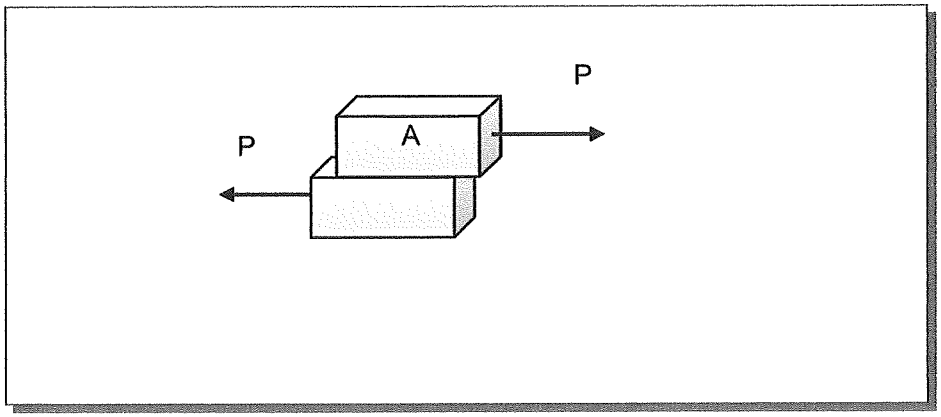
แทนค่าสูตร σ_c = ๒๐๐,๐๐๐ / ๙,๓๔๖.๒๓๘ N/mm^{๒}

= ๒๑.๓๙๘ N/mm^{๒} <u>Ans</u>

๑.๓ ความเค้นเฉือน(Shear stress ; τ)

เกิดขึ้นเมื่อวัตถุอยู่ภายใต้แรงเฉือน(Shearing Force) แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ

๑.๓.๑ Single Shear ชิ้นงานที่ถูกแรง ๒ แรงกระทำแต่แรงทั้งสองไม่อยู่ในแนวเดียวกันจึง ทำให้เกิดการพยายามเฉือนชิ้นงานให้ขาดออกเป็นสองชิ้น ดังรูปที่ ๑.๓ โดยพื้นที่ซึ่งถูกเฉือน คือพื้นที่ A จำนวน ๑ พื้นที่



รูปที่ ๑.๓ แสดงชิ้นงานพื้นที่หน้าตัด A ถูกแรงเฉือน P (แบบ Single shear)

จากรูปที่ ๑.๓ จะได้สมการเป็น

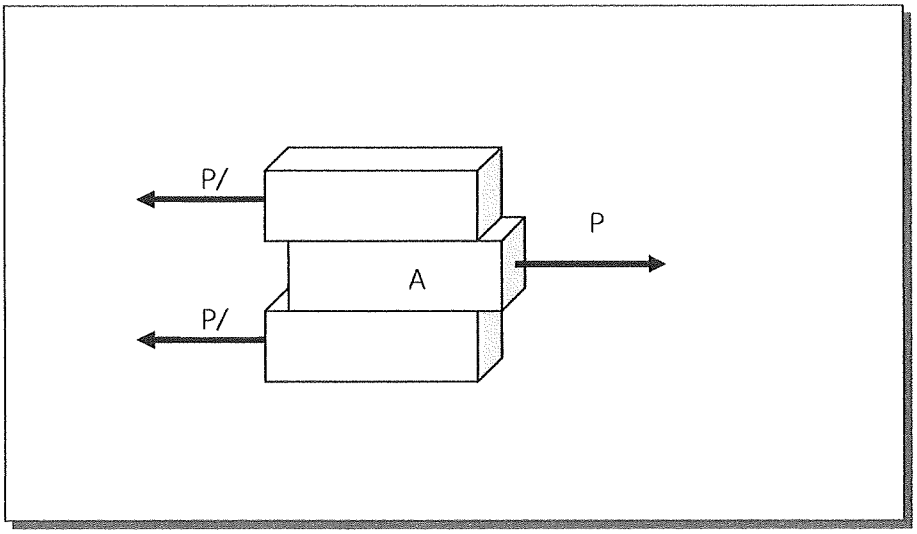
τ = P/A ..... (๑.๓)

เมื่อ P = แรง (นิวตัน ; N)

A = พื้นที่หน้าตัดแนวขนานกับแนวแรง(ตารางมิลลิเมตร ; mm^{๒})

τ = ความเค้นแรงเฉือน(นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร ; N/mm^{๒})

๑.๓.๒ Double Shear เป็นลักษณะการเฉือนที่มีพื้นที่ถูกเฉือน ๒ พื้นที่ดังรูปที่ ๑.๔



รูปที่ ๑.๔ แสดงชิ้นงานพื้นที่หน้าตัด A ถูกแรงเฉือน P (แบบ Double shear)

จากรูปที่ ๑.๔ จะได้สมการเป็น

$$\tau = P/2A \quad \text{.....(๑.๔)}$$

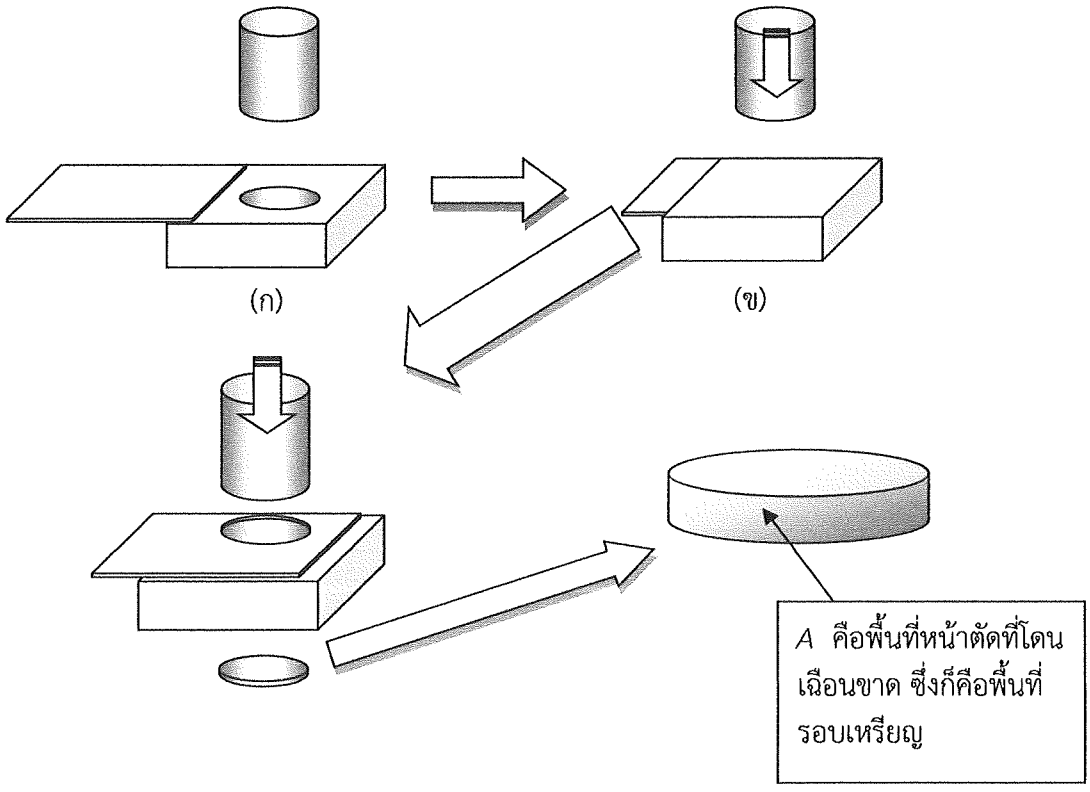
เมื่อ P = แรง (นิวตัน ; N)

A = พื้นที่หน้าตัดแนวขนานกับแนวแรง(ตารางมิลลิเมตร ; mm^2)

τ = ความเค้นแรงเฉือน(นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร ; N/mm^2)

ตัวอย่างที่ ๑.๓ ใช้เครื่อง Punch ตัดแผ่นกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๒ mm ที่แผ่นนิเกิลหนา ๓ mm วัสดุมี shear strength ๓๗๐ MN/m^2 จงหาแรงที่ใช้ในการตัด (๗๖.๗ kN)

วิธีทำ



โจทย์กำหนดให้

D = ๒๒ mm, t = ๓ mm

$\therefore$ A = ๒๒*π* ๓ = ๒๐๗.๓๔๕ $mm^{๒}$ (พื้นที่โดนตัดเฉือน)

τ_{max} = ๓๗๐ N/mm

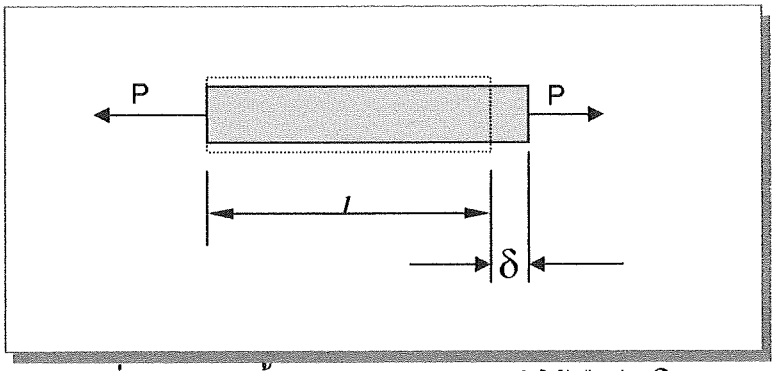
สูตร τ = P/A $\rightarrow$ P = τ * A

แทนค่าสูตรP = ๓๗๐ * ๒๐๗.๓๔๕ N

= ๗๖,๗๑๗.๖๙๒ N = ๗๖.๗ kN **Ans**

๒. ความเครียด(Strain; ε) ความเครียดในเนื้อวัสดุเกิดจากรูปร่างของวัสดุที่เปลี่ยนแปลงไป ในการคำนวณ ค่าความเครียดคืออัตราส่วนระหว่าง ส่วนที่เปลี่ยนแปลงต่อความยาวเดิม จึงได้สูตรดังนี้

๒.๑ ความเครียดดึง(Tensile strain ; ε_t) พิจารณาชิ้นงานความยาว l มิลลิเมตร ถูกดึงจนมีความยาวเพื่อขึ้นอีก δ มิลลิเมตร



รูปที่ ๑.๕ แสดงชิ้นงาน ความยาว l ถูกดึงให้*ยืดอีก* δ

จากรูปที่ ๑.๕ จะได้สมการเป็น

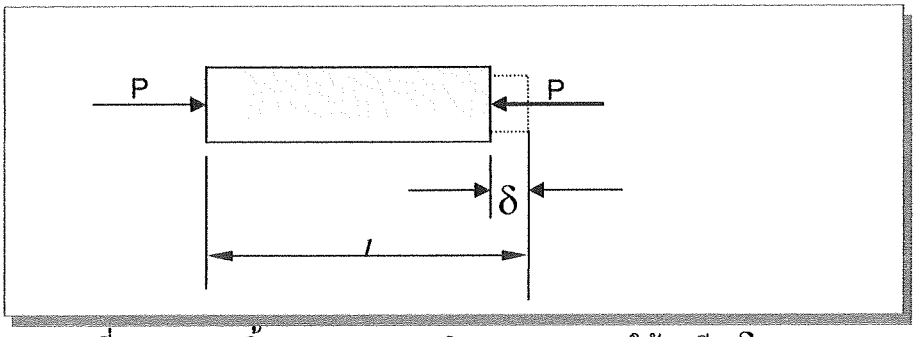
ε_t = δ/l

เมื่อ l = ความยาววัตถุก่อนรับแรง (มิลลิเมตร;mm)

δ = ความยาววัตถุที่ยืดออก (มิลลิเมตร;mm)

ε_t = ความเครียดดึง (ไม่มีหน่วย)

๒.๒ ความเครียดอัด(Compressive strain ; ε_c) พิจารณาชิ้นงานความยาว l มิลลิเมตร ถูกกดจนมีความยาวลดลง δ มิลลิเมตร



รูปที่ ๑.๖ แสดงชิ้นงาน ความยาวเดิม l ม.ม. ถูกกดให้หดอีก δ ม.ม.

จากรูปที่ ๑.๖ จะได้สมการเป็น

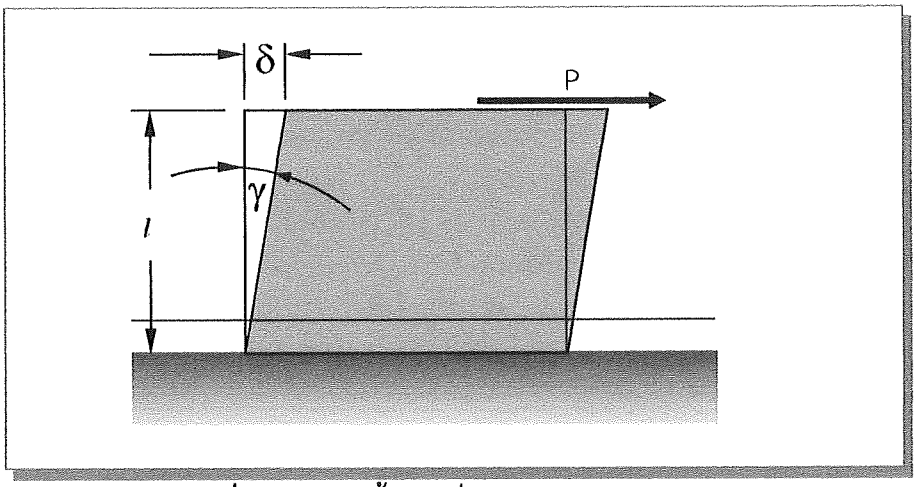
$$\varepsilon_c = \delta / l$$

เมื่อ l = ความยาววัตถุก่อนรับแรง (มิลลิเมตร;mm)

δ = ความยาววัตถุที่หดเข้า (มิลลิเมตร;mm)

ε_c = ความเครียดอัด (ไม่มีหน่วย)

๒.๑ ความเครียดเฉือน(Shear strain ; γ) พิจารณาชิ้นงานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ด้านล่างยึดติดแน่นกับพื้น ด้านบนถูกแรง P กระทำให้เยื้องไปทางซ้าย เป็นมุม γ กับแนวเดิมดังรูปที่ ๑.๗



รูปที่ ๑.๗ แสดงชิ้นงานที่เกิดความเครียดเฉือน

จากรูปที่ ๑.๗ จะได้สมการเป็น

$$\gamma = \delta / l$$

$$= \tan \gamma$$

เมื่อ l = ความยาววัตถุก่อนรับแรง(มิลลิเมตร;mm)

δ = ความยาววัตถุที่หดเข้า(มิลลิเมตร;mm)

γ = ความเครียดเฉือน (ไม่มีหน่วย)

แต่ที่มุม γ เล็กมาก $\tan \gamma \approx \gamma$ เรเดียน

ดังนั้น Shear Strain = γ radian

๖.แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบฝึกหัดที่ ๑ งานความเค้นและความเครียด

คำชี้แจง ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

๑. ความเค้น (Stress) หมายถึงข้อใด

ก. การเปลี่ยนแปลงความยาวของวัตถุ

ข. แรงที่กระทำต่อวัตถุทั้งหมด

ค. แรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

ง. พลังงานที่สะสมในวัตถุ

๒. หน่วยของความเค้นในระบบ SI คือข้อใด

ก. นิวตัน (N)

ข. จูล (J)

ค. ปาสคาล (Pa)

ง. วัตต์ (W)

๓. ความเครียด (Strain) หมายถึงข้อใด

ก. แรงที่กระทำต่อวัตถุ

ข. อัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงความยาวต่อความยาวเดิม

ค. พื้นที่หน้าตัดของวัตถุ

ง. ความเค้นสูงสุดของวัตถุ

๔. หน่วยของความเครียดคือข้อใด

ก. ปาสคาล

ข. นิวตัน

ค. เมตร

ง. ไม่มีหน่วย

๕. สูตรของความเค้นคือข้อใด

ก. $\sigma = F \times A$

ข. $\sigma = F / A$

ค. $\sigma = A / F$

ง. $\sigma = L / \Delta L$

๖. สูตรของความเครียดคือข้อใด

ก. $\varepsilon = \Delta L / L$

ข. $\varepsilon = L / \Delta L$

ค. $\varepsilon = F / A$

ง. $\varepsilon = A / F$

๗. ความเค้นดึง (Tensile stress) เกิดจากแรงลักษณะใด

ก. แรงกด

ข. แรงบิด

ค. แรงดึง

ง. แรงเฉือน

๘. ความเค้นอัด (Compressive stress) เกิดจากแรงลักษณะใด

ก. แรงดึง

ข. แรงกด

ค. แรงเฉือน

ง. แรงบิด

๙. ความเค้นเฉือน (Shear stress) เกิดจากแรงที่มีทิศทางใด

ก. ตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด

ข. ขนานกับพื้นที่หน้าตัด

ค. ดึงออกจากวัตถุ

ง. กดเข้าสู่ศูนย์กลาง

๑๐ กราฟความเค้น–ความเครียด บริเวณเส้นตรงแสดงถึงสมบัติใด

ก. การแตกหัก

ข. การเสียรูปถาวร

ค. ความยืดหยุ่น

ง. ความแข็ง

๗. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบฝึกหัดที่ ๑ งานความเค้นและความเครียด

คำชี้แจง ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

๑. ความเค้น (Stress) หมายถึงข้อใด

ก. การเปลี่ยนแปลงความยาวของวัตถุ

ข. แรงที่กระทำต่อวัตถุทั้งหมด

ค. แรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

ง. พลังงานที่สะสมในวัตถุ

๒. หน่วยของความเค้นในระบบ SI คือข้อใด

ก. นิวตัน (N)

ข. จูล (J)

ค. ปาสคาล (Pa)

ง. วัตต์ (W)

๓. ความเครียด (Strain) หมายถึงข้อใด

ก. แรงที่กระทำต่อวัตถุ

ข. อัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงความยาวต่อความยาวเดิม

ค. พื้นที่หน้าตัดของวัตถุ

ง. ความเค้นสูงสุดของวัตถุ

๔. หน่วยของความเครียดคือข้อใด

ก. ปาสคาล

ข. นิวตัน

ค. เมตร

ง. ไม่มีหน่วย

๕. สูตรของความเค้นคือข้อใด

ก. $\sigma = F \times A$

ข. $\sigma = F / A$

ค. $\sigma = A / F$

ง. $\sigma = L / \Delta L$

๖. สูตรของความเครียดคือข้อใด

ก. $\varepsilon = \Delta L / L$

ข. $\varepsilon = L / \Delta L$

ค. $\varepsilon = F / A$

ง. $\varepsilon = A / F$

๗. ความเค้นดึง (Tensile stress) เกิดจากแรงลักษณะใด

ก. แรงกด

ข. แรงบิด

ค. แรงดึง

ง. แรงเฉือน

๘. ความเค้นอัด (Compressive stress) เกิดจากแรงลักษณะใด

ก. แรงดึง

ข. แรงกด

ค. แรงเฉือน

ง. แรงบิด

๙. ความเค้นเฉือน (Shear stress) เกิดจากแรงที่มีทิศทางใด

ก. ตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด

ข. ขนานกับพื้นที่หน้าตัด

ค. ดึงออกจากวัตถุ

ง. กดเข้าสู่ศูนย์กลาง

๑๐ กราฟความเค้น–ความเครียด บริเวณเส้นตรงแสดงถึงสมบัติใด

ก. การแตกหัก

ข. การเสียรูปถาวร

ค. ความยืดหยุ่น

ง. ความแข็ง

	ใบกิจกรรมที่ ๑	หน่วยที่ ๑
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑ - ๒
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความเค้น (Stress)และความเครียด (Strain)	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความเค้น (Stress)และความเครียด (Strain)		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความเค้นที่กระทำกับวัสดุ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (เขียนให้ครบด้าน พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัย และ ประยุกต์ใช้ฯ)

๔.๑ เข้าใจแนวคิดของความเค้นและสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

๔.๒ แสดงวิธีการคำนวณหาค่าความเค้นของวัสดุ

๔.๓ ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๑. งานความเค้นดึง
๒. งานความเค้นอัด
๓. งานความเค้นเฉือน
๔. งานความเครียดดึง
๕. งานความเครียดอัด
๖. งานความเครียดเฉือน

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

๖.๑ แสดงวิธีคำนวณหาค่าความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้น

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ใบกิจกรรมที่ ๑.๑

คำสั่ง ให้นักศึกษาเติมคำใช่วงว่างให้ถูกต้อง

๑. จงหา stress ในเส้นลวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑ mm อยู่ภายใต้แรงดึง ๑๒๐ N (๑๕๒.๗๘๘ MN/m^2)

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้

d = ... mm

จากสูตร A = $\pi d^2/4$ ← (สูตรคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดที่เป็นวงกลม)

แทนค่าสูตร A = ... mm^2

P = ๑๒๐ N

σ_t = ? ← (โจทย์ให้คำนวณหา)

จากสูตร σ_t = P/A ← (รู้ค่า P และA แล้ว สามารถแทนค่าสูตรได้)

แทนค่าสูตร σ_t =...../..... N / mm^2

σ_t =..... N / mm^2 **Ans**

๒. จงหาขนาดของเหล็กเส้นกลม เพื่อที่จะรับแรงดึง ๙๐ kN โดยมี stress ไม่เกิน ๑๐๐ MN/m^2 (๓๓.๘๕๑ kN)

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้

d = ?

จากสูตร A = $\pi d^2/4$

P = ๙๐ k N

= ..... N

σ_t = ๑๐๐ $MN/m^2$$MN/m^2$)

จากสูตร σ_t = P/A

หรือ A = P/σ_t

$\pi d^2/4$ = P/σ_t

$$d^2 = \frac{4P}{\pi\sigma_t} \quad \rightarrow d = \sqrt{\frac{4P}{\pi\sigma_t}}$$

แทนค่าสูตร $d = \sqrt{\frac{4(.....)}{\pi(.....)}}$ = ... mm Ans

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้อง ปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

	ใบงาน ๑	หน่วยที่ ๑
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑-๒
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความเค้น (Stress)และความเครียด (Strain)	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความเค้น (Stress)และความเครียด (Strain)		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความเค้นที่กระทำกับวัสดุ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (เขียนให้ครบด้าน พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัย และ ประยุกต์ใช้ฯ)

๔.๑ เข้าใจแนวคิดของความเค้นและสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

๔.๒ แสดงวิธีการคำนวณหาค่าความเค้นของวัสดุ

๔.๓ ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๑. งานความเค้นดึง

๒. งานความเค้นอัด

๓. งานความเค้นเฉือน

๔. งานความเครียดดึง

๕. งานความเครียดอัด

๖. งานความเครียดเฉือน

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

๖.๑ แสดงวิธีคำนวณหาค่าความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้น

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

๖.๔ การวัดและประเมินผล

๑.สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

๒.กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้

๓.แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

๔.แบบประเมินผลการปฏิบัติงานและแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม

๗. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๗.๑ หนังสือเรียน วิชากลศาสตร์ของไหลในงานเครื่องกล ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

๗.๒ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ Power Point

๗.๓ กิจกกรมที่ ๒และใบงานที่ ๒

๘. หลักฐานการเรียนรู้

๘.๑ หลักฐานความรู้

๑.เอกสารรับรองจากการทดสอบความรู้

๘.๒ หลักฐานการปฏิบัติงาน

๑.แบบบันทึกความคิดเห็นของครูผู้สอน

๒.แบบรับรองการปฏิบัติงานจากสถานประกอบการ

๓.แบบบันทึกรายการจากการสังเกตจากการปฏิบัติงาน

๙. การวัดและประเมินผล

๙.๑ เกณฑ์การปฏิบัติงาน

๑.วางแผนและเตรียมความพร้อมในการใช้ความรู้เบื้องต้น

๒.สรุปผลการวางแผนช่องทางในการใช้ความรู้เบื้องต้น

๙.๒ วิธีการประเมิน

๑.พิจารณาหลักฐานความรู้

๒.พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

๙.๓ เครื่องมือประเมิน

๑.แบบทดสอบก่อนเรียน

๒.ใบความรู้ที่ ๒

๑๐. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๑ ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๒ ปัญหาที่พบ

๑๐.๓ แนวทางการแก้ปัญหา

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ๒
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** *ความแข็งแรงของวัสดุ*	สอนครั้งที่ ๓-๔
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑ แสดงความรู้เกี่ยวกับลักษณะของความดันและแรงดัน

๓.๒ สามารถแสดงการหาแรงที่กระทำกับพื้นผิววัตถุ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑ อธิบายความหมายของกฎของฮุก (Hooke's Law)

๔.๒ คำนวณหาค่าความเค้นดึง (Tensile stress) โดยอาศัยค่าความสัมพันธ์ของความเค้นและความเครียดของวัสดุ

๔.๓ คำนวณหาค่าความเค้นอัด(Compressive stress) โดยอาศัยค่าความสัมพันธ์ของความเค้นและความเครียดของวัสดุ

๔.๔ ประยุกต์ใช้กฎของฮุก (Hooke's Law) ในการออกแบบโครงสร้างได้

๕.สาระการเรียนรู้

๑. งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด

๒. งานกฎสภาพการยืดหยุ่นของฮุก (Hooke's Law)

- ๓. งานความเค้นที่ใช้ออกแบบ (Design stress)

๖.กิจกรรมการเรียนรู้

๖.๑ การนำเข้าสู่บทเรียน

๑.นำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถามนำเข้า

๒.ผู้เรียนถาม-ตอบ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด

๖.๒ การเรียนรู้

๓.ครูผู้สอนเข้าเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด

๔.ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ กราฟแสดงสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด ๕.ผู้เรียนทำแบบทดสอบกิจกรรมที่ ๒ และใบงานที่ ๒

๖.ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์แบบทดสอบ

๖.๓ การสรุป

๑.สรุปบทเรียนส่วนที่เป็นสาระสำคัญ

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

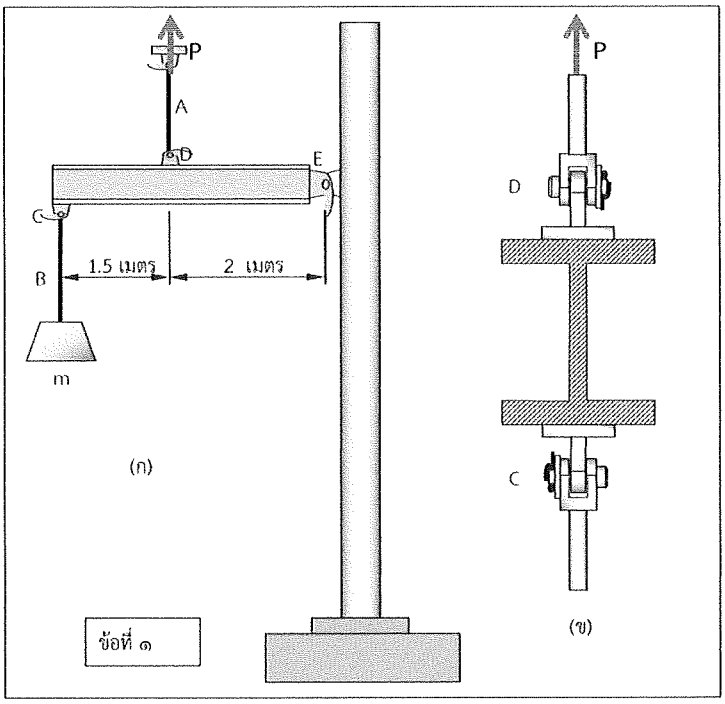
ใบกิจกรรมที่ ๑.๑

คำสั่ง จงแสดงวิธีการคำนวณหา"ความเค้น (Stress; σ) , ความเครียด (Strain; ε)"ดังต่อไปนี้

๑) มวล m ขนาด ๒๐๐ กิโลกรัม ถูกแขวนด้วยเหล็กเส้นกลม B กับคานดังภาพ โดยมีเหล็กเส้น A รั้งไว้ด้านบนคาน เหล็กเส้นกลมทั้งสองมีค่าความเค้นแรงดึงสูงสุดไม่เกิน ๔๐๐ MN/m^2 จงคำนวณหา

ก) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก A และ B

ข) จงหาขนาดของสลักทั้งสองถ้าความเค้นเฉือนสูงสุดเท่ากับ ๖๐๐ MN/m^2



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้อง ปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

	ใบความรู้ที่ ๒	หน่วยที่ ๒
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๓-๔
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด	ทฤษฎี ๖ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด		ปฏิบัติ ๐ ชม.

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑ แสดงความรู้เกี่ยวกับลักษณะของความดันและแรงดัน

๓.๒ สามารถแสดงการหาแรงที่กระทำกับพื้นผิววัตถุ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑ อธิบายความหมายของกฎของฮุก (Hooke's Law)

๔.๒ คำนวณหาค่าความเค้นดึง (Tensile stress) โดยอาศัยค่าความสัมพันธ์ของความเค้นและความเครียดของวัสดุ

๔.๓ คำนวณหาค่าความเค้นอัด(Compressive stress) โดยอาศัยค่าความสัมพันธ์ของความเค้นและความเครียดของวัสดุ

๔.๔ ประยุกต์ใช้กฎของฮุก (Hooke's Law) ในการออกแบบโครงสร้างได้

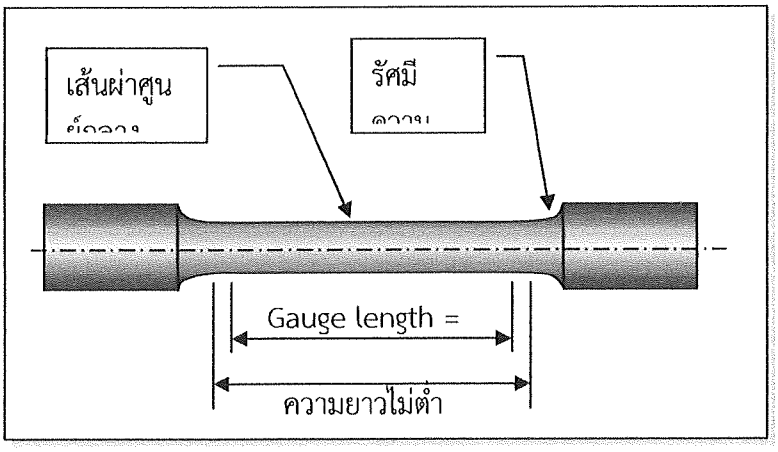
๕.เนื้อหาสาระ

กฎของฮุก (Hooke's Law)

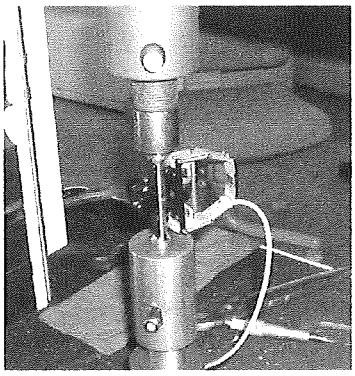
กฎของฮุก กล่าวถึงความสัมพันธ์กันระหว่างความเค้นและความเครียด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะในบางกรณีไม่สามารถหาค่าความแข็งแรงได้เลยหากไม่ทราบค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของวัสดุ เราสามารถคำนวณหาค่าความเค้นดึง(Tensile stress ; σ_t) ความเค้นอัด(Compressive stress ; σ_c) และความเค้นเฉือน(Shear stress ; τ) ได้ถูกต้อง โดยอาศัยค่าความสัมพันธ์ของความเค้นและความเครียดของวัสดุนั้นๆ

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับส่วนที่ยืดออก หรือระหว่าง Stress กับ Strain

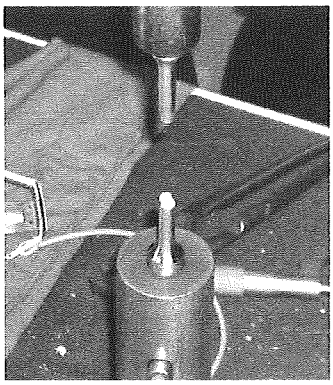
ในการหาความแข็งแรง และคุณสมบัติต่างๆของวัตถุจะต้องทดสอบตัวอย่างของวัสดุนั้น จนกระทั่งหักหรือขาด การทดสอบที่สำคัญและใช้มากที่สุดคือ การทดสอบแรงดึง ชิ้นวัสดุทดสอบมีหลายขนาด แต่ขนาดที่ใช้มากที่สุด เช่นในรูปที่ ๒.๑



ชิ้นทดสอบนี้จะเป็นรูปทรงกระบอก ปลายสองข้างโตกว่าตรงกลางเพื่อจะใส่เครื่องทดสอบได้แน่นความยาวเดิมที่ใช้ในการคำนวณเรียกว่า Gauge length เริ่มต้นออกแรงดึงแล้ววัดขนาดที่ยืดออกโดยใช้เครื่องมือวัดพิเศษ เรียกว่า Extensometer วัดแรงและขนาดที่ยืดออกจนกระทั่งวัสดุเป็น Elastic (ยืดออกแล้วไม่หดกลับมามีขนาดเท่าเดิมก่อนดึง) ส่วนที่ยืดออกมากต้องรีบถอด Extensometer ออก แล้ววัดส่วนที่ยืดด้วยวงเวียนเหล็ก เพิ่มแรงดึงจนขาดแล้วเขียนกราฟของแรงกับขนาดที่ยืดออก

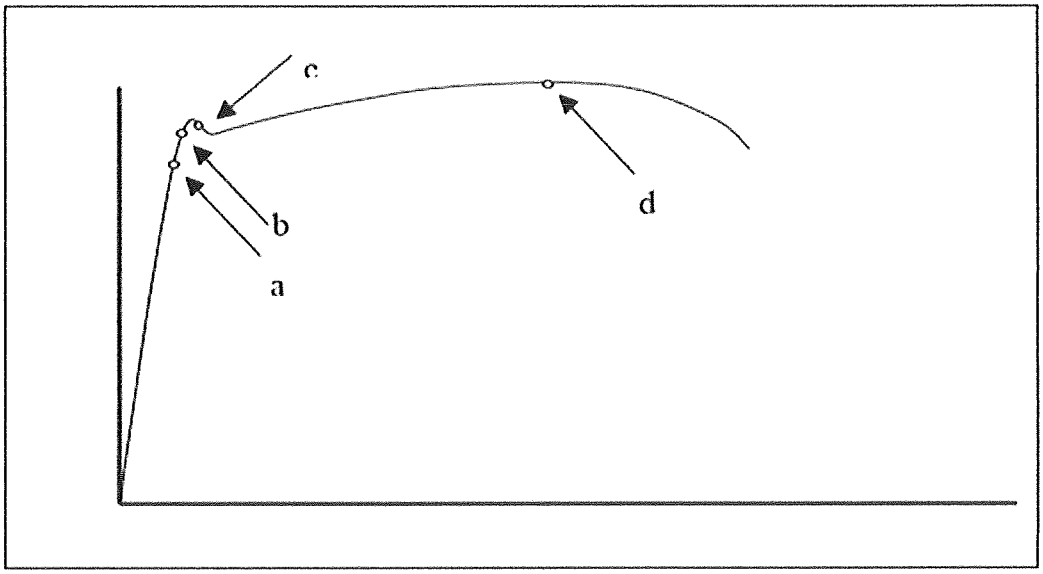


(ก)



(ข)

รูปที่ ๒.๒ แสดงรูปชิ้นงานทดสอบหาค่าความเค้นดึงก่อนขาด (ก) และหลังจากขาดออกจากกัน (ข) สำหรับวัสดุทดลองที่เป็นเหล็กเหนียว (Mild steel) จะได้กราฟที่มีลักษณะเช่นในรูป



รูปที่ ๒.๓ แสดงกราฟ Stress – Strain diagram ของเหล็กเหนียว

จากกราฟมีจุดสำคัญที่ควรศึกษาดังนี้

๑. จากจุดเริ่มต้นถึงจุด a กราฟเป็นเส้นตรงแสดงว่า แรงเป็นปฏิภาคโดยตรงกับส่วนที่ยืดออก

๒. จุด a เรียกว่า Proportional limit หรือ Limit of proportionality เป็นจุดสุดท้ายที่กราฟเป็นเส้นตรง หลังจากจุดนี้แล้ว stress ไม่เป็นปฏิภาคโดยตรงกับ strain

๓. จุด b เรียกว่า Elastic limit เป็นจุดสุดท้ายที่ความยาวของวัสดุจะกลับมามีความยาวเท่าเดิมได้เมื่อปล่อยแรง จากจุดเริ่มต้นจนถึงจุด b วัสดุมีคุณสมบัติเป็น Elastic

๔. จุด c เรียกว่า Yield point เป็นจุดที่วัสดุยืดออกโดยไม่ต้องเพิ่มแรง จุดนี้จะสังเกตได้ชัดสำหรับ เหล็กเหนียว (Mild steel) ส่วนวัสดุอื่นจะไม่มีจุดนี้

๕. จากจุด c ไปจนถึงจุด e เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบ plastic นั่นคือวัตถุยืดออกถาวร คือถ้าปล่อยแรง วัตถุจะไม่หดกลับที่เดิมอีก

๖. จากจุดเริ่มต้นถึงจุด d การยืดเกิดขึ้นทุกส่วนตลอด

๗. จากจุด d ไปจนถึงจุด e การยืดเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเฉพาะบริเวณที่จะหักหรือขาดจึงจะมีคอคอดเกิดขึ้น

๘. ที่จุด d เป็นจุดที่มีค่าความเค้นสูงสุด เรียกว่า tensile strength ของวัสดุ หรือเรียกว่า Ultimate tensile strength (σ_u)

๙. จุด e เรียกว่า rupture point หรือ breaking point เป็นจุดที่วัสดุขาดออกจากกัน

กฎของฮุก

จากกราฟ ในช่วงจุดเริ่มต้นถึงจุด a เป็นเส้นตรง นายโรเบิร์ตฮุก ได้ทำการทดลองดึงสปริง และตั้งกฎจากผลการทดลองไว้ว่า "ภายในเขตของ elastic limit แรงจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับส่วนที่ยืดออก หรือ stress จะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับ strain เรียกว่า Hooke's law

$$\frac{\text{ความเค้น}}{\text{ความเครียด}} = \text{ค่าคงที่}$$

หรือ $$\frac{Stress}{Strain} = Const\ ant$$

ก) สำหรับในกรณี Tension และ Compressive

ค่าคงที่ของวัสดุเรียกว่า Young's modulus หรือ Modulus of elasticity, E

$$E = \frac{Stress}{Strain}$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \qquad \text{.....(๒.๑)}$$

$$E = \frac{Pl}{A\delta}$$

ค่า Modulus of elasticity เป็นคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุแต่ละชนิด วัสดุชนิดเดียวกันจะมีค่า Modulus of elasticity เท่ากัน เช่น Steel ค่า E ประมาณ ๒๐๕ GN/m^2

ข) สำหรับ Shear ก็มีค่าคงที่เช่นเดียวกัน สูตรการคำนวณดังนี้

$$G = \frac{shear\ \ stress}{shear\ \ strain}$$

หรือ

$$G = \frac{\tau}{\varepsilon} \qquad \text{.....(๒.๒)}$$

เมื่อ G = ค่าความแข็งเกร็ง (Modulus of rigidity)

เราเรียกค่า G ว่า ค่าความแข็งเกร็ง (Modulus of rigidity) คือความสามารถทนต่อการเปลี่ยนรูปร่างเมื่อถูกแรงเฉือน

ตัวอย่างที่ ๒. ๑ เหล็กเส้นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๐ mm อยู่ภายใต้แรงดึง ๔๐ kN จงหา

ก) stress ข) strain และ ค) ส่วนที่ยืดออกถ้าทีความยาว ๒๐๐ mm ให้ E = ๒๐๐ GN/m^{๒}

วิธีทำ

ก) โจทย์กำหนดให้

d = ๒๐ mm.

$\therefore$ A = π ๒๐^{๒} / ๔ = ๓๑๔.๒๘๖ mm^{๒}

P = ๔๐ kN = ๔๐,๐๐๐ N

สูตร σ = P/A

แทนค่าสูตรσ_c = ๔๐,๐๐๐ / ๓๑๔.๒๘๖ N/mm^{๒}

= ๑๒๗.๒๗๓ N/mm^{๒} Ans

ข) โจทย์กำหนดให้

E = ๒๐๐ GN/m^{๒} = ๒๐๐,๐๐๐ MN/m^{๒} ,N/mm^{๒}

สูตร E = σ / ε

$\therefore$ ε = σ / E

แทนค่าสูตรε = ๑๒๗.๒๗๓ / ๒๐๐,๐๐๐

= ๖.๓๖ * ๑๐$^{-๔}$ Ans

ค) โจทย์กำหนดให้

L = ๒๐๐ mm

สูตร δ = P*l / A*E

แทนค่าสูตรδ = ๔๐,๐๐๐ * ๒๐๐ / ๓๑๔.๒๘๖ * ๒๐๐,๐๐๐ mm

= ๐.๑๒๗๒๗ mm Ans

เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (Percentage elongation)

ค่าเปอร์เซนต์การยืดตัวนี้เป็นค่าบอกความสามารถในการยืดตัวของโลหะหาได้จาก

$$\text{เปอร์เซนต์การยืดตัว} = \frac{(\text{ความยาวใหม่} - \text{ความยาวเดิม})}{\text{ความยาวเดิม}} \times 100$$

เปอร์เซ็นต์พื้นที่หน้าตัดลดลง (Percentage reduction of area)

ค่าเปอร์เซนต์พื้นที่หน้าตัดลดลงนี้ เป็นค่าบอกความสามารถในการยืดตัวของโลหะหาได้จาก

$$\text{เปอร์เซนต์พื้นที่หน้าตัด} = \frac{(\text{พื้นที่หน้าตัดใหม่} - \text{พื้นที่หน้าตัดเดิม})}{\text{พื้นที่หน้าตัดเดิม}} \times 100$$

ตัวอย่างที่ ๒.๒ ในการทดสอบดึงชิ้นงานทดลองเหล็ก st ๓๗ ความยาวเดิมก่อนทดสอบแรงดึงเท่ากับ ๕๐ มม. ความยาวหลังจากขาดออจากกัน แล้วนำมาต่อกันวัดค่าได้ ๕๐.๒๒ มม. จงหาค่าเปอร์เซนต์การยืดตัว

วิธีทำ

โจทย์กำหนดให้

ความยาวเดิม = ๕๐ mm.

ความยาวใหม่ = ๕.๒๒ mm.

สูตร

$$\textit{เปอร์เซนต์การยืดตัว} = \frac{(\textit{ความยาวใหม่} - \textit{ความยาวเดิม})}{\textit{ความยาวเดิม}} \times ๑๐๐$$

แทนค่าสูตร

$$\textit{เปอร์เซนต์การยืดตัว} = \frac{(๕๐.๒๒ - ๕๐)}{} \times ๑๐๐$$

๖. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบฝึกหัดที่ ๒ งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับลงบนตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

๑.ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น (σ) และความเครียด (ε) ในช่วงยืดหยุ่นเป็นแบบใด

ก. แปรผกผัน

ข. แปรผันตรง

ค. คงที่

ง. ไม่สัมพันธ์กัน

๒.กฎของฮุก (Hooke's Law) เขียนได้เป็นสมการใด

ก. $\sigma = \varepsilon / E$

ข. $\sigma = E\varepsilon$

ค. $\sigma = F / A$

ง. $\varepsilon = \Delta L / L$

๓.ค่า E ในสมการ $\sigma = E\varepsilon$ คือข้อใด

ก. โมดูลัสของแรงเฉือน

ข. โมดูลัสปริมาตร

ค. มอดูลัสของยัง (Young's modulus)

ง. ความเค้นสูงสุด

๔.กราฟความเค้น–ความเครียดในช่วงเส้นตรงแสดงถึงสมบัติใดของวัสดุ

ก. ความแข็ง

ข. ความเปราะ

ค. ความยืดหยุ่น

ง. ความเหนียว

๕.หากแรงที่กระทำเพิ่มขึ้นเป็น ๒ เท่า ในช่วงยืดหยุ่น ความเครียดจะเป็นอย่างไร

ก. ลดลงครึ่งหนึ่ง

ข. คงที่

ค. เพิ่มขึ้นเป็น ๒ เท่า

ง. เพิ่มขึ้นเป็น ๔ เท่า

๖.ช่วงใดของกราฟที่ความเค้นแปรผันตรงกับความเครียด

ก. ช่วงแตกหัก

ข. ช่วงเสียรูปถาวร

ค. ช่วงยืดหยุ่น

ง. หลังจุดคราก

๗.เมื่อพ้นช่วงยืดหยุ่น ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดจะเป็นอย่างไร

ก. เป็นเส้นตรง

ข. แปรผันตรงเสมอ

ค. ไม่เป็นเส้นตรง

ง. เป็นศูนย์

๘.จุดใดที่กฎของฮุกเริ่มใช้ไม่ได้

ก. จุดกำเนิด

ข. จุดยืดหยุ่น

ค. จุดคราก

ง. จุดแตกหัก

๙.ความชันของกราฟความเค้น–ความเครียดในช่วงยืดหยุ่นมีค่าเท่ากับข้อใด

ก. ความเค้น

ข. ความเครียด

ค. Young's modulus

ง. พื้นที่หน้าตัด

๑๐.วัสดุที่มีกราฟความเค้น–ความเครียดชันมาก หมายความว่าอย่างไร

ก. ยืดได้ง่าย

ข. แข็งและยืดได้น้อย

ค. เปราะแตกง่าย

ง. รับแรงได้น้อย

๗. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบฝึกหัดที่ ๒ งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับลงบนตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

๑.ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น (σ) และความเครียด (ε) ในช่วงยืดหยุ่นเป็นแบบใด

ก. แปรผกผัน

ข. แปรผันตรง

ค. คงที่

ง. ไม่สัมพันธ์กัน

๒.กฎของฮุก (Hooke's Law) เขียนได้เป็นสมการใด

ก. $\sigma = \varepsilon / E$

ข. $\sigma = E\varepsilon$

ค. $\sigma = F / A$

ง. $\varepsilon = \Delta L / L$

๓.ค่า E ในสมการ $\sigma = E\varepsilon$ คือข้อใด

ก. โมดูลัสของแรงเฉือน

ข. โมดูลัสปริมาตร

ค. มอดูลัสของยัง (Young's modulus)

ง. ความเค้นสูงสุด

๔.กราฟความเค้น–ความเครียดในช่วงเส้นตรงแสดงถึงสมบัติใดของวัสดุ

ก. ความแข็ง

ข. ความเปราะ

ค. ความยืดหยุ่น

ง. ความเหนียว

๕.หากแรงที่กระทำเพิ่มขึ้นเป็น ๒ เท่า ในช่วงยืดหยุ่น ความเครียดจะเป็นอย่างไร

ก. ลดลงครึ่งหนึ่ง

ข. คงที่

ค. เพิ่มขึ้นเป็น ๒ เท่า

ง. เพิ่มขึ้นเป็น ๔ เท่า

๖.ช่วงใดของกราฟที่ความเค้นแปรผันตรงกับความเครียด

ก. ช่วงแตกหัก

ข. ช่วงเสียรูปถาวร

ค. ช่วงยืดหยุ่น

ง. หลังจุดคราก

๗.เมื่อพ้นช่วงยืดหยุ่น ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดจะเป็นอย่างไร

ก. เป็นเส้นตรง

ข. แปรผันตรงเสมอ

ค. ไม่เป็นเส้นตรง

ง. เป็นศูนย์

๘.จุดใดที่กฎของฮุกเริ่มใช้ไม่ได้

ก. จุดกำเนิด

ข. จุดยืดหยุ่น

ค. จุดคราก

ง. จุดแตกหัก

๙.ความชันของกราฟความเค้น–ความเครียดในช่วงยืดหยุ่นมีค่าเท่ากับข้อใด

ก. ความเค้น

ข. ความเครียด

ค. Young's modulus

ง. พื้นที่หน้าตัด

๑๐.วัสดุที่มีกราฟความเค้น–ความเครียดชันมาก หมายความว่าอย่างไร

ก. ยืดได้ง่าย

ข. แข็งและยืดได้น้อย

ค. เปราะแตกง่าย

ง. รับแรงได้น้อย

๗. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539.

มนต์ชัย กาทอง. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, 2538. (อัดสำเนา)

	ใบกิจกรรมที่ ๒	หน่วยที่ ๒
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๓-๔
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑ แสดงความรู้เกี่ยวกับลักษณะของความดันและแรงดัน

๓.๒ สามารถแสดงการหาแรงที่กระทำกับพื้นผิววัตถุ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑ อธิบายความหมายของกฎของฮุก (Hooke's Law)

๔.๒ คำนวณหาค่าความเค้นดึง (Tensile stress) โดยอาศัยค่าความสัมพันธ์ของความเค้นและความเครียดของวัสดุ

๔.๓ คำนวณหาค่าความเค้นอัด(Compressive stress) โดยอาศัยค่าความสัมพันธ์ของความเค้นและความเครียดของวัสดุ

๔.๔ ประยุกต์ใช้กฎของฮุก (Hooke's Law) ในการออกแบบโครงสร้างได้

๕.สาระการเรียนรู้

๑. งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด

๒. งานกฎสภาพการยืดหยุ่นของฮุก (Hooke's Law)

๓. งานความเค้นที่ใช้ออกแบบ (Design stress)

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

๖.๑ สามารถประยุกต์ใช้กฎของฮุก (Hooke's Law) ในงานเครื่องกล

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ใบกิจกรรมที่ ๒

คำสั่ง จงเติมคำในช่องว่างดังต่อไปนี้

๑. เหล็กเส้นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๕.๔ mm อยู่ภายใต้แรงดึง ๔๐ kN จงหา ก) stress ข) strain และ ค) ส่วนที่ยืดออกถ้ามีความยาว ๒๐๐ mm ให้ E = ๒๐๙ GN/m^2

วิธีทำ

ก) โจทย์กำหนดให้

d = ...mm.

สูตรพื้นที่วงกลม

$A = \pi d^2 / ๔$

แทนค่าสูตร A = ...

= ..... mm^2

P = ... kN = ... N

สูตร $\sigma = P/A$

แทนค่าสูตร σ_c = .../..... N/mm^2

= ..... N/mm^2 Ans

ข) โจทย์กำหนดให้

E = ... GN/m^2

= .....MN/m^2, N/mm^2

สูตร $E = \sigma / \varepsilon$

$\therefore \quad \varepsilon = \sigma / E$

แทนค่าสูตร ε = ... / .....

= ..... Ans

ค) โจทย์กำหนดให้

l = ... mm

สูตร $\delta = (P \times l) / (A \times E)$

แทนค่าสูตร δ = ... /..... mm

= ..... mm Ans

๒. ในการทดสอบดึงชิ้นงานทดลองเหล็ก st ๖๐ ความยาวเดิมก่อนทดสอบแรงดึงเท่ากับ ๕๐ มม. ความยาวหลังจากขาดออจากกัน แล้วนำมาต่อกันวัดค่าได้ ๕๐.๑๒ มม. จงหาค่าเปอร์เซนต์การยืดตัว (๐.๒๔ เปอร์เซ็นต์)

วิธีทำ

โจทย์กำหนดให้

ความยาวเดิม = ... mm.

ความยาวใหม่ = ... mm.

สูตร

$$\text{เปอร์เซนต์การยืดตัว} = \frac{(\text{ความยาวใหม่} - \text{ความยาวเดิม})}{\text{ความยาวเดิม}} \times 100$$

แทนค่าสูตร

$$\text{เปอร์เซนต์การยืดตัว} = \frac{(\text{.....} - \text{.....})}{\text{.....}} \times 100$$

= ..... เปอร์เซนต์ Ans

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้อง ปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539.

มนต์ชัย กาทอง. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, 2538. (อัดสำเนา)

	ใบงานที่ ๒	หน่วยที่ ๒
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๓-๔
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑ แสดงความรู้เกี่ยวกับลักษณะของความดันและแรงดัน

๓.๒ สามารถแสดงการหาแรงที่กระทำกับพื้นผิววัตถุ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑ อธิบายความหมายของกฎของฮุก (Hooke's Law)

๔.๒ คำนวณหาค่าความเค้นดึง (Tensile stress) โดยอาศัยค่าความสัมพันธ์ของความเค้นและความเครียดของวัสดุ

๔.๓ คำนวณหาค่าความเค้นอัด(Compressive stress) โดยอาศัยค่าความสัมพันธ์ของความเค้นและความเครียดของวัสดุ

๔.๔ ประยุกต์ใช้กฎของฮุก (Hooke's Law) ในการออกแบบโครงสร้างได้

๕.สาระการเรียนรู้

๑. งานความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด

๒. งานกฎสภาพการยืดหยุ่นของฮุก (Hooke's Law)

๓. งานความเค้นที่ใช้ออกแบบ (Design stress)

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

๖.๑ สามารถประยุกต์ใช้กฎของฮุก (Hooke's Law) ในงานเครื่องกล

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ใบงานที่ ๒

คำสั่ง ให้นักศึกษา แสดงวิธีการคำนวณงาน ดังต่อไปนี้

๑. เหล็กเส้นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓๐ mm อยู่ภายใต้แรงดึง ๕๐ kN จงหา

ก) stress ข) strain และ ค) ส่วนที่ยืดออกถ้ามีความยาว ๓๐๐ mm ให้ E = ๒๐๙ $GN/m^{๒}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

๒. เหล็กเส้นมีความยาว ๒๐๐ mm ถูกดึงให้ยืดออก ๐.๑๘ mm จงหาความเค้นที่เกิดขึ้นถ้าเหล็กมีค่ามอดูลัสความยืดหยุ่น ๒๐๕ $GN/m^{๒}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้อง ปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539.

มนต์ชัย กาทอง. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, 2538. (อัดสำเนา)

ใบงานที่ ๒

คำสั่ง ให้นักศึกษา แสดงวิธีการคำนวณงาน ดังต่อไปนี้

๑. เหล็กเส้นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓๐ mm อยู่ภายใต้แรงดึง ๕๐ kN จงหา

ก) stress ข) strain และ ค) ส่วนที่ยืดออกถ้ามีความยาว ๓๐๐ mm ให้ E = ๒๐๙ GN/m^2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

๒. เหล็กเส้นมีความยาว ๒๐๐ mm ถูกดึงให้ยืดออก ๐.๑๘ mm จงหาความเค้นที่เกิดขึ้นถ้าเหล็กมีค่ามอดูลัสความยืดหยุ่น ๒๐๕ GN/m^2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้อง ปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539.

มนต์ชัย กาทอง. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, 2538. (อัดสำเนา)

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ๓
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๕-๖
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความเค้นที่กระทำกับวัสดุ

๓.๒. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความเครียดที่กระทำกับวัสดุ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (เขียนให้ครบด้าน พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัย และ ประยุกต์ใช้ฯ)

๔.๑ เข้าใจแนวคิดของความเค้นและสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

๔.๒ แสดงวิธีการคำนวณหาความเค้นในชิ้นงานที่ยึดปลายสองข้างแน่นเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

๔.๓ ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๑. งานขยายตัวของแท่งโลหะขยายตัวแบบอิสระ

๒. งานขยายตัวของแท่งโลหะขยายตัวแบบไม่อิสระ

๖.กิจกรรมการเรียนรู้

๖.๑ การนำเข้าสู่บทเรียน

๑. นำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถามนำเข้า

๒. ผู้เรียนอธิบายความหมายของความเค้นที่เกิดขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง(Temperature stress)

๖.๒ การเรียนรู้

๖.๒.๑ หนังสือเรียน ความแข็งแรงของวัสดุ ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์

๖.๒.๒ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ Power Point

๖.๒.๓ กิจกรรมการเรียนการสอน

๖.๒.๔ รูปภาพประกอบ

๖.๓ การสรุป

๖.๓.๑ สรุปบทเรียนส่วนที่เป็นสาระสำคัญ

๖.๔ การวัดและประเมินผล

๖.๔.๑. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

๖.๔.๒. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้

๖.๔.๓. ใบงาน

๗.สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๗.๑ Power Point เรื่อง การสมดุลของของไหลที่อยู่นิ่ง

๗.๒ VDO เรื่อง ชนิดของการไหลของของไหล พลังงานและอัตราการไหลของของไหล

๗.๓ หนังสือวิชา กลศาสตร์ของไหลในงานเครื่องกล

๘.หลักฐานการเรียนรู้

๘.๑ แผนการจัดการเรียนรู้

๘.๒ ใบความรู้ ใบปฏิบัติงาน

๘.๓ แบบประเมินและแบบสังเกตต่าง ๆ

๘.๔ บันทึกการสอนของผู้สอน

๙.การวัดและประเมินผล

๙.๑ เกณฑ์การปฏิบัติงาน

๑. วางแผนและเตรียมความพร้อมในการใช้ความรู้เบื้องต้น

๒. สรุปผลการวางแผนช่องทางในการใช้ความรู้เบื้องต้น

๙.๒ วิธีการประเมิน

๑. พิจารณาหลักฐานความรู้

๒. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

๙.๓ เครื่องมือประเมิน

๑. แบบทดสอบก่อนเรียน

๒. ใบความรู้ที่ ๓

๓. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

๑๐.บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๑ ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

๑๐.๒ ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

๑๐.๓ การแก้ไขปัญหา

.....

.....

๑) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

๒) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

	ใบความรู้ที่ ๓	หน่วยที่ ๓
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๕-๖
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานของไหลเคลื่อนที่		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความเค้นที่กระทำกับวัสดุ

๓.๒. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความเครียดที่กระทำกับวัสดุ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (เขียนให้ครบด้าน พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัย และ ประยุกต์ใช้ฯ)

๔.๑ เข้าใจแนวคิดของความเค้นและสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

๔.๒ แสดงวิธีการคำนวณหาความเค้นในชิ้นงานที่ยึดปลายสองข้างแน่นเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

๔.๓ ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.เนื้อหาสาระ

ความเค้นที่เกิดขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง(Temperature stress)

ชิ้นงานเมื่อนำไปประกอบเป็นเครื่องจักร หรือเป็นโครงสร้างแล้ว อุณหภูมิการทำงานอาจเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลาขณะใช้งาน หรืออาจเปลี่ยนแปลงไปขณะใช้งานกับเมื่อเลิกใช้งาน ย่อมทำให้ชิ้นงานเกิดการยืดตัว-หดตัว ตามสภาพอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ชิ้นงานที่ถูกออกแบบให้ถูกจับยึดไว้ทำให้ไม่สามารถยืด-หดได้ จึงเกิดความเค้นขึ้น จากการคำนวณทำให้ทราบว่าความเค้นที่เกิดขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง (Temperature stress) นี้มีค่าสูงมาก อาจทำให้ชิ้นงานเสียหายได้ การออกแบบจึงต้องพิจารณาถึงจุดนี้ให้ดี โดยต้องออกแบบให้มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการใช้งาน หรือออกแบบให้หลีกเลี่ยงการเกิด Temperature stress

ความเค้นที่เกิดขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง(Temperature stress) จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้เลยถ้าวัสดุนั้นไม่ถูกยึดที่ปลายทั้งสองข้างไว้แน่น เพราะเมื่อวัตถุขยายตัว หรือหดตัวก็สามารถทำได้อย่างอิสระ แต่เมื่อใดวัตถุถูกยึดปลายทั้งสองข้างไว้แน่น เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง จะเกิดความเค้นขึ้น เรียกว่า ความเค้นเนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง (Temperature stress)

พิจารณาแท่งโลหะยาว l มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้นของโลหะ = α ต่อองศา

ถ้าอุณหภูมิของโลหะเพิ่มขึ้น t องศา และสมมุติว่าวัตถุขยายตัวได้ จะขยายออก = αlt ซึ่งจะทำให้ความยาวใหม่เป็น $l + \alpha lt = l(1+\alpha t)$

แต่ถ้าเราบังคับไม่ให้แท่งโลหะขยายตัวได้เลย ก็มีค่าเท่ากับมีแท่งโลหะยาว $l(1+\alpha t)$ ถูกกดให้มีขนาดลดลงเหลือความยาว l จะทำให้เกิด Compressive stress ขึ้น หาค่าได้โดยหา strain คือการหาขนาดที่เปลี่ยนแปลงก่อน ซึ่งหาได้ง่าย แล้วจึงหาค่า stress

ดังนั้น จะมีค่า Compressive strain ε_c = $\frac{\text{ความยาวที่หดลง}}{\text{ความยาวเดิม}}$ = ความยาวที่หดลง / ความยาวเดิม

$$= \frac{\alpha l t}{l(1+\alpha t)}$$

แต่ ค่า αt น้อยมากเมื่อเทียบกับ l ดังนั้น $l(1+\alpha t) \approx l$

$\therefore$ Compressive strain $\varepsilon_c \approx \frac{\alpha l}{l} \approx \alpha t$

แต่ E = stress σ / strain ε

$\therefore$ Compressive stress $\sigma_t = E\varepsilon = \alpha t E$ .....(๔.๑)

ความสำคัญของ Temperature stress

ในกรณีที่อุณหภูมิลดลง t องศา และท่อนโลหะถูกยึดปลายทั้งสองข้างไว้แน่น ไม่ให้หดได้ จะมี tensile stress เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ α t E เช่นเดียวกัน

Temperature stress เป็นสิ่งสำคัญมาก ตัวอย่างเช่น เมื่ออุณหภูมิของเหล็กเพิ่มเพียง ๑๐ °C สปส.การขยายตัวตามเส้นของเหล็กมีค่าเท่ากับ ๓.๘ x ๑๐ $^{-๖}$ / °C ค่า E ของเหล็กเท่ากับ ๒๐๕ GN/m^{๒} ถ้าแท่งเหล็กดังกล่าวถูกยึดปลายไว้แน่นจะทำให้เกิดความเค้นดังนี้

$\therefore$ Compressive stress σ = α t E

= ๓.๘ x ๑๐ $^{-๖}$ x ๑๐ x ๒๐๕ x ๑๐ ^{๖}

= ๗,๙๗๒ N/m^{๒}

พบว่าเป็นค่าความเค้นที่สูงมาก อาจทำให้เกิดความเสียหายได้ และในการออกแบบควรต้องหลีกเลี่ยงการยึดปลายสองข้างของชิ้นงาน หรือหลีกเลี่ยงการใช้งานที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมาก

ตัวอย่างที่ ๓.๑ วางรางรถไฟสายหนึ่งไม่มี stress ในรางเมื่ออุณหภูมิ = ๒๕ °C จงหา stress ในรางเมื่ออุณหภูมิลดเหลือ ๕ °C ถ้ายึดรางไว้แน่นไม่ให้หดได้ กำหนด ให้ สปส. ของการขยายตัวตามเส้น α = ๐.๐๐๐ ๐๑๒ / °C และ E = ๒๐๕ GN/m^{๒}

วิธีทำ

โจทย์กำหนดให้

α = ๐.๐๐๐ ๐๑๒ / °C

t = ๒๕ – ๕ = ๒๐ °C

E = ๒๐๕ GN/m^{๒} = ๒๐๕,๐๐๐ N/mm^{๒}

สูตร Compressive stress $\sigma_t = E\varepsilon = \alpha t E$

แทนค่าสูตร σ = (๐.๐๐๐ ๐๑๒)(๒๐)(๒๐๕,๐๐๐) N/mm^{๒}

= ๔๙.๒ N/mm^{๒} Ans

ตัวอย่างที่ ๓.๒ เหล็กเส้นมีความเหนียวทนแรงดึง ๖๐๐ MN/m^{๒} อยู่ภายใต้แรงดึง ๑๐ kN จงหาเส้นผ่านศูนย์กลาง ถ้าให้ ค่าในการออกแบบเท่ากับ ๑๒

วิธีทำ

โจทย์กำหนดให้

σ_u = ๖๐๐ MN/m^{๒} = ๖๐๐ N/mm^{๒}

P = ๑๐ kN = ๑๐,๐๐๐ N

N = ๑๒

สูตร $\sigma_d = \sigma_u / N$

แทนค่าสูตร

σ_d = ๖๐๐ /๑๒ = ๕๐ N/mm^{๒}

สูตร $\sigma = P/A$

หรือ $A = P/\sigma$

แทนค่าสูตร A = ๑๐,๐๐๐ / ๕๐ mm.^{๒}

= ๒๐๐mm.^{๒}

แต่ $A = \pi d^{๒}/๔$

$\therefore\ d^2 = 4A/\pi$

หรือ $d = \sqrt{4A/\pi}$

แทนค่าสูตร $d = \sqrt{4(200)/\pi}$

= 15.957 mm. **Ans**

๖.แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบเรื่อง งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (×) ทับลงบนตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

๑.ความเค้นที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเรียกว่าอะไร

ก. ความเค้นดึง

ข. ความเค้นอัด

ค. ความเค้นความร้อน

ง. ความเค้นเฉือน

๒.สาเหตุสำคัญของความเค้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิคือข้อใด

ก. การเพิ่มแรงภายนอก

ข. การเปลี่ยนพื้นที่หน้าตัด

ค. การขยายหรือหดตัวของวัตถุ

ง. การเปลี่ยนมวลของวัตถุ

๓.ถ้าวัตถุสามารถขยายตัวได้อย่างอิสระ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน จะเกิดความเค้นหรือไม่

ก. เกิดความเค้นมาก

ข. เกิดความเค้นน้อย

ค. ไม่เกิดความเค้น

ง. เกิดความเค้นเฉือน

๔.หากแท่งโลหะถูกยึดตรึงทั้งสองด้าน แล้วอุณหภูมิเพิ่มขึ้น จะเกิดความเค้นชนิดใด

ก. ความเค้นดึง

ข. ความเค้นอัด

ค. ความเค้นเฉือน

ง. ไม่เกิดความเค้น

๕.หากแท่งโลหะถูกยึดตรึงทั้งสองด้าน แล้วอุณหภูมิลดลง จะเกิดความเค้นชนิดใด

ก. ความเค้นดึง

ข. ความเค้นอัด

ค. ความเค้นเฉือน

ง. ความเค้นบิด

๖.สมการของความเค้นจากอุณหภูมิ (กรณีถูกยึดแน่น) คือข้อใด

ก. $\sigma = E\alpha\Delta T$

ข. $\sigma = F / A$

ค. $\sigma = E\varepsilon$

ง. $\sigma = \Delta L / L$

๗.ในสมการ $\sigma = E\alpha\Delta T$ ค่า α หมายถึงข้อใด

ก. ความเค้น

ข. สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้น

ค. อุณหภูมิ

ง. มอดูลัสของยัง

๘.หน่วยของสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้น (α) คือข้อใด

ก. เมตร

ข. เคลวิน

ค. ๑/°C หรือ ๑/K

ง. ปาสคาล

๙.หากอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง จะเกิดความเค้นจากอุณหภูมิหรือไม่

ก. เกิดเสมอ

ข. เกิดเฉพาะโลหะ

ค. ไม่เกิด

ง. เกิดเฉพาะของแข็ง

๑๐.วัตถุที่มีค่า α มาก จะมีลักษณะอย่างไรเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน

ก. ขยายตัวน้อย

ข. ขยายตัวมาก

ค. ไม่ขยายตัว

ง. แตกทันที

๗. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบเรื่อง ของไหลเคลื่อนที่

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (×) ทับลงบนตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

๑.ความเค้นที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเรียกว่าอะไร

ก. ความเค้นดึง

ข. ความเค้นอัด

ค. ความเค้นความร้อน

ง. ความเค้นเฉือน

๒.สาเหตุสำคัญของความเค้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิคือข้อใด

ก. การเพิ่มแรงภายนอก

ข. การเปลี่ยนพื้นที่หน้าตัด

ค. การขยายหรือหดตัวของวัตถุ

ง. การเปลี่ยนมวลของวัตถุ

๓.ถ้าวัตถุสามารถขยายตัวได้อย่างอิสระ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน จะเกิดความเค้นหรือไม่

ก. เกิดความเค้นมาก

ข. เกิดความเค้นน้อย

ค. ไม่เกิดความเค้น

ง. เกิดความเค้นเฉือน

๔.หากแท่งโลหะถูกยึดตรึงทั้งสองด้าน แล้วอุณหภูมิเพิ่มขึ้น จะเกิดความเค้นชนิดใด

ก. ความเค้นดึง

ข. ความเค้นอัด

ค. ความเค้นเฉือน

ง. ไม่เกิดความเค้น

๕.หากแท่งโลหะถูกยึดตรึงทั้งสองด้าน แล้วอุณหภูมิลดลง จะเกิดความเค้นชนิดใด

ก. ความเค้นดึง

ข. ความเค้นอัด

ค. ความเค้นเฉือน

ง. ความเค้นบิด

๖.สมการของความเค้นจากอุณหภูมิ (กรณีถูกยึดแน่น) คือข้อใด

ก. $\sigma = E\alpha\Delta T$

ข. $\sigma = F / A$

ค. $\sigma = E\varepsilon$

ง. $\sigma = \Delta L / L$

๗.ในสมการ $\sigma = E\alpha\Delta T$ ค่า α หมายถึงข้อใด

ก. ความเค้น

ข. สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้น

ค. อุณหภูมิ

ง. มอดูลัสของยัง

๘.หน่วยของสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้น (α) คือข้อใด

ก. เมตร

ข. เคลวิน

ค. ๑/°C หรือ ๑/K

ง. ปาสคาล

๙.หากอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง จะเกิดความเค้นจากอุณหภูมิหรือไม่

ก. เกิดเสมอ

ข. เกิดเฉพาะโลหะ

ค. ไม่เกิด

ง. เกิดเฉพาะของแข็ง

๑๐.วัตถุที่มีค่า α มาก จะมีลักษณะอย่างไรเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน

ก. ขยายตัวน้อย

ข. ขยายตัวมาก

ค. ไม่ขยายตัว

ง. แตกทันที

๘. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539.

มนต์ชัย กาทอง. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, 2538. (อัดสำเนา)

	ใบกิจกรรมที่ ๓	หน่วยที่ ๓
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๕-๖
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความเค้นที่กระทำกับวัสดุ

๓.๒. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความเครียดที่กระทำกับวัสดุ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (เขียนให้ครบด้าน พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัย และ ประยุกต์ใช้ฯ)

๔.๑ เข้าใจแนวคิดของความเค้นและสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

๔.๒ แสดงวิธีการคำนวณหาความเค้นในชิ้นงานที่ยึดปลายสองข้างแน่นเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

๔.๓ ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๑. งานขยายตัวของแท่งโลหะขยายตัวแบบอิสระ

๒. งานขยายตัวของแท่งโลหะขยายตัวแบบไม่อิสระ

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

๖.๑ สามารถประยุกต์ใช้หลักความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในงานเครื่องกล

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ใบกิจกรรมที่ ๓

คำสั่ง ให้นักศึกษาเติมคำในช่องว่างดังต่อไปนี้

๑. เพลาข้อเหวี่ยงรถจักรยานยนต์ถูกยึดด้วยตลับลูกปืน(Bearing) หมุนได้แต่ขยับในแนวยาวไม่ได้ ไม่มีความเค้นเมื่ออุณหภูมิ ๓๕ °C จงหา stress ขณะรถจักรยานยนต์ทำงานที่อุณหภูมิเพลาข้อเหวี่ยงเท่ากับ ๑๓๐ °C กำหนด ให้ สปส. ของการขยายตัวตามเส้น α = ๐.๐๐๐ ๐๑๒ / °C และ E = ๒๐๖ GN/m^{๒}

วิธีทำ

โจทย์กำหนดให้

α = ... / °C

t = ... = ... °C

E = ... GN/m^2 = ... N/mm^2

สูตร Compressive stress $\sigma_t = E\varepsilon = \alpha tE$

แทนค่าสูตร σ = ...N/mm^2

= ..... N/mm^2 **Ans**

๒. เหล็กเส้นมีค่าความเค้นสูงสุด ๔๗๐ MN/m^{๒} อยู่ภายใต้แรงดึง ๑๐ kN จงหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ถ้าให้ค่าในการออกแบบเท่ากับ ๑๐

วิธีทำ

โจทย์กำหนดให้

σ_u = ...MN/m^{๒} =..... N/mm^{๒}

P = ... kN =..... N

N = ...

สูตร $\sigma_d = \frac{\sigma_u}{N}$

แทนค่าสูตร

σ_u = $\frac{\text{.....}}{\text{.....}}$ =..... N/mm^{๒}

สูตร $\sigma = \frac{P}{A}$

หรือ $A = \frac{P}{\sigma_d}$

แทนค่าสูตร $A = \frac{\text{.....}}{\text{.....}}$ N

A = ...mm^{๒}

แต่ $A = \frac{\pi d^2}{4}$

$\therefore$ $d^2 = \frac{4A}{\pi}$ หรือ $d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$

แทนค่าสูตร

$$d = \sqrt{\frac{\text{.....}}{\text{.....}}}$$

d = ...mm Ans

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้อง ปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539.

มนต์ชัย กาทอง. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, 2538. (อัดสำเนา)

	ใบงานที่ ๓	หน่วยที่ ๓
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๕-๖
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความเค้นที่กระทำกับวัสดุ

๓.๒. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความเครียดที่กระทำกับวัสดุ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (เขียนให้ครบด้าน พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัย และ ประยุกต์ใช้ฯ)

๔.๑ เข้าใจแนวคิดของความเค้นและสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

๔.๒ แสดงวิธีการคำนวณหาความเค้นในชิ้นงานที่ยึดปลายสองข้างแน่นเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

๔.๓ ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๑. งานขยายตัวของแท่งโลหะขยายตัวแบบอิสระ

๒. งานขยายตัวของแท่งโลหะขยายตัวแบบไม่อิสระ

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

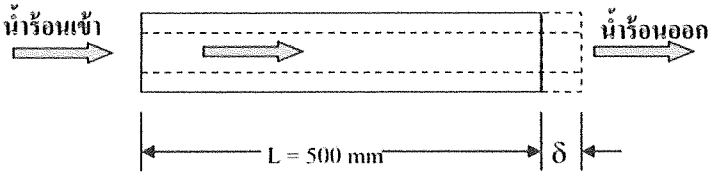
๖.๑ สามารถประยุกต์ใช้หลักความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในงานเครื่องกล

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ใบงานที่ ๓

คำสั่ง ให้ผู้เรียนแสดงวิธีการคำนวณงานของไหลสถิต ดังต่อไปนี้

๑. ท่อน้ำร้อนทองแดงยาว ๕๐๐ mm ขณะน้ำร้อนผ่านอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ๑๓๕ oC สมมติว่าท่อน้ำ ร้อนสามารถยืดออกได้ จงหา ระยะยืดของท่อและถ้ายืดท่อไม่ให้ยืดออกได้ จงหาความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้น กำหนดให้ α = ๑๗x๑๐-๖/C วิธีทำ เมื่อท่อสามารถยืดออกได้(ด



.....

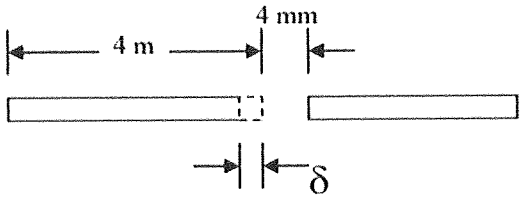
.....

.....

.....

.....

๒. รางรถไฟทำด้วยเหล็กยาว ๔ m วางให้ปลายห่างกัน ๔ mm ที่อุณหภูมิ ๓๒ องศา ถ้าค่าโมดูลัส ของการยืดหยุ่นของเหล็ก = ๒๐๕ GN/m๒ และ α = ๑๒x๑๐-๖ / oC จงหา ๑. ระยะห่างปลายรางที่อุณหภูมิ ๑๐ องศา ๒. ที่อุณหภูมิเท่าใดปลายรางจะชนกันพอดน



.....

.....

.....

.....

.....

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้อง ปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539.

มนต์ชัย กาทอง. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, 2538. (อัดสำเนา)

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ๔
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๗-๘
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความงานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑ เข้าใจแนวคิดของความเค้นและสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

๔.๒ แสดงวิธีการคำนวณหางานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

๔.๓ ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕ สาระการเรียนรู้

๕.๑ งานความเค้นในถังรูปทรงกระบอกกลวงผนังบาง

๕.๒ งานความเค้นในถังทรงกลมผนังบาง

๖.กิจกรรมการเรียนรู้

๖.๑ การนำเข้าสู่บทเรียน

๑. นำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถามนำเข้า

๒. ครูให้ผู้เรียนยกตัวอย่างงานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

๖.๒ การเรียนรู้

๖.๒.๑ งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

๖.๒.๒ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ Power Point

๖.๒.๓ กิจกรรมการเรียนการสอน

๖.๒.๔ รูปภาพประกอบ

๖.๓ การสรุป

๖.๓.๑ สรุปบทเรียนส่วนที่เป็นสาระสำคัญ

๖.๔ การวัดและประเมินผล

๖.๔.๑. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

๖.๔.๒. กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้

๖.๔.๓. ใบงาน

๗.สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๗.๑ Power Point

๗.๒ VDO เรื่อง งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

๗.๓ หนังสือวิชาความแข็งแรงของวัสดุ

๘.หลักฐานการเรียนรู้

๘.๑ แผนการจัดการเรียนรู้

๘.๒ ใบความรู้ ใบปฏิบัติงาน

๘.๓ แบบประเมินและแบบสังเกตต่าง ๆ

๘.๔ บันทึกการสอนของผู้สอน

๙. การวัดและประเมินผล

๙.๑ เกณฑ์การปฏิบัติงาน

๑. วางแผนและเตรียมความพร้อมในการใช้ความรู้เบื้องต้น เรื่อง แรงที่กระทำกับวัตถุที่จม

๒. สรุปผลการวางแผนช่องทางในการใช้ความรู้เบื้องต้น เรื่อง แรงที่กระทำกับวัตถุที่จม

๙.๒ วิธีการประเมิน

๑. พิจารณาหลักฐานความรู้

๒. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

๙.๓ เครื่องมือประเมิน

๑. แบบทดสอบก่อนเรียน

๒. ใบความรู้ที่ ๔

๓. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

๑๐. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๑ ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

๑๐.๒ ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

๑๐.๓ แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

	ใบความรู้ที่ ๔	หน่วยที่ ๔
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๗-๘
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความงานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑ เข้าใจแนวคิดของความเค้นและสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

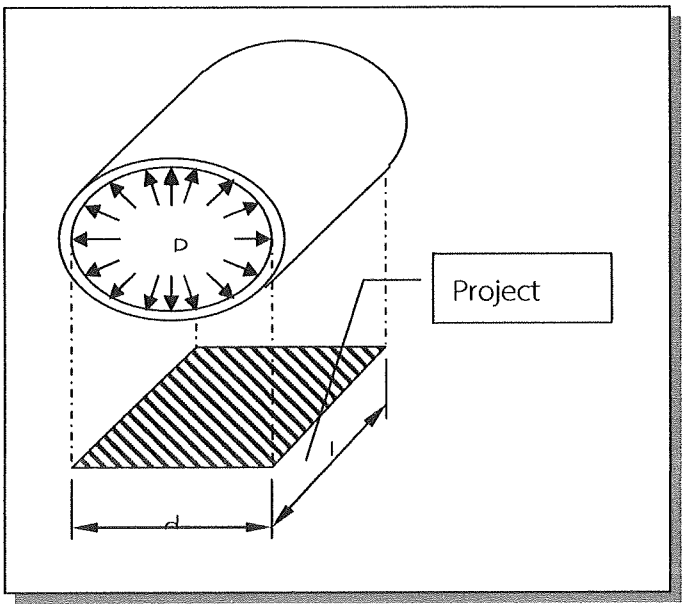
๔.๒ แสดงวิธีการคำนวณหางานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

๔.๓ ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.เนื้อหาสาระ

ภาชนะบางภายใต้ความดัน (Pressure vessels)

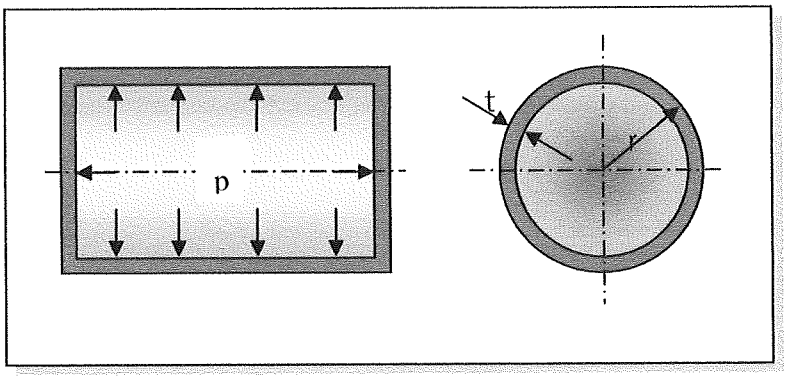
แรงที่เกิดขึ้นจากความดันของไหลจะเท่ากับผลคูณของความดันภายในกับพื้นที่ภาพฉาย (Project area) จากภาพที่ ๗.๑ กำหนดให้ภาชนะบางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในเท่ากับ d ยาว l มีความดันภายใน P แรงที่เกิดจากความดันของก๊าซบนลูกสูบของเครื่องยนต์สันดาปภายในจะเท่ากับความดันคูณด้วย Project area ของกระบอกสูบ และมีค่าเท่านี้เสมอไปไม่ว่าผิวหน้าของลูกสูบจะแบน, โค้ง หรือนูนก็ตาม



รูปที่ ๗.๑ แสดงภาพภาชนะเปลือกบางทรงกระบอก มีความดันภายใน

รูปทรงกระบอกบางอยู่ภายใต้ความดันภายใน (Thin cylinder under internal pressure)

รูปทรงกระบอกบางหมายถึง ภาชนะทรงกระบอกที่ความหนาของแผ่นโลหะมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เช่น Boiler drum, Air reservoir และ ท่อต่างๆ



ภาพที่ ๗.๒ แสดงภาพตัดของ ภาชนะเปลือกบางทรงกระบอก มีความดันภายใน

พิจารณารูปทรงกระบอกบางไม่มีตะเข็บเช่นในภาพที่ ๗.๒

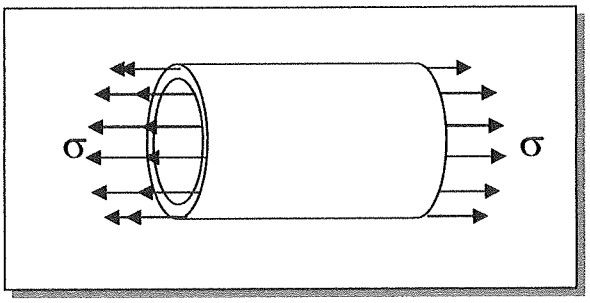
กำหนดให้

p	=	ความดันภายใน
r	=	รัศมีเฉลี่ยของรูปทรงกระบอก
l	=	ความยาวทรงกระบอก
t	=	ความหนา

ภาชนะเปลือกบางทรงกระบอก จะมีความเค้นที่ผนังด้านข้าง ๒ แนว คือ แนวเส้นรอบวง และแนวตามความยาวท่อ

การหาค่าความเค้นในแนวยาวท่อ

ถ้าปลายสอนข้างปิด ฝาอาจจะเป็นรูปแบน นูน หรือ ครึ่งทรงกลมก็ได้ ความดันที่กดที่ฝาปิดนี้ทำให้รูปทรงกระบอกยืดออกได้ตามความยาว และเป็น Tensile stress แต่มีชื่อพิเศษเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Longitudinal stress; σ_1



รูปที่ ๗.๓ แสดงความเค้นตามแนวยาวของท่อ

แรงตามแนวยาวที่เกิดจากความดันภายใน = ความดัน x project area ของฝาปิด

$= p \pi r^2$ .....(๗.๑)

แรงในเนื้อวัสดุที่ทำให้เกิด stress σ_1 = stress x พื้นที่วงแหวนของเนื้อวัสดุ

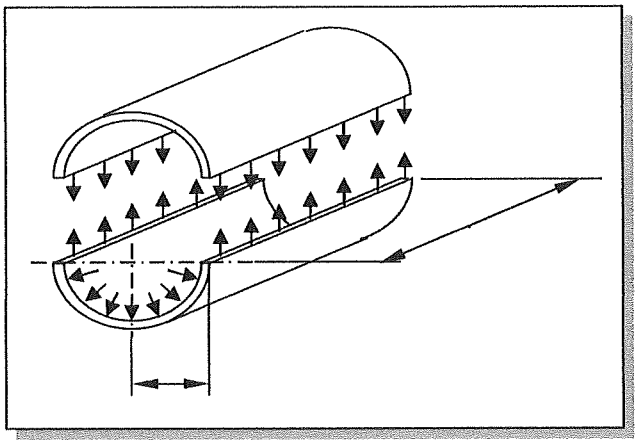
$= \sigma_1 2 \pi r t$ .....(๗.๒)

จากความสมดุล (๗.๑) = (๗.๒)

$\sigma_1 \, 2 \, \pi \, r \, t = p \, \pi \, r^2$

$\sigma_1 = pr / 2t$ .....(๗.๓)

การหาค่าความเค้นตามแนวเส้นรอบวง σ_2



รูปที่ ๗.๔ แสดงความเค้นตามแนวเส้นรอบวง (Circumferential stress)

ความดันภายในที่ดันผิวโค้งด้านข้างเช่นในรูป ๗.๔ จะทำให้เส้นรอบวงยืดออก ดังนั้นจะมี Tensile stress อยู่ในทิศสัมผัสกับเส้นรอบวง เรียกว่า Circumferential หรือ Hoop stress ; σ_2

พิจารณาแรงที่เกิดจาก Pressure; p บนผิวโค้ง = ความดัน p คูณด้วย Project area ของผิวโค้ง

$= p \times 2 r l$

พื้นที่ของวัสดุต้านแรง $= 2 l t$

$\therefore$ แรงในเนื้อวัสดุที่ทำให้เกิด $\sigma_2 = \sigma_2 \, 2 l t$

จากการสมดุล ดังนั้น $\sigma_2 \, 2 l t = p \times 2 r l$

$\sigma_2 = pr / t$ .....(๗.๔)

สรุป

๑. แรงที่ทำตามแนวความยาวซึ่งทำให้เกิด Longitudinal stress σ_1 จะเป็นแรงที่ทำให้ Cylinder ขาดตามเส้นรอบวง

๒. แรงที่ทำให้เกิด Circumferential stress จะเป็นแรงที่ทำให้ Cylinder ขาดตามแนวความยาว

๓. σ_1 และ σ_2 กระทำตั้งฉากซึ่งกันและกันแต่ σ_2 มีค่าเป็นสองเท่าของ σ_1 ดังนั้นในการออกแบบจะต้องคิดหาขนาดต่างๆจาก σ_2 และถ้ามีตะเข็บจะต้องให้ตะเข็บยาวมีความแข็งแรงมากกว่าแนวอื่น

๔. ในกรณีที่ Pressure vessel เป็นทรงกลม $\sigma_1 = \sigma_2$

ตัวอย่างที่ ๔.๑ ท่อไอน้ำเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ๒๐๐ mm หนา ๘ mm เมื่อความดันของไอน้ำ = ๑๘ bar ($๑๘ * ๑๐^{๕}$ $N/m^{๒}$) ถ้า E = ๒๐๐ $GN/m^{๒}$ จงหา

ก) Longitudinal stress; $\sigma_{๑}$

ข) Circumferential stress; $\sigma_{๒}$

ค) Design factor ถ้า Tensile strength ของวัสดุ = ๔๐๐ $MN/m^{๒}$

ง) หากท่อไอน้ำนี้ระเบิด จะมีลักษณะการฉีกขาดอย่างไร เพราะอะไร

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้

d = ๒๐๐ mm ; r = ๑๐๐ mm

t = ๘ mm

p = $๑๘ * ๑๐^{๕}$ $N/m^{๒}$ = ๑.๘ $N/mm^{๒}$

σ_{u} = ๔๐๐ $N/mm^{๒}$

ก) สูตร $\sigma_{๑} = pr/๒t$

แทนค่า $\sigma_{๑} = ๑.๘ * ๑๐๐ / ๒ * ๘$ $N/mm^{๒}$

$= ๑๑.๒๕$ $N/mm^{๒}$ **Ans**

ข) สูตร $\sigma_{๒} = pr/t$

แทนค่า $\sigma_{๒} = ๑.๘ * ๑๐๐ / ๘$ $N/mm^{๒}$

$= ๒๒.๕$ $N/mm^{๒}$ **Ans**

ค) จากข้อ ข) ได้ค่าความเค้นสูงสุดในการทำงาน(σ_{d})เท่ากับ ๒๒.๕ $N/mm^{๒}$

สูตร design factor ; $N = \sigma_{u} / \sigma_{d}$

แทนค่า $N = ๔๐๐ / ๒๒.๕$

$= ๑๗.๗๘$ **Ans**

๖.แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบเรื่อง งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับลงบนตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

๑.ภาชนะอัดความดันคืออะไร

ก. ภาชนะที่ใช้บรรจุของแข็ง

ข. ภาชนะที่บรรจุของไหลภายใต้ความดันสูงกว่าบรรยากาศ

ค. ภาชนะที่ไม่มีฝาปิด

ง. ภาชนะที่ใช้เก็บความร้อน

๒.ความเค้นหลักที่เกิดในภาชนะอัดความดันทรงกระบอกมีกี่ชนิด

ก. ๑ ชนิด

ข. ๒ ชนิด

ค. ๓ ชนิด

ง. ๔ ชนิด

๓.ความเค้นที่มีค่ามากที่สุดในภาชนะทรงกระบอกแบบผนังบางคือข้อใด

ก. ความเค้นตามยาว

ข. ความเค้นรัศมี

ค. ความเค้นรอบวง

ง. ความเค้นเฉือน

๔.ความเค้นรอบวง (Hoop stress) มีทิศทางใด

ก. ตามแกนยาวของภาชนะ

ข. รอบเส้นรอบวงของภาชนะ

ค. เข้าหาศูนย์กลาง

ง. ตั้งฉากกับผิวภาชนะ

๕.ความเค้นตามยาว (Longitudinal stress) มีทิศทางใด

ก. รอบวง

ข. ตั้งฉากกับผิว

ค. ตามแกนยาวของภาชนะ

ง. เฉียง

๖.สูตรความเค้นรอบวงของภาชนะทรงกระบอกผนังบางคือข้อใด

ก. $\sigma_h = pr / t$

ข. $\sigma_h = p / r$

ค. $\sigma_h = pt / r$

ง. $\sigma_h = r / pt$

๗.สูตรความเค้นตามยาวของภาชนะทรงกระบอกผนังบางคือข้อใด

ก. σ_l = pr / t

ข. σ_l = pr / ๒t

ค. σ_l = p / rt

ง. σ_l = pt / r

๘.ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นรอบวงและความเค้นตามยาวคือข้อใด

ก. เท่ากัน

ข. ความเค้นตามยาวมากกว่า

ค. ความเค้นรอบวงมากกว่า

ง. ไม่เกี่ยวข้องกัน

๙.ภาชนะอัดความดันแบบผนังบาง หมายถึงกรณีใด

ก. t > r/๒

ข. t < r/๑๐

ค. t = r

ง. t > r

๑๐.ความเค้นรัศมีในภาชนะผนังบางมีค่าเป็นอย่างไร

ก. มีค่ามาก

ข. เท่ากับความเค้นรอบวง

ค. มีค่าน้อยมากจนมักละเลย

ง. มีค่าเป็นศูนย์เสมอ

๗.เอกสารอ้างอิง

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539.

มนต์ชัย กาทอง. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, 2538. (อัดสำเนา)

๘. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบเรื่อง แงานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

๑.ภาชนะอัดความดันคืออะไร

ก. ภาชนะที่ใช้บรรจุของแข็ง

ข. ภาชนะที่บรรจุของไหลภายใต้ความดันสูงกว่าบรรยากาศ

ค. ภาชนะที่ไม่มีฝาปิด

ง. ภาชนะที่ใช้เก็บความร้อน

๒.ความเค้นหลักที่เกิดในภาชนะอัดความดันทรงกระบอกมีกี่ชนิด

ก. ๑ ชนิด

ข. ๒ ชนิด

ค. ๓ ชนิด

ง. ๔ ชนิด

๓.ความเค้นที่มีค่ามากที่สุดในภาชนะทรงกระบอกแบบผนังบางคือข้อใด

ก. ความเค้นตามยาว

ข. ความเค้นรัศมี

ค. ความเค้นรอบวง

ง. ความเค้นเฉือน

๔.ความเค้นรอบวง (Hoop stress) มีทิศทางใด

ก. ตามแกนยาวของภาชนะ

ข. รอบเส้นรอบวงของภาชนะ

ค. เข้าหาศูนย์กลาง

ง. ตั้งฉากกับผิวภาชนะ

๕.ความเค้นตามยาว (Longitudinal stress) มีทิศทางใด

ก. รอบวง

ข. ตั้งฉากกับผิว

ค. ตามแกนยาวของภาชนะ

ง. เฉียง

๖.สูตรความเค้นรอบวงของภาชนะทรงกระบอกผนังบางคือข้อใด

ก. $\sigma_h = pr / t$

ข. $\boldsymbol{\sigma_h} = p / r$

ค. $\boldsymbol{\sigma_h} = pt / r$

ง. $\boldsymbol{\sigma_h} = r / pt$

๗.สูตรความเค้นตามยาวของภาชนะทรงกระบอกผนังบางคือข้อใด

ก. $\boldsymbol{\sigma_l} = pr / t$

ข. $\sigma_l = pr / 2t$

ค. $\boldsymbol{\sigma_l} = p / rt$

ง. $\boldsymbol{\sigma_l} = pt / r$

๘.ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นรอบวงและความเค้นตามยาวคือข้อใด

ก. เท่ากัน

ข. ความเค้นตามยาวมากกว่า

ค. ความเค้นรอบวงมากกว่า

ง. ไม่เกี่ยวข้องกัน

๙.ภาชนะอัดความดันแบบผนังบาง หมายถึงกรณีใด

ก. $t > r/๒$

ข. $t < r/๑๐$

ค. $t = r$

ง. $t > r$

๑๐.ความเค้นรัศมีในภาชนะผนังบางมีค่าเป็นอย่างไร

ก. มีค่ามาก

ข. เท่ากับความเค้นรอบวง

ค. มีค่าน้อยมากจนมักละเลย

ง. มีค่าเป็นศูนย์เสมอ

	ใบกิจกรรมที่ ๔	หน่วยที่ ๔
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๗-๘
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความงานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑ เข้าใจแนวคิดของความเค้นและสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

๔.๒ แสดงวิธีการคำนวณหางานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

๔.๓ ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕ สาระการเรียนรู้

๕.๑ งานความเค้นในถังรูปทรงกระบอกกลวงผนังบาง

๕.๒ งานความเค้นในถังทรงกลมผนังบาง

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

๖.๑ สามารถประยุกต์ใช้หลักความเค้นภายในภาชนะอัดความดันในงานเครื่องกล

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ใบกิจกรรมที่ ๔

คำสั่ง ให้นักศึกษาเติมคำในช่องว่างดังต่อไปนี้

๑.หม้อน้ำทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ๑,๐๐๐ mm หนา ๓๐ mm เมื่อความดันของไอน้ำ = ๑๒ bar (๑๒ * $๑๐^{๕}$ $N/m^{๒}$) ถ้า E = ๒๐๐ $GN/m^{๒}$ จงหา

ก) Longitudinal stress; $\sigma_{๑}$

ข) Circumferential stress; $\sigma_{๒}$

ค) Design factor ถ้า Tensile strength ของวัสดุ = ๓๗๐ $MN/m^{๒}$

ง) หากหม้อน้ำนี้ระเบิด จะมีลักษณะการฉีกขาดอย่างไร เพราะอะไร

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้

d = ... mm ; r = ... mm ← r = รัศมีหม้อน้ำ

t = ... mm ← t = ความหนาหม้อน้ำ

p = ... $N/m^{๒}$ = ... $N/mm^{๒}$

σ_u = ... $N/mm^{๒}$ ← ความเค้นสูงสุดที่เหล็กทนได้ (Tensile strength)

ก) สูตร $\sigma_{๑}$ = .../..... ←ความเค้นตามแนวยาวท่อ(Longitudinal stress)

แทนค่า $\sigma_{๑}$ = ... $N/mm^{๒}$

= ..... $N/mm^{๒}$ **Ans**

ข) สูตร $\sigma_{๒}$ = .../..... ← ความเค้นแนวเส้นรอบวง(Circumferential stress)

แทนค่า $\sigma_{๒}$ = ... $N/mm^{๒}$

= ..... $N/mm^{๒}$ **Ans**

ค) จากข้อ ข) ได้ค่าความเค้นสูงสุดในการทำงาน(σ_d)เท่ากับ ๒๐ $N/mm^{๒}$

สูตร design factor ; N = σ_u / σ_d

แทนค่า N = .../.....

= ..... **Ans**

ง) ความเค้นแนวเส้นรอบวง(Circumferential stress; $\sigma_{๒}$) = ... $N/mm^{๒}$

ความเค้นตามแนวยาวท่อ(Longitudinal stress; $\sigma_{๑}$) = ... $N/mm^{๒}$

จะทำให้หม้อน้ำระเบิดเพราะ .....

และลักษณะการขาดจะขาดตามแนว.....

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้อง ปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539.

	ใบงานที่ ๔	หน่วยที่ ๔
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๗-๘
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้คำนวณหาค่าความงานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑ เข้าใจแนวคิดของความเค้นและสมบัติด้านความแข็งแรงของวัสดุ

๔.๒ แสดงวิธีการคำนวณหางานความเค้นภายในภาชนะอัดความดัน

๔.๓ ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕ สาระการเรียนรู้

๕.๑ งานความเค้นในถังรูปทรงกระบอกกลวงผนังบาง

๕.๒ งานความเค้นในถังทรงกลมผนังบาง

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

๖.๑ สามารถประยุกต์ใช้หลักความเค้นภายในภาชนะอัดความดันในงานเครื่องกล

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ใบงานที่ ๔

คำสั่ง ให้ผู้เรียนแสดงวิธีการคำนวณ ดังต่อไปนี้

๑. ท่อไอน้ำเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ๒๕๔ mm หนา ๑๒.๗ mm เมื่อความดันของไอน้ำ = ๑๐ bar ถ้า E = ๒๐๕ GN/m^2 จงหา

ก) Longitudinal stress; σ_1

ข) Circumferential stress; σ_2

ค) หากท่อไอน้ำนี้ระเบิด จะมีลักษณะการฉีกขาดอย่างไร เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้อง ปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ๕
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๙-๑๐
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับการไหลสม่ำเสมอที่มีแรงเสียดทานภายในท่อ

๓.๒. คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในสมการการไหลสม่ำเสมอ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑. อธิบายการต่อชิ้นงานโดยใช้หมุดย้ำได้ถูกต้อง

๔.๒. แสดงการคำนวณหาขนาดของหมุดย้ำที่เหมาะสมทำให้แนวต่อชิ้นงานมีความแข็งแรง และประสิทธิภาพ

๔.๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๕.๑. งานต่อโดยใช้หมุนย้ำ

๔.๒. งานการขาดของหมุดย้ำและแผ่นต่อ

๖.กิจกรรมการเรียนรู้

๖.๑ การนำเข้าสู่บทเรียน

๑. ครูอธิบายจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ให้นักเรียนฟัง

๒. ครูอธิบายความเป็นมาหรือสาระสำคัญของสมการการไหลสม่ำเสมอให้นักเรียนฟัง

๖.๒ การเรียนรู้

๖.๒.๑ หัวข้อการเรียน เรื่อง งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ

๖.๒.๒ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ Power Point

๖.๒.๓ กิจกรรมการเรียนการสอน

๖.๒.๔ รูปภาพประกอบ

๖.๓ การสรุป

๖.๓.๑ สรุปบทเรียนส่วนที่เป็นสาระสำคัญ

๖.๔ การวัดและประเมินผล

๖.๔.๑ สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

๖.๔.๒ กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้

๖.๔.๓ แบบประเมินผลการปฏิบัติงานและแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม

๗.สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๗.๑ Power Point เรื่อง งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ

๗.๒ VDO เรื่อง งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ

๗.๓ หนังสือวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ

๘.หลักฐานการเรียนรู้

๘.๑ หลักฐานความรู้

๑. เอกสารรับรองจากการทดสอบความรู้

๘.๒ หลักฐานการปฏิบัติงาน

๑. แบบบันทึกความคิดเห็นของครูผู้สอน

๒. แบบรับรองการปฏิบัติงานจากสถานประกอบการ

๓. แบบบันทึกรายการจากการสังเกตจากการปฏิบัติงาน

๙.การวัดและประเมินผล

๙.๑ เกณฑ์การปฏิบัติงาน

๑. วางแผนและเตรียมความพร้อมในการใช้ความรู้เบื้องต้น

๒. สรุปผลการวางแผนช่องทางในการใช้ความรู้เบื้องต้น

๙.๒ วิธีการประเมิน

๑. พิจารณาหลักฐานความรู้

๒. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

๙.๓ เครื่องมือประเมิน

๑. แบบทดสอบก่อนเรียน

๒. ใบความรู้ที่ ๕

๓. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

๑๐.บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๑ ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

๑๐.๒ ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

๑๐.๓ การแก้ไขปัญหา

.....

.....

๑) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

๒) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

	ใบความรู้ที่ ๕	หน่วยที่ ๕
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๙-๑๐
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับการไหลสม่ำเสมอที่มีแรงเสียดทานภายในท่อ

๓.๒. คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในสมการการไหลสม่ำเสมอ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

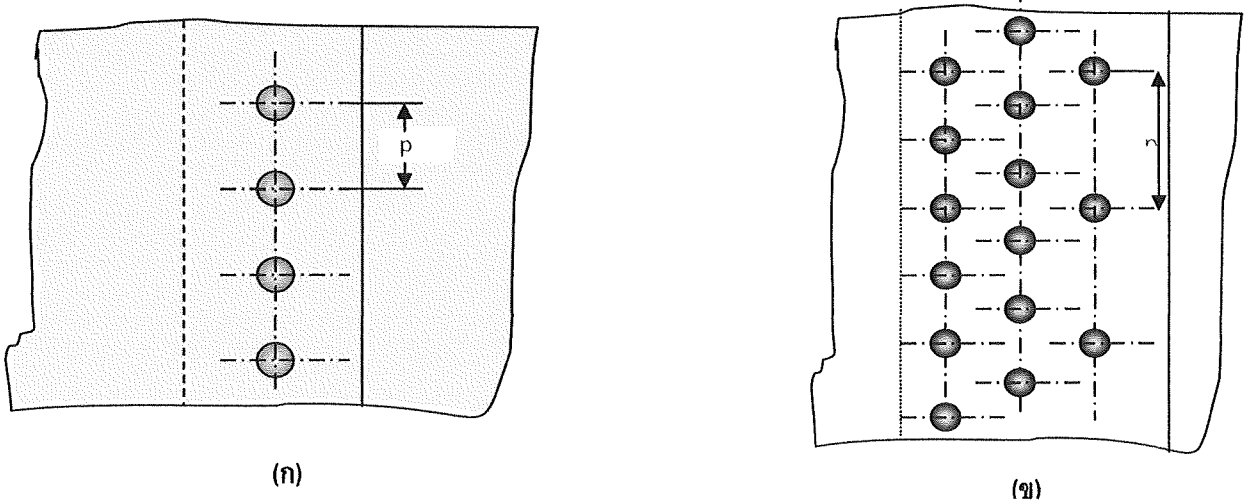
๔.๑. อธิบายการต่อชิ้นงานโดยใช้หมุดย้ำได้ถูกต้อง

๔.๒. แสดงการคำนวณหาขนาดของหมุดย้ำที่เหมาะสมทำให้แนวต่อชิ้นงานมีความแข็งแรง และประสิทธิภาพ

๔.๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.เนื้อหาสาระ

ลักษณะการต่อชิ้นงานโดยใช้หมุดย้ำ(Riveted joints)



(ก) (ข)

รูปที่ ๕.๑ แสดงการต่อชิ้นงานโดยใช้หมุดย้ำแบบ Double rivet lap joint (ก) และแบบTreble rivet lap joint (ข)

Pressure vessels ส่วนมากประกอบขึ้นจากแผ่นโลหะตัดโค้งหลายๆ แผ่นมาต่อเข้าด้วยกันให้เป็นทรงที่ต้องการ การต่อที่ใช้มากชนิดหนึ่งก็คือหมุดย้ำซึ่งมีสัญลักษณ์ต่างๆ ดังนี้

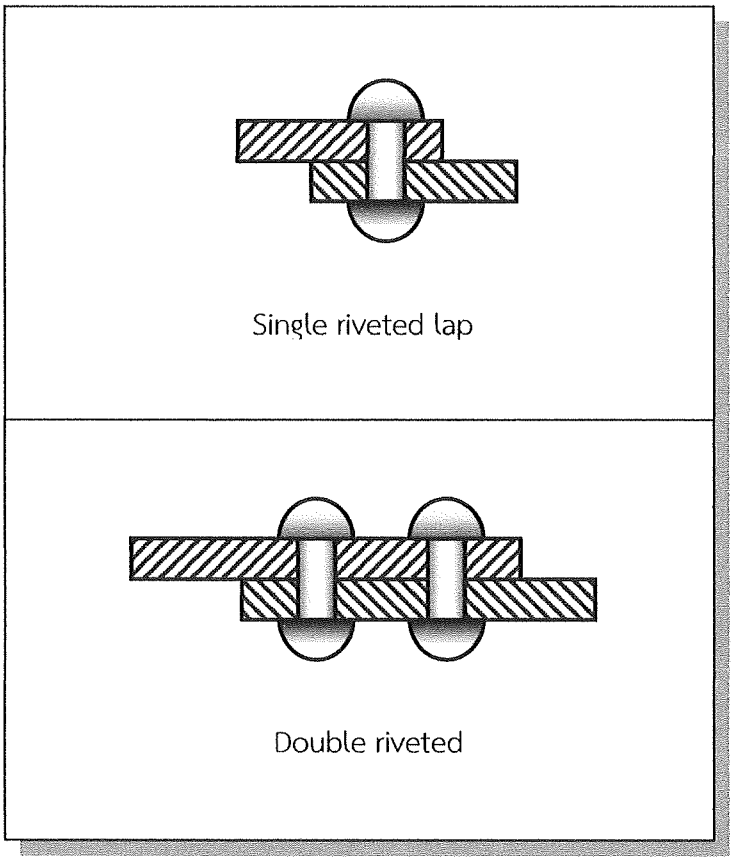
d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหมุดย้ำ

t = ความหนาของแผ่นโลหะที่จะต่อ

p = ระยะ pitch หมายถึงระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของหมุดย้ำที่ยาวที่สุด

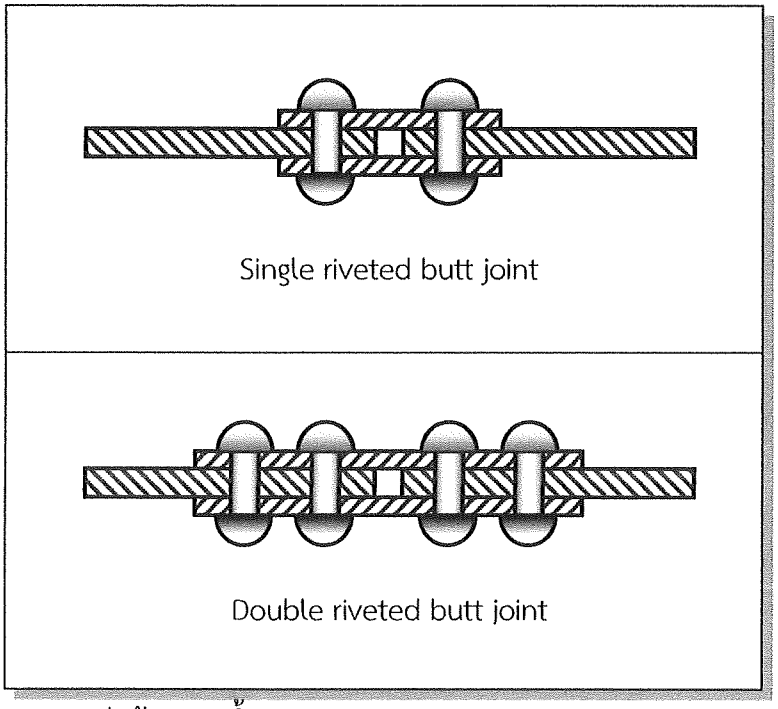
ชนิดของการต่อหมุดย้ำ มี ๒ ชนิดคือ

๑. Rivet lap joint แผ่นโลหะสองแผ่นที่จะต่อ เกยกันอยู่ดังรูปที่ ๕.๒



รูปที่ ๕.๒ แสดงการต่อด้วยหมุดย้ำแบบ Lap joint

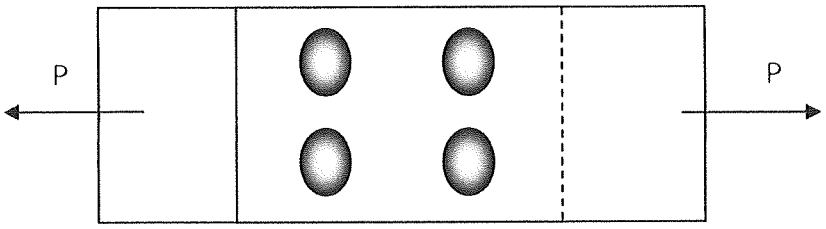
๒. Rivet butt joint มีลักษณะการต่อโดยมีแผ่นประกบดังภาพที่ ๕.๓



รูปที่ ๕.๓ แสดงการต่อด้วยหมุดย้ำแบบ Single rivet butt joint และ Double rivet butt joint

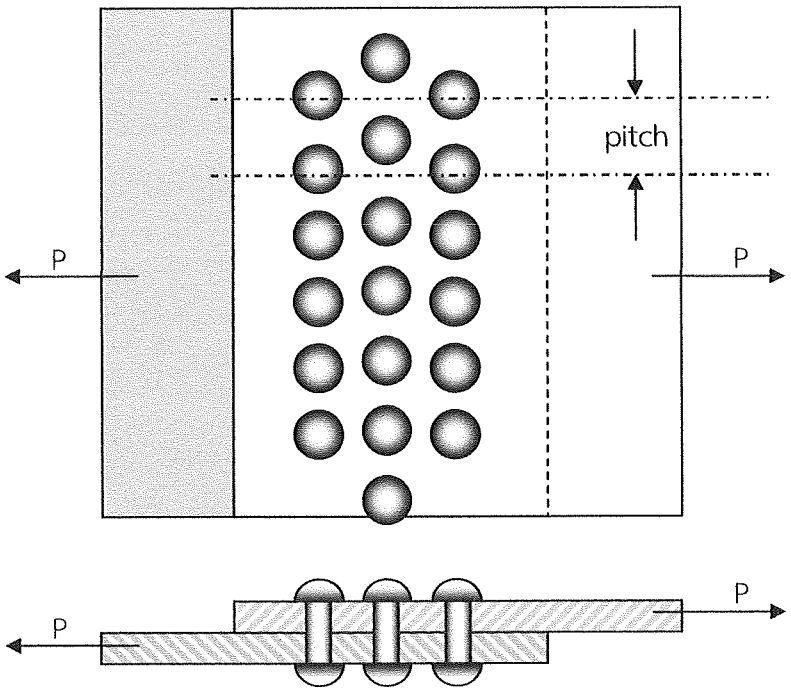
หลักการคำนวณหาค่าความแข็งแรงแนวตะเข็บ

๑) ถ้าต่อแผ่นแคบๆ ให้คำนวณทั้งแผ่น ดังภาพที่ ๕.๔



รูปที่ ๕.๔ แสดงการต่อชิ้นงานแผ่นเล็ก ที่สามารถคำนวณความแข็งแรงได้ทั้งแผ่น

๒) ถ้าต่อแผ่นกว้างๆ ในการคำนวณให้คำนวณเพียงระยะความกว้างเท่ากับระยะ pitch ดังภาพที่ ๕.๕



รูปที่ ๕.๕ แสดงการต่อชิ้นงานด้วยหมุดย้ำ ๓ แถว (Treble riveted lap joint)

ในการคำนวณดังภาพที่ ๕.๕ คำนวณเฉพาะในระยะ pitch มีหลักการคำนวณดังนี้

จำนวนหมุดย้ำเท่ากับ ๑ + ½ + ½ + ½ + ½ = ๓ ตัว

พื้นที่โดนเฉือน แบบ Single shear = (๓ π $d^{๒}$) / ๔

Shear stress, τ = P / A

= ๔ P / (๓ π $d^{๒}$)

๖.แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบเรื่อง งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (×) ทับลงบนตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

๑.การต่อโดยใช้หมุดย้ำคืออะไร

ก. การต่อชิ้นงานด้วยกาว

ข. การต่อชิ้นงานด้วยการเชื่อม

ค. การต่อชิ้นงานด้วยหมุดโลหะ

ง. การต่อชิ้นงานด้วยสกรู

๒.หมุดย้ำทำหน้าที่หลักคือข้อใด

ก. รับแรงดึง

ข. รับแรงเฉือน

ค. รับแรงบิด

ง. รับแรงอัด

๓.วัสดุที่นิยมใช้ทำหมุดย้ำคือข้อใด

ก. ไม้

ข. พลาสติก

ค. เหล็กหรืออะลูมิเนียม

ง. เซรามิก

๔.การต่อแบบหมุดย้ำเหมาะกับงานลักษณะใด

ก. งานที่ต้องถอดประกอบบ่อย

ข. งานโครงสร้างถาวร

ค. งานที่ต้องการความยืดหยุ่น

ง. งานที่ไม่รับแรง

๕.การต่อแบบหมุดย้ำจัดเป็นการต่อแบบใด

ก. ชั่วคราว

ข. ถอดได้

ค. ถาวร

ง. กึ่งถาวร

๖.แรงที่ทำให้หมุดย้ำขาดส่วนใหญ่อยู่ในรูปใด

ก. แรงดึง

ข. แรงบิด

ค. แรงเฉือน

ง. แรงอัด

๗.ความเสียหายที่พบบ่อยในงานหมุดย้ำคือข้อใด

ก. หมุดย้ำยืด

ข. หมุดย้ำเฉือนขาด

ค. หมุดย้ำหลอม

ง. หมุดย้ำเป็นสนิมทันที

๘.การต่อแบบหมุดย้ำแผ่นซ้อน (Lap joint) มีลักษณะอย่างไร

ก. แผ่นชนกันพอดี

ข. แผ่นซ้อนทับกัน

ค. แผ่นเชื่อมติด

ง. แผ่นต่อด้วยสกรู

๙.การต่อแบบหมุดย้ำแผ่นชน (Butt joint) ต้องใช้สิ่งใดเพิ่มเติม

ก. กาว

ข. แผ่นปะ (Cover plate)

ค. สลักเกลียว

ง. สปริง

๑๐.หมุดย้ำแบบใดต้องย้ำจากทั้งสองด้าน

ก. หมุดย้ำตัน

ข. หมุดย้ำป๊อป

ค. หมุดย้ำกลวง

ง. หมุดย้ำเกลียว

๗.เอกสารอ้างอิง

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539

๘. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

แบบทดสอบเรื่อง งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ

๑.การต่อโดยใช้หมุดย้ำคืออะไร

ก. การต่อชิ้นงานด้วยกาว

ข. การต่อชิ้นงานด้วยการเชื่อม

ค. การต่อชิ้นงานด้วยหมุดโลหะ

ง. การต่อชิ้นงานด้วยสกรู

๒.หมุดย้ำทำหน้าที่หลักคือข้อใด

ก. รับแรงดึง

ข. รับแรงเฉือน

ค. รับแรงบิด

ง. รับแรงอัด

๓.วัสดุที่นิยมใช้ทำหมุดย้ำคือข้อใด

ก. ไม้

ข. พลาสติก

ค. เหล็กหรืออะลูมิเนียม

ง. เซรามิก

๔.การต่อแบบหมุดย้ำเหมาะกับงานลักษณะใด

ก. งานที่ต้องถอดประกอบบ่อย

ข. งานโครงสร้างถาวร

ค. งานที่ต้องการความยืดหยุ่น

ง. งานที่ไม่รับแรง

๕.การต่อแบบหมุดย้ำจัดเป็นการต่อแบบใด

ก. ชั่วคราว

ข. ถอดได้

ค. ถาวร

ง. กึ่งถาวร

๖.แรงที่ทำให้หมุดย้ำขาดส่วนใหญ่อยู่ในรูปใด

ก. แรงดึง

ข. แรงบิด

ค. แรงเฉือน

ง. แรงอัด

๗.ความเสียหายที่พบบ่อยในงานหมุดย้ำคือข้อใด

ก. หมุดย้ำยืด

ข. หมุดย้ำเฉือนขาด

ค. หมุดย้ำหลอม

ง. หมุดย้ำเป็นสนิมทันที

๘.การต่อแบบหมุดย้ำแผ่นซ้อน (Lap joint) มีลักษณะอย่างไร

ก. แผ่นชนกันพอดี

ข. แผ่นซ้อนทับกัน

ค. แผ่นเชื่อมติด

ง. แผ่นต่อด้วยสกรู

๙.การต่อแบบหมุดย้ำแผ่นชน (Butt joint) ต้องใช้สิ่งใดเพิ่มเติม

ก. กาว

ข. แผ่นปะ (Cover plate)

ค. สลักเกลียว

ง. สปริง

๑๐.หมุดย้ำแบบใดต้องย้ำจากทั้งสองด้าน

ก. หมุดย้ำตัน

ข. หมุดย้ำป๊อป

ค. หมุดย้ำกลวง

ง. หมุดย้ำเกลียว

	ใบกิจกรรมที่ ๕	หน่วยที่ ๕
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๙-๑๐
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับการไหลสม่ำเสมอที่มีแรงเสียดทานภายในท่อ

๓.๒. คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในสมการการไหลสม่ำเสมอ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑. อธิบายการต่อชิ้นงานโดยใช้หมุดย้ำได้ถูกต้อง

๔.๒. แสดงการคำนวณหาขนาดของหมุดย้ำที่เหมาะสมทำให้แนวต่อชิ้นงานมีความแข็งแรง และประสิทธิภาพ

๔.๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๕.๑. งานต่อโดยใช้หมุนย้ำ

๕.๒. งานการขาดของหมุดย้ำและแผ่นต่อ

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

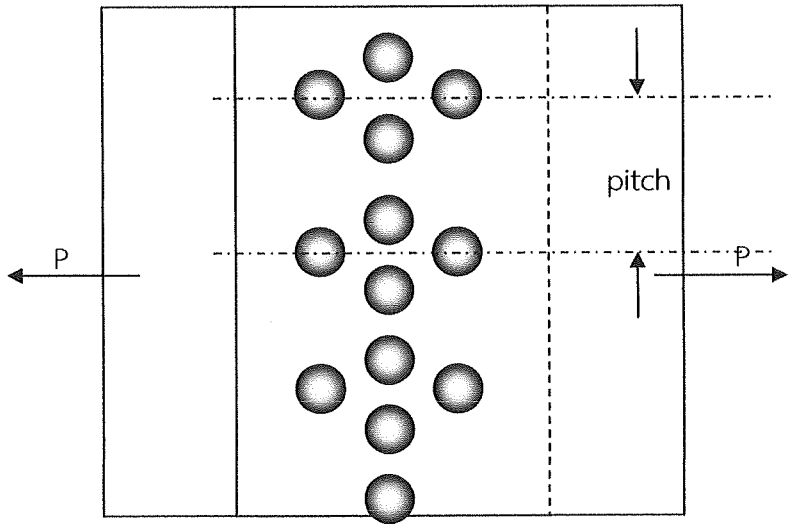
๖.๑ สามารถประยุกต์ใช้ความเค้นที่เกิดขึ้นในหมุดย้ำในงานเครื่องกล

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

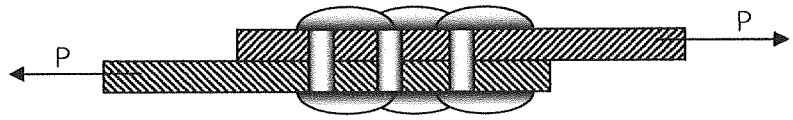
ใบกิจกรรมที่ ๕

คำสั่ง ให้นักศึกษาเติมคำในช่องว่างดังต่อไปนี้

๑. ใช้ Treble riveted lap joint ดังภาพ ต่อ plates หนา ๒๕.๔ mm ระยะ pitch ๗๖.๒ mm ถ้า shearing strength ของ rivet = ๓๗๐ MN/m^2 และ tensile strength ของ plate = ๕๕๐ MN/m^2 จงหาขนาดของหมุดย้ำ



วิธีทำ



โจทย์กำหนดให้

d = ขนาดหมุดย้ำ mm ← โจทย์ให้คำนวณหา

t = ... mm ← ความหนา plate

p = ... mm ← ระยะพิทช์

$\therefore$ A_{plate} = (.....-d) * ..... mm^2 ← พื้นที่หน้าตัดของ plate ที่โดนดึงขาด

A_{rivet} = ๔ * π d^2 /๔ mm^2 ← ใน ๑ ระยะพิทช์มีหมุด ๔ ตัว

τ = ... N/mm^2

σ_t = ... N/mm^2

สูตร σ_t = P/A_{plate}

$\therefore$ P = σ_t * A_{plate}

แทนค่าสูตร P = ... * (.....๒ – d) * ..... N .....(A)

สูตร τ = P/A_{rivet}

$\therefore$ P = τ * A_{rivet}

แทนค่าสูตร P = ... * ..... N .....(B)

เพื่อให้ได้ความแข็งแรงสูงสุดของหมุดย้ำ P ในสมการ(A) =P ในสมการ(B)

$\therefore$ ..... * (.....๒ – d) * ..... = ... * ๔ * π $d^{๒}$ /๔

$๑d^{๒}$ + ๑๒.๐๑๘ d - ๙๑๕.๗๙๘ = ๐ .....(C)

สูตรแก้กำลังสองสมบูรณ์เมื่อ

$Ax^{๒} + bx + c = ๐$ .....(D)

คำนวณค่า x ได้จากสูตร

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a} \quad \text{.....(E)}$$

จากสมการ (C),(D) และ (E) → x = d, a = ๑, b = ..., c = - .....

$$d = \frac{-..... \pm \sqrt{.....^2 - 4(1)(-.....)}}{2(1)}$$

$$d = \frac{-..... \pm .....}{2(1)}$$

= ๒๑.๗ mm. Ans

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้อง ปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539.

มนต์ชัย กาทอง. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, 2538. (อัดสำเนา)

	ใบงานที่ ๕	หน่วยที่ ๕
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๙-๑๐
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานการต่อโดยใช้หมุดย้ำ		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับการไหลสม่ำเสมอที่มีแรงเสียดทานภายในท่อ

๓.๒. คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในสมการการไหลสม่ำเสมอ

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑. อธิบายการต่อชิ้นงานโดยใช้หมุดย้ำได้ถูกต้อง

๔.๒. แสดงการคำนวณหาขนาดของหมุดย้ำที่เหมาะสมทำให้แนวต่อชิ้นงานมีความแข็งแรง และประสิทธิภาพ

๔.๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๕.๑. งานต่อโดยใช้หมุนย้ำ

๕.๒. งานการขาดของหมุดย้ำและแผ่นต่อ

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

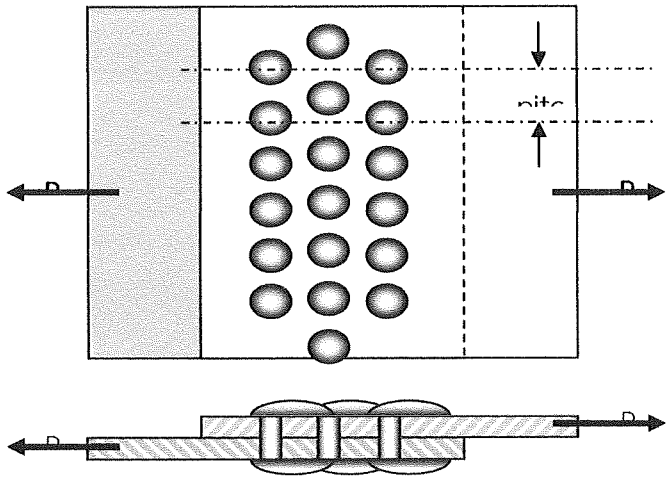
๖.๑ สามารถประยุกต์การเกิดความเค้นในหมุดย้ำในงานเครื่องกล

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ใบงานที่ ๕

คำสั่ง ให้ผู้เรียนแสดงวิธีการคำนวณ ดังต่อไปนี้

๑. ใช้ Treble riveted lap joint ดังภาพ ต่อ plates หนา ๑๙.๐๕ mm ระยะ pitch ๑๐๑.๖ mm ถ้า shearing strength ของ rivet = ๓๗๐ MN/m^2 และ tensile strength ของ plate = ๔๗๐ MN/m^2 จงหาขนาดของหมุดย้ำ



.....

.....

.....

.....

.....

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539.

มนต์ชัย กาทอง. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, 2538. (อัดสำเนา)

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ๖
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑๑-๑๒
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานการบิดของเพลา	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานการบิดของเพลา		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับการการบิดของเพลา

๓.๒. คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในสมการการบิดของเพลา

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑. อธิบายการต่อชิ้นงานโดยใช้การบิดของเพลา ได้ถูกต้อง

๔.๒. แสดงการคำนวณหาการบิดของเพลา ที่เหมาะสมทำให้แนวต่อชิ้นงานมีความแข็งแรง และประสิทธิภาพ

๔.๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๕.๑. งานความเค้นเนื่องจากแรงบิด

๕.๒ งานส่งกำลังของเพลา

๕.๓ งานหาแรงบิดเมื่อเพลาต่อด้วยหน้าแปลน

๖.กิจกรรมการเรียนรู้

๖.๑ การนำเข้าสู่บทเรียน

๑. ครูอธิบายจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ให้นักเรียนฟัง

๒. ครูอธิบายความเป็นมาหรือสาระสำคัญของสมการการบิดของเพลา ให้นักเรียนฟัง

๖.๒ การเรียนรู้

๖.๒.๑ หัวข้อการเรียน เรื่อง การบิดของเพลา

๖.๒.๒ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ Power Point

๖.๒.๓ กิจกรรมการเรียนการสอน

๖.๒.๔ รูปภาพประกอบ

๖.๓ การสรุป

๖.๓.๑ สรุปบทเรียนส่วนที่เป็นสาระสำคัญ

๖.๔ การวัดและประเมินผล

๖.๔.๑ สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

๖.๔.๒ กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้

๖.๔.๓ แบบประเมินผลการปฏิบัติงานและแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม

๗.สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๗.๑ Power Point เรื่อง การบิดของเพลา

๗.๒ VDO เรื่อง การบิดของเพลา

๗.๓ หนังสือวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ

๘.หลักฐานการเรียนรู้

๘.๑ หลักฐานความรู้

๑. เอกสารรับรองจากการทดสอบความรู้

๘.๒ หลักฐานการปฏิบัติงาน

๑. แบบบันทึกความคิดเห็นของครูผู้สอน

๒. แบบรับรองการปฏิบัติงานจากสถานประกอบการ

๓. แบบบันทึกรายการจากการสังเกตจากการปฏิบัติงาน

๙.การวัดและประเมินผล

๙.๑ เกณฑ์การปฏิบัติงาน

๑. วางแผนและเตรียมความพร้อมในการใช้ความรู้เบื้องต้น

๒. สรุปผลการวางแผนช่องทางในการใช้ความรู้เบื้องต้น

๙.๒ วิธีการประเมิน

๑. พิจารณาหลักฐานความรู้

๒. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

๙.๓ เครื่องมือประเมิน

๑. แบบทดสอบก่อนเรียน

๒. ใบความรู้ที่ ๖

๓. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

๑๐.บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๑ ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

๑๐.๒ ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

๑๐.๓ การแก้ไขปัญหา

.....

.....

๑) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

๒) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

	ใบความรู้ที่ ๖	หน่วยที่ ๖
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑๑-๑๒
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การบิดของเพลา	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การบิดของเพลา		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับการการบิดของเพลา

๓.๒. คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในสมการการบิดของเพลา

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑. อธิบายการต่อชิ้นงานโดยใช้การบิดของเพลา ได้ถูกต้อง

๔.๒. แสดงการคำนวณหาการบิดของเพลา ที่เหมาะสมทำให้แนวต่อชิ้นงานมีความแข็งแรง และประสิทธิภาพ

๔.๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.เนื้อหาสาระ

การบิดของเพลากลม

การออกแบบเพลากลมเพื่อใช้ในงานวิศวกรรม อาจออกแบบเพื่อส่งถ่ายกำลัง หรือเพื่อรองรับน้ำหนักแบบยืดหยุ่น เช่น เพลาแรงบิด(Torsion bar)รับน้ำหนักในรถยนต์กระบะขนาด ๑ ตัน เมื่อเพลาถูกบิดจะทำให้เกิดความเครียดเฉือน(Shear strain) และความเค้นเฉือน(Shear stress) เกิดขึ้น ในการคำนวณเราต้องกำหนดให้เพลามีคุณสมบัติดังนี้

๑) เพลาจะต้องตรง และมีขนาดสม่ำเสมอตลอดความยาว

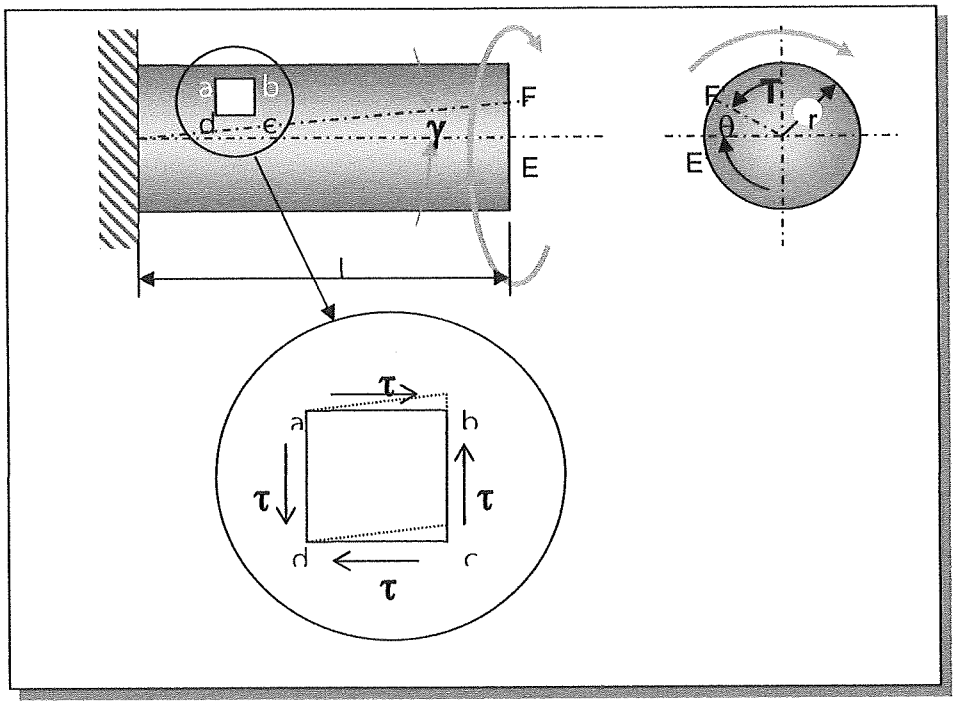
๒) แรงบิดคงที่ตลอดความยาว

๓) พื้นที่หน้าตัดซึ่งเป็นระนาบก่อนรับแรงบิด ยังคงเป็นระนาบตรงระหว่างที่เกิดการบิด

๔) เส้นรัศมีตรงยังคงเป็นเส้นรัศมีที่ตรงทั้งก่อน และระหว่างการบิด

๕) ความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นไม่สูงไปกว่าจุด Proportional limit

ความสัมพันธ์ระหว่างเค้นเฉือน(τ), ความเครียดเฉือน(γ) และมุมบิดของเพลา(θ)



รูปที่ ๖.๑ แสดงลักษณะการเกิดความเค้นเฉือนที่ผิวเพลาขณะรับแรงบิด

จากรูปที่ ๑๐.๑ กำหนดให้เพลากลมมีรัศมี r, ยาว l, อยู่ภายใต้แรงบิด T พิจารณาด้านข้างเพลา เพลาจะบิดไปเท่ากับ EF เป็นมุม γ ขณะเดียวกัน เมื่อมองพื้นที่หน้าตัดปลายเพลาขอบของเพลาจะหมุนไปได้ระยะทาง E'F' เกิดมุม θ เราเรียกมุม θ ว่า มุมบิด (Angle of twist)

พิจารณาจุดเล็กในเนื้อวัสดุจุดหนึ่ง ขยายออกมาเป็นแท่งสี่เหลี่ยมจัตุรัส abcd หนา ๑ หน่วย จะมี Shear stres, τ เกิดขึ้นที่ผิว cb เมื่อมี Stress เกิดขึ้น ๑ ตัว จะต้องมีอีก ๓ ตัว มีค่าเท่ากันกระทำที่ผิวที่เหลือ ๓ ผิวทันที จึงจะสมดุลได้ ความเค้นเฉือนแต่ละตัวนี้มีชื่อเรียกว่า Complementary shear stress ดังนั้นท่อน abcd จะอยู่ภายใต้ Shear stress อย่างเดียวเท่านั้น เรียกว่าอยู่ภายใต้ Pure shear

จากภาพพบว่า EF = $l\gamma$ และระยะ E'F' = $r\theta$

มุมบิดเล็กมาก ดังนั้น EF = E'F'

$$l\gamma = r\theta$$

ความเครียดเฉือน(Shear strain) $\gamma = \dfrac{r\theta}{l}$

แต่ความเครียดเฉือน γ = (ความเค้นเฉือน, τ) / (Modulus of rigidity)

$$\frac{\tau}{G} = \frac{r\theta}{l}$$

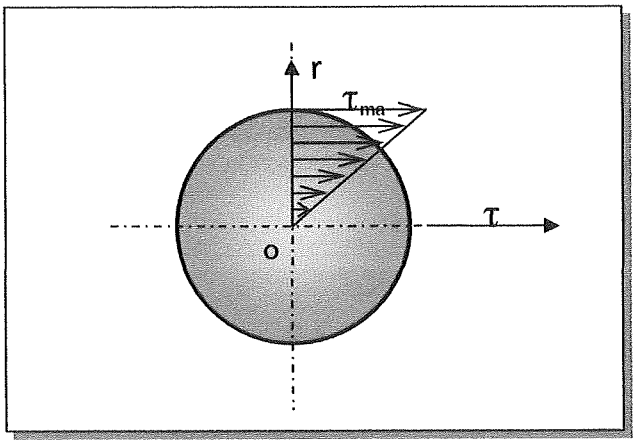
$$\frac{\tau}{r} = \frac{G\theta}{l} \qquad \text{.....(๑๐.๑)}$$

ณ ที่แรงบิด (Torque) ค่าหนึ่งจะได้ มุม θ คงที่ค่าหนึ่ง

ดังนั้น τ/r = ค่าคงที่

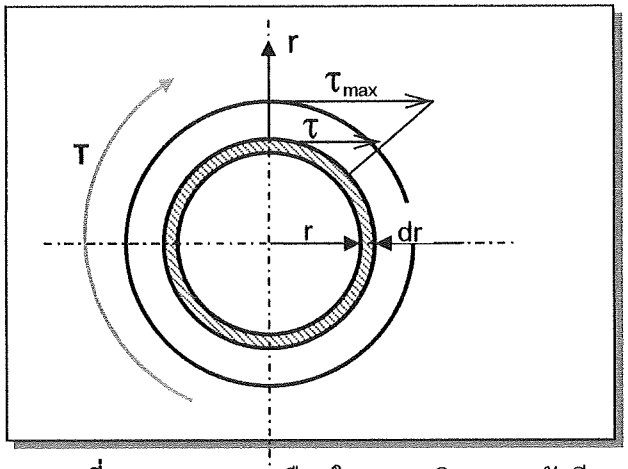
หรือ τ = $r \times$ (ค่าคงที่)

นั่นคือ ความเค้นจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับรัศมีอธิบายได้ดังรูปที่ ๖.๒ และที่จุดศูนย์กลางจะมีค่าความเค้นเฉือนเท่ากับศูนย์



ภาพที่ ๖.๓ แสดง Shear distribution ในเพลา

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด T และความเค้นเฉือน τ



ภาพที่ ๖.๔ แสดงแรงเฉือนในเพลาบริเวณ dr รัศมี r

กำหนดให้

เพลากลมอยู่ภายใต้แรงบิด T

ที่วงแหวนหนา dr อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ r

พื้นที่วงแหวน = a

ให้ความเค้นเฉือนบริเวณวงแหวน = τ

จากสูตร ๑๐.๑ $\tau = G\theta r / l$

แต่แรงเฉือน = ความเค้นเฉือน * พื้นที่

$\therefore$ แรงเฉือนวงแหวน $= G\theta r\, a / l$

โมเมนต์เนื่องจากแรงเฉือนวงแหวน $= G\theta r\, a\, r / l$

$= G\theta a\, r^2 / l$

ถ้าพิจารณาว่าพื้นที่หน้าตัดประกอบไปด้วยวงแหวนหลายๆวงซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด $a_1, a_2, a_3, a_4, \ldots a_n$ อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากับ $r_1, r_2, r_3, r_4, \ldots r_n$ ตามลำดับ

ก็จะมีโมเมนต์รอบจุดศูนย์กลาง = $[G\theta a_1 (r_1)^2 / l] + [G\theta a_2 (r_2)^2 / l] + [G\theta a_3 (r_3)^2 / l] + [G\theta a_4 (r_4)^2 / l] + \ldots\ldots [G\theta a_n (r_n)^2 / l]$

$= [G\theta / l] \sum a_1 (r_1)^2$

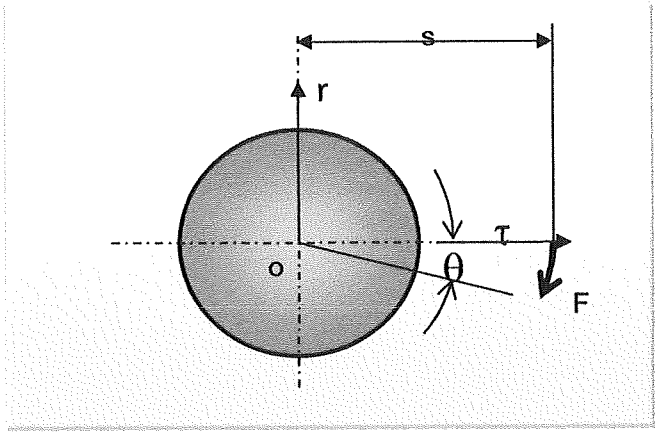
เราเรียก $\sum a_{๑} (r_{๑})^{๒}$ ว่า Polar moment of inertia หรือPolar second moment of area ใช้แทนด้วย J หรือ I_p และผลรวม ของโมเมนต์ของแรงที่ทั้งหมดที่กระทำกับเพลามีค่าเท่ากับ T

$$\therefore \quad T = G\theta J / l$$

$$T/J = G\theta / l \qquad \text{.....(๑๐.๒)}$$

พลังงานความเครียดของการบิด (Strain energy in Torsion)

ชิ้นงานที่อยู่ภายใต้แรงดึงจะสะสมคล้ายสปริง เราเรียกว่าพลังงานความเครียด(Strain energy) เช่นสปริงโชคอัพของรถยนต์ รถจักรยานยนต์ และชิ้นงานที่รับแรงบิดก็มีพลังงานความเครียดเช่นเดียวกัน รถยนต์กระบะขนาด ๑ ตัน(รถปิ๊กอัพ) บางคันใช้ทอร์ชั่นบาร์ เป็นอุปกรณ์รองรับน้ำหนัก ซึ่งเก็บพลังงานในรูปแบบของพลังงานความเครียด (Strain energy) เช่นกัน



ภาพที่ ๕.๕ แสดงลักษณะพลังงานความเครียดเนื่องจากแรงบิดในเพลากลม

จากภาพที่ ๕.๕ ออกแรงบิดที่ปลายแขนห่างจากจุดศูนย์กลางเพลาระยะ S โดยเพิ่มแรงเริ่มจาก ๐ จนกระทั่งมีค่าเท่ากับ F มีผลทำให้เพลาบิดไปเท่ากับ θ องศาทำให้แรง F เคลื่อนที่ไปได้ระยะทางเท่ากับ $S\theta$

ค่าแรงเฉลี่ย = (๐ + F) / ๒ = F/๒

งานที่กระทำ = แรงเฉลี่ย × ระยะที่แรงเคลื่อนที่

= (F/๒) × $S\theta$

แต่ F × S = แรงบิด

$\therefore$ งานที่ทำ = $T\theta$ / ๒ .....(๑๐.๓)

งานที่เกิดจากแรง F กระทำนี้ เมื่อผ่อนแรง F ให้ลดลง เพลาจะกลับมาสู่ตำแหน่งเดิม หมายถึงเป็นการปลดปล่อยพลังงานที่เก็บไว้ออกมา เราเรียกพลังงานนี้ว่าพลังงานความเครียดของการบิด ใช้สัญลักษณ์ว่า U

หรือ U = $T\theta$ / ๒

และเมื่อประยุกต์กับสูตรที่ ๑๐.๕ ทำให้ได้สูตรใหม่เป็น

U = $T\theta$ / ๒ = $T^{๒}l$ / ๒GJ .....(๑๐.๔)

แต่ T/J = τ/r = Gθ / l

$\therefore$ T = τJ/r

และ θ = τl / rG

$\therefore$ U = $T\theta$ / ๒

= τ J τ r l / ๒ $r^{๒}$G

๖.แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบเรื่อง การบิดของเพลากลม (Torsion)

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (×) ทับลงบนตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

๑.การบิดของเพลากลมเกิดจากแรงชนิดใด

ก. แรงดึง

ข. แรงอัด

ค. แรงบิด (Torque)

ง. แรงเฉือน

๒.ความเค้นที่เกิดจากการบิดของเพลากลมเป็นความเค้นชนิดใด

ก. ความเค้นดึง

ข. ความเค้นอัด

ค. ความเค้นเฉือน

ง. ความเค้นปกติ

๓.ความเค้นเฉือนในเพลากลมมีค่ามากที่สุดที่ตำแหน่งใด

ก. แกนกลางเพลา

ข. ผิวด้านนอกของเพลา

ค. กึ่งกลางรัศมี

ง. เท่ากันทุกตำแหน่ง

๔.ความเค้นเฉือนในเพลากลมมีค่าเป็นอย่างไรเมื่อพิจารณาตามรัศมี

ก. คงที่

ข. ลดลงจากผิวสู่แกน

ค. เพิ่มจากผิวสู่แกน

ง. เป็นศูนย์ที่ผิว

๕.สูตรความเค้นเฉือนสูงสุดในเพลากลมคือข้อใด

ก. $\tau = T / J$

ข. $\tau = Tr / J$

ค. $\tau = J / Tr$

ง. $\tau = T / rJ$

๖.ค่า J ในสมการการบิดหมายถึงข้อใด

ก. โมดูลัสยืดหยุ่น

ข. โมดูลัสเฉือน

ค. โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้ว

ง. พื้นที่หน้าตัด

๗.หน่วยของแรงบิด (Torque) คือข้อใด

ก. นิวตัน

ข. นิวตัน–เมตร

ค. ปาสคาล

ง. จูล

๘.สูตรมุมบิด (Angle of twist) ของเพลากลมคือข้อใด

ก. θ = TL / GJ

ข. θ = TG / LJ

ค. θ = GJ / TL

ง. θ = T / GL

๙.ค่า G ในสมการมุมบิดหมายถึงข้อใด

ก. มอดูลัสของยัง

ข. โมดูลัสเฉือน

ค. โมดูลัสปริมาตร

ง. ความเค้นเฉือน

๑๐.หากแรงบิดเพิ่มขึ้นเป็น ๒ เท่า มุมบิดจะเป็นอย่างไร (วัสดุและขนาดเท่าเดิม)

ก. ลดลงครึ่งหนึ่ง

ข. คงที่

ค. เพิ่มขึ้นเป็น ๒ เท่า

ง. เพิ่มขึ้นเป็น ๔ เท่า

๗.เอกสารอ้างอิง

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2539

๘. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

แบบทดสอบเรื่อง การบิดของเพลากลม (Torsion)

๑.การบิดของเพลากลมเกิดจากแรงชนิดใด

ก. แรงดึง

ข. แรงอัด

ค. แรงบิด (Torque)

ง. แรงเฉือน

๒.ความเค้นที่เกิดจากการบิดของเพลากลมเป็นความเค้นชนิดใด

ก. ความเค้นดึง

ข. ความเค้นอัด

ค. ความเค้นเฉือน

ง. ความเค้นปกติ

๓.ความเค้นเฉือนในเพลากลมมีค่ามากที่สุดที่ตำแหน่งใด

ก. แกนกลางเพลา

ข. ผิวด้านนอกของเพลา

ค. กึ่งกลางรัศมี

ง. เท่ากันทุกตำแหน่ง

๔.ความเค้นเฉือนในเพลากลมมีค่าเป็นอย่างไรเมื่อพิจารณาตามรัศมี

ก. คงที่

ข. ลดลงจากผิวสู่แกน

ค. เพิ่มจากผิวสู่แกน

ง. เป็นศูนย์ที่ผิว

๕.สูตรความเค้นเฉือนสูงสุดในเพลากลมคือข้อใด

ก. $\tau = T / J$

ข. $\tau = Tr / J$

ค. $\tau = J / Tr$

ง. $\tau = T / rJ$

๖.ค่า J ในสมการการบิดหมายถึงข้อใด

ก. โมดูลัสยืดหยุ่น

ข. โมดูลัสเฉือน

ค. โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้ว

ง. พื้นที่หน้าตัด

๗.หน่วยของแรงบิด (Torque) คือข้อใด

ก. นิวตัน

ข. นิวตัน–เมตร

ค. ปาสคาล

ง. จูล

๘.สูตรมุมบิด (Angle of twist) ของเพลากลมคือข้อใด

ก. θ = TL / GJ

ข. θ = TG / LJ

ค. θ = GJ / TL

ง. θ = T / GL

๙.ค่า G ในสมการมุมบิดหมายถึงข้อใด

ก. มอดูลัสของยัง

ข. โมดูลัสเฉือน

ค. โมดูลัสปริมาตร

ง. ความเค้นเฉือน

๑๐.หากแรงบิดเพิ่มขึ้นเป็น ๒ เท่า มุมบิดจะเป็นอย่างไร (วัสดุและขนาดเท่าเดิม)

ก. ลดลงครึ่งหนึ่ง

ข. คงที่

ค. เพิ่มขึ้นเป็น ๒ เท่า

ง. เพิ่มขึ้นเป็น ๔ เท่า

	ใบกิจกรรมที่ ๖	หน่วยที่ ๖
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑๑-๑๒
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การบิดของเพลา	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การบิดของเพลา		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับการการบิดของเพลา

๓.๒. คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในสมการการบิดของเพลา

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑. อธิบายการต่อชิ้นงานโดยใช้การบิดของเพลา ได้ถูกต้อง

๔.๒. แสดงการคำนวณหาการบิดของเพลา ที่เหมาะสมทำให้แนวต่อชิ้นงานมีความแข็งแรง และประสิทธิภาพ

๔.๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๕.๑. งานความเค้นเนื่องจากแรงบิด

๕.๒ งานส่งกำลังของเพลา

๕.๓ งานหาแรงบิดเมื่อเพลาต่อด้วยหน้าแปลน

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

๖.๑ สามารถประยุกต์ใช้แรงบิดเมื่อเพลาในงานเครื่องกล

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ใบกิจกรรมที่ ๖

คำสั่ง ให้นักศึกษาเติมคำในช่องว่างดังต่อไปนี

๑. เพลาอันหนึ่งบิดไป ๑.๒ องศา เมื่อรับแรงบิด ๗๐๐ kN - m จงคำนวณหาพลังงานความเครียดของแรงบิด (Strain energy in Torsion) (๗.๓๓ kN-m)

วิธีทำ

โจทย์กำหนดให้

T = ... kN – m

θ = ... องศา

= .....× π / ๑๘๐ rad.

= ..... rad.

สูตร

U = Tθ / ๒

แทนค่าสูตร

U = .../..... kN-m

= ๗.๓๓ kN-m **Ans**

๒. เพลาโรงสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๗๕ mm. ยาว ๖ m. บิดไป ๑ องศา ถ้า Modulus of rigidity; G ของวัสดุใช้ทำเพลา = ๑๐๖ GN/m^{๒} จงคำนวณหา**แรงบิดที่ส่งได้**

วิธีทำ

การหาค่าแรงบิดที่ส่งได้

โจทย์กำหนดให้

d = ... mm.

$\therefore$ r = .../..... = ... mm.

สูตร J = π * d^{๔} / ๓๒

แทนค่าสูตร J = π * .....^{๔} / ..... mm.^{๔}

= ..... mm.^{๔}

l = ... m. = ... mm.

θ = ... องศา

= ..... * π / ๑๘๐ = ... rad

G = ... GN/m^{๒} = ...N/mm.^{๒}

สูตรที่ ๑๐.๒ T/J = Gθ / l

T = Gθ J / l

แทนค่าสูตร T = ... * ..... * ..... / .....N-mm.

= ..... N-mm.

= ..... kN-m **Ans**

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้อง ปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, ๒๕๓๙.

มนต์ชัย กาทอง. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, ๒๕๓๘. (อัดสำเนา)

	ใบงานที่ ๖	หน่วยที่ ๖
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑๑-๑๒
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานการบิดของเพลา	ทฤษฎี ๖ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานการบิดของเพลา		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับการการบิดของเพลา

๓.๒. คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในสมการการบิดของเพลา

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑. อธิบายการต่อชิ้นงานโดยใช้การบิดของเพลา ได้ถูกต้อง

๔.๒. แสดงการคำนวณหาการบิดของเพลา ที่เหมาะสมทำให้แนวต่อชิ้นงานมีความแข็งแรง และประสิทธิภาพ

๔.๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๕.๑. งานความเค้นเนื่องจากแรงบิด

๕.๒ งานส่งกำลังของเพลา

๕.๓ งานหาแรงบิดเมื่อเพลาต่อด้วยหน้าแปลน

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

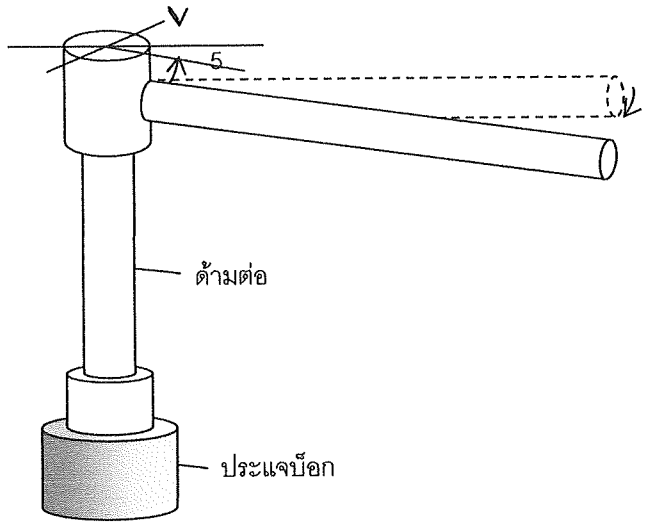
๖.๑ สามารถประยุกต์การเกิดความเค้นในการบิดของเพลาในงานเครื่องกล

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ใบงานที่ ๖

คำสั่ง ให้ผู้เรียนแสดงวิธีการคำนวณ ดังต่อไปนี้

๑. ในการขันนอตใช้ด้ามต่อประแจบ็อกดังรูปที่ ๙.๑ ต้องให้พลังงานความเครียดของแรงบิด ๓๐ N–m จึงทำให้ด้านต่อด้านบนหมุนไป ๕ องศาหลังจากที่ประแจหยุดอยู่กับที่แล้ว จงคำนวณหาแรงบิดด้ามต่อประแจบล็อกนี้



.....

.....

.....

.....

.....

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, ๒๕๓๙.

มนต์ชัย กาทอง. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, ๒๕๓๘. (อัดสำเนา)

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ๗
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑๓-๑๕
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน	ทฤษฎี ๙ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

๓.๒. คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในสมการแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑. อธิบายการต่อชิ้นงานโดยใช้แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน ได้ถูกต้อง

๔.๒. แสดงการคำนวณหาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน ที่เหมาะสมทำให้แนวต่อชิ้นงานมีความแข็งแรง และประสิทธิภาพ

๔.๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๕.๑. งานชนิดของแรงหรือน้ำหนักที่กระทำบนคาน

๕.๒ งานการเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์คาน

๖.กิจกรรมการเรียนรู้

๖.๑ การนำเข้าสู่บทเรียน

๑. ครูอธิบายจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ให้นักเรียนฟัง

๒. ครูอธิบายความเป็นมาหรือสาระสำคัญของสมการแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน ให้นักเรียนฟัง

๖.๒ การเรียนรู้

๖.๒.๑ หัวข้อการเรียน เรื่อง แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

๖.๒.๒ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ Power Point

๖.๒.๓ กิจกรรมการเรียนการสอน

๖.๒.๔ รูปภาพประกอบ

๖.๓ การสรุป

๖.๓.๑ สรุปบทเรียนส่วนที่เป็นสาระสำคัญ

๖.๔ การวัดและประเมินผล

๖.๔.๑ สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

๖.๔.๒ กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้

๖.๔.๓ แบบประเมินผลการปฏิบัติงานและแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม

๗.สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๗.๑ Power Point เรื่อง แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

๗.๒ VDO เรื่อง แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

๗.๓ หนังสือวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ

๘.หลักฐานการเรียนรู้

๘.๑ หลักฐานความรู้

๑. เอกสารรับรองจากการทดสอบความรู้

๘.๒ หลักฐานการปฏิบัติงาน

๑. แบบบันทึกความคิดเห็นของครูผู้สอน

๒. แบบรับรองการปฏิบัติงานจากสถานประกอบการ

๓. แบบบันทึกรายการจากการสังเกตจากการปฏิบัติงาน

๙.การวัดและประเมินผล

๙.๑ เกณฑ์การปฏิบัติงาน

๑. วางแผนและเตรียมความพร้อมในการใช้ความรู้เบื้องต้น

๒. สรุปผลการวางแผนช่องทางในการใช้ความรู้เบื้องต้น

๙.๒ วิธีการประเมิน

๑. พิจารณาหลักฐานความรู้

๒. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

๙.๓ เครื่องมือประเมิน

๑. แบบทดสอบก่อนเรียน

๒. ใบความรู้ที่ ๗

๓. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

๑๐.บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๑ ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

๑๐.๒ ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

๑๐.๓ การแก้ไขปัญหา

.....

.....

๑) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

๒) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

	ใบความรู้ที่ ๗	หน่วยที่ ๗
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑๓-๑๕
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน	ทฤษฎี ๙ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

๓.๒. คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในสมการแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑. อธิบายการต่อชิ้นงานโดยใช้แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน ได้ถูกต้อง

๔.๒. แสดงการคำนวณหาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน ที่เหมาะสมทำให้แนวต่อชิ้นงานมีความแข็งแรง และประสิทธิภาพ

๔.๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

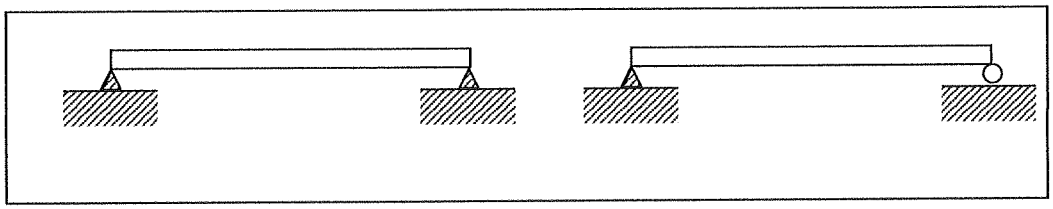
๕.เนื้อหาสาระ

ชนิดของการรองรับของคาน

ในบทก่อนๆ ได้พิจารณาชิ้นงานอยู่ภายใต้ความเค้นดึง ความเค้นอัด และความเค้นเฉือน ในบทนี้จะได้กล่าวถึงความเค้นเนื่องจากโมเมนต์ดัดภายในคานลักษณะต่างๆกัน

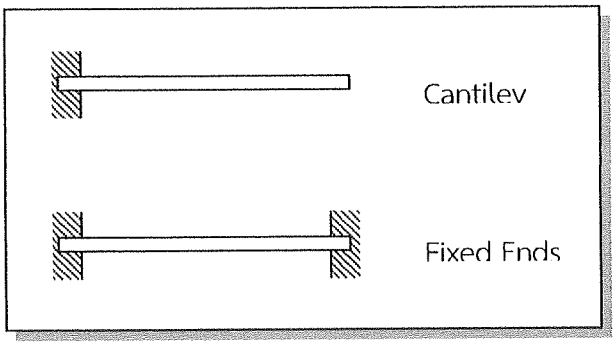
แบ่งออกเป็น

๑ Simple supported beam เป็นระบบการรองรับของคานแบบง่าย ๆ ดังรูปที่ ๗.๑



รูปที่ ๗.๑ ลักษณะคานอย่างง่าย (Simple supported beam)

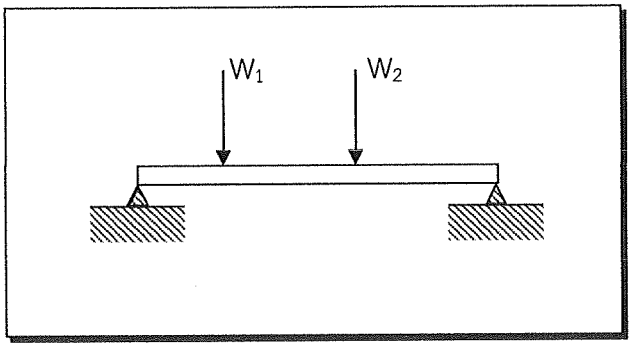
๒ Fixed end or built-in beam ปลายของคานยึดไว้แน่น ปลายที่โดนยึดอยู่ในแนวระดับ (Slope เท่ากับศูนย์) ดังรูปที่ ๗.๒



รูปที่ ๗.๒ แสดงคานแบบ Cantilever และ แบบ Fixed Ends

ชนิดของแรงที่กระทำบนคาน

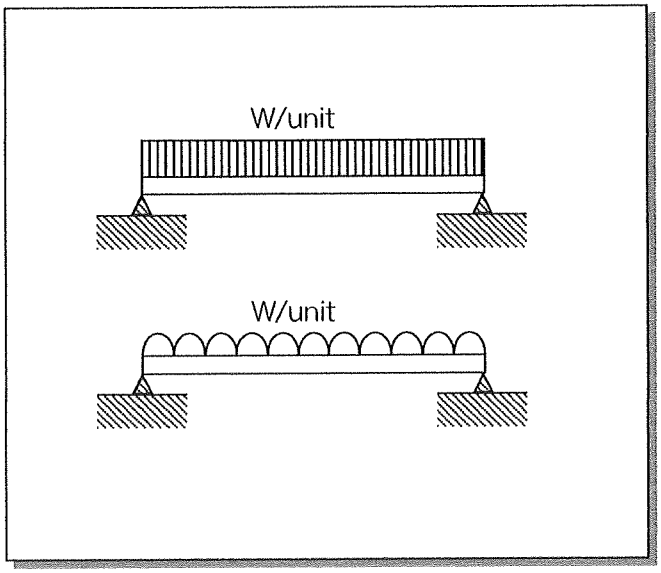
๑. แรงกระทำเป็นจุด Concentrated or Point load เช่นในรูปที่ ๑๓.๓



รูปที่ ๗.๓ แสดงคานที่มี แรงกระทำเป็นจุด

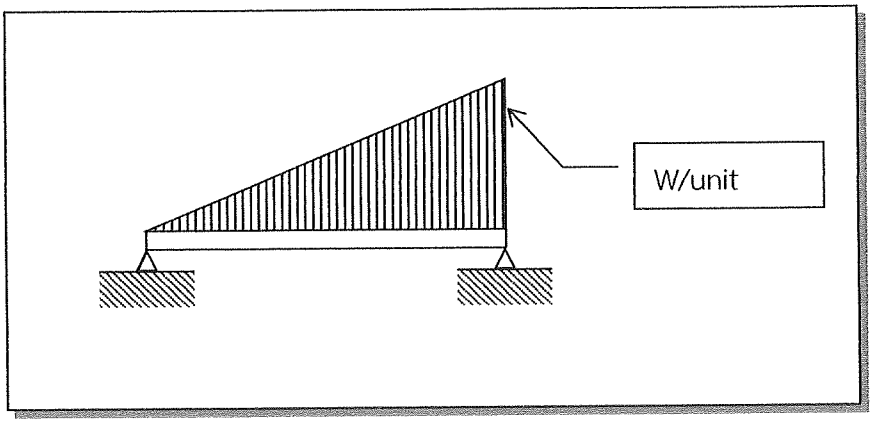
๒. แรงกระจายบนคาน

๒.๑ แรงกระจายสม่ำเสมอ Uniformly Distributed Load เขียนย่อว่า UDL อาจเขียนแทนแรงได้ดังภาพที่ ๗.๔



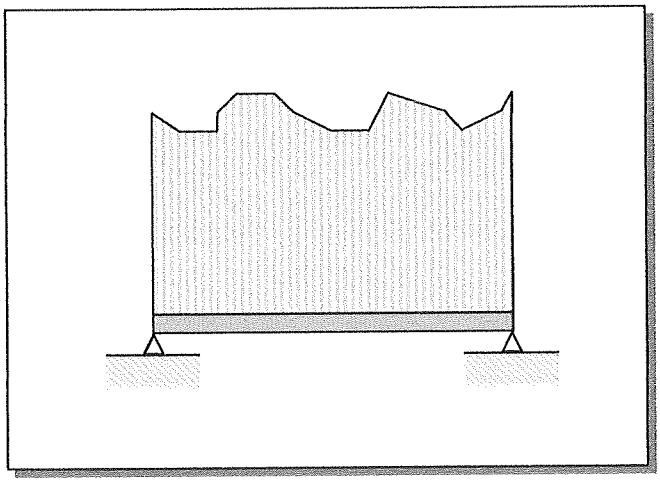
รูปที่ ๗.๔ แสดงแรงกระจายสม่ำเสมอบนคาน

๒.๒ แรงกระจายที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ เช่นในรูปที่ ๗.๕



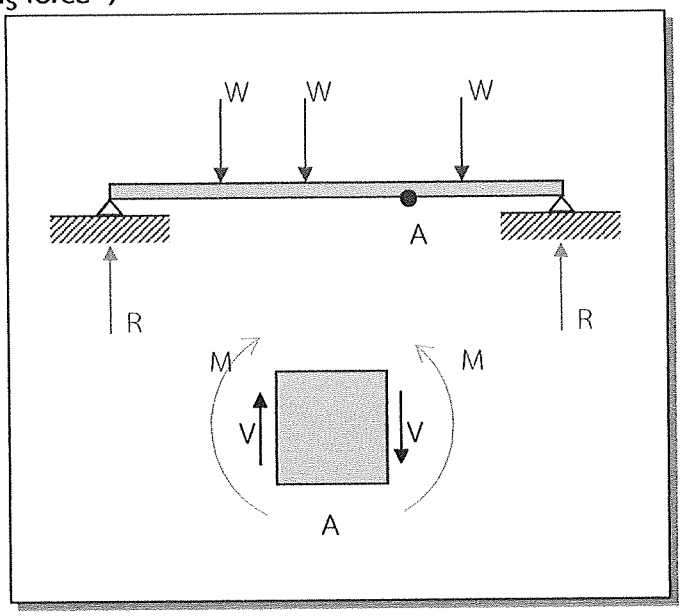
รูปที่ ๗.๕ แสดงแรงกระจายที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

๒.๒ แรงกระจายที่ไม่สม่ำเสมอ ดังรูปที่ ๗.๖



รูปที่ ๗.๖ แสดงแรงกระจายที่ไม่สม่ำเสมอ

แรงเฉือนของคาน (Shearing force)



รูปที่ ๗.๗ แสดงลักษณะความเค้นเฉือน และโมเมนต์ที่เกิดขึ้นบนคาน

แรงเฉือนของคาน Shearing force เขียนย่อว่า SF

พิจารณา Simply supported beam อยู่ภายใต้แรง $W_๑$, $W_๒$ และ $W_๓$ เช่นในรูปที่ ๑๓.๗ และมีแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ = $R_๑$ และ $R_๒$

พิจารณาแรงกระทำที่จุด A

แรงที่ทำให้ด้านขวาของภาคตัดที่ A สมดุลคือ $R_๒ - W_๓$

แรงที่ทำให้ด้านซ้ายของภาคตัดที่ A สมดุล คือ $W_๑ + W_๒ - R_๑$

แต่คานทั้งหมดสมดุล ดังนั้น $R_๒ - W_๓ = W_๑ + W_๒ - R_๑$

ที่จุด A สมดุลได้ด้วยแรงขนานที่เท่ากันสองแรงซึ่งพยายามเฉือนวัตถุที่จุด A จึงให้คำจำกัดความ ของแรงเฉือนของคานได้ดังนี้

"แรงเฉือนของคาน Shearing force (SF) ที่จุดๆหนึ่งบนคานภายใต้แรงคือ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงในแนวดิ่งรวมจากด้านซ้ายมือ หรือขวามือก็ได้มายังจุดนั้น (ค่าที่ออกมาจะเท่ากัน)"

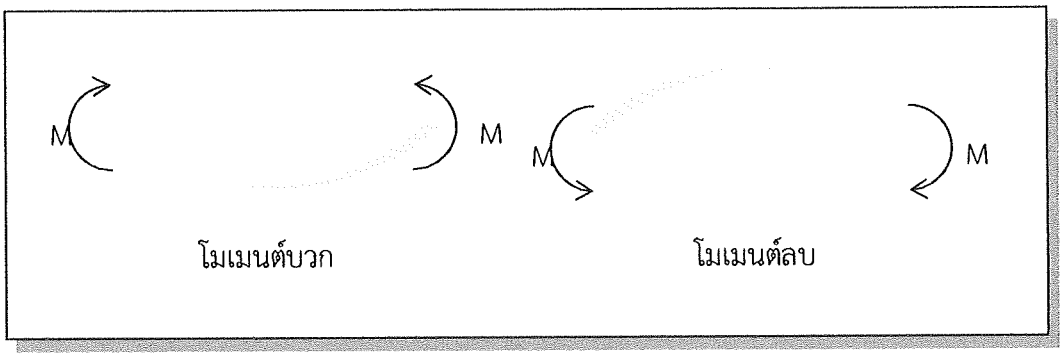
โมเมนต์ดัดของคาน Bending moment (BM)

จากรูป ๑๓.๕ แรง $R_๒$ และ$W_๓$ จะทำให้เกิดโมเมนต์ทวนรอบจุด A ส่วนแรง $W_๑$,$W_๒$ และ $R_๑$ จะทำให้เกิดโมเมนต์ตามรอบจุด A ซึ่งมีค่าเท่ากัน เพราะว่าจุด A สมดุล

ดังนั้นคำจำกัดความของโมเมนต์ดัดในคานคือ " โมเมนต์ดัด(MB) ที่จุดหนึ่งบนคานภายใต้แรงคือ ผลรวมทางพีชคณิตของโมเมนต์ของแรงในแนวดิ่งรอบจุดๆนั้น คิดจากด้านซ้ายมือ หรือด้านขวามือมายังจุดนั้น"

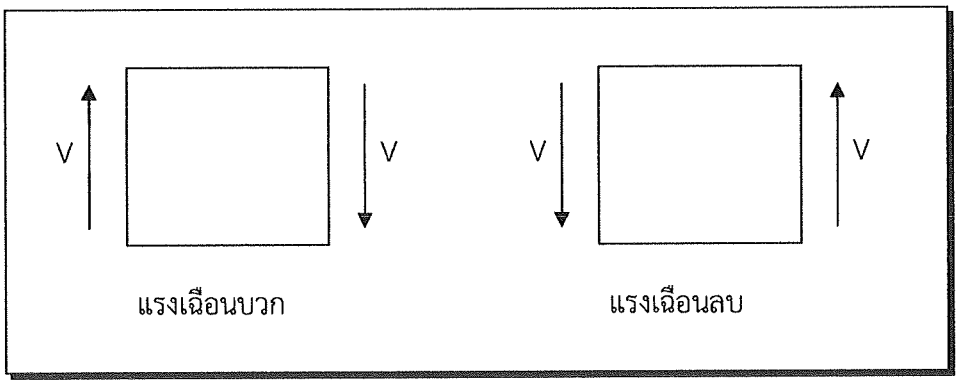
กราฟของโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนของคาน (Bending moment (BMD) and Shearing force diagrams(SFD)

ในการออกแบบหาขนาดของคาน จะต้องรู้ค่าของโมเมนต์ดัด และแรงเฉือนสูงสุด และตำแหน่งที่แรงกระทำ การเขียนกราฟต้องคำนวณหาค่าโมเมนต์ดัด และค่าแรงเฉือนทุกจุดบนคานให้ได้ก่อน โดยกำหนดเครื่องหมาย บวก ลบ ให้ชัดเจนดังนี้



รูปที่ ๗.๘ ข้อกำหนดเครื่องหมายโมเมนต์ดัด

- แรงเฉือน กำหนดดังรูปที่ ๗.๙

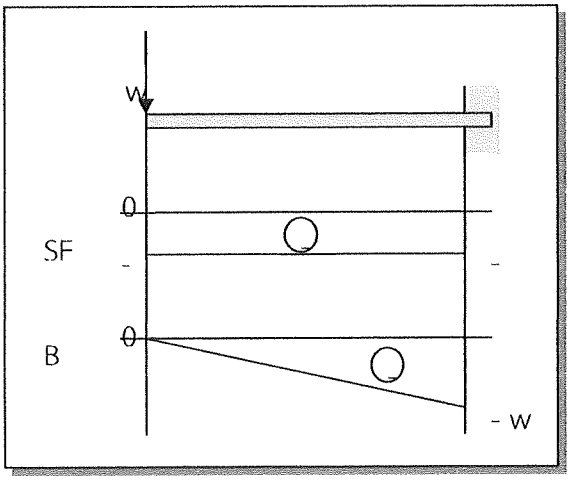


รูปที่ ๗.๙ ข้อกำหนดเครื่องหมายความเค้นเฉือนในคาน

การเขียนกราฟ Bending Moment Diagram(BMD) and Shearing Force Diagrams(SFD)

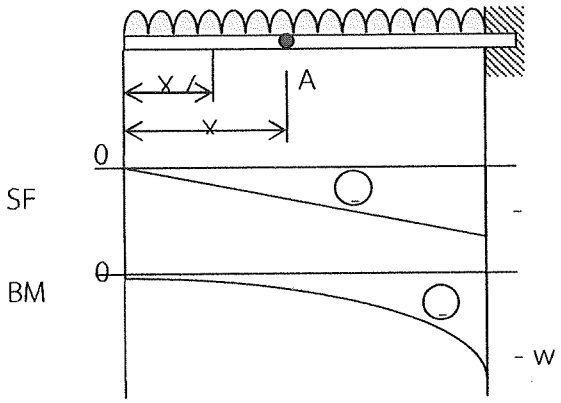
ลักษณะ SFD และ BMD ขึ้นอยู่กับลักษณะของคาน และประเภทของแรงดังนี้

๑ Cantilever มีแรงเป็นจุดกระทำที่ปลายอิสระ



รูปที่ ๗.๑๐ แสดงกราฟ SFD และ BMD เมื่อมีแรงกระทำแบบจุดที่ปลาย

๒ Cantilever อยู่ภายใต้แรงกระจายสม่ำเสมอ



รูปที่ ๗.๑๑ แสดงกราฟ SFD และ BMD เมื่อมีแรงกระจายสม่ำเสมอบนคาน

๖.แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบเรื่อง แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (×) ทับลงบนตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

๑.แรงเฉือน (Shear Force) ในคานหมายถึงข้อใด

ก. แรงที่ทำให้คานยืด

ข. แรงที่ทำให้คานบิด

ค. แรงภายในที่พยายามทำให้คานเลื่อนขาด

ง. แรงที่ทำให้คานอัดสั้น

๒.โมเมนต์ดัด (Bending Moment) คือข้อใด

ก. แรงที่ทำให้คานเลื่อน

ข. แรงที่ทำให้คานบิด

ค. โมเมนต์ที่ทำให้คานโค้งงอ

ง. โมเมนต์จากแรงเสียดทาน

๓.หน่วยของแรงเฉือนคือข้อใด

ก. นิวตัน–เมตร

ข. นิวตัน

ค. ปาสคาล

ง. จูล

๔.หน่วยของโมเมนต์ดัดคือข้อใด

ก. นิวตัน

ข. นิวตัน/เมตร

ค. นิวตัน–เมตร

ง. ปาสคาล

๕.แรงเฉือนภายในคานเกิดจากอะไร

ก. แรงดึงตามแนวแกน

ข. แรงภายนอกที่ตั้งฉากกับแนวคาน

ค. แรงบิด

ง. อุณหภูมิ

๖.โมเมนต์ดัดมีค่าสูงสุดมักเกิดที่ตำแหน่งใด

ก. ที่ปลายคานเสมอ

ข. ที่ตำแหน่งแรงเฉือนเป็นศูนย์

ค. ที่ตำแหน่งแรงเฉือนมากที่สุด

ง. ที่จุดรองรับเสมอ

๗.ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดคือข้อใด

ก. โมเมนต์ดัดคือผลรวมของแรงเฉือน

ข. แรงเฉือนคืออนุพันธ์ของโมเมนต์ดัด

ค. ทั้งสองไม่เกี่ยวข้องกัน

ง. โมเมนต์ดัดเป็นศูนย์เสมอเมื่อแรงเฉือนเป็นศูนย์

๘.กราฟแรงเฉือน (SFD) ใช้แสดงอะไร

ก. การโก่งตัวของคาน

ข. การกระจายแรงเฉือนตามความยาวคาน

ค. การกระจายโมเมนต์ดัด

ง. ความเค้นในคาน

๙.กราฟโมเมนต์ดัด (BMD) ใช้แสดงอะไร

ก. การกระจายแรงเฉือน

ข. การกระจายโมเมนต์ดัด

ค. การกระจายแรงดึง

ง. การกระจายอุณหภูมิ

๑๐.แรงเฉือนเป็นศูนย์ที่ตำแหน่งหนึ่ง แสดงว่า

ก. โมเมนต์ดัดเป็นศูนย์

ข. โมเมนต์ดัดมีค่าสูงสุดหรือต่ำสุด

ค. คานแตกหัก

ง. ไม่มีแรงกระทำ

๗.เอกสารอ้างอิง

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, ๒๕๓๙

๘. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

แบบทดสอบเรื่อง แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

๑.แรงเฉือน (Shear Force) ในคานหมายถึงข้อใด

ก. แรงที่ทำให้คานยืด

ข. แรงที่ทำให้คานบิด

ค. แรงภายในที่พยายามทำให้คานเลื่อนขาด

ง. แรงที่ทำให้คานอัดสั้น

๒.โมเมนต์ดัด (Bending Moment) คือข้อใด

ก. แรงที่ทำให้คานเลื่อน

ข. แรงที่ทำให้คานบิด

ค. โมเมนต์ที่ทำให้คานโค้งงอ

ง. โมเมนต์จากแรงเสียดทาน

๓.หน่วยของแรงเฉือนคือข้อใด

ก. นิวตัน–เมตร

ข. นิวตัน

ค. ปาสคาล

ง. จูล

๔.หน่วยของโมเมนต์ดัดคือข้อใด

ก. นิวตัน

ข. นิวตัน/เมตร

ค. นิวตัน–เมตร

ง. ปาสคาล

๕.แรงเฉือนภายในคานเกิดจากอะไร

ก. แรงดึงตามแนวแกน

ข. แรงภายนอกที่ตั้งฉากกับแนวคาน

ค. แรงบิด

ง. อุณหภูมิ

๖.โมเมนต์ดัดมีค่าสูงสุดมักเกิดที่ตำแหน่งใด

ก. ที่ปลายคานเสมอ

ข. ที่ตำแหน่งแรงเฉือนเป็นศูนย์

ค. ที่ตำแหน่งแรงเฉือนมากที่สุด

ง. ที่จุดรองรับเสมอ

๗.ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดคือข้อใด

ก. โมเมนต์ดัดคือผลรวมของแรงเฉือน

ข. แรงเฉือนคืออนุพันธ์ของโมเมนต์ดัด

ค. ทั้งสองไม่เกี่ยวข้องกัน

ง. โมเมนต์ดัดเป็นศูนย์เสมอเมื่อแรงเฉือนเป็นศูนย์

๘.กราฟแรงเฉือน (SFD) ใช้แสดงอะไร

ก. การโก่งตัวของคาน

ข. การกระจายแรงเฉือนตามความยาวคาน

ค. การกระจายโมเมนต์ดัด

ง. ความเค้นในคาน

๙.กราฟโมเมนต์ดัด (BMD) ใช้แสดงอะไร

ก. การกระจายแรงเฉือน

ข. การกระจายโมเมนต์ดัด

ค. การกระจายแรงดึง

ง. การกระจายอุณหภูมิ

๑๐.แรงเฉือนเป็นศูนย์ที่ตำแหน่งหนึ่ง แสดงว่า

ก. โมเมนต์ดัดเป็นศูนย์

ข. โมเมนต์ดัดมีค่าสูงสุดหรือต่ำสุด

ค. คานแตกหัก

ง. ไม่มีแรงกระทำ

	ใบกิจกรรมที่ ๗	หน่วยที่ ๗
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑๓-๑๕
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน	ทฤษฎี ๙ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

๓.๒. คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในสมการแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑. อธิบายการต่อชิ้นงานโดยใช้แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน ได้ถูกต้อง

๔.๒. แสดงการคำนวณหาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน ที่เหมาะสมทำให้แนวต่อชิ้นงานมีความแข็งแรง และประสิทธิภาพ

๔.๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๕.๑. งานชนิดของแรงหรือน้ำหนักที่กระทำบนคาน

๕.๒ งานการเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์คาน

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

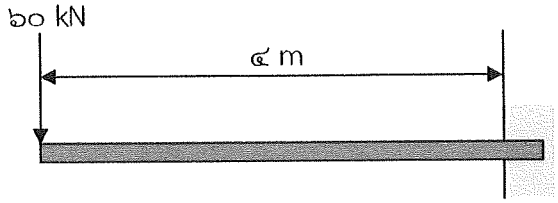
๖.๑ สามารถประยุกต์ใช้งแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคานในงานเครื่องกล

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ใบกิจกรรมที่ ๗

คำสั่ง ให้นักศึกษาเติมคำในช่องว่างดังต่อไปนี้

๑. Cantilever ยาว ๔ m มีแรงกระทำที่ปลายเท่ากับ ๖๐ kN ดังรูป จงหาค่าShear force และ ค่า Bending moment ที่จุดปลายถูกยึดให้อยู่กับที่ และเขียนกราฟ Shear force Diagram และ Bending Moment Diagram



พิจารณาแรงจากด้านซ้ายมือมีแรง ๖๐ kN เพียงแรงเดียว ดังนั้นค่า Shear force มีค่าเดียว คือ ..... kN ตลอดคานรวมทั้งที่ปลายยึดแน่นที่ปลายยึดแน่น(ขวามือ)มีค่า SF = -..... kN Ans

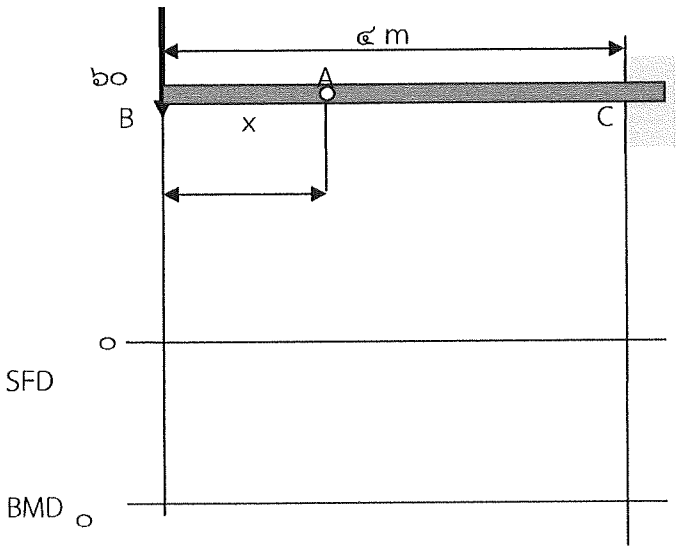
- การหาค่า BM

ที่ปลายยึดแน่น(ขวามือ)มีค่า BM = -..... kN × .....m

= ..... kN-m **Ans**

- การเขียนกราฟ Shear force Diagram และ Bending Moment Diagram พิจารณาแรงจากด้านซ้ายมือมีแรง ..... kN เพียงแรงเดียว ดังนั้นค่า Bending Moment จึงมีค่าเริ่มจาก ๐ ที่ปลายซ้ายมือ และมีค่าเท่ากับ -..... kN จึงทำให้เขียนกราฟได้ดังภาพข้างล่างนี้

-



๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้อง ปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, ๒๕๓๙.

	ใบงานที่ ๗	หน่วยที่ ๗
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๑-๑๐๑๕ **ชื่อวิชา** ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ ๑๓-๑๕
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน	ทฤษฎี ๙ ชม. ปฏิบัติ ๐ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน		

๑.ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ประยุกต์ใช้หลักการความแข็งแรงของวัสดุในการคำนวณเพื่อออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๒.อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

ไม่มี

๓.สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

๓.๒. คำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในสมการแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน

๔.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๔.๑. อธิบายการต่อชิ้นงานโดยใช้แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน ได้ถูกต้อง

๔.๒. แสดงการคำนวณหาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคาน ที่เหมาะสมทำให้แนวต่อชิ้นงานมีความแข็งแรง และประสิทธิภาพ

๔.๓. ประยุกต์ใช้หลักความแข็งแรงของวัสดุในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นส่วนโครงสร้างและเครื่องจักรกลในงานอาชีพ

๕.สาระการเรียนรู้

๕.๑. งานชนิดของแรงหรือน้ำหนักที่กระทำบนคาน

๕.๒ งานการเขียนแผนภาพแรงเฉือนและโมเมนต์คาน

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

๖.๑ สามารถประยุกต์ใช้งแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของคานในงานเครื่องกล

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

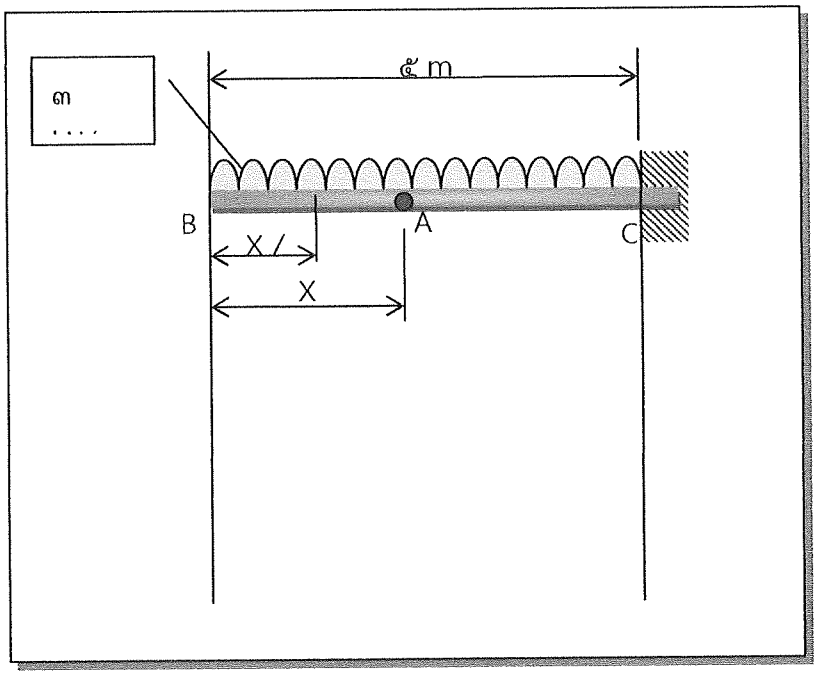
ใบงานที่ ๗

คำสั่ง ให้ผู้เรียนแสดงวิธีการคำนวณ ดังต่อไปนี้

๑. Cantilever ยาว ๕ m มีแรงกระจายสม่ำเสมอ(Uniformly Distributed Load; UDL) = ๓ kN/m ตลอดความยาว จงเขียน SFD และ BMD แล้วหาคำนวณหา

ก) ค่าแรงเฉือน และ โมเมนต์ดัดที่จุดตรงกลาง

ข) ค่าแรงเฉือน และ โมเมนต์ดัดที่ปลายยึดแน่น



.....

.....

.....

.....

.....

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหา

๙.การประเมินผล

นักเรียนต้องได้ผลการประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐ และหากไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินจะต้องปฏิบัติงานใหม่

๑๐. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, ๒๕๓๙.

มนต์ชัย กาทอง. วิชาความแข็งแรงของวัสดุ. สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, ๒๕๓๘. (อัดสำเนา)

บรรณานุกรม

สำนักพิมพ์เอมพันธ์ **วิชาความแข็งแรงของวัสดุ** ผู้แต่ง อ.วีระศักดิ์ มะโนน้อม

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. **วิชาความแข็งแรงของวัสดุ.** กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, ๒๕๓๙.

มนต์ชัย กาทอง. **วิชาความแข็งแรงของวัสดุ.** สมุทรปราการ : กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝ่ายศึกษาโรงเรียนนายเรือ, ๒๕๓๘. (อัดสำเนา)

ภาคผนวก

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิชา ความแข็งแรงของวัสดุ **ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้** หน่วยที่ ๑-๗

ชื่อ-นามสกุล.....ห้อง.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียนแล้วขีด / ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	พฤติกรรมที่แสดง	ระดับคะแนน		
		๓	๒	๑
๑. มีความรับผิดชอบ	๑.๑ ปฏิบัติงานตามที่มอบหมายสำเร็จตามที่กำหนด			
	๑.๒ ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อตนเองและผู้อื่น			
	๑.๓ ทำงานอย่างมีระบบ ระเบียบ ละเอียด รอบคอบ			
๒. ซื่อสัตย์สุจริต	๒.๑ ปฏิบัติตามระเบียบการสอน ไม่ลอกการบ้าน			
	๒.๒ ประพฤติ ปฏิบัติ ตรงต่อความเป็นจริงต่อตนเอง			
	๒.๓ ประพฤติ ปฏิบัติ ตรงต่อความเป็นจริงต่อผู้อื่น			
๓. มีวินัย	๓.๑ เข้าเรียนตรงเวลา			
	๓.๒ แต่งกายเรียบร้อยเหมาะสมกับกาลเทศะ			
	๓.๓ ปฏิบัติตามกฎระเบียบของห้อง			
๔. สนใจใฝ่รู้	๔.๑ แสวงหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ ต่าง ๆ			
	๔.๒ มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ			
	๔.๓ สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล			
๕. มีจิตอาสา	๕.๑ รู้จักการให้เพื่อส่วนรวม และเพื่อผู้อื่น			
	๕.๒ แสดงออกถึงการมีน้ำใจหรือการให้ความช่วยเหลือผู้อื่น			
	๕.๓ เข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสถานศึกษา ชุมชนและสังคม			
๖. อยู่อย่างพอเพียง	๖.๑ ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของสถานศึกษาอย่างประหยัด			
	๖.๒ ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนน

-พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ ๓ คะแนน

-พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ ๒ คะแนน

-พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ ๑ คะแนน

ตัวอย่าง

แบบสรุปผลการประเมิน

คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

รหัสวิชา.....

ชื่อวิชา.....

ระดับชั้น.....

แผนก / กลุ่ม.....

ลำดับที่	รหัสประจำตัว	ชื่อ-สกุล	ความมีวินัยในตนเองและความซื่อสัตย์สุจริต	ความมีวินัย	ความรับผิดชอบ	ความเชื่อมั่นในตนเอง	การประหยัด	ความสนใจใฝ่รู้	การละอบายมิชอบและการพนัน	ความรักสามัคคี	ความกตัญญูกตเวที	รวม (ในส่วนของผู้สอน)	รวม (ในส่วนของประธานกลุ่ม)	รวมคะแนนที่ได้จากทั้ง ๒ ส่วน
			1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	10	20

แบบประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

กลุ่มที่.....ชั้น/แผนก.....

คำชี้แจง 1.ให้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนตามที่กำหนด

2. ให้ผู้สอนประเมินและใส่เครื่องหมาย ☑ ลงในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ลำดับที่	หัวข้อเรื่อง	พฤติกรรม																				รวม
		ความร่วมมือกัน				การแสดงความคิดเห็น				ความตั้งใจในการทำงาน				ทำงานเสร็จตามเวลา				การนำเสนอผลงาน				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	20

เกณฑ์การให้คะแนน

ดีมาก = 4 (เกณฑ์ 90 - 100% หรือปฏิบัติบ่อยครั้ง)

ดี = 3 (เกณฑ์ 70 - 89% หรือปฏิบัติบางครั้ง)

ปานกลาง = 2 (เกณฑ์ 50 - 69% หรือปฏิบัติครั้งเดียว)

ปรับปรุง = 1 (ต่ำกว่า 50 % หรือไม่ปฏิบัติเลย)

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรม																				
		ความสนใจ				การแสดงความคิดเห็น				การตอบคำถาม				การรับฟังความคิดเห็น				ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย				รวม
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	20

ลงชื่อ.....ผู้สังเกต

(.....)

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน **ระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้**

ดีมาก	=	4	**(เกณฑ์ระหว่าง 90 - 100%)**
ดี	=	3	**(เกณฑ์ระหว่าง 70 - 89%)**
ปานกลาง	=	2	**(เกณฑ์ระหว่าง 50 - 69%)**
ปรับปรุง	=	1	**(เกณฑ์ต่ำกว่า 50 %)**

หมายเหตุ : **ใช้แบบประเมินนี้ทุกแผนการจัดการเรียนรู้**