

การออกแบบคอนกรีตอัดแรง

บทที่ 1 บทนำ



หัวข้อที่ต้องศึกษา

- 1.1 คอนกรีตอัดแรงคืออะไร
- 1.2 ประวัติความเป็นมาของคอนกรีตอัดแรง
- 1.3 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างคอนกรีตอัดแรงกับคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป
- 1.4 วิธีการอัดแรง
 - 1.4.1 คอนกรีตอัดแรงชนิดดึงเหล็กก่อน
 - 1.4.2 คอนกรีตอัดแรงชนิดดึงเหล็กทีหลัง
- 1.5 ข้อกำหนดของการออกแบบ



หัวข้อที่ต้องศึกษา



1.6 นำหนักบรรทุกโครงสร้าง

1.7 หลักการวิเคราะห์และออกแบบคอนกรีตอัดแรง

1.7.1 หลักการรวมแรง (*combined load concept*)

1.7.2 หลักการแรงคู่ควบภายใน (*internal couple concept*)

1.7.3 หลักการพยุ่งเพื่อต้านทานน้ำหนักบรรทุกภายนอก



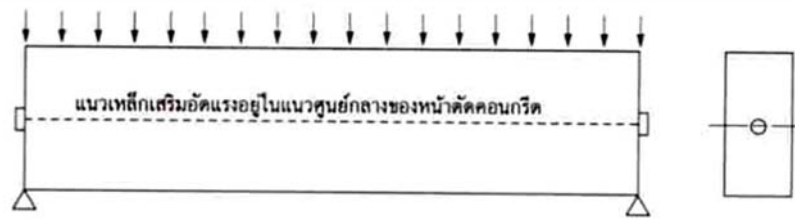
1.1 คอนกรีตอัดแรงคืออะไร



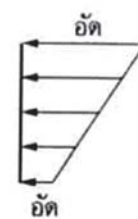
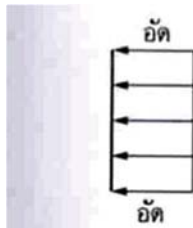
การอัดแรง (*prestress*) หมายถึง การให้ความ
เค้น (*stress*) แก่องค์อาคาร (*member*) แม้ขณะที่องค์
อาคารนั้นยังไม่มีน้ำหนักบรรทุกกระทำ ข้อแตกต่างที่
สำคัญระหว่างคอนกรีตเสริมเหล็กกับคอนกรีตอัดแรง
คือ คอนกรีตเสริมเหล็กจะประกอบไปด้วยคอนกรีต
และเหล็กเสริม แต่ในคอนกรีตอัดแรงเหล็กเสริมกับ
คอนกรีตจะอยู่ในสภาพตั้งแต่วาง ทั้งๆที่ยังมิได้รับแรง
กระทำจากภายนอก



หน่วยที่เกิดขึ้นบนหน้าตัดคอนกรีตของคานคอนกรีตอัดแรง



(ก) คานคอนกรีตอัดแรง



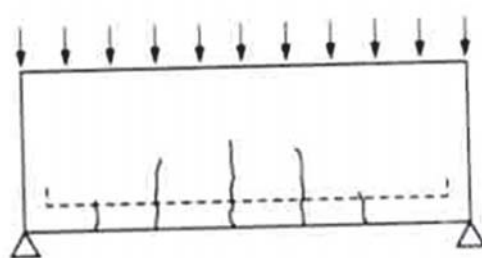
(ข) หน่วยแรงเนื่องจากการอัดแรง (ค) หน่วยแรงเนื่องจากโมเมนต์ภายนอก (ง) ผลรวมหน่วยแรงจาก (ข) และ (ค)



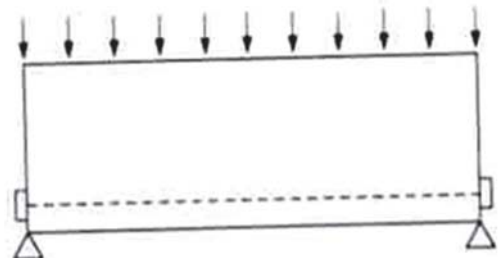
มหาวิทยาลัยราชภัฏ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



คานคอนกรีตเสริมเหล็กและคานคอนกรีตอัดแรง



(ก) คอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป



(ข) คอนกรีตอัดแรง



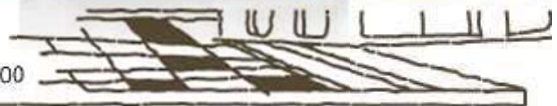
มหาวิทยาลัยราชภัฏ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



คานคอนกรีตเสริมเหล็กและคานคอนกรีตอัดแรง



มหาวิทยาลัยราชภัฏ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



1.2 ประวัติความเป็นมาของคอนกรีตอัดแรง



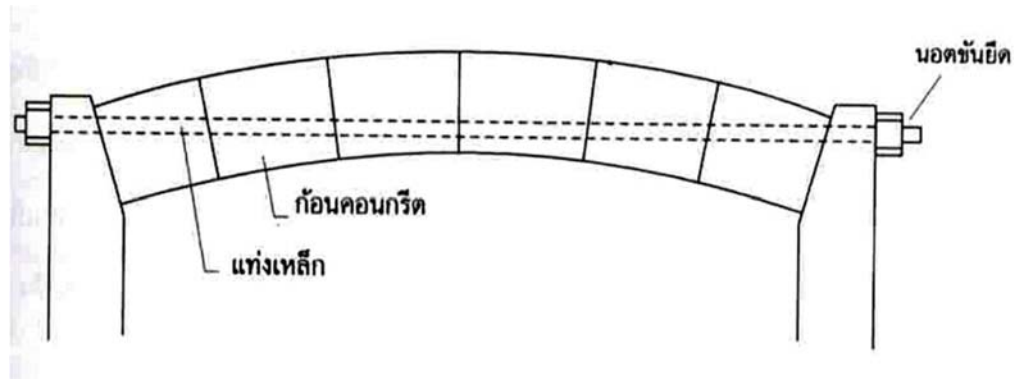
ความรู้ในการอัดแรงได้ปรากฏเป็นหลักฐานมาเป็นเวลานานแล้ว แต่ผู้ที่นำความรู้เรื่องอัดแรงมาใช้กับงานคอนกรีตเป็นคนแรกคือ *P.H. Jackson* วิศวกรชาวอเมริกา โดยการใช้แท่งเหล็กขั้วยึดก่อนคอนกรีตเพื่อใช้เป็นพื้นและหลังคาในปี ค.ศ. 1886



มหาวิทยาลัยราชภัฏ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



การใช้งานคอนกรีตอัดแรงโดย P.H. Jackson



มหาวิทยาลัยราชภัฏ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



การใช้งานคอนกรีตอัดแรงโดย P.H. Jackson



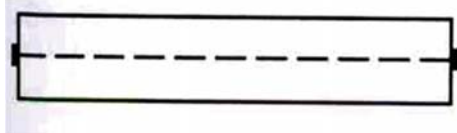
มหาวิทยาลัยราชภัฏ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



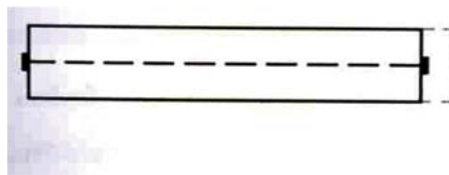
หน่วยการยืดตัวและหน่วยแรงดึงที่เกิดในลวดอัดแรง



ความยาวเดิม
($\epsilon_s = 0, \sigma_s = 0$)



เมื่อลวดถูกดึงค้างไว้บนคอนกรีต
($\epsilon_s = 0.0059, \sigma_s = 12,000$ กก./ซม.²)



เมื่อคอนกรีตหดตัว เนื่องจากผลของ
การหดตัว และการคืบ
($\epsilon_s = 0.0050, \sigma_s = 10,200$ กก./ซม.²)



มหาวิทยาลัยร้อยสี่ด <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



หน่วยการยืดตัวและหน่วยแรงดึงที่เกิดในลวดอัดแรง



มหาวิทยาลัยร้อยสี่ด <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



หน่วยการยึดตัวและหน่วยแรงดึงที่เกิดในลวดอัดแรง



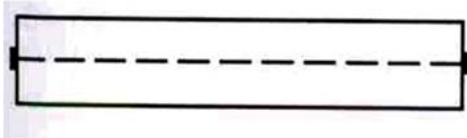
มหาวิทยาลัยสุรินทร์ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



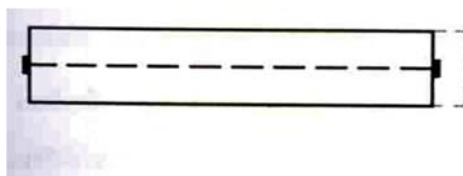
หน่วยการยึดตัวและหน่วยแรงดึงที่เกิดในลวดอัดแรง



ความยาวเดิม
($\epsilon_s = 0, \sigma_s = 0$)



เมื่อลวดถูกดึงค้างไว้บนคอนกรีต
($\epsilon_s = 0.0059, \sigma_s = 12,000$ กก./ชม.²)



เมื่อคอนกรีตหดตัว เนื่องจากผลของ
การหดตัว และ การคืบ
($\epsilon_s = 0.0050, \sigma_s = 10,200$ กก./ชม.²)



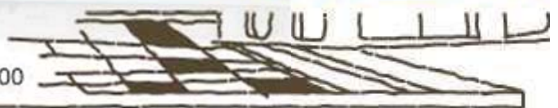
มหาวิทยาลัยสุรินทร์ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



หน่วยการยึดตัวและหน่วยแรงดึงที่เกิดในลวดอัดแรง



มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



1.3 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างคอนกรีตอัดแรงกับคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป



ก) ด้านเวลา

โดยทั่วไปการก่อสร้างระบบคอนกรีตอัดแรงกระทำได้เร็วกว่าระบบคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป เนื่องจากมีข้อได้เปรียบต่างๆ เช่น การวางเหล็กเสริมที่น้อยกว่าสามารถถอดแบบได้ทันทีเมื่อขั้นตอนการตั้งเหล็กเสริมอัดแรงเสร็จสิ้น



มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



1.3 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างคอนกรีตอัดแรงกับ คอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป



ข) ด้านราคา

ทางตรง วัสดุที่ใช้งานคอนกรีตอัดแรงเป็นวัสดุที่มี
คุณภาพสูง คือ คอนกรีตและเหล็กเสริมที่มีกำลังสูงโดยที่
ปริมาณวัสดุที่ใช้จะน้อยและโครงสร้างมีขนาดลดลง



1.3 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างคอนกรีตอัดแรงกับ คอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป



ข) ด้านราคา

ทางอ้อม เนื่องจากระบบคอนกรีตอัดแรง
สามารถทำได้รวดเร็ว ทำให้ประหยัดค่าใส่ห้อย (overhead)
ในการก่อสร้าง และการถอดแบบที่เร็วขึ้น ทำให้
สามารถนำไม้แบบมาหมุนเวียนได้เร็วขึ้น ซึ่งทำให้ลด
จำนวนไม้แบบที่ใช้ลง



1.3 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างคอนกรีตอัดแรงกับคอนกรีต

เสริมเหล็กทั่วไป



ก) ด้านคุณภาพ

ก) คอนกรีตอัดแรงเหมาะสำหรับโครงสร้างที่มีความยาวและรับน้ำหนักบรรทุกมาก ทำให้รูปร่างไม่ใหญ่โตเทอะทะ

ข) คอนกรีตอัดแรงสามารถออกแบบให้ไม่มีรอยแตกร้าวในคอนกรีตขณะใช้งาน

ค) การโก่งตัว (*deflection*) ของโครงสร้างคอนกรีตอัดแรง

ง) คอนกรีตอัดแรงสามารถต้านทานการกัดกร่อน (*corrosion*)



1.4 วิธีการอัดแรง



ดังที่ได้กล่าวมาแล้วการอัดแรงเป็นการทำให้เกิดแรงดึงสูงในเหล็กเสริม ซึ่งก่อให้เกิดหน่วยแรงอัดในคอนกรีต การดึงเหล็กก่อนหรือหลังการเทคอนกรีตนี้ สามารถทำให้แบ่งชนิดของคอนกรีตอัดแรงเป็น

- คอนกรีตอัดแรงชนิดดึงเหล็กก่อน (*pretensioned concrete*)

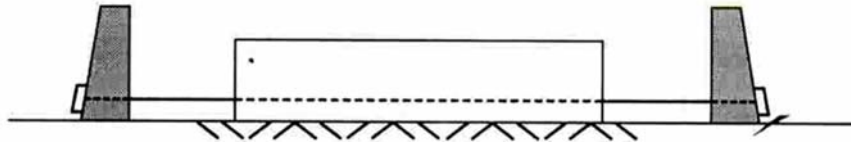
- คอนกรีตอัดแรงดึงเหล็กทีหลัง (*posttensioned concrete*)



ขั้นตอนการอัดแรงชนิดดึงเหล็กก่อน



(ก) เหล็กเสริมอัดแรงถูกดึงค้ำไว้ระหว่างที่ค้ำ (abutment) ทั้งสองข้าง



(ข) หล่อคอนกรีตและทำการบ่ม



(ค) คัดเหล็กเสริมอัดแรงที่ปลายทั้งสอง

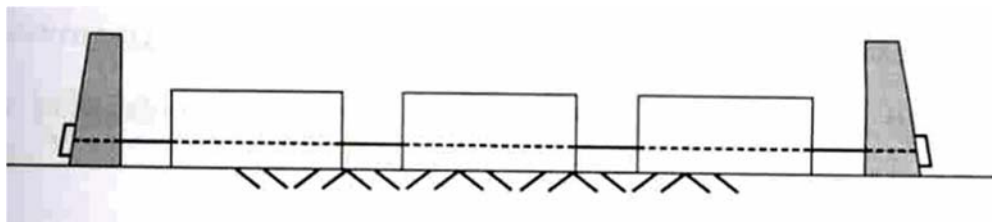


มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



1.4.1 คอนกรีตอัดแรงชนิดดึงเหล็กก่อน

การดึงเหล็กจะกระทำก่อนการหล่อคอนกรีต เหล็กเสริมอัดแรงจะถูกดึงค้ำไว้ที่ระหว่างที่ค้ำ ที่ปลายทั้งสองข้าง หลังจากที่ได้ติดตั้งไม้แบบ ก็จะหล่อคอนกรีตลงในไม้แบบซึ่งมีเหล็กเสริมที่ดึงค้ำไว้



การหล่อชิ้นงานหลายๆชิ้นพร้อมกันโดยการอัดแรงชนิดดึงเหล็กก่อน



มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



1.4.2 คอนกรีตอัดแรงชนิดดึงเหล็กที่หลัง

คอนกรีตอัดแรงชนิดดึงเหล็กที่หลัง เริ่มต้นโดยการหล่อคอนกรีตในไม้แบบที่ได้ติดตั้งโดยจะต้องมีการฝังท่อสำหรับร้อยเหล็กเสริม ในตำแหน่งที่ออกแบบไว้ โดยปกติเหล็กเสริมอัดแรงจะร้อยผ่านท่อไว้โดยยังไม่ดึงก่อนการเทคอนกรีตในกรณีที่ระบบมีการยึดเหนี่ยวนิยมใช้กับอาคารใหญ่ เช่น อาคารสำนักงาน โรงแรม และโรงพยาบาล เป็นต้น



1.5 ข้อกำหนดของการออกแบบ

การออกแบบคอนกรีตอัดแรง มีขั้นตอนมากกว่าคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไปเนื่องจากมีขั้นตอนที่มากกว่า การออกแบบต้องควบคุมถึงความปลอดภัยของโครงสร้างภายใต้น้ำหนักบรรทุก และการเสีรูปร่าง (*deformation*) ซึ่งอาจจะเกิดในระหว่างการก่อสร้างและการใช้งาน โดยปกติขั้นตอนการออกแบบต้องมีการวิเคราะห์ตรวจสอบโครงสร้างภายใต้สถานะ 2 ประเภทดังนี้



ก) สถานการณ์ใช้งาน (service state)



ที่สถานการณ์ใช้งานโครงสร้างต้องมีความสามารถในการใช้งานตามกำหนด หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในคอนกรีตและในเหล็กจะต้องไม่เกินค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ การโก่งตัว การแตกร้าวและการกัดกร่อนต้องไม่มากเกินไปเกินข้อกำหนด



มหาวิทยาลัยราชภัฏ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



ข) สถานะประลัย (ultimate state)



เป็นสถานะที่โครงสร้างสิ้นสุดความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก การวิเคราะห์ที่สถานะนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสามารถในการรับน้ำหนักเกินน้ำหนักบรรทุกก่อนโครงสร้างจะพังลง ซึ่งในการออกแบบจะต้องมีตัวคูณน้ำหนัก ไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนด มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตอัดแรง ว.ส.ท. ปี 2537



มหาวิทยาลัยราชภัฏ <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



1.6 น้ำหนักบรรทุกโครงสร้าง



ในการออกแบบผู้ออกแบบจะต้องคำนวณน้ำหนักบรรทุกที่ (*dead load*) และน้ำหนักบรรทุกจร (*live load*) สำหรับน้ำหนักบรรทุกคงที่สามารถคำนวณได้โดยปริมาตรของคอนกรีตและความหนาแน่นของคอนกรีต โดยความหนาแน่นของคอนกรีตเท่ากับ 2,400 กก/ม³ ส่วนการกำหนดน้ำหนักการบรรทุกจร ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของโครงสร้างนั้นๆ



1.7 หลักการวิเคราะห์และออกแบบคอนกรีตอัดแรง



มีหลักการ 3 แบบที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบคอนกรีตอัดแรง หลักการแต่ละแบบเหมาะกับการคำนวณแต่ละอย่าง ซึ่งมีความจำเป็นต้องใช้หลักการทั้งสามเพื่อให้ได้การวิเคราะห์ที่ดีที่สุด



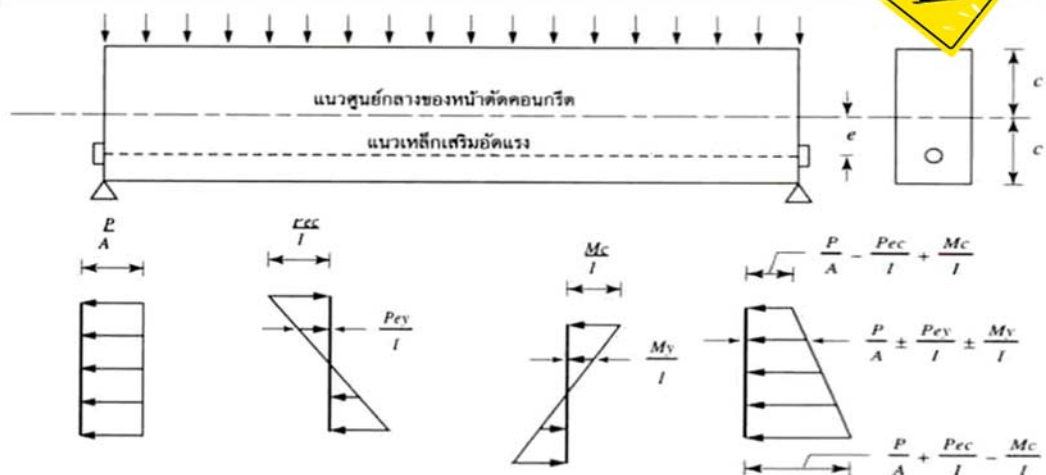
1.7.1 หลักการรวมแรง (combined load concept)



หลักการนี้ใช้วิธีการคำนวณหน่วยแรง ที่เกิดขึ้นบนคอนกรีตจากผลแรงต่างๆแยกอิสระ เช่น คำนวณหน่วยแรงที่เกิดจากการอัดแรง หน่วยที่เกิดจากน้ำหนักตัวเอง หน่วยแรงที่เกิดจากภายนอก แล้วจึงนำทั้งหมดมารวมกัน



การกระจายของหน่วยแรงบนหน้าตัดคอนกรีต



หน่วยแรงที่เกิดจากผลของการอัดแรงในส่วนของแรงตามแนวแกน

หน่วยแรงที่เกิดจากผลของการอัดแรงในส่วนของการเยื้องศูนย์กลาง

หน่วยแรงที่เกิดจากโมเมนต์ภายนอก

หน่วยแรงที่เกิดจากการอัดแรงและจากโมเมนต์ภายนอก



ก) หน่วยแรงดันที่เกิดจากผลของการอัดแรง



หน่วยแรงที่เกิดจากแรงตามแนวแกน มีค่าเท่ากับ

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

หน่วยแรงที่เกิดจากโมเมนต์เนื่องจากการเยื้องศูนย์กลาง (Pe)

$$\sigma = \frac{My}{I} = \frac{Pey}{I}$$

ดังนั้นหน่วยแรงที่เกิดจากผลการอัดแรงมีค่า

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{Pey}{I}$$



มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ <http://www.rsu.ac.th>

52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



โดยที่



σ	คือ	หน่วยแรงที่เกิดขึ้นบนหน้าตัดคอนกรีต ณ ตำแหน่งใด ๆ
P	คือ	แรงอัดประสิทธิภาพของเหล็กเสริมอัดแรง
A	คือ	พื้นที่หน้าตัดของคาน
e	คือ	ระยะเยื้องศูนย์กลางของเหล็กเสริมอัดแรงจากแนวศูนย์กลางของหน้าตัดคาน
y	คือ	ระยะระหว่างตำแหน่งบนหน้าตัดคอนกรีตที่พิจารณากับแนวศูนย์กลางของหน้าตัด
I	คือ	โมเมนต์อินเนอร์เซีย (moment inertia) ของหน้าตัด



มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ <http://www.rsu.ac.th>

52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



ข) หน่วยที่เกิดจากโมเมนต์ภายนอก



ถ้าโมเมนต์ภายนอก M กระทำต่อหน้าตัดคานหน่วยแรงที่เกิดขึ้นบนหน้าตัดคอนกรีต ณ ตำแหน่งใดๆ มีค่า

$$\sigma = \frac{My}{I}$$

หน่วยแรงรวมที่เกิดขึ้นบนหน้าตัดคอนกรีต ณ ตำแหน่งใดๆ จึงมีค่า

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{Pey}{I} \pm \frac{My}{I}$$

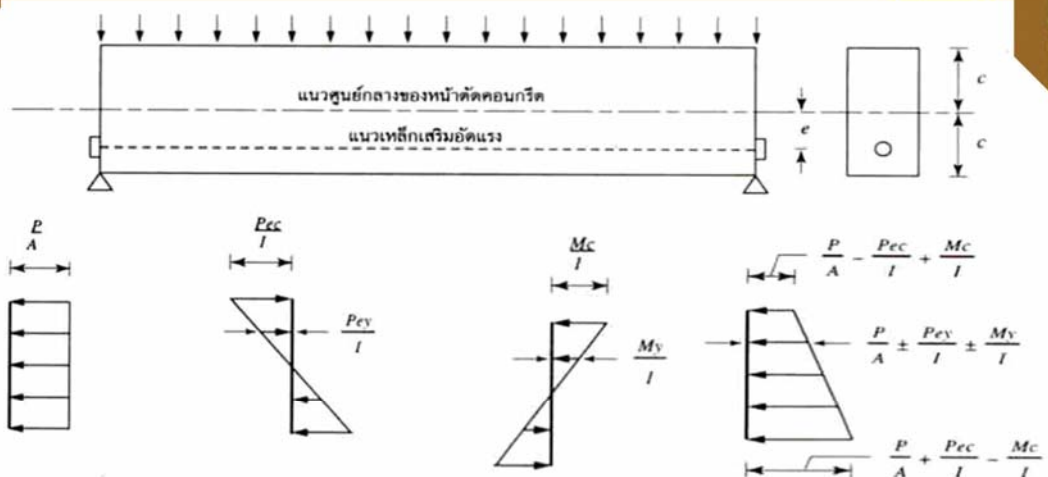
และหน่วยที่เกิดขึ้นบนหน้าตัดคอนกรีตที่ผิวบนสุด หรือ ล่างสุด ของหน้าตัดคอนกรีตมีค่า

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{Pec}{I} \pm \frac{Mc}{I}$$

โดยที่ c คือ ระยะที่วัดจากกลางของหน้าตัดถึงผิวบนหรือล่างสุดของคาน



ข) หน่วยที่เกิดจากโมเมนต์ภายนอก



หน่วยแรงที่เกิดจากผลของการอัดแรงในส่วนของการอัดแรงตามแนวแกน

หน่วยแรงที่เกิดจากผลของการอัดแรงในส่วนของการเยื้องศูนย์กลาง

หน่วยแรงที่เกิดจากโมเมนต์ภายนอก

หน่วยแรงที่เกิดจากการอัดแรงและจากโมเมนต์ภายนอก



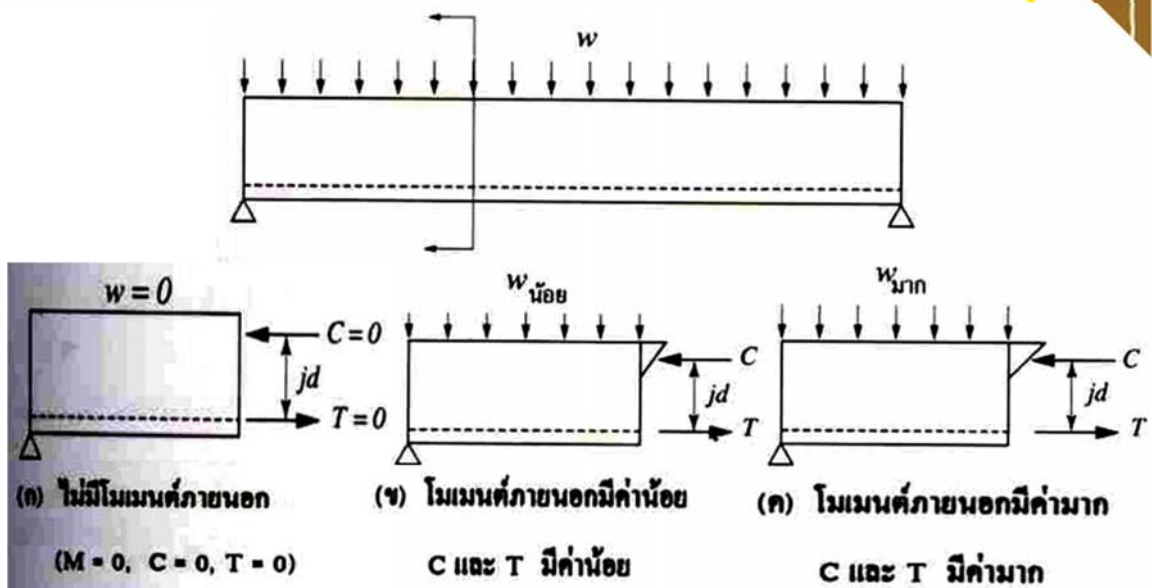
1.7.2 หลักการแรงคู่ควบคุมภายใน (internal couple concept)



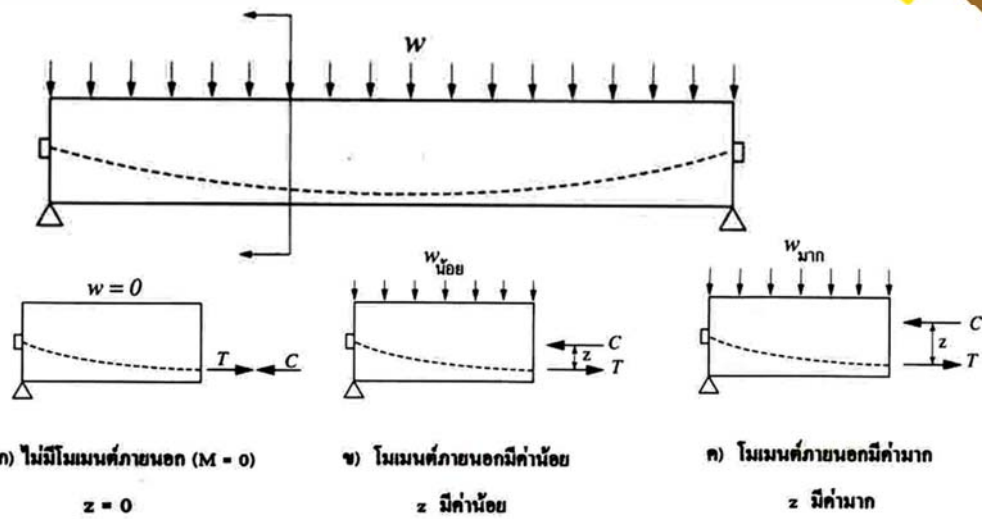
หลักการนี้เป็นหลักการที่ใช้ในคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป และคอนกรีตอัดแรงหลักการนี้คือ โมเมนต์ภายนอกทั้งหมด M จะถูกต้านทานโดยโมเมนต์ภายในซึ่งเกิดจากแรงคู่ควบ $C-T$ การทำบนหน้าตัดคานโดยที่ C คือแรงอัดที่เกิดขึ้นบนคอนกรีต และ T คือแรงในเหล็ก ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงอัดประสิทธิภาพ P นั้นเอง



แรงคู่ควบ $C-T$ และแขนโมเมนต์ jd ในคอนกรีตเสริมทั่วไป



แรงคู่ควบ C-T และแกนโมเมนต์ Z ในคอนกรีตอัดแรง



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



1.7.3 หลักการพยุ่งเพื่อต้านทานน้ำหนักบรรทุกภายนอก



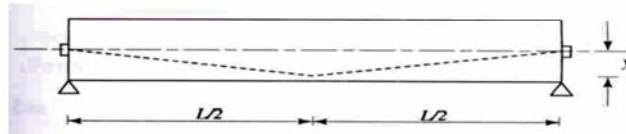
หลักการนี้พิจารณาการอัดแรงเป็นการทำเพื่อผลการต้านทานน้ำหนักบรรทุกภายนอกโดยพิจารณาจากการแรงกระทำทั้งหมดของเหล็กเสริมอัดแรงต่อคานทั้งระบบ เหล็กเสริมอัดแรงที่ตำแหน่งใดมีการหักงอ ณ ตำแหน่งใดจะเกิดแฉดิ่งกระทำต่อคานด้วย



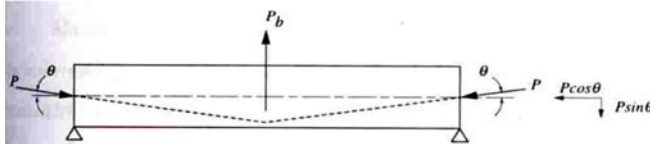
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



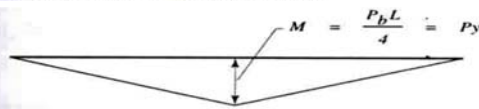
แรงพยุ่งของคานคอนกรีตอัดแรงที่มีแนวเหล็กเสริมแรงหัก มุมตรงกึ่งกลางช่วงคาน



(ก) คานคอนกรีตอัดแรงมีแนวเหล็กเสริมอัดแรงหักมุมตรงกึ่งกลางช่วงคาน



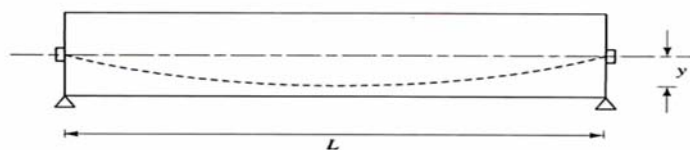
(ข) แรงกระทำบนคานเนื่องจากเหล็กเสริมอัดแรง



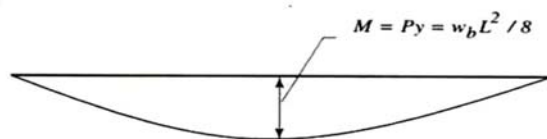
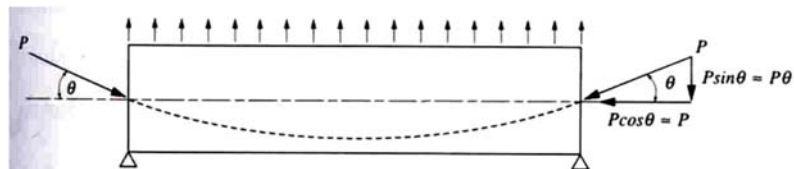
(ค) โมเมนต์เนื่องจากการเบี่ยงศูนย์ (P_b) ของแนวเหล็กเสริมอัดแรงดังรูป (ก) และ โมเมนต์ที่เกิดจากแรงพยุ่ง P , ในรูป (ข)



แรงพยุ่งของคานคอนกรีตอัดแรงที่มีแนวเหล็กเสริมอัดแรง เป็นรูปโค้งพาราโบลา



(ก) คานคอนกรีตอัดแรงมีแนวเหล็กเสริมอัดแรงเป็นรูปโค้งพาราโบลา



(ค) โมเมนต์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากเหล็กเสริมอัดแรงเป็นรูปโค้งพาราโบลา



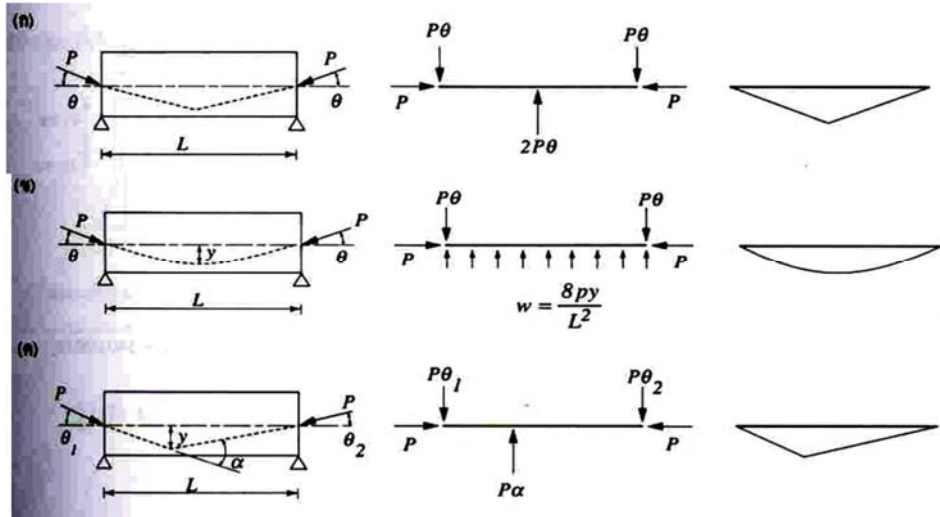
แรงพยุ่งโมเมนต์ที่เกิดจากแนวเหล็กเสริมอัดแรงลักษณะต่าง ๆ



แนวเหล็กเสริมอัดแรง

แรงพยุ่งระหว่างช่วงคานและ
กระทำที่ปลายคาน

โมเมนต์ที่เกิดจากการอัดแรง



มหาวิทยาลัยรังสิต <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000



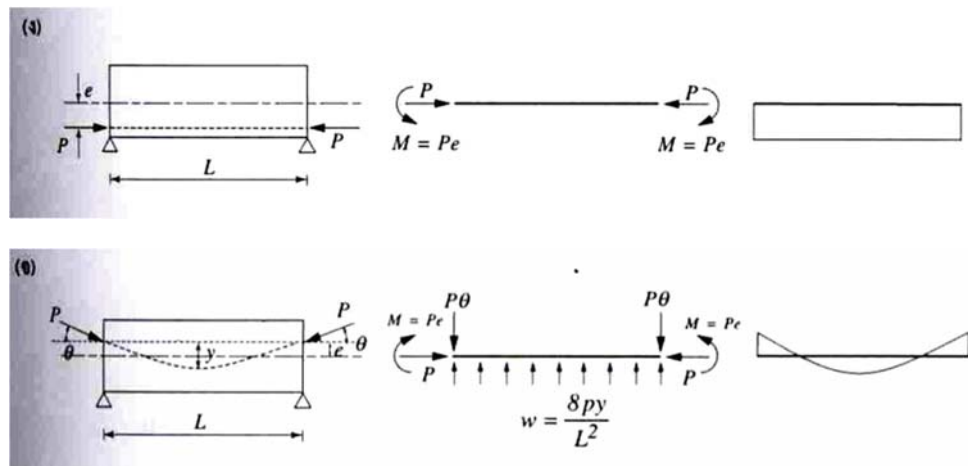
แรงพยุ่งโมเมนต์ที่เกิดจากแนวเหล็กเสริมอัดแรงลักษณะต่าง ๆ



แนวเหล็กเสริมอัดแรง

แรงพยุ่งระหว่างช่วงคานและ
กระทำที่ปลายคาน

โมเมนต์ที่เกิดจากการอัดแรง



มหาวิทยาลัยรังสิต <http://www.rsu.ac.th>
52/347 หมู่บ้านเมืองเอก ถนนพหลโยธิน หลักหก ปทุมธานี 12000

