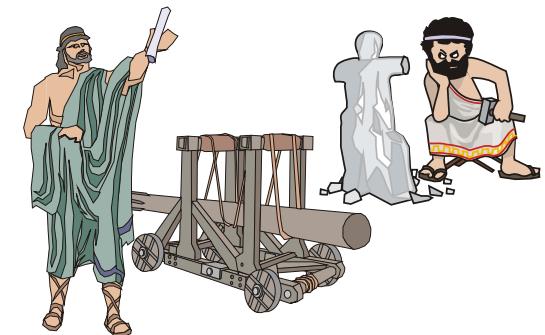


โปรแกรมออกแบบเสาและรอยต่อ คาน-เสา



หนังสือคู่มือการใช้โปรแกรม
โปรแกรมวิเคราะห์และออกแบบคานเหล็กกรุปพรรณ

STD
Steel Beams
Analysis & Design
By Old Engineers



WAVEE ORIGINAL SOFTWARE
ถ. ปม. 48 ปท. ลาดพร้าว
กรุงเทพฯ 10310



ประวัติการพัฒนาวิชาโครงสร้าง

History Design Concepts and Material Behavior.....Early Empirical Period
มุคธีอียิปต์ กรีซ
Archimedes (287-212 B.C.) Leonardo da Vinci (1452-1518)
.....Historical Period between 1600 and 1699
Gallileo (1564-1642) Robert Hooke (1635-1703)
Mariotte (1620-1684)
.....Historical Period between 1700 and 1799
Newton Euler (1707-1783) Coulomb (1736-1806)
Lagrange (1736-1813) Thomas Young (1773-1829)
Barre de Saint-Venant (1797-1886) Karl Culmann (1821-1881)
James Clerk Maxwell (1831-1879) Otto Mohr(1835-1918)
Alberto Castigliano (1847-1884)
.....Progress Through 1900 to 1950
Development of Theory of Structurs
Slope Deflection by Hardy Cross (USA)
Strength of Materials and Theory of Elasticity by S.Timoshenko (Russian)
Plastic Analysis by Lynn Beedle (USA)
LRFD method by American Institute of Steel Construction - ปัจจุบัน 2005
หลายร้อยปี(รวม 2 พันกว่าปี)พัฒนามาแค่นี้

หากท่านมีข้อแนะนำ-ทักท้วง-ติดต่อได้ที่

WAVEE ORIGINAL SOFTWARE
ตึก 48 ปท.ลาดพร้าว
กรุงเทพฯ 10310

*หมายเหตุ

STD Steel Beams Analysis & Design version 1.07 Prof. ก้าหนดค่า Fy = 2,500 kg./sq.cm.
STD Steel Beams Analysis & Design version 2.07 Prof. ก้าหนดค่า Fy = 2,400 kg./sq.cm.

ทั้ง 2 version สามารถแก้ค่าหรือก้าหนดค่า Fy ได้เอง เช่นเดียวกัน

สารบัญ

คำนำ.....	1
ขั้นตอนการใช้โปรแกรม STD	2
เงื่อนไข 3 ขอที่คุณต้องเรียนรู้.....	3
1. Shear และเงื่อนคืออะไร ?	4
มาตรฐานที่สอนกันมานี้	9
2. Moment ของหนาตัดคืออะไร ?	10
ตัวอย่างการคำนวณหนาพื้นที่หนาตัด Zx , Ix	12
3. ระยะโครงสร้างของคานคืออะไร ?	13
สรุปสูตรที่ใช้ในการพิจารณาหนาตัดเหล็กรูปพรรณ	15
วิธีการเปลี่ยนแปลงสูตรการพิจารณาหนาตัดเหล็กรูปพรรณ	15
เริ่มออกแบบคานเหล็กรูปพรรณ	17
ตัวอย่างการออกแบบคานเหล็กรูปพรรณ	17
ตัวอย่างรูปแบบการใช้เหล็กในโครงสร้าง	21
ตัวอย่างการแก้ปัญหากรณี Moment , Shear พาน Depth ไม่พาน	22
การออกแบบหนาตัดคานรูปอื่นๆ	25
การออกแบบเพื่อแก้ปัญหาของคาน	27
สารบัญ	28



คำนำ

WAVEE ORIGINAL SOFTWARE վ. վա.4.0 պր.լա.թի.ք գյուղական
10310 և շահագուման գյուղական Software յայստեղական

Old Engineers
มิถุนายน 2548

ขั้นตอนการใช้โปรแกรม STD

ขั้นตอนแรก Input Data เพื่อวิเคราะห์และออกแบบงานเหล็ก

1. ก้านนดความยาว caravanทั้งหมด
 2. ก้านนดหนาตัดเหล็กปูพรมโดยเลือกหนาตัดซึ่งมา 1 หนาตัด
 3. คาดว่างต้าแหนง Support ที่ระยะๆ ตามที่ต้องการออกแบบ
 4. คาดว่าง nn.บรรทุก (Live Load or Uniform Load)โดยกำหนดขนาด และคาดว่างลงในต้าแหนงนนด้านที่คุณออกแบบ
 5. คาดว่าง nn.เป็นจุด (Point Load) ถ้ามี โดยกำหนดขนาดแรง และคาดว่างลงในต้าแหนงบานด้านที่คุณออกแบบ
 6. เมื่อก้านนดทกอย่างครบถ้วนและตรวจสอบบันดาเรียบร้อย กดปุ่มคำนวณ

ขั้นตอนที่สอง Output Data ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์และออกแบบ

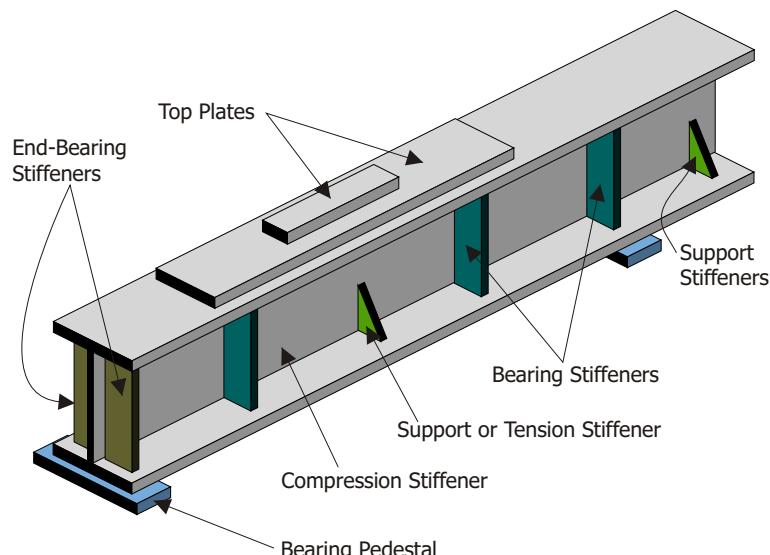
- จะได้ผลลัพธ์พอดีกับความต้องการของคุณว่าคุณนั้นมีคาดผลลัพธ์ในเม้นท์สูงสุดที่เกิดบนคานเท่าไร
 - จะได้ผลลัพธ์พอดีกับความต้องการของคุณว่าคุณนั้นมีคาดผลลัพธ์แรงเงื่อนสูงสุดที่เกิดบนคานเท่าไร
 - จะได้ผลลัพธ์ของ Reaction แรงปั๊วี่ริยาที่หัวเลา ในแต่ละ Support ว่ามีค่าเท่าไร
 - โปรแกรมจะทำการตรวจสอบแล้วว่าเคราะห์โดยอัตโนมัติว่าหน้าตัดเหล็กนี้ใช้ได้หรือไม่
 - กรณีที่ใช้ไม่ได้ให้เลือกเปลี่ยนหน้าตัดเหล็ก หรือขบวนเดลล์กรุ๊ปพร้อมแล้วด้านใน
 - โปรแกรมจะจ่ายการลดเวลา Dead Load ของคนงานในไปขั้นตอน Input Data และค่าน้ำในเท่านั้นที่โดยไม่ต้องการดูรูปใบหน้ากันนั้นจะตรวจสอบค่าหน้าตัดเหล็กที่สูง Output Data และทำการวิเคราะห์ ตรวจสอบโดยอัตโนมัติว่าหน้าตัดนั้นใช้ได้ ราคาเหมาะสม และเลือกใช้หน้าตัดนั้นให้ Save ไฟล์ หรือ Print out ออกมานำได้

ขั้นตอนการทำงานภายในของໂນໂຮແກຣ

1. โปรแกรมจะตรวจสอบว่าความยาวในเนินทาง แรงเหื่อน ที่เกิดบนถนนที่ออกแบบนั้นค่าสูงสุดนั้นมากกว่าหรือเท่ากับ ค่าแรงเหื่อนที่ติดเหล็ก ตามเงื่อนดูหน้าติดเหล็กที่คุณกำหนด ถ้าหากว่า แสดงว่าหน้าติดเหล็กนั้นยังไข่ไม่ได้หรือไม่ปลอดภัยเพียงพอ
 2. โปรแกรมจะตรวจสอบว่าความยาว Span Length ของถนนแต่ละ Span ว่ายาวเท่าไรจากนั้นจะนำไปเบริร์ยนเพื่อบัว Span Length ของถนนมากกว่าหรือน้อยกว่าค่า Length ของหน้าติดเหล็ก ถ้าหากว่าแสดงว่าหน้าติดเหล็กนั้นยังไข่ไม่ได้หรืออาจไม่ปลอดภัยเพียงพอ วิธีการแก้ไข มีมากมายหลายวิธี ในวิธีเปลี่ยนหน้าติด ขยายความลึก ขึ้นอยู่กับประสพการณ์และความชำนาญ ของผู้ออกแบบแต่ละคนในการแก้ปัญหา โดยเรามีตัวอย่างอยู่ในตอนท้ายของหนังสือคู่มือนี้



การออกแบบเพื่อแก้ปัญหาคน



ค่ายพนักงานโปรแกรมอันดับต่อไป

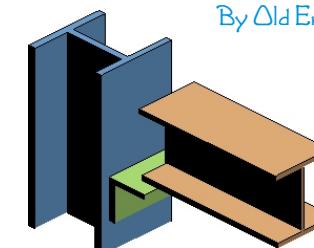
โปรแกรมออกแบบเส้าและรอยต่อ คาน-เส้า

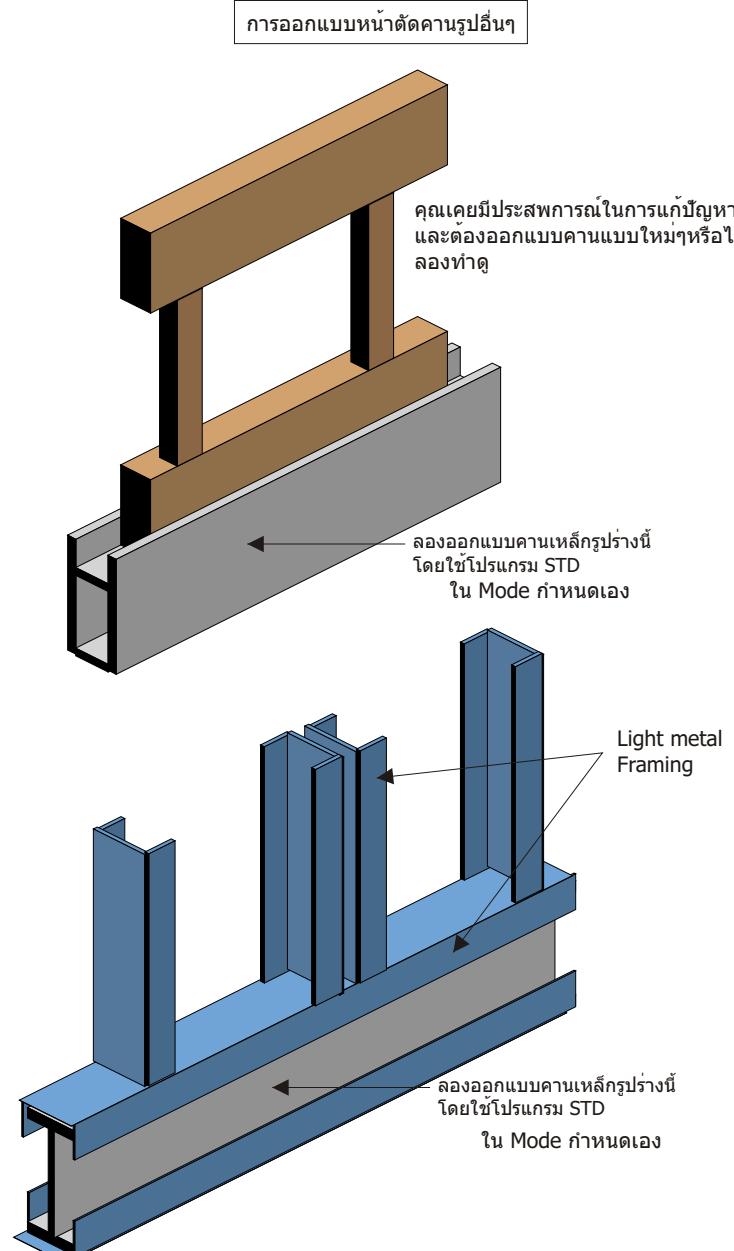
SCD

Steel Columns & Beams Connection



By Old Engineer's





เงื่อนไข 3 ข้อที่คุณต้องเรียนรู้

- แรงเฉือนของหน้าตัด Shear Stresses in Beam Sections
- โนเมนต์ของหน้าตัดเหล็กรูปพรรณ Bending Moment Stresses in Beam Sections
- การໂกรงตัวของคานอันเกิดจากแรงกระทำ Length & Deflection in Beam

สูตรมาตรฐานที่ผู้เขียนใช้ในการตรวจสอบหน้าตัด

มาตรฐานที่ผู้เขียนใช้ $Vv = \text{Shear Stresses in Beam Sections}$
 หากแรงเฉือนของหน้าตัด $Vv = F_v \times \text{พื้นที่หน้าตัดที่รับแรงเฉือน(สีเทา)}$
 $= 0.40 \times F_y \times \text{พื้นที่หน้าตัดรับแรงเฉือน(สีเทา)}$
สรุป $Vv = F_v \times \text{พื้นที่หน้าตัดที่รับแรงเฉือน... (อาจไม่ใช่หน้าตัดทั้งหมด)}$

มาตรฐานที่ผู้เขียนใช้ $M_{max.} = \text{Bending Moment Stressed in Beam Sections}$
 หากโนเมนต์สูงสุดที่หน้าตัด $= 0.60 \times F_y \times Z_x$ (Section Modulus)

$M_{max.}\text{ของหน้าตัดเหล็ก} = F_b \times Z_x$ * เพราะ $F_b = (0.60-0.66) \times F_y$
 และ Z_x (section modulus) เอามาจากในหนังสือ ห้องเรียนวิเคราะห์โครงสร้าง หรือลอกมาจาก
 แคตตาล็อกในตารางเหล็กก็ได้ (เค้าค่าน้ำหนักมาให้แล้ว)

มาตรฐานที่ผู้เขียนใช้ $\text{Max.Length} = \text{Depth} \times 17.9$
 หากการໂกรงตัว Length & Deflection in Beam $= \text{Depth} \times 17.9$

ดูในบทที่ 3 หน้า 13

รายละเอียดของงานที่อยู่ใน?

3 มาตรฐานที่ผู้เขียนใช้ตรวจสอบค่าต่างๆอันเป็นผลลัพธ์จากการวิเคราะห์คาน Beam Analysis ที่ให้ผลลัพธ์ค่าโนเมนต์สูงสุดที่เกิดบนคาน แรงเฉือนสูงสุดที่เกิดบนคานโดยตรวจสอบโนเมนต์โดยการ Shear ได้ตาม ตารางความยาวช่วง SPAN ทุกๆ SPAN

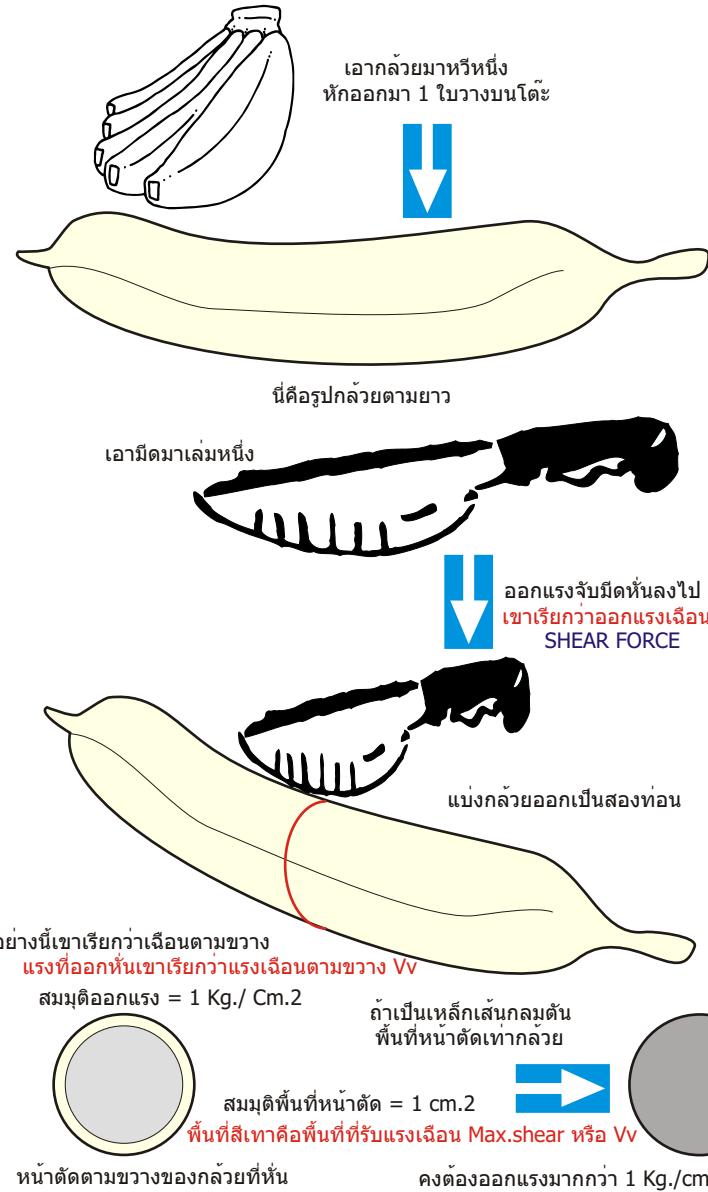
เชย..... อ้อ Old Engineers มันกาก สูตรคำนวณหลัก $L / 17.9$ มาจากไหน:
 เมื่อก่อนคนงานกรีกเริ่มเปลี่ยนจากสูตร $L / 10$ (คาน Span 10 เมตร ให้ใช้คานหลัก 1 เมตร) จะได้ไม่ต้องเสียเวลาไปตัดสูตร จากอุปกรณ์ที่เขาสอนให้เพิ่ม (คานของฟาร์โตร) ให้ไปสักพักติดกับเขาฯ และใช้ทักษะอิสระตามที่เขาฯ คิด สร้างวิหารกัน พากษาเรามันอย่างเรา (ไม่ใช่ภารกิจของเรา) ไม่ใช้กันมันเลย เราเมื่อกูรูของเราให้ไว้ยังไงให้เชื่อถือ? บุญยั่นแน่เลย



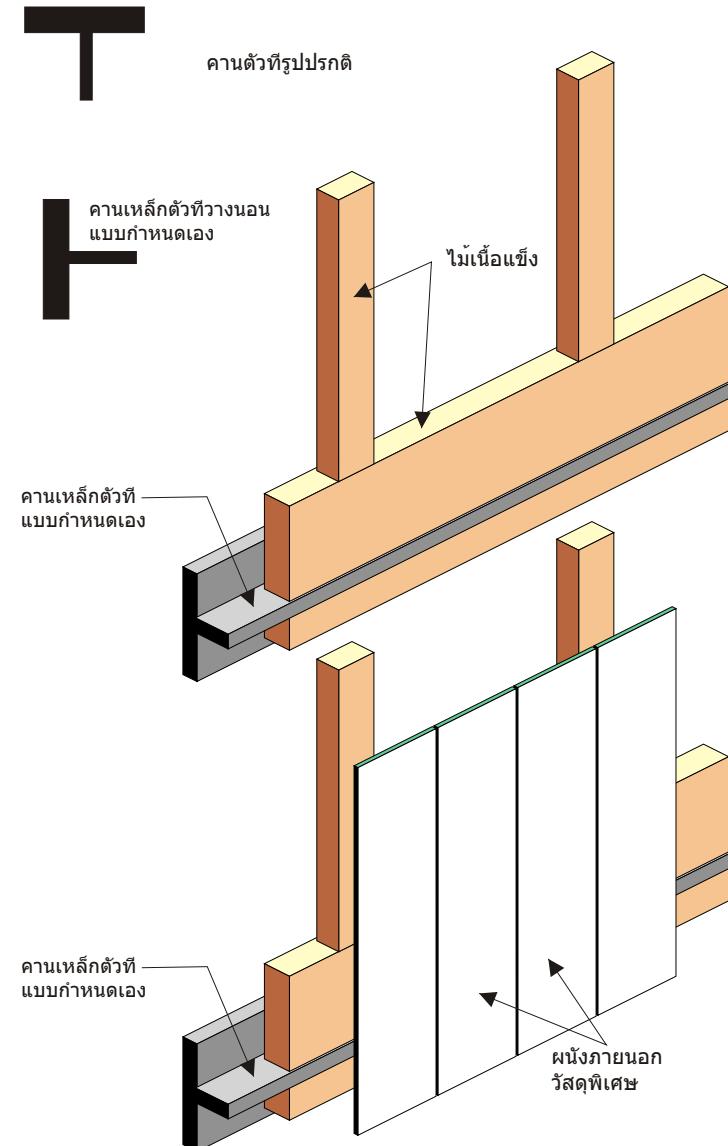
*ศาสตราจารย์ ดร.มีวิศว ดาวนันท์ ราชบัณฑิตศึกษาที่ศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้สอนวิชาโครงสร้างให้ผู้เขียน มักตัดหินพากุ่นที่ต่ำที่สุดบันทึ่งด้วยวิธีนี้เป็นพอกขี้เรียว ไม่ยอมคำนวณมีอยู่หรือสิ่งใดที่ตัดหินให้ต่ำ ป้าๆบันทึ่งของสถาปัตยกรรม-สถาปัตยกรรมศาสตร์ที่สอนมีกำหนดมาไปกันหนึ่งเดือนให้เข้าห้องที่นั่นต่อเดือน ไม่ได้อ่านและเรียนออกแบบมาตรา 20 cm. x 20 cm. เสาบันทึ่งเช่า เสาเรือเล็ก 60 cm. X 60 cm. พอดีกับไม้พากันนั้น เพื่อนันท์ค้าก็ทำหัวเราะ Design ไม่ประทัยเชื่อ...เห็น...

1. Shear แรงเฉือน คืออะไร ?

อะไรคือความที่คุณคิดว่ามันยาก มันอาจไม่ยากแม่นที่คุณคิดก็ได้มีคนให้คุณเข้าใจอย่างแบบความเหล็กให้คุณคิดว่ามันยาก บางที่มันอาจไม่ยากก็ได้ คิดว่ามันเป็นเรื่องกล้วยๆสิแล้วมันจะง่าย

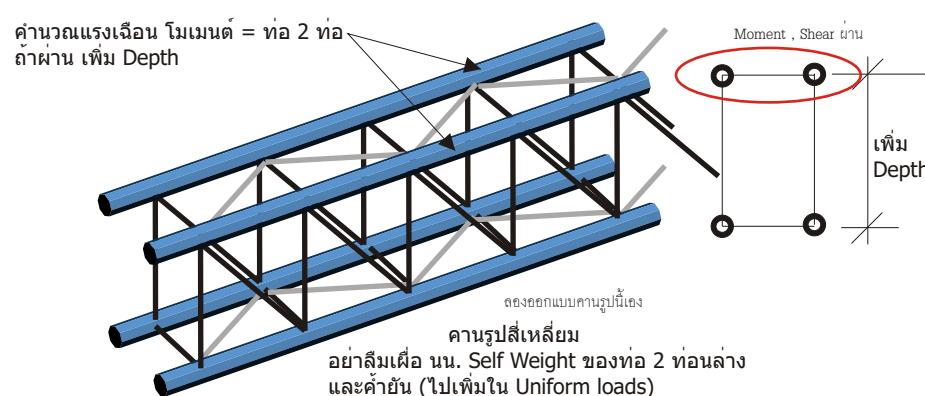
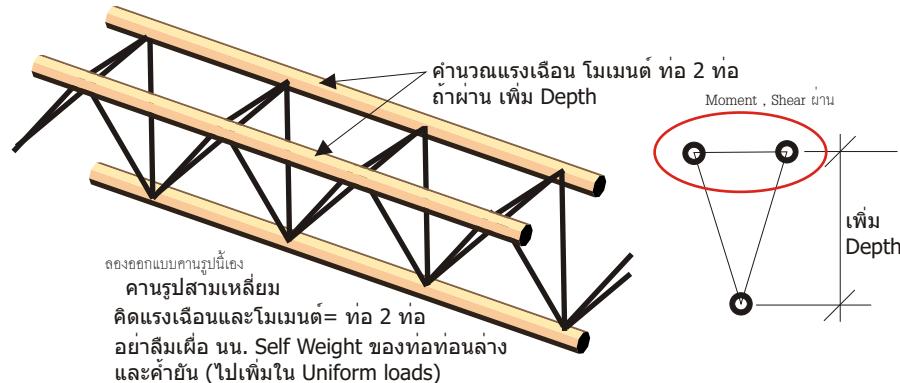
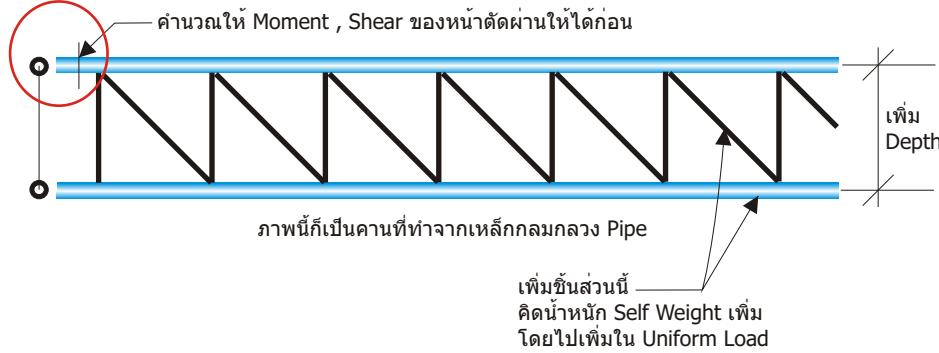


การออกแบบหน้าตัดตามรูปอื่นๆ



ตัวอย่างการแก้ปัญหากรณี Moment ,Shear ผ่าน Depth ไม่ผ่าน

ลงก่อนแล้วกดที่ Properties จากหน้าต่างหรือแท็บตามที่ต้องการ ไม่ได้ใน Mode กำหนดคงแจ้ง Save หรือปุ่ม Open ไฟล์หน้าตัด คำนวณให้ได้ค่าตอบ ให้ป้อนใน **Moment**, **Shear** ของหน้าตัดบาน 2 เส้นไป และ **Span Length** บาน (Not Safe)



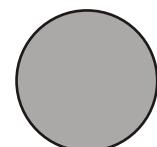
เรียนรู้เกี่ยวกับบริษัทฯ มากขึ้นของหน้าต่อไป

เหล็กเส้นกลมตัน



โรงงานผลิตเหล็กกอ瓜่า เหล็กของเขารับแรง
ได้ = 2,500 Kg./cm.2 (มาตรฐาน A36)
2,500 kg./cm.2 คือค่า Fy ของเหล็ก
(มาตรฐานอื่นๆยังมีอีก)

แสดงว่ารับแรงเฉือนได้ = $2,500 \text{ kg./cm.}^2$ (ค่าตอบผิดครับ ความจริงน่าได้)
 เข้าสอนกันมาว่า รับแรงเฉือนได้ = 40% ของ F_y (เพื่อให้ผลลัพธ์ไว้ก่อน)
 $= 0.40 \times 2,500 = 1,000 \text{ kg./cm.}^2$ (ค่าตอบนี้ถูก)
 ค่าตอบ F_y รับแรงเฉือนได้ = $1,000 \text{ kg./cm.}^2$ (ค่าตอบถูกครับ)
 สรุป $F_v = 0.40 \times F_y$ (วิศวกรทุกคนร้อยแล้ว)



สูตรการคำนวณหาแรงเฉือนมากที่สุดของเหล็กคือ
 $\text{Shear Stresses} = 0.40 \times F_y \times \text{Area}$ (พื้นที่หน้าตัดเหล็ก)
 สูง $Vv = F_b \times \text{Area}$ (เพราะ $F_b = 0.40 \times F_y$)

ตัวอย่าง 1 ถ้าเหล็กกลมตันพื้นที่หน้าตัด 2 ตร.ซม. รับแรงเฉือนได้เท่าไร ?

$$\begin{aligned} \text{ค่าตอบ Shear Stresses} &= 0.40 \times F_y \times 2 \\ \text{หรือ} &= F_v \times 2 \\ &= 0.40 \times 2,500 \times 2 = 2,000 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

ค่าตอบ Max.Shear = 2,000 kg.
สรุป $Vv = 2,000 \text{ Kg.}$ (แรงเนื่องตามขวางที่หน้าตัดนี้รับได้)

ตัวอย่าง 2 ถ้าเหล็กสี่เหลี่ยมตัน กว้าง 3 ซม. ยาว 7 ซม. รับแรงเฉือนได้เท่าไร ?



$$\text{พื้นที่หน้าตัด} = 3 \times 7 = 21 \text{ ตร.ซม.}$$

Shear Stresses = $0.40 \times 2,500 \times 21 = 21,000 \text{ kg.}$

$$Vv = 21,000 \text{ Kg.} \quad (\text{แรงเฉือนตามยาวที่หน้าตัดนี้รับได้})$$

ตัวอย่าง 3 ถ้าเป็นเหล็กตัวไอ กว้าง 20 ซม. สูง 30 ซม. ความหนาปีกคาน 3 ซม.
ความหนาเอียงคาน 2 ซม. ร้อนแรงเที่ยวนี้ได้เท่าไร?



พื้นที่หน้าตัด (คิดแค่พื้นที่สี่เหลี่ยม) = $2 \times 30 = 60$ ตร.ซม.
 $\text{Shear Stresses} = 0.40 \times 2,500 \times 60 = 60,000 \text{ kg.}$
 $Vv = 60,000 \text{ Kg.}$ (แรงเฉือนตามยาวที่หน้าตัดล่างไว้นี้รับได้)
 มาตรฐานที่นำไปใช้ต้องได้คุณภาพว่ามีน้ำหนักของศูนย์รวม 9 Wide Flange Shape

ตัวอย่าง 4 หน้าตัดเหล็กรูปตัวทีตั้ง ความกว้าง 30 ซม. ความลึก 40 ซม. ความหนาปีกบัน 6 ซม.

ความหนาเอว 5 ซม.รับแรงเฉือนได้เท่าไร ?

พื้นที่หน้าตัด(คิดแค่พื้นที่สีเทา) = $5 \times 40 = 200$ ตร.ซม.

Shear Stresses = $0.40 \times 2,500 \times 200 = 200,000$ kg.

$Vv = 200,000$ Kg. (แรงเฉือนตามยาวของหน้าตัด)

ตัวอย่าง 5 หน้าตัดเหล็กรูปตัวซีตั้ง ความกว้าง 20 ซม. ความลึก 40 ซม. ความหนาปีกบัน 5 ซม.

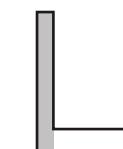
ความหนาเอว 3 ซม.รับแรงเฉือนได้เท่าไร ?

พื้นที่หน้าตัด(คิดแค่พื้นที่สีเทา) = $3 \times 40 = 120$ ตร.ซม.

Shear Stresses = $0.40 \times 2,500 \times 120 = 120,000$ kg.

$Vv = 120,000$ Kg. (แรงเฉือนตามยาวของหน้าตัด)

ตัวอย่าง 6 หน้าตัดเหล็กรูปจาก L ตั้ง ความกว้าง 20 ซม. ความลึก 30 ซม. ความหนาปีกบัน 4 ซม.

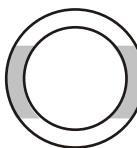


พื้นที่หน้าตัด(คิดแค่พื้นที่สีเทา) = $4 \times 30 = 120$ ตร.ซม.

Shear Stresses = $0.40 \times 2,500 \times 120 = 120,000$ kg.

$Vv = 120,000$ Kg. (แรงเฉือนตามยาวของหน้าตัด)

ตัวอย่าง 7 หน้าตัดเหล็กหักกลวง พื้นที่หน้าตัด = 120 ตร.ซม.



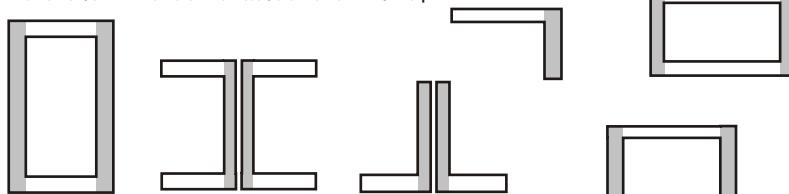
พื้นที่หน้าตัด(คิดแค่พื้นที่สีเทา) = $50\% \times 120 = 60$ ตร.ซม.

กรณีหักกลวง คิด 50 % ของพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด

Shear Stresses = $0.40 \times 2,500 \times 60 = 60,000$ kg.

$Vv = 60,000$ Kg. (แรงเฉือนตามยาวของหน้าตัด)

โปรดสังเกต พื้นที่สีเทารับแรงเฉือนตัวอย่างอื่นๆ

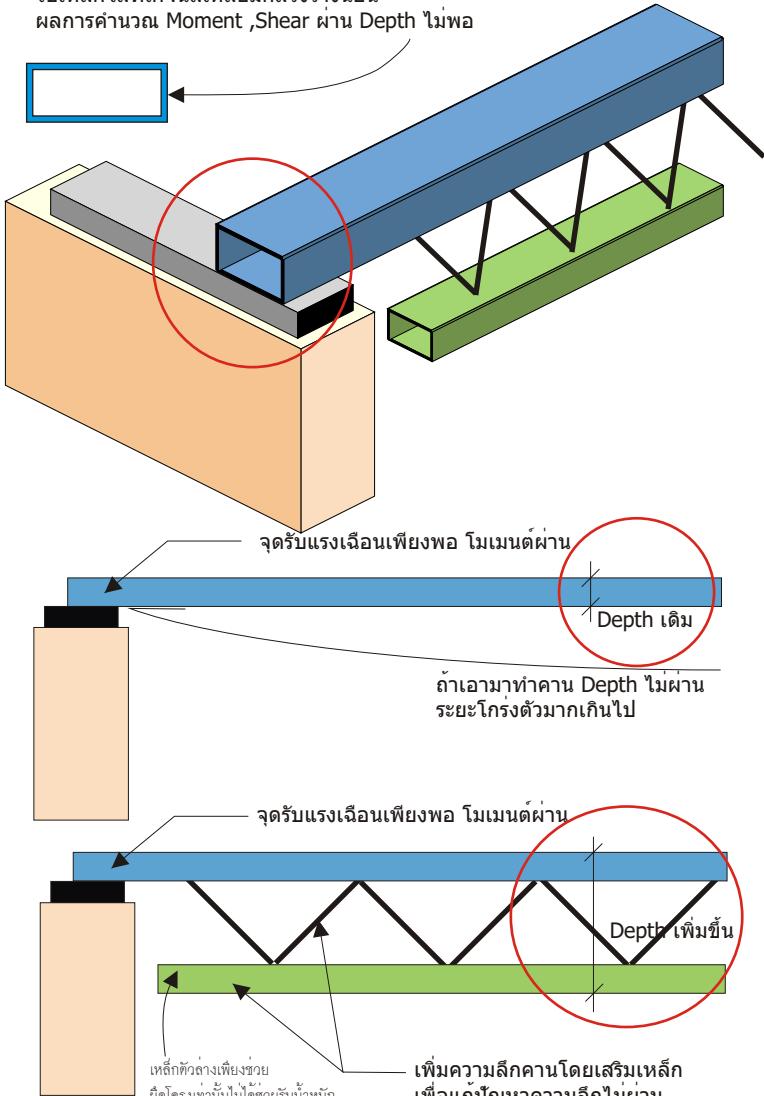


ดูจากรูปหน้าตัดต่างๆนี้ คุณสามารถคำนวณแรงเฉือนแนวตั้ง Shear Stresses in Beam Sections ได้หรือยัง ?
เราสามารถคำนวณ Vv ได้(แรงเฉือนของหน้าตัด)โดยไม่ต้องท่องจำสูตรหรือยึดติดกับสูตรมาตราฐานทั่วไป

ถ้ายังคำนวณไม่เป็น กลับไปเริ่มอ่านใหม่อีกครั้ง

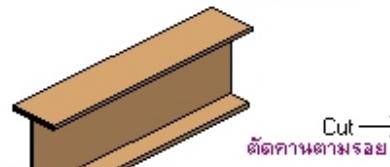
ตัวอย่างการแก้ปัญหากรณี Moment ,Shear ผ่าน Depth ในผ่าน

เคยเห็นคนเหล็กลักษณะนี้ไหม ? (ฝรั่งเข้าเรียกว่า Girders) คนไทยไม่กล้าใช้ ไข้เหล็กใหญ่ที่เก็บสี่เหลี่ยมกลวงวางบนอน ผลการคำนวณ Moment ,Shear ผ่าน Depth ในผ่าน

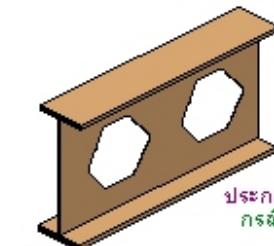
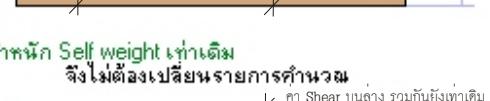
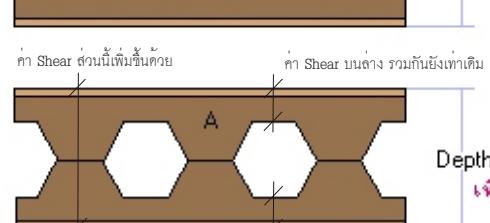
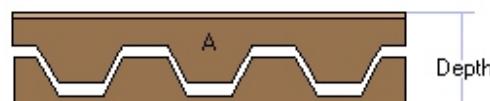
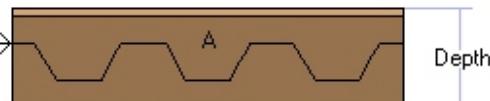


ตัวอย่างการแก้ปัญหากรณี Moment ,Shear ผ่าน Depth "ไม่ผ่าน"

- ตัวอย่าง สมมุติว่า
 1. ค่า Moment ของหน้าตัดเทล็กซ์ได้
 2. ค่า Shear ของหน้าตัดใช้ได้
 3. Span ไม่ได้

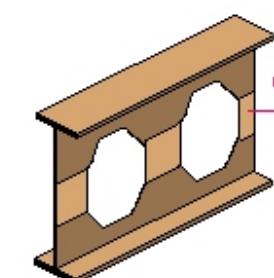


ยังถือว่า หน้าตัดนี้ใช้ได้
 ถ้าเพิ่มความลึกของคาน
 หรือลดหนาแน่นให้เป็นโครงข้อแข็ง



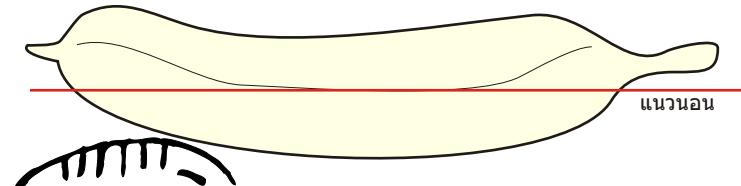
ประกลบคานใหม่
 กรณีคานยังมีหัวนัก Self weight ไม่ได้
 จึงไม่ต้องเปลี่ยนรายการการคำนวณ

*** ค่า Shear สำนั้นเพิ่มขึ้นด้วย ค่า Shear บนด้าน รวมกันยังเท่าเดิม

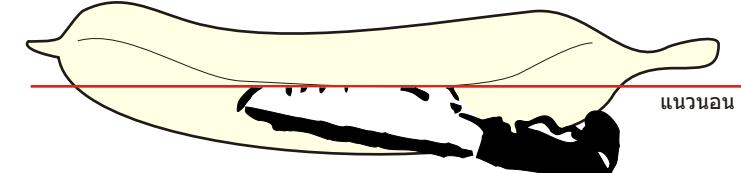


ประกลบคานใหม่
 กรณีคานมีหัวนัก Self weight เพิ่มเพิ่มร่วมกับหัวนักเสริม
 *** ต้องเปลี่ยนรายการการคำนวณ

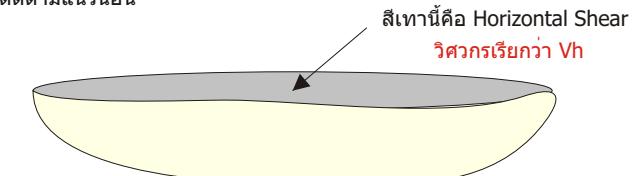
คราวนี้เอกสารมาอีกใบหนึ่งวางแผนโนดี



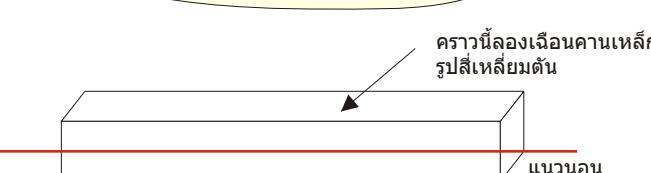
เตรียมมีดไว้ลองเสื่อนตามแนวโนด



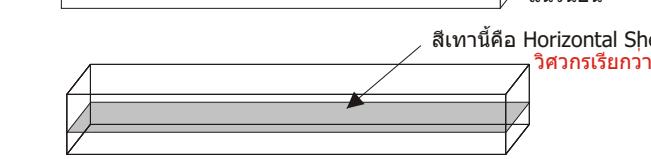
รูปตัดตามแนวโนด



สีเทาคือ Horizontal Shear
 วิศวกรเรียกว่า Vh

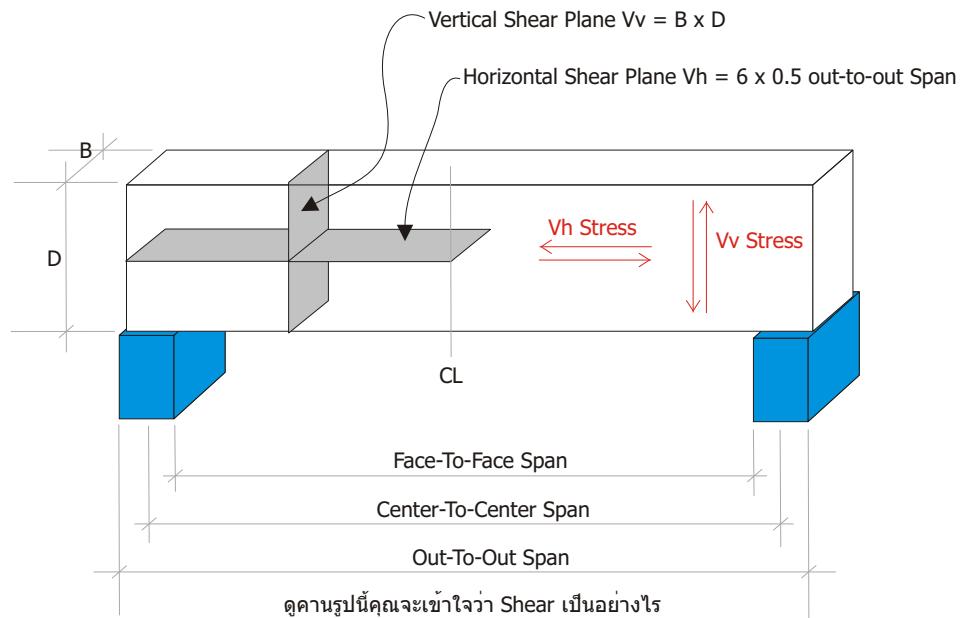


คราวนี้ลองเสื่อนตามหนึ่ง รูปสีเหลืองด้าน



สีเทาคือ Horizontal Shear
 วิศวกรเรียกว่า Vh

*โปรแกรม STD ไม่ได้นำวิธีการหาแรงเฉือนตามยามาใช้ในการคำนวณแต่อย่างใด



โปรแกรม STD ใช้เฉพาะ Vertical Shear Plane V_v มาคำนวณหาแรงเฉือนของหน้าตัดเหล็กรูปพรรณ
ไม่ได้ใช้ค่า Horizontal Shear Plane V_h มาช่วยคำนวณแต่อย่างใด

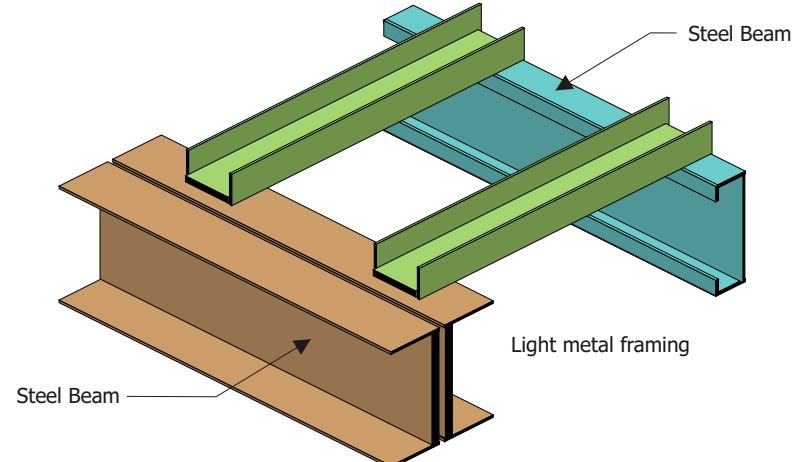
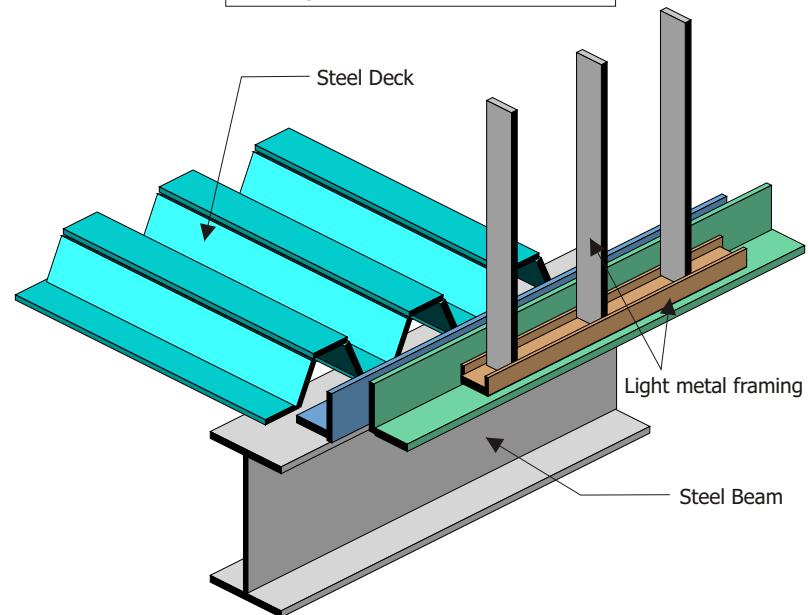
Horizontal Shear Plane V_h ผู้เขียนจะขอถกถึงในโปรแกรม SCD เกี่ยวกับการออกแบบเสา-รอยต่อ
ของคาน-เสา ซึ่งจะนำค่า V_h มาช่วยในการคำนวณในภายหลัง

สูตรทั่วไปที่ใช้ในการคำนวณหา Shear Stress in Beam Sections
ในที่นี้ก็คือ Vertical Shear Plane V_v นั่นแหล

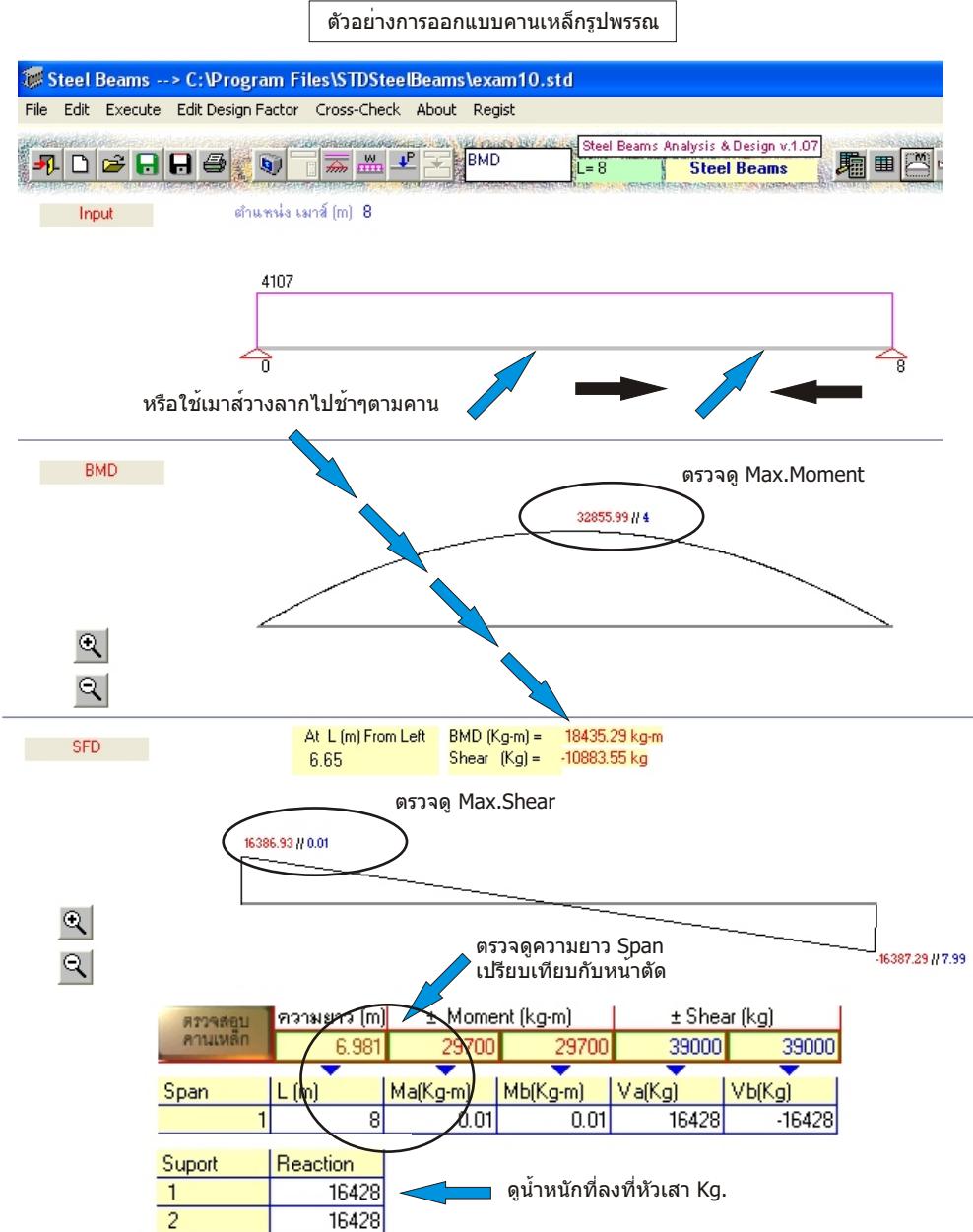
เหล็กรูปสี่เหลี่ยม Rectangular Sections : $V_v = 0.67 \times F_v \times B \times D$
เหล็กรูปตัวไอ, ตัวซี หรือไวน์เฟรงก์ W, I, C, M Sections : $V_v = 0.91 \times F_v \times T_w \times D$
เหล็กรูปตัวที Steel Tee Sections : $V_v = 0.71 \times F_v \times B \times D$
เหล็กกลม Circular Sections : $V_v = 0.59 \times F_v \times D$

ดูรายละเอียดหน้าถัดไป

ตัวอย่างรูปแบบการใช้คานเหล็กในโครงสร้าง



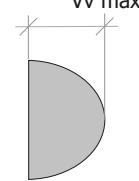
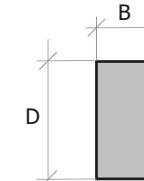
*คุณสามารถใช้โปรแกรม STD ออกรูปแบบคานหรือ เครื่องช่วงลันได้ในการออกแบบ
แบบกำหนดคุณสมบัติเหล็กเอง



มาตรฐานที่สอนกันมา

$$Vv_{max.} = 1.5 \times F_v \times B \times D$$

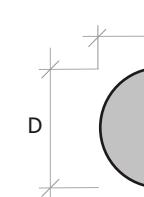
สูตรมาตรฐานที่ปัจจุบันที่ใช้



ผู้เขียนใช้

$$Vv_{max.} = F_v \times B \times D$$

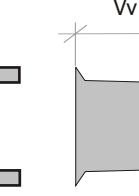
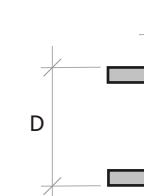
ผู้เขียนใช้ทำแบบที่เห็นนั้นคือดั้งเดิม ไม่ยอมรับว่าเป็นค่าที่ถูกต้อง



ผู้เขียนใช้

$$Vv_{max.} = 0.59 \times F_v \times (D^2)$$

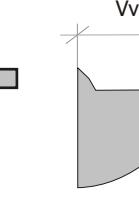
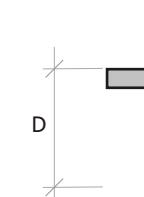
ผู้เขียนใช้ทำแบบที่เห็นนั้นคือดั้งเดิม ไม่ยอมรับว่าเป็นค่าที่ถูกต้อง



ผู้เขียนใช้

$$Vv_{max.} = 1.0 \times F_v \times T \times D$$

ผู้เขียนใช้ทำแบบที่เห็นนั้นคือดั้งเดิม ไม่ยอมรับว่าเป็นค่าที่ถูกต้อง



ผู้เขียนใช้

$$Vv_{max.} = 1.4 \times F_v \times T \times D$$

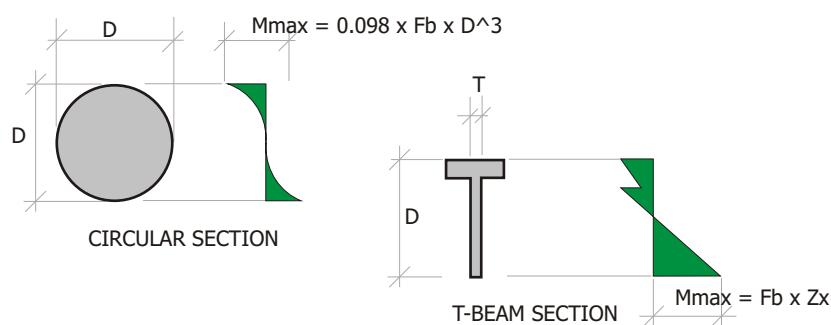
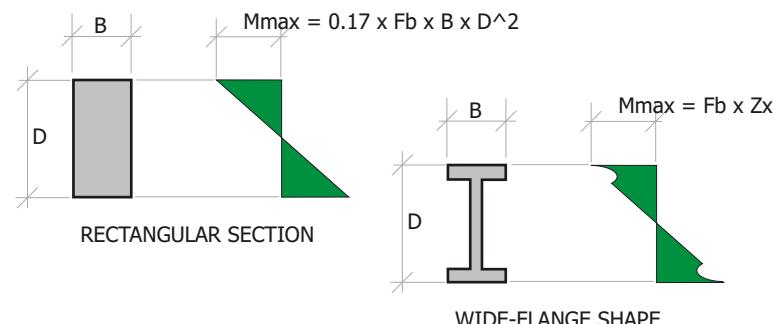
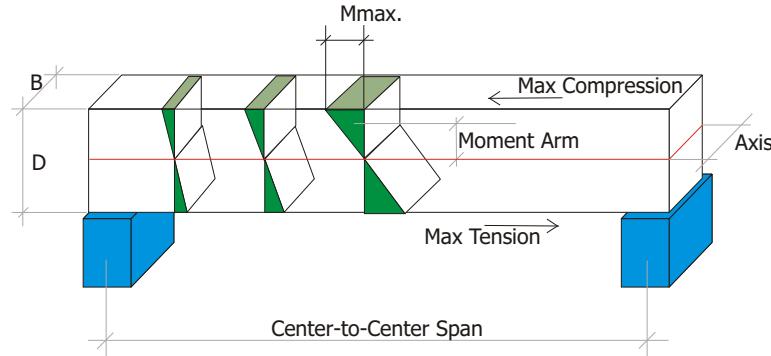
ผู้เขียนใช้ทำแบบที่เห็นนั้นคือดั้งเดิม ไม่ยอมรับว่าเป็นค่าที่ถูกต้อง

*โปรแกรม STD ไม่ได้ใช้สูตรนี้นั่นคือรับทราบข้อกีดจัดการฝรั่งมา ก้าวหลอกด้วยกล้าวหลอกด้วยกล้าว (ค้าเกิดผลกำไรต่อวัน) แต่ใช้สูตรโดยการคำนวณพื้นที่หน้าตัดเหล็กกุญแจรัตน์และค่าแรงงานที่ต้องใช้ในการผลิตต่อวัน (kg/m) แล้วคูณกับ F_v ค่าผลลัพธ์ที่ได้น้อยกว่าขนาดหน่วย (ยกเว้นหน้าตัดกลม มากกว่าเช่น) แต่ก็มีน้ำหนักในตัวของโครงสร้างในคุณภาพและความแข็งแรงเพียงพอ แนะนำและจำนำความกว้าง (หน่วงว. ว.ส.ท.คงไม่ค่อนเวลา)

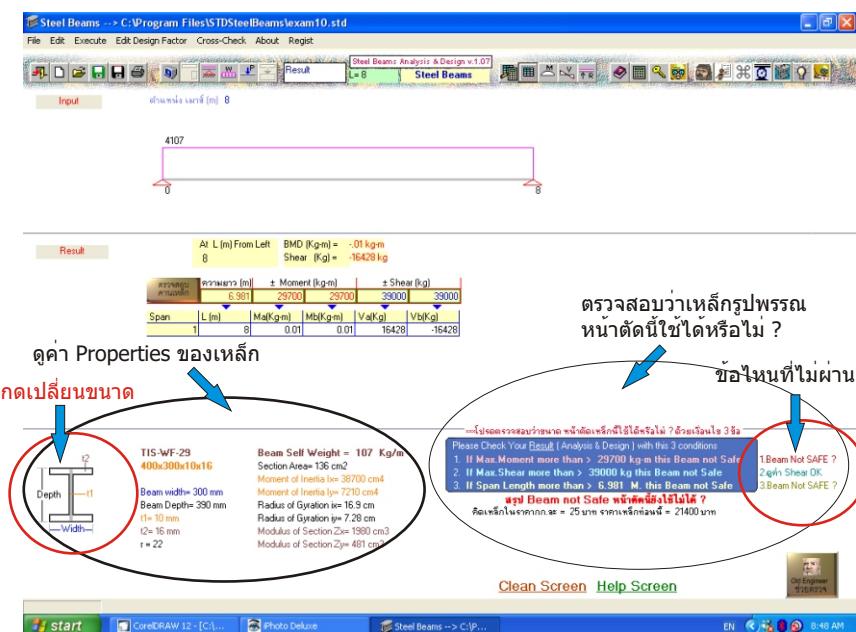
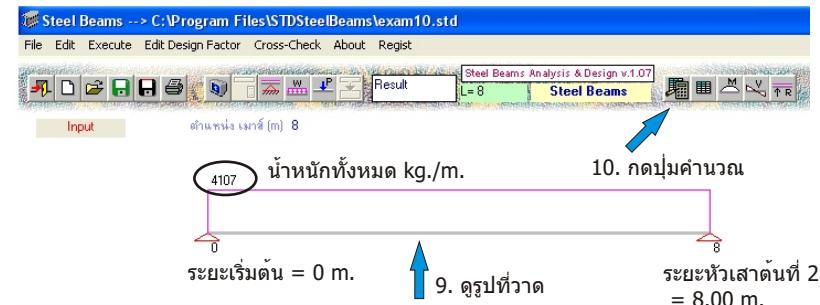
2. ໂມເນດີຂອງໜ້າຕີດີຂອ່າໄ?

Bending Moment Stresses in Beam Sections

Bending Moment = Area of Tension or Compression(Triangle) x Length of Moment Arm x B
 ໂມເນດີ = ພື້ນທີ່ໜ້າຕີດີ(ສາມເຫຼື່ຍນ) x ຮະຍະຫາງ(Moment Arm) x B

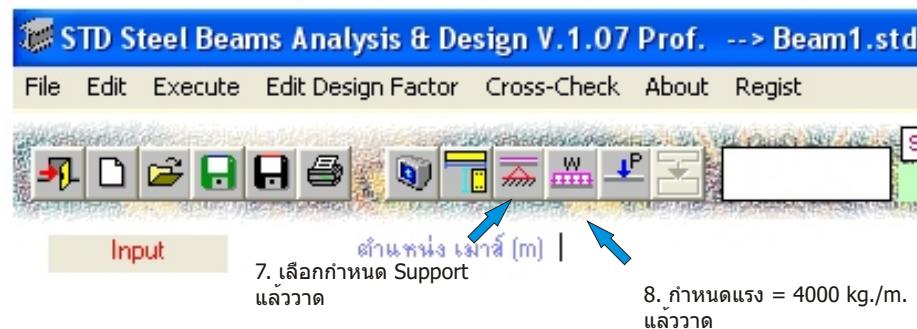
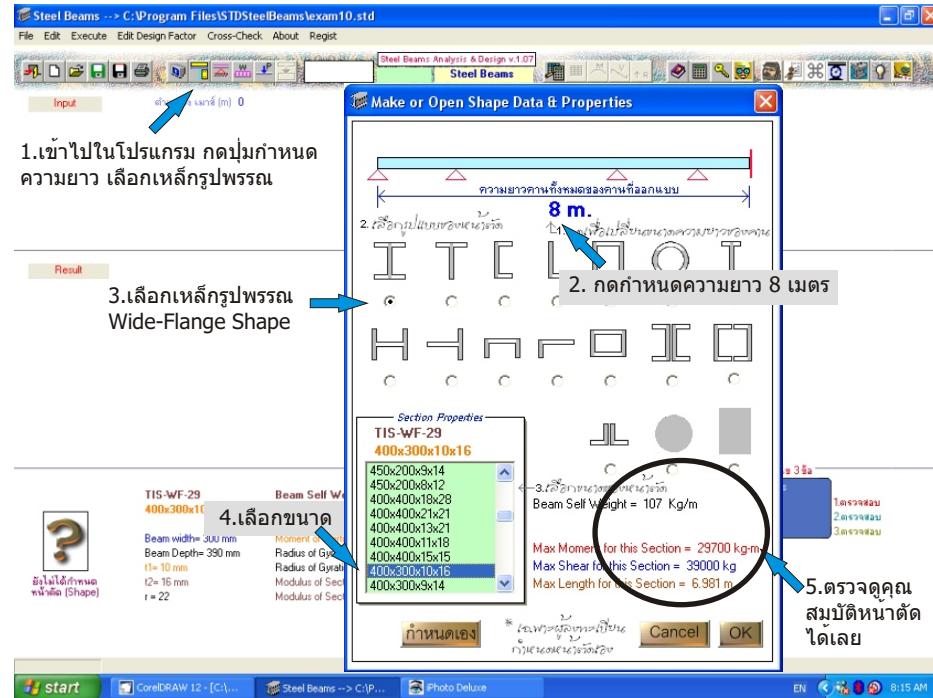


ຕ້ວຢ່າງກາຮອບແມນຄານເຫັນກູງປຽບປະລຸມ



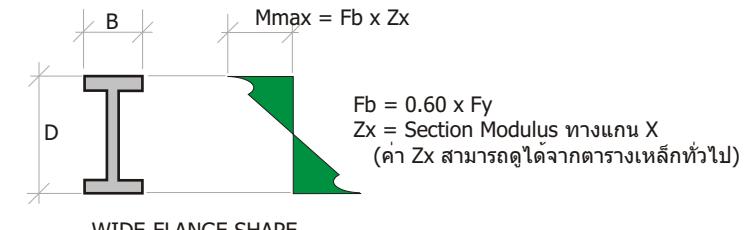
*ໃນໂປຣແກຣມນີ້ຈະຈຳນວນວ່າຈະໄດ້ເຫັນກູງປຽບປະລຸມທີ່ປະຫຍັດແລະປລອດກັບ
ຈະເຫັນໄດ້ວ່າ ໂປຣແກຣມ STD ໃຊ້ໄດ້ສະດວກແລະຮວດເງື່ອງວ່າການຄ່ານວານແດ້ວ່າມີອີງ

กระบวนการลalongใช้โปรแกรม STD คำนวนดูบ้าง



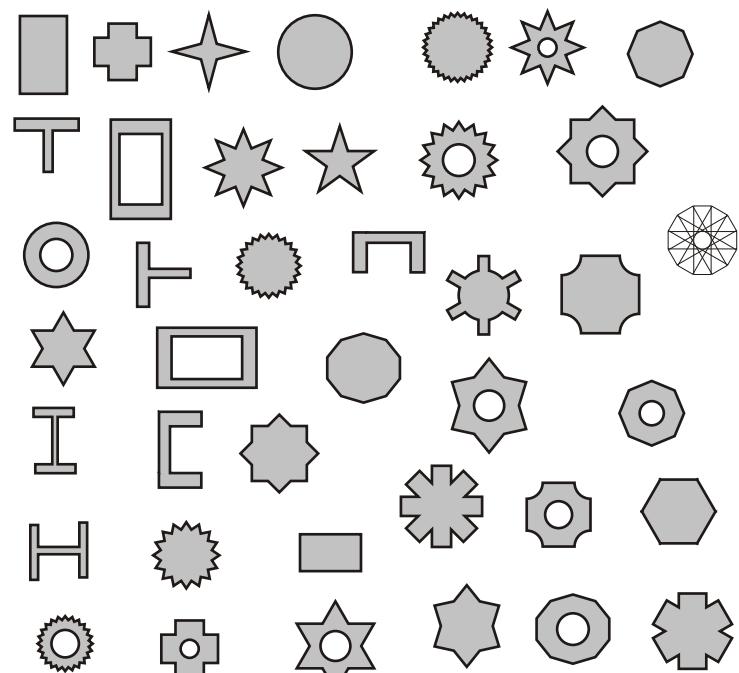
อ้างอิงจากงาน Structural Basics 74 Structural System, Robert Brown Butler, McGraw-Hill 2002

ยกตัวอย่างเหล็กรูปพรรณ Wide-Flange Shape , I-Beam, H-Beam



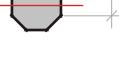
การคำนวณหาค่า M_{max} ของหน้าตัดเหล็กนั้นๆ = $F_b \times Z_x$

*โปรแกรม STD ใช้สูตรนี้ในการคำนวณหาค่า Z_x โดยอัตโนมัติเมื่อกำหนดค่า B, D เพราะจะนั้น Z_x กรณีที่ท่านกำหนดหน้าตัดเหล็กรูปพรรณอื่นๆ เช่น หัวตัน จึงควรตรวจสอบว่า Z_x ที่ท่านกำหนดเอง หรือนำมาจากหน้าตัดเหล็กรูปพรรณต่างประเทศ หรือเหล็กประกอบเอง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะตรวจสอบว่า Z_x นั้นถูกต้องหรือไม่ อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้สามารถผิดพลาดได้

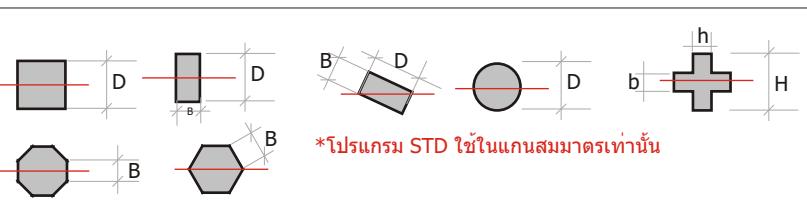


*โปรแกรม STD จึงสามารถใช้คำนวณเหล็กรูปพรรณหน้าตัดอื่นๆ ที่คุณกำหนดเองได้

ตัวอย่างสูตรการคำนวณหาพื้นที่หน้าตัด Zx IX
PROPERTIES OF GEOMETRIC SECTIONS

CROSS SECTION หน้าตัด	AREA	Zx SECTION MODULUS	MOMENT OF INERTIA Ix
SQUARE สี่เหลี่ยมจัตุรัส	 D^2	$0.17 \times D^3$	$0.083 \times D^4$
SQUARE สี่เหลี่ยมจัตุรัส	 D^2	$0.33 \times D^3$	$0.33 \times D^4$
RECTANGLE สี่เหลี่ยมผืนผ้า	 $B \times D$	$0.17 \times B \times D^2$	$0.083 \times B \times D^3$
RECTANGLE สี่เหลี่ยมผืนผ้า	 $B \times D$	$0.33 \times B \times D^2$	$0.33 \times B \times D^3$
CIRCLE กลมผัน	 $0.785 \times D^2$	$0.0982 \times D^3$	$0.0491 \times D^4$
RECTANGLE สี่เหลี่ยมผืนผ้า	 $B \times D$	$\frac{0.17 \times B^2 \times D^2}{(B^2 + H^2)^{0.5}}$	$\frac{0.17 \times B^3 \times D^3}{(B^2 + H^2)}$
EQUIL. สี่เหลี่ยมกากบาท	 $bH + bH - bh$	$\frac{BH^3 + bh^3}{6 \times H}$	$\frac{BH^4 + bh^4}{12 \times H}$
REG.HEXAGON หกเหลี่ยมด้านเท่า	 $2.60 \times B^2$	$0.683 \times B^3$	$0.619 \times B^4$
SQUARE แปดเหลี่ยมด้านเท่า	 $2.41 \times B^2$	$1.33 \times B^3$	$1.38 \times B^4$

*โปรแกรม STD ใช้ในแทนสมมาตรเท่านั้น



*กรณีแกนไม่สมมาตร ไม่นำมาใช้ในโปรแกรม STD

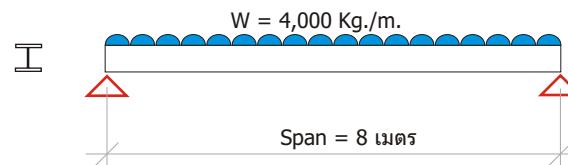


การใช้โปรแกรม STD ในการออกแบบคานเหล็กกู่พรอนนั้น ในเบื้องต้นเราเป็นต้องเรียนรู้หรือใชเวลาในการศึกษาโปรแกรม ในดงของเรามาทำความเข้าใจโครงสร้างและลักษณะของคุณภายใน ผลิตโดยคนไทย และใช้ภาษาไทยประกอบ ก่อนอื่นให้แนะนำให้โปรแกรมลองดูว่าในเดียวที่เข้าใจไปเองแหล่ง (WAVEE ORIGINAL SOFTWARE) บอกให้โปรแกรมมาร์ทอะไร่ที่ยังไม่ได้เป็นภาษาไทย ไม่ทำอะไรเงียบๆ ให้เป็นร่องภาษา ไม่ต้องพูดแบบนักวิชาการที่จบปริญญาเอกแล้วให้ในรูเรื่อง(แสดงถึงความรู้ของคนเดียว) ส่วนใคร ก็ไม่ได้รับการฝึกอบรมภาษา...ฯ.. (ยังพากันฟังในรูเรื่องมันยังนึกว่าเขางาน ความจริงช้ามีคำเป็นศูนย์)...ขอโทษครับ นอกเรื่อง ขอแนะนำว่าหากควรลองดูโปรแกรมไปสักพักเดี๋ยวคงกว่าจะเขียนโปรแกรมเสียอีก แคนมีข้อดีดังนี้ พบข้อผิดพลาด และจับผิดผู้เชี่ยวชาญได้ลึกลอยแบบปะปนด้วย

ลองกดปุ่มดังๆ ศึกษาด้วยตนเองครับ และหัดดูด้าน กำหนดความยาวคาน เกี่ยวกับหน้าตัดของไม้เสียเวลาหรือครับ เป็นเรื่องประเดียวเดียว

ตัวอย่างการออกแบบคานเหล็กกู่พรอน

จงออกแบบคานเหล็กกู่พรอน Span ยาว 8 เมตร มีน้ำหนักจีบ 4,000 กก./ม. โดยใช้เหล็กรูปตัว I โอบตัว Z



*สูตรการคำนวณที่ใช้ในเรื่องนี้คือ Rule of Hemmi ของญี่ปุ่นซึ่งถูกใช้กันอย่างแพร่หลาย สำหรับ Model ของโครงสร้างตามที่ระบุไว้ด้านบน แห่งนี้เป็นมาตรฐานที่ดีที่สุด แห่งนี้เป็นมาตรฐานที่ดีที่สุด

ลักษณะของเส้น Wide-Flange ขนาด 400x300x10 x16 นี้ หนักคานเบนซ์ 107 กก./ม. ความสูงคือ 390 มม. กว้าง 300 มม. หนา 10 มม. หนาปีก 16 มม. $Zx = 1980 \text{ cm}^3$

$$\text{น้ำหนักตัว} = 4000 + 107 = 4107 \text{ กก./ม.} \quad \text{Max.Shear} = 0.50 \times 4107 \times 8 \text{ กก.} \\ = 16428 \text{ กก.}$$

$$\text{Max.Moment} = 0.125 \times 4107 \times 8 \times 8 \text{ กก.-ม.} \\ = 32856 \text{ กก.-ม.}$$

$$\text{Shear} \text{ ของเส้นเบนซ์} = Fbx \times 390 \times 10 = (0.40 \times Fy) \times 390 \times 14 \text{ kg.} \\ = 0.40 \times 2500 \times 390 \times 10 / 100 \text{ kg.} \\ = 39000 \text{ kg.} > 16428 \text{ Kg.OK}$$

$$\text{Moment} \text{ ของเส้นเบนซ์} = Fbx \times Zx = (0.60 \times Fy) \times Zx \\ = 0.60 \times 2500 \times 1980 / 100 = 29700 \text{ kg.-m.} < 32856 \text{ Kg.-m. ...Not SAFE}$$

ดังนั้นเราต้องตรวจสอบความปลอดภัยของคานโดยใช้สูตร Deflection ดังนี้



*ແລນບ່າງໃຫຍ່ມີພິເສດ ການຄະນະການ Properties ຖອນເຊົ້າຂອງ ໂປະເມັນຕະຫຼາກສົມຜິດພາວໃນຂອງພິເສດ

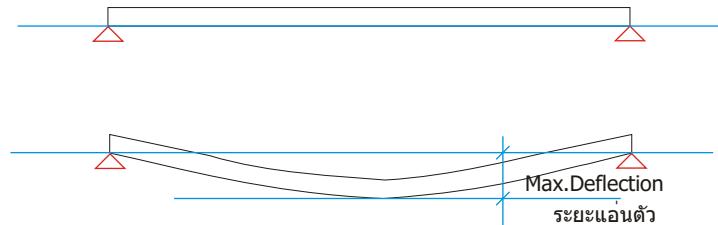
3. ระยะกรงตัวของคนคืออะไร ?

Deflection in Beams

การที่คานต้องแบกน้ำหนักจะโดยน้ำหนักตัวมันเอง(Self Weight)หรือแบกน้ำหนักอันเนื่องจากแรงภายนอกกระทำ ไม่ว่าจะเป็นแรงอันเกิดจากการแบกน้ำหนักบรรทุก(LIVE LOAD ประกอบด้วยน้ำหนักบรรทุก(Uniform Loads) หรือแรงที่กระทำเป็นจุด(Point Loads) ทำให้คานเกิดการแอนต์ซิ่ว เรายังคงนิว่า แบกจนหลัง弯 ซึ่งมีผลทำให้คานสมบูดีของคานนั้นอยู่ในสภาพที่ไม่ปลดล็อกได้ และไม่อาราชินน้ำหนักตัวไปได้ ทางวิศวกรรมจึงได้กำหนดดาว (ไม่ควรให้เด็กอายุ 12 ขวบแบกของอุปกรณ์รุ่งร้าวตัวเองเพียงหลัง弯) ขอโทษครับก่อนเรื่องไปเจ็บหนัดให้วาคนที่รับน้ำหนักจะต้องแองต์ซิ่วตามเกินกี่ ชม. เรายังคงไว้ใจรับน้ำหนักตัว (Deflection) พากษา กองมุน คิดคานกันแน่แทนเป็นแทนด้วยสูตรได้รับ Max.Deflection = Length / 325 บางคันบอกว่า L/360 บางคันบอกว่า L/200 บางคันบอกว่า L/365 ไปใน(m)แล้ว ตลอดไปเมื่อถักกันง่ายทั้ง 365 วัน) แต่ผู้เขียนขอการสาหัสนานเหล็ก Max.Deflection = Length / 325 ครับ เป็นค่ามาตรฐานก็ได้ เลยครับ

สรุปผู้เขียนใช้ Max.Deflection = L / 325

គីវរោយនៃអ៊ូតុវក្សាអង់ខ៊ាំង មិនមែន គាមឃាត / 325



ระยะแฉนตัวบันคานมากหรืออ้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการแบกรับน้ำหนักของคานมากหรือน้อย
แต่เข้าห้ามเกินความยาวคาน/325 เช่น คานเหล็กยาว 10 เมตรระยะแฉนตัว = $10 / 325 = 0.03$ เมตร หรือ 3 ซม. ค่าเกินกว่า 3 ซม. คานเหล็กนี้ไม่ปลอดภัย Beam Not SAFE
สมมุติคานเหล็กนี้ยาว 12 เมตร ระยะแฉนตัวที่ยอมให้น้ำหนักที่สุด = $12 / 325 = 0.0369$ ม.
หรือ = 3.69 ซม. ค่าเกินกว่า 3.69 ซม. คานเหล็กนี้ไม่ปลอดภัย Beam Not Safe เพราะ
จะนั่นไปว่า คุณจะเลือกหน้าตัดเหล็กที่สามารถรับแรงเรื่องหน้าตัดได้พอดีไม่เน้นด้านหน้า
ตัดให้พอดีแล้วทำการแฉนตัวบันคานเกินกว่ากำหนด คานนี้ก็ยังไม่ปลอดภัยอยู่ดี และเราจะรู้
ได้อย่างไรว่าบันคานเหล็กตามหน้าตัดที่เราใช้เหล็กปรับพร้อมที่มันแฉนตัวเท่าไร เพราะขนาด
วิเคราะห์ง่ายปางด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ แต่ในส่วนของการออกแบบและผลิตกรรม
ของคานการคำนวณหาระยะแฉนตัวบันคานยังคงเป็นมานาคอมพิวเตอร์อย่างเดียว เนื่องจาก
กระบวนการเป็นร้อยปีที่ไม่สามารถทำได้ด้วยเพียงแค่ CALCULUS ชั้นสูงช่วย
ในการคำนวณโดยแยกในแต่ละรูปแบบรูปท่าได้ประมาณ 50 กว่า รูปแบบ รวมได้ 50 กว่า
สูตรใน ล้านๆสูตร อีกที่หนึ่งคือคำนวณจากโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างเช่น STADD,
ETAB, PROCON, MICRO FEEP, EZ-FRAME, FASTTRAK, STRUCTURE ANALYSIS หรือ
อื่นๆ (ของ WAVEE ORIGINAL SOFTWARE รุ่น EZ FRAME 2D,3D)

แดตชี้อัตราส่วนของความยืดหยุ่นที่จำกัดกับความยาวของโครงสร้าง คือ $\frac{\text{ความยาวที่จำกัด}}{\text{ความยาวทั้งหมด}} = \frac{L}{L_{\text{จำกัด}}}$ หรือ $\frac{\text{ความยาวที่จำกัด}}{\text{ความยาวทั้งหมด}} = \frac{L}{L_{\text{จำกัด}}} = \frac{L}{L_{\text{จำกัด}}}$

