การคำนวณ-ออกแบบ

คานแผ่นเหล็กประกอบ

Steel Plate Girder

Gnem Rvc

24 กันยายน 2556

กลุ่มแบ่งปัน E-Book วิศวกรรม
Tumcivil.com

อรัมภบท

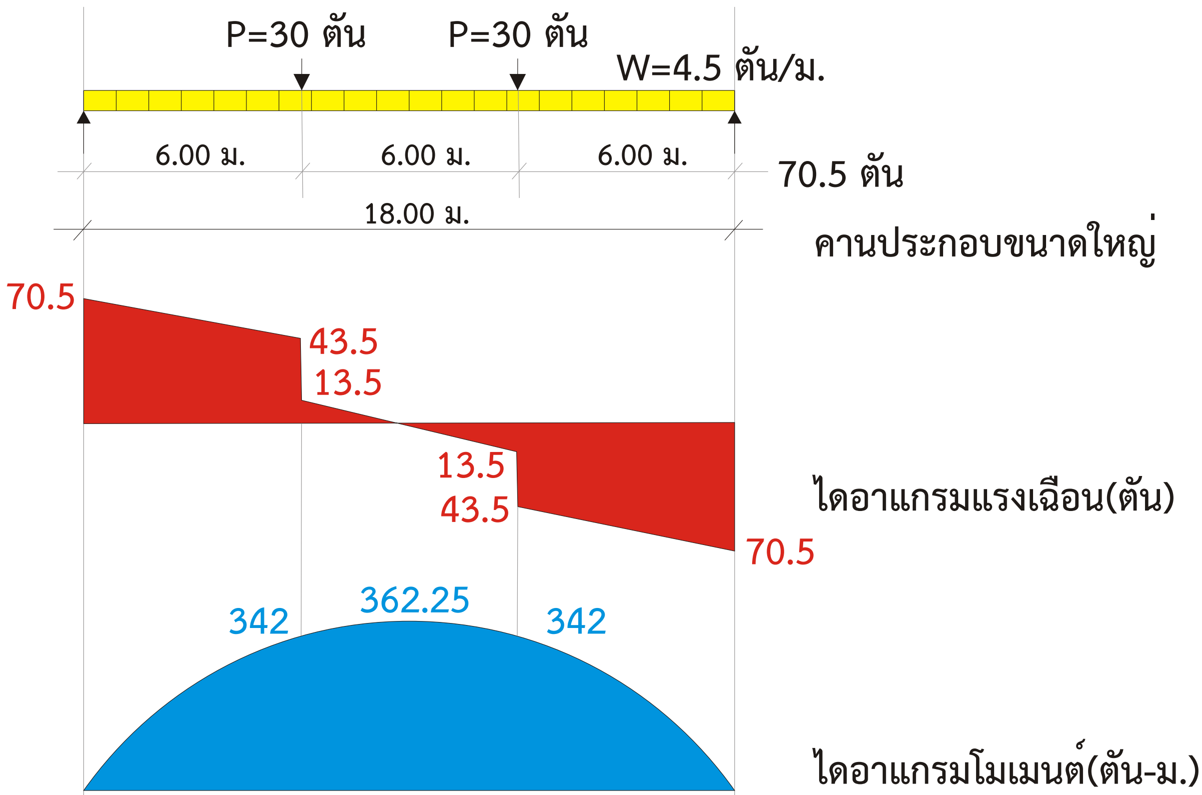
เมื่อ 19 ปีที่แล้ว ผมเป็นผู้จัดการด้านวิศวกรรมในโครงการออกแบบและก่อสร้างโครงการลงทุนจากต่างประเทศโครงการหนึ่ง โครงการนี้เป็นโครงการใหญ่มาก เราจึงได้ว่าจ้างบริษัท Turner International จากสหรัฐอเมริกาเป็นผู้วางแผนและประสานการจัดหาผู้ออกแบบ-คำนวณ-และก่อสร้าง บริษัท Turner International ได้ส่ง Mr.Gordon C. Bradshaw มาทำงานร่วมกันกับผมเป็นเวลา 3 ปี

Mr.Gordon ได้ประสานให้ผมไปเยี่ยมชมโรงงานประกอบคานเหล็กของบริษัทอิตาเลียนไทยที่จ.สมุทรปราการ ซึ่งขณะนั้นได้งานสะพานลอยหลายสิบแห่งในกรุงเทพฯ ส่วนอีกบริษัทหนึ่งที่ผมไม่ได้ไปคือบริษัทชิโนไทย เนื่องจากตอนนั้นเขามีงานด้านสร้างคลังเก็บน้ำมัน Steel Plate เวลานั้น บริษัทที่ทำ-ประกอบ ชิ้นส่วนเหล็กมีไม่กี่บริษัท

ระหว่างที่ผมเขียนเรื่องนี้ผมคิดถึงเขา นึกว่าเขาตายแล้ว เพราะสมัยที่อยู่กับผมเขาอ้วนมาก และทำงานหนัก วูบไปเพราะความดัน แต่ไม่น่าเชื่อว่าเขาไปเปิดบริษัทเป็นของตัวเองแล้ว ในประเทศแคนาดา ส่วนผมก็ได้เพียงแต่เอาความรู้เก่ามาเขียนเล่าสู่กันฟัง

ตัวอย่างการออกแบบคานเหล็กแผ่นประกอบขนาดใหญ่

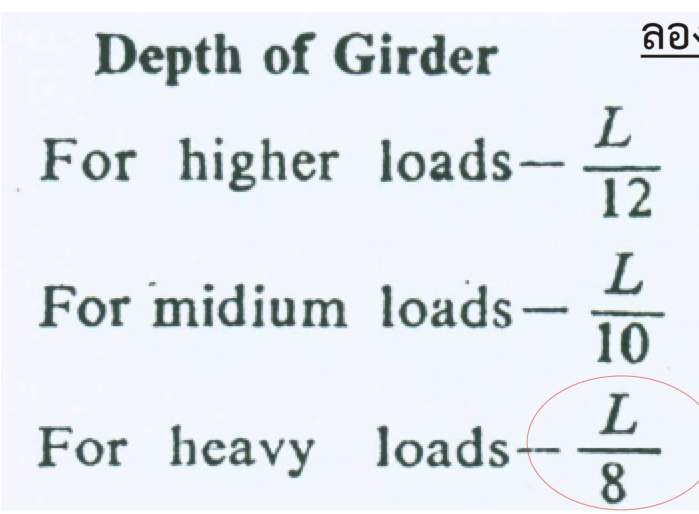
ออกแบบคานเหล็กแผ่นประกอบขนาดใหญ่ ยาว 18.00 เมตร



Step1 คำนวณหาความลึกของคาน (Depth)

D = 18/8 = 2.25 ม. หรือ 225 ซม.

ลองกำหนดความลึกคาน D=2.00 ม. = 200 cm.



Depth of Girder

For higher loads $-\frac{L}{12}$

For midium loads $-\frac{L}{10}$

For heavy loads $-\frac{L}{8}$

Step2 หาความหนา Web

แรงเฉือนสูงสุด 70.5 ตัน = 70500 kg.

Area Web = Dx(T) = 70500/960

Dx(T) =73.44 sq.cm.

(T) =73.44/200

= 0.37 cm.= 37 mm.

Use ความหนาของ Web = 6 mm. OK.

***(Min.Thickness)

**หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้=0.4Fy = 0.4x2400=960 kg./sq.cm.

***หมายเหตุ ในบางประเทศซึ่งมีอุณหภูมิแตกต่าง สภาพการกัดกร่อนของธรรมชาติรุนแรง เช่น หิมะปกคลุม น้ำฝน หรือ การป้องกันสนิมที่ผิวแผ่นเหล็กไม่ดีพอ ความหนาของแผ่นเหล็ก Web ที่นำมาประกอบเป็นคาน จะกำหนดให้หนาไม่น้อยกว่า 8 มม.

Gnem Rvc
24 กันยายน 2556

ตัวอย่างการออกแบบคานเหล็กแผ่นประกอบขนาดใหญ่

<u>**ออกแบบคานเหล็กแผ่นประกอบขนาดใหญ่ ยาว 18.00 เมตร**</u>

<u>Step3</u> หาขนาด Flange Plate

ขนาดความกว้าง Flange Plate อยู่ระหว่าง L/40-L/45 Use L/40

ใช้ขนาดความกว้าง Flange Plate = 18/40 = 0.45 m. หรือ 45 cm.

Flange Area ที่คำนวณ = Af =[M/(Fb.D)]-(Aw/6)

Af = [(362.25x1000x100)/(1500x200)]-[(200x0.6)/6]

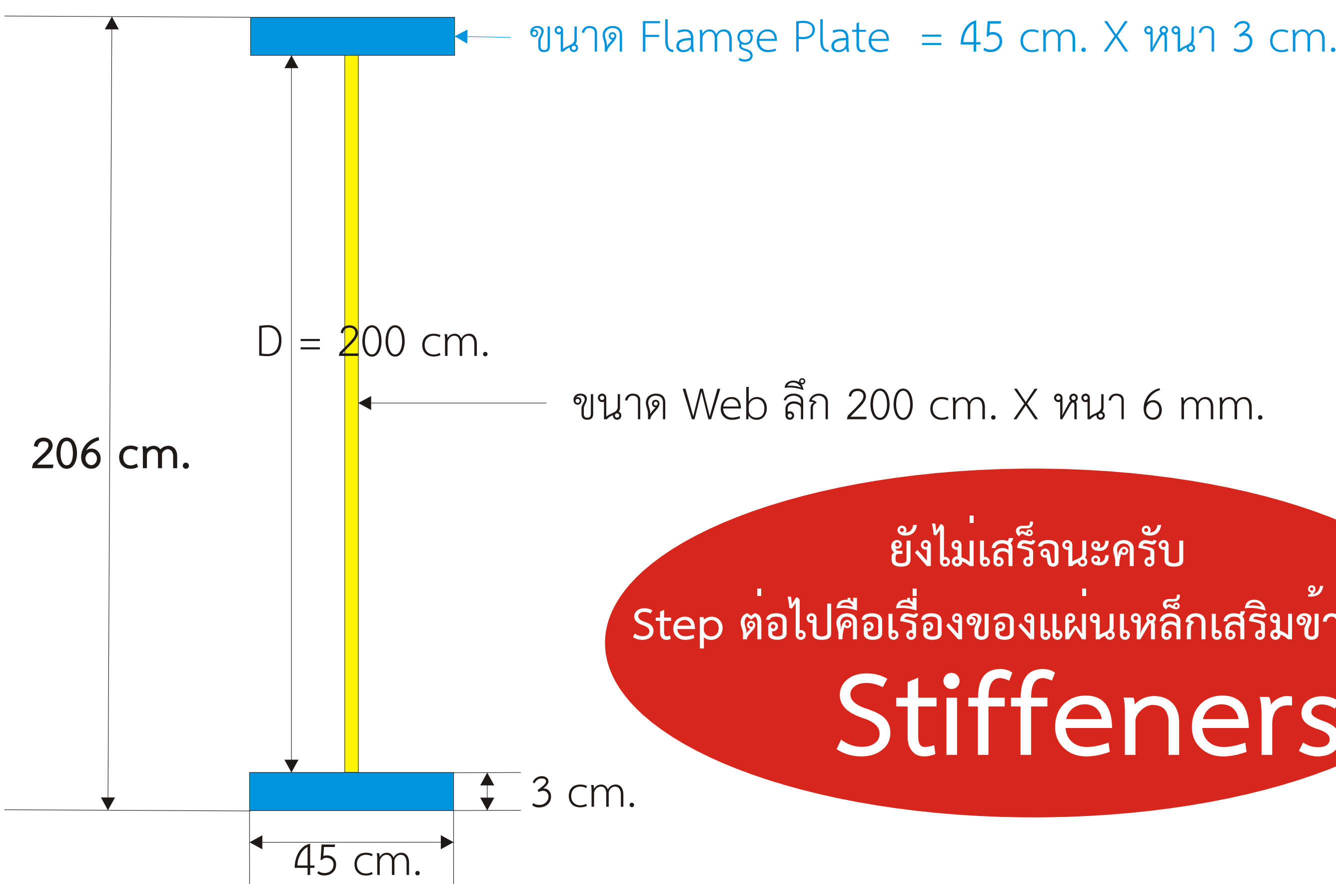
= 120.75-20 = 100.75 sq.cm.

ขนาดความหนาปีก Flange Plate = 100.75/45 = 2.24 cm. Say = 3 cm.

<u>**ขนาด Flange Plate = 45 cm. X หนา 3 cm. OK**</u>

ตรวจสอบความกว้าง Flange Plate ต้องน้อยกว่า 32 t = 32x3 = 96 cm.

<u>**ความกว้าง Flange Plate = 45 cm.< 96 cm. OK**</u>



ยังไม่เสร็จนะครับ

Step ต่อไปคือเรื่องของแผ่นเหล็กเสริมข้างคาน

Stiffeners

ตัวอย่างการออกแบบคานเหล็กแผ่นประกอบขนาดใหญ่

ออกแบบคานเหล็กแผ่นประกอบขนาดใหญ่ ยาว 18.00 เมตร

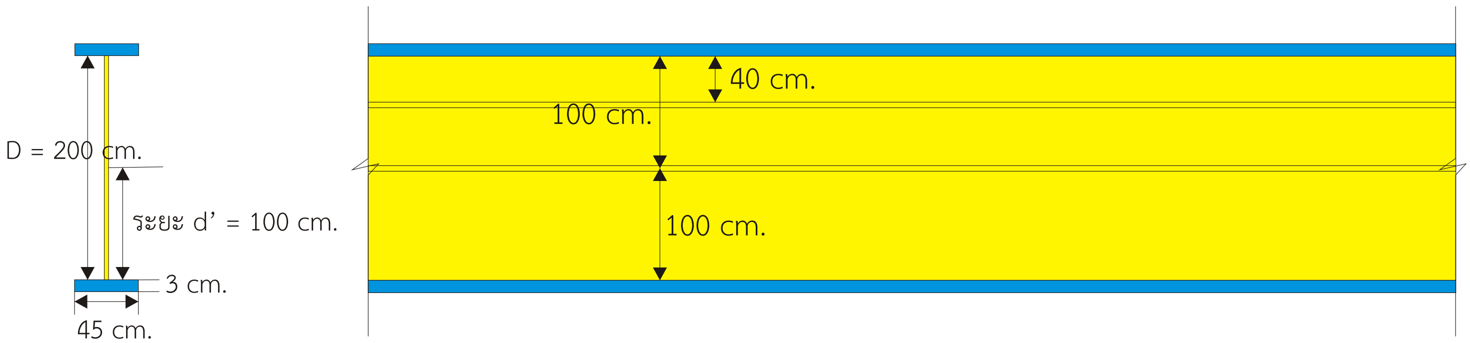
Step4 แผ่นเหล็กเสริมข้างคานแนวนอน(Longitudinal Stiffeners) ต้องมีหรือไม่

Dw / tw = 200/0.6 = 333.3 > 250 ต้องมี แผ่นเหล็กเสริมข้างคานแนวนอน

2 แนว คือ 1. From compression flange depth= Dw / 5 = 200/5 = 40 cm.

2. At Dw / 2 = 200/2 = 100 cm.(Neutral axis)

***ดูเงื่อนไขมาตรฐานด้านล่าง



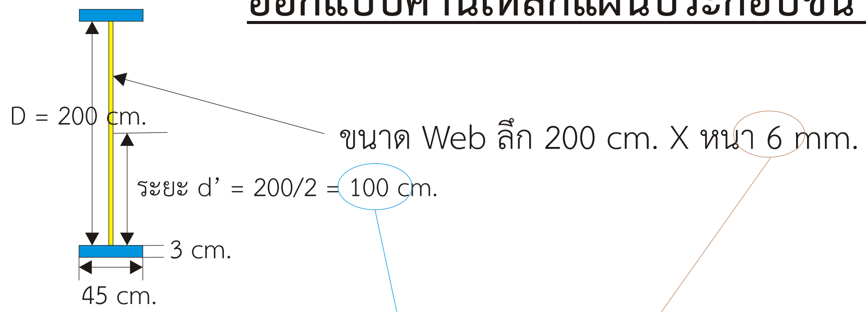
***เงื่อนไขมาตรฐาน

ก.ถ้า Dw / tw < 200 ต้องมีแผ่นเหล็กเสริมคานแนวนอน 1 แนว ที่ระยะ 2/5 Dw From compresion flange

ข.ถ้า Dw / tw >250 ต้องมีแผ่นเหล็กเสริมคานแนวนอน 2 แนว แนวที่ 1 ที่ระยะ 1/5 Dw From compresion flange และ แนวที่2 ที่ ½ Dw (Neutral axis)

ตัวอย่างการออกแบบคานเหล็กแผ่นประกอบขนาดใหญ่

ออกแบบคานเหล็กแผ่นประกอบขนาดใหญ่ ยาว 18.00 เมตร



Step5 แผ่นเหล็กเสริมข้างคานแนวตั้ง(Intermediate Stiffeners)

ตรวจสอบว่าแผ่นเหล็กเสริมข้างคานแนวตั้ง(Intermediate Stiffeners)ต้องมีหรือไม่?

อัตราส่วน d’/tw = 100/0.6 = 166.7 >85 ต้องมีแผ่นเหล็กเสริมข้างคานแนวตั้ง

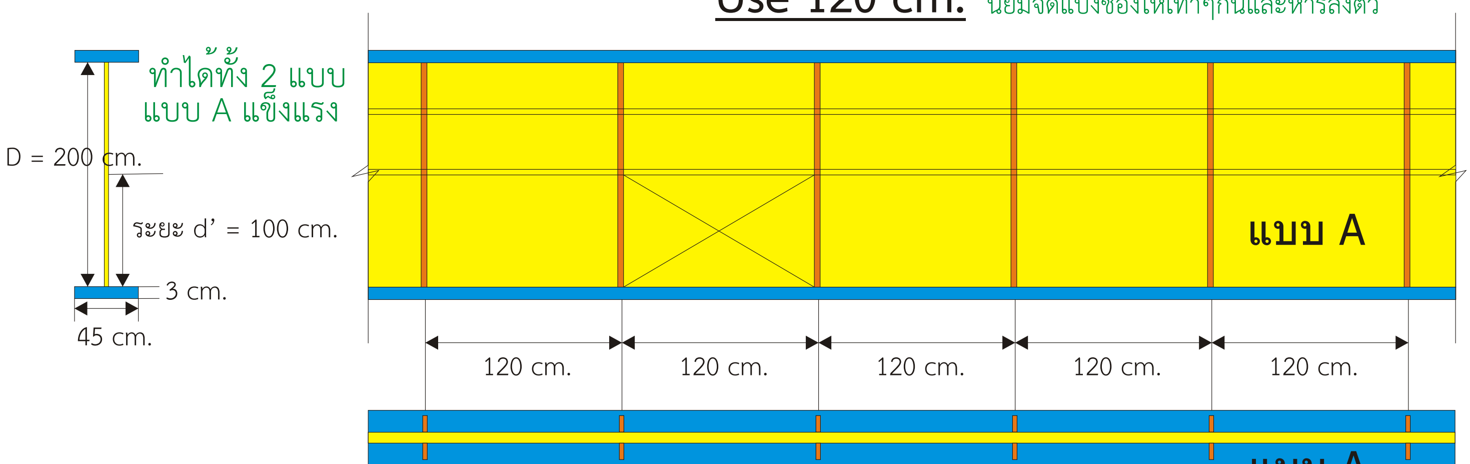
คำนวณหาระยะห่าง แผ่นเหล็กเสริมข้างคานแนวตั้ง(Intermediate Stiffeners)

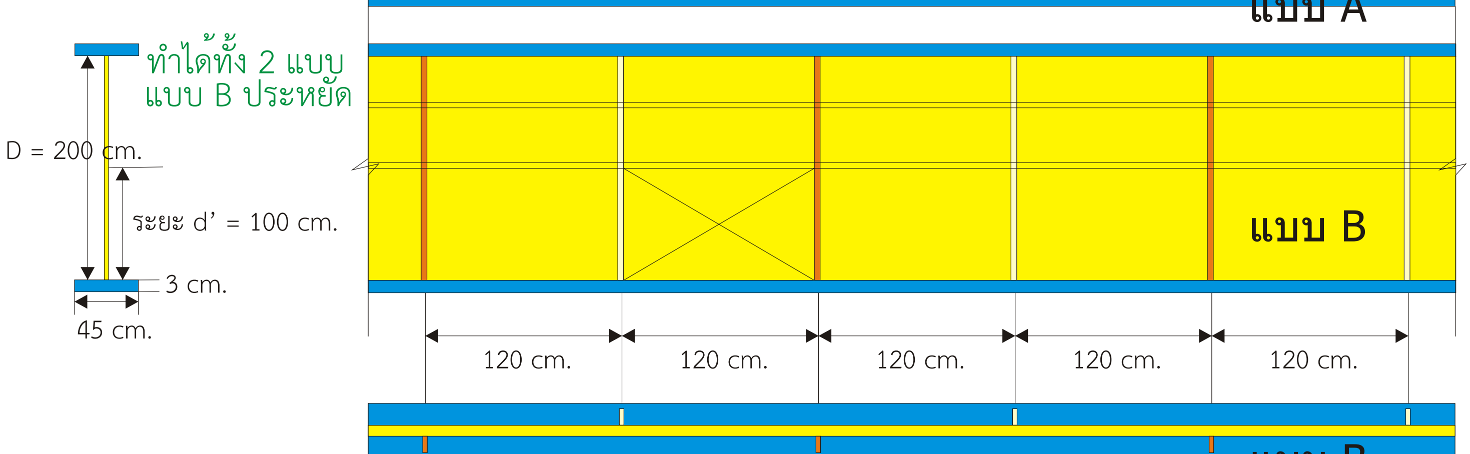
ระยะห่าง แผ่นเหล็กเสริมข้างคานแนวตั้ง = d’/3 หรือ 1.5 d’

ระยะห่าง แผ่นเหล็กเสริมข้างคานแนวตั้ง = 100/3 หรือ 1.5x100

= 33.3 cm. หรือ 150 cm.

Use 120 cm. นิยมจัดแบ่งช่องให้เท่าๆกันและหารลงตัว





ตัวอย่างการออกแบบคานเหล็กแผ่นประกอบขนาดใหญ่

ออกแบบคานเหล็กแผ่นประกอบขนาดใหญ่ ยาว 18.00 เมตร

หาขนาดกว้าง-ความหนา แผ่นเหล็กเสริมข้างคานแนวตั้ง(Intermediate Stiffeners)

แผ่นเหล็กที่นำมาทำเหล็กเสริมข้างคานแนวตั้ง นิยมให้ความหนาไม่น้อยกว่า 6 มม.

ลองกำหนด ความหนา Stiffeners แนวตั้ง หนา = 6 mm.

Check for panel dimensions

ระยะห่างมากที่สุด 120 cm.มากที่สุดต้อง< 270t = 270x0.6 = 162 cm. OK

ระยะห่างน้อยที่สุด d'=100 cm.,มากที่สุดต้อง< 180t = 180x0.6 = 108 cm. OK

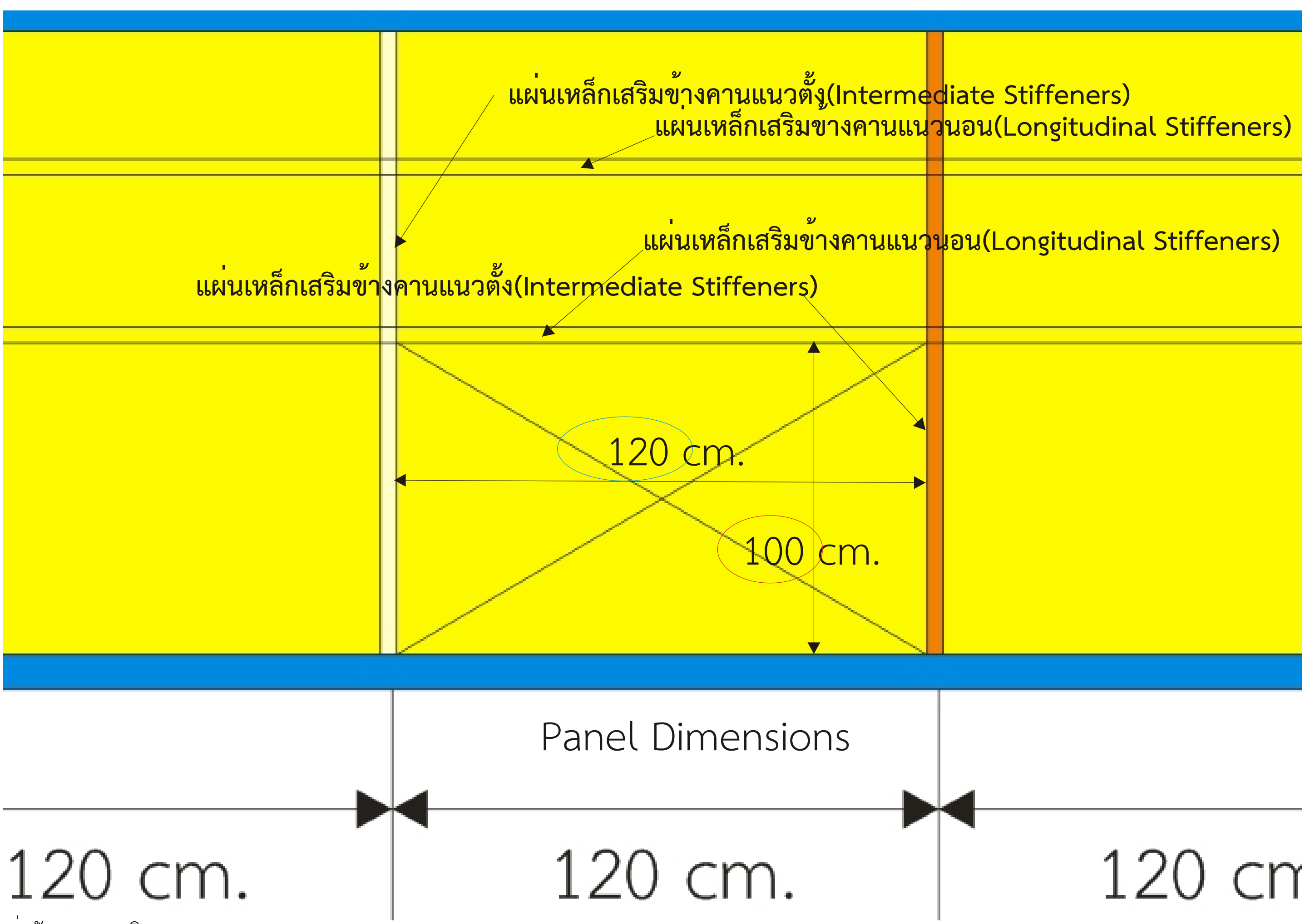
แผ่น Stiffners ต้องออกแบบเพื่อรับโมเมนต์อินเนอร์เทีย Min.= $I = 1.5\ d'^3 tw^3 / C^2$

$I = 1.5 \times 100^3 \times 0.6^3 / (120)^2 = 324000/14400 = 22.5\ cm^4$

แผ่นเหล็ก Stiffeners แนวตั้งต้องกว้างมากที่สุดไม่เกิน 16t = 16x0.6 = 9.6 cm.

ใช้ แผ่นเหล็กแนวตั้งกว้าง 8 cm. หนา 6 มม.

ตรวจสอบค่า $I = (1/3) \times 0.6 \times 8^3 = 102.4\ cm^4 > 22.5\ cm^4$ OK



ตัวอย่างการออกแบบคานเหล็กแผ่นประกอบขนาดใหญ่

ออกแบบคานเหล็กแผ่นประกอบขนาดใหญ่ ยาว 18.00 เมตร

Step6

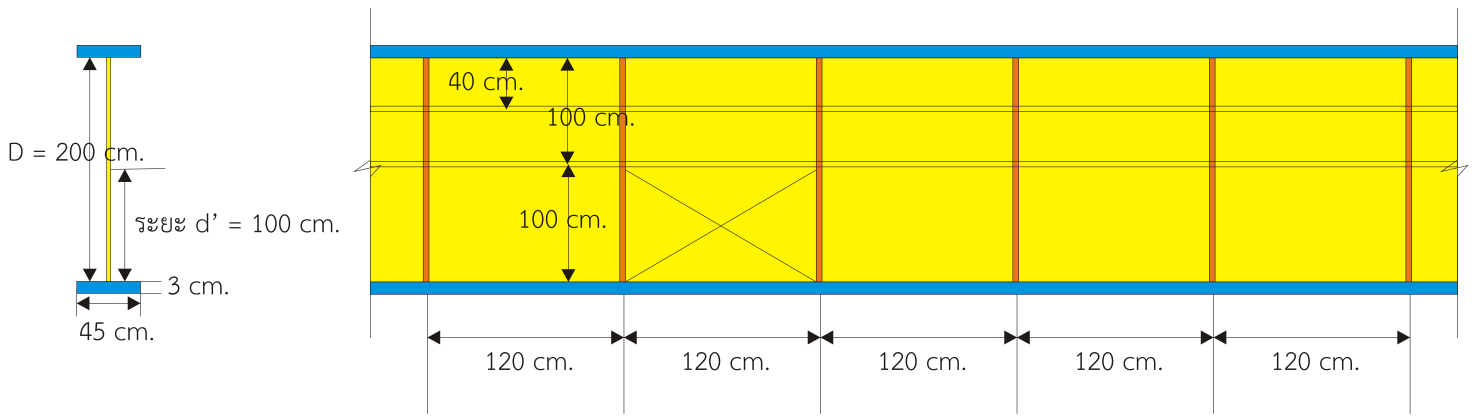
หาขนาด-ความหนาแผ่นเหล็กเสริมข้างคานแนวนอน(Longitudinal Stiffeners)

แผ่น Stiffeners แนวนอนต้องออกแบบเพื่อรับโมเมนต์อินเนอร์เทีย Min.= $I = 4 \times C \times tw^3$

$$I = 4 \times 120 \times 0.6^3 = 103.68 \text{ cm.}^4$$

ใช้ แผ่นเหล็กแนวนอนกว้าง 8 cm. หนา 8 มม.

ตรวจสอบค่า $I = (1/3) \times 0.8 \times 8^3 = 136.5 \text{ cm.}^4 > 103.68 \text{ cm.}^4$ OK



Step7

ตรวจสอบ Deflection (การแอ่นตัว)

L / D = 1800 / 206 = 8.74 < 17.9 ไม่ต้องคำนวณหาค่า Deflection

Step8

คำนวณหาขนาดรอยเชื่อม

ปรกติขนาดรอยเชื่อมจะอยู่ที่ 2/3 ของความหนาแผ่นเหล็กที่ใช้

Step9

ตรวจน้ำหนักคานประกอบว่าหนักจริงๆเท่าใด เมื่อเทียบกับ น้ำหนัก Dead Loads ที่กำหนดไว้เดิม

เขียนเมื่อยามเป็นไม้ใกล้ฝั่ง

Gnem Rvc
24 กันยายน 2556