



สัมมนา
online

การเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับใบอนุญาตฯ ระดับวุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา



ตัวอย่างผลงานด้านการออกแบบและคำนวณ

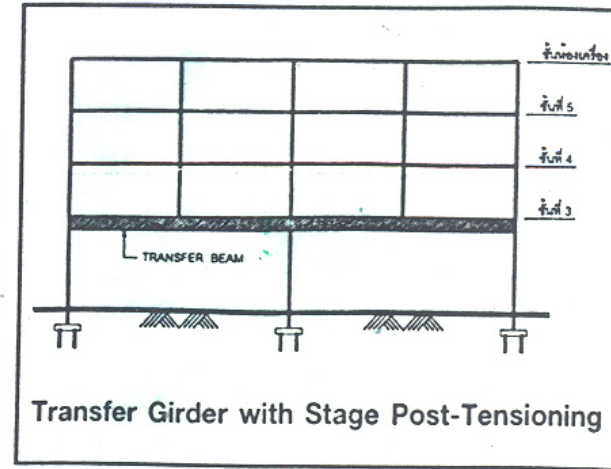
เอนก ศิริพานิชกร
อนุกรรมการ สภาวิศวกร
๑๔ กันยายน ๒๕๖๖



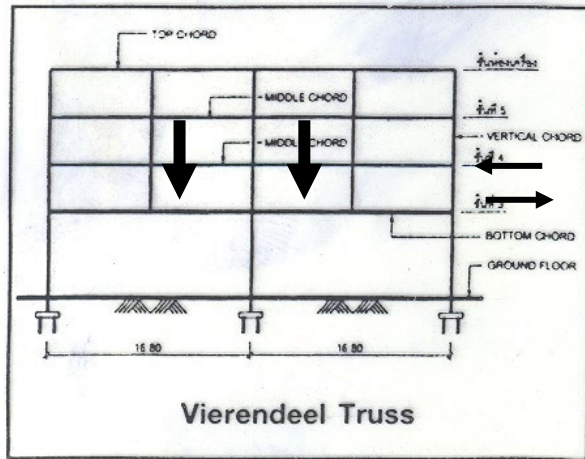
Presentation Outline

- งานออกแบบคำนวณ
- งานวางโครงการ
- งานพิจารณาตรวจสอบ
- งานซ่อมแซม/เสริมกำลัง

แนวคิดการเลือกระบบโครงสร้างในการก่อสร้างอาคารโถงกว้างที่ชั้นล่าง



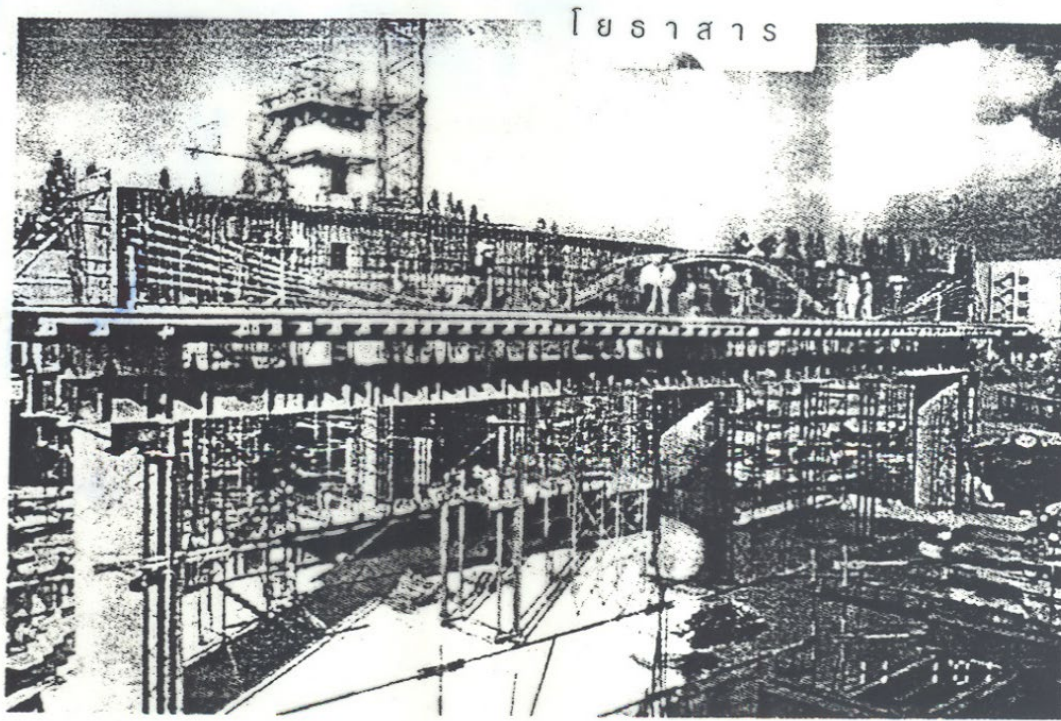
แนวทางที่เลือก : transferred members



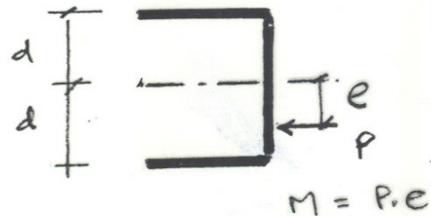
แนวทางแรก ใช้ Vierendeel truss



Vierendeel truss



ทางเลือกที่ 2 คานถ่ายน้ำหนักบรรทุก 1. คอนกรีตเสริมเหล็ก : คานใหญ่
 2. คอนกรีตอัดแรง : ต้องกำหนดขั้นตอนการดึงลวดอัดแรง

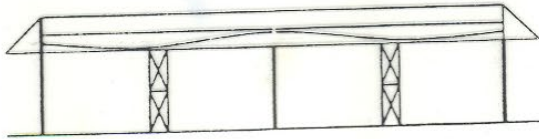


$$\sigma_t = \frac{\eta P}{A} + \frac{\eta M \cdot d}{I}$$

$$\sigma_c = \frac{\eta P}{A} - \frac{\eta M \cdot d}{I}$$



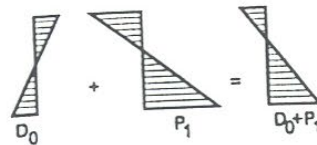
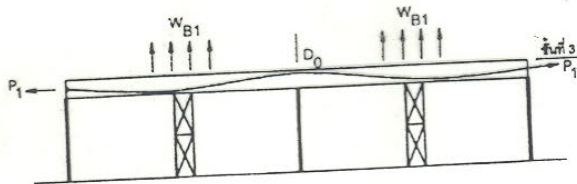
Stage Post-Tensioning



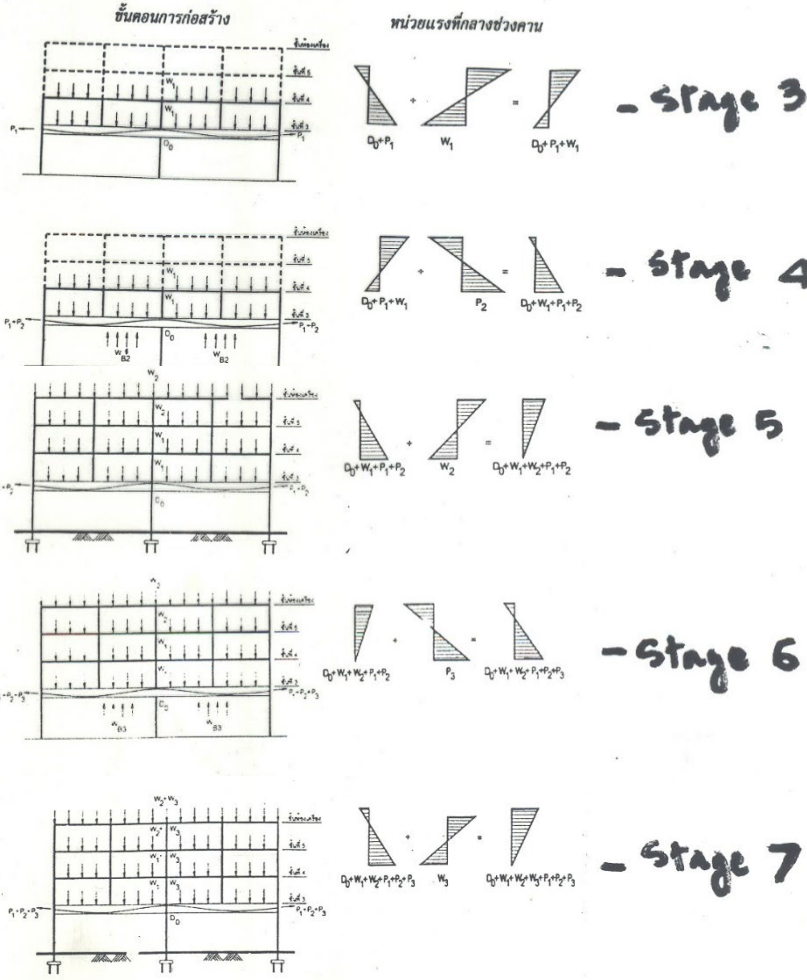
หน่วยแรงที่กลางช่วงคาน



- Stage 1

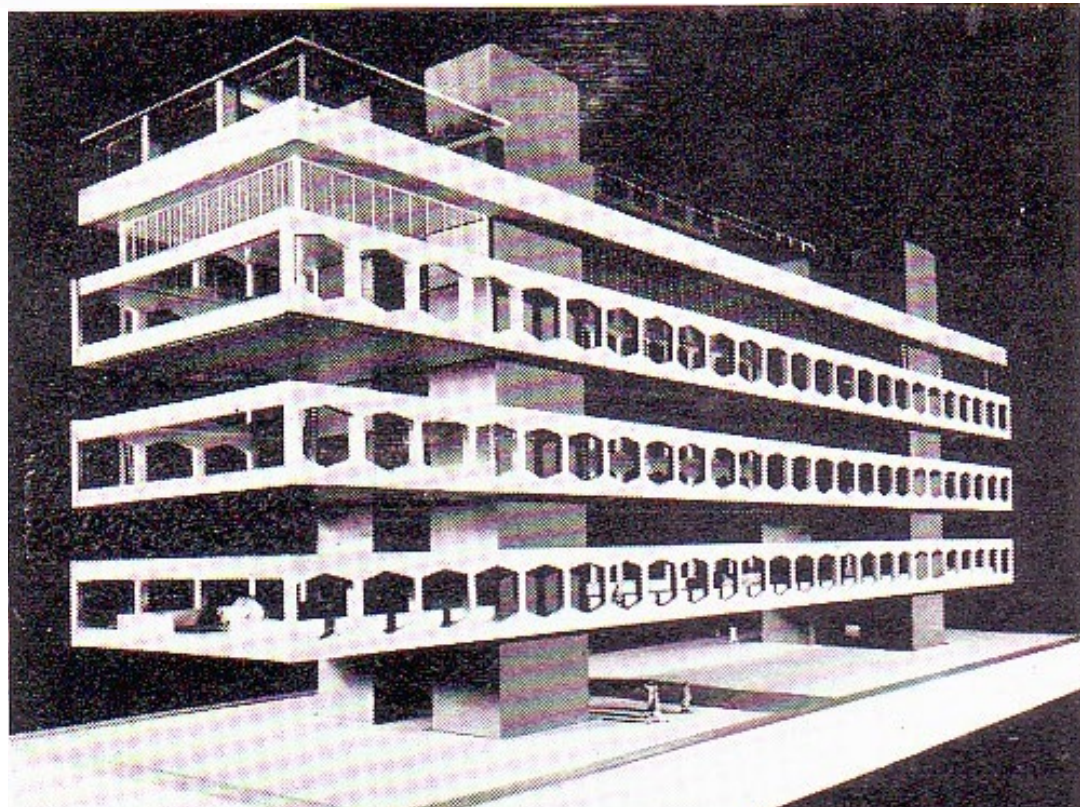
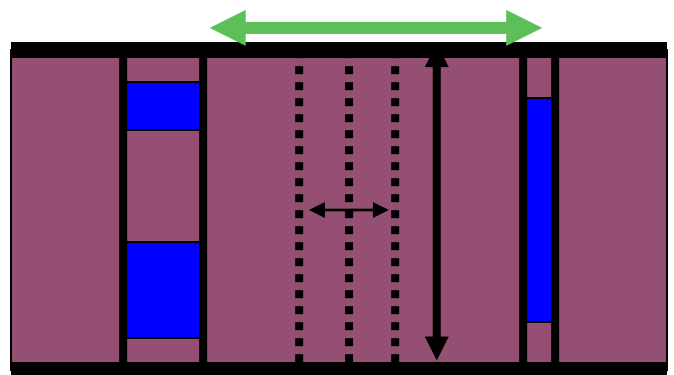
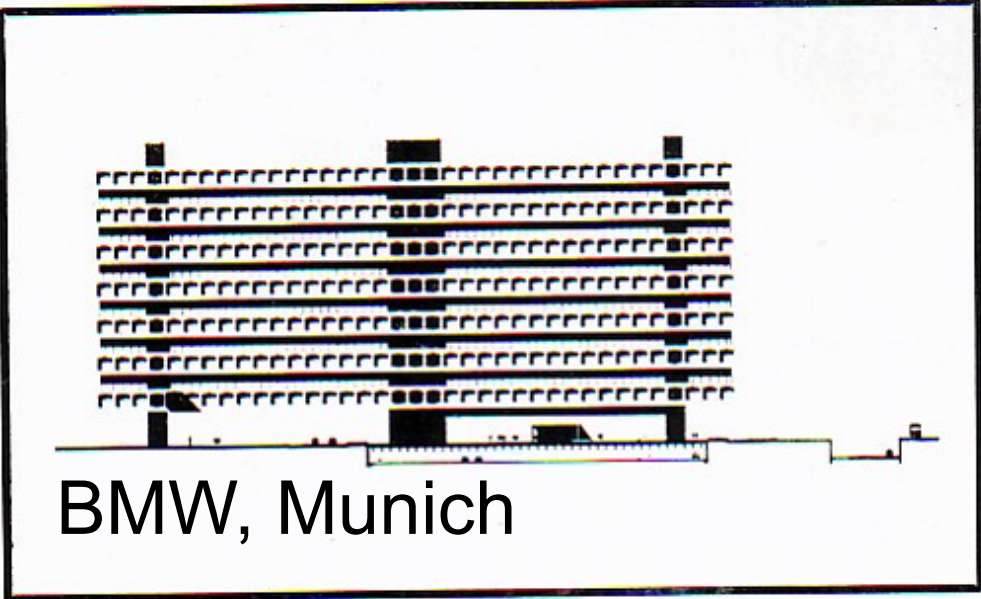


- Stage 2

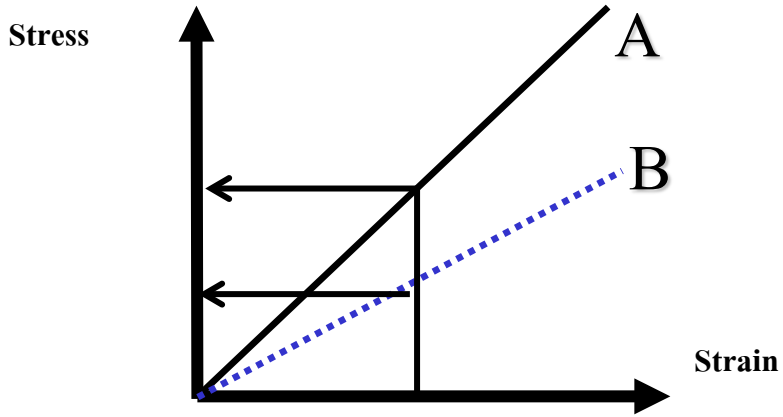
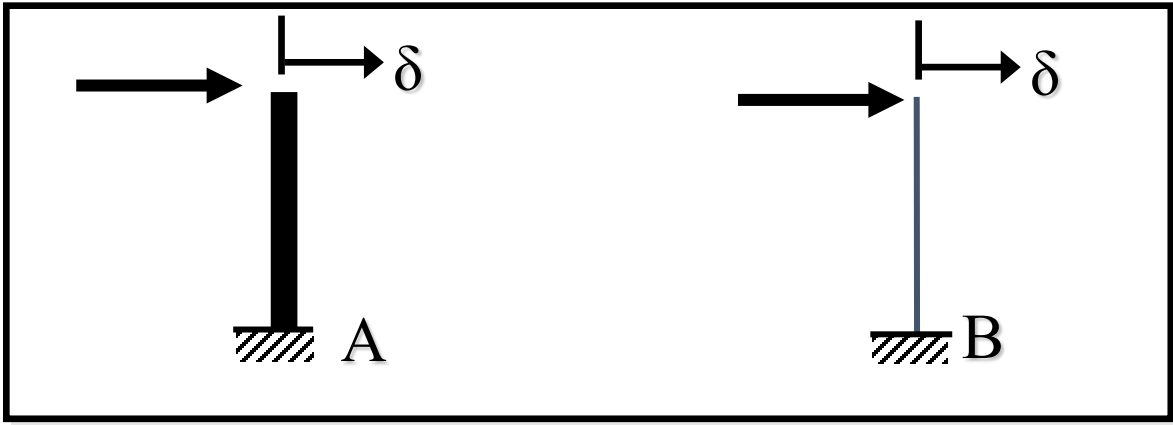


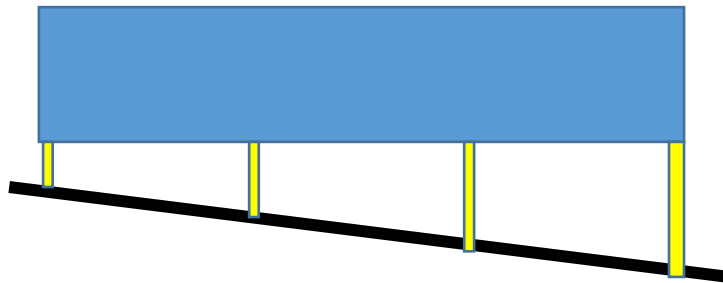
Stages of Construction
 Restraints
 from Structural System

Cost & Time



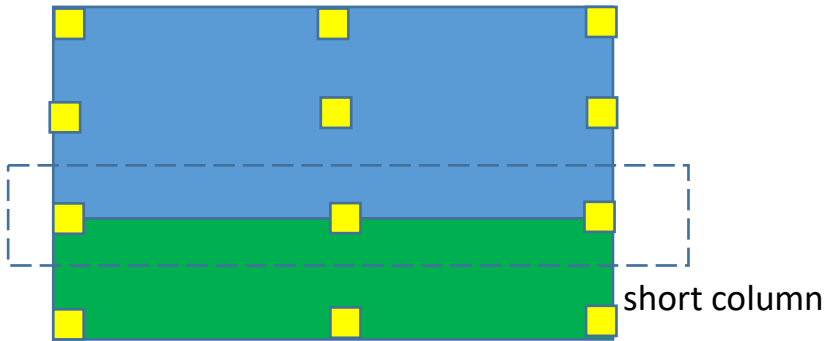
แนวคิดของระบบการรับน้ำหนักบรรทุกทุกด้านข้าง





stiffness = EI/L

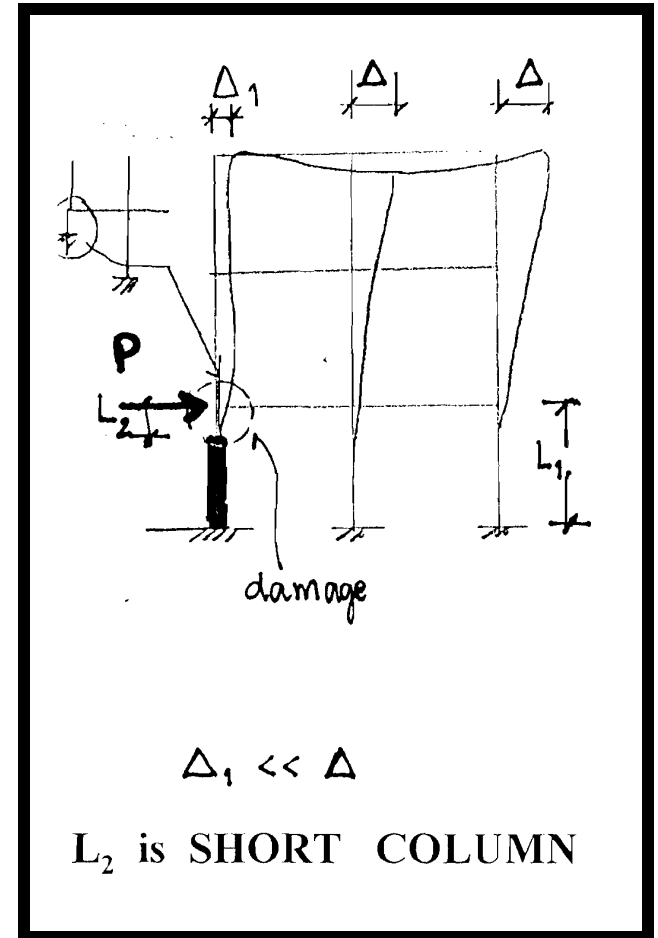
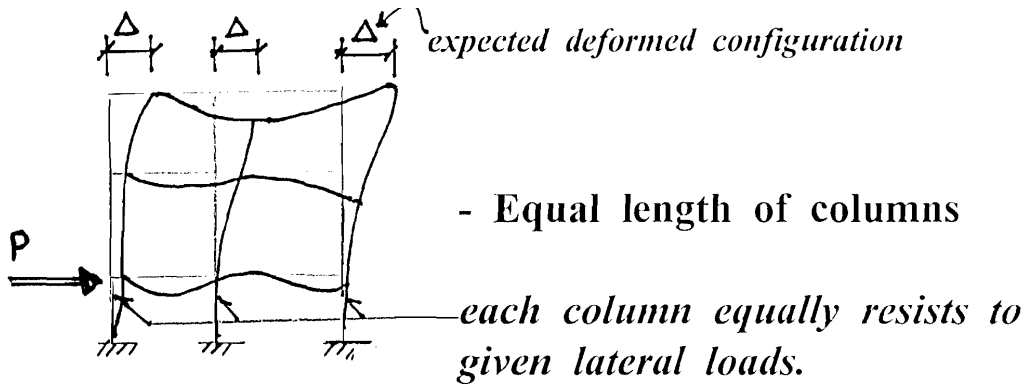
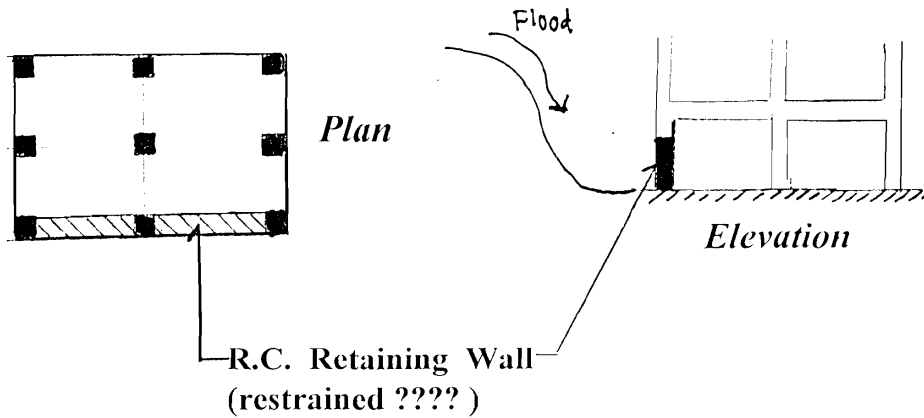
อาคารตั้งบนลาดเอียง

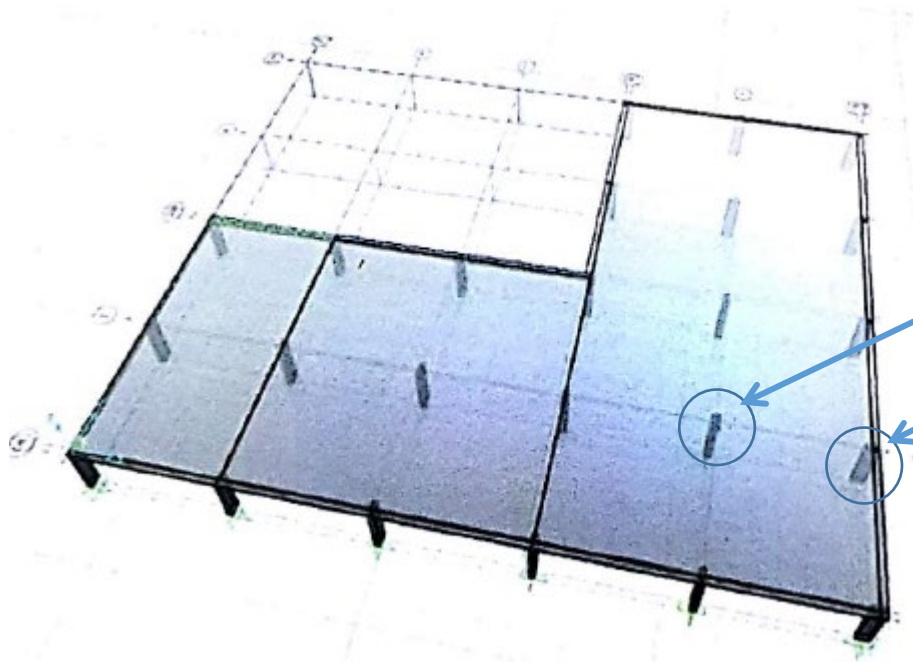


shear failure

ถ่ายภาพโดย : คุณประสงค์ ธาราไชย

Beware of Unexpected Shorter Column





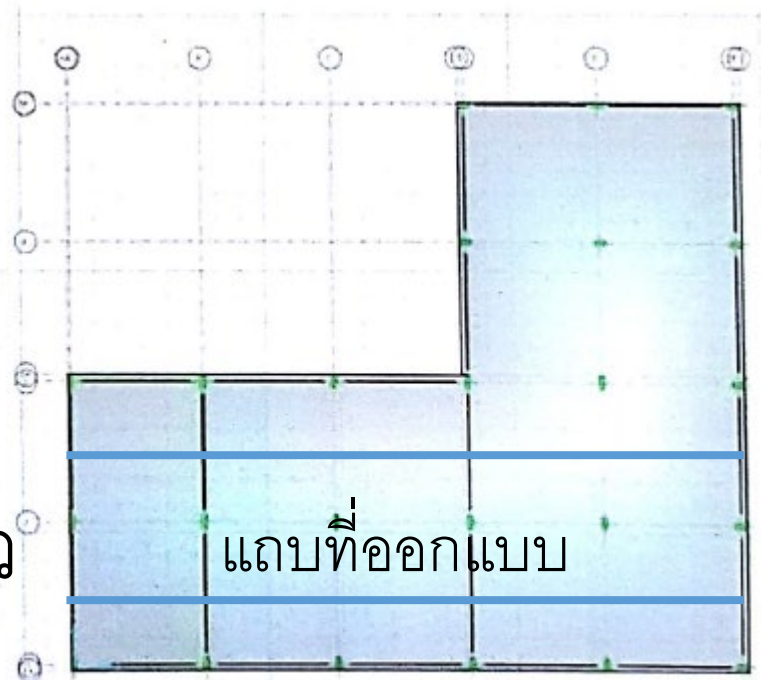
เสาตั้ง



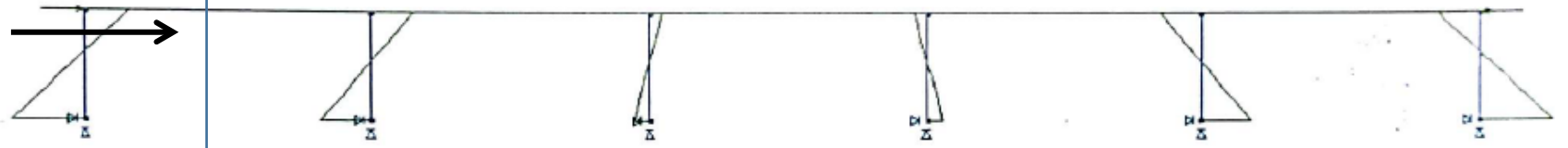
เสาวางขวาง



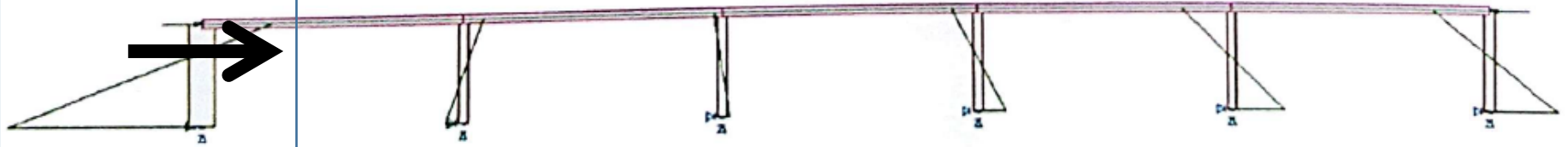
แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง
แบบตั้งภายหลัง-เสาสั้นเสายาว



แถบที่ออกแบบ



แรงเฉือนที่เสาที่เกิดจากการอัดแรง กรณีเสาวางในทิศทางเดียวกัน



แรงเฉือนที่เสาที่เกิดจากการอัดแรง กรณีเสาริมนอกวางขวาง

ผลจากความแตกต่างของความแข็งเกร็ง (stiffness) ของเสาริมนอก



1607 kg-m

1159 kg-m

597 kg-m

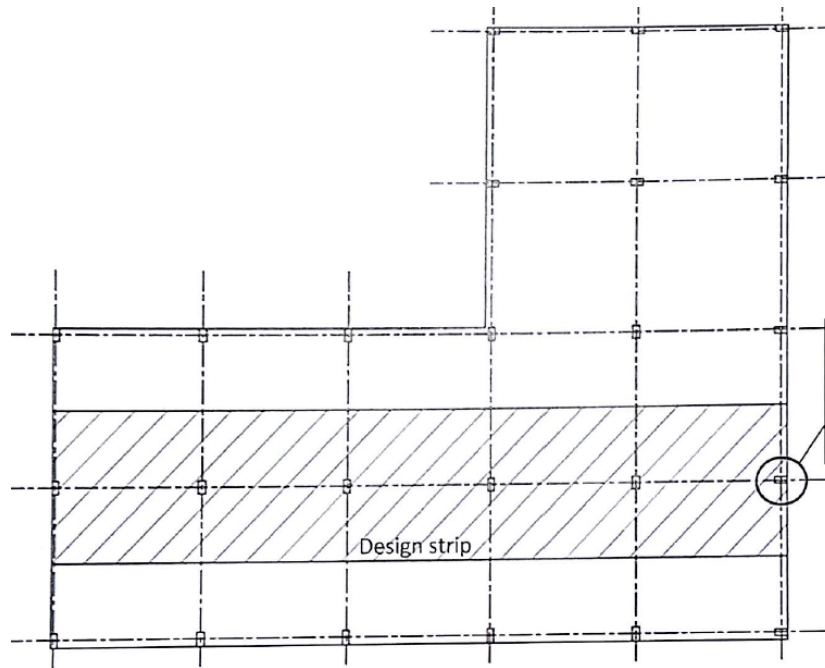
79 kg-m

515 kg-m

3269 kg-m

(3856 kg-m)

(1038 kg-m)



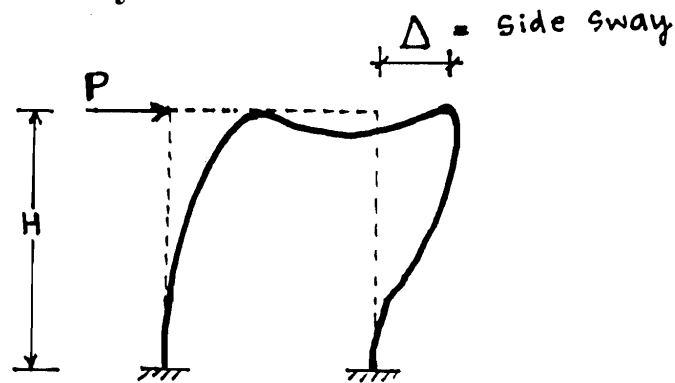
เส้นที่เหลื่อมกัน
หมุนแกนแข็งต่างจาก
เสากายใน

ตรวจสอบกับ
Cracking Moment

Parameter Governing Vertical Subsystem

Significant parameter is DRIFT.

as defined by



$$\text{Drift} = \frac{\Delta}{H}$$



indicates

- * comfortable use
- * prevention from Motion Sick
- * not allow P - Δ effects

Basic Components of Lateral Load Resistive System

composed of

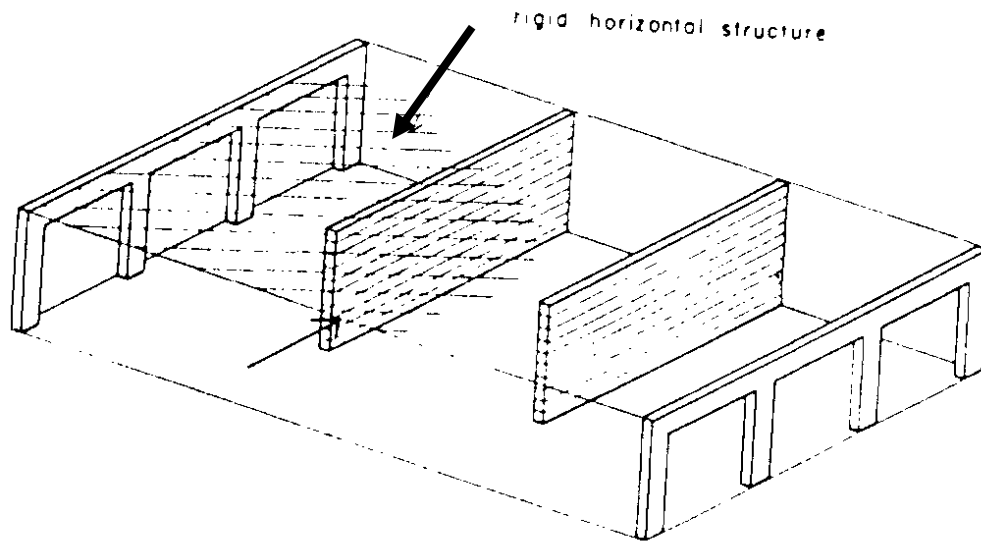
- Horizontal Components
- Vertical Components

Horizontal Components

- floor framing & deck system
 - + precast slab system
 - + conventional slab
 - + flat slab/ plate
 - etc.
 - horizontal components should have
 - + sufficient *strength*
 - + sufficient *stiffness*
- } *HORIZONTAL DIAPHRAGMS*

Function of Horizontal Diaphragms

With the sufficient strength and stiffness of a horizontal diaphragms, the lateral resistive system utilize them to *collect* the lateral forces at a particular level of building and then *distributing* to the vertical elements.

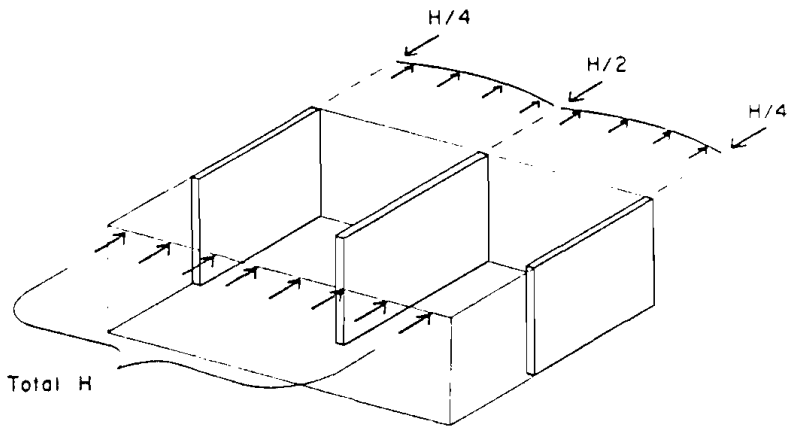


Lateral Resistive System
composed of

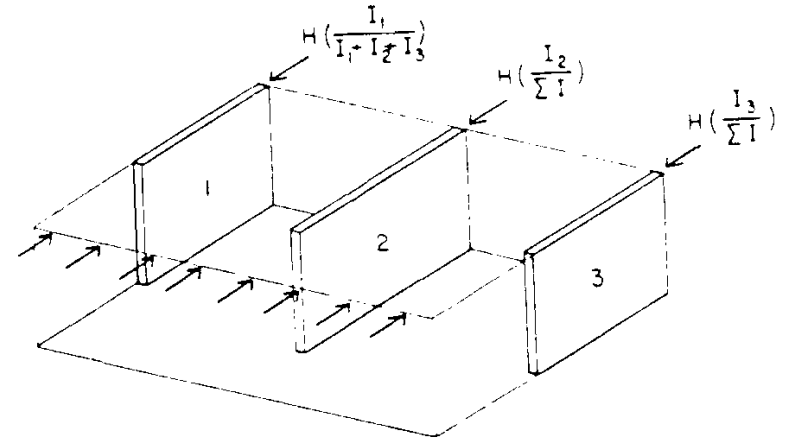
- + Rigid horizontal structure
- + Strong vertical elements
 - * column
 - * wall
 - * frame

Relative Stiffness of Horizontal Diaphragms

physical property
whether ??



Flexible horizontal diaphragm



Rigid horizontal diaphragm

Relative Flexible Elements



Deflection

No continuity of system

No actual distribution of vertical elements

Relative Rigid Elements

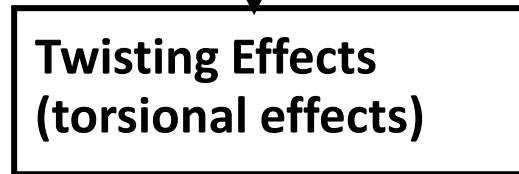
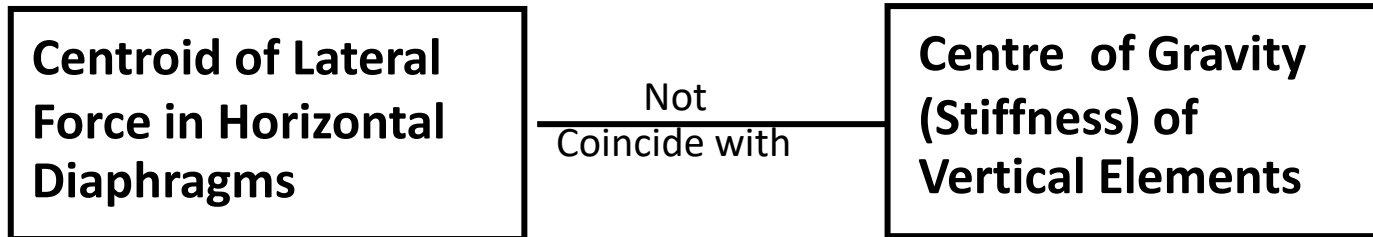


Distribution of Lateral Load

Proportion to
Their relative stiffness

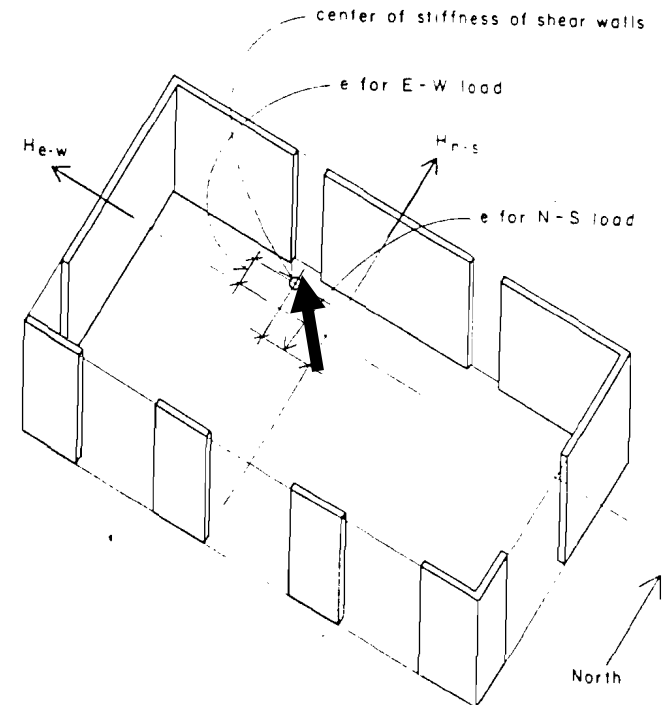
Torsional Effects

caused by

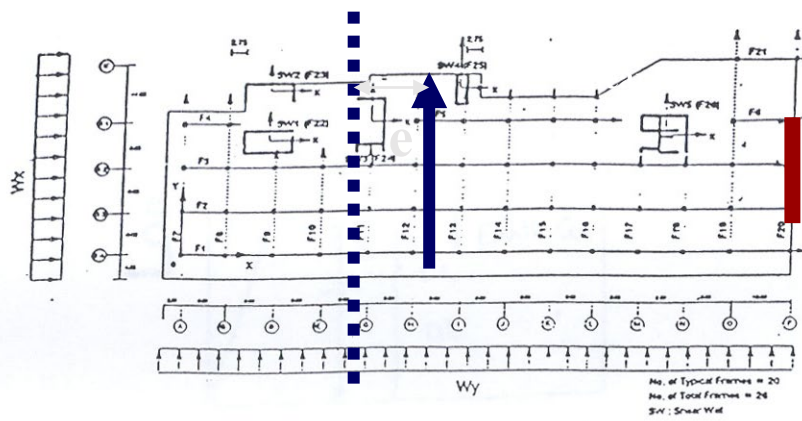


depend on

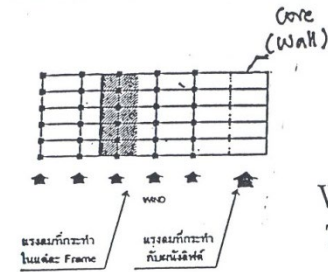
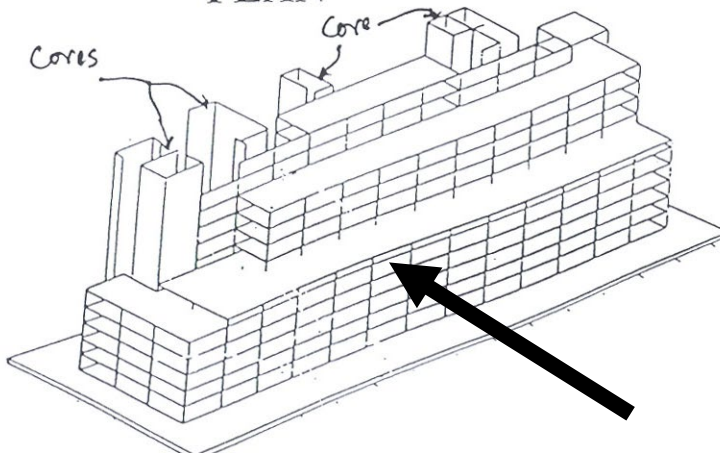
Stiffness of horizontal diaphragms,
Stiff element caused Significant problem



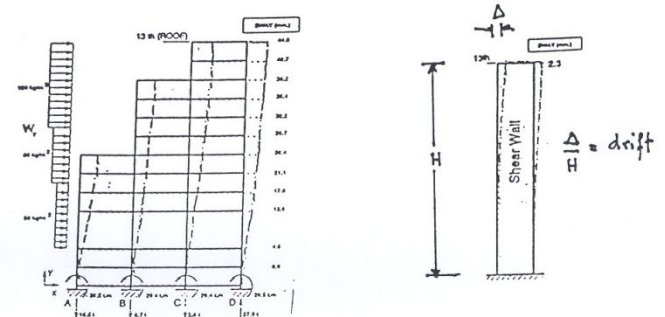
← - - - - Centre of Gravity (Structures) →



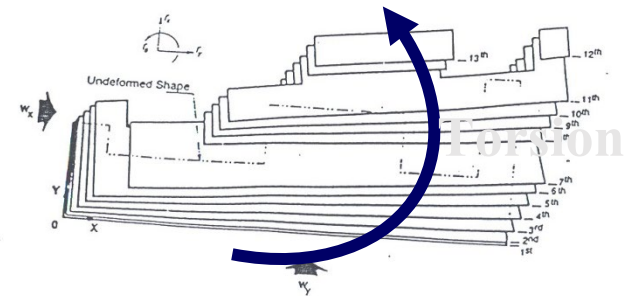
PLAN



Wind Load at Typical Frame



Analysis using 2-D Analysis

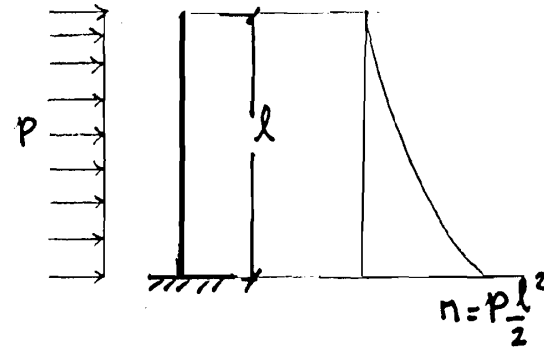
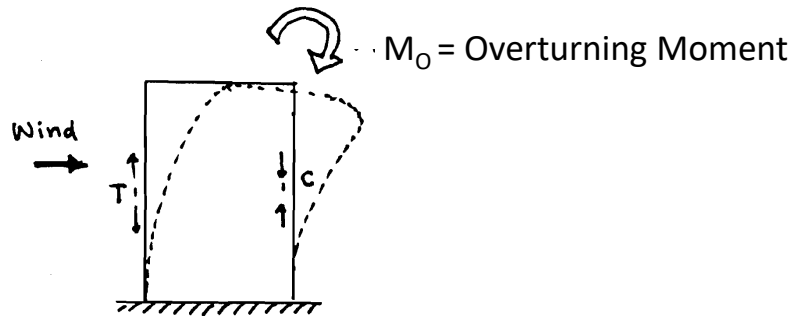


Analysis using 3-D Analysis

Wind Effect Against Building

Deflection Characteristic

a) Cantilever Bending Component (Chord Drift)



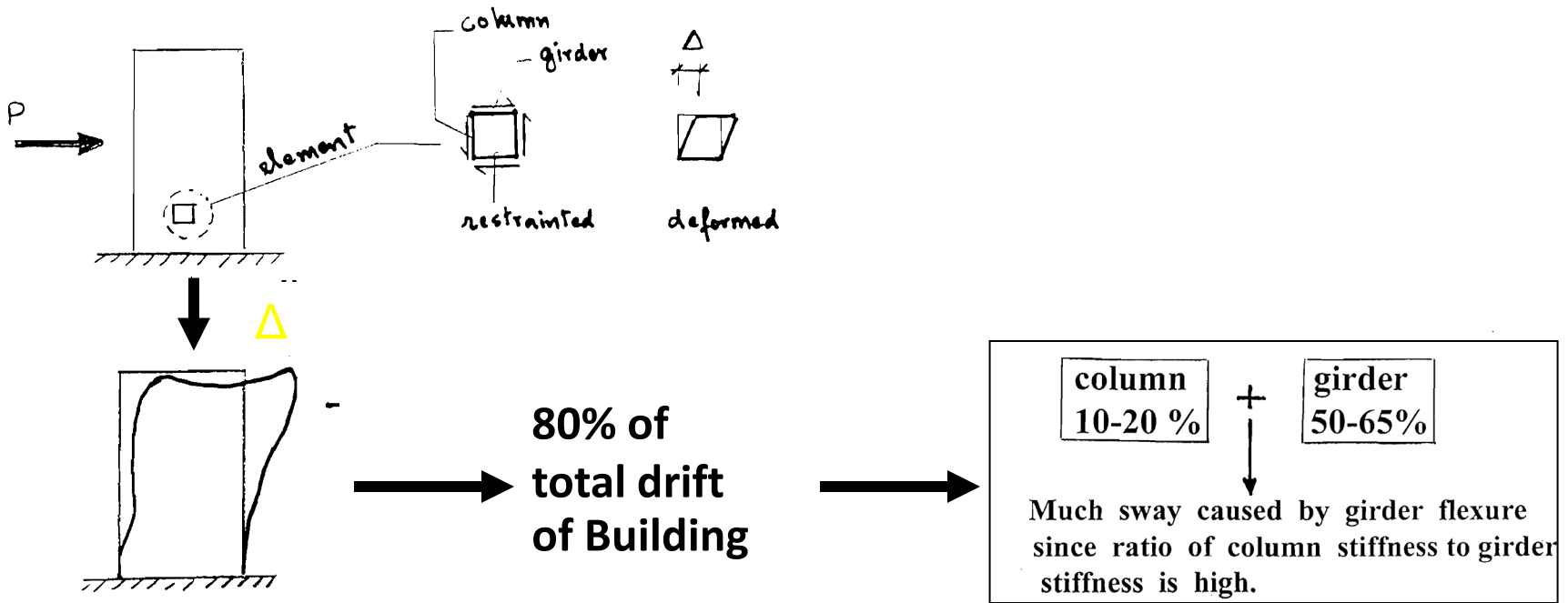
distortion (deformed)
due to



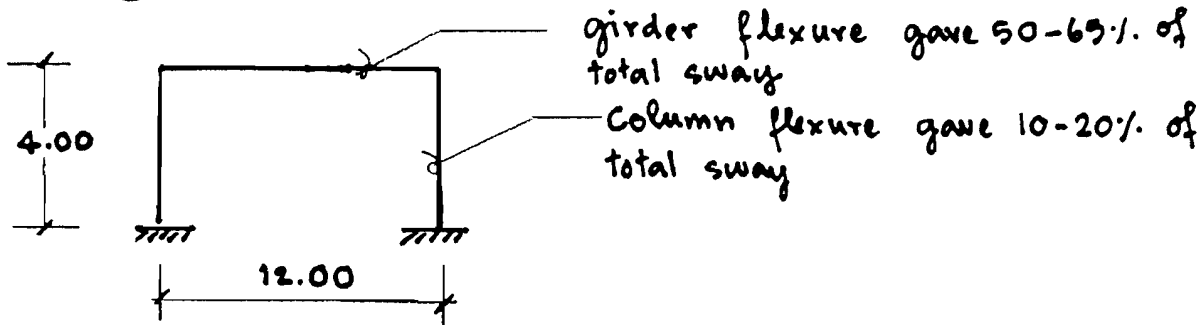
20% of
total drift
of Building

Axial deformations – Axial forces, C and T
of column

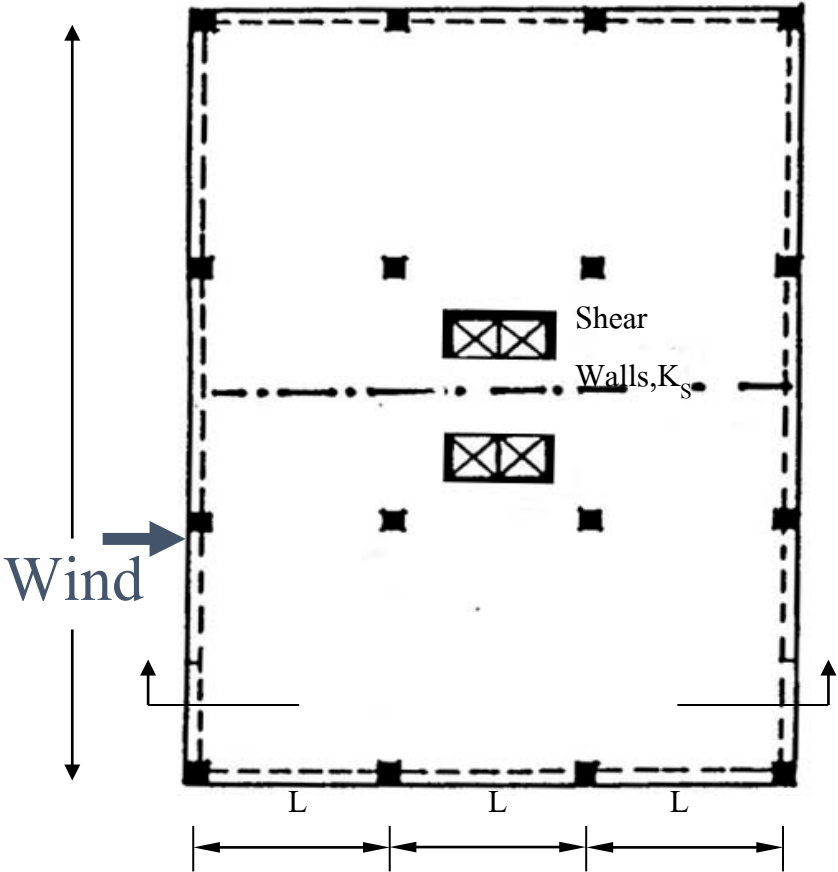
b) Shear Racking Component



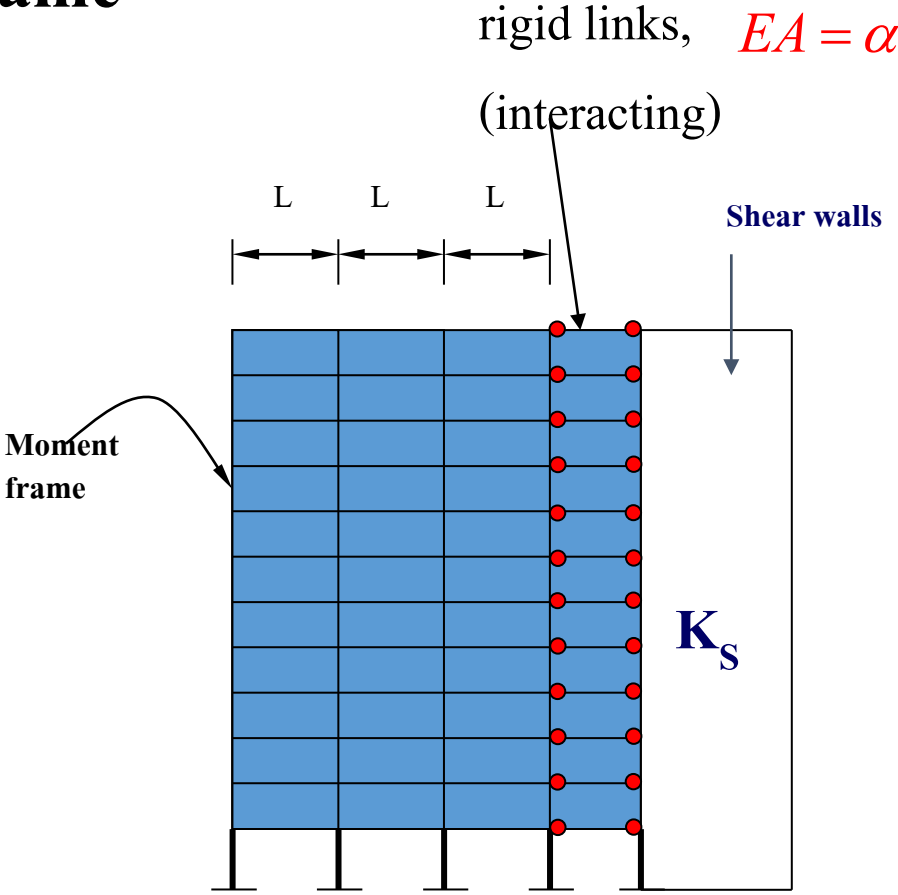
for a given frame below



Shear Wall and Rigid Frame

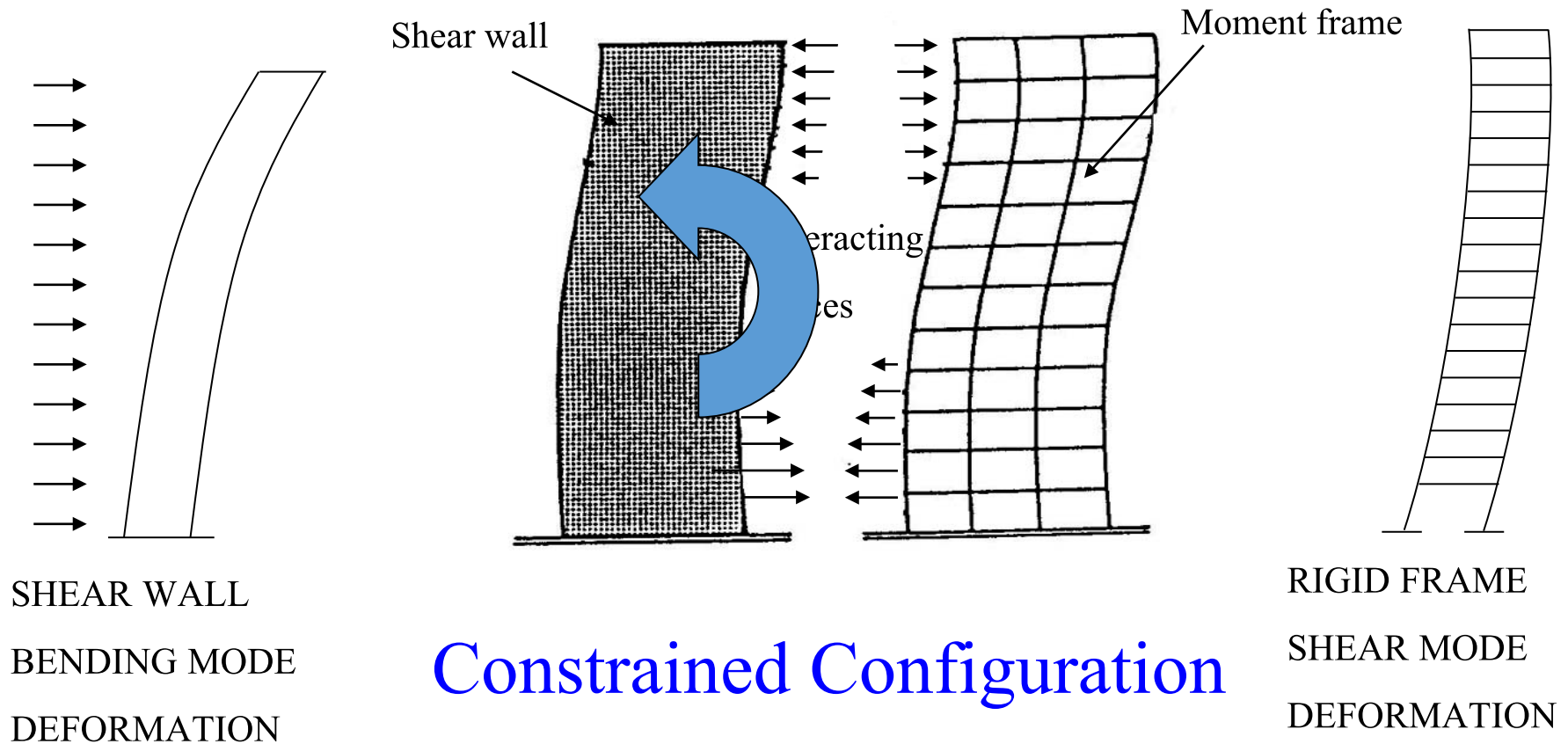


Plan



Model in Analysis

Interaction Between SHEAR WALL AND RIGID FRAME

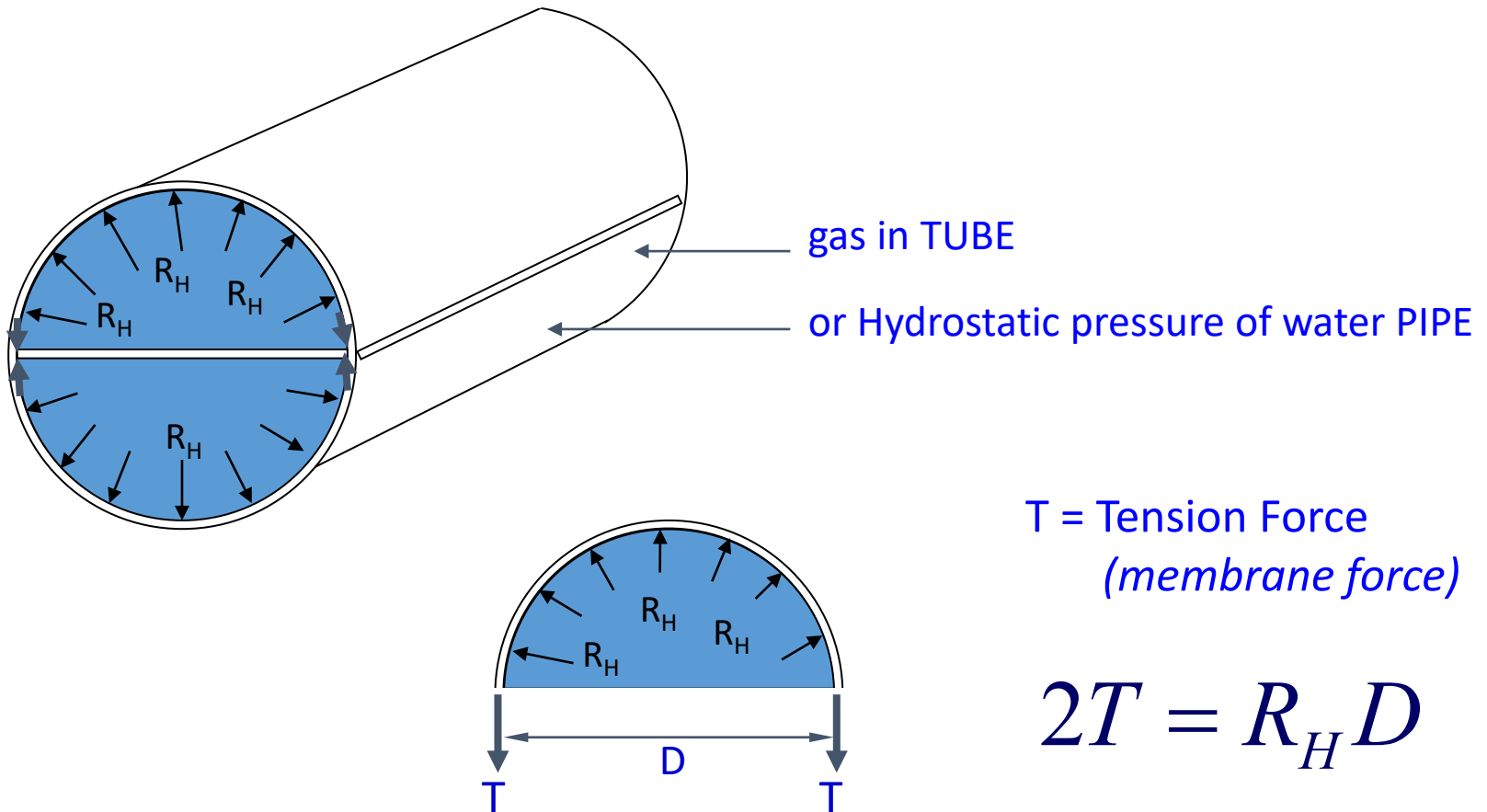


CURVED STRUCTURES

Concept

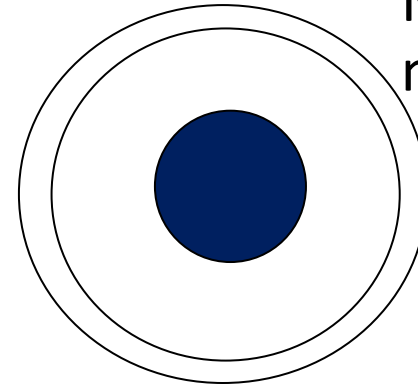
Problem of Curved Structures is encountered with the *concept of Hoop Stress* which is concerned with the *membrane force* that exerted in (along) the section of structures.

(NOT IN FLEXURE !!!!!!!)





Crack on Waste-water Treatment Plant Wall



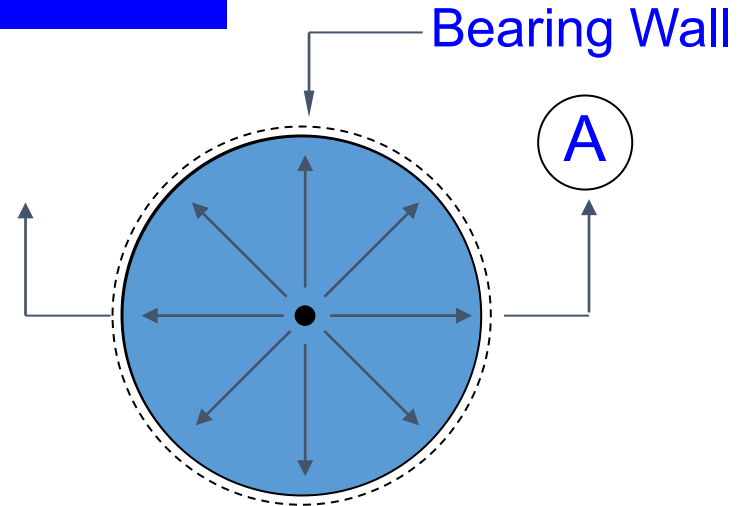
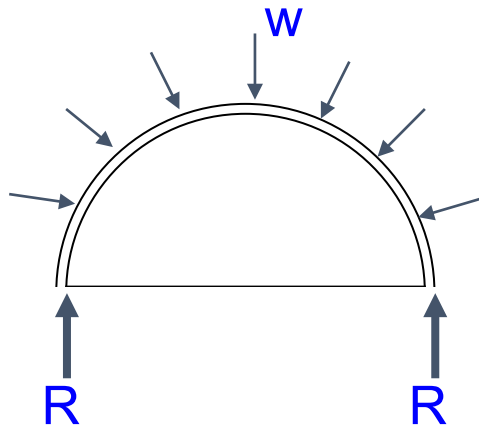
Modular ratio
method



Calculation Check : tank wall

1. Concrete strength 280 ksc, thickness was kept constant.
2. Reinforcing steel bars : SD 40
3. Calculate tensile force in wall via hoop stress.
4. Only reinforcing bars are used to resist tensile force.
5. No consideration on drying-shrinkage.

HEMISPHERICAL DOME (SHELL STRUCTURE)



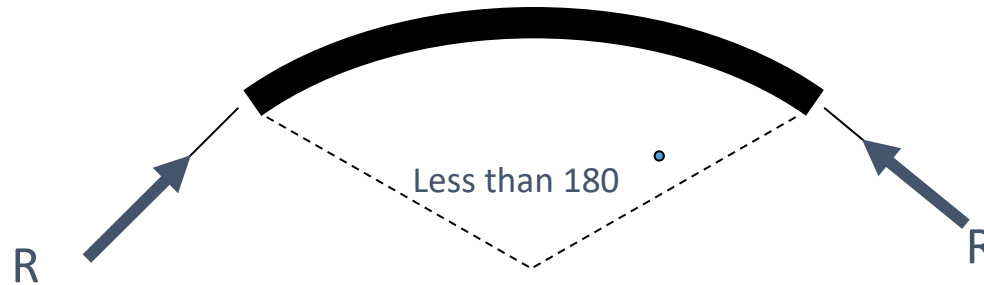
Problem of Curved Structures is encountered with the *concept of Hoop Stress* which is concerned with the *membrane force* that exerted in (along) the section of structures.

Section

- Treated as THIN (Shell) Structure
- Resultant Force **R** shall be resisted by Columns or Wall
- For hemispherical dome structures, NO LATERAL FORCES occurred.

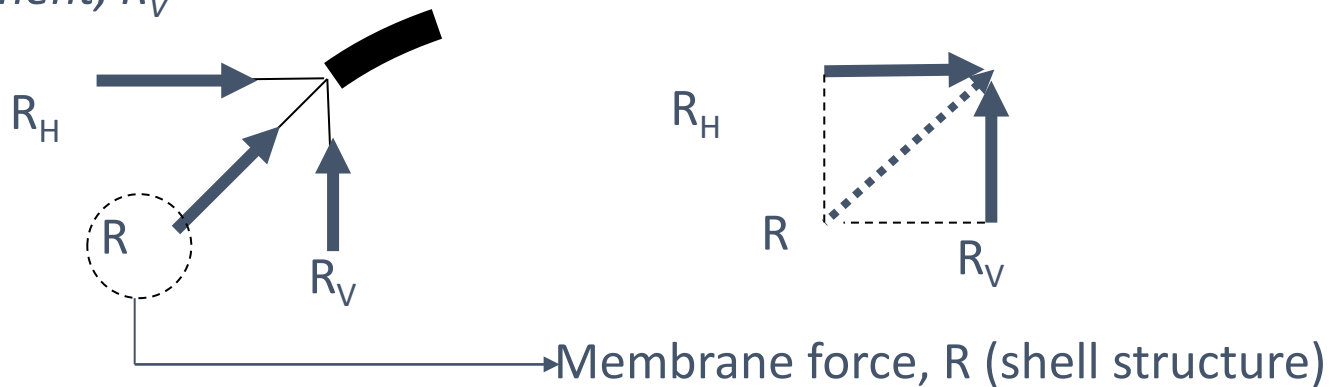
DOME

(LESS THAN HEMISPHERICAL DOME)



For the geometry of dome less than 180 degree, hence :

Membrane force, R , that exerted along the section of dome, shall be deforced to two components i.e. *horizontal component, R_H and vertical component, R_V*



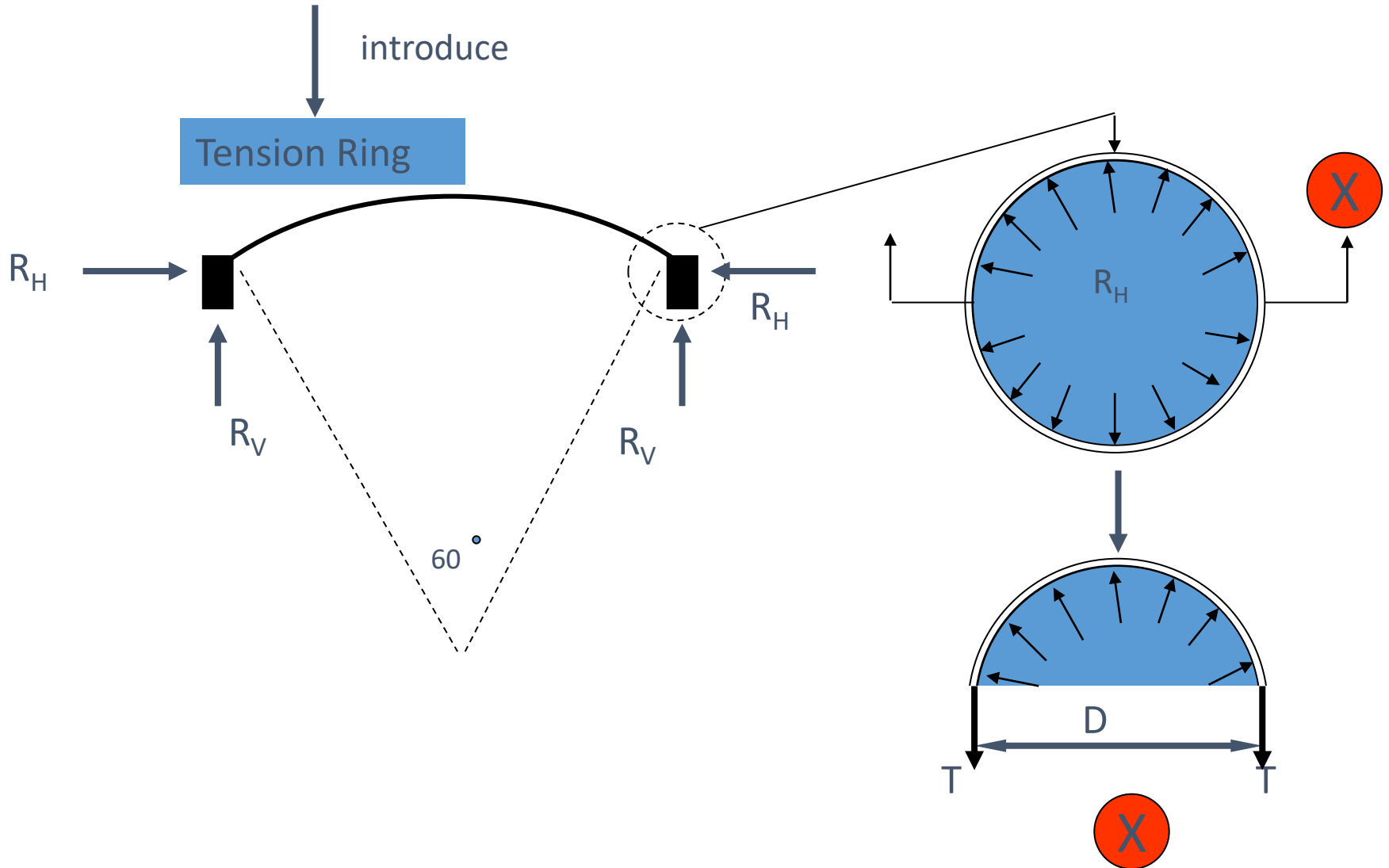
The problem then concerns with ??

How to attach with those two components : assigning Supports ???

SUPPORTS OF SHALLOW DOME STRUCTURES

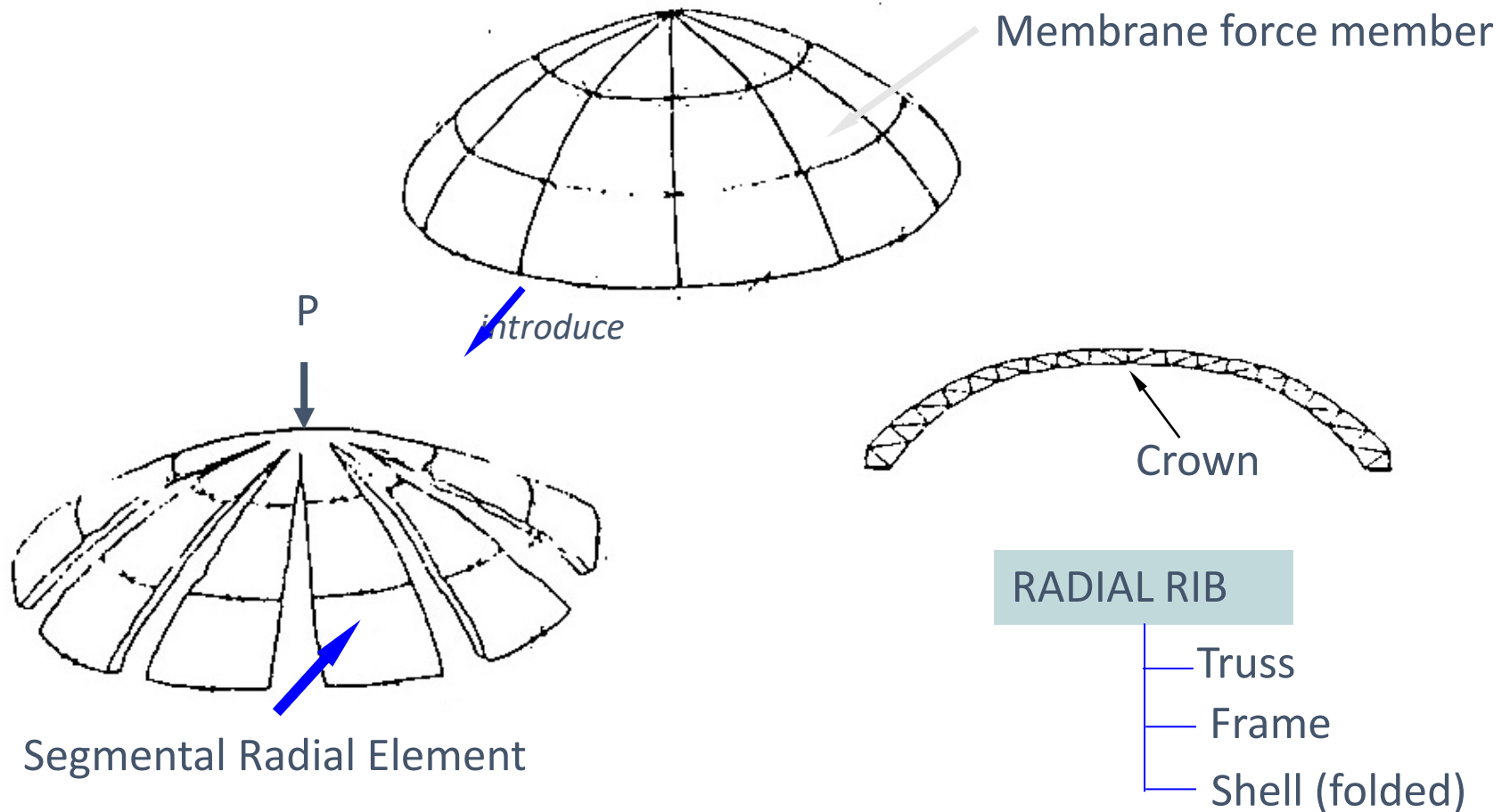
➤ Vertical Component ----- Columns / Walls

➤ Horizontal Component ----- ??????



COMPRESSION RING

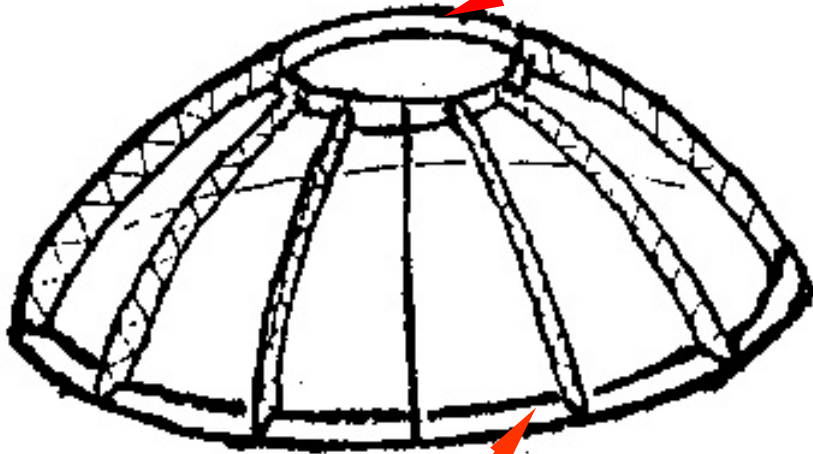
in construction of membrane force members, the complicate technique have been faced



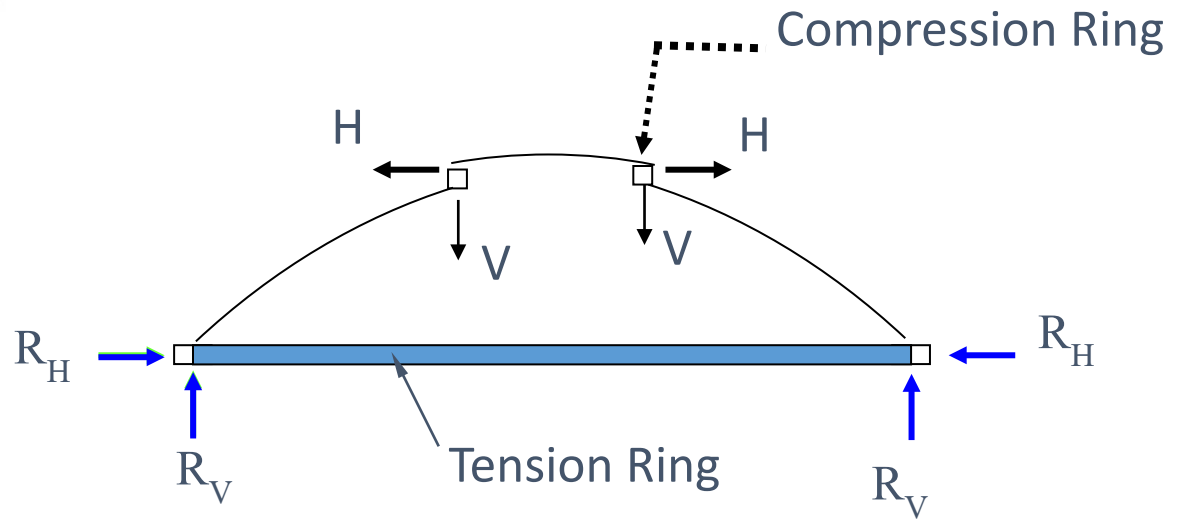
As it can be seen, there are very much congest for the upper portions of flexural elements at the crown of roof.

INTRODUCE COMPRESSION RING

Compression Ring



Tension Ring

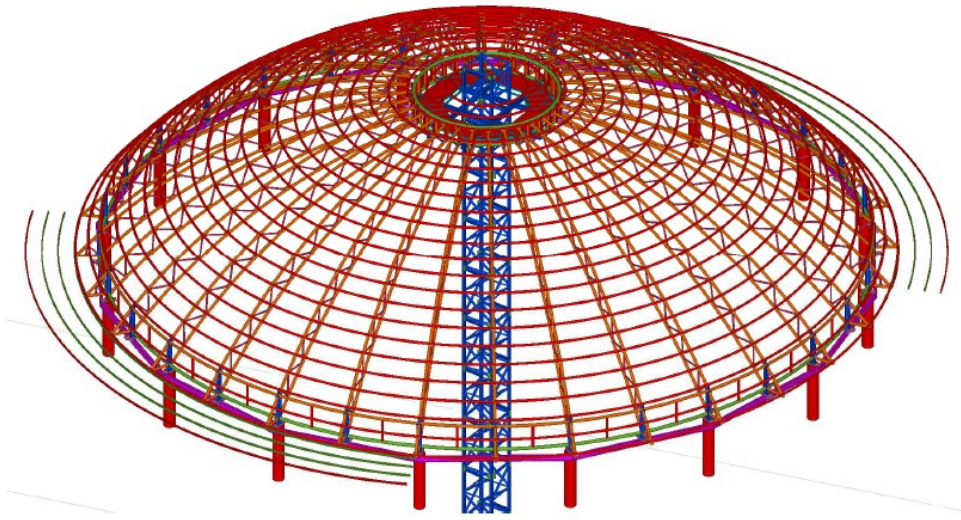


โดมที่โรงเรียน โยธินบูรณะ

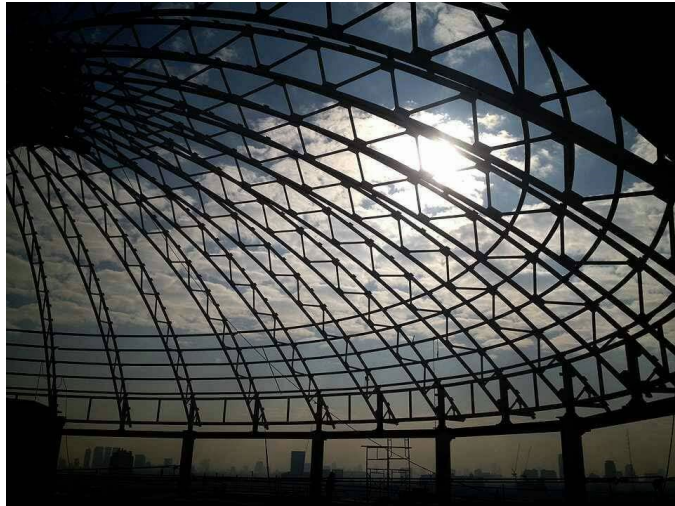
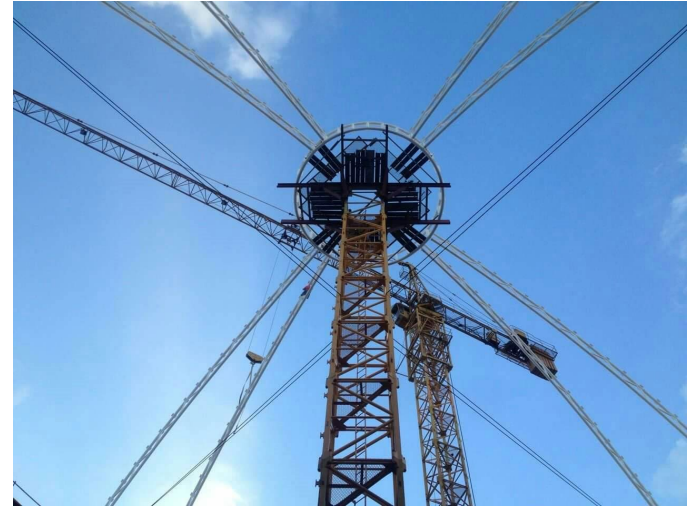


Dome
Diameter 40 m.
Depth 10.20 m.

Credit : NL Development PCL.
(Chai Sangsawai)



Construction of Bracing Dome
Central false work for
Compression Ring

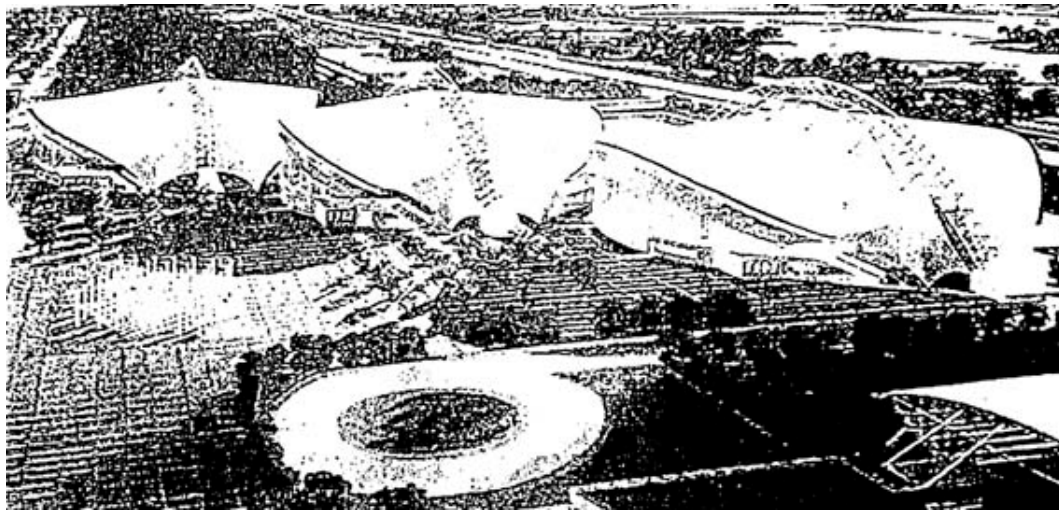


Erection of Purlins
and Metal Sheet Roofing



TU - Gymnasium - Asian Games XIII

(from Civil Eng. Magazine Mar - June 1998)



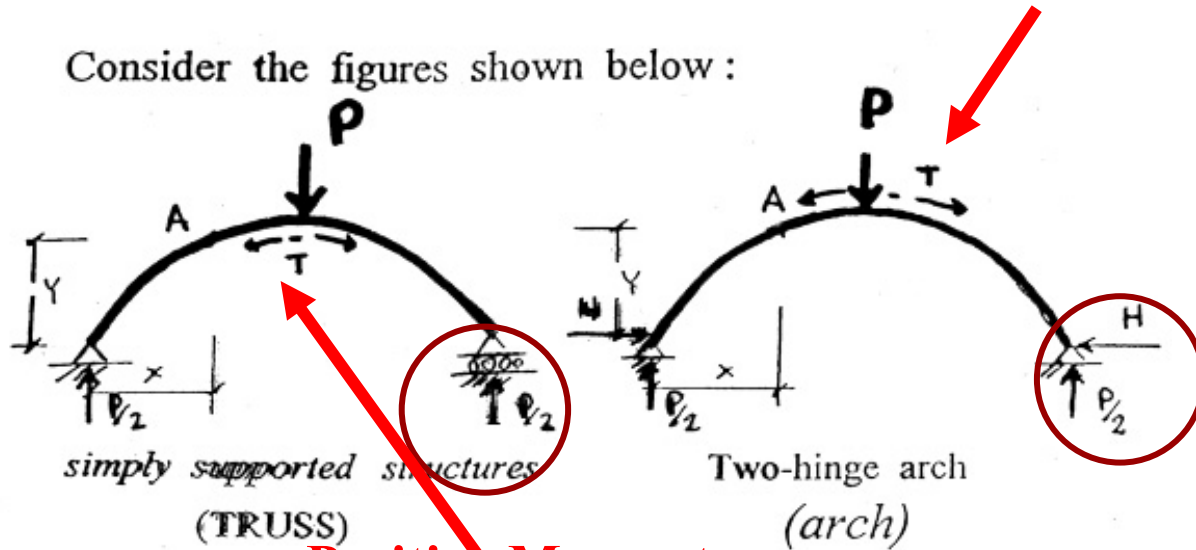
Roof System

- Main Arc (3-D members) span of 90.00 m.
- Secondary Truss (plane structure) span of 26.00 + 8.00 m.

Concept of an ARCH

In order to make the structure stronger, the aim of using the *arch structures* having the *hinge supports* is introduced.

Consider the figures shown below :



Positive Moment

for a bending moment at section A

Truss :

$$M_A = \frac{P}{2} \cdot x \quad \text{---} \quad \textcircled{A}$$

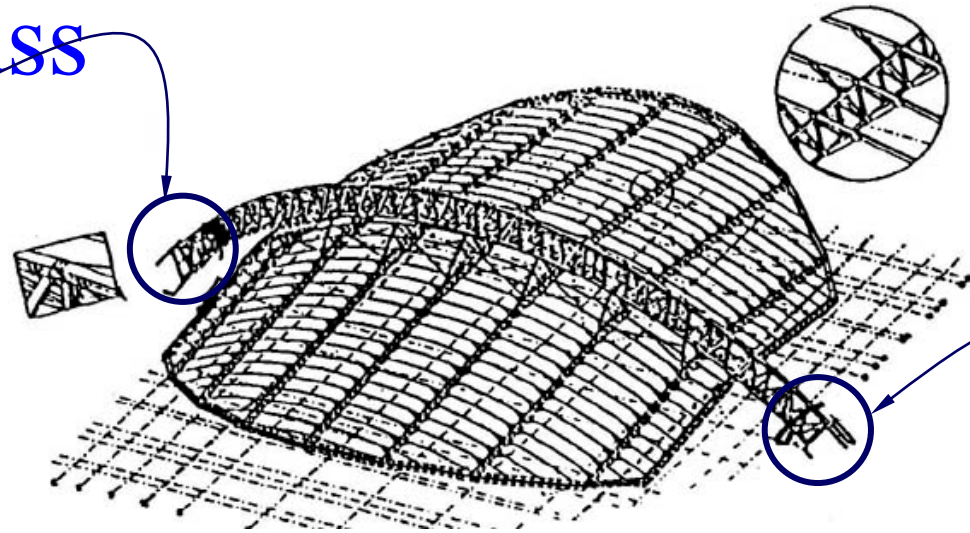
Arch :

$$M_A = \frac{P}{2} \cdot x - H \cdot y \quad \text{---} \quad \textcircled{B}$$

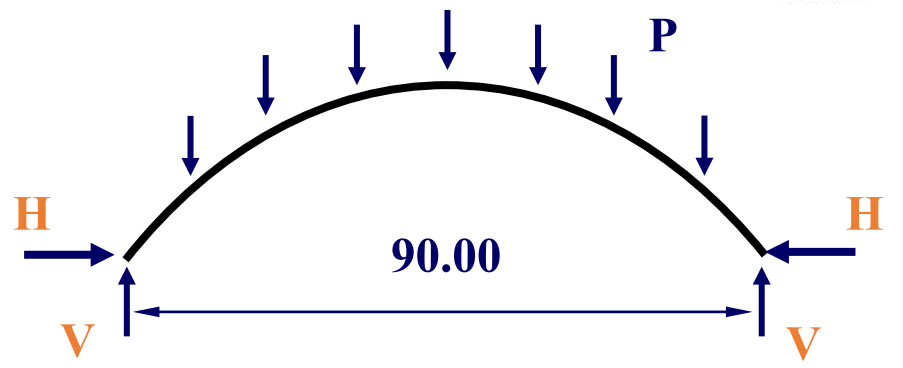
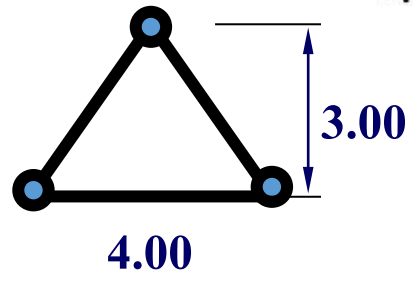
Moment at section A of arch is smaller than that of truss.

Main Truss

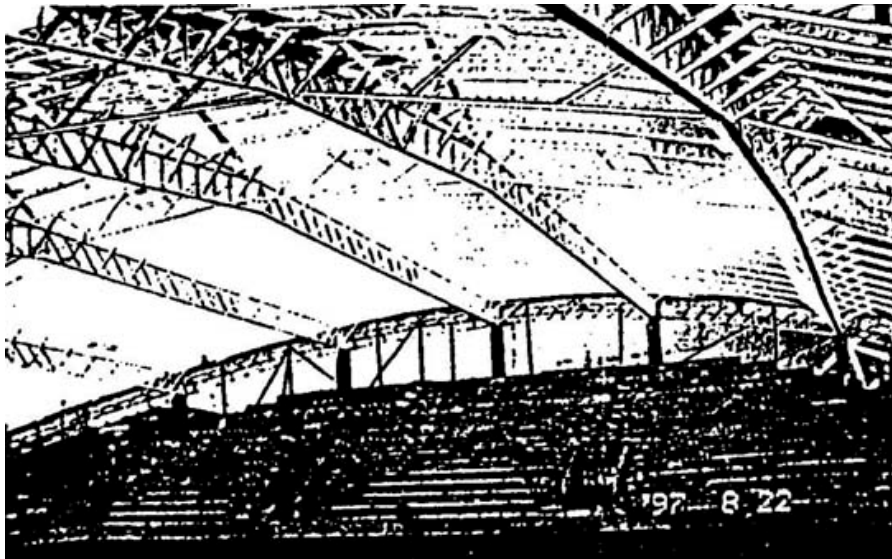
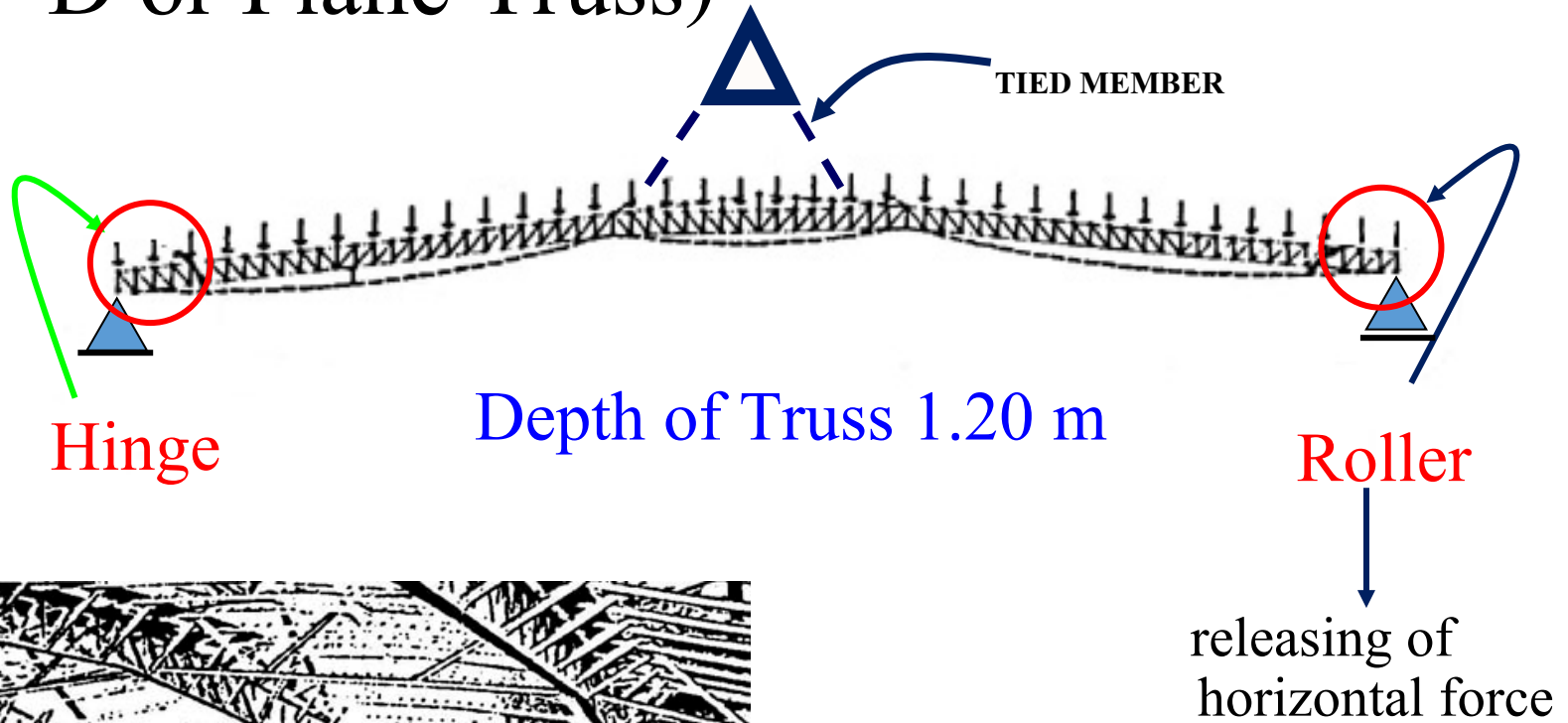
Fixed



Fixed (Hinge)



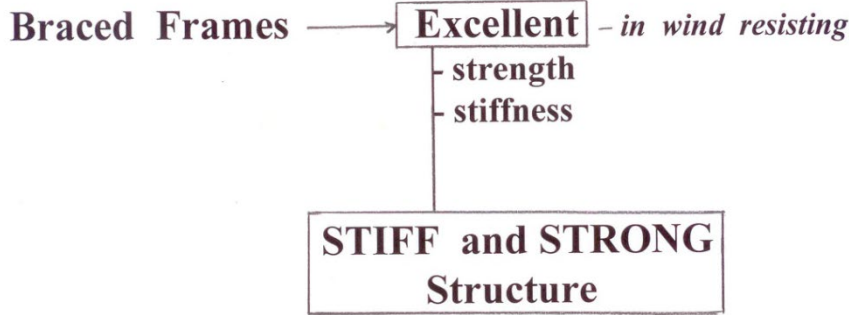
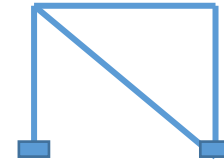
Secondary Truss (2 - D or Plane Truss)



Architect : Four Aces Consultant Co.,Ltd.
Engineers : TRKT

Eccentric Bracing System

(Prof. E.P. Popov, UC Berkeley)

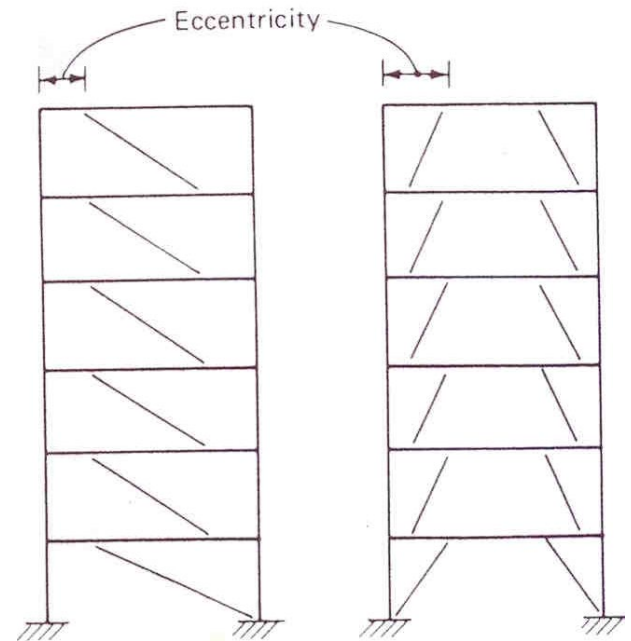


**Strong Joint
Of Braced Frame**

Energy dissipation ???

Eccentric Braced System

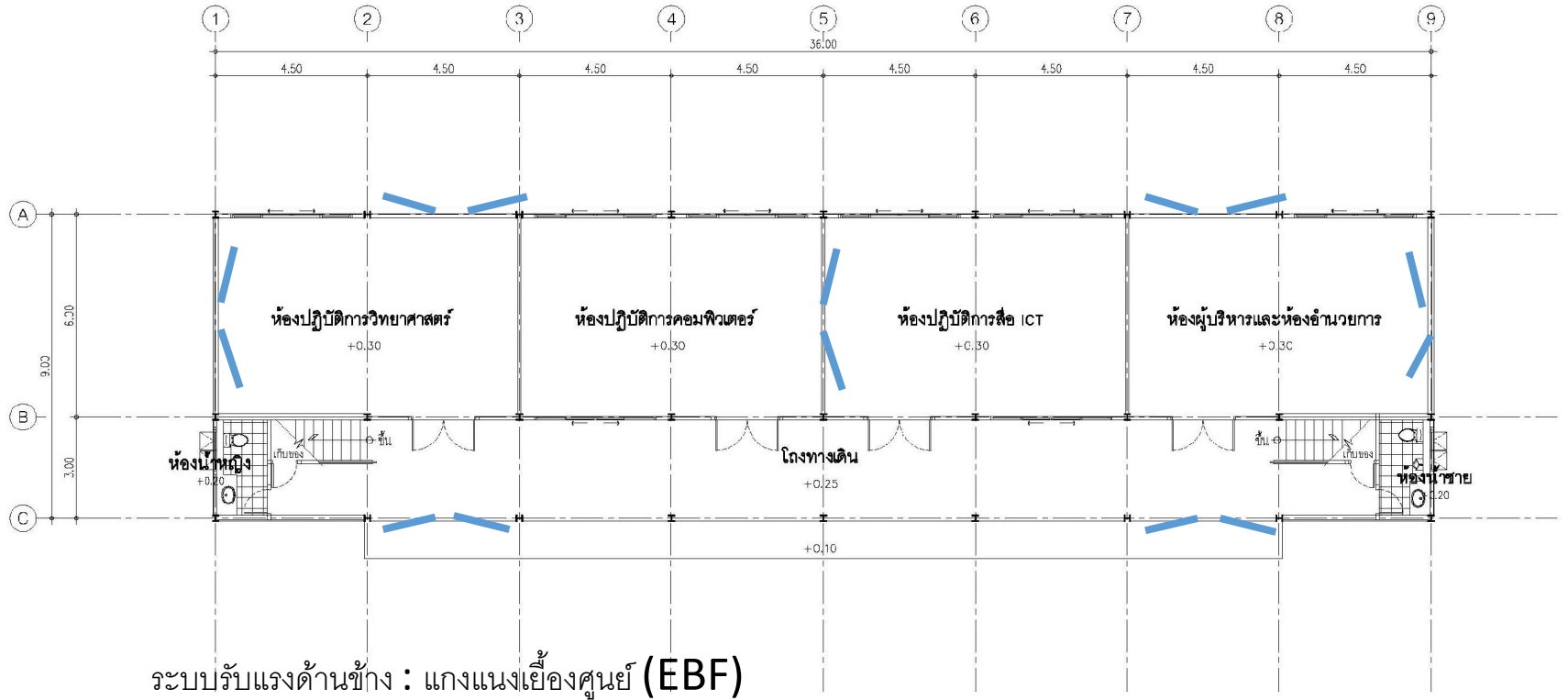
system of



- Combined strength and stiffness of braced frame and energy dissipation characteristic.
- One serve as a FUSE that limits large force from entering and causing buckling of braced frames.
- Easily erection and assembly by eccentric joints.

การคำนวณออกแบบตามสมรรถนะ

Performance Base Design

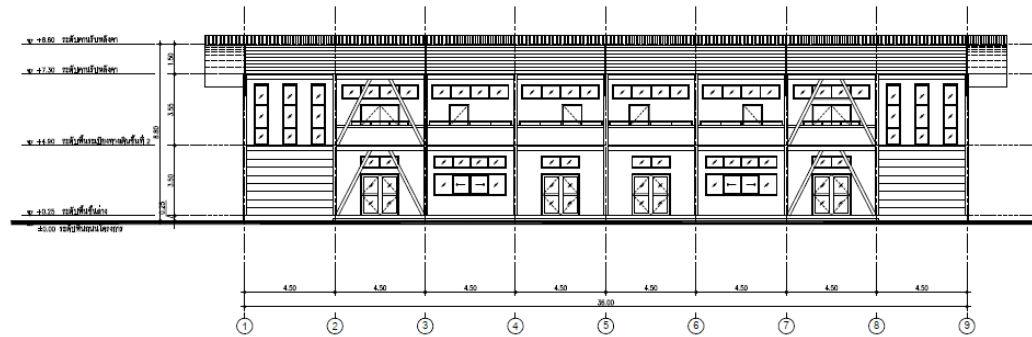


โครงการอาคารเรียนพระราชทาน ในพระอุปถัมภ์
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

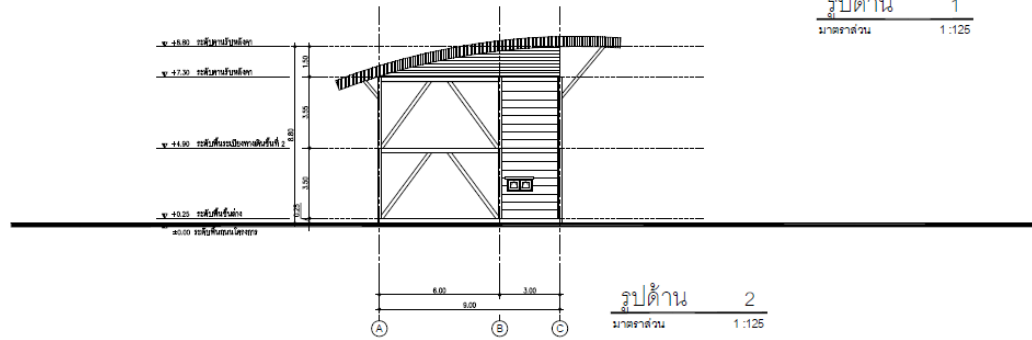
แปลนพื้นที่ ชั้น นล่าง
มาตราส่วน 1 : 125

อาคารเรียน 2 ชั้น
Steel Structures

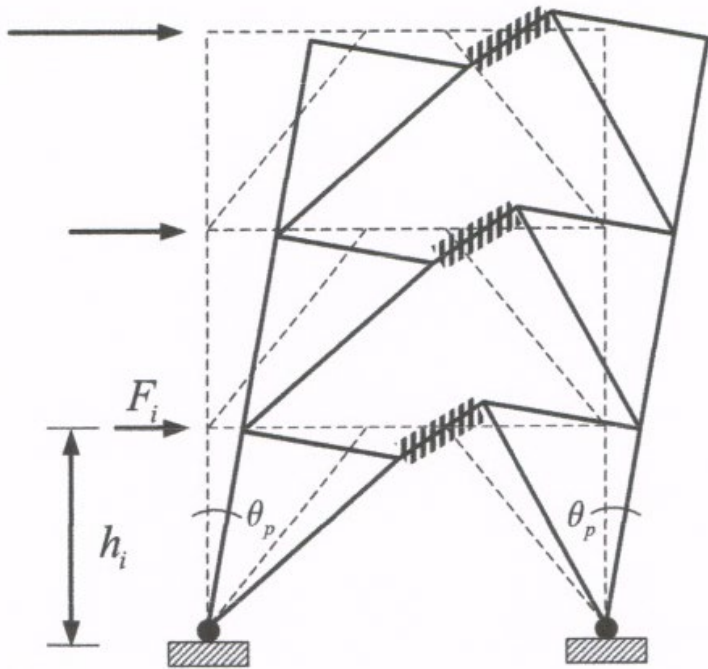




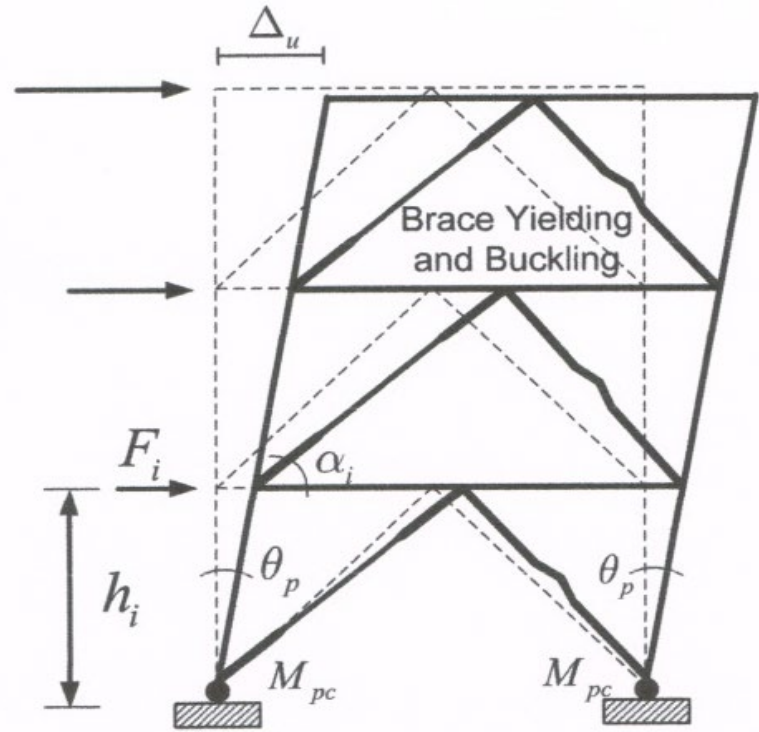
รูปด้าน 1
มาตราส่วน 1:125



รูปด้าน 2
มาตราส่วน 1:125

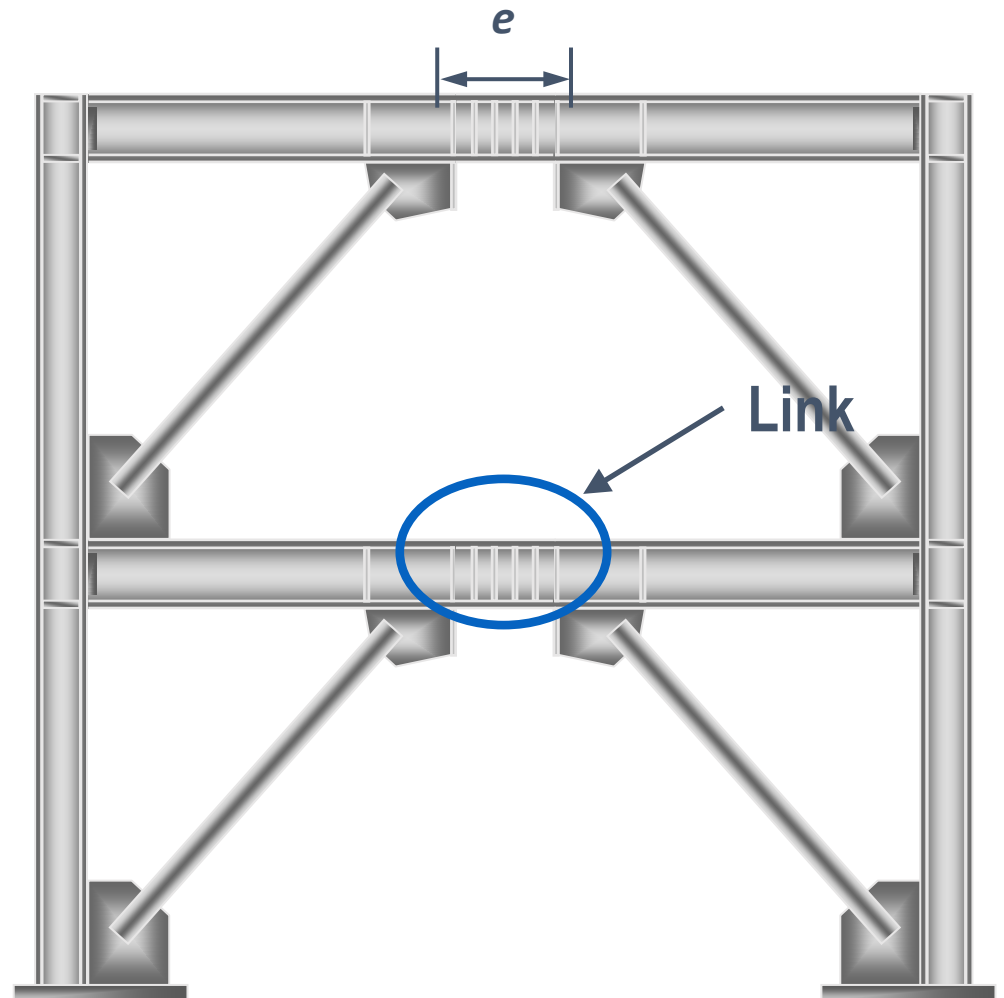
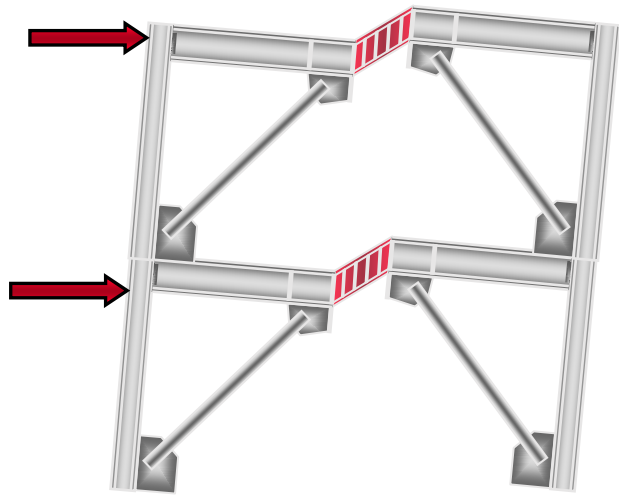


เมื่อ link เกิดคราก โครงสร้างอื่น
ไม่วิบัติ ขนาดของชิ้นส่วนอื่นคือ
ค้ำยันและคานมีขนาดตามที่ออก
แบบไว้



เมื่อรับแรงแผ่นดินไหว ค้ำยันจะแข็งแรง
มาก จนเกิดการโก่งเดาะและคราก

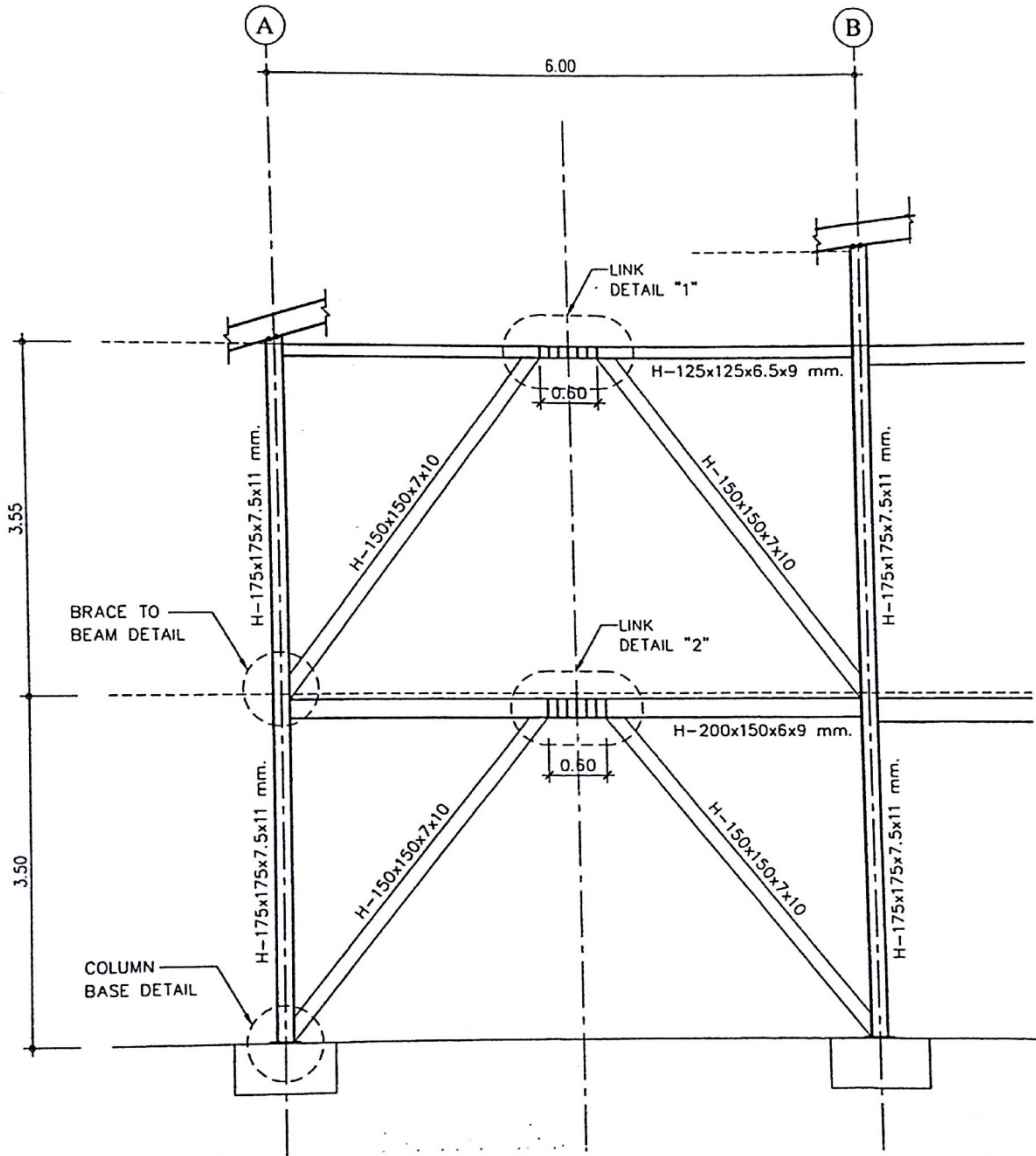
การเปรียบเทียบกลไกการครากขององค์อาคารระหว่าง EBF และ CBF



Source: AISC

EBF ที่ออกแบบ

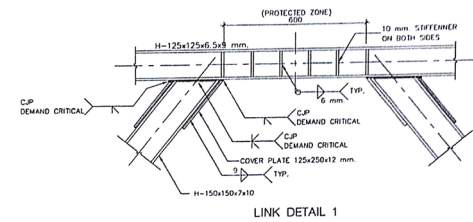
- กำหนด target drift 2%
เพื่อให้เกิดความเสียหาย
กับผนังอาคารน้อยลง
- กำหนด Shear Link
เพื่อให้บริเวณที่คราก
เพื่อสลายพลังงาน
มีปริมาณน้อยที่สุด



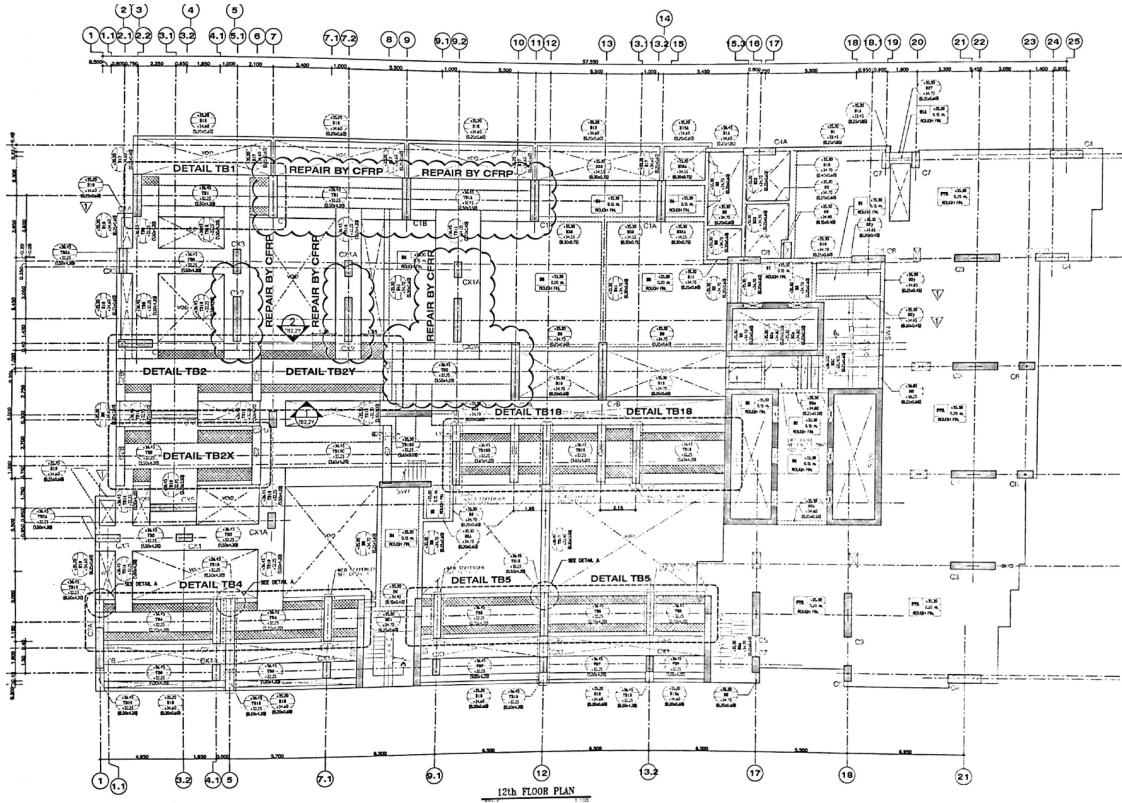
FRAMING DETAIL OF "EBF2"

หน้า 1 จาก 1

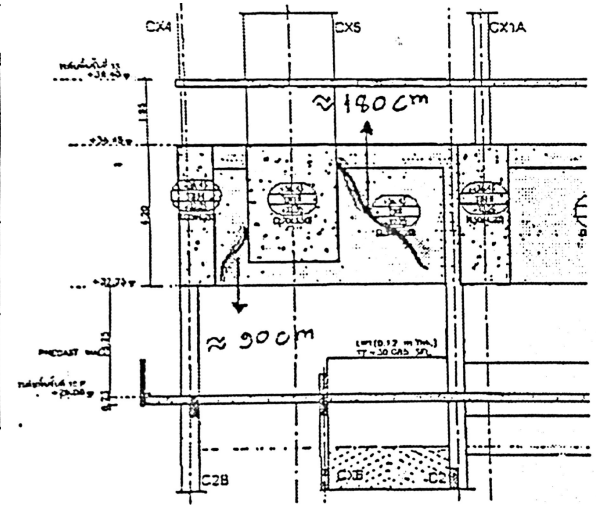
1:50



LINK DETAIL 1

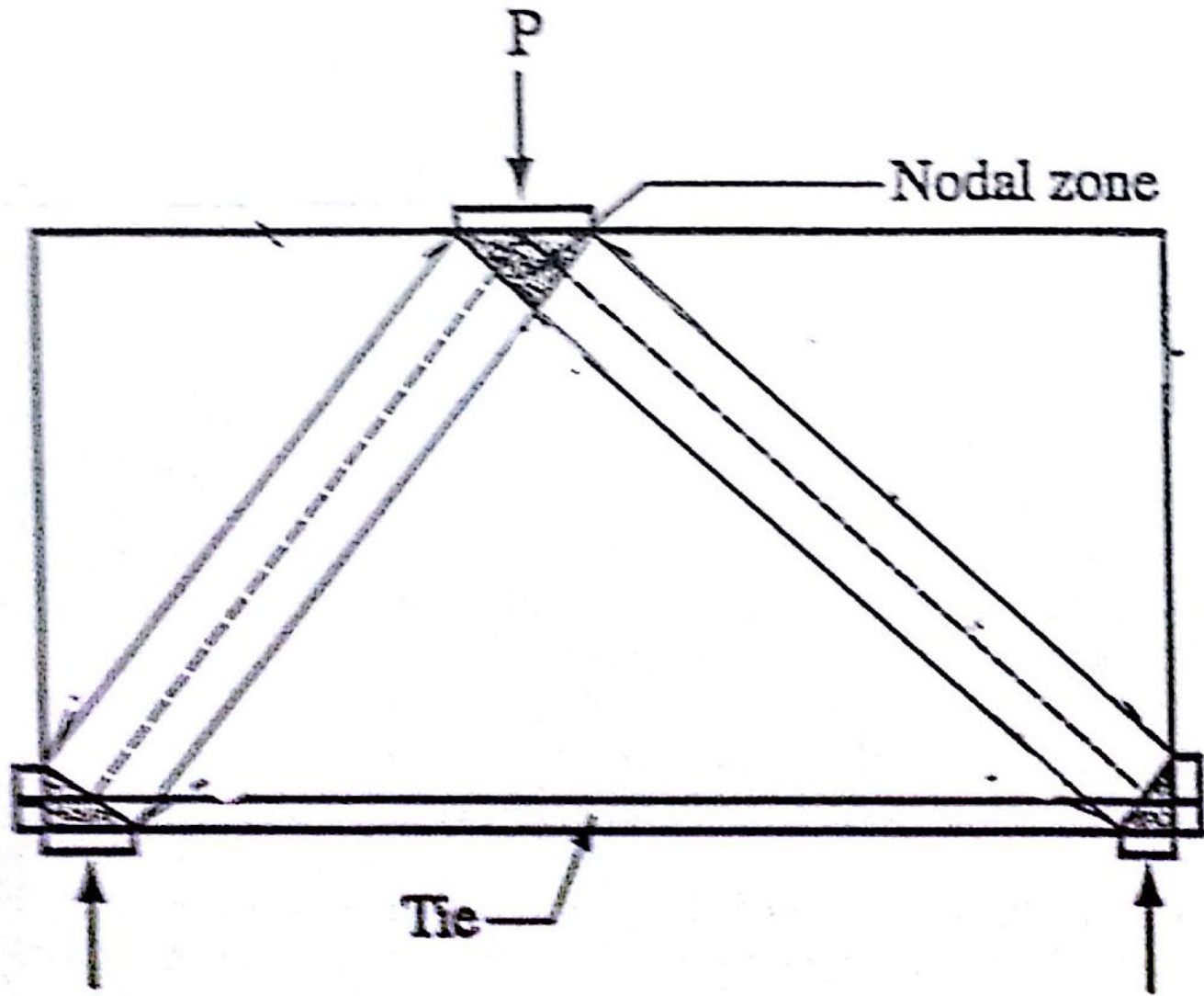


ตำแหน่งของคานถ่ายผ่านน้ำหนักรรทุกลงเสา

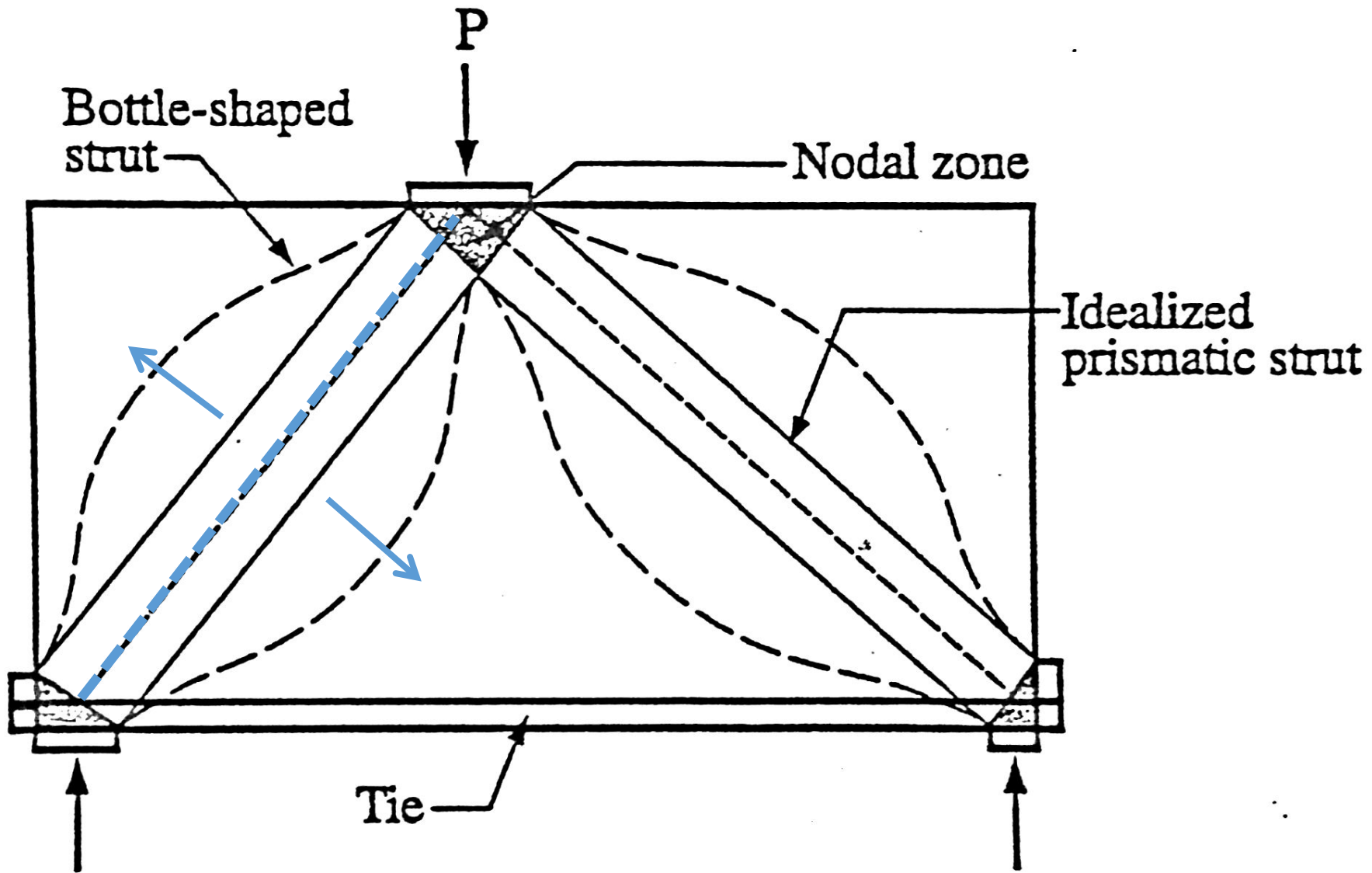


รอยแตกที่ปรากฏในคาน

การแก้ไขคานเล็กที่ถ่ายผ่านน้ำหนักรรทุกลงเสา



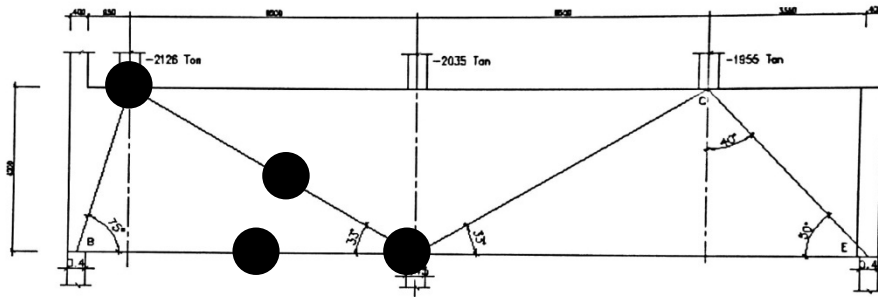
แนวคิดของแบบจำลอง ค้ำยันและตัวยึด (Strut and Tie Model)



การเสวยรูปของค้ำยันเมื่อรับแรงอัดที่ถ่ายผ่านน้ำหน้กบรทุกลงเสา

TB5

B	200 cm
H	420 cm
f_c	400 ksc
f_y	5000 ksc



P_1	2126 tons
P_2	2035 tons
P_3	1955 tons
R_1	1944 tons
R_2	2521 tons
R_3	1336 tons
$\phi V_{n,max}$	3220 tons

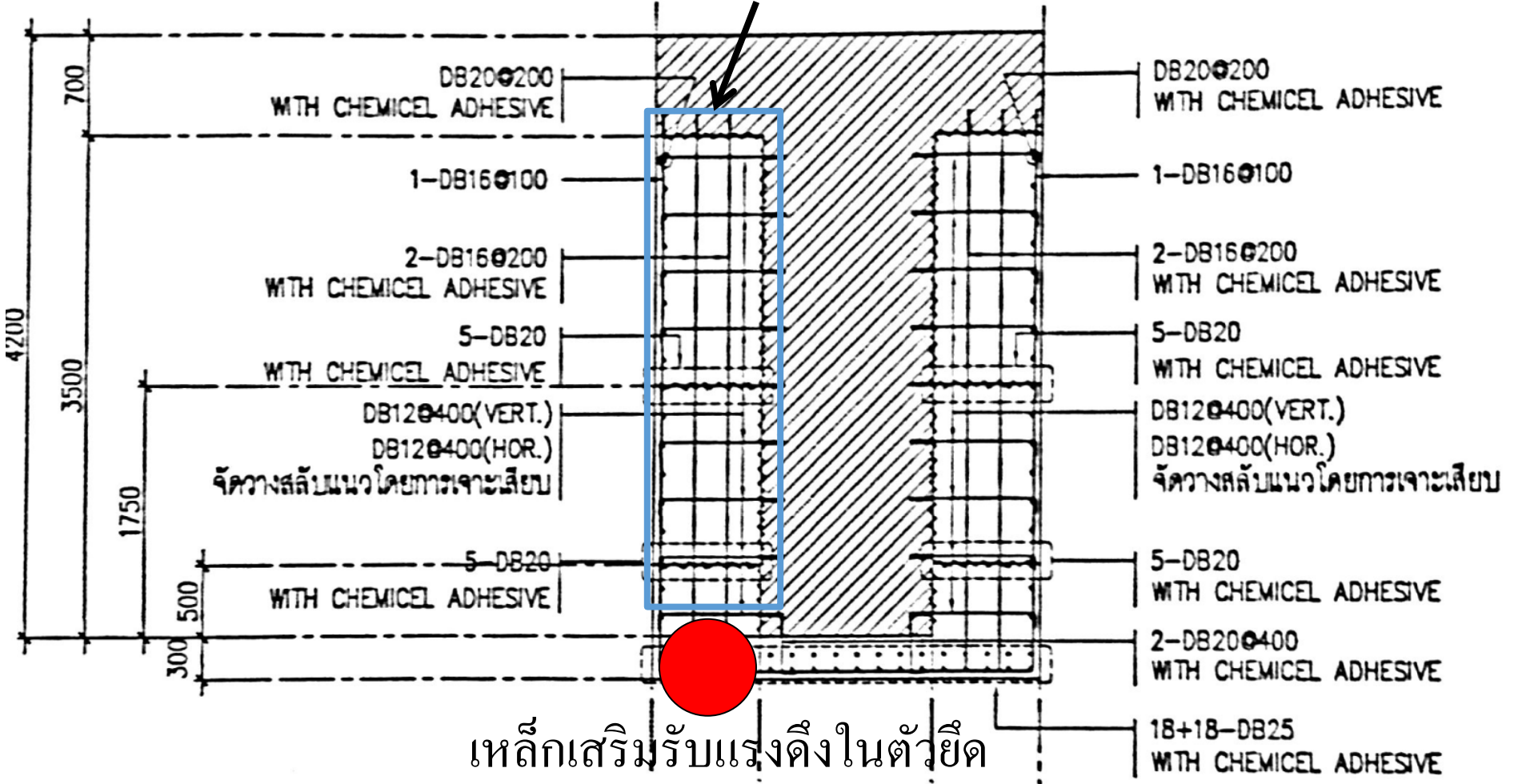
แรงภายในโครงข้อหมุน

F_{AB}	-2013 tons
F_{AC}	-42 tons
F_{CD}	-1178 tons
F_{DE}	541 tons
F_{BD}	141 tons

เกณฑ์การคำนวณออกแบบ

1. ขนาดและกำลังอัดของค้ำยัน ที่รับถ่ายจากน้ำหนักบรรทุกทุกลงเสา
2. ขนาดและกำลังดึงของตัวยึด ที่สมดุลกับแรงอัดในค้ำยันที่คำนวณ
3. ขนาดและกำลังของโครงสร้างที่จุดต่อต่าง ๆ

ตะแกรงเหล็กรับแรงอัดในค้ำยัน



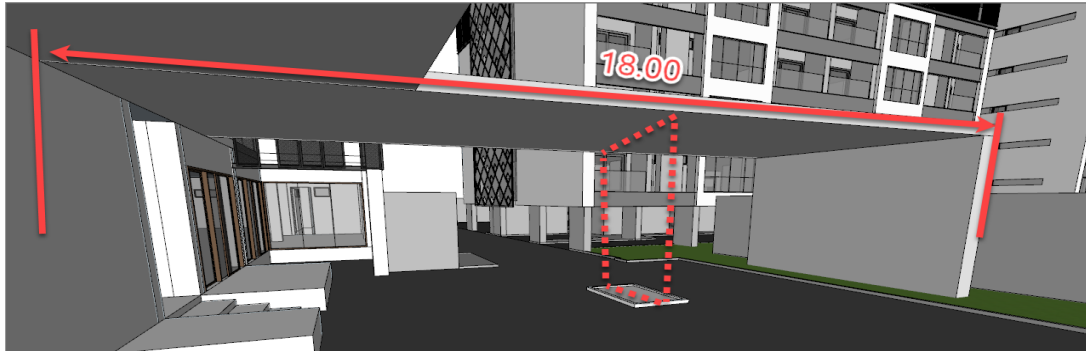
เหล็กเสริมรับแรงดึงในค้ำยัน

การออกแบบเสริมกำลังคานถ้ำผ่านน้ำหนักบรรทุกทุกองศา

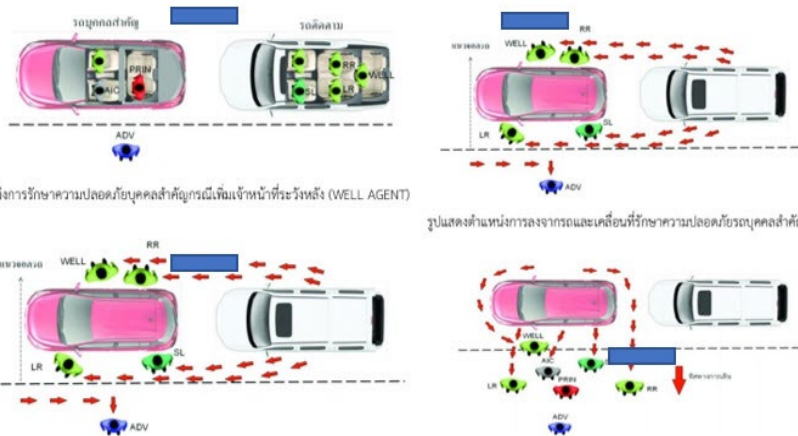


ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒

อาคาร C แก้ไขเพิ่มความยาวช่วงพาด จาก ๙ เมตร เป็น ๑๘ เมตรโดยการตัดเสาตรงกลางออก



VVIP และ VIP



รายงานของ คุณวิโรจน์ ลิขนะเอียร

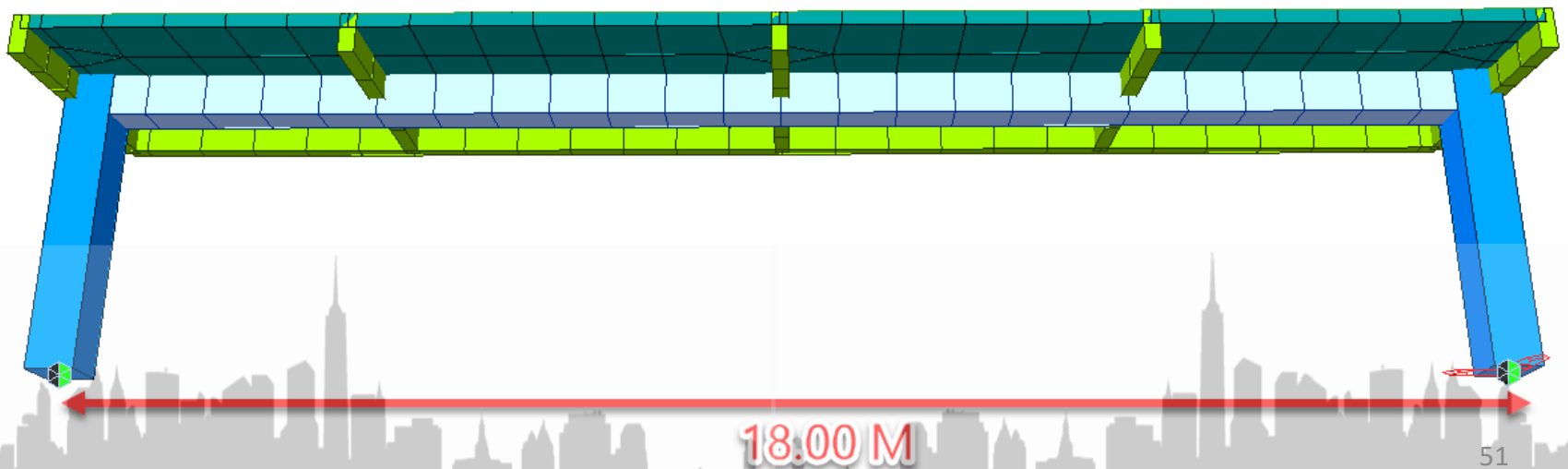


ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒

การจำลองโครงสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนการดำเนินการแก้ไข

- จำลองแบบโครงสร้างในการคำนวณส่วนต่างๆโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ อาศัยหลักการ FEM และ rigid frame structure เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมการถ่ายแรง และการกระจายตัวของน้ำหนักบรรทุกของโครงสร้างอาคาร

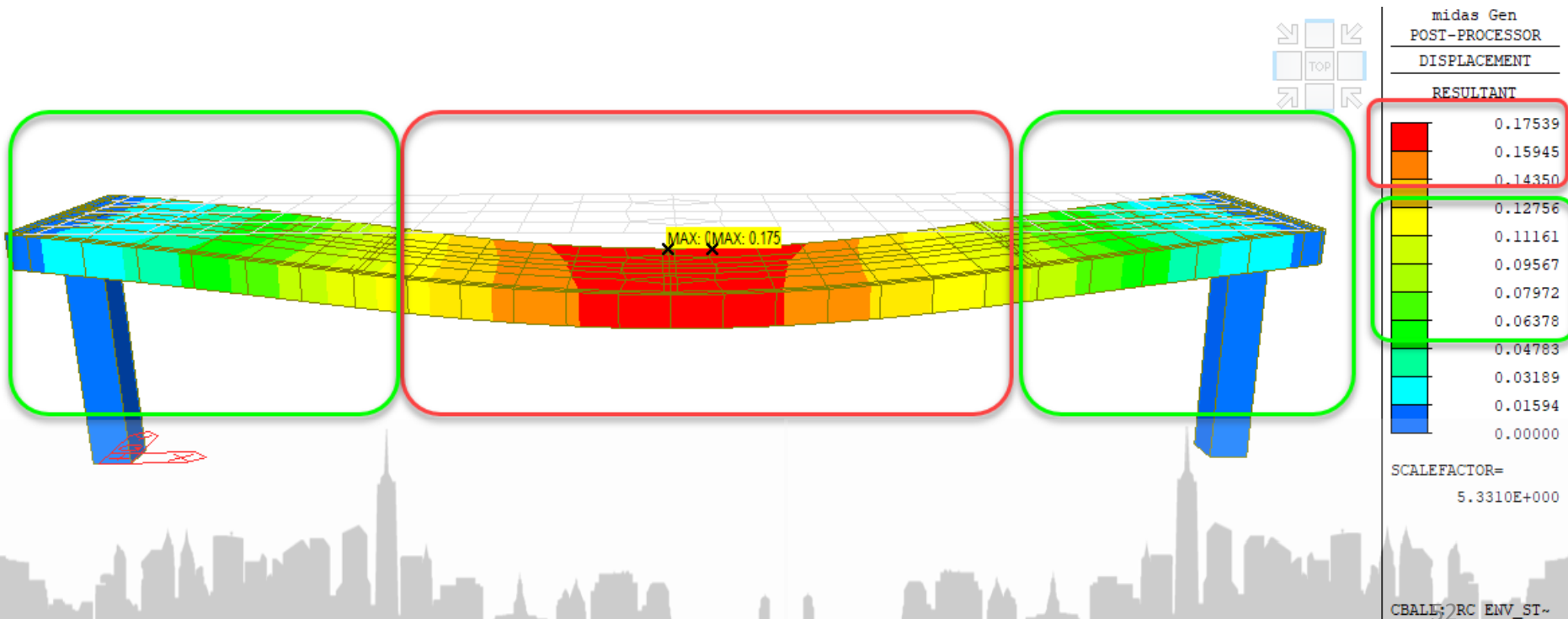




ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒

อาคาร C แก้ไขเพิ่มความยาวช่วงพาด จาก ๙ เมตร เป็น ๑๘ เมตรโดยการตัดเสาตรงกลางออก

เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ พบปัญหาการโก่งตัวที่ไม่น่าพึงพอใจภายหลังการวิเคราะห์โครงสร้างมีค่ามากถึง 175 มม. $> L/360 = 50$ มม. “NO-OK” ที่มากกว่าขีดจำกัดการแอ่นตัว วสท.1008-38 (ข้อจำกัดของ RC. คือ Serviceability)





ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒

การแก้ไขโครงสร้างคานช่วงยาวมาก ๑๘ ม. พิจารณาการใช้คอนกรีตอัดแรงร่วมกับคอนกรีตเสริมเหล็ก

ได้เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียแต่ละวิธีแล้ว จึงได้เสนอทางเลือก Post-Tension Beam

เป็นวิธีการก่อสร้างที่สามารถทำได้โดยมีทรัพยากร อาคาร A และ B ที่ยังคงมีการใช้ลวดอัดแรงอยู่ระหว่างก่อสร้าง และ เป็นการทำงานที่ไม่ขัดต่อรูปแบบที่ทางผู้ออกแบบได้กำหนดไว้ นับว่าเป็นแนวทางที่ประหยัด และ ปลอดภัยที่สุดเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา



การแก้ปัญหาการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกให้กับสะพานโดยใช้ External Post-Tension Beam

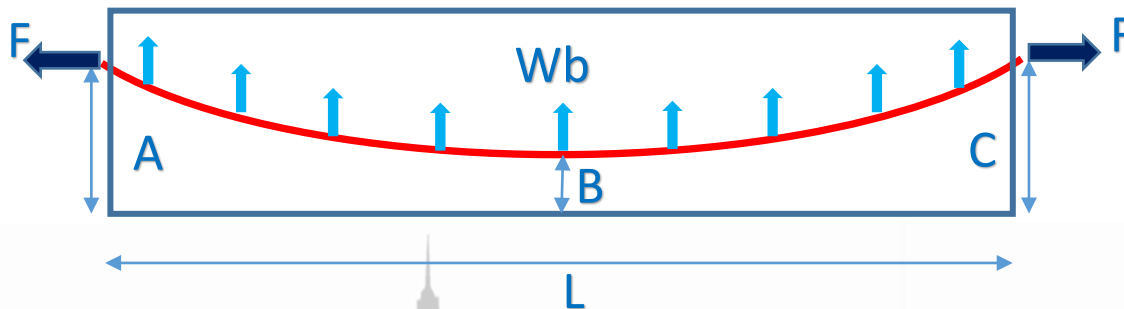


ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒

ทฤษฎีคอนกรีตอัดแรง เพื่อพิจารณาผลของการยกตัว (CAMBER) ของคานช่วงยาวมาก

ขั้นตอนการดำเนินการแก้ไข

- ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการ ทำ Post-Tension Beam เพื่อแก้ไขปัญหาจากรูปแบบที่ใช้ทั่วไปในการติดตั้งร่วมกับคาน คสล.โดยนำแนวความคิดที่ใช้ลวดอัดแรงในการแก้ไขปัญหาคานโก่งตัวจากการใช้งาน Serviceability เท่านั้น (ไม่เสริมกำลังความแข็งแรงของคาน คสล.)



$$F^*e = \frac{Wb * L^2}{8}$$

$$Wb = \frac{8 * F^*e}{L^2}$$

$$\text{เมื่อ } e = \frac{(A+C)}{2} - B$$

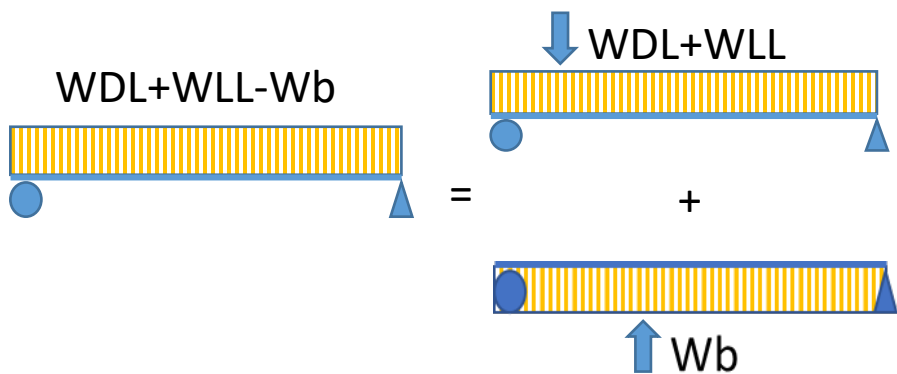


ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒

ทฤษฎีคอนกรีตอัดแรง เพื่อพิจารณาผลของการยกตัว (CAMBER) ของคานช่วงยาวมาก

ขั้นตอนการดำเนินการแก้ไข

- ขั้นตอนที่ 2 ประมาณการน้ำหนักเพื่อหาแรงยกชดเชยจากน้ำหนักบรรทุกทุกตายตัว



ตามมาตรฐาน ACI 318-99 และ วสท. 1008-38

(ข้อ 13.1)

รายละเอียดการประเมินน้ำหนักบรรทุก

$$WDL = 3.5 \text{ ton/m}$$

$$WLL = 0.35 \text{ ton/m}$$

$$WDL+WLL = 3.85 \text{ ton/m}$$

$$\Delta L/360 = 0.05 \text{ m. (L=18 m.)}$$

$$\Delta = 5 (WDL+WLL-Wb) * L^4 / 384 * E * I.$$

$$Wb = 69.06 \text{ ton (1 Strand = 11 tons)}$$

***** Strand = 6 PCS *****

ชนิดขององค์อาคาร	การแอ่นตัวที่ต้องพิจารณา	ขีดจำกัด ¹⁾ การโก่งตัว
หลังคาราบที่ไม่รองรับหรือยึดติดกับชิ้นส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้างซึ่งคาดว่าจะเกิดความเสียหายเนื่องจากการแอ่นตัวมาก	การแอ่นตัวที่เกิดขึ้นทันทีเนื่องจากน้ำหนัก	L/180
พื้นซึ่งไม่รองรับหรือไม่ติดกับชิ้นส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้างซึ่งคาดว่าจะเกิดความเสียหายเนื่องจากการแอ่นตัวมาก	บรรทุกจร	L/360



ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒

อาคาร C ที่แก้ไขเพิ่มความยาวช่วงพาด จาก ๙ เมตร เป็น ๑๘ เมตรโดยการตัดเสาตรงกลางออก

จำลองโครงสร้างโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขปัญหาการตกท้องช้างโดยใช้กลุ่มเส้นลวดอัดแรงจำนวน 2 กลุ่ม รวม 6 เส้น โดยมีแรงดึงเส้นละ 11 ตัน ตามหลัก Balancing Load of Pre-Stressed Force ที่ได้คำนวณไว้เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของ Serviceability

The screenshot shows the MIDAS/Gen software interface. The main window displays a structural model of a beam with five supports. The beam is divided into four equal segments, each labeled with a value of 69.1. The beam is supported by two columns on the left and right. The software interface includes a menu bar at the top, a toolbar, and a tree menu on the right. A red box highlights the 'Load' menu, and another red box highlights the 'Tension' and 'Drape (parabolic)' parameters. A third red box highlights the 'Loads' section of the 'Tension' dialog box.

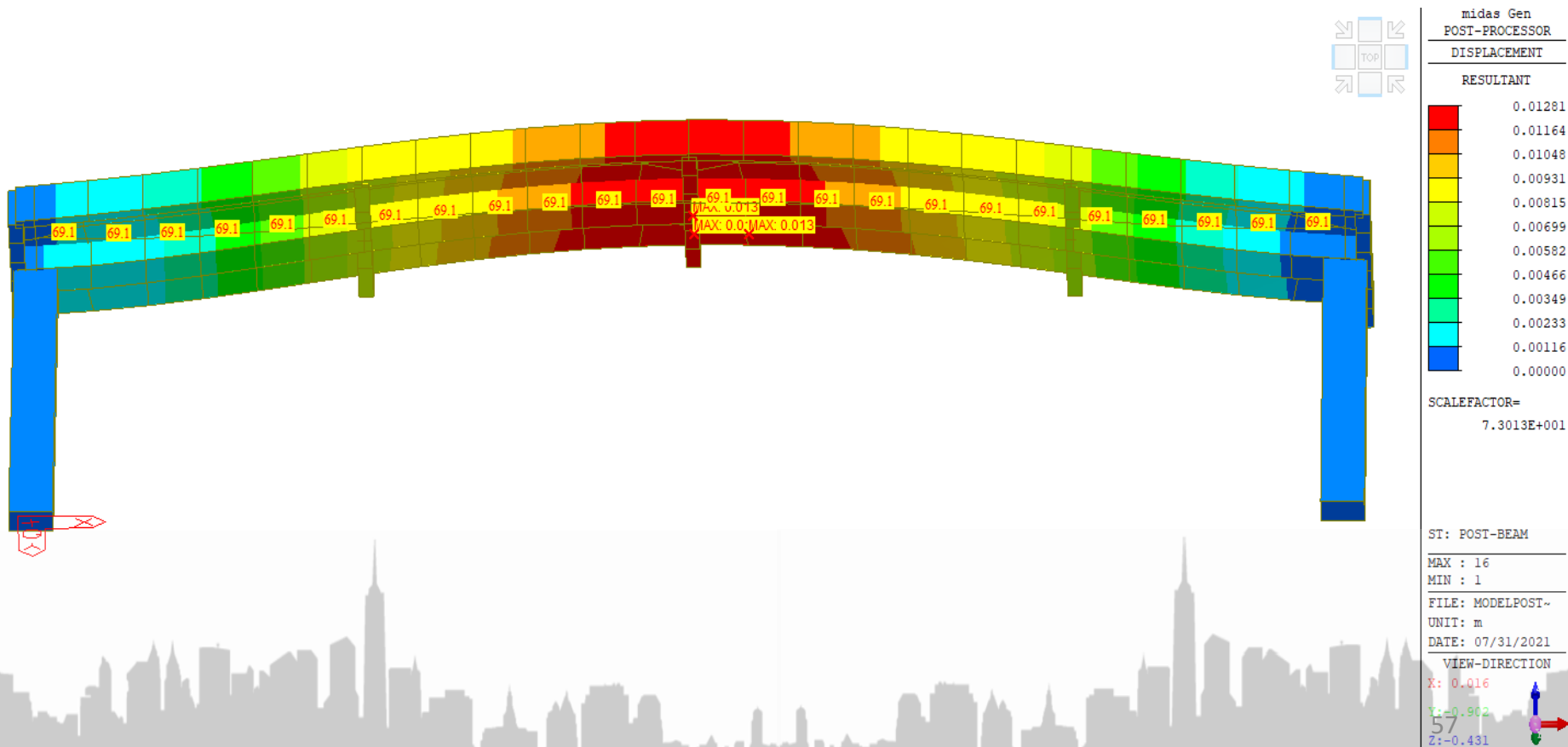
Parameter	Value	Unit
Tension	69.06	tonf
Di	0.15	m
Dm	-0.3	m
Dj	0.15	m



ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒

อาคาร C ที่แก้ไขเพิ่มความยาวช่วงพาด จาก ๙ เมตร เป็น ๑๘ เมตรโดยการตัดเสาตรงกลางออก

จำลองโครงสร้างโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทราบว่าเมื่อใส่แรงดึงด้วยลวดอัดแรง Load of Pre-Stressed Force จะทำให้โครงสร้างโก่งยกตัวขึ้น ก่อน Balancing Load

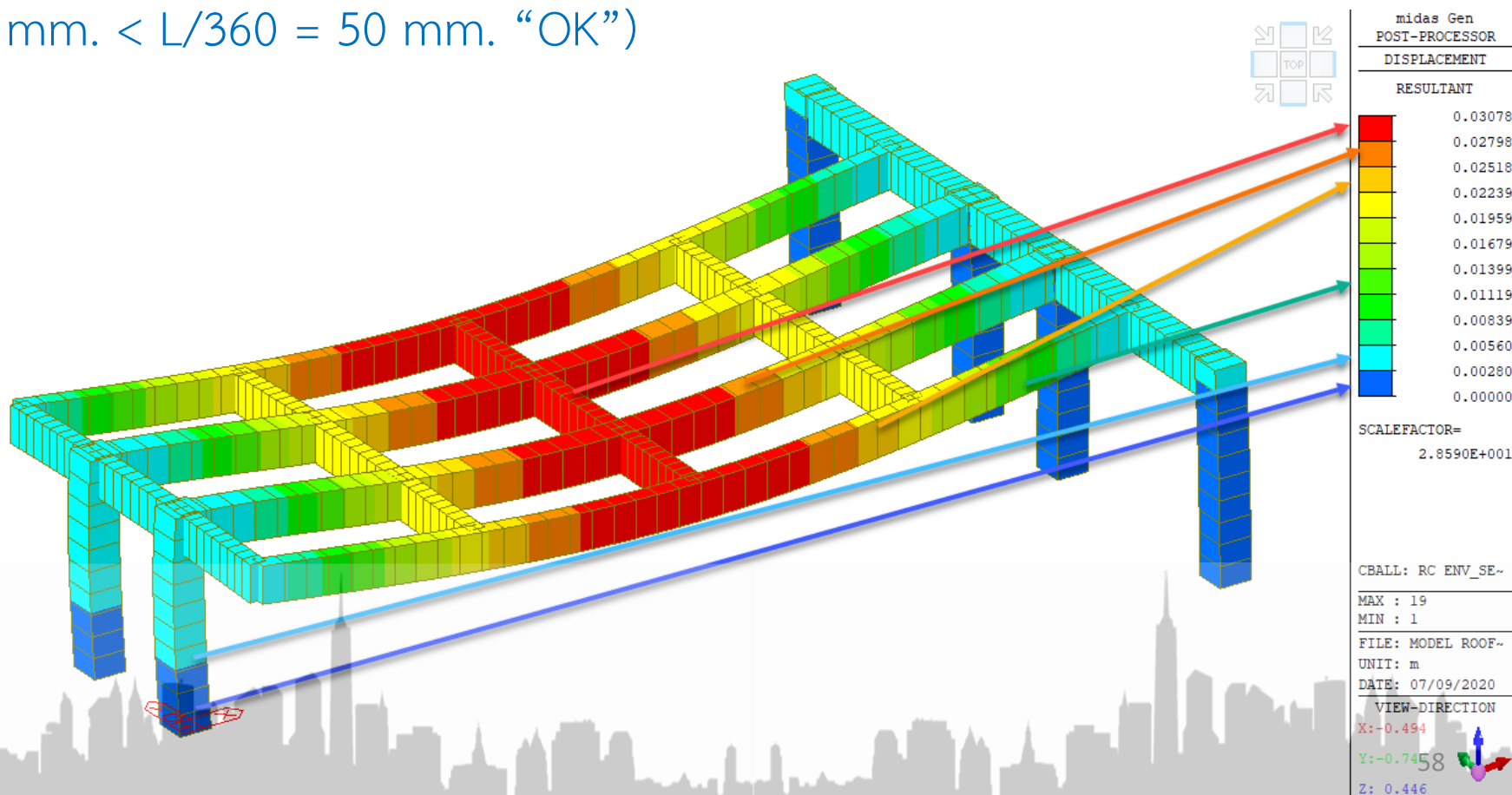




ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒

อาคาร C ที่แก้ไขเพิ่มความยาวช่วงพาด จาก ๙ เมตร เป็น ๑๘ เมตรโดยการตัดเสาตรงกลางออก

ภายหลังการวิเคราะห์โครงสร้าง Balancing Load แล้วการโก่งตัวลดลงเหลือเพียง 31 มม.
(31 mm. < $L/360 = 50$ mm. “OK”)

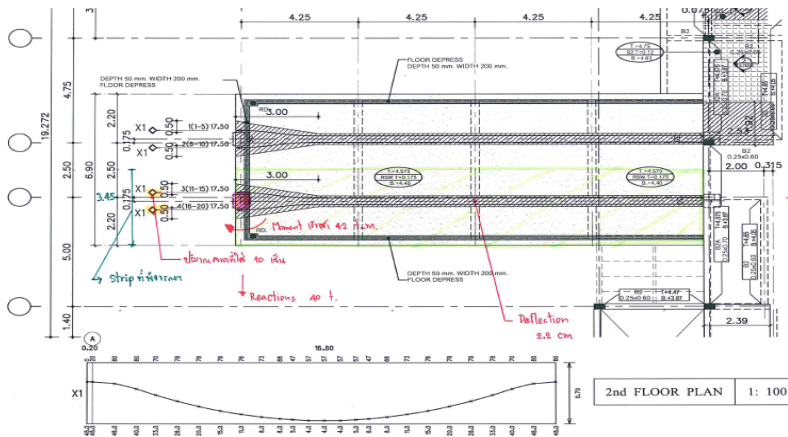




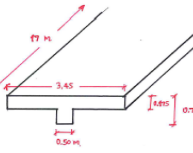
ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒

อาคาร C ที่แก้ไขเพิ่มความยาวช่วงพาด จาก ๙ เมตร เป็น ๑๘ เมตรโดยการตัดเสากลางออก

ส่งข้อมูลให้กับผู้ออกแบบพื้น Post-Tension เพื่อทำ Shop Drawing การวางแนวลวดอัดแรง และนำค่า Unbalanced Moment เพื่อออกแบบเสาโครงสร้างในชั้นต่อไป

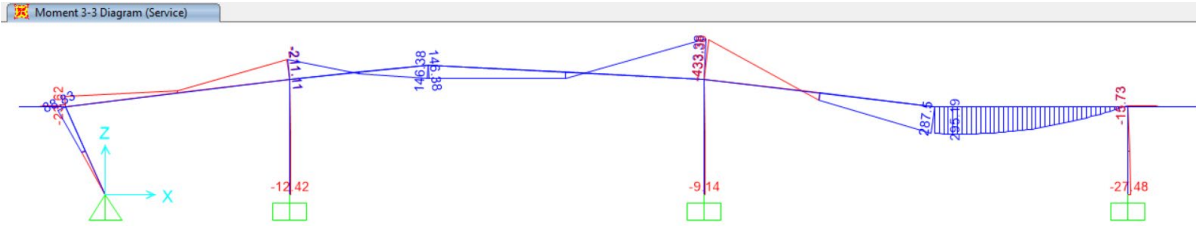


Model ที่รองรับได้ Adapt

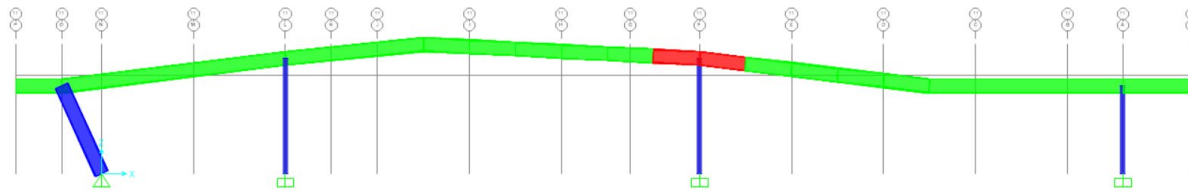


เส้นยาว 60 x 60 cm
50L 0 beam
LL 150 beam
Point load สูงจากฐาน 125 l.
พื้นหนา 17.5 cm

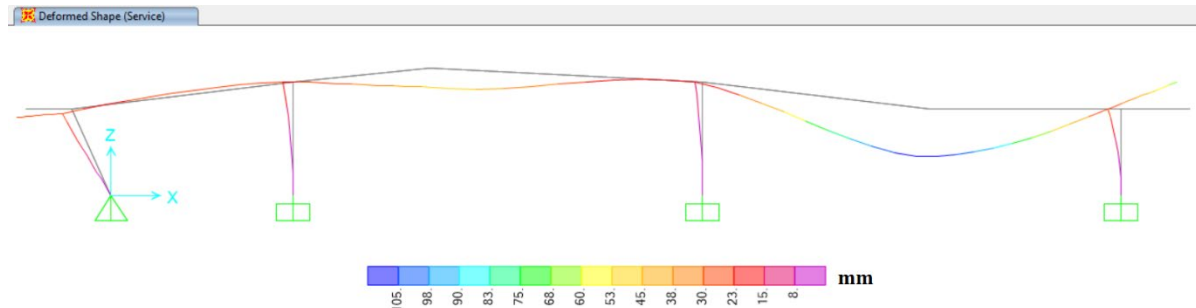




ผังโมเมนต์ตัด



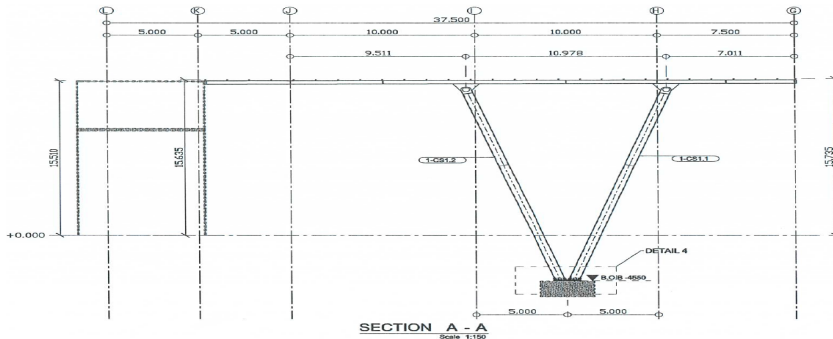
การเสริมกำลังด้วยแผ่นเหล็ก

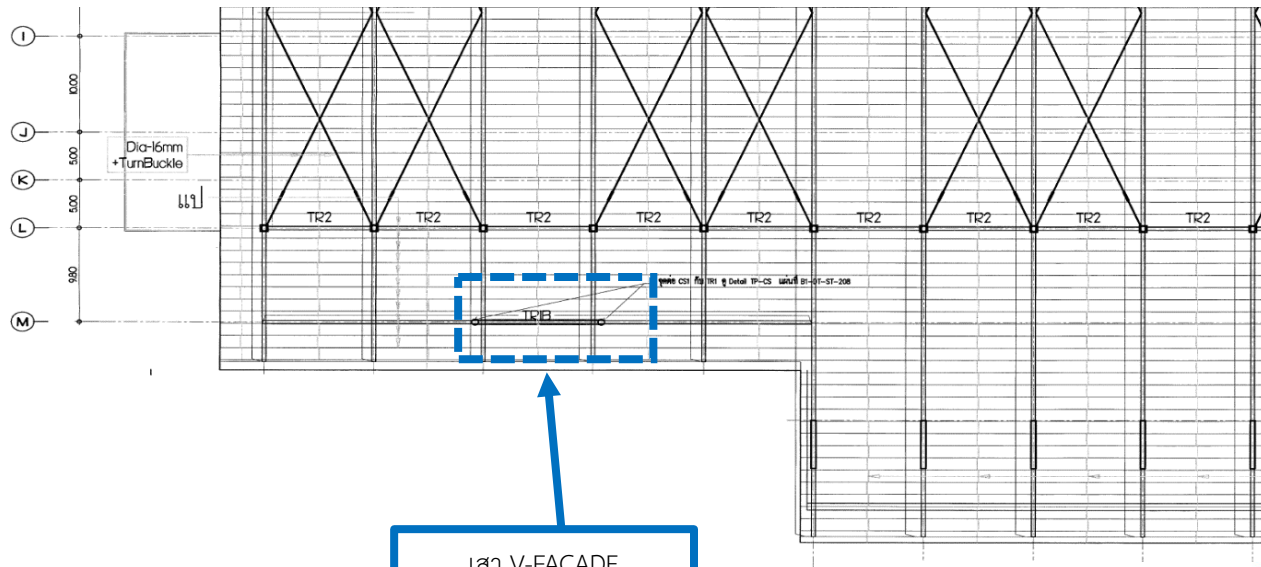


การเปลี่ยนตำแหน่ง (dispacemet)

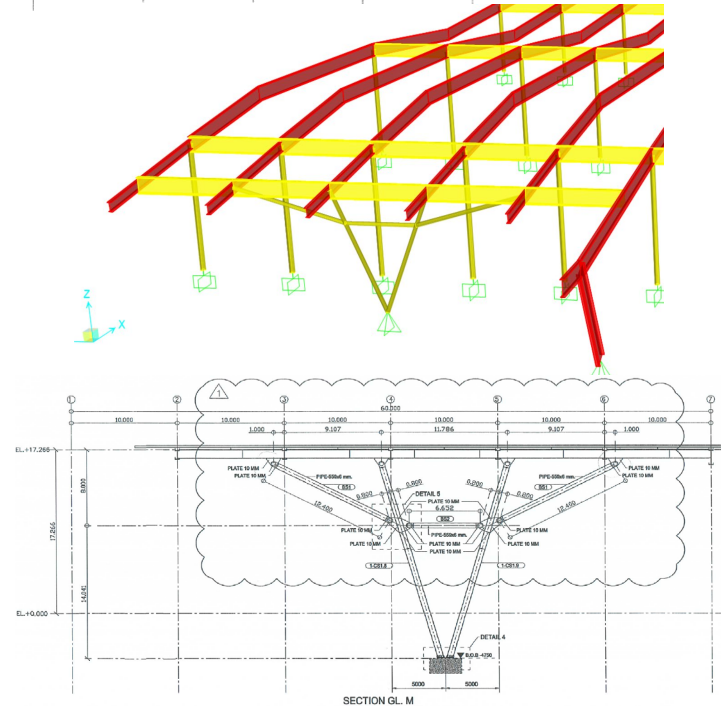
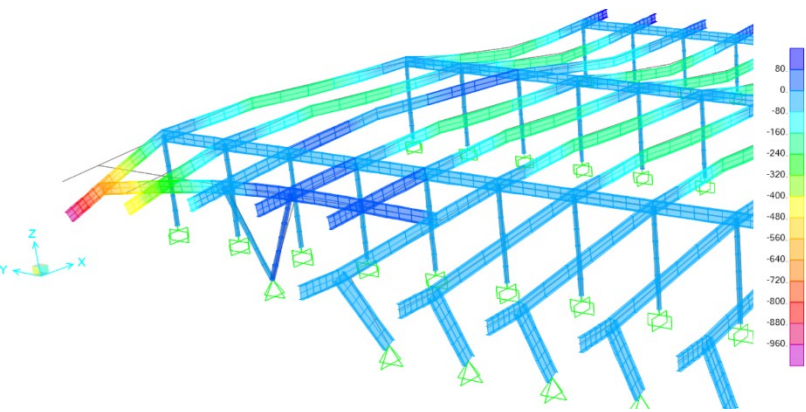


โครง V-FACADE ที่เกิดการสั่น





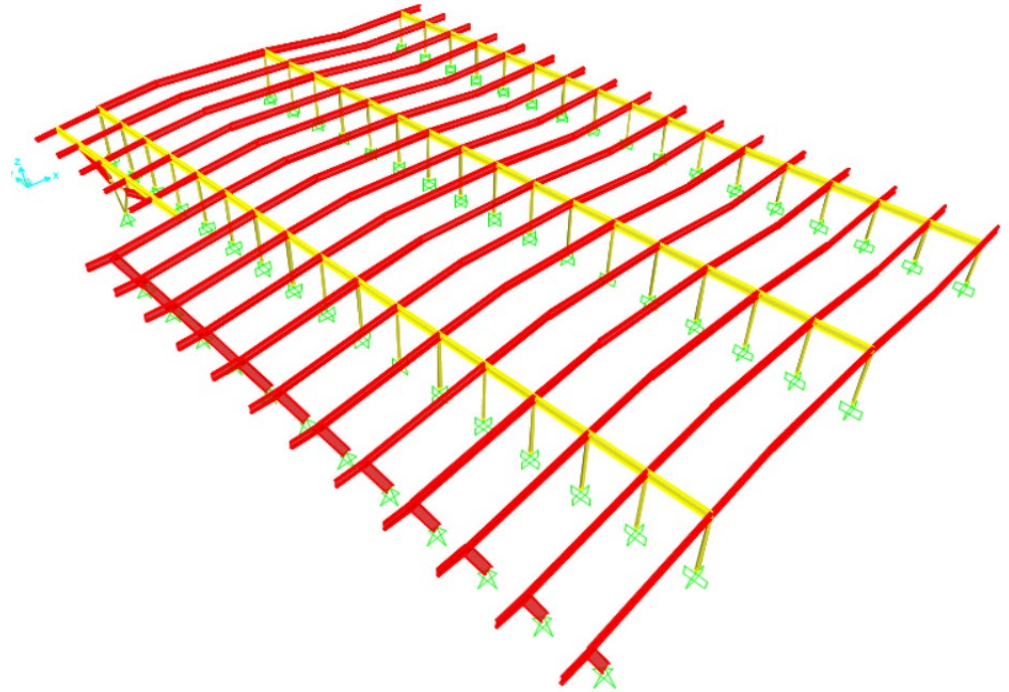
เสา V-FACADE



การเสียรูปของโรงหลังคา (mm)

4. ข้อมูลการเพิ่มน้ำหนัก และตารางเปรียบเทียบน้ำหนักสำหรับใช้ทดสอบ

ค่าน้ำหนัก %	ค่าน้ำหนัก (Ton)	ค่าน้ำหนัก (P)
10	7	3080
25	17.5	7700
50	35	15400
75	52.5	23100
100	70	30800
125	87.5	38500
150	105	46200
175	122.5	53900
200	140	61600
225	157.5	69300
250	175	770000



5. สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเจาะ ขนาด \varnothing 0.60 x 21.00 เมตร

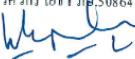
รับน้ำหนักบรรทุกสูงสุด 175.00 ตัน สรุปได้ดังนี้

- 5.1 ค่าการทรุดตัวสูงสุด (Total Settlement) = 0.745 มม.
- 5.2 ค่าทรุดตัวคงที่ (Permanent Settlement) = 0.205 มม.
- 5.3 ค่าการคืนตัว (Elastic Recovery Rebound) = 0.540 มม.

ดังนั้น ผลการทดสอบเสาเข็มรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ = 70 ตันตัน

ลงชื่อ  วิศวกรควบคุมการทดสอบ
(นายสมศักดิ์ มามคำ)

วิศวกร โยธา ภย.50864

ลงชื่อ  วิศวกรรับรองผลการทดสอบ
(รศ.นิมิตร สุภาพยนต์)
วุฒิศาสตรา วย.1603



 KhonKaen Soil Engineering Co.,Ltd.

เกิดแรงดัดที่เพิ่มขึ้น เพียงเล็กน้อย (40-60 t-m) และตรวจสอบแล้วพบว่า โครงสร้างที่เสริมกำลังยังสามารถรับแรงได้

ผลกระทบจากการทรุดตัวแตกต่างกันระหว่างโครงสร้างอาคารผู้โดยสาร (ใหม่และเดิม)



การตรวจสอบโครงสร้างโกดังเก็บสินค้า

1. ประเมินโครงสร้างเหล็กอาคาร A B และ C
2. สภาพะกำลัง (Strength)
3. สภาพะใช้งาน (Serviceability)
4. การเสริมกำลังโครงสร้าง
5. ฐานราก



มาตรฐานในการประเมิน

กฎหมาย

1. กฎกระทรวงฉบับที่ 6 พ.ศ. 2527

มาตรฐาน

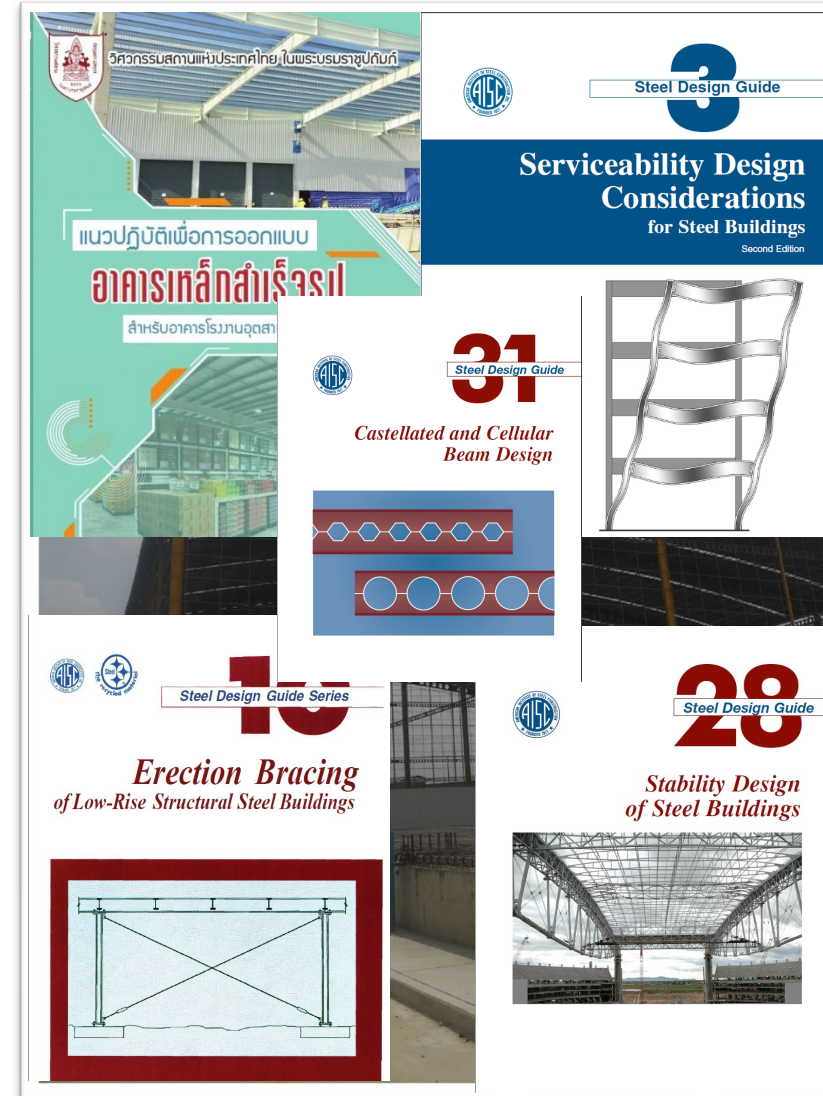
1. ASCE 7-05
2. มาตรฐานคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร มยผ. 1311-50
3. AISC ASD-1989
4. AISC 360-16



มาตรฐานในการประเมิน

คู่มือ/แนวปฏิบัติ

1. แนวปฏิบัติเพื่อการออกแบบ อาคารเหล็กสำเร็จรูป สำหรับอาคารโรงงานอุตสาหกรรมและคลังสินค้า วสท.
2. AISC Design Guide 3: Serviceability Design Considerations for Steel Buildings
3. AISC Design Guide 10: Erection Bracing of Low-Rise Structural Steel Frame
4. AISC Design Guide 28: Stability of Steel Building
5. AISC Design Guide 31: Castellated and Cellular Beam Design

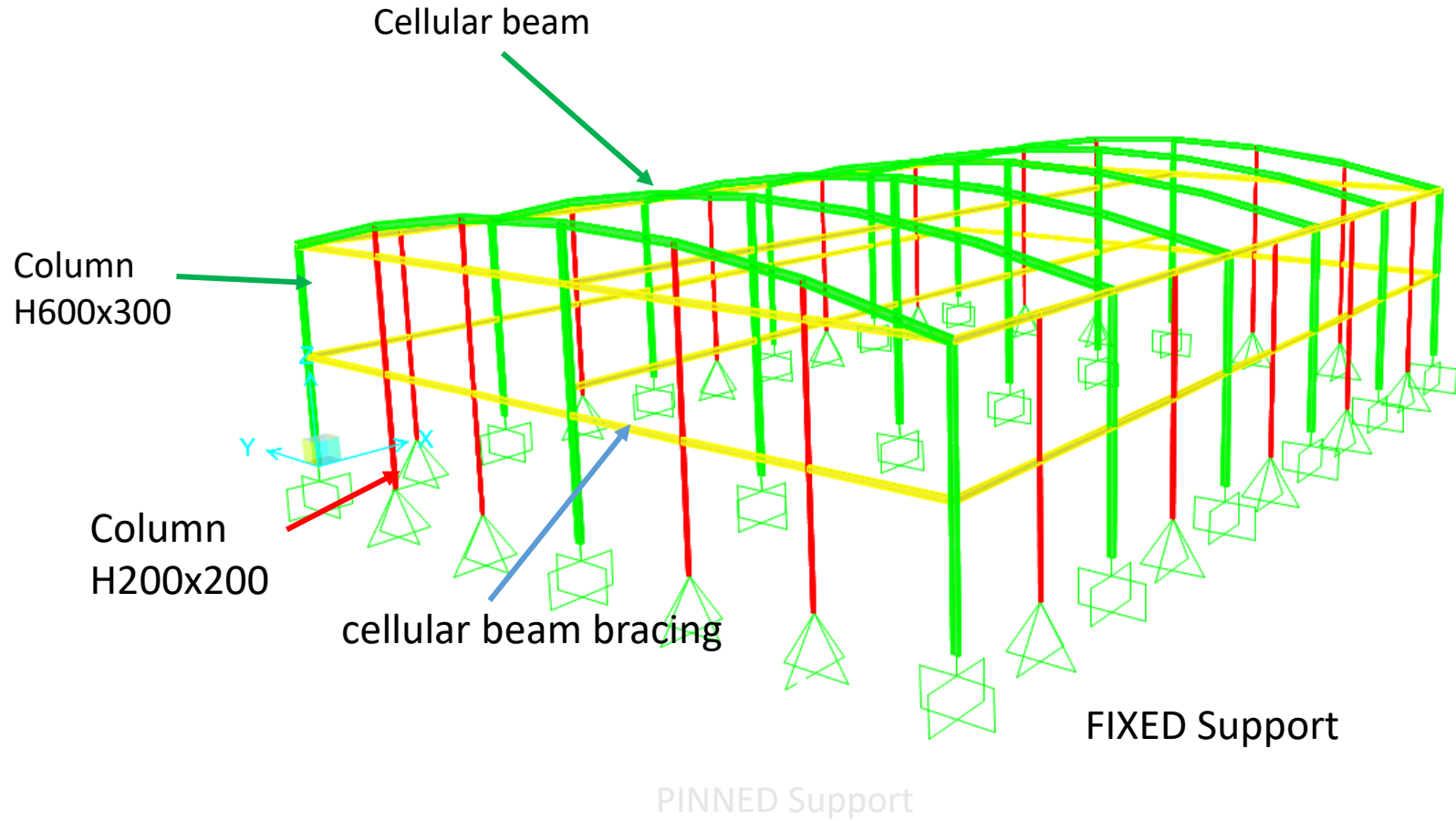


OVER VIEW



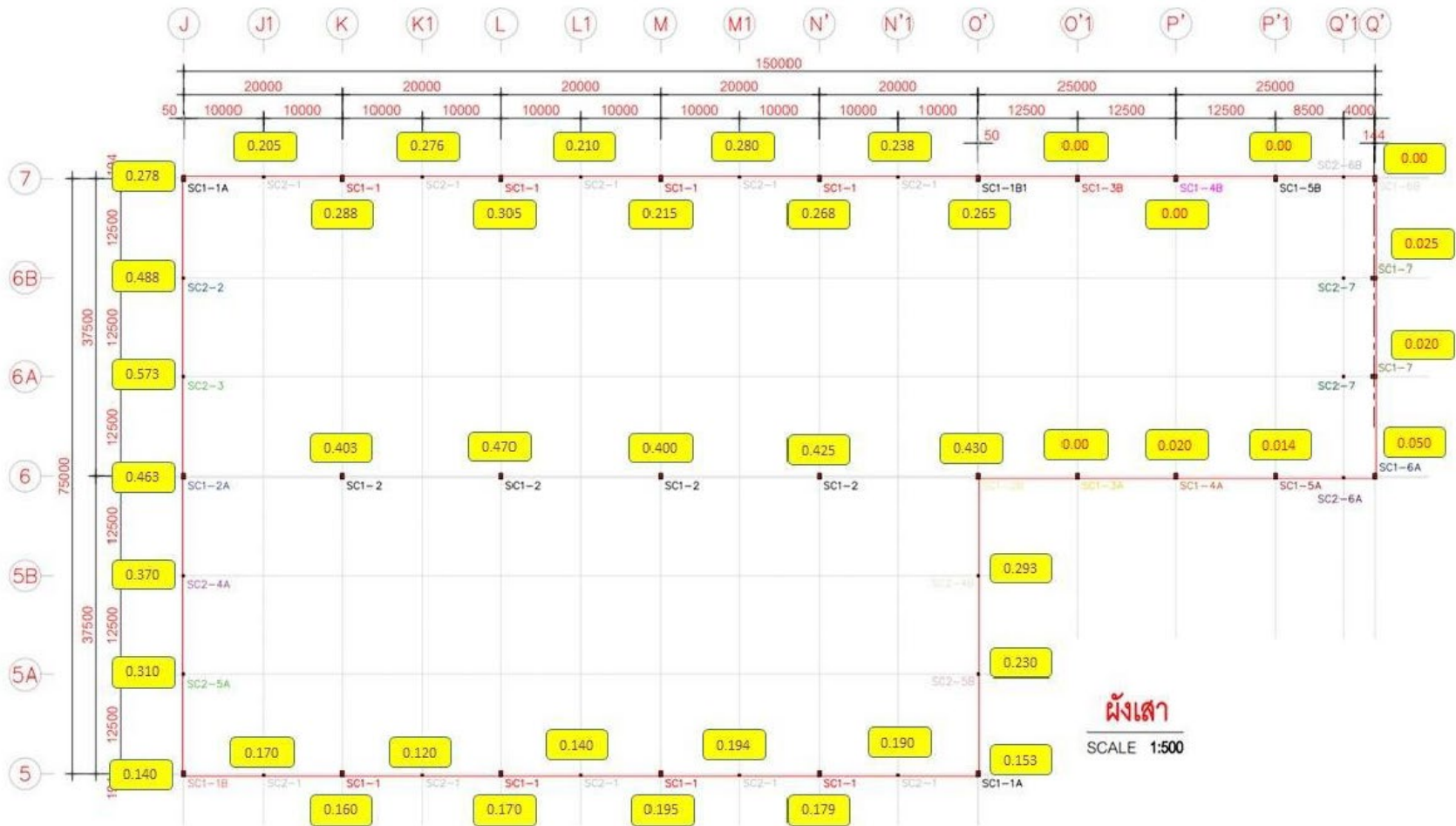
แปลนโครงสร้างอาคาร B

OVER VIEW



STRUCTURAL FRAMING

OVER VIEW

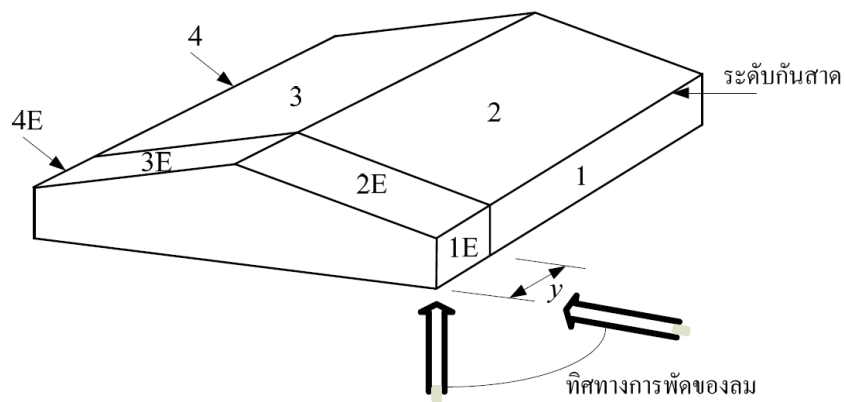


current top sway (deformation)

MODELING and ANALYSIS

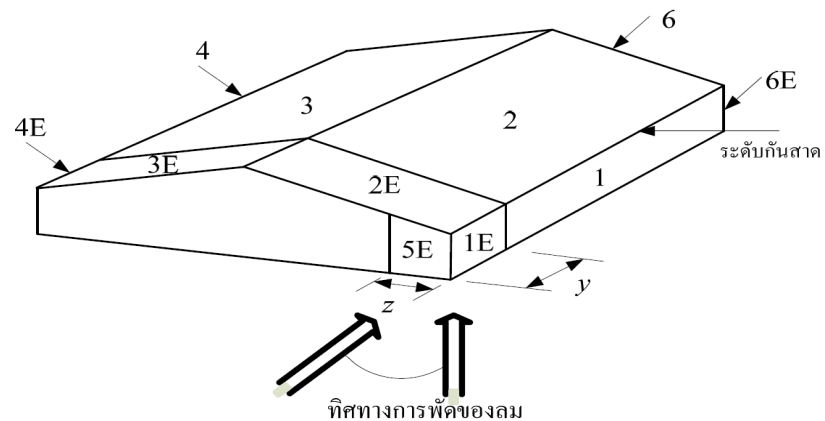
- MATERIAL SPECIFICATION
 - Structural steel : SM520 Cellular Section (Assumed)
 - : SS400 Other Section
- Load
 - roof Live load 30 kg/sqm
 - roof Dead load (Metal sheet + Purlin) 10 kg/sqm
 - wind load Ministerial Regulation 6/2527
 - wind load DPT 1311-50
- Analysis
 - Linear Analysis
 - P- Δ with Non-Linear Analysis

DPT Wind Direction



ทิศทางตั้งฉากกับสันหลังคา

Closed Building



ทิศทางขนานกับสันหลังคา

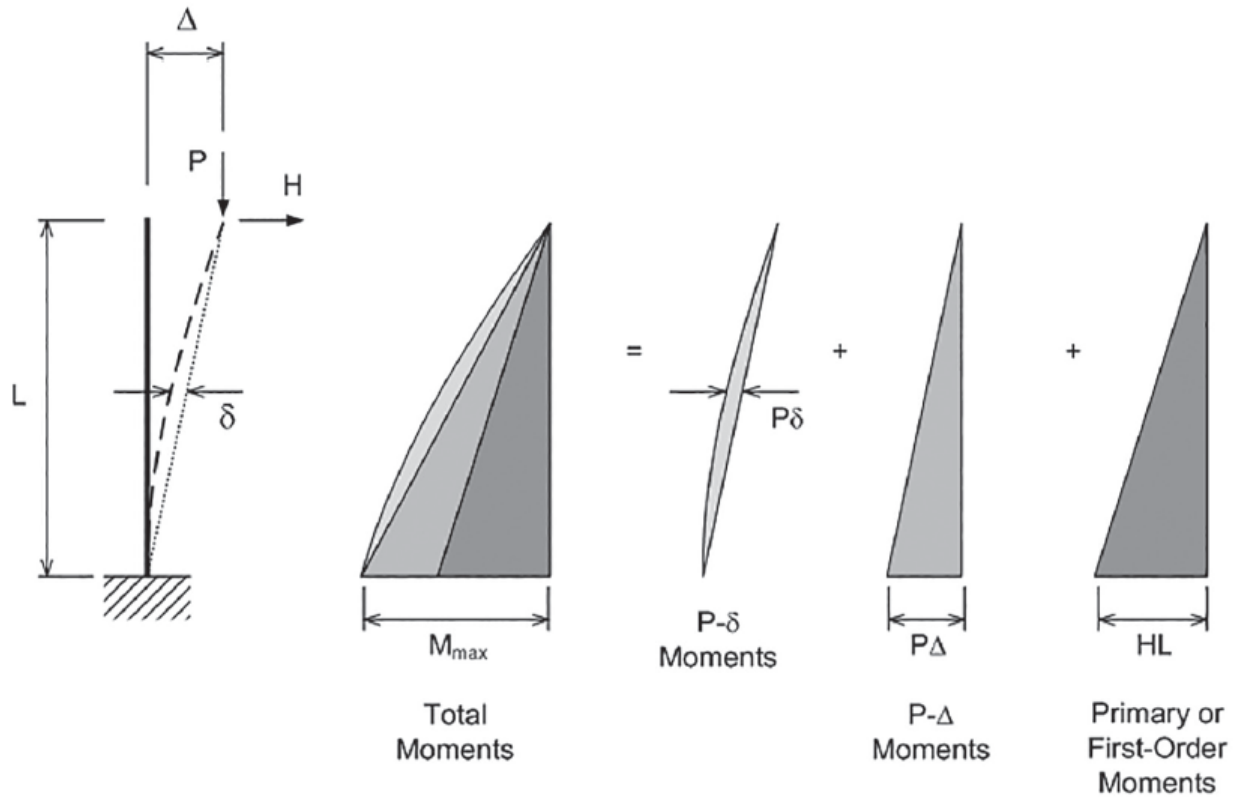
ทิศทางแรงลมตาม มยพ.1311-50

Drift and DEFORMATION limit

Serviceability Problems at Various Deflection or Drift Indices		
Deformation as a Fraction of Span or Height	Visibility of Deformation	Typical Behavior
$\leq 1/1000$	Not Visible	Cracking of brickwork
1/500	Not Visible	Cracking of partition walls
1/300	Visible	General architectural damage Cracking in reinforced walls Cracking in secondary members Damage to ceiling and flooring Facade damage Cladding leakage Visual annoyance
1/200–1/300	Visible	Improper drainage
1/100–1/200	Visible	Damage to lightweight partitions, windows, finishes Impaired operation of removable components such as doors, windows, sliding partitions

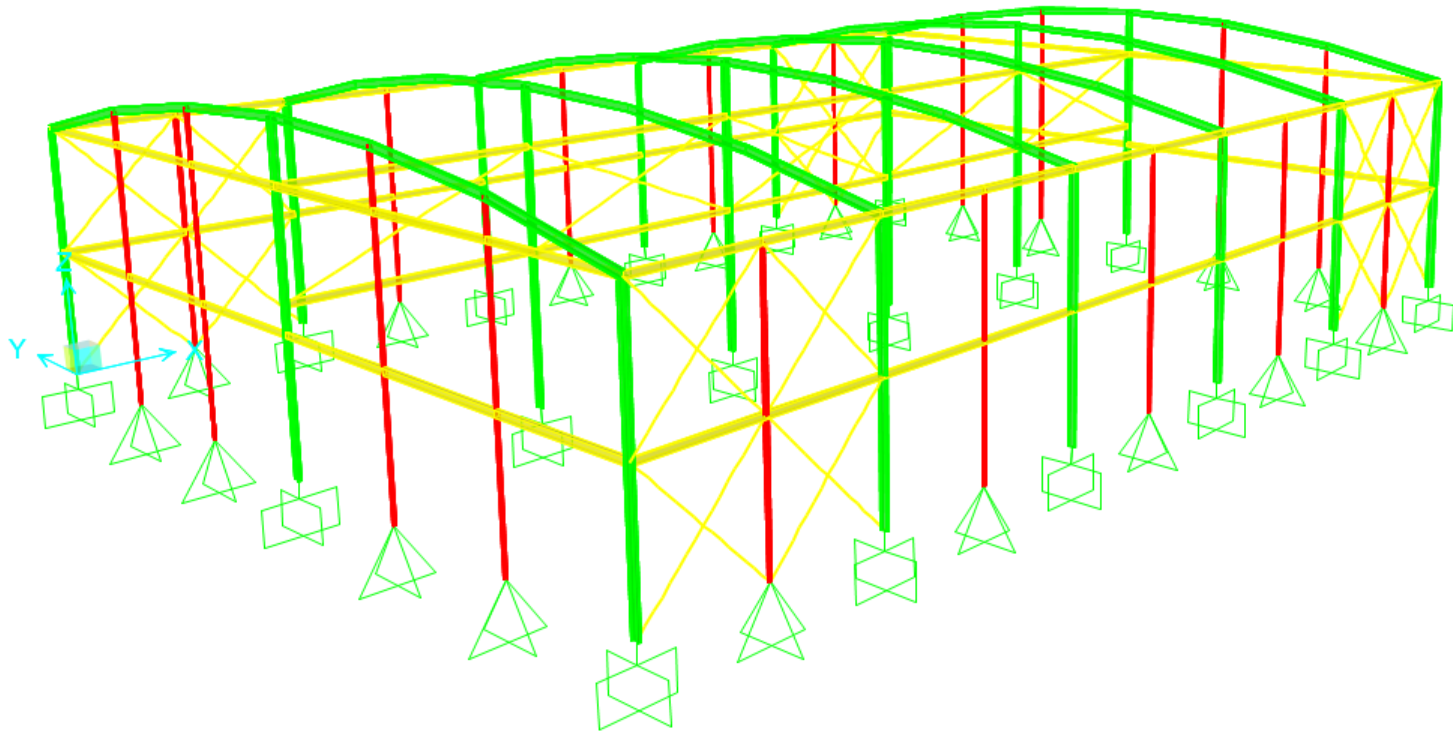
ปัญหาของการใช้งานของอาคารที่มีต่อการเปลี่ยนตำแหน่ง (LAWRENCE G. GRIFFIS, 1993)

P- Δ analysis



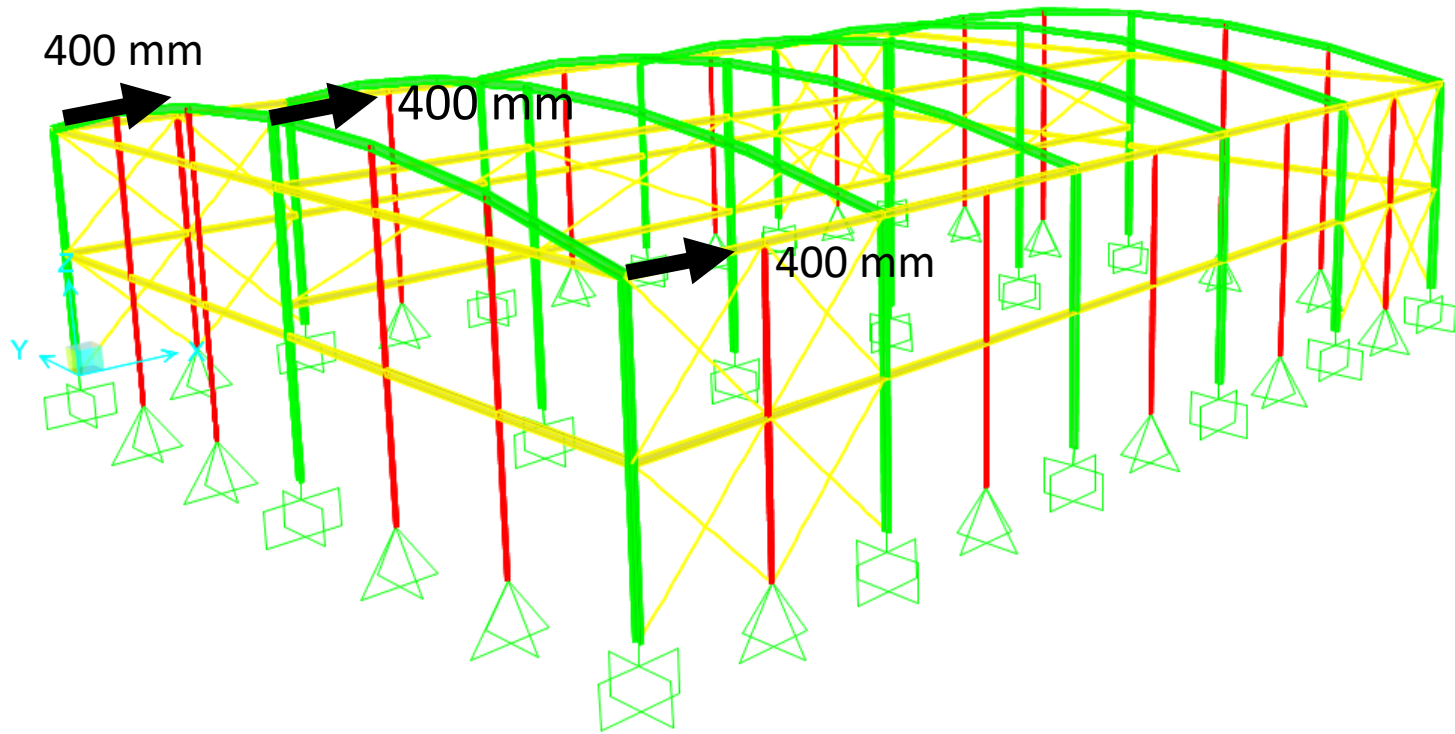
P- Δ : first- and second-order effects — cantilever column

STRUCTURAL MODEL : undeformed configuration



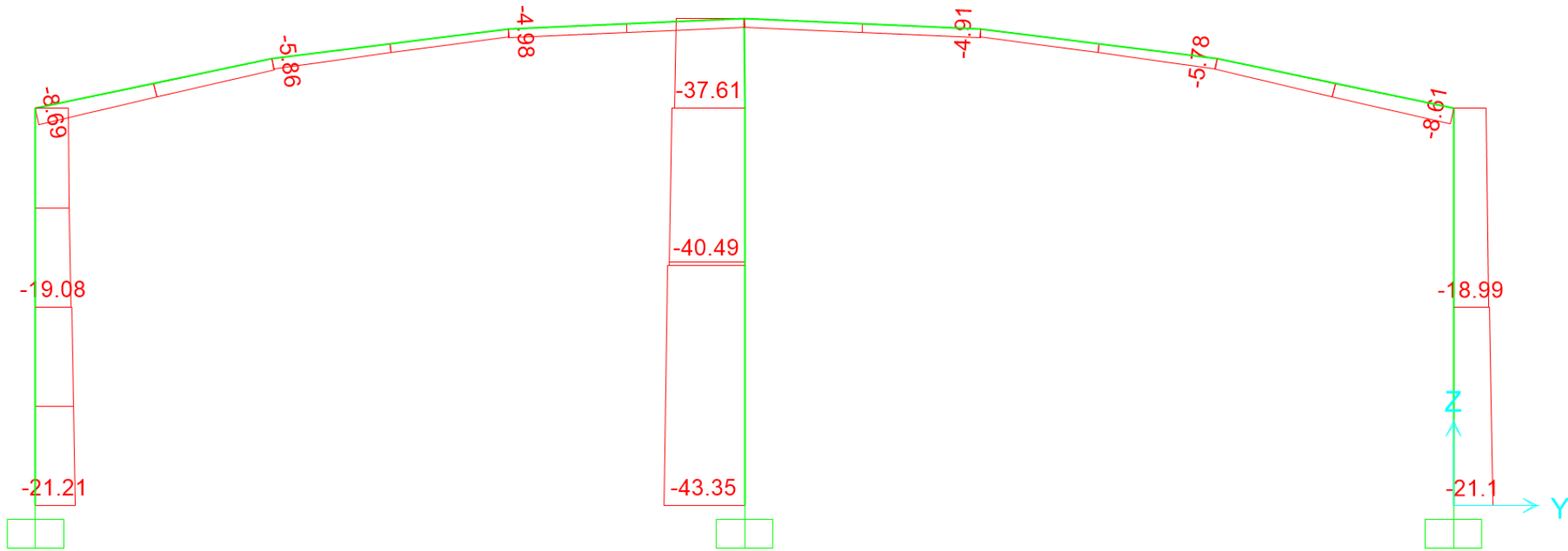
Structural Model with 0 mm Displacement (undeformed configuration)

STRUCTURAL MODEL : nodal displacement



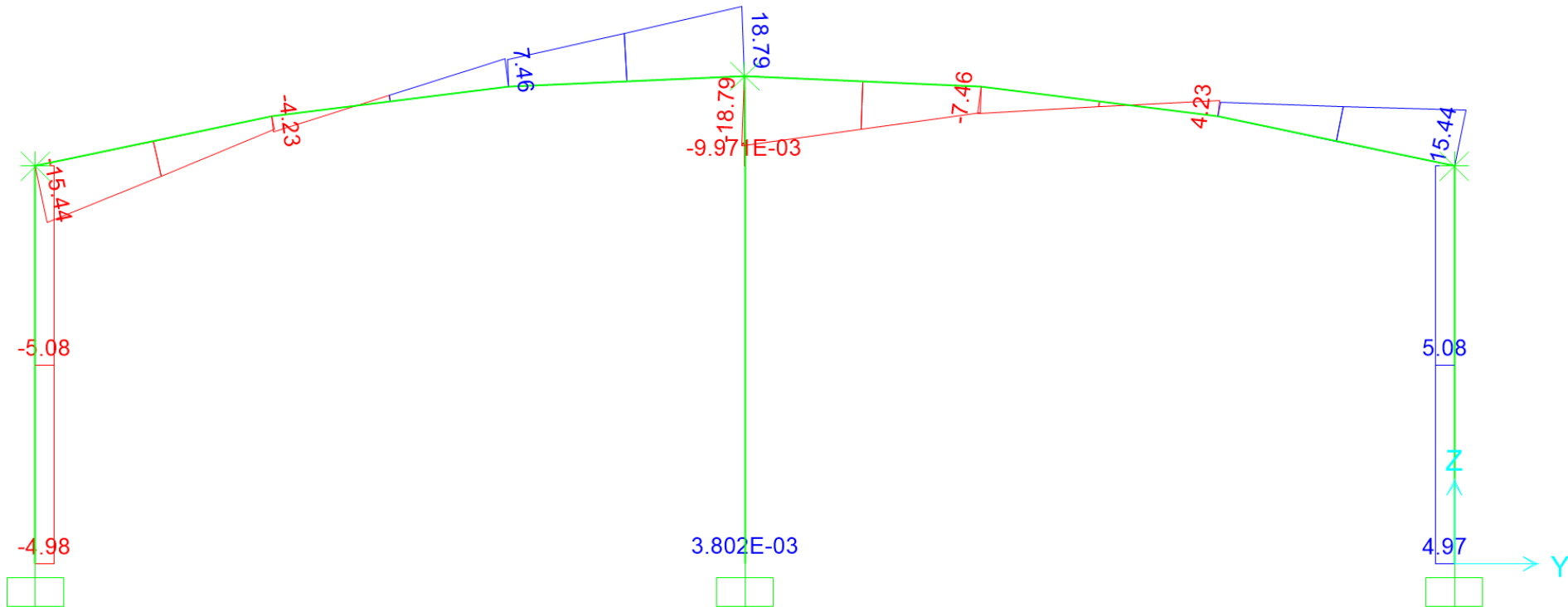
Structural Model with 400 mm Displacement

Structural Results



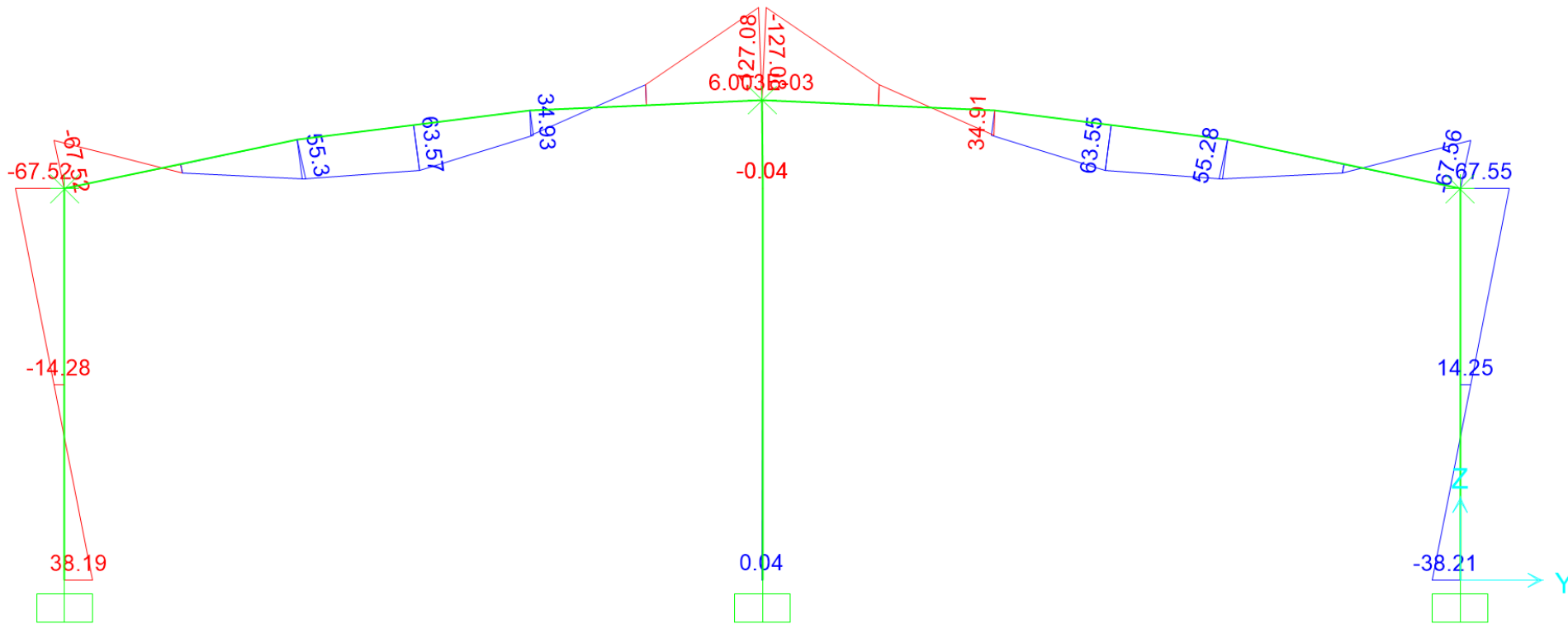
ค่าแรงอัดที่เกิดขึ้น กรณี D+L แนว G1 (ต้น-เมตร)

Structural Results



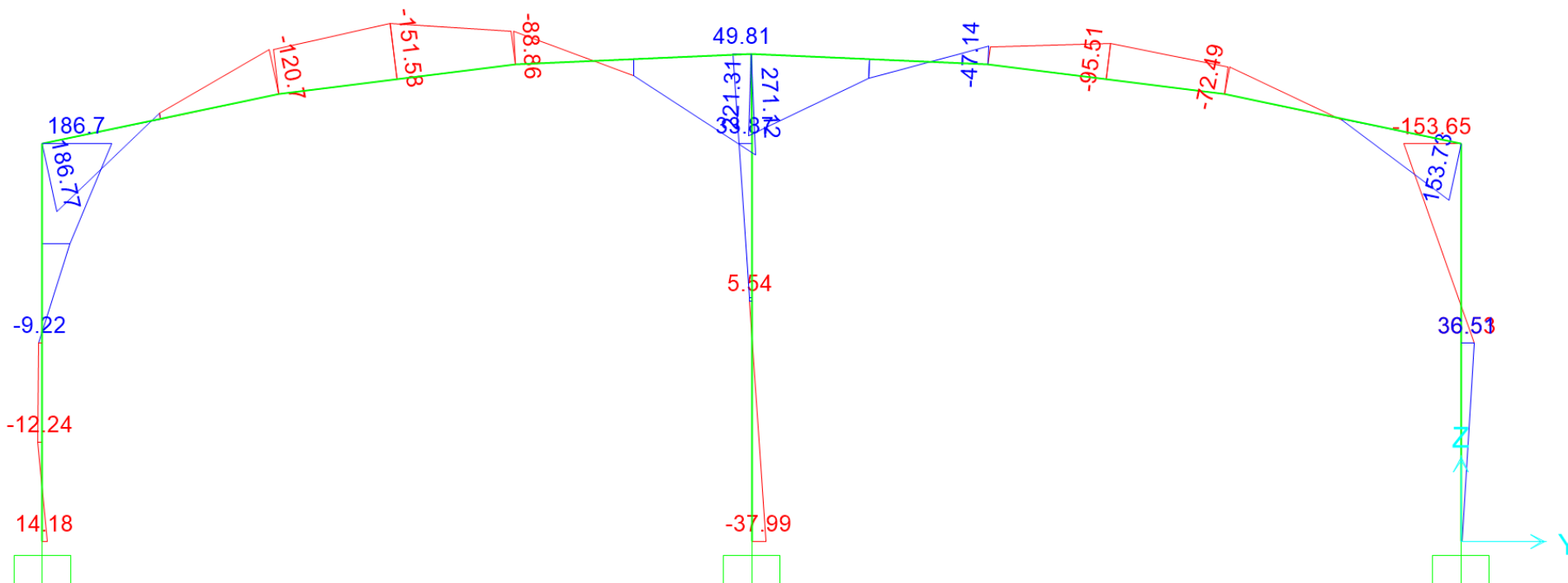
ค่าแรงเฉือนที่เกิดขึ้น กรณี D+L แนว G1 (ต้น-เมตร)

Structural Results



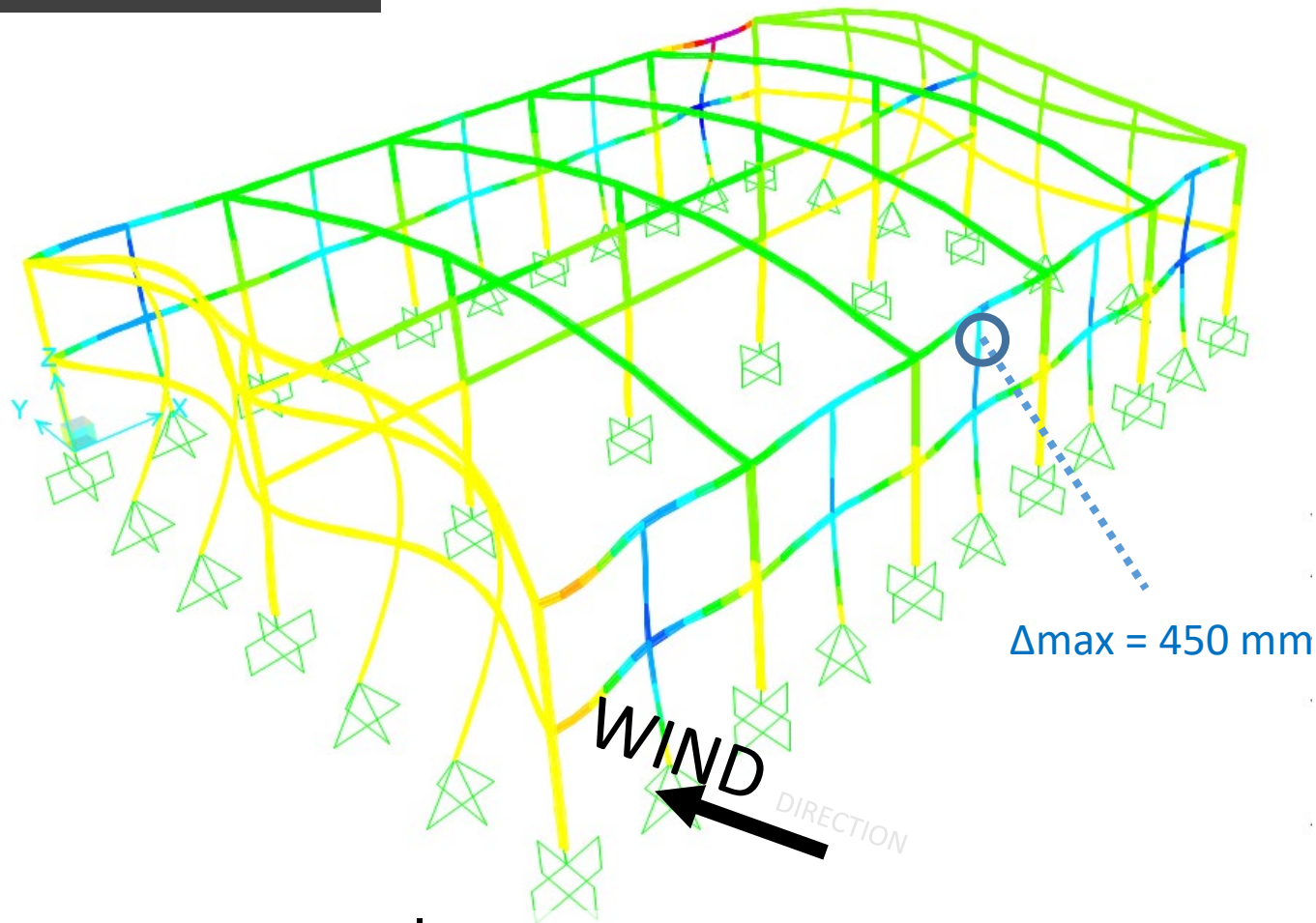
ค่าแรงดัดที่เกิดขึ้น กรณี D+L แนว G1 (ต้น-เมตร)

Structural Results



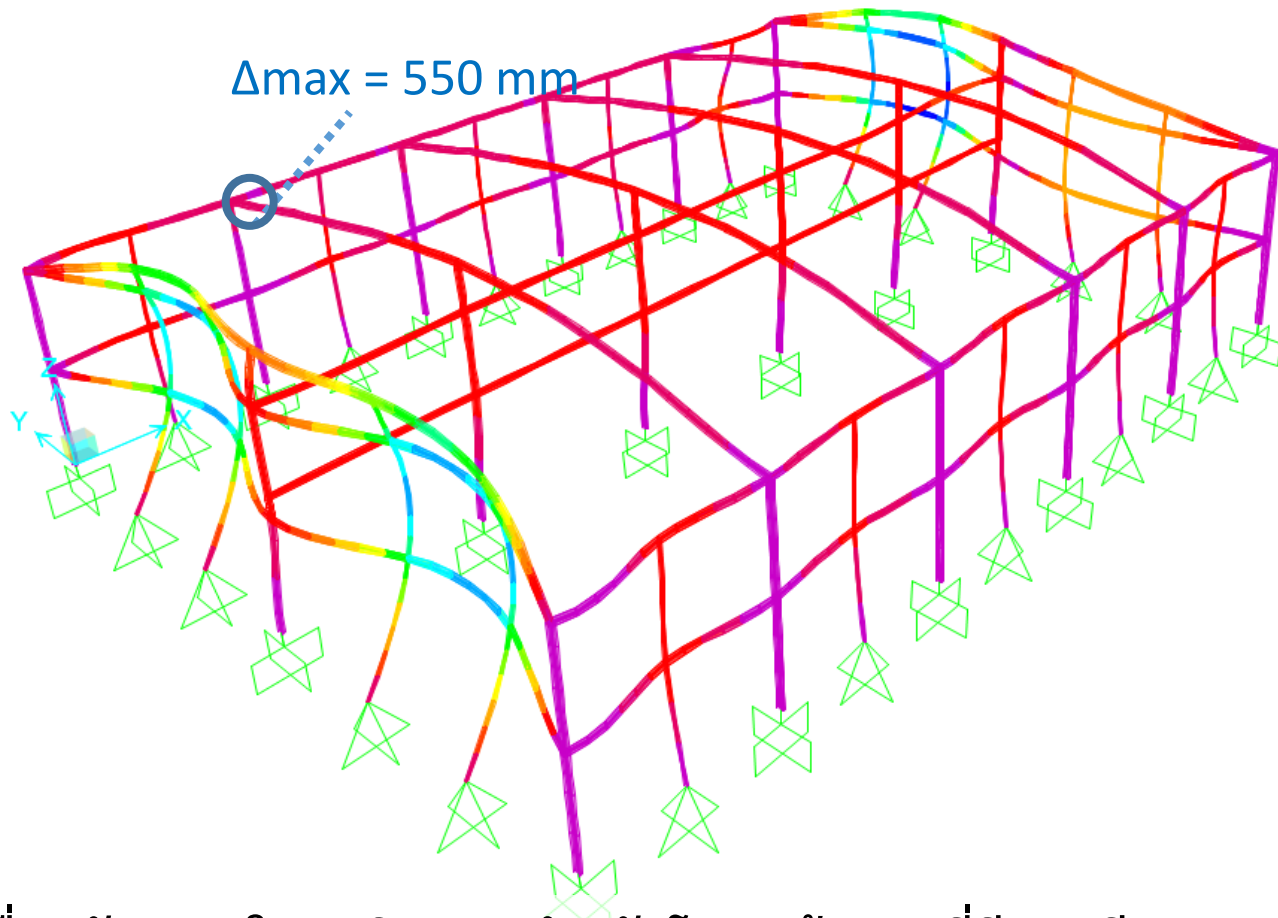
ค่าแรงดัดสูงสุดที่เกิดขึ้น กรณีแรงลมตาม มยผ 0.6D+W (ตัน-เมตร)

Structural Results



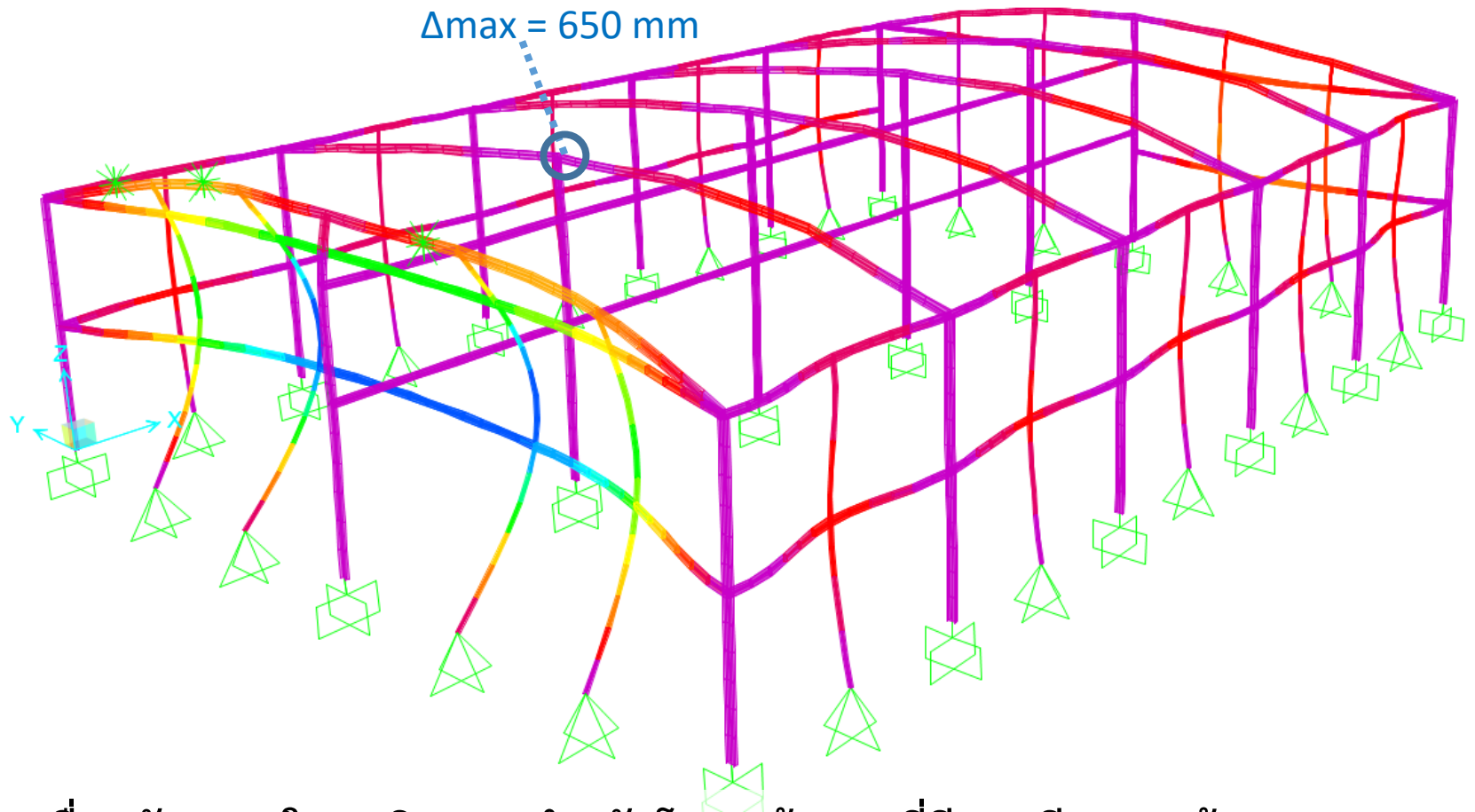
ผลการเคลื่อนตัวของอาคารในทิศทาง Y (มม.)

response of structure

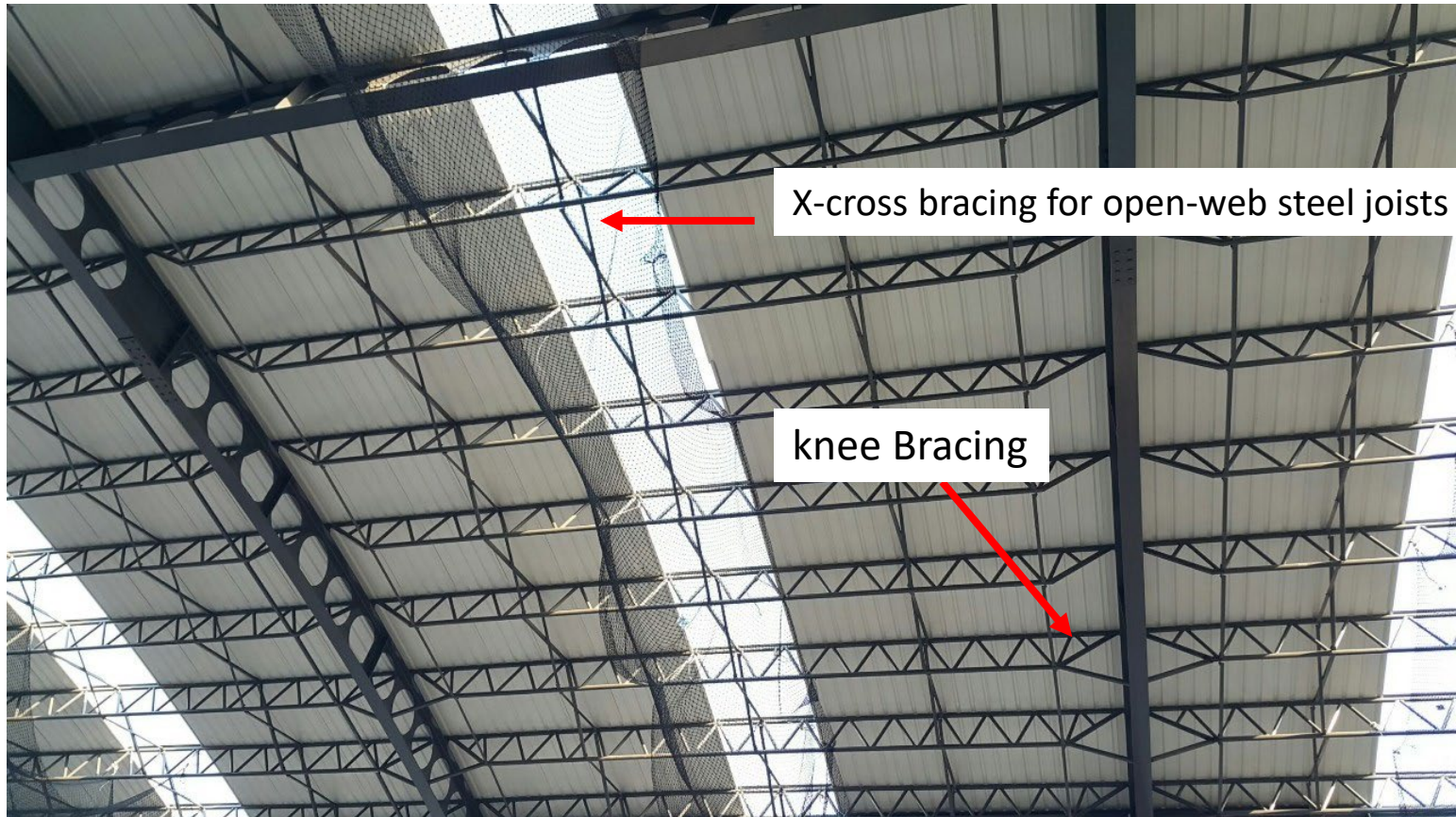


การเคลื่อนตัวสูงสุดในทุกทิศทาง สำหรับโครงสร้างเสาที่มีการเสีรูปคงค้าง 0 มม (มม)

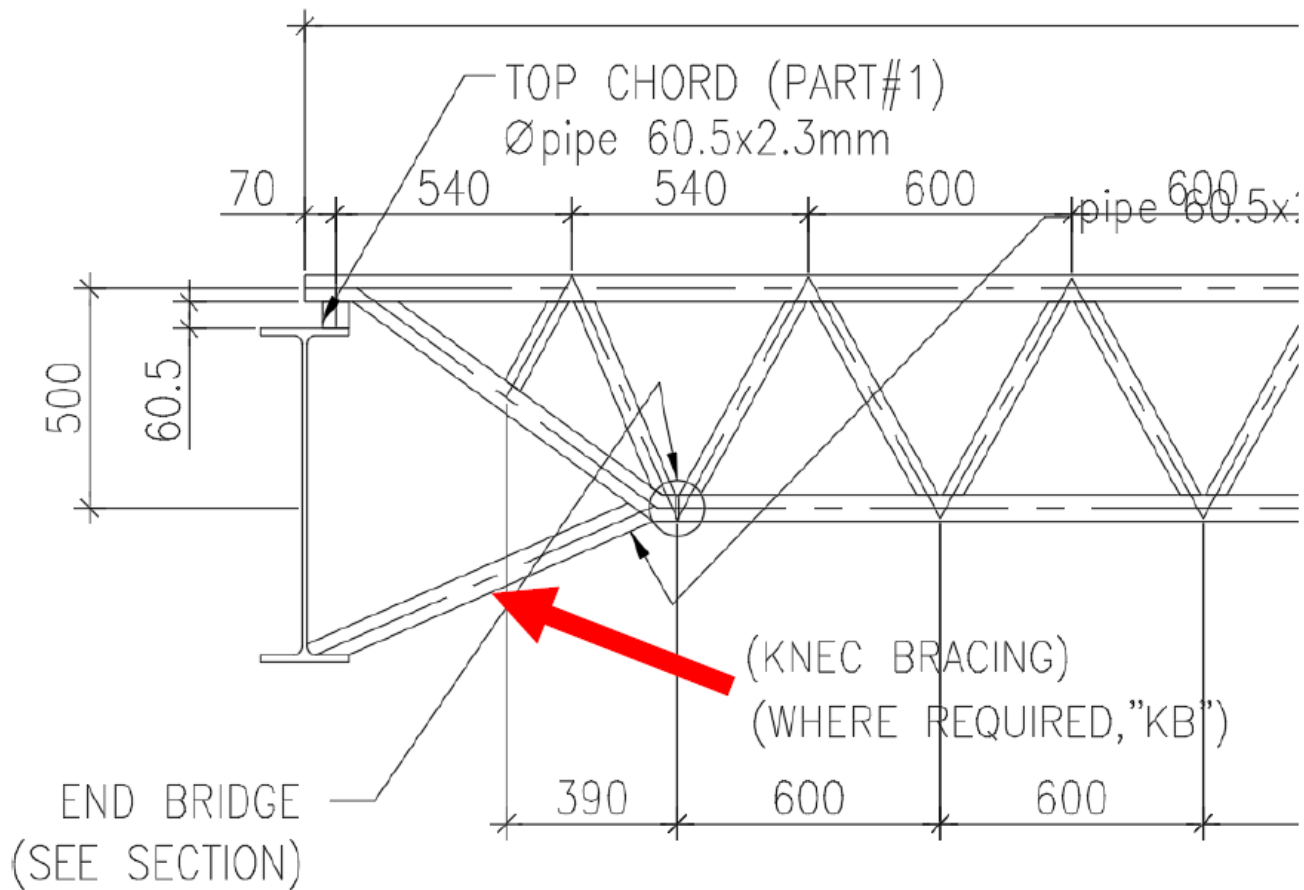
response of structure



การเคลื่อนตัวสูงสุดในทุกทิศทาง สำหรับโครงสร้างเสาที่มีการเสีรูปคองค้ำง 400 มม (มม)

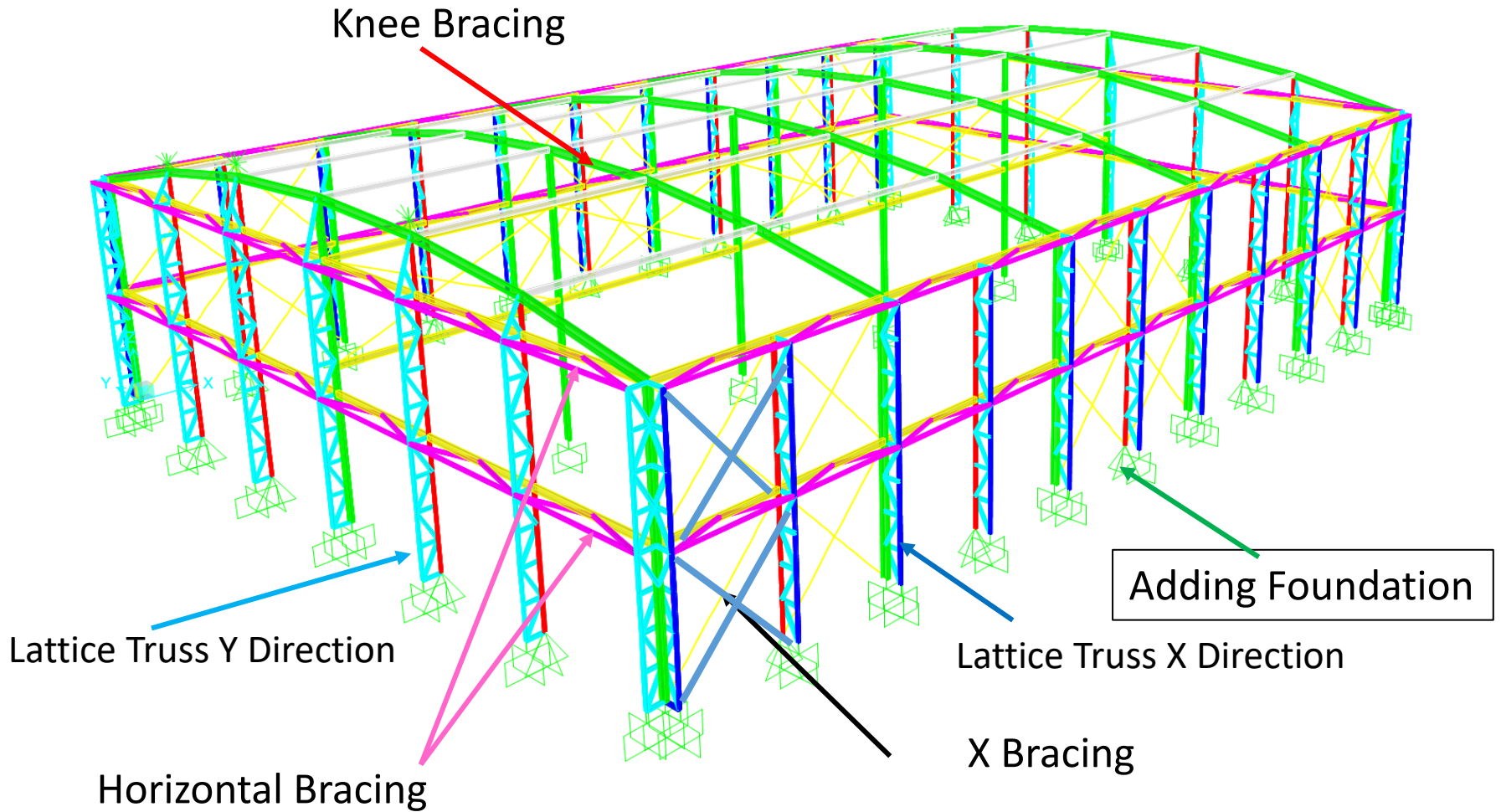


รูปโครงหลังคาหลักที่เสริม open-web steel joists (Mono 29)



เพิ่มค้ำยันระหว่างปีกกลางของโครงหลังคาหลัก กับ open-web steel joist

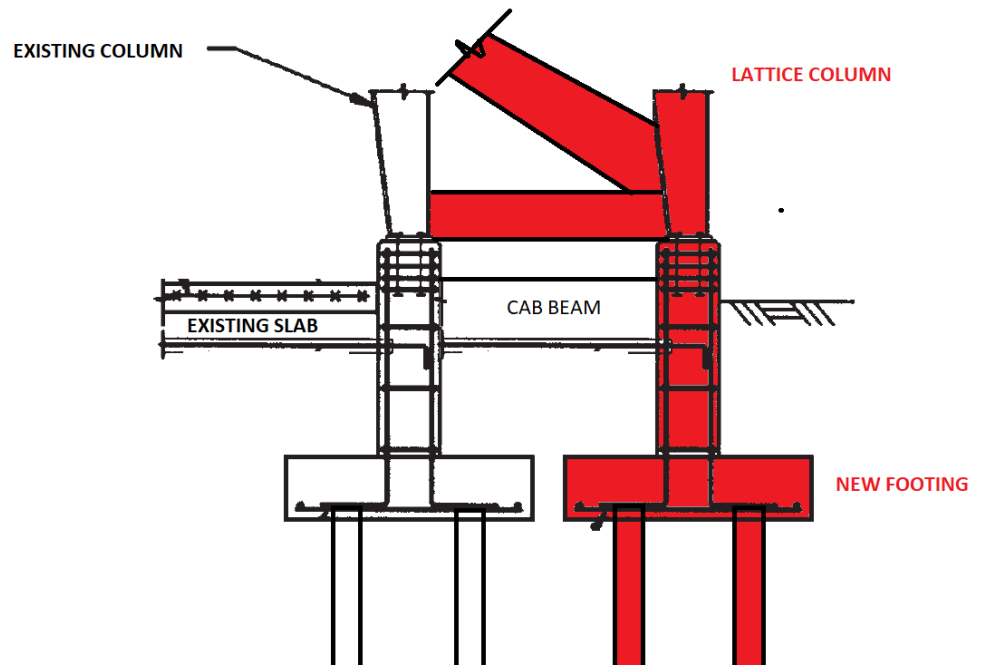
strengthening and stabilizing



รูปตัวอย่างการเสริมกำลังโครงสร้าง



Strengthening



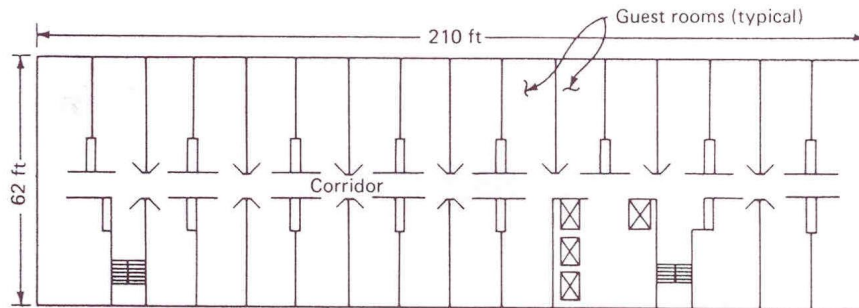
รูปตัวอย่างการเสริมฐานรากรับ Added Lattice Truss Column

Staggered Truss System

suitable for

+ apartment *tall and narrow, long building*

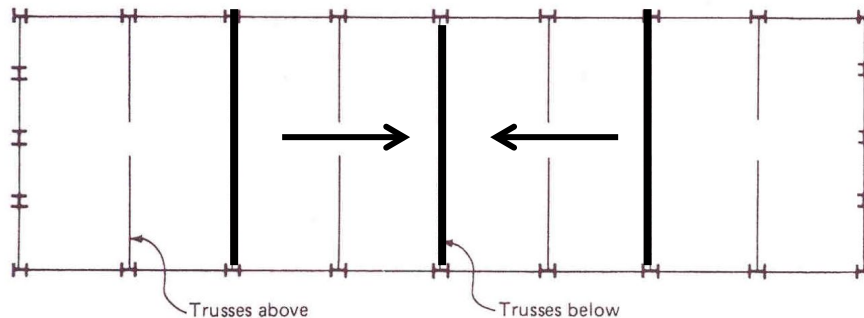
+ hotel *with double-loaded corridor*



introduced by

MIT in mid-1960s - developing of an economic framing system for such

Tall, Narrow Structure.

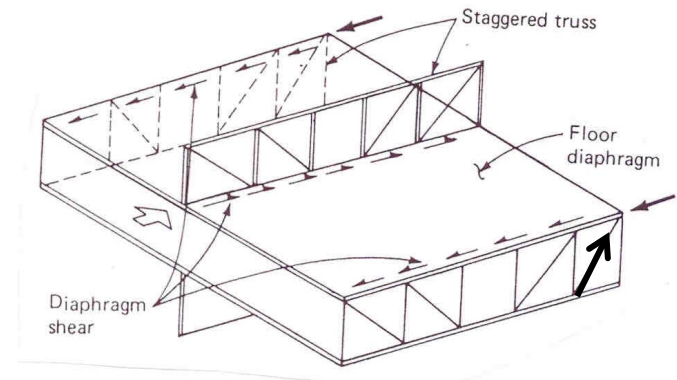
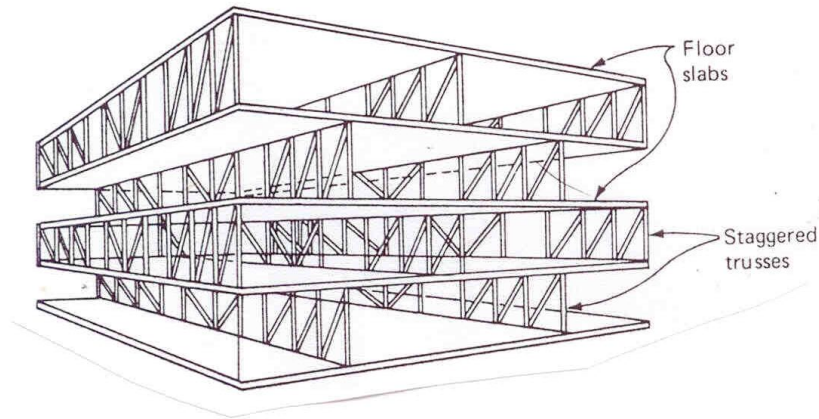


Truss assignment
(Full Depth)

Staggered Truss System

provides

- Truss spanning in the transverse direction between the exterior columns.
- Floor system acts as a horizontal diaphragm in carrying the lateral and gravity loads to the truss.



- **Staggered Truss
in different floors**

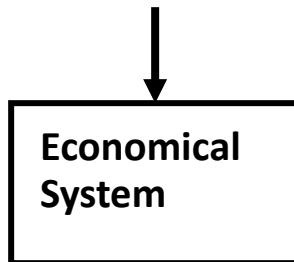
- **Vertical Loads
Transferring by
Trusses**

**Lateral Load - resisted by TRUSS DIAGONA
and directly transfer to the
columns. NO BENDING occurre
on columns.**

Staggered Truss System

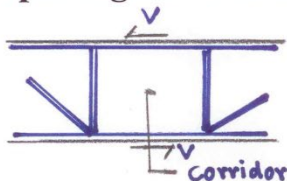
staggered truss spanning
between exterior columns
gives

1. require *less amount of material used* as compared to the conventional moment frame.
2. Since trusses are supported between the exterior columns, *need for interior columns and associated foundations is eliminated.*

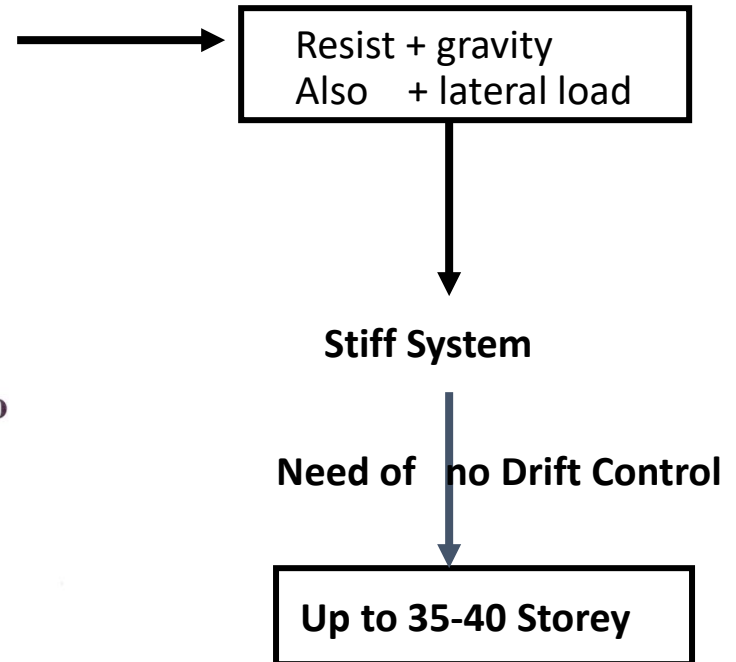


Note

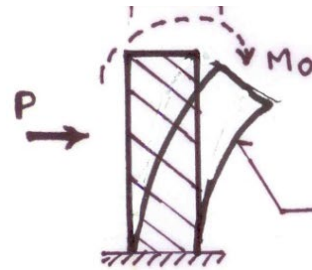
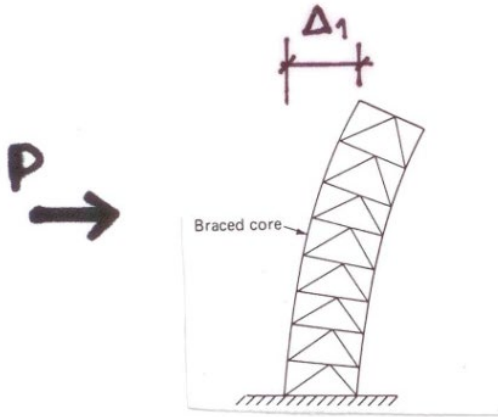
Configuration of truss due to the opening at corridor location,



*Need of stiff TOP & BOTTOM
chords of truss by BEAM ACTION.*



Outrigger and Belt Truss System (Re-habitation of Braced Frame by Cap Truss)

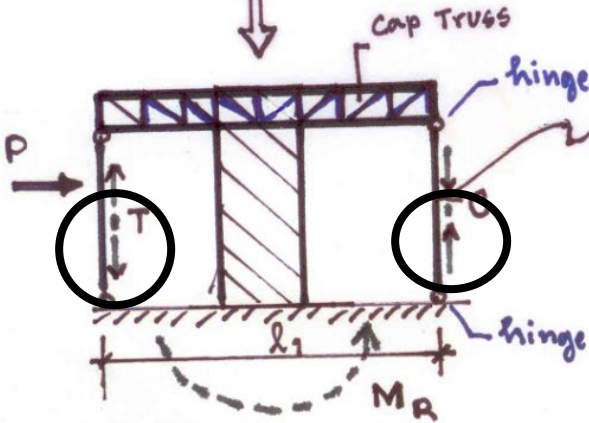
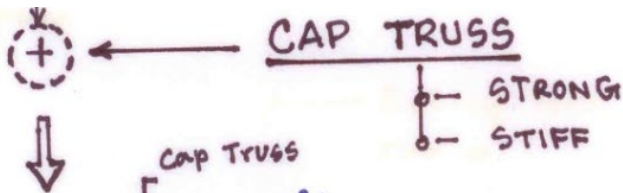


$M_0 =$ Overturning Moment

One curvature

Free Displacement of Braced Frame

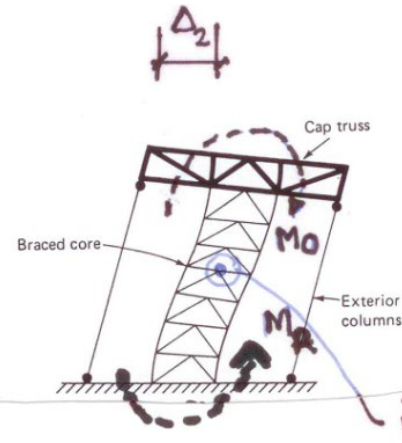
$$\Delta_2 < \Delta_1$$



Axially Force Member

$M_R =$ Resisting Moment Caused by

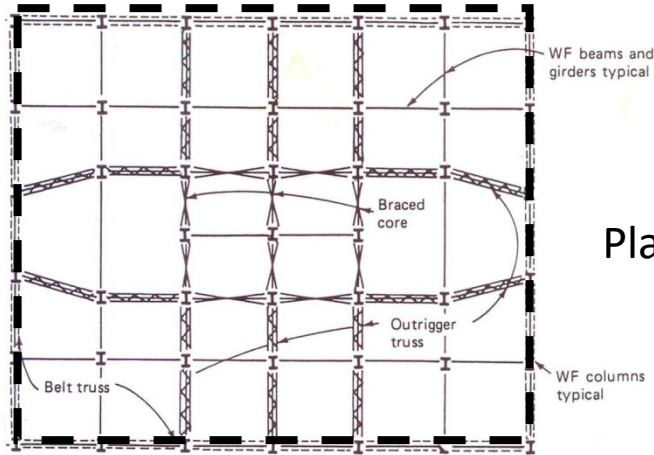
$$T (or C) \times l_1 = M_R$$



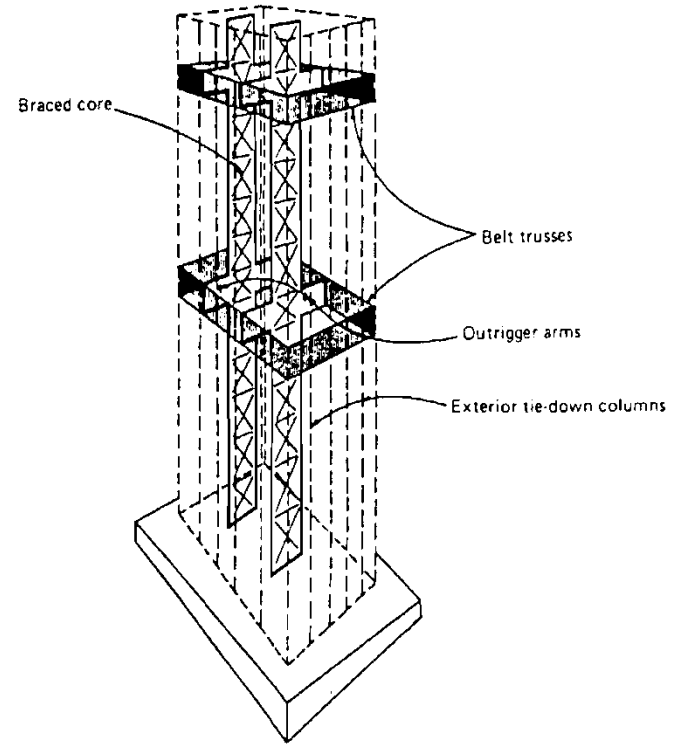
Note $M_0 > M_R$

inflection point

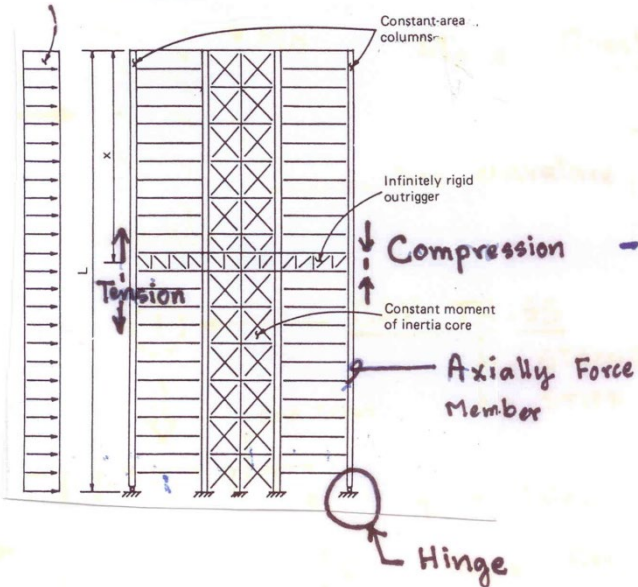
Belt Truss System



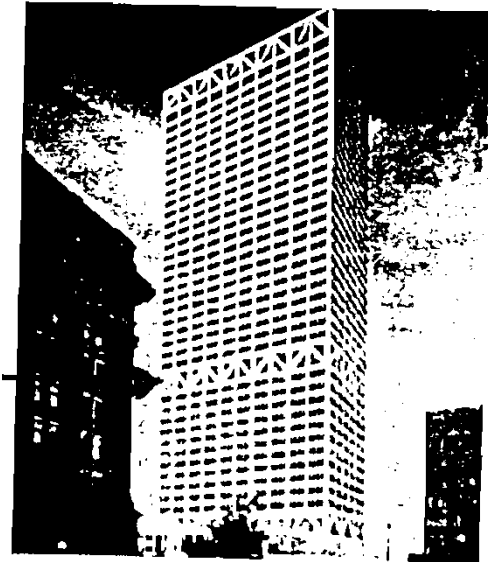
Plan

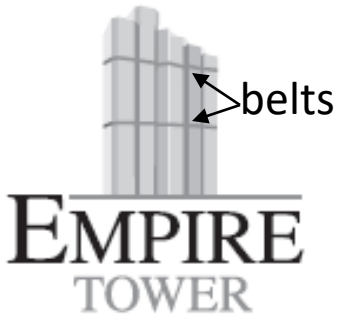


Wind Pressure



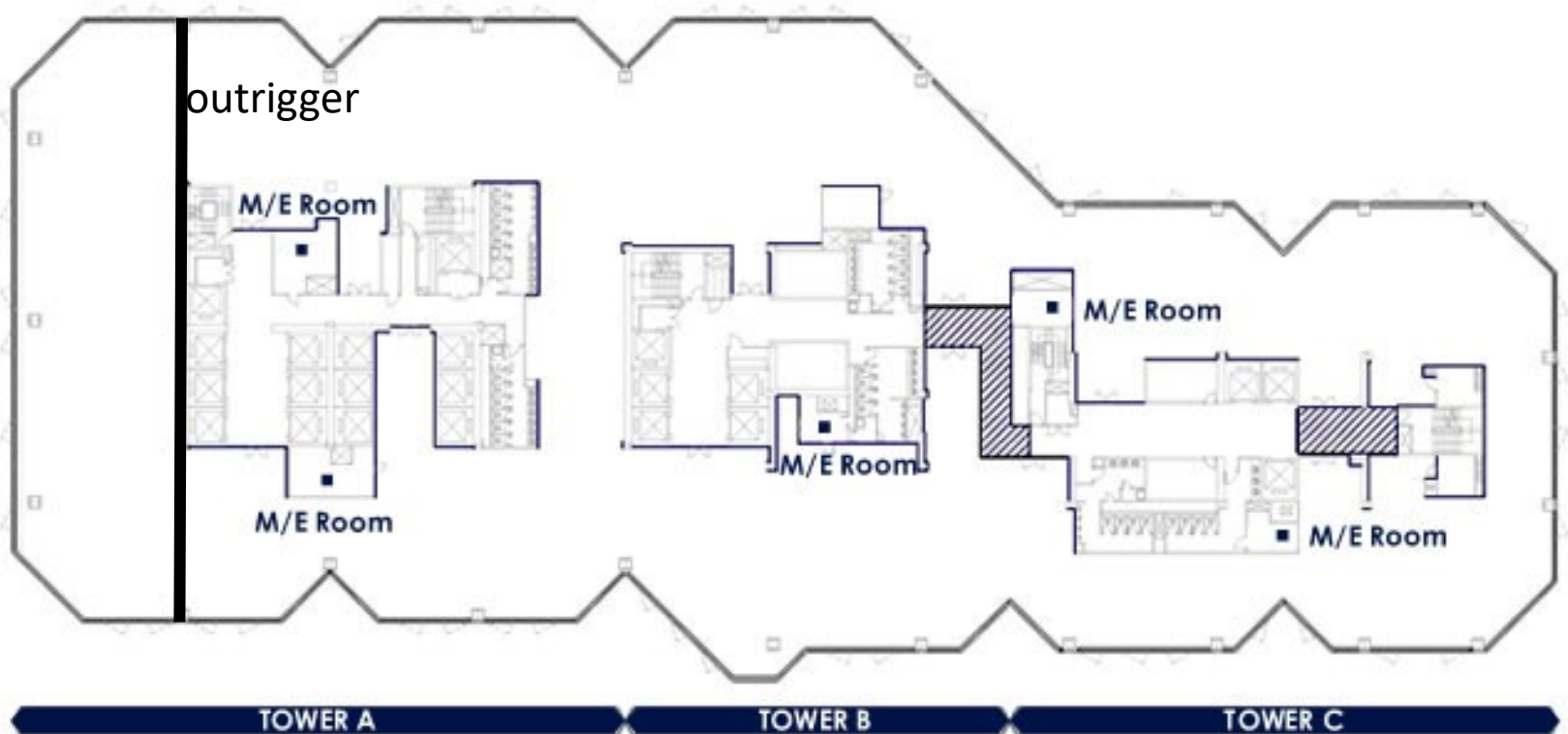
Elevation





58 floors – Office Tower @ Chongnonsee

Main Building



322 m. Tallest Sky Scaper

MahaNakhon Tower

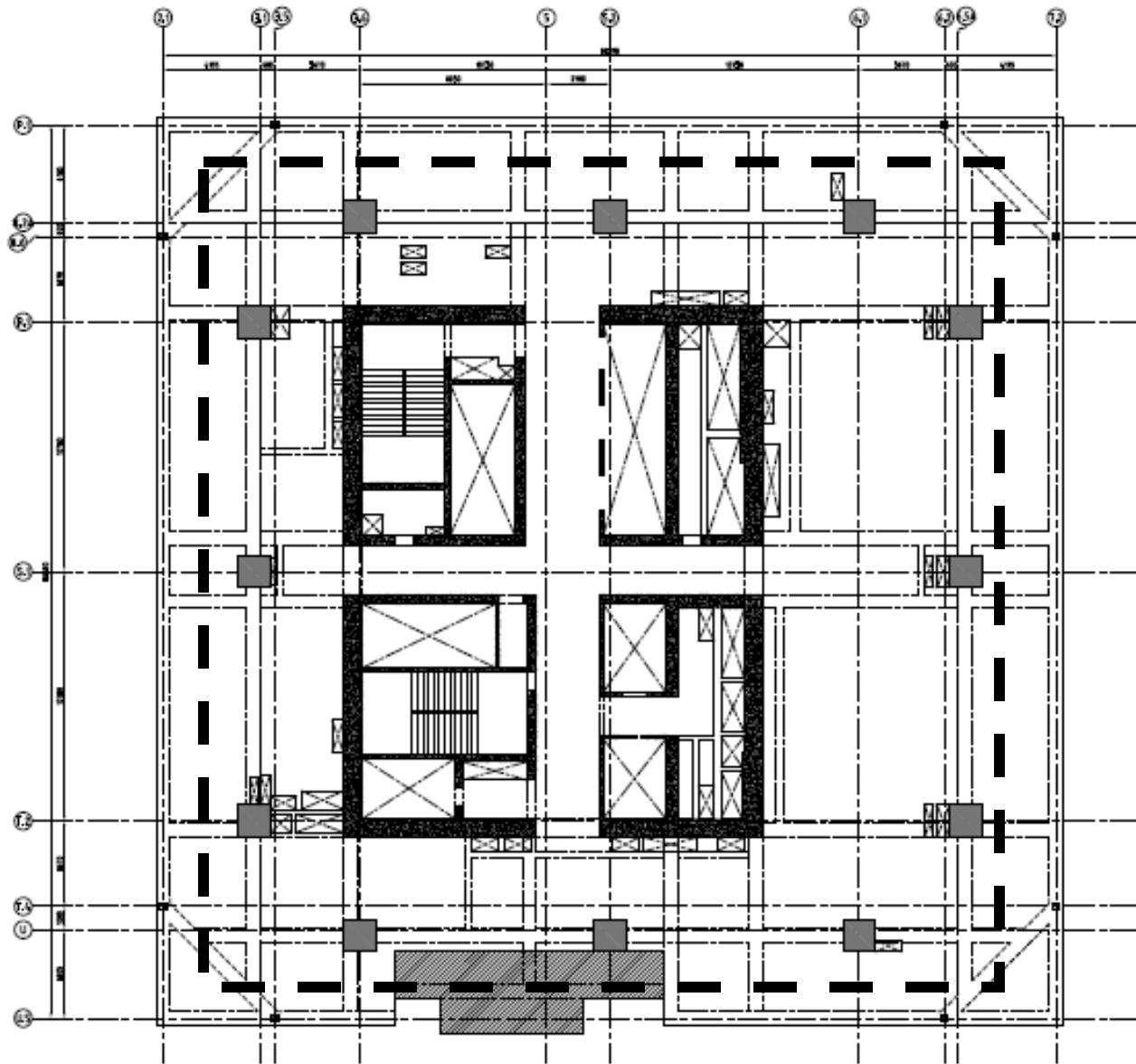
77 Stories:

76 superstructure levels
1 basement.



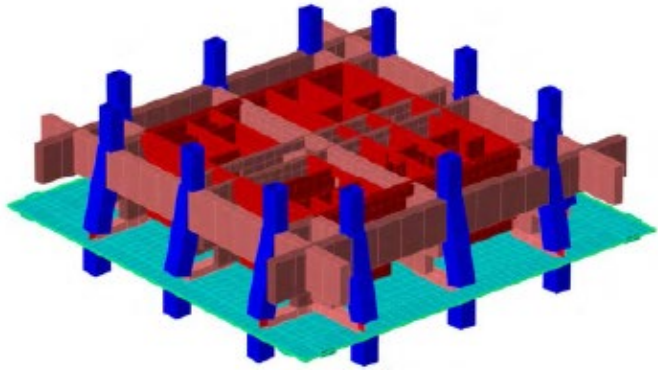
ขอขอบคุณข้อมูลจาก

BOUYGUES-THAI

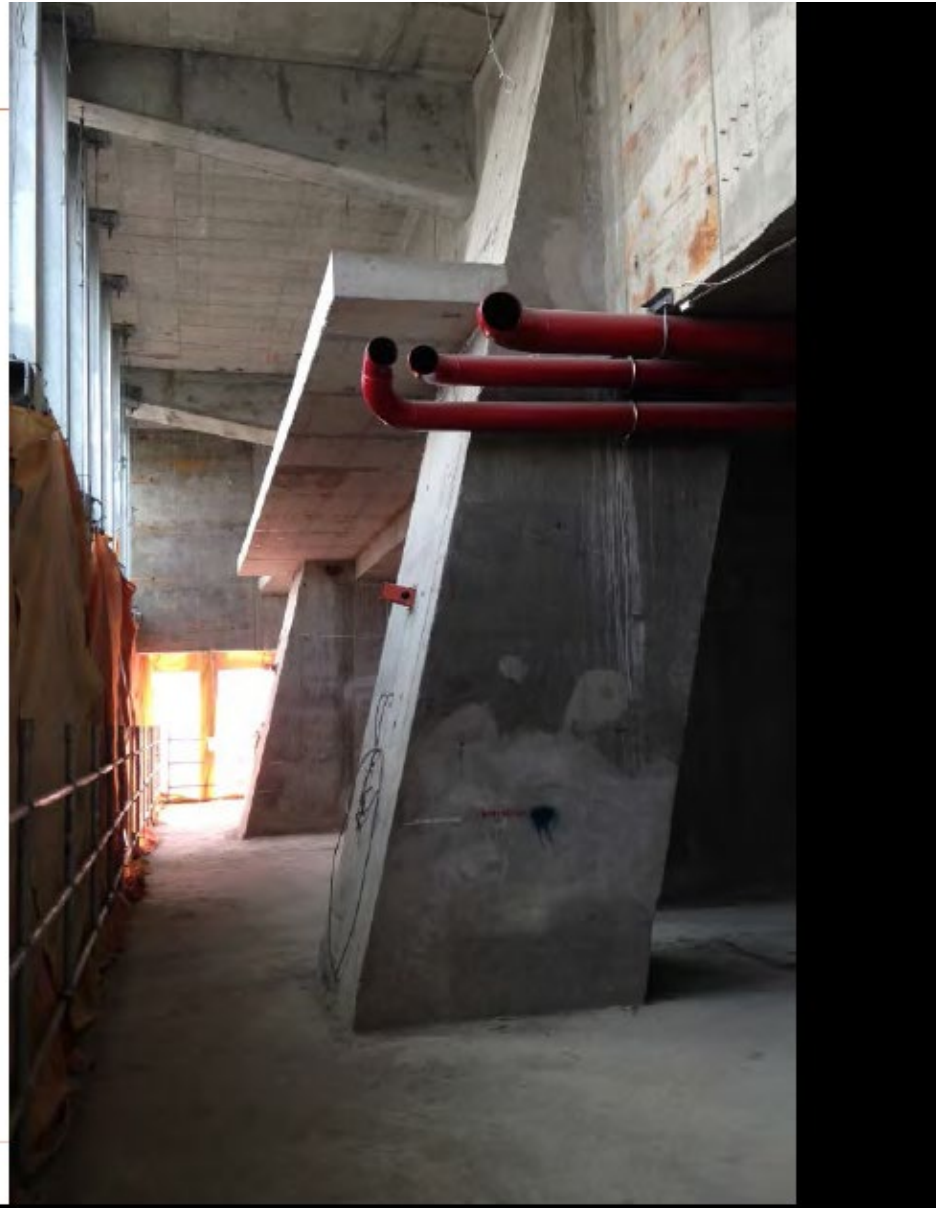


ขอขอบคุณข้อมูลจาก

Outrigger



Outriggers also stabilized the kinked - mega-columns on level 19-20.



ขอขอบคุณข้อมูลจาก

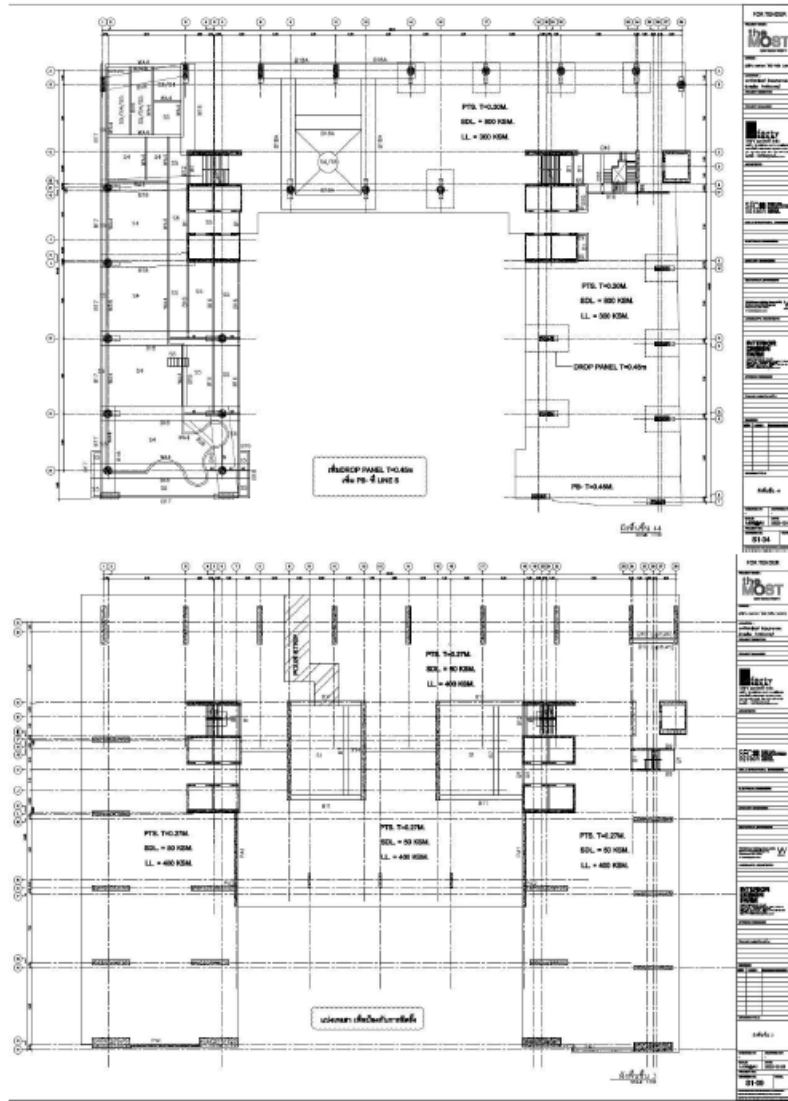


© Source image courtesy of Bouygues-Thai

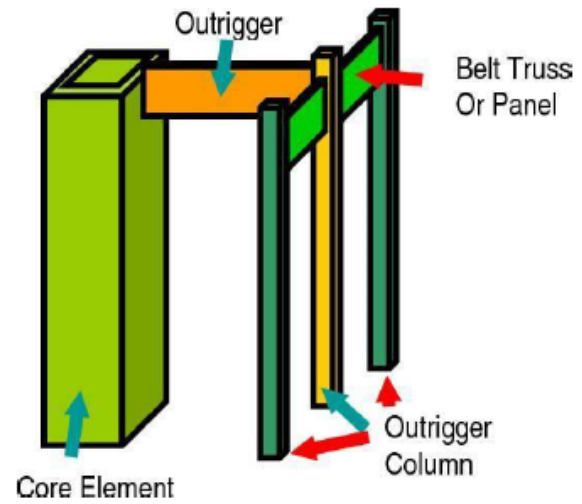
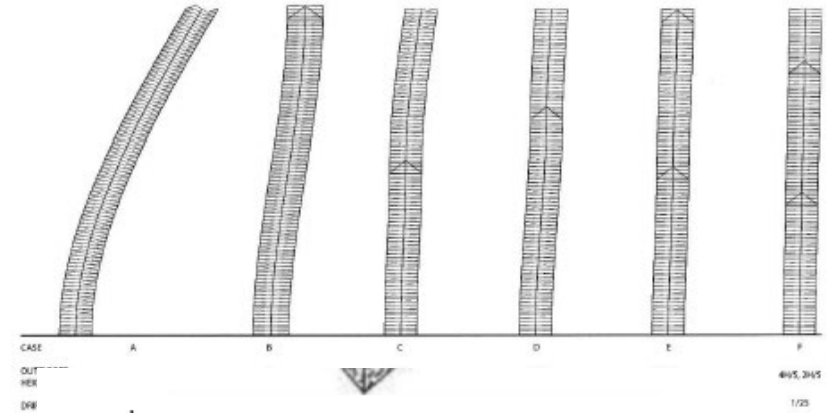
ขอขอบคุณข้อมูลจาก

การออกแบบและคำนวณเพื่อลด lateral drift

TYPICAL PLAN



Deformation Concept and Target



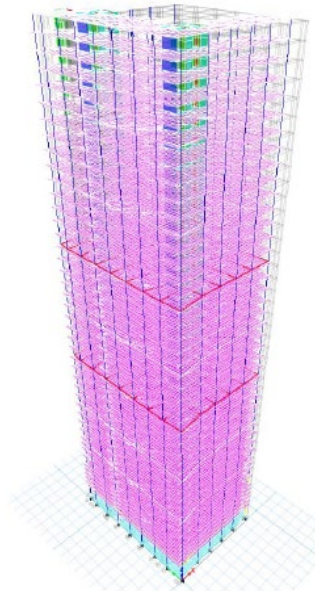
Alternative (A) (Model Received)

Out Rigger every 10 Floor



Alternative (B)

Out Rigger at 2 MIDDLE and of Building



Deformation Shape at Mode 1

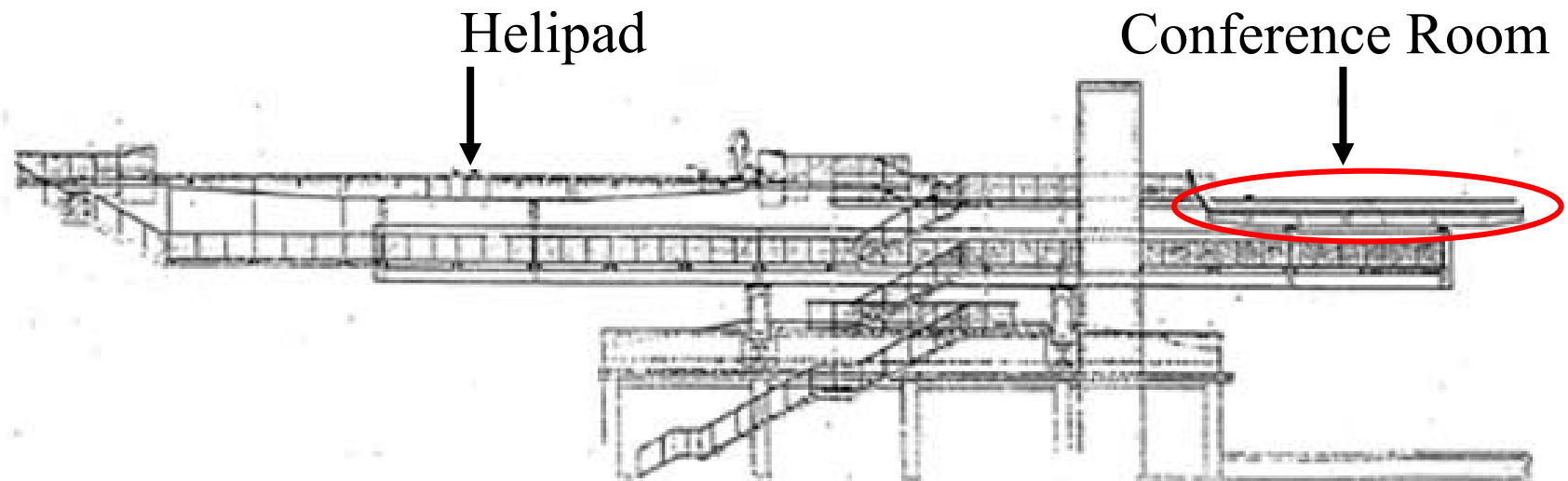
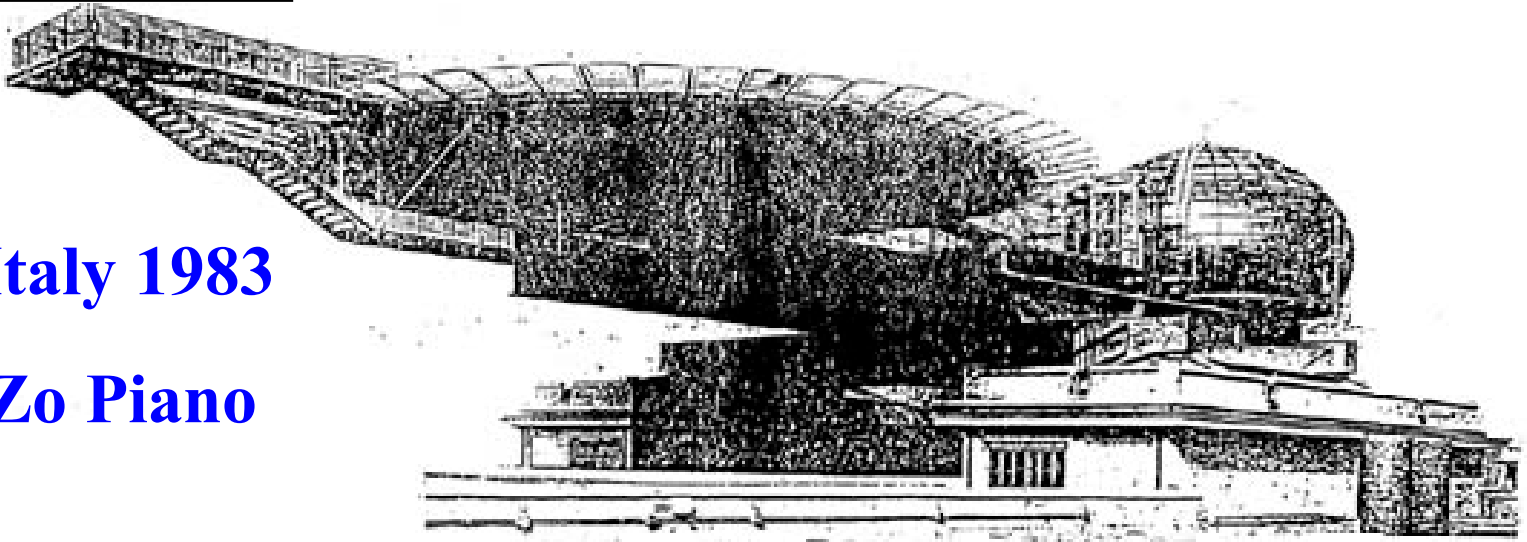
Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
		sec				
Modal	1	8.752	0.0205	0.6648	0.0205	0.6648
Modal	2	7.927	0.6725	0.0212	0.6931	0.686
Modal	3	7.762	1.76E-05	0.0181	0.6931	0.7041
Modal	4	2.455	0.0011	0.0882	0.6942	0.7922
Modal	5	2.28	0.1224	0.0026	0.8166	0.7949
Modal	6	2.222	0.0129	0.0516	0.8294	0.8465
Modal	7	1.257	0.0009	0.0105	0.8304	0.857
Modal	8	1.149	0.0448	0.0019	0.8752	0.8589
Modal	9	1.062	0.0011	0.0316	0.8763	0.8904
Modal	10	0.82	0.0025	0.0025	0.8788	0.893
Modal	11	0.744	0.0357	0.0014	0.9145	0.8943
Modal	12	0.674	0.0005	0.0296	0.915	0.924

Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
		sec				
Modal	1	8.752	0.0205	0.6648	0.0205	0.6648
Modal	2	7.927	0.6725	0.0212	0.6931	0.686
Modal	3	7.762	1.76E-05	0.0181	0.6931	0.7041
Modal	4	2.455	0.0011	0.0882	0.6942	0.7922
Modal	5	2.28	0.1224	0.0026	0.8166	0.7949
Modal	6	2.222	0.0129	0.0516	0.8294	0.8465
Modal	7	1.257	0.0009	0.0105	0.8304	0.857
Modal	8	1.149	0.0448	0.0019	0.8752	0.8589
Modal	9	1.062	0.0011	0.0316	0.8763	0.8904
Modal	10	0.82	0.0025	0.0025	0.8788	0.893
Modal	11	0.744	0.0357	0.0014	0.9145	0.8943
Modal	12	0.674	0.0005	0.0296	0.915	0.924

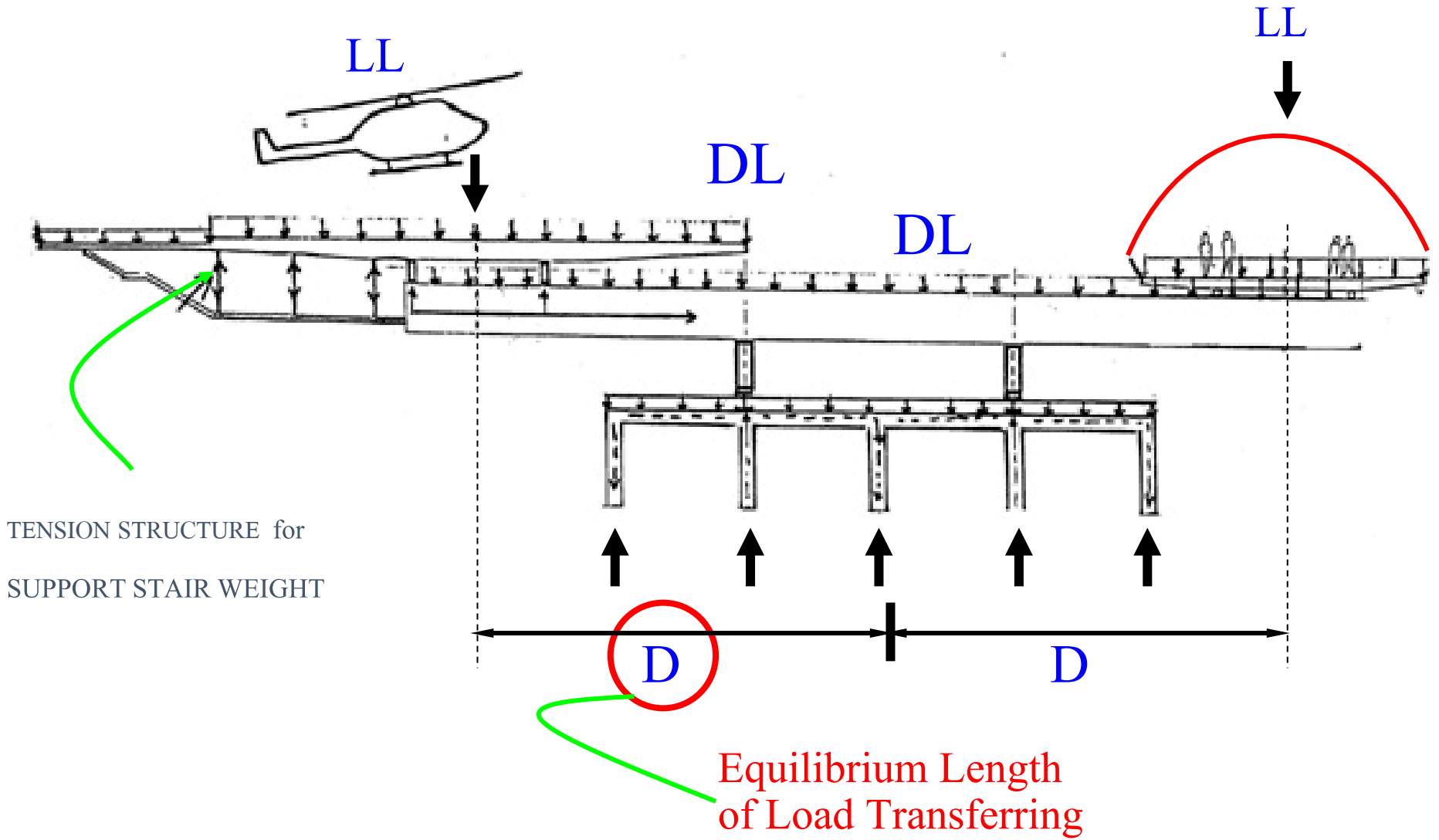
Lingotto Factory Rehabilitation

Turin, Italy 1983

By Renzo Piano

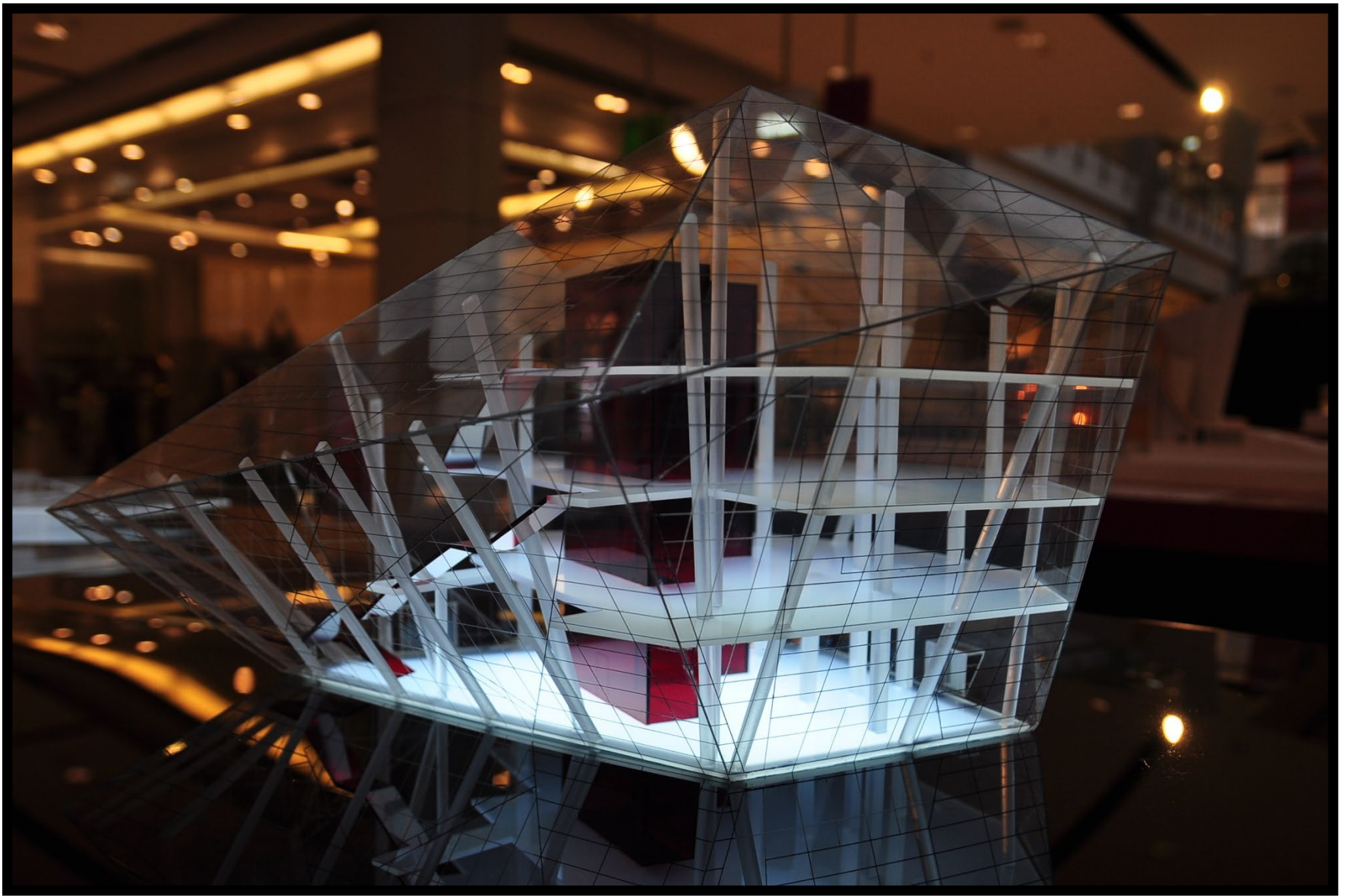


DL/LL = Great

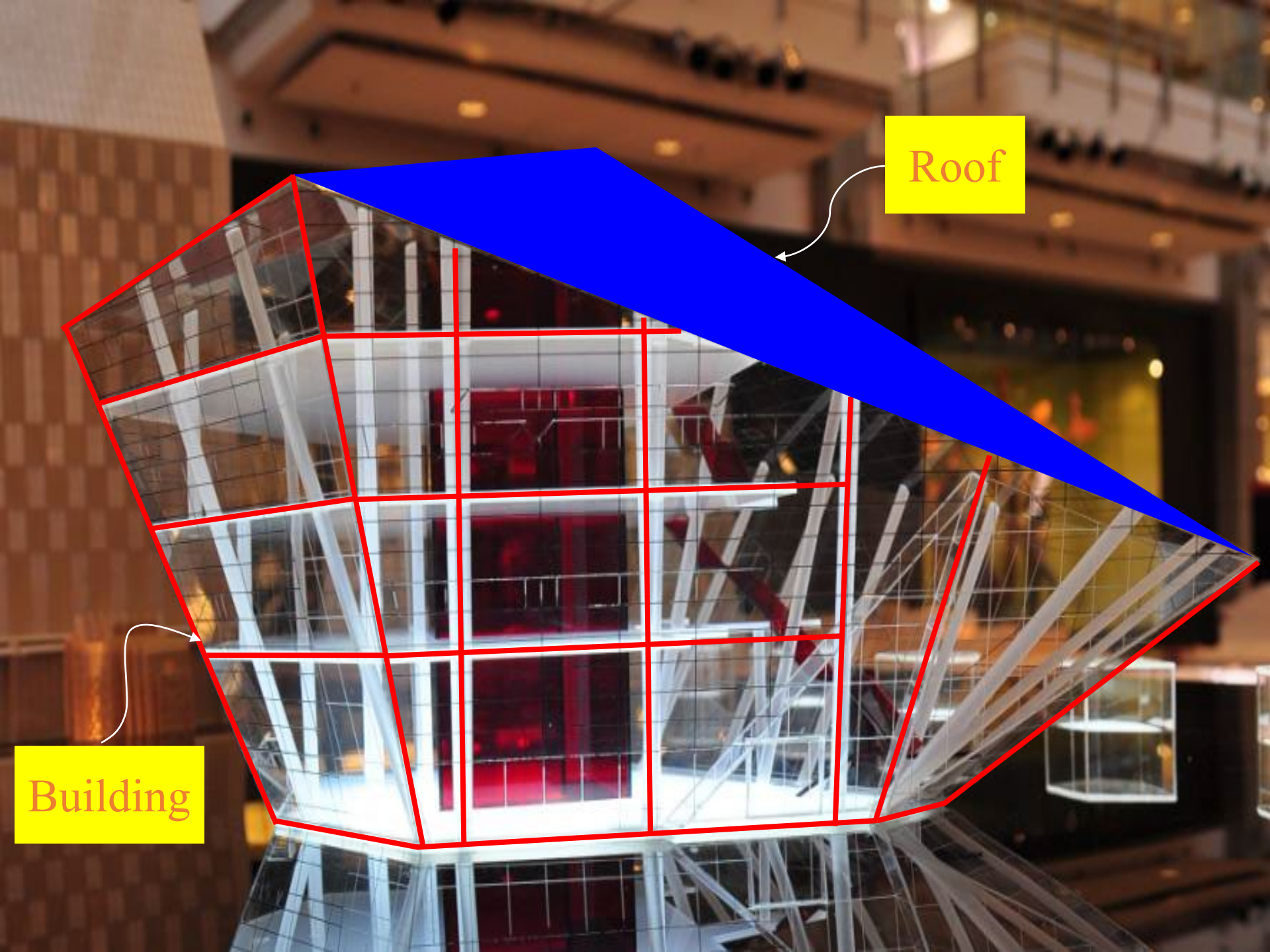




โครงการ BU LANDMARK COMPLEX
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต

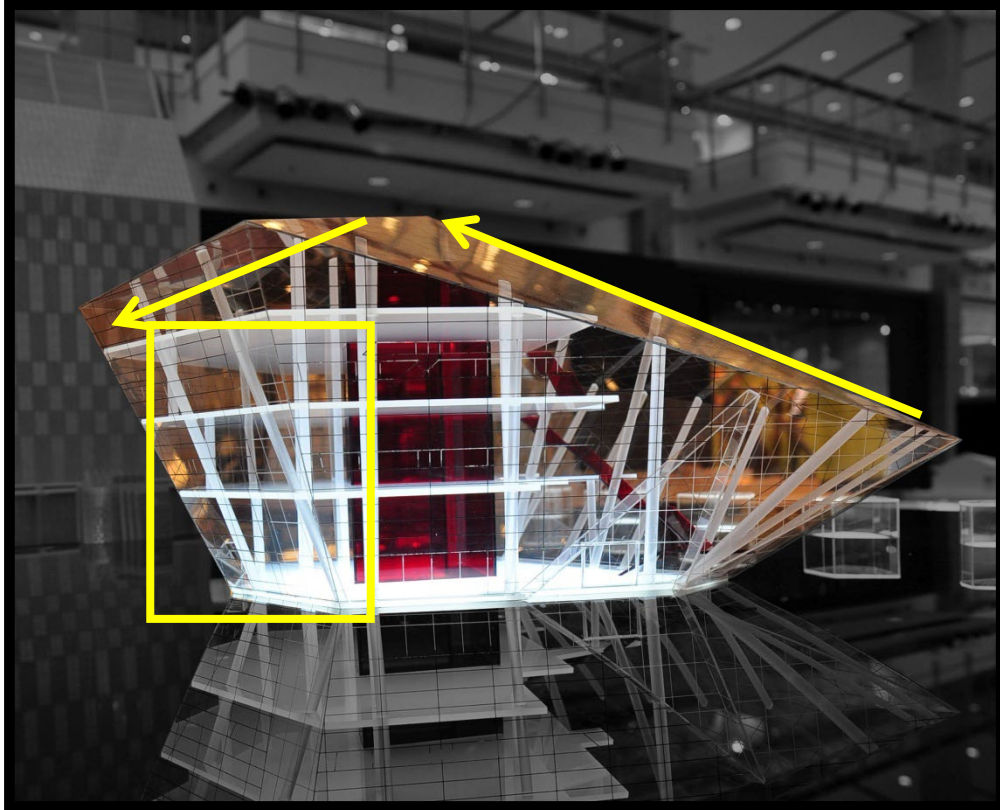


แบบจำลอง อาคาร **BU Landmark Complex**

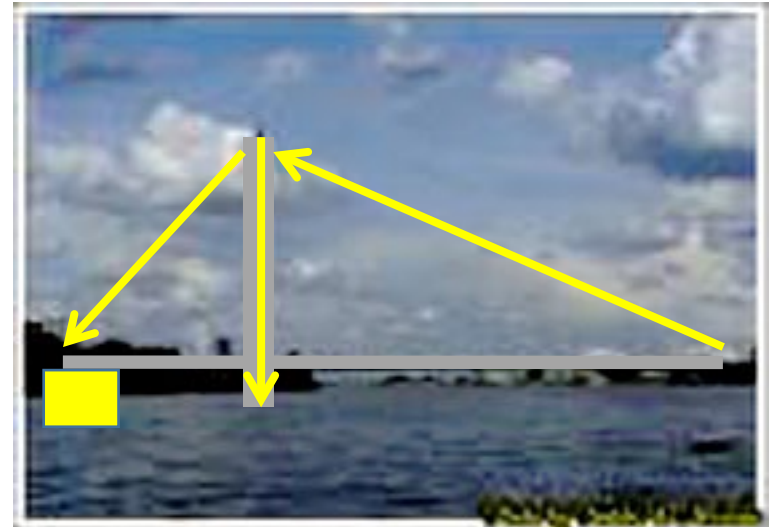


Roof

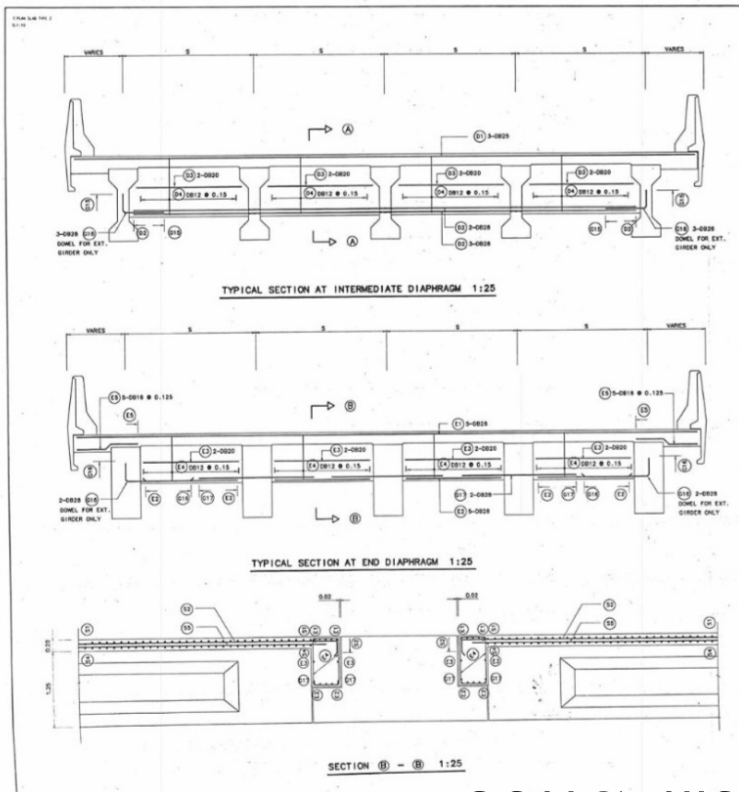
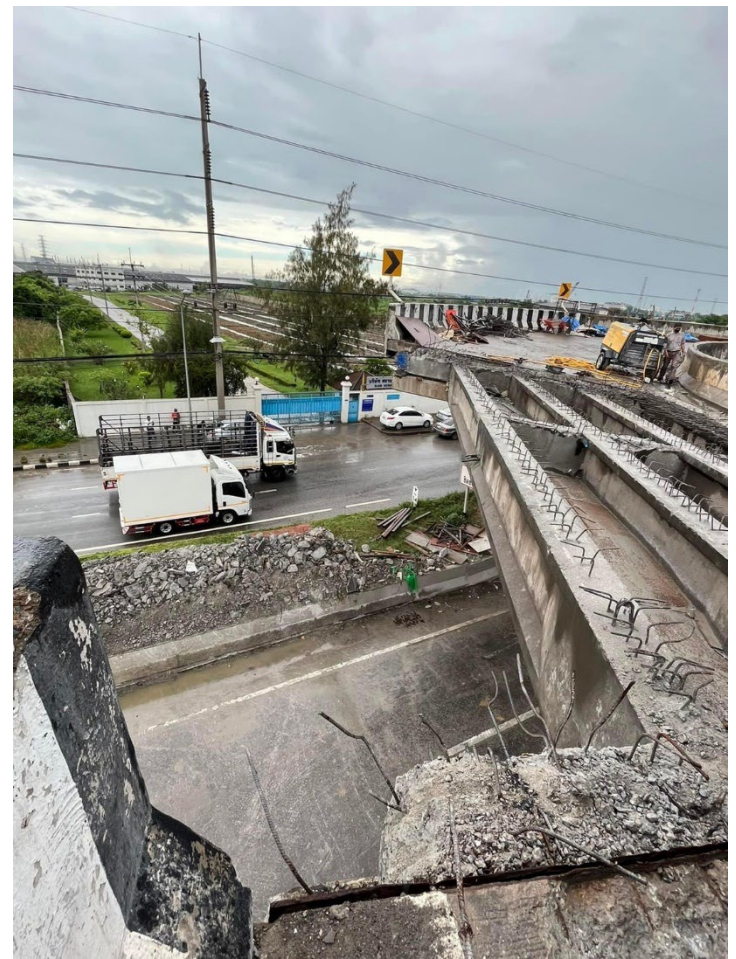
Building



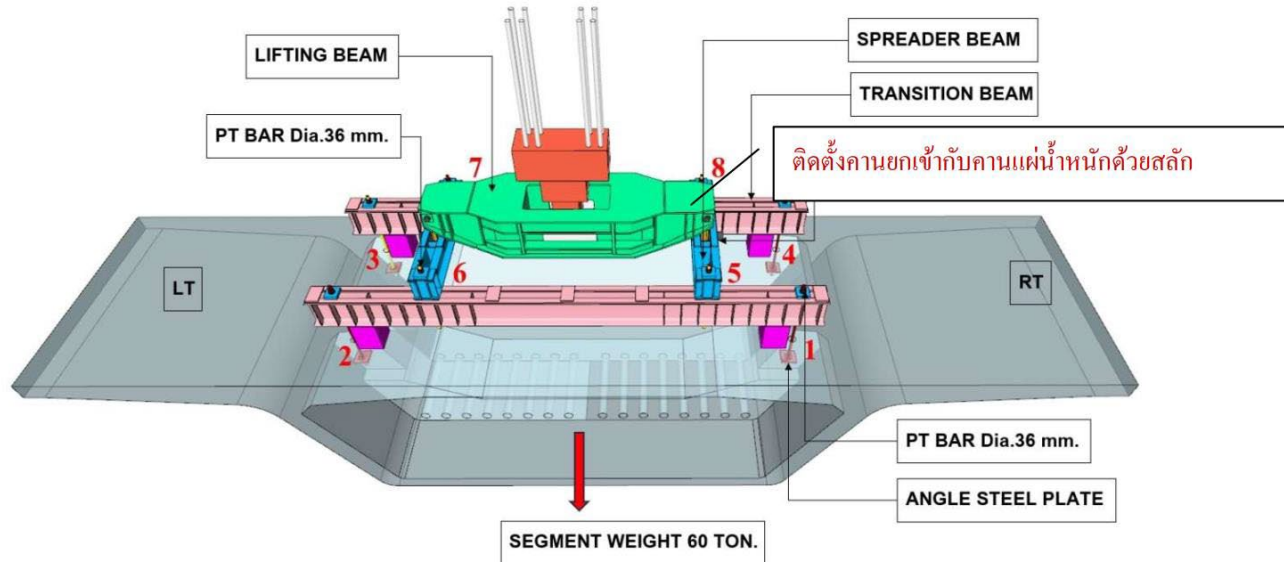
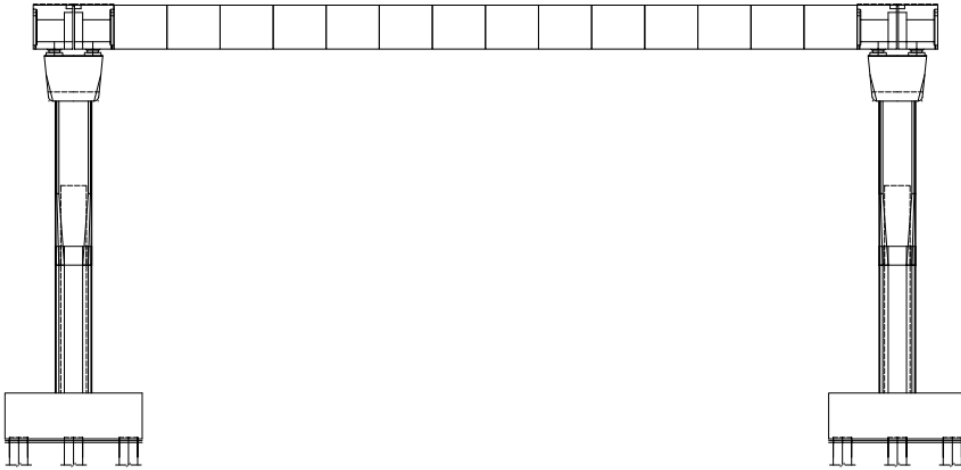
อาคาร BU Landmark Complex



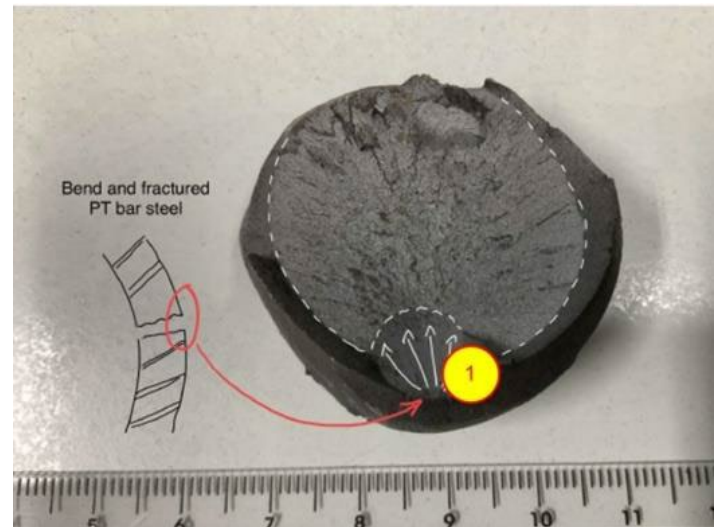
สะพานพระราม 8



คานสะพาน สะพานกลับรถ พระราม 2 กม.34 วิว



Segment failed at Rama II





สัมมนา
online

การเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับใบอนุญาตฯ ระดับวุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา



ขอบคุณที่ให้ความสนใจครับ

