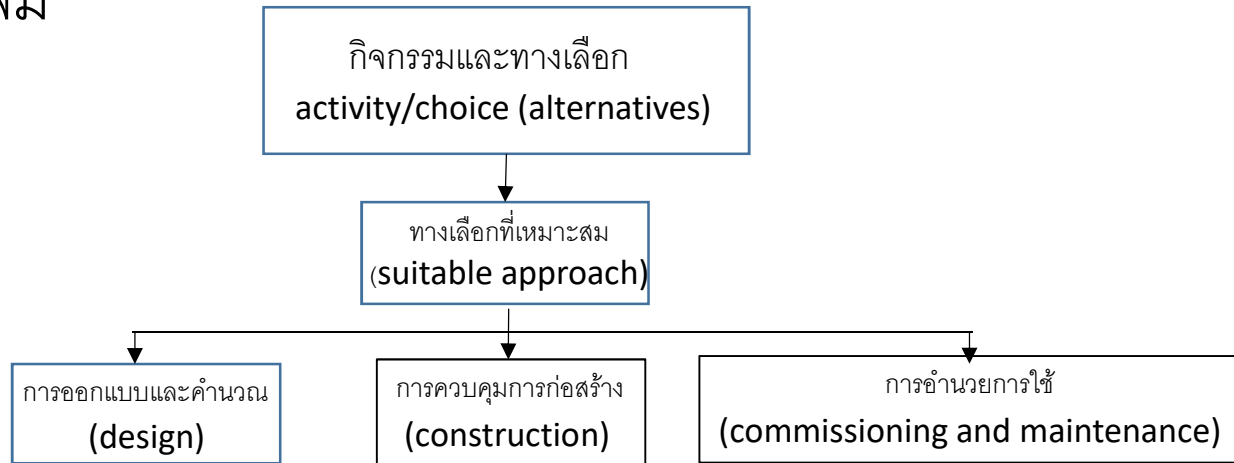


พื้นฐานงานวิศวกรรมโยธา
สำหรับวุฒิวิศวกรโยธา

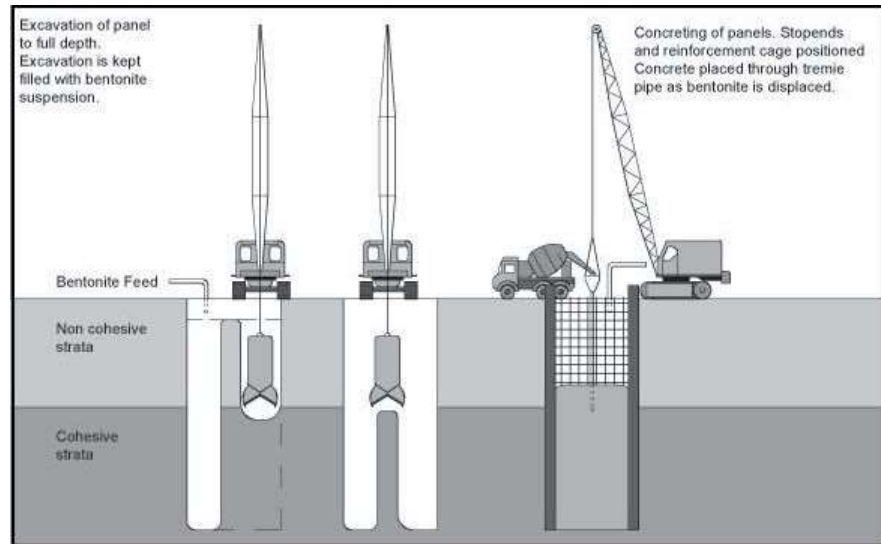
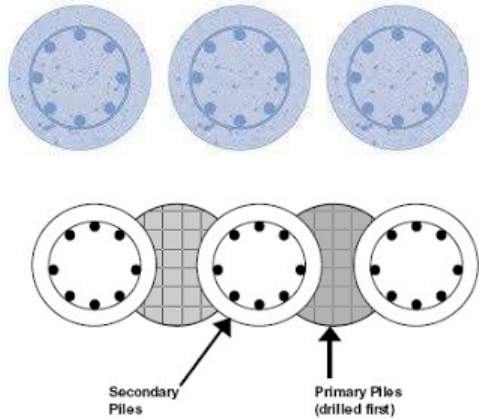
เอก ศิริพานิชกร
อนุกรรมการ สภาวิศวกร
๘ กรกฎาคม ๒๕๖๕

งานวางโครงการ

เมื่อมีโครงการที่จะดำเนินการแล้ว วิศวกรระดับวุฒิ
วิศวกรโยธา ควรเป็นผู้มีความสามารถในการกำหนด
ทางเลือกของโครงการ เพื่อให้ได้โครงการที่มีความ
เหมาะสม



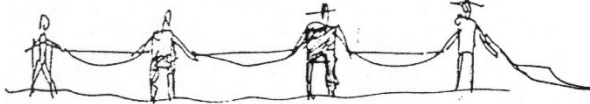
Contiguous Piled Wall



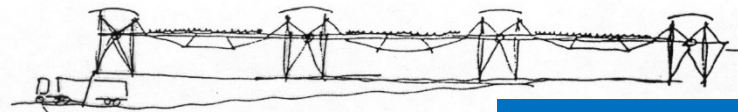
งานขุดดินลึก 3 ทางเลือก

1. Sheet pile
2. Pile wall
 - 2.1 contiguous pile
 - 2.2 secant pile
3. diaphragm wall

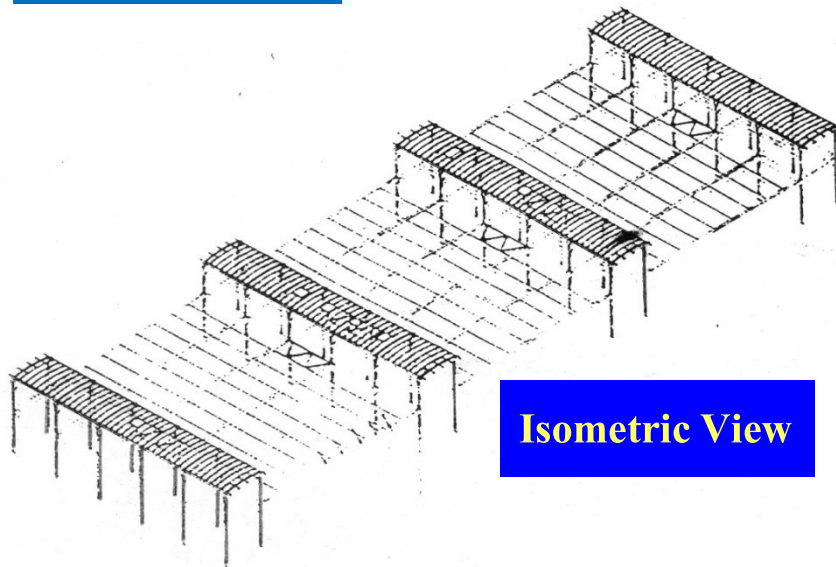
การคัดเลือกระบบโครงสร้างหลังคา



Sketch of Concept

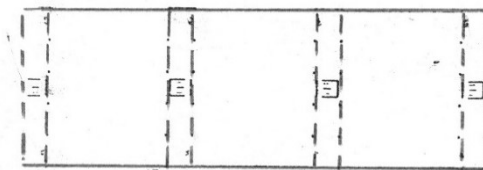


Preliminary Scheme

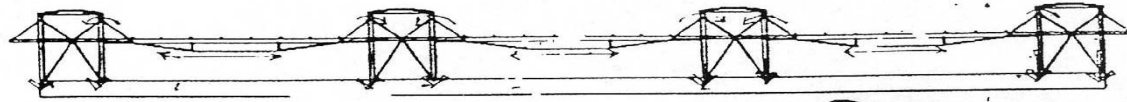
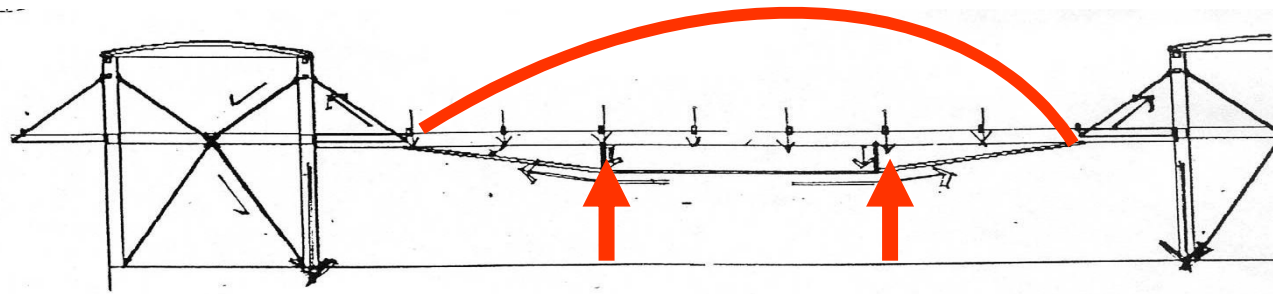


Isometric View

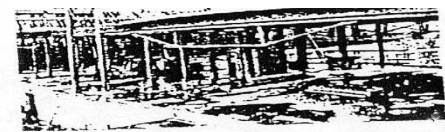
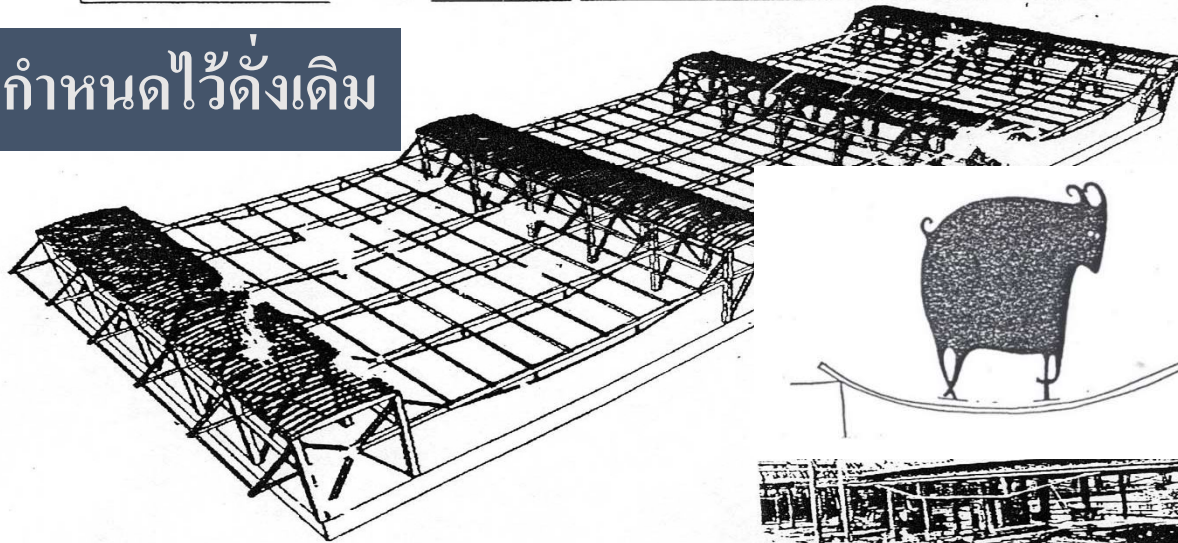
Farm House (150 years old)

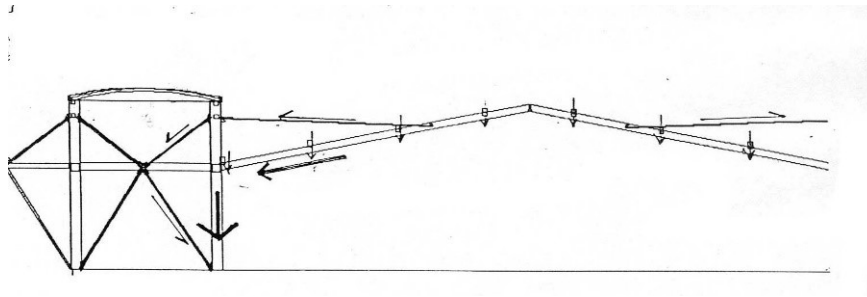


Plan

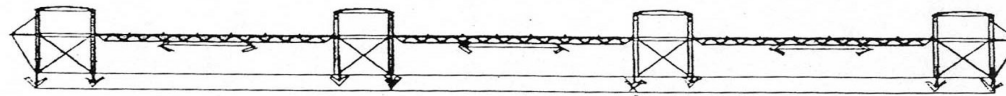
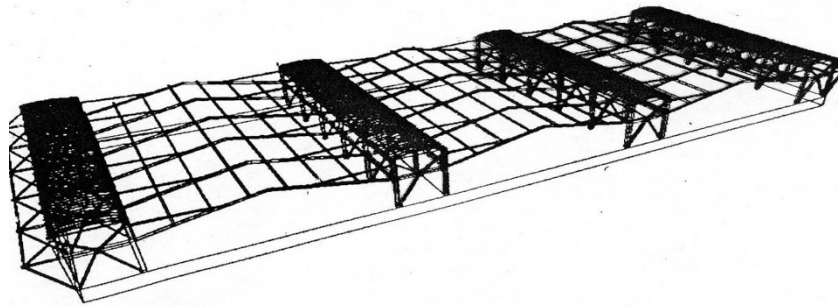


โครงที่กำหนดไว้ดั้งเดิม

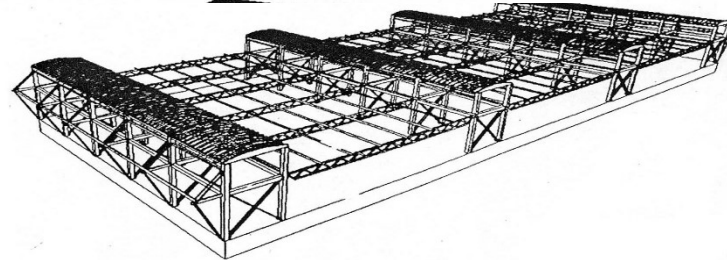




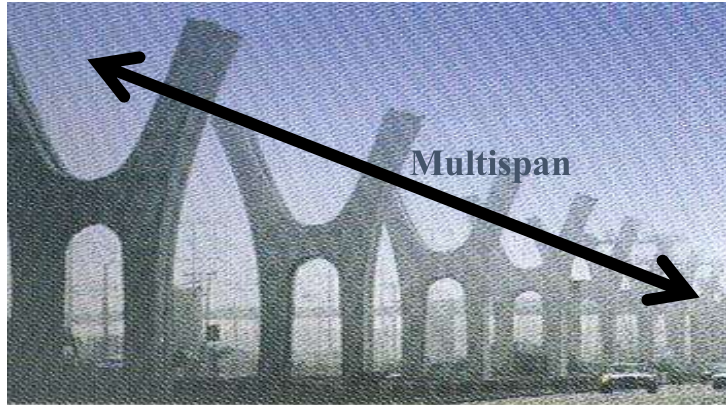
โครงทางเลือกที่ 1



โครงทางเลือกที่ 2



ทางด่วนบางนา - บางพลี - บางปะกง



22.30 (3+3 lanes)



wide Box (prestressing units)



Construction Process

สะพานรูปกล่องหล่อทับที่ใช้แบบหล่อเคลื่อนที่

Cast In-situ : Form-travelers



Loures, Portugal

สะพานรูปกล่องหล่อยกขึ้นส่วนประกอบแบบยื่นสมดุล



Precast Segmental

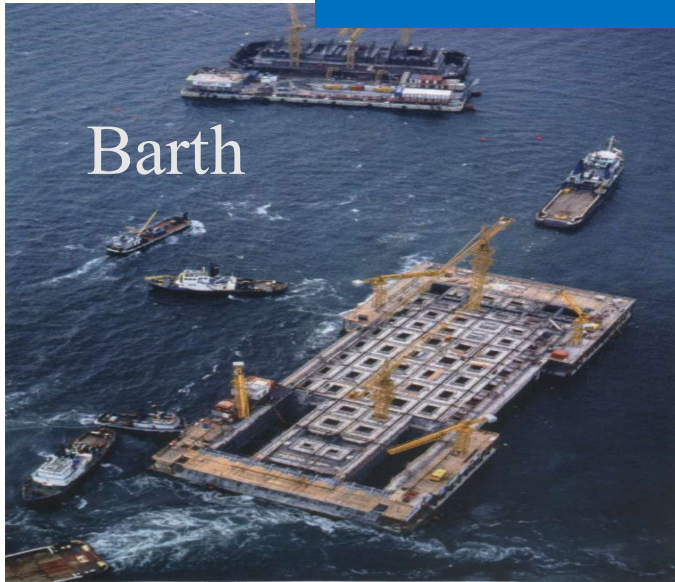


Balancing Cantilever



สะพานข้ามแม่น้ำที่ปากเซ สปป. ลาว ใช้
truss launcher

Full Span Installation



การก่อสร้าง สะพาน Oresund
สะพานยาวที่สุดในยุโรป

Typical span 110 ม.

อากาศหนาวเลือกใช้ full spans



Construction Method and Types

Types: Haunched Girder
: Constant Depth Girder

- Single Box
- Two Boxes



Construction Methods : Pre-cast Full Span

: Cast-in-place (eg. Rama III Bridge)

: Pre-cast Segmental Limited Size

: Pre-cast cantilever method



Cost and Time (value engineering)

โครงการสะพานเหล็กในโครงการรถไฟทางคู่
ข้ามแม่น้ำนครชัยศรี

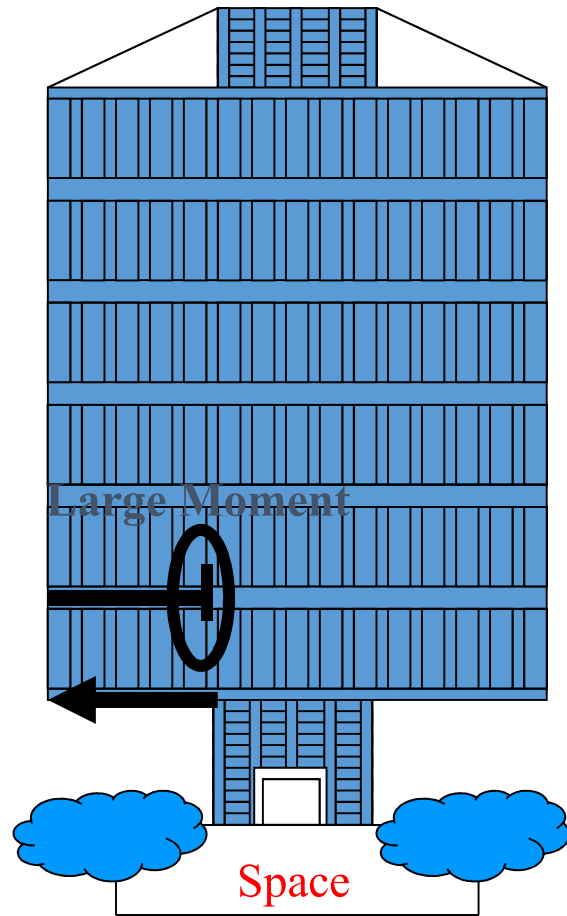




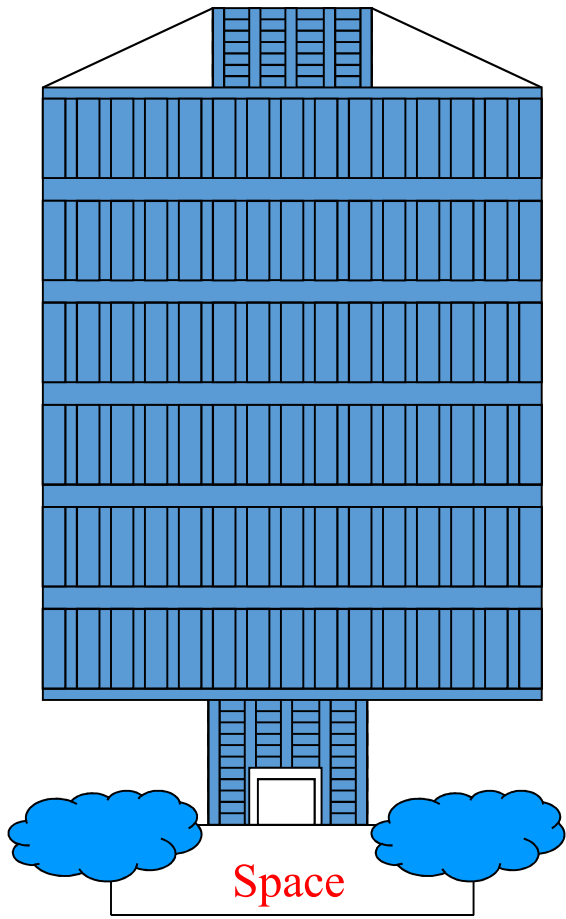
Model at Phase of Construction

Original Model

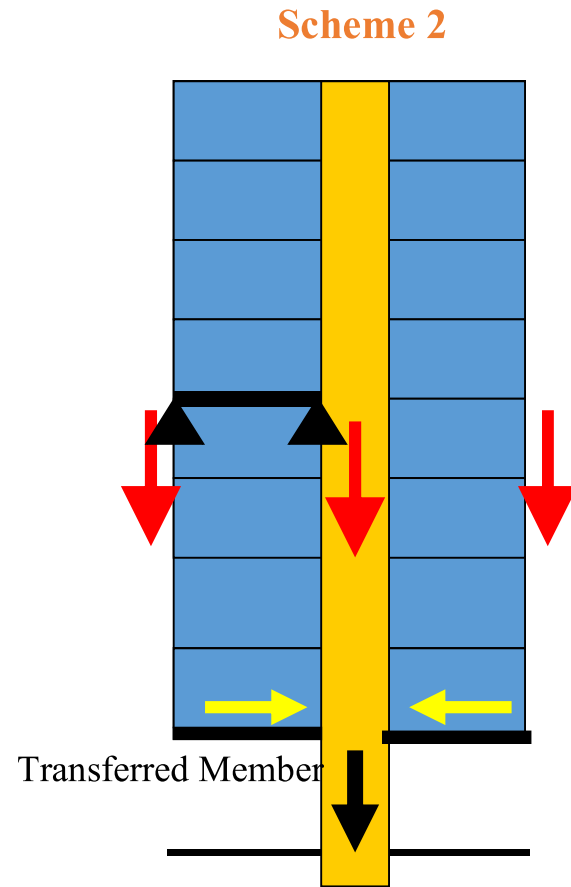
ทางเลือกของระบบโครงสร้างอาคาร



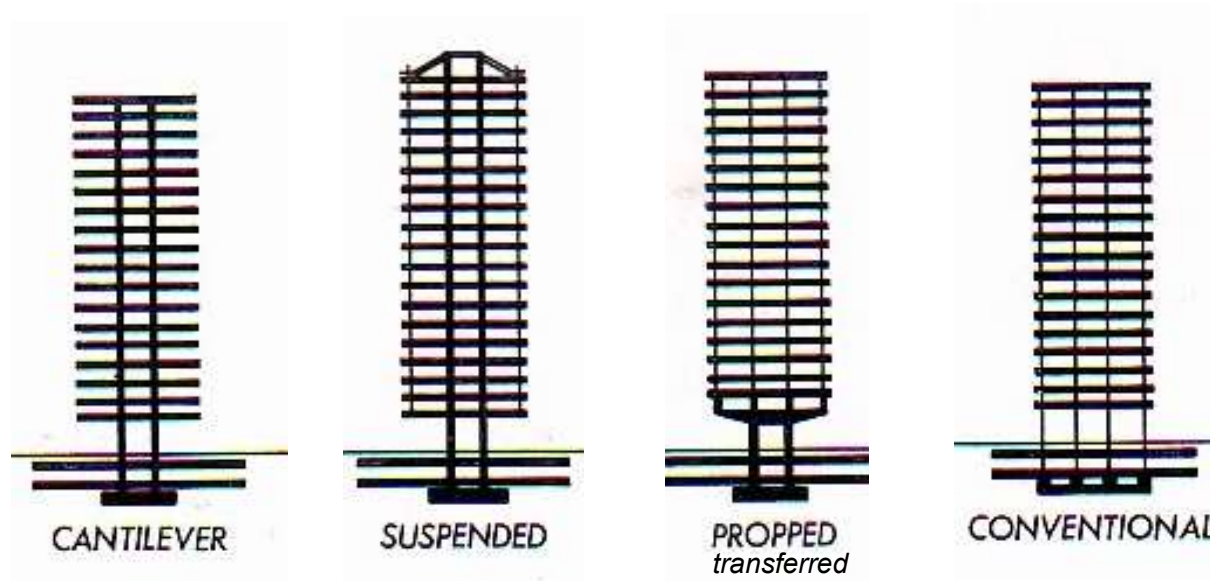
Appearance of Structure Schematic Analysis of Structure



Appearance of Structure

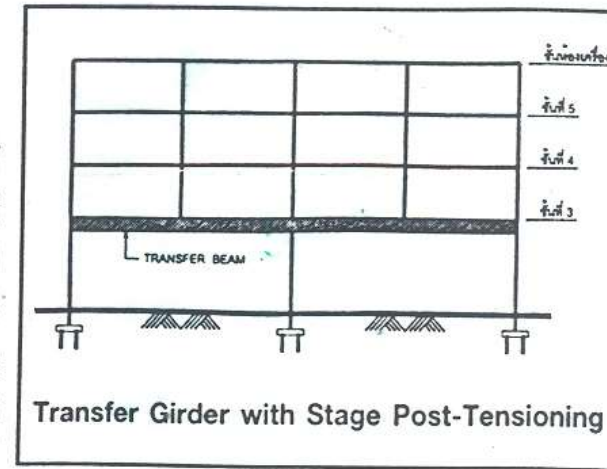


Schematic Analysis of Structure

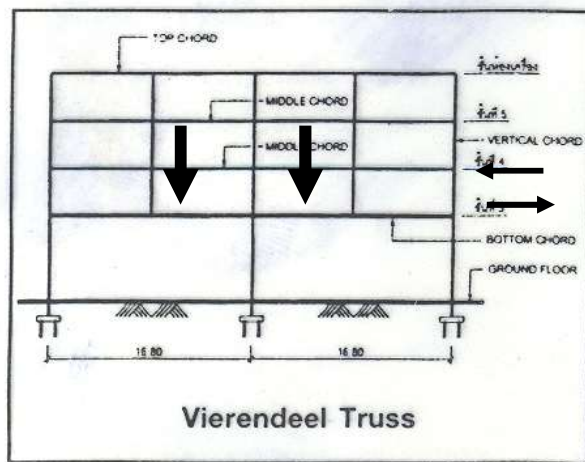


Competitive Structural Systems

แนวคิดการเลือกระบบโครงสร้างในการก่อสร้างอาคารโถงกว้างที่ชั้นล่าง



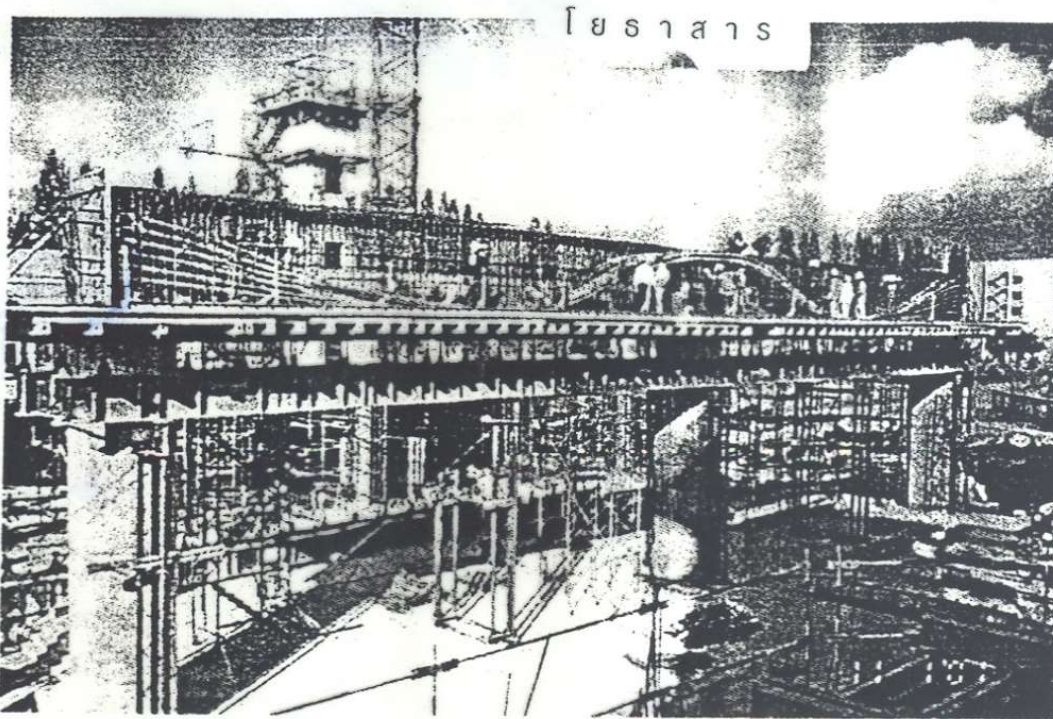
แนวทางที่เลือก : transferred members



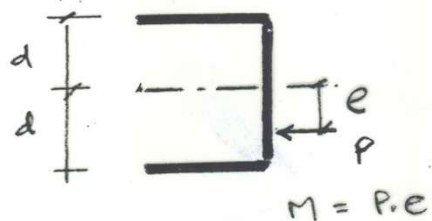
แนวทางแรก ใช้ Vierendeel truss



Vierendeel truss



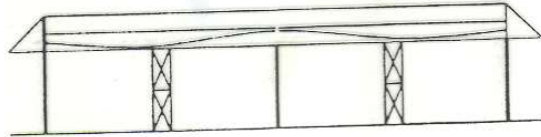
ทางเลือกที่ 2 คานถ่ายน้ำหนักบรรทุก 1. คอนกรีตเสริมเหล็ก : คานใหญ่
 2. คอนกรีตอัดแรง : ต้องกำหนดขั้นตอนการดึงลวดอัดแรง



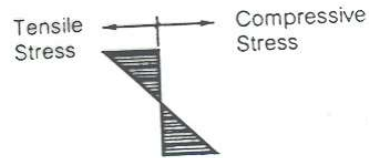
$$\begin{aligned} \sigma_t &= \eta \frac{P}{A} + \frac{\eta M \cdot d}{I} \\ \sigma_c &= \eta \frac{P}{A} - \frac{\eta M \cdot d}{I} \end{aligned}$$



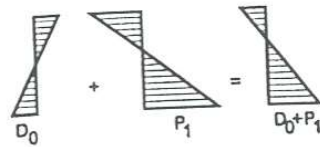
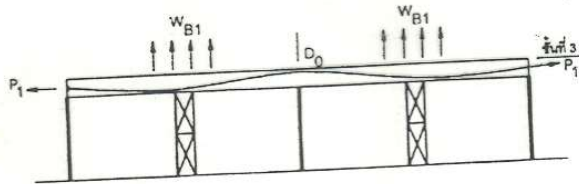
Stage Post-Tensioning



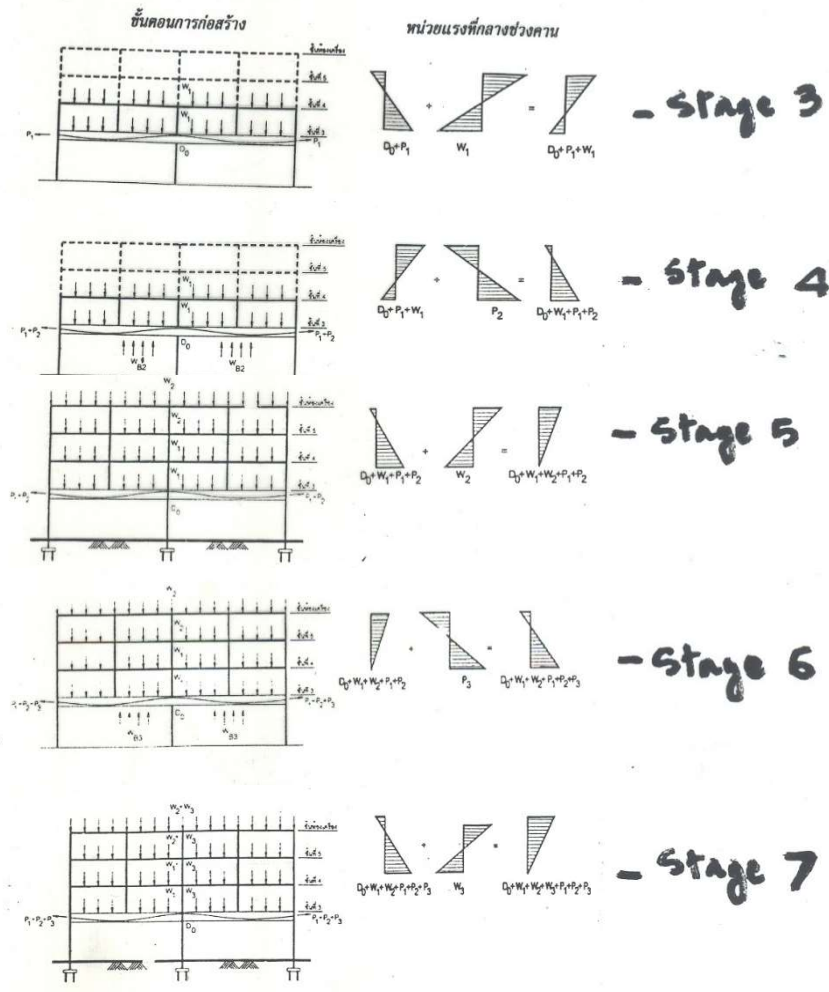
หน่วยแรงที่กลางช่วงคาน



- Stage 1

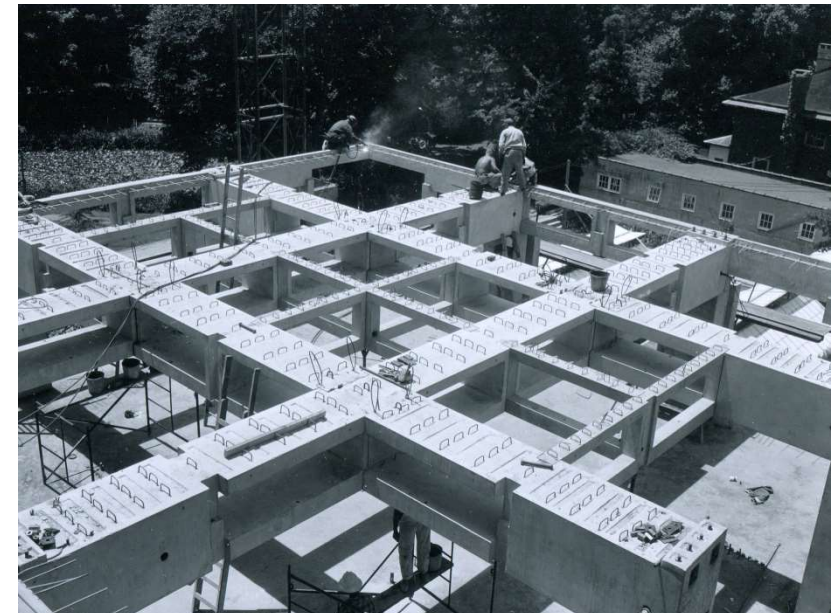
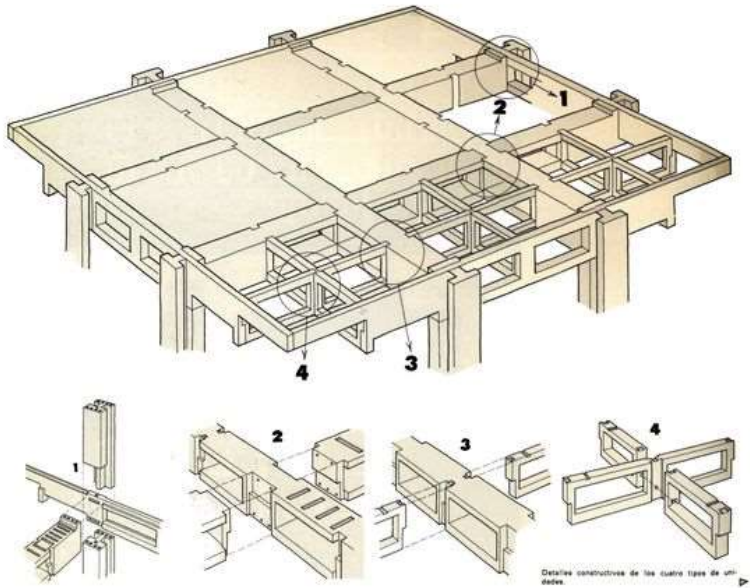


- Stage 2



**Stages of Construction
Restrains
from Structural System**

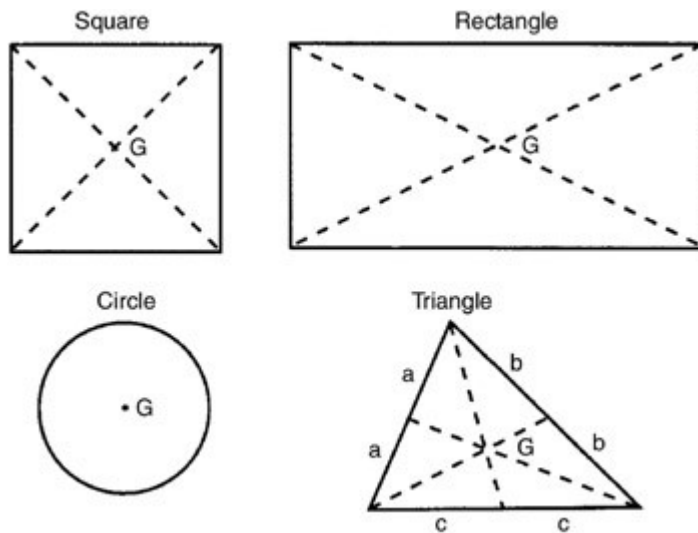
Cost & Time



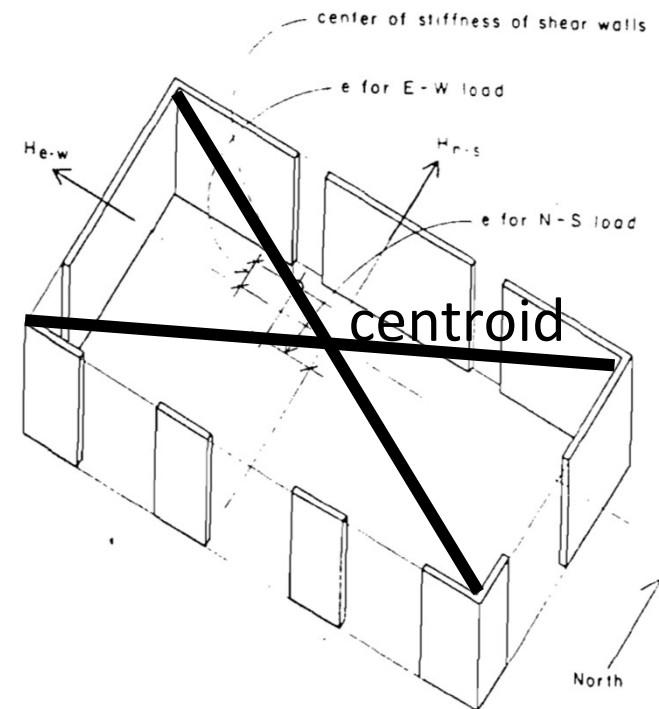
modular precast system

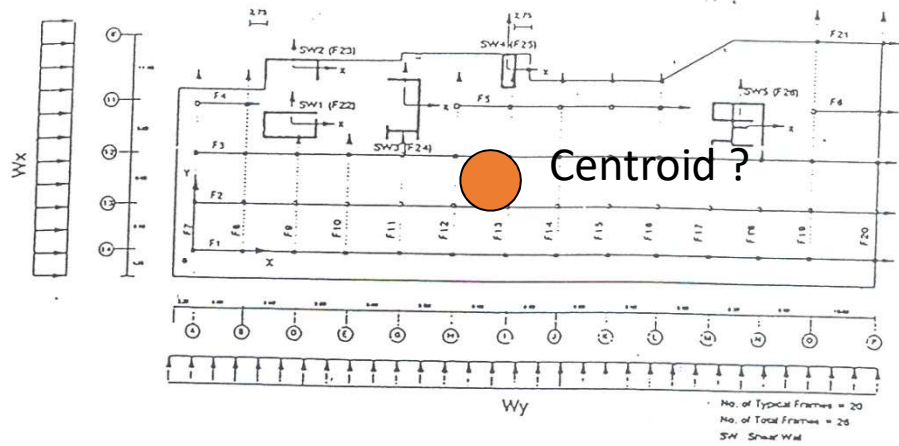
Centroid and Centre of Gravity

Centre of gravity is the point where the total weight of the body acts while centroid is the geometric centre of the object. Centre of gravity or centre of mass is the point where the whole mass of the body is concentrated. ... Centroid is the centre of gravity for objects of uniform density.



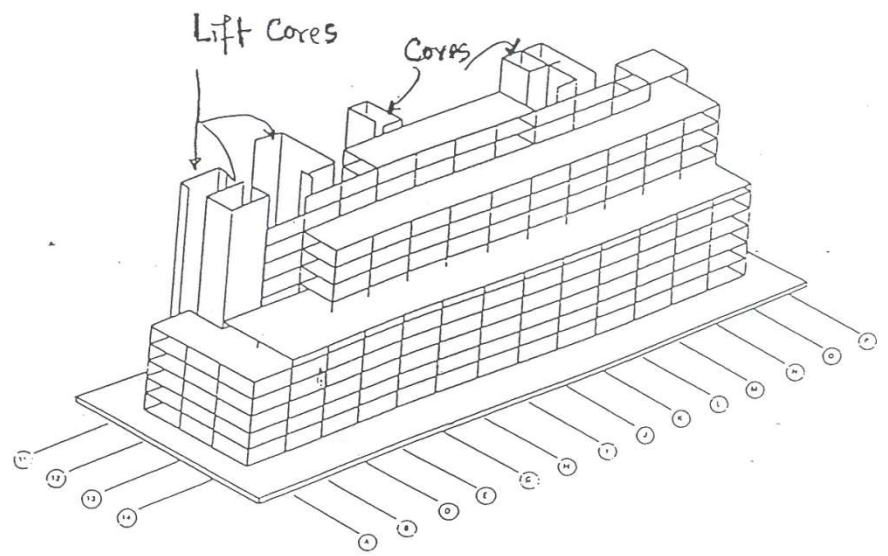
Centroid of Area



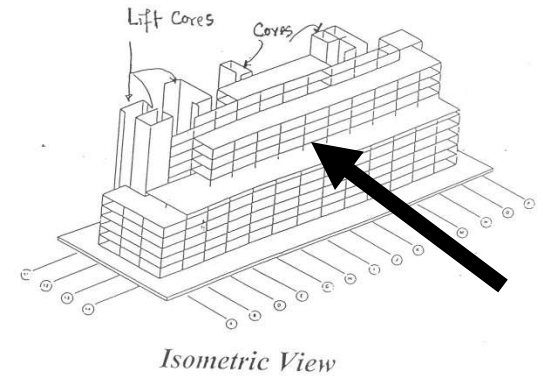
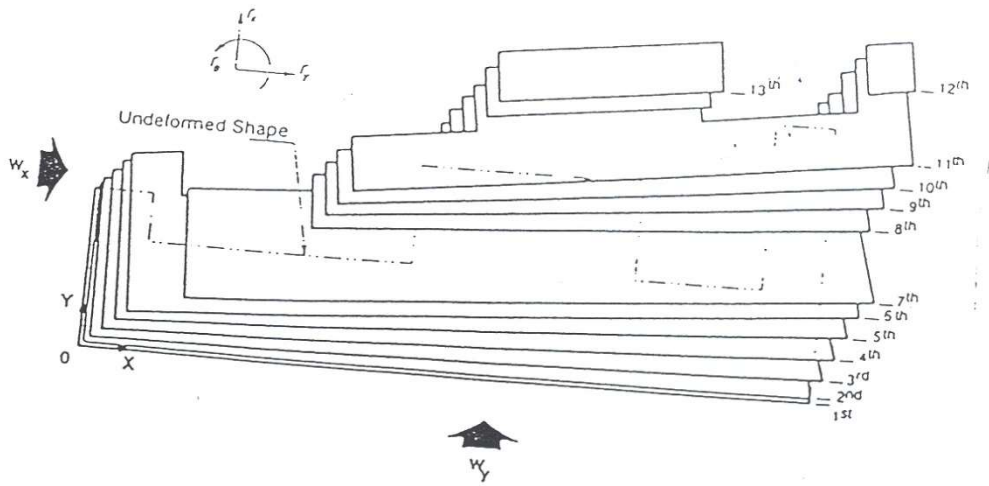


Plan

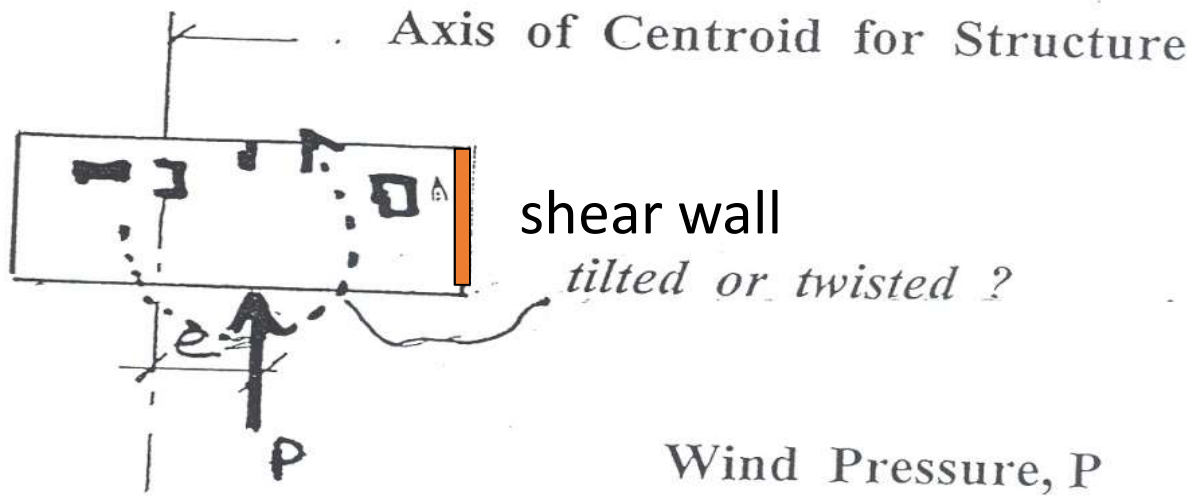
อาคารรับแรงลม

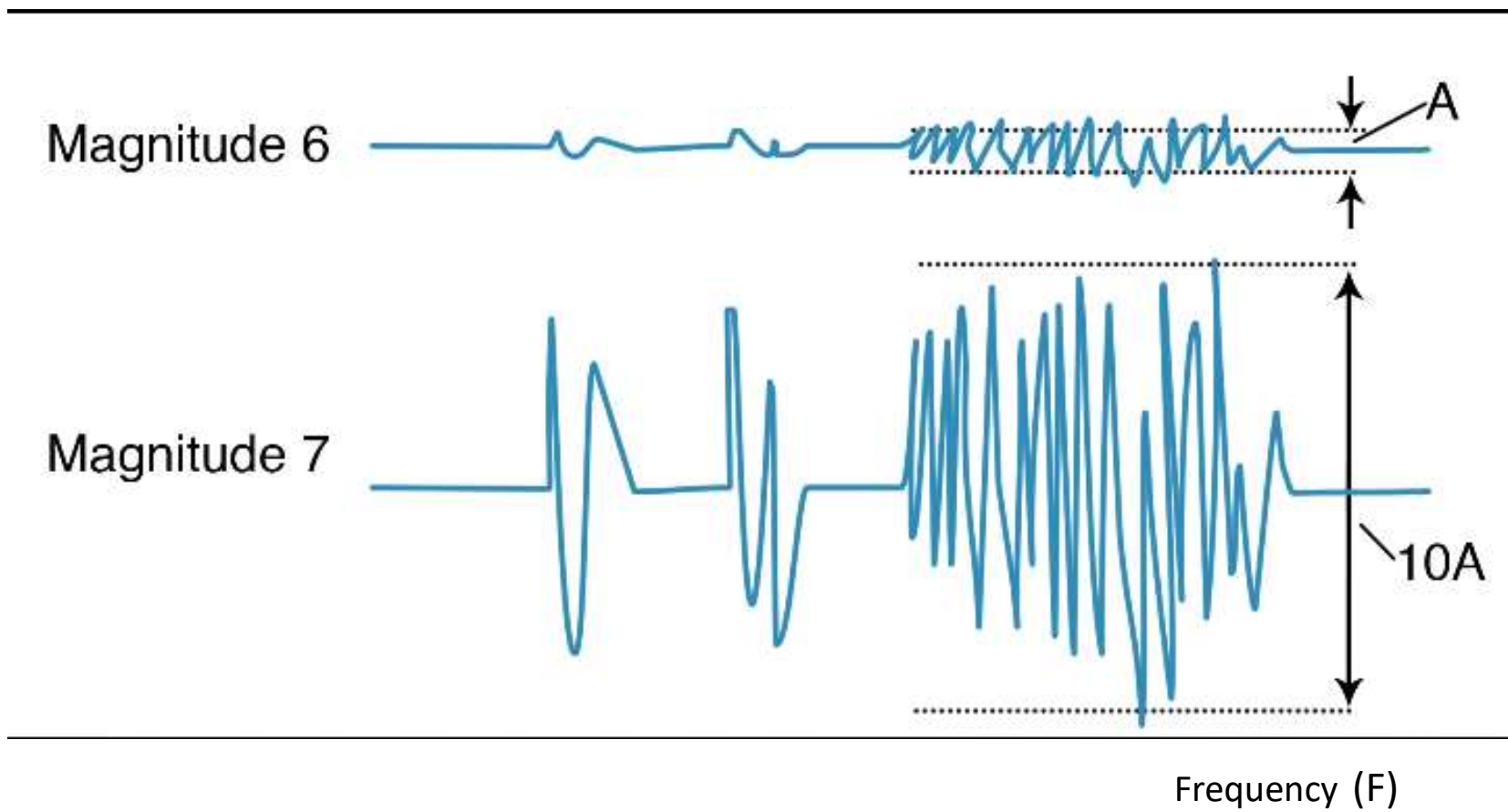


Isometric View



Analysis using 3-D Analysis





ความแตกต่างระหว่างขนาดของแผ่นดินไหว

ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ กับ คาบ

ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับคาบก็คือ

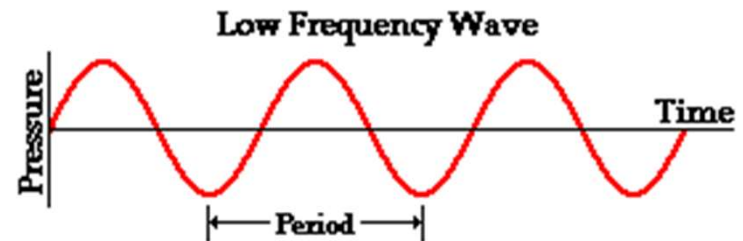
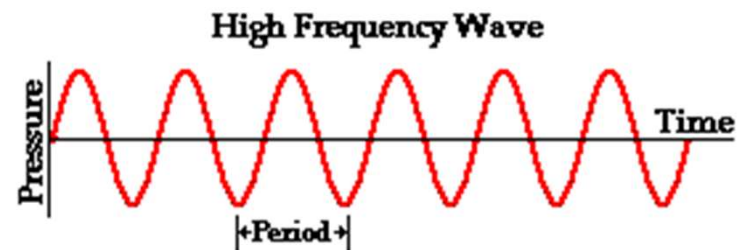
"ความถี่มีค่าเท่ากับส่วนกลับของคาบ"

หรือเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

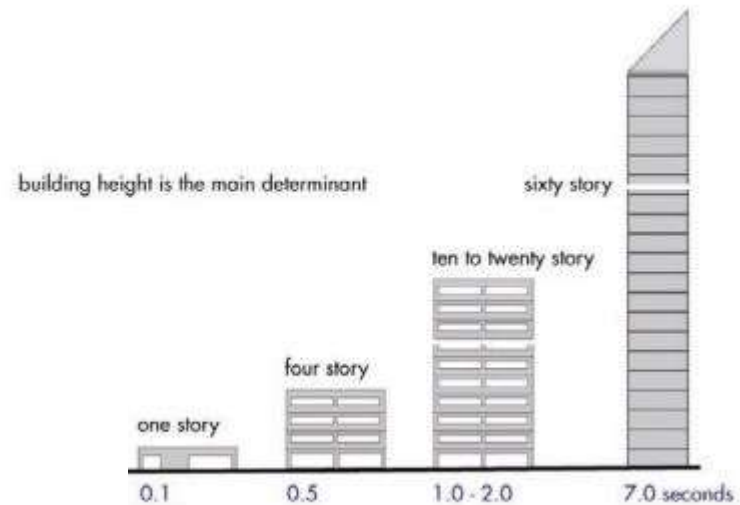
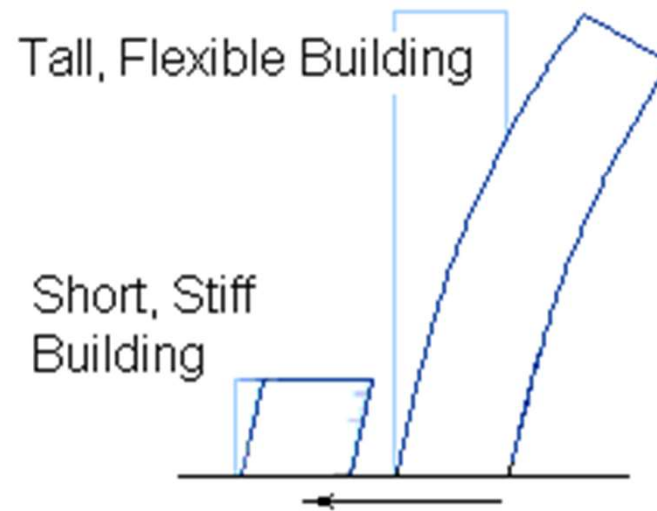
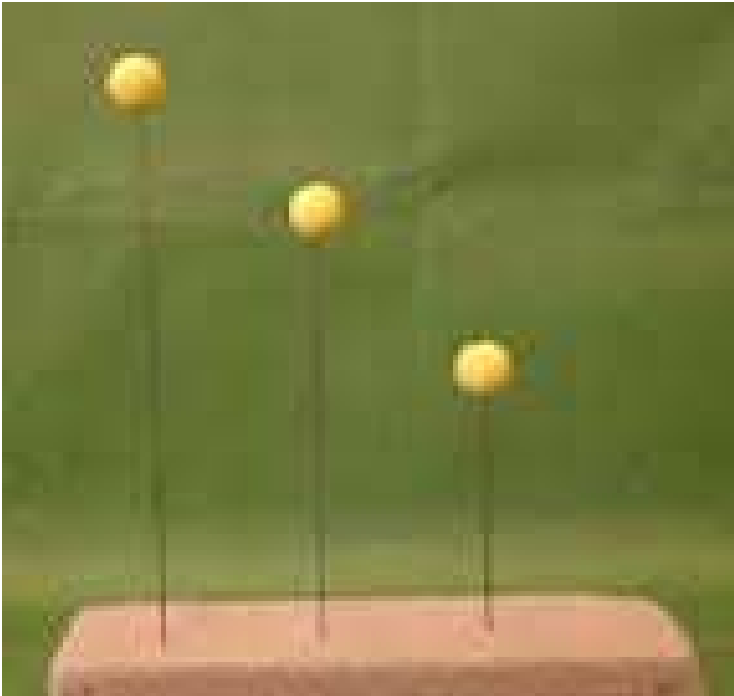
$$f = \frac{1}{T}$$

หรือ

$$T = \frac{1}{f}$$



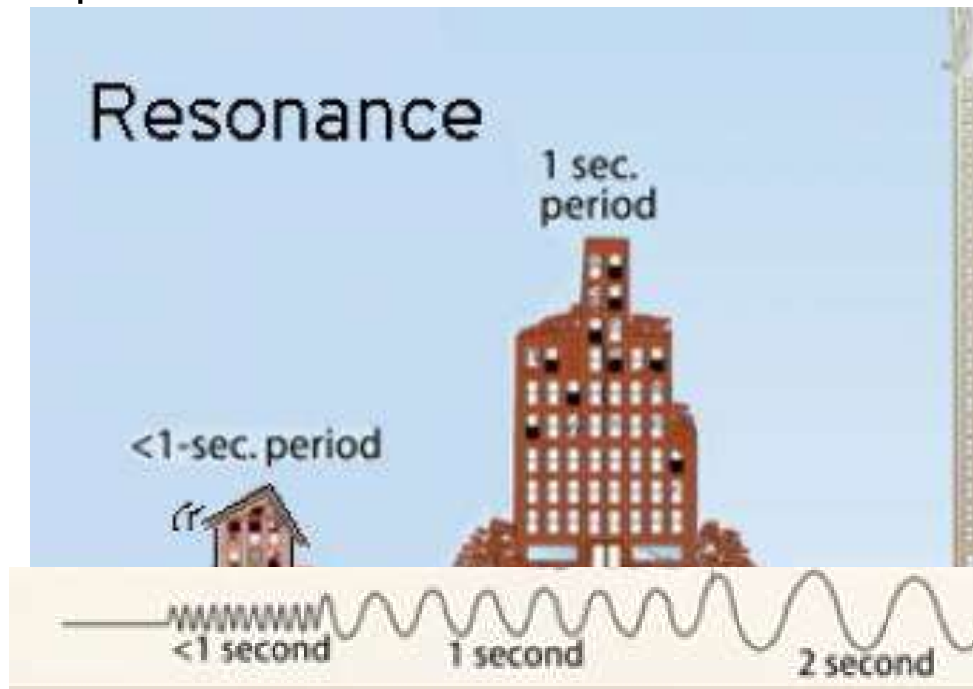
คาบธรรมชาติของอาคาร (natural period)



$$T = 0.10 \times \sqrt{\text{จำนวนชั้นของอาคาร}}$$

การสั่นพ้อง (resonance)

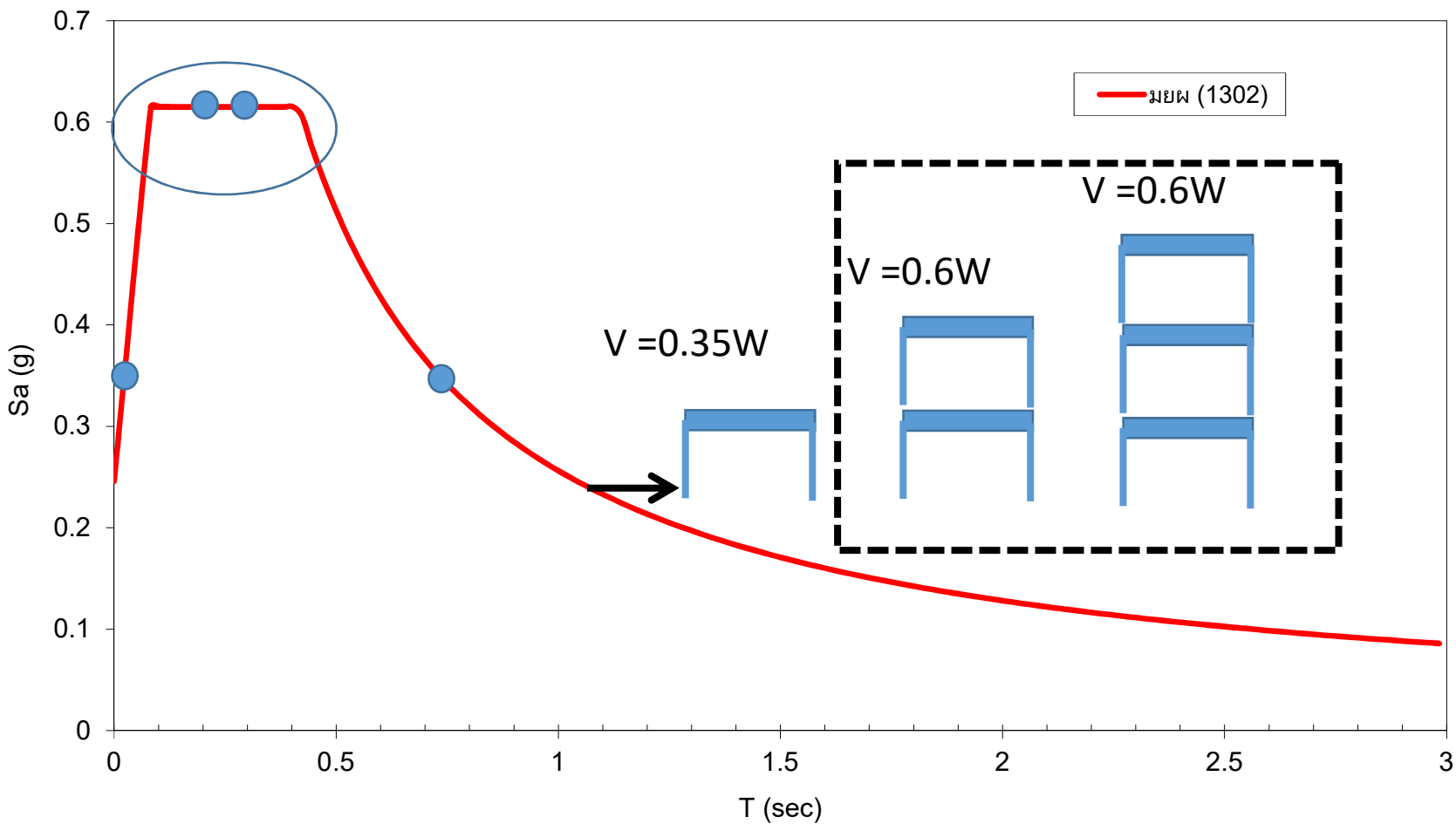
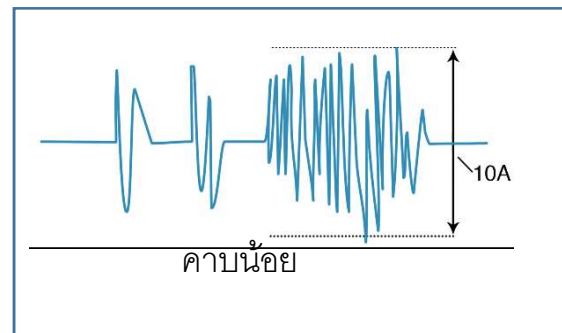
เมื่อวัตถุถูกกระทำด้วยแรงหรือสัญญาณที่มีความถี่เท่ากับหรือใกล้เคียงกับความถี่ธรรมชาติของวัตถุ วัตถุนั้นจะสั่นด้วยความถี่นั้นและด้วยแอมพลิจูดที่ใหญ่ จนอาจทำให้วัตถุนั้นเสียหายหรืออาจเกิดความรำคาญได้

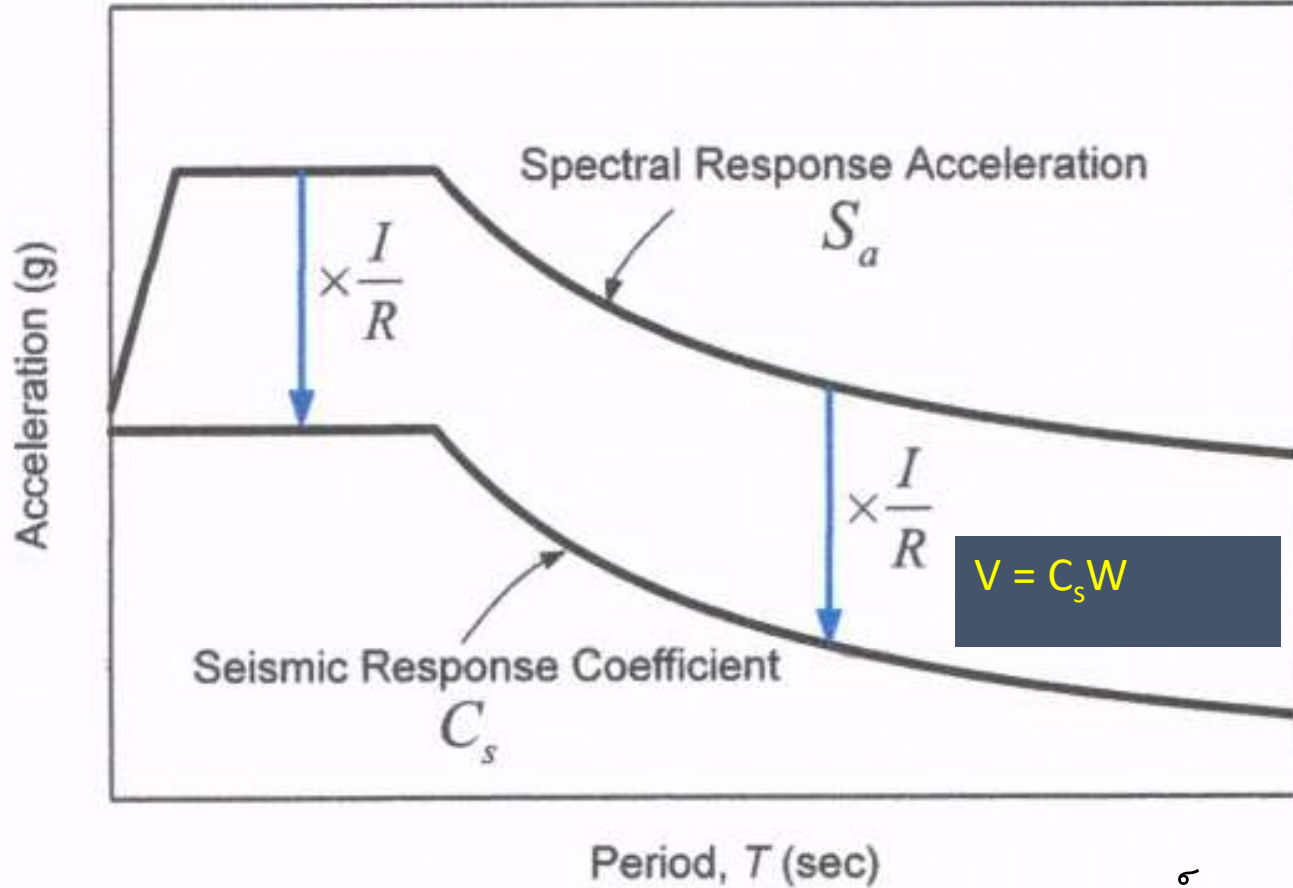


$F = m \cdot a$
 V/W

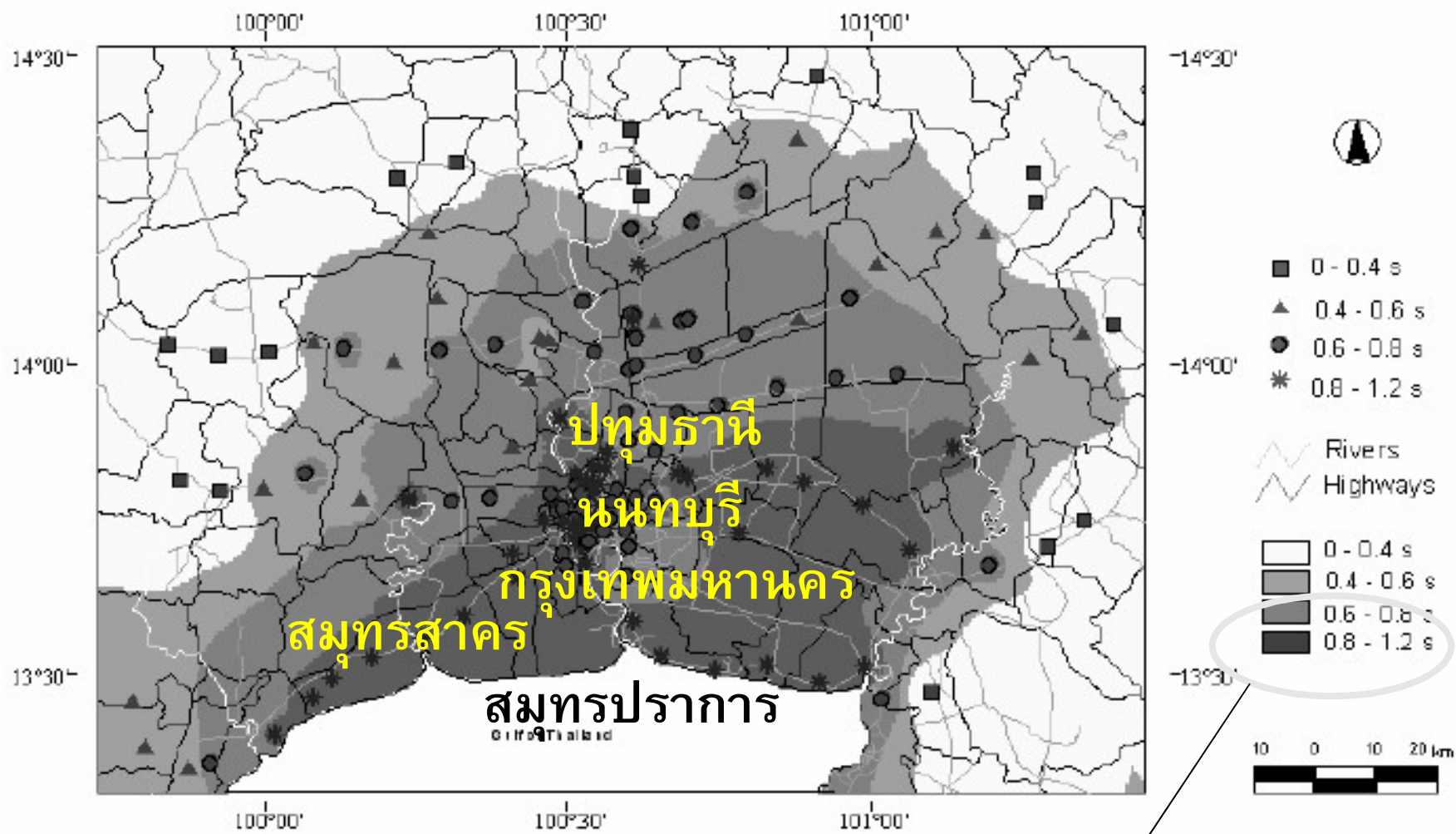
$a = F/m$

Design Spectrum for Chiang Mai
Soil Type: D



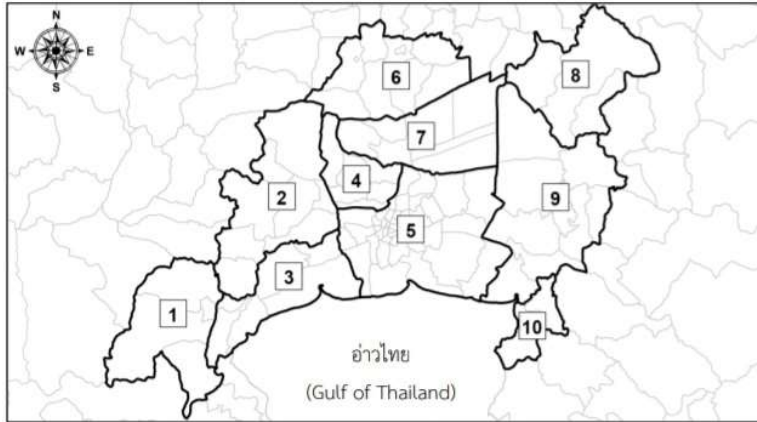


อัตราเร่งตอบสนองสเปกตรัมและสัมประสิทธิ์ตอบสนอง
แผ่นดินไหวสำหรับแรงเฉือนที่ฐานที่ใช้ในการออกแบบ
(มยพ.๑๓๐๒)



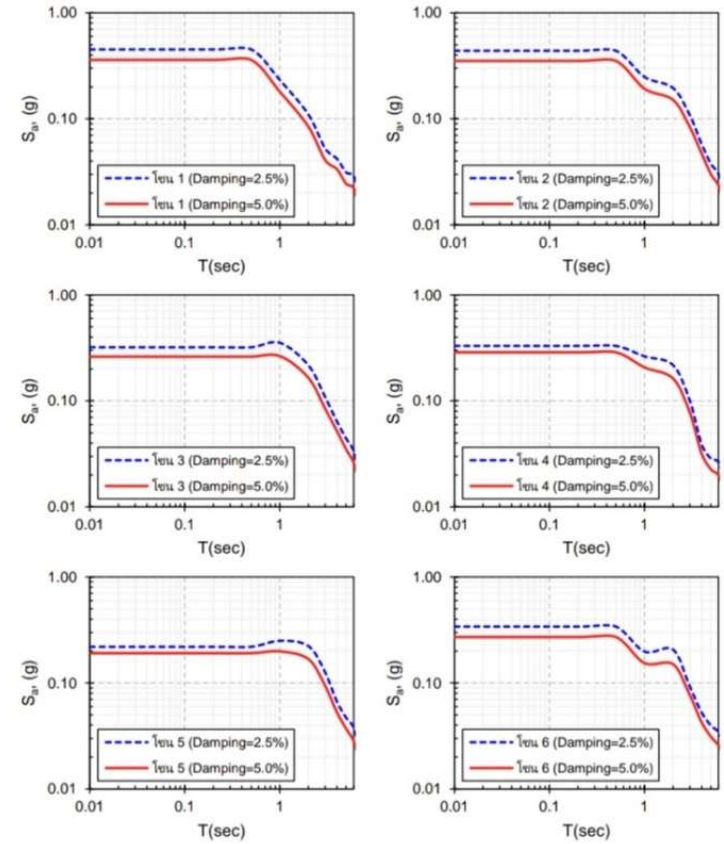
1 รอบต่อ 1 วินาที : คาบ (T) = 1 s

แอ่งกรุงเทพ (ดินอ่อนมาก) กรุงเทพและปริมณฑล



แผนที่แสดงการแบ่งโซนพื้นที่แอ่งกรุงเทพ เพื่อการออกแบบ อาคารต้านทานแผ่นดินไหว

<p>โซน 1 จังหวัดเพชรบุรี</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.เขาย้อย <p>จังหวัดราชบุรี</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.ปากท่อ - อ.วัดเพลง - อ.เมืองราชบุรี <p>โซน 2 จังหวัดราชบุรี</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.ดำเนินสะดวก - อ.บางแพ <p>จังหวัดนครปฐม</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.สามพราน - อ.พุทธมณฑล - อ.นครชัยศรี - อ.ดอนตูม - อ.บางเลน - อ.เมืองนครปฐม 	<p>โซน 3 จังหวัดสมุทรสาคร (ทั้งจังหวัด)</p> <p>จังหวัดสมุทรสงคราม (ทั้งจังหวัด)</p> <p>โซน 4 จังหวัดนนทบุรี (ทั้งจังหวัด)</p> <p>โซน 5 จังหวัดกรุงเทพมหานคร (ทั้งจังหวัด)</p> <p>จังหวัดสมุทรปราการ (ทั้งจังหวัด)</p>	<p>โซน 6 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.ลาดบัวหลวง - อ.บางไทร - อ.บางปะอิน - อ.วังน้อย - อ.เสนา - อ.อุทัย - อ.ท่าเรือ - อ.บางบาล - อ.เมืองพระนครศรีอยุธยา <p>โซน 7 จังหวัดปทุมธานี (ทั้งจังหวัด)</p> <p>โซน 8 จังหวัดนครนายก</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.บ้านนา - อ.ปากพลี - อ.เมืองนครนายก 	<p>โซน 9 จังหวัดนครนายก</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.องครักษ์ <p>จังหวัดปราจีนบุรี</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.บ้านสร้าง <p>จังหวัดฉะเชิงเทรา</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.บ้านน้ำเปรี้ยว - อ.บางคล้า - อ.ราชสาสน์ - อ.คลองเขื่อน - อ.บ้านโป๊ะ - อ.บางปะกง - อ.เมืองฉะเชิงเทรา <p>โซน 10 จังหวัดชลบุรี</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.พานทอง - อ.เมืองชลบุรี
--	--	--	--

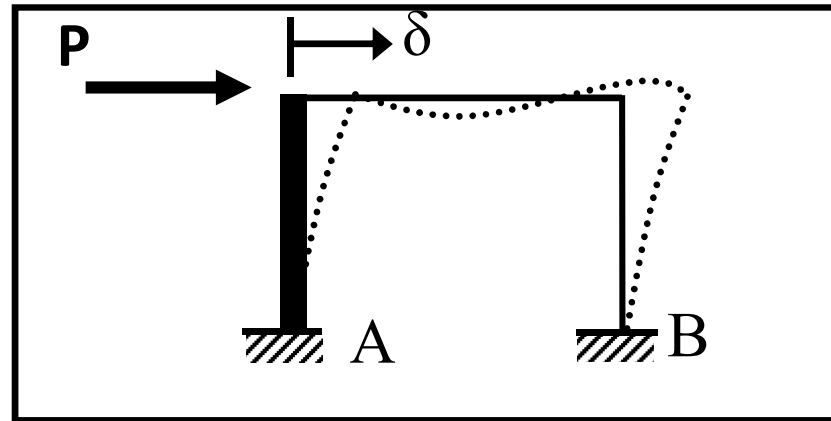
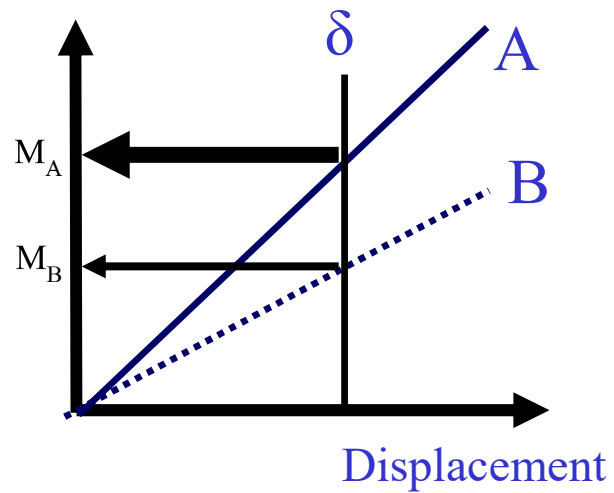


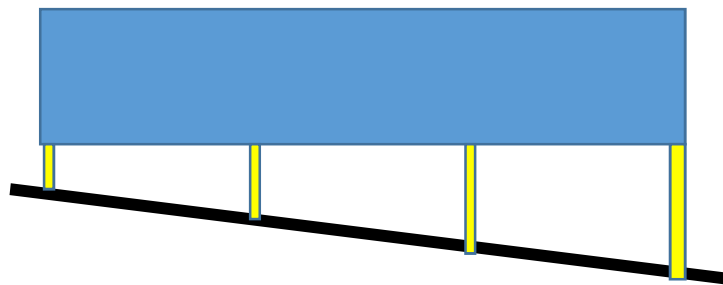
รูปที่ 1.4-6 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า สำหรับโซน 1-6 ของพื้นที่ในแอ่งกรุงเทพ

แนวคิดของระบบการร่วมรับน้ำหนักบรรทุกทุกด้านข้าง

- กระจายน้ำหนักบรรทุกทุกด้านข้าง ตามสติฟเนส (stiffness) ขององค์อาคาร

Moment





stiffness = EI/L

อาคารตั้งบนลาดเอียง

การพัฒนามาตรฐานการคำนวณแรงลม สำหรับการออกแบบอาคารของประเทศไทย ฉบับใหม่

DEVELOPMENT OF NEW WIND LOADING CODE

FOR BUILDING DESIGN IN THAILAND

วิโรจน์ บุญญภิญโญ, เป็นหนึ่ง วานิชชัย, นคร ภู่วโรดม

นเรศ ลิ้มสัมพันธ์เจริญ, สุกิตย์ เทพมังกร, ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์

สมชาย ชูชีพสกุล, สุทัศน์ ลีลาทวีวัฒน์

Proposed Equation :

$$p = I_w q C_e C_g C_p$$

= equivalent static pressure

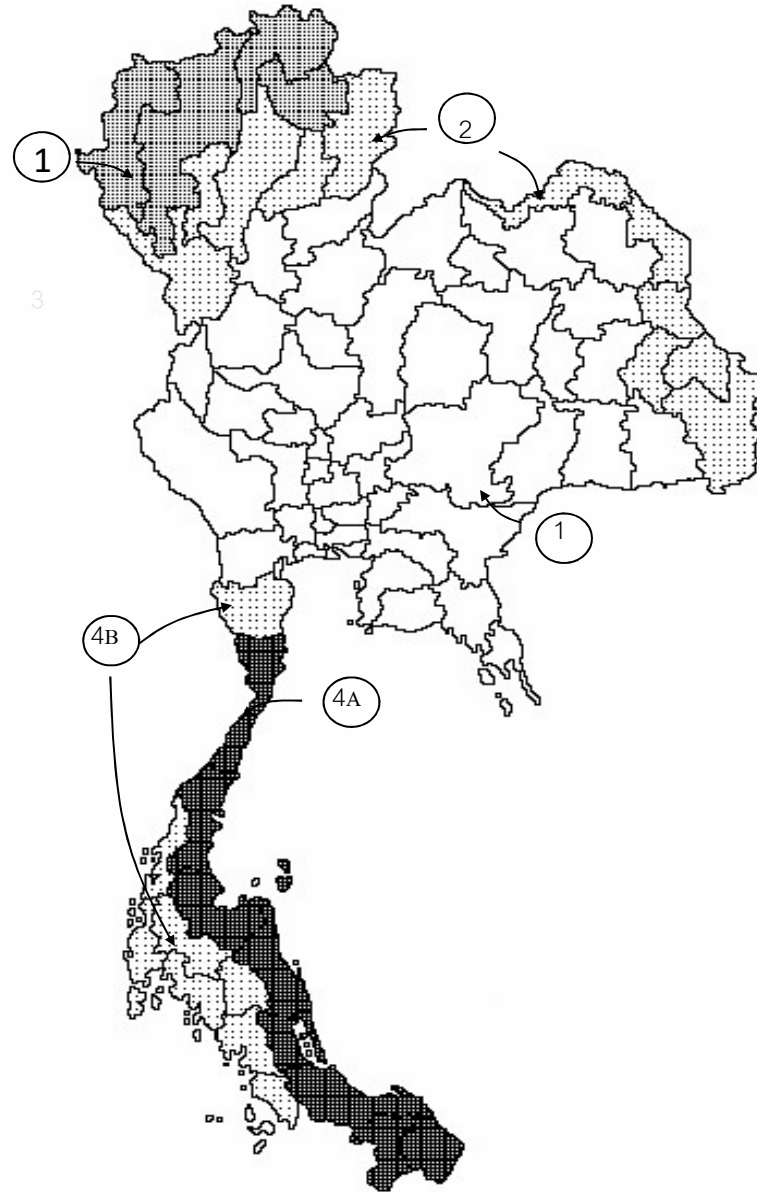


มยพ.1311-50 มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร

$$q = \frac{1}{2} \rho \bar{V}^2$$

$$\bar{V} = V_{50}$$

$$\bar{V} = F_T \cdot V_{50}$$



$$p = I_w q C_e C_g C_p$$

ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ (C_e)

$$p = I_w q C_e C_g C_p$$

ก. สภาพภูมิประเทศแบบ A เป็นสภาพภูมิประเทศแบบโล่งซึ่งมีอาคาร ต้นไม้ หรือสิ่งปลูกสร้างกระจัดกระจายอยู่ห่าง ๆ กัน หรือเป็นบริเวณชายฝั่งทะเล

$$C_e = \left(\frac{Z}{10} \right)^{0.2}$$

ข. สภาพภูมิประเทศแบบ B เป็นสภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง หรือพื้นที่ที่มี ต้นไม้ใหญ่หนาแน่น หรือบริเวณศูนย์กลางเมืองขนาดเล็ก

$$C_e = 0.7 \left(\frac{Z}{12} \right)^{0.3}$$

ค. สภาพภูมิประเทศแบบ C เป็นสภาพภูมิประเทศของบริเวณศูนย์กลางเมืองใหญ่ มีอาคาร สูงอยู่หนาแน่น โดยที่อาคารไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ต้องมีความสูงเกิน 4 ชั้น (คิดละเอียด)

ค่าประกอบเนื่องจากการกระโชกลม (C_g)

$$p = I_w q C_e C_g C_p$$

ค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลม

คือ อัตราส่วนระหว่างผลของแรงลมสูงสุดต่อผลของแรงลมเฉลี่ย

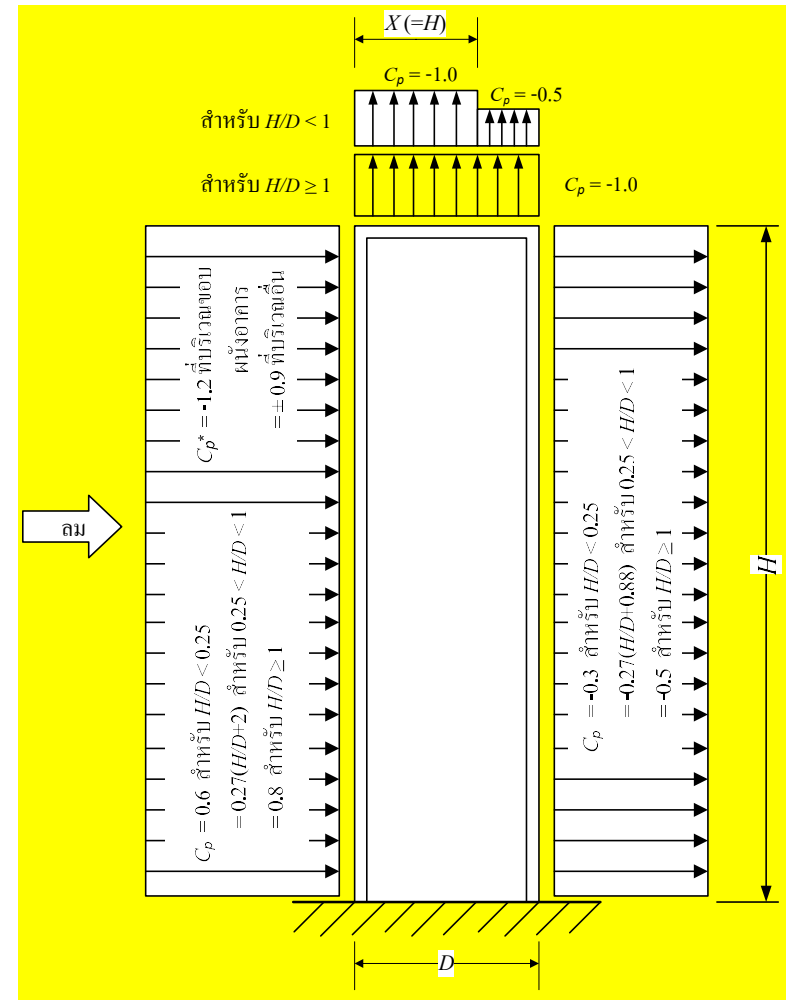
ตัวอย่างวิธีการอย่างง่าย

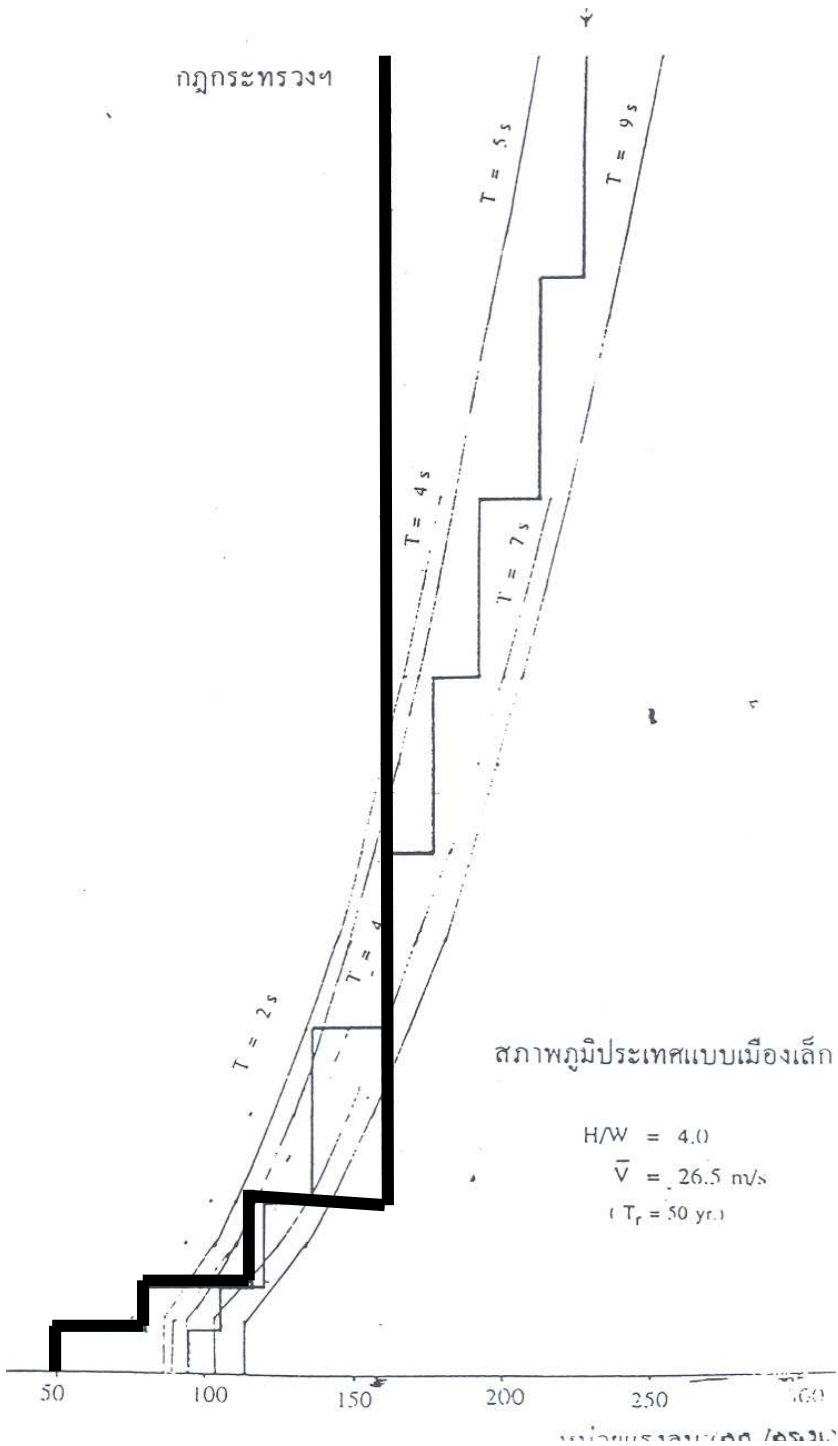
สำหรับหน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่าที่กระทำกับพื้นผิวภายนอกอาคาร ให้ใช้ค่า C_g เท่ากับ 2.0 ในการออกแบบโครงสร้างหลักต้านแรงลม ยกเว้นป้ายและกำแพงให้ใช้เท่ากับ 2.35

ค่าประสิทธิภาพของหน่วยแรงลม (C_p)

- รูปทรงของอาคาร
- ทิศทางการลม
- ลักษณะการแปรเปลี่ยน
ของความเร็วมตาม
ความสูงอาคาร

$$p = I_w q C_e C_g C_p$$





Comparison Wind Pressure

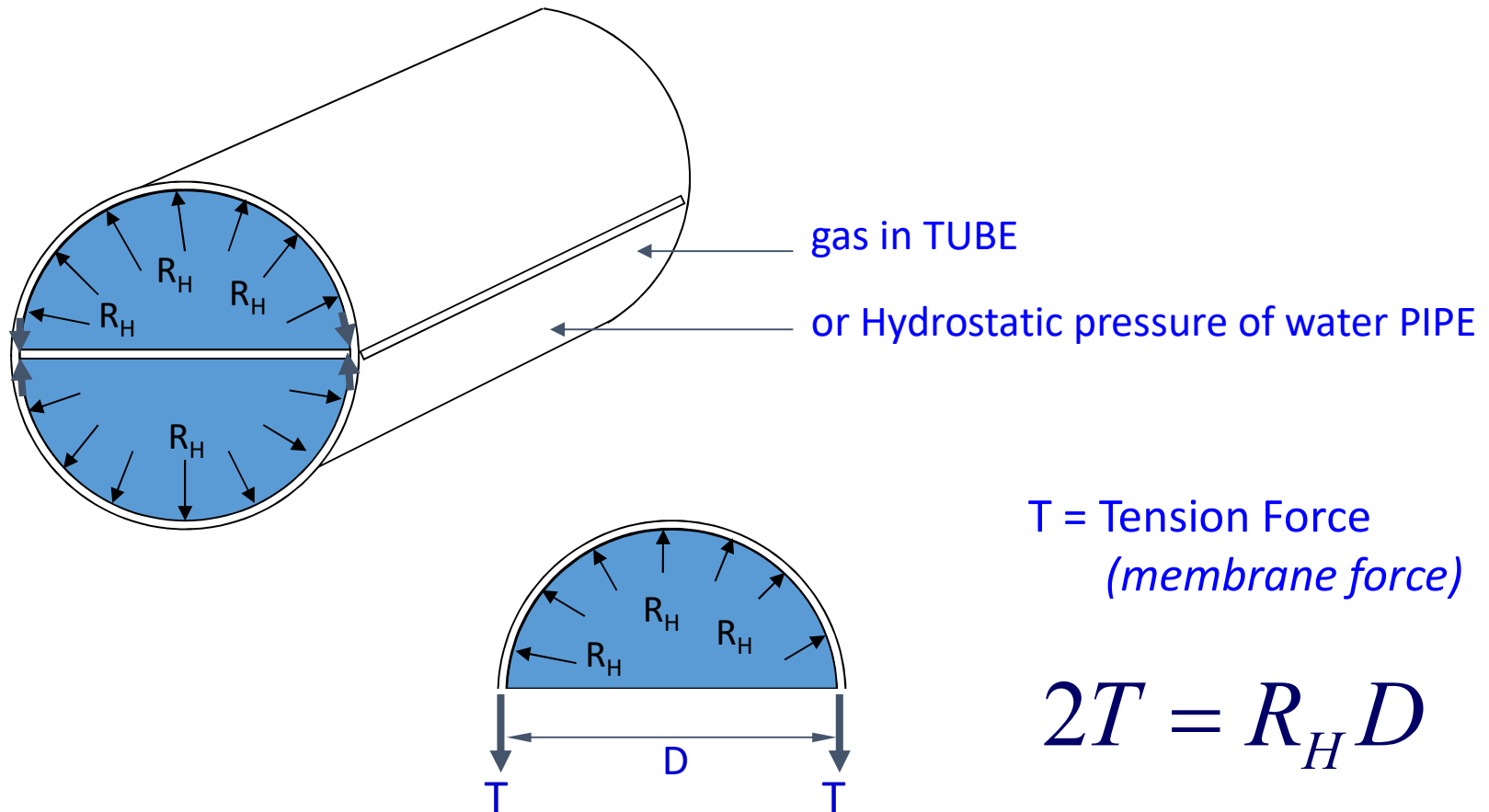
Existing and New ACT on Building Regulation

CURVED STRUCTURES

Concept

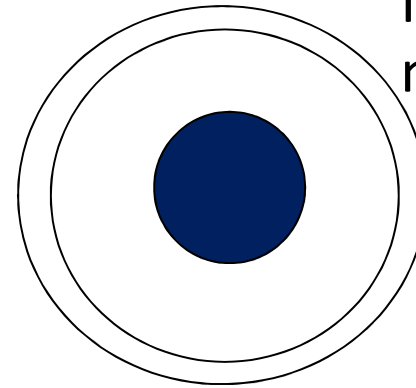
Problem of Curved Structures is encountered with the *concept of Hoop Stress* which is concerned with the *membrane force* that exerted in (along) the section of structures.

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





Crack on Waste-water Treatment Plant Wall



Modular ratio
method

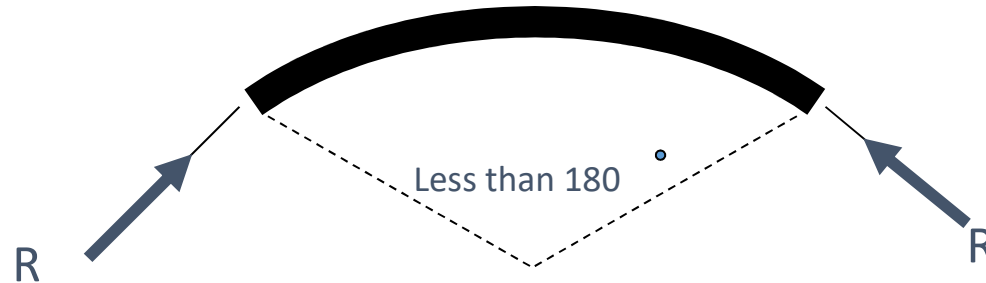


Calculation Check : tank wall

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.

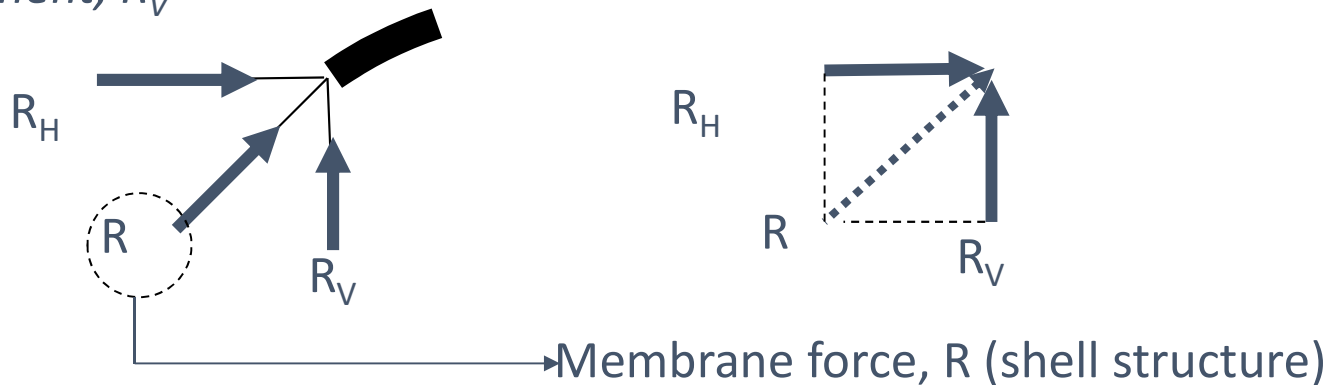
DOME

(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*



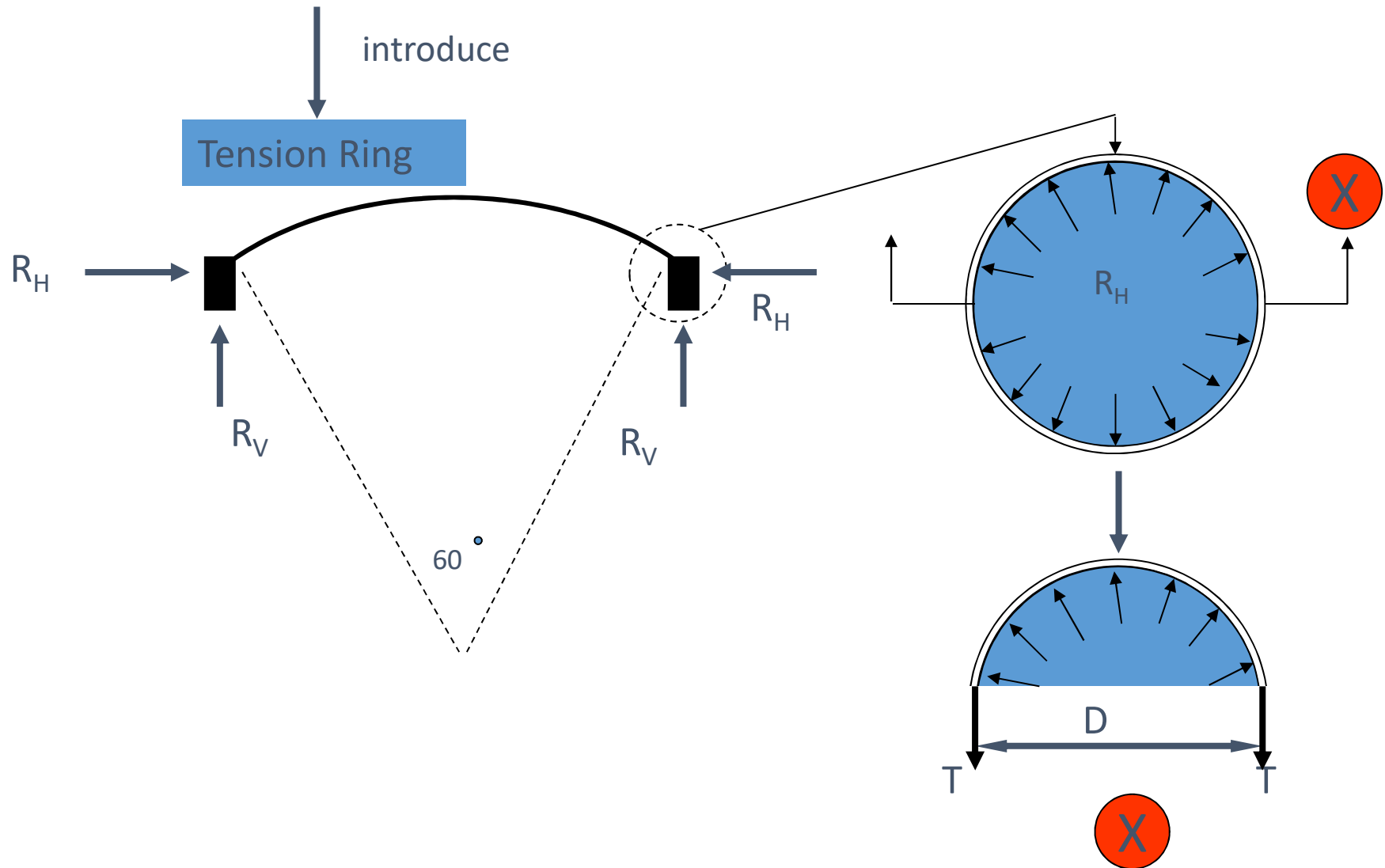
The problem then concerns with ??

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

SUPPORTS OF SHALLOW DOME STRUCTURES

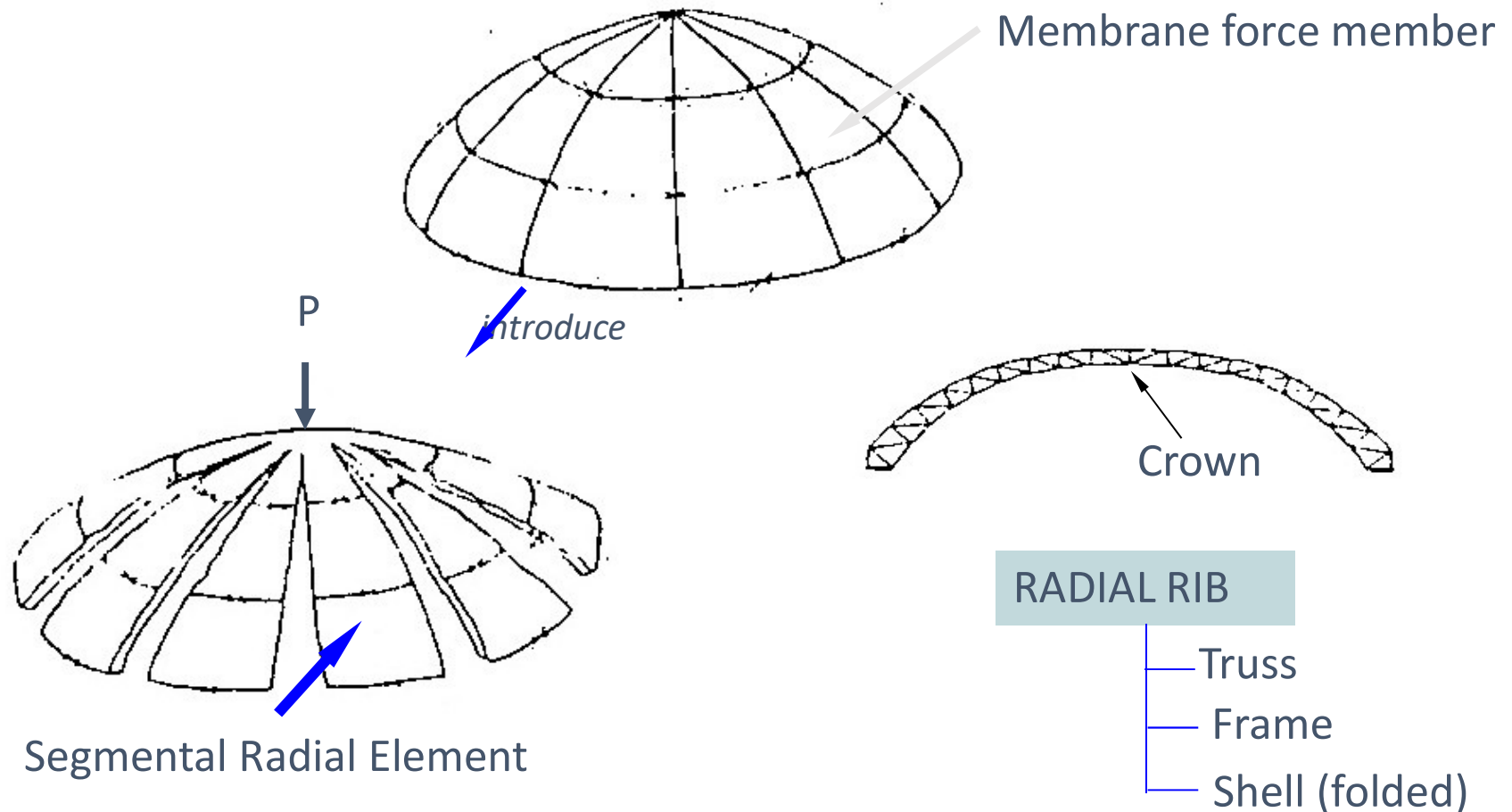
➤ Vertical Component ----- Columns / Walls

➤ Horizontal Component ----- ?????



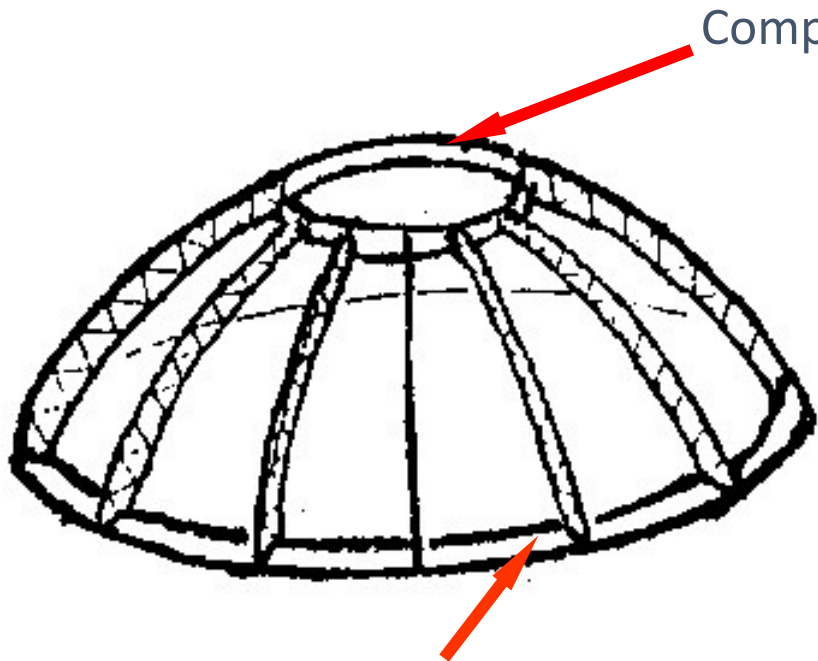
COMPRESSION RING

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

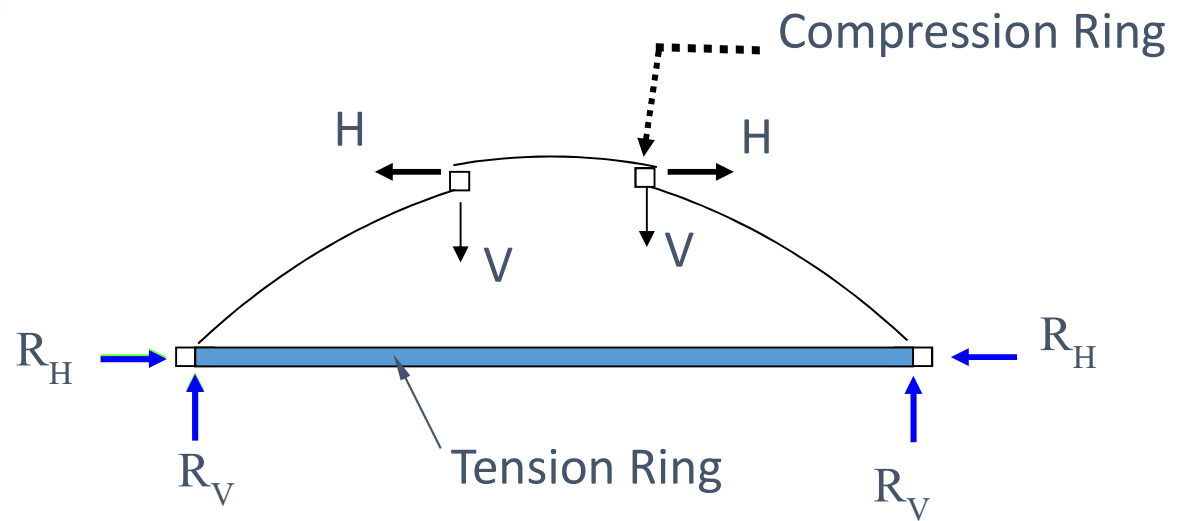


As it can see, there are very much congest for the upper portions of flexural elements at the crown of roof.

INTRODUCE COMPRESSION RING



Tension Ring



Compression Ring

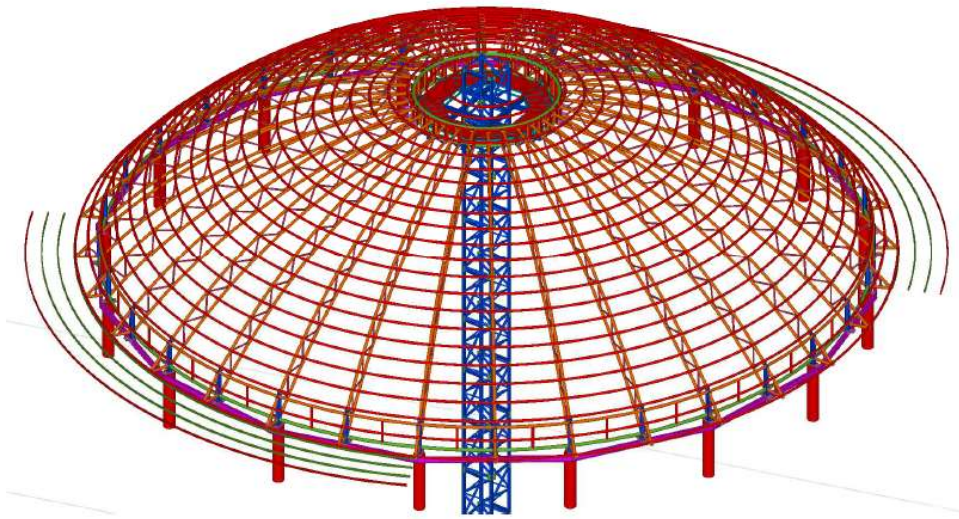
Tension Ring

โดมที่โรงเรียน โยธินบูรณะ

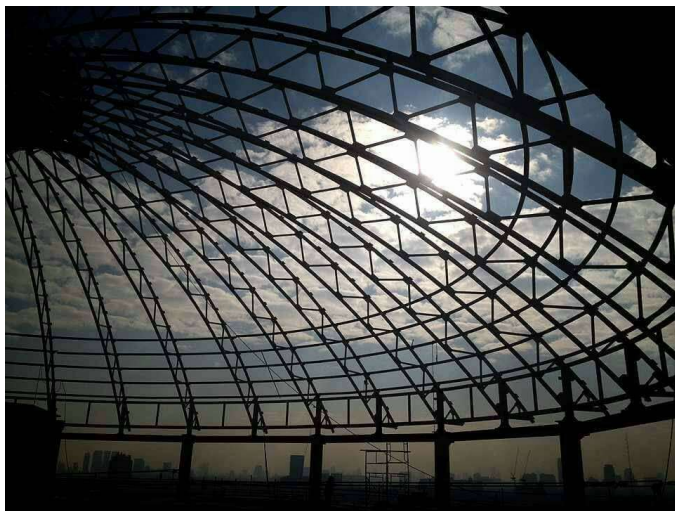
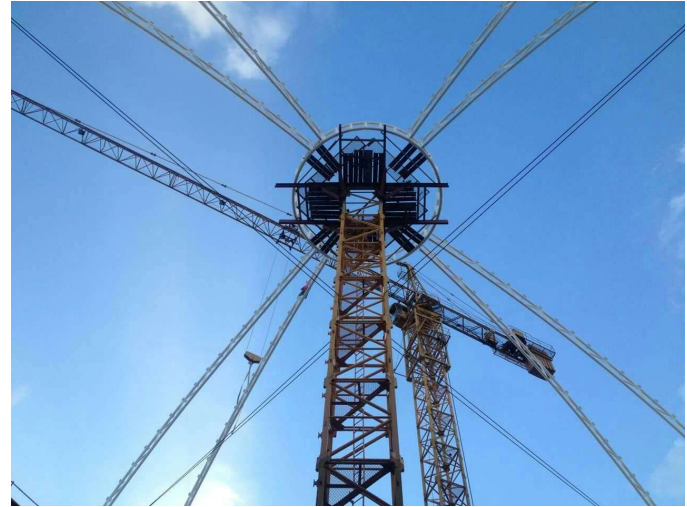


Dome
Diameter 40 m.
Depth 10.20 m.

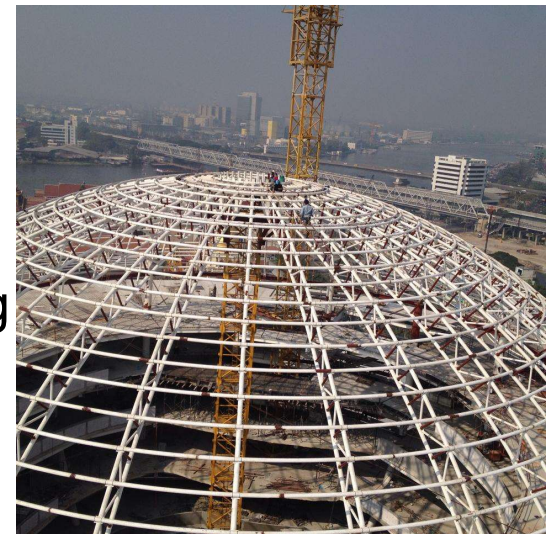
Credit : NL Development PCL.
(Chai Sangsawai)

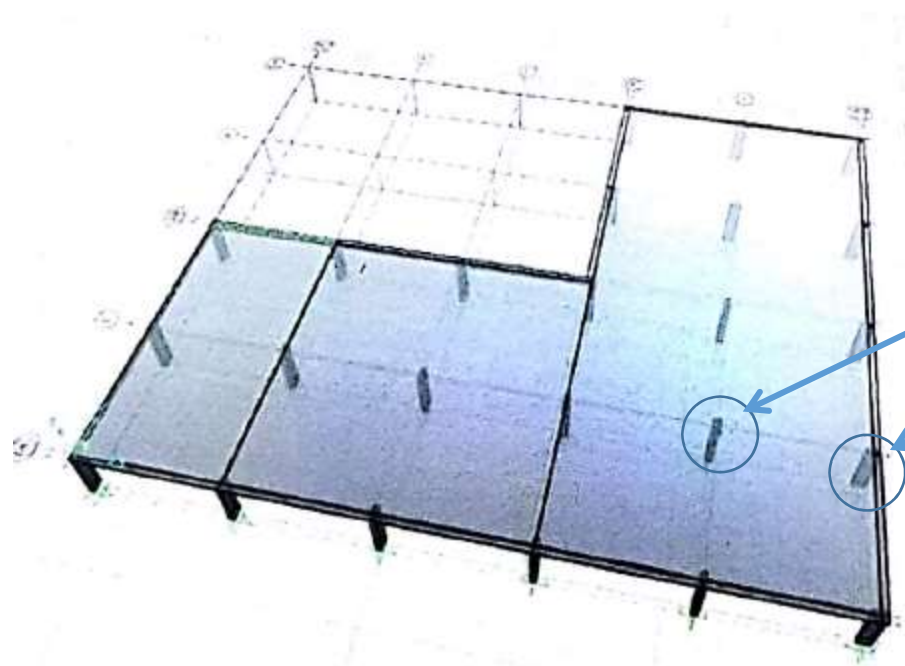


Construction of Bracing Dome
Central false work for
Compression Ring



Erection of Purlins
and Metal Sheet Roofing





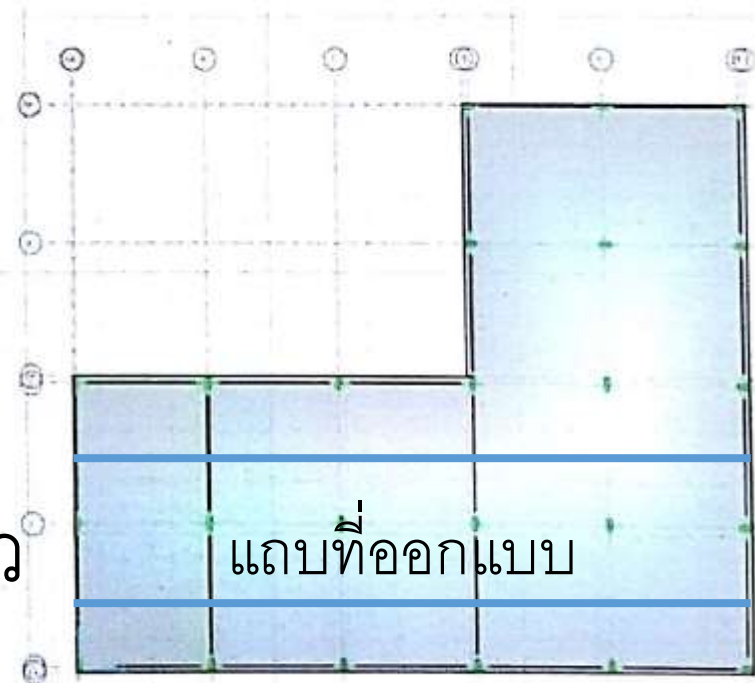
เสาวางตั้ง



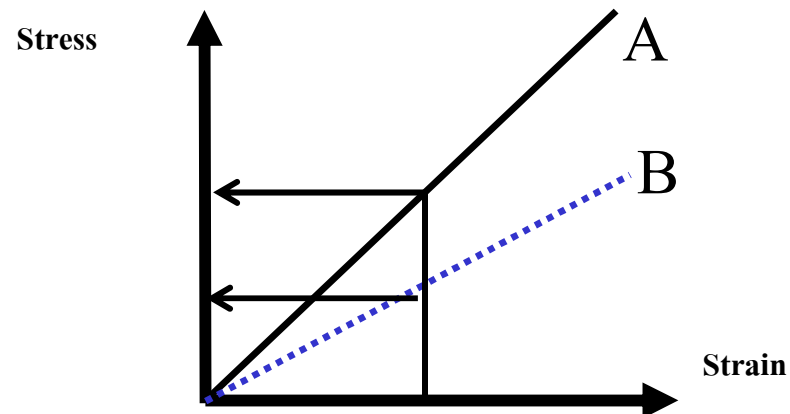
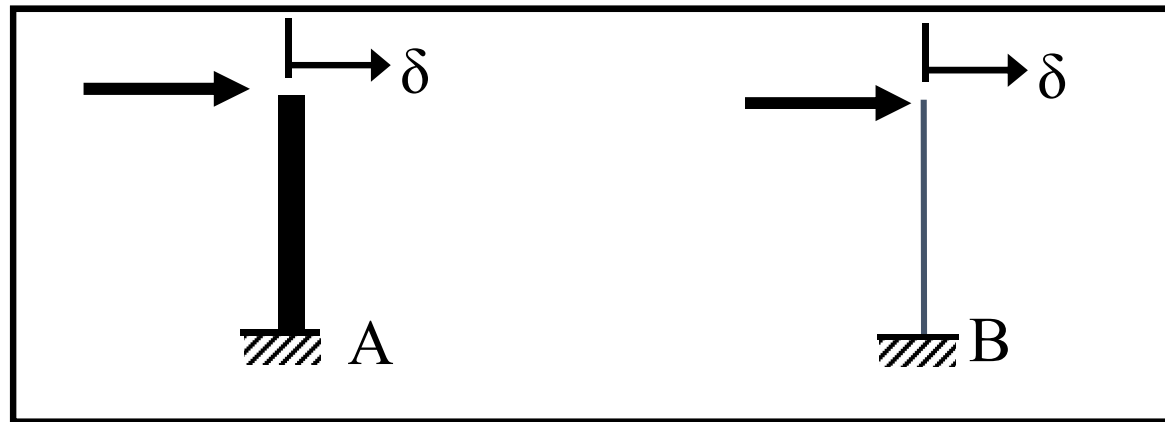
เสาวางขวาง

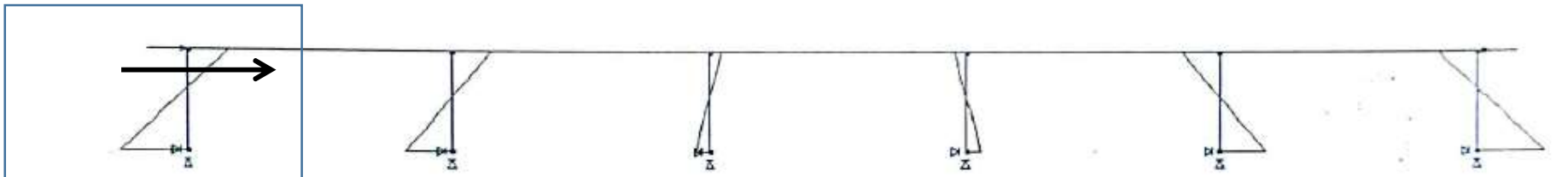


แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง
แบบตั้งภายหลัง-เสาสั้นเสายาว

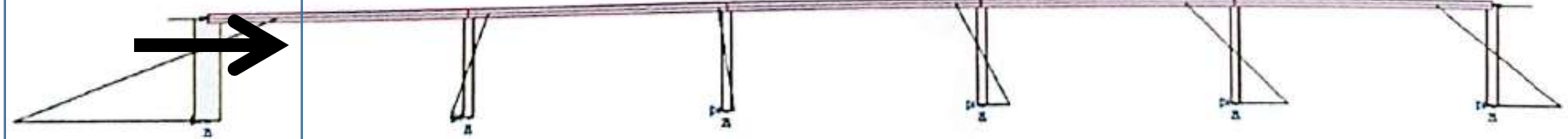


แนวคิดของระบบการรับน้ำหนักบรรทุกทุกด้านข้าง





แรงเฉือนที่เสาที่เกิดจากการอัดแรง กรณีเสาวางในทิศทางเดียวกัน



แรงเฉือนที่เสาที่เกิดจากการอัดแรง กรณีเสาเข็มนอกวางขวาง

↓

ผลจากความแตกต่างของความแข็งเกร็ง (stiffness) ของเสาเข็มนอก



1607 kg-m
(1038 kg-m)

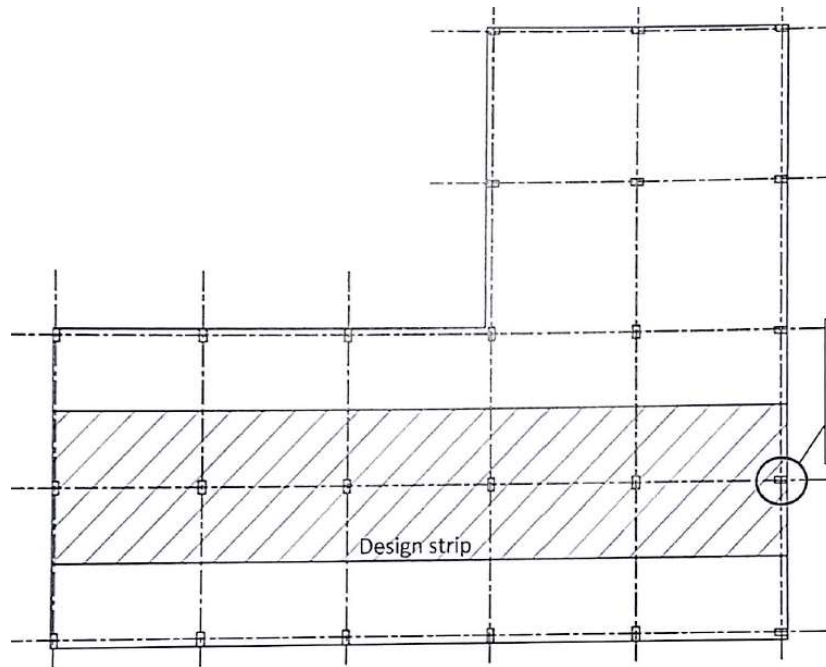
1159 kg-m

597 kg-m

79 kg-m

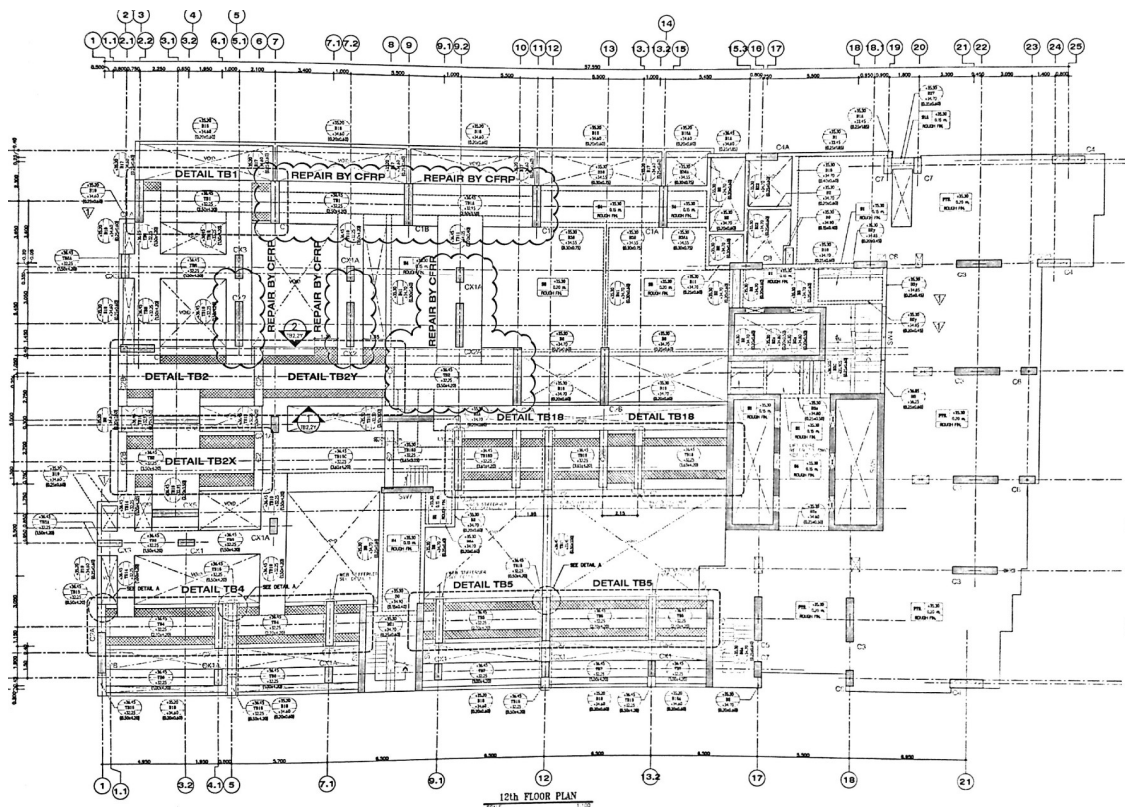
515 kg-m

3269 kg-m
(3856 kg-m)

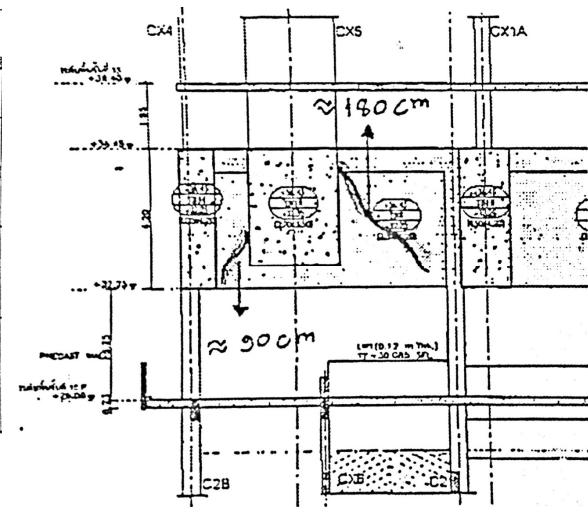


เส้นที่เหลื่อมกัน
หมายความว่าต่างจาก
เส้นภายใน

ตรวจสอบกับ
Cracking Moment

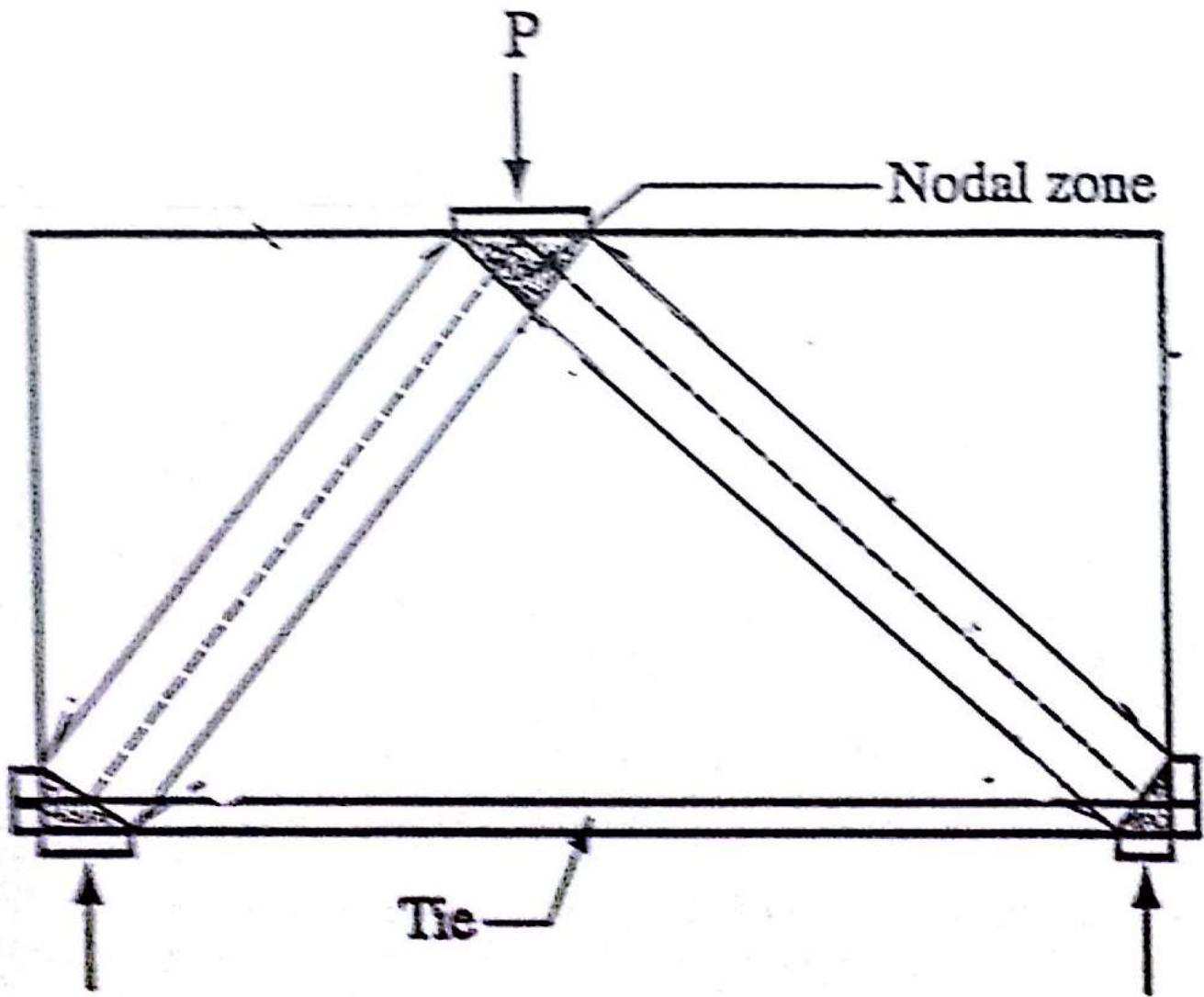


ตำแหน่งของคานถ่ายผ่านน้ำหนักรรทุกองเสา

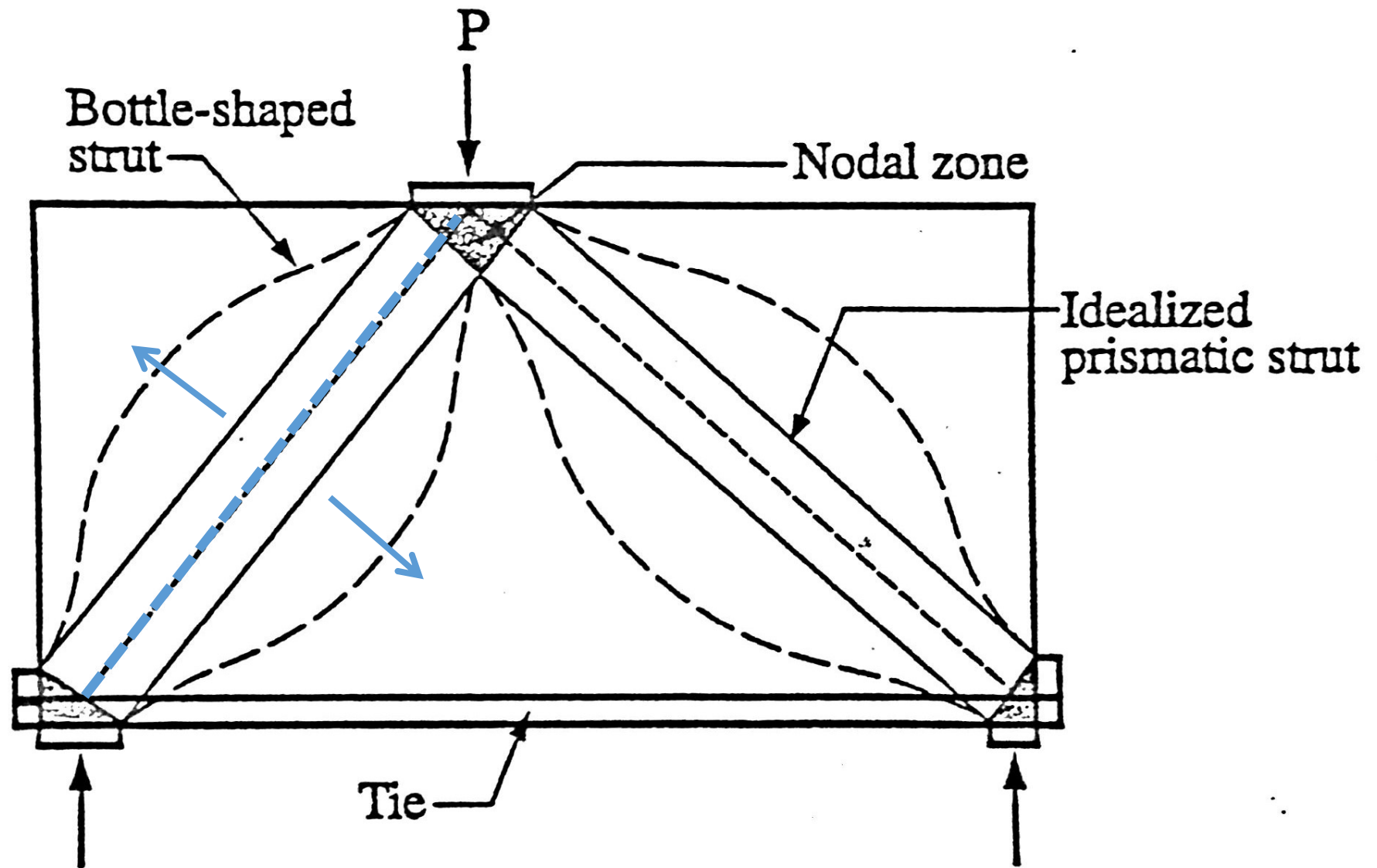


รอยแตกที่ปรากฏในคาน

การแก้ไขคานเล็กที่ถ่ายผ่านน้ำหนักรรทุกองเสา



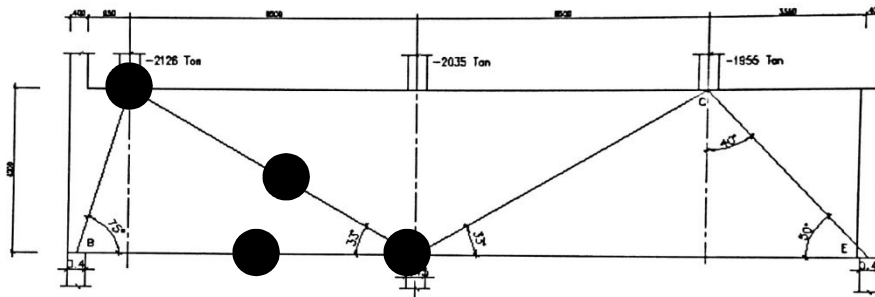
แนวคิดของแบบจำลอง ค้ำยันและตัวยึด (Strut and Tie Model)



การเสวยรูปของค้ำยันเมื่อรับแรงอัดที่ถ่ายผ่านน้ำหน้กบรทุกลงเสา

TB5

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



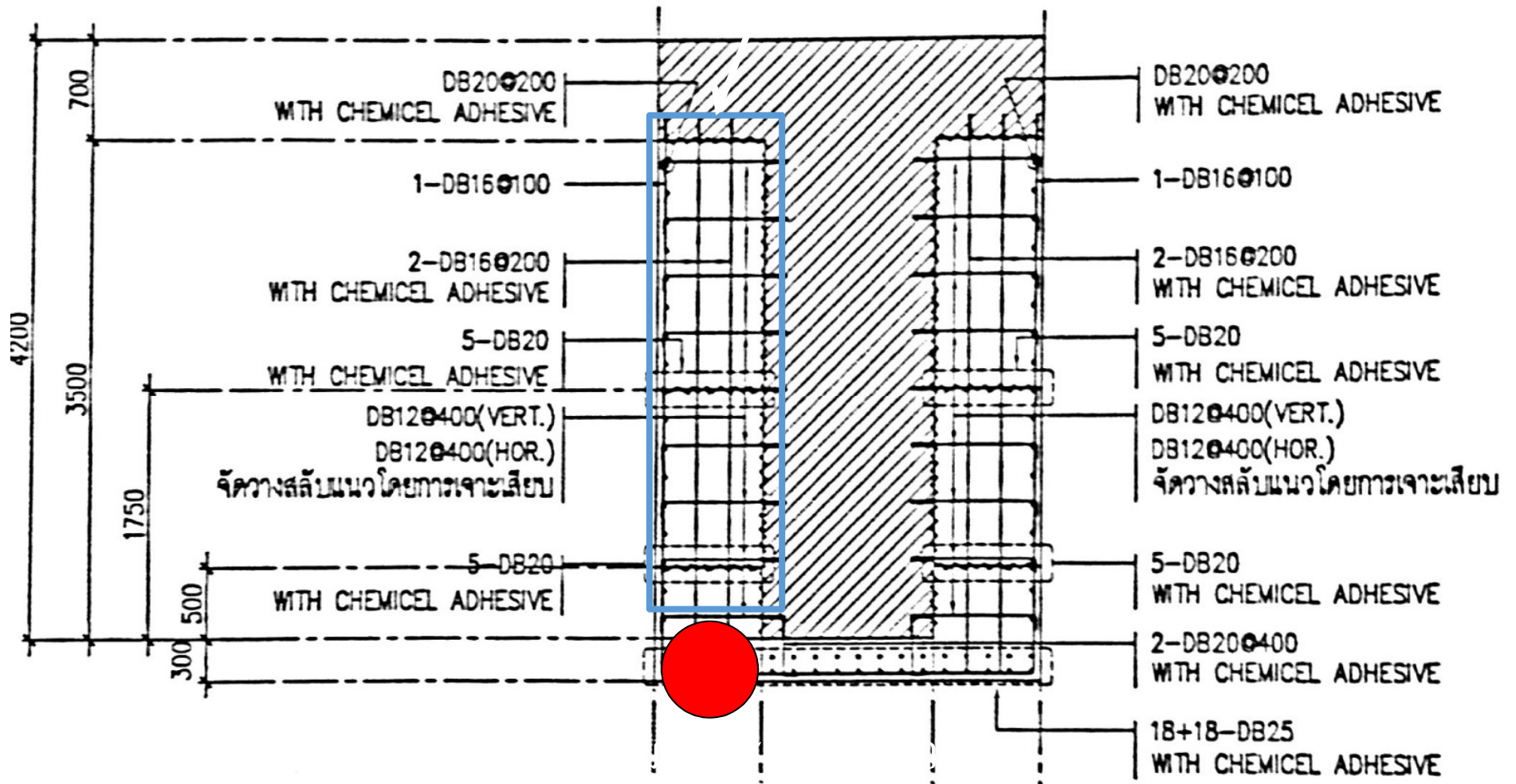
P_1	2126 tons
P_2	2035 tons
P_3	1955 tons
R_1	1944 tons
R_2	2521 tons
R_3	1336 tons
$\phi V_{n,max}$	3220 tons

แรงภายในโครงข้อหมุน

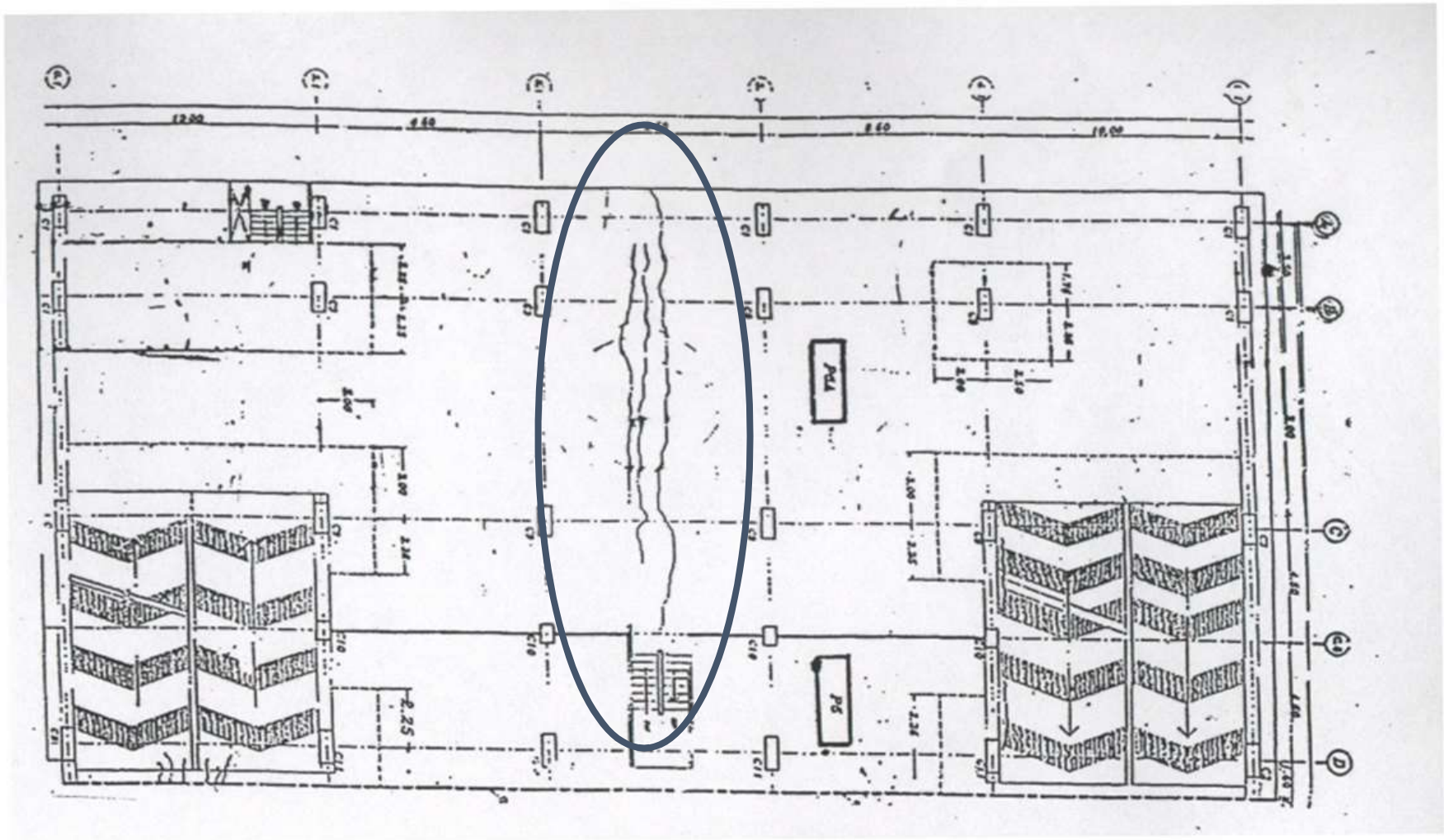
F_{AB}	-2013 tons
F_{AC}	-42 tons
F_{CD}	-1178 tons
F_{DE}	541 tons
F_{BD}	141 tons

เกณฑ์การคำนวณออกแบบ

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



การออกแบบเสริมกำลังคานถ่านผ่านน้ำหน้กบรทุกลงเสา

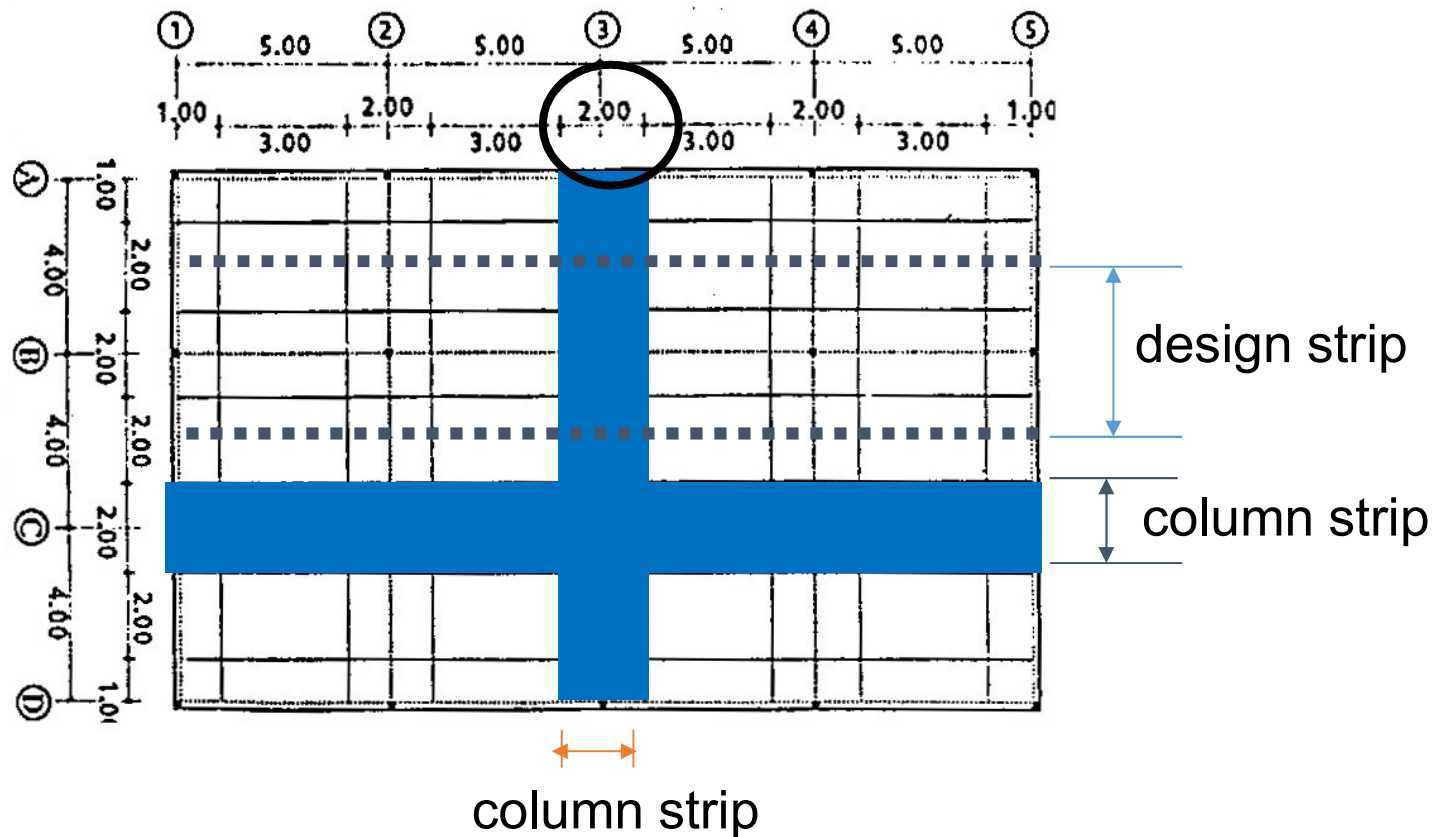


แผนพื้นที่มีโมเมนต์กระจายกลับ

NEW DEFINITION OF STRIPS

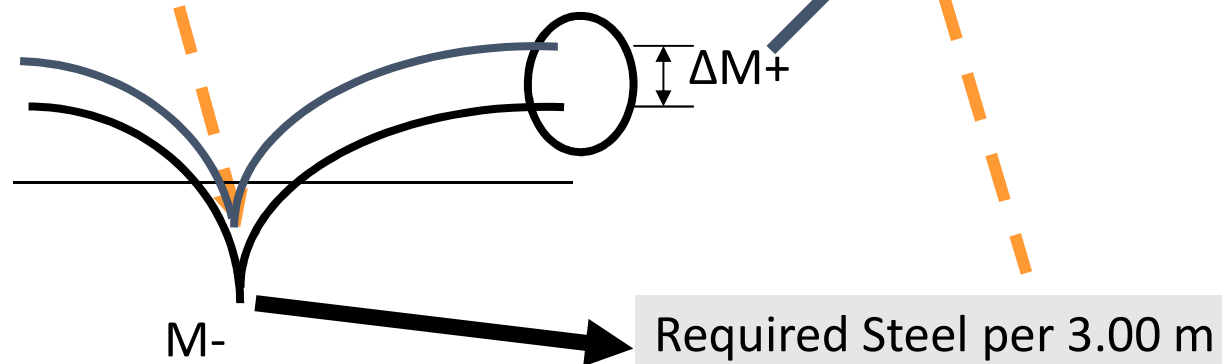
In order to make the slab stronger the new definition of strip assignment is drawn as follow :

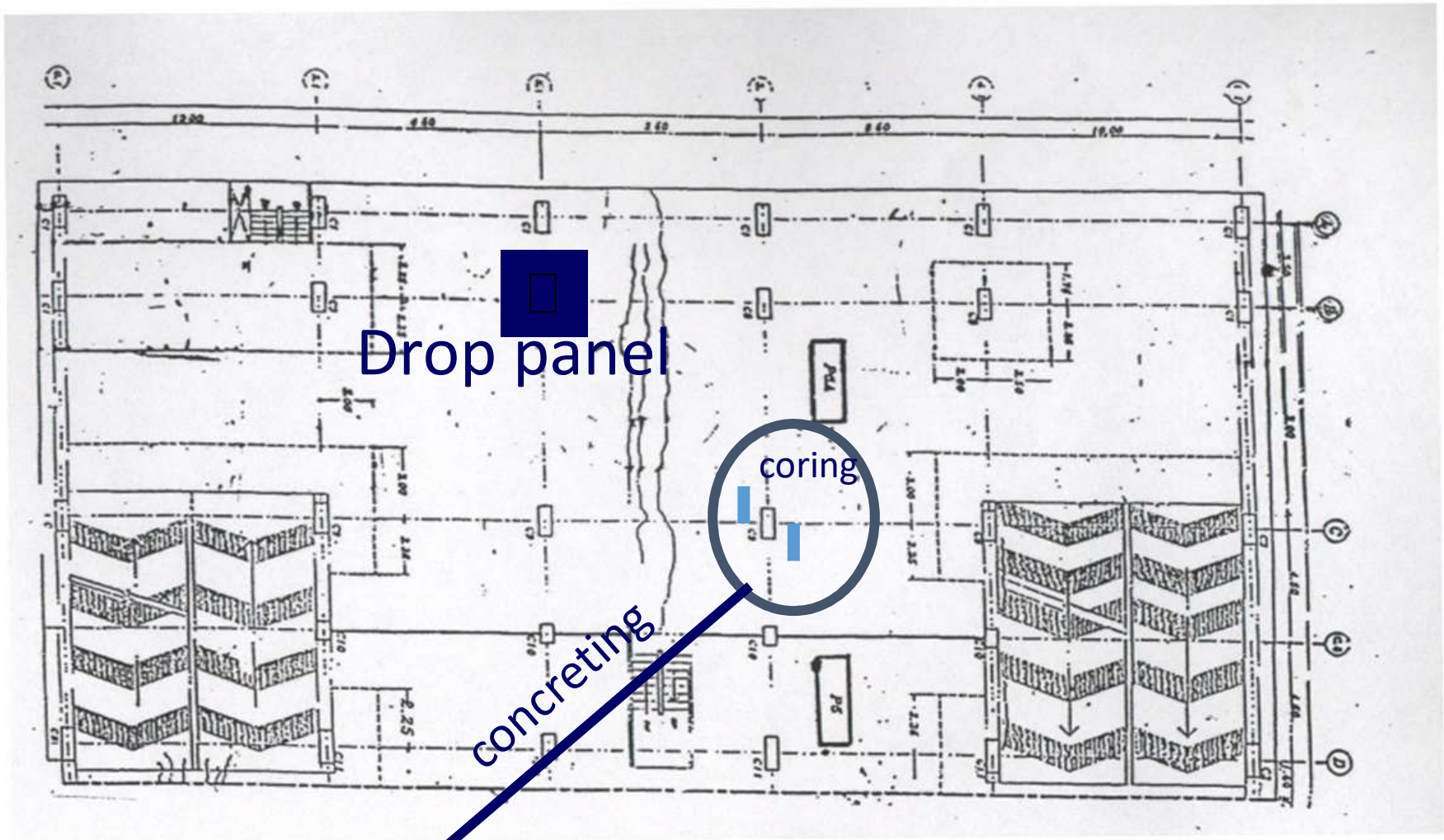
1. Column Strip is a design strip with a width on each side of a column centerline equal to $0.25l_2$ or $0.25l_1$, whichever is less. Column strip includes beams, if any.
2. Middle Strip is a design strip bounded by two columns strips.



ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบโมเมนต์ดัดและปริมาณเหล็กเสริมของแถบที่พิจารณา

แถบ	แถบเสาที่กำหนดไว้ 4.00ม.		แถบเสาที่ควรมีความกว้าง 3.00 ม.			
	เหล็กเสริมที่หัวเสา (cm ² /m/3m)	เหล็กเสริมที่กลางช่วง (cm ² /m/3m)	โมเมนต์ดัดที่หัวเสา (kg-m/m)	โมเมนต์ดัดที่กลางช่วง (kg-m/m)	เหล็กเสริมที่หัวเสา (cm ² /m)	เหล็กเสริมที่กลางช่วง (cm ² /m)
แถบเสา	$A_s = 11.05$ (12 DB 25 per 4 m)	$A_s = 7.06$ (12 DB 20 per 4 m)	13414	6360	$A_s = 16.3$	$A_s = 7.51$
แถบกลาง	$A_s = 6.42$	$A_s = 6.97$	4121	3909	$A_s = 4.75$	$A_s = 4.49$



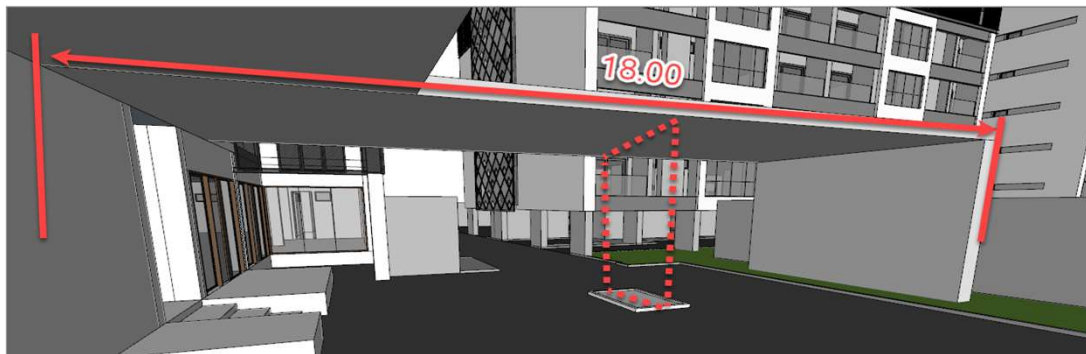


RC. Strengthening

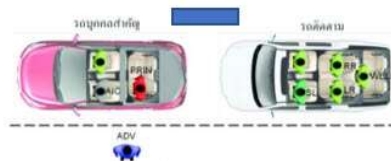


ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒ (งานวางโครงการ)

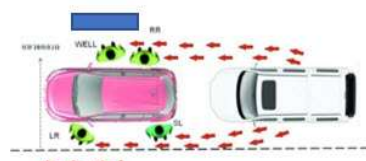
อาคาร C แก้ไขเพิ่มความยาวช่วงพาด จาก ๙ เมตร เป็น ๑๘ เมตรโดยการตัดเสากลางออก



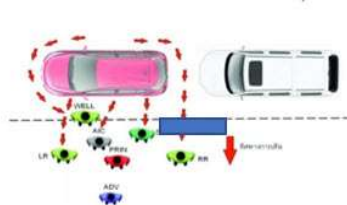
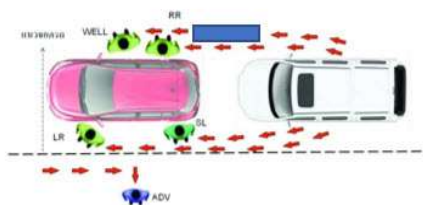
VVIP และ VIP



รูปแสดงตำแหน่งการรักษความปลอดภัยบุคคลสำคัญกรณีเจ้าหน้าที่ระวังหนึ่ง (WELL AGENT)



รูปแสดงตำแหน่งการจราจรและเคลื่อนที่รักษาความปลอดภัยบุคคลสำคัญ



รายงานของ คุณวิโรจน์ ลิขนะเอียร

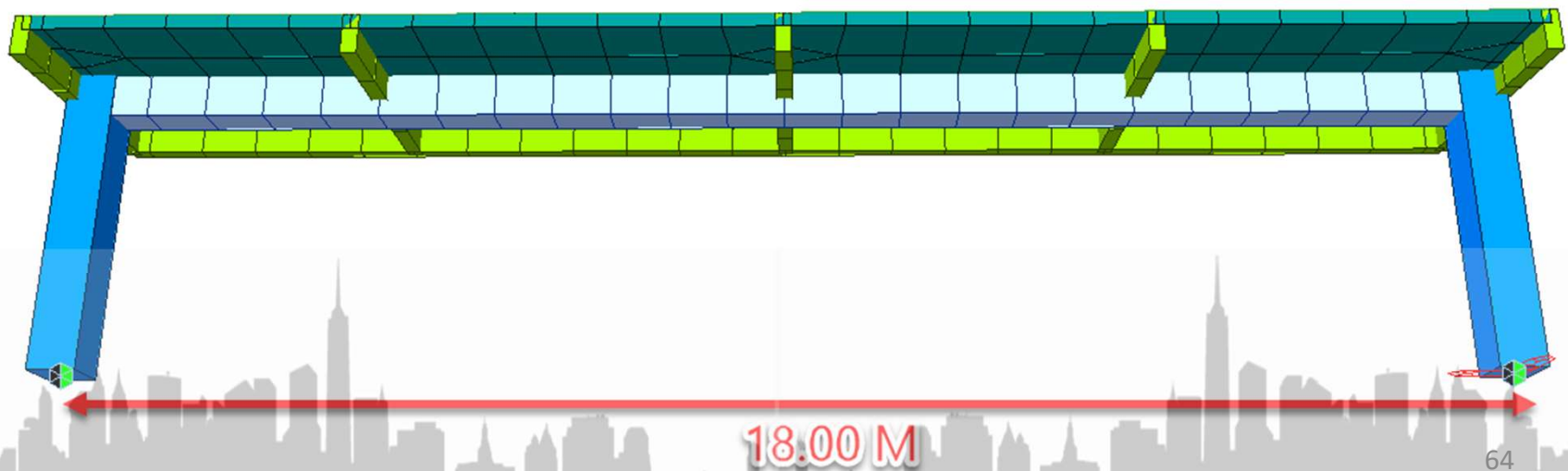


ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒ (งานวางโครงการ)

การจำลองโครงสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนการดำเนินการแก้ไข

- จำลองแบบโครงสร้างในการคำนวณส่วนต่างๆโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ อาศัยหลักการ FEM และ rigid frame structure เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมการถ่ายแรง และการกระจายตัวของน้ำหนักบรรทุกทุกของโครงสร้างอาคาร

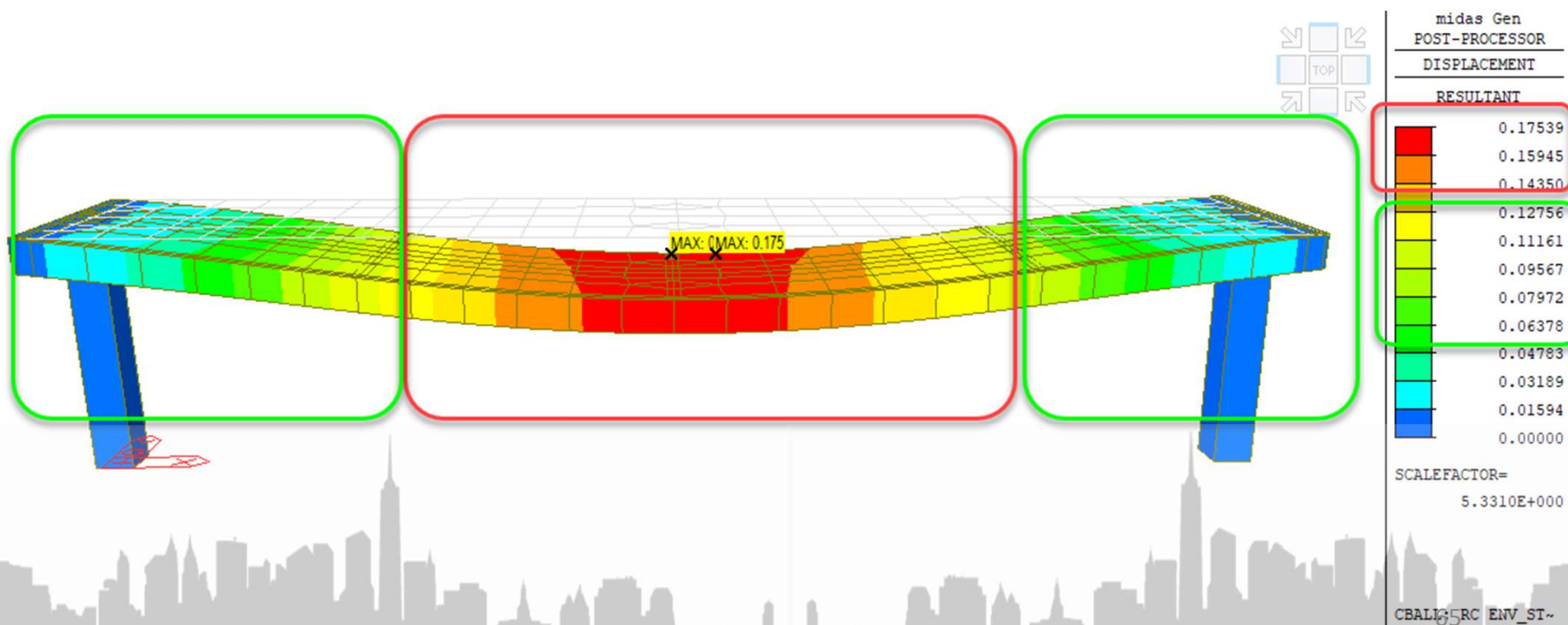




ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒ (งานวางโครงการ)

อาคาร C แก้ไขเพิ่มความยาวช่วงพาด จาก ๙ เมตร เป็น ๑๘ เมตรโดยการตัดเสาตรงกลางออก

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





ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒ (งานวางโครงการ)

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

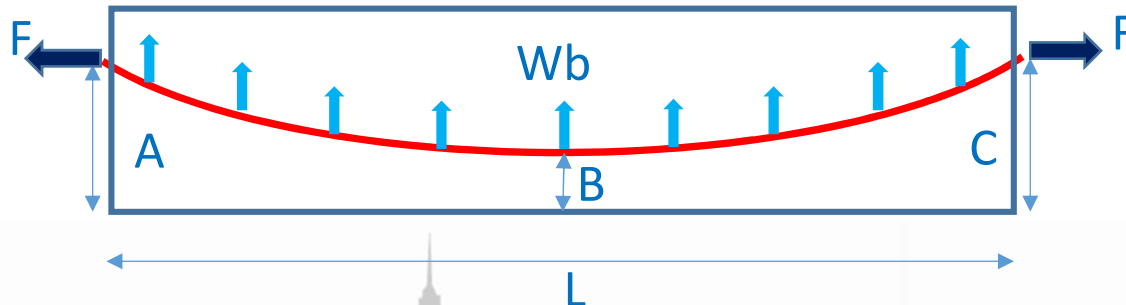


ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒ (งานวางโครงการ)

ทฤษฎีคอนกรีตอัดแรง เพื่อพิจารณาผลของการยกตัว (CAMBER) ของคานช่วงยาวมาก

ขั้นตอนการดำเนินการแก้ไข

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



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

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

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

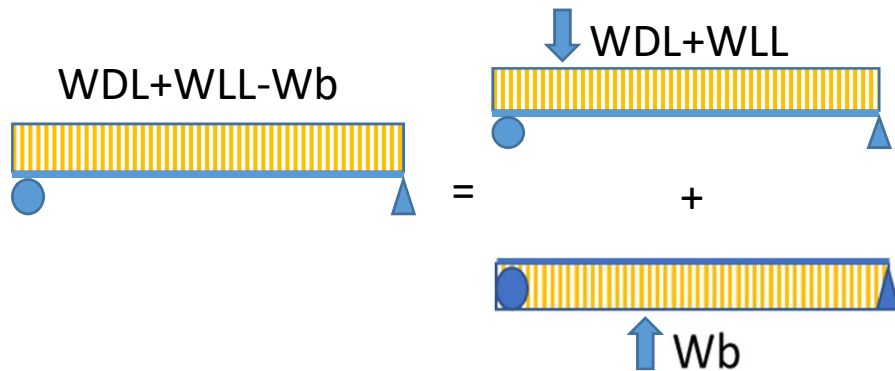


ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒ (งานวางโครงการ)

ทฤษฎีคอนกรีตอัดแรง เพื่อพิจารณาผลของการยกตัว (CAMBER) ของคานช่วงยาวมาก

ขั้นตอนการดำเนินการแก้ไข

- ขั้นตอนที่ 2 ประมาณการน้ำหนักเพื่อหาแรงยกชดเชยจากน้ำหนักบรรทุกตายตัว



ตามมาตรฐาน ACI 318-99 และ วสท. 1008-38

(ข้อ 13.1)

รายละเอียดการประเมินน้ำหนักบรรทุก

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

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

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

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

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

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

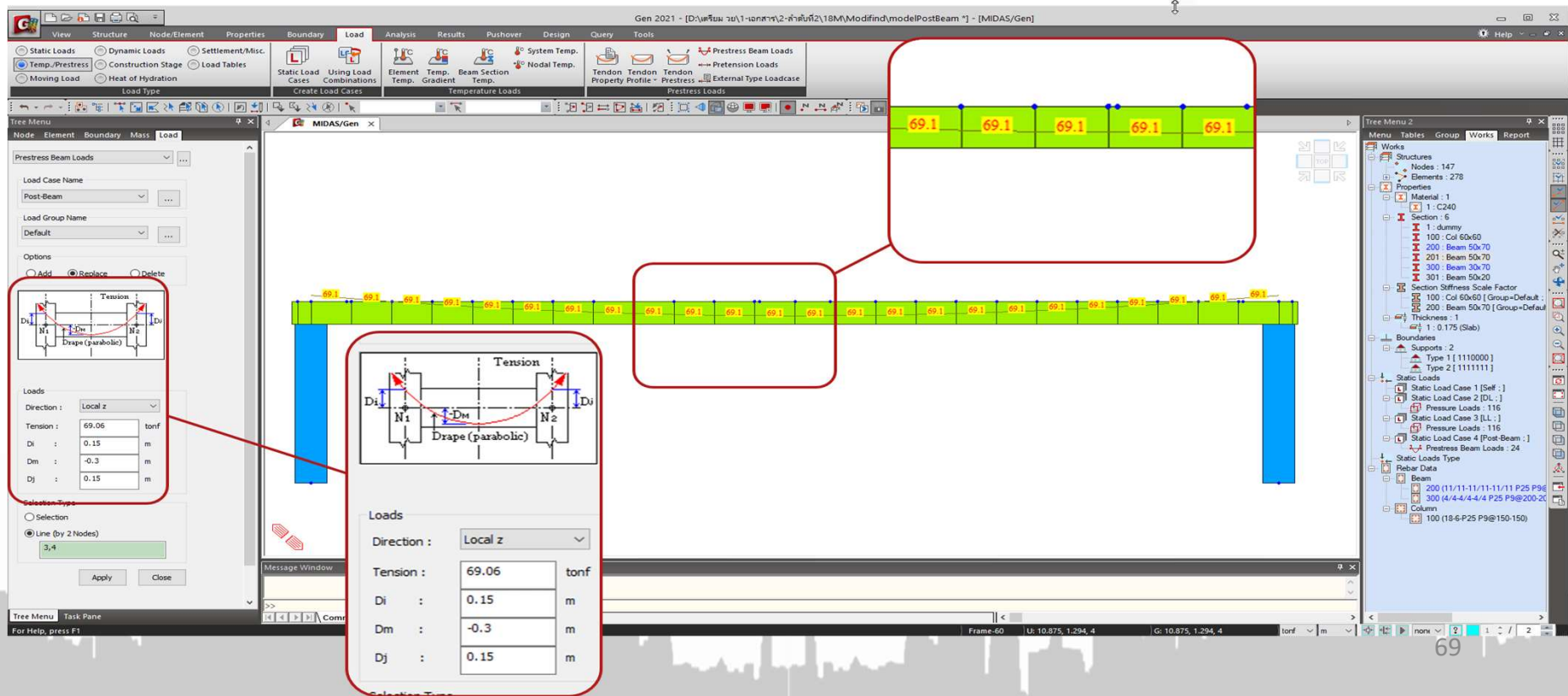
***** Strand = 6 PCS *****

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



ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒ (งานวางโครงการ)

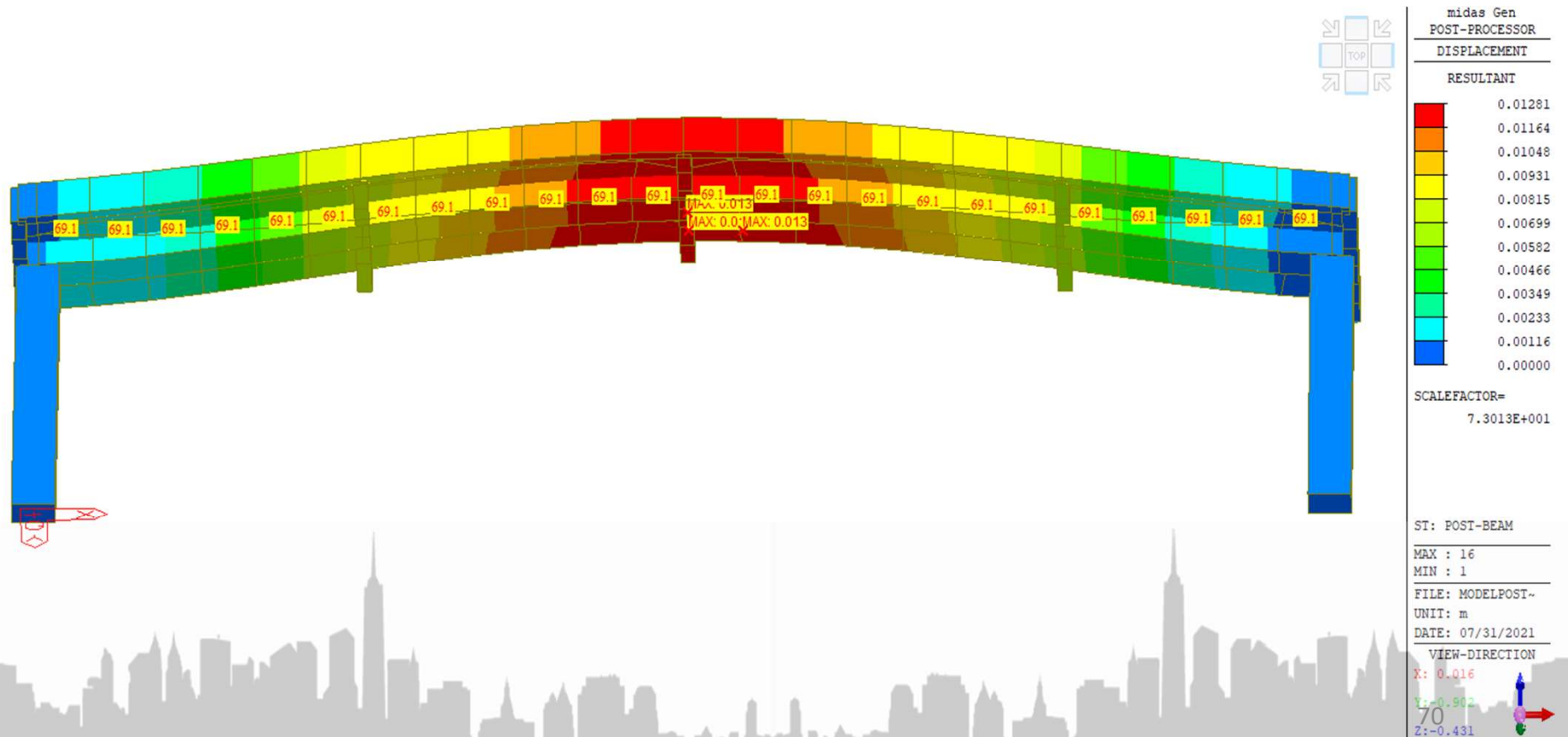
อาคาร C ที่แก้ไขเพิ่มความยาวช่วงพาด จาก ๙ เมตร เป็น ๑๘ เมตรโดยการตัดเสาตรงกลางออก
จำลองโครงสร้างโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขปัญหาการตกท้องช้างโดยใช้กลุ่ม
เส้นลวดอัดแรงจำนวน 2 กลุ่ม รวม 6 เส้น โดยมีแรงดึงเส้นละ 11 ตัน ตามหลัก Balancing
Load of Pre-Stressed Force ที่ได้คำนวณไว้เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของ Serviceability





ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒ (งานวางโครงการ)

อาคาร C ที่แก้ไขเพิ่มความยาวช่วงพาด จาก ๙ เมตร เป็น ๑๘ เมตรโดยการตัดเสาตรงกลางออก
จำลองโครงสร้างโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทราบว่าเมื่อใส่แรงดึงด้วยลวดอัดแรง Load
of Pre-Stressed Force จะทำให้โครงสร้างโก่งยกตัวขึ้น ก่อน Balancing Load

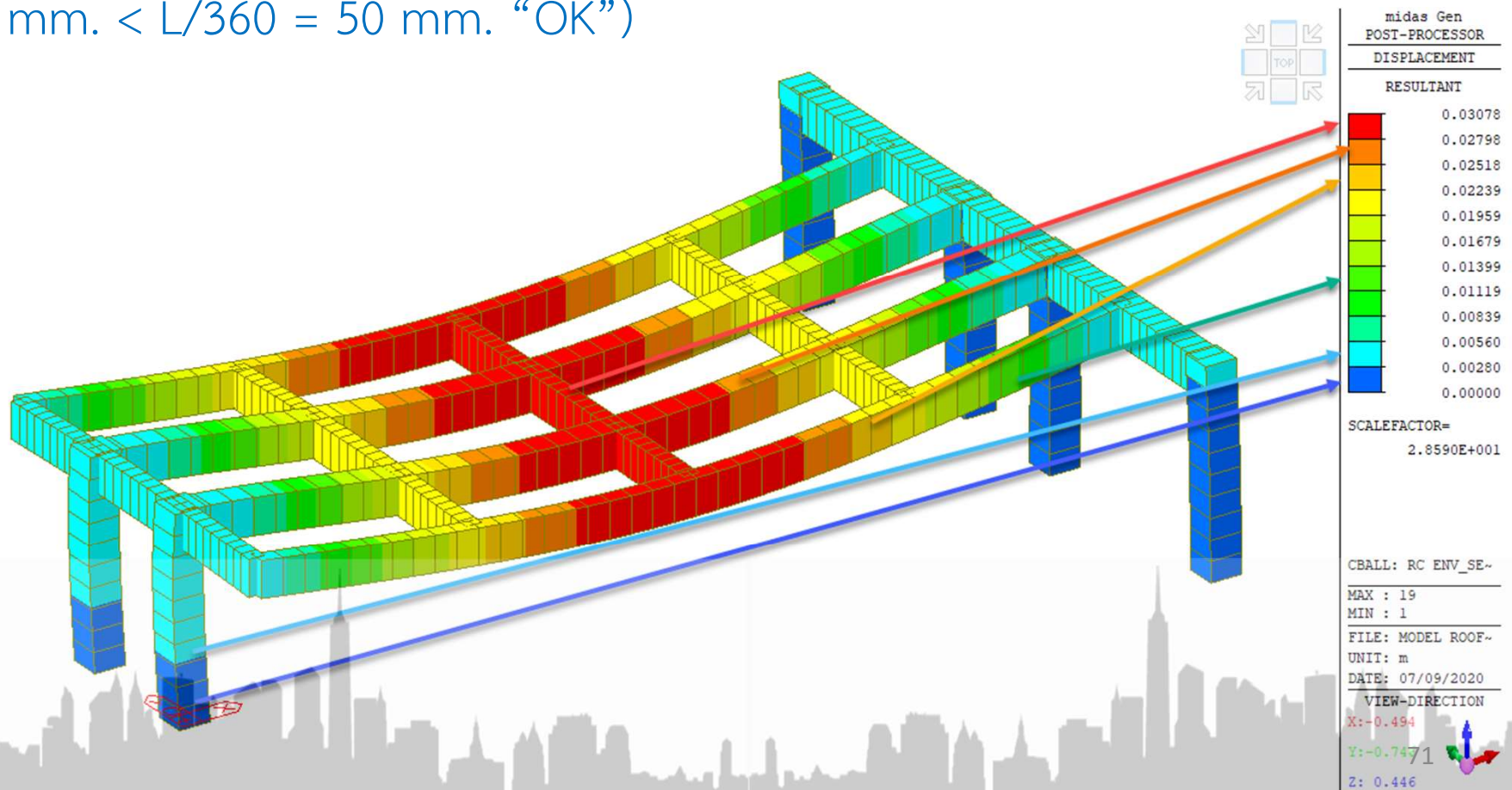




ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒ (งานวางโครงการ)

อาคาร C ที่แก้ไขเพิ่มความยาวช่วงพาด จาก ๙ เมตร เป็น ๑๘ เมตรโดยการตัดเสาตรงกลางออก

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

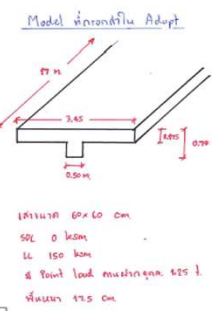
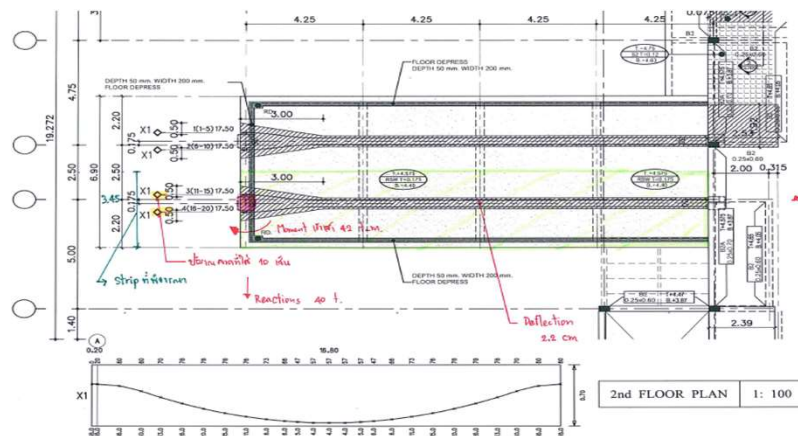


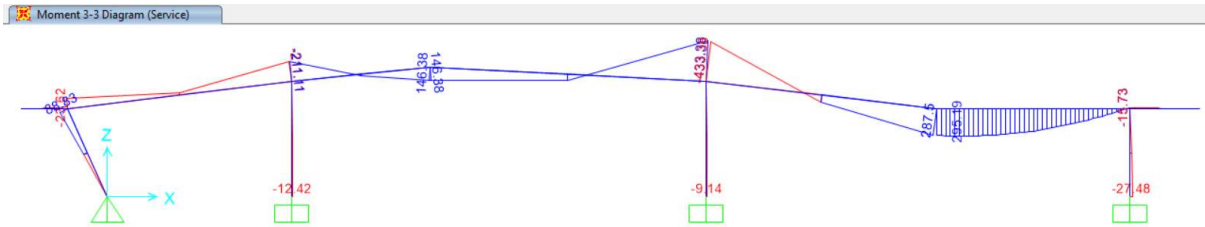


ผลงานดีเด่นลำดับที่ ๒ โครงการที่ ๑๒ (งานวางโครงการ)

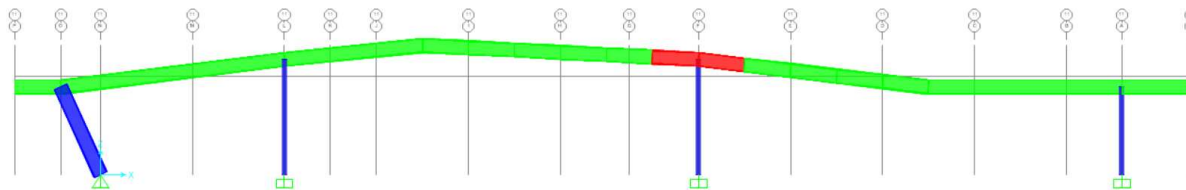
อาคาร C ที่แก้ไขเพิ่มความยาวช่วงพาด จาก ๙ เมตร เป็น ๑๘ เมตรโดยการตัดเสาตรงกลางออก

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

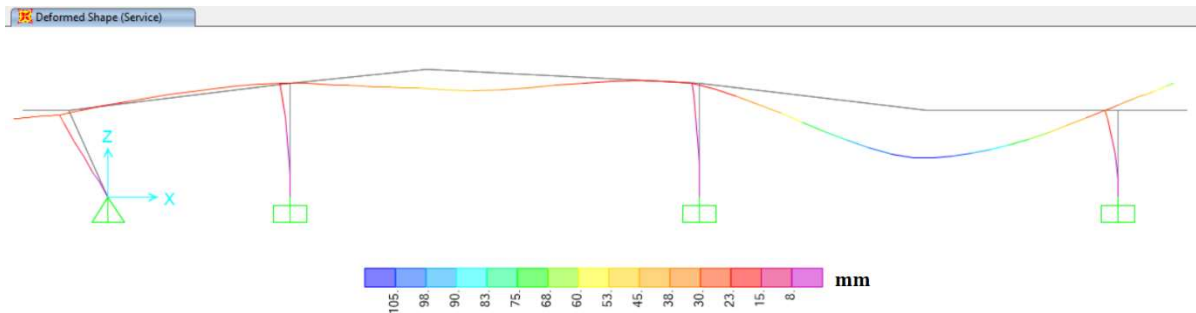




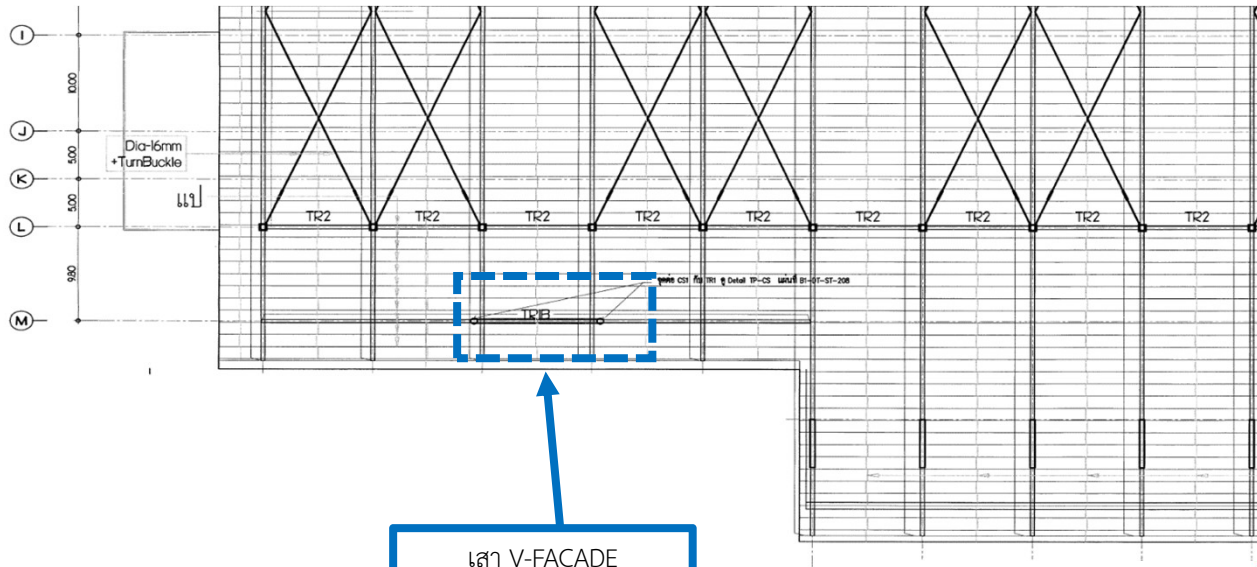
ผังโมเมนต์ดัด



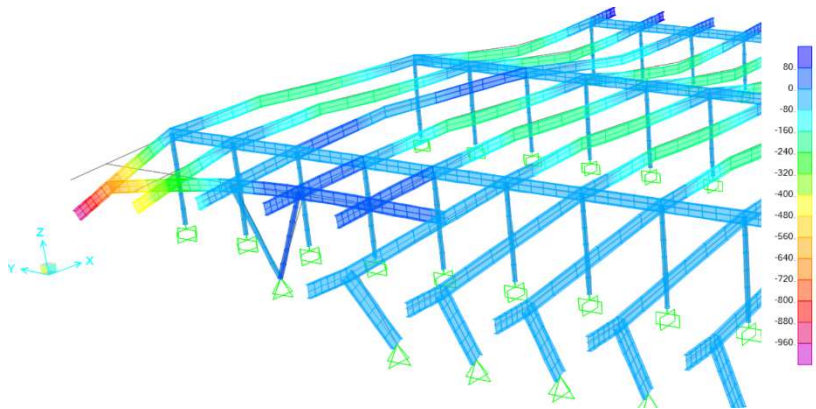
การเสริมกำลังด้วยแผ่นเหล็ก



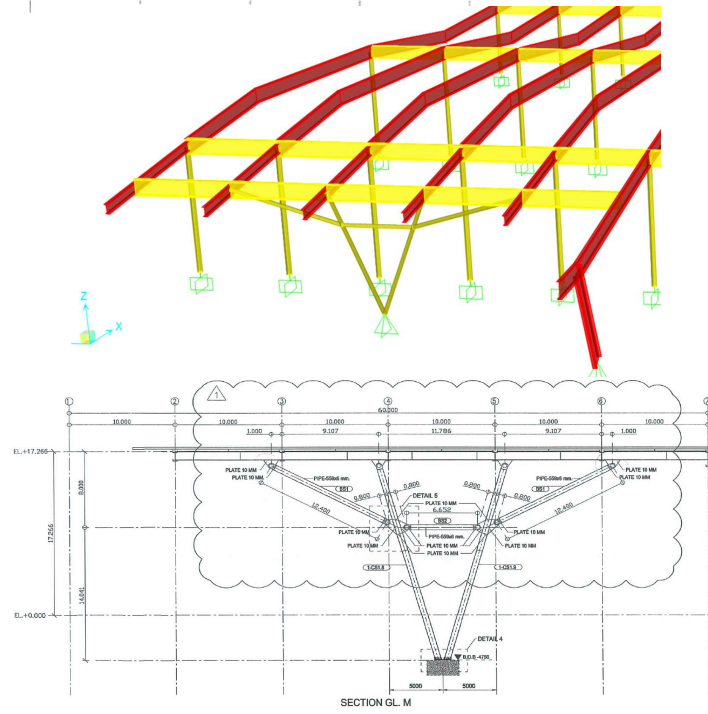
การเปลี่ยนตำแหน่ง (dispacemet)



เสา V-FACADE

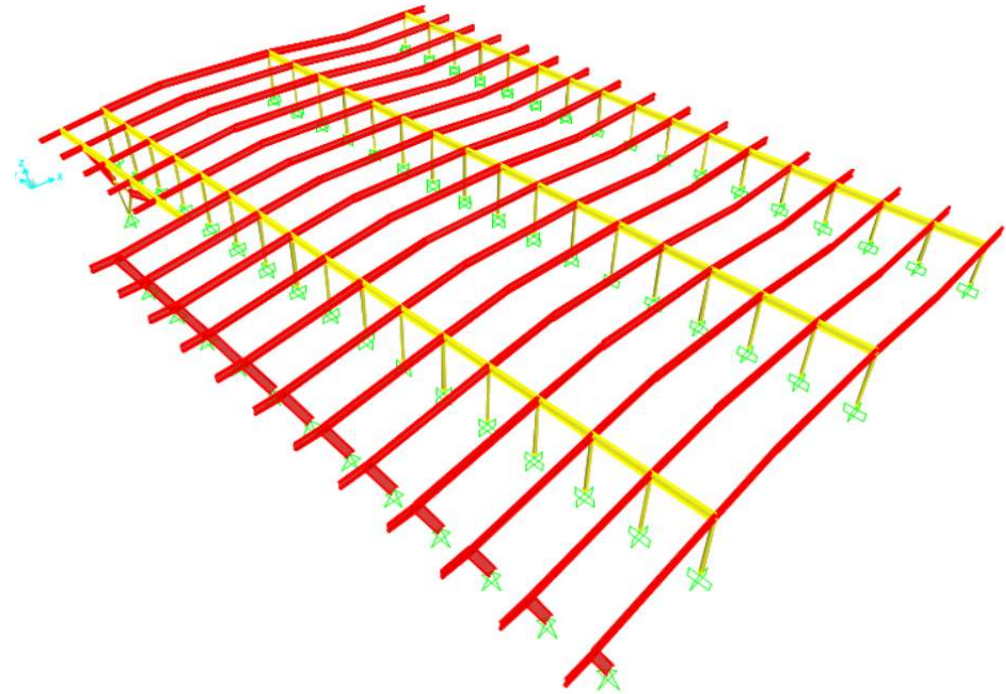


การเสียรูปของโรงหลังคา (mm)



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 ตัน/ต้น

ลงชื่อ  วิศวกรควบคุมการทดสอบ
(นายสมเกียรติ มนต์ทำ)
วิศวกร โยธา ทย.50864

ลงชื่อ  วิศวกรรับรองผลการทดสอบ
(รศ.ณิมิตร สุภาพุญช์)
วุฒิวิศวกร วย.1603



KSE KhonKaen Soil Engineering Co.,Ltd.

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

ผลกระทบจากการทรุดตัวแตกต่างกันระหว่างโครงสร้างอาคารผู้โดยสาร (ใหม่และเดิม)