

3D Structural Analysis & Design Software



คู่มือการใช้งาน STAAD.Pro 2007 - Training Manual

ผศ.ดร.มงคล จิรวัชรเดช

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

http://eng.sut.ac.th/ce/

(www.tumcivil.com)

STAAD.Pro

3D Structural Analysis & Design Software



คู่มือการใช้งาน

ผศ.คร.มงคล จิรวัชรเคช สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



Table of Contents

1 แนะนำโปรแกรม STAAD.Pro

รู้จักกับโปรแกรม	1-1
ความสามารถของเครื่องที่ติดตั้ง	1-1
องค์ประกอบของ STAAD.<i>Pro</i>	1 - 2
การรันโปรแกรม STAAD.<i>Pro</i>	1-3
ส่วนประกอบหน้าจอ STAAD.Pro	1 - 5
โหมดในการทำงาน	1-6
โหมคสร้างโมเคล	1-6
หน้าต่างๆในโหมคสร้างโมเคล	1-7
หน้า Setup Job	1-8
หน้า Geometry Beam	1-9
หน้า Geometry Property	1 - 10
หน้า Geometry Spec	1 - 14
หน้า Geometry Support	1 - 16
หน้า Geometry Load	1 - 17
หน้า Geometry Material	1 - 19
หน้า Analysis/Print Pre-Print	1 - 19
หน้า Analysis/Print Analysis	1 - 20
หน้า Analysis/Print Post-Print	1 - 21

2 การสร้างโมเดล

ขั้นตอนการใช้งาน STAAD. <i>Pro</i>	2-1
เริ่มต้นโปรแกรม	2-3
วิธีสร้างโมเคล	2-7
วิธีที่ 1 : สร้างโมเคลโคยใช้ Structure Wizard	2-7
แบบฝึกหัด : การใช้ Structure Wizard สร้างโครงถักโดยใช้จุดอ้างอิง	2-14
แบบฝึกหัด : การใช้ Structure Wizard สร้างแผ่นพื้น	2-19
วิธีที่ 2 : สร้างโมเคลโดยใช้ Snap/Grid	2-20
แบบฝึกหัด : การสร้าง โมเคล โดยใช้ Snap/Grid	2-27
การเปลี่ยนมุมมอง : Viewing	2-31

การเลือก Node, Beam และ Plate	2-32
การเลือกในมุมมองสามมิติ	2-35
แบบฝึกหัด : การเปลี่ยนมุมมอง & การเลือกองค์อาการ	2-37
วิธีที่ 3 : การสร้างโมเคลโคยใช้ Copy/Cut และ Paste	2-38
แบบฝึกหัด : สร้างโมเคลโคยใช้ Copy/Cut และ Paste	2-39
วิธีที่ 4 : การสร้างโมเคลโคยใช้ Spreadsheet (EXCEL)	2-40
แบบฝึกหัด : สร้างโมเคลโคยใช้ EXCEL Copy & Paste	2-42
วิธีที่ 5 : การสร้างโมเคลโดยนำเข้าไฟล์ DXF	2-43

3 ฟังชั่นช่วยสร้างโมเดล

Translational Repeat	3-1
แบบฝึกหัด : สร้างโมเดลอาการสูงโดยใช้ Translational Repeat	3-4
Circular Repeat	3-8
Mirror	3-9
Rotate	3-10
แบบฝึกหัด : สร้างโมเคลสเตเคียมโคยใช้ Circular Repeat	3-11
Move	3-16
แบบฝึกหัด : สร้างโมเดลหลังกากริดสามมิติ	3-17
Insert Node or Split Beam	3-20
Add Beam ระหว่าง Mid-Points	3-21
Add Beam แบบจุดตัดตั้งฉาก	3-21
แบบฝึกหัด : การใช้เครื่องมือช่วยเพิ่มโหนดและคาน	3-22
Cut Section	3-23
Renumber	3-25
แบบฝึกหัด : การใช้เครื่องมือช่วยแสดงบางส่วนและเรียงลำดับโหนด	3-26

4 หน้าตัด, จุดรองรับ, ข้อกำหนด และค่าคงที่

Portal 2D	4-2
Property : กำหนดคุณสมบัติองค์อาการ	4-3
Steel Section Table	4-4
Beta Angle	4-6
การเปลี่ยนหน่วยความยาว	4-7
กำหนดออฟเซตขององค์อาคาร	4-7
กำหนดจุดรองรับ	4-10
Specification : Member Truss	4-12
้ กำหนดค่าคงที่	4-14

5 น้ำหนักบรรทุก

Portal 2D	5-2
Create Primary Load	5-3
Example Problem: Wind and floor load generation	5-9
Example Problem: Seismic load generation	5-19

6 การวิเคราะห์และแสดงผล

Analysis/Print : Beam 2D	6-2
Post Processing Mode : โหมดหลังการคำนวณ	6-12
Truss 2D	6-16
User Customized Report : รายงานผู้ใช้กำหนดเอง	6-20
จุดหมุนภายใน (Internal Hinge)	6-23
จุดรองรับแบบเอี้ยง (Inclined Support)	6-26
จุดรองรับทรุคตัว (Support Settlement)	6-31

7 การออกแบบโครงสร้างเหล็ก

สร้างโมเคล Portal 2D	7-2
กำหนดรายการน้ำหนักบรรทุก	7-5
กำหนดพารามิเตอร์	7-5
คำสั่งออกแบบ : Design Commands	7-7
วิเคราะห์อีกครั้ง	7-8
ตรวจสอบการออกแบบ	7-9
สั่งวิเคราะห์และดูผลการคำนวณ	7-9
ใฟล์คำสั่ง : Portal2D	7-10
ไฟล์แสดงผล	7-11
คำนวณตัวคูณความยาวประสิทธิผลอัต โนมัติ	7-13
ออกแบบแผ่นรองฐานเสาโคยใช้ STAAD.etc	7-16
ออกแบบองก์อาคารเหล็กในSTAAD.etc > Steel Design	7-19

8 การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

สร้างโมเดล RC Frame	8-2
กำหนดรายการน้ำหนักบรรทุก	8-8
กำหนดพารามิเตอร์	8-9
กำหนดคำสั่งออกแบบ	8-10
วิเคราะห์และออกแบบ	8-10
ใฟล์คำสั่ง : RC Frame	8-11
ไฟล์แสดงผล(บางส่วน)	8-12
ออกแบบฐานรากใน STAAD.etc > Component Design	8-14
ออกแบบองค์อาคารคอนกรีตใน STAAD.etc > Concrete Design	8-17
RC Designer > Beam Design	8-24
RC Designer > Column Design	8-27
RC Designer > Slab Design	8-29

STAAD.Pro

3D Structural Analysis & Design

The World's leading Structural Analysis and Design Package for Structural Engineers



ผศ.ดร.มงคล จิรวัชรเดช สำนักวิหาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี mongkol_1001@hotmail.com

STAAD.Pro

Program Features

- Introduction & Overview
- Model Generation
- Finite Element Modeling
- Load Types & Generation
 Result Verification

- Model Verification
- Analysis Capabilities
- Design Codes



WHY STAAD.**Pro**

- **STAAD.***Pro* was developed for practicing engineers.
- For static, pushover, dynamic, P-delta, buckling or cable analysis, STAAD.*Pro* is the industry standard



STAAD.Pro has design codes for most countries including US, BS, Canada, Russia, Aus, France, India, China, Euro, Japan... NO THAI?



WHY STAAD.**Pro**

 STAAD.Pro is fully COM (Component Object Model). Any 3rd party applications can be used with STAAD.Pro.

age

 STAAD. Pro's User Interface is the industry standard. Complex models can be easily generated.

 STAAD.Pro supports multi-material design codes such as timber, steel, cold-formed steel, concrete and aluminum.

Ease-of-Use

Graphical User Interface with tabbed page layout. Modeling Postprocessing Steel Design Concrete Design Component Desig EXAMPOS.STD - Whole Structure 물 Setup Structure Wizard fault sto StWizard Ø≠∂∂∂∂ + → + + + 5 6 Q Q Q 2* Prototace Models odel Type: Frame Models 囲 Ħ Blay Frank Grid Feam ź Ħ Floor Gád Continuour Bears Ļ -I -8 Cylindrical Evana Reverse Cvindi. 9 Circular Bas

Model Generation

- Create Model using Graphical Environment, Spreadsheet style input, AutoCAD DXF Import etc
- Repeat either translational or circular
- Mirror, Rotate, Copy and Paste
- Remove Duplicate/Orphan Nodes
- Dynamic Zoom Capability
- Create Beams, Plates and Solids
- Offset Members, Semi Rigid
 Connections, Partial Moment Release





Built-in Command File Editor



EXAMPOB.STD - STAAD Editor	
File Edit View Tools Help	
0	
STAAD SPACE FRAME WITH CONCRETE DONTH HETER KMS JOINT COORDINATE 1 0.0 0.0 0.0 : 2 5.4 0.0 3 11.4 0.0 0.0 : 4 0.0 0.0 5 5.4 0.0 7.2 : 6 11.4 0.0 7 0.0 3.6 0.0 : 8 5.4 3.6 9 11.4 3.6 0.0 : 10 0.0 3.6 1 5.4 7.2 7.2 : 12 11.4 3.6 13 5.4 7.2 7.2 : 12 11.4 3.6 13 5.4 7.2 7.2 : 12 11.4 3.6 13 5.4 7.2 7.2 : 16 11.4 7.2 HENDER INCIDENCE 1 1 7 : 2 4 10 : 3 2 8 : 4 8 13 5 5 11 : 6 11 15 : 7 3 9 : 8 9 14 9 6 12 : 10 12 16 : 11 7 8 12 13 10 11 14 : 15 13 14 : 16 15 16 17 7 10 : 18 8 11 : 19 9 12 20 13 15 : 21 14 16 UNIT HES HENDER FROF 1 2 PENEMETIC TH 3000 0 12 2 .119ED	BIGN
IX 4.237E08 3 TO 10 FR YD 300.0 ZD 300.0 IZ 3 IX 5.324E08 11 TO 21 FR YD 535.0 ZD 360 IZ 2. IX 2.704E09 CONSTANT E 21.0 ALL POISSON CONCRETE ALL UNIT METER CONSTANT DEN 23.55 ALL SUPPORT 	.596E08 IY 3.596E08 - 409E09 IY 1.229E09 -
for Help, press F1	Line 1 Col 1

Finite Element Modeling

- Plate Element
- Surface Element
- Solid Element



STAAD Pro 2007

Load Types and Generation

- Categorized load into group types like dead, live, wind, seismic, user-defined.
- Auto-generate load combinations based on standard codes: ACI, AISC, UBC
- Loading: Concentrated, Uniform, Temp., Strain, Support disp,, Prestress
- ASCE 7 Wind load generator
- AASHTO Moving Load Generator
- Seismic Load Generator
- Automatic generation of load envelopes



STAAD Pro 2007

Model Verification

- Multiple zooming and shadow box windows
- New 3D rendering of structure using shading and lighting
- Isometric or any rotations for full 3D viewing
- Display of Loads, Supports, Orientations, Properties, Hidden line removed, Joint/Member numbering, Dimensions, etc.
- Compatible with spreadsheet software such as Microsoft Excel
- Plots of displacement vs. time, velocity vs. time, acceleration vs. time for dynamic analysis
- Single File Archive to save All STAAD Input / Output Files

	All a	



Analysis Capabilities

Powerful analysis and design engines with advanced finite element and dynamic analysis capabilities.

- § 2D/3D Static Analysis
- § Dynamic/Sesmic Analysis
- § Secondary Analysis

Analysis Option		
	STAAD Analysis	
	Stardyne Advanced Analysis	
Ru	Analysis Cancel Apply	Help

TAAD Analysis and Design	
++ Processing and setting up Load Vector.	14:51:41
++ Processing Element Stiffness Matrix.	14:51:41
++ Processing Global Stiffness Matrix	14:51:41
++ Finished Processing Global Stiffness Matrix	0 sec
++ Processing Triangular Factorization	14:51:41
++ Finished Triangular Factorization.	0 sec
++ Calculating Joint Displacements.	14:51:41
++ Finished Joint Displacement Calculation.	0 sec
++ Adjusting Displacements	14:51:41
++ Calculating Member Forces.	14:51:41
++ Analysis Successfully Completed ++	
++ Performing Concrete Design	14:51:41
++ Calculating Section Forces	
++ Creating Displacement File (DSP)	14:51:41
++ Creating Reaction File (REA)	
++ Calculating Section Forces	
++ Creating Section Force File (BMD)	
++ Creating Section Displace File (SCN)	
++ Creating Design information File (DGN)	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
++ Done.	14:51:41
0 Error(s), 0 Varning(s)	
** End STAAD Pro Run Elapsed Time = 0 Secs	
** Output Written to File:	
EXAMPO8 an1	
	3
View Dubput File	
Go to Post Processing Mode	
Stay in Modeling Mode	Uone

STAAD. Pro 2007

Analysis Capabilities

New 2007 Features

- Advanced Analysis Engine
- P-Delta analysis including stress stiffening effects
- P-Delta including small delta
- Modal analysis including stress stiffening
- Buckling load analysis



Full buckling analysis to obtain buckling modes and factors for various loading conditions

STAAD Pro 200

Design Codes

Steel Design:

- Design Codes : AISC (ASD/LRFD), AASHTO, BS, Japanese, Chinese, Indian
- Interactive design and report step-by-step calculations.
- Built-in Steel Tables of several countries including AISC, British, Canadian, Australian
- Code Check, Member Selection consisting of Analysis/Design cycles







Design Codes

Concrete Design:

- Two-way slab design to design irregularshaped slabs. Full reinforcement contour and reinforcement layout plans are created.
- Rectangular concrete shear wall design (with deep beam design).
- Automatic calculation of cracked moment of inertia for concrete design
- Design of Concrete Beam/Column/Slab per ACI 318.
- Numerical and Graphical Design Outputs with reinforcement details
- Interactive concrete design and detailing with bar scheduling and interactive rebar layout

Timber Design:

Aluminum Design:

Result Verification

Exhaustive dynamics capabilities including time history, response spectra, blast loading and harmonic loading





Plot moments, stresses, displacements and mode shapes



User Customized Report Generation



Take a picture



	Long Prove		Print Print
	1		Next Page
	n In Delaid	154	PlevPage
	- BOAMALOTE	#Han-2001 (2)+4	Two Page
leb Information Report	#Inite		Zoote in
tion : Sole: 294kg/0			Zeron But
Hunter Type (SPACEDINAL			
Robert (Flore) In Robert Rom Robert (Flore) 21 Robert Rom	80 211		
Andre of Tax In Line Cares 2			
an and a state of the second sec			
nianis to stand or each in animer.			
PROV 1 11581-1210			
100 10 00 00			
1 DOON COME E.MCC 2 D.400 COME E.MCC			
3 11.428 0480 8.800 4 0008 0488 7.800 5 5.428 0489 7.800			
12 H 428 5489 7380 11 K 428 1388 5380			
14 11.408 1.209 0.000 19 3.408 1.209 7.200 16 11.408 1.209 7.200			
AN 2011 NOT CHERE			

ไ แนะนำโปรแกรม STAAD.*Pr*o

1.1 รู้จักกับโปรแกรม

STAAD.Pro เป็นซอพท์แวร์วิศวกรรมโครงสร้างที่ได้รับความนิยมที่สุดในการสร้างแบบจำลอง สามมิติ, การวิเคราะห์, และการออกแบบ มีระบบติดต่อกับผู้ใช้งานแบบกราฟฟิกที่ใช้งานง่าย มี เครื่องมือในการแสดงผลที่หลากหลาย มีความสามารถในการวิเคราะห์และออกแบบที่มีประสิทธิภาพ ซอพท์แวร์ใช้งานได้กับทุกระบบปฏิบัติการวินโคว์แต่จะใช้ได้ดีที่สุดกับ Windows XP

STAAD.Pro เป็นโปรแกรมที่ถูกเลือกโดยมืออาชีพในการออกแบบทั่วโลกเลือกใช้ ทั้งการ วิเคราะห์แบบสถิตยศาสตร์หรือจลศาสตร์ของสะพาน, โครงสร้างถังบรรจุ, โครงสร้างใต้ดิน, โครงสร้างเหล็ก, คอนกรีต, อลูมินั่ม หรือ โครงสร้างไม้, หอคอยเสาส่ง, สเตเดียม หรือโครงสร้างที่ ซับซ้อนอื่นๆ

1.2 ความสามารถของเครื่องที่ติดตั้ง

- เครื่อง PC ที่มีซีพียูเพนเทียมของอินเทลหรือเทียบเท่า
- การ์ดแสดงผลและหน้าจอความละเอียด 1024x768, 256 สี (แนะนำ 16 bit high color)
- 128 MB RAM หรือมากกว่า
- Windows NT 4.0 หรือระบบที่สูงกว่า ไม่แนะนำให้รันโปรแกรมบน Windows 95 & Windows 98 เพราะสมถนะการทำงานตกลง โปรแกรมทำงานดีที่สุดบน Windows 2000 และ XP
- พื้นที่ว่างเพียงพอในฮาร์ดดิสก์ ขึ้นกับโมดูลที่ติดตั้ง โดยทั่วไปต้องการอย่างน้อยที่สุด 500 MB
- ระบบมัลติมิเดียที่มีการ์ดเสียงและลำโพงเพื่อรันวีดิโอและสไลด์สอนการใช้งาน
 หมายเหตุ: การเพิ่ม RAM และความจุฮาร์ดดิสก์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม

นับตั้งแต่ STAAD.Pro 2001 เป็นต้นมาขนาด โครงสร้างที่โปรแกรมจัดการ ได้มีขนาดเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ขนาดของหน่วยความจำจริงและแบบเสมือนเพิ่มขึ้นเกิน 600MB ผู้ใช้จึงต้องตรวจสอบว่ามี หน่วยความจำเพียงพอหรือไม่

1.3 องค์ประกอบของ STAAD.Pro

STAAD.Pro เป็นโปรแกรมที่มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาในชุดโปรแกรมจะประกอบด้วยโปรแกรม ย่อยต่างๆดังนี้



STAAD.Pro ตัวโปรแกรมหลักใช้สร้างโมเดล วิเคราะห์และออกแบบ แสดงผลแบบกราฟฟิกและแบบตาราง และสร้างเป็นรายงาน

OpenSTAAD เป็นแหล่งเก็บรวมฟังก์ชั่นของ STAAD.Pro ซึ่งจะ ยอมให้ผู้ใช้นำไปใช้ในโปรแกรมของตนเองได้

STAAD.etc เป็นเครื่องมือช่วยทางวิศวกรรมโครงสร้างทุกอย่างทั้ง



วิเกราะห์และออกแบบไม่ว่าจะเป็น พื้น แผ่นรองฐานเสา ฐานราก และ อื่นๆ STAAD.foundation เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์และ



Design Mats, Pile Caps and Slab on Grade



Section wizard เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณคุณสมบัติหน้าตัด ของชิ้นส่วนโครงสร้าง ตารางเหล็กตามมาตรฐานต่างๆ และหน้าตัดที่ ผู้ใช้สร้างขึ้นเอง

้ออกแบบฐานรากของโครงสร้างที่ถูกสร้างใน STAAD.Pro โดย

้ออกแบบได้ทั้ง ฐานเดี่ยว ฐานร่วม ฐานรากแบบแพ และฐานรากเสาเข็ม

Advance Mesher เป็นโปรแกรมแยกใช้ในการสร้าง mesh ของ ชิ้นส่วนที่เป็นแผ่น เช่นผนังและพื้น





คลิกไอคอน STAAD.Pro จากกลุ่มโปรแกรม STAAD.Pro 2007

หน้าจอหลัก STAAD.Pro แสดงขึ้นมาดังในรูปข้างล่าง

■米県市上町大口1016日間不一日主日本市市注目のものべたへい。	FRITRY PROFILE
	* T & D
STAAD. Pro 2007 Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent taxes Provent t	
Construction for the former former Construction for the former former Construction former former Construction former former Construction former Construction former Construction Constructio	name tanan ana manan Biga canana Marangamant Ital

STRAD P - 6 🗙 ●●电面点水管×芯+芯+芯=目器> |◎原原原素型等原 |□世報日代十年後級主教区 ||◎を招加。||◎ ●連邦保護のたちややうの後 開きしののないのがした x ? スプ教教業の登録論は国家登場「永久寺ら国入」の生活の反映学業優多 x 🖬 🗃 New New File Flexent Files 'n. W Space File Name : 调 Plane Floor Trucc 38 Shucture1 3 Location : C \Documents and Settings\Administ 127 i,á A SPACE structure, which is a three-dimensional haned structure with loads applied in any plane, is the nost general 12 ÷ Force Units O Pound Length Units O Inch ODecimeter O Nenton C KiloPound C DecaNewton 工 OFeet Neter E O Nilineter O Kiloneter O Kilogram KiloNewton O Metaic Ton O NegaNerriton Contrates 10 5 Display this dalog box at the Startup Next 2 Eancel Help 福田福 For Help, press Fil Input Units

หรือถ้าเป็น STAAD.Pro 2005 และ 2006 หน้าจอเริ่มต้นจะเป็น

กลิกเลือก **Cancel** แล้วกลิกไอกอน **Open Structure** *เ*พื่อเปิดไฟล์ตัวอย่างที่มีอยู่แล้ว เลือกไฟล์ตัวอย่างจากในโฟลเดอร์:

SPro2005/STAAD/Examp/US/EXAMP09.STD



หน้าจอ STAAD.Pro เป็นดังในรูปข้างล่าง มีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วนคือ

เมนูบาร์ (Menu Bar)

้อยู่บนสุดของหน้าจอ เราสามารถเรียกได้ทุกกำสั่งของ STAAD.Pro ได้จากเมนูนี้

ทูลบาร์ (Toolbar)

ทูลบาร์ที่อยู่ถัดลงมาจากเมนูและที่อยู่ในแนวดิ่งด้านซ้ายซึ่งสามารถถอดเข้าออกได้ ใช้ในการสั่งกำสั่ง ที่ใช้บ่อย เพื่อความสะควกรวดเร็วในการทำงาน โดยผู้ใช้สามารถกำหนดได้เอง

เมนวินโดว์ (Main Window)

เป็นพื้นที่ใหญ่ที่สุดบริเวณกลางหน้างอ ใช้แสดงโมเคลและผลการคำนวณ

เพจคอนโทรล (Page Control)

เป็นชุดแถบด้านข้างซ้ายของเมนวินโดว์ มีสองแถวคือแต่ละหน้าหลัก (Pages) จะแยกออกเป็นหน้า ย่อย (Subpages) ใช้ทำงานเฉพาะอย่าง การเรียงหน้าหลักและหน้าย่อยจะเป็นไปตามลำดับการ ทำงาน

พื้นที่ข้อมูล (Data Area)

เป็นพื้นที่ทางขวาของหน้าจอ แสดงกล่องโต้ตอบ (Dialog Boxes) ตาราง (Tables) หรือ กล่อง รายการ (List Boxes) ต่างๆตามลักษณะการทำงาน

1.6 โหมด (Mode) ในการทำงาน

STAAD.Pro มีหลายโหมดการทำงาน เลือกได้จากเมนู Mode มีให้เลือกดังนี้

การสร้างโมเดล (Modeling)

หรือโหมดก่อนการประมวลผล (Pre-processing) เป็นขั้นตอนในการกำหนดขนาดโครงสร้าง น้ำหนักบรรทุก จุดรองรับ และอื่นๆ โดยปกติแล้วเมื่อเริ่มใช้งานโปรแกรมเข้าสู่โหมดนี้ก่อน

หลังการประมวลผล (Post -processing)

จะเป็นขั้นตอนที่ผู้ใช้ตรวจสอบผลการคำนวณวิเคราะห์ของโปรแกรม ทั้งแบบกราฟฟิกและแบบ ตัวเลข ตลอดจนการสร้างรายงานสรุป

การออกแบบเชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive Design)

จะให้ผู้ใช้ออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้าง (จุดต่อโครงสร้าง, ฐานราก, แผ่นเหล็กรองฐานเสา และอื่นๆ)

ก่อนการประมวลผลสะพาน (Bridge Deck Preprocessor) จะให้ผู้ใช้สร้างน้ำหนักบรรทุกบนหลังสะพานเนื่องจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ ใช้กับโปรแกรม ย่อย STAAD.beava

งานท่อ (Piping) โหมคนี้จะใช้ร่วมกับ ADLPIPE เพื่อให้สามารถเรียกดูรูปร่างของโครงสร้างดังกล่าวได้

1.7 โหมดสร้างโมเดล

การสร้างโมเคลใน STAAD.Pro ทำได้สองวิธีคือ

a. ใช้ไฟล์คำสั่ง (Command file)

b. ใช้การสร้างแบบโต้ตอบเชิงกราฟิก

้ไฟล์คำสั่งคือไฟล์ข้อความบรรจุข้อมูลโครงสร้าง โดยจะเป็นคำสั่งในภาษาที่เข้าใจง่ายตามรูปแบบ ของ STAAD.Pro ผู้ใช้สามารถสร้างไฟล์นี้ได้โดยใช้โปรแกรมอิดิเตอร์ทั่วไปเช่น Notepad หรือ WordPad หรือใช้ที่มากับโปรแกรม STAAD.Pro โดยระหว่างใช้งาน STAAD.Pro ผู้ใช้สามารถ เปิดไฟล์กำสั่งขึ้นมาตรวจสอบและแก้ไขได้

การเปิด STAAD Editor ทำได้โดยการกลิกไอกอน 📧 บนทูลบาร์

วิธีการสร้างแบบกราฟิกจะใช้เครื่องมือทางกราฟิกในโหมคสร้างโมเคล และกำหนคข้อมูลเช่น คุณสมบัติวัสดุ, ค่าคงที่ต่างๆ, น้ำหนักบรรทุก และอื่นๆ โดยขณะที่สร้างโมเคลไปไฟล์คำสั่งก็จะถูก สร้างขึ้นโดยอัตโนมัติอยู่เบื้องหลังซึ่งผู้ใช้สามารถเปิดดูได้ตลอดเวลา

้ วิธีหนึ่งที่จะรู้ว่าเราอยู่ในโหมคไหน คือดูจากข้อความบนแถบสถานะค้านล่าง (ดูรูปข้างล่าง)



1.8 หน้าต่างๆในโหมดสร้างโมเดล

หน้าหลัก (Pages) และหน้าย่อย (Subpages) ในโหมดการสร้างโมเดลมีดังนี้คือ

Mod	lelind	w.	•	Set	up
				Ø	Job
stup	đoľ		•	Geo	ometry
° Se	?			Ø	Beam
	_			Ø	Plate
etry				Ø	Surface
eom				Ø	Solid
⊡ B				Ø	Parametric Models
				Ø	Composite Deck
enera			•	Gei	neral
Ğ				Ø	Property
<u> </u>				Ø	Spec
ŧ				Ø	Support
is/Pri				Ø	Load
vialys				Ø	Material
ð			•	Ana	alysis/Print
				Ø	Pre-print
esig				Ø	Analysis
-				Ø	Post-print
<u> </u>			•	Des	sign
				Ø	Steel
				Ø	Concrete
				Ø	Timber

- Ø Aluminum
- Ø Footing
- Ø Shearwall

หน้า Setup | Job ใช้ใส่ข้อมูลทั่วไปของโครงสร้าง เมื่อคลิกเลือกหน้า Setup | Job กล่องโต้ตอบ จะแสดงขึ้นมาดังในรูป

Setup	qor ?	🖩 EXAMPO1.STD - Job Info 📃 🗖 🔿
2	-	Job 5 Bay 3D Factory Structure
2		Client ABC Builders
netr		Job No. ABC-1234
Deor		Pat
Hele		Ref
		File
General		Filensme : DXAMPUT.STD Directory : C:\STAAD_Models\ Date / Time : 06-0ct-2002 : 10:35 AM File size : 1675 More
\$ 		Engineer Checker Approved
ŧ		Date 050ct-02
/Pri		Connent
U, Analysis		Stage 2 Analysis and Design Completed.
H Design		Help

คลิกปุ่ม More จะมีหน้าจอ Structure Information แสดงขึ้นมาจะแสดงจำนวนจุดต่อ, คาน, และ แผ่นทั้งหมดในโครงสร้าง



ใช้สำหรับสร้างองค์อาการแบบเส้นเชื่อมระหว่างสองจุดต่อเช่น คาน, เสา, และองค์ อาการ โกรงถัก เมื่อเปิดหน้า Geometry | Beam ตารางจุดต่อและตารางกานจะ แสดงขึ้นมา

🗰 EXA	MP01.STD - N	lodes		٦×
Node	X ft	Y ft	Z ft	-
1	0.000	0.000	0.000	-
2	30.000	0.000	0.000	
3	0.000	20.000	0.000	
4	10.000	20.000	0.000	
5	20.000	20.000	0.000	
6	30.000	20.000	0.000	
7	0.000	35.000	0.000	
8	30.000	35.000	0.000	
9	7.500	35.000	0.000	
10	22.500	35.000	0.000	
11	15.000	35.000	0.000	
12	5.000	38.000	0.000	
13	25.000	38.000	0.000	
14	10.000	41.000	0.000	-
15	20.000	41 000	0.000	<u> </u>

1	26	9	י ען וי ש
ตารางคา าแเสดงจดตอ	ุคกเสบบเต ′	าสด และความยาว	ดงแสดงไบราโข่างกาง
		3611 80610113160013	

EXA	PO1.STD ·	Beams				_ 🗆	
Beam	Node A	Node B	Prop A	Material	Beta	Length ft	
1	1	3	1	STEEL	0.0	20.000	
2	3	7	2	STEEL	0.0	15.000	
3	2	6	1	STEEL	90.0	20.000	18
4	6	8	1	STEEL	90.0	15.000	
5	3	4	3	STEEL	0.0	10.000	
6	4	5	3	STEEL	0.0	10.000	
7	5	6	3	STEEL	0.0	10.000	
8	7	12	4	STEEL	0.0	5.831	1
9	12	14	4	STEEL	0.0	5.831	
10	14	16	4	STEEL	0.0	5.831	1
11	15	16	4	STEEL	0.0	5.831	1
12	13	15	4	STEEL	0.0	5.831	1
13	8	13	4	STEEL	0.0	5.831	1
14	9	12	5	STEEL	0.0	3.905	1
15	9	14	5	STEEL	0.0	6.500	

ใช้สร้างและกำหนดคุณสมบัติต่างๆให้กับองค์อาการ หน้าจอ Properties ทางค้านขวาจะใช้ในการ สร้างและกำหนดคุณสมบัติขององค์อาการ

1	Ref Section 1 W300×200×	Material (56 STEEL		
	2 W350X250X	69 STEEL		
	Highlight Assign	ned Geometry		
(Edit	Delete	2 ส่วนช่วยส
	Values	Section Database	Define	คุณสมบัติ
V	Materials	Thickness	User Table	ที่ต้องการ
2	Assignment Meth	nod ected Beams 💿 Us	se Cursor To Assign	

หมายเลขอ้างอิงพร้อมคำอธิบายอย่างย่อ

Values...

เมื่อคลิกที่ Values... โปรแกรมจะแสดงตารางรายละเอียดของคุณสมบัติที่สร้างขึ้นหรือ เลือกไว้ พร้อมหมายเลขอ้างอิง ดังแสดงในรูป

🔲 Portal1.std - Section Properties									
14 4	🕨 🕅 🔪 Bear	n ST/							
Ргор	Name	Ax cm2	Dcm	Bf cm	Tf cm	Tw	lz cm4	ly cm4	lx cm4
1	W300X200X5	72.400	29.400	20.000	1.200	0.800	11300.000	1600.000	27.853
2	W350X250X6	88.200	33.600	24.900	1.200	0.800	18500.000	3090.000	34.214

Section Database

เมื่อกลิกที่ Section Database จะแสดงกล่องโต้ตอบตารางหน้าตัดขึ้นมาให้เลือกโดยมีแถบเลือก วัสดุสามชนิคคือ Steel, Timber, และ Aluminum ตัวอย่างเช่นตารางเหล็กมาตรฐานจะมีให้เลือก ของหลายประเทศเช่น อเมริกัน อังกฤษ ญี่ปุ่น ส่วนของไทยนั้นอาจใช้ตามเกาหลี

🖉 American 🛛 🔼	W Shape	
W Shape M Shape S Shape B Shape Channel MC Channel MC Channel MC Channel Pipe HSS Rectangle HSS Round Castellated American Steel Joist American Cold Formed Australian British Butler Cold Formed Canadian	Select Beam Type Specification W4X13 Image: Stress of the section from Table) W5X16 Image: Tree Section Cut from Beam) W5X19 Image: CM (Composite Section) W6X9 Image: CT (Concrete Thickness) W6X12 Image: CT (Concrete Grade) W6X15 Image: CT (Concrete Grade) W6X16 Image: CW (Concrete Width) W6X20 Image: CD (Density of concrete) W6X25 Image: CD (Density of concrete) W6X10 Image: CD (Density of concrete) Waterial Image: CB (Bottom Cover Plate) Image: Material Image: WP (Cover Plate Width) Image: STEEL Image: WP (Cover Plate Width) Image: TH (Cover Plate Thickness) Image: TH (Cover Plate Thickness)	

Define...

เมื่อคลิกที่ **Define...** จะเป็นการนิยามหน้าตัดตามต้องการเช่น สี่เหลี่ยม วงกลม รูปตัวที เป็นต้น และสามารถกำหนดคุณสมบัติวัสดุให้เป็น คอนกรีต/เหล็ก/อลูมิเนียม หรือกำหนด ภายหลังกี่ได้ ดังในรูป

Property		
Circle Rectangle Tee Trapezoidal General Tapered I Tapered Tube Assign Profile	General AX: 0 m2 IX: 0 m4 YD: 0 m AY: 0 m2 IY: 0 m4 ZD: 0 m AY: 0 m2 IY: 0 m4 ZD: 0 m AZ: 0 m2 IZ: 0 m4 YB: 0 m ZB: 0 m The fall of the	
	Add Assign Close He	lp)

เมื่อกลิกที่ Materials... โปรแกรมจะแสดงตารางรายละเอียดกุณสมบัติวัสดุ ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล โดยปกติจะมี 3 อย่างกือ กอนกรีต เหล็ก และอลูมิเนียม

Thickness...

เมื่อกลิกที่ Thickness... จะเป็นการกำหนดความหนาให้แก่เอลิเมนต์แบบแผ่น ดังแสดงในรูป ข้างล่าง จะเห็นได้ว่าสามารถกำหนดความหนาของแผ่นที่แตกต่างกันได้ที่สี่มุม ต้องการกำหนดความหนากงที่ อาจจะกำหนดก่าที่ Node 1 เพียงจุดเดียวก็ได้

Plate/Surface Property	
Plate/Surface Thickness Surface Thickness	Plate/Surface Thickness
	Node 1: 0 m
	f Node 2: 0 m
	+ Node 3: 0 m
	1 21 Node 4: 0 m
<	Material CONCRETE
	Add Assign Close Help

Assignment Method คือการกำหนดคุณสมบัติที่สร้างขึ้นไว้แล้ว ให้แก่องค์อาการหรืออิลิเมนต์ทำ ได้หลายวิชี ดังต่อไปนี้

- Assign to Selected Beams โดยเลือกคุณสมบัติที่ต้องการจากรายการที่เตรียมไว้แล้ว แล้วทำ การเลือกองค์อาคารหรืออิลิเมนต์แล้วคลิกเลือกปุ่ม Assign
- Assign To View คือการกำหนดคุณสมบัติให้ทุกองค์อาการในวิวที่แสดงอยู่ ทำโดยการคลิก เลือกหน้าตัดแล้วคลิกปุ่ม Assign
- Use Cursor to Assign เป็นการใช้เคอร์เซอร์ที่เหมาะสมเลือกองค์อาคารที่ต้องการโดยตรง จากหน้าจอ ทำได้โดยการเลือกหน้าตัดที่ต้องการ กดปุ่ม Assign แล้วใช้เคอร์เซอร์ไปคลิกเลือกที่ องค์อาการ

เป็นส่วนที่ใช้กำหนดเงื่อนไขพิเศษให้แก่จุดต่อ (Node) องค์อาคาร (Beam) หรือเอถิเมนต์แบบแผ่น (Plate) ซึ่งจะมีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากเงื่อนไขปกติของโปรแกรม

	Specifications - Whole Structure	
11	Specification	รายอารเรื่อง ไมเที่เอืออ
1 (MEMBER TRUSS START MZ	310113140 # CONTROLL
2 (Highlight Assigned Geometry Edit Delete Node Beam Toggle Specification Assign To Selected Beams Assign To View Ouse Cursor To Assign Assign To Edit List	ส่วนช่วยสร้างเงื่อนไข ที่ต้องการ ส่วนกำหนดค่าให้แก่ องค์อาคารหรืออิลิเมนต์

กล่องโต้ตอบในรูปข้างบนประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนแสดงรายการ ส่วนสร้างหรือเลือกคุณสมบัติ และส่วนกำหนดคุณสมบัติให้แก่องค์อาการ

Highlight Assigned Geometry

เมื่อช่องนี้ถูกคลิกเลือก องค์อาคารที่ถูกกำหนดคุณสมบัติจะปรากฏเป็นไฮไลท์ในโครงสร้าง ตัวอย่างเช่นถ้าคลิกเลือกรายการ MEMBER TRUSS องค์อาคารที่เป็นโครงถักทั้งหมดจะถูก ไฮไลท์

Edit/Delete

สองปุ่มนี้ขอมให้เราปรับปรุงค่าที่กำหนดไว้หรือลบค่านั้น เช่นถ้าเราต้องการแก้ไขรายการ START MZ และเปลี่ยนเป็น START MY MZ ก็ให้คลิกเลือกรายการแล้วคลิกปุ่ม Edit กล่องโต้ตอบคัง ในรูปข้างล่างจะแสดงขึ้นมา

ถ้าคุณอยากลบรายการ MEMBER TRUSS ให้คลิกเลือกรายการแล้วคลิกปุ่ม Delete

ember Specification Release	
Start O End	Release Type O Partial Moment Release 💿 Release
Partial Moment Release	
FR KFX FX KFX FY KFY FZ KFZ	kip/ft MX KMX kip-ft/deg. kip/ft MY KMY kip-ft/deg. kip/ft MZ KMZ kip-ft/deg.
	Change Close Assign Help

Toggle Specification

เป็นสวิตช์ไปยังโหมค toggle ซึ่งในโหมคนี้ เมื่อเลือกรายการและใช้วิธีกำหนค Use Cursor to Assign จะมีขั้นตอนคังนี้

- คลิกที่องค์อาคารหรืออิลิเมนท์หนึ่งครั้ง จะเป็นการกำหนดคุณสมบัติ
- คลิกที่องค์อาการหรืออิลิเมนท์เดิมกรั้งที่สอง จะถอดการกำหนดคุณสมบัติ
- คลิกที่องค์อาการหรืออิลิเมนท์เดิมอีกครั้ง คุณสมบัติจะถูกกำหนดกลับมาคืน

ดังนั้นแต่ละครั้งที่คลิกจะหมายถึงการกำหนดถ้ายังไม่ถูกกำหนด และจะถอดการกำหนดถ้าถูกกำหนด ไว้แล้ว

Node...

ปุ่ม Node... ใช้ตั้งข้อกำหนดเกี่ยวกับจุดต่อเช่นการกำหนด master/slave เมื่อกดปุ่มหน้าจอ Node Specs จะถูกแสดงขึ้นมาดังในรูปข้างล่าง

Node Specification			
Master/Slave			
Master Node	1	~	
- Slaved Directions			
💌 Rigid	🗌 FX	🗆 МХ	
□×r	FY	∐ MY	
□ YZ	FZ	MZ	
□zx			
Add Close		ssign	Help

Master/Slave

Master node หมายถึงจุดต่อที่เป็นที่อ้างอิงสำหรับการเกลื่อนตัวของจุดต่อ Slave node อื่นๆ ให้ กลิกเลือกจุดต่อที่จะเป็น Master จากรายการ

Rigid หมายถึงลิงก์ที่ยึดระหว่าง master และ slave มีก่าสติฟเนสเป็นอนันต์ในทั้งหกดีกรีอิสระ ถ้า กลิกช่องนี้ออกก็จะแสดงดีกรีต่างๆขึ้นมาให้เลือก

1.13 หน้า General | Support

ใช้ในการสร้างและกำหนดจุดรองรับ กล่องโต้ตอบในรูปข้างล่างประกอบด้วย **3** ส่วนคือ ส่วนแสดง รายการ ส่วนสร้างหรือแก้ไขคุณสมบัติ และส่วนกำหนดคุณสมบัติให้แก่องค์อาคาร

	Supports - Whole Structure	
1	Ref Description	
ъ (I	S1 No support	รายการจุดรองรับ
1	S2 Support 2	ที่สร้างไว้แล้ว
V	S3 Support 3	
2	Edit Create Delete Assignment Method Assign To Selected No.es Assign To View Use Cursor To Assign Assign To Edit List Assign Close Help	ส่วนช่วยสร้างจุดรองรับ ที่ต้องการ ส่วนกำหนดค่าให้แก่ องค์อาคารหรืออิลิเมนต์

ในครั้งแรกที่เริ่มเปิดหน้านี้จะมีแต่รายการ S1 No support เท่านั้น ต้องสร้างจุดรองรับแบบอื่นๆ ขึ้นมาเองตามที่ต้องการ

Create

กลิกปุ่มนี้เพื่อสร้างจุดรองรับตามต้องการ โดยจะมีกล่องโต้ตอบแสดงขึ้นมาดังในรูปข้างล่าง เมื่อใส่ ก่าลักษณะตามต้องการเสร็จให้กลิกปุ่ม Add

้ส่วนการกำหนดค่านั้นก็ทำแบบเดิม เหมือนการกำหนดกุณสมบัติให้จุดต่อตามปกติ

1.14 หน้า General | Load

ใช้ในการสร้างและกำหนดน้ำหนักบรรทุก กล่องโต้ตอบในรูปข้างล่างประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วน แสดงรายการ ส่วนสร้างหรือแก้ไข และส่วนกำหนดน้ำหนักให้แก่องค์อาการ



น้ำหนักบรรทุกมีหลายประเภทได้แก่ น้ำหนักบรรทุกคงที่ น้ำหนักจร แรงลม แผ่นดินไหว และอื่นๆ ใน STAAD.Pro นั้นผู้ใช้สามารถสร้างขึ้นได้เอง และมีมาตรฐานให้เลือกเช่น UBC, IBC สำหรับ แรงแผ่นดินไหว และ ASCE สำหรับแรงลม

การสร้างน้ำหนักบรรทุกจะเริ่มจาก Primary Load Case ก่อน โดยคลิกเลือกรายการ Load Cases Details แล้วคลิกปุ่ม Add... หน้าจอดังในรูปข้างล่างจะปรากฏขึ้นมา

Add New : Load Cases		×
 Primary Load Generation Define Combinations Auto Load Combination 	Primary	
	Number 1 Loading Type : None	
	Title LOAD CASE 1	
	Add Ciose Help	

เมื่อสร้าง Primary Load Case ครบทุกกรณีแล้ว ต่อมาก็จะกำหนดน้ำหนักบรรทุกร่วมกระทำ ทำ โดยเลือก Load Cases Detail คลิกปุ่ม Add... แล้วเลือก Define Combinations ในรายการ ทางด้านซ้าย หน้าจอจะเป็นดังในรูปข้างล่าง

Primary	Define Combinations
Load Generation Define Combinations Auto Load Combination	Load No: 1 Name : COMBINATION LOAD CASE 1 Type Image: SRSS Image: SRS
	Add Close Help

ใช้ในการสร้างและกำหนดวัสดุ กล่องโต้ตอบในรูปข้างล่างประกอบด้วย **3** ส่วน คือ ส่วนแสดง รายการ ส่วนสร้างหรือแก้ไข และส่วนกำหนดให้แก่องก์อาการ

sotropic	OrthoTropic2D
Title	
	NUM }ETE ght Assigned Geometry
Cre	ate Edit Delete
Assignn	ient Method
O A	ssign To Selected Beams
	ssign i o view
Õ Å	se cursor rowssign seign To Edit List
0.4	

จะมีวัสคุที่โปรแกรมมีอยู่แล้วคือ STEEL, ALUMINUM และ CONCRETE มีคุณสมบัติดังใน ตาราง

Structure1.std - Materials				
Name	E kN/mm2	Poisson's Ratio	Density kg/m3	Alpha @/%
STEEL	205.000	300E-3	7833.413	12E-6
ALUMINUM	68.948	330E-3	2712.631	23E-6
CONCRETE	21.718	170E-3	2402.616	10E-6

ถ้าต้องการสร้างขึ้นเองให้กคปุ่ม Create จะมีกล่องข้อความแสดงขึ้นมาให้กรอกข้อมูล

1.16 หน้า Analysis/Print | Pre-Print

ใช้บอกโปรแกรมให้พิมพ์ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องก่อนการวิเคราะห์โครงสร้างเช่น ข้อมูลโครงสร้าง จุด รองรับ น้ำหนักบรรทุก และอื่นๆ

ในรายการใดที่มีการกำหนดเรียบร้อยแล้วจะแสดงเป็นเครื่องหมายถูก แต่ถ้าเป็นเครื่องหมายคำถาม แสดงว่ายังไม่เรียบร้อยให้ผู้ใช้แก้ไขก่อนทำการวิเคราะห์

Pre Analysis Print - Whole Structure	×
STAAD PLANE EXAMPLE PROBLEM NO.	^
* STAAD.Pro Generated Comment	
* 3 0 20 0 6 30 20 0	_
UNIT FEET KIP	
MEMBER INCIDENCES	
	~
< INTERVENCE NO	
 Highlight Assigned Geometry Toggle Assign 	
Define Commands	
Assignment Method	
Assign To Selected Beams	
O Assign To View	
Use Cursor To Assign	
O Assign To Edit List	
Assign Close Help	

1.17 หน้า Analysis/Print | Analysis

จะใช้กำหนดขั้นตอนในการวิเคราะห์เช่น น้ำหนักบรรทุก การตรวจสอบเชิงสถิตย์เป็นต้น

Perform Cable Ar	alysis PDelta Analysis	Nonlinear Analysis	Change
Perform A	nalysis Pe	erform Imperfection Anal	ysis
	Print Option		
	💿 No Print		
	🔿 Load Data		
	O Statics Check		
	O Statics Load		
	🔘 Mode Shapes		
	O Both		
	O All		

โดยทั่วไปแล้วจะสนใจเฉพาะแท็บ Perform Analysis ส่วนตัวเลือกอื่น ได้แก่ Nonlinear Analysis, P-delta Analysis และ Change เป็นตัวเลือกสำหรับการวิเคราะห์ขั้นสูง เช่น การวิ เคราะห์แบบไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งไม่ขอกล่าวในที่นี้

รายละเอียดตัวเลือก ในหัวข้อ Perform Analysis สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

- No Print ไม่แสดงข้อมูลใด
- Load Data แสดงข้อมูลน้ำาหนักบรรทุก
- Statics Check ตรวจสอบผลรวมของแรงภายนอก แรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ รวมทั้งโมเมนต์ ของแรงคังกล่าวที่จุดกำเนิด
- Statics Load เช่นเดียวกับ Statics Check แต่เพิ่มการแสดงผลรวมของแรงภายนอกและ แรงภายใน ที่แต่ละจุดต่อด้วย
- Mode Shapes แสดงค่าดังกล่าวที่จุดต่อ
- Both มีค่าเท่ากับ Load Data รวมกับ Statics Check
- All มีค่าเท่ากับ Load Data รวมกับ Statics Load

1.18 หน้า Analysis/Print | Post-Print

เป็นขั้นตอนในการกำหนดข้อมูลผลจากการคำนวณวิเคราะห์ ที่ด้องการให้แสดงในไฟล์ผลลัพธ์ของ STAAD/Pro (นามสกุล .ANL) ซึ่งเมื่อเข้าสู่หน้าย่อย Analysis/Print > Post-print และเมื่อ คลิกปุ่ม Define Command... จะแสดงกล่องโต้ตอบดังในรูปข้างล่าง

Support Reactions Ana		Analysis	nalysis Results 👘 👘		Member Section Forces		
Member Stresses 📔 Element F		Forces/Stre	sses	Mode Shapes		Element Stress Solid	
Section Displaceme	ent Ford	e Max F	orce	Story Drift Cg		g Surface Force	
Load List	Section	ection Joir		Displacement		Member Forces	
2: WIND FROM 3: 75 PERCENT	LEFT DL LL WL		> >> < <				
Use the > button t	o transfer s oad list. Us	elected e >> to	Us ca:	e the < butt ses from the	on to r e load l	emove select ist. Use << to	ed load remove

- Load List แสดงชุดน้ำหนักที่เลือก
- Section กำหนดหน้าตัดในชิ้นส่วนคานที่ต้องการให้แสดงค่าโมเมนต์และแรง
- Joint Displacement แสดงค่าการเสียรูป (เลื่อนที่, หมุน) ของจุดต่อ
- Member Forces แสดงแรงในชิ้นส่วน เช่น แรงตามแนวแกน แรงเฉือน โมเมนต์ในรูปแบบ ตารางสำหรับทุกชุดน้ำหนัก
- Support Reactions แสดงค่าแรงปฏิกิริยาในรูปแบบตาราง
- Force แสดงค่าเอนเวลโลป (Envelopes) ของโมเมนต์และแรงสำหรับชิ้นส่วนที่ ต้องการ
- Max Force แสดงค่าแรงและ โมเมนต์ที่สูงสุดและต่ำสุด
- Story Drift แสดงค่าการเคลื่อนที่ในแนวราบระหว่างพื้นสองชั้น ทั้งสองทิศทาง
- Element Force แสดงค่าแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเอลิเมนต์แบบแผ่น
- Element Force Solid แสดงก่าแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเอลิเมนต์แบบตัน
- Mode Shapes แสดงค่าการเสียรูปของจุดต่อ สำหรับทุกโหมด (Mode)
- Entire Table แสดงรายการตารางเหล็กที่เลือกใช้
- Section Displacement ทำการคำนวณและแสดงค่าการเสียรูปของหน้าตัดที่เลือกค่าอยู่ใน ระบบพิกัดโกลบอล
- Analysis Results มีค่าเท่ากับคำสั่ง Joint Displacements, Support Reactions และ Mode Shapes รวมกัน
- Member Section Forces แสดงแรงในหน้าตัด (ตามที่กำหนดไว้โดยกำสั่ง Section) สำหรับชิ้นส่วนที่เลือก เช่น แรงตามแนวแกน แรงเฉือน โมเมนต์ ในรูปแบบตาราง
- Member Stresses แสดงค่าหน่วยแรงที่จุดเริ่มและจุดปลายของชิ้นส่วน และทุกหน้าตัดที่ กำหนดสำหรับชิ้นส่วนที่เลือก
Modeling

Concrete

🐹 Timber

Aluminum

Footing

Shearwall

....

M Setup

🔅 General 🛛 亚 Geometry

H Design U. Analysis/Print

เป็นขั้นตอนการกำหนดค่าตัวแปร (Parameter) ต่างๆ ที่จำเป็นให้แก่โปรแกรม เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบต่อไป เมื่อเข้าสู่หน้าหลัก Design จะประกอบด้วย หน้าย่อย Steel, Concrete, Timber, Aluminum, Footing ซึ่งแต่หน้าย่อย จะมีข้อกำหนด (Code) ที่แตกต่างกันตามแต่ชนิดวัสดุที่จะออกแบบ แต่จะมี ขั้นตอนการทำงานโดยรวมคล้ายกันคือเมื่อคลิกที่ Select Parameter... จะ เป็นการเลือกตัวแปรที่จะกำหนดในการออกแบบ และเมื่อคลิกที่ Design Parameter... จะเป็นแก้ไขค่าตัวแปรที่ได้เลือกไว้แล้ว แล้วคลิกที่



Select Parameters

เมื่อกลิกปุ่มนี้จะให้ผู้ใช้เลือกพารามิเตอร์ที่จะถูกรวมอยู่ในการคำนวณออกแบบ โดยกลิกเลือก พารามิเตอร์ที่ต้องการจากรายการ

Available Parameters		Selected Parameters
() () () () () () () () () () () () () (s in the Available list an	 BMAX - Maximum allowable width of the flan Beam - Beam parameter: CAN - Deflection check for cantilever type m CDIA - Diameter of rectangular openings. If a CHOLE - Section locations of circular openin Cb - Cb value as specified in Chapter F of Al Cmy - Cm value in local Y-axis: Cm value in local Z-axis: Composite - Composite action with connecting d use the > button to transfer them to the Selected list.



เมื่อคลิกปุ่มนี้จะให้ผู้ใช้กำหนดพารามิเตอร์ออกแบบ โดยจะมีกล่องโต้ตอบแสดงขึ้นมา

Design Parameters	2	
BEAM BMAX CAN CB CDIA CHOLE CMY CMZ COMPOSITE CONDIA CONHEIGHT CYCLES DFF DINC DJ1 DJ2 DLR2 DLR2 DLR2 DLRATIO DMAX DMIN EFFWIDTH ELECTRODE	Beam parameter: ○ (0) Perform design at ends and those locations specified in the section command. ③ (1) Perform design at ends and 1/12th section locations along member length.	
	After Current Add Assign Close Help]

Commands...

คลิกปุ่มนี้จะยอมให้ผู้ใช้กำหนดกำสั่งในการออกแบบ โดยเลือกจากกล่องโต้ตอบดังในรูป

Design Commands		
CHECK CODE FIXED GROUP GROUP MEMBER TAKE OFF SELECT SELECT OPTIMIZED SELECT WELD SELECT WELD TRUSS TAKE OFF	CHECK CODE Check the adequacy of members based on specifications of the desired code. This command has no additional parameters.	
	After Current Add Assign Close Help	J

2

การสร้างโมเดล

เนื้อหาในบทนี้

- n ขั้นตอนการใช้งาน STAAD.Pro
- **n** เริ่มต้นโปรแกรม
- n สร้างโมเคลโดยใช้ Structure Wizard
- n สร้างโมเคลโดยใช้ Snap/Grid
- n สร้างโมเคลโดยใช้ Copy/Cut และ Paste
- n สร้างโมเคลงากข้อมูลใน Spreadsheet (EXCEL)
- n สร้างโมเคลจากไฟล์ นำเข้า DXF (ACAD)

ขั้นตอนการใช้งาน STAAD.*Pro*

เพื่อให้การใช้งาน STAAD.Pro เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในเบื้องต้นเราต้องเข้าใจขั้นตอน การใช้งาน STTA.Pro กันก่อน



จากแผนภูมิข้างบนจะเห็นว่าเมื่อเปิดไฟล์ใหม่ขึ้นมา ขั้นต่อมาก็คือการสร้างโมเคลซึ่งเป็นหัวข้อ สำคัญที่เราจะกล่าวถึงในบทนี้

โมเคลคือตัวโครงสร้างที่เราต้องการจะทำการวิเคราะห์มีองก์ประกอบเช่น เสา, กาน, พื้น, ผนัง และอื่นๆ ซึ่งในการที่เราจะสร้างโมเคลขึ้นมาใน STAAD.Pro ต้องมีข้อมูลดังนี้

- โครงสร้างเป็นแบบ 2ิมิติ หรือ 3ิมิติ
- ขนาดของแต่ละองค์ประกอบ
- คุณสมบัติวัสดุโครงสร้างที่ใช้, จุดต่อ, จุดรองรับ
- น้ำหนักบรรทุก

คานต่อเนื่องรับน้ำหนักคังแสดงในรูปข้างล่าง

จากหน้าจอ STAAD.*Pro* เริ่มต้น



ระบบหน่วย (ความยาว, แรง, อุณหภูมิ)ในโปรแกรมมีสองระบบหน่วยคือ ระบบอังกฤษ(นิ้ว, ฟุต, ปอนค์) และเมตริก(กิโลกรัม, เมตร) ซึ่งจะมีผลต่อค่าที่แสดงในภาพกราฟิก, ตาราง, และ รายงาน รวมถึงก่ากงที่ต่างๆที่จะใช้ในการกำนวณเช่น โมคูลัสยึคหยุ่น, ความหนาแน่น, และ อื่นๆ ของวัสดุที่เลือกใช้คือ เหล็ก, คอนกรีต, อลูมินั่ม

ในระหว่างการติดตั้งโปรแกรมจะให้ผู้ใช้เลือกหน่วยที่จะใช้เป็นประจำ แต่เราสามารถเปลี่ยนได้ โดยเลือกหัวข้อ Configure ในช่อง Project Tasks



ในตัวอย่างนี้เราจะเลือกระบบ Metric



กลิกปุ่ม Accept เพื่อปิดกล่องตัวเลือกข้างบน

จากนั้นเลือกเมนู File > New หรือเลือก New Project จากกรอบ Project Tasks



เมื่อโปรแกรมถูกโหลดขึ้นมาจะแสดงหน้าต่าง New ดังในรูป แล้วใส่ข้อมูลดังนี้

- < ชนิดโครงสร้าง : Space
- < หน่วยแรง: KiloNewton

< ชื่อไฟล์ : Structure1

- < เสร็จแล้วคลิกปุ่ม Next
- < หน่วยความยาว : Meter

Plane		Structure 1	
Floor		Structure I	
11033		Location :	
		C:\SPro2006\ST/	AAD\Plugins\
Olinch	Decimeter	Oround	Newton
O Foot	Meter	C KiloPound	O DecaNewton
O Millimeter	O Kilometer	O Kilogram	 KiloNewton
		O Metric Ton	O MegaNewton
Centimeter			

คลิกปุ่ม Next

ในหน้าต่างที่ปรากฏต่อมาให้เลือก Add Beam แล้วคลิกปุ่ม Finish

Where do you want to go ?	
Add Beam Add Plate Add Solid Open Structure Wizard Open STAAD Editor Edit Job Information	
Begin building your model by creating ne drawing tools and spreadsheets.	w joints and beams using the construction grid,
Display this dialog box at the Startup	Finish Cancel Help

เมื่อโปรแกรมถูกโหลดเข้ามาจะแสดงแบบเส้นกริดเริ่มต้นในพื้นที่โมเดลหลักในรูปข้างล่าง ไอ กอนแสดงทิศทางแกนพิกัดรวม(Global Axes: X, Y, Z) จะอยู่ที่มุมซ้ายล่างของจอ



ใน STAAD.*Pro* เรามีวิธีสร้างโมเคลได้หลายวิธีให้ผู้ใช้เลือกตามความเหมาะสมของ โกรงสร้าง ความถนัดของผู้ใช้ เพื่อให้การสร้างโมเคลทำได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และมีโอกาส ผิดพลาดน้อยมาก ทางเลือกในการสร้างโมเคลมีดังนี้กือ :

- สร้างแบบสำเร็จรูปโดยใช้ Structure Wizard
- สร้างโมเคลโดยผู้ใช้วาคเองใช้ Snap/Grid
- ใช้การ Copy/Cut และ Paste
- ใช้ข้อมูลจากสเปรคชิตเช่น Excel
- นำเข้าไฟล์ DXF จาก AutoCAD

วิธีที่ 1 : สร้างโมเดลโดยใช้ Structure Wizard

Structure Wizard เป็นส่วนที่จะช่วยผู้ใช้สร้างโมเคลอย่างรวคเร็ว โดยการใส่ข้อมูลเพียง เล็กน้อย เริ่มโดยการเลือกจากเมนู Geometry > Run Structure Wizard หน้าต่างที่แสดง ขึ้นมาจะมีหน้าตาดังในรูปข้างล่าง

捕 default.stp - StWizard	
File Edit View Help	
0 😅 🖬 🕼 % 🖻 🛍 🚳 🤋	
▓ृॖॖॖॖॖॖॖॖॖॖॖॗॾॖॾॖॖॖॖॖॖॾॖॖॖॖॾॖॖ	$\circ \circ \mathbf{Q} \mathbf{Q} \mathbf{Q} \mathbf{Q} \mathbf{Z} $
Prototype Models C Saved User Models	
Madel Torres	
	Y A
Bay Frame Grid Frame Floor Grid	X
Continuous Cylindrical Reverse	Z
Beam Frame Cylindri	
9	
Circular Beam	
Ready	Input Unit: m

เลือกชนิดของโมเคลที่ต้องการสร้างจากช่อง Model Type โดยมีให้เลือก 7 แบบคือ

- โมเคล Truss
 โมเคล Frame
- โมเคล Surface/Plate
 โมเคล Solid
- โมเดล Composite
 โมเดล CAD นำเข้า
- · โมเคล VBA-Macro

ในหน้าจอส่วนถ่างจะมีโครงสร้างในแต่ละแบบให้เลือก เช่นในกรณีของโมเคล Frame มี โครงสร้างให้เลือกคือ

- · Bay Frame
- Floor Grid
- · Cylindrical Frame
- · Circular Frame

• Reverse Cylindrical Frame

· Grid Frame

· Continuous Beam

< Frame Models / Bay Frame

Bay Frame เป็นเฟรมสามมิติที่ประกอบด้วยเสาและคาน ดับเบิลคลิกไอคอน Bay Frame จะมีหน้าต่างให้กรอกข้อความแสดงขึ้นมา

Select Pa	arame	ters			X
Model N	lame:	Bay Frame			
Length:	12	m	No. of bays along length:	4	
Height:	15	m	No. of bays along height:	5	
Width:	12	m	No. of bays along width:	4	
			Ар	ply	Cancel

กรอกค่าข้อมูลดังต่อไปนี้ :

- Length : ความยาวหรือขนาดในแนวแกน X
- Height : ความสูงหรือขนาดในแนวแกน Y
- Width : ความกว้างหรือขนาดในแนวแกน Z
- จำนวนช่องตามความยาว
- จำนวนชั้นตามความสูง
- จำนวนช่องตามความกว้าง

หมายเหตุ < ตัวเลขทั้งหมดต้องเป็นบวก

- < ถ้าไม่ต้องการขนาดในทิศทางไหนให้ใส่เป็นศูนย์ โครงสร้างจะกลายเป็นสองมิติ
- < แต่ละช่องจะถูกแบ่งเท่ากัน เช่นยาว 12 เมตร จำนวน 3 ช่อง แต่ละช่องจะยาว 4 เมตร
- n ถ้าแต่ละช่องยาวไม่เท่ากัน ให้คลิกปุ่มที่มีสามจุด (ทางค้านขวาของ Number of bays) กำหนดระยะของแต่ละช่อง อย่าลืมว่าผลรวมทุกช่องจะต้องเท่ากับความยาวทั้งหมด

Bay	Length	Reset
1	5	
2	4	
4	3	
		ОК
		() (a



เมื่อได้ โมเดลที่ต้องการแล้ว เลือกเมนู File > Merge Model with STAAD.Pro Model

หรือปิดหน้าต่าง Structure Wizard โปรแกรมจะถามว่าจะนำโมเดลที่สร้างเข้าสู่ STAAD.Pro โปรแกรมหลักหรือไม่?



< Frame Models / Grid Frame

เป็นเหมือน Bay Frame ที่ยกเว้นหนึ่งแกน จะได้ผังคานพื้นในแนวระนาบ X-Z ดังในรูป



< Frame Models / Floor Grid

เป็นโครงสร้างสองมิติในแนวระนาบ X-Z โดยดับเบิลคลิกไอคอน Floor Grid

Select Pa	arame	ters			×
Model N	Name:	Floor		-	
Length:	12	m	No. of bays along length:	4	
Height:	0	m	No. of bays along height:	0	
Width:	12	m	No. of bays along width:	4	
			Ap	oply Cancel	

< Frame Models / Continuous Beam

เป็นโครงสร้างหนึ่งมิติในแนวแกน X โดยดับเบิลคลิกไอคอน Continuous Beam

Model Name:	Continuous	Beam		
Length: 12	m	No. of bays along length:	4	
Height: 0	m	No. of bays along height:	0	
Width: 0	m	No. of bays along width:	0	-

< Truss Models / All types

จากรายการในช่องชนิดโมเคลเลือก Truss Models จะมีโครงสร้างต่างๆให้เลือกดังนี้

	\sim	<u>1755</u>
Pratt Truss	Warren Truss	Howe Bridge
0000		\sim
Lattice Truss	Howe Roof	North Light

เมื่อกลิกเลือกไอกอนจะมีกล่องโต้ตอบแสดงขึ้นมาให้กรอกข้อมูลเหมือนกันคือ

Select Pa	irame	ters			X
Model N	lame:	Pratt Truss		_	
Length:	50	m	No. of bays along length:	3	
Height:	10	m			
Width:	10	m	No. of bays along width:	1	
			Ap	oply	Cancel

จากในรูปค่าพารามิเตอร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้คือ :

- Length : ความยาวหรือขนาดในแนวแกน X
- Height : ความสูงหรือขนาดในแนวแกน Y
- Width: ความกว้างหรือขนาดในแนวแกน Z สำหรับโครงถักสามมิติ ถ้าต้องการสองมิติ
 ให้ใส่ก่าเป็นสูนย์

- จำนวนช่องตามความยาว
- จำนวนชั้นตามความกว้าง ใส่ค่าเป็นศูนย์ถ้าเป็น โครงถักสองมิติ

< จุดอ้างอิง

ในหัวข้อก่อนหน้านี้ได้กล่าวถึงวิธีสร้างโมเดลใน Structure Wizard และวางลงใน STAAD.Pro ในกรณีที่ยังไม่มีโครงสร้างอยู่

คราวนี้จะลองวางโมเคลจาก Structure Wizard ลงใน STAAD.Pro ที่มีโครงสร้างเดิมอยู่ ให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

- สร้างโมเคลใน Structure Wizard
- เลือก Edit/Add Paste Model ใน STAAD.Pro หรือคลิกปุ่ม Transfer Model จาก ทูลบาร์
- ยืนยันการส่งผ่าน โดยกลิก Yes กล่อง โต้ตอบจะแสดงขึ้นมา

ОВу	distance b	etween following two no	odes
No	de 1: 0		ОК
No	ide 2: 0		Cancel
🕞 Bu	the followir		Help
X:	0] m	Reference Pt
Y:	0	m	
Z:	0	m	

เราสามารถใส่ค่าพิกัค XYZ ได้เลย โดยระยะจาก 2 nodes หรือ(วิธีนี้ดีกว่า)คลิกปุ่ม Reference Pt

้จะมีหน้าจอแสดงขึ้นมาให้เรากำหนด node เพื่อสร้างโมเดล คลิกเลือก node แล้วกด OK



รูปแบบของตัวซี้จะเปลี่ยนไปดังนี้ 🌣

คลิกที่ node ที่ต้องการในหน้าต่าง STAAD.Pro โปรแกรมจะกลับมาแสดงกล่องโต้ตอบเคิม พร้อมด้วยพิกัดที่กรองแล้วของจุดที่ต้องการ ดังแสดงในรูปข้างล่าง

Paste with Mo	ve	
Move current clipt	ooard selection by: etween following two no	des
Node 1: 0		ОК
Node 2: 0		Cancel
Bu the followi	ng X Y and 7 values	Help
× 5		Reference Pt
Y: 6] m	
Z: -10	m	
	7	
Press CTRL if yo time you click a r	u don't want this dialog b node. Press ESC to end.	oox pop up each

กลิก OK เพื่อยอมรับผล STAAD.*Pro* จะแสดงข้อความว่า Duplicate nodes ignored หมายความว่า nodes ทั้งสอง (หนึ่งจากโครงสร้างเดิม และอีกหนึ่งจากโมเดลใหม่ที่สร้างขึ้น) นั้นทับซ้อนกันอยู่ที่พิกัดเดียวกัน ดังนั้น STAAD จึงยกเลิก node ที่มาจากโมเดลที่สร้างใหม่ ให้กลิก OK



ในทำนองเคียวกัน ในกรณีของ Beam ข้อความจะแสดงว่า Duplicate beams ignored

แบบฝึกหัด : การใช้ Structure Wizard สร้างโครงถักโดยใช้จุดอ้างอิง

- 1. เปิดไฟล์ใหม่ขึ้นมาโดยเลือกแบบ Space และ Add Beam
- 2. เถือก Geometry / Run Structure Wizard
- 3. เลือก Frame Models / Bay Frame ใส่ข้อมูลดังในรูปข้างล่าง

Select Pa	uramet	ters			X
Model N	lame:	Bay Frame			
Length:	9	m	No. of bays along length:	4	
Height:	12	m	No. of bays along height:	3	
Width:	16	m	No. of bays along width:	3	
			Ap	ply	Cancel

Length: 9 m แบ่งเป็น 4 ช่วง: 2 + 2.5 + 2.5 + 2

Height: 12 m แบ่งเป็น 3 ช่วง: 4 + 4 + 4

Width: 16 m แบ่งเป็น 3 ช่วง: 5 + 6 + 5

- 4. เลือกเมนู Edit > Add/Paste Model in STAAD.Pro แล้วกด Yes เพื่อยืนยัน
- 5. ใส่ค่าพิกัดในการวางที่ X = 0, Y = 0, Z = 0 คลิก OK
- 6. เราอาจปิดเส้นกริดได้โดยคลิกปุ่ม Close ปิดหน้าต่าง Snap Node/Beam ทางด้านซ้าย โดย สามารถเปิดกลับมาคืนได้ โดยเลือกเมนู Geometry > Snap Grid/Node > Beam



 เลือกเมนู Geometry > Run Structure Wizard อีกครั้ง คราวนี้เลือก Truss Models / Howe Roof ใส่ค่าพารามิเตอร์ดังในรูปข้างล่าง

Select Pa	aramet	ers			X
Model N	Vame:	Howe Roof			
Length:	9	m	No. of bays along length:	4	
Height:	3	m			
Width:	16	m	No. of bays along width:	3	
			Ar	oply	Cancel

Length: 9 m แบ่งเป็น 4 ช่วง: 2 + 2.5 + 2.5 + 2

Height: 3 m

Width: 16 m แบ่งเป็น 3 ช่วง: 5 + 6 + 5

จะได้โครงหลังกาดังแสดงในรูป ขั้นต่อไปคือการนำไปวางบนอาการหรือ Bay Frame ที่เรา สร้างและนำไปวางใน STAAD.Pro ก่อนหน้านี้



- 8. เลือกเมนู Edit > Add/Paste Model in STAAD.Pro แล้วกด Yes เพื่อยืนยัน
- 9. คลิกปุ่ม Reference Pt. คลิกเลือกจุดที่เป็นจุดร่วมของทั้งสองโมเคลและสังเกตได้ง่าย เช่นใน กรณีนี้เราเลือกจุดมุมซ้ายล่างคังในรูป แล้วคลิก OK เพื่อยอมรับ



10. คลิกที่จุด node บนเฟรมที่มุมซ้ายบน ยืนยัน โดยคลิก OK



< Surface / Plate Models / Quad Plate

ใช้เพื่อสร้างแผ่นแบบสามจุคหรือสี่จุค บนระนาบ XY, XZ และ YZ โดยเลือกจากรายการ โมเคล Surface/Plate Models แล้วคับเบิลกลิกไอกอน Quad Plate กรอกข้อมูลดังนี้

Select Meshin	g Parameters	s				
Model Name: Corners X A: 0 B: 6 C: 6	Quad Plate	AB: BC: CD:	gth, Bias & Divis Length (m) 6 6 6	sion Bias 1 1 1	Divn. 10 10 10	Element Type C Triangle C Quadrilateral
D: 0 0) [6 m	DA:	6	1	10 Apply	Cancel

ในกรอบ Element Type (ทางค้านขวา) เลือก Quadrilateral แบบกำหนดสี่จุดมุมคือ A, B, C และ D แกน XYZ ไม่ได้หมายถึงระบบแกน XYZ จริง แต่เป็นแกน XYZ ใน Structure Wizard การใช้ XYZ จะบอกโปรแกรมว่าเราต้องการสร้างแผ่นในระนาบไหน เช่นในรูปอยู่ในระนาบ XZ



อีกตัวอย่างหนึ่งลองกำหนด ABCD เป็น:

```
A = 0, 0, 0B = 0, 4, 0C = 0, 4, 5D = 0, 0, 5
```



ตอนใส่ค่าพิกัดของสามหรือสี่จุด ต้องใส่แบบวนตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกา

STAAD.Pro จะคำนวณความยาวของแต่ละค้าน โดยอัต โนมัติ

ในส่วนของ Bias และ Division กำหนดจำนวนช่องที่จะแบ่งในแต่ละด้าน โดยค่า Bias จะถูก ตั้งไว้ที่ 1 หมายความว่าแผ่นจะถูกแบ่งเท่าๆกัน

กลิก Apply แล้ววางลงบนโครงสร้างในหน้าต่าง STAAD.Pro โดยใช้จุดอ้างอิง ตามใน หัวข้อก่อนหน้านี้

หมายเหตุ เมื่อเราวางแผ่นขนาด 1X1 m บนคาน 2 m คานจะถูกแบ่งเป็นส่วนละ 1 m โดยสร้าง node ใหม่ที่กึ่งกลางคานดังแสดงในรูปข้างล่าง



แบบฝึกหัด : การใช้ Structure Wizard สร้างแผ่นพื้น

- 1. ทำงานต่อจากไฟล์เดิม Bay Frame + Truss
- 2. สร้างแผ่นสี่เหลี่ยมตามข้อมูล

$\mathbf{A} = 0, 0, 0$	B = 2, 0, 0	
C = 2, 0, 5	D = 0, 0, 5	
AB Division = 2	BC Division $= 5$	
CD Division = 2	DA Division $=$ 5	Bias $= 1$

3. วางพื้นที่สร้างลงในโครงสร้างตามรูปข้างล่าง



Snap/Grid เป็นเครื่องมือสำหรับให้ผู้ใช้สร้างโมเคลด้วยตนเอง

หน้าต่าง Snap/Grid จะเปิดขึ้นมาเมื่อผู้ใช้เริ่มสร้างโมเคลใหม่โดยอัตโนมัติ

Snap Node/Bean	n 🛛 🔀
Linear Radial Irreg	jular
Plane	Angle of Plane*
⊙X-Y	Ox x
OX-Z	⊙Y-Y 0
OY-Z	⊘z-z
Grid Origin (m)	
×	Y Z
0	0 0
Left Ri X 0 10 Y 0 10	ght m Skew* 1 0 1 0
Labels Local Coordina Rel. Coords End(s) Fre X Start V 1 Y Start V 1 Start V 1	te Axis Ids Font eq. XYZ
<u>S</u> nap N	ode/Beam Close

ถ้าเราเผลอปิคไปหรือหาไม่เจอ ก็สามารถเรียกขึ้นมาได้หลายวิธีดังนี้

- คลิกเลือกแถบ Geometry จากแถบหน้าควบคุมแนวดิ่งด้านข้าง
- เลือกเมนู Geometry > Snap/Grid Node > Beam
- คลิกไอคอน Snap Node/Beam จาก Geometry ทูลบาร์ด้านบน



ในหน้าต่าง STAAD.Pro หลักจะแสดงเส้นกริคในระนาบ XY คังในรูปข้างล่าง



- n เลือกว่าจะสร้างโมเคลบนระนาบไหน XY, XZ, หรือ YZ
- n กำหนดมุมของระนาบ (ปล่อยเป็น 0 ไว้ก่อน)
- n กำหนดจำกำเนิด (ปล่อยไว้ที่ 0,0,0)
- **n** กำหนดเส้นร่างโดยคำนึงถึงประเด็นต่างๆดังนี้
 - ถ้าเราต้องการให้จุดกำเนิดอยู่ที่ 0,0,0 ช่อง Left ของ X และ Y ต้องมีค่าเป็น 0
 - ในช่อง Right ของทั้ง X และ Y ใส่จำนวนช่องกริคที่ต้องการในแนวแกนนั้น
 - ในช่อง Spacing จะมีสองช่องให้ใส่ค่า m และ Skew ในช่อง m ให้ใส่ความยาว ของแต่ละช่องกริด ตัวอย่างเช่นถ้าเราใส่ค่าในช่อง Right = 10 และ m = 1 ความ ยาวทั้งหมดคือ 10X1 = 10 m
- n คลิกปุ่ม Snap Node/Beam เป็นการเปิดใช้งานเริ่มวาดโมเคล
 - กากบาทสีดำเข้มจะปรากฏขึ้นตามตำแหน่งที่เราซี้ตามจุดกริด
 - พิกัดของจุดจะแสดงขึ้นที่ด้านล่างขวาของหน้าจอ

```
X: 10.000 Y: 4.000 Z: 0.000
```

วงกลมซึ่งจะปรากฏขึ้นที่มุมล่างซ้ายของกริคซึ่งเป็นจุคกำเนิด

Adding Beam : วาดคาน

- n คลิกปุ่ม Snap Node/Beam เป็นการเปิดใช้งานเริ่มวาดโมเคล
- n คลิกที่เริ่มต้นแล้วคลิกที่จุดต่อไปเรื่อยๆจนเสร็จ คลิกถอนปุ่ม Snap Node/Beam

ขณะที่คลิกจะสังเกตเห็นจุดแดงกระพริบเรียกว่า Hot Spot จะเป็นจุดเริ่มต้นขององค์อาการที่ กำลังถูกสร้างไล่เรียงต่อกันไปเรื่อยๆดังในรูปข้างล่าง



การเปลี่ยนจุด "Hot Spot"

การที่ Hot Spot ซึ่งเป็นจุดตั้งต้นของการสร้างองค์อาการใหม่จะเป็นจุดปลายขององค์อาการ ก่อนหน้า จะเหมาะสำหรับโครงสร้างที่ยาวต่อกันเช่น คานต่อเนื่อง แต่ในโครงสร้างอื่นบางครั้ง เราต้องการจุดเริ่มต้นใหม่เพื่อสร้างองค์อาการใหม่ เราสามารถทำได้โดยการคลิกปุ่ม Snap Node/Beam ขึ้น แล้วคลิกปุ่มนี้ลงอีกครั้งเพื่อเริ่มต้นใหม่ หรือกดปุ่ม Ctrl ค้างไว้ แล้วเลื่อน Cursor ไปคลิกยังจุดเริ่มต้นใหม่ที่ต้องการ



การแก้ไขข้อผิดพลาด

ในการสร้างโมเคลเราลากเส้นผิดได้ ให้คลิกปุ่ม Snap Node/Beam ขึ้น เพื่อหยุดการสร้าง ก่อน แล้วคลิกที่องค์อาคารที่วาดผิด ซึ่งจะถูกเน้นเป็นสีแดงดังในรูปข้างล่างให้กดปุ่ม Delete เพื่อลบออก



หน้าต่างข้อความจะปรากฏขึ้นมาให้ยืนยันการลบ เมื่อคลิก OK โปรแกรมจะถามว่าจะลบ Node จะต่ออยู่ด้วยหรือไม่



ถ้ามี Node เหลืออยู่อาจใช้ Node Cursor 🔊 คลิกเลือกเพื่อลบทีละจุค หรือถ้ามีหลายจุคอาจ เลือกเมนู Tools > Orphan Nodes > Remove

การแสดงระยะระหว่าง Nodes

คลิกไอคอน 📴 หรือเลือกเมนู Tools > Display Node to Node Distance เคอร์เซอร์จะ เปลี่ยนรูปเป็นแบบไอคอนให้คลิกที่ Node ทั้งสองที่ต้องการรู้ระยะ



เราสามารถสร้างและแก้ไขโมเคลได้โดยตรงในหน้าต่าง Nodes และ Beams ซึ่งมีลักษณะเป็น ตารางสเปรดชีตในหน้า Geometry หรือเลือกเมนู Geometry > Nodes

Struc			
Node	X m	Y m	Z m
1	0.000	0.000	0.000
2	1.000	0.000	0.000
3	1.000	1.000	0.000
4		30	

การใช้เครื่องมือ Add Beam from Point to Point

Geometry	Commands	Analyze	Mode	Window Help
<u>N</u> odes				😂 🖪 🛍 🕮 📑 鎟 🗋 📃 🗂 📥 🏥 🎫 🏘
Sn <u>a</u> p/G 	irid Node Node			` ∉ € € @ @ @ @ @ € C ↓
Add Be	am			🔸 Set New Member Attributes 👻
Add Pla	ate			Add Beam from Point to Point
🛃 Add So	li <u>d</u>			Add Beam between Mid-Points
👬 Add Su	rface			Add Beam by Perpendicular Intersection
Create	Colinear Bear	ms		➡ Add Curved Beam
Conne	t Beams Alon	g		

เลือกเมนู Geometry > Add Beam จะมีเมนูย่อยให้เลือกคือ

Add Beam from Point to Point เพิ่มคานใหม่ระหว่างจุด เกอร์เซอร์จะเปลี่ยนเป็น **beam** from STAAD.*Pro* เวอชั่นเก่า การเพิ่มกานต้องเลือกจุดเริ่มต้นและปลายที่เป็น Nodes ที่มีอยู่แล้ว แต่ ในเวอชั่นใหม่นี้เราสามารถสร้าง Nodes ปลายกานใหม่ได้



กลิกที่จุดใดๆบนคานที่มีอยู่เดิมซึ่งต้องการให้เป็นจุดเริ่มต้นของคานใหม่ ถ้าตำแหน่งนั้นยังไม่มี Node จะปรากฏกล่องข้อความขึ้นมาถามว่าจะสร้าง Node ใหม่หรือไม่

- n เลือกเมนู Geometry > Snap/Grid Node > Plate > Quad
- n คลิกเลือกระนาบ X-Z ในการวาด
- n คลิกปุ่ม Snap Node/Plate เป็นการเปิดใช้งานเริ่มวาดโมเคล
- n คลิกจุดเริ่มต้น และคลิกต่อไปจนครบสี่จุด แล้วค่อยถอนปุ่ม Snap Node/Plate



เมื่อสร้างแผ่นแรกเสร็จจุดกากบาทดำจะให้เราสร้างแผ่นถัดไปต่อจากแผ่นแรก ถ้าไม่ต้องการ สร้างต่อกันให้กด Ctrl ค้างไว้ แล้วที่จุดเริ่มต้นใหม่

Fill Plates : ระบายสีแผ่นพื้น

ท เพื่อให้มองเห็นแผ่นพื้นชัดเจนขึ้น ให้คลิกขวาในพื้นที่หน้าจอ เลือก Structure
 Diagrams จากรายการที่แสดงขึ้นมา



	Animation	Design R	esults	Plate St	ress Contou
Structure	Loads and	Results	Scal	es	Labels
3D Sections None Full Sections Sections Outlin	View Fill F Hide Hide	'lates/Solids/S) Plates/Solids Structure w Center Lines	urface] Shrink [1] Perspectiv] Sort Georr] Sort Node] Draw Dec	0 % re netry s k Hatch
Plates Solid	Default Default Default Margin around str	Selecte	d Entities w Color Leg	gend	
Fill Fa	ace Face1·Fr	ont 💌			

ในกรอบ View คลิกเลือก Fill Plate/Solids/Surface แล้วคลิก OK



แบบฝึกหัด : สร้างโมเดลโดยใช้ Snap/Grid



12

- 8. เปลี่ยนระนาบทำงานเป็น X-Z
- 9. เปลี่ยนจุด Origin เป็น 0, 3, 0 เส้นกริดจะลอยขึ้นมาอยู่ด้านบนของโกรง
- 10. ในส่วนของเส้นร่าง ปล่อยให้ค่าแกน X เหมือนเดิม เปลี่ยนค่าแกน Z เป็น Left = 0, Right = 1, m = 4
- 11. คลิกตามพิกัคดังนี้ (ใช้แถบแสดงพิกัดช่วย)

0, 3, 0 0, 3, 4 12, 3, 4 12, 3, 0 Ctrl + 4, 3, 0 4, 3, 4 Ctrl + 8, 3, 0 8, 3, 4

12. โมเดลจะมีลักษณะดังในรูปข้างล่างนี้:



13. ลองสร้างโมเคลเพิ่มเติมให้ได้ดังในรูปข้างล่างโคยใช้วิธีเดิม :



14. ปิด Snap Node/Beam

15. ใช้ Geometry ทูลบาร์ คลิก Snap Grid/Node > Plate > Quad เพื่อวาดแผ่นพื้น

16. เปลี่ยนระนาบเป็น X-Z

17. เปลี่ยน Origin เป็น 0, 3, 0

18. ในส่วนของเส้นร่าง Construction Lines :

For X, Left = 0, Right = 3, m = 4 For Z, Left = 0, Right = 1, m = 4

19. คลิกตามพิกัคคังนี้ (ใช้แถบแสคงพิกัคช่วย) (คลิกวนตามเข็มนาฬิกาหรือตามเข็ม)

4, 3, 0 0, 3, 0 0, 3, 4 4, 3, 4 8, 3, 4 8, 3, 4 8, 3, 0 4, 3, 0 Ctrl + 8, 3, 0 8, 3, 4 12, 3, 4 12, 3, 0 เลือกเมนู View > Structure Diagram... คลิก Fill Plates/Solids/Surface
 โมเคลจะมีลักษณะดังในรูปข้างล่างนี้:



* คลิก node วนตามเข็มกับทวนเข็มจะได้แผ่นพื้นคนละสึกัน

ก่อนที่เราจะเรียนรู้วิชีต่อไป จะต้องกล่าวถึงฟังก์ชั่นที่สำคัญคือ การเปลี่ยนมุมมอง (Viewing) และการเลือก Nodes, Beams, และ Plates

การเปลี่ยนมุมมอง : Viewing

การเปลี่ยนมุมมองของโมเคลสามารถทำได้โดยสะควกโดยคลิกจากทูลบาร์ Viewing



*เราสามารถใช้ปุ่มลูกศรในการหมุนโมเคลเช่นกัน

- ลูกศร ขวา และ ซ้าย หมุนรอบแกน Y
- ถูกศร ขึ้น และ **ลง** หมุนรอบแกน **X**

เราต้องเลือก node, beam หรือ plate ก่อน จึงจะใช้กำสั่งกับองก์อาการนั้นๆได้

ขั้นตอนแรกในการเลือกใน STAAD.Pro คือการใช้เคอร์เซอร์ที่ถูกต้อง



R

Beam Cursor ใช้เลือก beam



Plate Cursor ใช้เถือก plate

หลังจากเลือกเคอร์เซอร์แล้ว เรามีวิธีเลือกองค์อาการทั้งหมดสี่วิธีได้แก่ :

Single Selection

กลิกที่ node, beam หรือ plate ที่ต้องการ องก์อาการที่ถูกเลือกจะถูกไฮไลท์เป็นสีแดงดังใน รูปข้างล่าง



ในพื้นที่ข้อมูล คลิกที่หมายเลข node, beam หรือ plate ที่ต้องการ



Multiple Selection

ถ้าต้องการเลือกมากกว่าหนึ่ง ให้คลิกเลือกองค์อาการแรก กด Ctrl ค้างไว้แล้วคลิกเลือกองค์ อาการต่อไป



จากพื้นที่ข้อมูลกลิกที่หมายเลของก์อาการที่ต้องการ โดยใช้การกด Ctrl ก้างเหมือนเดิม



ตึกรอบถ้อมรอบองค์อาการที่ต้องการ



สำหรับคาน กึ่งกลางกานเป็นจุดสำคัญที่ต้องตีกรอบล้อมถ้าต้องการเลือก



Ctrl + A : เพื่อเลือกองก์อาการทั้งหมด node, beam หรือ plate ตามชนิดเกอร์เซอร์ Unselect : ถ้าเปลี่ยนใจไม่ต้องการเลือก ให้กลิกในพื้นที่ว่าง
ใช้การเปลี่ยนมุมมองมาช่วยในการเลือกองค์อาคารหลายองค์อาคารพร้อมกัน การใช้มุมมอง สามมิติต่างๆจะช่วยให้เราเลือกองค์อาคารซึ่งถ้ามองในระนาบจะซ้อนบังกันอยู่

ลองใช้ Structure Wizard สร้างโครงอาคารสามมิติดังในรูปข้างล่าง



คลิกไอคอน View From +Z เปลี่ยนมุมมองเป็นดังในรูปข้างล่าง



คลิกที่คานตัวหนึ่งดังในรูป:



คลิกเปลี่ยนเป็นมุมมอง Isometric จะพบว่า :



*เพื่อให้การเลือกองค์อาคารสามมิติทำได้รวดเร็วขึ้น ควรใช้การตีกรอบเลือกจากในมุมมองสอง มิติในทิศทางต่างๆกันประกอบ

แบบฝึกหัด : การเปลี่ยนมุมมอง & การเลือกองค์อาคาร

- 1. เริ่มสร้างโมเดลใหม่แบบ Space Frame
- ใช้ Structure Wizard สร้างโมเดลโครงอาการสามมิติดังนี้
 Length = 12 m, # of Bays = 4
 Height = 15 m, # of Bays = 5
 Length = 12 m, # of Bays = 4
- 3. เปลี่ยนมาใช้ Node เคอร์เซอร์
- 4. ใช้มุมมอง View From +Z แล้วใช้การตีกรอบเลือกโหนดบนสุด
- 5. เปลี่ยนมุมมองเป็นสามมิติ Isometric ดูผลการเลือก
- 6. คลิกที่พื้นที่ว่างเพื่อยกเลิกการเลือก
- 7. เปลี่ยนเป็น Beam เคอร์เซอร์
- 8. เปลี่ยนมุมมองเป็น View From +Y แล้วใช้เคอร์เซอร์และปุ่ม Ctrl เลือกคานใน แนวราบทั้งหมด
- 9. เปลี่ยนมุมมองเป็นสามมิติ Isometric ดูผลการเลือก
- 10. คลิกที่พื้นที่ว่างเพื่อยกเลิกการเลือก
- 11. กด Ctrl + A
- 12. เปลี่ยนมาใช้ Node เคอร์เซอร์ แล้วกด Ctrl + A เปรียบเทียบดูความแตกต่าง

วิธีที่ 3: การสร้างโมเดลโดยใช้ Copy/Cut และ Paste

วิธีสร้างโมเคลที่ได้กล่าวถึงมาแล้วสองวิธีเป็นการสร้างโมเคลขึ้นมาใหม่ ในกรณีที่โมเคลมี ลักษณะซ้ำๆกัน เราสามารถทำการก๊อปปี้แล้วมาปะเพิ่มได้ แน่นอนว่าเมื่อเราก๊อปปี้คานหรือ แผ่นพื้น STAAD.Pro จะก๊อปปี้โหนคมาด้วย

ขั้นตอน : เลือกวัตถุที่ต้องการก๊อปปี้ (โหนด, คาน หรือ พื้น) โดยใช้เกอร์เซอร์ที่ถูกต้อง

เลือกเมนู Edit > Copy หรือกด Ctrl + C (ถ้าต้องการย้ายที่หรือลบของเดิมให้เลือก Edit > Cut หรือ Ctrl + X)

เลือกเมนู Edit > Paste หรือกด Ctrl + V จะปรากฏกล่องโต้ตอบขึ้นมาให้เรากำหนด ตำแหน่งการวางซึ่งทำได้หลายวิธี

Move current clipboard selection by: O By distance between following two nodes				
OK				
Cancel				
Help				
erence Pt				

กล่องโต้ตอบนี้จะเหมือนกับที่เราเคยใช้ตอนนำเข้าโมเคลจาก Structure Wizard นั่นเอง

แบบฝึกหัด : สร้างโมเดลโดยใช้ Copy/Cut และ Paste

- 1. เริ่มสร้างโมเดลใหม่แบบ Space Frame
- 2. ใช้ Structure Wizard สร้างโมเคลโครงอาการสามมิติดังนี้

Length = 6 m, # of Bays = 1 Height = 3 m, # of Bays = 1 Length = 4 m, # of Bays = 1

- 3. กด Ctrl + A เพื่อเลือกคานทั้งหมด
- 4. เลือก Edit > Copy หรือกด Ctrl + C เพื่อก๊อปปี้คาน
- 5. เลือก Edit > Paste Beams หรือกด Ctrl + V เพื่อวางคาน
- 6. ใส่ค่าพิกัดในการวางดังนี้ X=0, Y=3, Z=0 หรืออาจลองใช้จุดอ้างอิงดูกีได้
- 7. โมเคลที่ได้จะมีลักษณะดังในรูปข้างล่าง



วิธีที่ 4: การสร้างโมเดลโดยใช้ Spreadsheet (EXCEL)

การสร้างโมเคลโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับผู้ใช้ที่มีความชำนาญในการใช้ Excel โดยมักจะใช้สูตร คำนวณพิกัคแล้วก็อปปี้ข้อมูลโดยใช้ OLE มายัง STAAD.Pro เพื่อสร้างโมเคล

ขั้นตอน : เริ่มโปรแกรม Excel (หรือซอฟท์แวร์ spreadsheet อื่น)

้สร้างข้อมูลโดยอาจใช้สูตรคำนวณพิกัด $\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{Z}$ (โดยเฉพาะเมื่อโครงสร้างเป็นเส้นโค้ง)

เลือกคอลัมน์ที่มีค่า X, Y, Z (เลือกเฉพาะค่าตัวเลข)

จากเมนู Excel เลือก Edit > Copy

เข้าโปรแกรม STAAD.Pro

้ไปยังหน้า Geometry ในตาราง Nodes เลือกโหนดหมายเลขหนึ่งดังในรูป

Structure1.std - Nodes				X
Node	X m	Y m	Z m	
→ 1				

เลือกเมนู Edit > Paste หรือคลิกขวาแล้วเลือก Paste กล่องโต้ตอบจะแสดงขึ้นมา

Select Column Mappi	ng			
Current Column Mapping :				
Field		Column		ОК
COLUMN 1 COLUMN 2 COLUMN 3	<=> <=> <=>	Node X Y		Cancel
Change Mapping			×	
COLUMN 1	COLUM	N 2	COLUMN 3	~
1	2		0	
2	4		0	
3	6		0	
4	8		0	
5	10		0	
6	12		0	
7	14		0	~
<				>

กลิกปุ่ม Change Mapping เพื่อเลือกกอลัมน์แรกเป็น X, คอลัมน์ที่สองเป็น Y และกอลัมน์ที่ สามเป็น Z แล้วกลิก OK โหนดใหม่จะถูกสร้างขึ้นมา

Add Beams	จากขั้นตอนที่กล่าวมา เราพึ่งสร้างโหนดเท่านั้น ต้องใช้ Add Beams เพื่อ สร้างคานเชื่อมระหว่างโหนด		
	/A → 94 95 95 # #4	😻 🖻 🖺 🕹 🍜 T	
1+	ຈາດທູລນາຮ໌ Geometry ເຂົ້ Add Beam > Add Bea	ออก Add Beam หรือเลือ am from Point to Poir	อกเมนู Geometry > nt
\$	ลักษณะของตัวชี้เม้าท์จะเบ โหนคที่สอง ทำต่อไปจนค	ไลี่ยนไปดังรูป คลิกที่โหน รบทั้งหมด	เดแรกแล้วลากไปที่
Note	เราสามารถใช้ Add Bear	ns ช่วยในการสร้างองค์อ	าคารยึดโยงในโครง
Add 3-Noded Plates	ใช้สำหรับเชื่อมต่อโหนดด้	้วยแผ่นพื้นสามเหลี่ยม	
9 4	จากทูลบาร์ Geometry เลือก Add 3-Noded Plates หรือเลือกเมนู Geometry > Add Plate > Triangle		
	ลักษณะของตัวชี้เม้าท์จะเปลี่ยนไปคังรูป คลิกที่โหนคแรกแล้วลากไปที่		
•	โหนดที่สอง และ โหนดที่สาม จะได้แผ่นสามเหลี่ยม		
Add 4-Noded Plates	ใช้สำหรับเชื่อมต่อ โหนดด้วยแผ่นพื้นสี่เหลี่ยม		
<u></u>	จากทูลบาร์ Geometry เลือก Add 4-Noded Plates หรือเลือกเมนู Geometry > Add Plate > Quad		
	ลักษณะของตัวชี้เม้าท์จะเ1	ไลี่ยนไปดังรูป คลิกที่โหน	เดแรกแล้วลากไปที่
	โหนดที่สอง โหนดที่สาม และ โหนดที่สี่ จะได้แผ่นสี่เหลี่ยม		
การใช้ Labels	ในหน้าต่าง STAAD.Pro คลิกขวา จะมีรายการเมนูแสคงขึ้นมา เลือก		
	Labels จากรายการ จะมีกล่องโต้ตอบแสดงขึ้นมาให้เปิด Node Numbers		
	Node Points, Beam Numbers uar Plate Numbers		
	Nodes Node Numbers (N) Node Points (K) Supports (S) Dimension (D)	Beams Beam Numbers (B) Beam Orientation (O) Beam Spec (A) Releases (R)	Plates Plate Numbers (P) Plate Orientation (T)

📃 Beam Ends (E)

Start Color End Color

X	Y	Z
0.00	25.00	0.00
0.50	24.75	0.00
1.00	24.00	0.00
1.50	22.75	0.00
2.00	21.00	0.00
2.50	18.75	0.00
3.00	16.00	0.00
3.50	12.75	0.00
4.00	9.00	0.00
4.50	4.75	0.00
5.00	0.00	0.00

1. เริ่ม Excel สร้างชีตใหม่ กรอกข้อมูลดังนี้:

 $\overline{{}^*}$ สูตรสำหรับค่า Y คือ 25-X 2 เมื่อ X

- 2. เริ่ม STAAD Pro สร้างไฟล์ Space ใหม่
- 3. ก๊อปปี้ตารางที่สร้างขึ้นใน Excel มาใส่ตารางโหนดของ STAAD Pro
- 4. กำหนดให้คอลัมน์แรกเป็น X, คอลัมน์สองเป็น Y และคอลัมน์สามเป็น Z
- 5. จากกล่องโต้ตอบ Labels เปิด Node Points
- 6. ใช้ Add Beams ใส่คานเพิ่ม โมเคลจะเป็นดังรูป

วิธีที่ 5: การสร้างโมเดลโดยนำเข้าไฟล์ DXF

การสร้างโมเคลโคยวิธีนี้เหมาะสำหรับผู้ใช้ที่มีความชำนาญในการใช้ AutoCAD เพื่อสร้าง โมเคลสองมิติ หรือสามมิติ

- ขั้นตอน : n เริ่มโปรแกรม AutoCAD (หรือซอฟท์แวร์ CAD อื่นที่สร้างไฟล์ DXF ได้)
 - **n** วาดโครงสร้างสองมิติ หรือสามมิติ
 - n Save As เป็นไฟล์แบบ DXF
 - n เริ่มโปรแกรม STAAD Pro
 - **n** ในการอ่านไฟล์ **DXF** เรามีสองวิธี :
 - โดยใช้ Structure Wizard
 - โดยใช้ File/Import

Structure Wizard

n เริ่มต้นเลือกเมนู Geometry > Run Structure Wizard

n จากช่อง Model Type เลือก Import CAD Models



n ดับเบิลคลิกไอคอน Scan DXF

🧧 n เลือกไฟล์ DXF ที่ต้องการ แล้วคลิก Open

File/Import

n เลือกเมนู File > Import...

n โปรแกรมจะถามชนิดของไฟล์ที่จะนำเข้า

Import	
	3D DXF
	O QSE ASA
	O Stardyne
	O CIS/2
Import	
	Cancel Help

n คลิกเลือก 3D DXF แล้วกค Import

n เลือกไฟล์ DXF ที่ต้องการ แล้วคลิก Open

DXF Import	
Structure Convention No Change Y Up Z Up	
OK Cancel	Help

n เลือกวิธีการนำเข้าหนึ่งในสามทางเลือกคือ :

- No Change; แกน XYZ ของ STAAD จะตรงกับ XYZ ใน AutoCAD
- Y Up; กำหนดให้ STAAD ใช้แกน Y ชี้ขึ้น แล้วปรับเปลี่ยนแกน Y ใน AutoCAD ตาม (นี่คือทางเลือกที่ควรเลือกในเกือบทุกกรณี)
- Z Up; กำหนดให้ STAAD ใช้แกน Z ชี้ขึ้น แล้วปรับเปลี่ยนแกน Z ใน AutoCAD ตาม

n กล่องโด้ตอบเพื่อให้เลือกหน่วยจะแสดงขึ้นมา ให้เลือกหน่วยความยาวและหน่วยแรงที่ ต้องการแล้วคลิก OK โครงสร้างจะถูกถ่ายโอนเข้ามา

- หมายเหตุ n ใน AutoCAD ใช้กำสั่ง Line ในการเขียนแบบคานและเสา
 - n STAAD จะกิดให้ Line หนึ่งเส้น เท่ากับ หนึ่งกาน หรือ หนึ่งเสา ดังนั้นเส้นตรงที่ยาวกลุม หลายช่วงกานจะถูกกิดว่าเป็นหนึ่งวัตถุ จึงกวรตัดเส้นตรงเป็นช่วงๆที่โหนดทุกโหนด
 - n ใช้ AutoCAD เวอร์ชั่นล่าสุดกับ STAAD เวอร์ชั่นล่าสุด

3

ฟังก์ชั่นช่วยสร้างโมเดล

ฟังก์ชั่นที่จะกล่าวถึงในบทนี้

- **n** Translation Repeat
- n Circular Repeat
- n Mirror
- n Rotate
- n Move
- n Insert Node
- n Adding Beams (Connecting & Intersecting)
- n Cut Section
- n Renumber
- n Miscellaneous Functions

- < วิธีการทั้งห้าที่ได้กล่าวถึงในบทที่สองจะใช้ในการสร้างโมเดลพื้นฐาน แต่อาจยังไม่สามารถ ใช้สร้างโมเดลที่ซับซ้อนบางโครงสร้างได้
- < ในบทนี้ เราจะเรียนรู้ฟังก์ชั่นที่จำเป็นซึ่งจะช่วยในการสร้างโมเคลในรูปแบบต่างๆที่ หลากหลายมากขึ้น
- < ผู้ใช้ควรเลือกองก์อาการก่อนที่จะเริ่มสั่งฟังก์ชั่น
- < เมื่อเราเรียนรู้ครบทั้งบทที่สองและสาม เราจะสามารถสร้างโมเคลโดยใช้ฟังก์ชั่นทั้งหมดที่ มีอยู่ใน STAAD Pro

Translational Repeat

- < เป็นการก็อปปี้และวางวัตถุตามแนวเชิงเส้น
- < เลือกโหนด, คาน หรือ แผ่น ที่ต้องการทำซ้ำ
- 🔟 < จากทูลบาร์ Generate เลือก Translational Repeat

3D Repeat			$\overline{\mathbf{X}}$
Inted	Step	Spacing	ОК
	1	5.000	Cancel
Step 2			Help Renumber Bay
Gildoar Axes Start			Link Steps
Global Direction No of No of No of No of Default Step	of Steps: Spacing:	1 🗣	Open Base Generation Flags All O GeometryOnly Geometry and Property Only

< หรือเลือกเมนู Geometry > Translational Repeat...

Global Direction : เลือกทิศทางที่จะทำซ้ำตามแนว $\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{Z}$

No of Steps : จำนวนครั้งของการทำซ้ำ

Default Step Spacing : ระยะห่างระหว่างการทำซ้ำ ซึ่งเราสามารถเปลี่ยนของแต่ละช่วงได้ อีกภายหลัง

Renumber Bay : เมื่อคลิกเลือกจะให้ผู้ใช้กำหนดหมายเลขคานเริ่มต้นใหม่สำหรับแต่ละ โครงที่ถูกเพิ่มเข้าไป Link Steps : จะสร้างองค์อาการเชื่อมระหว่างโกรงที่ถูกทำซ้ำ และถ้าเลือก Open Base ที่ ฐานจะไม่ถูกสร้างองค์อาการเชื่อม

Generation Flags : เราสามารถเลือกได้ว่าจะทำซ้ำอะไรบ้าง โดยปกติจะถูกเลือกไว้ที่ All ก็ จะทำซ้ำทั้งหมดคือองค์อาการ น้ำหนักบรรทุก คุณสมบัติ และอื่นๆ แต่ถ้าต้องการทำซ้ำเฉพาะ องค์อาการให้กลิกเลือก Geometry Only

ลองสร้างโครงคังในรูปข้างล่าง คลิกขวาในพื้นที่ว่าง เลือก Labels... คลิกให้แสคง Beam Numers



เลือกกานทั้งหมด โดยกด Ctrl + A แล้วกลิกไอกอน Translational Repeat ใส่ข้อมูลดังใน รูปข้างล่าง



เมื่อกลิก OK โมเดลจะถูกสร้างขึ้นดังในรูปข้างล่าง



แบบฝึกหัด : สร้างโมเดลอาคารสูงโดยใช้ Translational Repeat

- < เริ่มต้นโปรแกรมใหม่แบบ Space ชื่อไฟล์ tallbld หน่วยความยาวเป็น Meter
- < เลือก Add Beam คลิกปุ่ม Finish
- < คลิกเลือกระนาบ X-Y และเปลี่ยนมุมมองเป็น View From +Z
- < สร้างโมเคลดังในรูปข้างล่าง



- < เลือกโมเคลทั้งหมด กด Ctrl + A
- < ทำ Translation Repeat โดยคลิกไอคอน หรือเลือกจากเมนู Geometry > Translational Repeat...
- < เมื่อหน้าต่างแสดงขึ้นมา ให้ใส่ก่าตามในรูปข้างล่าง



< คลิก OK แล้วเปลี่ยนมุมมองเป็นสามมิติจะได้





< คลิกที่จุดต่อในโครงสร้างเพื่อสร้างผนังดังในรูปข้างล่าง



< คลิกต่อเพื่อสร้างแผ่นพื้นโดยเว้นช่องกลางเอาไว้ดังในรูปข้างล่าง ซึ่งอาจทำโดยสร้างแผ่น พื้นขึ้นมาก่อนหนึ่งแผ่นแล้ว Copy & Paste โดยใช้จุดอ้างอิง



- < คลิกเลือกคานและพื้นทั้งหมด โดยใช้เคอร์เซอร์คาน กด Ctrl + A เปลี่ยนเป็นเคอร์เซอร์ แผ่น กด Ctrl + A
- < สั่ง Translational Repeat โดยใส่ข้อมูลดังนี้



คลิก OK แล้วเปลี่ยนมุมมองเป็นสามมิติ จะได้โมเคลอาการสูงดังในรูปข้างล่าง



Circular Repeat

- < เป็นการก็อปปี้และวางวัตถุตามโค้งตามแนวรัศมีวงกลม
- < เลือกโหนด, คาน หรือ แผ่น ที่ต้องการทำซ้ำ



- < จากทูลบาร์ Generate เลือกไอคอน Circular Repeat
- < หรือเลือกเมนู Geometry > Circular Repeat...

3D Circular		
Axis of Rotation Reference Point Total Angle Gibbal Axes Step 1 Step 1	Through Node: Point: X Coordinate 0 Z Coordinate 0 Use this as Reference Point for Beta angle	OK Cancel Help
Axis of Rotation OX OY OZ No of Ste	gle: 360 🖨 degrees	Link Steps

- < เลือกแกนหมุนในกรอบ Axis of Rotation ว่าจะเป็นแกน X, Y, หรือ Z
- < เลือกมุมที่ต้องการหมุนในช่อง Total Angle (+ve=CCW)
- < กำหนดจำนวนที่ต้องการจะทำซ้ำเพิ่มในช่อง No of Steps
- < กำหนดตำแหน่งของแกนหมุน ซึ่งก็คือจุดที่แกนหมุนผ่าน ในกรอบ Trough จะมีวิธีให้ เลือกสามวิธี :
 - 🔹 คลิกที่ไอคอน 😽 แล้วกำหนคจุคบนจอภาพ
 - กำหนดหมายเลขโหนด
 - กำหนดพิกัด
- < Use this as Reference Point for Beta angle generation เมื่อคลิกเลือกช่องนี้ หน้าตัดขององค์อาคารที่ถูกทำซ้ำเพิ่มจะถูกหมุนตามไปด้วยตามรูป ข้างล่าง
- < กำหนด Link Steps และ Open Base เหมือนใน Translation Repeat



Mirror

- < เป็นการทำซ้ำแบบกระจกเงา โดยเริ่มด้วยการเลือกวัตถุที่ต้องการ
- < จากทูลบาร์เลือกไอคอน 🚻 หรือเลือกเมนู Geometry > Mirror...



- < เลือกระนาบในกรอบ Mirror Plane ว่าจะเป็นระนาบ X-Y, X-Z, หรือ Y-Z
- < กำหนดตำแหน่งของระนาบ Plane Position จะมีวิธีให้เลือกสามวิธี :
 - กลิกที่ไอกอน 😽 แล้วกำหนดจุดบนจอภาพ
 - กำหนดหมายเลขโหนด
 - กำหนดพิกัดบนแกน X (สำหรับระนาบ Y-Z)
- < กำหนดวิธีการสร้าง Generate Mode จะมีวิธีให้เลือกสองวิธี :
 - Copy จะสร้างรูปใหม่แบบกระจกโดยที่ยังคงของเดิมไว้
 - Move จะสร้างรูปใหม่แบบกระจกโดยลบของเดิมทิ้ง

- < เป็นการหมุนองค์อาการรอบแกนที่กำหนด โดยเริ่มด้วยการเลือกวัตถุที่ต้องการ
- < จากทูลบาร์เลือกไอคอน 🖸 หรือเลือกเมนู Geometry > Rotate...

Rotate		
Axis of Rotation Reference Point 1 Reference Point 2 Angle Start Angle:	Axis Passes Through Nodes: Node 1: Node 2: Points: X1: X2: Y1: Y2: Y1: Y2: Y2: Y1: Y2: Y2: Y1: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2: Y2:<	OK Cancel Help Generate Mode Copy Move

- < เถือกมุมหมุน Angle มีหน่วยเป็นดีกรี
- < กำหนดจุดที่แกนผ่าน Axis Passes Through จะมีวิธีให้เลือกสามวิธี :
 - กลิกที่ไอกอน 😽 แล้วกำหนดจุดสองจุดบนจอภาพ
 - กำหนดหมายเลขโหนด
 - กำหนดเป็นพิกัด **X**, Y, Z
- < กำหนดวิธีการสร้าง Generate Mode จะมีวิธีให้เลือกสองวิธี :
 - Copy จะสร้างรูปใหม่จากการหมุนโดยที่ยังคงของเดิมไว้ เลือกว่าจะ Link Bays หรือไม่
 - Move จะสร้างรูปใหม่จากการหมุน โดยลบของเดิมทิ้ง
- < มุมหมุนเป็นบวกจะหมุนทวนเข็มนาฬิกา (+ve = CCW)

แบบฝึกหัด : สร้างโมเดลสเตเดียมโดยใช้ Circular Repeat

- < เริ่มต้นโปรแกรมใหม่แบบ Space ชื่อไฟล์ stadium หน่วยความยาวเป็น Meter
- < คลิกเลือกระนาบ X-Y และเปลี่ยนมุมมองเป็น View From +Z
- < สร้างโมเคลดังในรูปข้างล่าง



โมเคลที่เราพึ่งสร้างขึ้นมาอยู่บนระนาบ X-Y มีความยาวในแนวแกน X = 10 ม. จากจุด X = 0 ถึง X = 10 ม. เราต้องการ copy เฟรมที่สร้างขึ้นมานี้ทั้งแบบ translation และ circular ซึ่ง จะมีแนวทางดังในรูปข้างล่างเมื่อมองจากแกน Y ลงมา



< เลือกองค์อาคารทั้งหมด กด Ctrl + A

0

< จากทูลบาร์ Generate เลือกไอคอน Circular Repeat

Axis of Rotation	Through Node: Point: X Coordinate 20	OK Cancel Help
Total Angle	Z Coordinate 0 Use this as Reference Point for Beta angle	Cooresten Order
Axis of Botation ○ × ⊙ Y ○ Z No of Step	e: 180 🔮 degrees	✓ Link Steps ✓ Open Base

< หรือเลือกเมนู Geometry > Circular Repeat...

< เมื่อกลิก OK โมเคลจะถูกสร้างขึ้นดังในรูปข้างล่าง



เฟรมเคิมยังถูกเลือกอยู่ อย่าพึ่งไปคลิกอะไรเพราะที่ถูกเลือกจะหายไป ต้องมาเลือกใหม่เพื่อทำ ขั้นต่อไป

ถ้าเผลอคลิกไปแล้วต้องเลือกใหม่โดยคลิกเลือกมุมมอง View From + Y แล้วใช้เม้าท์ตีกรอบ เลือกดังในรูปข้างล่าง ถ้าเลือกได้มาเกินให้กด Ctrl ค้างไว้แล้วคลิกคานที่เลือกเกินมาออก



< ทำ Translational Repeat คลิกไอคอน 述 หรือเลือกจากเมนู Geometry



< เมื่อหน้าจอแสดงขึ้นมาให้ใส่ก่าตามในรูปข้างถ่าง



เราอาจใช้ Circular Repeat และ Translational Repeat ทำส่วนที่เหลือต่อไป หรือลอง ทำ Mirror ดูดังนี้ < การปรับมุมมองทำได้โดยใช้ทูลบาร์ด้านบนให้ลองกลิกแต่ละปุ่มดูตามต้องการ

< เลือกส่วนที่ต้องการทำ Mirror ดังในรูปข้างล่าง



< คลิกไอคอน Mirror 🗰 หรือเลือกเมนู Geometry > Mirror... เมื่อหน้าจอแสดง ขึ้นมาให้ใส่ข้อมูลดังในรูปข้างล่าง





< เลือกโมเคลในส่วนโค้งคังในรูปข้างล่าง



< สั่ง Mirror โดยเลือก Mirror Plane : X – Y, Plane at Z = -20 m จะได้ โมเดลดัง ในรูปข้างล่าง



< คลิกมุมมอง Isometric View 🗹 เพื่อคูโมเคลสามมิติ หรือคลิกไอคอน 3D Rendered View 心



Move

คานและแผ่นถูกกำหนดด้วยโหนดที่ปลายหรือที่มุม ดังนั้นถ้าเราย้ายโหนดก็จะสามารถการ เกลื่อนย้ายหรือเปลี่ยนขนาดกานหรือแผ่นได้

- < ก่อนใช้กำสั่ง Move ต้องเลือกวัตถุที่ต้องการเลือกก่อน โดยมีวิธีสั่งสามวิธี :
 - กดปุ่ม F2
 - คลิกเม้าท์ขวา แล้วเลือก Move จากรายการ
 - เลือกเมนู Geometry > Move

Move Entities		
Move seleted entil	ties by: etween following two nod	les
Node 1: 0		ОК
Node 2: 0		Cancel
 By the following 	ng X, Y and Z values	Help
<u>×</u> : 0	m	
<u>Y</u> : 0	m	
<u>Z</u> : 0	m	
🗌 Retain conne	ctions	

STAAD.Pro : Useful Functions to Complete the Geometry

- < เริ่มต้นโปรแกรมใหม่แบบ Space ชื่อไฟล์ stadium หน่วยความยาวเป็น Meter
- < คลิกเลือกระนาบ X-Z และเปลี่ยนมุมมองเป็น View From +Y
- < สร้างโมเคลดังในรูปข้างล่าง



- < เลือกโหนดตรงกลาง แล้วใช้กำสั่ง Move งยับโหนดลงในแนวแกน Y = -1
- < เปลี่ยนมุมมองเป็นสามมิติจะใด้รูปปีรามิดกว่ำดังในรูปข้างล่าง



< เลือกองค์อาการทั้งหมด แล้วสั่ง Translation Repeat ในแนวแกน X



< จะได้โมเดถดังรูป



< เลือกองค์อาการทั้งหมดอีก คราวนี้สั่ง Translation Repeat ในแนวแกน Z

3D Repeat			
	Step	Spacing	ОК
	1	2.000	Cancel
	2	2.000	Hala
	3	2.000	Пер
Step 2	4	2.000	
Sten 1	5	2.000	Renumber Bay
G lobal Axes		Journationalianianiania	🔽 Link Steps
Start			Doen Base
Global Direction No ○X ○Y ⊙Z Default Step	of Steps: Spacing:	5 🔮	Generation Flags All Geometry Only Geometry and Property Only

< จะได้โมเคลดังรูป



< คลิกให้แสดงโมเคลในสามมิติ



Insert Node or Split Beam

ใน STAAD.Pro เราสามารถแทรกโหนดเพิ่มเติมในระหว่างกานได้ตามตำแหน่งที่ต้องการ

- < เริ่มต้นโดยการเลือกคาน โดยมีวิธีสั่งสามวิธี:
 - คลิกไอคอน Insert Node บนทูลบาร์ Geometry ด้านบน



- เลือกเมนู Geometry > Insert Node... หรือ Geometry > Split Beam
- คลิกเม้าท์ปุ่มขวาแล้วเลือก Insert Node...

Insert Nodes into Beam 1	
Beam length = 5 m	ОК
	Cancel
	Help
New Insertion Point Insertion Points:	
Distance: 0 m Proportion: 0	Remove
Add New Point Add Mid Point n = 2 Add n Points	

ในหน้าต่างที่แสดงขึ้นมาจะมีรูปของคานที่เราเลือกไว้พร้อมทั้งโหนดที่ปลายคาน เราสามารถ กำหนดตำแหน่งของโหนดที่จะแทรกได้หลายวิธีและหลายโหนด โดยโหนดที่แทรกจะปรากฏ ขึ้นบนคานในรูปและในช่อง Insertion Points

- < กำหนดระยะจากจุดเริ่มต้นของคานแล้วคลิกปุ่ม Add New Point หรือใส่เป็นสัดส่วนต่อ ความยาวคานในช่อง Proportion
- < คลิกปุ่ม Add Mid Point เมื่อต้องการแทรกโหนดที่กลางช่วงคาน
- < คลิกปุ่ม Add n Points เมื่อต้องการแทรก n โหนด
- < ถ้าเราเลือกมากกว่าหนึ่งคานจะมีหน้าต่างอีกแบบแสดงขึ้นมา

Insert Node/Node	s		
New point by di	istance		
Distance:	0	m	
O New point by p	roportion		
Proportion:	0.5		
O Add mid point		(ОК
O Add 'n' points		(Cancel
n = 1		(Help

< การใช้งานเหมือนเดิม แต่จะช่วยให้เราทำงานกับคานหลายคานได้ด้วยคำสั่งเดียว

Add Beam ระหว่าง Mid-Points

< เมื่อต้องการเพิ่มคานเชื่อมระหว่างกึ่งกลางคานหนึ่งไปยังอีกคานหนึ่ง



- < เลือกไอคอน 📴 Add Beam between Mid-Points จาก Geometry ทูลบาร์
- < ถูกศรจะเปลี่ยนรูปเป็น 😽
- < คลิกที่คานตัวแรก โหนดจะถูกแทรกที่กึ่งกลางคาน
- < คลิกที่คานตัวที่สอง คานใหม่จะถูกสร้างขึ้นมา

Add Beam แบบจุดตัดตั้งฉาก

- < เมื่อต้องการเพิ่มคานเชื่อมระหว่างโหนดไปยังจุดตั้งฉากของอีกกานหนึ่ง
- < เลือกไอคอน T Add Beam by Perpendicular Intersection จาก Geometry ทูล บาร์
- < ถูกศรจะเปลี่ยนรูปเป็น 🚱
- < คลิกที่โหนด แล้วไปคลิกที่คาน คานใหม่จะถูกสร้างขึ้นมา

< เริ่มต้นโปรแกรมใหม่แล้วสร้างโมเคลดังในรูป



< เลือกคานแล้ว Insert Node สร้างโมเคลเพิ่มให้เป็นตามในรูปข้างล่าง



< ใช้กำสั่ง Add Beam between Mid-Points สร้างโมเคลเพิ่มให้เป็นตามในรูปข้างล่าง



Cut Section

< เมื่อสร้างโมเคลสามมิติที่ซับซ้อน การแสดงคานและแผ่นทั้งหมดอาจทำให้เกิดความสับสน และการทำงานของโปรแกรมจะช้าลง การ Cut Section จะตัดโมเคลออกเป็นส่วนเฉพาะ ให้ผู้ใช้ทำงานได้ชัดเจนขึ้น



< เลือกไอคอน 🕶 จาก Structure ทูลบาร์ด้านบน

- < มีวิธีสามวิธีในการสร้างรูปตัดของโมเดล:
 - § Range By Joint : กำหนดระนาบที่จะตัดผ่านโหนดที่ระบุ
 - § Range By Min/Max : กำหนดระนาบที่จะตัดตามระยะน้อยที่สุดถึงมากที่สุด

Section	
Range By Joint Range By Min/Max	Select to View
⊙X-YPlane	Minimum
⊙ Y - Z Plane	Maximum
◯X-Z Plane	
OK Cancel	Show All Help

§ Select to View : มีสามทางเลือกในการตัด

Section
Range By Joint Range By Min/Max Select to View
🔿 Window / Rubber Band
🔿 View Highlighted Only
Select To View
🗹 Beams
Plates
🗌 Solids
Vodes
OK Cancel Show All Help

- § Window/Rubber Band : กำหนดโดยการให้ผู้ใช้ตีกรอบ(คลิกเม้าท์ซ้ายแล้ว ลากตีกรอบ)รอบสิ่งที่ต้องการให้แสดง(จุดกึ่งกลางคานเป็นตัวกำหนดว่าถูกเลือก หรือไม่)
- § เลือกโหนด, คาน หรือ แผ่น แล้วคลิก View Highlight Only เฉพาะองค์อาคาร ที่ถูกเลือกจะถูกแสดง

- § กลิก Select To View แล้วเลือกส่วนที่ต้องการจะให้แสดง
- < ถ้าต้องการยกเลิกการดูบางส่วน ให้คลิก Show All โมเคลทั้งหมดจะถูกแสดงเหมือนเดิม

Renumber

- < STAAD.Pro จะทำการกำหนดหมายเลขโหนด, คาน และแผ่นอยู่แล้ว แต่เราสามารถช่วย แก้ไขจัดการเองได้ตามต้องการ
- < เลือกองค์อาการที่ต้องการแล้วเลือกเมนู Geometry > Renumber เลือกวิธีที่เหมาะสม
- < ข้อกวามเตือนจะแสดงขึ้นมา



- < อ่านข้อความอย่างระมัคระวัง เพราะเราจะไม่สามารถแก้ไขย้อนกลับหรือ Undo ได้
- < ถ้าเราคลิก Yes หน้าต่างจะปรากฏขึ้นมา

Start numbering from: 100	New Numbering Order Ascending O Descending
Available Sort Criteria	Selected Sort Criteria
X Coordinate Y Coordinate Z Coordinate Joint No.	>>> <
	Double click on item to toggle sort

< เลือกหมายเลขเริ่มต้น Start numbering from จะเรียงขึ้นหรือเรียงลง Ascending หรือ Descending จากนั้นกำหนดเงื่อนไขการเรียง Sort Criteria

แบบฝึกหัด : การใช้เครื่องมือช่วยแสดงบางส่วนและเรียงลำดับโหนด

< จากโครงสร้างในแบบฝึกหัดที่แล้ว



< ใช้กำสั่ง Translation Repeat สร้างโมเคลเพิ่มดังในรูป

Ĭ_źx




< คลิกเม้าท์ขวาแล้วเลือก Labels คลิกให้แสดง Node Numbers ดูหมายเลขโหมดที่มุมบน ซ้ายของโครงตัวแรก (ในรูปคือโหนดหมายเลข 2)



< เริ่มคำสั่ง Cut Section โดยเลือกไอคอน 🖽 หรือเลือกเมนู Tools > Cut Section...

Section	
Range By Joint Range By M	fin/Max Select to View
⊙X · Y Plane	With Mode #
◯ Y · Z Plane	
⊙ X - Z Plane	
OK Cancel	Show All Help

< โมเคลจะถูกแสดงเพียงบางส่วนดังในรูปข้างล่าง



< เปลี่ยนมุมมองเป็น View from +Y และ Rotate จนได้



< สร้างคานเชื่อมระหว่างโครง อย่างลืมกำหนดค่าในหน้าต่าง Snap Node/Beam ดังนี้

Plane: X-ZGrid Origin: 0, 4, 0Construction Lines:X: Left=0, Right=4, m=1Z: Left=0, Right=15, m=1

В	13	23	B 3
6	16	[- 26	66
10	20 20	[- 80	[- 40
5	15	25	 B5
	12		32

- < เปลี่ยนเป็น โหนดเกอร์เซอร์แล้วเลือก โหนดทั้งหมด
- < ເລືອกເມນູ Geometry > Renumber > Nodes
- < เลือกหมายเลขเริ่มต้นจาก 100 เรียงแบบ Ascending กำหนดเงื่อน ใบเป็น Joint No.

	101	106	111	116
	103	108	113	118
	104	109	114	119
×	102	107	112	117
Y-	100	105	110	115

< เลือก Cut Section อีกครั้งแล้วเลือก Show All และเปลี่ยนมุมมองเป็น Isometric



- < เปิดไฟล์ใหม่แบบ Truss ตั้งชื่อว่า ComSign ใช้หน่วยความยาว m
- < บนระนาบ X-Y วาดโครงดังในรูปขนาดความสูง 1 m กว้าง 1 m



< เลือกทุกองค์อาคารแล้วสั่ง Translation Repeat 🛋 สร้างเพิ่มขึ้นอีกสามโครงวางเรียง กันดังในรูปข้างล่าง

3D Repeat			
lined	Step	Spacing	ОК
	1	1.000	Cancel
	2	1.000	
	3	1.000	Пер
i i i i i i i i i i i i i i i i i i i			Renumber Bay
Ckdpl Amr			
Start			
			🔄 Open Base
Global Direction No	of Steps:	3	Generation Flags
⊙X OY OZ Default Step) Spacing:	1 m	O Geometry and Property Only



< ต่อมาเราจะ "ม้วน" ทั้งสี่โครงนี้เพื่อเป็นด้านทั้งสี่ของเสา ดังในรูปจากมุมมองด้านบน ข้างถ่าง แสดงการม้วนซึ่งจะทำโดยใช้คำสั่ง Rotate



- < เปลี่ยนมุมมองเป็น View from +X เลือกสองโครงทางด้านขวา < แล้วสั่ง Rotate : Angle = 90 degrees X1 = 1 X2 = 1**Y2** = **1** Y1 = 0Z2 = -1Z1 = -1 Ĭ_z× < เปลี่ยนมุมมองเป็น View from -Z เลือกโครงทางด้านขวา < แล้วสั่ง Rotate : Angle = 90 degrees X1 = 0X2 = 0Y1 = 0Y2 = 1Z1 = -1 Z2 = -1Tools > Orphan Nodes > Remove
- < ถ้ามีโหนดเหลือค้างบนหน้าจอโดยไม่มีกานมาต่อเชื่อม ให้ลบโดยเลือกเมนู



< ตอนนี้เราได้เสาหนึ่งบล็อกแล้ว เลือกทุกองก์อาการแล้วใช้กำสั่ง Translation Repeat



< สั่ง Translation Repeat 🛋 อีกครั้งเพื่อสร้างเสาอีกต้น





< คราวนี้เราจะเริ่มสร้างส่วนที่เป็นป้าย เพื่อความสะควกในการวาค เราจะซ่อนเสาส่วนใหญ่ ไว้ แสดงเฉพาะหัวเสาโดยใช้คำสั่ง Cut Section 井 โดยเลือกระนาบ X-Z และโหนดที่ หัวเสาเช่นในตัวอย่างนี้คือ Node 48

Section	
Range By Joint Range By	Min/Max Select to View
⊙X·YPlane	With Node #
◯ Y · Z Plane	48
⊙ X - Z Plane	
OK Cance	el Show All Help

โมเคลจะแสดงเฉพาะที่หัวเสาดังในรูปข้างล่าง





< ไปที่หน้า Geometry > Beam เลือก Snap Node/Beam 📴 บนระนาบ X-Z

กำหนดค่าเส้นกริด:



< เปลี่ยนมุมมองเป็น View from +Y แล้ววาดโมเดลดังในรูปข้างล่าง



< กด Ctrl + A เลือกทุกองค์อาคาร(ที่แสดง) สั่ง Translation Repeat ขึ้นมา 1 m แบบมี การ Link Step





< คลิกปุ่ม Add Beams 🚺 เพิ่มองค์อาคารยึดทแยงตามในรูปข้างล่าง ทำแค่หนึ่งบล็อกกี พอแล้ว Copy ไปทุกบล็อก องค์อาคารที่ซ้ำกันโปรแกรมจะลบออกโดยอัตโนมัติ



< สั่ง Translational Repeat



< เลือกทุกองค์อาคารแล้วสั่ง Translational Repeat



- < เมื่อสั่ง Cut Section > Show All จะได้

4

หน้าตัด, จุดรองรับ, ข้อกำหนด และค่าคงที่

เนื้อหาที่จะกล่าวถึงในบทนี้

- n Portal 2D
- n Properties
- n Steel Section
- **n** Supports
- n Specifications
- n Constants

Portal 2D

- < หลังจากที่เราสร้างโมเคลซึ่งได้แก่ โหนด คาน และแผ่นพื้นแล้ว ในบทนี้เราจะกำหนด คุณสมบัติของหน้าตัดองค์อาการ ความหนาแผ่นพื้น ชนิดและคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ จุด รองรับ ตลอดจนคุณสมบัติอื่นๆที่เกี่ยวข้องของโครงสร้าง
- < สร้างโมเคลใหม่แบบ Plane ตั้งชื่อว่า Portal2D หน่วยความยาวเป็น Meter สร้างโมเคล ง่ายๆดังในรูปข้างล่าง



< โมเดลที่เราพึ่งจะสร้างขึ้น STAAD.Pro จะเก็บเป็นไฟล์กำสั่งคือ Portal2D.std เรา สามารถดูได้ตลอดเวลาโดยคลิกไอคอน 🐱 บนทูลบาร์ หรือเลือกจากเมนู Edit > Edit Input Command File หน้าต่างแสดงไฟล์กำสั่งจะแสดงขึ้นมาดังในรูปข้างล่าง



ข้อมูลคำสั่งทั้งหมดที่เราทำงานใน STAAD.Pro จะถูกบรรจุอยู่ในไฟล์นี้ เนื่องจากเป็น ไฟล์ตัวอักษรมีขนาดเล็ก ทำให้สะดวกในการตรวจสอบข้อผิดพลาดและจัดเก็บ < กำสั่งที่เราใช้กำหนดโหนดและกานกือ

JOINT COORDINATES 1 0 0 0; 2 0 4 0; 3 6 4 0; 4 6 0 0; MEMBER INCIDENCES 1 1 2; 2 2 3; 3 3 4;

ซึ่งเป็นกำสั่งที่สั้นเข้าใจง่าย นับจากนี้เมื่อเราเรียนรู้กำสั่งใหม่ จะอ้างอิงถึงกำสั่งที่ถูกสร้าง ขึ้นในไฟล์กำสั่งนี้ด้วย ซึ่งจะช่วยให้เราเข้าใจการทำงานของโปรแกรมได้ดีขึ้น หากเกิด ข้อผิดพลาดในการรันโปรแกรมก็สามารถตรวจสอบได้จากไฟล์กำสั่งนี้

< ปีดหน้าต่าง Snap Node/Beam แล้วคลิก Labels ให้แสดงหมายเลขคาน



Properties : กำหนดคุณสมบัติองค์อาคาร



ection Beta Angle	e	
ef Section	Material	
] Highlight Assigne	d Geometry	Delete
Values	Section Database	Define
Materials	Thickness	User Table
Assignment Metho	d sted Beams 💿 U:	se Cursor To Assign

Steel Section

< สมมุติว่าเราต้องการใช้หน้าตัดเหล็ก ให้คลิกปุ่ม Section Database หน้าต่างแสดงตาราง เหล็กจะแสดงขึ้นมา

Steel Coldformed Steel Timber Aluminum	Section Profile Tables		×
American W Shape W Shape Select Beam W Shape ST (Single Section from Table) W Shape Type Specification W Shape ST (Single Section from Table) W Shape T (Tee Section Cut from Beam) W Shape D (Double Profile) B Shape W5X13 W SK12 W6X12 W SK15 CM (Composite Section) M Angle W6X15 W SK20 W6X20 W SK25 W6X20 W SK10 CW (Concrete Grade) W Material CD (Density of concrete) KN/m3 CIC (Top Cover Plate) M Material STEEL W Material TC (Top & Bottom Cover Plate) W Material WP (Cover Plate Width)	Steel Coldformed Steel Tim	ber Aluminum	
Image: Select Beam Type Specification Image: Shape Select Beam Image: Shape Image: Stress Shape Image: Stress Shape Image: Stress Shape Image: Stress Shape Image: Stress S	American 📉	W Shape	
Chinese TH (Cover Plate Thickness) 0 m	 W Shape M Shape S Shape B Shape B Shape Channel MC Channel Angle Tube Pipe HSS Rectangle HSS Round Castellated Solid Rod Cable American Steel Joist Austalian British Canadian Chinese Dutch European 	Select Beam Type Specification W4X13 Image: Section from Table) W5X16 Image: Display the form of the section from Table) W5X18 Image: Display the section from Table) W5X19 Image: Display the section from Table) W5X12 Image: Display the section from Table) W6X12 Image: Display the section from Table) W6X15 Image: Display the section from Table) W6X16 Image: Display the section from Table) W6X17 Image: Display the section from Table from table from table from section from table from section from table from section from table f	

STAAD.Pro : Properties, Supports and Specification

- < จะมีหน้าตัดจากหลายประเทศให้เลือก ยกเว้นไทย ดังนั้นจึงให้เลือกที่ใกล้เคียงกับเราที่สุด คือ South Korean หน้าตัด W Shape อาจลองคลิกปุ่ม View Table
- < เลือกหน้าตัด W300X200X56 คลิกปุ่ม Add
- < เถือกหน้าตัด W350X250X69 คลิกปุ่ม Add
- < คลิกปุ่ม Close ในหน้าต่าง Properties จะมีหน้าตัดอ้างอิงแสดงขึ้นมา

= P	roperties - W	hole Structure				
Sect	ion Beta Angle					
Ref	Section	Material				
1 2	W300K200K56 W350K250K69	STEEL STEEL				
ГН	ighlight Assigned	d Geometry Edit	Delete			
	Values Section Database Define					
	Materials	Thickness	User Table			
Assignment Method Assign To Selected Beams Assign To Edit List Assign To Edit List Assign Close Help						

- < คลิกเลือกรายการ Ref 1 : W300X200X56 ในกรอบ Assignment Method เลือก Use Cursor To Assign
- < กดปุ่ม Assign เคอร์เซอร์จะเปลี่ยนเป็นรูป ^{*}่ นำไปชี้แล้วคลิกเลือกเสา 1 และ 3 เสร็จ แล้วคลิกถอนปุ่ม Assign คืน



จะเห็นว่า Label เสา เปลี่ยนเป็น 1:R1 และ 3:R1 แปลว่าถูกกำหนดเป็น Ref 1 แล้ว

< ใช้วิธีเดิม Assign หน้าตัด Ref 2 : W350X250X69 ให้กับคาน 2

Beta Angle

- < เป็นอีกแถบหนึ่งในหน้าต่าง Properties เพื่อให้กำหนดมุมในการวางหน้าตัด ซึ่งโดย ปกติแล้ว STAAD.Pro จะวางให้โดยอัตโนมัติ
- < ลองใช้ค่า Beta Angle = 90 แล้ว Use Cursor To Assign ให้เสาหมายเลข 3

📾 Portal2D.std - Whole Structure	_ 🗆 🗙	Properties - Whole Structure
2:R2 1:R1	3:R1 **	Section Beta Angle Section Beta Angle Beta Angle: 90 Assignment Method Assign To Selected Beams Assign To Edit List Oxegin To Edit List Close Help

ถ้าดูในตารางแสดงข้อมูลคาน จะเห็นว่าค่า Beta Angle ของเสาหมายเลข 3 เปลี่ยนไป

Portal2D.std - Beams						
Beam	Node A	Node B	Property Refn.	Material	Beta	Length m
1	1	2	1	STEEL	0.0	4.000
2	2	3	2	STEEL	0.0	6.000
3	3	4	1	STEEL 🔇	90.0	4.000
4		•				

< คลิกขวาแล้วเลือก 3D Rendering เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงในสามมิติ



- < เปลี่ยน Beta Angle ของเสาหมายเลข 3 กลับไปเหมือนเดิม
- < กำสั่งที่เพิ่มขึ้นในไฟล์กำสั่งคือ

MEMBER PROPERTY KOREAN 1 3 TABLE ST W300X200X56 2 TABLE ST W350X250X69

การเปลี่ยนหน่วยความยาว

ในการกำหนดค่าออฟเซตของ member จะสะดวกกว่าถ้าใช้หน่วยความยาวเป็น ซม. แทนที่จะ เป็น เมตร คำสั่งที่ใช้เปลี่ยนหน่วยคือ

UNIT CM MTON

< เพื่อเปลี่ยนหน่วยให้กลิกไอกอน Input Units บนทูลบาร์ด้านบน:



หรืออาจเลือกจากเมนู Tools > Set Current Input Unit เมื่อมีหน้าจอแสดงขึ้นให้คลิก เลือกหน่วยความยาวเป็นเซนติเมตรแล้วคลิก OK

Length Units	Force Units	
C Inch C Decimeter C Foot C Meter Millimeter C Kilometer	C Pound C KiloPound C Metric Ton C Kilogram	C Newton C DecaNewtor C KiloNewton C MegaNewtor

กำหนดออฟเซตขององค์อาคาร

เนื่องจากคานเบอร์ 2 มีช่วงความยาวจริงคือระยะช่องว่างระหว่างผิวในของเสาทั้งสองข้าง ไม่ใช่ ระยะระหว่างศูนย์กลาง เราสามารถใช้ข้อได้เปรียบนี้ได้โดยกำหนดออฟเซต member 2 จะถูก OFFSET ที่จุด START ไป 15 cm ตามแกนรวม X และ 0.0 และ 0.0 ตามแกนรวม Y และ Z ตัวเลขเดียวกันออฟเซตที่ปลาย END เป็นก่าลบ 15 cm กำสั่ง STAAD ที่ใช้คือ :

MEMBER OFFSET 2 START 15 0 0 2 END -15 0 0

- < เริ่มจากเลือกคาน 2 ก่อน โดยคานที่ถูกเลือกจะถูกไฮไลท์ขึ้น
- < ในการออฟเซตขององค์อาการ ให้กลิกไอกอน Specification Page บนทูลบาร์บนสุด



หรืออาจคลิกเลือกหน้า General > Spec จากแถบทางค้านซ้ายของหน้าจอวาคภาพหลัก

< หน้าต่าง Specification จะแสดงขึ้นมา ดังในรูปข้างล่าง ให้คลิกที่ปุ่ม Beam

Specification	ns - Whole Struc	ture	×
Specification			_
🔲 Highlight Assig	gned Geometry		
Edit	Delete		
Node	Beam	Plate	1
Toggle Speci	fication		_
Assignment Meth	nod		÷
C Assign To	Selected Beams		
C Assign To	o View		
Use Curse	or To Assign		
C Assign To	o Eldit List		
Ássian	Close	Help	18
Dooldin		TOP	

< เมื่อหน้าจอ Beam Specs แสดงขึ้นมาให้เลือกแถบ Offset เพื่อกำหนดออฟเซตที่ node เริ่มต้นในทิศทาง X ใส่ค่า 15 ลงในช่องว่าง แล้วกดปุ่ม Add

Inactive		Fire Proofing	Imperf	Imperfection	
Release 0	ffset Ca	ible Truss	Compression	Tensior	
Location	~	Direction			
Start	~)	Global	~		
	Offsets				
	X 15	cm			
	V n				
		Cill			
	Z 0	cm			

< ทำขั้นตอนซ้ำ แต่เลือก End และใส่ค่า -15 ในช่อง X จะได้รายการดังในรูปข้างล่าง

Specifications - Whole Structure	
Specification	
START 1500 END -1500	

< Assign ทั้งสองรายการให้แก่คานหมายเลข 2 ดังในรูปข้างล่าง



< คลิกที่ใดๆในภาพเพื่อเอาไฮไลท์ออก แล้ว Save งาน

Prismatic Section

< หลังจากที่เราสร้างโมเคลซึ่งได้แก่ โหนค คาน และแผ่นพื้นแล้ว ในบทนี้เราจะกำหนด คุณสมบัติของหน้าตัดองค์อาการ ความหนาแผ่นพื้น ชนิดและคุณสมบัติของวัสคุที่ใช้ จุด รองรับ ตลอดจนคุณสมบัติอื่นๆที่เกี่ยวข้องของโครงสร้าง

กำหนดจุดรองรับ

- < การกำหนดจุดรองรับทำโดยการเลือกหน้าย่อย Support ในหน้าหลัก General หรือ
- < คลิกไอคอน Support Page ที่ทูลบาร์บนสุด



Ref	Description
S1	No support
	Edit Create Delete
Assig	nment Method
C	Assign To Selected Nodes
ē) Use Cursor To Assign
Č) Assign To Edit List

- < ใช้หลักการเดียวกับการกำหนดหน้าตัดคือ เลือกจุดรองรับขึ้นมาก่อนแล้ว assign ให้ โหนดที่ต้องการ
- < ในหัวข้อนี้จากรูปเดิม Portal 2D ต้องการจุดรองรับที่โหนด 1 เป็นแบบ FIXED และที่ โหนด 4 เป็นแบบ PINNED คำสั่งที่ใช้กือ

```
SUPPORTS
1 FIXED ; 4 PINNED
```

- < ในหน้าต่าง Supports จะแสดงขึ้นมา คลิกปุ่ม Create เพื่อสร้างจุดรองรับ
- < เลือกแบบ Fixed แล้วกดปุ่ม Add จากนั้นก็สร้างแบบ Pinned ดังแสดงในรูปข้างล่าง

ports - Whole Structure	×
Description	
No support	X
Support 2 é	45
Support 3 é	\$
	ports - Whole Structure Description No support Support 2 Support 3

< คลิกเลือก S2 จุครองรับแบบ FIXED และเลือก Use Cursor To Assign คลิกปุ่ม Assign แล้วเลือกคลิกที่โหนค 1 เสร็จแล้ว Assign S3 จุครองรับแบบ PINNED ให้แก่โหนค 4 โดยวิธีเดียวกัน โมเคลจะกลายเป็นดังรูป



Specification : Member Truss

- < สมมุติว่าเราต้องการใส่หลังคาโครงถักลงบนโครง Portal 2D เดิมของเรา
- < เลือกเมนู Geometry > Run Structure Wizard
- < เลือก Truss Models > Howe Roof ใส่ค่าตัวแปรดังนี้

Model Name:	Howe Roof		
Length: 6	m	No. of bays along length: 4	
Height: 2	m		
Width: 0	m	No. of bays along width: 1	

< เลือก Edit > Add/Paste Model in STAAD.Pro วางแบบ Reference Pt. จะได้



- < เลือกหน้าตัดแล้วลอง Assign ให้กับองค์อาการที่เพิ่มขึ้นมาใหม่
- < อาจใช้วิธี Assign To Edit List โดยพิมพ์หมายเลขคาน 7 To 15 ดังในรูป

THIOP	erties - W	hole Structure	
Section	Beta Angle		
Ref Se	ction	Material	
1 W3 2 W3 3 L5	300×200×56 350×250×69 0×50×4	STEEL STEEL STEEL	
<mark>√ Highl</mark> i	ght Assigned	I Geometry	Delete
Va	lues	Section Database	Define
	erials	Thickness	User Table
Mat			

- < เนื่องจากเรากำหนดมาตั้งแต่เริ่ม องค์อาการทุกตัวจะเป็นแบบโกรงข้อแข็ง(Frame) ถ้า เราต้องการให้โกรงหลังกาที่เพิ่มขึ้นมาใหม่นี้เป็นโกรงข้อหมุน(Truss) ต้องกำหนดเป็น การเฉพาะ
- < เลือกหน้าย่อย Spec จากหน้าหลัก General แล้วคลิกปุ่ม Beam... เลือกแถบ Truss

Specifications - Whole Structure	×
Specification	
MEMBER TRUSS	
Highlight Assigned Geometry	
Edit Delete	
	_
Node Beam Plate	
Toggle Specification	
Assignment Method	
Assign To View	
O Use Cursor To Assign	
Assign To Edit List	
7 To 15	
Assign Close Help	

< จะมีรายการ MEMBER TRUSS แสดงขึ้นมา อาจใช้วิธี Assign To Edit List เหมือนเดิม หรือใช้ Use Cursor To Assign แล้วตีกรอบเลือก จะได้โมเดลดังในรูป



กำหนดค่าคงที่

< กลับมาที่หน้าย่อย **Property** ในหน้าหลัก **General** ในรายการแสดสงหน้าตัดจะเห็น ว่าหน้าตัดถูกกำหนดวัสดุเป็น **STEEL**

Properties - Whole Structure		Structure	
Section	Beta Angle		
Ref Se	ction	Material	
1 W 2 W 3 L5	300×200×56 350×250×69 0×50×4	STEEL STEEL STEEL	

< ใน STAAD.Pro จะมีวัสดุพร้อมทั้งคุณสมบัติมาให้เราใช้อยู่แล้วเพื่อความสะดวก รวดเร็ว สามารถดูได้โดยกลิกปุ่ม Materials...

Name	E kN/mm2	Poisson's Ratio	Density kg/m3	Alpha @/%
STEEL	205.000	300E-3	7833.409	12E-6
ALUMINUM	68.948	330E-3	2712.631	23E-6
CONCRETE	21.718	170E-3	2402.616	10E-6

< ถ้าถองเปิดคอมมานด์ไฟล์ดูจะพบการกำหนดคุณสมบัติวัสดุดังนี้

DEFINE MATERIAL START ISOTROPIC STEEL E 2.05e+008 POISSON 0.3 DENSITY 76.8195 ALPHA 1.2e-005 DAMP 0.03 END DEFINE MATERIAL MEMBER PROPERTY KOREAN 1 3 TABLE ST W300X200X56 2 4 TO 6 TABLE ST W350X250X69 7 TO 15 TABLE ST L50X50X4 CONSTANTS MATERIAL STEEL ALL

เริ่มจากการนิยามวัสดุขึ้นมาก่อน แล้วนำมากำหนดให้องก์อาการ การกำหนดก่าวัสดุต้อง ระวังเรื่องหน่วยให้ดี โดยดูว่าก่อนจะถึงการนิยามวัสดุนั้นมีกำสั่งกำหนดหน่วยเป็นอะไร ในที่นี้จะเป็น UNIT METER KN

< ที่สมมุติว่าเราด้องการกำหนดคุณสมบัติวัสดุเอง ก็ให้กลิกที่รายการหน้าตัดที่ละหน้าตัด กลิกปุ่ม Edit... หน้าต่างตารางหน้าตัดเหล็กที่เราเกยจะแสดงขึ้นมา ให้สังเกตุใน หน้าต่างจะเห็นการเลือกวัสดุเป็น STEEL ไว้ให้เลือกหน้าตัดใหม่โดยกลิกถอนการ เลือกออก แล้วกลิกปุ่ม Change...

elect Beam	Type Specification	
/14-14X6X38 /300X200X56 /350X175X57 /10.10X6X/22	O T (Tee Section Cut from Beam) O D (Double Profile) SP (Space Between Profiles)	m
w 10-10x8x39 w 8-8x8x40	O CM (Composite Section)	
W12-12X8X40 W16-16X7X40	CT (Concrete Thickness)	
W18-18×6×40	FC (Concrete Grade) 0 kN.	/m2
W250X250X64 W300X200X65	CW (Concrete Width)	
View Table	CD (Density of concrete) kN.	/m3
Material STEEL	O TC (Top Cover Plate) O BC (Bottom Cover Plate) O TB (Top & Bottom Cover Plate)	
	WP (Cover Plate Width)	n)
	TH (Cover Plate Thickness)	8 65

< ทำเช่นเดียวกันนี้จนกรบทุกหน้าตัด ในรายการแสดงหน้าตัดจะไม่มีการกำหนดวัสดุ



- < ก่อนอื่นให้ทำการกำหนดหน่วยเสียก่อน คลิกไอคอน 🎰 หรือเลือกเมนู Tools > Set Current Input Unit… เปลี่ยนหน่วยความยาวเป็น cm และแรงเป็น kg
- < เลือกหน้าย่อย Material ในหน้าหลัก General

- Mater	ial Whole Structure 🛛 👔 💈
Isotropic	OrthoTropic2D
Title	
STEEL ALUMII CONCF	NUM RETE ght Assigned Geometry
Cre	ate Edit Delete
Assignm	nent Method
• A:	ssign To Selected Beams
OIL	ee Cureer To Accion
00	se carson no Assign ssian To Edit List
	Assign Close

< คลิกปุ่ม Create แล้วตั้งชื่อเป็น STEEL2 ใส่ข้อมูลดังนี้

Young's Modulus (E) :	2.05e6	kg/cm ²
Poisson's Ratio (nu) :	0.3	
Density :	7.85	kg/cm ³

×
▼
kg/cm2
kg/cm3
kg/cm2

- < คลิกเลือก STEEL2 เลือก Assign To View ให้ทุกองค์อาคาร
- < เปิดคอมมานด์ไฟล์เพื่อตรวจดูอีกครั้ง เราอาจพิมพ์แก้ในคอมมานด์ไฟล์เลยก็ได้

5 น้ำหนักบรรทุก

เนื้อหาที่จะกล่าวถึงในบทนี้

- n Portal 2D
- n Create Primary Load
- n Selfweight
- n Member Loads
- n Load Combinations
- n Example Problem 15: Wind and floor load generation on a spaceframe
- n Example Problem 14: Seismic load generation on a spaceframe

Portal 2D

- < ในบทนี้เราจะใช้ Portal2D เป็นโมเคลเดิมแบบง่ายๆดังในรูปข้างล่าง ขอแนะนำให้สร้าง ขึ้นมาใหม่เพื่อเป็นการทบทวนไปในตัว
- < สร้างโมเคลใหม่แบบ Plane ตั้งชื่อว่า Portal2D หน่วยความยาวเป็น Meter สร้างโมเคล ง่ายๆดังในรูปข้างล่าง



< เปิดตาราง W Shape ของ South Korean เลือกหน้าตัด W300X200X56 เป็นเสา หมายเลข 1 และ 3 เลือกหน้าตัด W350X250X69 เป็นคานหมายเลข 2



< การกำหนดจุดรองรับที่โหนด 1 เป็นแบบ FIXED และที่ โหนด 4 เป็นแบบ PINNED กำสั่งที่ใช้กือ



Create Primary Load

- < เลือกหน้าย่อย Load ในหน้าหลัก General จะมีหน้าต่างแสดงการกำหนดน้ำหนักบรรทุก แสดงขึ้นมา มีสามรายการคือ
 - Definition : ใช้กำหนดข้อมูลในการสร้างน้ำหนักบรรทุกเช่น แรงลม แผ่นดินไหว ตามมาตรฐานต่างๆเช่น IBC และ UBC
 - Load Cases Details : กำหนดน้ำหนักบรรทุกในแต่ละกรณี กำหนดการร่วมกระทำ (Load Combination) และการสร้างน้ำหนักบรรทุกแบบต่างๆ
 - Load Envelopes : ในเวอร์ชั่นใหม่จะมีรายการนี้ให้เราได้กำหนดกรณีบรรทุกเพื่อ นำไปสร้างสภาวะขอบเขตบรรทุก(Load Envelope)ได้
- < เลือกรายการ Load Cases Details แล้วกดปุ่ม Add จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาให้เรา กำหนด Primary Load

Add New : Load Cases		×
Add New : Load Cases Primary Load Generation Define Combinations Auto Load Combination	Primary Number 1 Loading Type : None Reducible per UBC/IBC Title DEAD LOAD	
	Add Close Help	

- < ตั้งชื่อว่า DEAD LOAD แล้วกดปุ่ม Add แล้วกดปุ่ม Close
- < จะมีรายการ DEAD LOAD แสดงขึ้นมา



< คลิกเลือกรายการ DEAD LOAD บนทูลบาร์จะแสดง DEAD LOAD ขึ้นมา ซึ่งถ้ามี หลายกรณีเราก็สามารถเปลี่ยนกรณีบรรทุกได้ที่นี่



- < คลิกปุ่ม Add จะมีหน้าต่าง Add New : Load Items แสดงขึ้นมาเพื่อให้เราเลือกว่าจะ ใส่น้ำหนักบรรทุกใคลงใน DEAD LOAD บ้าง
- < น้ำหนักบรรทุกแรกที่ DEAD LOAD มักต้องมีเสมอคือน้ำหนักของตัวโครงสร้างเอง ดังนั้นเลือก Selfweight Load ในทิศทาง Y -1 ดังในรูป คลิกปุ่ม Add

Add New : Load Items		
Selfweight	Selfweight Load	
Nodal Load Member Load Physical Member Load	Direction OX OY OZ	
Floor Load Plate Loads Surface Loads	Factor -1	

< คลิกรายการ Member Load > Uniform Force กำหนดค่าน้ำหนักบรรทุกและทิศทาง ดังในรูป คลิกปุ่ม Add

Add New : Load Items	
 Selfweight Nodal Load Member Load Uniform Force Uniform Moment Concentrated Force Concentrated Momer Linear Varying Trapezoidal Hydrostatic Pre/Post Stress Fixed End Physical Member Load Area Load Floor Load Plate Loads Surface Loads Solid Loads 	P Force $d1 \ 0 \ m$ $W1 \ 1 \ KN/m \ d2 \ 0 \ m$ $d3 \ 0 \ m$ Direction $OX (Local) \ OGX \ OPX$ $OY (Local) \ OGZ \ OPY$ $OZ (Local) \ OGZ \ OPZ$

< สังเกตรายการที่แสดงขึ้นมา จะเห็นว่าของ Uniform load ยังมีเครื่องหมายคำถาม ? ไม่ เหมือนของ Selfweight เนื่องจากน้ำหนักตัวเองจะถูกกำหนดให้ทุกองค์อาการ โดย อัตโนมัติ แต่สำหรับน้ำหนักบรรทุกอื่นเราต้องกำหนดว่าให้กระทำกับองค์อาการใด



< คลิกที่รายการ UNI GY -1 kN/m แล้วกำหนดให้กับคานหมายเลข 2 เครื่องหมายคำถาม จะหายไป รูปโมเคลจะมีน้ำหนักบรรทุกแสดงขึ้นมาดังในรูป



- < สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณีใหม่ตั้งชื่อว่า LIVE LOAD โดยคลิกเลือก Load Cases Details แล้วกดปุ่ม Add... เช่นเดิม
- < ใส่น้ำหนัก Member Load > Uniform Force ในทิศ GY -2 kN/m แล้วกำหนดให้ คานหมายเลข 2 เช่นเดิม
- < สังเกตที่ทูลบาร์ด้านบน ในช่องที่แสดงน้ำหนักบรรทุกคราวนี้เรามาสองกรณี สามารถเลือก สลับไปมาได้อย่างสะดวก



< สร้าง Load case 3 ตั้งชื่อว่า WIND LOAD คราวนี้ใส่เป็น Nodal Load > Node ใส่ ค่า Fx = 5 kN ดังแสดงในรูปข้างล่าง กำหนดให้โหนดหมายเลข 2

> Selfweight 🛛 🚺	Node						
≽ Nodal Load 🛛 👔 🥇							
Support Displacemen							
> Member Load							
Physical Member Load		100	-		-		
≽ Area Load	Fx	5	kN	Mx	0	kNm	
Floor Load		100			-		
Plate Loads	-	0	1.44		0		
Surface Loads	Fy	U	KN	Му	U	KNM	
Solid Loads							
Temperature Loads	Fz	0	kN	Mz	0	kNm	
Seismic Loads		1000			1		
🕨 Time Historu							



< เราได้สร้าง Load case ขึ้นมาทั้งหมด 3 กรณีดังรายการในรูปข้างล่าง



< ถ้าเปิดไฟล์กำสั่งจะมีข้อกวามเพิ่มขึ้นคือ

LOAD 1 LOADTYPE None TITLE DEAD LOAD SELFWEIGHT Y -1 MEMBER LOAD 2 UNI GY -1 LOAD 2 LOADTYPE None TITLE LIVE LOAD MEMBER LOAD 2 UNI GY -2 LOAD 3 LOADTYPE None TITLE WIND LOAD JOINT LOAD 2 FX 5 < คราวนี้เราจะมากำหนด Load Combination ซึ่งก็เป็นอีก Load Case หนึ่ง ดังนั้นจึงใช้ วิธีสร้างเหมือนเดิมคือ คลิกเลือก Load Cases Details แล้วกดปุ่ม Add...

Define Combinations				
Load No: 4	Name : COMBINATION LOAD CASE 4			
 Normal SRSS ABS 	General Format : $a_i * L_i$ Factor b Default a_i 1 1			
Available Load Cases: 1: DEAD LOAD 2: LIVE LOAD 3: WIND LOAD	Load Combination Definition: [A] = Algebraic. Load Cases Factor </td			

< ในหน้าต่าง Add New : Load Case เลือกรายการ Define Combinations

< ตั้งชื่อ Load Case 4 นี้ว่า 1.2DL+1.6LL ใส่ค่าตัวแปร *a_i* = 1.2 เลือกรายการ DEAD LOAD คลิกปุ่ม 🕟 แล้วเลือก LIVE LOAD โคยใช้ตัวแปร 1.6 ในรายการจะเป็น

Load Combination Definition: [A] = Algebraic.			
Load Cases		Factor	
Load Case 1	$a_i =$	1.2	
Load Case 2	$a_i =$	1.6	

< คลิกปุ่ม Add จะมารายการ Load Combination 4 : 1.2DL+1.6LL แสดงขึ้นมา

🖅 D Definitions
🖃 🗓 Load Cases Details
🖻 🖳 1 : DEAD LOAD
🗗 SELFWEIGHT Y -1
🔤 🗗 UNI GY -1 kN/m
🖻 🗓 2 : LIVE LOAD
🔤 🗗 UNI GY -2 kN/m
🖃 🗓 3 : WIND LOAD
🔤 🗗 🗗 🕞 🕞
🖻 🖸 4 : 1.2DL+1.6LL
🗓 (1.2) x Load 1
🛄 🗓 (1.6) x Load 2
Load Envelopes

< สร้าง Load Case 5 : 0.75[DL+LL+WIND] โดยใช้ค่าตัวแปร 0.75 แล้วกดปุ่ม 🔛

ทุกรายการจะถูกนำเข้ามาโดยใช้ตัวแปร 0.75 เท่ากัน

Load Combination Definition: [A] = Algebraic.				
Load Cases		Factor		
Load Case 1	a _i =	0.75		
Load Case 2	$a_i =$	0.75		
Load Case 3	$a_i =$	0.75		

< คลิกปุ่ม Add จะมี Load Case 5 แสดงขึ้นมาในรายการ

⊡… C 5:	0.75[DL+LL+WIND]
C	(0.75) x Load 1
···· C	(0.75) x Load 2
C	(0.75) x Load 3

< คำสั่งที่เพิ่มขึ้นสำหรับการกำหนดน้ำหนักบรรทุกคือ

LOAD COMB 4 1.2DL+1.6LL 1 1.2 2 1.6 LOAD COMB 5 0.75[DL+LL+WIND] 1 0.75 2 0.75 3 0.75

< คลิกปุ่ม Save ข้อมูลเก็บไว้ในชื่อไฟล์ Portal2D.std เพื่อใช้ในบทต่อไป
Example Problem 15: Wind and floor load generation on a spaceframe

โครงสร้างเฟรมสามมิติในตัวอย่างนี้จะถูกวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือการสร้างแรงลมและ น้ำหนักบนพื้นที่มีมากับโปรแกรม



- < เริ่มต้นโปรแกรม เลือกชนิดโครงสร้างเป็น Space ตั้งชื่อว่า BLDWIND หน่วยความยาว เป็น Meter หน่วยแรงเป็น Metric Ton
- < เลือก Open Structure Wizard ในหน้าต่างถัดมาเลือกชนิดโมเคลแบบ Frame Models ดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอน Bay Frame เมื่อหน้าจอแสดงขึ้นมาให้ใส่ข้อมูลดังในรูป ข้างล่าง

Select Parama	eters	
Model Name:	Bay Frame	
Length: 12	m	No. of bays along length: 3
Height: 8	m	No. of bays along height: 2
Width: 8	m	No. of bays along width: 2
		Apply Cancel

< ถ้าแต่ละ bays มีขนาดไม่เท่ากันให้กลิกปุ่ม ... เพื่อเปลี่ยนแปลง เมื่อกลิก Apply จะได้ โครงสร้างดังในรูปข้างล่าง วางกลับลงบนตัวโปรแกรมหลัก



- < ไปที่หน้า General > Property เลือกหน้าตัดเหล็ก WF แล้ว Assign To View ให้องค์ อาการทั้งหมด ใช้วัสดุเป็น STEEL
- < ไปที่หน้า General > Support สร้างจุดรองรับแบบ FIXED BUT MX MZ แล้ว assign ให้ทุกจุดรองรับ

Enforced But	Multilinear Spring	g Foundatio	on Inclined
Fixed	Pinned	Fixed But	Enforced
Release	Define Spr	ing	
FX 🗌	KFX:	kN/r	n
FY	KFY:	kN/n	n
FZ	KFZ:	kN/r	n
MX	KMX:	kN-m	n/deg.
MY	KMY:	kN-m	n/deg.
MZ	KMZ:	kN-m	n/deg.

🖪 BLDWIND.std - Whole Structure	Supports - Whole Structure
	Ref Description S1 No support S2 Support 2
	Edit Create Delete Assignment Method Assign To Selected Nodes Assign To View Use Cursor To Assign Assign To Edit List 1 To 4 13 To 16 25 To 28 Assign

ในการวิเคราะห์โครงสร้างรับแรงลม งานแรกที่ต้องทำคือการแปลงจากความเร็วลมหรือแรงคัน ลมให้เป็นแรงกระทำที่จุดต่อ, น้ำหนักกระจายบนองค์อาคาร หรือ แรงคันบนผนังอาคาร เรา สามารถหลีกเลี่ยงการคำนวณส่วนใหญ่ได้โดยการใช้เครื่องมือสร้างน้ำหนักบรรทุกของ STAAD โดยคำนวณจากแรงคันลมที่แปรตามความสูง แล้วแปลงเป็นแรงกระทำที่จุดต่อ

< เริ่มโดยการนิยามแรงลม DEFINE WIND LOAD โดยไปที่หน้า General > Load คลิกเลือกรายการ Definitions ในหน้าต่าง Load แล้วคลิกปุ่ม Add...

💊 Seismic	Wind Type Definition
Moving Wind Snow Pushover	Type No: 1 Comments: WIND 1

< เลือกรายการ Wind ในช่อง Type No = 1 เราสามารถสร้างแรงลมได้หลายชนิดในหนึ่ง โมเคล คลิกปุ่ม Add และ Close รายการในหน้าต่าง Load จะกลายเป็น



< คลิกเลือกรายการ TYPE 1 คลิกปุ่ม Add... จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาเพื่อให้เราใส่ค่า แรงคันลมตามระดับความสูง

Intensity	Intensity	5			
Exposures	Intensity	vs. Height			
		Int (kl/m?)	Height (m)	~	
	1				
	2		<u> </u>		
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	C				
		Coloulate as r	ASCE 7		
	3		BELASCE?		

< ถ้าเรารู้ค่าอยู่แล้วก็ใส่ค่าลงไปได้เลย หรือจะให้โปรแกรมคำนวณให้ก็คลิกปุ่ม Calculate as per ASCE-7 เพื่อเข้าสู่การคำนวณตามมาตรฐาน ASCE-7 < ในหน้าต่างถัดมา หัวข้อ Common Data จะให้เรากรอกข้อมูลทั่วไป ได้แก่ มาตรฐานที่ ใช้, ประเภทอาการ, กวามเร็วลม, การเปิดโล่งของภูมิประเทศ, ชนิดโกรงสร้าง และเป็นลม พัดขึ้นเขาหรือไม่ ใส่ข้อมูลเสร็จแล้วกดปุ่ม Apply

ASCE-7 : Wind Load			
Common	Common		
Building Design Pressure	Common Data		
	ASCE - 7 -	2002	~
	Building Classification Category :	Category II	~
	Basic Wind Speed :	120	mph 🔽
	Exposure Category :	Exposure C	~
	Structure Type :	Building structures	~
	Consider Wind Speed-up over Hills or Escar	pment? No C)Yes
	Type of Hill or Escarpment :	2-D Escarpment	
	Height of Hill or Escarpment (H) :	0	ft S
	Distance upwind of crest (Lh).	0	ft 🗸
	Distance from the crest to the building (x) :		ft V
	\square		
		v(z)	špec-up
		× 1	×
		24 [Upward] 1/2	(Downwind)
		Mer Hannahaz	н
		Escaroment	*
< >		J	
	ОК	Apply Cano	cel Help

< คลิกรายการต่อมา Main Building Data ใส่ข้อมูลของอาคารเช่นขนาคค้านต่างๆ ส่วน ความถี่ธรรมชาติถ้าไม่รู้อาจใช้สูตรประมาณคือ คาบการแกว่ง: T = 0.1 ´ จำนวนชั้น เช่น ในตัวอย่างเป็นตึกสองชั้นก็ใช้ T = 0.2 วินาที แปลงเป็นความถี่ F = 1/0.2 = 5 Hz ใส่ ข้อมูลเสร็จแล้วกคปุ่ม Apply

ASCE-7 : Wind Load			
Common	Main Building Data		
Main Building Data Building Design Pressure	Main Building Data		
	Building Height :	8	m
	Building Length along the direction of Wind (L) :	8	m 💌
	Building Length Normal to the direction of	12	m 💌
	Building Natural Frequency :	5	Hz
	Building Damping Ratio :	0.01	
	Enclosure Classification :	Enclosed Building 🛛 🗸	
	$ \begin{array}{c} $	0.954998968850672 1 1 0.85	
	ОК	Apply Canc	el Help

< ในรายการต่อมา Building Design Pressure ให้เลือกว่าจะเป็นผนังอาคารที่จะรับ แรงลมว่าเป็นด้านปะทะลม(Windward), ด้านหลบลม(Leeward) หรือด้านข้าง(Side Wall)เสร็จแล้วกดปุ่ม Apply

SCE-7 : Wind Load						
Common	Building Design Pressure					
Main Building Data Building Design Pressure	Generate Wind Lo Building Wall to gen	ad On Wall nerate Wind Load on: ④ Wind	lward 🔿 Lee	sward 🔿 S	ide Wall	
	$p = q_z G G$	$C_p - q_h(GC_{pi})$		Height (ft)	Int (Lb/ft?)	
	and the second sec		1	0	19.06699	
	🗹 Use 🛛 🤂	0.642903204597273	2	15	19.06699	
		8.8	3	15.86513	19.22944	
	Use C _p	0.8	4	16.73026	19.38505	
	Ville (GC)	0.18	5	17.5954	19.53443	
			6	18.46053	19.67811	
			7	19.32566	19.81658	
	Height		8	20.19079	19.95023	
			9	21.05593	20.07944	
			10	21.92106	20.20452	
			11	22.78619	20.32577	
			12	23.65132	20.44343	
			13	24.51645	20.55774	
		р	14	25.38159	20.66891	
			15	26.24672	20.77713	
	19.07 19.49	19.92 20.36 2	0.7 <		>	
	(ОК	Apply	Cance		

< เมื่อคลิกปุ่ม OK จะกลับมาที่หน้าต่าง Add New : Wind Definition เดิมพร้อมข้อมูล แรงดันลมที่คำนวณได้

VDOSUIRAS	Intensity			
	Intensity	vs. Height		
		Int (kll/m?)	Height (m)	~
	1	0.912932	0	
	2	0.912932	4.572	
	3	0.920711	4.835692	
	4	0.928161	5.099385	
	5	0.935313	5.363077	
	6	0.942193	5.62677	
	7	0.948823	5.890461	
	8	0.955222	6.154154	
	9	0.961409	6.417846	
	10	0.967398	6.681539	~

< คลิกปุ่ม Add โปรแกรมจะให้เราใส่ค่า Exposure Factor เสร็จแล้วคลิกปุ่ม Add

Add New : Wind Definitions	X
Factor : 0.9	
Add Close He	

< คลิกปุ่ม Close ใต้รายการ Wind Definition จะมีรายการเพิ่มขึ้นมา



- < รายการ Exposure 0.900000 ยังมีเครื่องหมายกำถามอยู่ เราต้องกลิกเลือกแล้วกำหนด ให้กับจุดต้องที่จะรับแรงถมที่มีลักษณะพิเศษเช่นเป็นช่องเปิดในโครงสร้าง
- < เปลี่ยนมุมมองเป็น View from +X ใช้เคอร์เซอร์โหนคตีกรอบเลือกโหนคที่ต้องการ แล้ว คลิกเลือก Assign To Selected Nodes





< สร้างกรณีน้ำหนักบรรทุกขึ้นใหม่สำหรับแรงลมจากการคลิก Load Cases Details แล้ว กดปุ่ม Add... ในหน้าต่าง Primary เลือก Loading Type = Wind ตั้งชื่อแล้วกดปุ่ม Add

Primar	у				
Number	1	Loading Type :	Wind	*	
			Padusible per LIPC //PC		
Fitle	LOAD 1 WIND LOAD	IN Z-DIRECTION			
nue					

< เมื่อมีรายการของกรณีบรรทุกใหม่ของแรงลมแสดงขึ้นในรายการ ให้เลือกแล้วคลิกปุ่ม Add... เลือกรายการ Wind Load ในหน้าต่าง Add New : Load Items

Add New : Load Items					
Selfweight	Wind Load				
Nodal Load		When Y Avi	e is Vertical	()	
Member Load	Colort Turo 1	Define Y B	ande		
Area Load	Select Type .	Denne i m			
💊 Floor Load	Direction	Minimum	U	m	
💊 Plate Loads	◯ X Direction	Maximum	8	m	
Surface Loads					
	 Z Direction 	DefineXR	ange		
Seismic Loads	◯ (-ve) × Direction	Minimum	0	m	
🔖 Time History		Mauimum	12	=	
Second Load	◯ (-ve) Z Direction	Maximum	12		
Wind Load		Define 7 B	ande		
Response Spectra	Factor: 1	Dennezh			
💊 Repeat Load		Minimum	0	m	
💊 Frequency	Open Structure	Maximum	8	m	
2.4			L		
< >					
		0			
			Add		P

- < เลือกชนิด Type 1 ตามที่ตั้งไว้ตอนนิยามแรงลม เลือกทิศทาง และกำหนด Y Range, X Range และ Z Range เป็นพื้นที่บนโครงสร้างที่รับแรงดันลม
- < โปรแกรมจะสร้างแรงลมคังแสคงในรูป



Example Problem 14: Seismic load generation on a spaceframe

โกรงสร้างเฟรมสามมิติในตัวอย่างนี้จะถูกวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือการสร้างแผ่นดินไหวตาม มาตรฐาน UBC

< เริ่มต้นสร้างโมเดลใหม่แบบ Space ตั้งชื่อว่า BLDEQK ใช้ Structure Wizard สร้าง Bay Frame ดังในรูปข้างล่าง

Select Pa	irame	ters			
Model N	lame:	Bay Frame			
Length:	12	m	No. of bays along length:	3	
Height:	12	m	No. of bays along height:	3	
Width:	9	m	No. of bays along width:	3	
			Ap	ply	Cancel



< ในหน้า Property เลือกหน้าตัดจากตาราง South Korean มาสองหน้าตัดคือ W300X300X87 มาเป็นเสา และ W400X300X94 มาเป็นคาน ใช้วิธีเลือกและการ เปลี่ยนมุมมองช่วยในการกำหนดหน้าตัดให้กับองก์อาการที่ต้องการ



< กำหนดจุดรองรับเป็นแบบ **FIXED :** ไปที่หน้าย่อย **Support** สร้างจุดรองรับแบบ **FIXED** แล้วกำหนดให้แก่ฐานเสาทุกต้น

M BLDEQK - Whole Structure	Supports - Whole Structure
BLDEQK - Whole Structure	Supports - Whole Structure X Ref Description \$1 No support \$2 Support 2 Edit Create Delete Assignment Method Assign To Selected Nodes Assign To View ③ Use Cursor To Assign Assign To Edit List
	Assign Close Help



- < ไปที่หน้าย่อย Load เลือกรายการ Definitions แล้วคลิกปุ่ม Add...
- < เลือกรายการ Seismic เลือกมาตรฐานและกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

> Seismic	Seismic Parameters		
Time History Moving Wind	Type : UBC 1994	*	Include Accidental Load
Snow	Parameter	Value	Unit
Pushover	Zone	0.2	
	Importance factor (I)	1.0	
	Rw in X Direction (RWX):	9	
	Rw in Z Direction (RWZ):	9	
	Site co-efficient (S)	1.5	
	* CT Value (CT)		
	* Period in X Direction (PX)		seconds
	* Period in 7 Direction (P7)		eeconde

- < เมื่อคลิกปุ่ม Add รายการในหน้าต่าง Load จะกลายเป็น
 - Definitions
 Vehicle Definitions
 Time History Definitions
 Wind Definitions
 Snow Definition
 Seismic Definition (UBC 1994)
 D ZONE 0.211 RWX 9 RWZ 9
 Pushover Definitions
 Load Cases Details
 Load Envelopes
- < คลิกรายการที่นิยามขึ้นใหม่แล้วคลิกปุ่ม Add...

Add New : Seismic Definit	ions 🛛 🔀
Self Weight Joint Weights Member Weights Element Weights Floor Weights	Self Weight
	Add Close Help

มีขั้นตอนในการกำหนดน้ำหนักบรรทุกแผ่นดินไหวคือ ในขั้นแรกกำหนดพารามิเตอร์ที่ เกี่ยวข้องเช่น Zone factor, Importance factor, Site coefficient etc. และน้ำหนัก บรรทุกในแนวดิ่งซึ่งจะใช้ในการกำนวณแรงเฉือนที่ฐาน(base shear) ในตัวอย่างนี้เราจะใช้ แต่ Self Weight ดังนั้นเลือกรายการนี้แล้วกดปุ่ม Add แล้ว Close

ู้ขั้นตอนที่สองจะสร้างกรณีบรรทุกแล้วใส่น้ำหนักที่นิยามไว้กระทำในทิศทางที่ต้องการ

- < เลือกรายการ Load Cases Details คลิกปุ่ม Add... ในหน้าต่าง Primary เลือก Load Type = Seismic ปล่อยเป็นชื่อ LOAD CASE 1 ก็ได้ แล้วคลิกปุ่ม Add
- < สร้าง LOAD CASE 2 ในลักษณะเดียวกัน รายการในหน้าต่าง Load จะเพิ่มขึ้นเป็น



- < คลิกเลือก LOAD CASE 1 แล้วคลิกปุ่ม Add...
- < ในหน้าต่าง Add New : Load Item เถือกรายการ Seismic Loads เพื่อกำหนดทิศทาง และค่าแฟกเตอร์ดังในรูป
- < คลิกเลือก X Direction และใส่ค่า Factor = 0.75 แล้วคลิกปุ่ม Add

Add New : Load Items		
 Selfweight Nodal Load Member Load Physical Member Load Area Load Floor Load Floor Loads Surface Loads Solid Loads Solid Loads Temperature Loads Seismic Loads Seismic Loads Factor & Direction Time History Wind Load Snow Load Response Spectra Repeat Load Frequency 	Direction Image: Symplectic symple	

< สำหรับ LOAD CASE 2 เลือก Z Direction และ Factor = 0.75 คลิกปุ่ม Add



< ในแต่ละ LOAD CASE เราจะใส่น้ำหนักในแนวดิ่งเช่นในตัวอย่างนี้เราจะใส่น้ำหนัก ตัวเอง เนื่องจากเราต้องการจะวิเคราะห์แบบ P-Delta ต่อไป ให้คลิกที่รายการแต่ละ LOAD CASE แล้วเลือก SELF WEIGHT Y -1 รายการจะเพิ่มเป็น



6

การวิเคราะห์และแสดงผล

เนื้อหาที่จะกล่าวถึงในบทนี้

- n Analysis/Print
- n Beam 2D
- n Post Processing
- n Truss 2D
- n User Customized Report
- n Special Problem : Internal Hinge
- n Special Problem : Inclined Support
- n Special Problem : Support Settlement

Analysis/Print

- < ในบทนี้เราจะกล่าวถึงการใช้คำสั่งวิเคราะห์และการแสดงผล
- < เริ่มโปรแกรมใหม่ เลือกโครงสร้างแบบ Plane ตั้งชื่อไฟล์ว่า Beam2D
- < ลองคลิกที่หน้า Analysis/Print โปรแกรมจะนำเราเข้าหน้าย่อย Analysis และแสดง หน้าต่าง Analysis/Print Commands ขึ้นมา

Perform Cable Analysis	PDelta Analysis	Change	Perform Pushover Analysi
Perform Analysis		Perform Ir	mperfection Analysis
~ Prir	nt Option	-	
0	No Print		
0) Load Data		
C) Statics Check		
0) Statics Load		
0) Mode Shapes		
0	Both		
0) All		

เพื่อให้ผู้ใช้เลือกกำสั่งที่จะใช้ในการกำนวณวิเคราะห์โครงสร้าง สำหรับปัญหาโดยทั่วไปแล้ว เราจะใช้แถบ Perform Analysis ส่วนตัวเลือกอื่น เช่น PDelta Analysis ซึ่งอาจจะใช้บ้าง จะเป็นการวิเคราะห์แบบพิเศษเฉพาะตัว

ี่ คำสั่งที่เราสามารถเลือกใช้ได้ในแถบ Perform Analysis คือการกำหนดสิ่งที่จะพิมพ์ออกมา ในไฟล์ผลลัพธ์ (Output File) ได้แก่

- No Print ไม่พิมพ์
- Load Data พิมพ์ข้อมูลน้ำหนักบรรทุก
- Statics Check ตรวจสอบผลรวมของแรงภายนอก แรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ รวมทั้ง โมเมนต์ของแรงดังกล่าวที่จุดกำเนิด
- Statics Load เช่นเดียวกับ Statics Check แต่เพิ่มการแสดงผลรวมของแรง ภายนอกและแรงภายใน ที่แต่ละจุดต่อด้วย

- Mode Shapes พิมพ์ก่าโหมดการสั่นใหวสำหรับการวิเกราะห์แบบพลศาสตร์
- Both มีค่าเท่ากับ Load Data รวมกับ Statics Check
- All มีค่าเท่ากับ Load Data รวมกับ Statics Load

ใน STAAD.Pro รุ่นใหม่ เรามีโหมด Post Processing ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ อย่างละเอียดและเป็นกราฟิก นอกจากนั้นยังมีการสร้างรายงานแบบผู้ใช้กำหนดเองได้อีก

ดังนั้นการพิมพ์ผลในไฟล์ผลลัพธ์ซึ่งเป็นไฟล์ตัวอักษรเท่านั้น จึงลดความน่าสนใจลง มักใช้ใน กรณีพิเศษเท่านั้น โดยทั่วไปจึงมักเลือกเป็น No Print

- < คลิก Close เพื่อปิดหน้าต่าง แล้วกลับไปเริ่มสร้างโมเคลที่หน้า Geometry ก่อน
- < โมเคล Beam2D เป็นคานต่อเนื่องรับน้ำหนักดังแสดงในรูปข้างล่าง



< ใช้ Snap Node/Beam ในมุมมอง View From +Z สร้างโมเดลดังในรูป



< ไปที่หน้า General > Property เพื่อความรวดเร็ว เลือกหน้าตัดจากตารางเหล็กมาตรฐาน แล้วกำหนดให้แก่องก์อาการ

📾 Beam2D.std - Whole Structure	Properties - \	Whole Structure	×
	Section Beta Ang	e	
	Ref Section	Material	
	1 W12X230	STEEL	
	 Highlight Assigne	ed Geometry	Delete
1:R1 2:R1			Delete
	Values	Section Database	Define
	Materials	Thickness	User Table
Ž-x	Assignment Methe	od cted Beams ① Us List ② As <u>Assign</u> Close	ee Cursor To Assign sign To View Help

< ไปที่หน้า General > Support สร้างเพื่อที่จะใส่จุดรองรับให้แก่โครงสร้าง ซึ่งมีทั้งหมด 3 แบบ คือ แบบยึดแน่น (Fixed) แบบหมุนได้ (Pinned) และเลื่อนได้ (Roller) โดยสร้ างรูปแบบจุดรองรับทั้ง 3 ขึ้นมาก่อนด้วยกำสั่ง Add แล้วจึง Assign ให้แก่จุดต่อที่ต้อง การทีละจุดตามลำดับ ด้วย Node Cursor

สำหรับจุดรองรับแบบ Roller ให้เลือกแถบ Fixed But คลิกเลือกดีกรีอิสระที่ต้องการ

Release	- Define Spring	<u>{</u>
FX	KFX:	kg/m
FY F	KFY:	kg/m
💽 FZ	KFZ:	kg/m
MX 💽	КМХ:	kg-m/deg
MY	KMY:	kg-m/deg
MZ	KMZ:	kg-m/deg

รายการแสดงจุดรองรับจะเป็นดังในรูป

Ref	Description	
S1	No support	X
S2	Support 2	4
S3	Support 3	- Å
S4	Support 4	?
	Edit Create	Delete
Assig	Edit Create gnment Method Assign To Selected Nodes	Delete
Assig	Edit Create gnment Method Assign To Selected Nodes Assign To View	Delete
Assig	Edit Create gnment Method Assign To Selected Nodes Assign To View Use Cursor To Assign Assign To Edit List	Delete
Assig	Edit Create gnment Method Assign To Selected Nodes Assign To View Use Cursor To Assign Assign To Edit List	Delete

< กำหนดจุดรองรับให้กับโหนดทั้งสามดังแสดงในรูป



- < ไปที่หน้า General > Load สร้างกรณีบรรทุกใหม่ โดยคลิกรายการ Load Cases Details แล้วคลิกปุ่ม Add...
- < คลิกรายการกรณีบรรทุกที่สร้างขึ้นมาใหม่ คลิกปุ่ม Add ในหน้าต่าง Add New : Load Items ใส่น้ำหนักบรรทุกแบบ Concentrated Force และ Uniform Force ดังในรูป

Add New : Load Items	
 Selfweight Nodal Load Member Load Uniform Force Uniform Moment Concentrated Force Concentrated Force Concentrated Momer Linear Varying Trapezoidal Hydrostatic Pre/Post Stress Fixed End Physical Member Load Area Load Floor Load Surface Loads Surface Loads 	Force P -1.2 kN $d1$ 2 m d2 m Direction $O \times (Local) O GX$ O Y (Local) O GY O Z (Local) O GZ

Add New : Load Items	
 Selfweight Nodal Load Member Load Uniform Force Uniform Moment Concentrated Force Concentrated Momer Linear Varying Trapezoidal Hydrostatic Pre/Post Stress Fixed End Physical Member Load Area Load Floor Load Surface Loads Surface Loads Surface Loads 	Force

< ในรายการจะแสดงน้ำหนักบรรทุกทั้งสองขึ้นมาดังในรูปให้คลิกเลือกแล้ว Assign ให้คาน ที่ต้องการ



< เพื่อให้การแสดงภาพดูดีขึ้น ให้คลิกขวาแล้วเลือกรายการ Labels คลิกเลือกให้แสดงค่า น้ำหนักบรรทุก



< ความยาวลูกศรน้ำหนักบรรทุกจะขึ้นกับขนาดน้ำหนักบรรทุก เราสามารถปรับขนาดได้โดย ปรับสเกล คลิกเม้าท์ขวา เลือก Structure Diagrams... เลือกแถบ Scales แล้วเลือก ปรับค่าตามหัวข้อที่ต้องการ

Force Limi	its		Animation		Design	Results
Structure	L	oads and	Results	Scales	3	Labels
oad Scales -	510					
Point Force:	1.1547		kN nerm			/ immediately
Dist Force	1 1547		kN/m ner m			
Point Moment:	0.1		kNm por m			
Sat Managet	5					
Jist. Moment:	C OF		KNm/m per m			
Pressure:	0.05		N/mm ² per m			
Result Scales -						
Bending Y :	100	-	kNm per m			
Bending Z :	100	\$	kNm per m			
Shear Y:	100	ŧ	kN perm			
Shear Z:	100	-	kN per m			
Axial:	50	4	kN perm			
Torsion:	10	-	kNm per m			
Displacement:	1000	-	mm per m			
Beam Stress:	50	4	N/mm ² per m		Save	As Default
Mode Shape:	0.1				Rese	t To Default
Icon Size				~		
C	2				1	
Support Icon :	3		% Maste	r Block :	3	▼ %

< เมื่อปรับสเกลเสร็จจะได้รูปคานรับน้ำหนักดังในรูป



< ไปที่หน้า Analysis/Print เลือก Print Option = All เพื่อให้พิมพ์ผลลัพธ์ทุกอย่าง ออกมาในไฟล์แสดงผล (.ANL) คลิกปุ่ม Add แล้ว Close



< สังเกตหน้าต่าง Analysis-Whole Structure ด้านข้าง จะมีรายการกำสั่งเหมือนในไฟล์ กำสั่งแสดงให้เราดูเพื่อให้ตรวจสอบความถูกต้อง บางครั้งกำสั่งเรียงสลับกันก็ทำให้เกิด ผิดพลาดตอนรันกำนวณได้ จะเห็นรายการที่เราพึ่งสั่งให้พิมพ์ผลแสดงเป็นตัวเข้ม

🗆 Ana	lysis - Whole Structure 🛛 🔀
	STAAD PLANE
÷ ն	START JOB INFORMATION
	/ INPUT WIDTH 79
	UNIT METER KN
	/ JOINT COORDINATES
	MEMBER INCIDENCES
÷.	DEFINE MATERIAL START
+	MEMBER PROPERTY AMERICAN
+	CONSTANTS
+	SUPPORTS
+	LOAD 1 LOADTYPE None TITLE LOAD CASE
	PERFORM ANALYSIS PRINT ALL
	- HNISH

< นอกจากนี้ถ้าเราลองคลิกหน้าย่อย **Pre-Print** หรือ **Post-Print** แล้วคลิกปุ่ม **Define Commands...** จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาให้เราเลือกรายการที่เราสามารถกำหนดให้พิมพ์ แสดงผลได้

	Element Information	Solid Information	Me	ember Properties
	Material Properties	Support Information	All	Entire Table
ſ	Problem Statistics	Joint Coordinates	Mer	nber Information

Analysis Res	ults	Member Se	ection Forces	Membe	er Stresses	Element F	orces/Stresse
Mode Sha	pes	Elem	ent Stress Solid		Section Dis	splacement For	
Max Force	St	tory Drift	Cg	Surface	Forces	Physical M	lember Forces
Load List	Sect	tion Jo	int Displaceme	nt M	ember Forc	es Sup	port Reactions
Lond Cross					and list		
- Load Case	S	1			oad List		

< สั่งให้โปรแกรมรันการคำนวณ เลือกเมนู Analyze > Run Analysis... หรือกด Ctrl+F5 เลือก STAAD Analysis แล้วคลิกปุ่ม Run Analysis

Select Analysi	s Engine	X
Analysis Option		
	 STAAD Analysis Stardyne Advanced Analysis 	
Run	Analysis Cancel Apply Hel	•

หน้าต่างแสดงสถานการณ์ทำงานจะปรากฏขึ้นมา

STAAD Analysis and Design	
L. Desding Merkey Description	22:40:46
++ Reading Member Properties	22:47:40
++ Finished Reading Member Properties	22.49.47
++ Read/Check Data in Load Cases	22.47.47
++ Processing and setting up load Vector	22.49.47
++ Processing Element Stiffness Matrix	22.49.47
++ Processing Global Stiffness Matrix	22.49.47
++ Finished Processing Global Stiffness Matrix	0 sec
++ Processing Triangular Factorization	22.49.47
++ Finished Triangular Factorization	0 sec
++ Calculating Joint Displacements	22.49.47
++ Finished Joint Displacement Calculation	0 sec
++ Calculating Member Forces.	22:49:47
++ Analysis Successfully Completed ++	
++ Creating Displacement File (DSP)	22:49:47
++ Creating Reaction File (REA)	1011001101
++ Calculating Section Forces	
++ Creating Section Force File (BMD)	
++ Creating Section Displace File (SCN)	
++ Done.	22:49:47
0 Error(s), 0 Warning(s)	
** End STAAD.Pro Run Elapsed Time = 1 Secs	
** Output Written to File:	
Beam2D.anl	~
	>
C View Output File	
C Go to Post Processing Mode	
Stau in Modelling Mode	Done
- ordy in modeling mode	

ถ้าไม่มีข้อผิดพลาด (0 Error) และคำเตือน (0 Warning) เมื่อเสร็จสิ้นการคำนวณ ผลลัพธ์จะ ถูกพิมพ์ออกมาในไฟล์แสดงผลนามสกุล .anl ในตัวอย่างนี้คือ Beam2D.anl

เรามีทางเลือกสามทางคือ 1) View Output File : ดูไฟล์แสดงผล 2) Go to Post Processing Mode : ไปยังโหมดหลังการคำนวณ หรือ 3) Stay in Modeling Mode : อยู่ ในโหมดสร้างโมเดลเหมือนเดิม

< คลิกเลือก View Output File แล้วกคปุ่ม Done โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างใหม่ขึ้นมา แสดงข้อมูลในไฟล์แสดงผล

```
******
                           STAAD.Pro
                            Version 200X Bld US
                           Proprietary Program of
                           Research Engineers, Intl.
                           Date= MMM DDD, YYYY
Time= XX:XX:XX
                           Time=
                     USER ID: XXX
               1. STAAD PLANE
INPUT FILE: Beam2D.STD
     2. START JOB INFORMATION
     3. ENGINEER DATE 11-JUN-08
     4. END JOB INFORMATION
     5. INPUT WIDTH 79
     6. UNIT METER KN
     7. JOINT COORDINATES
     8. 1 0 0 0; 2 4 0 0; 3 8 0 0
     9. MEMBER INCIDENCES
    10. 1 1 2; 2 2 3
    11. DEFINE MATERIAL START
    12. ISOTROPIC STEEL
    13. E 2.05E+008
    14. POISSON 0.3
    15. DENSITY 76.8195
    16. ALPHA 1.2E-005
    17. DAMP 0.03
    18. END DEFINE MATERIAL
    19. MEMBER PROPERTY AMERICAN
    20. 1 2 TABLE ST W12X230
    21. CONSTANTS
    22. MATERIAL STEEL ALL
    23. SUPPORTS
    24. 1 FIXED
    25. 2 PINNED
    26. 3 FIXED BUT FX FZ MX MY MZ
    27. LOAD 1 LOADTYPE NONE TITLE LOAD CASE 1
    28. MEMBER LOAD
    29. 1 CON GY -1.2 2
    30. 2 UNI GY -0.8
    31. PERFORM ANALYSIS PRINT ALL
             PROBLEM STATISTICS
                                                                   2/
     NUMBER OF JOINTS/MEMBER+ELEMENTS/SUPPORTS =
                                                           3/
                                                                           3

      ORIGINAL/FINAL BAND-WIDTH=
      1/
      3
      DOF

      TOTAL PRIMARY LOAD CASES =
      1,
      TOTAL DEGREES OF FREEDOM =

      SIZE OF STIFFNESS MATRIX =
      0
      DOUBLE KILO-WORDS

      REQRD/AVAIL.
      DISK SPACE =
      12.0/
      93731.5

                                                                              3
```

```
1 LOADTYPE NONE TITLE LOAD CASE 1
  LOADING
   _ _ _ _ _ _ _
  MEMBER LOAD - UNIT KN METE
  MEMBER
            UDL
                    L1
                          L2
                                   CON
                                            L
                                               LIN1
                                                          LIN2
                                 -1.2000 GY
                                             2.00
     1
          -0.8000 GY 0.00
     2
                             4.00
FOR LOADING -
                 1
APPLIED JOINT EQUIVALENT LOADS
       FORCE-X
                  FORCE-Y
                              FORCE-Z
                                          MOM-X
                                                      MOM-Y
                                                                 MOM-Z
JOINT
    1 0.00000E+00-6.00000E-01 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00-6.00000E-01
    2 0.00000E+00-2.20000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00-4.66667E-01
    3 0.00000E+00-1.60000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 1.06667E+00
         STATIC LOAD/REACTION/EQUILIBRIUM SUMMARY FOR CASE NO.
         LOADTYPE NONE TITLE LOAD CASE 1
   ***TOTAL APPLIED LOAD ( KN METE ) SUMMARY (LOADING 1 )
      SUMMATION FORCE-X =
                              0.00
      SUMMATION FORCE-Y =
                               -4.40
      SUMMATION FORCE-Z =
                               0.00
     SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-
     MX=
                  0.00 MY=
                                     0.00 MZ=
                                                      -21.60
   ***TOTAL REACTION LOAD( KN METE ) SUMMARY (LOADING
                                                        1)
      SUMMATION FORCE-X = 0.00
      SUMMATION FORCE-Y =
                                4.40
      SUMMATION FORCE-Z =
                               0.00
     SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-
                  0.00 MY=
                                                       21.60
     MX=
                                     0.00 MZ=
   MAXIMUM DISPLACEMENTS ( CM /RADIANS) (LOADING
                                                     1)
           MAXIMUMS AT NODE
     X = 0.0000E + 00
                          0
     Y = 0.0000E+00
                           0
     Z = 0.0000E + 00
                          0
     RX= 0.00000E+00
                           Ο
     RY= 0.00000E+00
                           0
     RZ= 6.99740E-06
                           3
   EXTERNAL AND INTERNAL JOINT LOAD SUMMARY ( KN METE )-
  JT
         EXT FX/
                  EXT FY/
                          EXT FZ/
                                      EXT MX/
                                                 EXT MY/
                                                           EXT MZ/
         INT FX
                  INT FY
                           INT FZ
                                      INT MX
                                                INT MY
                                                           INT MZ
                                                                  SUPPORT=1
           0.00
                 -0.60 0.00
    1
                                       0.00
                                                  0.00
                                                            -0.60
           0.00
                    0.19
                             0.00
                                        0.00
                                                  0.00
                                                             0.23 111111
                   -2.20
                                                 0.00
          0.00
                             0.00
                                       0.00
                                                            -0.47
    2
                                                            0.47 111110
           0.00
                   -0.47
                              0.00
                                        0.00
                                                  0.00
    3
           0.00
                   -1.60
                              0.00
                                        0.00
                                                   0.00
                                                             1.07
                                                            -1.07 011110
           0.00
                    0.28
                              0.00
                                        0.00
                                                   0.00
    *********** END OF DATA FROM INTERNAL STORAGE ************
   32. FINISH
        *********** END OF THE STAAD.Pro RUN **********
```

< เราสามารถดูไฟล์นี้ได้ โดยเลือกไอคอน 国 บนทูลบาร์ ข้างๆ ไอคอนสำหรับดูไฟล์คำสั่ง หรือเลือกเมนู File > View > Output File > STAAD Output

Post Processing Mode : โหมดหลังการคำนวณ

- < เป็นโหมดที่เราใช้ดูผลที่ได้จากการกำนวณ ลองเลือกเมนู Mode ดูจะพบว่าทั้งหมดที่ผ่าน มานั้นเราอยู่ในโหมดสร้างโมเดล(Modeling Mode)เท่านั้น ซึ่งเราจะไปโหมดอื่นได้กี ต่อเมื่อรันการกำนวณผ่านแล้วเท่านั้น
- < การเข้าสู่โหมดหลังคำนวณทำได้โดยกลิกไอกอน 😾 หรือเลือกเมนู Mode > Post Processing



< ในหน้าต่างต่อมาจะให้เรากำหนดผลลัพธ์ที่จะแสดง เช่นเลือกกรณีน้ำหนักบรรทุก องค์ อาการที่จะให้แสดง หรือมุมมอง ในที่นี้เรามีกรณีบรรทุกเดียว คลิกปุ่ม Apply แล้ว OK

esults Setup	
Loads Range Result View Option	ons
O Defined Envelopes	~
Envelope of Load Cases in S	elected List
- Load Cases	
Available:	Selected:
	1 LOAD CASE 1
	OK Apply Help

Node Displacements

< เมื่อเข้าสู่โหมด Post Processing ผลที่แสดงขึ้นมาจะอยู่ในหน้า Node > Displacement ให้ลองปรับสเกล Displacement = 0.01 mm/m

🕨 💀 📩 🛞 🚛 🎲 🎐 🖷 🦉	1 8	V 💷 ?
-------------------	------------	-------

สังเกต ใอคอน **Displacement** บนทูลบาร์เราสามารถเลือกคลิกที่ ไอคอนเพื่อกลับมาดู ผลได้อีกอย่างรวดเร็ว



< หน้าต่างด้านขวาเป็นตารางแสดงค่าต่างๆ เช่นถ้าคลิกเลือกแถบ Max Relative Displacements จะแสดงค่าการแอ่นตัวมากที่สุดในทิศทางต่างและตำแหน่งที่เกิด

🥅 Beam2D.std - Beam Relative Displacement Detail:								
All Relative Displacement \ Max Relative Displacements /								
Beam	L/C	Length m	Max x mm	Dist m	Max y mm	Length	Max z mm	Dist m
1	1 LOAD CAS	4.000	-0.000	3.333	0.001	3.333	0.000	0.000
2	1 LOAD CAS	4.000	0.000	3.333	-0.007	2.333	0.000	0.000

Node Reactions

< ไปที่หน้า Beam > Reactions โปรแกรมจะแสดงค่าแรงปฏิกิริยาที่โหนด

8	1	<u>_</u>	2	
X = 0.000 kN Y = 0.412 kN Z = 0.000 kN MX = 0.000 kNm MY = 0.000 kNm		X = 0.000 kN Y = 2.668 kN Z = 0.000 kN MX = FREE MY = FREE		X = FREE Y = 1.320 kN Z = FREE MX = FREE MY = FREE

Beam Forces

< ไปที่หน้า Beam > Forces โปรแกรมจะแสดงค่าแรงภายในต่างๆที่เกิดขึ้นในคาน ซึ่งเรา สามารถเลือกได้จากทูลบาร์เช่น Bending Z Moment 📴





การแสดงค่าบนแผนภูมิแรง/โมเมนต์

- < เลือกเมนู Result > View Value... คลิกแถบ Ranges แล้วเลือก All
- < เลือกแถบ Beam Results คลิก Ends และ Midpoint สำหรับ Bending คลิก Annotate แล้ว Close

A	nnotation - Portal1.std - Whole Structure 🛛 🔯
Ra	nges Beam Results Node Reactions
	Bending I Ends I Maximum I Mid point
	Shear
	Axial Ends
	Displacement
	Combined Bending and Axial Stress
	Remove All Annotate Close
0.369 KNm	0.455 kNm -1.040 kNm
Y Z-X	Load 1 : Bending Z : Displacement Moment - kNm

Beam Stresses

< ไปที่หน้า Beam > Stresses โปรแกรมจะแสดงการกระจายหน่วยแรงในองก์อาการ โดย เราสามารถเลื่อนสไลด์เปลี่ยนหน้าตัดที่แสดงได้อย่างสะดวก

13 Beam2D.std - 3D Beam Stress Cont					
	×			Z	
Beam2D.std - Whole Structure	Select Section Plane Select Section 0.00 Distance: 1.67 m	4.000m	DO cm Combin Otress	ned Axial ar es <u>}</u> Profile	nd Bending Stress P
	Select Profile Point	Display Legend	ist n	Corner 1 N/mm2 -0.070	Corne Corner 2 N/mm2 -0.070
	Z Point: 0.0000 cm	Display Corner Stress Add Stress to Table	1.000 2.000 3.000	0.008 0.086 -0.063 0.213	0.008 0.086 -0.063 0.213
n 1 🛓			0.000	-0.213	-0.213
			2.000 3.000 4.000	0.068 0.197 0.175 0.000	0.068 0.197 0.175 0.000
¥	Load 1 : Beam Stress	<	100)

Beam Graphs

< ไปที่หน้า Beam > Graphs โปรแกรมจะแสดงแผนภูมิแรงภายในเช่นโมเมนต์ดัด แรง เฉือนของแต่ละองค์อาการ คลิกเลือกองค์อาการที่ต้องการให้แสดง และคลิกขวาในแผนภูมิ ด้านข้างแล้วเลือก Diagrams... เพื่อเลือกแรงที่ต้องการให้แสดง



Truss 2D : โครงถักสองมิติ

< ลักษณะปัญหา การวิเคราะห์โครงถักสองมิติ ให้เริ่มต้นโปรแกรมใหม่ เลือกชนิดโครงสร้าง เป็นแบบ TRUSS ตั้งชื่อไฟล์ว่า Truss2D ในหัวข้อนี้เราจะมาวิเคราะห์โครงถัก กำหนด ให้ $\mathbf{E} = 2 \ge 10^8 \ \mathrm{kN/m^2}$ และ $\mathbf{A} = 6 \ge 10^{-4} \ \mathrm{m^2}$ สำหรับทุกชิ้นส่วน



- < ใช้หน่วยความยาวเป็น Meter และหน่วยแรงเป็น KiloNewton
- < เลือกระนาบ X-Y กำหนดเส้นกริด X: 0 ® 6, Spacing = 0.5 และ Y : 0 ® 1, Spacing = 0.7 สร้างโครงสร้างดังแสดงในรูป



< ไปที่หน้า General > Property เพื่อกำหนดคุณสมบัติให้แก่องค์อาการ สำหรับตัวอย่างนี้ เราจะกำหนดพื้นที่หน้าตัด (A) ส่วนกุณสมบัติวัสดุโจทย์กำหนดก่าโมดูลัสยึดหยุ่น (E) มาให้ ซึ่งพอเพียงสำหรับโกรงสร้างแบบ TRUSS กลิกปุ่ม Define... เลือก General เพื่อใส่ก่าพื้นที่หน้าตัด

Property		X
Circle Rectangle Tee Trapezoidal General Tapered I Tapered Tube Assign Profile	AX: 0 m2 IX: 0 m4 YD: 0 m AY: Current Unit : m2 m m AY: 6 cm2 m m AZ: + Press ENTER if you are done with editing. m m + Press ESC to Cancel m m + Press ESC to Cancel m m - Press ESC to Cancel m m - ONCRETE คลิกเครื่องหมายถูกออก เพื่อกำหนดคุณสมปัติเอง ภายหลัง ภายหลัง	
	Add Assign Close Help	\sim

- < เราต้องการใส่ค่าพื้นที่ในช่อง AX โดยอาจใช้เครื่องมือแปลงหน่วยช่วยโดยกดปุ่ม F2 แล้ว ใส่ค่า 6 cm2
- < ในช่อง Material ให้คลิกเครื่องหมายถูกออก เพราะเราจะกำหนดเองภายหลัง
- < คลิกปุ่ม Add แล้ว Assign To View ให้ทุกองค์อาคาร

Truss2D.std - Whole Structure	Properties - Whole Structure
	Section Beta Angle
	Ref Section Material
	1 Prismatic General
7:R1 11:R1 17:R1 3:R1 4:R1 6:R1 8:R1 10:R1 12:R1 14:R1 16:R1 20:R1 21:R1 2R1 1:R1 5:R1 9:R1 13:R1 15:R1 19:R1	 ✓ Highlight Assigned Geometry Edit Delete Values Section Database Define Materials Thickness User Table Assignment Method Assign To Selected Beams Use Cursor To Assign Assign To Edit List Assign To View I To 21

< ไปที่หน้า General > Support ใส่จุดรองรับแบบ Pinned และแบบ Roller ที่แต่ละข้าง ของโครงถักคังในรูปล่าง



< ไปที่หน้า General > Load คลิก Load Cases Details แล้วคลิกปุ่ม Add เพื่อสร้าง Load Case 1 แล้วคลิกปุ่ม Add เลือก Nodal Load ใส่ค่า Fy = -120 kN ดังในรูป ข้างล่าง

S1

No support

te -x 0 -y -120 -z 0	kN kN kN	Мх 0 Му 0 Мz 0	kNm kNm kNm	
	le 5x 0 5y -120 5z 0	le 5x 0 kN 5y -120 kN 5z 0 kN	Je 5x 0 KN Mx 0 5y -120 KN My 0 5z 0 KN Mz 0	Je 5x 0 KN Mx 0 kNm 5y -120 KN My 0 KNm 5z 0 KN Mz 0 KNm

< ทำซ้ำเปลี่ยน Fy = -150 kN ในรายการจะแสดงน้ำหนักบรรทุกทั้งสองขึ้นมาดังในรูปให้



< ปรับสเกลและกำหนดการแสดงค่าให้น้ำหนักบรรทุกจนได้ดังในรูปข้างล่าง



- < ปรับสเกลและกำหนดการแสดงค่าให้น้ำหนักบรรทุกจนได้ดังในรูปข้างล่าง
- < ทำการบันทึกภาพ ไว้เพื่อใช้ประกอบรายงานโดยคลิกไอคอน Take Picture 🔎
- < ขั้นต่อมาเราจะกำหนดคุณสมบัติวัสดุโดยเลือกเมนู Commands > Material Constants > Elasticity... แล้วกำหนดค่าให้แก่ทั้งโครงสร้าง

Material Constant - Elasticity	
Material Constant Aluminum Concrete Steel Enter Value 2e8 kN/m2	
Assign To View To Selection OK Cancel Help	

- < ไปที่หน้า Analysis/Print เลือก Print Option = No Print แล้วคลิกปุ่ม Add
- < เลือกเมนู Analyze > Run Analysis... เลือกทำการวิเคราะห์ด้วย STAAD

< เข้าสู่โหมด Post Processing เลือกให้แสดงแรงปฏิกิริยา (Reactions) และการเสีย รูปทรง (Displacements) แล้ว Take Picture เก็บไว้



User Customized Report : รายงานผู้ใช้กำหนดเอง

แต่เดิมรายการกำนวณจาก STAAD จะมีเฉพาะ ไฟล์แสดงผลเป็นตัวอักษร(Output File) นามสกุล .ANL ดังได้กล่าวถึงมาแล้ว ซึ่งเป็นรูปแบบที่ถูกกำหนดมาแล้วยากแก่การทำความ เข้าใจ ใน STAAD.Pro ยุคใหม่จะมีฟังก์ชั่นสร้าง "รายงานผู้ใช้กำหนดเอง" ซึ่งนอกจากจะมี รูปแบบที่สวยงามแล้วยังให้ผู้ใช้สามารถกำหนดเนื้อหาได้เอง โดยเราสามารถแทรกรูปกราฟิก และตารางแสดงผลต่างเข้าด้วยกันได้ตามต้องการ

< เริ่มโดยการไปยังหน้า Reports หรือกลิกไอกอนจากเมนูบาร์ Report Setup เลือกรายการที่ต้องการแล้วสามารถดูตัวอย่างก่อน พิมพ์ได้ด้วยไอกอน Print Preview งะได้รายงานที่จัดพิมพ์สำเร็จรูป หน้าต่าง Report Setup จะแสดงขึ้นมา

Picture Album Options		Nam	Load/Save			
Items L	oad Cases	Modes	Ranges	Steel Desig		
Available		Selec	ted			
Input	~					
Beams		Job I	nfo			
Sections		Node	es			
Materials						
Supports						
Releases						
Primary Load Case	s					
Combination Load	Cases					
Loading Generator	S				_	
Loadings		<<				
8						
	Report De	tail Increments	10			

แถบ Items : ใช้กำหนดหัวข้อที่จะแสดงในรายงาน รายการ Available แสดงหัวข้อที่มีให้ เลือกโดยจะมีอยู่หลายประเภทแต่ที่ใช้บ่อยคือ Input, Output และ Pictures รายการ Input จะเป็นข้อมูลที่ผู้ใช้ใส่เข้าไป ส่วนรายการ Output จะเป็นผลที่ได้จากการคำนวณ รายการ Pictures จะเป็นรูปที่ถ่ายเอาไว้ซึ่งดูได้จากแถบ Picture Album

แมื่อเลือกเสร็จแล้ว คลิกปุ่ม OK รายงานจะถูกสร้างขึ้นให้ตรวจดูได้ก่อนพิมพ์ในลักษณะ Print Preview ถ้าต้องการแก้ไขให้คลิกปุ่ม Setup Report เพื่อกลับมาแก้ไขใหม่

แถบ Load Cases : ใช้กำหนดกรณีบรรทุกที่จะแสดงในรายงาน

แถบ Modes : ใช้ในการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์ เพื่อเลือกรูปแบบการสั่นใหวที่ด้องการให้ แสดง

แถบ Ranges : ให้กำหนดองค์อาคารที่ต้องการแสดง ปกติจะเถือกไว้เป็น All แต่เราอาจเถือก ให้แสดงเฉพาะบางองค์อาคารได้

แถบ Picture Album : เป็นอัลบั้มรูปภาพที่ถูกถ่ายเก็บเอาไว้ โดยเราสามารถกำหนดขนาด ของภาพที่จะแสดงได้ รวมถึงเขียนข้อความอธิบายใต้ภาพในช่อง Caption

Items	Load Cases		Mode	Modes Ranges		Steel	Steel Design	
Picture Album Option		ns	Name and Logo		Load/Save			
Name:	Picture 1	177		Delete	Picture H	Display Size Full Page Height: 100. Vidth: 70.89		
Caption:	Whole Struc	K cture Displa	acements 10	Omm: 1 m	1 LOAD CASE	E 1		

แถบ Options : ใช้กำหนดทางเลือกต่างของรายงานเช่น Header, Page Outline และ Footer เลขที่หน้า รูปแบบตาราง
Items	Load Cases	Modes	Ranges	Steel Design
Picture Album	Options	Nam	ne and Logo	Load/Save
Header	Page Outline	E Footer		
Cheet Mumbe				
Die Cu	ang Na asasi			
Prefix	No. pages i	rom Surrix		
	1			everse page order
To omit Prefix	. Sheet No. or Suffix	: leave field blank		
Tables				
🗹 Grid 📃	Start each table on	a new page		
Column Head	ing Font	Arial 14 pt		
Columniteau				
Table	Font	Arial 8 pt		

แถบ Name and Logo : ใช้ใส่ชื่อบริษัทและโลโก้ลงในรายงาน โดยเราสามารถพิมพ์ชื่อ บริษัทลงไปพร้อมเลือกชนิดและขนาดฟ้อนท์ ส่วนโลโก้ต้องเป็นไฟล์ภาพชนิด Windows Metafile (.wmf) หรือ .bmp

Items	Load Ca	ises	Modes	Ranges	Steel Design
Picture Albu	m	Options	Name	and Logo	Load/Save
Graphic File Paste	Position:	⊙ Left	O Centre	ORight	Delete
Font) Times Ne	w Roman 16	pt	O Right	
	Alignment		Centre		

School of Civil Engineering	Job No	SheetNo	1	Rev
Software licensed to Suranaree Unitersity of Technology	Part			
Job Tibe	Ref			
	Вγ	Date1 4-Ju	n-06 cild	
Clent	^{Flle} Portal1.std		Date/Time 20-Jun-2	2006 13:05
Job Information Engineer Checked Approved				

แถบ Load/Save : ใช้จัดเก็บเนื้อหารายงานผู้ใช้กำหนดเอง และ โหลดรายงานที่ถูกเก็บไว้ขึ้นมา

แถบ Steel Design : จะนำผลการออกแบบเหล็กที่กำนวณไว้ระหว่างการวิเคราะห์มาใส่ลงในรายงาน

จุดหมุนภายใน (Internal Hinge)

จากตัวอย่างคานสองช่วงมีจุดหมุนภายในระหว่างช่วงคานข้างซ้ายใต้แรงกระทำเป็นจุดดังในรูป ข้างถ่าง



- < เริ่มต้นสร้างโมเคลใหม่หรือเปิดแฟ้มข้อมูลข้อมูลเดิมของตัวอย่างคานมาแก้ไข โดยใช้คำสั่ง File > Save As... แล้วบันทึกเป็นแฟ้มงานใหม่
- < แทรกจุดต่อโดยคลิกเลือกคาน แล้วเลือกเมนู Geometry > Insert Node... หรือคลิก เม้าท์ขวาค้างไว้แล้วเลือก Insert Node จากรายการที่แสดงขึ้นมา

isert Node	s into Bean	n 1		Ł
	Beam	length =	3 m	ОК
1			4	2 Cancel
			4	Help
New Insertio Distance: Proportion:	2 0.6666667 Add New Add Mid] m] Point Point	Insertion Point	s: Remove

< ใส่ระยะ 2 เมตร คลิกปุ่ม Add New Point แล้วคลิก OK โมเคลจะกลายเป็น



	Inactive	Fire	Proofing	Imperf	ection
	Release	Offset Cable	Truss	Compression	Tension
	Start O E	nd 2	ase Type Partial Moment Re	elease 💿 Rele	ase
Highlight Assigned Geometry	- Partial Moment	Release			
Edit Delete 1	□ MP 0				
Node Beam Plate.				MPZ 0	
] Toggle Specification	Release				
ssignment Method	FX KFX	0 kg/m	🗌 MX 🗌 K	MX 0	kg-m/deg.
Assign To Selected Beams	FY KFY	0 kg/m	3 🗆 МҮ 🗌 К	MY 0	kg-m/deg.
 Use Cursor To Assign 	FZ KFZ	0 kg/m	MZ K	MZ 0	kg·m/deg.

- < ทำซ้ำ เลือก Location: End, Mz แล้วคลิก Add ® END MZ
- < รายการในกล่อง Specification จะแสดงขึ้นดังในรูปข้างล่าง

Spec	ifications - Whole Structure 🛛 🛛 🛛
Specific	ation
START	MZ
END M	2
High	light Assigned Geometry
Ec	lit Delete
No	de Beam Plate
Too	Igle Specification
Assign	ment Method
۲	Assign To Selected Beams
0	Assign To View
0	Use Cursor To Assign
0	Assign To Edit List
	Assign Close Help

< กำหนดการรีลีสโมเมนต์ให้องค์อาคารที่ต้องการ ด้วยตัวเลือก Assign To Selected Beams โดยกำหนด START MZ ให้แก่คานหมายเลข 2 และกำหนด END MZ ให้แก่ คานหมายเลข 1



< ถ้าเปิดดูไฟล์กำสั่งจะมีรายการเพิ่มขึ้นคือ

MEMBER RELEASE 2 START MZ 1 END MZ

< ทำการวิเคราะห์ต่อไปตามปกติจะได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้



จุดรองรับแบบเอียง (Inclined Support)

สำหรับปัญหาโครงข้อหมุนรูปสามเหลี่ยมค้านเท่าความยาวเท่ากับ 3 m มีค่าโมคูลัสยึคหยุ่น ${f E}=$ 210 kN/mm² พื้นที่หน้าตัค ${f A}=4~x~10^3~mm^2$ สำหรับทุกชิ้นส่วน



- < เริ่มสร้างโมเดลใหม่ เลือกชนิดโครงสร้างเป็นแบบ Truss ตั้งชื่อว่า Truss2DSK ใช้ หน่วย m และ kN
- < ในปัญหานี้คานยาว **3 m** เอียงทำมุม **60** องศา แต่กริดที่เราใช้เป็นตารางของเส้นในแนวดิ่ง และแนวนอนจึงไม่สะดวกต่อการวาด ถ้าพิกัดเป็นตัวเลขก็อาจไม่ลงตัวพอดีนัก เพื่อให้ได้ ค่าพิกัดที่ถูกต้อง เราจะใช้เทคนิคการหมุนระนาบ (**Angle of Plane**) ดังนี้
- < ตั้งค่าระนาบ X-Y และระยะกริด :

```
Construction Lines : X : Left = 0, Right = 5, Spacing = 1
Y : Left = 0, Right = 5, Spacing = 1
```

- TrussSK.std Whole Structure Radial Inegular Angle of Flane OXX. (XY OXZ OYY 3.46 OYZ OZZ 30 Gid Origin (m) 13 0 Flight 5ka 0.866 . \$ 5 × 0 ū ÷ ŧ 5 1 🚱 0.866. Local Coordinate 1.73 Rel. Coords Asis Ids Fort End(s) Freq 2.6 Stad V 1 3.46 Y Start 🗸 1 4.33 Snap to existing nodes too
- < หมุนระนาบ Z-Z ไป 30 องศา เพื่อสร้างองก์อาการหมายเลข 1 ดังในรูปข้างล่าง

< หมุนระนาบ Z-Z กลับไปยังที่เดิม แล้วสร้างองค์อาคารที่เหลือ อย่าลืมคลิกเลือก Snap to existing nodes too แล้วสร้างโมเคลต่องนได้รูปสามเหลี่ยม



- < ไปที่หน้า General > Property เปลี่ยนหน่วยโดยเลือกเมนู Tools > Set Current Unit ให้เป็น Millimeter
- < คลิกปุ่ม Define... เลือก General ใส่ข้อมูลพื้นที่ Ax: 4000 mm2 แล้วคลิกเครื่องหมาย ถูกที่ Material ออก
- < คลิก Add เลือก Assign To View แล้วคลิกปุ่ม Assign
- < กำหนดโมดูลัสยึดหยุ่นโดย ใช้กำสั่ง Commands > Material Constants > Elasticity... แล้วกำหนดค่าให้แก่ทั้งโครงสร้างโดย Assign To View

Material Constant - Elasticity	X
Material Constant O Aluminum O Concrete	
O Steel	31
Assign To View O To Selection	
OK Cancel Help	

- < ไปหน้าย่อย General > Support เพื่อที่จะใส่จุดรองรับให้แก่โครงสร้าง ซึ่งมีทั้งหมด 2 แบบ คือ แบบหมุนได้ (Pinned) และเลื่อนได้ (Roller) โดยสร้างรูปแบบจุดรองรับทั้ง 2 ขึ้นมาก่อนด้วยคำสั่ง Add แต่เนื่องจากจุดรองรับเป็นแบบเอียงให้เลือกแถบ Inclined แล้วกรอกข้อมูล
- NOTESจุดอ้างอิง (Incline Reference Point) ของที่รองรับแบบเอียงคือจุดสมมุติที่เทียบกับจุดรองรับ โดยวัดแกนพิกัด โลคอลเทียบกับแกนพิกัด โกลบอล ในแกนพิกัด โลคอล X จะมีทิศทางจากจุดรองรับไปยังจุดอ้างอิง ดังแสดงในรูปข้างล่าง



n Inclined Z: 0 mr But
Z: 0 mr But
But
1
N/mm
N/mm
N/mm
Nmm/deç
Nmm/deç
Nmm/deç

- < สร้างจุดรองรับเอียงอีกจุดใช้ Incline Reference Point Coordinate X = 1, Y = -1.732 และ Z = 0 เลือก Support Type เป็นแบบ Pinned
- < ไปที่หน้าหน้าย่อย General >Load สร้าง Load Case 1 คลิกปุ่ม Add เลือก Nodal Load ใส่ค่าแรงและโมเมนต์ ดังในรูปข้างล่าง

Add New : Load Items						
Selfweight Nodal Load Node Support Displacemen Member Load	Node					
Service Load	Fx	-50	kN	Мx	0	kNmm
 Surface Loads Solid Loads 	Fy	-50	kN	Му	0	kNmm
 Femperature Loads Seismic Loads Time History Wind Load Snow Load Response Spectra Repeat Load Frequency 	Fz	0	kN	Μz	0	kNmm
						Add Close Help

< ปรับสเกลและกำหนดการแสดงค่าให้น้ำหนักบรรทุกจนได้ดังในรูปข้างล่าง



- < ใปที่หน้า Analysis/Print เลือกแบบ No Print
- < สั่งให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ด้วยคำสั่งจากเมนูบาร์ Analyze > Run Analysis... เลือกทำการวิเคราะห์ด้วย STAAD
- < หลังการคำนวณ ลองตรวจดูแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับดูว่าถูกต้องหรือไม่



จุดรองรับทรุดตัว (Support Settlement)

พิจารณาโครงข้อหมุน ซึ่งมีค่าโมคูลัสยืดหยุ่น E = 210 kN/mm² และเกิดการทรุดตัว 20 mm ที่ โหนดหมายเลข 2 ดังภาพ



- < เริ่มสร้างโมเคลใหม่ เลือกชนิดโครงสร้างเป็นแบบ Truss ตั้งชื่อว่า TrussSET ใช้หน่วย **m** และ **kN**
- < ตั้งก่าระนาบ X-Y และระยะกริด: X: Left = 0, Right = 22, Spacing = 0.5 Y : Left = 0, Right = 10, Spacing = 0.5
- < คลิกปุ่ม Snap Node/Beam แล้วสร้างโมเคลดังในรูปข้างล่าง



< เข้าสู่หน้าย่อย General > Property เพื่อกำหนดคุณสมบัติให้แก่องก์อาการ โดยกำหนด หน่วยกำสั่ง Tools > Set Current Unit ให้เป็น Centimeter คลิกปุ่ม Define... เลือก General เพื่อสร้างหน้าตัด

ซึ่งโจทย์ข้อนี้มี 3 หน้าตัดคือ $AX = 20 \text{ cm}^2$, 40 cm² และ 60 cm² อย่าลืมคลิกช่อง Material ออก เมื่อสร้างเสร็จแล้วอาจกลิกปุ่ม Value... เพื่อดูค่าหน้าตัดทั้งหมด

III Tru	ussSET.std -	Section P	roperties			
Ргор	Name	Ax cm2	Ay cm2	Az cm2	lx cm4	ly cm4
1	Prismatic Gen	20.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	Prismatic Gen	40.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	Prismatic Gen	60.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<		jiii -				>

< จากนั้นกำหนดหน้าตัดให้แก่องค์อาการทีละชิ้นด้วย Assign To Selected Beam...



< กำหนดโมดูลัสยึดหยุ่นโดย ใช้กำสั่ง Commands > Material Constants > Elasticity... แล้วกำหนดค่าให้แก่ทั้งโครงสร้างโดยเลือกตัวเลือก Assign To View

Material Constant - Elasticity	×
Material Constant Aluminum Concrete Steel	
Enter Value 210 kN/cm2	
Assign To View O To Selection	
OK Cancel Help	

- < เลือกหน้าย่อย General > Support เพื่อที่จะใส่จุดรองรับให้แก่โครงสร้าง ซึ่งมีทั้งหมด 2 แบบ คือ แบบหมุนได้ (Pinned) และเลื่อนได้ (Roller)
- < ในการสร้างจุดรองรับที่เป็น Roller นั้นให้เลือกแถบ Fixed But แล้วคลิกเลือก Release ทุกช่องยกเว้น FY แต่ที่จุดนี้โปรแกรมมักมีข้อบกพร่อง เมื่อสร้างเสร็จให้ตรวจสอบดูอีก ครั้งโดยเลือกเมนู View > Table... คลิกเลือก Supports แล้วกดปุ่ม OK จะมีตารางจุด รองรับแสดงขึ้นมาดังในรูปข้างล่าง คลิกแถบ Fixed But

💷 Tri	ussSET.std -	Supports					
4 4	▶ ▶ Fixed	d∖Pinned	↓ Fixed Bu	it (Inclined	I ∖ Footing >	, Mat ∖ Mult	ilinear Sprin
Ref	Description	X kN/mm	Y kN/mm	Z kN/mm	rX kN-m/deg	rY kN-m/deg	rZ kN-m/deg
S3	Support 3	Restrained	Free	Restrained	Restrained	Restrained	Restrained

ถ้าเป็นอย่างในรูปข้างบนถือว่าผิด เนื่องจาก Release จะตรงข้ามกับ Restraint ใน ตัวอย่างนี้เรา Release หมดยกเว้น FY (หรือ Restraint เฉพาะ FY) นั่นคือรับแรงได้ เฉพาะทิศทาง Y แต่ในตารางกลับแสดงผลเป็นตรงข้าม

< กำหนดจุดรองรับแบบ Pinned ให้โหนด 1 และจุดรองรับแบบ Roller ให้โหนด 3 และ 4

ถ้าดูในไฟล์คำสั่งจะพบว่า

នា	JPI	PORTS								
1	P :	INNED								
3	4	FIXED	BUT	FX	FZ	мх	MY	MZ		

ซึ่งถูกต้องตามต้องการ วิธีแก้ให้สั่ง Save แล้วปิคโปรแกรม เมื่อเปิคขึ้นมาใหม่จะกลายเป็น



- < ไปที่หน้าย่อย General > Load สร้างชุดน้ำหนักบรรทุกขึ้นมา ซึ่งจะเป็นน้ำหนักกระทำ เป็นจุด (Concentrated Force) และแรงเนื่องจากการทรุดตัวของจุดรองรับ (Support Displacement)
- < คลิกเลือก Load Cases Details แล้วคลิกปุ่ม Add เพื่อสร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 1 (Load Case 1) คลิกเลือกรายการที่สร้างขึ้นแล้วคลิกปุ่ม Add เลือก Nodal Load ใส่ ค่าแรงและการทรุดตัวของจุดรองรับดังในรูปข้างล่าง

Add New : Load Items							
Selfweight Nodal Load	Node						
Member Load Physical Member Load Area Load Floor Load	Fx	0	kN	Мх	0	kNcm	
Plate Loads	Fy	-2000	kN	My	0	kNcm	
Solid Loads Temperature Loads	Fz	0	kN	Mz	0	kNcm	

Selfweight Sup	port Displacement		
Nodal Load			
Node Node			
Support Displacemen			
Member Load	Displacement	2 cm	
Physical Member Load	, L		
🕽 Area Load	Direction		
Floor Load	Direction		
Plate Loads	◯ Fx	O Mx	
Surface Loads			
solid Loads	📀 Fy	🔿 Му	
Temperature Loads			
seismic Loads	○ Fz	🔿 Mz	

- < Assign แรงทั้งสองลงในโครงสร้าง ณ จุดต่อที่ต้องการ
- < ปรับสเกลและกำหนดการแสดงค่าให้น้ำหนักบรรทุกจนได้ดังในรูปข้างล่าง



< ไปยังหน้า Analysis/Print เลือก No Print แล้วสั่ง Run Analysis...

< ไปยังโหมด Post Processing เพื่อดูผลการกำนวณ





Displacement:



เป็นการวิเคราะห์แบบทุติยภูมิของการรับน้ำหนักบรรทุกในแนวดิ่งของโครงซึ่งมีการเซ เนื่องจากแรงด้านข้าง เพราะการเซของโครงจะทำให้โมเมนต์จากน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้นทำให้ การเซมากขึ้นได้ การวิเคราะห์ **P-D** จะทำหลายครั้งจนการเซคงที่

< เริ่มต้นโดยการสร้างโมเดล Portal2D ดังในรูปข้างล่าง ถ้าเคยสร้างมาแล้วให้เปิดขึ้นมา แก้ไขก็ได้



- < สร้างโมเดลเป็นโครงกว้าง 6 เมตร สูง 4 เมตร จากตารางเหล็กของ South Korean เลือก วัสดุเป็น STEEL กำหนดหน้าตัด W300X200X56 เป็นเสาทั้งสอง และ W350X250X69 เป็นคาน
- < สร้างจุดรองรับแบบ Fixed และ Pinned แล้วกำหนดให้จุดรองรับทั้งสอง



- < สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 1 เป็น DEAD LOAD เพิ่มน้ำหนักตัวเอง Self Weight และ Uniform Load ทิศทาง GY ขนาด -1 Mton/m
- < สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 2 เป็น LIVE LOAD เพิ่มน้ำหนัก Uniform Load ทิศทาง GY ขนาด -2 Mton/m
- < สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 3 เป็น WIND LOAD เพิ่มน้ำหนัก Nodal Load ทิศทาง Fx งนาด 5 Mton
- < กำหนด Uniform Load ของ DEAD LOAD และ LIVE LOAD ให้แก่คาน และ Nodal Load ของ WIND LOAD ให้แก่โหนดหมายเลข 2 ที่มุมดังแสดงในรูป



< สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 4 เป็น Primary Load ตั้งชื่อว่า 0.75[DL+LL+W] คลิกปุ่ม Add... เลือกรายการ Repeat Load ซึ่งจะใช้แทน Load Combination เพื่อให้การ วิเคราะห์ P-D มีความถูกต้อง ใช้ค่าตัวคูณ 0.75 กับทุกกรณีบรรทุกดังในรูป



< รายการในหน้าต่าง Load จะเป็นดังในรูปข้างถ่าง



- < ใปที่หน้า Analysis/Print ในแถบ Perform Analysis เลือก Print Option = No Print
- < สั่ง Run Analysis... ไปยังโหมด Post Processing เลือกให้แสดงกรณีบรรทุก 4 ดูค่า Displacement ของโหนดที่มุมบน ในตัวอย่างนี้คือ Node 2 และ 3



Portal2D.std - Node Displacements:								
	All A	Summary /						
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Resultant	1	Rotational	
Node	L/C	X mm	Y mm	Z mm	mm	rX rad	rY rad	rZ rad
1	4 0.75[DL+LL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	4 0.75[DL+LL	12.388	-0.145	0.000	12.389	0.000	0.000	-0.004
3	4 0.75[DL+LL	12.324	-0.225	0.000	12.326	0.000	0.000	0.001
4	4 0.75[DL+LL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.005

< กลับมาที่โหมด Modeling ไปหน้า Analysis/Print ลบรายการ Perform Analysis ในหน้าต่างด้านขวาออก



- < คราวนี้คลิกเลือกแถบ PDelta Analysis เลือก Print Option = No Print นอกจากนั้น จะมีอีกสองช่องคือ Iterations ตัวเลขที่ใส่ในช่องนี้จะเป็นจำนวนครั้งที่จะทำการคำนวณ ซ้ำ ถ้าไม่ใส่จะถูกกำหนดเป็น 1 ครั้ง ส่วนอีกช่องคือ Converge ถ้าเราใส่จำนวนในช่องนี้ โปรแกรมจะทำการคำนวณซ้ำไปจนค่าการเคลื่อนที่ของโหนดไม่เปลี่ยนแปลง หรือจำนวน ครั้งการคำนวณถึงค่านี้ก่อน
- < ให้กลิกช่อง Converge ใส่ก่ามากหน่อยเช่น 100 ดังรูป

Analysis/Print Comm	ands		X
Perform Analysis		Perform Ir	mperfection Analysis
Perform Cable Analysis	PDelta Analysis	Change	Perform Pushover Analysis
Number of Iterations		nt Option) No Print) Load Da) Statics L) Mode Sh) Both) All	ta oad iapes
After Current Add	J Assig	n 🗌	Close Help



< สั่ง Run Analysis... ไปยังโหมด Post Processing เลือกให้แสดงกรณีบรรทุก 4 ดูค่า Displacement ของโหนดที่มุมบน ในตัวอย่างนี้คือ Node 2 และ 3

I Portal2D.std - Node Displacements:								
		Summary/						
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Resultant		Rotational	
Node	L/C	X	Y	Z	mm	rX rad	rY rad	rZ rad
1	4 0.75[DL+LL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	4 0.75[DL+LL	12.508	-0.144	0.000	12.509	0.000	0.000	-0.004
3	4 0.75[DL+LL	12.444	-0.225	0.000	12.446	0.000	0.000	0.001
4	4 0.75[DL+LL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.005

< จะเห็นว่ามีค่ามากกว่าการวิเคราะห์แบบปกติ

7

การออกแบบโครงสร้างเหล็ก

เนื้อหาที่จะกล่าวถึงในบทนี้

- n สร้างโมเดล Portal 2D
- n กำหนดรายการน้ำหนักบรรทุก
- n กำหนดพารามิเตอร์
- n คำสั่งออกแบบ
- n วิเคราะห์อีกครั้ง
- n ตรวจสอบการออกแบบ
- n สั่งวิเคราะห์และดูผลการคำนวณ
- n ไฟล์คำสั่ง และไฟล์แสดงผล
- n คำนวณตัวคูณความยาวประสิทธิผลอัตโนมัติ
- n ออกแบบแผ่นรองฐานเสาใน STAAD.etc > Component Design
- n ออกแบบองค์อาคารเหล็กใน STAAD.etc > Steel Design

< ในบทนี้เราจะกล่าวถึงการออกแบบโครงสร้างเหล็ก โดยใช้โมเคลเป็นโครงเหล็กหนึ่งช่อง หนึ่งชั้นรับน้ำหนักบรรทุกคงที่ น้ำหนักบรรทุกจร และแรงลมคังแสคงในรูปข้างล่าง



- < เริ่มโปรแกรมใหม่ ก่อนสร้างโมเคลใหม่ ตรวจสอบหน่วยก่อนว่าเป็นระบบเมตริกหรือไม่ เลือกเมนู File > Configure... เลือก Base Unit = Metric คลิก Accept
- < เริ่มสร้างโมเคลใหม่ เลือกเมนู File > New เลือกโครงสร้างแบบ Plane ตั้งชื่อไฟล์ว่า Portal2D ใช้หน่วย Meter – Metric Ton
- < สร้างโมเดลเป็นโครงกว้าง 6 เมตร สูง 4 เมตร จากตารางเหล็กของ South Korean เลือก วัสดุเป็น STEEL กำหนดหน้าตัด W300X200X56 เป็นเสาทั้งสอง และ W350X250X69 เป็นคาน
- < สร้างจุดรองรับแบบ Fixed และ Pinned แล้วกำหนดให้จุดรองรับทั้งสอง
- < ลองแสดงโมเดลในสามมิติ โดยคลิกขวาเลือก Structure Diagram... ในแถบ Structure ในกรอบ 3D Section เลือก Full Sections

agrams			
Force Limits	Animation	Desi	gn Results
Structure	Loads and Results	Scales	Labels
3D Sections None Full Sections Sections Outline	View Fill Plates/Solids/Surf Hide Plates/Solids Hide Structure Show Center Lines	face Shrink Perspec Sort Ge Sort No	10 % ctive ometry des
Beams C Plates C Solids C	refault Section C Selected Pefault Show	Dutline 📃 Entities 📕 Color Legend	
Solid	in around structure 10 Face 1 - Front]%	



< สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 1 เป็น DEAD LOAD เพิ่มน้ำหนักตัวเอง Self Weight และ Uniform Load ทิศทาง GY ขนาด -1 Mton/m

- < สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 2 เป็น LIVE LOAD เพิ่มน้ำหนัก Uniform Load ทิศทาง GY ขนาด -2 Mton/m
- < สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 3 เป็น WIND LOAD เพิ่มน้ำหนัก Nodal Load ทิศทาง Fx งนาด 5 Mton
- < กำหนด Uniform Load ของ DEAD LOAD และ LIVE LOAD ให้แก่คาน และ Nodal Load ของ WIND LOAD ให้แก่โหนดหมายเลข 2 ที่มุมดังแสดงในรูป



- < สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 4 เป็น Load Combination = 1.2DL+1.6LL
- < สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 5 เป็น Load Combination = 0.75[DL+LL+W]
- < รายการในหน้าต่าง Load จะเป็นดังในรูปข้างล่าง



< ไปที่หน้า Analysis/Print เลือก Print Option = No Print

กำหนดรายการน้ำหนักบรรทุก

- < ในหัวข้อนี้เราจะเริ่มกล่าวถึงคำสั่งที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างเหล็ก คำสั่งแรกคือ LOAD LIST เป็นการบอกโปรแกรมว่าจะออกแบบเพื่อรับน้ำหนักบรรทุกกรณีไหนบ้าง ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็น Combination Load Case ในตัวอย่างนี้กือ Load 4 และ Load 5
- < กำสั่งที่ใช้คือ : LOAD LIST 4 5
- < เลือกเมนู Command > Loading > Load List...
- < ในหน้าต่างที่แสดงขึ้นมาให้เลือก Load Case 4 และ 5 ดังในรูป

Load List			
Load Cases 1: DEAD LOAD 2: LIVE LOAD 3: WIND LOAD	 ∧ ∧ √ √ 	Load List 4: 1.2DL+1.6LL 5: 0.75[DL+LL+W]	OK Cancel Help
Use the > button to transfer selected load cases to the load list. Use >> to transfer all.		Use the < button to remove sele cases from the load list. Use << all.	ected load to remove

กำหนดพารามิเตอร์

- < ไปที่หน้า **Design** > Steel เลือกมาตรฐานที่ใช้ออกแบบ **Current Code: AISC ASD** จากหน้าต่างทางด้านขวามือ
- < เปลี่ยนหน่วยเป็น Centimeter Kilogram
- < คลิกปุ่ม **Define Parameters...**



< ในหน้าต่าง Design Parameters จะแสดงรายการพารามิเตอร์มากมายให้เราเลือกกำหนด ได้ ตัวแรกที่เราจะต้องกำหนดคือ กำลังครากของเหล็ก เลือกรายการ FYLD ใส่ค่า 2500 kg/cm2 แล้วกลิกปุ่ม Add

Design Parameters	
DLRATIO	Yield strength of steel: 2500 kg/cm2
	After Current Add Assign Close Help

< ต่อมาให้เลือกรายการ TRACK ซึ่งเป็นการกำหนดการพิมพ์ผลการออกแบบ เลือกแบบ 2 จะพิมพ์ผลละเอียดที่สุด(เปลืองกระดาษที่สุด)



< คลิกปุ่ม Add แล้วตามด้วย Close หน้าต่าง Steel Design จะมีรายการเพิ่มขึ้น



< จะเห็นว่าหน้ารายการ FYLD และ TRACK ยังเป็นเครื่องหมายคำถามอยู่ ให้เลือกแต่ละ รายการแล้ว Assign ให้ทุกองค์อาคาร



คำสั่งออกแบบ : Design Commands

- < คลิกปุ่ม Commands... ในหน้าต่าง Steel Design หน้าต่างคำสั่งออกแบบจะแสดง ขึ้นมา
- < เลือกรายการ SELECT ซึ่งจะเป็นคำสั่งให้โปรแกรมเลือกหน้าตัดที่เบาที่สุดที่ผ่าน ข้อกำหนด
- < คลิกปุ่ม Add แล้วตามด้วย Close
- < คลิกที่รายการ SELECT ที่เพิ่มขึ้นมาซึ่งยังมีเครื่องหมายคำถามหน้ารายการ
- < Assign ให้กับคานหมายเลข 2 โดยใช้ Use Cursor to Assign หรือเลือกคานแล้วคลิก Assign to Selected Beams ก็ได้

Design Commands	
CHECK CODE FIXED GROUP GROUP MEMBER TAKE OFF SELECT SELECT OPTIMIZED SELECT WELD SELECT WELD TAKE OFF	Select least weight section size based on specifications of the desired code. The selection is done using the results from the most recent analysis and iterating on section sizes until a least weight size is obtained. This command has no additional parameters.
	After Current Add Assign Close Help

วิเคราะห์อีกครั้ง

- < ในการสร้างโมเดลเราได้มีการเลือกหน้าตัดให้แก่องก์อาการ ต่อมาเมื่อทำการออกแบบเลือก หน้าตัดใหม่ โครงสร้างจึงเปลี่ยนไปทำให้ต้องวิเคราะห์อีกครั้ง
- < ไปที่หน้า Analysis/Print > Analysis คลิกตัวเลือก No Print
- < คลิกปุ่ม Add และ Close จะปรากฏรายการ PERFORM ANALYSIS อีกรายการต่อ จากคำสั่ง SELECT ดังในรูป



ตรวจสอบการออกแบบ

< หลังการวิเคราะห์ครั้งที่สอง จะทำให้แรงในองค์อาการชุดใหม่ต่างไปเล็กน้อยจากเดิม เรา สามารถตรวจสอบดูว่าโครงสร้างปลอดภัยหรือไม่ตามข้อกำหนด โดยใช้คำสั่ง :

CHECK CODE ALL

- < คลิกปุ่ม Command ในหน้าจอ Steel Design เลือกแถบ Check Code แล้วคลิกปุ่ม Add แล้วตามด้วย Close
- < เนื่องจากคำสั่ง CHECK CODE ต้อง assign ให้ทุก member วิธีการที่ง่ายที่สุดคือ คลิกปุ่ม Assign to View

สั่งวิเคราะห์และดูผลการคำนวณ

< เลือกเมนู Analyze > Run Analysis... แล้วคลิกปุ่ม Run Analysis เพื่อเริ่มการ คำนวณ

Select Analys	is Engine	×
Analysis Option		
	 STAAD Analysis Stardyne Advanced Analysis 	
Run	Analysis Cancel Apply Help	

< ถ้าไม่มีข้อผิดพลาด 0 Error(s), 0 Warning(s) ให้กลิกเลือก View Output File แล้ว กดปุ่ม Done

STAAD PLANE START JOB INFORMATION ENGINEER DATE 14-Jun-08 END JOB INFORMATION INPUT WIDTH 79 UNIT METER MTON JOINT COORDINATES 1 0 0 0; 2 0 4 0; 3 6 4 0; 4 6 0 0; MEMBER INCIDENCES 1 1 2; 2 2 3; 3 3 4; DEFINE MATERIAL START ISOTROPIC STEEL E 2.09042e+007 POISSON 0.3 DENSITY 7.83341 ALPHA 1.2e-005 DAMP 0.03 END DEFINE MATERIAL MEMBER PROPERTY KOREAN 1 3 TABLE ST W300X200X56 2 TABLE ST W350X250X69 CONSTANTS MATERIAL STEEL ALL SUPPORTS 1 FIXED 4 PINNED LOAD 1 LOADTYPE None TITLE DEAD LOAD SELFWEIGHT Y -1 MEMBER LOAD 2 UNI GY -1 LOAD 2 LOADTYPE None TITLE LIVE LOAD MEMBER LOAD 2 UNI GY -2 LOAD 3 LOADTYPE None TITLE WIND LOAD JOINT LOAD 2 FX 5 LOAD COMB 4 1.2DL+1.6LL 1 1.2 2 1.6 LOAD COMB 5 0.75[DL+LL+W] 1 0.75 2 0.75 3 0.75 PERFORM ANALYSIS LOAD LIST 4 5 UNIT CM KG PARAMETER 1 CODE AISC FYLD 2500 ALL TRACK 2 ALL SELECT MEMB 2 PERFORM ANALYSIS PARAMETER 2 CODE AISC CHECK CODE ALL FINISH

< ผลจากคำสั่ง SELECT

* * * * * * * * * * * * *			1	Y 	PROPERTIES IN CMS UNIT
MEMBER 2 * * DESIGN CODE * AISC-1989 * = * *	KOREAN ST W350	SECTIONS 1x250x69 :====::::::::::::::::::::::::::::::::	6.00>	Z Z	AX = 88.20 AY = 25.46 AZ = 39.91 SY = 248.19 SZ =1101.19 RY = 5.92 RZ = 14.48
	120.7 (KN	IS-METRE)			
PARAMETER IN KNS CMS		L4	L4 L4		STRESSES IN NEWTON MMS
KL/R-Y= 101.37 KL/R-Z= 41.43 UNL = 600.00 CB = 1.00 CMY = 0.85 CMZ = 0.85 FYLD = 24.52 NSF = 1.00	+ + L4 + + L5 ++	L4 L5	L4	L4 L5 L4 +	FA = 88.81 fa = 2.42 FCZ = 122.63 FTZ = 147.10 FCY = 183.87 FTY = 183.87 fbz = 109.60 fby = 0.00
dff= 0.00	MAX 	ABSOLU (W)	JTE MZ ENVEL LTH LOAD NO. MENT SUMMARY	OPE) (KNS-METRE)	Fez = 615.05 FV = 98.07 fv = 1.06
	AXIAL	SHEAR-Y	SHEAR-Z	MOMENT-Y	MOMENT-Z
VALUE LOCATION LOADING	21.3 0.0 4	134.6 6.0 4	0.0 0.0 0	0.0 0.0 0	120.7 3.0 4
* * * * * * * * * * * * * * * * * * *	*******	DESIGN SU	************** MMARY (KNS-	*************** METRE)	**************************************
*	CRITI	CAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADIN LOCATIC	JG/ *
* RESULT/ FX					:==

< ผลจากคำสั่ง CHECK CODE



คำนวณตัวคูณความยาวประสิทธิผลอัตโนมัต<u>ิ</u>

- < ตั้งแต่เวอร์ชั่น 2006 โปรแกรมได้เพิ่มความสามารถใหม่ในการคำนวณตัวคูณความยาว ประสิทธิผล (Effective Length Factor, KY) ตามมาตรฐาน AISC ASD
- < กลับมาที่โมเคล Portal2D เดิมของเรา สมมุติว่าเราจะลองใช้ความสามารถนี้กับเสา หมายเลข 3 ไปที่หน้า Design > Steel
- < คำสั่ง KY ซึ่งเป็นการกำหนดพารามิเตอร์ ต้องถูกแทรกอย่างถูกขั้นตอน ตำแหน่งที่ต้องการ คือหลังคำสั่ง FYLD 2500
- < ให้คลิกเลือกเสาหมายเลข 3 ก่อน แล้วคลิกรายการ FYLD จากนั้นกดปุ่ม Define Parameters



- < ในหน้าต่าง **Define Parameters** คลิกเลือกรายการ **KY** หรือ **KZ** โปรแกรมจะให้เรา กำหนดค่าความยาวประสิทธิผลของเสา ในเวอร์ชั่นเก่าผู้ใช้จะต้องกำหนดเอง แต่ในเวอร์ ชั่นใหม่สิ่งที่เพิ่มขึ้นมาคือมีปุ่ม **Calculate**
- < เมื่อกดปุ่ม Calculate โปรแกรมจะถามว่าเป็นโครงแบบ braced หรือ unbraced ให้ คลิกปุ่ม No เลือกเป็น unbraced

Design Parameters	
FYLD HECC IMPACT KX KZ LX LX LY LZ MAIN NSF OVR PLTHICK	KY K value in local Y-axis, usually minor axis: Default is 1.0
	KFactor
	Do you like to compute KY with braced condition?

- < ค่า KY จะถูกคำนวณแสดงออกมา ลองเลือกแบบ braced เพื่อดูความแตกต่าง
- < ตามปกติกำสั่งนี้จะถูกกำหนดต่อจาก FYLD ก็ทำเหมือนเดิมคือกลิกปุ่ม Add แล้ว Assign ให้องก์อาการที่ต้องการ แต่ในตัวอย่างนี้เป็นการแทรกกำสั่ง ถ้าเรากลิก Add รายการจะถูกเพิ่มต่อท้ายทำให้ผิดขั้นตอน ดังนั้นจึงต้องกลิกเลือกช่อง After Current ซึ่ง อยู่ติดกับปุ่ม Add แล้วจึงกลิกปุ่ม Add แล้วตามด้วย Close

Design Parameters			
FU FYLD HECC IMPACT KX KY KZ LX LY LZ MAIN NSF OVR PLTHICK PLTWIDTH PROFILE RATIO RDIM RHOLE RIBHEIGHT RIBHEIGHT SHE CLIODINIC	K value in local Y-axis, usually minor axis: 1.85343 Calculate Default is 1.0		
	After Current Add Assign Close Help		

< รายการ KY จะถูกแทรกเข้าไป ให้คลิกเลือกแล้ว Assign ให้เสาหมายเลข 3



- < ต่อมาเราควรแก้ไขคำสั่ง SELECT ให้เลือกหน้าตัดให้เสาหมายเลข 3 ด้วย คลิกเลือก รายการ SELECT จะเห็นคานหมายเลข 2 ถูกเลือกอยู่
- < ใช้ Use Cursor to Assign คลิกปุ่ม Assign แล้วไปคลิกที่คานหมายเลข 3 สังเกตใน ช่อง Assign To Edit List จะเพิ่มเป็น 2 3



< การแก้ไขเช่นนี้ในไฟล์กำสั่งจะเร็วกว่ามาก เปิดดูในไฟล์กำสั่งจะเห็นส่วนที่เพิ่มขึ้นซึ่งเรา อาจพิมพ์ลงในไฟล์กำสั่งเองเลยก็ได้

PARAMETER 1 CODE AISC FYLD 2500 ALL **KY 1.85343 MEMB 3** TRACK 2 ALL SELECT MEMB 2 **3** PERFORM ANALYSIS PARAMETER 2 CODE AISC CHECK CODE ALL FINISH

< สั่ง Analyze > Run Analysis... ดูกวามแตกต่างในไฟล์แสดงผลระหว่างเสาหมายเลข

1 และ 3 จะพบว่า

องค์อาการ	KL/R-Y	FA
1	85.09	101.87
3	150.77	46.44

STAAD.etc เป็นโมคูลเพิ่มเติมในการออกแบบส่วนประกอบโครงสร้างได้แก่ ฐานราก แผ่น เหล็กรองฐานเสา และการออกแบบพื้น

< หลังทำการวิเคราะห์เสร็จสิ้นแล้ว ให้เลือกแถบ Component Design หรือเลือกเมนู Mode > Interactive Design > Component Design หน้าต่างของแถบ Component Design จะแสดงขึ้นมาโดยมีให้เลือกกำนวณ 3 โมดูลดังในรูป



< คลิกเลือกไอคอน Base Plate แล้วลากไปยังจุดต่อที่ต้องการให้ออกแบบในโครงสร้าง



< หน้าต่าง Staad.etc Interactive Design จะแสดงขึ้นมาดังในรูปข้างล่าง กรอกข้อมูลที่ ต้องการแล้วคลิก OK
Staad.etc Interactive D	lesign			
Geometry Data Anchor B	olt Data She	ear Lug Data		
	Job :			
Design option Design Code : ASD	Analysis :	Rigid 🖌	Load : 41.2DL+1	Design for
Geometry			Bolt Distances	
Min. Plate Length:	18	in 🗸	Bolts along Length :	2
Max. Plate Length:	28	in 🖌	Bolts along Width :	2
Min Plate Width:	18	in 🗸	D1: 55	in V
Max.Plate Width:	28	in 🗸	D2: 55	
Increment Length	0.25	in 🗸	D2: 5.5	in 💌
Plate Thickness :	0.5	in 🗸	5.5	in 💌
Thickness Increment:	0.125	in 🗸	D4: 5.5	in 💌
Pier Length :	28	in 🗸		
Pier Width :	28	in 🗸	T <u>an add</u> Arab	
Stresses			•	•
Fc: 3 ksi	🗸 🗹 Fp As	per ACI 318-99	67 F	
Fy: 36 ksi	-			<u></u>
F: 29000 ksi	~		93 93	
			J	
			+ 0.000 4 - 1.000	
	ОК	Cancel	Apply	Help

< หน้าต่างผลการออกแบบจะแสดงขึ้นมามีสามแถบให้เลือกดูคือ แถบ Results

🎟 Portal2D - Base Plate	Design - Su	ipport No. 4		$ \times$
				^
A	nalysis Sun	nmary		
Design Code		ASD		
Section		W300X200X5		
Column Load (kip)		31.000		
My (kip-in)		0.000		
Mz (kip-in)		0.000		
Allowable Bearing Pressure (psi)		2380.000		
Actual Bearing Pressure Max(psi)		95.680		
Actual Bearing Pressure Min(psi)		95.680		
D	esign Sum	mary		
	Base Plate	Concrete Pier		
Width (in)		18.000	28.000	
Length (in)	Length (in)		28.000	
Thickness (in)		0.750		1
Colum	n to Plate (Connection		
Min Weld Size		0.188		
Max Weld Size	ē.	0.188		
Ar	ichor Bolt I	ayout		
Bolt #	X (in)	Y (in)	Tension (Kips)	
1	-5.500	-5.500	0.000	
2	-5.500	5.500	0.000	
3	5.500	-5.500	0.000	
4	5.500	5.500	0.000	
Anchor Bolt Lengt	n (in)	0.000		
				Y
Results (Calculations (Output Dra	<]:	>

< แถบ Calculations แสดงรายการคำนวณ

🎟 Portal2D - Base Plate Design - Support No. 4	
	^
Base Plate :	=
	<u></u>
Check the width W and length L of the plate	
Support Pier Length = 28.000 in	
Support Pier Width = 28.000 in	
Allowable Minimum Edge Distance = 5.000 in	
The Anchor Bolt Closer to the on the Length Side Edge and the Edge distance is 8.500	in
Edge distance is 8.500 > Minimum Edge Distance =	
5 000 OK The Anchor Bolt Closer to the on the Width Side Edge, and the Edge distance is 8 500	in.
is Bolt Number 1	
Edge distance is 8.500 > Minimum Edge Distance =	
Compute the Corner Stresses	
	12000
Eccentricity in e = ML/P. = 0.000 / 31000.24/	~
Kesuits V calculations V ontbut Drawing /	2

< และแถบ Output Drawing แสดงแบบรายละเอียด

ออกแบบองค์อาคารเหล็กใน STAAD.etc > Steel Design

การออกแบบใน STAAD.etc จะเป็นแบบปฏิสัมพัทธ์ ซึ่งต่างจากเดิมที่ใช้คำสั่งไว้ล่วงหน้า แล้วสั่งรันการคำนวณ ทำให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขได้สะดวกรวดเร็วขึ้น

- < หลังทำการวิเคราะห์เสร็จสิ้นแล้ว ให้เลือกแถบ Steel Design หรือเลือกเมนู Mode > Interactive Design > Steel Design หน้าต่างของแถบ Steel Design จะแสดงขึ้นมา
- < เริ่มโดยให้เราเลือกกรณีบรรทุกที่จะนำมาพิจารณาในการออกแบบ คลิกปุ่ม New Envelope เลือกกรณีที่ 4 และ 5 ดังในรูป

4
ns Only
ancel

- < ไปที่หน้า Member Design > Member Setup เพื่อกำหนดองค์อาคารที่จะทำการ ออกแบบ คลิกเลือกคานหมายเลข 2
- < เลือกเมนู Member Design > Physical Members > Form Members



- < ไปยังหน้า Member Design > Restraints ตรวจสอบและปรับแก้การยึดรั้งองค์อาคาร
- < ไปยังหน้า Briefs/Groups เพื่อกำหนดคำสั่งออกแบบ และจัดกลุ่มองค์อาการที่จะ ออกแบบ

Brief Details			
Brief Name: Design Brief 1	Design Code	AISC ASD	~
Set <u>P</u> arameter List >>			
FYLD 🔼	FYLD		
	'ield strength of steel:	2500 kg/cm2	
DMAX -			
STIFF			
DFF NSF			
СВ			
SSY SSZ			
		OK Cancel]

< คลิกปุ่ม New Brief ในหน้าต่าง Design Briefs จะได้

< กำหนดค่า FYLD = 2500 kg/cm2 แล้วคลิก OK จะมีรายการแสดงขึ้นมา

	Brief	Code
B1	Design Brief 1	AISC ASD

< ต่อมากลิกปุ่ม New Design Grp ในหน้าต่าง Design Groups จะได้

.dd/Edit G	roup							
Group Nam	ie:	Design Group 1						
Select Env	velope	& Brief						
Envelope:	Desig	n Envelope 1	~ 1	Brief:	Desig	n Brief 1		~
mm kit			1	<u> </u>				
			1	C				
DI I				6	Desi	gn Group	1	
			2			4.12		
			>>					
A.A.		and a dama to	A. J.			ann.		and a

< คลิกปุ่ม Add เลือกรายการ M1 เข้ามาในกลุ่ม คลิกปุ่ม OK จะมีรายการแสดงขึ้นมา



< เลือกเมนู Member Design > Perform Group Design จะมีให้เลือกสามคำสั่งคือ

Member Design	Connection Design	Mod	
Physical Mer	Physical Members		
Design <u>B</u> rief:	s	►	
Design <u>G</u> rou	ps	•	
Set Output I	Jnits		
Perform Gro	up Design	•	Check Code
View Design	View Decigo Results Table		Member Selection (Single Step Design) $^{ m N}$
View Design	Calculation		Member Selection (Multiple Step Design)
View <u>O</u> rigina	l Command File		
Update Prop	erties		
📔 View Error L	og		

< ลองเลือกดูทีละกำสั่ง แล้วดูผลการกำนวณที่แสดงออกมา เริ่มจาก Design Result Table ในหน้า Member Design > Results/Reports

Group No	Group Name	Member No	Original Section	Design Section	Member Spec	Slenderness Chk
G1	Design Group	M1	W350X250X	W350X250X	BEAM	PASS
						0.507

< เลือกองค์รายการในตารางแล้วเลือกเมนู Member Design > View Design Calculation เพื่อแสดงรายการคำนวณ

Design Of Member No. 1 As Per	r AISC	
Input Parameters		
Member Section	W350X250X69	
Cross Sectional Area Ax (cm 2	2) 88.20	
Shear Area Along Y Axis Ay (cm 2) 3.95	
rz (cm) 14.48		
ry (cm) 5.92		
Section Modulus About Z Axis	- Tension Edge Stz (cm 3)	1101.19
Section Modulus About Z Axis	- Compression Edge Szz (cm 3)	1101.19
Section Modulus About Y Axis	- Tension Edge Sty (cm 3)	248.19
Section Modulus About Y Axis	- Compression Edge Syy (cm 3)	248.19
Unsupported Length - Z Axis 1	For Slenderness Check Lz (cm)	600.00
Unsupported Length - Y Axis 1	For Slenderness Check Ly (cm)	600.00
Effective Length For Allowab Yield Stress fy (MPa)	le Bending Stress Calculation Unl (cm) 245.00	600.00
Ultimate tensile strength fu	(MPa) 414.00	

Allowable Ratio For Interaction Check 1.00 Design Forces Combined Axial Force & Bi-axial moment
 Axial Load Fx (kg)
 2277.41

 Torsion Mx (kg cm)
 0.00
 Torsion Mx (kg cm) Z Axis Moment Mz (kg cm) Y Axis Moment My (kg cm) Critical Loadcase No. Critical Section (cm) Beam No. 2 -1204327.13 0.00 4 300.00 2 Beam No. No Shear Force Developed Along Z Axis Shear Along Y Axis Shear Along Y Axis Fy (kg)13775.34Critical Loadcase No.4Critical Section (cm)600.00 2 Beam No. Details Of Calculation Slenderness Checking 600.00 Lez (cm) Ley (cm) 600.00 41.43 Lez / rz Ley / ry 101.37 Actual Slenderness Ratio 101.37 Allowable Slenderness Ratio 200.00 SAFE Status Check Against Axial Compression And Bi-Axial Bending Actual Compressive Stress fc (MPa) =Fx / Ax 2.53 Calculation Of Allowable Axial Compressive Stress : E (MPa) 205000.95 Qa (Due To Web Slenderness) = Effective Area / Actual Area Stress Reduction Factor Os 1.00 Stress Reduction Factor Qs Cc 128.47 =(2 p 2 E / (Q a Q s fy))0.5 ${\tt L}$ / r is less than Cc Fla (ksi) =Q a Q s fy (1 - 0.5 * (L / r * Cc)2) 24.49 F2a =1.667 + 0.375 * L / r * Cc - 0.125 * (L / r * Cc)3 1.90 Allowable Axial Compressive Stress fc_allowable (MPa) =Fla / F2a 88.80 Bending about Z Axis : Actual Bending Compressive Stress - Z Axis fcz (MPa) =Mz / Szz 107.25 No Bending Moment Developed Along Y Axis Calculation of Allowable Bending Compressive Stress About Z and Y Axis : Limiting Width - Thickness Ratio = 0.5 * bf / tf 10.37 Limiting Width - Thickness Ratio is less than 65 / fy0.5. The section is compact. LC =Min (76bf / fy0.5, 20000 / ((d / Af) fy)) (in) 124.94 Laterally unsupported length of the compression flange, Unl, is greater than Lc rT (in) =((0.5 Iy - 1/12 * 2/3 * (d/2 - tf) tw3) / (0.5 Ax - 2/3 * (d/2 - tf) tw))0.5 2.59 lrt =Unl / rT 91.32 Cb 1.00 lrT is greater than 319.374(Cb / fy)0.5and lrT is less than 714.143(Cb / fy)0.5 Allowable Bending Compressive Stress - Z Axis fbz_allowable (ksi) =(2/3 - fy (lrt)2 / 1530000Cb))fy 16.83

```
Maximum Allowable Bending Compressive Stress - Z Axis (ksi) fbz_max =0.6fy
21.34
fbz_allowable is less than fbz_max
Area Of Compression Flange Af ( sq. inch )
                                                   4.63
For any value of lrt, fbz (ksi)
= 12000Cb Af / (Unl*d)
                                     17.79
Allowable Bending Compressive Stress - Z Axis fcz_allowable (ksi)
= ( Maximum of fbz and fbz_allowable )
                                                     17.79
Allowable Bending Compressive Stress - Y Axis fby_allowable (ksi)
=fy (1.075 - 0.005bf fy0.5 / 2tf ) 26.67
Maximum Allowable Bending Compressive Stress - Y Axis (ksi) fby_max =0.75fy
26.67
Minimum Allowable Bending Compressive Stress - Y Axis (ksi) fby_min =0.6fy
21.34
fby_allowable is less than fby_max and greater than fby_min
Allowable Bending Compressive Stress - Y Axis fcy_allowable (ksi)
                                                                      26.67
Stress Reduction Factor Qs
                                     1.00
fb_max (ksi)
=0.6Qsfy
                      21.34
Allowable Bending Compressive Stress ( Modified ) - Z Axis fcz_allowable (MPa)
= Max ( fcz_allowable calculated above , fb_max )
                                                             122.63
Allowable Bending Compressive Stress ( Modified ) - Y Axis fcy_allowable (MPa)
= Max ( fcy_allowable calculated above , fb_max )
                                                             183.87
Interaction Checking
Factor by which all allowable stresses/capacities to be multiplied
                                                                           1.00
Interaction ratio
=fc / fc_allowable + fcz / fcz_allowable + fcy / fcy_allowable
                                                                           0.90
              SAFE
Status
Check Against Shear
Shear Stress Along Y Axis Vy (MPa)
                      53.07
=Fy / Ay
Vf (MPa)
=0.4fy
              98.07
f
=( dw - 2tf ) / tw*fy0.5
                                    232.56
f is less than 380.
Allowable Shear Stress V_allowable (MPa)
         98.07
=0.4fy
Interaction ratio (Along Y Axis)
=Vy / V_allowable
                             0.54
Status
              SAFE
```

8

การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

เนื้อหาที่จะกล่าวถึงในบทนี้

- n สร้างโมเดล RC Frame
- n กำหนดรายการน้ำหนักบรรทุก
- n กำหนดพารามิเตอร์
- n คำสั่งออกแบบ
- n วิเคราะห์และออกแบบ
- n ตรวจสอบการออกแบบ
- n สั่งวิเคราะห์และดูผลการคำนวณ
- n ไฟล์คำสั่ง และไฟล์แสดงผล
- n ออกแบบฐานรากใน STAAD.etc > Component Design
- n ออกแบบองค์อาคารโดยใช้ RC Designer
- **n** RC Designer > Beam Design
- n RC Designer > Column Design
- n RC Designer > Slab Design

< ในบทนี้เราจะกล่าวถึงการออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยสร้างโมเดลใหม่ดังในรูป รับ น้ำหนักบรรทุกคงที่ น้ำหนักบรรทุกจร และแรงลมดังแสดงในรูปข้างล่าง



- < เริ่มโปรแกรมใหม่ ก่อนสร้างโมเคลใหม่ ตรวจสอบหน่วยก่อนว่าเป็นระบบเมตริกหรือไม่ เลือกเมนู File > Configure... เลือก Base Unit = Metric คลิก Accept
- < เริ่มสร้างโมเคลใหม่ เลือกเมนู File > New เลือกโครงสร้างแบบ Space ตั้งชื่อไฟล์ว่า RCFrame ใช้หน่วย Meter – Metric Ton
- < สร้างโมเคลเป็นโครงกว้าง 6 เมตร สูง 3.5 เมตร ในระนาบ X-Y ก่อนดังในรูปข้างล่าง



< คลิกเลือกองค์อาคารหมายเลข 1 และ 2 สั่ง Circular Repeat ใส่ข้อมูลตามในรูปข้างล่าง





< จะได้โมเคลสามมิติดังในรูป



- < เปลี่ยนหน่วยความยาวจาก m เป็น cm หรือใช้คำสั่ง UNIT CM MTON
- < กำหนดหน้าตัดสำหรับองค์อาการกอนกรีตเสริมเหล็กจะเป็นหน้าตัดสี่เหลี่ยม ไปที่หน้า General > Property คลิกปุ่ม Define... ในหน้าต่าง Properties เลือกรายการ Rectangular ใส่ค่า YD = 30 cm และ ZD = 30 cm คลิกไม่เลือก Material ดังในรูป

roperty 🔀
Circle Rectangle Tee Tapercial General Tapered I Tapered Tube Assign Profile YD: 30 cm YD: 30 cm ZD: 30 cm
Add Assign Close Help

< สร้างหน้าตัดที่สองขนาด YD = 50 cm และ ZD = 30 cm ตามขั้นตอนเดิม

Prop	perties - Whole	Structure	
Section	Beta Angle		
Ref Se	ection	Material	
1 B 2 B	ect 0.30x0.30 ect 0.50x0.30		

- < กำหนดหน้าตัด 1 : Rect 0.30x0.30 ให้เสาทั้งหมด
- < กำหนดหน้าตัด 2 : Rect 0.50x0.30 ให้คานทั้งหมด



- < เปลี่ยนหน่วยความยาวจากเป็น cm และแรงเป็น kg
- < กำหนดคุณสมบัติวัสดุ เลือกเมนู Command > Material Constants > Elasticity... ใส่ค่า 233,928 kg/cm²

Material Constant	
Auminum	
O Steel	
Enter Value Z33328 kg/cm2	
Assign	
To View To Selection	
	_

- < เปลี่ยนหน่วยความยาวเป็น m แล้วใส่ค่า Density = 2,400 kg/m³
- < กำหนดค่า Poisson's Ratio = 0.17 ตรวจดูไฟล์กำสั่งรายการที่เพิ่มขึ้นคือ

UNIT CM KG CONSTANTS E 233928 ALL DENSITY 0.0024 ALL POISSON 0.17 ALL

< ไปที่หน้า General > Support สร้างจุดรองรับแบบ Fixed แล้วกำหนดให้ทุกฐานเสา



- < ไปที่หน้า General > Load เพื่อกำหนดน้ำหนักบรรทุก เปลี่ยนหน่วยเป็น ความยาวเป็น m และแรงเป็น kg
- < สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 1 เป็น DEAD LOAD เพิ่มน้ำหนักตัวเอง Self Weight และ Uniform Load ทิศทาง GY ขนาด -400 kg/m
- < สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 2 เป็น LIVE LOAD เพิ่มน้ำหนัก Uniform Load ทิศทาง GY ขนาด -600 kg/m
- < สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 3 เป็น WIND LOAD เพิ่มน้ำหนัก Uniform Load ทิศทาง Gx ขนาค 300 kg/m
- < กำหนด Uniform Load ของ DEAD LOAD และ LIVE LOAD ให้แก่คาน และ Uniform Load ของ WIND LOAD ให้แก่เสาดังแสดงในรูป



- < สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 4 และ 5 แต่คราวนี้เราจะไม่ใช้ Load Combination แบบที่ เคยทำมา แต่จะใช้ REPEAT LOAD เนื่องจากจะทำการวิเคราะห์แบบ P-Delta ซึ่งจะ คิดผลของแรงกระทำด้านข้างและแรงในแนวดิ่งพร้อมกัน
- < สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 4 เหมือนกรณีที่ 1 3 คือเป็นแบบ Primary Load ตั้งชื่อ 1.2DL+1.6LL
- < เลือกรายการน้ำหนักบรรทุกกรณี 4 คลิกปุ่ม Add... เลือกรายการ Repeat Load

veight	Repeat Load		
iber Load	Available Load Cases:	Repeated Load Definiti	on:
ical Member Load	3: WIND LOAD	Load Cases	Factor
Load		Load Case 1	1.2
.oad		Load Case 2	1.6
hads			
rature Loads			
c Loads			
istory			
oad			
oad			
nse Spectra			
Load)	
beat Load			
A CONTRACTOR OF			

< สร้างน้ำหนักบรรทุกกรณี 5 เป็น Primary Load ตั้งชื่อ 0.75[DL+LL+W]

eight	Repeat Load			
Load er Load	Available Load Cases:		Repeated Load Definit	ion:
al Member Load	4: 1.2DL+1.6LL		Load Cases	Factor
d l			Load Case 1	0.75
			Load Case 2	0.75
ads			Load Case 3	0.75
.oads				
lus ture Loade				
oads				
orv		< <u><</u>		
ad I				
be				
e Spectra				
oad			ļ	
beolte				
it Lugar 1				

< รายการในหน้าต่าง Load จะเป็นดังในรูปข้างล่าง



- < ไปที่หน้า Analysis/Print คลิกแถบ PDelta Analysis เลือก Print Option = No Print คลิกปุ่ม Add
- < ลองรันการวิเคราะห์ดูว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่ก่อนเริ่มการออกแบบ เลือกเมนู Analyze > Run Analysis... เลือก STAAD Analysis แล้วคลิกปุ่ม Run Analysis

กำหนดรายการน้ำหนักบรรทุก

- < ในหัวข้อนี้เราจะเริ่มกล่าวถึงคำสั่งที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างเหล็ก คำสั่งแรกคือ LOAD LIST เป็นการบอกโปรแกรมว่าจะออกแบบเพื่อรับน้ำหนักบรรทุกกรณีไหนบ้าง ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็น Combination Load Case ในตัวอย่างนี้กือ Load 4 และ Load 5
- < เลือกเมนู Command > Loading > Load List... เลือก Load Case 4 และ 5

Load List			
Load Cases 1: DEAD LOAD 2: LIVE LOAD 3: WIND LOAD	> > <	Load List 4: 1.2DL+1.6LL 5: 0.75[DL+LL+W]	OK Cancel Help
Use the > button to transfer selected load cases to the load list. Use >> to transfer all.		Use the < button to remove select cases from the load list. Use << to all.	ed load remove

< ตัวแปรต่างในการออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กนั้น ผู้ใช้สามารถที่จะกำหนดได้เช่น เกรด ของคอนกรีตหรือขนาดเหล็กเส้นใหญ่ที่สุดที่อยากจะใช้ ค่าพารามิเตอร์กำหนดค่าโดยใช้

กำสั่งดังนี้ UNIT CM KG CODE ACI CLT 2.5 ALL CLB 3 ALL CLS 2.5 ALL FC 240 ALL FYMAIN 4000 ALL TRACK 1 ALL

- < ไปที่หน้า Design > Concrete เลือกมาตรฐานที่ใช้ออกแบบ Current Code: ACI จากหน้าต่างทางด้านขวามือ
- < เปลี่ยนหน่วยเป็น Centimeter Kilogram แล้วคลิกปุ่ม Define Parameters...
- < ในหน้าต่าง Design Parameters จะแสดงรายการพารามิเตอร์ให้เลือก คลิกแถบ Clt ระยะหุ้มด้านบน ใส่ค่า 2.5 cm คลิก Add
- < ใส่ค่าที่เหลือจนครบ แล้วกดปุ่ม Close หน้าจอ Concrete Design จะแสดงดังรูป

Concret	e Desig	n - Whole St	tructure	
Curr	ent Code:	ACI		~
	ART CON CODE A UNIT CN CLT 2.5 CLB 3 CLS 2.5 FC 240 FYMAIN TRACK END CO	ALYSIS ICRETE DESIGN CI 1 KG 4000 1 NCRETE DESIG	N AN	<
<				>
🛃 Highligh	t Assigned	Geometry		
Toggle /	Assign			
Select Paramete	rs	Define Parameters.	Command	ds

< เครื่องหมายคำถามแสดงว่ายังไม่ถูก Assign ให้องค์อาคาร เถือกวิชี Assign To View แล้วกดปุ่ม Assign

กำหนดคำสั่งออกแบบ

้ กำสั่งออกแบบที่เราจะใช้คือการออกแบบคานสำหรับ member 2 และ 5 และออกแบบเสา

สำหรับ member 1, 3 และ 4 คำสั่งที่ใช้คือ DESIGN BEAM 2 5 DESIGN COLUMN 1 3 4

- < คำสั่งออกแบบจะถูกสร้างได้จากหน้าจอ Concrete Design โดยกดปุ่ม Command...
- < เมื่อหน้าจอ Design Command แสดงขึ้นมาให้เลือกแถบ Design Beam คลิกปุ่ม Add ต่อมาเลือกแถบ Design Column คลิกปุ่ม Add แล้วจึงคลิกปุ่ม Close หน้าจอจะเป็นดัง ในรูป



< คลิกราขการ DESIGN BEAM แล้ว Assign ให้กับคาน 2, 5 และราขการ DESIGN COLUMN แล้ว Assign ให้กับเสา 1, 3, และ 4

วิเคราะห์และออกแบบ

- < เลือกเมนู Analysis > Run Analysis... เมื่อหน้าจอแสดงขึ้นมาให้เลือก STAAD Analysis แล้วคลิกปุ่ม Run Analysis
- < ขณะทำการคำนวณจะมีหลายข้อความแสดงขึ้นมา หากไม่มีข้อผิกพลาด เมื่อเสร็จแล้วให้ เลือก View Output File แล้วคลิกปุ่ม Done

ไฟล์คำสั่ง : RCFrame

STAAD SPACE START JOB INFORMATION ENGINEER DATE 16-Jun-08 END JOB INFORMATION INPUT WIDTH 79 UNIT METER MTON JOINT COORDINATES 1 0 0 0; 2 0 3.5 0; 3 6 3.5 0; 4 6 0 0; 5 6 0 6; 6 6 3.5 6; MEMBER INCIDENCES 1 1 2; 2 2 3; 3 3 4; 4 5 6; 5 6 3; UNIT CM MTON MEMBER PROPERTY AMERICAN 1 3 4 PRIS YD 30 ZD 30 2 5 PRIS YD 50 ZD 30 UNIT CM KG DEFINE MATERIAL START ISOTROPIC MATERIAL1 E 233928 POISSON 0.17 DENSITY 0.0024 END DEFINE MATERIAL CONSTANTS MATERIAL MATERIAL1 ALL SUPPORTS 1 4 5 FIXED UNIT METER KG LOAD 1 LOADTYPE None TITLE DEAD LOAD SELFWEIGHT Y -1 MEMBER LOAD 2 5 UNI GY -400 LOAD 2 LOADTYPE None TITLE LIVE LOAD MEMBER LOAD 2 5 UNI GY -600 LOAD 3 LOADTYPE None TITLE WIND LOAD MEMBER LOAD 1 4 UNI GX 300 LOAD 4 LOADTYPE None TITLE 1.2DL+1.6LL REPEAT LOAD 1 1.2 2 1.6 LOAD 5 LOADTYPE None TITLE 0.75[DL+LL+W] REPEAT LOAD 1 0.75 2 0.75 3 0.75 PDELTA ANALYSIS LOAD LIST 4 5 START CONCRETE DESIGN CODE ACI UNIT CM KG CLT 2.5 ALL CLB 3 ALL CLS 2.5 ALL FC 240 ALL FYMAIN 4000 ALL TRACK 1 ALL DESIGN BEAM 2 5 DESIGN COLUMN 1 3 4 END CONCRETE DESIGN FINISH

BEAM NO. 2 DESIGN RESULTS - FLEXURE PER CODE ACI 318-02 LEN - 6000. MM FY - 392. FC - 24. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS FROM LEVEL HEIGHT BAR INFO то ANCHOR (MM) (MM) (MM) STA END 49. 5–12MM 0. 5795. 1 YES NO |-----| CRITICAL POS MOMENT= 58.48 KN-MET AT 3000.MM, LOAD 4 REQD STEEL= 476.MM2, ROW=0.0035, ROWMX=0.0197 ROWMN=0.0035 MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING= 295./ 37./ 53. MMS REQD. DEVELOPMENT LENGTH = 396. MMS Cracked Moment of Inertia Iz at above location = 70612.0 cm⁴ 2 456. 5 - 12MM 0. 456. YES NO _____ -----| CRITICAL NEG MOMENT= 23.05 KN-MET AT 0.MM, LOAD 4 REQD STEEL= 481.MM2, ROW=0.0035, ROWMX=0.0197 ROWMN=0.0035 MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING= 295./ 37./ 53. MMS REOD. DEVELOPMENT LENGTH = 396. MMS Cracked Moment of Inertia Iz at above location = 72320.8 cm⁴ 456. 5 - 12MM 4794. 6000. 3 NO YES -----CRITICAL NEG MOMENT= 25.22 KN-MET AT 6000.MM, LOAD 4 REQD STEEL= 481.MM2, ROW=0.0035, ROWMX=0.0197 ROWMN=0.0035 MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING= 295./ 37./ 53. MMS REQD. DEVELOPMENT LENGTH = 396. MMS |------| Cracked Moment of Inertia Iz at above location = 72320.8 cm⁴ BEAM NO. 2 DESIGN RESULTS - SHEAR AT START SUPPORT - Vu= ~46.55~KNS Vc= 198.11 KNS Vs= ~0.00~KNS Tu= ~3.24~KN-MET Tc= ~4.3~KN-MET Ts= ~0.0~KN-MET LOAD ~4STIRRUPS ARE NOT REQUIRED. AT END SUPPORT - Vu= 47.27 KNS Vc= 198.11 KNS Vs= 0.00 KNS Tu= 3.24 KN-MET Tc= 4.3 KN-MET Ts= 0.0 KN-MET LOAD 4

_____ 6000x 300x 500___ 2J 3J ==== =============== 5No12 H 456. 0.TO 456 5No12 H 456.4794.TO 6000 5No12 H 49. 0.TO 5795 00000 00000 00000 5#12 5#12 5#12 5#12 | 5#12 | 5#12 5#12 5#12 00000 00000 00000 00000 00000 ______ 5 DESIGN RESULTS - FLEXURE PER CODE ACI 318-02 BEAM NO. LEN - 6000. MM FY - 392. FC - 24. MPA, SIZE - 300. X 500. MMS LEVEL HEIGHT BAR INFO FROM то ANCHOR (MM) (MM) (MM) STA END 1 49. 5–12MM 0. 5795. YES NO _____/ CRITICAL POS MOMENT= 58.48 KN-MET AT 3000.MM, LOAD 4 REQD STEEL= 476.MM2, ROW=0.0035, ROWMX=0.0197 ROWMN=0.0035 MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING= 295./ 37./ 53. MMS REQD. DEVELOPMENT LENGTH = 396. MMS _____ Cracked Moment of Inertia Iz at above location = 70612.0 cm⁴ 456. 5 - 12MM 2 Ο. 456. YES NO _____ CRITICAL NEG MOMENT= 23.05 KN-MET AT 0.MM, LOAD 4 REQD STEEL= 481.MM2, ROW=0.0035, ROWMX=0.0197 ROWMN=0.0035 MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING= 295./ 37./ 53. MMS REQD. DEVELOPMENT LENGTH = 396. MMS Cracked Moment of Inertia Iz at above location = 72320.8 cm⁴ 456. 5 - 12MM 5294. 6000. NO YES 3 _____ CRITICAL NEG MOMENT= 25.22 KN-MET AT 6000.MM, LOAD 4 REQD STEEL= 481.MM2, ROW=0.0035, ROWMX=0.0197 ROWMN=0.0035 MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING= 295./ 37./ 53. MMS REQD. DEVELOPMENT LENGTH = 396. MMS |-----|

ออกแบบฐานรากใน STAAD.etc > Component Design

STAAD.etc เป็นโมคูลเพิ่มเติมในการออกแบบส่วนประกอบโครงสร้างได้แก่ ฐานราก แผ่น เหล็กรองฐานเสา และการออกแบบพื้น

< หลังทำการวิเคราะห์เสร็จสิ้นแล้ว ให้เลือกแถบ Component Design หรือเลือกเมนู Mode > Interactive Design > Component Design หน้าต่างของแถบ Component Design จะแสดงขึ้นมาโดยมีให้เลือกกำนวณ 3 โมดูลดังในรูป



< คลิกเลือกไอคอน Footing แล้วลากไปยังจุดต่อที่ต้องการให้ออกแบบในโครงสร้าง



< หน้าต่าง Staad.etc Interactive Design จะแสดงขึ้นมาดังในรูปข้างถ่าง กรอกข้อมูลที่ ต้องการแล้วคลิก OK

ervice Load Factors	Material Data	Reinforcement Data
eometry Pedestal	Loading	Design Load Factor
Node: 5		
Job Name : F5		
Concrete Pedestal	Code: US	~
Footing Min-Max		
Minimum Width :	1	m 💌
Maximum Width :	4	m 💌
Minimum Length :	1	m
Maximum Length :	4	m 🔽
Ratio :	1	
Minimum footing	20	cm 🖌
Column Data		
Column Depth:	20	
	30	cm Y
Column Width:	30	cm 💌
Soil Depth		
Soil Depth :	150	cm 🔽
Iteration Increment		
Increment in Length:	10	cm 🖌
Increment in Thickness:	10	cm 🗸
increment in mickness.		

RCF ran	ne.std - Fou	ndation Des	sign - Suppo	rt No. 5					
									^
			Ge	ometric Ou	itput				
1	Length (ft)	Width (ft)	Thickne	ess (in)					
	4.250	4.250	20.0	000					
				Load Outpu	ut 👘				4
Case	Service Load (kip)	Service Moment (X)	Service Moment (Z)		Soil Press	ure (psf)			
		(kip-ft)	(кір-ті)	Corner 1	Corner 2	Corner 3	Corner 4		4
1	18.250	-4.880	-0.436	663.020	594.924	1357.746	1425.842		4
2	27.541	-8.732	-0.778	903.107	781.412	2146.435	2268.130		4
3	13.682	-3.521	10.241	1283.009	0.000	239.885	1854.007		1 84
4	13.693	-3.798	-10.895	1316.723	0.000	208.876	1950.806		
5	20.650	-6.411	4.444	989.564	294.856	1296.987	1991.695		
6	20.661	-6.688	-11.152	1492.858	0.000	796.040	2537.726		
			D	lesign Deta	ils				4
	Long Shear	Long.	Trans	Trans.	F	lequired Rei	nforcing (in2)		
Case	(kip)	Moment	Shear (kip)	Moment	Longiti	udinal	Trans	verse	
		(kip-ft)		(kip-ft)	Тор	Bottom	Тор	Bottom	
1	0.595	3.411	1.304	5.354	0.000	2.890	0.000	2.805	
2	0.946	5.405	1.737	9.486	0.000	2.890	0.000	2.805	
3	1.744	7.885	0.874	5.178	0.000	2.890	0.000	2.805	
4	4.407	14.088	1.245	6.558	0.000	2.890	0.000	2.805	
5	0.643	3.677	1.359	6.055	0.000	2.890	0.000	2.805	
6	4.407	14.088	1.245	6.558	0.000	2.890	0.000	2.805	
			R	einforceme	ent				4
	Long. Dire	ection (in)	Tra	ns. Direction	(in)	Dov	rels		
	Тор	Bottom	Тор	Bott Outer	tom Central	Number	Size		-
	0#0@0.000	15#4@3.321	0#0@0.000	0#0@0.000	26#3@1.865	0	0		-
				,			(· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		Y

< หน้าต่างผลการออกแบบจะแสดงขึ้นมามีสามแถบให้เลือกดูคือ แถบ Results

< แถบ Calculations แสดงรายการคำนวณ

RCFrame.std - Foundation Design - Support No.	5	
	Rectangular Footing :	
Design Load Calculations based on ACI 318- 95 Appendix C 318R-356		
Load Case 1, P_{m} , Mz_{m} , My_{m}	= 1.4*Dead + 0.0*Live + 0.0*Wind	= 9.324 kip, 7.318 kip-in, 81.982 kip-in
Load Case 2, P., Mz., My.	= 1.2*Dead + 1.6*Live + 0.0*Wind	= 14.300 kip, 12.856 kip- in, 144.236 kip-in
Load Case 3, P., Mz., My.	= 1.2*Dead + 0.0*Live + 0.8*Wind	= 7.986 kip, 128.999 kip- in, 68.499 kip-in
Load Case 4, P., Mz., My.	= 1.2*Dead + 0.5*Live + 1.3*Wind	= 9.954 kip, 211.487 kip- in, 90 <i>5</i> 05 kip-in
Load Case 5, Par, Mza, Myas	=1.2*Dead+0.5*Live+0.0*Wind	= 9.963 kip, 8.330 kip-in, 93.384 kip-in
Load Case 6, P., Mz., My.	=1.2*Dead+0.5*Live+1.3*Wind	= 9.954 kip, 211.487 kip- in, 90 <i>5</i> 05 kip-in
esults Calculations Output Drawing	<	2

< และแถบ Output Drawing แสดงแบบรายละเอียด

การออกแบบคอนกรีตอาจทำโดยใช้ RC Designer ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อยใน STAAD.Pro

< เริ่มต้นโดยการเปิดไฟล์ตัวอย่างใน STAAD.Pro ขึ้นมา โดยจะอยู่ที่โฟลเดอร์



../STAAD/Examp/US/EXAMP09.STD

- < หลังจากเปิดขึ้นมาแล้วให้สั่ง Run Analysis ให้ได้ผลการวิเคราะห์ออกมาก่อน
- < แปลงโมเคลเข้าสู่ RC Designer โดยคลิกแถบ Concrete Design



STAAD.Pro : Concrete Design

- < RC Designer จะเริ่มที่หน้าให้เรากรอกข้อมูล Job Information ซึ่งจะไม่ใส่ก็ได้
- < เราเลือกกรณีบรรทุกที่จะนำมาพิจารณาในการออกแบบ ไปที่หน้า Des. Layer > Envelopes คลิกปุ่ม New Env. ตั้งชื่อว่า Envelope 1 ดังในรูป

New Envelope	
E 4. Envelope 1	ОК
E 1: Envelope I	Cancel

< หน้าต่าง Define Envelopes จะแสดงขึ้นมา จะเห็นน้ำหนักกรณี C3 รายการเดียว เนื่องจากทางเลือก Show Combination Only ถูกเลือกอยู่ ให้คลิกเอาออกแล้วกดปุ่ม >> เพื่อย้ายน้ำหนักทุกกรณีคือ L1, L2 และ C3 เข้าไปใน Envelope E1 แล้วกด OK

Define Envelopes			
C3: L1: DEAD LOAD FROM FLOOF L2: WIND LOAD	> >> << <	Envelope E1: Envelope 1 C3: L1: DEAD LOAD FROM FL(L2: WIND LOAD	OK Cancel New Rename Delete
Use the > button to transfer selected lo cases to the envelope. Use >> to trans all.	oad sfer	Use the < button to remove selected load cases from the envelope. Use << to remo all.	d ove

- < ไปที่หน้าย่อย Members เพื่อกำหนดองค์อาคารที่จะทำการออกแบบ คลิกเลือกทุกองค์ อาคาร โดยใช้เม้าท์ลากตีกรอบหรือเลือกเมนู Select > Select All
- < เลือกเมนู Members > AutoForm Members ทุกองก์อาการจะถูกกำหนดหมายเลขใน การออกแบบให้ สังเกตว่าบางองก์อาการมีหมายเลขเดียวกัน
- < สำหรับหมายเลขที่ถูกสร้างขึ้นนั้น จะพบว่าคานในแนวราบและเสามุมถูกกำหนดถูกต้อง แล้ว แต่เสากลางถูกแบ่งเป็นหลายส่วน(M8, M9, M10, M11 และ M12, M13, M14, M15)



< เพื่อรวมให้เป็นเสาต้นเคียว ก่อนอื่นให้เลือกที่ละส่วนโดยใช้ Member Cursor 上 แล้ว กดปุ่ม Delete ลบการกำหนดหมายเลขที่ไม่ต้องการออก (M8, M9, M10, M11 และ M12, M13, M14, M15)



< เปลี่ยนกลับไปใช้ Element Cursor 🔊 เลือกองค์อาคารทั้งสี่ที่ประกอบกันเป็นเสาที่แต่ ละด้าน เลือกเมนู Members > Form Member จะได้เสาแต่ละข้างเป็น M8 และ M9



< ไปยังหน้าย่อย Slabs คลิกไอคอน Side View 🗹 แล้วใช้ Plate Cursor 🦤 ดี กรอบเลือกทุกแผ่นที่เป็นพื้นชั้นบน (ระวังอย่าเลือกผนังแผ่นบน)



< เลือกเมนู Slabs > Form Slabs ดูในตาราง Slabs ด้านข้างจะเห็นว่ามี 32 แผ่นที่ถูกสร้าง ฟอร์มขึ้นมา ถ้าทำผิดให้ใช้ Select Slabs Cursor 🔊 เลือกแล้วกด Delete แล้วทำใหม่

< Beam Design Brief

ไปที่หน้า Groups/Briefs คลิกปุ่ม New Brief ในหน้าต่าง Design Briefs ตั้งชื่อว่า



< จะมีรายการแสดงขึ้นมาในตาราง ในการตั้งก่าพารามิเตอร์ให้ดับเบิลกลิกที่ป้าย **B1** ของ รายการ

III EX	AMP09 - Design Briefs		
	Brief	Code	
B1	B1 Beam Brief	ACI Beam	^
B2	y	-	
B3	🔪 ดับเบิลคลิ	จัก	
B4			

< จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาให้เรากำหนดพารามิเตอร์ในการออกแบบ

ACI Beam Design Brief	×
General Main Reinforcement Shear Reinforcement	
⊢ Minimum Cover (inches)	
Top 2 Side 2 Bottom 2	
Strength fc' 4 ksi Aggregate Size 1.5 in	
C Tensile fct: 0 ksi C Lightweight Factor 0.75	
Forces	
Include Torsion Effects	
At support, take design moment at C Centre Line of Column C Column Face	
Envelope 1	
Divide Beam into 12 Segments	
OK Cancel Apply Help	

< Column Design Brief

กลับมาที่ตาราง Design Briefs คลิกปุ่ม New Brief ตั้งชื่อว่า B2 Column Brief เลือก Design Code เป็น ACI Column คับเบิ้ลคลิกช่อง B2 เพื่อเปลี่ยนตัวแปรในการ ออกแบบตามต้องการ เลือกแถบ Member Loadcases เลือกทุกกรณีโดยกดปุ่ม >>

III EX	AMP09 - Design Briefs			
	Brief	Code		
B1	B1 Beam Brief	ACI Beam	~	
B2	B2 Column Brief	ACI Column		
B3				

< Slab Design Brief

กลับมาที่ตาราง Design Briefs คลิกปุ่ม New Brief ตั้งชื่อว่า B3 Slab Brief เลือก Design Code เป็น BS8110 Slab (เนื่องจากไม่มี ACI Slab ให้เลือก) ดับเบิ้ลคลิกช่อง B3 เพื่อเปลี่ยนตัวแปรในการออกแบบตามต้องการ

III EX	AMP09 - Design Briefs			
	Brief	Code		
B1	B1 Beam Brief	ACI Beam	~	
B2	B2 Column Brief	ACI Column		
B3	B3 Slab Brief	BS8110 Slab		
B4				

< Beam Design Group

ใช้ Member Cursor 🔤 เลือกคานทั้งห้าที่อยู่รอบพื้นและที่อยู่บนผนังกลาง (M1, M2, M3, M4 และ M5)



คลิกปุ่ม New Design Group ในหน้าต่าง Design Groups และตั้งชื่อ

New	Desigr	ı Group		×
G1:	Beam	i Design Group 1		ОК
Desig	n Brief:	B1 Beam Brief	•	Cancel

ในช่อง Design Brief เลือก B1 Beam Brief

เพื่อให้แน่ใจว่าคานที่ต้องการเลือกอยู่ในกลุ่มจริง ดับเบิ้ลคลิกช่อง G1 ในตาราง

🗰 EXAI	MPO9 - Beam Desi	ign Gro 🔳 🗖	\mathbf{X}	EX/	MP09 - D	esign Grou	ps 📃 🕻	
Mem	Analysis Section	Design Section		Member:	s 🎽 Slabs			
M1	304 × 304	304 × 304	^		Desig	n Group	Design Brief	
M2	304 × 304	304 × 304	+	G1	Beam Desigr	n Group 1	B1 Beam Brief	^
MЗ	304 × 304	304 × 304		G2				
M4	304 × 304	304 × 304		G3				
MS	304 × 304	304 × 304		G4				
			-	G5				

< Column Design Group

ใช้ Member Cursor 🔤 เลือกเสาทั้งหกด้นรวมทั้งสองต้นที่อยู่ด้านข้างผนังกลาง (M6, M7, M8, M9, M16 และ M17)



คลิกปุ่ม New Design Group ในหน้าต่าง Design Groups ตั้งชื่อ Column Design Group 1 ในช่อง Design Brief เลือก B2 Column Brief

New Design Group	
G2: Column Design Group 2	ОК
Design Brief: B2 Column Brief	Cancel

เพื่อให้แน่ใจว่าเสาที่ต้องการเลือกอยู่ในกลุ่มจริง ดับเบิ้ลคลิกช่อง G2 ในตาราง

	APO9 - Column De	esign G [_ 0	×	💷 EX	AMPO9 - De	esign Group	os 💶 🗖	X
Mem	Analysis Section	Design Se	ection		Member	rs Y Slabs			
M6	304 × 304	304×304		^		Desig	n Group	Design Brief	
M7	304 × 304	304 x 304			G1	Beam Design	n Group 1	B1 Beam Brief	^
M8	304 × 304	304 x 304	-		G2	Column Desi	gn Group 2	B2 Column Brief	
M9	304 × 304	304 x 304			G3				
M10	304×304	304 × 304			G4				
M11	304 × 304	304 x 304			G5				
					G6				

< Slab Design object

ในหน้าต่าง Design Groups คลิกแถบ Slabs แล้วคลิกปุ่ม New Design Slab

New D	esign Slab		X
SD1: Design For Sla	Slab Design 1 Brief: B3 Slab Brief b: 1	Can	cel
EX	AMP09 - Design Gro	ups	
Membe	rs) Slabs Design Slab	Design Brief	
SD1	Slab Design 1	B3 Slab Brief	^
SD2			
502	ĥ		

< มาถึงขั้นนี้ โมเคลของเราพร้อมที่จะทำการออกแบบแล้ว

RC Designer > Beam Design

< ไปยังหน้า Concrete Member เริ่มเข้าหน้าย่อย Summary กลุ่มที่ถูกแสดงขึ้นในตาราง ข้างซ้ายของจอคือ G1 : Beam Design Group 1 ถ้าไม่ใช่ให้เลือกจากทูลบาร์ด้านบน

🗟 🚠 🛛 G1: Beam Design Group 1 🔄 🕅 🖃 🖾 🖄

้สังเกตดูในตารางจะเห็นว่า M4 และ M5 ถูกจัดเป็นกานสองช่วงโดยอัตโนมัติ

< ไปยังหน้าย่อย Design หน้าต่าง Design Options จะแสดงขึ้นมา แสดงหมายเลของก์ อาการที่สามารถออกแบบได้ เลือกทั้งหมดแล้วกลิกปุ่ม Design

Design Options	
Member Select	
Group Beam Design Group 1	
Design Brief B1 Beam Brief	
Available	
	M 2 M 3 M 4 M 5
OK Cancel	Design Help

< ไปยังหน้าย่อย Main Layout แล้วเลือก M4 จากรายการบนทูลบาร์ด้านบน ปรับตัวแบ่ง ช่องหน้าต่างจนได้กานดังในรูปข้างล่าง



รูปหน้าตัดที่แสดงสามารถถูกเลื่อนไปมาได้โดยถากแนวหน้าตัดในมุมมองด้านข้างหรือ กำหนดค่าในช่องใต้หน้าตัดโดยตรง

< เลือกเมนู File > ACI 318 Report Setup บนแถบ Items ในหน้าต่างที่แสดงขึ้นมา เลือกรายการ Design Detail จากช่องทางซ้ายแล้วคลิก > ย้ายไปช่องทางขวา

318 Report Set	ир		
Picture Album Items	Detailed Results Group G1: E	Name and Logo Members	Load/Save Design Briefs
Available Members Main Reinforceme Scheduled Bars Group Brief Detail List of Groups List of Briefs Other Briefs' Detail	nt Bars	Selected Job Information Design Group Summa Member Spans Data Member Supports Dat Main Steel Summary Shear Stress Shear Zones Shear Zones	ry a
		Cancel Pr	rint Help

- < คลิกแถบ Members คลิกปุ่ม << เพื่อไม่เลือกทุกองค์อาคาร แล้วเลือกเฉพาะ M4 ย้ายไป ช่องค้านขวาโคยคลิกปุ่ม > เสร็จแล้วคลิกปุ่ม OK เพื่อยอมรับการกำหนดค่ารายงาน
- < เพื่อดูรายงาน เลือกเมนู File > Print Preview ประมาณหน้าที่ 5

STAAD.Pro RC Designer - EXAMP09			
Print Next Page Prey Page Iwo Page Zoom In	Zoom <u>O</u> ut	<u>C</u> lose	
Company Name	Job No	Cheel No 5	Pe v
		-	
Demonsitation Version	Pari		
Job The	Ret	Balk and a cited	
Cliant	by Elle	Date 17-Jun-08 Chi	
until .		Pakinine	
<u>Member M4 Span 1</u>			
Detailed ACI Design Requirements			
Section Property: 304 × 304 Span Length = 20.000 ft Rectangular sectio Width = 12.00 in Depth = Covers: Top = 2.00 in Bottom = 2.00 in Side = 2.00 in	on = 12.00 in		
<u>Member M4 Span 1</u> Detailed ACI Main Reinforcement			
Moment applied to section	= 482.78 kip-in		
Effective depth of tension reinforcement	d = 8.99 in		
Depth to compression reinforcement	ď = 3.01 in		
Limit for compression steel $\kappa = \frac{M}{\phi b d^{\prime} f_{c}^{\prime}}$	K = 0.244 = 0.138		
K ≤ K hence compression steel not required.			
$z = d \left(0.5 + \left(0.25 \cdot \frac{\kappa}{1.642} \right)^{1/2} \right)$	= 8.16 in		
$A_{a} = \frac{m}{df z}$	= 1.096 in ²		
Tension Bars provided	= 2#10		
Actual area of tension reinforcement	= 2.53 in ²		
Minimum area of tension reinforcement	= 0.2 %	10.5	_
Actual % of tension reinforcement	= 1.76 %		
Minimum horizontal distance between top bars Smallest actual horizontal space between top bars	= 2.00 in = 4.71 in	3.3.2(0)&7.6.1	
Maximum spacing of tension bars, $s = \frac{540}{f_{\perp}} - 2.5c_{\perp} \le 12(36/f_{\perp})$	= 10.00 in	10.6.4	
Largest actual space between tension bars	= 4.71 in		
Actual neutral axis depth in section	= 4.66 in		
Moment capacity of section $\times \varphi$	= 975.20 kip-in		-
7.4	.: OK	107	~
<			>
Page 5			1/

RC Designer > Column Design

- < ไปยังหน้า Concrete Member เริ่มเข้าหน้าย่อย Summary กลุ่มที่ถูกแสดงขึ้นในตาราง ข้างซ้ายของจอคือ G2 : Column Design Group 2 ถ้าไม่ใช่ให้เลือกจากทูลบาร์ด้านบน
- < ใปยังหน้าย่อย Design หน้าต่าง Design Options จะแสดงขึ้นมา แสดงหมายเลของค์ อาคารที่สามารถออกแบบได้ เลือกทั้งหมดแล้วคลิกปุ่ม Design
- < ถ้าเสารับโมเมนต์ดัดมากกว่าแรงอัด โปรแกรมอาจแสดงคำเตือนแนะนำให้ออกแบบเป็น คาน เมื่อออกแบบผ่านหมด เสาทุกต้นจะเป็นสีเขียว
- < ใปยังหน้าย่อย Main Layout แล้วเลือกรายการ M6



< อาจเปลี่ยนหน่วยที่แสดงได้โดยเลือกเมนู View > Option

< รายการคำนวณ

เลือกเมนู File > ACI 318 Report Setup บนแถบ Items ในหน้าต่างที่แสดงขึ้นมา เลือกรายการ Design Detail

- < คลิกแถบ Members คลิกปุ่ม << เพื่อไม่เลือกทุกองค์อาคาร แล้วเลือกเฉพาะ M6 ย้ายไป ช่องค้านขวาโคยคลิกปุ่ม > เสร็จแล้วคลิกปุ่ม OK เพื่อยอมรับการกำหนดค่ารายงาน
- < เพื่อดูรายงาน เลือกเมนู File > Print Preview ประมาณหน้าที่ 2

STAAD.Pro RC Des	igner - EXA/	MP09		[
Print Next Page	Pre <u>v</u> Page	Iwo Page	Zoom In Z	Coom Qut Close	
Com	n <mark>pany N</mark>	ame		Job No	She 🔷
Demonstatio	n Version			Part	<u> </u>
lob Title				Ref	
				Ву	Dati
Client				File	
Rectangular section:	Width Cover	= 11.81 in = 2.00 in	Depth	= 11.81 in	
Member 6	- Detaile	d ACI Mai	n Reinfo	orcement	
Axial N				= 20.28 kips	
Major M, e	nd 1,			= -132.52 kip-in	
e	nd 2,			= 267.65 kip-in	
Minor M, e	nd 1,			= -168.23 kip-in	
e	nd 2,			= 339.71 kip-in	
					~
					>
le 2		Colou	r: Design Resu	lts	

- < ไปยังหน้า Concrete Slab เริ่มเข้าหน้าย่อย Summary ในโมเคลนี้มีพื้นเพียงหนึ่งเดียว คือ SD1 : Slab Design 1 ถ้ามีมากกว่านี้ให้เลือกพื้นที่ต้องการจากทูลบาร์ด้านบน
- < คลิกที่หน้าย่อย **Displacement**



< คลิกที่หน้าย่อย Regions พื้นจะถูกวาคเป็นแผ่นเคียวกันอยู่ การแบ่งพื้นทำโคยเลือกเมนู Regions > Draw Boundaries ลากเส้นเชื่อมโหนคคู่กลางคังในรูป


< ในตาราง Regions ด้านขวา คลิกรายการ Reg 1 เปลี่ยน Orientation เป็น 90° ดังในรูป

Region	8110			
Region	Name	Orientation •	Area m ^z	Thickness cm
Reg 1	Region 1	90	37.161	15.2
Reg 2	Region 2	0.00	37.161	15.2

- < คลิกที่หน้าย่อย **Design** หน้าต่างข้อกำหนดการออกแบบจะแสดงขึ้นมาให้กดปุ่ม **Design** เพื่อเริ่มทำการออกแบบ
- < เปลี่ยนรายการเลือกในทูลบาร์ด้านบนเป็น Bottom : Y และ Reqd. Steel
- < เลือกเมนู View > Diagram คลิกแถบ Design Contour เลือก Style = Filled แล้ว คลิก OK จะได้รูปข้างล่าง



< รายการคำนวณ

เลือกเมนู File > BS8110 Report Setup ตรวจดูว่ารายการที่ถูกเลือกให้แสดงคือ

Job Information

Slab Brief Detail Slab Information Region Information Design Information

< เพื่อดูรายงาน เลือกเมนู File > Print Preview ประมาณหน้าที่ 2

n	Next Pag	je P	re <u>v</u> Page	Iwo Pag	Za	oom <u>I</u> n	Zoom Out	
Jesig	n Group) E	sher Det	all. Bo s		петы	Sello Siap	
Group [Data	35				38		
Top Cover		30		Aggregat	e Size	20		
Bottom Co	ver	30		Concrete	Grade	C35		
nvelope		Envelop	pe 1	Wood and	Wood and Armer		No	
sampling		0.200 m	1	Design Ty	/pe	Fixed	Bar Size	
lain Ro ain bars: T lain Bi	einforcen ^{r(460)} ar Criteria	nent a						
		To	DBar Criteria	Botton	n Bar Crite	la		
Duter Bar I	Direction	1	X		X			
ar Size X	5		20		20			
Bar Size Y		3	20		20	2		
Siab II Gross Area	nformat ª	74.322	2 m2 2 m2	Number of	f Plates f Holes	32		
Siab II Gross Arei Net Area Thickness	nformat ª	74.322 74.322 74.322 15.2 or	2 m2 2 m2 m	Number of Number of	f Plates f Holes	32 0		
Siab I Gross Area Net Area Thickness Region Region	nformat a n Inforr	tion 74.322 74.322 15.2 o natio	2 m2 m2 m Orientation	A rea (m ²)	f Plates f Holes lick ness (cm)	32 0		
Slab II Gross Area Net Area Thickness Region Region Region	nformat a n Inform Nam Region1	ion 74.322 74.322 15.2 o matio	2 m2 m2 m Orientation (*) 90.00	A rea Th (m ²) 37.161	f Plates f Holes lick ness (cm) 152	32 0		
Slab II Gross Are Net Area Thickness Region Region Regin Regin	nformat a n Inform Nam Region 1 Region 2	tion 74.322 74.322 15.2 o matio	2 m2 2 m2 m Orientation (*) 90.00 0.00	Number of Number of A rea (m ²) 37.161 37.161	f Plates Holes (cm) 152 152	32 0		
Slab II Gross Area Net Area Thickness Region Region Reg 1 Reg 2 Desig Region	nformat a n Inform Region1 Region2 n Summ	tion 74.322 74.322 15.2 o matio ne ne	2 m2 m m Orle nta tion (*) 90.00 0.00 Direction	Number of Number of Area Th (m ²) 37.161 37.161 37.161 0es. Mom. (kNim/m)	f Plates f Holes (cm) 152 152 Min. Steel	32 0 Bar Size	Min. Spacing (mm)	
Slab II Sross Area Vet Area Thickness Region Region Region Region Region Region	nformat a n Inform Region1 Region2 n Summ Nam	tion 74.322 74.322 15.2 o matio ne ne	2 m2 m m Orle nta tion (*) 90.00 0.00 Direction	Number of Number of Area (m ²) Th 37.161 37.161 37.161 (kNim.im) 36.135 36.135	f Plates f Holes (cm) 152 152 Min. Steel n	32 0 	Min. Spacing (mm) 350	
Clab II Gross Area Vet Area Thickness Region Region Region Region Region Region Region	nformat a n Inform Nam Region1 Region2 Nam Nam	tion 74.322 74.322 15.2 or matio ne	2 m2 2 m2 m Orie nta tion (*) 90.00 0.00 Direction Top : X Top : Y	Number of Number of Area (m ²) Th 37.161 37.161 37.161 (kNm/m) 36.132 13.741	f Plates f Holes (cm) 152 152 Min. Steel n	32 0 Bar Size T20 T20	Min. Spacing (mm) 350 250	
Clab II Gross Area Vet Area Thickness Region Regin Regin Regin Regin Regin Regin Regin	nformat a n Inform Nam Region1 Region2 Nam Region1	tion 74.322 74.322 15.2 or matio ne ne	2 m2 m Orie nta tion (*) 90.00 0.00 Direction Top : X Top : Y Bottom : X	Number of Number of Area (m²) Th 37.161 37.161 37.161 (kVim./m) 36.132 13.741 17.471 17.471	f Plates f Holes (cm) 152 152 152 Mlin. Steel n n	32 0 8ar 5ize 720 720 720	Min. Specing (mm) 350 250 350	
Clab II Gross Area Vet Area Thickness Region Region Region Region Region Region	nformat a n Inform Nam Region1 Region1 Region1	tion 74.322 74.322 15.2 or matio ne	2 m2 m Orie nta tion (*) 90.00 0.00 Direction Top : X Top : Y Bottom : X Bottom : Y	Number of Number of Area (m²) Th 37.161 37.161 37.161 (kVim./m) 36.132 1.3.741 17.471 16.532	f Plates f Holes f Holes (cm) 152 152 152 Min. Steel n n n	32 0 8ar 5ize 720 720 720 720	Min. Specing (mm) 350 250 350 250	
ilab li Bross Area Vet Area Thickness Region Region Region Region Region Region	nformat a n Inform Nam Region1 Region1 Region1 Region2	tion 74.322 74.322 15.2 or matio ne	2 m2 2 m2 m Orie nta tion (*) 90.00 0.00 Direction Top : X Top : Y Bottom : X Bottom : Y Top : X	Number of Number of Area (m²) Th 37.161 37.161 37.161 (kVim./m) 36.132 13.741 17.471 16.532 13.741 13.741	f Plates f Holes f Holes (cm) 152 152 152 Min. Steel n n n n	32 0 8 8 8 1 20 7 20 7 20 7 20 7 20 7 20	Min. Spacing (mm) (350 (250 (350) (250) (350) (350) (350)	
ilab li Bross Area Vet Area Thickness Region Region Region Region Region Region	nformat a n Inform Nam Region1 Region1 Region1 Region2	tion 74.322 74.322 15.2 or matio ne	2 m2 2 m2 m Orientation (*) 90.00 0.00 Direction Top : X Top : Y Bottom : X Bottom : Y Top : X Top : Y Top : X	Number of Number of Area (m ²) Th 37.161 37.161 37.161 (kNm/m) 36.135 13.741 17.471 16.532 13.741 36.135	f Piates f Holes f Holes (cm) 152 152 152 Min. Steel n n n n n n	32 0 Bar Size T20 T20 T20 T20 T20 T20	Min. Spacing (mm) 350 250 350 250 350 250	
Slab II Gross Area Net Area Thickness Xegio Region Region Region Region Region Region	nformat a n Inform Nam Region1 Region1 Region1 Region2	tion 74.322 74.322 15.2 or matio ne	2 m2 2 m2 m Orientation (*) 90.00 0.00 Direction Top : X Top : Y Bottom : X Top : Y Bottom : X Top : Y Bottom : X	Number of Number of Number of 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.161 37.171 37.161 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.171 37.1710	f Plates f Holes f Holes (cm) 152 152 152 Nin. Steel n n n n n n	32 0 Bar Size T20 T20 T20 T20 T20 T20 T20 T20	Min. Spacing (mm) 350 250 350 250 350 250 350 250 350	