


## เอกสารเพิ่มเติมจากคู่มือ P1

คู่มือโปรแกรม MICROFEAP for Windows โมดูล P1 (เล่มหน้าเงิน ปกแข็ง) เขียนขึ้นในเดือน มี.ค. 2545 เพื่อรองรับการใช้งานของโมดูล P1:Release 1.0 โปรแกรมได้รับการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเป็น Release สูงขึ้น จนในเดือน ส.ค. 2553 ได้ออก Release 3.0 ตัวล่าสุด ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบคาน และเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังนั้น เอกสารนี้จึงสรุปเนื้อหาในส่วนที่ได้ปรับปรุงเพิ่มเติมจากคู่มือ

### 1. การ Run โปรแกรม (ยกเลิกบทที่ 2 ในคู่มือ และให้อ่านตรงนี้แทน)

โปรแกรมรุ่นปัจจุบันถูกกำหนดให้ Run ใน Handy Drive (HD) ของชมรม เมื่อผู้ใช้เสียบ HD เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้ไปที่โฟลเดอร์ MFW\_P1 แล้วคลิก Run ไฟล์  MFW\_P1r30.exe หน้าต่าง Logo ของโมดูล P1 จะปรากฏขึ้นบนจอ ผู้ใช้สามารถอ่านคำแนะนำการใช้งานในบทที่ 3, 4 และ 5 ตามลำดับ เมื่อจะออกจากโปรแกรมให้คลิกที่คำสั่ง <Exit> ในหน้าต่าง Activity Menu และก่อนจะดึง HD ออกจากเครื่อง ควรคลิกปุ่ม icon  ที่ Task bar ให้เครื่องรับรู้ว่าจะหยุดการใช้งานช่อง Drive ที่เสียบ HD ตัวนั้น

### 2. ในส่วนการป้อนข้อมูล Project Data

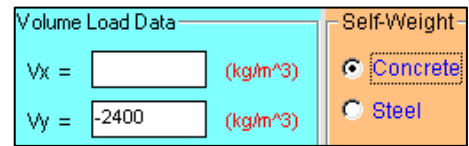
- ✍ ชื่อ Master Filename สามารถตั้งได้ถึง 18 ตัวอักษร
- ✍ Project Title และชื่อ Engineer พิมพ์เป็นภาษาไทยได้
- ✍ การเลือกหน่วยของ Force และ Length จะมีผลต่อการคำนวณ
- ✍ ในส่วนของ <Boundary data> มีปุ่มกดเลือกประเภทของ Supports แบบ Fixed, Hinge, Roller, ... ได้โดยสะดวก
- ✍ ในส่วนของ <Material data>



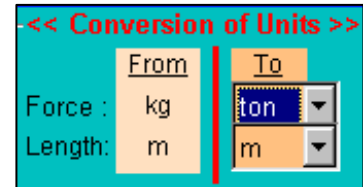
- มีปุ่มกดค่า Young's Modulus ของเหล็ก (Es) และคอนกรีต (Ec) ให้เลือกใช้งาน ค่าจะปรากฏขึ้นโดยอัตโนมัติตามหน่วยที่ผู้ใช้กำหนด
- การป้อนค่า Section Properties ทำได้ 4 รูปแบบ ดังนี้
  - 1) **General** → ผู้ใช้ป้อนค่า A, I, ... เอง
  - 2) **Rectangular** → กรณีหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ป้อนความกว้างและความลึก (B, D) โปรแกรมจะคำนวณค่า A, I ให้เองโดยอัตโนมัติ
  - 3) **Circular** → ป้อนค่า diameter (D) ในกรณีหน้าตัดวงกลม
  - 4) **Steel Table** → เลือกใช้หน้าตัดจากตารางเหล็กที่มีอยู่ในโปรแกรมกว่า 400 หน้าตัด (ตัว C, 2C, H, I, WF, เหล็กจาก L, 2L, Pipe, Box, Light Lip\_C) ค่า A, I, ... จะตามมาโดยอัตโนมัติ หากต้องจะเพิ่มหรือลบข้อมูลของหน้าตัด ให้ใช้ปุ่มคำสั่ง <Add> หรือ <Delete>

..... Steel Table ..... (407 Sections)							
Sections	Wt kg/m	Area cm <sup>2</sup>	Ix cm <sup>4</sup>	Iy cm <sup>4</sup>	Sx cm <sup>3</sup>	Sy cm <sup>3</sup>	Rmin cm
C75x40x5x7	6.9	8.82	75.3	12.2	20.1	4.5	1.18
C100x50x5x7.5	9.4	11.92	188	26.0	37.6	7.5	1.48
C125x65x6x8	13.4	17.11	424	61.8	67.8	13.4	1.90
C150x75x6.5x10	18.6	23.71	861	117	115	22.4	2.22
C150x75x9x12.5	24.0	30.59	1050	147	140	28.3	2.19

- ✍ ในส่วนของ <Load data> เข้าไปที่เมนูย่อยของ <Volume load>
  - มีปุ่มกดเลือกค่าน้ำหนักวัสดุ (Self\_weight) ของเหล็ก (7,850 kg/m<sup>3</sup>) และคอนกรีต (2,400 kg/m<sup>3</sup>) โดยอัตโนมัติตามหน่วยที่เลือกไว้ในตอนต้น

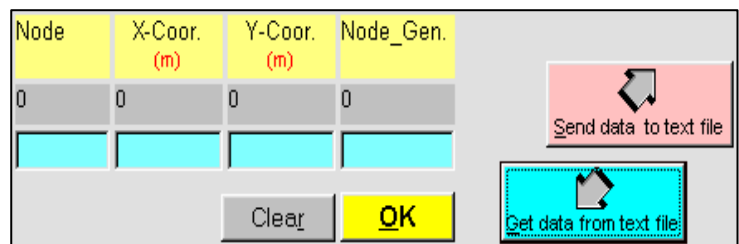


- ✍ ในส่วนของ <Utility> มีคำสั่งแปลงหน่วย <Convert Units> ของแรงและระยะทางในรูปแบบต่างๆ ให้เลือกใช้งานโดยอัตโนมัติ เช่น ในตอนแรกใช้หน่วย kg, m ต่อมาอยากเปลี่ยนเป็น ton, m (หรือหน่วยอื่น) ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ Utility นี้แปลงหน่วยได้อย่างสะดวก จากนั้นจะต้อง Solution ใหม่ทุกครั้งที่มีการแปลงหน่วย

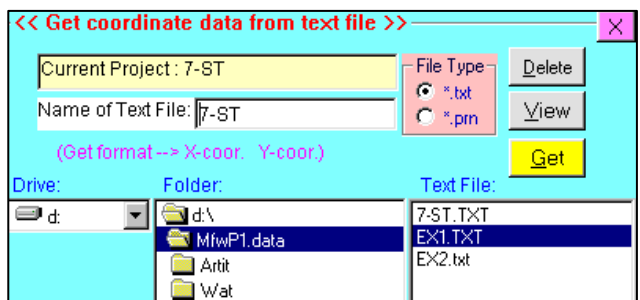


- ✍ เพิ่มช่องทางเลือกในการรับ <Get> และส่ง <Send> ข้อมูลในรูปแบบของ Text File

โมดูล Release 3.0 ได้เพิ่มทางเลือกในการรับข้อมูลของ Coordinate, Element Connectivity และ Nodal forces ทาง Text files ซึ่งสร้างจากโปรแกรมอื่น เช่น Notepad, Excel, Word, ... แล้ว save ภายใต้นามสกุล \*.txt หรือ \*.prn



ผู้ใช้คลิกปุ่มคำสั่ง <Get data...> เลือกไฟล์ข้อมูล และคลิกปุ่มคำสั่ง <Get> เพื่อดึงข้อมูลเข้าสู่โปรเจกต์ที่ทำงาน ในทางกลับกันถ้าต้องการจะส่งข้อมูลออก ก็สามารถใช้คำสั่ง <Send data...> พิมพ์ชื่อ Text file และเลือก File type ที่จะ save แล้วคลิกปุ่มคำสั่ง <Send>

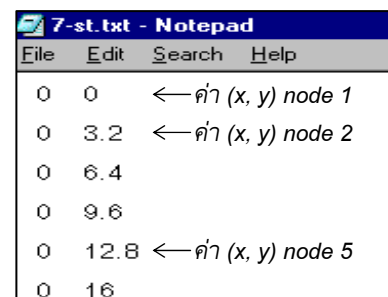


ตัวอย่างรูปแบบการพิมพ์ข้อมูลใน Text files

• Coordinate data

พิมพ์ค่า x-coor. เว้นช่องว่าง พิมพ์ค่า y-coor. ของ Node 1  
พิมพ์ค่า x-coor. เว้นช่องว่าง พิมพ์ค่า y-coor. ของ Node 2

.... .... ....  
.... .... ....  
.... .... .... n

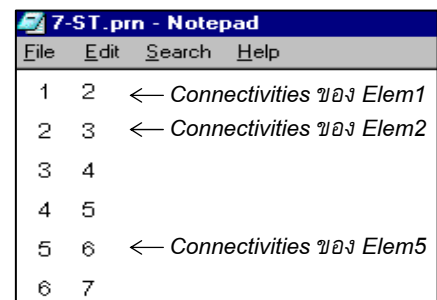


ตัวอย่าง Text file เก็บข้อมูล Coordinate พิมพ์ใน Notepad

• Element connectivity data

พิมพ์ค่า Start\_node เว้นช่อง พิมพ์ค่า End\_node ของ Elem.1  
พิมพ์ค่า Start\_node เว้นช่อง พิมพ์ค่า End\_node ของ Elem.2

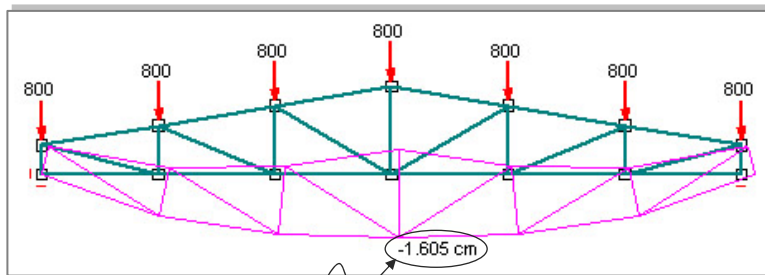
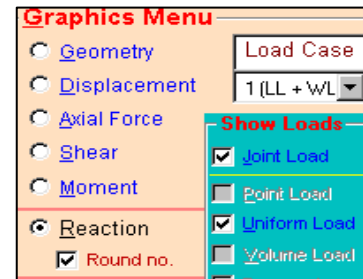
.... .... ....  
.... .... ....  
.... .... .... n



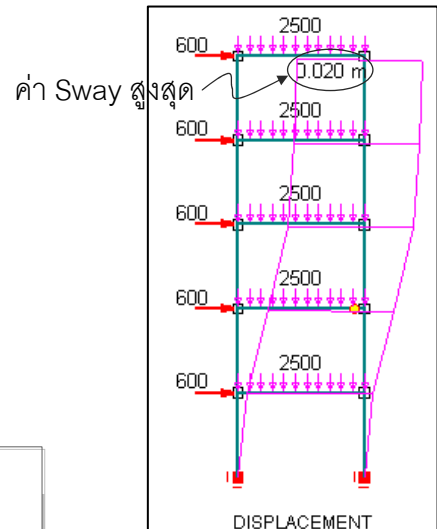
ตัวอย่าง Text file เก็บข้อมูล Element Connectivity พิมพ์ใน Notepad

### 3. ในโหมดแสดงผลทาง Graphics

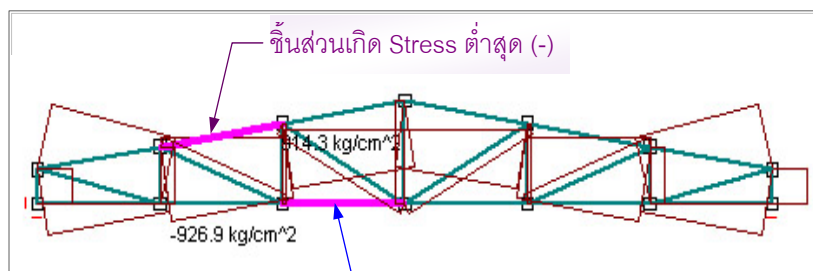
- ✍ ข้อมูลของ Loads ที่กระทำ เช่น Joint loads, Point loads บนชิ้นส่วน, Uniform loads, Volume loads หรือ Temperature loads สามารถแสดงผลทางรูปภาพฟีกได้ ช่วยให้ง่ายต่อการตรวจสอบข้อมูล
- ✍ สามารถดูค่าของ Support Reactions ที่เกิดขึ้นในโหมดกราฟฟีกได้
- ✍ ชิ้นส่วนที่รับแรงภายในสูงสุด / ต่ำสุด มีการแยกสีให้เห็นชัดเจน



ค่า Deflection สูงสุด

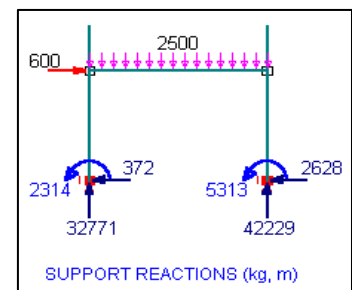


ค่า Sway สูงสุด



ชิ้นส่วนเกิด Stress ต่ำสุด (-)

ชิ้นส่วนเกิด Stress สูงสุด (+)



SUPPORT REACTIONS (kg, m)

ตัวอย่างการแสดงผลทางกราฟฟีก

### 4. ในโหมดแสดงผลลัพธ์ Results

- ✍ หน้าจอแสดงผลลัพธ์แบบตัวเลขของ Displacements, Stresses, Reactions มีการออกแบบให้เชื่อมโยงถึงกันเพื่อสะดวกต่อการเรียกใช้งาน และยังสามารถเชื่อมโยงไปยังผลลัพธ์แบบกราฟฟีกได้อีกด้วย บนหน้าจอของผลลัพธ์จะแสดงชื่อ Project พร้อมข้อมูลจำนวน Nodes, Elements, Material sets และ Load cases เพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบที่กำลังทำงานที่โครงการใด
- ✍ เมื่อคลิกที่ช่อง Load case โปรแกรมจะแสดง Load title เพื่อเตือนความจำ หรือเมื่อคลิกช่อง Material set โปรแกรมก็จะแสดงข้อมูลของหน้าตัดเช่นกัน
- ✍ ในแต่ละชุดของผลลัพธ์ที่แสดงผล จะมีตารางสรุปค่าผลลัพธ์สูงสุดและต่ำสุด (Max./ Min.) ที่เกิดขึ้นเพื่อรายงานให้ผู้ใช้ทราบเพื่อช่วยในการนำไปใช้ในการออกแบบ เช่น ค่า Max./ Min. deflection เกิดขึ้นที่ Nodes ใด หรือ ค่า Max./ Min. Moment เกิดขึ้นที่ Elements ใด เป็นต้น

MICROFEAP-P1 for Windows developed by Dr. Somporn Attasaerawong

Authority : ดร. สมพร อรรถเสริมวงศ์ p13.0

<< Load Case Stresses >>

Load Case 1 (Factor = 1): LL + WL

Elem	Set	Hinge	Section (m)	Axial-F. (kg)	Shear (kg)	Moment (kg-m)
1	1		0.00	-32771.32	372.21	-2314.47
			4.00	-32771.32	372.21	-825.62
2	1		0.00	-27505.04	566.83	-2156.62
			4.00	-27505.04	566.83	110.69
3	1		0.00	-19933.53	370.36	539.76
			4.00	-19933.53	370.36	2021.19
4	1		0.00	-14084.79	-1001.75	2643.77
			4.00	-14084.79	-1001.75	-1363.24
5	1		0.00	-7251.00	-1750.66	3044.43
			4.00	-7251.00	-1750.66	-3958.20
6	1		0.00	-42228.68	2627.79	-5313.44
			4.00	-42228.68	2627.79	5197.72
7	1		0.00	-32494.96	1833.17	-6873.61
			4.00	-32494.96	1833.17	459.09
8	1		0.00	-25066.47	1429.64	459.09
			4.00	-25066.47	1429.64	6177.65
9	1		0.00	-15915.21	2201.75	-4352.50
			4.00	-15915.21	2201.75	4454.51
10	1		0.00	-7749.00	2350.66	-3950.42
			4.00	-7749.00	2350.66	5452.21
11	2		0.00	-794.61	5266.28	1330.99
			1.00	-794.61	2766.28	5347.27
			2.00	-794.61	266.28	6863.55
			3.00	-794.61	-2233.72	5879.83
			4.00	-794.61	-4733.72	2396.11
			5.00	-794.61	-7233.72	-3587.61
			6.00	-794.61	-9733.72	-12071.32
12	2	E	0.00	-403.53	7571.51	-429.07
			1.00	-403.53	5071.51	5892.44
			2.00	-403.53	2571.51	9713.95
			3.00	-403.53	71.51	11035.46

Filename : ExFrame  
Project : Plane Frame  
(Node = 12, Elem = 15, MatSet = 2, Load = 1)

Load Case: 1 (LL + WL)  
Material Set: ALL  
Element List: 1 (0.4x0.4 m), 2 (0.25x0.6 m)  
ALL

Buttons: Print data, Close, Save File, Displacements, Graphics, Reactions

ปุ่มคำสั่ง Link ถึงกัน

Summary of Selected Results

	Max (+)	Elem	Max (-)	Elem
Axial (kg)	772.11	13	-42228.68	6
Shear (kg)	7571.51	12	-9733.72	11
M (kg-m)	11035.46	12	-12071.32	11

ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลของโหมด Stress Results ของโครงสร้าง Frame

✎ ในกรณีของโครงสร้าง Steel Truss ในส่วนของ <Stresses> ได้เพิ่มคำสั่งสำหรับตรวจสอบค่า Stress ที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนกับค่า Allowable Stress แล้วรายงานเป็นค่าความปลอดภัย (Safety Factor) ให้ผู้ออกแบบทราบ พร้อมตัวเลขประสิทธิภาพความประหยัด (Design Efficiency) ในการออกแบบโครงการนั้นๆ นอกจากนี้ โปรแกรมยังยอมให้ผู้ใช้กำหนดค่า Fy และ Es ของวัสดุได้เอง

Modulus Es -> 2040000 kg/cm<sup>2</sup>  
Yield Stress Fy -> 5000 kg/cm<sup>2</sup>  
2400  
5000

Design of Tension / Compression Steel Members with kL/r Effects

Design Summary of Selected Elements

	Tension	Compression
<b>Critical Elem.</b>	<b>3</b>	<b>8</b>
Stress (kg/cm <sup>2</sup> )	861.2	-873.1
Allow (kg/cm <sup>2</sup> )	1512.0	-893.9
Safety Factor	1.76	1.02
Status	OK	OK

Efficiency of Design = 84.2 %

✎ ผู้ใช้สามารถเรียกดูปริมาณวัสดุ (Volume of materials) ที่ใช้ในแต่ละ Set ได้ เช่นในรูปแสดงปริมาณเหล็ก รูปพรรณของโครงหลังคาที่ออกแบบไว้โดยใช้เหล็ก 5 ขนาด มีน้ำหนักรวม 4,342 kg ตัวเลขนี้จะเป็นประโยชน์ต่องานประมาณราคา

<< Volume of Materials >>

Set	Volume (cm <sup>3</sup> )	Weight (kg)	Section
1	388803.60	3052.11	H200x200x8x12x49.9kg/m
2	70452.79	553.05	H150x150x7x10x31.5kg/m
3	32719.06	256.84	OD139.8x4.5x15.0kg/m
4	34229.83	268.70	OD114.3x4.5x12.2kg/m
5	27039.80	212.26	OD101.6x4x9.6kg/m
=====			
Total Volume =		553,245.085 cm <sup>3</sup>	
Unit Weight =		0.00785 kg/cm <sup>3</sup>	
Total Weight =		4,342.974 kg	
=====			

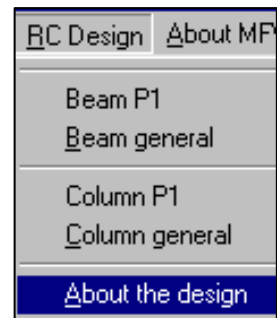
Filename : T1\_1  
Project : YOKO-3 FAC. Main Truss T1-1 (30.6 m)

Unit Weight Options

- Steel = 0.00785 kg / cm<sup>3</sup>
- Concrete = 0.0024 kg / cm<sup>3</sup>
- Others

## 5. เพิ่มเมนูออกแบบ Rc Design

โปรแกรมโมดูล P1:Release 3.0 ได้พัฒนาเพิ่มขีดความสามารถในการออกแบบคานและเสาคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน (Working stress design) อ้างอิงมาตรฐานการออกแบบของ วสท. ผู้ใช้สามารถคลิกเมนูคำสั่ง <Rc\_Design> จาก หน้าต่างของ Activity Menu เมนูย่อยของ Beam และ Column design จะปรากฏ ซึ่งมี 4 แบบให้เลือกใช้งาน (คลิก <About the design> เพื่อดูรายละเอียด)



**<< About RC Design >>**

โมดูลออกแบบหน้าตัดคานและเสา คสล. ของโปรแกรม MFW-P1

เขียนขึ้นโดยใช้ทฤษฎี Working Stress Design อ้างอิงมาตรฐานการออกแบบของ วสท (EIT Standard) ประกอบด้วย 4 โมดูลให้เลือกใช้งาน ดังนี้

1. Beam P1 --> สามารถดึงข้อมูลจากส่วนวิเคราะห์ของ P1 มาคำนวณเหล็กเสริมในคานโดยอัตโนมัติ
2. Beam general --> สำหรับออกแบบหน้าตัดคาน คสล ตามข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อน  
 หน่วยที่ใช้ : Beam width (B), depth (D), covering (d') ==> in cm  
 $F_c', F_s, F_v$  ==> in ksc  
 Moment ==> in kg-m, Shear force ==> in kg  
 การจัดเรียงเหล็กเสริมจะถูกกำหนดไว้ที่ (ดูรูปขวามือ)  
 ค่า Edge covering = 4 cm, Bar clearance = 4.5 cm min.

3. Column P1 --> สามารถดึงข้อมูลจากส่วนวิเคราะห์ของ P1 มาคำนวณเหล็กเสริมในเสาโดยอัตโนมัติ
4. Column general --> ใช้ออกแบบเสา คสล (เสาสั้น/ยาว หน้าตัดสี่เหลี่ยม/กลม) ตามข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อน  
 หน่วยที่ใช้ : ขนาดเสา กว้าง (B), ลึก (D), covering (d') ==> in cm  
 $F_c', F_y$  ==> in ksc  
 Axial force ==> in ton, Moment ==> in ton-m

สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมที่:  
 ดร. สมพร อรรถเตม็งวงศ์  
 ชมรมไมโครฟิบ 34/82 ชุมชนปทุมวิลเลจ  
 ถ.ปทุมกรุงเทพ ต.บางปรอก อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000  
 โทร 02-975-7254, Fax. 02-975-7239 www.microfeap.com

## 5.1 Rc Design เมนูคำสั่ง <Beam P1>

เมื่อคลิกเลือกเมนูคำสั่งนี้ โปรแกรมจะไปดึงข้อมูลและผลลัพธ์ Stresses ของทุกชิ้นส่วนใน Current Project มาแปลงหน่วยให้อยู่ในหน่วยการใช้งานที่ส่วนออกแบบคานต้องการ เช่น ค่าความกว้างและความลึกจะแปลงให้อยู่ในระบบ cm, ค่า Moment เป็น kg-m, ค่า Shear และ Axial-Force เป็น kg เป็นต้น โปรแกรมจะคำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมต่างๆ ของหน้าตัดคานและแสดงผลในรูปของตารางตัวเลขดังรูป

ข้อควรระวัง เนื่องจากข้อมูลของชิ้นส่วนทุกชิ้นจะถูกดึงเข้ามาคำนวณโดยอัตโนมัติโดยที่โปรแกรมจะไม่แยกแยะว่าชิ้นส่วนใดเป็น beams หรือ columns ดังนั้น ผู้ใช้จะต้องไปคลิกเลือกเบอร์ Material Set ของชิ้นส่วนที่เป็น beams เอง เพื่อให้ข้อมูลสอดคล้องกับโปรแกรมออกแบบคาน คสล. ที่ใช้

สรุปขั้นตอนการใช้งาน Rc Design ที่หน้าจอของ Beam P1

- (1) เลือก Material Set ของคานที่ต้องการจะออกแบบ
- (2) เลือก Load Case ที่ต้องการ (ไม่ระบุ หมายถึง Combined load cases)
- (3) กำหนดค่า Design parameters:  $F_c'$ , Concrete factor,  $F_s$ , Concrete covering ( $d'$ ), ...
- (4) คลิกเมาส์ที่บรรทัดข้อมูลเพื่อดู drawing การเสริมเหล็กทางกราฟฟิก
- (5) เลือกขนาด diameter ของเหล็ก Ast, Asc และเหล็กปลอกที่ต้องการ
- (6) เลือกคำสั่งพิมพ์ผลลัพธ์ตามใจชอบ (คลิก <Enlarge> เพื่อดูภาพขยาย)

**RC Design for Beam P1 [All Sections]** Authority : ดร. สมพร อรรถเศรษฐ์ p13.0 Date: 09-08-53

**1. Concrete :  $F_c'$  [ksc, Cylinder 28 days]**  
 173  208  240  280  300  Given  Factor  0.375  0.45  Given

**2. Main Steel :  $F_s$  [ksc]**  
 1200  1500  1700  Given

**3. Design Parameter Information**  
 $E_s = 2040000$  ksc  $F_s = 1500$  ksc  $F_y = 1200$  ksc  
 $E_c = 219362$  ksc  $F_c' = 208$  ksc  $F_c = 78$  ksc  
 $n = 9$   $k = 0.319$   $j = 0.894$   $R = 11.11$  ksc

**Stirrup**  
 RB6  RB9  RB12

**Case**  
 Top Ast  Bottom Ast

$d' = 4$  cm

**Load Case** **Element List** **Material Set**  
 Combination ALL 2 (25x60 cm)  
 ALL 1 (40x40 cm)  
 2 (25x60 cm)

**<< Beam Design for Combined Load Cases >>**

Load Factor: 1	Elem	B (cm)	D (cm)	Length (m)	Axial (kg)	Shear (kg)	Moment (kg-m)	Ast (cm <sup>2</sup> )	Asc (cm <sup>2</sup> )	RB6@ (cm)	RB9@ (cm)	R (cm)
11	25	60	6.00	-795	-9734	-12071	15.91	5.93	10.3	23.7	28.0	
12	25	60	0.00	-404	7572	-429	0.57	0.00	25.5	28.0	28.0	
12	25	60	1.00	-404	5072	5892	7.85	0.00	28.0	28.0	28.0	
12	25	60	2.00	-404	2572	9714	12.89	1.77	28.0	28.0	28.0	
12	25	60	3.00	-404	72	11035	14.58	4.10	28.0	28.0	28.0	
12	25	60	4.00	-404	-2428	9857	13.07	2.02	28.0	28.0	28.0	
12	25	60	5.00	-404	-4928	6178	8.23	0.00	28.0	28.0	28.0	
12	25	60	6.00	-404	-7428	0	0.00	0.00	28.0	28.0	28.0	
13	25	60	0.00	772	5849	-623	0.83	0.00	28.0	28.0	28.0	
13	25	60	1.00	772	3349	3976	5.30	0.00	28.0	28.0	28.0	
13	25	60	2.00	772	849	6075	8.09	0.00	28.0	28.0	28.0	
13	25	60	3.00	772	-1651	5674	7.56	0.00	28.0	28.0	28.0	
13	25	60	4.00	772	-4151	2772	3.69	0.00	28.0	28.0	28.0	
13	25	60	5.00	772	-6651	-2629	3.50	0.00	28.0	28.0	28.0	

**Tensile Steel [Ast]**  
 12mm  16mm  20mm  25mm  28mm  None  
 No. of bars 13 8 5 3 3  Enlarge drawing  
 Ast (cm<sup>2</sup>) 14.69 16.08 15.7 14.73 18.48

**Compressive Steel [Asc]**  
 12mm  16mm  20mm  25mm  28mm  None  
 No. of bars 4 3 2 2 2  
 Asc (cm<sup>2</sup>) 4.52 6.03 6.28 9.82 12.32

Print data Print drawing Help Close

3-DB16 = 6.03  
 Stirrup RB6@28.0  
 5-DB20 = 15.70

25  
 11035  
 Asc  
 60  
 4  
 Ast  
 Bottom Ast

หน้าจอออกแบบคาน คสล. ของเมนูคำสั่ง <Beam P1>

## 5.2 Rc Design เมนูคำสั่ง <Beam general>

เมนูคำสั่งนี้จัดเตรียมไว้สำหรับผู้ใช้ที่ต้องการออกแบบหน้าตัดคานทั่วไปโดยป้อนค่า Moment, Shear และ Torsion เอง เมนูนี้สามารถทำงานอย่างอิสระโดยไม่ยึดโยงกับข้อมูลส่วนอื่นของโปรแกรมโมดูล P1 โปรแกรมถูกออกแบบให้มีความยืดหยุ่น เช่น ยอมให้ผู้ใช้กำหนดค่า  $F_c'$ ,  $F_s$  เอง หรือเลือก spacing ของเหล็กปลอกได้เอง เป็นต้น เหมาะแก่การนำไปใช้งานของนักศึกษาและผู้สนใจทั่วไปที่ต้องการจะตรวจสอบหรือออกแบบหน้าตัดคานใดๆ อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้ควรระมัดระวังในเรื่องของการป้อนค่าตัวเลขให้เป็นไปตามระบบหน่วยที่โปรแกรมต้องการ

FEAP-P1 for Windows by Dr. Somporn Attasaeernewong

**RC Design for General Beam Sections** Authority: ดร. สมพร อรรถไพฑูริย์ p13.0 Date: 09-08-53

**1. Concrete :  $F_c'$  (ksc, Cylinder 28 days)**

173  208  240  280  300  Given 210

Factor  0.375  0.45  Given

**2. Main Steel :  $F_s$  (ksc)**

1,200  1,500  1,700  Given

**3. Design Parameter Information**

$E_s = 2,040,000$  ksc  $F_s = 1,500$  ksc  $F_v = 1,200$  ksc  
 $E_c = 220,414$  ksc  $F_c' = 210$  ksc  $F_c = 79$  ksc  
 $n = 9$   $k = 0.322$   $j = 0.893$   $k' = 1.531$   
 $R = 11.34$  ksc  $M_c = 7,088$  kg-m  $V_c = 5,289$  kg

**4. Steel Required**

Area (cm<sup>2</sup>) Min. Ast Spacing  RB6  RB9  RB12

Ast = 14.85 5.83 (cm) 6.90 15.78 27.87

Asc = 5.77

Use minimum Ast.  Given 15 cm  Double stirrups

**5. Stirrup ( $F_v = 1200$  ksc)**

**Tensile Steel (Ast)**

12mm  16mm  20mm  25mm  28mm  None

No. of bars	14	8	5	4	3
Ast (cm <sup>2</sup> )	15.82	16.08	15.7	19.64	18.48

Enlarge drawing

**Compressive Steel (Asc)**

12mm  16mm  20mm  25mm  28mm  None

No. of bars	6	3	2	2	2
Asc (cm <sup>2</sup> )	6.78	6.03	6.28	9.82	12.32

Section Design Forces Case

B = 25 cm M = 9000 kg-m  Top Ast

D = 55 cm V = 7500 kg  Bottom Ast

d' = 5 cm T = 700 kg-m

**6. Diagrams**

Top Ast: Diagram showing beam section with width B, depth D, effective depth d', and design forces M and V.

Bottom Ast: Diagram showing beam section with width B, depth D, effective depth d', and design forces M and V.

**7. Reinforcement Details**

2-DB20 = 6.28

Stirrup RB9 @ 15

5-DB20 = 15.70

Print Clear Close

หน้าจอออกแบบคาน คสล. ของเมนูคำสั่ง <Beam general>

### 5.3 Rc Design เมนูคำสั่ง <Column P1>

เมื่อคลิกเลือกเมนูคำสั่งนี้ โปรแกรมจะไปดึงข้อมูลและผลลัพธ์ Stresses ของทุกชิ้นส่วนใน Current Project มาแปลงหน่วยให้อยู่ในหน่วยใช้งานของส่วนออกแบบเสา เช่น ค่าความกว้างและความลึกจะแปลงให้เป็น cm, ค่า Moment เป็น ton-m, ค่า Shear และ Axial-Force เป็น ton เป็นต้น โปรแกรมจะคำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมของเสาสี่เหลี่ยมและเสากลมโดยอัตโนมัติ และรายงานผลในรูปของตารางตัวเลขดังรูป

**ข้อควรระวัง** เนื่องจากข้อมูลของชิ้นส่วนทุกชิ้นจะถูกดึงเข้ามาคำนวณโดยอัตโนมัติโดยที่โปรแกรมจะไม่แยกแยะว่าชิ้นส่วนใดเป็น beams หรือ columns ดังนั้น ผู้ใช้จะต้องไปคลิกเลือกเบอร์ Material Set ของชิ้นส่วนที่เป็น columns เอง เพื่อให้ข้อมูลสอดคล้องกับโปรแกรมออกแบบเสา คสล. ที่ใช้

สรุปขั้นตอนการใช้งาน Rc Design ที่หน้าจอของ Column P1

- (1) เลือก Material Set ของเสาที่ต้องการจะออกแบบ
- (2) เลือก Load Case ที่ต้องการ (ไม่ระบุ หมายถึง Combined load cases)
- (3) กำหนดค่า Design parameters:  $F_c'$ ,  $F_y$ , Concrete covering ( $d'$ ), ...
- (4) ระบุค่า Minimum steel (ปกติใช้  $1\%A_g$ ) และค่าพึงพอใจ Economic level (ปกติใช้ Normal)

*Note:* ดูคำอธิบายการใช้งานเพิ่มเติมในหัวข้อ 5.3b และ c

- (5) คลิกเมาส์ที่บรรทัดข้อมูลเพื่อดู drawing การเสริมเหล็กและกราฟ P-M Interaction diagram
- (6) เลือกขนาด diameter ของเหล็กยื่นและเหล็กปลอก (คลิก <Help...> ดู ต.ย. การจัดเหล็กปลอก)
- (7) เลือกคำสั่งพิมพ์ผลลัพธ์ตามใจชอบ (คลิก <Enlarge> เพื่อดูภาพขยาย)

**Design of RC-Column (P1-All Sections)** Authority : ดร. สมพร อรรถไพฑูริย์ p13.0 Date: 09-08-53

1. Concrete :  $F_c'$  [ksc, Cylinder 28 days]  
 173  208  240  280  300  Given

2. Steel :  $F_y$  [ksc]  
 2,400  3,000  4,000  Given

3. Section  
 Rectangular  Circular  Circular Tied  Circular Spiral  
 Economic Level:  Normal  Other

4. Design Parameter Information  
 $E_s = 2,040,000$  ksc  $E_c = 219,362$  ksc  $n = 9$   
 $F_c' = 208$  ksc  $F_y = 4,000$  ksc  $F_s = 1,600$  ksc  
 Stirrup :  RB6  RB9  $d' = 4$  cm

Load Case: ALL, Element List: ALL, Material Set: 1 (40x40 cm)

Elem	B	D	@L (m)	Axial (t)	Shear (t)	Moment (t-m)	Ast cm <sup>2</sup>	%Ast (%)	Number of bars	DB12	16	20	25	28	R6@
4	40	40	0.00	-14.1	-1.0	2.6	16.0	1.00%	16	8	6	4	4	4	29 32
4	40	40	4.00	-14.1	-1.0	-1.4	16.0	1.00%	16	8	6	4	4	4	29 32
5	40	40	0.00	-7.3	-1.8	3.0	16.0	1.00%	16	8	6	4	4	4	29 32
5	40	40	4.00	-7.3	-1.8	-4.0	18.2	1.14%	18	10	6	4	4	4	29 32
6	40	40	0.00	-42.2	2.6	-5.3	17.9	1.12%	16	10	6	4	4	4	29 32
6	40	40	4.00	-42.2	2.6	5.2	17.6	1.10%	16	10	6	4	4	4	29 32
7	40	40	0.00	-32.5	1.8	-6.9	28.8	1.80%	26	16	10	6	6	6	29 32
7	40	40	4.00	-32.5	1.8	0.5	16.0	1.00%	16	8	6	4	4	4	29 32
8	40	40	0.00	-25.1	1.4	0.5	16.0	1.00%	16	8	6	4	4	4	29 32
8	40	40	4.00	-25.1	1.4	6.2	27.2	1.70%	26	14	10	6	6	6	29 32
9	40	40	0.00	-15.9	2.2	-4.4	19.2	1.20%	18	10	8	4	4	4	29 32
9	40	40	4.00	-15.9	2.2	4.5	19.2	1.20%	18	10	8	4	4	4	29 32
10	40	40	0.00	-7.7	2.4	-4.0	18.1	1.13%	16	10	6	4	4	4	29 32
10	40	40	4.00	-7.7	2.4	5.5	25.6	1.60%	24	14	10	6	6	6	29 32

Bar Selection: 12mm (26, 29.4), 16mm (16, 32.2), **20mm (10, 31.4)**, 25mm (6, 29.5), 28mm (6, 37.0), None

Interaction Diagram: P (t) vs M (t-m) for c40x40, p = 1.96%. Points: (5.0, 113.4), (10.3, 61.0), Load at (8.0, 0).

Stirrup: RB6 @ 29, Col 40 x 40

3D View: Shows column with dimensions 40x40 cm and reinforcement details.

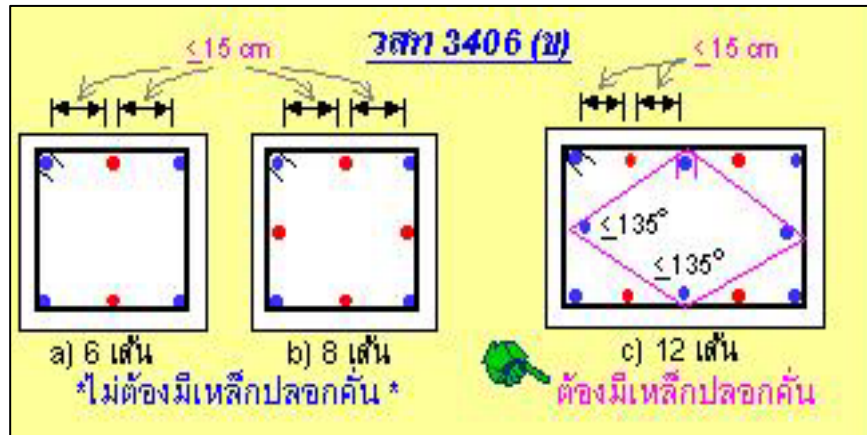
หน้าจอออกแบบเสา คสล. ของเมนูคำสั่ง <Column P1>



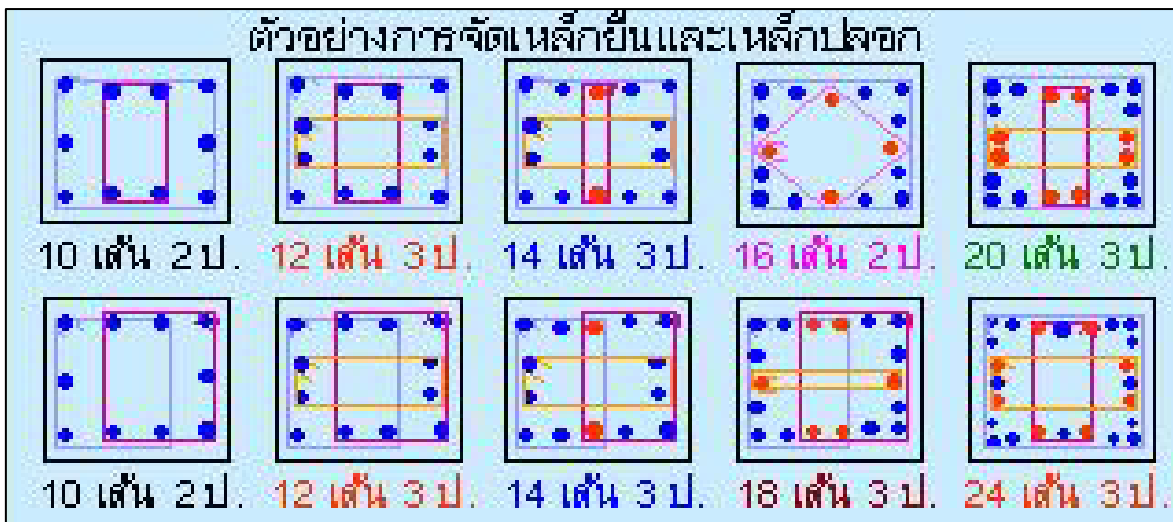
**5.3a การจัดเหล็กปลอก**

วสท 3406 (ข)

ต้องจัดให้มุมของเหล็กปลอกทุกมุมยึดเหล็กยื่น และจัดให้มุมของเหล็กปลอกคั่นยึดเหล็กยื่นเส้นเว้นเส้น โดยมุมโตไม่เกิน 135 องศา และระยะห่างของเหล็กยื่นเส้นที่เว้นกับเส้นที่ถูกยึดต้องไม่เกิน 15 cm



**ตัวอย่างการจัดเหล็กยื่นและเหล็กปลอก**



**5.3b ปริมาณเหล็กยื่นในเสา**

วสท 4800 (ฉ)

- ปริมาณเหล็กยื่นในเสาต้องไม่ต่ำกว่า 1% และไม่เกิน 8% ของพื้นที่หน้าตัดเสาจริง (Ag)
- Diameter ของเหล็กยื่นต้องไม่เล็กกว่า 12 มม.
- เหล็กยื่นในเสาสี่เหลี่ยมต้องไม่น้อยกว่า 4 เส้น
- เหล็กยื่นในเสากลมต้องไม่น้อยกว่า 6 เส้น

**5.3b ปริมาณเหล็กยื่นในเสา (ต่อ)**

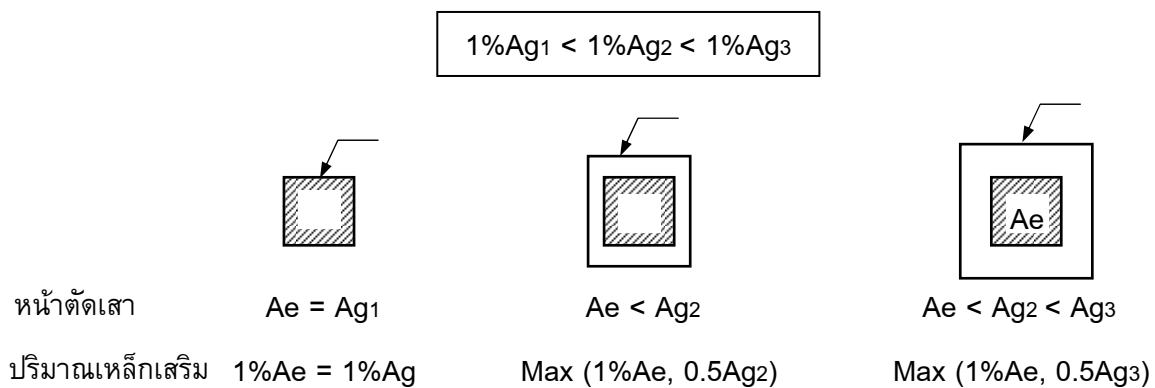
วสท 4800 (จ)

- ในกรณีเสาที่มีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าที่ต้องการในการรับน้ำหนัก ปริมาณเหล็กเสริมที่น้อยที่สุดให้คำนวณจากพื้นที่หน้าตัดเสาจริงที่ลดลงได้ (Ae) แต่ค่า Ae ที่ลดลงนั้นต้องไม่ต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของหน้าตัดเสาจริง (Ag)

**Minimum Steel**

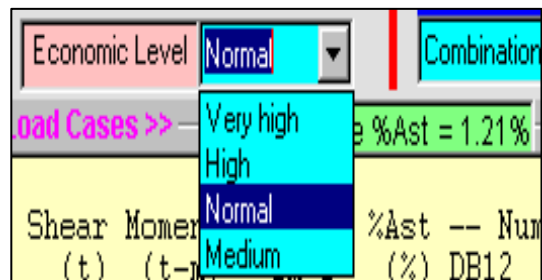
- 0.5% Ag, or max. 1% Ae
- 1% Ag (normal case)

การเลือก Minimum Steel ที่ 1%Ag มักใช้ในงานออกแบบเสาทั่วไปที่ผู้ออกแบบไม่สนใจเรื่องความสิ้นเปลืองของปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดซึ่งจะเพิ่มขึ้นตามหน้าตัดเสาที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ดังนั้น ในกรณีของเสาที่รับน้ำหนักน้อยแต่ผู้ออกแบบเลือกใช้หน้าตัดใหญ่ การใช้ Option ที่ 1%Ag จึงเป็นการสิ้นเปลืองเหล็กเสริมโดยไม่จำเป็น แต่หากเลือกใช้ Minimum Steel ที่ 0.5%Ag หรือค่ามากของ 1%Ae จะได้ปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดที่เหมาะสมกับการใช้งานจริงมากกว่า โปรแกรมจะคำนวณหาหน้าตัดประสิทธิภาพ (Ae) ให้ ซึ่งไม่ว่าขนาดหน้าตัดจริง (Ag) จะใหญ่เท่าใดก็ตาม ภายใต้การรับน้ำหนักน้อยๆ ค่าเดียวกัน ย่อมจะได้ค่า Ae เท่ากัน ดังนั้น ปริมาณเหล็กเสริมที่ 1%Ae จึงมีค่าเท่ากันในทุกกรณี (ดูตัวอย่างของหน้าตัดเสาทั้ง 3 ขนาดในรูป) แต่จากข้อกำหนดของ วสท 4800 (จ) ให้เปรียบเทียบ 1%Ae กับค่า 0.5%Ag แล้วนำค่ามากกว่าไปใช้งาน



### 5.3c ตั้งค่าระดับความพึงพอใจ Economic Level

การหาปริมาณเหล็กเสริมในเสาจะใช้วิธีการสุ่มความละเอียดจากสมการของเส้นกราฟ P-M Interaction diagram ถ้าตั้งค่าความละเอียดไว้สูงจะได้เหล็กเสริมน้อย นั่นหมายถึงความประหยัด แต่ถ้าตั้งไว้ต่ำจะได้เหล็กเสริมมากซึ่งอาจทำให้เกิดการสิ้นเปลือง ดังนั้น ในการกำหนดระดับความพึงพอใจ Economic level ที่เหมาะสมนั้น ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงสภาพและข้อจำกัดของงานที่ทำเป็นสำคัญเพื่อเป็น



ข้อมูลช่วยตัดสินใจ โปรแกรมได้จัดเตรียมไว้ 4 ระดับให้เลือกใช้งาน ได้แก่ ระดับ Medium, Normal, High, Very high ตามลำดับ สำหรับในงานทั่วไปแนะนำใช้ที่ระดับ Normal ถือว่าเป็นค่ากลางๆ ที่รับได้ สำหรับระดับ Medium จะได้ปริมาณเหล็กเสริมมากขึ้น (ดูค่าในช่อง Average %Ast) เหมาะกับงานที่ผู้ออกแบบมีข้อมูลและเวลาทำน้อยจึงต้องป้องกันตัวเองด้วยการเผื่อ Safety ไว้สูง หรืออาจใช้ในกรณีของงานออกแบบเบื้องต้นเพื่อการประมาณราคา เป็นต้น ส่วนระดับ High และ Very high นั้น จะได้เหล็กเสริมน้อยลงตามลำดับ ให้ความประหยัดมากขึ้นภายใต้เกณฑ์ความปลอดภัยมาตรฐาน แต่ทั้งนี้ผู้ออกแบบจะต้องมีความมั่นใจในคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ออกแบบ (เช่น ข้อมูล Loads และการใช้สอยโครงสร้าง เป็นต้น) และคุณภาพของทีมงานก่อสร้าง

### 5.4 Rc Design เมนูคำสั่ง <Column general>

เมนูคำสั่งนี้จัดเตรียมไว้สำหรับผู้ใช้ที่ต้องการออกแบบเสาทั่วไปหน้าตัดสี่เหลี่ยมหรือวงกลมโดยป้อนค่า Axial Force และ Moment เอง เมนูนี้สามารถทำงานอย่างอิสระโดยไม่ยึดโยงกับข้อมูลส่วนอื่นของโปรแกรม โมดูล P1 เหมาะแก่การนำไปใช้งานของนักศึกษาและผู้สนใจทั่วไปที่ต้องการจะตรวจสอบหรือออกแบบหน้าตัดเสาใดๆ โปรแกรมถูกออกแบบให้มีความยืดหยุ่นสูง สามารถนำไปใช้ในกรณีเสายาว (Long column) ได้ ยอมให้ผู้ใช้กำหนดค่า  $F_c'$ ,  $F_y$  เอง มีปุ่มกดเลือกรูปแบบหน้าตัดเสา สามารถเลือก spacing ของเหล็กปลอก เลือกขนาดและจำนวนเส้นของเหล็กยี่น รวมถึงกำหนดค่า Minimum steel ได้เอง เป็นต้น โปรแกรมจะแสดงกราฟ P-M Interaction diagram และจุดปลอดภัยของ Load พร้อม Drawing ของเหล็กเสริมให้เห็น ผู้ใช้สามารถคลิกปุ่ม <Enlarge drawing> เพื่อดูภาพขยายได้ นอกจากนี้โปรแกรมยังรายงานผลชี้วัดประเมินการออกแบบ เกรด A, B, C, D, F ให้ผู้ใช้ทราบ ในการออกแบบเพื่อใช้งานจริง ควรเป็นเกรด B ถึง C, แต่สำหรับนักศึกษาที่ทำแบบฝึกหัดควรเป็นเกรด A แต่ถ้าต้องการ Safety มาก (ไม่กลัวเปลือง) ก็ควรเป็นเกรด D เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้ควรระมัดระวังในเรื่องของการป้อนค่าตัวเลขให้เป็นไปตามระบบหน่วยที่โปรแกรมต้องการ

**1. Concrete :  $F_c'$  [ksc, Cylinder 28 days]**  
 173  208  240  280  300  Given

**2. Steel :  $F_y$  [ksc]**  
 2,400  3,000  4,000  Given

**3. Section**  
 Square / Rectangular  Circular Tied  Circular Spiral

**Dimension**  
 Diameter = 36 cm  
 Cover,  $d'$  = 4 cm

**Design Load**  
 P = 40 ton  
 M = 4 ton-m

Check case long column

**4. Design Parameter Information**  
 $E_s = 2,040,000$  ksc  $E_c = 235,632$  ksc  $n = 8$   
 $F_c' = 240$  ksc  $F_y = 4,000$  ksc  $F_s = 1,600$  ksc

**5. Reinforcements [Ast]**

	Area (cm <sup>2</sup> )	%Ast	Stress Ratio	ผลออกแบบ
Required (Ast)	20.36	2.00%	0.973	B ปลอดภัย และประหยัดกำลังดี
Selected (Ast)	25.12	2.47%	0.883	

**6. Stirrup spacing [cm]**  
 RB6  RB9  RB12  
    
 Given  cm

8-DB20 = 25.12 (2.47%)  
 Stirrup RB6 @ 29  
 Col dia: 36 cm

Interaction Diagram Col dia: 36,  $p = 2.47\%$   
 Points: (2.2, 86.1), (4.7, 42.9), (3.4, 0)  
 Load point at (4.7, 42.9)

Selection of bars:  
 12mm  16mm  20mm  25mm  28mm  None

Bars used (no.)	20	12	8	6	6
Ast (cm <sup>2</sup> )	22.60	24.12	25.12	29.46	36.96

Select number of bars  bars

Buttons: Print, Clear, Close, Help คำแนะนำการจัดเหล็กปลอก

หน้าจออกแบบเสา คสล. ของเมนูคำสั่ง <Column General>