

คู่มือการใช้งานโปรแกรม RMUTSB-RC

(เวอร์ชันทดสอบ)

ผศ.สรกานต์ ศรีทองอ่อน

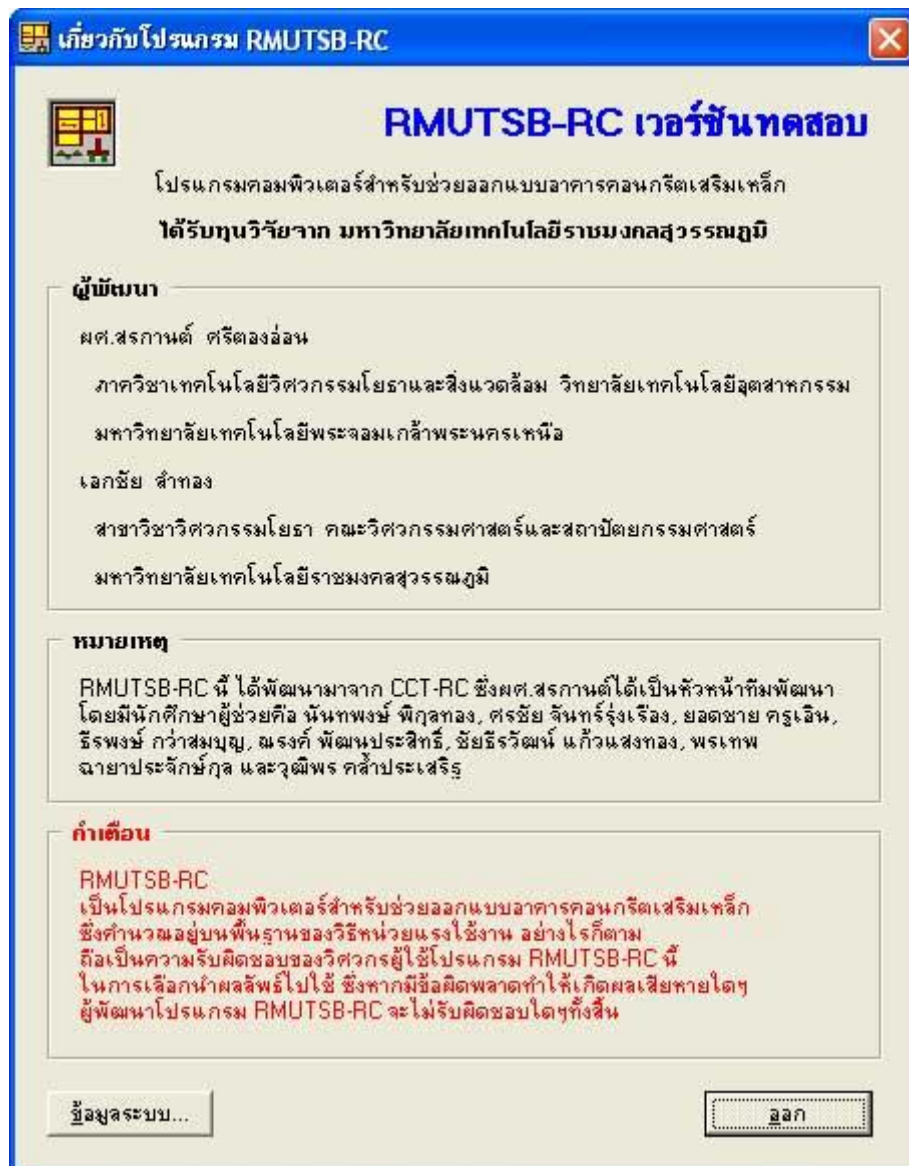
เอกชัย ลำทอง

ข้อมูลเบื้องต้นของโปรแกรม

RMUTSB-RC เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งสำหรับโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ว่า application software) สำหรับช่วยออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก แบบคำนวณที่ละผังคาน โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน (Working Stress Design : WSD), มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงคือ มาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และหน่วยที่ใช้ในคือ หน่วยเมตริก ซึ่งเป็นหน่วยที่ใช้ในการออกแบบงานลักษณะนี้ภายในประเทศ

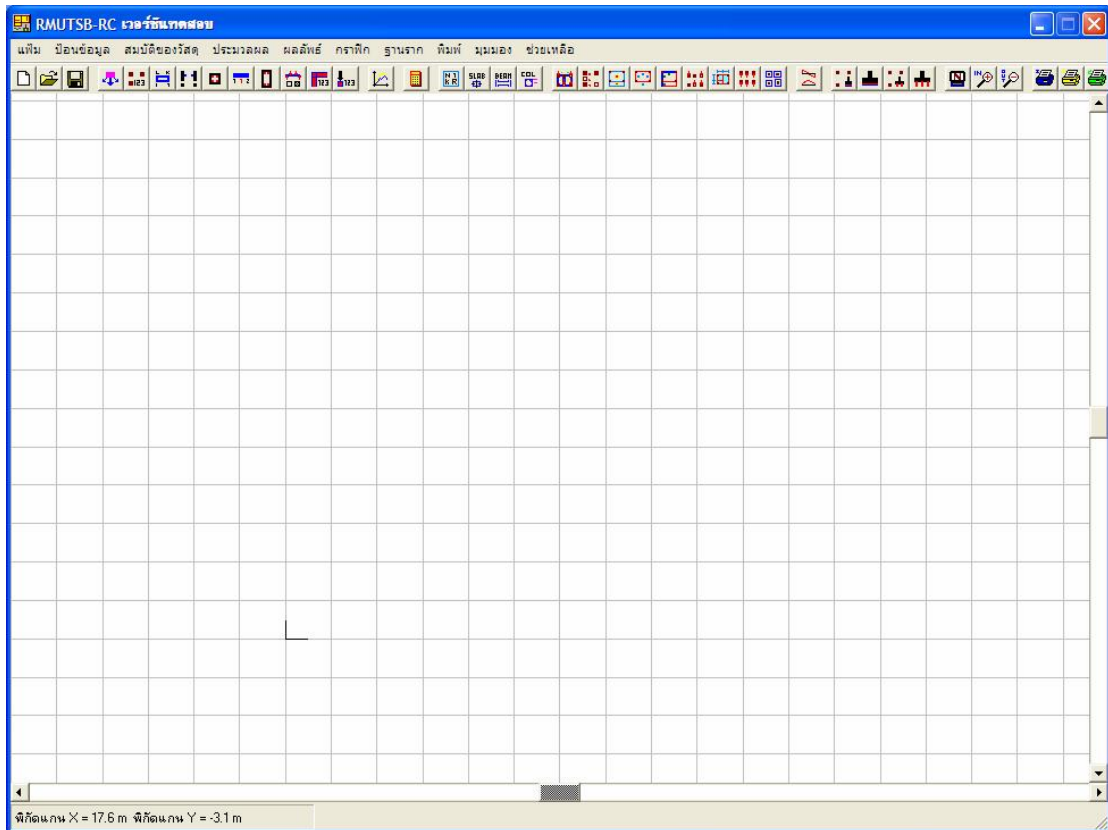
RMUTSB-RC ได้รับทุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ โดยในเวอร์ชันทดสอบนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่แก่ผู้สนใจทั่วไปได้ทดลองใช้ และได้ให้ความเห็นในการปรับปรุงแก้ไขเพื่อทำเป็นเวอร์ชันสมบูรณ์ต่อไป โดยในเวอร์ชันทดสอบนี้จะมีการออกแบบใน 3 องค์อาคารคือ แผ่นพื้น คาน และเสา ซึ่งสำหรับในเวอร์ชันสมบูรณ์นั้น จะมีการออกแบบฐานราก ทั้งแบบ วางบนดิน และวางบนเสาเข็ม รวมถึงการพิมพ์ข้อมูล, ผลลัพธ์ และกราฟิกต่างๆ ออกทางกระดาษด้วย

สำหรับรายละเอียดอื่นๆ ของผู้พัฒนา ดูได้ในภาพที่ 1



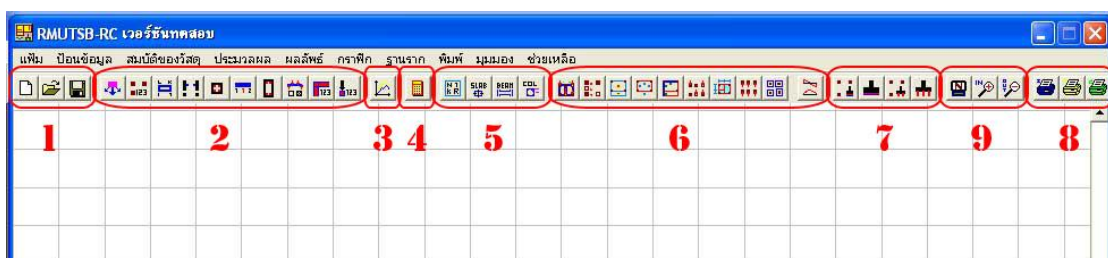
ภาพที่ 1

หน้าตาของโปรแกรมเมื่อเปิดเข้าไป จะเป็นดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2

จะเห็นว่าโปรแกรมจะมีทั้งเมนู และกล่องเครื่องมือ (Tool Box) ซึ่งมีความสอดคล้องกัน คือ กล่องเครื่องมือจะแบ่งเป็น 9 ชุด ตามการใช้งานของเมนู 9 เมนู (ไม่รวมเมนูที่ 10 ช่วยเหลือ ซึ่งไม่ได้อยู่ในส่วนการใช้งาน โปรแกรม) นั่นคือ เป็นเมนูย่อยที่ใช้งานบ่อย ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3

สำหรับแต่ละเมื่อนั้น มีรายละเอียดดังนี้

- 1) เมนู **เพิ่ม** ใช้ในด้านการจัดการไฟล์ และออกจากโปรแกรม ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4

- 2) เมนู **ป้อนข้อมูล** ใช้สำหรับป้อนข้อมูลต่างๆ เพื่อให้โปรแกรมคำนวณ ดังภาพที่ 5-7



ภาพที่ 5



ภาพที่ 6



ภาพที่ 7

- 3) เมนู สมบัติของวัสดุ ใช้สำหรับกำหนดค่าสมบัติของวัสดุ คือ คอนกรีต และเหล็กเสริม ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8

- 4) เมนู ประมวลผล ใช้สำหรับคำนวณแผ่นพื้น-คาน-เสา เพื่อป้อนข้อมูลครบแล้ว ดังภาพที่ 9



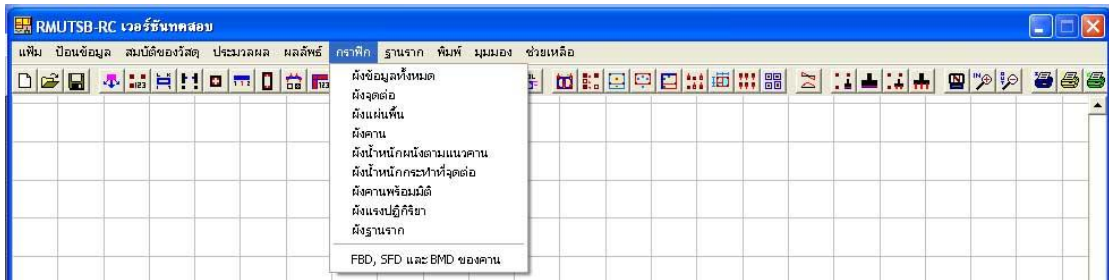
ภาพที่ 9

- 5) เมนู ผลลัพธ์ ใช้สำหรับแสดงผลลัพธ์หลังจากที่ประมวลผลแล้ว ดังภาพที่ 10



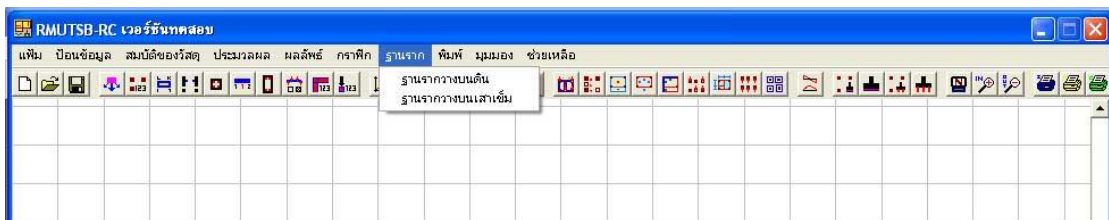
ภาพที่ 10

- 6) เมนู กราฟิก ใช้สำหรับแสดงกราฟิกต่างๆ ทั้งข้อมูล และผลลัพธ์ ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11

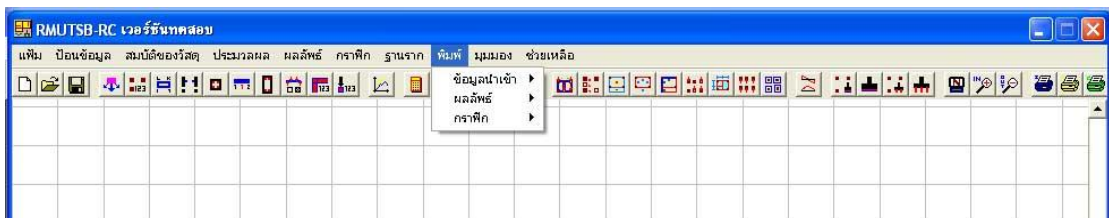
- 7) เมนู ฐานราก ใช้สำหรับออกแบบฐานราก ทั้งแบบวางบนดิน และวางบนเสาเข็ม ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12

- 8) เมนู พิมพ์ ใช้สำหรับพิมพ์ข้อมูล ผลลัพธ์ และกราฟิกต่างๆ ออกทางกระดาษ ดังภาพที่ 13 และ

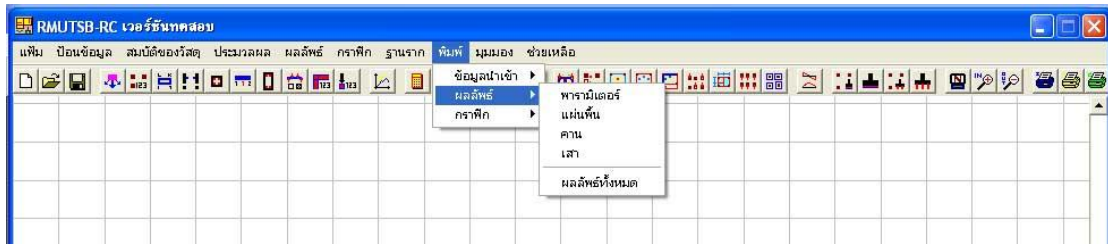
16



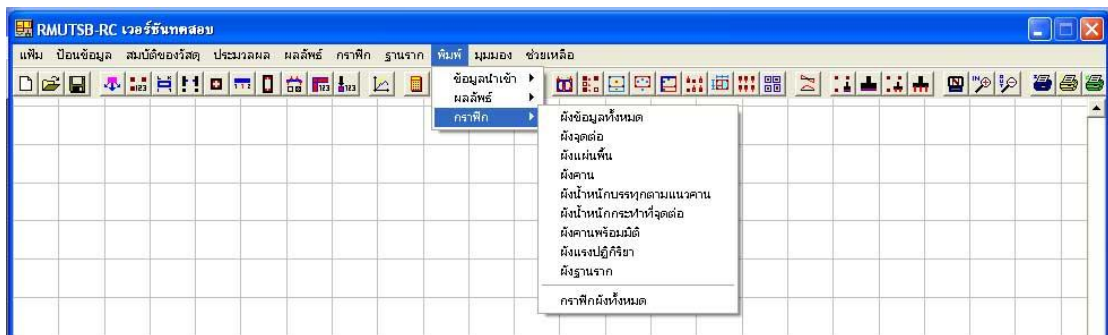
ภาพที่ 13



ภาพที่ 14



ภาพที่ 15



ภาพที่ 16

9) เมนู มุมมอง ใช้สำหรับปรับการแสดงผลทางหน้าจอ ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17

10) เมนู ช่วยเหลือ สำหรับแสดงรายละเอียดโดยย่อของโปรแกรม ดังภาพที่ 18

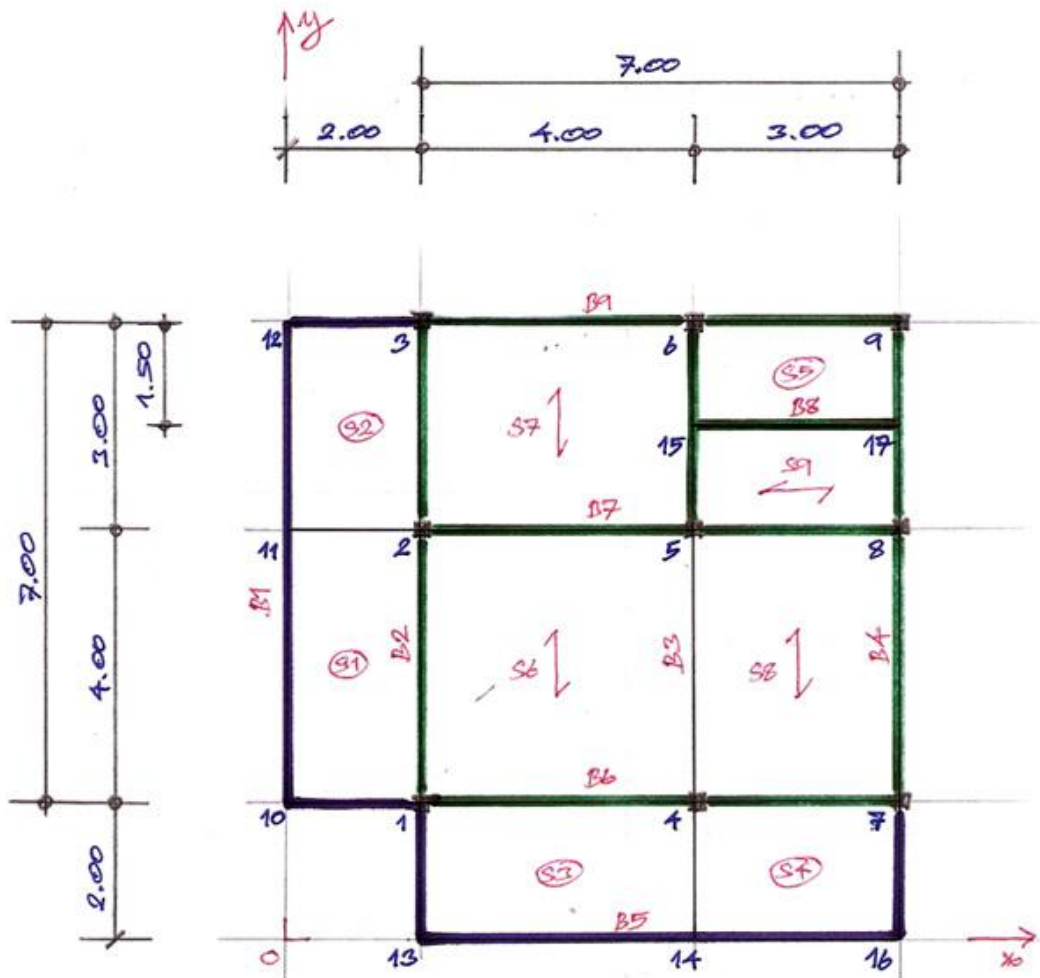


ภาพที่ 18

ตัวอย่างขั้นตอนการใช้โปรแกรม RMUTSB-RC

1) เตรียมข้อมูล

เมื่อวิศวกรผู้ใช้ กำหนดผังคานใน Floor นั้นๆ ได้แล้ว ก็ให้กำหนดค่าที่จำเป็นต่อการใช้งาน ดังภาพที่ 19



——— มม. ผนังจากพื้นถึงปลาน้ำสูง 2.60 ม

——— มม. ฐานที่รองรับวงคานสูง 1.00 ม

ผนังคาน
 1) 0.20x0.40 ม Main
 2) 0.15x0.40 ม Sub

ผนังคาน 0.20x0.20 ม

กำหนดจุดต่อ ที่เสา และจุดตัดคานทุกจุด โดยตั้งแกนอ้างอิง X-Y ขึ้นมา ซึ่งมีข้อแนะนำคือ ให้แนวชายสุดของคานอยู่ในแนวแกน Y และแนวล่างสุดของคานอยู่ในแนวแกน X เพื่อให้พิกัดของข้อมูลอยู่ในค่าบวกทุกค่า

ข้อแนะนำในการกำหนดจุดต่อคือ (คือจะทำตามนี้ก็ได้ ไม่ทำก็ได้ และในกรณีมีการป้อนข้อมูลจุดต่อเพิ่มเติม ก็ไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับใหม่ คือ กำหนดเพิ่มเติมไปได้เลย)

- จุดต่อใดที่เป็นเสา ควรกำหนดหมายเลขให้ต่อเนื่องไปจนครบ ก่อนค่อยมากำหนดจุดตัดคาน เพื่อความสะดวกในการพิจารณาผลลัพธ์ของเสา โดยเฉพาะแรงปฏิกิริยา ที่จะต้องนำไปใช้ในการถ่ายน้ำหนักลงเสาในชั้นล่างถัดไป หรือนำแรงปฏิกิริยาไปใช้ในการออกแบบฐานราก
- ควรเรียงลำดับจากล่างขึ้นบน แล้วจึงซ้ายไปขวา เพื่อความสะดวกในการป้อนข้อมูล

ข้อมูลควบคุม

ข้อมูลเริ่มต้นที่จำเป็น ซึ่งเรียกว่า ข้อมูลควบคุม แสดงดังตารางด้านล่าง

จำนวนจุดต่อ	17
จำนวนแผ่นพื้น	9
จำนวนคาน	9
จำนวนชนิดของหน้าตัดคาน	2
จำนวนชนิดของหน้าตัดเสา	1
จำนวนน้ำหนักผนังตามแนวคาน	13

พิกัดของจุดต่อ

จากนั้น ระบุพิกัดของแต่ละจุดต่อ แสดงดังตารางด้านล่าง

จุดต่อที่	พิกัด X (m)	พิกัด Y (m)	จุดต่อที่	พิกัด X (m)	พิกัด Y (m)
1	2.00	2.00	10	0.00	2.00
2	2.00	6.00	11	0.00	6.00
3	2.00	9.00	12	0.00	9.00
4	6.00	2.00	13	2.00	0.00
5	6.00	6.00	14	6.00	0.00
6	6.00	9.00	15	6.00	7.50
7	9.00	2.00	16	9.00	0.00
8	9.00	6.00	17	9.99	7.50
9	9.00	9.00			

แผ่นพื้น

แผ่นพื้นสามารถป้อนได้ 2 ชนิด คือ แผ่นพื้นหล่อในที่ กับ แผ่นพื้นสำเร็จรูป โดยในช่องชนิด คือ 0 = แผ่นพื้นหล่อในที่, 1 = แผ่นพื้นสำเร็จรูปวางแนวขนานแกน X และ 2 = แผ่นพื้นสำเร็จรูปวางแนวขนานแกน Y

ขอบเขตของแผ่นพื้น กำหนดโดย จุดต่อ I, J, K, L โดยเริ่มต้นที่จุดต่อมุมล่างซ้าย แล้ววนทวนเข็มนาฬิกา (นั่นคือ ในโปรแกรมนี้ แผ่นพื้นหล่อในที่จะต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก /แผ่นพื้นสำเร็จรูป จะต้องมีความหนาอยู่ทั้ง 4 ด้าน)

น้ำหนักคงที่เพิ่มเติม หมายถึงน้ำหนักประเภท finishing ต่างๆ หรือในกรณีแผ่นพื้นสำเร็จรูป ได้แก่ น้ำหนักของคอนกรีตทับหน้า

เช่น ตัวอย่างนี้ จะป้อนค่า น.คงที่เพิ่มเติมของแผ่นพื้นหล่อในที่ เท่ากับ 50 kg/m^2 (0.050 T/m^2) ส่วนแผ่นพื้นหล่อในที่ คัดที่คอนกรีตทับหน้า 5 cm ดังนั้นมีค่าน้ำหนักเท่ากับหน่วยน้ำหนักคอนกรีต คูณ ความหนา คือ $2.4 * 0.05$ เท่ากับ 0.120 T/m^2

น้ำหนักคงที่เพิ่มเติม ไม่รวมถึงน้ำหนักแผ่นพื้นเอง เพราะโปรแกรมจะคำนวณน้ำหนักคงที่ (dead load) ของแผ่นพื้น จากความหนาของแผ่นพื้นที่ป้อนเข้าไป

แต่ในกรณีน้ำหนักของแผ่นพื้นสำเร็จรูป หากทราบความหนา ให้ป้อนค่าความหนานั้น แล้วโปรแกรมจะทำการคำนวณน้ำหนักต่อตารางเมตร โดยใช้หน่วยน้ำหนัก 2.4 T/m^3 คูณความหนาที่ป้อนลงไป แต่หากยังไม่ทราบความหนาที่ชัดเจน ให้ป้อนค่าน้ำหนักต่อหน่วยตารางเมตรลงในช่อง น.คงที่เพิ่มเติม โดยเพิ่มรวมไปกับค่าน้ำหนักเพิ่มเติมอื่น เช่น คอนกรีตทับหน้า หรือน้ำหนักกระเบื้องต่างๆ

น้ำหนักบรรทุกจร ป้อนตามค่าที่สอดคล้องกับกฎกระทรวง เช่น บ้านพักอาศัย ไม่น้อยกว่า 150 kg/m^2 (0.150 T/m^2)

การกำหนดข้อมูลแผ่นพื้นทั้งหมด แสดงดังตารางด้านล่าง

แผ่นพื้นที่	I	J	K	L	นน.คงที่เพิ่มเติม (T/m ²)	นน.จร (T/m ²)	ความหนา (m)	ชนิด
1	10	1	2	11	0.050	0.150	0.10	0
2	11	2	3	12	0.050	0.150	0.10	0
3	13	14	4	1	0.050	0.150	0.10	0
4	14	16	7	4	0.050	0.150	0.10	0
5	15	17	9	6	0.050	0.150	0.10	0
6	1	4	5	2	0.120	0.150	0.10	2
7	2	5	6	3	0.120	0.150	0.10	2
8	4	7	8	5	0.120	0.150	0.10	2
9	5	8	17	15	0.120	0.150	0.10	1

เสา : จุดต่อ

จุดต่อใดที่เป็นเสา ให้ป้อนสถานะเท่ากับ 1 ส่วนหน้าตัดเสานั้น ขึ้นอยู่กับผู้ใช้กำหนด เช่น ตัวอย่างนี้ กำหนดว่ามีหน้าตัดเสานี้ขนาดเดียว จึงป้อนค่า 1 ในทุกจุดต่อเสา แสดงดังตารางด้านล่าง

จุดต่อที่	สถานะ	หน้าตัดเสาที่
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	1
7	1	1
8	1	1
9	1	1

เสา : ขนาดหน้าตัด

ขนาดหน้าตัดเสา ใส่ข้อมูลดังตารางด้านล่าง

a			
	b		
หน้าตัดที่	ระยะ a (m)	ระยะ b (m)	ระยะหุ้มเหล็กเสริม (m)
1	0.20	0.20	0.025

คาน : จุดเชื่อมต่อ

จุดเชื่อมต่อของคาน ในแนวคานที่ต่อเนื่องกันให้นับเป็นหนึ่งคาน โดย

ถ้าเป็น คานแนวนอน จุดต่อแรก คือ จุดต่อซ้ายสุด จุดต่อปลาย คือ จุดต่อขวาสุด ของคาน
นั้น

ถ้าเป็น คานแนวตั้ง จุดต่อแรก คือ จุดต่อล่างสุด จุดต่อปลาย คือ จุดต่อบนสุด ของคานนั้น
หน้าตัดคาน ป้อนตามหมายเลขหน้าตัดที่กำหนดเอง เช่น ตัวอย่างนี้มี 2 ขนาดหน้าตัด

จุดเชื่อมต่อคาน ใส่ข้อมูลดังตารางด้านล่าง

หมายเลขคาน	จุดต่อแรก	หน้าตัดที่	จุดต่อปลาย
1	10	2	12
2	13	1	3
3	14	1	6
4	16	1	9
5	13	2	16
6	10	1	7
7	11	1	8
8	15	2	17
9	12	1	9

คาน : ขนาดหน้าตัด

ขนาดหน้าตัดคาน ใส่ข้อมูลดังตารางด้านล่าง

หน้าตัดที่	ความกว้าง (m)	ความลึก (m)	ระยะหุ้มเหล็กเสริมบน (m)	ระยะหุ้มเหล็กเสริมล่าง (m)
1	0.20	0.40	0.030	0.030
2	0.15	0.40	0.030	0.030

คาน : สถานะของจุดตัด


สถานะของจุดตัดคาน จะเป็นการใส่ข้อมูลที่มีความสำคัญต่อโปรแกรมนี้มาก เนื่องจากโปรแกรมจะทำการแบ่งคานออกมามีค่าคำนวณโดยอัตโนมัติ ซึ่งการรับรู้ของโปรแกรมว่า คานไหนเป็นคานหลักหรือคานชอย นั้นคือจุดต่อไหนจะมีพฤติกรรมเป็น support หรือ point load ของคานไหน (เพราะคานชอยจะมีการถ่ายโหลดไปคานหลัก) จะตรวจสอบจากการกำหนดสถานะของจุดตัดคานนี้

การกำหนดสถานะของจุดตัดคาน มีข้อกำหนดดังภาพด้านล่าง

การใส่ค่าตัวเลขสถานะ

พิจารณาใส่ค่า 0 หรือ 2 ขึ้นอยู่กับลักษณะการถ่ายน้ำหนักของคาน ดังนี้

ลักษณะที่ 1



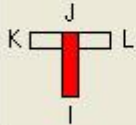
ถ้าคานแกน X ผูกคานแกน Y : สถานะเท่ากับ 0
ถ้าคานแกน Y ผูกคานแกน X : สถานะเท่ากับ 2

ลักษณะที่ 2



ถ้าคานแกน X ผูกคานแกน Y : สถานะเท่ากับ 0
ถ้าคานแกน Y ผูกคานแกน X : สถานะเท่ากับ 2

ลักษณะที่ 3



ถ้าคาน I-J ผูกคาน K-L : สถานะเท่ากับ 0
ถ้าคาน K-L ผูกคาน I-J : สถานะเท่ากับ 2

อย่างไรก็ตาม โปรแกรม RMUTSB-RC นี้จะมี ตัวช่วย ในการป้อนข้อมูลสถานะของจุดตัดคาน ซึ่งผู้พัฒนาแนะนำให้ใช้ตัวช่วยนี้

เมื่อพิจารณาจากผังคานในตัวอย่างนี้ สถานะของจุดตัดคาน ควรจะเป็นดังแสดงในตารางด้านล่าง (จุดต่อที่มีสถานะเป็นเสา ไม่ต้องนำมาพิจารณา)

จุดต่อที่	สถานะ
10	2
11	2
12	2
13	0
14	2
15	0
16	0
17	0

น้ำหนักผนังตามแนวคาน

น้ำหนักผนังตามแนวคาน (ซึ่งรวมถึงน้ำหนักของบันไดที่พาดบนคาน ซึ่งผู้ใช้จะต้องคำนวณมาก่อนแล้วมาป้อนในเมนูย่อยนี้ ในกรณีผังคานนั้นมีบันได) จะป้อนในหน่วย น้ำหนัก/เมตร (T/m) ซึ่งคือการพิจารณาน้ำหนักต่อตารางเมตรของวัสดุต่างๆ ที่ใช้ทำผนัง (พิจารณาตามกฎกระทรวง) แล้วคูณด้วยความสูงจากพื้นของผนังนั้น

เช่น ตัวอย่างนี้ จะใช้ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น ซึ่งมีน้ำหนัก 180 kg/m^2 โดยมีความสูงของผนัง 2 แบบ คือ

- ผนังของอาคาร กำหนดว่าสูงจากพื้นถึงแนวคานชั้นบนถัดไป 2.60 m ดังนั้น น้ำหนักที่ป้อนคือ $0.180 \times 2.60 = 0.468 \text{ T/m}$
- ผนังของชานพัก กำหนดว่าสูงจากพื้นขึ้นมา 1 m ดังนั้น น้ำหนักที่ป้อนคือ $0.180 \times 1.00 = 0.180 \text{ T/m}$

น้ำหนักผนังตามแนวคาน ใส่ข้อมูลดังตารางด้านล่าง

จุดต่อที่	จุดต่อแรก	จุดต่อปลาย	น้ำหนัก (T/m)
1	10	12	0.180
2	13	1	0.180
3	1	3	0.468
4	5	6	0.468
5	16	7	0.180
6	7	9	0.468
7	13	16	0.180
8	10	1	0.180
9	1	7	0.468
10	2	8	0.468
11	15	17	0.468
12	12	3	0.180
13	3	9	0.468

น้ำหนักกระทำที่จุดต่อ

น้ำหนักกระทำที่จุดต่อ โดยทั่วไปหมายถึงน้ำหนักใน 2 กรณีคือ

- น้ำหนักจากแรงปฏิกิริยาของเสาที่ถ่ายมาจากชั้นบนถัดไป ซึ่งจำเป็นต้องป้อนสำหรับการออกแบบอาคารทั่วไปที่มีจำนวน 2 ชั้นขึ้นไป เพราะเป็นน้ำหนักเสาดิมที่นำมารวมกับน้ำหนักที่ถ่ายลงเสาในชั้นที่พิจารณา เพื่อนำน้ำหนักรวมไปออกแบบเสา และออกแบบฐานรากในที่สุด
- น้ำหนักจากเสาวางบนคาน ซึ่งพบไม่บ่อยนัก


จากตัวอย่างนี้ จะสมมุติว่ามีน้ำหนักจากเสาชั้นบนถัดไป นำมาถ่วงลงเป็นน้ำหนักกระทำที่จุดต่อ (ซึ่งในที่นี้ก็คือเฉพาะจุดต่อเสา) มีค่าน้ำหนักในแต่ละจุดต่อแสดงดังตารางด้านล่าง

จุดต่อที่	น้ำหนัก (T)
1	1.000
2	1.500
3	0.800
4	1.200
5	2.000
6	1.600
7	0.800
8	1.600
9	0.600


2) การใช้โปรแกรม

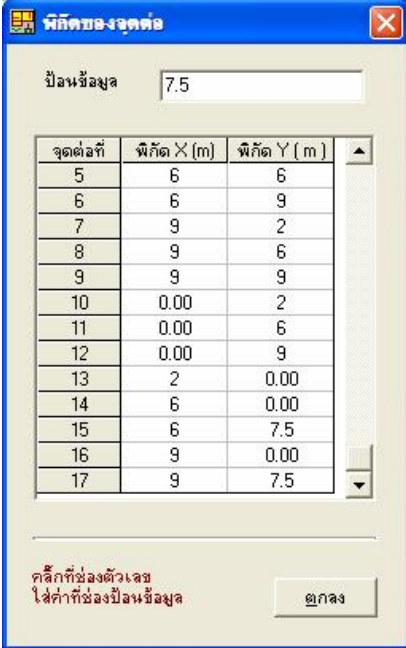
เริ่มต้นโดยการป้อนข้อมูลที่เมนู ป้อนข้อมูล หรือใช้กล่องเครื่องมือชุดที่ 2 ซึ่งเรียงลำดับการป้อนข้อมูลจากซ้ายไปขวาไว้ ควรป้อนข้อมูลเรียงไปตามลำดับนี้ (ในที่นี้จะอธิบายโดยใช้ปุ่มบนกล่องเครื่องมือชุดที่ 2)



คลิกที่ปุ่ม  (ข้อมูลควบคุม) จะปรากฏหน้าต่าง ดังภาพล่างด้านซ้าย โดยค่าที่ปรากฏ จะเป็นค่าเริ่มต้น (default) ของโปรแกรม ก็ให้เปลี่ยนค่าตามข้อมูลตัวอย่าง ดังภาพล่างด้านขวา

ข้อมูลควบคุม		ข้อมูลควบคุม	
จำนวนจุดต่อ	50	จำนวนจุดต่อ	17
จำนวนแผ่นพื้น	10	จำนวนแผ่นพื้น	9
จำนวนคาน	10	จำนวนคาน	9
จำนวนชนิดของหน้าตัดคาน	1	จำนวนชนิดของหน้าตัดคาน	2
จำนวนชนิดของหน้าตัดเสา	1	จำนวนชนิดของหน้าตัดเสา	1
จำนวนน้ำหนักผนังตามแนวคาน	10	จำนวนน้ำหนักผนังตามแนวคาน	13
<input type="button" value="ตกลง"/> <input type="button" value="ยกเลิก"/>		<input type="button" value="ตกลง"/> <input type="button" value="ยกเลิก"/>	

จากนั้น คลิกที่ปุ่ม  (พิกัดของจุดต่อ) จะปรากฏหน้าต่างป้อนข้อมูล ให้ป้อนข้อมูลตามที่กำหนดไว้ ดังภาพด้านล่าง

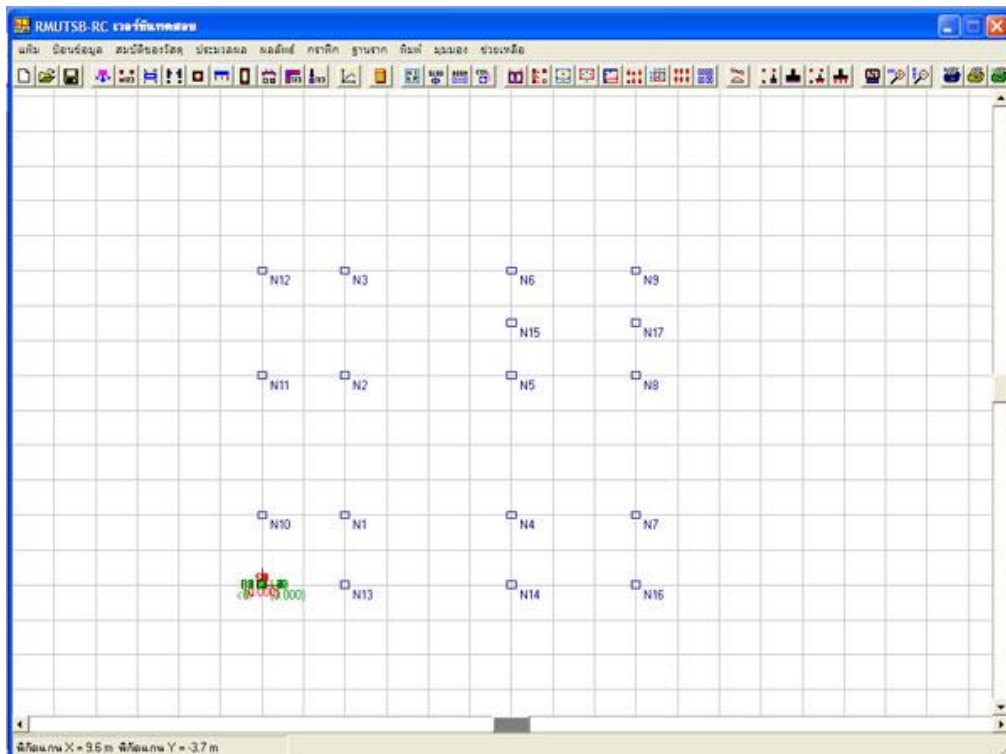



จุดต่อที่	พิกัด X (m)	พิกัด Y (m)
5	6	6
6	6	9
7	9	2
8	9	6
9	9	9
10	0.00	2
11	0.00	6
12	0.00	9
13	2	0.00
14	6	0.00
15	6	7.5
16	9	0.00
17	9	7.5

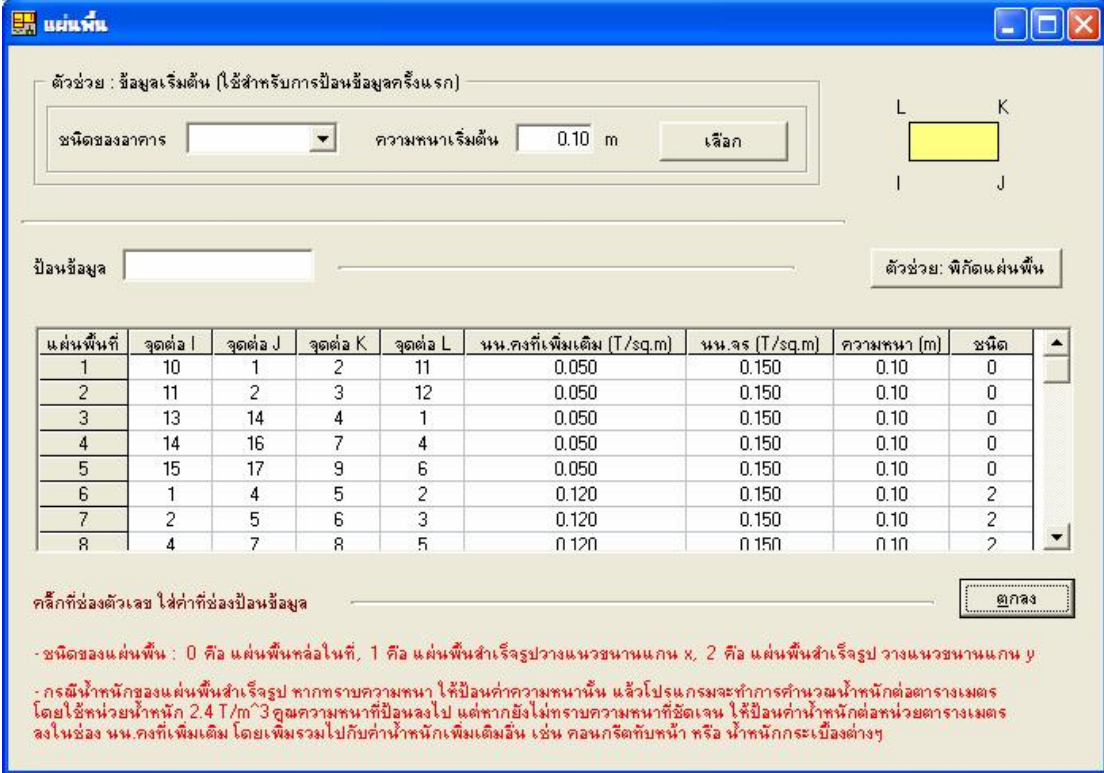
คลิกที่ช่องตัวเลข
ใส่ค่าที่ช่องข้อมูล

ตกลง

คลิกปุ่ม ตกลง หน้าต่างนี้จะปิด และหน้าโปรแกรมหลักจะแสดงกราฟิกของพิกัดจุดต่อตามพิกัดที่เราป้อนเข้าไป แสดงดังภาพด้านล่าง



จากนั้น คลิกที่ปุ่ม  (แผ่นพื้น) จะปรากฏหน้าต่างป้อนข้อมูล ให้ป้อนข้อมูลแผ่นพื้น ตามที่กำหนดไว้ แสดงดังภาพด้านล่าง (สังเกตว่าหน้าต่างนี้จะมีตัวช่วยป้อนข้อมูลเริ่มต้น และพิกัดแผ่นพื้น ซึ่งทำงานอย่างไรนั้น ให้ลองทดสอบดูได้)



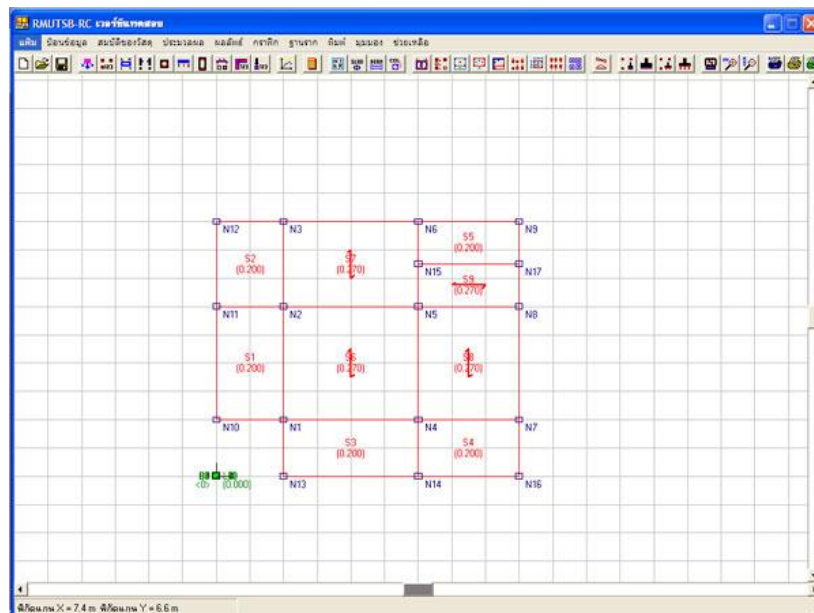
แผ่นพื้นที่	จุดต่อ I	จุดต่อ J	จุดต่อ K	จุดต่อ L	หน.คงที่เพิ่มเติม (T/sq.m)	หน.จร (T/sq.m)	ความหนา (m)	ชนิด
1	10	1	2	11	0.050	0.150	0.10	0
2	11	2	3	12	0.050	0.150	0.10	0
3	13	14	4	1	0.050	0.150	0.10	0
4	14	16	7	4	0.050	0.150	0.10	0
5	15	17	9	6	0.050	0.150	0.10	0
6	1	4	5	2	0.120	0.150	0.10	2
7	2	5	6	3	0.120	0.150	0.10	2
8	4	7	8	5	0.120	0.150	0.10	2

คลิกที่ช่องตัวเลข ใส่ค่าที่ช่องป้อนข้อมูล ตกลง

- ชนิดของแผ่นพื้น : 0 คือ แผ่นพื้นหล่อในที่, 1 คือ แผ่นพื้นสำเร็จรูปวางแนวขนานแกน x, 2 คือ แผ่นพื้นสำเร็จรูปวางแนวขนานแกน y

- กรณีน้ำหนักของแผ่นพื้นสำเร็จรูป หากทราบความหนา ให้ป้อนค่าความหนาที่นั้น แล้วโปรแกรมจะทำการคำนวณน้ำหนักต่อตารางเมตร โดยใช้หน่วยน้ำหนัก 2.4 T/m^3 คูณความหนาที่ป้อนลงไป แต่หากยังไม่ทราบความหนาที่ชัดเจน ให้ป้อนค่าน้ำหนักต่อหน่วยตารางเมตรลงในช่อง หน.คงที่เพิ่มเติม โดยเพิ่มรวมไปกับค่าน้ำหนักเพิ่มเติมอื่น เช่น คอนกรีตทับหน้า หรือ น้ำหนักกระเบื้องต่างๆ

คลิกปุ่ม ตกลง หน้าต่างนี้จะปิด และหน้าโปรแกรมหลักจะแสดงกราฟิกของพิกัดจุดต่อและแผ่นพื้นที่เราป้อนเข้าไปแล้ว แสดงดังภาพด้านล่าง



จากนั้น คลิกที่ปุ่ม  (เส้า : จุดต่อ) จะปรากฏหน้าต่างป้อนข้อมูล ให้ป้อนข้อมูลจุดต่อเส้าตามที่กำหนดไว้ แสดงดังภาพด้านล่าง

จุดต่อเส้า

ป้อนข้อมูล 1

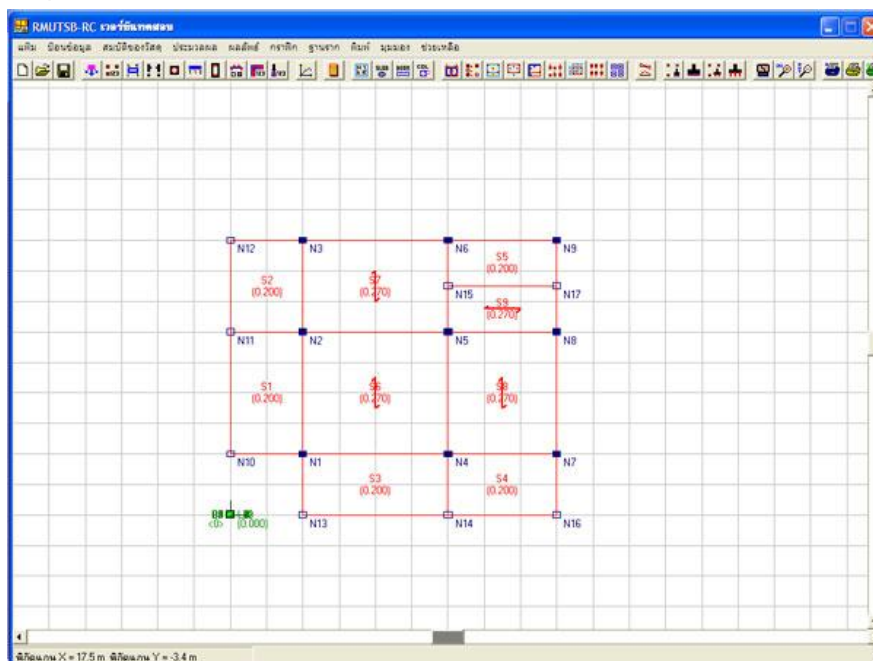
จุดต่อที่	สถานะ	หน้าตัดเส้าที่
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	1
7	1	1
8	1	1
9	1	1
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
16	0	0
17	0	0


คลิกที่ช่องตัวเลข
ใส่ค่าที่ช่องป้อนข้อมูล

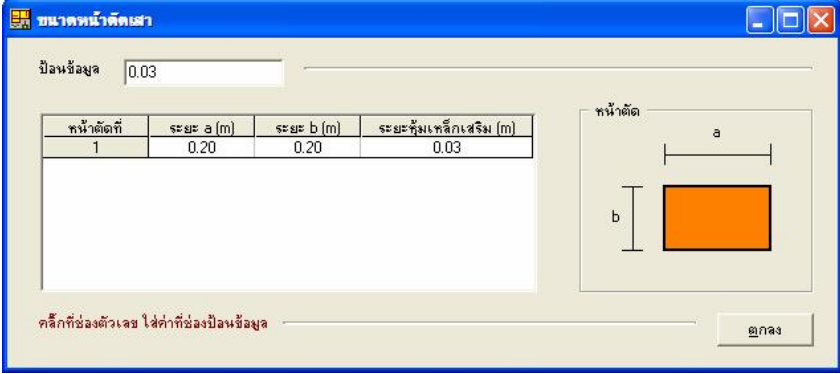
ตกลง

หมายเหตุ : จุดต่อใดที่เป็นเส้า
ให้ป้อนค่าสถานะเท่ากับ 1 ที่จุดต่อนั้น

คลิกปุ่ม ตกลง หน้าต่างนี้จะปิด และหน้าโปรแกรมหลักจะแสดงกราฟิกของพิกัดจุดต่อ, แผ่นพื้น และจุดต่อเส้าที่เราป้อนเข้าไปแล้ว แสดงดังภาพด้านล่าง



จากนั้น คลิกที่ปุ่ม  (เสา : ขนาดหน้าตัด) จะปรากฏหน้าต่างป้อนข้อมูล ให้ป้อนข้อมูลขนาดหน้าตัดเสาตามที่กำหนดไว้ แสดงดังภาพด้านล่าง เสร็จแล้วคลิกปุ่มตกลง



ขนาดหน้าตัดเสา


ป้อนข้อมูล 0.03

หน้าตัดที่	ระยะ a (m)	ระยะ b (m)	ระยะจุ่มเหล็กเสริม (m)
1	0.20	0.20	0.03

หน้าตัด

คลิกที่ช่องตัวเลข ใส่ค่าที่ช่องป้อนข้อมูล

ตกลง

จากนั้น คลิกที่ปุ่ม  (คาน : จุดเชื่อมต่อ) จะปรากฏหน้าต่างป้อนข้อมูล ให้ป้อนข้อมูลจุดเชื่อมต่อคานตามที่กำหนดไว้ แสดงดังภาพด้านล่าง

สังเกตว่า หน้าต่างนี้จะมีตัวช่วยในการป้อนข้อมูลจุดเชื่อมต่อคาน ซึ่งทำงานอย่างไรนั้น ให้ลองทดสอบดูได้



จุดเชื่อมต่อคาน

ป้อนข้อมูล 2

ตัวช่วย: จุดเชื่อมต่อคาน

หมายเลขคาน	จำนวนหน้าตัด/แนว	จุดต่อแรก	หน้าตัดที่	จุดต่อปลาย
1	1	10	2	12
2	1	13	1	3
3	1	14	1	6
4	1	16	1	9
5	1	13	2	16
6	1	10	1	7
7	1	11	1	8
8	1	15	2	17
9	1	12	1	9

คลิกที่ช่องตัวเลข ใส่ค่าที่ช่องป้อนข้อมูล

ตกลง

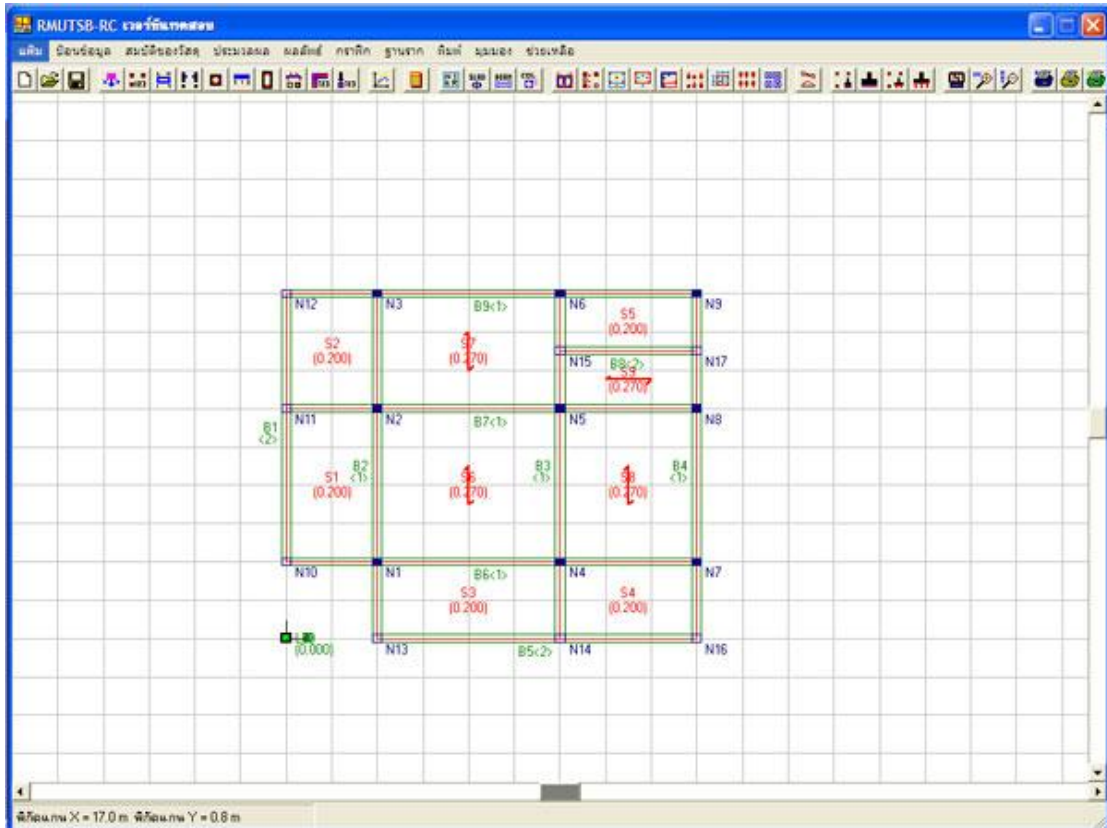
หมายเหตุ


คานแนวราบ : จุดต่อแรกคือจุดต่อด้านซ้ายสุด, จุดต่อปลายคือจุดต่อด้านขวาสุดของแนวนั้น

คานแนวตั้ง : จุดต่อแรกคือจุดต่อด้านล่างสุด, จุดต่อปลายคือจุดต่อด้านบนสุดของแนวนั้น

จำนวนหน้าตัด/แนว : ในเวอร์ชันนี้จำกัดว่า ในหนึ่งแนวคานที่เชื่อมต่อกัน จะมีขนาดหน้าตัดเดียวเท่านั้น

คลิกปุ่ม ตกลง หน้าต่างนี้จะปิด และหน้าโปรแกรมหลักจะแสดงกราฟิกของพิกัดจุดต่อ, แผ่นพื้น จุดต่อเสา และจุดเชื่อมต่อกาน ที่เราป้อนเข้าไปแล้ว แสดงดังภาพด้านล่าง




จากนั้น คลิกที่ปุ่ม  (กาน : ขนาดหน้าตัด) จะปรากฏหน้าต่างป้อนข้อมูล ให้ป้อนข้อมูลขนาดหน้าตัดคานตามที่กำหนดไว้ แสดงดังภาพด้านล่าง เสร็จแล้วคลิกปุ่มตกลง

ขนาดหน้าตัดคาน

ป้อนข้อมูล

หน้าตัดที่	ความกว้าง (m)	ความลึก (m)	ระยะค้ำเหล็กเสริมบน (m)	ระยะค้ำเหล็กเสริมล่าง (m)
1	0.2	0.4	0.030	0.030
2	0.15	0.4	0.030	0.030

คลิกที่ช่องตัวเลข ใส่ค่าที่ช่องป้อนข้อมูล

จากนั้น คลิกที่ปุ่ม  (คาน : สถานะของจุดตัด) จะปรากฏหน้าต่างป้อนข้อมูล ให้ป้อนข้อมูลสถานะของจุดตัดคาน ตามที่กำหนดไว้ แสดงดังภาพด้านล่าง

สังเกตว่า หน้าต่างนี้จะมีตัวช่วยในการป้อนข้อมูลสถานะของจุดตัดต่อคาน ซึ่งแนะนำให้ใช้

สถานะของจุดตัดคาน
✕


ป้อนข้อมูล

จุดต่อที่	สถานะ
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	2
11	2
12	2
13	0
14	2
15	0
16	0
17	0

การใส่ค่าตัวเลขสถานะ


พิจารณาใส่ค่า 0 หรือ 2 ขึ้นอยู่กับลักษณะการถ่ายน้ำหนักของคาน ดังนี้

ลักษณะที่ 1



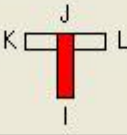
ถ้าคานแกน X ฝากคานแกน Y : สถานะเท่ากับ 0
 ถ้าคานแกน Y ฝากคานแกน X : สถานะเท่ากับ 2

ลักษณะที่ 2



ถ้าคานแกน X ฝากคานแกน Y : สถานะเท่ากับ 0
 ถ้าคานแกน Y ฝากคานแกน X : สถานะเท่ากับ 2

ลักษณะที่ 3

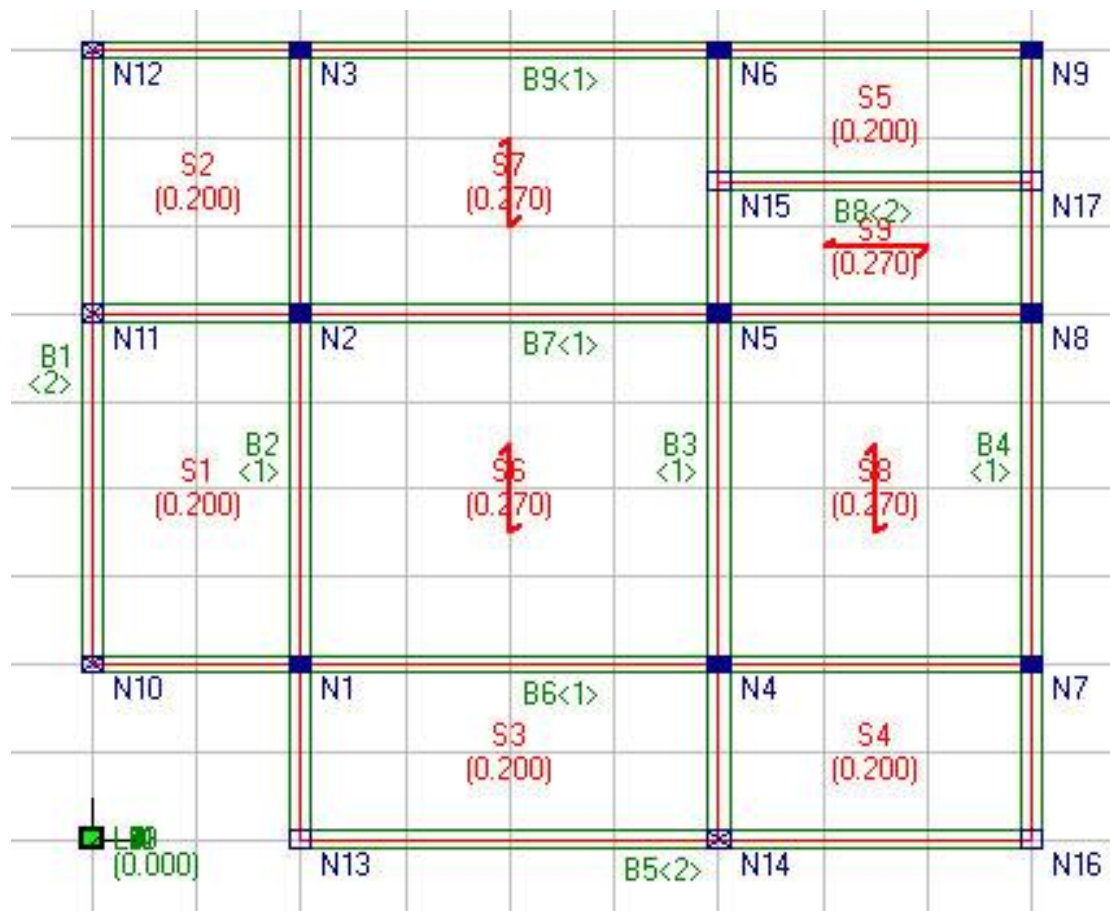



ถ้าคาน I-J ฝากคาน K-L : สถานะเท่ากับ 0
 ถ้าคาน K-L ฝากคาน I-J : สถานะเท่ากับ 2

คลิกที่ช่องตัวเลข
ใส่ค่าที่ช่องป้อนข้อมูล

คลิกปุ่ม ตกลง หน้าต่างนี้จะปิด และหน้าโปรแกรมหลักจะแสดงกราฟิกของพิกัดจุดต่อ, แผ่นพื้น จุดต่อเสา จุดเชื่อมต่อกาน และสถานะของจุดตัดคานที่เราป้อนเข้าไปแล้ว แสดงดังภาพด้านล่าง (เป็นภาพขยายเฉพาะส่วนของกราฟิกผังข้อมูล)

จุดต่อกานใดที่มีสถานะ 0 กราฟิกจะแสดงจุดต่อนั้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมโปร่ง (จุดต่อเสาจะเป็นสี่เหลี่ยมทึบ) และจุดต่อกานใดที่มีสถานะ 2 กราฟิกจะแสดงจุดต่อนั้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้วมีกากบาทที่ด้านใน



จากนั้น คลิกที่ปุ่ม  (น้ำหนักผนังตามแนวคาน) จะปรากฏหน้าต่างป้อนข้อมูล ให้ป้อนข้อมูลน้ำหนักผนังตามแนวคาน ตามที่กำหนดไว้ แสดงดังภาพด้านล่าง

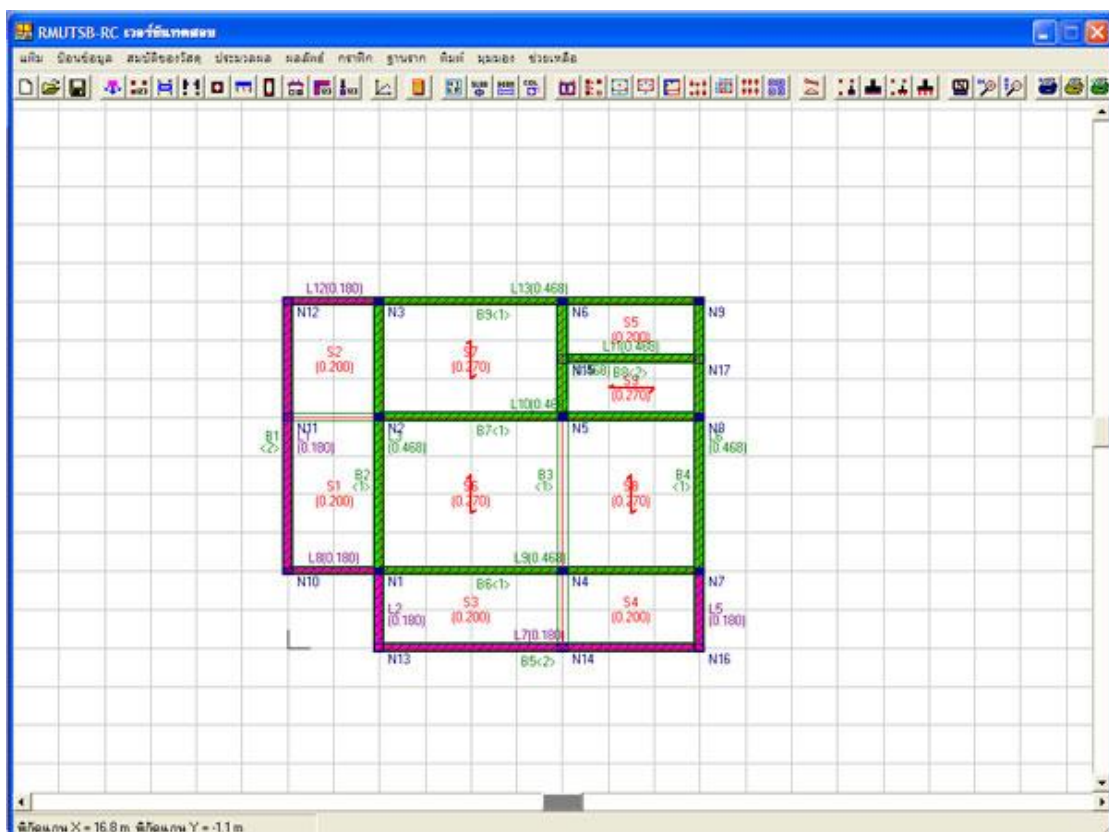
น้ำหนักผนังตามแนวคาน


ป้อนข้อมูล

จุดต่อที่	จุดต่อแรก	จุดต่อปลาย	น้ำหนัก (T/m)
1	10	12	0.180
2	13	1	0.180
3	1	3	0.468
4	5	6	0.468
5	16	7	0.180
6	7	9	0.468
7	13	16	0.180
8	10	1	0.180
9	1	7	0.468
10	2	8	0.468
11	15	17	0.468
12	12	3	0.180

คลิกที่ช่องตัวเลข ใส่ค่าที่ช่องป้อนข้อมูล

คลิกปุ่ม ตกลง หน้าต่างนี้จะปิด และหน้าโปรแกรมหลักจะแสดงกราฟิกของฟิวดจุดต่อ, แผ่นพื้น จุดต่อเสา จุดเชื่อมต่อกาน สถานะของจุดตัดคาน และน้ำหนักผนังตามแนวคาน ที่เราป้อนเข้าไปแล้ว แสดงดังภาพด้านล่าง (สีที่ต่างกันแสดงถึง ขนาดน้ำหนัก ที่ต่างกัน)



จากนั้น คลิกที่ปุ่ม  (น้ำหนักกระทำที่จุดต่อ) จะปรากฏหน้าต่างป้อนข้อมูล ให้ป้อนข้อมูลน้ำหนักกระทำที่จุดต่อ ตามที่กำหนดไว้ แสดงดังภาพด้านล่าง

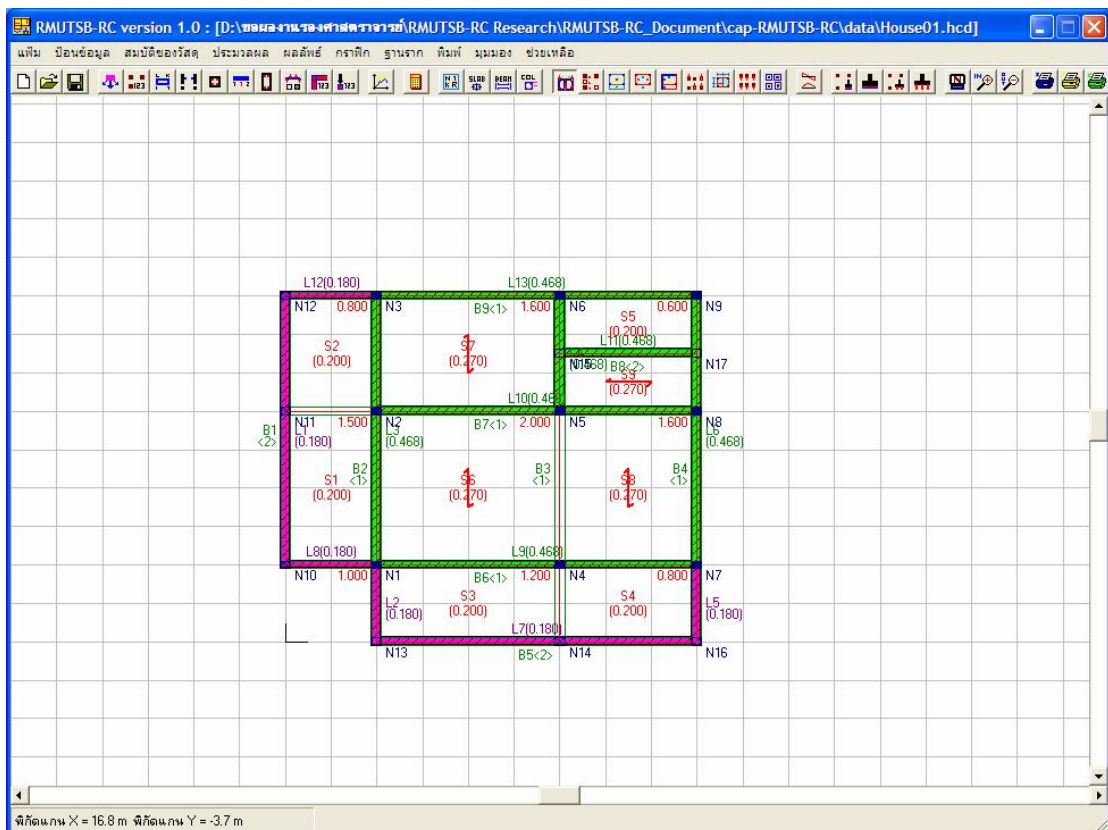
น้ำหนักกระทำที่จุดต่อ


ป้อนข้อมูล

จุดต่อที่	พิกัด x (m)	พิกัด y (m)	สถานะ	หน้าตัดเสาที่	น้ำหนัก (T)
1	2.00	2.00	เสา	1	1.000
2	2.00	6.00	เสา	1	1.500
3	2.00	9.00	เสา	1	0.800
4	6.00	2.00	เสา	1	1.200
5	6.00	6.00	เสา	1	2.000
6	6.00	9.00	เสา	1	1.600
7	9.00	2.00	เสา	1	0.800
8	9.00	6.00	เสา	1	1.600
9	9.00	9.00	เสา	1	0.600
10	0.00	2.00	จุดตัดคาน	0	0.000
11	0.00	6.00	จุดตัดคาน	0	0.000
12	0.00	9.00	จุดตัดคาน	0	0.000
13	0.00	0.00	จุดตัดคาน	0	0.000


คลิกที่ช่องตัวเลข ใส่ค่าที่ช่องป้อนข้อมูล

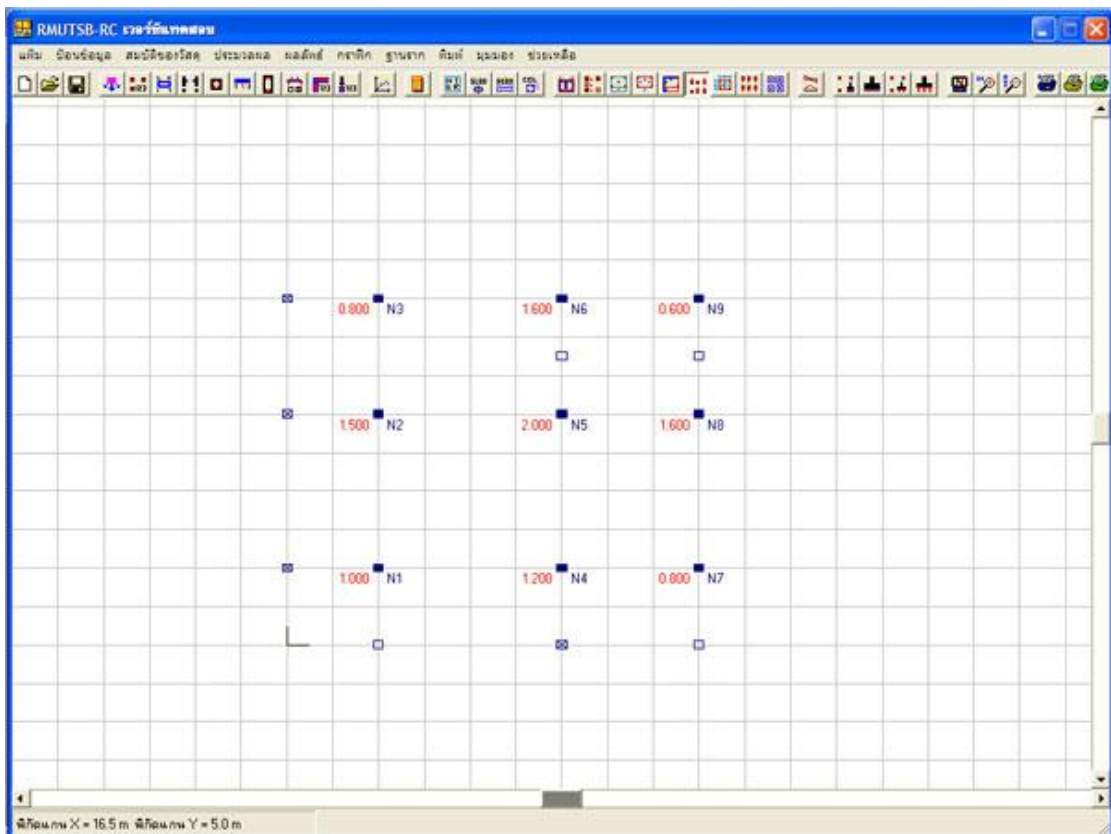
คลิกปุ่ม ตกลง หน้าต่างนี้จะปิด และหน้าโปรแกรมหลักจะแสดงกราฟิกของพิกัดจุดต่อ, แผ่นพื้น จุดต่อเสา จุดเชื่อมต่อกาน สถานะของจุดตัดคาน น้ำหนักผนังตามแนวคาน และน้ำหนักกระทำที่จุดต่อ ที่เราป้อนเข้าไปแล้ว แสดงดังภาพด้านล่าง เป็นการเสร็จสิ้นการป้อนข้อมูล




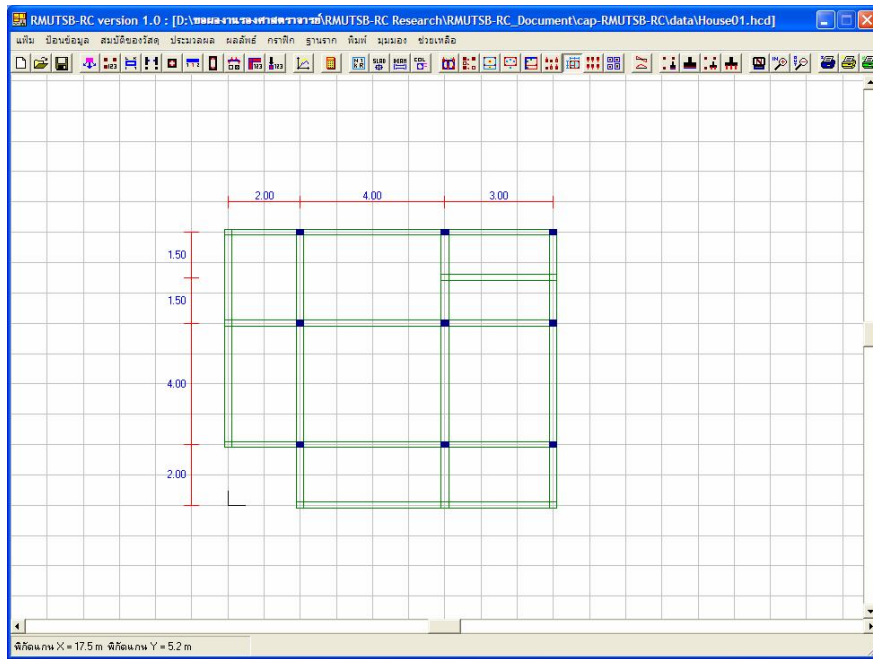
สังเกตว่ากราฟิกที่หน้าต่างหลักของโปรแกรมแสดงขึ้นมา นั้น เป็นกราฟิกของผังข้อมูลทั้งหมด (ปุ่มกราฟิก ) ซึ่งเรายังสามารถเลือกดูเฉพาะข้อมูลได้โดยเลือกที่กล่องเครื่องมือกราฟิก (จุดที่ 6)




ตัวอย่างเช่น หากเราต้องการดูกราฟิกเฉพาะน้ำหนักกระทำที่จุดต่อ ให้คลิกที่ปุ่ม  ซึ่งหน้าหลักของโปรแกรมจะแสดงเฉพาะกราฟิกน้ำหนักกระทำที่จุดต่อ ดังภาพด้านล่าง




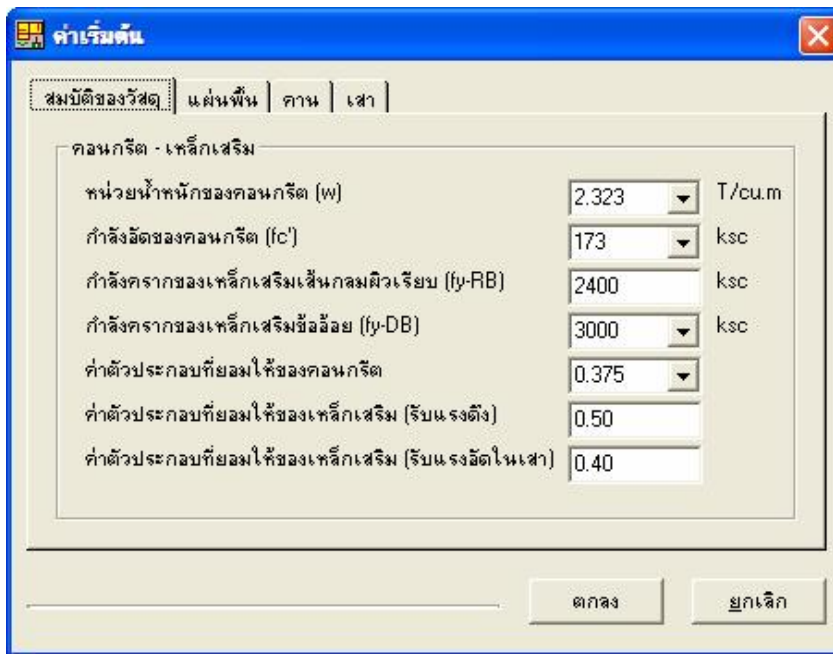
เราสามารถดูกราฟิกผังคานพร้อมมิติ คือระยะระหว่างจุดต่อต่างๆ (เมื่อป้อนข้อมูล พิกัดจุดต่อ แล้วเป็นอย่างน้อย) โดยการคลิกที่ปุ่ม  ซึ่งหน้าหลักของโปรแกรมจะแสดงกราฟิกผังคานพร้อมมิติ ดังภาพด้านล่าง




เมื่อป้อนข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เซฟไฟล์ข้อมูลนี้ (อันที่จริงแนะนำเป็นอย่างยิ่งว่า ควรเซฟไฟล์ตั้งแต่ป้อนข้อมูลแรกๆ เช่น ป้อนข้อมูลควบคุมเสร็จแล้วก็เซฟได้เลย) โดยคลิกที่ปุ่ม  จะปรากฏหน้าต่างให้กำหนดชื่อไฟล์ และพาธที่เก็บไฟล์นั้น แสดงดังภาพด้านล่าง แนะนำว่าให้สร้างโฟลเดอร์ไว้เก็บไฟล์ข้อมูลนี้ เพราะข้อมูล 1 ชื่อที่เรากำหนดลงไป โปรแกรมจะแตกออกมาเป็น 8 ไฟล์เก็บแต่ละข้อมูล (โดยแสดงให้เห็นเพียงนามสกุลเดียวคือ hcd) เช่นในตัวอย่างนี้ กำหนดชื่อว่า House01 โดยสร้างโฟลเดอร์ชื่อ data เพื่อเก็บชุดไฟล์นี้

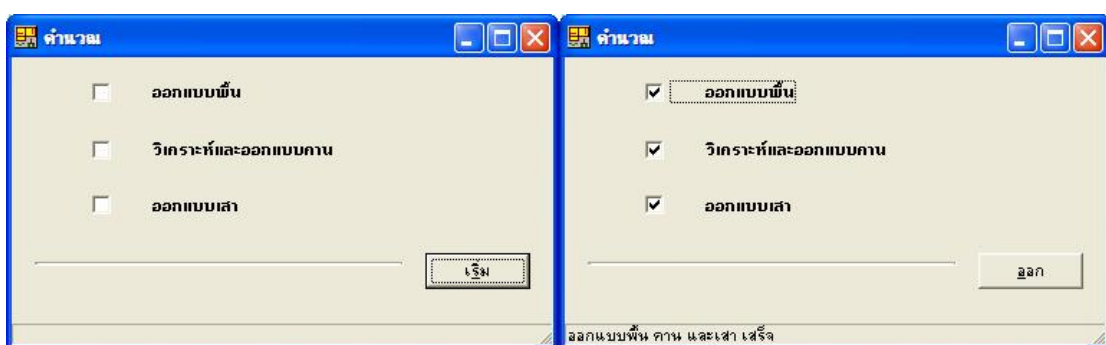



จากนั้น คลิกที่ปุ่ม  (สมบัติของวัสดุ) จะปรากฏหน้าต่างข้อมูลดังรูปด้านล่าง โดยมีค่าสมบัติของวัสดุต่างๆ ไว้แล้ว ซึ่งเป็นค่าที่ใช้งานบ่อยๆ แต่เราสามารถแก้ไขได้ในทุกข้อมูล ซึ่งหากมีการแก้ไข ให้คลิกปุ่ม ตกลง หากไม่มีการแก้ไข สามารถคลิกที่ปุ่ม ตกลง หรือ ยกเลิก ก็ได้ (คือใช้ข้อมูลตามที่โปรแกรมกำหนด)

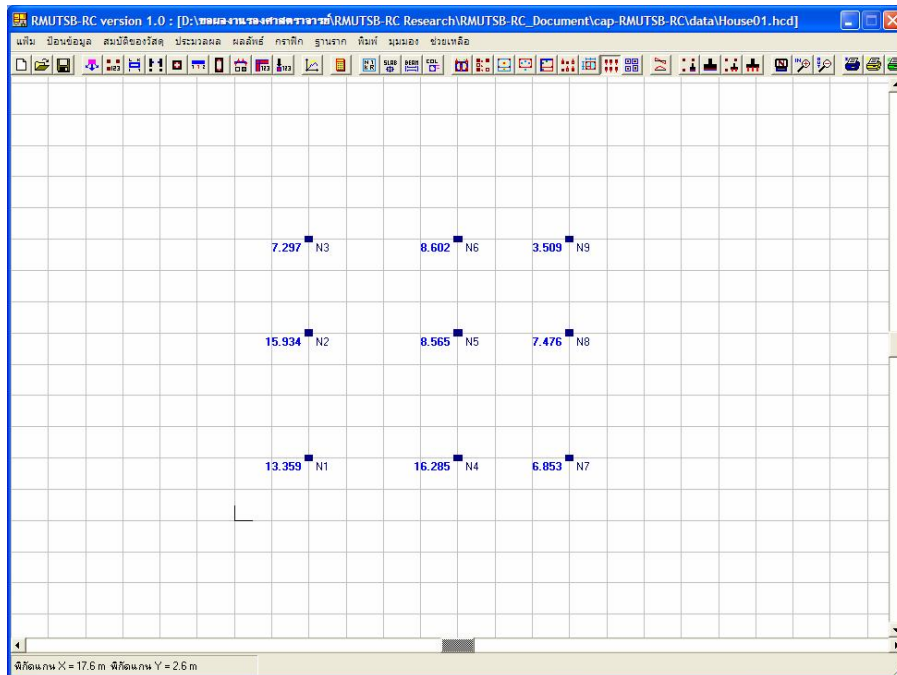


คุณสมบัติของวัสดุ	ค่าเริ่มต้น	หน่วย
หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต (w)	2.323	T/cu.m
กำลังอัดของคอนกรีต (fc)	173	ksc
กำลังครากของเหล็กเสริมเส้นกลมผิวเรียบ (fy-RB)	2400	ksc
กำลังครากของเหล็กเสริมข้ออ้อย (fy-DB)	3000	ksc
ค่าตัวประกอบที่ยอมให้ของคอนกรีต	0.375	
ค่าตัวประกอบที่ยอมให้ของเหล็กเสริม (รับแรงดึง)	0.50	
ค่าตัวประกอบที่ยอมให้ของเหล็กเสริม (รับแรงอัดในเสา)	0.40	

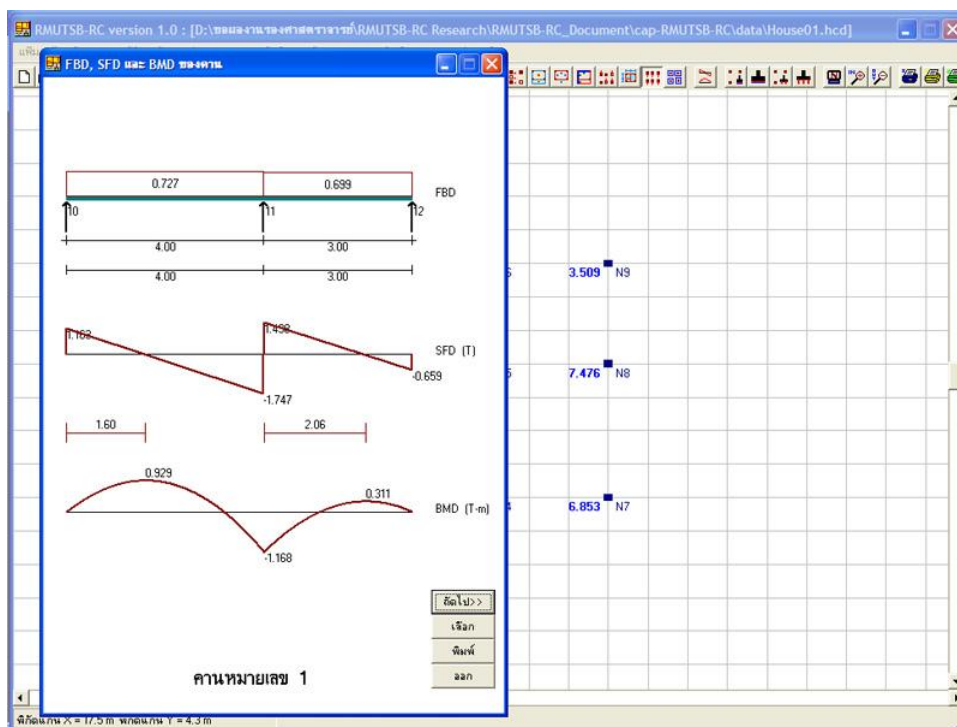
เมื่อเราต้องการที่จะให้โปรแกรมคำนวณ ให้คลิกที่ปุ่ม  (คำนวณแผ่นพื้น-คาน-เสา) ซึ่ง จะปรากฏหน้าต่างดังภาพทางด้านซ้าย จากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม เริ่ม ซึ่ง โปรแกรมจะทำการคำนวณแผ่นพื้น-คาน-เสา ให้โดยอัตโนมัติ โดยถ้าข้อมูลที่ป้อนเข้าไปไม่ผิดพลาด โปรแกรมจะทำการคำนวณจนเสร็จสิ้นแล้ว จะปรากฏหน้าต่างคำนวณนี้เปลี่ยนหน้าต่างไปเล็กน้อยดังภาพทางด้านขวา (หากข้อมูลที่ป้อนไปแล้วไม่สมบูรณ์หรือมีข้อผิดพลาด โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่างแจ้งเตือนให้กลับไปตรวจสอบข้อมูลอีกครั้ง) จากนั้นให้คลิกปุ่ม ออก เพื่อออกจากหน้าต่างคำนวณนี้




เมื่อโปรแกรมคำนวณแผ่นพื้น-คาน-เสาเสร็จแล้ว เราสามารถดูกราฟิกแรงปฏิกิริยาได้โดยคลิกที่ปุ่ม  ซึ่งหน้าหลักของโปรแกรมจะแสดงกราฟิกของแรงปฏิกิริยา ดังภาพด้านล่าง

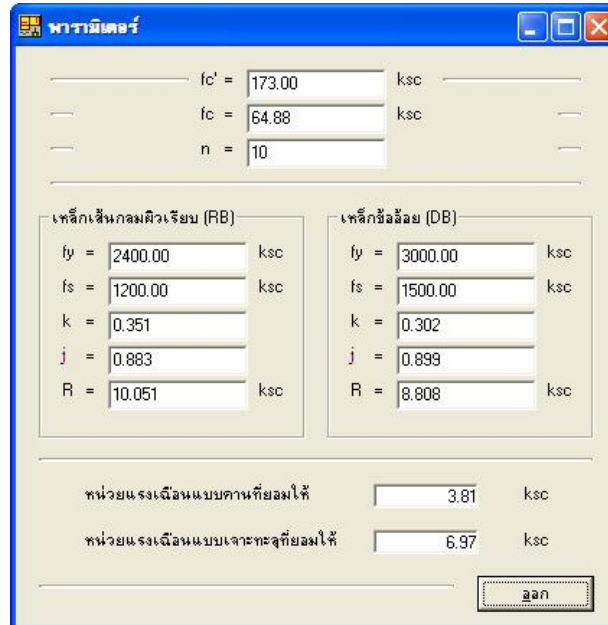


เราสามารถดูกราฟิก FBD, SFD และ BMD ของคานได้โดยคลิกที่ปุ่ม  ซึ่งจะปรากฏหน้าต่างแสดงกราฟิกนี้ซ้อนหน้าหลักของโปรแกรมขึ้นมา ดังภาพด้านล่าง



การเลือกดูกราฟิกของคานหมายเลขใด สามารถเลือกดูได้โดยการคลิกที่ปุ่ม ถัดไป หรือ เลิก ของหน้าต่างที่ปรากฏขึ้นมา

ถ้าต้องการดูผลลัพธ์ พารามิเตอร์ ให้คลิกที่ปุ่ม  จะปรากฏหน้าต่างแสดงข้อมูล พารามิเตอร์ ดังภาพด้านล่าง



พารามิเตอร์

fc' = 173.00 ksc
 fc = 64.88 ksc
 n = 10

เหล็กเส้นกลมผิวเรียบ (RB)


fy = 2400.00 ksc
 fs = 1200.00 ksc
 k = 0.351
 j = 0.883
 R = 10.051 ksc

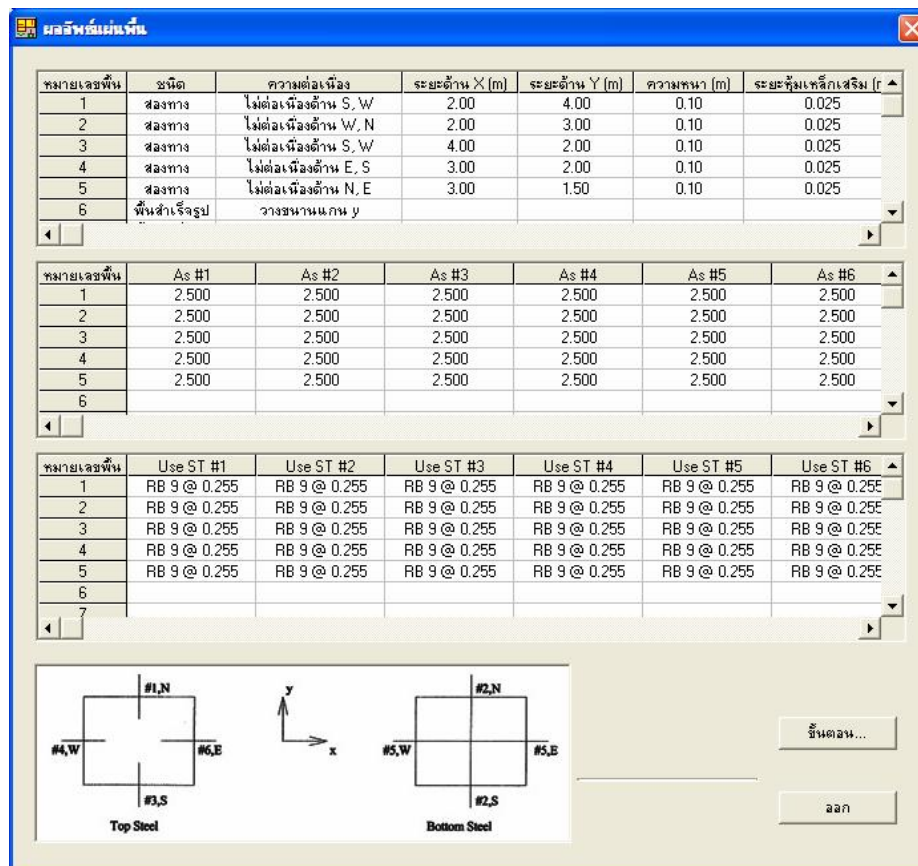
เหล็กขีลฉนวน (DB)

fy = 3000.00 ksc
 fs = 1500.00 ksc
 k = 0.302
 j = 0.899
 R = 8.808 ksc

หน่วยแรงเฉือนแบบคานที่ยอมให้ 3.81 ksc
 หน่วยแรงเฉือนแบบเจาะทะลุที่ยอมให้ 6.97 ksc

ออก

ถ้าต้องการดูผลลัพธ์ แผ่นพื้น ให้คลิกที่ปุ่ม  จะปรากฏหน้าต่างแสดงข้อมูล ผลลัพธ์แผ่นพื้น ดังภาพด้านล่าง



ผลลัพธ์แผ่นพื้น

หมายเลขพื้น	ชนิด	ความต่อเนื่อง	ระยะด้าน X (m)	ระยะด้าน Y (m)	ความหนา (m)	ระยะจุ่มเหล็กเสริม (r)
1	สองทาง	ไม่ต่อเนื่องด้าน S, W	2.00	4.00	0.10	0.025
2	สองทาง	ไม่ต่อเนื่องด้าน W, N	2.00	3.00	0.10	0.025
3	สองทาง	ไม่ต่อเนื่องด้าน S, W	4.00	2.00	0.10	0.025
4	สองทาง	ไม่ต่อเนื่องด้าน E, S	3.00	2.00	0.10	0.025
5	สองทาง	ไม่ต่อเนื่องด้าน N, E	3.00	1.50	0.10	0.025
6	พื้นสำเร็จรูป	วางขนานแกน y				

หมายเลขพื้น	As #1	As #2	As #3	As #4	As #5	As #6
1	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
2	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
3	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
4	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
5	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
6						

หมายเลขพื้น	Use ST #1	Use ST #2	Use ST #3	Use ST #4	Use ST #5	Use ST #6
1	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255
2	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255
3	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255
4	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255
5	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255	RB 9 @ 0.255
6						

Diagram showing Top Steel and Bottom Steel reinforcement layouts with labels #1,N, #2,N, #3,S, #4,W, #5,W, #6,E, #2,S, #5,E.

ขึ้นตอน...
ออก

สรุปตารางเตรียมข้อมูล**ข้อมูลควบคุม**

จำนวนจุดต่อ	
จำนวนแผ่นพื้น	
จำนวนคาน	
จำนวนชนิดของหน้าตัดคาน	
จำนวนชนิดของหน้าตัดเสา	
จำนวนน้ำหนักผนังตามแนวคาน	

พิกัดของจุดต่อ

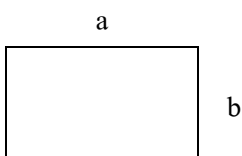
จุดต่อที่	พิกัด X (m)	พิกัด Y (m)	จุดต่อที่	พิกัด X (m)	พิกัด Y (m)

แผ่นพื้น

แผ่นพื้นที่	I	J	K	L	นน.คงที่เพิ่มเติม (T/m ²)	นน.จร (T/m ²)	ความหนา (m)	ชนิด

เสา : จุดต่อ

จุดต่อที่	สถานะ	หน้าตัดเสาที่	จุดต่อที่	สถานะ	หน้าตัดเสาที่

เสา : ขนาดหน้าตัด

หน้าตัดที่	ระยะ a (m)	ระยะ b (m)	ระยะหุ้มเหล็กเสริม (m)

คาน : จุดเชื่อมต่อ

หมายเลขคาน	จุดต่อแรก	หน้าตัดที่	จุดต่อปลาย

คาน : ขนาดหน้าตัด

หน้าตัดที่	ความกว้าง (m)	ความลึก (m)	ระยะหุ้มเหล็กเสริมบน (m)	ระยะหุ้มเหล็กเสริมล่าง (m)

คาน : สถานะของจุดตัด

จุดต่อที่	สถานะ	จุดต่อที่	สถานะ

น้ำหนักผนังตามแนวคาน

จุดต่อที่	จุดต่อแรก	จุดต่อปลาย	น้ำหนัก (T/m)

น้ำหนักกระทำที่จุดต่อ

จุดต่อที่	น้ำหนัก (T)	จุดต่อที่	น้ำหนัก (T)