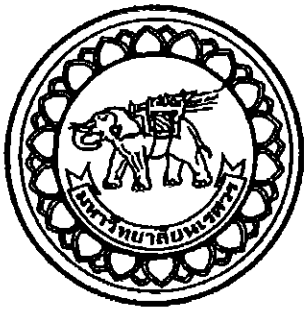
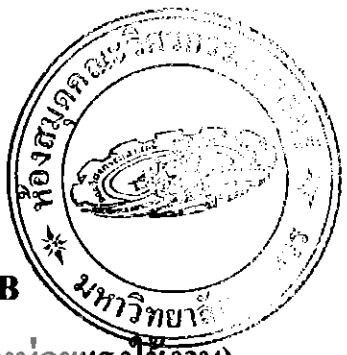




การประยุกต์ใช้โปรแกรม SCILAB
ช่วยในการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)

The Application of SCILAB Software
in Design of RC- Beam (Working Stress Design Method)

นายตรอง โฉมศิริ รหัส 51380101

นายอนุพงศ์ ยอดใย รหัส 51381719

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 23 W.A. 2555
เลขทะเบียน 160701 9X
เลขเรียกหนังสือ ปร
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๓๓๗๑ ร
2554

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อโครงงานวิจัย : การประยุกต์ใช้โปรแกรม SCILAB ช่วยในการออกแบบคาน คอนกรีตเสริมเหล็ก (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายตรอง โฉมศิริ รหัสประจำตัว 51380101

นายอนุพงศ์ ยอดใย รหัสประจำตัว 51381719

ที่ปรึกษาโครงงาน : ผศ.ดร.สสิกรณฌ์ เหลืองวิชชเจริญ

สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา : วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

.....ประธานกรรมการ

(ผศ.ดร.สสิกรณฌ์ เหลืองวิชชเจริญ)

.....กรรมการ

(อาจารย์บุญพล มีไชโย)

.....กรรมการ

(อาจารย์ภัคพงศ์ หอมเนียม)

หัวข้อโครงงานวิจัย	: การประยุกต์ใช้โปรแกรม SCILAB ในการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายตรอง โฉมศิริ	รหัส 51380101
	นายอนุพงศ์ ยอดใย	รหัส 51381719
ที่ปรึกษาโครงงาน	: ผศ.ดร.สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ	
สาขาวิชา	: วิศวกรรมโยธา	
ภาควิชา	: วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	
ปีการศึกษา	: 2554	

.....

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้เสนอแนวทางการพัฒนาโปรแกรมออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยซอฟแวร์ SCI-LAB ซึ่งเป็นซอฟแวร์รหัสเปิดทางคณิตศาสตร์ที่อนุญาตให้ทุกคนใช้งานได้ฟรี โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้ทฤษฎีหน่วยแรงใช้งานตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) ผู้พัฒนาได้ออกแบบการใช้งานโปรแกรมให้สะดวกโดยได้นำหน้าต่างโต้ตอบมาใช้ในการป้อนค่าพารามิเตอร์ อีกทั้งหน้าต่างโต้ตอบนี้ยังมีคำแนะนำ และตัวอย่างในการป้อนข้อมูล ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจรายละเอียดในการป้อนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ การศึกษานี้พบว่าโปรแกรมนี้สามารถช่วยในการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กได้อย่างถูกต้องและสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้นกว่าการออกแบบด้วยมือโดยวิศวกรทั่วไป

Project title : The Application of SCILAB Software in
Design of RC-Beam (Working Stress Design Method)
Name : Mr. Trong Chomsiri ID. 51380101
Mr. Anupong Yodyai ID. 51381719
Project advisor : Assit. Prof. Dr. Sasikorn Leungvichcharoen
Major : Civil Engineering
Department : Civil Engineering
Academic year : 2011

.....

Abstract

This project proposes the method to develop reinforced concrete beam design program using SCI-LAB, the open source soft-ware in mathematics. The standards of engineering institute of Thailand under H.M. the King's Patronage (E.I.T.) for working stress design is used in the development of this program. This program is user friendly all parameters can be inputted into the program via dialog boxes (which have appropriate examples and explanations). Using this program the reinforced concrete beam can be design precisely and faster than manually designed by engineer.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ ที่กรุณาให้คำชี้แนะตลอดจนคำอธิบายของขอบเขตการวิจัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาแนะนำวิธีแก้ปัญหา รวมถึงข้อคิดเห็นต่างๆตลอดจนความดูแลเอาใจใส่ ติดตามการดำเนินโครงงานมาโดยตลอด รวมถึงการเขียนรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และขอขอบคุณคณะอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่านที่ได้ให้วิชาความรู้เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงการจัดทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่มาร่วมการฟังบรรยายโครงงาน และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ผู้ทำโครงงานจะนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงพัฒนาโครงงานให้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ และพนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่กรุณาช่วยเหลือให้ความร่วมมือตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัยอย่างดียิ่ง

สุดท้ายนี้ผู้ดำเนินโครงงานใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้การดูแล อบรมสั่งสอนและให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา ตลอดการดำเนินโครงงานจนสำเร็จการศึกษา

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายตรอง โฉมศิริ
นายอนุพงศ์ ยอดใย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบข่ายงาน	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	2
1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	2
บทที่ 2 ประยุกต์ใช้โปรแกรม SCILAB ช่วยในการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก	3
2.1 การวิเคราะห์และออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน	3
2.1.1 สมมติฐานสำหรับการวิเคราะห์และออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก	3
2.1.2 การออกแบบคานคอนกรีตที่เสริมเหล็กต้านทานแรงดึง	4
2.1.3 การออกแบบคานคอนกรีตที่เสริมเหล็กต้านทานแรงดึงและแรงอัด	8
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม SCILAB	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน	20
3.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรม (Flowchart)	20
3.2 คำอธิบายการทำงานของฟังก์ชั่น	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	35
4.1 วิธีการใช้โปรแกรม	35
4.2 การใช้งานโปรแกรม SCILAB ในการออกแบบเหล็กเสริมในคานคอนกรีต	39
4.2 สรุปผลการคำนวณ	44
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	45
5.1 สรุปผลของโปรแกรม	45
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา	45
เอกสารอ้างอิง	46
ภาคผนวก	47
ประวัติผู้เขียน	58

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 คานคอนกรีตเสริมเหล็กต้านทานแรงดึง	4
2.2 คานคอนกรีตเสริมเหล็กต้านทานแรงดึงและแรงอัด	8
2.3 หน้าต่างคำสั่งของโปรแกรม SCILAB	16
2.4 หน้าต่างเอดิเตอร์ที่ชื่อว่า "SciNotes" ของโปรแกรม SCILAB	16
3.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรม (Flowchart)	20
3.2 แสดงโค้ดประกาศตัวแปร	20
3.3 แสดงโค้ดการเลือกประเภทของเหล็ก	22
3.4 แสดงโค้ดการเลือกป้อนค่าตัวแปร	23
3.5 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเพื่อเลือกวิธีการป้อนค่าตัวแปร	23
3.6 แสดงโค้ดการป้อนค่าแบบ (x_dialog)	24
3.7 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนค่าระยะหุ้ม (cm)	25
3.8 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนค่าจำนวนเหล็กปลอก (เส้น)	25
3.9 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนค่ากำลังอัดประลัยคอนกรีต (ksc)	25
3.10 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนกำลังครากของเหล็กเสริม (ksc)	25
3.11 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนความยาวคาน (m)	26
3.12 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนความกว้างคาน (m)	26
3.13 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนความสูงคาน (m)	26
3.14 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนแรงเฉือนสูงสุด (kg)	26
3.15 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อน โมเมนต์ดัดสูงสุด (kg.m)	27
3.16 แสดงโค้ดการป้อนแบบค่าตัวแปรผ่านเท็กซ์ไฟล์	27
3.17 แสดงการป้อนค่าตัวแปรผ่านเท็กซ์ไฟล์	28
3.18 คำสั่งในการแสดงผลตัวแปร	28
3.19 แสดงฟังก์ชั่น if และ else	29
3.20 แสดงโค้ดการคำนวณแบบ Single Reinforcement	29
3.21 แสดงโค้ดการคำนวณแบบ Double Reinforcement	31
3.22 แสดงโค้ดการบันทึกผลลัพธ์ลงในเท็กซ์ไฟล์	33
4.1 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนค่าประเภทเหล็กรับแรงดึง	35
4.2 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนค่าประเภทเหล็กรับแรงอัด	35
4.3 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนค่าประเภทเหล็กปลอก	36
4.4 แสดงหน้าต่างป้อนค่าในโปรแกรม Notepad	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 แสดงผลของโปรแกรม	37
4.6 แสดงวิธีการบันทึกค่า	38
4.7 แสดงไฟล์ที่กำหนดไว้	38
4.8 แสดงการคำนวณหา Mmax และ Vmax ในตัวอย่างที่ 1	39
4.9 แสดงผลการคำนวณค่า ในหน้าต่างโปรแกรม จากตัวอย่างที่ 1	40
4.10 แสดงผลการคำนวณ ตัวอย่างที่ 1 โดยใช้ Microsoft Office Excel	41
4.11 แสดงการคำนวณหา Mmax และ Vmax จากตัวอย่างที่ 2	42
4.12 แสดงผลการคำนวณค่า ในหน้าต่างโปรแกรม จากตัวอย่างที่ 2	43
4.13 แสดงผลการคำนวณ ตัวอย่างที่ 2 โดยใช้ Microsoft Office Excel	44

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

A_s เนื้อที่ของเหล็กเสริมต้านทานแรงดึง

A_s' เนื้อที่ของเหล็กเสริมต้านทานแรงอัด

b ความกว้างคาน

C_c กำลังต้านทานแรงแบกทานของพื้นที่รับแรงของคอนกรีต

C_s กำลังต้านทานแรงแบกทานของพื้นที่รับแรงของเหล็กเสริม

d ความลึกของประสิทธิผล

d' ระยะระหว่างผิวคอนกรีตด้านรับแรงอัดถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมต้านทานแรงอัด

E_c โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต, กก./ ซม.^{2}

E_s โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็ก, กก./ ซม.^{2}

f_c' กำลังอัดของคอนกรีตทรงกระบอกที่อายุ 28 วัน, กก./ซม.^{2}

f_c หน่วยแรงอัดที่ผิวบนของคาน, กก./ ซม.^{2}

f_s' หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริมต้านทานแรงอัด

f_s หน่วยแรงดึงในเหล็กเสริม, กก./ ซม.^{2}

j อัตราส่วนของระยะระหว่างศูนย์ถ่วงของแรงอัดและศูนย์ถ่วงแรงดึงต่อความลึก

k ระยะระหว่างแนวแกนสะเทินกับผิวบนของคาน, ซม.

n อัตราส่วนระหว่างโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กต่อโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต

T แรงดึงในเหล็กเสริม

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ (ต่อ)

ε_c หน่วยแรงการหดตัวของคอนกรีต

ε_s หน่วยการยืดตัวของเหล็กเสริม

ρ อัตราส่วนของเหล็กเสริมต้านทานแรงดึง

ρ' อัตราส่วนของเหล็กเสริมต้านทานแรงอัด

I โมเมนต์เฉื่อยของรูปหน้าตัดที่ต้านทานแรงภายนอก

K สัมประสิทธิ์เสียดทานเนื่องจากความคดต่อความยาวเป็นเมตรของเหล็กเสริมรับแรงอัด

l ความยาวช่วงของคาน

L น้ำหนักบรรทุกจร

M_{max} ค่าสูงสุดของโมเมนต์ที่เกิดขึ้นหน้าตัด ที่จะทำการออกแบบ

M_R โมเมนต์ที่หน้าตัดคานสามารถรับได้โดยคอนกรีต

ε_c หน่วยแรงการหดตัวของคอนกรีต

ε_s หน่วยการยืดตัวของเหล็กเสริม

ε_s' ความเครียดในเหล็กเสริมต้านทานแรงดึง

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมีความทันสมัยและรวดเร็ว โดยเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และในอดีตวิศวกรรมมีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้น้อย แต่ในปัจจุบันมีการพัฒนาขึ้น เพื่อให้มีความแม่นยำและรวดเร็ว ทางคณะผู้จัดทำโครงงานจึงทำการศึกษาการใช้โปรแกรม SCILAB ช่วยในการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กและสามารถนำความรู้ในการศึกษาครั้งนี้ไปใช้ในการออกแบบโปรแกรมวิเคราะห์ส่วนอื่นๆต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

สามารถนำโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาจากโปรแกรมSCILAB มาใช้ในการคำนวณออกแบบปริมาณเหล็กเสริมในคานได้

1.3 ขอบข่ายงาน

พัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยโปรแกรม SCILAB คำนวณคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน โดยตัวโปรแกรมสามารถคำนวณคานคอนกรีตเสริมเหล็กได้ ทั้งแบบ Single Reinforcement และ Double Reinforcement

1.4 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เขียนโครงร่างการทำงาน	←	→				
2. เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์เงื่อนไขของทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ		←	→	→		
3. ศึกษาโปรแกรมและเขียนโปรแกรม			←	→	→	
4. ทดลองใช้โปรแกรมและปรับปรุง				←	→	→
5. ทำรายงานฉบับสมบูรณ์						← →

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถเข้าใจหลักการทำงานของโปรแกรม SCILAB เพื่อช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อให้มีความผิดพลาดน้อยลง หรือไม่เกิดขึ้นเลย อีกทั้งยังสะดวกในการนำไปใช้งาน เพราะโปรแกรมนี้เขียนด้วยโปรแกรม SCILAB ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เหมาะสมในการคำนวณ และมีความรวดเร็วในการแสดงผลข้อมูลอยู่ในเกณฑ์ดี

1.6 งบประมาณ

- ค่าเข้าเล่ม	300	บาท	
- ค่าสำเนาเอกสารข้อมูล	700	บาท	
- ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	300	บาท	
- ค่าวัสดุสำนักงาน	200	บาท	
- อื่น ๆ	200	บาท	
รวมค่าใช้จ่าย	2,000	บาท	(สองพันบาทถ้วน)

หมายเหตุ : ขออนุมัติถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2

การประยุกต์ใช้โปรแกรม SCILAB

ในการออกแบบหน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็ก (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)

2.1 การวิเคราะห์และออกแบบหน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็ก วิธีหน่วยแรงใช้งาน

เพื่อความสมบูรณ์ของเนื้อหา ในบทนี้ทางคณะผู้จัดทำได้ยกมาจากหนังสือ รศ.ดร.สถาพร โภคา. การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก (วิธีหน่วยแรงใช้งาน) , ปี 2544 [1]

2.1.1 สมมติฐานการวิเคราะห์และออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

การวิเคราะห์และการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน ในที่นี้จะกล่าวถึงคานหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 กรณี คือ คานที่เสริมเฉพาะเหล็กต้านทานแรงดึง (Single reinforcement beam) และคานที่เสริมทั้งเหล็กต้านทานแรงดึงและแรงอัด (Double reinforcement beam) ซึ่งวัสดุ คือ คอนกรีตและเหล็ก ที่ยังอยู่ในช่วงอีลาสติก การวิเคราะห์และการออกแบบโดยวิธีนี้มีสมมติฐาน ดังนี้

1) ระนาบของหน้าตัดก่อนการดัดยังคงเป็นระนาบหลังการดัด (ว.ส.ท.6201 ก)

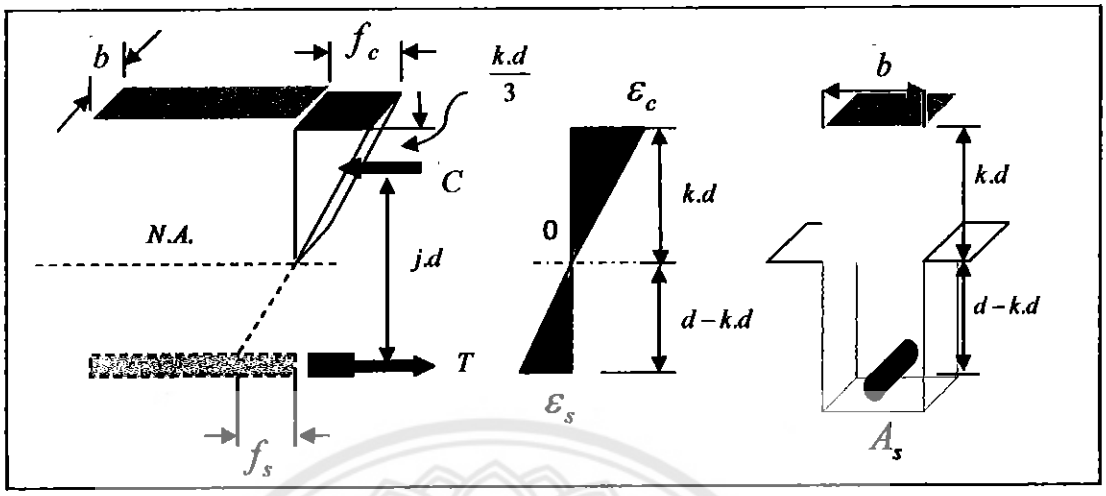
2) ขณะที่บรรทุกน้ำหนักใช้งาน และหน่วยแรงที่เกิดขึ้นไม่เกินหน่วยแรงใช้งานที่ยอมให้ ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง (ความเค้น) และความเครียดของคอนกรีตให้ถือเป็นเส้นตรง กล่าวคือหน่วยแรงแปรผันโดยตรงกับระยะแกนสะเทิน ยกเว้นคานลึกตาม (ว.ส.ท.6201 ข)

3) ให้เหล็กเสริมต้านทานแรงดึงทั้งหมดที่เกิดจากการดัด (ว.ส.ท.6201 ค) แม้ปกติคอนกรีตจะต้านทานแรงดึงได้บ้างแต่น้อยมากเมื่อเทียบกับกำลังต้านทานแรงอัด

4) ในการคำนวณออกแบบ ให้แทนที่หน้าตัดของเหล็กเสริมรับแรงดึงด้วยหน้าตัดคอนกรีตซึ่งมีเนื้อที่ n เท่าของหน้าตัดของเหล็กเสริมนั้น (ว.ส.ท.6201 ง) และด้วยเหตุนี้จึงควรกล่าวเพิ่มเติมว่า โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต เหล็กเสริม หรือค่าอัตราส่วนโมดูลัสของคอนกรีต เหล็กเสริม หรือค่าอัตราส่วนโมดูลัส (n) คงที่สม่ำเสมอตลอดความยาวคาน

2.1.2 การออกแบบคานคอนกรีตที่เสริมเหล็กต้านทานแรงดึง

การกระจายความเค้น และความเครียดบนหน้าตัดคานที่เสริมเหล็กแรงดึง แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 คานคอนกรีตเสริมเหล็กต้านทานแรงดึง[1]

กำหนด

b ความกว้างคาน

d ความลึกของประสิทธิผล

E_c โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต, กก./ ซม.^{2}

E_s โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็ก, กก./ ซม.^{2}

f'_c กำลังอัดของคอนกรีตทรงกระบอกที่อายุ 28 วัน, กก./ซม.^{2}

f_c หน่วยแรงอัดที่ผิวบนของคาน, กก./ ซม.^{2}

f_s หน่วยแรงดึงในเหล็กเสริม, กก./ ซม.^{2}

j อัตราส่วนของระยะระหว่างศูนย์ถ่วงของแรงอัดและศูนย์ถ่วงแรงดึงต่อความลึก

k ระยะระหว่างแนวแกนสะเทินกับผิวบนของคาน, ซม.

n อัตราส่วนระหว่างโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กต่อโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต

ε_c หน่วยแรงการหดตัวของคอนกรีต

ε_s หน่วยการยืดตัวของเหล็กเสริม

จะได้ $$E_c = \frac{f_c}{E_c} \quad (2.1)$$

$$E_s = \frac{f_s}{E_s} \quad (2.2)$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$= \frac{f_s.\varepsilon_c}{f_c.\varepsilon_s} \quad (2.3)$$

สามเหลี่ยมคล้าย

$$\frac{\varepsilon_c}{k.d} = \frac{\varepsilon_s}{d-k.d} \quad (2.4)$$

หรือ $$\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_s} = \frac{k}{1-k}$$

แทน (2.4) ใน (2.3) ได้

$$n = \frac{f_s.k}{f_c-(1-k)}$$

หรือ $$k = \frac{1}{1+\frac{f_s}{(n.f_c)}} \quad (2.5)$$

แขนโมเมนต์(j.d) ระหว่างแรงดึงในเหล็กเสริม(T) และแรงอัดในคอนกรีต(C) คำนวณจาก

$$j.d = d-\frac{k.d}{3} \quad (2.6ก)$$

หรือ $$j = 1-\frac{k}{3} \quad (2.6ข)$$

แรงอัดในคอนกรีต (ซึ่งศูนย์ถ่วงห่างจากผิวด้านเกิดหน่วยแรงอัด $\frac{k.d}{3}$ หรือ $\frac{2}{3}.k.d$ เหนือแกนสะเทิน) คำนวณจาก

$$C = \frac{1}{2}.f_c.b.k.d \quad (2.7)$$

แรงดึงในเหล็กเสริมกระทำที่ตำแหน่ง $(d - k.d)$ จากแกนสะเทิน คำนวณจาก

$$T = A_s.f_s \tag{2.8}$$

สมดุลแรงในคอนกรีต (ซึ่งศูนย์ถ่วงห่างจากผิวด้านเกิดหน่วยแรงอัด)

$$\frac{1}{2}.f_c.b.k.d = A_s.f_s \tag{2.9}$$

หากกำหนดให้ p เป็นอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมต่อพื้นที่ประสิทธิภาพของคาน

$(p = \frac{A_s.}{b-d})$ สมการ (2.9) จะเขียนได้ดังนี้

$$\frac{f_c}{2.f_s} = \frac{A_s}{b.k.d}$$

หรือ $$\frac{f_s}{f_c} = \frac{k}{(2.p)} \tag{2.10}$$

แทนค่า (2.10) ใน (2.5) จะได้

$$k = \frac{1}{1+\frac{k}{(2.n.p)}}$$

$$= [2.n.p + (n.p)^2]^{\frac{1}{2}} - n.p \tag{2.11}$$

โมเมนต์ต้านทานของคอนกรีต Resisting moment, M_R บางตำราอาจใช้ M_- คำนวณจาก

$$M_R = C.f.d$$

$$= \frac{1}{2}.f_c.j.b.k.d^2 \tag{2.12}$$

กำหนด $$R = \frac{1}{2}.f_c.j.k \tag{2.13}$$

ดังนั้น $$M_R = R.b.d^2 \tag{2.14}$$

โมเมนต์ดัดต้านทานในเหล็กเสริม

$$M = T.j.d = A_s.f_s.j.d$$

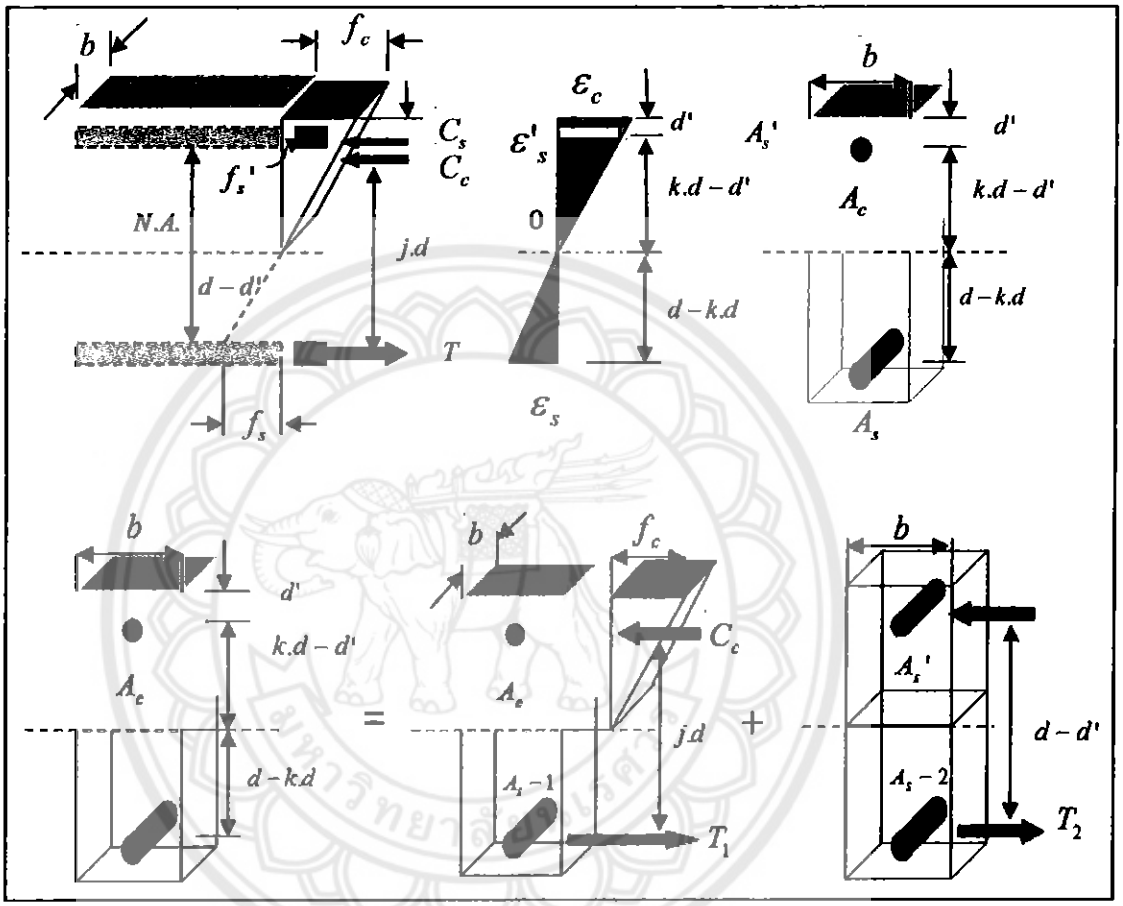
หรือ $$A_s = \frac{M}{f_s.j.d} \qquad (2.15)$$

กรณี คานเสริมเฉพาะเหล็กต้านทานแรงดึง โมเมนต์ดัดในสมการ (2.15) นี้จะต้องมีค่าไม่เกินโมเมนต์ต้านทานของคอนกรีต หากโมเมนต์ดัดมีค่ามากกว่าโมเมนต์ต้านทานของคอนกรีต หน้าตัดคานดังกล่าวก็จะต้องเสริมเหล็กต้านทานแรงอัด เพื่อต้านทานโมเมนต์ดัดส่วนเกิน และพร้อมๆ กัน ก็ต้องเสริมเหล็กต้านทานแรงดึงเพิ่มเติมจากที่คำนวณได้จากสมการที่ (2.15) เพื่อรักษาสมดุลระหว่างแรงดึง และแรงอัด ดังจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป อนึ่ง

ว.ส.ท. 4700 (ก) กำหนดให้องค์อาคารรับแรงดัด (ยกเว้นกรณีแผ่นพื้นที่มีความหนาเท่ากันตลอด) ที่ต้องใช้เสริมต้านทานแรงดึงจากการคำนวณ อัตราส่วน "p" ต้องไม่น้อยกว่า นอกจากทุกๆ หน้าตัดขององค์อาคารจะมีเหล็กเสริมสำหรับโมเมนต์บวกหรือโมเมนต์ลบไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของค่าที่คำนวณได้

2.1.3 การออกแบบคานคอนกรีตที่เสริมเหล็กต้านทานแรงดึงและแรงอัด

การกระจายความเค้นและความเครียดบนหน้าตัดคานที่เสริมเหล็กแรงดึงและแรงอัด แสดงดังในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 คานคอนกรีตเสริมเหล็กต้านทานแรงดึงและแรงอัด [1]

กำหนด

d' = ระยะระหว่างผิวคอนกรีตด้านรับแรงอัดถึงศูนย์กลางเหล็กเสริมต้านทานแรงอัด

f_s' = หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริมต้านทานแรงอัด

ε_s' = ความเครียดในเหล็กเสริมต้านทานแรงดึง

จากรูปที่ 2.2 จะได้

$$E_c = \frac{f_c}{E_c} \qquad (2.16)$$

$$E_s = \frac{f_s}{E_s} \qquad (2.16)$$

$$E_s^{'} = \frac{f_s^{'}}{E_s} \qquad (2.17)$$

จากสามเหลี่ยมคล้าย

$$\frac{\varepsilon_c}{k.d} = \frac{\varepsilon}{d-k.d} \quad (2.19ก) \qquad = \frac{\varepsilon_s^{'}}{k.d-d^{'}} \qquad (2.19ข)$$

แทน (2.16) และ (2.17) ใน (3.19ก)

$$\frac{f_c}{E_c.k.d} = \frac{f_s}{E_s.(d-k.d)}$$

หรือ $$f_s = \frac{E_s}{E_c}.f_c.\frac{(d-k.d)}{k.d}$$

$$= n.f_c.\frac{(d-k.d)}{k.d} \qquad (2.20)$$

แทน (2.17) และ (2.18) ใน (2.19ข) ได้

$$\frac{f_s^{'}}{E_s.(k.d-d^{'})} = \frac{f_s}{E_s.(d-k.d)}$$

หรือ $$f_s^{'} = f_s.\frac{k.d-d^{'}}{d-k.d} \qquad (2.21ก)$$

ปกติคอนกรีตจะหดตัวเพิ่มขึ้นตามเวลาภายใต้แรงอัดที่คงที่ เรียกว่า การคืบ(Creep) ดังนั้น เหล็กเสริมต้านทานแรงอัดจะหดตัวตามคอนกรีตซึ่งอยู่โดยรอบ ทำให้หน่วนแรงอัดในเหล็กเสริมต้านทานแรงอัดจึงสูงกว่าที่คำนวณโดยทฤษฎีอีลาสติก ว.ส.ท.6202(ค) ยอมให้เหล็กเสริมต้านทานแรงอัดนี้ มีค่าหน่วยแรงอัดเป็นสองเท่าของค่าที่คำนวณโดยวิธีอีลาสติก แต่ต้องมีค่าไม่เกินหน่วยแรงดึงของเหล็กเสริมนั้น ดังสมการ เขียนใหม่ได้ดังนี้

$$f_s' = 2.f_s.\frac{(k.d - d')}{(d - k.d)} \qquad (2.21ข)$$

$$\leq f_s$$

แทน (2.20) ใน (2.21ข)

$$f_s' = 2.n.f_c.\frac{(k.d - d')}{k.d} \qquad (2.21ค)$$

สมดุลของแรงภายในหน้าตัดตามแนวราบ

$$C_c + C_s = T \qquad (2.22)$$

หากสมมุติว่าพื้นที่คอนกรีตที่ถูกแทนที่ด้วยเหล็กเสริมมีค่าน้อยมากอาจเขียนได้ว่า

$$C_c = \frac{1}{2}.f_c.b.k.d \qquad (2.23)$$

$$C_s = A_s'.f_s' \qquad (2.24ก)$$

แทน (2.21ค) ใน (2.24ก) จะได้

$$C_s = 2.n.A_s'.f_c.\frac{(k..d - d')}{k.d} \qquad (2.24ข)$$

และ $$T = A_s.f_s \qquad (2.25ก)$$

แทน (2.20) ใน (2.25) จะได้

$$T = n.A_s.f_c.\frac{(d - k.d')}{k.d} \qquad (2.25ข)$$

กำหนด $$p = \frac{A_s}{b.d} \qquad (2.26)$$

และ $$p' = \frac{A_s'}{b.d} \qquad (2.27)$$

แทน (2.23),(2.24ข),(2.25ข),(2.26) และ (2.27) ใน (2.22) จะได้

$$\frac{1}{2}.k + 2.p'.n.\frac{(k.d - d'')}{k.d} = p.n.\frac{(d - k.d')}{(k.d)}$$

หรือ $$k = [n^2.(2.p'.p)^2 + 2.n.(p + 2.p'.\frac{d'}{d})]^{\frac{1}{2}} - n.(2.p'+p) \quad (2.28)$$

ในทางปฏิบัติคานจะเสริมเหล็กต้านทานแรงอัดต่อเมื่อหน้าตัดของคานดังกล่าวมีโมเมนต์ต้านทานน้อยกว่าโมเมนต์ดัดที่กระทำต่อหน้าตัด ($M_R < M$) ดังนั้น การคำนวณออกแบบถือว่าโมเมนต์ดัดทั้งหมดที่กระทำต่อหน้าตัดคานแบ่งเป็น 2 ส่วน (M_1 และ M_2) โดยที่

$$M = M_1 + M_2 \quad (2.29)$$

เมื่อ M = โมเมนต์ดัดทั้งหมดที่กระทำต่อหน้าตัดคาน

กำหนดให้โมเมนต์ดัดส่วนแรก (M_1) มีค่าสูงสุด คือเท่ากับโมเมนต์ต้านทาน (M_R)

$$M_1 = M_2$$

$$= R.b.d^2 \quad (2.30)$$

พื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมต้านทานแรงดึงคำนวณจาก M_R (A_{s1}) คำนวณจาก

$$A_{s1} = \frac{M_R}{f_s.j.d} \quad (2.31)$$

โมเมนต์ ($M_2 = M - M_R$) จะถูกต้านทานโดยแรงคู่ควบ ในเหล็กต้านทานแรงดึง (A_{s2}) และเหล็กเสริมต้านทานแรงอัด (A_s') โดยมีระยะห่าง (หรือแขนโมเมนต์ของแรงคู่ควบ) เท่ากับ $d - d'$ ดังนั้น ปริมาณเหล็กดังกล่าว คำนวณได้จาก

$$A_{s2} = \frac{M_R}{f_s.(d - d')}$$

$$= \frac{(M - M_R)}{f_s.(d - d')} \quad (2.32)$$

เหล็กเสริมต้านทานแรงดึงทั้งหมด (A_s)

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} \tag{2.33}$$

เหล็กเสริมต้านทานแรงอัด (A_s') คำนวณจากสมดุลของแรงแนวราบในหน้าตัด

$$A_s'.f_s' = A_{s2}.f_s$$

หรือ $$A_s' = A_{s2}.\frac{f_s}{f_s'} \tag{2.34}$$

แทน (2.20) และ (2.21ค) ใน (2.34) จะได้

$$A_s' = \frac{A_{s2}}{2}.\frac{(d-k..d)}{(k.d-d')}$$

หรือ $$A_s' = \frac{A_{s2}}{2}.\frac{(1-k.)}{(k-\frac{d'}{d})}$$

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม SCILAB

ในบทนี้จะกล่าวถึงประวัติความเป็นมาของโปรแกรม SCILAB โครงสร้างทั่วไป และคำสั่งพื้นฐาน สำหรับการเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม SCILAB ผู้สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากหนังสือคู่มือโปรแกรมภาษา SCILAB สำหรับผู้เริ่มต้น(พิมพ์ครั้งที่2) แต่งโดย ผศ.ดร.ปิยะโควินท์ทวีวัฒน์ [2]

ประวัติความเป็นมาของโปรแกรม SCILAB

SCILAB เป็นโปรแกรมภาษาขั้นสูงที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยความร่วมมือกันระหว่างนักวิจัยจากสถาบัน Institut De Recherche En Informatique Et En Automatique (INRIA) และ Ecole nationale des ponts et chausses (ENPC) ประเทศฝรั่งเศส ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้คำนวณเชิงตัวเลขและแสดงผลกราฟฟิกที่ซับซ้อน ดังนั้นโปรแกรม SCILAB จึงเหมาะสำหรับการใช้งานทางด้านวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้โปรแกรม SCILAB ยังเป็นโปรแกรมที่ให้ฟรี (ไม่ต้องเสียเงินค่าลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์) และอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ ผู้สนใจสามารถที่จะดาวน์โหลดตัวโปรแกรม SCILAB และข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่างๆ ได้จากเว็บไซต์ http://www.scilab.org

สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งของโปรแกรม SCILAB ก็คือความสามารถในการทำงานที่ใกล้เคียงกับโปรแกรม MATLAB ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นิยมมากสำหรับผู้ใช้งานทางด้านวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ แต่ค่าลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ของโปรแกรม MATLAB นั้นมีราคาแพงมาก ดังนั้นในปัจจุบันนี้หลายๆ หน่วยงานทั้งภาคอุตสาหกรรมและภาคการศึกษาทั้งในและนอกประเทศได้เริ่มนำเอาโปรแกรม SCILAB มาช่วยในการทำงานและช่วยในการเรียนการสอน ทั้งนี้เนื่องจากโปรแกรม SCILAB เป็นโปรแกรมที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ต้องเสียเงินค่าลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ โดยทั่วไปข้อดีของโปรแกรม SCILAB สามารถสรุปได้ดังนี้ [2]

- ง่ายต่อการเรียนรู้และเข้าใจ
- ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมไม่ยุ่งยาก
- มีฟังก์ชั่น (function) สำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์จำนวนมากพร้อมใช้งาน

- มีกล่องเครื่องมือ (toolbox) จำนวนมากที่ประกอบด้วยฟังก์ชันต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ไขปัญหาทางด้านวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ เช่น กล่องเครื่องมือทางด้านการควบคุมทนทาน (robust control), กล่องเครื่องมือทางด้านการประมวลผลสัญญาณ (signal processing), และกล่องเครื่องมือทางด้านการหาค่าที่เหมาะที่สุด (optimization) เป็นต้น
- สามารถประมวลผลข้อมูลที่อยู่ในรูปเชิงสัญลักษณ์ (symbolic) และข้อมูลที่อยู่ในรูปของเมทริกซ์ (matrix) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- สามารถพัฒนาฟังก์ชั่นใหม่ๆ ขึ้นมาใช้งานร่วมกับโปรแกรม SCILAB ได้โดยง่าย
- สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมภาฟอร์แทรน (FORTRAN), ภาษาซี (C) และภาษา MATLAB ได้
- สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม LabVIEW เพื่อทำการเชื่อมต่อกับอุปรณ์ฮาร์ดแวร์ได้
- สามารถสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการจำลองระบบ (system simulation) ได้โดยใช้เครื่องมือของโปรแกรม SCILAB ที่เรียกว่า "scicos"
- สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ เนื่องจากมีรหัสต้นฉบับ (source code) และคู่มือการใช้งานให้ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ http://www.scilab.org

จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้จะเห็นได้ว่าโปรแกรม SCILAB สามารถทำงานได้มากมายหลายรูปแบบ

สำหรับโปรแกรม SCILAB ที่ทางสถาบัน INRIA และ ENPC พัฒนาขึ้นมานี้สามารถนำไปใช้งานได้หลายระบบปฏิบัติการ ได้แก่ ระบบปฏิบัติการลีนุกซ์ (GNU/Linux), ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows2000/XP/VISTA), ระบบปฏิบัติการ HP-UX, และระบบปฏิบัติการ Mac OS X เป็นต้น

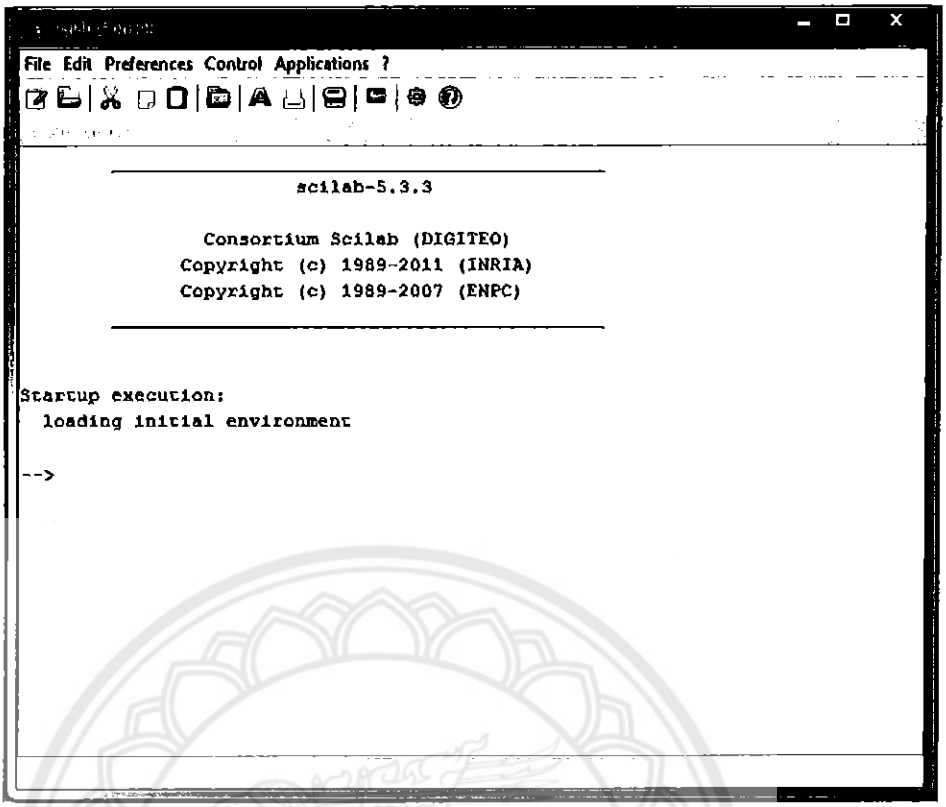
เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม SCILAB

การเรียกใช้งานโปรแกรม SCILAB ให้เรียกจากไฟล์ที่ชื่อว่า "WScilex.exe" ซึ่งอยู่ในสารระบบ (directory) "SCIDIR\bin\WScilex.exe" โดยการกดดับเบิ้ลคลิกที่ชื่อไฟล์นี้ เมื่อ SCIDIR คือชื่อสารระบบที่ติดตั้งโปรแกรม SCILAB โดยหน้าต่างแรกที่จะถูกแสดงขึ้นมาก็คือ "หน้าต่างคำสั่ง (command window)" ตามรูปที่ 2.3 หน้าต่างนี้จะเป็นส่วนที่ผู้ใช้จะทำการป้อนคำสั่งต่างๆ ลงไปเพื่อทำการคำนวณ และเป็นส่วนที่แสดงผลออกทางหน้าต่างคำสั่ง โดยที่เครื่องหมาย SCILAB prompt "- - >" เป็นตัวบอกว่าโปรแกรม SCILAB ได้เตรียมแถบเครื่องมือ (toolbar) ที่รวมฟังก์ชั่นที่ใช้งานบ่อยไว้ที่หน้าต่างคำสั่งในรูปของสัญลักษณ์รูป (icon) ตามที่แสดงในรูปที่ 2.4

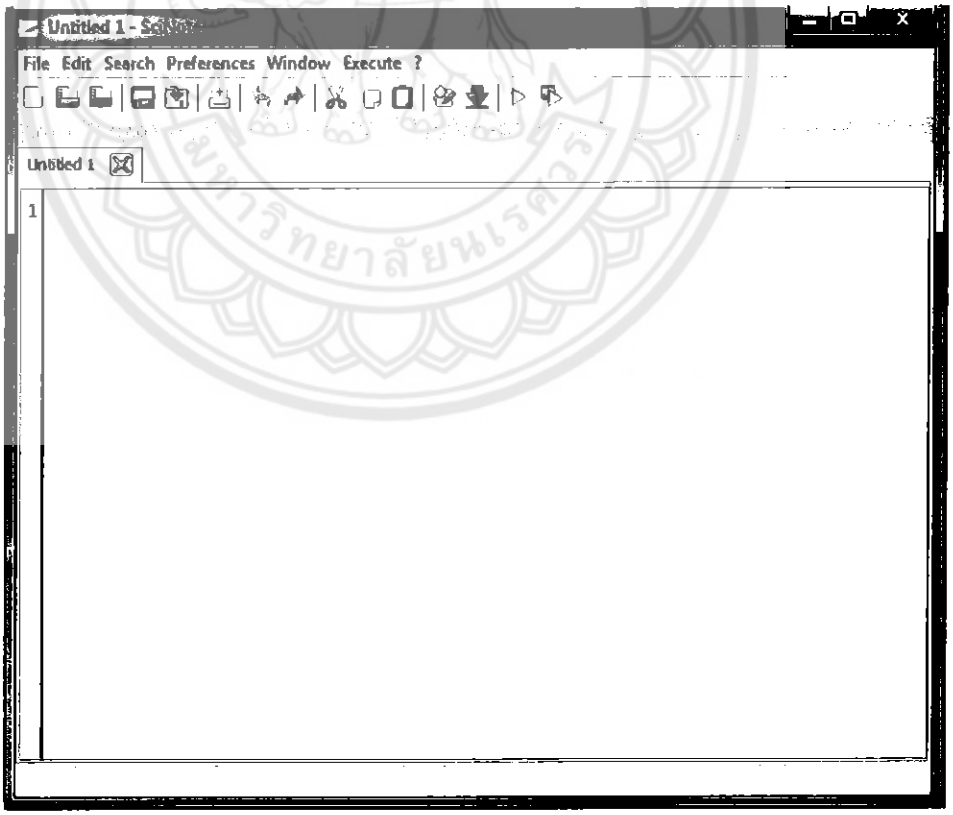
ข้างใต้แถบเมนู (menu bar) นั่นคือ

โดยสัญลักษณ์รูปแต่ละอันมีความหมายดังต่อไปนี้

(Launch SciNotes)	เรียกหน้าต่างสำหรับเขียนโค้ด (code)
(Open a file)	เรียกไฟล์ที่มีอยู่ในสารระบบขึ้นมาใช้งาน
(Cut)	ตัดข้อมูลในส่วนที่ผู้ใช้เลือกในหน้าต่างคำสั่ง
(Copy)	สำเนาข้อมูลในส่วนที่ผู้ใช้เลือกในหน้าต่างคำสั่ง
(Paste)	นำข้อมูลที่สำเนาไว้มาวางในหน้าต่างคำสั่ง
(Change Current Directory)	เปลี่ยนสารระบบที่กำลังทำงาน (working directory)
(Choose Front…)	เลือกลักษณะของตัวอักษรที่จะใช้ในหน้าต่างคำสั่ง
(Print…)	พิมพ์ข้อมูลในหน้าต่างคำสั่งออกทางเครื่องพิมพ์
(Module manager – ATOMS)	จัดการโมดูล
(Xcos)	เรียกใช้คำสั่ง Xcos ของโปรแกรม SCILAB
(Scilab Demonstrations)	ตัวอย่างคำสั่งโปรแกรม SCILAB
(Help Browser)	เรียกหน้าต่างให้ความช่วยเหลือที่ชื่อว่า "Help Browser" ขึ้นมาใช้งานเพื่อค้นหาข้อมูล (มีผลลัพธ์เช่นเดียวกับการป้อนคำสั่ง help ในหน้าต่างคำสั่ง)



รูปที่ 2.3 หน้าต่างคำสั่งของโปรแกรม SCILAB [2]



รูปที่ 2.4 หน้าต่างเอดิเตอร์ที่ชื่อว่า "SciNotes" ของโปรแกรม SCILAB [2]

แถบเมนูในหน้าต่างคำสั่ง

หน้าต่างคำสั่งของโปรแกรม SCILAB จะประกอบไปด้วยเมนูหลักหลายๆเมนูซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- เมนู File ประกอบไปด้วย

Execute…	ประมวลผลชุดคำสั่งจากไฟล์ ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นไฟล์ที่ปิดท้ายด้วย .sci หรือ .sce
Open a file…	เรียกไฟล์ที่มีอยู่ในสารระบบขึ้นมาใช้งาน
Load environment…	เรียกข้อมูลที่บันทึกไว้ในไฟล์กลับมาใช้งาน ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นไฟล์ที่ปิดท้ายด้วย .sav หรือ .bin
Save environment…	บันทึกข้อมูลของตัวแปรต่างๆ เข้าไปเก็บไว้ในไฟล์ที่กำหนด
Change current directory…	เปลี่ยนสารระบบที่กำลังทำงาน
Display current directory…	แสดงสารระบบที่กำลังทำงานอยู่ ณ ขณะนั้น
Print setup…	กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของเครื่องพิมพ์
Print…	พิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์
Quit	ปิดหน้าต่างคำสั่ง

- เมนู Edit ประกอบไปด้วย

Cut	ตัดข้อมูลในส่วนที่ผู้ใช้เลือกในหน้าต่างคำสั่ง
Copy	สำเนาข้อมูลในส่วนที่ผู้ใช้เลือกในหน้าต่างคำสั่ง
Paste	นำข้อมูลที่สำเนาไว้มาวางในหน้าต่างคำสั่ง
Empty clipboard	ลบข้อมูลที่สำเนาไว้
Select all	เลือกข้อมูลทั้งหมดในหน้าต่างคำสั่ง

- เมนู Preferences ประกอบไปด้วย

Color	เลือกสีของตัวอักษร (text) และสีของพื้นหลัง (baclground) ที่ต้องการใช้ในหน้าต่างคำสั่ง
Fronts…	เลือกลักษณะของตัวอักษรที่จะใช้ในหน้าต่างคำสั่ง
Show/Hide Toolbar	เปิดหรือปิดแถบเครื่องมือ ที่แสดงในหน้าต่างคำสั่ง
Clear History	ลบคำสั่งต่างๆ ที่เคยใช้ในหน้าต่างคำสั่ง ทำให้ไม่สามารถเรียกใช้งานคำสั่งเหล่านั้น โดยใช้เมนูย่อย History และแป้นลัด (hot key) ได้
Clear Console	ลบข้อความทั้งหมดที่ปรกฏในหน้าต่างคำสั่งแล้วให้มีเครื่องหมาย SCILAB prompt "- - >" ไปปรากฏอยู่ที่บรรทัดแรกสุดของหน้าต่างคำสั่ง

- เมนู Control ประกอบไปด้วย

Resume	เรียกใช้คำสั่ง resume ของโปรแกรม SCILAB
Abort	เรียกใช้คำสั่ง abort ของโปรแกรม SCILAB
Interrupt	หยุดการประมวลผลชั่วคราว (เทียบเท่ากับกากดปุ่ม Ctrl+C)

- เมนู Applications ประกอบไปด้วย

SciNotes	เรียกหน้าต่างสำหรับเขียนโค้ด (code)
Xcos	เรียกใช้คำสั่ง Xcos ของโปรแกรม SCILAB
Matlab to Scilab Translator	แปลงโค้ดของโปรแกรม MATLAB ให้เป็นโค้ดของโปรแกรม SCILAB
Module manager – ATOMS	จัดการโมดูล
Variables Browser	เรียกใช้คำสั่ง browsevar ของโปรแกรม SCILAB เพื่อดูว่า ณ ตอนนี้มีตัวแปรอะไรบ้างที่ได้มีการสร้างขึ้น หรือมีการเรียกใช้งานในหน้าต่างคำสั่งที่กำลังใช้งานอยู่
Command History	เรียกดูคำสั่งที่เคยใช้งานก่อนหน้านี้

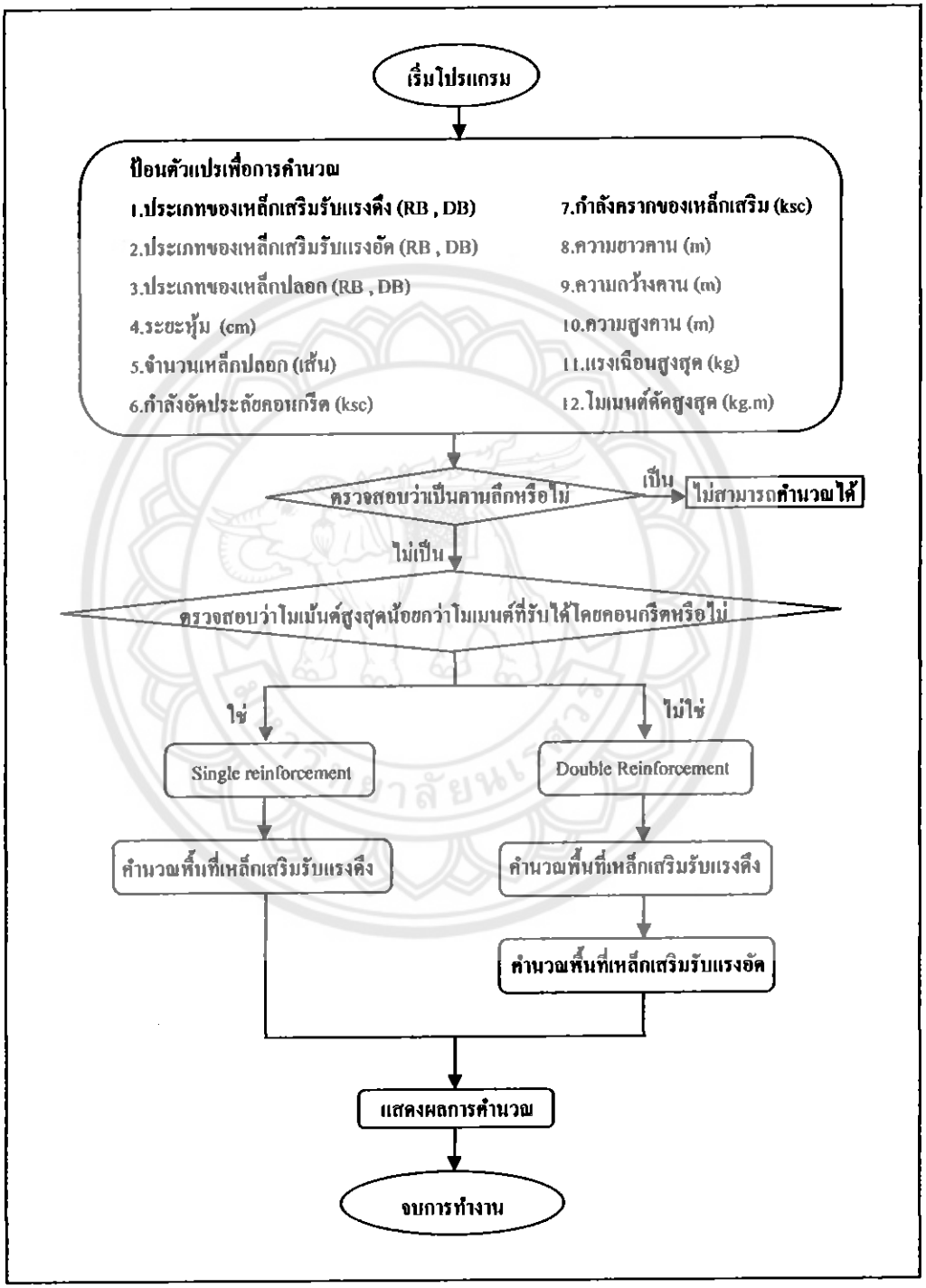
- เมนู ? ประกอบไปด้วย

Scilab Help F1	เรียกหน้าต่าง Scilab Browser Help ขึ้นมาใช้งาน
Scilab Demonstrations	เรียกดูตัวอย่างการใช้งานชุดคำสั่งต่างๆ ที่โปรแกรม SCILAB ได้จัดเตรียมไว้ให้
Links	เปิดใช้งานเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม SCILAB
About Scilab…	เรียกดูข้อมูลทั่วไปของโปรแกรม SCILAB เช่น เวอร์ชั่นของโปรแกรม SCILAB ที่กำลังใช้งานอยู่ (เทียบเท่ากับการป้อนคำสั่ง about ที่หน้าต่างคำสั่ง)

บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรม (Flowchart)



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรม (Flowchart)

3.2 คำอธิบายการทำงานของฟังก์ชั่น

โค้ดทั้งหมดแสดงไว้ใน ภาคผนวก ซึ่งฟังก์ชั่นทั้งหมด สามารถแยกตามการทำงานของแต่ละฟังก์ชั่นโดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ดังนี้

3.2.1 ฟังก์ชั่นการประกาศตัวแปร

ประกาศตัวแปรของเหล็กในแต่ละประเภทโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ DB และ RB เนื่องจากเหล็กแต่ละประเภทจะมี Parameter ที่แตกต่างกันเช่น เส้นผ่าศูนย์กลาง เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องมีการประกาศค่าของเหล็กแต่ละประเภท ดังแสดงในรูปที่ 3.2

```
//-------------------------------------
MOK202527_Size= ['RB6', 'RB9', 'RB12', 'RB15', 'RB19', 'RB22','RB25', 'RB28', 'RB34'];
MOK202527_value=[ 0.6,  0.9,  1.2,  1.5,  1.9,  2.2,  1.5,  2.8,  3.4];
MOK202527_Area= [ 0.28, 0.64,  1.13,  1.77,  2.84,  3.80, 4.91,  6.16,  9.08]; //sq.cm

MOK242527_Size= ['DB10', 'DB12', 'DB16', 'DB20', 'DB22', 'DB25','DB28', 'DB32'];
MOK242527_value=[  1.0,  1.2,  1.6,  2.0,  2.2,  2.5,  2.8,  3.2];
MOK242527_Area= [ 0.79,  1.13,  2.01,  3.14,  3.80,  4.91, 6.16,  8.04]; //sq.cm
//-------------------------------------
```

รูปที่ 3.2 แสดงโค้ดประกาศตัวแปร

3.2.2 ฟังก์ชั่นการเลือกประเภทของเหล็ก

เป็นคำสั่งการหาประเภทของเหล็กแต่ละชนิดโดยการหาตัวแปรที่คล้ายคลึงกันเช่น เมื่อเราป้อนตัวแปร RB16 เข้าไปตัวโปรแกรมจะเทียบค่าว่าเป็น RB หรือ DB แล้วจึงเทียบอีกทีว่าตัวเลขตรงกับเมตริกตัวไหน แล้วจึงนำค่า ที่ได้ไปใช้คำนวณต่อไป

ซึ่งจะแยกเป็น 3 ส่วน คือ เหล็กรับแรงดึง, เหล็กรับแรงอัด ,และเหล็กปลอก ดังแสดงในรูปที่ 3.3

```
// Get Data1
//-------------------------------------------------
gSize1='';
gValue1=0;
gArea1=0;
//-------------------------------------------------
gain1=x_dialog('กรุณาป้อนประเภทของเหล็กเสริมรับแรงดึง','RB9');
gSize1=gain1;
cv1=part(gain1,1:2);
if(cv1=='RB')
con11=0; //Condition
i1=1; //loop
while con11 == 0  //True = Working, False = Not Woring
if(MOK202527_Size(i1)==gain1)
con11=1;
//MOK202527_value(i)
gValue1=MOK202527_value(i1);
//MOK202527_Area(i)
gArea1=MOK202527_Area(i1);
end;
i1=i1+1;
end
end;
if(cv1=='DB')
con11=0; //Condition
i1=1; //loop
while con11 == 0  //True = Working, False = Not Woring
if(MOK242527_Size(i1)==gain1)
con11=1;
//MOK242527_value(i)
gValue1=MOK242527_value(i1);
//MOK242527_Area(i)
gArea1=MOK242527_Area(i1);
end;
i1=i1+1;
```

รูปที่ 3.3 แสดงโค้ดการเลือกประเภทของเหล็ก

3.2.3 ฟังก์ชั่นที่ใช้ในการสร้างหน้าต่างป้อนค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ

จะต้องมีการป้อนค่าตัวแปรต่างๆเพื่อนำข้อมูลที่รับมาทำการคำนวณในขั้นต่อไป ในการป้อนค่าตัวแปรจะมีการแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

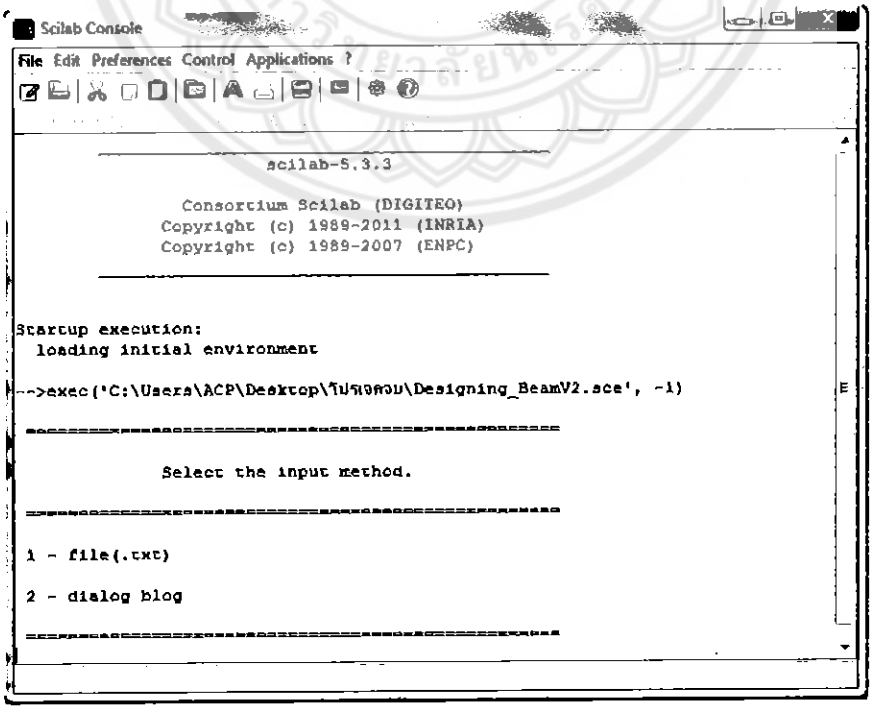
(1) แบบหน้าต่างตอบตอบ (x_dialog)

(2) แบบเท็กซ์ไฟล์ (text file)

ดังแสดงในรูปที่ 3.4

```
//[INPUT]
//-------------------------------------------------------
disp("=============================================================");
disp("          Select the input method.          ");
disp("=============================================================");
disp("1 - file(.txt)");
disp("2 - dialog blog");
disp("=============================================================");
itype = input("")
select itype
case 1 then
   Afilename = input ("Enter file to open to (between quotes) : ");
   exec(Afilename);
case 2 then
disp("=============================================================");
```

รูปที่ 3.4 แสดงโค้ดการเลือกวิธีการป้อนค่าตัวแปรต่างๆ



รูปที่ 3.5 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเพื่อเลือกวิธีการป้อนค่าตัวแปร

3.2.3.1 คำสั่งที่ใช้ในการป้อนค่าตัวแปรโดยหน้าต่างโต้ตอบ (x_dialog) ดังแสดงในรูปที่ 3.6

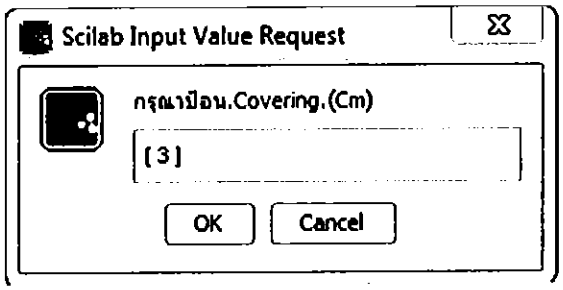
```
// Input
//-------------------------------------------------------------
c=evstr(x_dialog('กรุณาป้อน.Covering.(Cm)',['[3]']));
q=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนจำนวนเหล็กปลอก(เส้น)',['[1]']));
fcp=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนกำลังอัดประลัยคอนกรีต.(ksc)',['[210]']));
fy=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนกำลังครากของเหล็กเสริม.(ksc)',['[4000]']));
L=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนความยาวคาน.(m)',['[3.55]']));
B=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนความกว้างคาน.(m)',['[0.25]']));
H=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนความสูงคาน.(m)',['[0.4]']));
Vmax=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนแรงเฉือนสูงสุด.(kg)',['[1158]']));
Mmax=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนโมเมนต์ดัดสูงสุด.(kg.m)',['[3000]']));
//-------------------------------------------------------------
```

รูปที่ 3.6 แสดงโค้ดการป้อนค่าตัวแปรแบบหน้าตอบโต้ตอบ (x_dialog)

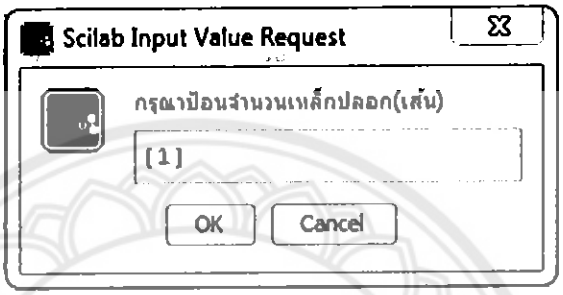
3.2.3.1.1 การป้อนค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณผ่านหน้าต่างโต้ตอบ(dialog blog) ซึ่งค่าที่ใช้มีดังต่อไปนี้

- ระยะหุ้ม (c)
- จำนวนเหล็กปลอก (q)
- กำลังอัดประลัยคอนกรีต (fcp)
- กำลังครากของเหล็กเสริม(fy)
- ความยาวคาน(L)
- ความกว้างคาน (B)
- ความสูงคาน (H)
- แรงเฉือนสูงสุด (Vmax)
- โมเมนต์ดัดสูงสุด (Mmax)

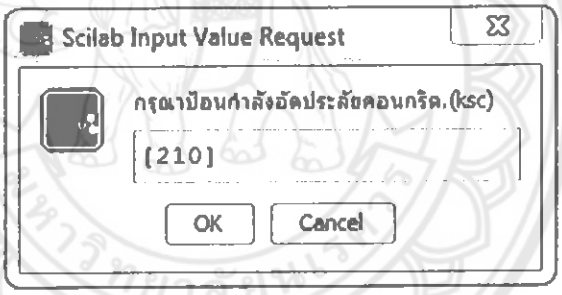
ดังแสดงรายละเอียดในตัวอย่างต่อไปนี้



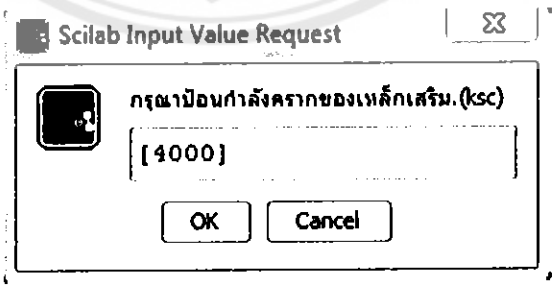
รูปที่ 3.7 แสดงหน้าต่างโต้ตอบโปรแกรมเพื่อป้อนค่าระยะหุ้ม (cm)



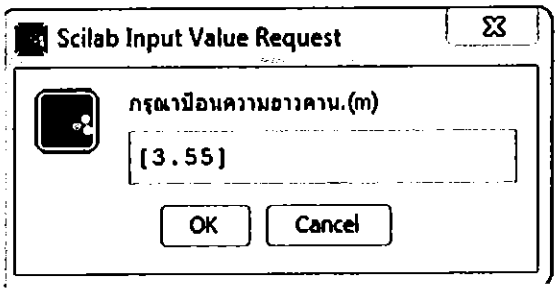
รูปที่ 3.8 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนค่าจำนวนเหล็กปลอก (เส้น)



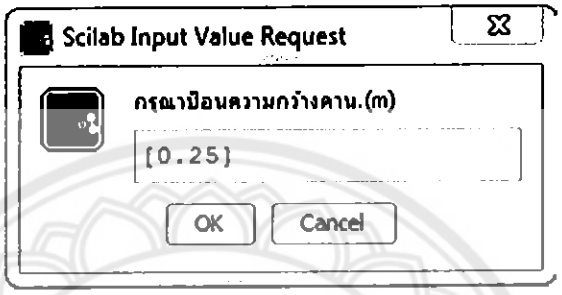
รูปที่ 3.9 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนค่ากำลังอัดประลัยคอนกรีต (ksc)



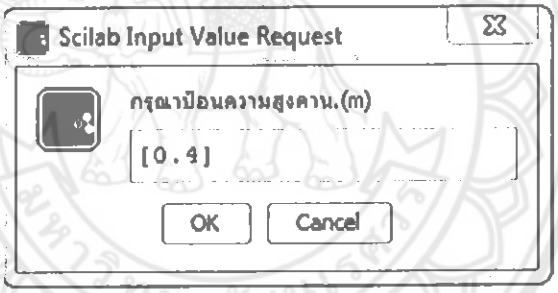
รูปที่ 3.10 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนกำลังครากของเหล็กเสริม (ksc)



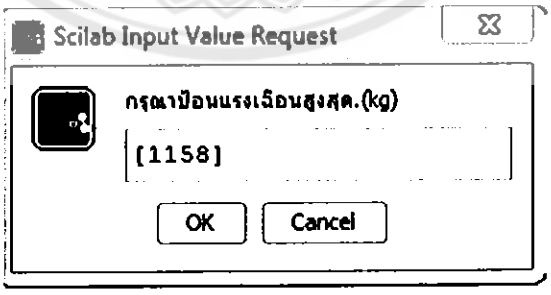
รูปที่ 3.11 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนความยาวคาน (m)



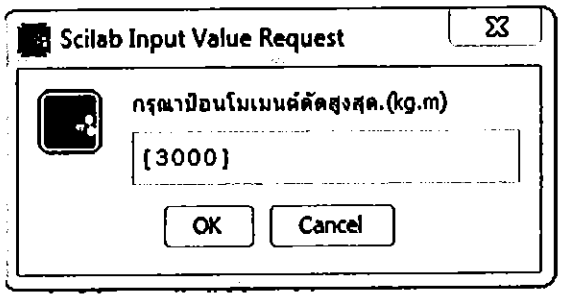
รูปที่ 3.12 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนความกว้างคาน (m)



รูปที่ 3.13 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนความสูงคาน (m)



รูปที่ 3.14 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนแรงเฉือนสูงสุด (kg)



รูปที่ 3.15 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนโมเมนต์ดัดสูงสุด (kg.m)

3.2.3.2 คำสั่งที่ใช้ในการป้อนค่าตัวแปรผ่านเท็กซ์ไฟล์ (text file) ช่วยให้การป้อนข้อมูลเป็นไปด้วยความสะดวกมากยิ่งขึ้น ดังแสดงในรูป 3.16

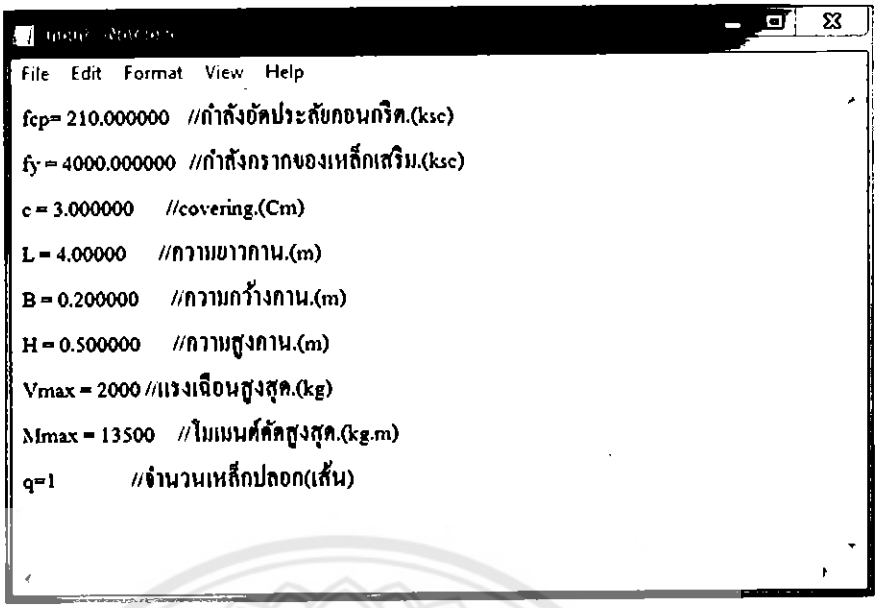
```
Afilename = input ("Enter file to open to (between quotes) : ");
  exec(Afilename);
```

รูปที่ 3.16 แสดงโค้ดการป้อนแบบค่าตัวแปรผ่านเท็กซ์ไฟล์

3.2.3.2.1 การป้อนค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการคำนวณผ่านหน้าต่างโปรแกรม Notepad ซึ่งค่าที่ใช้มีดังต่อไปนี้

- ระยะหุ้ม (c)
- จำนวนเหล็กปลอก (q)
- กำลังอัดประลัยคอนกรีต (fcp)
- กำลังครากของเหล็กเสริม(fy)
- ความยาวคาน(L)
- ความกว้างคาน (B)
- ความสูงคาน (H)
- แรงเฉือนสูงสุด (Vmax)
- โมเมนต์ดัดสูงสุด (Mmax)

ดังแสดงในรูป 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงการป้อนค่าตัวแปรผ่านเท็กซ์ไฟล์

3.2.4 **ฟังก์ชั่นการแสดงผลตัวแปร** เป็นการแสดงผลที่รับมาให้เห็นว่าแต่ละตัวแปรมีค่าตรงตามที่ป้อนเข้ามาเพื่อสร้างความมั่นใจในการคำนวณต่อไปและไม่ให้เกิดความผิดพลาด ดังแสดงในรูป 3.18

```
mprintf("-----------------------------------------------------\n");
mprintf("[INPUT]\n");
mprintf("-----------------------------------------------------\n");
mprintf("fcp = %f ksc \n",fcp);//ksc
mprintf("fy = %f ksc \n",fy);//ksc
mprintf("R = %f ksc \n",R); //ksc
mprintf("k = %f \n",k);
mprintf("J = %f \n",J);
mprintf("c = %f cm \n",c);  //cm Covering
mprintf("L = %f m \n",L); //m Clear Span Length
mprintf("B = %f m \n",B); //m
mprintf("H = %f m \n",H); //m
mprintf("Vmax = %f kg \n",Vmax); //kg
mprintf("Mmax = %f kg/m \n",Mmax); //kg/m
mprintf("d = %f \n",d);
mprintf("-----------------------------------------------------\n");
mprintf("[OUTPUT]\n");
mprintf("-----------------------------------------------------\n");
//-------------------------------------------------------------
```

รูปที่ 3.18 คำสั่งในการแสดงผลตัวแปร

3.3.5 ฟังก์ชั่น if และ else เป็นคำสั่งที่ใช้มากในการเขียนโปรแกรมอาจจะบอกได้ว่าเป็นหัวใจหลักเนื่องจากการออกแบบเหล็กเสริมในคานมีข้อจำกัดมากมายจึงจำเป็นต้องใช้คำสั่งนี้ ดังแสดงในรูป 3.19

```
//-------------------------------------------------------------------

if((H/L)<(2/5))
   mprintf("H/L<2/5 Check >>> [ไม่เป็นคานลึก]\n");
else
   mprintf("H/L>2/5 Check >>> [เป็นคานลึก]\n");
end;
```

รูปที่ 3.19 แสดงฟังก์ชั่น if และ else

3.3.6 ฟังก์ชั่นการคำนวณเหล็กเสริมในคาน

3.3.6.1 เป็นการคำนวณหาเหล็กเสริมในคานแบบ Single Reinforcement

จะเป็นการคำนวณต่อเมื่อ Mmax < Mr จะทำการคำนวณเพียงเหล็กรับแรงดึง เพราะโมเม้นต์สูงสุดมีค่าน้อยกว่าโมเมนต์ที่รับได้จริง ดังแสดงในรูปที่ 3.20

```
//-------------------------------------------------------------
   Mr=R*B*d^2;
   mprintf("MR = %f kg\n",Mr);
//-------------------------------------------------------------
if Mmax<Mr then
  As=Mmax/(fs*J*(d/100));
   mprintf("As = %f cm^2\n",As);
   mprintf("Mmax<Mr Check >>> [single RC]\n");
     Vd=Vmax;
   mprintf("Vd = %f kg\n",Vd);
//-------------------------------------------------------------
   b=B*100;
   Asmin=(14*(b*d))/fy;
   mprintf("As-min = %f cm^2\n",Asmin);
   Vc=0.29*sqrt(fcp)*b*d;
   mprintf("Vc = %f kg\n",Vc);
//-------------------------------------------------------------
   vDelta=Vd-Vc;
     if(vDelta<0)
       plog1=0.01*round(d/2);
       if(plog1>30)
           plog=30;
        else
           plog=plog1;
```

รูปที่ 3.20 แสดงโค้ดการคำนวณแบบ Single Reinforcement

```
end;
      else
         //As_temp = SigmaZero/
         plog1 = ((5*(floor(S/5)))/100);
         if(plog1>30)
            plog=30;
         else
            plog=plog1;
end;
end;
   mprintf("Vd-Vc = %f kg\n",vDelta);
//-------------------------------------------------------------------
   //S=(n*Av*fs*d)/Vmax;
   Av=gArea3;
   S=(n*Av*fv*d)/Vd;
   mprintf("ระยะเรียง(S) = %f cm\n",S);
//-------------------------------------------------------------------

if (cv1 == 'RB')
   Micro1=((3.23*sqrt(fcp))/gValue1);//cm^2
      if(Micro1>35)
         Micro=35;
      else
         Micro=Micro1;
       end;
else (cv1 == 'DB')
   Micro1=((1.165*sqrt(fcp))/gValue1);//cm^2
      if(Micro1>11)
         Micro=11;
      else
         Micro=Micro1;
   end;
end;
mprintf("หน่วยแรงยึดหน่วง(u) = %f cm^2\n",Micro);
//-------------------------------------------------------------------
SigmaZero=Vd/(Micro*J*d);
mprintf("Sigma(0) = %f cm\n",SigmaZero);
```

รูปที่ 3.20 แสดงโค้ดการคำนวณแบบ Single Reinforcement (ต่อ)

3.3.6.2 เป็นการคำนวณหาเหล็กเสริมในคานแบบ Double Reinforcement

จะเป็นการคำนวณต่อเมื่อ Mmax > Mr จะทำการคำนวณเหล็กทั้ง 2 ประเภทคือ

1. เหล็กรับแรงอัด 2. เหล็กรับแรงอัด เพราะโมเมนต์สูงสุดมีค่ามากกว่าโมเมนต์ที่รับได้จริง ดังแสดงในรูปที่ 3.21

```
    M1=Mmax-Mr;
    As1=Mr/(fs*J*(d/100));
    As2=M1/(fs*((d/100)-0.04));
    As=As1+As2;
    Ass = (0.5*As2*((1-k)/(k-(0.04/d))));
    mprintf("Ass = %f cm^2\n",Ass);
    mprintf("As = %f cm^2\n",As);
    mprintf("Mmax>Mr Check >>> [Double RC]\n");
//-------------------------------------------------
    Vd=Vmax;
    mprintf("Vd = %f kg\n",Vd);
//-------------------------------------------------------------------
    b=B*100;
    Asmin=(14*(b*d))/fy;
    mprintf("As-min = %f cm^2\n",Asmin);
    Vc=0.29*sqrt(fcp)*b*d;
    mprintf("Vc = %f kg\n",Vc);
//-------------------------------------------------------------------
     vDelta=Vd-Vc;
      if(vDelta<0)
        plog=((5*(floor(d/2)))/100);
      else
         //As_temp = SigmaZero/
         plog1 = ((5*(floor(S/5)))/100);
         if(plog1>30)
            plog=30;
         else
            plog=plog1;
end;
end;
   mprintf("Vd-Vc = %f kg\n",vDelta);
//-------------------------------------------------------------------
   //S=(n*Av*fs*d)/Vmax;
   Av=gArea3;
   S=(n*Av*fv*d)/Vd;
   mprintf("ระยะเรียง(S) = %f cm\n",S);
```

รูปที่ที่ 3.21 แสดงโค้ดการคำนวณแบบ Double Reinforcement

```
//-----------------------------------------------------------------
if (cv1 == 'RB')
   Micro1=((3.23*sqrt(fcp))/gValue1);//cm^2
      if(Micro1>35)
         Micro=35;
      else
         Micro=Micro1;
      end;
else (cv1 == 'DB')
   Micro1=((1.165*sqrt(fcp))/gValue1);//cm^2
      if(Micro1>11)
         Micro=11;
      else
         Micro=Micro1;
   end;
end;
mprintf("หน่วยแรงยึดหน่วง(u) = %f cm^2\n",Micro);

//-----------------------------------------------------------------
SigmaZero=Vd/(Micro*J*d);
mprintf("Sigma(0) = %f cm\n",SigmaZero);
//-----------------------------------------------------------------
nA = ceil(As/gArea1);
Afinal = (nA*gArea1);
nA1 = ceil(Ass/gArea2);
Afinal1 = (nA1*gArea2);
//-----------------------------------------
mprintf("เหล็กรับแรงดึง %s  ",gain1);
mprintf("จำนวน %i เส้น ",nA);
mprintf("หน้าตัดเหล็กรวม = %f cm^2 \n",Afinal);
mprintf("เหล็กรับแรงอัด %s  ",gain2);
mprintf("จำนวน %i เส้น ",nA1);
mprintf("หน้าตัดเหล็กรวม = %f cm^2 \n",Afinal1);
mprintf("เหล็กปลอก %s  ",gain3);
mprintf("@ %f m ",plog);
mprintf("Sigma(0) = %f cm\n",SigmaZero);
end;
//-----------------------------------------
```

รูปที่ 3.21 แสดงโค้ดการคำนวณแบบ Double Reinforcement (ต่อ)

3.3.7 การบันทึกผลลัพธ์ลงในเท็กซ์ไฟล์

เป็นคำสั่งการบันทึกค่าตัวแปรและค่าที่คำนวณมาได้ในเท็กซ์ไฟล์ เพื่อความสะดวกในการทำงานครั้งต่อไป โดยที่ไม่ต้องจดค่าไว้และสามารถนำมาตรวจสอบได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.22

```
printf("Printing to a file\n");
   printf("=========================\n");
   filename = input ("Enter file to write to (between quotes) : ");
   u = file('open',filename,'new');
   fprintf(u,"-------------------------------------------------");
   fprintf(u,"[INPUT]\n");
   fprintf(u,"-------------------------------------------------");
   fprintf(u,"fcp = %f ksc \n",fcp);//ksc
   fprintf(u,"fy = %f ksc \n",fy);//ksc
   fprintf(u,"R = %f ksc \n",R); //ksc
   fprintf(u,"k = %f \n",k);
   fprintf(u,"J = %f \n",J);
   fprintf(u,"c = %f cm \n",c);  //cm Covering
   fprintf(u,"L = %f m \n",L); //m Clear Span Length
   fprintf(u,"B = %f m \n",B); //m
   fprintf(u,"H = %f m \n",H); //m
   fprintf(u,"Vmax = %f kg \n",Vmax); //kg
   fprintf(u,"Mmax = %f kg/m \n",Mmax); //kg/m
   fprintf(u,"d = %f \n",d);
   fprintf(u,"-------------------------------------------------");
   fprintf(u,"[The calculated results.]");
   fprintf(u,"-------------------------------------------------");
   fprintf(u,"MR = %f kg\n",Mr);
```

รูปที่ 3.22 แสดงโค้ดการบันทึกผลลัพธ์ลงในเท็กซ์ไฟล์

```
fprintf(u,"As = %f cm^2\n",As);
fprintf(u,"Mmax<Mr Check >>> [single RC]\n");
fprintf(u,"Vd = %f kg\n",Vd);
fprintf(u,"As-min = %f cm^2\n",Asmin);
fprintf(u,"Vc = %f kg\n",Vc);
fprintf(u,"Vd-Vc = %f kg\n",vDelta);
fprintf(u,"ระยะเรียง (S) = %10.2f cm",S);
fprintf(u,"ระยะยึดหน่วง (u) = %10.2f cm^2",Micro);
fprintf(u,"เหล็กรับแรงดึง %s จำนวน %i เส้น",gain1,nA);
fprintf(u,"หน้าตัดเหล็กรวม = %10.2f cm^2 \n",Afinal);
fprintf(u,"เหล็กปลอก %s @ %10.2f m ",gain3,plog);
fprintf(u,"----------");
file('close',u)
//---------------------------------------------------------------
```

รูปที่ 3.22 แสดงโค้ดการบันทึกผลลัพธ์ลงในเท็กซ์ไฟล์ (ต่อ)

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

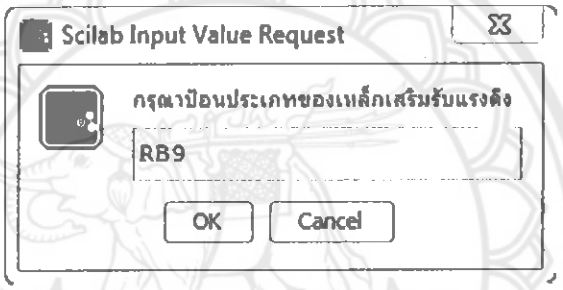
4.1 วิธีการใช้โปรแกรม Scilab-5.3.3

4.1.1 การป้อนค่าตัวแปร

ในการนำเข้าข้อมูลจะต้องกรอกประเภทของเหล็กเสริม โดยจะแบ่งประเภทของเหล็กเสริมเป็น 2 ประเภทคือ RB และ DB ในแต่ละประเภทจะมีขนาดของเหล็กที่ต่างกัน RB จะมีขนาดดังต่อไปนี้ 6,9,12,15,19,22,25,28,34 และ DB จะมีขนาดดังนี้ 10,12,16,20,22,25,2832 ในการป้อนค่าจะต้องป้อนเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และไม่ต้องเว้นวรรค เช่น RB12 DB10 เป็นต้น

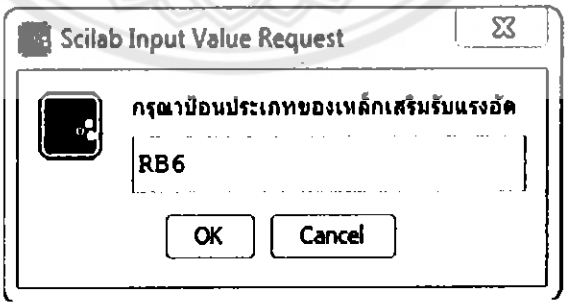
4.1.1.1การป้อนค่าประเภทของเหล็กเสริม จะต้องป้อนค่า 3 ค่า คือ

(1) ป้อนค่าประเภทของเหล็กรับแรงดึง ดังแสดงในรูป 4.1



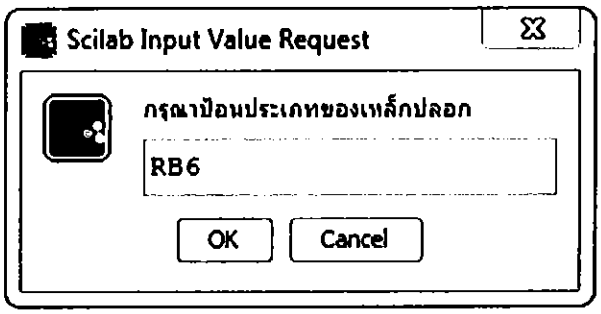
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนค่าประเภทของเหล็กรับแรงดึง

(2) ป้อนค่าประเภทของเหล็กรับแรงอัด ดังแสดงในรูป 4.2



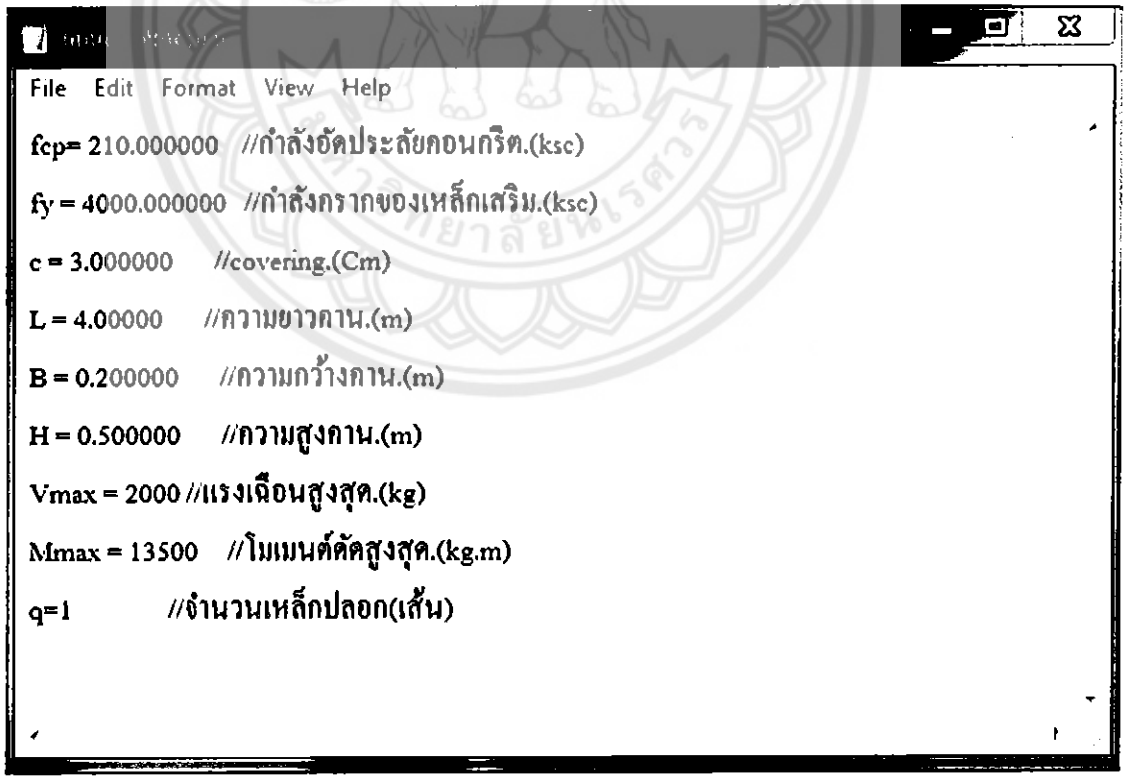
รูปที่ 4.2 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนค่าประเภทของเหล็กแรงอัด

(3) ป้อนค่าประเภทของเหล็กปลอก ดังแสดงในรูป 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าต่างโต้ตอบเพื่อป้อนค่าประเภทของเหล็กปลอก

4.1.1.2 วิธีการป้อนค่าตัวแปรต่างๆ ได้แก่ 1. ระยะหุ้ม 2.จำนวนเหล็กปลอก 3.กำลังอัดประลัยคอนกรีต 4.กำลังครากของเหล็กเสริม 5.ความยาวคาน 6.ความกว้างคาน 7.ความสูงคาน 8.แรงเฉือนสูงสุด 9.โมเมนต์ดัดสูงสุด จะทำการป้อนค่าในตัวเท็กซ์ไฟล์ ซึ่งในตัวอย่างจะใช้โปรแกรม Notepad ในการป้อนค่าตัวแปร ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงหน้าต่างป้อนค่าใน Notepad

4.1.1.3 การแสดงผลของโปรแกรม

เมื่อป้อนค่าข้อมูลเสร็จสมบูรณ์ โปรแกรมจะทำการแสดงผลออกมาดังรูปที่ 4.5

```
[INPUT]
-----------------------------------------------------------
fcp = 210.000000 ksc
fy = 4000.000000 ksc
R = 14.004803 ksc
k = 0.333464
J = 0.888845
c = 3.000000 cm
L = 4.000000 m
B = 0.200000 m
H = 0.500000 m
Vmax = 2000.000000 kg
Mmax = 13500.000000 kg/m
d = 44.400000
-----------------------------------------------------------
[OUTPUT]
-----------------------------------------------------------
H/L<2/5 Check >>> [ไม่เป็นคานลึก]
MR = 5521.701574 kg
Ass = 11.641247 cm^2
As = 19.846910 cm^2
Mmax>Mr Check >>> [Double RC]
Vd = 2000.000000 kg
As-min = 3.108000 cm^2
Vc = 3731.819340 kg
Vd-Vc = -1731.819340 kg
ระยะเรียง(S) = 178.488000 cm
 ans  =

  T
หน่วยแรงยึดหน่วง(u) = 8.441227 cm^2
Sigma(0) = 6.003648 cm
เหล็กรับแรงดึง DB20  จำนวน 7 เส้น หน้าตัดเหล็กรวม =      21.98 cm^2
เหล็กรับแรงอัด DB20  จำนวน 4 เส้น หน้าตัดเหล็กรวม =      12.56 cm^2
เหล็กปลอก DB16  @       0.23 m Sigma(0) =       6.00 cm
Printing to a file
===========================
```

รูปที่ 4.5 แสดงผลของโปรแกรม

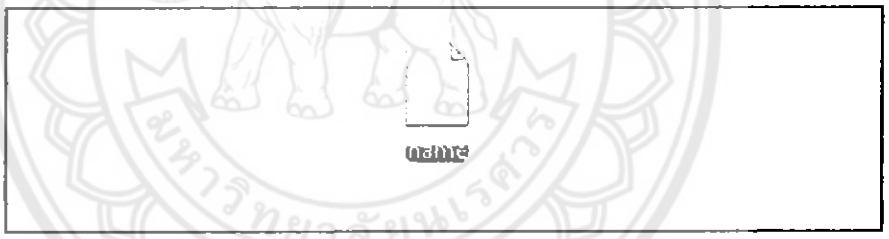
4.1.1.4 การบันทึกข้อมูล

ในการบันทึกข้อมูลจะต้องพิมพ์คำสั่ง ('d:\name.txt') ลงในโปรแกรมเพื่อทำการบันทึกลงใน Notepad ดังแสดงในรูปที่ 4.6

```
==========================
Enter file to write to (between quotes) :('d:\name.txt')
```

รูปที่ 4.6 แสดงวิธีการบันทึกค่า

เมื่อพิมพ์คำสั่งเสร็จสมบูรณ์ข้อมูลจะถูกบันทึกลงใน Local Disk (D:) และไฟล์จะมีชื่อตามที่กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงไฟล์ที่กำหนดไว้

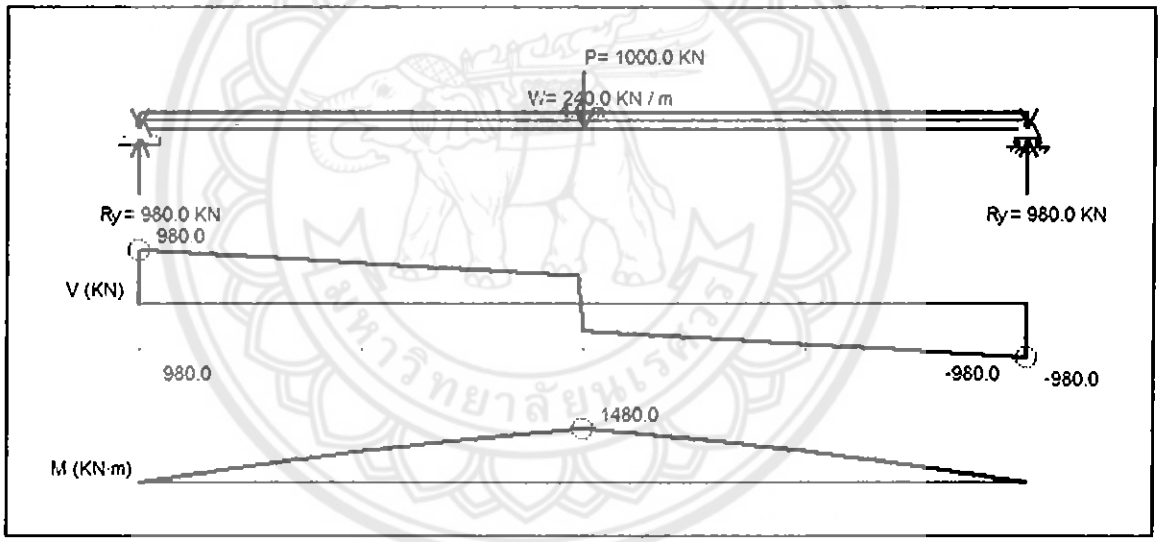
4.2 การใช้งานโปรแกรม SCILAB ในการออกแบบเหล็กเสริมในคานคอนกรีต

ในบทนี้จะเป็นการยกตัวอย่างการใช้โปรแกรม Scilab-5.3.3 โดยพิมพ์คำสั่ง exec('KAN.sce',-1) ซึ่งจะต้อง Input ค่าต่างๆ ที่จำเป็นต่อการคำนวณ เข้าไปในโปรแกรม Scilab-5.3.3 ไปในหน้าต่างคำสั่ง และจะทำการตรวจสอบผลของการใช้โปรแกรมด้วย Microsoft Office Excel ที่ใช้ออกแบบหน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ของ รศ.ดร.สถาพร โภคา [3]

4.2.1 ตัวอย่างที่ 1

จงคำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมในคานช่วงเดียวความยาว 4.0 m รับน้ำหนักกระทำเป็นจุดที่กึ่งกลางคานเท่ากับ 1000 กิโลกรัม กำหนดรูปหน้าตัดคานมีขนาด 0.20x0.50 m กำหนดให้ fc'=210 ksc fy=4000 ksc ระยะหุ้ม 3 cm ใช้เหล็กปลอก1 เส้น

จากตัวอย่างที่ 1จะคำนวณได้ว่า Vmax=980 kg และ Mmax=1480 kg.m ดังแสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แสดงการคำนวณหา Mmax และ Vmax ในตัวอย่างที่ 1 [4]

ป้อนค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณ

เมื่อทำการป้อนตัวแปรต่างๆที่จำเป็นต่อการคำนวณเสร็จแล้วเริ่มต้นโปรแกรม จะแสดงผลดังแสดงในรูปที่ 4.9

```
------------------------------------------------------------
[INPUT]
------------------------------------------------------------
fcp = 210.000000 ksc
fy = 4000.000000 ksc
R = 14.004803 ksc
k = 0.333464
J = 0.888845
c = 3.000000 cm
L = 4.000000 m
B = 0.200000 m
H = 0.500000 m
Vmax = 980.000000 kg
Mmax = 1480.000000 kg/m
d = 45.500000
------------------------------------------------------------
[OUTPUT]
------------------------------------------------------------
H/L<2/5 Check >>> (ไม่เป็นคานลึก)
MR = 5798.688562 kg
As = 2.152659 cm^2
Mmax<Mr Check >>> [single RC]
Vd = 980.000000 kg
As-min = 3.185000 cm^2
Vc = 3824.274323 kg
Vd-Vc = -2844.274323 kg
ระยะเรียง(S) = 118.857143 cm
หน่วยแรงยึดหน่วง(u) = 35.000000 cm^2
Sigma(0) = 0.692342 cm
เหล็กรับแรงดึง RB12  จำนวน 2 เส้น หน้าตัดเหล็กรวม =        2.26 cm^2
เหล็กปลอก RB9  @        0.23 m
Printing to a file
============================
```

รูปที่ 4.9 แสดงผลการคำนวณค่า ในหน้าต่างโปรแกรม จากตัวอย่างที่ 1

วัสดุ และกลสมบัติ

เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:	SD 40			
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:	1,700			กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:	2,040,000			กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'		:	210			กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:	94.50			กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต Ec = 15,210·fc'^0.5		:	220,414			กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n =	Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:	9			
k =	1/[1+fs/(n·fc)]	:	0.333			
j =	1 - k/3	:	0.889			
R =	fc/2·j·k	:	14.00			กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด						
โมเมนต์ดัด		:	1,480			กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน		:	980			กิโลกรัม

หน้าตัด (กรณีไปตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	ปลายไม่ต่อเนื่องสองด้าน	0.25	b	:	0.20	เมตร
2	ปลายต่อเนื่องด้านเดียว	0.22	D	:	0.50	เมตร
3	ปลายต่อเนื่องสองด้าน	0.19				
4	คานยื่น	0.50	กรณี	:	1	ใช่/ไม่
ระยะหุ้ม				:	0.03	เมตร
ความยาวช่วงคาน					4.00	เมตร

เหล็กเสริม			รับแรงอัด	รับแรงดึง		
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน	:	2	0		เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	0	0		มิลลิเมตร
	ลูกคัดขนาด	:				เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น	:				เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	:				มิลลิเมตร
d-d', d	>= 8 b if L/b > 30	:	0.42	0.46		เมตร
MR =	R·b·d²	:		5,953		กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก		:		Single		

เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)			คำนวณ	เสริมจริง		
As =	M/[fs·j·d]	:	2.31	0.00		#DIV/0!
As' =		:	0.00	0.00		ใช่/ไม่
Asmin =	14/fy·[b·d]	:	3.23	0.00		#DIV/0!
Asmin =		:		0.00		ใช่/ไม่

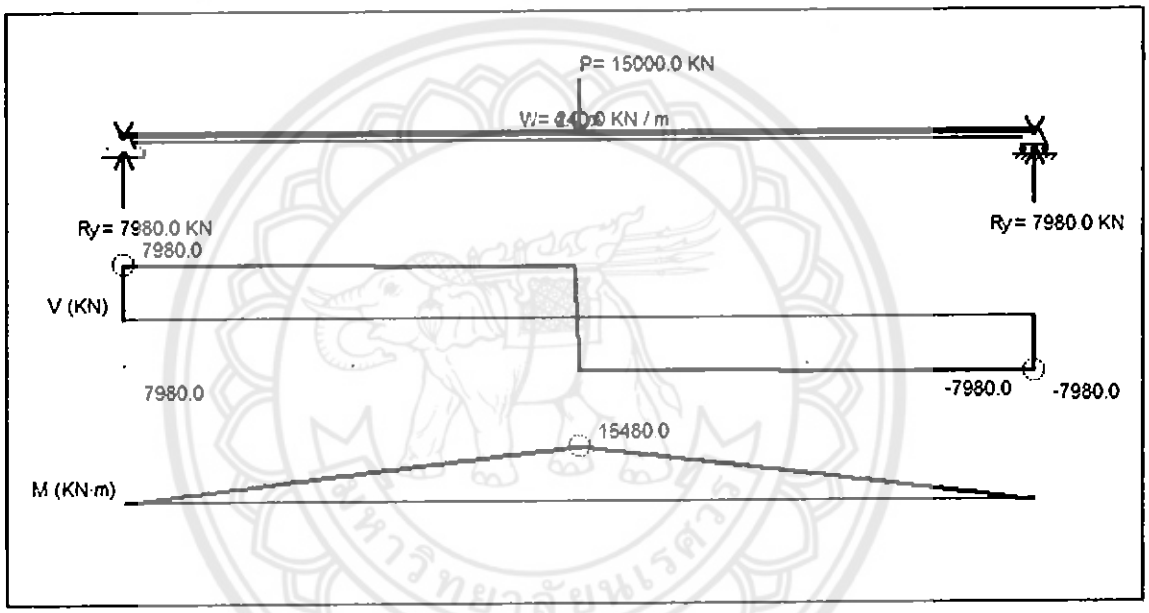
แรงเฉือนและเหล็กปลอก						
การใช้เหล็กลูกตั้ง	v ≤ 1.32·fc'^0.5	:				เสริมเหล็กได้/
V - Vc =	V - 0.29·[fc]^0.5·(b·d)	:		0		กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12	มิลลิเมตร
fv =	0.50·fy	:	1,200	1,200	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.231	0.231	0.231	เมตร

รูปที่ 4.10 แสดงผลการคำนวณ ตัวอย่างที่ 1 โดยใช้ Microsoft Office Excel [3]

4.2.2 ตัวอย่างที่ 2

จงคำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมในคานช่วงเดียวความยาว 4.0 m รับน้ำหนักกระทำเป็นจุดที่กึ่งกลางคานเท่ากับ 15000 กิโลกรัม กำหนดรูปหน้าตัดคานมีขนาด 0.20x0.50 m กำหนดให้ fc'=210 ksc fy=4000 ksc ระยะหุ้ม 3 cm ใช้เหล็กปลอก 1 เส้น

จากตัวอย่างที่ 2 จะคำนวณได้ว่า Vmax=7980 kg และ Mmax= 15480 kg.m ดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงการคำนวณหา Mmax และ Vmax จากตัวอย่างที่ 2 [4]

```
------------------------------------------------------------
[INPUT]
------------------------------------------------------------
fcp = 210.000000 ksc
fy = 4000.000000 ksc
R = 14.004803 ksc
k = 0.333464
J = 0.888845
c = 3.000000 cm
L = 4.000000 m
B = 0.200000 m
H = 0.500000 m
Vmax = 7980.000000 kg
Mmax = 15480.000000 kg/m
d = 45.000000
------------------------------------------------------------
[OUTPUT]
------------------------------------------------------------
H/L<2/5 Check >>> [ไม่เป็นคานลึก]
MR = 5671.945098 kg
Ass = 14.101130 cm^2
As = 22.413319 cm^2
Mmax>Mr Check >>> [Double RC]
Vd = 7980.000000 kg
As-min = 3.150000 cm^2
Vc = 3782.249331 kg
Vd-Vc = 4197.750669 kg
ระยะเรียง(S) = 14.436090 cm
หน่วยแรงยึดหน่วง(u) = 21.275976 cm^2
Sigma(0) = 9.377233 cm
เหล็กรับแรงดึง RB22  จำนวน 6 เส้น หน้าตัดเหล็กรวม =      22.80 cm^2
เหล็กรับแรงอัด RB22  จำนวน 4 เส้น หน้าตัดเหล็กรวม =      15.20 cm^2
เหล็กปลอก RB9  @       0.10 m Sigma(0) =       9.38 cm
Printing to a file
============
```

รูปที่ 4.12 แสดงผลการคำนวณค่า ในหน้าต่างโปรแกรม จากตัวอย่างที่ 2

วัสดุ และกลสมบัติ

เหล็กชั้นคุณภาพ	SD xx หรือ SR xx	:		SD 40		
หน่วยแรงใช้งานของเหล็กเสริม, fs		:		1,700		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม, Es		:		2,040,000		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต, fc'		:		210		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วยแรงใช้งานของคอนกรีต, fc		:		94.50		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต	Ec = 15,210·fc'^0.5	:		220,414		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
n =	Es/Ec; Es = 2,040,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	:		9		
k =	1/[1+fs/(n·fc)]	:		0.333		
j =	1 - k/3	:		0.889		
R =	fc/2·j·k	:		14.00		กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

โมเมนต์ดัด	:	15,480	กิโลกรัม-เมตร
แรงเฉือน	:	7,980	กิโลกรัม

หน้าตัด (กรณีไม่ตรวจสอบการแอ่น หรือโก่งตัว)

	กรณี	ความลึกต่ำสุด				
1	คานต่อเนื่องสองด้าน	0.25	b	:	0.20	เมตร
2	คานต่อเนื่องด้านเดียว	0.22	D	:	0.50	เมตร
3	คานยื่น	0.10				
4	คานเดี่ยว	0.50	กรณี	:	1	ใช่/ไม่
ระยะหุ้ม				:	0.03	เมตร
ความยาวช่วงคาน					4.00	เมตร

เหล็กเสริม				รับแรงอัด	รับแรงดึง	
เหล็กชั้นล่าง (ใกล้ผิว)	จำนวน		:	6	4	เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	0	0	มิลลิเมตร
	ลูกคัดขนาด		:			เมตร
เหล็กชั้นบน	จำนวนเส้น		:			เส้น
	เส้นผ่านศูนย์กลาง		:			มิลลิเมตร
d-d', d		>= 8·b if L/b > 30	:	0.42	0.46	เมตร
MR =	R·b·d²		:		5,953	กิโลกรัม-เมตร
การเสริมเหล็ก			:		Double	

เหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)				คำนวณ	เสริมจริง		
As =	M/[fs·j·d] + (M-Mr)/[fs·(d-d')]	:	21.83	0.00		#DIV/0!
As' =	-(M-Mr)/fs/(d-d')/2·(1-k)/(k-d'/d)	:	17.78	0.00		#DIV/0!
Asmin =	14/fy·[b·d]	:	3.23	0.00		#DIV/0!
Asmin =		:		0.00		ใช่/ไม่

แรงเฉือนและเหล็กปลอก

การใช้เหล็กลูกตั้ง	v ≤ 1.32·fc'^0.5	:				เสริมเหล็กได้/ไม่
V - Vc =	V - 0.29·[fc]^0.5·[b·d]	:		4,105		กิโลกรัม
เส้นผ่านศูนย์กลาง		:	6	9	12	มิลลิเมตร
fv =	0.50·fy	:	1,200	1,200	1,700	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเรียงสูงสุดที่ยอมให้		:	0.076	0.171	0.231	เมตร

รูปที่ 4.13 แสดงผลการคำนวณ ตัวอย่างที่ 2 โดยใช้ Microsoft Office Excel [3]

4.2 สรุปผลการคำนวณ

ผลที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมา เทียบกับผลคำนวณจากไฟล์ Microsoft Office Excel [3] จะเห็นว่าปริมาณเหล็กเสริมที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันมาก ต่างกันเพียงเล็กน้อย

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลของโปรแกรม

- โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาสามารถใช้งานภายใต้โปรแกรม SciLab 5.3.3
- ใช้งานได้ทั้งในระบบ Windows ,Mac OS และ Linux
- โปรแกรมนี้ใช้วิเคราะห์ออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ออกมาถูกต้องและเป็นที่น่าพอใจ

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

- ตัวโปรแกรม SCILAB มีความละเอียด จึงต้องเริ่มทำการศึกษาตั้งแต่พื้นฐานการเขียนโปรแกรม ตลอดจนการหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อหาแนวทางในการประยุกต์การใช้งาน และถ้าหากเกิดการแก้ไขตัวโปรแกรม อาจทำให้โปรแกรมไม่ทำงาน จึงไม่ควรแก้ไขตัวโปรแกรมโดยไม่มีความเข้าใจในหลักการทำงาน
- ควรเพิ่มเติมในส่วนของการใช้โปรแกรม SCILAB มาช่วยในการหาค่า Shear และ Bending Moment Diagram เพื่อความสะดวกและสมบูรณ์ของโปรแกรมโดยไม่ใช้โปรแกรมอื่นมาร่วมด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] รศ.ดร.สถาพร โภคา. การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก(หน่วยแรงใช้งาน). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ไลบรารี่ นาย , พ.ศ. 2544.

[2] ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์. คู่มือโปรแกรมภาษา SCILAB สำหรับผู้เริ่มต้น(พิมพ์ครั้งที่ 2).ศูนย์ผลิตตำราเรียน,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,พ.ศ.2549.

[3] รศ.ดร.สถาพร โภคา. Spreadsheets Microsoft Office Excel โปรแกรมออกแบบหน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็ก.

[4] โปรแกรม SUTStructor 3.50 พัฒนาโดย นายอลงกรณ์ ละม่อม ปริญญาโทวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปัจจุบันเป็นอาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ภาคผนวก

โค้ดโปรแกรมช่วยในการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก (วิธีหน่วยแรงใช้งาน)

```
//-คานเสริมเหล็ก
//-------------------------------------------------
// D=play mode
mode(0);
// D=play warning for floating point exception
ieee(1);
//-------------------------------------------------
// Constants
//-------------------------------------------------
MOK202527_Size= ['RB6', 'RB9', 'RB12', 'RB15', 'RB19', 'RB22','RB25', 'RB28', 'RB34'];
MOK202527_value=[ 0.6,  0.9,  1.2,  1.5,  1.9,  2.2,  1.5,  2.8,  3.4];
MOK202527_Area= [ 0.28, 0.64,  1.13,  1.77,  2.84,  3.80, 4.91,  6.16,  9.08]; //sq.cm

MOK242527_Size= ['DB10', 'DB12', 'DB16', 'DB20', 'DB22', 'DB25','DB28', 'DB32'];
MOK242527_value=[  1.0,  1.2,  1.6,  2.0,  2.2,  2.5,  2.8,  3.2];
MOK242527_Area= [  0.79,  1.13,  2.01,  3.14,  3.80,  4.91,  6.16,  8.04]; //sq.cm
//-------------------------------------------------
//[INPUT]
//-------------------------------------------------
disp("=================================================");
disp("          Select the input method.          ");
disp("=================================================");
disp("1 - file(.txt)");
disp("2 - dialog blog");
disp("=================================================");
itype = input("")
select itype
case 1 then
   Afilename = input ("Enter file to open to (between quotes) : ");
   exec(Afilename);
case 2 then
   c=evstr(x_dialog('กรุณาป้อน.Covering.(Cm)',['']));
   q=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนจำนวนเหล็กปลอก(เส้น)',['']));
   fcp=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนกำลังอัดประลัยคอนกรีต.(ksc)',['']));
   fy=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนกำลังครากของเหล็กเสริม.(ksc)',['']));
   L=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนความยาวคาน.(m)',['']));
   B=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนความกว้างคาน.(m)',['']));
   H=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนความสูงคาน.(m)',['']));
   Vmax=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนแรงเฉือนสูงสุด.(kg)',['']));
   Mmax=evstr(x_dialog('กรุณาป้อนโมเมนต์ดัดสูงสุด.(kg.m)',['']));
   Afilename =evstr(x_dialog('กรุณาป้อนชื่อไฟร์ที่ต้องการบันทึกผลการคำนวน(between
quotes)',['C:\Users\Gear_XV\Desktop\11.txt']));
end;
```

```
//-------------------------------------------
// Get Data1
//-------------------------------------------
gSize1='';
gValue1=0;
gArea1=0;
//-------------------------------------------
gain1=x_dialog('กรุณาป้อนประเภทของเหล็กเสริมรับแรงดึง','');
gSize1=gain1;
cv1=part(gain1,1:2);

if(cv1=='RB')
   con11=0; //Condition
   i1=1; //loop
   while con11 == 0  //True = Working, False = Not Woring
       if(MOK202527_Size(i1)==gain1)
         con11=1;
         //MOK202527_value(i)
         gValue1=MOK202527_value(i1);
         //MOK202527_Area(i)
         gArea1=MOK202527_Area(i1);
       end;
       i1=i1+1;
   end
end;

if(cv1=='DB')
   con11=0; //Condition
   i1=1; //loop
   while con11 == 0  //True = Working, False = Not Woring
       if(MOK242527_Size(i1)==gain1)
         con11=1;
         //MOK242527_value(i)
         gValue1=MOK242527_value(i1);
         //MOK242527_Area(i)
         gArea1=MOK242527_Area(i1);
       end;
       i1=i1+1;
   end
end;
//-------------------------------------------
```

```
// Get Data2
//-------------------------------------------------
gSize2='';
gValue2=0;
gArea2=0;
//-------------------------------------------------

gain2=x_dialog('กรุณาป้อนประเภทของเหล็กเสริมรับแรงอัด',',');
gSize2=gain2;
cv2=part(gain2,1:2);

if(cv2=='RB')
   con12=0; //Condition
   i2=1; //loop
   while con12 == 0  //True = Working, False = Not Woring
       if(MOK202527_Size(i2)==gain2)
         con12=1;
         //MOK202527_value(i)
         gValue2=MOK202527_value(i2);
         //MOK202527_Area(i)
         gArea2=MOK202527_Area(i2);
       end;
       i2=i2+1;
   end
end;

if(cv2=='DB')
   con12=0; //Condition
   i2=1; //loop
   while con12 == 0  //True = Working, False = Not Woring
       if(MOK242527_Size(i2)==gain2)
         con12=1;
         //MOK242527_value(i)
         gValue2=MOK242527_value(i2);
         //MOK242527_Area(i)
         gArea2=MOK242527_Area(i2);
       end;
       i2=i2+1;
   end
end;
//-------------------------------------------------
```

```
// Get Data3
//-----------------------------------------------
gSize3='';
gValue3=0;
gArea3=0;
//-----------------------------------------------
gain3=x_dialog('กรุณาป้อนประเภทของเหล็กปลอก','');
gSize3=gain3;
cv3=part(gain3,1:2);
if(cv3=='RB')
   con13=0; //Condition
   i3=1; //loop
   while con13 == 0  //True = Working, False = Not Woring
       if(MOK202527_Size(i3)==gain3)
         con13=1;
         //MOK202527_value(i)
         gValue3=MOK202527_value(i3);
         //MOK202527_Area(i)
         gArea3=MOK202527_Area(i3);
       end;
       i3=i3+1;
   end
end;
if(cv3=='DB')
   con13=0; //Condition
   i3=1; //loop
   while con13 == 0  //True = Working, False = Not Woring
       if(MOK242527_Size(i3)==gain3)
         con13=1;
         //MOK242527_value(i)
         gValue3=MOK242527_value(i3);
         //MOK242527_Area(i)
         gArea3=MOK242527_Area(i3);
       end;
       i3=i3+1;
   end
end;
//-----------------------------------------------
d=(H*100)-(c+gValue3+(gValue1/2));
n=(q*2);
Ec = 15210*sqrt(fcp);
N=round(2040000/Ec);
```

```
fs=(0.5*fy);//ksc
    if(fs>1700)
      fs=1700;
    else
      fs=fs;
    end;
fv=(0.5*fy);//ksc
fc=(0.45*fcp);//ksc
k=(1/(1+(fs/(N*fc))));//
J=1-(k/3);//
R=0.5*fc*k*J;//ksc
//-------------------------------------------------
mprintf("-------------------------------------------\n");
mprintf("[INPUT]\n");
mprintf("-------------------------------------------\n");
mprintf("fcp = %f ksc \n",fcp);//ksc
mprintf("fy = %f ksc \n",fy);//ksc
mprintf("R = %f ksc \n",R); //ksc
mprintf("k = %f \n",k);
mprintf("J = %f \n",J);
mprintf("c = %f cm \n",c);  //cm Covering
mprintf("L = %f m \n",L); //m Clear Span Length
mprintf("B = %f m \n",B); //m
mprintf("H = %f m \n",H); //m
mprintf("Vmax = %f kg \n",Vmax); //kg
mprintf("Mmax = %f kg/m \n",Mmax); //kg/m
mprintf("d = %f \n",d);
mprintf("-------------------------------------------\n");
mprintf("[OUTPUT]\n");
mprintf("-------------------------------------------\n");
//-------------------------------------------------
if((H/L)<(2/5))
   mprintf("H/L<2/5 Check >>> [ไม่เป็นคานลึก]\n");
else
   mprintf("H/L>2/5 Check >>> [เป็นคานลึก]\n");
end;
//-------------------------------------------------
   Mr=R*B*d^2;
   mprintf("MR = %f kg\n",Mr);
//-------------------------------------------------
```

```
if Mmax<Mr then
  As=Mmax/(fs*J*(d/100));
  mprintf("As = %f cm^2\n",As);
  mprintf("Mmax<Mr Check >>> [single RC]\n");
    Vd=Vmax;
  mprintf("Vd = %f kg\n",Vd);
//-------------------------------------------------
  b=B*100;
  Asmin=(14*(b*d))/fy;
  mprintf("As-min = %f cm^2\n",Asmin);
  Vc=0.29*sqrt(fcp)*b*d;
  mprintf("Vc = %f kg\n",Vc);
//-------------------------------------------------
  vDelta=Vd-Vc;
    if(vDelta<0)
      plog1=0.01*round(d/2);
      if(plog1>0.3)
          plog=0.3;
       else
          plog=plog1;
end;
    else
      //As_temp = SigmaZero/
      plog1 = ((5*(floor(S/5)))/100);
      if(plog1>0.3)
          plog=0.3;
      else
          plog=plog1;
end;
end;
  mprintf("Vd-Vc = %f kg\n",vDelta);
//-------------------------------------------------
  //S=(n*Av*fs*d)/Vmax;
  Av=gArea3;
  S=(n*Av*fv*d)/Vd;
  mprintf("ระยะเรียง(S) = %f cm\n",S);
//-------------------------------------------------
if (cv1 == 'RB')
  Micro1=((3.23*sqrt(fcp))/gValue1);//cm^2
    if(Micro1>35)
      Micro=35;
    else
      Micro=Micro1;
    end;
```

```
else (cv1 == 'DB')
   Micro1=((1.165*sqrt(fcp))/gValue1);//cm^2
      if(Micro1>11)
         Micro=11;
      else
         Micro=Micro1;
   end;
end;
mprintf("หน่วยแรงยึดหน่วง(u) = %f cm^2\n",Micro);
//-------------------------------------------------
SigmaZero=Vd/(Micro*J*d);
mprintf("Sigma(0) = %f cm\n",SigmaZero);
//-------------------------------------------------
nA = ceil(As/gArea1);
Afinal = (nA*gArea1);
//-------------------------------
mprintf("เหล็กรับแรงดึง %s  ",gain1);
mprintf("จำนวน %i เส้น ",nA);
mprintf("หน้าตัดเหล็กรวม = %10.2f cm^2 \n",Afinal);
mprintf("เหล็กปลอก %s  ",gain3);
mprintf("@ %10.2f m \n",plog);
//-------------------------------
printf("Printing to a file\n");
   printf("=========================\n");
   filename=strsubst(Afilename,".txt","-Output.txt");
   u = file('open',filename,'new');
   fprintf(u,"-----------------------------------------");
   fprintf(u,"[INPUT]\n");
   fprintf(u,"-----------------------------------------");
   fprintf(u,"fcp = %f ksc \n",fcp);//ksc
   fprintf(u,"fy = %f ksc \n",fy);//ksc
   fprintf(u,"R = %f ksc \n",R); //ksc
   fprintf(u,"k = %f \n",k);
   fprintf(u,"J = %f \n",J);
   fprintf(u,"c = %f cm \n",c);  //cm Covering
   fprintf(u,"L = %f m \n",L); //m Clear Span Length
   fprintf(u,"B = %f m \n",B); //m
   fprintf(u,"H = %f m \n",H); //m
   fprintf(u,"Vmax = %f kg \n",Vmax); //kg
   fprintf(u,"Mmax = %f kg/m \n",Mmax); //kg/m
   fprintf(u,"d = %f \n",d);
fprintf(u,"-----------------------------------------");
fprintf(u,"[The calculated results.]");
fprintf(u,"-----------------------------------------");
```

```
fprintf(u,"MR = %f kg\n",Mr);
fprintf(u,"As = %f cm^2\n",As);
fprintf(u,"Mmax<Mr Check >>> [single RC]\n");
fprintf(u,"Vd = %f kg\n",Vd);
fprintf(u,"As-min = %f cm^2\n",Asmin);
fprintf(u,"Vc = %f kg\n",Vc);
fprintf(u,"Vd-Vc = %f kg\n",vDelta);
fprintf(u,"ระยะเรียง (S) = %10.2f cm",S);
fprintf(u,"ระยะยึดหน่วง (u) = %10.2f cm^2",Micro);
fprintf(u,"เหล็กรับแรงดึง %s จำนวน %i เส้น",gain1,nA);
fprintf(u,"หน้าตัดเหล็กรวม = %10.2f cm^2 \n",Afinal);
fprintf(u,"เหล็กปลอก %s @ %10.2f m ",gain3,plog);
fprintf(u,"-------------------------------------");
file('close',u)

//-------------------------------------------------
else
 M1=Mmax-Mr;
 As1=Mr/(fs*J*(d/100));
 As2=M1/(fs*((d/100)-0.04));
 As=As1+As2;
 Ass = (0.5*As2*((1-k)/(k-(0.04/d))));
 mprintf("Ass = %f cm^2\n",Ass);
 mprintf("As = %f cm^2\n",As);
 mprintf("Mmax>Mr Check >>> [Double RC]\n");
//-------------------------------------
 Vd=Vmax;
 mprintf("Vd = %f kg\n",Vd);
//-------------------------------------------------
 b=B*100;
 Asmin=(14*(b*d))/fy;
 mprintf("As-min = %f cm^2\n",Asmin);
 Vc=0.29*sqrt(fcp)*b*d;
 mprintf("Vc = %f kg\n",Vc);
//-------------------------------------------------
    vDelta=Vd-Vc;
     if(vDelta<0)
       plog=0.01*round(d/2);
        if(plog1>0.3)
           plog=0.3;
        else
           plog=plog1;
end;
```

```
else
  //As_temp = SigmaZero/
  plog1 = ((5*(floor(S/5)))/100);
  if(plog1>0.3)
     plog=0.3;
  else
     plog=plog1;

end;
end;
mprintf("Vd-Vc = %f kg\n",vDelta);
//-----------------------------------------------
//S=(n*Av*fs*d)/Vmax;
Av=gArea3;
S=(n*Av*fv*d)/Vd;
mprintf("ระยะเรียง(S) = %f cm\n",S);
//-----------------------------------------------
if (cv1 == 'RB')
Micro1=((3.23*sqrt(fcp))/gValue1);//cm^2
if(Micro1>35)
  Micro=35;
else
  Micro=Micro1;

end;
else (cv1 == 'DB')
Micro1=((1.165*sqrt(fcp))/gValue1);//cm^2
if(Micro1>11)
  Micro=11;
else
  Micro=Micro1;
end;
end;
mprintf("หน่วยแรงยึดหน่วง(u) = %f cm^2\n",Micro);
//-----------------------------------------------
SigmaZero=Vd/(Micro*J*d);
mprintf("Sigma(0) = %f cm\n",SigmaZero);
//-----------------------------------------------
nA = ceil(As/gArea1);
Afinal = (nA*gArea1);
nA1 = ceil(Ass/gArea2);
Afinal1 = (nA1*gArea2);
```

```
//-----------------------------------------
mprintf("เหล็กรับแรงดึง %s  ",gain1);
mprintf("จำนวน %i เส้น ",nA);
mprintf("หน้าตัดเหล็กรวม = %10.2f cm^2 \n",Afinal);
mprintf("เหล็กรับแรงอัด %s  ",gain2);
mprintf("จำนวน %i เส้น ",nA1);
mprintf("หน้าตัดเหล็กรวม = %10.2f cm^2 \n",Afinal1);
mprintf("เหล็กปลอก %s  ",gain3);
mprintf("@ %10.2f m ",plog);
mprintf("Sigma(0) = %10.2f cm\n",SigmaZero);
//-----------------------------------------
printf("Printing to a file\n");
  printf("==========\n");
  filename=strsubst(Afilename,".txt","-Output.txt");
  u = file('open',filename,'new');
  fprintf(u,"----------");
  fprintf(u,"[INPUT]\n");
  fprintf(u,"----------");
  fprintf(u,"fcp = %f ksc \n",fcp);//ksc
  fprintf(u,"fy = %f ksc \n",fy);//ksc
  fprintf(u,"R = %f ksc \n",R); //ksc
  fprintf(u,"k = %f \n",k);
  fprintf(u,"J = %f \n",J);
  fprintf(u,"c = %f cm \n",c);  //cm Covering
  fprintf(u,"L = %f m \n",L); //m Clear Span Length
  fprintf(u,"B = %f m \n",B); //m
  fprintf(u,"H = %f m \n",H); //m
  fprintf(u,"Vmax = %f kg \n",Vmax); //kg
  fprintf(u,"Mmax = %f kg/m \n",Mmax); //kg/m
  fprintf(u,"d = %f \n",d);
  fprintf(u,"----------");
  fprintf(u,"[The calculated results.]");
  fprintf(u,"----------");
  fprintf(u,"MR = %f kg\n",Mr);
  fprintf(u,"As = %f cm^2\n",As);
  fprintf(u,"Mmax<Mr Check >>> [single RC]\n");
  fprintf(u,"Vd = %f kg\n",Vd);
  fprintf(u,"As-min = %f cm^2\n",Asmin);
  fprintf(u,"Vc = %f kg\n",Vc);
  fprintf(u,"Vd-Vc = %f kg\n",vDelta);
  fprintf(u,"----------");
  fprintf(u,"[The calculated results.]");
  fprintf(u,"----------");
```

```
fprintf(u,"ระยะเรียง (S) = %10.2f cm",S);
fprintf(u,"ระยะยึดหน่วง (u) = %10.2f cm^2",Micro);
fprintf(u,"เหล็กรับแรงดึง %s  จำนวน %i เส้น",gain1,nA);
fprintf(u,"หน้าตัดเหล็กรวม = %10.2f cm^2 \n",Afinal);
fprintf(u,"เหล็กรับแรงอัด %s  จำนวน %i เส้น",gain2,nA1);
fprintf(u,"หน้าตัดเหล็กรวม = %10.2f cm^2 \n",Afinal1);
fprintf(u,"เหล็กปลอก %s  @ %10.2f m ",gain3,plog);
fprintf(u,"-----------------------------------------");
file('close',u)


end;
//-----------------------------------
```