

ไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรม  
สำหรับการทดสอบแรงดึงเหล็กและแรงอัดคอนกรีต

ยศ.ดร.นิพนธ์ เขียวศิริพิพัฒน์ \*

บทคัดย่อ

บทความนี้อธิบายการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรม สำหรับการทดสอบแรงดึงเหล็กและแรงอัดคอนกรีต โปรแกรมนี้เรียกว่า TC-TEST มันสามารถคำนวณและพิมพ์ผลการทดสอบแรงดึงของเหล็กรูปพรรณซึ่งมีหน้าตัดเป็นรูปตัว C, L, หรือ U และแรงดึงของเหล็กเส้นกลมหรือเหล็กข้ออ้อย แรงอัดของคอนกรีตทรงลูกบาศก์หรือทรงกระบอกหรือคอนกรีตบล็อกคกวางได้ การใช้โปรแกรมนี้จะช่วยประหยัดเวลาของวิศวกรผู้ทดสอบและเจ้าหน้าที่ผู้พิมพ์ผลได้อย่างมาก และช่วยลดโอกาสผิดพลาดให้น้อยลง ตลอดจนทำให้ได้รายงานผลที่สะอาดเรียบร้อย .

Abstract

This article describes the use of a micro-computer program for tests of tensile strength of steel and compressive strength of concrete. The program is called TC-TEST. It can calculate and print out test results of tensile strength of rolled structural steel sections of C, L, or U shapes, and of round or deformed steel bars, as well as compressive strength of concrete cubes, cylinders, or blocks. The use of the program will significantly save time for the test engineer and the typist who types the results, and reduce the chance of making mistakes, and produce clean and neat reports.

---

\* ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## 1. TC-TEST

TC-TEST คือ ไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำหรับคำนวณและพิมพ์ผลการทดลองกำลังคิ่งและกำลังอักษของวัสดุ ซึ่งช่วยประหยัดเวลาและอำนวยความสะดวกให้แก่วิศวกรผู้ทดสอบ และเจ้าหน้าที่พิมพ์คีย์พิมพ์ผลการทดสอบ โปรแกรมนี้ใช้ภาษาเบสิกและใช้กับเครื่องพิมพ์คีย์คอล์มเป็ยได้

## 2. วิธีใช้

การใช้โปรแกรม TC-TEST มีขั้นตอนดังนี้

1. เอาโปรแกรมซึ่งบรรจุไว้ในจานแม่เหล็ก (diskette) ใส่ลงใน disk drive ของคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตช์เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ จอภาพ และเครื่องพิมพ์ไฟฟ้าที่ต่อกับคอมพิวเตอร์ (ทั้งระยะความถี่ของการพิมพ์ = 20 ตัวอักษร/นิ้ว)
3. ใส่กระดาษแบบฟอร์มแสดงผลการทดสอบ (3 ชุด) ในเครื่องพิมพ์คีย์และตั้งตำแหน่งหัวแม่พิมพ์ให้ตรงกับตำแหน่งแรกที่พิมพ์ได้ในตารางแบบฟอร์ม
4. พิมพ์นแป้นพิมพ์ของคอมพิวเตอร์ว่า RUN TC-TEST แล้วกดปุ่ม RETURN (ต้องกดปุ่มนี้ทุกครั้งเมื่อพิมพ์ข้อมูลครบ) โปรแกรมจะบรรยายวิธีใช้และถามหาข้อมูลบนจอภาพ
5. พิมพ์ข้อมูลตามที่คอมพิวเตอร์โปรแกรมถาม
6. ทตรวจสอบผลการคำนวณซึ่งคอมพิวเตอร์แสดงไว้บนจอภาพ ถ้าต้องการพิมพ์ผลลงกระดาษ ให้กดปุ่ม Y และปุ่ม RETURN ถ้าไม่ต้องการพิมพ์ผลลงบนกระดาษ ให้กดปุ่ม N และปุ่ม RETURN
7. คอมพิวเตอร์จะทำตามคำสั่ง และขอข้อมูลไปคำนวณต่อไปอีก
8. ถ้าต้องการหยุดก็ทำตามคำสั่งบนจอภาพ ถ้าหยุดแล้วต้องการคำนวณอีกครั้งก็พิมพ์ RUN และกดปุ่ม RETURN
9. เมื่อเสร็จการคำนวณ เอาจานแม่เหล็กออกแล้วใช้เครื่องพิมพ์คีย์พิมพ์ข้อมูลอื่น ๆ แล้วกับเครื่อง

### 3. แรงดึงและแรงอัด

ในตอนเริ่มต้นโปรแกรม TC-TEST จะถามว่าต้องการคำนวณการทดสอบแรงดึงหรือแรงอัด ถ้าเป็นแรงดึงให้พิมพ์เลข 1 และกดปุ่ม RETURN ถ้าเป็นแรงอัดให้พิมพ์เลข 2 และกดปุ่ม RETURN โปรแกรมจะขอข้อมูลอื่น ๆ ต่อไป

### 4. วัสดุและรูปทรง

การทดสอบแรงดึงเป็นการทดสอบเหล็ก ส่วนการทดสอบแรงอัดเป็นการทดสอบคอนกรีต

วัสดุทั้งสองชนิดนี้มีรูปทรงต่าง ๆ ซึ่งใช้สัญลักษณ์ (รหัส) สำหรับโปรแกรม TC-TEST ดังนี้

เหล็กแบ่งเป็นเหล็กรูปทรงและเหล็กเส้น

เหล็กรูปทรงที่โปรแกรมคำนวณและพิมพ์ผลได้มีรูปทรง 3 แบบคือ

C = เหล็กหน้าตัดรูปตัว C

L = เหล็กหน้าตัดรูปตัว L

U = เหล็กหน้าตัดรูปตัว U

ส่วนเหล็กเส้นมี 2 แบบคือ

R = เหล็กเส้นกลม (round bar)

D = เหล็กข้ออ้อย (deformed bar)

สำหรับแท่งคอนกรีตที่โปรแกรมคำนวณและพิมพ์ผลได้มี 3 แบบและใช้รหัสดังนี้

1 = ทรงลูกบาศก์ (cube)

2 = ทรงกระบอก (cylinder)

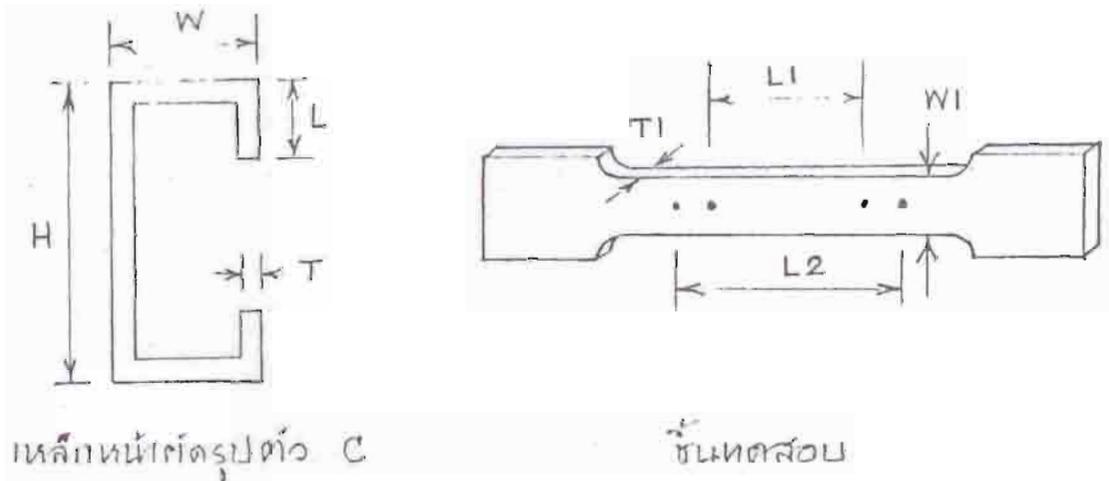
3 = แล่คกลาง (block)

ดังนั้นถ้าต้องการคำนวณแรงดึง โปรแกรมจะแยกรูปทรงของเหล็กโดยดูจากรหัส C, L, U, R, หรือ D ซึ่งพิมพ์ตามหลังเลขแสดงลำดับที่ของตัวอย่างและจุลภาค (,) แล้วตามหาข้อมูลของวัสดุที่ทดสอบต่อไป

ถ้าต้องการคำนวณแรงอัด โปรแกรมจะแยกรูปทรงของคอนกรีตโดยดูจากรหัส 1, 2, หรือ 3 แล้วตามหาข้อมูลของวัสดุที่ทดสอบต่อไป สำหรับการคำนวณแรงอัด เราต้องพิมพ์

วัน เดือน ปี ที่ทดสอบด้วยเพื่อคำนวณอายุของคอนกรีต ตัวอย่างวันเดือนปี เช่น วันที่ 15 มีนาคม 2527 ให้พิมพ์ว่า 15,3,27 (อย่า พิมพ์ 2527 หรือ 1984)

5. เหล็กหน้าค้ำรูปตัว C



เหล็กหน้าค้ำรูปตัว C

ชั้นทดสอบ

รูปที่ 1

สำหรับเหล็กหน้าค้ำตัว C เราป้อนข้อมูลในลำดับต่อไปนี้ (ใช้เครื่องหมายจุลภาค (,) คั่นระหว่างข้อมูลต่าง ๆ และเมื่อพิมพ์เสร็จให้กดปุ่ม RETURN ทุกครั้ง) คือพิมพ์

N,C (กดปุ่ม RETURN)

โดยที่ N = ตัวอย่างที่เป็นตัวเลข 1 ถึง 9999 ให้ใช้เลข 0 เมื่อต้องการให้โปรแกรมหยุดทำงาน)

C = รหัสสำหรับหน้าค้ำ C (ใช้อักษร C )

และพิมพ์

H, W, L, T, Y, U, L2, L1, N3 (กดปุ่ม RETURN) โดยที่ (ดูรูปที่ 1)

H = ความสูง (มม.)

W = ความกว้าง (มม.)

L = ความยาวของส่วนยื่น (มม.)

T = ความหนา (มม.)

W1 = ความกว้างของชั้นทดสอบ (ซม.)

T1 = ความหนาของชั้นทดสอบ (ซม.)

$Y$  = แรงที่จุดกลาง (กก.)

$U$  = แรงที่จุดประลัย (กก.)

$L_2$  = ความยาวพิกัดหลังทดสอบ (ซม.)

(ถ้าชั้นทดสอบซากาใกล้กับจุดพิกัดหรือซากนอกช่วงพิกัดให้ใช้ค่า

$L_2 = 0$  โปรแกรมจะไม่พิมพ์ค่า 0 นี้ แต่จะพิมพ์ -- แทน)

$L_1$  = ความยาวพิกัดก่อนทดสอบ (ซม.)

$N\&$  = หมายเลข

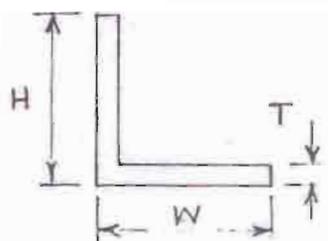
ตัวอย่างเช่น เมื่อป้อนข้อมูลต่อไปนี้เข้าคอมพิวเตอร์

1, C (กดปุ่ม RETURN)

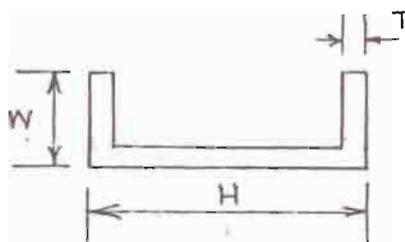
126.1, 50.4, 19.8, 3.4, 1.265, 0.320, 1500, 1800, 6.8, 5.0, - (กดปุ่ม RETURN)

จะได้นลดังกล่าวในแถวที่ 2 ของตารางที่ 1

6. เหล็กรูปตัว L และ U



เหล็กรูปตัว L



เหล็กรูปตัว U

รูปที่ 2

ข้อมูลสำหรับเหล็กรูปตัว L และ U คล้ายกับข้อมูลสำหรับเหล็กรูปตัว C เว้นแต่ใช้รหัสต่างกันและไม่มีมิติ  $L$  ที่กล่าวมาแล้ว การป้อนข้อมูลก็คล้ายกัน กล่าวคือ

สำหรับหน้าตัด L พิมพ์ N, L (กดปุ่ม RETURN)

หรือสำหรับหน้าตัด U พิมพ์ N, U (กดปุ่ม RETURN)

และตามด้วย H, W, T, Y, U, L<sub>2</sub>, L<sub>1</sub>, N& (กดปุ่ม RETURN)

ดังตัวอย่างในตารางที่ 1

7. เหล็กเส้นกลม

สำหรับเหล็กเส้นกลม เราป้อนข้อมูลในลำดับต่อไปนี้

N, R (กลุ่ม RETURN)

โดยที่ N = ตัวอย่างที่ (เป็นตัวเลข)

R = รหัสสำหรับเหล็กเส้นกลม (ใช้อักษร R เท่านั้น)

และ D, D1, Y, U, L2, L1, N<sub>S</sub>

โดยที่ D = เส้นผ่าศูนย์กลางโดยกำหนด (มม.)

D1 = เส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ย (มม.)

(อักษรตัวอื่น ๆ มีความหมายเช่นเดียวกัน สำหรับเหล็กหน้าตัด c )

ตัวอย่างถ้าป้อนข้อมูลต่อไปนี้

4, R (กลุ่ม RETURN)

9, 0.865, 1920, 2630, 6.62, 4.65, ASS (กลุ่ม RETURN)

จะใกล้เคียงในแถวที่ 2 ของตารางที่ 2

8. เหล็กข้ออ้อย

สำหรับเหล็กข้ออ้อย เราพิมพ์ข้อมูลในลำดับดังนี้

N, D (กลุ่ม RETURN)

โดยที่ N = ตัวอย่างที่ และ D เป็นรหัสสำหรับเหล็กข้ออ้อย และตาม  
ท้าย

D, Y, U, L2, L1, W, L, N<sub>S</sub> (กลุ่ม RETURN)

โดยที่ D = เส้นผ่าศูนย์กลางโดยกำหนด (มม.)

Y = แรงหักงอ (กก.)

U = แรงประลัย (กก.)

L2 = ความยาวพิคกิ้งหลังการทดสอบ (ซม.)

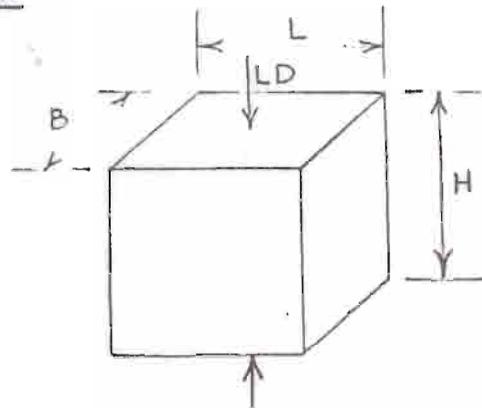
L1 = ความยาวพิคกิ้งก่อนการทดสอบ (ซม.)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

L = ความยาวของตัวอย่าง (ซม.)

$N\cancel{S}$  = หมายถึง (จะไม่ปรากฏบนกระดาษ เพราะไม่มีที่เพียงพอ ถ้า  
ต้องการแสดง กิ่งพิมพ์ต่างหาก)  
ดูตัวอย่างในตารางที่ 2

9. คอนกรีตทรงลูกบาศก์



รูปที่ 3

เราใช้เลข 1 เพื่อบอกโปรแกรมให้รับรู้ว่าวัสดุเป็นคอนกรีตทรงลูกบาศก์แล้วพิมพ์  
ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

$N, B, L, H, W, S\cancel{S}, D2, M2, Y2, LD, N\cancel{S}$

โดยที่  $N$  = ตัวอย่างที่

$B$  = ความกว้าง (ซม.)

$L$  = ความยาว (ซม.)

$H$  = ความสูง (ซม.)

$W$  = น้ำหนักแห้งคอนกรีต (กก.)

$S\cancel{S}$  = ส่วนยวบตัว (ซม.)

$D2$  = วันที่หล่อ (1-31)

$M2$  = เดือนที่หล่อ (1-12)

$Y2$  = ปีที่หล่อ (ใช้เลข 2 ตัวหลังของปี พ.ศ. เช่น ปี 2527 ให้ใช้ 27 ห้ามใช้ปี ค.ศ. เช่น 84)

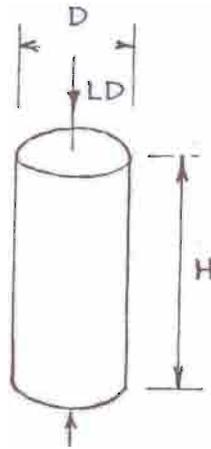
$LD$  = แรงประลัย (กก.)

$N\cancel{S}$  = หมายถึง

ตัวอย่าง ถ้าป้อนข้อมูลต่อไปนี้

1, 15.2, 15.1, 15.0, 8.4, -, 17.5, 27, 86000 , B 2/5 (กดปุ่ม RETURN)  
จะได้ผลดังในตารางที่ 3

10. คอนกรีตทรงกระบอก



รูปที่ 4

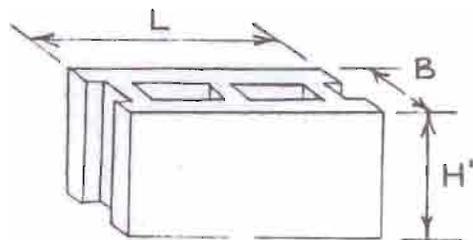
เราใช้รหัส 2 และพิมพ์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

N, D, H, W, S๘, D2, M2, Y2, LD, N๘

โดยที่ D = เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)

ส่วนความหมายของสัญลักษณ์ตัวอื่น ๆ เหมือนกับกรณีคอนกรีตทรงลูกบาศก์  
(ดูตัวอย่างในตารางที่ 3)

11. คอนกรีตบล็อก



รูปที่ 5

เราใช้รหัส 3 และป้อนข้อมูลเหมือนกับการกรณีคอนกรีตทรงลูกบาศก์ ควรระวังว่าค่า  
ของ B, และ L ต้องอยู่หน้าค่าของ H เสมอ ดูตัวอย่างในตารางที่ 3

12. โปรแกรม

โปรแกรม TC-TEST แสดงไว้ในตารางที่ 4

13. สรุป

การใช้โปรแกรม TC-TEST เพื่อคำนวณและพิมพ์ผลการทดสอบแรงดึงของเหล็กและแรงอัดของคอนกรีต มีข้อดีหลายประการ เช่น

1. ช่วยประหยัดเวลาของวิศวกรผู้ทดสอบและเจ้าหน้าที่พิมพ์
2. ลดโอกาสคำนวณหรือพิมพ์ผิดพลาด เพราะข้อมูลที่คงใช้คนพิมพ์มีจำนวนลดลงมาก
3. ได้ผลการพิมพ์ที่สะอาด เรียบร้อย เพราะสามารถตรวจสอบผลบนจอภาพได้ก่อนที่จะพิมพ์บนกระดาษและการจักรระยะต่าง ๆ ก็กำหนดไว้เรียบร้อยแล้ว
4. เจ้าหน้าที่พิมพ์ก็สามารถฝึกหัดการใช้โปรแกรมจนชำนาญในระยะเวลาสั้น ๆ
5. ทำให้บริการได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. APPLE II, BASIC PROGRAMMING REFERENCE MANUAL.
2. A. J. Parker and J.F. Stewart, APPLE BASIC FOR BUSINESS, FOR THE APPLE II. Reston Publishing Co., Inc., 1981.

ตารางที่ 1

ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา  
 วิศวกรรมศาสตรมหาวิทาลัยขอนแก่น  
ผลการทดสอบกำลังดึงของเหล็กพลาวยาง

โครงการ ..... เจ้าของตัวอย่าง ..... หนังสือที่ ..... ลงวันที่ .....  
 วันที่รับตัวอย่าง ..... วันที่ทดสอบ ..... ผู้ทดสอบ ..... วิศวกร นิพนธ์ ส.

ตัวอย่าง ที่	ขนาดของเหล็ก (มม.)	ขนาดของ พื้นที่ทดสอบ (มม.)	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.มม.)	จุดกลาง		จุดประลัย		ความยืด ในช่วง 5-มม. %	หมายเหตุ
				แรง (กก.)	หน่วย แรง (กก/ตร. มม.)	แรง (กก.)	หน่วย แรง (กก/ตร. มม.)		
1 C	126.1 x 50.4 x 19.3 x 3.4	1.265 x 0.320		1500		1800			6.30/5.00 -
1 C	126.1x 50.4x19.8x 3.4	1.265x0.320	0.405	1500	3706	1800	4447	36.0	6.80/5.00 -
2 L	89.2x 89.5x 10.0	1.270x 0.980		4080		5680			6.35/5.06 L 90x90x10
2 L	89.2x 89.5x10.0	1.270x0.980	1.245	4080	3278	5680	4564	35.4	6.85/5.06 L 90x90x10
3 U	150.7x 74.3x 4.2	1.260x 0.410		1500		2110			6/5.00 RUPTURE AT GAGE POINT
3 U	150.7x 74.3x 4.2	1.260x0.410	0.517	1500	2904	2110	4084	INVALID	-- /5.00 RUPTURE AT GAGE POINT

ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา  
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
 ผลการทดสอบแรงดึงเหล็กสำหรับคอนกรีตเสริมเหล็ก และคอนกรีตอัดแรง

โครงการ \_\_\_\_\_ เจ้าของตัวอย่าง \_\_\_\_\_ หนังสือที่ \_\_\_\_\_ ลว. \_\_\_\_\_  
 วันที่รับตัวอย่าง \_\_\_\_\_ วันที่ทดสอบ \_\_\_\_\_ ผู้ทดสอบ \_\_\_\_\_ วิศวกร วิฑูรย์ ธี.

ตัวอย่างที่	เส้นผ่าศูนย์กลาง โดยกำหนด (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลาง เฉลี่ย (ซม.)	พื้นที่ หน้าตัด (ตร. ซม.)	จุดลา		แรงปรีะลัย		ความยืด SD <del>ES</del> เปอร์ เซ็นต์	หมายเหตุ
				แรง (กก.)	ความเค้น (กก./ตร. ซม.)	แรง (กก.)	ความเค้น (กก./ตร. ซม.)		
1 R	9	0.865		1920		2630			6.62/4.65 ASS
1 R	9	0.865	0.588	1920	3267	2630	4475	42.4	6.62/4.65 ASS
35 D	15	1.591		7280		10470			10.20/7.45, 933.7/59.8
35 D	15	1.591	1.989	7280	3661	10470	5265	36.9	10.20/7.45; 933.7/ 59.8

ตารางที่ 3

ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการทดสอบกำลังอัดของแท่งคอนกรีต

โครงการ ..... เจ้าของตัวอย่าง ..... หนังสือที่ ..... ลว. ....

วันที่รับตัวอย่าง ..... วันที่ทดสอบ 14/6/27 ผู้ทดสอบ ..... วิศวกร ฝักทศ. ช.

ชนิดตัวอย่าง   ลูกบาศก์   ทรงกระบอก   คอนกรีตบล็อก

ตัวอย่างที่	ขนาด (ซม.)	น้ำหนัก (กก.)	ส่วนยวบยตัว (ซม.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.ซม.)	หน่วยน้ำหนัก (กก./ม. <sup>3</sup> )	วันที่หล่อ	อายุ วัน	แรงประลัย (กก.)	กำลังอัด (กก./ซม. <sup>2</sup> )	หมายเหตุ
1	15.2 x 15.1 x 15.0	8.4	-				17/5/27		86000		B2/5 CUBE
1	15.2 x 15.1 x 15.0	8.4	-	0.00344	230	2440	17/ 5/27	28	86000	375	B2/5 CUBE
27	15.0 x 30.1	13.2	8.5				15/5/27		60200		L.2-D CYLINDER
27	15.0 x 30.1	13.2	8.5	0.00532	177	2482	15/ 5/27	30	60200	341	L.2-D CYLINDER
248	7.2 x 39.5 x 18.7	7.8	---				16/5/27		10700		BLOCK
248	7.2 x 39.5 x 18.7	7.8	---	0.00532	284	1467	16/ 5/27	29	10700	38	BLOCK

0415-1211 4

```

1  GOMF
2  PRINT "***** TC-TEST *****"
30 PRINT "PROGRAM TO CALCULATE A
    AND PRINT TENSION AND COMPRES
    SION TEST RESULTS."
11 PRINT
15 PRINT "WRITTEN BY NIPON THIEN
    SIRIPIRAT, 9/9/27"
17 PRINT
20 PRINT "TYPES OF SPECIMENS : "
22 PRINT "   STEEL SPECIMENS :
24 PRINT "     C = C SHAPE"
26 PRINT "     L = L SHAPE"
28 PRINT "     U = U SHAPE"
30 PRINT "     R = ROUND BAR"
32 PRINT "     D = DEFORMED BAR"
40 PRINT "   CONCRETE SPECIMENS
42 PRINT "     1 = CUBE"
44 PRINT "     C = CYLINDER"
46 PRINT "     T = BLOCK"
48 PRINT
50 PRINT "**** TO USE THE PROGRA
    M, SUPPLY THE DATA ASKED FOR
    ON THE SCREEN, ****"
54 PRINT "-----"
85 DIM MH(12)
86 MH(1) = 31:MH(2) = 28:MH(3) =
    31:MH(4) = 30:MH(5) = 31:MH(
    6) = 30:MH(7) = 31:MH(8) = 3
    1:MH(9) = 30:MH(10) = 31:MH(
    11) = 30:MH(12) = 31
90 PRINT "TYPE OF TEST : 1 = TEN
    SION, 2 = COMPRESSION"
92 INPUT TYPE
95 IF TYPE = 2 OR TYPE = 1 GOTO
    90
100 IF TYPE = 2 GOTO 2000
105 PRINT
110 PRINT "TYPE: SPECIMEN NUMBER
    , SPECIMEN TYPE (C,L,U,R,OR
    D)"
120 PRINT "TYPE: O.C WHEN THERE
    IS NO MORE DATA "
124 PRINT
125 INPUT N, S#
130 IF N = 0 THEN 1000
140 IF S# = "C" THEN 185
155 IF S# = "L" THEN 213
160 IF S# = "U" THEN 217
161 IF S# = "R" THEN 175
162 IF S# = "D" THEN 180
165 PRINT
170 PRINT "WRONG SPECIMEN TYPE -
    - REENTER "
172 PRINT : GOTO 110
175 PRINT : PRINT "TYPE : NOMINA
    L DIAMETER, MEAN DIAMETER,
    YIELD LOAD, ULTIMATE LOAD,
    FINAL LENGTH, INITIAL LEN
    GTH, NOTE": PRINT
177 INPUT D,D1,Y,U,L2,L1,N#
179 GOTO 221
180 PRINT : PRINT "TYPE : NOMINA
    L DIAMETER, YIELD LOAD, U
    LTIMATE LOAD, FINAL LENGTH,
    INITIAL LENGTH, WEIGHT(GM
    ), LENGTH(CM), NOTE "
182 INPUT D,Y,U,L2,L1,W,L,N#
184 PRINT : GOTO 221
185 PRINT
190 PRINT "TYPE : SPECIMEN HEIGH
    T, WIDTH, LIP, THICKNESS,
    CUT WIDTH, CUT THICKNESS,
    YIELD LOAD, ULTIMATE LOAD
    , FINAL LENGTH, INITIAL LE
    NGTH, NOTE"
195 PRINT
200 INPUT H,W,L,T,W1,T1,Y,U,L2,L
    1,N#
205 GOTO 221
213 PRINT
215 PRINT "TYPE : SPECIMEN HEIGH
    T, WIDTH, THICKNESS, CUT
    WIDTH, CUT THICKNESS, YEL
    D LOAD, ULTIMATE LOAD, FIN
    AL LENGTH, INITIAL LENGTH,
    NOTE"
217 PRINT
220 INPUT H,W,T,W1,T1,Y,U,L2,L1,
    N#
221 PRINT
228 IF S# = "R" THEN 250
230 IF S# = "D" THEN 245
240 A1 = W1 * T1: GOTO 270

```

```
245 D1 = 0.4027 * (W / L) ^ 0.5
250 A1 = 3.1415927 * D1 * D1 / 4;
      GOTO 270
270 Y1 = 1 - A1
280 U1 = U - A1
290 L3 = (L2 / L1 - 1) * 100
300 RR = 0
310 IF S# = "R" THEN 510
320 IF S# = "D" THEN 510
392 NN = 0:PP = 4:AA = N: GOSUB 6
      000
394 NN = 6:PP = 6:AA# = S#: GOSUB
      8000
396 NN = 1:PP = 14:AA = H: GOSUB
      6000
398 NN = 15:PP = 15:AA# = "X": GOSUB
      8000
400 NN = 1:PP = 20:AA = W: GOSUB
      6000
402 NN = 21:PP = 21:AA# = "X": GOSUB
      8000
404 IF S# = "L" OR S# = "U" THEN
      414
406 NN = 1:PP = 25:AA = L: GOSUB
      6000
408 NN = 26:PP = 26:AA# = "X": GOSUB
      8000
410 NN = 1:PP = 30:AA = T: GOSUB
      6000
412 GOTO 423
414 NN = 1:PP = 25:AA = T: GOSUB
      6000
423 NN = 3:PP = 38:AA = W1: GOSUB
      6000
424 NN = 39:PP = 39:AA# = "X": GOSUB
      8000
425 NN = 3:PP = 44:AA = T1: GOSUB
      6000
427 NN = 3:PP = 52:AA = A1: GOSUB
      6000
429 NN = 0:PP = 59:AA = Y: GOSUB
      6000
430 NN = 0:PP = 66:AA = Y1: GOSUB
      6000
431 NN = 0:PP = 73:AA = U: GOSUB
      6000
432 NN = 0:PP = 80:AA = U1: GOSUB
      6000
433 IF L3 < = 0 THEN 436
434 NN = 1:PP = 88:AA = L3: GOSUB
      6000
435 GOTO 438
436 NN = 84:PP = 90:AA# = "INVALI
      D": GOSUB 8000
```

```
437 NN = 95:PP = 96:AA# = "---": GOSUB
      8000: GOTO 439
438 NN = 2:PP = 97:AA = L2: GOSUB
      6000
439 NN = 98:PP = 98:AA# = "/": GOSUB
      8000
440 NN = 2:PP = 102:AA = L1: GOSUB
      6000
442 NN = 104:PP = 129:AA# = N#: GOSUB
      8000
450 GOTO 690
510 NN = 0:PP = 4:AA = N: GOSUB 6
      000
520 NN = 6:PP = 6:AA# = S#: GOSUB
      8000
530 NN = 0:PP = 16:AA = D: GOSUB
      6000
540 NN = 3:PP = 32:AA = D1: GOSUB
      6000
550 NN = 3:PP = 43:AA = A1: GOSUB
      6000
560 NN = 0:PP = 52:AA = Y: GOSUB
      6000
570 NN = 0:PP = 61:AA = Y1: GOSUB
      6000
580 NN = 0:PP = 70:AA = U: GOSUB
      6000
590 NN = 0:PP = 80:AA = U1: GOSUB
      6000
595 IF L3 < = 0 THEN 606
600 NN = 1:PP = 89:AA = L3: GOSUB
      6000
604 GOTO 610
606 NN = 84:PP = 90:AA# = "INVALI
      D": GOSUB 8000
608 IF L2 < L1 THEN GOTO 616
610 NN = 2:PP = 96:AA = L2: GOSUB
      6000
614 GOTO 620
616 NN = 93:PP = 96:AA# = "----":
      GOSUB 8000
620 NN = 97:PP = 97:AA# = "/": GOSUB
      8000
630 NN = 2:PP = 101:AA = L1: GOSUB
      6000
635 IF S# = "R" THEN 660
640 NN = 102:PP = 102:AA# = "": GOSUB
      6000
650 NN = 1:PP = 108:AA = W: GOSUB
      6000
655 NN = 109:PP = 109:AA# = "/": GOSUB
      8000
657 NN = 1:PP = 114:AA = L: GOSUB
      6000
```

```
658 GOTO 690
660 NN = 103:PP = 114:AA# = N#: GOSUB
    6000
670 PRINT : PR# 0
700 PRINT "WANT TO PRINT THIS RE
    SULT O'YIN "
710 INPUT Q#
720 IF Q# "Y" THEN 105
770 PR# 1
780 GOTO 750
1000 PRINT "STOP! TO OPERATE TH
    E PROGRAM AGAIN, TYPE RUN.":
    STOP
2000 PRINT "TYPE DATE (DAY,MONTH
    ,YEAR) OF TEST, E.G. 15,12,2
    0"
2010 INPUT D1,M1,Y1
2020 L1 = 0:L2 = 0
2030 IF INT ((Y1 - 23) / 4) =
    Y1 - 23) / 4 THEN L1 = 1
2040 PRINT
2070 PRINT "TYPE OF SPECIMENS :
    1 = CUBE, 2 = CYLINDER, 3 =
    BLOCK"
2075 INPUT SH
2080 IF SH < 1 OR SH > 3 GOTO 20
    70
2100 IF SH = 2 GOTO 2200
2105 PRINT
2110 PRINT "TYPE : SPECIMEN NO.,
    WIDTH, LENGTH, HEIGHT, WEIG
    TH, SLUMP, CASTING DAY, MONT
    H, YEAR, LOAD, NOTE. "
2115 PRINT "TO STOP, TYPE 0,1,2,
    3,4,5,6,7,8,9,10,": PRINT
2120 INPUT N,B,L,H,W,S#,D2,M2,Y2
    ,LD,N#
2130 A = B * L
2140 GOTO 2300
2200 PRINT
2202 PRINT "TYPE : SPECIMEN NO.,
    DIAMETER, HEIGHT, WEIGHT, S
    LUMP, CASTING DAY, MONTH, YE
    AR, LOAD, NOTE. "
2205 PRINT "TO STOP, TYPE 0,1,2,
    3,4,5,6,7,8,9,": PRINT
2210 INPUT N,D,H,W,S#,D2,M2,Y2,L
    D,N#
2220 A = 3.14159 * D * D / 4
2300 IF INT ((Y2 - 23) / 4) = (
    Y2 - 23) / 4 THEN L2 = 1
2310 IF N = 0 GOTO 1000
2320 V = A * H / 1000000
2330 DEN = W / V
```

```
2400 IF (Y1 - Y2) = > 0 THEN 25
    00
2420 PRINT "CHEL! YEARS !": GOTO
    2000
2500 D3 = 0
2520 FOR M = 1 TO M1
2530 D3 = D3 + MH(M - 1)
2540 IF M - 1 = 2 THEN L3 = 1
2550 NEXT M
2560 D4 = 0
2570 FOR M = 1 TO M2
2580 D4 = D4 + MH(M - 1)
2590 IF M - 1 = 2 THEN L4 = 1
2600 NEXT
2610 D3 = D3 + D1 + 365 * (Y1 - Y
    2) + L1 * L3 * (INT ((Y1 -
    Y2) / 4) + 1)
2620 D4 = D4 + D2 + L2 * L4
2630 L2 = 0:L3 = 0:L4 = 0
2640 AGE = D3 - D4
2900 U = LD / A
3005 PR = 0
3010 NN = 0:PP = 4:AA = N#: GOSUB
    6000
3020 IF SH = 2 GOTO 3090
3030 NN = 1:PP = 11:AA = 8: GOSUB
    6000
3040 NN = 13:PP = 13:AA# = "X": GOSUB
    8000
3050 NN = 1:PP = 18:AA = L: GOSUB
    6000
3060 NN = 20:PP = 20:AA# = "X": GOSUB
    9000
3070 NN = 1:PP = 25:AA = H: GOSUB
    6000
3080 GOTO 3115
3090 NN = 1:PP = 14:AA = D: GOSUB
    5000
3100 NN = 16:PP = 16:AA# = "X": GOSUB
    8000
3110 NN = 1:PP = 21:AA = H: GOSUB
    6000
3115 NN = 1:PP = 31:AA = W: GOSUB
    6000
3120 NN = 35:PP = 38:AA# = S#: GOSUB
    8000
3130 NN = 5:PP = 47:AA = V: GOSUB
    6000
3140 NN = 0:PP = 53:AA = A: GOSUB
    6000
3150 NN = 0:PP = 61:AA = DEN: GOSUB
    6000
3160 NN = 0:PP = 66:AA = D3: GOSUB
    6000
```



นิพนธ์ เจริญศิริวิวัฒน์ เกิดที่จังหวัดชลบุรี เมื่อ พ.ศ. 2490 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนคาราสุมุทรี ศรีราชา ชลบุรี และระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรุงเทพฯ ใ้ได้รับทุนโครงการโคลอมโบไปศึกษาที่ประเทศออสเตรเลีย และได้รับปริญญา B.E. ทางสาขาวิศวกรรมโยธา จาก University of Tasmania เมื่อ พ.ศ. 2514 ต่อมาได้รับทุนเดียวกันไปศึกษาต่อที่ University of Manitoba ประเทศแคนาดา และได้รับปริญญา M.Sc. และ Ph.D. ทางสาขาวิศวกรรมโครงสร้าง เมื่อ พ.ศ. 2518 และ 2521 ตามลำดับ

เข้ารับราชการเป็นอาจารย์โท ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อ พ.ศ. 2514 ระหว่างที่ศึกษาที่ประเทศออสเตรเลีย เคยทำงานเป็นวิศวกรออกแบบที่ Hydro-Electric Commission of Tasmania ระหว่างที่ศึกษาต่อที่ประเทศแคนาดา เคยทำงาน Research Assistant และ Sessional Lecturer ที่ University of Manitoba ประสิทธิภาพงานที่ม.ข. เคยเป็นรองหัวหน้าภาควิชา และประธานชมการบัณฑิตศึกษา ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ เคยรักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย เป็นกรรมการดำเนินงานโครงการพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีพื้นบ้าน เป็นที่ปรึกษาสมาคมพัฒนาประชากรและชุมชน (มีชัย) เป็นอาจารย์พิเศษและวิทยากรฝึกอบรมให้หลายสถาบันการศึกษา ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ดร. นิพนธ์ เจริญศิริวิวัฒน์ สอนวิชาทางสาขาวิศวกรรมโครงสร้าง มีผลงานทางวิชาการในสาขานี้หลายเรื่อง ทั้งที่ตีพิมพ์ เป็นบทความและเสนอในการสัมมนาระดับนานาชาติทั้งในและต่างประเทศ.

คำแนะนำในการจัดทำบทความ

1. บทความที่จะส่งให้บรรณาธิการวิศวกรรมสาร มช. ควรจะพิมพ์ลงในกรอบขนาด 16.5x23 ซม. บนกระดาษขาวสัน A4 หนาเดียว ที่มีขนาดของกระดาษพิมพ์ควรใส่ เลขกำกับหน้าด้วยดินสอทุกหน้า
2. บทความควรมีบทคัดย่อสรุปเนื้อหาของบทความเป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ความยาวของบทคัดย่อควรอยู่ระหว่าง 50 ถึง 150 คำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหา และความเหมาะสม
3. ที่กลางของหน้ากระดาษแผ่นแรก ควรใส่ ตำแหน่ง ยศ และสังกัดของผู้เขียน
4. สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สมการ และอื่น ๆ ที่พิมพ์ไม่ได้ โปรดเขียนด้วยหมึกสีดำ
5. ตารางและรูปควรมีขนาดพอเหมาะ และมีคำอธิบายประกอบพร้อมหมายเลขกำกับ ตัวเลขหรือตัวอักษรในรูปหรือตารางควรพิมพ์หรือจัดทำให้ชัดเจน ในกรณีที่ใช้รูปถ่าย ถ้าเป็นไปได้ควรใช้รูปขาวดำ หากเป็นรูปกราฟหรือบล็อกโคออร์ดิเนตควรเป็นรูปค้นฉบับ หรือภาพถ่ายเอกสารที่ชัดเจน
6. ลำดับของบทความควรเป็นดังนี้
  - ชื่อเรื่อง
  - ผู้เขียน
  - บทคัดย่อภาษาไทย
  - บทคัดย่อภาษาอังกฤษ
  - บทนำ (ควรทำให้สั้นและรัดกุม)
  - ตัวบทความ (แบ่งเป็นตอนๆ โดยมีหัวข้อกำกับตามความเหมาะสม)
  - สรุป
  - กิจกรรมประกาศ (ถ้ามี)
  - ภาคผนวก (ถ้ามี)
  - เอกสารอ้างอิง (เรียงตามลำดับก่อนหลังของการอ้างอิงถึงในบทความ)
  - ประวัติย่อของผู้เขียน พร้อมภาพถ่ายขาวดำ ขนาด 1 นิ้ว

ในการอ้างอิงในบทความควรเขียนเลขที่บทความไว้ในวงเล็บ เช่น ชาดูชัย [1] Thansandote[2] เป็นต้น ส่วนเอกสารอ้างอิงควรพิมพ์ตามตัวอย่างนี้

ก. ในกรณีที่เป็นบทความ

[1] ชาดูชัย วิทยุสภาเลิศ "การศึกษาค้นคว้าโดยใช้คอมพิวเตอร์" วิศวกรรมสาร มช. ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 หน้า 22-31 เมษายน-มิถุนายน 2526

[2] A. Thansandote, "Microwave interferometer for measurements of small displacements," IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. IM-31, pp. 227-232, Dec. 1982.

ข. ในกรณีที่เป็นหนังสือ เอกสาร หรือตำรา

[1] Y.Y. Haimes and V. Chankong, Multiobjective Decision Making : Theory and Methodology. New York: North-Holland, 1983.

[2] อัจฉรงค์ ฐานสันโตษ, สายส่ง เอกสารประกอบการสอนวิชา 162 305 ทัศนศาสตร์ไฟฟ้าแม่เหล็ก ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2526

8. เมื่อจัดพิมพ์และตรวจทานแก้ไขแล้ว โปรดส่งต้นฉบับของบทความ(ไม่ต้องพับ)ไปที่

บรรณาธิการวิศวกรรมสาร มช.

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ขอนแก่น 40002

ทางกองบรรณาธิการ ยินดีพิจารณาบทความทางวิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ทุกบทความทั้งที่เป็นวิชาการและกึ่งวิชาการ ผู้เขียนที่ส่ง การต้นฉบับคืนโปรดเขียนบันทึกแนบไปกับบทความด้วย.