

รายการอ้างอิง

- ชูศรี วงศ์รัตน์. 2530. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- Charles ,L.Mantell. 1958. Engineering material handbook.(1st ed).
Newyork:Mcgraw hill book Co.
- Charles ,R.Hicks. 1973. Fundamental concepts in the design of
experiment. (2nd ed).Holt,Rinehart and winston.
- Facts about norton grinding wheels. 1977. Norton Co.
- Geoffrey boothroyd. 1977. Fundamental of metal machining and
machine tools. Washington ,D.C.: Scripta book Co.
- Harmer ,E.Davis , Geroge earl troxell and clement,T.wiskcal.
1964. The testing and inspection of engineering material.
(3rd ed).Newyork:Mcgrawhill book Co.
- Manfred weck. 1984. Handbook of machine tools. volumn 2. London:
John wiley & sons.
- Norton product information diamond and cbn grinding wheel. 1978.
Norton Co.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิธีคำนวณสมการค่าความโค้งงอของล้อยินเจียรไน

จากสมการที่ 191 (1) สำหรับ ค่าความโค้งงอ ที่เกิดขึ้นของ เฟลทวงกลม ที่มีแรงที่กระทำด้านข้าง กระทำอยู่หาได้จากสมการ

$$\Delta \Delta W = \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1.0}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1.0}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) \left(\frac{\partial^2 W}{\partial r^2} + \frac{1.0}{r} \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{1.0}{r^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right) = \frac{q}{D} \quad (2.1.1)$$

เมื่อ W = ค่าความโค้งงอของล้อยินเจียรไน
 q = แรงที่กระจายบนเฟลทที่กระทำในทิศทางลง
 D = flexural rigidity
 $= Eh^3 / 12(1 - \nu^2)$
 E = โมดูลัสยืดหยุ่น
 ν = อัตราส่วนโพซง

เนื่องจากในกรณีที่ทำการศึกษาไม่มีแรงที่กระจายบนเฟลทกระจายอยู่บนเฟลท ดังนั้น $q = 0$ สมการเขียนได้ใหม่เป็น

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1.0}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1.0}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) \left(\frac{\partial^2 W}{\partial r^2} + \frac{1.0}{r} \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{1.0}{r^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right) = 0 \quad (2.1.2)$$

โดยที่คำตอบของสมการจะอยู่ในรูปของ อนุกรมฟูเรียร์ ดังนี้

$$W = R_0 + \sum_{m=1}^{\infty} R_m \cdot \cos(m\theta) \quad (2.1.3)$$

$$\text{เมื่อ } R_0 = A_0 + B_0 \cdot r^2 + C_0 \cdot \log r + D_0 \cdot r^2 \cdot \log r \quad (2.1.4)$$

$$R_1 = A_1.r + B_1.r^3 + C_1.r^{-1} + D_1.r.\log r \quad (2.1.5)$$

$$R_m = A_m.r^m + B_m.r^{-m} + C_m.r^{m+2} + D_m.r^{-m+2} \quad (2.1.6)$$

โดยมี Boundary Conditions ดังนี้
ที่ inner boundary

$$(W)_{r=b} = 0, \quad \left(\frac{\partial W}{\partial r}\right)_{r=b} = 0 \quad (a)$$

และที่ outer boundary จะมีแรงที่กระทำเป็นจุดกระทำอยู่ซึ่งค่าโมเมนต์ตัด

$$(Mr)_{r=a} = 0 \quad (b)$$

และ แรงเฉือน จะมีค่า

$$(V)_{r=a} = \frac{Ftz.(1 + \sum_{m=1}^{\infty} \cos(m\theta))}{\pi.a^2} \quad (c)$$

เมื่อ $Ftz =$ แรงที่กระทำเป็นจุดกระทำที่ปลายของ เพลท

สมการ a,b,c เป็น boundary conditions ทั้งหมดที่ใช้ในการหาค่าคงที่
ของสมการ (2.1.3...2.1.6)

พิจารณาที่ R_0

$$R_0 = A_0 + B_0.r^2 + C_0.\log r + D_0.r^2.\log r \quad (2.1.4)$$

$$w = A_0 + B_0.r^2 + C_0.\log r + D_0.r^2.\log r$$

$$(w)_{r=b} = 0 = A_0 + B_0.b^2 + C_0.\log b + D_0.b^2.\log b \quad (2.1.4.a)$$

$$\frac{\partial w}{\partial r} = 2 \cdot r \cdot B_0 + \frac{C_0}{r} + 2 \cdot D_0 \cdot r \log r + D_0 \cdot r$$

$$\left(\frac{\partial w}{\partial r}\right)_{r=b} = 0 = 2 \cdot b \cdot B_0 + \frac{C_0}{b} + 2 \cdot D_0 \cdot b \cdot \log b + D_0 \cdot b \quad (2.1.4.b)$$

จากสมการที่ 192(1) โมเมนต์ในแนวรัศมีบนเพลทวงกลมจะเท่ากับ

$$M_r = -D \left[\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \nu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} \right) \right]$$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} = 2 \cdot B_0 - \frac{C_0}{r^2} + 2 \cdot D_0 \cdot \log r + D_0 + 2 \cdot D_0$$

$$\frac{\partial w}{\partial \theta} = 0 \quad ; \quad \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} = 0$$

$$M_r = -D \left[2B_0 - \frac{C_0}{r^2} + 2D_0 \log r + 3D_0 + \nu \left(2B_0 + \frac{C_0}{r^2} + 2D_0 \log r + D_0 \right) \right]$$

$$\begin{aligned} (M_r)_{r=a} &= 0 \\ &= -D \left[2B_0 - \frac{C_0}{a^2} + 2D_0 \log a + 3D_0 + \nu \left(2B_0 + \frac{C_0}{a^2} + 2D_0 \log a + D_0 \right) \right] \end{aligned} \quad (2.1.4.c)$$

และจากสมการที่ j ในบทที่ 9 (1) ค่า Strain Energy มีค่าเท่ากับ

$$V = \left(Q_r - \frac{\partial M_r}{\partial r} \right) r \cdot \theta$$

เมื่อ Mrt คือค่า โมเมนต์บิด จากสมการที่ 192(1) มีค่าเท่ากับ

$$Mrt = (1 - \nu) \cdot D \cdot \left(\frac{1 \cdot \partial^2 w}{r \cdot \partial r \partial \theta} - \frac{1 \cdot \partial w}{r^2 \cdot \partial \theta} \right)$$

$$\frac{\partial w}{\partial r} = 2 \cdot r \cdot B_0 + \frac{C_0}{r} + 2 \cdot D_0 \cdot r \cdot \log r + D_0 \cdot r$$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial r \partial \theta} = 0 \quad ; \quad \frac{\partial w}{\partial \theta} = 0$$

เพราะฉะนั้นจะเห็นว่าค่า $Mrt = 0$

และค่า Qr คือ แรงเฉือน สมการที่ 193(1) มีค่าเท่ากับ

$$Qr = -D \frac{\partial \theta}{\partial r} (\Delta w)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} \Delta w &= \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1 \cdot \partial w}{r \cdot \partial r} + \frac{1 \cdot \partial^2 w}{r^2 \cdot \partial^2 \theta} \\ &= 4B_0 + 4D_0 \log r + 4D_0 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial (\Delta w)}{\partial r} = \frac{4D_0}{r}$$

เพราะฉะนั้นค่า $Qr = -D \cdot 4 \cdot D_0 / r$

แทนค่าใน V จะได้

$$V = -D \cdot 4 \cdot D_0 / r$$

จาก boundary conditions(c) จะได้

$$(V)_{r=a} = \frac{P}{\pi \cdot a} \left(\frac{1}{2} + \sum_{m=1}^{\infty} \cos(m\theta) \right) \quad (c)$$

เมื่อพิจารณาที่ $m = 0$ จะได้

$$(V)_{r=a} = P/(2 \cdot \pi \cdot a) = -D \cdot 4 \cdot D_0/a$$

เพราะฉะนั้น $D_0 = -P/8 \cdot \pi \cdot D$ (2.1.4.d)

จากสมการที่ (2.1.4.a,b,c,d) ใช้ในการหาค่าคงที่ A_0, B_0, C_0, D_0 โดยเขียนอยู่ในรูปของ Simultaneous Equation ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} 1 & b^2 & \log b & b^2 \log b \\ 0 & 2b & 1/b & (2b \log b + b) \\ 0 & 2D(1+\nu) & D(\nu-1)/a^2 & D(2 \log a + 3 + (2 \log a + 1)) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_0 \\ B_0 \\ C_0 \\ D_0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -\frac{Ftz}{\pi 8D} \end{bmatrix}$$

(2.1.7)

พิจารณาที่ R_1 , $m = 1$

การวิเคราะห์ทำเช่นเดียวกับการพิจารณาที่ R_0 โดยเริ่มจากสมการ

$$R_1 = A_1.r + B_1.r^3 + C_1.r^{-1} + D_1.r.\log r \quad (2.1.5)$$

ซึ่งจะทำให้ได้สมการต่าง ๆ จาก boundary conditions ที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

$$(w)_{r=b} = 0 = (A_1.b + B_1.b^3 + D_1.b\log b)\cos\theta \quad (2.1.5.a)$$

$$(w)_{r=b} = 0 = (A_1 + 3.b^2.B_1 - C_1 + D_1\log b + D_1)\cos\theta \quad (2.1.5.b)$$

$$(Mr)_{r=a} = -D\cos\theta \left[6aB_1 + \frac{2C_1}{a^3} + \frac{D_1}{a} + \nu \left(2aB_1 - \frac{2C_1}{a^3} + \frac{D_1}{a} \right) \right] = 0 \quad (2.1.5.c)$$

$$\begin{aligned} (V)_{r=a}Pv &= -D(5B_1 + 3B_1 \frac{-2D_1}{a^2})\cos\theta - (1-\nu)D\cos\theta \left(\frac{2C_1}{a^4} - 2B_1 \frac{-D_1}{a^2} \right) \\ &= \frac{Ftz}{\pi.a} \frac{(1 + \cos\theta)}{2} \quad (2.1.5.d) \end{aligned}$$

จากสมการที่ (3.1.5.a,b,c,d) จะหาค่า A_1, B_1, C_1, D_1 ได้โดยเขียน
อยู่ในรูปของ simultaneous equation ได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\cos\theta \begin{bmatrix} b & b^3 & 1/b & b \log b \\ 1 & 3b^2 & -1/b^2 & (\log b + 1) \\ 0 & D(\sqrt{2a+6a}) & 2D(1-\sqrt{})/a^3 & D(1+\sqrt{})/a \\ 0 & -D(2\sqrt{}+6) & -(1-\sqrt{})2D/a^4 & D(3-\sqrt{})/a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_1 \\ B_1 \\ C_1 \\ D_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{Ftz(1 + \cos\theta)}{\pi \cdot a^2} \end{bmatrix} \quad (2.1.8)$$

พิจารณาที่ R_m เมื่อ $m > 1$

การวิเคราะห์ทำเช่นเดียวกับ R_0 และ R_1 โดยมีสมการสำหรับ ค่าความโค้ง
(w) ดังนี้

$$R_m = A_m \cdot r^m + B_m \cdot r^{-m} + C_m \cdot r^{m+2} + D_m \cdot r^{-m+2} \quad (2.1.6)$$

จาก boundary condition ที่กำหนดให้โดยสมการ a, b, c สามารถที่จะหาค่า
คงที่ A_m, B_m, C_m, D_m ต่าง ๆ ที่ $m > 1$ โดยการวิเคราะห์เหมือนกับ R_0, R_1 จะได้สมการ
สำหรับหาค่าคงที่ ดังต่อไปนี้



$$\cos m\theta (b^m A_m + b^{-m} B_m + b^{m+2} C_m + b^{-(m-2)} D_m) = 0$$

$$\cos m\theta (mb^{m-1} A_m - mb^{-(m+1)} B_m + (m+2)b^{m+1} C_m - (m-2)b^{-(m-1)} D_m) = 0$$

$$\begin{aligned} & (-D \cdot \cos m\theta) \cdot (m(m-1)a^{m-2} + \gamma \cdot m \cdot a^{m-2} - \gamma \cdot m^2 a^{m-2}) A_m + \\ & (-D \cdot \cos m\theta) \cdot (m(m+1)a^{-(m+2)} - \gamma \cdot m \cdot a^{-(m+2)} - \gamma \cdot m^2 a^{-(m+2)}) B_m + \\ & (-D \cdot \cos m\theta) \cdot (\gamma(m+2)a^m + (m+2)(m+1)a^m - \gamma \cdot m^2 a^m) C_m + \\ & (-D \cdot \cos m\theta) \cdot ((m-2)(m-1)a^{-m} - \gamma(m-2)a^{-m} - \gamma \cdot m^2 a^{-m}) D_m = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \{(1 - \gamma)D \cdot m^2 \cos m\theta [m \cdot a^{m-3} - a^{m-3}] - \\ & D \cos m\theta [m(m-1)(m-2)a^{m-3} + m(m-2)a^{m-3} - m^2 \cdot (m-2)a^{m-3}] \} A_m + \\ & \{(1 - \gamma)D \cdot m^2 \cos m\theta [-m \cdot a^{-(m+3)} - a^{-(m+3)}] - \\ & D \cos m\theta [m(m+2)a^{-(m+3)} + m(m+2)(m+1)a^{-(m+3)} + m^2 \cdot (m+2)a^{-(m+3)}] \} B_m + \\ & \{(1 - \gamma)D \cdot m^2 \cos m\theta [(m+2) \cdot a^{(m-1)} - a^{(m-1)}] - \\ & D \cos m\theta [(m+2)(m+1)ma^{(m-1)} + m(m+2)a^{(m-1)} - m^3 \cdot a^{(m-1)}] \} C_m + \\ & \{(1 - \gamma)D \cdot m^2 \cos m\theta [-a^{-(m+1)} - (m-2)a^{-(m+1)}] - \\ & D \cos m\theta [-(m-1)(m-2)ma^{-(m+1)} + m(m-2)a^{-(m+1)} - m^3 \cdot a^{-(m+1)}] \} D_m + \\ & = \frac{Ftz}{\pi \cdot a} \frac{(1 + \cos m\theta)}{2} \quad (2.1.9) \end{aligned}$$

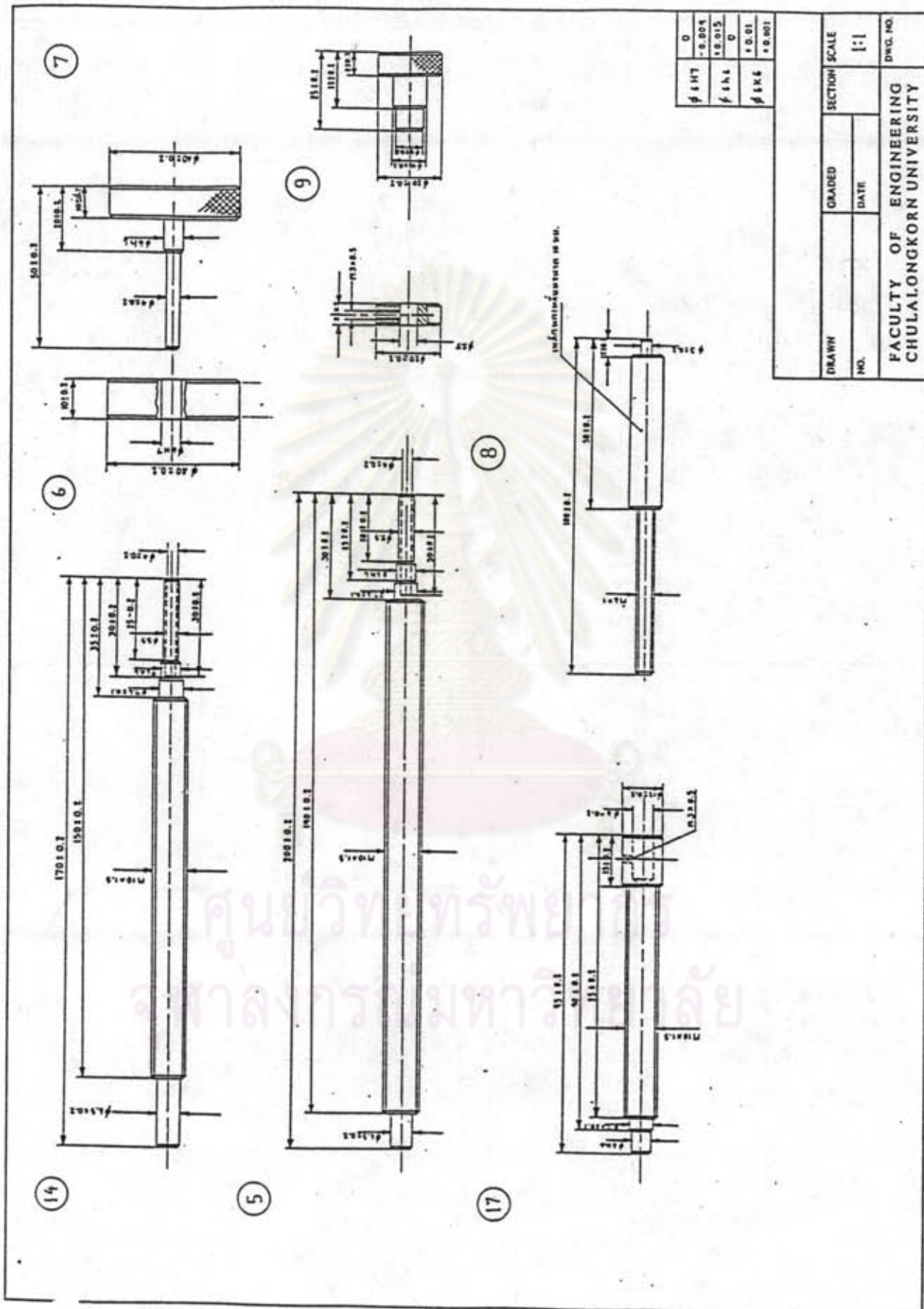
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

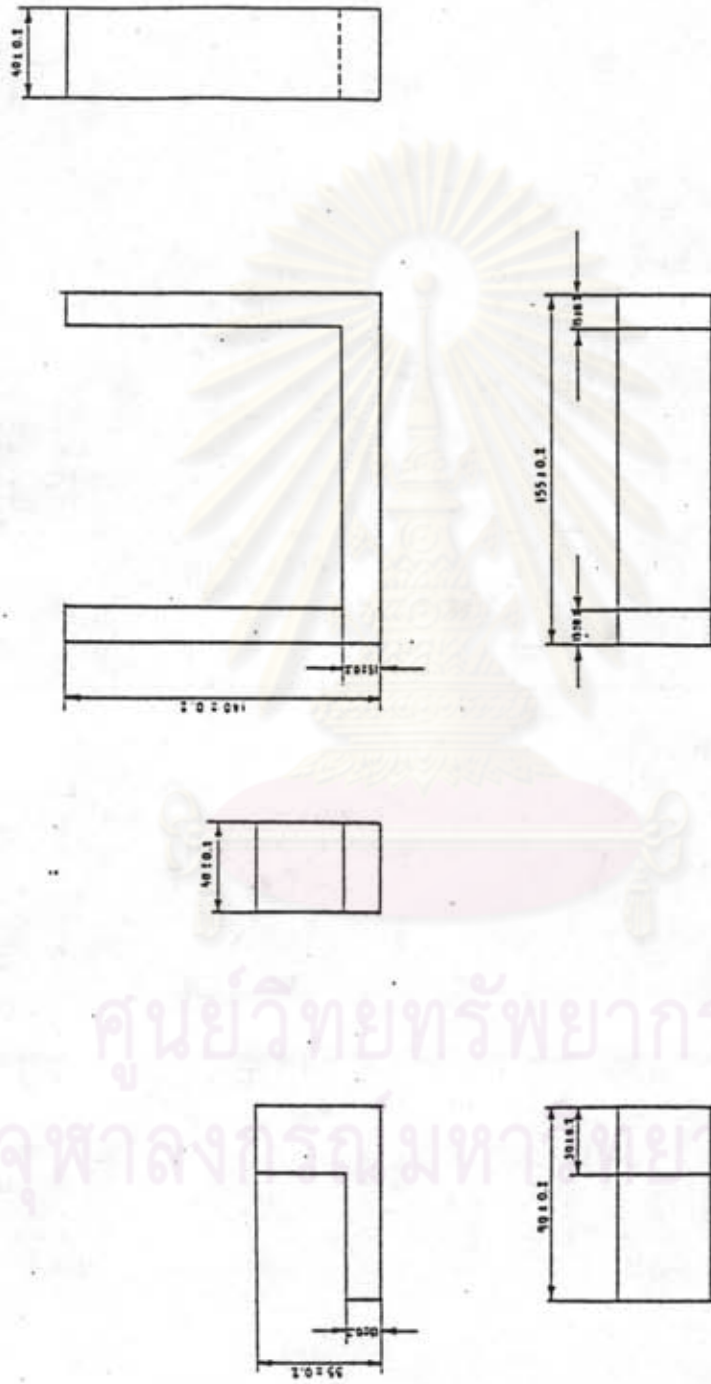
ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องเซาชะร่องพลอย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



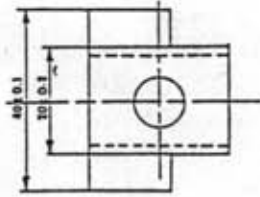
φ 6H7	0
-0.004	
φ 6h6	±0.015
0	
φ 6k6	±0.01
	±0.001

DRAWN NO.	GRADED	SECTION	SCALE
			1:1
	DATE		
Dwg. No.			
FACULTY OF ENGINEERING CHULALONGKORN UNIVERSITY			



DRAWN	GRADED	SECTION	SCALE
		2	1:2
NO.	DATE	DWG. NO.	
FACULTY OF ENGINEERING CHULALONGKORN UNIVERSITY.			

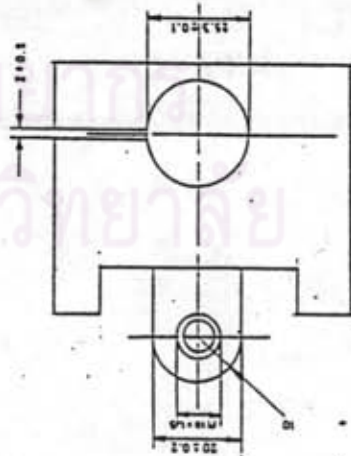
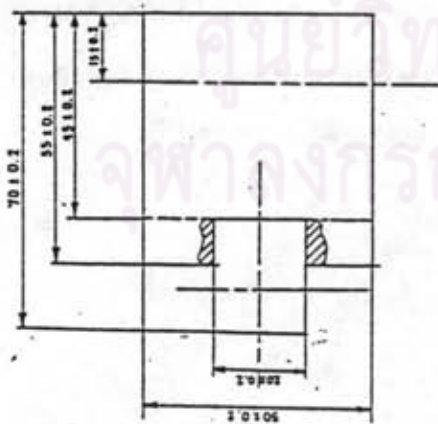
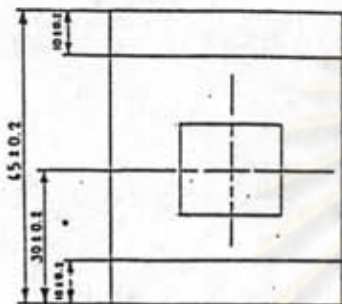
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



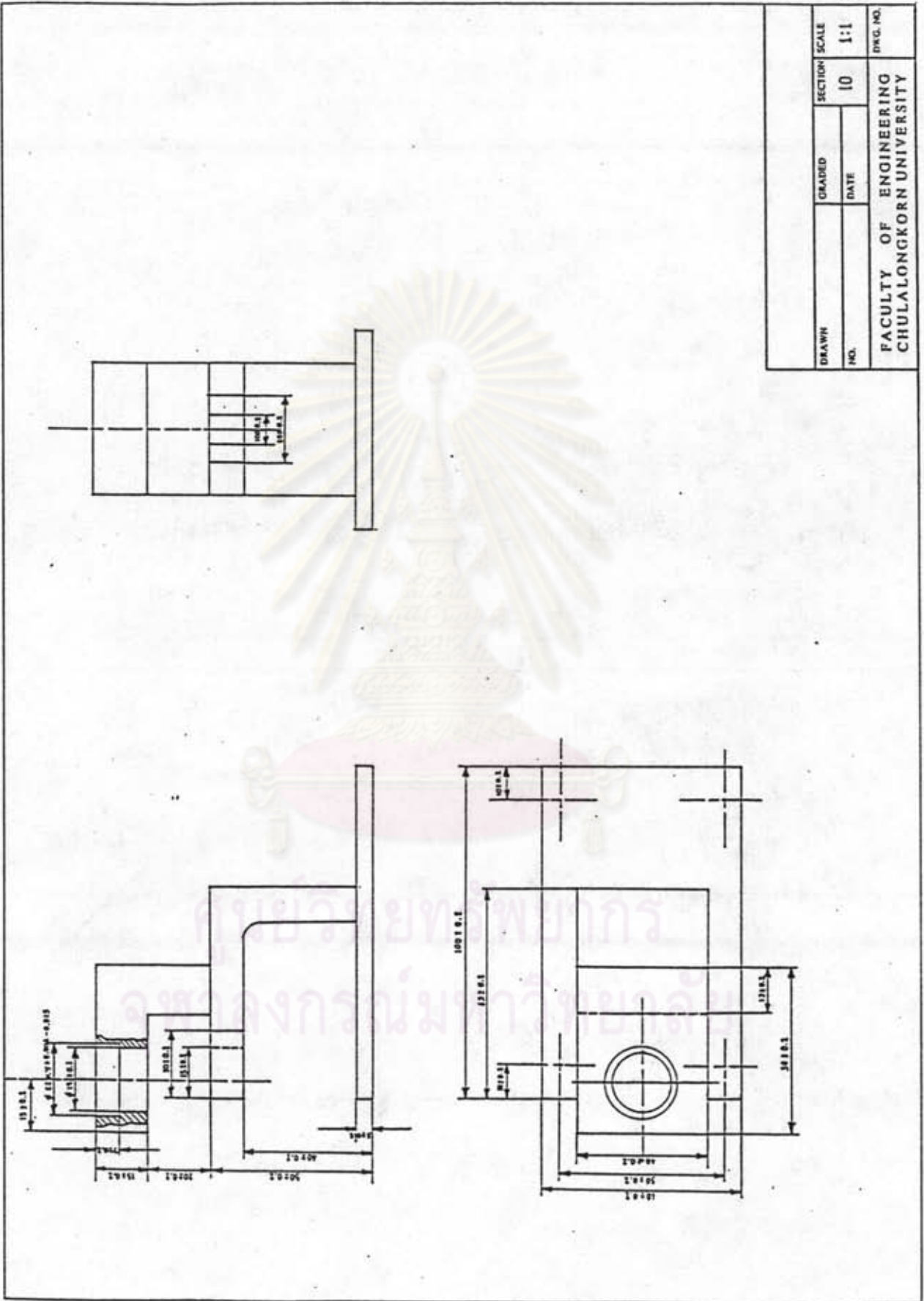
φ 0
15M7-0.018

DRAWN	GRADED	SECTION	SCALE
	DATE	3	1:1
FACULTY OF ENGINEERING CHULALONGKORN UNIVERSITY			ENG. NO.

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



DRAWN NO.	GRADED	SECTION SCALE	DWG. NO.
	DATE	4 1:1	
FACULTY OF ENGINEERING CHULALONGKORN UNIVERSITY			

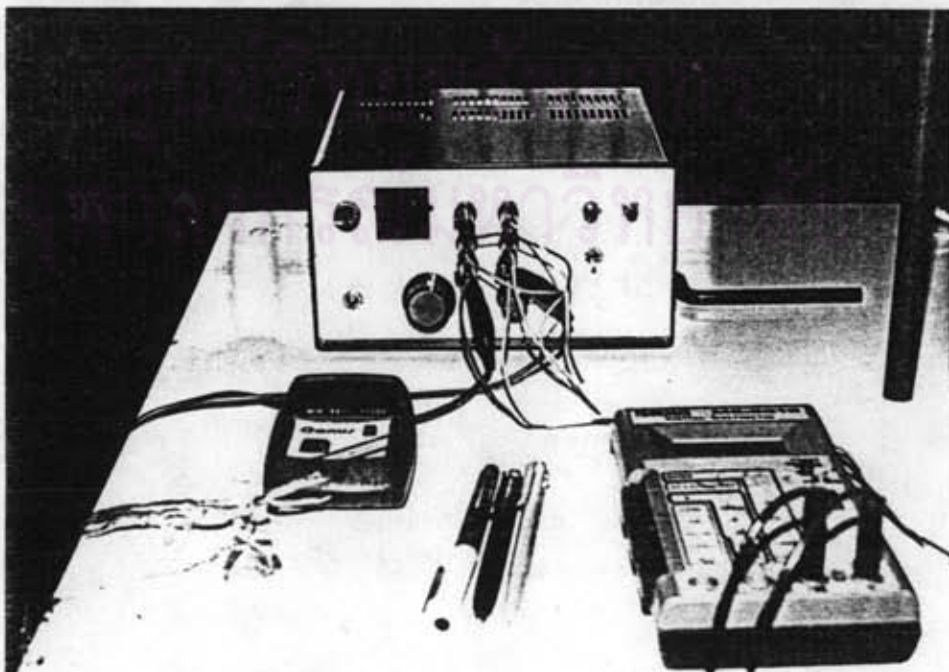
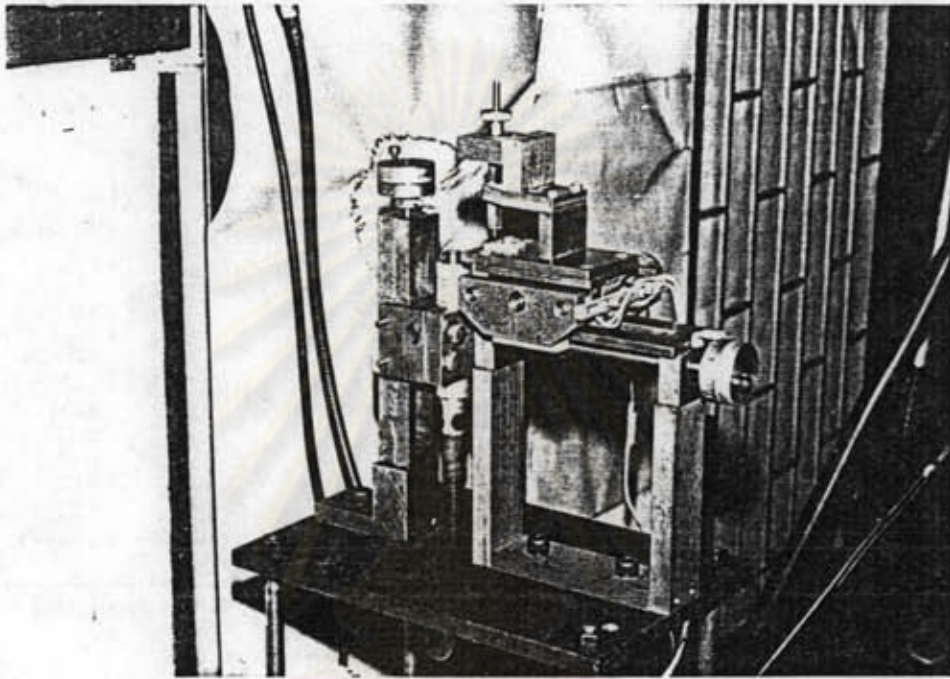


DRAWN	GRADED	SECTION	SCALE
NO.	DATE	10	1:1
FACULTY OF ENGINEERING CHULALONGKORN UNIVERSITY			
			FIG. NO.



ภาคผนวก ค

เครื่องเซาะร่องล้อยที่ใช้ในการทดลอง



ภาคผนวก ง
 ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
 ตารางที่ 1 ผลที่ได้จากการทดลองชุดที่ 2

RPM Feed [mm/s]		11,000			
		1	2	3	4
0.1	DEPTH OF CUT	0.28	0.18	0.21	0.25
	WIDTH	0.49	0.48	0.59	0.48
	DEFLECTION	0.29	0.23	0.20	0.13
0.2	DEPTH OF CUT	0.19	0.24	0.30	0.33
	WIDTH	0.35	0.50	0.32	0.40
	DEFLECTION	0.13	0.21	0.21	0.16
0.3	DEPTH OF CUT	0.31	0.30	0.24	0.30
	WIDTH	0.58	0.53	0.47	0.58
	DEFLECTION	0.31	0.41	0.26	0.39
0.4	DEPTH OF CUT	0.32 [*]	0.16	0.35	0.28
	WIDTH	0.65	0.55	0.63	0.50
	DEFLECTION	0.41	0.29	0.39	0.31

ตารางที่ 1 (ต่อ)

RPM Feed [mm/s]		12,000			
		1	2	3	4
0.1	DEPTH OF CUT	0.19	0.23	0.33	0.21
	WIDTH	0.33	0.43	0.41	0.30
	DEFLECTION	0.14	0.16	0.21	0.11
0.2	DEPTH OF CUT	0.20	0.29	0.30	0.31
	WIDTH	0.70	0.45	0.38	0.68
	DEFLECTION	0.41	0.29	0.21	0.19
0.3	DEPTH OF CUT	0.30			
	WIDTH	0.57	----- แตก -----		
	DEFLECTION	0.33			
0.4	DEPTH OF CUT	0.30	0.50	0.34	0.46
	WIDTH	0.48	0.40	0.45	0.65
	DEFLECTION	0.24	0.26	0.19	0.36

ตารางที่ 1 (ต่อ)

RPM Feed [mm/s]		13,000			
		1	2	3	4
0.1	DEPTH OF CUT	0.25	0.15	0.13	0.18
	WIDTH	0.55	0.32	0.40	0.35
	DEFLECTION	0.31	0.08	0.21	0.13
0.2	DEPTH OF CUT	0.23	0.15	0.26	0.27
	WIDTH	0.35	0.47	0.34	0.35
	DEFLECTION	0.18	0.31	0.16	0.21
0.3	DEPTH OF CUT	0.19	0.23	0.15	0.26
	WIDTH	0.27	0.48	0.38	0.50
	DEFLECTION	0.06	0.29	0.21	0.26
0.4	DEPTH OF CUT	0.23	0.24	0.26	0.28
	WIDTH	0.60	0.60	0.46	0.38
	DEFLECTION	0.34	0.41	0.23	0.19



ตารางที่ 1 (ต่อ)

RPM Feed [mm/s]		14,000			
		1	2	3	4
0.1	DEPTH OF CUT	0.18	0.19	0.23	0.30
	WIDTH	0.40	0.37	0.35	0.40
	DEFLECTION	0.21	0.18	0.11	0.16
0.2	DEPTH OF CUT	0.24	0.34	0.29	0.29
	WIDTH	0.43	0.40	0.50	0.45
	DEFLECTION	0.21	0.21	0.26	0.19
0.3	DEPTH OF CUT	0.14	0.28	0.17	0.32
	WIDTH	0.40	0.50	0.45	0.41
	DEFLECTION	0.24	0.21	0.21	0.16
0.4	DEPTH OF CUT	0.22	0.36	0.45	0.36
	WIDTH	0.40	0.62	0.72	0.50
	DEFLECTION	0.10	0.33	0.38	0.31

ตารางที่ 1 (ต่อ)

RPM Feed [mm/s]		15,000			
		1	2	3	4
0.1	DEPTH OF CUT	0.25	0.24	0.18	0.30
	WIDTH	0.48	0.48	0.50	0.45
	DEFLECTION	0.29	0.31	0.26	0.18
0.2	DEPTH OF CUT	0.28	0.33	0.34	0.35
	WIDTH	0.30	0.42	0.56	0.45
	DEFLECTION	0.13	0.16	0.28	0.18
0.3	DEPTH OF CUT	0.25	0.32	0.17	0.23
	WIDTH	0.38	0.45	0.41	0.46
	DEFLECTION	0.18	0.19	0.24	0.21
0.4	DEPTH OF CUT	0.20	0.24	0.30	0.16
	WIDTH	0.45	0.50	0.65	0.40
	DEFLECTION	0.23	0.31	0.41	0.21

ภาคผนวก จ
 ตารางค่า F - DISTRIBUTIONS

95 per cent points

$f_1 \backslash f_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ประวัติผู้เขียน

นาย ชลิต โรจนวิทย์สกุล เกิดเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2506 ที่อำเภอบางรัก จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2529 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2530



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย