BUNJONG

บทที่ 6 การเขียนแบบใบจักร PROPELLER DRAWING.

เมื่อทำการคำนวณว่า ใบจักรที่กำลังคิดอยู่นั้นพอดีกับแรงม้าของเครื่องจักร และตัวเรือแล้ว จำเป็นจะต้องเขียนรูปใบจักรขึ้น เพื่อทำการส่งให้ช่างไม้แบบทำไม้แบบ เพื่อให้กองหล่อหลอมทำการหล่อใบจักรขึ้น

วิธีการเขียนที่จะกล่าวต่อไปนี้ ใช้วิธีการของท่าน Prof. Troost. เป็นวิธีการที่ใหม่ที่สุด ตลอดทั้งตัวเลขต่าง ๆ ที่ให้ไว้ก็ใหม่แน่นอน

ตัวอย่างที่ 1 ใบจักรที่จะเขียนต่อไปนี้ เป็นของเรือบรรทุกน้ำยาว 100 ฟุต ซึ่งมีรายการละเอียด ดังนี้.—

(ดูการคำนวณในโน๊ตย่อวิชาต่อเรือ)

LBP.,L = 100'- 0"

$B_{MLD.}$,B = 19'- 6"

$D_{MLD.}$,D = 10'- 0"

DESIGNED DRAFT,H = 9'- 0"

DESIGNED SPEED,V_K = 8.5 KNOTS.

Block Coef. C_B = 0.61

Prismatic Coef.C_P = 0.645

Midship Section Coef.C_X = 0.95

FULL LOAD DISPT. $_{FULL}$ = 305 L.T.S.W.

DEADWEIGHT D_{WT} = 180 TONS.

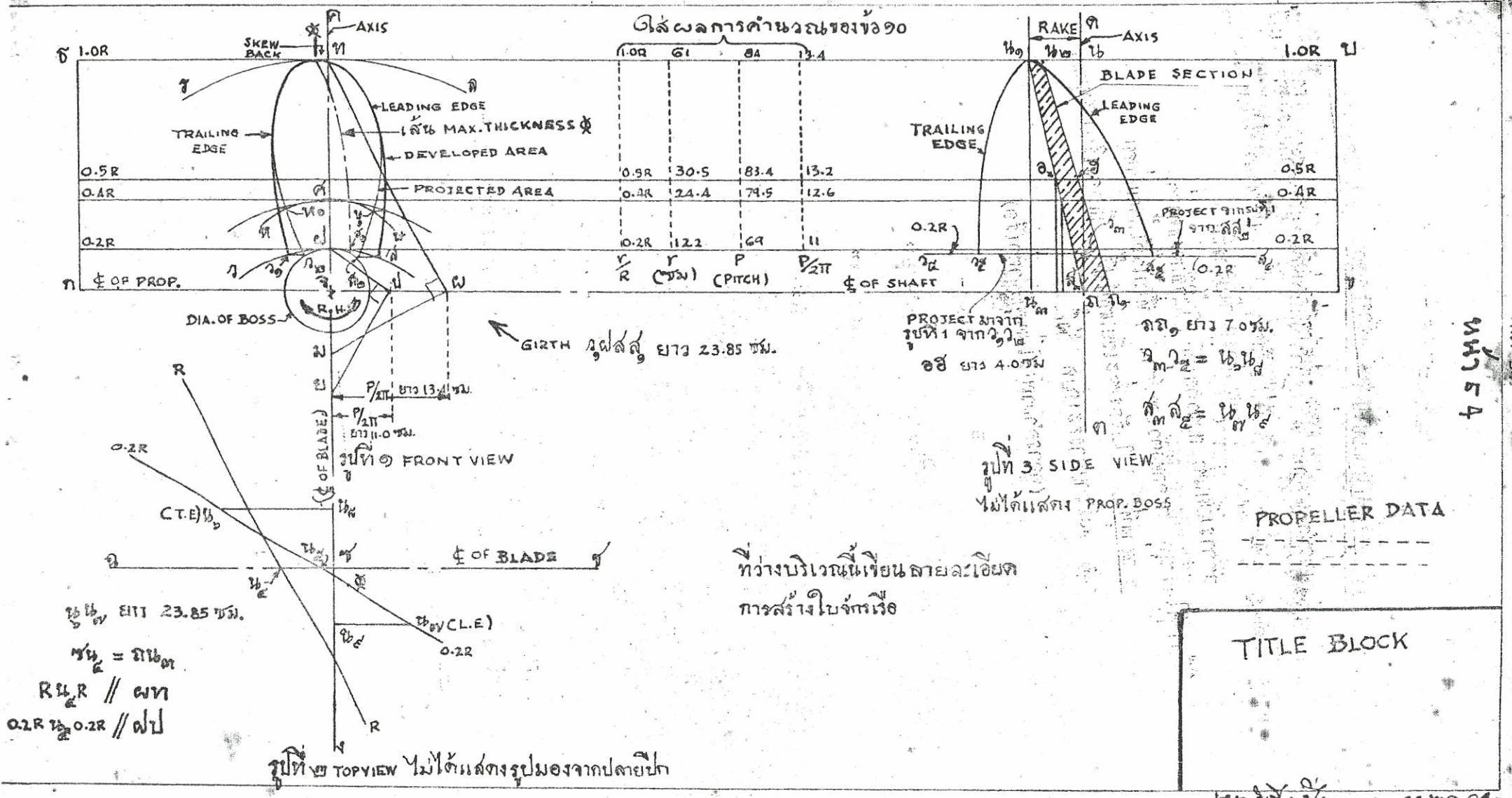
MAIN ENGINE 150 BHP 360 - 400 RPM., SINGLE SCREW

PROPELLER 48" x 33" NO REDUCTION GEAR RATIO.

Number of Blade 3 DAR .35

Developed area ratio.

รูปที่ 20 KEY TO THE PROPELLER DRAWING NO.1 (NO FOR DRAWING NO.2)



ใส่ผลการคำนวณของข้อ 90

รูปที่ 1 FRONT VIEW

รูปที่ 3 SIDE VIEW

ไม่ได้แสดง PROP. BOSS

รูปที่ 4 TOPVIEW ไม่ได้แสดงรูปมองจากปลายปีก

ที่ว่างบริเวณนี้เขียนรายละเอียดการสร้างใบจักรเรือ

PROPELLER DATA

TITLE BLOCK

หน้า 54

การเขียนแบบใบจักรเรือบรรทุกน้ำ ยาว 100 ฟุต ระวางขับน้ำ 305 ตัน เส้นผ่าศูนย์กลางใบจักร 4 ฟุต, พิช 33 นิ้ว

(เขียนแบบเป็นเมาตราเมตริก มาตราส่วน 1 : 3)

โดย "น.ท.วิเชียร ปิ่นกุลบุตร"

หมายเหตุ.–

โปรดดูรูป 20 หน้า 54 และ Propeller Drawing No.1 - 2 ท้ายเล่ม จะทำให้การเขียนใบจักรง่ายขึ้น.....

1. ลากเส้นศูนย์กลาง กข ห่างจากขอบบนของกระดาษ 27ซม.จริงยาว 90 ซม.จริง จุด ก ห่างจากขอบกระดาษซ้ายมือ 7 ซม.จริง เส้น กข จะเป็นเส้น C of Propeller. และ C of Shaft.(กระดาษที่ใช้เขียน DRWG.NO. 1 Propeller Blade. กว้าง 3'- 6" ยาว 2'- 6"

2. ลากเส้น คง ตั้งฉากกับ กข ห่างจากจุด ก ไปทางขวามือ 15 ซม.จริง เส้น คง ตัดกับ กข ที่จุด จ คจ ยาว 24 ซม.จริง คง ยาว 65 ซม. จง ยาว 51 ซม.จริง เส้น คง จะเป็น C of Blade, หรือ Axis ก็เรียก ให้เป็นรูปที่ 1. FRONT VIEW.

3. ลาก ฉช ยาว 30 ซม.จริง ขนานและห่างจากเส้น กข 26 ซม.จริง ฉช ตัด คง ที่ ช เส้นนี้จะเป็น of Blade. เมื่อมองจากปลายปีกใบจักรลงสู่ of Propeller. ให้เป็นรูปที่ 2 TOP VIEW. ฉช เป็น of Blade.

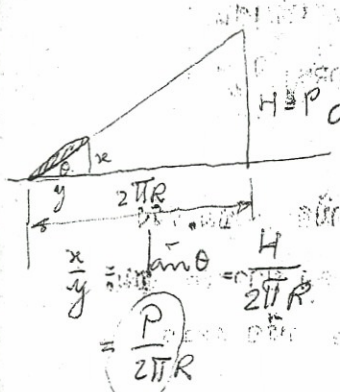
4. ลากเส้น คต ตั้งฉากกับเส้น กข ห่างจากจุด ข ไปทางซ้ายมือ 20 ซม.จริง เส้น คต ตัดกับ กข ที่จุด ถ เส้น คถ ยาว 24ซม.จริง ถต ยาว 15 ซม. จริง เส้น คต จะเป็นเส้น C o. Blade. หรือ Axis. อีกเช่นกัน แต่เป็นรูป Section. ของปีกใบจักร ให้เป็นรูปที่ 3 (SIDE VIEW)

5. วัด จท เท่ากับรัศมีใบจักร เส้นผ่าศูนย์กลางของใบจักรของเรือลำนี้เท่ากับ 4'- 0" หรือเท่ากับ 1.22 เมตร ฉะนั้น จท จะยาวเท่ากับรัศมี 0.61 เมตร แล้วนำลงไปเขียนลงด้วยมาตราส่วน 1 : 3 ถ้าวัดตามสเกลจริงแล้ว จท ยาวเพียง 20.4 ซม. เท่านั้น

6. ลากเส้นขนาน ชหแบ ผ่านจุด ห และตัดกับเส้น คต ที่ น แล้วตีกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้า กชบช

7. แบ่งเส้นรัศมีของใบจักร จท ออกเป็น 10 ส่วนเท่า ๆ กัน ส่วนหนึ่งจะยาว $\frac{0.61}{10}$ เมตร = 0.61 เมตร หรือ 6.1 ซม. แล้วกะลงบนเส้น จท ตามมาตราส่วน 1 : 3 แล้วให้เครื่องหมาย 0.1R, 0.2R, 0.3R, 0.4R, 0.5R, 0.6R, 0.7R, 0.8R, 0.9R, -----และ 1R, R ในที่นี้คือ Radius of Propaller. ซึ่งเท่ากับ 0.61 เมตร (เหตุผล – เส้น 0.1R ไม่ต้องเขียน ดูข้อ 8) เพื่อความละเอียดให้ใส่ตำแหน่ง 0.25R และ 0.95R ด้วย

8. เขียน DIAMETER OF BOSS, โดยใช้รัศมีเท่ากับ 0.25R ฉะนั้นเส้น 0.1R จะหายไปจากรูป คือไม่ต้องเขียน แล้วเขียน Rotation ของเครื่องสำหรับเครื่องนี้ เครื่องหมุนขวา



วัด P/2π (TIP PITCH OVER TWO π) ลงในรูปที่ 1 วัดจากจุด จ ไปทางขวาเหนือเส้น กช วิธีทำให้ทำเป็นตารางต่อไปนี้ ทั้งนี้เพราะ P/2π มีค่าไม่เท่ากันตลอด (TIP PITCH) ของเรือนี้เท่ากับ 33" หรือเท่ากับ 84 ซม. r คือ Radius. ของใบจักรตามตำแหน่งต่าง ๆ

r/R	$\frac{R}{r}$ = 61 (CMS.)	PERCENTAGE OF PITCH DISTRIBUTION แนวก 7 แผน 1/2	FRACTION OF FACE PITCH OR TIP PITCH (P) CMS.	2π	P/2π (CMS.)
			EX.84 x 82 % = 69.0	6.28	
.20	.20x61=12.2	82.2 %	69	6.28	11
.25	.25x61=15.7	85.5 %	71.7	6.28	11.4
.30	.30x61=18.3	88.7 %	74.5	6.28	11.9
.40	.4 x61=24.4	95.0 %	79.5	6.28	12.6
.50	.5 x61=30.5	99.2 %	83.4	6.28	13.2
.60	.6 x61=36.6	100 %	84.0	6.28	13.4
.70	.7 x61=42.7	100 %	84.0	6.28	13.4
.80	.8 x61=48.8	100 %	84.0	6.28	13.4
.90	.9 x61=54.9	100 %	84.0	6.28	13.4
.95	.95x61=58.0	100 %	84.0	6.28	13.4
1.00	1 x61=61.0	100 %	84.0	6.28	13.4

แล้วนำค่า P/2 ในช่องสุดท้ายกะลงในรูปที่ 1 ดังกล่าวแล้ว ซึ่งจะพบตัวอย่าง เช่น จป ยาวเท่ากับ 11.0 ซม. จฝ ยาว 13.4 ซม. เป็นต้น ในระหว่าง ปฝ มีอีกหลายจุดซึ่งไม่ได้ให้อักษรไว้ เพราะที่แคบ

10. ตามจุดต่าง ๆ ของ P/2 π นี้ลาก เส้นตรงไปยังจุดศูนย์ของ เส้น จด กับ เส้นระดับที่ผ่านจุด 0.2R, 0.3R,------ ฯลฯ และลากตามจุดของใครของมัน เช่นลาก เส้น ปฝ เพราะ ป เป็น P/2 ณ 0.2R และ ฝ เป็นจุดตัดของ เส้น จด กับ เส้นระดับที่ผ่านจุด 0.2R หรือ เช่นลาก เส้น ผท ก็เพราะจุด ผ เป็นจุดของ P/2 = 13.4 ที่ 1.0R และจุด ท ก็เป็นจุดตัดของ เส้น จด กับ เส้นระดับที่ผ่านจุด 1.0R จุดอื่น ๆ ก็เช่นเดียวกัน

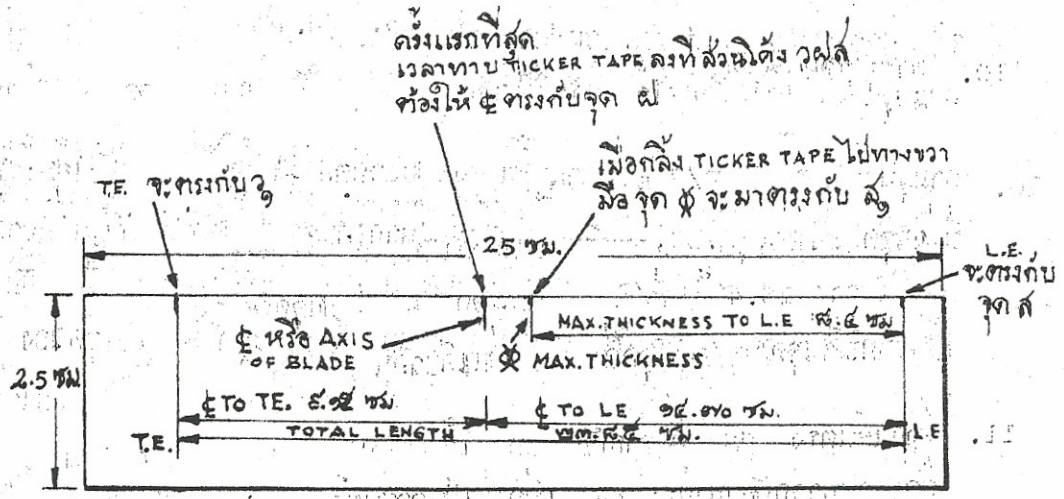
11. ลาก เส้นตรง ผม ตั้งฉากกับ ผท เส้น ผม ตัดกับ คง ที่จุด ม ทั้งนี้เพื่อต้องการหาจุดตัดบนเส้น คง เพื่อใช้เป็นจุดศูนย์กลาง ทำการเขียนความโค้งของปีกใบจักรต่อไป

ในทำนองเดียวกันเส้น ยป ที่ตั้งฉากกับเส้น ปฝ ก็จะตัดเส้น คง ที่จุด ย เส้นอื่น ๆ ก็ทำนองเดียวกัน

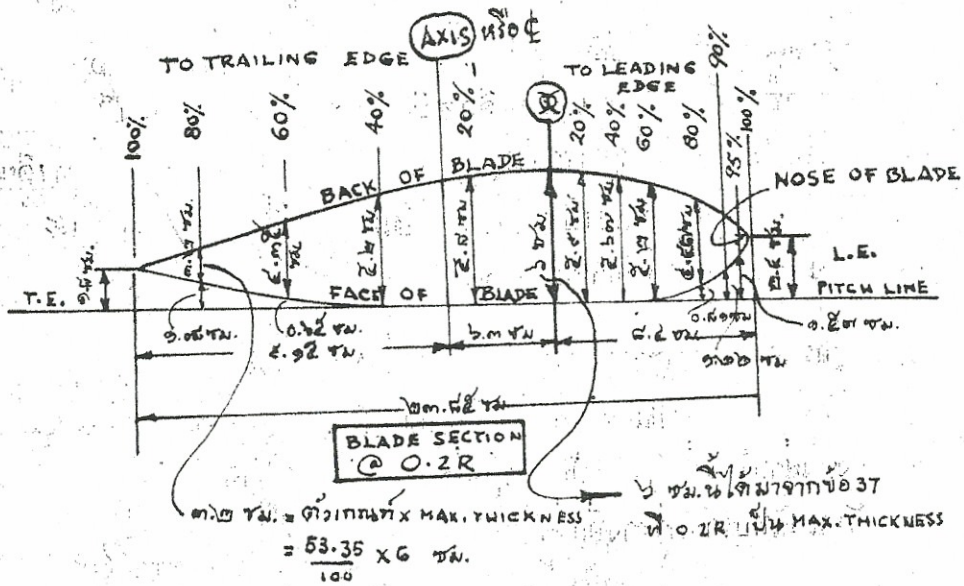
12. ใช้จุดต่าง ๆ ที่ได้บน คง เป็นเส้นศูนย์กลาง เขียนส่วนโค้งของวงกลมลงตามจุดตัดของ คง กับเส้นระดับที่ผ่าน 0.2R, 0.3R, ฯลฯ ตัวอย่างใช้ ม เป็นจุดศูนย์กลางเขียนส่วนโค้ง รทล ผ่านจุด ท หรือใช้รัศมีเท่ากับ มท นั่นเอง ในทำนองเดียวกันใช้จุด ย เป็นจุดศูนย์กลางเขียนส่วนโค้ง วฝส ผ่านจุด ฝ ณ ที่ตำแหน่งอื่น ๆ คงเช่นเดียวกัน

13. ต่อไปนี้ใช้ตัวเกณฑ์จากผนวก 7 เพื่อหา DIMENSION ต่าง ๆ ของใบจักร ต้องเลือกใช้ให้ถูกเพราะ เป็นชนิด 3 ปีก หรือ 4 ปีก ในที่นี้ใช้ 3 BLADED SCREWS OF TYPES B.3.35 เลข 3 คือ 3 ปีก เลข 35 ก็คือ 0.35 เป็น DEVELOPED AREA RATIO ดูตารางในหน้า 60 แสดงวิธีทำไว้แล้ว ในช่องเดียวกันจะมีตัวเลข 2 ชนิด ตัวบนเป็นเลขฝรั่ง เป็นตัวเกณฑ์ที่ได้จากผนวก 7 ตัวล่างเป็นเลขไทย แสดงผลที่ได้จากการคำนวณ

14. ใช้กระดาษ TICKER TAPE (ดูรูปที่21 หน้า 58) ขนาดกว้าง 2.5 ซม.ยาว 25 ซม. ถ้าเป็นกระดาษค่อนข้างแข็งเล็กน้อยก็จะดี เพราะต้องใช้วัด GIRTH ลงบนส่วนโค้งที่เขียนไว้นั้น (เช่นส่วนโค้ง วฝส) บน TICKER TAPE นี้ เอาตัวเลขไทยจากตารางที่กล่าวแล้ว กรอกลงดังนี้.- (ดูรูป 21)



รูปที่ 21 กระดาษ TICKER TAPE ขนาดประมาณ 25 ซม X 2.5 ซม. ตัดขึ้นเพื่อกรอกตัวเลข(ไทย) ที่คำนวณได้ที่ปรากฏในตาราง ของข้อ 13 และเพื่อจะนำไปถ่ายลงในกระดาษ PROP. DRAWING NO.1 TICKER TAPE แผ่นนี้เป็นของตำแหน่ง 0.2R ที่จะถ่ายลง บน GIRTH ของ วฝส จะต้องทำที่ 0.3R ถึง 0.9R อีก



รูปที่ 22 แสดงวิธีเขียนรูป BLADE SECTION, DRAWING NO.2
อ่านคำอธิบายวิธีเขียนในจักร ข้อ 38

เครื่องหมาย ⊕ คือจุดซึ่งมี MAX. THICKNESS.
ของปีกใบจักร ห่างจาก LE 8.4 CMS.
ได้จากช่อง r/R = 0.2

L.E. คือ Leading Edge.

T.E. คือ Trailing Edge.

℄ คือ ℄ of Blade หรือ Axis -
- คือเส้น คง นั่นเอง.

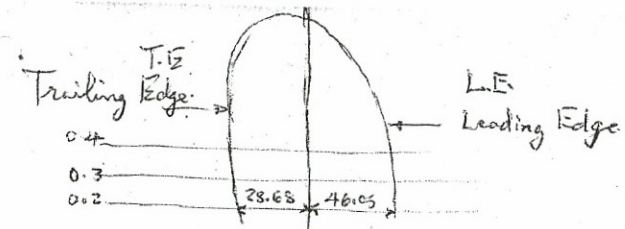
การทำนั้น ให้ทำทุก ๆ r/R คือ 0.20, 0.30 ..... 0.90

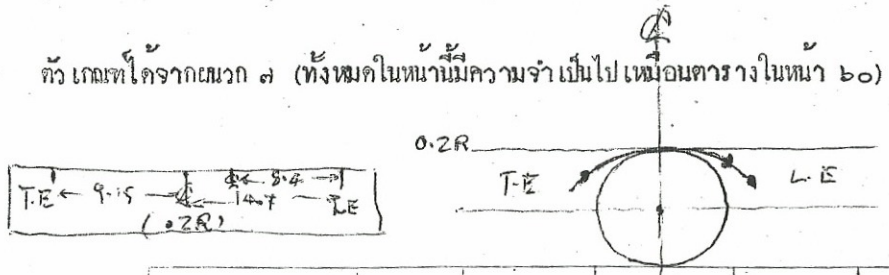
15. นำระยะต่าง ๆ บน TICKER TAPE ในข้อ14 ถ่ายลงบนส่วนโค้ง (เช่นส่วนโค้ง วฝส) ที่เขียนไว้ในรูปที่ 1 เช่นที่ 0.2R วางทาบ TICKER TAPE ของ 0.2R ลงบนเส้นระดับให้ ℄ อยู่บนจุด ฝ แล้วกดมือ TICKER TAPE ไปทางขวาตามเส้นโค้ง วฝส จุด ⊕ จะปรากฏที่จุด $ส_1$ และ LE จะปรากฏที่จุด ส และ TE จะปรากฏที่จุด $ว_1$ ระยะจาก TE ถึง LE ซึ่งยาว 23.85 ซม. จะยาวเท่ากับ ระยะ $ว_1$ ฝ ส ส ซึ่งเรียกว่า GIRTH ที่ 30, 40,.....90 ก็งทำเช่นเดียวกันนี้ ให้เก็บ TICKER TAPE เหล่านี้ไว้ใช้เขียนใน Propeller Drawing No.2 ต่อไป.....

Max. thickness = .05 D on ℄ of shaft = .1 122 cm = 6.1 cm.

4.95 = 4.06% 122 = 4.95% ; D = 122 ซม.

ตัวเกณฑ์ได้จากแบบ ๗ (ทั้งหมดในหน้านี้มีความจำเป็นไปเหมือนตารางในหน้า ๖๐)





44.18% x 32 = 14.2 ซม.

r/R	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
Blade-element From ℄ to T.E	28.68	32.64	36.62	40.53	44.18	46.97	48.22	45.46
From ℄ to L.E	46.05	51.24	54.91	56.52	55.82	52.23	44.63	30.31
Blade thickness ratio in Total	74.73	83.91	91.53	97.05	100.00	99.19	92.85	75.77
Blade-element length at .6R = .3698D	4.06	3.59	3.12	2.65	2.18	1.71	1.24	0.77
Distance of Max. ordinate from L.E in percentage of the length of section	38	35	35	35.5	38.9	44.2	47.8	50

Blade-element length at .6R = .3698 D for D.A.R or $\frac{F_o}{F}$ = 0.50

= 31.4 cm say 32 cm for $\frac{F_o}{F}$ = .35 ของเรือลำนี้ หรือ นิ้ว

ตอไปนี้ แสดงตัวอย่างการคำนวณ (ผลการออกเป็นเลขไทย)

35% x ๑๒๘.๔ = ๔๕.๕ ฟุต

นิ้ว ซึ่งจะเป็นตัวหลัก และ เลขฝรั่งในช่องหมายเลข

เหล่านั้นจะคูณเข้ากับตัวนี้ เช่น เป็นต้น ผลที่ได้จะปรากฏในตาราง เดียวกันนี้ ซึ่ง เป็นตัว เลขไทย ทั้งนี้ เพื่อไม่ให้เสียเวลามากที่จะต้อง

ทำตารางกันอีก และการทำในตาราง เดียวกันนี้ สะดวก และไม่งง ตัวเลขในช่องที่ เช่น

นั่นคือ และตัวเลขในช่องที่ เช่น นั่นคือ จากช่อง)

16. ลากเส้นโค้งผ่านจุด ⌀ MAX THICKNESS สำหรับบน 1.OR ได้จากปลายเส้นโค้งที่เกิดขึ้นจากการลากผ่านจุดที่หาได้ตามข้อ 15 จุดตรงนั้นทำเครื่องหมาย ⌀ และเป็นระยะห่างจาก C ไปทางซ้าย 5.2 ซม. เราเรียกว่า SKEW BACK ให้ชื่อเส้นโค้งนี้ว่า MAX. THICKNESS. (หมายเหตุ SKEW BACK 5.2 ซม.นี้เป็นเรื่องเกิดภายหลังอย่าไปกำหนดขึ้นก่อน อาจได้ไม่ตรงตามนี้ก็ได้ สุดแต่เส้นโค้ง MAX. THICKNESS. จะทำให้ตกปลายห่างจาก AXIS มากน้อยเท่าใดนั้นคือ SKEW BACK.)

17. ลากเส้นโค้งผ่านจุด LE, TE หรือจุด ส และ $ว_1$ เป็นต้น เส้นโค้งที่เกิดขึ้นเป็นเนื้อที่ของใบจักรที่เรียกว่า DEVELOPED AREA และบอกเสียด้วยว่าด้านขวามือเป็น LEADING EDGE ด้านซ้ายมือเป็น TRAILING EDGE.(ใบจักรหมุนขวา)

18. ต่อไปเขียน PROTECTED AREA โดยใช้จุด จ เป็นจุดศูนย์กลาง เขียนส่วนหนึ่งของวงกลมตาม 0.2R, 0.3R....ฯลฯ เช่นที่ 0.4R จะได้ส่วนหนึ่งของวงกรมคือ ชย ฉะนั้น ที่ 0.2R เมื่อใช้จุด จ เป็นจุดศูนย์กลาง เขียนวงกลมผ่าน 0.2R แล้วก็จะได้เท่ากับ Dia. of Boss พอดีเมื่อต้องการจะหาจุดเพื่อเขียน Projected area. ก็ลากเส้นระดับผ่านจุด ส และ $ว_1$ ให้ไปตัดวงกลมที่เขียนไว้คือ ที่ $ส_2$ และ $ว_2$ และเช่นที่ 0.4R ก็ได้จุด $ห_1$ และ $ษ_1$ แล้วลาก เส้นโค้งผ่าน ซึ่งจะมีชื่อว่า Projected area เมื่อเขียนถึงข้อนี้เป็นอันเสร็จรูปที่ 1 ซึ่งแสดงรูป Front View ก่อนจะเริ่มข้อต่อไป ให้นำรายการคำนวณของ r/R Radius, Pitch. และ $P/2\pi$ ใส่ลงในกระดาษเขียนแบบขวามือของรูปที่ 1 ประมาณของไฟพอสวยงาม

19. ต่อไปนี้เขียนรูป 3 Section View โดยใช้ น ถ เป็น Rake ของใบจักร $นน_1$ ยาว 5 ซม. หรือประมาณ 2 นิ้ว รัศมีของใบจักร 61 ซม. หรือ 2 ฟุต ซึ่งจะได้ Rake Ratio $\frac{2"}{2'}$ = 1.0 $\frac{นิ้ว}{ฟุต}$ (ตามเกณฑ์ใช้ 1.0 ถึง 1.5 นิ้ว/ฟุต)

20. คำนวณหา Blade Thickness. ที่ตำแหน่ง 0.25R ตามกฎของ Beureau of Shipping (ABS'Rule)Section 37หน้า 209 ปี 1957 หรือได้จากบทที่ 4 ของหนังสือเล่มนี้.

$$t_{.25R} = \cdot (C + 10X_R) \sqrt{\frac{D\,d^3}{1 \times n \times P_{0.25R} \times S}}$$

C = ตัว Constant เปลี่ยนไปตามเนื้อโลหะที่ใช้ทำใบจักร ในที่นี้ใช้ Manganes Bronze. ซึ่งใช้กับ Diesel Engine = 302 (จากบทที่ 4)

X_R เป็น Rake Ratio of Blade in inches per foot.

Rake = 5 ซม. = 2 นิ้ว

Radius of Prop = 61 ซม. = 2 ฟุต $X_R = \frac{2}{2}$" = 1.00"/FT.

(ตามเกณฑ์ R = 1.00 ถึง 1.5 นิ้ว/ฟุต

D = Diameter of Propeller in ft. = 4'- 0"

d = Tailshaft dia. 4.5" ดูบทที่ 4 เพื่อการคำนวณ

$P_{0.25R}$ = Pitch of Propeller in ft. at radius of 0.25R

เมื่อทำแล้วจะได้รัศมีเท่ากับ 0.125 D = 0.125 x 4' = 0.500 ฟุต

หรือ 6 นิ้ว (15.2 ซม.) ดูจากตัวอย่างที่ทำไว้ในตารางข้อ 9 หรือที่นำไปกรอกไว้ในแบบด้านขวามือของใบจักรรูปที่ 1 แล้วจะเห็นว่ารัศมี = 15.2 ซม. ตรงกับที่ 0.25R โดยประมาณ ซึ่งมี Pitch เท่ากับ 71.7 ซม. หรือ 2.36 ฟุต

$\therefore P_{0.25R}$ = 2.36 ฟุต

l = Width of Blade in inches at radius of 0.25R

ดูจากตารางข้อ 13 ช่อง Total length จะได้ width of Blade. ที่ 0.25 R เท่ากับ 25.32 ซม. (10 นิ้ว.) BY INTER POLATION.

l = 10 นิ้ว

m = Number of Blades = 3

S = Tensile strength of material

= 60,000 psi จากหนังสือ Machine Design ของ Faires. หน้า 40 (Manganese Bronze) หรือจากบทที่ 4 ของหนังสือเล่มนี้

$$t_{0.25R} = (302 + 10 \times 1.0) \sqrt{\frac{4 \times (4.5)^3}{2.36 \times 10 \times 3 \times 60,000}}$$

= 2.90"

= 7.35 ซม.

จากหนังสือ TROOST BOOK ให้ความหนาของปีกใบจักรที่ CENTERLINE OF SHAFT ไว้เท่ากับ 0.05D หรือ 0.05 x 4' เท่ากับ 0.20 ฟุต หรือ 6.1 เท่านั้น และถ้าเรียนใช้ $t_{0.25R}$ = 7.35 ซม. จริง จะไปปรากฏที่ of shaft ประมาณเกือบ 10 ซม. และดูรูปไม่สวย ดูหนาเกินไปจึงใช้ $t_{0.25R}$ เพียง 7.0 ซม. และเอาไปกะที่ of shaft ดังนั้น ถ t_1 ยาว 7 ซม. ซึ่งการอย่างนี้ไม่ผิดอะไรมากนัก บางทีกฎนี้ให้ไว้หนาเกินไป ต้องดูความสวยงามด้วย.

21. ที่ปลายปีกวัด u_1 u_2= 1 ซม. เป็นความหนาของปีกใบจักร แล้วปาดออกเสียด้วยส่วนโค้งรัศมีประมาณ 1.5ซม. จากเส้น u_2 ε_1 ให้ตัดที่ ℄ of shaft. ที่ ε_1 รูป u_1 u_2 ε_1 ถ จะเป็นรูปหน้าตัดของปีกใบจักร ให้แสดงรอยหน้าตัดด้วยเส้นชิดเต็ม กับชิดประ สลับกันไป

22. จากจุดตัดของ u_1 ถ กับเส้นระดับที่ผ่าน 0.2 R, 0.3R.....จากเส้นดิ่งลงสู่ of shaft. ตัวอย่างเช่น u_1 u_3 เป็นต้น

23. วัดจุดตัดต่าง ๆ ในระหว่างเส้น ถ u_3 แล้วถ่ายลงในรูปที่ 2 Top view. จะได้เส้น ช u_4 ซึ่งยาวเท่ากับ ถ u_3 วิธีถ่ายระยะใช้ Ticker Tape. จะสะดวกกว่า แล้วให้เครื่องหมาย 0.2 R.....0.9Rเพื่อความสะดวกต่อไป

24. ในรูปที่ 2 Top view จากเส้น R u_4 R ผ่านจุด 1.0R (หรือผ่านจุด u_4 นั่นเอง) และขนานกับเส้น ผ ท ของรูปที่ 1 ทำเช่นเดียวกันนี้ไปจนหมด เส้นสุดท้าย จะเห็นว่าเส้นที่ผ่าน u_5 คือ เส้นที่ขนานกับเส้น ฝ ป ในรูป ที่ ด้วยเสร็จแล้วให้เครื่องหมาย Leading edge and Trailing edge. ให้ถูกต้อง

25. นำ TICKER TAPE ทั้งหมดที่ทำไว้ในข้อ 14 มาใช้เขียนรูป 2 TOP VIEW ดังต่อไปนี้ เช่นบนเส้น 0.2R ที่ผ่าน u_5 เอาเครื่องหมาย ℄ ที่อยู่บน TICKER TAPE. ทาบลงบนเส้น of Blade. คือเส้น ฉ ช นั่นเอง และแนวกระดาษ TICKER TAPE วางทาบไปบนเส้นนั้นแล้ว หมาย u_6 ตรงกับ TE, u_7 ตรงกับ LE และ ℄ เป็นต้น เส้น u_6 u_7 ยาวเท่ากับ 23.85 ซม. ที่ตำแหน่งอื่นทำเช่นเดียวกัน แล้วลากเส้นโค้งผ่าน ให้ใช้ความระวัง เพราะรูปนี้ ดูจะยุ่ง

26. ในรูปที่ 2 นี้ลาก เส้น u_6 u_8 และ u_7 u_9 คือจากจุด TRAILING-EDGE LEADING EDGE ทิ้งดิ่งไปยังเส้น ค ง นั่นเอง และที่นี่เป็นของตำแหน่ง 0.2 R, ที่ 0.3 R ถึง 0.9 R ก็ทำเช่นเดียวกันนี้ นำกระดาษ Ticker - Tape ที่ตัดขึ้นใหม่อีกชุดหนึ่ง วางทาบลงบนเส้น u_6 u_8 แล้วหมาย TE กับ ℄ (u_8 ตรงกับ ℄, T.E. ตรงกับ u_6 แล้วเลื่อนลงไปทาบ บนเส้น u_7 u_9 หมาย ℄ กับ L.E. ลงบน Ticker Tape. (u_8 ตรงกับ u_9 และตรงกับ ℄ จึงใช้ ℄ แทนชื่อเดียว จุด u_7 ตรงกับ L.E....)นี่เป็นของตำแหน่ง 0.2 R ที่ตำแหน่ง 0.3 R ถึง 0.9 R ก็ทำเช่นเดียวกัน

27. ในรูปที่ 3. Section View. ทำการ Project ของปีกใบจักรทั้ง Trailing Edge และ Leading Edge จากรูปที่ 1 ให้มาตัดกับเส้น ก ต ในรูปที่ 3 ตัวอย่าง เช่น จากจุด s_2 ของ Developed and Projecte area ของ Leading Edge ในรูปที่ 1 ของตำแหน่ง 0.2R เมื่อ Projected ไปยังรูปที่ 3 จะปรากฏบนเส้น s_3 s_4 ซึ่งยาวพอสมควร และจากจุด y_2 ของ Developed and Projected area ของ Trailing edge ในรูปที่ 1 ของตำแหน่ง 0.2R เมื่อ Project ไปยังรูปที่ 3 จะปรากฏบนเส้น y_3 y_4 ซึ่งยาวพอสมควร เช่นเดียวกันที่ตำแหน่ง 0.3 R และอื่น ๆ ก็ทำเช่นเดียวกัน แล้วหมายตำแหน่ง 0.2R, 0.3R .....0.9R ไว้บนเส้นนั้น ๆ ถ้าไม่หมายไว้จะยุ่งอาจปะปนกับระยะ 0.2 R ฯลฯ เดิมก็ได้

28. นำ Ticker Tape ชุดใหม่ที่ทำไว้ตั้งแต่ข้อ 26 นำระยะต่าง ๆ มาคายลงในรูปที่ 3 เช่นที่ตำแหน่ง 0.2 R คายระยะ n_6 n_8 ลงบนเส้น y_3 y_5 (Trailing Edge.) และ n_7 n_9 ลงบนเส้น s_3 s_5 (Leading Edge.) ที่ตำแหน่ง 0.3R และอื่น ๆ คงทำอย่างเดียวกัน แล้วลากเส้นโค้งผ่านจุด L.E. และ T.E. เหล่านั้น ส่วนตอนปลายปีกจะอยู่บนตำแหน่ง 1.0 R และจะเกิดขึ้นเอง เพราะเส้นโค้งผ่าน Trailing Edge. และ Leading Edge ตั้งแต่ตอนต่าง บังคับขึ้นมา เสร็จแล้วหมายตำแหน่ง L.E. และ T.E. และอื่น ๆ ให้เรียบร้อย

29. วางความยาวของ Boss. พอสมควร แต่ไม่ยาวจนเกินไปในที่นี้ใช้ยาว 32 ซม. แน่นอนที่สุด Diameter of Boss ต้องสัมผัสที่ 0.2 R ซึ่งยาวเท่ากับ 24.4 ซม. ทาง Leading Edge. แล้วใช้เส้นโค้งปาดลงให้พอสวยงามก็จะได้ Diameter of Boss. ทางด้าน Trailing Edge. เท่ากับ 21 ซม.

30. วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Tail shaft ซึ่งหาไว้ได้ตั้งแต่ตอน Design ตามกฎของ ABS เท่ากับ $4\frac{1}{2}$ หรือ 11.43 ซม. แล้ว Taper ลงไปด้วยระยะ $\frac{3}{4}$" ต่อ 1 ฟุต ก็จะได้เส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายเพลา 9.41 ซม.

31. ทำการเขียนน็อตยึดใบจักรด้วยขนาดพอสมควร ถ้าจะให้รอบคอบดีควรนำ Mashine Design เข้ามาช่วยด้วยก็จะดียิ่งขึ้น แต่ช้า ทางที่ดีให้ดูขนาดของน็อตจาก เรือเก่า ๆ แล้วถือขนาดนั้นเป็นบันไดฐาน ดัดแปลงให้ใหญ่หรือเล็กจากเดิมบ้าง ก็ใช้ได้

32. แล้วเขียนเฉพาะปีกนอกของใบจักร เสียให้เรียบร้อยตามความสวยงามใช้ Mangenese Bronze หนา $\frac{1}{2}$" แล้วบอก Section symbol ด้วย ปีดเต็มปีกประสลับกัน

33. ที่ Propeller Boss. ทำการเขียนเผื่อ และรูหยอดน้ำมันเมื่อเวลาต้องการถอดและจุกปิดรูไว้ รูโตประมาณ $\frac{1}{2}$" ก็พอ

34. ทางใช้การจริง ๆ ต้องทำ Detail ตามรอยตัดต่าง ๆ เพื่อให้พอกับการทำที่สะดวก และเขียนไว้ได้รูปที่ 3 ซึ่งยังมีเนื้อที่พอในชั้นนี้ของการเขียนแผ่นที่ 1 เพียงเท่านี้ โปรดอย่าลืมเขียน Propeller Data ไว้ในแบบด้วย Drawing แผ่นนี้ให้ชื่อว่า Drawing No. 1 Propeller Blade.

35. ในกระดาษเขียนแบบแผ่นที่ 2 ซึ่งมีขนาดกว้าง 2'- 6" ยาว 2'- 6" จะทำการเขียน Section of Blade ซึ่งตัดขนานกับ ℄ of shaft ณ ตำแหน่ง 0.2R, 0.3R..... จนถึง 0.9R ถ้าไม่แสดงรูปนี้ การทำใบจักรเพียงใช้ Drawing NO.1 Propeller Blade. ก็ยังทำการสร้างใบจักรไม่ได้

36. การจะเขียน Section of Blade ต่อไปจำเป็นต้องคำนวณบางสิ่งบางอย่าง โดยใช้ Table 9 Dimensions of the 3 - bladed screw of the types B. 3.35 B. 3.50.....(ดูหน้า66)

37. ตัวเกณฑ์ข้างบนนั้นได้ใช้เลขฝรั่ง ส่วนที่เป็นระยะแล้วใช้เลขไทยเขียนไว้ข้างล่างในช่องเดียวกัน Maximum "t" คือ Maximum Thickness. เป็นผลที่วัดมาจาก Fig. 3 ของ Drawing NO.1 เช่นระยะ อย = 40 ซม. (ของ 0.5 R) ที่วัดออกมานั้นได้ดังนี้.—

ตำแหน่ง	MAX. "t" Scale off from- Propeller Drawing NO.1 รูปที่ 3	MAX. "t" ที่คำนวณ
0.2 R	6.0 ซม.	4.95
0.3 R	5.2 "	4.375
0.4 R	4.8 "	3.8
0.5 R	เช่น อย = 4.0 "	3.23
0.6 R	3.5 "	2.66
0.7 R	2.9 "	2.08
0.8 R	2.3 "	1.51
0.9 R	1.8 "	0.95

ทั้งหมดในหน้านี้ มีความเป็นไป เหมือนตาราง ในหน้า ๖๖

(อ่านการ เขียนใบจักร ข้อ ๓๗)

รูปที่ ๓

		๑.๔๔	๒.๖๕	๓.๑๗	๓.๕๒	๓.๕๔	๓.๔๕	๓.๑๗	๓.๗๒	๒.๓๔	๒.๐๗	
		๒.๗๘	๒.๕๐	๓.๐๓	๓.๓๘	๓.๔๔	๓.๒๕	๓.๐๐	๒.๕๓	๒.๑๕	๑.๔๒	
		๑.๗๖	๒.๐๑	๒.๔๘	๒.๗๘	๒.๘๑	๒.๖๗	๒.๔๒	๒.๐๒	๑.๗๒	๑.๔๔	
		๑.๐๘	๑.๗๑	๒.๑๕	๒.๔๒	๒.๔๕	๒.๓๐	๒.๐๕	๑.๖๔	๑.๔๒	๑.๒๒	
		.๘๕	๑.๔๓	๑.๘๒	๒.๐๐	๒.๐๘	๑.๔๔	๑.๖๘	๑.๓๕	๑.๑๑	๐.๙๒	
		.๖๔	๑.๐๘	๑.๓๘	๑.๕๗	๑.๕๘	๑.๔๔	๑.๒๒	.๔๓	.๗๒	.๕๖	
		.๕๖	.๔๔	๑.๑๗	๑.๓๓	๑.๓๔	๒.๗๗	.๔๔	.๖๖	.๔๗	.๓๕	
		.๔๕	.๗๐	.๘๗	.๔๗	.๔๗	.๘๗	.๗๐	.๔๕	.๓๐	.๒๒	
๑.๐๕	.๖๖	.๓๕	.๔๕	.๐๖	.๐๖	.๐๔	.๖๕	.๔๔	.๗๕	.๔๕	๑.๖๕	
.๘๘	.๔๓	.๒๑	.๐๒		.๐๐๑	.๐๕	.๓๖	.๓๘	.๕๘	.๗๗	๑.๗๒	
.๕๑	.๒๘	.๐๔				.๐๒	.๐๗	.๒๒	.๓๕	.๕๒	.๔๔	
.๒๒	.๐๔						.๐๗๑	.๑๑	.๒๑	.๓๓	.๗๖	
								.๐๗๑	.๐๙	.๑๗๘	.๕๒	
									.๐๐๖	.๐๐๙	.๒๖	

จะเห็นว่า MAX. "t" scale off นั้นหนากว่า MAX "t" ที่คำนวณได้ตัวเกณฑ์ที่ปรากฏในข้อ 13 ในช่องที่มีชื่อว่า Blade thickness ratio in percentages of the diameter ซึ่งได้นำมากรอกไว้ในช่องข้างบนแล้ว สรุปว่าเราใช้ความหนาของปีกใบจักรมากกว่าที่ให้ไว้ตามตัวเกณฑ์เล็กน้อย

38. ตัวเลขไทย์ในช่องต่าง ๆ ได้มาดังนี้ เช่น.—

ตัวเกณฑ์จาก Table 9 ↓ จากตารางข้อ 37.

ที่ 0.2R ณ 80 % from trailing edge ปีกหนา = $\frac{53.35}{100} \times 6$

= 3.2 ซม.

ที่ 0.3R ณ 80 % " " " = $\frac{50.95}{100} \times 5.2$

= 2.64 ซม.

ที่ 0.4R ณ 80 % " " " = $\frac{47.70}{100} \times 4.8$

= 2.29 ซม.

ณ 60 % .....20% อื่น ๆ คงได้ในทำนองเดียวกัน

39. เมื่อได้ความหนาของปีกใบจักรหมดแล้ว นำผลที่ได้ตัวเลขไทย์ไปทำการเขียนแบบด้วยมาตราส่วน 1 : 3 เช่นเดียวกับ Drawing No. 1 ขนาดต่าง ๆ พวกนี้จะเรียกว่า TABLE OF OFFSETS ก็ได้

40. ทางที่ดีควรนำ TABLE OF OFFSETS เหล่านี้กรอกลงในกระดาษเขียนแบบโดยวางไว้ตอนกลางส่วนล่างของกระดาษแล้วจึงค่อย ๆ นำตัวเลขเหล่านั้นไปเขียน Section of Blade ทางด้านซ้ายของ Table เริ่ม Blade Section ของตำแหน่ง 0.2R ตั้งแต่ขอบล่างของกระดาษเป็นต้นไป ทั้งนี้สะดวกต่อการดูตัวเลขและยังเป็นการตรวจสอบตัวเลขเหล่านั้นว่าเมื่อนำไป Plot แล้วจะได้เส้นโค้งที่สวยงามหรือไม่ ถ้าไม่สวยงาม เราก็ต้องตรวจสอบตัวเลขนั้น ๆ ใหม่ เพราะอาจคำนวณผิด

41. ขั้นตัวอย่างการเขียน Section of Blade ดูรูปที่ 22 หน้า 58 ณ ตำแหน่ง 0.2 R ลากเส้นระดับ Pitch Line ยาวพอประมาณ ลากเส้น Axis ตั้งฉากกับเส้น Pitch Line ที่ประมาณกึ่งกลางของเส้น Pitch Line นำ Ticker Tapes ชุดแรกทั้งหมดที่ทำไว้ตั้งแต่ข้อ 14 มาใช้ ตอนนี้ใช้ของ 0.2 R นำ Ticker Tape ชุดแรกทาบลงบน Pitch Line ให้จุด C ทับลง

บนเส้น Axis แล้วหมาย T.E.,L.E.และ ℄ ลงในกระดาษเขียนแบบ แล้วหมายระยะต่าง ๆ ที่มีบน Ticker Tape ลงบนกระดาษเขียนแบบ ในช่วง T.E. ถึง ℄, และ ℄ ถึง L.E. นี้ แบ่งออกเป็นช่อง ๆ ละ 5 ช่อง นั่นคือตรงกับ 100 % 80 %, 60 %, 40 % และ 20%ตามที่ปรากฏใน Table of offsets แล้วลากเส้นตั้งฉากผ่านจุดที่แบ่งแล้วหมายตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ ให้เรียบร้อย ในช่อง ℄ ถึง L.E. นั้นแบ่ง 90 % และ 95% ด้วย และบนเส้นตั้งฉากเหล่านี้ ทำการกรอกความหนา (THICKNESS) หรือ ORDINATES ของปีกใบจักรลง โดยทำจากเส้น PITCH LINE ขึ้นไป Max t ของ 0.2R คือ 6.0 ซม. จากตาราง ข้อ 37 จะปรากฏบนเส้นตั้งฉากที่ผ่าน ℄ ให้สังเกตชื่อที่เกิดขึ้นใหม่คือ Back of Blade และ Face of Blade เช่น Ordinate ของ

Back of Blade (to Leading Edge) @ 60 % = 5.2 ซม.
"-----------" (to Trailing Edge) @ 60 % = 4.35 ซม.

and Ordinate Face of Blade (to Leading Edge) @ 60%=0.35ซม.
"------" "----------" (Trailing Edge) @ 60%=0.65ซม.
"------" "----------" ("----------") @100%=1.80ซม.
"------" "----------" (Leading Edge) @100%=2.4 ซม.

เมื่อได้จุดต่าง ๆ แล้วก็ลากเส้นโค้งผ่าน รับรองได้ว่า ถ้าผลการคำนวณถูกต้องดีแล้ว เส้นโค้งจะผ่านจุดต่าง ๆ อย่างเรียบร้อยโดยไม่ต้องโกงกันมาก ทาง Leading Edge นั้น ให้ใส่รัศมีความโค้งเสียด้วย เราเรียก Nose of Blade ณ ตำแหน่ง 0.3R จนถึง 0.9R ก็คงเขียนทำนองเดียวกัน

42. การเขียนใบจักรใกล้จะสำเร็จแล้ว ที่เหลือก็คือการบอก Specifications ของใบจักร ซึ่งมี ดังนี้.—

1. รูปตัดของปีกใบจักรเป็นรูปตัดที่ตัดรอบเพลาใบจักร ความยาวของหน้าตัดปีกใบจักรเป็นความยาวที่ยืดออก (Expanded Length) และสัมพันธ์กับ Pitch Line

2. ตามริมปีกใบจักรทั้งหมดต้องมนให้เรียบร้อยตามขนาดที่ให้ไว้ ทั้งด้านหน้าและหลังของปีกใบจักร (Face and back of Blades) ต้องทำการขัดแต่งทั้งทางขวาง และทางยาวให้เรียบร้อยโดยการใช้ Flexible Steel Battens.

3. โลหะที่ใช้ต้องเป็นไปตาม Specifications and Requirements of American Bureau of Shipping

4. ผิวหน้าปีกใบจักร ต้องทำการขัด ให้เรียบด้วยกากมัน Hub and Cap.- ของใบจักร ก็ต้องทำการขัดให้เรียบร้อย เช่นเดียวกัน

5. ความหนาของปีกใบจักร จะผิดได้เพียง ± 2 % หรือ 1/16"

6. ความกว้างของปีกใบจักร จะผิดได้ $\pm 1\frac{1}{2}$ %

7. เส้นผ่าศูนย์กลางของปีกใบจักร จะผิดได้ ± 1/8"

8. Cap ของใบจักรต้องแต่งให้เรียบเข้ากับ Hup. ของใบจักร

9. ณ โคนปีกใบจักรต้อง Stamped ดังต่อไปนี้.—

ก. Diemeter คือ 48 นิ้ว

ข. Pitch 30 นิ้ว Radius.

ค. Pattern Number (ไม่มี)

ง. Weight

จ. Name of Manufacturer (กรมอู่ ทร.)

10. น็อตที่ยึดอยู่บนเพลาใบจักร ต้องใส่ Lock Washer

ขบการเขียนใบจักร