

เอกสารอ้างอิง

1. Vennard & Street, Elementary Fluid Mechanics, pp. 224-249, John Wiley & Sons., New York, 6th ed., 1982.
2. Jack J. Fritz, Small and Mini Hydropower Systems, pp. 6.28 - 6.34, McGraw-Hill Book Co., New York, 1984.
3. R.K. Turton, Principles of Turbomachinery, pp. 50-69, E. & F.N. Spon Ltd., London, 1984.
4. David Gordon Wilson, The Design of High-Efficiency Turbomachinery and Gas Turbines, pp. 282-286, The MIT Press, London, 1984.
5. Eck, Fans, pp. 51-56, Pergamon Press, New York, 1975.
6. SM Yahya, Turbines Compressors and Fans, pp. 241-242, 281-282, McGraw-Hill Publishing Co., Ltd., New Delhi, 1983.
7. Daugherty & Franzini, Fluid Mechanics with Engineering Applications, pp. 368-370, McGraw-Hill Book Co., New York, 6th ed., 1965.
8. O.D. Thapar, Small Hydro Power Electro-Mechanical Equipment, Hangzhou Regional Centre, China, Lecture Notes Vol. I, 1987.
9. L. Shafer and A. Agostinelli, Centrifugal Pumps as Hydraulic Turbines for the Small Hydro Power Market, Water Power 1981, Washington, D.C.
10. A.J. Stepanoff, Centrifugal and Axial Flow Pumps, pp. 276-280, John Wiley & Sons, Inc., 1957.
11. Kenneth, M. Grover; Conversion of Pumps to Turbine, Appendix B-1: Pumps-As-Turbines Experience Profile Book, National Technical Service, U.S.A.
12. Fred Buse, Ingersoll-Rand Co., Using Centrifugal Pumps as Hydraulic Turbine; Appendix C-1 *ibid.*

13. จักรพันธ์ จุฑะวินช. Hydraulic Turbines. หน้า 78-79 ศูนย์ฝึกอบรมทาง
วิชาการ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 2526.
14. O.E. Balje, Turbomachines, John Wiley & Sons, New York, 1981.
15. Igor J. Karassik William C. Krutzsch Warren H. Fraser & Joseph P.
Messina, Pump Handbook, pp. 2-82 - 2-86, McGraw-Hill Book
Company , New York, 1976.
16. ชนะ กลิการ์. ความแข็งแรงของวัสดุ. พิมพ์ครั้งที่ 2 โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ นครหลวง
กรุงเทพมหานคร 2515.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบการทดลอง

สูบลอยโซ่งตัดแปลงเป็นกังหันน้ำ

ROVEY STANDARD PUMP :

| | | |
|------------------|-----------|-------------|
| Dia. suc. & Dis. | | 3 in |
| Total head | | 60 ft |
| Capacity | | 132 US. GPM |
| Shaft power | | 3 Hp |
| Rpm | | 1450 |

ไคนาโมมิเตอร์

BRAKE DYNAMOMETER :

| | | |
|------------------|-----------|----------------------|
| Model | | EA-7C |
| Absorption power | | 7 B.H.P. (MAX) (5kW) |
| Rev/Min (MAX) | | 4000 |
| Cooled by | | Air |
| Torque indicator | | Spring balance |
| Type | | Eddy-Current |
| Make | | TOKYO METER |
| A.C. | | 100/110 V. |
| Hz | | 50/60 |

มอเตอร์ไฟฟ้า

MITSUBISHI ELECTRIC MOTOR :

| | | |
|---------|-----------|---------------|
| Model | | 160 M |
| Power | | 15 hp (11 kW) |
| Voltage | | 380 V |
| Current | | 22 A, 3Ø |
| Hz | | 50 |
| Pole | | 2 |
| Rpm | | 2910 |

เครื่องวัดรอบ

PHOTO TACHOMETER :

| | | |
|------------------------------------|-----------|-----------------------|
| Type | | 2607 |
| Rated rotational frequency | | 20000/10000/5000 rpm |
| | | 4000/2000/1000 rpm |
| | | 800/400/200 rpm |
| Number of marks | | (1/ 2/ 4) |
| Accuracy | | + 1.5% of rated value |
| Make | | YEW |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IMPELLER AS RUNNER

| | | |
|-----------------------|-----------|-----------------|
| Type | | Closed impeller |
| Blade numbers | | 8 |
| Radius r_1 | | 38 mm |
| r_2 | | 80 mm |
| Blade angle β_1 | | 12° |
| β_2 | | 20° |
| Suction width b_1 | | 28 mm |
| Discharge width b_2 | | 19 mm |

สื่อน้อยโฆง

KAWAMOTA PUMP :

| | | |
|-----------------|-----------|------------------------|
| Type | | FM-80-A |
| Dia. Suc. & dis | | 3 in (80 mm) |
| Total head | | 60 ft (18.5 m) |
| Capacity | | 132 US.GPM (500 L/min) |
| Shaft power | | 3 HP (2.24 kW) |
| Rpm | | 1450 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

ข-1 ตัวอย่างผลการทดลองการคัดแปลงสูบน้ำด้วยโซ่เป็นกังหันน้ำระดับต่ำ

ตาราง ข-1 ผลการทดลองการคัดแปลงสูบน้ำด้วยโซ่เป็นกังหันน้ำระดับต่ำที่ 12m

| RUN NO. | W (kg) | WITHOUT GUIDE VANE | | | | | | WITH GUIDE VANE | | | | | | | |
|---------|--------|--------------------|-------------------------|----------------------------|---------|--------|---------|-----------------|---------|-------------------------|----------------------------|---------|--------|---------|------------|
| | | N (rpm) | h (cm.H ₂ O) | $Q (m^3/s) \times 10^{-3}$ | WP (kW) | T (Nm) | BP (kW) | η (%) | N (rpm) | h (cm.H ₂ O) | $Q (m^3/s) \times 10^{-3}$ | WP (kW) | T (Nm) | BP (kW) | η (%) |
| 1. | 0.2 | 1390 | 13.15 | 13.114 | 1.456 | 0.468 | 0.068 | 4.67 | 1450 | 13.00 | 12.890 | 1.516 | 0.468 | 0.071 | 4.68 |
| 2. | 0.4 | 1350 | 13.45 | 13.565 | 1.595 | 0.936 | 0.132 | 8.27 | 1395 | 13.35 | 13.414 | 1.578 | 0.936 | 0.136 | 8.61 |
| 3. | 0.6 | 1290 | 13.80 | 14.097 | 1.657 | 1.404 | 0.189 | 11.40 | 1340 | 13.50 | 13.642 | 1.605 | 1.404 | 0.197 | 12.27 |
| 4. | 0.8 | 1250 | 14.25 | 14.794 | 1.741 | 1.872 | 0.245 | 14.07 | 1290 | 14.00 | 14.406 | 1.694 | 1.872 | 0.252 | 14.87 |
| 5. | 1.0 | 1210 | 14.70 | 15.500 | 1.824 | 2.340 | 0.296 | 16.22 | 1255 | 14.40 | 14.999 | 1.767 | 2.340 | 0.307 | 17.37 |
| 6. | 1.2 | 1190 | 15.10 | 16.137 | 1.898 | 2.808 | 0.350 | 18.44 | 1210 | 14.90 | 15.817 | 1.861 | 2.808 | 0.355 | 19.07 |
| 7. | 1.4 | 1150 | 15.50 | 16.783 | 1.974 | 3.276 | 0.394 | 19.95 | 1180 | 15.45 | 16.701 | 1.965 | 3.276 | 0.404 | 20.55 |
| 8. | 1.6 | 1110 | 15.80 | 17.272 | 2.032 | 3.744 | 0.435 | 21.40 | 1130 | 15.80 | 17.272 | 2.032 | 3.744 | 0.443 | 21.80 |
| 9. | 1.8 | 1060 | 16.10 | 17.765 | 2.091 | 4.212 | 0.467 | 22.33 | 1090 | 16.10 | 17.765 | 2.091 | 4.212 | 0.480 | 22.95 |
| 10. | 2.0 | 1000 | 16.30 | 18.097 | 2.130 | 4.680 | 0.490 | 23.00 | 1040 | 16.25 | 18.014 | 2.120 | 4.680 | 0.509 | 24.00 |
| 11. | 2.2 | 920 | 16.50 | 18.431 | 2.169 | 5.148 | 0.496 | 22.86 | 990 | 16.50 | 18.431 | 2.169 | 5.148 | 0.533 | 24.57 |
| 12. | 2.4 | 850 | 16.80 | 18.936 | 2.229 | 5.616 | 0.500 | 22.43 | 880 | 16.75 | 18.651 | 2.219 | 5.616 | 0.517 | 23.29 |
| 13. | 2.6 | 720 | 16.95 | 19.190 | 2.259 | 6.084 | 0.458 | 20.27 | 760 | 16.90 | 19.105 | 2.249 | 6.084 | 0.484 | 21.52 |
| 14. | 2.8 | 580 | 17.10 | 19.445 | 2.289 | 6.552 | 0.398 | 17.38 | 620 | 17.10 | 19.445 | 2.289 | 6.552 | 0.425 | 18.56 |
| 15. | 3.0 | 470 | 17.35 | 19.873 | 2.339 | 7.020 | 0.345 | 14.74 | 500 | 17.30 | 19.787 | 2.329 | 7.020 | 0.367 | 15.75 |
| 16. | 3.2 | 360 | 17.60 | 20.304 | 2.390 | 7.488 | 0.282 | 11.79 | 400 | 17.50 | 20.132 | 2.369 | 7.488 | 0.313 | 13.21 |

ตาราง ข-2 เปรียบเทียบผลการทดลองการตัดแปลงตู้หมอดยโซ่งเป็นกังหันน้ำระดับค่าที่จุดประสิทธิภาพสูงสุด

| H (m) | WITHOUT GUIDE VANE | | | | | | WITH GUIDE VANE | | | | | |
|----------|--------------------|---|------------|--------------|-------|------|-----------------|---|------------|--------------|-------|------|
| | N (rpm) | Q (m ³ /s) × 10 ⁻³ | BP (kW) | η max (%) | Ns | φ | N (rpm) | Q (m ³ /s) × 10 ⁻³ | BP (kW) | η max (%) | Ns | φ |
| 5 | 560 | 14.638 | 0.192 | 26.81 | 32.82 | 0.52 | 540 | 14.560 | 0.211 | 29.63 | 33.17 | 0.50 |
| 6 | 565 | 15.977 | 0.249 | 26.54 | 30.02 | 0.48 | 595 | 15.737 | 0.262 | 28.32 | 32.43 | 0.51 |
| 7 | 625 | 16.945 | 0.306 | 26.33 | 30.36 | 0.49 | 665 | 16.783 | 0.325 | 28.26 | 33.29 | 0.52 |
| 8 | 650 | 17.436 | 0.350 | 26.31 | 28.58 | 0.48 | 745 | 16.701 | 0.365 | 28.16 | 33.45 | 0.55 |
| 9 | 740 | 17.600 | 0.399 | 25.69 | 29.98 | 0.51 | 825 | 17.108 | 0.404 | 26.77 | 33.63 | 0.57 |
| 10 | 815 | 17.600 | 0.439 | 25.43 | 30.36 | 0.49 | 850 | 17.517 | 0.458 | 26.65 | 32.34 | 0.56 |
| 11 | 870 | 18.180 | 0.469 | 23.91 | 29.74 | 0.55 | 910 | 18.097 | 0.490 | 25.10 | 31.79 | 0.57 |
| 12 | 1000 | 18.097 | 0.490 | 23.00 | 31.34 | 0.60 | 990 | 18.431 | 0.533 | 24.57 | 32.36 | 0.60 |
| 13 | 1050 | 18.180 | 0.514 | 22.17 | 30.49 | 0.61 | 1120 | 17.686 | 0.549 | 24.34 | 33.61 | 0.65 |
| 14 | 1080 | 18.264 | 0.529 | 21.09 | 29.00 | 0.60 | 1080 | 18.599 | 0.582 | 22.78 | 30.42 | 0.60 |
| 15 | 1030 | 18.767 | 0.555 | 20.10 | 25.99 | 0.55 | 1100 | 18.767 | 0.593 | 21.47 | 28.69 | 0.59 |
| 16 | 1060 | 19.190 | 0.571 | 18.95 | 25.03 | 0.55 | 1060 | 19.275 | 0.623 | 20.59 | 26.14 | 0.55 |

ท-2 ตัวอย่างการคำนวณข้อมูลที่ให้

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| ระดับน้ำสูง (H) | 12 m |
| ภาระเบรก (W) | 2.4 kg |
| ความเร็วรอบไคนาโมมิเตอร์ (N)..... | 850 rpm |
| ระดับน้ำเหนือ weir (h)..... | 16.8 cm H ₂ O |
| สัมประสิทธิ์การไหล (Cd)..... | 0.622 |
| ความกว้างของฐาน weir (b)..... | 0.15 m |

อัตราการไหลของน้ำ

$$Q = 0.622 \times \frac{2}{3} \sqrt{2 \times 9.81} \times 0.15 \times 0.168^{\frac{3}{2}}$$

$$= 18.971 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

กำลังน้ำ

$$WP = \frac{10^3 \times 9.81 \times 18.971 \times 10^{-3} \times 12}{10^3}$$

$$= 2.233 \text{ kW}$$

แรงบิด

$$T = 2.34 \times 2.4$$

$$= 5.616 \text{ Nm}$$

กำลังเบรก

$$BP = \frac{2.4 \times 850}{4080}$$

$$= 0.5 \text{ kW}$$

ประสิทธิภาพ

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{0.5}{2.233} \times 100 \\ &= 22.39\%\end{aligned}$$

อัตราส่วนความเร็ว

$$\begin{aligned}\phi &= \frac{3.14 \times 0.16 \times 850}{60 \sqrt{2} \times 9.81 \times 12} \\ &= 0.46\end{aligned}$$

ความเร็วรอบจำเพาะ

$$\begin{aligned}N_s &= \frac{850 \sqrt{0.5}}{12^{\frac{3}{4}}} \\ &= 26.91\end{aligned}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ก-1 ความสูง ความกดก้นบรรยากาศและความดันไอ

ตาราง ก-1 ความสูง ความกดก้นบรรยากาศและความดันไอ {8}

| ATMOSPHERIC PRESSURE | | | | | |
|----------------------|-----------------------|--|--------------------|----------------------------|---|
| ALTITUDE FEET | H _a PSI | H _a Ft of H ₂ O | ALTITUDE METRES | H _a mm of Hg | H _a M of H ₂ O |
| 0 | 14.696 | 33.959 | 0 | 760.00 | 10.351 |
| 500 | 14.43 | 33.35 | 500 | 715.99 | 9.751 |
| 1000 | 14.17 | 32.75 | 1000 | 674.07 | 9.180 |
| 1500 | 13.92 | 32.16 | 1500 | 634.16 | 8.637 |
| 2000 | 13.66 | 31.57 | 2000 | 596.18 | 8.120 |
| 2500 | 13.42 | 31.00 | 2500 | 560.07 | 7.628 |
| 3000 | 13.17 | 30.43 | 3000 | 525.75 | 7.160 |
| 3500 | 12.93 | 29.88 | 3500 | 493.15 | 6.716 |
| 4000 | 12.69 | 29.33 | 4000 | 462.21 | 6.295 |
| 4500 | 12.46 | 28.79 | | | |
| 5000 | 12.23 | 28.25 | | | |
| 5500 | 12.00 | 27.73 | | | |
| 6000 | 11.78 | 27.21 | | | |
| 6500 | 11.56 | 26.70 | | | |
| 7000 | 11.34 | 26.20 | | | |
| 7500 | 11.12 | 25.71 | | | |
| 8000 | 10.91 | 25.22 | | | |
| 8500 | 10.71 | 24.74 | | | |
| 9000 | 10.50 | 24.27 | | | |
| 9500 | 10.30 | 23.81 | | | |
| 10000 | 10.10 | 23.35 | | | |

| WATER PROPERTIES | | | |
|------------------|----------------|------|----------------|
| TEMP | H _v | TEMP | H _v |
| °F | FEET | °C | METRE |
| 40 | 0.28 | 5 | 0.089 |
| 50 | 0.41 | 10 | 0.125 |
| 60 | 0.59 | 15 | 0.174 |
| 70 | 0.84 | 20 | 0.239 |
| 80 | 1.17 | 25 | 0.324 |

H_a = Atmospheric pressure for altitude. ft (m).H_v = Vapor pressure of water use highest expected temperature. ft (m).H_b = H_a - H_v. Atmospheric pressure minus vapour pressure. ft (m)

ภาคผนวก ง

การหาขนาดของ guide vane

guide vane ที่ใช้ประกอบการทดลอง การตัดแปลงสื่อบดหอยโข่งเป็นกังหันน้ำระดับต่ำ เพื่อใช้เป็นตัวบังคับทิศทางการไหลของน้ำจาก เปลือกหอยโข่งเข้าสู่ runner โดยทำให้ความเร็วไหลของน้ำวิ่งเข้าในแนวเส้นสัมผัสกับ runner

จำนวนใบของ guide vane (Z_g) (5)

$$Z_g = \frac{Z_r}{1 \pm \frac{1}{Z_r}} \quad (ง-1)$$

จำนวนใบ $Z_r = 8$ ใบ

$$Z_g = \frac{8}{1 \pm \frac{1}{8}}$$

$$Z_{g_{\min}} = \frac{88}{1.125} = 7.111 \text{ ใบ}$$

$$Z_{g_{\max}} = \frac{8}{0.875} = 9.142 \text{ ใบ}$$

เลือกจำนวนใบของ guide vane เท่ากับจำนวนใบของ runner = 8 ใบ

ระยะห่างระหว่างใบ (s)

$$\text{ระยะห่างระหว่างใบช่วงบน } s_1 = \frac{2\pi r_1}{Z_g} \quad (ง-2)$$

$$= \frac{2\pi \times 100}{8} = 78.539 \text{ mm}$$

$$\text{ระยะห่างระหว่างใบช่วงล่าง } s_2 = \frac{2\pi r_2}{Z_g} \quad (ง-3)$$

$$= \frac{2\pi \times 80}{8} = 62.831 \text{ mm}$$

รัศมีความโค้งของใบ (R)

$$R = \frac{1}{\beta_2 - \beta_1} \quad (3-4)$$

เนื่องจากใบของ guide vane จะต้องมีมุมทับกัน (overlap) เพื่อให้หน้าวิ่งเข้า runner มีความเร่ง โดยทั่วไปมุมทับกันของใบ^{3} จะประมาณ 45° แต่เนื่องจากระยะห่างระหว่างเปลือกหอยกับ runner คือระยะ a มีขนาด 20 mm ดังนั้นจึงเลือกมุมทับกัน 6° และความยาวคอร์ด $l = 80$ mm guide vane มีมุมเข้า $\beta_1' = 20^\circ$ และมุมออก $\beta_2' = 12^\circ$

$$R = \frac{80}{12^\circ - (-20^\circ)} = \frac{80}{32^\circ}$$

โดย β_1', β_2' มีหน่วยเป็นเรเดียน

$$R = \frac{80}{0.5582} = 143.317 \text{ mm}$$

ความหนาของใบ (t)

ความหนาของใบสูงสุดที่ใช้ได้ประมาณ^{3} 0.125 l และจะอยู่ตรงตำแหน่งของความยาวที่ 0.3 l - 0.5 l หรืออาจใช้ความหนาสูงสุด (t_{\max}) ที่ 0.4 l และขนาดจุกของใบ (nose) ไม่เกิน 0.03 l

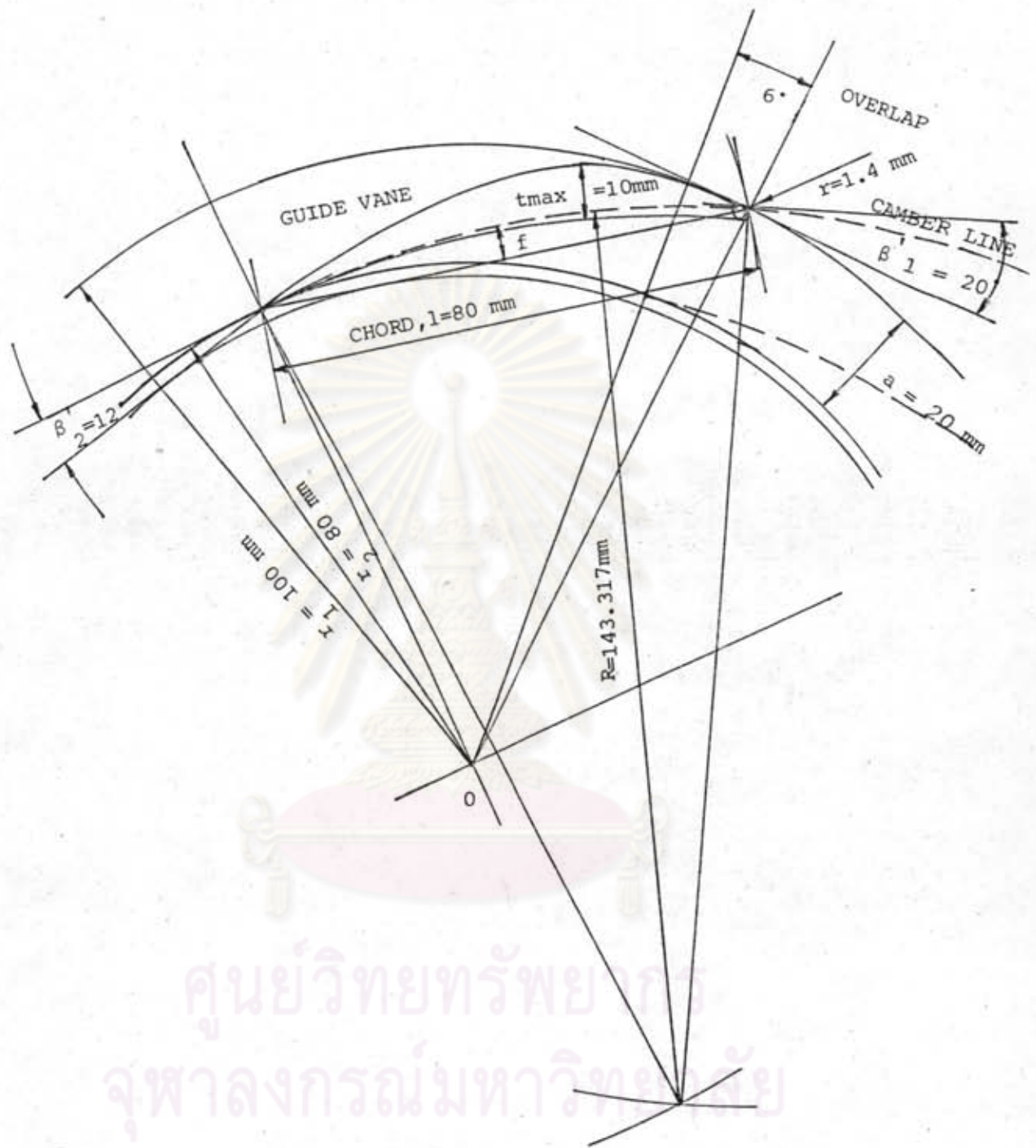
$$\text{ความหนาสูงสุด } t_{\max} = 0.125 \times 80 = 10 \text{ mm}$$

$$\text{ความกลมของจุกใบ} = 0.03 \times 80 = 2.40 \text{ mm}$$

$$\text{ตำแหน่งความหนานับจากปลายจุก} = 0.3 \times 80 = 24 \text{ mm}$$

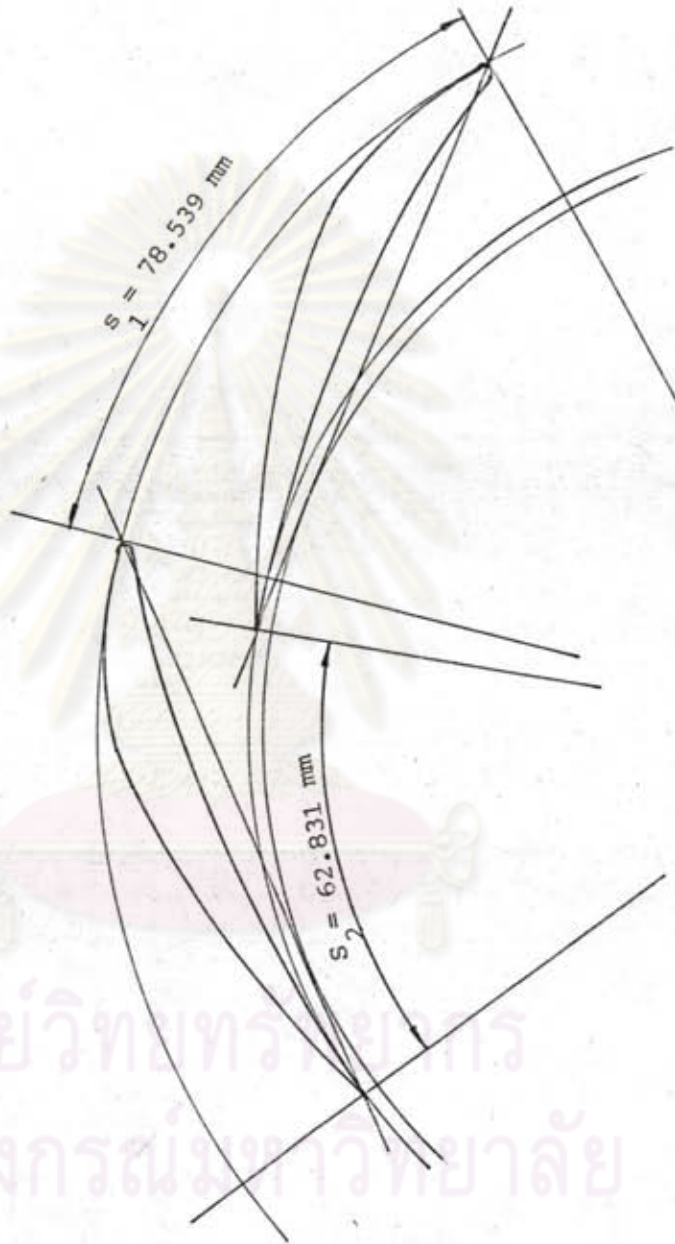
รูปร่างของใบ

รูปร่างที่ดีของใบจะต้องมีลักษณะคือ $0.5 < t/l < 1.5$ และ $0.05 < f/l < 0.1$ สำหรับรูปร่างของใบ guide vane ที่ออกแบบไว้จะมีค่า $t/l = \frac{10}{80} = 0.125$ และ $f/l = \frac{6}{80} = 0.075$ จึงนับว่าเป็นรูปร่างที่ใช้ได้ โดย f หมายถึง camber



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ง-1 แสดงการหาขนาดของ guide vane

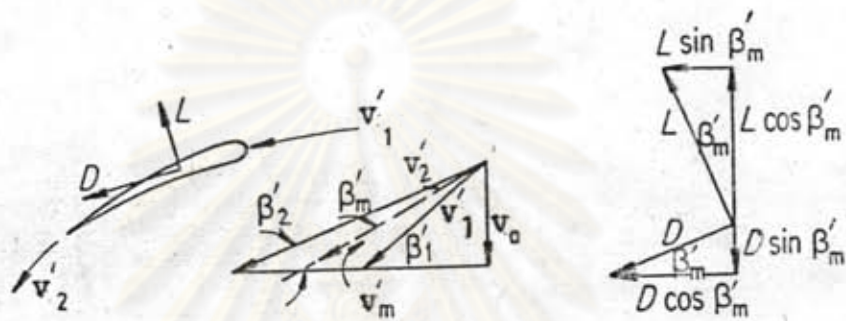


รูปที่ ง-2 แสดงระยะทางระหว่างใบ

ศูนย์วิทยุโทรคมนาคม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แรงยก (L) และแรงต้าน (D)

ในกรณีของ guide vane $\beta'_1 > \beta'_2$



รูปที่ ง-3 แสดงสามเหลี่ยมความเร็วของความเร็วมัถศาสตร์และแรงกระทำบนใบซึ่งอยู่กับที่ [3]

ขนาดของมุมมีดังนี้คือ $\beta'_1 = 20^\circ$, $\beta'_2 = 12^\circ$ $\beta'_m = \frac{\beta'_1 + \beta'_2}{2} = 16^\circ$

$$C_L = 2 s/l (\cot \beta'_2 - \cot \beta'_1) \sin \beta'_m \quad (ง-5)$$

$$= 2 \left(\frac{62.831}{80} \right) (\cot 12^\circ - \cot 20^\circ) \sin 16^\circ$$

$$= 0.8472$$

โดยทั่วไป [3] $C_D/C_L = 0.05$

$$C_D = 0.05 C_L \quad (ง-6)$$

$$= 0.0423$$

ขนาดของท่อส่งน้ำเข้ากังหัน 80 mm อัตราไหลของน้ำ $22 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

ความเร็วน้ำไหลเข้า $v'_1 = \frac{Q}{A} = \frac{22 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (0.08)^2} = 4.377 \text{ m/s}$

ความเร็วน้ำเฉลี่ย $v'_m = 6 \text{ m/s}$

$$L = C_L \frac{1}{2} \rho v_m'^2 l = 0.8472 \times \frac{1}{2} \times 10^3 \times 6^2 \times 0.08 \quad (\text{ง-7})$$

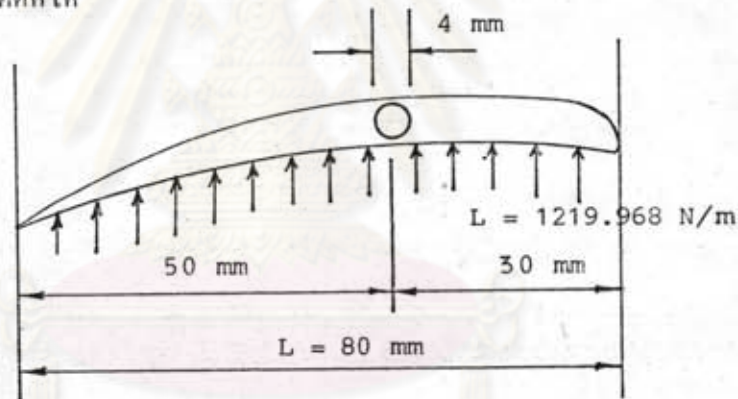
$$= 1219.968 \text{ N/m}$$

$$D = C_D \frac{1}{2} \rho v_m'^2 l = 0.0423 \times \frac{1}{2} \times 10^3 \times 6^2 \times 0.08 \quad (\text{ง-8})$$

$$= 60.912 \text{ N/m}$$

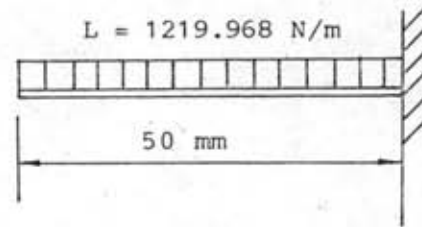
ความแข็งแรงของใบ

ความหนาของใบ guide vane ออกแบบไว้ 10 mm จำเป็นต้องลดขนาดลงเหลือ 7 mm เพื่อเปิดให้ช่องนำไหลเข้า runner กว้างขึ้น จะได้อัตราไหลมากขึ้น จากผลของแรงยก $L = 1219.968 \text{ N/m}$ ซึ่งเป็นแรงกระจายตามความยาวของใบ และใบเจาะรูตรงตำแหน่ง 30 mm จากปลายบนเพื่อยึดสลักขนาด 4 mm จึงทำให้ใบมีโอกาสหักงอเนื่องจากโมเมนต์คดโค้ง

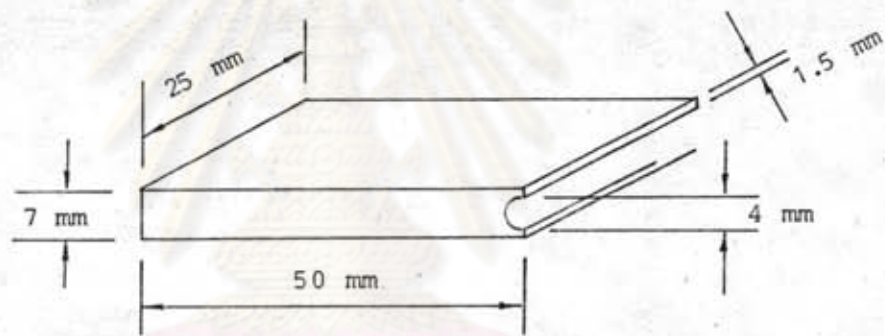


รูปที่ ง-4 แสดงแรงยก L กระทำตามแนวยาวคอร์ด 1

จากรูป ง-4 แรงยก L ซึ่งเป็นแรงกระจายกระทำตลอดแนวความยาวของคอร์ด 1 และสมมุติให้ใบมีลักษณะเป็นคานตรง เพื่อความสะดวกในการหาโมเมนต์คด M โดยคิดทางคานยาว 50 mm เพียงคานเดียว และรูปของคานเป็นลักษณะของ cantilever ที่อยู่ภายใต้แรงกระจายสม่ำเสมอ



$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= -\frac{Ll^2}{2} & (4-9) \\
 &= -\frac{1219.968 \times 0.05^2}{2} \\
 &= -1.524 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$



ขนาดพื้นที่เล็กที่สุดและอาจหักงอได้เมื่อรับโมเมนต์คดคือ $2(1.5 \times 25) \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{bh^3}{12} & (4-10) \\
 &= \frac{0.025 \times 0.003^3}{12} = 5.625 \times 10^{-11} \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{My}{I} & (4-11) \\
 &= \frac{1.524 \times 1.5 \times 10^{-3}}{5.625 \times 10^{-11}} \\
 &= 40.64 \times 10^6 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

ใบ guide vane ทำด้วยวัสดุอะลูมิเนียม โดยมี $\sigma_y = 108 \text{ MN/m}^2$ {16}

$$\text{ค่าความปลอดภัย } N = \frac{\sigma_y}{\sigma} \quad (4-12)$$

$$= \frac{108 \times 10^6}{40.64 \times 10^6}$$
$$= 2.65$$

เมื่อตรวจสอบความแข็งแรงแล้ว ใบ guide vane จะมีค่าความปลอดภัย 2.65 เท่า นับว่าการออกแบบพอใช้ได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการทดลองหาอัตราการไหลของน้ำผ่าน rectangular weir ที่ระดับน้ำเหนือ weir ตั้งแต่ 0.05 - 0.16 m โดยใช้ถังปริมาตร 63 ลิตร เขารับน้ำจาก weir จับเวลาเมื่อน้ำไหลลงเต็มถัง แต่ละระดับน้ำเหนือ weir จะทำการทดลองซ้ำ 4 ครั้ง นำผลการทดลองที่ได้ไปคำนวณและหาค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบกับผลการทดลองด้วยถังปริมาตร ทราบว่า rectangular weir ชุดนี้มีค่าสัมประสิทธิ์การไหล $ca = 0.622$

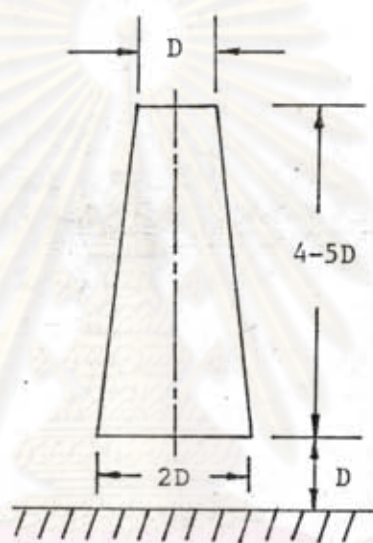


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

การหาขนาดของท่อผาย

ท่อผายเป็นชิ้นส่วนประกอบสำคัญอย่างหนึ่งของสื่อบดของไหลซึ่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำ หรือ กังหันปฏิกรณ์ (reaction turbine) ทั่ว ๆ ไป หน้าที่อย่างหนึ่งของท่อผายคือการลดพลังงานจลน์ของน้ำตรงทางออกของ runner ท่อผายที่ใช้มีหลายแบบ สำหรับการทดลองนี้เลือกท่อผายแบบกรวยตั้ง (straight conical) ซึ่งสร้างง่ายไม่ยุ่งยาก และมีขนาดโดยประมาณดังรูปที่ จ-1



รูปที่ จ-1 ท่อผายแบบกรวยตั้ง

ท่อผายจะมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานมากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับมุมผายของผนังท่อ [8] มุมผายที่ใช้ประมาณ $7^{\circ} - 15^{\circ}$ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการไหลของน้ำที่ไม่ต่อเนื่อง ซึ่งจะมีผลต่อสมรรถนะของสื่อบดของไหลซึ่งดัดแปลงเป็นกังหันน้ำ ขนาดของ D ในรูปที่ จ-1 หมายถึงวัดผ่าศูนย์กลางของ runner แต่สำหรับการทดลองนี้ หมายถึงวัดผ่าศูนย์กลางท่อสุดของสื่อบดของไหลซึ่งมีขนาด 3 นิ้ว หรือ 80 mm ฉะนั้นความกว้างยอดกรวย = 80 mm ความกว้างฐานกรวย = 160 mm ความสูงกรวยตั้ง = 400 mm และระยะห่างจากก้นมือ = 80 mm

ประวัติ

ชื่อ นายไพโรจน์ ลิมปพยอม

เกิด วันที่ 15 กันยายน 2490

วุฒิการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2514

การทำงาน อาจารย์ระดับ 5 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย