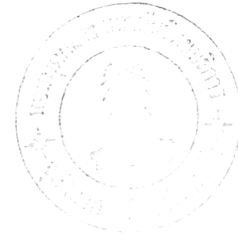


เอกสารอ้างอิง



1. คณะกรรมการพัฒนาการ เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, คณะอนุกรรมการวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำ, สำนักงาน. "นโยบายและแนวทางในการพัฒนาแหล่งน้ำ." ใน แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2520 - 2524, กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจฯ, 2520. (คัดสำเนา)
2. อาณัติ อากาศิกรม. "เทคโนโลยีและการพัฒนาชนบท." วิศวกรรมสาร 33 (สิงหาคม 2523): 18 - 23.
3. คณะกรรมการพัฒนาการ เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. "การแก้ปัญหาความยากจน และพัฒนาชนบทเขตกาลหลัง." ใน แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 พ.ศ. 2525 - 2529, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2525.
4. ชำรง เปรมปรีดิ์ และ วิชิต เวชพันธ์. "ท่อไม้ไผ่." ใน การประชุมทางวิชาการเรื่องวิศวกรรมงานท่อ, หน้า 19-1 - 19-12. กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2524.
5. อุตสาหกรรม, กระทรวง. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. ไผ่และกรรมวิธี. พระนคร: โรงพิมพ์กระต่ายไทย, 2508.
6. เกษกรและสหกรณ์, กระทรวง. กรมป่าไม้. ฝ่ายประชาสัมพันธ์และเผยแพร่. ความรู้เรื่องไม้ไผ่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ฝ่ายประชาสัมพันธ์และเผยแพร่, 2522.
7. ชัชวาล สำเร็จประสงค์. "ไม้ไผ่ ไม้เอนกประสงค์." วารสารสรุปข่าวธุรกิจ 10(ตุลาคม 2522): 20 - 24.
8. มন্ত্রী คำชู. "การใช้ลำไม้ไผ่เป็นท่อสำหรับการชลประทานแบบหยดน้ำ." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, 2521.
9. วิชิต เวชพันธ์. "การศึกษาเครื่องสูบน้ำมือโยกโดยใช้ไม้ไผ่ทำเป็นชิ้นส่วนประกอบ." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

10. Granent, I. "Steady Flow of Incompressible Fluid in Pipe." In Fluid Mechanics for Engineering Technology, pp. 161 - 203. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1971.
11. Binder, R.C. "Steady Motion of Viscous Fluids." In Fluid Mechanics, 5 th ed. pp. 105 - 127. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice - Hall, 1973.
12. Benedict, R.P. "The Friction Factor." In Fundamental of Pipe Flow, pp. 228 - 260. New York: John Wiley & Sons, 1980.
13. Streeter, V.L. and Wylie, E.B. "Concepts of Water Hammer." In Hydraulic Transients, pp. 1 - 12. New York: McGraw-Hill, 1967.
14. Linsley, R.K. and Franzini, J.B. "Pressure Conduit." In Water Resources Engineering, 2 nd ed. pp. 312 - 314. Tokyo: McGraw - Hill Kogakusha, 1972.
15. Rouse, H. "The Role of Compressibility in Fluid Motion." In Elementary Mechanics of Fluids, pp. 328 - 333. New York: John Wiley & Sons, 1946.
16. Olsen, G.A. "Stress in Thin Walled Cylinders and Spheres." In Strength of Materials, 2nd ed. pp. 97 - 100. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice - Hall, 1969.
17. Asian Institute of Technology. "Water hammer." In Hydraulic Laboratory Manual, pp. 1 -16. Bangkok: A.I.T., 1969.

ภาคผนวก ก

ชนิดของไม้ไผ่ในประเทศไทย

ตารางที่ ก-1 ชนิดของไม้ไผ่ในประเทศไทย

ลำดับ ที่	ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)	ท้องถิ่นที่ขึ้นอยู่
1	โจ๊ก	<i>Arundinaria ciliata</i> , A.	0.8 - 1.0	ใต้, ตะวันออกเฉียงเหนือ
2	หญ้าเพ็ญ	<i>Arundinaria pusilla</i>	0.5 - 0.7	ตะวันออกเฉียงเหนือ
3	ไผ่ป่า	<i>Bambusa arundinacea</i>	10.0 - 15.0	ทั่วไป
4	ไผ่สีสุก	<i>Bambusa blumeana</i>	7.0 - 10.0	ทั่วไป
5	ไผ่ขงหนาม	<i>Bambusa burmanica</i>	10.0 - 12.0	เหนือ
6	ไผ่ลำมะลอก	<i>Bambusa longispiculta</i>	7.0 - 9.0	ทั่วไป
7	ไผ่เลี้ยง	<i>Bambusa nana</i>	2.0 - 3.0	ทั่วไป
8	ไผ่ขงคำ	<i>Bambusa pallida</i>	5.5 - 7.5	ตะวันออกเฉียงเหนือ
9	ไผ่หอบ	<i>Bambusa polymorpha</i>	7.5 - 15.0	เหนือ
10	ไผ่ขง	<i>Bambusa tulda</i>	6.0 - 18.0	ทั่วไป
11	ไผ่เหลือง	<i>Bambusa vulgaris</i>	5.0 - 10.0	ทั่วไป
12	ไผ่ขาวทลาย	<i>Cephalostachyum pergracile</i>	5.0 - 7.5	เหนือ
13	ไผ่เสียว	<i>Cephalostachyum virgatum</i>	4.0 - 4.5	เหนือ
14	ไผ่ขงใหญ่	<i>Dendrocalamus brandisii</i>	12.0 - 20.0	ทั่วไป
15	ไผ่ขง	<i>Dendrocalamus giganteus</i>	15.0 - 20.0	ทั่วไป
16	ไผ่ขงใหญ่	<i>Dendrocalamus hamiltonii</i>	10.0 - 17.0	เหนือ
17	ไผ่ขงคำ	<i>Dendrocalamus latiflorus</i>	10.0 - 12.0	เหนือ
18	ไผ่ลำมะลอก	<i>Dendrocalamus longispatus</i>	8.0 - 10.0	ทั่วไปนอกจากภาคใต้
19	ไผ่ขง	<i>Dendrocalamus asper</i>	6.0 - 12.0	ภาคกลาง
20	ไผ่ขงนวล	<i>Dendrocalamus membranaceus</i>	3.0 - 12.0	ทั่วไป
21	ไผ่ขง	<i>Dendrocalamus strictus</i>	3.0 - 8.0	เหนือ
22	ไผ่คลาน	<i>Dinochloa maccolellandi</i>	2.5 - 5.0	เหนือและใต้
23	ไผ่ลิ่ว	<i>Dinochloa scandens</i>	2.5	ทั่วไป

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อพืชมือง	ชื่อวิทยาศาสตร์	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)	ท้องถิ่นที่ขึ้นอยู่
24	ไผ่ตากวาง	<i>Gigantochloa kurzii</i>	7.5	โต
25	ไผ่ทางช้าง	<i>Melocalamus compactiflorus</i>	2.5 - 4.5	ทั่วไป
26	ไผ่ไร่	<i>Oxytonanthera albociliata</i>	1.5 - 2.5	ทั่วไป
27	ไผ่ค้าย	<i>Oxytenanthera hosseusii</i>	1.5 - 2.5	ทั่วไป
28	ไผ่แตก	<i>Oxytonanthera nigrociliata</i>	5.0 - 10.0	โต
29	ไผ่แตก	<i>Oxytonanthera densa</i>	4.0 - 6.0	โต
30	ไผ่หลอด	<i>Schizostachyum aciculare</i>	1.0 - 1.5	โต
31	ไผ่โพ	<i>Schizostachyum zollingeri</i>	4.0 - 6.0	โต
32	ไผ่รวก(ไทย)	<i>Thyrsostachys siamensis</i>	4.0 - 6.0	ทั่วไป
33	ไผ่รวก(คำ)	<i>Thyrsostachys oliveri</i>	5.5 - 7.5	เหนือ

ภาคผนวก ข

ข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาค่าการสูญเสียหัวความดัน

เนื่องจากการไหลของน้ำในท่อไม่ได้

ตาราง ข-1 ข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาค่าการสูญเสียหัวความดัน
เนื่องจากการไหลของน้ำในท่อไม้ไผ่

การทดลองครั้งที่ 1 (ตัวอย่างที่ 1 อุณหภูมิน้ำ 27.2 °C)

จุดที่	L cm.	ข้อ ปล่องที่	A cm. ²	D _{eq.} cm.	Q = 637 cm. ³ /sec					Q = 883 cm. ³ /sec				
					P/r+Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/r+Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
1			14.1	4.24	32.0	45.2	1.04	33.04		51.2	62.6	1.99	53.19	
2	10.0	1	14.2	4.25	31.9	44.9	1.02	32.92	0.12	51.0	62.2	1.97	52.97	0.22
3	35.0		13.8	4.19	25.7	46.2	1.09	26.79	6.13	40.7	64.0	2.09	42.79	10.18
4	45.5	2	14.0	4.22	25.6	45.5	1.05	26.65	0.14	40.3	63.1	2.02	42.32	0.47
5	72.0		14.3	4.27	24.0	44.6	1.01	25.01	1.64	37.5	61.8	1.94	39.44	2.88
6	82.5	3	14.5	4.29	23.7	43.9	0.93	24.68	0.33	37.2	60.9	1.89	39.09	0.35
7	108.0		13.6	4.16	21.3	46.9	1.12	22.42	2.26	33.7	64.9	2.15	35.85	3.24
8	119.0	4	13.7	4.18	20.8	46.5	1.10	21.90	0.52	33.0	64.5	2.11	35.11	0.74
9	145.0		13.4	4.13	18.0	47.6	1.15	19.15	2.75	28.2	65.9	2.21	30.41	4.70
10	155.5	5	13.0	4.07	17.8	49.0	1.22	19.02	0.13	27.9	67.9	2.35	30.25	0.16
11	181.0		12.7	4.02	16.2	50.2	1.28	17.48	1.54	25.0	69.5	2.46	27.46	2.79
12	191.5	6	12.8	4.04	16.1	49.8	1.26	17.36	0.12	24.6	69.0	2.43	27.03	0.43
13	215.5		12.0	3.91	13.6	53.1	1.44	15.04	3.32	20.2	73.6	2.76	22.96	4.07
14	226.0		11.9	3.89	13.3	53.6	1.46	14.76	0.23	19.9	74.2	2.81	22.71	0.25

ตารางที่ ๗-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 1 (ต่อ)

Q = 1063 cm ³ /sec					Q = 1078 cm ³ /sec					Q = 1172 cm ³ /sec				
P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
65.7	75.4	2.89	68.59		75.7	76.4	2.98	78.68		93.5	83.1	3.52	97.02	
65.5	74.8	2.85	68.35	0.24	74.8	75.9	2.93	77.73	0.95	92.6	82.5	3.47	96.07	0.95
51.4	77.0	3.02	54.42	13.93	59.3	78.1	3.11	62.41	15.32	71.7	84.9	3.67	75.37	20.70
50.9	75.9	2.93	53.83	0.59	58.7	76.9	3.02	61.72	0.65	71.1	83.7	3.57	74.67	0.70
48.0	74.3	2.82	50.82	3.01	54.8	75.4	2.89	57.69	4.03	67.8	81.9	3.42	71.22	3.45
47.4	73.3	2.73	50.13	0.69	54.4	74.3	2.82	57.22	0.47	67.3	80.8	3.33	70.63	0.59
42.9	78.1	3.11	46.01	4.12	48.5	79.3	3.20	51.70	5.52	59.8	86.2	3.79	63.59	7.04
41.6	77.6	3.06	44.66	1.35	47.7	78.7	3.15	50.85	0.85	58.6	85.6	3.73	62.33	1.26
36.1	79.3	3.12	39.31	5.35	40.7	80.4	3.25	43.99	6.86	50.2	87.5	3.90	54.10	8.23
35.5	81.8	3.40	38.90	0.41	40.1	82.9	3.50	43.60	0.39	49.5	90.1	4.14	53.64	0.46
31.8	83.7	3.57	35.37	3.53	36.2	84.9	3.67	39.87	3.73	44.8	92.3	4.34	49.14	4.50
31.3	83.0	3.51	34.81	0.56	36.0	84.2	3.61	39.61	0.26	44.5	91.6	4.27	48.77	0.37
25.4	88.6	3.99	29.39	5.42	28.8	89.8	4.11	32.91	6.70	35.3	97.7	4.86	40.16	8.61
25.1	89.3	4.06	29.16	0.23	28.3	90.6	4.18	32.41	0.43	34.6	98.5	4.94	39.50	0.62

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 2 (ตัวอย่างที่ 2 อุณหภูมิน้ำ 27.2 °C)

จุดที่	L cm.	ข้อ ปล่องที่	A cm. ²	D _{eq.} cm.	Q = 489 cm ³ /sec					Q = 608 cm ³ /sec				
					P/ρ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/ρ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
1			13.0	4.06	30.4	37.7	0.72	31.12		41.9	46.8	1.12	43.02	
2	6.5	1	13.2	4.09	30.4	37.1	0.70	31.10	0.02	41.9	46.1	1.08	42.98	0.04
3	32.0		13.0	4.06	27.2	37.7	0.72	27.92	3.18	37.1	46.8	1.12	38.22	4.76
4	38.5	2	13.6	4.16	27.1	36.0	0.66	27.76	0.16	37.0	44.7	1.01	38.01	0.21
5	65.0		13.3	4.11	24.6	36.8	0.69	25.29	2.47	33.3	45.7	1.07	34.37	3.64
6	71.5	3	13.8	4.19	24.5	35.5	0.64	25.14	0.15	33.2	44.1	0.98	34.18	0.19
7	98.5		13.5	4.14	22.1	36.3	0.67	22.77	2.37	29.5	45.1	1.03	30.52	3.65
8	105.0	4	13.8	4.19	22.1	35.5	0.64	22.74	0.03	29.5	44.1	0.98	30.48	0.05
9	132.5		13.5	4.14	19.5	36.3	0.67	20.17	2.57	25.3	45.1	1.03	26.33	4.15
10	139.0	5	13.8	4.19	19.5	35.5	0.64	20.14	0.03	25.3	44.1	0.98	26.28	0.05
11	166.5		13.5	4.14	15.8	36.3	0.67	16.47	3.67	19.9	45.1	1.03	20.93	5.35
12	173.0	6	13.9	4.20	15.8	35.2	0.63	16.43	0.04	19.8	43.8	0.97	20.76	0.16
13	201.0		13.3	4.11	12.2	36.8	0.69	12.89	3.54	14.7	45.7	1.07	15.77	5.00
14	207.5		13.7	4.17	12.2	35.7	0.65	12.85	0.04	14.6	44.4	1.00	15.60	0.17

ตารางที่ ๑-๑ (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ ๒ (ต่อ)

Q = 716 cm ³ /sec					Q = 912 cm ³ /sec					Q = 1004 cm ³ /sec				
P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δ h cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δ h cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δ h cm.
55.0	55.1	1.55	56.55		84.1	70.2	2.51	86.61		96.6	77.2	3.04	99.64	
55.0	54.3	1.50	56.50	0.05	84.1	69.1	2.43	86.53	0.08	96.5	76.0	2.94	99.44	0.20
48.3	55.1	1.55	49.85	6.65	71.7	70.2	2.51	74.21	12.32	83.6	77.2	3.04	86.64	12.80
48.2	52.7	1.41	49.61	0.24	71.7	67.1	2.29	73.99	0.22	83.5	73.8	2.77	86.27	0.37
42.8	53.9	1.48	44.28	5.33	64.0	68.6	2.40	66.40	7.59	74.0	75.5	2.90	76.90	9.37
42.8	51.9	1.37	44.17	0.11	64.0	66.1	2.22	62.22	0.18	73.5	72.7	2.69	76.59	0.31
37.5	53.1	1.44	38.90	5.23	55.2	67.6	2.33	57.53	8.69	63.6	74.3	2.83	66.42	10.17
37.4	51.9	1.37	38.77	0.17	55.1	66.1	2.22	57.32	0.21	63.5	72.7	2.69	66.19	0.23
31.6	53.1	1.44	33.00	5.73	45.9	67.6	2.33	48.23	9.09	52.8	74.3	2.82	55.62	10.57
31.6	51.9	1.37	32.97	0.07	45.8	66.1	2.22	48.02	0.21	52.8	72.7	2.69	55.49	0.13
24.5	53.1	1.44	25.94	7.03	34.6	67.6	2.33	36.93	11.09	40.0	74.3	2.82	42.82	12.67
24.5	51.6	1.35	25.85	0.09	34.5	65.6	2.19	36.69	0.24	40.0	72.2	2.65	42.65	0.17
17.3	53.9	1.48	18.78	7.07	22.9	68.6	2.40	25.30	11.39	26.1	75.5	2.90	29.00	13.65
17.3	53.3	1.39	18.69	0.09	22.9	66.6	2.26	25.16	0.14	26.1	73.3	2.73	28.83	0.17

ตารางที่ ๓-๑ (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ ๓ (ตัวอย่างที่ ๓ อุณหภูมิน้ำ 27.7 °C)

จุดที่	L cm.	ข้อ ปล่องที่	A cm. ²	D _{eq.} cm.	Q = 788.9 cm. ³ /sec					Q = 922 cm. ³ /sec				
					P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
1			14.2	4.25	44.3	55.6	1.57	45.87		62.6	64.9	2.15	64.75	
2	6.5	1	14.2	4.25	44.2	55.6	1.57	45.77	0.10	62.4	64.9	2.15	64.55	0.20
3	33.0		13.9	4.20	38.1	56.8	1.64	39.70	6.03	51.8	66.4	2.25	54.05	10.50
4	40.0	2	13.8	4.19	38.0	57.2	1.67	39.67	0.07	51.7	66.8	2.28	53.98	0.07
5	68.0		13.9	4.20	34.7	56.8	1.64	36.34	3.33	47.1	66.4	2.25	49.35	4.63
6	75.5	3	13.9	4.20	34.1	56.8	1.64	35.74	0.60	46.3	66.4	2.25	48.55	0.80
7	103.0		13.7	4.17	30.7	57.6	1.69	32.39	3.35	40.8	67.3	2.31	43.11	5.44
8	111.5	4	13.7	4.17	30.6	57.6	1.69	32.29	0.10	40.6	67.3	2.31	42.91	0.20
9	139.5		14.2	4.25	26.2	55.6	1.57	27.77	4.52	34.2	64.9	2.15	36.35	6.56
10	147.5	5	14.0	4.22	26.1	56.4	1.62	27.72	0.05	34.0	65.9	2.21	36.21	0.14
11	175.0		13.2	4.09	22.5	59.8	1.82	24.32	3.40	29.0	69.9	2.49	31.49	4.72
12	182.5		13.0	4.07	22.1	60.7	1.88	23.98	0.34	28.5	70.9	2.57	31.07	0.42

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 3 (ต่อ)

Q = 1091 cm ³ /sec					Q = 1161 cm ³ /sec					Q = 1261 cm ³ /sec				
P/ρ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/ρ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/ρ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
73.7	76.8	3.01	76.71		94.8	81.8	3.41	98.21		102.1	88.8	4.02	106.12	
73.5	76.8	3.01	76.51	0.20	94.4	81.8	3.41	97.81	0.40	102.0	88.8	4.02	106.02	0.10
63.9	78.5	3.14	67.04	9.47	79.6	83.5	3.56	83.16	14.65	85.1	90.7	4.19	89.29	16.73
63.8	79.1	3.19	66.99	0.05	79.5	84.2	3.61	83.11	0.05	85.0	91.4	4.25	89.25	0.04
57.7	78.5	3.14	62.84	4.15	71.8	83.5	3.56	75.36	7.75	77.9	90.7	4.19	82.09	7.16
58.7	78.5	3.14	61.84	1.00	70.6	83.5	3.56	74.16	1.20	76.6	90.7	4.19	80.79	1.30
50.8	79.6	3.23	54.23	7.81	62.3	84.8	3.66	65.96	8.20	67.9	92.0	4.32	72.22	8.57
50.5	79.6	3.23	53.73	0.30	62.0	84.8	3.66	65.66	0.30	67.6	92.0	4.32	71.92	0.30
42.9	76.8	3.03	45.91	7.82	52.3	81.8	3.41	55.71	9.95	57.5	88.8	4.02	61.52	10.40
42.7	77.9	3.09	45.79	0.12	51.9	82.9	3.51	55.41	0.30	56.7	90.1	4.13	60.83	0.69
36.4	82.7	3.48	39.88	5.91	44.3	87.9	3.95	48.25	7.16	48.3	95.5	4.65	52.95	7.88
35.8	83.9	3.59	39.39	0.49	43.5	89.3	4.07	47.57	0.68	47.2	96.9	4.79	51.99	0.96

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 4 (ตัวอย่างที่ 4 อุณหภูมิน้ำ 27.7 ° C)

จุดที่	L cm.	ข้อ ปล่องที่	A cm. ²	D _{eq.} cm.	Q = 687.5 cm ³ /sec					Q = 789.9 cm ³ /sec				
					P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
1			14.2	4.25	40.9	48.4	1.19	42.09		51.3	55.6	1.58	52.88	
2	7.0	1	14.0	4.22	40.7	49.1	1.23	41.93	0.16	51.1	56.4	1.62	52.72	0.16
3	34.5		13.9	4.21	36.3	49.5	1.25	37.55	4.48	45.1	56.8	1.65	46.75	5.97
4	41.5	2	14.1	4.20	36.2	48.8	1.21	37.41	0.14	45.0	56.0	1.59	46.59	0.16
5	69.5		14.4	4.28	30.1	47.7	1.16	31.26	6.15	37.2	54.9	1.53	38.73	7.86
6	76.0	3	14.7	4.33	30.0	46.8	1.12	31.12	0.14	37.1	53.7	1.47	38.57	0.16
7	104.0		14.1	4.24	26.3	48.8	1.21	27.51	3.61	32.3	56.0	1.59	33.89	4.68
8	110.5	4	14.1	4.24	26.1	48.8	1.21	27.31	0.20	32.1	56.0	1.59	33.69	0.20
9	138.0		14.0	4.22	20.2	49.1	1.23	21.43	5.88	24.1	56.4	1.62	25.72	7.97
10	145.5		14.1	4.24	20.1	48.8	1.21	21.31	0.12	23.9	56.0	1.59	25.49	0.23

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 4 (ต่อ)

Q = 876 cm ³ /sec					Q = 1062 cm ³ /sec					Q = 1133 cm ³ /sec				
P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
59.3	61.7	1.94	61.24		89.5	74.8	2.85	92.35		100.3	79.8	3.25	103.55	
59.1	62.6	1.99	61.09	0.15	89.2	75.9	2.93	92.13	0.22	99.9	80.9	3.34	103.24	0.31
53.5	63.0	2.03	55.53	5.56	80.7	76.4	2.97	83.67	8.46	89.4	81.5	3.39	92.79	10.45
53.2	62.1	1.97	55.17	0.36	80.3	75.3	2.89	83.19	0.48	89.0	80.4	3.29	92.29	0.50
43.6	60.8	1.89	45.49	9.68	65.9	73.7	2.77	68.67	14.52	72.4	78.7	3.16	75.56	16.73
43.4	59.6	1.81	45.21	0.28	65.7	72.2	2.66	68.36	0.31	72.2	77.1	3.03	75.23	0.33
37.3	62.1	1.97	39.27	5.97	56.7	75.3	2.89	59.59	8.77	61.9	80.4	3.29	65.19	10.04
37.1	62.1	1.97	39.07	0.20	56.4	75.3	2.89	59.29	0.30	61.5	80.4	3.29	64.79	0.40
28.3	62.6	1.99	30.29	8.78	41.5	75.9	2.93	44.43	14.86	46.5	80.9	3.34	49.84	14.95
28.1	62.1	1.97	30.07	0.22	41.2	75.3	2.89	44.09	0.34	46.2	80.4	3.29	49.49	0.35

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 5 (ตัวอย่างที่ 5 อุณหภูมิน้ำ 27.7 ° C).

จุดที่	L cm	ข้อ ปล่องที่	A cm. ²	D _{eq.} cm.	Q = 957.5 cm ³ /sec					Q = 1254.6 cm ³ /sec				
					P/γ+Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ+Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
1			28.9	6.07	21.7	33.1	0.56	22.26		33.6	43.4	0.96	34.56	
2	6.5	1	29.5	6.13	21.6	32.5	0.50	22.14	0.12	33.5	42.5	0.92	34.42	0.14
3	32.0		28.0	5.97	19.7	34.2	0.60	20.30	1.84	29.9	44.8	1.02	30.92	3.50
4	38.5	2	29.1	6.09	19.7	32.9	0.55	20.25	0.05	29.8	43.1	0.94	30.74	0.18
5	65.0		27.8	5.95	17.5	34.4	0.61	18.11	2.14	26.6	45.1	1.04	27.64	3.10
6	71.5	3	27.4	5.91	17.4	34.9	0.62	18.02	0.09	26.5	45.8	1.07	27.57	0.07
7	98.0		26.5	5.81	15.8	36.1	0.67	16.47	1.55	23.6	47.3	1.14	24.74	2.83
8	104.0	4	26.8	5.84	15.8	35.7	0.65	16.45	0.02	23.5	46.8	1.12	24.62	0.12
9	130.5		25.5	5.70	15.1	37.5	0.72	15.82	0.63	20.6	49.2	1.23	21.83	2.79
10	137.0	5	25.7	5.72	15.1	37.3	0.71	15.81	0.01	20.6	48.8	1.21	21.81	0.02
11	165.0		24.1	5.54	12.8	39.7	0.80	13.60	2.21	17.4	52.1	1.38	18.78	3.03
12	172.0		24.7	5.61	12.8	38.8	0.77	13.57	0.03	17.4	50.8	1.32	18.72	0.06

ตารางที่ ๕-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 5 (ต่อ)

Q = 1476.5 cm ³ /sec					Q = 1831.8 cm ³ /sec					Q = 2090.7 cm ³ /sec				
P/ρ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/ρ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/ρ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
42.9	51.1	1.33	44.23		61.1	63.4	2.05	63.15		81.5	72.3	2.67	84.17	
42.9	50.1	1.28	44.18	0.05	61.0	62.1	1.96	62.96	0.19	81.4	70.9	2.56	83.96	0.21
39.8	52.7	1.42	41.22	2.96	55.9	65.4	2.18	58.08	4.88	71.7	74.7	2.84	74.54	9.42
39.7	50.7	1.31	41.01	0.21	55.8	62.9	2.02	57.82	0.26	71.6	71.8	2.63	74.23	0.31
34.6	53.1	1.44	36.04	4.97	47.7	65.9	2.21	49.91	7.91	61.1	75.2	2.88	63.98	10.25
34.4	53.9	1.48	35.88	0.16	47.5	66.9	2.28	49.78	0.13	60.8	76.3	2.97	63.77	0.21
30.6	55.7	1.58	32.18	3.70	41.7	69.1	2.44	44.14	5.64	53.1	78.9	3.17	56.27	7.50
30.5	55.1	1.55	32.45	0.13	41.5	68.4	2.38	43.88	0.26	52.9	78.0	3.10	56.00	0.27
26.3	57.9	1.71	28.01	4.04	35.0	71.8	2.63	38.03	5.85	44.8	81.9	3.43	48.23	7.77
26.2	57.5	1.68	27.68	0.13	35.3	71.3	2.59	37.89	0.14	44.7	81.4	3.37	48.07	0.16
22.0	61.3	1.91	23.91	3.97	29.4	76.0	2.95	32.35	5.54	37.3	86.8	3.84	41.14	6.93
22.0	59.8	1.82	23.82	0.09	29.4	74.2	2.80	32.20	0.15	37.2	84.6	3.65	40.85	0.29

ตารางที่ ๗-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 6 (ตัวอย่างที่ 6 อุณหภูมิน้ำ 27.2 °C)

จุดที่	L cm.	ข้อ ปล่องที่	A cm. ²	D _{eq.} cm.	Q = 4362.7 cm ³ /sec					Q = 4734 cm ³ /sec					Q = 5069 cm ³ /sec				
					P/γ+Z cm.	V cm/sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ+Z cm.	V cm/sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ+Z cm.	V cm/sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
1			28.4	6.01	55.7	153.6	12.02	67.72		65.8	166.7	14.16	79.96		69.9	178.5	16.24	86.14	
2	10.0	1	27.6	5.93	53.1	158.1	12.74	65.82	1.88	63.0	171.5	14.99	77.99	1.97	66.8	183.7	17.19	83.99	2.15
3	37.0		27.3	5.89	42.8	159.8	13.02	55.82	10.00	49.1	173.4	15.32	64.42	13.57	51.2	185.7	17.57	68.77	15.22
4	47.0	2	26.2	5.78	39.9	166.5	14.13	54.03	1.79	45.8	180.7	16.64	62.44	1.98	47.1	193.5	19.08	66.18	2.59
5	83.0		26.4	5.79	31.4	165.3	13.92	45.32	8.71	34.6	179.3	16.39	50.99	11.45	36.6	192.0	18.74	55.39	10.79
6	93.0		25.9	5.70	29.5	168.4	14.46	43.96	1.36	32.1	182.8	17.03	49.13	1.88	33.7	195.7	19.52	53.22	2.17

ตารางที่ ๗-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 6 (ต่อ)

Q = 5226.8 cm ³ /sec					Q = 5338 cm ³ /sec					Q = 5576 cm ³ /sec				
P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
73.6	184.0	17.26	90.86		81.0	187.9	17.99	98.99		83.9	196.3	19.65	103.55	
70.2	189.4	18.28	88.48	2.38	77.4	193.4	19.06	96.46	2.53	80.2	202.1	20.81	101.01	2.54
55.9	191.5	18.69	74.59	13.89	60.7	195.5	19.48	80.18	16.28	62.0	204.3	21.27	83.27	17.74
51.7	199.5	20.28	71.98	2.61	57.4	203.7	21.16	78.56	1.62	57.2	212.8	23.08	80.28	2.99
38.2	197.9	19.98	58.18	13.80	43.2	202.2	20.84	64.04	14.52	41.7	211.2	22.74	64.44	15.84
35.2	201.8	20.76	55.96	2.22	38.8	206.1	21.65	60.45	3.59	38.4	215.3	23.63	62.03	2.41

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 6 (ต่อ)

Q = 5835 cm. ³ /sec					Q = 5974.5 cm. ³ /sec					Q = 6272.6 cm. ³ /sec				
P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
91.4	205.5	21.51	112.91		95.4	210.4	22.55	117.95		103.7	220.9	24.86	128.56	
86.7	211.4	22.78	109.48	3.43	90.6	216.5	23.88	114.48	3.47	98.6	216.5	26.32	124.92	3.64
68.2	213.7	23.28	91.48	18.00	76.2	218.8	24.41	95.61	18.87	77.3	229.8	26.91	104.21	20.71
63.1	222.7	25.28	88.38	3.10	66.1	228.0	26.50	92.60	3.01	71.7	239.4	29.21	100.91	3.30
46.2	221.0	24.90	71.10	17.28	49.9	226.3	26.10	76.00	16.60	54.5	237.6	28.77	83.27	17.64
42.6	225.3	25.87	68.47	2.68	46.2	230.7	27.12	73.32	2.68	50.3	242.2	29.89	80.19	3.08

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 7 (ตัวอย่างที่ 7 อุณหภูมิน้ำ 27.7 °C)

จุดที่	L cm.	ข้อ ปล่องที่	A cm. ²	D _{eq.} cm.	Q = 2917.8 cm. ³ /sec					Q = 3041 cm. ³ /sec					Q = 3176.8 cm. ³ /sec				
					P/γ+Z cm.	V cm/sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ+Z cm.	V cm/sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ+Z cm.	V cm/sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
1			33.5	6.53	64.5	87.1	3.87	63.37		73.5	90.8	4.20	77.70		85.7	94.8	4.58	90.28	
2	6.0	1	33.3	6.51	64.3	87.6	3.91	68.21	0.16	73.3	91.3	4.25	77.55	0.15	85.4	94.9	4.64	90.04	0.24
3	33.0		31.0	6.28	53.3	94.1	4.52	57.82	10.39	59.6	98.1	4.91	64.51	13.04	70.8	102.5	5.35	76.15	13.89
4	39.5		30.4	6.22	52.8	95.9	4.69	57.49	0.33	59.0	100.0	5.10	64.10	0.41	70.2	104.5	5.57	75.77	0.38
5	66.5	2	29.6	6.14	36.1	98.6	4.95	41.05	16.44	38.5	102.7	5.38	43.88	20.22	48.5	107.3	5.87	54.37	21.40
6	73.0		29.3	6.11	35.8	99.6	5.06	40.86	0.19	38.2	103.8	5.49	43.69	0.19	48.0	108.4	5.99	53.99	0.38
7	100.5	3	27.3	5.89	22.1	106.9	5.82	27.92	12.94	23.6	111.4	6.33	29.93	13.76	29.5	116.4	6.90	36.40	17.59
8	106.0		27.1	5.87	21.3	107.7	5.91	27.21	0.71	22.8	112.2	6.42	29.22	0.71	28.8	117.2	7.00	35.90	0.50



ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 8 (ตัวอย่างที่ 8 อุณหภูมิน้ำ 27.7 °C)

จุดที่	L cm.	ข้อ ปล่องที่	A cm. ²	D _{eq.} cm.	Q = 1731 cm. ³ /sec					Q = 1806.7 cm. ³ /sec				
					P/γ+ Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ+ Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
1			34.9	6.67	31.6	49.6	1.25	32.85		36.5	51.8	1.36	37.87	
2	6.5	1	34.6	6.64	31.5	50.0	1.28	32.78	0.07	36.3	52.2	1.39	37.69	0.18
3	33.0		32.9	6.47	28.1	52.6	1.41	29.51	3.27	32.3	54.9	1.54	33.84	3.85
4	39.0	2	34.0	6.58	28.1	50.9	1.32	29.42	0.09	32.4	53.1	1.43	33.83	0.01
5	66.0		30.8	6.26	23.5	56.2	1.61	25.11	4.31	26.5	58.7	1.75	28.25	5.58
6	72.5	3	30.8	6.26	23.4	56.2	1.61	25.01	0.10	26.3	58.7	1.75	28.05	0.20
7	99.5		29.8	6.16	17.8	58.1	1.72	19.52	5.49	19.9	60.6	1.87	21.77	6.28
8	106.0		29.0	6.08	17.6	59.7	1.81	19.41	0.11	19.7	62.3	1.97	21.67	0.10

ตารางที่ ๗-๑ (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ ๘ (ต่อ)

Q = 1967 cm ³ /sec					Q = 2302.5 cm ³ /sec					Q = 2697.9 cm ³ /sec				
P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ + Z cm.	V cm./sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
43.3	56.4	1.62	44.92		-	-	-	-		-	-	-	-	
43.0	56.9	1.65	44.65	0.27	-	-	-	-		-	-	-	-	
37.4	59.8	1.82	39.22	5.43	46.3	69.9	2.50	48.80		58.3	82.0	3.43	61.73	
37.5	57.9	1.71	39.21	0.01	46.4	67.7	2.34	48.74	0.06	58.5	79.4	3.21	61.71	0.02
30.5	63.9	2.08	32.58	6.63	37.8	74.8	2.85	40.65	8.09	47.5	87.6	3.91	51.41	10.30
30.3	63.9	2.08	32.38	0.20	37.4	74.8	2.85	40.25	0.40	46.8	87.6	3.91	50.71	0.70
22.3	66.0	2.22	24.52	7.86	27.3	77.3	3.04	30.34	9.91	33.9	90.5	4.18	38.08	12.63
22.1	67.8	2.35	24.45	0.07	27.0	79.4	3.21	30.21	0.13	33.5	93.0	4.41	37.91	0.17

ตารางที่ ๗-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 9 (ตัวอย่างที่ 9 อุณหภูมิน้ำ 27.7 °C)

จุดที่	L cm.	ข้อ ปล่องที่	A cm. ²	D _{eq.} cm.	Q = 1706 cm. ³ /sec					Q = 1906 cm. ³ /sec					Q = 2002 cm. ³ /sec				
					P/γ+Z cm.	V cm/sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ+Z cm.	V cm/sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ+Z cm.	V cm/sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
1			41.5	7.27	42.1	41.1	0.86	42.96		49.4	45.9	1.08	50.48		58.2	48.3	1.19	59.39	
2	6.5	1	41.3	7.25	42.0	41.3	0.87	42.87	0.09	49.3	46.2	1.09	50.39	0.09	58.1	48.5	1.20	59.30	0.09
3	32.0		39.8	7.12	40.2	42.9	0.94	41.14	1.73	47.3	47.9	1.17	48.47	1.92	56.1	50.3	1.29	57.39	1.91
4	38.5		39.3	7.07	40.1	43.4	0.96	41.06	0.08	47.2	48.5	1.19	48.39	0.08	55.9	50.9	1.32	57.22	0.17
5	65.0	2	40.0	7.14	38.2	42.7	0.92	39.12	1.94	45.1	47.7	1.16	46.26	2.13	53.1	50.1	1.28	54.38	2.84
6	71.5		38.7	7.02	38.1	44.1	0.99	39.09	0.03	45.0	49.3	1.23	46.23	0.03	53.0	51.7	1.36	54.36	0.02
7	97.5	3	37.3	6.89	35.5	45.7	1.07	36.57	2.52	40.8	51.1	1.33	42.13	4.10	49.0	53.7	1.47	50.47	3.89
8	104.0		36.8	6.85	35.4	46.4	1.09	36.49	0.08	40.7	51.8	1.36	42.06	0.07	48.9	54.4	1.51	50.41	0.06

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

การทดลองครั้งที่ 10 (ตัวอย่างที่ 10 อุณหภูมิน้ำ 27.7 °C)

จุดที่	L cm.	ข้อ ปล่องที่	A cm. ²	D _{eq} cm.	Q = 1695 cm ³ /sec					Q = 1831.8 cm ³ /sec					Q = 1976 cm ³ /sec				
					P/γ+Z cm.	V cm/sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ+Z cm.	V cm/sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.	P/γ+Z cm.	V cm/sec	V ² /2g cm.	H cm.	Δh cm.
1			47.0	7.74	44.4	36.1	0.66	45.06		51.6	38.9	0.77	52.37		60.9	42.0	0.90	61.80	
2	6.5	1	45.8	7.64	44.3	37.0	0.60	45.00	0.06	51.5	39.9	0.82	52.32	0.05	60.8	43.2	0.95	61.75	0.05
3	32.0		48.1	7.83	44.0	35.2	0.63	44.63	0.37	51.2	38.1	0.73	51.93	0.39	60.0	41.1	0.86	60.86	0.89
4	39.0	2	47.1	7.75	43.9	35.9	0.66	44.56	0.07	51.1	38.9	0.76	51.87	0.06	59.9	41.9	0.90	60.80	0.06
5	64.5		44.9	7.56	43.7	37.8	0.73	44.43	0.13	50.8	40.8	0.84	51.64	0.23	59.5	44.0	0.98	60.48	0.32
6	71.5	3	43.8	7.47	43.6	38.7	0.77	44.37	0.06	50.7	41.8	0.89	51.59	0.05	59.4	45.1	1.04	60.44	0.04
7	97.0		46.2	7.67	43.0	36.7	0.68	43.68	0.69	50.1	39.6	0.80	50.90	0.69	58.9	42.8	0.93	59.83	0.61
8	104.0		45.5	7.61	42.9	37.3	0.71	43.61	0.07	50.0	40.3	0.83	50.83	0.07	58.8	43.4	0.96	59.76	0.07

ภาคผนวก ค

ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียหัวความดันของข้อไม้ไผ่ขนาดต่างๆ

ตารางที่ ค-1 ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียหัวความดันของข้อไม้ในขนาดต่างๆ

ตัวอย่างที่ 1 $D_{av.} = 4.13 \text{ cm.}$

ข้อ ไม้	A cm. ²	$\frac{v^2}{2g} \text{ (cm.)}$										$K_{av.}$
		1.16		2.22		3.21		3.30		3.91		
		Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	
1	5.9	6.13	5.28	10.18	4.59	13.93	4.34	15.35	4.65	20.70	5.29	4.83
2	9.1	1.64	1.41	2.88	1.30	3.01	0.94	4.03	1.22	3.45	0.88	1.15
3	7.2	2.26	1.95	3.24	1.46	4.12	1.28	5.52	1.67	7.04	1.80	1.63
4	7.5	2.75	2.37	4.70	2.12	5.35	1.67	6.86	2.08	8.23	2.11	2.07
5	8.7	1.54	1.33	2.79	1.26	3.53	1.10	3.73	1.13	4.50	1.15	1.19
6	7.3	2.32	2.40	4.07	1.83	5.42	1.69	6.70	2.03	8.61	2.20	1.95

ตัวอย่างที่ 2 $D_{av.} = 4.14 \text{ cm.}$

ข้อ ไม้	A cm. ²	$\frac{v^2}{2g} \text{ (cm.)}$										$K_{av.}$
		0.68		1.04		1.05		2.34		2.83		
		Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	
1	6.9	3.18	4.68	4.76	4.58	6.65	4.59	12.32	5.27	12.80	4.52	4.73
2	5.9	2.47	3.63	3.64	3.50	5.33	3.68	7.59	3.24	9.37	3.31	3.47
3	6.3	2.37	3.49	3.65	3.51	5.23	3.61	8.69	3.71	10.17	3.59	3.58
4	5.9	2.57	3.78	4.15	3.99	5.73	3.95	9.09	3.88	10.57	3.73	3.87
5	5.8	3.67	5.40	5.35	5.14	7.03	4.85	11.09	4.74	12.67	3.48	4.92
6	5.6	3.54	5.21	5.00	4.81	7.07	4.88	11.39	4.87	13.65	4.82	4.92

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 3 $D_{av.} = 4.18 \text{ cm.}$

ข้อ ที่	A cm. ²	$v^2/2g \text{ (cm.)}$										$K_{av.}$
		1.69		2.30		3.22		3.65		4.30		
		Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	
1	6.1	6.03	3.57	10.50	4.57	9.47	2.94	14.65	4.01	16.73	3.89	3.80
2	7.8	3.33	1.97	4.63	2.01	4.15	1.29	7.75	2.12	7.16	1.67	1.81
3	7.5	3.35	1.98	5.44	2.37	7.81	2.43	8.20	2.25	8.57	1.99	2.20
4	6.9	4.52	2.68	6.56	2.85	7.82	2.43	9.95	2.73	10.40	2.42	2.62
5	7.4	3.40	2.01	4.72	2.05	5.91	1.84	7.06	1.96	7.88	1.83	1.94

ตัวอย่างที่ 4 $D_{av.} = 4.25 \text{ cm.}$

ข้อ ที่	A cm. ²	$v^2/2g \text{ (cm.)}$										$K_{av.}$
		1.19		1.58		1.94		2.85		3.25		
		Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	
1	6.3	4.48	3.76	5.97	3.78	5.56	2.87	8.46	2.97	10.45	3.22	3.32
2	6.8	6.15	5.17	7.86	4.97	9.68	4.99	14.52	5.09	16.73	5.15	5.07
3	7.6	3.61	3.03	4.68	2.96	5.94	3.06	8.77	3.08	10.04	3.09	3.04
4	6.4	5.88	4.94	7.94	5.04	8.78	4.53	14.86	5.21	14.95	4.60	4.86

ตัวอย่างที่ 5 $D_{av.} = 5.86 \text{ cm.}$

ข้อ ที่	A cm. ²	$v^2/2g \text{ (cm.)}$										$K_{av.}$
		0.65		1.11		1.54		2.36		3.08		
		Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	
1	15.5	1.84	2.83	3.50	3.15	2.96	1.92	4.88	2.07	9.42	3.06	2.06
2	14.0	2.14	3.29	3.10	2.79	4.97	3.23	7.91	3.35	10.25	3.33	3.20
3	15.5	1.55	2.39	2.83	2.55	3.70	2.40	5.64	2.39	7.50	2.44	2.43
4	16.4	0.63	0.97	2.79	2.51	4.40	2.86	5.85	2.48	7.77	2.52	2.27
5	15.3	2.21	3.40	3.03	2.73	3.97	2.58	5.54	2.35	6.93	2.25	2.66

ตัวอย่างที่ 7 $D_{av.} = 6.19 \text{ cm.}$

ข้อ ที่	A cm. ²	$V^2/2g \text{ (cm.)}$								$K_{av.}$
		4.79		5.21		5.68		6.94		
		Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	
1	17.4	10.39	2.17	13.04	2.50	13.89	2.45	15.23	2.19	2.33
2	15.7	16.44	3.43	20.22	3.88	21.40	3.77	25.72	3.71	3.69
3	16.2	12.94	2.70	13.76	2.64	17.59	3.09	9.98	1.44	2.47

ตัวอย่างที่ 8 $D_{av.} = 6.39 \text{ cm.}$

ข้อ ที่	A cm. ²	$V^2/2g \text{ (cm.)}$										$K_{av.}$
		1.49		1.62		1.92		2.78		3.82		
		Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	
1	20.0	3.27	2.19	3.85	2.38	5.43	2.83	—	—	—	—	2.47
2	17.4	4.31	2.89	5.58	3.44	6.63	3.45	8.09	2.91	10.30	2.69	3.08
3	15.5	5.49	3.68	6.28	3.88	7.86	4.09	9.91	3.57	12.63	3.31	3.71

ตัวอย่างที่ 9 $D_{av.} = 7.07 \text{ cm.}$

ข้อ ที่	A cm. ²	$V^2/2g \text{ (cm.)}$						$K_{av.}$
		0.96		1.20		1.33		
		Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	
1	25.6	1.73	1.80	1.92	1.60	1.91	1.44	1.61
2	22.4	1.94	2.02	2.13	1.78	2.84	2.14	1.98
3	22.8	2.52	2.63	4.10	3.42	3.89	2.93	2.99

ตัวอย่างที่ 10 $D_{av.} = 7.66 \text{ cm.}$

ข้อ ที่	A cm. ²	$V^2/2g \text{ (cm.)}$						$K_{av.}$
		0.69		0.81		0.94		
		Δh cm.	K	Δh cm.	K	Δh cm.	K	
1	32.3	0.37	0.54	0.39	0.48	0.89	0.95	0.66
2	36.1	0.13	0.19	0.23	0.28	0.32	0.34	0.26
3	32.5	0.69	1.00	0.69	0.85	0.61	0.65	0.83

ภาคผนวก ง

ค่าของตัวประกอบความถี่ของตัวอย่างท่อนไม้ไผ่ขนาดต่างๆ

ตารางที่ ง-1 ค่าของตัวประกอบความถี่ของตัวอย่างท่อไม้ไผ่ขนาดต่างๆ

$D_{av.}$ cm.	$R = \frac{VD}{V}$	$f = \frac{\Delta h D}{L} \frac{2g_2}{V^2}$
4.13	23,008	0.07679
	31,885	0.06631
	38,370	0.07122
	38,914	0.06872
	42,320	0.07120
5.86	24,700	0.07397
	32,364	0.07987
	38,086	0.07513
	47,251	0.07185
	53,931	0.07076
4.18	28,461	0.06946
	33,277	0.07378
	39,360	0.06225
	41,895	0.07452
	45,480	0.07318
4.14	17,633	0.07127
	21,896	0.07604
	25,799	0.05163
	32,845	0.05064
	36,133	0.05079
4.25	24,384	0.07822
	28,015	0.07099
	31,076	0.07672
	37.661	0.07119
	40,189	0.07055

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

$D_{av.}$ cm.	$R = \frac{VD}{V}$	$f = \frac{\Delta h D}{L} \frac{2g}{V^2}$
7.66	33,369	0.10511
	36,056	0.07959
	38,902	0.06540
7.07	36,385	0.07931
	40,644	0.06118
	42,699	0.06604
6.39	40,850	0.06623
	42,626	0.07589
	46,416	0.07086
	55,107	0.07035
	64,571	0.07727
6.19	71,076	0.07039
	74,083	0.06806
	77,384	0.06409
	85,501	0.06686
5.86	110,962	0.07366
	120,406	0.07226
	128,937	0.07495
	132,945	0.07356
	135,779	0.07385
	141,829	0.07118
	148,415	0.07498
	151,963	0.07152
	159,544	0.07098

ภาคผนวก จ

ข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาค่าพิกัดยึดหยุนในแนวรัศมี
ของท่อไม้ไผ่ขนาดต่างๆ

ตารางที่ ๑-1 ข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาค่าพิกัดศูนย์กลางในแนวรัศมี
ของท่อไม้ไผ่ขนาดต่างๆ

ตัวอย่างที่ 1 $D_{av.} = 5.19 \text{ cm}$, $t_{av.} = 0.61 \text{ cm}$, $L = 65.0 \text{ cm}$.

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					dR _{av.} " x 0.001
	dR ₁	dR ₂	dR ₃	dR ₄	dR ₅	
10.0	0.5	0	0	0.5	0	0.2
13.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0	0.5
15.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
18.0	2.0	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0
22.0	2.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.2

ตัวอย่างที่ 2 $D_{av.} = 6.31 \text{ cm}$, $t_{av.} = 0.50 \text{ cm}$, $L = 65.0 \text{ cm}$.

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					dR _{av.} " x 0.001"
	dR ₁	dR ₂	dR ₃	dR ₄	dR ₅	
6.0	0	0.5	0.5	0	0.5	0.3
10.0	0.5	1.5	1.5	0.5	2.0	1.2
15.0	0.5	2.0	2.0	1.5	3.5	1.9
18.0	1.0	2.5	2.5	2.0	4.0	2.4
23.0	3.0	4.5	5.0	3.5	6.5	4.5

ตารางที่ ๑-๑ (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 3 $D_{av.} = 5.17 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.62 \text{ cm.}$ $L = 65.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					$dR_{av.}$ x 0.001"
	dR_1	dR_2	dR_3	dR_4	dR_5	
7.0	0	0	0.5	0.5	0	0.2
10.0	0.5	0	1.0	0.5	0	0.4
15.0	1.0	0	1.5	1.0	0.5	0.8
20.0	1.5	0.5	2.0	2.5	1.0	1.5
25.0	2.0	1.0	2.5	3.0	1.5	2.0
30.0	2.5	1.5	3.5	4.0	2.5	2.8

ตัวอย่างที่ 4 $D_{av.} = 7.80 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.63 \text{ cm.}$ $L = 65.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					$dR_{av.}$ x 0.001"
	dR_1	dR_2	dR_3	dR_4	dR_5	
6.0	0.5	0	0	0.5	0	0.2
9.5	1.5	1.0	0	1.5	0.5	0.9
12.0	1.5	1.0	0.5	2.0	1.0	1.2
15.0	2.0	1.5	1.0	2.5	1.0	1.6
22.0	3.0	2.5	2.0	4.5	2.5	2.9
28.0	3.5	3.5	2.5	5.5	3.5	3.7

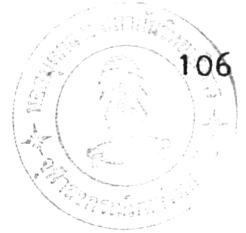
ตารางที่ ๑-1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 5 $D_{av.} = 6.52 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.56 \text{ cm.}$ $L = 95.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					dR _{av.} x 0.001"
	dR ₁	dR ₂	dR ₃	dR ₄	dR ₅	
6.0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.3
10.0	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	0.8
15.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.5	1.5
20.0	1.5	3.0	1.5	2.0	1.5	1.9
26.0	3.0	4.0	2.5	2.5	2.0	2.8
30.0	3.5	4.5	3.0	2.5	2.0	3.1

ตัวอย่างที่ 6 $D_{av.} = 6.79 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.61 \text{ cm.}$ $L = 95.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					dR _{av.} x 0.001"
	dR ₁	dR ₂	dR ₃	dR ₄	dR ₅	
7.0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.3
10.0	0	0.5	1.0	0.5	0.5	0.5
14.0	0.5	1.0	2.0	1.0	1.0	1.1
18.0	0.5	1.5	3.0	2.0	1.5	1.7
25.0	1.0	2.0	3.5	3.0	2.0	2.3
30.0	1.0	2.5	4.5	3.5	2.5	2.8



ตารางที่ ๗-๑ (ต่อ)

ตัวอย่างที่ ๗ $D_{av.} = 7.15 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.55 \text{ cm.}$ $L = 65.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					dR _{av.} x 0.001"
	dR ₁	dR ₂	dR ₃	dR ₄	dR ₅	
6.0	0.5	0	0	0	0.5	0.2
10.0	1.0	0.5	0.5	0.5	1.5	0.8
14.5	1.5	1.0	1.0	2.0	2.5	1.6
18.0	2.5	1.5	1.0	2.5	3.0	2.1
22.0	3.0	1.5	1.0	3.0	4.0	2.5
29.0	4.0	2.5	1.5	3.5	5.0	3.3

ตัวอย่างที่ ๘ $D_{av.} = 7.10 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.50 \text{ cm.}$ $L = 65.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					dR _{av.} x 0.001"
	dR ₁	dR ₂	dR ₃	dR ₄	dR ₅	
6.5	0	0.5	0.5	0.5	0	0.3
10.0	0.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.1
16.0	1.0	2.5	2.0	1.5	2.0	1.8
19.0	1.5	4.0	3.0	2.0	2.5	2.6
24.0	2.5	6.0	4.0	3.0	3.0	3.7
30.0	3.0	7.5	5.0	3.5	3.5	4.5

ตารางที่ ๑-1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9 $D_{av.} = 5.48 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.62 \text{ cm.}$ $L = 65.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					$dR_{av.}$ x 0.001"
	dR_1	dR_2	dR_3	dR_4	dR_5	
9.0	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5	0.6
12.0	0.5	0.5	1.5	1.5	0.5	0.9
15.5	0.5	0.5	1.5	2.0	0.5	1.0
25.5	1.0	1.5	2.5	3.0	1.5	1.9
30.5	1.5	2.5	4.5	4.0	2.0	2.9

ตัวอย่างที่ 10 $D_{av.} = 6.22 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.50 \text{ cm.}$ $L = 90.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					$dR_{av.}$ x 0.001"
	dR_1	dR_2	dR_3	dR_4	dR_5	
7.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.7
8.0	2.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.9
10.0	2.5	1.5	1.0	0.5	0.5	1.2
16.0	3.5	2.0	1.5	1.5	1.0	1.9
19.0	4.5	3.0	1.5	2.0	1.5	2.5
27.0	7.5	5.5	2.5	3.5	3.0	4.4

ตารางที่ ๑-1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 11 $D_{av.} = 7.83 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.57 \text{ cm.}$ $L = 80.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					$dR_{av.}$ x 0.001"
	dR_1	dR_2	dR_3	dR_4	dR_5	
5.5	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.4
8.5	1.0	0.5	1.0	1.0	0.5	0.8
13.0	2.0	1.0	1.5	1.5	0.5	1.3
15.5	2.5	1.0	2.5	2.0	1.0	1.8
23.5	3.5	2.0	3.5	4.5	2.5	3.2
30.0	4.5	2.5	5.0	6.5	3.0	4.3

ตัวอย่างที่ 12 $D_{av.} = 8.04 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.62 \text{ cm.}$ $L = 90.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					$dR_{av.}$ x 0.001"
	dR_1	dR_2	dR_3	dR_4	dR_5	
8.5	0.5	2.0	0.5	1.0	1.0	1.0
10.5	1.0	2.5	1.0	2.0	1.5	1.6
15.0	1.0	3.5	1.5	3.0	2.0	2.2
22.0	2.0	5.0	2.5	4.0	3.0	3.3
27.0	2.5	6.0	4.0	5.0	4.0	4.3
30.5	3.0	7.0	5.0	6.5	4.5	5.2

ตารางที่ ๗-๑ (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 13 $D_{av.} = 6.40 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.63 \text{ cm.}$ $L = 65.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					$dR_{av.}$ x 0.001"
	dR_1	dR_2	dR_3	dR_4	dR_5	
6.0	0.5	0.5	0	0.5	0	0.3
14.0	0.5	1.0	0	1.5	0	0.6
18.0	1.0	1.5	0.5	2.0	0.5	1.1
23.0	2.0	2.5	0.5	3.0	1.0	1.8
28.0	3.0	3.5	1.0	4.5	2.0	2.8
30.0	3.5	4.0	2.0	5.0	2.5	3.4

ตัวอย่างที่ 14 $D_{av.} = 6.24 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.51 \text{ cm.}$ $L = 65.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					$dR_{av.}$ x 0.001"
	dR_1	dR_2	dR_3	dR_4	dR_5	
8.0	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	0.8
12.0	2.0	1.5	2.5	0.5	2.0	1.7
15.0	2.0	1.5	3.0	0.5	2.5	1.9
20.0	3.0	2.0	4.0	1.5	3.0	2.7
25.5	3.5	2.5	5.0	1.5	4.0	3.3
30.0	4.5	3.5	6.5	2.5	5.0	4.4

ตารางที่ จ-1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 15 $D_{av.} = 7.48 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.68 \text{ cm.}$ $L = 65.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					$dR_{av.}$ x 0.001"
	dR_1	dR_2	dR_3	dR_4	dR_5	
5.0	0	0.5	0.5	0	0.5	0.3
9.0	1.0	0.5	1.5	0.5	1.5	1.0
15.0	1.5	1.0	2.0	1.5	2.5	1.7
25.0	2.0	2.0	3.5	2.5	4.5	2.9
30.0	3.0	3.0	4.5	4.0	6.5	4.2

ตัวอย่างที่ 16 $D_{av.} = 4.41 \text{ cm.}$ $t_{av.} = 0.79 \text{ cm.}$ $L = 65.0 \text{ cm.}$

P psi	Dial Gage Reading x 0.001"					$dR_{av.}$ x 0.001"
	dR_1	dR_2	dR_3	dR_4	dR_5	
6.0	0	0.5	0	0	0.5	0.2
10.0	0	0.5	0.5	0	1.5	0.5
15.0	0	0.5	0.5	0.5	1.5	0.6
20.0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	0.7
25.0	0.5	1.0	0.5	0.5	2.0	0.9
30.0	1.0	1.0	1.5	1.0	2.5	1.4

ประวัติผู้เขียน

นายสมเกียรติ ภริยะภากุล เกิดวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2497 ที่จังหวัด
ราชบุรี สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา
จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2521 และเข้า
ศึกษาต่อหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิต
วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2523

