การศึกษากลสมบัติของไม้มะพร้าวเพื่อนำมาใช้ในงานก่อสร้าง

A Study Mechanical Properties of Coconut Wood for Using in the Construction

ประชุม คำพุฒ[1]

บทคัดย่อ:

การศึกษากลสมบัติของไม้มะพร้าวเพื่อนำมาใช้ในงานก่อสร้างนี้ ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยได้ค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.53 ปริมาณความชื้นเท่ากับ 14.61% การดูดซึมน้ำเท่ากับ 65.22% น้ำหนักเท่ากับ 523.99 kg/m^3 หน่วยแรงอัดขนานเสี้ยนที่จุด P.L. เท่ากับ 201.50 ksc หน่วยแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนที่จุด P.L. เท่ากับ 51.53 ksc หน่วยแรงดัดที่จุด P.L. เท่ากับ 511.40 ksc หน่วยแรงเฉือนประลัยขนานเสี้ยนเท่ากับ 49.57 ksc โมดูลัสแห่งความยืดหยุ่นโดยประมาณเท่ากับ 33,407.16 ksc หน่วยแรงอัดขนานเสี้ยนที่ยอมให้เท่ากับ 38.24 ksc หน่วยแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนที่ยอมให้เท่ากับ 21.64 ksc หน่วยแรงดัดที่ยอมให้เท่ากับ 78.68 ksc และหน่วยแรงเฉือนขนานเสี้ยนที่ยอมให้เท่ากับ 5.51 ksc

เมื่อนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับตารางจำแนกประเภทไม้ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยแล้วได้เป็นไม้ประเภทไม้เนื้ออ่อนมาก ไม่เหมาะสำหรับการใช้ทำเป็นองค์อาคารหลักในงานก่อสร้าง

คำสำคัญ: กลสมบัติของไม้มะพร้าว, ไม้มะพร้าว

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้ปริมาณของไม้ในธรรมชาติได้มีจำนวนลดลงเป็นอย่างมาก ถึงแม้ว่าจะมีการส่งเสริมให้ใช้วัสดุอื่นแทนไม้แล้วก็ตาม แต่การใช้ไม้เป็นส่วนประกอบในงาน ก่อสร้างต่างๆ ก็ยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง และยังได้รับความนิยมสม่ำเสมอ เนื่องจากไม้มีราคาแพงและหายาก ผู้ที่ใช้ไม้ก่อสร้างบ้านเรือนจึงดูมีฐานะตามไปด้วย ขณะนี้ยังมีไม้อีกหลายชนิดที่ยังไม่ได้จัดประเภทว่าอยู่ในไม้ประเภทใด ส่วนมากเป็นไม้ที่อยู่ตามท้องถิ่นซึ่งไม่สามารถนำมาออกแบบเพื่อใช้งานได้

"ไม้มะพร้าว" เป็นไม้ชนิดหนึ่งมีอยู่ตามท้องถิ่นทั่วทุกภาค สามารถหาได้ง่ายและโตเร็ว การหาคุณสมบัติของไม้มะพร้าวมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดประเภทของไม้มะพร้าวว่าอยู่ในประเภทใดใน 5 ชนิดคือ ไม้เนื้ออ่อนมาก ไม้เนื้ออ่อน ไม้เนื้อปานกลาง ไม้เนื้อแข็ง และไม้เนื้อแข็งมากซึ่งจะทำให้เราทราบข้อมูลคุณสมบัติทางกลที่แน่นอน ช่วยให้สามารถที่จะตัดสินใจในการนำไม้มะพร้าวมาใช้งานและเพื่อเป็นประโยชน์นำไปสู่การออกแบบ ให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภทได้ต่อไป

2. ลักษณะของไม้มะพร้าว

รูปที่ 1 ลักษณะของต้นมะพร้าว

[1] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
โทร/โทรสาร: (02)549-3412 E-mail: choomy_gtc@hotmail.com

2.1 ลักษณะทั่วไปของไม้มะพร้าว

ไม้มะพร้าวมีชื่อสามัญว่า มะพร้าว (Coconut Tree) ชื่อวงศ์ PALMAE ชื่อวิทยาศาสตร์ Cocos nucifira L. ลักษณะรูปทรง ปาล์ม (Palm shape) เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ตรงมีความสูงประมาณ 15-20 เมตร มีขนาดทรงพุ่ม 3 เมตร ใบยาวเรียวสีเขียว ลำต้นสีน้ำตาล ผิวสัมผัสหยาบ อัตราการเจริญเติบโตปานกลาง เป็นไม้ผลัดใบ (Evergreen)

ไม้มะพร้าวมีทั้งประเภทเสี้ยนละเอียด และเสี้ยนหยาบ ลักษณะของเนื้อไม้มีเสี้ยนสีดำปนน้ำตาลแก่ที่ประสานกันสับสนแน่นมากแต่ค่อนข้างเปราะ ไม้มะพร้าวมีเนื้อไม้ที่หยาบและค่อนข้างแห้ง เลื่อยตัดเมื่อไม้แห้งได้ยาก

2.2 ลักษณะเฉพาะของไม้มะพร้าว

ไม้มะพร้าว เป็นไม้ที่มีเสี้ยนไม้ (Grain of wood) ขนาดใหญ่ และแข็งมาก ขนาดตั้งแต่ 1-3 มม. แข็งเปราะประสานกันแน่นสับสนมาก เสี้ยนไม้ด้านนอกมีความหนาแน่นมากกว่าด้านใน ตลอดทั้งลำต้นของไม้มะพร้าว จะมีความละเอียดของเสี้ยนไม่เหมือนกัน ส่วนที่โคนของลำต้นจะมีเสี้ยนหยาบและใหญ่กว่าส่วนที่ปลายลำต้น ซึ่งจะมีความแข็งแรงคงทนไม่เท่ากัน กำลังของเสี้ยนไม้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของเสี้ยนไม้ แต่ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของตัวประสานระหว่างเสี้ยนไม้ ถ้าเรานำท่อนซุงมาผ่าออก ตามขวาง จะเห็นว่าลำต้นของไม้มะพร้าวมีส่วนประกอบต่าง ๆ แตกต่างจากไม้ทั่วไป คือ เนื้อไม้ข้างในจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าข้างนอก ส่วนของเนื้อไม้ข้างนอกสามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างได้ ไม้มะพร้าวที่มีอายุมาก สีของเสี้ยนและตัวประสานเสี้ยนจะมีความเข้มกว่าไม้มะพร้าวที่มีอายุน้อย ไม้มะพร้าวที่มีอายุมาก ๆ เสี้ยนด้านในจะเพิ่มความหนาแน่นของเสี้ยนมากขึ้นตามอายุ ซึ่งสามารถแปรรูปได้ความหนามากขึ้น แต่ไม่เกิน 2 นิ้ว ไม้มะพร้าวที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างต้องมีอายุประมาณตั้งแต่ 15 ปี ขึ้นไป

3. กระบวนการทดสอบ

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างโดยคัดเลือกไม้มะพร้าวจากต้นเดียวกันจากจังหวัดนนทบุรี ตัดทิ้งไว้จนแห้ง แล้วนำมาแปรรูปให้มีขนาดหน้าตัด 2 × 4 นิ้ว ซึ่งได้กองเก็บไว้อย่างดีไม่ถูกแดดและฝน นำไปตัดซอยเพื่อทำไม้ตัวอย่างทดสอบด้วยเครื่องเลื่อยวงเดือน ตัดให้ได้ขนาดหน้าตัด 2 × 2 นิ้ว นำมาเข้าเครื่องไสกบจนเรียบ แล้วจึงทำการตัดให้ได้ขนาดตามมาตรฐานการทดสอบ มอก. เป็นแต่ละประเภทดังนี้

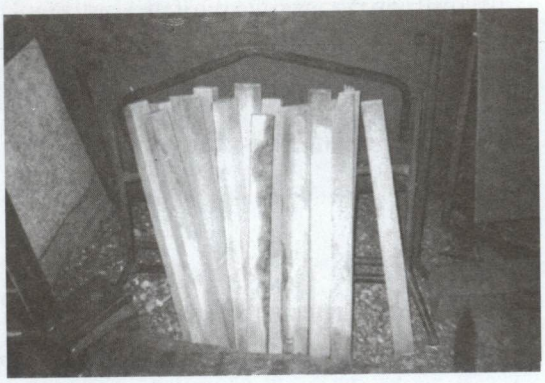
1) ทดสอบความถ่วงจำเพาะ ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำของไม้ ใช้ตัวอย่างไม้ขนาด 25 × 25 × 25 มม.จำนวน 10 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง

2) ทดสอบการรับแรงอัดขนานเสี้ยน ใช้ตัวอย่างขนาด 50×50×250 มม. จำนวน 10 ตัวอย่าง

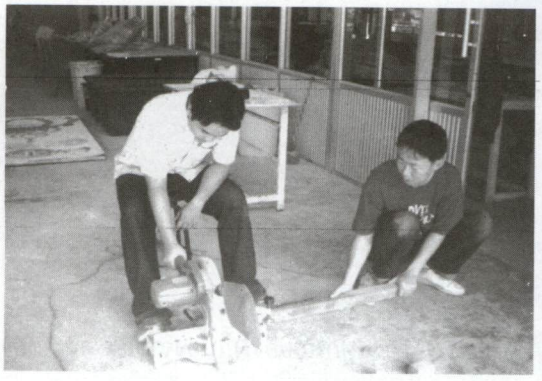
3) ทดสอบการรับแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน ใช้ตัวอย่างขนาด 50×50×150 มม. จำนวน 10 ตัวอย่าง

4) ทดสอบการรับแรงดัดโค้งงอ ใช้ตัวอย่างขนาด 50×50×900 มม. จำนวน 10 ตัวอย่าง

5) ทดสอบการรับแรงเฉือน ใช้ตัวอย่างขนาด (a×b×c×d×h) 50×50×20×50×62.5 มม. จำนวน 10 ตัวอย่าง



รูปที่ 2 ไม้มะพร้าวที่แปรรูปแล้วผึ่งให้แห้ง

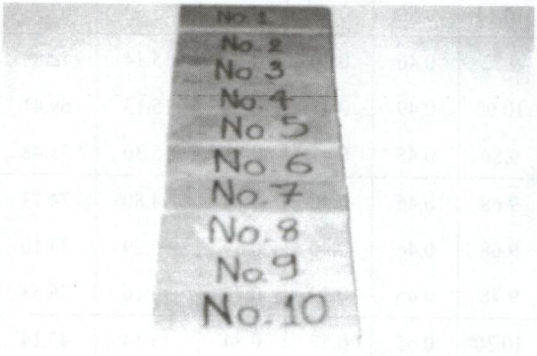


รูปที่ 3 การเลื่อยตัดไม้มะพร้าวให้ได้ตามขนาดที่กำหนด

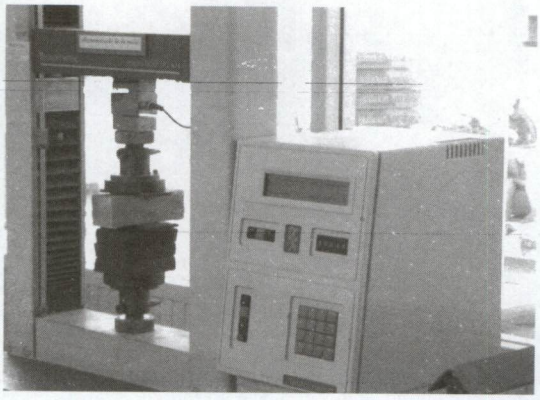
3.2 การดำเนินงาน

1) ศึกษากลสมบัติทางด้านต่างๆ ของไม้มะพร้าว คือ ความถ่วงจำเพาะ ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำของไม้ การรับแรงอัดขนานเสี้ยน การรับแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน การรับแรงดัดโค้งงอ การรับแรงเฉือน ตามมาตรฐาน มอก.

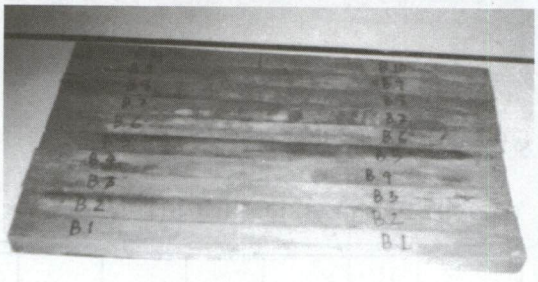
2) นำค่าทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบ มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานการจำแนกประเภทไม้ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.)



รูปที่ 4 ตัวอย่างไม้สำหรับใช้ทดสอบการรับแรงอัด



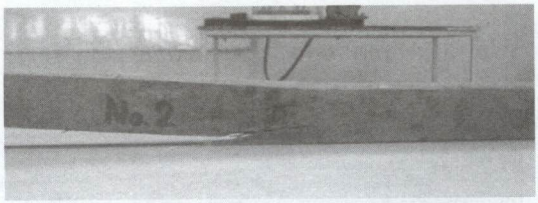
รูปที่ 5 การทดสอบการรับแรงอัดของไม้มะพร้าว



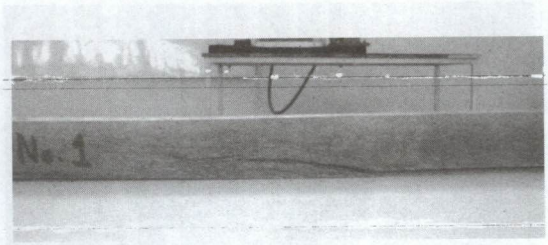
รูปที่ 6 ตัวอย่างไม้สำหรับใช้ทดสอบการรับแรงดัด

รูปที่ 7 การทดสอบการรับแรงดัดของไม้มะพร้าว

รูปที่ 8 การแตกหักของไม้เนื่องจากแรงอัดขนานเสี้ยน



รูปที่ 9 การแตกหักของไม้เนื่องจากแรงดัด



รูปที่ 10 การแตกหักของไม้เนื่องจากแรงดัด (ต่อ)

4. ผลการทดสอบ

จากการทดสอบค่ากลสมบัติของไม้มะพร้าวทางด้านต่าง ๆ ได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ปริมาณความชื้น และการดูดซึมของไม้มะพร้าว

Specimen No.	Width (cm)	Length (cm)	Heigh (cm)	Volume (cm^3)	Net.wt. (gm)	Dry.wt. (gm)	Wet.wt. (gm)	Net Spec.Gr	Dry Spec.Gr	Wet Spec.Gr	Moisture content (%)	Absorption (%)
A-1	2.53	2.26	2.45	14.01	6.91	6.00	10.05	0.49	0.43	0.72	15.17	67.50
A-2	2.52	2.27	2.42	13.84	6.97	6.06	10.16	0.50	0.44	0.73	15.02	67.66
A-3	2.54	2.27	2.43	14.01	6.97	6.06	10.14	0.50	0.43	0.72	15.02	67.33
B-1	2.62	2.24	2.43	14.26	6.54	5.68	9.82	0.46	0.40	0.69	15.14	72.89
B-2	2.55	2.27	2.42	14.01	6.85	5.95	10.08	0.49	0.42	0.72	15.13	69.41
B-3	2.57	2.24	2.42	13.93	6.63	5.75	9.86	0.48	0.41	0.71	15.30	71.48
C-1	2.61	2.19	2.41	13.78	6.36	5.54	9.68	0.46	0.40	0.70	14.80	74.73
C-2	2.62	2.20	2.42	13.95	6.41	5.56	9.68	0.46	0.40	0.69	15.29	74.10
C-3	2.61	2.20	2.45	14.07	6.38	5.54	9.78	0.45	0.39	0.70	15.16	76.53
D-1	2.4	2.12	2.42	12.31	8.06	7.00	10.30	0.65	0.57	0.84	15.14	47.14
D-2	2.41	2.14	2.44	12.58	7.81	6.77	10.12	0.62	0.54	0.80	15.36	49.48
D-3	2.42	2.10	2.43	12.35	7.82	6.78	10.08	0.63	0.55	0.82	15.34	48.67
E-1	2.53	2.22	2.38	13.37	6.05	5.30	9.42	0.45	0.40	0.70	14.15	77.74
E-2	2.54	2.22	2.38	13.42	6.13	5.34	9.34	0.46	0.40	0.70	14.79	74.91
E-3	2.57	2.22	2.39	13.64	6.12	5.36	9.52	0.45	0.39	0.70	14.18	77.61

F-1	2.58	2.21	2.40	13.68	6.33	5.53	9.51	0.46	0.40	0.69	14.47	71.97
F-2	2.6	2.20	2.45	14.01	6.52	5.67	9.77	0.47	0.40	0.70	14.99	72.31
F-3	2.58	2.21	2.37	13.51	6.15	5.37	9.35	0.46	0.40	0.69	14.53	74.12
G-1	2.50	2.20	2.42	13.31	5.65	4.96	9.01	0.42	0.37	0.68	13.91	81.65
G-2	2.51	2.21	2.38	13.20	5.85	5.12	9.10	0.44	0.39	0.69	14.26	77.73
G-3	2.46	2.20	2.42	13.10	5.45	4.78	8.69	0.42	0.36	0.66	14.02	81.80
H-1	2.40	2.13	2.42	12.37	8.23	7.18	10.63	0.67	0.58	0.86	14.62	48.05
H-2	2.40	2.10	2.42	12.20	8.66	7.54	10.83	0.71	0.62	0.89	14.85	43.63
H-3	2.40	2.14	2.43	12.48	8.76	7.66	11.42	0.70	0.61	0.92	14.36	49.09
I-1	2.40	2.16	2.47	12.80	8.48	7.42	10.95	0.66	0.58	0.86	14.29	47.57
I-2	2.38	2.18	2.44	12.66	8.37	7.33	10.76	0.66	0.58	0.85	14.19	46.79
I-3	2.36	2.15	2.43	12.33	8.74	7.65	11.17	0.71	0.62	0.91	14.25	46.01
J-1	2.52	2.24	2.44	13.77	6.85	6.02	10.04	0.50	0.44	0.73	13.79	66.78
J-2	2.52	2.27	2.43	13.90	6.93	6.12	10.07	0.50	0.44	0.72	13.24	64.54
J-3	2.50	2.2	2.44	13.42	6.85	6.04	10.10	0.51	0.45	0.75	13.41	67.22
Average				**13.34**	**6.99**	**6.10**	**9.98**	**0.53**	**0.46**	**0.75**	**14.61**	**65.22**

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการรับแรงอัดขนานเสี้ยนของไม้มะพร้าว

Specimen No. of Coconut wood	Elastic strength at. P.L.		Yield strength at 0.05% offset		Ultimate strength		Modulus of elasticity	
	kg/mm^2	ksc	kg/mm^2	ksc	kg/mm^2	ksc	kg/mm^2	ksc
1	1.79	179.00	2.07	207.00	2.53	253.00	404.78	40,478.00
2	1.99	199.00	2.19	219.00	2.22	222.00	310.94	31,094.00
3	1.83	183.00	1.97	197.00	1.98	198.00	273.13	27,313.00
4	1.78	178.00	1.91	191.00	1.92	192.00	286.38	28,638.00
5	2.57	257.00	2.80	280.00	2.84	284.00	404.72	40,472.00
6	2.51	251.00	2.69	269.00	2.87	287.00	375.58	37,558.00
7	1.99	199.00	2.23	223.00	2.36	236.00	320.97	32,097.00
8	1.92	192.00	2.00	200.00	2.03	203.00	203.23	20,323.00
9	1.79	179.00	1.97	197.00	2.05	205.00	271.81	27,181.00
10	1.98	198.00	2.16	216.00	2.23	223.00	353.57	35,357.00
Average	**2.02**	**201.50**	**2.20**	**219.90**	**2.05**	**205.00**	**280.03**	**28,003.30**

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการรับแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนของไม้มะพร้าว

Specimen No. of Coconut wood	Elastic strength at P.L.	Yield strength at 0.05% offset	Modulus of elasticity
	ksc	ksc	ksc
1	56.10	58.30	1,705.17
2	34.50	36.10	692.77
3	72.90	77.30	2,892.86
4	27.60	30.90	1,491.89
5	58.30	61.30	3,689.87
6	68.70	70.00	2,174.05
7	35.40	35.80	1,616.44
8	65.10	68.00	2,333.33
9	48.70	52.60	1,696.86
10	48.00	50.70	1,846.15
Average	**51.53**	**54.10**	**2,013.94**

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการรับแรงดัดโค้งงอของไม้มะพร้าว

Specimen No.	Stress in extreme fiber at P.L.		Modulus of rupture		Modulus of elasticity		Max shearing stress		Average total work to ultimate load
	kg/mm^2	ksc	kg/mm^2	ksc	kg/mm^2	ksc	kg/mm^2	ksc	kg-mm
1	3.10	310.00	4.12	412.38	436.54	43,654.50	0.16	15.52	5,505.73
2	3.70	370.00	4.57	456.89	568.47	56,846.84	0.16	16.48	5,665.88
3	5.43	543.00	6.76	675.64	853.88	85,388.48	0.25	24.94	8,611.26
4	5.29	529.00	6.38	638.11	816.23	81,623.43	0.23	22.73	6,139.19
5	8.06	806.00	11.32	1,131.98	995.03	99,502.86	0.40	40.32	19,458.93
6	3.26	326.00	3.66	366.49	438.52	43,851.86	0.13	13.29	3,823.66
7	4.77	477.00	5.38	538.47	525.92	52,591.89	0.20	19.73	7,307.11
8	8.21	821.00	8.59	858.83	944.58	94,458.09	0.32	31.67	8,427.22
9	4.48	448.00	5.09	509.21	555.34	55,534.49	0.19	18.68	5,294.61
10	4.84	484.00	6.56	655.96	885.90	88,589.96	0.24	24.33	7,175.76
Average	**5.11**	**511.40**	**6.24**	**624.39**	**702.04**	**70,204.24**	**0.23**	**22.77**	**7,740.94**

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการรับแรงเฉือนของไม้มะพร้าว

Specimen No.	P max (kg)	Shear area (mm^2)	Ultimate shear stress	
			(kg/mm^2)	ksc
1	1262.20	2465.00	0.51	51.20
2	1504.60	2490.00	0.60	60.43
3	1280.40	2508.80	0.51	51.04
4	1168.70	2467.15	0.47	47.37
5	1166.10	2430.49	0.48	47.98
6	1208.80	2476.40	0.49	48.81
7	1266.30	2489.20	0.51	50.87
8	1038.60	2484.82	0.42	41.80
9	1110.90	2428.40	0.46	45.75
10	1242.10	2460.28	0.50	50.49
Average of Ultimate shear stress			**0.50**	**49.57**

5. สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดสอบ

การศึกษากลสมบัติของไม้มะพร้าวเพื่อนำมาใช้ในงานก่อสร้างนี้ ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐาน มอก. ได้ค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.53 ปริมาณความชื้นเท่ากับ 14.61 % การดูดซึมน้ำเท่ากับ 65.22 % น้ำหนักเท่ากับ 523.99 kg/m^3 หน่วยแรงอัดขนานเสี้ยนที่จุด P.L. เท่ากับ 201.50 ksc หน่วยแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนที่จุด P.L. เท่ากับ 51.53 ksc หน่วยแรงดัดที่จุด P.L. เท่ากับ 511.40 ksc หน่วยแรงเฉือนประลัยขนานเสี้ยนเท่ากับ 49.57 ksc โมดูลัสแห่งความยืดหยุ่นโดยประมาณเท่ากับ 33,407.16 ksc หน่วยแรงอัดขนานเสี้ยนที่

ตารางที่ 6 ค่ากลสมบัติของไม้มะพร้าวเปรียบเทียบกับหน่วยแรงที่ยอมให้ของไม้ตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยและตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522

ประเภทของไม้	ความถ่วงจำเพาะ	น้ำหนัก (kg/m^3)	หน่วยแรงดัดที่จุด P.L. หรือหน่วยแรงดึงขนานเสี้ยน (ksc)	หน่วยแรงอัดที่จุด P.L. (ksc)		หน่วยแรงเฉือนประลัยขนานเสี้ยน (ksc)	หน่วยแรงดัดที่ยอมให้ (ksc)	โมดูลัสแห่งความยืดหยุ่นโดยประมาณ (ksc)	หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ (ksc)		หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ (ksc)
				ขนานเสี้ยน	ตั้งฉากเสี้ยน				ขนานเสี้ยน	ตั้งฉากเสี้ยน	
ไม้มะพร้าว	***0.53***	***523.99***	***511.40***	***201.50***	***51.53***	***49.57***	***78.68***	***33,350.32***	***38.24***	***21.64***	***5.51***
ไม้เนื้ออ่อนมาก	0.44-0.70	450-690	-	-	-	-	60	78,900	45	12	6
ไม้เนื้ออ่อน	0.56-0.87	550-870	-	-	-	-	80	94,100	60	16	8
ไม้เนื้อปานกลาง	0.69-1.14	690-1,130	-	-	-	-	100	112,300	75	22	10
ไม้เนื้อแข็ง	0.72-1.15	720-1,100	-	-	-	-	120	136,300	90	30	12
ไม้เนื้อแข็งมาก	0.99-1.12	920-1,120	-	-	-	-	150	189,000	110	40	15

ยอมให้เท่ากับ 38.24 ksc หน่วยแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนที่ยอมให้เท่ากับ 21.64 ksc หน่วยแรงดัดที่ยอมให้เท่ากับ 78.68 ksc และหน่วยแรงเฉือนขนานเสี้ยนที่ยอมให้เท่ากับ 5.51 ksc

เมื่อนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับตารางจำแนกประเภทไม้ตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยแล้ว ได้เป็นไม้ประเภทเนื้ออ่อนมาก จึงไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ทำเป็นองค์อาคารหลักในงานก่อสร้าง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ไม้มะพร้าวที่ได้ทำการศึกษาและทดสอบนี้ เป็นไม้จาก จังหวัดนนทบุรี อยู่ในเขตภาคกลางซึ่ง ในการศึกษาครั้งต่อไปควรนำไม้มะพร้าวจากภูมิภาคอื่นๆ มาทำการทดสอบด้วย เพื่อนำมาเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของไม้มะพร้าวในแต่ละภูมิภาค

2) การศึกษาครั้งต่อไปควรแบ่งไม้ออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้น เพื่อเปรียบเทียบค่ากลสมบัติของไม้มะพร้าวในแต่ละส่วน เนื่องจากอาจมีบางส่วนที่แข็งแรงพอที่จะจัดอยู่ในประเภทของไม้เนื้ออ่อนได้

3) ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยนำไม้มะพร้าวไปผ่านการอบน้ำยาเคมี เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของไม้ แล้วลองนำมาทดสอบดูอีกครั้งว่า ได้ค่าคุณสมบัติที่ดีขึ้นหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายธีระเดช หิตะสิริ, นายประชา กิตติวราวุฒิ, นายรัฐพล รักสุจริต และ นายเอกรัตน์ จันทราศรี ที่ช่วยค้นคว้าหาข้อมูลต่างๆ และดำเนินการทดสอบ ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่ช่วยอำนวยการทดสอบ และสนับสนุนการทำงานวิจัยของบุคลากรในภาคฯ อย่างดียิ่งตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

[1] กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมไม้, ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, การทำให้ไม้แห้ง. สำนักงานวิชาการป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2542

[2] คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมโยธา. มาตรฐานสำหรับอาคารไม้. กรุงเทพฯ : รวมมิตรไทย, 2517

[3] ตระกูล อร่ามรักษ์. การออกแบบโครงสร้างไม้. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529, หน้า 1-13 , 101-102

[4] พิภพ สุนทรสมัย. วัสดุวิศวกรรมการก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : บริษัทเอเชียเพรส, 2534, หน้า 15-23

[5] มนัส อนุศิริ. การออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก. พิมพ์ครั้งที่ 6. (ฉบับปรับปรุงใหม่). กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น, 2534, หน้า 30-54

[6] วีระเดช พะเยาศิริพงศ์. รวมกฎหมายฉบับปรับปรุงใหม่. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา, มปป.

[7] ประชุม คำพุฒ. ปฏิบัติการทดสอบวัสดุ. ปทุมธานี : แผนกเอกสารการพิมพ์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลคลองหก, 2546, 105 หน้า

ประวัติผู้เขียนบทความ
ชื่อ: นายประชุม คำพุฒ
สัญชาติ: ไทย
ประวัติการศึกษา :
- วศ.บ. วิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- วศ.ม. วิศวกรรมโยธา (โครงสร้าง) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ตำแหน่ง: อาจารย์ 1 ระดับ 5
สถานที่ทำงาน: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศูนย์กลาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

บทความวิจัย: S. Rungthongbaisuree, P. Khamput and T. Ketratanaborvorn "Causes of Damage of Electric Tower in Thailand" Proc. of Second Asia/Pacific Conference on Durability of Building Systems : Harmonised Standards and Evaluation, Vol. 1, Bandung, Indonesia, July, 2000, pp. 16-1~16-9.

S. Rungthongbaisuree and P. Khamput "Methods for Maintenance of Transmission Towers" Fourth Regional Symposium on Infrastructure Development in Civil Engineering (RSID4), Bangkok, Thailand,April, 2003, pp. 141-150.

หนังสือ: ปฏิบัติการทดสอบวัสดุ (Material Testing Laboratory), มิถุนายน, 2546