อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

การออกแบบฐานกระทงโดยใช้วัสดุทดแทนการใช้โฟม
DESIGN FOR KRATHONG BASE BY USING FOAM METERIALS SUBSTITUTED

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน [illegible]
เลขทะเบียน 5717619
เลขเรียกหนังสือ.....

นายนที บุญเสน รหัส 54363255
นายวรโชติ วงเวียนคำ รหัส 54360870

ปร
น 151 ก
2557

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2557

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน : การออกแบบฐานกระทงโดยใช้วัสดุทดแทนการใช้โฟม

: Design for krathong base by using foam materials substituted

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายนที บุญเสน รหัสนิสิต 54363255

: นายวรโชติ วงเวียนคำ รหัสนิสิต 54360870

ที่ปรึกษาโครงงาน : ผศ.ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผศ.ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว)

.....กรรมการ

(ผศ.ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์)

.....กรรมการ

(อ.สุรเจษฎ์ สุขไชยพร)

ชื่อหัวข้อโครงงาน : การออกแบบฐานกระทงโดยใช้วัสดุทดแทนการใช้โฟม

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายนที บุญเสน รหัสนิสิต 54363255

: นายวรโชติ วงเวียนคำ รหัสนิสิต 54360870

ที่ปรึกษาโครงงาน : ผศ.ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2557

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา เพื่อเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติที่จะนำมาใช้ทดแทนโฟมในการทำฐานกระทง โดยเปรียบเทียบขนาดของกระทงที่เหมาะสมที่สุด และวัสดุธรรมชาติที่มีน้ำหนักเบาหาได้ง่ายนำมาอัดทำเป็นฐานกระทง ในการเปรียบนั้นได้ทำฐานกระทงที่มีความหนา 3 , 4 , 5 เซนติเมตรและรัศมี 19 , 17 , 14 , 10 , เซนติเมตรตามลำดับ โดยนำกระทงแต่ล่ะขนาดมาทดสอบการลอยน้ำ โดยเปรียบเทียบส่วนที่จมของฐานกระทงแต่ล่ะขนาดรวมไปถึงเปรียบ แรงลอยตัว , ความหนาแน่น , ปริมาตรของกระทงและจุดศูนย์ถ่วงของกระทง

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเปรียบเทียบฐานกระทงที่มีปริมาตรเท่ากันกาบกล้วยจะมีน้ำหนักและความหนาแน่นน้อยกว่าผักตบชวาและเมื่อเปรียบเทียบปริมาตรส่วนจมและแรงลอยของกาบกล้วยจะมีกว่าผักตบชวา และเมื่อเปรียบเทียบการทรงตัวพบว่าผักตบชวามีการทรงตัวที่ดีกว่ากาบกล้วย จะเห็นได้ว่าผักตบชวาและกาบกล้วยที่นำมาทำเป็นฐานกระทงมีคุณสมบัติในการลอยน้ำที่แตกต่างกัน

Project Title	: Design for krathong base by using foam materials substituted	
Name	: Mr.Natee Bunsen	ID. 54363255
	: Mr.Worachot Wongwiankham	ID. 54360780
Project Advisor	: Ananchai Ukaew	
Major	: Mechanical Engineering	
Department	: Mechanical Engineering	
Academic Year	: 2014	

Abstract

This project aims to study. Compared to natural materials that will be used to replace the foam in the base count. By comparison, the size of the Krathong is most appropriate. And natural materials that are lightweight, easily be compressed to make the count. Krathong likened it to the base with a thickness of 3, 4, 5 cm and a radius of 19, 17, 14, 10, respectively. By size, but it is testing the water. By comparison, the sinking of the counts, but the size is comparable to the buoyancy, density, volume and center of gravity of the Krathong.

The results showed that compared with an equal volume thwarts the banana is very tight for less weight and canals, and compared the volume of sinking and floating banana leaf, water hyacinth is over. Compared to stabilize the canals are better poised banana leaf. It can be seen that the water hyacinth and banana leaf used to make the base Krathong has the ability to float different.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือและการให้คำแนะนำในการทำโครงงาน จาก ผศ.ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน คณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเพื่อนทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านการทำโครงงานและเอกสารประกอบการทำโครงงานต่างๆ

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจสม่ำเสมอตลอดมา

คณะผู้จัดทำโครงงาน

สารบัญ

	หน้า
แบบเสนอปริญญานิพนธ์	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญกราฟ	ฏ
ลำดับสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วรรณกรรมปริทรรศน์	3
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	9
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
1.5 ขอบเขตของโครงงาน	9
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน	9
1.7 แผนการดำเนินงาน	10
1.8 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	11
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	12
2.1 ทฤษฎีและสมมุติฐาน	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	22
3.1 สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล	22
3.2 การออกแบบฐานของกระทง	22
3.3 ตัวแปรในการทดลอง	22
3.4 ขั้นตอนการทำกระทง	22
3.5 การอัดผักตบด้วยกาวแป้งเปียก	27
3.6 การอัดผักตบด้วยซันยาเรือ	28
3.7 การอัดกาบกล้วยด้วยกาวแป้งเปียก	28
3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด	29
3.9 ขั้นตอนการทดลอง	33
บทที่ 4 วิเคราะห์ผลการทดลอง	35
4.1 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักและความหนาของกระทง ที่มีรัศมีและขนาดเท่ากัน	35
4.2 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักและปริมาตรของกระทง ที่มีรัศมีและขนาดเท่ากัน	36
4.3 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาตรส่วนจมและปริมาตรของ กระทงที่มีรัศมีและขนาดเท่ากัน	37
4.4 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบแรงลอยตัวและปริมาตรของกระทง ที่มีรัศมีและขนาดเท่ากัน	38
4.5 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริกและเส้นผ่านศูนย์กลาง ของกระทงที่มีความหนา 3 เซนติเมตร	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.6 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริกและเส้นผ่านศูนย์กลางของกระทงที่มีความหนา 4เซนติเมตร	40
4.7 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริกและเส้นผ่านศูนย์กลางของกระทงที่มีความหนา 5เซนติเมตร 37	41
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง ผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	42
5.1 สรุปผลการทดลองและผลการวิเคราะห์	42
5.2 ข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การสร้างกระทงจากผักตบชวาและกาบกล้วย	45
ภาคผนวก ข กราฟข้อมูลการทดลอง	53
ภาคผนวก ค ตัวอย่างการคำนวณ	63
ประวัติผู้จัดทำโครงงาน	64

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 โมเมนต์ตั้งตรง (Righting Moment; R.M.)	3
รูปที่ 1.2 จุดศูนย์กลางการลอย (Center of Buoyancy จุด B)	3
รูปที่ 1.3 โมเมนต์แรงคู่ควบ	5
รูปที่ 1.4 รัศมีเปลี่ยนศูนย์เสถียรทางขวาง (Metacentric Radius; BM)	6
รูปที่ 1.5 Equilibrium	6
รูปที่ 1.6 Parallel Sink age	6
รูปที่ 1.7 Neutral Equilibrium	7
รูปที่ 1.8 Equilibrium	7
รูปที่ 1.9 Stability Curve	8
รูปที่ 2.1 แรงลอยตัว	12
รูปที่ 2.2 ความหนาแน่นของวัตถุที่มีผลต่อการลอยตัว	14
รูปที่ 2.3 ลักษณะของวัตถุที่เรียกได้ว่าเกิดการลอยตัวในน้ำได้	15
รูปที่ 2.4 เสถียรภายของวัตถุที่จมในของไหล	16
รูปที่ 2.21 เสถียรภาพของวัตถุที่จมเพียงบางส่วน	17
รูปที่ 2.22 เสถียรภาพของวัตถุที่จมเพียงบางส่วน	17
รูปที่ 2.23 ตัวแปรต่างๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุที่ลอยในของไหลเกิดการเอียงตัว	17
รูปที่ 2.6 โมเมนต์ความเฉื่อยแบบ Rectangular Area	18
รูปที่ 2.7 โมเมนต์ความเฉื่อยแบบ Circular Area	18
รูปที่ 2.8 ทอร์กที่กระทำต่อวัตถุ	19
รูปที่ 2.9 แรงกระทำต่อวัตถุทำให้เกิดทอร์ก	20
รูปที่ 2.10 การเคลื่อนย้ายแกนโมเมนต์ความเฉื่อย	20
รูปที่ 2.11 โมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุรูปต่างๆ	21

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.1 ผักตบตากแห้ง 23
รูปที่ 3.2 ผักตบที่หันแล้ว 23
รูปที่ 3.3 กาบกล้วยสด 24
รูปที่ 3.4 กาบกล้วยตากแห้ง 24
รูปที่ 3.5 น้ำปริมาตร 300 ml 25
รูปที่ 3.6 แป้งมันขนาด 200 g 25
รูปที่ 3.7 ลักษณะแป้งกาว 26
รูปที่ 3.8 น้ำมันยาง 26
รูปที่ 3.9 ชันและน้ำยาง 27
รูปที่ 3.10 ผักตบที่อัดด้วยกาวแป้งเปียก 27
รูปที่ 3.11 ผักตบที่ทำจากชันยาเรือ 28
รูปที่ 3.12 กาบกล้วยที่อัดด้วยกาวแป้งเปียก 28
รูปที่ 3.13 เครื่องชั่งดิจิตอล 29
รูปที่ 3.14 แบบแม่พิมพ์อัด 29
รูปที่ 3.15 มีดหันผักตบ 30
รูปที่ 3.16 หม้อกวนแป้ง 30
รูปที่ 3.17 เครื่องปั่นไฟฟ้า 31
รูปที่ 3.18 ไม้บรรทัดวัด 31
รูปที่ 3.19 ชัน 32
รูปที่ 3.20 แป้งมัน 32
รูปที่ 3.21 ผักตบแห้ง กาบกล้วย และขี้เลื่อย 33
รูปที่ 3.22 ชั่งน้ำหนัก และบันทึกค่า 33
รูปที่ 3.23 การทดสอบ 34
รูปที่ 3.24 การอัดขี้เลื่อยที่ไม่สามารถยึดติดกัน 34

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.2 ตารางบันทึกผลการทดลองน้ำหนักผักตบและกับกล้วยเทียบกับปริมาตร 54

ตารางที่ 1.3 ตารางบันทึกผลการทดลองปริมาตรส่วนจมเทียบกับปริมาตร 55

ตารางที่ 1.4 ตารางบันทึกผลการทดลองแรงลอยตัวผักตบและกาบกล้วย
เทียบกับปริมาตร 56

ตารางที่ 1.5 ตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริกผักตบและกาบกล้วย
เทียบกับรัศมีที่ความหนา 3 เซนซิเมตร 57

ตารางที่ 1.6 ตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริกผักตบและกาบกล้วย
เทียบกับรัศมีที่ความหนา 4 เซนซิเมตร 58

ตารางที่ 1.7 ตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริกผักตบและกาบกล้วย
เทียบกับรัศมีที่ความหนา 5 เซนซิเมตร 59

ตารางที่ 1.8 ตารางบันทึกผลการทดลองผักตบชวา 60

ตารางที่ 1.9 ตารางบันทึกผลการทดลองของกาบกล้วย 61

สารบัญกราฟ

หน้า

กราฟที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทดลองเพื่อเปรียบเทียบ
ความหนาและน้ำหนักของกระทง 53

กราฟที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทดลองเพื่อเปรียบเทียบ
น้ำหนักและปริมาตรของกระทง 54

กราฟที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทดลองเพื่อเปรียบเทียบ
ปริมาตรส่วนจมและปริมาตรของกระทง 55

กราฟที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทดลองทดลองเพื่อเปรียบเทียบ
แรงลอยตัวและปริมาตรของกระทง 56

กราฟที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทดลองเพื่อเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริก
และเส้นผ่านศูนย์กลางของกระทงที่มีความหนา 3 เซนติเมตร 57

กราฟที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทดลองเพื่อเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริก
และเส้นผ่านศูนย์กลางของกระทงที่มีความหนา 4 เซนติเมตร 58

กราฟที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทดลองเพื่อเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริก
และเส้นผ่านศูนย์กลางของกระทงที่มีความหน 5 เซนติเมตร 59

ลำดับสัญลักษณ์

		หน่วย
F_B	ผลรวมของแรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุทั้งก้อน	N
ρ	ความหนาแน่นของวัตถุ	kg/m^2
m	มวลรวมของวัตถุ	kg
V	ปริมาตรรวมของวัตถุ	m^3
g	แรงโน้มถ่วง	m/s^2
GM	ระยะจากจุด G ถึงจุด M	m
CM	ระยะจากจุด C ถึงจุด M	m
CG	ระยะจากจุด C ถึงจุด G	m
γ	น้ำหนักจำเพาะของของไหล	N/m^3
I	โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่หน้าตัดของวัตถุ	m^4

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันคนส่วนใหญ่ให้ความสนใจในการประดิษฐ์กระทงจาก ธรรมชาติน้อยลง เนื่องจากต้องการความสะดวกรวดเร็ว และไม่ได้คำนึงว่ากระทงจะกลายไปเป็นขยะหรือไม่ ทั้งนี้หากมีการใช้กระทงโฟม เพราะคิดว่าง่ายต่อการจัดเก็บ นั่นเป็นความคิดที่ไม่ถูกต้อง เพราะโฟมจะมีผลกระทบต่อการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่และการกำจัดขยะ

จากข้อมูลสถิติของกรมควบคุมมลพิษ กล่าวถึงสถานการณ์ขยะประเภทโฟมในปัจจุบันว่า จากการสำรวจปริมาณขยะประเภทโฟมในช่วง 5 ปี ที่ผ่านมา คือตั้งแต่ปี 2552-2556 พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จาก 34 ล้านใบ/วัน เป็น 61 ล้านใบ/วัน หรือโดยเฉลี่ยแล้วคนไทยสร้างขยะประเภทโฟมเพิ่มขึ้นประมาณ 1 ใบ/คน/วัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า วิถีชีวิต สังคม และพฤติกรรมของคนไทยในปัจจุบันตระหนักถึงความสะดวกสบาย และความรวดเร็ว มากกว่าผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสังคมในเมือง หรือสถานที่ ที่มีการรวมตัวกันของประชาชนเป็นจำนวนมาก จะพบว่ามีขยะประเภทโฟมมากกว่าปกติ

โครงงานนี้จึงมีจุดมุ่งหมายในการการออกแบบและพัฒนาฐาน ของ กระทงโดยใช้วัสดุธรรมชาติทดแทนการใช้โฟม เพื่อเป็นส่วนช่วยในการลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมและแหล่งน้ำ อีกทั้งยังสามารถช่วยลดปริมาณขยะของประเทศได้อีกด้วย

คุณสมบัติของโฟมโฟมที่นำมาใช้ประดิษฐ์เป็นกระทงนั้น ผลิตจากพลาสติกประเภทโพลิสไตรีน (PS) การผลิตโฟม PS ชนิดแผ่น ทำโดยการหลอมเรซินเม็ดเล็กๆ ซึ่งก็คือโพลิสไตรีน และทำให้ฟูและเบาด้วยสารขยายตัวประเภทไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเดิมใช้สารซีเอฟซีเป็นหลัก แต่เนื่องจากสารซีเอฟซีนี้มีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมมาก ปัจจุบันจึงได้หันมาใช้ก๊าซเพนเทน หรือบิวเทน แทน จึงไม่มีปัญหาเกี่ยวกับชั้นโอโซนโหว่อีกต่อไปแม้การผลิตโฟม PS จะไม่ได้ใช้สารซีเอฟซีแล้ว แต่ก็ยังมีคนบางกลุ่มที่ยังไม่ยอมรับบรรจุภัณฑ์นี้ เพราะย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้ โฟมชนิดนี้มักนำไปทำลายโดยใช้ถมที่หรือเผาทิ้ง เนื่องจากโฟมมีคุณสมบัติเฉื่อยและแตกง่าย จึงไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำในดิน แต่ถ้าเผาจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และสารเคมีอื่นๆ

สถิติการใช้โฟมในประเทศไทยสถิติขยะในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2537 ถึงปั จจุบัน มีข้อมูลว่าในแต่ละปีมีขยะมมากถึง 15,000 ตัน หรือประมาณ 2,900 ล้านชิ้น ในจำนวนนี้เป็นโฟมที่นำมารีไซเคิลเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น จึงมีศักยภาพในการนำโฟม กลับมารีไซเคิลได้อีกมหาศาล

สถิติการใช้กระทงโฟมหลังวันลอยกระทงปี 2542 สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหาน ครเก็บกระทงที่ลอยในแม่น้ำได้ 780,000 ใบ เป็นกระทงโฟม 10,000 ใบ หรือร้อยละ 1.3 ของกระทงทั้งหมด กระทงโฟมพวกนี้ถูกนำไปฝังกลบอยู่ในหลุมขยะบางพลีและกำแพงแสน ปล่อยให้ย่อยสลายไปตามธรรมชาติ ซึ่งต้องใช้เวลานานนับร้อยๆ ปีข้อมูลล่าสุดปี 2544 กรุงเทพมหานครเก็บกระทงได้ทั้งหมด 690,000 ใบ เป็นกระทงธรรมชาติ 560,000 ใบ กระทงโฟม 130,000 ใบ หรือเกือบร้อยละ 19 ของกระทงทั้งหมด โดย กทม. นำส่งโรงงานรีไซเคิลโฟมทั้งหมด จะเห็นว่า กระทงโฟมเพิ่มจากสองปีก่อนเป็นสิบเท่าตัว ซึ่งแสดงว่า คน กทม. หันมาใช้กระทงโฟมกันอีกหลังจากที่เคยเปลี่ยนท้ ศนคติหันไปใช้วัสดุธรรมชาติแทนแล้วขยะจากเทศกาลลอยกระทงถือเป็นปัญหาหนึ่งที่หน่วยงานที่รับผิดชอบในการกำจัดขยะจะต้องเผชิญทุกปี ในปี พ.ศ. 2552 สำนักสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานครได้รายงานว่าสามารถเก็บกระทงได้ถึง 882,418 กระทง โดยคิดเป็นกระทงที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ 81.34% เป็นกระทงโฟม 12.78% และที่เหลือคือวัสดุชนิดอื่นๆ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวยังไม่รวมจำนวนขยะอื่นๆ จากงานเทศกาล เช่น ขวดน้ำพลาสติก กล่องโฟมบรรจุอาหาร ฯลฯ และยังไม่นับรวมจำนวนขยะจากทั้งประเทศ

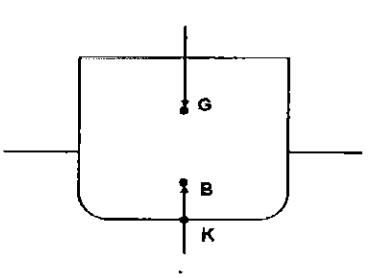
ปัญหากระทงโฟมและกระทงวัสดุธรรมชาติปัญหาที่ไม่ได้เห็น ไม่ได้รับรู้ ก็คือวิธีการกำจัดขยะกระทง การกำจัดขยะส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะใช้วิธีฝังกลบ แต่ด้วยปริมาณขยะมากมายขนาดนี้ในช่วงเทศกาลการจัดสรรหาพื้นที่ฝังกลบขยะ ไม่สามารถจัดการกันได้ง่ายๆ และรวดเร็ว หากฝังกลบผิดวิธีก็จะก่อให้เกิดมลพิษกับดิน และน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนน้ำเสียหรือน้ำชะ ขยะจากการฝังกลบกระทงธรรมชาติที่ลอยกันไป เมื่อจมลงสู่น้ำ ทำให้เก็บลำบาก เก็บได้ไม่หมด กระทงเหล่านี้เมื่อทำจากวัสดุธรรมชาติก็ต้องย่อยสลายตามธรรมชาติได้ ซึ่งก็เหมือนขยะอื่นๆ ทั่วไป ดังนั้น การปล่อยให้กระทงธรรมชาติจมน้ำ ก็เท่ากับการทิ้งขยะลงน้ำ ซึ่งทำให้น้ำเน่าได้เหมือนกันนั่นเองแต่ที่เรารณรงค์กันทั้งปีไม่ให้ทิ้งขยะลงน้ำ แต่พอถึงวันลอยกระทง กลับลืมสิ่งที่ตั้งใจทำกันมาตลอด

1.2 วรรณกรรมปริทรรศน์

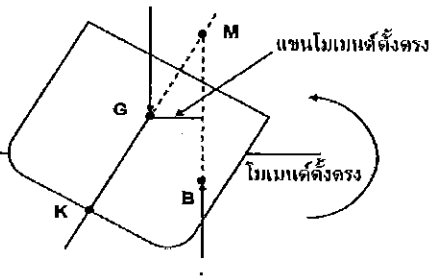
ที่ผ่านมาผู้เกี่ยวข้องกับการใช้งานเรือมักพูดเสมอว่า เรือควรจะมีการทรงตัวที่ดีหรือผู้ที่รู้ลึกสักหน่อยอาจอธิบายเพิ่มเติมว่า เรือต้องมีระยะ GM เป็นบวก หรือกล่าวกันว่า จุด M ต้องอยู่สูงกว่าจุด G สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับคำว่า การทรงตัวของ เรืออย่างไร การทรงตัวในแต่ละขณะของเรือพิจารณาได้จากชนิดและขนาดของโมเมนต์แรงคู่ ควบที่เป็นแรงระหว่างแรงลอยตัว (ทิศทางขึ้นข้างบน) กับแรงเนื่องจากน้ำหนักเรือ (ทิศทางกระทำลงล่าง) หรือที่เรียกว่าเป็น "โมเมนต์ตั้งตรง" (Righting Moment) ระยะระหว่างแรงลอยตัวกับแรงเนื่องจากน้ำหนัก คือแขนของโมเมนต์ตั้งตรง (Righting Arm) ขนาดของโมเมนต์ ตั้งตรงและความยาวของแขนโมเมนต์จะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลในการแบ่งประเภทสถานการณ์การทรงตัวของเรือต่อไป ดังนั้นตำแหน่งการกระทำของแรงลอยตัวและแรงเนื่องจากน้ำหนักเรือจึงมีผลต่อความสามารถในการทรงตัวของเรือในแต่ละขณะ

1.นิยามที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาการทรงตัว

1.1 โมเมนต์ตั้งตรง (Righting Moment; R.M.) ในขณะที่เรือลอยตั้งตรงแรงลัพธ์ของแรงลอยตัวที่พยุงเรือจะกระทำในทิศพุ่งขึ้นผ่านจุดศูนย์กลางการลอย (Center of Buoyancy จุด B) และอยู่ในแนวดิ่ง เดียวกับแรงเนื่องจากน้ำหนักของเรือซึ่งกระทำผ่านจุดศูนย์ถ่วงเรือ G (จุด B และ G อยู่ในแนวเดียวกัน) (ดูรูปที่ 1.1 ประกอบ)



รูปที่ 1.1



รูปที่ 1.2

เมื่อเรือเอียง (สมมุติว่าไม่มีน้ำหนักใดถูกเคลื่อนย้าย) แรงเนื่องจากน้ำหนักเรือจะยังคงกระทำที่จุด G เช่นเดิม ในขณะที่รูปร่างปริมาตรระวางขับน้ำของเรือย่อมเปลี่ยนไปตามการเอียง ทำให้จุดศูนย์กลางการลอย (B) เคลื่อนที่ไปยังด้านที่เรือเอียง เมื่อเป็นเช่นนี้จุด B และ G จึงไม่อยู่ในแนวเดียวกันอีก ต่อไปเกิดโมเมนต์แรงคู่ควบระหว่างแรงลอยตัวและแรงเนื่องจากน้ำหนัก ดังกล่าวกระทำกับเรือ(ดูรูปที่ 1.2)เห็นได้ว่าโมเมนต์ที่เกิดขึ้นนี้จะมีทิศทางต้านการเอียงของเรือหรือกล่าวได้ว่าเป็นโมเมนต์ที่พยายามทำให้เรือกลับไปลอยตั้งตรงดังเดิม ธรรมชาติการลอยเช่นนี้เ กิดขึ้นกับเรือหรือวัตถุลอยน้ำใด ๆ เสมอ คือเมื่อเอียงไปย่อมเกิดโมเมนต์ต้านการเอียงขึ้นทั นที กล่าวในทางกลับกันคือย่อมเกิดโมเมนต์

ที่พยายามดึงเรือหรือวัตถุนั้นให้กลับไปลอยตั้งตรงดังเดิมอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นขนาดของโมเมนต์ตั้งตรงจึงเป็นตัวแปรที่สามารถอธิบายความสามารถของการทรงตัวในแต่ละขณะการเอียงของเรือได้เป็นอย่างดี

1.2 โมเมนต์คว่ำเรือ (Heeling Moment; H.M.) การลอยและการเอียงของวัตถุใด ๆ จะไม่เป็นดังที่อธิบายในหัวข้อที่ 1.1 เสมอ ตัวอย่างเช่น หากตำแหน่งของจุด G ในเรือลำเดียวกันกับในรูปที่ 1.2เลื่อนไปอยู่ทางขวามือของจุด B (ดูรูปที่ 3) โมเมนต์ที่เกิดขึ้นจะมีทิศไปทางเดียวกับการเอียงของเรือทันที เท่ากับเป็นการเสริมการเอียงให้เรือเอียงต่อไปเรื่อย ๆ จนอาจพลิกคว่ำได้ในที่สุด โมเมนต์ที่ทำให้เรือเอียงต่อไปอีกนี้เรียกว่าเป็น "โมเมนต์คว่ำเรือ (Heeling Moment; H.M.)" สามารถพิจารณาได้จากความสัมพันธ์ของตำแหน่งจุด G และจุด B ในเบื้องต้นขอให้จุดสังเกตคร่าว ๆ โดยรวมว่า ขณะที่เรือเอียงหากจุดศูนย์ถ่วงเรือ (G) สามารถเลื่อนไปทิศทางเดียวกับการเอียงของเรือได้โอกาสที่จะเกิดโมเมนต์คว่ำเรือย่อมมีสูง สาเหตุโดยตรงที่ทำให้จุด G เลื่อนไปก็คือมีน้ำหนักในเรือเคลื่อน ย้ายไปมาได้ในขณะที่เรือเอียง ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงโดยรวมของเรือจึงเลื่อนไป แต่ถึงแม้ไม่มีน้ำหนักในเรือเคลื่อนย้ายก็อาจเกิดโมเมนต์คว่ำเรือได้เช่นกันถ้าตำแหน่งจุด G ในขณะนั้นของเรืออยู่สูงมาก ๆ ทั้งนี้เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วรูปร่างของปริมาตรส่วนใต้น้ำเรือจะเป็น ตัวจำกัดให้จุด B เคลื่อนที่ไปได้ไม่มากนัก ดังนั้น

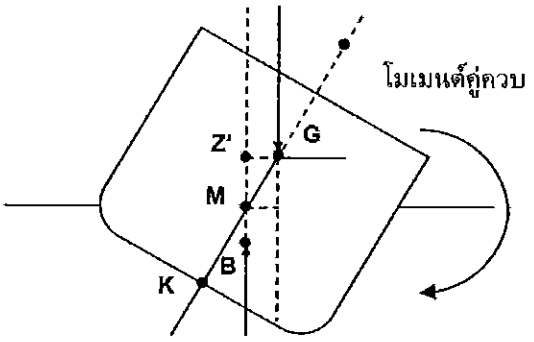
1.3 แขนโมเมนต์ตั้งตรง (Righting Arm; R.A.) แขนของโมเมนต์แรงคู่ควบในรูปที่ 1.2 เรียกว่าเป็น "แขนโมเมนต์ตั้งตรง " นิยมกำหนดให้เป็นระยะ GZ ดังนั้นขนาดของโมเมนต์ตั้งตรงในแต่ละขณะการเอียงคำนวณได้โดยการนำขนาดแขนโม เมนต์คูณเข้ากับน้ำหนักเรือหรือแรงลอยตัวขณะนั้น ดังนี้

โมเมนต์ตั้งตรง = แขนโมเมนต์ตั้งตรง x น้ำหนักเรือ

$$R.M. = (R.A. \times V) \quad (1)$$

โมเมนต์ตั้งตรงเป็นตัวแปรที่สามารถอธิบายความสามารถในการทรงตัวของเรือในแต่ละขณะได้เป็นอย่างดี ถ้าขณะนั้นเรือเกิดโมเมนต์ตั้งตรงมากก็ย่อมสามารถกลับมาตั้งตรงได้ง่าย โมเมนต์ตั้งตรงจึงถูกนำไปพล็อตกับค่ามุมเอียงเป็นเส้นโค้งแสดงสมรรถนะของเรือที่เรีย กว่า "เส้นโค้งการทรงตัวเรือ (Stability Curve)" ถ้าน้ำหนักเรือไม่เปลี่ยนแปลงอาจใช้ขนาดแขนโมเมนต์ตั้งตรงเป็นตัวอธิบายความสามารถในการทรงตัวในแต่ละมุมเอียงของเรือที่ระวางขับน้ำขณะนั้นได้ ลักษณะเช่นนี้ทำให้สามารถพล็อตเส้นโค้งการทรงตัวที่แสดงความสามารถในการทรงตัว ของเรือที่หลายขนาดระวางขับน้ำได้ในเวลาเดียวกันเส้นโค้งดังกล่าวเรียกว่าเป็น "เส้นโค้งรวมการทรงตัว (Cross Curve of Stability)" ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อเกี่ยวกับคุณสมบัติการทรงตัวของเรือต่อไป

1.4 จุดเปลี่ยนศูนย์เสถียร (Metacenter) คือ จุด M ในรูปที่ 1.2 เป็นจุดตัดของเส้นต่อแนวแรงกำลังลอยกับแนวเส้นกึ่งกลางทางขวาง (Center Line) ของเรือ ที่เรียกว่าเป็นจุดเปลี่ยนศูนย์เสถียรเพราะว่า ถ้าจุดนี้อยู่ต่ำกว่าจุด G โมเมนต์จะเปลี่ยนเป็นโมเมนต์คว่ำเรือ (Heeling Moment) ทันที ดังนั้นตำแหน่งของจุด M (เทียบกับจุด G)จะเป็นตัวกำหนดชนิดของโมเมนต์แรงคู่ควบที่เกิด ขึ้นเมื่อเรือเอียงไป (ดูรูปที่ 1.3)



รูปที่ 1.3

1.5 ความสูงจุดเปลี่ยนศูนย์เสถียร (Metacentric Height; GM) คือระยะวัดตามแนวเส้นกึ่งกลางทางขวางจากจุด G ถึงจุด M (ระยะ GM ในรูปที่ 1.2) ถ้าจุด M อยู่สูงกว่าจุด G จะถือว่าระยะ GM เป็นบวก ก่อให้เกิดโมเมนต์ตั้งตรง (Righting Moment) หรือเป็น โมเมนต์บวก (Positive Moment) ในทางกลับกันถ้าจุด M อยู่ต่ำกว่าจุด G จะถือว่าระยะ GM เป็นลบ และก่อให้เกิดโมเมนต์คว่ำเรือ (Heeling Moment) หรือเป็น โมเมนต์ลบ (Negative Moment) ระยะ GM จึงใช้อธิบายความสามารถในการทรงตัวของเรือแทนโมเมนต์ตั้งตรงและแขนโมเมนต์ตั้งตรงได้อีกทางหนึ่ง

1.6 รัศมีเปลี่ยนศูนย์เสถียรทางขวาง (Metacentric Radius; BM) คือระยะวัดตามแนวเส้นกึ่งกลางเรือตามขวางจากจุด B ถึงจุด M (ดูรูปที่ 1.4) ที่เรียกว่าเป็นรัศมีเปลี่ยนศูนย์เสถียร ระยะจากจุด B ไปถึงจุด M จะมีค่าเกือบคงที่จนสมมติได้ว่าจุด M อยู่คงที่ไม่เลื่อนไปไหน ระยะ BM ที่วัดตามแนวเส้นกึ่งกลางลำ เรือจึงมีค่าประมาณเท่ากับระยะจากจุด B ปัจจุบันไปยังจุด M ทำให้ในการออกแบบเรือเบื้องต้นนักออกแบบสามารถหาตำแหน่งของจุด M ได้โดยง่ายเพียงแต่ทราบความสูงของจุด B และคำนวณระยะ BMดังในสมการที่ (4) ก็จะทราบความสูงของ จุด M ได้ ถ้าให้ K เป็นจุดอ้างอิงตรงแนวกระดูกงู

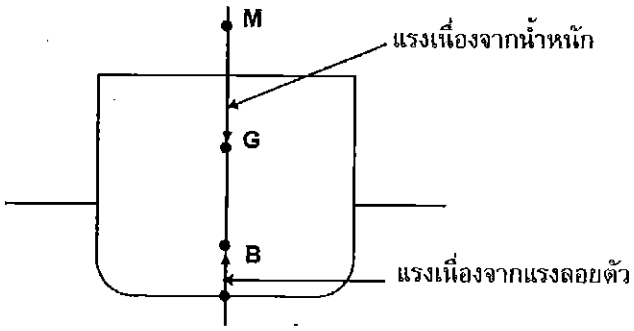
ดังนั้นระยะ $BM = KM - KB$ (2)

$= KB + BG$ (3)

หรือคำนวณได้จากความสัมพันธ์ $BM = \frac{I}{V}$ (4)

โดย I = โมเมนต์อินเนอเชียทางขวาง (Transverse Moment of Inertia) ของพื้นที่แนวน้ำ (Water plane Area) ขณะนั้นของเรือ

V = ปริมาตรระวางขับน้ำ (Volume of Displacement) ขณะนั้น

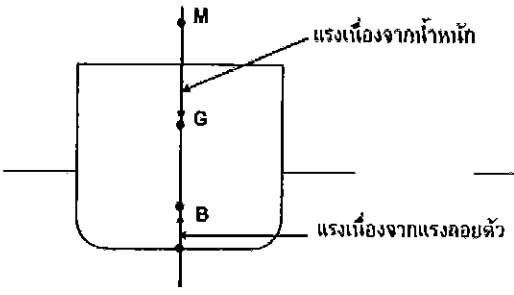


รูปที่ 1.4

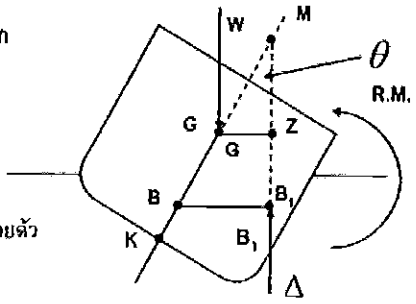
2. คุณลักษณะการทรงตัวเรือ

2.1สถานการณ์ทรงตัวแบบต่าง ๆ

2.1.1 Equilibrium คือ การลอยแบบสมดุลในลักษณะที่แรงลอยตัวมีขนาดเท่ากับแรงเนื่องจากน้ำหนักพอดีและกระทำสวนทางกันในแนวเส้น ศูนย์กลางเรือทางขวาง (ดูรูปที่ 1.5)



รูปที่ 1.5

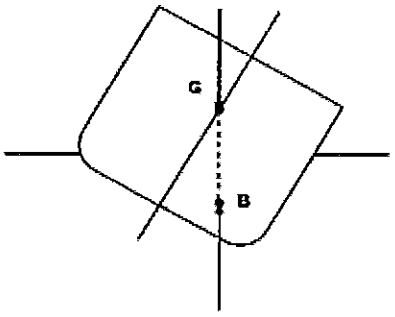


รูปที่ 1.6

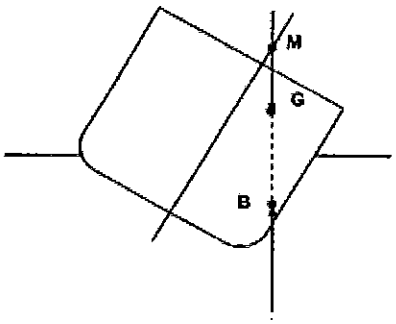
เรือที่ทรงตัวในลักษณะนี้มักจะไม่เอียงเพราะความสมมาตรกันของเรือ ดังนั้นถ้าเพิ่มน้ำหนักหรือเอาน้ำหนักออกจากเรือในแนวกึ่งกลางลำเรือแล้ว เรือจะจมลงหรือลอยขึ้นในลักษณะขนานกับเส้นแนวน้ำเดิม (Parallel Sink age)

2.1.2 Stable Equilibrium คือ การทรงตัวในช่วงที่เมื่อเรือเอียงไปแล้วจะสามารถกลับมาตั้งตรงในสถานะแบบ Equilibrium ได้เหมือนเดิม การเอียงในช่วงสถานะเช่นนี้ถือว่าเรือมีการทรงตัวเป็นบวก (Positive Stability) เพราะโมเมนต์แรงคู่ควบระหว่างแรงลอยตัวและแรงเนื่องจากน้ำหนักเป็นโมเมนต์ชนิดตั้งตรงเรือ (Righting Moment) และมักกำหนดให้ มีค่าเป็นบวก (ดูรูปที่ 1.6)การทรงตัวในสถานะนี้เกิดขึ้นเนื่องจากเมื่อเรือเอียงจุดศูนย์กลางการลอย (B) จะเลื่อนไปตามการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์ถ่วงของปริมาตรระวางขับน้ำ (ไปทางด้านปริมาตรส่วนใหญ่) ในรูปที่ 1.6 คือจากจุด B ไปยังจุด B1 ดังนั้น แรงลัพธ์ของแรงลอยตัวจะกระทำผ่านจุด B1 ตัดกับแนวเส้นกึ่งกลางทางขวางตรงจุด M ถ้าน้ำหนักเรือยังคงที่และไม่มีส่วนใดในเรือเคลื่อนย้ายตามการเอียง แรงเนื่องจากน้ำหนัก (W)จะยังคงกระทำผ่านจุด G เช่นเดิม เมื่อพิจารณาขนาดของแรงนี้กับแรงลอยตัวพบว่าเป็นแรงคู่ควบที่มีแขนยาวเท่ากับ GZ และมีทิศทางต้านการเอียงของเรือ

2.1.3 Neutral Equilibrium คือ การทรงตัวที่เมื่อเรือเอียงไปแล้วจะไม่กลับมาตั้งตรงได้เอง แต่จะเอียงอยู่ถาวรในลักษณะสมดุล คล้ายกับการทรงตัวแบบ Equilibrium



รูปที่ 1.7



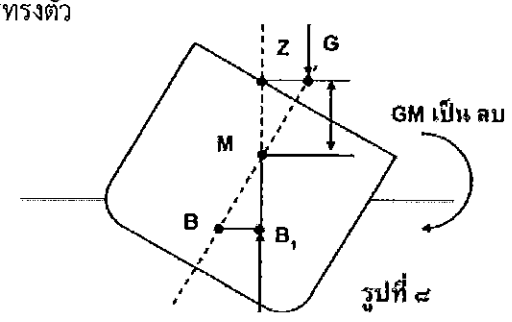
รูปที่ 1.8

Neutral Equilibrium เป็นสมดุลแบบเรือเอียง สังเกตได้จากรูปที่ 1.7 เมื่อเรือเอียงไปหากจุด G ยังคงอยู่ในแนวเส้นศูนย์กลางทางขวางและจุด B เลื่อนมาอยู่ตรงแนวเดียวกับจุด G จะทำให้จุด M ทับกับจุด Gพอดี และเรือก็ยังคงลอยสมดุลอยู่ได้แต่ไม่มีโมเมนต์ตั้งตรงเกิดขึ้นเพราะแขนโมเมนต์มีค่าเป็นศูนย์(GZ = 0) หรือในรูปที่ 1.8 ถ้าจุด G เลื่อนตามการเอียงของเรือมาอยู่ ตรงแนวเดียวกับจุด B ลักษณะเช่นนี้แนวแรงลอยตัวย่อมตัดกับเส้นแนวกึ่งกลางเกิดเป็นจุด M ถึงแม้จุด M จะอยู่สูงกว่าจุด G ก็ตาม(ระยะ GM เป็นบวก) แต่ก็ไม่มีโมเมนต์มาช่วยตั้งเรือเพราะแขนโมเมนต์มีค่าเป็นศูนย์ เช่นกันสถานการณ์ทรงตัวของเรือแบบ Neutral Equilibrium จัดว่าไม่ค่อยปลอดภัยนัก เพราะต่อไปถ้ามีแรงจากภายนอกมากระทำในทิศเดียวกับการเอียงของเรือ หรือแม้กระทั่ งสวนทางการเอียงเรือในรูปที่ 1.8 ก็ตามที เรืออาจเอียงต่อไปจนล่มได้ หรืออาจกลับไปมีสถานการทรงตัวแบบ Stable Equilibrium (กรณีที่จุด G เลื่อนกลับไป) หรือกลับมาลอยแบบ Neutral Equilibrium ดังเดิมก็เป็นได้

2.1.4 Unstable Equilibrium เป็นการทรงตัวในลักษณะกลับกับสถานะ Stable Equilibrium คือ เมื่อเรือเอียงไปแล้วจะไม่กลับไปตั้งตรงได้อีก แต่จะเอียงต่อไปเรื่อย ๆ ด้วยโมเมนต์คว่ำเรือ (Heeling Moment) ซึ่งมีทิศทางเสริมการเอียงของเรือ ดังนั้น เมื่อเทียบกับโมเมนต์ตั้งตรงแล้วโมเมนต์คว่ำเรือจึงเป็น โมเมนต์ลบ (Negative Moment) จากรูปที่ 1.9 พบว่าจุด M อยู่ต่ำกว่าจุด Gความสูงจุดเปลี่ยน ศูนย์เสถียร (GM) ในลักษณะนี้จึง มีค่าเป็นลบ (Negative GM) นอกจากนั้นยังจะถือว่า แขนโมเมนต์มีค่าเป็ นลบ (Negative Righting Arm) ด้วย ส่วนสาเหตุนั้นอาจเกิดจากเหตุผล 2 ประการนี้คือ

จุด G อยู่สูงเกินไปทำให้เมื่อเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของจุด B กับจุด G ในขณะเรือเอียงแล้วปรากฏว่าจุด B เคลื่อนที่ทางขวางได้น้อยกว่าจุด G ทำให้จุด G ในรูปที่ 1.7 แซงไปอยู่ทางขวาของจุด B โมเมนต์แรงคู่ควบที่เกิดขึ้นจึงมีทิศทางเดียวกับการเอียงของเรือเท่ากับ
เสริมให้เรือเอียงต่อไปอีกเรื่อย ๆ

จุด G เคลื่อนที่ไปตามการเอยงของเรือจนแซงไปอยู่ทางขวาของจุด B (ดูรูปที่ 1.8) ทั้งนี้เนื่องจากมีน้ำหนักในเรือเคลื่อนที่ไปตามการเอยงทำให้จุดศูนย์ถ่วงรวมของเรือเลื่อนไปถึงจุดนี้ผู้อ่านหลายท่านคงพอเข้าใจแล้วว่าทำไมข้อกำหนดเกี่ยวกับการปฏิบัติงานในเรือทั่วไปจึงแนะนำว่าควรวางสิ่งของต่าง ๆ ในที่ต่ำและผูกมัดจัดเก็บให้อยู่กับที่ โดยเฉพาะรา ยการที่มีน้ำหนักมาก ๆ เพราะอาจทำให้จุด G ของเรืออยู่สูงเกินไปหรืออาจเลื่อนไปตามการเอียงจนเกิด สถานการณ์ทรงตัวแบบ Neutral Equilibrium หรือ Unstable Equilibrium ได้ และสิ่งนี้เป็นเหตุผลว่าทำไมเรือสินค้าจึงมีถังอับเฉาขนาดต่าง ๆ อยู่ตามที่ต่าง ๆ ต่ำบ้างสูงบ้างในเรือ หรือบางทีก็อยู่นอกแนวกึ่งกลางลำเรือออกไป ทั้งนี้เพื่อใช้ประโยชน์ในการถ่วงหรือปรับแต่งความสูงของจุด G ให้เหมาะสมนั่นเองจาก สถานการณ์ทรงตัวแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้นาวาสถาปนิกจะต้องออกแบบให้เรือแต่ละลำให้มีการทรงตัวเป็นแบบ Stable Equilibrium ตลอดเวลา ซึ่งคุณสมบัติของการทรงตัวจะแตกต่างกันตามลักษณะของการบรรทุก โดยอธิบายในเทอมของขนาดแขนโมเมนต์ตั้งตรงหรือปริมาณโมเมนต์ตั้งตรงที่แต่ละมุมเอียงเรือ เมื่อพล็อตความสัมพันธ์ดังกล่าวจะได้เส้นโค้งที่เรียกว่า “เส้นโค้งการทรงตัว(Stability Curve)” เส้นโค้งนี้จะเป็นตัวอธิบายสมรรถนะการทรงตัวของเรือที่ระวางขับน้ำนั้น ๆ แต่อย่างไรก็ตามการนำเสนอข้อมูลการทรงตัว



รูปที่ 1.9

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3.1 เพื่อศึกษาค้นคว้าวัสดุธรรมชาติที่ใช้ทำเป็นฐานกระทง
1.3.2 เพื่อทดสอบการลอยตัวของฐานกระทงที่ผลิตขึ้น
1.3.3 เพื่อศึกษาปริมาตรของของวัสดุนี่นำมาทำฐานของกระทง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้เรียนรู้และศึกษาวัสดุที่ใช้ทำกระทง
1.4.2 ได้ศึกษาและเรียนรู้รูปทรงของกระทง
1.4.3 ได้เรียนรู้การวิเคราะห์การลอยของฐานกระทง

1.5 ขอบเขตของโครงงาน

1.5.1 การวิเคราะห์โครงสร้างฐานของกระทง
1.5.2 ศึกษาวัสดุที่จะนำมาใช้ในการทำฐานกระทง
1.5.3 ศึกษาการลอยตัวของวัสดุที่จะนำมาใช้ทำฐานกระทง
1.5.4 ออกแบบลักษณะรูปทรงของฐานกระทง

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.6.1 ศึกษาทฤษฎีรวมถึงข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
1.6.2 ทำการทดสอบวัสดุต่างๆที่จะนำมาใช้ทำฐานกระทง
1.6.3 สร้างแบบจำลองการไหลของน้ำเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง
1.6.5 ทำการฐานกระทง
1.6.6 จัดทำเล่มปริญญานิพนธ์

1.7 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	2557					2558		
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาทฤษฎีรวมถึงข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง								
2. ทำการทดสอบวัสดุต่างๆที่จะนำมาใช้ทำฐานกระทง								
3 เปรียบเทียบและวิเคราะห์ระหว่างผลที่ได้จากการทดลอง								
4. ทำการประดิษฐ์และสร้างฐานกระทง								
5. สรุปผลและจัดทำเล่มปริญญานิพนธ์								

1.8 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1.8.1 กระดาษ	500	บาท
1.8.2 จัดทำรูปเล่ม	2,000	บาท
1.8.3 ค่าอุปกรณ์อื่นๆ	500	บาท

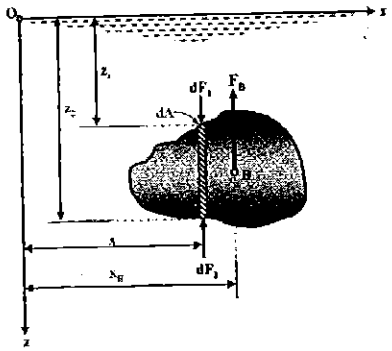
บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและสมมุติฐาน

2.1.1 แรงลอยตัว

นิยามแรงลอยตัว

แรงลอยตัวคือแรงที่ช่วยพยุงวัตถุไม่ให้จมลงไ ปในของเหลว โดยมีขนาดขึ้นอยู่กับ ความหนาแน่นของของเหลวนั้น และปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมลงไปในของเหลว โดยปรากฏการณ์ของธรรมชาติจะพบว่าเมื่อวัตถุจมลงในของเหลว (อาจเป็นบางส่วนหรือทั้งก้อนวัตถุ) น้ำหนักของวัตถุจะลดลงโดยมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวนั้นที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จม ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยหลักการและสมมติฐานของของไหลที่ว่า ของไหลจะมีแรงดันกระทำตั้งฉากกับผิวสัมผัสและแปรผันตามความลึก ดังนั้นเมื่อวัตถุจมในของเหลว ของเหลวจะมีแรงดันกระทำตลอดทั่วทั้งผิววัตถุส่วนที่จม ขอบผิวด้านล่างจะมีความลึกจากผิวของเหลวมากกว่าผิวด้านบนเสมอ แรงที่กระทำต่อผิวด้านล่างโดยดันขึ้นจะมีค่ามากกว่าแรงที่กระทำต่อผิวที่ดันลง จึงทำให้มีแรงพยุงวัตถุนั้น เรียกว่า แรงลอยตัว ซึ่งจะมีขนาดของแรงเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรลดเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จม มีทิศทางอยู่ในแนวดิ่งสวนทางกับทิศทางแรงดึงดู ดของโลก ตำแหน่งของแรงนี้กระทำอยู่ที่จุดศูนย์กลางของปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมนั้น ซึ่งเรียกว่า Center of Bouyancy หรือ ตำแหน่ง B ใน รูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แรงลอยตัว

จากรูปที่ 2.1 พิจารณาแท่งเล็กๆมีขนาดหน้าตัด dA ในก้อนวัตถุซึ่งจมอยู่ในของเหลวที่มีน้ำหนักจำเพาะ γ มีความลึกจากผิวของเหลวถึงผิวด้านบนของแท่งเล็กๆเท่ากับ z_1 และผิวด้านล่างมีความลึกจากผิวของเหลวเท่ากับ z_2 ดังนั้นแรงกระทำที่ผิวด้านบน dF_1 $\gamma z_1 dA$ และที่ผิวด้านล่าง dF_2 $\gamma z_2 dA$ ถ้าให้ dF_B เป็นแรงลอยตัวย่อยๆที่ของเหลวกระทำกับแท่งเล็กๆนี้
จะได้ว่า

$$dF_B = dF_2 \ dF_1$$
$$= \gamma \ z_2 \ z_1 \ dA$$
$$dF_B = \gamma dV$$

เมื่อ dV คือปริมาตรของแท่งเล็กๆในก้อนวัตถุ และ F_B คือผลรวมของแรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุทั้งก้อน

$$F_B = dF_B \ \gamma_v dV$$
$$F_B = \gamma V \qquad (2.1)$$

เมื่อ V คือปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมในของเหลว

ความหนาแน่นของวัตถุ คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาตรและน้ำหนักของวัตถุ โดยวัตถุที่มีความหนาแน่นมากกว่าจะมีน้ำหนักมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบในปริมาตรที่เท่ากันและวัตถุจะไม่จมลงไปในของเหลวเมื่อวัตถุนั้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลววัตถุจะลอยปริ่มของเหลวเมื่อวัตถุนั้ นมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับของเหลววัตถุจะจมลงไปในของเหลวเมื่อวัตถุนั้นมีความหนาแน่นมากกว่า โดยที่หน่วยของความหนาแน่น คือ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3) และมีรูปสมการ คือ

ความหนาแน่นเฉลี่ย = ผลหารระหว่างมวลรวมกับปริมาตรรวม ดังสมการ

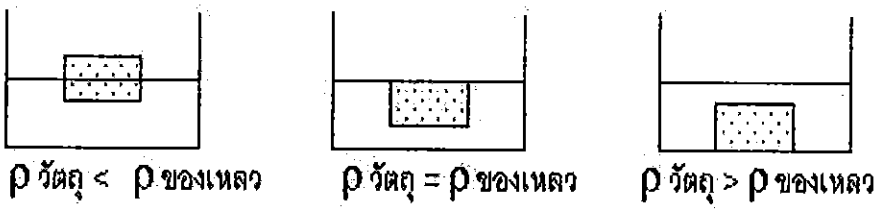
หรือ $\rho = \frac{m}{v}$ (2.2)

โดยที่ ρ คือความหนาแน่นของวัตถุ (หน่วย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

m คือมวลรวมของวัตถุ (หน่วย กิโลกรัม)

V คือปริมาตรรวมของวัตถุ (หน่วย ลูกบาศก์เมตร)

แรงลอยตัว (buoyant force) หรือแรงพยุงของของเหลวทุกชนิด เป็นไปตามหลักของอาร์คิมีดิส (Archimedes' Principle) ซึ่งกล่าวว่า แรงลอยตัวหรือแรงพยุงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ มีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมอยู่ในของเหลว



รูปที่ 2.2 ความหนาแน่นของวัตถุที่มีผลต่อการลอยตัว

นิยามความหนาแน่น

ความหนาแน่นคือ การวัดมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ยิ่งวัตถุมีความหนาแน่นมากขึ้น มวลต่อหน่วยปริมาตรก็ยิ่งมากขึ้น กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือวัตถุที่มีความหนาแน่นสูง (เช่น เหล็ก) จะมีปริมาตรน้อยกว่าวัตถุความหนาแน่นต่ำ (เช่น น้ำ) ที่มีมวลเท่ากัน

จากรูปที่ 2.2 จะเห็นได้ว่า การลอยตัวของวัตถุใดๆ นั้น ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของวัตถุเป็นหลัก โดยมีสมการที่ใช้จำลองพฤติกรรม ดังนี้

$$\rho = \frac{m}{V}$$

หรือ $$m = \rho V$$

ดังนั้น $$m_g = \rho V_g$$

แรงลอยตัว = น้ำหนักของของเหลวปริมาตรเท่าวัตถุส่วนจม

$$F_B = \rho \text{ของเหลว } V \text{ ส่วนจม } g$$

น้ำหนักของวัตถุ = น้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่

เมื่อ ρ = ความหนาแน่น

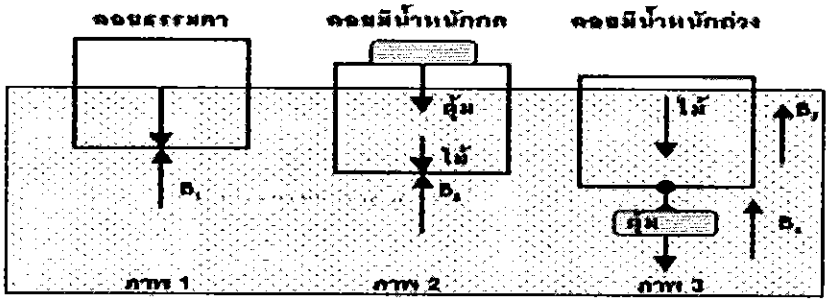
m = มวลของวัตถุ

V = ปริมาตร

g = แรงโน้มถ่วง

ดังนั้นหากวัตถุที่อยู่ในของเหลวไม่ลอย แต่เมื่อทำการชั่งน้ำหนักวัตถุดังกล่าวในของเหลวก็จะได้น้ำหนักที่น้อยกว่าการชั่งน้ำหนักวัตถุนั้นในอากาศ โดยน้ำหนักที่หายไปจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของเหลวปริมาตรเท่าวัตถุหรือก็ คือ แรงลอยตัว นั่นเอง ทั้งนี้วัตถุนั้นจะสามารถล อยตัวได้ก็ต่อเมื่อมีลักษณะที่เข้าหลักเกณฑ์ คือ วัตถุสามารถลอยนิ่งในของเหลวได้แม้ไม่มีเชือกผูก หรือถ้ามีเชือกผูกเชือกก็ต้องหย่อน รวมทั้งวัตถุที่จมแต่ไม่ถึงก้นภาชนะด้วย นอกจากนี้ผลจากการลอยตัวของวัตถุในน้ำยังสามารถแบ่งตามพฤติกรรมการลอยตัวได้อีกตามน้ำหนักที่ กดทับ กล่าวคือ การลอยตัวของวัตถุใน

น้ำ นอกจากจะมีน้ำหนักของวัตถุนั้นแล้ว บางครั้งยังมีการใส่น้ำหนักให้กับวัสดุอีก ซึ่งหากการใส่น้ำหนักดังกล่าวยังทำให้วัตถุลอยอยู่ได้ก็แสดงว่า วัตถุเกิดความสมดุลของแรงระหว่างน้ำหนักของวัตถุและน้ำหนักที่ใส่เพิ่มกับแรงลอยตัวของ ของเหลวหรือน้ำที่กระทำต่อวัตถุดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ลักษณะของวัตถุที่เรียกได้ว่าเกิดการลอยตัวในน้ำได้

นิยามเสถียรภาพการทรงตัวของวัตถุในของเหลว

การทรงตัวในของเหลวจะมีเสถียรภาพหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งศูนย์กลางของแรงลอยตัวที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ (Center of Bouyancy) และตำแหน่งศูนย์กลางน้ำหนักของวัตถุ (Center of Gravity)

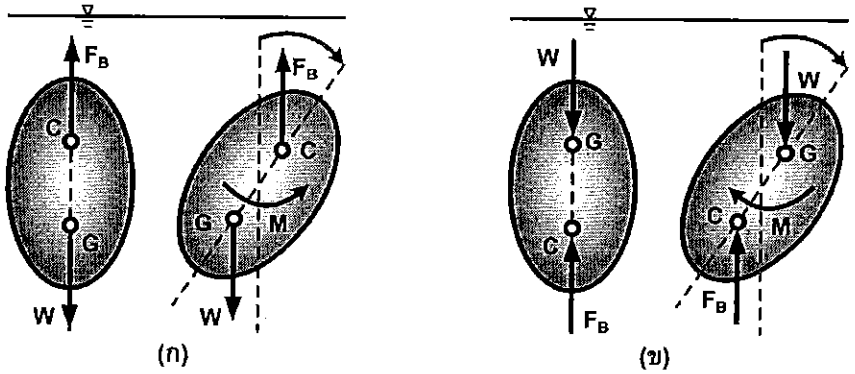
เสถียรภาพการทรงตัวของวัตถุในของเหลว คือ เสถียรภาพการทรงตัวของวัตถุจมในของเหลว (Stability of Submerged Bodies) เมื่อวัตถุจมในของเหลวจะมีแรงลอยตัวและน้ำหนักอยู่ในแนวเดียวกันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งจะส่งผลให้มีการทรงตัวอยู่ 3ลักษณะ โดยพิจารณาจากตำแหน่งศูนย์กลางน้ำหนักของวัตถุและตำแหน่งของแรงลอยตัวที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ

- การทรงตัวอย่างมีเสถียรภาพ (Stable) เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำให้วัตถุเอียงไปจากแนวสมดุลเดิม หากตำแหน่งของศูนย์กลางน้ำหนักของวัตถุอยู่ต่ำกว่าตำแหน่งศูนย์กลางขอ งแรงลอยตัวที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ จะทำให้แรงลอยตัวและน้ำหนักเกิดเป็นแรงคู่ควบ (Couple) ต้านให้วัตถุเอียงกลับ ซึ่งไม่ทำให้เกิดการพลิกคว่ำ

- การทรงตัวอย่างไม่เสถียรภาพ (Unstable) จะมีลักษณะตรงข้ามกับเสถียรภาพแบบแรก คือ ตำแหน่งศูนย์กลางน้ำหนักของวัตถุอยู่สูง กว่าตำแหน่งศูนย์กลางของแรงลอยตัวที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุ ดังนั้นเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำให้วัตถุเอียงไปจากแนวสมดุลเดิมเพียงเล็กน้อยจะส่งผลให้เกิดเป็นแรงคู่ควบทำให้วัตถุนั้นพลิกคว่ำโดยง่าย

- การทรงตัวแบบสะเทิน (Neutral) จะเกิดขึ้นในกรณีที่วัตถุนั้นไม่ว่าจะทำ ให้เอียงหรือหมุนไปอย่างไร ตำแหน่งศูนย์กลางน้ำหนักของวัตถุและตำแหน่งศูนย์กลางของแรงลอยตัวจะไม่อยู่ในแนวเดียวกันตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้ไม่มีแรงคู่ควบต้าน

พิจารณาจากรูปที่ 2.4(ก) หากวัตถุมีจุดศูนย์กลางแรงลอยตัว (C) อยู่เหนือจุดศูนย์ถ่วง (G) เมื่อวัตถุเอียงไปจากแนวเดิม จะเกิดโมเมนต์ต้าน ทำให้วัตถุสามารถกลับสู่สภาพเดิมได้ หรือกล่าวได้ว่าวัตถุนั้นมีเสถียรภาพของการลอยตัว (Stable)



รูปที่ 2.4 เสถียรภายของวัตถุที่จมในของไหล

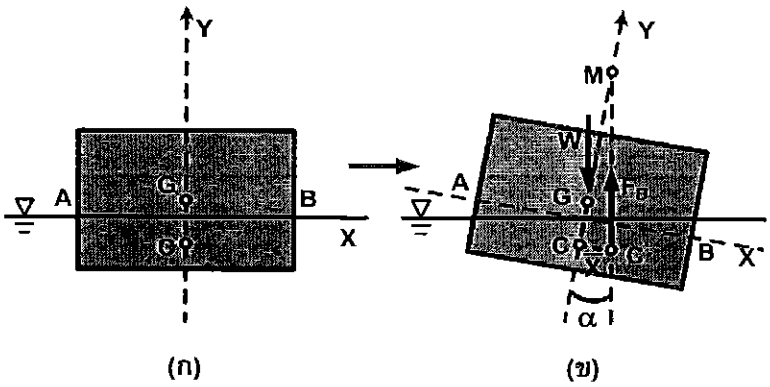
ในทางตรงกันข้าม หากวัตถุมีจุดศูนย์ถ่วง (G) อยู่เหนือจุดศูนย์กลางแรงลอยตัว (C) เมื่อวัตถุเอียงไปจากแนวเดิม จะเกิดโมเมนต์เสริมให้วัตถุพลิกได้ง่ายขึ้น และไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ หรือกล่าวได้ว่าวัตถุนั้นไม่มีเสถียรภาพของการลอยตัว (Unstable) ดังรูปที่ 2.4(ข)

2.เสถียรภายของวัตถุที่จมในของไหลเพียงบ างส่วน (Stability of Floating Bodies) สำหรับวัตถุลอยอยู่บริเวณผิวอิสระของของไหล หรือวัตถุที่จมเพียงบางส่วน เสถียรภาพของการลอยตัวของวัตถุนั้นจะขึ้นอยู่กับ ความสูงของจุด "เมตาเซนเตอร์" (Metacenter) หรือเรียกว่า ความสูงเมตาเซนตริก (Metacentric Height)

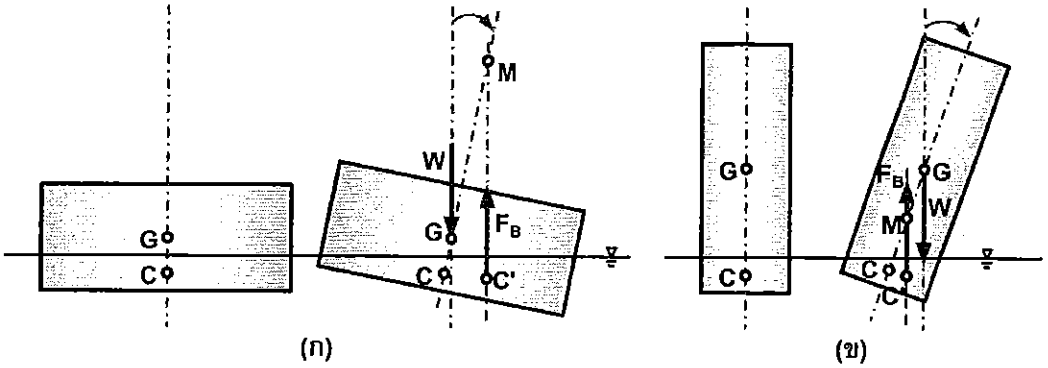
ถ้ากำหนดให้ จุด G คือจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ

จุด C คือจุดศูนย์กลางของแรงลอยตัว

จุดเมตาเซนเตอร์ (Metacenter) คือจุดตัดของเส้นในแนวดิ่งที่ลากผ่านจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ ก่อนที่วัตถุจะเอียงตัว กับเส้นแนวดิ่งที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางแรงลอยตัวหลังจากวัตถุเอียงตัวไปแล้ว หรือจุด M ในรูปที่2.21 (ข) ซึ่งจะเห็นได้ว่า เมื่อวัตถุเกิดการเอียงต้ วถ้าจุดเมตาเซนเตอร์อยู่สูงกว่ าจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ น้ำหนักของวัตถุ และแรงลอยตัวจะทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบในทิศที่สวนทางกับการเอียง จึงทำให้วัตถุนั้นมีเสถียรภาพ ดังรูปที่ 2.21(ก) ในทางตรงกันข้าม หากจุดเมตาเซนเตอร์ อยู่ต่ำกว่าจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ น้ำหนักของวัตถุ และแรงลอยตัวจะทำให้เกิดโมเมน ต์ของแรงคู่ควบในทิศทางเดียวกับการเอียง ซึ่งช่วยทำให้วัตถุเกิดการพลิกวัตถุจะไม่มีเสถียรภาพ ดังรูปที่ 2.21(ข)

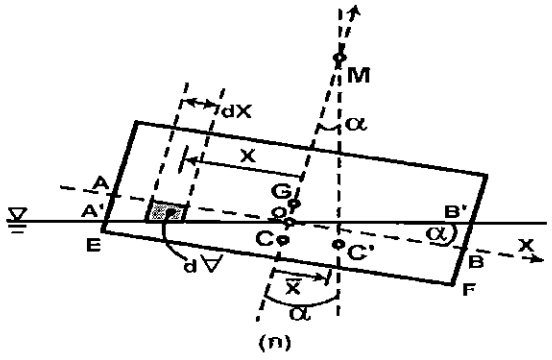


รูปที่ 2.21 เสถียรภาพของวัตถุที่จมเพียงบางส่วน



รูปที่ 2.22 เสถียรภาพของวัตถุที่จมเพียงบางส่วน

ความสูงเมตาเซนตริก (Metacentric Height) หมายถึง ระยะที่วัดจากจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุไปยังจุดเมตาเซนเตอร์ ซึ่งถ้าพิจารณาจากรูป 2.22(ข) ความสูงเมตาเซนเตอร์คือระยะ GM การหาค่าความสูงเมตาเซนตริก (GM) ทำได้โดย



รูปที่ 2.23 ตัวแปรต่างๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุที่ลอยในของไหลเกิดการเอียงตัว

ถ้า CG คือระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางแรงลอยตัว (C) กับจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ (G) วัตถุจะมีเสถียรภาพได้ก็ต่อเมื่อ จุดเมตาเซนเตอร์ (M) จะอยู่สูงกว่าจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ ซึ่งระยะ CM ต้องมากกว่า CGหรือสามารถสรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$CM = \frac{I}{V} \tag{2.3}$$

$$GM = CM - CG$$

$$GM = \frac{I}{V} - CG \tag{2.4}$$

เมื่อ GM คือระยะจากจุด G ถึงจุด M

CG คือระยะจากจุด C ถึงจุด G

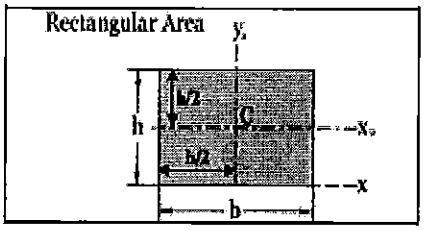
I คือโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่หน้าตัดของวัตถุ

V คือปริมาตรของวัตถุส่วนที่จม

จากสมการ(2.6) หาก $GM > 0$ แสดงว่าจุด M อยู่สูงกว่าจุด G วัตถุจะทรงตัวอย่างมีเสถียรภาพ และในทางตรงกันข้าม หาก $GM < 0$ คือ M อยู่ต่ำกว่าจุด G วัตถุจะไม่มีเสถียรภาพในการทรงตัว

โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of inertia)

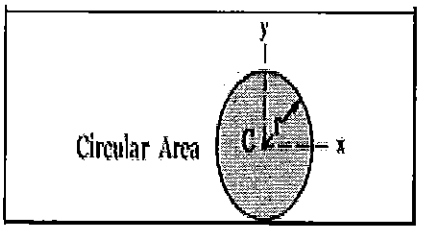
ตำแหนงของจุดเซ็นทรอยดของรูปทรงเรขาคณิตต างๆโดยตำแหนงของจุดเซ็นทรอยดนี้จะแสดงโดยเทียบกับแกนอางอิง X และ Y สำหรับแกน X_0 และ Y_0 จะหมายถึงแกนที่มีจุดกำเนิดที่จุดเซ็นทรอยด สำหรับค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของกระทงนั้นหาได้ดังนี้



$$I_x = \frac{bh^3}{12} \tag{2.5}$$

$$I_y = \frac{bh^3}{3} \tag{2.6}$$

รูปที่ 2.6 โมเมนต์ความเฉื่อยแบบ Rectangular Area



$$I_x = I_y = \frac{\pi r^4}{4} \tag{2.7}$$

รูปที่ 2.7 โมเมนต์ความเฉื่อยแบบ Circular Area

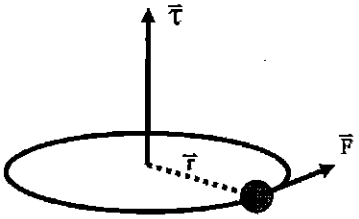
โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of Inertia)

นิยามโมเมนต์ความเฉื่อย

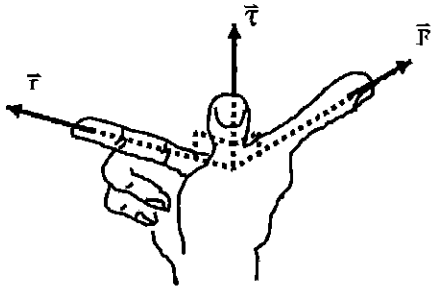
โมเมนต์ความเฉื่อย เป็นสมบัติอย่างหนึ่งเกิดขึ้นเมื่อวัตถุหมุน เป็นปริมาณที่บอกความเฉื่อยในการหมุน (Rotational Inertia) ของวัตถุ ในการที่จะพยายามรักษาสภาพเดิมของการหมุนเอาไว้ โดยวัตถุมีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก ก็จะทำให้วัตถุนั้นเป ลี่ยนสภาพของการหมุนเดิมได้ยาก และถ้าวัตถุนั้นมีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อยก็จะทำให้วัตถุนั้นเปลี่ยนสภาพของการหมุนเดิมได้ง่าย ซึ่งโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุมีค่าขึ้นกับแกนหมุน รูปร่างของวัตถุและลักษณะการเรียงตัวของวัตถุรอบแกนหมุน

ทอร์กกับการเคลื่อนที่แบบหมุน

จากความรู้เดิมในเรื่องของโมเมนต์ เมื่อออกแรงกระทำ ต่อวัตถุและแนวแรงไม่ผ่านจุดศูนย์กลาง มวล หรือแกนหมุน ผลที่เกิดขึ้น จะมีการหมุนเกิดขึ้น ซึ่งเรียกว่าเกิดโมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุนนั้น เรียกว่า ทอร์กโดยทอร์กเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีขนาดเท่ากับ แรงคูณระยะทางที่ลากจากจุดหมุนมาตั้งฉากกับแนว แรงและทิศทางของทอร์กมีทิศตั้งฉากกับระนาบการหมุนดังรูป

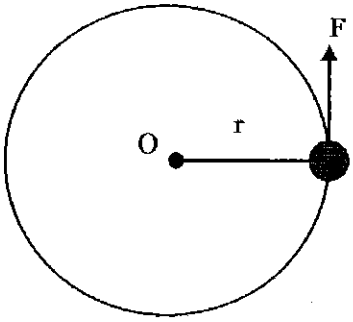


รูปที่ 2.8 ก ทอร์กที่กระทำต่อวัตถุ



รูปที่2.8 ข แสดงการหาทิศของทอร์ก

การหาทอร์ก ในการศึกษาเรื่องการหมุนของวัตถุเมื่ อมีทอร์กที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำ ผลที่เกิดขึ้นวัตถุจะหมุนใน ลักษณะการเปลี่ยนสภาพการหมุนที่มีความเร่งเชิงมุม ตามทิศของทอร์ก ลักษณะเดียวกับการขันน็อตและ คาย น็อต ในที่นี้เราจะเริ่มศึกษาหา ทอร์ก ที่เกิดขึ้นจากการหมุนแบบง่ายๆ เช่น เมื่อมีมวล m ติดอยู่กับปลายแท่งวัตถุเล็กๆเบาๆ ยาว r โดยปลายอีกข้างหนึ่งตรึงอยู่กับจุด O บนพื้น ซึ่งปราศจากแรงเสียดทาน เมื่อมีแรง F มากระทำต่อมวล m ในทิศตั้งฉากกับแท่งวัตถุเล็กๆ ตลอดเวลา โดย แนวแรง F สัมผัสกับแนววงกลมหรือตั้งฉากกับรัศมี r ดังรูป



รูปที่ 2.9 แรงกระทำต่อวัตถุทำให้เกิดทอร์ก

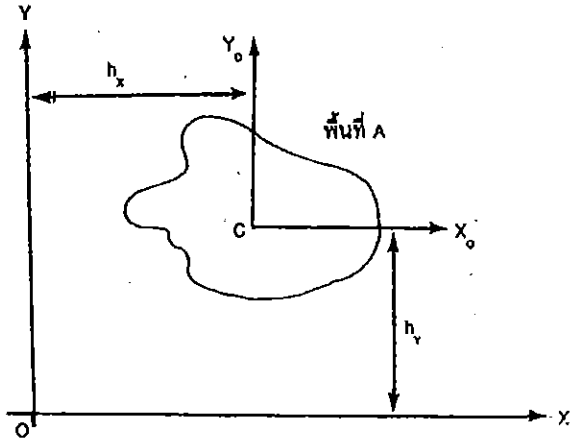
การเคลื่อนย้ายแกนโมเมนต์ความเฉื่อย (Transfer of Axis)

ปกติแล้วแกนหมุนสาหรับค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ใด ๆ แล้ว จะผ่านจุดศูนย์กลางมวล (Center of Mass) ของพื้นที่นั้นๆ แต่ถ้าแกนหมุนไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล ดังรูปก็อาจหาความสัมพันธ์ระหว่าง I ของแกนหมุนใหม่นี้กับ I_oซึ่งมีแกนหมุนผ่านจุดศูนย์กลางมวลได้แต่ต้องมีเงื่อนไขว่าแกนหมุนใหม่จะต้องขนานกับแกนหมุนที่ผ่านจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของพื้นที่นั้นเสมอ ซึ่งได้ความสัมพันธ์ดังนี้ คือ

$$I = I_o + Ah^2$$

เมื่อ A คือ พื้นที่ที่จะหาโมเมนต์ความ เฉื่อย

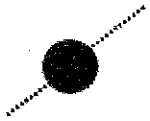
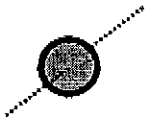
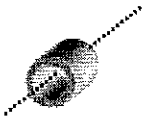
h คือ ระยะห่างระหว่างแกนหมุนทั้งสอง



รูปที่ 2.10 การเคลื่อนย้ายแกนโมเมนต์ความเฉื่อย

โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of inertia)

โมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุรูปต่างๆ รอบแกนสมมาตร

รูปร่างวัตถุ	แกนหมุน	รูป	โมเมนต์ความเฉื่อย I
ทรงกลมตัน มวล m รัศมี R	รอบแกน ผ่านจุดศูนย์กลาง		$I = \frac{2}{5}mR^2$
ทรงกลมกลวง มวล m รัศมี R	รอบแกน ผ่านจุดศูนย์กลาง		$I = \frac{2}{3}mR^2$
ทรงกระบอกตัน มวล m รัศมี R ยาว L	รอบแกน ของทรงกระบอก		$I = \frac{1}{2}mR^2$
ทรงกระบอกกลวง มวล m รัศมี R ยาว L	รอบแกน ของทรงกระบอก		$I = mR^2$
แผ่นกลมบาง มวล m รัศมี R	รอบแกน ผ่านศูนย์กลาง ตั้งฉากกับแผ่น		$I = \frac{1}{2}mR^2$
แผ่นกลมบาง มวล m รัศมี R	รอบแกน ผ่านศูนย์กลาง บนระนาบของแผ่น		$I = \frac{1}{4}mR^2$
แท่งวัตถุเล็ก มวล m ยาว L	รอบแกน ผ่านศูนย์กลางมวล ตั้งฉากกับแผ่น		$I = \frac{1}{12}mL^2$

รูปที่ 2.11 โมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุรูปต่างๆ

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล

การสำรวจและการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาฐานกระทงจากวัสดุธรรมชาติและคำนวณหาการลอยตัวในน้ำของฐานกระทงจากวัสดุธรรมชาติ จากนั้น นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบฐานของกระทง ที่ทำให้กระทงลอยน้ำได้นานที่สุดโดยมีการเลือกวัสดุธรรมชาติและตัวประสานที่ไม่พิษต่อสิ่งแวดล้อม

3.2 การออกแบบฐานของกระทง

ฐานของกระทงนั้นจะสามารถลอยได้ต้องอาศัยคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาทำและตัวที่นำมายึดติดให้วัสดุติดกัน ซึ่งการลอยนั้นต้องมีวัสดุที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ จึงจะทำให้ฐานของกระทงนั้นลอยได้และตัวที่นำมายึดติดต้องเป็นมิตรต่อสิ่ งแวดล้อม และสามารถลอยน้ำได้ และย่อยสลายได้เอง โดยในการลอยนั้น ต้องพิจารณา ความหนาแน่น และแรงตึงผิวของน้ำและวัสดุที่ทำ และการทำฐานของกระทงเราเลือกใช้ต้องมีขนาดที่เหมาะสมสำหรับกระทง ในการทดลอง

3.3 ตัวแปรในการทดลอง

3.3.1 ตัวแปรควบคุม

- ขนาดของกระทงต้องเท่ากัน
- กาบกล้วยและผักตบที่ใช้ในการการทดลองต้องแห้ง
- ตัวผสานระหว่างกาบกล้วยและผักตบ

3.3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

- ความหนาของฐานกระทง 3, 4, 5 นิ้ว
- ตัวผสานที่ใช้คือกาวแป้งเปียก
- เส้นผ่านศูนย์กลางของกระทง 10, 14, 17, 19

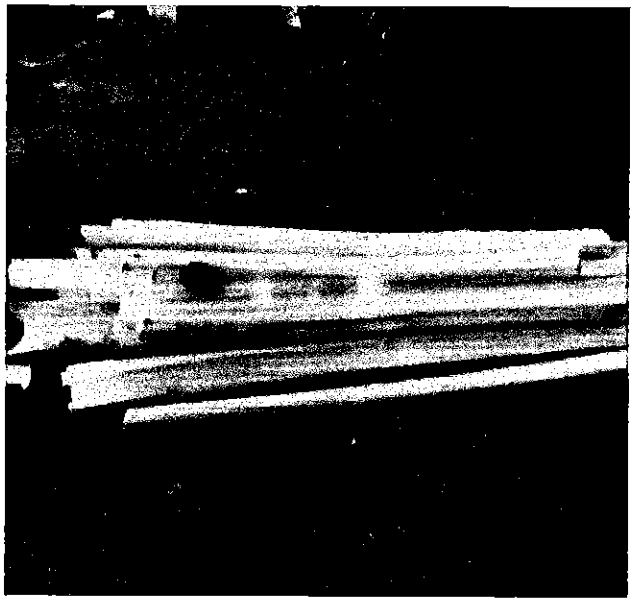
3.4 ขั้นตอนการทำกระทง

3.4.1 การทำกระทง

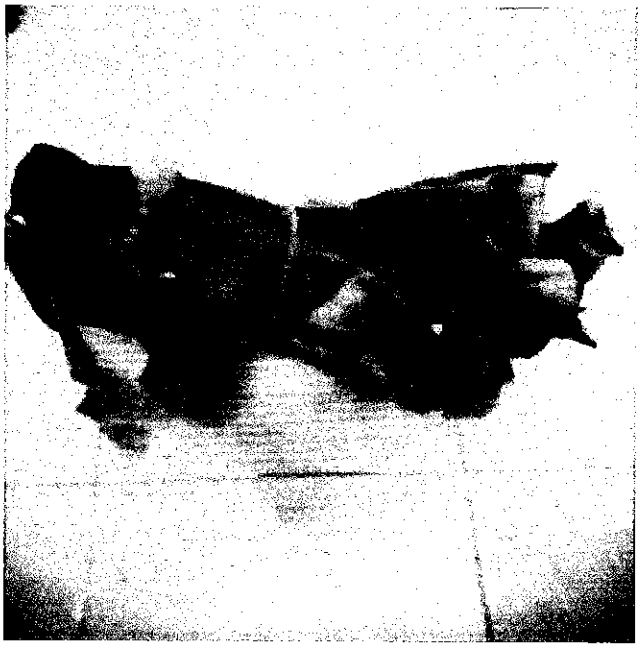
นำวัสดุธรรมชาติที่ใช้ทดสอบนำไปตากแห้งเพื่อให้มีน้ำหนักเบาหลังจากนั้นก็นำไปหั่นเป็นชิ้นเล็กๆเพื่อให้ง่ายต่อการอัด ดังรูปที่ 3.1, 3.2, 3.3, 3.4

รูปที่ 3.1 ผักตบตากแห้ง

รูปที่ 3.2 ผักตบที่หันแล้ว



รูปที่ 3.3 กาบกล้วยสด



รูปที่ 3.4 กาบกล้วยตากแห้ง

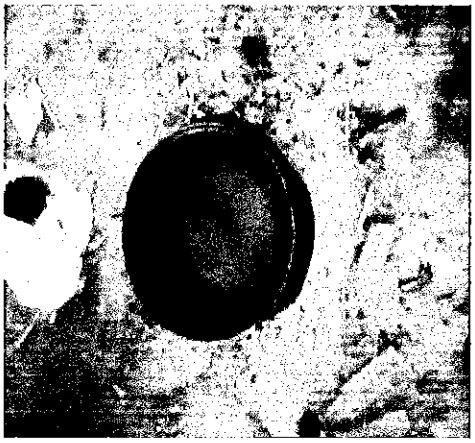
19196419

สำนักหอสมุด

3.4.2 การเตรียมสารผสมแป้งมัน

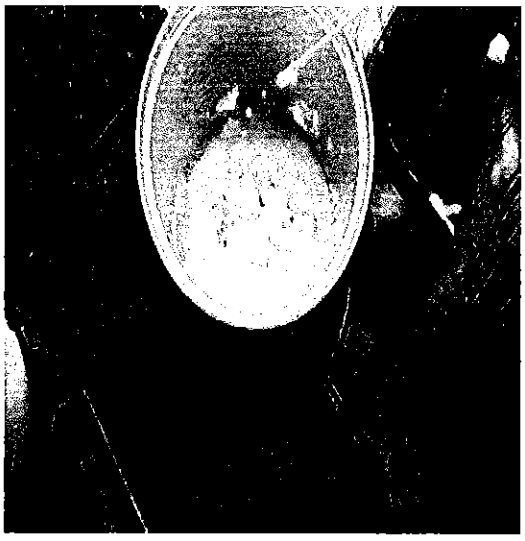
เพื่อที่จะใช้ในการอัดขึ้นรูปโดยใช้แป้งมันเป็นตัวยึดกลับวัสดุธรรมชาติ

-เติมน้ำลงในหม้อต้ม 300 ml ดังรูปที่ 3.5



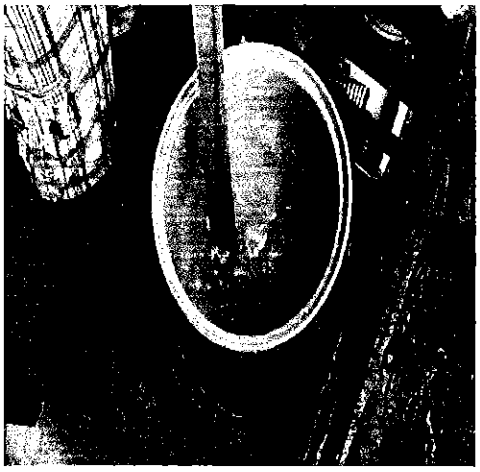
รูปที่ 3.5 น้ำปริมาตร 300 ml

-เติมแป้งมันขนาด 200 กรัมลงไปในหม้อต้มน้ำคนให้น้ำและแป้งมันเข้ากัน ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แป้งมันขนาด 200 g

-ตั้งไฟและคนให้เข้ากันจนกว่าจะได้แป้งมันที่ มีลักษณะคล้ายกาวเพื่อเป็นตัว ยึดวัสดุธรรมชาติ ดังรูปที่ 3.7

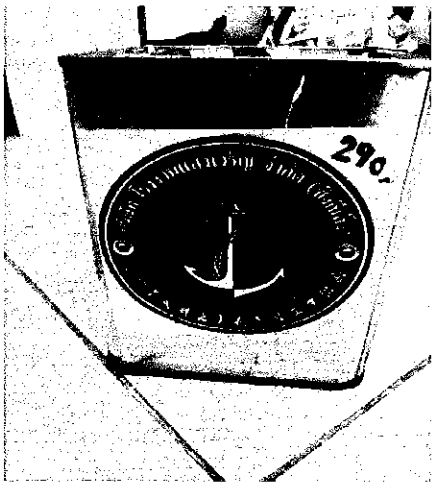


รูปที่ 3.7 ลักษณะแป้งกาว

3.4.3 การเตรียมสารผสมซัน

เพื่อที่จะใช้ในการอัดขึ้นรูปโดยใช้ซันเป็นตัวยึดกลับวัสดุธรรมชาติ

-ใส่น้ำมันยางในภาชนะ 300ml ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 น้ำมันยาง

-ผสมซันในน้ำมันยาง 500g กวนให้น้ำยางและซันเข้ากัน ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 ซันและน้ำยาง

3.5 การอัดผักตบด้วยกาวแป้งเปียก

นำผักตบที่ตากแห้งแล้วมาหั่นในขนาดที่เหมาะสมแล้ว นำมาใส่ภาชนะ นำกาวแป้งเปียกที่เตรียมไว้มาผสมให้เข้ากันโดยใช้กาวแป้ง เปียก 200 กรัม เท่ลงไปในภาชนะและผสมให้ผักตบกับแป้งเปียกเข้ากัน จากนั้นนำผักตบที่ผสมแป้งเปียกแล้วนำมาใส่แบบ นำไปตากแห้งรอประมาน 2-3 วันจะได้ฐานของกระทงที่ทำจากผักตบกับแป้งเปียก ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 ผักตบที่อัดด้วยกาวแป้งเปียก

3.6 การอัดผักตบด้วยชันยาเรือ

นำผักตบตากแห้งที่หันมาแล้วมาใส่ภาชนะ จากนั้นนำชันยาเรือที่ผสมไว้แล้วมา ผสมให้ทั้งสองเข้ากันเมื่อเข้ากันแล้วก็นำไปใส่แบบที่เตรียมไว้หลังจากนั้นก็ทำการอัด ในแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ แล้วก็นำไปตากให้แห้ง รอให้ผักตบกับชันยาเรือแห้ง แล้วค่อยถอดแบบออกมา ดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 ผักตบที่ทำจากชันยาเรือ

3.7 การอัดกาบกล้วยด้วยกาว แป้งเปียก

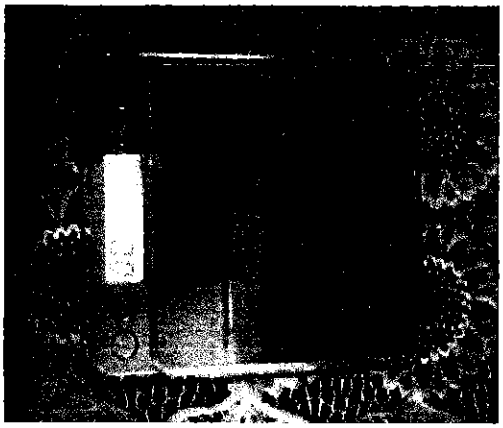
การอัดกาบกล้วยด้วยแป้งเปียกเป็นการนำกาบกล้วยที่ตากแห้งแล้วนำมาตัดเป็นแผ่นๆและนำไปซ้อนกันเป็นชั้นๆโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานกับกาบกล้วยแห้งเมื่ออัดเสร็จแล้วก็นำไปตากแดดทิ้งไว้ให้กาวแป้งเปียกแห้ง ดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 กาบกล้วยที่อัดด้วยกาวแป้งเปียก

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

3.8.1 เครื่องชั่งดิจิตอล

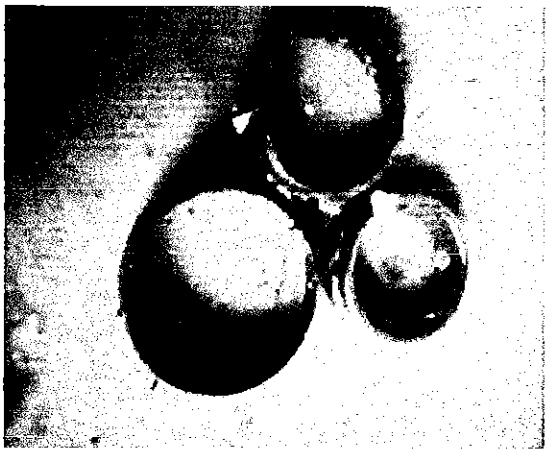
รับน้ำหนักได้ 2 กิโลกรัม ความละเอียด 0.1 กรัมหน้าจอแสดงผล LCD 5 หลัก หน่วยการวัด : g /oz / ozt / dwt / ct / gn ดังรูป 3.13



รูปที่ 3.13 เครื่องชั่งดิจิตอล

3.8.3 แบบแม่พิมพ์อัด

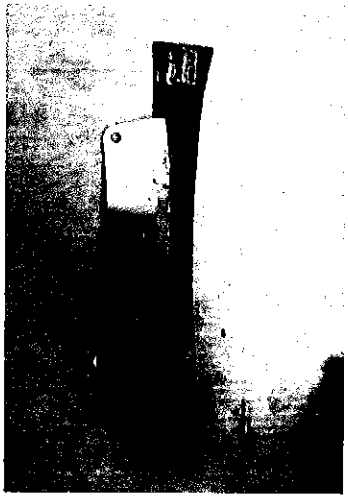
แบบแม่พิมพ์เครื่องอัดโ ดยใช้ขันต่างขนาดมาทำเป็นแบบแม่พิมพ์ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แบบแม่พิมพ์อัด

3.8.4 มีดหันผักตบ

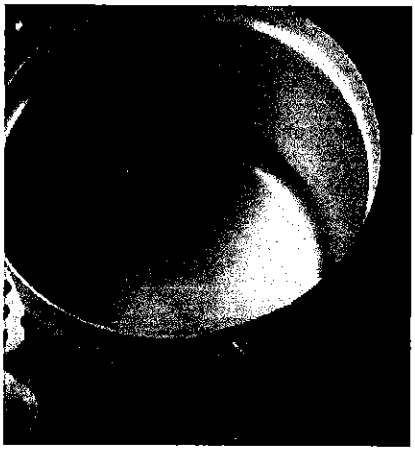
มีดหันผักตบดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 มีดหันผักตบ

3.8.5 หม้อกวนแป้ง

หม้อกวนแป้งใช้ใส่แป้งเพื่อกวนทำเป็นกาวดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 หม้อกวนแป้ง

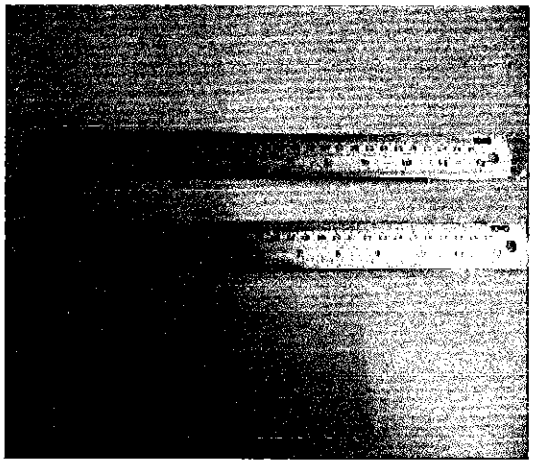
3.8.6 เครื่องปั่นไฟฟ้า

เครื่องปั่นไฟฟ้าใช้ปั่นผักตบแห้งให้ละเอียดดังรูปที่ 3.17

รูปที่ 3.17 เครื่องปั่นไฟฟ้า

3.8.7 ไม้บรรทัด

ไม้บรรทัดใช้วัดความหนาและรัศมีของวัตถุ ดังรูปที่ 3.18

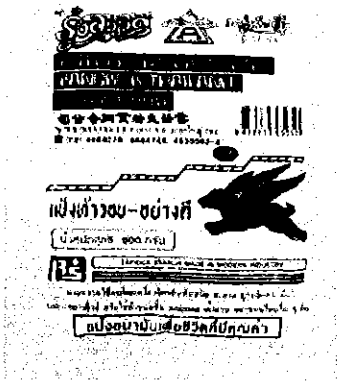


รูปที่ 3.18 ไม้บรรทัดวัด

3.8.8 แป้งมันและขัน

แป้งมันและขันใช้เป็นตัวประสา นในการอัดดังรูปที่ 3.19และ 3.20

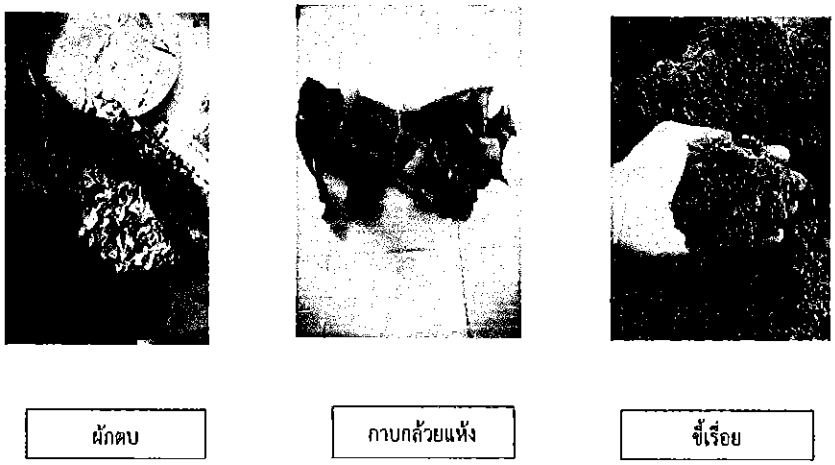
รูปที่ 3.19 ขัน



รูปที่ 3.20 แป้งมัน

3.8.9 ผักตบแห้ง กาบกล้วย และขี้เลื่อย

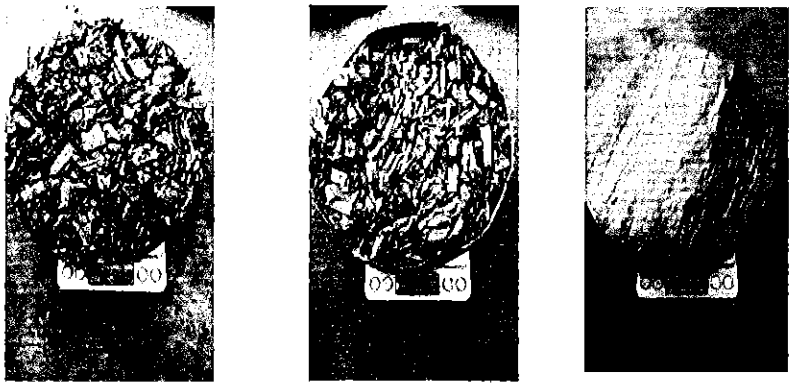
ผักตบแห้ง กาบกล้วย ขี้เลื่อย วัสดุที่ใช้ทำกระทงดังรูป 3.21



รูปที่ 3.21 ผักตบแห้ง กาบกล้วย และขี้เลื่อย

3.9 ขั้นตอนการทดลอง

3.9.1 นำกระทงแต่ละขนาดมาชั่งน้ำหนัก และบันทึกค่า



รูปที่ 3.22 ชั่งน้ำหนัก และบันทึกค่า

3.9.2 นำกระทงแต่ละขนาดวัดความหนาความกว้างและบันทึกค่า

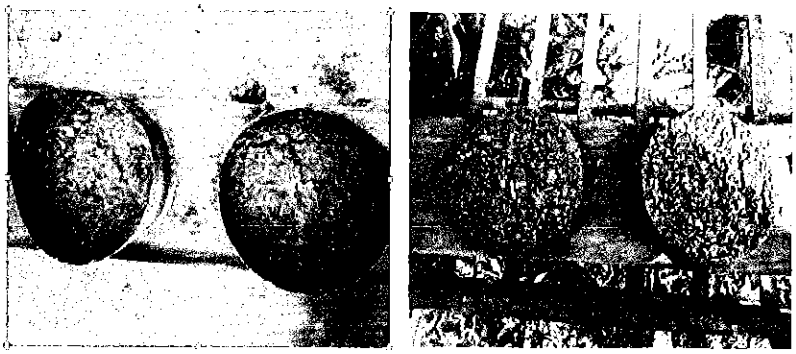
3.9.3 นำกระทงแต่ละขนาดไปทดสอบการลอยในน้ำทดสอบการจม และการลอยในน้ำรวมไปถึงการทดสอบโดนคลื่นน้ำกระทบบัน และการทดสอบการรับน้ำหนักของกระทงแต่ละขนาดทึกผลดังรูปที่ 3.23

รูปที่ 3.23 การทดสอบ

3.9.4 เปรียบเทียบกระทงขนาดในลอยน้ำได้ดีที่สุด

3.9.5 วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลอง

3.9.6 ขี้เลื่อยไม่สามารถนำมาอัดขึ้นรูปเป็นฐานกระทงได้เพราะละเอียดเกินไปทำให้กาวแป้งเปียกและซันไม่สามารถยึดติดได้อาจเป็นเพราะกาวแป้งเปียกและซันมีความเหนียวไม่เพียงพอที่จะยึดติดขี้เลื่อยที่มีความละเอียดมากกว่าผักตบและกาบกล้วย ดังรูป 3.24

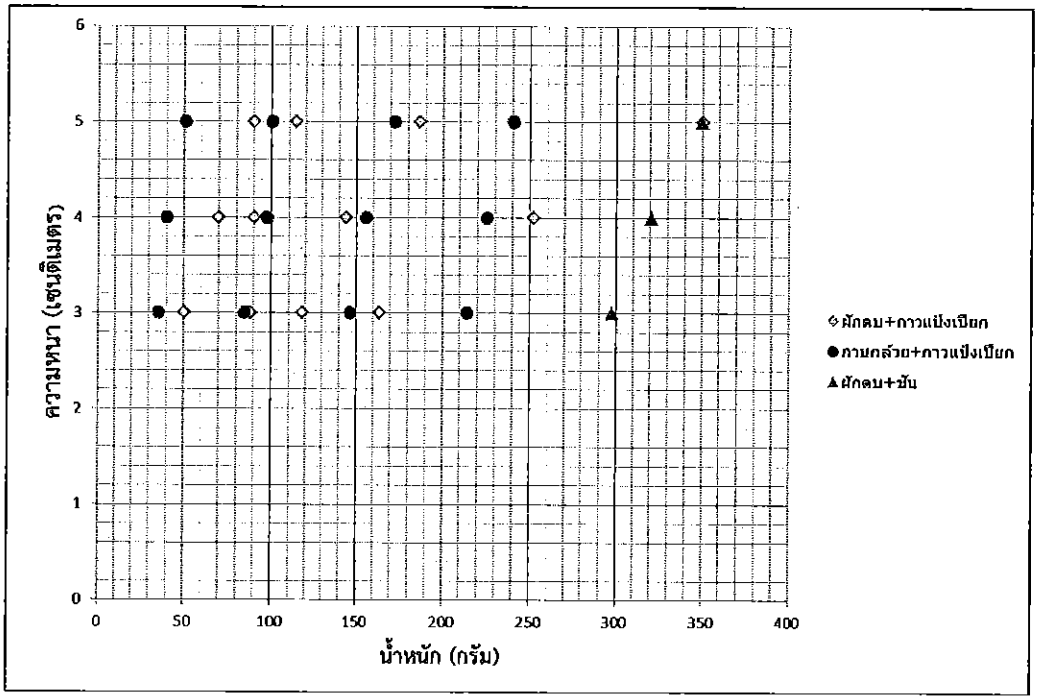


ดังรูป 3.24 การอัดขี้เลื่อยที่ไม่สามารถยึดติดกัน

บทที่ 4
วิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบน้ำหนัก และความหนาของกระทงที่มี รัศมีและ ขนาดเท่ากัน

4.1.1 นำค่าน้ำหนักที่ได้จากการทดลองนำมาเปรียบเทียบความหนากับน้ำหนักสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองได้ดังรูปที่ 4.1



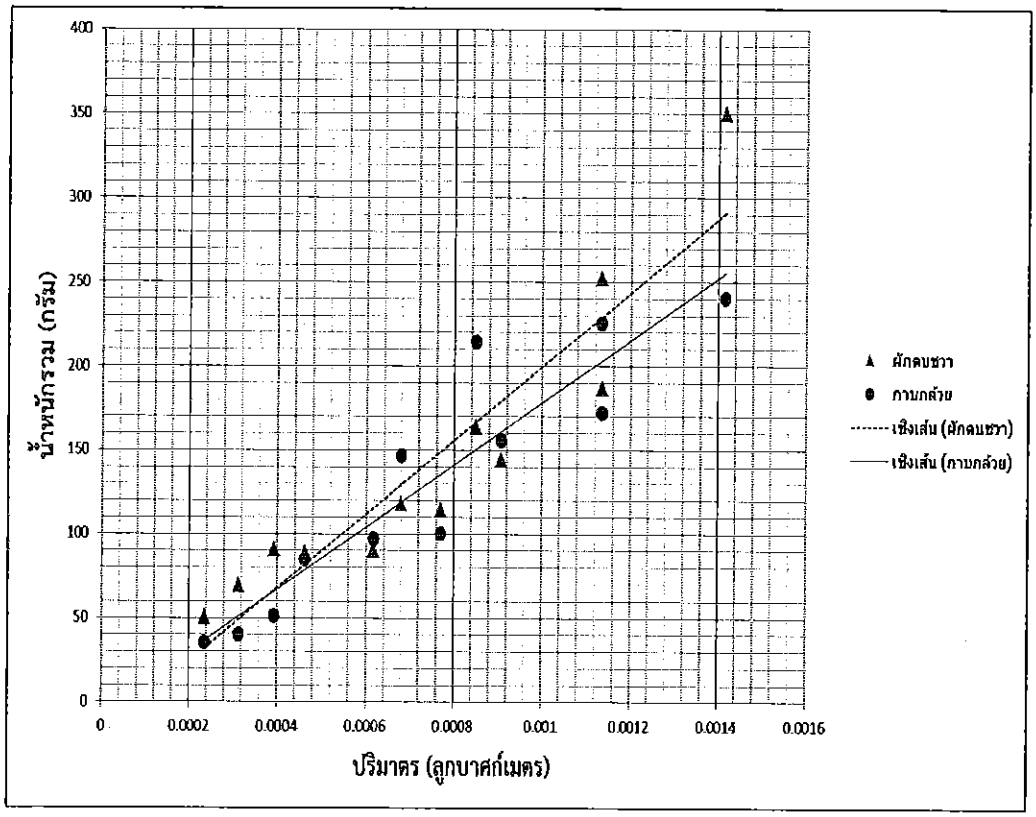
รูปที่ 4.1 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบ ความหนาและน้ำหนักของกระทง

รูปที่ 4.1 กระทงที่ทำจากกาบกล้วยกับกาวแป้งเปียกที่ความหน้า 3, 4, 5 cm และเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 , 14, 17, 19 cm จะเห็นได้ว่ามีน้ำหนักเบากว่ากระทงที่ทำจากผักตบกับกาวแป้งเปียกและผักตบกับซัน จากรูปจะเห็นว่าที่ความหนา 3 cm และเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm กระทงที่ทำจากกาบกล้วยกับกาวแป้งเปียกมีน้ำหนัก 35.4 กรัม และที่ความหนา 5 cm จะมีน้ำหนัก 51.2 กรัม ส่วนกระทงที่ทำจากผักตบกับ กาวแป้งเปียกนั้น ที่ความหนา 3 cm และเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm มี

น้ำหนัก 50.3 กรัม และที่ความหนา 5 cm จะมีน้ำหนัก 90.6 กรัม และกระทงที่ทำจากผักตบกับชัน ซึ่งมีน้ำหนักมากและราคาสูงเกินเกินไป จึงไม่เหมาะสำหรับนำมาทำกระทง

4.2 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักและ ปริมาตรของกระทงที่มีรัศมีและขนาดเท่ากัน

4.2.1 นำค่าปริมาตรที่ได้จากการคำนวณของกระทงมาเปรียบเทียบน้ำหนักผักตบ ชวาและกาบกล้วยสามารถวิเคราะห์ผลกาทดลองได้ดังรูปที่ 4.2



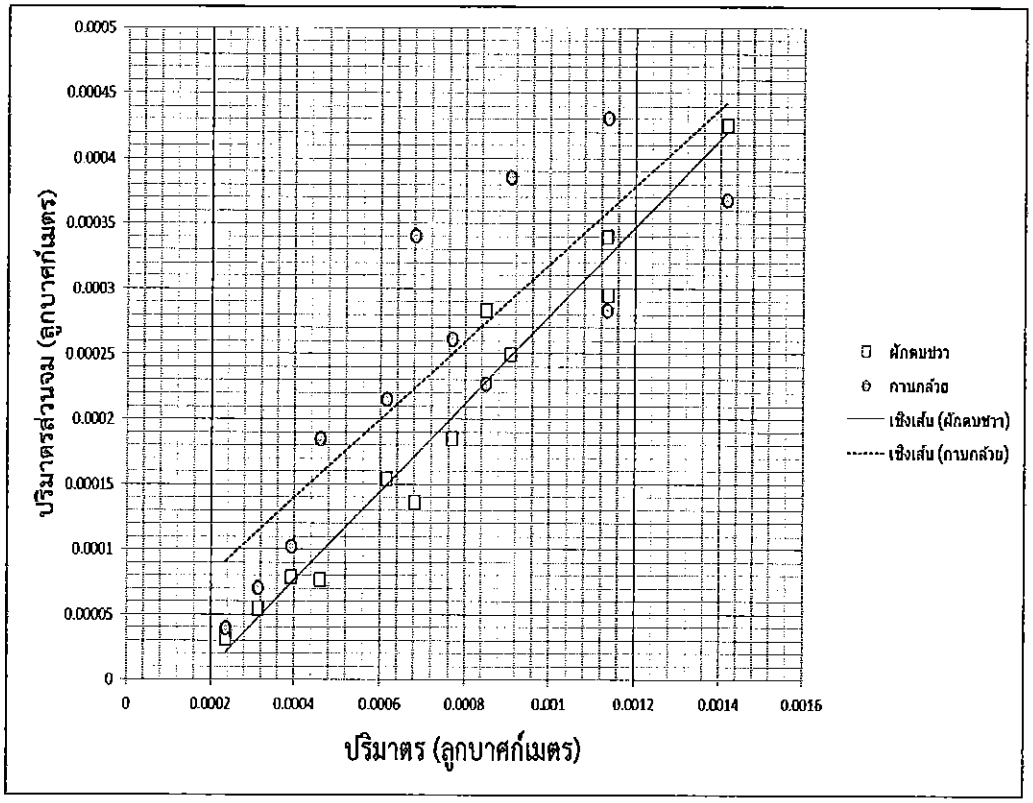
รูปที่ 4.2 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักและปริมาตรของกระทง

รูปที่ 4.2 จะเห็นว่าน้ำหนักของกระทงที่ทำจากกาบกล้วย กับกาวแป้งเปียกนั้นมีน้ำหนักน้อยกว่ากระทงที่ทำจากผักตบกับกาวแป้งเปียก จะเห็นว่ากระทงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm และความหนา 3 cmจะมีปริมาตรเท่ากับ 2.36×10^{-4} ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักของกระทงจะต่างกัน โดยกระทงที่ทำจากกาบกล้วยกับกาวแป้งเปียกหนัก 35.4 กรัม แต่กระทงที่ทำจากผักตบชวากับกาวแป้งเปียก หนัก 50.3 กรัม และที่ความหนา 5 cm และเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 cm กระทงที่ทำจากกาบ

กล้วยกับกาวแป้งเปียกหนัก 240.6 กรัม ส่วนกระทงที่ทำจากผักตบชวากับกาวแป้งเปียกหนักถึง 350.2 กรัมจะเห็นว่า กระทงที่ทำจากกาบกล้วยกับกาวแป้งเปียก มีน้ำหนักที่เบากว่ากระทงที่ทำจากผักตบกับกาวแป้งเปียกแต่จะเห็นว่าที่บางขนาดกระทงที่ทำจากผักตบกับกาวแป้งเปียกมีน้ำหนักน้อยกว่ากระทงที่ทำจากกาบกล้วยกับกาวแป้งเปียก

4.3 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาตรส่วน จมและปริมาตรของกระทงที่มีรัศมีและขนาดเท่ากัน

4.3.1 นำกระทงมาทดลองลอยการลอยน้ำหาปริมาตรส่วนจมเพื่อเปรียบเทียบระหว่างกาบกล้วยกับผักตบชวาสามารถวิเคราะห์ผลกาทดลองได้ดังรูปที่ 4.3



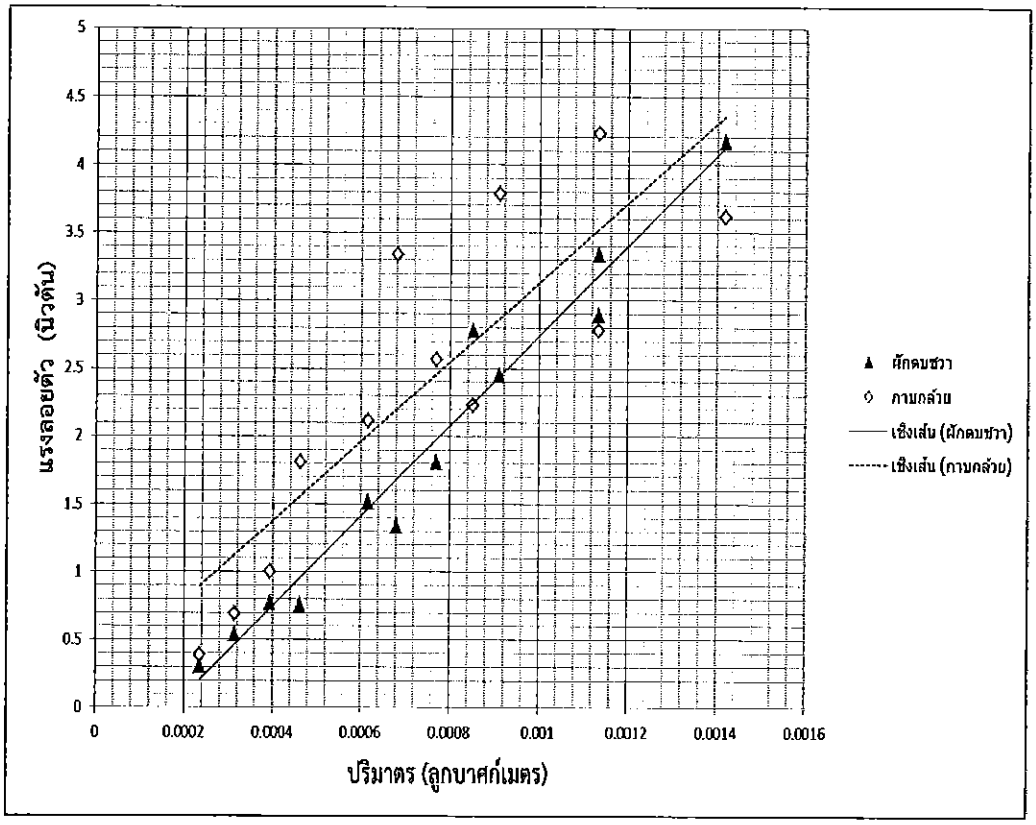
รูปที่ 4.3 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาตรส่วนจมและ ปริมาตรของกระทง

รูปที่ 4.3 นำกระทงทั้งสองชนิดมาทำการลอยเพื่อวัดปริมาตรส่วนจมของกระทงจะเห็นว่ากระทงที่ทำจากผักตบชวากับกาวแป้งเปียกมีปริมาตรส่วนจมน้อยกว่ากระทงที่ทำจากกาบกล้วยกับกาวแป้งเปียก ซึ่งที่ความหนา 3 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm กระทงที่ทำจากผักตบชวากับกาวแป้งเปียกจม 3.14×10^{-5} ลูกบาศก์เมตร ส่วนกระทงที่ทำจากกาบกล้วยกับกาวแป้งเปียกจม

3.93×10^{-5} ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจมมากกว่าและที่ความหนา 5 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 19 จะเห็นว่า กระทงที่ทำจากกาบกล้วยกับกาวแป้งเปียก มีปริมาตรส่วนจมน้อยกว่ากระทงที่ทำจาก ผักตบชวากับกาวแป้งเปียก

4.4 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบแรงลอยตัวและปริมาตรของกระทงที่มีรัศมีและขนาดเท่ากัน

4.4.1 นำปริมาตรส่วนที่จมมาคำนวณหาแรงลอยตัว เพื่อเปรียบเทียบระหว่างกาบกล้วยกับผักตบชวาสามารถวิเคราะห์ผลกาทดลองได้ดังรูปที่ 4.4

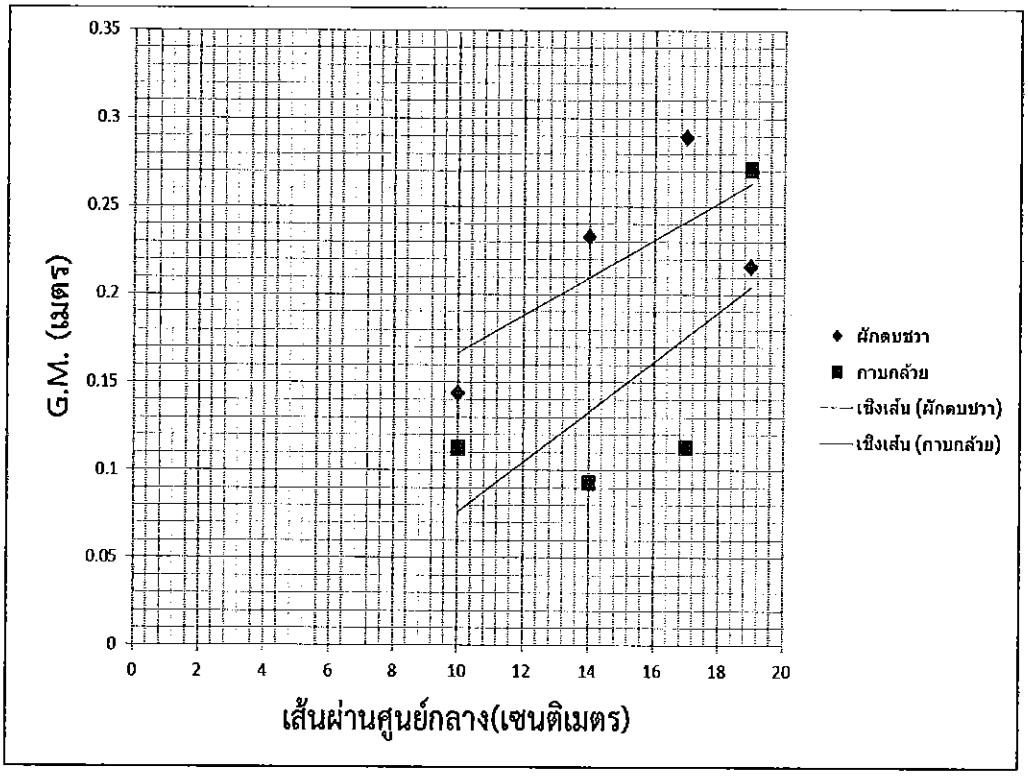


รูปที่ 4.4 แสดงการทดลองเพื่อเปรียบเทียบแรงลอยตัวและปริมาตรของกระทง

รูปที่ 4.4 จะเห็นว่ากระทงที่มีแรงลอยตัวสูง ยิ่งทำให้กระทงจมลงไปมาก ในการคำนวณจะเห็นว่ากระทงที่ทำจากกาบกล้วยกับกาวแป้งเปียกมีค่าแรงลอยตัวสู งกว่ากระทงที่ทำจากผักตบชวากับกาวแป้งเปียก แต่ที่ความหน้า 5 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 19 cm จะเห็นว่า กระทงที่ทำจากกาบกล้วยกับกาวแป้งเปียกมีความหนาแน่นต่ำกว่ากระทงที่ทำจากผักตบชวากับกาวแป้งเปียก

4.5 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบ จุดเมตาเซนตริก และเส้นผ่านศูนย์กลางของกระทงที่มีความหนา 3 เซนติเมตร

4.5.1 นำปริมาตรส่วนที่จมและปริมาตรของกระทงมาคำนวณห าจุดเมตาเซนตริกของกระทง สามารถวิเคราะห์ผลกาทดลองได้ดัง รูปที่ 4.5

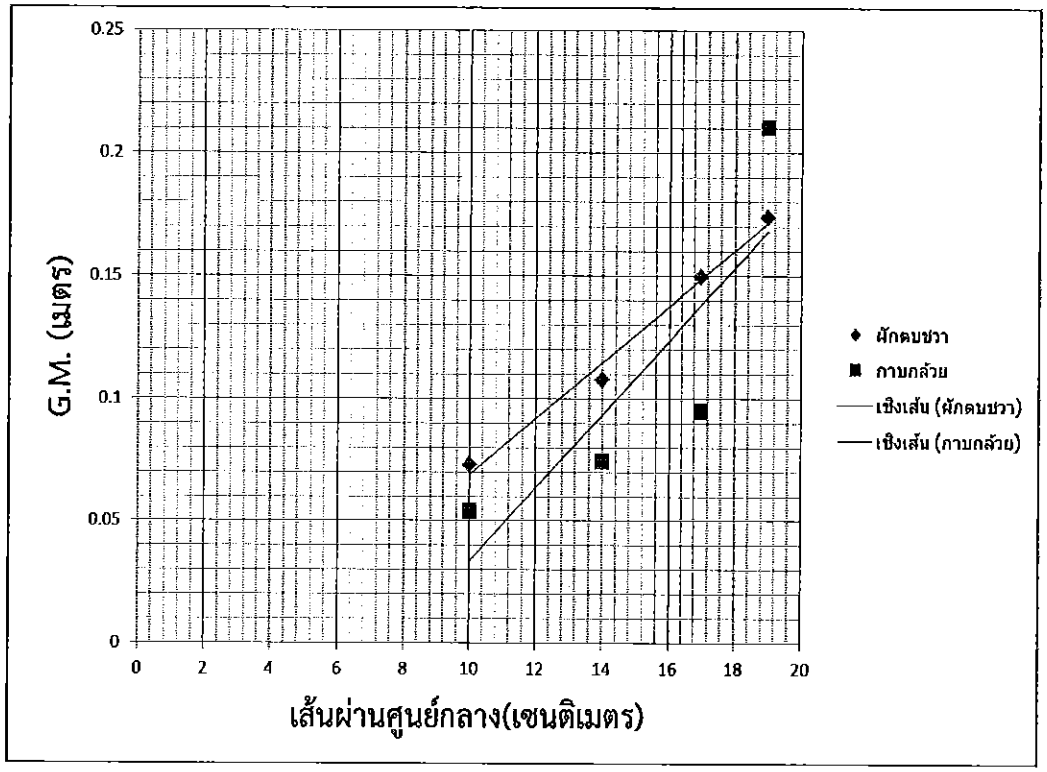


รูปที่ 4.5 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบ จุดเมตาเซนตริก และเส้นผ่านศูนย์กลางของกระทงที่มีความหนา 3 เซนติเมตร

รูปที่ 4.5 จากรูปเป็นการทดลองของกระทงที่มีความหนา 3 cm และเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน จะเห็นว่ากระทงที่ทำจากผักตบชวาที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 17 cm มีจุดเมตาเซนตริกที่สูงที่สุด ส่วนของกาบกล้วยจะเห็นว่าจุดเมตาเซนตริกที่สูงที่สุดอยู่ที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 19 cm และจะเห็นได้ว่าที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 14 17 cm จุดเมตาเซนตริกจะมีค่าใกล้เคียงกัน

4.6 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริกและเส้นผ่านศูนย์กลางของกระทงที่มีความหนา 4 เซนติเมตร

4.6.1 นำปริมาตรส่วนที่จมและปริมาตรของกระทงมาคำนวณหาจุดเมตาเซนตริกของกระทง สามารถวิเคราะห์ผลกาทดลองได้ดัง รูปที่ 4.6

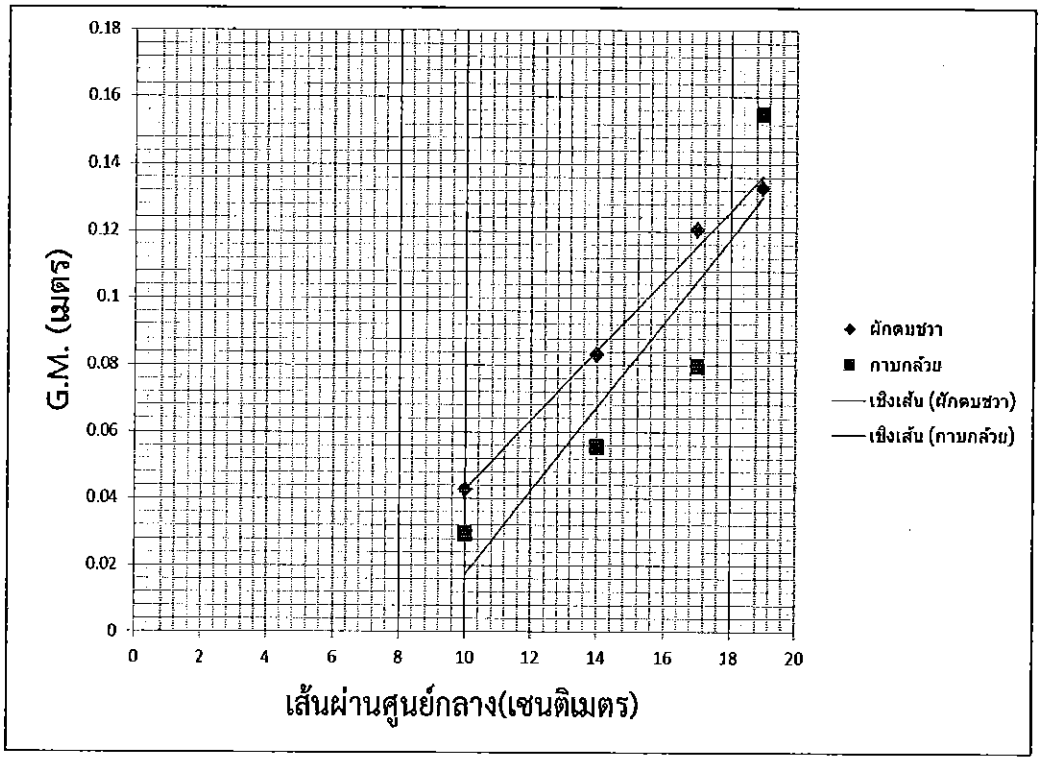


รูปที่ 4.6 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบ จุดเมตาเซนตริก และเส้นผ่านศูนย์กลางของกระทงที่มีความหนา 4 เซนติเมตร

รูปที่ 4.6 จากรูปเป็นการทดลองของกระทงที่มีความหนา 4 cm และเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน จะเห็นว่ากระทงที่ทำจากผักตบชวาที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 19 cm มีจุดเมตาเซนตริกที่สูงที่สุดซึ่งกระทงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุดจะมีจุด เมตาเซนตริก ที่น้อยตามไปด้วย ส่วนของกาบกล้วยจะเห็นว่าจุด เมตาเซนตริกที่สูงที่สุดอยู่ที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 19 cm และจะเห็นได้ว่าที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 14 17 cm จุดเมตาเซนตริกจะมีค่าใกล้เคียงกัน

4.7 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริกและเส้นผ่านศูนย์กลางของกระทงที่มีความหนา 5 เซนติเมตร

4.7.1 นำปริมาตรส่วนที่จมและปริมาตรของกระทงมาคำนวณหาจุดเมตาเซนตริกของกระทง สามารถวิเคราะห์ผลกาทดลองได้ดัง รูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบ จุดเมตาเซนตริก และเส้นผ่านศูนย์กลางของกระทงที่มีความหน 5 เซนติเมตร

รูปที่ 4.7 จากรูปเป็นการทดลองของกระทงที่มีความหนา 5 cm และเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน จะเห็นว่ากระทงที่ทำจากผักตบชวาที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 19 cm มีจุดเมตาเซนตริกที่สูงที่สุดซึ่งกระทงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุดจะมีจุดเมตาเซนตริกที่น้อยตามไปด้วย ส่วนของกาบกล้วยจะเห็นว่าจุดเมตาเซนตริกที่สูงที่สุดอยู่ที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 19 cm และจะเห็นได้ว่าที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 14 17 cm จุดเมตาเซนตริกจะมีค่าใกล้เคียงกัน

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง ผลการวิเคราะห์ และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลองและผลการวิเคราะห์

5.1.1 การอัดกระทง

การทำกระทงจากผักตบชวาใช้วิธีการอัดแรงลงไปในแม่แบบ โดยใช้มวลเท่าๆกันในแต่ละขนาด เพื่อให้ได้ความหนาและรัศมีที่ต้องการ และการทำกระทงจากกาบกล้วยใช้วิธีการนำกาบกล้วยแห้งไปอัดซ้อนกันเป็นชั้นๆเพื่อให้ได้ความหนาและรัศมีตามที่ต้องการ

5.1.2 การทดลอง

จากการทดลอง เมื่อนำกระทงแต่ละขนา ดไปลอยน้ำพบว่า มีส่วนที่ฐานของกระทงจมลงไปในน้ำโดย เราใช้ไม้บรรทัดเป็นตัววัดในส่วนที่จมลงไปของฐานกระทงแต่ละขนาดเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณ

5.1.3 เกณฑ์การเลือกกระทง

จากการทดลอง เมื่อทดสอบการลอยของกระทงแต่ละขนาด ใช้ เกณฑ์ในการเลือกกระทงที่เหมาะสมที่สุดคือ กระทงที่มีน้ำหนักเบาในปริมาตรที่เท่ากัน แรงลอยตัวและปริมาตรส่วนที่จม น้อยที่สุด รวมไปถึงกระทงที่มีค่า GM มากที่สุดเพราะค่า GM มากจะทำให้กระทงมีการทรงตัวที่ดี

5.1.4 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองของกระทงที่ทำจากวัสดุธรรมชาติพบว่าเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับโฟมที่มีปริมาตรเท่ากัน โฟมมีน้ำหนักที่เบากว่าและลอยน้ำได้ดีกว่ากระทงที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ และเมื่อนำกระทงที่ทำจากวัสดุธรรมชาติทั้งสามชนิดมาเปรียบเทียบกันพบว่า กระทงที่อัดด้วยซันมีน้ำหนักมากสุดในปริมาตรที่เท่ากันจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นฐานกระทง ส่วนกระทงที่ทำจากกาบกล้วยและผักตบ ที่อัดจากกาวแป้งเปียกมีน้ำหนักเบาใกล้เคียงกันในปริมาตรที่เท่ากัน เมื่อนำกาบกล้วยและผักตบชวา ที่อัดด้วยกาวแป้งเปียกมาลอยน้ำพบว่า ที่ขนาดเท่ากัน กระทงที่ทำจากกาบกล้วยจะมีปริมาตรส่วนที่จมและแรงลอยตัวส่วนใหญ่มากกว่ากระทงที่ทำจากผักตบ ชวา และเมื่อเทียบค่า GM จะเห็นได้ว่า จุดเมตาเซนตริกของกระทงที่ทำจากผักตบชวามี ค่าสุดที่ 0.289 m ที่ความหนา 3 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 17 cm ดังนั้นขนาดของกระทงที่ทำจากผักตบชวา จุดนี้จึงเหมาะสมที่สุด ส่วนกระทงที่ทำจากกาบกล้วยมีค่าจุดเมตาตริกสูงสุดที่ 0.271 m ที่ความหนา 3 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง

19 cm จะเห็นได้ว่าที่ความหนาเท่ากันแต่รัศมีต่างกันผักตบชวามีค่าเมตาตริกที่สูงกว่ากาบกล้วยโดยเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นเฉลี่ยคิดเป็น 51.61% : 48.39% แสดงให้เห็นว่าผักตบชวาที่อัดด้วยกาวแป้งเปียกมีการทรงตัวที่ดีกว่ากาบกล้วยในเส้นผ่านศูนย์กลางที่น้อยกว่า ยิ่ง GM มีค่ามากการทรงตัวก็ยิ่งดังนั้น ขนาดของกระทงที่เหมาะสมคือ เส้นผ่านศูนย์กลางที่ 17 เซนติเมตรที่ความหนา 3 เซนติเมตร และเป็นกระทงที่ทำจากผักตบชวา

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การอัดผักตบและกาบกล้วยใช้เวลาในการอัดค่อนข้างนานและความหนาในการอัดไม่เท่ากันเป็นบางส่วนควรมีเครื่องอัดเข้ามาช่วยเพื่อลดเวลาในการอัดและมีความแม่นยำในขนาดมากยิ่งขึ้น

5.2.2 การนำกระทงไปลอยอาจนำวัตถุไปวางบนกระทงเพื่อทดสอบการรับน้ำหนักของฐานกระทงแต่ละขนาด

5.2.3 การนำกาบกล้วยและผักตบที่อัดด้วยกาวแป้งเปียกไปตากแดด อาจใช้เวลานานเพราะสภาพอากาศแต่ละวันไม่คงที่อาจมีการนำไปอบเพื่อลดระยะเวลาให้กระทงแห้งเร็ว

บรรณานุกรม

[1] หนังสือ Fundamentals of Fluid mechanics ผู้แต่ง Bruce R. Munson Donald F. Young Theodore H. Okiishi

[2] หนังสือ Design of Ship Hull Structures : A Practical Guide for Engineer Yasuhisa Okumoto Yu Takeda Masaki Mano Tetsuo Okada 25 มีนาคม 2552 Springer Science & Business Media

[3] http://mechinspector.blogspot.com/2012/10/blog-post_28.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 3 เมษายน 2558)

[4] http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Fluid/HTML/unit_29.htm (สืบค้นเมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2558)

[6] K.J. Rawson and E.C. Tupper, Basic Ship Theory, Volume 1 (3 rd Ed.), Longman.
Lewis, E.V. (Ed.) (1988), Principle of Naval Architecture, Volume I, SNAME, New York.
NAVSEA (1977), Naval Ships Technical Manual, NAVSEA 0904 – LP – 079 – 0010, Chapt. 079, Vol. 1.
น.อ.กำจาย ปองเงิน, ทฤษฎีการออกแบบเรือเบื้องต้น, กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ, โรงเรียนนายเรือ
เอกสารประกอบการสอนวิชาการคำนวณการทรงตัวเรือ โดย น.อ.ผศ.สมศักดิ์ แจ่มแจ้ง, กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ, โรงเรียนนายเรือ.

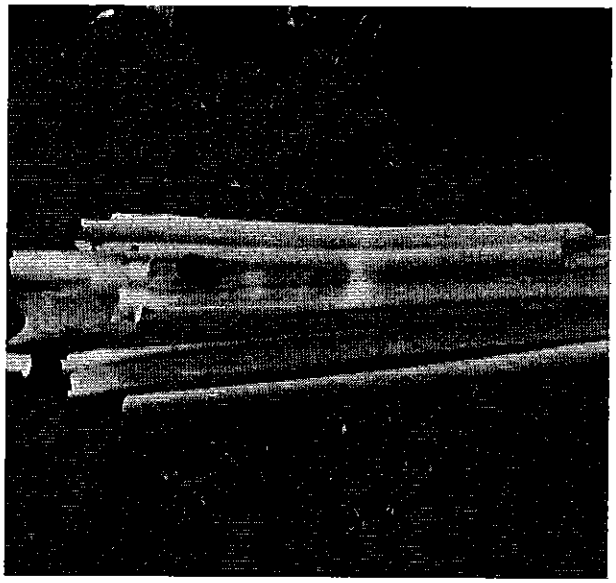
ภาคผนวก ก

การสร้างกระทงจากผักตบชวาและกาบกล้วย

การสร้างกระทงจากกาบกล้วยและผักตบชวา

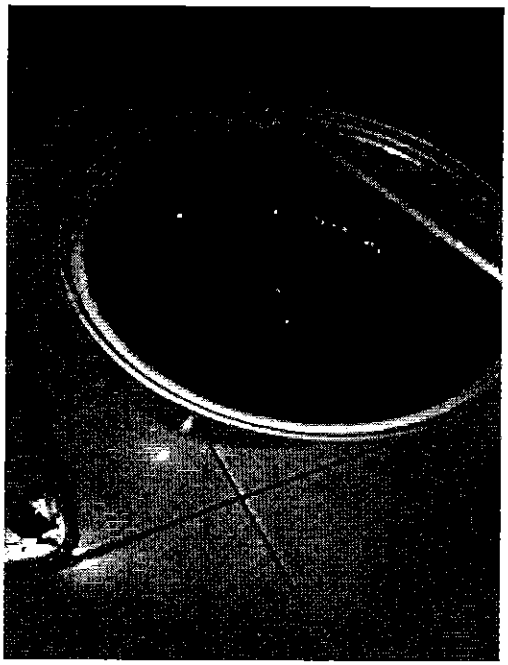
1 การสร้างกระทงจากกาบกล้วย

1.1 กาบกล้วยสด

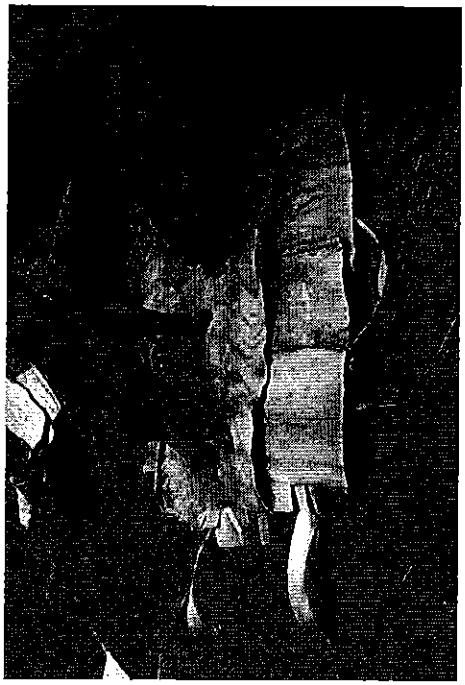


1.2 กาบกล้วยตากแห้ง

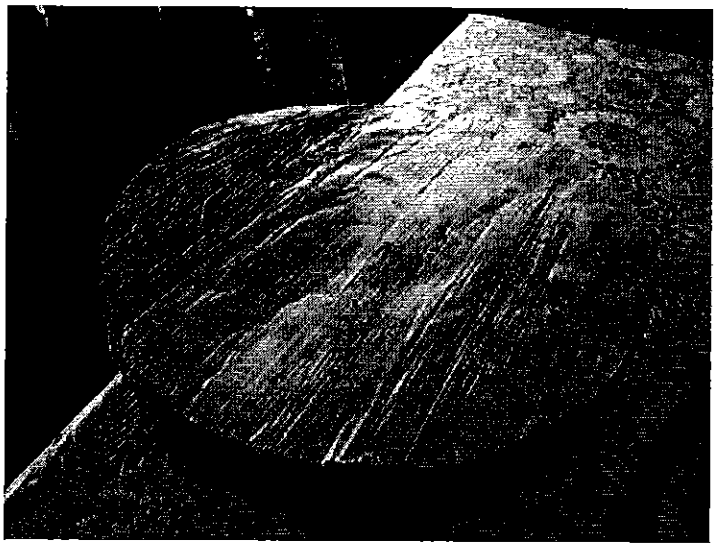
1.3 กาวแป้งเปียก



1.4 ติดกาบกล้วยกับกาวแป้งเปียก



1.5 กระทงกาบกล้วย



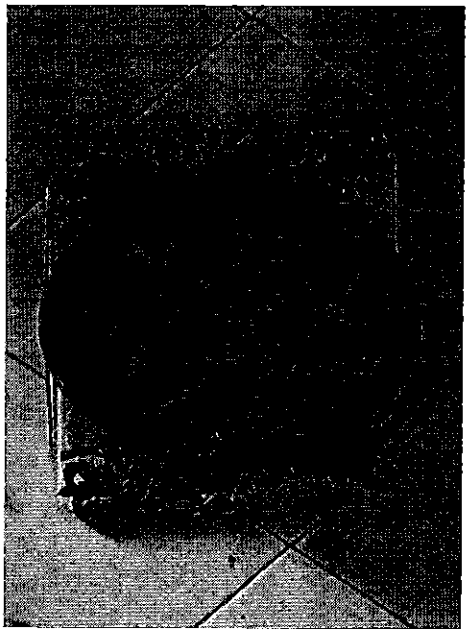
2 การสร้างกระทงจากผักตบชวา

2.1 ผักตบชวาสด

2.2 ผักตบชวาตากแห้ง

2.3 ผักตบชวาผสมกับกาวแป้งเปียก

2.4 การอัดผักตบชวา



2.5 กระทงจากผักตบชวา

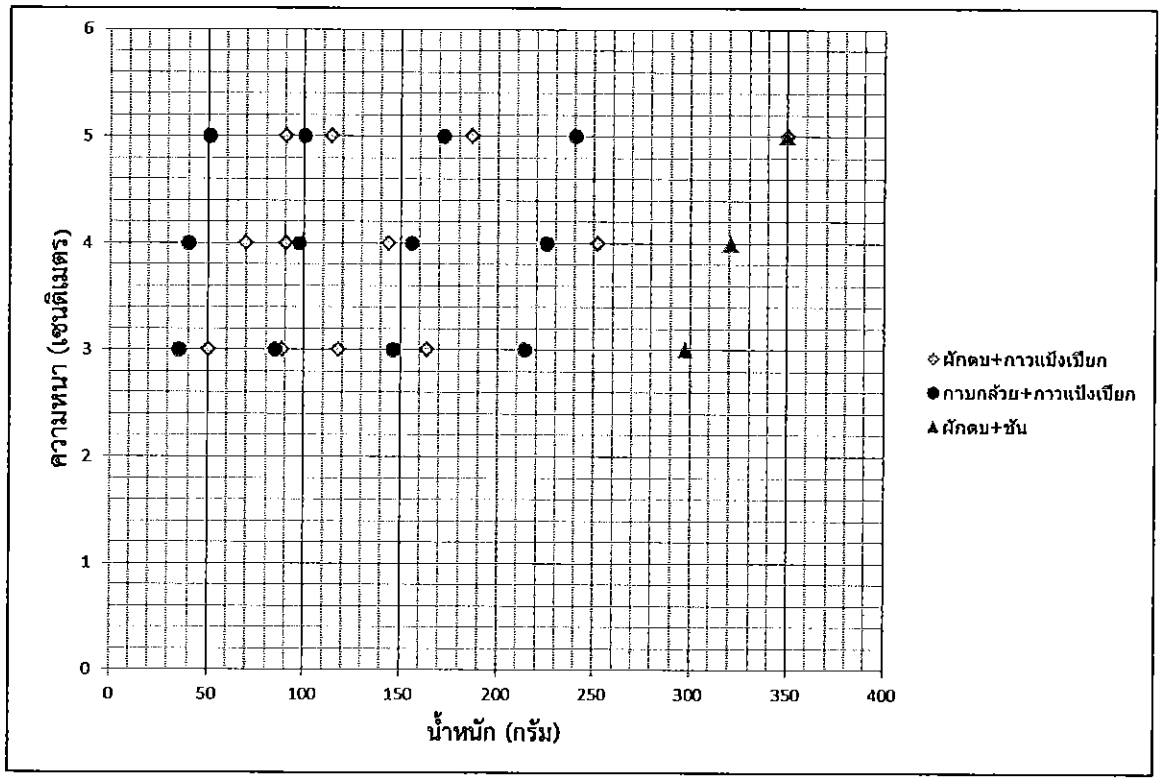
2.6 กระทงจากผักตบชวาที่อัดด้วยซัน

ภาคผนวก ข

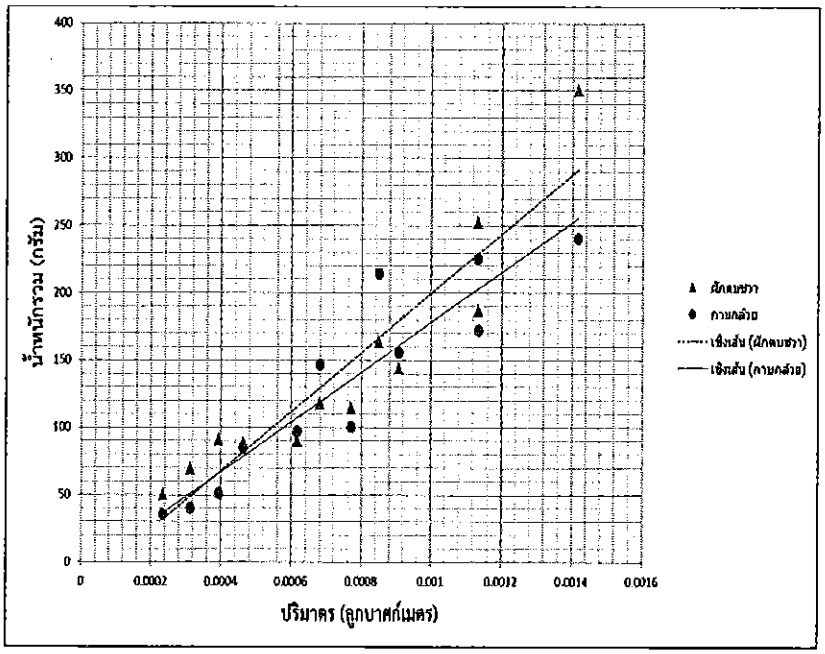
กราฟข้อมูลการทดลอง

1 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบกระทงแต่ละขนาด

1.1 ค่าน้ำหนักที่ได้จากการทดลองนำมาเปรียบเทียบความหนากับ น้ำหนัก



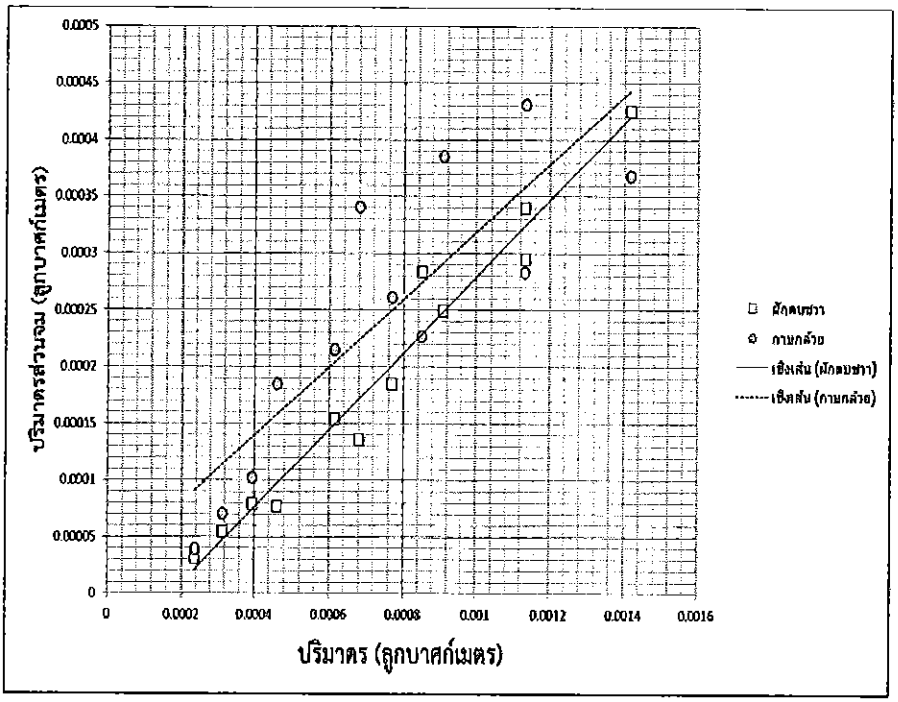
1.2 ค่าปริมาตรที่ได้จากการคำนวณของกระทงมาเปรียบเทียบน้ำหนักผักตบและกาบกล้วย



ตารางที่ 1.2 ตารางบันทึกผลการทดลองน้ำหนักผักตบและกับกล้วยเทียบกับปริมาตร

ปริมาตร	น้ำหนักผักตบ	น้ำหนักกาบกล้วย
0.0008502	163.6	214.3
0.0011335	252.3	225.4
0.0014169	350.2	240.6
0.0006806	118.1	146.6
0.0009075	144.2	155.8
0.0011343	186.8	172.3
0.0004616	88.7	84.8
0.0006154	90.3	97.3
0.0007693	114.2	100.4
0.0002355	50.3	35.4
0.000314	69.7	40.1
0.0003925	90.6	51.2

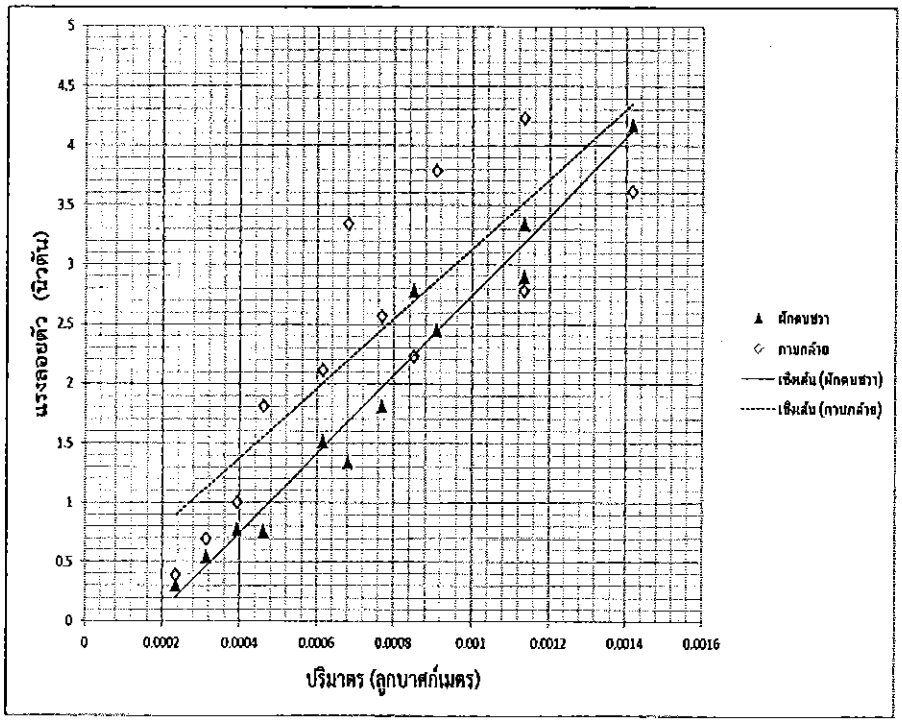
1.3 กระทงที่ลอยน้ำมาคำนวณหาปริมาตรส่วนที่จมเพื่อเปรียบเทียบระหว่างกาบกล้วยกับผักตบ



ตารางที่ 1.3 ตารางบันทึกผลการทดลองปริมาตรส่วนจมเทียบกับปริมาตร

ปริมาตร	ปริมาตรส่วนจมผักตบ	ปริมาตรส่วนจมกาบกล้วย
0.0008502	0.0002834	0.0002267
0.0011335	0.0003401	0.0002834
0.0014169	0.0004251	0.0003684
0.0006806	0.0001361	0.0003403
0.0009075	0.0002496	0.0003857
0.0011343	0.0002949	0.000431
0.0004616	0.00007693	0.0001846
0.0006154	0.0001539	0.0002154
0.0007693	0.0001846	0.0002616
0.0002355	0.0000314	0.00003925
0.000314	0.00005495	0.00007065
0.0003925	0.0000785	0.0001021

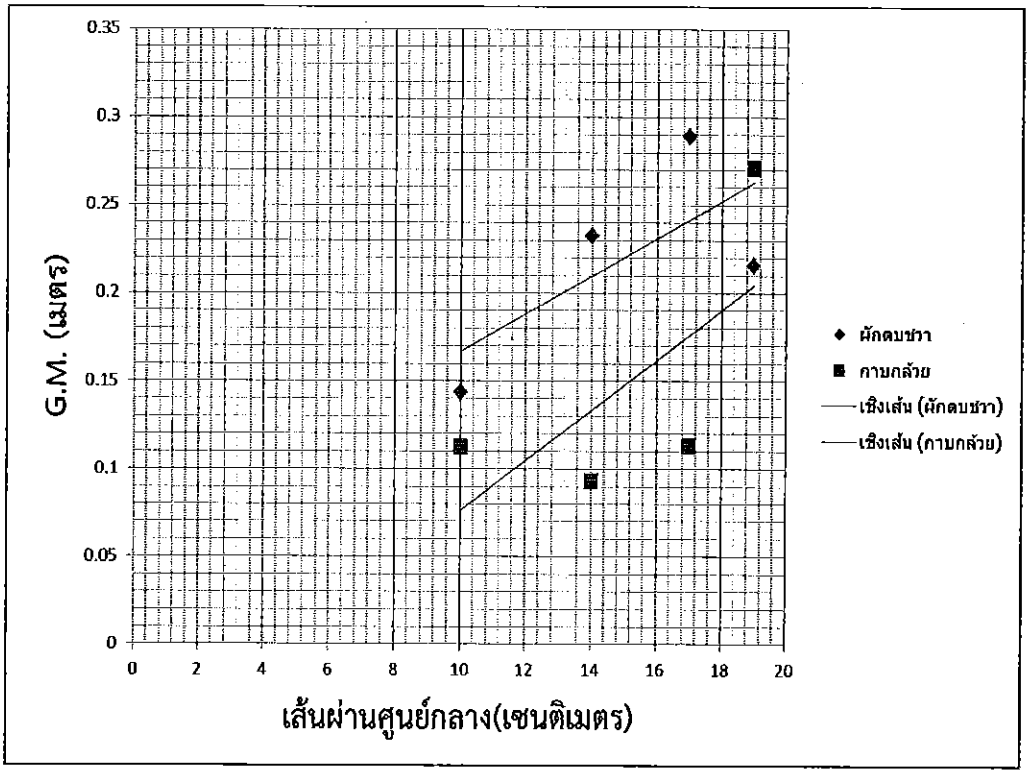
1.4 ปริมาตรส่วนที่จมมาคำนวณหาแรงลอยตัวเปรียบเทียบระหว่างกาบกล้วยกับผักตบ



ตารางที่ 1.4 ตารางบันทึกผลการทดลองแรงลอยตัวผักตบและกาบกล้วยเทียบกับปริมาตร

ปริมาตร	แรงลอยตัวผักตบ	แรงลอยตัวกาบกล้วย
0.0008502	2.7800069	2.2240055
0.0011335	3.3360082	2.7800069
0.0014169	4.1700103	3.6140089
0.0006806	1.3353274	3.3383185
0.0009075	2.4481002	3.7834276
0.0011343	2.8932093	4.2285367
0.0004616	0.7546833	1.8112399
0.0006154	1.5093666	2.1131132
0.0007693	1.8112399	2.5659232
0.0002355	0.308034	0.3850425
0.000314	0.5390595	0.6930765
0.0003925	0.770085	1.0011105

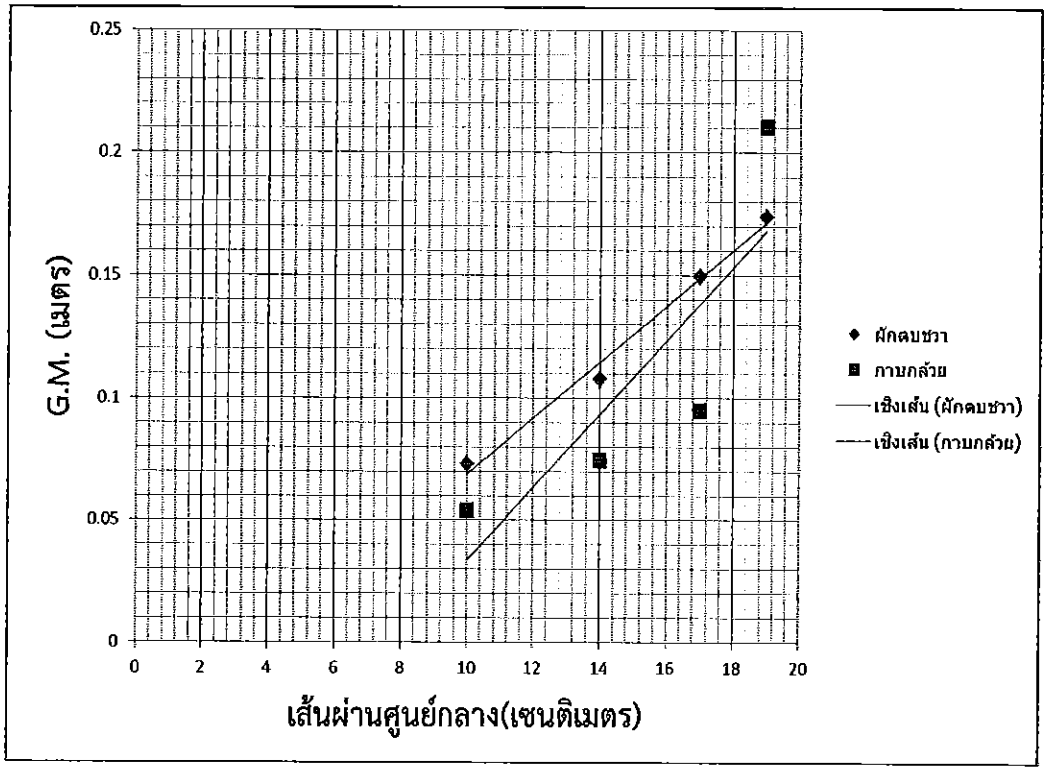
1.5 นำปริมาตรส่วนที่จมและปริมาตรของกระทงมาคำนวณห าจุดเมตาเซนตริก ของกระทงที่ความหนา 3 เซนติเมตร



ตารางที่ 1..5 ตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริกผักตบและกาบกล้วยเทียบกับรัศมีที่ความหนา 3 เซนซิเมตร

รัศมี	G.M. ผักตบ	G.M. กาบกล้วย
10	0.14325	0.1125
14	0.2325	0.0930833
17	0.2890417	0.1129167
19	0.215625	0.2710313

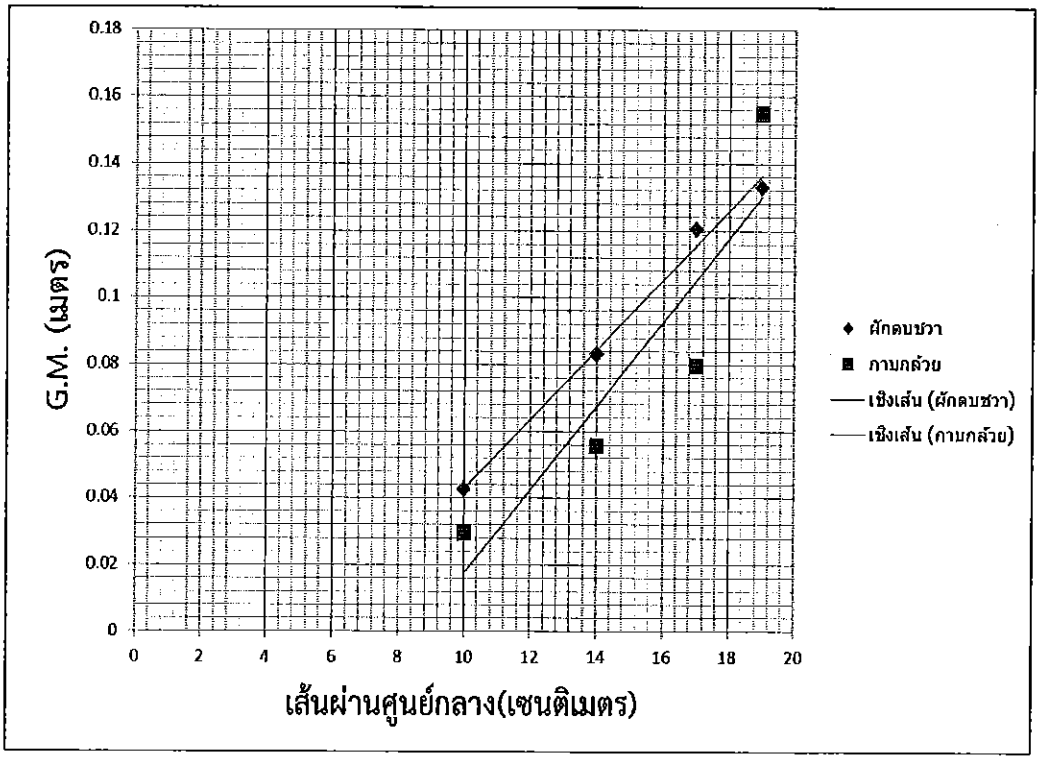
1.6 นำปริมาตรส่วนที่จมและปริมาตรของกระทงมาคำนวณห าจุดเมตาเซนตริกของ กระทงที่ความหนา 4 เซนติเมตร



ตารางที่ 1.6 ตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริกผักตบและก าบกล้วยเทียบกับรัศมีที่ความหนา 4 เซนซิเมตร

รัศมี	G.M. ผักตบ	G.M. กาบกล้วย
10	0.072785714	0.053944444
14	0.1075	0.0745
17	0.149704545	0.09475
19	0.174020833	0.210625

นำปริมาตรส่วนที่จมและปริมาตรของกระทงมาคำนวณห าจุดเมตาเซนตริกของ กระทงที่ความหนา 5 เซนติเมตร



ตารางที่ 1.7 ตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบจุดเมตาเซนตริกผักตบและก าบกล้วยเทียบกับรัศมีที่ความหนา 5 เซนซิเมตร

รัศมี	G.M. ผักตบ	G.M. กาบกล้วย
10	0.0425	0.029576923
14	0.083083333	0.055558824
17	0.120442308	0.079565789
19	0.132916667	0.155057692

ตารางที่1.8 ตารางการทดลองผักตบชวา

น้ำหนักรวม (g)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	ความหนา (cm)	ส่วนจมของฐานกระทง (cm)
163.6	19	3	1
252.3	19	4	1.2
350.2	19	5	1.5
118.1	17	3	0.6
144.2	17	4	1.1
186.8	17	5	1.3
88.7	14	3	0.5
90.3	14	4	1
114.2	14	5	1.2
50.3	10	3	0.4
69.7	10	4	0.7
90.6	10	5	1

ตารางที่ 1.9 ตารางการทดลองกาบกล้วย

น้ำหนักรวม (g)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	ความหนา (cm)	ส่วนจมของฐานกระทง (cm)
214.3	19	3	0.8
225.4	19	4	1
240.6	19	5	1.3
146.6	17	3	1.5
155.8	17	4	1.7
172.3	17	5	1.9
84.8	14	3	1.2
97.3	14	4	1.4
100.4	14	5	1.7
35.4	10	3	0.5
40.1	10	4	0.9
51.2	10	5	1.3

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณ

1. ตัวอย่างการคำนวณความหนาแน่น

1.1 น้ำหนักของกระทงที่ทำจากผักตบชวาที่ความหนา 3 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm จะมีน้ำหนัก 90.6 กรัมและมี ปริมาตรเท่ากับ 0.0003925 ลูกบาศก์เมตร

ความหนาแน่น $\rho = \frac{m}{v}$

$= 90.6 \times 10^{-3} / 3.925 \times 10^{-4} = 230.83 \ \text{kg} / \text{m}^2$

2. ตัวอย่างการคำนวณแรงลอยตัว

2.1 กระทงที่ทำจากผักตบชวาที่ความหนา 3 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm มี ปริมาตรเท่ากับ 0.0003925 ลูกบาศก์เมตร

แรงลอยตัว F_B = ρ ของเหลว V ส่วนจม g

$= 1000 \times 3.14 \times (0.05^2) \times 0.01 \times 9.81 = 0.7 \ \text{N}$

3. ตัวอย่างการคำนวณ จุดเมตาเซนตริก

3.1 กระทงที่ทำจากผักตบชวาที่ความหนา 3 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm

จุดเมตาเซนตริก $GM = CM - CG$

หา CG ได้จากการจุดศูนย์กลางมวลลบกับจุดศูนย์กลางแรงโน้มถ่วง ดังนั้น CG เท่ากับ 0.02

คำนวณหา $CM = \frac{I}{V}$

$= ((3.14) \times (0.05)^4 / 4) / 0.785 \times 10^{-5} = 0.0625$

ดังนั้น $GM = 0.0625 - 0.02 = 0.0425$

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อ นายวรโชติ วงเวียนคำ

ภูมิลำเนา 139 หมู่ 1 ต.พันชาลี อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130

วันเกิด 13 สิงหาคม 2535

ประวัติการศึกษา จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียน หนองพระพิทยา จังหวัดพิษณุโลก

ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail nevermorebb@hotmail.com

ชื่อ นายนที บุญเสน

ภูมิลำเนา 295/1 หมู่ 6 ต.หอกลอง อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก 65150

วันเกิด 10 มีนาคม 2535

ประวัติการศึกษา จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียน พุทธชินราชพิทยา จังหวัดพิษณุโลก

ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail mx_natee-mx@hotmail.com