

ด้วยอธิพนธ์นาการจาก

๒๒๗

วันที่..... 22 พ.ค. 2551



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การประยุกต์ใช้งานด้านเสียงของยางธรรมชาติ : แผ่นดูดซับเสียง
(Sound application of natural rubber : I. Sound absorber)

สุเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา

อสามัค ดอเลาะ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนพัฒนาการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

พ.ศ. 2546

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้งานด้านเสียงของยางธรรมชาติ : แผ่นดูดซับเสียง

ผู้เขียน นางสาวสุเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา

นายอาฮามัด คอเลาะ

โปรแกรมวิชา เทคโนโลยียางและพอลิเมอร์

คณะกรรมการสอบ



.....

ประธานกรรมการสอบ

(อาจารย์ จรัญ พุ่มนุก)



.....

กรรมการ

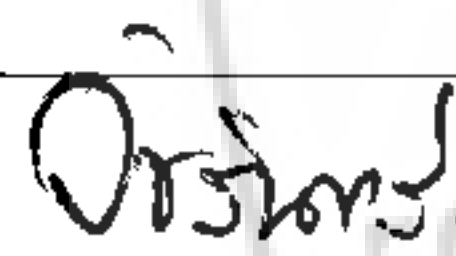
(อ.ดร. พิชัน ติมปะนะพิทยาธร)



.....

กรรมการ

(อ.ดร. พลพัฒน์ รวงเจริญ)

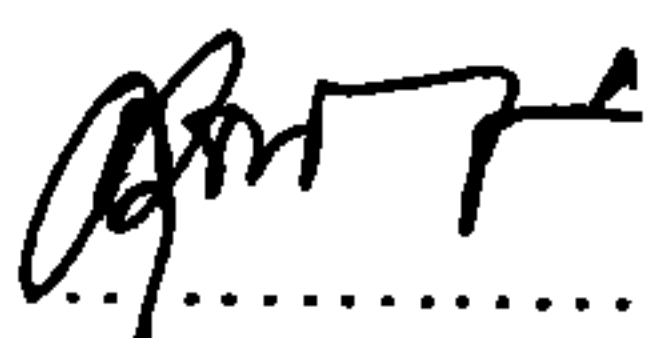


.....

กรรมการ

(อาจารย์ วัชรินทร์ สายน้ำใส)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อนุมัติให้นำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาตรี โปรแกรมวิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์



.....

(อาจารย์ สุรน อ่องคณา)

คณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้งานด้านเสียงของยางธรรมชาติ : แผ่นดูดซับเสียง

ผู้เขียน นางสาวสุเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา

นายอาฮามัด คอเลาะ

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต

โปรแกรมวิชา เทคโนโลยียางและพอลิเมอร์

ปีการศึกษา 2547

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จรัญ พุ่มนก

บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการศึกษาการนำยางธรรมชาติมาผลิตเป็นแผ่นดูดซับเสียง โดยทำการศึกษาอิทธิพลของสารลดแรงตึงผิว ขนาดรูพรุน ความพรุน ชนิดของสารตัวเติม และรูปแบบของแผ่นดูดซับเสียง จากการทดลองพบว่า ในการทดลองความถี่ของเสียงที่ความถี่ต่าง ๆ นั้น ปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 1.5 phr. จะทำให้เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับขนาดรูพรุนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อปริมาณของสารลดแรงตึงผิวเพิ่มขึ้น ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียงเพิ่มมากขึ้น โดยความพรุนจะลดลงกับปริมาณของสารลดแรงตึงผิวที่เพิ่มขึ้น ความหนาของแผ่นดูดซับเสียงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ การดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในการใช้สารตัวเติมในแผ่นดูดซับเสียงพบว่า ซิลิกา จะสามารถทำให้แผ่นดูดซับเสียงดูดซับเสียงได้ดีที่สุด โดยรองลงมาจะเป็น เขม่าดำ และแคลเซียมคาร์บอเนต ตามลำดับ สำหรับรูปแบบของแผ่นดูดซับเสียงนั้นพบว่า แบบ C ซึ่งเป็นแบบที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากที่สุด จะให้การดูดซับเสียงดีที่สุด สำหรับในการดูดซับเสียงที่ความถี่ต่าง ๆ นั้นพบว่า ที่ความถี่ต่ำ กลาง และสูง ปริมาณสารลดแรงตึงผิว 1.5 phr. สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด ความหนาของแผ่นดูดซับเสียงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ ดูดซับเสียงได้เพิ่มขึ้นทั้งที่ความถี่ต่ำ กลาง และสูง ในการใช้สารตัวเติมที่ความถี่ต่ำ และสูง ซิลิกา สามารถดูดซับเสียงได้ดี แต่ที่ความถี่กลาง เขม่าดำ สามารถดูดซับเสียงได้ดี ส่วนรูปแบบแผ่นดูดซับเสียง รูปแบบ C สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุดทั้งความถี่ต่ำ กลาง และสูง ดังนั้น จากการศึกษาครั้งนี้ สรุปได้ว่ายางธรรมชาติสามารถทำเป็นแผ่นดูดซับเสียงได้ โดยเฉพาะที่ความถี่สูง แผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติสามารถดูดซับเสียงได้ดี การใช้ ซิลิกา เป็นสารตัวเติม การเพิ่มความหนา และพื้นที่ผิวสัมผัสของแผ่นดูดซับเสียง สามารถเพิ่มความสามารถในการดูดซับเสียงได้

Thesis Title Sound application of natural rubber : I.. Sound absorber

Author Miss. Suphenrat Suwanraksa

Mr. Ahamad Doloh

Program Bachelor of Science

Major Program Rubber and Polymer Technology

Academic Year 2004

Advisor Mr. Jaran Phumnok

Abstract

This was a study of production of sound-absorber sheet from natural rubber. The study involved the influence of surface, pore size, porosity, type of filler and shape of sound-absorber sheet. It was found from the experiment that at different degrees of loudness, an increase in amount of surfactant above 1.5 phr. cut down on the percentage of sound absorbency, which corresponded to pores of larger size. When the amount of surfactant increased, the greater porosity of sound-absorber sheet will enhance the percentage of sound absorbency, the porosity going down with an increase in the amount of surfactant. An increase in the thickness of sound-absorber sheet clearly enhanced sound absorbency. In the application of filler to the sound-absorber sheet, it was found that silica best made the sound-absorber sheet absorb sound, followed by black soot and calcium carbonate. Regarding the shape of the sound-absorber sheet, it was found that Type C with its greatest contact surface best absorbed sound. With reference to sounds of various frequencies, it was found that at low, medium, and high frequencies, the amount of surface at 1.5 phr. best absorbed sound. An increase in the thickness of sound-absorber sheet increased sound absorbency at all low, medium, and high frequencies. In applying a filler at low and high frequencies, silica absorbed sound very well. But at medium frequency, black soot effectively absorbed sound. Regarding the shape of sound-absorber sheet, Type C best absorbed sound at all the levels of frequency. Therefore, it can be concluded from this study that natural rubber can be used as sound-absorber sheet. In particular at high frequency, the sound-absorber sheet from natural rubber absorbed sound best by using silica as filler. An increase in the thickness and contact surface of the sound-absorber sheet could add to the sound capacity.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์
จรัญ พุ่มนง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยซึ่งให้คำปรึกษาในการปฏิบัติงานและช่วยแก้ไขรายงานวิจัย
เสมอมา

ขอบคุณอาจารย์ วัชรินทร์ สายน้ำใส และอาจารย์ พลพัฒน์ รวมเจริญ ที่ช่วยแก้ไขราย
งานวิจัย

ขอบคุณอาจารย์ เสาวนิตย์ ชอบบุญ และอาจารย์ ธนพงศ์ พันธุ์ทอง ที่ให้ความอนุเคราะห์
ในการใช้เครื่องมือในการทดสอบพร้อมทั้งแนะนำวิธีการใช้เครื่องมือ

ขอบคุณบริษัท บีเทค อินดัสทรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ นำยางชั้น 60 % HA ในการเป็น
วัตถุดิบในการทำการวิจัย

ขอบคุณสำนักวิจัย ที่ได้อนุเคราะห์ทุนวิจัยเพื่อใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

ขอบคุณนักศึกษาและเจ้าหน้าที่ใน โปรแกรมวิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ทุกท่านที่
ให้กำลังใจและความช่วยเหลือทำให้งานวิจัยสำเร็จราบรื่นเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอเป็นสิ่งบูชาพระคุณบิดา
มารดา ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกๆ ท่านที่ให้การสนับสนุน เป็นกำลังใจ และให้การอบรม สั
งสอนแก่ผู้วิจัยเสมอมา

สุเพ็ญรัตน์ สุวรรณรักษา

อาสามัค คอเถาะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
Abstract.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
รายการภาพประกอบ.....	(10)
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตและวิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2 ทฤษฎี.....	4
2.1 บทนำ.....	4
2.2 นิยามศัพท์เกี่ยวกับเสียง.....	4
2.3 ลักษณะของเสียงประกอบด้วย.....	5
2.3.1 คลื่นเสียง.....	5
2.3.2 เสียงหุ้มเสียงแหลม.....	6
2.3.3 ความเข้มข้นเสียง.....	6
2.3.4 ความดังของเสียง.....	6
2.4 ลักษณะของเสียงแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ.....	7
2.4.1 ความถี่.....	7
2.4.2 ความดัง.....	7
2.5 องค์ประกอบที่ทำให้เสียงเป็นพิษและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ.....	8
2.5.1 ระดับเสียง.....	8
2.5.2 ความเข้มของเสียง.....	9
	(6)

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.6 เทคนิคที่ใช้ในการควบคุมมลพิษทางเสียง.....	9
2.6.1 การลดระดับเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียง.....	9
2.6.2 การลดระดับเสียงโดยใช้วัสดุดูดกลืนเสียง.....	10
2.6.3 การลดระดับเสียงภายในห้อง.....	18
2.7 ฟองยาง.....	18
2.8 เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	19
3 วิธีการวิจัย.....	22
3.1 วัสดุ.....	22
3.2 อุปกรณ์.....	23
3.3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	24
3.3.1 การเตรียมสารเคมี.....	24
3.3.2 ศึกษาการทำแผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติ.....	27
3.3.3 ศึกษาอิทธิพลขนาดของรูพรุน.....	31
3.3.4 ศึกษาอิทธิพลความหนาของแผ่นดูดซับเสียง.....	32
3.3.5 ศึกษาอิทธิพลของแบบแผ่นดูดซับเสียง.....	32
3.3.6 ศึกษาอิทธิพลของสารตัวเติม.....	34
4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	35
4.1 การทำแผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติ.....	35
4.2 ผลจากการศึกษาอิทธิพลของขนาดรูพรุน.....	37
4.3 อิทธิพลความหนาของแผ่นดูดซับเสียง.....	46
4.4 อิทธิพลของการใช้สารตัวเติมของแผ่นดูดซับเสียง.....	50
4.5 อิทธิพลของแบบของแผ่นดูดซับเสียง.....	58
5 สรุปผลการทดลอง.....	62
บรรณานุกรม.....	63
ภาคผนวก.....	65

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ก.....	66
ภาคผนวก ข.....	75
ภาคผนวก ค.....	77
ภาคผนวก ง.....	78
ภาคผนวก จ.....	79



รายการภาพประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างรูปแบบแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ ที่ได้ผลิตขึ้นในทางอุตสาหกรรม.....	10
2.2 ตัวอย่างการติดแผ่นดูดซับเสียงในห้องประชุม.....	11
2.3 ตัวอย่างการติดแผ่นดูดซับเสียงในห้องรับแขก.....	11
2.4 ตัวอย่างการติดแผ่นดูดซับเสียงในห้องนั่งเล่น.....	11
2.5 แผ่นดูดซับเสียงที่ทำจากอะลูมิเนียมและพอลิโพรพิลีน.....	12
2.6 แผ่นดูดซับเสียงที่ทำจากมีลามีน โฟมพร้อมกับมีแผ่นบางๆของอะลูมิเนียม ติดผิวหน้า.....	12
2.7 แผ่นดูดซับเสียงที่ทำจากมีลามีน โฟมพร้อมกับมีแผ่นของพอลิยูรีเทนติดผิวหน้า...	13
2.8 แผ่นดูดซับเสียงที่ทำจากมีลามีน โฟมซึ่งใช้ประโยชน์ได้สูงที่อุณหภูมิ 204 องศาเซลเซียส.....	13
2.9 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับมีผิวขนของแผ่นพอลิยูรีเทน ติดผิวหน้า.....	14
2.10 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับแผ่นกับแผ่น ไวนิลที่เจาะรู ติดผิวหน้า.....	14
2.11 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับเสริมสีดำของแผ่น ไวนิลติดผิวหน้า..	15
2.12 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับแผ่น Tedlar สีเทาติดผิวหน้า.....	15
2.13 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับแผ่นพอลิเอสเทอร์ติดผิวหน้า...	16
2.14 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับแผ่นพอลิยูรีเทนติดผิวหน้า.....	16
2.15 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเทอร์พร้อมกับสีดำของแผ่นพอลิยูรีเทนติดผิวหน้า..	17
3.1 แผนภาพขั้นตอนการผลิตพองยาง.....	29
3.2 แผนภาพการทดสอบแผ่นดูดซับเสียง.....	30
3.3 ตัวอย่างชิ้นทดสอบแบบต่างๆ.....	33
4.1 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียง.....	35
4.2 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ความถี่ต่างๆ....	36
4.3 ขนาดรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่ปริมาณสารลดแรงตึงผิวต่างๆ.....	37
4.4 เปอร์เซ็นต์ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่ปริมาณสารลดแรงตึงผิวต่างๆ.....	37
4.5 ขนาดรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียง.....	38

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสาร ลดแรงดิ่งผิวต่างกัน.....	39
4.7 เปอร์เซ็นต์ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรปริมาณสารลดแรงดิ่งผิว.....	40
4.8 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียงที่ความดิ่ง 46 เดซิเบลที่แปรปริมาณสารลดแรงดิ่งผิว..	41
4.9 ขนาดรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่ปริมาณสารลดแรงดิ่งผิวต่างๆ.....	42
4.10 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียงที่ความดิ่ง 46 เดซิเบลที่ปริมาณสารลดแรงดิ่งผิวต่างๆ..	42
4.11 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสาร ลดแรงดิ่งผิวต่างกันที่ความถี่ต่างๆ.....	43
4.12 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสาร ลดแรงดิ่งผิวต่างกันที่ความถี่ 20 เฮิร์ต.....	44
4.13 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสาร ลดแรงดิ่งผิวต่างกันที่ความถี่ 900 เฮิร์ต.....	44
4.14 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสาร ลดแรงดิ่งผิวต่างกันที่ความถี่ 20,000 เฮิร์ต.....	45
4.15 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ความหนาต่างๆ..	46
4.16 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ที่ความถี่ต่างๆของแผ่นดูดซับเสียง ที่ความ หนาต่างกัน.....	47
4.17 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ความหนาต่างกันที่ ความถี่ 60 เฮิร์ต.....	48
4.18 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ความหนาต่างกันที่ ความถี่ 700 เฮิร์ต.....	48
4.19 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ความหนาต่างกันที่ ความถี่ 20,000 เฮิร์ต.....	49
4.20 ขนาดรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้สารตัวเติมต่างกัน.....	50
4.21 เปอร์เซ็นต์ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้สารตัวเติมต่างกัน.....	50
4.22 ขนาดรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียง.....	51

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ในปัจจุบันนี้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ต้องมีความสัมพันธ์กับเสียงอยู่ตลอดเวลา เช่น เสียงพูด เสียงสัญญาณการติดต่อ เสียงดนตรี ซึ่งในโลกของวิวัฒนาการ การเพิ่มประชากร และการเติบโตด้านอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ได้ก่อให้เกิดแนวโน้มของการพัฒนาเครื่องจักรกล ตลอดจนถึงอำนวยความสะดวกอย่างมากมาย ซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้เพิ่มปริมาณและความดังเสียงมากขึ้นทุกที จนกระทั่งเป็นเสียงที่ดังเสียงเกินความต้องการของมนุษย์ และเกิดปัญหาขึ้น เช่นเสียงที่เกิดจากรถยนต์ เครื่องยนต์ เครื่องบิน เครื่องจักร

มลพิษทางเสียงและเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมชนิดหนึ่ง ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่นๆ บุคคลโดยทั่วไปมักไม่เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาทางเสียง ทั้งนี้เพราะมลพิษทางเสียงไม่แสดงให้เห็นอย่างรุนแรงในทันทีทันใด แต่ถ้าพิจารณากันแล้ว มลพิษทางเสียงเริ่มมีบทบาทมากขึ้นทุกขณะตามความเจริญอย่างรวดเร็วของวิวัฒนาการทางเทคโนโลยี สังเกตได้จากผู้ป่วยที่เพิ่มมากขึ้น เช่น หูตึง หูหนวก ซึ่งผู้ป่วยส่วนมากเป็นบุคคลที่คลุกคลีอยู่กับการได้รับฟังเสียงดังมากเกินไปในระยะเวลาอันยาวนาน ผลที่เกิดจากเสียงนั้นก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน และมีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศด้วย

องค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้ว่า เสียงที่เป็นอันตราย คือ เสียงที่มีความดังเกินกว่า 85 เดซิเบล (เอ) ที่ทุกๆความถี่เสียง อันตรายของเสียงอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. อันตรายของเสียงต่อระบบการได้ยิน ส่วนใหญ่เป็นอันตรายที่เกิดกับหูในอวัยวะรับเสียงส่วนที่อยู่ในกระดูกก้นหอย (Cochlea) ซึ่งเป็นอวัยวะที่ละเอียดอ่อนและเปราะบางมากจะมีการเคลื่อนไหวสั่นสะเทือนอยู่ตลอดเวลาที่ได้ยินเสียงหรือเมื่อคลื่นเสียงมากระทบไม่ว่าเสียงนั้นจะดังหรือค่อย เสียงยิ่งดังมากก็จะยิ่งทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของอวัยวะรับเสียงมากขึ้น อันเป็นเหตุ

ให้เกิดการฉีกขาดของเนื้อเยื่อ หรือเกิดการทำลายเซลล์ประสาทและปลายประสาท ทำให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยินของคนสามารถจำแนกได้

- ทำให้เกิดหูตึงหรือหูอื้อชั่วคราว ภาวะรับเสียงเสียการที่ทำงานโดยชั่วคราว เนื่องจากเสียงที่ดังนั้นยังไม่ดังมากพอหรือนานพอที่จะทำให้เกิดการทำลายของปลายประสาทและเซลล์ประสาทอย่างถาวร ส่วนใหญ่จะทำให้เกิดการผิดปกติในส่วน ของ Cochlea

- ผลถาวรต่อระบบการได้ยิน การเกิดผลเสียต่อระบบการได้ยินนั้น ส่วนใหญ่เป็นระบบการเสียการได้ยินจากงานอาชีพ ผลจากการทำงานในที่เสียงดังมากๆจะทำให้การได้ยินเสื่อมลง

2. อันตรายของเสียงต่อสุขภาพทั่วไปและต่อจิตใจ

- การรบกวนการนอนหลับ
- ความรำคาญจากเสียง อาจหมายถึงความรำคาญหูคหูใจ ไม่สบายใจ เสียงที่รบกวนส่วนใหญ่เป็นเสียงจากการจราจรของรถบนท้องถนน
- การรบกวนการทำงานและประสิทธิภาพของการทำงาน ส่วนใหญ่เป็นเสียงที่มีความหมาย เช่น เสียงขูด เสียงดนตรี เสียงกระดิ่ง
- การรบกวนการติดต่อสื่อสาร
- ผลต่อสุขภาพทั่วไป
- การป่วยทางร่างกาย เสียงที่ดังมีส่วนทำให้เกิดความตึงเครียดมากขึ้น ซึ่งอาจมีผล

ทำให้เกิดโรคทางกาย เช่น โรคต่อมไทรอยด์เป็นพิษ หรือโรคแผลในกระเพาะ

จากปัญหามลพิษทางด้านเสียง ทำให้ประเทศไทยต้องนำเข้าวัสดุอุดซับเสียงจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ซึ่งในปัจจุบันแผ่นดูดซับเสียงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจากพอลิเมอร์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งพอลิเมอร์ที่ใช้มีราคาค่อนข้างแพง ในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะทดลองนำยางธรรมชาติมาใช้แทนพอลิเมอร์ ซึ่งยางธรรมชาติเป็นยางที่มีราคาต่ำเพื่อสามารถลดต้นทุนของแผ่นดูดซับเสียงได้ ช่วยประหยัดเงินตราภายในประเทศ นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มการใช้งานของยางธรรมชาติซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจของไทย โดยยางธรรมชาติที่นำมาใช้นั้นจะทำให้อยู่ในรูปของยางฟองน้ำ มีลักษณะเป็นรูพรุนซึ่งเป็นลักษณะเด่นของแผ่นดูดซับเสียง มีผลทำให้ช่วยดูดซับเสียงที่เกิดขึ้นภายในห้องและยังช่วยลดระดับเสียงที่เกิดจากนอกห้องด้วย อีกทั้งยังช่วยลดเสียงสะท้อนที่เกิดขึ้นภายในห้องได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่ได้จากยางธรรมชาติในการลดระดับเสียงที่เกิดขึ้นรวมถึงการปรับสภาพเสียง

1.2.2 เพื่อศึกษาอิทธิพลของขนาดของรูพรุนที่อยู่ในแผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติที่มีผลต่อการดูดซับเสียง

1.2.3 เพื่อศึกษาอิทธิพลของความหนาและการออกแบบแผ่นดูดซับเสียงที่มีต่อสมบัติการดูดซับเสียง

1.2.4 เพื่อศึกษาการใช้สารตัวเติมอื่นเพิ่มเติมเพื่อปรับสมบัติการดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นการศึกษาการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติ ซึ่งอยู่ในรูปของยางฟองน้ำ และศึกษาอิทธิพลต่างๆที่มีผลต่อการดูดซับเสียง ได้แก่ ขนาดของรูพรุน ความเป็นรูพรุน ความหนา สารตัวเติมอื่นๆ และแบบของแผ่นดูดซับเสียง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1.4.1 สามารถสร้างแผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติเพื่อลดระดับเสียงที่เกิดขึ้น

1.4.2 ทราบถึงอิทธิพลของขนาดของรูพรุน และความเป็นรูพรุน ที่มีในแผ่นดูดซับเสียงต่อสมบัติการดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติ

1.4.3 ทราบถึงแบบและความหนาที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นดูดซับเสียงที่สามารถดูดซับเสียงได้ตามต้องการ

1.4.4 ทราบถึงอิทธิพลของสารตัวเติมลงในแผ่นดูดซับเสียงต่อการดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติ

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 บทนำ

เสียงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เกิดจากการสั่นสะเทือนของสสาร ทำให้เกิดแรงอัด (Compression) ในโมเลกุลของตัวกลางต่อเนื่องกันไปในลักษณะคลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับการเกิดคลื่นในน้ำ คือ มีช่วงอัดและช่วงขยายสลับกันไป เสียงจะเคลื่อนที่ไปได้ต้องมีตัวกลางสำหรับการกระจาย โดยทั่วไป ตัวกลางสำหรับการกระจายของคลื่นเสียง ได้แก่ อากาศ แต่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากจะยิ่งกระจายคลื่นเสียงได้ดี เช่น น้ำ จะเป็นตัวกลางกระจายคลื่นเสียงได้ดีกว่าอากาศ และพื้นดินจะกระจายคลื่นเสียงได้ดีกว่าน้ำ และในสุญญากาศเสียงไม่สามารถกระจายได้

มลพิษทางเสียง (Noise Pollution) เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องถึงผลกระทบของเสียงที่มีมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ทั้งทางด้านกายภาพต่อร่างกายมนุษย์และจิตใจ นอกจากนี้ยังมีความเกี่ยวข้องในผลกระทบทั้งสองด้าน การศึกษาวิชามลพิษทางเสียงจึงเป็นการศึกษาในหลายมุมมอง และผสมผสานผลกระทบด้านร่างกายและความรับรู้ทางด้านจิตใจของมนุษย์ในเวลาเดียวกัน แต่เนื่องจากมลพิษทางเสียง เป็นมลพิษที่ไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของพลังงาน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเสียงในด้านกายภาพเป็นพื้นฐาน เช่น ฟิสิกส์ของเสียง คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของพลังงาน เพื่อให้มีความเข้าใจ และสามารถควบคุมพลังงานเสียง อย่างถ่องแท้ และประสานผลประโยชน์จากพลังงานเสียงให้เกิดแก่สังคมมนุษย์มากที่สุด

2.2 นิยามศัพท์เกี่ยวกับเสียง

เสียง/เสียงที่ไม่รบกวน (Sound) หมายถึงเสียงที่เมื่อได้ยินแล้วไม่รู้สึกรบกวน เช่น เสียงดนตรี เสียงนกร้อง หรือ หมายถึงการแปรเปลี่ยนซึ่งเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่ยืดหยุ่นไปด้วยความเร็ว ซึ่งจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของตัวกลางนั้น

เสียงดังรบกวน (Noise) หมายถึงเสียงที่ได้ยินแล้วมีผลกระทบต่อสรีรวิทยา จิตใจและประสิทธิภาพในการทำงาน หรือหมายถึงเสียงที่ไม่พึงปรารถนา หรือเกินขีดความสามารถของโสตประสาทรับได้

มลพิษทางเสียง (Noise Pollution) หมายถึงภาวะแวดล้อมที่มีเสียงที่ไม่พึงปรารถนา รบกวนโสตประสาทจนได้รับอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์

ความถี่ของเสียง (Frequency of Sound) หมายถึงจำนวนการสั่นสะเทือนต่อวินาที (เฮิรตซ์, Hertz)

คลื่นเสียง (Wave of Sound) หมายถึงคลื่นตามความยาวซึ่งหูของมนุษย์สามารถได้ยิน เสียง มีความถี่ของเสียงตั้งแต่ประมาณ 20 เฮิรตซ์ ถึง 20,000 เฮิรตซ์

ความเข้มของคลื่นเสียง (Intensity of Sound) หมายถึงจำนวนพลังงานที่คลื่นพามาต่อหนึ่งหน่วยเวลาต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศของการเคลื่อนที่, วัดต่อตารางเซนติเมตร หรือ วัดต่อตารางเมตร

กำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง (Sound Power) หมายถึงพลังงานที่ถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิดเสียงผ่านเข้าสู่ตัวกลางต่อหนึ่งหน่วยเวลา

อินฟราซาวนด์ (Infrasound) หมายถึงเสียงที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยิน มีความถี่ของเสียงต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์

อัลตราซาวนด์ (Ultrasound) หมายถึงเสียงที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยิน มีความถี่ของเสียงสูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์

ชั้นของความถี่ (Octave Band) หมายถึงช่วงความถี่ของเสียง แบ่งออกเป็น 10 ช่วง ความเข้มของเสียงที่หูของมนุษย์ได้ยิน 10^{-12} วัดต่อตารางเมตร ถึง 1 วัดต่อตารางเมตร จึงใช้สเกลความเข้มเป็น ลอการิทึม (logarithms) มากกว่าการวัดแบบเรขาคณิตธรรมดา (พัฒนา, 2545)

2.3 ลักษณะของเสียงประกอบด้วย

2.3.1 คลื่นเสียง

คลื่นเสียง (Sound Wave) เกิดเมื่อมีการสั่นสะเทือนของสสาร ทำให้เกิดแรงอัดและขยายสลับกันไป ถ้าเกิดช่วงอัดและช่วงขยายอย่างละ 1 ครั้ง เรียกว่า 1 รอบ (Cycle) การเกิดแรงอัดและแรงขยายในอากาศ ก่อให้เกิดแรงเคลื่อนที่กอดันไปบนอากาศทำให้เกิดย่านความกดอากาศสูง และย่านความกดอากาศต่ำ เคลื่อนตัวออกไปจากแหล่งกำเนิด อัตราเร็วของเสียงในอากาศประมาณ 331.5 เมตรต่อวินาที ณ อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นอัตราเร็วของเสียงจะเพิ่มขึ้น ซึ่งจะประมาณ 0.6 เมตรต่อ 1 องศาเซลเซียส

2.3.2 เสียงทุ้มเสียงแหลม

เสียงทุ้มเสียงแหลมหรือระดับเสียง (Pitch) หมายถึงการเกิดเสียงทุ้มหรือเสียงแหลมซึ่งขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นเสียง เสียงแหลม คือ เสียงที่มีความถี่สูง เสียงทุ้ม คือ ความถี่ต่ำ เช่น เสียงไวโอลิน ความถี่ประมาณ 200-2,650 เฮิรตซ์ การวัดความถี่ของเสียงจะวัดเป็นจำนวนรอบของคลื่นเสียงต่อ 1 วินาที เสียงรบกวนที่เกิดขึ้นส่วนมากจะเป็นเสียงรวมที่เกิดขึ้นจากเสียงที่มีความถี่ต่างๆ หลายความถี่มารวมกัน ไม่ได้เกิดจากเสียงที่มีความถี่เดียว การวัดความถี่ของเสียงจะทำให้ทราบลักษณะการกระจายของระดับความดังของเสียงในแต่ละความถี่ได้ ซึ่งจะช่วยในการวางแผนควบคุมเสียง เครื่องมือวัดความถี่ของเสียงเรียกว่า “ เครื่องวิเคราะห์ความถี่ของเสียง (Frequency Analyzer) ”

2.3.3 ความเข้มของเสียง

ความเข้มของเสียง (Intensity of sound) หมายถึง อัตราจำนวนพลังงานเสียงซึ่งผ่านไปหนึ่งหน่วยพื้นที่ตามทิศทางเสียงเคลื่อนที่ไป เสียงกระจายออกมาจากจุดกำเนิดและเดินทางไปในตัวกลางแบบกระจายไปทุกทิศทางรอบจุดกำเนิด

2.3.4 ความดังของเสียง

ความดังของเสียง (Loudness) โดยทั่วไปความดังของเสียงขึ้นอยู่กับความรู้สึกในการรับฟังของผู้ฟัง ความรู้สึกทั่วไปจะรู้สึกว่าคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงจะดังกว่าคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำ แต่ทุกคนไม่มีความรู้สึกในการรับฟังเสียงทุกช่วงความถี่ ดังนั้นเสียงที่มีความถี่สูงในบางช่วงความถี่อาจรู้ว่ามีดังเหมือนเสียงที่มีความถี่ต่ำก็ได้ แม้ว่าความเข้มจะเท่ากัน การเพิ่มความเข้มของเสียงที่มีความถี่คงเดิม ทำให้เสียงดังขึ้น ดังนั้นความดังของเสียงจึงเพิ่มขึ้นตามความเข้มของเสียง

เครื่องบินซึ่งบินเร็วกว่าความเร็วของเสียงในอากาศ คือ มีความเร็วกว่า 760 ไมล์ต่อชั่วโมง หรือ 1,216 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะทำให้เกิดเสียงที่มีแรงอัดมากเรียกว่า “Sonic Boom” ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าการเปลี่ยนแปลงความกดดันของอากาศที่กระจายไปเมื่อเครื่องบินเคลื่อนที่ไปจึงอัดอากาศข้าง ๆ ทำให้เกิดคลื่นการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรง เกิดแรงอัดในอากาศเป็นอันมากและเกิดเสียงดังด้วย

หน่วยวัดความดังของเสียง วัดเป็น เดซิเบล (Decibel-dB) โดยเทียบกับระดับมาตรฐาน เสียงที่เป็นระดับเสียงมาตรฐานในระดับหูของคนปกติจะรับได้มีค่าระหว่าง 0-120 เดซิเบล ถือเป็นช่วงระดับเสียงจากค่าต่ำที่สุดที่คนเราจะได้ยินขึ้นไปจนถึงระดับที่ทำให้เกิดความเจ็บปวดในหูได้ ความดังของเสียงขึ้นอยู่กับผู้ที่ได้ยินว่าจะรู้สึกดังเกินกว่าที่เราจะฟังได้หรือไม่ ส่วนมากแล้วช่วงที่คนเราจะทนต่อเสียงได้สูงสุดประมาณ 3,500-4,000 รอบ

การวัดความดังของเสียง ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เครื่องวัดระดับเสียง สามารถวัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 40-140 เดซิเบล และมักจะสามารถวัดระดับเสียงได้ 3 ข่าย (Weighting Network) คือ ข่าย A B และ C แต่ที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ ข่าย A เพราะเป็นข่ายการวัดที่มีลักษณะการตอบสนองต่อเสียงที่คล้ายคลึงกับหูคน ดังนั้นจะเห็นมีการเขียนหน่วยของเสียงเป็น เดซิเบล (เอ) หรือ dB(A) การวัดความดังของเสียงจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ช่วยให้การวางแผนควบคุมมลพิษทางเสียงได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การตรวจสอบว่าบริเวณใดมีเสียงดังถึงขั้นอันตราย กระทำได้ดังนี้

1. ถ้ายืนพูดคุยกันในระยะห่างราว หนึ่งช่วงแขนแล้วไม่ได้ยิน หรือไม่เข้าใจกัน แสดงว่าบริเวณนั้นมีเสียงดังถึงขั้นอันตราย
2. ใช้เครื่องวัดระดับเสียงตรวจบริเวณนั้น เป็นค่า เดซิเบล หรือ เดซิเบลเอ องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (HPA) ได้สรุปว่า ผู้ที่รับเสียงดัง ตลอด 24 ชั่วโมง เฉลี่ยเกิน 70 เดซิเบล จะกลายเป็นคนหูตึงในเวลา 40 ปี (ไชยยุทธ, 2542)

2.4 ลักษณะของเสียงแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

2.4.1 ความถี่ ซึ่งจะบอกความสูงต่ำของเสียง วัดจากจำนวนคลื่นของเสียงที่ผ่านอากาศในหนึ่งหน่วยเวลา เช่น ต่อ 1 วินาที เรียกว่า Hertz (เฮิร์ตซ์) หรือ Hz แต่ความถี่ที่ดีที่สุดสำหรับหูมนุษย์อยู่ระหว่าง 2,000-4,000 Hz แต่ความถี่ที่สามารถได้ยิน อยู่ระหว่าง 16,000-20,000 Hz เสียงที่ต่ำมากเช่น 20 Hz บางคนอาจไม่ได้ยิน และที่สูงมากก็อาจไม่ได้ยินเช่นกัน หรือทำให้ปวดหู (ปราณี , 2538)

2.4.2 ความดัง หรือขนาดของเสียงขึ้นอยู่กับความดันอากาศอันเกิดจากพลังงานของเสียง นิยมวัดเป็น เดซิเบล (Decibel) หรือ db เสียงดังอาจทำให้กระจกหน้าต่างแตกได้ เพราะความดันของอากาศจากพลังของเสียง เช่นเวลาเครื่องบินบินผ่านจะรู้สึกที่บ้านสั่น

หน่วยวัด db เป็นหน่วยที่เปรียบเทียบกับเสียงที่มนุษย์ได้ยินที่นิยมใช้กันเป็น dbA ซึ่งมีการถ่วงน้ำหนักความถี่ต่าง ๆ ให้เข้ากับการได้ยินของมนุษย์มากที่สุดคือ

- 0 db เป็นเสียงเบาที่สุด
- 10 db เป็นเสียงที่มีความดัง 10 เท่าของ 0 db
- 20 db เป็นเสียงที่มีความดัง $10 \times 10 = 100$ เท่าของ 0 db (ไม่ใช่ 20 เท่า)

ตามปกติเสียงที่มีความดังเกิน 75 db เป็นเสียงที่ควรหลีกเลี่ยงหรือป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อระบบประสาทหู เสียงดังระดับ 130 db จะทำให้เกิดอาการปวดหูได้

กิจกรรมต่างๆและขนาดของเสียงมีดังนี้

ความดัง(db)	กิจกรรม
10	เสียงกระซิบแผ่วๆ
20	เสียงสนทนาเบาๆ
30	เสียงสนทนาตามปกติ
40	เสียงการจราจรเบาๆ
50	เสียงพิมพ์ดีด เสียงสนทนาดังๆ
60	เสียงในสำนักงานที่วุ่นวาย
70-90	เสียงการจราจรตามปกติ รถไฟ เครื่องจักร
100	เสียงเจาะชุดถนน เครื่องกลึง เครื่องปั้น
120	เสียงเรือหางยาว
140	เสียงเครื่องบิน

เสียงในโรงงานในอุตสาหกรรมทั่วไป จะดังประมาณ 70-90 db (ศิริกัลยา และคณะ , 2541)

2.5 องค์ประกอบที่ทำให้เสียงเป็นพิษและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

โดยปกติหูของคนสามารถได้ยินเสียงในระดับความถี่ระหว่าง 20-20,000 เฮิรตซ์ เสียงที่เราพูดคุยกันระหว่าง 500-4,000 เฮิรตซ์ ถ้าหูได้ยินเสียงดังเกินไปอาจทำให้การได้ยินเสื่อมสมรรถภาพ ซึ่งนอกจากความดังของเสียงแล้ว ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ที่ทำให้เสียงเกิดอันตรายต่อหูและสุขภาพโดยทั่วไป ดังต่อไปนี้

2.5.1 ระดับเสียง

ระดับเสียง คือ เสียงที่หูได้ยินทั้งหมด หมายถึง ความถี่ของเสียงซึ่งถ้าเสียงมีความถี่สูงจะเป็นเสียงแหลม ถ้าความถี่ต่ำจะเป็นเสียงทุ้ม ตัวอย่างเช่น

0-16	เฮิรตซ์ เสียงทุ้ม
20,000	เฮิรตซ์ขึ้นไป จะเป็นเสียงแหลม
20-20,000	เฮิรตซ์ หูคนเราจะได้ยิน
4,000	เฮิรตซ์ ถ้าได้ยินประจำหูจะเสื่อม
1,500	เฮิรตซ์ เรียกว่า อัลตราโซนิคส์ซาวด์

จากการศึกษาปัญหาการได้ยินของคนในโรงงานน้ำตาล พบว่า คนในโรงงานน้ำตาลส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 85 สูญเสียการได้ยินที่ระดับความถี่สูง และประมาณร้อยละ 5 เท่านั้น ที่สูญเสียการได้ยินที่ระดับความถี่ต่ำกว่า 2,000 เฮิรตซ์

2.5.2 ความเข้มของเสียง

ความเข้มของเสียง หมายถึง ปริมาณของพลังงานเสียงที่เคลื่อนที่ผ่านหนึ่งหน่วยพื้นที่ ไปต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งถ้าหากเพิ่มพลังงานในพื้นที่เท่าเดิมก็จะทำให้เกิดความเข้มของเสียงมากยิ่งขึ้น การมีความเข้มของเสียงมากจะทำให้เสียงมีความดังมาก (Pressure of Sound) หน่วยวัดความเข้มของเสียง เรียกว่า เดซิเบล (Decibel dB)

เสียงที่ดังเกินกว่า 85 เดซิเบล นับว่าเป็นเสียงอันตราย องค์การอนามัยโลกกำหนดให้คนทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม 8 ชั่วโมง จะต้องมีความดังเสียงไม่เกิน 85 เดซิเบล ทุกความถี่สัมผัส เสียงดังขนาดต่าง ๆ ที่ควรทราบมีดังนี้

เสียงดัง 60 เดซิเบล เสียงสนทนา

เสียงดัง 140 เดซิเบล ทำให้ปวดหู

เสียงดัง 160 เดซิเบล ทำให้แก้วหูทะลุได้

ความดังของเสียงจะเป็นองค์ประกอบที่อันตรายมาก เพราะถ้าเสียงดังมาก จะยิ่งอันตรายมาก โดยเฉพาะอันตรายกับหู จากการศึกษาค้นคว้าปัญหาสูญเสียการได้ยินของคนในโรงงานน้ำตาล พบว่าคนงานกลุ่มที่สัมผัสเสียงดัง สูญเสียการได้ยินประมาณร้อยละ 44 ในขณะที่ตรวจพบสภาพการได้ยินปกติ ในกลุ่มคนงานไม่สัมผัสเสียงดังจะสูญเสียการได้ยินประมาณร้อยละ 20 เท่านั้น จะเห็นได้ว่าคนงานที่สัมผัสเสียงดังมีโอกาสสูญเสียการได้ยินมากกว่าคนงานที่ไม่สัมผัสเสียงดัง (ไชยยุทธ , 2542)

2.6 เทคนิคที่ใช้ในการควบคุมมลพิษทางเสียง

2.6.1 การลดระดับเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียง

โดยหลักการแล้วการควบคุมแก้ไขเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงเป็นวิธีที่ควรดำเนินการก่อน วิธีอื่นๆ เพราะเป็นวิธีที่ประหยัดกว่าวิธีอื่นๆ ในการที่จะลดเสียงจากแหล่งกำเนิดนั้นจำเป็นต้องพิจารณา ขั้นตอนของวิธีการปฏิบัติงานและกระบวนการทำงานในการลดระดับเสียงดังตัวอย่างต่อไปนี้

- ปรับปรุงกระบวนการทำงานหรือวิธีการทำงานที่มีเสียงดังด้วยวิธีการที่เงียบกว่าแต่มีประสิทธิภาพในการทำงานได้เท่าเดิมหรือดีกว่า เช่น การใช้วิธีการเชื่อมแทนการตอก

- การออกแบบแก้ไขบางจุดที่แหล่งกำเนิดเสียงที่ทำให้เกิดเสียงดัง เช่นบริเวณที่โลหะกับโลหะสัมผัสกัน โดยการปรับปรุงลดเสียงดัง โดยใช้แผ่นยางรองรับหรือใช้พลาสติกแทน
- พิจารณาแก้ไขบางส่วนของเครื่องจักรที่ก่อให้เกิดเสียงดัง แทนที่จะแก้ไขทั้งหมดด้วยการบุด้วยวัสดุลดเสียง การใช้วัสดุลดความสั่นสะเทือน
- แยกเครื่องจักรที่ก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนหรือก่อให้เกิดเสียงดังออกไปต่างหาก

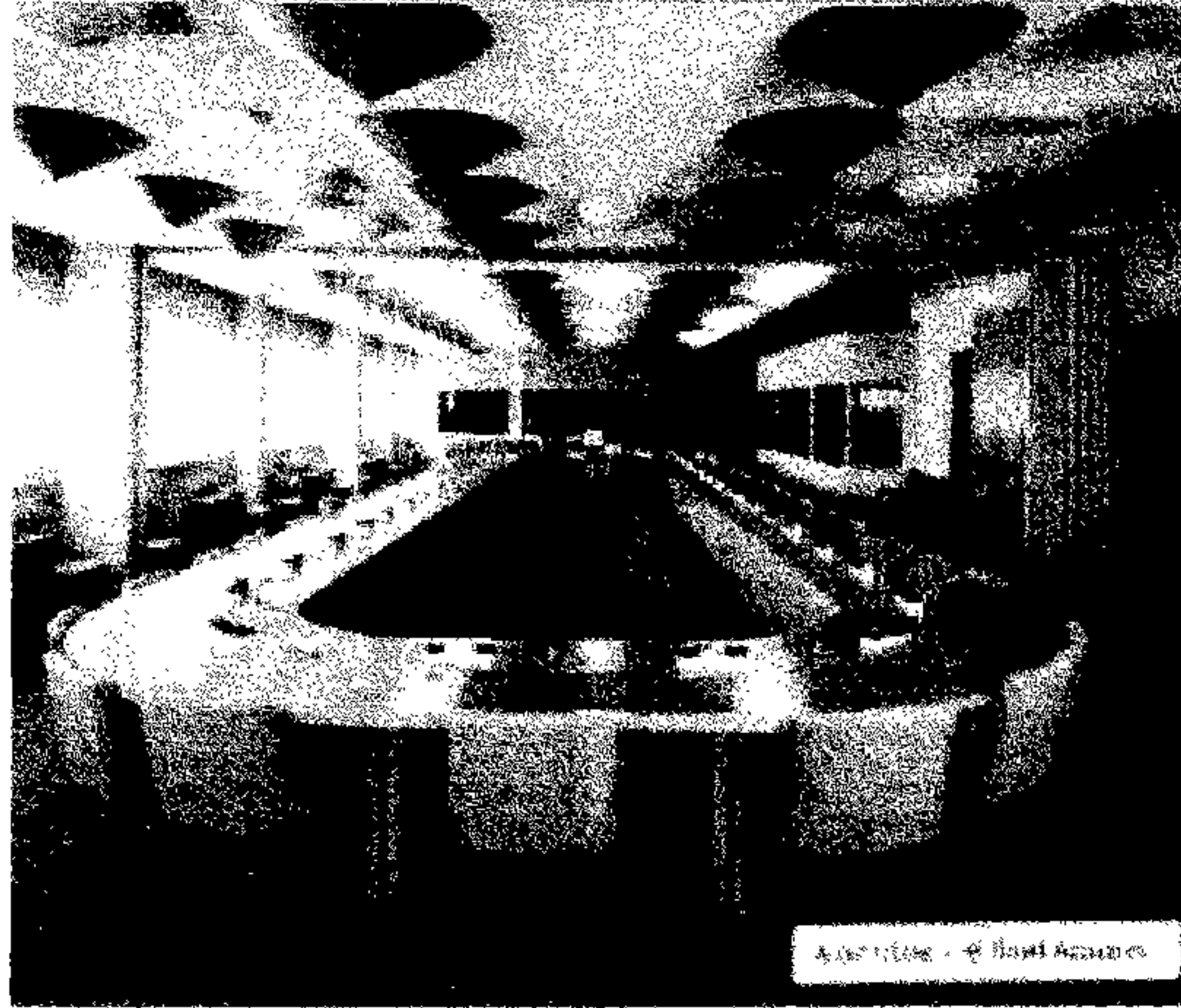
2.6.2 การลดระดับเสียงโดยใช้วัสดุดูดกลืนเสียง

2.6.2.1 วัสดุดูดกลืนเสียง การนำวัสดุดูดกลืนเสียงมาใช้จะลดเสียงได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของการนำวัสดุมาบุผนังในการใช้งาน (ศิริกัลยาและคณะ,2541)



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างรูปแบบแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ที่ได้ผลิตขึ้นในทางอุตสาหกรรม

ซึ่งแผ่นดูดซับเสียงนี้จะสามารถดูดซับเสียงได้ภายในห้องรวมทั้งป้องกันเสียงสะท้อน สามารถดูดซับเสียงได้ดีทั้งทั้งเสียงพูด เสียงดนตรี รวมทั้งเสียงที่มีความถี่สูงๆ สามารถที่จะติดตั้งไว้ในห้องประชุม สำนักงาน ห้องเรียน ภัตตาคาร โรงอาหาร โรงภาพยนตร์ และอื่นๆ ตัวอย่างการติดแผ่นดูดซับเสียงในห้อง



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการติดตั้งคูดซับเสียงในห้องประชุม

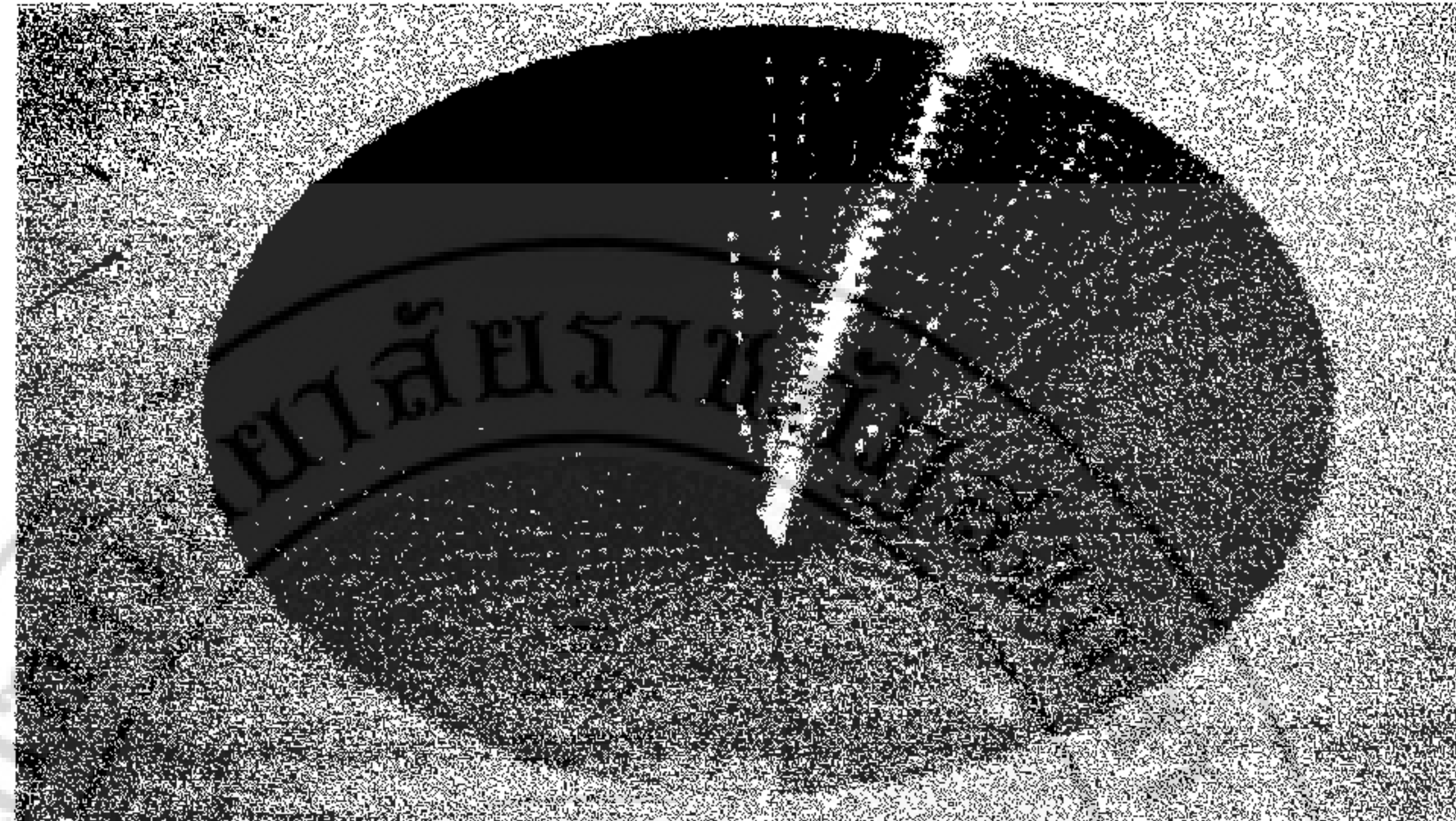


รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการติดตั้งคูดซับเสียงในห้องรับแขก



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการติดตั้งคูดซับเสียงในห้องนั่งเล่น

แผ่นดูดซับเสียงนี้เป็นวัสดุที่ไม่ไวไฟ ทำจากอะลูมิเนียมและพอลิโพรพิลีน ซึ่งออกแบบเป็นรูปทรงกรวย เส้นผ่าศูนย์กลาง 83 เซนติเมตร สูง 23 เซนติเมตร น้ำหนัก 650 กรัม พื้นที่ 0.54 ตารางเมตร ประกอบด้วย 3 ส่วน บริเวณแนวราบของกรวยจะเป็นรูกลวง สามารถติดตั้งได้ง่ายบนเพดาน



รูปที่ 2.5 แผ่นดูดซับเสียงที่ทำจากอะลูมิเนียมและพอลิโพรพิลีน (G. Mario, 2004)

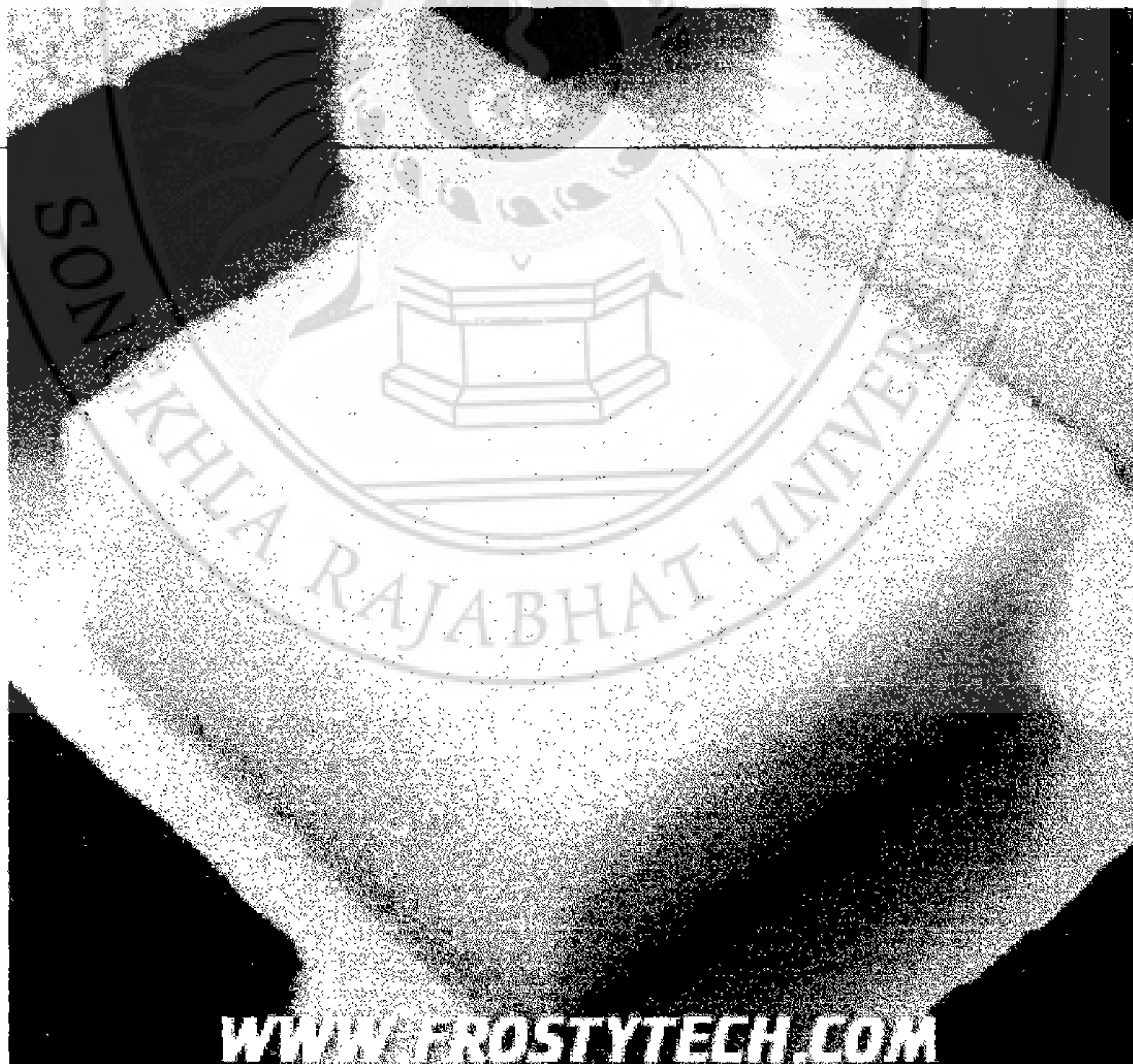
ซึ่งในทางการค้าได้ทำการผลิต โฟมของวัสดุต่างๆเพื่อใช้ประโยชน์ในการดูดซับเสียง เช่น



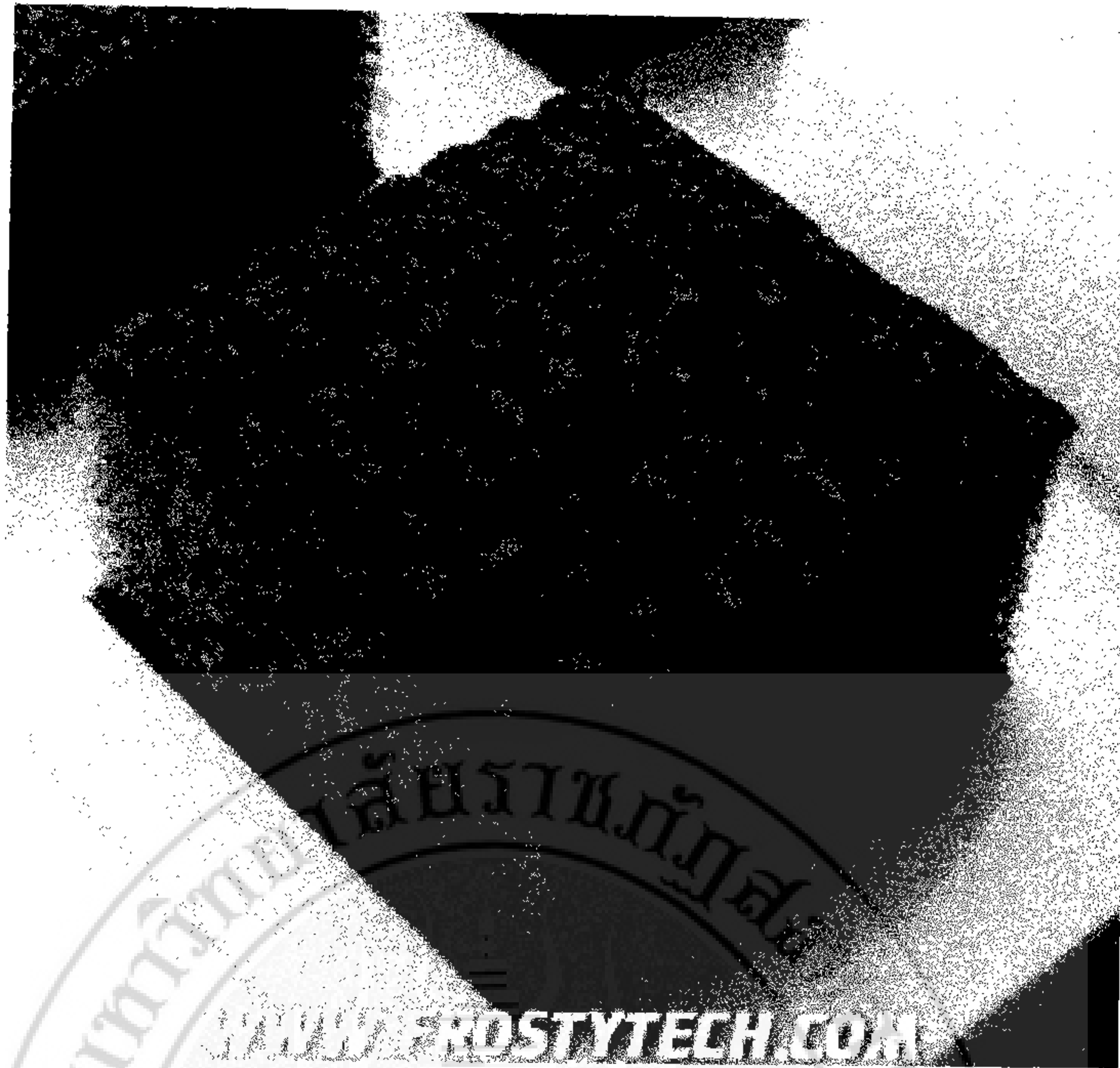
รูปที่ 2.6 แผ่นดูดซับเสียงที่ทำจากมิลามีน โฟมพร้อมกับมีแผ่นบางๆของอะลูมิเนียมติดผิวหน้า



รูปที่ 2.7 แผ่นดูดซับเสียงที่ทำจากมิลามีน โฟมพร้อมกับมีแผ่นของพอลิยูรีเทนติดผิวหน้า



รูปที่ 2.8 แผ่นดูดซับเสียงที่ทำจากมิลามีน โฟมซึ่งใช้ประโยชน์ได้สูงที่อุณหภูมิ 204 องศาเซลเซียส



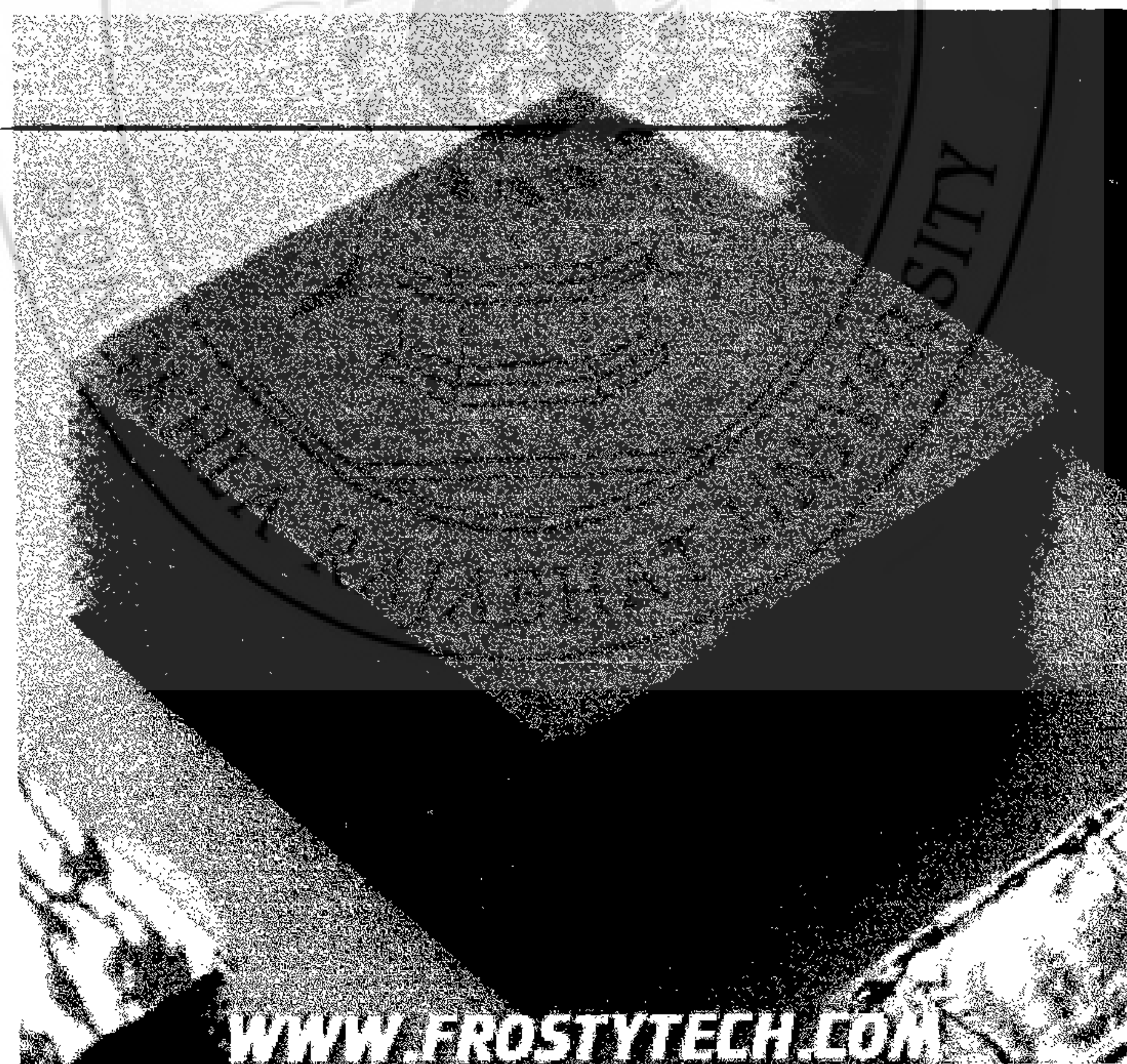
รูปที่ 2.9 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเตอร์พร้อมกับมีฟิวเจอร์ของแผ่นพอลิยูรีเทนติดผิวหน้า



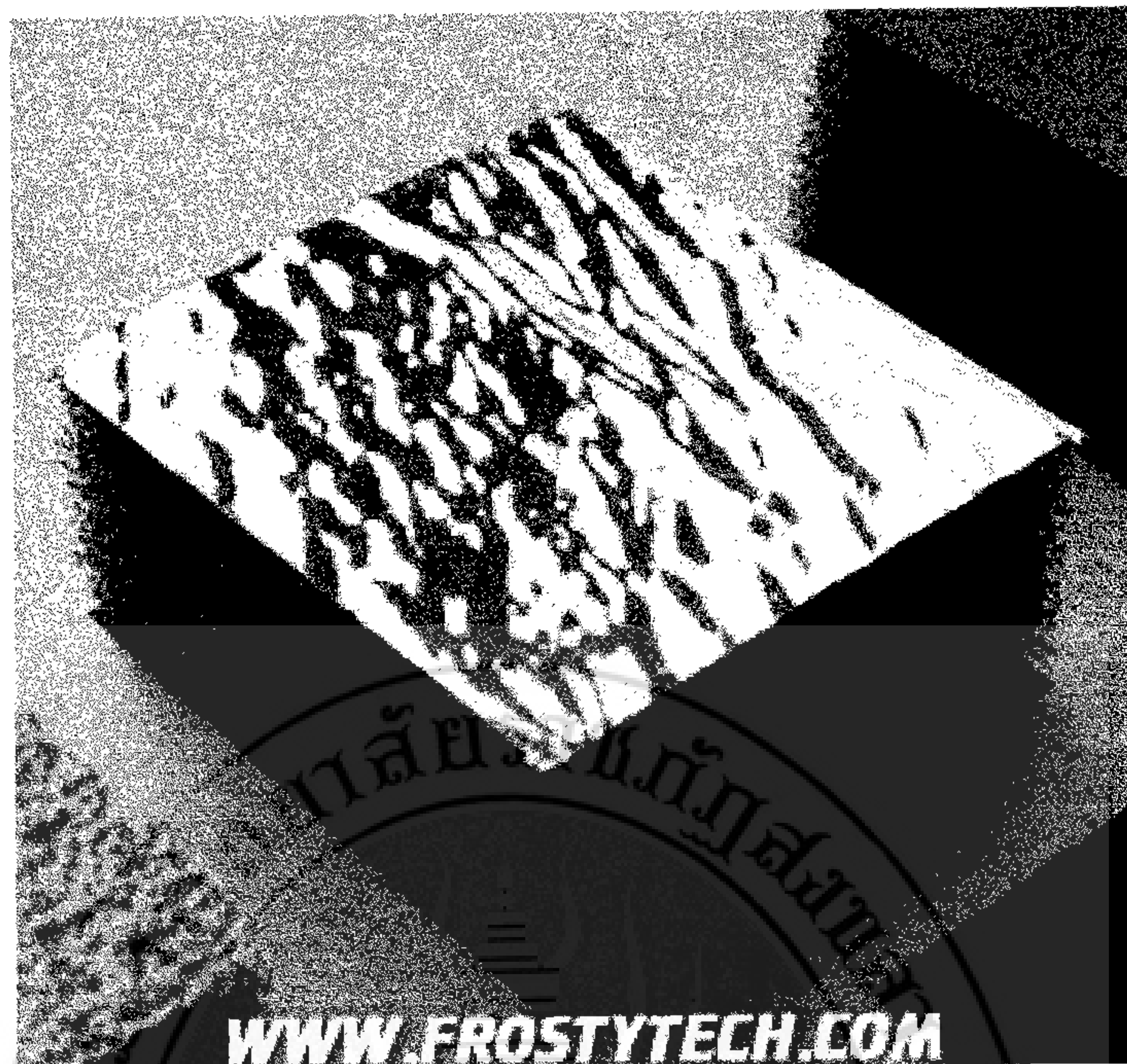
รูปที่ 2.10 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเตอร์พร้อมกับแผ่นกับแผ่นไวนิลที่เจาะรูติดผิวหน้า



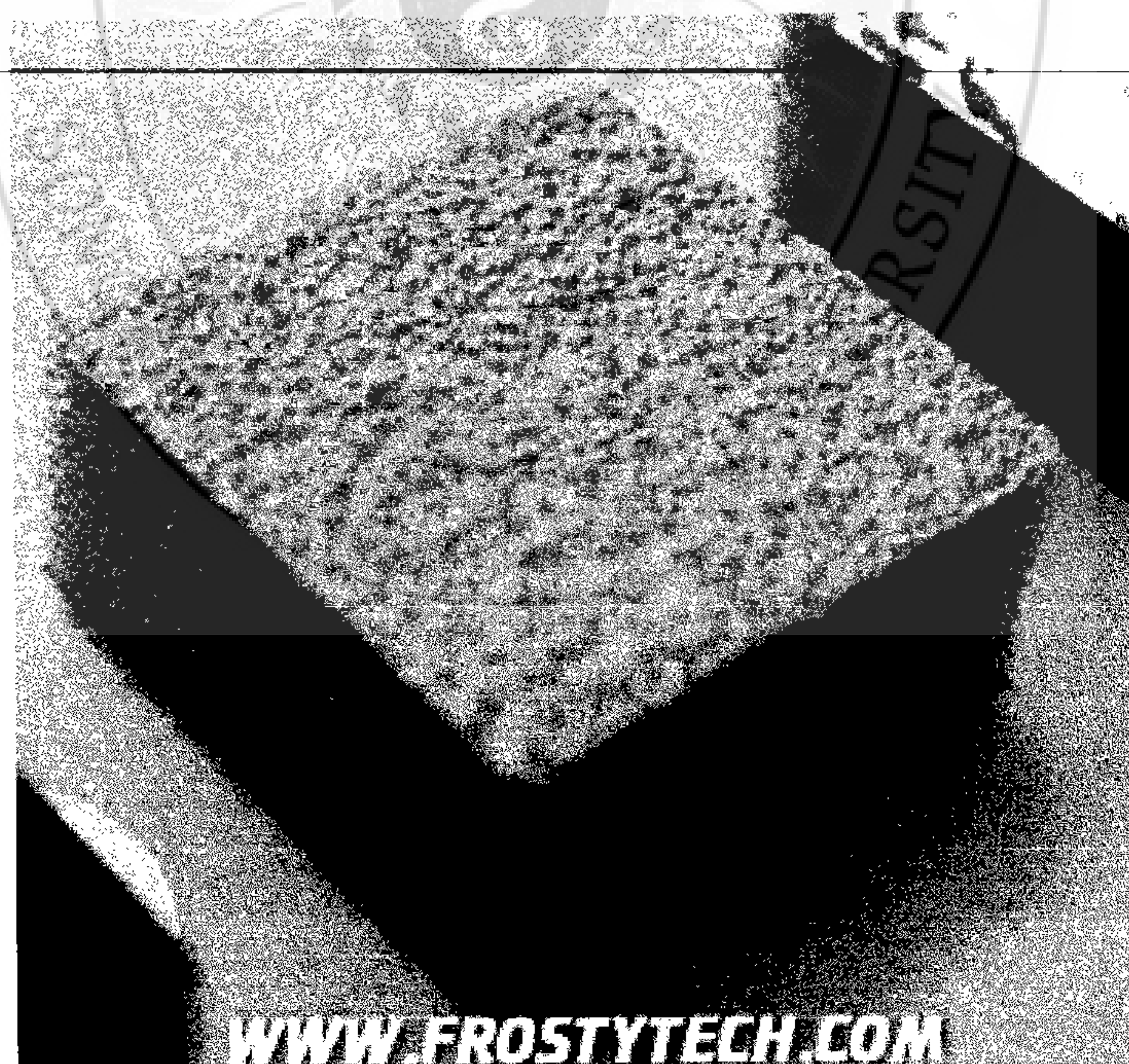
รูปที่ 2.11 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเตอร์พร้อมกับเสริมสีดำของแผ่นไวนิลติดผิวหน้า



รูปที่ 2.12 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเตอร์พร้อมกับแผ่น Tedlar สีเทาติดผิวหน้า



รูปที่ 2.13 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเตอร์พร้อมกับแผ่นพอลิเอสเตอร์ติดผิวหน้า



รูปที่ 2.14 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเตอร์พร้อมกับแผ่นพอลิยูรีเทนติดผิวหน้า



รูปที่ 2.15 แผ่นดูดซับเสียงชนิดของพอลิเอสเตอร์พร้อมกับสีคำของแผ่นพอลิยูรีเทนติดผิวหน้า (www.FROSTYTECH.COM)

โดยทั่วไปการนำเอาวัสดุดูดกลืนเสียงมาใช้บุผนังต่างๆ ที่ใช้งาน ซึ่งโดยทั่วไปการนำเอาวัสดุดูดกลืนเสียงมาใช้บุผนังต่างๆ ที่ใช้งานแบ่งเป็น 4 ลักษณะคือ

- ลักษณะการบุผนังประเภทที่ 1

เป็นการนำเอาแผ่นวัสดุที่เป็นรูที่ใช้ดูดกลืนเสียงมาใช้บุผนังที่บึงแข็งแรงโดยให้ส่วนที่เป็นรูพรุนอยู่ด้านนอก เมื่อเสียงเดินเข้ามาในแผ่นวัสดุที่มีรูพรุนก็จะเดินทางผ่านช่องอากาศเล็กๆ ภายในทำให้เกิดแรงเสียดทานของอากาศภายใน ขณะที่อยู่ภายในช่วงรูพรุนมีการเคลื่อนที่ก็จะทำให้เส้นใยที่เป็นส่วนประกอบของวัสดุภายในมีการเคลื่อนไหวสั่นสะเทือนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากพลังงานเสียงเป็นพลังงานความร้อน นั่นคือทำให้ระดับเสียงลดลงลักษณะการบุผนังประเภทนี้จะช่วยลดเสียงได้กับเสียงที่มีความถี่สูง

- ลักษณะการบุผนังประเภทที่ 2

เป็นการนำเอาแผ่นวัสดุที่มีรูพรุนมาบุกับผนังที่บึงแต่เว้นให้มีช่องอากาศ ซึ่งลักษณะการบุผนังแบบนี้จะช่วยดูดกลืนเสียงที่มีความถี่สูงและความถี่ปานกลางได้ดี

- ลักษณะการบุผนังประเภทที่ 3

เป็นการนำแผ่นวัสดุที่เจาะเป็นช่องมาวางทับแผ่นวัสดุที่มีรูพรุน และเว้นให้มีช่องอากาศระหว่างแผ่นวัสดุรูพรุนกับผนังที่บึกแข็ง เมื่ออากาศผ่านเข้ามาในช่องจะมีการเคลื่อนไหวเป็นลักษณะของการเกิด Resonance และลักษณะของการบุผนังแบบนี้จะช่วยดูดกลืนเสียงได้ในช่วงความถี่ต่ำและกลาง

- ลักษณะการบุผนังประเภทที่ 4

เป็นลักษณะเดียวกับประเภทที่ 3 แต่แผ่นวัสดุที่มีรูพรุนจะมีความหนามากกว่า ซึ่งลักษณะการบุผนังแบบนี้ จะช่วยดูดกลืนเสียงได้ดีในช่วงความถี่กลาง

2.6.3 การลดระดับเสียงภายในห้อง

เสียงที่เราได้ยินภายในห้องนั้น เป็นผลรวมจากเสียงที่เดินทางมาจากแหล่งกำเนิดเสียง โดยตรงกับเสียงที่มีการสะท้อนกลับไปมาภายในห้อง ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของระดับเสียงภายในห้อง จึงขึ้นอยู่กับพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง โดยตรงรวมกับพลังเสียงที่สะท้อนอยู่ภายในห้องนั้น ซึ่งเราสามารถลดระดับเสียงภายในห้องได้โดยการเพิ่มประสิทธิภาพของการดูดกลืนเสียงในห้องนั้น

2.6.4 การใช้ท่อระงับเสียง

2.6.5 การใช้วัสดุช่วยลดความสั่นสะเทือน (ศิริกัลยาและคณะ, 2541)

2.7 ฟองยาง

ฟองยางเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากน้ำยางโดยตรงมีลักษณะเป็นรูพรุน ประกอบด้วยเซลล์ของอากาศที่ต่อเนื่องติดต่อกันไป ผิวหน้าระบายอากาศออกได้ทำให้การถ่ายเทของอากาศจากฟองยางเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว (วัชรินทร์, 2545)

2.8 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

บุรฉัตร วิริยะ (2544) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของวัสดุพืชมและเส้นใยแก้วโดยการนำแผ่นวัสดุพืชมแห้งผสมเส้นซีเมนต์และแผ่นวัสดุ เส้นใยแก้วผสมซีเมนต์ ซึ่งตัวแปรหลักในการศึกษานี้ประกอบด้วย วัสดุพืชมแห้ง ได้แก่ ชานอ้อยและ กาบมะพร้าว, อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C ratio) 0.5, 0.6, 0.7 และ 0.8 ที่ ความหนาแผ่นวัสดุ 5, 7.5, และ 10 เซนติเมตร โดยแสดงผลการทดลองในรูปของ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง (NRC) และ ค่าการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่าน (TL) จากผลการศึกษาพบว่า วัสดุซีเมนต์ผสมเส้นใยแก้วและวัสดุ กาบมะพร้าวผสม เส้นใยแก้วมีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของระดับเสียงใกล้เคียงกัน คือมีค่าอยู่ใน ช่วง 0.4-0.7 ซึ่งเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการ ดูดซับเสียงได้ดี ในขณะที่แผ่น วัสดุชานอ้อยผสมซีเมนต์มีค่าอยู่ในช่วง 0.03-0.09 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.2 จึง สามารถสรุปได้ว่าเป็นวัสดุสะท้อนเสียง

ธนาศรี สีหะบุตร (2542) ได้มีการวิจัยเรื่องประสิทธิภาพในการควบคุมเสียงของแผ่นใยไม้อัดซึ่งทำจากก้านใบปาล์มน้ำมัน โดยทำการตรวจสอบวัดความสามารถในการดูดซับเสียงของเสียงของแผ่นใยไม้ขนาด 1/2 นิ้ว ที่มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.16-0.32 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งพบว่าระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการดูดซับเสียง สูงสุด คือ 0.27 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และเมื่อเพิ่มความหนาของวัสดุจาก 1/2 นิ้ว ขึ้นเป็น 3/4 นิ้ว พบว่า ที่ความถี่ต่ำ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของแผ่นตัวอย่าง ขนาด 3/4 นิ้ว สูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของแผ่นตัวอย่างขนาด 1/2 นิ้ว และเมื่อทำการเพิ่มความหนาของแผ่นตัวอย่างเป็น 1 นิ้ว พบว่า ความสามารถในการดูดซับ เสียงลดลงในทุกความถี่ยกเว้นที่ความถี่ 4000 เฮิร์ต ส่วนลักษณะการดูดซับเสียงของแผ่น ตัวอย่าง พบว่า วัสดุดูดซับเสียงที่สร้างขึ้นจะดูดซับเสียงที่ความถี่สูงได้ดีกว่าที่ความถี่ต่ำ

วิโรจน์ เชาว์จิรพันธ์ (2537) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ลดเสียงในเครื่องจักรนิวแมติก โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดความดังเสียงของ โยมะพร้าว โยแก้ว และจี้กบ ซึ่งเปรียบเทียบกับการไม่ใส่โซเลนเซอร์ (อุปกรณ์ลดเสียง) โดยการสร้างโซเลนเซอร์ให้มีขนาดระบายลมเท่ากับของต่างประเทศ ซึ่งใช้กับเครื่องจักรนิวแมติกผลิตลูกบอลยี่ห้อ SHAEF มีความหนาแน่นของวัสดุลดเสียง 8 lb/ft³ แล้วทำการวัดระดับความดังเสียงที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 0 เมตร (SOURCE) 0.5 เมตร และ 1.0 เมตร ที่ความดันลม 70, 85 และ 100 psi ที่ความถี่ AP, 31.5, 63, 125, 250, 500, 1K, 2K, 4K, 8K และ 16KHz โดยพบว่า การใส่ โซเลนเซอร์ โยมะพร้าวสามารถลดระดับความดังเสียงได้ 23.87% โยแก้ว 21.57% และจี้กบ 21.01% ที่ระยะ 0 เมตร และความดันลม 85 psi และที่ระยะ 1.0 เมตร ความดันลมเดียวกันสามารถ ลดระดับความดัง

เสียงได้ 20.92%, 17.04% และ 16.43% ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าระดับความดังเสียงที่วัดได้ พบว่าค่าที่ลดลงของไยมะพร้าว ไยแก้ว และจ๊กบ จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เกือบทุกความถี่ ทุกความถี่และทุกระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงและมีไยมะพร้าว เป็นวัสดุลดระดับของความดังเสียงดีที่สุด

Youneg Lee and Changwhan Joo (2003) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติการดูดซับเสียง ของการรีไซเคิล พอลิเอสเทอร์ ในการดูดซับเสียง โดยทั่วไปวัสดุดูดซับเสียงนั้นมีหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะอยู่บนทฤษฎีความแข็งทำให้เสียงเปลี่ยนรูปร่างเป็นกำลังความร้อน ตรวจสอบได้โดยการหาสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง การรีไซเคิล พอลิเอสเทอร์ ที่ไม่ใช่เส้นใย เพื่อจุดประสงค์ในการใช้แทนวัสดุที่ใช้อยู่ตามปกติ เมื่อเปรียบเทียบการใช้พอลิเอสเทอร์ กับวัสดุปกติพบว่า ช่วยลดราคา ลดต้นทุนการผลิต และป้องกันสิ่งแวดล้อมได้

Khirnykh and Konstatin (1992) พัฒนาแผ่นดูดซับเสียงชนิดใหม่เป็นการออกแบบ ลักษณะเฉพาะของแผ่นดูดซับเสียงทฤษฎีที่ความถี่ต่ำและความเข้มเสียงสูง โดยก่อนลงมือทำแผ่นดูดซับเสียงได้แสดงถึงรูปแบบทฤษฎียังไม่สมบูรณ์สำหรับการอธิบายปรากฏการณ์ เขาได้แสดงวิธีการสำหรับการทดสอบแผ่นดูดซับเสียงอื่นซึ่งทำให้เหมาะสมที่ความถี่ต่ำและเมื่อสัญญาณไม่เป็นเสียงเดียวกัน และนำเสนองานที่เป็นรูปแบบทฤษฎีแบบ Helmholtz ของการดูดซับเสียงที่ไม่เป็นเชิงเส้น ที่ได้จากการพัฒนาสมการ hydrodynamic สำหรับของเหลวหนืด รูปแบบสามารถคาดการณ์เสียงที่แผ่ ความถี่ที่เข้ากันได้และสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงในสภาพไม่เป็นเชิงเส้น นำไปใช้สำหรับความถี่ที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของสัญญาณบางรูปร่าง จากพื้นที่ผิว และลักษณะการกั้นของแผ่นดูดซับเสียงชนิดนี้ วิธีการใหม่สำหรับการพัฒนาลักษณะเสียงของแผ่นดูดซับเสียง อันซึ่งของการพัฒนาส่วนของการนำเสนอและอันซึ่งเกินกำหนดของวิธีการที่มีอยู่ การวัด โดยใช้วิธีการนี้และเทคนิคอื่นๆแสดงถึงลักษณะของเสียงของแผ่นดูดซับเสียง เป็นการปิดการพยากรณ์จากรูปแบบ แผ่นดูดซับเสียงชนิดใหม่ (อันที่ไม่ใช้วัสดุเส้นใย) พื้นฐานบนรูปแบบทฤษฎีได้บรรยายเอาไว้ แผ่นดูดซับเสียงถูกสร้างในการทดสอบในสนามเสียงก้องกังวานและแสดงผลการดูดซับเสียงภายใต้สภาพทั่วไปของการทำงานที่สิ่งแวดล้อมด้วยงานด้านอุตสาหกรรม

Mohd Jailani Mohd Nor และคณะ (2004) ทำการศึกษาในการใช้เส้นใยมะพร้าวในการดูดซับเสียง โดยปกติการป้องกันเสียงจะผ่านกรรมวิธีโดยการใช้แผ่นดูดซับเสียง ใช้ลดคุณสมบัติของเสียงโดยการปิดช่องว่างและเพิ่มการสูญเสียของการส่งผ่าน เส้นใยมะพร้าวมีมากในธรรมชาติ ทำให้เกิดการคิดค้นเพื่อประหยัด การดูดซับเสียงวัดได้โดยการหาสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง การดูดซับเสียงจะทำการวัดและค้นคว้าโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ WinFLAG™ ซึ่งจะเป็นการคำนวณสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง เพื่อบ่งชี้ถึงเส้นใยมะพร้าวสามารถดูดซับเสียงได้

B.H.S. Sharp and J.W. Beauchamp (2003) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสูญเสียของเสียงในโครงสร้างหลายชั้น โดยที่เสียงจะส่งผ่านบางๆหลายๆแผ่นจะทำให้เกิดการสูญเสีย ซึ่งจะมีการเปรียบเทียบโดยการวัดทางทฤษฎี ผลที่ได้จะมีความแตกต่างเกิดขึ้นด้วยกันหลายอย่าง ซึ่งแผ่นขนาดใหญ่จะมีช่องว่างระหว่างอากาศมาก อย่างไรก็ตามคุณสมบัติดังกล่าวก็มีส่วนสอดคล้องกับทฤษฎี โดยจากทฤษฎีก็จะสามารถนำมาอธิบายการสูญเสียของเสียงระหว่างการส่งผ่าน

M.E. Delany and E.N. Bazley (2003) ทำการศึกษาถึงการแยกเสียงที่แหล่งกำเนิดภายในตัวดูดซับเสียง สามารถคำนวณอย่างง่ายโดยใช้ทางเรขาคณิตและระนาบของคลื่นเสียงจะสะท้อนสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง การประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติ ผลที่ได้จะได้ตามที่คาดการณ์ไว้ ทดสอบการปฏิบัติได้ง่ายๆในห้องทดสอบ ในการคิดค้นนี้ใช้สำหรับอุตสาหกรรมในการวัดกำลังของเสียงจากแหล่งกำเนิด

A.E. Turner (2003) ทำการศึกษาการใช้วัสดุเพื่อลดเสียงในเรือโดยสาร ซึ่งจากการตรวจสอบเสียงและการสั่นสะเทือนของเรือโดยสาร สามารถที่จะใช้การ Dumping วัสดุเพื่อลดเสียงลง

H.G. Jonasson (2003) ทำการศึกษาการลดเสียงโดยใช้แผ่นกั้นบนพื้น มีทฤษฎีการแพร่ของคลื่นเสียงเหนือพื้นดินด้วยเสียงที่จำกัด ส่วนใหญ่จะตรวจสอบโดยการวัด นอกจากชนิดของกลุ่มพื้นผิวของแผ่นกั้นเสียงได้แสดงเหตุผลรวมทั้งทฤษฎีแบบทั่วไป ซึ่งกลุ่มที่วัดเต็มมาตรามีค่าสูง 3 m. ผลที่แสดงเป็นที่ยอมรับตามความคาดหมาย โดยที่แผ่นกั้นเสียงจะแสดงการขัดขวางของเสียงส่งผลให้เกิดการดูดซับเสียงได้

R.D. Ford and M.A. McCormick (2003) ทำการศึกษาแผ่นกั้นดูดซับเสียง ทฤษฎีเป็นการพัฒนาของการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของความถี่ของเสียงด้วยแผ่นดูดซับเสียง ทฤษฎีนี้ได้นำเอามวล ความแข็งของแผ่นดูดซับเสียง ความแข็งของรูพรุนและตลอดจนการนำเอาผลของวัตถุรูพรุนยังช่องว่าง สมการการเคลื่อนที่ของแผ่นกั้นเป็นการได้มาและการแก้ปัญหาสำหรับ 4 โหมดแรกของการเปลี่ยนแปลง ผลการทดลองได้เขียนเป็นแผนผัง เหตุการณ์ปกติเป็นการกำหนดการทดลอง การป้องกันเสียงของแผ่นกั้นเสียง ด้วยแปรจำนวนของ bumping เป็นความเห็นสอดคล้องกันระหว่างทฤษฎีและการทดลอง

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 วัสดุ

3.1.1 นำยางชั้นชนิดแอมโมเนียสูง (High ammonia concentrated latex, HA latex) ผลิตโดยบริษัท บีเทค อินคัสตรี จำกัด มีเนื้อยางแห้ง (Dry rubber content, DRC) ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid content, TSC) ในน้ำยางอยู่ในช่วง 61-62 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียปริมาณ 0.7 เปอร์เซ็นต์

3.1.2 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium Hydroxide, KOH) ผลิตโดยบริษัท ศรีจันทร์สหโอสถ จำกัด มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาว ใช้ในการเตรียมสบู่โพแทสเซียมโอเลอิก

3.1.3 ซีพีแอล (CPL) ใช้เป็นสารแอนติออกซิแดนซ์ (antioxidant) ผลิตโดยบริษัท Great Lakes Chemical Corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา มีลักษณะเป็นผงสีขาว เตรียมในรูปคิสเพิสชัน 50 เปอร์เซ็นต์

3.2.1 กำมะถัน (Sulphur, S) ผลิตโดยบริษัท Cieah S.A. ประเทศโปแลนด์ มีลักษณะเป็นผงสีเหลือง เตรียมในรูป คิสเพิสชัน 50 เปอร์เซ็นต์

3.1.5 กรดโอเลอิก (Oleic Acid) ผลิตโดยบริษัท ศรีจันทร์สหโอสถ จำกัด

3.1.6 ซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide, ZnO) ผลิตโดยบริษัท Utids Chemical Industries Co, Ltd. มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว เตรียมในรูปคิสเพิสชัน 50 เปอร์เซ็นต์

3.1.7 ซิงค์เมอร์แคปโตเบนโซไทอาโซล (Zinc mercaptobenzothiazole, ZMBT) มีลักษณะเป็นผงสีขาว เตรียมในรูปคิสเพิสชัน 50 เปอร์เซ็นต์

3.1.8 ซิงค์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเมต (Zinc diethyl dithiocarbamate, ZDC) ผลิตโดยบริษัท Akzo Chemicals S.P.A. มีลักษณะเป็นผงสีขาว เตรียมในรูปคิสเพิสชัน 50 เปอร์เซ็นต์

3.1.9 ไดฟีนิลกัวนิดีน (Diphenyl guanidine) ผลิตโดยบริษัท มอนซานโต ประเทศอังกฤษ มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาว เตรียมในรูปคิสเพิสชัน 33 เปอร์เซ็นต์

3.1.10 เบนโทไนต์ (Bentonite) จำหน่ายโดยบริษัท วิทยาศาสตร์ จำกัด มีลักษณะเป็นผงสีเขียวอ่อน

3.1.11 วัลทามอล (Vultamol) ผลิตโดยบริษัท BASF มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาล

3.1.12 เขม่าดำ (Carbon black, HAF-black N330) ผลิตโดย บริษัทสยามเคมี จำกัด (มหาชน) มีลักษณะเป็นผงสีดำ

3.1.13 ซิลิกา (Silica) บริษัท USSL Degussa Group United Silica (Siam) Ltd. มีลักษณะเป็นผงสีขาว ชนิด Ultrasil amorphous silica dioxide

3.1.14 แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) ผลิตโดย บริษัทสยามเคมี จำกัด (มหาชน) มีลักษณะเป็นผงสีขาวห่ม่น

3.1.15 โซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์ (Sodium Silicofluoride) ผลิตโดยบริษัท Shiping Mark ประเทศจีน มีลักษณะเป็นผงสีขาว

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 เบ้าสำหรับเตรียมแผ่นดูดซับเสียง ทำด้วยเหล็กแผ่น มีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง 150 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร

3.2.2 เครื่องปั่นฟองยาง ยี่ห้อ Kitchen aid รุ่น K5SS ผลิตโดยบริษัท Kitchen Aid Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.3 เครื่องวัดความดังเสียง (Precision Sound Level Meter) ยี่ห้อ tes รุ่น tes 1350A ผลิตโดยประเทศไต้หวัน

3.2.4 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Electrical balance) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น PB3002-S ผลิตโดยประเทศสวิทเซอร์แลนด์ มีความละเอียด 2 ตำแหน่ง

3.2.5 ตู้อบอากาศร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ Wtb binder รุ่น 1840030000202 ผลิตโดยบริษัท Tuttlingen ประเทศเยอรมนี เป็นระบบแสดงตัวเลข สามารถปรับอุณหภูมิสูงสุดได้ 300 องศาเซลเซียส

3.2.6 เครื่องกำเนิดความถี่ (11MHz Function Generator) ผลิตโดยบริษัท Power Supply Co., Ltd. ประเทศ เยอรมนี

3.2.7 ลำโพง ขนาด 4.5 โอห์ม ยี่ห้อ phywe ผลิตโดยบริษัท Power Supply Co., Ltd. ประเทศ เยอรมนี

3.2.8 เครื่องวัด pH รุ่น Denver 215 ผลิตโดยบริษัท Mettler – Toledor Ltd. ประเทศอังกฤษ

3.2.9 เครื่องบดสารเคมี (Ball Mill)

3.2.10 หม้อนึ่งไอน้ำ

3.2.11 กล้องจุลทรรศน์

3.3 วิธีดำเนินการทดลอง

3.3.1 การเตรียมสารเคมี

การเตรียมสารเคมีจะเตรียมในรูปดิสเพิสชัน โดยใช้เครื่องบดสารเคมีบดผสมสารเคมีต่างๆและขวดที่ใช้เป็นขวดพลาสติก ขนาดความจุ 1000 มิลลิลิตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ภายในบรรจุด้วยลูกเซรามิกหลายขนาด มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 – 2 เซนติเมตร ปริมาตรรวมเป็นครึ่งหนึ่งของขวด ความเร็วรอบในการหมุนขวดเท่ากับ 64 รอบต่อนาที สารเคมีที่จะเตรียมประกอบด้วย

ซิงค์ออกไซด์ในรูปดิสเพิสชัน 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
ซิงค์ออกไซด์	50
เบนโทไนท์	1
วัลทามอล	1
น้ำกลั่น	48

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดสารเคมีเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

กัมมะถันในรูปดิสเพิสชัน 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
กัมมะถัน	50
เบนโทไนท์	1
วัลทามอล	1
น้ำกลั่น	48

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดสารเคมีเป็นเวลา 72 ชั่วโมง

สารตัวเร่ง แคต ดี ซี ในรูปดิสเพิลชัน 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
แคต ดี ซี	50
เบนโทไนท์	1
วัลทามอล	1
น้ำกลั่น	48

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดสารเคมีเป็นเวลา 48 ชั่วโมง
แอนติออกซิแดนทึนรูปดิสเพิลชัน 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
ซีพีแอล	50
เบนโทไนท์	1
วัลทามอล	1
น้ำกลั่น	48

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดสารเคมีเป็นเวลา 48 ชั่วโมง
สารตัวเร่ง แคต เอ็ม บี ที ในรูปดิสเพิลชัน 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
แคต เอ็ม บี ที	50
เบนโทไนท์	1
วัลทามอล	1
น้ำกลั่น	48

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดสารเคมีเป็นเวลา 48 ชั่วโมง
สารตัวเร่ง ดี พี จี ในรูปดิสเพิลชัน 33 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
ดี พี จี	33
เบนโทไนท์	1
วัลทามอล	1
น้ำกลั่น	65

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดสารเคมีเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

โซเดียมซิติโคฟลูออไรด์ ในรูปดิสเพิสชัน 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
โซเดียมซิติโคฟลูออไรด์	50
เบนโทไนท์	1
วัลทามอล	1
น้ำกลั่น	48

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดสารเคมีเป็นเวลา 48 ชั่วโมง
เขม่าดำ ในรูปดิสเพิสชัน 20 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
เขม่าดำ	20
เบนโทไนท์	1
วัลทามอล	1
น้ำกลั่น	78

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดสารเคมีเป็นเวลา 72 ชั่วโมง
ซิติกา ในรูปดิสเพิสชัน 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
ซิติกา	50
เบนโทไนท์	1
วัลทามอล	1
น้ำกลั่น	48

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดสารเคมีเป็นเวลา 72 ชั่วโมง
แคลเซียมคาร์บอเนต ในรูปดิสเพิสชัน 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรดังนี้

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณ (กรัม)
แคลเซียมคาร์บอเนต	50
เบนโทไนท์	1
วัลทามอล	1
น้ำกลั่น	48

นำสารที่เตรียมได้จากสูตรนี้ไปบดด้วยเครื่องบดสารเคมีเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

สารละลายสบู่โพแทสเซียมโอเลอิต เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยการ ใช้กรด
โอเลอิกผสมน้ำมันและ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ผสมกับน้ำดังนี้

สารที่ใช้	ส่วนโดยน้ำหนัก
ส่วนที่ 1 กรดโอเลอิก	100
น้ำกลั่น	402
ส่วนที่ 2 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์	23.3
น้ำกลั่น	43

นำส่วนที่ 1 ไปอุ่นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แล้วเติมส่วนที่ 2 ลงในส่วนที่ 1 กวน
อย่างแรงแล้วนำไปอุ่นต่ออีก 1 ชั่วโมง

3.3.2 ศึกษาการทำแผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติ

เตรียมฟองน้ำจากสูตรยาง ดังนี้

สารเคมี	น้ำหนัก (phr)
น้ำยางข้น	100
20 % สารละลายสบู่โพแทสเซียมโอเลอิต	0.75
50 % Sulphur dispersion	2.0
50 % ZDEC dispersion	1.0
50 % ZMBT dispersion	1.0
50 % CPL dispersion	1.0
33 % DPG dispersion	0.66
50 % Zinc oxide dispersion	5.0
50 % Sodium Silicofluoride	2.0

3.3.2.1 เตรียมแผ่นดูดซับเสียง

แผ่นดูดซับเสียงจะใช้เบ้า ซึ่งทำจากอะลูมิเนียมมีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม ขนาด 150x150 มิลลิเมตร และมีความหนา 20 มิลลิเมตร วิธีการเตรียมนั้นคือ

1. ชั่งสารเคมีตามสูตรที่กำหนดไว้ คือ

สารเคมี	น้ำหนัก (phr)
น้ำยางชั้น	100
20 % สารละลายสบู่โพแทสเซียมโอเลอเตด	0.75
50 % Sulphur dispersion	2.0
50 % ZDEC dispersion	1.0
50 % ZMBT dispersion	1.0
50 % CPL dispersion	1.0
33 % DPG dispersion	0.66
50 % Zinc oxide dispersion	5.0
50 % Sodium Silicofluoride	2.0

2. เทน้ำยางใส่ลงในหม้อของเครื่องตีฟอง โดยทำการไล่แอมโมเนีย ซึ่งจะใช้พัดลมเป่า และกวนไปพร้อมๆกันเป็นเวลาประมาณ 8 นาที ต่อจากนั้นใส่ของผสมระหว่างกำมะถัน สารตัวเร่ง และสารละลายสบู่โพแทสเซียมโอเลอเตดลงไป เดินเครื่องด้วยความเร็วช้าที่สุดเป็นเวลา 5 นาที เพื่อกวนให้สารเคมีกระจายตัวเข้ากันดีกับน้ำยางก่อน

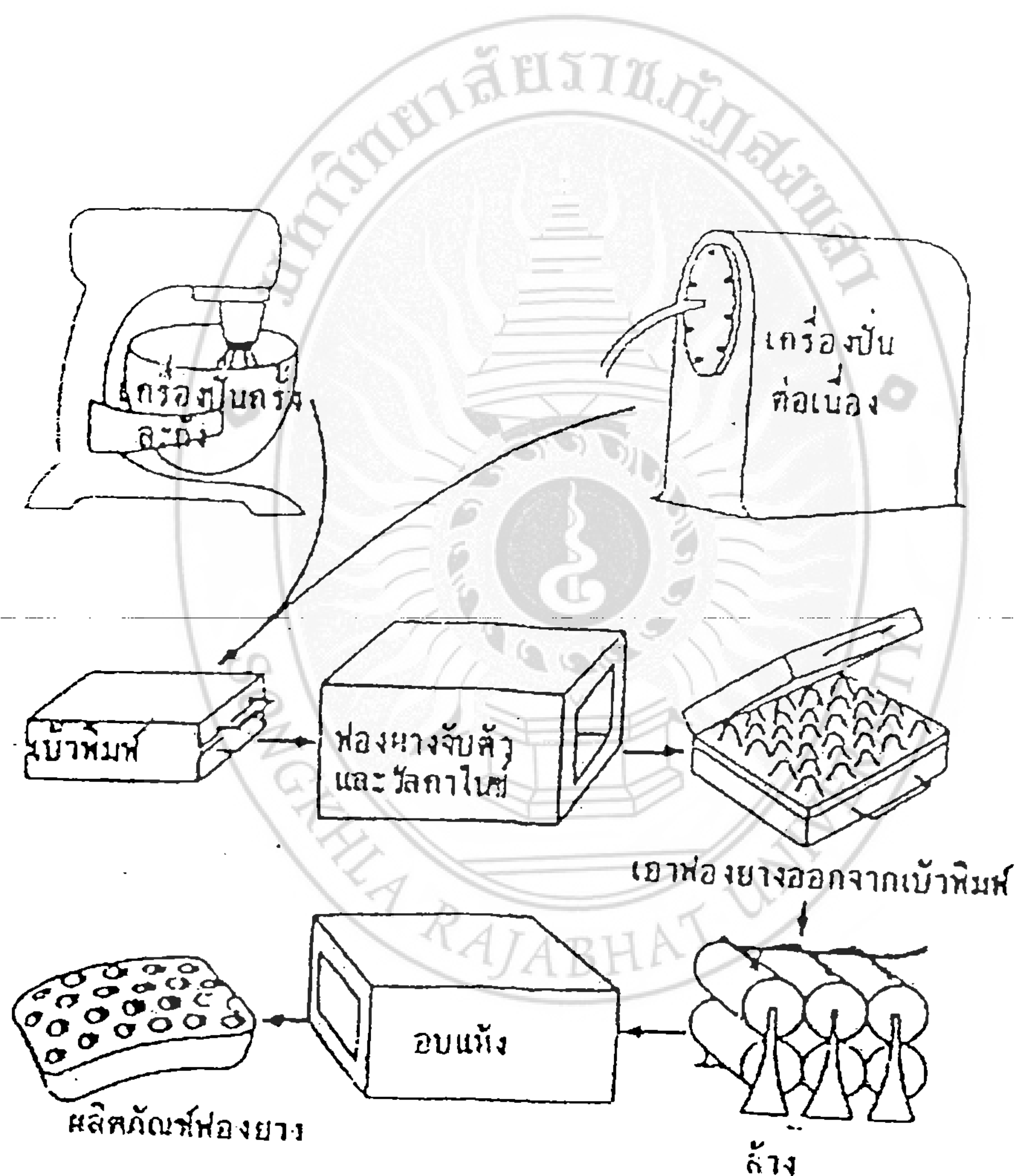
3. เดินเครื่องด้วยความเร็วปานกลางเป็นเวลา 1 นาที แล้วเดินเครื่องด้วยความเร็วช้าอีกเป็นเวลา 2 นาที

4. เดินเครื่องด้วยความเร็วปานกลางเป็นเวลา 1 นาที แล้วเดินเครื่องด้วยความเร็วช้าอีกเป็นเวลา 2 นาที เดินเครื่องด้วยความเร็วช้าสลับกับความเร็วกึ่งกลางไปอย่างนี้เรื่อยๆ จนฟองยางมีความสูงประมาณ 3-4 เท่าตัวของปริมาณน้ำยางที่ใส่เข้าไป การเดินเครื่องด้วยความเร็วช้าสลับกับความเร็วกึ่งกลางนี้ เพื่อให้ได้ฟองสม่ำเสมอตลอดตั้งแต่ส่วนบน จนถึงก้นหม้อ

5. เมื่อตีฟองจนได้ฟองยางจนถึงระดับที่ต้องการแล้ว ให้เติม คีพีจี ลงไป แล้วกวนต่อด้วยความเร็วช้าเป็นเวลา 5 นาที ต่อจากนั้นเติม ซิงค์ออกไซด์ กวนต่อด้วยความเร็วช้าเป็นเวลา 5 นาทีอีก

6. เมื่อครบกำหนดเวลา ขณะที่เครื่องกำลังกวนอยู่นั้น ให้เติม โซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์ ลงไป กวนต่อไปเพื่อให้สารละลายกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทั่วถึงกันเป็นเวลา 1 นาที

7. หยุดเครื่อง แล้วเทฟองยางที่ได้ลงในเบ้าพิมพ์ที่เตรียมไว้
8. นำฟองยางที่จับตัวดีแล้ว ไปอบเพื่อให้เกิดการวัลคาไนซ์ในหม้อนึ่งไอน้ำ เป็นเวลา 40 นาที
9. นำฟองยางไปล้างน้ำแล้วบีบน้ำออก ทำเช่นนี้หลายๆ ครั้ง เพื่อขจัดสารเคมีที่สามารถละลายน้ำได้ออกไปจากฟองยาง
10. นำฟองยางไปอบให้แห้งในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนแห้ง

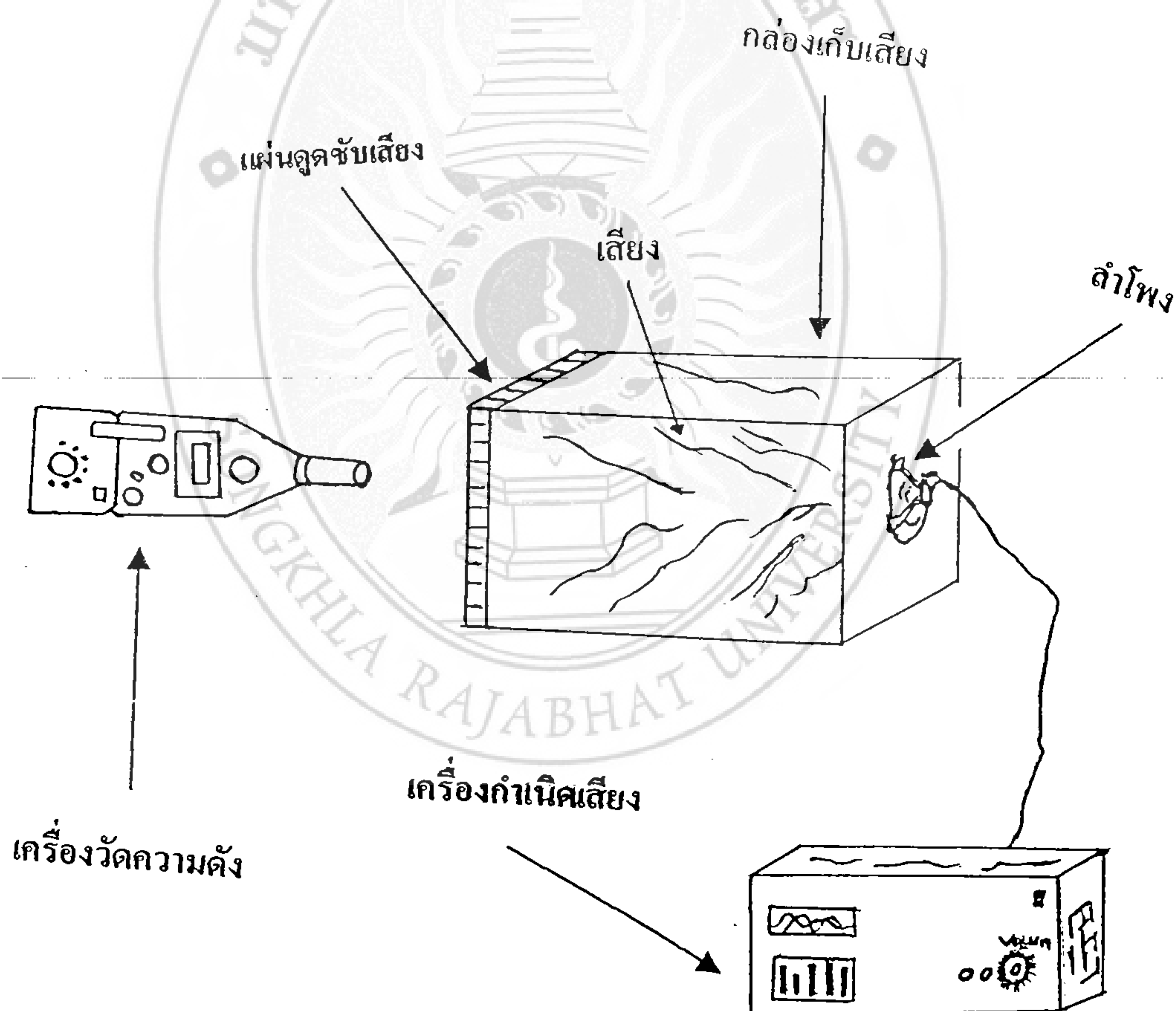


รูปที่ 3.1 แผนภาพขั้นตอนการผลิตฟองยาง (วัชรินทร์ , 2545)

3.3.2.2 ทำการทดสอบการดูดซับเสียง

ทดสอบการดูดซับความดังและคลื่นความถี่ของเสียงโดยการนำชิ้นทดสอบใส่ไว้ในกล่องเก็บเสียงในแนวตั้งซึ่งในกล่องเก็บเสียงจะใส่ลำโพงเป็นแหล่งกำเนิดเสียงและใช้เครื่อง Precision Sound level Meter อ่านค่าโดยวางไว้ข้างนอกกล่องเก็บเสียง ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง เป็นระยะ 400 มิลลิเมตร

กล่องเก็บเสียงจะมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทำจากอะลูมิเนียม จะมีช่องใส่ลำโพงเป็นแหล่งกำเนิดเสียง ตรงข้ามลำโพงจะเป็นแผ่นทดสอบการดูดซับเสียง ด้านของกล่องอีกสองด้านจะปิดสนิท ด้านที่ลำโพงและแผ่นดูดซับเสียงจะต้องปิดสนิทเมื่อทำการใส่อุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 3.2 แผนภาพการทดสอบแผ่นดูดซับเสียง

3.3.3 ศึกษาอิทธิพลขนาดของรูพรุน

จากสูตรการเตรียมฟองยางทำการแปรสารถแรงดึงผิว โดยใช้ปริมาณ คือ 1.0 , 1.5, 2.0 , 3.0 , 4.5 และ 5 phr. ตามสูตร

สารเคมี	น้ำหนัก (phr)
น้ำยางข้น	100
20 % สารละลายสบู่โพแทสเซียม โอเลอิต	ตามกำหนด
50 % Sulphur dispersion	2.0
50 % ZDEC dispersion	1.0
50 % ZMBT dispersion	1.0
50 % CPL dispersion	1.0
33 % DPG dispersion	0.66
50 % Zinc oxide dispersion	5.0
50 % Sodium Silicofluoride	2.0

เตรียมแผ่นคูดซับเสียงตามข้อ 3.3.2.1

ทำการทดสอบแผ่นคูดซับเสียงตามข้อ 3.3.2.2

3.3.3.1 การทดสอบขนาดรูพรุนของแผ่นคูดซับเสียง

ขนาดของรูพรุนของแผ่นคูดซับเสียงนั้นสามารถที่จะทำการทดสอบได้โดยการส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งกล้องจุลทรรศน์นั้นสามารถที่จะทำการถ่ายรูปและมีเครื่องวัดสเกลอยู่ในตัว ทำการเตรียมชิ้นทดสอบที่จะนำมาส่องกล้องจุลทรรศน์โดยการตัดแผ่นคูดซับเสียงให้มีขนาดความกว้าง 1 เซนติเมตร และยาว 1 เซนติเมตร ส่วนความหนาแน่นต้องมีความบางที่สุดเท่าที่จะบางได้ นำชิ้นทดสอบที่เตรียมได้วางลงบนกระดาษฟิลาที่จะนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์จากนั้นหยคน้ำกลั่นลงไปประมาณ 1-2 หยด บนชิ้นทดสอบแล้ววางทับด้วยกระจกแผ่นบางๆอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นก็นำชิ้นทดสอบไปทำการส่องกล้องจุลทรรศน์และทำการวัดขนาดของรูพรุนพร้อมทำการถ่ายรูปขนาดของรูพรุนที่สามารถวัดได้

3.3.3.2 การทดสอบหาความพรุนของแผ่นดูดซับเสียง

ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงนั้นสามารถที่จะทำการทดสอบได้โดยการแทนที่น้ำ คือ เตรียมขึ้นทดสอบโดยการตัดแผ่นดูดซับเสียงให้มีขนาดความ กว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 3 เซนติเมตร จากนั้นนำขึ้นทดสอบที่เตรียมได้ ชั่งน้ำหนักก่อนที่จะทำการแทนที่น้ำ (จุ่มน้ำ) ต่อจากนั้นก็นำขึ้นทดสอบที่ผ่านการชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้วไปทำการแทนที่น้ำ (จุ่มน้ำ) จนขึ้นทดสอบนั้นอมน้ำ นำขึ้นทดสอบที่อมน้ำไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นก็สามารถคิดหาความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงได้โดย ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียง คือ $\% \text{ความพรุน} = 100 \times (V_0 / V_1)$

โดยที่ $V_0 =$ ปริมาตรของน้ำ

$V_1 =$ ปริมาตรของแผ่นดูดซับเสียง

3.3.4 ศึกษาอิทธิพลความหนาของแผ่นดูดซับเสียง

นำสูตรการทำแผ่นดูดซับเสียง สูตรที่มีปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้มีความสามารถในการดูดซับเสียง ได้สูงสุดมาใช้ศึกษาต่อ โดยทำการแปรความหนาของแผ่นดูดซับเสียง โดยความหนาของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ขนาด 15, 30 และ 50 มิลลิเมตร โดยให้มีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด 150x150 มิลลิเมตร

ทำการทดสอบแผ่นดูดซับเสียงตามข้อ 3.3.2.2

3.3.5 ศึกษาอิทธิพลของแบบดูดซับเสียง

นำสูตรการทำแผ่นดูดซับเสียงที่มีปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสมที่สุดและมีความหนาที่สามารถดูดซับเสียง ได้ดีที่สุดมาทำการศึกษารูปแบบของแผ่นดูดซับเสียง ซึ่งรูปแบบของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้มี 4 ลักษณะ คือ

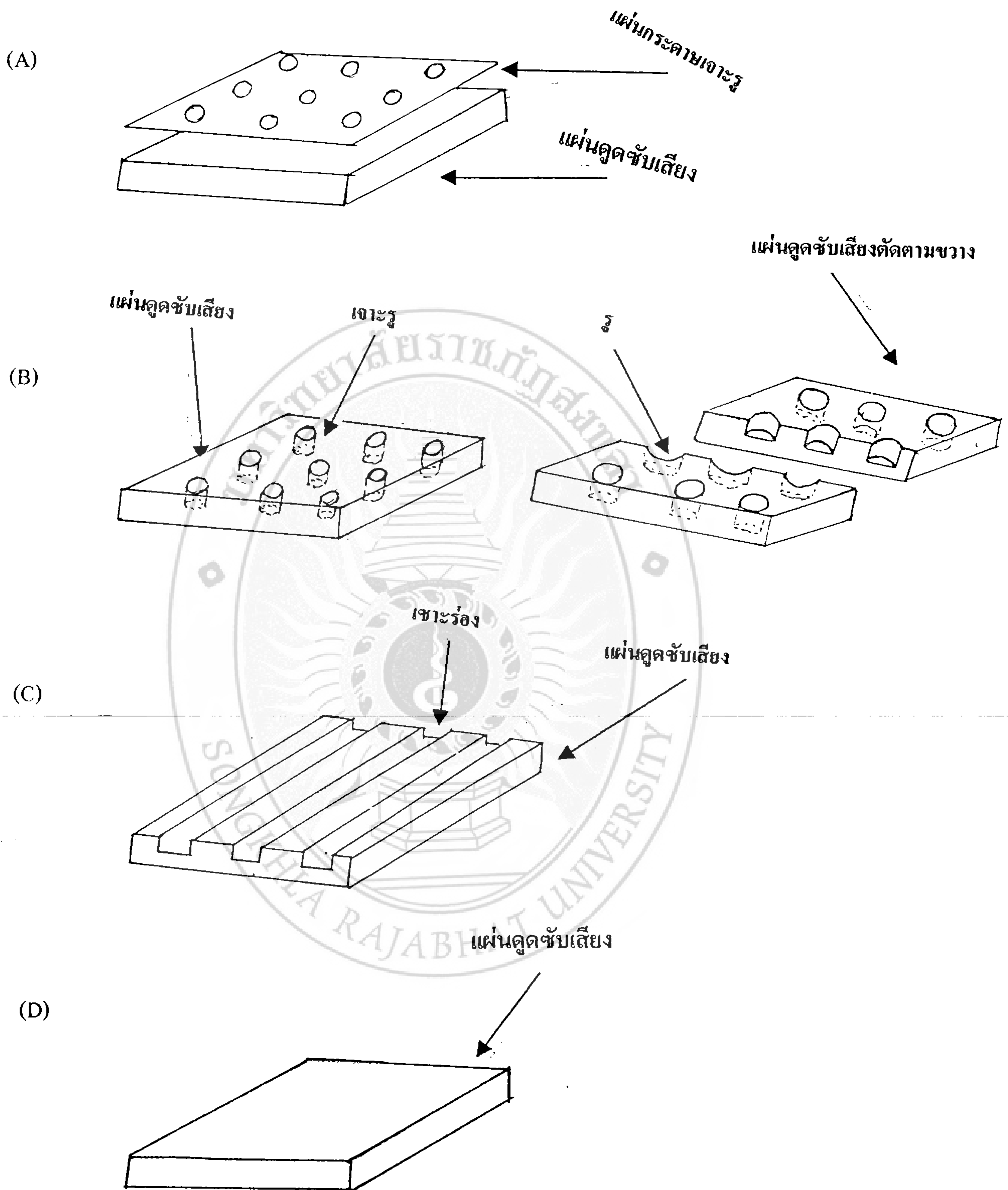
ลักษณะ A จะเป็นการนำกระดาษแข็งแล้วเจาะเป็นวงกลมขนาดรัศมีเท่ากับ 1.5 เซนติเมตรเป็นจำนวน 9 ช่อง เพื่อทำการลดพื้นที่ผิวของแผ่นดูดซับเสียง

ลักษณะ B จะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม โดยทำการเจาะร่องเป็นวงกลมรัศมี 1.5 เซนติเมตรเป็นจำนวน 9 ช่อง ซึ่งทำให้มีพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้นจากปกติ

ลักษณะ C จะทำการเจาะร่องเป็นแนวยาวขนานกับด้านยาวความกว้างของร่องเท่ากับ 1 เซนติเมตร ทำให้มีพื้นที่ผิวมากกว่าลักษณะ B

ลักษณะ D จะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมที่มีลักษณะผิวเรียบ

ทำการทดสอบแผ่นดูดซับเสียงตามข้อ 3.3.2.2



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างชิ้นทดสอบแบบต่างๆ

3.3.6 ศึกษาอิทธิพลของสารตัวเติม

การใช้สารตัวเติมลงในน้ำยางเป็นการลดต้นทุนในการผลิต ดังนั้นเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าวจึงได้ทำการศึกษาผลของสารตัวเติมที่มีผลต่อการดูดซับเสียง ในการศึกษาจะใช้สารตัวเติม ดังนี้

- เขม่าดำ
- ซิลิกา
- แกลเซียมคาร์บอเนต

สารตัวเติมที่ใช้จะอยู่ในรูปคิสเพิสชัน คือ

- เขม่าดำ ในรูปคิสเพิสชัน 20 เปอร์เซ็นต์
- ซิลิกา ในรูปคิสเพิสชัน 50 เปอร์เซ็นต์
- แกลเซียมคาร์บอเนต ในรูปคิสเพิสชัน 50 เปอร์เซ็นต์

จากสูตรการเตรียมฟองยางทำการแปรสารตัวเติมโดยการเพิ่มลงไปโดยใช้ในปริมาณ 20 phr. และความเข้มข้นของสารตัวเติมจะทำการเจือจางให้อยู่ในรูปคิสเพิสชัน 20 เปอร์เซ็นต์ เหมือนกันทุกตัว

สารเคมี	น้ำหนัก (phr)
น้ำยางชั้น	100
20 % สารละลายสบู่โพแทสเซียม โอเลอียด	0.75
50 % Sulphur dispersion	2.0
50 % ZDEC dispersion	1.0
50 % ZMBT dispersion	1.0
50 % CPL dispersion	1.0
33 % DPG dispersion	0.66
50 % Zinc oxide dispersion	5.0
50 % Sodium Silicofluoride	2.0
สารตัวเติม	20

เตรียมแผ่นดูดซับเสียงตามข้อ 3.3.2.1

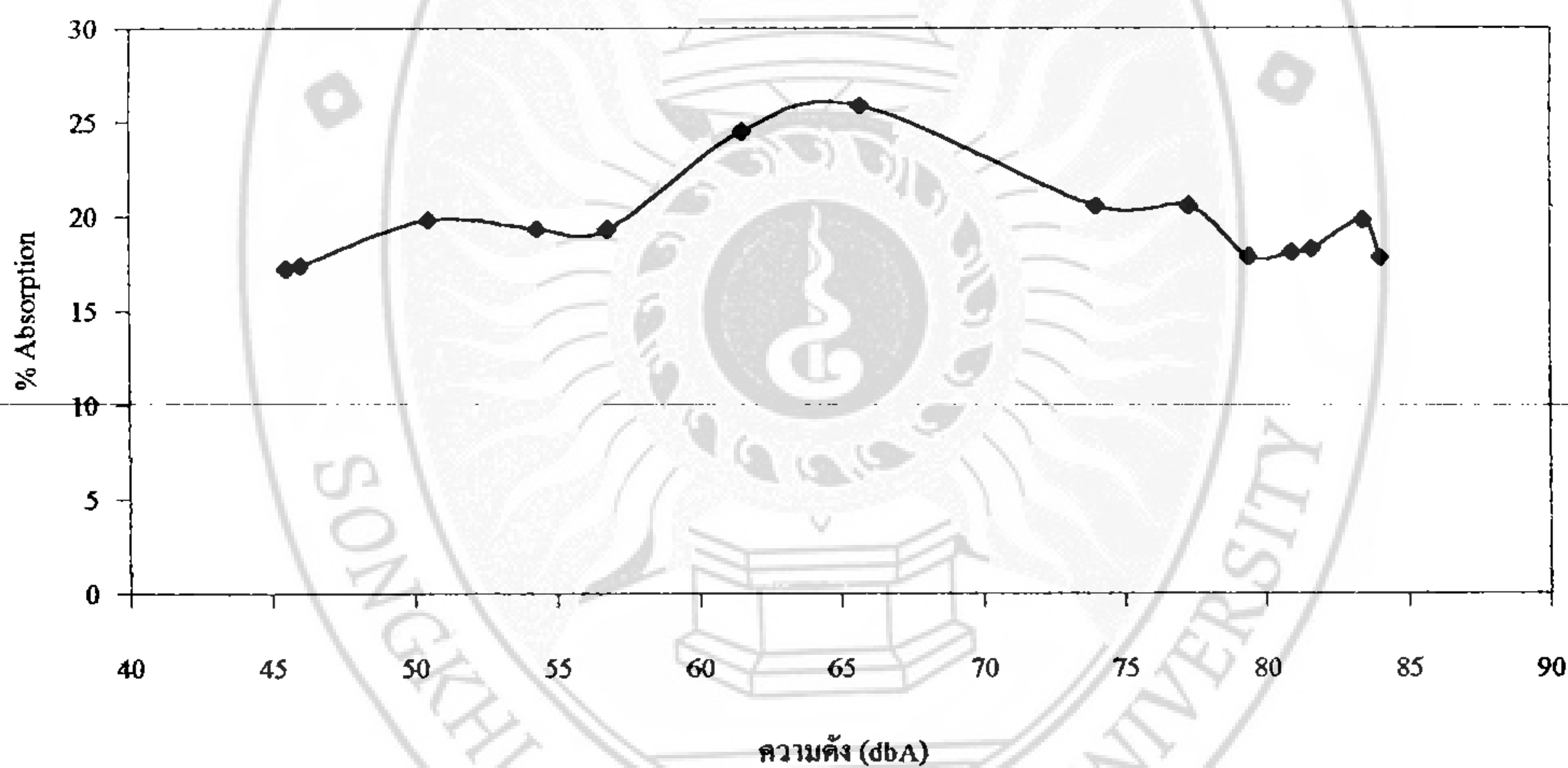
ทำการทดสอบแผ่นดูดซับเสียงตามข้อ 3.3.2.2

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การทำแผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติ

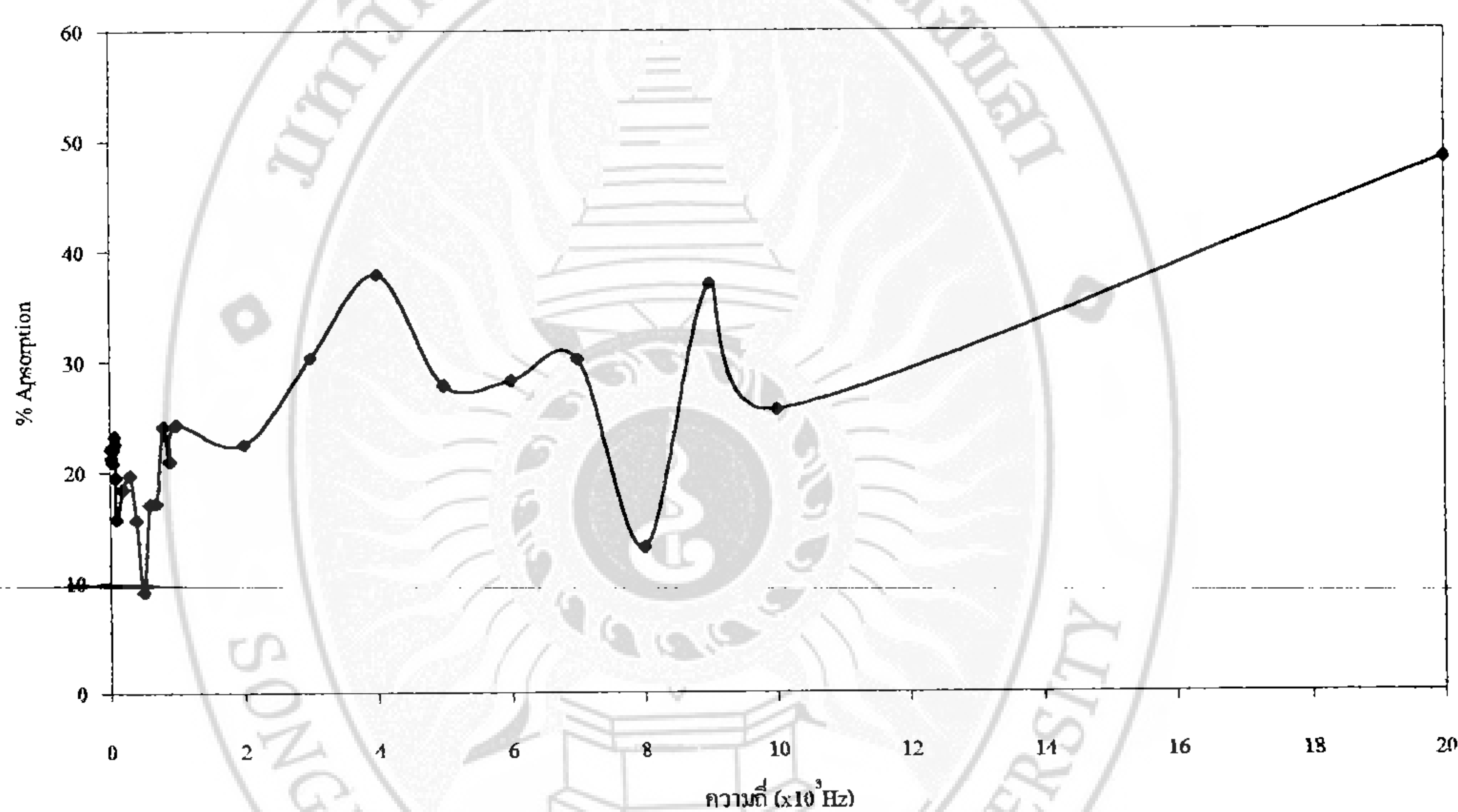
จากการศึกษาการทำแผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติ พบว่าแผ่นดูดซับเสียงที่ได้สามารถดูดซับเสียงได้ ดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 เปรอ์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียง

จากรูปที่ 4.1 พบว่าแผ่นดูดซับเสียงสามารถดูดซับเสียงได้เพิ่มขึ้นตามความดังที่เพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดจุดหนึ่งคือที่ความดัง 65.7 เดซิเบล แผ่นดูดซับเสียงสามารถดูดซับเสียงได้ถึง 25.88% แต่เมื่อความดังสูงกว่า 65.7 เดซิเบล ทำให้การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงลดลงที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากยางพองน้ำมีลักษณะเป็นรูพรุนขนาดเล็กๆ ภายในพองน้ำซึ่งเมื่อเสียงผ่านเข้ามาในพองน้ำซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุนซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่ ศิริกัลยาและคณะ (ศิริกัลยาและคณะ, 2541) ได้กล่าวไว้ว่าเสียงจะเดินผ่านช่องอากาศเล็กๆ ภายในทำให้เกิดแรงเสียดทานของอากาศภายในขณะที่อยู่ภายในช่องรูพรุน ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อเสียงมีการเคลื่อนที่ผ่านพองยางก็จะ

ทำให้โครงข่ายของฟองน้ำมีการเคลื่อนไหวสั่นสะเทือนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพลังงาน พลังงานเสียงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนและเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนและบางจะปล่อยพลังงาน เสียงที่เหลือออกมาอีกส่วนหนึ่ง จึงทำให้เสียงที่สามารถผ่านแผ่นดูดซับเสียงออกมาได้ก็สามารถ ออกมาได้ไม่มากนัก ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของวิโรจน์ (วิโรจน์, 2537) ได้ทำการศึกษาประ สติธิภาพของอุปกรณ์ลดเสียงในเครื่องจักรนิวแมติก พบว่าใยมะพร้าวสามารถลดความดังเสียงได้ 23.87% ใยแก้ว 21.01% และซีบกบ 21.01% และจากการศึกษาของบุรฉัตร (บุรฉัตร, 2544) ได้ทำการ ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของวัสดุพีชและเส้นใยแก้ว พบว่าวัสดุซีเมนต์ผสม เส้นใยแก้วและวัสดุทาบมะพร้าวผสมเส้นใยแก้วมีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียงเท่ากับ 0.4-0.7 ดังนั้นจากการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่ายางฟองน้ำสามารถเป็นวัสดุดูดซับเสียงได้ดี



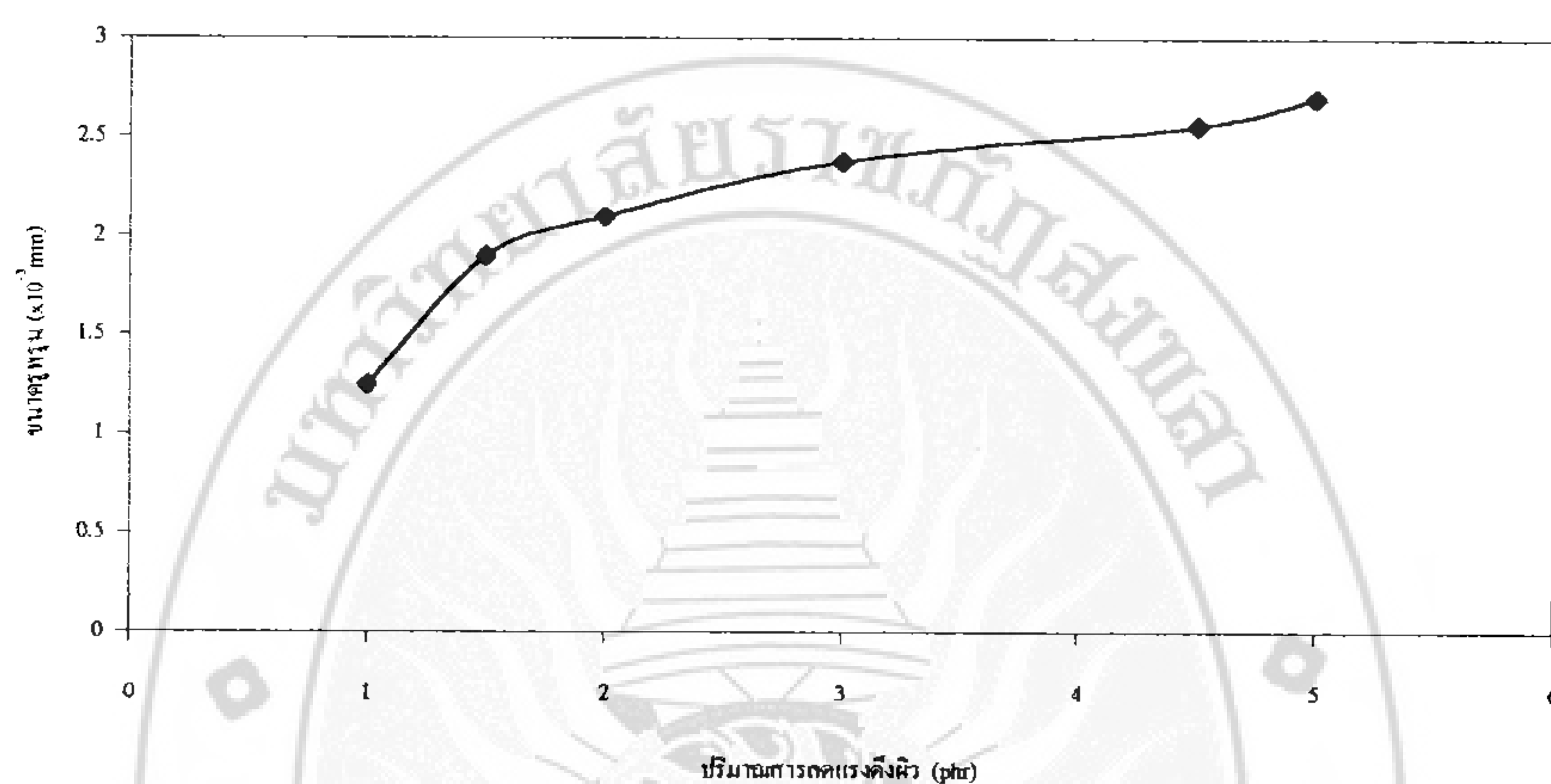
รูปที่ 4.2 เปอร์เซนต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ความถี่ต่างๆ

จากรูปที่ 4.2 พบว่าเมื่อความถี่เสียงเพิ่มสูงขึ้นทำให้แผ่นดูดซับเสียงสามารถดูดซับเสียงได้สูง ขึ้นตามความถี่ที่เพิ่มขึ้นที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะที่ความถี่ต่ำเสียงจะมีพลังงานงานเสียงสูงกว่าและ มีความยาวคลื่นยาวกว่าเสียงความถี่สูง ดังนั้นเมื่อเสียงที่ความถี่ต่ำซึ่งเป็นเสียงที่มีพลังงานสูงผ่าน เข้าไปยังส่วนที่เป็นรูพรุนหรือช่องว่างอากาศภายในแผ่นดูดซับเสียงทำให้เกิดแรงเสียดทานของ อากาศภายในช่องรูพรุน ทำให้เสียงเกิดการสูญเสียพลังงานขณะส่งผ่านได้น้อยกว่าและยังสามารถ หักมุมได้มากกว่าจึงทำให้แผ่นดูดซับเสียงสามารถดูดซับเสียงได้น้อยกว่าเสียงที่มีความถี่สูงซึ่งเป็น เสียงที่มีพลังงานต่ำซึ่งสามารถสูญเสียพลังงานขณะส่งผ่านได้มาก ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแผ่นดูดซับ เสียงซึ่งเป็นยางฟองน้ำที่มีรูพรุนสามารถดูดซับเสียงที่ความถี่สูงได้ดีกว่าเสียงที่ความถี่ต่ำ

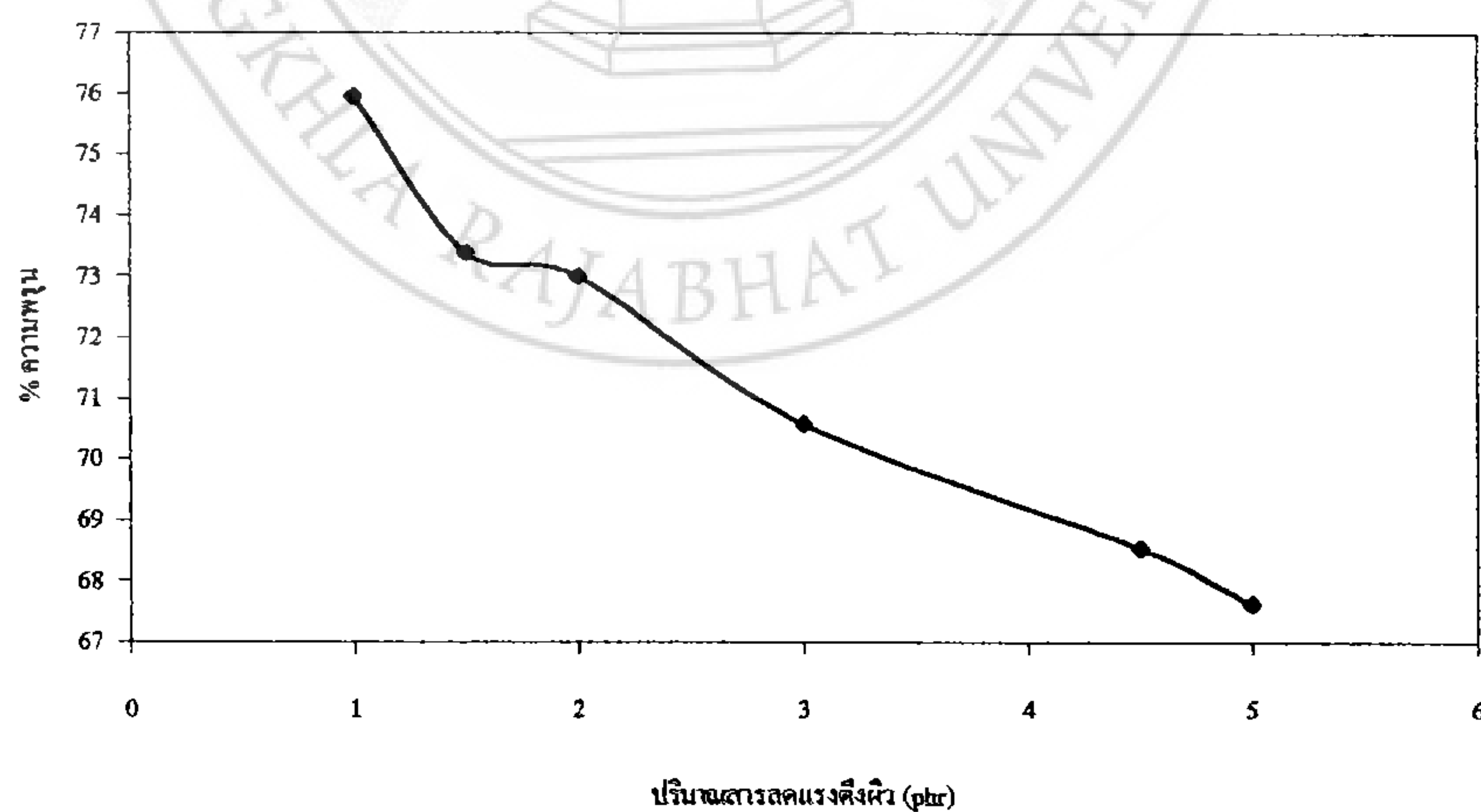
ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่ ธนพร (ธนพร, 2547) ได้กล่าวไว้ว่า แผ่นดูดซับเสียงที่โปร่งเบาเป็นรูพรุนเหมือนฟองน้ำจะเหมาะสำหรับการลดเสียงที่ความถี่สูงๆ

4.2 ผลจากการศึกษาอิทธิพลของขนาดรูพรุน

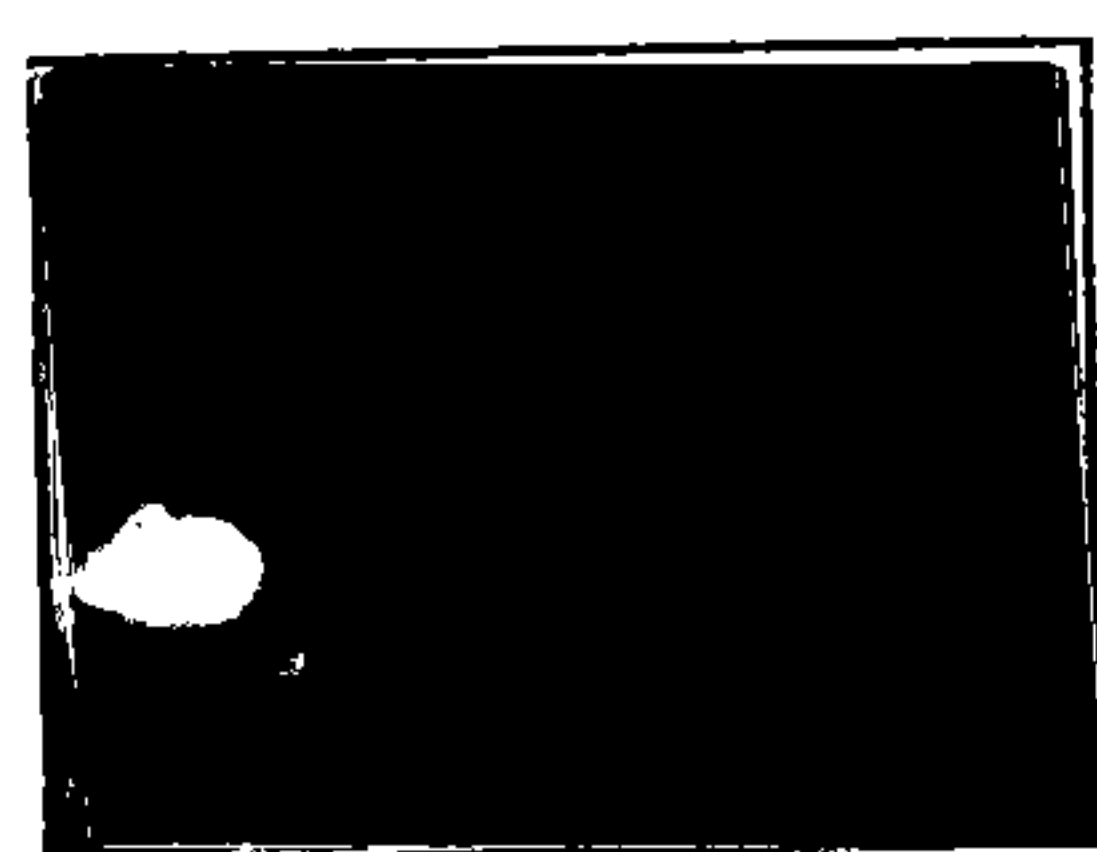
จากการศึกษาอิทธิพลของขนาดรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียงได้ผลการทดลองดังนี้



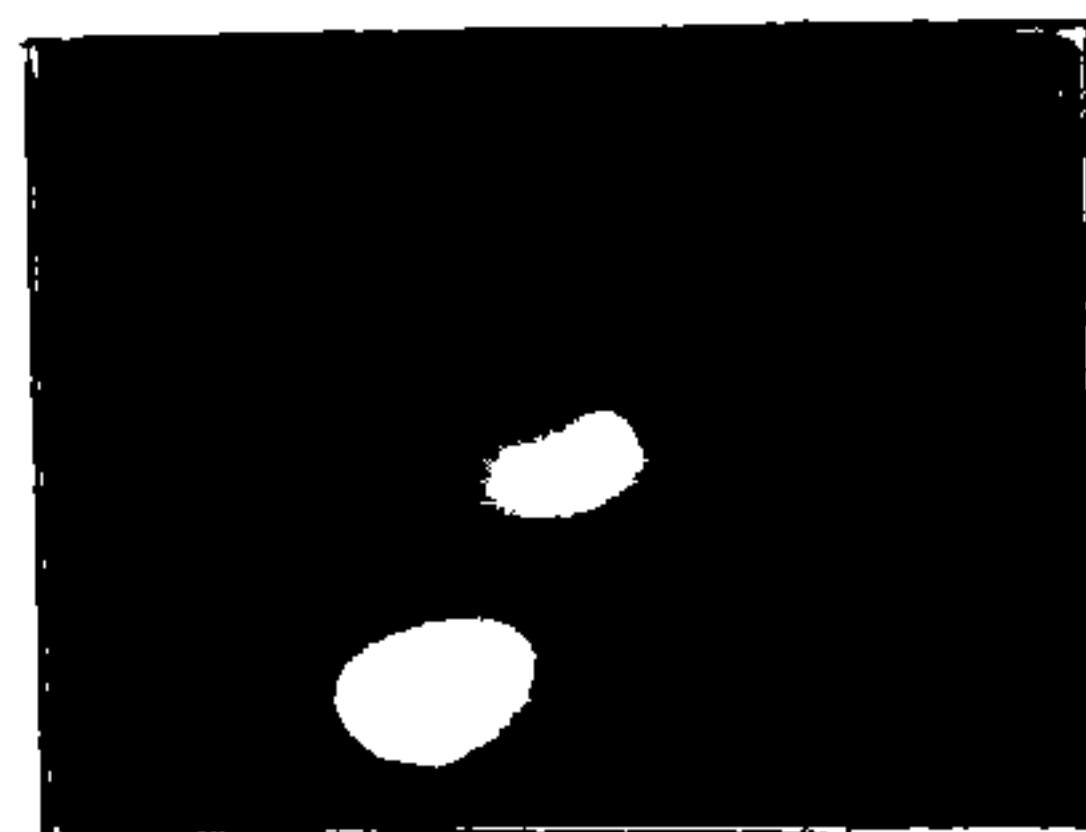
รูปที่ 4.3 ขนาดรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่ปริมาณสารลดแรงตึงผิวต่างๆ



รูปที่ 4.4 เปอร์เซนต์ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่ปริมาณสารลดแรงตึงผิวต่างๆ



a (1 phr)



b (1.5 phr)



c (2 phr)



d (3 phr)



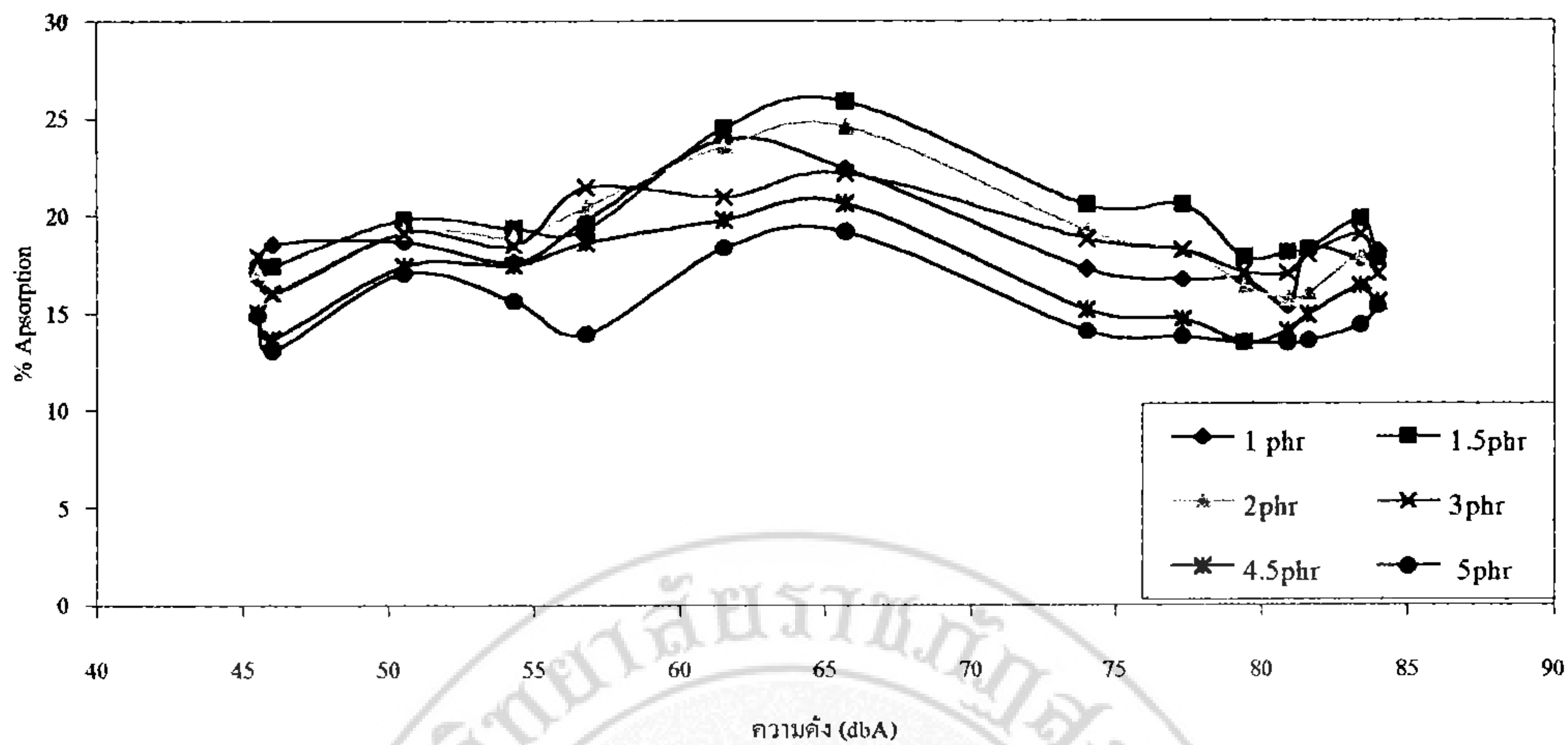
e (4.5 phr)



f (5 phr)

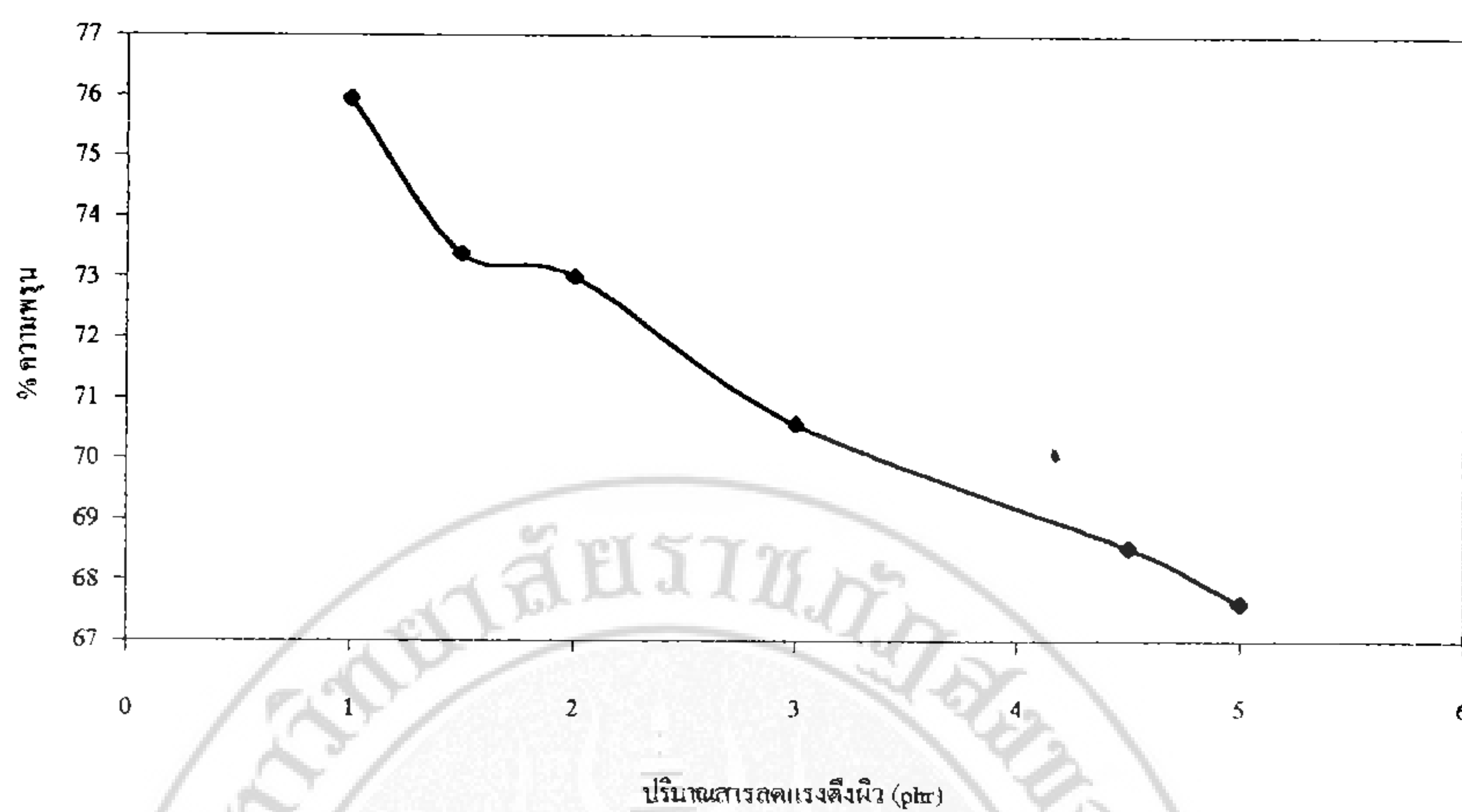
รูปที่ 4.5 ขนาดรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียง

จากรูปที่ 4.3, 4.4 และ 4.5 พบว่าเมื่อปริมาณสารลดแรงตึงผิว (สารละลายโพแทสเซียมไฮโดรอกไซด์) เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ขนาดรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียงเพิ่มสูงขึ้นดังรูปที่ 4.5 และยังส่งผลต่อความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงทำให้ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงลดลงอีกด้วย ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากสารลดแรงตึงผิวทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวของน้ำยาง ทำให้แรงตึงผิวของน้ำยางลดลง เมื่อแรงตึงผิวของน้ำยางลดลง ทำให้แผ่นดูดซับเสียง (ยางพองน้ำ) เกิดรูพรุนได้น้อยลงและขนาดรูพรุนเพิ่มสูงขึ้นด้วย

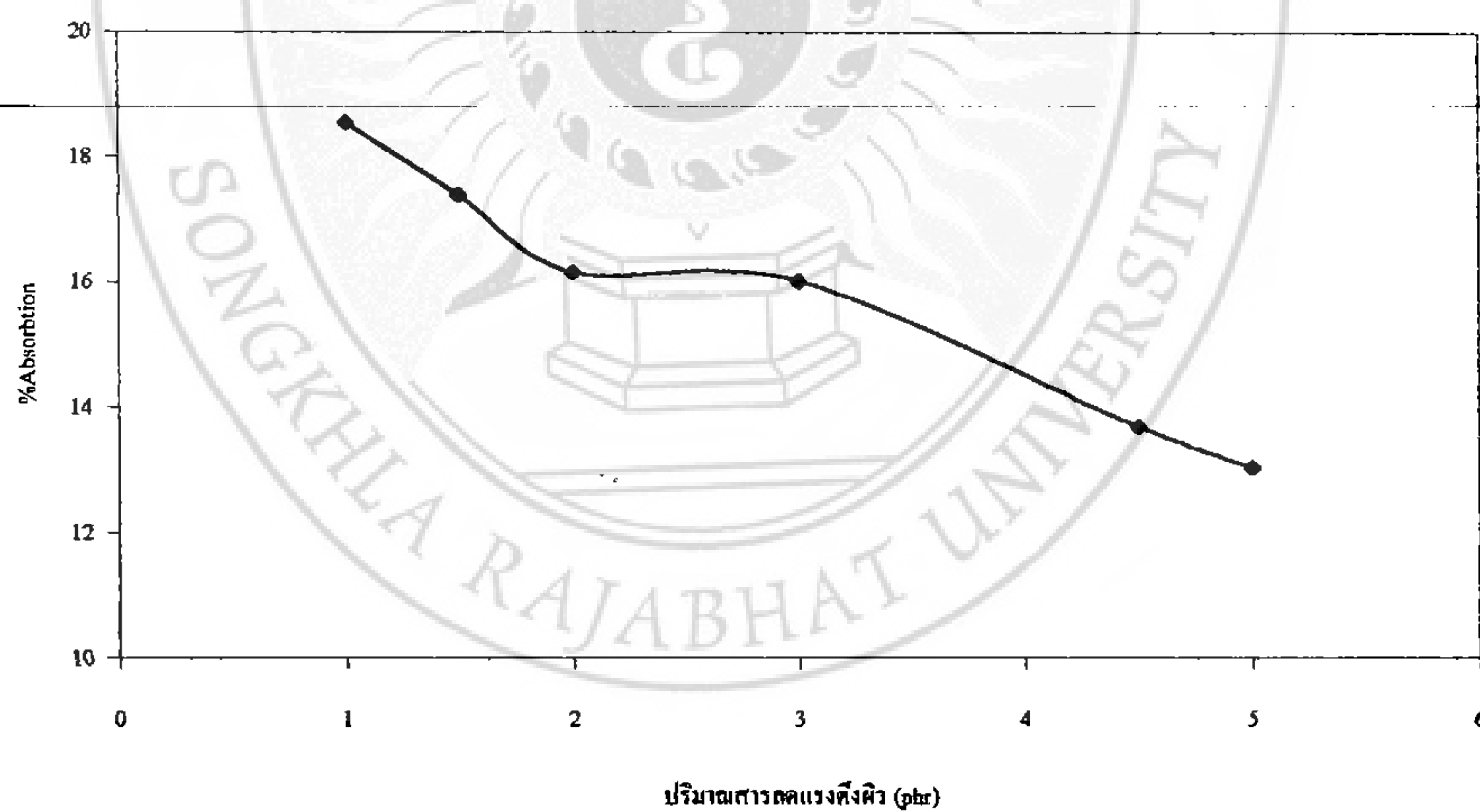


รูปที่ 4.6 เปอร์เซนต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสารลดแรงตึงผิวต่างกัน

จากรูปที่ 4.6 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณสารลดแรงตึงผิวมีผลทำให้การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงลดลงเนื่องจากการเพิ่มปริมาณสารลดแรงตึงผิวทำให้แผ่นดูดซับเสียงมีขนาดรูพรุนเพิ่มขึ้นและมีความพรุนน้อยลง เมื่อขนาดรูพรุนเพิ่มขึ้นและมีความพรุนน้อยลงทำให้พลังงานเสียงที่ผ่านเข้าไปถูกดูดซับไว้ได้น้อยลงตามขนาดรูพรุนเพิ่มขึ้นดังรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 และแผ่นดูดซับเสียงสามารถดูดซับเสียงได้เพิ่มขึ้นตามความดังที่เพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดจุดหนึ่งคือที่ความดัง 65.7 เดซิเบล และเมื่อความดังเสียงเพิ่มสูงขึ้นไปอีกทำให้การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงลดลงที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ที่ความดังต่ำเสียงจะมีความเข้มเสียงต่ำหรือมีความดันอากาศต่ำ เมื่อผ่านเข้าไปยังส่วนที่เป็นรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียงทำให้โครงข่ายของฟองน้ำมีการเคลื่อนไหวสะเทือนได้น้อยจึงทำให้พลังงานเสียงถูกดูดกลืนได้น้อย และเมื่อความดังเพิ่มสูงขึ้น เสียงจะมีความดันอากาศสูงเมื่อผ่านเข้าไปยังส่วนที่เป็นรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียงทำให้โครงข่ายของฟองน้ำมีการเคลื่อนไหวสะเทือนได้มากขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากที่ความดังเสียงสูงเกินไปทำให้เสียงมีความดันอากาศสูงมากจึงทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานเสียงขณะส่งผ่านได้น้อยลง จึงทำให้การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงลดลง ดังนั้นสรุปได้ว่า เปอร์เซนต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงเพิ่มสูงขึ้นตามความดังของเสียงจนถึง 65.7 เดซิเบล และเมื่อความดังสูงกว่า 65.7 เดซิเบล ทำให้เปอร์เซนต์การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงลดลง

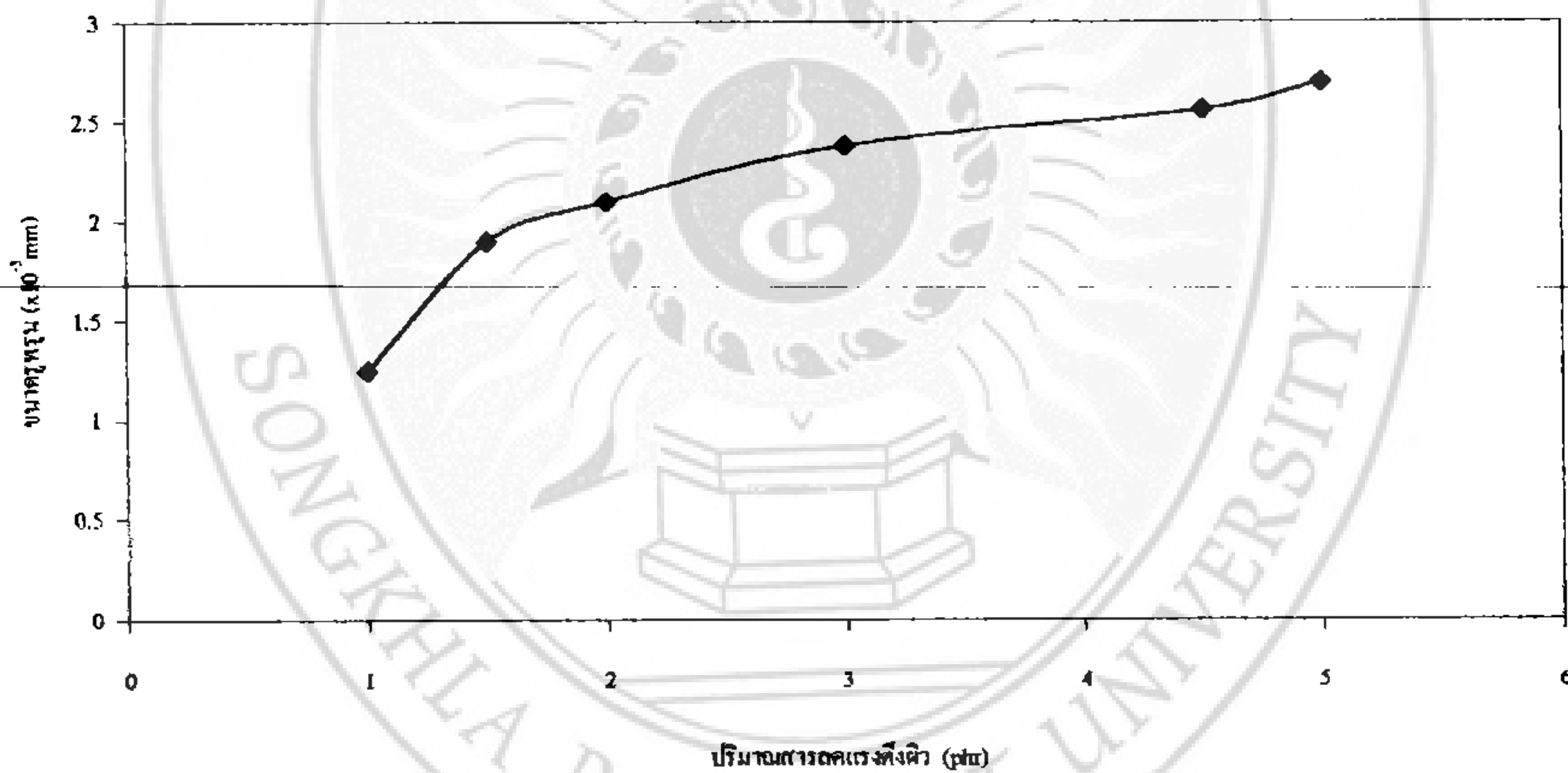


รูปที่ 4.7 เปรูเซ็นต์ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรปริมาณสารลดแรงตึงผิว

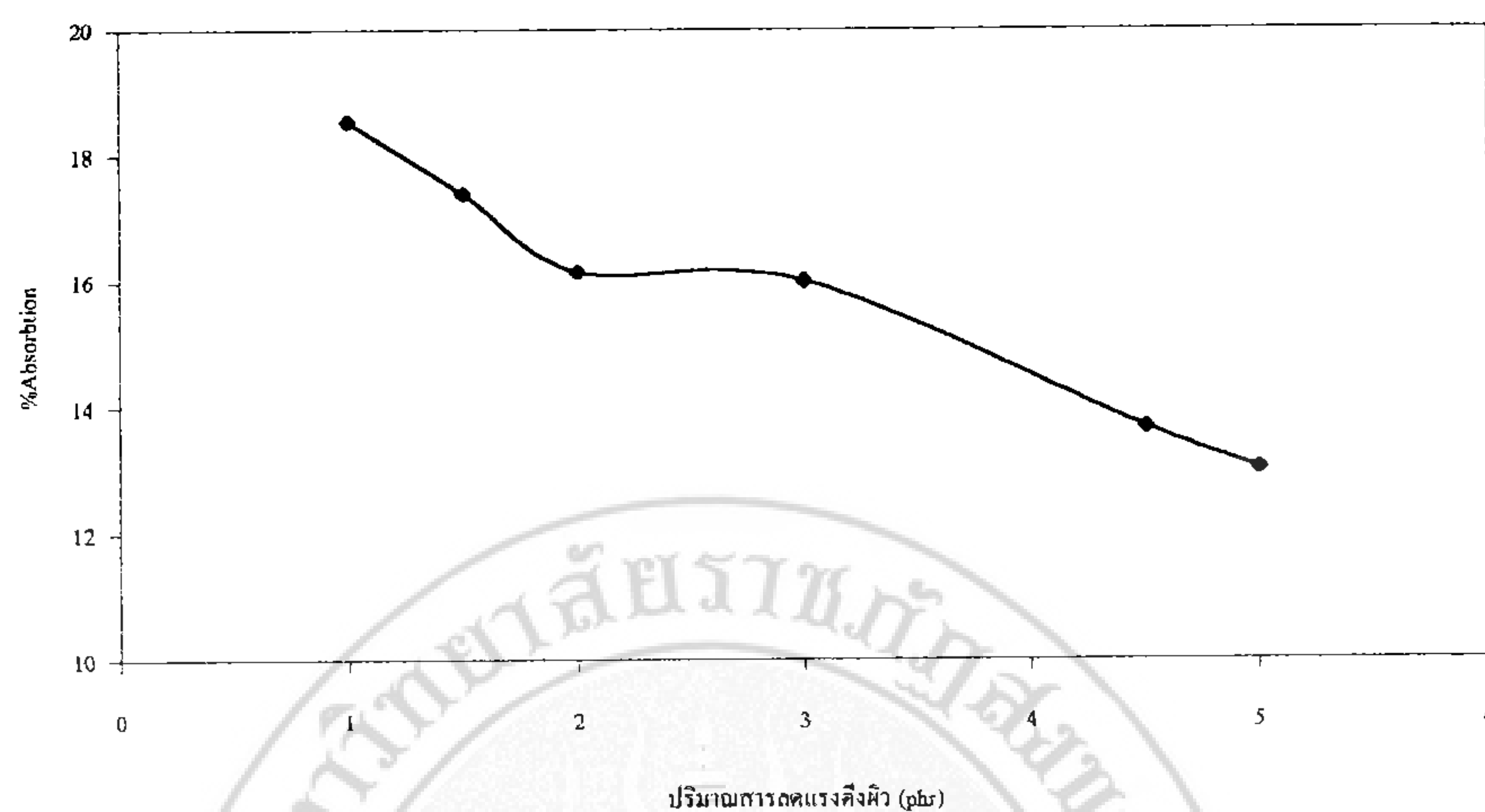


รูปที่ 4.8 เปรูเซ็นต์การดูดซับเสียงที่ความถี่ 46 เคซีเบลที่แปรปริมาณสารลดแรงตึงผิว

จากรูปที่ 4.7 และ 4.8 พบว่าเมื่อปริมาณสารลดแรงตึงผิวของแผ่นดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นทำให้ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงลดลงส่งผลให้การดูดซับเสียงแผ่นดูดซับเสียงลดลงตามไปด้วยที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากแผ่นดูดซับเสียงที่มีความพรุนมากทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้นตามไปด้วยจึงทำให้ เสียงที่ผ่านเข้ามาในแผ่นดูดซับเสียงซึ่งเป็นวัสดุที่มีรูพรุนเสียงก็จะเดินผ่านช่องอากาศเล็กๆภายในทำให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างช่องว่างอากาศของแผ่นดูดซับเสียงได้มากขึ้น ซึ่งขณะที่อยู่ในช่องรูพรุนเสียงมีการเคลื่อนที่ก็จะทำให้โครงข่ายของฟองน้ำมีการเคลื่อนไหวสั่นสะเทือนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพลังงานขึ้น พลังงานเสียงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนและเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนสะสมในยางและยางจะปล่อยพลังงานเสียงที่เหลือออกมาอีกส่วนหนึ่ง ดังนั้นแผ่นดูดซับเสียงที่มีความเป็นรูพรุนมากขึ้นก็จะทำให้เกิดแรงเสียดทานกับเสียงได้มากขึ้น และพลังงานเสียงจะถูกดูดกลืนได้มากขึ้น ส่งผลให้ เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงลดลงตามปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่เพิ่มขึ้น

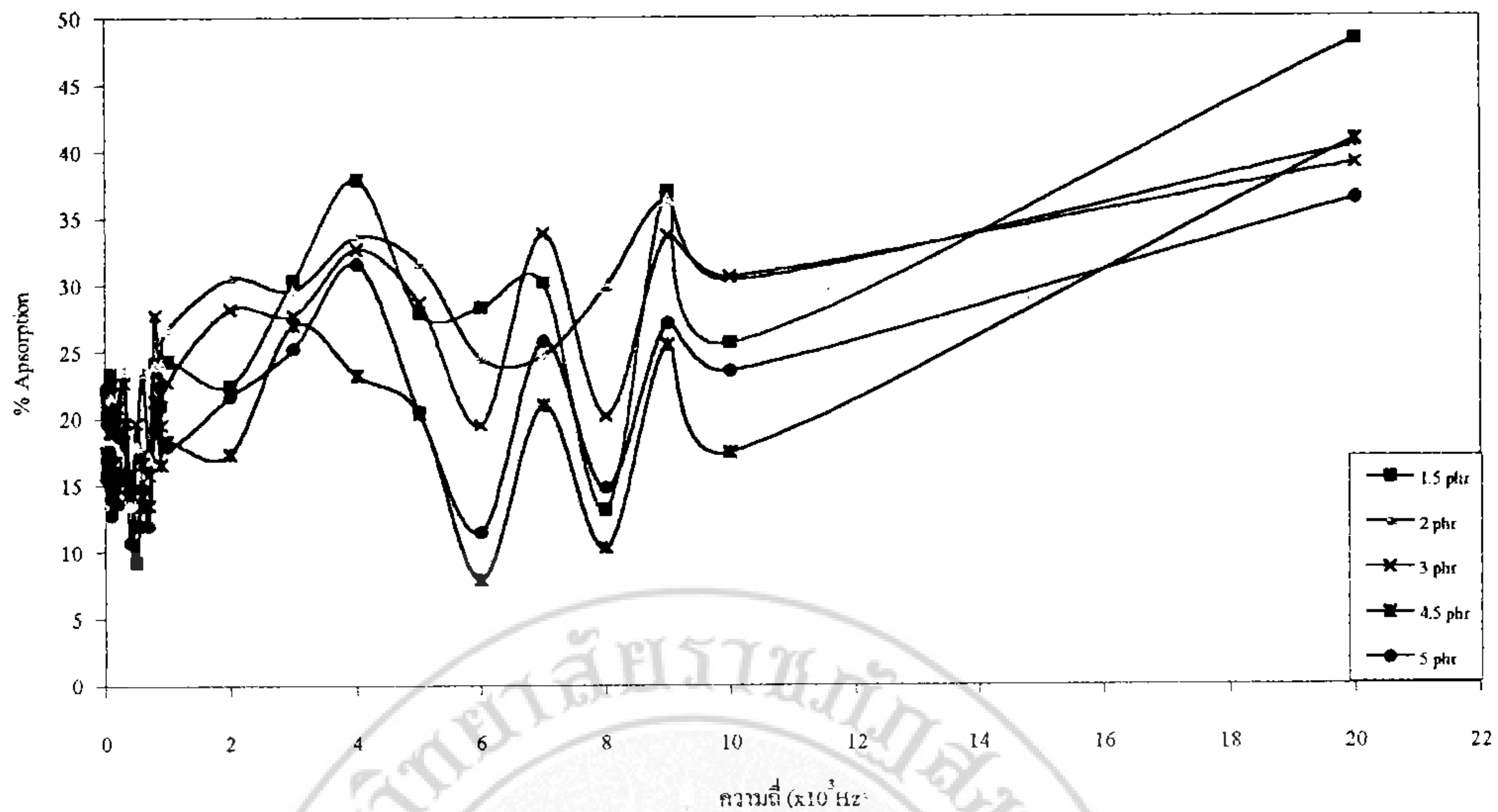


รูปที่ 4.9 ขนาดรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่ปริมาณสารลดแรงตึงผิวต่างๆ



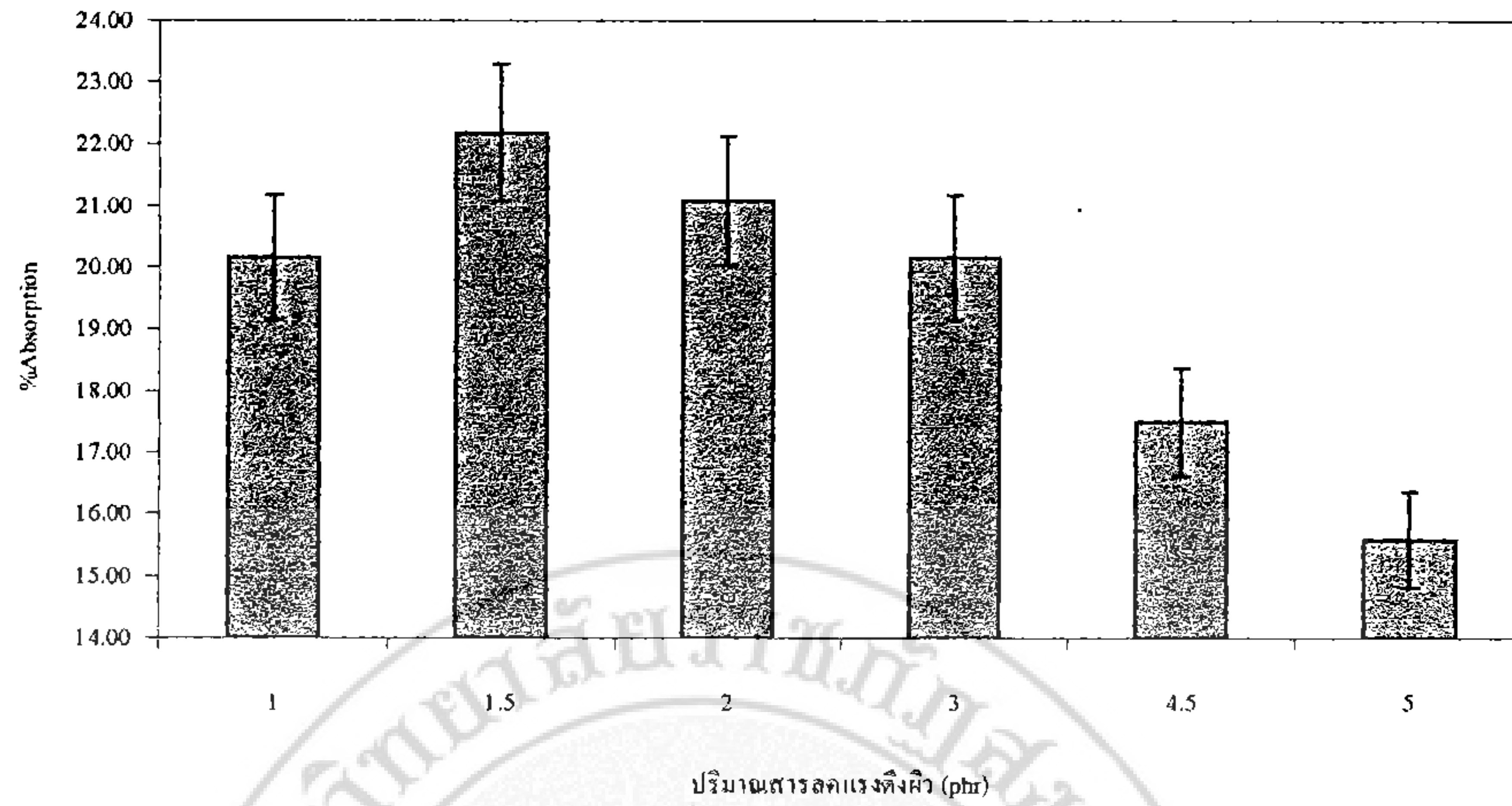
รูปที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียงที่ความดัง 46 เดซิเบลที่ปริมาณการลดแรงคังผิวต่างๆ

จากรูปที่ 4.9 และ 4.10 พบว่าเมื่อปริมาณการลดแรงคังผิวเพิ่มขึ้นทำให้ขนาดรูพรุนเพิ่มสูงขึ้น จึงส่งผลให้การดูดซับเสียงแผ่นดูดซับเสียงลดลงที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากแผ่นดูดซับเสียงที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสน้อยและแผ่นดูดซับเสียงที่มีรูพรุนขนาดเล็กทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ดังนั้นเมื่อเสียงผ่านเข้าไปยังแผ่นดูดซับเสียงที่มีขนาดรูพรุนใหญ่ซึ่งมีพื้นที่ผิวสัมผัสน้อยจึงทำให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างช่องว่างอากาศของแผ่นดูดซับเสียงได้น้อยลงส่งผลให้ เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงลดลงตามปริมาณการลดแรงคังผิวที่เพิ่มขึ้น



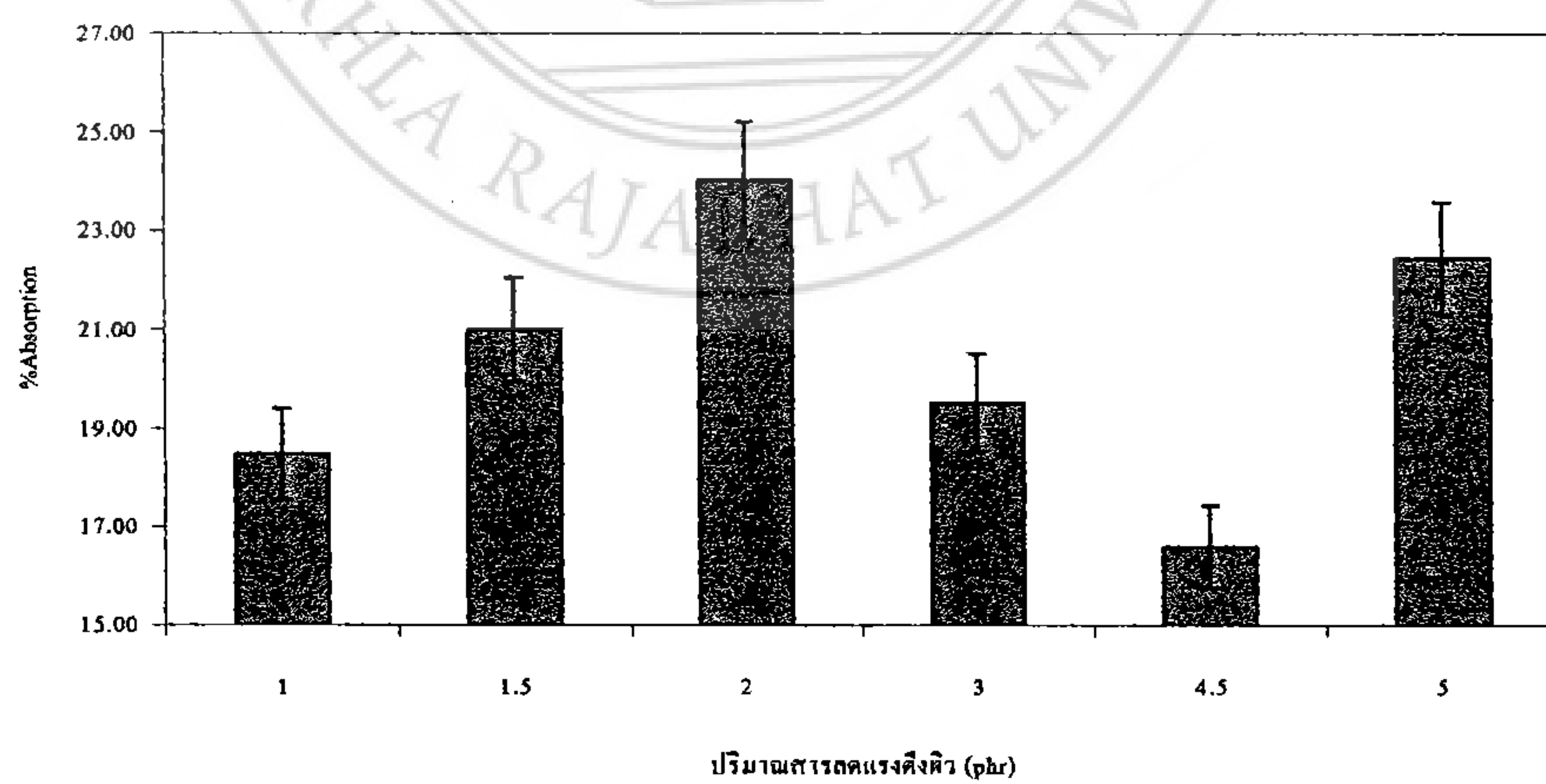
รูปที่ 4.11 เปอร์เซนต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสารลดแรงดึงผิวต่างกันที่ความถี่ต่างๆ

จากรูปที่ 4.11 พบว่าเมื่อความถี่เสียงเพิ่มสูงขึ้นทำให้การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วยที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะที่ความถี่ต่ำเสียงจะมีพลังงานงานเสียงสูงกว่าและมีความยาวคลื่นยาวกว่าเสียงความถี่สูง ดังนั้นเมื่อเสียงที่ความถี่ต่ำซึ่งเป็นเสียงที่มีพลังงานสูงผ่านเข้าไปยังส่วนที่เป็นรูพรุนหรือช่องว่างอากาศภายในแผ่นดูดซับเสียงทำให้เกิดแรงเสียดทานของอากาศภายในช่องรูพรุน ทำให้เสียงเกิดการสูญเสียพลังงานขณะส่งผ่านได้น้อยกว่าและยังสามารถหักมุมได้มากกว่าจึงทำให้แผ่นดูดซับเสียงสามารถดูดซับเสียงได้น้อยกว่าเสียงที่มีความถี่สูงซึ่งเป็นเสียงที่มีพลังงานต่ำซึ่งสามารถสูญเสียพลังงานขณะส่งผ่านได้มาก และที่ความถี่ต่ำแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสารลดแรงดึงผิว 1.5 phr. สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด และที่ความถี่กลาง แผ่นดูดซับเสียงที่ใช้สารลดแรงดึงผิว 2 phr. สามารถดูดซับเสียงได้ดี และที่ความถี่สูงแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้สารลดแรงดึงผิว 1.5 phr. สามารถดูดซับเสียงได้ดี



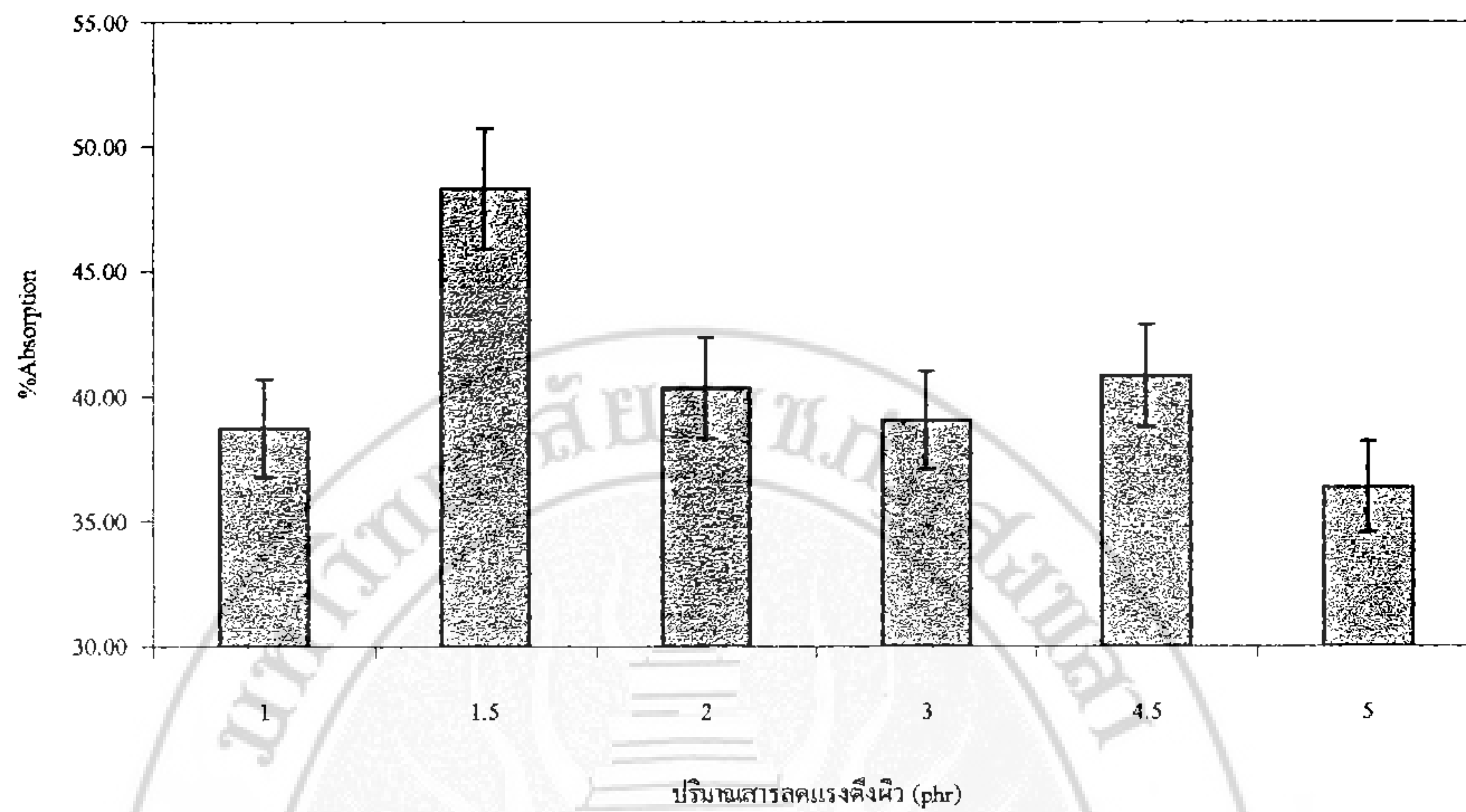
รูปที่ 4.12 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสารลดแรงดึงผิวต่างกันที่ความถี่ 20 เฮิร์ต

จากรูปที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสารลดแรงดึงผิว 1.5 phr สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด



รูปที่ 4.13 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสารลดแรงดึงผิวต่างกันที่ความถี่ 900 เฮิร์ต

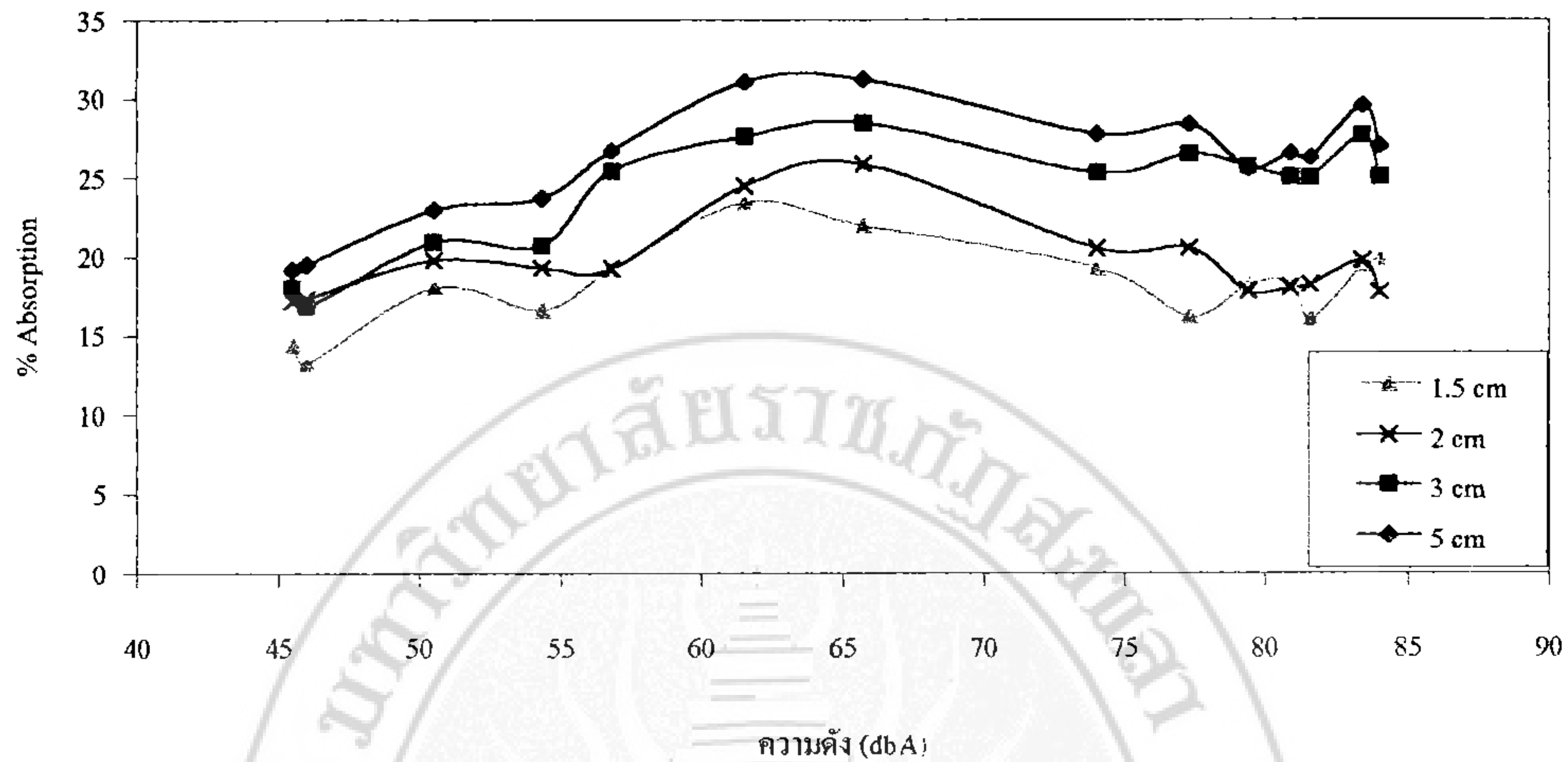
จากรูปที่ 4.13 จะเห็นได้ว่าแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสารลดแรงตึงผิว 2 phr สามารถดูดซับเสียงที่ความถี่ 900 เฮิร์ต ซึ่งเป็นความถี่ปานกลางได้ดีที่สุด



รูปที่ 4.14 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสารลดแรงตึงผิวต่างกันที่ความถี่ 20,000 เฮิร์ต

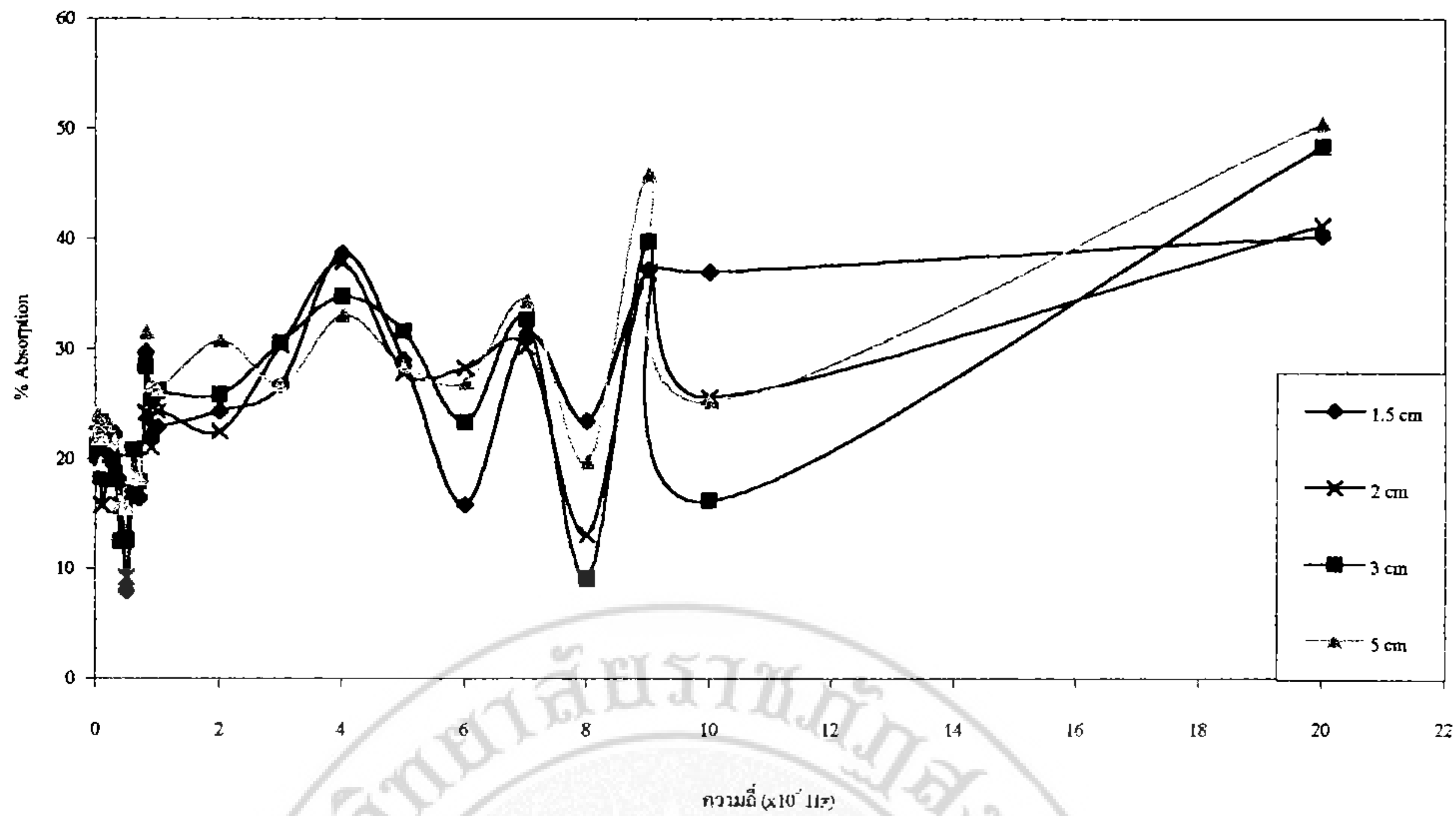
จากรูปที่ 4.14 จะเห็นได้ว่าแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ปริมาณสารลดแรงตึงผิว 1.5 phr สามารถดูดซับเสียงที่ความถี่ 20,000 เฮิร์ต ซึ่งเป็นความถี่สูงได้ดีที่สุด

4.3 อิทธิพลความหนาของแผ่นดูดซับเสียง



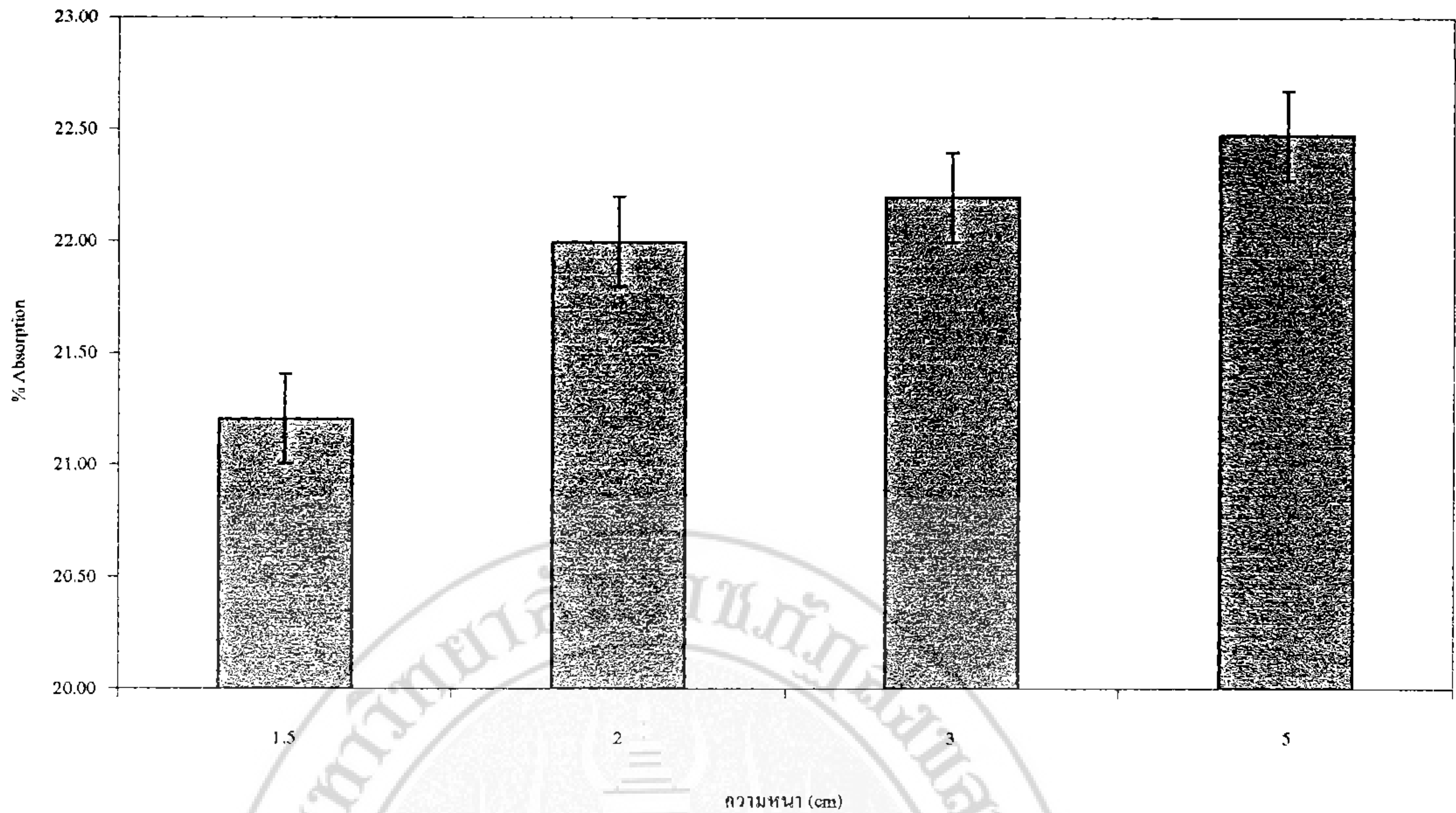
รูปที่ 4.15 เปอร์เซนต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ความหนาต่างๆ

จากรูปที่ 4.15 พบว่าเมื่อเพิ่มความหนาของแผ่นดูดซับเสียงมีผลทำให้ความสามารถในการดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงได้ดีมากขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความหนาของแผ่นดูดซับเสียงทำให้มีการเพิ่มความเป็นรูพรุนเพิ่มขึ้นหรือมีช่องว่างระหว่างอากาศมากขึ้นตามไปด้วยและผนังที่หนายังเป็นตัวกั้นเสียงให้เดินผ่านได้ยากมากขึ้น จึงทำให้เสียงที่ผ่านเข้ามาในรูพรุนเกิดการสูญเสียพลังงานขณะส่งผ่านมากกว่าแผ่นดูดซับเสียงที่บางกว่าจึงทำให้ยางเกิดการดูดกลืนพลังงานเสียงไว้ได้มากกว่าส่งผลให้เสียงผ่านออกไปได้ยากมากขึ้น ทำให้แผ่นดูดซับเสียงที่มีความหนามากกว่าจะสามารถดูดซับเสียงได้มากกว่าแผ่นดูดซับเสียงที่มีความหนาน้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ธนาศรี (ธนาศรี, 2542) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมเสียงของแผ่นใยไม้อัดซึ่งทำจาก ก้านใบปาล์มน้ำมัน พบว่าเมื่อเพิ่มความหนาของวัสดุจาก $\frac{1}{2}$ นิ้ว ขึ้นเป็น $\frac{3}{4}$ นิ้ว ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของแผ่นตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นสรุปได้ว่า เปอร์เซนต์การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงจะแปรผันตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียง



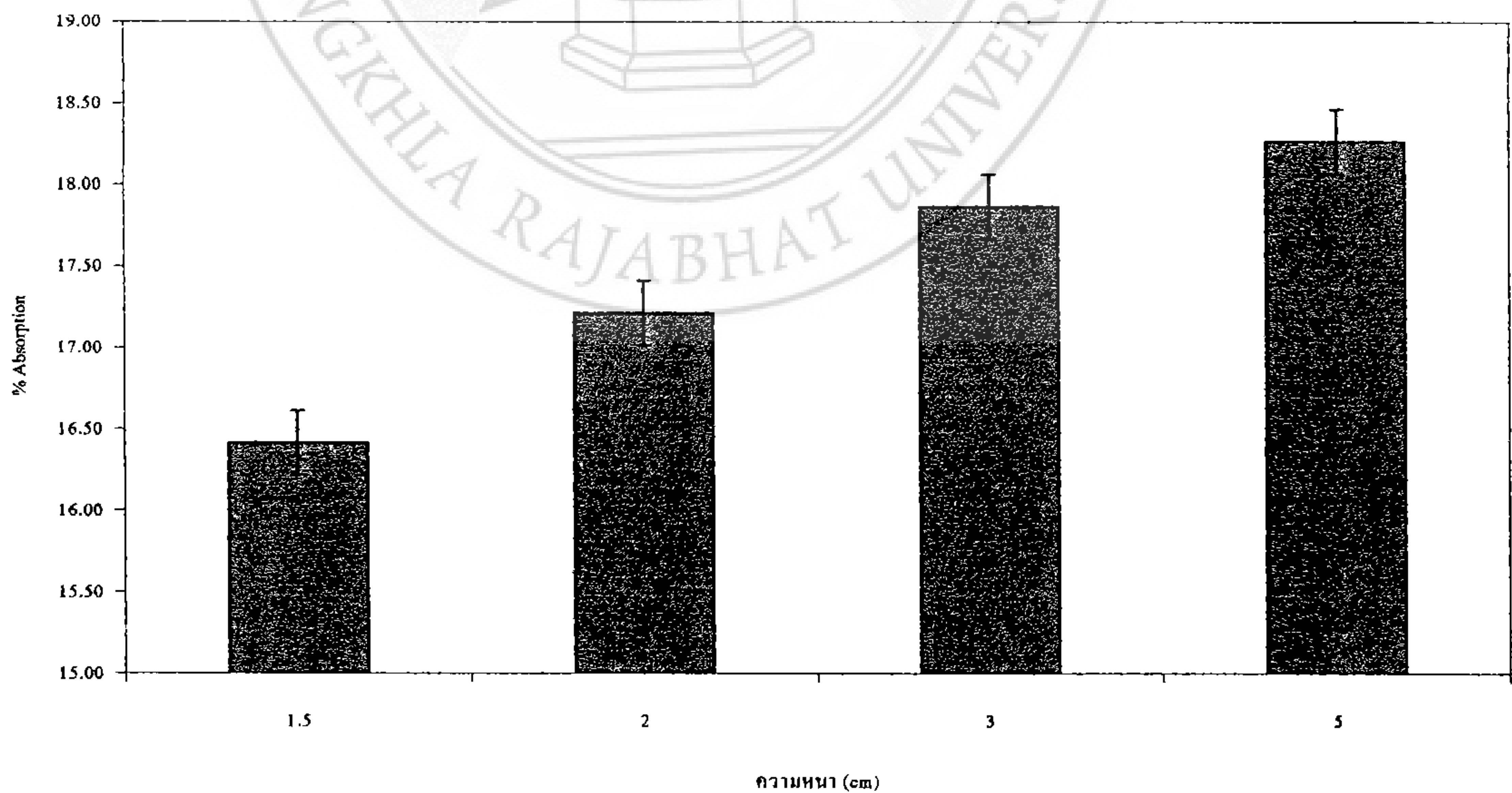
รูปที่ 4.16 เปอร์เซนต์การดูดซับเสียง (Absorption) ที่ความถี่ต่างๆของแผ่นดูดซับเสียงที่ความหนาต่างกัน

จากรูปที่ 4.16 พบว่าเมื่อความถี่เพิ่มสูงขึ้นทำให้การดูดซับเสียงเพิ่มสูงขึ้นไปด้วยและเมื่อเพิ่มความหนาของแผ่นดูดซับเสียงมีผลทำให้ความสามารถในการดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงได้ดีมากขึ้นที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการเพิ่มความหนาของแผ่นดูดซับเสียงทำให้มีการเพิ่มความเป็นรูพรุนเพิ่มขึ้นหรือมีช่องว่างระหว่างอากาศมากขึ้นตามไปด้วยและผนังที่หนายังเป็นตัวกั้นเสียงให้เดินผ่านได้ยากมากขึ้นจึงทำให้เสียงที่ผ่านเข้ามาในรูพรุนเกิดการสูญเสียพลังงานขณะส่งผ่านมากกว่าแผ่นดูดซับเสียงที่บางกว่าจึงทำให้ยางเกิดการดูดกลืนพลังงานเสียงไว้ได้มากกว่าส่งผลให้เสียงผ่านออกไปได้ยากมากขึ้น ทำให้แผ่นดูดซับเสียงที่มีความหนามากกว่าจะสามารถดูดซับเสียงได้มากกว่าแผ่นดูดซับเสียงที่มีความหนาน้อยกว่า ดังนั้นสรุปได้ว่าแผ่นดูดซับเสียงที่มีความหนามากกว่าจะสามารถดูดซับเสียงได้มากกว่าโดยเฉพาะความถี่สูง



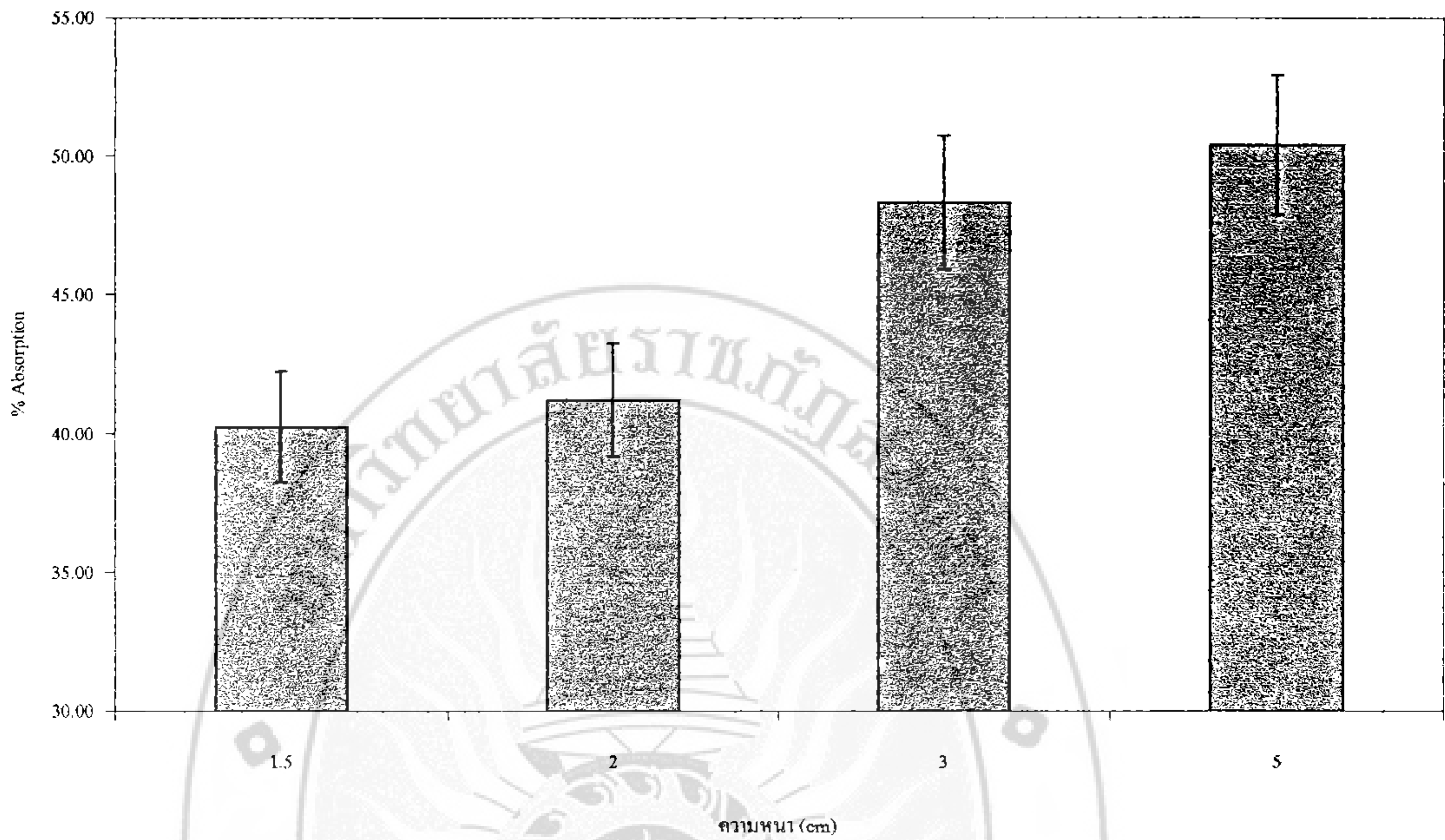
รูปที่ 4.17 เปอร์เซนต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ความหนาต่างกันที่ความถี่ 60 เฮิร์ต

จากรูปที่ 4.17 จะเห็นได้ว่าการดูดซับเสียงที่ความถี่เสียง 60 เฮิร์ต ซึ่งเป็นเสียงความถี่ต่ำของแผ่นดูดซับเสียงเพิ่มสูงขึ้นตามความหนาที่สูงขึ้น และที่ความหนา 5 เซนติเมตร สามารถดูดซับเสียงได้ 22.47%



รูปที่ 4.18 เปอร์เซนต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ความหนาต่างกันที่ความถี่ 700 เฮิร์ต

จากรูปที่ 4.18 จะเห็นได้ว่าการดูดซับเสียงที่ความถี่เสียง 700 เฮิร์ต ซึ่งเป็นเสียงความถี่ปานกลางของแผ่นดูดซับเสียงเพิ่มสูงขึ้นตามความหนาที่สูงขึ้น

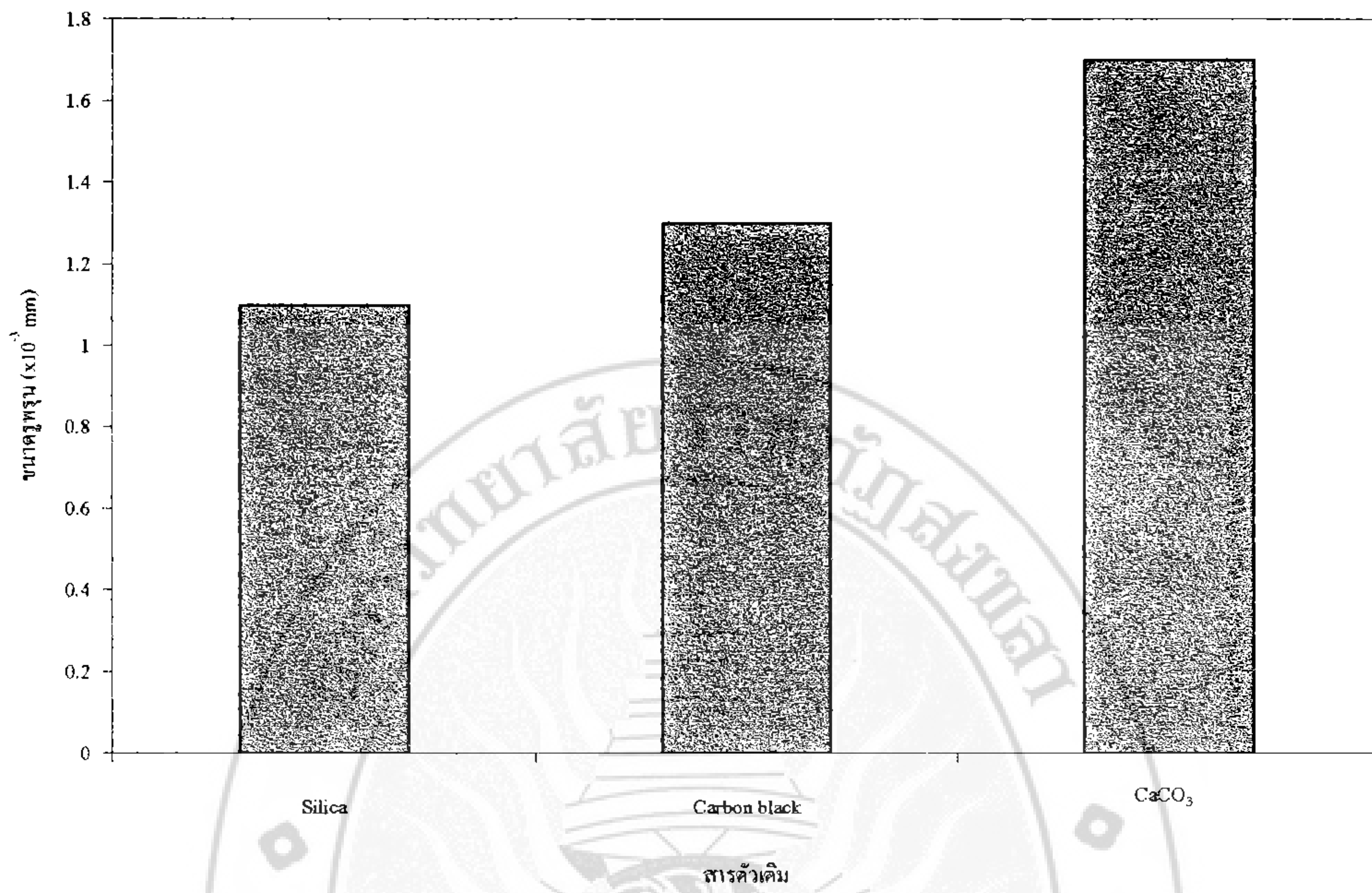


รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบการดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ความหนาต่างกันที่ความถี่ 20,000 เฮิร์ต

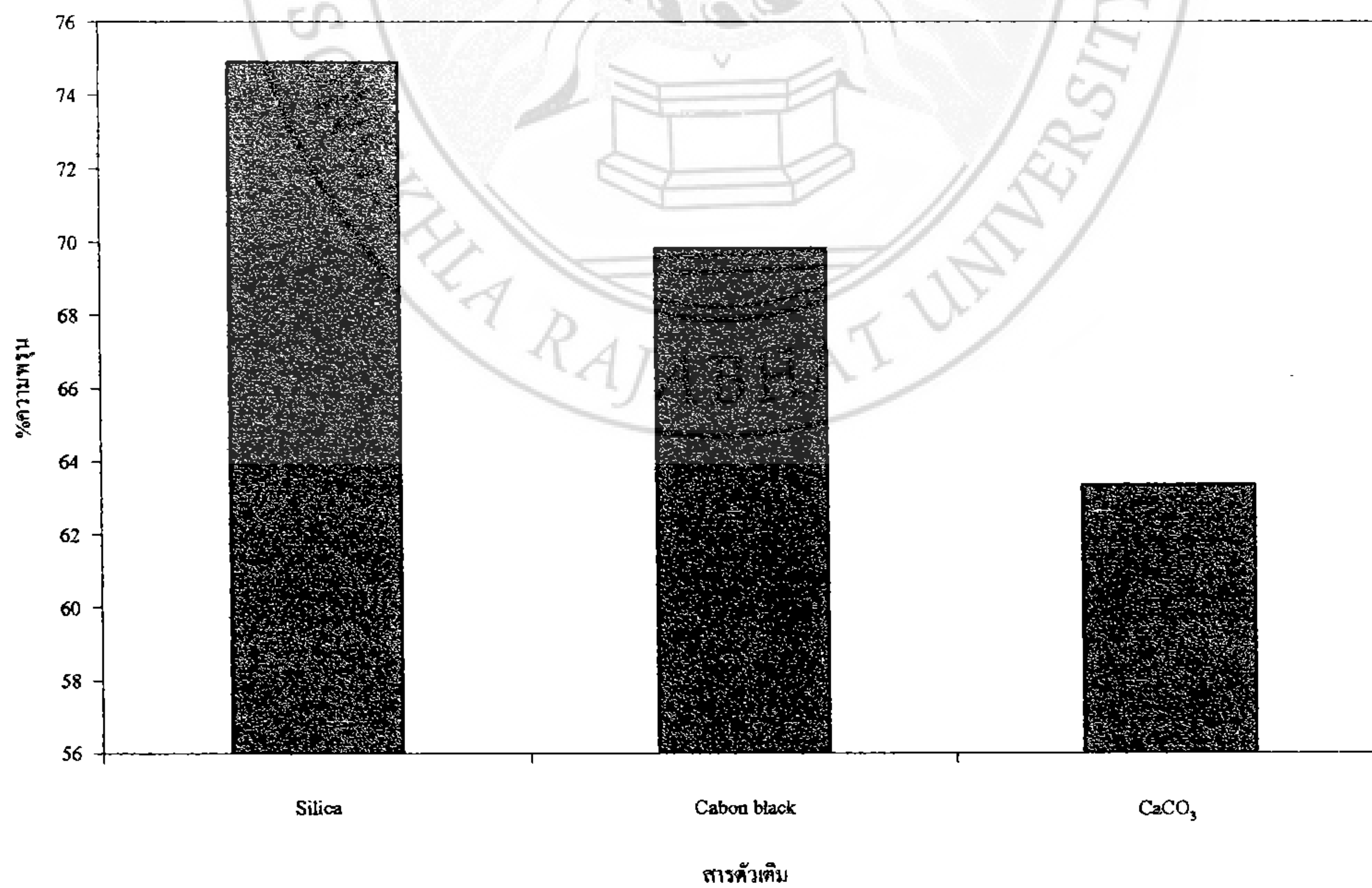
จากรูปที่ 4.19 จะเห็นได้ว่าการดูดซับเสียงที่ความถี่เสียง 20,000 เฮิร์ต ซึ่งเป็นเสียงความถี่สูงของแผ่นดูดซับเสียงเพิ่มสูงขึ้นตามความหนาที่สูงขึ้น

4.4 อิทธิพลของการใช้สารตัวเติมของแผ่นดูดซับเสียง

การใช้สารตัวเติมในยางเหตุผลหนึ่งเพื่อลดต้นทุนจึงทำการศึกษาการใช้ เขม่าดำ (Carbon Black) ซิลิกา (Silica) และแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ซึ่งได้ผลการทดลอง ดังนี้



รูปที่ 4.20 ขนาดรูปทรงของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้สารตัวเติมต่างกัน



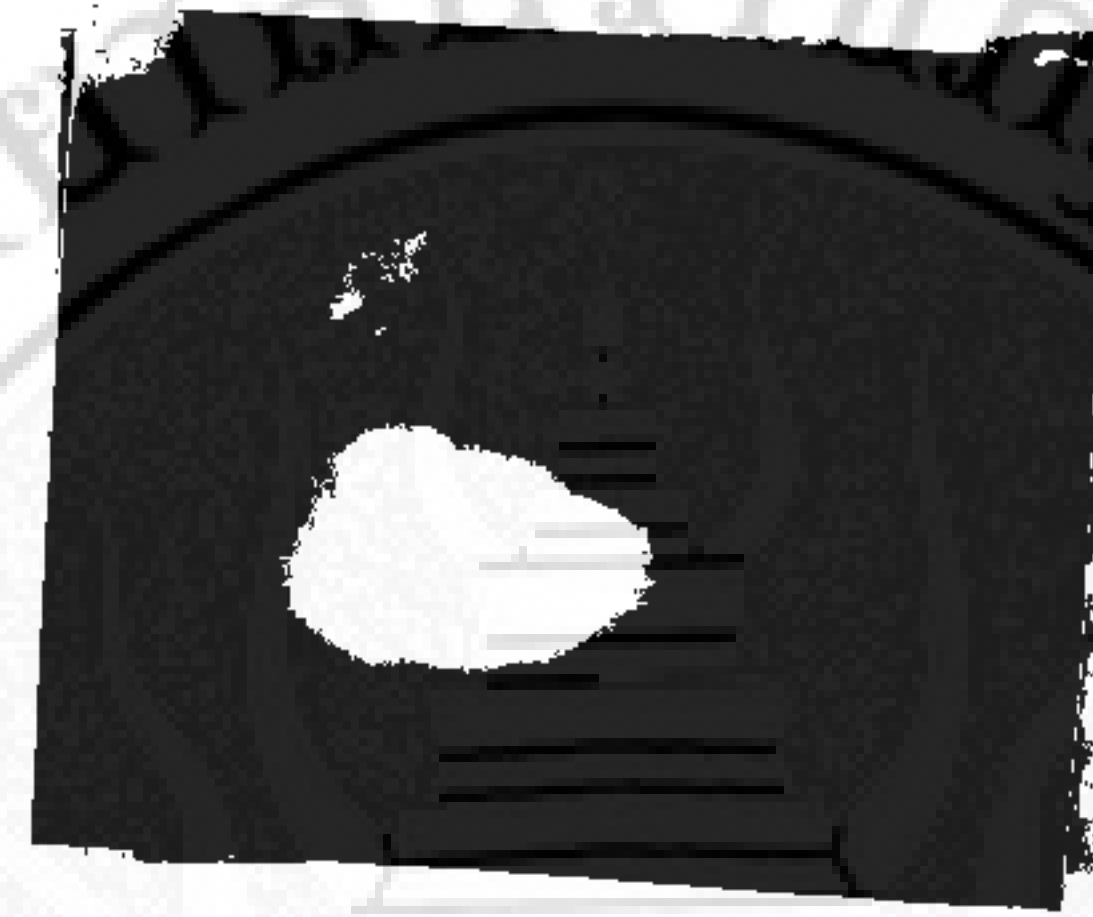
รูปที่ 4.21 เปอร์เซ็นต์ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้สารตัวเติมต่างกัน



a (ซิริลิกา)



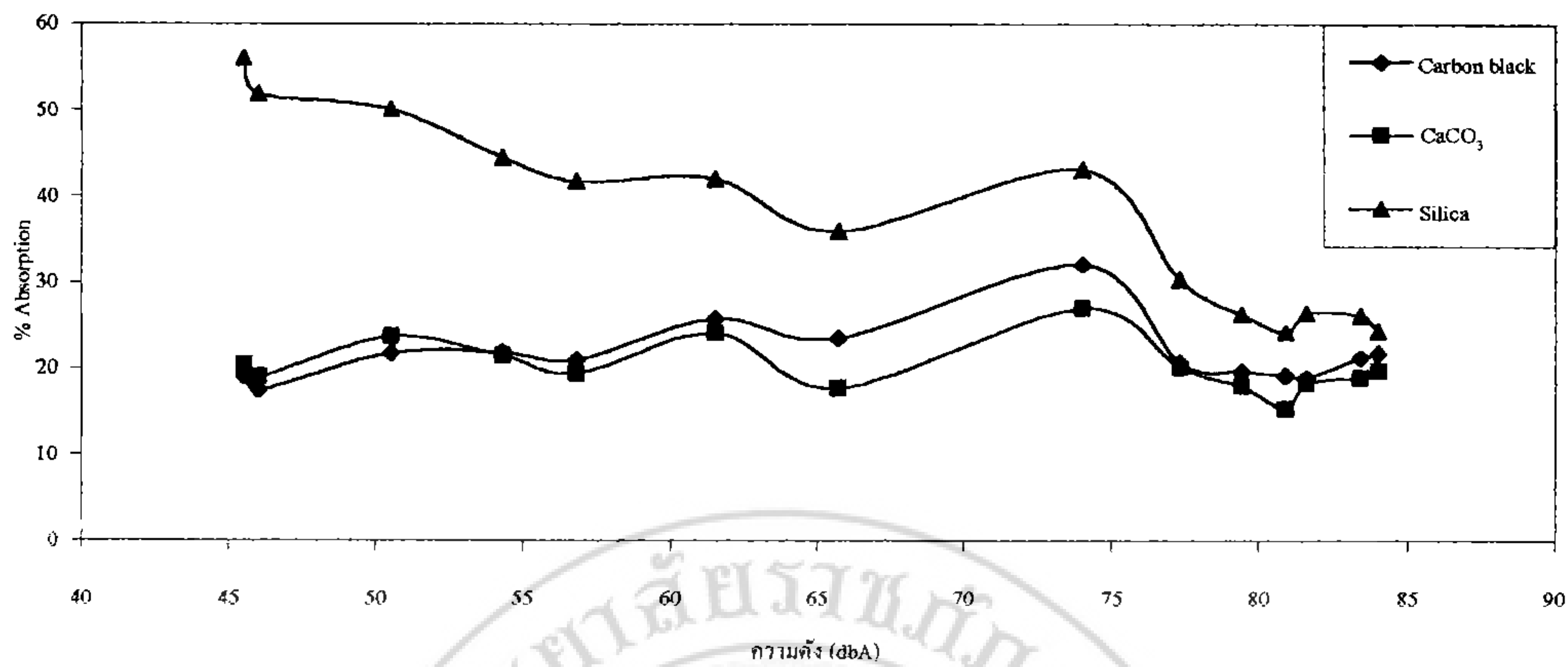
b (เฮมาต์)



d (แคลเซียมคาร์บอเนต)

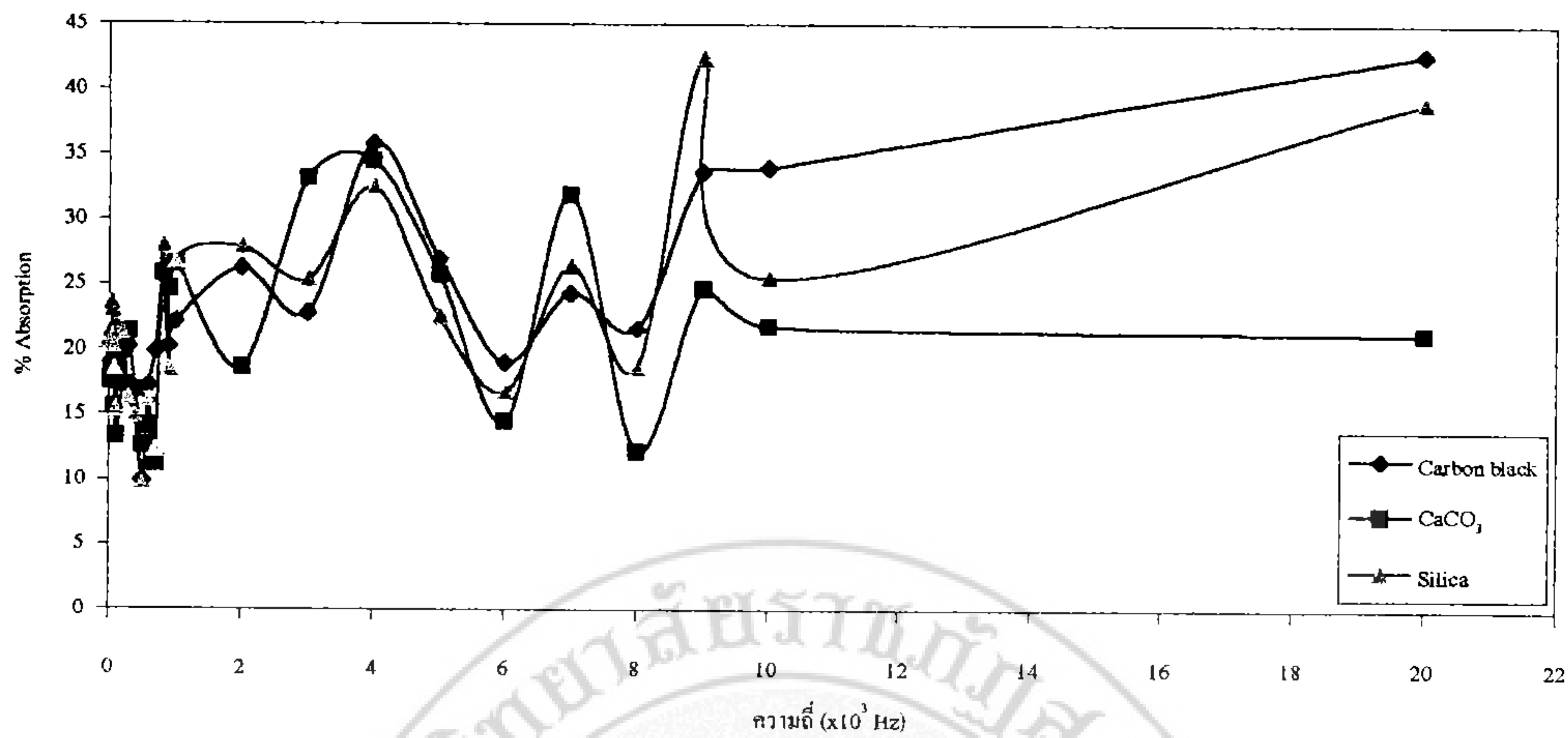
รูปที่ 4.22 ขนาดรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียง

จากรูปที่ 4.20, 4.21 และ 4.22 พบว่าสารตัวเติมต่างชนิดกันมีผลทำให้ขนาดรูพรุนและความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงต่างกัน กล่าวคือ ซิริลิกามีความพรุนสูงกว่า เฮมาต์และแคลเซียมคาร์บอเนตตามลำดับ ส่วนขนาดรูพรุน แคลเซียมคาร์บอเนตมีขนาดรูพรุนสูงกว่าเฮมาต์และซิริลิกาตามลำดับ โดยที่ซิริลิกามีขนาดรูพรุน 1.1×10^{-3} มิลลิเมตร เฮมาต์มีขนาดรูพรุน 1.3×10^{-3} มิลลิเมตร และแคลเซียมคาร์บอเนตมีขนาดรูพรุน 1.7×10^{-3} มิลลิเมตร จึงสรุปได้ว่าซิริลิกามีขนาดรูพรุนที่เล็กกว่าเฮมาต์และเฮมาต์มีรูพรุนเล็กกว่าแคลเซียมคาร์บอเนต ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากซิริลิกาเป็นสารที่มีความเป็นกรดสูงกว่าเฮมาต์ และ แคลเซียมคาร์บอเนตตามลำดับ เป็นเหตุทำให้น้ำยาล้างตัวเร็วทำให้โอกาสที่ฟองน้ำจะยุบตัวได้ยากในขณะที่ยังไม่ได้วัลคาไนซ์ทำให้มีความเป็นรูพรุนมากแต่มีขนาดรูพรุนที่เล็กกว่า เฮมาต์และแคลเซียมคาร์บอเนต



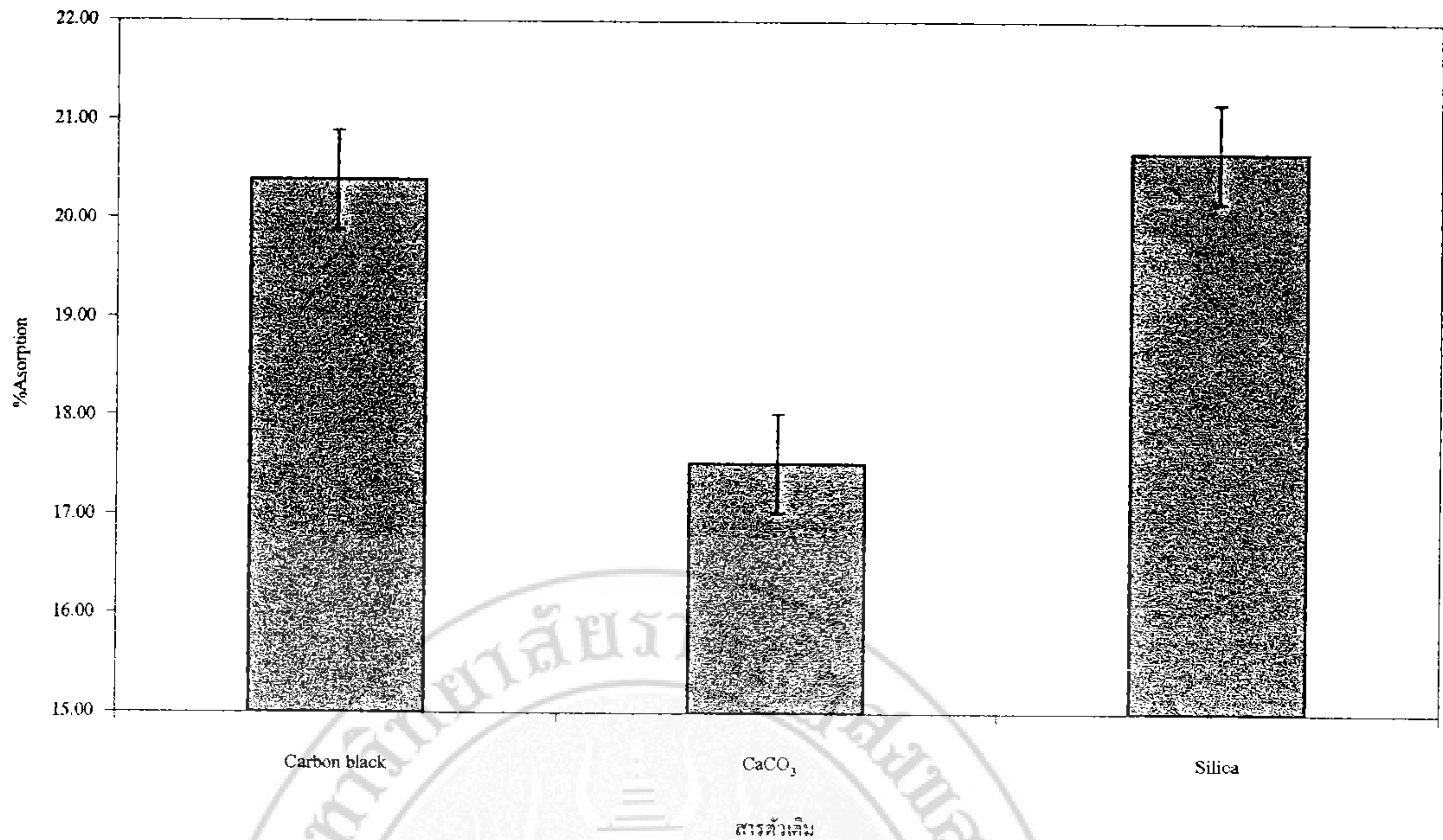
รูปที่ 4.23 เปอร์เซนต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้สารตัวเติมต่างกัน

จากรูปที่ 4.23 พบว่าการใช้สารตัวเติมต่างกันให้การดูดซับเสียงที่ต่างกัน กล่าวคือ ซิลิกาสามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนต ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากซิลิกาเป็นสารที่ทำให้เกิดรูพรุนมากกว่าและเล็กกว่าเขม่าดำ และเขม่าดำทำให้เกิดรูพรุนมากกว่าและเล็กกว่าแคลเซียมคาร์บอเนต เมื่อซิลิกามีความเป็นรูพรุนมากแต่มีขนาดรูพรุนที่เล็กจึงทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนต ดังนั้นเมื่อเสียงผ่านเข้ามาในแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ซิลิกาซึ่งเป็นรูพรุนที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนต ทำให้พลังงานเสียงที่ผ่านเข้ามาสามารถสัมผัสกับพื้นผิวของรูพรุนได้มากกว่าจึงทำให้ยังสามารถเปลี่ยนพลังงานเสียงไปเป็นพลังงานความร้อนสะสมในยางได้มากขึ้นส่งผลให้พลังงานเสียงเกิดการสูญเสียพลังงานขณะส่งผ่านมากขึ้นจึงทำให้แผ่นดูดซับเสียงสามารถดูดซับเสียงได้มากกว่าเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนต ดังนั้นสรุปได้ว่าแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติมสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้เขม่าดำเป็นสารตัวเติมและแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารตัวเติม



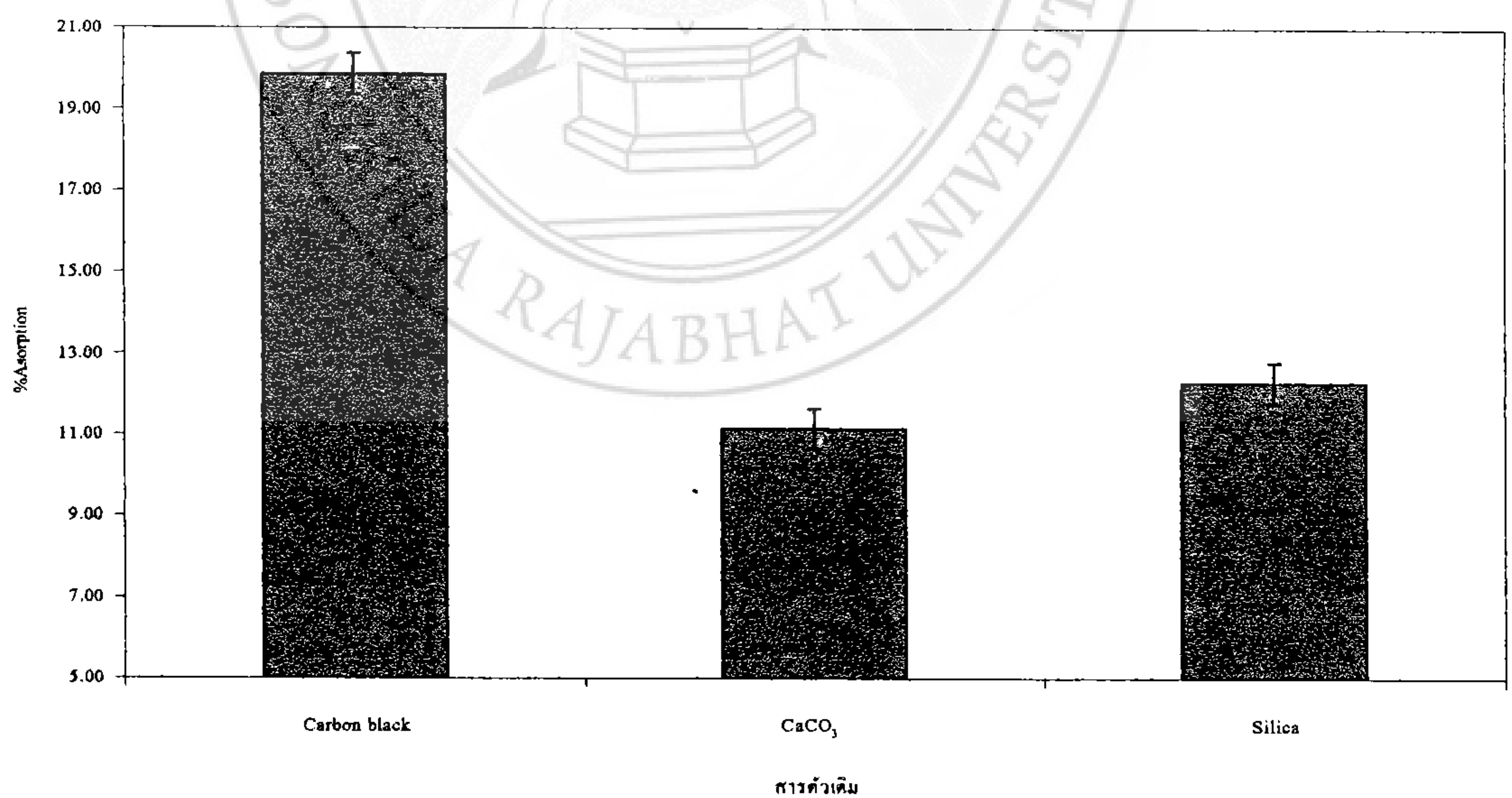
รูปที่ 4.24 เปอร์เซนต์การดูดซับเสียง (Absorption) ที่ความถี่ต่างๆของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้สารตัวเติมต่างกัน

จากรูปที่ 4.24 พบว่าที่ความถี่ต่ำและสูง แผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ซิลิกาสามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด ส่วนที่ความถี่กลางแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้เขม่าดำสามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด เนื่องจากซิลิกา ทำให้แผ่นดูดซับเสียงเกิดรูพรุนมากและมีขนาดรูพรุนเล็ก จึงทำให้เสียงที่ความถี่ต่ำและสูงที่ผ่านเข้ามาในช่องรูพรุน เกิดแรงเสียดทานระหว่างอากาศทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานมากกว่าเสียงที่ความถี่กลาง และที่ความถี่กลางแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้เขม่าดำสามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด เนื่องจากเขม่าดำมีขนาดรูพรุนที่ใหญ่กว่าซิลิกาแต่เล็กกว่าแคลเซียมคาร์บอเนตและมีความพรุนที่ต่ำกว่าซิลิกาแต่สูงกว่าแคลเซียมคาร์บอเนตจึงทำให้เสียงความถี่กลางเกิดการสูญเสียพลังงานได้มากกว่าเสียงความถี่ต่ำและสูง



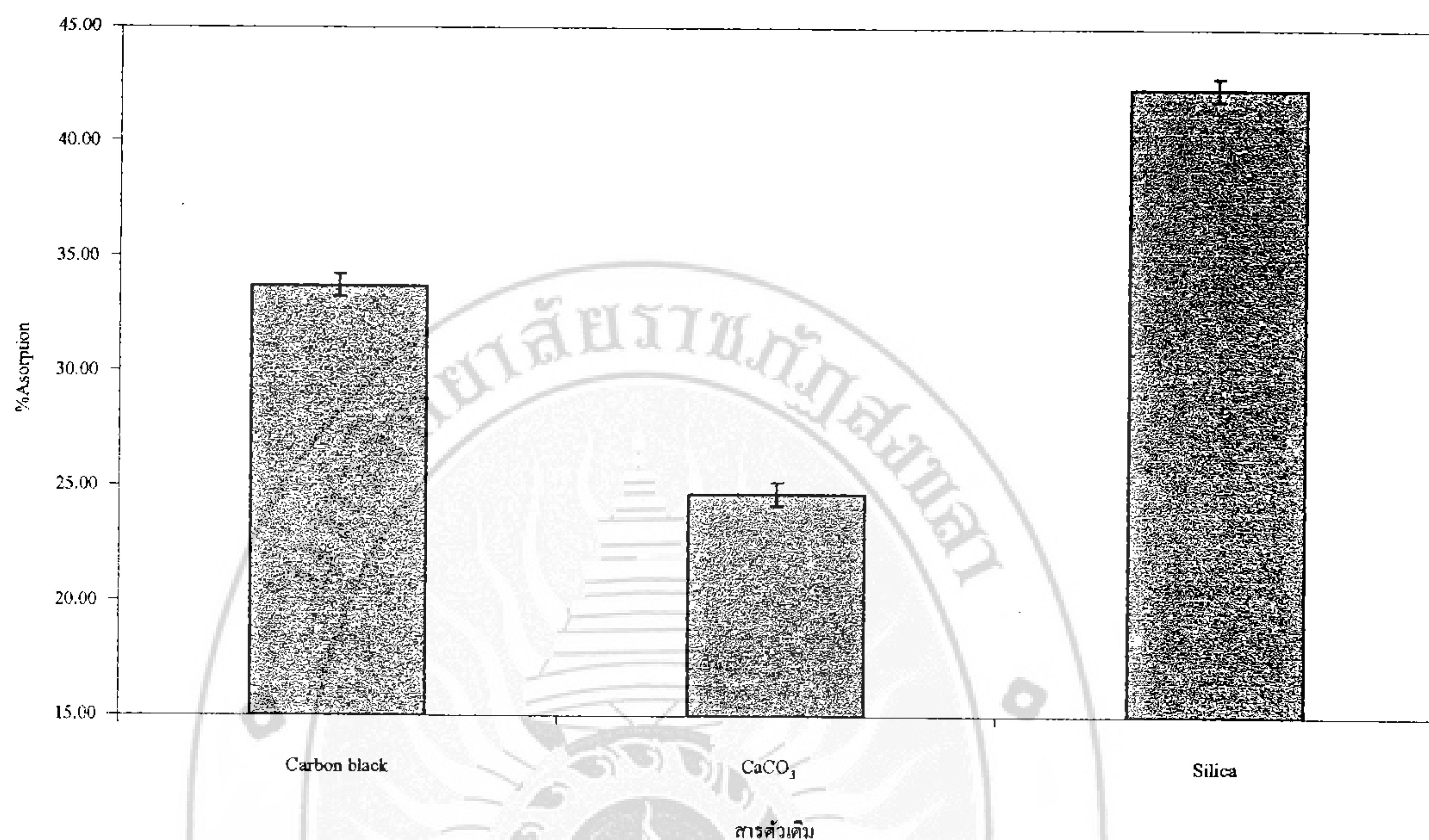
รูปที่ 4.25 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ความหนาต่างกันที่ความถี่ 30 เฮิรต

จากรูปที่ 4.25 จะเห็นได้ว่าการดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติมสามารถดูดซับเสียงที่ความถี่เสียง 30 เฮิรต ซึ่งเป็นเสียงความถี่ต่ำได้ดีกว่าแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้เขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารตัวเติม



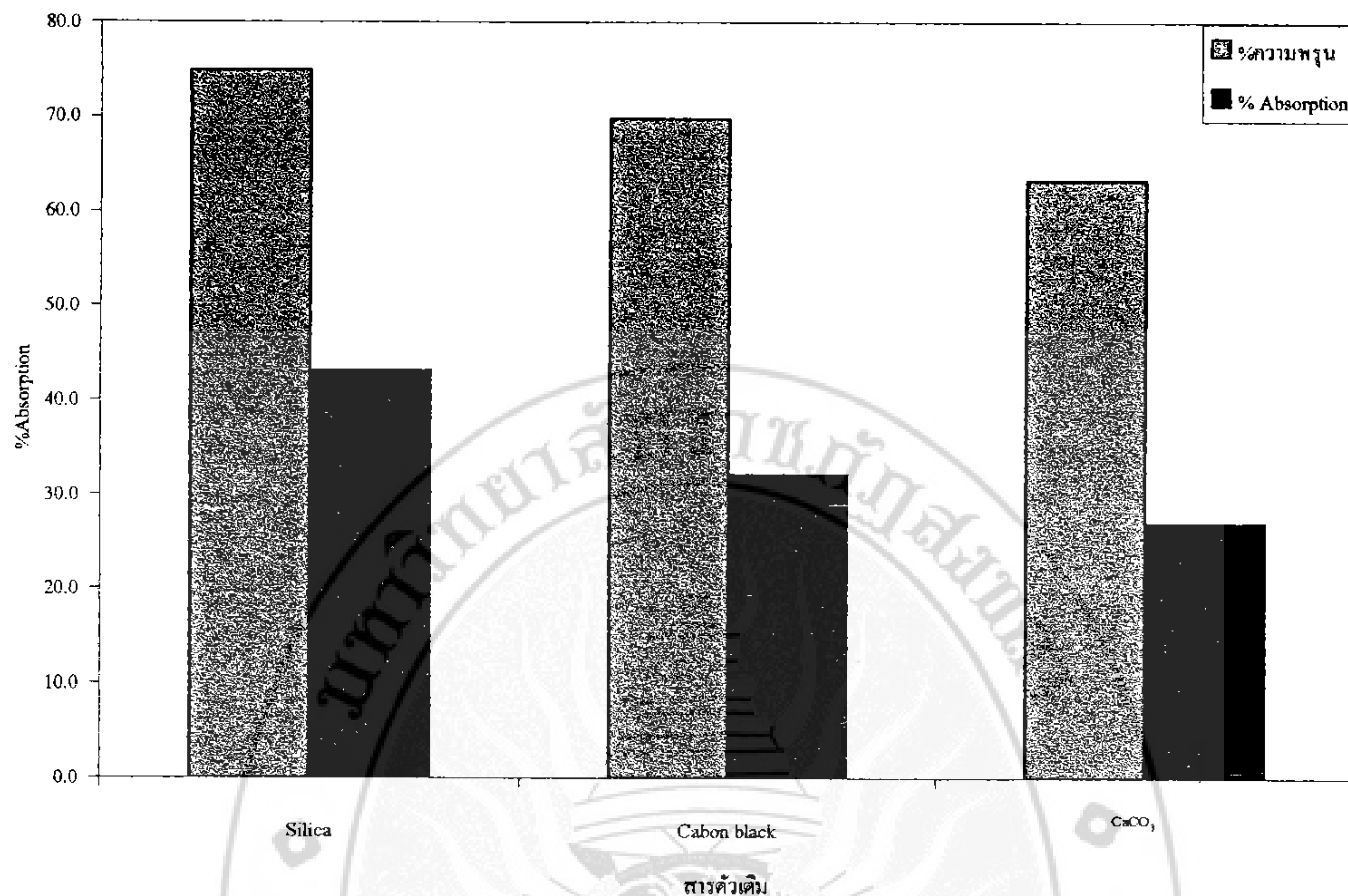
รูปที่ 4.26 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ความหนาต่างกันที่ความถี่ 700 เฮิรต

จากรูปที่ 4.26 จะเห็นได้ว่าการดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้เขม่าดำเป็นสารตัวเติม สามารถดูดซับเสียงที่ความถี่เสียง 700 เฮิร์ต ซึ่งเป็นเสียงความถี่ปานกลางได้ดีกว่าแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ซิลิกาและแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารตัวเติม



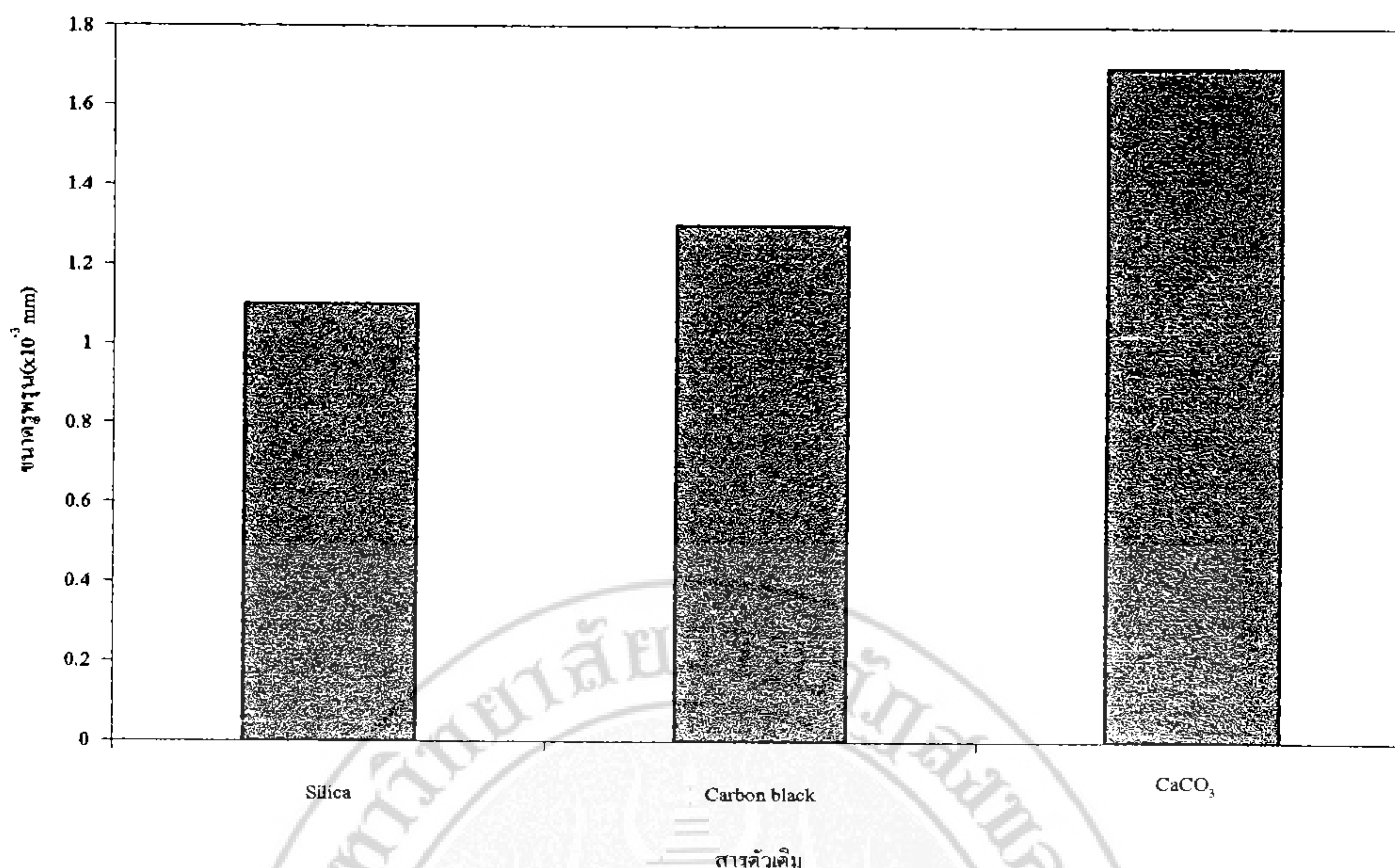
รูปที่ 4.27 เปรียบเทียบการดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่ความหนาต่างกันที่ความถี่ 9000 เฮิร์ต

จากรูปที่ 4.27 จะเห็นได้ว่าการดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติม สามารถดูดซับเสียงที่ความถี่เสียง 9000 เฮิร์ต ซึ่งเป็นเสียงความถี่สูงได้ดีกว่าแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้เขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารตัวเติม

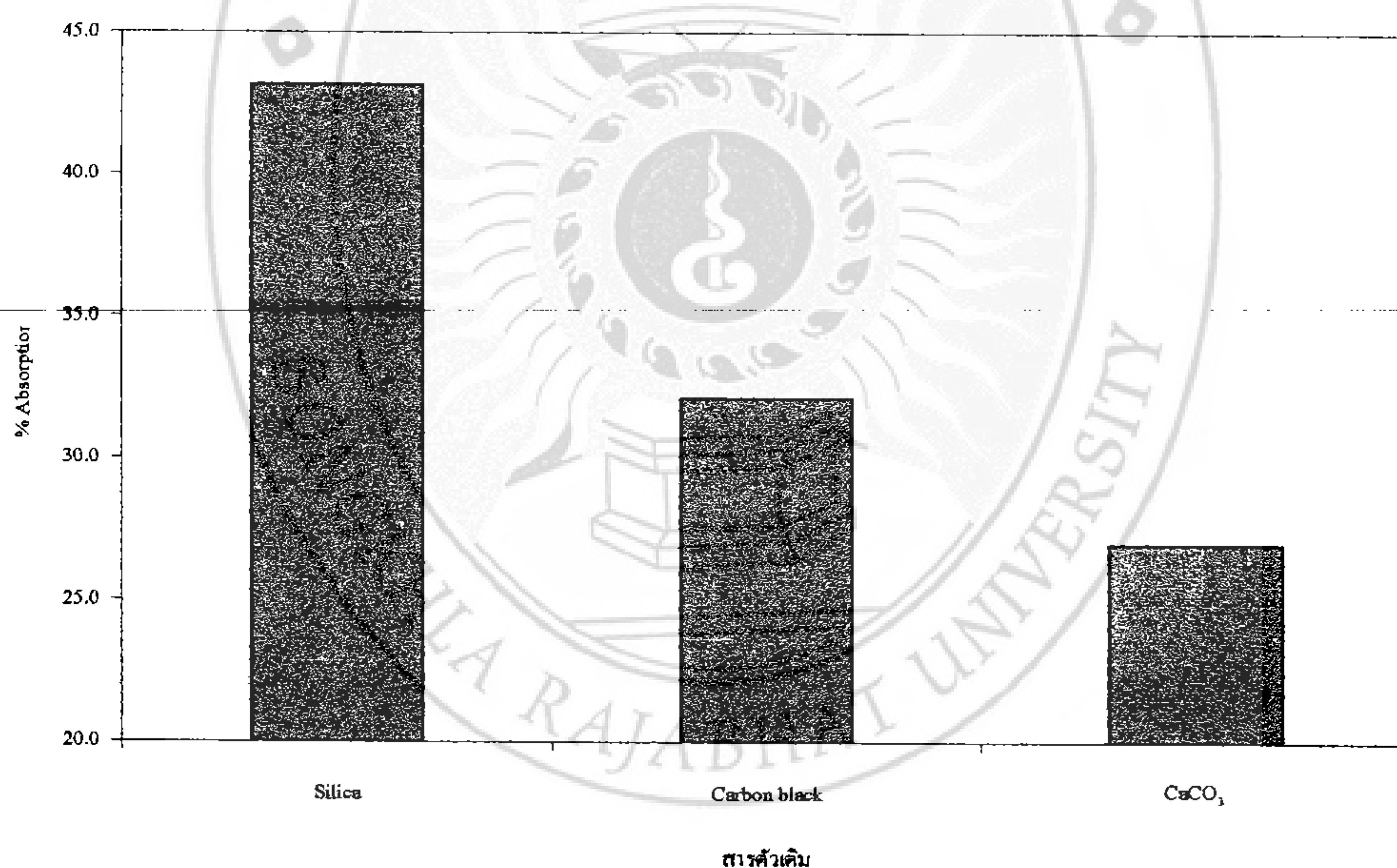


รูปที่ 4.28 เปรอ์เซ็นต์การดูดซับเสียงและเปอร์เซ็นต์ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้สารตัวเติมต่างๆ

จากรูปที่ 4.28 จะเห็นได้ว่าเมื่อความพรุนของแผ่นดูดซับเสียงลดลงมีผลทำให้การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงลดลงตามไปด้วยและซิลิกามีความพรุนสูงกว่าเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนตตามลำดับจึงทำให้ เปรอ์เซ็นต์การดูดซับเสียงของซิลิกามีค่าสูงกว่าเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนตตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากซิลิกาเป็นสารที่ทำให้เกิดรูพรุนมากกว่าเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนต ส่งผลให้รูพรุนมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนตจึงทำให้แผ่นดูดซับเสียงที่ใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติมสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้เขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนต



รูปที่ 4.29 ขนาดรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้สารตัวเติมต่างๆ

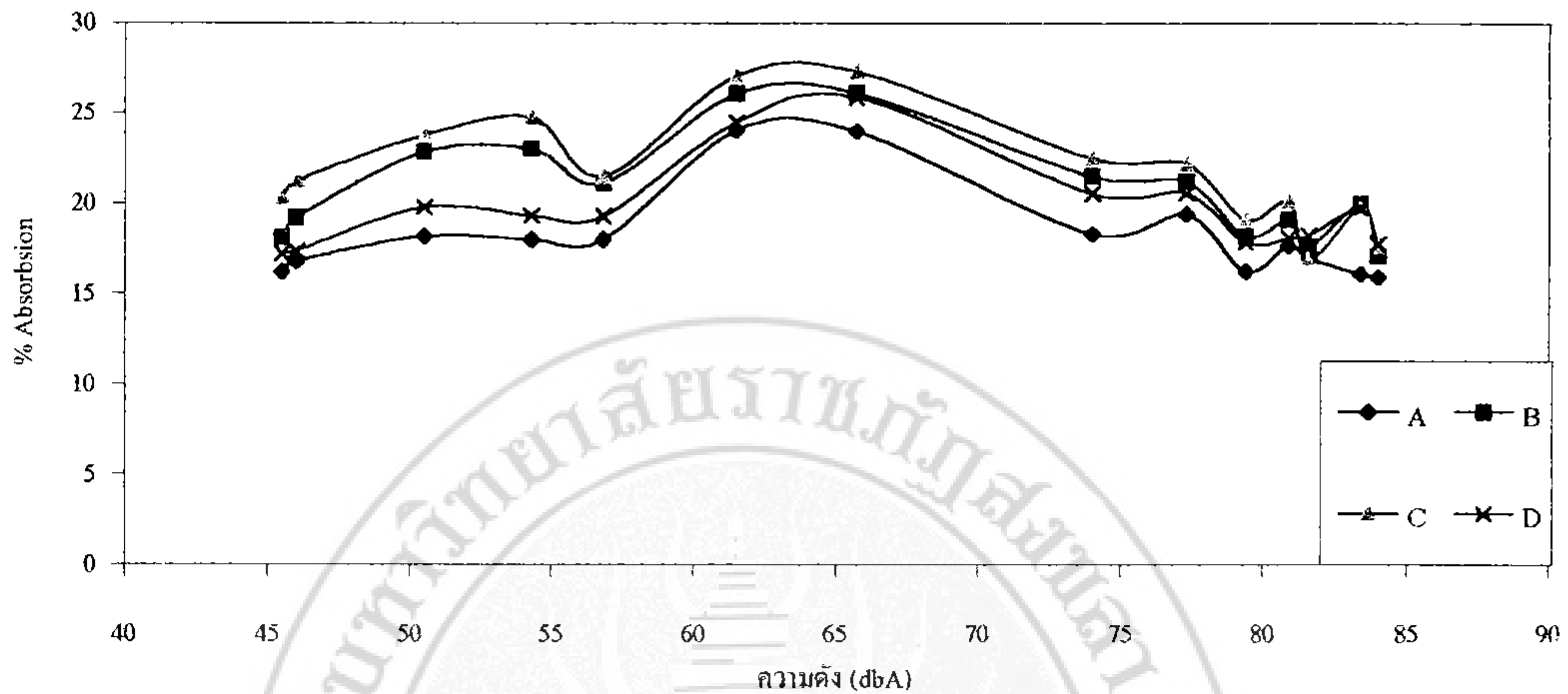


รูปที่ 4.30 เปอร์เซนต์การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่ใช้สารตัวเติมต่างๆ

จากรูปที่ 4.29 และ 4.30 พบว่าเมื่อขนาดรูพรุนเพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงลดลง และซิลิกามีขนาดรูพรุนเล็กกว่าเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนต ตามลำดับ เนื่องจากซิลิกามีขนาดรูพรุนเล็กกว่าจึงทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนต ตามไปด้วย ส่งผลให้เปอร์เซนต์การดูดซับเสียงของซิลิกามีค่าสูงกว่าเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนตตามลำดับ

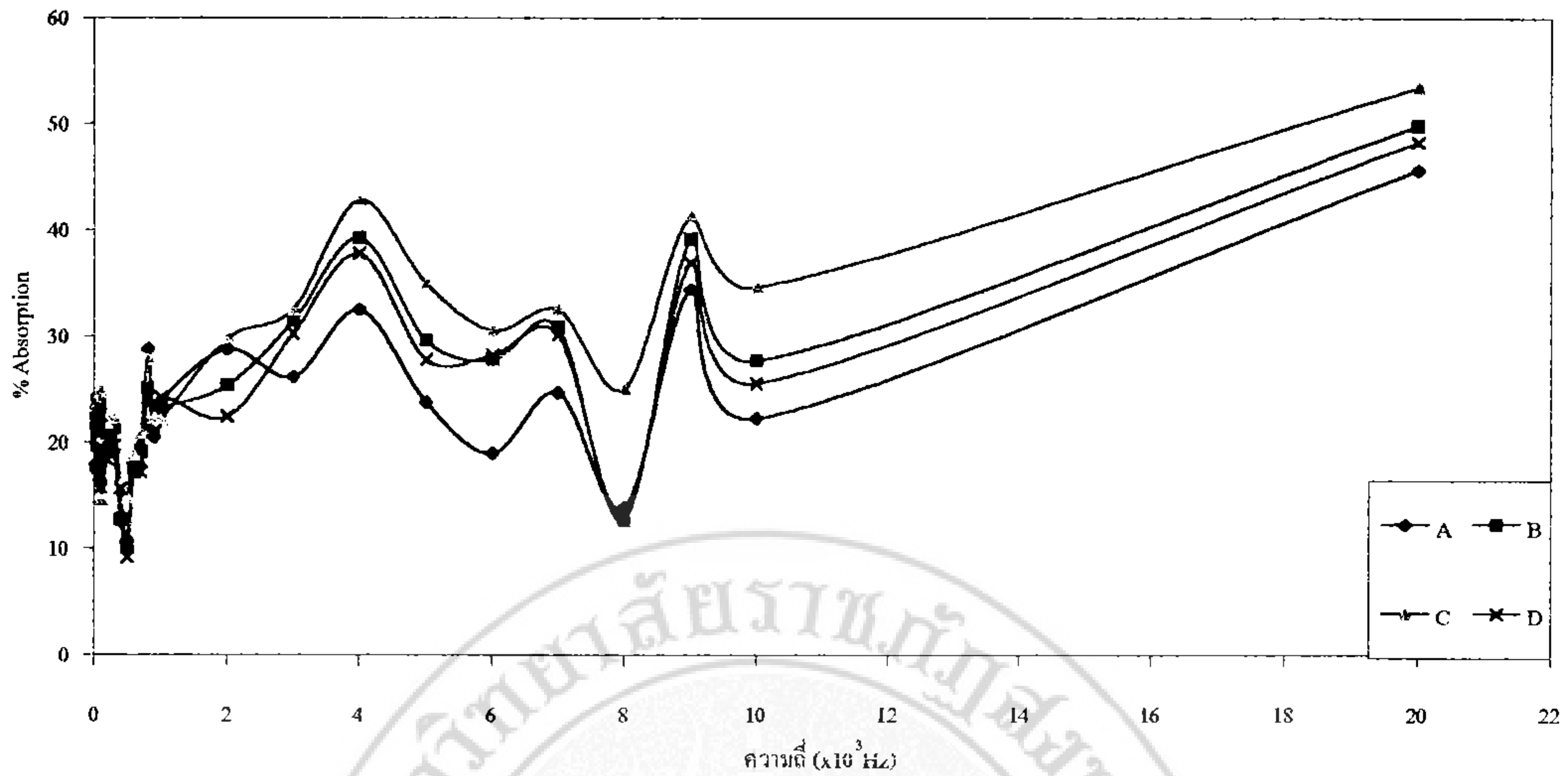
4.5 อิทธิพลของแบบของแผ่นดูดซับเสียง

จากการศึกษาอิทธิพลของแบบของแผ่นดูดซับเสียง ได้แสดงผลการทดลองดังรูป



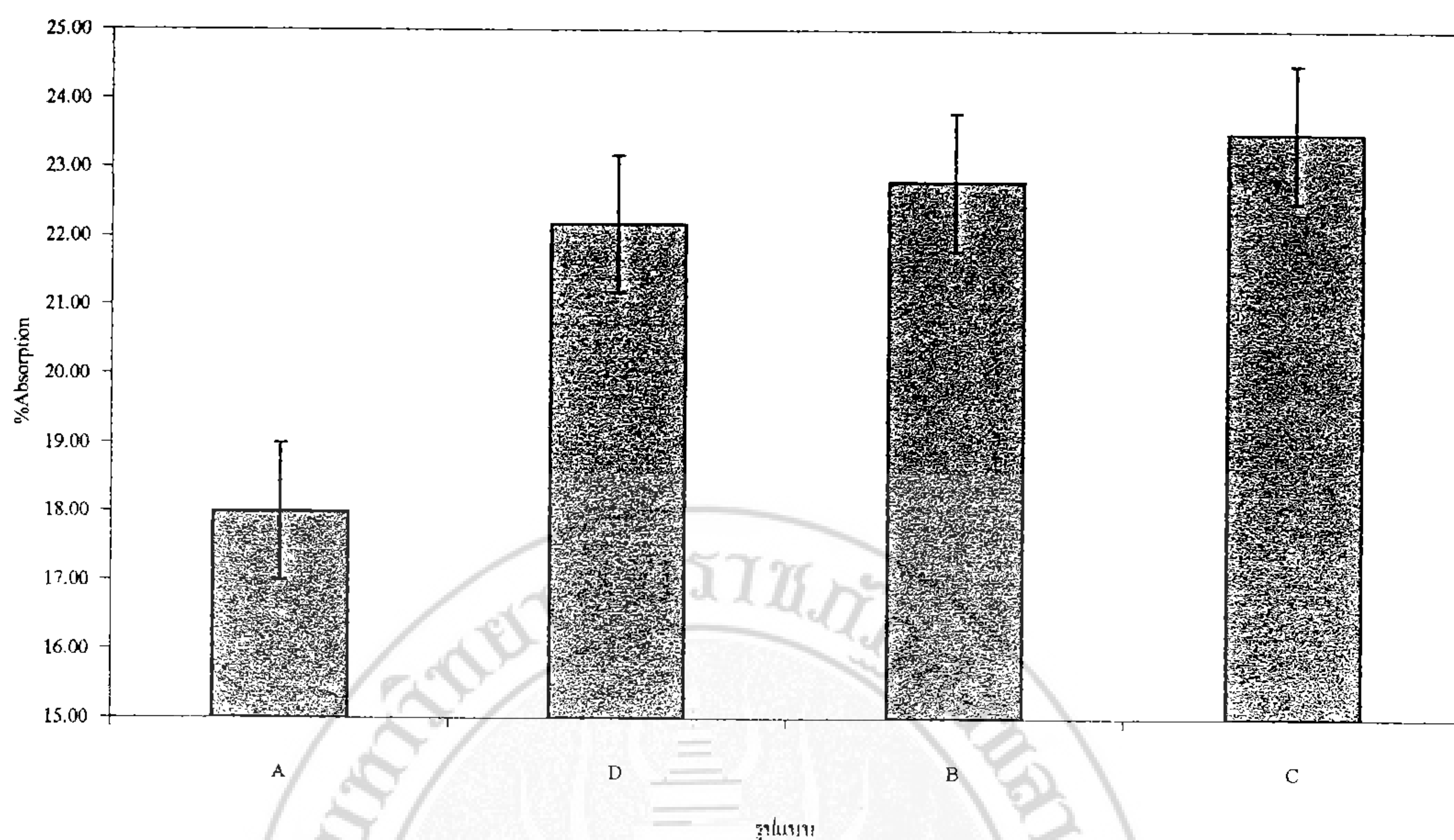
รูปที่ 4.31 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่รูปแบบต่างกัน

จากรูปที่ 4.31 พบว่า ลักษณะของแผ่นดูดซับเสียงที่ต่างกันมีผลต่อการดูดซับเสียงได้ต่างกัน ด้วย กล่าวคือ รูปแบบ C จะสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่า รูปแบบ B, รูปแบบ D และรูปแบบ A ตามลำดับ เนื่องจากรูปแบบ C จะมีพื้นที่ผิวมากกว่ารูปแบบ B, รูปแบบ D และรูปแบบ A ตามลำดับ ซึ่งการที่แผ่นดูดซับเสียงมีพื้นที่ผิวมากและมีลักษณะเป็นร่องๆ เมื่อเสียงเดินทางเข้ามาก็จะทำให้เสียงเกิดการหักเหไปบางส่วน ซึ่งทำให้พลังงานเสียงส่วนนี้เกิดการสูญเสียพลังงานไปก่อนที่จะเข้าไปยังส่วนที่เป็นรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียง เมื่อเสียงที่สูญเสียพลังงาน แล้วและบางส่วนที่ยังไม่สูญเสียพลังงานเข้าไปในรูพรุน ซึ่งเป็นช่องว่างอากาศทำให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างเสียงกับรูพรุนทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานขณะส่งผ่านและยังทำให้ส่วนที่เป็น โครงข่ายของแผ่นดูดซับเสียงเกิดการสั่นสะเทือนขึ้นและเกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานเสียงเป็นพลังงานความร้อนสะสมในบางบางส่วน และอีกบางส่วนก็จะถูกคายออกมา ดังนั้นจากการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่า เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงแปรผันตามพื้นที่ผิวสัมผัสของแผ่นดูดซับเสียง



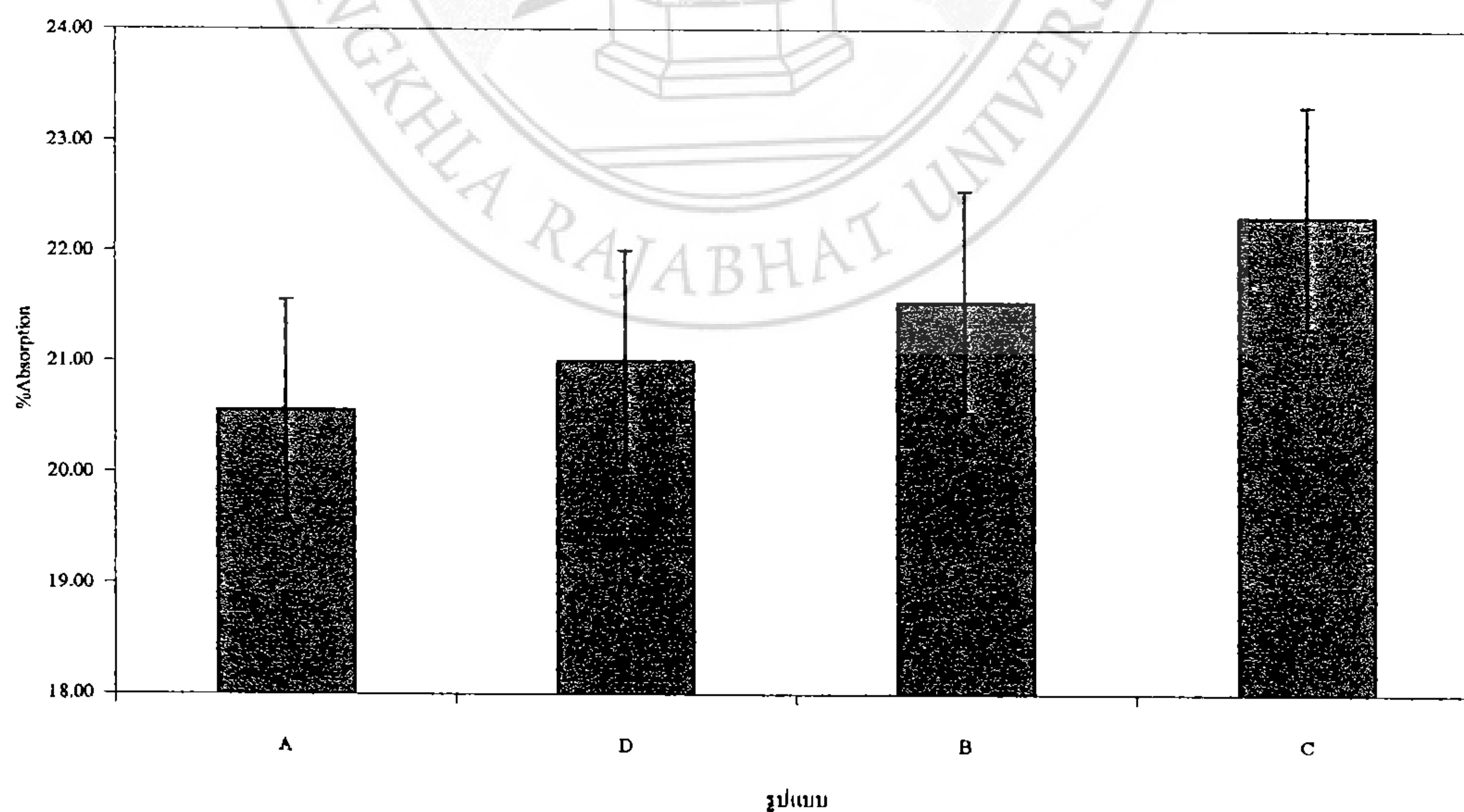
รูปที่ 4.32 เปอร์เซนต์การดูดซับเสียง (Absorption) ที่ความถี่ต่างๆของแผ่นดูดซับเสียงที่รูปแบบต่างกัน

จากรูปที่ 4.32 พบว่าที่ความถี่ต่ำ กลาง และ สูง แผ่นดูดซับเสียงลักษณะ C สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก แผ่นดูดซับเสียงลักษณะ C มีพื้นที่ผิวสูงกว่าแผ่นดูดซับเสียงลักษณะ A, B และ D ทำให้เสียงที่ผ่านเข้ามาเกิดการสูญเสียพลังงานสูงกว่าลักษณะ A, B และ D จึงทำให้ เปอร์เซนต์การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงลักษณะ C มีค่าสูงกว่าแผ่นดูดซับเสียงลักษณะ A, B และ D



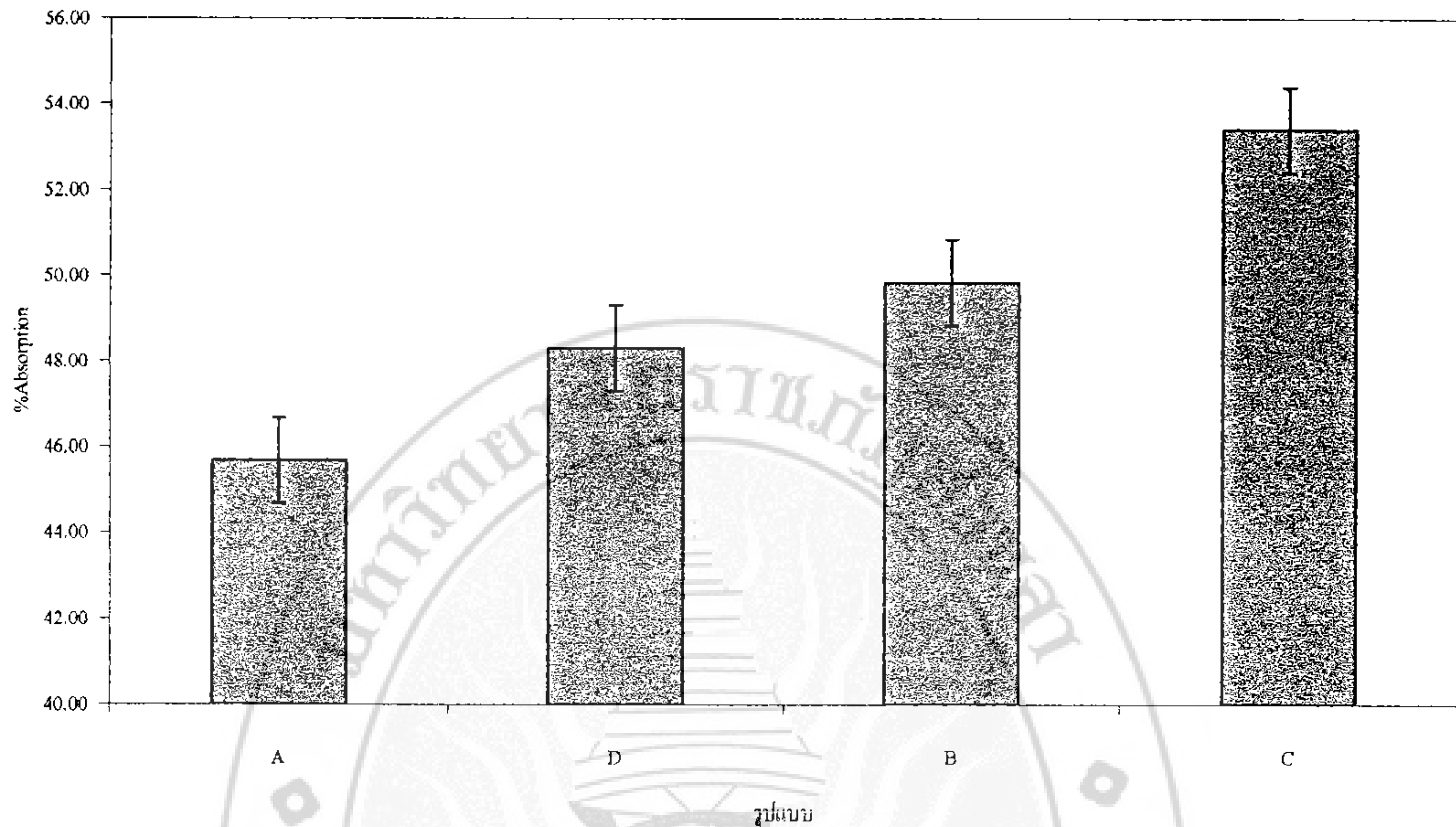
รูปที่ 4.33 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเลียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเลียงที่รูปแบบต่างกันที่ความถี่ 20 เฮิร์ต

จากรูปที่ 4.33 พบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดซับเลียงของแผ่นดูดซับเลียงลักษณะ C ที่ความถี่ 20 เฮิร์ต ซึ่งเป็นเลียงความถี่ต่ำ มีค่าสูงกว่าแผ่นดูดซับเลียงลักษณะ B, D และ A ตามลำดับ



รูปที่ 4.34 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเลียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเลียงที่รูปแบบต่างกันที่ความถี่ 900 เฮิร์ต

จากรูปที่ 4.34 พบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงลักษณะ C ที่ความถี่ 900 เฮิร์ต ซึ่งเป็นเสียงความถี่ปานกลาง มีค่าสูงกว่าแผ่นดูดซับเสียงลักษณะ B, D และ A ตามลำดับ



รูปที่ 4.35 เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption) ของแผ่นดูดซับเสียงที่รูปแบบต่างกันที่ความถี่ 20,000 เฮิร์ต

จากรูปที่ 4.35 พบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงลักษณะ C ที่ความถี่ 20,000 เฮิร์ต ซึ่งเป็นเสียงความถี่สูง มีค่าสูงกว่าแผ่นดูดซับเสียงลักษณะ B, ลักษณะแผ่นเรียบและ A ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการทำแผ่นดูดซับเสียงจากยางธรรมชาติ พบว่าแผ่นดูดซับเสียงที่ได้สามารถดูดซับเสียงได้ สูงสุด 25.88 เปอร์เซ็นต์ ที่ความถี่ 65.7 dBA และยังสามารถดูดซับเสียงที่ความถี่สูงได้ 48.31 เปอร์เซ็นต์ ที่ความถี่ 20,000 เฮิรตซ์

จากการศึกษาอิทธิพลของขนาดรูพรุนซึ่งทำการแปรปริมาณสารลดแรงตึงผิวตั้งแต่ 1-5 phr พบว่าปริมาณลดแรงตึงผิวที่สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุดคือ 1.5 phr และปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่สามารถดูดซับเสียงได้ต่ำที่สุดคือ 5 phr และความถี่ที่ปริมาณการใช้สารลดแรงตึงผิวที่สามารถดูดซับได้ดีที่สุดคือ 1.5 phr เป็นเสียงที่ความถี่สูงซึ่งสามารถดูดซับเสียงได้ 48.31 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มความหนาของแผ่นดูดซับเสียงมีผลทำให้ความสามารถในการดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียงและความสามารถในการดูดซับเสียงที่ความถี่ต่างๆของแผ่นดูดซับเสียง พบว่าที่ความถี่ต่ำ กลาง และที่ความถี่สูงแผ่นดูดซับเสียงขนาดความหนา 5 เซนติเมตร สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด

จากการศึกษาอิทธิพลของการใช้สารตัวเติมของแผ่นดูดซับเสียง พบว่า การใช้สารตัวเติมต่างชนิดกันทำให้ความสามารถในการดูดซับเสียงเปลี่ยนแปลงตามชนิดของสารตัวเติมที่ใช้ซึ่งความสามารถในการดูดซับเสียงเรียงจากสูงไปต่ำได้ดังนี้ ซิลิกา เหม่าดำ และแคลเซียมคาร์บอเนต ตามลำดับและความสามารถในการดูดซับเสียงที่คลื่นเสียงความถี่ต่างๆพบว่าที่ความถี่ต่ำ และความถี่สูง ซิลิกา สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด และที่ความถี่กลาง เหม่าดำ สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด

จากการศึกษาอิทธิพลของแบบของแผ่นดูดซับเสียงพบว่าแบบของแผ่นดูดซับเสียงที่ต่างกันทำให้ความสามารถในการดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงต่างกันด้วยกล่าวคือแผ่นดูดซับเสียงรูปแบบ C สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด และความสามารถในการดูดซับเสียงที่คลื่นเสียงความถี่ต่างๆพบว่าที่ความถี่ต่ำ กลาง และสูงแผ่นดูดซับเสียงรูปแบบ C สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุดด้วย

บรรณานุกรม

- ไชยยุทธ ชีวะ. 2542. มลพิษสิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏ
สงขลา : 234-236
- ธนพร วรรณิตร. 2547. เอกสารประกอบการสอนภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน. สถาบันเทคโนโลยี
ราชมงคล : 8
- ธนาศรี สีหะบุตร. 2542. ประสิทธิภาพในการควบคุมเสียงของแผ่นใยไม้อัดซึ่งทำจากก้านใบ
ปาล์มน้ำมัน. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและ
ความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- บุรฉัตร วิริยะ. 2544. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของวัสดุพีชแห้งและเส้น
ใยแก้ว. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ปราณี พันธุ์สินชัย. 2538. มลพิษอุตสาหกรรม. สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย : 59
- พัฒนา มุลพฤกษ์. 2545. การป้องกันและควบคุมมลพิษ. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัย
มหิดล : 2-13 – 2-15
- วัชรินทร์ สายน้ำใส. 2545. ปฏิบัติการเทคโนโลยีลาเท็กซ์. โปรแกรมวิชาเทคโนโลยียางและ
พอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสงขลา : 15-1 – 15-2
- วิโรจน์ เชาวจิรพันธ์. 2537. การศึกษาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ลดเสียงในเครื่องจักรนิวแมติก
โดยใช้วัสดุป้องกันเสียงที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ และคณะ. 2541. การป้องกันและควบคุมมลพิษ. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ : 11-15
- A.E.Turner. The use of damping materials for noise reduction on a passenger ship.
JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION 2,10 (September,1969) 187-188.
- B.H.S. Sharp and J.W. Beauchamp. The transmission loss of multilayer structures.
JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION 2,10 (November,1969) 265-273.

H.G. Jonasson. Sound reduction by barriers on the ground. **JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION** 3,10 (November,1969) 464-471.

Khirnykh and Konstantin. The Development of Non Fiber Filled Resonant Sound Absorbing Systems. **COUNCIL FOR NATIONAL ACADEMIC AWARDS (UNITED KINGDOM)** 1,53-08 (May,2003) 4166.

M.E. Delany and E.N. Bazly. A note on the sound field due to a point source inside an absorbent-lined enclosure. **JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION** 3,9 (May,1969) 367-372.

R.D. Ford and M.A. McCormick. Panel sound absorber. **JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION** 3,10 (November,1969) 464-471

Youngeung Lee and Changwhan Joo. Sound Absorption Properties of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers. **AUTEX RESEARCH JOURNAL** 3, 2 (June,2003) 47.

<http://www.webcenter.ru/~eeaa/ejta>, (March 27, 2004)

<http://www.Frostytech.com>, (May 12, 2004)

<http://www.Bruel-ac.com>, (June 3, 2004)



ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption)
- ภาคผนวก ข เปอร์เซ็นต์ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียง
- ภาคผนวก ค เครื่องวัดความดังเสียง (Precision Sound Level Meter)
- ภาคผนวก ง เครื่องปั่นฟองยาง
- ภาคผนวก จ เครื่องกำเนิดความถี่ (11MHz Function Generator)



ภาคผนวก ก % การดูดซับเสียง (Absorption)

สูตรการคำนวณ

$$\% \text{ Absorption} = 100 \times (N_0 - N) / N_0 \dots\dots\dots (1)$$

โดยที่ N_0 = เสียงที่แหล่งกำเนิด

N = เสียงที่ผ่านแผ่นดูดซับเสียง

ตารางที่ 1 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ความถี่ต่างๆ

ความถี่ (dbA)	% การดูดซับเสียง					
	ปริมาณสารลดแรงตึงผิว					
	1 phr	1.5 phr	2 phr	3 phr	4.5 phr	5 phr
45.5	16.85	17.22	17.14	17.95	15.02	14.87
46	18.55	16.16	17.39	16.01	13.70	13.04
50.5	18.68	19.21	19.80	19.14	17.43	17.03
54.3	17.62	19.34	18.91	18.48	17.43	15.59
56.8	19.78	19.31	20.48	21.48	18.60	13.91
61.5	23.90	24.50	23.58	20.98	19.78	18.32
65.7	22.43	25.88	24.56	22.17	20.65	19.18
74	25.36	18.33	19.19	18.83	15.14	14.05
77.3	23.24	16.69	18.20	18.24	14.66	13.76
79.4	19.77	16.67	16.33	17.09	13.48	13.43
80.9	18.34	15.37	15.70	17.02	14.05	13.39
81.6	17.36	18.26	18.26	17.97	14.87	13.52
83.4	17.95	17.75	19.78	19.02	16.35	14.35
84	16.43	18.13	17.78	16.98	15.52	15.32

ตารางที่ 2 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ความถี่
ต่างๆ

ความถี่ ($\times 10^3$ Hz)	% การดูดซับเสียง					
	ปริมาณสารลดแรงตึงผิว					
	1 phr	1.5 phr	2 phr	3 phr	4.5 phr	5 phr
0.02	20.15	22.18	21.08	20.15	17.49	15.59
0.03	18.42	21.28	20.06	20.59	16.63	15.93
0.04	17.80	22.15	19.77	19.98	17.15	16.22
0.05	21.26	20.90	18.28	20.82	17.36	16.05
0.06	18.07	22.00	18.59	20.73	17.00	17.08
0.07	21.21	23.34	19.80	22.50	19.08	17.52
0.08	18.51	22.59	19.18	19.53	15.57	14.08
0.09	18.00	19.56	21.48	19.91	16.55	15.06
0.1	17.74	15.78	18.01	16.78	15.05	12.78
0.2	14.01	18.45	17.72	20.90	14.89	13.62
0.3	18.19	19.69	23.66	22.68	15.90	18.64
0.4	15.33	15.72	13.54	14.76	14.43	10.75
0.5	8.30	9.19	17.95	19.71	11.95	9.41
0.6	17.96	17.14	23.51	16.68	13.50	14.78
0.7	13.18	17.21	17.07	15.83	13.51	11.95
0.8	27.28	24.18	24.04	27.77	21.33	19.29
0.9	18.48	21.00	24.03	19.52	16.60	22.45
1	26.01	24.31	26.74	22.79	18.30	17.90
2	23.21	22.50	30.50	28.21	17.33	21.64
3	28.74	30.34	29.62	27.77	26.99	25.23
4	25.56	37.88	33.62	32.71	23.20	31.55
5	27.26	27.85	31.65	28.68	20.36	20.46
6	17.74	28.28	24.50	19.53	7.90	11.47

ความถี่ ($\times 10^3$ Hz)	% การดูดซับเสียง					
	ปริมาณสารลดแรงตึงผิว					
	1 phr	1.5 phr	2 phr	3 phr	4.5 phr	5 phr
7	25.00	30.19	24.69	33.88	20.97	25.75
8	15.04	13.17	29.88	20.24	10.28	14.80
9	31.61	37.02	36.42	33.75	25.51	27.12
10	23.93	25.63	30.33	30.67	17.44	23.56
20	38.71	48.31	40.32	39.04	40.80	36.39

ตารางที่ 3 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรความหนาของแผ่นดูดซับเสียงที่ความถี่ต่างๆ

ความถี่ (dbA)	% การดูดซับเสียง			
	ความหนาของแผ่นดูดซับเสียง			
	1.5 cm	2 cm	3 cm	5 cm
45.5	14.40	17.22	18.06	19.22
46	13.22	17.39	16.86	19.52
50.5	18.06	19.80	20.96	22.99
54.3	16.62	19.34	20.74	23.74
56.8	19.26	19.31	25.44	26.72
61.5	23.43	24.50	27.63	31.09
65.7	21.97	25.88	28.47	31.25
74	19.30	20.54	25.29	27.76
77.3	16.20	20.57	26.50	28.39
79.4	18.22	17.84	25.70	25.65
80.9	18.29	18.09	25.03	26.55
81.6	16.05	18.26	25.00	26.26
83.4	19.46	19.78	27.65	29.57
84	19.88	17.78	25.01	26.99

ตารางที่ 4 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรความหนาของแผ่นดูดซับเสียงที่ความถี่ต่างๆ

ความถี่ ($\times 10^3$ Hz)	% การดูดซับเสียง			
	ความหนาของแผ่นดูดซับเสียง			
	1.5 cm	2 cm	3 cm	5 cm
0.02	21.25	22.18	21.08	24.00
0.03	20.02	21.28	20.30	22.55
0.04	19.81	22.15	20.90	22.92
0.05	21.73	20.90	21.61	21.89
0.06	21.20	22.00	22.20	22.47
0.07	21.63	23.34	21.70	23.76
0.08	21.33	22.59	18.31	19.49
0.09	20.19	19.56	21.52	22.22
0.1	19.17	15.78	20.71	22.02
0.2	20.28	18.45	18.10	23.08
0.3	22.23	19.69	18.60	21.67
0.4	18.01	15.72	12.47	15.93
0.5	8.01	9.19	12.52	15.52
0.6	17.04	17.14	20.82	18.45
0.7	16.41	17.21	17.86	18.26
0.8	29.71	24.18	28.44	31.47
0.9	22.08	21.00	25.44	26.71
1	22.83	24.31	26.09	26.27
2	24.31	22.50	25.81	30.74
3	26.73	30.34	30.53	26.79
4	38.76	37.88	34.74	33.08
5	28.98	27.85	31.58	28.42
6	15.83	28.28	23.34	26.92
7	31.35	30.19	32.65	34.39
8	23.46	13.17	9.11	19.72
9	37.23	37.02	39.79	45.86

ความถี่ ($\times 10^3$ Hz)	% การดูดซับเสียง			
	ความหนาของแผ่นดูดซับเสียง			
	1.5 cm	2 cm	3 cm	5 cm
10	37.04	25.63	16.15	25.15
20	40.24	48.31	41.20	50.40

ตารางที่ 5 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรรูปแบบของแผ่นดูดซับเสียงที่ความถี่ต่างๆ

ความถี่ (dbA)	% การดูดซับเสียง			
	รูปแบบของแผ่นดูดซับเสียง			
	A	B	C	D
45.5	16.2	18.1	20.3	17.2
46	16.8	19.2	21.2	17.4
50.5	18.2	22.8	23.8	19.8
54.3	18.0	23.0	24.7	19.3
56.8	18.0	21.1	21.5	19.3
61.5	24.1	26.1	27.0	24.5
65.7	24.0	26.1	27.3	25.9
74	18.3	21.5	22.5	20.5
77.3	19.4	21.2	22.2	20.6
79.4	16.2	18.2	19.1	17.8
80.9	17.7	19.1	20.1	18.1
81.6	17.0	17.6	16.9	18.3
83.4	16.1	19.9	19.7	19.8
84	15.9	17.1	17.7	17.8

ตารางที่ 6 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรรูปแบบของแผ่นดูดซับเสียงที่
ความถี่ต่างๆ

ความถี่ ($\times 10^3$ Hz)	% การดูดซับเสียง			
	รูปแบบของแผ่นดูดซับเสียง			
	A	B	C	D
0.02	18.00	22.80	23.50	22.18
0.03	17.44	21.51	22.30	21.28
0.04	20.10	23.81	24.30	22.15
0.05	19.35	20.14	21.19	20.90
0.06	17.40	22.34	23.41	22.00
0.07	19.31	24.00	24.69	23.34
0.08	16.51	23.14	24.83	22.59
0.09	19.91	20.23	20.34	19.56
0.1	16.17	19.28	14.51	15.78
0.2	20.82	19.79	21.89	18.45
0.3	19.20	21.37	22.35	19.69
0.4	12.54	12.72	15.93	15.72
0.5	10.77	10.05	14.81	9.19
0.6	17.21	17.96	18.88	17.14
0.7	17.76	19.14	20.95	17.21
0.8	28.86	25.10	27.91	24.18
0.9	20.56	21.54	22.31	21.00
1	23.91	23.15	22.14	24.31
2	28.85	25.40	29.81	22.50
3	26.22	31.54	32.60	30.34
4	32.55	39.34	42.88	37.88
5	23.80	29.63	35.05	27.85
6	19.06	27.85	30.59	28.28
7	24.76	30.91	32.55	30.19
8	13.94	12.68	25.08	13.17

ความถี่ (x10 ³ Hz)	% การดูดซับเสียง			
	รูปแบบของแผ่นดูดซับเสียง			
	A	B	C	D
9	34.50	39.28	41.39	37.02
10	22.33	27.74	34.63	25.63
20	45.69	49.84	53.41	46.31

ตารางที่ 7 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรสารตัวเติมของแผ่นดูดซับเสียงที่ความถี่ต่างๆ

ความถี่ (dbA)	% การดูดซับเสียง		
	สารตัวเติมของแผ่นดูดซับเสียง		
	เขม่าดำ (Carbon black)	แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO ₃)	ซิลิกา (Silica)
45.5	19.1	20.4	56.0
46	17.5	19.0	52.0
50.5	21.8	23.7	50.2
54.3	21.9	21.5	44.6
56.8	21.0	19.4	41.8
61.5	25.8	24.1	42.1
65.7	23.5	17.8	36.0
74	32.1	27.0	43.2
77.3	20.7	20.1	30.4
79.4	19.7	18.0	26.3
80.9	19.2	15.3	24.2
81.6	19.0	18.3	26.4
83.4	21.2	18.9	26.2
84	21.8	19.7	24.4

ตารางที่ 8 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรสารตัวเติมของแผ่นดูดซับเสียงที่
ความถี่ต่างๆ

ความถี่ ($\times 10^3$ Hz)	% การดูดซับเสียง		
	สารตัวเติมของแผ่นดูดซับเสียง		
	เขม่าดำ (Carbon black)	แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO ₃)	ซิลิกา (Silica)
0.02	18.97	17.79	23.57
0.03	20.38	17.52	20.67
0.04	19.01	17.76	23.00
0.05	21.06	18.24	21.06
0.06	20.61	18.43	20.25
0.07	21.74	19.80	22.27
0.08	18.86	15.57	18.55
0.09	20.23	17.84	21.52
0.1	18.71	13.32	15.43
0.2	19.59	17.22	21.35
0.3	20.25	21.37	16.31
0.4	16.90	16.83	14.90
0.5	9.91	12.59	9.73
0.6	17.25	14.10	16.15
0.7	19.86	11.15	12.27
0.8	25.59	25.80	28.02
0.9	20.23	24.66	18.41
1	22.14	26.56	26.78
2	26.26	18.63	27.90
3	22.82	33.17	25.39
4	35.87	34.56	32.52
5	27.00	25.78	22.54
6	19.02	14.51	16.73
7	24.35	31.93	26.40
8	21.63	12.20	18.62

ความถี่ ($\times 10^3$ Hz)	% การดูดซับเสียง		
	สารตัวเติมของแผ่นดูดซับเสียง		
	เขม่าดำ (Carbon black)	แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO ₃)	ซิลิกา (Silica)
9	33.72	24.67	42.35
10	34.04	21.81	25.48
20	42.73	21.20	39.00



ภาคผนวก ข %ความพรุนของแผ่นคูดซับเสียง
สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\% \text{ความพรุน} = 100 \times (V_0 / V_1) \dots\dots\dots (2)$$

โดยที่ V_0 = ปริมาตรของน้ำ
 V_1 = ปริมาตรของแผ่นคูดซับเสียง

ตารางที่ 9 %ความพรุนของแผ่นคูดซับเสียงที่สารลดแรงตึงผิวต่างๆ

ปริมาณสารลดแรงตึงผิว	ความพรุน (%)
1	75.95
1.5	73.38
2	73.00
3	70.58
4.5	68.54
5	65.35

ตารางที่ 10 %ความพรุนของแผ่นคูดซับเสียงที่สารตัวเติมชนิดต่างๆ

ชนิดสารตัวเติม	ความพรุน (%)
เขม่าดำ	69.83
แคลเซียมคาร์บอเนต	63.33
ซีลิกา	74.91

ตารางที่ 11 ขนาดรูพรุนของแผ่นคูดซับเสียงที่สารลดแรงตึงผิวต่างๆ

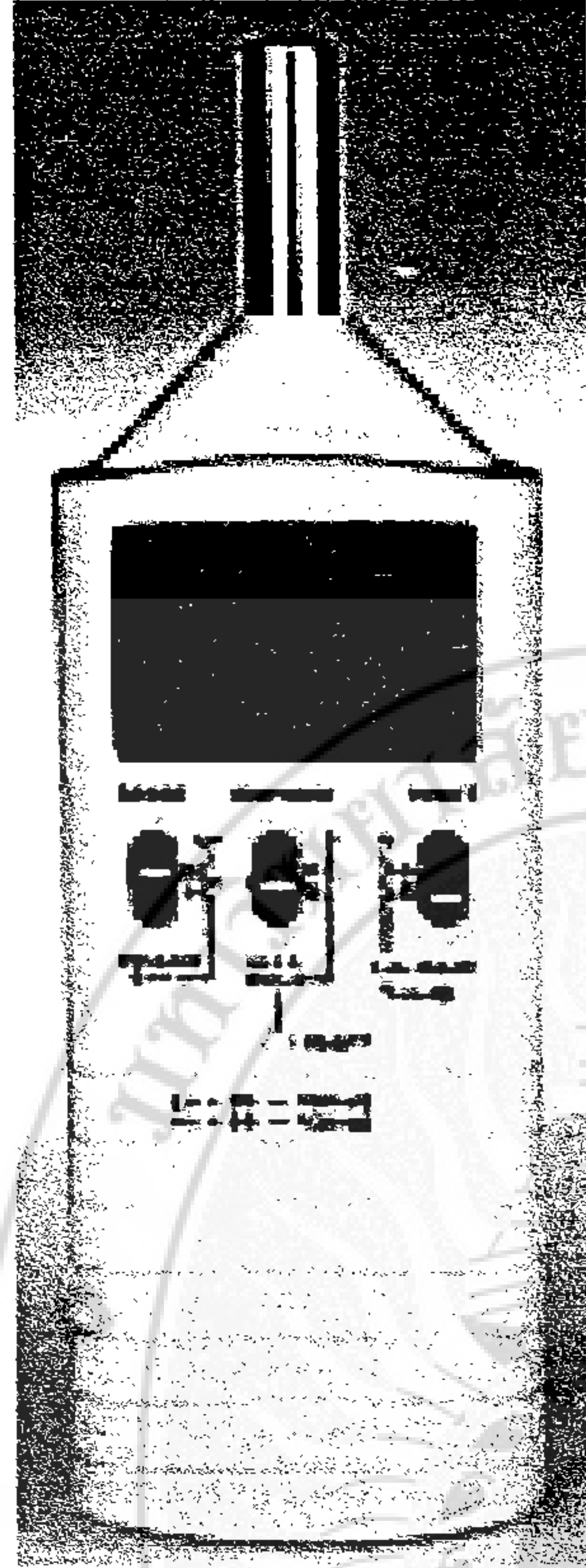
ปริมาณสารลดแรงตึงผิว	ขนาดรูพรุน ($\times 10^{-3}$ mm)
1	1.25
1.5	1.9
2	2.1
3	2.38
5	2.7

ตารางที่ 12 ขนาดรูปทรงของแผ่นดัดชั้นเสียงที่สารตัวเติมชนิดต่างๆ

ชนิดสารตัวเติม	ขนาดรูปทรง ($\times 10^{-3}$ mm)
เขม่าดำ	1.3
แคลเซียมคาร์บอเนต	1.7
ซิลิกา	1.1

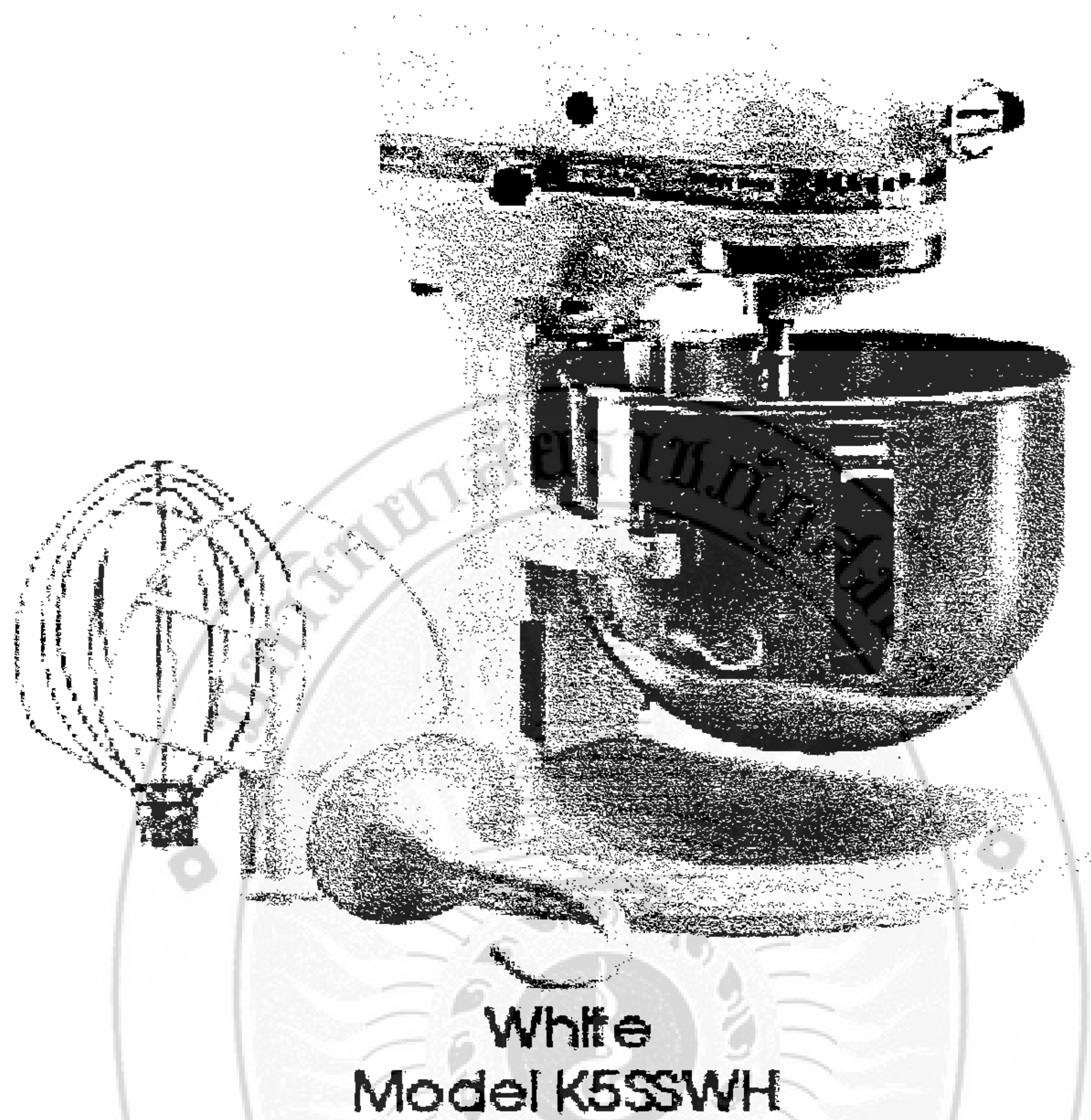


ภาคผนวก ก เครื่องวัดความดังเสียง (Precision Sound Level Meter)



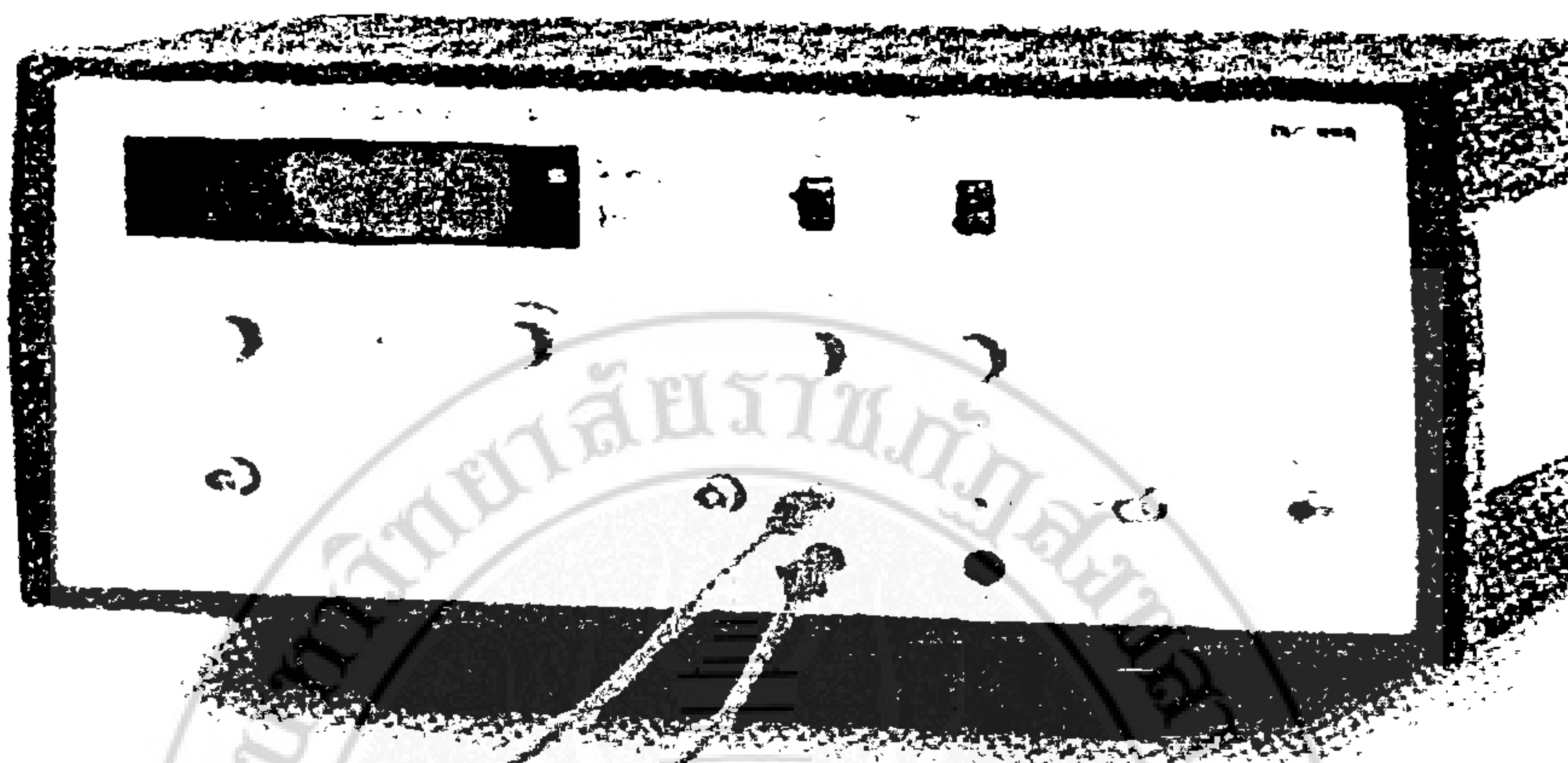
ยี่ห้อ tes รุ่น tes 1350A ผลิตโดย ประเทศไต้หวัน

ภาคผนวก ง เครื่องปั้นฟองยาง



ยี่ห้อ Kitchen aid รุ่น K5SS ผลิต โดยบริษัท Kitchen Aid Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา

ภาคผนวก จ เครื่องกำเนิดความถี่ (11MHz Function Generator)



ผลิตโดยบริษัท Power Supply Co., Ltd. ประเทศ เยอรมนี