สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาความเป็นไปได้ในปรับปรุงอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากมลพิษทางเสียงเนื่องจากการเปิดใช้สนามบินสุวรรณภูมิ

THE STUDY OF REMODELING 4-STOREY DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG LEARNING BUILDING FROM VOICE POLLUTION DUE TO NEWLY EMERGING AIRPORT SUVARNBPHUMI

โดย

นายณรงค์ รัตนคช

นายปิยพงษ์ สว่างแข

นายวีระศักดิ์ ไชยมิตร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72687
วัน,เดือน,ปี 21 มิ.ย. 2550

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE STUDY OF REMODELING 4-STOREY DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG LEARNING BUILDING FROM VOICE POLLUTION DUE TO NEWLY EMERGING AIRPORT SUVARNBPHUMI

MR.NARONG RATTANACOCH
MR.PIYAPONG SAWANGKHAE
MR.VERASAK CHAIMIT

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาความเป็นไปได้ในปรับปรุงอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากมลพิษทางเสียงเนื่องจากการเปิดใช้สนามบินสุวรรณภูมิ	
นักศึกษา	นายณรงค์ รัตนคช	รหัสประจำตัวนักศึกษา 47015423
	นายปิยพงษ์ สว่างแข	รหัสประจำตัวนักศึกษา 47015444
	นายวีระศักดิ์ ไชยมิตร	รหัสประจำตัวนักศึกษา 47015817
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.สิริวัฒน์ ไชยชนะ	
	อาจารย์ชลิดา อู่ตะเภา	

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
รศ.สิริวัฒน์ ไชยชนะ อ. ชลิดา อู่ตะเภา ดร.อุมา สีบุญเรือง อ. วิบูลย์ วุฒิญาณ	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(รศ.อำนวย พนิชกุลพงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ 9 เดือน เมษายน พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากมลพิษทางเสียงเนื่องจากการเปิดใช้สนามบินสุวรรณภูมิ	
นักศึกษา	นายณรงค์ รัตนคช	รหัสประจำตัวนักศึกษา 47015432
	นายปิยพงษ์ สว่างแข	รหัสประจำตัวนักศึกษา 47015444
	นายวีระศักดิ์ ไชยมิตร	รหัสประจำตัวนักศึกษา 47015817
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.สิริวัฒน์ ไชยชนะ	
	อ. ชลิดา อู่ตะเภา	
ปีการศึกษา	2549	

บทคัดย่อ

การเปิดใช้สนามบินสุวรรณภูมิ ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศใต้ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และมีทิศทางการขึ้นลงของเครื่องบินผ่านสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังโดยตรง ทำให้เกิดปัญหามลพิษทางเสียง มีผลต่อการเรียนการสอน ตลอดจนการทำกิจกรรมต่างๆ ในสถาบันฯ จากผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลทุติยภูมิระดับเส้นเสียงที่พาดผ่านในสถาบันฯ ตามมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ กำหนดให้อยู่ระหว่างเส้น NEF 30-35 ดั้งนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์จัดหาวัสดุในด้านความสามารถป้องกันเสียง ติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ง่ายและมีราคาที่เหมาะในการปรับปรุงอาคารเรียน จึงทำการจัดหาวัสดุกรุผนัง 3 ชนิด ได้แก่ (1)ยิปซัมบอร์ดหนา 12 มิลลิเมตร กรุฉนวนใยแก้วด้านใน (2)Polyurethane Foam (3)Homatherm การวิเคราะห์ผลข้อมูลที่ได้จากการทดสอบแบ่งเป็น 3 กรณี (1) เปรียบเทียบค่าการป้องกันเสียงห้องเรียนและบ้านจำลอง (2) การเปรียบเทียบค่าการป้องกันเสียงของวัสดุกรุผนัง 3 ชนิด (3) การเปรียบเทียบค่าการป้องกันเสียงด้านผนังทึบด้านที่มีช่องเปิด

จากการทดสอบที่ค่าความถี่ 8000 Hz โดยที่วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรพร้อมฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงได้ 8.3 dB วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam มีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงได้ 5.7 dB วัสดุกรุผนัง Homatherm มีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงได้ 3.6 dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ทดสอบทราบว่า ยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร พร้อมฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตร มีค่าความสามารถในการดูดซับเสียงได้มากกว่า Polyurethane Foam, Homatherm ที่ทำการทดสอบ สามารถใช้ในการปรับปรุงอาคารเรียน 4 ชั้นภาควิชาวิศวกรรมโยธา เพื่อเป็นต้นแบบในการปรับปรุงอาคารอื่นๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : THE STUDY OF REMODELING 4-STOREY DEPARTMENT OF ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING KING MONGKUT'S INSTITUTE OFTECHNOLOGY LADKRABANG LEARNING BUILDING FROM VOICE POLLUTION DUE TO NEWLY EMERGING AIRPORT SUVARNBPHUMI

Name : MR.NARONG RATTANACOCH

: MR.PIYAPONG SAWANGKHAE

: MR. VERASAK CHAIMIT

Field : CIVIL ENGINEERING

Department : CIVIL ENGINEERING

Faculty : ENGINEERING

Advisor : SIRIWAT CHAICHANA

CHALIDA UTAPAO

ABSTRACT

Because of the recently emergence of the second international Bangkok airport, Suvarnabphumi , situated south from the King Mongkut Institute of Technology of Lardkabang, where the runway direction crossing over the KMIT has adversely impacted learning and teaching environment, experiment and research study, and activities carried out in the institute. So, the secondary research relative to the sound stripe crossing over the institutes as required by the pollution control standard which has prescribed at between NEF 30-35 was conducted. The purpose of this study was to supply the anti-sound materials, and install the cozy and affordable equipments in the classroom building. In remodeling the classroom building, the three materials were supplied; (1) 12-mm thick fiberglass-lining gypsum board (2) polyurethane foam, and (3) homatherm. The analytical results could be illustrated into 3 parts; 1) anti-sound comparison between the classroom and house model, 2) anti-sound comparison among three different lining materials, and 3) anti-sound comparison between the opaque walls with the opened channel.

As the frequency test has been performed at 8000Hz by 12-mm thick gypsum board lined with 5-cm fiberglass insulation, found that it can block the sound by 8.3dB, and 5.7 dB, and 3.6 dB for polyurethane foam and homatherm, respectively.

The analytic result has shown that 12-mm thick gypsum board with 5-cm fiberglass insulation has potential to absorb greater sound than polyurethane foam and homatherm. It's suggested that 12-mm thick gypsum board with 5-cm fiberglass insulation can be applied as the protocol for further remodeling.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาจากหลายฝ่ายขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งในความกรุณาของ รองศาสตราจารย์สิริวัฒน์ ไชยชนะ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัย ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ ให้ความรู้ คำแนะนำที่ดี ในการปฏิบัติงาน ตลอดจนแนวความคิดต่างๆ รวมทั้งช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และช่วยตรวจแก้ไขรายงานจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ชลิดา อู่ตะเภา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงงานวิจัย ที่ได้ให้คำแนะนำในเรื่องต่าง ๆ และให้ความอนุเคราะห์หนังสือในการประกอบการทำโครงการวิจัย รวมทั้งให้ความรู้และข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำงาน

ขอขอบพระคุณ คุณอภิวัฒน์ ผู้จัดการฝ่ายเทคนิค บริษัท สยามอุตสาหกรรมยิปซัม ที่ให้ความอนุเคราะห์ทั้งความรู้และวัสดุที่ใช้ในการทำโครงงานวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนคำแนะนำดี ๆ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม และพี่ๆ ทุกท่านที่ให้ความรู้และที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือทดสอบโครงงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาท วิชาความรู้ ให้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาที่ศึกษาเล่าเรียน

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่ข้าพเจ้ารัก ที่คอยเป็นกำลังใจในยามที่ ข้าพเจ้าเหนื่อยล้า และให้การสนับสนุนส่งเสริมการศึกษามาโดยตลอด

นายณรงค์ รัตนคช
นายปิยพงษ์ สว่างแข
นายวีระศักดิ์ ไชยมิตร
ผู้ประพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน (ภาษาไทย)	ก
	ปกใน (ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอนุมัติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ฎ
	สารบัญรูป	ฒ
1	บทนำ	1
	1.1. กล่าวนำ	1
	1.2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
	1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
	1.4. ขอบเขตของการศึกษา	3
	1.5. วิธีการดำเนินโครงงานพิเศษ	3
	1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน	4
2	**วรรณกรรมปริทัศน์**	5
	2.1. ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษามลพิษทางเสียง	5
	2.2. คลื่นเสียง	6
	2.2.1. การสะท้อนของคลื่นเสียง	8
	2.2.2. การผ่านของเสียง	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

2.2.3. การบิดเบนของคลื่นเสียง 11

2.2.4. การดูดซับของคลื่นเสียง 12

2.2.5. สเปกตรัมของเสียง 13

2.2.6. ความเร็วของเสียง 14

2.2.7. พลังงานที่ผ่านตัวกลาง 16

2.3. การสูญเสียการส่งผ่านเสียง 16

2.4. การพ้องตรงกัน 19

2.5. การสูญเสียการส่งผ่านเสียงของวัตถุ 21

2.5.1. การวัดหาค่าการสูญเสียการส่งผ่านเสียง 23

2.5.2. การลดเสียงของผนัง 23

2.5.3. ระดับเสียงที่ระยะห่างจากผนัง 27

2.5.4. การกั้นเสียง Structure borne 28

2.5.5. เสียงที่ส่งผ่านโครงสร้าง จะแพร่ไปตามอาคาร 28

2.5.6. อัตราการกั้นเสียงกระทบ 30

2.5.7. ขบวนการในการควบคุม เสียงที่ส่งผ่านทางโครงสร้าง (structure borne sound) 33

2.5.8. ผลของพื้นที่กระเด้งกลับได้ ที่ใช้กั้นเสียงจากการกระทบ 34

2.5.9. การรองพื้น Floating floor 35

2.5.10. การก่อสร้างเพดาน- พื้น 41

2.5.11. เพดานห้อยแบบกระเด้งกลับ 43

2.5.12. เสียงกระทบที่ส่งผ่านผนัง 44

2.5.13. อุปกรณ์กระเด้งได้ที่ใช้สนับสนุนผนัง 44

2.5.14. การไม่ต่อเนื่องในโครงสร้างของอาคาร 45

2.6. การควบคุมเสียงในอาคาร 46

2.7. อิทธิพลของผังอาคาร ในเรื่องความต้องการการกั้นเสียง 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

3	**วิธีการทดสอบ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้**	**50**
	3.1. อุปกรณ์ในการทดสอบเสียง	**50**
	3.1.1. เครื่องขยายเสียง	**50**
	3.1.2. เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ออกเทฟ (Octave Band Analyzer)	**51**
	3.1.3. เครื่องมือวัดเสียงแบบวิเคราะห์ความถี่ (Sound level meter-octave-band Analyzer)	**52**
	3.1.4. อุปกรณ์ปรับความถูกต้อง	**52**
	3.1.5. ไมโครโฟน	**33**
	3.1.6. ลำโพง	**54**
	3.1.7. อุปกรณ์กันลม(Windscreen)	**54**
	3.1.8. ขาตั้ง (Tripod)	**55**
	3.1.9. คอมพิวเตอร์	**55**
	3.2. วิธีการทดสอบและ การติดตั้งเครื่องมือทดสอบเสียง	**56**
	3.3. อุปกรณ์ในการก่อสร้างห้องตัวอย่าง	**59**
	3.3.1.วัสดุก่อ	**59**
	3.3.2. วัสดุฉาบ	**61**
	3.4. คุณสมบัติวัสดุกรุผนังป้องกันเสียง	**61**
	3.4.1. แผ่นยิปซัมบอร์ด	**61**
	3.4.2. ฉนวนใยแก้ว	**62**
	3.4.3. Polyurethane Foam	**63**
	3.4.4. Homatherm	**64**
	3.5. การติดตั้งวัสดุป้องกันเสียง	**65**
	3.5.1. การติดตั้งยิปซัมบอร์ดและฉนวนใยแก้ว	**65**
	3.5.2. การติดตั้ง Polyurethane Foam	**67**
	3.5.3. การติดตั้ง Homatherm	**68**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

4	**การทดลอง**	**69**
	4.1. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียง	69
	4.2. ผลการทดลองค่าการส่งผ่านเสียงที่วัสดุต่าง ๆ	74
	4.2.1. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงผนังทึบด้านทิศใต้ โดยใช้เสียง Signal Type Sine	74
	4.2.2. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงผนังทึบด้านทิศเหนือ โดยใช้เสียง Signal Type Sine	76
	4.2.3. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านหน้าต่าง โดยใช้เสียง Signal Type Sine	78
	4.2.4. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงผนังทึบด้านประตู โดยใช้เสียง Signal Type Sine	80
	4.2.5. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงผนังทึบด้านหลังคา โดยใช้เสียง Signal Type Sine	82
	4.3. การเปรียบเทียบผลการทดลอง	84
	4.4. การเปรียบเทียบค่าการส่งผ่านของเสียงที่วัสดุต่าง ๆ	86
	4.4.1. การเปรียบเทียบวัสดุและแต่ละด้านของบ้าน	86
	4.4.2 การเปรียบเทียบการดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202	96
	4.5. การเปรียบเทียบการดูดซับเสียงของที่ความถี่ 8000 Hz	102
	4.6. การเปรียบเทียบราคาวัสดุที่ใช้ในการป้องกันเสียง	104
5	**สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา**	**105**
	5.1. สรุปและวิเคราะห์ผล	105
	5.2. ข้อเสนอแนะ	107
	ภาคผนวก	**108**
	บรรณานุกรม	**123**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
2.1.	แสดงความเร็วของเสียงผ่านตัวกลางชนิดต่าง ๆ	15
2.2.	แสดง TL สำหรับวัสดุก่อสร้างทั่วไป	18
2.3.	แสดงตัวประกอบการสูญเสียของวัสดุต่าง ๆ ของผนัง	21
2.4.	แสดงชั้นการส่งผ่านเสียงโดยประมาณ และ ชั้นการกั้นเสียงกระทบ สำหรับโครงสร้างพื้น	31
2.5.	แสดงการปรับปรุง IIC สำหรับพื้นที่แตกต่างกัน	35
2.6.	ความต้องการต่ำสุดของการกั้นเสียงในอากาศของผนัง และ พื้น แยกตามกลุ่มของห้อง; แสดงในเทอมของ ชั้นของการส่งผ่านเสียง STC	48
2.7.	ความต้องการต่ำสุดของการกั้นเสียงกระทบของผนัง และ พื้น แยกตามกลุ่มของห้อง;แสดงในเทอมของ ชั้นของการกั้นเสียงจากการกระทบ IIC	48
4.1.	แสดงผลการทดสอบผนังทึบติดห้อง CV 203โดยใช้เสียง Signal Type Sine (ห้องเรียน CV202)	74
4.2.	แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (คอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน)	74
4.3.	แสดงผลการทดสอบด้านผนังทึบทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร)	75
4.4.	แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine. (วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam)	75
4.5.	แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Homatherm)	75
4.6.	แสดงผลการทดสอบผนังทึบติดห้องน้ำโดยใช้เสียง Signal Type Sine (ห้องเรียน CV 202)	76
4.7.	แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศเหนือโดยใช้เสียง Signal Type Sine (คอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน)	76
4.8.	แสดงผลการทดสอบด้านผนังทึบทิศเหนือโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร)	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

4.9.	**แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศเหนือโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam)**	**77**
4.10.	**แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศเหนือโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Homatherm)**	**77**
4.11.	**แสดงผลการทดสอบด้านหน้าต่างโดยใช้เสียง Signal Type Sine (ห้องเรียน CV 202).**	**78**
4.12.	**แสดงผลการทดสอบด้านหน้าต่างโดยใช้เสียง Signal Type Sine (คอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน)**	**78**
4.13.	**แสดงผลการทดสอบด้านหน้าต่างโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร)**	**79**
4.14.	**แสดงผลการทดสอบด้านหน้าต่างโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam)**	**79**
4.15.	**แสดงผลการทดสอบด้านหน้าต่างโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Homatherm)**	**79**
4.16.	**แสดงผลการทดสอบด้านประตูโดยใช้เสียง Signal Type Sine (ห้องเรียน CV 202)**	**80**
4.17.	**แสดงผลการทดสอบด้านประตูโดยใช้เสียง Signal Type Sine (คอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน)**	**80**
4.18.	**แสดงผลการทดสอบด้านประตูโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร)**	**81**
4.19.	**แสดงผลการทดสอบด้านประตูโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam)**	**81**
4.20.	**แสดงผลการทดสอบด้านประตูโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Homatherm)**	**81**
4.21.	**แสดงผลการทดสอบด้านหลังคาโดยใช้เสียง Signal Type Sine (คอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน)**	**82**
4.22.	**แสดงผลการทดสอบด้านหลังคาโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร)**	**82**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

4.23.	แสดงผลการทดสอบด้านหลังคาโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam)	83
4.24.	แสดงผลการทดสอบด้านหลังคาโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Homatherm)	83
4.25.	แสดงผลการทดสอบผนังทึบติดห้อง CV 203โดยใช้เสียง Signal Type Sine (ห้องเรียน CV202)	84
4.26.	แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (คอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน)	84
4.27.	แสดงผลการทดสอบด้านผนังทึบทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร)	85
4.28.	แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam)	85
4.29.	แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Homatherm)	85
4.30.	ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านผนังทึบ	87
4.31.	ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านประตู	89
4.32.	ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านหน้าต่าง	91
4.33.	ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านหลังคา	93
4.34.	ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านผนังทึบ	97
4.35.	ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านหน้าต่าง	97
4.36.	ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านประตู	100
5.1.	แสดงค่าของค่าแรงงานประสิทธิภาพการดูดซับเสียงด้านผนังทึบ	106
5.2.	แสดงค่าของค่าแรงงานประสิทธิภาพการดูดซับเสียงด้านหน้าต่าง	107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
2.1.	ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงในท่อ	7
2.2.	ภาพแสดง Plane Sound Wave	8
2.3.	ภาพแสดง Spherical Sound Wave	8
2.4.	ภาพแสดงคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนินเล็ก ๆ ถูกสะท้อน โดยพื้นผิวที่มีการสะท้อนกลับหมด	9
2.5.	ภาพแสดงตัวอย่างของกฎของการสะท้อนเสียงจากแหล่งกำเนินเสียงเล็ก ๆ	9
2.6.	ภาพแสดง Diffraction ของคลื่นเสียงผ่านรูเปิด	10
2.7.	ภาพแสดง Diffraction ของคลื่นเสียงผ่านสิ่งกีดขวาง	11
2.8.	ภาพแสดง Refraction ของคลื่นเสียง	12
2.9.	ภาพแสดงลักษณะการกั้นเสียงของตัวกลาง	13
2.10.	ภาพแสดงสเปกตรัมของเสียง	13
2.11.	ภาพแสดงค่าสูญเสียการส่งผ่านเสียงแปรตามความถี่ผนัง homogeneous โดย f_0 คือความถี่วิกฤต	18
2.12.	ภาพแสดงผลของการพ้องตรงกันเมื่อเสียงตกกระทบเป็นมุม	19
2.13.	ภาพแสดงความถี่วิกฤติของวัสดุต่าง ๆ ที่ความหนาแน่นต่าง ๆกัน	20
2.14.	ภาพแสดงสัมประสิทธิ์การลดระดับเสียง	24
2.15.	ภาพแสดงกราฟใช้ในการเปรียบเทียบหาค่า STC	27
2.16.	ภาพแสดงทางเดินของ structure borne sound ในอาคารคอนกรีต D คือทางเดินตรง ของการส่งผ่านเสียง F คือทางเดินข้างเคียง ภาพทางด้านซ้ายคือการลดการส่งผ่านเสียงที่กระทบโครงสร้าง	29
2.17.	ภาพแสดง floating floor ที่ใช้เบาะที่กระเด้งได้ หนุนพื้นคอนกรีตเรียบ วัสดุที่กระเด้งกลับได้อาจเป็น semi rigid fiberglass หรือ วัสดุที่เหมาะสม	36
2.18.	ภาพแสดง Floating floor ที่ใช้เบาะนวมที่กระเด้งได้ หนุนพื้นคอนกรีตเรียบ วัสดุดูดซับเสียงตามปกติใช้ fiberglass หรือ นวมขนสัตว์	37
2.19.	ภาพแสดง floating floor ที่เป็นไม้ หนุนด้วยชั้นของวัสดุแระเด้งได้ วัสดุนี้อาจเป็น semi rigid fiber glass หรือ วัสดุที่เหมาะสม	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

2.20.	ภาพแสดง floating floor ไม้อัด หนุนด้วยแผ่นไม้ wood furring strip บนตัวหนุนที่กระเด้งได้ วัสดุดูดซับเสียงตามปกติใช้ fiberglass หรือ ขนสัตว์	38
2.21.	ภาพแสดงการแทรกของท่อน้ำ ของโครงสร้าง floating floor	39
2.22.	ภาพแสดงการแทรกของท่อระบายน้ำ ของโครงสร้าง floating floor หมายเหตุไว้ว่า ท่อ ระบายน้ำ อาจทำให้เกิดทางเดินเสียงระหว่างห้องด้านบน กับ ห้องด้านล่าง	39
2.23.	(a) กองอิฐ หิน ใต้ floating slab สามารถทำให้เกิด short- circuit ของแผ่นที่กระเด้งได้ ผลคือลดการกั้นเสียง (b) ตะปูควง หรือ ตะปู สามารถทำให้เกิด short – circuit ใน floating floor ที่เป็นไม้ ทำให้ลดการกั้นเสียง	40
2.24.	(a) พื้นที่ประกอบด้วยไม้อัด 5/8 นิ้ว, แผ่นไม้แปรรูป ¾ นิ้ว และแผ่น gypsum ½ นิ้ว พื้นนี้ให้การกั้นเสียงไม่พอเพียง (b) การก่อสร้างเช่นเดียวกับ a ด้วยการเติม การเติมแผ่นไม้แปรรูปหนา 1.5 นิ้ว วัสดุดูดซับเสียง, และการเสริมชั้นแผ่น gypsum (c) การก่อสร้างเดียวกับ a ด้วยการเติม หมุด, วัสดุดูดซับเสียง และ แผ่น gypsum เติม (d)พื้นไม้ประกอบของไม้อัด 5/8 นิ้ว เช่นเดียวกับ a, แต่ด้วยแผ่น gypsum 2 แผ่นด้วยการเชื่อม กับช่องวัสดุกระเด้งกลับ พื้นที่ระหว่างคาน เติมด้วย วัสดุดูดซับเสียง	42
2.25.	ภาพแสดงเพดานห้อยแบบกระเด้งกลับ	43
2.26.	ภาพแสดงการขยายออกของจุดเชื่อม ในแผ่นคอนกรีต เพิ่มการอ่อนกำลังลงของเสียง	46
3.1.	ภาพแสดงการติดตั้งแอมกับแหล่งกำเนิดความถี่	51
3.2.	ภาพแสดงฉนวนใยแก้ว	51
3.3.	ภาพแสดงการติดตั้งเครื่องวัดเสียงแบบวิเคราะห์ความถี่ กับเครื่องคอมพิวเตอร์	52
3.4.	ภาพแสดงการติดตั้งลำโพงกับแอมขยายเสียง	52
3.5.	ภาพแสดงการติดตั้งไมค์รับสัญญานเสียงนอกบ้าน	52
3.6.	ภาพแสดงการติดตั้งไมค์รับสัญญานเสียงภายในบ้าน	53
3.7.	ภาพแสดงการคาลิเบตไมค์ตัวที่อยู่ภายในบ้าน	53
3.8.	ภาพแสดงการคาลิเบตไมค์ตัวที่อยู่ภายนอกบ้าน	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

3.9.	ภาพแสดงยิปซัมบอร์ด	56
3.10.	ภาพแสดงฉนวนใยแก้ว	57
3.11.	ภาพแสดง Polyurethane Foam	58
3.12.	ภาพแสดง Homatherm	59
3.13.	ภาพแสดงเครื่องมือขยายเสียง	60
3.14.	ภาพแสดงเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ออกเทฟ (Octave Band Analyzer)	61
3.15.	ภาพแสดงเครื่องมือวัดเสียง	61
3.16.	เครื่องมือคาลิเบตไมโครโฟน	62
3.17.	ภาพแสดงไมโครโฟน	63
3.18.	ภาพแสดงลำโพง	63
3.19.	ภาพแสดงที่ครอบไมค์เพื่อป้องกันลม	64
3.20.	ภาพแสดงขาตั้งไมโครโฟน	64
3.21.	ภาพแสดงคอมพิวเตอร์	65
3.22.	เครื่องมือคาลิเบตไมโครโฟน	65
3.23.	ภาพแสดงการติดตั้งฉนวนใยแก้ว	66
3.24.	ภาพแสดงการติดตั้งยิปซัมบอร์ด	66
3.25.	ภาพแสดงการอุดรอยต่อของยิปซัม	66
3.26.	ภาพแสดงการติดตั้งยิปซัมเสร็จสมบูรณ์พร้อมที่จะทดสอบ	67
3.27.	ภาพแสดงการติดตั้ง Polyurethane Foam	67
3.28.	ภาพแสดงการติดตั้ง Polyurethane Foam เสร็จสมบูรณ์	68
3.29.	ภาพแสดงการติดตั้ง Homatherm	68
3.21.	ภาพแสดงการติดตั้ง Homatherm เสร็จสมบูรณ์	69
4.1.	ภาพแสดงแบบแปลนบ้านจำลองคอนกรีตมวลเบา	70
4.2.	ภาพแสดงบ้านจำลองคอนกรีตมวลเบารูปด้านที่ 1	71
4.3.	ภาพแสดงบ้านจำลองคอนกรีตมวลเบารูปด้านที่ 3	71
4.4.	ภาพแสดงบ้านจำลองคอนกรีตมวลเบารูปด้านที่ 2	72
4.5.	ภาพแสดงบ้านจำลองคอนกรีตมวลเบารูปด้านที่ 4	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

4.6.	ภาพแสดงห้องเรียน CV202	73
4.7.	ภาพแสดงค่าความถี่ที่ 1250 Hz ผนังทึบด้านทิศใต้	88
4.8.	ภาพแสดงค่าความถี่ที่ 1250 Hz ด้านชุดบานประตู	90
4.9.	ภาพแสดงค่าความถี่ที่ 1250 Hz ด้านชุดหน้าต่าง	92
4.10.	ภาพแสดงค่าความถี่ที่ 1250 Hz ผนังทึบด้านทิศใต้	94
4.11.	ภาพแสดงผนังทึบเปรียบเทียบการดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202	98
4.12.	ภาพแสดงด้านหน้าต่างเปรียบเทียบการดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202	99
4.13.	ภาพแสดงด้านประตูเปรียบเทียบการดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202	101
4.14.	ภาพแสดงค่าความถี่ที่ 8000 Hz ด้านผนังทึบ, ด้านชุดบานประตูและด้านชุดหน้าต่าง	103
4.15.	ภาพแสดงการเปรียบเทียบราคาวัสดุ 3 ชนิด	105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

ผลกระทบที่สำคัญเนื่องจากการเปิดใช้งานของท่าอากาศยานกรุงสุวรรณภูมิ คือ เสียงดังรบกวนต่อชุมชนที่พักอาศัยที่อยู่โดยรอบ โดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ในแนวเส้นทางการบิน ที่เครื่องบินบินขึ้น (Take off) และลง (Landing) สำหรับพื้นที่ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แม้ว่าไม่ได้ตั้งอยู่ในแนวทางดังกล่าวโดยตรง แต่พื้นที่บางส่วนของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีเส้นทางการบินพาดผ่าน นอกจากการดำเนินงานของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิจะทำให้พื้นที่ที่ไวต่อผลกระทบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้รับเสียงรบกวนแล้ว กิจกรรมของโครงการต่อเนื่อง อาทิ โครงการรถไฟฟ้าขนส่งผู้โดยสาร โครงการถนนโดยรอบท่าอากาศยาน โดยเฉพาะถนนบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะมีระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการด้านเสียงรบกวนที่มีผลกระทบต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในด้านต่างๆ ทั้งในด้านการปรับปรุงอาคารเรียน การปลูกต้นไม้ รวมทั้งการติดตามตรวจสอบผลกระทบด้านเสียงจากเครื่องบินในช่วงดำเนินการของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

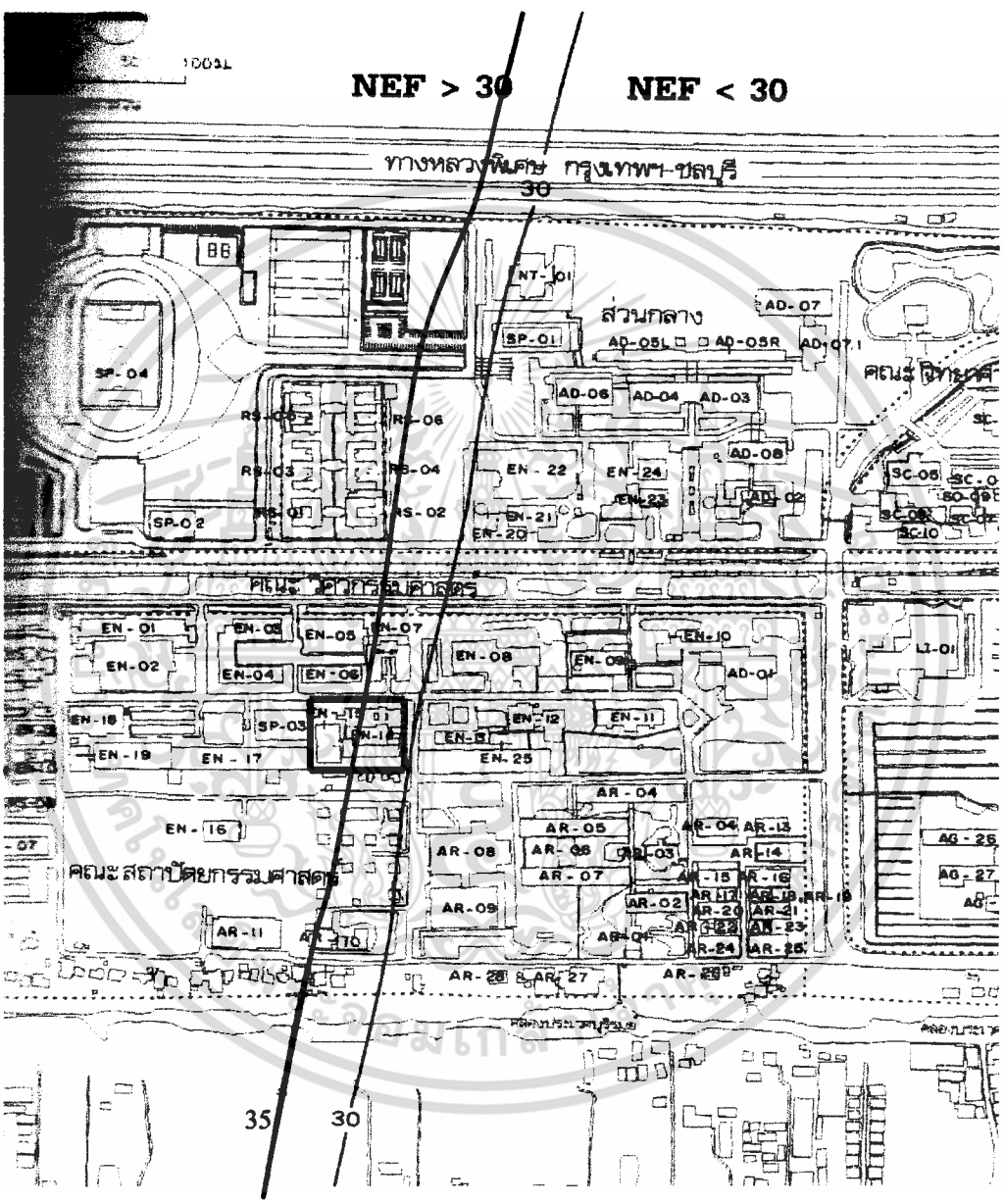
1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ผลจากการตรวจความดังของเสียงในสภาพปัจจุบันบริเวณพื้นที่ของ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยทำการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษทั้งภายในและภายนอกอาคาร พบว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดทั้งหมดมีค่า โดยที่ทำการวัด Leq 24 ชั่วโมง ทำการตรวจวัดได้ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 วัน มีค่าอยู่ในช่วง 58.80-81.05 เดซิเบล (เอ) ซึ่งเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดของกรมควบคุมมลพิษ

จากการที่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเปิดให้เพื่อรองรับการคมนาคมและการขนส่งทางอากาศอย่างสมบูรณ์แบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ตั้งอยู่ห่างจากสนามบินสุวรรณภูมิประมาณ 3.750 กม. มีผลกระทบจากการเปิดใช้สนามบินสุวรรณภูมิในเรื่องระดับความดังของเสียง จึงทำให้มีแนวความคิดศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงอาคารเรียน 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้น ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มีผลจากมลพิษทางเสียงเนื่องจากการเปิดใช้สนามบินสุวรรณภูมิ โครงงานพิเศษนี้จะเป็นการศึกษาในแง่ของ พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร 2533 และข้อกำหนดเกี่ยวกับความสูงของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง เท่านั้น



รูปที่ 1.1 ภาพแสดงเส้นระดับเสียง NEF –35 ที่พาดผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.เพื่อลดผลกระทบจากเสียงเนื่องจากการเปิดใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิ

2. เพื่อจัดหาวัสดุในด้านความสามารถป้องกันเสียง และความง่ายในการติดตั้งในการนำมาใช้ปรับปรุงอาคารเรียน ภายหลังการเปิดใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิ เพื่อเป็นอาคารต้นแบบในการปรับปรุงอาคารอื่นโดยรอบ

1.4 ขอบเขตของโครงงานวิจัย

1.ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิของระดับเสียงบริเวณพื้นที่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและพื้นที่สำคัญโดยรอบก่อนการใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิ และการคาดการณ์ระดับเสียงหลังการใช้งานสนามบินสวรรณภูมิ

2. ศึกษาชนิดของวัสดุที่เหมาะสมในการนำมาปรับปรุงอาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเพื่อเป็นอาคารต้นแบบ ในการป้องกันผลกระทบของระดับความดังเสียง

3. ทดลองหาค่าการดูดซับเสียงของวัสดุในการป้องกันเสียง

4. คัดเลือกวัสดุที่เหมาะสมในการป้องกันเสียงมาใช้ในการปรับปรุงอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.5 วิธีการดำเนินโครงงานพิเศษ

1. ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิของระดับเสียงบริเวณพื้นที่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและพื้นที่สำคัญโดยรอบก่อนการใช้งานสนามบินสวรรณภูมิ

2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในส่วนของแบบแปลนในการก่อสร้าง

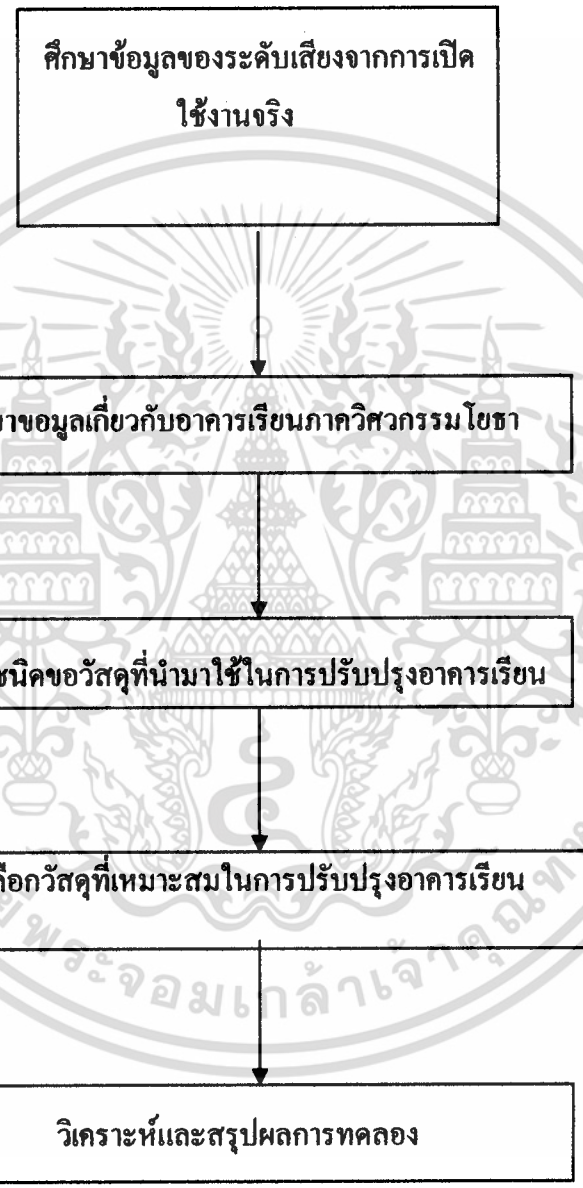
3. ศึกษาชนิดของวัสดุที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4. ศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรม ศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เลือกวัสดุที่เหมาะสมในการปรับปรุงอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

2.1. ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับการศึกษามลพิษทางเสียง

2.1.1 การแสดงปริมาณในรูป exponent เมื่อเรามีปริมาณมาก ๆ หรือน้อยมาก ๆ เพื่อความสะดวกในการเขียน เราจะใช้วิธีการเขียนแบบ exponent โดย

$$1{,}000{,}000 = 10^{6}$$

$$10 = 10^{1}$$

$$1 = 10^{0}$$

$$0.1 = 10^{-1}$$

$$0.001 = 10^{-3}$$

$$0.00002 = 2.0 \times 10^{-5}$$

$$29{,}600{,}000 = 29.6 \times 10^{6}$$

2.1.2 Logarithm

โดยคำจำกัดความ เมื่อ $a^b = c$ จะทำให้ logarithm ของ c ฐาน a เท่ากับ b

$$\log_a c = b$$

ซึ่งโดยปกติ a มักจะมีค่าเท่ากับ 10 ดังนั้น $\log_{10} c = b$ และเรามักจะไม่เขียน "10" ลงไปด้วย เมื่อเรากำหนดค่า base ของ log คือ 10 ดังนั้น

log 1000 = 3.0	log 0.1 = -1.0
log 100 = 3.0	log 0.01 = -2.0
log 10 = 1.0	log 0.001 = -3.0
log 1 = 0	log 0.0001 = -4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นค่า log ของจำนวนระหว่าง 100-1000 จะต้องอยู่ระหว่าง 2-3 เช่น

$$\log 400 = 2.602$$

เราเรียนกว่า 2 คือ characteristic และ 0.602 คือ mantissa ซึ่งค่าพวกนี้เราหาได้จากทั้งตาราง log และจากเครื่องคิดเลข ในกรณีที่จำนวนนั้นน้อยกว่า 1 log จะมีค่าเป็นลบ

2.3.3 กฎของ log

$$\log ab = \log + \log b$$

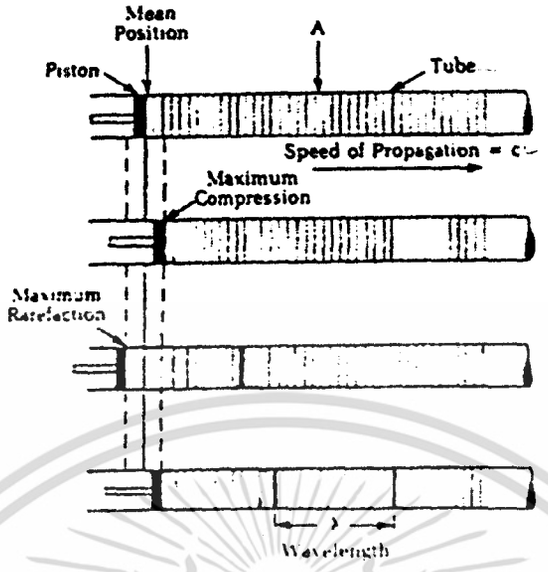
$$\log a/b = \log a - \log b$$

$$\log a^n = n \log a$$

2.2. คลื่นเสียง

คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของวัตถุหรือการแปรปรวนของอากาศ คลื่นเสียงจะเดินทางผ่านตัวกลางเช่น อากาศซึ่งทั้งมวลและความยืดหยุ่น (Elasticity) โมเลกุลของอากาศจะเคลื่อนที่ไปมาหือขึ้นลงผ่านจุดสมดุลย์ โมเลกุลที่อยู่ใกล้กับวัตถุที่สั่นจะถูกกดอัดเป็นอันดับแรก การกดอัดนี้ทำให้โมเลกุลเคลื่อนที่และอัดต่อๆ กันไปคล้ายกับคลื่นเสียงเดินทางผ่านตัวกลางไป ซึ่งการเคลื่อนที่ไปมาผ่านจุดเริ่มแรกไม่ได้ทำให้มีการเปลี่ยนที่ของโมเลกุลอากาศไป รูปที่ 2.1 แสดงการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงในท่อซึ่งเกิดจากลูกสูบทางด้านซ้ายเคลื่อนที่แบบ Simple Harmonic Oscillation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

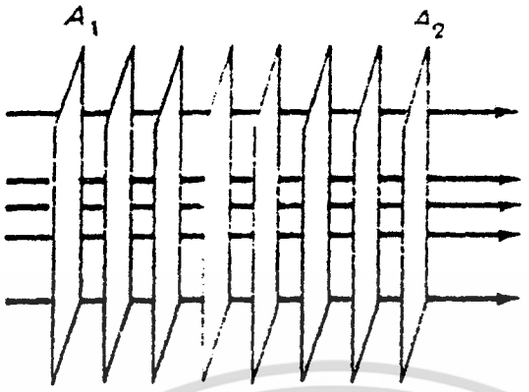


รูปที่ 2.1. ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงในท่อ

เมื่อลูกสูงเคลื่อนที่ไปทางขวา โมเลกุลของอากาศที่ติดกับลูกสูบจะมีความดันเพิ่มขึ้น และเมื่อลูกสูงเคลื่อนที่ไปทางด้านซ้ายจะทำให้ความอันลดลง ซึ่งก็จะทำให้โมเลกุนของอากาศถัดมารับอิทธิพลต่อๆ กันไปโดยมีระยะห่างของเวลาไล่ ๆ กันไป ระยะห่างระหว่างจุดสูงสุดของความดันเรียกว่า Wave length และทำให้การเปลี่ยนแปลงของความดันเมื่อเทียบกับความดันปกติ เปลี่ยนแปลงไปในรูป sine

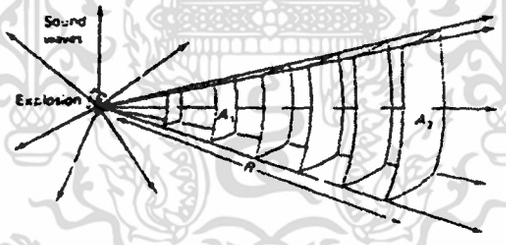
คลื่นที่เคลื่อนที่ในแนวระนาบที่ขนาดกันเรียกว่า Plane wave (รูปที่ 2.2) โดยระนาบที่มีแรงดันของคลื่นมากที่สุดเรียกว่า wave front และทิศทางการเคลื่อนที่ของ wave front เรียกว่า wave ray

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2. ภาพแสดง Plane Sound Wave

อีกตัวอย่างหนึ่งของการเกิดคลื่นเสียงคือการสั่นของ balloon ทรงกลม ดังรูปที่ 2.3 ซึ่งจะทำให้เกิด wave ray ซึ่งมีทิศทางไม่ขนานกัน ต่างกับ plane wave เราเรียกคลื่นเสียงพวกนี้ว่า spherical wave

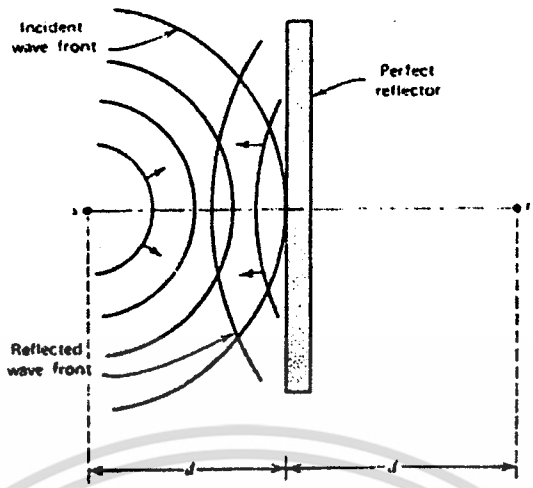


รูปที่ 2.3. ภาพแสดง Spherical Sound Wave

2.2.1. การสะท้อนของคลื่นเสียง

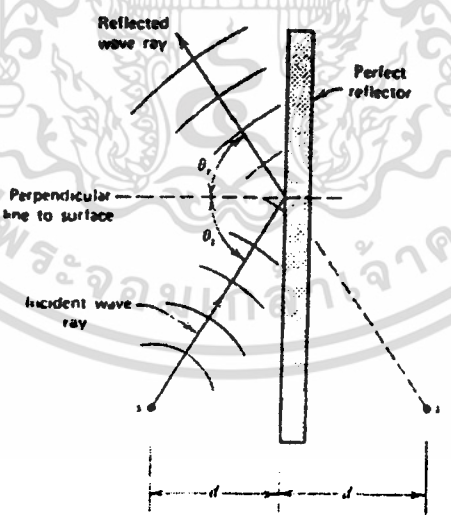
ถ้า plane wave (ซึ่งตัวอย่างเกิดจากลูกสูบ) และ spherical wave ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนินทรวงกลมเล็ก ๆ เดินทางไปในอากาศ หรือตัวกลาง โดยไม่มีการกั้นขวาง เราเรียกว่าคลื่นนั้นว่า free progressive waves แต่โดยปกติแล้วจะไม่เป็นเช่นนั้น คลื่นเสียงมักจะกระทบกับพื้นผิวอื่น ๆ ทำให้ทิศทางเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4. ภาพแสดงคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนินเล็ก ๆ ถูกสะท้อนโดยพื้นผิวที่มีการสะท้อนกลับหมด

เมื่อพิจารณาพื้นผิวที่สมมุติว่ามีการสะท้อนกลับอย่างสมบูรณ์ (ไม่มีเสียงลอดหนี้ได้เลย) ก็จะเปรียบเสมือนว่ามีแหล่งกำเนินซึ่งมีระยะทาง "d" เท่ากับแหล่งกำเนินเดิมเมื่อวัดจากผนัง ซึ่งจะเป็นผลให้ความดันเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลจากการสะท้อนรวมกับแหล่งกำเนิน ดังนั้นการวัด sound intensity ใกล้กับพื้นที่ผิวที่มีการสะท้อนจะให้ผลที่ไม่สมบูรณ์



รูปที่ 2.5. ภาพแสดงตัวอย่างของกฎของการสะท้อนเสียงจากแหล่งกำเนินเสียงเล็ก ๆ

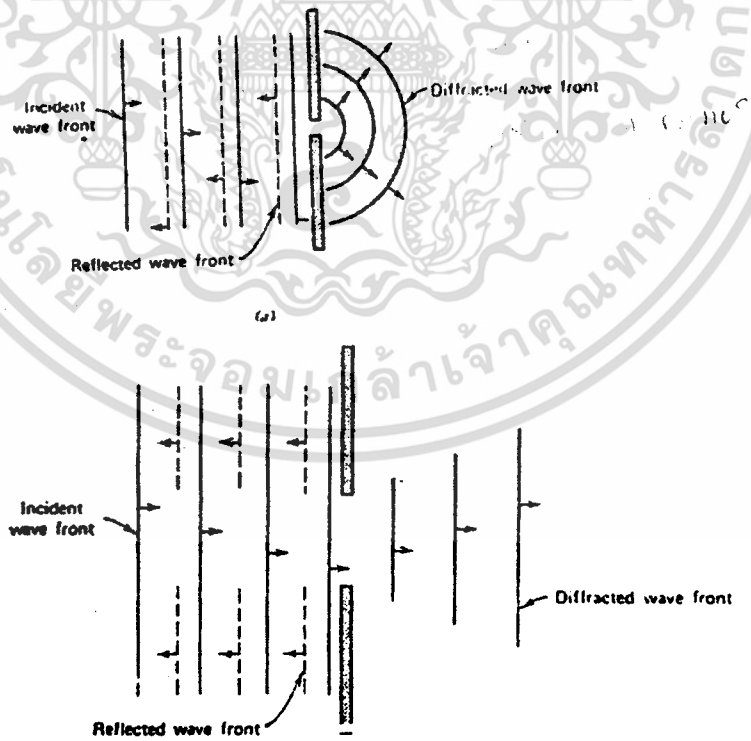
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎของการสะท้อนของคลื่นเสียงที่ใช้กับพื้นผิวที่มีการสะท้อนที่มุม ๆ หนึ่ง ดังแสดงในรูป 2.5 ซึ่งจะทำให้เกิดคลื่นจากแหล่งกำเนินเดิม (s) และแห่งกำเนินสมมุติ (i) โดยทิศทางของ wave front เขียนในรูปของ wave ray โดยมีมุมตกกระทบ θ_i และมุมสะท้อน θ_r ซึ่งวัดจากเส้นตั้งฉากกับพื้นผิวสะท้อน ทำให้เกิดผลคือ

1) มุมตกกระทบ θ_i และมุมสะท้อน θ_r
2) คลื่นของการตกกระทบจะอยู่ในระนาบเดียวกับคลื่นการสะท้อน

2.2.2. การผ่านของเสียง

เป็นตัวอย่างที่น่าสนใจสำหรับ แสดงว่า เสียงมีการสะท้อน ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ในระหว่าง พื้นผิวขนานที่ถูกจัดวางให้อยู่ใกล้กัน โดยคลื่นเสียงที่สะท้อนจากพื้นผิวมีขนาดและตำแหน่งที่เท่ากับคลื่นเสียงที่ตกกระทบ ทำให้มีการหักร้างกันไปในบางตำแหน่งและในบางตำแหน่งก็มีการเสริมขนาดกันซึ่งเราจะต้องพายามหลีกเลี่ยงปรากฏการณ์เช่นนี้ ไม่ให้เกิดขึ้นถ้าต้องการห้องที่มีคุณภาพดีในเรื่องเสียง ซึ่งเราสามารถกระทำได้โดยเปลี่ยนแปลงรูปทรงของห้องหรือเปลี่ยนแปลงวัสดุดูดซับเสียงในห้องนั้น

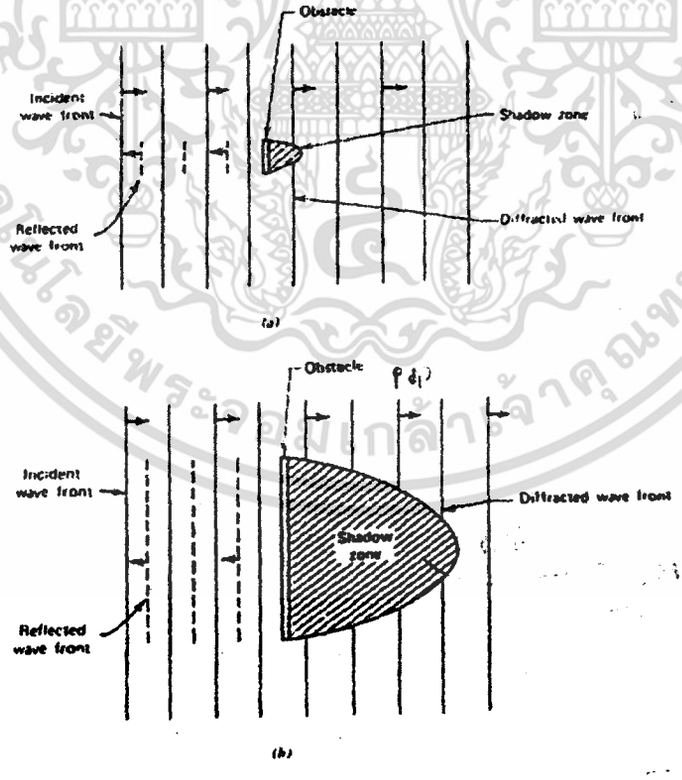


รูปที่ 2.6. ภาพแสดง Diffraction ของคลื่นเสียงผ่านรูเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

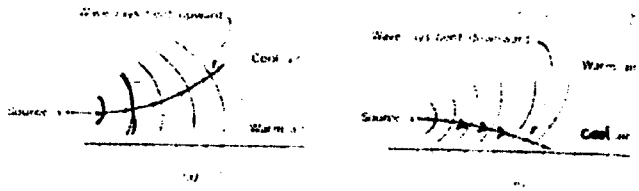
2.2.3. การบิดเบนของคลื่นเสียง

คลื่นเสียงจะมีการบิดเบนเมื่อพบกับปลายสุดของพื้นผิวเช่น หน้าต่างความสามารถในการบิดเบนไปทางด้านหลังของสิ่งกีดขวางนี้ เรียกว่า การ diffraction อำนาจในการ diffract ขึ้นกับความยางคลื่นของคลื่นเสียงและขนดและรูปร่างของสิ่งกีดขวาง เมื่อเทียบกับขนาดของสิ่งกีดขวางแล้ว ถ้าขนาดยิ่งใหญ่ก็จะทำให้มีการ diffraction ยิ่งมาก ดังรูป 2.7 และ 2.8 รูปที่ 2.7 แสดง plane wave ผ่านรูเปิด ของพื้นผิวที่มีการสะท้อนสมบูรณ์ ในรูป 2.6a รูเปิดจะเล็กเมื่อเทียบกับ wavelength ซึ่งจะมี diffracted wave เกิดขึ้นคล้ายกับมีแหล่งกำเนิดเสียงเล็ก ๆ ที่ช่องเปิดซึ่งจะมีพลังงานน้อยมาก เนื่องจากพลังงานเกือบทั้งหมด อยู่ในคลื่นที่สะท้อนกลับไป รูปที่ 2.7 a รูปเปิดจะเล็กเมื่อเทียบกับ wavelength ซึ่งจะมี diffracted wave เกิดขึ้นคล้ายกับมีแหล่งกำเนิดเสียงเล็ก ๆ ที่ช่องเปิดซึ่งจะมีพลังงานน้อยมากเนื่องจากพลังงานเกือบทั้งหมด อยู่ในคลื่นที่สะท้อนกลับไป รูปที่ 2.7 b แสดงรูปเปิดขนาดใหญ่ซึ่ง diffracted wave ผ่านไปโดยที่ไม่มีการสูญเสียความเข้มเสียง รูปที่ 2.8a และ 2.8b แสดงกรณีที่ plane wave พบสิ่งกีดขวางที่มีขนาดใหญ่และเล็ก ซึ่งถึงบริเวณที่ไม่ปรากฏคลื่นเสียงอยู่ เรียกว่า Shadow zone ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุ ถ้าขนาดของ Wavelength คงที่



รูปที่ 2.7. ภาพแสดง Diffraction ของคลื่นเสียงผ่านสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



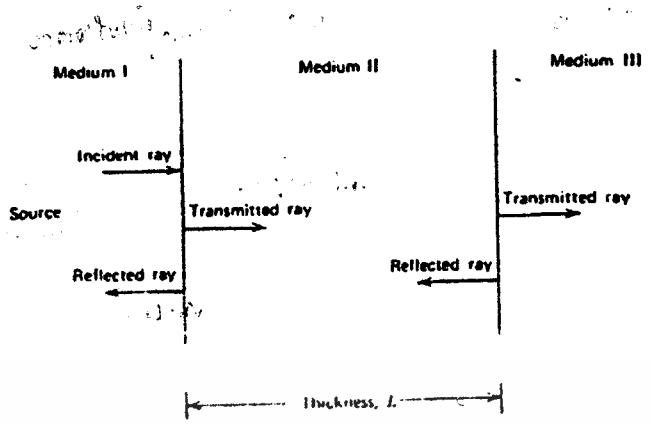
รูปที่ 2.8. ภาพแสดง Refraction ของคลื่นเสียง

2.2.4. การดูดซับของคลื่นเสียง

เมื่อเสียงกระทบกับสิ่งกีดขวางที่ไม่ rigid นอกจากจะมี reflected wave และจะมี transmitted wave ผ่านทะลุสิ่งกีดขวางนั้นด้วยโดยที่จะมีพลังงานลดลง เนื่องจากพลังงานส่วนหนึ่งใช้ไปในการทำให้สิ่งกีดขวางสั่น แล้วกลายเป็นความร้อนตามหลักการของการเสียดทาน กระบวนการเช่นนี้สามารถทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการใช้วัสดุที่มีรูพรุน ซึ่งทำให้เกิดการเดินทางของคลื่นเสียงที่บิดเบี้ยวในตัวกลาง เช่นฝ้า และเพดานดูดซับเสียง และในห้องนี้มีเฟอร์นิเจอร์ตกแต่งมาก ๆ จะมีคุณสมบัตินี้

การเคลื่อนที่ของ plane round ray ผ่านตัวกลางทั้งสามชนิดแสดงในรูป 2.9 สมมุติว่าแหล่งกำเนินเสียงอยู่ในตัวกลาง คลื่นเสียงเคลื่อนที่จากซ้ายไปขวา จะเกิด reflected ray และ transmitted จากตัวกลางไป transmitted ray ในตัวกลาง จะทำให้เกิด reflected ray คือ การถ่ายทอดและดูดซับพลังงานที่ได้จากแหล่งกำเนินนั่นเอง ความเข้มเสียงซึ่ง reflect กลับสู่ตัวกลาง และผ่านไปสู่ตัวกลางขึ้นกับความหนาแน่น ความเร็วของเสียงในตัวกลางความหนา ของตัวกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

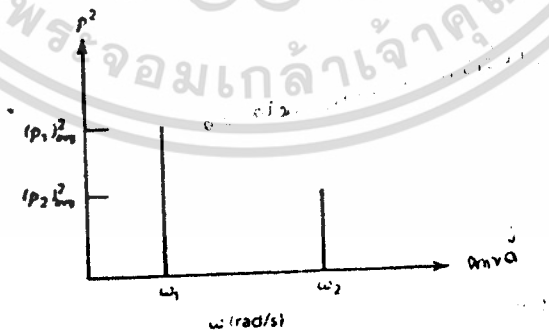


รูปที่ 2.9. ภาพแสดงลักษณะการกั้นเสียงของตัวกลาง

ปรากฏการณ์นี้สำคัญมาในเทคนิคของการควบคุมเสียง เช่น ถ้าตัวกลาง II แทนผนังห้องซึ่งออกแบบมิยอมให้เสียงผ่านไปสู่ห้องข้าง ๆ สมมุติว่าตัวกลาง I และ III เป็นอากาศ เราจะต้องเลือกวัสดุที่หนาพอที่จะเก็บเสียงไว้ได้ดีพอซึ่งจะกล่าวต่อไปโดยละเอียดในบทอื่นต่อไป

2.2.5. สเปกตรัมของคลื่นเสียง

เป็นการแสดงลักษณะของเสียงในรูป กราฟ โดยมีการแสดงลักษณะความถี่ของเสียงด้วย เช่น รูปที่ 2.10 เสียงมีความถี่2 ชนิด คือ ω_1 และ ω_2 แสดงได้ในรูปที่ 2.10 โดย แกน Y แทนค่าที่ได้จาก root mean square pressure ของแต่ละ tone ที่รวมกันเป็นคลื่นเสียงแกน X



รูปที่ 2.10. ภาพแสดงสเปกตรัมของเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6. ความเร็วของเสียง

ในวิชาฟิสิกส์พบว่า ความเร็วของกาเดินทางของคลื่นขึ้นกับคุณสมบัติของตัวกลางสองประการคือ elasticity (ในรูปของ Young's modulus สำหรับของแข็ง หรือ Bulk modulus สำหรับของไหล) และ density ซึ่งสัมพันธุ์ระหว่างความเร็วของคลื่นเขียนแทนสมการได้ว่า

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \qquad (1)$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของตัวกลาง kg/m^3

c = ความเร็วของคลื่นเสียง m/s

E = Young's elastic modulus, $N\ m^2$

ในกรณีของเสียงที่เดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นอากาศ ซึ่งเป็นก๊าซ จะได้ว่า ρ แปรผันตามอุณหภูมิตามสามาการ

$$\rho_2 = \rho_1 \ x \ \frac{T_1}{T_2} \qquad (2)$$

เมื่อแทนค่า ρ และ E ของอากาศ ที่อุณหภูมิ 273 K จะได้ว่า

$$c = 20\sqrt{K} \qquad (3)$$

เมื่อ K เมื่ออุณหภูมิของอากาศ K โดย K = 273 + C เมื่อ C เป็นอุณหภูมิในหน่วย eclcius ซึ่งทำให้ความเร็วเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 22^0C จะเป็น 344 m/s ถ้าเดินทางในน้ำจะเป็น 1410 m/s ในเหล็ก 5000 m/s ตะกั่ว 1200 m/s นั่นแสดงว่า เสียงเดินทางในตัวกลางด้วยความเร็วที่ต่างกัน ยกเว้นสุญญากาศ

ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ไป S โดยความเร็วคงที่ v ในเวลา t จะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$S = v(\Delta t) \qquad (4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของคลื่นเสียงซึ่งความเร็ว v โดยมีค่า Period (T) แสดงถึงเวลาที่ใช้ในการเดินทางเป็นระยะทาง เราจึงได้ว่า

$$\lambda = cT \qquad (5)$$

โดย $T = 1/f$

เมื่อ c = ความเร็วของเสียง m/s

λ = ความยาวคลื่น m

f = ความถี่, Hz

ตารางที่ 2.1. แสดงความเร็วของเสียงผ่านตัวกลางชนิดต่าง ๆ

สารตัวกลาง	ความเนาแน่น, ρ,kg/m^3	Bulk modulus, B, N/m^2	ความเร็วเสียงเมตร/วินาที	
			ค่าจากการคำนวณ C = $(B/\rho)^{0.5}$	ค่าจากการวัดจริง
ก๊าซ และของเหลว				
อากาศ		1.3	1.41×10^5	330
คาร์บอไดออกไซด์		1.98	1.41×10^5	266
ไฮโดรเจน		9.0×10^{-2}	1.41×10^5	1.25×10^3
น้ำ		1.0×10^3	1.41×10^9	1.41×10^3
ปรอท		1.35×10^4	2.5×10^{10}	1.36×10^3
ของแข็ง				
สารตัวกลาง	ความหนาแน่น ρ,10^3kg/m^3	Young modulus, E, 10^{10} N/m^2	ค่าจากการคำนวณ C = $(B/\rho)^{0.5} \times 10^3$	ค่าจากการวัดจริง x 10^3
อะลูมินัม	2.70	7.0	0.09	5.10
ทองแดง	8.85	11.0	3.52	3.56
เหล็ก	7.20	19.0	5.14	5.13
นิเกิล	8.90	21.4	4.90	4.97
ทังสะเตน	19.0	36.0	4.35	4.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7. พลังงานของเสียงที่ผ่านตัวกลาง

เมื่อมีการสั่นของวัตถุจะมีการส่งถ่ายพลังงานไปยังตัวกลางที่มีความหยุ่นทำให้โมเลกุลของตัวกลางอื่นตามไปด้วย พลังงานที่ส่งผ่านตัวกลางต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา เรียกว่า sound intensity ซึ่งมีหน่วยเป็น Watt/m^2

โดยเหตุที่ว่า พลังงานต่อหน่วยเวลา (หรืองานต่อหน่วยเวลา) เท่ากับ Sound power, W ดังนั้นเราจึงได้ความสัมพันธ์ว่า

$$\text{Intensity} = \text{Power/Area}$$

โดยที่ทั้ง Intensity และ power นี้เป็นค่า root-mean square ในกรณีที่แหล่งกำเนินเสียงเป็นจุดโดยมีพื้นที่ผิวของ wave front เป็นรูปทรงกลมคือ $4\pi r^2$ ดังนั้นเราจะได้ sound intensity ที่ระยะต่าง ๆ ห่างจากแหล่งกำเนินคือ

$$I = \frac{p^2}{\rho c} \qquad (6)$$

เมื่อ p = root-mean square sound pressure, Pascal

ρ = ความเนาแน่นของบรรยากาศ, kg/m^3

c = ความเร็วของเสียงในอากาศ, m/s

(ρc) รวมเรียกว่า acoustic impedance ของตัวกลาง, kg/m^2.s

สมการนี้ใช้ได้ทั้ง plane wave และ spherical wave

2.3. การสูญเสียการส่งผ่านเสียง

เสียงส่งผ่านเข้าไปในห้อง, อาคารได้หลายทางเช่น โดยที่ผนังหรือพื้นห้องสั่นสะเทือนเมื่อเสียงมากระทบ การสั่นสะเทือนจะให้กำเนิดเสียงในห้องได้ หรือผนังห้องสั่นสะเทือนอันเนื่องมาจากเครื่องจักรกล นอกจากนี้เสียงยังสามารถลอดผ่านประตูหน้าต่างที่เปิดทิ้งไว้ หรือผ่านท่อระบายอากาศก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เสียงที่ส่งผ่านสู่ห้องโครงวิธีแรกนั้นจะลดลงได้ถ้าเราใช้ผนังห้องที่มีความหนาแน่นสูง ๆ ลักษณะห้องแบบนี้จะสะท้อนเสียงออกไปมากกว่าส่งผ่าน แต่ถ้าเสียงนั้นมีความถี่เท่ากับความถี่กับธรรมชาติของผนัง เสียงก็จะส่งผ่านไปได้มากเนื่องจากปรากฏการณ์ "รีโซแนนท์" (resonant)

ปริมาณที่ใช้วัดการกันเสียงของโครงสร้างเราเรียกว่า "การสูญเสียการส่งผ่าน" (sound-transmission Loss,TL) ซึ่งจะหมายถึงจำนวนเดซิเบลของพลังงานเสียงไปเมื่อมีการส่งผ่านเสียง และหาได้จาก

$$TL - 10\log (wi/wt) \qquad (7)$$

$$= 10\log (1/T)$$

TL ขึ้นอยู่กับความถี่ด้วยตั้งแต่แสดงในรูปที่ 2.17 ที่ความถี่ต่ำๆ จะขึ้นอยู่กับความแข็ง (stiffness) ใยช่วงความถี่น้อยนี้ผนังที่แข็งจะให้ TL สูง ถ้าความถี่เพิ่มขึ้น TL จะถูกควบคุมโดยความถีรีโซแนนท์ของผนัง และถูกจำกัดโดย "แดมปิ้ง" (damping) ของผนังที่ความถี่เหนือความถี่รีโซแนนท์ ก็จะขึ้นอยู่กับมวล ซึ่งมวลมีกฎของมวล (mass low) ดังสมการ

$$TL = 20\log f + 20\log W - 47.2 \quad dB \qquad (8)$$

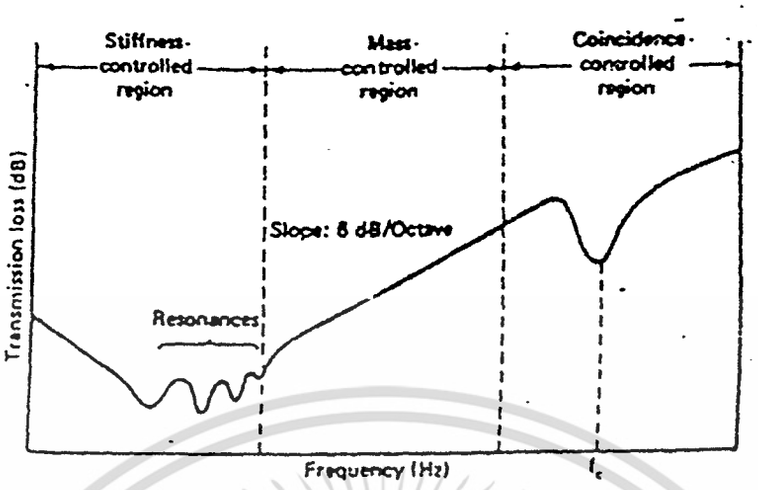
เมื่อ f = ความถี่

W = มวลต่อพื้นที่

ซึ่งจะพบว่า TL เพิ่มขึ้น 6 dB ถ้า f หรือ W เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าถ้าเป็นเสียงที่ตกกระทบเป็นมุมฉากกับผนังไม่กระจัดกระจายเราจะได้ มากกว่าปกติประมาณ 5 dB

72687

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11. ภาพแสดงค่าสูญเสียการส่งผ่านเสียงแปรตามความถี่ผนัง homogeneous โดย f_0 คือความถี่วิกฤต

$$(TL)_0 = 20\log f + 20\log W - 47.2 \quad \text{dB} \tag{9}$$

ตารางที่ 2.2 แสดง TL สำหรับวัสดุก่อสร้างทั่วไป

Material	Transmission Loss (dB)					
	125 Hz	*250 Hz*	*500 Hz*	*1000 Hz*	*2000 Hz*	*4000 Hz*
Brick, 4 in.	30	36	37	37	37	43
Cinder block, 7⅝ in., hollow	33	33	33	39	45	51
Concrete block, 6 in., lightweight, painted	38	36	40	45	50	56
Curtains, lead vinyl, 1½ lb/ft²	22	23	25	31	35	42
Door, hardwood, 2⅛ in.	26	33	40	43	48	51
Fiber tile, filled mineral, ¾ in.	30	32	39	43	53	60
Glass plate, ¼ in.	25	29	33	36	26	35
Glass, laminated, ¼ in.	23	31	38	40	47	52
Panels, perforated metal with mineral fiber insulator, 4 in. thick	28	34	40	48	56	62
Plywood, ¼ in., 0.7 lb/ft²	17	15	20	24	28	27
Plywood, ¾ in., 2 lb/ft²	24	22	27	28	25	27
Steel, 18 gauge, 2 lb/ft²	15	19	31	32	35	48
Steel, 16 gauge, 2.5 lb/ft²	21	30	34	37	40	47
Sheet metal laminate, 2 lb/ft², visiolastic core	15	25	28	32	39	42

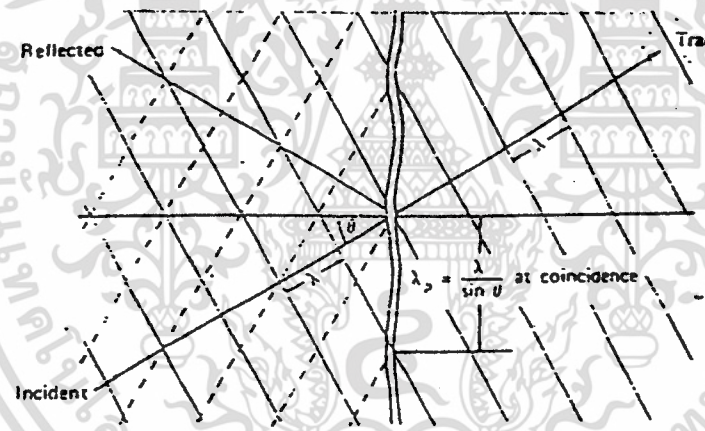
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าผนัง พื้นห้องประกอบด้วยวัสดุหลายชนิด เราหาค่าสัมประสิทธิการส่งผ่านกำลังเสียงได้เช่นเดียวกับการหาสัมประสิทธิการดูดกลืนเสียง

2.4 การพ้องตรงกัน

เมื่อความถี่ของเสียงเพิ่มขึ้นต่อไปอีก TL จะลดลงเนื่องมาจากผลของการพ้องตรงกัน (coincidence) โดยเฉพาะอย่างยิ่งความถี่วิกฤติ

เมื่อเสียงตกกระทบผนังที่ค่อนข้างบางและมีแดมปิ้งต่ำ จะทำให้ผนังนั้นสั่นสะเทือนที่ความถี่พอดีค่าหนึ่งจะทำให้เฟสของเสียงตกกระทบพ้องต้องกับเฟสของการสั่นของผนังทำให้เส้นเสียงส่งผ่านผนังได้มากขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.12 ซึ่งจุดยอดของความดันเสียงตรงกับจุดยอดของคลื่นการสั่นของผนัง



รูปที่ 2.12. ภาพแสดงผลของการพ้องตรงกันเมื่อเสียงตกกระทบเป็นมุม

จะได้ว่าความยาวคลื่น ของผนัง $\lambda_w = \lambda/\sin\theta$

เมื่อ λ คือความยาวคลื่นในอากาศ

θ คือมุมตกกระทบเมื่อวัดเทียบกับแนวตั้งฉาก

$$\sin\theta = \lambda/\lambda_w \qquad (10)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงของความถี่ที่มากกว่า fc ถ้าเราให้มุมตกกระทบคงที่ จะมีความถี่หนึ่งที่เป็นไปตามสมการ (10) เราเรียกความถี่นั้นว่า "ความถี่พ้อง" (coincidence frequency) ในทางกลับกันถ้าเราให้ความถี่คงที่ก็จะมีมุมตกกระทบหนึ่งที่เป็นไปตามสมการ (10) เราจะเรียกมุมนี้ว่า "มุมพ้อง"(coincidence angle)

จากสมการจะเห็นว่าการเกิดเหตุเช่นนี้ λ ต้องน้อยกว่า λ_w เสมอ

ความถี่วิกฤติหาได้จาก

$$Fc = 0.551/h*c^2/c_p \qquad (11)$$

เมื่อ c = ความเร็วเสียงในอากาศ

$c_p = E/[\rho [1-\nu^2]]$

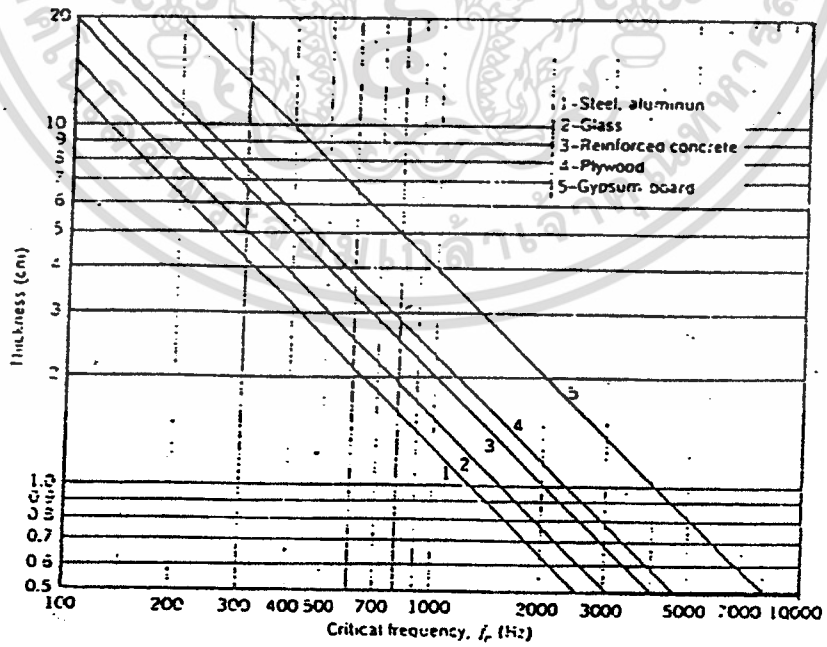
E = โมดูลัสความยืดหยุ่นของผนัง

P = ความหนาแน่นของผนัง

v = Poinsson ratio

h = ความหนาของผนัง

จะเห็นได้ว่าเราลด fc ลงได้โดยใช้ผนังที่แข็งและหนา และเพิ่ม fc โดยใช้ผนังอ่อนและหนักค่า fc ของวัสดุต่าง ๆ หาได้จากรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13. ภาพแสดงความถี่วิกฤติของวัสดุต่าง ๆ ที่ความหนาแน่นต่าง ๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า TL ของการส่งผ่านเสียงที่มีความถี่มากกว่า fc หาได้จาก

$$TL = 20\log f + 20\log W + 10\log [2\eta f/\pi] - 42.2 \quad dB \qquad (12)$$

เมื่อ η คือตัวประกอบการสูญเสีย หาได้จากตารางที่ 2.3

2.5. การสูญเสียการส่งผ่านเสียงของวัตถุ

เรามีสูตรที่ได้จากการทดลองเพื่อหา TL ของผนังสำหรับความถี่ 100-3,150 โดยมีความความแม่นยำ ± 3 db

$$Timean = 14.5 \log W + 10 \quad dB \qquad (13)$$

เมื่อ W = มวลต่อพื้นที่ (kg/ตารางเมตร)

ตารางที่ 2.3 แสดงตัวประกอบการสูญเสียของวัสดุต่าง ๆ ของผนัง

วัสดุของผนัง	η*	วัสดุของผนัง	η*
อลูมิเนียม	$10^{-4} - 10^{-2**}$	อิฐ	0.01
คอนกรีต	0.005 -0.02	อิฐ (คอนกรีต) บล็อก	0.115 - 0.02
ไม้สน	0.04	แก้ว	0.001 - 0.04 **
เหล็ก	$10^{-4} - 10^{-2**}$	ยิปซั่มบอร์ด	0.01 - 0.03
ไม้อัด	0.01 -0.04		

* ค่าที่ต่ำเป็นค่าวัสดุล้วน ค่าที่สูงเป็นค่าเมื่อประกอบเป็นผนัง

* ค่า η แปรเปลี่ยนอย่างมากกับการสร้างประกอบและการติดตั้งที่ขอบ

ในบางกรณีผนังประกอบด้วยวัสดุหลายชนิดซึ่ง ได้กล่าวถึงในสมการเกี่ยวกับสัมประสิทธิการส่งผ่านเสียง เรานำสมการมารวมกันจะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$TLc = TL1 - 10\log [\, 1 - S2/S1 + [\, S2/S1]10^{\pi 1/10}] \qquad dB \qquad (14)$$

เมื่อ TLc = การสูญเสียการส่งผ่านเสียงของผนัง

S2 = พื้นที่ของวัสดุ

S = พื้นที่รวมของผนัง

ถ้าประตูหรือหน้าต่างเปิดทิ้งไว้ เราถือได้ว่าช่องว่างนั้นคือ ผนังที่ทำด้วยวัสดุที่มี TL2-0

$$TLc = TL1 - 10\log [\, 1 - S2/S1 + S2/S10^{\pi 1/10}] \qquad dB \qquad (15)$$

เมื่อเปรียบเทียบที่ได้จากสมการ (8) และ (9) จะพบว่าแม้มีรอยเปิดอาจเป็นรอยแตกของผนัง เพียงเล็กน้อยจะลดค่า TLc ลงไปมากผนังบางอันอาจจะสร้างโดยการประอบกันของผิวสองอันโดยมีโพรงอากาศอยู่กลางเช่น ประตู สมมติให้ผิวทั้งสองมีมวล m_1 และ m2 โดยมีโพรงอากาศระยะห่าง = d เราจะหา TL ได้ดังนี้

ถ้า $Pc/\pi M << f << fo$

$$TL \equiv 20\log Wf - 42.2 \qquad (16)$$

ถ้า $fo < f < c/2\pi d$

$$TL \equiv TL1 + TL2 + 20\log 2kd \qquad dB \qquad (17)$$

ถ้า $c/2\pi d < f$

$$TL \equiv TL1 + TL2 + 6 \qquad (18)$$

เมื่อ M = m1 + m2

W = น้ำหนักของผนังทั้งหมดต่อพื้นที่

K = wave number = $2\pi f/c$

TL1, TL2 = การสูญเสียการส่งผ่านเฉลี่ยของแต่ละพื้นผิว

fo = ความถี่ธรรมชาติของผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1. การวัดหาค่าการสูญเสียการส่งผ่านเสียง

เราทดลองหา TL ของผนังได้ดังนี้สร้างห้องสองห้องติดกันผนังร่วมของห้องทั้งสองมีฉนวนป้องกันเสียงผ่าน แต่ผนังนี้มีช่องว่างเพื่อที่จะทดสอบหา TL ไปติดตั้งในห้องที่ 1 ใช้ลำโพงทำให้เกิดเสียงพร่า (diffuse sound) เสียงที่ออกจากลำโพงจะถูกควบคุมความถี่ให้ส่งออกมาทีละ 1/3 ออกเทบแบนด์ เสียงจะส่งผ่านไปยังห้องที่ 2 (ซึ่งมีผนังที่สะท้อนเสียงดี) โดยกาส่งผ่านผนังที่ทดสอบนั้น วัดระดับเสียงในห้องทั้งสองแล้วนำมาคำนวณหา TL ของผนังโดยสมการ

$$TL = Lp1 - Lp2 - 10\log S/Rt \qquad (19)$$

เมื่อ Lp1, Lp2 = ระดับความดังเสียง

S = พื้นที่ห้องของผนังที่กำลังทดสอบ

$Rt = Sr\alpha + 4mV$

Sr = พื้นที่ ของพื้นผิวห้อง 2

α = สัมประสิทธิ์การดูดกลืน (ซาบีน) ของห้องที่ 2

V = ปริมาตรของห้อง 2

m = สัมประสิทธิ์การลดระดับเสียงหาได้จากรูป 2.20

2.5.2 การลดเสียงของผนัง

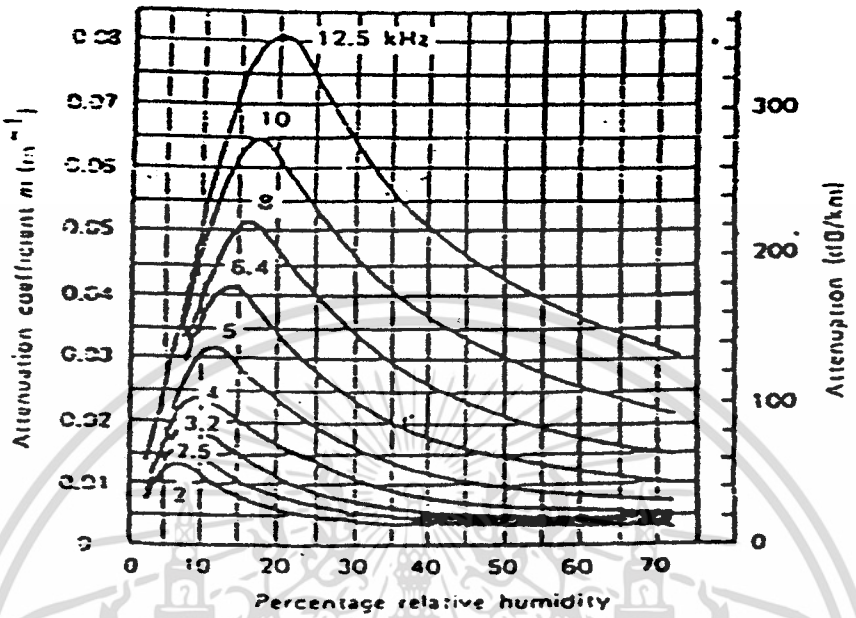
การใช้ผนังลดเสียงจะเป็นประโยชน์มากในสถานที่มีเสียงดัง เช่น ในโรงงาน ผนังลดเสียงจะลดเสียงของเครื่องจักรในโรงงานให้เสียงในสำนักงานของโรงงานอยู่ในระดับที่พอใจได้การลดเสียงของผนัง (noise reduction of a wall) นิยาม

$$NR = Lp1 - Lp2 \qquad dB \qquad (20)$$

เมื่อ Lp1, Lp2 =ระดับเสียงในห้องที่ 1 และห้องที่ 2 ตามลำดับเมื่อวัดใกล้ผนังระยะประมาณ 1-2 เท่า ของความยาวคลื่น

ถ้าสมมุติให้เสียงมีแหล่งกำเนิดในห้องที่ 1 และเป็นเสียงสะท้อน ซึ่งหมายถึง ห้องที่ค่าคงที่ห้องน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14. ภาพแสดงสัมประสิทธิ์การลดระดับเสียง

$$Lp1 = Lw1 + 10\log 4/R1 \qquad (21)$$

ซึ่งมีความหมายอีกนัยหนึ่งว่า ระดับเสียงคงที่ตลอดทั้งพื้นที่ของผนังที่วัด Lp1 กำลังเสียงในห้องที่ 1 ที่ถูกดูดกลืนโดยผนังกั้นเสียงาได้จาก

$$W\alpha = wr\ (Sw\alpha w/S1\ \alpha 1) \qquad (22)$$

เมื่อ $W\alpha$ = กำลังของเสียง

Wr = กำลังเสียงในสนามเสียงสะท้อน

$Sw,\alpha w$ = พื้นที่และสัมประสิทธิดูดกลืนเสียงของผนังกั้นเสียง

$S1, \alpha 1$ = พื้นที่และสัมประสิทธิดูดกลืนเสียงของห้องที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Wr = w1\,(1 - \alpha 1) \quad (23)$$

เมื่อ w1 = กำลังเสี่ยงของแหล่งกำเนิดเสียง

สมมุติว่าเสียงที่ตกกระทบผนังกั้นเสียงถูกดูดกลืนหมด($W\alpha=1$) แทนค่า (23)ลงใน(22)

$$W\alpha = w1(1-\alpha 1)Sw/S1\alpha 1$$

$$W\alpha = w1Sw/R1 \quad (24)$$

จากสมการ

$$T = wt/wi = wt/W\alpha$$

$$Wt = w1SwT/R1 \quad (25)$$

เมื่อ wt = กำลังเสียงที่ส่งผ่านไปยังห้องที่ 2

T = สัมประสิทธิการส่งของผนังกั้นเสียง

wt นี้จะถูกนำไปใช้หาพลังงานหนาแน่นในห้องที่ 2 ซึ่งจะประกอบด้วยพลังงานตรงและพลังงานสะท้อน

ที่บริเวณใกล้ผนังกั้นเสียงจะมีคลื่นเสียงระนาบแผ่กระจายออกมา ถ้าห้องยาวL เสียงของพลังงานตรงจะใช้เวลาเดินทาง L/c วินาที

พลังงานตรง = wt*L/c (26)

พลังงานตรงหนาแน่น $\sigma d2 = wt*L/cV$ (27)

V คือปริมาตรห้อง = พื้นที่ของผนังกั้นเสียง*L

$$= SwL$$

$$\delta d2 = wt*L/cSwL = wt/Swc \quad (28)$$

พลังงานหนาแน่นของสนามเสียงสะท้อนได้หามาแล้วจากสมการ(27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\delta r2 = 4wt/cR2 \quad (29)$$

เมื่อ R2 คือ ค่าคงตัวของห้องที่สอง

รวมสมการ (22) และ (27)เ ข้าด้วยกัน จะได้พลังงานหนาแน่นทั้งหมดของห้องเมื่อวัดใกล้ผนังกั้นเสียง

$$\delta 2 = wt/c^* (1/Sw + 4/R2) \quad (30)$$

แทนค่า wt จากสมการ (19) ลงใน (3)

$$\delta 2 = w1/c^*Sw/R1^*T (1/Sw + 4/R2)-w1/c^*4/R1^*T (1/4+Sw+4/R2) \quad (31)$$

จาก $\delta 2=p^2_2/\rho c^2$ แทนค่าลงใน (24)

$$p^2_2 = w1\rho c^*4/R1^*T (1/4 + Sw/R2) \quad (32)$$

เมื่อp2 คือ ค่า r.m.s อ่านจากมิเตอร์วัดเสียง
ดังนั้นเราสามารถหาระดับความดันเสียงในห้องที่ 2 ได้

$$Lp2 = 10 \log (p/p0)^2$$

$$= 10 \log w1 +10 \log \rho c + 10 \log 4/R1-10 \log 1/T+ 10 \log (1/4 +Sw/R2)$$

$$-10 \log (0.00002)^2 \quad (33)$$

จาก Lw1 = 10 log w1-120 และ ρc = 407 rayls แทนค่าลงใน (26)

$$Lp2 = Lp1+10 \log(4/R1) -10 \log (1/T + 10 \log(1/4 +Sw/R2) \quad (34)$$

แทนค่า (25) และ (1) ลงใน (27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Lp2 = Lp1-TL+10 \log (1/4+Sw/R2)dB \quad (35)$$

ดั้งนั้นถ้าเรารู้คุณลักษณะของผนังกั้นเสียงและห้องที่ 2 (Sw,TL,R2) ก็จะคำนวณหาระดับความดันเสียงในห้องที่ 2 ที่ตำแหน่งใกล้ผนังกั้นเสียงนั้นได้

2.5.3. ระดับเสียงที่ระยะห่างจากผนัง

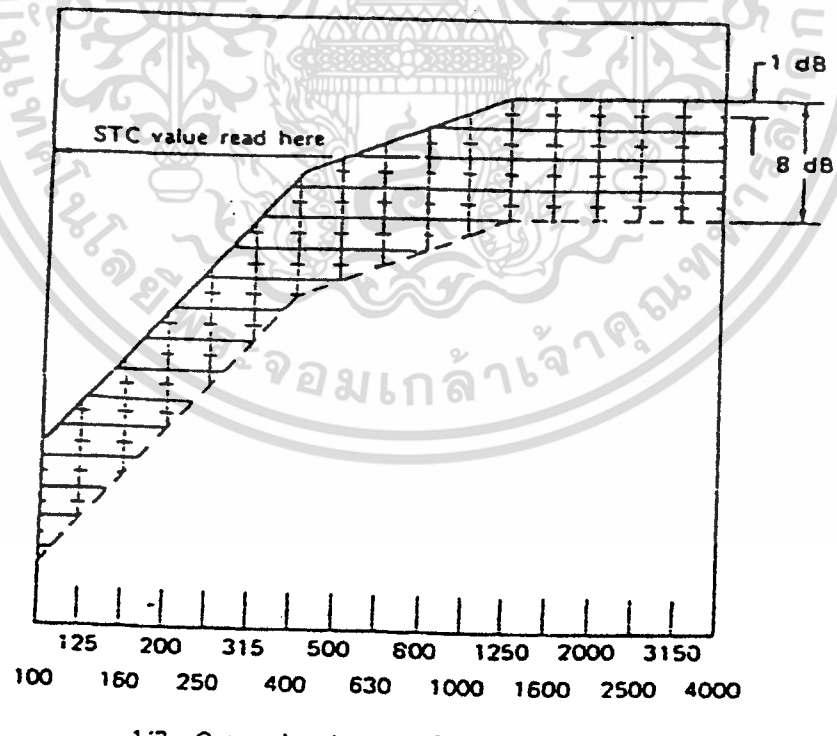
ค่าLp2ที่ได้จากระดับเสียงแต่ในทางปฏิบัติเรามักต้องการระดับเสียงที่ระยะห่างจากผนังกั้นเสียง ซึ่งที่ระยะห่างออกไปนี้เสียงที่ได้จากการสะท้อนจะมีอิทธิพลมากกว่าเสียงตรง

$$Lp2 = Lp1+10 \log (Sw/R2)-TL \quad dB \quad (36)$$

เป็นสมการใช้หาระดับความดันเสียงที่ ระยะห่างออกไปจากผนัง กั้นเสียง

ชั้นการส่งผ่านเสียง

เพื่อความสะดวกต่อการเลือกใช้ผนังหรือพื้นห้องให้มีคุณสมบัติกั้นเสียงตามต้องการ เราจะมีตัวเลขที่แสดงระดับการยอมให้เสียงผ่านได้ของผนังชิดต่างๆ



รูปที่ 2.15. ภาพแสดงกราฟใช้ในการเปรียบเทียบหาค่า STC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4. การกั้นเสียง Structure borne

Structure borne sound (เสียงที่ส่งผ่านทางโครงสร้าง) ในอาคาร คือเสียงที่เริ่มเกิดจากการสั่นสะเทือนหรือ การสื่อสารที่กระกระทบโครงสร้างอาคาร โครงสร้างอาจจะถูกจัดให้เข้าสู่การสั่นสะเทือน โดยแหล่ง ซึ่งทำงานอย่างต่อเนื่อง (เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า) มันอาจถูกจัดเข้าสู่การสั่นสะเทือนโดยแหล่ง ซึ่งมีคุณลักษณะ เป็นช่วงๆ หรือมันอาจถูกจัดเข้าไปในการสั่นสะเทือน โดยแหล่งที่เป็นการสุ่มในธรรมชาติ (เช่น การไหลที่แปรปรวนของน้ำในท่อ)

Structure borne sound อาจ เริ่มต้นโดยผลกระทบ การกระทบคือ พลังในระยะเวลาสั้น (ตัวอย่าง, การก้าวเท้า, การฟาดประตู, หรือเสียงตกกระทบบนพื้น) ซึ่งทำให้เกิดโครงสร้างมีการสั่นสะเทือน หากวัตถุที่ล่น และพื้นนั้นแข็ง, ผลของเสียง ถูกได้ยิน ในฐานะที่เป็นเสียงดัง ที่มีความถี่สูง และมาก หากสิ่งที่ตก คือ สารที่ประกอบโพลีเมอร์ หรือพื้นถูกคลุมด้วย ผิว ที่เป็นสารที่ประกอบจากโพลีเมอร์, แรงที่สูงสุดของการกระทบจะถูกลดในขนาดที่มาก แม้ว่า ระยะเวลาของการต่อเนื่องจะเพิ่มขึ้น ซึ่งลักษณะนี้ เป็นการลดลงอย่างมากของพลังงานความถี่ที่สื่อสารกับโครงสร้างอาคาร ดังนั้น, คุณภาพของเสียงที่ถูกทำขึ้นโดย การก้าวเท้า บนพื้นไม่ได้แค่ขึ้นอยู่กับ ความแข็ง หรือพื้นที่ของ ส้นรองเท้า แต่ ยังขึ้นอยู่กับพื้นผิวหรือชั้น ของพื้นอาคาร

ในที่นี้ อธิบาย ว่า Structure borne sound จะถ่ายทอดคุณสมบัติจากแหล่งเสียง ไปพื้นที่อื่นๆ ในอาคารอย่างไร, การแยกเสียงออกไป จากการกระทบจะถูกจัดอันดับ, ขบวนการสำหรับการควบคุม Structure borne sound ในบทนี้ ยังได้รวม ตาราง และ ประเภทต่างๆ ของโครงสร้าง data ที่เพิ่มเข้า และคำชี้นำสำหรับการเลือกการก่อสร้างที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่หลากหลาย

2.5.5. เสียงที่ส่งผ่านโครงสร้าง จะแพร่ไปตามอาคาร

เมื่อใดก็ตามที่พลังงาน สื่อสารกับโครงสร้างอาคาร, มันสามารถแพร่ไปสู่บริเวณอื่นๆ ในอาคาร และ มันทำให้พื้นผิวเกิดการสั่นสะเทือน เสียงที่แยกจากโครงสร้างจะถูกรับโดยผู้ฟังและรัศมีของเสียงในอากาศ ตรงจากผิวที่สั่นสะเทือน เช่น ฝาผนัง หรือ เครื่องกระเบื้อง แหล่งทั่วไปของโครงสร้างบางอย่าง และทางเดิน ซึ่งมันเดินทาง ตัวอย่างเช่น, เสียงจากระบบท่อน้ำ, -น้ำประปา หรือท่อน้ำทิ้ง - และระบบท่อน้ำจะเป็นแหล่งสำคัญ และพาหะของ เสียง structure borne sound

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอาคาร, มันมีทางเดินหลายทางที่เสียงอาจแพร่กระจาย ซึ่งแสดงอยู่ในรูป 2.23 ซึ่งแสดงอาคารที่ผนัง และพื้น เป็นคอนกรีตแข็ง และเชื่อมต่อกัน บนทางขวาของภาพที่แสดง, พลังงานเสียงเกิดจากการกระทบ (โดย ฆ้อนฟาดที่ผนังคอนกรีต) ซึ่งจะถูกส่งผ่านโดยตรงไปตามทางที่ระบุด้วยอักษร D , ผ่านพื้น,เพดาน, และผนังของโครงสร้าง ที่มีห้องติดกัน เสียง structure borne อาจถูกส่งผ่านไปตามทางข้างเคียง ซึ่งแสดงโดยตัวอักษร F ทางเดินข้างเคียงของการส่งผ่านเสียง เป็นทางเดินอื่นที่ไม่ใช่ที่ผ่านฝาธรรมดาของฝา ระหว่างสองห้อง

เมื่อพลังงานของการสั่นสะเทือน ถ่ายทอดไปสู่โครงสร้าง มันสามารถเดินทางผ่านไปทางโครงสร้างตามขอบเขตที่มีขนาดมาก, มากกว่า 100 ฟุต มันอาจถูกส่งผ่านไปสู่ ฝาที่ค่อนข้างเบา, ที่ไกลออกไป, ซึ่งสามารถถูกทำให้เกิดการสั่นสะเทือน ที่กลายเป็นแหล่งของเสียง

รูปที่ 2.16. ภาพแสดงทางเดินของ structure borne sound ในอาคารคอนกรีต D คือทางเดินตรง ของการส่งผ่านเสียง F คือทางเดินข้างเคียง ภาพทางด้านซ้ายคือการลดการส่งผ่านเสียงที่กระทบโครงสร้าง

ขนาดของพลังงานการสั่นสะเทือน, และ เสียงซึ่งมีรัศมีแผ่ออกไปจากโครงสร้าง, โดยทั่วไป ลดลงเมื่อเพิ่มระยะทางจากแหล่ง เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด เพราะพลังงานการการสั่นแยกออกไปผ่านตามโครงสร้าง อย่างไรก็ตาม, การอ่อนกำลังลงโดยระยะทางแต่เพียงลำพัง ไม่สามารถใช้เชื่อถือในการลดระดับเสียงลงสู่ระดับที่สามารถยอมรับได้ ทั้งในอาคารคอนกรีต หรือ โครงสร้างที่ใช้ไม้ต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างพื้นที่ทำให้เกิด การกั้นเสียง structure borne ไม่จำเป็นว่าจะทำให้มั่นใจในระดับต่ำของเสียงในห้องที่เป็นแหล่งกำเนิด-เช่นห้องแหล่งเสียง ตัวอย่าง จากรูปที่ 2.23 ทางซ้าย พื้นไม้ถูกติดตั้งบน ไฟเบอร์กลาส ที่วางบนแผ่นคอนกรีตหนา โครงสร้างจะทำให้เกิดการกั้นเสียง อย่างไรก็ตาม, ระดับเสียงที่เป็นผลจากการที่ค้อนกระทบพื้น ในห้องแหล่งเสียงอาจเพิ่มเป็น 10 เดซิเบล หรือมากกว่า เป็นเพราะว่าไม้ที่เบา จะเป็นการแผ่รัศมีที่ดีของเสียง มากกว่าผิวคอนกรีต การเพิ่มระดับเสียงประเภทนี้ สามารถทำให้อยู่ในระดับต่ำสุด โดยการใช้ ผิวที่เป็นสารประกอบโพลีเมอร์, เช่น พรม วางบนพื้นไม้

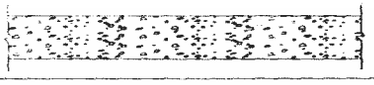
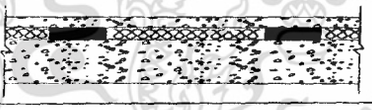
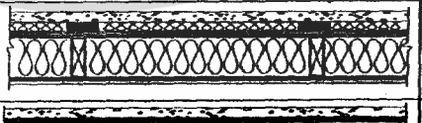
2.5.6. อัตราการกั้นเสียงกระทบ

IIC เป็นการจัดอันดับเลขตัวเดียว, ซึ่งเป็นการวัดของการกั้นเสียง ที่เกิดจากพื้น, เพดาน ของโครงสร้าง โดยทั่วไป, อันดับที่สูงของ IIC จะทำให้เกิดการกั้นที่มากกว่า ที่ได้จากโครงสร้าง การจัดอันดับ IIC สำหรับประเภทต่างๆ แสดงในตาราง 2.4
การจัดอันดับ IIC ของโครงสร้างต่างๆ

ตาราง 2.4 ให้ผลที่เป็นตัวอย่างสำหรับสองประเภทใหญ่ๆ ของพื้น: ดานไม้ หรือ ฟ่อนหญ้าแห้ง และแผ่นคอนกรีต ค่าตัวเลข ให้ไว้เพื่อแสดงสิ่งปกคลุมด้านบนที่ต่างกัน ข้อมูลนี้ ตั้งใจที่จะแสดงหลักการพื้นฐานบางประการ, ไม่ได้เพื่อเป็น data ที่เป็นหลักสำหรับการเชื่อถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4. แสดงชั้นการส่งผ่านเสียงโดยประมาณ และ ชั้นการกั้นเสียงกระทบ สำหรับโครงสร้างพื้น

Floor	Description	Sketch	STC	IIC
1	6-inch (150-mm) thick concrete slab		52	25
2	As 1 with carpet and underlayment on top		52	86
3	Plywood floor and gypsum board ceiling directly attached to wood joists		38	37
4	As 3 with carpet and underlayment on top		42	65
5	Plywood floor and gypsum board ceiling resiliently suspended from wood joists; cavity filled with sound absorptive material		45	43
6	As 5 with carpet and underlayment on top		48	73
7	As 1 with wood slab on furring floating on compressed fiberglass board		61	63
8	As 1 with concrete slab floating on compressed fiberglass board		62	71
9	As 1 with concrete slab floating on soft rubber pads; sound-absorptive material in the cavity		62	64
10	As 5 with wood slab on furring floating on compressed fiberglass board		57	51
11	As 5 with concrete slab floating on compressed fiberglass board		60	58
12	As 5 with concrete slab floating on soft rubber pads; sound-absorptive material in the cavity		59	57
13	As 5 with concrete slab laid directly on top		59	40
14	As 13 with carpet and underlayment		59	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างที่ให้การกั้นเสียงที่ดี ต่อการลดเสียงในอากาศ ไม่จำเป็นต้องทำให้เกิดการกั้นเสียงที่ดีต่อเสียงในของแข็ง และเช่นเดียวกันในทางกลับกัน ตัวอย่างเช่น ลองพิจารณาคอนกรีตหนา 6 นิ้ว ที่แสดงในตารางที่ 2.4 ในกรณีนี้เสียงในอากาศที่มีชั้นการส่งผ่านเสียง STC อันดับที่ 52 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี (ดูตาราง 2.54สำหรับคำแนะนำอันดับ STC และ IIC สำหรับฝาและพื้น) อันดับ IIC สำหรับพื้นเปล่าคือ 25 ซึ่งต่ำมาก เมื่อเพิ่มแผ่นรองรับและพรมทำจะไม่ทำให้เกิด STC ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะ แต่จะเพิ่มอันดับ IIC เหนือ 85

ในทางตรงข้าม พื้น 3 ในตาราง 2.4 จะมีอันดับ STC และ IIC ต่ำมาก อันดับ IIC จะเพิ่มเป็น 65 อย่างง่ายดายแค่ การเสริมพรมนุ่ม และแผ่นรอง (ได้แก่ พื้น 4 ตาราง 2.4) อันดับ STC จะดีขึ้นเล็กน้อย พื้นนี้ ไม่ได้ให้การกั้นเสียงในอาการที่พอเพียง เพราะว่าไม่มีการดูดซับเสียงในโพรงช่อง พื้น 5 ในตาราง 2.4 แสดงการปรับปรุงอันดับ STC และ IIC ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถในการกระเด้งกลับและมีการเพิ่มการดูดซึมในโพรงช่อง พื้น 6 เหมือน พื้น 5 แต่มีพรมและการรองรับที่เพิ่มขึ้นเพิ่ม IIC มากกว่า 70

ในอาคารคอนกรีต บางครั้งพื้นแข็งมีความต้องการเพื่อความง่ายในการทำความสะอาด ในกรณีดังกล่าว, ความต้องการการกั้นเสียง Structure borne จะเกิดขึ้น, พื้นที่เป็น floating floor จะถูกใช้ พื้น 7, 8, 9 ในตาราง 2.4 แสดงผลสำหรับ คอนกรีตแผ่นเรียบหนา 1.5 นิ้ว และแผ่นไม้อัด 5/8 นิ้ว บนโครงสร้างหนา 6 นิ้ว IIC จะไม่ดีเท่ากับการใช้พรมและแผ่นรองในแบบพื้น 2, แต่พื้นจะดีมากสำหรับการใช้งานในบ้านสำหรับครอบครัว

การเติม floating floor ในพื้นคานขนาน เช่น พื้น 10,11,12 เพิ่มการกั้นเสียงกระทบ แต่การเพิ่มขึ้นไม่มากเท่าที่ได้จากการเติม floating floor เข้าไปบนพื้นคอนกรีตเรียบ อย่างไรก็ตาม, พื้นทั้งสามแบบนี้ จะเป็นที่ยอมรับได้สำหรับการใช้อยู่อาศัยสำหรับครอบครัว

การเพิ่มขึ้นของพื้นของชั้นหนา โครงสร้างคานขนาน จะช่วยปรับปรุงการกั้นเสียงที่อยู่ในอากาศ ทางหนึ่งที่ใช้ทั่วไป ในการเพิ่มอันดับ คือการเพิ่ม โดยการใช้ชั้นคอนกรีตน้ำหนักเบา หรือน้ำหนักปกติ บนชั้นบนของพื้น พื้น 13 ตาราง 2.4 แสดงการเพิ่มคอนกรีตเพื่อปรับปรุง STC เช่นพื้น 10 เทียบกับพื้น 5 อย่างไรก็ตาม, อันดับ IIC จะน้อยกว่าพื้น 5 เพราะว่าพื้นผิวด้านบนที่แข็งทำให้เกิดเสียง structureborne การเติมพรมและแผ่นรองจะเพิ่ม IIC มากกว่า 80 (พื้น 14) ซึ่งเป็นที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่เป็นคานไม้และแผ่นฟ่อนหญ้าแห้งอัดจะต่างจากพื้นคอนกรีต เมื่อเพิ่มพรมและแผ่นรอง, อันดับ IIC จะสูงมาก อย่างไรก็ตาม, พื้นที่มีน้ำหนักเบาเช่นนี้ อาจส่งเสียงความถี่ต่ำที่ผู้อยู่อาศัยอาจยอมรับไม่ได้ ความขัดแย้งของปฏิกิริยา และ อันดับ IIC เกิดขึ้นเพราะ การกั้นเสียงกระทบไม่พอเพียงสำหรับเสียงความถี่ต่ำ ดังนั้น, อันดับของพื้นคานไม้และฟ่อนหญ้าแห้งนี้ อาจเป็นการประเมินที่มองในด้านดีเกินไป ในการกั้นเสียงกระทบ คนที่อาศัยอยู่ชั้นล่างของพื้นประเภทนี้จะร้องเรียนเกี่ยวกับเสียง ทุบ, เสียงเอี๊ยด, เสียงรัว เมื่อคนใช้พื้นที่ข้างบน

พลังงาน ที่กระจายไปทั่ว ในโครงสร้างอาคาร จะเป็นสัดส่วนที่ผกผัน กับมวลของโครงสร้าง ดังนั้น, โครงสร้างน้ำหนักเบา ที่จะมีการความชื้นเล็กน้อย จะตอบสนองอย่างแข็งขันมากกว่า โครงสร้างใหญ่ ตามปกติ, พื้นตอนกรีตจะทำให้เกิดเสียง น้อยกว่าประมาณ 10 เดซิเบล ณ ความถี่ต่ำ เทียบกับระบบที่เป็นคานไม้หรือฟ่อนหญ้าแห้ง ที่เบากว่า ด้วยเหตุนี้, โครงสร้างที่ใหญ่กว่า ปกติจะได้รับความนิยม

2.5.7. ขบวนการในการควบคุม เสียงที่ส่งผ่านทางโครงสร้าง (structure borne sound)

Structure borne sound สามารถควบคุมได้ ณ แหล่งของมัน, ตามทางเดินของมัน, และทางเชื่อม โดยทั่วไป, มันเป็นการยากที่จะควบคุมมันอย่างมีประสิทธิภาพ เทคนิคต่อไปนี้เป็นการแนะนำ

1. ให้แหล่งของความสั่นสะเทือน อยู่ไกลเท่าที่จะทำได้ จากพื้นที่ ที่ต้องการระดับเสียงต่ำ ตัวอย่าง: ติดตั้งลิฟต์ และ รางสำหรับขยะ ห่างจากห้องนอนในอพาร์ทเมนต์, เลี่ยงการใช้ห้องยิมเหนือห้องสมุดโรงเรียน
2. ลดกำลังของแหล่งของการสั่นสะเทือน โดยเปลี่ยนเงื่อนไขการทำงานของมัน หรือ โดยการเลือก เครื่องจักรที่แตกต่าง- ที่ทำงานเหมือนกันแต่มีการสั่นสะเทือนต่ำกว่า ตัวอย่าง, ใช้เครื่องมือที่มีสมดุลยของการหมุน แทนเครื่องมือลูกสูบ
3. จัดหาการกั้นการสั่นสะเทือน ระหว่าง แหล่งและโครงสร้าง ตัวอย่าง: ติดตั้งเครื่องจักรบนสปริง สอดยางนุ่มๆ หรือ นวม neoprene หรือ เครื่องกั้นเสียง ใต้เครื่องซักผ้า , เครื่องอบแห้งและอื่น เพื่อลดการส่งผ่านพลังงานการสั่นสะเทือน ต่อโครงสร้างอาคาร
4. ทำให้โครงสร้างอาคารแน่นหนา ณ จุด ที่กระตุ้นการสั่นสะเทือน ตัวอย่าง: หน่วยเครื่องปรับอากาศใต้หลังคา, เสริมความแข็งให้กับโครงสร้างอาคาร
5. อย่าปล่อยให้เครื่องมือที่เกิดความสั่นสะเทือน ติดต่อกับฝาที่น้ำหนักเบาของอาคาร เช่น ติดตั้งเครื่องมือที่มีการสะท้อนกลับที่ฝาห้อง มากกว่าที่พื้น หรือ หลังคา
6. บนพื้นที่จะต้องมีการกระทบ, ปกคลุมพื้นด้วย ชั้นด้วยหรมหรือ แผ่นรองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หากต้องการการกั้นเสียงจากการกระทบอย่างแรง, ใช้ floating floor

8. ใช้แผ่นที่กระเด้งกลับได้ บนโครงสร้างพื้น

9. หากแผ่นที่กระเด้งกลับ ลอยอยู่บนพื้น, เติมโพรงช่องรู ระหว่างมัน ด้วยวัสดุที่มีการดูดซับเสียง

10. ใช้การเบรค (เช่น ขยายจุดเชื่อม) ที่เป็นโครงสร้างตรงกันข้าม เพื่อ ขัดขวางการส่งผ่านเสียงในอากาศ

เป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องตระหนักว่า แค่การปรับปรุง โครงสร้างพื้น หรือ เพดาน อาจไม่ลดเสียงอย่างมีนัยยะสำคัญ จากแหล่งที่ตั้งบนพื้น เป็นเพราะว่าเสียงกระทบอาจเดินทางใต้ผนัง, จากพื้นสู่ห้องข้างล่าง อย่างที่เป็นการส่งผ่านข้างเคียง

2.5.8. ผลของพื้นที่กระเด้งกลับได้ ที่ใช้กั้นเสียงจากการกระทบ

แผ่นนุ่ม ที่กระเด้งกลับได้ ที่วางบนพื้น จะป้องกัน แรง และลดพลังงานกระทบ ที่ถูกส่งผ่านสู่โครงสร้างอาคาร การปูพรม และ แผ่นรองรับ บนพื้นเปล่า จะช่วยปรับปรุง ชั้นการการกั้นการกระทบ

IIC ของพื้น ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของโครงสร่างพื้น ดังนั้น, การใช้พรมเดียวกัน ต่อพื้นคอนกรีตหนัก และพื้นคานไม้ที่เบา จะไม่จำเป็นที่จะได้ผลเหมือนกัน อย่างไรก็ตาม, สำหรับพื้นที่มีการก่อสร้างเหมือนกัน, การปกคลุมพื้นที่เหมือนกันจะได้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน

แม้ว่าการเติม พื้นที่มีการกระเด้งได้ บนพื้นเปล่า ตามปรกติ จะช่วยในการกั้นเสียงโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความถี่สูง แต่ตามปกติมันไม่ช่วยกั้นเสียงในอากาศ

การปรับปรุงพื้นที่มีการใช้พรมอยู่แล้ว แต่การกั้นเสียงจากการกระทบยังไม่เพียงพอ, อาจจำเป็นต้องเติม floating floor ที่จะอธิบายในส่วนต่อไป

ตาราง ให้ค่าประมาณ ของการปรับปรุง ในชั้นการกั้นเสียงกระทบ โดยการใช้การปู และการใช้ floating floor บน พื้นคานไม้ ที่เบา และบนพื้นคอนกรีตที่หนัก ค่านี้แค่เป็นการชี้นำโดยเปรียบเทียบ

จำนวนของการปรับปรุงการกั้นเสียงในอากาศ ที่ได้จากการใช้ ชั้นของวัสดุที่หนักเพิ่มเข้าไปบนส่วนบนของพื้น ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของชั้นที่เติมเข้าไปเปรียบเทียบกับโครงสร้างที่มีอยู่ ตัวอย่างเช่น, การเพิ่มชั้นของ ไม้อัด บนแผ่นคอนกรีตเรียบหนา 6 นิ้ว จะไม่มีผลในเชิงปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม, ชั้นไม้อัดเดียวกัน เพิ่มบนชั้นไม้อัดของคานไม้ จะเพิ่มการกั้นเสียงในอากาศประมาณ 4 เดซิเบล

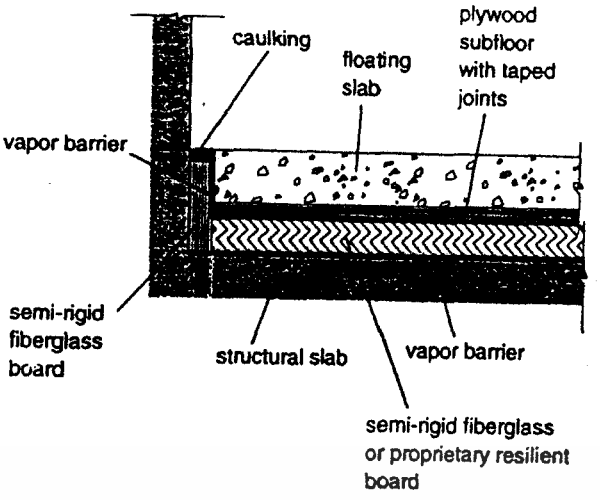
2.5.9. การรองพื้น Floating floor

Floating floor คือพื้นที่ถูกหนุนอยู่ด้วยพื้นของโครงสร้าง แต่แยกจากกันอย่างสมบูรณ์ มันเป็นขบวนการสำหรับการควบคุมเสียง stricture borne ที่แหล่งกำเนิดของมัน และถูกใช้ในจุดที่วิกฤต เช่น ในห้องเครื่อง ที่อยู่เหนือห้องอาหารของผู้บริหาร ส่วนประกอบสำคัญแสดงอยู่ทางซ้ายของรูปที่ 2.17 และ รายละเอียดอยู่ในรูปที่ 2.24 มันจะมีหลายหนทางที่จะสร้าง floating floor

ตาราง 2.5. แสดงการปรับปรุง IIC สำหรับพื้นที่แตกต่างกัน

การปกคลุมพื้น (การปู)	คานไม้ขนาน	พื้นคอนกรีต
Vinyl หรือ linoleum	5	5
พรม	10	45
พรมหรือชั้นสอดข้างใต้	25	60
Floating floor		
คอนกรีต	10	40
แผ่นไม้เรียบ	3	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

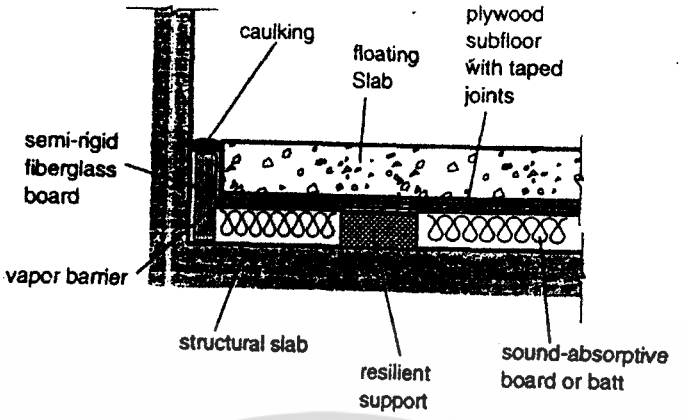


รูปที่ 2.17. ภาพแสดง floating floor ที่ใช้เบาะที่กระเด้งได้ หนุนพื้นคอนกรีตเรียบ วัสดุที่กระเด้งกลับได้อาจเป็น semi rigid fiberglass หรือ วัสดุที่เหมาะสม

1. พื้นเรียบอาจได้รับการสนับสนุน โดย ชั้น ที่ต่อเนื่องของ แผ่น fiberglass ในรูปที่ 2.17
2. พื้นเรียบอาจได้รับการสนับสนุนจากวัสดุที่กระเด้งกลับที่มีขาย ที่อาจ ดูดซับเสียงได้ หรือ ไม่ก็ตาม
3. พื้นเรียบสามารถ วางอยู่บนเบาะนวมที่กระเด้งได้ หรือ เครื่องกั้นเสียง ต่างๆ ตามปกติอยู่ใต้แผ่นพื้นเรียบ ดูรูปที่ 2.18 พื้นที่อากาศ ระหว่างพื้น floating slab และพื้นของโครงสร้าง อาจมีหรือไม่มีวัสดุดูดซับเสียง มีการเลือกใช้ " Screw jack " เครื่องกั้นความสั่นสะเทือน เครื่องกั้นนี้ ถูกใส่ในตำแหน่งบน พื้นของโครงสร้าง และจากนั้น ใช้เพื่อ ยก floating slab ระยะไม่กี่นิ้ว นอกจากว่าจะมีขั้นตอนพิเศษ, พื้นประเภทนี้ ไม่มีวัสดุดูดซับเสียง ระหว่างพื้น floating slap กับพื้นของโครงสร้าง

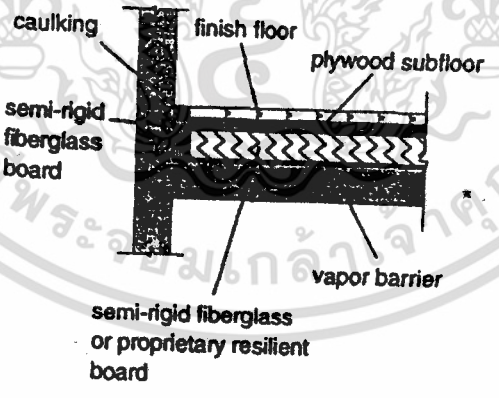
Floating floor (slap) จะมีประสิทธิภาพที่สุดหากว่ามันหนัก, ตัวอย่างเช่น อย่างน้อย 2 นิ้ว สำหรับคอนกรีต ในห้องเครื่องจักรขนาดใหญ่ แผ่นคอนกรีตเรียบ ตามปกติใช้ 4 นิ้ว แผ่นที่เบากว่า เช่น แผ่นไม้อัด ตามปกติมีประโยชน์ในที่เป็นการปรับปรุงโครงสร้างอาคาร ที่ไม่สามารถรองรับน้ำหนักมากได้ หรือเหตุผลทางเศรษฐกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



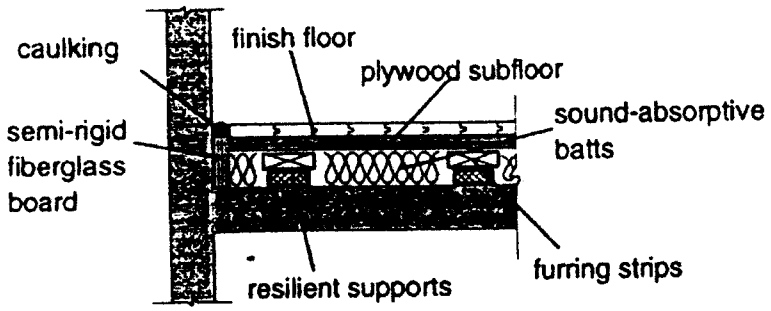
รูปที่ 2.18. ภาพแสดง Floating floor ที่ใช้เบาะนวมที่กระเด้งได้ หนุนพื้นคอนกรีตเรียบ วัสดุดูดซับเสียงตามปกติใช้ fiberglass หรือ นวมขนสัตว์

ตัวอย่าง ของ floating slab ที่เป็นไม้ แสดงในรูปที่ 2.19 และ 2.20 ตามปกติ จะมีประสิทธิภาพน้อยกว่า แผ่นคอนกรีตเรียบที่ การเพิ่ม พรม และ ชั้นสอดใต้ จะช่วยเพิ่มอันดับของ IIC



รูปที่ 2.19. ภาพแสดง floating floor ที่เป็นไม้ หนุนด้วยชั้นของวัสดุแระเด้งได้ วัสดุนี้อาจเป็น semi rigid fiber glass หรือ วัสดุที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

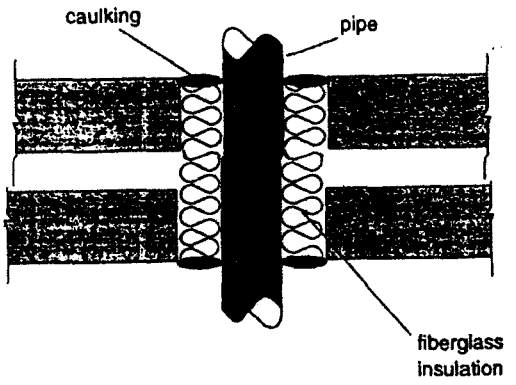


รูปที่ 2.20. ภาพแสดง floating floor ไม้อัด หนุนด้วยแผ่นไม้ wood furring strip บนตัวหนุนที่กระเด้งได้ วัสดุดูดซับเสียงตามปกติใช้ fiberglass หรือ ขนสัตว์

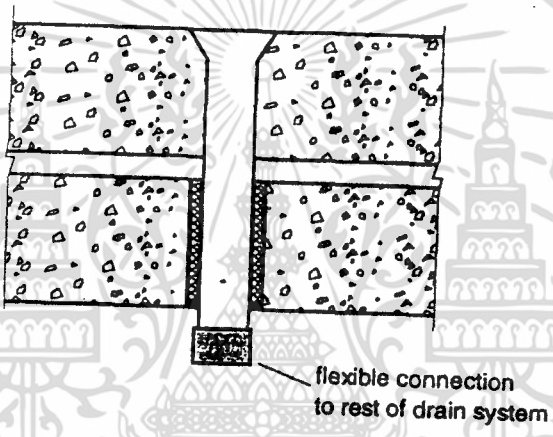
การออกแบบ floating floor ในการออกแบบ floating floor ใช้ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ออกแบบ floating slab เพื่อให้มีโครงสร้างที่แข็งแรงพอ สำหรับน้ำหนักที่มันหนุนอยู่ พื้นคอนกรีตเรียบ, ตามปกติ หนา 2- 4 นิ้ว จะพอเพียง ความหนา 4 นิ้ว จะใช้เมื่อรับน้ำหนักสูง- เช่น ห้องเครื่องจักร
2. เลือกวัสดุที่กระเด้งได้ที่เป็นตัวหนุน ที่มีคุณลักษณะทนน้ำหนัก ที่เหมาะสมสำหรับแผ่น floating slab ตัวอย่างเช่น fiberglass board ใช้เพื่อหนุนแผ่นคอนกรีต floating slab ตามปกติมีความหนาแน่น 4 – 9 ปอนด์/ต.ร.ฟุต (64 – 192 กก. / ตร. ม)
3. ทำให้แน่ใจว่า พื้น floating slab จะไม่สัมผัสกับพื้นโครงสร้างอาคาร ตัวอย่างเช่น ให้ช่องว่าง ระหว่าง floating slab และผนัง ด้วย วัสดุกระเด้งได้ เช่น fiberglass ความหนาแน่นต่ำ เพื่อกั้นการสัมผัสของขอบ ระหว่าง floating slab กับ ผนัง แสดงรายละเอียดตรง ขอบ fiberglass ที่ขอบของ floating slab ถูกเว้นไว้ เพื่อให้มีที่ว่างสำหรับ ตัวอุด caulking
4. หลีกเลี่ยง การล่วงล้ำ floating slab โดย ท่อ, หลอด หรือ อื่นๆ แต่หากว่าการแทรกนั้นจำเป็น (เช่น ท่อระบายน้ำ) ทำให้มั่นใจว่า มันจะไม่ทำให้เกิดการสัมผัสระหว่าง floating slab กับ พื้นของโครงสร้าง หรือ ผนัง ดูตัวอย่างรูปที่ 2.21 และ 2.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21. ภาพแสดงการแทรกของท่อน้ำ ของโครงสร้าง floating floor



รูปที่ 2.22. ภาพแสดงการแทรกของท่อระบายน้ำ ของโครงสร้าง floating floor หมายเหตุไว้ว่า ท่อระบายน้ำ อาจทำให้เกิดทางเดินเสียงระหว่างห้องด้านบน กับ ห้องด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

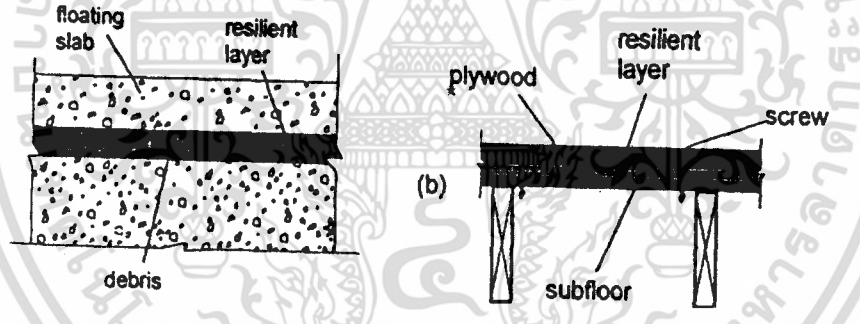
1. ป้องกันวัสดุ fiber glass จากความเสียหายที่เกิดจากน้ำที่อาจเป็นไปได้ ตัวอย่างเช่น หาก บอร์ด fiber glass ที่ใช้เป็นตัวหนุน ป้องกันมันด้วยแผ่นพลาสติก เพื่อกั้นความชื้นจาก คอนกรีต

2. ทำให้มั่นใจว่า ตัวหนุนที่กระเด้งได้ มีการวางอยู่อย่างถูกต้องเป็นการเบี่ยงเบนอย่างเป็น เอกภาพ แม้ว่า floating slab ไม่ได้ถูกบรรจุอย่างเป็นเอกภาพ

3. มันเป็นการยากในเชิงปฏิบัติ ที่จะทำให้เกิดการเบี่ยงเบนอย่างเป็นเอกภาพ, ดังนั้นใช้แผ่น slab ที่เล็กกว่า หลายๆแผ่น

4. ตรวจสอบ พื้นผิว และ ขอบเขตของพื้นผิว ที่คอนกรีตจะถูกยกลอย เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีความ เสียหายเกิดขึ้นก่อน การปูด้วย floating slab

5. ทำให้แน่ใจว่าพื้นสะอาด และ ราบเรียบ ก่อนจะวาง ตัวหนุนที่กระเด้งได้ เป็นการเลี่ยงวงจร short – circuit ของ floating slab ต่อโครงสร้างที่เป็นสาเหตุจาก กองอิฐ ตัวอย่างเช่น รูปที่ 2.23 (a)



รูปที่ 2.23. (a) กองอิฐ หิน ใต้ floating slab สามารถทำให้เกิด short- circuit ของแผ่นที่กระเด้งได้ ผลคือลดการกั้นเสียง

(b) ตะปูควง หรือ ตะปู สามารถทำให้เกิด short – circuit ใน floating floor ที่เป็นไม้ ทำให้ลดการกั้นเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ก่อนวางแผ่นคอนกรีตเรียบ, ปู วัสดุกระเด้งกลับ หรือ ส่วนหนุน ด้วยไม้อัด หรือ fiberglass , ติดเทปจุดเชื่อมระหว่าง แผ่นไม้อัด, วางแผ่นพลาสติกซึ่งน้ำซึมผ่านไม่ได้ บนไม้อัด เพื่อเดินผ่านระหว่างการก่อสร้าง

2. ทำให้เกิดการระบายอากาศที่พอเพียง ระหว่างการ ปู และ การเตรียมแผ่นคอนกรีต เพื่อป้องกันความชื้น

3. เมื่อไม่มีการสัมผัสระหว่าง Floating slap และ พื้นโครงสร้าง, หลีกเลี่ยงสถานการณ์ที่ การกั้นเสียงเสียหายจากตะปูควงที่ทำให้เกิดการเชื่อม floating slap กับพื้นโครงสร้าง

2.5.10. การก่อสร้างเพดาน- พื้น

ในรูปที่ 2.24 การกั้นเสียงในอากาศ STC สำหรับ การก่อสร้าง พื้น/เพดาน ต่างๆ ถูกเปรียบเทียบกับ การกั้นเสียงในของแข็ง IIC การประกอบพื้นพื้นฐาน ประกอบด้วย ไม้อัด หนุนบนคานไม้ ในรูปที่ 2.24 a,b,c ไม้แปรรูปติดอยู่กับคาน และ แผ่น gypsum board ถูกติดอยู่กับไม้แปรรูป

การก่อสร้างที่แสดงในรูปที่ 2.24 a ไม่เพียงพอสำหรับ การกั้นเสียง , การเพิ่มวัสดุดูดซับในในโพรงระหว่างแผ่น gypsum และแผ่นไม้อัดพื้น จะไม่ทำให้เกิดความเพียงพอเพื่อที่จะทำให้มันเป็นที่ยอมรับได้

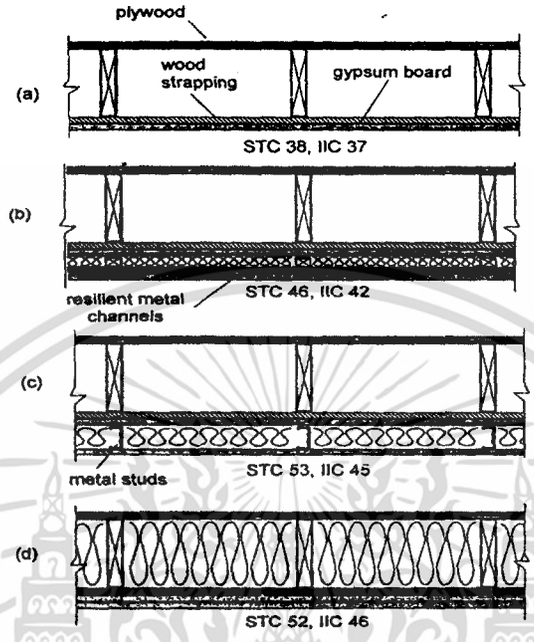
ในรูปที่ 2.24 b แผ่นขนสัตว์ ถูกเติมบนเพดาน, และช่องทางของวัสดุกระเด้งกลับถูกเติมเข้าไป กับแผ่นขนสัตว์ ชั้นที่สองของแผ่น gypsum ถูกขันด้วยตะปูควงติดกับช่องวัสดุกระเด้งกลับ โพรงช่องระหว่างชั้นแผ่น gypsum ถูกเติมด้วยวัสดุดูดซับเสียง หมายเหตุไว้ว่าในขณะที่อัตราของ STC และ IIC สูงกว่าที่แสดงใน รูปที่ 2.30 a อย่างมีนัยยะสำคัญ, มันก็ไม่เป็นที่ยอมรับ

รูปที่ 2.24 c หมุดโลหะ ถูกขันสู่คาน และชั้นของแผ่น gypsum ถูกเชื่อมติดกับหมุดโลหะ ช่องว่างระหว่าง หมุด ถูกเติมให้เต็มด้วย วัสดุดูดซับ ทำให้เกิดการกั้นเสียงมากกว่า 2.24 a และ b แต่ชั้นของการกั้นเสียงกระทบยังคงดีไม่พอ

รูปที่ 2.24d แผ่น gypsum 2 แผ่น ติดอยู่กับช่องวัสดุกระเด้งกลับ ที่ถูกขันติดอยู่กับคานไม้ พื้นที่ระหว่างคานถูกเติมด้วยวัสดุดูดซับเสียง โครงสร้างนี้ทำให้เกิดอันดับ STC และ IIC ที่ดีเหมือนโครงสร้างในรูปที่ 2.24 c มันเป็นการประหยัดกว่าที่จะเลือกการออกแบบ แบบนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงต้น มากกว่าแบบที่ไม่พอเพียง เช่น 2.24 a และมา อัพเกรด ในภายหลัง อย่างไรก็ตาม ในทั้ง 4 แบบไม่มีอันดับ IIC พอเพียง โดยที่ไม่มีพรม หรือ ชั้นสอดใต้



รูปที่ 2.24. (a) พื้นที่ประกอบด้วยไม้อัด 5/8 นิ้ว, แผ่นไม้แปรรูป ¾ นิ้ว และแผ่น gypsum ½ นิ้ว พื้นนี้ให้การกั้นเสียงไม่พอเพียง

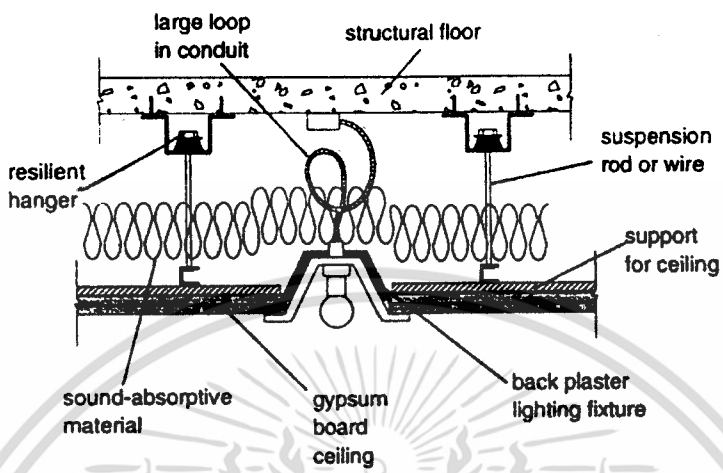
(b) การก่อสร้างเช่นเดียวกับ a ด้วยการเติม การเติมแผ่นไม้แปรรูปหนา 1.5 นิ้ว วัสดุดูดซับเสียง, และการเสริมชั้นแผ่น gypsum

(c) การก่อสร้างเดียวกับ a ด้วยการเติม หมุด, วัสดุดูดซับเสียง และ แผ่น gypsum เติม

(d)พื้นไม้ประกอบของไม้อัด 5/8 นิ้ว เช่นเดียวกับ a, แต่ด้วยแผ่น gypsum 2 แผ่นด้วยการเชื่อม กับช่องวัสดุกระเด้งกลับ พื้นที่ระหว่างคาน เติมด้วย วัสดุดูดซับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.11. เพดานห้อยแบบกระเด้งกลับ



รูปที่ 2.25. ภาพแสดงเพดานห้อยแบบกระเด้งกลับ

เพดานห้อยที่กระเด้งกลับ คือ เพดานที่ห้อยกับตัวแขวงที่กระเด้งได้ โดย สาย หรือ พลอง อย่างที่แสดงในรูปที่ 2.25 ประเภทของเพดานนี้ทำให้ได้การกั้นเสียงในอากาศและ structure borne มากกว่า พื้นโครงสร้างโดยลำพัง มันทำได้ด้วยการส่งผ่าน เสียง structure borne จากพื้นโครงสร้าง ไปสู่เพดานห้อย เพื่อให้เกิดผลที่ดี สำคัญที่จะต้องทำให้มั่นใจว่า 1) เสียงจะไม่รั่วไหล สู่รู หรือ รอยแยก อุปกรณ์ที่กำหนด 2) เพดานห้อยแบบกระเด้งกลับนี้ ไม่ใช่ การสร้างสะพาน ด้วยการเชื่อมที่แข็งแรงกับแผ่นที่อยู่ด้านบน หรือ กำแพงข้าง เพื่อป้องกันการเกิดสะพาน, ช่องว่างเล็กๆจะต้องถูกทิ้งไว้รอบๆขอบของเพดานห้อย และจะต้องไม่ถูกใส่ด้วยการตอกตาย

ในการใช้งานส่วนใหญ่, ผลลัพธ์ที่ดีสามารถเกิดจากการใช้ตัว แยกเสียงที่เป็น neoprene หรือ อย่างไรก็ตาม, เมื่อการการกั้นเสียงที่มีค่าสูง ณ ความถี่ต่ำ เช่น ต่ำกว่า 100 Hz ตัวแยกเสียงที่ถูกใช้, จะมีการเบี่ยงเบน มากกว่าที่ได้จาก neoprene หรือ ยาง ในกรณีนี้, ตัวแยกเสียงที่ประกอบจากขดโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนต่อไปนี้ใช้เพื่อออกแบบเพดานแบบนี้

1. เลือกวัสดุที่เหมาะสม
2. กะประมาณน้ำหนักของเพดาน
3. เลือกประเภทของวัสดุที่กระเด้งกลับ
4. คำนวณพื้นที่ของการสนับสนุนที่ต้องการ เพื่อให้ได้การรับน้ำหนักต่อการสนับสนุนของวัสดุกระเด้งกลับ
5. ปิด รู และ รอยแตก รวบๆอุปกรณ์ที่เบา
6. ฉาบปูน อุปกรณ์ที่มีน้ำหนักเบา
7. สร้าง วงรอบ ของการเดินสายไฟฟ้า เพื่อลดทางเดินไฟให้ต่ำที่สุด
8. หลีกเลี่ยงการเชื่อมตายใดๆ ของเพดาน และผนัง ข้าง
9. เติมช่องว่างระหว่าง ที่เว้นไว้สำหรับเพดาน และ ผนัง ด้วย fiberglass ความหนาแน่นต่ำ , จากนั้น ตอกหมัน fiberglass ด้วย acoustical caulking
10. เติมโพรงช่องระหว่างเพดาน และ โครงสร้าง ด้วยวัสดุดูดซับเสียง, ตัวอย่างเช่น, fiberglass ที่มีความหนาแน่น 1-2 ปอนด์/ ลบ.ฟุต

2.5.12. เสียงกระทบที่ส่งผ่านผนัง

การส่งผ่านเสียงผ่านผนัง ที่เกิดจากการกระทบ สามารถลดได้ด้วยมาตรการควบคุมเสียง

1. หลีกเลี่ยงการก่อเสียงของโทรศัพท์ , ท่อน้ำ หรือแหล่งเสียงอื่นๆ ที่ตรงสู่ผนัง
2. หลีกเลี่ยงการตั้งครัว หรือ อุปกรณ์ห้องส้วมตรงสู่ผนัง, สนับสนุนสิ่งเหล่านั้นด้วยวัสดุที่กระเด้งได้จากพื้น หรือใช้ระบบหนุนด้วยสิ่งที่กระเด้งได้
3. ติดตั้งนวมที่กระเด้งได้ บนประตูตู้เอกสาร หรือลดการกระทบเมื่อกระแทกประตู
4. ติดตั้งยางเพื่อป้องกันการกระแทกประตู

2.5.13. อุปกรณ์กระเด้งได้ที่ใช้สนับสนุนผนัง

ปกติใช้แผ่น gypsum หรือไม้อัด ที่ใช้สนับสนุนผนังโดยวัสดุกระเด้งได้ที่มีขายเชิงพาณิชย์ อุปกรณ์ประเภทนี้ลดรัศมีของเสียงที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของผนัง, ดังนั้นจึงเพิ่มการกั้นเสียง ทั้งเสียงในอากาศ และ เสียงจากโครงสร้าง

หลักการที่อธิบาย การเพิ่มการกั้นเสียง ที่ได้จากอุปกรณ์สนับสนุนที่กระเด้งได้ จะเพิ่มขึ้นได้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเพิ่มของความลึกของพื้นที่อากาศ

2. การลดลงของความแข็งของเครื่องสนับสนุน

3. การเพิ่มมวลต่อหน่วยของชุดอุปกรณ์

4. การสอดวัสดุดูดซับเสียง ในพื้นที่อากาศระหว่างชุดอุปกรณ์และผนัง

ช่องของวัสดุกระเด้งได้ ควรจะถูกสนับสนุนจากผนังโดยการใช้ แผ่นไม้หุ้มขนสัตว์ เพื่อเพิ่มความลึกของโพรง, ประมาณ, 1.5 นิ้ว ไม่เช่นนั้น, โพรงระหว่างอุปกรณ์และผนังจะน้อยเกินไป และผลคือ อาจลดการกั้นเสียง ณ ความถี่ต่ำ มากกว่าจะช่วยปรับปรุงมัน

2.5.14. การไม่ต่อเนื่องในโครงสร้างของอาคาร

ขบวนการที่มีประสิทธิภาพของการควบคุมการแพร่เสียงจากโครงสร้างคือการใช้โครงสร้างที่ไม่ต่อเนื่อง (ดูรูปที่ 2.26)

1. ความไม่ต่อเนื่องทางโครงสร้างที่มีประสิทธิภาพที่สุดคือช่องว่าง ในโครงสร้างอาคาร ตัวอย่างเช่น, ในการสร้าง จะเป็นการปฏิบัติที่ดี ที่จะทำให้ได้การแยกส่วนของเครื่องมือ และเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่นเดียวกับ ลิฟท์ และ น้ำพุ แต่ละพื้นที่ควรมีช่องว่างอย่างน้อย 1 นิ้ว (25 มม.)

2. ท่อน้ำ, รางน้ำ, หรือการเชื่อมตายต่างๆ จะต้องไม่สร้างสะพานเชื่อมระหว่างช่องว่าง

3. จะต้องป้องกันไม่เห็นเศษวัสดุ ร่วงลงในช่องว่าง เพื่อป้องกันการรวมของเศษเล็กๆในช่องว่าง ระหว่างการก่อสร้าง, ช่องว่างจะถูกเติมด้วยวัสดุเช่น แผ่น polyurethane หรือ fiberglass

4. ขยายจุดเชื่อม สามารถใช้เพื่อ แยกส่วนที่เงียบ และส่วนที่เสียงดัง ตัวอย่างเช่น, โรงละคร ที่แยกห้องเครื่องจักรเครื่องมือ และ ส่วนสนับสนุนเวที ออกจากจุดที่มีการแสดง และ การฝึกซ้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

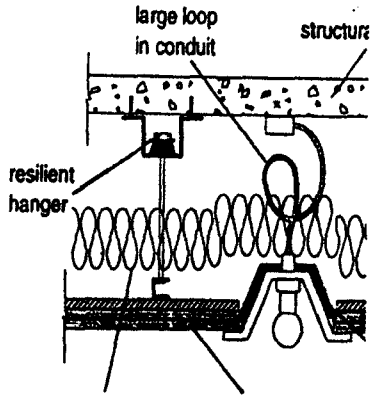


FIG. 6.11 An expansion joint in a concrete slab increases the attenuation of structureborne noise.

รูปที่ 2.26. ภาพแสดงการขยายออกของจุดเชื่อม ในแผ่นคอนกรีต เพิ่มการอ่อนกำลังลงของเสียงจากโครงสร้าง

2.6. การควบคุมเสียงในอาคาร

เกณฑ์ ที่เสียงถูกพิจารณาโดยผู้ที่ได้ยิน ขึ้นอยู่กับกิจกรรมและสภาพแวดล้อมของผู้ฟัง ในการพิจารณา ณ ที่นี้, ปัญหา ปกติมักจะเกี่ยวกับ " เสียงพื้นหลัง" ซึ่งถูกยอมรับในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของสภาพแวดล้อมของผู้ฟัง, และการล่วงล้ำของเสียงรบกวนที่เป็นไปได้ จากผู้อยู่อาศัยเพื่อนบ้าน ความต้องการของการกั้นเสียงรบกวน ระหว่างสำนักงาน อิงพื้นฐานบนความต้องการที่จะป้องกันคำพูดที่เป็นความลับจากการส่งผ่านเบื้องต้น เนื่องจาก คำพูด ตามปกติเป็นเสียงล่วงล้ำที่สำคัญที่สุด ระหว่าง ที่อยู่อาศัย มันจะมีความหลากหลายในกิจกรรมของผู้คนต่างๆ, ในเสียงที่พวกเขาสร้าง และ ความต้องการความเงียบสงบ ความต้องการ การกั้นเสียง สำหรับ ที่อยู่อาศัยของครอบครัวต่างๆ ตามปกติ อิงฐานตามความประสบการณ์ และ การสำรวจทางสังคม ที่ได้ถูกกำกับในประเทศต่างๆ

ปัจจัยของปฏิกิริยาหลากหลาย เป็นสิ่งสำคัญ ในการกำหนดว่า เสียง จากเพื่อนบ้านรบกวน ผู้อยู่อาศัย ในเคหะสถาน ของอาคารที่มีหลายครอบครัว ได้แก่

1. คุณสมบัติการส่งผ่าน เสียงที่อยู่ในอากาศ และ เสียงจากการกระทบ ของผนัง และ พื้นที่ร่วมกัน
2. ระดับเสียงของพื้นที่ที่อยู่ติดกัน
3. ระดับเสียงพื้นหลัง ของที่อยู่อาศัยของผู้อยู่อาศัยเอง
4. ความอ่อนไหวของผู้อยู่อาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มี 2 ปัจจัยสุดท้าย ผันแปรกว้างมาก ค่าการกั้นเสียงอขง ผนัง หรือ พื้น จะต้องถูกเลือกเพื่อทำให้ได้การป้องกันสถานการณ์ส่วนใหญ่, แต่ไม่ทั้งหมด คำชี้นำสำหรับระดับเสียงที่รับได้ ในผู้อยู่อาศัยต่างๆ ถูกให้ไว้ในตารางที่ 2.6 และ 2.7 ให้ค่าต่ำสุดของการกั้นเสียงอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่ง ถูกแนะนำสำหรับผนัง และ พื้น เพื่อทำให้ได้สภาพแวดล้อมการเป็นอยู่ที่ดี การกั้นเสียงในอากาศ (สำหรับผนังและพื้น) ถูกแสดงในเทอมของ ชั้นการส่งผ่านเสียง (STC)

การกั้นเสียงกระทบ (สำหรับพื้น) ถูกแสดงใน ชั้นการกั้นเสียงกระทบ (IIC) อธิบายใน การจัดอันดับการกั้นเสียงอาจสูงกว่าที่ต้องการทั่วไป ในบางเชื้อชาติ หรือ เขตชุมชน แต่เหมือนกับที่ใช้ในประเทศยุโรปหลายประเทศ

ความต้องการการกั้นเสียงที่แนะนำในตารางที่ 2.6 และ 2.7 แสดงการก่อสร้างที่สมบูรณ์ กับการก่อสร้างธรรมดา ระหว่าง ผนัง, พื้น, และเพดาน การเลือกองค์ประกอบของอาคารซึ่งอยู่ในเกณฑ์อันดับนี้ ไม่ได้เป็นการรับประกันว่า การกั้นเสียงที่แนะนำจะได้รับเมื่ออาคารแล้วเสร็จ เพราะว่า การส่งผ่านข้างเคียง ที่จุดเชื่อมขององค์ประกอบการก่อสร้าง สามารถลดการกั้นเสียงลงอย่างมาก, อย่างที่จะได้อธิบายในส่วนหลัง การทดสอบภาคสนามของการกั้นเสียง ในชั้นต้นในขณะที่การก่อสร้างยังคงก้าวหน้า สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ก่อนการก่อสร้างสมบูรณ์

อันดับ IIC ในตาราง 2.7 ถูกใช้กับพื้นโดยไม่มีการใช้การปูพรม หรือ การปูด้วยวัสดุกระเด้งกลับ พื้นบางประเภทที่ถูกทดสอบ ปูด้วยพรม และ นวมรองใต้ ทำให้ได้อันดับ IIC ที่ค่อนข้างสูง แม้ว่าอพาร์ทเม้นท์ อาจได้รับการตกแต่งเบื้องต้น ด้วยพื้นพรมเช่นนั้น, ผู้อยู่อาศัยอาจย้ายพรมออกแล้วใช้การติดตั้งปาร์เก้ หรือพื้นผิวแข็งอื่นๆ จากนั้น เสียงของฝีเท้าจะเริ่มไม่สามารถยอมรับได้ด้วยเหตุนี้, และเหตุผลหลายๆอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6. ความต้องการต่ำสุดของการกั้นเสียงในอากาศของผนัง และ พื้น แยกตามกลุ่มของห้อง; แสดงในเทอมของ ชั้นของการส่งผ่านเสียง STC

การแบ่งพื้นที่	ห้องนอน A	ห้องนั่งเล่น B	ห้องครัว, ส่วนเสริม C
A ห้องนอน	55		
B ห้องนั่งเล่น	55	50	
C ครัว, ห้องน้ำ, โถง, พื้นที่ใช้สอย	55	50	50
D พื้นที่ใช้สอยร่วมสำหรับส่วนหน่วย หรือมากกว่า			
a ตามปกติเงียบ, ระเบียง, เฉลียง ห้องเก็บของ	50	50	45
b ตามปกติเสียงดัง, โรงรถ, บริเวณที่จัดการขยะ, ห้องเครื่องจักร ห้องเตาผิง, ห้องซักรีด, คอร์ทสควอช ห้องจัดเลี้ยง	70	70	60

ตารางที่ 2.7. ความต้องการต่ำสุดของการกั้นเสียงกระทบของผนัง และ พื้น แยกตามกลุ่มของห้อง; แสดงในเทอมของ ชั้นของการกั้นเสียงจากการกระทบ IIC

การแบ่งพื้นที่	ห้องนอน I, ห้องนั่งเล่น II, ห้องครัว, ส่วนเสริม III		
I ห้องนอน	55	55	50
II ห้องนั่งเล่น	55	55	50
III ครัว, ห้องน้ำ, โถง, พื้นที่ใช้สอย	55	55	50
IV พื้นที่ใช้สอยร่วมสำหรับส่วนหน่วย หรือมากกว่า			
a ตามปกติเงียบ, ระเบียง, เฉลียง ห้องเก็บของ	55	55	50
b ตามปกติเสียงดัง, โรงรถ, บริเวณที่จัดการขยะ, ห้องเครื่องจักร ห้องเตาผิง, ห้องซักรีด, คอร์ทสควอช ห้องจัดเลี้ยง	70	65	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 อิทธิพลของผังอาคาร ในเรื่องความต้องการการกั้นเสียง

ความหมาย ที่ง่ายๆ ของการควบคุมเสียง ในอาคารคือการแยกบริเวณที่เสียงดังออกจากบริเวณที่เงียบสงบ ให้ไกลเท่าที่จะเป็นไปได้ ตัวอย่างเช่น, พิจารณา หน่วยต่างๆ ทั่วไป ระดับเสียงจะผันแปรอย่างกว้างขวางจากห้องหนึ่งสู่ห้องอื่น ห้องครัวตามปกติส่งเสียงดัง, ห้องนั่งเล่น บางครั้งเป็นแหล่งของเสียงคำพูด หรือเสียงจากวิทยุ หรือ โทรทัศน์ หากว่าบริเวณต้องการความเงียบ (เช่น ห้องนอน) ถูกตั้งติดอยู่กับห้องเครื่องจักร, ค่าที่สูงของการลดเสียง จะเป็นที่ต้องการเพื่อให้ได้สภาพแวดล้อมในห้องนอน ดังนั้น, การเลือกผังอย่างระมัดระวัง ลดเสียงที่ต้องการระหว่างพื้นที่ และดังนั้นลดการกั้นเสียงที่ต้องการสำหรับองค์ประกอบอาคาร ความแปรผันในกิจกรรมและระดับเสียงระหว่างห้อง ระหว่างห้องต่างๆ ถูกนำมาพิจารณา ในคำแนะนำที่ให้ไว้ในตาราง 2.6และ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

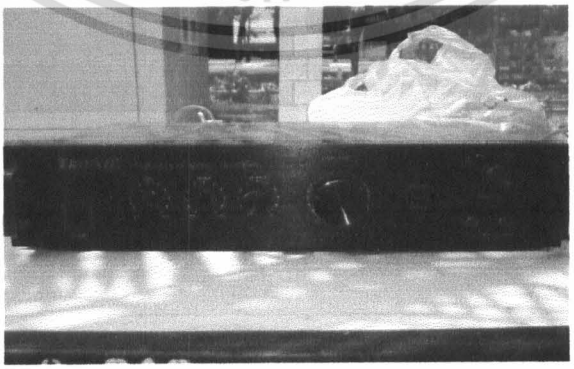
จากหัวข้อโครงงานพิเศษ กาศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แต่เนื่องจากอาคารเรียนดังกล่าวมีการเรียนการสอนอยู่ทุกวันทำให้ไม่สามารถทำการกรุวัสดุเพื่อทำการทดสอบหาค่าการป้องกันเสียงได้ จึงใช้บ้านตัวอย่างซึ่งก่อสร้างด้วยอิฐมวลเบาฉาบด้วยวัสดุปูนทรายทั้งสองด้านที่มีการทดสอบเรื่องการส่งผ่านของเสียงด้วย จึงมีแนวความคิดที่จะนำวัสดุป้องกันเสียงมาติดตั้งที่บ้านดังกล่าวเพื่อที่จะทดสอบการป้องกันเสียงแล้วมาเปรียบเทียบกับห้องเรียนจริง ซึ่งห้องเรียนภาควิชาวิศวกรรมโยธามีการทดสอบการผ่านของเสียงด้วย

3.1. อุปกรณ์ในการทดสอบ

เครื่องวัดระดับเสียงเป็นเครื่องมือที่ออกแบบให้ตอบสนองต่อเสียง และแสดงค่าเป็นระดับความดันเสียง ระบบการตรวจวัดเสียงมีหลายแบบต่างๆ กัน ซึ่งแต่ในระบบ ประกอบด้วยหลักการสำคัญ คือ ไมโครโฟน ส่วนประมวลผลข้อมูล และหน่วยการแสดงค่าและเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบในครั้งนี้มีดังต่อไปนี้

3.1.1. เครื่องขยายเสียง

เครื่องขยายเสียงทำหน้าที่ ในการปรับเสียงหรือ ความดันเสียงที่คลื่นความถี่ต่างๆ เพื่อให้สามารถวัดระดับเสียงที่ปล่อยออกมาให้เหนือกว่าความดังเสียงสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 3.1. ภาพแสดงเครื่องมือขยายเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2. เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ออกเทฟ (Octave Band Analyzer)

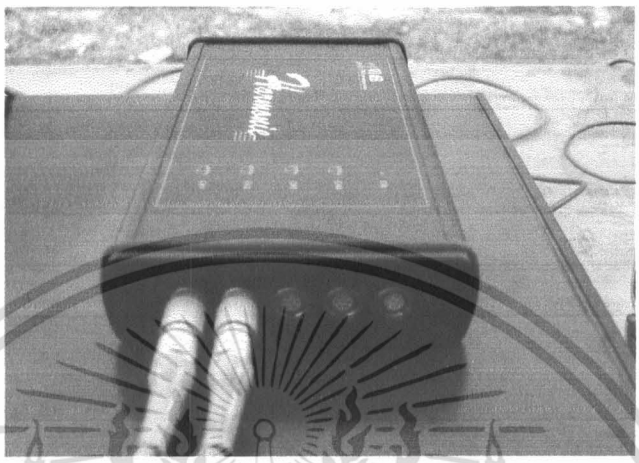
เสียงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดต่างๆ จะมีระดับเสียงในแต่ละความถี่แตกต่างกัน การตรวจวัดระดับเสียงเป็นเดซิเบลเอซึ่งเมื่อรวมทุกความถี่อาจไม่เพียงพอต่อการนำข้อมูลไปใช้งาน การวิเคราะห์สเปกตรัมเพื่อพิจารณาแถบความถี่หรือส่วนประกอบของระดับเสียงถ่วงน้ำหนักแบบเอแยกตามความถี่ ถ้าต้องการความละเอียดของข้อมูลมากขึ้นซึ่งขึ้นอยู่กับแหล่งเสียงจะใช้การวิเคราะห์แบบแถบออกเทฟหรืออาจใช้แถบ 1/3 ออกเทฟ ตัวอย่างเช่น แหล่งเสียงประเภทมอเตอร์ไฟฟ้าอาจจะกำเนิดความถี่ที่สัมพันธ์กับทั้งความเร็วในการหมุนมอเตอร์ และความถี่ของตัวจ่ายกำลังในบางส่วนประกอบของเครื่องจักร เช่น ตลับเพลา และเกียร์ ซึ่งอาจกำเนิดความถี่เฉพาะ ควรที่จะใช้การวิเคราะห์ความถี่ที่ค่อนข้างละเอียด ในบางกรณีจะใช้ความละเอียดถึงแถบออกเทฟที่ 1/12 หรือละเอียดกว่านั้น เครื่องวิเคราะห์สเรปรกตรัมช่วงแคบๆ สามารถกำหนดเป็นการวิเคราะห์ช่วงคงที่ ใช้กับสเปรกตรัมเสียงที่ให้ค่าคงที่ ไม่เปลี่ยนไปตามความถี่ เช่น เสียงจากหม้อแปลง ส่วน Constant Percentage Bandwidth Analyzer นิยมใช้สำหรับการวิเครวะห์สเปรกตรัมที่เป็นส่วนประกอบของชุด (Harmonics) ที่สัมพันธ์กับความถี่หลักมูล (Fundamental)

รูปที่ 3.2. ภาพแสดงเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ออกเทฟ (Octave Band Analyzer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3. เครื่องมือวัดเสียงแบบวิเคราะห์ความถี่ (Sound level meter-octave-band Analyzer)

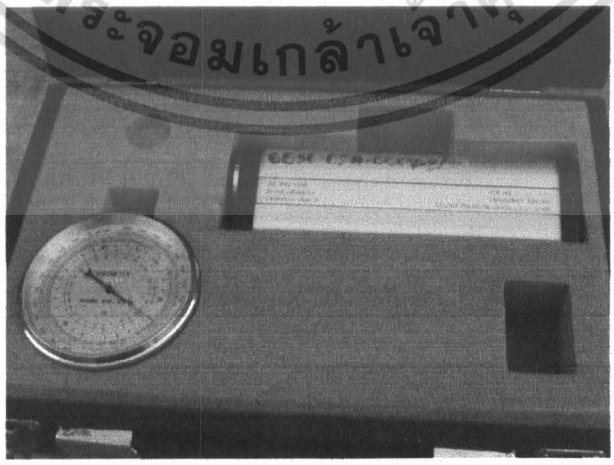
เพื่อใช้วัดเสียงแยกตามความถี่ต่างๆ ที่ต้องประกอบเข้าด้วยกันเวลาใช้งาน



รูปที่ 3.3. ภาพแสดงเครื่องมือวัดเสียง

3.1.4. อุปกรณ์ปรับความถูกต้อง

เป็นอุปกรณ์สำคัญที่จะต้องใช้ในการปรับความถูกต้องของเครื่องวัดเสียงก่อนและหลังใช้วัดเสียง อุปกรณ์ชนิดนี้ให้เสียงที่ความเข้มเสียงตามที่กำหนด ที่ได้รับการออกแบบมาในความภถี่ที่กำหนด ซึ่งอาจเป็นความถี่เดียวหรือหลายความถี่และสามารถใช้ได้กับเครื่องวัดเสียงเพียงอย่างเดียวหรือใช้เป็นระบบการวัดเสียงที่ติดตั้งขึ้นมา

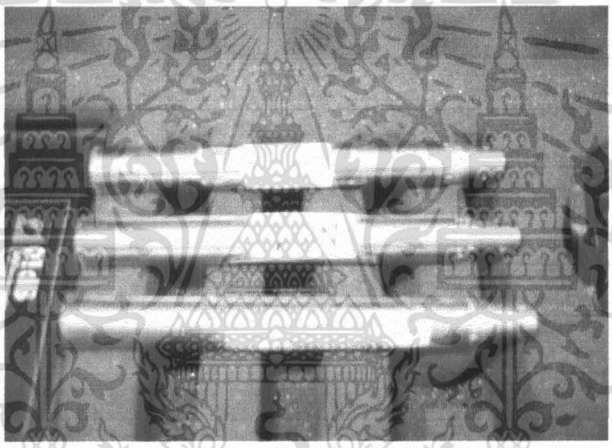


รูปที่ 3.4. เครื่องมือคาลิเบตไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5. ไมโครโฟน

ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจะมีค่าน้อยมากจำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณก่อนที่จะประมวลต่อไป โดยที่อุปกรณ์ขยายสัญญาณ (Preamplifier) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณนั้นนำเข้าสู่ส่วนต่อไปของเครื่องวัดเสียง เทคโนโลยีของไมโครโฟนในปัจจุบันนิยมใช้เป็นแบบ Polarized Condenser Microphone ซึ่งมีคุณสมบัติรวมทั้งความแม่นยำ แน่นอน และน่าเชื่อถือ ไมโครโฟนในการรับสัญญาณเสียงที่ใช้ในการทดสอบใช้แบบ Pressure Microphone ซึ่งมีค่าตอบสนองต่อความถี่แบบมีรูปแบบเหมือนกันสำหรับระดับเสียงแท้จริงที่ปรากฏอยู่ขณะนั้น รวมถึงความดันจากสัญญาณรบกวนที่ตัวไมโครโฟน เมื่อนำไปใช้วัดเสียงในสนามเสียงอิสระจะต้องหันไมโครโฟน 90 องศากับทิศทางการแผ่กระจายของเสียง

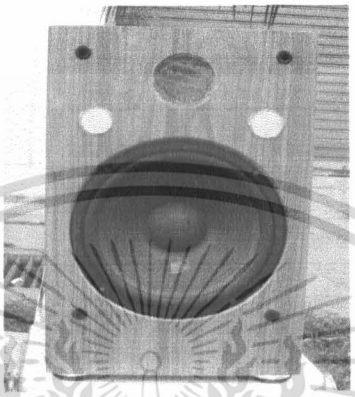


รูปที่ 3.5. ภาพแสดงไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6. ลำโพง

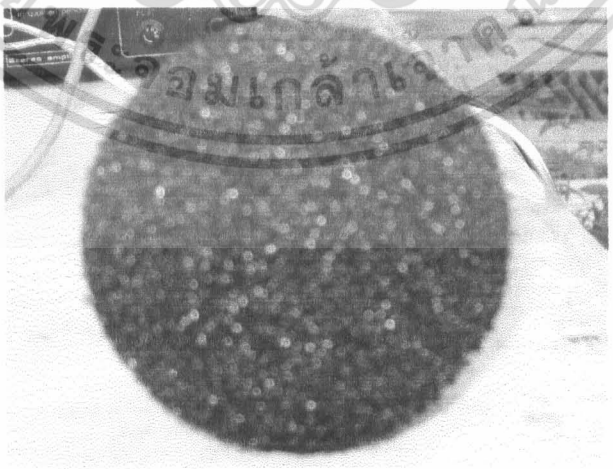
เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับขับเสียงหรือกระจายเสียงเพื่อใช้สำหรับการทดสอบการทดสอบความสามารถในการป้องกันเสียงของบ้านตัวอย่างและควรที่จะมีจำนวนวัตต์ที่มากพอ



รูปที่ 3.6. ภาพแสดงลำโพง

3.1.7. อุปกรณ์กันลม(Windscreen)

อุปกรณ์กันลมนี้จะมีคุณสมบัติป้องกันเสียงที่เกิดจากลมวิ่งผ่านไมโครโฟนที่ทำให้ค่าระดับเสียงที่ตรวจวัดได้มีค่าไม่ถูกต้องตรงความเป็นจริง อุปกรณ์นี้จะสามารถป้องกันเสียงลมได้ที่ความเร็วไม่เกิน 5 เมตร ต่อ วินาที ดังนั้นให้สวมเครื่องป้องกันนี้ตลอดเวลาที่มีการตรวจวัด นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันฝุ่นละออง และสิ่งสกปรกให้แก่ไมโครโฟนด้วย

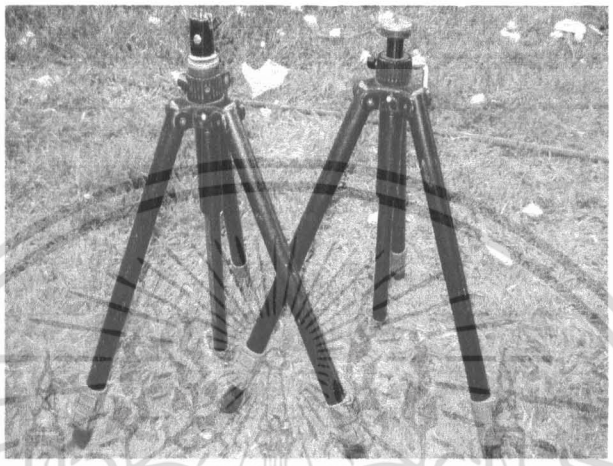


รูปที่ 3.7. ภาพแสดงที่ครอบไมค์เพื่อป้องกันลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.8. ขาตั้ง (Tripod)

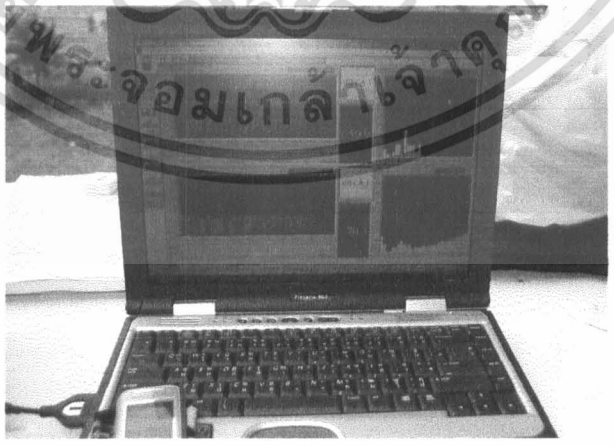
เสาหรือขาตั้ง สำหรับติดตั้งไมโครโฟนให้มีความสูงจากพื้นดินอย่างน้อย 1.2 เมตร เพื่อเป็นการป้องกันเสียงสะท้อนจากพื้นโดยรอบขณะที่ทำการตรวจวัด



รูปที่ 3.8. ภาพแสดงขาตั้งไมโครโฟน

3.1.9. คอมพิวเตอร์

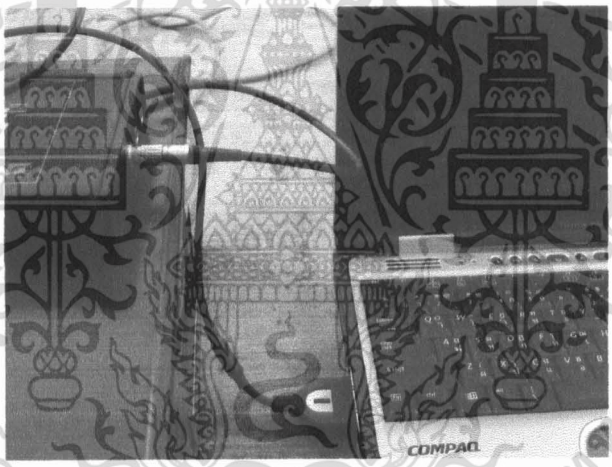
เป็นเครื่องมือสำหรับแสดงผล ในการอ่านค่าสำหรับการทดสอบความสามารถในการป้องกันเสียงของบ้านตัวอย่าง



รูปที่ 3.9. ภาพแสดงคอมพิวเตอร์

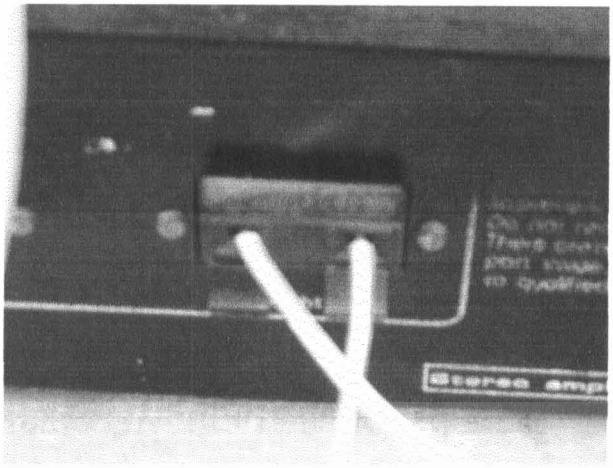
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11. ภาพแสดงการติดตั้งไมค์กับเครื่องวัดเสียงแบบวิเคราะห์ความถี่



รูปที่ 3.12. ภาพแสดงการติดตั้งเครื่องวัดเสียงแบบวิเคราะห์ความถี่ กับเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

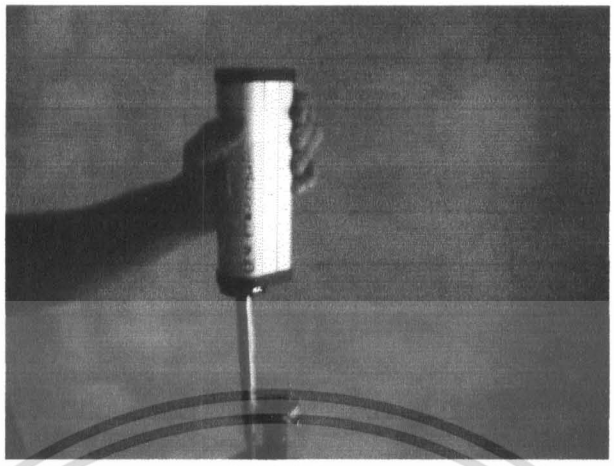


รูปที่ 3.13. ภาพแสดงการติดตั้งลำโพงกับแอมขยายเสียง

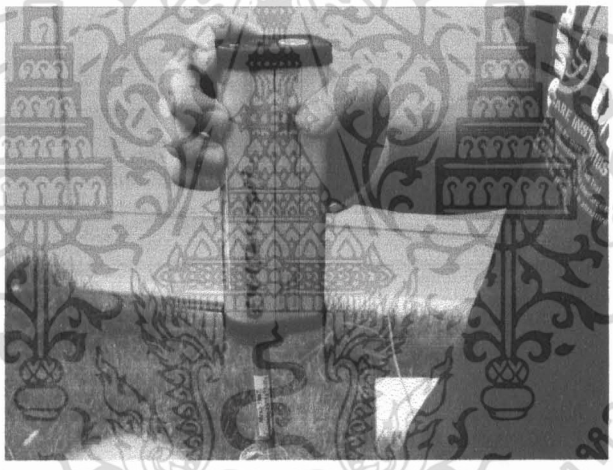
รูปที่ 3.14. ภาพแสดงการติดตั้งไมค์รับสัญญานเสียงนอกบ้าน

รูปที่ 3.15. ภาพแสดงการติดตั้งไมค์รับสัญญานเสียงภายในบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16. ภาพแสดงการคาลิเบตไมค์ตัวที่อยู่ภายในบ้าน



รูปที่ 3.17. ภาพแสดงการคาลิเบตไมค์ตัวที่อยู่ภายนอกบ้าน

3.3.อุปกรณ์ในการก่อสร้างห้องตัวอย่าง

3.3.1 วัสดุก่อ

1. บล๊อคก่อผนังคอนกรีตมวลเบา SUPERBLOCK (AAC : Autoclaved Aerated Concrete) ขนาด (20*60 เซนติเมตร และ 30*60 เซนติเมตร) และความหนา (10 เซนติเมตร)ตามกำหนดมีคุณสมบัติสำคัญดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความหนาแน่นประมาณ 600-700 กิโลกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร

- กำลังรับแรงอัดอย่างน้อย 40-50 กิโลกรัม ต่อ ตารางเซนติเมตร

- มีอัตราการทนไฟและความเป็นฉนวนตามมาตรฐาน BS 476 ไม่ต่ำ 3.5 ชั่วโมง (ที่ความหนา 7.5 เซนติเมตร)

- มีอัตราการดูดกลืนน้ำ 30-35 % โดยปริมาตร

- มีค่าการนำความร้อนไม่เกิน 0.089 วัตต์ ต่อ เมตร ต่อ องศาเคลวิล

- ค่าความสามารถในการกันเสียง (Sound Insulation)

STC (Sound Transmission Class) เป็นค่าดัชนีที่ใช้แสดงถึงความสามารถในการกันเสียง (Sound Insulation) ของวัสดุก่อสร้างสำหรับค่า STC (Sound Transmission class) ของผนัง SUPERBLOCK ที่ขนาดและความหนาที่นำมาก่อสร้างบ้านตัวอย่างมีค่าดังนี้ ที่ความหนา10 เซนติเมตร ลักษณะไม่มีการฉาบผิวมีค่า STC เท่ากับ 42 และลักษณะมีการฉาบผิวหนา 1 เซนติเมตรสองด้านมีค่า STC เท่ากับ 43 ค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับเสียง (Sound Absorption Coefficient) เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุ โดยที่ค่านี้จะเป็นอัตราส่วนขจองพลังงานเสียงที่ความถี่ต่างๆ ที่วัสดุนั้นจะดูดซับไว้ได้สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับเสียงของวัสดุโดยที่ค่านี้จะเป็นอัตราส่วนของพลังงานเสียงที่ความถี่ต่างๆที่วัสดุนั้นจะดูดซับไว้ได้สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับเสียงของผนัง SUPERBLOCK ที่ความถี่เสียงต่างๆ ได้แสดงดังนี้ค่าเฉลี่ยความถี่ (Mean Frequency) 125 250 500 1000 2000 4000 ค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับเสียง (Sound Absorption Coefficient) 0.05 0.10 0.10 0.16 0.2 0.26 ตามลำดับ

2. ปูนก่อสำเร็จรูปยี่ห้อ SUPERBLOCK (Glue Mortar) คือปูนก่อที่ใช้เฉพาะซุปเปอร์บล๊อค โดยมีส่วนผสมจากซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย และสารอุ้มน้ำ (METHYL CELLULOSE) ปูนก่อซุเปอร์บล๊อค 1 ถุง น้ำหนัก 40 กิโลกรัม ก่อได้พื้นที่ประมาณ 10 ตารางเมตรด้วยความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร ปูนก่อซุเปอร์บลบ๊อค จะรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 1.20 กิโลกรัม ต่อ ตารางเซนติเมตร ตามมาตรฐานในการทดสอบ ASTM 952-91

3. น้ำต้องใสสะอาดปราศจากน้ำมัน กรดต่างๆ และสิ่งสกปรกเจือปน น้ำที่ขุ่นจะต้องทำให้ใสและตกตะกอนเสียก่อนจึงจะนำมาใช้ได้

4. เครื่องมือช่างที่ควรใช้เพื่อให้ทำงานได้สะดวกขึ้น

- เกรียงก่อเพื่อใช้ปาดปูนก่อทำให้สามารถบังคับความหนาปูนก่อที่ 3 มิลลิเมตรได้

- เลื่อยมือเป็นเลื่อยมีฟันเลื่อยค่อนข้างห่าง ฟันเลื่อยทำด้วยทังสเทนคาไบน์ (CATBINE TIPS) ใช้ตัดก้อนให้เล็กลง หรือ เลื่อยไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถังผสมปูน

3.3.2 วัสดุฉาบ

1. ปูนฉาบสำเร็จรูปทั่วไป คือปูนฉาบที่ควบคุมและรับประกันส่วนผสมคงที่และสามารถใช้งานได้ทันทีเมื่อผสมน้ำ เช่น ตราจิงโจ้, ลูกดิ่ง, เสือคู่, TPI, ตราผึ้งหรือเทียบเท่า (ปูนฉาบ 1 ถุงน้ำหนัก 40 กิโลกรัม ฉาบได้พื้นที่ประมาณ 2 ตารางเมตร ด้วยความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร) แต่ทางคณะวิจัยใช้ปูนฉาบสำเร็จรูปยี่ห่อ TPI ในการฉาบ

2. ถังผสมปูน

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในงานฉาบ

4.น้ำต้องใสสะอาดปราศจากน้ำมัน กรดต่างๆ และสิ่งสกปรกเจือปน น้ำที่ขุ่นจะต้องทำให้ใสและตกตะกอนเสียก่อนจึงจะนำมาใช้ได้

3.4. คุณสมบัติวัสดุกรุผนังป้องกันเสียง

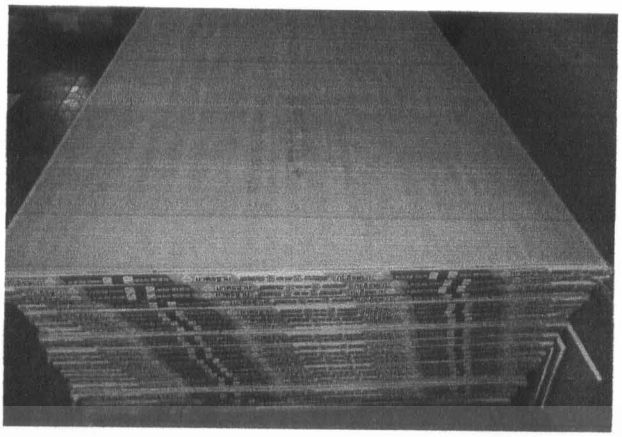
3.4.1. แผ่นยิปซัมบอร์ด

ยิปซัมบอร์ดเป็นวัสดุประเภทแผ่นเรียบ ยิปซัมบอร์ดมีองค์ประกอบที่สำคัญจากแร่ยิปซัมเป็นแร่ อโลหะชนิดหนึ่ง เป็นหินรูปผลึกก้อนที่มีสีขาว สีเทา ในการทำเหมืองแร่ยิปซัมนั้นบางแห่งต้องขุดลึกลงไปถึง 700 ฟุต แต่บางแห่งก็มีปรากฏในที่ตื้น ๆ สำหรับบ้านเราได้มีการค้นพบแหล่งแร่ยิปซัมขนาดใหญ่มาตั้งแต่ พ.ศ. 2499 ที่ตำบลวังงิ้ว อำเภอบางมูลมาก จังหวัดพิจิตร

ยิปซัมเป็นสรทางมีเรียกว่า Calciam Sulphte Dihydrate ซึ่งประกอบด้วย Calciam Sulphte มีน้ำอยู่ด้วย 2 โมเลกุล เมื่อผ่านเตาเผาจะไร่ออกได้ประมาณ ¾ ส่วน จึงเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นอีสภาพหนึ่งเรียกว่า ปูนปลาสเตอร์ (Gypsum Plaster)

คุณสมบัติของแผ่นยิปซัม การป้องกันไฟสามารถทนไฟได้ตั้งแต่ ½ -4 ชั่วโมง จึงช่วยไม่ให้ไฟลามไปสู่ห้องอื่นได้ ส่วนในการป้องกันเสียงการใช้เป็นฝาผนัง โดยจะขึ้นอยู่กับความหนาของตัววัสดุเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18. ภาพแสดงยิปซัมบอร์ด

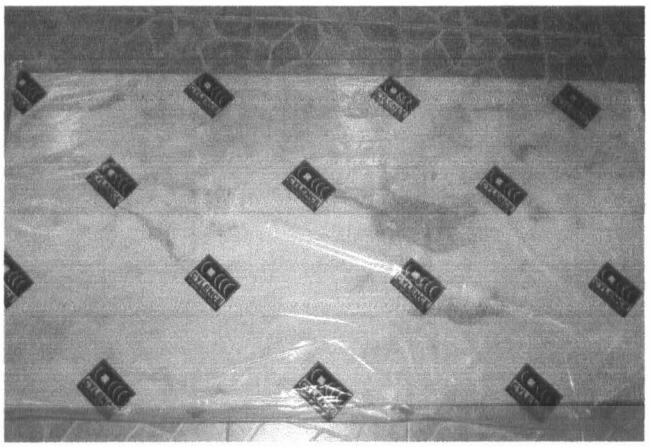
3.4.2. ฉนวนใยแก้ว

ฉนวนใยแก้ผลิตขึ้นมาจากการปั่นก้อนแข็งจนเป็นเส้น ฉนวนชนิดนี้ที่ทำออกมามีลักษณะแผ่น Boart และเส้นใยอัดเป็นแผ่นแบบคลุมหรือห่อ

ฉนวนแบบแผ่นโดยทั่วไปจะมีความหนาแน่นอยู่ประมาณ 9.61- 16.02 กก./ ตร.ม. วัสดุชนิดนี้จึงมีแนวโน้มที่จะคืนสภาพความหนาใหม่ได้ภายหลังการบรรจุเมื่อใช้ลักษณะเป็นแผ่นหรือแบบห่อคลุม ฉนวนนี้จะมีสภาพต้านทานความร้อนประมาณ 22.4 m.K/W

เนื่องจากวัสดุชนิดนี้มีการผสมสารอนินทรีย์ เป็นวัสดุที่ไม่ลุกไหม้ อย่างไรก็ตามตัวประสานอินทรีย์ที่ใช้ในการประสานเป็นฉนวนแบบเส้นใยอัดเป็นแผ่นสามารถลุกไหม้ได้ ฉะนั้นวัสดุที่ใช้เป็นตัวประสาน ASTM จึงกำหนดให้มีคุณสมบัติโดยประมาณดังนี้ ระดับการกระจายขิงเปลวไฟ 15-20 ระดับการมีส่วนเป็นเชื้อเพลิง 5-15 และระดับการเกิดควัน 0-20 โดยปกติการติดตั้งจะจ้องมีวัสดุอื่นปิดทับอีกชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19. ภาพแสดงฉนวนใยแก้ว

3.4.3. Polyurethane Foam

ฉนวน PU Foam แบบโฟมหล่อผลิตด้วยกระบวนการอัดรีด จะมีวามหนาแน่นมากกว่า มีรูปร่างคงที่ มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ K-Facter 0.0017 Kcal/HM ℃ มีน้ำหนักเบาแต่มีความแข็งแรงสูง ใช้เป็นฉนวนได้ดีในอุณหภูมิ -70 °c – 100 °c คงทนต่อสารเคมีในความเป็นกรด เป็นด่าง กันรั่ว กันซึม

สำหรับ PU Foam มีความหนาแน่น 34-40 กก. /ลบ.ม. ความหนาแน่นอาจมีการเบี่ยงเบนจากค่าความหนาแน่นเฉลี่ยประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสภาพการนำความร้อนของวัสดุชนิดนี้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาแน่น PU Foam มีอากาศในฉนวน สภาพซึมไปได้ของไอน้ำมีค่าประมาณ 2.16 ถึง 5.4 perm-cm การซึมน้ำน้อยกว่า 4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

PU Foam แผ่นอัดแน่น เมื่อใช้แผ่นหุ้มภายนอกซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียความร้อนผ่านโครงสร้างอาคารได้มาก โฟมพลาสติกจะช่วยเป็นปราการกันอากาศได้ แต่เป็นสารที่ลุกไหม้ได้ และต้องหุ้มด้วยวัสดุที่หน่วงไฟไหม้ เมื่อใช้เป็นฉนวนความร้อนในหารประยุกต์ใช้งานโดยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

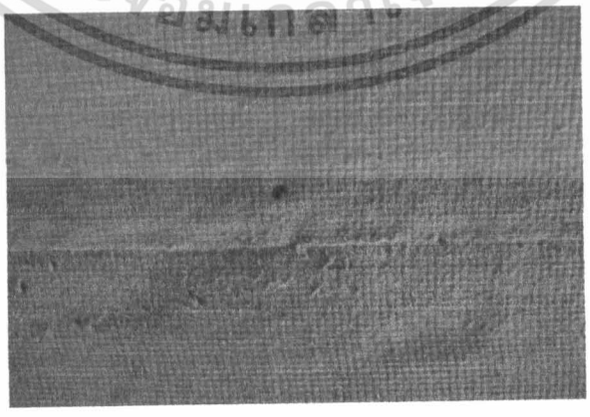
รูปที่ 3.20. ภาพแสดง Polyurethane Foam

3.4.4. Homatherm

ฉนวน Homatherm ผลิตขึ้นมาจากกระดาษที่นำกลับมาใช้ใหม่ หรือรีไซเคิล (Recycle) ด้วยการทำให้ละเอียดจนเป็นปุยแล้วทำการอัดเป็นแผ่นมีการเกาะยึดกัน การดูดซับความชื้นและการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราไว้ได้ในบางส่วน

เนื่องจากฉนวนมีคุณสมบัติทางความร้อน และผลิตด้วยกรรมวิธีง่ายจึงเป็นฉนวนที่นิยม อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการ หรือช่างเทคนิคควรมีความรู้ที่ดีในการติดตั้งเพื่อจะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดของวัสดุ

สำหรับการประยุกต์ใช้ใช้งานฉนวนชนิดนี้ใช้งานได้หลายลักษณะในโพรงผนัง หรือห้องเพดานของอาคารที่พักอาศัย แต่อาจจะใช้ลักษณะเป็นแผ่น Batts ซึ่งลักษณะนี้จะใช้สำหรับเป็นฉนวนใต้ดาดฟ้า หรือหลังคา

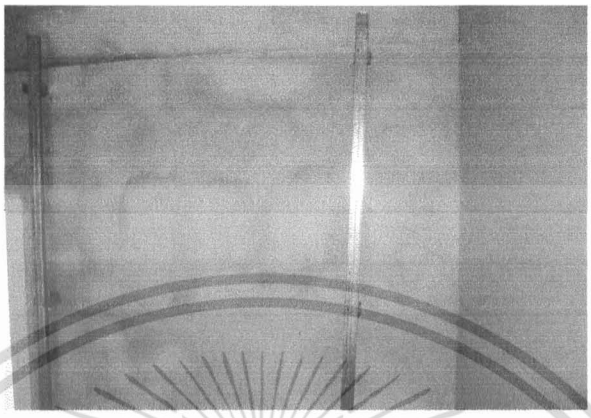


รูปที่3.21. ภาพแสดง Homatherm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5. การติดตั้งวัสดุป้องกันเสียง

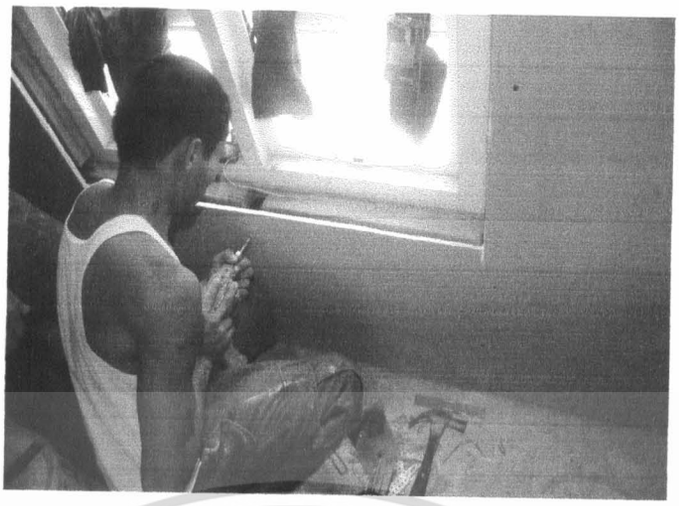
3.5.1. การติดตั้งยิปซัมบอร์ดและฉนวนใยแก้ว



รูปที่ 3.22. ภาพแสดงการติดตั้งโครงยึดแผ่นยิปซัม

รูปที่ 3.23. ภาพแสดงการติดตั้งฉนวนใยแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24. ภาพแสดงการติดตั้งยิปซัมบอร์ด

รูปที่ 3.25. ภาพแสดงการอุดรอยต่อของยิปซัม

รูปที่ 3.26. ภาพแสดงการติดตั้งยิปซัมเสร็จสมบูรณ์พร้อมที่จะทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

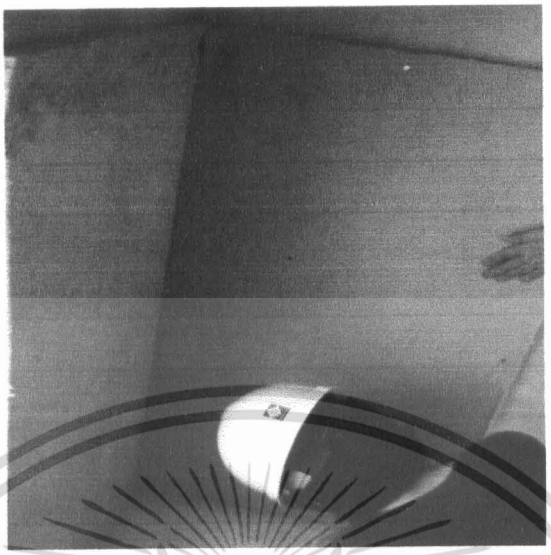
3.5.2 การติดตั้ง Polyurethane Foam

รูปที่ 3.27 ภาพแสดงการติดตั้ง Polyurethane Foam

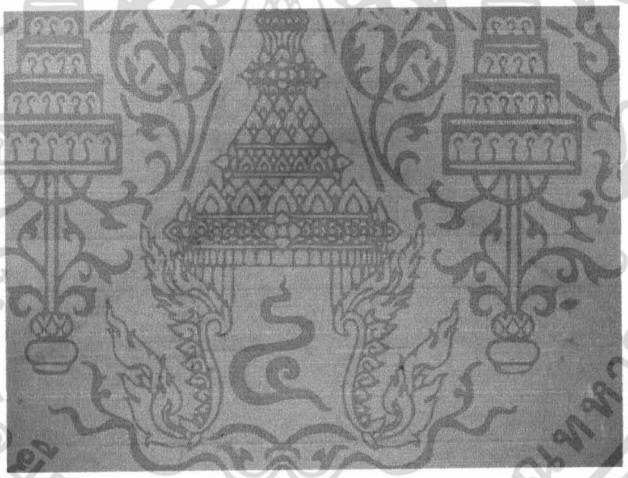
รูปที่ 3.28. ภาพแสดงการติดตั้ง Polyurethane Foam เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 การติดตั้ง Homatherm



รูปที่ 3.29. ภาพแสดงการติดตั้ง Homatherm



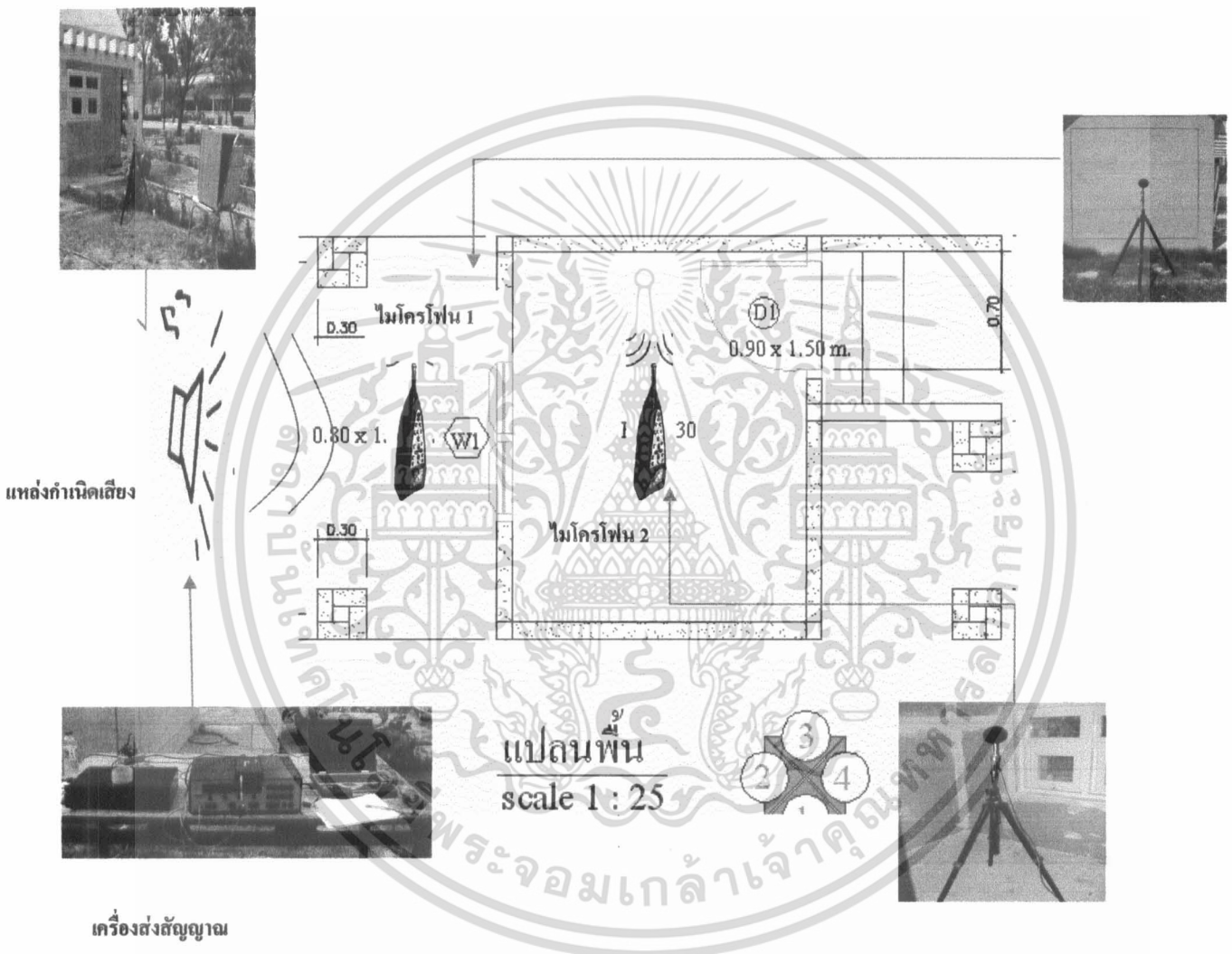
รูปที่ 3.30. ภาพแสดงการติดตั้ง Homatherm เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบ

4.1 ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียง

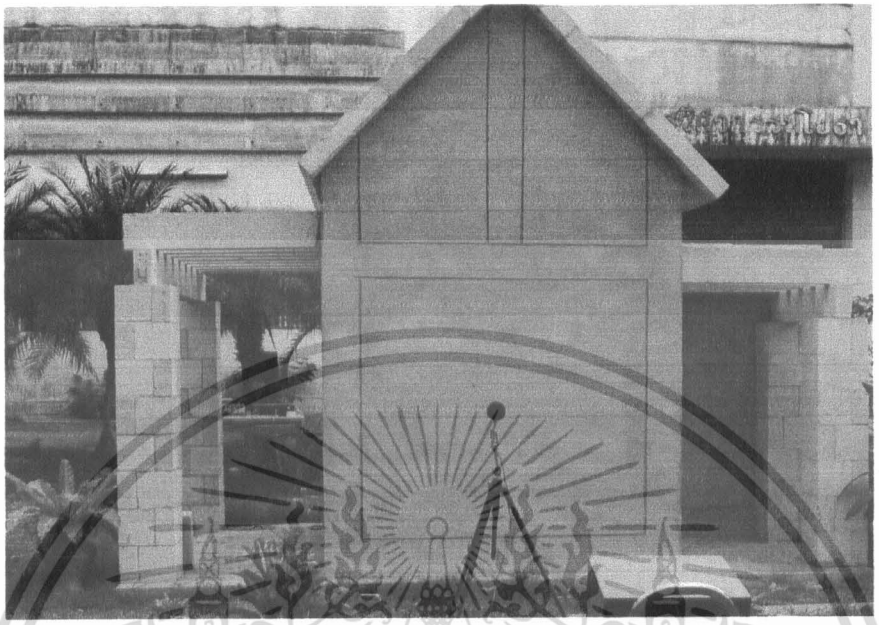


รูปที่4.1 ภาพแสดงแบบแปลนบ้านจำลองคอนกรีตมวลเบา

แบบแปลนบ้านจำลอง ขนาดของตัวบ้านมีขนาด 2.00 x 2.40 เมตร ความสูงถึงระดับหลังคา 3.00 เมตร ฉาบปูนทั้งด้านนอกและด้านใน โดยที่จะมีผนังทึบทั้งด้านทิศเหนือความกว้างของผนัง 2.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ดังรูปที่ 4.2 ผนังทึบด้านทิศใต้ความกว้างของผนัง 2.00 เมตร สูง 3.00 เมตร ดังที่ 4.3 ผนังด้านมีชุดหน้าต่าง ขนาดของหน้าต่าง 0.80 x 1.00 เมตรความกว้างของผนัง 2.40 เมตร ความสูงถึงระดับหลังคา 2.00 เมตร จะเป็นกระจก 2 ชั้น มีสูญญากาศ ดังรูปที่ 4.4 ผนังด้านชุดบานประตู ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของบานประตู 0.90 x 1.50 เมตร ความกว้างของผนัง 2.40 เมตร ความสูงถึงระดับหลังคา 2.00 เมตร จะเป็นกระจก 2 ชั้น มีสูญญากาศ ดังรูปที่ 4.5

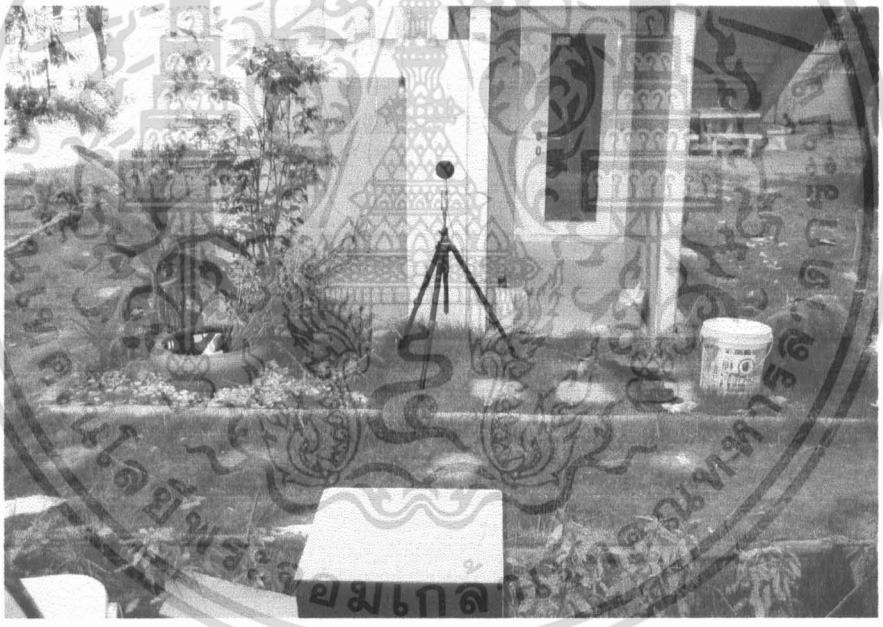


รูปที่4.2 รูปการทำการทดสอบความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียง (ด้านทิศเหนือของตัวบ้าน)

รูปที่4.3 รูปการทำการทดสอบความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียง (ด้านทิศใต้ของตัวบ้าน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

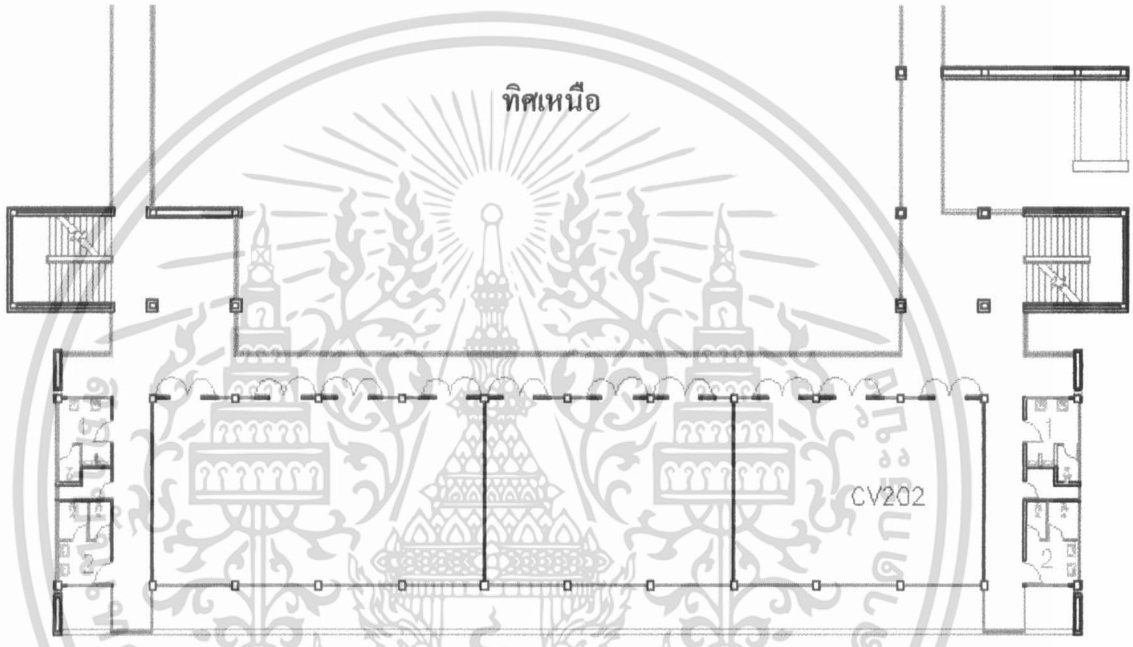
รูปที่4.4 รูปการทำการทดสอบความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียง (ด้านหน้าต่างของตัวบ้าน)



รูปที่4.5 รูปการทำการทดสอบความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียง (ด้านประตูของตัวบ้าน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดสอบจะทำการทดสอบวัสดุกรุผนัง 3 ชนิด ชนิดที่ 1 วัสดุกรุผนังยิปซัมบอร์ดหนา 12 มิลเมตร จะมีฉนวนใยแก้ว ความหนา 5 เซนติเมตร อยู่ส่วนกลางระหว่างผนังกับแผ่นยิปซัมบอร์ด , ชนิดที่ 2 วัสดุกรุผนัง Homathem, ชนิดที่ 3 วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam และทำการทดสอบบ้านจำลองคอนกรีตมวลเบาเพื่อทำการเปรียบเทียบกับห้องเรียน CV 202 ว่ามีลดระดับเสียงภายในห้องเรียนดังแสดงรูปที่ 4.5



รูปที่4.6 ภาพแสดงห้องเรียน CV202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังแสดงในตารางที่ 4.25 การทดสอบผนังทึบติดห้อง CV 203โดยใช้เสียง Signal Type Sine (ห้องเรียน CV202)ในการทดสอบแบบ Signal Type Sine ก็คือการทดสอบเฉพาะความถี่โดยเครื่อง วัดเสียงจะวัดเฉพาะความถี่ที่ปล่อยออกจากเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ออกเทป ซึ่งจากค่าที่อยู่ในตาราง จะได้ว่าช่วงความถี่ต่ำๆ จะให้ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียง ระดับเสียงที่แต่ละด้านของห้องเรียนสามารถป้องกันได้มากกว่าช่วงความถี่สูงๆ ซึ่งจะให้ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงระดับเสียงที่แต่ละด้านของห้องเรียนสามารถป้องกันได้ อาทิเช่น ที่ความถี่ 100Hz และ 8000Hz จะให้ค่า ระดับเสียงที่แต่ละด้านของตัวบ้านสามารถป้องกันได้ เท่ากับ 15.7 dB และ 12.2 dB ดังแสดงตารางที่ 4.26 การทดสอบผนังทึบคอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน ซึ่งจากค่าที่อยู่ในตารางจะได้ว่าช่วงความถี่ต่ำๆ จะให้ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียง ระดับเสียงที่แต่ละด้านผนังทึบคอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน สามารถป้องกันได้น้อยกว่าช่วงความถี่สูงๆ ซึ่งจะให้ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงระดับเสียงที่แต่ละด้านผนังทึบคอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้านสามารถป้องกันได้ อาทิเช่น ที่ความถี่ 100Hz และ 8000Hz จะให้ค่า ระดับเสียงที่แต่ละด้านของตัวบ้านสามารถป้องกันได้ เท่ากับ 27.2 dB และ 28.4 dB ดังแสดงตารางที่ 4.27 การทดสอบผนังทึบกรุผนังผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร ซึ่งจากค่าที่อยู่ในตารางจะได้ว่าช่วงความถี่ต่ำๆ จะให้ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียง ระดับเสียงที่แต่ละด้านผนังทึบกรุผนังผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร สามารถป้องกันได้น้อยกว่าช่วงความถี่สูงๆ ซึ่งจะให้ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงระดับเสียงที่แต่ละด้านผนังทึบกรุผนังผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรสามารถป้องกันได้ อาทิเช่น ที่ความถี่ 100Hz และ 8000Hz จะให้ค่า ระดับเสียงที่แต่ละด้านของตัวบ้านสามารถป้องกันได้ เท่ากับ 28.3dB และ 36.7 dB ดังแสดงตารางที่ 4.28 การทดสอบผนังทึบกรุผนัง Polyurethane Foam ซึ่งจากค่าที่อยู่ในตารางจะได้ว่าช่วงความถี่ต่ำๆ จะให้ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียง ระดับเสียงที่แต่ละด้านผนังทึบ กรุผนังPolyurethane Foam สามารถป้องกันได้น้อยกว่าช่วงความถี่สูงๆ ซึ่งจะให้ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงระดับเสียงที่แต่ละด้านผนังทึบกรุผนังPolyurethane Foam สามารถป้องกันได้ อาทิเช่น ที่ความถี่ 100Hz และ 8000Hz จะให้ค่า ระดับเสียงที่แต่ละด้านของตัวบ้านสามารถป้องกันได้ เท่ากับ 23.6 dB และ 34.1 dB ดังแสดงตารางที่ 4.29 การทดสอบผนังทึบกรุผนัง Homatherm ซึ่งจากค่าที่อยู่ในตารางจะได้ว่าช่วงความถี่ต่ำๆ จะให้ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียง ระดับเสียงที่แต่ละด้านผนังทึบ กรุผนัง Homatherm สามารถป้องกันได้น้อยกว่าช่วงความถี่สูงๆ ซึ่งจะให้ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงระดับเสียงที่แต่ละด้านผนังทึบกรุผนัง Homatherm สามารถป้องกันได้ อาทิเช่น ที่ความถี่ 100Hz และ 8000Hz จะให้ค่า ระดับเสียงที่แต่ละด้านกรุผนัง Homatherm สามารถป้องกันได้ เท่ากับ 12.6 dB และ 32.0 dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. ผลการทดลองค่าการส่งผ่านเสียงที่วัสดุต่าง ๆ

4.2.1 ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงผนังทึบด้านทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine

ตารางที่ 4.1. แสดงผลการทดสอบผนังทึบติดห้อง CV 203 โดยใช้เสียง Signal Type Sine (ห้องเรียน CV202)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	96.1	85.9	90.4	80.1	79.8	98.6	93	101.9	94.9	92.9	97.1	79.1	87.3	78.5	70.4	75.9	63.7	54.6	56.8	42.8
ทดสอบภายใน(dB)	80.4	65.8	70.4	66.1	61.5	62.7	68.8	71.8	66.2	65	64.3	58.3	56.3	48.4	48.3	55.3	40.6	36.8	34.5	30.6
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	15.7	20.1	20	14	18.3	35.9	24.2	30.1	28.7	27.9	32.8	20.8	31	30.1	22.1	20.6	23.1	17.8	22.3	12.2

ตารางที่ 4.2. แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (คอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	95.7	95.3	97.9	93.3	93.6	93.9	101.2	101.9	101.2	100.5	101.8	101.5	101.9	96.1	93.4	91.1	86.3	84.6	78.4	72.6
ทดสอบภายใน(dB)	68.5	55.7	81.5	67.9	76.5	76.5	62.5	67.3	71.2	73.6	68.2	70.3	70.9	71.2	65.8	58.2	51.1	47.5	45.7	44.2
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	27.2	39.6	16.4	25.4	17.1	17.4	38.7	34.6	30	26.9	33.6	31.2	31	24.9	27.6	32.9	35.2	37.1	32.7	28.4

ตารางที่ 4.3. แสดงผลการทดสอบด้านผนังทึบทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	79.6	83.4	88.6	98.6	100.5	97.8	101.9	105.2	106.7	103.2	109.4	106.3	105.2	99.9	92.6	96.8	90.8	84.8	77.2	67.8
ทดสอบภายใน(dB)	51.3	46.8	49.6	58.4	57.1	54.3	49.1	51.2	49.1	50.2	59.1	53.2	56.7	52.6	50.2	48.4	46.3	43.6	38.2	31.1
ระดับเสียง(นอก-ใน)	28.3	36.6	39	40.2	43.4	43.5	52.8	54	57.6	53	50.3	53.1	48.5	47.3	42.4	48.4	44.5	41.2	39	36.7

ตารางที่ 4.4. แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	76.0	80.9	83.6	95.2	97.4	96.1	99.9	101.9	102.6	100.8	102.2	102.7	97.5	93.0	89.8	86.5	83.4	71.3	65.5	57.5
ทดสอบภายใน(dB)	52.4	54.5	57.1	58.7	68.2	67.7	71.6	68.4	64.3	62.4	62.3	57.4	56	54.6	51.4	48.6	45.2	38.2	32.2	23.4
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	23.6	26.4	26.5	36.5	29.2	28.4	28.3	33.5	38.3	38.4	39.9	45.3	41.5	38.4	38.4	37.9	38.2	33.1	33.3	34.1

ตารางที่ 4.5. แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Homatherm)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	79.8	82.0	87.6	92.3	94.1	90.8	96.1	98.9	99.7	96.7	98.7	97.7	95.6	92.2	82.9	88.5	78.2	72.3	64.8	59.3
ทดสอบภายใน(dB)	67.2	61.5	67.7	58.1	61.3	60.4	61.2	68.7	65.2	63.4	61.5	59.6	60.2	58.2	50.1	49.6	48.0	38.3	31.8	27.3
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	12.6	20.5	19.9	34.2	32.8	30.4	34.9	30.2	34.5	33.3	37.2	38.1	35.4	34.0	32.8	38.9	30.2	34.0	33.0	32.0

4.2.2. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงผนังทึบด้านทิศเหนือโดยใช้เสียง Signal Type Sine

ตารางที่ 4.6. แสดงผลการทดสอบผนังทึบติดห้องน้ำโดยใช้เสียง Signal Type Sine (ห้องเรียน CV 202)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	93.9	97.2	93.3	90.4	92.2	89.4	90.0	94.9	87.9	96.7	101.8	99.8	91.8	91.1	88.0	85.3	77.3	71.0	71.5	52.8
ทดสอบภายใน(dB)	65.9	68.2	73.0	66.6	68.8	73.2	69.8	66.6	76.5	52.1	70.0	59.1	52.4	60.7	50.6	48.9	39.5	34.0	32.0	26.2
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	28.0	29.0	20.3	23.8	23.4	16.2	20.2	28.3	11.4	44.6	31.8	40.7	39.4	30.4	37.4	36.4	37.8	37.0	39.5	26.6

ตารางที่ 4.7. แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศเหนือโดยใช้เสียง Signal Type Sine (คอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	93.7	91.9	91.6	97.8	98.7	95.6	101.2	101.9	101.2	100.5	101.8	101.5	101.9	91.9	91.9	91.8	91.5	86.5	87.5	74.3
ทดสอบภายใน(dB)	67.9	53.7	76.6	71.8	62.9	67.2	64.9	72.8	59.6	66.3	54.5	72.0	68.9	64.2	51.7	54.2	52.5	45.3	31.5	28.3
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	25.8	38.2	15.0	26.0	35.8	28.4	36.3	29.1	41.6	34.2	47.3	29.5	33.0	27.7	40.2	37.6	39.0	41.2	56.0	46.0

ตารางที่ 4.8. แสดงผลการทดสอบด้านผนังทึบทิศเหนือโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	89.1	94.4	90.4	98.9	90.1	96.8	100.5	104.1	105.2	103.5	107.5	104.9	106.6	98.5	91.3	92.9	87.8	80.1	77.7	66.6
ทดสอบภายใน(dB)	56.6	54.8	47.6	60.5	52.3	57.6	54.2	57.6	54.2	65.2	65.8	67.9	58.9	54.8	44.7	46.0	31.9	23.8	27.3	16.8
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	32.5	39.6	42.8	38.4	37.8	39.2	46.3	46.5	51.0	38.3	41.7	37.0	47.7	43.7	46.6	46.9	55.9	56.3	50.4	49.8

ตารางที่ 4.9. แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศเหนือโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	79.6	84.3	93.6	95.2	97.4	96.1	99.9	101.9	102.6	100.8	102.2	102.7	97.5	93.0	89.8	84.5	83.4	77.4	75.6	57.5
ทดสอบภายใน(dB)	50.0	51.9	57.9	64.4	64.3	61.5	65.3	66.1	66.0	56.5	63.7	62.1	55.3	53.8	50.1	48.7	45.9	41.2	35.8	19.5
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	29.6	32.4	35.7	30.8	33.1	34.6	34.6	35.8	36.6	44.3	38.5	40.6	42.2	39.2	39.7	35.8	37.5	36.2	39.8	38.0

ตารางที่ 4.10. แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศเหนือโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Homatherm)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	89.9	91.3	95.8	90.0	89.1	98.5	98.1	105.4	98.4	102.5	103.5	103.5	102.6	99.6	94.9	89.4	85.1	80.4	74.3	64.1
ทดสอบภายใน(dB)	64.0	61.1	59.6	58.6	63.9	62.0	65.2	68.8	67.4	65.8	67.8	68.7	65.8	62.8	59.8	55.6	52.4	48.4	39.7	31.8
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	25.9	30.2	36.2	31.4	25.2	36.5	32.9	36.6	31.0	36.7	35.7	34.8	36.8	36.8	35.1	33.8	32.7	32.0	34.6	32.3

4.2.3. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านหน้าต่างโดยใช้เสียง Signal Type Sine

ตารางที่ 4.11. แสดงผลการทดสอบด้านหน้าต่างโดยใช้เสียง Signal Type Sine (ห้องเรียน CV 202)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	93.0	90.5	95.2	93.8	99.3	98.3	99.2	97.2	91.5	97.5	99.2	99.2	102.3	92.6	88.5	85.3	76.5	71.9	65.7	55.7
ทดสอบภายใน(dB)	73.4	69.4	70.2	67.6	77.5	76.3	76.3	75.2	70.1	67.4	79.1	74.9	73.8	64.4	59.8	59.8	54.6	49.2	45.0	34.4
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	19.6	21.1	25.0	26.2	21.8	22.0	22.9	22.0	21.4	30.1	20.1	24.3	28.5	28.2	28.7	25.5	21.9	22.7	20.7	21.3

ตารางที่ 4.12. แสดงผลการทดสอบด้านหน้าต่างโดยใช้เสียง Signal Type Sine (คอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	90.7	91.6	90.6	98.4	91.6	94.8	101.2	101.9	101.2	100.5	101.8	101.5	101.9	91.9	91.8	91.8	91.4	86.5	76.7	68.9
ทดสอบภายใน(dB)	70.3	59.1	77.3	73.8	74.5	75.4	72.3	70.3	63.8	68.4	76.8	74.3	69.4	61.2	61.7	59.0	56.4	51.6	50.0	42.8
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	20.4	32.5	13.3	24.6	17.1	19.4	28.9	31.6	37.4	32.1	25.0	27.2	32.5	30.7	30.1	32.8	35.0	34.9	26.7	26.1

ตารางที่ 4.13. แสดงผลการทดสอบด้านหน้าต่างโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	80.9	83.1	89.8	97.8	100.8	98.1	102.7	104.9	106.4	103.0	110.3	107.5	105.1	98.4	93.6	97.1	90.5	83.5	76.8	65.9
ทดสอบภายใน(dB)	54.3	50.2	54.8	75.6	61.6	60.8	71.1	70.9	73.1	68.9	66.5	69.2	64.3	50.6	50.5	48.9	47.6	39.1	36.7	31.5
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	26.6	32.9	35.0	22.2	39.2	37.3	31.6	34.0	33.3	34.1	43.8	38.3	40.8	47.8	43.1	48.2	42.9	44.4	40.1	34.4

ตารางที่ 4.14. แสดงผลการทดสอบด้านหน้าต่างโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	83.7	85.8	90.4	93.3	97.2	98.0	99.7	104.4	101.2	102.4	103.6	103.8	103.8	97.0	95.1	86.4	91.3	81.6	79.4	69.5
ทดสอบภายใน(dB)	53.1	53.2	61.7	65.0	67.1	71.1	64.5	67.3	64.5	60.2	65.1	68.1	67.4	57.8	55.6	53.5	51.2	49.1	42.6	38.4
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	30.6	32.6	28.7	28.3	30.1	26.9	35.2	37.1	36.7	42.2	38.5	35.7	36.4	39.2	39.5	32.9	40.1	32.5	36.8	31.1

ตารางที่ 4.15. แสดงผลการทดสอบด้านหน้าต่างโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Homatherm)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	91.7	96.0	100.5	95.0	98.2	93.9	106.7	102.4	101.3	105.3	107.1	98.4	102.8	98.6	92.7	86.6	83.0	79.6	78.6	69.8
ทดสอบภายใน(dB)	68.7	70.0	59.0	73.9	68.8	68.2	72.4	67.4	66.4	72.1	69.4	66.1	65.1	60.0	57.6	55.8	50.3	49.4	45.7	39.1
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	23.0	26.0	41.5	21.1	29.4	25.7	34.3	35.0	34.9	33.2	37.7	32.3	37.7	38.6	35.1	30.8	32.7	30.2	32.9	30.7

4.2.4. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงผนังทึบด้านประตูโดยใช้เสียง Signal Type Sine

ตารางที่ 4.16. แสดงผลการทดสอบด้านประตูโดยใช้เสียง Signal Type Sine (ห้องเรียน CV 202)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	92.2	96.3	91.5	84.7	92.1	98.9	92.4	103.5	96.4	96.6	97.6	87.4	84.5	76.2	78.7	74.6	68.1	65.3	59.3	53.4
ทดสอบภายใน(dB)	72.1	74.1	73.4	68.2	67.8	67.8	69.6	78.3	70.3	76.6	72.7	62.3	61.0	63.4	58.8	52.1	48.3	46.1	38.8	34.4
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	20.1	22.2	18.1	16.5	24.3	31.1	22.8	25.2	26.1	20.0	24.9	25.1	23.5	12.8	19.9	22.5	19.8	19.2	20.5	19.0

ตารางที่ 4.17. แสดงผลการทดสอบด้านประตูโดยใช้เสียง Signal Type Sine (ดอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	90.6	91.6	91.2	91.3	91.9	85.6	91.9	91.5	91.9	91.9	91.9	91.9	91.8	91.9	87.6	84.3	82.1	76.8	68.2	57.8
ทดสอบภายใน(dB)	57.1	66.9	70.8	69.6	75.4	64.8	64.4	66.5	65.1	64.2	63.9	62.6	65.4	63.8	61.5	60.1	56.7	52.6	44.1	35.6
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	33.5	24.7	20.4	21.7	16.5	20.8	27.5	25.0	26.8	27.7	28.0	29.3	26.4	28.1	26.1	24.2	25.4	24.2	24.1	22.2

ตารางที่ 4.18. แสดงผลการทดสอบด้านประตูโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	77.8	92.0	93.7	96.9	92.4	101.0	101.7	106.0	98.5	95.8	106.3	105.1	103.6	96.7	94.8	93.1	83.2	76.7	75.2	69.1
ทดสอบภายใน(dB)	49.7	56.5	65.5	77.5	59.6	62.4	76.4	78.6	68.7	60.8	67.4	65.2	56.8	54.2	59.5	53.8	46.2	44.3	41.5	34.9
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	28.1	35.5	28.2	19.4	32.8	38.6	25.3	27.4	29.8	35.0	38.9	39.9	46.8	42.5	35.3	39.3	37.0	32.4	33.7	34.2

ตารางที่ 4.19. แสดงผลการทดสอบด้านประตูโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	77.4	85.2	93.3	95.6	93.2	94.1	101.6	105.8	97.1	94.5	105.9	105.5	102.1	95.6	90.1	87.6	85.1	75.1	62.4	58.4
ทดสอบภายใน(dB)	50.8	45.1	52.0	69.3	57.9	64.5	72.9	61.3	64.1	65.3	68.3	64.4	65.4	61.3	56.6	52.5	48.7	43.5	33.2	26.4
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	26.6	40.1	41.3	26.3	35.3	29.6	28.7	44.5	33.0	29.2	37.6	41.1	36.7	34.3	33.5	35.1	36.4	31.6	29.2	32.0

ตารางที่ 4.20. แสดงผลการทดสอบด้านประตูโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Homatherm)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	77.5	93.1	92.9	97.6	92.4	92.9	101.0	105.6	100.0	97.4	103.2	102.4	101.2	100.0	99.9	92.3	84.7	76.5	64.1	58.2
ทดสอบภายใน(dB)	53.2	56.1	59.5	73.5	59.5	67.2	70.5	65.7	67.2	65.6	68.2	65.8	67.7	66.9	60.0	53.1	48.1	45.7	35.6	28.7
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	24.3	37.0	33.4	24.1	32.9	25.7	30.5	39.9	32.8	31.8	35.0	36.6	33.5	33.1	39.9	39.2	36.6	30.8	28.5	29.5

4.2.5. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงผนังทึบด้านหลังคาโดยใช้เสียง Signal Type Sine

ตารางที่ 4.21. แสดงผลการทดสอบด้านหลังคาโดยใช้เสียง Signal Type Sine (คอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	78.9	84.3	82.5	86.5	79.6	79.9	80.3	80.1	83.3	85.3	88.3	87.6	91.2	90.2	91.3	90.1	90.3	85.4	91.4	86.4
ทดสอบภายใน(dB)	50.8	51.1	58.0	56.8	60.6	62.4	50.4	53.9	58.4	54.4	57.0	56.8	59.2	53.9	52.8	57.9	50.1	54.8	55.0	52.4
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	28.1	33.2	24.5	29.7	19.0	17.5	29.9	26.2	24.9	30.9	31.3	30.8	32.0	36.3	38.5	32.2	40.2	30.6	36.4	34.0

ตารางที่ 4.22. แสดงผลการทดสอบด้านหลังคาโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	89.1	94.4	90.4	98.9	90.1	96.8	100.5	104.1	105.2	103.5	107.5	104.9	106.6	98.5	91.3	92.9	87.8	80.1	77.7	66.6
ทดสอบภายใน(dB)	56.6	54.8	47.6	60.5	52.3	57.6	54.2	57.6	54.2	65.2	65.8	67.9	58.9	54.8	44.7	46.0	31.9	23.8	27.3	16.8
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	32.5	39.6	42.8	38.4	37.8	39.2	46.3	46.5	51.0	38.3	41.7	37.0	47.7	43.7	46.6	46.9	55.9	56.3	50.4	49.8

ตารางที่ 4.23. แสดงผลการทดสอบด้านหลังคาโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	91.5	100.2	98.8	99.2	97.5	93.3	103.2	106.8	102.9	102.1	105.7	103.6	94.9	94.6	95.1	92.5	84.2	80.9	79.6	68.4
ทดสอบภายใน(dB)	61.0	63.6	63.9	68.0	62.1	65.0	68.3	67.7	59.1	69.1	66.4	58.5	65.2	62.2	56.8	46.8	39.8	37.9	34.5	32.6
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	30.5	36.6	34.9	31.2	35.4	28.3	34.9	39.1	43.8	33.0	39.3	45.1	29.7	32.4	38.3	45.7	44.4	43.0	45.1	35.8

ตารางที่ 4.24. แสดงผลการทดสอบด้านหลังคาโดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Homatherm)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	88.7	97.4	96.0	96.4	94.7	90.5	100.4	104.0	100.1	99.3	102.9	100.8	92.1	91.8	92.3	89.7	81.4	78.1	76.8	65.6
ทดสอบภายใน(dB)	59.4	62.0	62.3	66.4	60.5	63.4	66.7	66.1	57.5	67.5	64.8	56.9	63.6	60.6	55.2	45.2	38.2	36.3	32.9	31.0
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	29.3	35.4	33.7	30.0	34.2	27.1	33.7	37.9	42.6	31.8	38.1	43.9	28.5	31.2	37.1	44.5	43.2	41.8	43.9	34.6

4.3. การเปรียบเทียบผลการทดลอง

การสูญเสียการได้ยินและหูตึง หูคนเราจะตอบสนองเสียงที่ความถี่ 20 ถึง 2000 Hz เมื่อเสียงดังขึ้นในระดับ 120 เดซิเบลจะทำให้คนเราเริ่มรู้สึกทรมาน และหากดังเกิน 150 เดซิเบล จะทำให้เกิดอันตรายได้ องค์การอนามัยโลก (WTO) ได้ กำหนดมาตรฐานระดับเสียงที่ปลอดภัยต่อการได้ยินไว้ไม่เกิน 85เดซิเบล วันละ 8 ชั่วโมง เสียงคนเราพูดกันมีความถี่ 500-4000 Hz ความถี่ของเสียงเครื่องบินอยู่ในความถี่ 800-8000 Hzในการทดสอบได้ทำการทดสอบโดยการปล่อยความถี่ที่ 100 , 125 , 160 , 200 , 250 , 315 , 400 , 500 , 630 , 800 , 1000 , 1250 , 1600 , 2000 , 2500 , 3150 , 4000 , 5000 , 6300 , 8000 Hz

ตารางที่ 4.25. แสดงผลการทดสอบผนังทึบติดห้อง CV 203โดยใช้เสียง Signal Type Sine (ห้องเรียน CV202)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	96.1	85.9	90.4	80.1	79.8	98.6	93.0	101.9	94.9	92.9	97.1	79.1	87.3	78.5	70.4	75.9	63.7	54.6	56.8	42.8
ทดสอบภายใน(dB)	80.4	65.8	70.4	66.1	61.5	62.7	68.8	71.8	66.2	65.0	64.3	58.3	56.3	48.4	48.3	55.3	40.6	36.8	34.5	30.6
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	15.7	20.1	20.0	14.0	18.3	35.9	24.2	30.1	28.7	27.9	32.8	20.8	31.0	30.1	22.1	20.6	23.1	17.8	22.3	12.2

ตารางที่ 4.26. แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (คอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	95.7	95.3	97.9	93.3	93.6	93.9	101.2	101.9	101.2	100.5	101.8	101.5	101.9	96.1	93.4	91.1	86.3	84.6	78.4	72.6
ทดสอบภายใน(dB)	68.5	55.7	81.5	67.9	76.5	76.5	62.5	67.3	71.2	73.6	68.2	70.3	70.9	71.2	65.8	58.2	51.1	47.5	45.7	44.2
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	27.2	39.6	16.4	25.4	17.1	17.4	38.7	34.6	30.0	26.9	33.6	31.2	31.0	24.9	27.6	32.9	35.2	37.1	32.7	28.4

ตารางที่ 4.27. แสดงผลการทดสอบด้านผนังทึบทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	79.6	83.4	88.6	98.6	100.5	97.8	101.9	105.2	106.7	103.2	109.4	106.3	105.2	99.9	92.6	96.8	90.8	84.8	77.2	67.8
ทดสอบภายใน(dB)	51.3	46.8	49.6	58.4	57.1	54.3	49.1	51.2	49.1	50.2	59.1	53.2	56.7	52.6	50.2	48.4	46.3	43.6	38.2	31.1
ระดับเสียง(นอก-ใน)	28.3	36.6	39.0	40.2	43.4	43.5	52.8	54.0	57.6	53.0	50.3	53.1	48.5	47.3	42.4	48.4	44.5	41.2	39.0	36.7

ตารางที่ 4.28. แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	76.0	80.9	83.6	95.2	97.4	96.1	99.9	101.9	102.6	100.8	102.2	102.7	97.5	93.0	89.8	86.5	83.4	71.3	65.5	57.5
ทดสอบภายใน(dB)	52.4	54.5	57.1	58.7	68.2	67.7	71.6	68.4	64.3	62.4	62.3	57.4	56	54.6	51.4	48.6	45.2	38.2	32.2	23.4
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	23.6	26.4	26.5	36.5	29.2	28.4	28.3	33.5	38.3	38.4	39.9	45.3	41.5	38.4	38.4	37.9	38.2	33.1	33.3	34.1

ตารางที่ 4.29. แสดงผลการทดสอบผนังทึบด้านทิศใต้โดยใช้เสียง Signal Type Sine (วัสดุกรุผนัง Homatherm)

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
ทดสอบภายนอก (dB)	79.8	82.0	87.6	92.3	94.1	90.8	96.1	98.9	99.7	96.7	98.7	97.7	95.6	92.2	82.9	88.5	78.2	72.3	64.8	59.3
ทดสอบภายใน(dB)	67.2	61.5	67.7	58.1	61.3	60.4	61.2	68.7	65.2	63.4	61.5	59.6	60.2	58.2	50.1	49.6	48.0	38.3	31.8	27.3
ระดับเสียง(นอก-ใน)(dB)	12.6	20.5	19.9	34.2	32.8	30.4	34.9	30.2	34.5	33.3	37.2	38.1	35.4	34.0	32.8	38.9	30.2	34.0	33.0	32.0

4.4. การเปรียบเทียบผลการทดลองของวัสดุต่างๆ

4.4.1 การเปรียบเทียบวัสดุและแต่ละด้านของบ้าน

ตารางที่ 4.30. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านผนังทึบ

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
TL 1	15.7	20.1	20.0	14.0	18.3	35.9	24.2	30.1	28.7	27.9	32.8	20.8	31.0	30.1	22.1	20.6	23.1	17.8	22.3	12.2
TL 2	27.2	39.6	16.4	25.4	17.1	17.4	38.7	34.6	30.0	26.9	33.6	31.2	31.0	24.9	27.6	32.9	35.2	37.1	32.7	28.4
TL 3	28.3	36.6	39.0	40.2	43.4	43.5	52.8	54.0	57.6	53.0	50.3	53.1	48.5	47.3	42.4	48.4	44.5	41.2	39.0	36.7
TL 4	23.6	26.4	26.5	36.5	29.2	28.4	28.3	33.5	38.3	38.4	39.9	45.3	41.5	38.4	38.4	37.9	38.2	33.1	33.3	34.1
TL 5	12.6	20.5	19.9	34.2	32.8	30.4	34.9	30.2	34.5	33.3	37.2	38.1	35.4	34.0	32.8	38.9	30.2	34.0	33.0	32.0

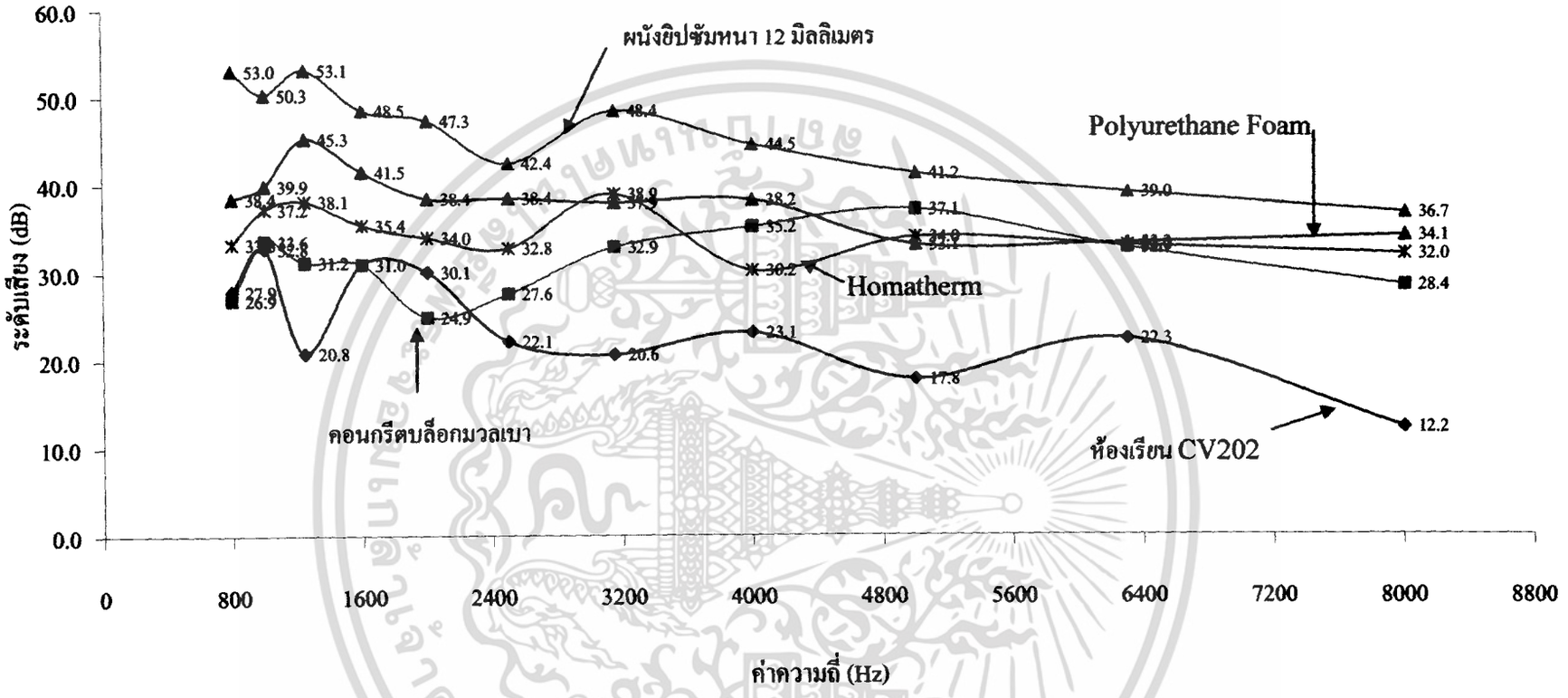
หมายเหตุ : TL1 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงห้องเรียน CV202

TL2 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงคอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน

TL3 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงวัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร

TL4 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงวัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam

TL5 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงวัสดุกรุผนัง Homatherm



รูปที่ 4.7. ภาพแสดงการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านผนังทึบ

ตารางที่ 4.31. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านประตู

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
TL1	20.1	22.2	18.1	16.5	24.3	31.1	22.8	25.2	26.1	20.0	24.9	25.1	23.5	12.8	19.9	22.5	19.8	19.2	20.5	19.0
TL2	33.5	24.7	20.4	21.7	16.5	20.8	27.5	25.0	26.8	27.7	28.0	29.3	26.4	28.1	26.1	24.2	25.4	24.2	24.1	22.2
TL3	28.1	35.5	28.2	19.4	32.8	38.6	25.3	27.4	29.8	35.0	38.9	39.9	46.8	42.5	35.3	39.3	37.0	32.4	33.7	34.2
TL4	26.6	40.1	41.3	41.3	26.3	35.3	28.7	44.5	33.0	29.2	37.6	41.1	36.7	34.3	33.5	35.1	36.4	31.6	29.2	32.0
TL5	24.3	37.0	33.4	24.1	32.9	25.7	30.5	39.9	32.8	31.8	35.0	36.6	33.5	33.1	39.6	39.2	36.6	30.8	28.5	29.5

หมายเหตุ :

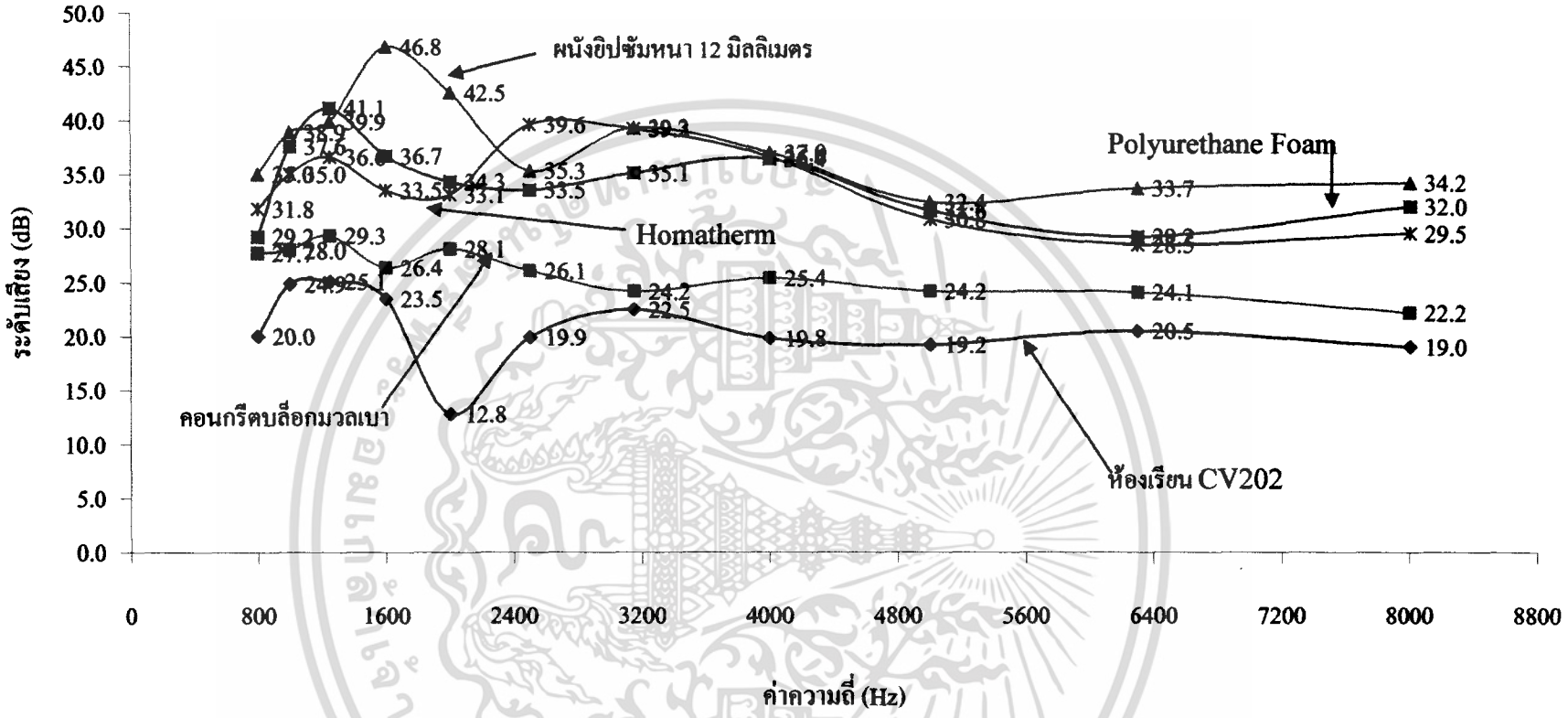
TL1 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงห้องเรียน CV202

TL2 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงคอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน

TL3 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงวัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร

TL4 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงวัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam

TL5 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงวัสดุกรุผนัง Homatherm



รูปที่ 4.8. ภาพแสดงการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านประตู

ตารางที่ 4.32. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านหน้าต่าง

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
TL1	19.6	21.1	25.0	26.2	21.8	22.0	22.9	22.0	21.4	30.1	20.1	24.3	28.5	28.2	28.7	25.5	21.9	22.7	20.7	21.3
TL2	20.4	32.5	13.3	24.6	17.1	19.4	28.9	31.6	37.6	32.1	25.0	27.2	32.5	30.7	30.1	32.8	35.0	34.9	26.7	26.1
TL3	26.6	32.9	35.0	22.2	39.2	37.3	31.6	34.0	33.3	34.1	43.8	38.3	40.8	47.8	43.1	48.2	42.9	44.4	40.1	34.4
TL4	30.6	32.6	28.7	28.3	30.1	26.9	35.2	37.1	36.7	42.2	38.5	35.7	36.4	39.2	39.5	32.9	40.1	32.5	36.8	31.1
TL5	23.0	26.0	41.5	21.1	29.4	25.7	34.3	35.0	34.9	33.2	37.7	32.3	37.7	38.6	35.1	30.8	32.7	30.2	32.9	30.7

หมายเหตุ :

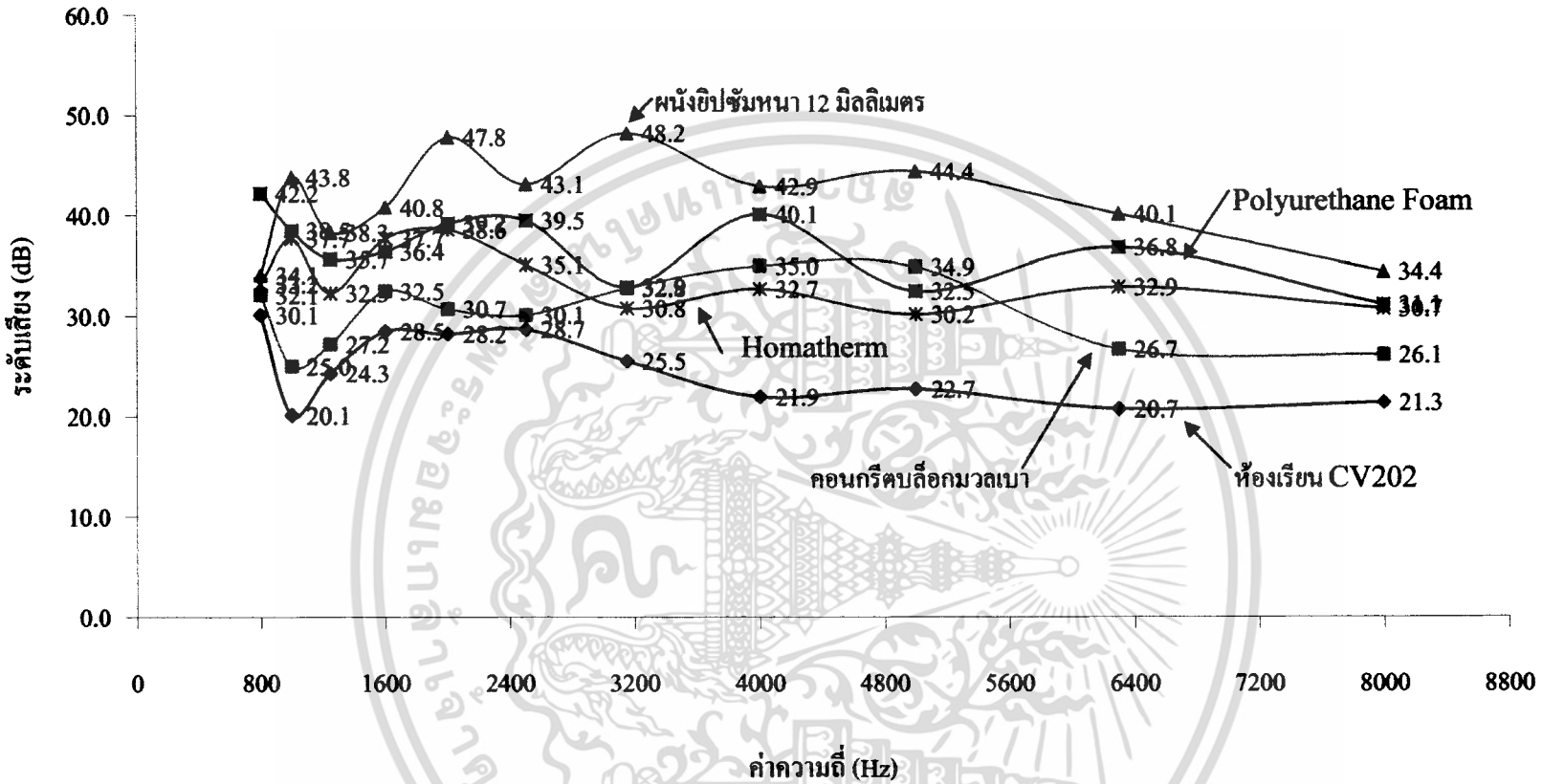
TL1 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงห้องเรียน CV202

TL2 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงคอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน

TL3 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงวัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร

TL4 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงวัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam

TL5 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงวัสดุกรุผนัง Homatherm



รูปที่ 4.9. ภาพแสดงการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านหน้าต่าง

ตารางที่ 4.33. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านหลังคา

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
TL2	28.1	33.2	24.5	29.7	19.0	17.5	29.9	26.2	24.9	30.9	31.3	30.8	32.0	36.3	38.5	32.2	40.2	30.6	36.4	34.0
TL3	32.5	39.6	42.8	38.4	37.8	39.2	46.3	46.5	51.0	38.3	41.7	37.0	47.7	43.7	46.6	46.9	55.9	56.9	50.4	49.8
TL4	30.5	36.6	34.9	31.2	35.4	28.3	34.9	39.1	43.8	33.0	39.3	45.1	29.7	32.4	38.3	45.7	44.4	43.0	45.1	35.8
TL5	29.3	35.4	33.7	30	34.2	27.1	33.7	37.9	42.6	31.8	38.1	43.9	28.5	31.2	37.1	44.5	43.2	41.8	43.9	34.6

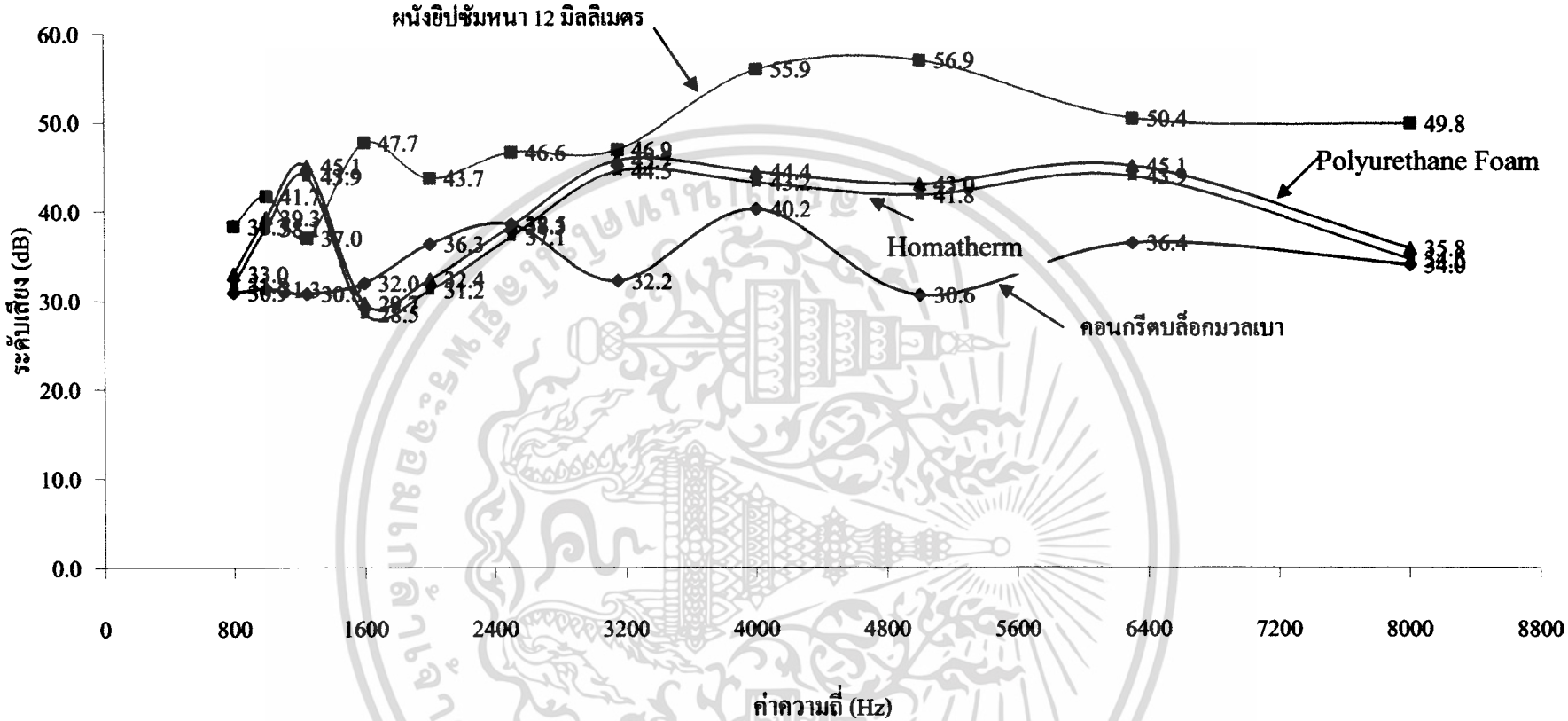
หมายเหตุ : TL2 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงคอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน

TL3 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงวัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร

TL4 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงวัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam

TL5 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงวัสดุกรุผนัง Homatherm

ลิขสิทธิ์ของวิทยาลัยการทหารลาดกระบัง ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 4.10. ภาพแสดงการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านหลังคา

การทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านผนังทึบ ค่าความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงของวัสดุกรุผนังยิปซัมบอร์ดหนา 12 มิลลิเมตร ภายในกรุด้วยฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตร มีค่าการดูดซับเสียงได้ดีกว่าดังแสดงในรูปที่ 4.6 ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงระหว่างด้านผนังทึบและผนังที่มีชุดบานประตู ความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงได้น้อยกว่าเมื่อช่วงความถี่สูงๆอาทิเช่น ที่ความถี่ 100Hz และ 8000Hz จะให้ค่าระดับเสียงของวัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรที่ด้านผนังทึบและผนังที่มีชุดบานประตู ของตัวบ้านสามารถป้องกันได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.30 และ ตารางที่ 4.31 ด้านผนังทึบค่าระดับเสียง 28.3 dB และ 33.7 dB ส่วนผนังที่มีชุดบานประตู ค่าระดับเสียง 28.1 dB และ 34.2 dB ในช่วงความถี่ 800- 8000 H z ดังแสดงรูปที่ 4.7 ค่าความถี่สูงๆ ความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงได้น้อยกว่า อาทิเช่น ความถี่ช่วง 1250 Hz ค่าระดับเสียงของวัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรที่ด้านผนังทึบ ค่าระดับเสียง 53.1 dB และผนังที่มีชุดบานประตู ค่าระดับเสียง 39.9dB

การทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านประตู ค่าความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงของวัสดุกรุผนังยิปซัมบอร์ดหนา 12 มิลลิเมตร ภายในกรุด้วยฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตร มีค่าการดูดซับเสียงได้ดีกว่าดังแสดงในรูปที่ 4.7

ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงระหว่างด้านหน้าต่างและผนังที่มีชุดบานประตู ความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงได้น้อยกว่าเมื่อช่วงความถี่สูงๆอาทิเช่น ที่ความถี่ 100Hz และ 8000Hz จะให้ค่าระดับเสียงของวัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรที่ด้านหน้าต่างและผนังที่มีชุดบานประตู ของตัวบ้านสามารถป้องกันได้ ด้านหน้าต่างค่าระดับเสียง 26.6 dB และ 34.4 dB ส่วนผนังที่มีชุดบานประตู ค่าระดับเสียง 28.1 dB และ 34.2 dB ในช่วงความถี่ 800- 8000 H z ดังแสดงในรูปที่ 4.7 และ ดังแสดงในรูปที่ 4.8 ค่าความถี่สูงๆความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงได้น้อยกว่า อาทิเช่น ความถี่ช่วง 1250 Hz ค่าระดับเสียงของวัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรที่ด้านหน้าต่าง ค่าระดับเสียง 38.3 dB และผนังที่มีชุดบานประตู ค่าระดับเสียง 39.9dB

การทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านหน้าต่าง ค่าความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงของวัสดุกรุผนังยิปซัมบอร์ดหนา 12 มิลลิเมตร ภายในกรุด้วยฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตร มีค่าการดูดซับเสียงได้ดีกว่าดังแสดงในรูปที่ 4.8

ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงระหว่างด้านผนังทึบและผนังที่มีด้านหลังคา ความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงได้น้อยกว่าเมื่อช่วงความถี่สูงๆอาทิเช่น ที่ความถี่ 100Hz และ 8000Hz จะให้ค่าระดับเสียงของวัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรที่ด้านผนังทึบและผนังที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านหลังคา ของตัวบ้านสามารถป้องกันได้ ด้านผนังทึบค่าระดับเสียง 28.3 dB และ 33.7 dB ส่วนผนังที่มีด้านหลังคา ค่าระดับเสียง 32.5 dB และ 49.8 dB ในช่วงความถี่ 800- 8000 Hz ดังแสดงในรูปที่ 4.6 และดังแสดงในรูปที่ 4.9 ค่าความถี่สูงๆความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงได้น้อยกว่า อาทิเช่น ความถี่ช่วง 1250 Hz ค่าระดับเสียงของวัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรที่ด้านผนังทึบ ค่าระดับเสียง 53.1 dB และผนังที่มีด้านหลังคา ค่าระดับเสียง 37.0 dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2. การดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202

ตารางที่ 4.34. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านผนังทึบ

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
TL1	15.7	20.1	20.0	14.0	18.3	35.9	24.2	30.1	28.7	27.9	32.8	20.8	31.0	30.1	22.1	20.6	23.1	17.8	22.3	12.2
TL2	27.2	39.6	16.4	25.4	17.1	17.4	38.7	34.6	30.0	26.9	33.6	31.2	31.0	24.9	27.6	32.9	35.2	37.1	32.7	28.4

หมายเหตุ : TL1 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงห้องเรียน CV202

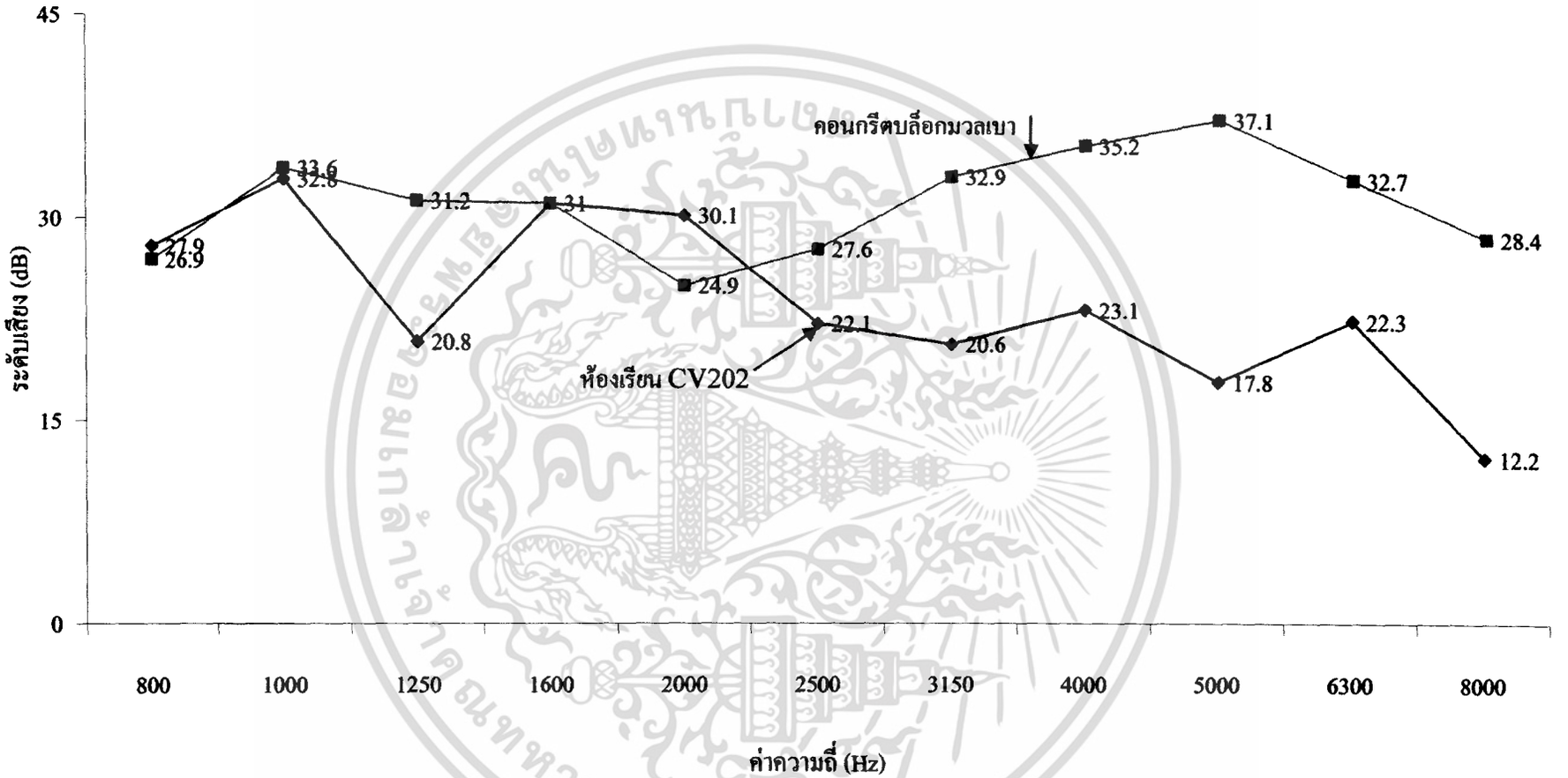
TL2 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงคอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน

ตารางที่ 4.35. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านหน้าต่าง

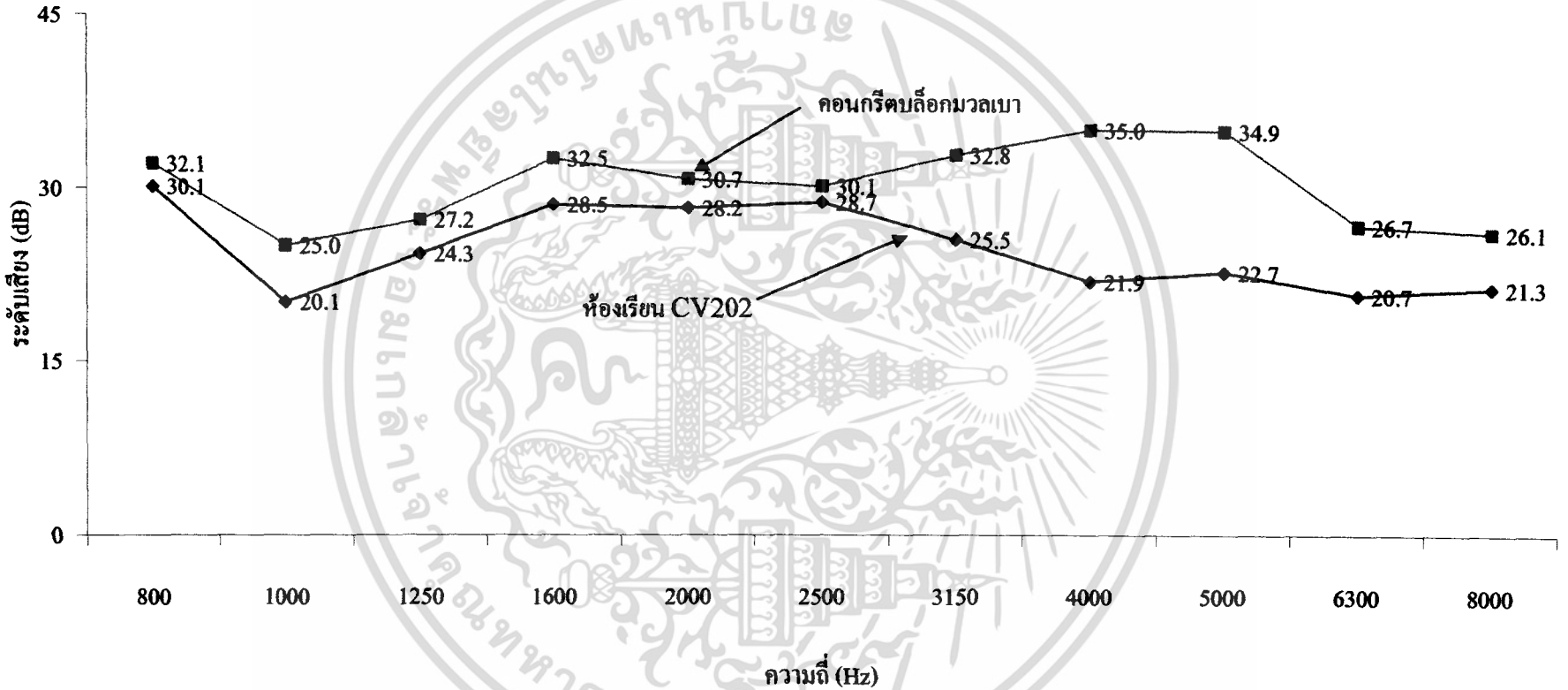
ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
TL1	19.6	21.1	25.0	26.2	21.8	22.0	22.9	22.0	21.4	30.1	20.1	24.3	28.5	28.2	28.7	25.5	21.9	22.7	20.7	21.3
TL2	20.4	32.5	13.3	24.6	17.1	19.4	28.9	31.6	37.6	32.1	25.0	27.2	32.5	30.7	30.1	32.8	35.0	34.9	26.7	26.1

หมายเหตุ : TL1 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงห้องเรียน CV202

TL2 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงคอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน



รูปที่ 4.11. ภาพแสดงด้านผนังทึบเปรียบเทียบการดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202



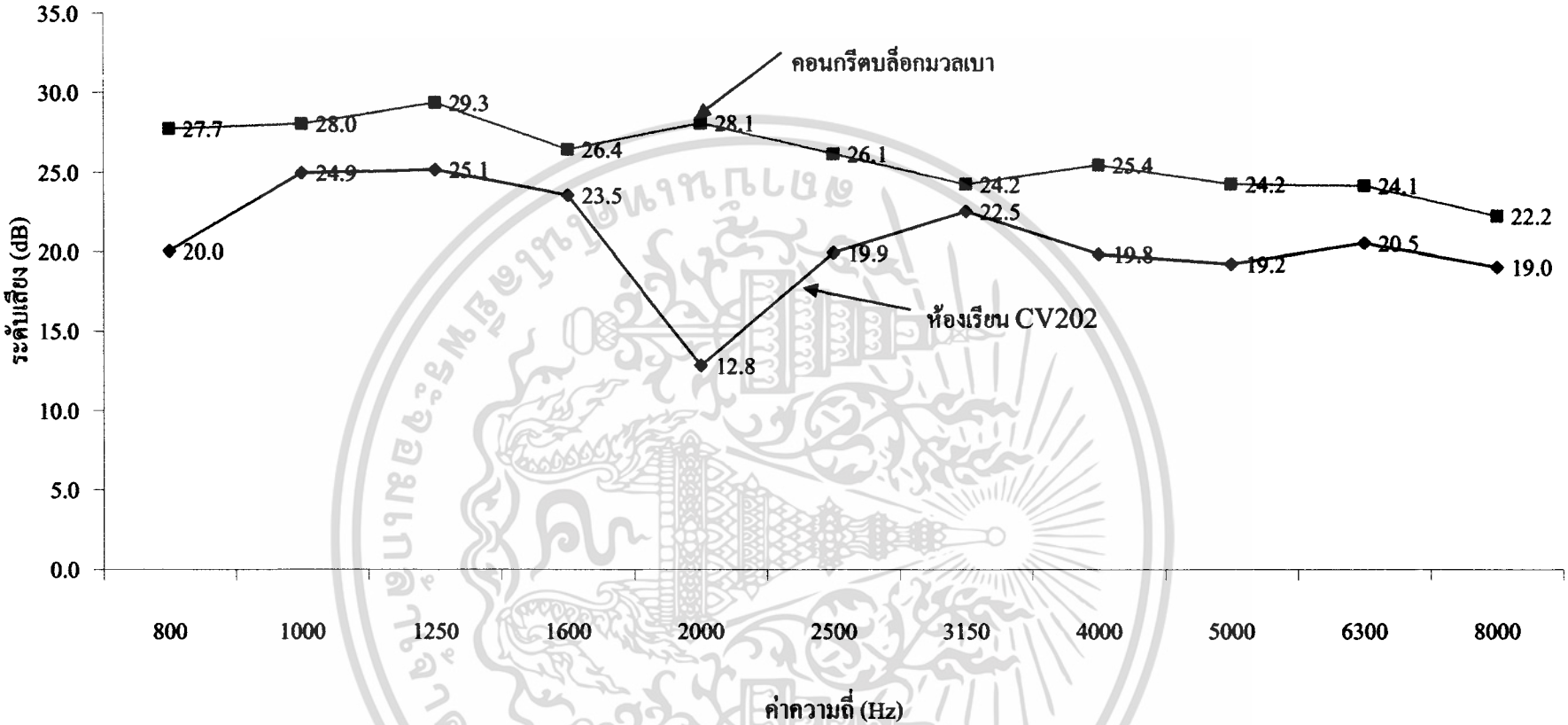
รูปที่ 4.12. ภาพแสดงด้านหน้าต่างเปรียบเทียบการดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202

ตารางที่ 4.36. ผลการทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านประตู

ความถี่(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
TL1	20.1	22.2	18.1	16.5	24.3	31.1	22.8	25.2	26.1	20.0	24.9	25.1	23.5	12.8	19.9	22.5	19.8	19.2	20.5	19.0
TL2	33.5	24.7	20.4	21.7	16.5	20.8	27.5	25.0	26.8	27.7	28.0	29.3	26.4	28.1	26.1	24.2	25.4	24.2	24.1	22.2

หมายเหตุ : TL1 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงห้องเรียน CV202

TL2 = ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงคอนกรีตบล็อกมวลเบาฉาบทั้ง 2 ด้าน



รูปที่ 4.13. ภาพแสดงค้านประตูเปรียบเทียบการดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202

ในการเปรียบเทียบการดูดซับเสียงระหว่าง บ้านจำลอง(คอนกรีตบล็อกมวลเบา)และห้องเรียน CV202 ดังแสดงใน ตารางที่ 4.34 ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงระหว่างด้านผนังทึบ ความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงได้น้อยกว่าเมื่อช่วงความถี่สูงๆอาทิเช่น ที่ความถี่ 100Hz และ 8000Hz จะให้ค่าระดับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202 ที่ด้านผนังทึบ สามารถป้องกันได้ของคอนกรีตบล็อกมวลเบาค่าระดับเสียง 27.2 dB และ 28.4 dB ส่วนผนังห้องเรียน CV202 ค่าระดับเสียง 15.7 dB และ 12.2 dB ในช่วงความถี่ 800- 8000 Hz ดังแสดงนรูปที่ 4.10 ค่าความถี่สูงๆความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงได้น้อยกว่า อาทิเช่น ความถี่ช่วง 1250 Hz ค่าระดับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202 ที่วัสดุคอนกรีตบล็อกมวลเบา ค่าระดับเสียง 31.2 dB และผนังห้องเรียน CV202 ค่าระดับเสียง 20.8 dB

การทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านผนังทึบ ดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียนCV202 ค่าความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบามีค่าการดูดซับเสียงได้ดีกว่าดังแสดงในรูปที่ 4.11 ดังแสดงใน ตารางที่ 4.35 ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงระหว่างด้านหน้าต่าง ความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงได้น้อยกว่าเมื่อช่วงความถี่สูงๆ อาทิเช่น ที่ความถี่ 100Hz และ 8000Hz จะให้ค่าระดับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202 ที่ด้านผนังทึบ สามารถป้องกันได้ของคอนกรีตบล็อกมวลเบาค่าระดับเสียง 20.4 dB และ 26.1 dB ส่วนผนังห้องเรียน CV202 ค่าระดับเสียง 19.6 dB และ 21.6 dB ในช่วงความถี่ 800- 8000 Hz ดังแสดงในรูปที่ 4.12 ค่าความถี่สูงๆความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงได้น้อยกว่า อาทิเช่น ความถี่ช่วง 1250 Hz ค่าระดับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202 ที่วัสดุคอนกรีตบล็อกมวลเบา ค่าระดับเสียง 27.2 dB และผนังห้องเรียน CV202 ค่าระดับเสียง 24.3 dB

การทดสอบวัดค่าการส่งผ่านของเสียงด้านหน้าต่าง ดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียนCV202 ค่าความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบามีค่าการดูดซับเสียงได้ดีกว่าดังแสดงในรูปที่ 4.13 ดังแสดงใน ตารางที่ 4.36 ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงระหว่างด้านประตู ความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงได้น้อยกว่าเมื่อช่วงความถี่สูงๆ อาทิเช่น ที่ความถี่ 100Hz และ 8000Hz จะให้ค่าระดับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202 ที่ด้านประตู สามารถป้องกันได้ของคอนกรีตบล็อกมวลเบาค่าระดับเสียง 33.5 dB และ 22.2 dB ส่วนผนังห้องเรียน CV202 ค่าระดับเสียง 20.1 dB และ 19.0 dB ในช่วงความถี่ 800- 8000 Hz ดังแสดงในรูปที่ 4.12ค่าความถี่สูงๆความสามารถป้องกันการส่งผ่านเสียงได้น้อยกว่า อาทิเช่น ความถี่ช่วง 1250 Hz ค่าระดับเสียงของคอนกรีตบล็อกมวลเบาและห้องเรียน CV202 ที่วัสดุคอนกรีตบล็อกมวลเบา ค่าระดับเสียง 29.3 dB และผนังห้องเรียน CV202 ค่าระดับเสียง 23.5 dB

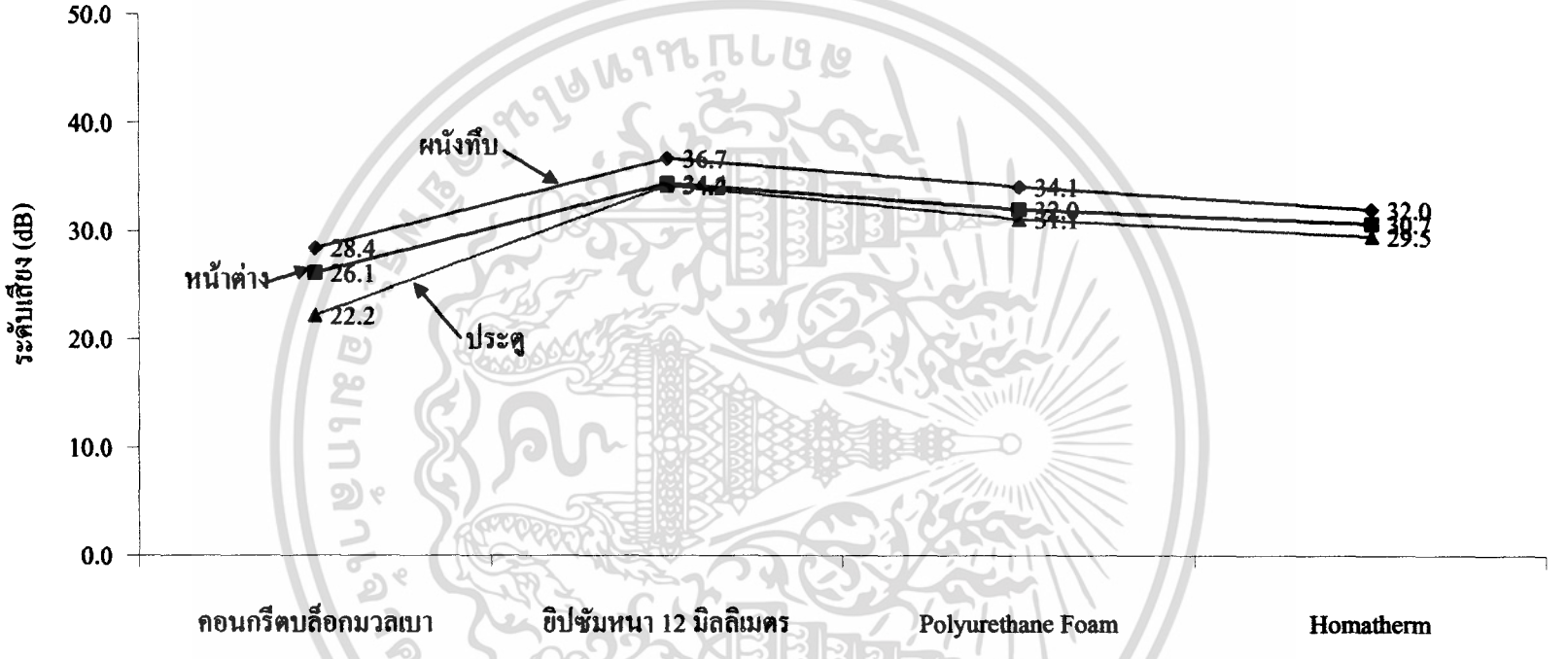
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5. การเปรียบเทียบการดูดซับเสียงของที่ความถี่ 8000 Hz

ความถี่ 8000 Hz เป็นความถี่สูงสุดในการทดสอบ ได้นำวัสดุทั้ง 3 ชนิดมาเปรียบเทียบค่าระดับเสียงที่หาค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง โดยทำการเปรียบเทียบกับบ้านจำลอง (คอนกรีตบล็อกมวลเบา) กับวัสดุทั้ง 3 ชนิด โดยการเปรียบเทียบทั้งด้านผนังทึบ, ด้านชุดประตูและด้านหน้าต่าง ดังแสดงในรูปที่ 4.13 เสียงจะถูกดูดซับมากในส่วนที่เป็นผนังทึบ ส่วนด้านหน้างต่างและด้านประตูแสงจะดูดซับได้มากน้อยตามขนาดพื้นที่ของช่องหน้าต่างและประตู ในส่วนบ้านจำลอง (คอนกรีตบล็อกมวลเบา) พื้นที่ของหน้าต่างจะน้อยกว่าด้านประตู จึงทำให้ด้านต่างกันเสียงได้มากกว่าด้านประตู

โดยที่วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรพร้อมฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่ความถี่ 8000 Hz ได้ 8.3 dB วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ได้ 5.7 dB วัสดุกรุผนัง Homatherm มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ได้ 3.6 dB ดังแสดงใน รูปที่ 4.13 โดยที่วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรพร้อมฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่ความถี่ 8000 Hz ได้ 12 dB วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ได้ 9.8 dB วัสดุกรุผนัง Homatherm มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ได้ 7.3 dB ดังแสดงใน รูปที่ 4.14 โดยที่วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรพร้อมฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่ความถี่ 8000 Hz ได้ 8.3 dB วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ได้ 5.0 dB วัสดุกรุผนัง Homatherm มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ได้ 4.6 dB ดังแสดงใน รูปที่ 4.15 โดยที่วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรพร้อมฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่ความถี่ 8000 Hz ได้ 16 dB วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ได้ 2 dB วัสดุกรุผนัง Homatherm มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง ได้ 1 dB ดังแสดงใน รูปที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14. ภาพแสดงค่าความถี่ที่ 8000 Hz ด้านผนังทึบ, ด้านชุดบานประตูและด้านชุดหน้าต่าง

4.6. การเปรียบเทียบราคาวัสดุ

แสดงราคาของวัสดุ วัสดุกรุผนังยิปซัมบอร์ด 12 มิลลิเมตรฉนวนใยแก้ว ความหนา 5 เซนติเมตร ราคาค่าวัสดุต่อตารางเมตร เท่ากับ 500 บาท ,วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam ราคาค่าวัสดุต่อตารางเมตร เท่ากับ 325 บาท, วัสดุกรุผนัง Homatherm ราคาค่าวัสดุต่อตารางเมตร เท่ากับ 374 บาทราคาในการติดตั้ง เพื่อเป็นการเปรียบเทียบการดูดซับเสียงต่อราคาเป็นทางเลือกในการคัดเลือกวัสดุทั้ง 3 ชนิด

รูปที่ 4.15. ภาพแสดงการเปรียบเทียบราคาวัสดุ 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา

5.1.สรุปและวิเคราะห์ผล

ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากมลพิษทางเสียงเนื่องจากการปิดใช้สนามบินสุวรรณมิ ซึ่งได้จัดทำบ้านจำลองที่มีการกรุวัสดุลดการส่งผ่านของเสียงมาเปรียบเทียบกับห้องเรียนจริง จากการทดสอบวัสดุที่มีอยู่ในท้องตลาดมาเปรียบเทียบกับห้องเรียนจริง สามารถสรุปได้ดังนี้

ค่าความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านเสียงของเสียงเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วมีค่าความแตกต่างกันการพิจารณาเลือกวัสดุในการปรับปรุงอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากมลพิษทางเสียงเนื่องจากการปิดใช้สนามบินสุวรรณมิ จะต้องคำนึงประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง การติดตั้งวัสดุ ราคาของวัสดุและค่าแรงงานในการติดตั้งวัสดุ ในที่นี้ราคาวัสดุกรุผนังรวมทั้งราคาติดตั้งวัสดุต่อหนึ่งตารางเมตรได้ อ้างอิงที่ค่าความถี่ 8000 Hz ด้านผนังทึบและด้านหน้าต่าง

ตารางที่ 5.1. แสดงค่าของค่าแรงงานประสิทธิภาพการดูดซับเสียงด้านผนังทึบ

ชนิดวัสดุ	ค่าวัสดุ บาท/ตร.ม.	ค่าแรงงาน บาท/ตร.ม.	ประสิทธิภาพการดูดซับเสียง ความถี่ 8000(Hz)
วัสดุกรุผนังยิปซัม หนา 12 มิลลิเมตร ฉนวนใยแก้วหนา 5 ซม.	400	100	8.3
Polyurethane Foam	292	60	5.7
Homatherm	324	50	3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรพร้อมฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตร ราคาวัสดุบวกค่าแรงงาน 500 บาทต่อตารางเมตร มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่ความถี่ 8000 Hz ได้ 8.3 dB วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam ราคาวัสดุบวกค่าแรงงาน 352 บาทต่อตารางเมตร มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่ความถี่ 8000 Hz ได้ 5.7 dB วัสดุกรุผนัง Homatherm ราคาวัสดุบวกค่าแรงงาน 374 บาทต่อตารางเมตร มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่ความถี่ 8000 Hz ได้ 3.6 dB

ตารางที่ 5.2. แสดงค่าของค่าแรงงานประสิทธิภาพการดูดซับเสียงด้านหน้าต่าง

ชนิดวัสดุ	ค่าวัสดุ บาท/ตร.ม.	ค่าแรงงาน บาท/ตร.ม.	ประสิทธิภาพการดูดซับเสียง ความถี่ 8000(Hz)ผนังทึบ
วัสดุกรุผนังยิปซัม หนา 12 มิลลิเมตร ฉนวนใยแก้วหนา 5 ซม.	400	100	8.2
Polyurethane Foam	292	60	5
Homatherm	324	50	4.6

โดยที่วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรพร้อมฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตร ราคาวัสดุบวกค่าแรงงาน 500 บาทต่อตารางเมตร มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่ความถี่ 8000 Hz ได้ 8.2 dB วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam ราคาวัสดุบวกค่าแรงงาน 352 บาทต่อตารางเมตร มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่ความถี่ 8000 Hz ได้ 5.0 dB วัสดุกรุผนัง Homatherm ราคาวัสดุบวกค่าแรงงาน 374 บาทต่อตารางเมตร มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่ความถี่ 8000 Hz ได้ 4.6 dB

ในการคัดเลือกวัสดุเพื่อใช้ในการปรับปรุงอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิชาวิศวกรรมโยธา โดยคิดว่าวัสดุที่คุณสมบัติในการดูดซับเสียงทั้ง 3 ชนิด วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรพร้อมฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตร โดยมีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง 8.3 dB ราคาวัสดุบวกค่าแรงงาน 500 บาทต่อตารางเมตร ในการติดตั้ง วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรพร้อมฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตรวัสดุที่ติดตั้งง่ายเป็นลักษณะวัสดุแห้งและแผ่นยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam และวัสดุกรุผนัง Homatherm เป็นค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง 5.7 dB และ 3.6 dB ในการติดตั้งจะต้องนำวัสดุชนิดอื่น มาช่วยในการติดตั้งอาจจะทำให้ราคาวัสดุบวกค่าแรงงานเพิ่มมากขึ้นไปด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

วัสดุดังกล่าวที่นำมาทดสอบในการทำโครงการพิเศษในครั้งนี้อาจจะมีประสิทธิภาพการป้องกันเสียงที่ไม่ดีถ้าหากมีวัสดุที่มีความหนาแน่นมากกว่านี้ ในปัจจุบันซึ่งตามท้องตลาดก็มีวัสดุอีกหลายชนิดที่มีความสามารถในการป้องกันการส่งผ่านของเสียง ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ไม่ว่าจะเป็นส่วนผสมที่นำมาใช้และทั้งขนาดและปริมาตรของวัสดุที่มีค่าความหนาแน่นที่ไม่เหมือนกัน แต่ในโครงงานพิเศษนี้จะเปรียบเทียบถึงวัสดุ 3 ชนิด โดยที่วัสดุกรุผนังยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตรพร้อมฉนวนใยแก้วหนา 5 เซนติเมตร วัสดุกรุผนัง Polyurethane Foam วัสดุกรุผนัง Homatherm ซึ่งเป็นวัสดุที่มีอยู่ตามท้องตลาด สะดวกในการติดตั้งรวมถึงราคาก็ไม่แพงมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1]. วราวุธ เสือดี, Ph.D : วล.421 มลพิษทางเสียง (ES 421 Noise Pollution) **ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.**

[2]. กฤษฎา อินทรสถิตย์. สภาพแวดล้อมภายใน : เสียง **ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.**

[3]. คณะกรรมการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมของสาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. : **การชี้แจงการออแบบอาคารเพื่อป้องกันเสียงและรับฟังความคิดเห็น.** 6 กุมภาพันธ์ 2550

[4]. เฉลิมวุธ ฉายดิลก, ปัญญา เจษฎาวรานนท์, ปิยะศักดิ์ แซ่หลี. **ผลกระทบเรื่องเสียงเนื่องจากสนามบินสากลกรุงเทพฯ แห่งที่ 2 และการประเมินค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงอาคารใน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง :** โครงงานพิเศษหลักสูตรปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

การทดสอบมาตรฐานสำหรับการดูดซับเสียงและการดูดซับเสียงที่มีสัมประสิทธิ์โดย ขบวนการห้องสะท้อนเสียง

1.ขอบเขต

1.1 ขบวนการทดสอบนี้ ครอบคลุมการัดของการดูดซับเสียงในห้องสะท้อนเสียง โดยวัดอัตราการเสื่อมถอย ผู้ทำการวัดห้องดูดซับเสียง,วัตถุดูดซับเสียง เช่น ฝากั้นสำนักงานและสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัตถุตัวอย่าง เช่น แผ่นกระเบื้องเพดาน จะได้ถูกอธิบายไว้

1.2 การวัดภาคพื้นสนาม แม้ว่าขบวนการทดสอบแรกเริ่มในห้องทดลอง, การทดสอบที่อธิบายใน 4.1 ที่ถูกใช้สำหรับทำการทดสอบภาพสนามสำหรับห้องดูดซับเสียง

1.3 ขบวนการทดสอบนี้รวมข้อมูลจากห้องทดสอง, ผนังกั้นที่ไม่เหมาะสม, และห้องสะท้อนเสียงที่มีคุณภาพ

1.4 มาตรฐานนี้ ไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะแสดงเกี่ยวกับความปลอดภายทั้งหมด เป็นความรับผิดชอบของผู้ใช้ มาตรฐานนี้ เพื่อสร้างความปลอดภายที่เหมาะสมและการปฏิบัติเพื่อคุณภาพ และการกำหนดการใช้งานของข้อจำกัดก่อนใช้

2.เอกสารอ้างอิง

E795 การปฏิบัติเพื่อใช้สนับสนุนการทดสอบตัวอย่างระหว่างการทดสอบการดูดซับเสียง

3. สรุปสำหรับขบวนการทดสอบ

3.1 การวัดการดูดซับเสียงของห้องband ของเสียงที่สุ่มถูกใช้เพื่อเป็นการทดสอบสัญญาณและเปิดนานพอสำหรับระดับความกดของเสียงเพื่อให้ได้สถานะที่มั่นคง เมื่อปิดสัญญาณ, ระดับการกดของเสียงจะลดและอัตราเสื่อมถอยในแต่ละ band คาวามถี่ อาจจะถูกกำหนดโดยการวัด slope ของเส้นตรงที่รับกับระดับความกดของเสียงของ curve ค่าเฉลี่ยความเสื่อมการดูดซับของห้องและส่วนประกอบของมันถูกคำนวณ, อ้างอิงสมมุติฐานที่เกี่ยวกับเสียงจะแพร่กระจายก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และระหว่างการเสื่อมถอยและไม่มีพลังงานเติมเข้าสู่ห้องระหว่างการเสื่อมถอย, จากสูตร Sabine formula

$$A = 0.9210 \quad \frac{Vd}{c} \qquad (1)$$

เมื่อ

A	=	การดูดซับเสียง
V	=	volume ของห้องสะท้อนเสียง, ลบ.ม. หรือ ลบ.ฟุต
c	=	ความเร็วของเสียง m/s หรือ ft/s
d	=	วัตถุเสื่อมถอย dB/s

3.2 การวัดค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของห้องสะท้อนเสียงถูกวัดในฐานะที่เป็น outline ในข้อ 4.1 ก่อนและหลังการใส่วัตถุที่จะที่จะทดสอบในห้อง การเพิ่มการดูดซับ ที่ถูกแบ่งโดยเขตของการทดสอบตัวอย่าง คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ไม่มีมิติมันจะถูกรายงานเป็น ฟุต-ปอนด์ กับ "หน่วย" ที่ไม่มีมิติ Sabin ต่อตร.ฟุต, Sab/ ตร.ฟุต

4.3 การวัดของการดูดซับเสียงของวัตถุเช่น ฝ่าสำนักงาน, เก้าอี้โรงภาพยนต์, หรือ Space Absorber การดูดซับของห้องสะท้อนเสียงถูกวัดใน ทั้งก่อนและหลังการใส่วัตถุตามที่ระบุในห้อง การเพิ่มการดูดซับ หารด้วยจำนวนของวัตถุ คือ การดูดซับในตารางเมตร ต่อวัตถุ หรือ Sabine ต่อ object

4. การแทรกแซง

4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นระหว่างการวัด อาจผลกะทบอย่างมากในอัตราการเสื่อมถอย, โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความถี่สูง และที่ความชื้นต่ำ ผลกระทบนี้เกิดจากอุณหภูมิและความชื้นที่เปลี่ยนแปลง สามารถนำมาพิจารณาในขบวนการใน 4.2

4.2 เป็นที่แนะนำให้ทำการวัดในห้องเมื่อมันว่างเปล่าและในห้องที่มีตัวอย่างภายใต้อุณหภูมิและความชื้นที่สัมพันธ์เงื่อนไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อการดูดซับของอากาศจะได้ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยยะในกรณีใด, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องจะมากว่า 40% ระหว่างการทดสอบ นอกจากจะเป็นไปตามเงื่อนไขตามตาราง 1, อัตราการเสื่อมถอยสำหรับการวัดใน 1000Hz r/3 octane band และมากว่าในห้องว่างและห้องที่มีตัวอย่างทดสอบจะถูกปรับโดยการลบอัตราการเสื่อมถอยที่เกิดจากการดูดอากาศ,อ้างอิงจาก ANSI S1.26 จากอัตราการเสื่อมถอยที่คำนวณ

note-1 สัมประสิทธิ์การดูดซับในตาราง 1 คือ หน่วยของ dB/km อัตราเสื่อมถอยใน dB/s ได้จากการคูณโดยความเร็วของเสียงเป็น m/s และหารด้วย 1000 ดังนี้

$$d_{air} = \frac{mc}{1000}$$

เมื่อ

d_{air} = วัตถุเสื่อมถอยจากการดูดซับเสียงโดยอากาศ dB/s

m = สัมประสิทธิ์การดูดซับ dB/km. จากตาราง 1

c = ความเร็วของเสียง m/s คำนวณอ้างอิง

ตาราง 1. ความต้องการสำหรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ระหว่างการวัดอัตราการเสื่อมถอย เมื่อการปรับไม่ได้ถูกกระทำสำหรับการดูดซับของอากาศ

ค.ชื้นสัมพันธ์ ระหว่าง การวัด	ช่วงอนุญาต ค.ชื้นสัมพันธ์ % Δ RH	ช่วงอนุญาต อุณหภูมิสัมพันธ์	อุณหภูมิต่ำสุด ที่ใช้ได้ องศา C
41 สู่ 60	3	3	10
มากกว่า 60	5	5	10

5. ห้องสะท้อนเสียง

5.1 โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.1 ห้องจะถูกสร้างอย่างดีที่สุด เช่นการก่ออิฐหรือคอนกรีต, การก่อสร้างที่สว่างกว่าอาจได้การดูดซับที่สูงมาก, เมื่อความถี่ต่ำกว่า 200 Hz

5.1.2 สัมประสิทธิ์การดูดซับเฉลี่ยของห้องพื้นผิวต่างๆกันในความถี่เดียวกัน, กำหนดโดยการหารการดูดซับจากห้องเปล่าด้วยพื้นที่ของพื้นผิวห้อง รวมทั้ง 2 ด้านของเครื่องแพร่กระจาย ควรจะน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 สำหรับ 1/3 octane band มีศูนย์กาลางที่ 250 สู่ 2500 Hz สำหรับ Band ที่มีศูนย์กลางต่ำกว่า 250 Hz และมากว่า 2500 Hz สัมประสิทธิ์ที่ถูกกำหนดเหมือนกันจะน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10

5.1.3 ห้องจะต้องถูกแยกออกไป เพื่อกันเสียงจากภาชนะและความสั่นสะเทือนจากการแทรกแซงในการวัด

5.1.4 ขนาดและรูปร่าง ขนาดของห้องต้องไม่ต่ำกว่า 120 ตารางเมตร มีการแนะนำว่าขนาดควรเป็น 200 ตารางเมตร หรือมากว่า มิติห้องสองห้องไม่ควรเท่ากันหรือไม่ควรมีอัตราส่วนที่ใหญ่กว่าหรือเล็กกว่ามากกว่า 2:1

5.2 การแพร่กระจายของเสียง

5.2.1 ค่า Mean จะถูกใช้เพื่อค่าโดยประมาณของการแพร่กระจายเสียง ทั้งก่อนและหลังการเสื่อมถอย ค่าโดยประมาณสามารถหาได้ด้วยตัวเลขของ sound-reflective Panel ที่แจกจ่ายหรืออยู่ในห้องด้วยอาศัยการสุ่มของขนาดของห้อง มีการแนะนำว่า กำแพง (Panel) นี้ควรถูกค้ำด้วยด้านเสาที่หมุนได้หรือเคลื่อนที่ได้

5.2.2 เป้าหมายคือ เพื่อให้ได้ความรวดเร็วและต่อเนื่องของพลังงานที่แลกเปลี่ยนระหว่าง การเพิ่มทิศทางของเสียง, ด้วยการเพิ่มความน่าจะเป็นของแต่ละขอบเขตพื้นผิวของห้องที่เปิดออกต่อเสียงในความเข้มข้นเดียวกัน

5.2.3 ห้องทดสอบต้องสนับสนุนอย่างเข็มแข็งการทำตามขบวนการ ใน Appendix X1 เพื่อกำหนดเขตที่ต้องการของผนังเพื่อให้ได้การวัดสัมประสิทธิ์การดูดซับสูงสุด หากไม่เป็นไปตาม ภาคผนวก x1 บริเวณของผิวของส่วนประกอบในการกระจายเสียงในห้อง (ห้องสองด้าน) จะต้องอย่างน้อย 25 % ของบริเวณพื้นผิวของห้องสะท้อนเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เครื่องมือ

6.1 แหล่งเสียง แหล่งเสียงอาจจะมีหนึ่งหรือมากกว่าของระบบ loud speaker ในลักษณะที่การทดสอบมีคุณสมบัติตาม A3 และมีการกระจายเสียงของ loudspeaker หันหน้าเผชิญกับมุม trihedral corner ของห้อง ระดับความกดของเสียงเกิดเมื่อแหล่งเปิดและเสียงในห้องสะท้อนเสียงอยู่ภายในสถานะมั่นคงอย่างน้อย 45 dB สูงกว่าเสียงพื้นห้องในแต่ละ band ของการวัด

6.2 สัญญาณทดสอบ สัญญาณทดสอบจะเป็น band ของเสียงที่สุ่มกับ spectrum ที่ต่อเนื่องครอบคลุมขอบเขตที่การวัดถูกกะทำ ขอบเขตความถี่ของการวัดจะรวม 1/3 octave band ด้วยความถี่ mid band อย่างที่นิยามใน ANSI S 1.6 จาก 100 Hz ถึง 5000 Hz

6.3 ไมโครโฟนใช้ในการวัดอัตราการเสื่อมถอยจะ omnidirectional ด้วยการ flat random-incidence amplitude ตอบสนองในขอบเขตของความถี่และระดับความกดเสียงที่ถูกใช้สำหรับการวัดอัตราการเสื่อมถอย

6.4 เครื่องมืออิเลคโทรนิค เครื่องมืออิเลคโทรนิคถูกใช้เพื่อวัดระดับความกดเสียงทำหน้าที่เหมือนดังเครื่องมือที่ระบุ

6.5 การวิเคราะห์ Real time การวัดระดับความกดของ เสียงจะทำด้วย 1/3 octane band real time analyzer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบมาตรฐานสำหรับการวัดฉนวนกั้นเสียงในอากาศ สำหรับอาคาร

ขบวนการทดสอบนี้ คือส่วนหนึ่งของชุด ของมาตรฐานการประเมิน คุณสมบัติในการเป็นฉนวนกั้นเสียงขององค์ประกอบของอาคาร มันถูกออกแบบในการวัดการกั้นเสียงระหว่างสองห้อง หรือ ผลงานของฝากั้นส่วนต่างๆที่เป็นการออกแบบภายใน ครอบคลุม การสูญเสียการส่งผ่านเสียงในอากาศ ของการแยกส่วนฝากั้น ที่ควบคุมในห้องทดลอง (ขบวนการทดสอบ E 90) การวัดผลกระทบการส่งผ่านเสียงผ่านพื้น (E492) การวัดผลกระทบการส่งผ่านเสียงในอาคาร (E1007) การวัดการส่งผ่านเสียงผ่านมุมด้านหน้าของตัวตึก และองค์ประกอบของมัน (E966)

การวัดการส่งผ่านเสียงผ่านที่ที่มีความกดอากาศสูงกว่า ระหว่างสองห้อง (E1414) ขบวนการในการกำหนด การกั้นเสียงในอากาศ ในอาคารของหน่วย multiunit (E 597) และการวัดการส่งผ่านเสียงผ่านฝาประตูและระบบ (E 1408)

1. ขอบเขต

1.1 การวัดการกั้นเสียง- ขบวนการทดสอบนี้ ครอบคลุมขบวนการ สำหรับการกำหนด การกั้นเสียง ระหว่างสองห้อง

ในอาคาร การประเมินอาจรวมทุกทางเดิน ซึ่งเสียงถูกส่งผ่าน หรืออาจเน้นความสนใจในส่วนที่แยกออกโดดเดี่ยว คำว่า ฝากั้น ในขบวนการทดสอบได้แก่ ฝาทั้งหมด, พื้น เขต แดนอาจ ถาวรหรือ เคลื่อนย้ายได้

1.2 การกำหนดเฉพาะสำหรับการใช้ในอาคาร

1.2.1 ชั้นของการส่งผ่านเสียง หรือการระบุการสูญเสียการส่งผ่าน - การระบุอาคาร อาจต้องการให้ฝากั้น มีชั้นการส่งผ่านเสียงต่ำสุด STC หรือ การสูญเสียการการส่งผ่าน TL เมื่อต้องการสาธิตฝากั้นตามระบุ ในอาคารที่สร้างเสร็จ ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบตามที่ระบุ, การทดสอบที่เป็นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 การวัดอาจกระทำในการอ้างอิงกับหลักใหญ่ของ ขบวนการทดสอบนี้ และตามความต้องการ โดยไม่มีการใช้ขั้นตอนต่อการส่งผ่านข้างเคียง ค่าการสูญเสียการส่งผ่านสามารถถูกคำนวณ ในฐานะที่ การส่งผ่านฝากั้นเป็นเพียงทางส่งผ่านเดียว เมื่อค่านี้เกินกว่าที่ระบุตามข้อกำหนด, ไม่จำเป็นต้องตรวจสอบเพิ่ม หากว่าฝากั้นไม่เป็นไปตามที่ระบุ ให้ใช้ขบวนการที่อธิบาย เพื่อลดการส่งผ่าน และทดสอบฝากั้นใหม่

1.2.3 การระบุการโดดเดี่ยวเสียง – เมื่ออาคารมีการระบุค่าต่ำสุดของชั้นการโดดเดี่ยวเสียง (NIC) หรือ ชั้นการเดี่ยวเสียงที่ถูกทำให้ปกติ (NNIC) จากนั้น แค่ขบวนการหลักในขบวนการทดลองเป็นสิ่งจำเป็น สำหรับการจัดอันดับเลขตัวเดียว, NNIC มีสัมพันธ์อย่างที่สุดต่อการอยู่อาศัยในอาคาร

1.3 มาตรฐานนี้ ไม่ได้แสดงในเรื่องความปลอดภัยทั้งหมด เป็นความรับผิดชอบของผู้ใช้ ในการใช้มาตรฐานนี้ เพื่อสร้างความปลอดภัยที่เหมาะสม และการปฏิบัติเพื่อสุขภาพ และกำหนดกฎเกณฑ์ ข้อจำกัด ก่อนการใช้

2. เอกสารอ้างอิง

2.1 มาตรฐาน ASTM

E 90 ขบวนการทดสอบสำหรับการวัดการสูญเสียการส่งผ่านเสียงของฝากั้นอาคารในอากาศของห้องทดลอง

3. คำศัพท์เฉพาะ

3.1 นิยาม- คำนิยามอยู่ในขบวนการทดสอบ

3.2 นิยามของการระบุเทอมต่างๆ ในมาตรฐานนี้

3.2.1 การลดลงของเสียง NR ในการวัดการส่งผ่านเสียง, ในความถี่ band ที่ระบุ, ความแตกต่างระหว่างระดับความกดของเสียงเฉลี่ยที่วัด ในห้อง หรือ ที่ปิด ขึ้นอยู่กับแหล่งเสียง ในหนึ่งของห้องเหล่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การลดลงของเสียงตามปกติ NNR- การลดลงระหว่างห้องต่างๆที่อาจมีอยู่ หากว่าเวลาในการสะท้อน, T ในห้องรับเป็น 0.5 s

3.2.3 ชั้นการโคดเดี่ยวเสียง, NIC – การจัดอันดับ เลขตัวเดียว ได้จากการวัดค่าของการลดลงของเสียง ในการอ้างอิงในการจำแนก E 413

3.2.4 ชั้นการโคดเดี่ยวเสียงตามปกติ NNIC – อันดับเลขตัวเดียว, เหมือน NIC นอกจากว่ามันได้มาจากการวัดค่าสำหรับการลดของเสียงปกติ

3.2.5 การสูญเสียการส่งผ่านภาคสนาม FTL- สำหรับฝาที่ติดตั้งในอาคาร, ใน band ความถี่ตามระบุ, 10 เท่า ของอัตราส่วน logarithm ของกำลังเสียงในอากาศ บนฝากั้น ต่อ กำหลังเสียงที่ส่งผ่านโดยฝากั้น และ มีรัศมีบนด้านทั้งสอง ปริมาณแสดงใน decibels

3.2.6 ชั้นการส่งผ่านเสียงภาคสนาม FSTC- FSTC ที่อยู่ในอาคารได้จากค่าของการสูญเสียการส่งผ่านภาคสนาม ด้วยการอ้างอิงด้วยการจำแนก E413

3.2.7 การส่งผ่านข้างเคียง- คือเสียงที่เดินทางระหว่างแหล่งและ ห้องรับเสียง โดยใช้ทางอื่นที่ไม่ใช่ผ่านฝากั้นที่แบ่งระหว่างสองห้อง

4. ข้อสรุปของขบวนการทดสอบ

4.1 การลดลงของเสียงระหว่างสองห้อง ในอาคาร ได้จากการวัดความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยระดับความกดของเสียง ในแต่ละห้อง ในความถี่ที่ระบุ ใน 1/3 octave band เมื่อห้องหนึ่ง, ห้องแหล่ง, ประกอบด้วยแหล่งของเสียง

4.2 อัตราของการเสื่อมถอย ของเสียง ในห้องรับ ถูกวัดเพื่อให้สามารถทำการคำนวณห้องดูดซับเสียง หรือ ทำปัจจัยให้อยู่ในสภาพปกติ

4.3 การลดลงของเสียง อาจะถูกทำให้เป็นปกติเพื่อเวลาอ้างอิงของการสะท้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 เมื่อขนาดของห้อง และความต้องการการดูดซับ จะต้องถูกทำให้พอใจเพื่อภาคสนามของเสียง จะมีการกระจายอย่างมีนัยยะ และเมื่อการส่งผ่านเดียงข้างไม่มีนัยยะ, การสูญเสียการส่งผ่านภาคสนามอาจจะถูกคำนวณ และรายงาน

5. ตัวอย่างทดสอบ

5.1 นัยยะพิเศษของการทดสอบภาคสนามนี้ คือการวัดที่ทำกับ ฝากั้น ที่พบในโครงสร้างอาคาร อย่างไรก็ตาม, การตัดสินบางประการ จะต้องถูกใช้เพื่อให้แน่ใจว่าเป็นไปตามเงื่อนไขภาคสนาม, คือความสอดคล้องกับเป้าหมายของการทดลอง

5.2 สถานที่ทำการทดสอบ- หา หรือ ติดตั้งตัวอย่างทดสอบ ของประเภทที่ต้องการ ในสภาพที่เหมาะสำหรับการทดสอบ พื้นที่ ทั้งสอง จะถูกแบ่งแยกโดย ตัวอย่างทดสอบควรจะถูกเลือกบนพื้นฐานของ 1) ความเหมาะสมของขนาดและรูปร่าง 2) อิสระจากโครงสร้างที่ไม่สม่ำเสมอใกล้ฝาที่ใช้ทดสอบ และอิสระจากเงื่อนไขระหว่างแหล่งเสียงและห้องรับ 3) อิสระจากการส่งผ่านข้างเดียง

5.3 ขนาดและการค้ำจุน- มิติและพื้นที่ที่แนะนำ ของ การทดสอบคือฝากั้นคือ 2.3 ม. และ 5.5 ตร.ม. (60 ตร.ฟุต) ตามลำดับ เงื่อนไขขนาดและการค้ำจุนของตัวอย่างทดสอบควรจะเป็นตัวอย่างของประเภทของ ฝากั้น ภายใต้การศึกษา ลักษณะที่ไม่ปกติใดๆ ควรเลี่ยง บางครั้งฝากั้น ที่เล็กมาก ทำให้เกิดความแตกต่างของการสูญเสียการส่งผ่านเสียง จาก ฝากั้นประเภทเดียวกันที่ใหญ่กว่า และจะไม่ใช้ในการทดสอบนอกจากขนาดที่เล็ก คือลักษณะของการก่อสร้างที่ทำการสำรวจ ข้อยกเว้นใด ๆ ควรทำให้เกิดความชัดเจนก่อนการรายงานผล

5.4 กำหนด พื้นที่ของรัศมี ของ ฝาทดสอบ ในห้องรับ ด้วยความระมัดระวัง ในเรื่ององค์ประกอบของตัวอย่าง หากว่าฝาทดสอบ เสนอพื้นที่ต่อแหล่งเสียงและห้องรับ, ใช้พื้นที่ของฝาที่ร่วมกันทั้งสองห้อง อย่างไรก็ตาม, ผลการทดสอบอาจเบี่ยงเบนอย่างเห็นได้ชัดจากผลสำหรับฝา ที่พื้นที่เดียวกันเปิดออกทั้งสองด้าน

5.5 การส่งผ่านข้างเดียง- ในการติดตั้งส่วนใหญ่ ในภาคสนาม, เสียง สามารถมาถึงพื้นที่รับ โดยทางเดินต่างๆ มากกว่า ที่ตรงสู่ฝา ภายใต้การทดลอง การส่งผ่านข้างเดียงรวมทั้ง การส่งผ่านเสียงตามโครงสร้าง สู่ฝา โดยพื้นผิวอื่นๆ (ผนังข้าง, พื้น, เพดาน) ของห้องแหล่งเสียง การส่งผ่านข้างเดียงรวมการรั่วไหลที่เป็นไปได้ รอบขอบของฝา ขึ้นอยู่กับประเภทของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝา และเป้าหมายของการทดสอบ การตัดสินใจจะต้องกระทำในฐานว่า การรั่วไหลรอบขอบ เป็นส่วนของฝา การตัดสินใจใดๆ จะต้องอธิบายในรายงาน

5.6 ระยะเวลาของการแห้งและการบ่มคอนกรีต-ตัวอย่างทดสอบที่เป็นวัตถุสำหรับขบวนการที่มีการแห้งและการบ่มคอนกรีต จะต้องมีช่วงอายุที่พอเพียงก่อนการทดสอบ ระยะเวลาของวัตถุที่แนะนำในการทดสอบ E 90 อยู่ในตาราง 1 ของขบวนการทดสอบนี้

ตาราง 1 อายุที่ต่ำที่สุดของระยะเวลาก่อนทำการทดสอบ

วัตถุ	ระยะเวลาก่อนทดสอบ
งานก่ออิฐ	28 วัน
พลาสเตอร์	
หนากว่า 3 มม.	28
บางกว่า 3 มม.	3
ฝาบอร์ด	
ติดด้วย water base laminating	14
Non water base laminating	3
การติดด้วยการติดตามปกติและใช้ส่วนสำเร็จ	12 ช.ม.

6. สัญญาณทดสอบ

6.1 สัญญาณ Spectrum- สัญญาณเสียงถูกใช้ในการทดสอบ ควรจะสุ่มการบรรจุเสียงที่มีค่าประมาณการแจกแจงการต่อเนื่องของความถี่ ในแต่ละ band

6.2 ความกว้างของ band- การวัดความกว้างของ band จะเป็น 1/3 octave โดยเฉพาะ, ความถี่ทั้งหมดที่สนองระบบไฟฟ้า รวมทั้ง filter ตัวเดียวหรือหลายตัวในแหล่ง และไมโครโฟน แต่ละ band เป็นไปตามการระบุใน ANSI S1.11 สำหรับ 1/3 octave band filter set , Order 3 หรือสูงกว่า, type 1 หรือดีกว่า

6.2.1 การกรอง อาจทำ ในแหล่ง หรือ ระบบการวัด หรือ เป็นส่วนในทั้งสองนี้ , จัดหาคุณสมบัติตามต้องการ แยกจาก ความกว้างของ band และ สัญญาณทดสอบ , การกรอง ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบไมโครโฟน จะลด เสียงจากภายนอก band ทดสอบ, รวมทั้ง การบิดเบือนในระบบของแหล่งเสียง

6.3 ความถี่การทดสอบมาตรฐาน- ช่วงต่ำสุดของการวัดจะเป็นชุดของ 1/3 octave band ที่ใกล้กัน กับความถี่ mid-band จาก 125- 4000 Hz มีความตั้งใจว่าช่วงน่าจะอยู่ใน 100 – 5000 Hz

6.4 แหล่งเสียง

6.4.1 แหล่งเสียง น่าจะมีรัศมีในมุมกว้าง เพื่อเลี่ยง ส่วนประกอบโดยตรงของภาคสนาม เพื่อสนองความต้องการในช่วงความถี่ของการวัดที่อาจต้องการ ระบบ loudspeaker กับตัวขับแยก สำหรับความถี่สูงและต่ำ

6.4.2 สถานที่ตั้งของแหล่งเสียง- แหล่งเสียงน่าจะไกลจากฝาทดสอบ ที่ภาคสนามโดยตรงจะเข้าถึง เป็นไปได้น้อยที่สุดเทียบกับ สนามของการสะท้อนเสียง ชี้ loudspeaker สู่มุมลดสนามของเสียงโดยตรงจาก loudspeaker ในห้องแหล่งเสียง

6.5 ตำแหน่งของแหล่งเสียง multiple- วัดค่าการลดลงของเสียง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ณ ความถี่ต่ำ , อาจเปลี่ยนอย่างมีนัยยะ เมื่อตำแหน่งของ loudspeaker เปลี่ยนแปลง เมื่อเกิดขึ้น, การสูญเสียการส่งผ่านเสียง สามารถวัดสำหรับหลายตำแหน่งของ loudspeaker และค่าเฉลี่ยเพื่อจะได้ผลที่เอนเอียงน้อยที่สุด แหล่งเสียงสามารถถูกใช้ ทั้งเป็นลำดับ และ พร้อมกัน หากว่าพร้อมกัน, มันจะต้องถูกขับโดยเครื่องกำเนิดเสียงแยก และเครื่องขยายเสียง เพื่อ output จะได้ไม่มีสหสัมพันธ์กัน multiple, แหล่งเสียงที่ไม่มีสหสัมพันธ์กัน ยังได้ถูกพบว่าลด spatial variance ของระดับความกดเสียงในห้องสะท้อนเสียง หากแหล่ง multiple ถูกใช้, มันจะต้องแยกกันอย่างดีในห้อง

6.5.1 พลังเสียงของแหล่ง- พลังเสียงของแหล่ง จะต้องพอเพียง ที่จะได้ระดับสัญญาณ ในห้องรับ ห่างจากเสียงพื้นหลังพอ เพื่อให้ได้ตามต้องการ พลังที่ต้องการ ขึ้นอยู่กับการดูดซับของแหล่ง, ธรรมชาติของตัวอย่างทดสอบ และเสียงพื้นหลังในห้องรับ

7. ความต้องการของไมโครโฟน

7.1 ไมโครโฟนถูกใช้เพื่อวัดระดับความกดของเสียงเฉลี่ย ในห้อง และอัตราการเสื่อมถอย ในห้องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 ความต้องการไมโครโฟนไฟฟ้า-ใช้ไมโครโฟนที่มั่นคงและ รับส่งสัญญาณรอบทิศทาง ในช่วงความถี่ของการวัด อย่างเฉพาะเจาะจง, ไมโครโฟน, เครื่องขยาย, และวงจรไฟฟ้า เพื่อสร้างสัญญาณไมโครโฟน จะต้องทำตาม ANSI S1.4 type 1

7.3 การปรับไมโครโฟน – ปรับไมโครโฟนเป็นครั้งคราว (เช่น ปีละครั้ง) ตลอดการทดสอบช่วงความถี่ โดยใช้เทคนิคที่มีคุณภาพจากห้อง lab

8. การตรวจสอบอย่างละเอียด

8.1 ตรวจสอบอย่างระมัดระวัง ในเครื่องมือทุกชิ้น ในเวลาของการทดสอบ สำคัญอย่างยิ่งในการวัดภาคสนาม เมื่อความเสี่ยงของการส่งผ่านเพิ่ม ความเป็นไปได้ที่เคลื่อนมือจะถูกปรับในสถานที่ตั้ง

8.2 เมื่อระดับห้องแหล่งเสียง และระดับห้องรับเสียงถูกวัดด้วยเครื่องมือเดียวกัน, ให้ตรวจสอบอย่างละเอียด ก่อนเริ่มการวัดในแต่ละห้อง และในช่วงระหว่างการทดสอบ, เพื่อความมั่นใจ ว่าจะไม่เกิน 0.5 dB

8.3 เมื่อสองชุดของเครื่องมือวัดระดับเสียง ถูกใช้สำหรับการวัดระดับเสียงในแหล่ง และห้องรับ, ตรวจอย่างละเอียดทั้งสองชุด ก่อนการทดสอบภาคสนามจะเริ่ม และในช่วงไม่เกินกว่า 30 นาที หลังจากนั้น ใช้การปรับเดียวกันในทุกเครื่องมือ สำหรับการปรับทั้งหมดไมโครโฟน น่าจะเป็นโมเดลเดียวกัน

8.4 ทำการตรวจอย่างละเอียดของไมโครโฟน ใช้เครื่องมือ electrostatic การตรวจอย่างละเอียดจะประกอบด้วย ความกดของเสียงที่อยู่ในระบบไมโครโฟน, นำมาพิจารณาตัวแปรทั้งหมดที่ได้จากการตั้งเครื่องมือ วิธีนี้ทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่าง electrical output และระดับความกดของเสียง ณ ไมโครโฟน output ที่เป็นผลทั้งหมดสามารถเปลี่ยนเป็นระดับความกดของเสียง ที่ไมโครโฟน, ให้พิจารณาการตอบสนองของการกรอง และการเปลี่ยนแปลงใดๆของระบบ

8.4.1 nominal sine wave น้อยกว่า 10% ของการบิดเบือน และ ความคงที่ของ amplitude ที่อยู่ใน 2 dB ถูกแนะนำให้เป็น สัญญาณปรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.5 การตรวจอย่างละเอียดต้องทำ แค่หนึ่งความถี่ในช่วงจาก 200 ถึง 1250 Hz

8.6 การตั้งเครื่องทั้งหมด ในการตรวจอย่างละเอียด ให้ตรวจซ้ำการตั้งเครื่องทั้งหมด หลังจากการเปลี่ยนแปลงใดๆ, การปรับ, หรือการแทนที่ ของสายไฟ หรือ เครื่องมือ

8.7 หากเครื่องมือมีความอ่อนไหวต่อความแปรผันของ voltage , ใช้ line-voltage regulator

9. การวัดระดับเฉลี่ยของความกดของเสียง

9.1 ขบวนการในการวัดต้องการ การนิยามของระดับความกดของเสียงเฉลี่ย L1 และ L2 ที่เกิดในสองห้อง โดยแหล่งเสียง ขบวนการของการวัดจะต้องพิจารณาความผันแปร กับตำแหน่งของไมโครโฟน, ความอ่อนไหวของไมค์, และการเปลี่ยนแปลงที่อาจเป็นไปได้ ใน spectrum และระดับของแหล่ง, และมันจะต้อง ทำซ้ำ สำหรับ แต่ละ band ความถี่ ไมค์เดี่ยวอาจย้ายอย่างต่อเนื่องหรือติดตั้งตามลำดับ ณ ตำแหน่งการวัดต่างๆ หรือ ชุดของไมค์ ที่ติดตั้งอยู่กับที่อาจถูกใช้

9.2 การวัดเวลาเฉลี่ย- ระดับความกดของเสียงเฉลี่ย ในระยะเวลาที่กำหนด จะได้โดยการใช้เครื่องมือที่ทำให้ได้การอ่านค่า เช่นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับเสียงสมบูรณ์ ที่เป็นไปตาม IEC 804 หรือเครื่องวิเคราะห์ความถี่ real time

9.2.1 ไมโครโฟนอยู่กับที่- สำหรับแต่ละตำแหน่งตัวอย่าง เวลาเฉลี่ยจะพอเพียงพอให้ได้การกะประมาณที่แม่นยำของระดับเวลาเฉลี่ย ซึ่งต้องการการหาค่าเฉลี่ยที่นานกว่า ณ ความถี่ต่ำ มากกว่าความถี่สูง สำหรับ 95% ความมั่นใจจำกัดของ +/- e dB ใน 1/3 octave band ซึ่งศูนย์กลางความถี่ f, เวลาเฉลี่ย Ta อาจกะประมาณจาก-

$$T_a = \frac{310}{g^2} \qquad (1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ที่ 125 Hz เวลาเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด สำหรับ ความมั่นใจ จำกัดของ +/- 0.5 dB ควรเป็น 9.9 s

9.2.2 ไมโครโฟนเคลื่อนที่ได้- เวลาสมบูรณ์ควรยาวนานพอ ที่การวัดซ้ำ จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญ เวลาที่ใช้ ในการกวาดทั่วห้องคือ 60 s

9.3 ไมโครโฟนติดตั้งคงที่

9.3.1 จำนวนของตำแหน่งไมค์ – ใช้อย่างน้อย 6 ตำแหน่งในแต่ละห้อง

9.3.2 ตำแหน่งของไมค์- วางตำแหน่งไมค์ไว้กับตัวอย่างให้พอเพียงสำหรับสนามเสียง ในแต่ละห้องด้วยกฎเกณฑ์ต่อไปนี้

9.3.2.1 ระยะห่างที่สั้นที่สุดจากไมค์ใดๆ ต่อผิวหน้าขนาดใหญ่ จะต้องไม่ต่ำกว่า 1 ม. หากต้องการให้แยกไมค์และจำนวนของไมค์ จะต้องเป็นไปตามระยะห่างแห่ง หากไม่สามารถทำได้ ระยะของไมค์กับพื้นผิวอาจลดลง แต่ไม่ต่ำกว่า 0.5 ม.

9.3.2.2 แหล่งเสียงตรงสำหรับแหล่ง- ระยะห่างต่ำที่สุดจากแหล่ง ต่อจุดการวัดใกล้ที่สุด จะต้องเป็นเสมือนว่ามีอิทธิพลต่อการวัดระดับความกดเฉลี่ยโดยแหล่งเสียงตรง ระยะห่างนี้ จะขึ้นอยู่กับการดูดซับของห้อง และปัจจัยอื่นๆ สำหรับวัตถุประสงค์ในการปฏิบัติ จะต้องพอเพียงให้แน่ใจว่าไม่มี ไมค์ ในระยะ 1.5 ม. จากแหล่ง

9.3.2.3 ในห้องรับ วางตำแหน่งของไมค์ เพื่อว่าระดับความกดเฉลี่ยของเสียง จะไม่ถูกอิทธิพลจากแหล่งตรงของ ฝากั้น ไม่วางไมค์ ในห้องรับ ในระยะ 1 ม. จากฝา

9.3.2.4 ทำให้แน่ใจว่าแต่ละตำแหน่งไมโครโฟนตายตัวถูกแยกโดยอย่างต่ำระยะ 1 ม. การแยกนี้มีความสำคัญสำหรับเป้าหมายของขบวนการทดสอบ

9.4 ไมโครโฟนเคลื่อนที่- ย้ายไมค์ ที่อาจถูกใช้ในการเชื่อมกับการวัดระดับเสียงหรือเทียบเท่า ที่ทำให้ระดับสมบูรณ์ ตาม IEC 804 การผสมผสาน มีข้อได้เปรียบที่ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยของระดับความกดเสียง ในห้องอย่างอัตโนมัติ ระบบเดียวกันถูกใช้เพื่อวัดเสียงพื้นหลัง เพื่อว่าเครื่องมือใดๆ หรือเสียงคนเกิดขึ้นในทั้งสองกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.4.1 ไมโครโฟนที่ทำงานด้วยเครื่องมือ- ไมโครโฟนเดียวที่เคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง เช่น การเคลื่อนเป็นวง อาจใช้แทนไมค์ติดตั้ง ตำแหน่งต่างๆ ทำตามข้อ 10.3.2 จะพบทุกตำแหน่งของเส้นทาง ข้อสำคัญคือรัศมีของทางเดินจะต้องอย่างน้อย 1 เมตร

9.4.2 ไมโครโฟนเคลื่อนไหวด้วยมือ- ไมค์จะต้องถูกถืออย่างดี ห่างจากการปฏิบัติการหลัก ผู้ปฏิบัติจะต้องเคลื่อนไหวอย่างช้าๆ และย้ายไมค์ไปสู่ตัวอย่าง ใกล้ศูนย์กลางของห้องมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ จะใช้เกณฑ์ตาม 9.3.2

9.5 เสียงพื้นหลัง- ทำการวัดระดับเสียงพื้นหลังเป็นประจำ ในแต่ละ ความถี่ เพื่อให้แน่ใจว่า การทดลอง จะไม่ถูกกระทบจากเสียงภายนอก ในระบบรับ สร้างสหสัมพันธ์ของแต่ละตำแหน่งของการวัด หรือ ณ ตำแหน่งต่างๆของแต่ละการวัด เมื่อระดับเสียงพื้นหลังน้อยกว่า 10 dB ต่ำกว่าระดับการผสม ต่อสัญญาณ และพื้นหลัง หากว่าระดับพื้นหลังอยู่ระหว่าง 5 และ 10 dB ต่ำกว่าระดับการผสม, ค่าการปรับของระดับสัญญาณถูกคำนวณดังนี้ :

$$L_s = 10 \log(10^{Lsb} - 10^{'Lb}) \qquad (2)$$

เมื่อ

L_b = ระดับเสียงพื้นหลังของแต่ละ band , dB

L_{sb} = ระดับการผสม หรือ สัญญาณและพื้นหลัง, dB

L_s = ระดับสัญญาณที่ปรับ, dB

9.6 การกำหนดระดับพื้นที่เฉลี่ย- ตามขบวนการใน 10.3.1 และ 10.4.1 จะได้สองชุดของค่าเฉลี่ยระดับความกดของเสียง ที่สอดคล้องกับตัวอย่างจากห้องทั้งสอง สำหรับไมค์ตายตัว, ระดับพื้นที่เฉลี่ยสำหรับห้องถูกคำนวณดังนี้

$$\overline{L} = 10 \log_{10}[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} 10L^{/10}] \qquad (3)$$

เมื่อ

Li คือชุดของระดับเวลาเฉลี่ย ที่ได้ ณ ตำแหน่ง n ในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้