บทที่ 3

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ ที่มุ่งเน้นการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการป้องกันเสียงของผนังคอนกรีตบล็อกชนิดมีช่องลมระบายอากาศ โดยใช้วัสดุคอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุสำหรับผลิตตัวอย่างคอนกรีตบล็อกตามวัตถุประสงค์ที่จะทำการศึกษา แล้วจึงทำการตรวจวัดค่าการลดระดับความดังเสียงในหน่วย เดซิเบล (dB)

3.1 แผนการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้แบ่งการทดลองเป็น 3 ชุดการทดลอง ตามวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา ได้แก่

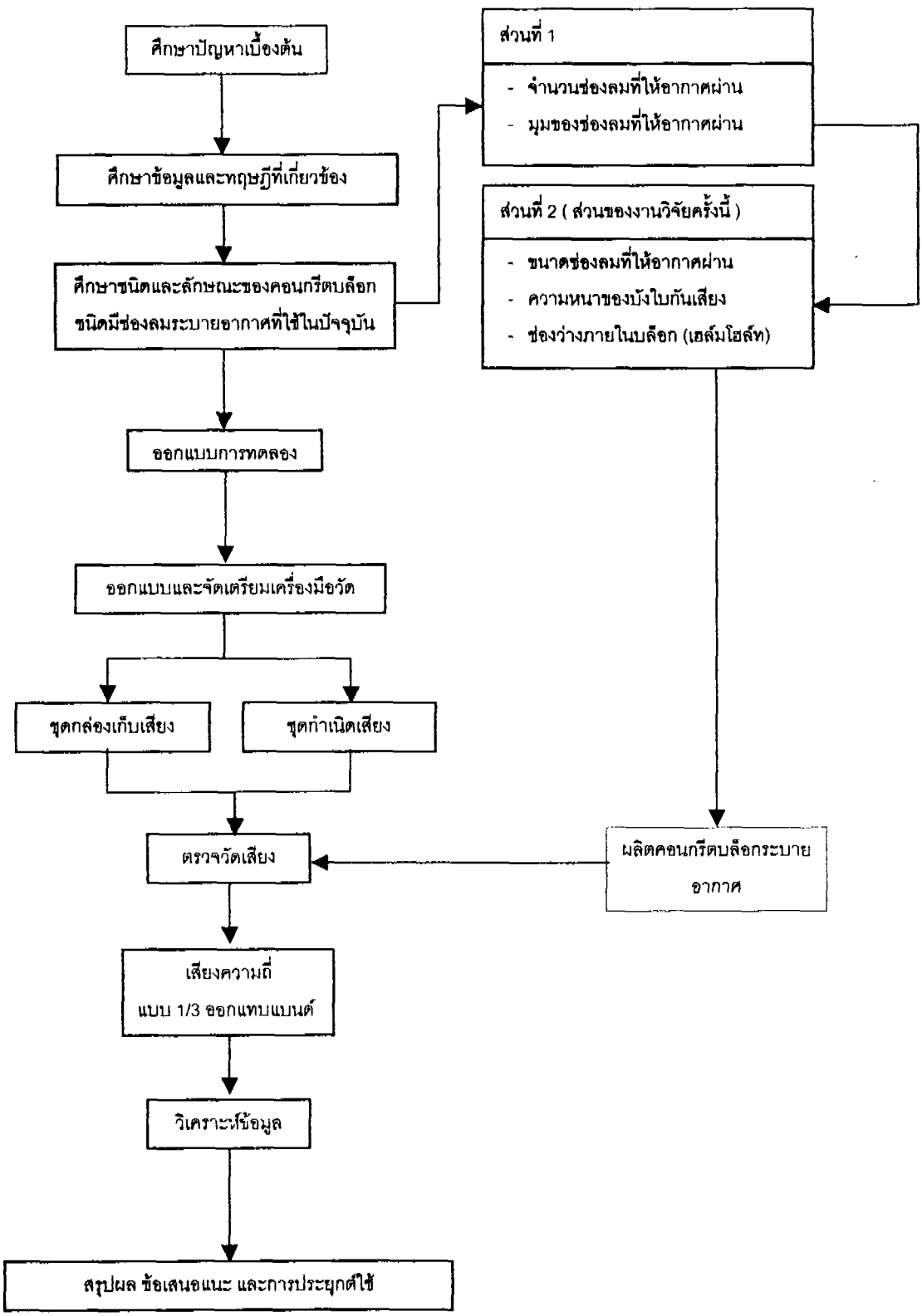
1. ศึกษาขนาดช่องลมที่ให้อากาศผ่าน ของผนังคอนกรีตบล็อกชนิดมีช่องลมระบายอากาศ ที่ส่งผลต่อการลดระดับความดังเสียง

2. ศึกษาความหนาของบังใบกันเสียง ของผนังคอนกรีตบล็อกชนิดมีช่องลมระบายอากาศ ที่ส่งผลต่อการลดระดับความดังเสียง

3. ศึกษาการใช้ช่องว่างภายในบล็อก (Helmholtz) ในช่องลม ของผนังคอนกรีตบล็อกชนิดมีช่องลมระบายอากาศ ที่ส่งผลต่อการลดระดับความดังเสียง

ผลการทดลองของการทดลองชุดที่ 1 และชุดที่ 2 จะมีผลต่อการออกแบบคอนกรีตบล็อกชนิดมีช่องลมระบายอากาศในการทดลองชุดที่ 3 โดยเลือกรูปแบบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดมาออกแบบการทดลองชุดที่ 3 ทั้งนี้ การกำหนดรูปแบบของคอนกรีตบล็อกที่ทำการทดลองทั้ง 3 ชุดในงานวิจัยครั้งนี้ได้นำผลจากการศึกษาเชิงทดลอง และเปรียบเทียบในเรื่องจำนวนช่องที่เหมาะสมและมุมที่เหมาะสมของช่องลมที่ให้อากาศผ่านของคอนกรีตบล็อกชนิดมีช่องลมระบายอากาศ ตามขั้นตอนทั้งหมดในการวิจัย ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1
ขั้นตอนในการวิจัย



3.2 ตัวอย่างในงานวิจัย

คอนกรีตบล็อกชนิดมีช่องลมระบายอากาศ ที่ใช้และผลิตอยู่ตามท้องตลาดในปัจจุบัน ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันไปทั้งเรื่องมาตรฐานการผลิต ชนิดของวัสดุ ขนาด รูปทรงรูปตัด ความหนา น้ำหนัก และความสามารถในการรับแรงด้วย ดังนั้นจึง กำหนดตัวอย่างในงานวิจัยที่จะศึกษา คือ คอนกรีตบล็อกชนิดมีช่องลมระบายอากาศ ที่ผลิตขึ้นจากวัสดุคอนกรีตมวลเบา เพื่อการทดลองประสิทธิภาพการป้องกันเสียงเสียง กำหนดให้มีตัวแปรต้นที่แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ในการศึกษา โดยสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงในเรื่องที่จะศึกษา (purposive sampling) ดังนี้

1. ขนาดของช่องลมที่ให้อากาศผ่าน
2. ความหนาของบังใบกันเสียง
3. ช่องว่างภายในบล็อก (เฮล์มโฮลทซ์)

3.3 ตัวแปรในการศึกษา

จากการศึกษาศึกษาเชิงทดลอง และเปรียบเทียบในเรื่องจำนวนช่องที่เหมาะสม และมุมที่เหมาะสมของช่องลมที่ให้อากาศผ่านของคอนกรีตบล็อก ชนิดมีช่องลมระบายอากาศพบว่า จำนวนช่องลมที่ให้อากาศผ่านเมื่อมีจำนวนน้อย และมีมุมของส่วนกั้นเสียง หรือบังใบ ภายในช่องลมเอียงตั้งฉากกับแนวระนาบของช่องลม ส่งผลให้ประสิทธิภาพการกันเสียงดีกว่ามีจำนวนช่องลมมาก

เงื่อนไขในการกำหนดตัวแปรต้นในการทดลองวิจัยครั้งนี้ ออกแบบให้คอนกรีตบล็อกชนิดมีช่องลมระบายอากาศมีจำนวนช่องลม 1 ช่อง วางตัวในแนวนอนตามมิติของบล็อกคอนกรีต และบังใบวางตั้งฉากกับแนวระนาบของช่องลมที่มีขนาด กว้าง 40 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร หนา 20 เซนติเมตร ดังนี้

3.3.1 ตัวแปรต้น

การทดลองชุดที่ 1 ขนาดของช่องลมที่ให้อากาศผ่าน มีตัวแปรต้นดังนี้ (ดังภาพที่ 3.2)

1. ขนาดช่องลม 2.5 เซนติเมตร
2. ขนาดช่องลม 5.0 เซนติเมตร
3. ขนาดช่องลม 7.5 เซนติเมตร

การทดลองชุดที่ 2 ความหนาของบังใบกันเสียง มีตัวแปรต้นดังต่อนี้ (ดังภาพที่ 3.3)

1. ความหนาบังใบด้านบน - หน้า 2.5 เซนติเมตร และด้านหลัง - ล่าง 12.5 เซนติเมตร
2. ความหนาบังใบด้านบน - หน้า 5.0 เซนติเมตร และด้านหลัง - ล่าง 10.0 เซนติเมตร
3. ความหนาบังใบด้านบน - หน้า 7.5 เซนติเมตร และด้านหลัง - ล่าง 7.5 เซนติเมตร
4. ความหนาบังใบด้านบน - หน้า 10.0 เซนติเมตร และด้านหลัง - ล่าง 5.0 เซนติเมตร
5. ความหนาบังใบด้านบน - หน้า 12.5 เซนติเมตร และด้านหลัง - ล่าง 2.5 เซนติเมตร

การทดลองชุดที่ 3 ช่องว่างภายในบล็อก (เฮล์มโฮลทซ์) (ดังภาพที่ 3.4)

1. ไม่มีช่องว่างภายในบล็อก (ไม่มีเฮล์มโฮลทซ์)
2. มีช่องว่างภายในบล็อก (มีเฮล์มโฮลทซ์)

3.3.2 ตัวแปรตาม

ค่าการลดระดับความดังเสียง มีหน่วยเป็น เดซิเบล

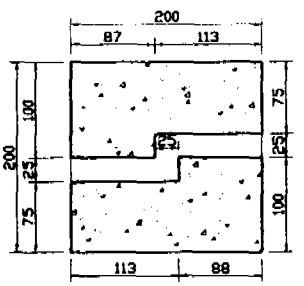
3.3.3 ตัวแปรควบคุม

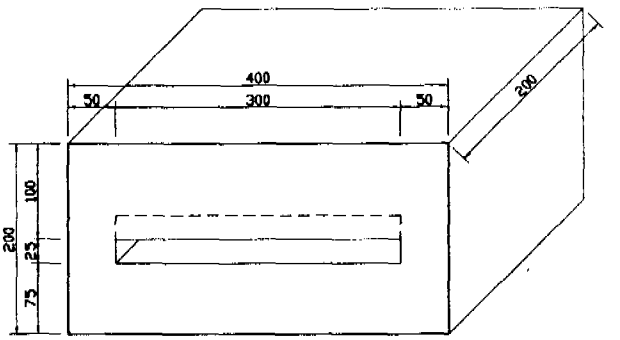
1. ส่วนผสมของเนื้อคอนกรีตมวลเบา
2. วัสดุประกอบชิ้นส่วน และปูนก่อบล็อกคอนกรีตมวลเบา
3. ระดับความดังเสียงจากแหล่งกำเนิด
4. ชุดแหล่งกำเนิดเสียง
5. สภาวะเสียงภายในห้องทดลอง

ภาพที่ 3.2

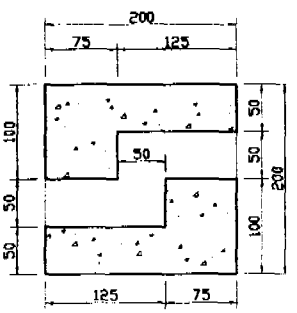
คอนกรีตบล็อกในการทดลองชุดที่ 1 ขนาดของช่องลมที่ให้อากาศผ่าน

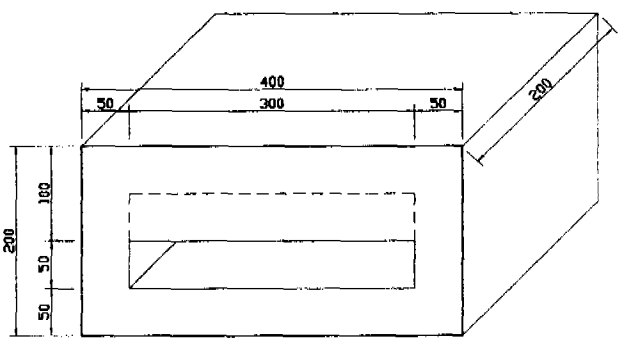
1.1



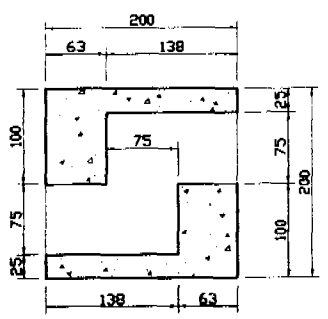


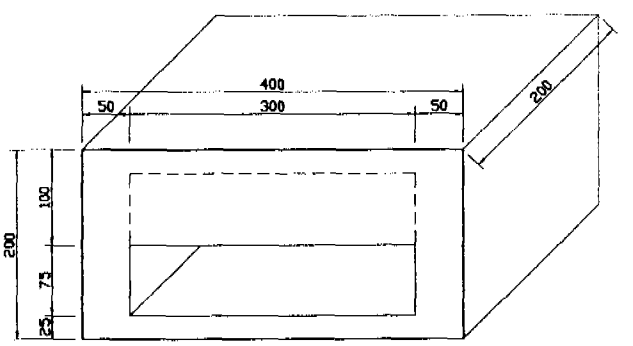
1.2





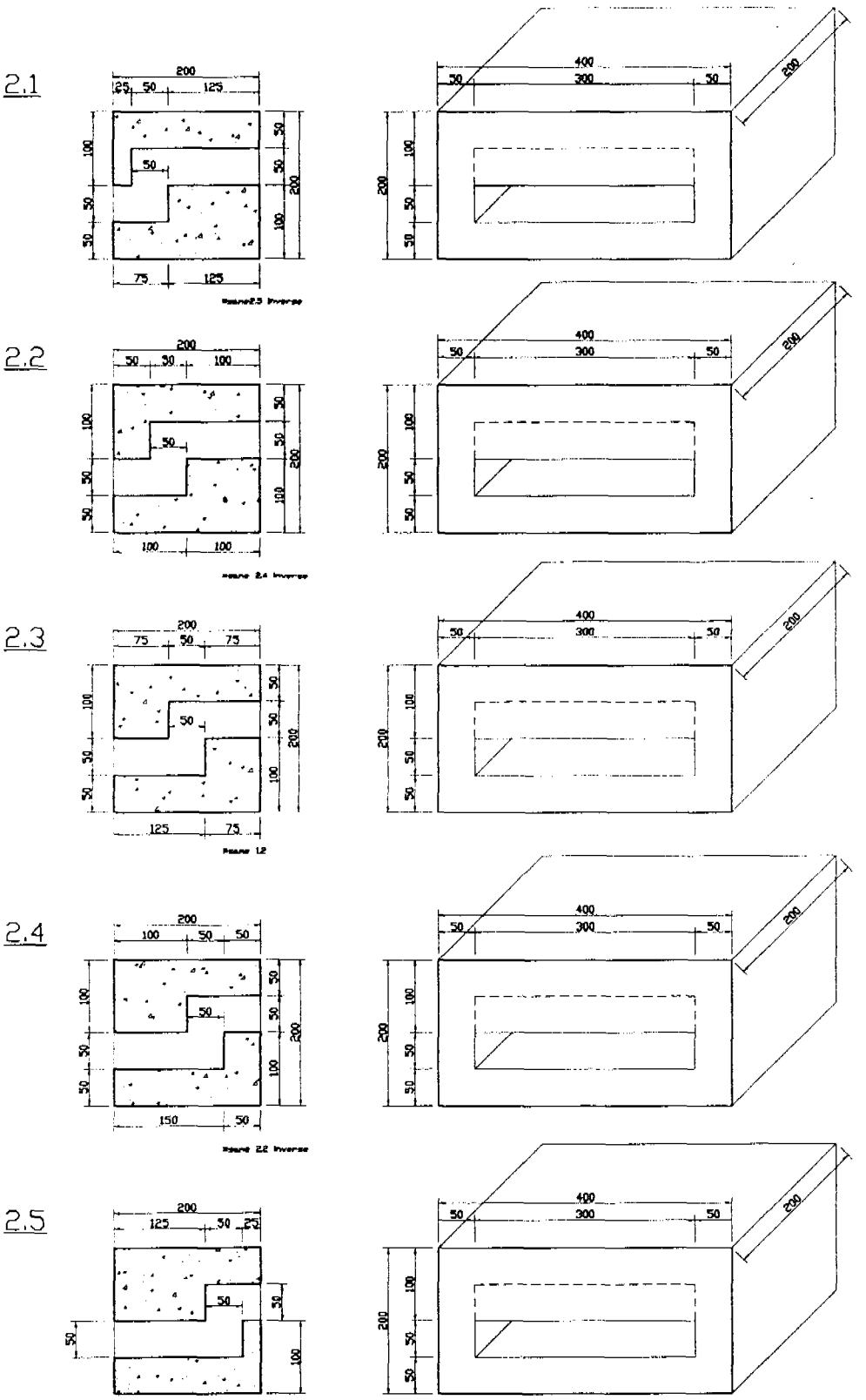
1.3





ภาพที่ 3.3

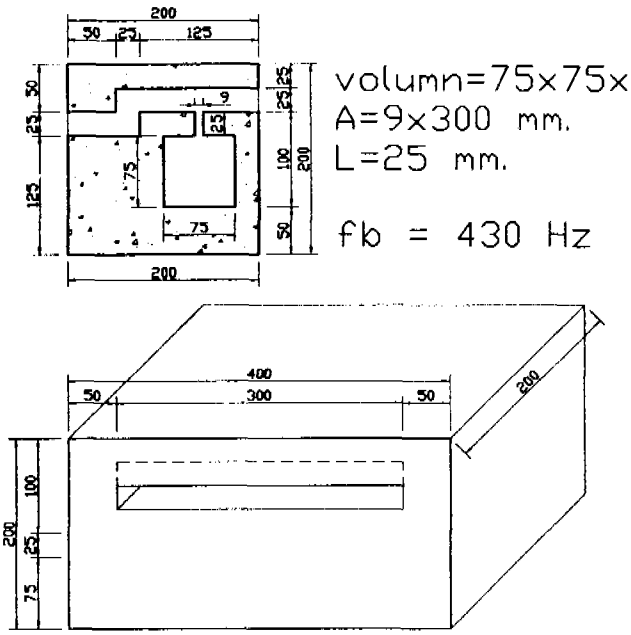
คอนกรีตบล็อกในการทดลองชุดที่ 2 ความหนาบังใบกันเสียง



ภาพที่ 3.4

คอนกรีตบล็อกในการทดลองชุดที่ 3 ช่องว่างภายในบล็อก

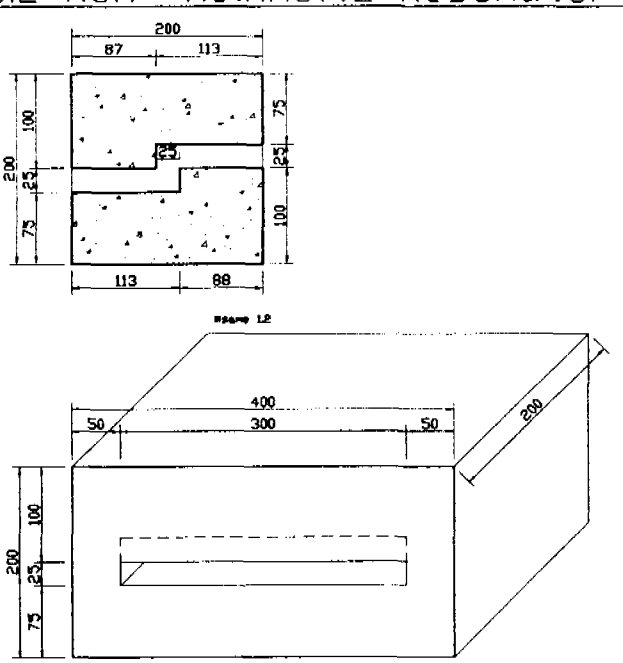
3.1 Helmholtz Resonator Block.(HH)



volumn=75x75x300 mm.
A=9x300 mm.
L=25 mm.

fb = 430 Hz

3.2 Non- Helmholtz Resonator Block.(NON-HH)



3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องวัดระดับความดังเสียง บีเค เปอร์ซิสชั่น รุ่น 732 ไออีซี 651 ความละเอียดระดับ 2 (BK PRECISION Model 732 IEC 651 TYPE 2) จำนวน 4 เครื่อง

2. ขาตั้งเครื่องวัดระดับความดังเสียง แบบ 3 ตำแหน่ง

3. คอมพิวเตอร์สำหรับเปิดและควบคุมสัญญาณเสียง 1/3 ออกแทบแบนด์ แต่ละความถี่

4. สัญญาณเสียง 1/3 ออกแทบแบนด์ ความถี่ ตั้งแต่ 100 ถึง 10000 Hz

5. ชุดกล่องเก็บเสียงขนาด 0.90 x 0.70 x 0.90 เมตร (กว้าง x สูง x ลึก) และลำโพงปรับความดังเสียงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว ตรา ดีคอน 500 วัตต์

6. อุปกรณ์ขยายความดังเสียง ตรา เคซีอี มิวสิก 300 วัตต์

7. ห้องทดลองขนาด กว้าง 8.00 เมตร ยาว 10.00 เมตร สูง 3.00 เมตร (ปริมาตรห้องประมาณ 240 ลูกบาศก์เมตร)

8. คอนกรีตมวลเบา ตรา คิวคอน (Q-con) ขนาด สูง 20 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร หนา 7.5 10.0 12.5 15.0 และ 20.0 เซนติเมตร

9. ปูนก่อคอนกรีตมวลเบา ตรา คิวคอน (Q-con)

10. เครื่องตัดคอนกรีตมวลเบาไฟฟ้า

11. อุปกรณ์สำหรับประกอบชิ้นส่วนแบบบล็อกคอนกรีต และก่อผนังสำหรับทดลอง

12. อุปกรณ์สำหรับผสมปูนก่อคอนกรีตมวลเบา

13. เครื่องชั่งน้ำหนักปูนก่อ

14. กระบอกตวงน้ำสำหรับผสมปูนก่อ

15. กรอบสำหรับยึดผนังคอนกรีตบล็อกกับกล่องเก็บเสียง

16. อุปกรณ์ป้องกันเสียง (ears plug) สำหรับผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัย

17. ตารางจดบันทึกผลการทดลอง

3.5 การทดสอบเครื่องมือ

3.5.1 ชุดกล่องเก็บเสียง

1. ทำการทดสอบประสิทธิภาพการกันเสียงของกล่องเก็บเสียง โดยทดสอบกับผนังทึบหนา 20 เซนติเมตร ซึ่งเป็นชุดผนังที่มีประสิทธิภาพการกันเสียงมากที่สุดในงานวิจัยนี้ เพื่อหาค่าการลดระดับความดังเสียง

2. ทำการปรับค่าความดังเสียง (เพิ่ม/ ลด) ให้มีค่าความดังเสียงวัดได้ที่ตำแหน่งปากกล่องชุดเก็บเสียง 90 เดซิเบล ในแต่ละความถี่เสียง (100 - 10,000 Hz)

3.5.2 ห้องทดลอง

ตรวจวัดค่าระดับความดังเสียงของห้องทดลอง ณ ตำแหน่งกลางห้อง เพื่อตรวจสอบค่าระดับความดังเสียงของห้องสำหรับอ้างอิงในการทดลองในแต่ละครั้ง

3.5.3 เครื่องมือวัดระดับความดังเสียง

อ่านค่าจากเครื่องวัดระดับความดังเสียงทั้ง 4 เครื่อง ณ ตำแหน่งเดียวกันภายในห้องทดลองว่ามีค่าตรงกันหรือไม่

3.6 สถานที่ทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการคอนกรีต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

2. ห้องปฏิบัติการ และทดสอบ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

3.7 การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์การทดลอง

3.7.1 การผลิตคอนกรีตบล็อกชนิดมีช่องลมระบายอากาศ

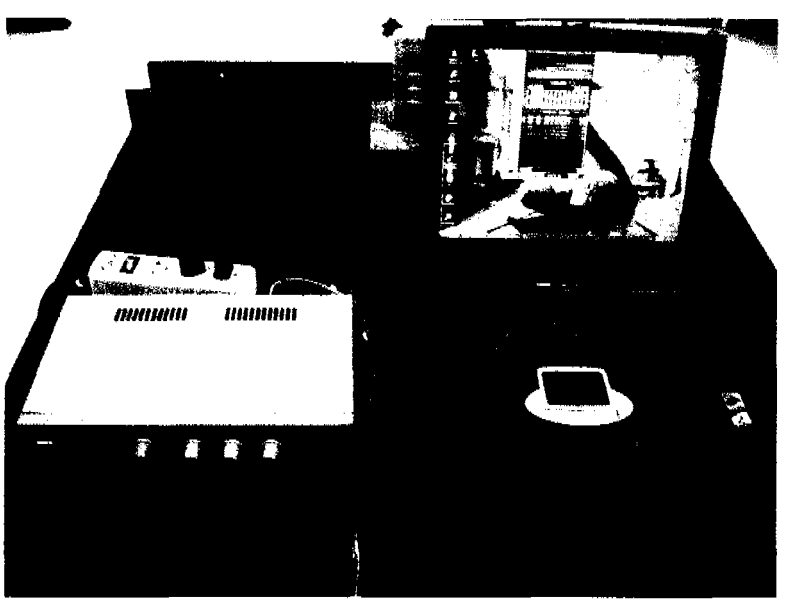
คอนกรีตบล็อกชนิดมีช่องลมระบายอากาศ ผลิตจากการนำคอนกรีตมวลเบา ที่ผ่านกระบวนการทางอุตสาหกรรมสำหรับคอนกรีตมวลเบา นำมาตัดด้วยเครื่องเลื่อยตัดคอนกรีตไฟฟ้าเป็นชิ้น ๆ จากนั้นนำมาประกอบเป็นคอนกรีตบล็อกที่ออกแบบตามตัวแปรที่ต้องการศึกษา มีขนาด กว้าง 40 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร หนา 20 เซนติเมตร ในทุก ๆ บล็อก ดังภาพ 3.2 3.3 และ 3.4

3.7.2 ชุดกำเนิดเสียงและขยายเสียง

แหล่งกำเนิดเสียง ได้แก่ ลำโพงขนาด 8 นิ้ว สามารถปรับความดังเสียงโดยผ่านเครื่องขยายเสียง ที่พ่วงต่อกับคอมพิวเตอร์สำหรับเปิด และควบคุมสัญญาณเสียง 1/3 ออกแทบแบนด์ แต่ละความถี่ ตั้งแต่ 100 Hz ถึง 10000 Hz ดังภาพที่ 3.5

ภาพที่ 3.5

ชุดกำเนิดเสียงและขยายเสียง

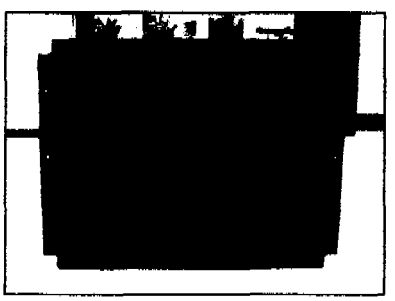


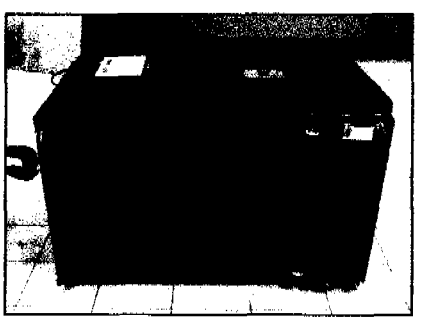
3.7.3 ชุดกล่องเก็บเสียง

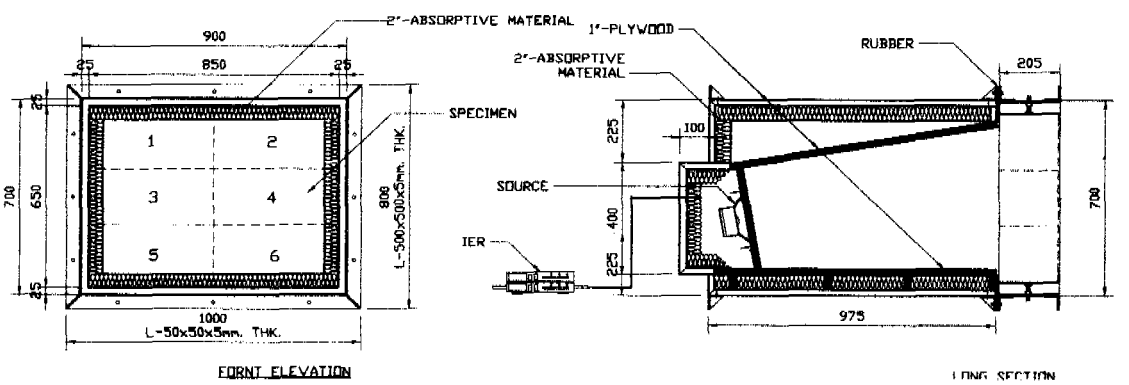
ชุดกล่องเก็บเสียง มีขนาด 0.90 x 0.70 x 0.90 เมตร (กว้าง x สูง x ลึก) ประกอบเข้ากับลำโพงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว ทำหน้าที่บังคับคลื่นเสียงจากลำโพงไปยังผนัง โดยออกแบบให้เกิดการสั่นพ้องของเสียงน้อยที่สุด และวัสดุที่ใช้สำหรับชุดกล่องเก็บเสียง คือ ไม้อัด หนา 1 นิ้ว 2 ชั้น ชั้นกลางด้วยฉนวนใยแก้ว หนา 2 นิ้ว บริเวณรอยต่อกำแพงคอนกรีตบล็อก กับปากกล่องบุขอบด้วยแผ่นฟองน้ำเพื่อป้องกันเสียงเลี้ยวเบนของเสียง ดังภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6

ชุดกล่องเก็บเสียง







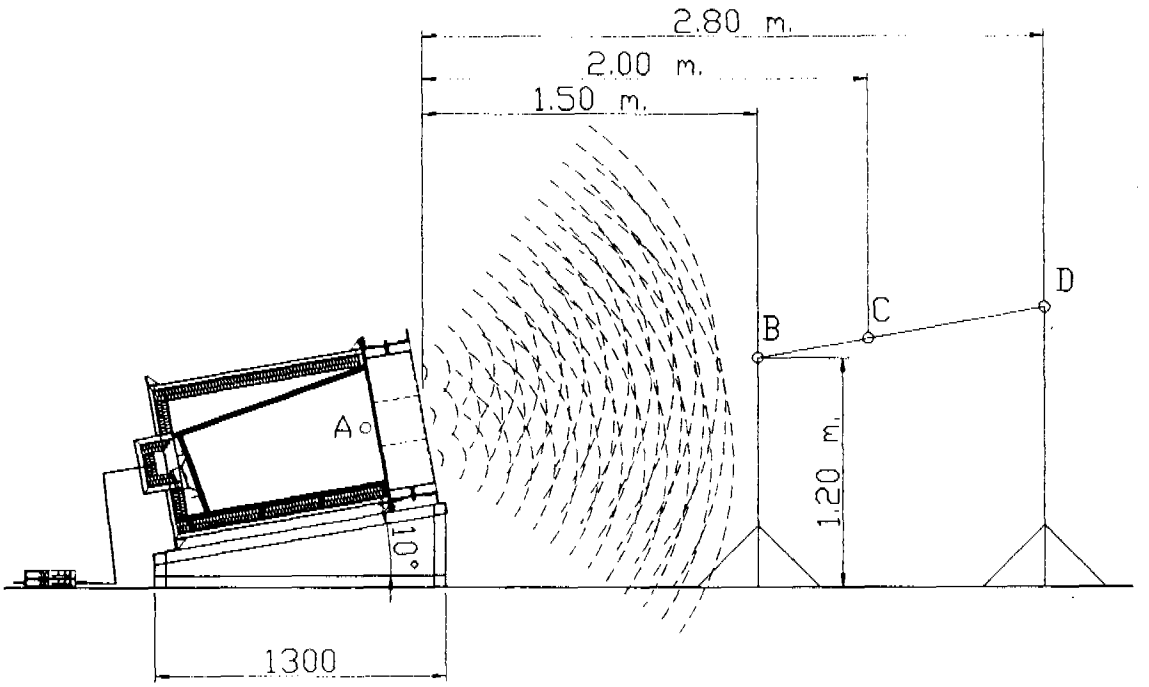
3.8 วิธีการทดลอง

ในหนึ่งชุดการทดลอง ประกอบด้วยคอนกรีตบล็อกขนาด กว้าง 40 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร หนา 20 เซนติเมตร นำมาก่อเป็นผนังจำนวน 6 ก้อน (ขนาดประมาณ 0.48 ตารางเมตร) ที่ปากชุดกล่องเก็บเสียง ทดสอบประสิทธิภาพการกันเสียงในห้องทดลอง ขนาด กว้าง 8.00 เมตร ยาว 10.00 เมตร สูง 3.00 เมตร (ปริมาตรห้องประมาณ 240 ลูกบาศก์เมตร) มีขั้นตอนทดลองดังต่อไปนี้

1. ติดตั้งอุปกรณ์การทดลองและอุปกรณ์ตรวจวัดระดับเสียง โดยวัด ณ ตำแหน่งห่างจากปากชุดกล่องเก็บเสียง 1.50 เมตร 2.00 เมตร และ 2.80 เมตร เพื่อป้องกันการวัดค่าระดับความดังเสียง ณ ตำแหน่งที่เกิดคลื่นนิ่ง และช่วยยืนยันความถูกต้องของค่าระดับความดังเสียงในการทดลองในแต่ละครั้ง ดังภาพที่ 3.7 ตรวจสอบให้พร้อมสำหรับทำการทดลอง
2. ติดตั้งผนังคอนกรีตบล็อกแต่ละรูปแบบของแต่ละชุดการทดลอง ที่จะทดสอบที่ปากชุดกล่องเก็บเสียงให้แน่นสนิท
3. เลือกเปิดสัญญาณเสียงจากคอมพิวเตอร์ โดยเลือกความถี่เสียงที่ 100 Hz และปรับระดับความดังเสียงที่เครื่องขยายเสียง ณ ตำแหน่ง ปลายชุดเก็บเสียง (ตำแหน่ง A) ให้มีระดับคงที่ที่ 90 เดซิเบล
4. อ่านค่าระดับความดังเสียงจากเครื่องวัดเสียง (ขณะที่มีคอนกรีตบล็อกปิดกั้นที่ปลายชุดเก็บเสียง) ณ ตำแหน่ง B, C และ D บันทึกผลการทดลอง โดยวัดและบันทึกผล 3 ครั้ง (ให้เป็นระดับความดังเสียงที่ส่งผ่านวัสดุ)
5. ทำการทดลองซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 2 - 4 แต่เปลี่ยนความถี่เสียงเป็น 125 160 200 250 315 400 500 630 800 1,000 1,250 1,600 2,000 2,500 3,150 4,000 5,000 6,300 8,000 และ 10,000 Hz ตามลำดับ
6. ทดลองซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 2 - 5 แต่เปลี่ยนแบบของคอนกรีตบล็อกที่จะนำมาทดลองโดยทดลองให้ครบทุกชุดการทดลอง รวมไปถึงไม่มีคอนกรีตบล็อกที่ปลายชุดเก็บเสียง และคอนกรีตบล็อกที่ใช้ตามท้องตลาดด้วย
7. วิเคราะห์ ผลการวัดระดับเสียงเปรียบเทียบกันในแต่ละจุด (B, C และ D)
8. สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะในงานวิจัยอนาคต

ภาพที่ 3.7

ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลองเรื่องเสียง



3.9 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพการกันเสียงของผนังคอนกรีตบล็อกชนิดมีช่องลมระบายอากาศพิจารณาจากค่าการลดระดับความดังเสียง ของผนังคอนกรีตบล็อกในแต่ละตัวแปรที่ศึกษา รวมถึงเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับคอนกรีตบล็อกชนิดมีช่องลมระบายอากาศที่มีอยู่ท้องตลาดปัจจุบัน โดยมุ่งเน้นในเรื่องการป้องกันเสียงที่เพิ่มขึ้น และความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม

ค่าการลดระดับความดังเสียงคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$NR = SPL1 - SPL2$$

โดย	NR	คือ ระดับความดังเสียงที่ลดลง	(เดซิเบล)
	SPL1	คือ ระดับความดังเสียงเมื่อไม่มีสิ่งกีดขวาง	(เดซิเบล)
	SPL2	คือ ระดับความดังเสียงเมื่อมีสิ่งกีดขวาง	(เดซิเบล)

ค่าการลดระดับความดังเสียง ของผลการทดลองที่ชี้บ่งประสิทธิภาพการกันเสียงของผนังบล็อกคอนกรีตชนิดมีช่องลมระบายอากาศในงานวิจัยนี้ เป็นการทดลองมุ่งเน้นการศึกษาและเปรียบเทียบตามตัวแปรที่ต้องการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบเป็นค่ามาตรฐาน กับวัสดุประเภทอื่น อีกทั้งด้วยลักษณะพิเศษของผนังที่มีช่องลมระบายอากาศไม่สามารถวัดค่าระดับความดังเสียงได้ที่หลังผนังโดยตรง จำเป็นที่จะต้องวัดระยะห่างไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร ตามมาตรฐานการวางตำแหน่งเครื่องตรวจวัดซึ่งเหมาะสมที่จะต้องออกแบบการทดลองเฉพาะสำหรับงานวิจัยนี้