# บทที่ ๔

## วิธีดำเนินการทดลอง ๑๓

การดำเนินการทดลองนี้ เพื่อที่จะศึกษาคุณสมบัติทางด้านเสียงของวัสดุ โดยแบ่งการทดลองออกเป็นสองตอน

ตอนที่ ๑ จะ ศึกษาคุณสมบัติในการดูดกลืนเสียง ของแผ่นไม้ กระเบื้องแผ่นเรียบ แผ่นสังกะสี และแผ่นเซลโลกรีต

ตอนที่ ๒ จะศึกษาคุณสมบัติในการสูญเสียพลังงานจากการส่งถ่ายเสียง (Transmission Loss) ของแผ่นไม้ กระเบื้องแผ่นเรียบ แผ่นสังกะสีและแผ่นเซลโลกรีต

โดยการเปรียบเทียบคุณสมบัติดังกล่าวในตอนที่ ๑ และตอนที่ ๒ ของวัสดุต่าง ๆ เพื่อเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติในการดูดกลืนและกีดขวางเสียงได้ดี ซึ่งจะได้นำวัสดุที่เลือกได้ไปจัดทำเป็นกำแพงกั้นเสียงบนทางพิเศษต่อไป

### การทดลองตอนที่ ๑ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดกลืนเสียงของวัสดุ

### เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

๑. Function Generator Type FG 1 ผลิตโดย FARNELL

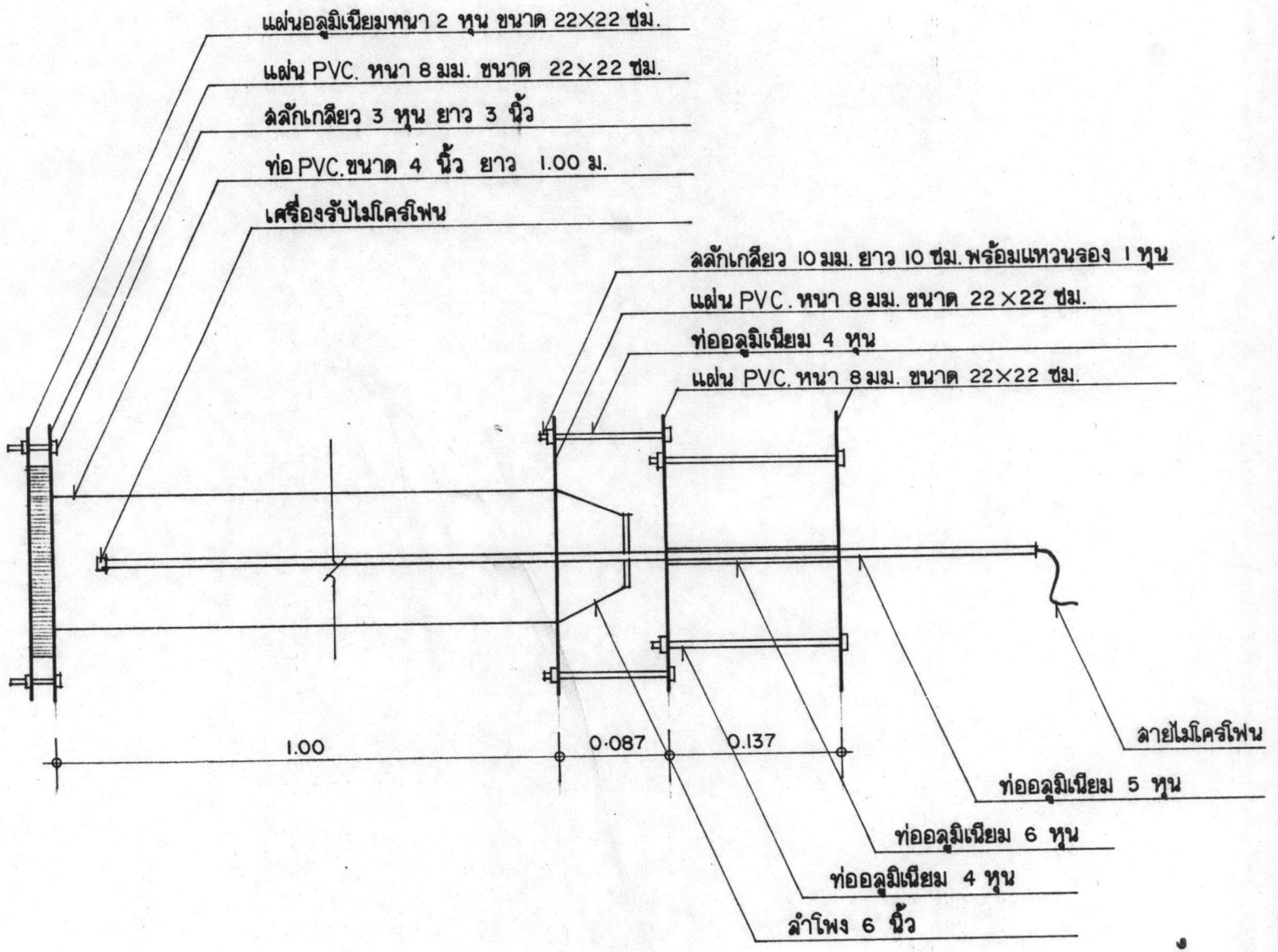
๒. Power Amplifier Type 2706 ผลิตโดย Brüel & Kjær Copenhagen

๓. Measuring Amplifier Type 2609 ผลิตโดย Brüel & Kjaer Copenhagen

๔. Oscilloscope Model Type bwd 539c ผลิตโดย BWD Electronics PTY LTD Australia

๕. เครื่องรับไมโครโฟน ขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว Type 4165 ผลิตโดย Bruel & lej r

๖. แบบจำลอง Standing Wave Apparatus ดังแสดงในรูปที่ ๔.๑




รูปที่ 4.1 แบบจำลอง Standing Wave Apparatus 1 : 5

วิธีการวัดข้อมูล

การวัดข้อมูลเพื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของวัสดุ จะกระทำเป็นขั้นตอนได้ดังนี้คือ

๑. จัดเครื่องต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ ๔.๒

๒. ใส่ตัวอย่างที่จะทำการทดลองในแบบจำลอง Standing Wave Apparatus

๓. ปรับความถี่ที่ Function Generator ตามค่าศูนย์กลางความถี่แบบ One-third Octave

๔. ในแต่ละความถี่ ปรับระยะไมโครโฟนในท่อแบบจำลอง Standing Wave Apparatus เพื่อให้ได้ค่าระดับสูงสุดและต่ำสุด โดยอ่านค่าระดับความดังเป็น dB (A) จาก Measuring Amplifier และจดระยะที่ตำแหน่งของไมโครโฟนห่างจากแผ่นวัสดุที่นำมาทดลอง ซึ่งค่าระดับความดังสูงสุดและต่ำสุดที่ได้นี้จะนำไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง (Absorption Coefficient) ของแผ่นตัวอย่าง

๕. ปรับความถี่ถัดไปตามตำแหน่งของศูนย์กลางความถี่แบบ One-third Octave band และดำเนินการวัดข้อมูลตามข้อ ๔ จนครบทุก ๆ ความถี่ที่ต้องการ

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของแผ่นตัวอย่าง

ให้ B = ระดับความดังสูงสุด – ระดับความดังต่ำสุด dB(A)

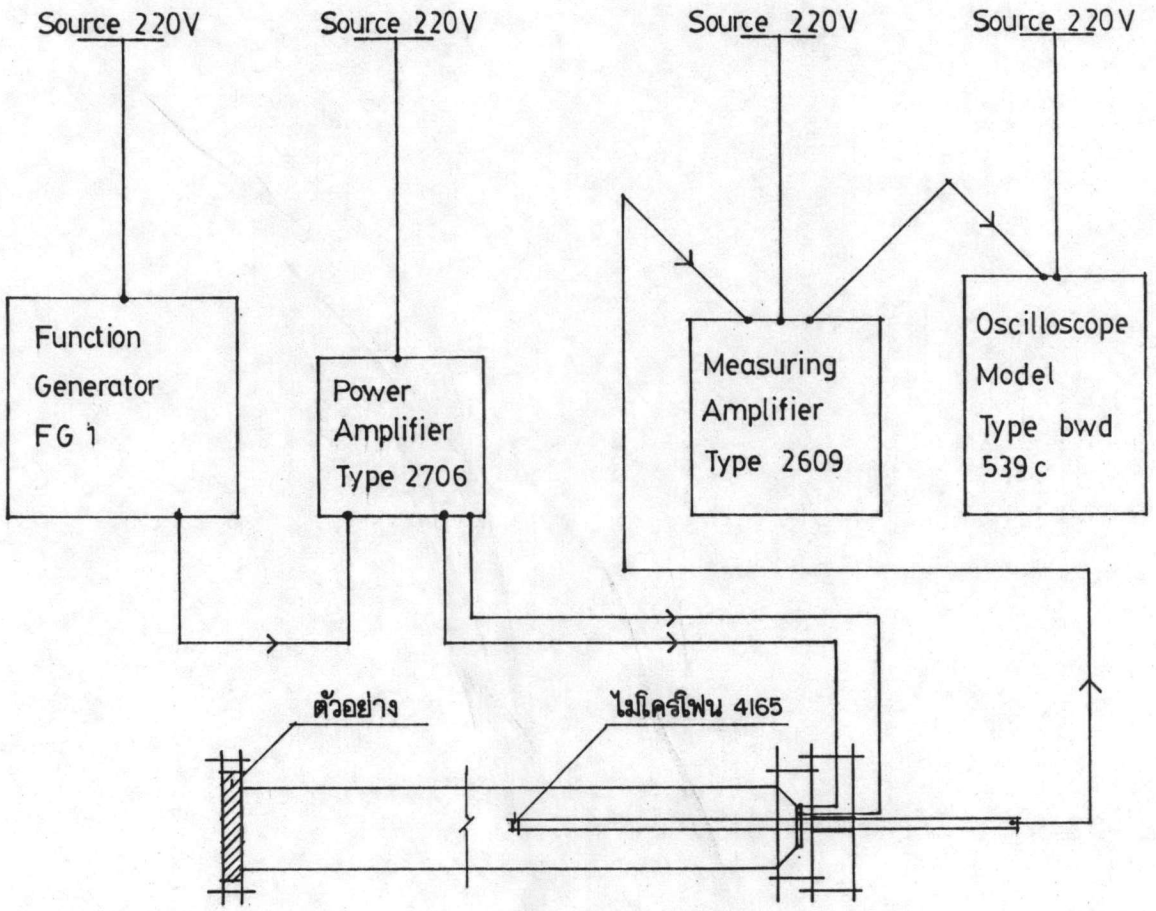
$$B = 20 \log (P_{max}/P_{min})$$

$$P_{max}/P_{min} = SWR = \text{antilog } \frac{B}{20}$$

$$a = 1 - \left( \frac{SWR - 1}{SWR + 1} \right)^2$$

สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของวัสดุ (a)

ค่าของสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของวัสดุจะดูได้จากตารางที่ ๔.๑ และรูปที่ ๔.๓




แบบจำลอง Standing Wave Apparatus

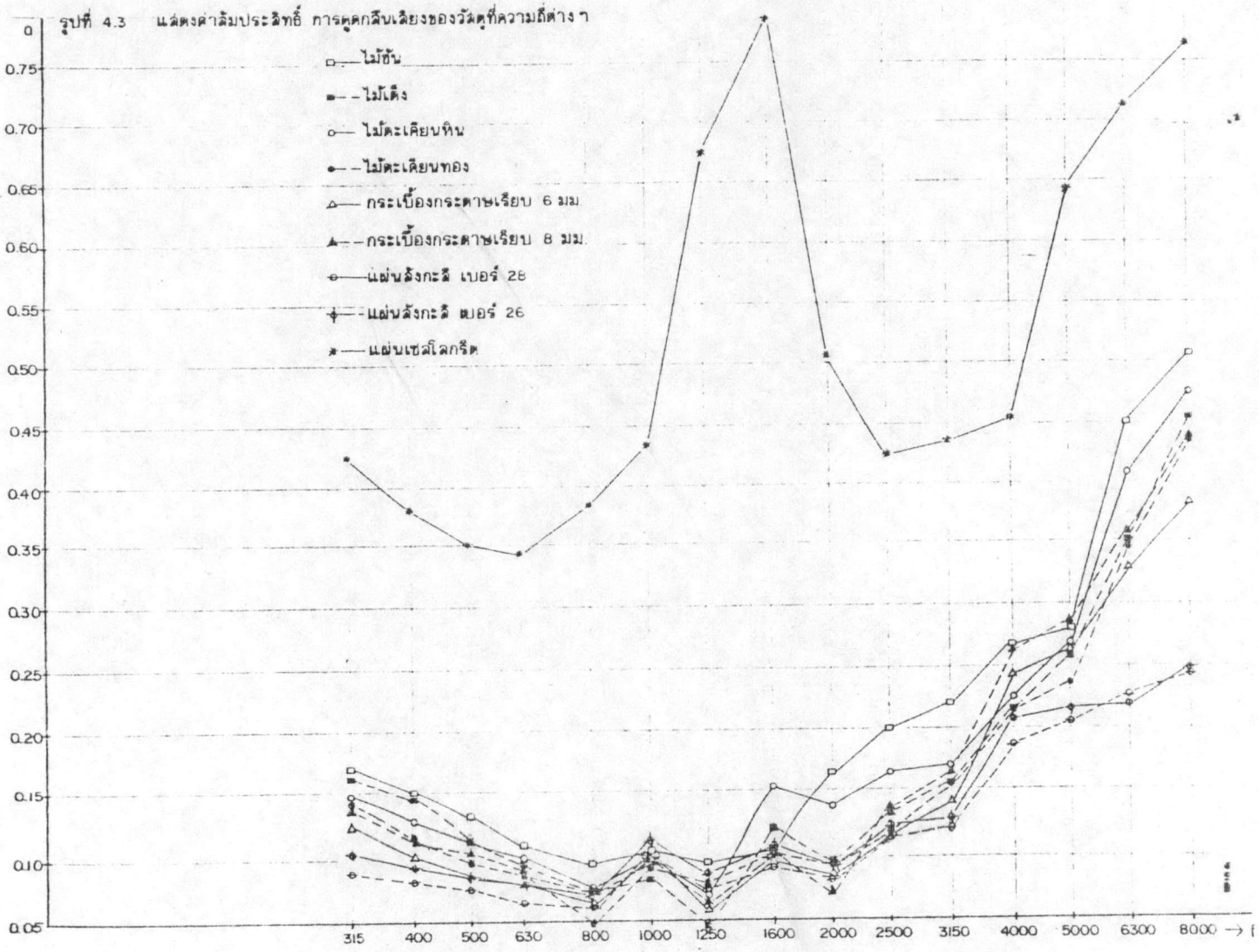
รูปที่ 4.2 แสดงการใช้เครื่องมือ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของวัสดุ

ตารางที่ ๔.๑ แสดงค่า ส.ป.ส.การดูดกลืนเสียงของวัสดุที่ความถี่ต่าง ๆ

| ตัวอย่าง | ความหนา | ความถี่ (เฮิรซ์) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ๓๑๕ | ๔๐๐ | ๕๐๐ | ๖๓๐ | ๘๐๐ | ๑๐๐๐ | ๑๒๕๐ | ๑๖๐๐ | ๒๐๐๐ | ๒๕๐๐ | ๓๑๕๐ | ๔๐๐๐ | ๕๐๐๐ | ๖๓๐๐ | ๘๐๐๐ |
| ไม้ชั้น | ๑ นิ้ว | ๐.๑๗๐ | ๐.๑๕๐ | ๐.๑๓ | ๐.๑๑ | ๐.๐๙๗ | ๐.๑๐๘ | ๐.๐๙๕ | ๐.๑๐๖ | ๐.๑๖๔ | ๐.๒๐ | ๐.๒๒ | ๐.๒๖๙ | ๐.๒๙ | ๐.๔๕๐ | ๐.๕๐๙ |
| ไม้เค็ง | ๑ นิ้ว | ๐.๑๖๑ | ๐.๑๔๔ | ๐.๑๑๒ | ๐.๐๙๗ | ๐.๐๗๔ | ๐.๐๘๓ | ๐.๐๕๐ | ๐.๑๒๐ | ๐.๐๙๙ | ๐.๑๓๐ | ๐.๑๕๖ | ๐.๒๑๖ | ๐.๒๔๘ | ๐.๓๕๐ | ๐.๔๕๒ |
| ไม้ตะเคียนหิน | ๑ นิ้ว | ๐.๑๔๗ | ๐.๑๒๘ | ๐.๑๑๓ | ๐.๑๐๒ | ๐.๐๗๓ | ๐.๐๙๘ | ๐.๐๗๐ | ๐.๑๕๒ | ๐.๑๓๗ | ๐.๑๖๗ | ๐.๑๗๐ | ๐.๒๒๒ | ๐.๒๖๖ | ๐.๔๐๘ | ๐.๔๗๒ |
| ไม้ตะเคียนทอง | ๑ นิ้ว | ๐.๑๔๐ | ๐.๑๑๗ | ๐.๐๙๖ | ๐.๐๘๙ | ๐.๐๙๙ | ๐.๐๙๑ | ๐.๐๗๙ | ๐.๑๐๕ | ๐.๐๙๖ | ๐.๑๑๗ | ๐.๑๕๖ | ๐.๒๑๖ | ๐.๒๓๖ | ๐.๓๙๓ | ๐.๔๓๓ |
| กระเบื้องกระดาษเรียบ | ๖ มม. | ๐.๑๒๑ | ๐.๑๐๓ | ๐.๐๘๙ | ๐.๐๗๙ | ๐.๐๖๐ | ๐.๑๐๒ | ๐.๐๕๗ | ๐.๑๐๖ | ๐.๐๘๖ | ๐.๑๑๙ | ๐.๑๓๙ | ๐.๒๔๓ | ๐.๒๖๒ | ๐.๓๒๙ | ๐.๓๘๑ |
| กระเบื้องกระดาษเรียบ | ๘ มม. | ๐.๑๓๒ | ๐.๑๑๔ | ๐.๑๐๖ | ๐.๐๙๐ | ๐.๐๗๓ | ๐.๐๙๘ | ๐.๐๖๖ | ๐.๑๐๒ | ๐.๐๗๐ | ๐.๑๓๓ | ๐.๑๖๖ | ๐.๒๖๗ | ๐.๒๘๓ | ๐.๓๕๔ | ๐.๔๓๔ |
| แผ่นสังกะสี | เบอร์ ๒๘ | ๐.๐๙ | ๐.๐๘๑ | ๐.๐๗๘ | ๐.๐๖๗ | ๐.๐๖๑ | ๐.๑๐๑ | ๐.๐๗๗ | ๐.๐๙๑ | ๐.๐๘๒ | ๐.๑๑๖ | ๐.๑๑๙ | ๐.๑๘๙ | ๐.๒๐๔ | ๐.๒๒๒ | ๐.๒๔๒ |
| แผ่นสังกะสี | เบอร์ ๒๖ | ๐.๑๐๔ | ๐.๐๙๔ | ๐.๐๘๘ | ๐.๐๘๒ | ๐.๐๗๓ | ๐.๑๑๑ | ๐.๐๘๕ | ๐.๑๐๘ | ๐.๐๙๕ | ๐.๑๑๙ | ๐.๑๒๕ | ๐.๐๒๙ | ๐.๒๑๖ | ๐.๒๑๗ | ๐.๒๙๔ |
| แผ่นเซลโลกรีต | $\frac{๑}{๒}$ นิ้ว | ๐.๔๒๖ | ๐.๓๘๐ | ๐.๓๕๐ | ๐.๓๔๓ | ๐.๓๘๔ | ๐.๔๓๔ | ๐.๖๗๓ | ๐.๘๑๔ | ๐.๕๐๗ | ๐.๔๒๓ | ๐.๔๓๕ | ๐.๔๕๓ | ๐.๖๔๑ | ๐.๗๑๒ | ๐.๗๖๕ |

หมายเหตุ ขนาดพื้นที่ของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ๑๕ ซม. X ๑๕ ซม.

รูปที่ 4.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ การดูดกลืนเสียงของวัสดุที่ความถี่ต่าง ๆ



การทดลองตอนที่ ๒

การทดลองในตอนที่ ๒ นี้ เพื่อหาค่าการ **ศูนย์เสียพลังงานจากการส่งถ่ายเสียง** (Transmission Loss) ซึ่งเครื่องมือต่าง ๆ ที่ต้องใช้ประกอบการทดลองมีดังนี้

๑. Function Generator Type FG 1 ผลิตโดย Farnell

๒. Power Amplifier Type 2706 ผลิตโดย Brüel & Kj r

๓. Measuring Amplifier Type 2609 ผลิตโดย Brüel & Kj r

๔. Oscilloscope Model Type bwd 539C ผลิตโดย BWD Electronics PTY, LTD. Australia

๕. Condenser Microphone ขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว Type 4165 ผลิตโดย Brüel & Kj r จำนวน ๒ เครื่อง

๖. Noise Level Analyzer Type 4426 ผลิตโดย Brüel & Kj r

๗. แบบจำลอง Standing Wave Apparatus ดังแสดงในรูปที่ ๔.๔ แบ่งออกเป็น

๗.๑ ท่อรับเสียง ซึ่งประกอบด้วย

๗.๑.๑ ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔ นิ้ว ยาว ๔๐ ซม. กลึงเกลียวที่ปลายทั้งสองข้าง

๗.๑.๒ แผ่น PVC ขนาด ๒๒ ซม. X ๒๒ ซม. หนา ๘ มม. จำนวน ๓ แห่น ประกบติดด้านที่เป็นแป้น

๗.๑.๓ แผ่นอลูมิเนียม ขนาด ๒๒ ซม. X ๒๒ ซม. หนา ๑ หุน ใช้ทำเป็นแป้น เพื่อให้สอดไมโครโฟนให้อยู่ในแนวระดับศูนย์กลางท่อพอดี รายละเอียดของการทำแป้นเหมือนกับแป้นในรูปที่ ๔.๑

๗.๑.๔ แผ่นเซลโลกรีตหนาครึ่งนิ้ว ประดิษฐ์โดยกรุใส่ปลายท่อรับเสียงเป็นระยะ ๑๐ ซม. ดังแสดงในรูปที่ ๔.๔

๗.๒ ท่อกำเนิดเสียง

๗.๒.๑ ลำโพงขนาด ๖ นิ้ว ๒๐ วัตต์ ๘ โอห้ม ผลิตโดย Kènwood

๗.๒.๒ ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔ นิ้ว ยาว ๑.๐๐ ม. กลึงเกลียวที่ปลายทั้งสองข้าง

๗.๒.๓ แผ่น PVC ขนาด ๒๒ ซม. X ๒๒ ซม. หนา ๘ มม. กลึงเกลียวประกบติดกับปลายทั้งสองของท่อ

๗.๒.๔ แผ่นอลูมิเนียมขนาด ๒๒ ซม. X ๒๒ ซม. หนา ๑ หุน จำนวน ๒ แผ่น ใช้ทำแป้น เพื่อสอดไมโครโฟนให้อยู่ในแนวระดับศูนย์กลางท่อ รายละเอียดในการทำแป้นจะดูได้จากรูปที่ ๔.๑

<u>วิธีการทดลอง</u>

๑. จัดเครื่องมือต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ ๔.๔

๒. ใส่วัสดุที่ต้องการหาค่าการกีดขวางเสียงของวัสดุ ดังรูปที่ ๔.๔

๓. ปรับความถี่ตามตำแหน่งศูนย์กลางความถี่แบบ One-third Octave

๔. ปรับตำแหน่งไมโครโฟนในท่อกำเนิดเสียง ให้ได้ระดับเสียงสูงสุดและต่ำสุด โดยบันทึกระดับความดัง ดังกล่าวจากเครื่อง Measuring Amplifier พร้อมทั้งบันทึกระยะห่างของตำแหน่ง ไมโครโฟนจากแผ่นวัสดุ

๕. จัดตำแหน่งของเครื่องรับไมโครโฟนในท่อรับเสียงให้ห่างจากแผ่นวัสดุเป็นระยะ ๑๕ ซม. ทำการบันทึกระดับความดังเป็นลำดับ จากเครื่อง Noise Level Analyzer

๖. ปรับความถี่ที่เครื่อง Sign Generator จนครบความถี่ที่ต้องการ

๗. ทำการบันทึกข้อมูลดังข้อ ๔ และ ๕ ตามความถี่ที่ปรับในข้อ ๖

๘. ทำการหาค่าการกีดขวางเสียงของวัสดุจากข้อมูลที่บันทึกได้

วิธีการหาค่าการกีดขวางเสียงของวัสดุ

หาระดับความดังที่ท่อกำเนิดเสียง โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากระดับความดับสูงสุดและต่ำสุดที่บันทึกได้จากการทดลองในข้อที่ ๔

ค่าการกีดขวางเสียงของวัสดุที่ความถี่ต่าง ๆ จะหาได้จาก

$$TL = L_1 - L_2 + 10\log \frac{S}{A}$$

โดย $L_1$ เป็นระดับความดังเฉลี่ยที่ท่อกำเหนิดเสียง

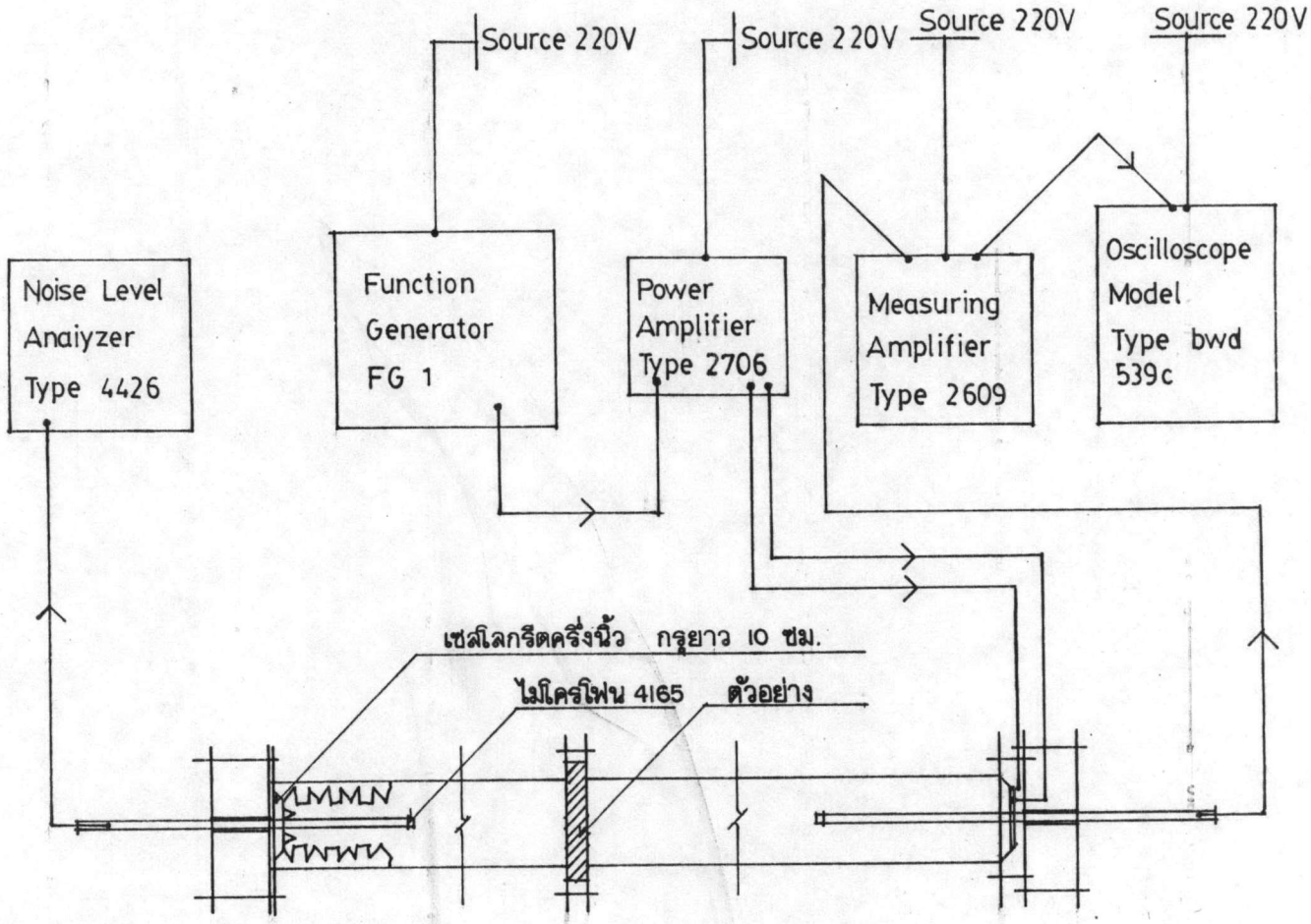
$L_2$ เป็นระดับความดังเฉลี่ยที่ท่อรับเสียง

S พื้นที่ผิวของวัสดุที่กั้นขวาง

A เป็นพื้นที่สมมูลย์ของท่อรับเสียง = sa

นั่นคือ $TL=L_1-L_2+10\log \frac{1}{a}$

ค่าการกีดขวางเสียงของวัสดุจะดูได้จากตารางที่ ๔.๒ และรูปที่ ๔.๕

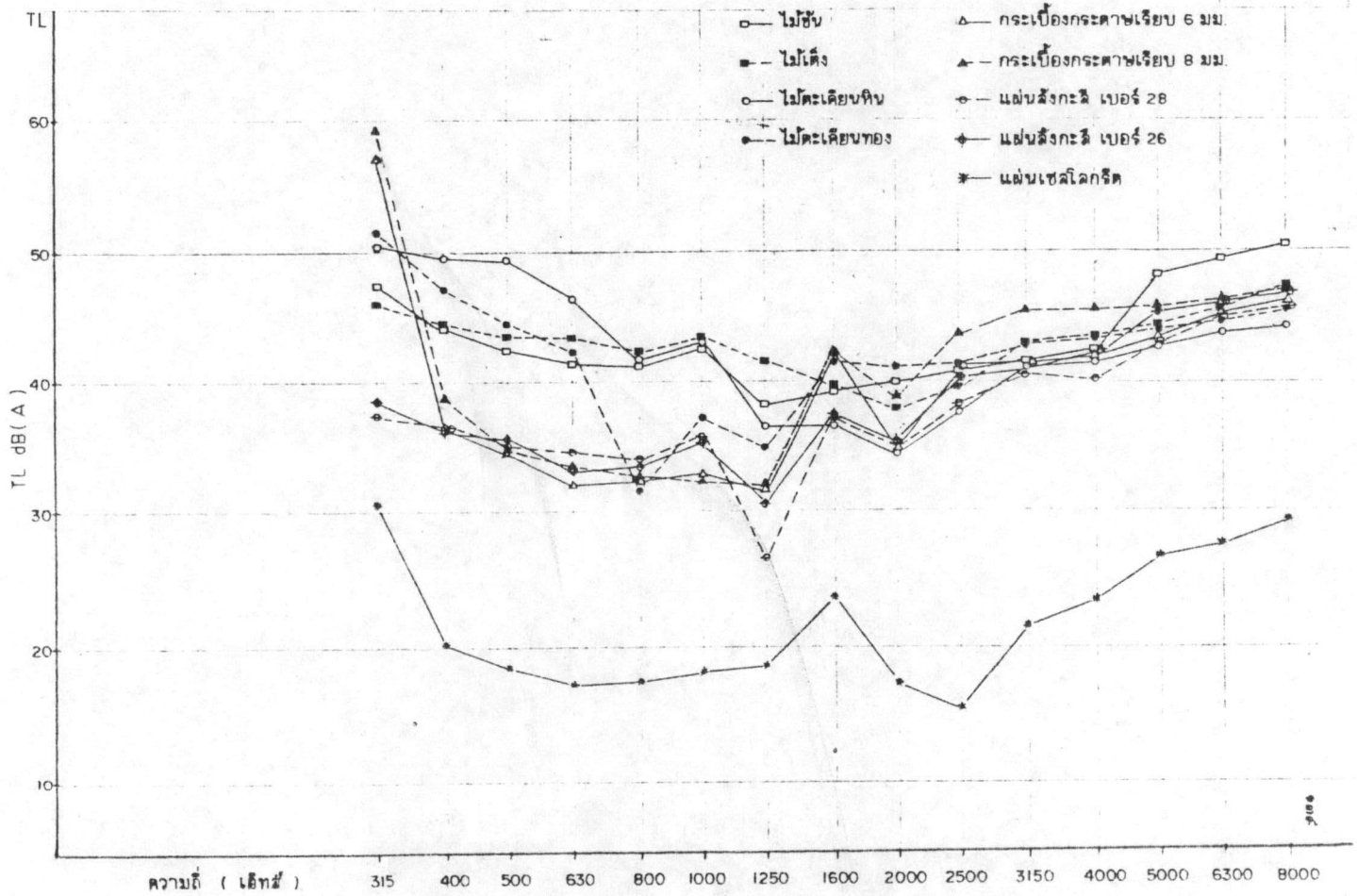



แบบจำลอง Standing Wave Apparatus

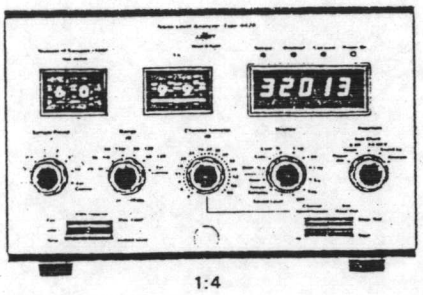
รูปที่ 4.4 แสดงการใช้เครื่องมือ เพื่อหาค่าการดูดซับเสียงของวัสดุ

ตารางที่ ๔.๒ แสดงค่าการดูดซับเสียงของวัสดุที่ความถี่ต่าง ๆ

| แผ่นวัสดุ | ความหนา | ความถี่ (เฮิรซ์) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ๓๑๕ | ๔๐๐ | ๕๐๐ | ๖๓๐ | ๘๐๐ | ๑๐๐๐ | ๑๒๕๐ | ๑๖๐๐ | ๒๐๐๐ | ๒๕๐๐ | ๓๑๕๐ | ๔๐๐๐ | ๕๐๐๐ | ๖๓๐๐ | ๘๐๐๐ |
| ไม้ชัน | ๑ นิ้ว | ๔๗.๔ | ๔๔.๒ | ๔๒.๗ | ๔๑.๖ | ๔๑.๑ | ๔๒.๗ | ๓๘.๒ | ๓๙.๒ | ๔๐.๐ | ๔๑.๐ | ๔๑.๗ | ๔๒.๗ | ๔๘.๓ | ๔๙.๕ | ๕๐.๙ |
| ไม้เต็ง | ๑ นิ้ว | ๔๖.๐ | ๔๔.๓ | ๔๓.๕ | ๔๓.๔ | ๔๒.๒ | ๔๓.๔ | ๔๑.๙ | ๓๙.๗ | ๓๘.๐ | ๓๙.๙ | ๔๓.๑ | ๔๔.๗ | ๔๔.๙ | ๔๕.๖ | ๔๗.๔ |
| ไม้ตะเคียนหิน | ๑ นิ้ว | ๕๐.๕ | ๔๙.๙ | ๔๙.๕ | ๔๖.๖ | ๔๑.๘ | ๔๓.๑ | ๓๖.๕ | ๓๖.๘ | ๓๕.๖ | ๓๗.๘ | ๔๑.๔ | ๔๑.๕ | ๔๒.๘ | ๔๓.๙ | ๔๕.๓ |
| ไม้ตะเคียนทอง | ๑ นิ้ว | ๔๑.๗ | ๔๗.๑ | ๔๔.๗ | ๔๒.๕ | ๓๑.๖ | ๓๗.๑ | ๓๕.๐ | ๔๑.๘ | ๔๑.๑ | ๔๑.๓ | ๔๓.๐ | ๔๓.๗ | ๔๔.๓ | ๔๔.๖ | ๔๕.๖ |
| กระเบื้องกระดาษเรียบ | ๖ มม. | ๔๗.๑ | ๓๖.๘ | ๓๙.๔ | ๓๒.๐ | ๓๒.๒ | ๓๒.๙ | ๓๑.๔ | ๔๒.๒ | ๓๕.๘ | ๔๑.๓ | ๔๑.๕ | ๔๑.๖ | ๔๓.๓ | ๔๕.๘ | ๔๖.๒ |
| กระเบื้องกระดาษเรียบ | ๘ มม. | ๕๙.๒ | ๓๘.๙ | ๓๙.๗ | ๓๓.๔ | ๓๒.๕ | ๓๒.๕ | ๓๑.๘ | ๔๒.๒ | ๓๘.๙ | ๔๓.๘ | ๔๕.๔ | ๔๕.๗ | ๔๕.๙ | ๔๖.๕ | ๔๗.๑ |
| แผ่นสังกะสี | เบอร์ ๒๘ | ๓๗.๔ | ๓๖.๙ | ๓๕.๐ | ๓๔.๗ | ๓๔.๐ | ๓๕.๙ | ๒๖.๖ | ๓๗.๔ | ๓๕.๙ | ๓๘.๔ | ๓๙.๒ | ๔๐.๒ | ๔๒.๙ | ๔๕.๕ | ๔๖.๒ |
| แผ่นสังกะสี | เบอร์ ๒๖ | ๓๘.๕ | ๓๖.๓ | ๓๕.๕ | ๓๓.๒ | ๓๓.๓ | ๓๕.๕ | ๓๐.๔ | ๓๗.๗ | ๓๕.๒ | ๔๐.๒ | ๔๑.๐ | ๔๑.๘ | ๔๕.๓ | ๔๖.๖ | ๔๗.๑ |
| แผ่นเซลโลกรีด | $\frac{๑}{๒}$ นิ้ว | ๓๐.๕ | ๒๐.๒ | ๑๘.๖ | ๑๗.๑ | ๑๗.๖ | ๑๘.๑ | ๑๘.๗ | ๒๓.๙ | ๑๗.๔ | ๑๕.๗ | ๒๑.๖ | ๒๓.๔ | ๒๖.๗ | ๒๗.๕ | ๒๙.๒ |

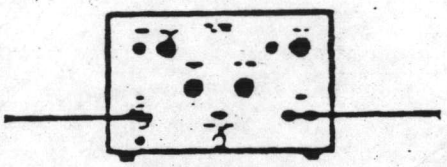



รูปที่ 4.5 แสดงค่าการกีดขวางเสียงของวัสดุที่ความถี่ต่างๆ

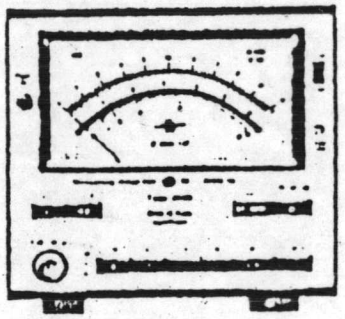



Noise Level Analyzer 4426 ( B & K )

Microphone 4165 ( B & K )

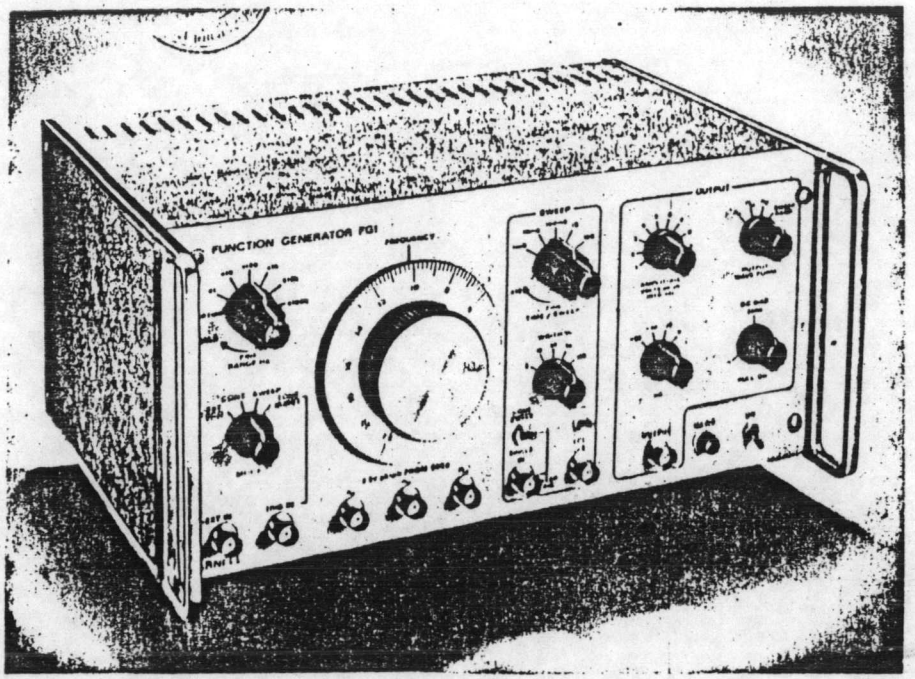



Power Amplifier 2706 ( B & K )




Measuring Amplifier 2609 ( B & K )

รูปที่ 4.6 รูปแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง




Function Generator FG1 ( Farnell )

รูปที่ ๔.๖ ( ต่อ ) แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง