

2

หัวข้อเรื่อง

1. พฤติกรรมของเสียงในพื้นที่จำกัด
2. เงาเสียง (SOUND SHADOW)

สาระสำคัญ

1. เมื่อเสียงเกิดขึ้น ณ ที่ใด ๆ จะมีการสะท้อน ดูดซับและส่งถ่ายในสัดส่วนที่แตกต่างกัน
2. การสะท้อนเสียงจากพื้นผิวราบ
3. การสะท้อนของเสียงจากพื้นผิวดังนูน
4. การสะท้อนของเสียงจากพื้นผิวดังเว้า
5. การแพร่กระจาย (DISPERSION) ของเสียง

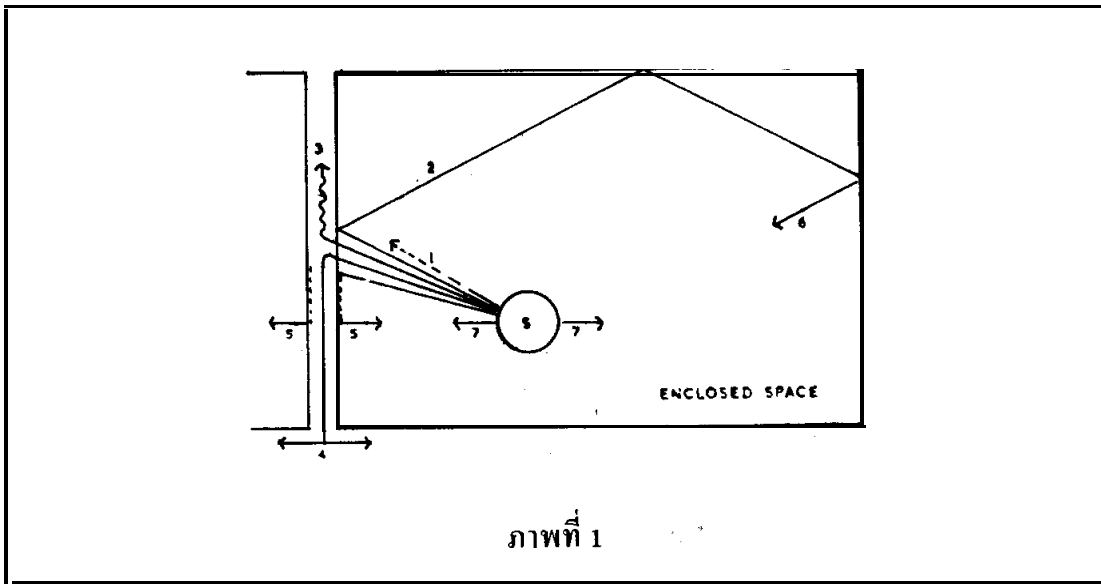
จุดมุ่งหมาย

หลังจากศึกษาบทที่ 2 จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. บรรยายการเกิดขึ้นและสลายตัวไปของเสียง
2. อธิบายและบอกความแตกต่างระหว่างการสะท้อนเสียงจากผิวดังนูน และผิวดังเว้า
3. จำแนกชนิดของการสะท้อนของเสียง
4. บรรยายเรื่องการสลายเสียงถูกต้อง

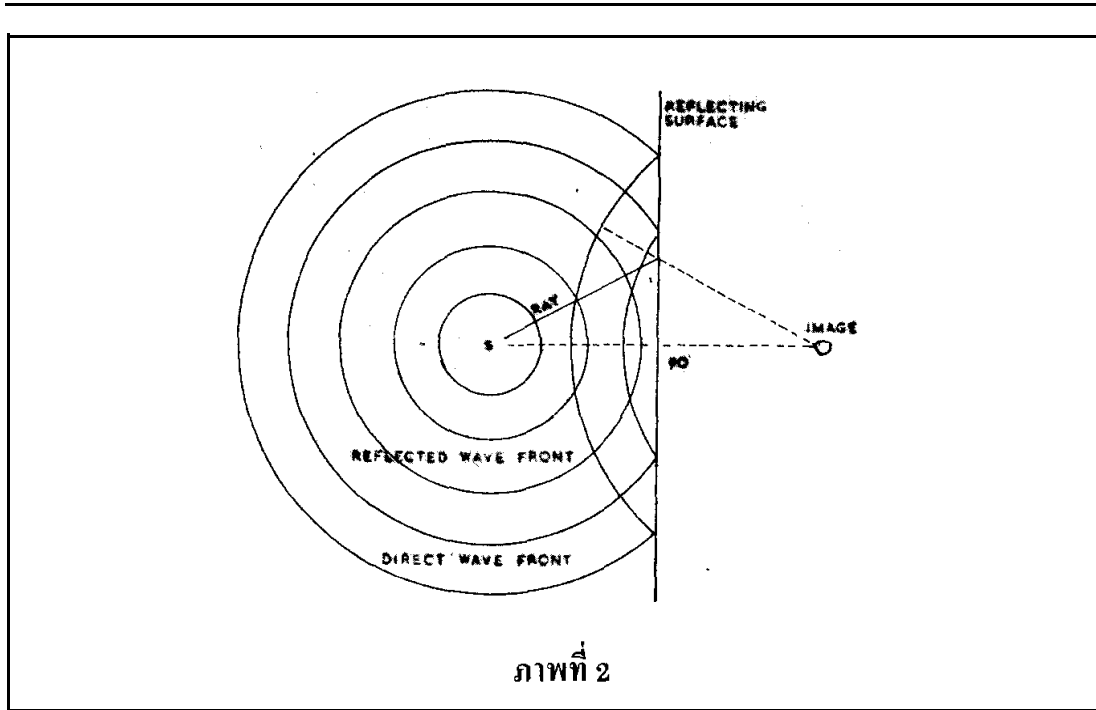
บทที่ 2

พฤติกรรมของเสียง (BEHAVIOR OF SOUND)



เมื่อเสียงเกิดขึ้นในห้อง จะเกิดการสะท้อน การดูดซับ และการส่งถ่าย ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของการก่อสร้างและอาคาร/ภาพที่ 1 เป็นการอธิบายพฤติกรรมของเสียงในพื้นที่จำกัดอันหนึ่งตามหมายเลขดังนี้

1. เสียงถูกดูดซับไปในอากาศ รวมทั้งเสียงที่สะท้อนด้วย
2. เสียงสะท้อนจากผนังห้อง
3. เสียงถูกดูดซับเข้าในผนังห้อง หรือวัสดุบนพื้นผิว
4. เสียงถูกนำโดยผนังห้องไปยังที่อื่น ๆ
5. เสียงถูกขับกระจายออกมาจากการก้องภายในผนัง ทางพื้นผิวทั้งสองด้าน
6. เสียงเกิดการสะท้อนเกินหนึ่งครั้ง ทำให้เกิดเสียงกระหึ่ม
7. เสียงก้องของปริมาตรอากาศที่เกิดจากเสียงตรง

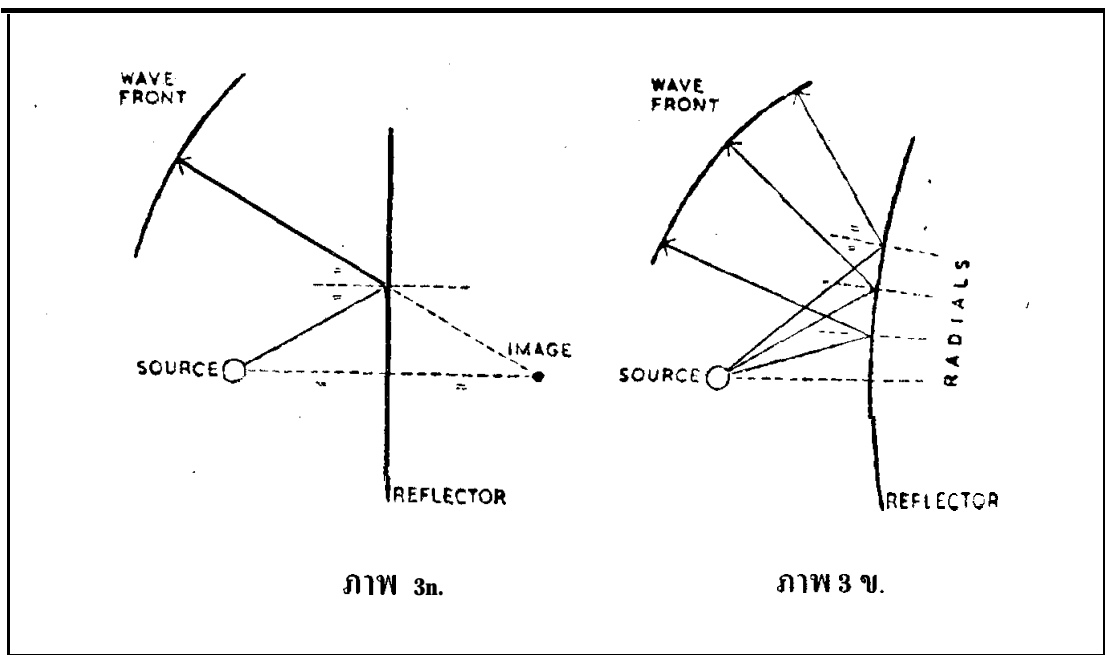


การสะท้อนเสียงจากพื้นผิวเรียบราบ

ตามภาพที่ 2 แสดงการสะท้อนของเสียงจากพื้นผิวเรียบราบ ลักษณะการสะท้อนเสียงจะเกิดตามลักษณะเส้นวง จุดที่อยู่ตรงกลางของเส้นวงจะทำให้เกิด มโนภาพ (IMAGE) ว่าเป็นแหล่งกำเนิดของเสียง แหล่งกำเนิดเสียงจากมโนภาพจะมีระยะห่างจากพื้นผิวเท่ากับ แหล่งกำเนิดเสียงจริง

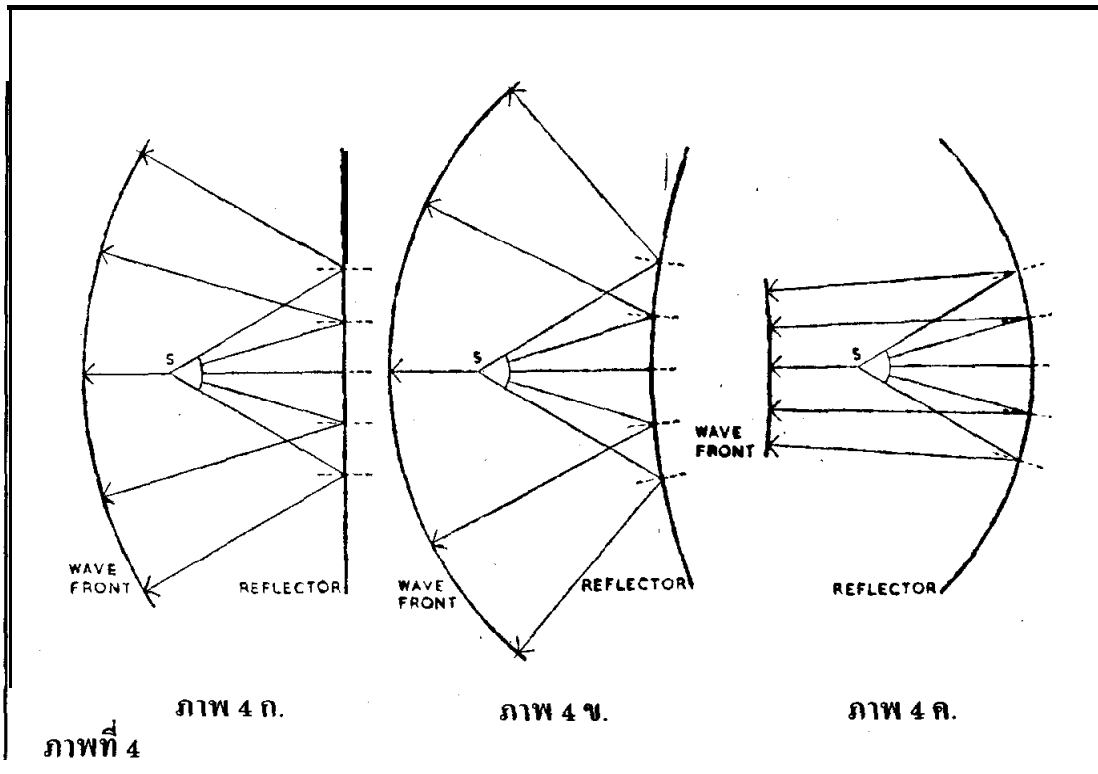
การสะท้อนของรังสีของเสียง

ตามภาพ 3 ก. แสดงถึงรังสีของเสียงซึ่งอยู่ในลักษณะเป็นเส้นตรงจากแหล่งกำเนิดมโนภาพ ถ้าเสียงสะท้อนจากพื้นผิวราบเรียบ



มโนภาพ ถ้าเสียงสะท้อนจากพื้นผิวราบเรียบ มุมของการสะท้อนของรังสีของเสียงจะเท่ากับมุมตกกระทบของเสียงจากแหล่งกำเนิดสำหรับภาพ 3 ข. แสดงถึงกรณีที่รังสีของเสียงกระทบพื้นผิวโค้ง มุมที่กระทบกับมุมสะท้อนจะเท่ากัน ถ้าแบ่งมุมดังกล่าว ณ จุดตกกระทบด้วยเส้นรัศมีมุมที่เกิดขึ้นสองมุมจะเท่ากัน รังสีของเสียงแต่ละมุมจะมีแหล่งมโนภาพของเสียงเป็นของตนเอง ฉะนั้นลักษณะคลื่นเสียงโดยส่วนรวมจะไม่เป็นแบบรัศมีวงกลม แต่อาจทำให้เป็นรัศมีของวงกลมได้โดยลากเส้นเชื่อมโยงจุดที่รังสีของเสียงยาวเท่ากันเข้าด้วยกัน (ภาพ 3 ข.)

การสะท้อนของเสียงจากพื้นผิวโค้ง



ภาพที่ 4 ทั้ง ก, ข, ค. แสดงการสะท้อนของเสียงจากพื้นผิวต่างชนิดกัน คือ ก. สะท้อนจากพื้นผิวเรียบ ข. สะท้อนจากพื้นผิวโค้งนูน ค. จากพื้นผิวโค้งเว้า ระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงถึงพื้นผิวสะท้อนมีความยาวเท่ากันทั้งสามภาพ รูปกรวยของเสียงหรือรัศมีของเสียงมีขนาดเท่ากัน และช่วงเวลาที่คลื่นเสียงเดินทางเป็นเวลาเท่ากัน

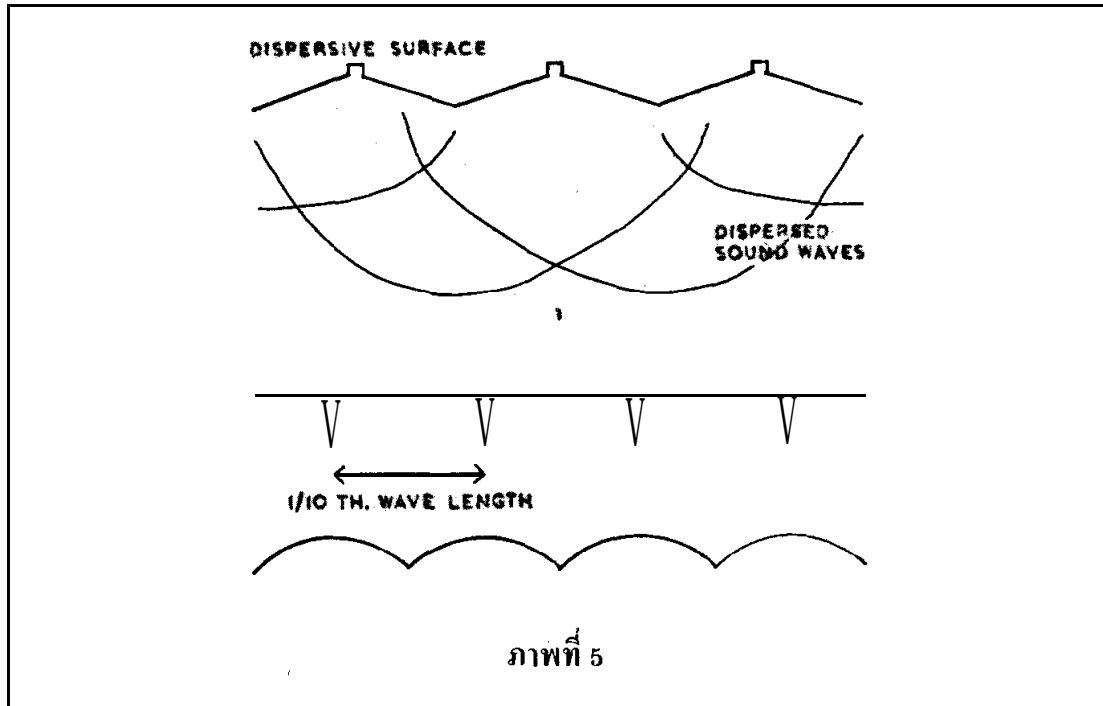
จากภาพที่ 4 พบว่าคลื่นเสียงที่เกิดจากการสะท้อนของพื้นผิวโค้งนูน จะมีขนาดใหญ่กว่า คลื่นเสียงที่เกิดจากการสะท้อนของพื้นผิวเรียบ และคลื่นเสียงจากพื้นผิวโค้งเว้า จะมีขนาดเล็กที่สุด

หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าคลื่นเสียงสะท้อนจากผิวโค้งนูน จะบางเบา (และมีพลังน้อย) ส่วนคลื่นเสียงสะท้อนจากผิวโค้งเว้าจะเข้มข้น (และมีพลังมาก) ถ้าเทียบกับพื้นผิวเรียบธรรมดา

เสียงที่สะท้อนจากพื้นผิวโค้งนูนนี้ ในที่สุดจะเดินทางผ่าน จุดเข้ม (FOCUS) ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงอยู่ในระยะพอดีกับพื้นผิว เสียงที่จุดเข้มนี้จะมีพลังเข้มข้นเท่ากับตำแหน่งที่อยู่ใกล้ ๆ กับแหล่งกำเนิดเสียงดังจะได้กล่าวต่อไป

การกระจายของเสียง (DISPERSION)

เสียงที่กระทบพื้นผิวรูปทรงต่าง ๆ จะแตกออกเป็น คลื่นเล็กคลื่นน้อย และอ่อนกำลัง ในกรณีที่พื้นผิวเหล่านี้แข็ง และเรียบพอตามภาพ 5



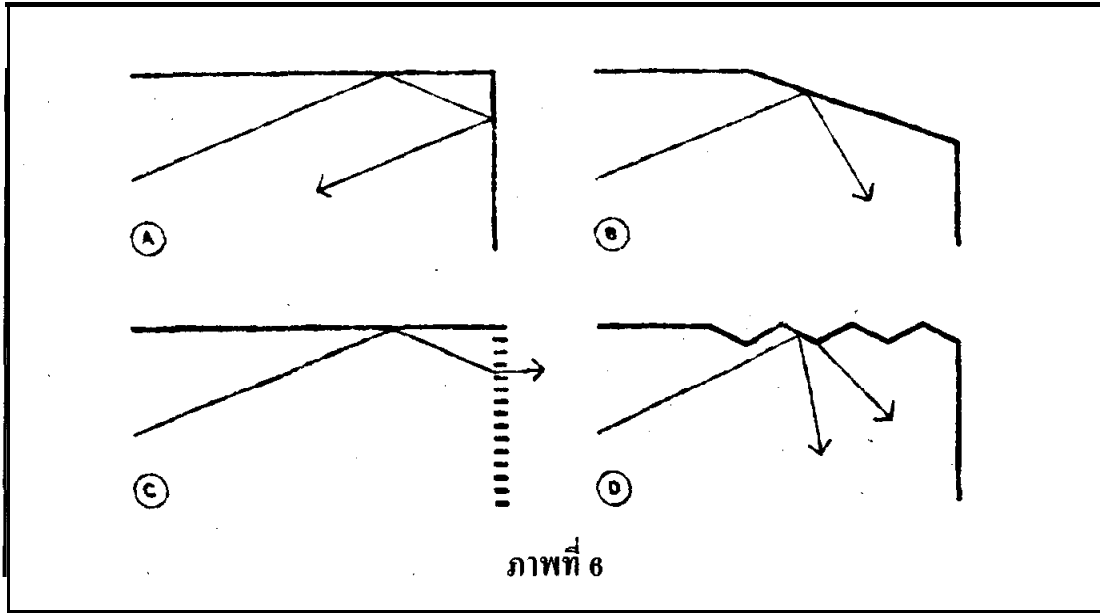
มีหลักอยู่ว่าระยะทางระหว่างคลื่นเสียงที่แตกกระจาย จากพื้นผิวต่างกันนี้ จะต้องมีความเป็นอย่างน้อย 1 ใน 10 ของความยาวคลื่นของเสียง ฉะนั้นถ้าระยะทางระหว่างจุดแยกของคลื่น ช่วงหนึ่งยาว 6 นิ้ว ความยาวคลื่นนี้จะสามารถกระจายเสียงออกไปได้ 220 รอบต่อวินาที และมากกว่า แต่ถ้าคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่านี้ จุดแยกคลื่นที่ยาว 6 นิ้ว จะกระจายเสียงคล้าย ๆ กับพื้นผิวเรียบธรรมดา

การกระจายของเสียงอันเนื่องมาจากพื้นผิวลักษณะต่างกันนี้ จะช่วยในการป้องกัน เสียงก้อง และเสียงสะท้อนที่ไม่ต้องการ

การสะท้อนกลับของเสียง

เสียงที่กระทบมุมตรงบนพื้นผิวเรียบ จะเกิดการสะท้อนกลับมายังแหล่งกำเนิดอีก

ตามภาพ 6 A ในกรณีที่พื้นผิวนั้นสามารถสะท้อนเสียงได้ ถ้าไม่ต้องการให้เกิดการสะท้อนกลับดังกล่าว ผนังของห้องอาจถูกตัดแปลงให้มีลักษณะสามประการต่อไปนี้



- A ลักษณะทำให้เสียงสะท้อนออก 90 องศา
- B ทำให้พื้นผิวถูกซบเสียง
- C ผนังส่วนหนึ่งทำให้เสียงกระจาย

ACOUSTICS และ PSYCHOACOUSTICS

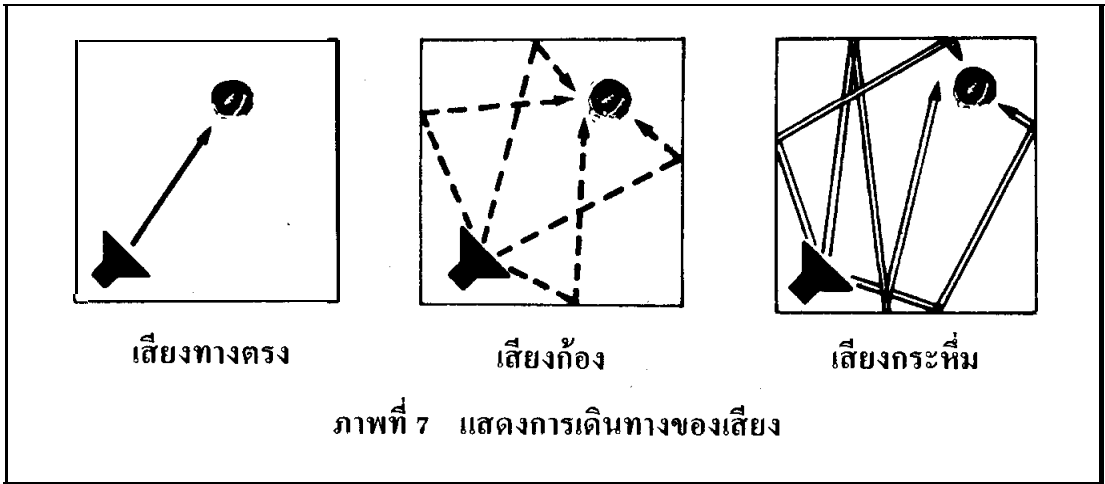
เมื่อมีการสั่นสะท้อนและทำให้เกิดคลื่นเสียงในพื้นที่จำกัด เสียงจะเกิดการสะท้อนไปรอบ ๆ ห้อง ในกรณีที่เสียงไม่ถูกดูดกลืนเข้าไปในผนังห้องเลย จะทำให้คุณภาพของเสียงลดลงในลักษณะต่อไปนี้คือ เสียงสะท้อนไปรอบ ๆ ห้องหลาย ๆ ครั้งทำให้เกิดเสียงก้องกัม (Hollow) หรือบางส่วนจะเคลื่อนที่ในลักษณะที่ทำให้เกิดคลื่นนิ่ง (Standing Wave) หมายถึง การที่คลื่นสะท้อนไปมาระหว่างผิวทั้งสองข้างทำให้เกิดการสะท้อนของคลื่นเสียงอันยาวนานก่อนที่จะสลายตัว (Decay) ไป

ห้องที่สะท้อนเสียงมาก ๆ จะทำให้เกิดปัญหา หรือห้องที่ดูดเสียงมาก ๆ จะทำให้เกิดปัญหาได้เช่นเดียวกัน นั่นคือห้องที่ดูดคลื่นเสียงมาก ๆ จะให้ความรู้สึกไร้ชีวิตชีวา อันที่

อี๊ดอัด

ปัญหาที่ท้าทายนักคิด นักค้น ก็คือ ทำอย่างไรจึงจะสร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เกิดการสะท้อนและการดูดเสียง อยู่ในระดับที่ต้องการได้พอดี ศาสตร์ที่ว่าด้วยการจัดสิ่งแวดล้อมเช่นนี้ เรียกว่า Acoustics ซึ่งมุ่งศึกษาพฤติกรรมของเสียงที่ได้ออกมา นัก Acoustic หรือ Acousticians จะต้องคำนึงถึงความรู้สึกในการฟังของมนุษย์ (Psychoacoustics) เข้าไว้ด้วย ถึงแม้ว่า Acoustics และ Psychoacoustic จะเป็นเรื่องซับซ้อน แต่เราต้องเรียนรู้หลักการทั้งสองอย่างละเอียดเพราะมีอิทธิพลต่อการออกแบบสตูดิโอเป็นอย่างมาก

เมื่อเราได้ยินเสียงใด ๆ เสียงนั้นจะเกิดจากสามขั้นตอนในวงจรชีวิตของเสียงนั้นคือ เสียงตรง (Direct Sound) เสียงสะท้อนครั้งแรก (Early Reflection หรือเสียงก้อง Echo) และเสียงสะท้อนครั้งหลัง (Later Reflection) หรือเสียงกระหึ่ม เมื่อเสียงทั้งสามอย่างรวมเข้าด้วยกันจะทำให้เกิดเสียงสูงต่ำ ความดัง ทึบแหลม ทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง และขนาดของพื้นที่นั้น ๆ ตามภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงการเดินทางของเสียง

1. เสียงตรง หมายถึงเสียงที่เดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงมายังผู้รับฟังโดยตรงจะเป็นเสียงบริสุทธิ์ ดัง และเป็นตัวชี้บ่งทิศทางและมิติของเสียง
2. เสียงสะท้อนครั้งแรก เสียงระดับที่สองที่เราจะรับฟังได้คือ เสียงก้อง นั่นคือเสียงจะกระทบพื้นที่หนึ่งก่อน ที่จะหูจะรับฟังได้
3. เสียงก้องหึ่ง (Reverberation) เสียงชนิดนี้จะสะท้อนกับผนังตั้งแต่สองพื้นที่หรือมากกว่าขึ้นไป ก่อนที่จะถึงหูผู้ฟัง และจะสะท้อนต่อไปจนกว่าจะสลายตัว

การสะท้อนหลาย ๆ ครั้งนี้เองทำให้เกิดความรู้สึกเสมือนว่าไม่มีการสะท้อนเกิดขึ้นผลของเสียงกระหึ่มทำให้เกิด 1. เสียงหุ้ม 2. เสียงดัง 3. เป็นตัวแสดงความดังของเสียง 4. บ่งบอกขนาดของห้อง ทั้งเสียงก้องและเสียงกระหึ่ม จัดเป็นเสียงทางอ้อม (Indirect Sound)

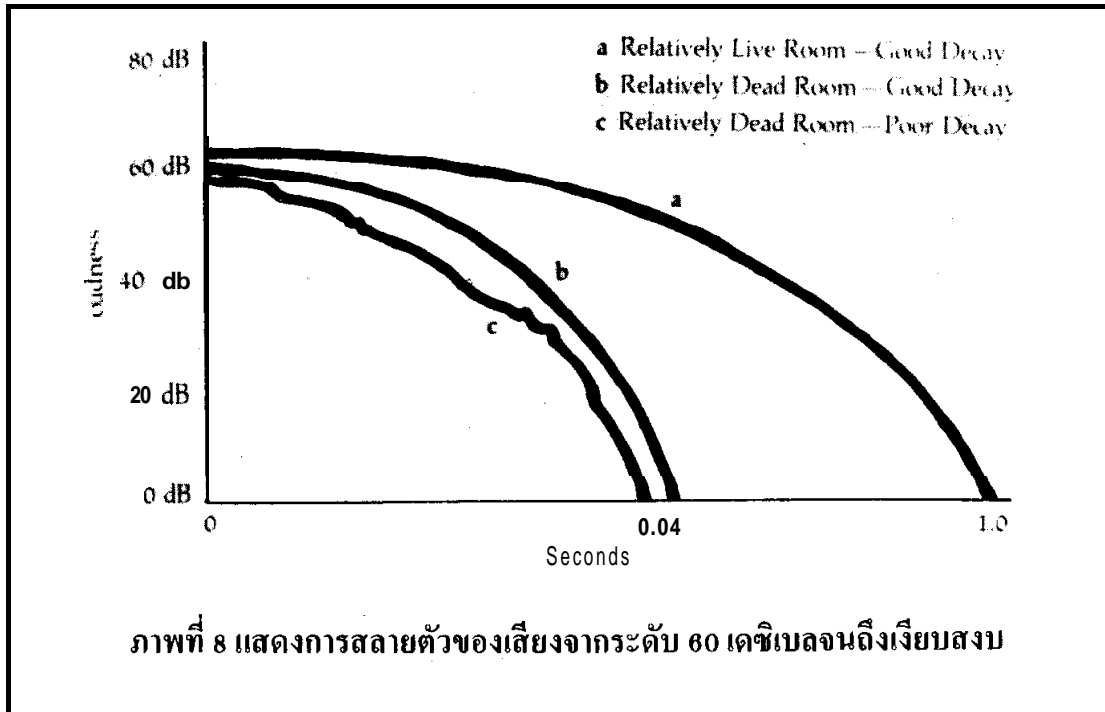
อัตราส่วนระหว่างเสียงทางตรงและเสียงทางอ้อมจะเป็นตัวชี้บ่งขนาดของห้องนั้นคือ ถ้ามีเสียงทางตรงมากกว่า เสียงทางอ้อม เราจะรู้สึกว่าห้องมีขนาดเล็ก รู้สึกว่าอยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดของเสียง ถ้ามีเสียงทางอ้อมมากกว่าเสียงทางตรง เราจะรู้สึกว่าห้องขนาดใหญ่ อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง

เวลาและอัตราการสลายตัว (Time and Rate of Decay)

ดัชนีที่แสดงขนาดของห้องอีกประการหนึ่ง อัตราการสลายตัวของเสียง (Rate of Decay) หมายถึง ช่วงเวลาที่เสียงลดระดับลงจากระดับเฉลี่ยจนถึงเสียงสงบ (หรือลดลง 60 dB เริ่มจาก 85 dB ลงมาเป็น 25 dB) สำหรับห้องที่ควบคุม Acoustic ขนาดของห้องจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับเวลาสลายเสียง

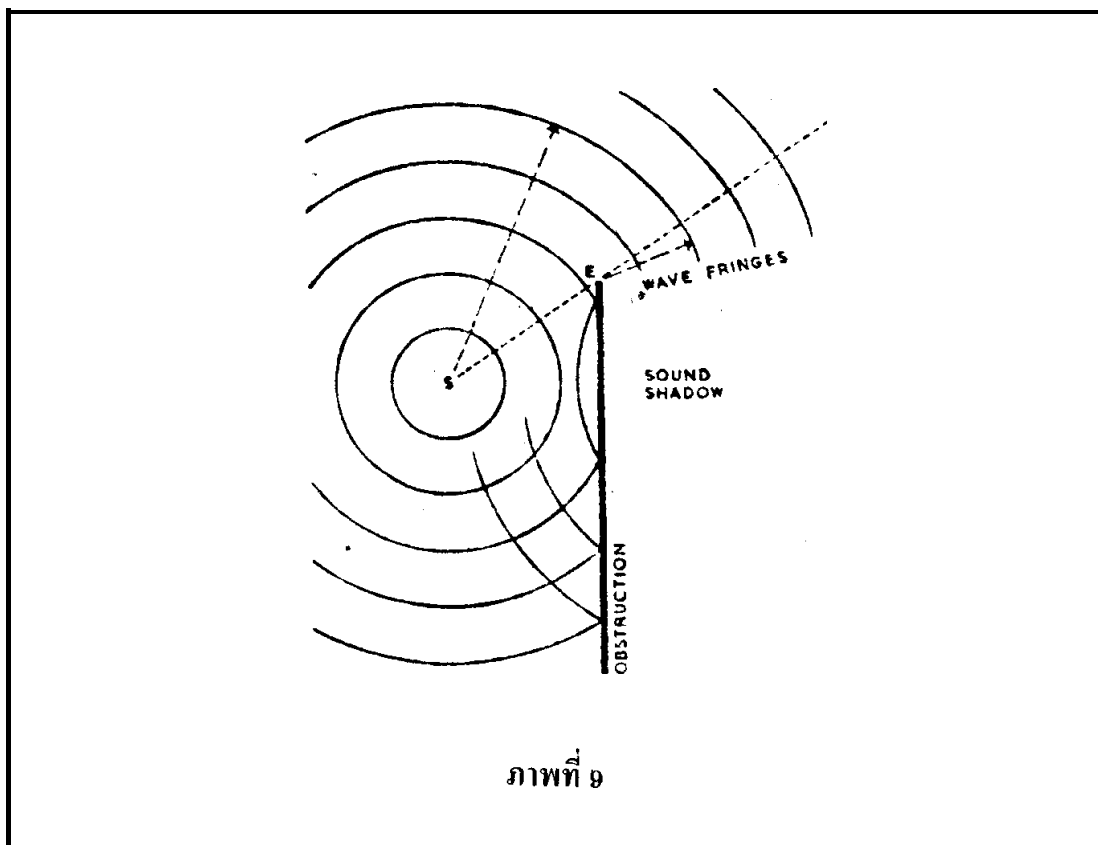
ในการออกแบบสตูดิโอั้น อัตราการสลายตัวของเสียงควรจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของสตูดิโอั้น ๆ เช่น ห้องสำหรับประกาศข่าว หรือห้องจัดรายการเพลง มักจะเป็นแบบ เวลาสลายเสียงสั้น ๆ (0.3-0.5 วินาที) ส่วนสตูดิโอเพื่อการแสดงละครนั้นจะมีค่าสลายตัวของเสียงเป็น 0.7-3.0 วินาที

ความสำคัญประการหนึ่งของเวลาสลายเสียง คืออัตราการสลายเสียง (Rate of Decay) หมายถึง อัตราที่เสียงจางลง (Fade) สู่เสียงสงบ ถ้าเสียงมีอัตราสลายเสียงนุ่มนวล จะทำให้เกิดการดูดซึมที่ดี ช่วยป้องกันการกระชอกกระชวยระหว่างเสียงดังกับเสียงค่อย ตามภาพที่ 8



เงาของเสียง (SOUND SHADOW)

เมื่อเสียงถูกสกัดกั้นด้วยสิ่งของใดๆ จะเกิด “เงา” ของเสียงอยู่ด้านหลังของวัตถุนั้น คล้ายกับเงาของแสง ข้อแตกต่างจากแสงคือ เสียง จะเกิดการหักเห (DIFFRACTION) ที่ส่วนปลายของสิ่งกีดขวาง ตามภาพ การหักเหจะเกิดที่จุด E ทำให้เกิดส่วนที่เรียกว่า WAVE FRINGES เงาของเสียงจะทำให้การรับฟังเป็นไปได้ยาก หรือไม่มีเลย



สรุปเนื้อหาสำคัญในบทที่ 2

1. พฤติกรรมของเสียงในพื้นที่จำกัด
2. การสะท้อนเสียงจากพื้นผิวราบ จะเป็นลักษณะเส้นวง
3. การสะท้อนเสียงจากผิวโค้งนูนเสียงจะเกิดการกระจาย
4. การสะท้อนจากผิวโค้งเว้าเสียงจะเกิดการรวมกัน
5. เสียงที่กระทบพื้นผิวรูปทรงต่าง ๆ จะแตกออกเป็นคลื่นเล็ก ๆ และอ่อนกำลังลง
6. ACOUSTICS หมายถึง ศาสตร์ที่มุ่งศึกษาพฤติกรรมของเสียง
7. RATE OF DECAY หมายถึง ช่วงเวลาที่เสียงลดระดับลง จากระดับเฉลี่ยถึงระดับเงียบสงบ (หรือลดลง 60 dB จาก 85 dB เป็น 25 dB)
8. เงาของเสียง (SOUND SHADOW) หมายถึง บริเวณใด ๆ ที่เสียงถูกสกัด, บัง ลักษณะคล้าย ๆ เงาที่เกิดจากแสง

คำถามประจำบทที่ 2

1. เมื่อเสียงเกิดขึ้นแล้วมีการสลายตัวได้กี่วิธี? อธิบาย
2. การสะท้อนของเสียงจากพื้นผิวโค้งนูน กับการสะท้อนเสียงจากพื้นผิวโค้งเว้า มีลักษณะการเดินทางของเสียงแตกต่างกันอย่างไร
3. การสะท้อนเสียงมีหลายลักษณะ ลองยกตัวอย่างสามลักษณะ
4. RATE OF DECAY คืออะไร อธิบายพร้อมกับระบุความดังของเสียง