

4

หัวข้อเรื่อง

1. ประเภทของเสียง
2. การส่งผ่านของเสียง

สาระสำคัญ

1. เสียงก้องกังวาล (REVERBERATION)
2. ปัจจัยที่มีผลต่อการก้องกังวาล
3. เสียงมาตรฐาน
4. การนำหลัก เซบิน ไปสร้างห้อง
5. การกำทอนของเสียง

จุดมุ่งหมาย

หลังจากศึกษาบทที่ 4 เรื่องชนิดของเสียงจบลงแล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. อธิบายการก้องกังวาลของเสียงได้ถูกต้อง
2. ชี้ให้เห็นปัจจัยที่มีผลต่อการคงอยู่ของเสียงก้องกังวาล
3. คำนวณเวลาของการก้องกังวาลโดยใช้สูตร $t = \frac{V}{A} \times 0.05$
4. บอกวิธีการสร้างห้องโดยใช้หลักของเซบินอย่างละเอียด
5. เปรียบเทียบคุณสมบัติเสียงกำทอนและเสียงก้องกังวาล
6. วิเคราะห์การส่งผ่านของเสียง

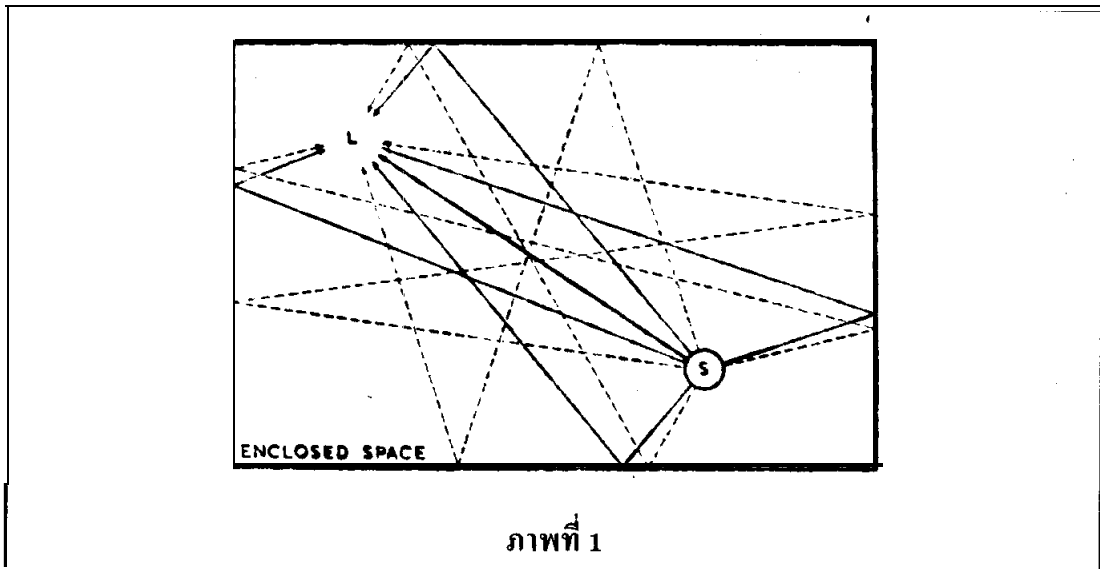
บทที่ 4

ชนิดของเสียง

เสียงก้องหึ่ง (REVERBERATION)

การก้องหึ่งของเสียง หมายถึง การเกิดเสียงหรือฟังได้อย่างต่อเนื่องหลังจากเสียงเดิมได้หยุดไปแล้ว อันเนื่องมาจากการสะท้อนหลาย ๆ ครั้งในพื้นที่อันจำกัด

เสียงก้องหึ่งเป็นเสียงคนละชนิดกับเสียงก้อง (RESONANCE) ดังจะได้กล่าวต่อไป เสียงก้องหึ่งมักเกิดในสถานที่กว้างใหญ่เช่นภายในวิหาร ซึ่งเสียงที่มีความดัง 60 เดซิเบลจะคงก้องหึ่งต่อเนื่องเป็นเวลา 10 นาที แต่เสียงก้องที่เกิดจากเสียงกระทบไม้กระดานจะหายไปในเวลาไม่กี่วินาที



ภาพที่ 1

ภาพที่ 1 แสดงการก้องหึ่งของเสียงในระยะเริ่มต้น แสดงถึงการสะท้อนครั้งแรกและครั้งที่สอง สรุปได้จากภาพที่ 16 ว่า ผู้ฟัง (L) ได้ยินเสียงครั้งแรกจากการเดินทางระยะสั้นที่สุด หมายถึงเสียงตรงจากแหล่งกำเนิด (S) ตามเส้นสีดำทึบ ในระยะถัดไปผู้ฟังจะได้ยินเสียงโดยการสะท้อนครั้งแรกสี่ชนิด ตามเส้นทึบจาง 4 เส้น ซึ่งสะท้อนไปหาผู้ฟังจากผนัง

หรือเพดานหรือพื้นห้องเสียงชนิดนี้จะเดินทางตรงไปยังผู้ฟังโดยตรงหลังจากที่สะท้อนแล้วหนึ่งครั้ง ส่วนเสียงที่แสดงโดยจุดไขปลาเป็นการสะท้อนสองครั้งก่อนที่เสียงจะเดินทางถึงผู้ฟัง การสะท้อนของเสียงตามลักษณะดังกล่าวจะเกิดอย่างต่อเนื่องกันไป จนกว่าคลื่นเสียงจะอ่อนกำลังลง โดยการถูกลดทอนหายไป ทำให้เสียงก้องหึ่งหายไปด้วย

สมมติว่าการดูดซับของผนังทุกด้านมีค่าเท่ากัน เสียงที่เดินทางมาถึงตอนหลังจะอ่อนกำลังลง ทำให้เสียงก้องหึ่งค่อย ๆ หายไป ตามลักษณะดังกล่าวในห้องที่ผนังแต่ละด้านสามารถดูดซับเสียงได้แตกต่างกัน หรือผนังด้านที่สะท้อนเสียงได้มาก ๆ ผนังหน้าเข้าหาแหล่งกำเนิดเสียง เสียงก้องหึ่งจะไม่หายไปในขณะที่ค่อยเป็นค่อยไปหรือสม่ำเสมอ แต่จะมีเสียงคงอยู่ต่อไปโดยเฉพาะเสียงก้อง หรือเสียงใกล้เคียง

ปัจจัยที่มีผลต่อเสียงก้องหึ่ง

เสียงก้องหึ่งจะคงอยู่เป็นเวลานานเท่าใด นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

ก. ความดังของเสียงจากแหล่งกำเนิด

ข. การดูดซับของพื้นผิว, เฟอร์นิเจอร์และคน

ค. ปริมาตรของห้องอันจะนำมาซึ่งความยาวของการเดินทางของเสียง

ความดังของเสียงมีส่วนต่อการคงอยู่ของเสียงก้องหึ่ง วัตถุที่ดูดซับได้ดีจะทำให้กระหึ่มได้น้อยลง และปริมาณมากจะทำให้เสียงกระหึ่มอยู่ได้คงทน

เสียงมาตรฐาน (STANDARD SOUND)

เพื่อเป็นบรรทัดฐานในการเปรียบเทียบ ความดังของเสียงจึงมีการสมมติ “เสียงมาตรฐาน” (STANDARD SOUND) ขึ้นโดยศาสตราจารย์เซบิน เสียงนี้มีความดัง 60 เดซิเบล โดยคำนวณจากสองปัจจัยแรก คือ ปริมาตรของห้องและความสามารถในการดูดซับของผนัง เฟอร์นิเจอร์ และคน

ฉะนั้นเวลาของการก้องหึ่ง หมายถึง เวลาที่เสียง 60 เดซิเบล สลายตัวจนเงียบเสียงไป

การคำนวณเวลาของการก้องหึ่ง

จากการทดลองและวิเคราะห์ ศาสตราจารย์ เซบิน ได้เสนอสูตรการคำนวณเวลาของการก้องหึ่ง ดังนี้

- $t = \frac{V}{A} \times 0.05$
 t = เวลาของการก้องที่คิดหน่วยเป็นวินาที
 V = คือปริมาตรของห้องเป็นคิวบิกฟุต
 A = ค่ารวมของดูดซับทั้งหมดภายในห้องที่มีหน่วยเป็นเซบิน
 หรือ หน่วยหน้าต่างเปิด

สูตรดังกล่าวสามารถใช้ได้ทุกกรณี ยกเว้น :

- ก. ใช้คำนวณค่าของห้องที่มีสัดส่วนการดูดซับของวัสดุแต่ละชนิดต่างกันมาก ๆ
- ข. ใช้คำนวณค่าของห้องที่เสียงภายในห้องพุ่งตรงไปยังผู้ฟัง และผนังด้านหลัง ห้องชนิดนี้มีชื่อเรียกว่า MEGAPHONE DESIGN

มีสูตรการคำนวณที่ใช้หาค่าที่ทำให้กรณี ก. ถูกต้องยิ่งขึ้นคือสูตรของเอयरिंग (EYRING FORMULA) แต่ก็ไม่มีสูตรใด ๆ จะใช้ได้กับห้องที่มีรูปร่างทุกแบบ นอกจากห้องที่เรียบง่ายแล้ว สูตรเซบิน จะใช้ได้ถูกต้องเสมอ

การนำหลักของเซบินไปใช้ในการสร้างห้อง

วิธีการที่ดีและให้ประโยชน์สูงสุดตามสูตรของเซบินควรปฏิบัติดังนี้

1. การออกแบบห้องจะต้องคำนวณลักษณะอุโมงค์ของวัตถุทุกชนิด และของห้องโดยส่วนรวม
2. เลือกวัตถุที่ไม่ทำให้เกิดเสียงก้องสะท้อน (Echo) และถูกต้องตามหลักอุโมงค์วิทยา
3. คำนวณหาค่า เซบินของวัตถุแต่ละชิ้นอย่างละเอียดตามสูตร
4. กลับสูตรเซบินเป็น $A = \frac{V}{t} \times 0.05$ ทำให้ทราบตัวเลขทางอุโมงค์โดยใส่ปริมาตรของห้อง และเวลาของการกระหึ่มเข้าไป
5. ปรับแต่ง, เพิ่ม, ลดวัตถุภายในห้อง หรือเพิ่มวัสดุดูดเสียงเข้าไปเพื่อปรับค่า A ที่ออกแบบไว้ให้เป็นค่า A ตามเกณฑ์ที่ต้องการ
6. ในบางกรณีอาจต้องมีการปรับขนาดของห้องให้เหมาะสม

การคำนวณเวลาของการก้องที่ถูกต้องมักจะคำนวณที่ระดับความถี่สามระดับคือ 125 รอบต่อวินาที 500 รอบต่อวินาที และ 2,000 รอบต่อวินาที ทั้งนี้เพื่อที่จะครอบคลุมถึงความถี่ของเสียงดนตรีทั้งหมดโดยเฉลี่ย

เสียงกำทอน (RESONANCE)

เมื่อคลื่นเสียงกระทบพื้นที่ใด ๆ วัตถุนั้น ๆ จะเกิดการสั่นสะท้อนมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของเสียงแต่ละชนิด หลังจากนั้นวัตถุดังกล่าวจะให้เสียงออกมาทั้งการสะท้อนเสียง และการผ่านทะลุเช่น ฝาผนัง, พื้น, ผนังบังตา, เพดาน ฯลฯ ผนังที่มีความหนามาก ๆ จะเกิดการกำทอนน้อยกว่าผนังบาง ๆ

หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ วัตถุแต่ละชนิดจะเกิดการกำทอนได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นเสียงที่มากระทบ แต่ละวัตถุจะมีการตอบสนองต่อความถี่ที่ชัดเจน (DOMINANT RESPONSE FREQUENCY) หมายถึง ความถี่ที่วัตถุเกิดการกำทอนได้ดีที่สุด

โต๊ะหนัง หรือ ม้ายาว หรืออุปกรณ์ที่ทำด้วยไม้ จะกำทอนเสียงความถี่ได้ดี ในห้องแสดงดนตรีอาจใช้กระดานไม้หรือฉากที่ทำด้วยไม้ เพื่อทำให้เสียงดนตรีไพเราะน่าฟังยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการออกแบบห้องแสดงดนตรีขนาดใหญ่ จะต้องมียูปรกรณ์จำพวกไม้ประกอบอยู่ด้วย

สาเหตุจากการกำทอนของเสียงจึงทำให้ดนตรีที่แสดงบนเวทีมีเสียงดังกล่าวกว่า การแสดงบนพื้นระดับธรรมดา ฉากไม้รอบ ๆ เวทีแสดงจะช่วยให้เกิดเสียงกำทอน โดยเฉพาะกันไว้ใกล้ ๆ กับแหล่งกำเนิดเสียง เพราะเสียงจะกระทบไม้แรงกว่า เกิดการกำทอนมากกว่า

กล่าวโดยสรุปว่าการกำทอนจะทำให้เสียงดังขึ้นแต่ไม่ทำให้เสียงคงอยู่นานขึ้นเหมือนกับการก้องหึ่ง หลักอันนี้จึงอาจนำมาใช้กับห้องโถงขนาดใหญ่ ซึ่งถ้าใช้สำหรับการพูดอภิปราย จะเกิดการกระหึ่มมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น จึงต้องแก้ไขโดยการสร้างฉากที่ทำด้วยไม้หรือวัตถุอื่น ๆ ที่กำทอนเสียงได้ดี

การกำทอนของเสียงในอากาศ

ในห้องที่ผนังห้องเรียบหันหน้าชนกัน เสียงที่มีลักษณะคลื่นยาวอาจทำให้เกิด “คลื่นนิ่ง” (STANDING WAVE) ปรากฏการณ์นี้จะเกิดในกรณีที่คลื่นเสียงมีความยาวเท่ากับระยะห่างของผนังของห้อง การกำทอนของเสียงก็จะเกิดขึ้นเป็นเวลานาน ในบางความถี่ ทำให้ความสมดุลของความถี่ของเสียงแปรเปลี่ยนไป PITCH และ การสั่นสะท้อนจะถูกเปลี่ยนแปลงไปด้วย ในขณะที่เสียงก้องหึ่งกำลังจางหายไป

หอประชุมที่มีส่วนใด ๆ ยาวเกิน 35 ฟุตจะไม่มีผลเรื่องนี้มากนัก ยกเว้นห้องขนาดเล็ก

กว่าควรหลีกเลี่ยงการสร้างผนังหันหน้าชนกัน โดยเฉพาะเมื่อแหล่งกำเนิดเสียงอยู่ระหว่างผนังนั้น

การส่งผ่านของเสียง

เสียงที่เกิดขึ้นในห้อง จะมีบางส่วนส่งผ่านต่อไปยังส่วนอื่น ๆ ของอาคาร เสียงที่ส่งผ่านโดยวิธีนี้จะทำให้เกิดความรำคาญแก่ผู้ที่อยู่ในห้องอื่น ๆ ในทางตรงกันข้ามเสียงรบกวนจากภายนอกจะส่งผ่านเข้ามาภายในห้องประชุม โดยใช้โครงสร้างหรือรากฐานของตัวอาคารเป็นตัวนำ ทำให้ระบบเสียงขาดประสิทธิภาพ

โครงสร้างที่มีน้ำหนักมากจะมีการส่งผ่านเสียงได้น้อยกว่าโครงสร้างที่เบา ๆ การป้องกันการส่งผ่านของเสียงผ่านโครงร่างของอาคารอาจทำได้โดยการแยกส่วน หรือใช้วัสดุดูดซับเสียงเข้ามาภายใน

นอกจากนี้เสียงยังส่งผ่านทางอากาศ ทำให้ลักษณะทางอุโฆษลดคุณภาพลง วิธีป้องกันอาจทำห้องโล่ง (Lobby) กันไว้ หรือทำประตูสองชั้น การกันเสียงรั่วเข้าสู่หอประชุมอาจใช้ฉากดูดซับเสียงกันได้เป็นจุด ๆ

สรุปสาระสำคัญของบทที่ 4

1. เสียงก้องหึ่งหมายถึง เสียงที่สามารถรับฟังได้อย่างต่อเนื่อง หลังจากเสียงแรกเกิดสลายตัวไปแล้ว
2. เสียงก้องหึ่ง (REVERBERATION) มักจะเกิดในสถานที่กว้างขวาง เช่น โบสถ์ วิหาร มีการหึ่งของเสียงเป็นเวลานาน
3. เสียงกำทอน (RESONANCE) จะหายไปในระยะเวลานั้น ๆ เช่น เสียงกระทบไม้กระดาน
4. เสียงก้องหึ่งจะคงอยู่นานเท่าใดขึ้นอยู่กับปัจจัยสามประการ
 - ความดังของเสียง
 - การดูดซับของพื้นผิว
 - ปริมาตรของห้อง
5. เสียงมาตรฐาน มีความดัง 60 เดซิเบล
6. เวลาของเสียงก้องหึ่งคำนวณได้จากสูตร $t = \frac{V}{A} \times 0.05$

คำถามประจำบทที่ 4

1. จงวิเคราะห์เปรียบเทียบการกำทอนเสียงและการก้องหึ่งของเสียง
2. นอกจากความดังของเสียงแล้วมีปัจจัยอะไรอีกบ้างที่ทำให้การก้องหึ่งคงอยู่ได้นาน
3. ถ้าห้องมีปริมาตร 30 คิวบิกฟุต มีค่าเซบินเฉลี่ย 60 เสียงในห้องนี้จะก้องหึ่งได้นานเท่าใด
4. การสร้างสตูดิโอบันทึกเสียง สามารถนำเอาหลักของเซบินมาใช้ได้อย่างไรบอกเป็นข้อ ๆ
5. เมื่อเสียงกระทบวัสดุที่มีพื้นผิวแตกต่างกันจะมีการดูดซับ ส่งผ่าน หรือสะท้อนต่างกันอย่างไร