

6

หัวเรื่อง

1. เสียงก้อง
2. เงาเสียง
3. เสียงก้องหึ่งที่ถูกต้อง

สาระสำคัญ

1. เสียงก้องจากมุมห้อง
2. เงาของเสียงเกิดจากอะไร
3. ชนิดของเสียงก้องหึ่ง
4. คุณภาพของเสียงก้องหึ่ง
5. ข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับผู้ชม
6. คลื่นนิ่ง
7. หลักการพิจารณาวัสดุดูดซับเสียง
8. หลักการทางอุโมงค์

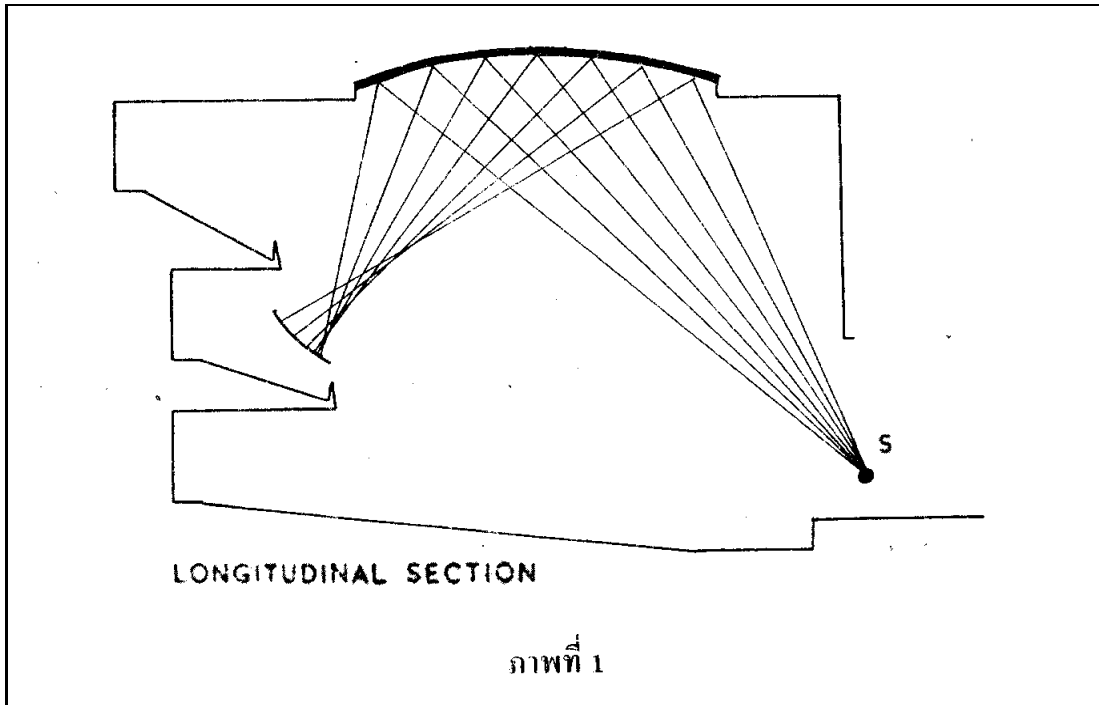
จุดมุ่งหมาย

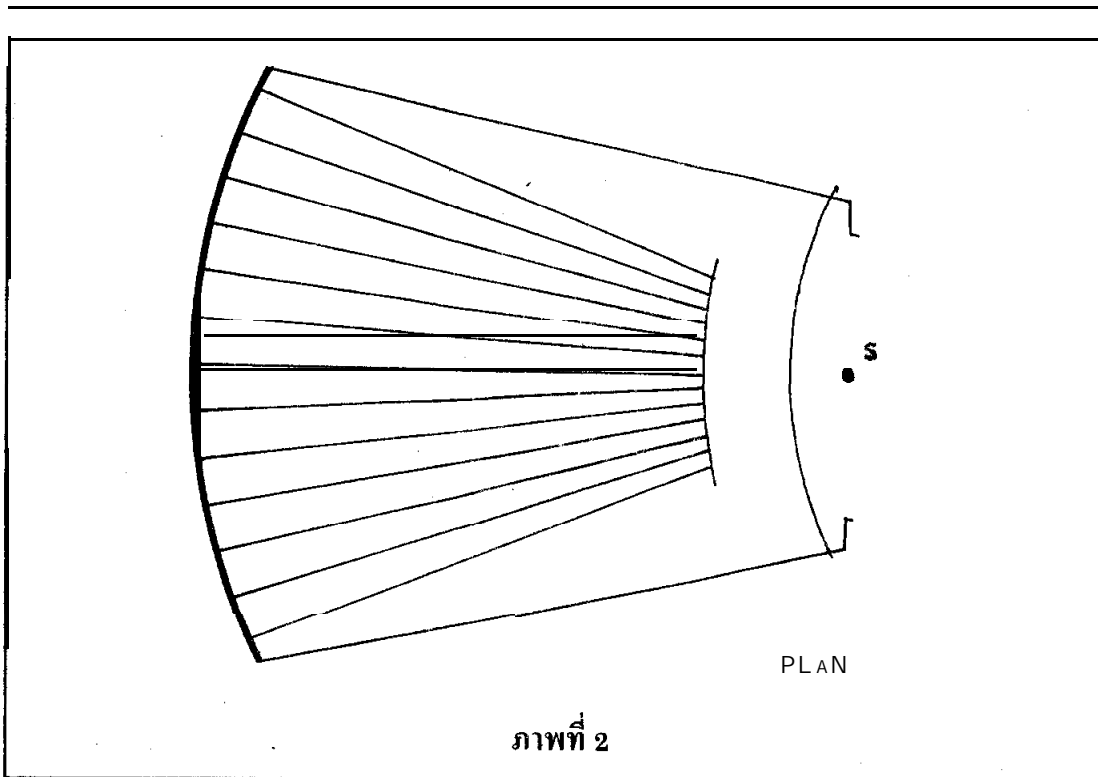
- เมื่อได้ศึกษาบทที่ 6 ว่าด้วยการรวมเสียงก้องและการสะท้อนแล้วนักศึกษาสามารถ
1. อธิบายการรวมตัวและประโยชน์ของการรวมตัวของเสียง
 2. เสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาเกี่ยวกับเสียงก้อง
 3. บอกลักษณะของห้องที่เกิดเงาเสียง
 4. เปรียบเทียบการเกิดเสียงกระหึ่มในสถานที่ต่างกัน
 5. วิเคราะห์คุณสมบัติของอุโมงค์วัสดุ

บทที่ 8

การรวมเสียงก้องและการสะท้อน
(CONCENTRATED ECHO AND REFLECTION)

ตามภาพ 1, 2 แสดงถึงการที่เสียงก้องอาจมีการรวมตัวกัน บางทีทำให้เกิดจุดโฟกัสของเสียง อันเนื่องมาจากการสะท้อนจากพื้นผิวโค้งเว้า

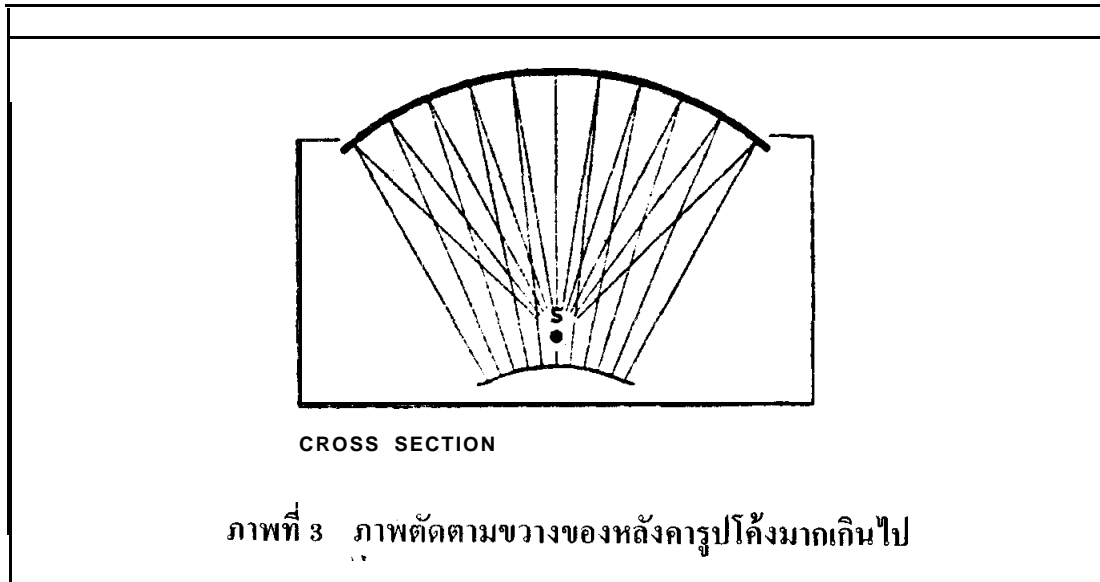




ภาพที่ 2

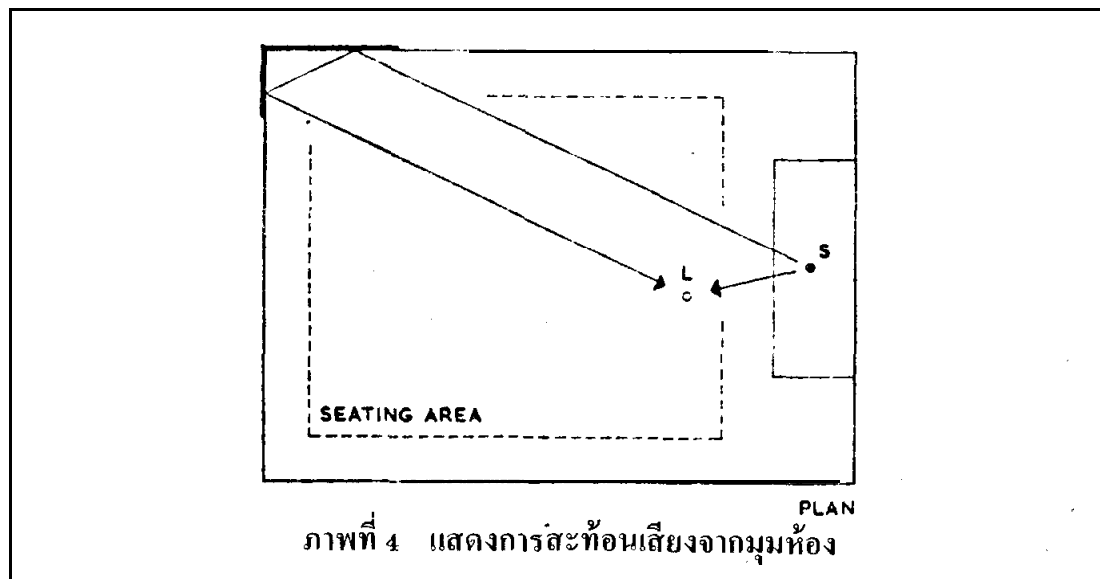
เสียงก้องดังกล่าวดังกล่าวอาจมีความดังเท่ากับหรือดังกว่าเสียงเดิม ผนังที่จะทำให้เกิดการสะท้อนชนิดนี้จะต้องมีผิวหน้าที่ดูดซับ และสะท้อนเสียงได้อย่างน้อย 70 เปอร์เซ็นต์ ถ้าการดูดซับและสะท้อนน้อยกว่านี้ จะใช้พื้นผิวรูปเว้าไม่ได้

- ในสถานการณ์จริง แหล่งกำเนิดของเสียงจะเปลี่ยนตำแหน่งอยู่เสมอ ทำให้เสียงก้องที่สะท้อนไปถึงผู้ชมได้เป็นจำนวนมากกว่าที่ได้กล่าวไปแล้ว ตัวสะท้อนไม่ควรมีความโค้งมากเกินไป ซึ่งจะทำให้ความสมดุลในการสะท้อนเสียงเปลี่ยนไป ภาพ 3 แสดงถึงหลังคาที่มีความโค้งมากเกินไป

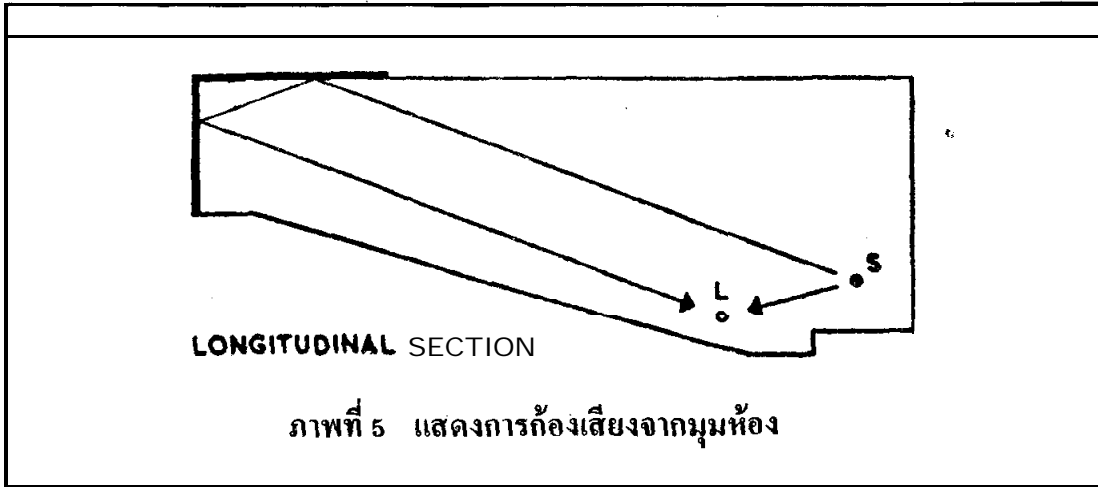


เสียงก้องจากมุมห้อง

เสียงก้องอาจเกิดจากการที่เสียงไปกระทบผนังห้องที่มุม แล้วสะท้อนกลับมาในลักษณะขนานกับเสียงเดิม ตรงไปที่ผู้ฟัง ตามภาพ 4, 5

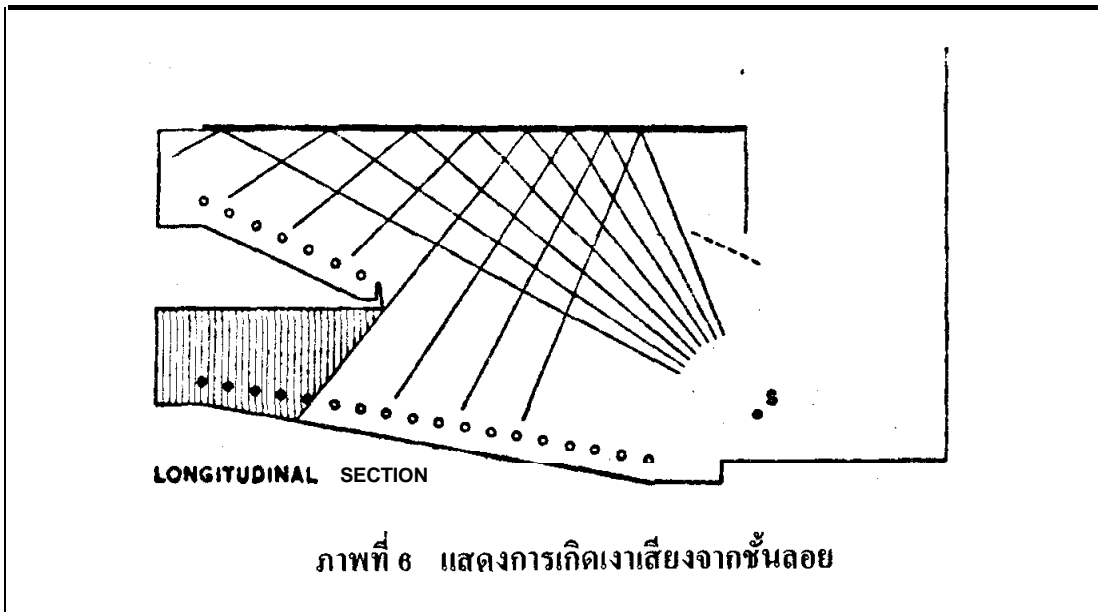


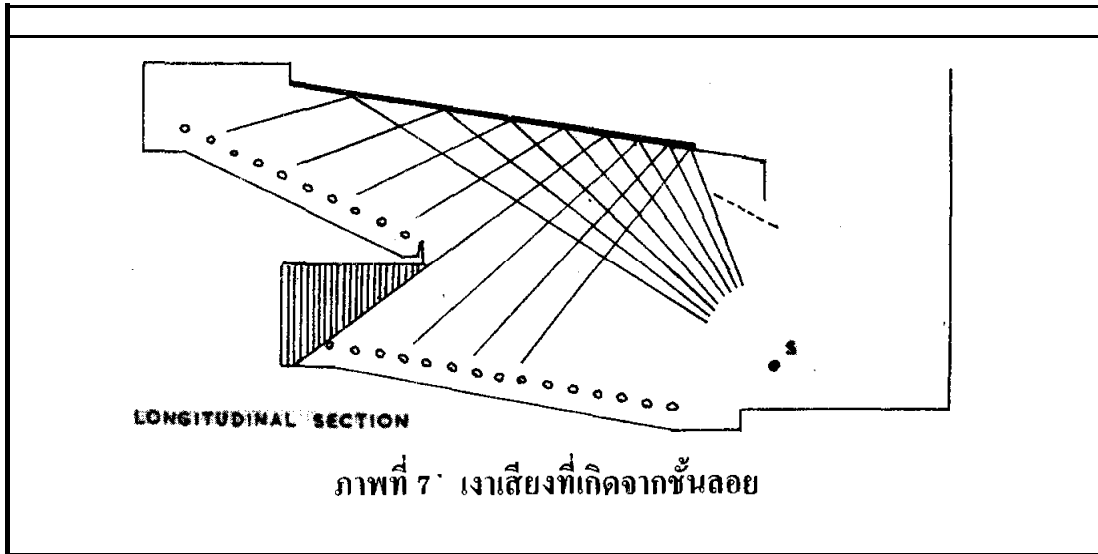
ในแต่ละห้องจะต้องมีการตรวจการก้องของเสียง ว่าพื้นผิวส่วนใดทำให้เกิดเสียงก้องหรือเกือบก้องได้ โดยการทดลองย้ายแหล่งกำเนิดเสียงไปหลายๆ ตำแหน่งภายในห้อง



เงาของเสียง (SOUND SHADOW)

เงาเสียงปกติจะเกิดขึ้นเนื่องมาจาก ชั้นระเบียง (BALCONY) ยื่นล้ำเข้ามาลึกเกินไป ทำให้เสียงที่สะท้อนจากเพดานลงมาไม่ถึงที่นั่งแถวหลังๆ ตามภาพที่ 5 หรืออาจใช้วิธีการตามภาพ 7 ที่ตัดช่วงแถวนี้ด้านหลังออก ขณะที่เพิ่มที่นั่งด้านบนระเบียงชั้นเพิ่มขึ้น จะเป็นวิธีที่ถูกต้องมากที่สุด ยกเว้นแต่ว่าที่นั่งบนสุดจะห่างจากเวทีมากเกินไป





ช่วงการก้องหึ่งของเสียงที่ถูกต้อง

ถึงแม้ว่าเสียงก้องหึ่งจะทำให้เสียงมีคุณภาพดีขึ้น แต่ต้องไม่มากเกินไป เพราะเสียงที่ก้องหึ่งมาก ๆ จะทำให้ความชัดเจนของเสียงพูดและเสียงดนตรีลดลงไป โดยเข้าไปแทรกเสียงระหว่างตัวโน้ตและเสียงสระ ถ้าเสียงก้องหึ่งเกิดขึ้นเป็นระยะเวลาสั้น เสียงเดิมจะมาผสมผสานกับเสียงที่เกิดขึ้นก่อน ทำให้เกิดการมัวของเสียง (BLUR) เหมือนกับเสียงเกือบก้องดังกล่าวแล้ว อย่างไรก็ตามเสียงก้องหึ่งของดนตรีเป็นที่ยอมรับมากกว่าการพูด และของออร์แกน และเสียงประสานเป็นที่ยอมรับมากกว่าวงออร์เคสตรา

ตารางที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็น การแสดงตัวเลขแสดงเวลาของการก้องหึ่ง พร้อมกับชนิดของเสียงและสถานที่ไว้ด้วย ตัวเลขจะแสดงไว้เป็นช่วงเพราะมีหลายสถานที่ การก้องหึ่งของเสียงจะแสดงถึงความถี่เดียวกันในแต่ละข้อ

ชนิดของเสียง	ช่วงเวลาก้องหึ่ง (วินาที)	สถานที่
การพูดสนทนา	3/4-1	ห้องประชุมรัฐสภา, ศาล, ห้องเรียนขนาดใหญ่, ห้องปาฐกถา
เสียงนักพูด, นักปาฐกถา	1-1 $\frac{1}{4}$ 4	โรงละครอน, แสดงละครอน, ดนตรี
เสียงจากเทป	1	โรงภาพยนตร์ (เช่นเสียงก้องหึ่งจากเสียงในฟิล์ม)

ชนิดของเสียง	เวลากระหึ่ม	สถานที่
เครื่องดนตรีบรรเลง Solo หรือกลุ่มเล็ก ๆ	1 1/4 - 1 1/2	ห้องแสดงดนตรีเล็ก ๆ
ห้องเอนกประสงค์	1 1/4	ห้องประชุมโรงเรียน
เสียงดนตรีจากวงออเคสตรา	1 1/2 - 2 1/4	ห้องบรรเลงดนตรีขนาดใหญ่
ละครคอนโอเปรา	1 1/4 - 1 1/2	โรงละครคอนโอเปรา
ออร์แกนและการร้องประสานเสียง	2 1/2 - 4	โบสถ์, วิหาร

คุณภาพของเสียงก้องหึ่ง

เสียงก้องหึ่ง ควรจะทำให้คุณภาพของเสียงแบล็คกราวนด์ดีขึ้น และค่อย ๆ จางหายไป เพื่อจะได้เกิดผลต่อไปนี้

- เพื่อให้ได้เสียงทางตรงที่ชัดเจน เกิดการต่อเนื่องระหว่างเสียงแรกเกิดและเสียงถัดมา
- หลีกเลี่ยงการสร้างผนังที่ขนานกัน ที่ทำให้เกิดการสะท้อนซ้ำ ๆ
- พื้นผิวที่ไม่ใช่สำหรับการสะท้อน ควรจะเป็นลักษณะดูดซับเสียงหรือกระจายเสียงได้ หรือทั้งสองอย่าง
- พื้นผิวที่ดูดซับเสียงและกระจายเสียงควรจัดระยะห่างเท่ากัน

ข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับผู้ชม

ดังได้กล่าวแล้วว่าผู้ชมคือปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการดูดซับเสียง เมื่อขนาดหรือจำนวนของผู้ชมเปลี่ยนไป ระยะเวลาแห่งการกระหึ่มจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ถ้าเป็นไปได้ควรใช้ที่นั่งหรือโซฟาที่มีการดูดซับเสียงได้ดีที่สุด เพื่อจะได้ชดเชยขณะที่ที่นั่งว่างเปล่า

นอกจากนี้การออกแบบห้องจะต้องคำนึงถึงการกระหึ่มของเสียง ในขณะที่มีผู้ชมเป็นปกติ หรือ เหตุการณ์ที่สำคัญ ๆ ในบางครั้งผู้ชมจะมีเป็นจำนวนเล็กน้อย ลักษณะทางอุโฆษจะต้องสมเหตุสมผล เช่น ในโรงละคร เวลาคืนซ้อม เป็นต้น

การปรับลักษณะทางอุโฆษของห้องในขณะที่ผู้ชมมีจำนวนแตกต่างกันอาจทำได้โดยใช้ฉากรับเสียงด้านหนึ่งอีกด้านหนึ่งสะท้อนเสียง หรือใช้ฉากดังกล่าวเพื่อปรับลักษณะทางอุโฆษที่เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด ค่าใช้จ่ายในการทำฉากค่อนข้างสูง ต้องรู้จักใช้อย่างฉลาดจึง

จะคุ้มค่า อีกวิธีหนึ่งอาจใช้ผ้าม่านหรือฉากเล็กกันเป็นตอน ๆ ในห้องขนาดใหญ่ จะให้ผลใกล้เคียงกัน

เสียงก้องที่เหมาะสม

เสียงก้องทำให้เสียงดนตรีและเสียงพูดไพเราะมีชีวิตชีวา ในบางลักษณะทำให้เกิดเสียงแบบต่อเนื่องกัน เช่น เวทีการแสดงจะทำให้เกิดการก้องของเสียง และเสียงจะถูกนำไปยังส่วนอื่น ๆ ของตัวอาคาร ในห้องขนาดใหญ่สามารถเลือกใช้วัสดุกำทอนเสียงตามที่ต้องการสำหรับห้องแสดงดนตรีอาจใช้ฉากที่ทำด้วยไม้ ซึ่งคุณภาพของวัสดุกำทอนเสียงอาจเรียงได้ตามลำดับดังนี้

- 1) เวทียกพื้นกันฉากหลังด้วยไม้
- 2) กันฉากรอบ ๆ ด้านหลัง โดยตัวฉากติดกับพื้นเวที
- 3) ทำผนังด้านข้างใกล้ ๆ กับเวที

ฉากที่ทำด้วยไม้ขนาดและความหนาต่าง ๆ กัน จะกำทอนเสียงได้กับเสียงที่มีความถี่ต่าง ๆ กัน

คลื่นนิ่ง (STANDING WAVE)

คลื่นเสียงนิ่ง คือ การกำทอนของอากาศนั่นเอง เกิดขึ้นได้โดยการจัดผนังผิวเรียบมันสะท้อนเสียงให้หันหน้าเข้าหากัน ลักษณะขนานกัน คลื่นนิ่งอาจเกิดในลักษณะต่อไปนี้

- ก) ระหว่างพื้นผิวทั้งสอง และแนวนานกับเพดานด้านบน
- ข) ระหว่างปลายสุดของผนังทั้งสอง
- ค) ระหว่างตรงกลางห้อง

คลื่นนิ่งอาจแก้ไขได้โดยทำให้ผิวหน้าของผนังด้านหนึ่งดูดซับเสียง หรือกระจายเสียง

หลักการพิจารณาเกี่ยวกับวัสดุเสียง

ในการออกแบบห้องที่ต้องการควบคุมเสียง ควรให้ความสำคัญวัสดุที่มีผลควบคุมเสียง มากกว่าการทาสี แต่งหน้าที่สวยงาม ถึงแม้ว่าฉาก ม่าน สี จะมีส่วนต่อการออกแบบทางอุโฆษของห้อง แต่สิ่งที่กล่าวไม่จัดว่าเป็น อุโฆษวัสดุ (ACOUSTIC MATERIALS)

ข้อปฏิบัติเมื่อใช้อุโฆษวัสดุในทีใด ๆ คือ:

- ก. อุโฆษวัสดุนิดดูดซับเสียงหลายชนิด แดกหัก ทำลายง่าย ไม่ควรติดตั้งไว้ใกล้มือ

- ข. วัสดุบางอย่างเหมาะกับการใช้งานตอนแรก ๆ พอมีการเสริมแต่งห้องจะขาดประสิทธิภาพไป
- ค. วัสดุควรเป็นชนิดทนไฟ ไม่ผุ แข็งแรง
- ง. อุณหภูมิวัสดุที่มีลักษณะเป็นรูจะสูงตามความชื้น ทำให้เกิดการหดตัวในตอนหลัง ต้องเผื่อระยะห่างไว้ด้วย
- จ. การเลือกใช้วัสดุที่มีสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมาก ๆ ย่อมจะประหยัดกว่า การเลือกใช้วัสดุที่มีการดูดซับเสียงน้อยแต่ใช้ปริมาณมาก
- ฉ. วัสดุลักษณะสวยแต่รูปจูบไม่หอมไม่ควรเลือกเพราะจะใช้เงินซ่อมแซมมากมายในตอนหลัง

นับตั้งแต่ HELMOLTZ ได้ค้นพบครั้งที่สองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของการดูดซับเสียงก้อง นักออกแบบสามารถเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติงามลึก (INTRINSIC BEAUTY) คงทนถาวร และถูกตามหลักการทางอุโฆษ วัสดุเกือบทุกชนิดสามารถเจาะให้เป็นรูเล็ก ๆ เพื่อให้การดูดซับเสียงได้ การใช้วัสดุที่ดีจะต้องใช้ผสมผสานกัน เพื่อให้ช่วงการกระหึ่มของเสียงคงที่เกือบทุก ๆ ความถี่ของเสียง

หลักการทางอุโฆษและความเหมาะสม

หลักการทางอุโฆษเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบเท่านั้น ไม่ควรให้หลักการดังกล่าวมาเป็นหลักใหญ่ จนทำให้ปัจจัยอื่นถูกลืมไป

การเน้นความสำคัญเกี่ยวกับหลักอุโฆษมากเกินไป จะทำให้สถานที่นั้น ๆ ขาดเอกลักษณ์ไป เช่น ชาติลักษณะที่ให้ความบันเทิงในโรงละครหรือขาดบรรยากาศของความน่ายำเกรงในหอประชุมรัฐสภา เป็นต้น คนที่เข้าไปในห้องที่ถูกควบคุมโดยระบบอุโฆษจะมีความรู้สึกว่าเขากำลังถูกทดลองทางวิทยาศาสตร์คล้ายกับเครื่องบินจำลองในอุโมงค์สุญญากาศ

อย่างไรก็ตามในการออกแบบควรคำนึงถึงระบบอุโฆษเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบเสมอ พอ ๆ กับหลักการอย่างอื่น ยกเว้นห้องที่ต้องการควบคุมเสียงจริงเช่น สตูดิโอ ฯลฯ

ในห้องประชุมใหญ่ ๆ ที่มีปัญหาเรื่องเสียงจากด้านหน้าไม่ได้ยินทางด้านหลัง จึงจะต้องให้ความสำคัญต่อระบบอุโฆษมาก สำหรับห้องประชุมขนาดเล็กที่ออกแบบหลังคาแบบโค้ง จะไม่ให้คุณค่าเรื่องการสะท้อนเสียงต่างไปจากหลังคาแบนราบแต่ประการใด

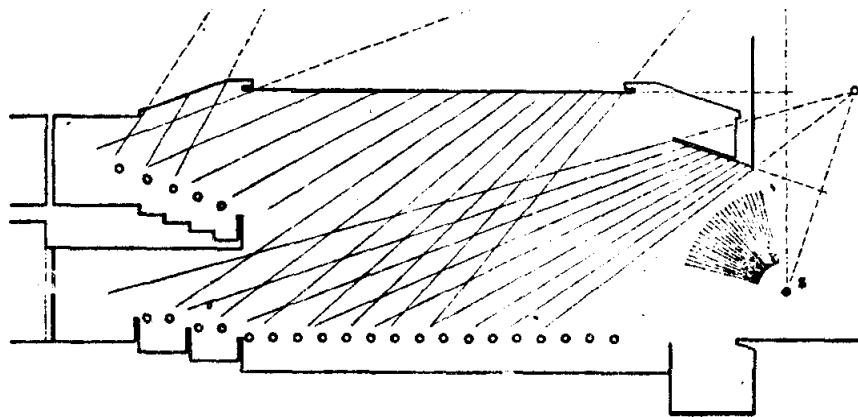
ปัญหาเรื่องระบบอุโฆษมีวิธีการแก้ไขหลายประการ ทั้งวิธีทั่ว ๆ ไปและในราย

ละเอียด ส่วนใหญ่จะอยู่ในวินิจัยของผู้ออกแบบเช่น พื้นผิวกระจายเสียง (DISPERSIVE) นำมาใช้แทนการเจาะรูเล็ก ๆ ในกรณีที่มีการเจาะรูเล็ก ๆ มองดูไม่สวยงาม เป็นต้น

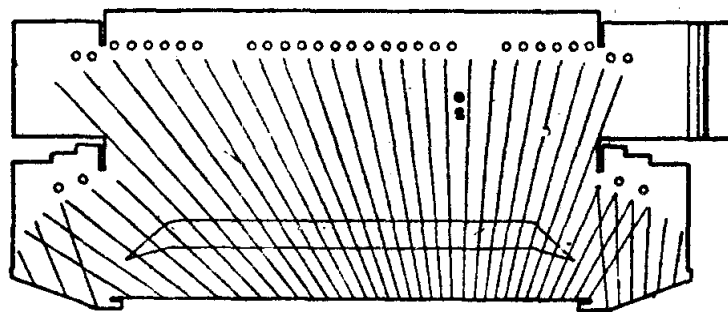
ระบบอุโมงค์และเสียงรบกวน

ปัญหาเกี่ยวกับเสียงรบกวนในตัวอาคารหรือสถานที่สาธารณะจะต้องวิเคราะห์เป็นราย ๆ ไป

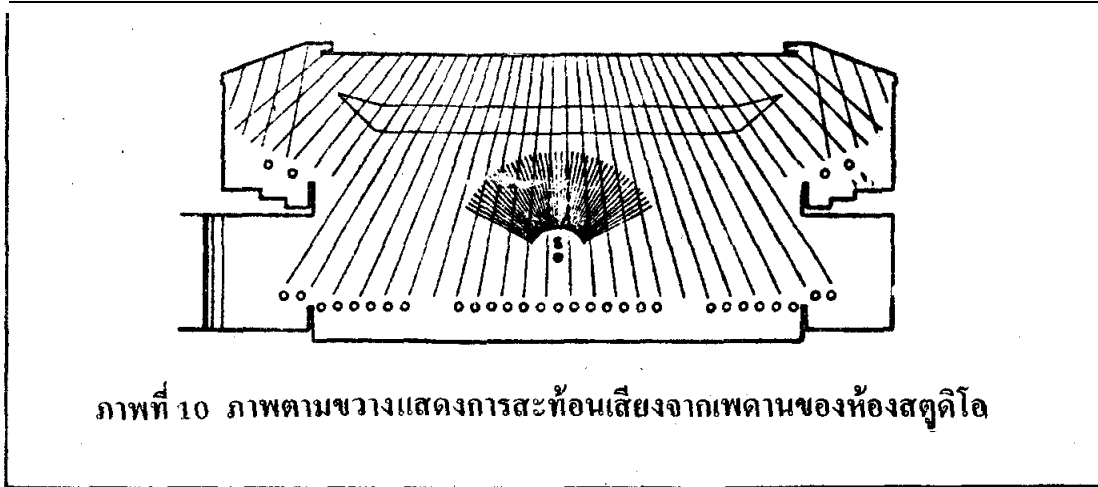
หลักการที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายกรณี รวมทั้งการควบคุมเสียงรบกวนอันเนื่องมาจากการนำของโครงร่างของตัวอาคาร, ห้องโถง, อากาศ, หน้าต่าง เพื่อทำให้ห้องนั้น ๆ “เงียบ” ในระดับที่ต้องการ ดังจะได้กล่าวต่อไป



ภาพที่ 8 ภาพตามยาวแสดงการสะท้อนเสียงตรงจากแผ่นสะท้อนเสียงบนเวที



ภาพที่ 9 ภาพตามขวางแสดงแหล่งกำเนิดเสียงที่อยู่ด้านข้างของเวที (S)



ภาพที่ 10 ภาพตามขวางแสดงการสะท้อนเสียงจากเพดานของห้องสตูดิโอ

เนื้อหาสำคัญในบทที่ 6

1. เสียงก้องที่เกิดจากการสะท้อนของผิวโค้งเว้า จะรวมตัวกัน
2. ชั้นระเบียง (BALCONY) ที่ยื่นเข้ามาบริเวณที่นั่งชมมากเกินไป จะทำให้เกิดเงาของเสียง (SOUND SHADOW) บริเวณที่นั่งชมส่วนล่างของชั้นระเบียง
3. เสียงก้องหึ่งที่พอเหมาะจะช่วยให้คุณภาพของเสียงดีขึ้นทำให้เสียงต่อเนื่องนุ่มนวล
4. จำนวนผู้คนที่อยู่ในห้องหนึ่งจะมีผลต่อการจัดระบบเสียงอย่างยิ่ง
5. ที่นั่งในห้องควบคุมเสียงต้องดูดซับเสียงได้ดี
6. คลื่นนิ่ง (STANDING WAVE) หมายถึง การก่อกวนของอากาศนั่นเอง เกิดขึ้นจากการจัดผนังผิวเรียบมัน ผนังหน้าชนกันมีแหล่งกำเนิดเสียงอยู่ตรงกลาง
7. อุปกรณ์ดูดซับเสียงหลายชนิดไม่ควรติดตั้งไว้ในรัศมีใกล้มือเอื้อม เพราะเสียหายง่าย
8. อุปกรณ์ดูดซับคลื่นไฟ ไม่ผูก แข็งแรง
9. วัสดุราคาแพงแต่ดูดซับเสียงได้ดีจะช่วยประหยัดเงินได้มากกว่าการซื้อวัสดุราคาถูกแต่ดูดซับได้น้อย
10. การจัดระบบอุปกรณ์ในสถานที่ต่างกันย่อมแตกต่างกันไปตามจุดมุ่งหมายเฉพาะของที่นั้น ๆ

คำถามประจำบทที่ 6

1. การโฟกัสของเสียงเกิดจากการสะท้อนของผิวลักษณะเช่นใด อธิบาย และวาดรูปประกอบ
2. ภายในห้องประชุมมีเสียงก้องจัด เวลาพูดฟังไม่ได้ศัพท์ จงสมมติสถานการณ์ และวิเคราะห์พร้อมเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหา
3. ชั้นระเบียง (BALCONY) ทำให้เกิดเงาเสียงได้อย่างไร อธิบายพร้อมวาดภาพประกอบ
4. เสียงก้องหึ่งในวิหาร กับเสียงก้องหึ่งในห้องสตูดิโอโทรทัศน์จะมีคุณสมบัติต่างกันอย่างไร
5. วัสดุที่แข็งยืดหยุ่น จะมีคุณสมบัติการดูดเสียงอย่างไร