• ดร.มงคล จิรวัชรเดช
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การควบคุมเสียงรบกวนภายในอาคาร

บทนำ

เสียงรบกวนเป็นเสียงที่ไม่พึงประสงค์ เช่น เสียงจากทีวี, วิทยุ หรือการจัดปาร์ตี้ของเพื่อนบ้าน, เสียงจากการจราจรในท้องถนน, หรือแม้แต่เสียงจากการทำงานของเครื่องใช้ภายในบ้าน เช่น ปั๊มน้ำ, เครื่องซักผ้า หรือเครื่องดูดฝุ่น เสียงรบกวนมักทำให้ผู้คนเกิดความรำคาญ โดยเฉพาะผู้คนในเมืองใหญ่ เนื่องจากทำให้เสียสมาธิในการทำงาน หรือรบกวนการพักผ่อนและกิจกรรมอย่างอื่น

ดังนั้น เสียงรบกวนจึงนับเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์สำหรับผู้คนโดยทั่วไป การควบคุมสภาวะแวดล้อมทางเสียงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยเฉพาะในอาคารที่มีผู้อยู่อาศัยร่วมกันจำนวนมาก เช่น ในอาคารชุด, ในอาคารสำนักงาน และในโรงงาน

บทความนี้จะกล่าวถึงลักษณะของการส่งผ่านเสียงรบกวนในลักษณะต่างๆ หลักเกณฑ์การวัดการซึมซับเสียงของส่วนประกอบต่างๆ ในอาคาร เพื่อที่จะนำมาใช้ร่วมกันในการควบคุมเสียงรบกวนภายในอาคาร

การส่งผ่านของเสียงรบกวนในอาคาร

เสียงรบกวนสามารถเดินทางมาถึงหูผู้ฟังได้หลายวิธีจากแหล่งกำเนิดเสียงทั้งจากในอาคารและ/หรือนอกตัวอาคาร เพื่อความสะดวกจึงอาจแบ่งประเภทของการส่งผ่านตามตัวกลางที่เสียงเดินทางผ่านได้เป็น :

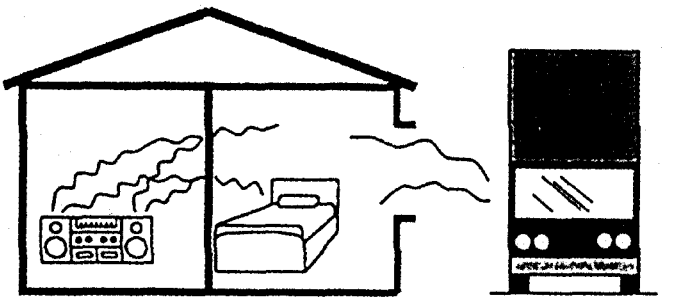
1. การส่งผ่านทางอากาศ (Airborne Sound Transmission)

ซึ่งเสียงจากแหล่งกำเนิดอาจจะถูกส่งถึงตัวผู้ฟังโดยตรง เช่น เสียงจากรถบรรทุกที่ดังผ่านหน้าต่างที่เปิดอยู่ ดังในรูปที่ 1 หรือในกรณีที่มีผนังกั้น เสียงซึ่งเป็นคลื่นความดันในอากาศจะทำให้ผนังเกิดการสั่นสะเทือน และทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงในอีกห้องหนึ่ง เช่น เสียงรบกวนจากทีวีและวิทยุในห้องด้านข้างของรูปที่ 1

2. การส่งผ่านทางโครงสร้าง

(Structureborne Sound Transmission)

การส่งผ่านเสียงในลักษณะนี้พลังงานกลจะถูกเข้าโครงสร้าง



รูปที่ 1 การเดินทางของเสียงรบกวนผ่านทางอากาศ

โดยตรง จากนั้นจึงเดินทางออกไปยังห้องอื่น และทำให้ผนังหรือพื้นผิวเกิดการสั่นสะเทือน ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดเสียงรบกวน การสั่นสะเทือนอาจมาจากการสั่นของท่อน้ำ, เครื่องใช้ หรือจากการกระแทกของสิ่งของ

กล่าวโดยสรุปการส่งผ่านเสียงรบกวนอาจถูกแสดงเป็นแผนภูมิได้ตามรูปที่ 2 โดยจะประกอบไปด้วยแหล่งกำเนิดเสียง, ตัวกลางที่เสียงเดินทางผ่าน และผู้ฟัง ดังนั้นในการควบคุมเสียงรบกวนจึงอาจทำได้โดยการควบคุมที่แหล่งกำเนิด, ตัวกลาง หรือผู้ฟัง

รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงการส่งผ่านเสียงรบกวน

การควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด อาจทำได้โดยการลดขนาดของความดังลง แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ก็อาจใช้การปิดล้อมแหล่งกำเนิดเสียงด้วยผนังทึบที่บุวัสดุดูดซึมเสียง หรือพยายามแยกการสั่นสะเทือน (Vibration Isolating) ไม่ให้แหล่งกำเนิดเสียงสัมผัสกับพื้นอาคารโดยตรง

การควบคุมตัวกลางที่เสียงผ่าน อาจทำได้โดยการจัดวางอาคารให้อยู่ห่างจากถนน หรือจัดทิศทางของอาคารเพื่อให้มุมที่ต้องการความสงบถูกบดบังโดยส่วนอื่น ควรจัดให้ห้องที่ต้องการ

ความสงบอยู่ห่างจากห้องที่อาจเกิดเสียงดัง นอกจากนั้นยังควรพยายามอุดรูเปิดทั้งหมดที่จะทำให้เกิดการส่งผ่าน และเพิ่มคุณสมบัติความเป็นฉนวนของผนังกั้น

การควบคุมที่ตัวผู้ฟัง ก็อาจทำได้โดยการปิดล้อมผู้ฟังด้วยผนังกั้น หรือให้ผู้ฟังสวมที่อุดหูเสีย

จะเห็นได้ว่าการควบคุมที่แหล่งกำเนิดและผู้ฟังนั้นทำได้ยากในทางปฏิบัติ การควบคุมส่วนใหญ่จึงทำที่ตัวกลางที่เสียงผ่าน ซึ่งจะกล่าวถึงโดยละเอียดในหัวข้อถัดไป

การควบคุมเสียงรบกวนจากอากาศ (Airborne Sound Insulation)

เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบผนังกั้น, การเปลี่ยนแปลงความดันอากาศจะทำให้ผนังกั้นเกิดการสั่นสะเทือน ซึ่งเป็นผลให้อากาศอีกด้านหนึ่งเกิดการเคลื่อนไหวและเกิดเสียงขึ้น ในผนังกั้นที่มีความซับซ้อน เช่น มีการบุวัสดุหลายชั้นและ/หรือมีโพรง, พลังงานบางส่วนของคลื่นเสียงจะแผ่กระจายในผนังกั้น ทำให้พลังงานเสียงที่แผ่กระจายออกสู่อีกด้านหนึ่งลดลง แต่ถ้าผนังกั้นมีรูเปิดหรือรอยร้าว คลื่นเสียงก็อาจเดินทางผ่านไปยังอีกด้านหนึ่งได้

เกณฑ์การวัดความเป็นฉนวนกันเสียง

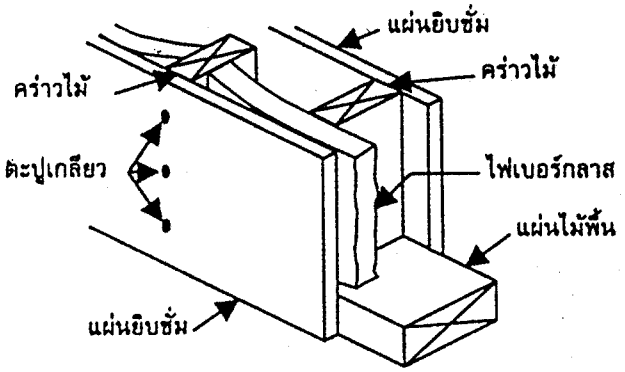
Sound Transmission Loss (TL) คือ อัตราส่วนระหว่างพลังงานเสียงที่ตกกระทบเทียบกับพลังงานที่ส่งออกไปยังอีกด้านหนึ่งได้ มีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB) ถ้าผนังกั้นมีความโปร่งใสทางเสียงสมบูรณ์แบบจะมีค่า TL เท่ากับ 0 dB ยิ่งผนังมีความเป็นฉนวนมากเท่าใดค่า TL ก็ยิ่งมีค่าสูงขึ้น

ค่า TL ของผนังกั้นหนึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามความถี่เสียงที่มาตกกระทบ ซึ่งโดยปกติจะมีค่าสูงสำหรับความถี่สูงจึงเป็นเหตุผลว่าทำไมเราจึงได้ยินเสียงทุ้มต่ำจากสเตอริโอของเพื่อนบ้านได้ดีกว่าเสียงทำนองที่มีความถี่สูง

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากค่า TL ของวัสดุหนึ่งนั้นมีหลายค่าตามระดับความถี่เสียง ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบความเป็นฉนวนของวัสดุแต่ละชนิดจะใช้ค่าตัวเลขเพียงตัวเดียวคือค่า Sound Transmission Class (STC) ซึ่งถ้าค่า STC เท่ากับ 0 ก็แปลว่าวัสดุไม่มีความเป็นฉนวนต่อการส่งผ่านเสียงทางอากาศ ยิ่งผนังมีค่า STC สูงก็จะยิ่งมีความเป็นฉนวนมาก

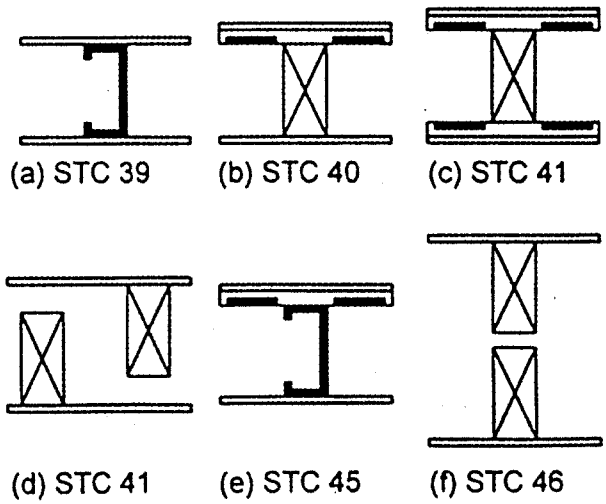
สำหรับผนังชั้นเดียว ค่า STC จะแปรตามน้ำหนัก เนื่องจากน้ำหนักยิ่งมากก็จะยิ่งมีการสั่นสะเทือนน้อยลง STC ของผนังคอนกรีตหนา 7.5 ซม. หนัก 175 กก./ม^2 มีค่าเท่ากับ 47 ถ้าน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า STC จะเพิ่มขึ้นประมาณ 5 ดังนั้น STC ของผนังหนา 15 ซม. จะเพิ่มเป็น 52

สำหรับผนังสองชั้นที่มีช่องว่างระหว่างกลาง ความเป็นฉนวนนอกจากจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของผนังกั้นแล้ว ยังขึ้นกับความกว้างของช่องว่างด้วย คือยิ่งกว้างมากก็ยิ่งเป็นฉนวนมาก นอกจากนั้นการยึดระหว่างผนังทั้งสองก็ควรใช้ตัวยึดที่มีความยืดหยุ่น และถ้าต้องการความเป็นฉนวนเพิ่มขึ้นอีกก็อาจใส่วัสดุดูดซับเสียงไว้ในระหว่างช่องว่างดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การใช้วัสดุดูดซับเสียงในช่องว่างของผนังสองชั้น

การรั่วไหลของเสียง (Sound Leak) คือการที่เสียงผ่านรอยร้าวหรือรูเปิดของผนังกั้น ทำให้ประสิทธิภาพของฉนวนลดลงมาก ดังนั้นถ้าต้องการความเป็นฉนวนที่ดี ก็ควรให้ความสำคัญกับการลดการรั่วไหลของเสียง โดยการใช้วัสดุยืดหยุ่นอุดรูและรอยร้าวให้หมด



รูปที่ 4 ผนังยิปซัมแบบต่าง ๆ พร้อมค่า STC

ในรูป 4(a) ใช้เหล็กตัวซีคั่นโดยมีช่องว่าง 9 ซม. ซึ่งถ้าใช้ไม้แทนก็จะได้ผลที่คล้ายกัน รูป 4(b) ใช้คร่าวไม้ 1½" x 3½" ด้านหนึ่งของแผ่นยิปซัมถูกยึดโดยใช้เหล็กรางน้ำที่มีความยืดหยุ่นสูง ส่วนอีกด้านยึดด้วยตะปูเกลียว ซึ่งทำให้ความเป็นฉนวนมากขึ้น หรือถ้า

ใช้เหล็กรางน้ำทั้งสองด้าน ดังในรูป 4(c) ความเป็นฉนวนก็จะยิ่งเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ถ้าต้องการให้ได้ประโยชน์อย่างเต็มที่ ผนังทั้งสองด้านไม่ควรสัมผัสกัน ดังในรูปที่ 4(d) รูปที่ 4(e) เป็นการใช้คร่าวเหล็กกับเหล็กรางน้ำ ทำให้มีความยืดหยุ่นเพียงพอที่จะส่งผ่านการสั่นสะเทือนเพียงเล็กน้อย และในรูปที่ 4(f) จะใช้คร่าวไม้สองตัวเพิ่มระยะห่างของผิวทั้งสอง ทำให้มีความเป็นฉนวนเพิ่มขึ้นมาก

สำหรับผนังที่ก่อด้วยคอนกรีตบล็อก ค่า STC จะขึ้นกับน้ำหนักและความหนาของบล็อก ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่า STC ของผนังคอนกรีตบล็อก

ความหนา	บล็อกน้ำหนักเบา		บล็อกน้ำหนักปกติ	
(ซม.)	กก./ม.^{2}	STC	กก./ม.^{2}	STC
9	80	43	120	44
15	120	44	180	46
20	160	45	200	48
25	180	47	250	49
30	220	48	300	51

หน้าต่าง เป็นอีกเส้นทางหนึ่งที่เสียงรบกวนจะเดินทางผ่านได้ ความเป็นฉนวนของหน้าต่างจะขึ้นกับกระจก, ขอบ และการยาแนวที่ขอบ กระจกธรรมดาจะมีความเป็นฉนวนเพิ่มขึ้นตามความหนาของกระจก อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นจะจำกัดอยู่ในระดับความถี่ปานกลางขึ้นกับสติฟเนสของกระจก ทำให้ค่า STC ไม่เกิน 35

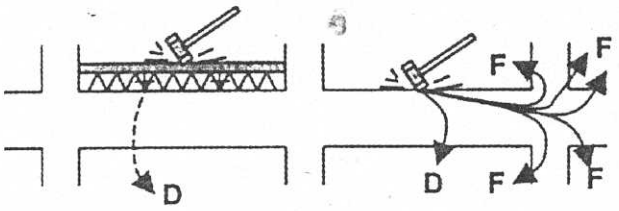
แต่ถ้าใช้กระจกลามิเนต (Laminated Glass) ซึ่งเป็นกระจกตั้งแต่สองชั้นขึ้นไปมาเชื่อมต่อกันโดยชั้นพลาสติกบางๆ ก็จะช่วยให้ค่า STC สูงขึ้นเมื่อเทียบกับกระจกธรรมดาที่ความหนาเท่ากัน หรือถ้ามีช่องว่างระหว่างกระจกก็จะยิ่งมีความเป็นฉนวนสูงขึ้นกว่ากระจกธรรมดาหรือกระจกลามิเนต

ตารางที่ 2 ค่า STC ของกระจกแบบต่าง ๆ

STC ของหน้าต่างปิดตาย	STC ของหน้าต่างเปิด-ปิดได้	กระจกธรรมดา	กระจกคู่ หนา 3 มม.
		ความหนา (มม.)	ช่องว่าง (มม.)
30	27	3, 4	6
32	29	6	10
34	31	6L	20
36	32	12	30
38	34	12L	50
40	36	20L	70
42	37		100
44	39		150

การควบคุมเสียงรบกวนจากโครงสร้าง (Structureborne Sound Insulation)

การเดินทางของเสียงผ่านโครงสร้างในอาคารนั้นมีได้หลายเส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งเป็นอาคารที่มีพื้นและผนังคอนกรีต เมื่อห้องทางขวามือมีแหล่งกำเนิดเสียงจากการกระแทก พลังงานเสียงจะถูกส่งผ่านตามเส้นทางตรง (Direct Path) ที่แทนด้วยตัว D ผ่านพื้นและเพดานลงสู่ห้องข้างล่าง และทางอ้อม (Flanking Path) แทนด้วยตัว F ผ่านพื้น, เพดาน และผนังไปสู่ห้องอื่น



รูปที่ 5 เสียงเดินทางผ่านโครงสร้าง

โดยทั่วไปแล้วขนาดของการสั่นสะเทือนและเสียงรบกวนจะลดลงตามระยะห่างจากแหล่งกำเนิด อย่างไรก็ตามการอาศัยระยะทางเพียงอย่างเดียวไม่สามารถช่วยลดระดับเสียงรบกวนลงมาอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ไม่ว่าจะเป็นอาคารไม้หรืออาคารคอนกรีต

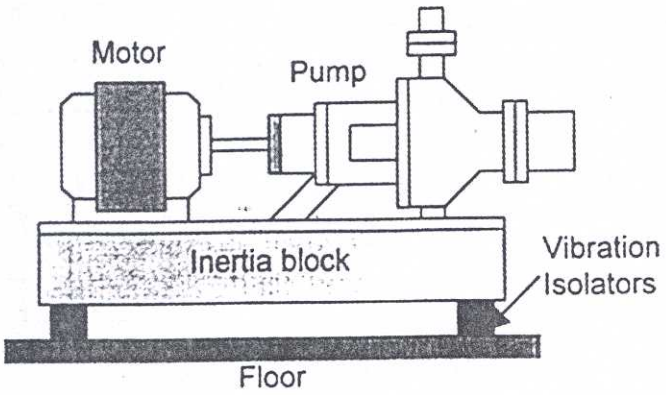
พื้นที่มีความเป็นฉนวนดีไม่ได้หมายความว่าเสียงรบกวนภายในห้องที่เกิดเสียงจะน้อย ตัวอย่างเช่น ห้องทางซ้ายในรูปที่ 5 ซึ่งใช้พื้นไม้วางอยู่บนแผ่นไฟเบอร์กลาสทำให้ความเป็นฉนวนมีมากขึ้น แต่เสียงรบกวนภายในห้องเองอาจเพิ่มขึ้นถึง 10 dB เนื่องจากพื้นไม้จะแผ่เสียงได้ดีกว่าพื้นคอนกรีต การแก้ไขในลักษณะนี้อาจทำได้โดยการปูพรมทับอีกชั้นหนึ่ง

เกณฑ์การวัดความเป็นฉนวนต่อการกระแทกนั้นจะใช้ค่า Impact Insulation Class (IIC) ซึ่งเป็นค่าตัวเลขเดี่ยวที่ใช้วัดการลดเสียงจากการกระแทกของพื้น/เพดาน ยิ่งค่า IIC สูงก็ยิ่งมีความเป็นฉนวนต่อการกระแทกดี ตารางที่ 3 จะให้ค่า STC และ IIC ของพื้นไม้และคอนกรีตที่มีผิวหน้าแบบต่างๆ

ตารางที่ 3 ค่า STC และ IIC ของพื้นแบบต่าง ๆ

ลักษณะพื้น	STC	IIC
(1) พื้นคอนกรีตหนา 15 ซ.ม.	52	25
(2) พื้น (1) ปูแผ่นรองและพรม	52	86
(3) พื้นไม้อัดและเพดานยิปซัม	38	37
(4) พื้น (3) ปูแผ่นรองและพรม	42	65
(5) พื้น (1) ปูไฟเบอร์กลาสและไม้	61	63
(6) พื้น (1) ปูไฟเบอร์กลาสและคอนกรีต	62	71

การควบคุมเสียงรบกวนจากเครื่องจักรกล เช่น ปั๊มน้ำ, เครื่องซักผ้า โดยการใช้ Isolator ซึ่งเป็นการแยกการสั่นสะเทือนของเครื่องจักรออกจากตัวโครงสร้าง ทำได้โดยการวางเครื่องจักรบนฐานที่มีน้ำหนักมาก (Inertia Block) ซึ่งตั้งอยู่บนสปริงหรือแท่งยางที่มีความยืดหยุ่นพอเหมาะ ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 การแยกการสั่นของปั๊มน้ำจากตัวอาคาร

การควบคุมเสียงรบกวนในอาคาร

การที่ผู้ฟังจะรู้สึกว่าเป็นเสียงรบกวนหรือไม่นั้น ก็ขึ้นกับกิจกรรมของผู้ฟังและสภาพแวดล้อม ความต้องการฉนวนกั้นระหว่างสำนักงานจะขึ้นกับการป้องกันเสียงพูดคุยไม่ให้เล็ดลอดไปมา เนื่องจากเสียงพูดคุยมักจะทำให้เกิดการรบกวนได้มากที่สุด ระดับเสียงรบกวนในห้องชนิดต่างๆ ที่ยอมรับได้ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 4 (STC) และ 5 (IIC)

วิธีการง่ายๆ ในการควบคุมเสียงรบกวนในอาคารก็คือ การแยกส่วนที่มีเสียงรบกวนออกจากส่วนที่ต้องการความเงียบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ตัวอย่างเช่น ในอาคารชุดระดับของเสียงรบกวนในแต่ละห้องจะแตกต่างกันไป ห้องครัวมักจะมีเสียงเกิดขึ้น ห้องนั่งเล่นในบางครั้งก็เป็นแหล่งเสียงพูดคุยหรือเสียงจากทีวีหรือวิทยุ ถ้าห้องที่ต้องการความเงียบ (เช่น ห้องนอน) อยู่ถัดจากห้องเครื่อง ก็จะต้องมีการลดเสียงรบกวนให้ได้มากๆ เพื่อให้สภาพแวดล้อมที่เงียบสำหรับห้องนอน ดังนั้นการเลือกแผนผังอย่างระมัดระวังจะช่วยลดความต้องการในการลดเสียงรบกวนระหว่างห้อง ดังนั้นจึงลดความจำเป็นในการบุฉนวนภายในอาคารลงด้วย

การพยายามที่จะเพิ่มฉนวนของเสียงระหว่างสองห้องควรจะทำหลังจากที่ได้ตรวจสอบอย่างระมัดระวังแล้วเท่านั้น เหตุผลที่ทำให้ความเป็นฉนวนไม่ดีนั้นมักจะเกิดจาก :

(1) เสียงรั่วไหล

(2) เส้นทางอ้อมของเสียง

ตารางที่ 4 ค่า STC ที่ต้องการสำหรับผนังและพื้น

ชนิดของห้อง	A	B	C
A ห้องนอน	55		
B ห้องนั่งเล่น, ทานอาหาร	55	50	
C ห้องครัว, ห้องน้ำ	55	50	50
D ส่วนให้บริการ :			
(a) มักจะเงียบ เช่น ทางเดิน, บันได, ห้องเก็บของ	50	50	45
(b) มักมีเสียง เช่น สวน, ที่ทิ้งขยะ, ห้องเครื่อง, ห้องซักผ้า, ห้องจัดเลี้ยง	70	70	60

ตารางที่ 5 ค่า ICC ที่ต้องการสำหรับผนังและพื้น

ห้องที่เกิดเสียง	ห้องที่ผู้ฟังอยู่		
	A	B	C
A ห้องนอน	55	55	50
B ห้องนั่งเล่น, ทานอาหาร	55	55	50
C ห้องครัว, ห้องน้ำ	55	55	50
D ส่วนให้บริการ :			
(a) มักจะเงียบ เช่น ทางเดิน, บันได, ห้องเก็บของ	55	55	50
(b) มักมีเสียง เช่น สวน, ที่ทิ้งขยะ, ห้องเครื่อง, ห้องซักผ้า, ห้องจัดเลี้ยง	70	65	55

(3) ผนังกั้นมีความเป็นฉนวนต่ำเกินไป

การแก้ไขควรจะเริ่มจากการอุดรูรั่วหรือรอยร้าวทั้งหมดแล้วจึงลองตรวจสอบระดับเสียงดู ก่อนที่จะทำการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างซึ่งจะต้องตรวจสอบเส้นทางเดินของเสียงที่เป็นไปได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม

เอกสารอ้างอิง

Cyril M. Harris, "Noise Control in Buildings : A Practical Guide for Architects and Engineers," McGraw-Hill, Inc. (1994).