

หน่วยที่ 4 การตรวจวัดและประเมินการสัมผัสเสียง

เสียงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของอนุภาคของแหล่งกำเนิดเสียงพลังงานจากการสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียงจะถ่ายทอดผ่านตัวกลาง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นไปมา ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันของตัวกลาง และทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของเสียงในลักษณะของคลื่น

Sound หมายถึงเสียงโดยทั่วไป Noise หมายถึง เสียงดัง เสียงรบกวน เสียงรำคาญ มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมือนกัน

การเกิดคลื่นเสียง ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบคือ

1. แหล่งกำเนิดเสียง (Source)
2. ตัวกลางที่คลื่นเสียงผ่าน (Medium for Transmission)
3. ตัวรับ (Receiver)

โดยต้นกำเนิดเสียงหมายถึงวัตถุหรือสสารต่างๆ ที่มีการสั่น

การตรวจวัดประเมินเสียง ในสภาพแวดล้อมการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการต่างๆ มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ เพื่อประเมินการสัมผัสเสียง สำหรับเฝ้าระวังและป้องกันการสูญเสียการได้ยินของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบการจากเสียงดังที่เป็นอันตรายนำไปสู่การสูญเสียการได้ยิน (Noise-Induced Hearing; NISH)

คุณสมบัติทางกายภาพของเสียง ที่สำคัญ

1. แอมพลิจูด (Amplitude; A) หรือความสูงของคลื่นเสียง เป็นการแสดงการเปลี่ยนแปลงของความดัน เมื่อเกิดการแผ่กระจายของคลื่นเสียง แอมพลิจูดมีหน่วยเป็นเมตร คลื่นเสียงที่มีแอมพลิจูดสูงจะมีความดันเสียง (Sound Pressure) มากกว่าคลื่นเสียงที่มีแอมพลิจูดต่ำกว่า

2. ความยาวคลื่น (Wavelength) หมายถึงระยะทางที่คลื่นเสียงเดินทางไป 1 รอบ คือระยะทางระหว่างจุดใดจุดหนึ่งบนคลื่นไปยังอีกจุดหนึ่งของคลื่นถัดไปที่มีความดันบรรยากาศเท่ากัน

3. ความถี่ (Frequency: f) หมายถึงจำนวนรอบ (Cycle) ของคลื่นเสียงที่เคลื่อนที่ภายใน 1 วินาที คือจำนวนครั้งของการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศตามสภาพอัดและขยายของโมเลกุลอากาศใน 1 วินาที มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที (Cycle/sec) หรือ เฮิร์ตซ์ (Hertz : Hz)

4. คาบ (Period: T) หมายถึง ระยะเวลาที่คลื่นเสียงเดินทางครบหนึ่งรอบ (Cycle) มีหน่วยเป็นวินาที $T=1/f$

5. อัตราเร็วของเสียง (Speed of sound) หมายถึง อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดในตัวกลางที่เสียงผ่าน หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) อัตราเร็วของเสียงขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลาง มีปัจจัย 2 อย่างคือ

- ค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่น คือค่าความแข็งตึงหรือความต้านทานทางแรงกดจะพยายามคืนสู่รูปเดิม

- และค่าความหนาแน่นของตัวกลาง

เสียงจะเคลื่อนที่เร็วในตัวกลางที่มีค่าความยืดหยุ่นสูงและมีค่าความหนาแน่นต่ำ

และอัตราเร็วจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิของอากาศ มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 0.6 m/s ทุก 1° (สูตรหน้า 4-10)

6. กำลังเสียง (Sound Power: W) หมายถึง พลังงานเสียงที่เกิดขึ้นที่แหล่งกำเนิดเสียงต่อหน่วยเวลา (สูตรหน้า 4-11)

7. ความเข้มเสียง (Sound Intensity I) หมายถึงพลังงานเสียงที่ตกกระทบในแนวตั้งฉากกับพื้นที่ผิวรับเสียงต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา

8. ความดันเสียง (Sound Pressure) คือค่าความดันของอากาศที่เป็นตัวกลางของคลื่นเสียงที่เปลี่ยนแปลงไปจากความดันบรรยากาศปกติขณะที่ไม่มีคลื่นเสียง หรือค่าความแตกต่างระหว่างความดันที่จุดใดๆ เมื่อมีเสียงและไม่มีเสียง

9. ระดับและเดซิเบล (สูตรหน้า 4-12) (ตัวอย่างคำนวณหน้า 4-15)

ค่าที่สำคัญและนิยมใช้ในทางปฏิบัติเกี่ยวกับการตรวจวัดและประเมินการสัมผัสเสียงนั้นจะใช้ค่าระดับความดังเสียง โดยใช้เครื่องวัดเสียง (Sound Level Meter) ด้วยเหตุผลที่ว่า การวัดค่าระดับความดังเสียงสามารถทำการตรวจวัดได้ง่ายกว่า เครื่องมือมีราคาถูกและบำรุงรักษาง่ายกว่า

การได้ยินเสียงและการตอบสนองต่อเสียงของมนุษย์

1. การได้ยินเสียง (Hearing) ภายวิภาคของหูแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ หูชั้นนอก หูชั้นกลาง และหูชั้นใน

หูชั้นนอก (Outer ear) ประกอบด้วยใบหู (Pinna หรือ Aurical) และช่องหู (Ear Canal) หรือ Auditory Canal) ที่ปลายช่องหูด้านในจะต่อกับเยื่อแก้วหู (Ear drum หรือ Tympanic membrane) ซึ่งเป็นแผ่นบางๆที่สามารถเคลื่อนที่หรือสั่นได้เมื่อมีเสียงมากระทบ

หูชั้นกลาง (Middle ear) เป็นส่วนที่ต่อจากเยื่อแก้วหูมีลักษณะเป็นโพรงอากาศ ประกอบด้วยกระดูกอ่อน 3 ชิ้น คือกระดูกค้อน (Malleus) กระดูกทั่ง (Incus) และกระดูกโกลน (Stapes) ซึ่งกระดูกอ่อน 3 ชิ้น นี้เรียกโดยรวมว่า Auditory ossicles ปลายข้างหนึ่งของกระดูกค้อนจะสัมผัสกับเยื่อแก้วหูและปลายด้านหนึ่งของกระดูกโกลนจะสัมผัสกับช่องเปิดรูไข่ (Oval or Round window) นอกจากนี้ด้านล่างสุดของหูชั้นกลางจะติดต่อกับด้านหลังจมูกด้วยท่อยูสเทเชียน

หูชั้นใน (Inner ear) ประกอบด้วยอวัยวะที่สำคัญ 2 ชุด ทำหน้าที่ต่างกัน คือ ชุดที่ใช้ในการฟังเสียง (Auditory Apparatus) และชุดที่ใช้ในการรักษาสสมดุลในการทรงตัวของร่างกาย (Vestibular apparatus) ชุดที่ใช้ในการฟังเสียงได้แก่ กระจุกรูปก้นหอยที่เรียกว่าคอเคลีย (Cochlea) ภายในคอเคลียจะบรรจุด้วยของเหลวและมีเซลล์ขนจำนวนมากโดยที่บริเวณฐานของเซลล์ขนจะมีเส้นประสาทการได้ยิน (Auditory nerve) มาเชื่อมอยู่และสามารถส่งสัญญาณหรือกระแสประสาทไปยังสมอง

ช่วงความถี่ที่มนุษย์ได้ยินจะอยู่ในช่วง 20- 20,000 เฮิรตซ์ เรียกช่วงนี้ว่า ออดิโอโซนิก (Audiosonic range)

ความถี่ที่พูดและสนทนากัน (Speech Sound) ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง ประมาณ 300 – 5,000 Hz

การสูญเสียการได้ยินแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การสูญเสียการได้ยินอย่างเฉียบพลัน (Acoustic trauma) หมายถึงสภาวะที่สูญเสียการได้ยินทันที เป็นผลจากการสัมผัสเสียงที่มีระดับเสียงมากๆ หรือเสียงดังมากในระยะเวลาสั้นๆ (เสียงกระแทกที่มีระดับเสียงมากกว่า 140 เดซิเบลเอ) เช่น เสียงระเบิด เสียงปืน เป็นต้น

2. การสูญเสียการได้ยินจากเสียงดัง (Noise induced hearing loss) เป็นการสูญเสียการได้ยินแบบค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งมักพบได้ในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานในสถานประกอบการที่มีระดับเสียงมากหรือเสียงดังเป็นระยะเวลานานๆ สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ แบบแรกเป็นการสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว (Temporary Threshold Shift: TTS) เป็นการสูญเสียการได้ยินที่เกิดจากการสัมผัสเสียงดังเป็นระยะเวลาหนึ่งทำให้เซลล์ขนกระทบกระเทือนไม่สามารถทำงานได้ชั่วคราวแต่เซลล์ขนสามารถกลับคืนเป็นปกติได้หลังจากสิ้นสุดการสัมผัสเสียงดังเป็นเวลาประมาณ 14 ถึง 16 ชั่วโมง การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราวนี้อาจเกิดร่วมกับการมีเสียงดังในหู (Tinnitus) และในกรณีที่ยังได้รับการสัมผัสเสียงในระดับเสียงมากๆหรือเสียงดังต่อไปเป็นเวลานาน การสูญเสียจะพัฒนาไปจนในที่สุดทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินแบบที่สองคือการสูญเสียการได้ยินแบบถาวร (Permanent Threshold Shift: PTS) ซึ่งการสูญเสียนี้จะไม่สามารถกลับคืนสู่ปกติได้

ประเภทของเสียง

ใช้ความถี่เป็นเกณฑ์แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. **เสียงบริสุทธิ์ (Pure tone)** คือเสียงที่มีความถี่เดียว เช่น เสียงที่เกิดจากการเคาะฆ้องเสียง หรือเสียงบริสุทธิ์ที่ปล่อยจากเครื่องตรวจสอบสมรรถภาพการได้ยิน (Audiometer)

2. **เสียงผสม (Mix tone)** คือเสียงที่เกิดจากเสียงบริสุทธิ์หลายความถี่รวมกัน เช่น เสียงพูดคุย เสียงดนตรี

แบ่งประเภทโดยใช้รูปแบบของเสียงและระยะเวลาในการพิจารณาเป็นเกณฑ์ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. **เสียงคงแบบต่อเนื่อง (Continuous noise)**

- เสียงแบบคงที่ เช่น เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 3 เดซิเบลในเวลา 10 วินาที เช่น เสียงจากพัดลม เครื่องทอผ้า เครื่องปั่นด้าย

- เสียงแบบไม่คงที่ เสียงคงแบบต่อเนื่อง เปลี่ยนแปลงเกินกว่า 10 เดซิเบล เช่น เสียงจากเครื่องเจียร เครื่องบดพลาสติก

2. **เสียงคงเป็นช่วงๆ (Intermittent noise)** เป็นเสียงที่คงไม่ต่อเนื่อง ดังและเบาสลับเป็นระยะๆ เช่น เสียงจราจร เสียงเครื่องบิน

3. **เสียงที่กระทบหรือเสียงกระแทก (Impact or Impulse noise)** เป็นเสียงที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดอย่างรวดเร็วในเวลาไม่ถึง 1 วินาที เช่น เสียงตอกเสาเข็ม การทุบเคาะ โลหะ เสียงระเบิด

เครื่องวัดระดับเสียงและอุปกรณ์

โดยทั่วไปเครื่องวัดระดับเสียงและอุปกรณ์ประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐาน 3 ส่วน ดังนี้

1. ไมโครโฟน

2. แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบ่งย่อยได้เป็น

- ภาชนะยาสัญญาณ

- วงจรถ่วงน้ำหนักความถี่ แบบ A,B,C,D

- ส่วนควบคุมช่วงระดับเสียง

- วงจรถ่วงน้ำหนักเวลา สามารถตรวจวัดตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเสียงต่างๆ ได้

3. ส่วนแสดงผล (Display)

ค่าแอลอีควิวหรือค่าระดับเสียงเฉลี่ย (Equivalent continuous sound level) เป็นค่าเฉลี่ยระดับเสียงตลอดช่วงเวลาหนึ่งๆ ที่ทำการตรวจวัดเทียบเท่ากับค่าเฉลี่ยของเสียงต่อเนื่องคงที่ในช่วงเวลาที่เท่ากัน หรือกล่าวได้ว่าค่าแอลอีควิวเป็นค่าระดับเสียงคงที่ที่มีพลังงานเทียบเท่ากับระดับเสียงที่เกิดขึ้นจริงซึ่งมีระดับเสียงเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงเวลาทำการตรวจวัด ดังนั้นจึงมักเรียกค่า Leq นี้ตามระยะเวลาที่ทำการตรวจวัด เช่น ตรวจวัด 5 นาที จะเรียกว่า Leq 5 นาที ถ้าตรวจวัด 1 ชั่วโมงจะเรียกว่า ค่า Leq 1 ชั่วโมง มักนิยมใช้ประเมินปัญหาเสียงในงานสิ่งแวดล้อม เช่น ประเมินปัญหาเสียงดังในชุมชน ได้ถูกนำมาใช้ในงานสุข

ศาสตร์อุตสาหกรรมด้วย โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมการทำงานที่มีเสียงแบบไม่คงที่ สามารถตรวจประเมินผลได้จากหน้าจอ

เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) เป็นเครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อความสะดวกในการประเมินการสัมผัสเสียงของผู้ปฏิบัติงานในงานสุขศาสตร์อุตสาหกรรม โดยเฉพาะในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงแบบไม่คงที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และ/หรือในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานมีการเคลื่อนที่ไปยังจุดต่างๆ ที่มีระดับเสียงต่างกัน โดยเครื่องวัดชนิดนี้จะทำการบันทึกค่าระดับเสียงต่างๆ และระยะเวลาที่ได้สัมผัสกับระดับเสียงต่างๆ นั้นพร้อมทั้งคำนวณปริมาณ

เครื่องวัดระดับเสียงแบบวิเคราะห์ความถี่ มีประโยชน์ในการควบคุมเสียง (Noise control) ซึ่งจำเป็นต้องทราบค่าระดับเสียงที่ความถี่ต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการควบคุม เช่น เพื่อพิจารณาเลือกวัสดุในการดูดซับหรือปิดกั้นทางผ่านของเสียง ซึ่งเป็น

การควบคุมทางวิศวกรรม (Engineering control) หรือเพื่อพิจารณาเลือกใช้ปลั๊กอุดหู (Ear plug) หรือครอบหู (Ear muffs) ให้มีความเหมาะสม

การสำรวจและการตรวจวัดระดับเสียง

วัตถุประสงค์ เพื่อ

1. การตรวจวัดเพื่อประเมินการสัมผัสเสียงตามกฎหมาย
2. การตรวจวัดเพื่อกำหนดการโครงการอนุรักษ์การได้ยิน
3. การตรวจวัดเพื่อกำหนดการควบคุมเสียง

การสำรวจและการตรวจวัดระดับเสียงที่สำคัญมีอยู่ 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

1. การสำรวจและการตรวจวัดระดับเสียงเบื้องต้น
2. การสำรวจและการตรวจวัดระดับเสียงอย่างละเอียด

ประโยชน์ที่ได้รับจากการสำรวจและการตรวจวัดระดับเสียงเบื้องต้น คือ ช่วยในการวางแผนการดำเนินการสำหรับการสำรวจและตรวจวัดระดับเสียงอย่างละเอียด เช่น การกำหนดพื้นที่ซึ่งคาดว่าจะมีปัญหาเสียงดัง การกำหนดจุดตรวจวัดระดับเสียงและการเลือกเครื่องมือในการตรวจวัดระดับเสียงที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการสำรวจและการตรวจวัดระดับเสียงอย่างละเอียด คือ เพื่อประเมินการสัมผัสเสียงของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบการว่าถูกต้องตามกฎหมายหรือไม่ เป็นการป้องกันปัญหาการสูญเสียการได้ยินจากการทำงานหรือโรคหูตึง อย่างไรก็ตามการสำรวจและการตรวจวัดระดับเสียงอย่างละเอียด ในบางกรณีอาจขยายขอบเขตวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดการควบคุมเสียงร่วมด้วยก็ได้

ขั้นตอนการสำรวจและตรวจวัดระดับเสียงอย่างละเอียด ประกอบด้วยขั้นตอนใหญ่ๆ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนเตรียมการก่อนสำรวจและตรวจวัด
2. ขั้นตอนการสำรวจและตรวจวัด
3. ขั้นตอนวิเคราะห์และแปลผลประเมินการสัมผัส

กฎหมายและมาตรฐานเสียงดังในสถานประกอบการ

กฎหมายและมาตรฐานเสียงดังในสถานประกอบการของต่างประเทศที่สำคัญคือ กฎหมายและมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 3 หน่วยงานคือ

- สำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (OSHA)
- สถาบันความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติ (NIOSH)
- สมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมภาครัฐแห่งสหรัฐอเมริกา (ACGIH)

ประเทศไทยปัจจุบันมี 2 หน่วยงานคือ

- กระทรวงแรงงาน โดยกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน
- กระทรวงอุตสาหกรรม โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ตัวอย่างคำนวณเสียง หน้า 4-96