บทที่ 9
การตรวจวัดระดับความสั่นสะเทือนจากการทำงาน

การประเมินความสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นที่มือ โดยใช้เครื่องมือวัดความสั่นสะเทือนที่ประกอบด้วยตัวเครื่องวัด (Vibration Meter) และหัววัด (Transducer) ที่ระบุไว้ตามวิธีมาตรฐานของ ISO 8662 การวัดความสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย เป็นการวัดเพื่อประเมินความสั่นสะเทือนที่อาจมีผลต่อสุขภาพ ต่อความรู้สึกสบาย ต่อการรับรู้ และการคลื่นไส้ เวียนศีรษะ

คำและบทนิยาม

- ความสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย (Whole Body Vibration; WBV) คือ ความสั่นสะเทือนที่ส่งผ่านมาจากพื้นของสถานที่ทำงานหรือโครงสร้างของวัตถุมายังทุกส่วนของร่างกาย มีผลทำให้เกิดความผิดปกติต่อระบบการทำงานของร่างกายหลายระบบ
- ความสั่นสะเทือนมือ-แขน (Hand-Arm Vibration; HAV) คือ ความสั่นสะเทือนที่ส่งผ่านมาเฉพาะที่ โดยมักจะเกิดขึ้นที่นิ้วมือและมือที่ต้องจับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือน เช่น เครื่องมือลม เลื่อยไฟฟ้า เครื่องเจาะ เครื่องเจียร เครื่องขัดผิว เป็นต้น ทำให้เกิดอาการผิดปกติของระบบหลอดเลือด ระบบประสาท ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ

ค่ามาตรฐานความสั่นสะเทือน

ค่ามาตรฐานความสั่นสะเทือนที่มือ-แขน ที่กำหนดโดย ACGIH

ระยะเวลาที่สัมผัสกับความสั่นสะเทือน	ความสั่นสะเทือน (เมตรต่อวินาที^{2})
4 ชม. และน้อยกว่า 8 ชม.	**4**
2 ชม. และน้อยกว่า 4 ชม.	**6**
1 ชม. และน้อยกว่า 2 ชม.	**8**
น้อยกว่า 1 ชม.	**12**

การป้องกันเบื้องต้นและค่าขีดจำกัดสูงสุด (Directive 2002/44/EC)

8-Hour Daily Exposure Limit	Action Level	Limit Level
Whole Body. A(8)	0.5 m/s^2	1.15 m/s^2
Whole Body (Vibration Dose), VDV_{exp}	9.1 $m/s^{1.75}$	21.0 $m/s^{1.75}$

ระดับความสั่นสะเทือนและผลกระทบ (ISO 2631:1997)

ค่าความสั่นสะเทือนจาก 3 แกน a_v (m/s^2)	ระดับความสั่นสะเทือนกระทบ
<0.315 m/s^2	ปกติ
0.315-0.63 m/s^2	มีความไม่สบายเล็กน้อย
0.5-1 m/s^2	มีความไม่สบายปานกลาง
0.8-1.6 m/s^2	มีความไม่สบาย
1.25-2.5 m/s^2	มีความไม่สบายมาก
>2 m/s^2	มีความไม่สบายอย่างรุนแรง

ผลกระทบของระดับความสั่นสะเทือนต่อสุขภาพ

อันตรายจากความสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย (Whole Body Vibration)

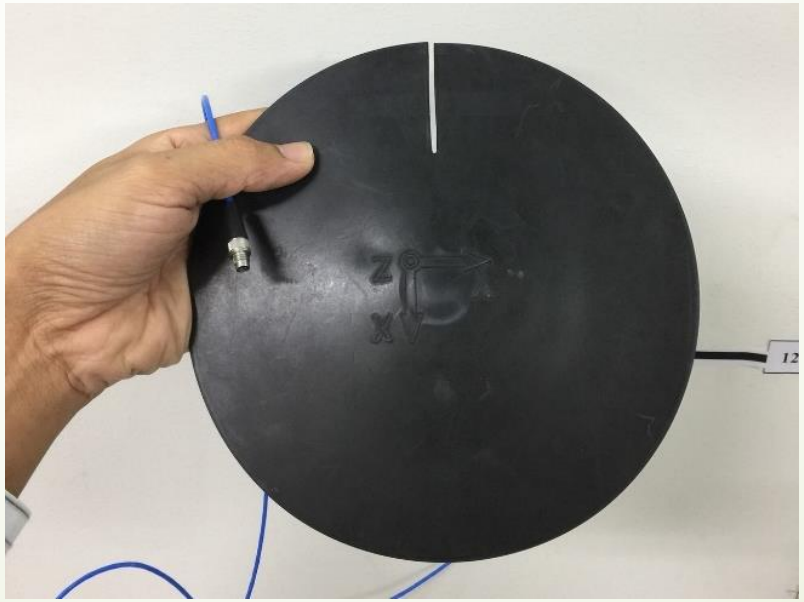
- 1. อาการเมาคลื่น (Morning sickness)
- 2. ความผิดปกติชั่วคราวของสายตา
- 3. ความผิดปกติของระบบหมุนเวียนโลหิต
- 4. อันตรายต่อระบบการหายใจ
- 5. อันตรายต่อระบบการกำหนดรู้ (Orientation system)
- 6. อันตรายต่อระบบกล้ามเนื้อและกระดูก
- 7. อันตรายต่ออวัยวะภายใน
- 8. Vibration sickness

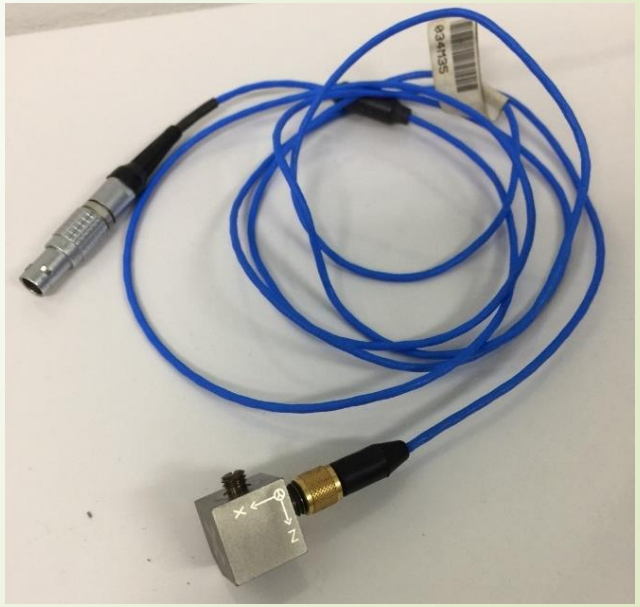
อันตรายจากความสั่นสะเทือนมือ-แขน (Hand-Arm Vibration)

- 1. โรคนิ้วซีดจากความสั่นสะเทือน (Vibration White Finger หรือ Dead Man’s Hand)
- 2. Carpal Tunnel Syndrome
- 3. โรคประสาทหูเสื่อม

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ประเมินความสั่นสะเทือน

ใช้เครื่องมือวัดความสั่นสะเทือนที่เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 8041: 2005





ส่วนประกอบเครื่องวัดความสั่นสะเทือน (Vibration Meter)

- 1. ตัวรับสัญญาณ
- 2. เครื่องขยายสัญญาณ (Amplifier)
- 3. เครื่องวิเคราะห์ความสั่นสะเทือน (Analyzer)
- 4. เครื่องบันทึกความสั่นสะเทือน (Vibration Recorder)

การสอบเทียบเครื่องมือประเมินระดับความสั่นสะเทือน

1. การส่งสอบเทียบห้องปฏิบัติการ

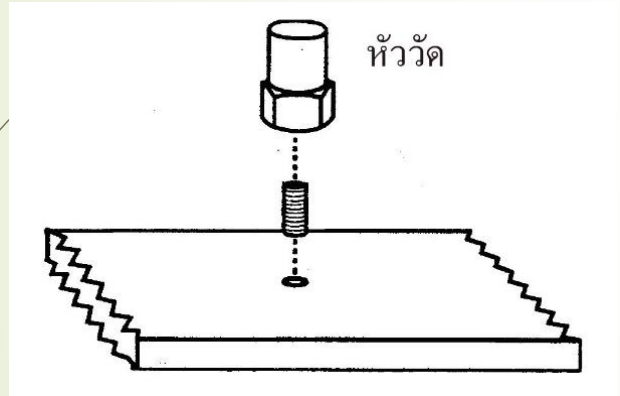
- ข้อควรพิจารณาเมื่อสอบเทียบเครื่องมือประเมินระดับความสั่นสะเทือน กรณีส่งเครื่องมือไปสอบเทียบของห้องปฏิบัติการสอบเทียบมีมาตรฐานดังนี้
- 1.1 ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025:2005
- 1.2 เครื่องมือสอบเทียบมาตรฐานจากยุโรปและอเมริกา สามารถสอบกลับถึงมาตรฐานนานาชาติ (Traceability) เช่น NIST, NIMT, PTB, BIPM, OFMET, NMI เป็นต้น
- 1.3 บุคลากรที่ทำการสอบเทียบมีทักษะประสบการณ์และประวัติการฝึกอบรมอย่างสมบูรณ์เป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005

2. การสอบเทียบก่อนการตรวจวัด

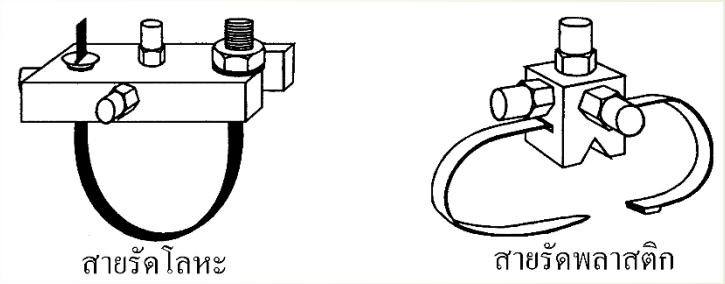
- ในการสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์เกี่ยวกับความสั่นสะเทือนจะทำการปรับความถูกต้องตามมาตรฐานปฐมภูมิด้วย Laser Interferometer ที่จะทำการสอบเทียบหัววัดความเร่ง (Accelerometer) ในช่วงความถี่ 50–50,000 Hz

การติดหัววัดความสั่นสะเทือน

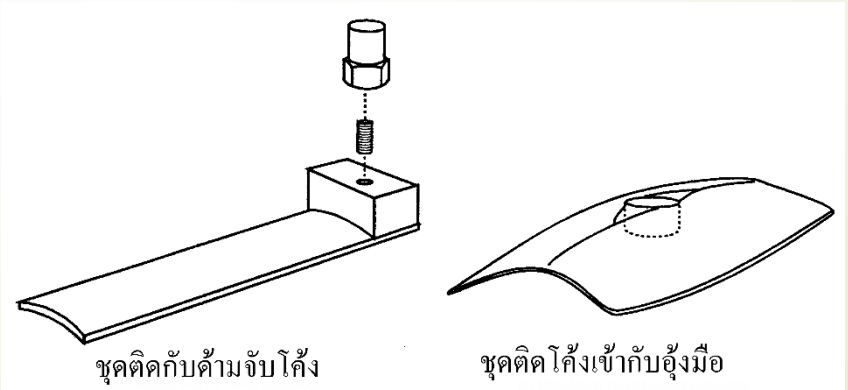
- การติดโดยใช้สลักเกลียว



- การติดด้วยสายรัด



- การติดด้วยชุดด้ามจับ



การประเมินความสั่นสะเทือนที่มือ-แขน

วิธีการวัดความสั่นสะเทือนที่มือ-แขน

- ติดตั้งหัววัดความสั่นสะเทือนที่ด้ามจับของเครื่องมือแต่ละชนิด เช่น เครื่องจิ๊กซอว์ เครื่องตัดชนิดปรับองศา และเครื่องเจียร

การวิเคราะห์ผล

คำนวณค่าความสั่นสะเทือนที่ปรับค่าถ่วงน้ำหนักตามความถี่ได้จากสมการ

$$a_{hw}=\sqrt{\sum_i (W_{hi}a_{hi})^2}$$

a_{hw} เป็นความเร่งของรากที่สองที่ปรับค่าความถี่)ถ่วงน้ำหนัก (มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที^{2}

W_{hi} เป็นค่าแฟกเตอร์ถ่วงน้ำหนักของความถี่ในช่วงนั้นๆ

a_{hi} เป็นความเร่งของรากที่สองของค่าเฉลี่ยยกกำลังสอง ของความถี่ช่วงนั้นๆ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ^{2}

การประเมินในกรณีที่เกิดความสั่นสะเทือนจากทิศทางหลายๆ แกน เช่น การใช้สว่านเจาะคอนกรีต ให้ทำการวัดความสั่นสะเทือนในทุกแกน และปรับค่าความสั่นสะเทือนที่ถ่วงน้ำหนักตามความถี่ที่มีผลต่อมือ เมื่อได้ค่าระดับความสั่นสะเทือนทั้งสามแกนแล้วให้นำมาคำนวณรวมดังสมการ

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$$

a_{hv} เป็นค่าความสั่นสะเทือนรวม (ความเร่ง)

$a_{hwx}, a_{hwy}, a_{hwz}$ เป็นค่าความสั่นสะเทือนตามแนวแกน x, y และ z

ระยะเวลาที่ได้รับความสั่นสะเทือน

ในการประเมินความสั่นสะเทือนให้ประเมินเทียบกับระยะเวลาในการทำงานนาน 8 ชั่วโมง ถ้าได้ความสั่นสะเทือนน้อยกว่า 8 ชั่วโมงให้คิดเทียบค่าเป็น 8 ชั่วโมง จากสมการ

$$A(8)=a_{hw}\sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

A(8) เป็นค่าความสั่นสะเทือนที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับในหนึ่งวัน (8 ชั่วโมง)

T เป็นระยะเวลาที่ได้รับความสั่นสะเทือนในขณะทำงาน

T_0 เป็นเวลาที่ทำงานอ้างอิงที่ 8 ชั่วโมง

ความสั่นสะเทือนที่ทำให้เกิดผลกระทบกับผู้ปฏิบัติงานที่ทำให้เกิดอาการนิ้วซีดขาวจำนวนร้อยละ 10 ที่ได้รับความสั่นสะเทือนวันละ 8 ชั่วโมงทำงาน ในระยะเวลานาน 1 ถึง 10 ปี ดังแสดงในตารางที่ 9.5 ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของระดับความสั่นสะเทือนที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับกับระยะเวลาการปฏิบัติงาน ดังสมการ

$$\frac{D_y}{year} = 31.8 \left(\frac{A(8)}{m/s^2} \right)^{-1.06}$$

A(8) เป็นค่าระดับความสั่นสะเทือนที่ได้รับนาน 8 ชั่วโมงต่อวัน

D_y เป็นค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ได้รับความสั่นสะเทือน (ปี)

ความสัมพันธ์ของค่าระดับความสั่นสะเทือนกับระยะเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับความสั่นสะเทือนแล้วทำให้เกิดนิ้วซีดขาวร้อยละ 10 ของผู้ที่ได้รับความสั่นสะเทือน

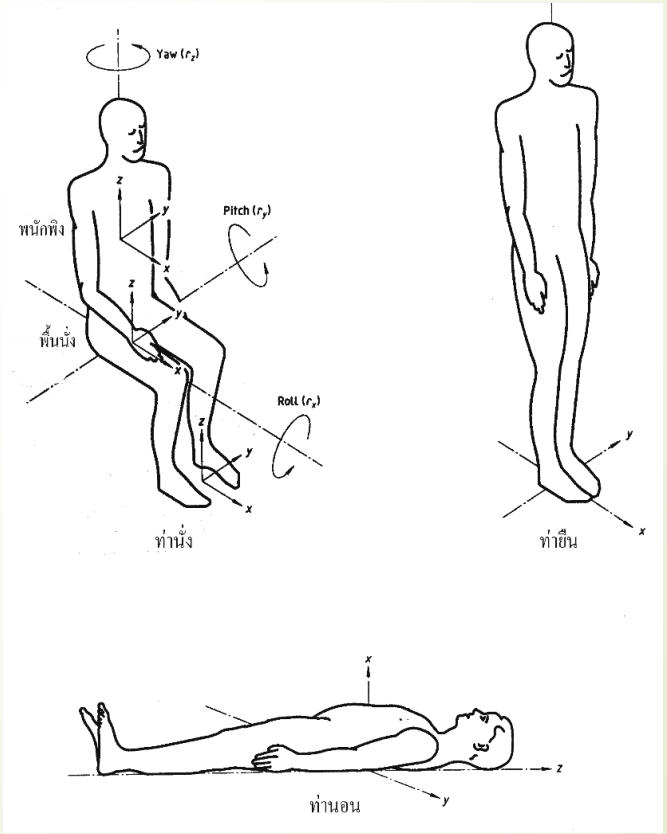
D_y, ปี	1	2	4	8
A (8), เมตรต่อวินาที^{2}	26	14	7	3.7

การวัดความสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

การเตรียมความพร้อมสำหรับการประเมิน

ในการวัดความสั่นสะเทือนต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดเพื่อที่จะได้ค่าที่เชื่อถือได้ ต้องประกอบด้วย

- 1. ทิศทางการวัด
- 2. การติดตั้งหัววัด
- 3. ระยะเวลาในการวัด



การวัดความสั่นสะเทือนที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อผู้ปฏิบัติงานทำงานงานเดียว สำหรับการถ่วงน้ำหนักตามความถี่ที่ใช้กับผู้ปฏิบัติงานในท่านั่งใช้ค่าแฟกเตอร์ตัวคูณดังนี้ คือ

แนวแกน x: สำหรับ Wd ค่า k = 1.4

แนวแกน y: สำหรับ Wd ค่า k = 1.4

แนวแกน z: สำหรับ Wk ค่า k = 1

$$VDV_{exp,\,x} = k \times VDV_x \left(\frac{T_{exp}}{T_{meas}} \right)^{1/4}$$

การวัดความสั่นสะเทือนที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อผู้ปฏิบัติงานทำงานหลายงาน ให้คำนวณความเร่งที่เกิดในแนวแกนแต่ละแกนแล้วรวมแกนด้วยสมการ

$$VDV_{total} = \left(\sum_i VDV_i^4 \right)^{\frac{1}{4}}$$