

# การทดสอบความสั่นสะเทือนของบรรจุภัณฑ์ (Packaging Vibration Testing)



Quality Product by Quality Service

# Testing Standards

- ASTM D 999 : Standard Test Method for Vibration Testing of Shipping Containers.
- ISTA 6-AMAZON.COM : Ships in Own Container (SIOC) for Amazon.com Distribution System Shipment.
- ASTM D 4728 : Standard Test Method for Random Vibration Testing of Shipping Containers.
- ISO 13355 : Packaging – Complete, filled transportation packages and unit loads – Vertical random vibration test.

# การทดสอบความสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน ASTM D 999

ใช้ทดสอบบรรจุภัณฑ์ และสินค้าต่อการสั่นสะเทือนแบบ Fixed Displacement (Sinusoidal) เพื่อจำลองสภาพการขนส่งทางรถบรรทุก รถไฟ หรือเรือ

วิธีการทดสอบ (Test Methods) มี 3 วิธี หลัก

## 1) Method A — Repetitive Shock (การกระแทกซ้ำ)

- แทนสั่นเคลื่อนที่ขึ้นลงแบบ Fixed Amplitude
- บรรจุภัณฑ์จะยกตัว และกระแทกกลับลงที่แทน
- เหมาะกับการจำลองสภาพรถบรรทุก

# การทดสอบความสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน ASTM D 999

## 2) Method B — Resonance Search and Dwell (การค้นหาคความถี่เรโซแนนซ์)

- สแกนความถี่ตั้งแต่ต่ำถึงสูง (เช่น 3–100 Hz)
- หาคความถี่ที่ทำให้บรรจุภัณฑ์/สินค้าสั่นมากที่สุด (Resonance Point)
- จากนั้น **Dwell** คือหยุดค้างที่ความถี่นั้นตามระยะเวลาที่กำหนด

## 3) Method C — Variable Frequency (ความถี่แปรผัน)

- ปรับความถี่อย่างต่อเนื่องตามช่วงที่กำหนด
- ใช้ร่วมกับ Top Load เพื่อจำลองการช้อนสินค้า

# การทดสอบความสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน ASTM D 999

## พารามิเตอร์หลักที่ต้องกำหนด

พารามิเตอร์	รายละเอียด
Amplitude (แอมพลิจูด)	ระยะการเคลื่อนที่ของแท่นสั่น เช่น 1 นิ้ว (25.4 มม) peak-to-peak
Frequency Range (ช่วงความถี่)	ทั่วไป 3 – 100 Hz
Duration (ระยะเวลา)	ขึ้นกับวัตถุประสงค์และมาตรฐานอ้างอิง
Top Load (น้ำหนักกด)	จำลองน้ำหนักสินค้าที่ซ้อนทับ
Axis (แกนทดสอบ)	ปกติทดสอบแนวตั้ง (Vertical) เป็นหลัก

# การทดสอบความสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน ASTM D 999



## ขั้นตอนการทดสอบโดยทั่วไป

1. **เตรียมตัวอย่าง** — บรรจุภัณฑ์ในสภาพพร้อมขนส่ง ผ่านการ Conditioning ตามกำหนด
2. **ติดตั้งบนแท่นสั่น** — วางในทิศทางที่ถูกต้อง พร้อมใส่ Top Load หากกำหนด
3. **ตั้งค่าอุปกรณ์** — กำหนด Amplitude และช่วงความถี่
4. **ทดสอบตาม Method ที่เลือก** — A, B หรือ C
5. **ตรวจสอบผล** — ตรวจสอบสภาพบรรจุภัณฑ์และสินค้าหลังทดสอบ บันทึกความเสียหาย

# การทดสอบความสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน ISTA, ASTM D 4728, ISO 13355



## ประเภทการทดสอบ

มาตรฐานนี้ใช้ Random Vibration (การสั่นสะเทือนแบบสุ่ม) ไม่ใช่แบบ Fixed Frequency

## อุปกรณ์ที่ต้องใช้

- Random Vibration Test System ที่เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D4728 หรือ ISO 13355
- ต้องมีระบบป้องกันบรรจุภัณฑ์เคลื่อนออกจากแท่นสั่น โดยไม่จำกัดการเคลื่อนที่แนวตั้ง



# การทดสอบความสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน ISTA, ASTM D 4728, ISO 13355

## ระดับและพารามิเตอร์การทดสอบ

ประเภทบรรจุภัณฑ์	Test Block	ระดับความสั่นสะเทือน	Top Load
Type A, B, C, G (parcel)	12	0.53 & 0.46 Grms	ทดสอบทั้งมี และไม่มี Top Load
Type D, E (LTL)	13	0.54 Grms	ทดสอบมี Top Load เท่านั้น
Type F (LTL Palletized)	14	0.54 Grms	ทดสอบมี Top Load เท่านั้น
Type H (LTL TV/Monitor)	13	0.54 Grms	ทดสอบมี Top Load เท่านั้น

# การทดสอบความสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน ISTA, ASTM D 4728, ISO 13355

## Top Load Apparatus (น้ำหนักกด)

### สำหรับ Type A, B, C, G :

- ใช้กล่องกระดาษลูกฟูกพร้อม load spreader (แผ่นไม้อัด 3/4" หรือแผ่นเหล็ก)
- ขนาดต้องยื่นออกจากขอบบรรจุภัณฑ์อย่างน้อย 25 mm แต่ไม่เกิน 75 mm ในแต่ละด้าน
- ใช้ stretch wrap รัตรอบบรรจุภัณฑ์และ top load เพื่อป้องกันการกระเด็น

### สำหรับ Type D, E, F, H:

- กล่องสูง 9" (230 mm) พร้อมแผ่น plywood หนา 3/4" รองด้านล่าง
- น้ำหนักจำลองความหนาแน่นสินค้า 6 lb/ft<sup>3</sup> (96 kg/m<sup>3</sup>) ในรถบรรทุกสูง 108" (2.7 m)
- แบ่ง Top Load เป็น 2 ส่วน หากด้านใดด้านหนึ่งของบรรจุภัณฑ์ยาวเกิน 18" (460 mm)
- แบ่งเป็น 4 ส่วน หากทั้งสองด้านยาวเกิน 18" (460 mm)

# การทดสอบความสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน ISTA, ASTM D 4728, ISO 13355

## การคำนวณ Top Load

สูตรคำนวณ Top Load

$$\text{Top Load (kg)} = \rho \times A \times (H - h)$$

สัญลักษณ์	ความหมาย	ค่าที่ใช้
$\rho$	ความหนาแน่นสินค้า	<b>96 kg/m<sup>3</sup></b>
A	พื้นที่หน้าตัดด้านบน	m <sup>2</sup>
H	ความสูงภายในรถบรรทุก	<b>2.74 m</b>
h	ความสูงบรรจุภัณฑ์ที่ทดสอบ	m

# การทดสอบความสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน ISTA, ASTM D 4728, ISO 13355

## ตัวอย่างการคำนวณ

กำหนดให้ : บรรจุภัณฑ์ขนาด กว้าง 508 mm × ยาว 610 mm × สูง 457 mm (แปลงจาก 20 × 24 × 18 นิ้ว)

**ขั้นที่ 1** : คำนวณพื้นที่หน้าตัดด้านบน

$$A = 0.508 \text{ m} \times 0.610 \text{ m} = 0.310 \text{ m}^2$$

**ขั้นที่ 2** : คำนวณความสูงคอลัมน์ที่ซ้อนทับ

$$H - h = 2.74 \text{ m} - 0.457 \text{ m} = 2.283 \text{ m}$$

**ขั้นที่ 3** : คำนวณ Top Load

$$\begin{aligned} \text{Top Load} &= 96 \text{ kg/m}^3 \times 0.310 \text{ m}^2 \times 2.283 \text{ m} \\ &= 96 \times 0.708 \\ &= 67.9 \approx 68 \text{ kg} \end{aligned}$$

# การทดสอบความสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน ISTA, ASTM D 4728, ISO 13355

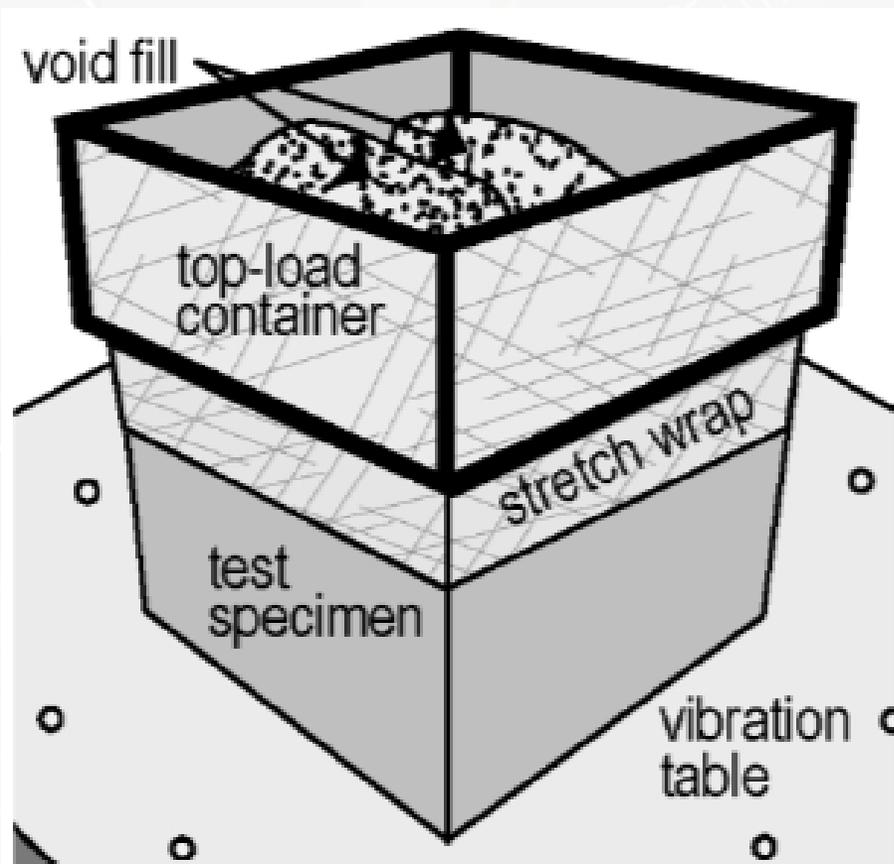
## เกณฑ์การแบ่ง Top Load Apparatus

ขนาดหน้าตัดด้านบน	วิธีแบ่ง
ทั้งสองด้าน $\leq 460$ mm	ใช้แผ่นเดียว
ด้านใดด้านหนึ่ง $> 460$ mm	แบ่งเป็น 2 ส่วน
ทั้งสองด้าน $> 460$ mm	แบ่งเป็น 4 ส่วน

## ขนาด Top Load Apparatus

ข้อกำหนด	ขนาด
ยื่นออกจากขอบบรรจุภัณฑ์ขั้นต่ำ	25 mm ทุกด้าน
ยื่นออกจากขอบบรรจุภัณฑ์สูงสุด	75 mm ทุกด้าน
ความสูง Apparatus (Type D, E, F, H)	230 mm
ความหนา Plywood รองพื้น	20 mm ขึ้นไป

# การทดสอบความสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน ISTA, ASTM D 4728, ISO 13355



## ขั้นตอนการทดสอบโดยทั่วไป

1. เตรียมบรรจุภัณฑ์ ให้ผ่าน Atmospheric Preconditioning ก่อน (12 ชั่วโมง)
2. กำหนดประเภท (Type A-H) ตามน้ำหนัก วิธีขนส่ง และประเภทสินค้า
3. คำนวณ Top Load ตามสูตร และขนาดบรรจุภัณฑ์
4. ตั้งค่าความสั่นสะเทือนมีหน่วยเป็น Grms ตามประเภท และทดสอบทั้งแกน
5. บันทึกผล ตามแบบฟอร์ม Reporting ของ ISTA

# ข้อแตกต่างสำคัญของ ISTA, ASTM D 4728 (Random Vibration) เทียบกับ ASTM D 999

ประเด็น	ASTM D999	ISTA (ASTM D4728)
รูปแบบการสั่น	Sinusoidal (Fixed Frequency)	Random (สุ่มหลายความถี่พร้อมกัน)
ความสมจริง	ต่ำกว่า	สูงกว่า (ใกล้เคียงสภาพจริง)
ความซับซ้อน	ต่ำ — ง่ายต่อการควบคุม	สูงกว่า
การใช้งาน	ทดสอบเบื้องต้น / ทั่วไป	ใช้ใน ISTA, ASTM D4169

## คำแนะนำในการเลือกใช้

หากวัตถุประสงค์คือ การรับรองบรรจุภัณฑ์สำหรับ Amazon (SIOC) ควรใช้ ISTA 6-AMAZON.COM-SIOC ที่อ้างอิง ASTM D4728 (Random Vibration) ซึ่งสมจริงกว่าและเป็นข้อกำหนดโดยตรงของ Amazon

ASTM D999 เหมาะสำหรับการทดสอบเพื่อ วิจัยและพัฒนาเบื้องต้น หรือเมื่อห้องปฏิบัติการมีอุปกรณ์จำกัด