

**กรมทางหลวง**  
**กองวิเคราะห์และวิจัย**  
**วิธีการทดลองกำลังรับแรงอัดของท่อระบายน้ำ โดยวิธี Three-Edge Bearing**  
**(เทียบเท่า AASHTO T-33)**

\* \* \* \* \*

**1. ขอบข่าย**

วิธีการทดลองนี้ใช้ทดลองหาลำรับแรงของท่อคอนกรีต ท่อโลหะลูกฟูกและท่อซีเมนต์ใยหิน โดยวิธี Three-Edge Bearings

**2. วิธีทำ**

**2.1 เครื่องมือ**

เครื่องมือที่ทำการทดลองประกอบด้วย

2.1.1 เครื่องให้แรงกด อาจเป็นเครื่องยนต์หรือใช้กำลังมือ ให้หัวกดเคลื่อนด้วยความเร็วที่ให้แรงกดในอัตราที่ไม่น้อยกว่า 2,230 กิโลกรัม/นาที/ความยาว 1 เมตร ของท่อ และไม่มากกว่า 3,720 กิโลกรัม/นาที/ความยาว 1 เมตร ของท่อ เครื่องให้แรงกดจะต้อง Calibrate ยอมให้คลาดเคลื่อนได้  $\pm 2$  เปอร์เซ็นต์

2.1.2 เครื่องทดลองเมื่อใช้ทดลองต้องทำให้ท่อเกิดการแอ่นตัวสม่ำเสมอตลอดความยาวท่อ ทุกส่วนของเครื่องต้องมั่นคงแข็งแรง เพื่อให้การกระจายแรงกดลงบนตัวท่อได้สมบูรณ์ไม่มีข้อบกพร่อง เนื่องจากการเปลี่ยนรูป หรือการเสียหายของส่วนใด ๆ ของเครื่องทดลองและให้แรงกดอยู่ในแนวตั้งผ่านแกนสมมาตร (Symmetrical axis) ของท่อ

แรงที่กด ให้กดลงบนท่อนแบริงอันบนที่จุดเดียวหรือหลายจุด ขึ้นอยู่กับความยาวของตัวอย่างท่อทดลอง และความมั่นคงแข็งแรงของโครงเครื่องทดลอง (ดูรูปที่ 2)

หมายเหตุ ในกรณีท่อกลม แกนสมมาตร คือ แนวเส้นผ่านศูนย์กลาง

2.1.3 แท่งแบริงอันล่าง จะต้องติดแน่นกับท่อนไม้เนื้อแข็ง คานเหล็กหรือฐานคอนกรีตที่มีความมั่นคงแข็งแรงพอที่จะรับแรงกดสูงได้โดยไม่แอ่นตัว

ผิวหน้าของแท่งแบริ่งอันล่างจะต้องตรง ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินกว่า 2.5 มิลลิเมตร ต่อความยาว 1 เมตร

แท่งแบริ่งอันล่างทั้งสองจะต้องเป็นไม้เนื้อแข็งที่ปราศจากตาไม้ และด้านข้างได้ตั้ง มีมุมสันบนมนรีศมีด้านในของมุมประมาณ 13 มิลลิเมตร (ดูรายละเอียดในรูปที่ 1)

แท่งไม้ทั้งสองจะต้องติดตั้งแน่นกับฐานมั่นคงแข็งแรง ในลักษณะที่ผิวด้านตั้งที่อยู่ด้านในชนกัน และมีระยะช่องว่างห่างจากกันตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือช่วงรับน้ำหนักบรรทุก (Span) เมตร	ระยะห่างของแท่งไม้ มิลลิเมตร
ต่ำกว่า 0.60	25.0
0.60-1.20	50.0

ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง หรือช่วงรับน้ำหนักบรรทุกเกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 ให้คำนวณระยะห่างของแท่งไม้จากสูตร

$$42D < S < 83D$$

เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อกลมหรือช่วงรับน้ำหนักบรรทุก (Span) ของท่อรูปไข่ (Elliptical pipe) ท่อรูปโค้ง (Arch pipe) เป็นเมตร

S = ระยะห่างของแท่งไม้เป็นมิลลิเมตร

เฉพาะท่อกลมซีเมนต์ใยหิน ระยะห่างของแท่งไม้ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เมตร	ระยะห่างของแท่งไม้ มิลลิเมตร
0.30 และต่ำกว่า	13.0
0.35-0.60	25.0
0.75 และมากกว่า	50.0

2.1.4 แบร็งอันบน จะต้องเป็นท่อนไม้เนื้อแข็งที่มั่นคงแข็งแรง มีหน้าตัดตามขวาง อย่างน้อยที่สุด 150 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร ท่อนไม้ต้องปราศจากตาไม้ ตรง และมีหน้าตัดตามขวาง ขนาดเดียวกันตลอดทั้งท่อน ท่อนไม้จะต้องติดแน่นกับคานเหล็กที่มีขนาดซึ่งเมื่อรับแรงกดสูงสุดแล้วจะไม่แอ่นตัว

ผิวหน้าของท่อนไม้แบร็งอันบนจะต้องเรียบ ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินกว่า 2.5 มิลลิเมตร ต่อความยาว 1 เมตร

2.1.5 เครื่องวัดรอยแตกทำจากแผ่นเหล็กบาง ๆ (โดยมากใช้แผ่นเหล็กจากชุดเครื่องมือ ตั้งความห่างมาตรฐานทางเครื่องกล) ขนาด 0.25 มิลลิเมตร (0.01 นิ้ว) ฝนจนปลายแหลมกว้าง 1.6 มิลลิเมตร (1/16 นิ้ว) โดยมีมุมมน และปลายสอบเอียง 1:4 ดังแสดงในรูปที่ 4 เครื่องมือวัดรอยแตก

## 2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง -

### 2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์ม ว.4-03

### 2.4 การเตรียมตัวอย่าง

ให้ทำการเลือกท่อ ให้ถูกต้องตามข้อกำหนดของแบบท่อที่จะนำมาทดลอง

### 2.5 การทดลอง

2.5.1 การวางท่อ ให้วางท่ออยู่ในระหว่างแบร็งทั้งสอง เมื่อวางท่อแล้วให้แรงกดอยู่ใน แนวตั้งผ่านแกนสมมาตร (Symmetrical axis) และกึ่งกลางของแท่งไม้ทั้งสอง ศูนย์กลางของแรงที่ใช้กด จะต้องอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของความยาวท่อ

แบร็งอันล่างจะต้องยาวเต็มความยาวของท่อ ทั้งนี้ไม่รวมส่วนความยาวของปากกระชัง (ถ้ามี) ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2 การทดลองท่อกลมแบบปากกระชัง รูปที่ 3 การทดลองท่อกลมแบบปากลิ้นราง รูปที่ 5 การทดลองท่อรูปไข่ (Elliptical pipe) และรูปที่ 6 การทดลองท่อรูปโค้ง (Arch pipe)

สำหรับท่อกลม ในกรณีที่มีรูปร่างไม่เรียบร้อยได้แนว ในการเลือกแนวกดท่อให้เลือกแนวซึ่งอยู่ในสภาพที่เป็นผลดีที่สุดทุกกรณี หรือในกรณีที่ท่อมีผนังท่อนานไม่สม่ำเสมอจะต้องวางท่อให้อยู่ในลักษณะที่แบริงอันบนกดลงบนส่วนตอนที่บางที่สุด

สำหรับท่อโลหะลูกฟูก จะต้องให้แท่งไม้แบริงอันล่างและท่อนไม้แบริงอันบนวางสัมผัสกับผิวยอดของลูกฟูกด้านนอก

2.5.2 การให้แรงกด ให้กดท่อด้วยแรงกดตามอัตราที่กำหนด ในข้อ 2.1.1 จนกระทั่งเกิดรอยแตกกว้าง 0.25 มิลลิเมตร ตามที่ได้ระบุไว้ และ/หรือเมื่อถึงแรงกดประลัย

แรงกดที่ให้อ่อนแอแตกกว้าง 0.25 มิลลิเมตร คือ แรงกดสูงสุดที่ใช้กดท่อคอนกรีตก่อนที่รอยแตกมีความกว้างขนาดที่ปลายของเครื่องวัดรอยแตกแหงเข้าได้ โดยไม่ต้องใช้แรงดันที่ระยะใกล้เคียงกันตลอดรอยแตกยาว 300 มิลลิเมตร

แรงประลัย คือ แรงกดสูงสุดที่ท่อไม่สามารถรับแรงกดเพิ่มขึ้นต่อไปได้อีก

### 3. การคำนวณ

คำนวณหาค่ากำลังรับแรงของท่อเป็นกิโลกรัมต่อเมตร

$$\text{กำลังรับแรง (Strength)} = \frac{\text{แรงกด (กิโลกรัม)}}{\text{ระยะความยาวของท่อที่วาง (เมตร)}}$$

ระยะความยาวของท่อที่วาง L (Laying length) คือ ความยาวสุทธิภายในท่อวัดจากปลายผนังท่อด้านในถึงอีกปลายหนึ่ง (ระยะ L ในรูปที่ 2, 3, 5 และ 6)

### 4. การรายงาน

ให้รายงานตามแบบฟอร์ม ในข้อ 2.3

### 5. ข้อควรระวัง

5.1 ให้ทำการ Calibrate เครื่องให้แรงกดทุก ๆ 6 เดือน หรือเมื่อสงสัยว่าอาจจะให้แรงไม่ถูกต้อง

5.2 ก่อนวางท่อลงบนแบริงอันล่าง ต้องจัดระยะห่างของแท่งไม้ให้ถูกต้องตามที่กำหนด

5.3 ถ้าตัวอย่างท่อเป็นแบบคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก จะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษในการเพิ่มแรงกด ขณะเมื่อท่อได้รับแรงจนใกล้แตกแล้ว และ/หรือ แรงกดประลัย เพราะท่ออาจจะแตกแยกทันทีเป็นอันตรายได้

## 6. หนังสืออ้างอิง

6.1 The American Association of State Highway Officials, "Specification for Highway Materials and Method of Sampling and Testing " AASHO T 33-66

\* \* \* \* \*

**สำนักวิเคราะห์และพัฒนาทาง**

ว. 4-01

อันดับตลอดที่..... วันที่รับตัวอย่าง..... วันที่รับหนังสือ.....  
 เจ้าของตัวอย่าง..... สัญญาที่..... หนังสือที่..... ลงวันที่.....  
 ทางสาย..... เจ้าหน้าที่ทดลอง..... (แนบที่..... ของ.....)

**รายงานการทดลองแรงอัดของแท่งคอนกรีต**

อันดับ ที่	ชื่อ ที่	ส่วน ของ	โครงสร้าง หน้า หน้า หน้า	ส่วน ผสม	ชนิด ซีเมนต์	ความ ชุ่ม ชื้น	ความ ยวบ ชื้น	แรงอัด ที่ก้น แท่ง กก./ซม. <sup>2</sup>	วัน หล่อ	วัน ทดลอง	อายุ วัน	ขนาด ซม. <sup>3</sup>	น้ำหนัก กรัม	ความ หนา แน่น กก./ซม. <sup>3</sup>	แรงกด ตัน	หน่วย แรงอัด กก./ซม. <sup>2</sup>	หมายเหตุ

ค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์เป็นเงิน.....บาท      ผลการวิเคราะห์นี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทางได้รับเท่านั้น

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาางานทาง

ว. 4-02

อันดับทดลองที่..... วันที่รับตัวอย่าง..... วันที่รับหนังสือ.....  
 เจ้าของตัวอย่าง..... สัญญาที่..... วันที่รับหนังสือ.....  
 ทางสาย..... เจ้าหน้าที่ทดลอง..... (แผ่นที่..... ของ..... แผ่น)

สรุปรายงานการทดลองแรงอัดของแท่งคอนกรีต

อันดับที่	แท่งที่	ส่วนของโครงสร้างที่นำมาหล่อ	ส่วนผสม	ชนิดซีเมนต์	ความยุบ ซม.	แรงอัด ที่กำหนดใน แบบ กก./ซม. <sup>2</sup>	วันหล่อ	วันที่ทดลอง	อายุ วัน	หน่วย แรงอัด กก./ซม. <sup>2</sup>	หมายเหตุ

ค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์เป็นเงิน.....บาท ผลการวิเคราะห์รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาางานทางได้รับเท่านั้น

สำนักวิเคราะห์และพัฒนางานทาง

วันที่รับหนังสือ \_\_\_\_\_  
ลงวันที่ \_\_\_\_\_  
สำนักงานที่ทดลอง \_\_\_\_\_

วันที่รับตัวอย่าง \_\_\_\_\_  
หนังสือที่ \_\_\_\_\_  
เจ้าหน้าที่ควบคุม \_\_\_\_\_

อันดับการทดลองที่ \_\_\_\_\_  
เลขของตัวอย่าง \_\_\_\_\_  
ทางสาย \_\_\_\_\_  
ก่อสร้างโพ \_\_\_\_\_  
ข้อมูลทั่วไป \_\_\_\_\_

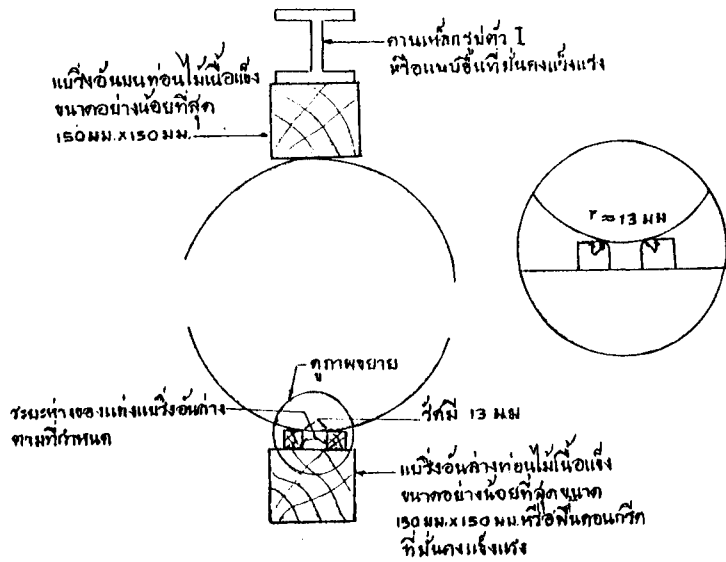
วันที่ \_\_\_\_\_  
คนที่ \_\_\_\_\_  
Call no. เมื่อวันที่ \_\_\_\_\_  
ชนิด (Type) \_\_\_\_\_

รายงานการทดลองที่ระบบนำคอมคอมพิวเตอร์เสริมเหล็ก \_\_\_\_\_  
ชนิด Jack และ Gauge ที่ใช้ทดลอง \_\_\_\_\_  
แบบท่อแมงที่ \_\_\_\_\_ ชั้น (Class) \_\_\_\_\_

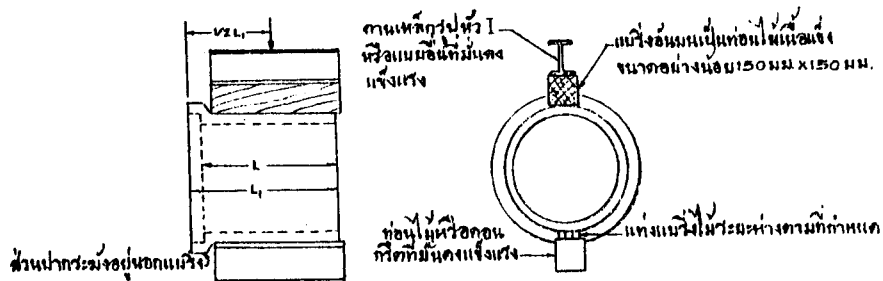
อันดับที่ เส้นผ่าศูนย์กลาง	ความหนา (ซม.)	ความยาว (ซม.)	วันผลิต	วันห่อ	วันทดลอง	อายุ (วัน)	เมื่อที่ทำการทดลองเหล็ก		Spec. (kg./sq. mm)		Gauge reading		แรงกดที่ทำให้ท่อแตก 0.03 ซม. (กก./กก.)	แรงกดสูงสุด (กก./กก.)	หมายเลข
							แรงที่ทำได้	แรงที่ทำได้	แรงที่ทำได้	แรงที่ทำได้	แรงที่ทำได้	แรงที่ทำได้			
(ซม.)	(ซม.)	(ซม.)					วงใน	วงนอก	แรงที่ทำได้	แรงที่ทำได้	แรงที่ทำได้	แรงที่ทำได้	แรงที่ทำได้	แรงที่ทำได้	

ค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์เป็นเงิน \_\_\_\_\_ บาท ผลทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ส่งมาวิเคราะห์และพัฒนางานทาง ได้รับทำขึ้น

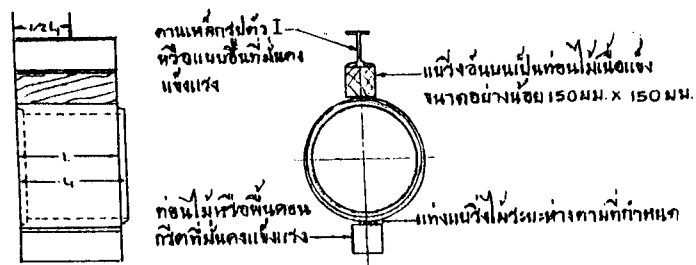




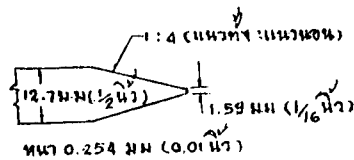
รูปที่ 1 THREE-EDGE BEARINGS



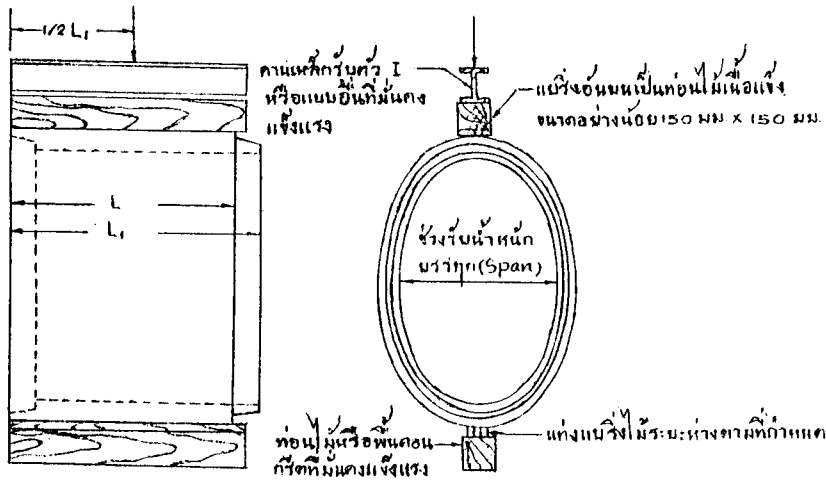
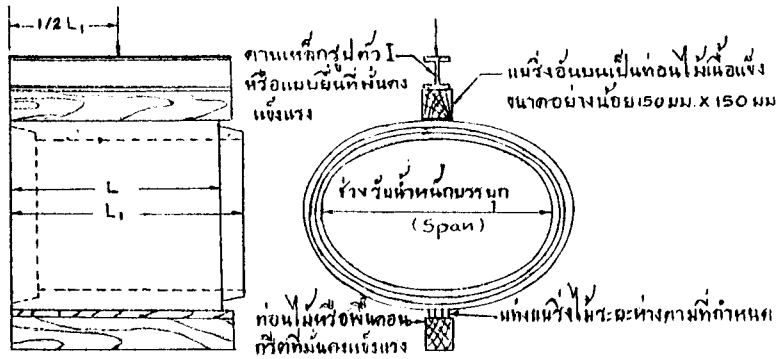
รูปที่ 2 การทดลองท่อแบบปากกระฆังโดยวิธี THREE-EDGE BEARINGS



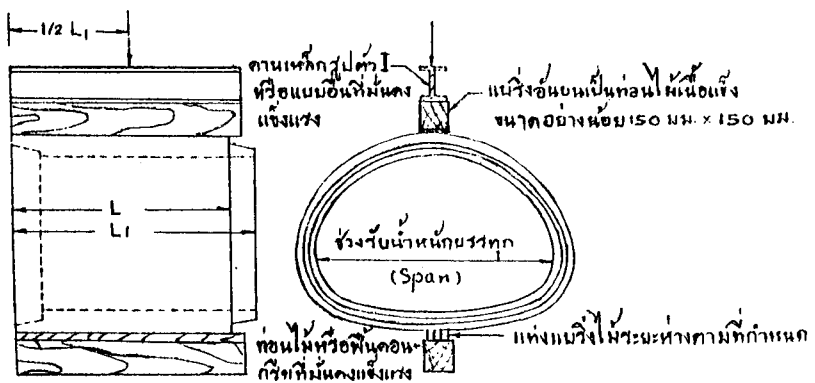
รูปที่ 3 การทดลองท่อแบบปากลิ้นรางโดยวิธี THREE-EDGE BEARINGS



รูปที่ 4 เครื่องวัดรอยแตก



รูปที่ 5 การทดลองท่อรูปไข่ (Elliptical Pipe) โดยวิธี THREE-EDGE BEARINGS



รูปที่ 6 การทดลองท่อรูปโค้ง (Arch Pipe) โดยวิธี THREE-EDGE BEARINGS