การทดลองที่ ทล.-ท. 301/2531

วิธีการทดลองกำลังรับแรงอัดของท่อระบายน้ำ โดยวิธี Three-Edge Bearing

ปีที่จัดทำ พ.ศ. 2531

คลังความรู้

มาตรฐาน ข้อกำหนด
คู่มือกลาง

มาตรฐานวิธีการทดลอง (ทล.-ท.)

สำนักมาตรฐานและประเมินผล
กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

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

* * * * * *

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้ใช้ทดลองหากำลังรับแรงของท่อคอนกรีต 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 ± 2 เปอร์เซ็นต์

2.1.2 เครื่องทดลอง เมื่อใช้ทดลองต้องทำให้ท่อเกิดการแอ่นตัวสม่ำเสมอตลอดความยาวท่อ ทุกส่วนของเครื่องต้องมั่นคงแข็งแรง เพื่อให้การกระจายแรงกดลงบนตัวท่อได้สมบูรณ์ไม่มีข้อบกพร่องเนื่องจากการเปลี่ยนรูป หรือการเสียหายของส่วนใด ๆ ของเครื่องทดลองและให้แรงกดอยู่ในแนวดิ่งผ่านแกนสมมาตร (Symmetical axis) ของท่อ

แรงที่กด ให้กดลงบนท่อนแบริ่งอันบนที่จุดเดียวหรือหลายจุด ขึ้นอยู่กับความยาวของตัวอย่างท่อทดลอง และความมั่นคงแข็งแรงของโครงเครื่องทดลอง (ดูรูปที่ 2)

หมายเหตุ ในกรณีท่อกลม แกนสมมาตร คือ แนวเส้นผ่านศูนย์กลาง

2.1.3 แท่งแบริ่งอันล่าง จะต้องติดแน่นกับท่อนไม้เนื้อแข็ง คานเหล็กหรือฐานคอนกรีตที่มีความมั่นคงแข็งแรงพอที่จะรับแรงกดสูงได้โดยไม่แอ่นตัว

ผิวหน้าของแท่งแบริ่งอันล่างจะต้องตรง ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินกว่า 2.5 มิลลิเมตร ต่อความยาว 1 เมตร

แท่งแบริ่งอันล่างทั้งสองจะต้องเป็นไม้เนื้อแข็งที่ปราศจากตาไม้ และด้านข้างได้ดิ่ง มีมุมสันบนมนรัศมีด้านในของมุมประมาณ 13 มิลลิเมตร (ดูรายละเอียดในรูปที่ 1)

แท่งไม้ทั้งสองจะต้องติดตรงแน่นกับฐานมั่นคงแข็งแรง ในลักษณะที่ผิวด้านตั้งที่อยู่ด้านในขนานกัน 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 แบริ่งอันบน จะต้องเป็นท่อนไม้เนื้อแข็งที่มั่นคงแข็งแรง มีหน้าตัดตามขวางอย่างน้อยที่สุด 150 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร ท่อนไม้ต้องปราศจากตาไม้ ตรง และมีหน้าตัดตามขวางขนาดเดียวกันตลอดทั้งท่อน ท่อนไม้นี้จะต้องติดแน่นกับคานเหล็กที่มีขนาดซึ่งเมื่อรับแรงกดสูงสุดแล้วจะไม่แอ่นตัว

ผิวหน้าของท่อนไม้แบริ่งอันบนจะต้องเรียบ ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินกว่า 2.5 มิลลิเมตร ต่อความยาว 1 เมตร

2.1.5 เครื่องวัดรอยแตกทำจากแผ่นเหล็กบาง ๆ (โดยมากใช้แผ่นเหล็กจากชุดเครื่องมือตั้งความห่างมาตรฐานทางเครื่องกล) 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 ให้วางท่ออยู่ในระหว่างแบริ่งทั้งสอง เมื่อวางท่อแล้วให้แรงกดอยู่ในแนวดิ่งผ่านแกนสมมาตร (Symmetrical axis) และกึ่งกลางของแท่งไม้ทั้งสอง ศูนย์กลางของแรงที่ใช้กดจะต้องอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของความยาวท่อ

แบริ่งอันล่างจะต้องยาวเต็มความยาวของท่อ ทั้งนี้ไม่รวมส่วนความยาวของปากระฆัง (ถ้ามี) ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2 การทดลองท่อกลมแบบปากระฆัง รูปที่ 3 การทดลองท่อกลมแบบปากลิ้นราง รูปที่ 5 การทดลองท่อรูปไข่ (Elliptical pipe) และรูปที่ 6 การทดลองท่อรูปโค้ง (Arch pipe)

สำหรับท่อกลม ในกรณีท่อมีรูปร่างไม่เรียบร้อยได้แนว ในการเลือกแนวกดท่อให้เลือกแนวซึ่งอยู่ในสภาพที่เป็นผลดีที่สุดทุกกรณี หรือในกรณีที่ท่อมีผนังท่อหนาไม่สม่ำเสมอกันจะต้องวางท่อให้อยู่ในลักษณะที่แบริ่งอันบนกดลงบนส่วนตอนที่บางที่สุด

สำหรับท่อโลหะลูกฟูก จะต้องให้แท่งไม้แบริ่งอันล่างและท่อนไม้แบริ่งอันบนวางสัมผัสกับผิวยอดของลูกฟูกด้านนอก

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

แรงกดที่ให้รอยแตกกว้าง 0.25 มิลลิเมตร คือ แรงกดสูงสุดที่ใช้กดท่อคอนกรีตก่อนที่รอยแตกมีความกว้างขนาดที่ปลายของเครื่องวัดรอยแตกแหย่เข้าได้ โดยไม่ต้องใช้แรงดันที่ระยะใกล้ๆ กันตลอดรอยแตกยาว 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 ก่อนวางท่อลงบนแบริ่งอันล่าง ต้องจัดระยะห่างของแท่งไม้ให้ถูกต้องตามที่กำหนด

5.3 ถ้าตัวอย่างท่อเป็นแบบคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก จะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษในการเพิ่มแรงกด ขณะเมื่อท่อได้รับแรงจนใกล้แตกร้าว 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

* * * * * *

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง

ว. 4-01

อันดับทดลองที่.....
เจ้าของตัวอย่าง..... สัญญาที่.....
ทางสาย.....

วันที่รับตัวอย่าง..... วันที่รับหนังสือ.....
หนังสือที่..... ลงวันที่.....
เจ้าหน้าที่ทดลอง.....(แผ่นที่.....ของ.....แผ่น)

รายงานการทดลองแรงอัดของแท่งคอนกรีต

อันดับที่	แท่งที่	ส่วนของโครงสร้างที่นำมาหล่อ	ส่วนผสม	ชนิดซิเมนต์	ความยุบ ซม.	แรงอัดที่กำหนดในแบบ กก./ซม.^{2}	วันหล่อ	วันทดลอง	อายุวัน	ขนาด ซม.^{3}	น้ำหนัก กรัม	ความหนาแน่น กก./ม.^{3}	แรงกดตัน	หน่วยแรงอัด กก./ซม.^{2}	หมายเหตุ

ค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์เป็นเงิน.....บาท

ผลการวิเคราะห์นี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทางได้รับเท่านั้น.

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง

ว. 4-02

อันดับทดลองที่.....

เจ้าของตัวอย่าง.....สัญญาที่.....

ทางสาย.....

วันที่รับตัวอย่าง.....วันที่รับหนังสือ.....

หนังสือที่.....ลงวันที่.....

เจ้าหน้าที่ทดลอง.....(แผ่นที่.....ของ.....แผ่น)

สรุปรายงานการทดลองแรงอัดของแท่งคอนกรีต

อันดับที่	แท่งที่	ส่วนของโครงสร้างที่นำมาหล่อ	ส่วนผสม	ชนิดซีเมนต์	ความยุบ ซม.	แรงอัดที่กำหนดในแบบ กก./ซม.^{2}	วันหล่อ	วันทดลอง	อายุ วัน	หน่วยแรงอัด กก./ซม.^{2}	หมายเหตุ

ค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์เป็นเงิน.....บาท

ผลการวิเคราะห์นี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทางได้รับเท่านั้น

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง

อันดับการทดลองที่ _____ วันที่รับตัวอย่าง _____ วันที่รับหนังสือ _____

เจ้าของตัวอย่าง _____ หนังสือที่ _____ ลงวันที่ _____

ทางสาย _____ เจ้าหน้าที่ควบคุม _____ เจ้าหน้าที่ทดลอง _____

ก่อสร้างโดย _____

สัญญาที่ _____

รายงานการทดลองท่อระบายน้ำกลมคอนกรีตเสริมเหล็ก

แผ่นที่ _____

ชนิด Jack และ Gauge ที่ใช้ทดลอง _____

Calibrate เมื่อวันที่ _____

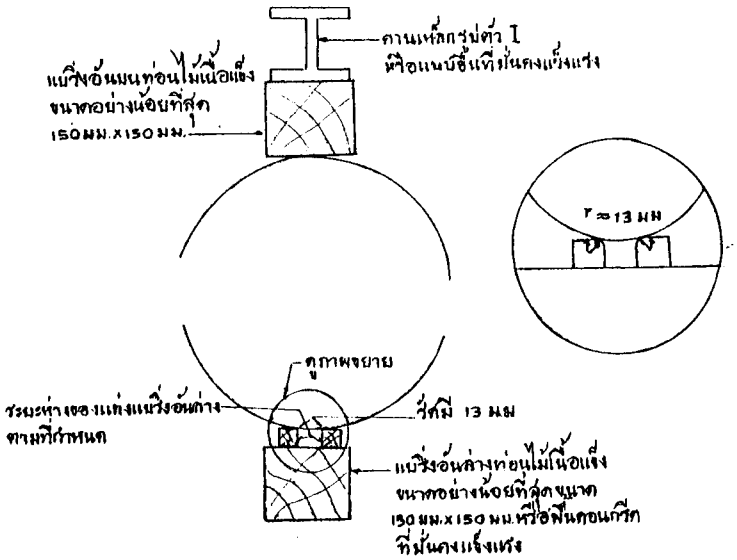
แบบท่อมาตรฐานที่ _____ ชั้น (Class) _____

ชนิด (Type) _____

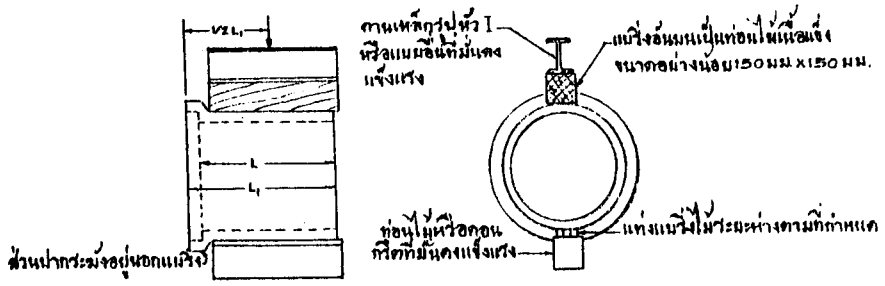
อันดับที่	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (ซม.)	ความหนา (ซม.)	ความยาว (ซม.)	วันหล่อ	วันทดลอง	อายุ (วัน)	เนื้อที่หน้าตัดของเหล็ก (ตร.ซม./ม.)		spec.(kg/m.min)		Gauge reading		แรงกดที่ทำให้ท่อแยก 0.03 ซม. (กก./ม.)	แรงกดสูงสุด (กก./ม.)	หมายเหตุ
							วงใน	วงนอก	แรงที่ทำให้ท่อแยก 0.03 ซม.	แรงกดสูงสุด	แรงที่ทำให้ท่อแยก 0.03 ซม.	แรงกดสูงสุด			

ค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์เป็นเงิน_____บาท

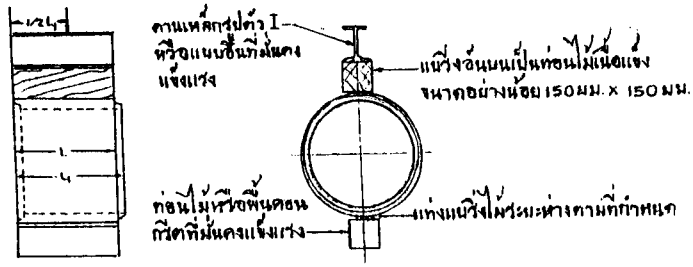
ผลทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทางได้รับเท่านั้น



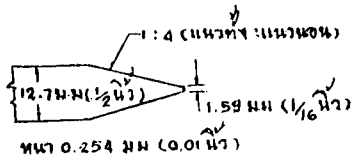
รูปที่ 1 THREE-EDGE BEARINGS



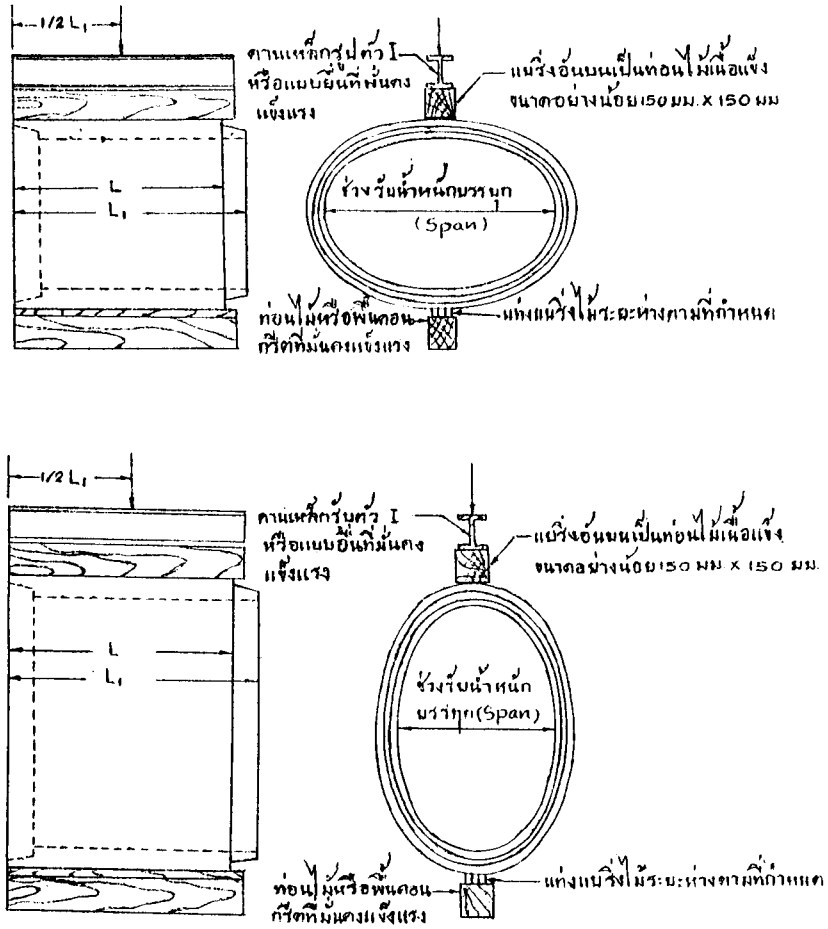
รูปที่ 2 การทดลองท่อแบบปากระฆังโดยวิธี THREE-EDGE BEARINGS



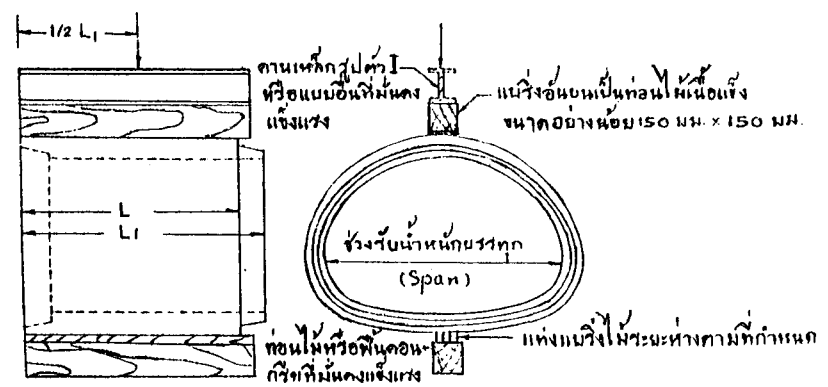
รูปที่ 3 การทดลองท่อแบบปากลิ้นรางโดยวิธี THREE-EDGE BEARINGS



รูปที่ 4 เครื่องวัดรอยแตก



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



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