บทที่ ๔

การวิจัย

พระจุลจอมเกล้า
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

การเจาะรูวงรีและการเสริมเหล็ก

การวิจัยการเสริมรูวงรีสำหรับมือล้วงดังแสดงในรูปที่ ๕ และ ๖ แบ่งออกเป็น ๒ กรณีดังนี้

กรณีแรกเจาะรูวงรีในถังความดันให้มีความโค้งน้อย โดยอัตราส่วนของแกนยาวของรูต่อเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของถังเท่ากับ ๑ ต่อ ๕.๙ ขนาดของรูเจาะเท่ากับ ๒.๔๙๖ x ๑.๖ นิ้ว พื้นที่ภาคตัดของการเสริมรอบรูคงที่ตามทฤษฎีของฮิคซ์เมื่อ ω = ๐.๓ ถ้าความหนาของการเสริมบางการแผ่ของแผ่นเสริมก็ต้องกว้าง การรวมจุดความเค้นก็ควรจะสูงขึ้น จึงวิจัยถึงผลเนื่องจากความหนาของการเสริมต่างกัน ได้แก่รูที่ ๑,๒ และ ๓ ในตารางที่ ๔

กรณีที่สองรูเจาะวงรีมีความโค้งมาก อัตราส่วนแกนยาวของรูต่อเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของถังเท่ากับ ๑ ต่อ ๒.๘ ขนาดของรูเจาะเท่ากับ ๔.๒๕ x ๓.๕ นิ้ว และความหนาของเหล็กเสริมต่อความหนาของถังเท่ากับ ๑.๔๘๒ ต่อ ๑ พื้นที่ภาคตัดของการเสริมรอบรูคงที่มีค่าเท่ากับ 0.706ah ตามมาตรฐาน เอเอสเอ็มอี ซึ่งได้แก่รูที่ ๔ ในตารางที่ ๔ กรณีที่สองนี้อัตราส่วนแกนยาวต่อแกนสั้นของรูเจาะตรงกับทฤษฎีของฮิคซ์ เมื่อ ω = ๐.๒ ซึ่งพื้นที่ภาคตัดของการเสริมรอบรูแปรเปลี่ยนจาก 0.66ah ถึง 0.93ah (ดูตารางที่ ๒) จะเห็นได้ว่าค่าพื้นที่ภาคตัดของการเสริมตามมาตรฐาน เอเอสเอ็มอี อยู่ระหว่างค่าที่แปรเปลี่ยนของพื้นที่ภาคตัดตามทฤษฎีของฮิคซ์

เกจความเครียด

เกจความเครียดที่ใช้ในการวัด ดังแสดงในรูปที่ ๙ เป็นแบบไวร์เกจขนาด ๓ มม. มีค่าเกจแฟคเตอร์ ๑.๙๔ ที่อุณหภูมิ 20° C และแบบฟอยล์เกจขนาด ๔ มม. มีค่าเกจแฟคเตอร์ ๒.๑๒๕ ที่อุณหภูมิ 24° C ซึ่งในการทดสอบที่ในห้องปรับอากาศ–อุณหภูมิประมาณ 25° C เพื่อให้ค่าเกจแฟคเตอร์ไม่แปรเปลี่ยนไปจากค่ากำหนดของผู้ผลิต และความแม่นยำของสโคปด้วย

การติดเกจความเครียด ติดรอบขอบรูเสริมเหล็กระหว่างความหนาของถังกับแผ่นเสริม ที่ระยะจากปลายแกนสั้น (x =0) ไปตามแนวแกนยาวจนถึงปลายแกนยาว (x = a) กรณีที่รูที่ ๑,๒และ ๓ ติดเกจสลับรอบขอบครึ่งรูเนื่องจากรูเล็ก และเลือกติดขอบรูที่ใกล้เคียงวงรีมากสำหรับรูที่เจาะไม่ดี ส่วนรูที่ ๔ ติดเกจรอบขอบหนึ่งในสี่ของรู (รูปที่ ๘) ติดเกจวัดความเครียดของถังทดสอบระหว่างรูเจาะ และบริเวณที่ห่างรูเจาะมาก ๆ

วิธีติดเกจความเครียด

๑. ขัดถูผิวบริเวณที่จะติดเกจให้เรียบด้วยกระดาษทรายละเอียด
๒. ทำความสะอาดผิวที่ขัดด้วยเคมีเหลวอะซีโทน (acetone)
๓. ทำความสะอาดด้านหลังเกจด้วยอะซีโทน
๔. ทากาวติดเกจที่ด้านหลังเกจ แปะเกจแล้วกดรีดกาวส่วนเกินออก กดไว้สักครู่กะว่ากาวเริ่มแข็งตัวจึงหยุด
๕. เคลือบเกจด้วยกาวใส เพื่อยึดหัวสายไฟที่ต่อกับเกจ, กันน้ำ, กันการชุดชีดของเกจ ตลอดจนป้องกันผิวงานบริเวณเกจไม่ให้เกิดสนิมด้วย

อุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์การทดลองดังแสดงในรูปที่ ๗ ประกอบด้วย

๑. ถังความดันเจาะรูวงรีเสริมเหล็ก ติดเกจความเครียดตามตำแหน่งและรูที่ต้องการวัด

๒. เกจความดันขนาด ๒๕๐ ปอนด์/(นิ้ว)^{๒}

๓. ซีเล็คเตอร์สวิทช์

๔. ปั๊มโยกไฮดรอลิค

๕. สโคปวัดความเครียด มีค่าเกจแฟคเตอร์เท่ากับ ๒.๐

การทดสอบ

วัดค่าความเครียดของเกจเมื่อไม่มีความดันในถัง โดยการปรับสวิทช์จนบริดจ์ความเครียดสมดุลย์เมื่อเส้นสัญญาณที่ปรากฏบนสโคปเป็นเส้นตรงอยู่ในแนวระดับ แล้ววัดค่าความเครียดของเกจเมื่ออัดความดันที่ต้องการโดยการปรับจนบริดจ์สมดุลย์ ผลต่างระหว่างความเครียดของเกจครั้งหลังกับครั้งแรกเป็นค่าความเครียดที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งนั้นๆ

การคำนวณ

$$\text{ความเครียดที่ปรับแล้ว} = \text{ความเครียดที่วัดได้} \times \frac{\text{เกจแฟคเตอร์ของสโคป}}{\text{เกจแฟคเตอร์ของเกจความเครียด}}$$

$$= \frac{\text{ความเครียดที่วัดได้} \times (2.0)}{\text{เกจแฟคเตอร์ของเกจความเครียด}}$$

ความเครียดจากทฤษฎีทรงกระบอกผนังบาง

$$\epsilon_c = pR(2 - \mu)/2Eh = 1.236\times10^{-6}p$$

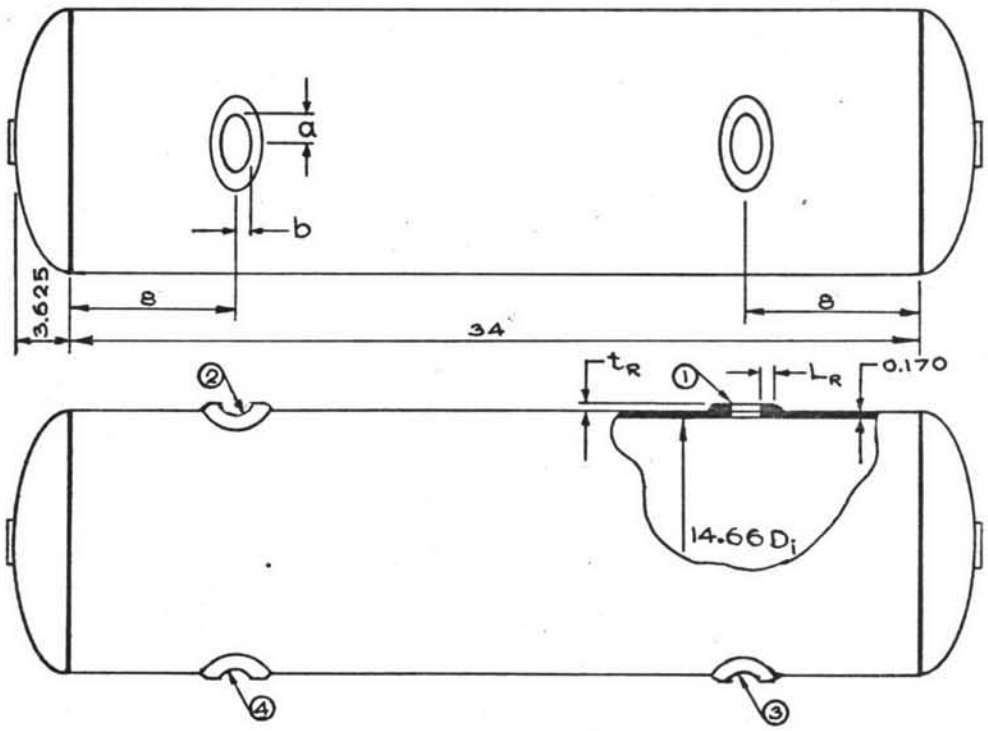
$$\epsilon_L = pR(1 - 2\mu)/2Eh = 29.08\times10^{-6}p$$

ความเครียดจากทฤษฎีทรงกระบอกผนังหนา

$$\epsilon_c = pR_i^2(2 - \mu)/E(R_o^2 - R_i^2) = 1.208\times10^{-6}p$$

$$\epsilon_L = pR_i^2(1 - 2\mu)/E(R_o^2 - R_i^2) = 28.43\times10^{-6}p$$

เมื่อ $R_i = 7.33$ นิ้ว, $R_o = 7.5$ นิ้ว, $E = 30\times10^6$ ปอนด์/(นิ้ว)^{๒}

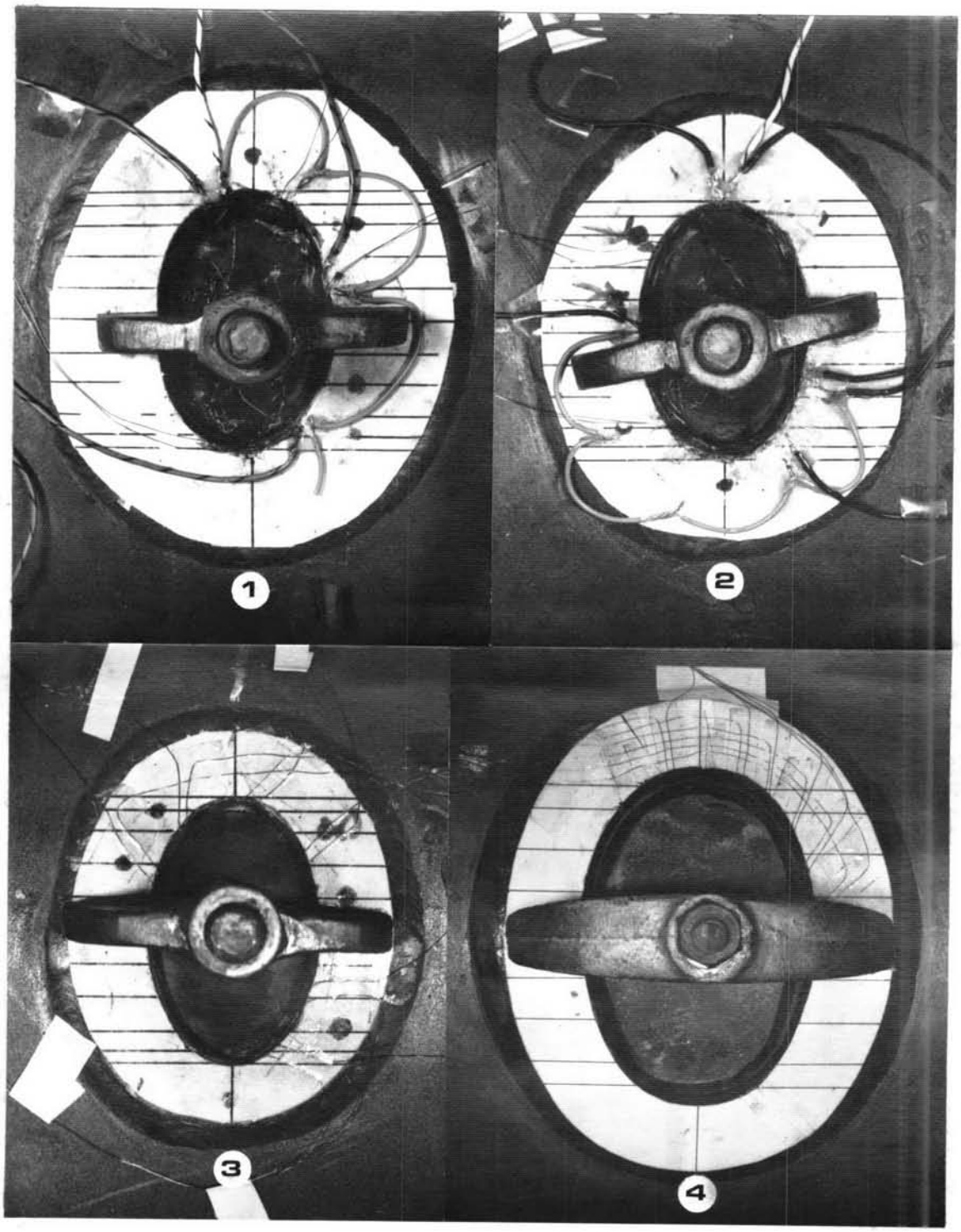


รูปที่ ๕ ถังทดสอบ ขนาดของรูเจาะและการเสริม แสดงในตารางที่ ๔

ตารางที่ ๔ ขนาดรูเจาะและการเสริม

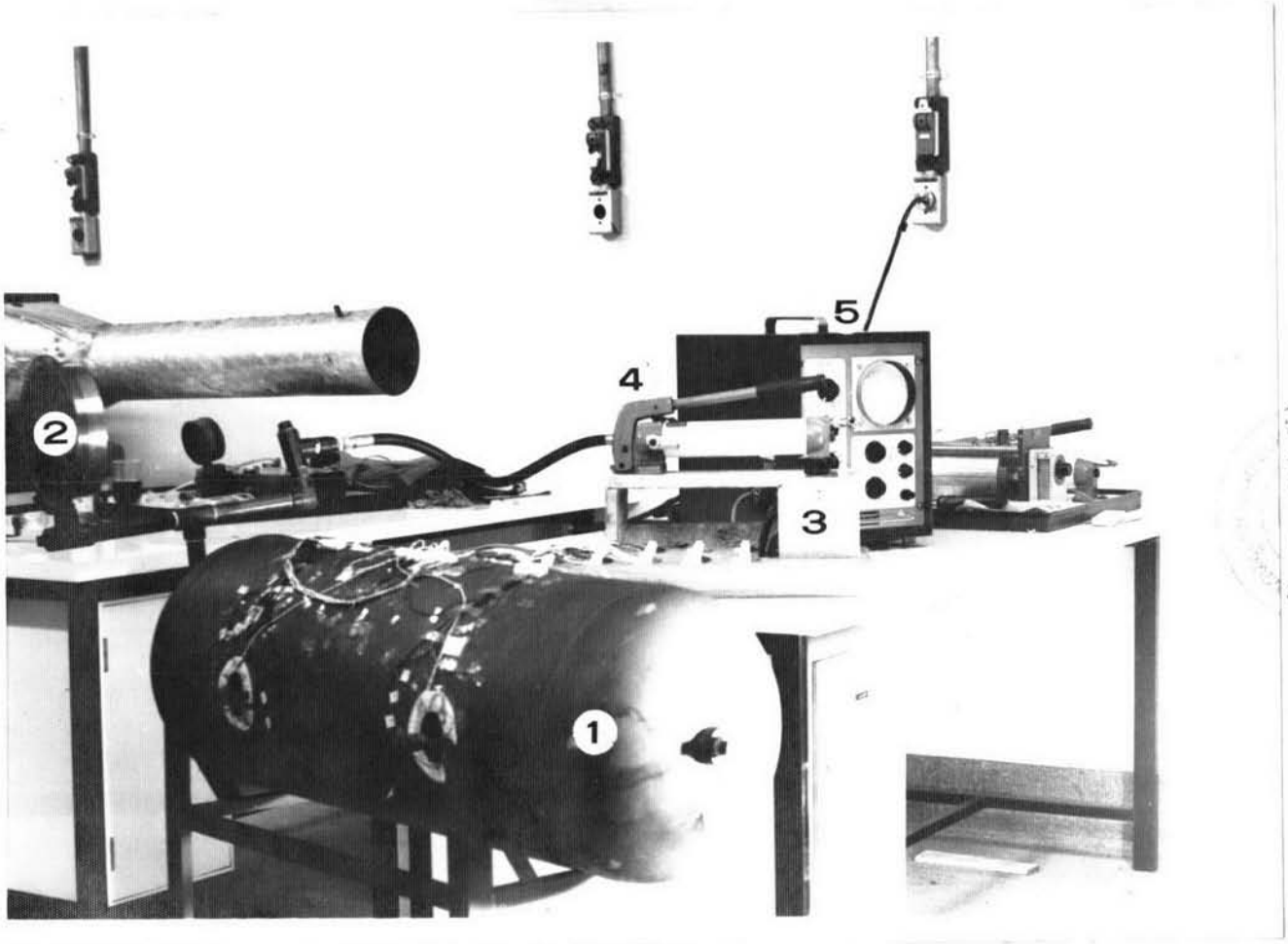
รูที่	a นิ้ว	b นิ้ว	L_R นิ้ว	t_R นิ้ว	$\frac{t_R}{h}$	หมายเหตุ
1	1.248	0.8	1.0	0.119	0.70	
2	1.248	0.8	0.82	0.145	0.85	
3	1.248	0.8	0.70	0.170	1.00	
4	2.625	1.75	1.25	0.252	1.48	ASME Code

เมุดกลาง
ณมหาวิทยาลัย



รูปที่ ๖ รูวงรีเสริมเหล็กในถังความดันทรงกระบอก

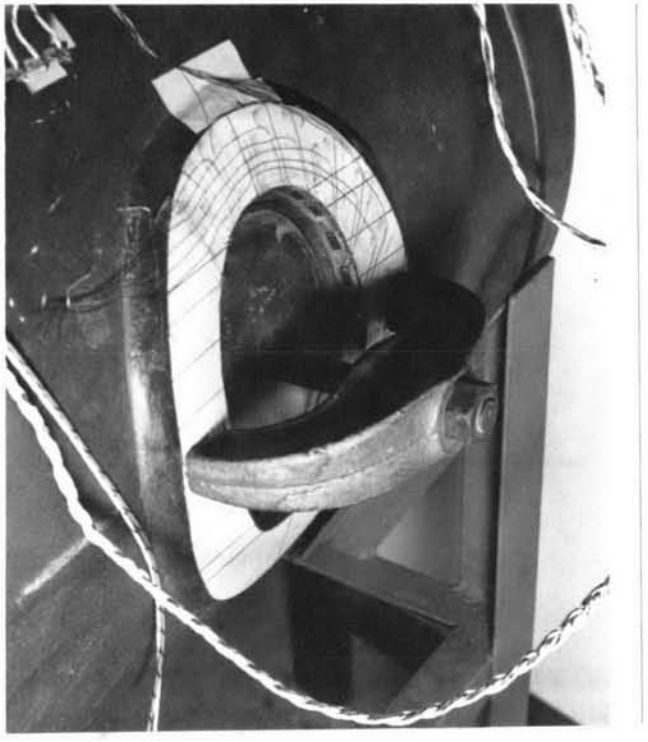
000360



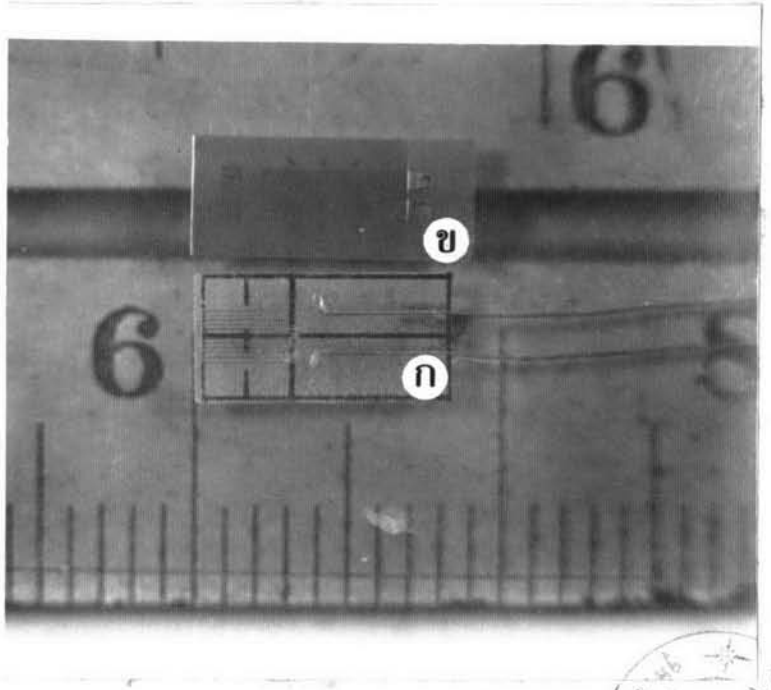
รูปที่ ๗ อุปกรณ์การทดลอง

(1) ถังทดสอบ (2) เกจความดัน (3) ซีเล็คเตอร์สวิทช์

(4) ปั๊มโยกไฮดรอลิค (5) สโคปวัดความเครียด



รูปที่ ๘ แสดงตำแหน่งการติดเกจรอบรูเสริมเหล็ก



รูปที่ ๙ เกจความเครียด ขยาย ๕ เท่า

(ก) แบบไวร์เกจ

(ข) แบบฟอยล์เกจ