การรวมจุดความเค้นรอบรูวงรีเสริมเหล็กในถังความดันทรงกระบอก

นายจำรูญ ตันติพิศาลกุล

000360

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
แผนกวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. ๒๕๒๐

STRESS CONCENTRATION AROUND REINFORCED ELLIPTICAL HOLES IN CYLINDRICAL PRESSURE VESSELS.

Mr.Chamroon Tantipisalkul.

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Mechanical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1977.

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การรวมจุดความเค้นรอบรูวงรีเสริมเหล็กในถังความดันทรงกระบอก
โดย	นายจำรูญ ตันติพิศาลกุล
แผนกวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.หริส สูตะบุตร
อาจารย์ผู้ประสานงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วริทธิ์ อึงภากรณ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กุลธร ศิลปบรรเลง)

..... กรรมการ
(ผศ.ดร.อิทธิพล ปานงาม)

..... กรรมการ
(ดร.หริส สูตะบุตร)

..... กรรมการ
(ผศ.ดร.วริทธิ์ อึงภากรณ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การรวมจุดความเค้นรอบรูวงรีเสริมเหล็กในถังความดันทรงกระบอก
ชื่อนิสิต นายจำรูญ ตันติพิศาลกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.หริส สูตะบุตร
แผนกวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา ๒๕๒๐

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงการรวมจุดความเค้นรอบรูวงรีเสริมเหล็กในถังความดันทรงกระบอก โดยศึกษาถึงการเสริมรู ๒ กรณี คือ กรณีที่ ๑ เป็นการเสริมรูวงรีที่มีความโค้งน้อย และกรณีที่ ๒ เป็นการเสริมรูวงรีที่มีความโค้งมาก วัดความเค้นรอบรูวงรีด้วยเกจความเครียด เมื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยกับทฤษฎีของฮิคซ์ (Hicks) ปรากฏว่า กรณีที่ ๑ การเสริมตามทฤษฎีของฮิคซ์ใช้ได้ดีเมื่อความหนาของการเสริมเท่ากับความหนาของถังความดัน ซึ่งให้ความเค้นสูงสุดสูงขึ้นเพียงร้อยละ ๓.๔ จากความเค้นสูงสุดเมื่อไม่มีการเจาะรู ส่วนกรณีที่ ๒ การกระจายความเค้นรอบรูเสริมกลับกันกับทฤษฎีของฮิคซ์ และให้ความเค้นสูงสุดสูงเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ ๓.๐ จากความเค้นสูงสุดเมื่อไม่มีการเจาะรู จากผลการวิจัยดังกล่าวได้สมการสำหรับออกแบบการเสริมรูวงรีในถังความดันทรงกระบอกให้มีความเค้นสูงสุดรอบรูสูงขึ้นเล็กน้อยจากความเค้นสูงสุดเมื่อไม่มีการเจาะ

Thesis Title Stress Concentration Around Reinforced Elliptical Holes in Cylindrical Pressure Vessels.

Name Mr. Chamroon Tantipisalkul

Thesis Advisor Dr. Harit Sutabutr

Academic Year 1977.

ABSTRACT

This investigation studies the stress concentration around reinforced elliptical holes in cylindrical pressure vessels. The reinforced holes are studied in two cases. Case 1, reinforcement of elliptical hole having small curvature. Case 2, reinforcement of elliptical hole having large curvature. The strain gages are used in measuring stress around the holes. The experimental result compared with the theory predicted by Hicks showed that in case 1, the effect of the reinforcement predicted by Hicks is confirmed when its thickness equals to the vessel thickness, the maximum stress being 3.4 per cent greater than the maximum stress with no hole. In case 2, stress distribution around reinforced hole contradicts Hicks' prediction, but gives the maximum stress increases by only 3.0 per cent from the maximum stress with no hole. The experimental results yield design formulae for reinforcement of elliptical holes in cylindrical pressure vessels.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ดี ผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.หริส สูตะบุตร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้แนวความคิดและคำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย บริษัทอุตสาหกรรมถังแก๊ส จำกัด ซึ่งได้อนุเคราะห์ถังทดสอบ คุณสุวัฒน์ เรียบร้อยเจริญ ซึ่งให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย คุณสุริยันต์ จันทรสา ซึ่งได้จัดทำถังทดสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์ ซึ่งได้กรุณาช่วยในการสั่งเกจความเครียดและให้กำลังใจมาตลอด คุณวราภรณ์ ไชสวริยชิปัติ ที่ได้ช่วยบัดกรีสายต่อฟอยล์เกจ ตลอดจนเพื่อน ๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือแนะนำต่าง ๆ และ คุณชาลินี ผดุงวิทยากร ที่ได้ช่วยพิมพ์งานวิจัย

สารบัญ

หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย . . . . . ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ . . . . . ค
กิตติกรรมประกาศ . . . . . ง
รายการตารางประกอบ . . . . . ฉ
รายการรูปประกอบ . . . . . ช
สัญลักษณ์ . . . . . ซ
บทที่
1.บทนำ 1
2.การกระจายความเค้นรอบรูวงรีในแผ่นความเค้น 3
3.รูวงรีเสริมเหล็กในแผ่นความเค้น 8
4.การวิจัย 11
5.ผลการวิจัย 18
6.การอภิปรายผลการวิจัย 26
7.สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ 27
บรรณานุกรม 29
ภาคผนวก 31
ประวัติการศึกษา 75

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1.	การแปรเปลี่ยนความเค้นรอบรูวงรี	7
2.	การแปรเปลี่ยนของ A_R/ah รอบรูเมื่อ $\omega = 0.3$	10
3.	การแปรเปลี่ยนความเค้นรอบรูวงรีเสริมเหล็กในแผ่นความเค้น	10
4.	ขนาดรูเจาะและการเสริม	14
5.	ค่าความเครียดตามแนวยาว	19
6.	ค่าความเครียดตามแนวเส้นรอบวง	20
7.	ความเค้นรอบรูวงรีเสริมเหล็กในถังความดันทรงกระบอก	21

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1.	พิกัดอีลิพทิก	3
2.	ความเค้นรอบรูวงรีในแผ่นความเค้น	3
3.	แนวการเจาะรูวงรีในถังความดัน	6
4.	การเสริมรูวงรีในแผ่นความเค้นที่เกิดขึ้นในถังความดัน	8
5.	ถังทดสอบ	14
6.	รูวงรีเสริมเหล็กในถังความดันทรงกระบอก	15
7.	อุปกรณ์การทดลอง	16
8.	แสดงตำแหน่งการติดเกจรอบรูเสริมเหล็ก	17
9.	เกจความเครียด	17
10.	การแปรเปลี่ยนความเค้นรอบรูวงรีเสริมเหล็กในถังความดันทรงกระบอก เมื่อ $A_R = 0.56ah$	22
11.	การแปรเปลี่ยนความเค้นรอบรูวงรีเสริมเหล็กในถังความดันทรงกระบอก เมื่อ $A_R = 0.706ah$	23
12.	การกระจายความเค้นรอบรูวงรีเสริมเหล็กในถังความดันทรงกระบอก	24
13.	ตัวประกอบการรวมจุดความเค้น	25

สัญลักษณ์

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A_R	พื้นที่ภาคตัดของการเสริม
E	โมดูลัสของการยืดหยุ่น
K	ตัวประกอบการรวมจุดความเค้น
L_R	ความกว้างของแผ่นเสริม
a,b	ความยาวครึ่งแกนยาวและครึ่งแกนสั้นของรูวงรี
c	ระยะโฟกัสร่วมของคอนโฟคอล–อีลีพและคอนฟอคอล–ไฮเพอโบล่า
h	ความหนาของถังความดัน
k	อัตราส่วนแกนยาวต่อแกนสั้นของรูวงรี
n	อัตราส่วนของความเค้นหลักในถังความดันทรงกระบอก
p	ความดันภายในถังความดัน
t_R	ความหนาของแผ่นเสริม
x	ระยะจากจุดศูนย์กลางของรูวงรีไปตามแนวแกนยาวของรู
β	มุมเอ็คเซ็นทริคของวงรี
ω	พารามิเตอร์ของการเสริมรูวงรี
μ	อัตราส่วนปัวซองของวัสดุ
ϕ	มุมระหว่างแกนยาวของรูวงรีกับ σ_1
ϵ_L, ϵ_c	ความเครียดในแนวยาวและแนวเส้นรอบวงของถังความดัน
σ_1, σ_2	ความเค้นหลักในแผ่นราบ
σ_L, σ_c	ความเค้นหลักในแนวยาวและแนวเส้นรอบวงของถังความดัน
σ_t, σ_t'	ความเค้นที่สัมผัสรอบรูวงรีและรูวงรีเสริมเหล็ก