สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

วิทยานิพนธ์นี้มีเป้าหมายคือ การระบุลักษณะรอยร้าวเอียง (ความยาวและมุมเอียงของรอยร้าว) บนชิ้นทดสอบ MT ด้วยหลักการความต่างศักย์ตกคร่อม โดยเส้นโค้งสอบเทียบได้จากผลคำนวณของโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ที่ประดิษฐ์ขึ้น

โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ที่ประดิษฐ์ ใช้เอลิเมนต์แบบสามเหลี่ยม 3 จุดต่อ โดยดัดแปลงโปรแกรมสำหรับปัญหาความร้อน [26] ให้สอดคล้องกับตัวแปร และเงื่อนไขขอบเขต ในปัญหาการนำไฟฟ้าของตัวนำ [8] ของปัญหาศักย์ไฟฟ้า การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมแบ่งเป็นสองกรณี คือ การตรวจสอบรายละเอียดโปรแกรม ใช้การเปรียบเทียบความต่างศักย์ที่คำนวณจากโปรแกรมกับกฎของโอห์มบนชิ้นทดสอบไม่มีรอยร้าว และการตรวจสอบอิทธิพลของ Singularity ตรงปลายรอยร้าว ที่มีต่อการเลือกใช้เอลิเมนต์ โดยเปรียบเทียบความต่างศักย์ไร้หน่วยที่คำนวณจากโปรแกรมกับ Johnson's Formula บนชิ้นทดสอบที่มีรอยร้าวแบบไม่เอียง ผลการตรวจสอบพบว่าบนชิ้นทดสอบไม่มีรอยร้าว ความต่างศักย์ที่คำนวณจากโปรแกรมสอดคล้องกับความต่างศักย์ที่ได้จากกฎของโอห์ม และพบว่าการใช้เอลิเมนต์แบบสามเหลี่ยม 3 จุดต่อ ส่งผลต่อความผิดพลาดของความต่างศักย์ไร้หน่วยตรงจุดวัดความต่างศักย์ไม่มาก

จากเส้นโค้งสอบเทียบของปัญหารอยร้าวเอียง พบว่า V/V_r เพียงค่าเดียวไม่สามารถระบุลักษณะรอยร้าวเอียง จึงต้องเพิ่มจุดวัดความต่างศักย์ ในวิทยานิพนธ์นี้เสนอวิธีระบุลักษณะรอยร้าวเอียงสองวิธี คือ วิธีแรกเพิ่มจุดวัดความต่างศักย์ตามแนวแกนที่ตั้งฉากกับแกนป้อนกระแสไฟฟ้า $\left(I_y - V_y; I_y - V_x\right)$ วิธีที่สอง ป้อนกระแสไฟฟ้าบนแกน y วัดความต่างศักย์ตามแนวแกน y และเปลี่ยนแกนป้อนกระแสไฟฟ้าเป็นบนแกน x วัดความต่างศักย์ตามแนวแกน x

วิธีแรก สร้างเส้นโค้งสอบเทียบ $I_y - V_y$ และเส้นโค้งสอบเทียบ $I_y - V_x$ เมื่อแทนค่า V_y/V_r ในเส้นโค้งสอบเทียบ $I_y - V_y$ จะได้จำนวนของ a/w ตามจำนวน θ ของเส้นโค้งสอบเทียบ $I_y - V_y$ และเมื่อแทนค่า V_x ในเส้นโค้งสอบเทียบ $I_y - V_x$ จะได้จำนวนของ a/w ตามจำนวน θ ของเส้นโค้งสอบเทียบ $I_y - V_x$ เมื่อนำคู่อันดับ $(a/w, \theta)$ ของเส้นโค้ง $I_y - V_y$ และ $I_y - V_x$ มาสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง a/w กับ θ จะได้เส้นกราฟที่มีลักษณะเหมือนกัน (โค้ง

ขึ้น) ทำให้เกิดจุดตัดที่บ่งบอกลักษณะรอยร้าวเอียง วิธีนี้มีข้อเสียตรงที่เส้นโค้งสอบเทียบ $I_y - V_x$ ไม่สามารถ Normalize ได้ ดังนั้นเส้นโค้งสอบเทียบจึงอิงกับคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุ ขนาดกระแสไฟฟ้า เป็นต้น และลักษณะเส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง a/w กับ θ ที่มีลักษณะโค้งขึ้นเหมือนกัน บางครั้งจึงเกิดจุดตัดมากกว่าหนึ่งจุด ทำให้ไม่สามารถระบุลักษณะรอยร้าวเอียงได้

วิธีที่สอง สร้างเส้นโค้งสอบเทียบ $I_y - V_y$ และเส้นโค้งสอบเทียบ $I_x - V_x$ วิธีนี้ใช้การสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง a/w กับ θ เพื่อหาจุดตัดเช่นเดียวกับวิธีแรก แต่วิธีนี้เส้นโค้งสอบเทียบ $I_x - V_x$ สามารถ Normalize ดังนั้นวิธี $I_y - V_y; I_x - V_x$ จึงไม่ขึ้นกับคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุ ขนาดกระแสไฟฟ้า เป็นต้น และลักษณะเส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง a/w กับ θ มีลักษณะต่างกัน ($I_y - V_y$ โค้งขึ้น และ $I_x - V_x$ โค้งลง) จึงทำให้เกิดจุดตัดของเส้นกราฟเพียงจุดเดียว

เมื่อประยุกต์เส้นโค้งสอบเทียบของวิธี $I_y - V_y; I_x - V_x$ กับรอยร้าวแบบซับซ้อนที่กำหนด (รูปที่ 4.15) พบว่าค่า Stress intensity factor ที่คำนวณได้ น้อยกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริง (ค่าที่ได้จากคู่มือ) และค่าที่ได้จากมาตรฐาน API 579 ดังนั้นการใช้วิธีการ $I_y - V_y; I_x - V_x$ เพื่อประเมินความรุนแรงในเนื้อวัสดุที่มีรอยร้าวซับซ้อนดังที่กำหนด จะไม่ปลอดภัย เพราะประเมินความรุนแรงในเนื้อวัสดุได้ต่ำกว่าค่าจริงที่เกิดขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรหาผลเฉลยในช่วงที่ a/w น้อยกว่า 0.1 และมากกว่า 0.7 ผลเฉลยในช่วงที่ θ น้อยกว่า 10 องศา และมากกว่า 80 องศา เพราะการหาลักษณะรอยร้าวตรงบริเวณขอบช่วงของเส้นโค้งสอบเทียบ จะมีการประมาณค่านอกช่วงของ a/w (ได้จากการแทนค่า V/V_r ในเส้นโค้งสอบเทียบ) ทำให้มีความผิดพลาดสูง

2. ศึกษาความแม่นยำในการระบุลักษณะรอยร้าวเอียงด้วยวิธี $I_y - V_y; I_x - V_x$ เมื่อเปลี่ยนเป็นการป้อนกระแสไฟฟ้าที่จุดเดียว (จากเดิมที่ป้อนแบบกระจายสม่ำเสมอ)

3. วิเคราะห์หาตำแหน่งจุดวัดความต่างศักย์ที่เหมาะสมที่สุด (ระหว่างพารามิเตอร์ ความแม่นยำ, ความไว, การทำซ้ำได้ และ การสามารถวัดได้) สำหรับการประดิษฐ์เครื่องมือตรวจวัดรอยร้าว

4. ประยุกต์วิธีระบุลักษณะรอยร้าวเอียงที่เสนอในวิทยานิพนธ์กับกรณีชิ้นทดสอบรูปร่างอื่นที่มีรอยร้าวเอียง