สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

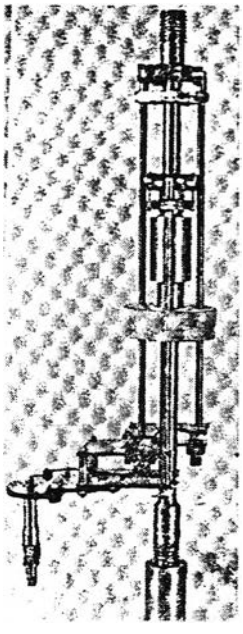
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

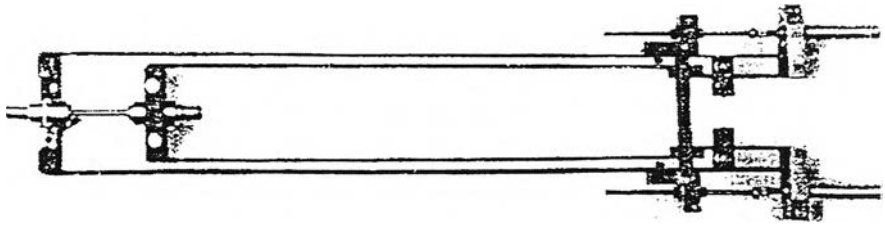
ชิ้นส่วนทางวิศวกรรมหลายชนิดจำเป็นต้องทำงานที่อุณหภูมิสูงและรับภาระพร้อมกัน เนื่องจากปัจจัยทางวิศวกรรม เช่น ความต้องการประสิทธิภาพเชิงความร้อน (thermal efficiency) ที่สูงขึ้น ตัวอย่างของชิ้นส่วนนี้ได้แก่ ใบพัดของกังหันก๊าซที่ถูกกระทำด้วยแรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากการหมุนของเพลาที่อุณหภูมิมากกว่า 2000 K (*1*) ชิ้นส่วนที่รับภาระ ณ อุณหภูมิสูง โดยเฉพาะที่อุณหภูมิมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ของจุดหลอมเหลว (*1*) วัสดุจะเกิดการเสียรูปที่เรียกว่า "การเสียรูปคืบ (creep deformation)" การเสียรูปคืบนี้เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่จำกัดอายุใช้งาน (service life) ของชิ้นส่วน ยกตัวอย่างเช่น การออกแบบใบพัดของกังหันไอน้ำจะต้องควบคุมขนาดของการเสียรูปคืบของใบพัดไม่ให้เกินเคลียแรนซ์ระหว่างใบพัดกับตัวเรือน (casing) ภายในระยะเวลาใช้งานออกแบบ เป็นต้น การออกแบบเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายคืบจำเป็นต้องทราบสมบัติการคืบของวัสดุ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับอายุการคืบที่อุณหภูมิต่างๆ ความเครียดแตกหัก (rupture strain) ที่ความเค้นและอุณหภูมิต่างๆ เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะทำให้ผู้ออกแบบกำหนดความเค้นที่ยอมรับได้ (allowable stress) ในการออกแบบชิ้นส่วนให้มีอายุใช้งานเท่าที่ต้องการ และคำนวณขนาดการเสียรูปคืบหลังจากชิ้นส่วนถูกใช้งานไประยะหนึ่ง การออกแบบที่อาศัยข้อมูลการคืบจะช่วยลดค่าใช้จ่ายเนื่องจากการเผื่อขนาดชิ้นส่วนเกินความจำเป็น และใช้ในการประเมินระยะเวลาการซ่อมบำรุงชิ้นส่วนและอุปกรณ์ นอกจากนี้ข้อมูลการคืบของวัสดุที่ผ่านการใช้งานมาแล้วยังสามารถใช้ในการประเมินอายุใช้งานที่เหลือของชิ้นส่วนได้

การทดสอบการคืบเพื่อหาสมบัติการคืบของวัสดุจะมีการวัดระยะเคลื่อนตัวของชิ้นงานที่เวลาต่างๆจนกระทั่งชิ้นงานทดสอบขาด หลักการวัดระยะเคลื่อนตัวของชิ้นงานแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ วิธีสัมผัสชิ้นงาน (contact method) และ วิธีที่ไม่สัมผัสชิ้นงาน (non-contact method) สำหรับการวัดที่สัมผัสชิ้นงานจะมีกลไกหรือทรานสดิวเซอร์ (transducer) ยึดอยู่บนชิ้นงาน และเคลื่อนที่ตามชิ้นงาน สำหรับการวัดที่ไม่สัมผัสชิ้นงานจะไม่มีกลไกหรือทรานส์ดิวเซอร์ติดตั้งกับชิ้นงาน แต่ที่ตำแหน่งเริ่มต้นและสิ้นสุดของความยาวเกจจะทำเครื่องหมายอ้างอิงไว้เพื่อให้อุปกรณ์ตรวจจับทราบการเปลี่ยนแปลงความยาวเกจ (หรือระยะห่างระหว่างเครื่องหมายอ้างอิง) วิธีที่ไม่สัมผัสชิ้นงานนี้มีข้อดีหลายประการ เช่น ไม่สร้างความเค้นหนาแน่น (stress concentration) ที่ชิ้นงาน ณ บริเวณติดตั้ง และมีความแม่นยำสูง

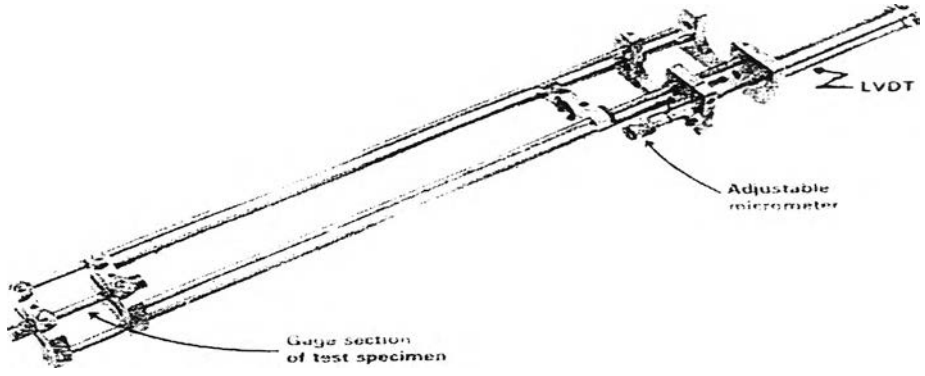
เนื่องจากเครื่องทดสอบการคืบของห้องปฏิบัติการวิจัยใช้เตาปิดทึบทำให้ต้องใช้อุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวที่สัมผัสชิ้นงาน หลักการวัดที่นิยมใช้คือ ถ่ายโอนระยะเคลื่อนตัวของชิ้นงานไปยังทรานส์ดิวเซอร์ที่อยู่ภายนอกเตาทำให้เลือกใช้ทรานส์ดิวเซอร์ได้หลายชนิดแก่ ไมโครมิเตอร์ ไดอัลเกจ, LVDT. capacitance และทรานส์ดิวเซอร์ที่มีเกจความเครียดเป็นส่วนประกอบ เป็นต้น แต่เพื่อให้การจัดเก็บข้อมูลเป็นแบบอัตโนมัติทรานส์ดิวเซอร์ทางกลเช่น ไมโครมิเตอร์ และไดอัลเกจ จึงไม่ถูกนำมาใช้ในปัจจุบันแล้ว สำหรับกลไกถ่ายโอนแบ่งได้ 2 แบบ แบบแรกกลไกถ่ายโอนจะสอดผ่านช่องเปิดด้านล่างของเตา วิธีนี้เหมาะกับเตาที่ไม่มีช่องเปิดด้านข้าง ตัวอย่างของกลไกแบบนี้แสดงอยู่ในรูปที่ 1.1 ถึง 1.3 และแบบที่สอง กลไกจะสอดผ่านผนังด้านข้างของเตา วิธีนี้เหมาะกับเตาที่มีช่องเปิด (ขนาดเล็ก) ที่ด้านข้างของเตา หรือกรณีที่ให้ความร้อนกับชิ้นงานด้วยขดลวดเหนี่ยวนำ (induction coil) ตัวอย่างของกลไกแบบนี้แสดงอยู่ในรูปที่ 1.4 กลไกถ่ายโอนแบบสอดผ่านผนังด้านข้างของเตาเป็นที่นิยมมากกว่าในปัจจุบัน เพราะระยะระหว่างจุดที่วัดระยะเคลื่อนตัวกับทรานส์ดิวเซอร์น้อยกว่ากรณีสอดผ่านช่องเปิดด้านล่างของเตา ทำให้ความผิดพลาดเนื่องจากการถ่ายโอนระยะเคลื่อนตัวน้อยกว่า อย่างไรก็ดี เตาของเครื่องทดสอบของห้องปฏิบัติการวิจัยไม่มีช่องเปิดที่ผนังด้านข้างจึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่กลไกถ่ายโอนสอดผ่านช่องเปิดด้านล่างของเตา



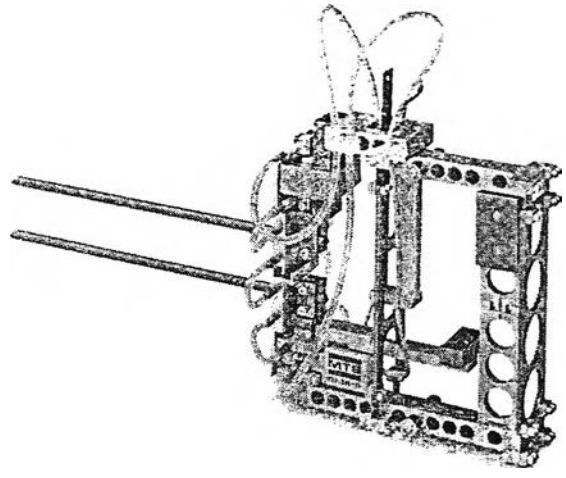
รูปที่ 1.1 อุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวแบบสอดผ่านช่องเปิดด้านล่างเตา (*2*)



รูปที่ 1.2 อุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวแบบสอดผ่านช่องเปิดด้านล่างเตา (*3*)



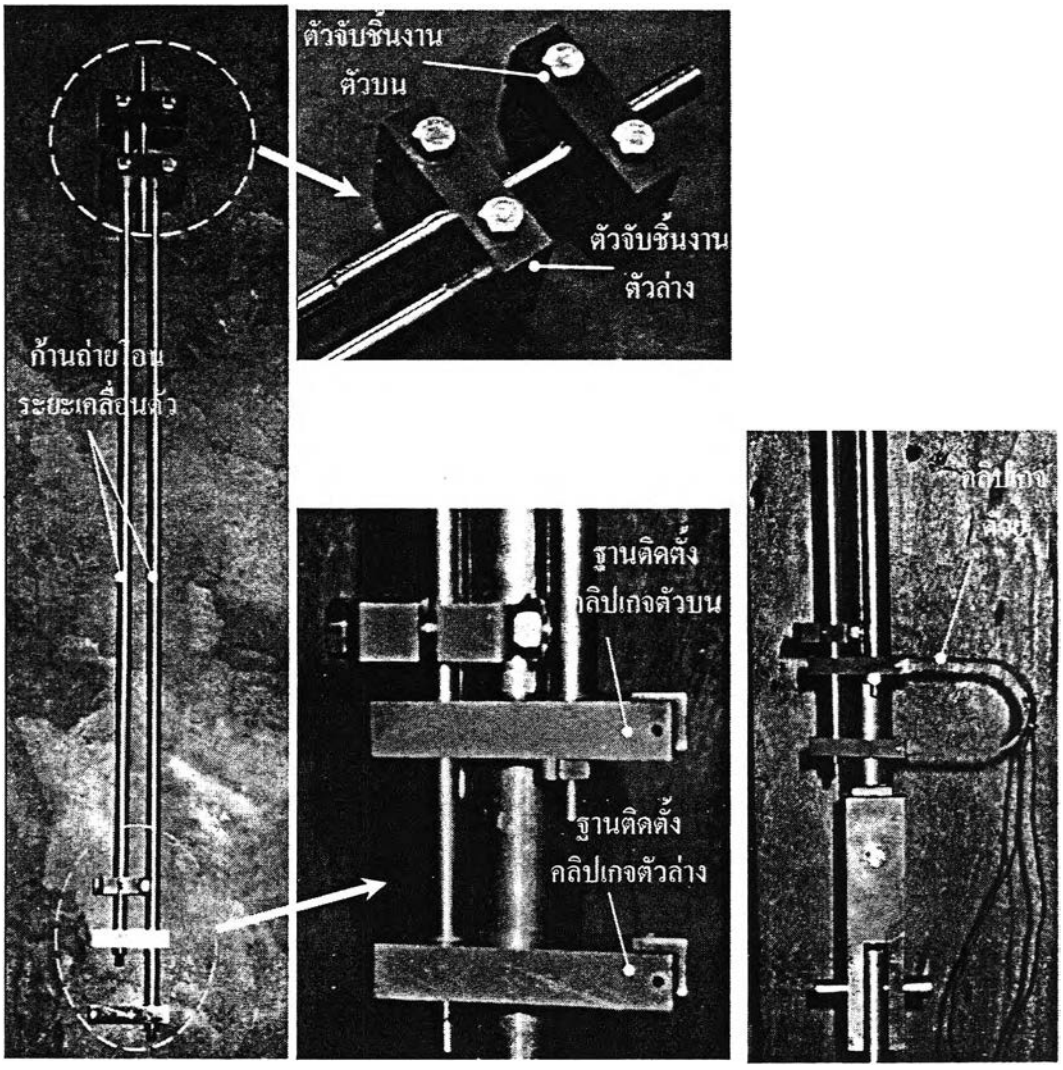
รูปที่ 1.3 อุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวแบบสอดผ่านช่องเปิดด้านล่างเตา (*1*)



รูปที่ 1.4 อุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวแบบสอดผ่านด้านข้างเตา (*4*)

อุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวแบบต่าง ๆ ที่กล่าวไปนั้นมีราคาสูง และเมื่อพิจารณาร่วมกับธรรมชาติของการทดสอบการคืบที่ต้องใช้เครื่องทดสอบหลายเครื่อง ดังนั้นค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเครื่องมือวัดจะเพิ่มสูงตามไปด้วย เงื่อนไขนี้ทำให้เกิดความจำเป็นในการพัฒนาอุปกรณ์ชนิดนี้ขึ้นเอง

จิรพงศ์ (5) ได้พัฒนาอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวตามแนวแกนของชิ้นงานตามแนวความคิดของอุปกรณ์ในรูปที่ 1.1 ถึง 1.3 ลักษณะของอุปกรณ์ดันแบบแสดงอยู่ในรูปที่ 1.5 อุปกรณ์จะติดตั้งกับชิ้นงานด้วยการบีบรัดของสลักเกลียว กลไกถ่ายโอนระยะเคลื่อนตัวคือ เพลากลมสองอันเคลื่อนที่สัมพัทธ์กัน และสอดผ่านช่องเปิดด้านล่างเตา ทรานส์ดิวเซอร์ที่ใช้คือ คานตัวยูที่ติดเกจความเครียด อย่างไรก็ดี อุปกรณ์ที่ออกแบบยังมีข้อบกพร่องหลายประการ เช่น ขาดกลไกจำกัดระยะเคลื่อนตัวของทรานส์ดิวเซอร์, ไม่สามารถชดเชยการเสียรูปของชิ้นงานเนื่องจากโมเมนต์ดัดที่เกิดจากการเยื้องศูนย์ของแรงดึงชิ้นงาน เป็นต้น



รูปที่ 1.5 อุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวต้นแบบ (*5*)

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้ออกแบบอุปกรณ์สำหรับวัดระยะเคลื่อนตัวตามแนวแกนของชิ้นงานทรงกระบอกโดยใช้หลักการถ่ายโอนระยะเคลื่อนตัวของชิ้นงานไปยังทรานส์ดิวเซอร์ที่อยู่นอกเตา การออกแบบจะเริ่มจากการวิเคราะห์ข้อบกพร่องของอุปกรณ์ต้นแบบ จากนั้นหาวิธีแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้น นอกจากนี้ยังออกแบบเครื่องมือสอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัว สุดท้ายเป็นการทดสอบการทำงานและวิเคราะห์ความแม่นยำของอุปกรณ์ที่สร้าง

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของวิทยานิพนธ์

วัตถุประสงค์และขอบเขตของวิทยานิพนธ์ มีดังนี้

1. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวสำหรับใช้ทดสอบการคืบของชิ้นงานทรงกระบอกความยาวเกจ 55 มม ภายใต้ภาระดึงแนวแกน

2. ออกแบบและสร้างเครื่องมือสอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัว

3. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์โดยนำไปใช้ในการทดสอบการคืบ

1.3 วิธีดำเนินงาน

วิธีดำเนินงาน มีดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับ การทดสอบการคืบของวัสดุและอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัว

2. ออกแบบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวและเครื่องมือสอบเทียบ

3. สร้างอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวและเครื่องมือสอบเทียบ

4. สอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวและเครื่องมือสอบเทียบ

5. ประยุกต์อุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวกับการทดสอบการคืบ

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ลดค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องมือของต่างประเทศได้

2. สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวได้