สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การสอบเทียบ และการใช้งานอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัว

ในบทนี้จะนำเสนอขั้นตอนและผลการสอบเทียบอุปกรณ์ที่สร้าง โดยแบ่งออกเป็น 1) การสอบเทียบคลิปเกจ 2) การสอบเทียบเครื่องสอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัว 3) การสอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัว จากนั้นจะกล่าวถึงการนำอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวที่สร้างไปใช้ในการทดสอบการคืบ และผลการทดสอบที่ได้

4.1 การสอบเทียบคลิปเกจ

จุดประสงค์การสอบเทียบคลิปเกจคือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะแอ่นตัวของปลายอิสระของคลิปเกจ δ_{clip} กับความเครียดที่เกิดขึ้นบนคลิปเกจ ε_{clip}

4.1.1 ขั้นตอนการสอบเทียบ

1) ติดตั้งคลิปเกจบนเครื่องมือสอบเทียบ (รูปที่ 4.1)

2) ต่อสายไฟจากคลิปเกจเข้ามิเตอร์วัดความเครียด (รูปที่ 4.2) ตามตำแหน่งที่คู่มือใช้งานระบุ 2 เส้น สำหรับแรงดันป้อน และ อีก 2 สาย สำหรับแรงดันขาออก เข้ากับมิเตอร์ความเครียดมาตรฐาน

3) หมุนด้ามจับบนเครื่องมือสอบเทียบ เพื่อปรับระยะปลายอิสระคลิปเกจจนกระทั่งเคลียร์แรนซ์ (clearance) ระหว่างจุดต่อระหว่างคลิปเกจกับเครื่องมือสอบเทียบหมดไป

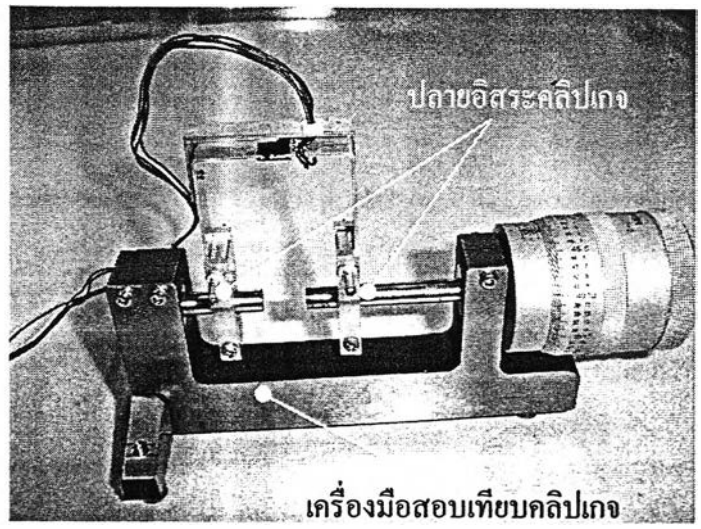
4) อ่านตำแหน่งของก้านไมโครมิเตอร์ที่ด้ามไมโครมิเตอร์ และอ่านค่าความเครียดจากมิเตอร์ความเครียด แล้วบันทึกผล

5) หมุนด้ามไมโครมิเตอร์ในทิศตามเข็มนาฬิกา 180 องศา (จะได้ระยะทาง 0.25 นิ้ว หรือ 0.635 มม ในทิศทางที่บีบคลิปเกจ) อ่านตำแหน่งที่ด้ามไมโครมิเตอร์ และอ่านความเครียดจากมิเตอร์ความเครียด แล้วบันทึกผล

6) ทำขั้นตอนที่ 5 ซ้ำ จนกระทั่งคลิปเกจเคลื่อนที่เข้าหากันได้เท่ากับช่วงการใช้งานที่ออกแบบไว้

7) หมุนด้านไมโครมิเตอร์เพื่อให้คลิปเกจกลับสู่สภาพเริ่มต้นแล้วถอดคลิปเกจออก

8) ทำข้อที่ 1-7 ซ้ำจนครบ 5 ครั้ง แล้วเปลี่ยนคลิปเกจ

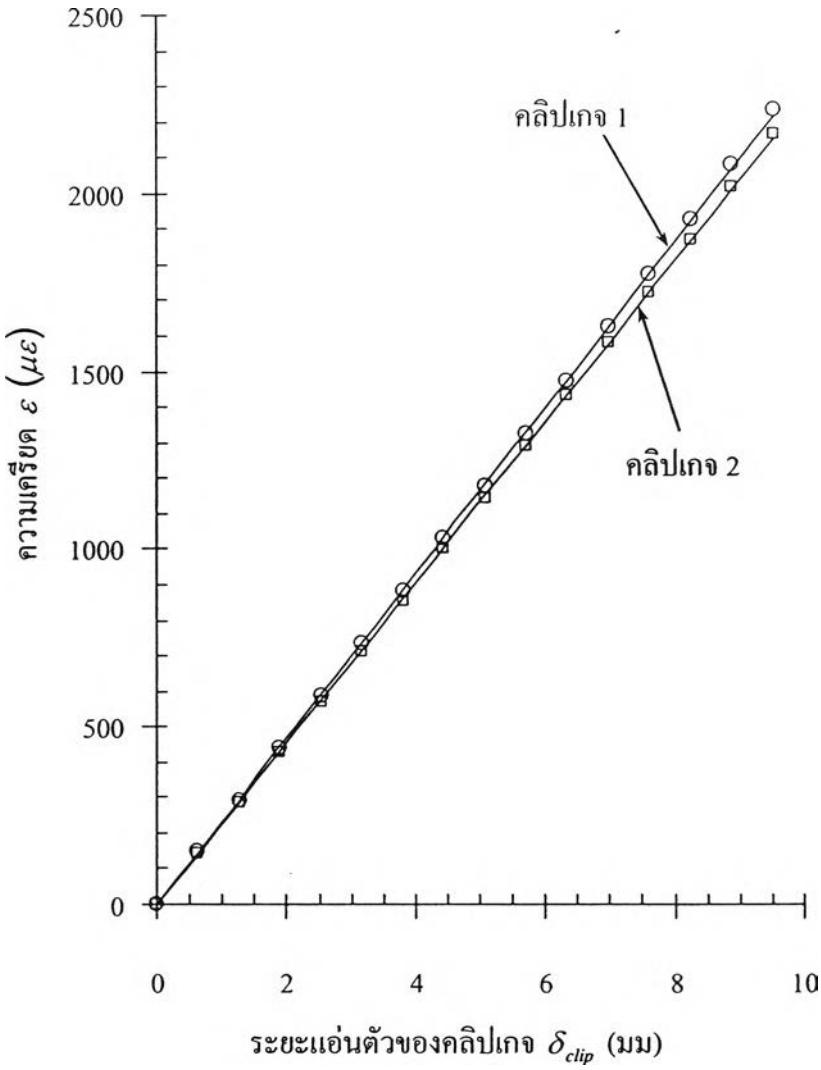


รูปที่ 4.1 การติดตั้งคลิปเกจบนเครื่องมือสอบเทียบ

รูปที่ 4.2 มิเตอร์ความเครียด (ยี่ห้อ Tokyo Sekki รุ่น TC-31K ความละเอียด 1 $\mu\varepsilon$)

4.1.2 ผลการสอบเทียบ

คลิปเกจที่นำมาสอบเทียบมีสองตัว ในที่นี้เรียกว่า คลิปเกจ 1 และ คลิปเกจ 2 ข้อมูลการสอบเทียบแสดงอยู่ในภาคผนวก จ ตารางที่ จ.1 และ ตารางที่ จ.4 ตามลำดับ รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความเครียดจากการสอบเทียบ 5 ครั้ง กับระยะแอ่นตัวของคลิปเกจ จากรูปตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น และจากการวิเคราะห์การถดถอยกำลังสองน้อยที่สุด (*12*) จะได้ความไวเชิงกลของคลิปเกจหมายเลข 1 และหมายเลข 2 คือ 233.3 $\mu\varepsilon/mm$ และ 226.6 $\mu\varepsilon/mm$ ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 ผลการสอบเทียบคลิปเกจหมายเลข 1 และ 2

4.2 การสอบเทียบเครื่องสอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัว

จุดประสงค์ของการสอบเทียบเครื่องสอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวคือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ของฐานเคลื่อนที่กับซึ่งกำหนดโดยขนาดสัมพัทธ์ของเกจบล็อกกับค่าที่อ่านจากไดอัลเกจ

4.2.1 ขั้นตอนการสอบเทียบ

1) ติดตั้งอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวเข้ากับเครื่องสอบเทียบ

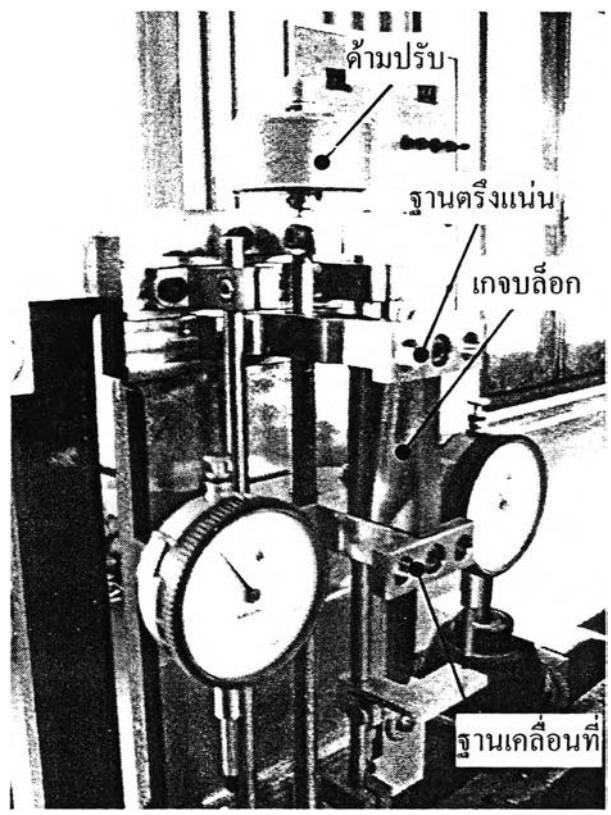
2) วางเกจบล็อกขนาด 2.17 นิ้ว (55.118 มม) [1] ระหว่างฐานที่ยึดอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัว ดังแสดงในรูปที่ 4.4

3) หมุนที่จับของเครื่องมือสอบเทียบจนกระทั่งแท่นจับยึดฯ แนบกับเกจบล็อก (ผู้สอบเทียบต้องควบคุมแรงที่บีบเกจบล็อกให้มีขนาดเหมาะสม และคงที่เท่าที่สามารถทำได้)

4) อ่านค่าที่ไดอัลเกจตัวซ้ายมือ และตัวขวามือ

5) ทำข้อที่ 2-4 ซ้ำแต่เปลี่ยนเกจบล็อกที่มีขนาดใหญ่ขึ้น (2.2, 2.27, 2.3, 2.35, 2.4, 2.44, 2.46, 2.49 2.52, 2.55 นิ้ว ตามลำดับ)

6) ทำข้อที่ 2-5 ซ้ำ 4 ครั้ง (หรือมากกว่า)



รูปที่ 4.4 การวางเกจบล็อกระหว่างแท่นจับยึดอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวในการสอบเทียบเครื่องสอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัว

---

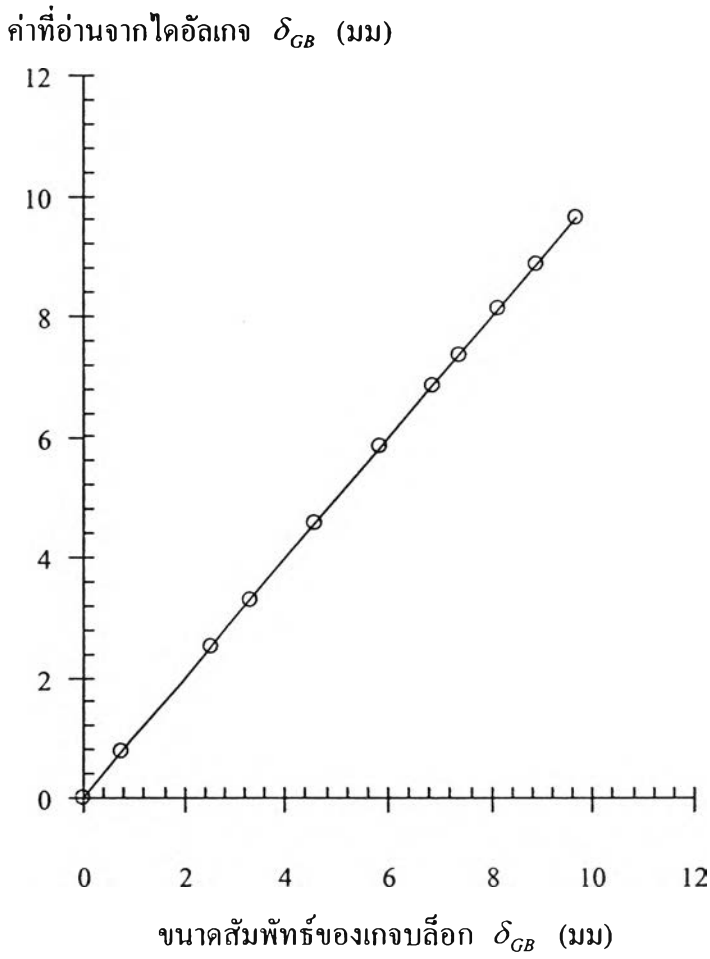
[1] เหตุผลที่เลือกเกจบล็อกขนาดนี้เพราะเท่ากับระยะเริ่มต้นระหว่างจุดที่อุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวจับยึดกับชิ้นงานทดสอบโดยประมาณ

4.2.2 ผลการสอบเทียบ

ข้อมูลการสอบเทียบเครื่องสอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวด้วยเกจบล็อก แสดงอยู่ในภาคผนวก ฉ ตารางที่ ฉ.1 รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ของฐานเคลื่อนที่ซึ่งอ่านจากไดอัลเกจ δ_{dial} และขนาดสัมพัทธ์ของเกจบล็อก δ_{GB}

ผลการวิเคราะห์กำลังสองน้อยที่สุดของข้อมูลระหว่าง δ_{actual} และ δ_{dial} (*12*) ในตารางที่ ฉ.1 คือ

$$\delta_{dial} = 0.999\delta_{GB} \tag{4.1}$$



รูปที่ 4.5 ผลการสอบเทียบเครื่องสอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัว

4.3 การสอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัว

การสอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวทำเพื่อ หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเคลื่อนตัวสัมพัทธ์ของฐานเคลื่อนที่ที่อ่านจากไดอัลเกจ δ_{dial} กับระยะเคลื่อนตัวของคลิปเกจ δ_{dial} ความสัมพันธ์นี้จะถูกใช้งานร่วมกับสมการที่ (4.1) ในการคำนวณหาระยะยืดของชิ้นงานทดสอบ นอกจากนี้ยังบอกความแม่นยำของกลไกถ่ายโอนระยะเคลื่อนตัวอีกด้วย

4.3.1 ขั้นตอนการสอบเทียบ

1) ติดตั้งเครื่องสอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวในแนวดิ่ง (รูปที่ 4.6)

2) ติดตั้งอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวเข้ากับเครื่องมือสอบเทียบ โดยให้ตำแหน่งของตัวจับยึดตัวบนจะประกบกับฐานตรึงแน่น และตัวจับยึดตัวล่างประกบกับฐานเคลื่อนที่ (รูปที่ 4.6)

3) หมุนด้ามจับจนกระทั่งระยะห่างระหว่างฐานตรึงแน่นกับฐานเคลื่อนที่ เท่ากับ 55 มม (ความยาวเกจเริ่มต้น)

4) ติดตั้งคลิปเกจ 1 และ 2 บนที่รองรับคลิปเกจ และต่อสายเข้ามิเตอร์ความเครียด

5) หมุนด้ามจับเพื่อเลื่อนฐานเคลื่อนที่ลงจากตำแหน่งเดิมเล็กน้อยเพื่อกำจัดเคลียร์แรนซ์ที่จุดติดตั้งคลิปเกจ ในที่นี้ถือว่าตำแหน่งนี้เป็นตำแหน่งเริ่มต้นการเก็บข้อมูล

6) อ่านไดอัลเกจตัวซ้ายมือและขวามือ และความเครียดของคลิปเกจ 1 และ 2

7) หมุนด้ามจับเพื่อเลื่อนฐานเคลื่อนที่ลงอีกเล็กน้อย ในที่นี้ระยะการปรับจะยึดตามค่าที่อ่านจากไดอัลเกจตัวขวามือ (เพื่อให้การทดสอบซ้ำมีตำแหน่งเก็บข้อมูลใกล้เคียงกัน)

8) อ่านค่าไดอัลเกจตัวซ้ายมือ และความเครียดของคลิปเกจ 1 และ 2

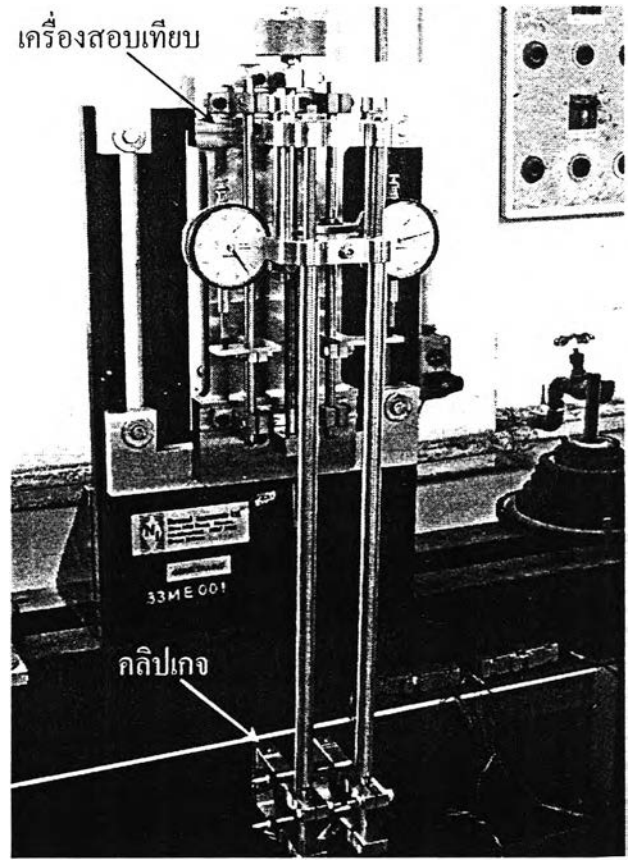
9) ทำข้อที่ 7-8 ซ้ำจนสุดระยะใช้งานของคลิปเกจ (ประมาณ 10 มม)

10) หมุนด้ามจับเพื่อปรับให้ฐานเคลื่อนที่เลื่อนกลับไปที่ตำแหน่งเริ่มต้น

11) ถอดคลิปเกจทั้งสองตัวออก

12) ทำข้อที่ 3-11 ซ้ำ 5 ครั้ง (หรือมากกว่า)

I22170030



รูปที่ 4.6 การติดตั้งอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวบนเครื่องมือสอบเทียบ

4.3.2 ผลการสอบเทียบ

ข้อมูลการสอบเทียบอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัว แสดงอยู่ในภาคผนวก ช ตารางที่ ช.1-ช.5 สำหรับการทดสอบครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 5 ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง δ_{dial} และ δ_{clip} ที่ได้เป็นแบบเชิงเส้น ซึ่งมีสมการคือ

$$\delta_{clip} = 0.978\delta_{dial} \tag{4.2}$$

4.4 การใช้งานอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัว

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง การนำอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวไปใช้ในการทดสอบการคืบเพื่อตรวจสอบการทำงานของกลไก

4.4.1 รายละเอียดของการทดสอบ

ชิ้นงานทดสอบที่ใช้เป็นรูปทรงกระบอก มีเกลียวทั้งสองปลาย สำหรับยึดกับก้านดึงชิ้นงานทดสอบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ปลายคือ 10 มม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในช่วงความยาวเกจเท่ากับ 6 มม และความยาวเกจเท่ากับ 55 มม (ที่อุณหภูมิห้อง) วัสดุทดสอบในที่นี้คือ

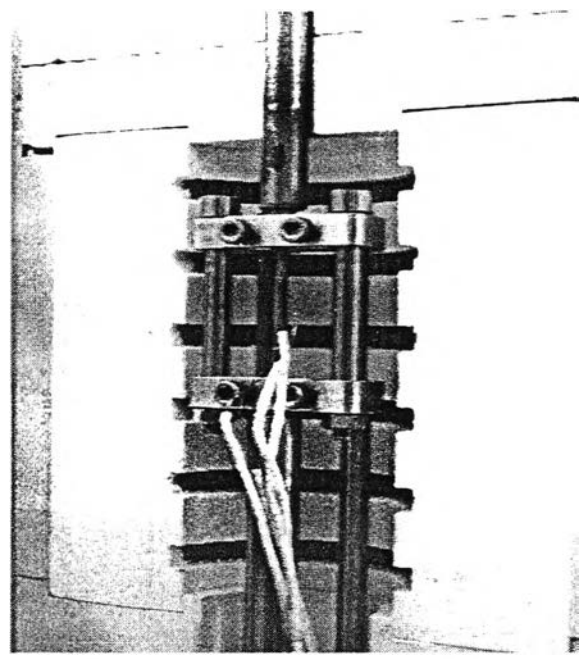
อุณหภูมิทดสอบคือ 350 องศาเซลเซียส การทดสอบจะถือว่าสิ้นสุดเมื่อชิ้นงานทดสอบขาด หรืออุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนที่ถึงพิสัยใช้งาน

การทดสอบเป็นแบบควบคุมภาระ (แรงดึงชิ้นงานมีขนาดคงที่) ขนาดของแรงดึงที่ใช้ทำให้เกิดความเค้นเริ่มต้นบนชิ้นงานทดสอบเท่ากับ 34.7, 27.7, 24.3 และ 8.7 MPa การติดตั้งอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวกับชิ้นงานทดสอบ แสดงอยู่ในรูปที่ 4.7

4.4.2 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบการคืบแสดงอยู่ในภาคผนวก ญ รูปที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบกรณีความเค้นเริ่มต้น 24.3 MPa แกนนอนแสดงเวลา ส่วนแกนตั้งแสดงระยะยืดของชิ้นงานทดสอบ จากรูปจะเห็นว่าจุดข้อมูลมีลักษณะต่อเนื่อง ซึ่งหมายความว่าชิ้นส่วนของอุปกรณ์เคลื่อนที่สัมพัทธ์กันได้โดยไม่ติดขัด เมื่อชิ้นงานทดสอบขาด อุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวจะเคลื่อนที่ต่อไปจนกระทั่งกลไกจำกัดระยะใช้งานรั้งไว้ จากรูปจะเห็นว่ากลไกจำกัดระยะใช้งานทำงานได้ตามที่ต้องการ

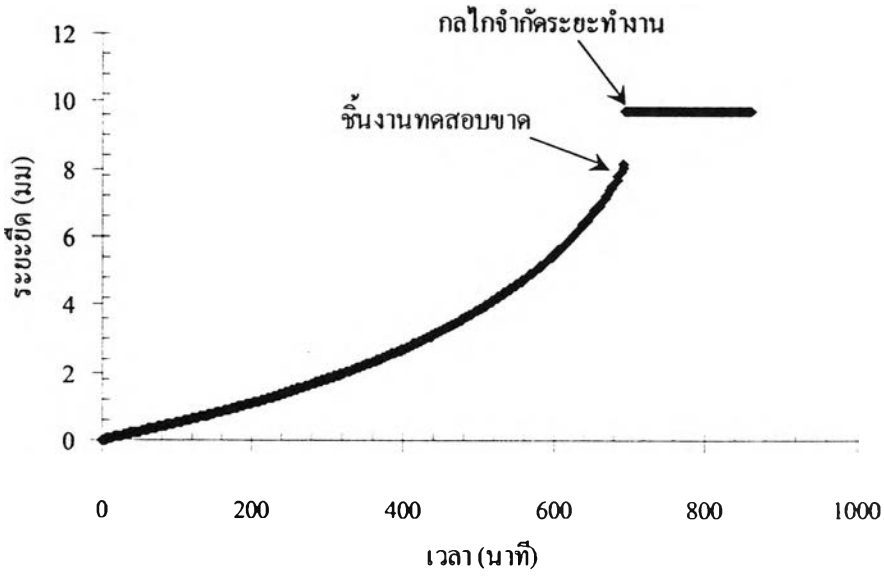
รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบที่ความเค้นเริ่มต้นต่าง ๆ จากรูปจะเห็นว่าอายุการคืบลดลงเมื่อความเค้นเริ่มต้นสูงขึ้น โดยข้อมูลดังกล่าวแสดงอยู่ในตารางที่ 4.1



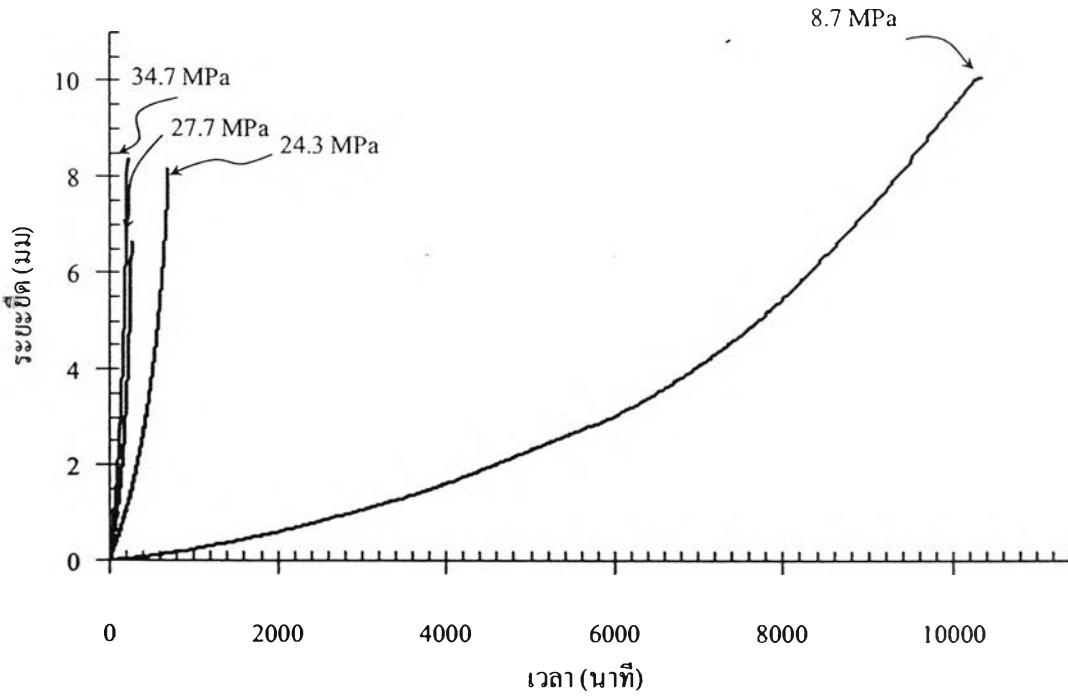
รูปที่ 4.7 การติดตั้งอุปกรณ์วัดระยะเคลื่อนตัวกับชิ้นงานทดสอบในเตา

ตารางที่ 4.1 อายุการคืบที่ความเค้นเริ่มต้นต่าง ๆ

ความเค้นเริ่มต้น (MPa)	อายุการคืบ (นาที)
8.7	10321
24.3	694
27.7	256
34.7	210



รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบการคืบของทองเหลือง ที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส และความเค้นเริ่มต้น 24.3 MPa



รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบการคืบของทองเหลือง ที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส