บทที่ 3

การทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่องทดสอบ ชิ้นทดสอบ และเครื่องวัดที่ใช้ในการทดลอง

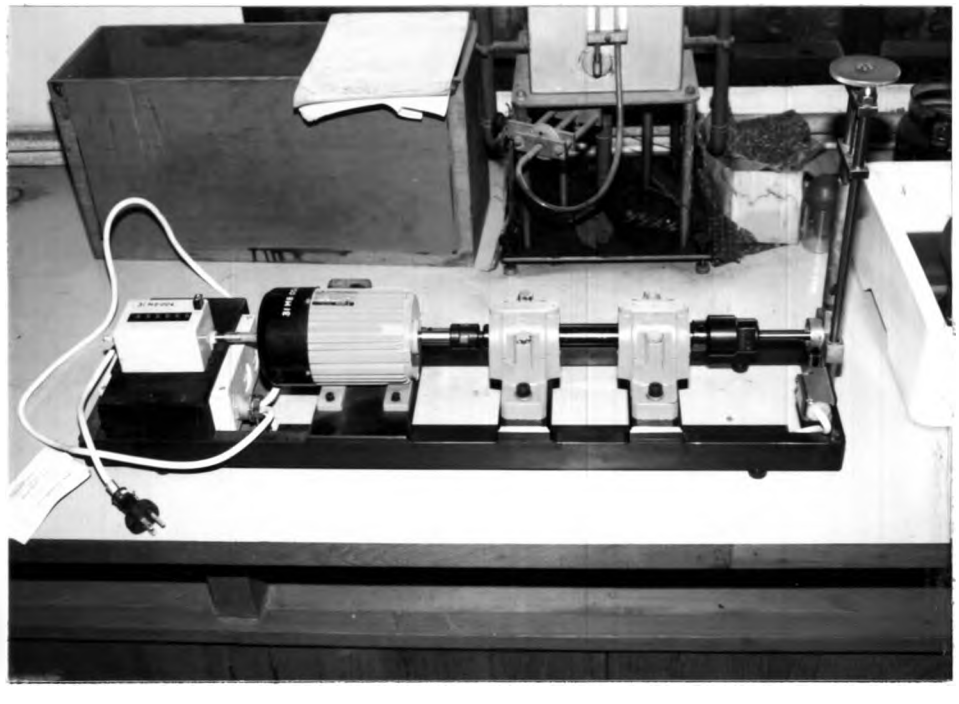
เครื่องทดสอบดึง

รูปที่ 3.1 เครื่องทดสอบดึง (TENSILE TESTING MACHINE) รุ่น 7108 DCN

I17139697

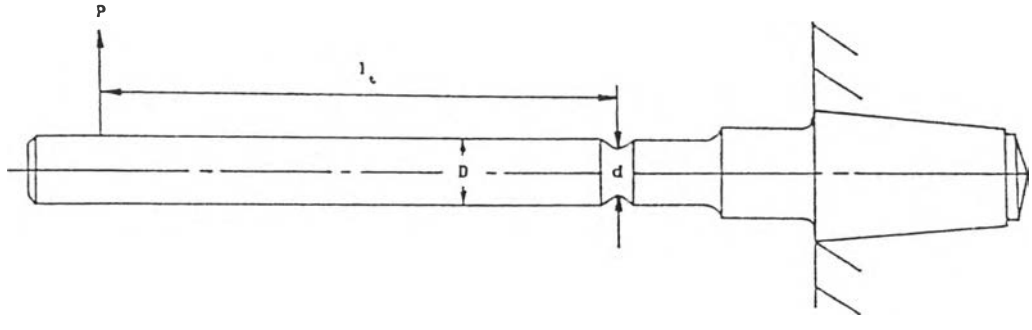
เครื่องทดสอบดึงที่ใช้ในการทดสอบหาคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ เป็นเครื่อง UNIVERSAL TESTING MACHINE รุ่น 7108 DCN ของ AVERY-DENISON ซึ่งทำงานด้วยระบบไฮดรอลิคมีความสามารถสูงสุด 15000 ปอนด์ (7 ตัน) โดยสามารถตั้งความสามารถของเครื่องทดสอบได้ 6 ช่วง คือ ช่วง 0-300 , 0-600 , 0-1500 , 0-3000 , 0-6000 และ 0-15000 ปอนด์ แรงดันที่กระทำกับชิ้นทดสอบจะอ่านได้จากหน้าปัดของเครื่องทดสอบ และเครื่องทดสอบนี้สามารถเขียนแผนภูมิแรงดึงกับการยืดตัว (LOAD-ELONGATION DIAGRAM) ออกมาโดยตรงได้ด้วยเครื่องทดสอบดึงได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.1 รายละเอียดจำเพาะ (SPECIFICATION) ของเครื่องทดสอบดึงอยู่ในภาคผนวก ค.

<u>เครื่องทดสอบความล้า</u>



รูปที่ 3.2 เครื่องทดสอบความล้า (FATIGUE TESTING MACHINE) รุ่น P 300

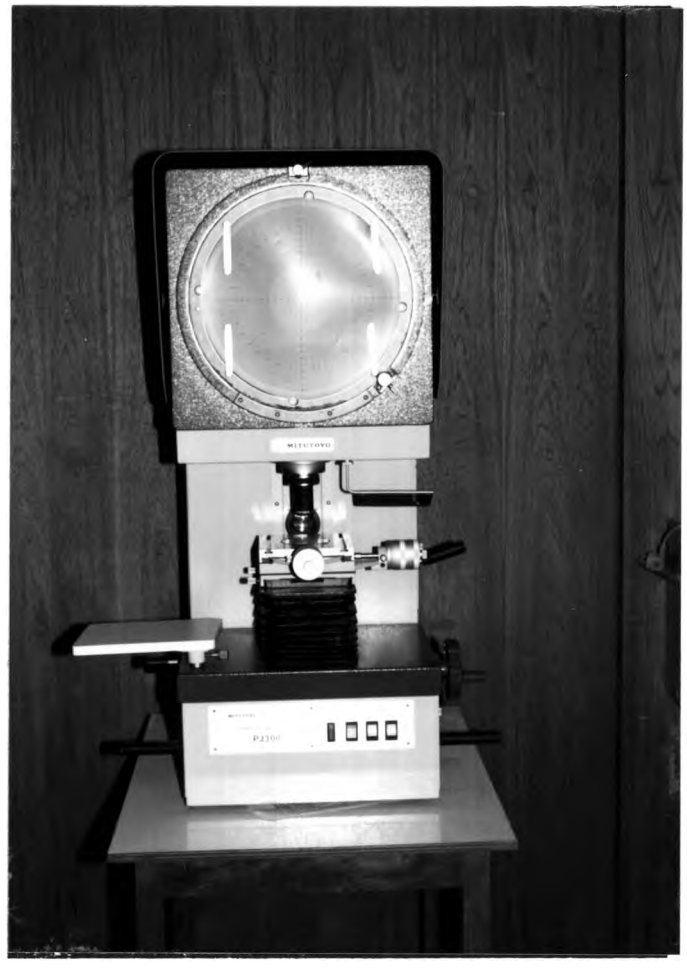
เครื่องทดสอบความล้า (FATIGUE TESTING MACHINE) รุ่น P 300 ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.2 เมื่อชิ้นทดสอบถูกยึดอยู่ในเครื่องทดสอบความล้า โดยปลายด้านหนึ่งจะถูกยึดแบบแคนทีลีเวอร์ (CANTILEVER) ส่วนอีกปลายด้านหนึ่งจะอยู่ในแบริ่ง (BEARING) ที่ส่งผ่านแรงดึง , P ตำแหน่งที่แรงดึง , P กระทำกับชิ้นทดสอบได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.3 เครื่องทดสอบความล้าจะมีมอเตอร์เป็นตัวขับหมุน ด้วยความเร็วรอบ 2750 รอบต่อนาที พร้อมสวิชป้องกันการหมุนของมอเตอร์ (OVERLOAD PROTECTION MICROSWITCH) เมื่อชิ้นทดสอบขาดมอเตอร์จะหยุดหมุนโดยอัตโนมัติ และจะมีตัวนับจำนวนรอบการขาดของชิ้นทดสอบต่อติดกับเพลาขับจากท้ายของมอเตอร์ รายละเอียดจำเพาะของเครื่องทดสอบความล้าอยู่ในภาคผนวก ค.



รูปที่ 3.3 ตำแหน่งที่แรงดึง,P กระทำกับชิ้นทดสอบความล้า

เครื่อง PROFILE PROJECTOR

เครื่อง PROFILE PROJECTOR ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.4 เครื่อง PROFILE PROJECTOR เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบ มุม รัศมี และความเรียบที่รอยบากของชิ้น



รูปที่ 3.4 เครื่อง PROFILE PROJECTOR รุ่น PJ-300

ทดสอบ โดยใช้เลนซขยายได้ 4 ขนาด คือ 1X10 เท่า , 1X20 เท่า , 1X50 เท่า จะทำการตรวจสอบก่อนที่จะนำชิ้นทดสอบไปทำการทดลอง รายละเอียดจำเพาะของเครื่อง PROFILE PROJECTOR อยู่ในภาคผนวก ค.

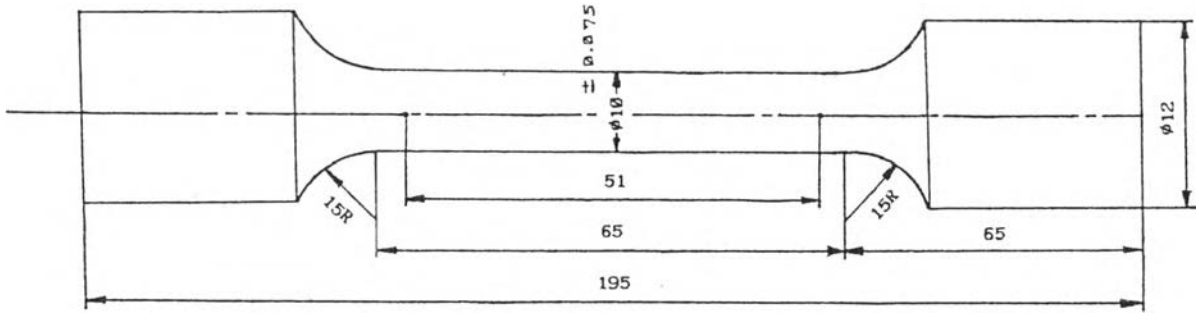
ชิ้นทดสอบ

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในการทดลองเป็นเหล็กเหนียวรีดขึ้นรูปเป็นแท่งมีหน้าตัดเป็นรูปวงกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 มิลลิเมตร เหล็กเส้นแบบนี้ใช้กับงานทำโครงสร้าง และงานช่างทั่วไป เหล็กที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นเหล็กที่ผลิตจากประเทศญี่ปุ่นตาม JIS G 3101 มีสัญญลักษณ์เป็น SS 41

ชิ้นทดสอบดึง

ชิ้นทดสอบดึงที่ไม่มีรอยบาก

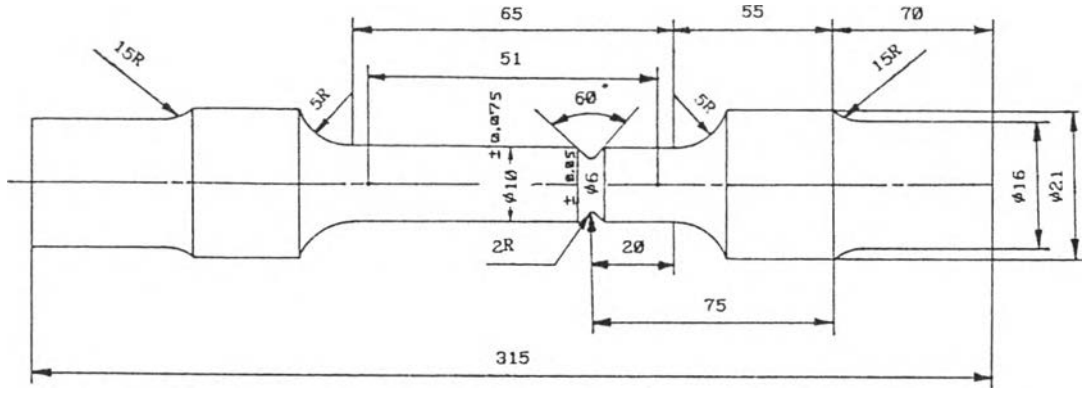


รูปที่ 3.5 ชิ้นทดสอบดึงที่ไม่มีรอยบาก (มีหน่วยทั้งหมดเป็นมิลลิเมตร)

วัสดุที่ใช้ในการทดลองจำเป็นต้องนำมาทดสอบ เพื่อหาคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุเสียก่อน ทั้งนี้เพราะว่าต้องนำเอาคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุหลายประการไปใช้ในการคำนวณ และการวิเคราะห์ ชิ้นทดสอบดึงที่ใช้ในการทดสอบหาคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุสร้างขึ้นตาม ISO R 6892 METALLIC MATERIALS-TENSILE TESTING หลักการที่ใช้ในการทดสอบดึงจะเป็นไปตาม ISO R 6892 METALLIC MATERIALS - TENSILE TESTING รูปร่างของชิ้นทดสอบดึงได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.5

ชิ้นทดสอบดึงที่มีรอยบาก

ชิ้นทดสอบดึงที่มีรอยบากนำมาดึง เพื่อที่จะสร้างขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กัน สร้างเป็นเหล็กเพลากลมยาว 315 มิลลิเมตร ที่มีรอยบากเพียงรอยเดียว มุมของรอยบาก (NOTCH ANGLE) และรัศมีตรงรากของรอยบาก (NOTCH ROOT RADIUS)

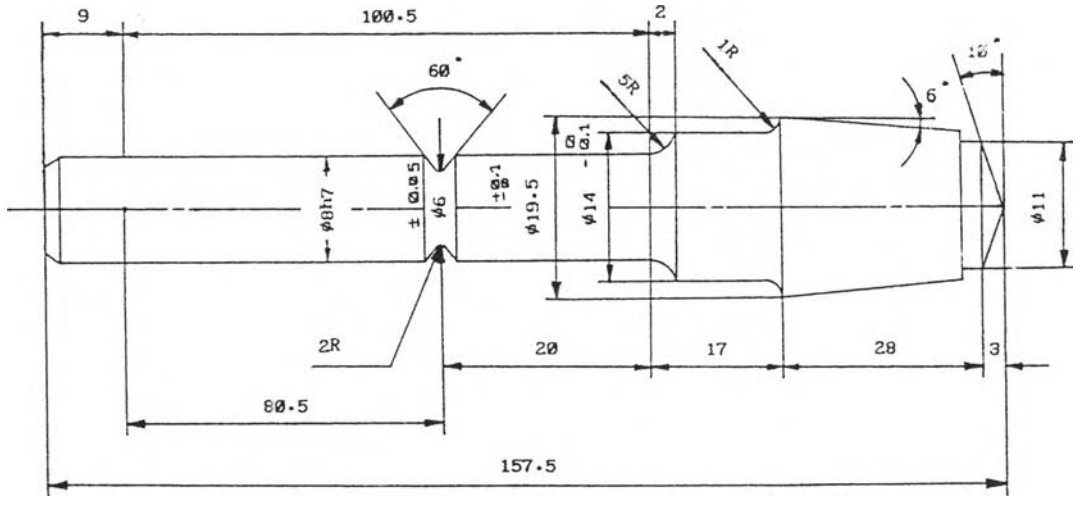


รูปที่ 3.6 ชิ้นทดสอบดึงที่มีรอยบาก (มีหน่วยทั้งหมดเป็นมิลลิเมตร)

เท่ากันหมด สำหรับรอยบากนี้จะอยู่ในช่วงความยาวเกจ (GAUGE LENGTH) ดังได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.6

<u>ชิ้นทดสอบความล้าที่มีรอยบาก</u>

ชิ้นทดสอบความล้าที่มีรอยบาก เมื่อได้ผ่านการดึงให้เกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กันจากรูปที่ 3.6 กับชิ้นทดสอบความล้าที่ไม่ได้ผ่านการดึงให้เกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กันจะนำมาสร้างเป็นเหล็กเพลากลมยาว 157.5 มิลลิเมตร ที่มีรอยบากเพียงรอยเดียว ห่างจากปลายด้านที่อยู่ในแบริ่ง (BEARING) ที่ส่งผ่านแรงดึง 80.5 มิลลิเมตร มุมของรอยบาก และรัศมีตรงรากของรอยบากเท่ากันหมด ดังได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ชิ้นทดสอบความล้าที่มีรอยบาก (มีหน่วยทั้งหมดเป็นมิลลิเมตร)

วิธีทำการทดสอบ

การทดสอบดึงกับชิ้นทดสอบที่ไม่มีรอยบาก

การทดสอบดึงที่ใช้ในการทดสอบหาคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ เริ่มต้นด้วยการปรับเข็มชี้ที่หน้าปัดของ UNIVERSAL TESTING MACHINE ให้ชี้ที่ศูนย์ และปรับตั้งปากกาที่ใช้เขียนแผนภูมิแรงดึงกับการยืดตัวซึ่งอยู่ทางด้านขวามือของเครื่องทดสอบ เมื่อทำการปรับตั้งเครื่องทดสอบเรียบร้อยแล้วจึงหมุนปุ่มเพิ่มแรงดึงที่อยู่ทางด้านหน้าของเครื่องทดสอบ ให้เครื่องทดสอบเริ่มดึงชิ้นทดสอบโดยเพิ่มแรงดึงออกจากศูนย์อย่างช้า ๆ ทีละน้อย และสม่ำเสมอ หลังจากนั้นจึงเพิ่มแรงดึงให้มากขึ้นจากเดิมจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดจะได้แผนภูมิแรงดึงกับการยืดตัว

การตรวจสอบมุม รัศมี และความเรียบที่รอยบาก

การตรวจสอบมุมรัศมี และความเรียบที่รอยบากจะใช้เครื่อง PROFILE PROJECTOR เป็นเครื่องมือตรวจสอบ เริ่มต้นด้วยใส่เลนซ์ขยาย 20 เท่า จากนั้นนำสเกลแผ่นใส และชิ้นทดสอบที่มีรอยบากนำไปใส่ที่เครื่อง PROFILE PROJECTOR ทำการเปิดสวิทซ์ และปรับปุ่มขยายความคมชัดที่ด้านซ้ายมือของเครื่อง เพื่อตรวจสอบมุม รัศมี และความเรียบที่รอยบาก

การทดสอบดึงกับชิ้นทดสอบที่มีรอยบาก

จะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

1. การทดสอบดึง จะทำเช่นเดียวกับดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

2. จากกรณีที่ 1 จะไม่สามารถหาแรงดึงคลากต่ำสุด, F_y ของเหล็กเพลากลมที่มีรอยบากได้ จึงต้องใช้สมการที่ (2.6) และสมการที่ (2.7) จะหาค่า K_t ได้

จากรูปที่ 2.12 ซึ่ง K_t ประมาณ 1.67 จะได้แรงดึงคลากต่ำสุด,F_y ของเหล็กเพลากลมที่มีรอยบากประมาณ 2238.32 ปอนด์ (9958.24 นิวตัน) เมื่อรู้แรงดึงที่ทำให้รอยบากเกิดการคลาก จึงทำการแบ่งจุดที่อยู่เหนือ F_y เท่ากับ 2238.32 ปอนด์ (9958.24 นิวตัน) คือ จุดที่ 1 F เท่ากับ 2500 ปอนด์ (11122.45 นิวตัน) จุดที่ 2 F เท่ากับ 3000 ปอนด์ (13346.94 นิวตัน) จุดที่ 3 F เท่ากับ 3500 ปอนด์ (15571.43 นิวตัน) จุดที่ 4 F เท่ากับ 4000 ปอนด์ (17795.92 นิวตัน) จุดที่ 5 F เท่ากับ 4500 ปอนด์ (20020.41 นิวตัน) จุดที่ 6 F เท่ากับ 5000 ปอนด์ (22244.90 นิวตัน) จุดที่ 7 F เท่ากับ 5500 ปอนด์ (24469.39 นิวตัน) ทั้ง 7 จุด ๆ ละ 3 ชิ้น รวม 21 ชิ้น เป็นระยะห่างของจุดให้เท่า ๆ กัน ซึ่งแต่ละจุดนี้จะต้องใช้แรงดึง , F มากกว่าสมการที่ (2.6) และสมการที่ (2.7) จึงทำให้ได้ขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กัน จากนั้นการทดสอบดึงจะทำเช่นเดียวกับดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จนกระทั่งได้แรงดึงตามที่กำหนดแล้วให้ปลดปล่อยแรงดึงออก โดยที่ชิ้นทดสอบไม่ขาด

<u>การทดสอบความล้า</u>

การทดสอบความล้า กับเหล็กเพลากลมที่มีรอยบากเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กันที่มีต่อจำนวนรอบของการขาด และเพื่อเปรียบเทียบว่าจำนวนรอบของการขาดระหว่างเหล็กเพลากลมที่มีรอยบากที่ไม่ได้ผ่านการดึง กับเหล็กเพลากลมที่มีรอยบากถูกดึงด้วยแรงดึงให้เกิดขนาดของบริเวณพลาสติกต่าง ๆ กัน จะมีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยจะใช้เครื่องทดสอบความล้า (FATIGUE TESTING MACHINE) เริ่มต้นด้วย เมื่อชิ้นทดสอบถูกยึดอยู่ในเครื่องทดสอบความล้า โดยปลายด้านหนึ่งจะถูกยึดแบบแคนทีลีเวอร์ (CANTILEVER) ส่วนอีกปลายด้านหนึ่งจะอยู่ในแบริ่ง (BEARING) ที่ส่งผ่านแรงดึง,P เมื่อเปิดสวิทช์ให้เครื่องทดสอบความล้าหมุนจนมีความเร็วรอบคงที่ตามที่ต้องการ หลังจากนั้นให้ทำการปรับแรงดึง , P ที่ส่งผ่านแบริ่งให้เพิ่มขึ้นติดต่อกันจนกระทั่งได้ค่าตามที่ต้องการจะต้องคงที่ ๆ ค่าหนึ่ง ๆ และจะเปลี่ยนไปตามระยะ l_t จากรอยบากถึงแรงดึง , P ซึ่งปราศจากอาการกระตุกเพื่อให้เกิดความเค้นดัด , σ_b ที่ส่วนทดสอบที่รอยบากคงที่เท่ากับ 277.48 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร กับเหล็กเพลากลมที่มีรอยบากทุก ๆ ชิ้น และแรงดึง,P นี้จะต้องเป็นแรงดึงที่น้อยกว่าแรงดึง,P ที่จะทำให้เกิดการคลากจากโมเมนต์ดัดขึ้นกับเหล็กเพลากลมที่มีรอยบาก เมื่อไม่ได้ผ่านการดึง และเหล็กเพลากลมที่มีรอยบาก

เมื่อได้ผ่านการดึง ซึ่งจะทำให้เกิดการคลากชิ้นซ้ำซ้อนเป็นครั้งที่สองที่บริเวณรากรอยบาก ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการในการทำงานวิจัยนี้ การทดลองจะหมุนอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งชิ้นทดสอบเกิดการเสียหาย แล้วจดบันทึกข้อมูลทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ