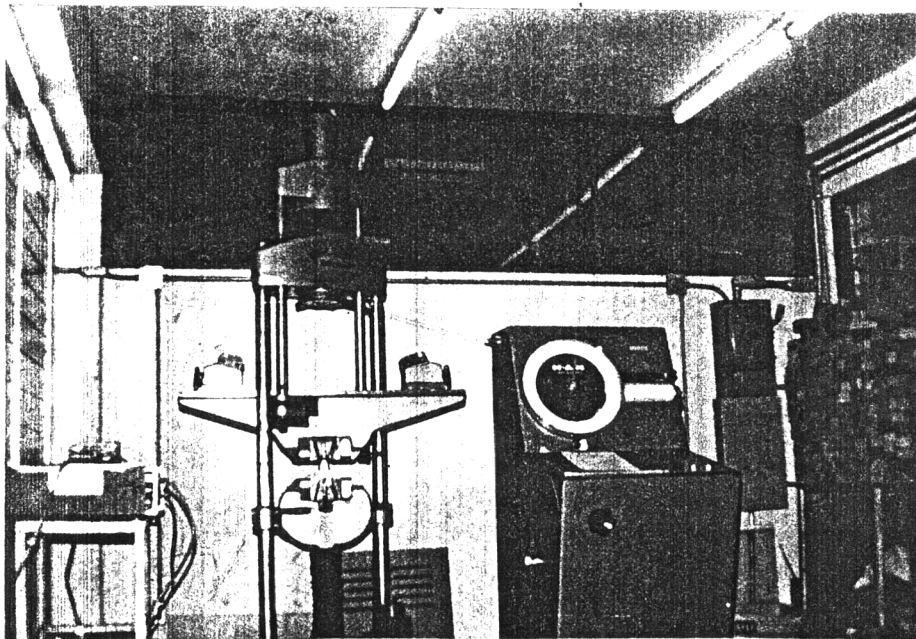




การทดลอง

เครื่องทดสอบและเครื่องวัดที่ใช้ในการทดลอง

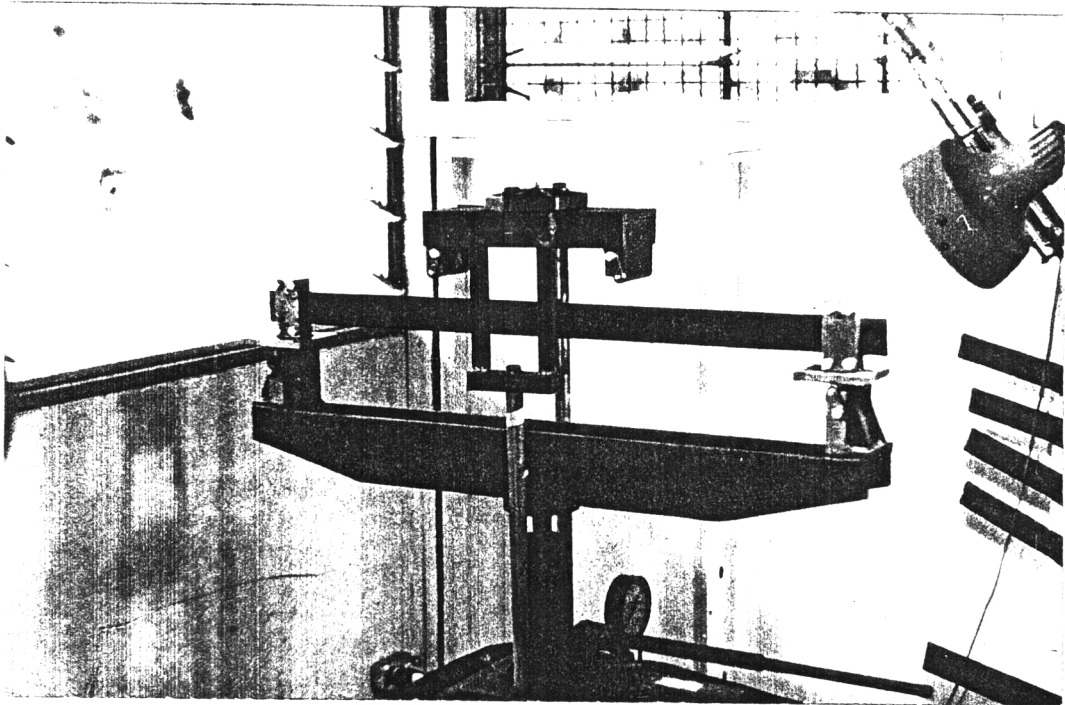
เครื่องทดสอบการดึง เครื่องทดสอบการดึงที่ใช้ในการทดสอบหาคะสมบัติเชิงกลของวัสดุเป็นเครื่อง universal testing machine ของ Messrs. M.A.N.A.G. มีกำลังช่วยระบบไฮดรอลิกมีความสามารถสูงสุด ๒๐ ตัน โดยสามารถตั้งความยาวการของเครื่องทดสอบได้ ๔ ช่วงคือ ช่วง ๐-๒, ๐-๔, ๐-๑๐ และ ๐-๒๐ ตัน แรงดันที่กระทำกับชิ้นทดสอบจะอ่านได้จากหน้าปัดของเครื่องทดสอบและเครื่องทดสอบนี้สามารถเขียนแผนภูมิแรงดึงกับการยืดตัว (load-elongation diagram) ออกมาโดยตรงได้ด้วย เครื่องทดสอบการดึงได้แสดงไว้ในรูปที่ ๑๘ รายละเอียดจำเพาะ (specification) ของเครื่องทดสอบอยู่ในภาคผนวก ค.



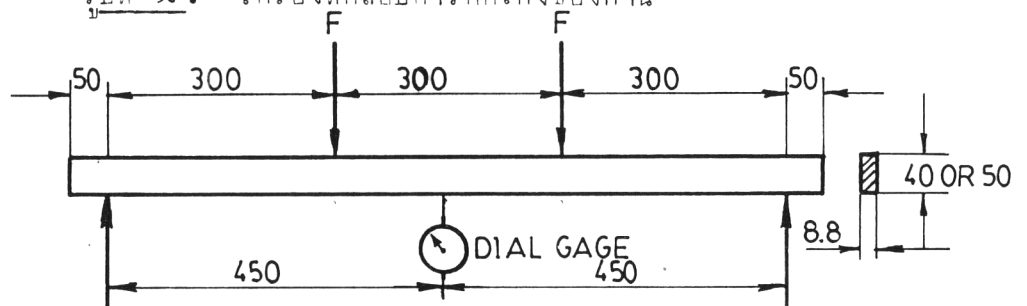
รูปที่ ๑๘. เครื่องทดสอบการดึง

เครื่องทดสอบการตัดโค้ง เครื่องทดสอบการตัดโค้งได้แสดงไว้ในรูปที่ ๑๙.

เครื่องทดสอบนี้ทำงานโดยใช้การโยกคันโยกเพื่ออัดให้น้ำมันไฮดรอลิคมีความดันไปยกแหวนรองรับแล้วจึงขึ้นไปพร้อมกับชิ้นทดสอบ เมื่อชิ้นทดสอบเลื่อนขึ้นไปอัดกับลูกกลิ้งทั้งสองที่ยึดติดอยู่กับบนชิ้นทดลองก็จะถูกตัดโค้ง ตำแหน่งที่แรงกระทำกับชิ้นทดสอบได้แสดงไว้ในรูปที่ ๒๐ เครื่องทดสอบนี้สร้างขึ้นโดยใช้เครื่องอัดไฮดรอลิคของ Sargent-Welch ขนาด ๓ ตันมาดัดแปลงแรงที่กระทำกับชิ้นทดสอบจะอ่านได้จาก pressure gage ซึ่งติดอยู่ทางด้านข้างของเครื่องทดสอบ pressure gage ที่ใช้เป็นของ U.S Gauge หมายเลข 2 6396 รายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องทดสอบการตัดโค้งอยู่ในภาคผนวก ค.



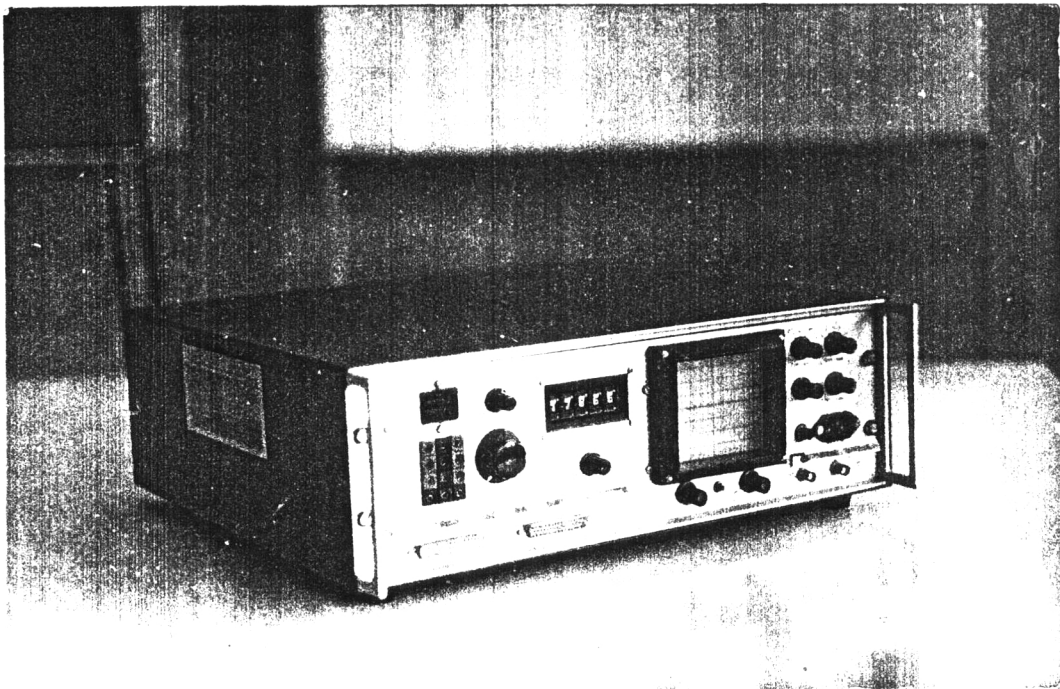
รูปที่ ๑๙. เครื่องทดสอบการตัดโค้งของคาน



รูปที่ ๒๐. ตำแหน่งที่แรงกระทำกับชิ้นทดสอบและตำแหน่งของ dial gage

Strain gage ความเครียดที่เกิดขึ้นในชิ้นทดสอบจะวัดโดยใช้ variable resistance foil strain gage ของ Kyowa แบบ KFC - 1-C1-11 ติดไว้บนชิ้นทดสอบตรงตำแหน่งที่ต้องการวัดความเครียด การติด strain gage ลงบนชิ้นทดสอบ และการตรวจสอบ strain gage เป็นไปตามคู่มือการใช้ของบริษัผู้ผลิตและเทคนิคการใช้ strain gage ทั่วไป (28)(29)(30) วิธีการติด strain gage ได้อธิบายไว้ในภาคผนวก ข และรายละเอียดจำเพาะของ strain gage อยู่ในภาคผนวก ค.

Strain indicator เครื่องมือวัดสำหรับอ่านสัญญาณจาก strain gage ที่ใช้ในการทดสอบเป็น strain indicator แบบ digital ของ TecQuipment แบบ E31 Digital Strain Bridge ซึ่งสามารถวัดความเครียดได้ในช่วงระหว่าง  $0-100,000 \mu\epsilon$  และสามารถใช้วัด strain gage ได้ถึง ๕๐ ตัวในการทดสอบครั้งเดียว รายละเอียดจำเพาะของ strain indicator อยู่ในภาคผนวก ค.



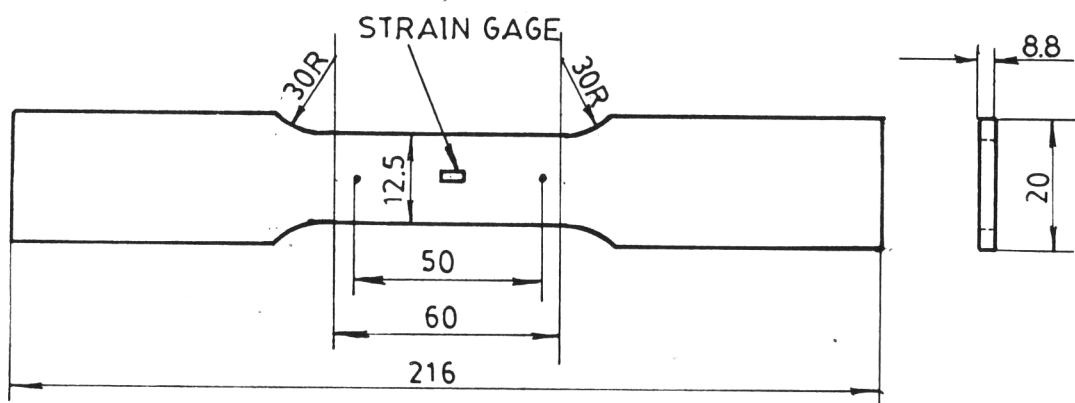
รูปที่ ๒๑. E31 Digital Strain Bridge

Dial gage การโก่ง (deflection) ของคานจะวัดโดยใช้ dial gage ของ Merder แบบ 52 ซึ่งสามารถวัดได้ละเอียด ๐.๐๑ ม.ม. และใช้ขาตั้งแบบแม่เหล็ก (magnetic base) ของ Eclipse แบบ E 902/RD เป็นตัวยึด dial gage ติดกับพื้นรองรับ ค่าแห่งของ dial gage แสดงไว้ในรูปที่ ๒๐

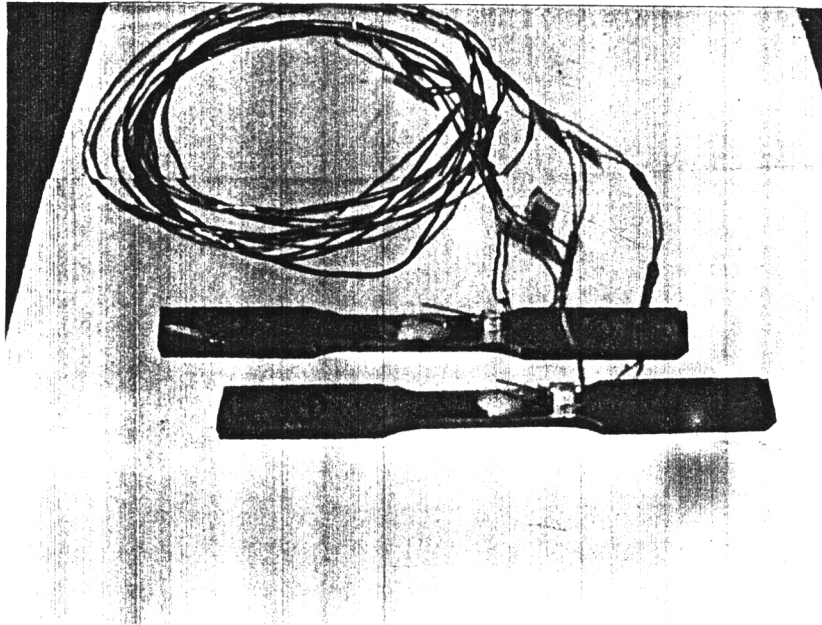
### ชิ้นทดสอบ

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง วัสดุที่ใช้ในการทดลองเป็นเหล็กเหนียวรีดขึ้นรูปเป็นแท่งยาว ๖ เมตร มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด ๘.๘ ม.ม. x ๕๐ ม.ม. เหล็กเส้นแบบนี้ใช้กับงานทำโครงสร้างและงานช่างทั่วไป เหล็กที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นเหล็กที่ผลิตจากประเทศญี่ปุ่นตาม JIS G 3101 มีสัญลักษณ์ เป็น SS 41

ขั้นตอนการดึง วัสดุที่ใช้ในการทดลองจำเป็นต้องนำมาทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุเสียก่อน ทั้งนี้เพราะว่าต้องนำเอาคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุหลายประการไปใช้ในการคำนวณและการวิเคราะห์ ขั้นตอนการดึงที่ใช้ในการทดสอบหาคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุสร้างขึ้นตาม JIS Z 2201 Tension Test Pieces for Metallic Materials เป็นขั้นตอนหมายเลข 13B หลักการที่ใช้ในการทดสอบการดึงจะเป็นไปตาม JIS Z 2241 Method of Tension Test for Metallic Materials รูปร่างของขั้นตอนการดึงได้แสดงไว้ในรูปที่ ๒๒ ขั้นตอนการดึงแต่ละขั้นจะติด strain gage ไว้ ๑ ตัว ตรงกึ่งกลางของ gage length ดังแสดงไว้ในรูปที่ ๒๒ ขั้นตอนการดึงที่ติด strain gage เรียบร้อยแล้วได้แสดงไว้ในรูปที่ ๒๓



รูปที่ ๒๒. ขั้นตอนการดึง



รูปที่ ๒๓. ชิ้นทดสอบการค้ำที่ติด strain gage เสร็จแล้ว

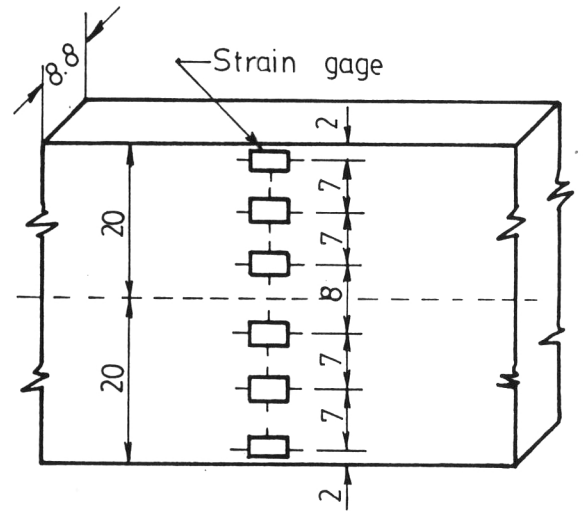
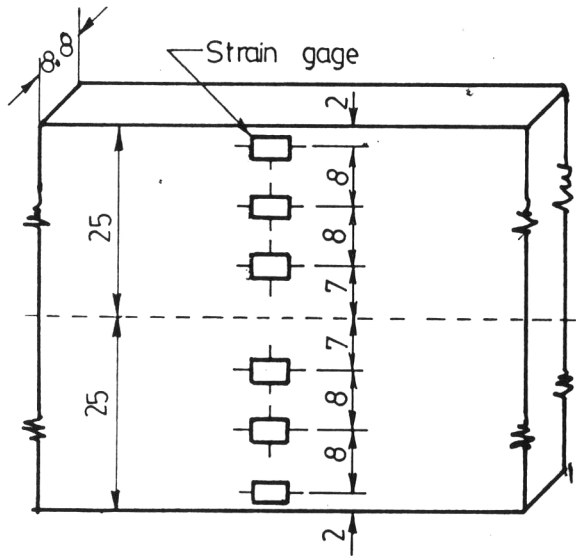
ชิ้นทดสอบการค้ำโค้ง

ชิ้นทดสอบการค้ำโค้งที่ไม่มีรอยบาก ชิ้นทดสอบซึ่งทำเป็นคานที่ไม่มีรอยบาก มีอยู่ ๒ ขนาด คือ

๑. ชิ้นทดสอบที่มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้าง ๘.๘ ม.ม. มีความลึก ๕๐ ม.ม. และมีความยาว ๑ เมตร

๒. ชิ้นทดสอบที่มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้าง ๘.๘ ม.ม. มีความลึก ๕๐ ม.ม. และมีความยาว ๑ เมตร

ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นจะติด strain gage จำนวน ๖ ตัวไปทางด้านข้างของชิ้นทดสอบโดยจะติดให้อยู่ตรงจุดกึ่งกลางของความยาวพอดี ตำแหน่งที่ติด strain gage ของชิ้นทดสอบการค้ำโค้งที่ไม่มีรอยบากได้แสดงไว้ในรูปที่ ๒๔

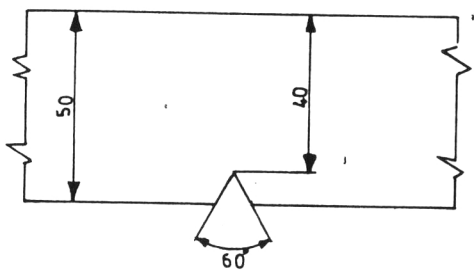


(ก) ชิ้นทดสอบที่มีหน้าตัด ๘.๘ ม.ม./๕๐ ม.ม. (ข) ชิ้นทดสอบที่มีหน้าตัด ๘.๘ม.ม./๔๐ ม.ม.

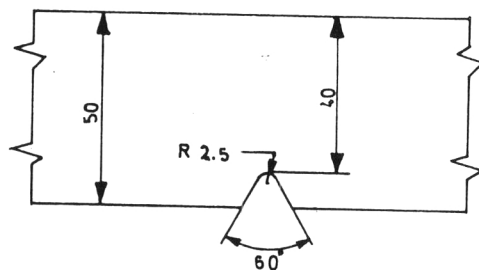
รูปที่ ๒๔. ตำแหน่งของ strain gage ที่ติดบนชิ้นทดสอบการค้ำโค้งที่ไม่มีรอยบาก

ชิ้นทดสอบการค้ำโค้งที่มีรอยบาก ชิ้นทดสอบที่มีรอยบากสร้างเป็นคานที่ยาว

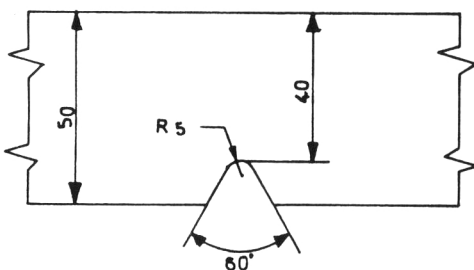
๑ เมตร มีหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด ๘.๘ ม.ม./ ๕๐ ม.ม. มีรอยบาก ๖ แบบ ตามรูปที่ ๒๕ อยู่ตรงกึ่งกลางความยาวของคาน ตำแหน่งของ strain gage ที่ติดบนชิ้นทดสอบที่มีรอยบากข้างเคี้ยวทั้ง ๕ แบบนั้นเหมือนกันและได้แสดงไว้ในรูปที่ ๒๖ (ก) ส่วนชิ้นทดสอบที่มีรอยบาก ๒ ข้างนั้นมีตำแหน่งที่ติด strain gage ตามรูปที่ ๒๖ (ข)



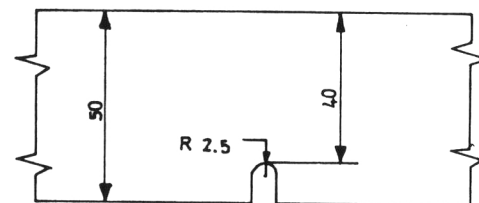
(ก) มุมบาก ๖๐°, ไม่มีรัศมีตรงรากของรอยบาก



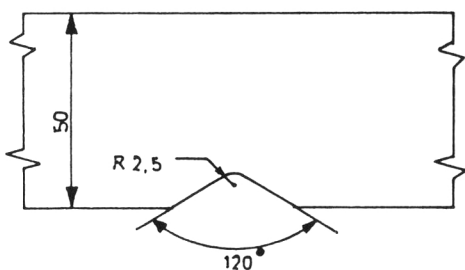
(ข) มุมบาก ๖๐°, รัศมีตรงรากของรอยบาก ๒.๕ ม.ม.



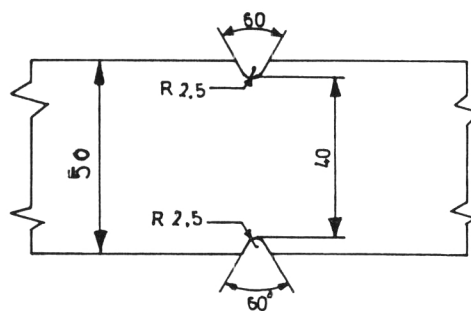
(ค) มุมบาก ๖๐°, รัศมีตรงรากของรอยบาก ๕ ม.ม.



(ง) รัศมีตรงรากของรอยบาก ๒.๕ ม.ม. มุมบากเป็นศูนย์

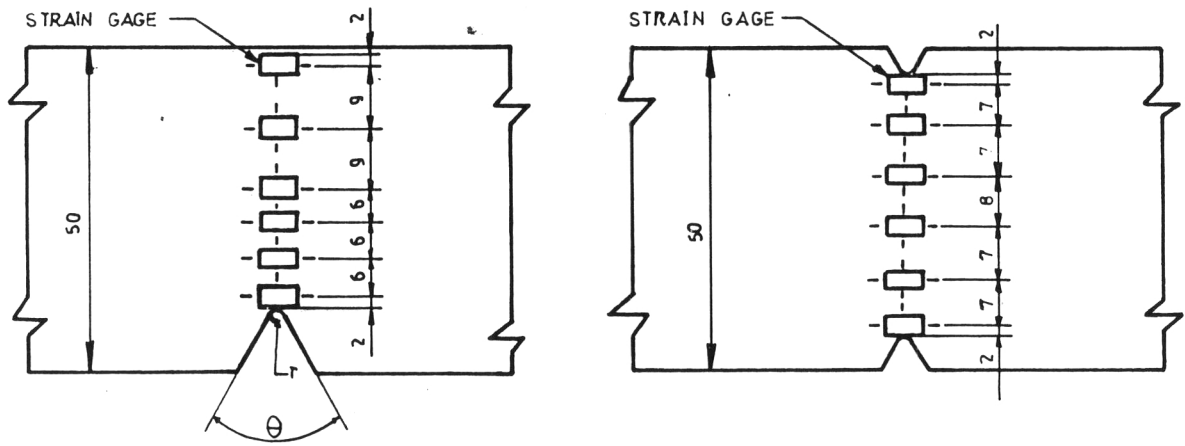


(จ) รัศมีตรงรากของรอยบาก ๒.๕ ม.ม. มุมบาก ๑๒๐°



(ฉ) มุมบาก ๖๐°, รัศมีตรงรากของรอยบาก ๒.๕ ม.ม. บาก ๒ ข้าง

รูปที่ ๒๔. รูปร่างรอยบากของชิ้นทดสอบการตัดโค้งที่มีรอยบาก



(ก) ชิ้นทดสอบที่มีรอยบากข้างเดียว

(ข) ชิ้นทดสอบที่มีรอยบากสองข้าง

รูปที่ ๒๕. ตำแหน่งของ strain gage ที่ติดบนชิ้นทดสอบการดัดโค้งที่มีรอยบาก

### วิธีทำการทดสอบ

การทดสอบการดึง การทดสอบการดึงเริ่มต้นด้วยการปรับเข็มชี้ที่หน้าปัดของ universal testing machine ให้ชี้ที่ศูนย์และปรับตั้งปากกาวที่ใช้เขียนแผนภูมิแรงดึงกับการยืดตัวซึ่งอยู่ทางด้านขวามือของเครื่องทดสอบ จากนั้นจึงปรับตั้ง strain indicator เมื่อทำการปรับตั้งเครื่องทดสอบและเครื่องวัดเรียบร้อยแล้วจึงหมุนปุ่มเพิ่มแรงดึงที่อยู่ทางด้านหน้าของเครื่องทดสอบให้เครื่องทดสอบเริ่มดึงชิ้นทดสอบโดยเพิ่มแรงดึงออกจากศูนย์อย่างช้า ๆ ที่ละน้อยและสม่ำเสมอ เมื่อใดค่าของแรงดึงตามความต้องการก็จะทำการวัดค่าของความเครียดที่เกิดขึ้นโดยอ่านจาก strain indicator จดบันทึกค่าของแรงดึงและความเครียดไว้ เมื่อจดบันทึกข้อมูลเสร็จสิ้นแล้วจึงเพิ่มแรงดึงให้มากขึ้นจากเดิมแล้วจึงวัดค่าของความเครียดและจดบันทึกข้อมูลเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งชิ้นทดสอบขาด

การทดสอบการดัดโค้ง การทดสอบการดัดโค้งของคานที่มีรอยบากและไม่มีรอยบากเริ่มต้นด้วยการโยกคานโยกของเครื่องทดสอบให้แท่นรองรับชิ้นทดสอบลอยขึ้นไปจนกระทั่งชิ้นทดสอบสัมผัสกับลูกกลิ้งที่ยึดคติดอยู่ข้างบนพอดี แล้วทำการปรับ strain indicator กับ dial gage



จากนั้นจึงโยกคันโยกให้เริ่มมีแรงกระทำกับชิ้นทดสอบอย่างช้า ๆ ที่ละน้อยและสม่ำเสมอ โดย  
 ใช้การโก่งของชิ้นทดสอบเป็นตัวกำหนดในการอ่านค่าของแรงและความเครียด เมื่อชิ้นทดสอบ  
 เกิดการโก่งถึงค่าที่ต้องการ ก็อ่านค่าของแรงจาก **pressure gage** และอ่านค่าของความ  
 เครียดจาก **strain gage** ทั้ง ๒ ตัว โดยอ่านจาก **strain indicator** จดบันทึกค่าของ  
 การโก่ง, แรงและความเครียดไว้แล้วจึงโยกคันโยกเพิ่มแรงให้เกิดการโก่งเพิ่มมากขึ้น และ  
 ทำการจดบันทึกข้อมูลเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งชิ้นทดสอบเกิดการเสียหาย