บทที่ 5

การควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนโลหะรถยนต์

ในสภาวะอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในปัจจุบัน ยังมีโอกาสขยายตัวเพิ่มมากขึ้นอีกมากในอนาคตทั้งตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ ถ้าหากผู้ประกอบการสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการผลิต และการแข่งขัน โดยเฉพาะทางด้านการพัฒนารูปแบบและเทคโนโลยีการผลิต ให้สามารถผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพ และประสิทธิภาพ ระบบการจัดการคุณภาพ และวิธีการควบคุมคุณภาพที่ถูกต้องตามหลักวิชาการจะช่วยให้ผู้ผลิตสามารถ พัฒนาคุณภาพสินค้าให้สูงขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง

จากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น ในการควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนโลหะรถยนต์ของโรงงานตัวอย่าง และจากการศึกษาในเอกสารทางวิชาการ พบว่าตัวแปรหลักที่ทำให้ คุณภาพของชิ้นส่วนโลหะมีการเปลี่ยนแปลง คือ

1.วัตถุดิบและชิ้นส่วนย่อย

2.ผู้ปฏิบัติงาน

3.อุปกรณ์ในการผลิต (แม่พิมพ์,อุปกรณ์จับชิ้นงาน (JIG),เครื่องอัดโลหะ)

4.มาตราฐานในการทำงาน

ซึ่งความผันแปรเหล่านี้จะทำให้คุณภาพของชิ้นส่วนโลหะที่ผลิตได้ไม่คงที่ เกิดการเปลี่ยนแปลงไปตามความผันแปรดังกล่าว มิใช่เพียงจะทำให้ชิ้นส่วนนั้น ๆ ใช้ไม่ได้ หรือไม่สามารถยอมรับได้หากจะมีบางส่วนที่เสียเกินขอบเขตที่จะยอมรับได้ และมีผลิตภัณฑ์เสียพอที่จะยอมรับได้ ดังนั้นเพื่อให้ชิ้นส่วนที่เสียที่พอยอมรับได้ไม่ต้องถูกปฏิเสธไป จึงจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมคุณภาพสินค้าด้วยการควบคุมความผันแปรที่เกิดขึ้น ดังนี้

1. <u>วัตถุดิบ และชิ้นส่วนย่อย</u> ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตชิ้นส่วน วัตถุดิบ หมายถึงแผ่นเหล็กที่เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตชิ้นส่วนโลหะด้วยการขึ้นรูป นอกจากนี้ยังมีชิ้นส่วนย่อยที่ทางโรงงานสั่งซื้อจากภายนอก (OUTSIDE MAKER) เพื่อนำมาประกอบกับ ชิ้นส่วนหลักที่ทางโรงงานทำเอง ซึ่งถ้าวัตถุดิบที่เป็นแผ่นเหล็ก หรือชิ้นส่วนย่อยขาดคุณภาพ ชิ้นส่วนที่ผลิตได้ก็ขาดคุณภาพเช่นกัน การควบคุมคุณภาพแผ่นเหล็ก และชิ้นส่วนย่อย จะต้องหมั่นตรวจสอบความผันแปรอยู่เสมอ เช่น ความแข็งแรงของแผ่นเหล็ก, ความหนาตามมาตราฐาน และอื่น ๆ เป็นต้น

2. ผู้ปฏิบัติงาน สำหรับผู้ปฏิบัติงาน หรือคนเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการผลิตที่ทำให้เกิดความผันแปรในกระบวนการผลิต เพราะจะต้องคอยควบคุมให้เกิดความสม่ำเสมอ ตั้งแต่ในการตรวจสอบวัตถุดิบ การผลิตในขั้นตอนอัดขึ้นรูป การเชื่อมประกอบ รวมถึงการขนส่งและการตรวจสอบในขั้นสุดท้าย ถ้าหากเกิดความผิดพลาด ณ จุดใดจุดหนึ่ง อาจทำให้เกิดความเสียหายทั้งระบบ ชิ้นส่วนที่ผลิตได้ขาดคุณภาพที่แน่นอน มีความผันแปรตามลักษณะของคนงานผู้ผลิต

3. อุปกรณ์ในการผลิต เป็นส่วนประกอบของการผลิตที่ทำให้เกิดความผันแปรในการผลิตได้ โดยเฉพาะแม่พิมพ์ และอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (JIG) เมื่อมีการใช้งานไปนาน ๆ ความสึกหรอ ก็เกิดขึ้น ระยะหรือค่าต่าง ๆ ของการขึ้นรูปชิ้นงาน และการประกอบมีการเปลี่ยนแปลง ไม่คงที่ เครื่องจักรเกิดการเปลี่ยนแปลงตามอายุการใช้งาน ดังนั้นในการควบคุมการผลิตในส่วนนี้จึงต้องหมั่นทำการตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงอุปกรณ์ในการผลิตอยู่เสมอ เพื่อรักษาคุณภาพให้คงที่สม่ำเสมอ

4. มาตราฐานในการทำงาน ในการผลิตไม่ว่าจะเป็นการอัดขึ้นรูป หรือการเชื่อมประกอบ จะต้องมีมาตราฐานในการทำงาน เพื่อที่จะใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ และแก้ไขปัญหาคุณภาพได้ถูกจุด ในการกำหนดมาตราฐานไม่ว่าจะเป็นเรื่องการทำงาน หรือการตรวจสอบ จะต้องชัดเจน และมีระดับคุณภาพ ของความพอใจของลูกค้า เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดระดับคุณภาพ ถ้าขาดมาตราฐานในการทำงานแล้วก็อาจจะทำให้ระดับคุณภาพไม่แน่นอนเปลี่ยนแปลงไปตามความชำนาญของคนงานแต่ละคน ไม่เป็นระบบเดียวกัน

จากสาเหตุของความผันแปรดังกล่าวข้างต้น ทำให้คุณภาพของชิ้นส่วนเปลี่ยนแปลงได้ วิธีที่จะลดความผันแปรเหล่านี้ให้น้อยลง หรือหมดไปจำเป็นจะต้องกำหนด ระบบการตรวจสอบและควบคุมอย่างต่อเนื่อง อย่างเป็นขั้นตอนก่อนที่จะนำส่งชิ้นส่วนให้ลูกค้า ในการควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนโลหะ จะต้องกำหนดระบบให้ตรวจสอบ และควบคุมได้ทุกขั้นตอน ดังนี้

5.1 การตรวจสอบนำเข้า (RECEIVING INSPECTION)

5.2 การตรวจสอบในกระบวนการผลิต (INPROCESS INSPECTION)

5.3 การตรวจสอบในขั้นสุดท้าย (FINAL INSPECTION)

5.4 ขั้นตอนพื้นฐานสำหรับการตรวจสอบความสามารถของกระบวนการผลิต (BASIC PROCEDURE FOR PROCESS CAPABILITY EXAMINATION)

ซึ่งในแต่ละขั้นตอน ก็จะมีการตรวจสอบแตกต่างกันไป ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน ดังนั้นเราจึงควรจะศึกษาในรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

5.1 การตรวจสอบนำเข้า (RECEIVING INSPECTION)

การตรวจสอบนำเข้าหรืออีกนัยหนึ่ง การตรวจสอบสินค้าที่สั่งซื้อเข้ามา ซึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ตัวแปรอันหนึ่งที่มีผลเกี่ยวข้องทางด้านคุณภาพ ก็คือวัตถุดิบ และชิ้นส่วนย่อยที่ทางโรงงานสั่งซื้อเข้ามาเพื่อใช้ในการผลิตภายในโรงงาน สำหรับสิ่งของที่จะทำการตรวจสอบนำเข้ามานั้น เราแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. การตรวจสอบวัตถุดิบ ซึ่งหมายถึง แผ่นเหล็กที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนโลหะ

2. การตรวจสอบชิ้นส่วนย่อยซึ่งหมายถึง ชิ้นส่วนโลหะที่ได้จากการขึ้นรูปและชิ้นส่วนที่ได้จากงานเครื่องจักรกล เช่น งานกลึง งานเจียรนัย เป็นต้น

5.1.1 การตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบ

1. ประเภทของวัตถุดิบ

วัตถุดิบ ในที่นี้หมายถึง เหล็กแผ่นเรียบที่นำมาใช้ในการขึ้นรูปโลหะด้วยเครื่องอัดโลหะ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ที่นิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนโลหะรถยนต์ ตามมาตราฐาน JIS (JAPANESE INDUSTRIAL STANDARDS) ซึ่งได้แก่

1.1 แผ่นเหล็กรีดร้อน (HOT ROLLED STEEL SHEET) จะเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อน ตามมาตราฐานของญี่ปุ่น คือ JIS G3131 ได้แบ่งออกเพื่อใช้กับงานขึ้นรูป ตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อน ตามมาตรฐาน JIS 3131

ชั้น	สัญญลักษณ์	ส่วนผสมทางเคมี				การใช้งาน
		C	Mn	P	S	
CLASS 1	SPHC	0.15%	0.60%	0.05%	0.05%	สำหรับใช้งานทั่วไปความหนาประมาณ 1.0 มม. ~ 13 มม.
CLASS 2	SPHD	0.10%	0.50%	0.04%	0.04%	สำหรับงานขึ้นรูป (DRAWING) ความหนาประมาณ 1.2 มม. ~ 6.0 มม.
CLASS 3	SPHE	0.10%	0.50%	0.03%	0.035%	สำหรับงานขึ้นรูปลึก (DEEP DRAWING) ความหนาประมาณ 1.2 มม. ~ 6.0 มม.

แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อนทั้ง 3 ชนิดนี้มี ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุดเท่ากัน คือ 28 kgf/sq.mm. แผ่นเหล็กชนิดนี้จะมีผิวสีดำและมีสะเก็ดบางครั้งนิยมเรียกแผ่นเหล็กดำ ชิ้นงานที่ได้ออกมาส่วนใหญ่ไม่ต้องการความสวยงาม เช่น ชุดโครงรถ (CHASSIS) หรือชุดที่อยู่ใกล้ตัวห้องรถ เป็นต้น

1.2 แผ่นเหล็กรีดเย็น (COLD ROLLED SHEET) จะเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็น ตามมาตราฐานญี่ปุ่น คือ JIS G 3141ได้แบ่งออกเพื่อใช้งานขึ้นรูปเป็นไปตามตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็น ตามมาตรฐาน JIS 3141

ชั้น	สัญญลักษณ์	ส่วนผสมทางเคมี				การใช้งาน
		C	Mn	P	S	
CLASS 1	SPCC	0.12%	0.50%	0.04%	–	สำหรับใช้งานทั่วไป
CLASS 2	SPCD	0.10%	0.45%	0.035%	0.035%	สำหรับงานขึ้นรูปลึก (DEEP DRAWING)
CLASS 3	SPCE	0.08%	0.40%	0.03%	0.03%	สำหรับงานขึ้นรูปลึกมาก (EXTRA DEEP DRAWING)

แผ่นเหล็กคาร์บอนรีดเย็นทั้ง 3 ชนิดมีค่า ความต้านทานแรงดึงต่ำสุดเท่ากัน คือ 28 kgf/sq.mm. ความหนามาตราฐานของแผ่นและสตริปของเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็น ในความกว้าง 500 มม. หรือมากกว่า อยู่ในช่วง 0.4 มม.ถึง 3.2 มม. โดยที่แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็น เป็นโลหะที่ใช้มากในงานอัดโลหะ ทั้งนี้เพราะผิวเรียบ และละเอียด ซึ่งชิ้นงานที่ออกมาจะมีความสวยงามผิวของแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็นนี้จะแบ่งออกเป็นชนิดด้าน(DULL FINISH) และผิวเรียบ (BRIGHT FINISH) แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็นจะมีราคาแพงกว่าแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อน

1.3 แผ่นเหล็กเคลือบ (ZINC COATED STEEL SHEET)จะเป็นแผ่นเหล็กกล้าเหล่านี้ จะมีโลหะเคลือบอยู่เพื่อเพิ่มความทนทานต่อการกัดกร่อน อายุของวัสดุเคลือบเป็นสัดส่วนกับความหนาของการเคลือบ สำหรับแผ่นเหล็กเคลือบนี้มีอยู่หลายกรรมวิธีแต่จะขอกล่าวเฉพาะวิธี

ที่นิยมใช้กัน คือ

แผ่นเหล็กกล้าเหล่านี้ถูกเคลือบด้วยสังกะสี โดยขบวนการ ELECTROLYTIC DEPOSITION ปกติแผ่นเหล็กกล้าชนิดนี้ผลิตออกมาเป็นจุดทศนิยมความหนา หรือเป็นน้ำหนักเกจ สำหรับแผ่นเหล็กกล้าตามมาตรฐานญี่ปุ่น คือ JIS G3313 ได้แบ่งออกเพื่อใช้งานขึ้นรูป ตามตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 การแบ่งชั้นและสัญญลักษณ์

ชั้น		สัญญลักษณ์	การใช้งาน	โลหะพื้นฐานที่ใช้	
				เหล็กรีดร้อน	เหล็กรีดเย็น
CLASS 1	H	SEHC	สำหรับใช้งานทั่วไป	SPHC	–
	C	SECC		–	SPCC
CLASS 2	H	SEHC	สำหรับใช้งานขึ้นรูป	SPHD	–
	C	SECD		–	SPCD
CLASS 3	H	SEHE	สำหรับใช้งานขึ้นรูปลึก	SPHE	–
	C	SECE		–	SPCE

ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุดคือ28kgf/sq.mm.ความหนาปกติมาตรฐานของแผ่นอยู่ในช่วงประมาณ 0.25 มม.ถึง 4.5 มม. ซึ่งแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีมีความทนทานต่อการกัดกร่อน มีคุณสมบัติอัดขึ้นรูปดี ทั้งนี้เพราะสังกะสีที่เคลือบอยู่ จะทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่น

2. ขนาดของแผ่นเหล็กกล้าที่ใช้งานอัดขึ้นรูป

แผ่นเหล็กที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปนั้นจะมีขนาด (SIZE) ที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งานว่าต้องการแบบไหน บางครั้งจะพิจรณาถึงต้นทุน และความสะดวกในการนำมาใช้งาน แต่โดยทั่วไปแล้ว เราจะแบ่งขนาดของแผ่นเหล็กได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

2.1 แผ่นเหล็กขนาดมาตรฐาน แผ่นเหล็กชนิดนี้จะเป็นแผ่นเหล็กเรียบมีมาตรฐานที่ใช้ในท้องตลาดทั่ว ๆ ไปคือ มีขนาดกว้าง 4 ฟุต ยาว 8 ฟุต (1219 มม. x 2440 มม.) ซึ่งมีความหนาต่าง ๆ กันตั้งแต่ 0.3 - 8 มม. ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ มีทั้งชนิดที่เป็นเหล็กรีดร้อน และเหล็กรีดเย็น โดยส่วนใหญ่จะใช้สำหรับนำมาตัดซอยเป็นแผ่นเล็ก ๆ (STRIP) เพื่อนำมาใช้งาน ขนาดของแผ่นซอยจะมีความกว้างเท่ากับความกว้างของแม่พิมพ์โดยทางโรงงาน

ผู้ซื้อ จะเป็นผู้นำมาตัดซอยเองตามขนาดต่าง ๆ ที่ต้องการ ส่วนใหญ่แผ่นเหล็กขนาดมาตราฐานที่นิยมใช้กับปริมาณงานที่มีจำนวนน้อย ๆ และเมื่อนำมาตัดซอยได้หลาย ๆ ขนาดเพื่อเลือกใช้กับงานได้หลาย ๆ ประเภท กล่าวคือ เหล็กแผ่นขนาดมาตราฐาน 1 แผ่น สามารถนำมาตัดซอยได้หลายขนาด และใช้กับงานได้หลายประเภท โดยมีจำนวนการใช้ไม่มากนัก

2.2 แผ่นเหล็กขนาดสำเร็จ เป็นเหล็กแผ่นเรียบที่มีการตัดซอยเป็นขนาดต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วจากผู้ขาย ซึ่งผู้ซื้อสามารถนำมาใช้งานได้เลย โดยไม่ต้องนำมาตัดซอยเป็นขนาดต่าง ๆ อีก ซึ่งแบบนี้ค่อนข้างจะสะดวกในการใช้งานเหมาะสำหรับการผลิตในปริมาณมาก ๆ โดยผู้ขายจะตัดเป็นขนาดย่อย ๆ ตามที่ผู้ซื้อกำหนด โดยตัดจากม้วนเหล็กซึ่งตัดได้เร็ว และเที่ยงตรง และบางครั้งแผ่นเหล็กที่ต้องการใช้งานมีขนาดใหญ่มาก ไม่สะดวกที่ทางโรงงานจะตัดซอยเอง ก็มักจะสั่งเป็นขนาดสำเร็จเข้ามาใช้แทน สำหรับแผ่นเหล็กชนิดนี้จะมีขนาดไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ซื้อ และมีราคาแพงกว่าขนาดมาตราฐาน เพราะรวมราคาค่าตัด แต่แผ่นเหล็กขนาดสำเร็จนี้มักจะทำให้ประหยัดจากการเสียเศษเหล็ก

3. ลักษณะการบรรจุภัณฑ์ของแผ่นเหล็ก

สำหรับแผ่นเหล็กที่ใช้ในการขึ้นรูปนั้นทั้งที่เป็นขนาดมาตราฐาน และขนาดสำเร็จจะมีลักษณะการบรรจุภัณฑ์ (PACKING) ตามมาตราฐานอยู่ 2 แบบ คือ

3.1 แบบเปลือย ซึ่งมีลักษณะการบรรจุภัณฑ์แบบนี้ จะไม่มีสิ่งใดห่อหุ้มแผ่นเหล็ก โดยจะรัดแผ่นเหล็ก ซึ่งมีจำนวน 100-200 แผ่น น้ำหนักต่อ 1 มัดประมาณ 2-4 ตัน เข้ากับขาไม้ด้วยสายรัดเหล็ก ซึ่งอาจจะมีแผ่นเหล็กประกับตรงขอบหรือมุมบ้าง แผ่นเหล็กจะเปลือยเปล่าทำให้มีโอกาสเกิดสนิมได้ง่าย อีกทั้งอาจจะเกิดรอยชีด หรือบุบจากการโดนกระแทกเวลาขนส่งได้ง่าย จึงไม่ค่อยมีคนนิยมใช้ นอกจากบางครั้งผู้ซื้อต้องการนำมาใช้งานเลยไม่ต้องการเก็บไว้นานก็จะขอให้ผู้ขายทำการบรรจุภัณฑ์แบบเปลือยนี้ เพราะสะดวกในการนำไปใช้งาน และค่าใช้จ่ายในการบรรจุภัณฑ์ถูก จึงเหมาะกับแผ่นเหล็กที่เป็นผิวดำ หรือเหล็กรีดร้อน

3.2 แบบหุ้มด้วยกระดาษ ลักษณะการบรรจุภัณฑ์แบบนี้เป็นที่นิยมใช้มาก พราะจะใช้กระดาษมันซึ่งกันน้ำได้ ห่อหุ้มมัดเหล็กโดยรอบ และบางครั้งปิดทับ ด้วยแผ่นเหล็กบาง ๆ อีกชั้นหนึ่ง ซึ่งจะช่วยป้องกันการเกิดสนิมและการกระทบกระแทกได้ดีโดยมัดเหล็กติดกับขาไม้เพื่อสะดวกในการขนส่ง ซึ่งน้ำหนักของมัดเหล็กประมาณ 2-4 ตัน เหมาะสำหรับเหล็กรีดเย็น ที่ผิวเหล็กมีลักษณะขาว และสามารถเก็บได้เป็นระยะเวลานานกว่าแบบเปลือย โดยไม่เกิดสนิม แต่มีต้นทุนในการบรรจุภัณฑ์สูงกว่าแบบเปลือย โดยมีคุณภาพดีกว่าแบบเปลือย

4. ข้อกำหนดมาตราฐานของแผ่นเหล็ก

แผ่นเหล็กที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปนี้ ที่นิยมใช้ส่วนใหญ่ คือ แผ่นเหล็กรีดร้อน และแผ่นเหล็กรีดเย็น ซึ่งจะต้องมีคุณลักษณะทางคุณภาพที่สำคัญสำหรับงานอัดขึ้นรูป ดังนี้

4.1 ผิวแผ่นเหล็กจะต้องเรียบ และปราศจากสนิม หรือรอยชีดข่วนต่าง ๆ ที่จะทำให้คุณสมบัติเดิมเปลี่ยนแปลงไป หรือความแข็งแรงเปลี่ยนแปลงไป

4.2 ขนาดและความหนาของแผ่นเหล็กจะต้องเป็นไปตามแบบที่กำหนดไว้ โดยจะต้องมีค่าเผื่อ (TOLERANCE) ตามมาตราฐาน JIS ซึ่งค่าระยะเผื่อ จะเปลี่ยนแปลงตามความหนา และความกว้างของแผ่นเหล็ก โดยเฉพาะถ้าความหนามีค่าเผื่อมากหรือน้อยเกินไป ก็จะทำให้ชิ้นงานขึ้นรูปมีขนาดเปลี่ยนแปลงไปได้

4.3 คุณสมบัติทางเคมี จะต้องมีส่วนผสมที่ถูกต้องตามมาตราฐาน JIS ซึ่งเหล็กแต่ละชนิดจะมีส่วนผสมทางเคมีแตกต่างกัน คุณสมบัติก็จะแตกต่างกันออกไป เพราะถ้าส่วนผสมผิดไป ก็จะทำให้การขึ้นรูปชิ้นงานเกิดการแตกร้าว หรือฉีกขาดได้

4.4 ต้องมีคุณสมบัติทางกล เช่น ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง แรงเฉือน ความเค้นคราก และความยืด (ELONGATION) ซึ่งโดยปกติเหล็กรีดร้อน และเหล็กรีดเย็นจะมีค่าความแข็งต่อแรงดึงเท่ากัน คือ 28kgf/sq.mm.

5. การตรวจสอบแผ่นเหล็ก

ในการตรวจสอบคุณภาพแผ่นเหล็ก เมื่อรับเข้ามานั้นเราไม่สามารถทำการตรวจได้ทุกแผ่น เนื่องจากข้อจำกัดในด้านการบรรจุภัณฑ์ที่กล่าวมาข้างต้น และน้ำหนักของเหล็กแผ่น ซึ่งค่อนข้างมีน้ำหนักมาก ทำให้ยากลำบากในการตรวจสอบ จึงนิยมในการตรวจสอบจากแผ่นตัวอย่าง ซึ่งผู้ขายเหล็กจะทำแผ่นแนบมากับเหล็กในแต่ละมัด เพื่อให้ผู้ซื้อสามารถตรวจสอบคุณภาพจากแผ่นเหล็กตัวอย่างได้ โดยแผ่นเหล็กตัวอย่างเป็นเสมือนตัวแทนของเหล็กทั้งมัด สำหรับการตรวจสอบแผ่นเหล็กทั่ว ๆ ไปมีวิธีการดังนี้

5.1 การตรวจดูลักษณะภายนอก เมื่อรับแผ่นเหล็กเข้ามาแล้วจุดแรกที่เจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพจะต้องตรวจ คือ สภาพของการบรรจุภัณฑ์ว่ามีลักษณะอย่างไร มีรอยแตก หรือบุบบริเวณใดบ้าง ถ้าพบรอยแตก และมองเห็นเนื้อแผ่นเหล็กด้านใน แสดงว่าอากาศ และความชื้นได้เข้าไปทำปฏิกริยากับแผ่นเหล็กแล้ว ให้รีบนำมัดเหล็กที่มีปัญหานั้นแยกออก แล้วทำการเปิดมัดเหล็กออกดูเพื่อตรวจสอบว่ามีส่วนที่เป็นสนิมจำนวนกี่แผ่น และเป็นที่บริเวณจุดใดบ้าง ถ้าหากมีสนิมเป็นจำนวนมาก และไม่สามารถใช้งานได้ให้ทำการส่งคืนผู้ขาย แต่ถ้ามีจำนวนน้อย และพอใช้งานได้

ก็จำเป็นต้องทำการคัดแยก

5.2 การวัดความหนาและขนาดของแผ่นเหล็ก จะทำการวัดขณะที่นำชิ้นงานออกมาตัดซอย หรือถ้าเป็นแผ่นเหล็กขนาดสำเร็จ ก็จะทำการตรวจสอบขนาด ก่อนส่งเข้าสายการผลิต โดยจะมีค่าเผื่อความหนา 0.8 ที่มีความหนา 1.00 ถึง 1.25 มม.ซึ่งค่าระยะค่าเผื่อนี้จะเปลี่ยนแปลงตามความหนาของแผ่นเหล็ก ซึ่งดูได้จาก JIS G3141 การที่ต้องควบคุมค่าความหนาของแผ่นเหล็กนี้ เพราะเมื่อเกิดการผิดพลาดแล้ว จะมีผลต่อการผลิตชิ้นส่วนมากว่าค่าความกว้าง หรือความยาว ซึ่งพอสามารถแก้ไขได้ แต่โดยปกติแล้วผู้ขายแผ่นเหล็กจะทำการติดแผ่นป้าย (TAG)มากับมัดเหล็กโดยแผ่นป้ายนั้นจะบอกถึงชนิดของเหล็กขนาดของแผ่นเหล็ก มีทั้งความกว้าง ความยาว และความหนา จำนวนแผ่นต่อมัด และน้ำหนักแผ่นเหล็กทั้งมัด ซึ่งจะหนักประมาณ 1 ตัน - 4 ตัน รวมทั้งระบุชื่อผู้ผลิต และวันที่ทำการส่ง เป็นต้น ซึ่งทำให้สะดวกต่อการตรวจสอบ

6. การเก็บรักษาเพื่อคุณภาพ

สำหรับมัดเหล็กที่มีการเปิดภาชนะบรรจุออก เพื่อนำแผ่นเหล็กมาตัดซอยควรที่จะต้องรีบนำไปผลิตโดยเร็ว เพราะแผ่นเหล็กส่วนใหญ่จะทาน้ำมันบาง ๆไว้ที่ผิวเหล็กเพื่อป้องกันสนิม เมื่อมีการเปิดกระดาษที่ห่อหุ้มมัดเหล็กออก น้ำมันเหล่านี้ก็จะระเหยออกไป ถ้าทิ้งไว้นานอาจทำให้เกิดสนิม หรือรอยต่าง ๆ บนผิวเหล็กได้จึงควรรีบนำมาผลิตให้หมด แต่ถ้าไม่สามารถนำมาผลิตให้หมดได้ ก็ควรมีวิธีเก็บรักษา เพื่อคงไว้คุณภาพดังเดิม ซึ่งปฏิบัติได้ดังนี้

6.1 ควรเก็บเหล็กในที่มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60%เพราะถ้าความชื้นสัมพัทธ์เกินกว่า 70% จะทำให้เกิดสนิมที่ผิวแผ่นเหล็กโดยง่าย

6.2 สถานที่เก็บมัดเหล็กควรมีอากาศถ่ายเทได้ดี เพื่อไม่ให้อุณหภูมิ หรือความชื้นสูงเกินไป และเป็นการป้องกันไม่ให้อากาศกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเมื่ออากาศภายในที่เก็บอยู่ในสภาพนิ่ง

6.3 สำหรับแผ่นเหล็กที่มีการเปิดภาชนะออกมาใช้แล้ว แผ่นเหล็กที่เหลือควรทาน้ำมันบาง ๆ บนผิวเหล็กที่เปิดออกโดนอากาศ และใช้พลาสติกใสบาง ๆ ปิดทับอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันฝุ่นผง และอากาศที่อาจจะทำปฏิกริยากับแผ่นเหล็กได้

6.4 เก็บแผ่นเหล็กที่ยังไม่ได้ใช้ หรือใช้ไม่หมด ไว้ในตัวอาคารเพื่อป้องกันแดดและฝน

7. การทดสอบแผ่นเหล็ก

การทดสอบแผ่นเหล็ก เพื่อต้องการทราบว่า แผ่นเหล็กแต่ละล็อตที่สั่งเข้ามานั้นมีคุณสมบัติตรงตามที่ระบุไว้หรือไม่ เพื่อให้เกิดความมั่นใจ เวลานำมาผลิตชิ้นส่วนแล้วจะได้ค่าความ

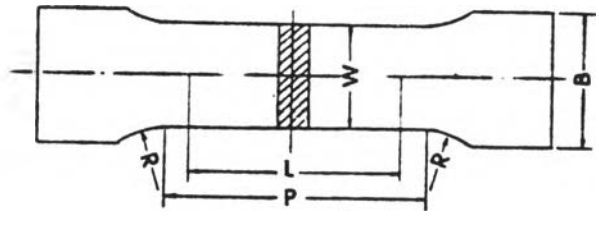
แข็งแรงตามมาตราฐานที่กำหนด เป็นการรับประกันคุณภาพให้กับลูกค้า ซึ่งแผ่นเหล็กที่สั่งเข้ามาในแต่ละล็อตจะมีจำนวนหลายขนาด และหลายชนิดซึ่งจะมีน้ำหนักของเหล็กแต่ละล็อตประมาณ 10 ตัน ถึง 15 ตัน ต่อวัน ดังนั้นในการที่จะทำการทดสอบแผ่นเหล็กจึงค่อนข้างลำบากเพราะจะต้องแกะมัดเหล็กออก และนำมาตัดเป็นชิ้น ๆ เพื่อทำการทดสอบ ทำให้เสียเวลาในการดำเนินการ และไม่สะดวกในการเก็บรักษามัดเหล็กที่ถูกแกะออกมาแล้ว ดังนั้นทางผู้ขายแผ่นเหล็กจะต้องจัดทำแผ่นเหล็กตัวอย่างมีขนาดตามที่ผู้ซื้อกำหนด แนบมาพร้อมกับมัดเหล็กแต่ละมัดที่ส่งเข้ามาในโรงงานเพื่อใช้เป็นแผ่นเหล็กสำหรับทดสอบหาค่าต่าง ๆ โดยแผ่นเหล็กตัวอย่างนี้จะต้องเป็นเหล็กชนิดเดียวกับมัดเหล็กนั้น (เป็นของล็อตเดียวกันที่ผลิตออกมา) และมีคุณสมบัติเหมือนกับ เหล็กมัดนั้นทุกประการ ซึ่งเราจะใช้เป็นตัวแทนจากแผ่นเหล็กแต่ละมัด สำหรับวิธีการทดสอบแผ่นเหล็กที่ใช้กับงานอัดขึ้นรูปโลหะนั้นมีหลายวิธี แต่จะขอกล่าวเฉพาะวิธีที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ คือ

7.1 การทดสอบทางกล (MECHANICAL TEST)

1. การทดสอบด้วยการดึง (TENSILE TEST) วิธีการนี้เป็นวิธีการพื้นฐานและนิยมใช้แผ่นเหล็ก เพราะจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับแผ่นเหล็กได้ดี วิธีการนี้จะทำให้เราทราบถึงความต้านแรงดึง (TENSILE STRESS), ความเค้นคราก (YIELD STRESS) ในการทดสอบจะใช้วิธีทดสอบตามมาตราฐาน JIS (JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD)โดยใช้ JIS Z2241

1.1 ชิ้นงานทดสอบ ตาม JIS Z 2201 no.5 TEST PIECE

ตามรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ชิ้นงานทดสอบด้วยแรงดึง

ความยาวก่อนดึง L = 50 mm.

ความยาวขนาน P = ประมาณ 60 mm.

ความกว้าง W = 25 mm.

รัศมีบ่าของชิ้นงานทดสอบ R = 15 mm. หรือมากกว่า

สำหรับแผ่นเหล็กบาง R = 20-30 mm.

ความกว้างของแผ่นที่ใช้จับ B = 30 mm. หรือมากกว่า

1.2 ค่าความเค้นแรงดึง(TENSILE STRENGTH)ค่าความเค้นแรงดึงที่ชิ้นทดสอบนั้น ๆ สามารถรับไว้ได้ ตามปกติสำหรับเหล็กรีดร้อน และรีดเย็นจะมีค่าความเค้นแรงดึง 28 kgf/sq.mm. ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\sigma B = \frac{P\ max}{Ao}$$

ให้ σB = ค่าความเค้นแรงดึง (kgf/sq.mm.)

Pmax = แรงดึงสูงสุด (kgf)

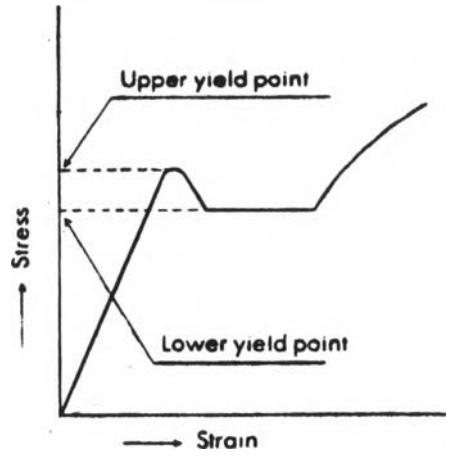
Ao = พื้นที่หน้าตัดเดิมก่อนดึง (sq.mm.)

1.3 จุดครากตัว (YIELD POINT) จุดครากตัว คืออัตราส่วนของจุดครากบน (UPPER YIELD POINT) กับจุดครากล่าง (LOWER YIELD POINT) การยืดตัวจะเพิ่มขึ้น โดยไม่มีการเพิ่มหรือลดแรงดึงในชิ้นทดสอบเลย ตามรูปที่ 5.2

<u>การหาความเค้นของจุดครากได้จากสูตร</u>

สำหรับจุดครากบน $\sigma su = \frac{Psu}{Ao}$

สำหรับจุดครากล่าง $\sigma sl = \frac{Psl}{Ao}$



รูปที่ 5.2 แสดงแผนภาพเปรียบเทียบความเค้นและความยืดของเหล็กกล้าทั่วไป

โดยให้ σ_{su} = จุดคราก บน (kgf/sq.mm.)

σ_{sl} = จุดคราก ล่าง (kgf/sq.mm.)

Psu = แรงที่กระทำที่จุดคราก บน (kgf)

Psl = แรงที่กระทำที่จุดคราก ล่าง (kgf)

Ao = พื้นที่หน้าตัดเดิม (sq.mm.)

โดยปกติจะไม่ให้วัสดุที่ทำชิ้นส่วนเครื่องจักร ต้องรับภาระจนถึงจุดคราก บน σ_{su} นั่นคือ จะต้องไม่รับภาระ (แรง) จนทำให้วัสดุนั้น ๆ ต้องเปลี่ยนรูป ส่วนใหญ่จะให้แค่จุดยืดหยุ่น (ELASTIC) ดังนั้นค่า σ_{su} จึงเป็นค่าที่มีความสำคัญมากในทางปฏิบัติ

1.4 ค่าความยืด (ELONGATION) คือค่าเป็นเบอร์เซ็นต์ของวัสดุที่ยืดตัวออกจากความยาวเดิมหลังจากถูกดึงขาดจากกัน ซึ่งค่าความยืดหาได้จากสูตร

$$\delta = \frac{L - Lo}{Lo} \times 100$$

เมื่อ δ = ความยืดตัว (%)

L = ความยาวหลังจากดึงขาดแล้วนำมาต่อกัน โดยจะต้องมีแนวแกนร่วมกันของทั้งสองชิ้น (mm.)

Lo = ความยาวเดิมก่อนดึง (mm.)

ถ้าเป็นเหล็กแข็งจะมีอัตราการยืดน้อยมากถ้าเป็นเหล็กเหนียว หรือเหล็กอ่อนจะมีอัตราการยืดตัวที่มากกว่า

ในการทดสอบค่าแรงดึงนี้ จะใช้เครื่องมือในการทดสอบโดยจะจับหัวทั้งสองของชิ้นทดสอบทั้งด้านบน และด้านล่าง ในขณะที่น้ำมันไฮดรอลิคจากปั๊มจะไหลตามท่อและดันลูกสูบไปดันแท่นข้างล่างเพื่อดึงชิ้นทดสอบจนขาดออกจากกัน โดยที่กลไกของเครื่อง จะเขียนแผนภาพความต้านทานแรงดึงและความยืดของชิ้นทดสอบจนขาดออกจากกัน ซึ่งทำให้สะดวกในการวิเคราะห์ผลของวัสดุทดสอบ

2. การทดสอบการขึ้นรูป (FORMABILITY TEST)

2.1 การทดสอบอัดขึ้นรูปถ้วย (CUPPING TEST) เพื่อต้องการทราบว่าแผ่นเหล็กแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการอัดขึ้นรูป (DEEP DRAWING) หรือไม่ จึงต้องมีการทดสอบอัดขึ้นรูปถ้วยตามวิธีของ " เอริชเซ่น " (ERICHSEN) เป็นเกณฑ์ในการตัดสินความเหมาะสม การทดสอบนี้กำหนดขึ้นตาม JIS Z2247 ซึ่งจะทำการทดสอบแผ่นเหล็ก หรือแผ่นเถบตั้งแต่ความหนา 0.2-3 mm.

การทดสอบโดยวางแผ่นโลหะระหว่างแม่พิมพ์กับตัวยึดชิ้นทดสอบ (แผ่นโลหะ)โดยยึดด้วยแรง 1000 kg. หัวกดทดสอบทำจาก วัสดุที่ทนทานการสึกหรอได้ดี มีค่าความแข็งไม่ต่ำกว่า 750 HV

ขัดผิวหรืออาบผิวแข็ง (HARD PLATING) จะอยู่ด้านตัวยึดชิ้นทดสอบ ขนาดของแม่พิมพ์และหัวกดทดสอบ (เป็นรูปทรงกลม) เป็นขนาดที่มาตราฐานที่สามารถสอบอัดแผ่นโลหะที่มีขนาดกว้าง 90 ถึง 100 มม. ความยาวไม่น้อยกว่า 270 มม. ให้มีรอยกดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ เช่น 21 มม. หรือ 18 มม. การใช้หัวกดทดสอบให้เป็นรอยจนเกิดรอยฉีก มองเห็นได้ แสดงว่าเป็นขนาดที่กดอัดได้ดีที่สุด การทดสอบอัดขึ้นรูปถ้วยจะต้องอัดขึ้นรูปถ้วยไว้อย่างละ3 รอย ค่าการกดอัดจะอ่านดังตัวอย่าง เช่น IE21 (ค่ากดอัดตามเอริเช่น) จะเป็นค่าที่หัวอัดทดสอบเริ่มทำให้ชิ้นงานทดสอบเกิดรอยฉีกขึ้น เมื่อใช้แม่พิมพ์ (DRAW-DIE) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 21 มม. ซึ่งขนาดเส้ผ่าศูนย์กางแม่พิมพ์จะมีขนาดต่างกัน

ค่าการกดอัดจากการทดสอบ จะมีการเปรียบเทียบกับเส้นโค้งมาตราฐาน ในความสัมพันธ์กับขนาดความหนาของแผ่นโลหะ ดังนั้นค่าขนาดอัด (ลึก) จากการทดสอบที่อยู่เหนือเส้นโค้ง แสดงว่าโลหะนั้นยืดตัวได้ดี ถ้าค่าขนาดอัด (ลึก) อยู่ใต้เส้นโค้งแสดงว่าโลหะนั้นมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูป

2.2 การทดสอบแผ่นเหล็กโดยการดัดโค้ง(BEND TEST)JIS Z2248 แบบ ก. การทดสอบนี้จะใช้ในการทดสอบหาความสามารถในการเปลี่ยนรูปคราก็ตัว โดยการดัดโค้ง เพื่อดูรอยร้าว หรือจุดบกพร่องอื่น ๆ บริเวณดัดโค้ง อุปกรณ์ในการทดสอบมีลูกกลิ้งรองรับทั้งซ้าย และขวา และหัวกดต้องมีความแข็งเพียงพอ ตามรูปที่ 5.3 a

a = ความหนาของชิ้นทดสอบ

b = ความกว้างของชิ้นทดสอบ ให้โตเท่ากับผลิตภัณฑ์

ถ้ากรณี b > 20 mm. ให้ a $\leq$ 3 mm.

b = 20 ถึง 50 mm. ให้ค่า a $\geq$ 3 mm.

L = ความยาวของชิ้นทดสอบ mm.

l = ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งรองรับ

= (D+3a)+ a/2 mm.

D = เส้นผ่าศูนย์กลางหัวกด

สำหรับความหนาของชิ้นทดสอบ a : ชิ้นทดสอบที่ได้จากแผ่นบางจะต้องมีความหนาเท่ากับผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ในกรณีความหนาผลิตภัณฑ์ a > 25 mm. ให้ลดขนาด a < 25 mm. โดยการปาด

ผิวหนึ่งด้าน

แบบ ข. การทดสอบดัดโค้ง โดยการปีบอัด ตามรูปที่ 5.3 b

สำหรับ แบบ ก. โดยให้หัวกดอยู่กึ่งกลางลูกกลิ้งรองรับแล้วค่อย ๆ เพิ่มแรงกดมากขึ้นอย่างสม่ำเสมอ อย่างช้า ๆ

แบบ ข. จากนั้นนำชิ้นทดสอบมาบีบกดอัดดังรูป (a) โดยวางแท่นขนานหนุนตรงกลางชิ้นทดสอบ แล้วบีบกดให้ชิ้นทดสอบเหมือนดังรูป (c) ในกรณีที่ยังไม่ปรากฏเห็น รอยร้าวด้วยตาเปล่าให้ถือว่าใช้ได้

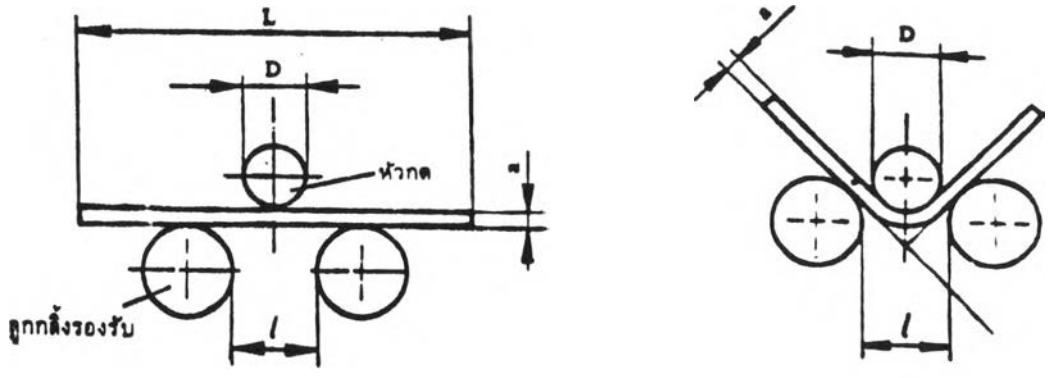
2.3 การทดสอบความแข็ง (HARDNESS TEST) ในการทดสอบความแข็งของแผ่นเหล็ก โดยทั่ว ๆ ไปนิยมใช้วิธีการวัดความแข็งแบบรอกเวล เสกล B (HRB) โดยจะใช้ลูกบอลเหล็ก มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/6" ผิวทดสอบจะต้องเรียบ โดยอาศัยเครื่องทดสอบและอ่านค่าความแข็งจากหน้าปัทม์ได้เลย ตัวอย่างสัญญลักษณ์ย่อ

80 HRB = ความแข็งตามรอกเวล 80 ตามวิธีรอกเวล B วิธีการทดสอบโดยใช้บอลเหล็ก (HRB) ค่อย ๆ กดลงบนแผ่นเหล็กโดยใช้แรงกดนำ 10 kf แรงกดเพิ่มเติม 90kf ความหนาของชิ้นทดสอบ จะเท่ากับ 12 เท่าของรอยกดลึก เป็นอย่างต่ำ การทดสอบวิธีรอกเวล HRB ใช้ทดสอบวัสดุที่แข็งปานกลางระหว่าง 35 ถึง 100 HRB

7.2 การทดสอบทางเคมี (CHEMICAL TEST)

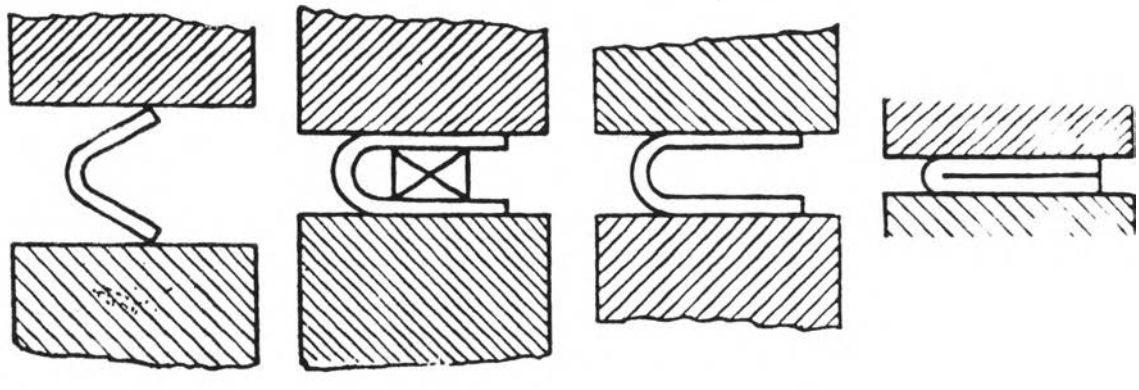
1. การทดสอบหาส่วนผสมทางเคมี เป็นที่ทราบกันดีว่าแผ่นเหล็กแต่ละชนิดประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด เช่น คาร์บอน, แมงกานีส, ฟอสฟอรัส, กำมะถัน เป็นต้นซึ่งแผ่นเหล็กแต่ละชนิด ก็มีส่วนผสมไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งาน ดังนั้นในการทดสอบหาส่วนผสมทางเคมี เพื่อต้องการทราบว่าแผ่นเหล็กแต่ละชนิดมีส่วนผสมทางเคมี ถูกต้องตามมาตราฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ เหมาะสมในการใช้ขึ้นรูปโลหะหรือไม่ ซึ่งในการทดสอบดังกล่าวข้างต้นเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยุ่งยากและต้องกระทำในห้อง LAB อีกทั้งยังต้องใช้เวลานานกว่าจะทราบผล จึงเป็นการไม่สะดวกที่ผู้ซื้อจะมาทำการทดสอบเอง ส่วนใหญ่จะให้ผู้ขายหรือผู้ผลิตแผ่นเหล็กเป็นผู้ทำการทดสอบเอง และให้ออกใบรับรองว่าแผ่นเหล็กที่ส่งมาแต่ละล็อตนั้นมีส่วนผสมเคมีถูกต้อง ตรงกับความต้องการใช้งานที่ระบุไว้ซึ่งเป็นการรับประกันคุณภาพอีกทางด้วย

2. การทดสอบการกัดกร่อน (CORROSION TEST) เป็นการทดสอบที่เหมาะสมกับแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี (ZINC PLATING) เพราะจะต้องทดสอบการกัดกร่อนเพื่อดูว่า สังกะสีที่เคลือบอยู่บนผิวเหล็กนั้น มีคุณภาพตามมาตราฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ การทดสอบนี้



ก่อนทดสอบ ระหว่างทดสอบ

รูปที่ 5.3 a ส่วนประกอบขนาดของอุปกรณ์และชิ้นทดสอบ



(a) (b) (c) (d)

รูปที่ 5.3 b ขั้นตอนการทดสอบหลังจากตัดโค้งตามแบบ ก. แล้ว

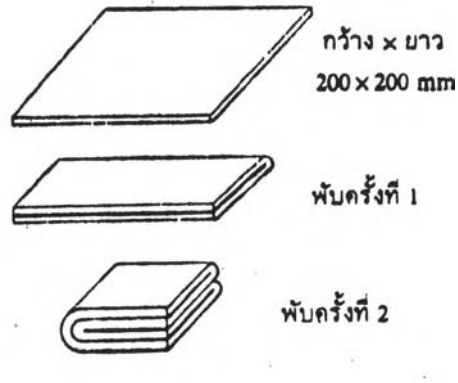
ส่วนใหญ่จะจำลองเหมือนกับสภาพใช้งานจริงของชิ้นงานที่ต้องอาศัยเวลานานพอสมควร พอที่จะให้ทราบผล การทดสอบนี้มีอยู่หลายวิธี แต่ขอสรุปเฉพาะวิธีที่นิยมใช้กันดังนี้

การทดสอบด้วยการพ่นไอน้ำเกลือ (SALT SPRAY TEST) เป็นวิธีการหาเกณฑ์ความต้านทานการกัดกร่อนของโลหะอย่างน้อยที่สุดต่อสภาพอิทธิพลสิ่งแวดล้อมการทดสอบจะกระทำโดย การพ่นไอน้ำเกลือใส่ชิ้นงานทดสอบที่แขวนไว้ การทดสอบนี้จะทำให้สามารถหาผลของการกัดกร่อนที่หลุดออกมาจากชิ้นทดสอบได้ จากน้ำหนักที่หลุดอกมาจากชิ้นทดสอบต่อพื้นที่ผิว และหน่วยของเวลาเป็นตัวเลขที่ใช้เปรียบเทียบกันได้

จากวิธีการทดสอบที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นเป็นการทดสอบตามมาตราฐานที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งนิยมใช้ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนโลหะรถยนต์ในปัจจุบัน แต่วิธีดังกล่าวค่อนข้างจะใช้เวลาในการทดสอบนานและทราบผลช้า เพราะการทดสอบดังกล่าว ส่วนใหญ่จะกระทำในห้องปฏิบัติการ (LAB) ซึ่งกว่าจะทราบผลการทดสอบ ก็ได้มีการนำเหล็กไปใช้บางส่วนแล้วและบางครั้งก็มักจะพบปัญหาในระหว่างการผลิต ดังนั้นจึงมีการหาวิธีทดสอบแบบง่าย ๆ ซึ่งให้ ผลการทดสอบเชื่อถือได้ โดยใช้อุปกรณ์ทดสอบแบบธรรมดาที่ใช้อยู่ในการทำงาน ไม่ต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือพิเศษ ซึ่งจะเป็นการช่วยให้เจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพสามารถทดสอบเบื้องต้นได้ก่อน ในกรณีที่มีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องใช้แผ่นเหล็ก หรือจะเป็นวิธีที่ใช้ควบคู่กับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

วิธีการทดสอบแผ่นเหล็กบาง ที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปโลหะ ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยาก และทราบผลได้เร็ว และไม่จำเป็นต้องทดสอบในห้องปฏิบัติการ มีวิธีการดังนี้

1. การทดสอบโดยการพับ ส่วนใหญ่จะใช้ทดสอบกับ แผ่นโลหะที่เป็นแถบขนาด 200 x 200 มม. ด้วยการพับสองครั้ง ตามรูปที่ 5.4 บริเวณผิวด้านนอก (ผิวด้านตึง) จะต้องไม่เกิดรอยร้าว หรือฉีกขาด ซึ่งวิธีพับอาจจะใช้ปากกาจับงาน (VISE)เป็นตัวจับแผ่นเหล็กใช้ค้อนเป็นตัวพับ โดยการตีที่แผ่นเหล็ก



รูปที่ 5.4 การพับสองครั้ง

2. การทดสอบการตอกเจาะเป็นรู การทดสอบวิธีนี้เป็น การทดสอบเพื่อหาความเค้นแรงเฉือนของแผ่นเหล็กบาง จะได้ค่าความเค้นแรงเฉือน

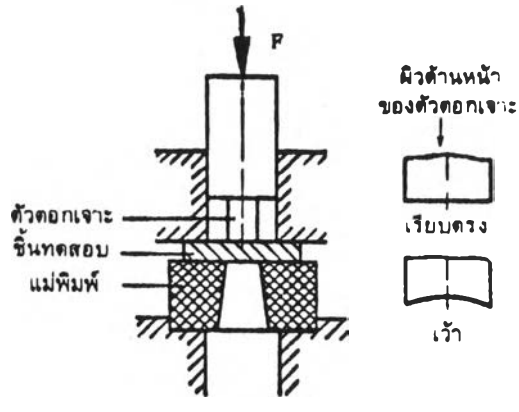
$$\tau = \frac{F}{\pi . d . s} \qquad \text{kgf./ sq.mm.}$$

F = แรงที่ใช้ตอกเจาะ (kgf)

d = เส้นผ่าศูนย์กลาง (mm.)

s = ขนาดความหนาชิ้นทดสอบ (mm.)

ผลการทดสอบจะขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างตัวตอกเจาะและแม่พิมพ์ รูปร่างของผิวด้านหน้าของตัวตอกเจาะว่า มีความเว้ามากน้อยเพียงไร และขนาดความหนาของ ชิ้นทดสอบ ตามรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 การอัดเป็นรู

3. การทดสอบเหล็กที่เชื่อมด้วยแก๊สได้ดี จากอิทธิพลของส่วนเจือทางเคมีในเหล็กจะมีผลต่อการเชื่อมด้วยแก๊ส ส่วนเจือที่ไม่ถูกต้องในเหล็ก อาจทำให้ความแข็งเบราะ และทำให้แตกหักได้ง่าย

การทดสอบโดยการเผาด้วยแก๊สให้หลอมตัวจะสามารถบอกถึงความเหมาะสมในการเชื่อมเหล็กที่หนาถึง 2.5 มม. ได้ ด้วยการเอาแผ่นเหล็กสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดยาว 100 มม. ใช้หัวเชื่อมเหมาะสมกับขนาดความหนาของแผ่นเหล็กเป่าจากด้านข้างตรงกลางให้ชิ้นทดสอบอยู่ในสภาวะเริ่มหลอม (แต่ไม่ให้ชิ้นทดสอบหลอมละลายขาดทะลุ) ไปจนถึงตรงกลางแผ่นเหล็กแล้วปล่อยให้เย็นลงจนปกติ แผ่นเหล็กที่ไม่เหมาะสมในการเชื่อมจะเกิดเป็นรอยร้าวให้เห็น

5.1.2 <u>การตรวจสอบชิ้นส่วนย่อย</u>

ในสภาวะตลาดรถยนต์ที่กำลังเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นความต้องการใช้ชิ้นส่วนก็สูงขึ้นตามไปด้วย ทำให้กำลังการผลิตของโรงงานไม่เพียงพอจึงจำเป็นต้องมีการนำชิ้นส่วนบางรายการที่เป็นชิ้นส่วนย่อย ไปว่าจ้างให้ผู้ผลิตรายย่อย(SUBCONTRACTOR) เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนเพื่อป้อนให้กับโรงงานโดยที่ทางโรงงาน จะนำชิ้นส่วนเหล่านั้นมาเชื่อมประกอบกับ ชิ้นส่วนที่ทางโรงงานผลิตขึ้นเอง ซึ่งชิ้นส่วนย่อยที่ว่าจ้างให้ผู้ผลิตรายย่อยเป็นผู้ผลิตส่งมาโรงงาน มีหลักการพิจรณา คือ

1. เป็นชิ้นส่วนย่อยที่ไม่มีความซับซ้อนในการผลิตมากนักส่วนใหญ่จะเป็นชิ้นส่วนที่มีขั้นตอนการผลิตแบบง่าย ๆ

2. ในการผลิตต้องใช้ความชำนาญพิเศษ หรือเป็นงานที่ต้องใช้เครื่องจักรในการผลิต เช่น งานกลึง, การเจียรนัย, งานไส, ซึ่งทางโรงงานไม่มีความชำนาญในการทำ

3. เป็นชิ้นส่วนที่ใช้เครื่องอัดโลหะขนาดเล็ก ซึ่งทางโรงงานไม่มีใช้ และไม่คุ้มที่จะต้องลงทุนซื้อเครื่องใหม่ เนื่องจากปริมาณการผลิตน้อย เป็นต้น

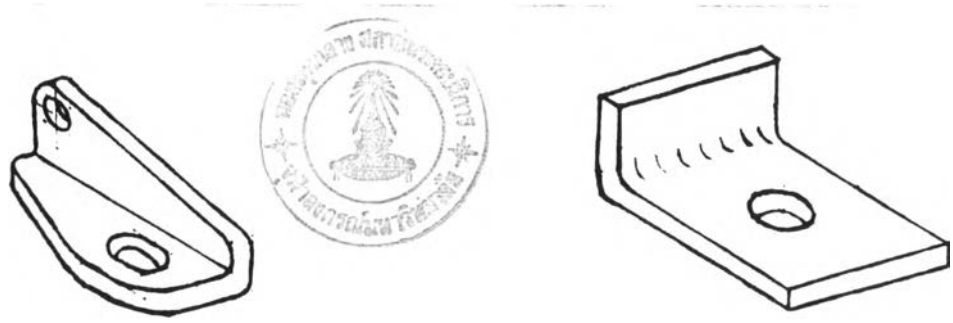
เมื่อมีการว่าจ้างให้ผู้ผลิตรายย่อยรับเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนแล้ว จะต้องมีการควบคุมคุณภาพ เช่นเดียวกับการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ทางโรงงานเป็นผู้ผลิต และการนำชิ้นส่วนย่อยมาใช้ ซึ่งมีวิธีการควบคุมคุณภาพ ดังนี้

1. ประเภทชิ้นส่วนย่อย

ชิ้นส่วนย่อยที่ทางโรงงานมอบหมายให้ผู้ผลิตรายย่อย เป็นผู้ผลิตส่งมายังโรงงานนั้น สามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1.1 ชิ้นส่วนจากการขึ้นรูปโลหะ (STAMPING PART) มีลักษณะเป็นชิ้นส่วนย่อยที่ผลิตโดยวิธีการขึ้นรูปโลหะ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ไม่ซับซ้อนในการผลิตมากนัก มีขั้นตอนการผลิตสั้นเป็น

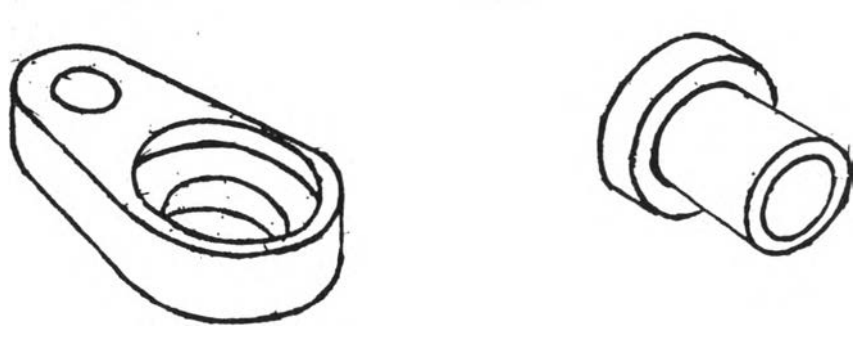
ชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักไม่เกิน 0.8 กิโลกรัม เช่น พวก BRACKET และ PLATE เป็นต้น ดังรูปที่ 5.6



BRACKET PLATE

รูปที่ 5.6 ตัวอย่างชิ้นส่วนจากการขึ้นรูปโลหะด้วยเครื่องอัดโลหะ

1.2 ชิ้นส่วนจากเครื่องจักรกล (MACHINING PART) ส่วนมากจะเป็นชิ้นส่วนประเภทงานกลึง, เจียรนัย, ทำเกลียว, ดัดท่อ เป็นต้นซึ่งงานเหล่านี้จะต้องใช้เครื่องจักรพิเศษและความชำนาญในการทำ เป็นชิ้นส่วนที่ต้องระมัดระวังค่าพิกัดความเผื่อ (TOLERANCE) เช่น BUSHING, SPACER, PIN เป็นต้น ดังรูปที่ 5.7



FLANGE BUSHING

รูปที่ 5.7 ตัวอย่างชิ้นส่วนจากงานเครื่องจักรกล

2. ข้อกำหนดมาตราฐานของชิ้นส่วนย่อย

ชิ้นส่วนย่อยที่ทางโรงงานสั่งซื้อเข้ามาเพื่อประกอบการนั้น จะต้องมีคุณภาพตรงตามแบบ (DRAWING) ที่ได้กำหนดไว้ โดยเฉพาะค่าเผื่อต่าง ๆ (TOLERANCE) ซึ่งมีความสำคัญในการประกอบเข้ากับ ชิ้นส่วนอื่น ๆ ถ้าหากมีค่าระยะต่าง ๆ ผิดจากที่ได้กำหนดไว้ในแบบ ก็จะประกอบกันไม่ได้กับชิ้นส่วนใหญ่ ดังนั้นมาตราฐานของชิ้นส่วนย่อยจึงมีความสำคัญ โดยจะต้องระบุให้ชัดเจน ซึ่งจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 ชิ้นส่วนจากการขึ้นรูปโลหะ จำเป็นต้องมีขนาดและระยะห่างต่าง ๆ ซึ่งวัดได้ตรงตามแบบที่กำหนดไว้ โดยเฉพาะค่าวัดของตำแหน่งที่สำคัญกับการประกอบ จะต้องมีค่าเผื่อตรงตามแบบที่กำหนด เพราะถ้าไม่ได้ค่าตามแบบที่กำหนดไว้แล้ว จะเกิดปัญหาในการประกอบเข้ากับชิ้นส่วนอื่นไม่พอดี หรือใส่ไม่ได้ เป็นต้น

2.2 ลักษณะของชิ้นส่วนที่ขึ้นรูปจากเครื่องอัดโลหะ และชิ้นส่วนจากเครื่องจักรเมื่อตรวจดูด้วยสายตาจะต้องไม่มีรอยร้าว, แตก ,การบิดตัว, BURR และ สนิม โดยเด็ดขาด เพราะเมื่อนำมาประกอบแล้ว จะทำให้ชิ้นงานสำเร็จรูปใช้ไม่ได้

2.3 ระยะของรูเจาะ และความโตของรูเจาะจะต้องได้ค่าตามแบบที่กำหนดไว้ และค่าเผื่อต่าง ๆ ต้องถูกต้อง เพราะถ้าไม่ได้ขนาดแล้วเวลานำมาเข้า JIG การประกอบจะทำให้ระยะผิดไปจากเดิม มีผลกับชิ้นส่วนอื่น ๆ ด้วย

2.4 ชิ้นส่วนจากการกลึง, เจียรนัย หรือตัด จะต้องมีขนาดตรงตามพิกัดความเผื่อ และจะต้องสามารถผ่าน จิ๊กตรวจสอบ หรือลิมิตเกจได้

3. การตรวจสอบชิ้นส่วนย่อย

ในการตรวจสอบชิ้นส่วนย่อย ทั้งที่เป็นงานขึ้นรูป, งานกลึง, งานเจียรนัย และอื่น ๆ มีวิธีที่นิยมใช้ คือ การตรวจดูสภาพภายนอก, การตรวจสอบขนาดและการตรวจสอบรูปร่าง ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

3.1 การตรวจดูสภาพภายนอก วิธีการตรวจแบบนี้จะใช้สายตาในการตรวจดูรอบตัวชิ้นงาน เพื่อหารอยตำหนิ เช่น รอยร้าว, รอยฉีกขาด, รอยย่น, สนิม และ BURR (เศษเหล็กที่เหลือจากการตัดแม่พิมพ์) ถ้าหากการตรวจสอบไม่ดี ทำให้ชิ้นส่วนย่อยเหล่านี้ นำไปประกอบเข้ากับชิ้นส่วนอื่นแล้ว จะเกิดความเสียหายใช้ไม่ได้ จึงต้องตรวจระวังเป็นพิเศษ โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่ขึ้นรูป ส่วนใหญ่จะใช้แผ่นตรวจสอบ (CHECK SHEET) เป็นตัวกำหนดจุดตรวจสอบและให้ระบุผลการตรวจสอบลงในใบตรวจสอบ

3.2 การตรวจสอบขนาด การตรวจสอบขนาด ก็คือ การตรวจสอบความกว้าง ความยาว, ความหนา, ระยะรูเจาะ, ความสูงขอบพับ ความโตรูเจาะ โดยอาศัยอุปกรณ์ และและเครื่องมือวัด เช่น เวอร์เนีย, ไมโครมิเตอร์, แท่นวัดระดับ, เกจวัดความสูง , ลิมิตเกจ, สแนปเกจ เป็นต้น ค่าต่าง ๆ ที่จะทำการวัดจะระบุในแผ่นตรวจสอบ (CHECK SHEET) ซึ่งหลังจากทำการวัดทุกครั้ง จะต้องจดบันทึกผล ของการวัดลงในใบตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลใช้เปรียบเทียบกับมาตราฐาน สำหรับรายละเอียดของวิธีการวัดจะอธิบายอยู่ในหัวข้อของ การตรวจสอบในกระบวนการผลิตในหัวข้อถัดไป

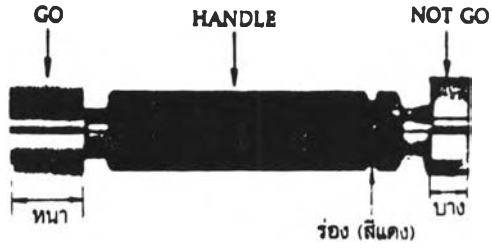
สำหรับการตรวจสอบขนาดที่นิยมใช้ในการตรวจสอบรับเข้าประเภทชิ้นส่วนจากงานเครื่องจักร เช่น งานกลึง,งานเจียรนัย, ฯลฯจะนิยมใช้การตรวจสอบด้วยเกจ(GAUGE) เพราะเป็น การตรวจสอบที่สะดวก รวดเร็ว และแม่นยำ ซึ่งจะขอกล่าว เฉพาะที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการตรวจสอบชิ้นส่วนรถยนต์ ได้แก่

1. ลิมิตเกจ เป็นเกจอ้างอิงที่ใช้ตัดสินว่าชิ้นงานดีหรือไม่ โดยดูค่าระยะเผื่อ (TOLERANCE) ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้วัดความโตของรูขนาดต่าง ๆ ลักษณะของเกจเป็นรูปทรงกระบอกที่บลายทั้ง 2 ข้าง โดยมีขนาดตามมาตราบานที่กำหนด ตรงกลาง เป็นด้ามจับบางครั้งเรียกเกจชนิดนี้ว่า GO-NOT-GO GAUGE เพราะว่าความหนาด้าน GO จะหนาส่วน NOT GO จะบาง ตามรูปที่ 5.8 a วิธีใช้ก็คือ ก่อนอื่นต้องใส่ด้าน GO เข้าไปในรูเจาะก่อน ถ้าเกจเข้ากับรูได้สนิทดี แสดงว่าเป็นของดี แต่ถ้าใส่แล้วหลวม ให้ใส่ด้าน NOT GO เข้าไปบ้างซึ่งถ้าลอดรูได้ หรือไม่นั้นจะบอกได้ว่าเป็นชิ้นงานที่ผ่าน หรือเสีย, ดีหรือไม่ดี ได้

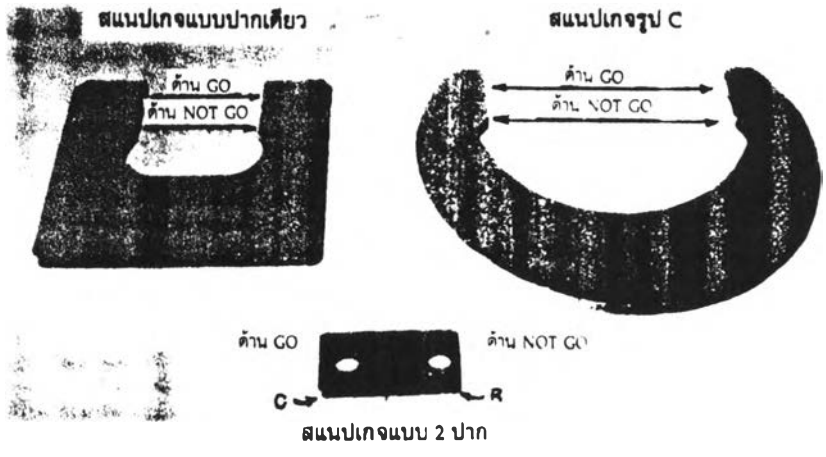
2. สแนปเกจ เป็นลิมิตเกจชนิดหนึ่งที่ใช้วัดความโตของเพลาเช่นเดียวกับเกจวงแหวน เมื่อสอดเพลาอยู่ระหว่างผิวหน้าวัดด้าน GO ผ่านได้ ด้าน NOT GO ไม่ผ่านแสดงว่าเพลานั้นมีความโตใช้ได้ เหมือนลิมิตเกจทรงกระบอกที่ใช้วัดรู แต่ความใหญ่เล็กของขนาดด้าน GO กับด้าน NOT GO นั้นตรงข้ามกับเกจ สำหรับวัดรูด้าน GO จะใหญ่ส่วนด้าน NOT GO จะเล็ก ตามรูปที่ 5.8 b

ในการวัดชิ้นงานโดยใช้เกจนี้ เหมาะกับการวัดในปริมาณมากๆคือมีจำนวนชิ้นงานต้องวัดมาก เพราะถ้าใช้เวอร์เนียหรือไมโครมิเตอร์วัดมันจะช้า และค่อนข้างยากลำบาก แต่ถ้าใช้ลิมิตเกจวัดจะทำให้สะดวกและรวดเร็ว

3.3 การตรวจสอบรูปร่างเนื่องจากลักษณะของชิ้นงานบางชิ้นมีรูปร่างที่ค่อนข้างยากในการวัดด้วยเครื่องมือวัด หรือบางครั้งในการวัดระยะของรูเจาะหรือนับจำนวนรูเจาะ เช่น



รูปที่ 5.8 a ปลั๊กเกจรูปหรือทะบอก (เกจหัวจุก)



รูปที่ 5.8 b ชนิดของสแนปเกจ

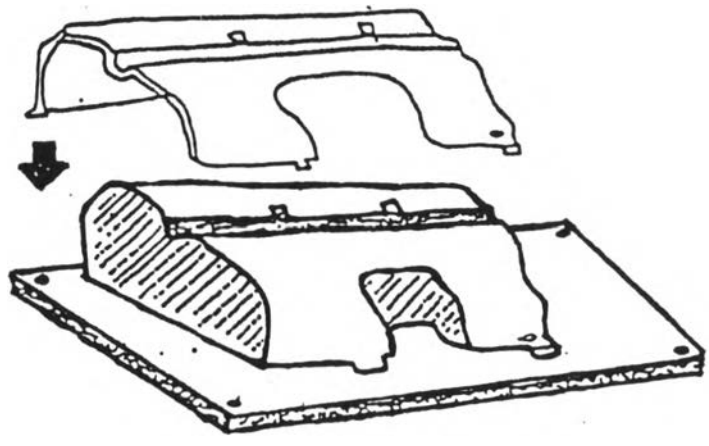
ชิ้นงานที่ผิวโค้ง หรือมีลักษณะการดัดไปมา ระยะของการพับ เป็นต้น จึงมีการนำจิ๊กตรวจสอบ (INSPECTION JIG) มาใช้ตรวจวัดชิ้นส่วนเหล่านี้ ซึ่งจะให้ความสะดวกในการวัดและทราบผลได้เร็ว การตัดสินว่าชิ้นงานนี้มีคุณภาพอย่างไร ก็โดยใส่ชิ้นงานลงในจิ๊กตรวจสอบ และดูว่าเข้าจิ๊กได้หรือไม่ได้ ซึ่งผลการตรวจสอบ คือ ผ่านและไม่ผ่าน จิ๊กตรวจสอบสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. จิ๊กแบบหล่อ เป็นจิ๊กตรวจสอบที่หล่อมาจากแบบ ของชิ้นงานมาตรฐาน โดยที่ตัวจิ๊กทำมาจากวัสดุ อีป๊อกซี (EPOXY) ซึ่งเป็นของเหลวนั้นเมื่อปล่อยให้ถูกอากาศจะแข็งตัว สามารถนำมาตบแต่งเป็นแบบต่าง ๆ ได้ จิ๊กแบบนี้ใช้สำหรับวัดขนาดของชิ้นงานภายนอก, รูปร่างการบิดตัว, ตำแหน่งรู, ความโค้ง เป็นต้น วิธีการตรวจสอบทำได้โดยใช้ชิ้นงานที่ต้องการตรวจสอบ วางครอบลงบนจิ๊ก ถ้าหากแนบเข้ากับจิ๊กได้สนิท แสดงว่าชิ้นงานใช้ได้ แต่ถ้าเข้าจิ๊กไม่ได้ แสดงว่าชิ้นงานนั้นยังใช้ไม่ได้ ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบที่รวดเร็ว เหมาะกับชิ้นงานที่จะต้องนำไปประกอบกับชิ้นส่วนอื่น ๆ ตามรูปที่ 5.9 a

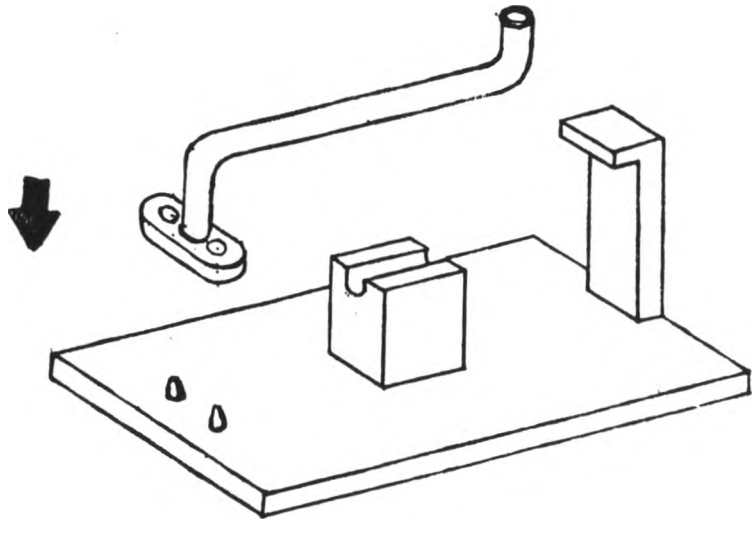
2. จิ๊กแบบการประกอบ เป็นจิ๊กตรวจสอบที่ทำมาจากเหล็กซึ่งนำมาทำการกัด, กลึง, ไส, เป็นชิ้น ๆ ตามแบบ แล้วนำมาประกอบกันเข้าตาม รูปร่างของชิ้นงานที่ต้องการตรวจสอบ ซึ่งส่วนมากจะทำเป็นจุดรองรับ (SUPPORT) บริเวณตำแหน่งที่สำคัญในการวัด นิยมใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานที่มีลักษณะการดัดมุม, การพับ, วัดระยะรูเจาะ ตำแหน่งความสูงของการพับ เป็นต้น เพื่อดูว่าอยู่ในระยะตามแบบหรือไม่ เพื่อใช้ในการประกอบเข้ากับชิ้นส่วนอื่น ๆ ตามรูปที่ 5.9 b

4. การทดสอบชิ้นส่วนย่อย

ในการทดสอบชิ้นส่วนย่อยเหล่านี้ ส่วนใหญ่จะนิยมใช้วิธีทดสอบความแข็งของวัสดุและความเค้นแรงดึง เพื่อดูว่าวัสดุที่นำมาทำชิ้นส่วนนั้นมีคุณภาพตรงตามมาตรฐานหรือไม่ สำหรับวิธีการทดสอบ จะใช้วิธีเหมือนกับการทดสอบแผ่นเหล็ก นอกจากวิธีทดสอบดังกล่าวข้างต้น ยังมีการทดสอบเฉพาะตามลักษณะของการใช้งานเช่นในกรณีชิ้นงานที่มีการขึ้นรูปลึก(DEEP DRAWING) จะต้องทำการตัดชิ้นงานบริเวณส่วนที่เนื้อเหล็กยืดออก เพื่อดูว่าความหนาของแผ่นเหล็กมีการลดลงไปเท่าไร ซึ่งตามมาตรฐานแล้ว ความหนาของชิ้นงานหลังจากการขึ้นรูปแล้วจะลดลงเหลืออย่างน้อย 70% ของความหนาปกติก่อนการขึ้นรูป ตามมาตรฐาน JIS สำหรับงานทั่ว ๆ ไป สำหรับชิ้นงานที่มีการเชื่อม ก็จะทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม ซึ่งจะกล่าวต่อไปในหัวข้อ การตรวจสอบในกระบวนการผลิต



รูปที่ 5.9 a จิ๊กแบบการหล่อ



รูปที่ 5.9 b จิ๊กแบบการประกอบ

5.1.3 วิธีการประเมินคุณภาพชิ้นส่วนของผู้ผลิตรายย่อย

การประเมินคุณภาพชิ้นส่วนของผู้ผลิตรายย่อย (SUBCONTACTOR) เป็นสิ่งจำเป็นในปัจจุบัน เพราะในปัจจุบันมีการแข่งขันทางด้านการตลาดของชิ้นส่วนสูงขึ้น ดังนั้นคุณภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนรายย่อยด้วยกัน นอกเหนือจากเรื่องราคาขาย โดยปกติเราจะต้องเลือกผู้ผลิตรายย่อยที่มีคุณภาพดี และสามารถรับประกันคุณภาพได้ตลอดการติดต่อซื้อขายกัน แต่ก็ยังมีผู้ผลิตรายย่อยที่มีระดับคุณภาพไม่ค่อยดีนัก ดังนั้นบางครั้งทางโรงงานซึ่งเป็นผู้ซื้อ จึงจำเป็นต้องเข้าไปมีส่วนในการปรับปรุงคุณภาพของผู้ผลิตรายย่อย ด้วยอาจจะเป็นการให้คำแนะนำ และเข้าไปศึกษาควบคุมในระบบการผลิตด้วย สำหรับขั้นตอนในการคิดประเมินคุณภาพชิ้นส่วน มีวิธีการดังนี้

1. จุดมุ่งหมาย เพื่อติดตาม และป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำ ๆ ขึ้นมาอีก และเป็นการยกระดับคุณภาพของชิ้นส่วนให้สูงขึ้น โดยหลักการประเมินคุณภาพจะยึดถือข้อมูลจากใบแจ้งการแก้ไขปัญหา ซึ่งออกโดยแผนก QC ของโรงงาน (ผู้ซื้อ)

2. วิธีการคำนวณให้คะแนน

2.1 จำนวนเรื่องของปัญหา จะรวบรวมจากใบแจ้งการแก้ไขปัญหาชิ้นส่วนทุก ๆ เดือน ๆ ละ 1 ครั้ง

2.2 คะแนนการประเมินคุณภาพ

$$\text{สูตรประเมินคุณภาพ} = \{ \sum A \times D \times (B + C + 1)\} + E$$

A, B, C, D, = คำนวณจากใบแจ้งการแก้ไขปัญหาชิ้นส่วนแต่ละใบ

E = คำนวณแต่ละเดือน เดือนละ 1 ครั้ง

A : คะแนนความสำคัญของปัญหา

A = 3 คะแนน สำหรับข้อบกพร่องสำคัญ จุด SAFETY POINT ซึ่งระบุอยู่ในแบบ DRAWING

A = 1 คะแนน สำหรับข้อบกพร่องทั่ว ๆ ไปตามแบบ (DRAWING) และข้อผิดพลาด ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในขบวนการผลิตของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น แต่ไม่ได้ตรวจเช็ค เช่น มีเศษ (SPATTER) จากการเชื่อม เป็นต้น

B : คะแนนอัตราส่วนข้อบกพร่อง = $\frac{\text{จำนวนข้อบกพร่อง (ชิ้น)}}{\text{จำนวนที่สุ่มเช็ค (ชิ้น)}}$

B = น้อยกว่า 1% = 0 คะแนน

B = ตั้งแต่ 1% ไม่เกิน 10% = 0.1 คะแนน

B = ตั้งแต่ 10% ไม่เกิน 30% = 0.3 คะแนน

B = ตั้งแต่ 30% ขึ้นไป = 0.5 คะแนน

C : คะแนนจุดที่ตรวจพบปัญหาข้อบกพร่องของชิ้นส่วน

C = 0 คะแนน ถ้าตรวจพบข้อบกพร่องที่จุดตรวจรับเข้า ก่อนเข้าสายการผลิต(PRODUCTION LINE) ของโรงงาน

C = 0.3 คะแนน ถ้าตรวจพบข้อบกพร่องในสายการผลิตของโรงงาน

C = 0.5 คะแนน ถ้าตรวจพบข้อบกพร่องที่คลังสินค้าก่อนส่งให้ลูกค้า

D : คะแนนความถี่ในการเกิดปัญหา = 1+ (0.5 x N)

N =จำนวนครั้งที่เกิดปัญหาซ้ำของชิ้นส่วนนั้น ๆ โดยไม่คำนึงว่าข้อบกพร่องนั้นจะเป็นจุดเดียวกันหรือไม่

กรณีที่ 1 : ข้อบกพร่องทั่ว ๆ ไปตาม DRAWING ระยะเวลาควบคุม 1 เดือน ตามตารางที่ 5.4 a

กรณีที่ 2 : ข้อบกพร่องสำคัญ SAFETY POINT ซึ่งแสดงไว้ในแบบ ระยะเวลาควบคุม 6 เดือน ตามตารางที่ 5.4 b

ตารางที่ 5.4 a กรณีที่ 1 ระยะเวลาควบคุม 1 เดือน

วันที่	1	10	20	30	N	D
ชิ้นส่วน A	NG.		NG.	NG.	2	2
ชิ้นส่วน B		NG.			0	1

NG. = NO GOOD (ชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ)

ตารางที่ 5.4 b กรณีที่ 2 ระยะเวลาควบคุม 6 เดือน

	6 เดือน						
เดือน	1	2	3	4	5	6	7
ชิ้นส่วน A	NG , NG	NG , NG , NG	NG	NG , NG	NG , NG , NG	NG	NG
N	1	4	5	7	10	11	12
D	1.5	3	3.5	4.5	6	6.5	7

ถ้าเลยระยะควบคุมแล้ว ถึงแม้ว่าจะเกิดปัญหาลักษณะเดียวกันก็จะเริ่มนับคะแนน D ใหม่

E : คะแนนใบรายงานการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วน = 10 คะแนน

กำหนดให้ผู้ผลิตรายย่อย หรือ MAKER ยื่นใบรายงานขอเปลี่ยนแปลงขั้นตอน การผลิตชิ้นส่วนรูปที่ 5.10 ภายในวันที่ 25 ของทุกๆ เดือนสำหรับการเปลี่ยนแปลงที่จะมีขึ้นในเดือนถัดไป กรณีที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการผลิต ก็ต้องยื่นใบรายงานว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน

การเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการผลิต หมายถึง

ด้านเครื่องจักร,อุปกรณ์ = เปลี่ยนแปลงจ๊ก (JIG) หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

วิธีการทำงาน = เปลี่ยนแปลงด้านวิธีการ,ขั้นตอนในการทำงาน,

วัสดุ = เปลี่ยนแปลงวัสดุของชิ้นส่วน ทั้งนี้รวมถึงชิ้นส่วนย่อยอื่น ๆ ที่ใช้ผลิตชิ้นส่วนด้วย

3. วิธีการประเมินผล การประเมินคะแนนจะรวบรวมจากใบรายงานที่ทางโรงงานส่งให้กับผู้ผลิตรายย่อย เพื่อตอบกลับถึงแนวทางในการป้องกันปัญหา และในทุก ๆ เดือนจะทำการรวบรวมคะแนนจากใบรายงานทุก ๆ ใบ ลงในใบสรุปคะแนนเมื่อได้คะแนนรวมในเดือนนั้น นำมาคูณกับ WEIGHT เพื่อหา RANK ของแต่ลผู้ผลิตรายย่อย และนำ RANK ของแต่ลผู้ผลิตรายย่อยมาเปรียบเทียบกัน

WEIGHT คือ เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนรายการชิ้นส่วนที่ส่งมายัง โรงงานของผู้ผลิตรายย่อยนั้น ๆ หารด้วย จำนวนรายการชิ้นส่วนทั้งหมดของทุก ๆ ผู้ผลิตรายย่อย หรือ เปอร์เซ็นต์จำนวนรายการที่ผู้ผลิตรายย่อยแต่ละรายรับผิดชอบ

ใบรายงานการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วน

ประจำเดือน _____ ปี _____

No. _____

วันที่ _____

ถึง _____

ชื่อผู้ผลิตรายย่อย

ขอแจ้งรายการที่จะเปลี่ยนแปลงของขั้นตอนการผลิต ดังต่อไปนี้

อนุมัติ	ตรวจสอบ	รายงาน

ลำดับที่	ชนิดของเครื่องจักร	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	หัวข้อการเปลี่ยนแปลง		เหตุผลในการเปลี่ยนแปลง	รายละเอียดของการเปลี่ยนแปลง	หมายกำหนดการในการดำเนินงาน		
				การออกแบบ	กระบวนการ			ทำการผลิต	การส่งตัวอย่าง	การส่งของล็อตแรก

ถึง _____ (ข้อสังเกตุจากผู้ซื้อ)

หมายเหตุ

1.) ในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงในเดือนนั้นๆ จะต้องส่งรายงานนี้ภายในวันที่ 25 ของเดือนนั้นๆ ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเดือนนั้นๆ ให้เขียนว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2.) ถ้ามีรายละเอียดในการเปลี่ยนแปลงมากให้เขียนรายละเอียดเพิ่มเติมลงในกระดาษเปล่า และแนบมาพร้อมรายงานฉบับนี้

3.) ให้ใช้ใบรายงานนี้จำนวน 1 แผ่น ต่อ 1 ชิ้นงาน

รูปที่ 5.10 ใบรายงานขอเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วน

เท่ากับ $100 - \frac{\text{จำนวนรายการที่สั่งซื้อเข้ามาแต่ละรายการ} \times 100}{\text{จำนวนรายการที่สั่งซื้อทั้งหมด}}$

RANK คือ คะแนนที่ถูกตัดหลังจากคูณกับ WEIGHT แล้ว โดยคิดจากสูตร

เท่ากับ คะแนนที่ถูกตัดรวมทั้งหมดต่อเดือน x WEIGHT (%)

4. ผลจากการประเมินคุณภาพ จากการประเมินคุณภาพในแต่ละเดือนแล้วทุก ๆ สิ้นปีจะมีการรวบรวมคะแนนที่ถูกตัด โดยดูจากคะแนนที่ RANK ของแต่ละผู้ผลิตรายย่อย (SUBCONTRACTOR) แล้วหาว่าผู้ผลิตรายย่อยรายใด ที่มีคะแนนที่ได้รับน้อยที่สุด จะเป็นผู้ที่จัดส่งชิ้นส่วนให้ได้ดีที่สุด และจะจัดอยู่ในอันดับ 1 และเรียงลำดับคะแนนตามลำดับ จนถึงอันดับที่ 10 ตามตารางที่ 5.5 ซึ่งทางโรงงานจะพิจรณา จากผู้ผลิตรายย่อยที่มีคะแนนถูกตัดน้อยที่สุดใน 10 อันดับแรก ตามรูปที่ 5.11 และพิจรณาแจกรางวัล เพื่อประกาศให้ทราบถึง ความสามารถในการรักษาคุณภาพของชิ้นส่วน และสร้างปัญหาให้กับโรงงานน้อยที่สุด ซึ่งทางโรงงานอาจจะพิจารณาถึงการเพิ่มการสั่งซื้อชิ้นส่วนมากขึ้น หรือ ถ่ายทอดเทคโนโลยีชั้นสูงให้เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้ผลิตรายย่อย มีความกระตือรือร้นในการพัฒนาคุณภาพที่ดีขึ้น และในทางกลับกันสำหรับผู้ผลิตรายย่อยรายใดที่มีคะแนนที่ถูกตัดค่อนข้างสูงมาตลอด ก็อาจจะถูกลดจำนวนสั่งซื้อลงหรือลดราคาสินค้าลง เป็นต้น

ตารางที่ 5.5 คะแนนจากการประเมินคุณภาพของผู้ผลิตรายย่อย

NO.____

ใบสรุปรวมคะแนนจากการประเมินคุณภาพผู้ผลิตรายย่อย

เปิดขึ้นสำหรับรถรุ่น FB

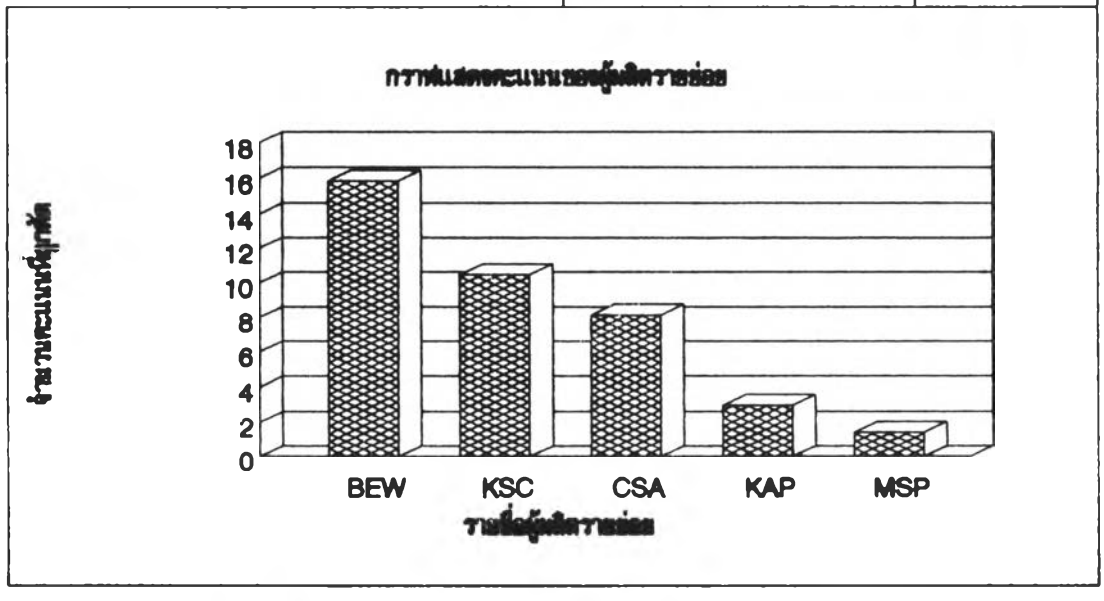
ประจำเดือน MAY , 1994

												CHECK by		APPROVED by		
MAKER	NO.	DATE	PART NO.	PART NAME	PROBLEM	A	B	C	N	D	MARK	TOTAL	E	GRAND TOTAL	WEIGHT	RANK
BEW	1	5/5/94	MB415378	BRACKET HOLDER	SPOT NO GOOD	1	0.1	0	0	1	1.1					
	2	9/5/94	MB304988	STAY HANDLE	RUST	1	0.5	0	0	1	1.5					
	3	12/5/94	MB322750	ARM ASSY	WELD NO GOOD	1	0.3	0.3	0	1	1.6					
	4	14/5/94	MB417679	BUSHING	DIAMETER TOO SMALL	1	0.1	0	0	1	1.1					
	5	16/5/94	MD020233	BRACKET ENGINE	SPOT WRONG SIDE	1	0.1	0	0	1	1.1					
	6	18/5/94	MD020233	BRACKET ENGINE	ASSY WRONG	1	0.1	0	1	1.5	1.65					
	7	26/5/94	MB584225	PLATE SHACKLE	HOLE BIGGER THAN STUD	1	0.5	0.3	0	1	1.8					
	8	26/5/94	MB584225	PLATE SHACKLE	HOLE BIGGER THAN STUD	1	0.5	0.3	1	1.5	2.7					
	9	28/5/94	MB110494	SHACKLE ASSY	STUD LENGTH SHORT	1	0.1	0	0	1	1.1					
	10	30/5/94	MB401086	ROD HOOD	DEFORMATION	1	0.3	0.3	0	1	1.6	15.25	10	25.25	62.79 %	15.85

แผนกตรวจสอบชิ้นส่วนภายนอก

สรุปคะแนนที่ถูกตัดของผู้ผลิตรายย่อย

ประจำเดือน พฤษภาคม ปี 2537



รายชื่อ ผู้ผลิตรายย่อย	จำนวนรายการ ที่ตรวจ	คะแนนรวม ที่ตัดออก	WEIGHT %	RANK	REMARK
BEW	32	25.25	62.79	15.86	
KSC	24	14.50	72.09	10.45	
CSA	16	10.00	81.40	8.14	
KAP	8	8.25	90.70	2.95	
MSP	6	1.50	98.02	1.40	
TOTAL	86	54.50			

สำหนา

ผู้จัดการโรงงาน ผู้จัดการจัดซื้อ ผู้จัดการ QC.

รูปที่ 5.11 กราฟสรุปคะแนนที่ถูกตัดของผู้ผลิตรายย่อย

5.2 การตรวจสอบในกระบวนการผลิต (INPROCESS INSPECTION)

ในการตรวจสอบชิ้นส่วนในกระบวนการผลิตจะแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. การตรวจสอบ และทดสอบชิ้นส่วนที่อยู่ในกระบวนการผลิต

2. การตรวจสอบเครื่องมือวัด และอุปกรณ์ในการผลิต ได้แก่เครื่องมือวัดทางกล, แม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะ, จิ๊กในการเชื่อประกอบ, เครื่องอัดโลหะ เป็นต้น

วิธีการตรวจสอบทั้ง 2 ส่วนที่กล่าวนี้ จะมีลักษณะ และวิธีการตรวจสอบที่แตกต่างกัน ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

5.2.1 <u>การตรวจสอบและทดสอบชิ้นส่วนในกระบวนการผลิต</u>

สำหรับคำว่า "ชิ้นส่วน" จะหมายถึงชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งชิ้นส่วนที่ได้มาจากกระบวนการผลิตนี้ หมายถึง

1. ชิ้นส่วนจากการอัดขึ้นรูปโลหะ ส่วนมากจะเป็นการขึ้นรูปแผ่นเหล็กบาง โดยให้มีรูปร่างต่าง ๆ กันตามแบบของแม่พิมพ์ มีขนาดเล็กบ้าง ใหญ่บ้างตามความต้องการในการใช้งาน

2. ชิ้นส่วนที่ได้จากการเชื่อมประกอบ โดยนำชิ้นส่วนจากการอัดโลหะตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไป นำมาเชื่อมประกอบเข้าด้วยกัน เป็นแบบต่างๆ ตามจิ๊กของการเชื่อมประกอบ โดยยึดถือค่าการประกอบตามแบบชิ้นงาน (DRAWING)

ในการตรวจสอบชิ้นส่วนทั้ง 2 แบบนี้ จะมีขั้นตอนการทำงานที่แตกต่างกัน และรูปร่างชิ้นส่วนไม่เหมือนกัน จึงจะต้องมีการควบคุมคุณภาพในแต่ละขั้นตอน และตามลักษณะของแต่ละชิ้นส่วน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การตรวจสอบและการทดสอบชิ้นส่วนรถยนต์จากการอัดขึ้นรูปโลหะ

สำหรับชิ้นส่วนที่ผลิตโดยเครื่องอัดโลหะโดยปกติจะมีขั้นตอนการขึ้นรูปอยู่หลายขั้นตอน เช่น การตัดขอบ (BLANK), การเจาะรู (PIERCE),การขึ้นรูปลึก(DRAW),การพับ(BEND) เป็นต้น ซึ่งในแต่ละขั้นตอนในการผลิตควรจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพ โดยวิธีที่เหมาะสมกับสภาพและลักษณะในการทำงาน ให้สามารถตรวจสอบได้แม่นยำ และใช้เวลาที่เหมาะสมซึ่งจะต้องทันกับการผลิตด้วย

1.1 ข้อกำหนดมาตราฐานของงานขึ้นรูปโลหะชิ้นส่วนรถยนต์ มาตตราฐานของชิ้นส่วนที่ขึ้นรูปจากเครื่องอัดโลหะนั้นส่วนใหญ่จะต้องตรงกับที่ระบุในแบบงาน (DRAWING) ของชิ้นงานนั้นๆ เพราะจะต้องนำไปประกอบเข้ากับชิ้นส่วนอื่นหรือใส่ในจิ๊กเชื่อมประกอบ(WELDING JIG) ดังนั้นค่าระยะต่าง ๆ รวมทั้งค่าระยะเผื่อ (TOLERANCE) จึงต้องมีการควบคุมให้เป็นไปตามแบบ

ที่กำหนดไว้ สำหรับมาตราฐานคุณภาพทั่ว ๆ ไปของงานชิ้นรูปโลหะด้วยเครื่องอัดโลหะนี้พอสรุปได้ดังนี้

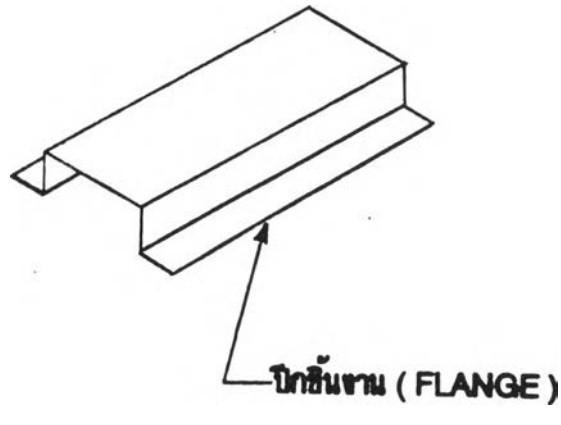
1. ความละเอียดของผิวชิ้นงาน (SURFACE) สำหรับชิ้นส่วนรถยนต์ที่ต้องประกอบภายนอกรถ (OUTER PANEL) และชิ้นส่วนที่ประกอบภายในรถ (INNER PANEL) จะแบ่งผิวงานออกเป็นเกรด A,B และ C สำหรับแต่ละผิวงานเพื่อความเหมาะสมกับการใช้งานดังนี้

1.1 สำหรับชิ้นส่วนที่ต้องประกอบภายนอกรถซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ต้องแสดงผิวออกภายนอก และสามารถมองเห็นผิวงานได้ จะให้ผิวงานนี้เป็นเกรด A คือจะต้องผิวเรียบไม่มีการบิดตัว หรือเสียรูป และรอยย่นตามผิวงาน

1.2 สำหรับชิ้นส่วนที่ประกอบติดกับชิ้นส่วนภายใน(INNER PANEL)แต่ไม่ได้แสดงผิวออกภายนอก จะให้ผิวงานเป็นเกรด B ยอมให้มีการบิดตัวได้บ้าง, มีรอยย่นได้บ้าง แต่จะต้องไม่มีปัญหาจากการมองเห็นจากภายนอก

1.3 สำหรับชิ้นส่วนที่เป็นชิ้นส่วนประกอบภายในและไม่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก จะให้ผิวงานเป็นเกรด C ซึ่งยอมให้มีการเสียรูปได้และรอยย่นได้ แต่จะต้องไม่มีปัญหาจากการมองเห็น

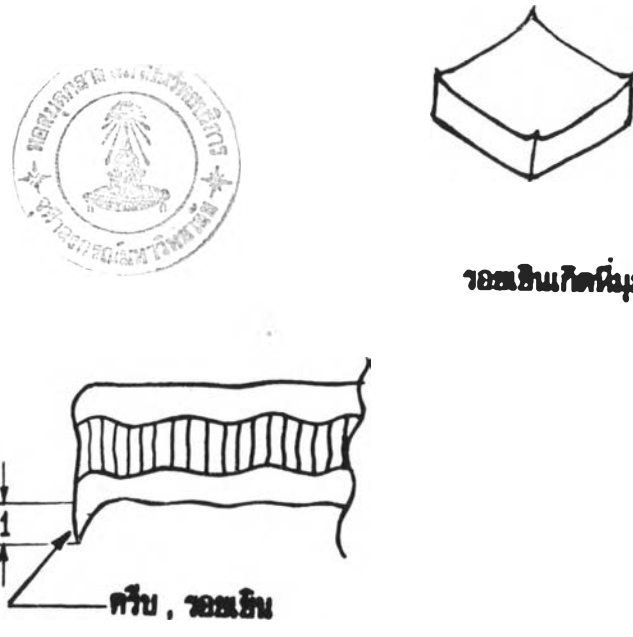
2. ความละเอียดของผิวที่ปีกของงาน (FLANGE FACE) การพับปีกของชิ้นงานที่ยื่นออกมา สำหรับในการเชื่อมจุด (SPOT WELDING) กับงานตัวอื่น จะต้องมีลักษณะ คือจะต้องไม่เป็นคลื่น หรือเสียรูปสำหรับปีกของงาน ที่จะต้องนำมาเชื่อมจุดกับงานตัวอื่น หรือประกบเข้ากับงานตัวอื่น ตามรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 แสดงลักษณะของปีกชิ้นงาน

3. รอยร้าว (CRACK) จะต้องไม่มีรอยร้าว หรือรอยแตกบนชิ้นงานโดยเด็ดขาด

4. ครีบหรือรอยเยิน (BURR) ที่เกิดจากเนื้อวัสดุที่เหลือจากการตัดขอบหรือ การเจาะ ซึ่งจะต้องมีความยาวไม่เกิน 0.1 มม. สำหรับงานที่จะต้องนำไปประกอบเข้ากับงานอื่น ๆ และไม่เกิน 0.2 มม.สำหรับงานทั่ว ๆ ไปที่ไม่ต้องนำไปประกอบเข้ากับงานอื่นตามรูปที่ 5.13



รูปที่ 5.13 แสดงลักษณะรอยเยิน (BURR) ของชิ้นงาน

5. ความหนาชิ้นงานลง (REDUCTION OF THICKNESS) ความหนาของชิ้นงานจะต้องลดลงเหลืออย่างน้อย 70% ของความหนาเดิม หลังจากการขึ้นรูปชิ้นงานแล้ว

6. ค่าระยะเผื่อของขนาดรูเจาะ (HOLE TOLERANCE) ในงานเจาะรูด้วยพั้นช์ (PUNCH) จะมีค่าระยะเผื่อของขนาดรูเจาะ ดังนี้

6.1 สำหรับรูทั่ว ๆ ไป (รูกลม,รูเหลี่ยม) = +0.5 ถึง -0 มม.

6.2 รูสำหรับลดน้ำหนักชิ้นงาน,รูระบายน้ำ = +2.0 ถึง -1.0 มม.

6.3 รูสำหรับการขึ้นรูป = +1.5 ถึง -0.5 มม.

6.4 รูสำหรับงานเชื่อม = +3.0 ถึง -0 มม.

7. ค่าระยะเผื่อของตำแหน่งรูเจาะ (HOLE POSITION)

7.1 สำหรับเจาะรูทั่วๆ ไป (รูกลม,รูสี่เหลี่ยม)ระยะคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 0.5 มม.

7.2 รูสำหรับลดน้ำหนักงาน,รูระบาย ระยะคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 2.0 มม.

7.3 รูสำหรับการขึ้นรูป ระยะคลาดเคลื่อนได้ ไม่เกิน 1.0 มม.

7.4 รูสำหรับงานเชื่อม ระยะคลาดเคลื่อนได้ ไม่เกิน 0.3 มม.

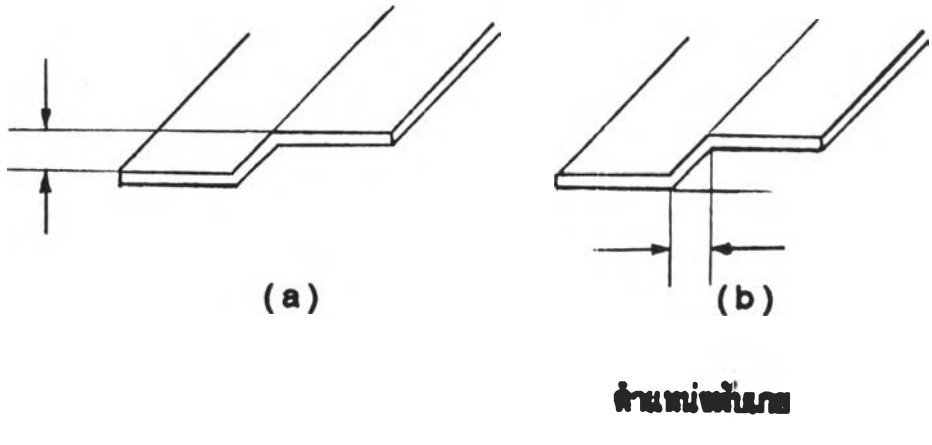
8. ค่าระยะเผื่อของงานพับเกย (JOGGLING DEPTH)

8.1 ความลึกของงานพับเกย(JOGGLING DEPTH)ตามรูปที่ 5.14 a

- สำหรับงานทั่ว ๆ ไป มีค่าระหว่าง +0.5 ถึง 0 มม.
- สำหรับงานบักรีแข็ง (BRAZING) มีค่า +0.1 ถึง -0.2 มม.

8.2 ตำแหน่งของงานพับเกย ตามรูปที่ 5.14 b

- สำหรับงานทั่ว ๆ ไป มีค่าระหว่าง +1.0 ถึง -0.5 มม.
- สำหรับงานบักรีแข็ง (BRAZING) มีค่า +0.3 มม.



รูปที่ 5.14 ลักษณะงานพับเกยของชิ้นงาน

9. ค่าระยะเผื่อของงานชิ้นรูปทั่ว ๆ ไป

9.1 ความลึก (DEPTH) มีค่า +1.0 ถึง -0.5

9.2 ความยาว (LENGTH) มีค่า +1.5 ถึง -1.0

9.3 ตำแหน่ง (POSITION) คลาดเคลื่อนไม่เกิน 1.5

1.2 วิธีการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนรถยนต์จากการอัดขึ้นรูปโลหะ โดยทั่วๆไป ชิ้นส่วนโลหะรถยนต์ที่ผลิตมาจากการอัดขึ้นรูปโลหะนั้นจะมีอยู่ 3 แบบ คือ

- เป็นชิ้นส่วนที่มีรูปร่างไม่ซับซ้อนมากนัก และมีขั้นตอนการอัดขึ้นรูปโลหะแบบสั้น ๆ
- เป็นชิ้นส่วนที่มีรูปร่างซับซ้อน ต้องใช้ขั้นตอนการอัดโลหะหลายขั้นตอนกว่าจะได้ชิ้นส่วนสำเร็จ
- เป็นชิ้นส่วนที่ประกอบภายนอกรถยนต์ ซึ่งสามารถมองเห็นผิวของชิ้นงานได้

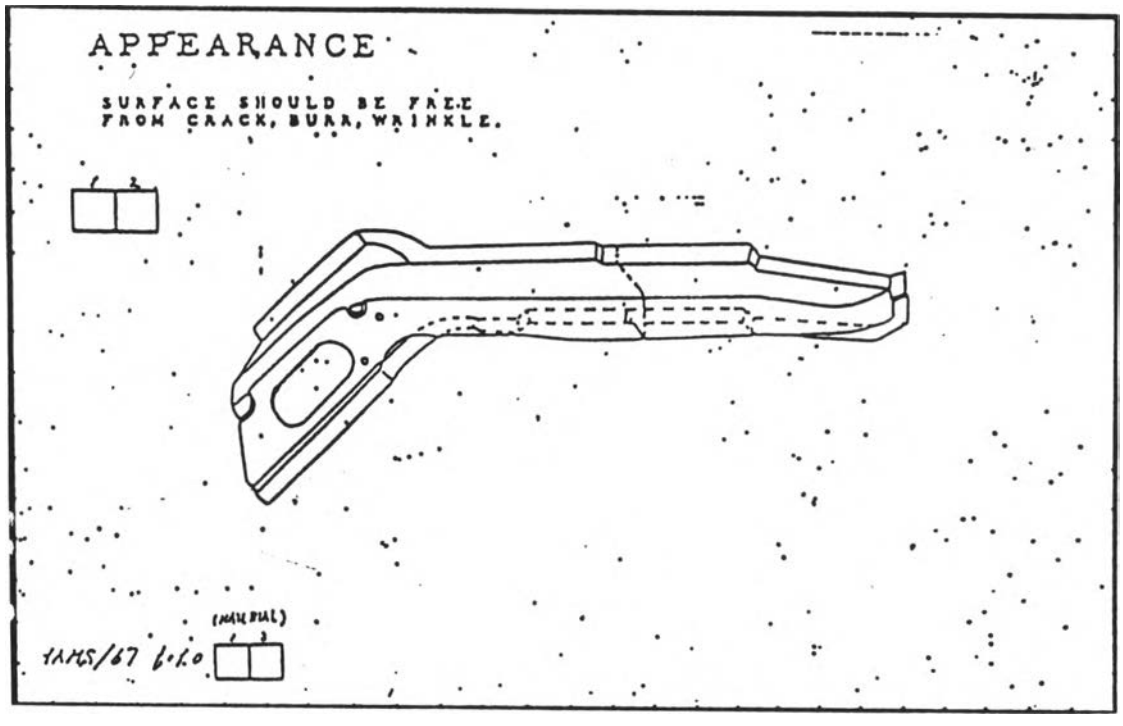
จากลักษณะของชิ้นส่วนทั้ง 3 แบบดังกล่าว ทำให้วิธีการตรวจสอบที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งจะใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับ รูปร่าง และลักษณะของชิ้นส่วนนั้น ๆ สำหรับวิธีการ ตรวจสอบแบ่งได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การตรวจสอบลักษณะภายนอกของชิ้นส่วน การตรวจสอบวิธีนี้ส่วนมากจะใช้กับการตรวจสอบชิ้นส่วนทั่ว ๆ ไป และชิ้นส่วนที่ต้องแสดงผิวภายนอกนิยมใช้ในการตรวจสอบในระหว่างกระบวนการผลิต หรือในขณะชิ้นแม่พิมพ์เสร็จ และทดลองอัดขึ้นรูปโดยจะพิจรณาจากลักษณะของผิวภายนอกชิ้นงาน ว่ามีสภาพอย่างไร เนื่องจากงานขึ้นรูปโลหะนั้นมีตัวประกอบ ด้านคุณภาพมากมาย ที่ไม่สามารถวัดค่าได้ เช่นการเสียรูป,รอยย่น,รอยแตก,รอยขีด,รอยบุ๋ม เป็นต้น ซึ่งอาการเสียดังกล่าวส่วนใหญ่จะเกิดบนผิวชิ้นงาน และไม่สามารถวัดเป็นตัวเลขได้ จึงต้องทำการตรวจด้วยความรู้สึก เช่น การดู,การสัมผัส เป็นต้น ซึ่งมีส่วนสำคัญมากในการตรวจสอบครั้งแรก ก่อนที่จะทำการวัดขนาดต่าง ๆ โดยมีขั้นตอนในการตรวจสอบ ดังนี้

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ ส่วนใหญ่นิยมใช้ ตลับเมตร , ไมโครมิเตอร์,หินน้ำมัน (OIL STONE),สีพ่น, แสงไฟจากหลอด FLUORESCENT เป็นต้น

1.2 ใบตรวจสอบใช้สำหรับบันทึกค่าต่าง ๆ จากผลการตรวจสอบโดยที่ใบตรวจสอบชิ้นส่วนแต่ละชิ้น จะมีรูปแบบเหมือน ๆ กัน แต่หัวข้อและจุดที่จะทำการตรวจสอบจะเปลี่ยนไป ตามลักษณะ ของชิ้นงานนั้น ๆ ซึ่งทางเจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพ จะเป็นผู้ระบุลงในใบตรวจสอบว่าต้องตรวจสอบจุดใดบ้าง ตามรูปที่ 5.15

ตรวจสอบลักษระภายนอก (APPERANCE) (ผิวของชิ้นงานจะต้องปราศจาก รอยแตก, รอยขีดลึก,ครีบหรือรอยเยิน,รอยย่น)



รูปที่ 5.15 ตัวอย่างใบตรวจสอบลักษณะภายนอกชิ้นงาน

1.3 วิธีที่ใช้ในการตรวจสอบชิ้นส่วนโดยสามารถตัดสินด้านคุณภาพด้วยการอาศัย วิธีการดังนี้

ก. การตรวจสอบโดยใช้มือสัมผัส วิธีการนี้อาศัยความรู้สึกของมือลูบไปบนผิวชิ้นงาน เพื่อดูความเรียบ หรือไม่เรียบของผิว ซึ่งถ้าผิวชิ้นงานไม่เรียบ เวลาลูบด้วยมือจะมีความรู้สึกสดุด เช่น ผิวชิ้นงานเป็นแอ่ง,บุ๋ม เป็นต้น วิธีการนี้ห้ามใส่ถุงมือ เพราะจะทำให้การตรวจผิดพลาดได้ตามรูปที่ 5.16 a

ข. การตรวจสอบโดยการดูด้วยสายตา วิธีการนี้จะใช้สายตามองไปทั่ว ๆ ชิ้นงานเพื่อตรวจหาดูสิ่งผิดปกติบนผิวชิ้นงาน บางครั้งอาศัยแสงไฟจากหลอด FLUORESCENT เพื่อมองหา รอยเว้า รอยบุ๋ม จากการสะท้อนของแสง หรืออีกวิธีหนึ่งโดยอาศัยสีพ่น โดยการพ่นสีลงบนผิวชิ้นงานให้ทั่วบริเวณที่จะทำการตรวจ เมื่อสีแห้งจะมองเห็นรอยนูน หรือรอยเว้าได้อย่างชัดเจน ซึ่งสังเกตได้ง่ายจากสีที่พ่น ตามรูปที่ 5.16 b

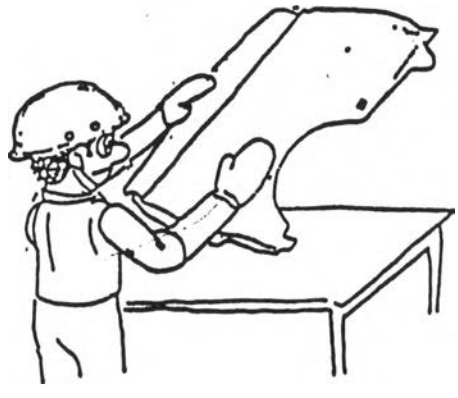
ค. การตรวจสอบผิวชิ้นงานด้วยหินน้ำมันโดยวิธีนี้จะใช้หินน้ำมันลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยมผืนผ้าหนาประมาณ 2-3 ซม. ถูลงไปเบา ๆ บนผิวชิ้นงาน เพื่อตรวจดูความเรียบของผิว ถ้าบริเวณใด

เป็นรอยเว้า หรือปุ่มลงไป ก็จะไม่เป็นรอยจากหินน้ำมัน ถ้าบริเวณใดเรียบเสอมกัน ก็จะเป็นรอยจากหินน้ำมันเท่ากันหมด ซึ่งนิยมใช้กับชิ้นส่วนที่ไม่ค่อยใหญ่มากนัก และกระทำบริเวณจุดที่สงสัยเนื่องจากการตรวจด้วยสายตา หรือการสัมผัสด้วยมือใช้ไม่ได้ผล ตามรูปที่ 5.16 c

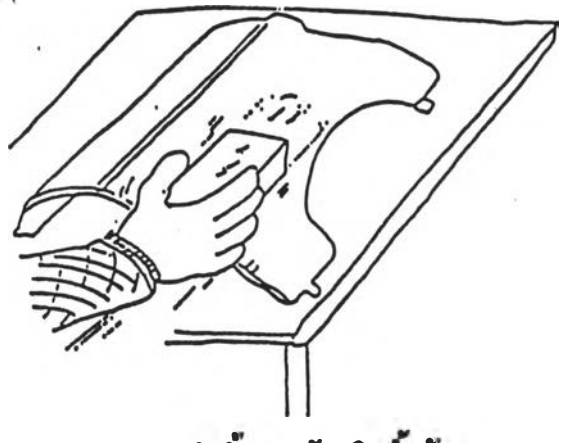
1.4 หัวข้อการตรวจสอบและลักษณะคุณภาพ และวิธีการตรวจ

หัวข้อตรวจสอบ	สภาพของปัญหา	วิธีการตรวจ
– รอยแตกร้าว	– เป็นรอยแตกร้าวบนผิวชิ้นงาน	– ตรวจสอบด้วยสายตา
– รอยคอดคอด	– ความหนาของแผ่นเหล็กลดลงจนเกิดรอยแตก	– ตรวจสอบด้วยสายตา – วัดความหนาของแผ่นเหล็กด้วยไมโครมิเตอร์ – ถ้าความหนาลดลงเหลือ 70% ของความหนาเดิมก่อนขึ้นรูปถือว่าใช้ได้
– การเสียรูป	– เป็นรอยปุ่ม, เว้า, นูนโค้ง, เป็นคลื่นบนผิวชิ้นงาน	– การตรวจสอบโดยการสัมผัส – การตรวจสอบด้วยสายตา – การตรวจสอบด้วยหินน้ำมัน – วัดด้วยไม้บรรทัด
– รอยย่น	– ผิวไม่เรียบเป็นคลื่นติด ๆ กันบนผิวหน้าของชิ้นงาน	– ตรวจสอบโดยการสัมผัส – ตรวจด้วยสายตา
– เกิดรอยกดฉับพลัน	– เป็นรอยเส้นรอบตัวชิ้นงานจากการอัดขึ้นรูป และเกิดรอยโค้ง	– ตรวจด้วยสายตา – ตรวจด้วยการสัมผัส – ตรวจด้วยหินน้ำมัน
– เกิดครีบ หรือรอยเยิน (BURR)	– รอยเนื้อเหล็กที่เหลืออยู่บริเวณขอบของชิ้นงานหลังจากการตัด	– ตรวจด้วยการสัมผัส ด้วยมือและนิ้ว – วัดด้วยไมโครมิเตอร์

รูปที่ 5.16 a การตรวจสอบผิวชิ้นงานโดยใช้มือสัมผัส



รูปที่ 5.16 b การตรวจสอบผิวชิ้นงานโดยการดูด้วยสายตา



รูปที่ 5.16 c การตรวจสอบผิวชิ้นงานด้วยหินน้ำมัน

2. การตรวจสอบ โดยการวัดขนาด การตรวจสอบโดยทั่ว ๆ ไป และชิ้นส่วนที่จะต้องนำไปประกอบกับชิ้นส่วนอื่น ๆ โดย ใช้เครื่องมือวัด ทำการวัดบริเวณจุดต่าง ๆ ที่กำหนดในใบตรวจสอบ เช่น ความยาวของปีกพับ, ความโตรูเจาะ, ระยะรูเจาะ, ขนาดชิ้นส่วน เป็นต้น ซึ่งเป็นงานที่สามารถทำการวัดได้ โดยอาจจะวัดได้ทั้งทางตรง คือ วัดด้วยเวอร์เนีย, ไม้บรรทัด, ไมโครมิเตอร์ หรือวัดโดยอ้อม เช่น ใช้เกจวัด,แท่นระดับ,เกจเปรียบเทียบ เป็นต้น โดยมีขั้นตอนการตรวจสอบ ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดชิ้นส่วนรถยนต์ ส่วนใหญ่จะใช้ไม้บรรทัด-เหล็ก, เวอร์เนีย, ตลับเมตร, R-เกจ (เกจวัดความโค้ง), เกจวัดความลึก, เกจวัดความสูง, แม่เหล็ก, แท่นระดับ เป็นต้น

2.2 ใบตรวจสอบ ใช้สำหรับบันทึกค่าต่าง ๆ จากผลการตรวจสอบ ซึ่งในการตรวจสอบแต่ละรายการจะใช้ใบตรวจสอบแต่ละใบโดยเฉพาะสำหรับรายการนั้น ๆ โดยที่ในใบตรวจสอบจะระบุค่าระยะเผื่อ และค่ามาตราฐานไว้ในจุดแต่ละจุดที่ได้กำหนดการตรวจสอบไว้ ให้บันทึกค่าระยะเผื่อ (TOLERANCE) ลงไป

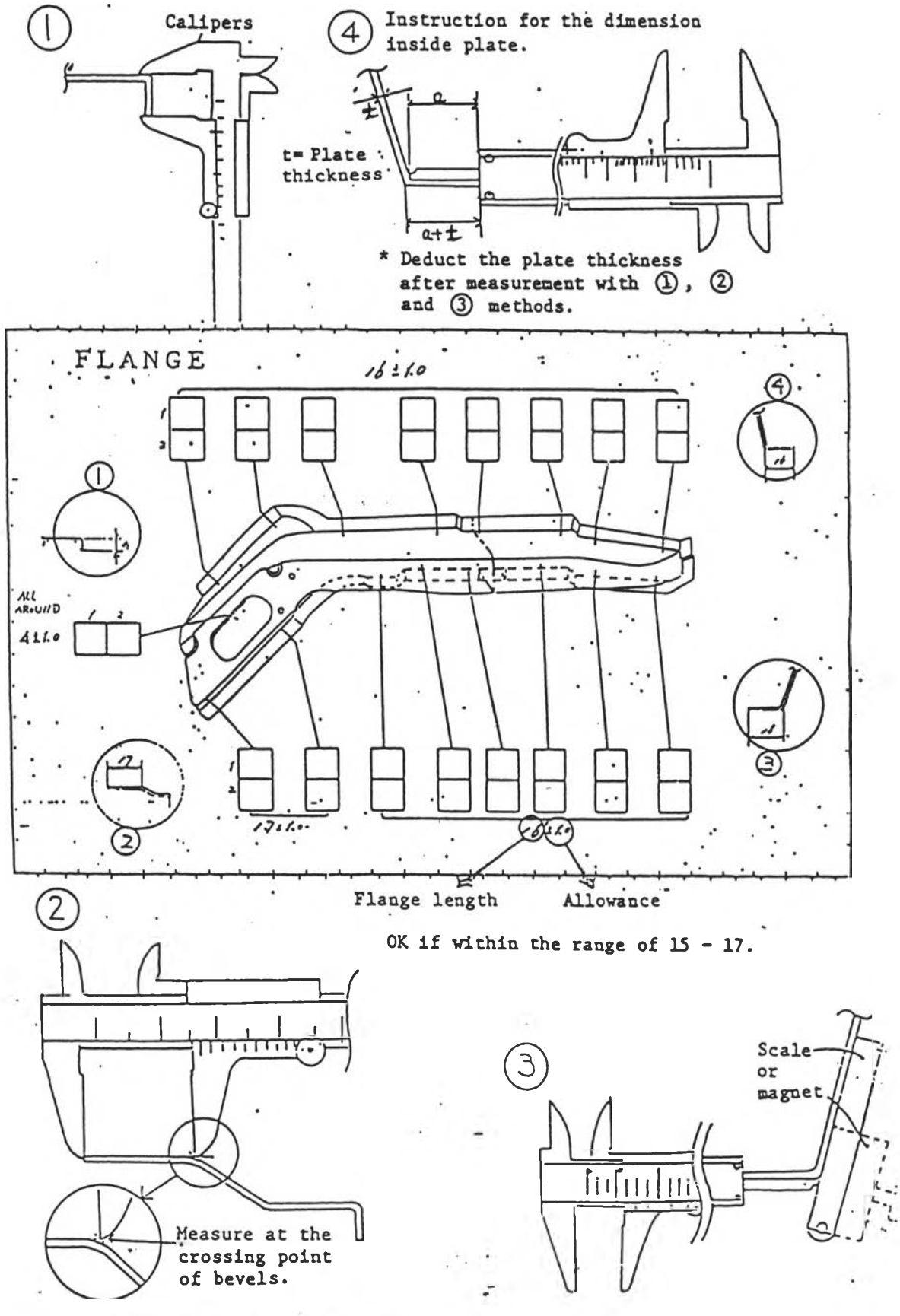
2.3 วิธีที่ใช้ในการตรวจสอบ ส่วนมากในการวัดชิ้นงานจะทำการวัดตามจุดที่ถูกระบุอยู่ในใบตรวจสอบ และบันทึกค่าของผลการวัดต่าง ๆ ลงในใบตรวจสอบ โดยที่ในการวัดแต่ละจุด ก็จะใช้วิธีที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถอธิบายถึงวิธีการวัดในแต่ละหัวข้อ ได้ดังนี้

1. การวัดขอบพับ (FLANGE MEASUREMENT) คือการวัดความยาวของปีกชิ้นงานที่พับขึ้นมา ซึ่งสามารถทำการวัดได้หลายแบบ ตามรูปที่ 5.17

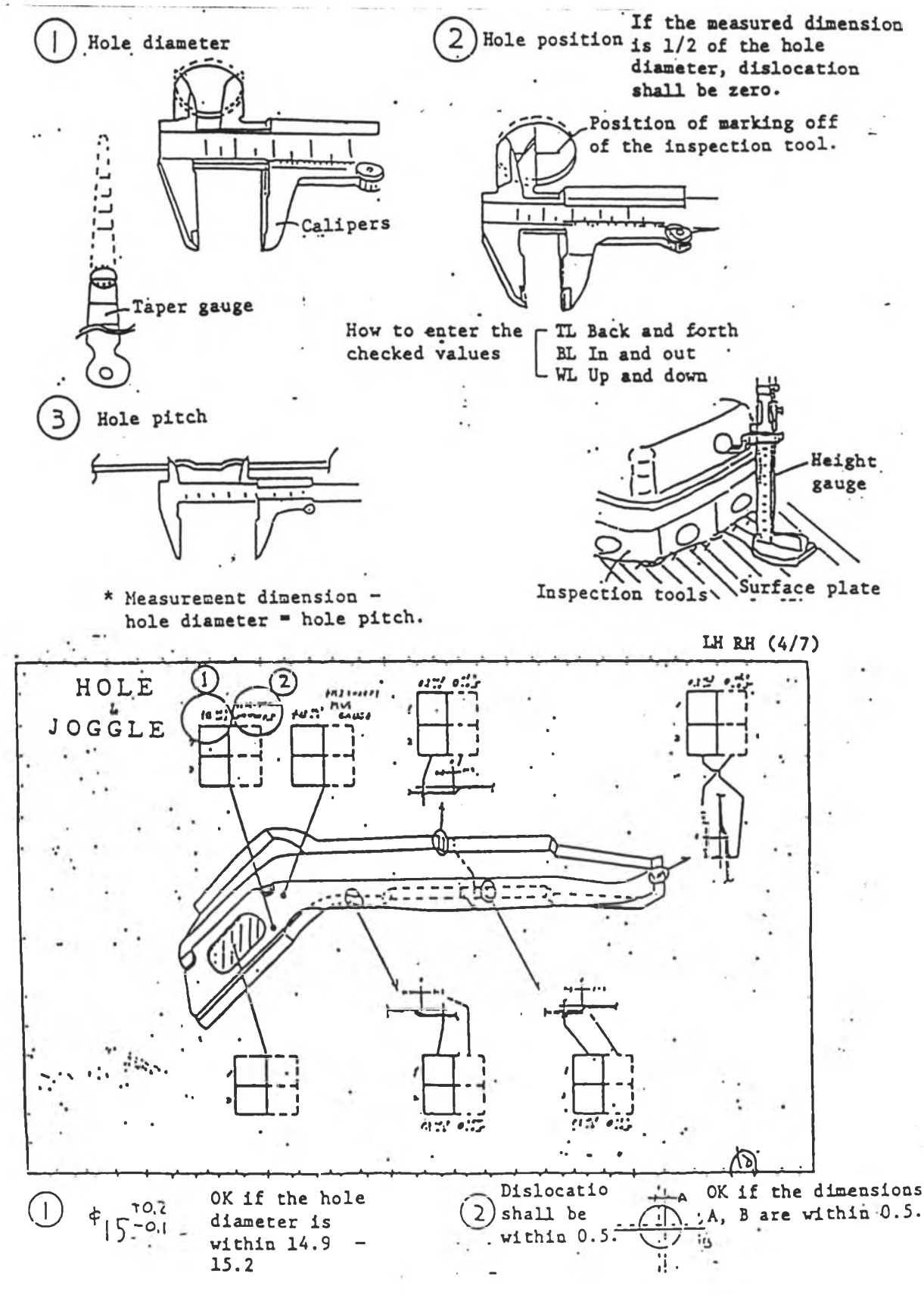
2. การวัดขนาดของรูเจาะ ((HOLE MEASUREMENT) คือการวัดขนาดความโตของรูเจาะ, ระยะห่างระหว่างรูเจาะ ตามรูปที่ 5.18

3. การวัดขนาดการตกบ่า (JOGGLE MEASUREMENT) คือการวัดขนาดความกว้าง, ความสูง ของการตกบ่า ตามรูปที่ 5.19

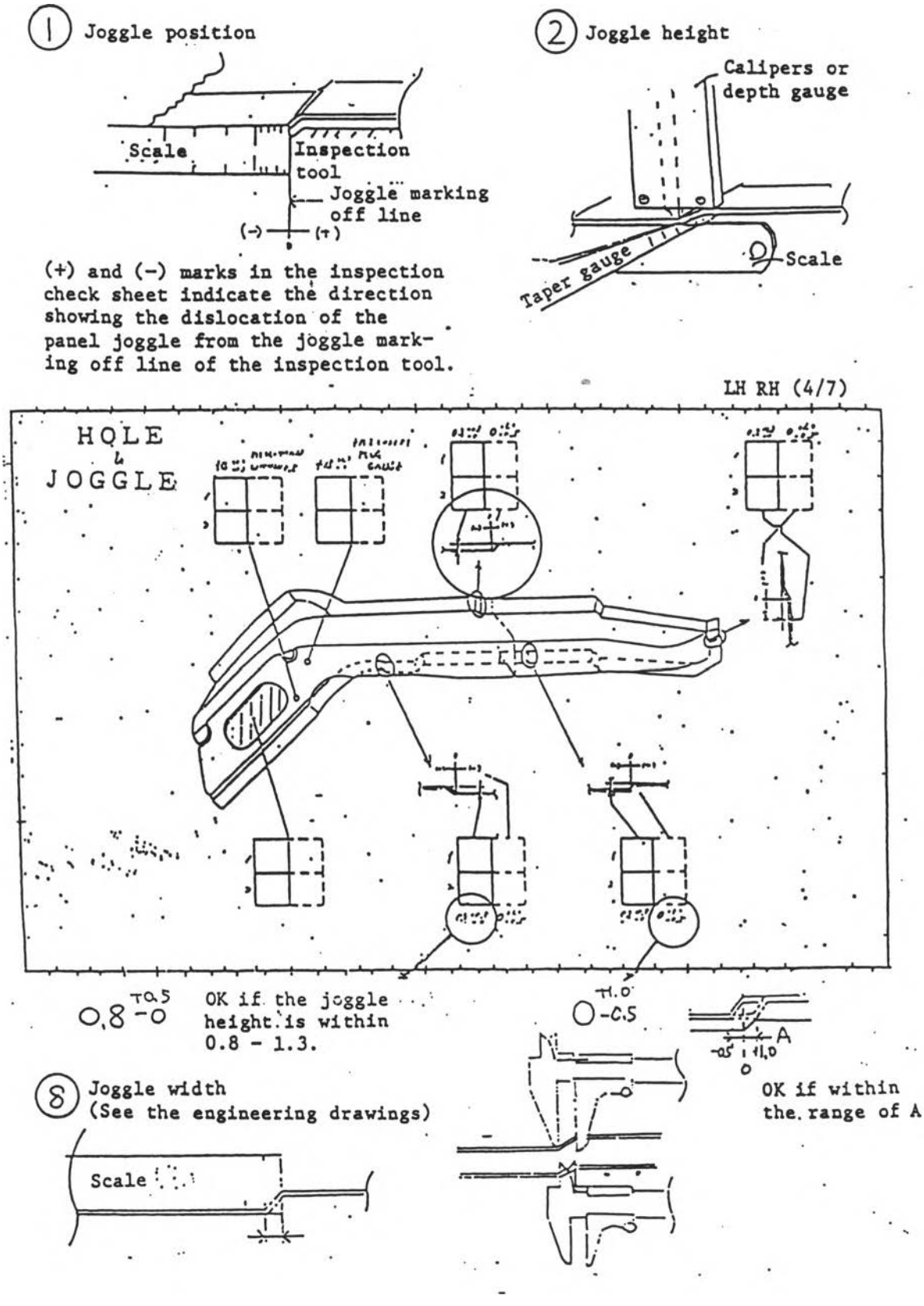
4. การวัดค่าความโค้ง (R-MEASUREMENT)มีค่าวัดอยู่ 2 ค่า ที่แตกต่างกันในการวัดความโค้ง คือวัดขนาดความโค้งด้านใน และวัดขนาดความโค้งด้านนอก ให้เปรียบเทียบค่าของการวัดกับตัวเลขในแบบ (DRAWING) ของชิ้นงาน หรือในใบตรวจสอบ ตามรูปที่ 5.20



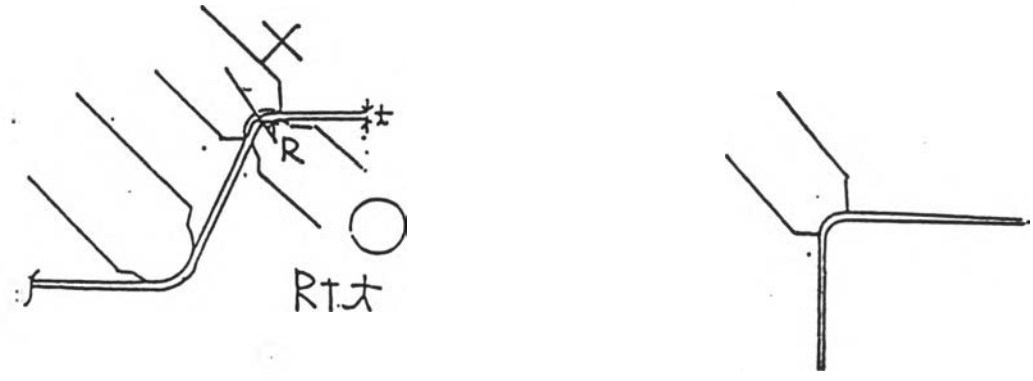
รูปที่ 5.17 ตัวอย่างการวัดขนาดของปีกชิ้นงาน (FLANGE MEASUREMENT)



รูปที่ 5.18 ตัวอย่างการวัดขนาดรูเจาะ (HOLE MEASUREMENT)

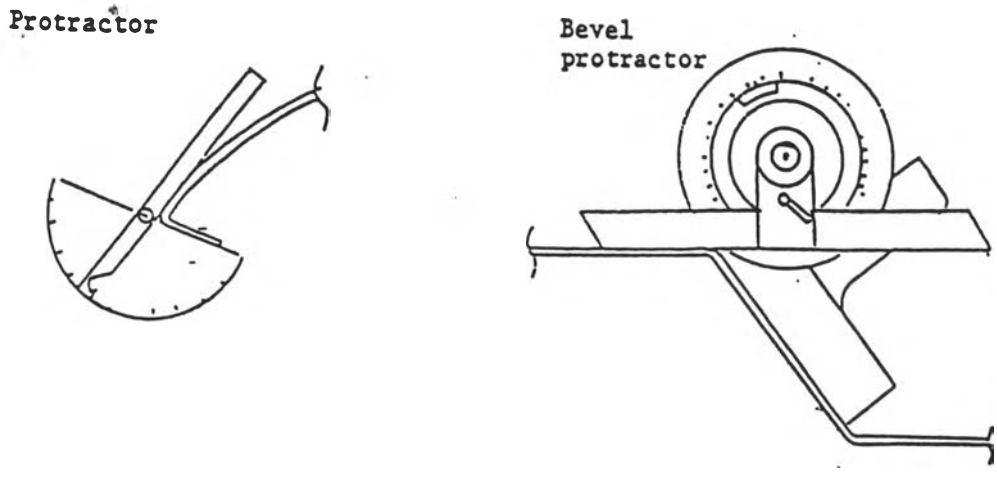


รูปที่ 5.19 ตัวอย่างการวัดขนาดการดัดข่า (JOGGLE MEASUREMENT)



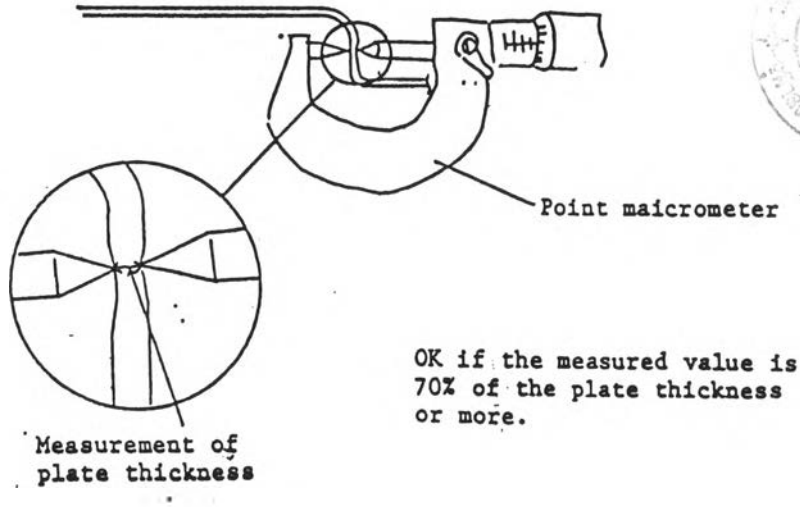
รูปที่ 5.20 ตัวอย่างการวัดค่าความโค้งของชิ้นงาน (R – MEASUREMENT)

5. การวัดค่าของมุม (MEASUREMENT OF ANGLE) โดยอาศัยเกจวัด ตามรูปที่ 5.21



รูปที่ 5.21 ตัวอย่างการวัดค่าของมุมชิ้นงาน (MEASUREMENT OF ANGLE)

6. การวัดค่าคอด (MEASUREMENT OF NECKING) คือการวัดค่าความหนาแน่นของแผ่นเหล็กบริเวณที่คอดคอดโดยใช้ไมโครมิเตอร์ปลายแหลมถ้าความหนาแน่นของแผ่นเหล็ก เหลือ 70% ของความหนาเดิมก่อนการขึ้นรูป ถือว่าใช้ได้ ตามรูปที่ 5.22



รูปที่ 5.22 ตัวอย่างการวัดค่าคอดคอด (NECK) ของความหนาชิ้นงาน

3. การตรวจสอบโดยใช้จิ๊กตรวจสอบ (INSPECTION JIG) ในการตรวจสอบชิ้นส่วน ที่มีการขึ้นรูปร่างแบบแปลก ๆ ซึ่งบางครั้ง ไม่สามารถวัดด้วย เครื่องวัดแบบธรรมดา เนื่องจากมีรูปร่างโค้ง, เป็นลอน หรือพับไปพับมา ซึ่งการวัดด้วยเครื่องมือธรรมดาอาจจะทำได้ด้วยความยากลำบาก จึงนิยมใช้จิ๊กตรวจสอบ สำหรับทำการตรวจสอบชิ้นส่วนที่มีรูปร่างแปลก ๆ โดยการใช้จิ๊กตรวจสอบของชิ้นงานอันไหน ก็จะต้องใช้เฉพาะชิ้นงานอันนั้น ไปใช้กับชิ้นงานอันอื่นไม่ได้ โดยมีวิธีการตรวจสอบ ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ทำการวัด ได้แก่ จิ๊กตรวจสอบ, ตลับเมตร, TAPER GUAGE, ไม้บรรทัดเหล็ก, เวอร์เนียร์, CLEARANCE GUAGE, เกจวัดความลึก เป็นต้น

3.2 ใบตรวจสอบ ใช้บันทึกค่าของ ผลการตรวจสอบ และระบุตำแหน่งที่จะทำการตรวจสอบ

3.3 วิธีที่ใช้ในการตรวจสอบ โดยการตรวจสอบด้วยจิ๊กตรวจสอบนี้ปกติจะแบ่งเป็น 2 แบบ ตามลักษณะของจิ๊ก คือ

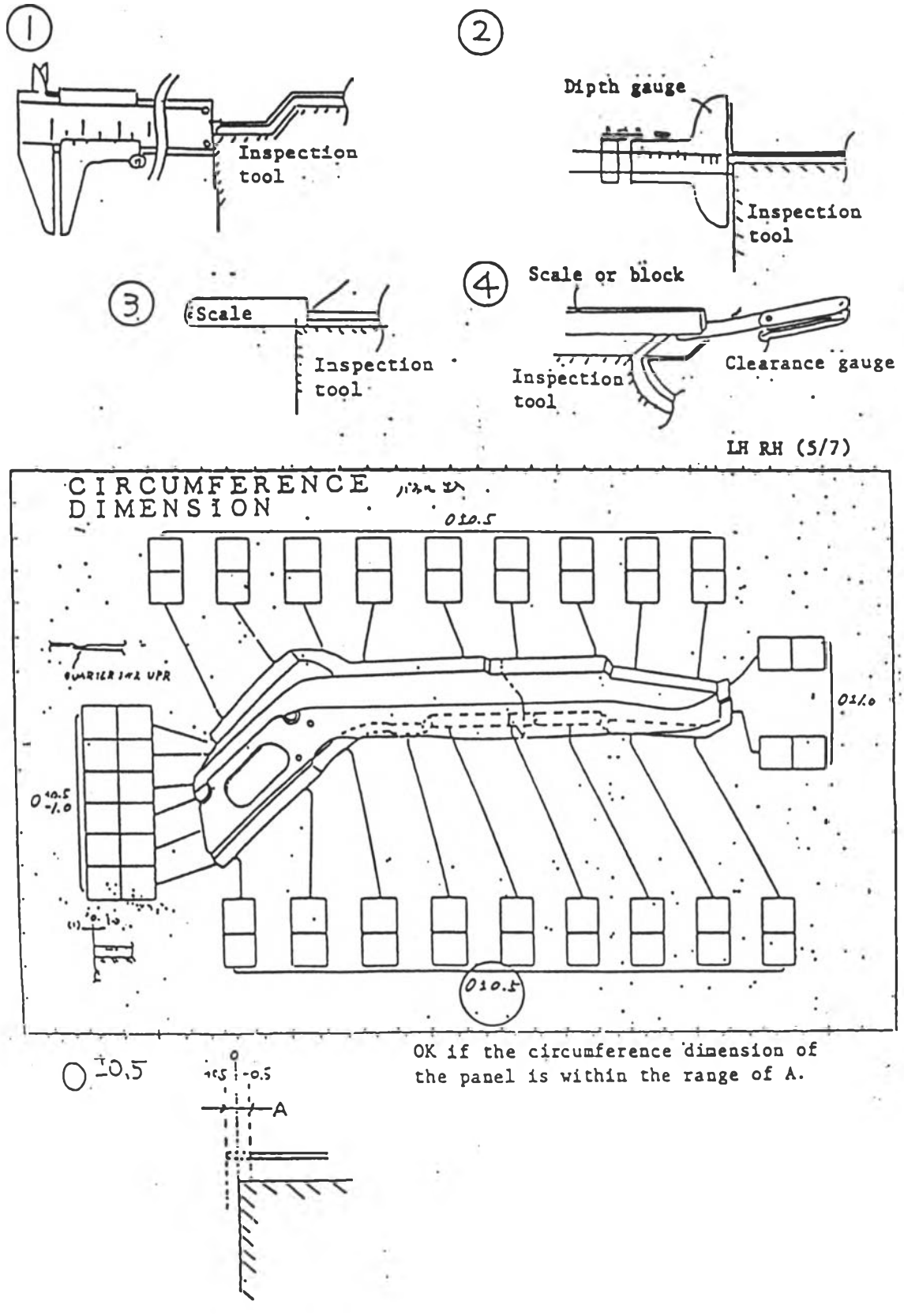
ก. จิ๊กตรวจสอบรูปร่าง โดยส่วนมากจะเป็นจิ๊ก ที่หล่อมาตามรูปร่างของชิ้นงาน ซึ่งวิธีการตรวจสอบ โดยวางตัวจิ๊กลงบนโต๊ะที่ได้ระดับ และวางชิ้นงานที่จะตรวจสอบลงบนจิ๊ก เพื่อตรวจดู รปร่างภายนอก, การปิดตัว, ตำแหน่งของรูเจาะ, ตำแหน่งของปีกพับ เป็นต้น จิ๊กแบบนี้เหมาะสำหรับการตรวจสอบชิ้นงานที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก เพื่อดูรูปร่างของชิ้นงาน และดูตำแหน่งการประกอบเข้ากับชิ้นงานอื่น ๆ อาจจะใช้เครื่องมือวัด ทำการวัดโดยรอบเพื่อหาขนาดของชิ้นงานร่วมกับจิ๊ก

ข.จิ๊กตรวจสอบขนาด โดยจะใช้จิ๊กแบบนี้กับการตรวจสอบขนาดของชิ้นงาน โดยใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ซึ่งจิ๊กตรวจสอบขนาดนี้จะต้องทำให้ได้ขนาดตามแบบของชิ้นงาน พร้อมทั้งมีค่าระยะเผื่อต่าง ๆ ตามแบบทุกประการ โดยเน้นจุดที่จะทำการตรวจสอบต้องได้ตามแบบชิ้นงาน ซึ่งมีวิธีการตรวจสอบโดยวางจิ๊กลงบนโต๊ะที่ได้ระดับวางชิ้นงานลงบนตัวจิ๊ก กด CLAMP จับชิ้นงานยึดให้แน่นกับตัวจิ๊ก และทำการวัดด้วยเครื่องมือวัดต่าง ๆ การวัดขนาดโดยรอบของชิ้นงาน (MEASUREMENT OF CIRCUMFERENCE DIAMENSION OF THE PANEL) เป็นการวัดขนาดรอบตัวชิ้นงาน เมื่อเทียบกับจิ๊กตรวจสอบ (INSPECTION JIG) ตามรูปที่ 5.23

3.4 หัวข้อการตรวจสอบ สำหรับหัวข้อการตรวจสอบนั้นจะแตกต่างกันไปตามลักษณะของชิ้นส่วน ซึ่งบางชิ้นส่วนจะต้องตรวจเพิ่มเติม เฉพาะอย่างแล้วแต่กรณี หัวข้อตรวจสอบต่อไปนี้จะเป็นเฉพาะหัวข้อใหญ่ ๆ ที่ใช้กันอยู่ประจำ

1. ตรวจสอบขนาดรูปร่างของชิ้นส่วน
2. ตรวจสอบตำแหน่งรูเจาะ และขนาดความโตรูเจาะ
3. ตรวจสอบเส้นรอบรูป ของผิวหน้าชิ้นงาน
4. ตรวจสอบรูปร่างหน้าตัดขวาง (CROSS SECTION)

4. การตรวจสอบโดยการเปรียบเทียบกับชิ้นส่วนมาตราฐาน การตรวจสอบโดยใช้วิธีการ เปรียบเทียบชิ้นส่วนที่อัดขึ้นรูป จนครบทุกขั้นตอนการผลิต กับชิ้นส่วนตัวอย่างมาตราฐาน โดยที่ชิ้นตัวอย่างมาตราฐานนี้ทางเจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพเป็นผู้กำหนดให้ และถูกเก็บรักษาไว้โดยแผนกควบคุมคุณภาพซึ่งจะถูกนำมาใช้เปรียบเทียบกับชิ้นส่วนที่สำเร็จรูปในแต่ละขั้นตอนของการผลิต โดยการเปรียบเทียบว่าชิ้นส่วนที่ผลิตออกมานั้นเหมือนกับชิ้นส่วน ตัวอย่างมาตราฐานหรือไม่ ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการที่สะดวก และรวดเร็ว เป็นวิธีการตรวจสอบในเบื้องต้น และนิยม



รูปที่ 5.23 ตัวอย่างการวัดขนาดของชิ้นงานร่วมกับจิ๊กตรวจสอบขนาด

ใช้กันอย่างกว้างขวาง แต่ชิ้นส่วนตัวอย่างที่จะนำมาใช้อ้างอิงเปรียบเทียบนี้ จะต้องเก็บไว้อย่างดี เพื่อรักษาคุณภาพให้เป็นไปตามแบบ (DRAWING) และเมื่อมีการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงแบบชิ้นส่วน ก็จะต้องจัดทำชิ้นส่วนตัวอย่างมาตราฐานชิ้นมาใหม่ เพื่อใช้ในการตรวจสอบชิ้นส่วน หลังจากมีการแก้ไขแล้ว

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบได้แก่ ตลับเมตร,ชิ้นงานตัวอย่างมาตราฐาน, เวอร์เนียร์ เป็นต้น

4.2 ใบตรวจสอบที่ใช้บันทึกค่าของการตรวจสอบโดยทำการตรวจสอบตามตำแหน่งที่ระบุในใบตรวจสอบ ส่วนใหญ่จะบันทึกผลการตรวจว่าใช้ได้ หรือใช้ไม่ได้ และผ่านหรือไม่ผ่าน

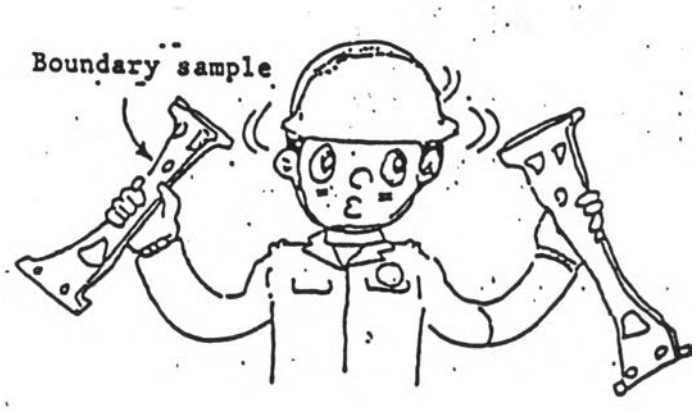
4.3 วิธีที่ใช้ในการตรวจสอบซึ่งการตรวจสอบโดยวิธีนี้เป็นแบบไม่ค่อยยุ่งยาก และส่วนใหญ่ใช้การตรวจสอบด้วยสายตา โดยเปรียบเทียบชิ้นส่วนตัวอย่างมาตราฐาน กับชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาว่าเหมือนกันทุกประการ หรือไม่ ตามรูปที่ 5.24 โดยการดูเปรียบเทียบตามจุดต่าง ๆ ที่กำหนดในใบตรวจสอบ เช่น จำนวนรูเจาะ, รูปร่างชิ้นส่วน, ตำแหน่งการพับปีก, รอยย่น, รอยขีด,รอยบุ๋ม เป็นต้น ถ้าหากชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาไม่เหมือนกับ ตัวอย่างมาตราฐานที่กำหนดไว้แต่แรก แสดงว่าคุณภาพของชิ้นส่วน เริ่มมีการเปลี่ยนแปลง และจะต้องหาสาเหตุให้พบเพื่อขจัดออกไป สำหรับตัวอย่างชิ้นส่วนที่นำมาเปรียบเทียบมีอยู่ 2 แบบ คือ

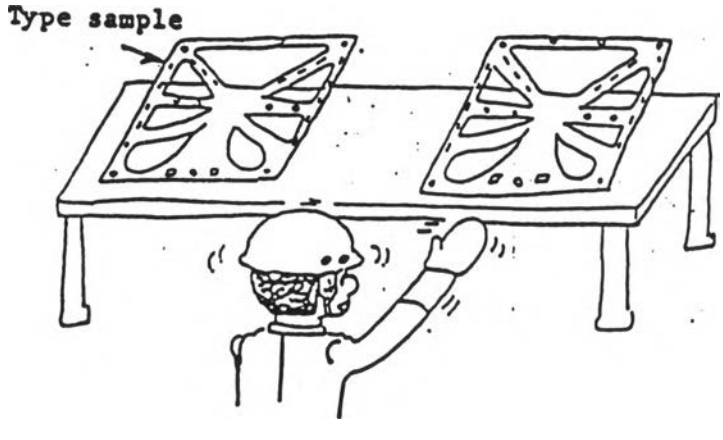
ก. เป็นชิ้นส่วนมาตราฐาน ที่ลูกค้ากำหนดมาให้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นชิ้นส่วนที่ทำมาจากต่างประเทศ เพื่อใช้เป็นต้นแบบ (CKD) ซึ่งนำมาใช้อ้างอิงได้

ข. เป็นชิ้นส่วนที่ทางโรงงานผลิตขึ้นเองแต่ด้วยสาเหตุที่ประสิทธิภาพและข้อจำกัดของแม่พิมพ์และอุปกรณ์ในการผลิตแตกต่างกับของต่างประเทศ จึงทำให้ระดับคุณภาพแตกต่างกันเล็กน้อย จึงต้องส่งให้ลูกค้าอนุมัติก่อนการใช้งานจริง โดยส่งเป็นตัวอย่างเพื่อให้ลูกค้าตรวจสอบด้านคุณภาพและทดลองประกอบกับชิ้นส่วนอื่น ๆ และเมื่อลูกค้าอนุมัติให้ใช้ได้ทางโรงงานจะนำชิ้นส่วนดังกล่าวเป็นชิ้นส่วนตัวอย่างมาตราฐานในการตรวจสอบเทียบกับชิ้นส่วนที่จะผลิตคราวต่อไป โดยทางลูกค้าจะเก็บตัวอย่างไว้ 1 ชิ้น ส่วนทางโรงงานจะเก็บไว้ 1 ชิ้นเช่นกัน

2. การตรวจสอบและการทดสอบชิ้นส่วนรถยนต์จากการเชื่อมประกอบ

สำหรับชิ้นส่วนตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไป ซึ่งจะนำมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยวิธีการเชื่อมโลหะนั้น ในการผลิตชิ้นส่วนโลหะรถยนต์จะมีวิธีการเชื่อมโลหะอยู่ 2 วิธีที่นิยมใช้กันมาก คือ 1. การเชื่อมจุด (SPOT WELDING), 2. การเชื่อมแบบหลอมละลาย (CO2 ARC WELDING)





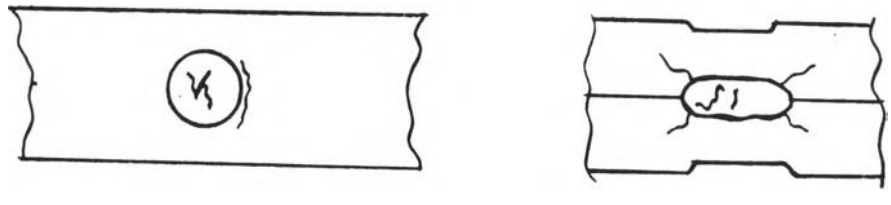
รูปที่ 5.24 แสดงการตรวจสอบโดยการเปรียบเทียบกับชิ้นส่วนมาตรฐาน

ซึ่งต่อไปจะเรียกว่าการเชื่อม CO2 ซึ่งในการเชื่อมทั้ง 2 วิธีดังกล่าว มีลักษณะและคุณภาพที่แตกต่างกัน และการจะใช้วิธีการเชื่อมแบบไหนจะขึ้นอยู่กับแบบของชิ้นงานนั้น ๆ ที่ลูกค้า จะกำหนดมาให้ตามสภาพการใช้งาน โดยที่วิธีการเชื่อมแต่ละวิธี ก็จะมีวิธีการตรวจสอบ และการทดสอบที่แตกต่างกัน ซึ่งจะต้องใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของการเชื่อมนั้น ๆ ด้วย

2.1 ข้อกำหนดมาตราฐานคุณภาพของการเชื่อมชิ้นส่วนรถยนต์ มาตราฐานคุณภาพในงานเชื่อมชิ้นส่วนรถยนต์ ส่วนมากจะถูกกำหนดจากมาตราฐานของงานเชื่อมทั่ว ๆ ไป แต่บางกรณี ก็จะถูกกำหนดให้เป็นกรณีพิเศษ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานของชิ้นส่วนบางประเภท ซึ่งมาตราฐานคุณภาพงานเชื่อมดังกล่าวนี้เป็นคุณภาพที่เหมาะสมกับชิ้นส่วนรถยนต์ที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดโลหะ โดยแบ่งเป็นข้อกำหนดมาตราฐานของการเชื่อมได้ 2 แบบ ตามวิธีการเชื่อมคือ การเชื่อมจุด และการเชื่อมแบบ CO2 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

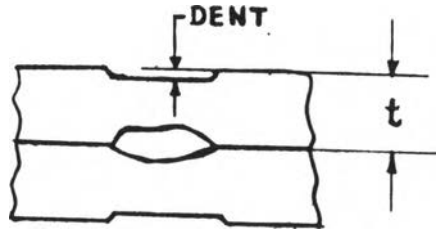
1. มาตราฐานคุณภาพของการเชื่อมจุด (SPOT WELDING) มาตราฐานนี้ใช้สำหรับ การเชื่อมจุดของชิ้นส่วนรถยนต์ที่ผลิตมาจากงานขึ้นรูปโลหะด้วยเครื่องอัดโลหะ

1.1 รอยแตกร้าว(CRACK)การเชื่อมจุดที่ดีจะต้องไม่มีรอยแตกร้าวในบริเวณจุดเชื่อม หรือใกล้ๆ กับจุดเชื่อม ที่มองเห็นได้จากภายนอก หรือเมื่อทำการส่องด้วยกล้องขยาย (MACROSCOPICAL) บริเวณที่ผ่าตรงจุดหลอมละลาย (NUGGET) ตามรูปที่ 5.25 a



รูปที่ 5.25 a ภาพแสดงรอยแตกร้าวในงานเชื่อมจุด

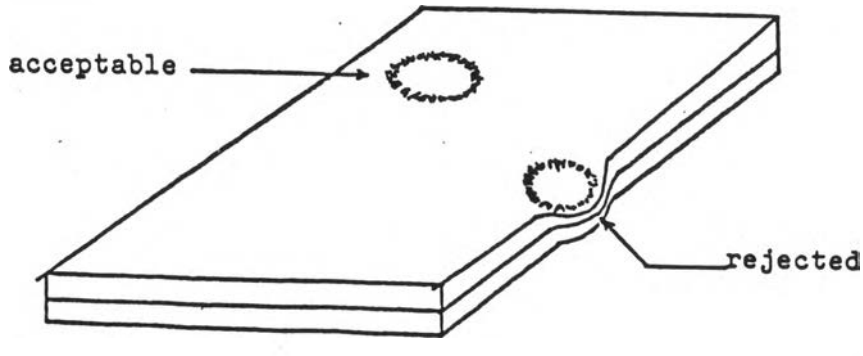
1.2 รอยบุ๋ม(DENT)รอยบุ๋มที่เกิดบนผิวชิ้นงานจากการกดของหัวเชื่อม (ELECTRODE) ซึ่งผิวเหล็กจะต้องยุบลงต่ำไม่เกิน 0.3 ของความหนาแผ่นเหล็กที่นำมาเชื่อม ตามรูปที่ 5.25 b



รูปที่ 5.25 b ภาพแสดงรอยบุ๋มจากงานเชื่อมจุด

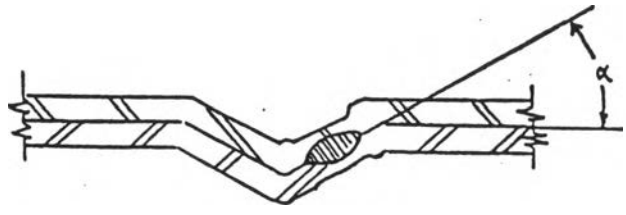
1.3 การบิดตัวและการเสียรูป (TWIST,DEFORMATION)ชิ้นงานที่นำมาเชื่อมจุด จะมีการบิดตัว หรือเสียรูปเนื่องจาก แรงในการกดหัวเชื่อมจุด ซึ่งมี 3 ลักษณะ คือ ตามรูปที่ 5.26

1.4 การเชื่อมตกขอบชิ้นงาน(EDGE WELD)การเชื่อมจุดทุกจุดจะต้องไม่อยู่ใกล้ชิดกับขอบของชิ้นงานมากเกินไป เพราะจะทำให้ความแข็งแรงจุดเชื่อมลดลง และทำให้ชิ้นงานเสียรูป ตามรูปที่ 5.27

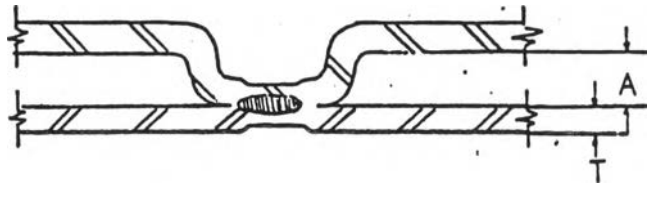


รูปที่ 5.27 ภาพแสดงการเชื่อมจุดที่ไม่ได้คุณภาพ

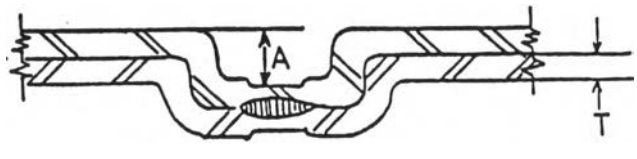
1.5 ระยะห่างระหว่างจุดเชื่อม(PITCH)สำหรับระยะห่างระหว่างจุดเชื่อมแต่ละจุดยอมให้มีความผิดพลาดได้ไม่เกิน +20% ของค่าที่ระบุใน DRAWING ในกรณีที่ไม่ได้ระบุค่าระยะห่าง (PITCH) ไว้ใน DRAWING ให้ทำการวัดระยะความยาว ที่จะเชื่อมจุดทั้งหมดหารด้วยจำนวนจุดที่เชื่อม เป็นค่าระยะห่าง (PETCH) ที่กำหนด



(a) การบิดตัวของแผ่นชิ้นงาน



(b) การเสียรูปจากแผ่นชิ้นงานด้านบนบิดตัว

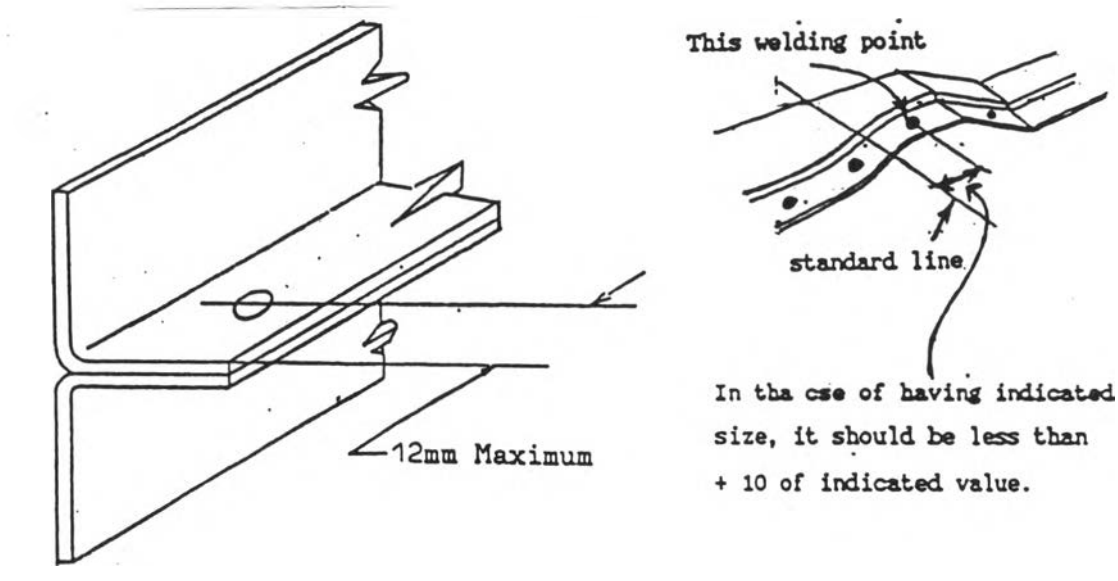


(c) การเสียรูปจากรอยเชื่อมมากไป

รูปที่ 5.26 ภาพแสดงการบิดตัวและเสียรูปของชิ้นงานจากการเชื่อมจุด

1.6 จำนวนจุดที่เชื่อม (NUMBER OF SPOT WELD)จำนวนจุดเชื่อมที่ยอมให้ผิดพลาดได้ตั้งแต่ 0 ถึง +20% ของจำนวนจุดที่ระบุใน DRAWING

1.7 ระยะห่างระหว่างจุดเชื่อมกับขอบชิ้นงาน การเชื่อมจุดทั่ว ๆไป จะต้องห่างจากขอบชิ้นงานไม่เกิน 12 มม. ในกรณีที่ชิ้นงานมีการกำหนดจุดเชื่อมบริเวณที่สำคัญให้มีระยะห่างในช่วง 10 มม. ตามรูปที่ 5.28



รูปที่ 5.28 ภาพแสดงระยะห่างระหว่างจุดเชื่อมกับขอบชิ้นงาน

1.8 จำนวนจุดเชื่อมที่ไม่ได้คุณภาพ(NUMBER OF DEFECTIVE SPOT-WELD) สำหรับชิ้นส่วนที่มีความสำคัญ (เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของมนุษย์)จะต้องไม่มีจุดเชื่อมที่ไม่ได้คุณภาพ (คุณภาพที่มองเห็นจากภายนอก และความแม่นยำในการเชื่อม) สำหรับชิ้นส่วนทั่วๆไปยอมให้มีจุดเชื่อมที่ไม่ได้คุณภาพได้บ้าง ตามตารางที่ 5.6

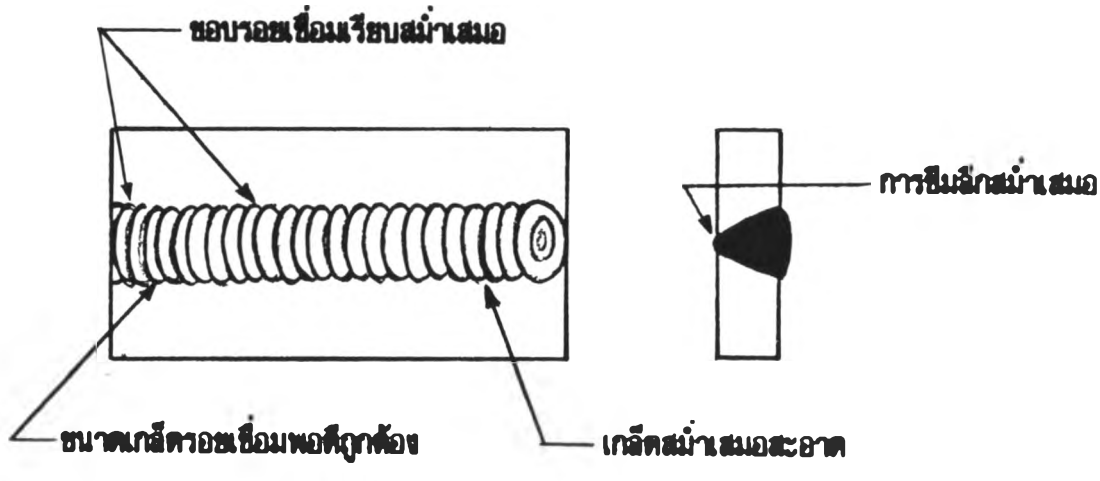
ในกรณีในการเชื่อมจุดที่แผ่นเหล็กจำนวน 3 แผ่นขึ้นไป จะต้องไม่มีจุดเชื่อมเสียโดยเด็ดขาด

ตารางที่ 5.6 จำนวนจุดเชื่อมที่ไม่ได้คุณภาพซึ่งยอมให้มีได้

จำนวนจุดเชื่อมที่กำหนด	จำนวนจุดเชื่อมเสียที่ยอมให้มีได้สูงสุด
7 หรือ น้อยกว่า	0
8 ถึง 12	1
13 ถึง 20	2
21 ถึง 28	3
29 ถึง 36	4
37 ถึง 44	5
45 ถึง 52	6
53 ถึง 60	7
61 ถึง 68	8
69 ถึง 76	9
77 ถึง 84	10
85 ถึง 92	11
93 ถึง 100	12

2. มาตราฐานคุณภาพของการเชื่อม CO2 (CO2 ARC WELDING)

มาตราฐานนี้ใช้สำหรับการเชื่อมแบบ CO2 ของชิ้นส่วนรถยนต์ที่เป็นโลหะจากการอัดขึ้นรูป ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้ ตามรูปที่ 5.29



รูปที่ 5.29 ลักษณะรอยเชื่อมที่ดี

2.1 ค่าระยะเผื่อความยาวของแนวเชื่อม (TOLERANCE OF WELD-LENGTH) การเชื่อมที่ต่อเนื่อง จะต้องมีค่าเผื่อความยาวรอยเชื่อมจาก 0 ถึง +20% ของความยาวแนวเชื่อมที่ระบุใน DRAWING

2.2 UNDERCUT ความลึกของ UNDERCUT จะต้องไม่เกิน 20 % ของความหนาของแผ่นชิ้นงาน หรือเท่ากับ 1 มม. เมื่อแผ่นชิ้นงานหนา 5 มม. หรือมากกว่า

ความยาวของ UNDERCUT จะต้องไม่มากกว่า 20 % ของความยาวแนวเชื่อมทั้งหมดสำหรับชิ้นส่วนที่มีความสำคัญ ความลึกของ UNDERCUT จะต้องไม่เกิน 10 % ของความยาวแนวเชื่อม

2.3 การเชื่อมเกย (OVERLAPS) การเชื่อมเกยจะต้องไม่เกิน 10% ของความกว้างรอยเชื่อม (BEAD) และความยาวรวมจะต้องไม่เกิน 20%ของความยาวแนวเชื่อมทั้งหมด

ถ้าเป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญจะต้องไม่เกิน 5% ของความกว้างรอยเชื่อม (BEAD) และไม่เกิน 10% ของความยาวแนวเชื่อมทั้งหมด ตามรูปที่ 5.30

2.4 รูเข็มและสิ่งสกปรก จะต้องไม่มีรู หรือสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ในแนวเชื่อมโดยตลอด

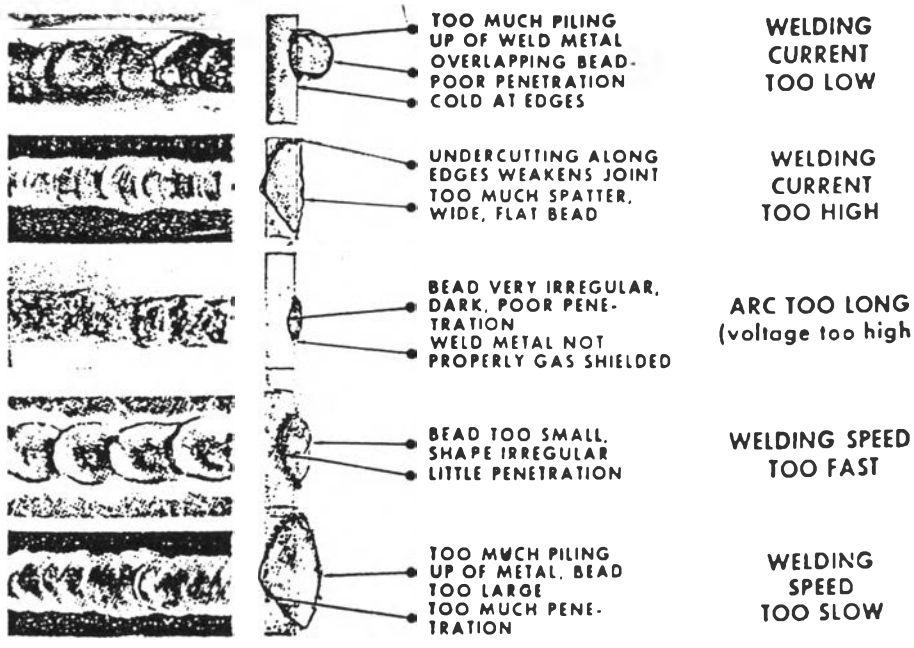
2.5 รอยแตกร้าว (CRACK) บริเวณรอยเชื่อมจะต้องไม่มีรอยแตกร้าวทั้งภายในและภายนอกแนวเชื่อม ซึ่งสังเกตเห็นได้ด้วยสายตา

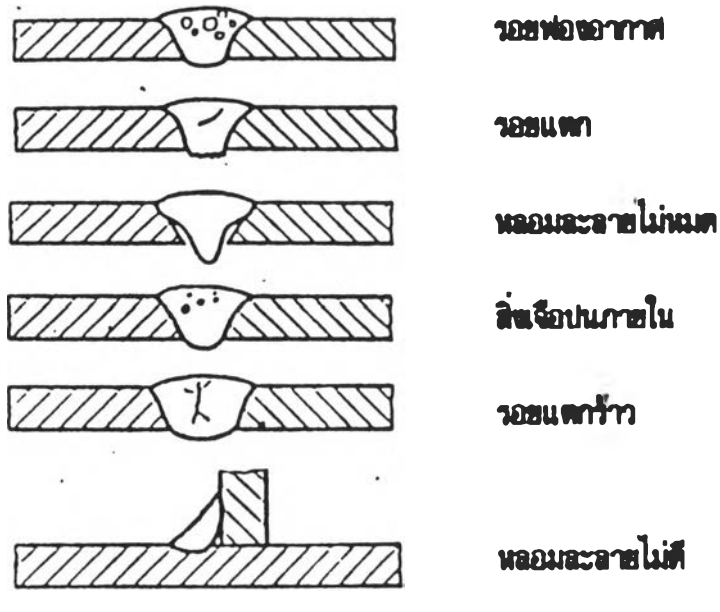
2.2 การตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนรถยนต์จากการเชื่อมประกอบ ในการตรวจสอบชิ้นส่วนจากการเชื่อมประกอบนั้น จุดประสงค์เพื่อต้องการหาวิธีการตรวจสอบที่เหมาะสมกับคุณภาพของงานเชื่อมนั้น ๆ ซึ่งวิธีการตรวจสอบนี้จะใช้สำหรับงานเชื่อมประกอบของชิ้นส่วนรถยนต์โดยวิธีการดังนี้

1. การตรวจสอบก่อนการเชื่อม เป็นการตรวจสอบอุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่จะใช้เชื่อมโลหะ เพื่อดูว่าอยู่ในสภาพเรียบร้อย พร้อมที่จะทำงานได้หรือไม่ ซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปมีการตรวจสอบดังนี้

1.1 เครื่องเชื่อม, หัวเชื่อม, ลวดเชื่อม,แก๊ส ฯลฯ ซึ่งพร้อมและเลือกใช้ให้ถูกต้องตรงตามชนิดของงานที่จะเชื่อม และอยู่ในสภาพปกติ

1.2 ชิ้นงาน, จิ๊กเชื่อมประกอบ, มาตราฐานการเชื่อม มีความพร้อมและถูกต้องตรงกับประเภทของงานที่จะเชื่อม





รูปที่ 5.30 ลักษณะรอยเชื่อมที่ไม่ได้คุณภาพ

1.3 การปรับแต่งเครื่องเชื่อม, กระแสไฟ, แรงดัน, เวลาเชื่อม ฯลฯ ทุกอย่างถูกปรับแต่งให้ตรง กับมาตราฐานที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง ตามมาตราฐานในการทำงาน

1.4 ใช้ใบตรวจสอบเพื่อดูสภาพของเครื่องมือ, ค่ากระแสไฟฟ้าที่ตั้งไว้เชื่อม เป็นใบตรวจสอบประจำวันเพื่อเก็บข้อมูลไว้เป็นประวัติของเครื่อง

2. การตรวจสอบดูภายนอกของงานเชื่อม เป็นการตรวจสอบคุณภาพของแนวเชื่อม โดยใช้สายตาหรือแว่นขยายในการ ตรวจดูสภาพภายนอก ของแนวเชื่อม เพื่อหาข้อบกพร่อง และทำการตัดสินใจ โดยส่วนใหญ่ในการตรวจสอบด้วยวิธีนี้มักจะใช้ผู้ตรวจสอบที่ค่อนข้างมีความชำนาญในด้านงานเชื่อม ซึ่งจะทำให้ตัดสินใจได้ถูกต้อง และเป็นวิธีที่ตรวจสอบได้รวดเร็ว โดยการตรวจสอบคุณภาพตามมาตราฐานที่กำหนด ได้แก่

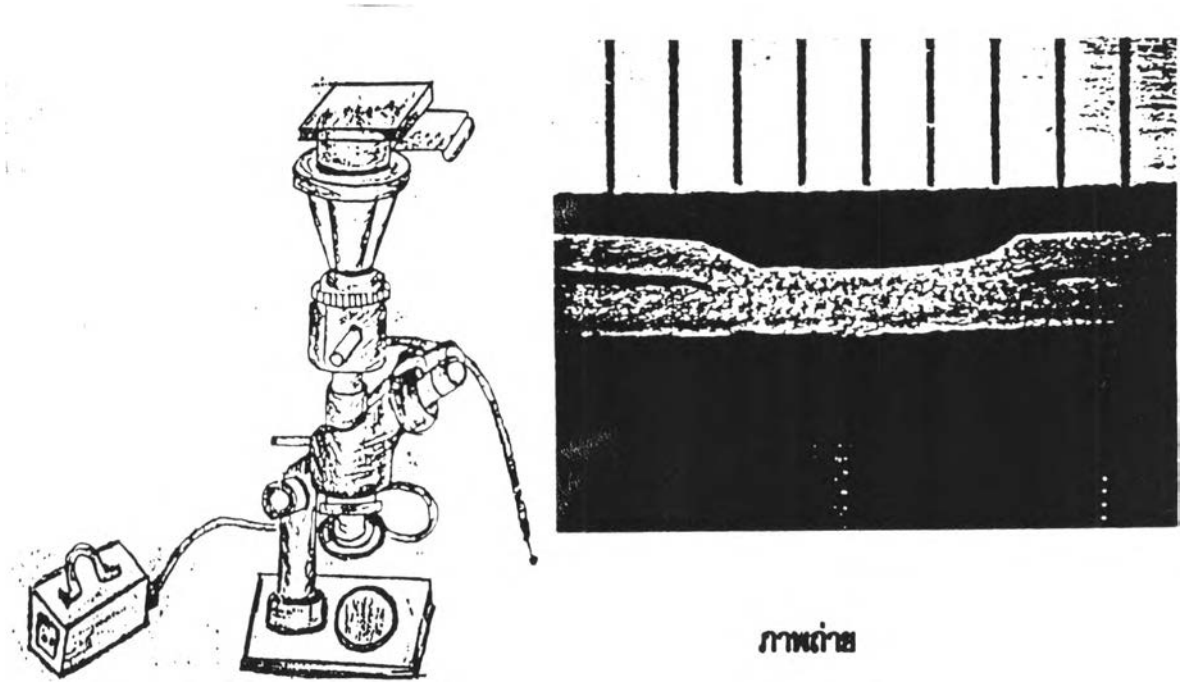
2.1 ตรวจดูรอยร้าว, โก่งงอ, บิดตัว,สะเก็ดเชื่อม ตรงบริเวณแนวเชื่อม และชิ้นงานที่ปรากฏภายนอก

2.2 ตำแหน่งการเชื่อมจุด ระยะเชื่อมจุดที่ห่างจากขอบงาน

2.3 การวัดความกว้างของรอยเชื่อม (BEAD), ความยาวแนวเชื่อม, จำนวนจุดเชื่อม

3. การตรวจสอบโดยผ่าดูแนวเชื่อม(MICRO TEST)เป็นการตรวจสอบเพื่อดูสภาพของรอยเชื่อม โดยใช้สายตา หรือถ่ายภาพขยายบริเวณรอยผ่า (MICROSCOPE)จะทำให้เห็นการซึมลึกของรอยเชื่อมได้อย่าชัดเจน โดยจะใช้ตัวอย่างจากชิ้นงานจริง และนำมาผ่าตรงกลางของรอยเชื่อมตรงบริเวณที่จะทำการตรวจสอบ (CROSS SECTION)โดยมีขนาดประมาณ 15 mm. x 20 mm. แล้วนำมาขัดด้วยกระดาษทราย หรือหินเจียรบริเวณรอยเชื่อมให้เรียบ ห้ามมีเส้น แล้วนำมากัดผิวหน้าตรงรอยเชื่อมด้วยน้ำยา NITRIC ACID ALCOHOLIC ประมาณ 1นาที ซึ่งจะทำให้ผิวสะอาด และเห็นรอยเชื่อมชัดเจน จึงนำมาส่องด้วย MICROSCOPE เพื่อตรวจสอบรอยเชื่อมในด้านการซึมลึก โดยถ่ายเป็นภาพออกมา ตามรูปที่ 5.31

4. การตรวจสอบขนาดหลังการเชื่อมประกอบ เป็นการตรวจสอบขนาดของชิ้นส่วนหลังการเชื่อมประกอบ โดยส่วนใหญ่นิยมใช้จิ๊กในการตรวจสอบ เพราะชิ้นงานจะมีลักษณะรูปร่างและการประกอบที่เปลี่ยนไปหลังการเชื่อมประกอบ ซึ่งในการวัดบางครั้งต้องใช้แท่นระดับในการวัด สำหรับวิธีการวัดจะเหมือนกับการวัดของชิ้นส่วนจากงานอัดโลหะ ซึ่งได้อธิบายไว้ในเรื่องการทำการตรวจสอบการนำเข้า

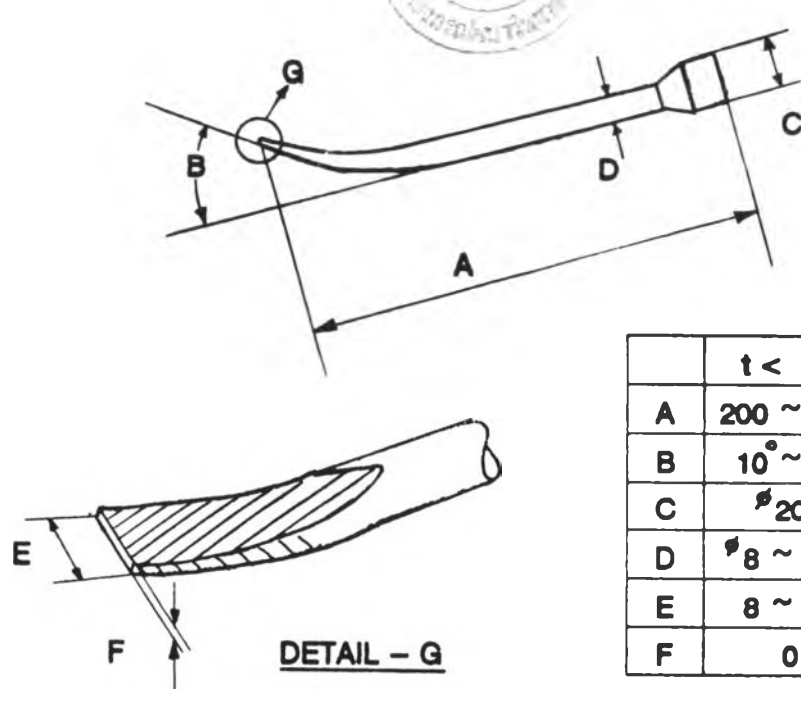


รูปที่ 5.31 ลักษณะกล้องถ่าย MICROSCOPE เพื่อตรวจดูแนวเชื่อม

2.3 การทดสอบคุณภาพชิ้นส่วนรถยนต์จากการเชื่อมประกอบ ในการทดสอบคุณภาพชิ้นส่วนสำหรับงานเชื่อมประกอบทั้งวิธีการเชื่อมจุด และวิธีการเชื่อมแบบ CO2 ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการทดสอบแบบทำลายเพื่อต้องการทราบคุณสมบัติทางกลของวัสดุ และความแข็งแรงของรอยเชื่อม โดยการสุ่มตัวอย่างชิ้นงานจริง และตัดให้มีขนาดพอเหมาะ และนำมาทดสอบโดยหาวิธีที่ไม่ยุ่งยาก และให้ผลแม่นยำ พร้อมทั้งทราบผลได้เร็ว สามารถทำการทดสอบ นอกห้องปฏิบัติการได้ (LAB) ซึ่งมีวิธีทดสอบที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบงานเชื่อมของชิ้นส่วนรถยนต์

1. การทดสอบด้วยวิธีตอกอัด (DRIVER CHECK) เป็นการตรวจสอบความแข็งแรงของการเชื่อมจุด (SPOT WELD) โดยวิธีที่ใช้เหล็กปลายแบนเหมือนไขควง ตอกอัดระหว่างแผ่นชิ้นงาน 2 แผ่นที่เชื่อมจุดอยู่ โดยตอกเหล็กไประหว่างจุดเชื่อม 2 จุดแล้วสังเกตด้วยการมองดู โดยที่แผ่นเหล็กทั้ง 2 แผ่นจะต้องไม่หลุดจากกันบริเวณจุดที่เชื่อมอยู่

1.1 เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ โดยบกติตัวสิ่มที่ใช้ตอกอัด โดยทั่วๆ ไปจะมีรูปร่างตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้ในการทดสอบแต่ละงาน แต่โดยทั่ว ๆ ไปจะมีขนาดดังนี้ตามรูปที่ 5.32



	t < 1.6	t > 2.0
A	200 ~ 250	200 ~ 250
B	10° ~ 20°	10° ~ 20°
C	ø20	ø20
D	ø8 ~ ø10	ø15 ~ ø16
E	8 ~ 10	10 ~ 15
F	0	0 ~ 1.0

รูปที่ 5.32 เครื่องมือที่ใช้ตอกอัดเพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของการเชื่อม

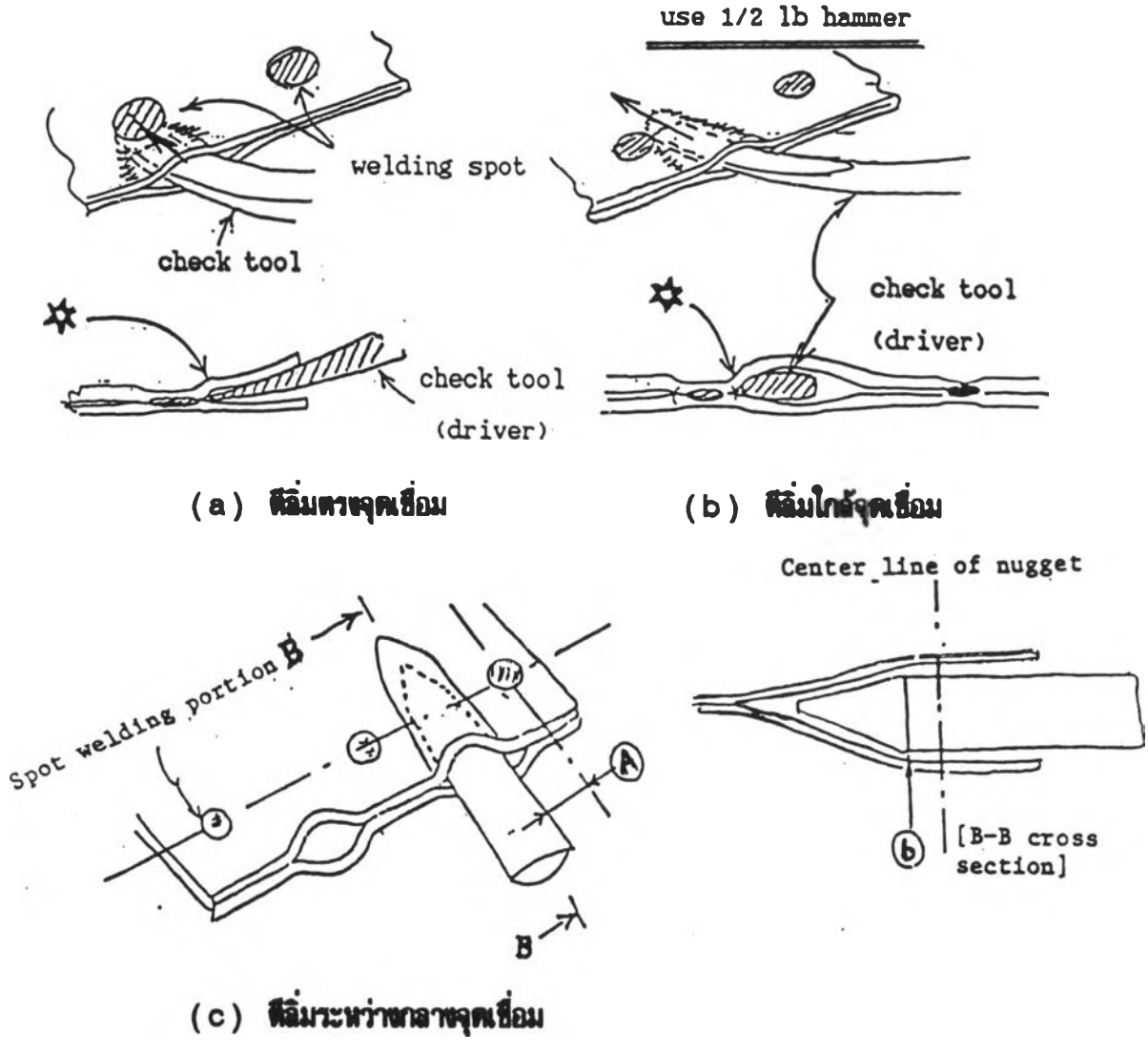
1.2 จุดที่ทำการตรวจ ในการตอกลิ่มเข้าไปในระหว่างจุดเชื่อมหรือตรงไปที่จุดเชื่อม เพื่อทดสอบรอยเชื่อม ตามรูปที่ 5.33

การพิจรณาคุณภาพ

- ตีลิ่มตรงจุดเชื่อม การตีลิ่มเข้าไปตรงจุดเชื่อม แต่จะต้องไม่ตีเข้าไปจนชนจุดเชื่อมซึ่งจะทำให้ฉีกขาดจากกัน (ให้ดูตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้*)
- ตีลิ่มใกล้จุดเชื่อมการตีลิ่มเข้าใกล้จุดเชื่อมจะต้องตีเข้าไปให้ห่างจากจุดเชื่อมบริเวณทำเครื่องหมาย (*) แล้วขยับตัวลิ่มขึ้นลง เพื่อทำให้แผ่นเหล็กทั้ง 2 แผ่นถ่างออกตามความเหมาะสม แต่ถ้ากรณีเป็นแผ่นเหล็กบางจะต้องระวังโดยให้แผ่นเหล็กอ้าออก10-20องศา จึงจะเหมาะสม
- ตีลิ่มระหว่างกลางจุดเชื่อม ระยะห่างของ (A)) ประมาณ 20 - 40 มม.และความลึกของตัวลิ่มที่ใส่เข้าไป จะต้องเลยจุดศูนย์กลางของจุดเชื่อม (B - B)พอสมควร

ซึ่งผลการทดสอบทั้ง 3 วิธี จะต้องไม่ทำให้แผ่นเหล็กทั้ง 2 แผ่น หลุดจากกันบริเวณจุดเชื่อม ถึงจะถือว่าจุดเชื่อมนั้นมีคุณภาพใช้ได้

วิธีการนี้ยังสามารถใช้ในการหาขนาดความโตของจุดหลอมละลายได้ โดยการตอกลิ่มจนเนื้อโลหะทั้งสองหลุดแยกจากกัน แล้วหาความโตของจุดหลอมละลายได้ (NUGGET)



รูปที่ 5.33 แสดงการตอกลิ่มที่จุดเชื่อมด้วยวิธีต่างๆ

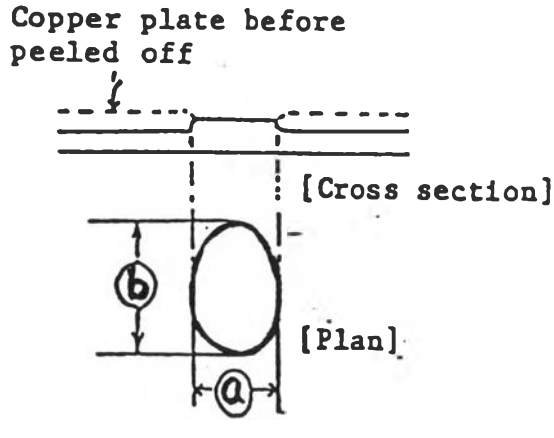
2. การทดสอบด้วยการวัดขนาดของจุดหลอมละลาย(NUGGET DIAMETER) ในการทดสอบความแข็งแรงของการเชื่อมจุดนั้น สามารถทำได้อีกวิธีหนึ่ง โดยการวัดขนาดความโตของจุดหลอมละลาย ซึ่งจะใช้ในกรณีที่มีการเชื่อมจุดจำนวนหลายแผ่นซึ่งจะทำการทดสอบโดยวิธีอื่นได้ยากลำบาก ซึ่งวิธีนี้จะฉีกแผ่นเหล็กที่เชื่อมอยู่ด้วยวิธีสิ่มตอกอัด และวัดความโตของจุดหลอมละลาย

2.1 วิธีการทดสอบตัดตัวอย่างจากชิ้นงานจริงตรงบริเวณจุดเชื่อมและทำการฉีกแผ่นเหล็กที่ติดกันอยู่ออกจากกัน เพื่อทำการวัดจุดหลอมละลาย โดยอาศัยปากกาจับงาน, สิ่ม (SCREWDRIVER) และค้อนขนาด 1/2 ปอนด์

2.2 วิธีการวัดหลังจากฉีกแผ่นเหล็กออกแล้วจะมองเห็นจุดหลอมละลายเป็นลักษณะรูปวงรี ให้ทำการวัดด้วย เวอร์เนียร์ ตามแนวแกน a และแนวแกนหลัก b แล้วนำค่าวัดทั้ง a และ b มาคำนวณตามสูตรดังนี้ (ตามมาตราฐาน JIS - Z3140) ตามรูปที่ 5.34

$$C = \frac{a + b}{2}$$

โดยที่ C = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของจุดหลอมละลาย



รูปที่ 5.34 การวัดค่าความโตของจุดเชื่อม

2.3 การพิจรณาด้านคุณภาพ จากตารางที่ 5.7 ถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางจุดเชื่อมมีขนาดมากกว่าค่าในตารางนี้ ถือว่าจุดเชื่อมมีคุณภาพใช้ได้

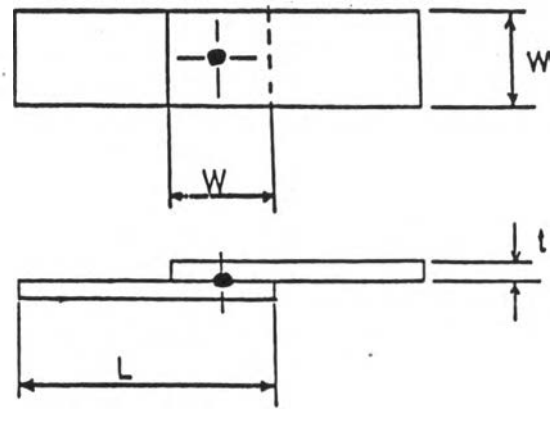
ตารางที่ 5.7 ค่ามาตรฐานของเส้นผ่าศูนย์กลางของจุดเชื่อม

ความหนาชิ้นงาน (มม.)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.3	2.6	3.2
ความโตของจุดเชื่อม (มม.) (C)	3.3	3.6	4.0	4.3	4.5	4.8	5.0	5.5	6.0	6.3	7.1	7.7	8.3	9.4

หมายเหตุ

- ถ้าความหนาแผ่นเหล็กหนาเกินกว่า 3.2, เส้นผ่าศูนย์กลางของจุดหลอมละลาย ควรจะเท่ากับ 5 เท่าของความหนาแผ่นเหล็ก (C = 5t)
- ในกรณีการเชื่อมจุดบนแผ่นเหล็ก 2 หรือ 3 แผ่นขึ้นไปที่มีความหนาต่างกัน ให้ยึดค่าความหนาของแผ่นเหล็กบาง ในการหาค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของจุดหลอมละลาย

3. การทดสอบค่าความเค้นแรงเฉือน (SHER STRENGTH TEST) เป็นการทดสอบค่าทนแรงเฉือนของการเชื่อมจุด (SPOT WELDING)ซึ่งโดยจะทำการทดสอบจากแผ่นทดสอบ ซึ่งมีขนาดมาตราฐาน ทำจากวัสดุชนิดเดียวกันกับชิ้นงาน และความหนาเท่ากันกับชิ้นงาน ตามรูปที่ 5.35 นำมาเชื่อมจุดติดกันทั้ง 2 แผ่น แล้วนำมาทดสอบโดยการดึงเฉือนขาด และเปรียบเทียบค่าแรงดึงขาดจากตารางที่กำหนด โดยเปรียบเทียบค่าแรงดึงขาดและความโตของจุดหลอมละลาย, (NUGGET DIAMETER) ซึ่งขนาดของชิ้นทดสอบมีขนาด ตามตารางที่ 5.8



รูปที่ 5.35 การทดสอบค่าความเค้นแรงเฉือน

ตารางที่ 5.8 ขนาดมาตรฐานของชิ้นงานทดสอบหาค่าความแข็งแรงดึง

Norminal thickness (mm)	Width : W (mm)	Length : L (mm)
less than 0.8	20	75
0.8 to 1.3	30	100
1.3 to 2.5	40	125
2.5 to 3.5	50	150
3.5 to 4.4	50	150
4.4 to 5.0	50	150

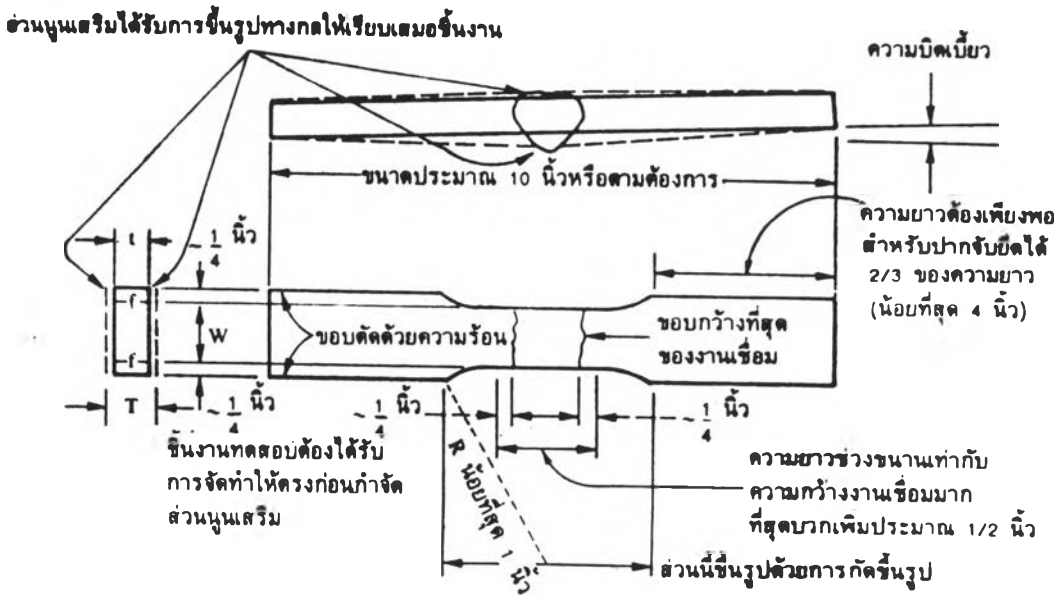
การพิจรณาคุณภาพ

เหล็ก SPCC ความหนา 1.0 มม.มี TENSILE STRENGTH = 37 kg/Sq.mm.เมื่อนำมาเชื่อมจุด (SPOT WELDING)จะมีความแข็งแรงที่จุดเชื่อม คือจะมีค่าทนแรงเฉือนได้ 490 kgf และมีเส้นผ่าศูนย์กลางจุดหลอมละลาย เท่ากับ 5.0 มม. จากตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 ค่ามาตรฐานของความแข็งแรงเฉือนของจุดเชื่อม

Nominal thickness of sheet (mm)	Shear strength (kgf) Tensile strength of base metal kgf/mm^2						Nugget diameter (mm)
	lessthan 40	40 to 50	50 to 60	60 to 80	80 to 100	100 and over	
0.4	125	166	209	240	285	310	3.3
0.5	175	233	292	330	390	425	3.6
0.6	225	299	376	440	520	565	4.0
0.7	285	379	476	555	650	705	4.3
0.8	355	472	594	660	780	845	4.5
0.9	420	559	701	795	935	1020	4.8
1.0	490	652	818	920	1080	1180	5.0
1.2	630	838	1052	1210	1430	1550	5.5
1.4	780	1037	1303	1550	1810	1970	6.0
1.6	940	1250	1570	1850	2180	2370	6.3
2.0	1300	1729	2171	2610	3070	3340	7.1
2.3	1580	2101	2639	3260	3830	4160	7.7
2.6	1910	2540	3190	3970	4660	5070	8.3
3.2	2665	3544	4451	5530	6500	7070	9.4

4. การทดสอบการดึงของงานแผ่นแบน วิธีนี้เป็นการทดสอบค่าแรงดึงของการเชื่อมแบบ CO2 โดยใช้มาตราฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา หมายเลรหัส ASME-SECTION IX ว่าด้วยการทดสอบงานเชื่อม โดยกำหนดลักษณะชิ้นงานสำหรับทดสอบตามรูปที่5.36



รูปที่ 5.36 ขนาดชิ้นกำหนดทดสอบแรงดึงงานแผ่นแบน

ลักษณะชิ้นกำหนดดังรูป สำหรับทดสอบทุกความหนาของแผ่นงาน

ก. ชิ้นกำหนดในการทดสอบแบบเดี่ยว ใช้สำหรับความหนาของชิ้นงานไม่เกิน 1 นิ้ว

ข. ชิ้นกำหนดที่มีความหนาเกิน 1 นิ้ว ให้ใช้ชิ้นกำหนดแบบเดี่ยว หรือแบบคู่ โดยมีข้อกำหนดดังนี้

1. เมื่อใช้ชิ้นงานกำหนดในการทดสอบแบบคู่ แต่ละชุดต้องแสดงถึงค่าการขาดสอบแรงดึงเพียงชนิดเดียว โดยส่วนรวมชิ้นกำหนด ทั้งหมดต้องการแสดงถึง ความหนาทั้งหมดที่ตำแหน่งเดียวเท่านั้น จึงต้องประกอบเป็นชุด

2. เมื่อจำเป็นต้องใช้การทดสอบแบบคู่ ความหนาของชิ้นงานทั้งหมดต้องได้รับการตัดด้วยวิธีกล ให้ได้ระยะใกล้เคียงกับค่ากำหนดจริงที่สามารถสอบได้อย่างเหมาะสมกับเครื่องมือ

เกณฑ์การตัดสินการทดสอบแรงดึง

ความเค้นแรงดึง หมายถึงค่าความเค้นแรงดึงของงานเชื่อมที่ได้ต้องไม่ต่ำกว่า

1. ค่าความเค้นแรงดึงกำหนดที่ค่าต่ำสุดของโลหะชิ้นงาน หรือ

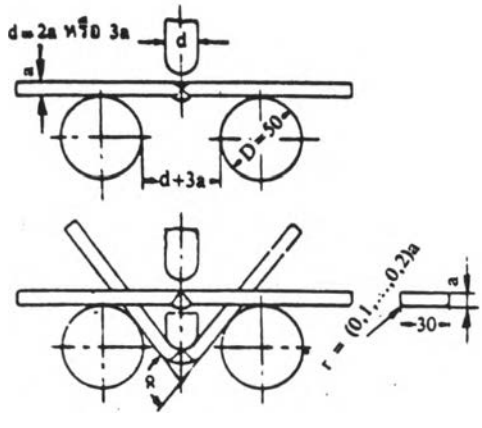
2. ค่าความเค้นแรงดึงกำหนดที่ค่าต่ำสุดของโลหะชิ้นงานที่มีความแข็งแรงต่ำกว่าในกรณีที่โลหะชิ้นงานเป็นวัสดุที่แตกต่าง หรือ

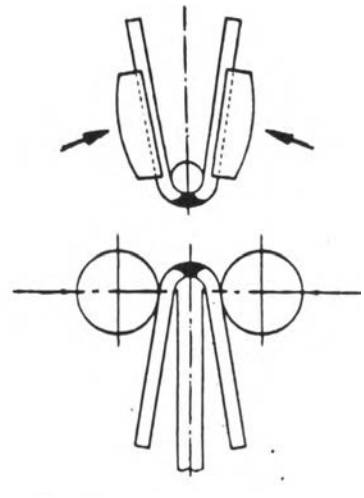
3. ค่าความเค้นแรงดึงกำหนดที่ค่าต่ำสุดของโลหะเชื่อม เมื่อข้อกำหนดการใช้งานสำหรับงานเชื่อมต่ำกว่าค่าความแข็งแรงของโลหะชิ้นงาน ณ อุณหภูมิห้อง

4. ถ้าชิ้นงานกำหนดให้แตกสลายที่ตำแหน่งโลหะชิ้นงาน (ไม่ใช่บริเวณแนวเชื่อม) การทดสอบเพื่อแสดงว่ายอมรับการใช้งาน กำหนดให้ค่าความแข็งแรง ต้องไม่ต่ำเกินกว่าค่า 5% ของค่าความเค้นแรงดึงต่ำสุดของโลหะชิ้นงาน

5. การทดสอบแนวเชื่อมด้วยการพับ ตามมาตรฐาน DIN 50121 เป็นการทดสอบที่สำคัญที่สุดทางเทคโนโลยีเพื่อจะได้ทราบตำหนิประเภทรูพรุน รอยบากได้ และการเปลี่ยนรูปของแนวเชื่อม โดยให้ชิ้นทดสอบมีขนาด ตามรูปที่ 5.37

ค่า d = 2a ใช้สำหรับทดสอบเหล็กกล้าที่มีความต้านแรงดึงถึง 420 N/mm²
ค่า d = 3a ใช้สำหรับทดสอบเหล็กกล้าที่มีความต้านแรงดึงเกิน 420 N/mm²



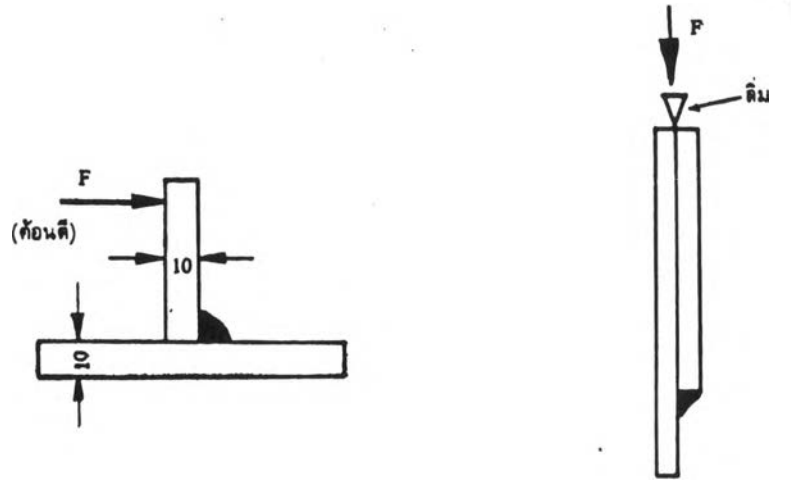


รูปตัวอย่างเป็นขนาดของแท่งทดลัดให้พับ

การทดสอบการพับของชิ้นทดสอบที่เป็นแนวเชื่อม
ชิ้นทดสอบการพับที่บากเป็นรัศมีโค้ง: a คือความหนาของชิ้นทดสอบ b_1 คือความกว้างของแนวเชื่อม

รูปที่ 5.37 การทดสอบการพับของชิ้นทดสอบที่เป็นแนวเชื่อม

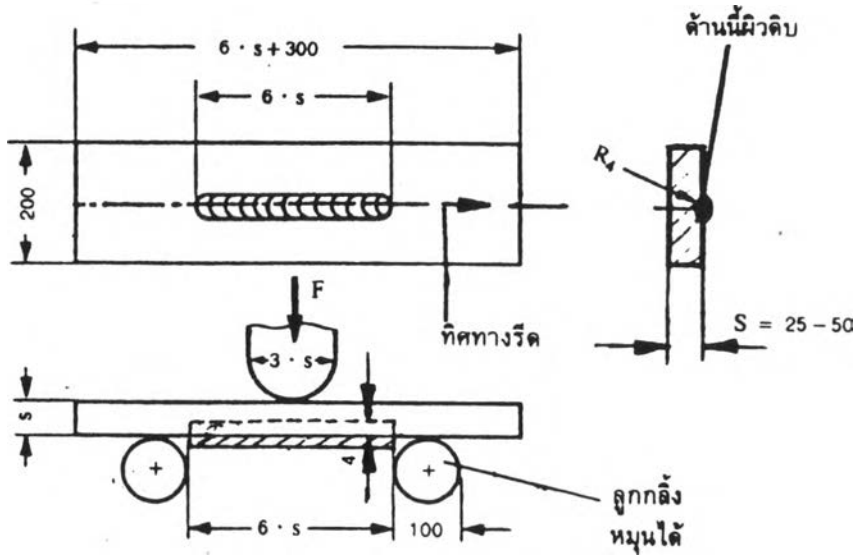
ตามรูปของชุดทดสอบจะสามารถทดสอบอัดชิ้นทดสอบให้มีมุมดัดถึงราว160 องศาถ้าชิ้นทดสอบดัดให้เป็นมุม 180 องศา ก็จะมีการตั้งลูกกลิ้งรองรับให้แคบลงในการทดสอบส่วนใหญ่ชิ้นทดสอบจะมีขนาดความหนาราว 5 มม. การทดสอบการพับในขณะร้อนก็ใช้วิธีการเช่นเดียวกัน วิธีการทดสอบดูผิวของรอยเชื่อม และรอยแตกของรอยเชื่อมชนฉาก ตามรูปที่ 5.38



รูปที่ 5.38 ชิ้นทดสอบรูปตัวทีและแบบเชื่อมแกน

6. การทดสอบดัดรอยเชื่อมบนชิ้นงาน การทดสอบนี้แสดงให้เห็น ถึงรอยร้าว ที่เกิดจากความเครียดจากการเชื่อมไฟฟ้า โดยชิ้นทดสอบ ต้องเตรียมให้ได้ขนาด ตามรูปที่ 5.39 โดยตรงกลางใช้มีดกัดขนาด 8 มม. กัดเป็นร่องยาว 6 x s มม.ลึก 4 มม.แล้วใช้ลวดเชื่อม เชื่อมใส่ลงไปในร่องให้รอยเชื่อมนูนออกมาภายนอก จากนั้นนำชิ้นทดสอบให้แนวเชื่อมรับแรงดึงขณะทำการดัด ทดสอบตามขนาดการวางทดสอบ ชิ้นทดสอบจะต้องทดสอบด้วยแรงดัดจนหัก หรืออย่างน้อยที่สุดเกิดมุมดัดขึ้น 90 องศา การฉีกขาดของรอยเชื่อมแบบครากตัว (PLASTIC-FRACTURE) แสดงว่าลวดเชื่อมเหมาะสมในการเชื่อม ถ้าการฉีกขาดของรอยเชื่อมแบบไม่ครากหรือขาดแบบขวางตรง (SPERATION FRACTURE)แสดงว่าลวดเชื่อมไม่เหมาะสมกับการเชื่อมชิ้นทดสอบประเภทนี้

7. การทดสอบรอยเชื่อมด้วยการแทรกซึมของสี วิธีการนี้นิยมใช้ทดสอบกับงานเชื่อมประกอบท่อ (PIPE) ต่าง ๆ เพื่อดูคุณภาพของรอยเชื่อมว่ามีการรั่วซึมหรือไม่ เช่น ท่อที่ประกอบในถัง หรือท่อในภาชนะปิด โดยใช้สารแทรกซึม และสารดูดซับ ซึ่งมีกรรมวิธีการตรวจสอบ ดังนี้



รูปที่ 5.39 การทดสอบการตัดวอยเชื่อม

7.1 การเตรียมผิวงาน ผิวงานที่จะทำการทดสอบจะต้องทำความสะอาดและแห้งสนิทปราศจาก สนิม, สิ่งสงปรก, น้ำมัน, สเก็ดเชื่อม หรือสารที่ไม่พึงประสงค์ที่สามารถปิดบังการเปิดสู่ผิวหน้าได้

7.2 การเคลือบทับ ด้วยสารแทรกซึม โดยการใช้สารเคลือบทับแบบสเปรย์ฉีดพ่นบริเวณที่จุดตรวจสอบโดยรอบ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสีแดง

7.3 สารดูดซับที่เป็นของเหลวชนิดที่ระเหยง่าย ต้องเคลือบทับบนผิวตรวจสอบอีกด้านหนึ่งโดยเร็ว และเคลือบทับเพียงเบา ๆ ด้วยวิธีใช้สเปรย์ฉีดพ่นสม่ำเสมอ

7.4 การสอบงาน การประเมินผลการตรวจสอบขั้นสุดท้ายต้องกระทำภายหลังจากการที่สารแทรกซึมได้รับการดูดซับออกมาเรียบร้อยแล้ว คือ ภายหลังช่วงระยะเวลากำหนดน้อยที่สุด 7 นาที และมากที่สุด 30 นาที

7.5 มาตราฐานการยอมรับ ลักษณะของสารดูดซึมซับเป็นสารเคลือบสีขาว เพื่อทำให้เกิดความแตกต่างจากลักษณะปรากฏของข้อบกพร่องจากสารแทรกซึมที่ถูกดูดซับออกมา ซึ่งเป็นสีแดงเข้ม ซึ่งกำหนดให้พื้นผิวตรวจสอบต้องปราศจาก

ก. ไม่มีข้อบกพร่องตามแนวยาวของรอยเชื่อม

ข. จะต้องไม่มีจุดสีแดงปรากฏให้เห็นบนน้ำยาตรวจซึม ซึ่งหมายถึงว่าคุณภาพของแนวเชื่อมไม่ดียังมีการรั่วซึมได้

5.2.2 การตรวจสอบและการบำรุงรักษาเครื่องมือวัด และอุปกรณ์ในการผลิต

อุปกรณ์เครื่องมือวัด และอุปกรณ์ในการผลิตนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพชิ้นส่วน ดังนั้นจึงควรจะมีการตรวจสอบ และบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพการใช้งานได้อยู่เสมอและถูกต้อง ซึ่งจะแบ่งการตรวจสอบและการบำรุงรักษาออกเป็น 2 ส่วนคือ

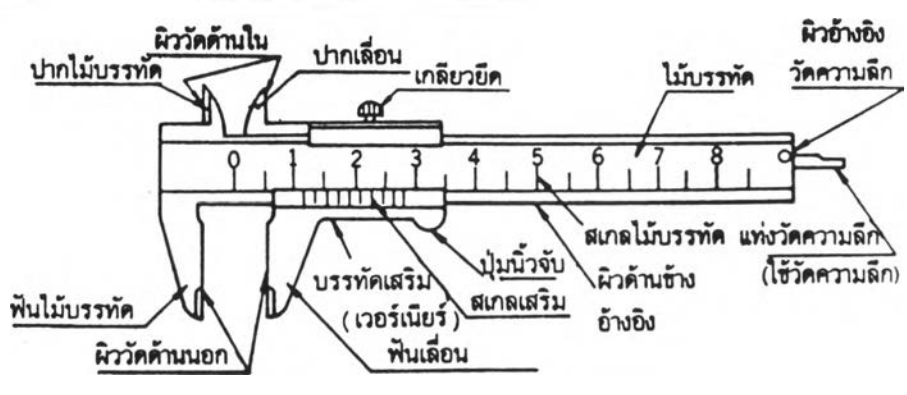
1. การตรวจสอบและการบำรุงรักษาเครื่องมือวัด
2. การตรวจสอบและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ในการผลิต

โดยวิธีการตรวจสอบและบำรุงรักษาทั้ง 2 แบบนี้ จะเป็นวิธีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ คือ

1. การตรวจสอบและการบำรุงรักษาเครื่องมือวัด

สำหรับเครื่องมือวัดนี้ หมายถึง เครื่องมือวัดเชิงกล ซึ่งเมื่อใช้ในการวัดชิ้นส่วนรถยนต์ โดยจะกล่าวถึงเฉพาะเครื่องมือวัดที่นิยมใช้กันมากในงานตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนรถยนต์ ได้แก่ เวอร์เนียร์, ไมโครมิเตอร์, เกจวัดความสูง, ลิมิตเกจ(เกจพิกัด), บล็อกเกจ เป็นต้น

1.1 เวอร์เนียร์ เป็นเครื่องมือวัดชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก ซึ่งสามารถวัดขนาดได้ทั้งภายนอกและภายใน สามารถอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.02 มม. ตามรูปที่ 5.40 ซึ่งมีความเที่ยงตรงสูงเพื่อที่จะรักษาระดับความเที่ยงตรง และรักษาเครื่องมือให้ใช้งานได้นาน ๆ จึงมีสิ่งที่จะต้องระมัดระวังต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.40 แสดงส่วนต่างของเวอร์เนียร์

การปรับบรุงค่าศูนย์ (0)

สิ่งสำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกชนิดรวมทั้งเวอร์เนียร์คือจุด 0 นั้น ปรับค่าได้ถูกต้องหรือไม่ สำหรับเวอร์เนียร์นั้นขีด 0 ของไม้บรรทัดหลักกับขีด 0 ของไม้บรรทัดเสริมและขีด 19 ของไม้บรรทัดหลักและขีด 10 ของไม้บรรทัดเสริมจะต้องตรงกัน ขณะที่ขีดทั้งสองตรงกัน ฟันและปากไม้บรรทัดจะต้องอยู่ในสภาพดังต่อไปนี้ ตามรูปที่ 5.41

ฟันทั้งสองต้องประกบกันสนิทไม่ให้มีแสงลอดออกมาได้

ฟันของปากไม้บรรทัดจะประกบกันพอดี โดยมีแสงลอดออกมาเล็กน้อย (ถ้าเหลื่อมซ้อนกันจะไม่ดี)

รูปที่ 5.41 แสดงฟันของปากไม้บรรทัดจะต้องประกบกันสนิท

ฟัน : ฟันทั้งสองจะต้องประกบกันสนิท เมื่อส่องกับแสงไฟจะต้องไม่มีช่องว่างให้แสงส่องลอดออกมา

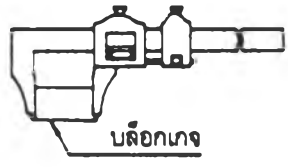
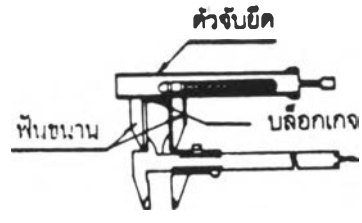
ปากไม้บรรทัด : ฟันของปากไม้บรรทัดจะต้องประกบกัน เมื่อส่องกับแสงไฟ แล้วจะมีแสงลอดออกมาเล็กน้อยจึงถูกต้อง ถ้าแสงลอดออกมากเกินไป หรือลอดไม่ได้เลยจะใช้ไม่ได้

การตรวจสอบความเที่ยงตรง

ถ้าเกิดความสงสัยในความเที่ยงตรงก่อนใช้งาน หรือ ระหว่างการใช้งานจะต้องตรวจสอบขีดจุดศูนย์ และความเที่ยงตรงของการวัดขนาด ตามมาตราฐาน JIS ได้กำหนดวิธีวัดค่าความเที่ยงตรงไว้ ตามตารางที่ 5.10

ซึ่งนอกจากจะใช้บล็อกเกจแล้วอาจจะใช้เกจทรงกระบอก หรือเกจวงแหวนตรวจสอบความเที่ยงตรงได้ การตรวจสอบความเที่ยงตรงนี้จะต้องตรวจสอบอย่างน้อย 1 ครั้ง ทุกๆ 6 เดือน

ตารางที่ 5.10 วิธีวัดค่าความเที่ยงตรงโดยรวม

หัวข้อ	วิธีวัด		อุปกรณ์วัด
ค่าความเที่ยงตรงโดยรวมของการวัดขนาดภายนอก	ทำบล็อกเกจมาไว้ระหว่างผิวหน้าวัดขนาดภายนอก แล้วอ่านค่าจากเวอร์เนียร์เทียบกับขนาดของบล็อกเกจ		บล็อกเกจ
ค่าความเที่ยงตรงโดยรวมของการวัดขนาดภายใน	ใช้ผิวหน้าวัดขนาดภายในวัดขนาดของบล็อกเกจโดยใช้อุปกรณ์ช่วยจับยึด แล้วอ่านค่าจากเวอร์เนียร์เทียบกับขนาดของบล็อกเกจ		บล็อกเกจ ตัวจับ ฟันขนาน

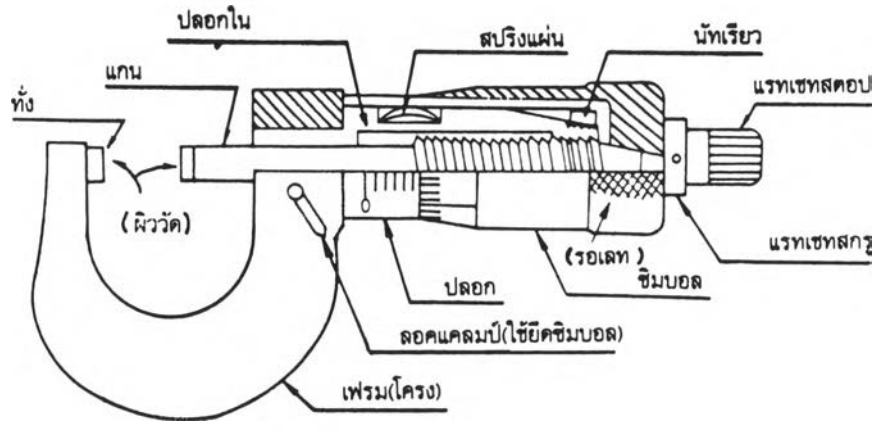
แรงในการวัด

ขณะที่วัดทั้งภายในและภายนอกไม่ควรใช้แรงมากเกินไป ถ้าแรงที่ใช้มากเกินไปจะเกิดความเครียดที่เวอร์เนียร์ ทำให้วัดค่าที่ถูกต้องไม่ได้และทำให้ความเที่ยงตรงเสียไปโดยเร็ว

การเก็บรักษา

ควรเก็บรักษาในที่ๆไม่มีขยะ เศษฝุ่นผง หรือ เศษวัสดุต่างๆ และต้องอยู่ในที่ ๆไม่กระทบกับเครื่องมือวัดอย่างอื่น โดยปกติจะทาน้ำมันกันสนิมเอาไว้ ถ้าเก็บไว้นานให้ทาจาระบีหรือวาสลีนและแท่งวัดความลึกต้องดันกลับเข้าที่เดิม ข้อสำคัญห้ามทำหล่นพื้นเด็ดขาด เพราะจะทำให้เสกลต่างๆคลาดเคลื่อนได้ ต้องปรับแต่งใหม่ก่อนการใช้วัดงาน

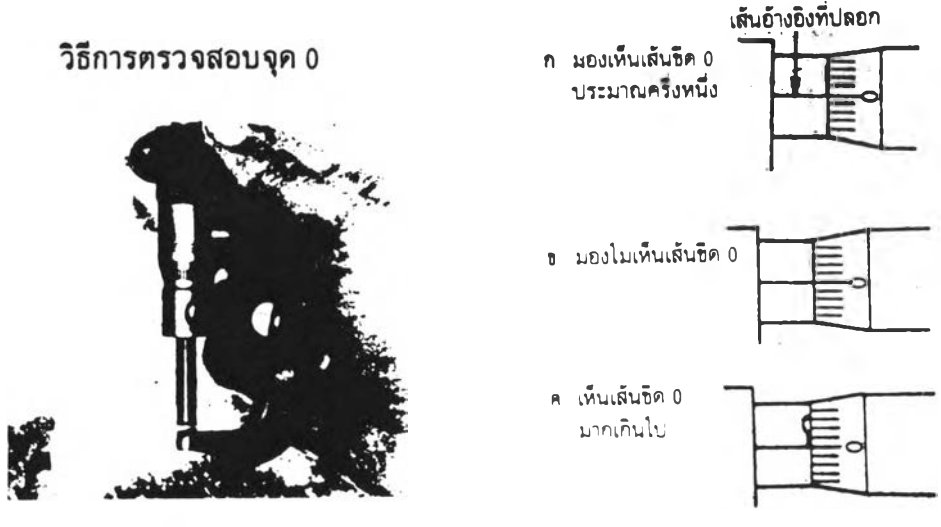
1.2 ไมโครมิเตอร์ ไมโครมิเตอร์มีมากมายหลายชนิดแต่หลักการและโครงสร้างเป็นอย่างเดียวกัน มีทั้งไมโครมิเตอร์ที่วัดนอก และวัดใน ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดละเอียด สามารถวัดค่าที่เล็กที่สุด คือ 0.01 มม. ตามรูปที่ 5.42



รูปที่ 5.42 โครงสร้างของไมโครมิเตอร์ใช้วัดภายนอก (ชนิดมาตรฐาน)

การปรับจุด 0 ของไมโครมิเตอร์วัดด้านนอก

วิธีการตรวจสอบจุด 0 และวิธีการปรับแต่งเมื่อปรับจุด 0 แล้วไม่ตรง เป็นวิธีทำงานพื้นฐานของเครื่องมือวัดทุกชนิดที่ผู้วัดควรฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ ตามรูปที่ 5.43



รูปที่ 5.43 การปรับจุดศูนย์ของไมโครมิเตอร์วัดด้านนอก

- ขั้นแรกทำความสะอาดผิววัดทั้ง 2 ด้าน ถ้าผิวหน้าของทั่ง และแกนหมุนซึ่งเป็นผิววัดทั้ง 2 ด้าน ถ้าเป็นสนิม หรือมีรอยขีดข่วนจะใช้ไม่ได้รวมทั้งฝุ่นผงไปติดอยู่ก็ใช้ไม่ได้ การทำความสะอาดจะใช้ผ้าสะอาด ๆ เช็ดออก แต่ควรจะใช้กระดาษบาง ๆ เช็ดออกเบา ๆ จึงจะดี
- หมุนตัวบังคับให้ผิวหน้าทั้งสองประกบกันสนิทแล้วตรวจสอบค่าจุด 0

จากรูป ก. จะเป็นลักษณะที่สุด ได้แก่ลักษณะที่เส้นอ้างอิงที่ปลอก และเสกล 0 ของชิมบอลอยู่ตรงกัน มองเห็นเส้นขีด 0 ที่ปลอกประมาณครึ่งหนึ่ง

- การตรวจสอบจุด 0 ของ ไมโครมิเตอร์ ขนาดวัดตั้งแต่ 25 มม. ขึ้นไป ใช้แท่งอ้างอิงมาตราฐาน

ไมโครมิเตอร์ที่วัดงานซึ่งมีความยาวเกินกว่า 25 มม. ผิวหน้าวัดทั้ง 2 ด้าน ไม่สามารถประกบกันสนิทได้ ในการตรวจสอบจุด 0 ให้ใช้แท่งอ้างอิงมาตราฐาน ซึ่งแท่งอ้างอิงมาตราฐานนี้จะสามารถเลือกใช้ให้เหมาะกับไมโครมิเตอร์ได้ ตามรูปที่ 5.44

ชนิดของแท่งอ้างอิงมาตรฐาน

การตรวจสอบจุด 0 ของไมโครมิเตอร์ขนาดวัดตั้งแต่ 25 มม.ขึ้นไปใช้แท่งอ้างอิงมาตรฐาน

รูปที่ 5.44 การตรวจสอบจุดศูนย์ของไมโครมิเตอร์ขนาดวัดตั้งแต่ 25 มม. ขึ้นไป

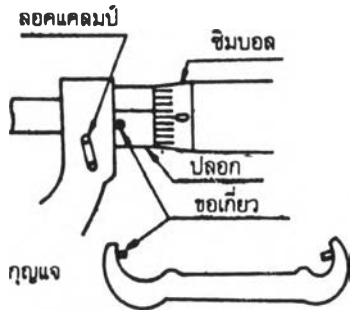
วิธีปรับค่าค่า 0

หลังจากการตรวจสอบค่าจุด 0 แล้ว ถ้าปรากฏว่ามีความผิดพลาดจะต้องทำการปรับแต่ง วิธีการปรับแต่งมี 2 วิธีได้แก่ การปรับแต่งที่ปลอก และการปรับแต่งที่ชิมบอล ตามรูปที่ 5.45

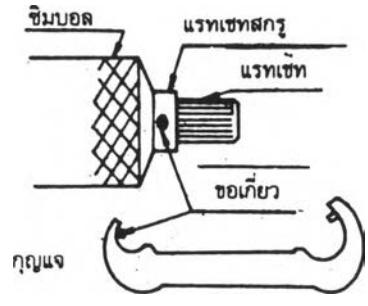
- ในกรณีคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 2 ช่องสเกลให้ปรับที่ปลอก ขั้นแรกให้ทำแบบการตรวจสอบจุด 0 โดยให้ผิววัดทั้งสองประกบกันสนิท แล้วจัดการยึดไม่ให้ชิมบอล (แกนหมุน) เคลื่อนตัวได้ โดยใช้ลอคแคลมป์จากนั้นใช้กุญแจเกี่ยวที่รูปลอกเพื่อหมุนปลอกให้เส้นอ้างอิงตรงกับขีด 0 ที่ชิมบอล

- ในกรณีคลาดเคลื่อนเกินกว่า 2 ช่องสเกลให้ปรับชิมบอล ขั้นแรกให้ทำแบบกรณีข้างต้นโดยใช้ลอคแคมป์ยึดชิมบอลให้อยู่กับที่ จากนั้นให้ใช้กุญแจเกี่ยวรูของแรทเชทสกรูหมุนไปทางซ้ายชิมบอลจะหลวมตัว เพื่อให้ปรับได้แต่เนื่องจากแกน และชิมบอลติดกัน โดยที่แกนเป็นรูปทรงเรียวสวมอยู่ ดังนั้นจึงจะใช้วิธีเคาะปรับให้เคลื่อนที่เบาๆ วิธีนี้ทำได้ยาก การปรับละเอียดขั้นสุดท้ายจึงควรปรับ

ที่ปลอกจะดีกว่า



ในกรณีคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 2 ช่องสเกล ให้ปรับที่ปลอก

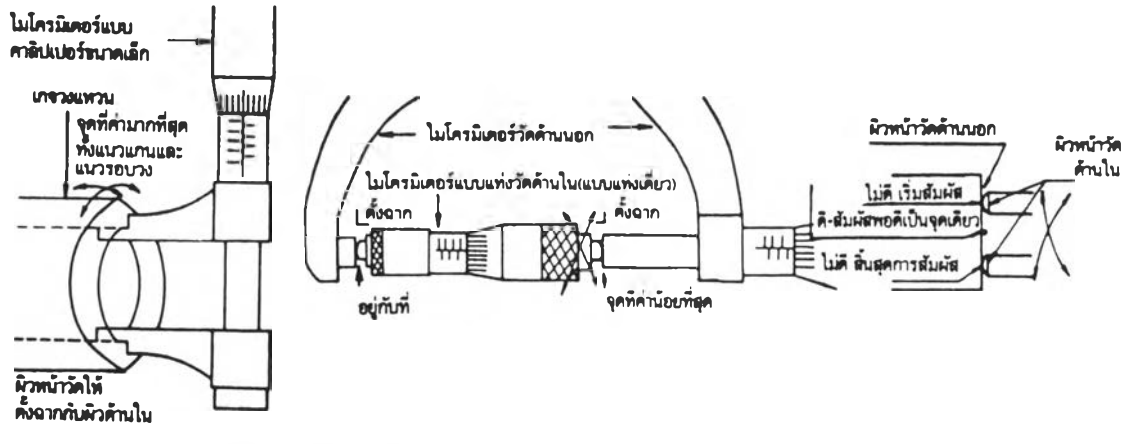


ในกรณีคลาดเคลื่อนเกินกว่า 2 ช่องสเกล ให้ปรับชิมบอล

รูปที่ 5.45 วิธีการปรับค่าจุดศูนย์

<u>การปรับจุด 0 ของไมโครมิเตอร์วัดด้านใน</u>

กาตรวจสอบจุด 0 จะใช้เกจวงแหวน หรือไมโครมิเตอร์วัดด้านนอกเข้าช่วย ส่วนการปรับจุด 0 นั้น ใช้วิธีเดียวกับไมโครมิเตอร์วัดด้านนอก ตามรูปที่ 5.46



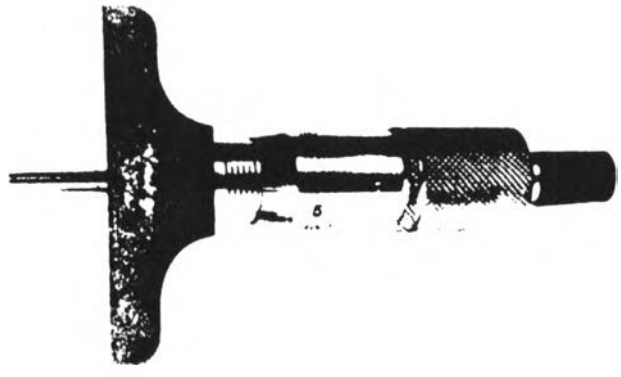
รูปที่ 5.46 การตรวจสอบจุดศูนย์ของไมโครมิเตอร์วัดด้านใน

- การตรวจสอบโดยใช้เกจวงแหวน ใช้วิธีวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายในของเกจวงแหวนที่ทราบขนาดแน่นอน แล้วตรวจสอบว่าค่าที่วัดได้โดยไมโครมิเตอร์ นั้นตรงกับขนาดที่แท้จริงหรือไม่ มักนิยมใช้ในการตรวจสอบไมโครมิเตอร์ขนาดเล็ก

- จัดไมโครมิเตอร์วัดภายนอกให้มีขนาดคงที่ค่าหนึ่ง จากนั้นใช้ไมโครมิเตอร์วัดด้านในมาวัดของไมโครมิเตอร์วัดภายนอกนี้ เพื่อตรวจสอบว่าค่าที่วัดได้ของไมโครมิเตอร์ 2 ตัวนี้ตรงกันหรือไม่เงื่อนไขที่สำคัญ ซึ่งไม่จำเป็นต้องกล่าวก็คือ ไมโครมิเตอร์วัดภายนอกที่นำมามาเทียบจะต้องมีความเที่ยงตรงอย่างสมบูรณ์

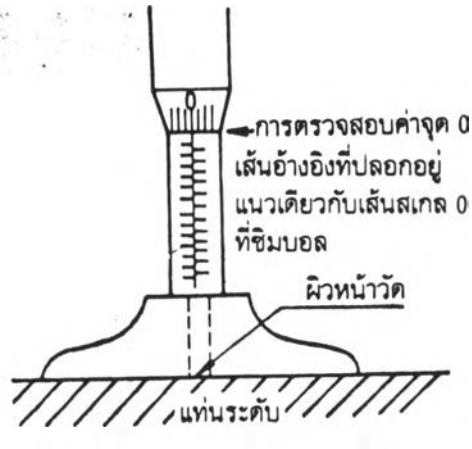
<u>การปรับจุด 0 ของไมโครมิเตอร์วัดความลึก</u>

ไมโครมิเตอร์วัดความลึก ตามรูปที่ 5.47aจะอ่านค่าเสกลเป็นความยาวของแกนที่ยื่นออกมา ดังนั้นสเกลของปลอก และซิมบอลจะอยู่ในทิศทางกลับกันกับชนิดไมโครมิเตอร์วัดด้านนอด



รูปที่ 5.47 a ชนิดของไมโครมิเตอร์วัดความลึก

- การตรวจสอบค่าจุด 0 ของชนิดแท่งเดี่ยว โดยนำไมโครมิเตอร์วางบนผิวอ้างอิงของแท่นระดับ หรือแท่นระนาบที่มีผิวอยู่ในแนวราบดี หมุนแรทเชทให้ผิววัดแนบกับผิวอ้างอิง แล้วทำซ้ำ 2-3 ครั้ง ตามรูปที่ 5.47b



รูปที่ 5.47 b การตรวจสอบค่าจุดศูนย์ของไมโครมิเตอร์วัดความลึก

การเก็บรักษาไมโครมิเตอร์

วิธีใช้งานถูกต้องนั้น ไม่เพียงแต่ระหว่างการจัดเท่านั้น การนำออกมาใช้ และการเก็บรักษาก็จะต้องเอาใจใส่ ระมัดระวังให้ถูกต้องด้วย

- ห้ามใช้อัดชิ้นงานหมุนหรือเคลื่อนที่ หรือที่ขณะมีอุณหภูมิสูง เพราะจะทำให้ความเที่ยงตรงเสียไป

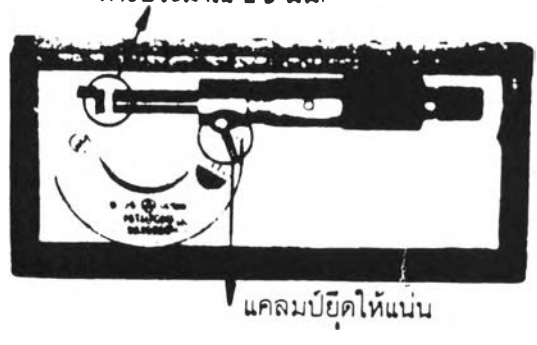
- ถ้าทำตกหรือกระทบกระแทกอย่างรุนแรงระหว่างการใช้งานจะใช้ไม่ได้ ถ้าเกิดเหตุการณ์แบบนี้จะต้องตรวจสอบความเที่ยงตรงทุกครั้ง

- อย่านำไมโครมิเตอร์วางทิ้งไว้นอกกล่องเก็บหรือใส่กระเป๋า อุณหภูมิจากร่างกายจะทำให้ความเที่ยงตรงผิดพลาด และฝุ่นผงอาจแทรกเข้าไปในช่องว่างเล็ก ๆ

- การทำน้ำมันหล่อลื่นให้ใช้น้ำมันชนิดใส เช่นน้ำมันหยอดนาฬิกาจึงจะดี

- ในการจัดเก็บจะต้องระวังดังนี้ ตามรูปที่ 5.48

  - ใช้ผ้าผ้ายสะอาดเช็ดที่ผิวอัด และบริเวณตัวเครื่องโดยรอบ จากนั้นให้ทาน้ำมันกันสนิม
  - หมุนให้ทั่งและแกนหมุนมีผิวอัดห่างกันประมาณ 2-3 มม. ถ้าแนบติดกัน แกนจะงอโค้งจากการขยายตัวเนื่องจากความร้อน
  - หมุนแคลมป์ยึดให้แน่นแล้วใส่กล่องเก็บ
  - อย่าวางในที่ที่ถูกแสงแดด หรือที่ที่มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงบ่อย ๆ



รูปที่ 5.48 การจัดเก็บไมโครมิเตอร์หลังจากใช้งานเสร็จแล้ว

การตรวจสอบสมรรถนะของไมโครมิเตอร์

การตรวจสอบความเที่ยวตรงของไมโครมิเตอร์ เพื่อดูสมรรถนะการใช้งานนั้น จะมี

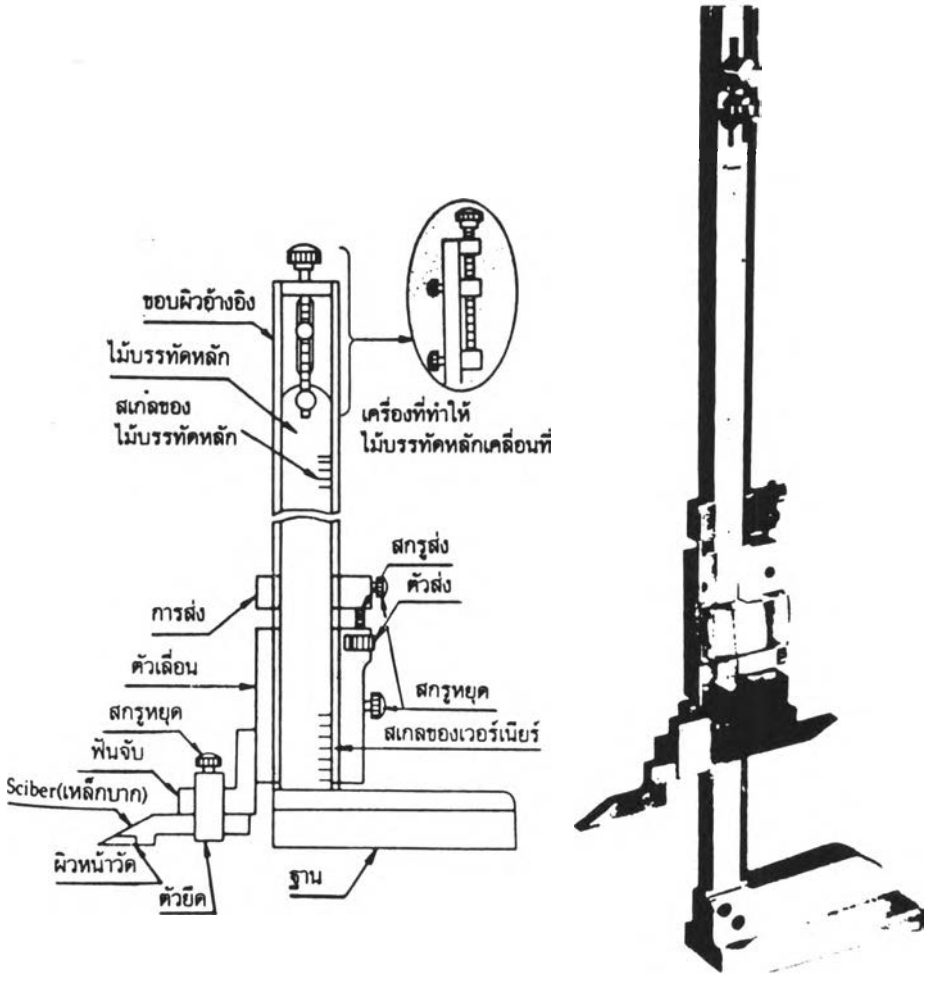
การตรวจความเป็นระนาบของผิววัดทั้งสอง ความเที่ยงตรงรวมแรงในการวัดของแรทเชทสตอป และความโก่งงอของเพรมในที่นี้จะขอยกเอาวิธีการตรวจสอบจากมาตราฐานของ JIS มาอธิบาย ตามตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 วิธีตรวจสอบสมรรถนะของไมโครมิเตอร์ตาม JIS.

สมรรถนะ	หัวข้อที่วัด	วิธีวัด	รูป	พิสัยที่ยอมให้คลาดเคลื่อนได้	
ความเป็นระนาบของผิววัด	จำนวนจุดสีแดงที่ไปติดอยู่	นำแผ่น Optical Flat ไปติดไว้ที่ผิววัด แล้วใช้แสงสีขาวส่องเพื่อนับจุดแดงที่ไปติดอยู่	Optical Flat	ความยาวสูงสุดที่วัด (มม.)	จำนวนจุดแดง
				≤ 250	ต่ำกว่า 2
				> 250	ต่ำกว่า 4
ความขนานของผิววัดทั้งสอง	จำนวนจุดที่ไปติด	ใช้แผ่น Optical Paralell หรือแผ่นนี้กับบล็อกเกจไปติดไว้ที่ผิวทั้ง ใช้แรงวัดขนาด P60 และใช้แสงสีขาวส่องเพื่อนับจำนวนจุดแดงที่ไปติดที่ผิวหน้าวัดของแกนหมุน	Optical Paralell บล็อกเกจ ทั่ง แกนหมุน	ความยาวสูงสุดที่วัด (มม.)	ระดับความขนาน (จำนวนจุดแดง)
				< 75	2 (6)
				75 - 175	3 (9)
				175 - 275	4
				275 - 375	5
				375 - 475	6
				475 - 500	7
ความเที่ยงตรงโดยรวม	ความแตกต่างระหว่างค่าที่อ่านจากไมโครมิเตอร์และขนาดของบล็อกเกจ	นำบล็อกเกจมาหนีบไว้ระหว่างผิวหน้าที่วัด ใช้แรงวัดขนาด P 60 อ่านค่าที่วัดได้เทียบกับขนาดจริงของบล็อกเกจเพื่อดูความแตกต่าง	บล็อกเกจ ทั่ง แกนหมุน	ความยาวสูงสุดที่วัด (มม.)	ความเที่ยงตรงโดยรวม
				< 75	± 2 μ
				75 - 150	± 3 μ
				150 - 225	± 4 μ
				225 - 300	± 5 μ
				300 - 375	± 6 μ
				375 - 450	± 7 μ
				450 - 500	± 8 μ

1.3 เกจวัดความสูง เป็นเครื่องมือวัดอีกชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ใช้สำหรับวัดความสูง ความใหญ่ หรือทำการบาก โดยวางชิ้นงานที่จะวัดบนแท่นระดับ หรือผิวอ้างอิงที่แน่นอน แล้ววัดจากผิวอ้างอิงนั้น เราสามารถพิจรณาได้ว่าเกจวัดความสูงเป็นเวอร์เนียร์ที่จับตั้ง

ตรงก็ได้ ตามรูปที่ 5.49

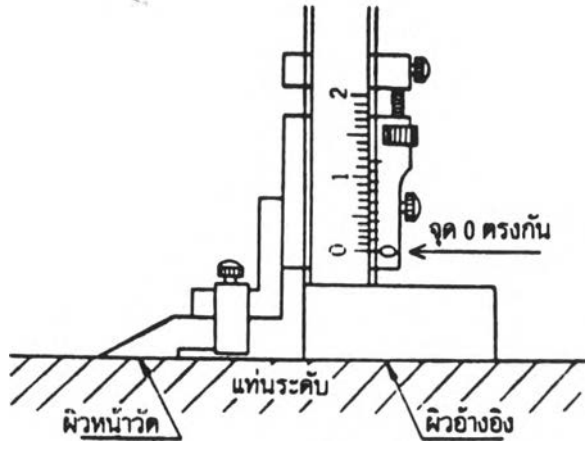


รูปที่ 5.49 ลักษณะเกจวัดความสูง

<u>การปรับค่าศูนย์ (0) กับพื้นฐานของการวัด</u>

ในการปรับค่าศูนย์ของเกจวัดความสูง ใช้แท่นระดับ หรือบล็อกเกจ แต่จุดสำคัญที่จะสัมผัสเหล็กบากกับผิวอ้างอิงนั้นเหมือนกับเวลาวัดจริง

- ตรวจสอบจุด 0 วิธีให้เหล็กบากสัมผัสกับแท่นระดับ เวลาที่ผิวหน้าวัดของเหล็กบากแนบติดกับผิวอ้างอิง (แท่นระดับ) ของฐาน หากขีด 0 ในสเกลของไม้บรรทัดหลักกับขีด 0 ในสเกลเวอร์เนียร์ตรงกันก็ใช้ได้ เนื่องจากผิวอ้างอิงของตัวเลื่อนสัมผัสกับผิวของไม้บรรทัดหลักด้วยแรงคงที่ได้ด้วยสปริงแผ่นของชิ้นส่วนภายในตัวเลื่อนได้ ถ้าเหล็กบากสัมผัสอย่างแรง กับแท่นระดับตัวเลื่อนจะเอียง ต้องระมัดระวังจุดนี้ด้วย ตมารูปที่ 5.50

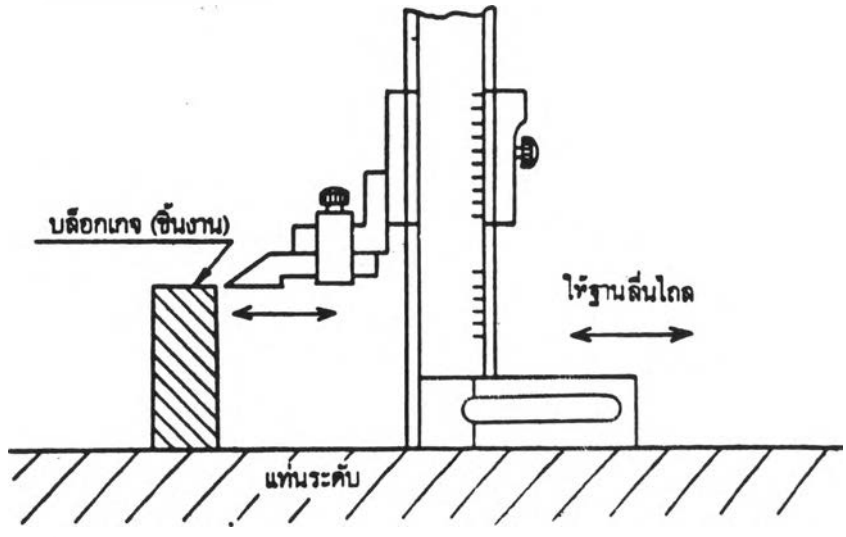


รูปที่ 5.50 การปรับค่าศูนย์กับพื้นฐานของการวัด

- การตรวจสอบจุด 0 ด้วยบล็อกเกจ และจุดสำคัญของการวัดจริงการตรวจสอบจุด 0 นั้น สามารถทำได้ โดยให้วัดบล็อกเกจแล้วดูว่าขนาดของบล็อกเกจกับขีดสเกลของเกจวัดความสูงตรงกันหรือไม่

วิธีการปรับค่าแบบนี้ก็เหมือนวิธีการปรับกับผิวหน้าแท่นระดับ กล่าวคือปรับเหล็กบากกับบล็อกเกจสักครั้งหนึ่ง แล้วยึดตัวเลื่อนด้วยสกรูยึด จากนั้นให้บล็อกเกจ ที่ติดอยู่กับผิวหน้าแท่นระดับอยู่นิ่ง ๆ เลื่อนไถลผิวหน้าฐานของเกจวัดความสูงให้เหล็กบากยื่นเข้า-ออกเหนือบล็อกเกจ วางด้านบนให้นิ่มนวล ถ้าไม่วางให้นิ่มนวลแล้วเกิดติดขัด หรือหลวมให้คลายสกรูปรับ แล้วปรับชิ้นส่วนสัมผัสของเหล็กบาก กรณีของการวัดจริง ก็กระทำด้วยจุดสำคัญแบบเดียวกัน กล่าวคือเพียงเปลี่ยนบล็อกเกจเป็นชิ้นงาน ตามรูปที่ 5.51

- การเก็บรักษา หลังจากใช้งานทุกครั้งจะต้องทาน้ำมันใสบริเวณส่วนที่สัมผัสกับแท่นระดับและตัวเหล็กบากเพื่อป้องกันสนิม และควรหาผ้าพลาสติกคลุมตัวเกจวัดความสูงไว้เพื่อป้องกันฝุ่นและสิ่งสำคัญอย่าให้เหล็กบากบิ่น หรือแตกร้าว เพราะจะทำให้ค่าที่วัดผิดพลาดได้



รูปที่ 5.51 การตรวจสอบจุดศูนย์ด้วยบล็อกเกจ

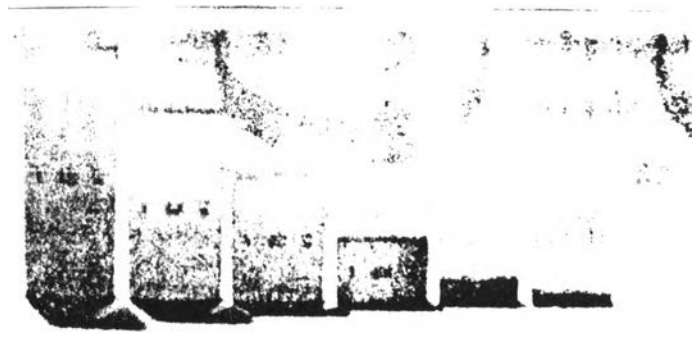
1.4 เกจต่าง ๆ การใช้เกจต่าง ๆ เป็นเครื่องมือมาตราฐานสำหรับวัดค่าเผื่อ (TOLERANCE) ต่าง ๆ ซึ่งมีขนาดและแบบต่าง ๆ กัน เพื่อเหมาะสมในการเลือกใช้งาน

- ลิมิตเกจ สำหรับวิธีการปรับใช้ของเกจหัวจุก คือการใส่เกจเข้ารูโดยให้แกนกลางของเกจกับรูเป็นเส้นตรงเดียวกัน ไม่ใช้แรงอัดเข้าอย่างเด็ดขาด การดันเข้าจะไม่ดันอย่างรุนแรง ตามรูปที่ 5.52

รูปที่ 5.52 วิธีการใช้เกจหัวจุก

การเก็บรักษา ตรวจบริเวณขอบปลาย และส่วนหัวของเกจหัวจุกว่าไม่มีครีบยื่นออกมาเพราะถ้ามีครีบอยู่จะทำให้รูเสียหาย ดังนั้นเวลาเก็บรักษาให้ทาน้ำมันกันสนิม และไม่ให้สัมผัสกับเครื่องมืออื่น ๆ

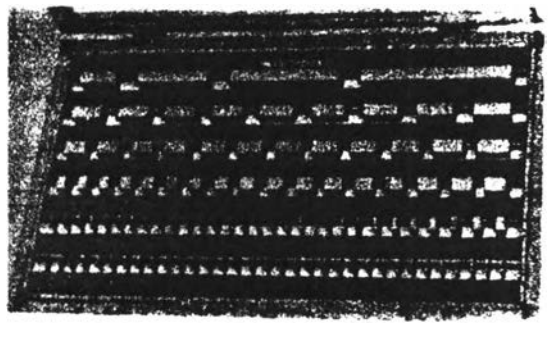
- บล็อกเกจ เป็นเครื่องมือวัดมาตราฐานของเครื่องมือวัดต่าง ๆ เป็นเกจที่มีความละเอียดแม่นยำสูง เป็นที่นิยมใช้กันมาก ตามรูปที่ 5.53



รูปที่ 5.53 ตัวอย่างบล็อกเกจ

วิธีการปรับใช้จะต้องเช็ดถูน้ำมัน หรือสิ่งสกปรกบนผิวหน้าออกให้หมด การเช็ดออกใช้ผ้าฝ้ายหรือกระดาษชนิดคุณภาพดี อย่าใช้แขนเสื้อ หรือผ้าอื่นๆ เพราะจะทำให้ผิวหน้าที่จะวัดเสียหายเป็นรอยขีดข่วนได้ ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญที่เดียว

การเก็บรักษา เมื่อใช้บล็อกเกจแล้วต้องทาน้ำมันกันสนิมแล้วเก็บไว้ในกล่องรักษาเฉพาะทันที การคิดว่าไว้หลังเลิกงานแล้วค่อยทำเป็นสาเหตุของการลืมทาน้ำมันได้ ตามรูปที่ 5.54



ใช้งานแล้วให้ทาน้ำมันกันสนิมแล้วเก็บไว้ในกล่องเก็บเฉพาะ

รูปที่ 5.54 การเก็บบล็อกเกจในกล่อง

2. การตรวจสอบและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ในการผลิต

สำหรับอุปกรณ์ในการผลิตนี้ หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนโลหะรถยนต์ตั้งแต่การขึ้นรูปจนถึงการเชื่อมประกอบ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้มีความสำคัญต่อคุณภาพของชิ้นส่วนตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยจะขออธิบายถึงอุปกรณ์ที่สำคัญ ๆ ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอย่างมาก และนิยมทำการตรวจสอบอยู่เสมอ ได้แก่ แม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะ, เครื่องอัดโลหะ, จิ๊กเชื่อมประกอบ, และหัวเชื่อมของงานเชื่อมจุด (ELECTRODE) เป็นต้น

2.1 การตรวจสอบและการบำรุงรักษาแม่พิมพ์อัดโลหะ การตรวจสอบแม่พิมพ์เป็นการตรวจสอบเพื่อให้ทราบข้อเท็จจริงถึงความสมบูรณ์ในจุดต่าง ๆ ของแม่พิมพ์ การตรวจสอบแม่พิมพ์มีสิ่งที่จะต้องตรวจสอบหลายประการ ได้แก่

1. การตรวจสอบส่วนแสดง ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 การทาสีในจุดที่กำหนดเป็นการตรวจสอบการทาสีลงบนส่วนต่างๆ ของแม่พิมพ์ เพื่อแยกให้เห็นถึง ความแตกต่างของลักษณะแม่พิมพ์ หรือแยกให้เห็นของงานแต่ละลูกค้า หรือแยกให้เห็นแต่ละขั้นตอนต่าง ๆ

1.2 การติดแผ่นชื่อกับการตอกหมายเลข ซึ่งแผ่นชื่อ(NAME PLATE) ส่วนใหญ่จะตอกติดลงไปที่ด้านหน้าของแม่พิมพ์ ซึ่งจะระบุหมายเลขชิ้นส่วน, ชื่อของแม่พิมพ์, ชื่อชิ้นส่วน, ขั้นตอนการผลิต เป็นต้น ตามรูปที่ 5.55

PART NO.		DIE WEIGHT	
PART NAME			
TOOL NAME		DIE HEIGHT	
MANUFACTURING DATE		PRESS	
MANUFACTURE			

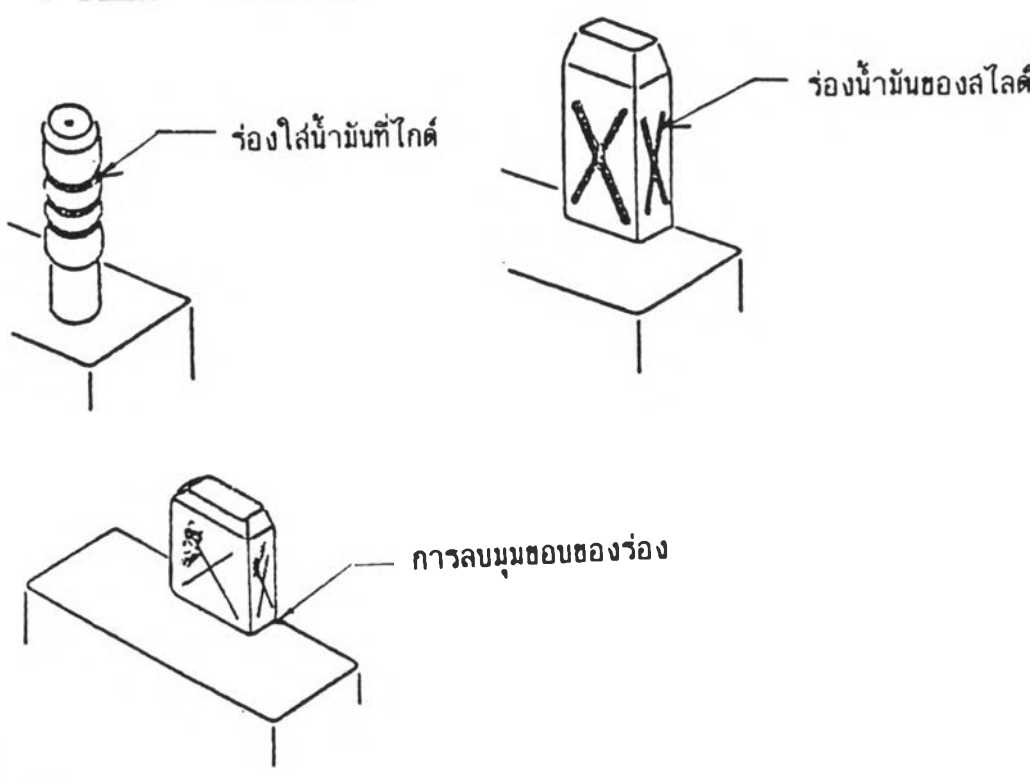
รูปที่ 5.55 การติดแผ่นชื่อกับการตอกหมายเลข

2. การตรวจสอบสไลด์ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ ตามรูปที่ 5.56

2.1 ร่องน้ำมันของสไลด์

2.2 รูใส่น้ำมันที่ไกด์

2.3 การลบมุมของร่องใส่ไกด์เพลต



รูปที่ 5.56 การตรวจสอบสไลด์

3. การตรวจสอบทริม และพแลนจ์ดาย ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ ตามรูปที่ 5.57

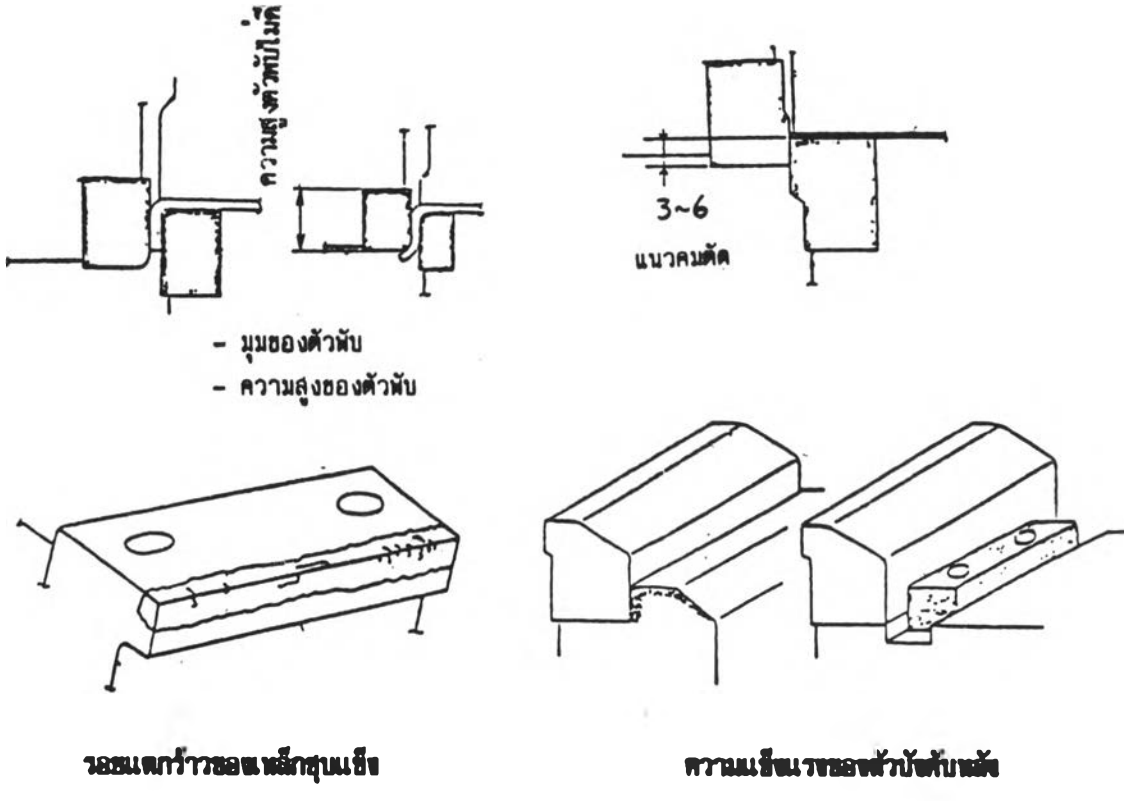
3.1 มุมของตัวพับ ดีหรือไม่

3.2 ความสูงตัวพับ ดีหรือไม่

3.3 คมตัด ดีหรือไม่

3.4 รอยแตกร้าวของเหล็กชุบแข็ง

3.5 ความแข็งแรงของตัวบังคับหลัง



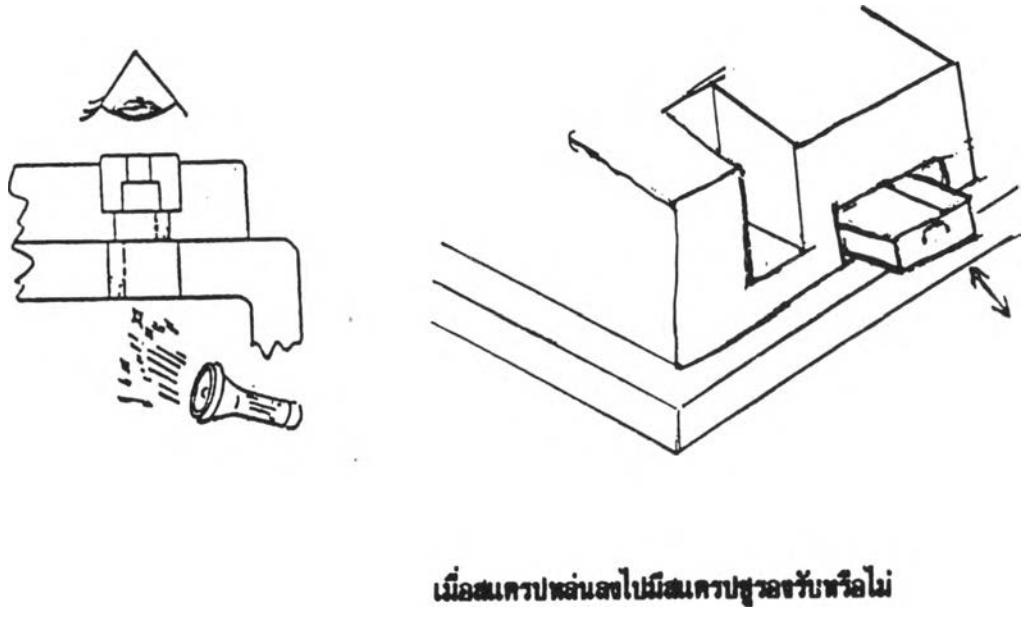
รูปที่ 5.57 การตรวจสอบทริมและพแลนจ์ดาย

4. การตรวจสอบ การไหลของสแครป (SCRAP) ประกอบด้วยรายละเอียด คือ ตามรูปที่ 5.58

4.1 ขนาดของสแครปชูเหมาะสมหรือไม่

4.2 รูเจาะของดายกับรูฐานตรงกันหรือไม่

4.3 สแครปบล็อกยกเข้า - ออกสะดวกหรือไม่



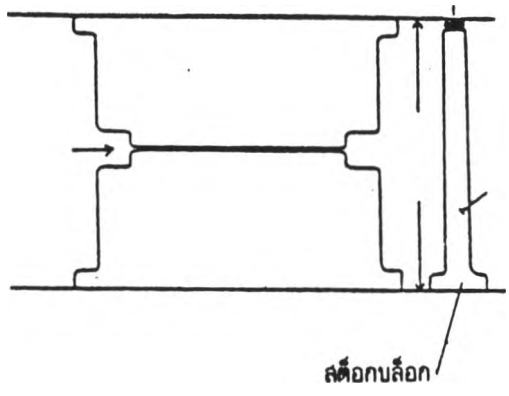
เมื่อสแครปหล่นลงไปมีสแครปชูรองรับหรือไม่

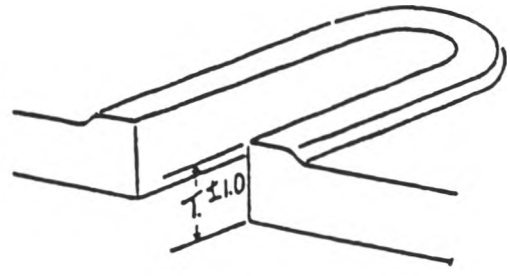
รูปที่ 5.58 การตรวจสอบการไหลของสแครป

5. การตรวจสอบการติดตั้งแม่พิมพ์ ตามรูปที่ 5.59

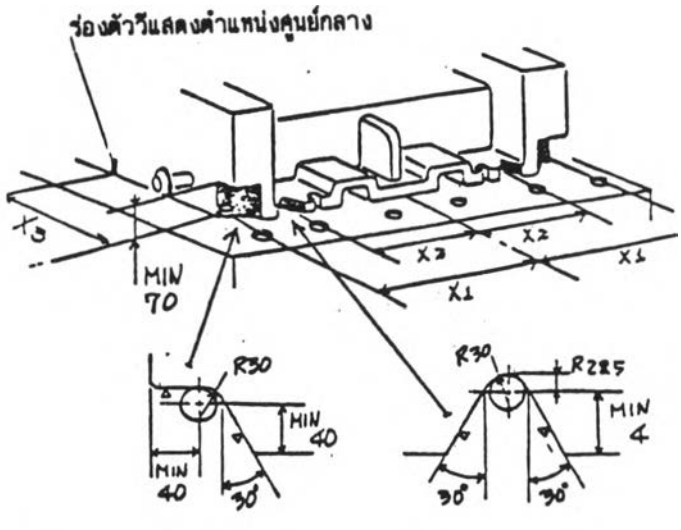
5.1 ที่แท่นเครื่องมีร่องตัววีแสดงศูนย์กลางเครื่อง หรือไม่

5.2 ตำแหน่งของสต็อกบล็อก ดีหรือไม่





ร่อง ยู-กรูฟ มีความสูงและระยะห่างดีหรือไม่



รูปที่ 5.59 การตรวจสอบการติดตั้งแม่พิมพ์

6. การตรวจสอบคุณภาพแม่พิมพ์ ตามรูปที่ 5.60

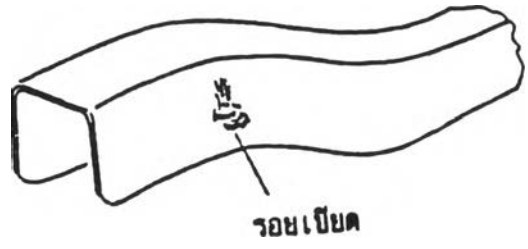
6.1 รอยแตก, รอยยืด

6.2 รอยย่น พับซ้อนกัน

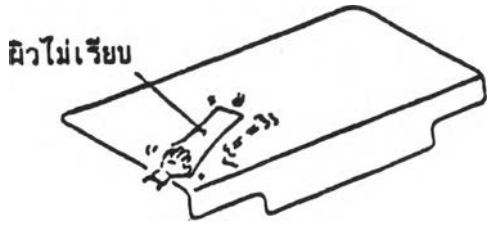
6.3 รอยเบียด

6.4 มีรอยเสี้ยน หรือครีบที่รอยตัด ขอบตัด ถูกดึงขึ้น

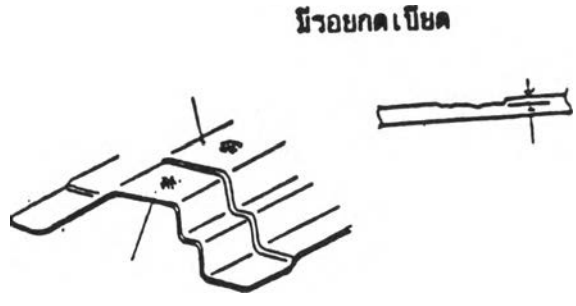
(a) รอยแตก , รอยย่น



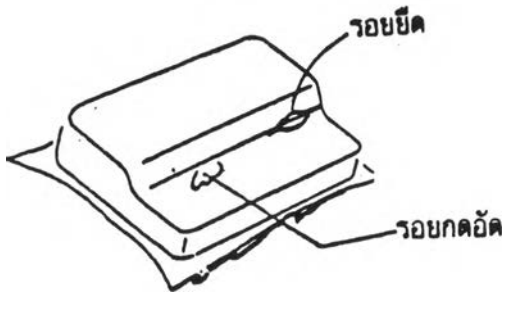
(b) รอยเปียด



(c) ผิวไม่เรียบ



(d) รอยกดเปียด



(e) รอยกดอัด

รูปที่ 5.60 การตรวจสอบคุณภาพแม่พิมพ์

หลักการบำรุงรักษาแม่พิมพ์

การบำรุงรักษาแม่พิมพ์ สามารถพิจรณาได้ 2 ประเด็น คือ

1. ประเด็นแรกเรียกว่า การซ่อมบำรุงแบบป้องกัน (PREVENTIVE MAINTENANCE)

2. ประเด็นที่สองเป็นการจัดระบบในโรงงาน โดยพิจรณาเกี่ยวกับการซ่อม, การลับคมตัด และการเก็บรักษาแม่พิมพ์

1. การซ่อมบำรุงแบบป้องกัน ในการผลิตจำนวนมากการปฏิบัติงานบนเครื่องเพรสทุกชั่วโมงทำงาน จะต้องมีกรรมวิธีที่ถูกต้องเป็นส่วนสำคัญ เพื่อขจัดปัญหาที่จะส่งผลให้การผลิตต้องหยุดชงักกลางคัน ปัญหาเมื่อเกิดจากแม่พิมพ์ ก็จะต้องรีบเร่งเปลี่ยน หรือไม่ให้ผลผลิตมีปัญหา สัดส่วนของชั่วโมงทำงาน กับชั่วโมงที่กำหนดไว้ซ่อมบำรุงแม่พิมพ์ห่างกันมากเกินไป ทั้งนี้อาจจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของโรงงานเครื่องเพรส, แม่พิมพ์, การเพรส, ห้องเครื่องมือ ที่อาจจะมีอุปกรณ์ช่วยไม่เพียงพอ

ในกรณีนี้ถ้าจะกล่าวถึงความเหมาะสมรวม ๆ แล้ว การอัดขึ้นรูปชิ้นงานบางเล็กเรียบ ๆ ควรมีอัตราส่วนเวลาการใช้ และการบำรุงรักษาประมาณทุก ๆ ชั่วโมงทำงาน จะใช้ 20 : 1 นาที ในกรณีที่ใช้วัสดุเป็นเหล็กซิลิกอนและใช้แม่พิมพ์แบบโปรเกรสซีพ จะจัดเป็นลักษณะที่ยุ่งยากกว่า ควรใช้อัตราส่วน 3 : 2 ขึ้นไป ยิ่งใช้งานมากขึ้นเพียงใด ก็จะยิ่งใช้เวลาในการซ่อมบำรุงยิ่งสูงขึ้น

กล่าวโดยสรุปแล้ว เป้าหมายของการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ ก็เพื่อทำให้แม่พิมพ์มีสภาพการทำงานที่ดี ขจัดปัญหายุ่งยากในระหว่างการผลิต ซึ่งสามารถแยกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

- กลุ่มที่สึกหรอเป็นปกติ และ
- กลุ่มที่แตกหักเป็นปกติ

2. การจัดระบบการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ ระบบการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ ควรมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ได้แก่

- ซ่อมแซมพื้นซ์ และดายให้เพียงพอและพร้อมที่จะใช้งานได้ทุกเวลา
- นำสาเหตุที่ทำให้เกิดช้อบกพร่องเสมอ ๆ มาปรับปรุงการออกแบบให้ดียิ่งขึ้น

ถ้าบรรลุวัตถุประสงค์ทั้ง 2 ประการดังกล่าว ก็จะมีผลทำให้ต้นทุนการผลิตลดต่ำลง โดยเฉพาะโรงงานที่มีแม่พิมพ์เป็นจำนวนมาก มีขั้นตอนมากมายหลายขั้นตอน ยิ่งจะต้องใช้ระบบการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ เพื่อให้แน่ใจว่าจะส่งของได้ทันตามใบสั่งตลอดเวลา และชิ้นส่วนมีคุณภาพดี

2.2 การตรวจสอบและการบำรุงรักษาเครื่องอัดโลหะ (PRESS MACHINE)

การตรวจสอบเครื่องอัดโลหะ ก็คือการตรวจสอบความแม่นยำของเครื่องอัดโลหะซึ่งหมายถึงค่าความแน่นอนที่เครื่องอัดโลหะ จะทำงานให้แม่พิมพ์ตัวบนและตัวล่างเคลื่อนที่อย่างถูกต้องสัมพันธ์กันได้แค่ไหน ซึ่งจะมีผลทำให้ชิ้นงานที่แบรรูปมีความถูกต้อง ทำให้อายุของแบบสั้นหรือยาวโดยตรง การจะดูความถูกต้องของการเคลื่อนไหวนั้นในรูปแบบทั่ว ๆ ไปก็คงจะดูจากสภาพลักษณะในขณะที่ใช้งานอยู่ แต่ในความเป็นจริง จะวัดหรือแยกวิเคราะห์ได้ยาก การวัดจึงควรทำในสภาพไม่มีภาระหรือสภาพไม่เคลื่อนไหว ถ้าเป็นการวัดค่าความถูกต้องในสภาพไม่มีภาระเรียกว่า STATIC PRECISION ถ้าเป็นการวัดค่าในขณะใช้งานเรียกว่า DYNAMIC PRECISION

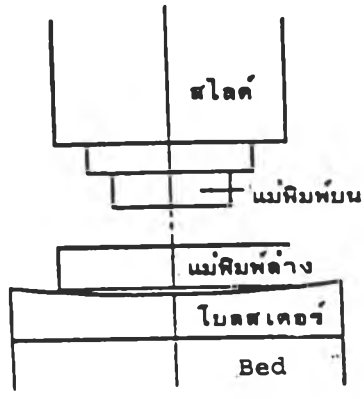
1. ค่าความถูกต้องในสภาพอยู่กับที่ (STATIC PRECISION) วิธีการวัดค่า และมาตราฐานกำหนดไว้ใน JIS B6402 ซึ่งกล่าวถึงวิธีการตรวจ หัวข้อการตรวจ และกรรมวิธีการวัด ค่าผิดพลาดที่ยอมรับได้ หัวข้อต่าง ๆ ในการตรวจมีดังนี้ ตามรูปที่ 5.61

1.1 ค่าความตรงของผิวหน้าด้านบนของโบลสเตอร์กับผิวหน้าด้านล่างของสไลด์ เป็นตัวอย่างค่าความตรงที่ใช้ไม่ได้ของผิวด้านบนของโบลสเตอร์ จากรูปจะเห็นได้ว่าผิวของแม่พิมพ์จะไปติดแนบเข้ากับผิวด้านบนของโบลสเตอร์ ในระหว่างการอัดแม่พิมพ์อาจเปลี่ยนรูปร่างไปได้ ทำให้ชิ้นงานมีขนาดไม่ถูกต้อง ตลอดจนแม่พิมพ์เกิดความเสียหายได้

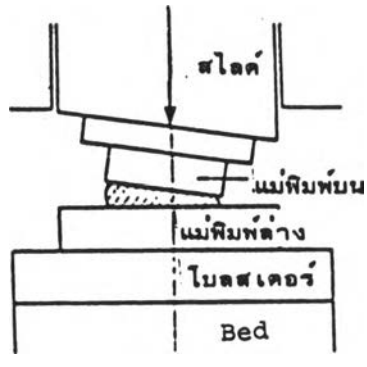
1.2 ค่าความขนานระหว่างผิวหน้าด้านล่างของสไลด์กับผิวหน้าด้านบนของโบลสเตอร์ หรือ HEAD เป็นตัวอย่างที่ค่าความขนานระหว่าง ผิวหน้าด้านล่างของสไลด์กับผิวหน้าด้านบนของโบลส์เตอร์ผิดพลาด ซึ่งทำให้ความถูกต้องของขนาดของชิ้นงานผิดไป ซึ่งมีได้บ่อย ๆ ในกรณีที่เป็นมาก ๆ จะทำให้เกิดความร้อนของไกด์โพสท์ กับสไลด์กิบ เกิดการลึกหรอ

1.3 ค่าความตั้งฉากระหว่างแนวชิ้นลงของสไลด์กับแนวผิวหน้าของโบลส์เตอร์ สาเหตุของอาการนี้มาจากการเอียงของสไลด์กิบ เมื่อเกิดความคลาดเคลื่อนเช่นนี้ทำให้ศูนย์กลางของแบบบน และล่างเยื้องกัน จึงทำให้ชิ้นงานไม่ได้ขนาด ทำให้แม่พิมพ์สึกมากผิดปกติและแตกหักได้ การเจาะรูของแผ่นเหล็กบางจะรับผลของความผิดพลาดนี้มาก

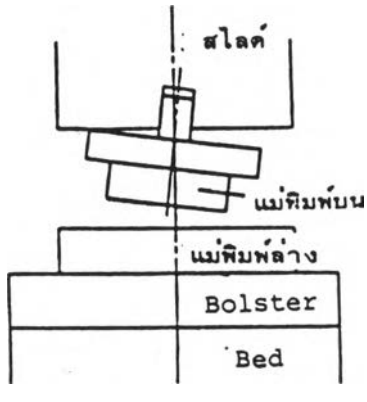
1.4 ค่าตั้งฉากของรูใส่แชงค์กับแนวผิวหน้าด้านล่างของสไลด์ โดยทั่วๆ ไป เครื่องปั๊มขนาดกลางและขนาดเล็ก มักจะมีรูแชงค์เพื่อกำหนดตำแหน่ง ของแม่พิมพ์หรือไว้เพื่อติด เป็นตัวอย่างของแนวรูติดแชงค์เอียง จะทำให้แม่พิมพ์ประกบแม่พิมพ์ได้ไม่ถูกต้อง ทำให้แม่พิมพ์เกิดความเสียหายได้



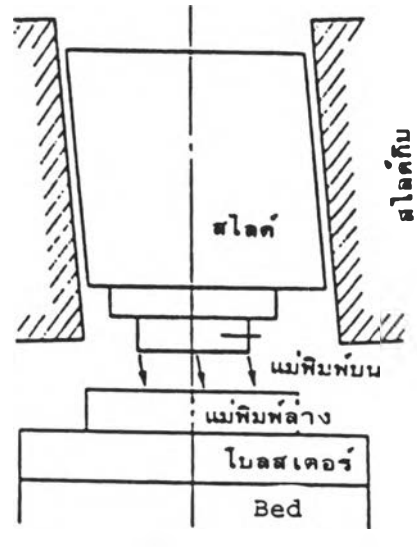
(a) ค่าความตรง



(b) ค่าความขนาน



(c) ค่าตั้งฉากของรูใส่แชงค์



(d) ค่าตั้งฉากระหว่างแนวชิ้นลง

รูปที่ 5.61 ค่าความถูกต้องของเครื่องจักโลหะในสภาพอยู่กับที่

2. ความถูกต้องแน่นอนขณะเคลื่อนไหว (DYNAMIC PRECISION)

ความจริงแล้วค่าความถูกต้องแน่นอน ในขณะเคลื่อนไหวของเครื่องอัดเป็นค่าที่มีความสำคัญมาก แต่เนื่องจากการวัด การวิเคราะห์ ตลอดจนการปฏิบัติทำได้ลำบาก จึงได้หันไปพึ่งวิธีวัดค่าความถูกต้องขณะหยุดนิ่ง ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

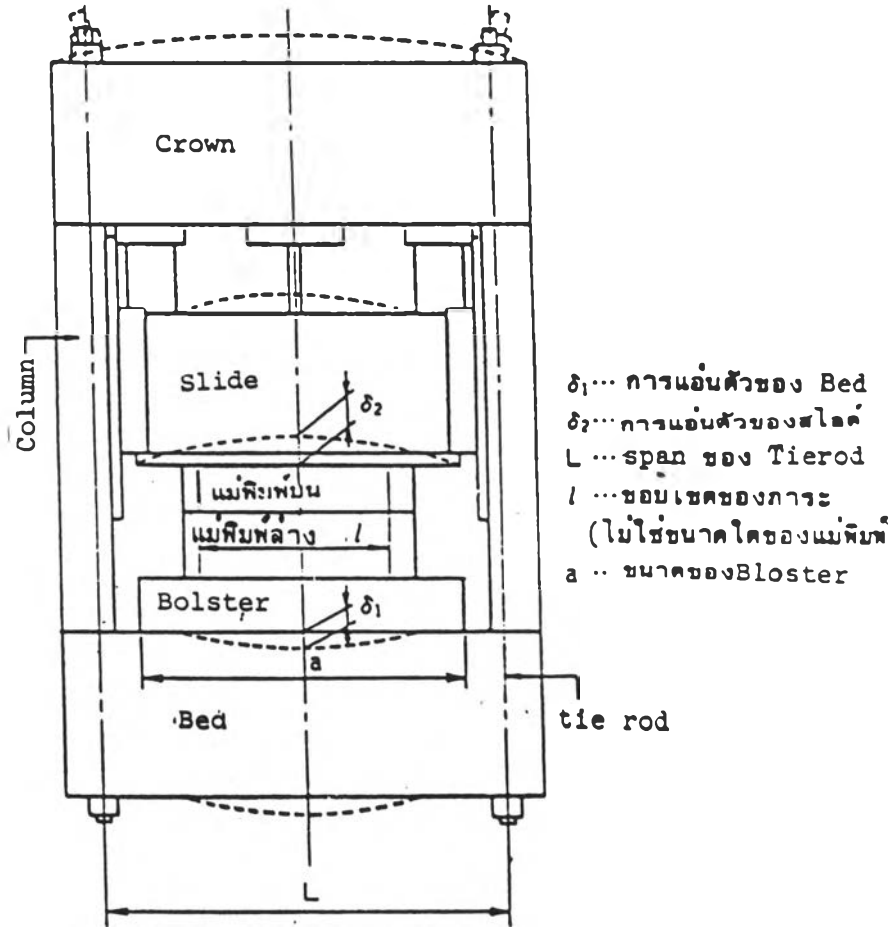
ค่าความถูกต้องขณะเคลื่อนไหวนั้น เป็นค่าที่วัดในสภาพที่มีภาระ และต้องคิดถึงสภาพการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุตามส่วนต่าง ๆ ในขณะที่รับภาระจึงต้องยุ่งยากในการหาวิธีวัดปริมาณการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือค่าความแข็ง แต่สำหรับคุณสมบัติค่าความแข็งนี้ยังไม่มีมาตราฐานรวบรวมไว้

ค่าความถูกต้องที่วัดในสภาพอยู่นิ่ง จะเปลี่ยนไปในขณะเคลื่อนไหว

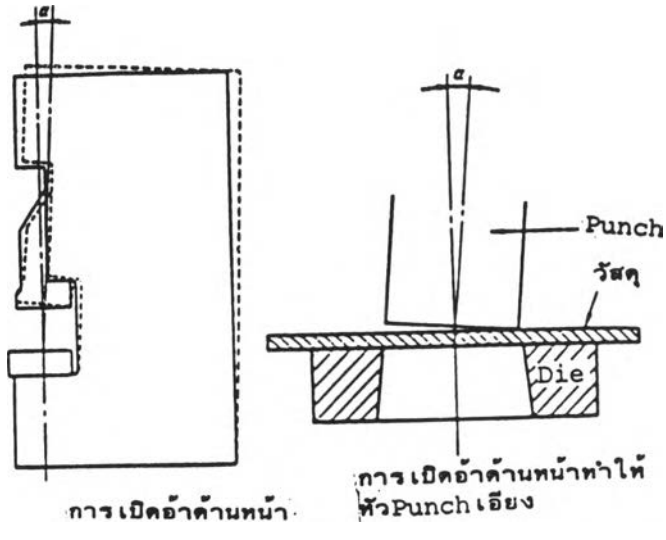
1. ค่าความตรง โบลสเตอร์ หรือ HEAD ของเครื่องปั๊มและผิวหน้าของสไลด์นั้นในขณะที่มีภาระจะมีการแอ่นโค้ง ทำให้ค่าความตรงเสียไป โดยเฉพาะเครื่องแบบ DOUBLE CRANK จะมีแนวโน้มในลักษณะนี้มากค่าการแปรรูปของเครื่องปั๊มแบบข้อเหวี่ยง ทั่วๆ ไปประมาณ 1/6000 ค่าที่แสดงไว้นี้เป็นค่าในสภาพเคลื่อนไหว ถ้าวัดในสภาพการใช้งานอย่างอื่น เช่นถ้า BED มีขนาดใหญ่ แต่ใช้แบบขนาดเล็กเกินไป หรือถ้ารูแท่นรองในกรณีที่มีรูมีขนาดใหญ่ เมื่อนำชิ้นงานขนาดใกล้เคียงกับรูนั้น จะทำให้การแอ่นโค้งเพิ่มขึ้นได้มาก เป็นเหตุให้เกิดสภาพผิดปกติ จึงควรต้องเลือกให้เหมาะแก่การใช้งาน ตามรูปที่ 5.62

2. ค่าความขนาน,ค่าตั้งฉาก จากลักษณะของชิ้นงาน ตำแหน่งงาน ตำแหน่งยึดติดแม่พิมพ์ ทำให้งานปั๊มเกิดการเยื้องศูนย์ได้ง่าย นอกจากนี้สไลด์ ซึ่งอยู่ในสภาพมีภาระ เมื่อเคลื่อนตัวจะมีการสั่นสะเทือนในแนวระนาบ ดังนั้นจึงต้องมีความต้านทานต่อแรงน้ำหนักที่จะทำให้เยื้องศูนย์ และแรงสั่นในแนวระนาบ เพื่อให้อยู่ในระนาบขนาน ซึ่งเครื่องปั๊มแบบจุดเดียวจะมีสไลด์แบบ 2 จุดขึ้นไป

เครื่องปั๊มที่มีรูปร่างรูปถ้วยจากการแอ่นตัวของโครง ทำให้มีลักษณะเปิดหน้า จึงทำให้ค่าความขนาน กับค่าตั้งฉากมีแนวโน้มที่เลวลง ดังรูป จะแสดงค่าที่เปลี่ยนรูปร่างของเพรมกับการเอียงตัวของแม่พิมพ์ ค่าความขนานกับแนวตั้งฉากจึงเสียไป ค่ามุม ซึ่งเกิดจากหน้าที่เปิดอ้าออกมานั้นโดยทั่ว ๆ ไปจะออกแบบให้อยู่ภายใน 3 องศา แต่จากการทดลองปฏิบัติจริง ๆ เคยวัดได้ถึง 6 องศา ดังนั้นโครงรูปแบบถ้วยนั้น ด้านหน้าเปิด ทำให้ทำงานได้ง่ายแต่ค่าความถูกต้องกับค่าความแข็งขืน ต้องระมัดระวัง



(a) ค่าความตรง



(b) ค่าความขนาน , ค่าตั้งฉาก

รูปที่ 5.62 ค่าความถูกต้องของเครื่องอัดโลหะในขณะเคลื่อนไหว

การบำรุงรักษาเครื่องอัดโลหะ

การจะบำรุงรักษาเครื่องนั้น โดยทั่ว ๆ ไปควรจะรู้หัวข้อต่าง ๆ ในการที่จะดูแลรักษาได้แก่

1. การบำรุงรักษาระบบคลัช เป็นส่วนสำคัญในการทำให้เครื่องปั๊มเดินได้อย่างแน่นอน และปลอดภัย ในการตรวจสภาพการทำงาน ควรระมัดระวังหัวข้อต่าง ๆ คือ

- การทำงานของคลัช ดีหรือเปล่า
- หยุด ณ จุดที่กำหนดแน่นอน หรือวิ่งเลยไปหรือเปล่า
- มีเสียงผิดปกติ หรือการสั่นสะเทือนหรือเปล่า

เมื่อตรวจพบสภาพผิดปกติข้อใดก็ตาม จำเป็นต้องปรับแต่งทันที

2. การปรับช่วงระยะห่างทั้งหมด ในระหว่างเคลื่อนที่ของสไลด์ใช้นิ้วแตะดู ถ้ามีอาการชอทเมื่อลงมาถึงจุดต่ำสุด แสดงว่ามีช่วงระยะห่างของข้อต่อ BALL JOINT มากเกินไป จึงควรปรับช่วงระยะโดยดึงเอาชิม (แผ่นรอง) ออกให้พอเหมาะ

3. การขันกวดโบลท์ต่าง ๆ ควรมีการตรวจโบลท์ที่ขันยึดส่วนต่าง ๆ ว่ามีหลวมหรือไม่ ถ้ามีจำเป็นต้องขันให้แน่น การหลวมของโบลท์ต่าง ๆ อาจเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ได้โดยไม่คาดฝัน

4. การตรวจอุปกรณ์เติมน้ำมัน ถ้าส่วนที่หมุนหรือเสียดสีของเครื่องจักร ได้รับน้ำมันไม่พอ จะเกิดอาการไหม้ติดได้ จึงจำเป็นต้องตรวจดูว่าการให้น้ำมันนั้นสมบูรณ์ดีหรือไม่ ถ้ามีการรั่วจำเป็นต้องเปลี่ยน SEAL

5. การตรวจสอบอุปกรณ์ลม ถ้าลมรั่วทำให้แรงดันต่ำ ดังนั้นถ้าเกิดการรั่ว จำเป็นต้องเปลี่ยนประเก็น นอกจากนี้ถ้ามีปริมาณความชื้นในลมสูงจะทำให้เกิดสนิม

6. การตรวจความถูกต้องเป็นระยะ ความถูกต้องของเครื่องนั้นมีผลต่ออายุของแม่พิมพ์และความถูกต้องของชิ้นงาน ซึ่งค่าความถูกต้องของเครื่องนั้นจะลดน้อยลง ตามเวลาการใช้งาน จึงจำเป็นต้องมีการตรวจวัดค่าความถูกต้องตามระยะเวลา

7. หัวข้อการปรับแต่งตามระยะเวลา จุดประสงค์ของการตรวจปรับแต่งทำทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน หรือทุก ๆ 6 เดือน จนถึง 1 ปี เพื่อรักษาสภาพของเครื่องให้อยู่ในตำแหน่งที่สมบูรณ์ในความเป็นจริง ในการตรวจปรับแต่งนั้นจำเป็น ต้องใช้วิธีการวัดที่ง่าย ๆ เพื่อให้รู้ข้อมูลที่จำเป็นเท่านั้น

2.3 การตรวจสอบและการบำรุงรักษาจิ๊กเชื่อมประกอบ (WELDING JIG)

จิ๊กเชื่อมประกอบเป็นอุปกรณ์การผลิตที่สำคัญอันหนึ่ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณภาพของชิ้นส่วน ใน

การตรวจสอบจิ๊กประกอบนั้น ส่วนใหญ่จะใช้ใบตรวจสอบทำการตรวจสอบสภาพภายนอกของจิ๊ก ซึ่งมีข้อกำหนด หรือหัวข้อที่จะทำการตรวจสอบ คือ

1. ต้องไม่มีสะเก็ดเชื่อมติดอยู่ที่ผิวหน้าสัมผัสกับชิ้นงาน
2. โลเคเตอร์)ตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน) ทุกตัวต้องไม่หลวมคลอน
3. แคล้ม (CLAMP) ทุกตัวสามารถล็อคได้ง่าย
4. สต๊อบเปอร์ต้องไม่เสียรูป
5. สภาพแนวเชื่อมของแคล้มแตกร้าวหรือไม่
6. ผิวหน้าสัมผัสของแคล้มต้องไม่เสียรูป
7. ระบบนิวเมติกต้องทำงานเป็นปกติ

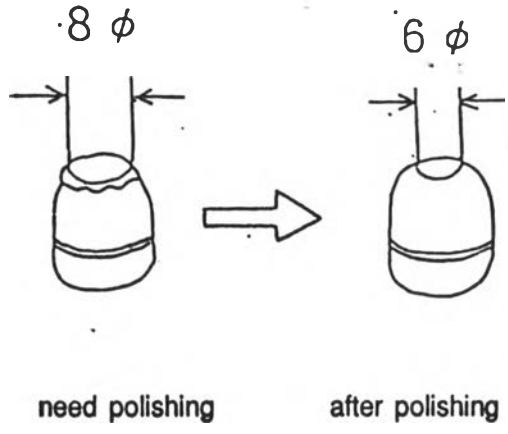
การบำรุงรักษาจิ๊กเชื่อม หลังจากการใช้งานทุกครั้งจะต้องทำความสะอาดหน้าสัมผัสของแคล้ม และโลเคเตอร์ทุกตัว ให้สะอาดปราศจากสะเก็ดเชื่อม และทำการตรวจวัดตำแหน่งของโลเคเตอร์ และตำแหน่งในการรองรับชิ้นงานให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตรงตามแบบ

2.4 การตรวจสอบและการบำรุงรักษาหัวเชื่อมจุด (STANDARD OF ELECTRODE CONTROL) ในการเชื่อมจุด (SPOT WELDING) สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของคุณภาพในงานเชื่อม คือตัวหัวเชื่อมจุด (ELECTRODE)ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า "อีเล็คโทรด" ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งทองแดงผสม มีลักษณะกลมยาว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่าง ๆ กัน เป็นตัวนำกระแสเชื่อมไปยังโลหะงาน และในขณะเดียวกันก็จะกดแผ่นงานให้ชิดกันขณะเชื่อม ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบและคอยบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพใช้งานได้อยู่เสมอ ซึ่งพอสรุปเป็นขั้นตอนไรการตรวจและบำรุงรักษาได้ดังนี้

1. การขัดหัวอีเล็คโทรด (ELECTRODE POLISHING)

1.1 เส้นผ่าศูนย์กลางของปลายหัวเชื่อมอีเล็คโทรด มีความสำคัญมากในการเชื่อมจุด ถ้าหากผิวหน้าอีเล็คโทรดบานออกหรือมีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้รอยเชื่อมไม่แข็งแรงและคุณภาพไม่ดี ดังนั้นจะต้องรักษาเส้นผ่าศูนย์กลางไว้ 6 มม. เพื่อที่จะให้เส้นผ่าศูนย์กลางของจุดหลอมละลาย (NUGGET) มีขนาดโตพอเหมาะ ตามรูปที่ 5.63

1.2 ตารางเวลาทำการขัด (POLISHING TIME TABLE) จากช่วงเวลาการขัดอีเล็คโทรด ให้ทำการขัดตามตารางเวลาที่กำหนดนี้ ตารางที่ 5.12



รูปที่ 5.63 หัวอีเล็กโตรดของเครื่องเชื่อมจุด

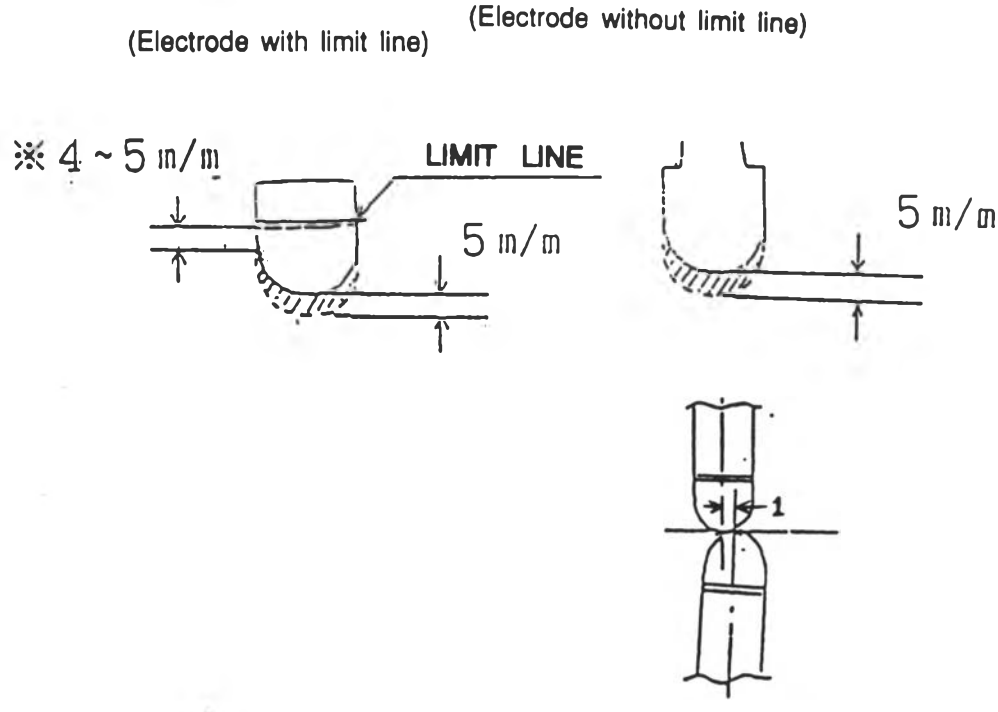
ตารางที่ 5.12 ระยะเวลาทำการขัดหัวอีเล็คโตรด

	10.00 – 10.10 22.00 – 22.10	12.00 – 13.00 24.00 – 1.00	15.00 – 15.10 3.00 – 3.10	17.00 – 17.05 5.00 – 5.05	18.30 – 19.00 5.55 – 6.00
ทุก 2 ชั่วโมง	O	O	O	O	O
ทุก 4 ชั่วโมง		O			O
ทุก ๆ กะ					O

2. ขบวนการในการขัด (POLISHING PROCEDURE)

2.1 ตรวจสอบรอยสึกที่อีเล็คโทรด

2.2 ถ้าอีเล็คโทรดสึกมาก และสั้นลงมากให้เปลี่ยนใหม่ จุดที่ต้องระวังในการเปลี่ยนอีเล็คโทรดใหม่ทุกครั้ง จะต้องระวังเรื่องศูนย์กลางร่วมของแนวอีเล็คโทรดตัวบนและตัวล่างจะต้องอยู่ในแนวเดียวกัน ซึ่งยอมให้แนวร่วมศูนย์กลางแตกต่างกันได้ไม่เกิน 1 มม. ตามรูปที่ 5.64a ถ้าเกินกว่านั้นจะต้องทำการปรับแนวร่วมศูนย์ใหม่ทันที



รูปที่ 5.64 a แสดงการปรับหัวอีเล็กโตรดใหม่

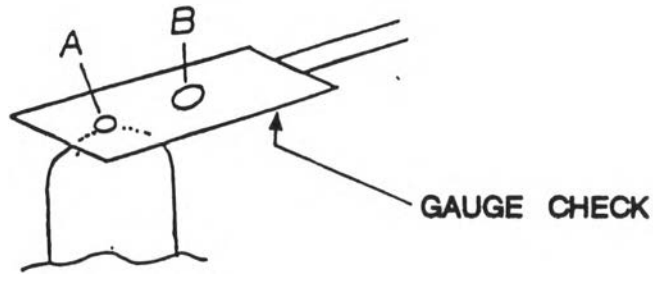
2.3 วิธีการขัดอีเลคโทรดในกรณีที่มีการสึกเล็กน้อย

1. จับอีเล็คโทรดให้ตั้งตรงและทำการขัดที่ปลายอีเล็คโทรดโดยให้มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. โดยใช้ตะไบขัดไปรอบ ๆ หัวอีเล็คโทรด

2. ใช้ตะไบลบรอยเยินต่างๆรอบหัวอีเล็คโทรดออกให้หมด

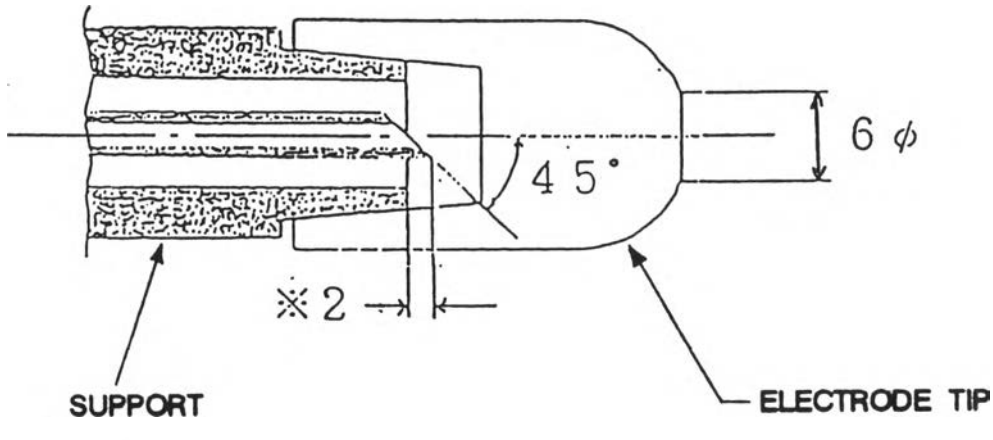
3. ตรวจศูนย์กลางร่วมของตัวอีเล็คโทรดตัวบน และตัวล่างให้อยู่ในแนวร่วมศูนย์เดียวกันภายหลังการขัดเรียบร้อยแล้ว ถ้าแนวแกนเอียงเกิน 1 มม. ให้ปรับใหม่ทันที

4. วิธีตรวจสอบขนาดปลายอีเล็คโทรด (ELECTRODE TIP) อยู่ในมาตราฐานขนาด 6 มม.โดยใช้เกจตรวจสอบ วัดที่ปลายหัวอีเล็คโทรด ซึ่งมีขนาดรูโต 6.5 มม.และ 6 มม. ซึ่งปลายอิเลคโทรดต้องเล็กกว่า 6.5 มม. แต่ใหญ่กว่ารู 6 มม.จึงถือว่าใช้ได้ ตามรูปที่ 5.64 b



รูปที่ 5.64 b วิธีตรวจสอบขนาดปลายอิเล็กโตรด

3. เนื่องจากในการเชื่อมจุดทำให้เกิดความร้อนจะทำให้ปลายอิเล็คโทรดเกิดการสึกหรอมาก ดังนั้นจะต้องมีการหล่อเย็นตัวอิเล็คโทรดด้วยน้ำ ตามรูปที่ 5.65 แสดงท่อน้ำหล่อเย็นหัวอิเล็คโทรด

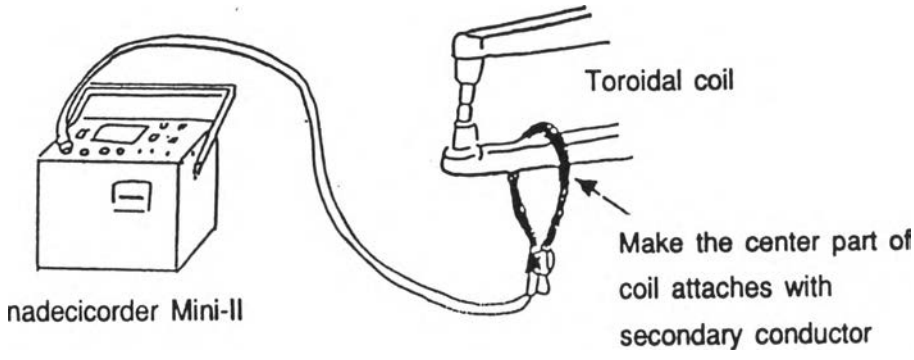


รูปที่ 5.65 แสดงท่อน้ำหล่อเย็นหัวอิเล็กโตรด

มาตราฐานในการตรวจสอบสภาพการเชื่อม

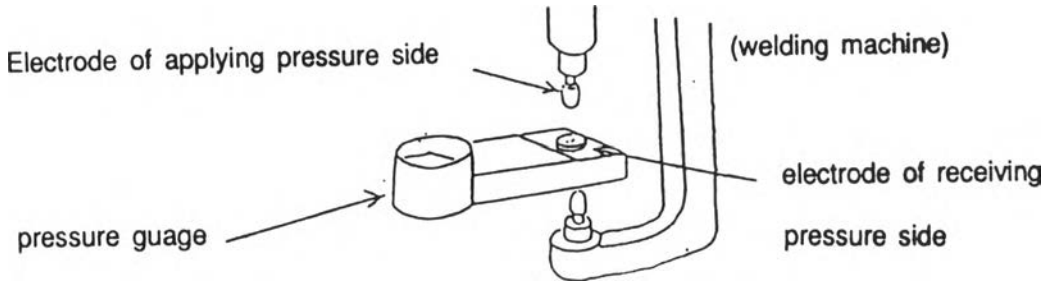
เพื่อเป็นการรักษาสภาพของการเชื่อมให้มีคุณภาพคงที่ และเพิ่มความมั่นใจในการเชื่อมจุด (SPOT WELDING) จึงให้มีการตรวจสอบ ดังนี้

1. การวัดกระแสเชื่อม ติดตั้ง TOROIDAL COIL เพื่อทำการวัดกระแสเชื่อม และทำการอ่านค่าตัวเลข โดยจะพิมพ์ค่าลงในกระดาษแถบตามภาพ ตามรูปที่ 5.66 a



รูปที่ 5.66 a แสดงการวัดกระแสเชื่อม

2. ทำการวัดแรงกดของตัวอีเล็คโทรด ตามรูปที่ 5.66 b นำเครื่องวัดแรงกดสอดเข้าไประหว่างตัวอีเล็คโทรดทั้งตัวบนและตัวล่าง และทำการเปิดวาวล์ เพื่อให้เกิดแรงดันกดตัวอีเล็คโทรดลงบนเครื่องวัดแรงดัน และทำการอ่านค่าที่หน้าปัทม์เครื่องวัด ตามภาพ



รูปที่ 5.66 b แสดงการวัดแรงกดของตัวอีเล็กโตรด

5.3 การตรวจสอบขั้นสุดท้าย (FINAL INSPECTION)

ชิ้นส่วนสำเร็จรูป คือชิ้นส่วนที่ผ่านขั้นตอนในกระบวนการผลิตจนครบทุกขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการอัดขึ้นรูป หรือการเชื่อมประกอบ ในกรณีที่ชิ้นส่วนบางรายการอาจจะมีข้อกำหนดให้พ่นสี หรือชุบผิวด้วยสังกะสี (ZINC ELECTROPLATING)ด้วย หลังจากนั้นจะถูกส่งเข้าไป เก็บรักษายังคลังสินค้าสำเร็จรูป เพื่อรอการตรวจสอบก่อนส่งให้ลูกค้า โดยใส่ในภาชนะบรรจุเป็น RACK บ้างหรือตะกร้าเหล็กบ้าง ซึ่งประเภทของชิ้นงานสำเร็จรูปแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ประเภทชิ้นงานที่อัดขึ้นรูปเสร็จเรียบร้อยแล้วส่งให้ลูกค้า
2. ประเภทชิ้นงานที่เชื่อมประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วส่งให้ลูกค้า

5.3.1 <u>การตรวจสอบและการทดสอบชิ้นส่วนรถยนต์ขั้นสุดท้าย</u>

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปไม่ว่ามาจากการขึ้นรูปโลหะ หรือการเชื่อมประกอบเมื่อส่งเข้าคลังสินค้า ทางเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพจะทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการตรวจสอบ ซึ่งการตรวจสอบจะเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุในแบบ หรือตามลูกค้าต้องการ เพื่อความเชื่อมั่นในการใช้ชิ้นส่วนของลูกค้า

1. ข้อกำหนดมาตราฐานคุณภาพของชิ้นส่วนขั้นสุดท้าย

1.1 ชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะต้องไม่มีรอยแตก, ร้าว, บิดตัว, เสียรูปร่าง, มีสะเก็ดเชื่อม (SPATTER) หรือรอยตำหนิใด ๆ บนชิ้นผิวงาน ซึ่งมองเห็นได้ โดยเฉพาะชิ้นงานที่จะนำมาใช้ภายนอก (แสดงผิว) จะต้องไม่มีข้อบกพร่องที่มองเห็นเด่นชัด

1.2 ขนาดต่าง ๆ ของตัวชิ้นงาน ไม่ว่าจะเป็น ตำแหน่งรูเจาะ, ระยะห่างระหว่างขอบ, ความกว้าง, ความยาว, ความสูง, ขนาดของปีกพับ, ความโตของรูเจาะ และอื่น ๆ ที่ถูกกำหนดในแบบ จะต้องมีระยะและขนาดตรงตามแบบ และมีค่าพิกัดความเผื่ออยู่ในขนาดที่กำหนดได้

1.3 สำหรับชิ้นส่วนที่ระบุในแบบให้มีการทดสอบ จะต้องทำการทดสอบให้ได้ตามแบบที่กำหนด ซึ่งค่าในการทดสอบ และวิธีการทดสอบของแต่ละชิ้นส่วนจะแตกต่างกันตามลักษณะของการใช้ชิ้นส่วนนั้น ๆ

2. วิธีการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนขั้นสุดท้าย

2.1 การตรวจสอบดูผิวภายนอก การตรวจสอบด้วยวิธีนี้เหมือนกับการตรวจในกระบวนการผลิต เพราะเป็นวิธีการตรวจได้รวดเร็ว และเป็นการตรวจสอบเบื้องต้น โดยพิจารณาผิวชิ้นงานทั่วทั้งตัว ว่ามีรอยแตก, บุบ, รอยขีด, หรืออื่น ๆ ที่ทำให้คุณภาพเสียไป ซึ่งจะ

ต้องตรงตามข้อกำหนดในแบบ หรือใบตรวจสอบ ซึ่งจะระบุให้ใส่ผลการตรวจสอบด้วย สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบได้แก่ แว่นขยาย, หลอดไฟ, หินน้ำมัน เป็นต้น

2.2 การตรวจสอบโดยเปรียบเทียบกับชิ้นงานตัวอย่าง โดยการนำชิ้นส่วนที่จะตรวจสอบมาเปรียบเทียบกับชิ้นงานตัวอย่างที่มีคุณภาพใช้ได้ โดยเปรียบเทียบในด้านลักษณะรูปร่าง ขนาดต่าง ๆ จำนวนรูเจาะหรือตำแหน่งการพับและผิวชิ้นงาน, การบิดตัว เป็นต้น วิธีการนี้คล้ายกับการตรวจสอบในกระบวนการผลิต เป็นวิธีที่ตรวจสอบได้รวดเร็วทำให้การตัดสินใจง่ายขึ้น เพราะมีตัวอย่างให้เปรียบเทียบ สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบนี้ประกอบด้วยตัวอย่างชิ้นงานจากแผนกควบคุมคุณภาพ, เวอร์เนียร์, ไม้บรรทัด, PLUG GAUGE, ไมโครมิเตอร์ เป็นต้น

2.3 การตรวจสอบด้วยการวัดขนาด วิธีนี้เป็นการวัดขนาดต่าง ๆ ของชิ้นงานตามใบตรวจสอบที่กำหนดไว้ โดยจะเน้นเฉพาะการวัดจุดที่สำคัญ หรือจุดที่จะนำไปใช้งานหรือเป็นจุดตรวจสอบที่ ลูกค้าขอให้ทำการตรวจสอบ แล้วบันทึกค่าต่าง ๆ ของ การตรวจสอบลง ในใบตรวจสอบ ส่งให้กับลูกค้าพร้อมกับสินค้า และเก็บสำเนาไว้ประมวลผลคุณภาพ ในการควบคุมต่อไป วิธีการวัดขนาดจะใช้วิธีการวัด เช่นเดียวกับการวัด ในขบวนการผลิต แต่จะเน้นในรายละเอียดบริเวณจุดสำคัญ ๆ ที่จะนำมาใช้งาน ซึ่งอุปกรณ์ในการตรวจสอบได้แก่ เวอร์เนียร์,PLUG-GUAGE ไมโครมิเตอร์, บรรทัดเหล็ก เป็นต้น

2.4 การตรวจสอบโดยใช้จิ๊กตรวจสอบ ในการตรวจสอบโดยอาศัยจิ๊กนี้จะใช้วิธีตรวจสอบเหมือนในกระบวนการผลิตเพียงแต่ว่าจิ๊กตรวจสอบนี้จะเป็นจิ๊กตรวจสอบชิ้นงานสำเร็จรูป โดยเฉพาะอย่ายิ่งงานเชื่อม ซึ่งหลังจากเชื่อมด้วย CO2 แล้ว ชิ้นส่วนอาจจะมีการบิดตัวเสียรูปได้ จึงต้องตรวจสอบด้วยจิ๊กอีกครั้งหนึ่ง

ซึ่งเป็นความสะดวก ในการตรวจ และเพิ่มความมั่นใจในด้านคุณภาพ ช่วยประหยัดเวลาตรวจสอบถ้าชิ้นส่วนผ่านจิ๊กแล้วสามารถนำไปประกอบกับชิ้นส่วนอื่นได้อย่างไม่มีปัญหาสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบ ได้แก่ อุปกรณ์วัดเวอร์เนียร์, ไมโครมิเตอร์, ตลับเมตร, เวอร์เนียร์วัดลึก, HIGH GUAGE เป็นต้น

3. การทดสอบคุณภาพชิ้นส่วนขั้นสุดท้าย

ชิ้นส่วนสำเร็จรูปก่อนที่จะนำส่งให้ลูกค้าในแต่ละล็อต ทางเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพจะทำการสุ่มตัวอย่างประมาณ 1-3 ชิ้น แล้วแต่ชนิดของชิ้นงานเพื่อนำมาทดสอบคุณภาพตามที่ระบุไว้ในแบบ หรือที่ลูกค้ากำหนดให้ทดสอบ โดยส่วนใหญ่การทดสอบจะใช้วิธีทดสอบอย่างไรขึ้นอยู่กับประเภทการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น ๆ ซึ่งจะใช้วิธีการทดสอบที่เหมาะสม การทดสอบจะมี

อยู่หลายวิธีตั้งแต่การทดสอบการซึมลึกของแนวเชื่อม จนถึงการทดสอบในกระบวนการผลิตดังนั้นในหัวข้อนี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะการตรวจสอบทางด้านการใช้งาน, ความทนทาน, ความแข็งแรงและคุณสมบัติพิเศษของชิ้นส่วนนั้น ๆ ตามประเภทของชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยจะกล่าวพอสังเขปได้ดังนี้

3.1 การทดสอบความแข็งแรงของขาเบรค เป็นการทดสอบเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานโดยทำการทดสอบความแข็งแรงของขาเบรค ว่าสามารถทนแรงได้ตามที่กำหนดหรือไม่ โดยอาศัยเครื่องมือทดสอบคือ จิ๊ก (JIG) สำหรับจิ๊กยึดขาเบรค เหมือนสภาพการติดตั้งในรถยนต์ และเครื่องอัดไฮดรอลิค โดยมีสเกลวัดแรงกด

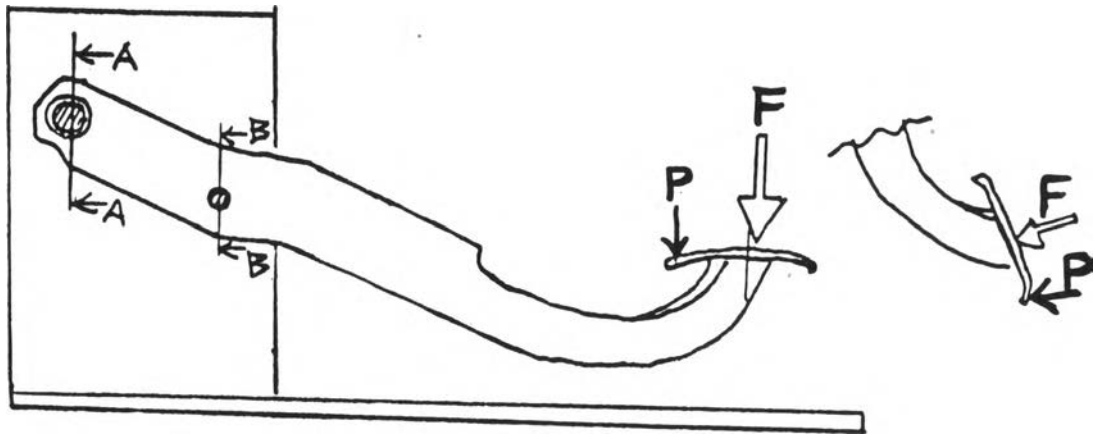
วิธีการทดสอบโดยใช้แรงกด 200 kg.กระทำบนผิวหน้าของแป้นเหยียบตรงตำแหน่ง F ทำการกดจำนวน 5 ครั้ง และใช้แรงกด 100 kg ตรงตำแหน่ง P จำนวน 5 ครั้งเช่นกันตามรูปที่ 5.67

ผลการตรวจสอบหลังจากการทดลองทั้ง 2 วิธีแล้ว ตัวชิ้นส่วนขาเบรคจะต้องไม่มีการเสียรูปร่าง หรือบิดตัว, รอยแตก ร้าว หรือลักษณะอื่น ๆ ที่เสียหายทำให้ใช้งานไม่ได้ หรือเป็นอันตรายต่อผู้ใช้

3.2 การทดสอบความทนทานในการปิด - เปิดของบานพับประตูรถยนต์ นำเอาบานพับประตูที่จะทำการทดสอบ ติดตั้งยังเครื่องทดสอบทั้งตัวบนและตัวล่างโดยยึดติดกับโครงประตู โดยมีน้ำหนักประมาณ 25 กิโลกรัม และทำการปิด - เปิดประตูด้วยลูกสูบลม ดึงเข้าประมาณ 50,000 ครั้ง ซึ่งใช้สำหรับรถทั่ว ๆ ไป

<u>วิธีการทดสอบ</u>

1. ขันโบลท์ยึดตัวบานพับให้แน่นตามมาตราฐานที่กำหนด
2. ทำการหยอดน้ำมันหล่อลื่นก่อนเริ่มทำการทดสอบ
3. ทำการเปิด-ปิด ประตูด้วยเครื่องทดสอบ ตามรูปที่ 5.68 a 5,000 ครั้งก่อนในการเริ่มต้นทดสอบ
4. แรงปิดในการเปิดประตู ประมาณ 15 kgf m.
5. อัตราเร่งในการปิดประตู ประมาณ 13 + 2G
6. มุมในการปิด - เปิด ประตูจะใช้มุมเดียวกับสภาพการปิด - เปิดประตูของรถปัจจุบัน
7. การบันทึกผลการทดสอบจะกระทำทุก 5,000 ครั้ง



รูปที่ 5.67 แสดงเครื่องทดสอบชาบวด

ผลการตรวจสอบ

1. จะต้องไม่มีการสึกหรอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวสลัก (PIN) ซึ่งยอมให้สึกหรอได้ไม่เกิน 0.1 มม.
2. ประตูตกลงจากตำแหน่งเดิมได้ไม่เกิน 0.5 ตามรูป 5.68 b
3. ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของบานพับ จะต้องไม่มีอาการแตกร้าว, บิดตัว หรือ เสียรูปร่าง จากการทดสอบ
4. บูชจะต้องไม่มีการแตก, หัก หรือผิด เป็นต้น

3.3 การทดสอบความแข็งแรงของแม่แรงยกรถยนต์ ในการทดสอบแม่แรงยกรถนี้เป็นแม่แรงแบบใช้สกรูหมุนยกตัวขึ้น ซึ่งจะมีการทดสอบเกี่ยวกับความสามารถในการยกน้ำหนักและความแข็งแรงของตัวแม่แรงด้วยว่าจะสามารถยกได้สูงแค่ไหน ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้

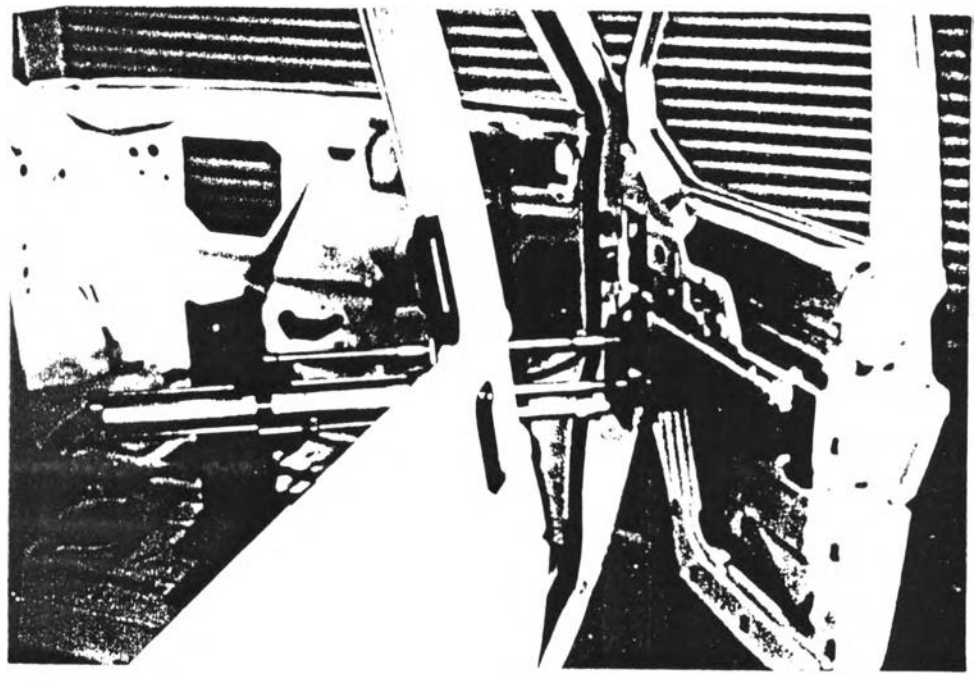
1. ทำการยกของหนัก 840 kg (มาตราฐานแม่แรงที่กำหนดให้ยกได้-โดยปลอดภัย เท่ากับ 700 kg.)โดยตัวแม่แรงนี้จะต้องหมุนยกน้ำหนักดังกล่าวได้คล่องตัวไม่ติดขัด และตัวแม่แรงเองจะต้องไม่มีการบิดเบี้ยวหรือเสียรูปโดยเด็ดขาด โดยวางน้ำหนักอยู่ตรงกึ่งกลางของแม่แรงนี้ และทำการยกขึ้น ลง 3 ครั้งจากจุดต่ำสุดจนถึงจุดสูงสุด

2. การทดสอบความคงทนของตัวแม่แรง โดยทำการยกน้ำหนัก 1050 kg โดยหมุนสกรูให้ยกขึ้นในตำแหน่ง 1/2 ของระยะทางที่ยกได้สูงสุด และทิ้งไว้เป็นเวลา 3 นาทีถึง 5 นาที ตัวแม่แรงจะต้องไม่มีการเสียรูป หรือบิดเบี้ยว หรืออาการผิดปกติอื่น ๆ จนใช้ไม่ได้

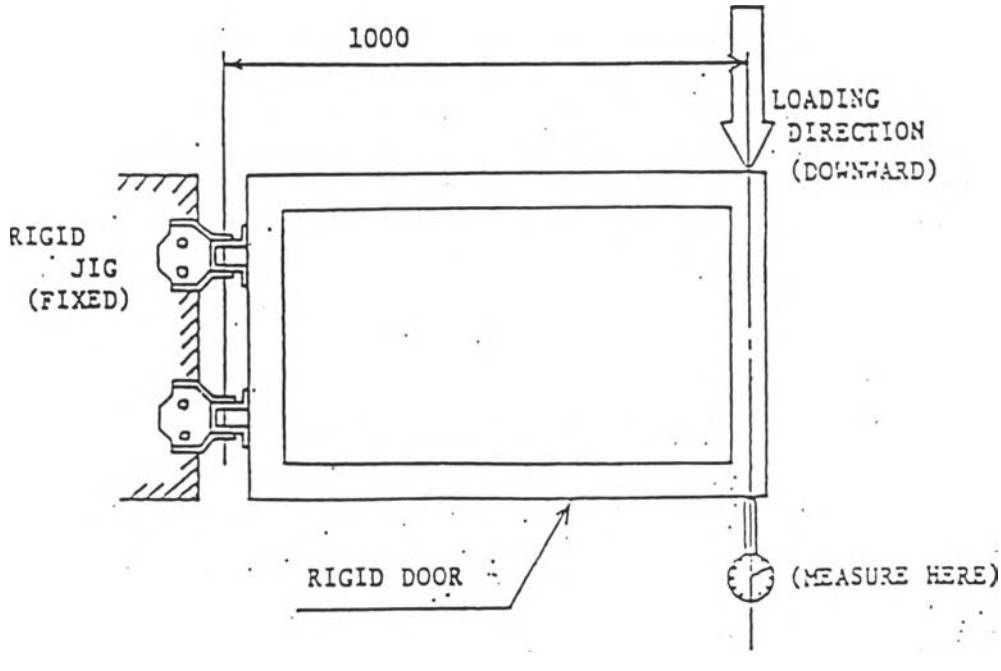
3. การทดสอบโดยยกน้ำหนักบนพื้นลาดเอียง (ตามรูป) โดยทำการยกน้ำหนัก 700 kg) และหมุนขึ้น ลง 100 ครั้ง จากจุดกึ่งกลางของระยะยกถึงจุดสูงสุด ตัวแม่แรงจะต้องไม่มีรอยแตก, ร้าว หรือบิดตัว เสียรูปร่าง หรืออาการอื่น ๆ ที่ทำให้เสียหายได้

4. ทำการทดสอบแบบทำลาย โดยยกน้ำหนักสูงสุดได้มากกว่า 1,400 kg และยกสูงได้ 1/2 ของระยะยกของแม่แรง

3.4 การทดสอบน็อตเชื่อม และสลักเกลียวเชื่อม (WELD NUT & WELD BOLT) การทดสอบนี้ เป็นการทดสอบของ WELD NUT และ WELD BOLT ซึ่งทำการเชื่อมด้วยวิธีการ PROJECTION WELDING โดยเชื่อมติดกับชิ้นส่วนรถยนต์ วัตถุประสงค์ของการทดสอบเพื่อต้องการทราบความแข็งแรงของการเชื่อมติดของ WELD NUT และ WELD BOLT



รูปที่ 5.68 a การทดสอบการ ปิด – เปิด ประตูรถยนต์



รูปที่ 5.68 b การวัดการตกของประตูรถ

การทดสอบแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

ลักษณะในการทดสอบ	อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ
1. ทางการผ่าดูรอยเชื่อม	ใช้กล้อง MICROSCOPE หรือ UNIVERSAL PROJECTOR
2. ทางการทดสอบการกดให้หลุดออก ทางการทดสอบแรงบิดเฉือน	อุปกรณ์ทดสอบ UNIVERSAL TESTING หรือ ประแจวัดแรงบิด(TORQUE WRENCH)

ชิ้นงานทดสอบ ใช้ชิ้นงานตัวอย่าง ที่เชื่อมสลักเกลียว (WELD BOLT) และน็อตเชื่อม (WELD NUT)

1. วิธีการตรวจสอบโดยผ่าดูรอยเชื่อม

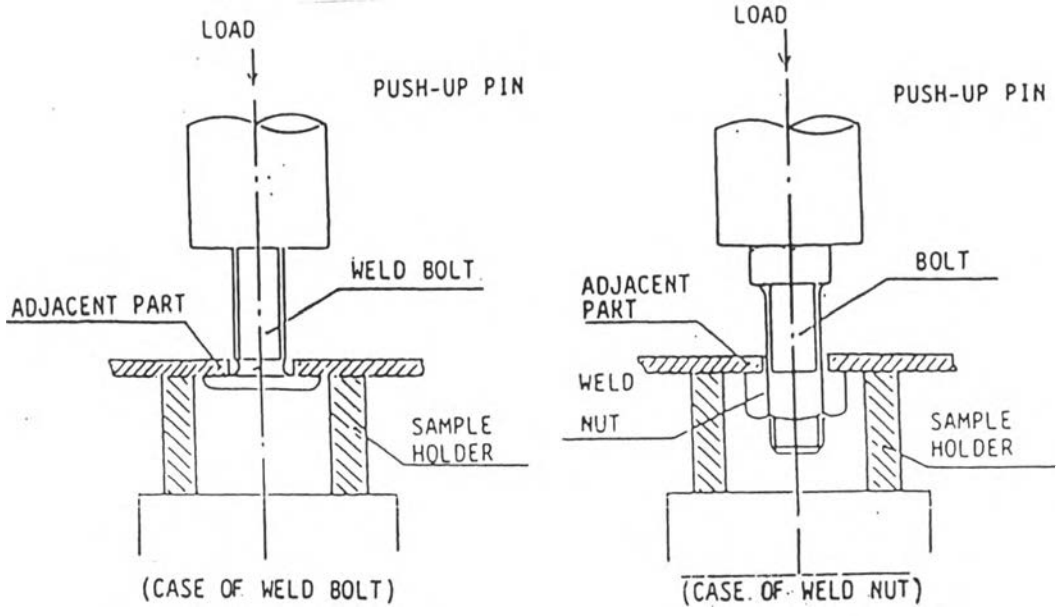
1.1 ทางการผ่าน็อตเชื่อมตรงแนวดิ่ง บริเวณผ่านศูนย์กลาง โดยผ่าให้สามารถมองเห็นแนวเชื่อมได้ในแนวรัศมี

1.2 ทางการขัดบริเวณจุดที่ผ่าให้สะอาดเป็นเงา

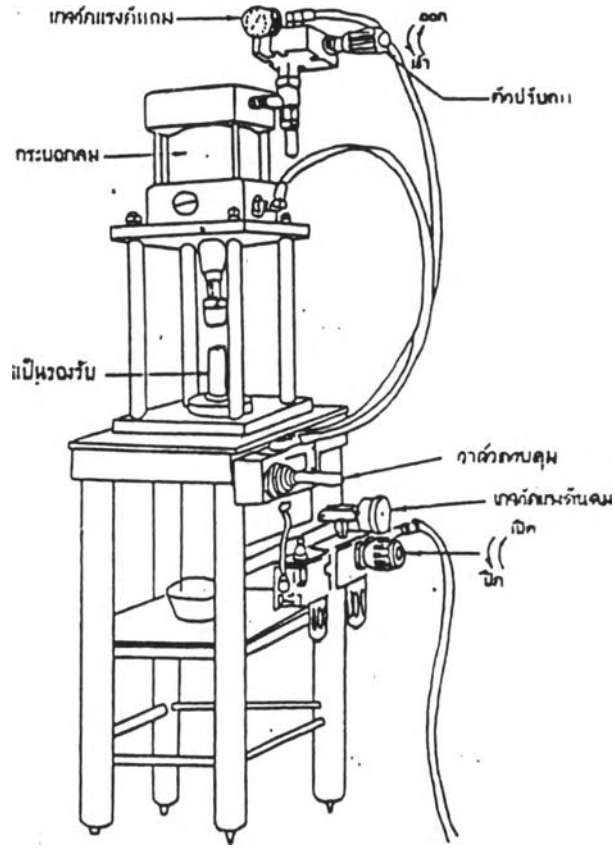
1.3 ทางการตรวจดูด้วยกล้อง MICROSCOPE หรือ UNIVERSAL PROJRECTOR และทางการขยายภาพ 50 เท่า และวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของการเชื่อมและความลึกของแนวเชื่อม

1.4 ทางการวัดทุก ๆ จุดที่ทางการเชื่อม

2. วิธีการทดสอบโดยกดอัดให้หลุดออก นาชิ้นงานตัวอย่างที่เชื่อมตัวสลักเกลียว (WELD BOLT) เสร็จเรียบร้อยแล้ว และชิ้นงานที่เชื่อม WELD NUT เสร็จเรียบร้อยแล้วอย่างละ 1 ชิ้น ดังในรูปที่ 5.69 วางบนแท่นรองรับที่เครื่อง รูปที่ 5.70 และค่อย ๆ เพิ่มแรงกดทีละน้อยลงที่ตัวสลักเกลียว หรือตัว NUT โดยให้กดอยู่ในแนวแกนเดียวกับตัวสลักเกลียว (BOLT) และตรวจดูแรงที่กดจนตัว BOLT หรือตัว NUT หลุดจากที่เชื่อมไว้มีค่าเท่าใด แล้วนาไปเปรียบเทียบกับค่าในตารางว่าอยู่ในมาตราฐานที่กาหนดหรือไม่ ซึ่งเป็นตารางที่แสดงถึงค่าความแข็งแรงของจุดเชื่อมที่ทนได้ต่าสุด



รูปที่ 5.69 การทดสอบโดยการกดอัดสลักเกลียวเชื่อมและแป้นเกลียวเชื่อม(WELD BOLT&NUT)



รูปที่ 5.70 เครื่องทดสอบการกดอัดสลักเกลียวเชื่อมและแป้นเกลียวเชื่อม

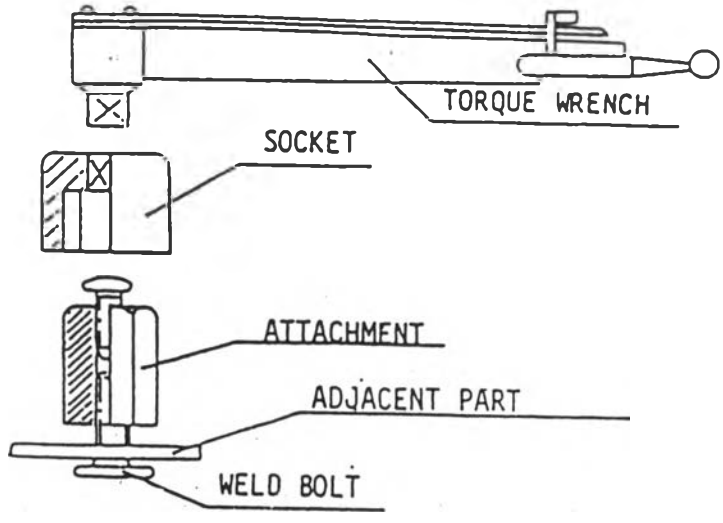
ถ้าค่าที่ทดสอบได้น้อยกว่าค่าในตาราง 5.13 ถือว่าคุณภาพของจุดเชื่อมยังใช้ไม่ได้ต้องปรับปรุงใหม่

ตารางที่ 5.13 ค่าความแข็งแรงของจุดเชื่อมต่อแรงเฉือนของสลักเกลียวเชื่อมและนัทเกลียวเชื่อม

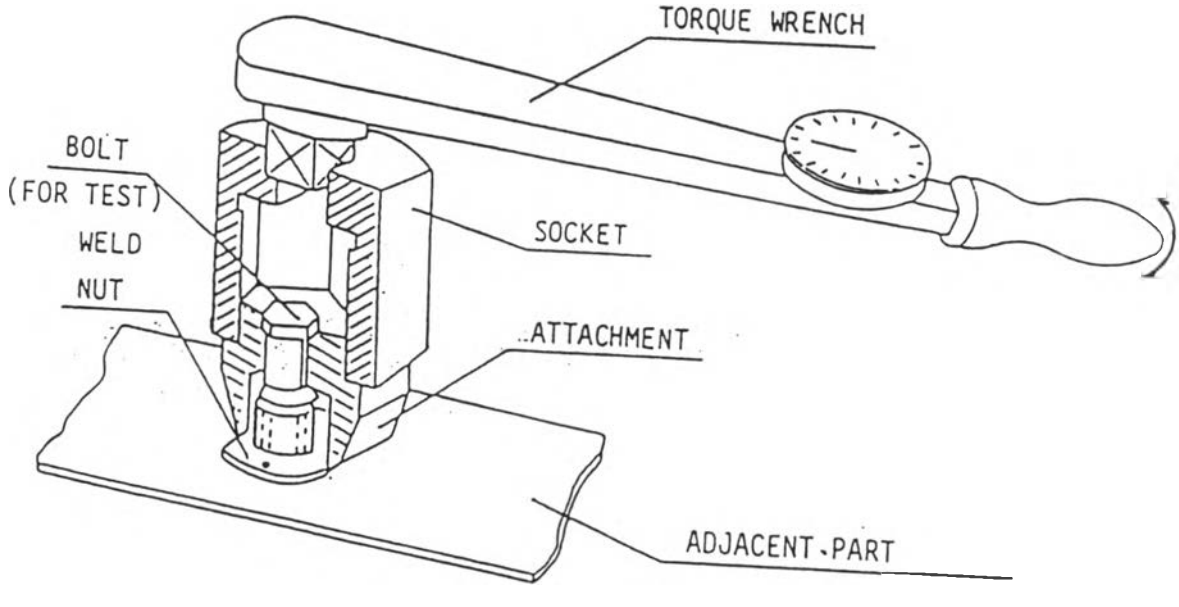
Unit : (Kgf / N)

Nominal Designation of Screw Thread (d)	Weld Bolt	Hexagonal Weld Nut (For Type A)	Square Weld Nut (For Type C)	Type T Weld Nut (For Type A2)
	Weld Strength (Min)	Weld Strength (Min)	Weld Strength (Min)	Weld Strength (Min)
M4 x 0.7	1470 (150)	3240 (330)	3730 (380)	4120 (420)
M5 x 0.8	2750 (280)	3240 (330)	3730 (380)	4120 (420)
M6	4320 (440)	3240 (330)	3730 (380)	4120 (420)
M8	6180 (630)	3630 (370)	3730 (380)	4120 (420)
M10 x 1.25	11090 (1130)	5990 (610)	3730 (380)	6670 (680)
M12 x 1.25	11090 (1130)	5990 (610)	6480 (660)	6670 (680)

3. การทดสอบแรงบิดเฉือนขาดของจุดเชื่อม เป็นการทดสอบความแข็ง-แรงของรอยเชื่อมต่อแรงเฉือนของตัว BOLT และตัว NUT (TORSION SHEAR) ได้มากน้อยแค่ไหน โดยการจับยึดตัวอย่างชิ้นงานให้มั่นคง แล้วกวดขันตัว WELD BOLT หรือ WELD NUT ด้วยประแจวัดแรงบิด (TORQUE WRENCH) โดยให้หัวที่สวมในปลอกขันของประแจอยู่ในแนวแกนเดียวกับ WELD BOLT หรือ WELD NUT แล้วทำการขันบิดที่ตัว BOLTหรือNUT ตามรูปที่ 5.71 a และรูป 5.71 bและเปรียบเทียบค่าที่ได้กับมาตราฐานที่กำหนดว่าอยู่ในค่าที่ยอมรับได้หรือไม่ซึ่งค่าในตารางเป็นค่าแรงเฉือนขาดที่ต่ำสุด ถ้าค่าที่วัดได้จากการทดสอบต่ำกว่าค่าในตาราง ถือว่า



รูปที่ 5.71 a **การทดสอบแรงบิดของจุดเชื่อมสลักเกลียว** (WELD BOLT)



รูปที่ 5.71 b **การทดสอบแรงบิดของจุดเชื่อมแป้นเกลียว** (WELD NUT)

คุณภาพยังใช้ไม่ได้ ต้องปรับปรุง ถ้าสูงกว่าค่าในตารางที่ 5.14 ถือว่าใช้งานได้

ตารางที่ 5.14 ค่าความแข็งแรงของจุดเชื่อมต่อแรงบิดของสลักเกลียวเชื่อมและแป้นเกลียวเชื่อม

N-m
Unit : (Kgf-cm)

Nominal Designation of Screw Thread (d)	Weld Bolt		Hexagonal Weld Nut (For Type A)	Square Weld Nut (For Type C1)	Type T Weld Nut (For Type A2)
	Torsional Strength of weld (calc.)	Torsional Strength of Thread Portion	Torsional Strength of weld (Min)	Torsional Strength of weld (Min)	Torsional Strength of weld (Min)
M4 x 0.7	4.0 (40)	1.8 (18)	13.8 (140)	14.7 (150)	21.6 (220)
M5 x 0.8	8.9 (90)	3.9 (39)	13.8 (140)	16.7 (170)	21.6 (220)
M6	16.7 (170)	6.4 (65)	16.7 (170)	18.6 (190)	24.5 (250)
M8	32.4 (330)	15.8 (161)	21.6 (220)	22.6 (230)	24.5 (250)
M10 x 1.25	69.7 (710)	31.6 (322)	41.2 (420)	25.5 (260)	51.0 (520)
M12 x 1.25	81.4 (830)	55.6 (567)	46.1 (470)	54.0 (550)	55.9 (570)

5.3.2 การตรวจสอบและทดสอบการเคลือบผิวชิ้นส่วนรถยนต์

ชิ้นส่วนรถยนต์ที่หลังจากการขึ้นรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว หรือการเชื่อมประกอบที่เสร็จแล้ว พร้อมส่งให้ลูกค้าซึ่งมีบางรายการที่จะต้องทำการเคลือบผิวก่อนส่งซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วชิ้นส่วนรถยนต์ จะมีการทำเคลือบผิวในขั้นสุดท้าย (FINISHING SURFACE) อยู่ 2 แบบใหญ่ ๆ คือการพ่นสีดำเคลือบผิว (BLACK PAINT) กับการชุบผิวด้วยสังกะสี (ZINC PLATING) ซึ่งการเคลือบผิวทั้ง 2 แบบนี้ จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพ ตามมาตรฐานที่ทางลูกค้ากำหนด หรือตามแบบ (DRAWING) ที่ระบุไว้

ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะวิธีการตรวจสอบ และทดสอบการเคลือบผิวของชิ้นส่วนรถยนต์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. การตรวจสอบและการทดสอบการเคลือบผิวโลหะด้วยการพ่นสี

การเคลือบผิวโลหะด้วยการพ่นสีทับลงบนเนื้อโลหะ มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันสนิม และป้องกันการกัดกร่อนจากสภาพอากศภายนอก และกันกระแทกเป็นการยืดอายุการใช้งานของชิ้นส่วนให้ยืนยาวขึ้น โดยจะขอกล่าวถึงเฉพาะการตรวจสอบและการทดสอบเรื่องการยึดเกาะของสีบนผิวชิ้นส่วนโลหะรถยนต์ เช่น ชิ้นส่วนโครงรถยนต์ CHASSIS PARTS),ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ (ENGINE COMPONENT) เป็นต้น

1.1 มาตราฐานคุณภาพที่กำหนด

1. สีที่พ่นบนชิ้นส่วนโลหะ จะต้องไม่มีการลอกออก หรือหลุดออกจากผิวของชิ้นส่วน

2. ไม่มีสิ่งแปลกปลอม, ฟองอากาศ, เป็นรูพรุน, ผิวขรุขระ หรืออาการผิดปกติอื่น ๆ ที่จะทำให้คุณภาพของการยึดเกาะสีด้อยลงไป

3. ความเข้มของสี หรือโทนจะต้องตรงตามมาตราฐานที่กำหนดในแบบ

4. ความแข็งของสี ต้องทนการขูดขีด เล็ก ๆ น้อย ๆ ได้

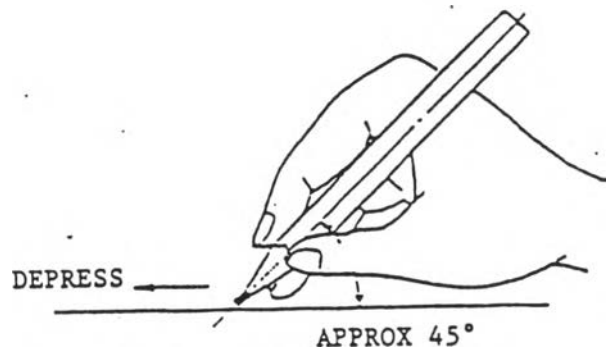
5. ทนทานต่อการกัดกร่อนจากไอน้ำเกลือ ได้ตามมาตราฐาน ที่กำหนดในแบบ (DRAWING) ส่วนใหญ่ประมาณ 120 ชั่วโมง โดยไม่เป็นสนิม

1.2 วิธีการตรวจสอบและการทดสอบการยึดเกาะของสี

1. การตรวจสอบด้วยสายตา โดยดูสภาพภายนอกของผิวสีที่พ่นจะต้องไม่มีอาการผิดปกติ ดังนี้ เช่น รอยถลอก, รูพรุน, ฟองอากาศ, สีย้อม, สีโตไม่เรียบ, ผิวส้ม, รวมทั้งความเข้มของสีจะต้องสม่ำเสมอ และเป็นโทนสีที่ถูกต้องตามแบบที่กำหนด

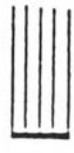
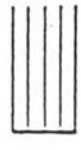
2. การทดสอบความแข็งของสี (HARDNESS) (ตามมาตราฐาน JIS-K5400) วิธีนี้ทำการทดสอบความแข็งของสี โดยใช้ดินสอดำ HB หรือแข็งกว่า โดยนำตัวอย่างชิ้นงานที่พ่นสีเสร็จแล้ว และปล่อยให้สีแห้งสนิท ประมาณ 24 ชั่วโมง นำมาทดสอบโดยใช้ดินสอดำกดลงบนสีโดยทำการขีดลากไปบนผิวหน้าของสี ให้ขีดเป็นแนวยาวประมาณ 20 มม.ด้วยความเร็ว 5 มม./วินาที ประมาณ 5 เส้นตามรูปที่ 5.72

การประเมินคุณภาพ โดยเปรียบเทียบดูรอยขีดที่เกิดขึ้นจากดินสอ บนผิวหน้าของสี และเปรียบเทียบตามมาตราฐานด้านล่าง ตารางที่ 5.15



รูปที่ 5.72 การทดสอบความแข็งของสีโดยใช้ดินสอดำ

ตารางที่ 5.15 เปรียบเทียบตามมาตรฐานของการทดสอบด้วยดินสอ

Evaluation / Scratch Pattern	×	×	○	○	○
Scratch —				—	Absent
Nick at Start →					

Remarks :

: Clear scratch

: Vague scratch

 : Nick giving snag feeling

 : Nick giving no snag feeling

: Two specimens found × out of five specimens shall be cause of rejection.

หมายเหตุ

- ในการใช้ดินสอขีดจะต้องเป็นดินสอตามมาตราฐานเหลาปลายดินสอให้แหลมทุกครั้งที่เริ่มทำการขีดแต่ละเส้น โดยมีไส้ดินสอยาวประมาณ 3 มม.

- ให้ออกแรงกดดินสอด้วยแรงกดที่เสมือนว่าจะทำให้ไส้ดินสอหักประมาณ 1 kgf.

3. การทดสอบการยึดเกาะของสี (ADHESION) (ตามมาตราฐาน - JIS D0202)

3.1 การทดสอบโดยการขีดเป็นตารางสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ (CROSS CUT) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบวิธีนี้ คือ ใบมีด CUTTER ที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป และเทปกาวใส (CELLOPHANE TAPE) ซึ่งมีความกว้างหน้าเทปประมาณ 24 มม.

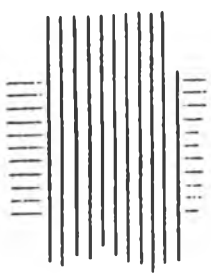
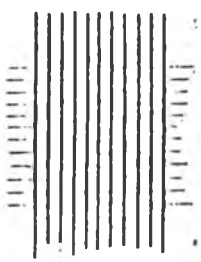
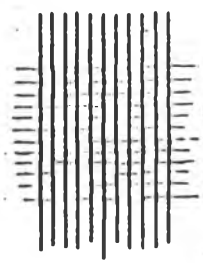
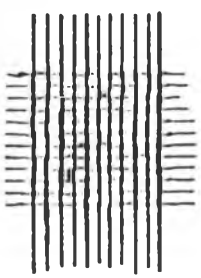
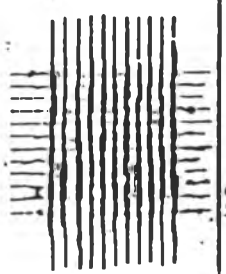
วิธีการทดสอบ โดยวางชิ้นงานบนแนวระนาบ ถือมีด CUTTER ทำมุม 30 องศา กับชิ้นทดสอบ ทำการขีดเป็น ตารางสี่เหลี่ยมขนาดเล็กประมาณ 100 ช่อง (10 x 10) ขนาดของช่องสี่เหลี่ยมโตประมาณ 1 มม. x 1 มม. ในการขีดให้กดใบมีด CUTTER ลึกจนถึงเนื้อวัสดุ นำเทปกาวใส (CELLOPHANE TAPE) กดทับลงบนรอยขีดทั้งหมด และรีดเทปให้เรียบจนสนิทกับรอยขีดนั้น จากนั้นดึงปลายข้างหนึ่งของเทปกาวออกโดยทำการดึงอย่างรวดเร็ว (กระชาก) จากนั้นให้สังเกตดูลักษณะของการลอกของสี ซึ่งถ้าสียึดเกาะไม่ดีจะมีเศษสีติดมากับเทปกาว ถ้ามีสีหลุดมาจำนวนน้อยก็ใช้ได้ แต่ถ้าสีหลุดติดมามาก แสดงว่าคุณภาพการยึดเกาะของสียังใช้ไม่ได้ โดยให้เปรียบเทียบกับตาราง ตารางที่ 5.16

3.2 การทดสอบโดยการขีดขวาง อุปกรณ์ที่ใช้เหมือนกับการทดสอบแบบขีดเป็นตาราง โดยใช้ใบมีด CUTTER และเทปกาวใส (CELLOPHANE TAPE)

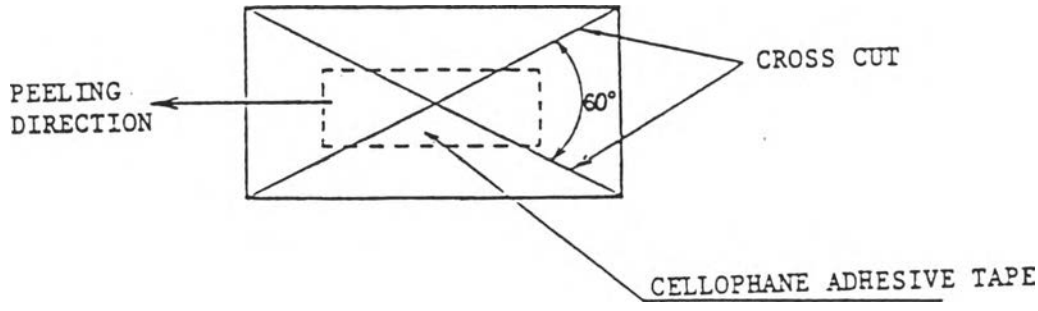
วิธีการทดสอบ ทำการขีดขวาง (กากบาท) โดยกดมีด CUTTER ลงจนถึงเนื้อโลหะ และปิดด้วยเทปกาวพลาสติกใส บริเวณจุดตัดกึ่งกลาง แล้วรีดเทปกาวให้แนบสนิทกับรอยตัด แล้วดึงปลายอีกด้านออกอย่างรวดเร็ว และทำการตรวจสอบดูการลอกออกของสีด้วยสายตา ถ้าลอกออกมานิดหน่อยตามมาตราฐานที่กำหนดถือว่าใช้ได้ ตามรูปที่ 5.73 ส่วนใหญ่ใช้ร่วมกับการทดสอบด้วยไอน้ำเค็ม

4. ความต้านทานการกัดกร่อน (CORROSION) การทดสอบความต้านทานการกัดกร่อน ส่วนใหญ่นิยมใช้การทดสอบด้วยไอน้ำเค็ม (SALT SPRAY TEST)การทดสอบนี้เพื่อต้องการทราบผลของการยึดเกาะของสี และการป้องกันการกัดกร่อนของสีจากไอน้ำเค็ม โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 5.16 เปรียบเทียบตามมาตรฐานของการทดสอบด้วยวิธีขีดเป็นตาราง

Grade	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Evaluation Standard	(1) Corner chips within approx 10. (2) No peeling along straight line. (3) No peeling of more than 50 % of coating on one square of cross cut.	(1) Corner chips are noticenble throughout. (2) No peeling along straight line. (3) No peeling of more 50 % of coating on one square of cross cut.	(1) Peeling along straight line noticeable. (2) No peeling of more than 50 % of coating on one square of cross cut.	(1) Pretty many peeling along straight line noticeable. (2) Peeling of square of cross cut approx 5 palces.	(1) Many peelings along straight line. (2) Peeling of square of cross cut approx 20 places.	(1) All squares of corss cut are peeled off.
Pattern	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6)

Remarks 1 : For example, intermediate between M-1 and M-2 shall be considered as M-1.5.

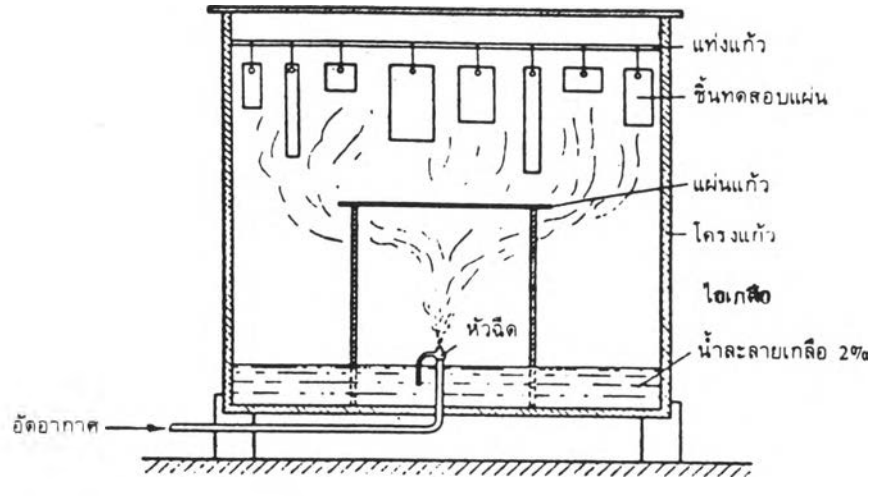


รูปที่ 5.73 การขีดขวางบนสี

อุปกรณ์ที่ใช้ : เครื่องทดสอบไอน้ำเค็ม (SALT SPRAY TESTER)

: ใบมีด CUTTER

วิธีการทดสอบ นำชิ้นงานตัวอย่างที่จะทดสอบแล้วทำการใช้มีด CUTTER ขีดกากบาททำมุมตัดกัน 60 องศา หรือ 120 องศา โดยขีดลึกถึงเนื้อเหล็กแล้วนำไปแขวนในเครื่องทดสอบไอน้ำเค็มตามรูปที่ 5.74 ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ตามมาตราฐานของงานแต่ละตัว เช่นสี FPO-3 กำหนด



รูปที่ 5.74 การทดสอบโดยวิธีไอน้ำเค็ม (SALT SPRAY TEST)

เวลาทดสอบไว้ 120 ชั่วโมง หลังจากทดสอบเสร็จแล้ว นำมาตรวจดูการกัดกร่อน และการเกิดสนิมจากบริเวณรอบเส้นตัดทั้งหัวท้ายจะต้องไม่เกิน 2 มม.ถ้าหากเกินถือว่าใช้ไม่ได้ หลังจากการทดสอบเสร็จแล้ว ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ให้เอาเทปกาวใสมาทำการทดสอบ โดยปิดบริเวณรอยตัดและดึงออกอย่างแรง เพื่อดูการลอกของสีบริเวณรอบๆ รอยตัด ถ้าไม่มีการลอกของสี หรือสีลอกออกเพียงเล็กน้อย ถือว่าใช้ได้

หมายเหตุ วิธีการทดสอบอ้างอิงถึง JIS Z2371 ซึ่งมีสภาพในการทดสอบ ดังนี้

อุณหภูมิของตู้ทดสอบไอน้ำเค็ม = 35 + 2 องศา ซี

อัตราการพ่นไอน้ำเค็ม = 0.5 ถึง 3 มิลลิตรต่อชั่วโมง

ความเข้มข้นของน้ำเค็ม (W/V%) = 5 + 1 %

ค่าความเป็นกรด = PH 6.5 ถึง 7.2

2. การตรวจสอบและการทดสอบการเคลือบผิวโลหะด้วยการชุบสังกะสี

การเคลือบผิวด้วยการชุบสังกะสีนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันสนิม และการกัดกร่อนจากสภาพอากาศภายนอก เป็นการยืดอายุการใช้ชิ้นส่วนให้ยืนยาวขึ้น โดยต่อไปนี้จะเรียกว่าการชุบ ZINC ซึ่งมีทั้งที่เป็นสีทอง และสีเงิน ซึ่งวิธีการตรวจสอบ และการทดสอบการชุบ ZINCนี้เป็นวิธีการที่ใช้กับการชุบ ZINC ของชิ้นส่วนรถยนต์เท่านั้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 มาตราฐานคุณภาพที่กำหนด

1. สภาพภายนอกของผิวชิ้นงานหลังการชุบ ZINC แล้วจะต้องผิวเรียบ , ไม่มีรูพรุน, ความเข้มสม่ำเสมอ เป็นต้น

2. น้ำหนักของ ZINC ที่ชุบจะต้องเป็นไปตามที่มาตราฐานกำหนดไว้ตามประเภทของการใช้งานปกติ 160 mg/dm2 ซึ่งประมาณความหนา 5 ถึง 8 ไมครอน ( )

3. ต้องทนการกัดกร่อนได้จากไอน้ำเค็ม ได้ไม่ต่ำกว่า 132 ชั่วโมง

4. ชิ้นงานที่ชุบ ZINC แล้วจะต้องไม่มีการลอกจากผิวโลหะ หรือรอยแตกถลอก, ขรุขระ เป็นต้น

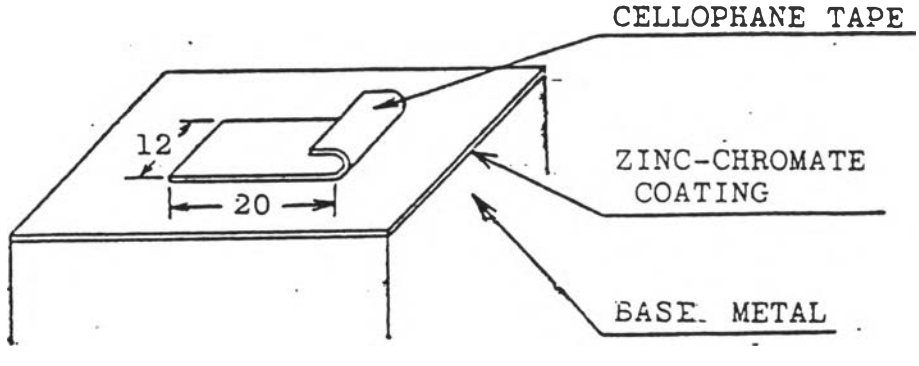
2.2 วิธีการตรวจสอบและการทดสอบการชุบ ZINC

1. การทดสอบผิวภายนอก ด้วยสายตา โดยการส่องกับแสงไฟ บนผิวชิ้นทดสอบ (ความเข้มแสงสว่าง 300 LUX) ตรวจสอบดูความเรียบ, รูพรุน,รอยถลอก, ความสม่ำเสมอของ ZINC ที่เคลือบ และอื่น ๆ หรืออาจจะใช้แว่นขยายดูผิวรอยแตกบนชิ้นงาน

2. ใช้เครื่องมือวัด ความหนาของ ZINC ที่เคลือบบนผิวชิ้นงาน (MICROSCOPE THICKNESS TEST) โดยการตัดชิ้นงานตามขวางเพื่อให้เห็นหน้าตัด แล้ววางในแท่นรองรับเพื่อสะดวกในการขัดผิว แล้วใช้ MICROSCPOE วัดเพื่อหาความหนาของ ZINC ที่เคลือบผิวอยู่

3. การทดสอบการกัดกร่อน (SALT SPRAY TEST) ทำการทดสอบการกัดกร่อน โดยไอน้ำเค็ม ทำการขีดด้วยใบมีด CUTTER จนถึงเนื้อโลหะ เป็นลักษณะกากบาท แล้วทดสอบด้วยไอน้ำเค็ม ตามมาตราฐานที่กำหนดไว้ 132 ชั่วโมง ซึ่งจะเกิดสนิมได้บริเวณรอบรอยขีดกว้างไม่เกิน 2 มม. โดยรอบ ถ้าเกินกว่าที่กำหนดใช้ไม่ได้

4. การทดสอบการยึดเกาะผิวของสังกะสี (ADHESION TEST) เอาเทปกาว (INDUSTRIAL CELLOTAPE) แปะติดบนชิ้นทดสอบ และกดอย่างแรงให้เทปเรียบโดยใช้นิ้วมือกดไล่ฟองอากาศออกจากเทปกาวให้หมด จับปลายด้านหนึ่งของเทปกาว(CELLOPHANE TAPE) และดึงขึ้นเป็นมุมโค้งประมาณ 180 องศา และกระชากเทปกาวออกอย่างแรง ซึ่งจะต้องไม่มีการลอกออกของ ZINC ที่เคลือบอยู่บนชิ้นงานติดมากับเทปกาวเด็ดขาด,ขนาดของเทปกาวที่ใช้มีความกว้างประมาณ 12 มม.ยาว 20 มม. (ตามรูป) ถ้าหากว่าพื้นที่ในการทดสอบมีน้อย ก็อาจจะลดขนาดของเทปลง เป็นอัตราส่วนต่อพื้นที่ก็ได้ แต่ต้องให้เหมาะสมกับ ขนาดของชิ้นงาน ตามรูปที่ 5.75



รูปที่ 5.75 การทดสอบการยึดเกาะของการชุบผิวด้วยสังกะสี

5.4 ขั้นตอนพื้นฐานสำหรับการตรวจสอบความสามารถของกระบวนการผลิต

ในการตรวจสอบความสามารถของกระบวนการผลิต จะต้องพิจรณาถึงลักษณะของคุณภาพที่จะต้องตัดสินใจ และมาตราฐานของการทำงาน ข้อมูลต่าง ๆ ที่จะต้องใช้ในการวิเคราะห์เกี่ยวกับความสามารถของกระบวนการผลิต จะต้องเป็นข้อมูลที่ได้มาจากกระบวนการผลิตที่มีสภาพค่อนข้างคงที่ ถ้ากระบวนการผลิตไม่อยู่ในสภาพคงที่ จะต้องทำการตรวจสอบและแก้ไข เพื่อให้กระบวนการผลิตอยู่ในสภาพคงที่เท่าที่จะทำได้

ในการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จะใช้วิธีทางสถิติ คือแผนภูมิควบคุม (CONTROL CHART) และฮีสโตรแกรม(HISTROGRAMS)ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งสามารถเขียนเป็นขั้นตอนการตรวจสอบกระบวนการผลิต ตามรูปที่ 5.76 ได้ ดังนี้

5.4.1 <u>ลำดับขั้นตอนการดำเนินการตรวจสอบ</u>

1. การพิจารณาลักษณะคุณภาพชิ้นส่วน

การตรวจสอบความสามารถของกระบวนการผลิต จะต้องพิจรณาตามแบบของชิ้นงาน, การออกแบบของกระบวนการผลิต, เครื่องมืออุปกรณ์การผลิต, กระบวนการตรวจสอบ,วิธีการตรวจสอบ และอื่น ๆ เพื่อดูว่าสามารถที่จะตรวจสอบ หรือทดสอบได้โดยวิธีใดบ้างลักษณะที่จะพิจรณาตรวจสอบชิ้นส่วนว่ามีคุณภาพตรงตามที่ต้องการหรือไม่ จะดูจากองค์ประกอบ ดังนี้

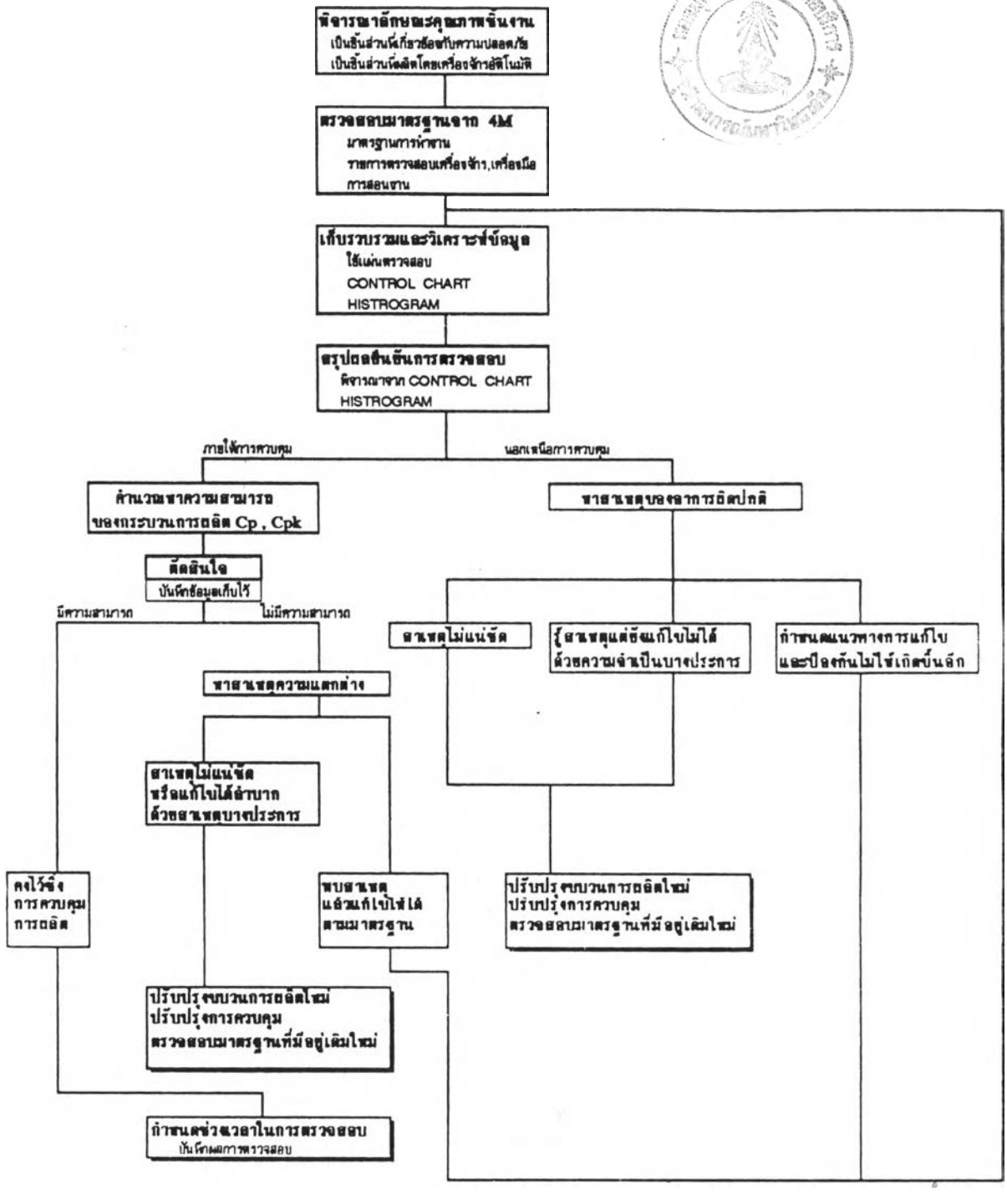
1. ลักษณะที่เป็นชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของมนุษย์
2. ลักษณะสำคัญบางอย่าง
3. ลักษณะที่มีอัตราส่วนของปัญหาสูง
4. ลักษณะชิ้นส่วนที่ลูกค้าแจ้งปัญหาคุณภาพมาบ่อย ๆ

2. ตรวจสอบมาตราฐาน

องค์ประกอบที่ทำให้คุณภาพเปลี่ยนแปลง คือ 4 M ได้แก่ คน (MAN), วิธีการ (METHOD), วัตถุดิบ (MATERIAL), เครื่องจักร (MACHINE), ซึ่งต้องมีการกำหนดมาตราฐาน เช่น มาตราฐานในการทำงาน, มาตราฐานในการตรวจสอบวัตถุดิบ, มาตราฐานในการฝึกอบรม การบำรุงรักษาอุปกรณ์การผลิต และอื่น ๆ เป็นต้น ซึ่งต้องมีการตระเตรียมไว้ให้พร้อม

3. เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์เพื่อยืนยันสถานะของกระบวนการผลิต

ทำการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างที่สุ่มขึ้นมา แล้วนำมาพิจรณาดูถึงลักษณะตามคุณภาพที่กำหนดว่าเป็นข้อมูลอะไร วิธีการวัดเป็นอย่างไร โดยบันทึกข้อมูลลงในแผนภูมิควบคุม CONTROL CHART) หรือ ฮีสโตรแกรม (HISTOGRAM) เพื่อดูความสัมพันธ์ว่า เกี่ยวข้องกับ 4M ตัวไหนบ้าง



รูปที่ 5.76 ขั้นตอนในการตรวจสอบความสามารถของกระบวนการผลิต

สำหรับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์นี้ถ้าหากมีอาการผิดปกติมาก ก็ควรที่จะพิจรณาทำการสุ่มตัวอย่างให้มีจำนวนเพียงพอ และเหมาะสมกับวิธีการ เช่น เป็นข้อมูลของการวัด หรือข้อมูลของจำนวนนับ (DISCRETE & INDISCRETE)

ถ้าพบว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม สาเหตุอาจจะมาจากสภาพผิดปกติต่าง ๆ ซึ่งจะต้องทำการตรวจสอบดู และทำการแก้ไขให้ถูกต้องตามมาตราฐานที่กำหนดไว้ โดยจะต้องทำการแก้ไขไปเรื่อยๆ จนกว่ากระบวนการผลิตจะอยู่ในสภาพปกติ(สามารถควบคุมได้) ถ้าสามารถหาสาเหตุได้แน่ชัด และทำการแก้ไขได้ถูกต้อง ข้อมูลที่ผิดปกติก็อาจตัดออกไปจากการวิเคราะห์ได้ แต่ถ้าหาสาเหตุไม่ได้หรือสาเหตุไม่เด่นชัด หรือวิธีการแก้ไขยังไม่เหมาะสมด้วยสาเหตุใด ๆ ก็ตาม ข้อมูลทั้งหมดจะต้องนำมาวิเคราะห์

4. ทำการคำนวณหาค่าความสามารถของกระบวนการผลิต

จากข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิควบคุม หรือฮีสโตรแกรมแล้วจะนำคำนวณหาค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต Cp และ Cpk

5. ตรวจสอบค่า Cp และ Cpk กับเกณฑ์ที่กำหนด

เมื่อคำนวณได้ค่า Cp และ Cpk แล้ว นำมาตรวจสอบเปรียบเทียบกับ เกณฑ์ที่กำหนดว่าอยู่ในช่วงใดบ้าง

เกณฑ์การตัดสิน	การตัดสินใจและข้อกำหนดของความสามารถกระบวนการ
$1.33 \leq Cpk$	*ความสามารถของกระบวนการผลิตมีเพียงพอเต็มที่สำหรับการผลิตชิ้นส่วนทุกประเภท *การควบคุมใช้แบบปกติธรรมดา
$1.0 \leq Cpk < 1.33$	*ความสามารของกระบวนการผลิตมีพอดี แต่ต้องพยายามเอาใจใส่ในกระบวนการผลิต และต้องควบคุมอย่างเข้มงวดสำหรับชิ้นส่วนที่สำคัญ

เกณฑ์การตัดสิน	การตัดสินใจและข้อกำหนดของความสามารถกระบวนการ
Cpk < 1	*ความสามารถของกระบวนการผลิตไม่เพียงพอ ต้องทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตใหม่ เช่น ทบทวนมาตราฐานการทำงาน,มาตราฐานข้อกำหนด,ปรับเครื่องจักใหม่ เป็นต้น *ทำการตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์ในกรณีที่จำเป็น

6. การดำเนินการเมื่อความสามารถของกระบวนการผลิตไม่เพียงพอ

เมื่อพบว่าความสามารถของกระบวนการผลิตไม่เพียงพอแล้ว จะต้องรีบค้นหาสาเหตุว่าเกิดจากอะไร เพื่อทำการแก้ไขโดยด่วน โดยค้นหาว่าปัญหานั้นอยู่กับเรื่องอะไร เช่น 4M วิธีการควบคุมกระบวนการผลิต, วิธีการตรวจสอบมาตราฐานของงาน, อื่น ๆ เป็นต้น และทำการแก้ไขเท่าที่จำเป็น รวมทั้งมาตราฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจะต้องทำการแก้ไขในเวลาเดียวกัน

หลังจากทำการแก้ไขแล้ว จึงทำการตรวจสอบความสามารถของกระบวนการผลิตอีกครั้งหนึ่ง ว่ายังอยู่ในเกณฑ์มาตราฐานที่กำหนดหรือไม่

7. การตรวจสอบยืนยันตามระยะเวลาที่กำหนด

การตรวจสอบความสามารถของกระบวนการผลิต จะต้องทำการตรวจสอบตามลักษณะคุณภาพ ซึ่งเป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ของแต่ละประเภทงานนั้น ๆ

8. การบันทึกค่าความสามารถของกระบวนการผลิต

เพื่อในการเก็บประวัติของผลการตรวจสอบกระบวนการผลิต และใช้ในการเป็นข้อมูลแก้ปัญหาอื่น ๆ จะทำการบันทึกผลการตรวจสอบลงในสมุดบันทึก เพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐานตามแบบฟอร์มตัวอย่าง

5.4.2 <u>ตัวอย่างการคำนวณหาค่าความสามารถของกระบวนการผลิต</u>

ในสายการประกอบชิ้นส่วนอ่างน้ำมันเครื่องรถยนต์ (OIL PAN) ซึ่งหลังจากเชื่อมประกอบชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีขั้นตอนการขันแน่นสลักเกลียว (PLUG DRAIN) ซึ่งเป็นตัวอุดรูสำหรับเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง ซึ่งอยู่ด้านล่างของอ่าง โดยที่ตัวสลักเกลียวนี้จะต้องทำหน้าที่เป็นตัวอุดไม่ให้น้ำมันเครื่องของรถยนต์ไหลออกมาขณะใช้งาน ซึ่งในขบวนการขันแน่นนี้จะขัน

ด้วยประแจลม โดยตั้งค่าแรงดันลมให้ได้ค่าแรงบิดสูงกว่าค่าต่ำสุด แต่ไม่เกินค่าสูงสุดที่กำหนดไว้ โดยปกติ ตามมาตราฐานของงานนี้ กำหนดค่าแรงบิดขันแน่นไว้ที่ 1.3 kgm ถึง 2.6 kgm (TIGHTENING TORQUE) ถ้าขันด้วยแรงบิดที่น้อยเกินไปจะทำให้น้ำมันเครื่องรั่วซึมได้ขณะใช้งาน แต่ถ้าขันแน่นเกินไปจะทำให้เกลียวภายในของตัวนัต (NUT) เสียหรือประเก็น (GASKET) รั่วได้ จึงต้องกำหนดค่าแรงบิดต่ำสุดและสูงสุดไว้ สำหรับในการตรวจสอบจะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างจากฝ่ายการผลิต และทำการวัดแรงบิด โดยการขันแน่นด้วยประแจวัดแรงบิด (TORQUE WRENCH) โดยดูค่าวัดได้จากหน้าปัทม์เครื่องมือ และจดบันทึกค่าวัดเหล่านี้ไว้ในแต่ละวัน โดยการอาศัยหลักสถิติมาใช้ประมวลผลค่าวัดเหล่านี้ เราสามารถสร้างแผนภูมิควบคุม และคำนวณหาค่าความสามารถของกระบวนการผลิต และดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต ได้ดังนี้

1. การสร้างแผนภูมิควบคุม X - Rs

ในกรณีมีการเก็บข้อมูลเพียง 1 ตัวอย่างต่อวันซึ่งเป็นข้อมูลโดด ๆ เราสามารถหาความสามารถของกระบวนการผลิตได้จากตารางแผนภูมิควบคุม X - Rs ตามตารางที่ 5.17

ตารางที่ 5.17 ข้อมูลค่าวัดแรงบิดขันแน่นของ PLUG DRAIN

DATE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total
X	1.6	1.8	2.0	1.7	1.8	1.7	1.8	1.9	2.0	1.9	1.8	1.9	2.1	1.7	1.8	1.8	1.7	1.8	1.7	1.9	1.8	1.9	1.7	2.0	2.2	1.8	1.8	1.9	2.0	1.7	1.9	57.1
Rs		0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.4	0.0	0.1	0.1	0.3	0.2	4.7

จากข้อมูลค่าวัดดังกล่าวหาค่าเฉลี่ยของค่าวัดได้ดังนี้

หาค่าเฉลี่ยของ X

จากสูตร $\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$ เมื่อ n = จำนวนข้อมูล = 31

$= \frac{57.1}{31} = 1.84$

หาค่าเฉลี่ยของพิสัย (Rs)

เนื่องจากการสุ่มตัวอย่าง เป็นการเก็บข้อมูลโดด ๆ ดังนั้นพิสัย (R) ของกรุ๊ปย่อยจึงไม่มี (เพราะมีข้อมูลเพียง 1 ตัว) จึงอาศัยพิสัยเคลื่อนที่ (MOVING RANGE) ซึ่งวัดเทียบกันระหว่างค่าวัดที่อยู่ต่อเนื่องกันไป

จากสูตร $\bar{Rs} = \frac{\sum Rs}{n}$ เมื่อ n = 30, Rs = พิสัยเคลื่อนที่

$= \frac{4.7}{30} = 0.16$

หาค่าของเขตสูงสุด (UCL) และต่ำสุด (LCL) ของค่า X

จากสูตร $UCL = \bar{\bar{X}} + 2.66\,\bar{Rs}$ เมื่อ n = 2

$= 1.84 + 2.66 \times 0.16 = 2.27$

$LCL = \bar{\bar{X}} - 2.66\,\bar{Rs}$

$= 1.84 - 2.66 \times 0.16 = 1.41$

หาค่าขอบเขตสูงสุดและต่ำสุดของค่า Rs

จากสูตร $UCL = D4 \times \bar{Rs}$ (D4 = 3.27) เมื่อ n = 2

$= 3.27 \times 0.16$ จากตารางที่ 4 (ในภาคผนวก)

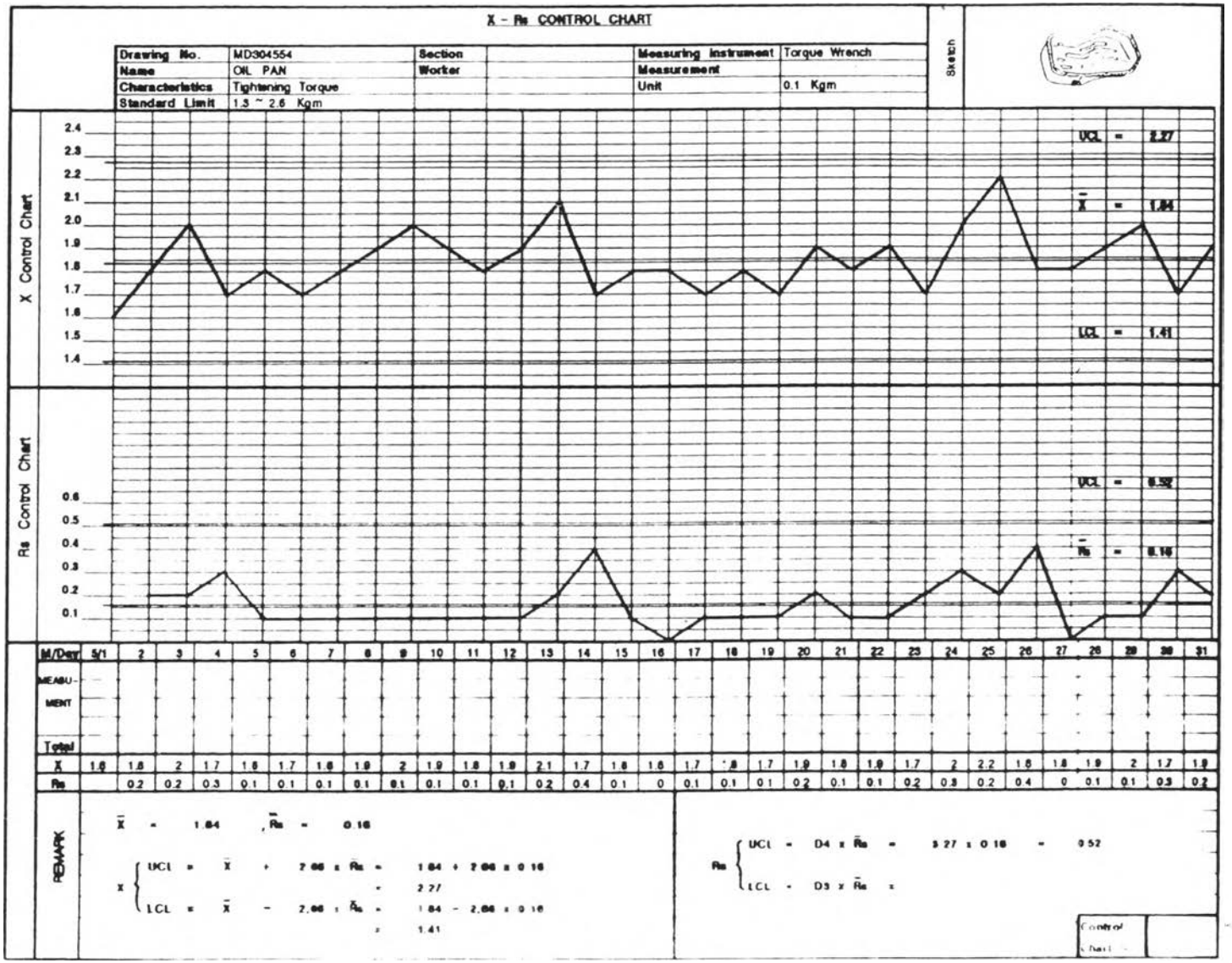
$= 0.52$

$LCL = D3 \times \bar{Rs}$ (D3 = 0)

$= 0$

ตามตารางที่ 5.18

ตารางที่ 5.18 แผนภูมิควบคุม X – Rs



2. การสร้างแผนภูมิควบคุม $\bar{X}$ - R

ในกรณีที่มีการสุ่มตัวอย่างมากกว่า 1 ชิ้น จะต้องหาค่าเฉลี่ยของค่า X ในแต่ละกลุ่มย่อยก่อน จึงจะทำการหาค่า $\bar{\bar{X}}$ และค่า σ_p ซึ่งจะต้องคำนึงถึงความปรปรวนในกลุ่มย่อยด้วย โดยกำหนดค่าคงที่ (d2) มาคำนวณร่วมด้วยและค่าคงที่นี้จะขึ้นอยู่กับจำนวนของตัวอย่าง (n) ที่สุ่มขึ้นมาตรวจสอบในแต่ละกลุ่ม

จากข้อมูลเดิมในหัวข้อที่ 1 ทำการสุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็น 4 ชิ้นต่อวัน ซึ่งความผันแปรภายในกรุ๊ปย่อย ตรวจพบได้จากการสังเกตค่า R ในแผนภูมิ R ส่วนความผันแปรระหว่างกรุ๊ปย่อยตรวจพบได้จากการสังเกตค่า $\bar{X}$ ในแผนภูมิ $\bar{X}$ จากแผนภูมิทั้ง 2 สามารถคำนวณหาดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตได้ดังนี้ ตามตารางที่ 5.19

ตารางที่ 5.19 ข้อมูลค่าวัดแรงบิดขันแน่นของ PLUG DRAIN ที่บันทึกไว้ใน 25 วัน

DATE	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	26	27	28	29	Total
MEAS	1.8	1.8	2.0	2.1	1.7	1.8	2.2	2.0	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.7	2.0	1.7	1.6	1.8	2.0	1.8	1.6	1.7	1.8	
URE -	1.8	1.7	1.9	1.7	1.8	1.9	1.8	1.7	1.8	1.7	2.0	2.1	2.1	1.7	1.9	2.0	1.7	2.0	2.0	1.6	1.7	1.6	1.9	2.0	1.7	
MENT	2.0	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.9	1.7	1.7	1.9	2.0	1.9	2.0	2.0	1.6	1.8	1.7	1.8	1.6	1.8	1.7	1.7	1.6	1.9	
	1.7	1.9	1.9	1.8	1.9	2.0	1.9	2.0	1.8	1.9	1.7	1.8	2.0	1.7	1.8	1.9	2.0	1.8	1.9	1.7	1.8	1.7	1.7	2.0	1.7	
TOTAL	7.1	7.2	7.6	7.4	7.1	7.4	7.7	7.6	6.9	7.2	7.4	7.7	7.7	7.2	7.5	7.2	7.5	7.2	7.3	6.7	7.3	6.8	6.9	7.3	7.2	
$\bar{X}$	1.78	1.8	1.9	1.85	1.78	1.85	1.93	1.9	1.73	1.8	1.85	1.93	1.93	1.8	1.88	1.8	1.88	1.8	1.83	1.68	1.83	1.7	1.73	1.83	1.8	45.53
R	0.4	0.2	0.2	0.4	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	/ 2

หาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ เฉพาะภายในกรุ๊ปย่อย $\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$ (เมื่อ n = ขนาดกรุ๊ปย่อย = 4)

หาค่าเฉลี่ยของทุกกรุ๊ปย่อย

จากสูตร $\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{x}}{k}$ (เมื่อ k = จำนวนกรุ๊ปย่อย =25)

$= \frac{45.53}{25}$

$= 1.82$

หาค่าเฉลี่ยของพิสัย (R)

จากสูตร $\bar{R} = \frac{\sum R}{k}$ (R = ค่าสูงสุดในกรุ๊ป - ค่าต่ำสุดในกรุ๊ป)

$= \frac{7.3}{25} = 0.29$

หาค่าขอบเขตสูงสุด (UCL)และค่าต่ำสุด (LCL)ของค่าเฉลี่ย $\bar{\bar{X}}$

จากสูตร $UCL = \bar{\bar{X}} + A2 \times \bar{R}$ (เมื่อ A2 = 0.729 จากตารางที่ 4

$= 1.82 + (0.729 \times 0.29) = 2.03$ ในภาคผนวก)

$LCL = \bar{\bar{X}} - A2 \times \bar{R}$

$= 1.82 - (0.729 \times 0.29) = 1.61$

หาค่าขอบเขตสูงสุด (UCL)และค่าต่ำสุด (LCL) ของค่า R

จากสูตร $UCL = D4 \times \bar{R}$ (เมื่อ D4 = 2.282 (จากตารางที่ 4 ใน

$= 2.282 \times 0.29 = 0.66$ ภาคผนวก)

$LCL = D3 \times \bar{R} = 0$

หาค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานภายในกรุ๊ปย่อย (σp)

จากสูตร ทำการประมาณค่า σp จากค่าของ $\bar{R}$

$\sigma p = \frac{\bar{R}}{d_2}$ (เมื่อ d2 = 2.06 เมื่อ n = 4)

(จากตารางที่ 4 ในภาคผนวก)

$= \frac{0.29}{2.06} = 0.14$

หาดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต (Cp และ Cpk)

จากสูตร $Cp = \frac{T}{6\sigma p}$

เมื่อ T = ค่าขอบเขตมาตราฐานสูงสุด - ค่าขอบเขตมาตราฐานต่ำสุด

แทนค่าสูตร $Cp = \frac{2.6 - 1.3}{6 \times 0.14}$

$= 1.55$

เนื่องจากค่าเฉลี่ยของกระบวนการห่างจากค่ากลางของขอบเขตข้อกำหนดมาตราฐานด้านบนและด้านล่าง จะต้องทำการปรับค่า Cp ด้วยตัวประกอบ (1 - k)

จากสูตร $Cpk = (1 - k) Cp$ _____(1)

เมื่อ $k = \frac{|M - \bar{X}|}{T/2}$ เมื่อ M = ค่าเฉลี่ยของข้อกำหนดมาตราฐาน $= \frac{1.3 + 2.6}{2} = 1.95$

แทนค่าสูตร $k = \frac{|1.95 - 1.82|}{1.3/2}$ T = ช่วงของข้อกำหนดมาตราฐาน $= 2.6 - 1.3 = 1.3$

$= 0.2$

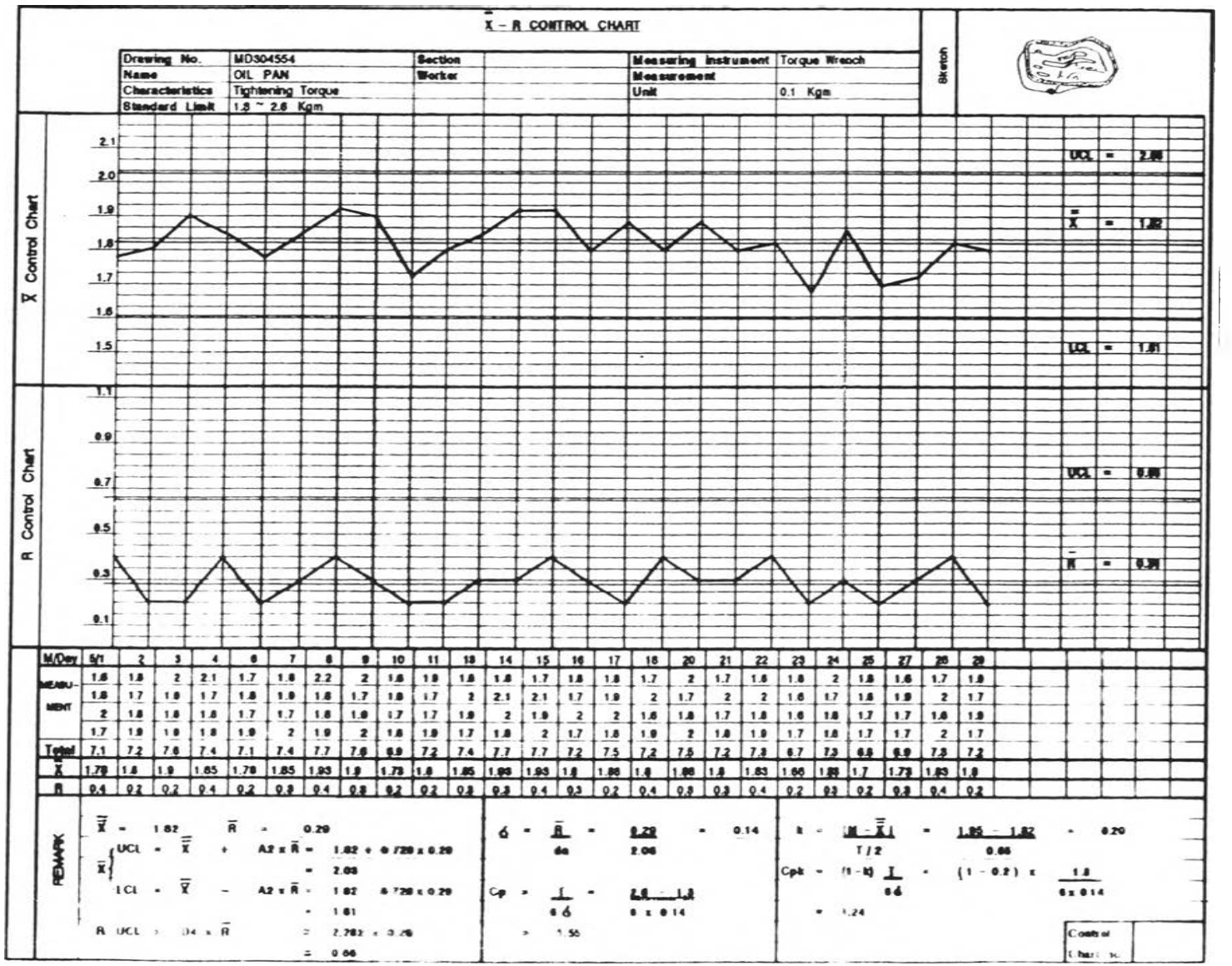
แทนค่า k และ Cp ใน (1)

$Cpk = (1 - 0.2) \times 1.55$

$= 1.24$

ดูตารางที่ 5.20

ตารางที่ 5.20 แผนภูมิควบคุม $\bar{X} - R$



3. การคำนวณหาค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต Cp และ Cpk จากฮีสโตรแกรม

จากข้อมูลเดิมในหัวข้อ 2. ซึ่งเป็นการสุ่มตัวอย่าง 4 ตัวอย่างในแต่ละวัน ซึ่งสามารถนำมาสร้างตารางแจกแจงความถี่ และหาค่าเฉลี่ยของ (X) และค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S) จากตารางได้ และคำนวณหาค่า Cp และ Cpk ดังต่อไปนี้

จากข้อมูลเดิมนำมาจัดให้อยู่ในรูปของตารางแจกแจงความถี่

ชั้น	ขอบเขตของชั้น	ค่ากลาง	ข้อมูล	ความถี่	u	f * u	f * u²
1	1.55 – 1.65	1.6	𝍸 ////	9	−1	−9	9
2	1.65 – 1.75	1.7	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 //	27	0	0	0
3	1.75 – 1.85	1.8	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸	25	1	25	25
4	1.85 – 1.95	1.9	𝍸 𝍸 𝍸 //	17	2	34	68
5	1.95 – 2.05	2.0	𝍸 𝍸 𝍸 ///	18	3	54	162
6	2.05 – 2.15	2.1	///	3	4	12	48
7	2.15 – 2.25	2.2	/	1	5	5	25
8							
9							
10							
Total		Xo = 1.7		100		121	337

<u>วิธีการสร้างตารางแจกแจงความถี่</u>

1. <u>หาค่าพิสัย R</u>

จากตารางข้อมูลเดิม ค่าพิสัย (R) = ค่ามากที่สุด – ค่าน้อยที่สุด

เมื่อ ค่ามากที่สุด = 2.2 kgm.

ค่าน้อยที่สุด = 1.6 kgm.

แทนค่าสูตร R = 2.2 – 1.6 = 0.6 kgm.

2. <u>หาชั้นของข้อมูล</u>

จำนวนชั้นของข้อมูล = $\frac{\text{พิสัย}}{\text{ความกว้างชั้น}}$

= $\frac{0.6}{0.1}$ = 6 ชั้น

3. <u>หาค่าขอบเขตของแต่ละชั้น</u>

ค่าขอบเขตของแต่ละชั้นจะต้องละเอียดเป็นครึ่งหนึ่งของหน่วยวัดของข้อมูล

ค่าขอบเขตต่ำ + ความกว้างของชั้น = ค่าขอบเขตสูง

ค่าต่ำสุด = 1.6

ค่าขอบเขตต่ำสุดชั้นที่ 1 = 1.55 (น้อยกว่าค่าต่ำ 0.05)

ค่าขอบเขตสูงของชั้นที่ 1 = 1.55 + 0.1 = 1.65

ค่าขอบเขตต่ำของชั้นที่ 2 ก็จะเท่ากับค่าขอบเขตสูงของชั้นที่ 1 เป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนถึงชั้นสุดท้าย

4. <u>หาค่ากลางของแต่ละชั้น</u>

ค่ากลางของแต่ละชั้น = $\frac{\text{ค่าขอบเขตค่าต่ำ + ค่าขอบเขตค่าสูง}}{2}$

เช่นชั้นที่ 1

ค่าขอบเขตค่าต่ำ = 1.55

ค่าขอบเขตค่าสูง = 1.65

ค่ากลาง = $\frac{1.55 + 1.65}{2}$

= $\frac{3.2}{2}$ = 1.6

5. <u>จัดทำตารางความถี่</u>

ใส่ขีดจำนวนลงในชั้นที่มีค่าขอบเขตชุดเดียวกัน (อยู่ในชั้นข้อมูลเดียวกัน)

6. กำหนดอักษรตัวแปรเพิ่ม คือ

- เลือกชั้นที่มีค่าความถี่สูงสุด ให้ $u = 0$
- เขียนตัวเลขย้อนขึ้นจากบรรทัดที่มีค่า $u = 0$ โดยเติมลงในคอลัมน์ เป็น -1, -2 และ 1, 2, 3, 4, ตามลำดับ หรือจากความสัมพันธ์ X กับ u จะได้ $u = \frac{(X - Xo)}{C}$

เมื่อ Xo = ค่าชั้นกลางที่มีค่า = 0

C = ความกว้างของชั้น = 0.1

7. คำนวณค่าเฉลี่ย $\bar{X}$

จากสูตร $\bar{X} = Xo + [C \times \frac{1}{n} \times (\sum fu)]$

เมื่อ Xo = ค่ากลางที่มี $u = 0$ = 1.7

C = ความกว้างของชั้น = 0.1

n = จำนวนความถี่ทั้งหมด = 100

แทนค่าสูตร

$$\bar{X} = 1.7 + [0.1 \times \frac{(121)}{100}]$$

$$= 1.7 + 0.12$$

$$= 1.82$$

8. หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

จากสูตร $$S = C \sqrt{\frac{(\sum fu^2) - \frac{(\sum fu)^2}{n}}{n - 1}}$$

แทนค่าสูตร $$= 0.1 \sqrt{\frac{(337) - \frac{(121)^2}{100}}{99}}$$

$$= 0.1 \sqrt{1.925}$$

$$= 0.138$$

9. หาดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต Cp , Cpk

จากสูตร $Cp = \frac{T}{6s}$

เมื่อ T = ความกว้างของข้อกำหนดมาตรฐาน = 1.3

แทนค่าสูตร $Cp = \frac{1.3}{6 \times 0.138}$

$= 1.57$

จากสูตร $Cpk = (1 - k)Cp$ _____ (1)

เมื่อ $k = \frac{2 \mid M - \bar{X} \mid}{T}$

เมื่อ M = ค่าเฉลี่ยของข้อกำหนดมาตรฐาน = 1.95

$X = 1.82$

แทนค่าสูตร $k = \frac{2 \mid 1.95 - 1.82 \mid}{1.3}$

$= 0.2$

แทนค่า k ในสูตร (1)

$Cpk = (1 - 0.2) \times 1.57$

$= (0.8) \times 1.57$

$= 1.26$

จากค่าดัชนีความสามรถของกระบวนการผลิต Cpk = 1.26 เมื่อตรวจสอบกับตารางการตัดสินใจ จะอยู่ในเกรด B คือ กระบวนการผลิตมีความสามารถพอดี สำหรับชิ้นส่วนทั่ว ๆ ไป แต่ถ้าเป็นชิ้นส่วนเกี่ยวกับความปลอดภัยของมนุษย์ จะต้องให้ความเอาใจใส่ในการตรวจสอบ

ตารางที่ 5.21

หลังจากทำการตรวจสอบความสามารถของกระบวนการผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้บันทึกค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตในแบบฟอร์มการบันทึก ตามรูปที่ 5.77 เพื่อเก็บรวบรวมสถิติไว้ในการแก้ปัญหาและการปรับปรุงในครั้งต่อไปโดยการบันทึกจะกระทำโดยฝ่ายควบคุมคุณภาพ

สำหรับการหาความสามารถของกระบวนการผลิตและดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต Cp, Cpk, จากแผนภูมิควบคุม (CONTROL CHART)หรือแผนภูมิฮีสโตรแกรม (HISTROGRAM) ที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ ซึ่งทั้ง 2 วิธีนี้สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมของงานแต่ละประเภท แต่ส่วนใหญ่ในการควบคุมการผลิตภายในโรงงานหรือบริเวณสายการผลิตจะนิยมใช้CONTROL CHART เพื่อแสดงถึงความสามารถของกระบวนการผลิต โดยจะติดแผนภูมิไว้ที่กระดาน (BOARD) บริเวณใกล้กับสถานที่ปฏิบัติงาน เพื่อให้พนักงานได้เห็น และเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบเป็นผู้ดำเนินการบันทึกตัวเลขในแต่ละวัน แต่ถ้าเป็นการรายงานผลการตรวจสอบหรือใช้ในการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบจะนิยมใช้ฮีสโตรแกรม เพื่อบันทึกค่า Cp หรือ Cpk ในกระดาษบันทึก และดูผลการตรวจสอบเป็นอย่างไร เพื่อหาข้อสรุปในการดำเนินการครั้งต่อไป

ตารางที่ 5.21 ตารางแสดงผลตารางที่

Process Capability Examination Table	Part No.	[illegible]	Mecha-nic		Date of Measu-rement		Measuring Person	
	Part Name	OIL PAN	Chara-cteris-tic	Tightening – Torque	Measuring Instrument		Torque Wrench	
					Unit		Kgm	

Sketch

Standard: 1.3 – 2.6 Kgm

o One side ✓ Both side

Judgement: B

NO.	Class	Represe-ntative value	Record	Frequ-ency f	u	f * u	f * u²
1	1.55 – 1.65	1.6	𝍸 ////	9	-1	-9	9
2	1.65 – 1.75	1.7	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 //	27	0	0	0
3	1.75 – 1.85	1.8	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸	25	1	25	25
4	1.85 – 1.95	1.9	𝍸 𝍸 𝍸 //	17	2	34	68
5	1.95 – 2.05	2.0	𝍸 𝍸 𝍸 ///	18	3	54	162
6	2.05 – 2.15	2.1	///	3	4	12	48
7	2.15 – 2.25	2.2	/	1	5	5	25
8							
9							
10							
Total		Xo = 1.7		100		121	337

n ; Size of sample = f = 100

C ; Range of class = 0.1

Xo ; Representative value at u=0 = 1.7

T ; Range of standard = 1.3

TU ; Upper limit of standard =

TL ; Lower limit of standard =

M ; Mean value of standard = 1.95

Max.value = 2.2 Min.value = 1.6

Criteria for Judgement

		Safety Characteristic	Other Characteristic
A	1.33< Cpk	Process Capability Sufficient	Inspection may be exempted
B	1.33> Cpk >1.0	Require attention	process capability sufficient
C	Cpk<1.0	All parts to be checked	Require improvement

Mean value ; $\bar{X} = Xo + C \times \frac{1}{n} \times (\Sigma f * u) = 1.7 + (0.1 \times \frac{1}{100} \times 121)$

$= 1.82$

Standard deviation ; $S = C \times \sqrt{\frac{\Sigma f * u^2 - \frac{(\Sigma f * u)^2}{n}}{n-1}} = 0.1 \times \sqrt{\frac{(337) - \frac{(121)^2}{100}}{99}}$

$= 0.138$

Process capability index ; $Cp = \frac{T}{6S} = \frac{1.3}{6 \times 0.138} = 1.57$

(Standard with upper and lower limits)

; $Cp = \frac{Tu - \bar{X}}{3S}$ or $\frac{\bar{X} - Tl}{3S} =$

(Standard with one side limit)

; $Cpk = (1 - K)\frac{T}{6S} = (1 - 0.2) \times \frac{1.3}{6 \times 0.138}$

$= 1.26$

(Standard with upper and lower limits)

Bias factor ; $K = \frac{2 \times |M - \bar{X}|}{T} = \frac{2 \times |1.95 - 1.82|}{1.3}$

$= 0.2$

Measures and Countermeasure

PROCESS CAPABILITY REGISTER TABLE

Part No.		Part Name	
Place of Production		Sketch	

Remark

Judgement : Circle a symbol mark
- A Process capability sufficient
- B Process capability not fully sufficient
- C Process capability insufficient

Characteristics Value : Indicate clearly + + Safety Part

NO.	Characteristics Value	First							Second							Third						
		Month / Day	n	Cp	K	Cpk	Judge-ment	Measurement and Countermeasure	Month / Day	n	Cp	K	Cpk	Judge-ment	Measurement and Countermeasure	Month / Day	n	Cp	K	Cpk	Judge-ment	Measurement and Countermeasure
1							A B C							A B C							A B C	
2							A B C							A B C							A B C	
3							A B C							A B C							A B C	
4							A B C							A B C							A B C	
5							A B C							A B C							A B C	
6							A B C							A B C							A B C	
7							A B C							A B C							A B C	
8							A B C							A B C							A B C	
9							A B C							A B C							A B C	
10							A B C							A B C							A B C	

รูปที่ 5.77 แบบฟอร์มการบันทึกค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต

สรุปวิธีการตรวจสอบและการทดสอบในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนโลหะรถยนต์

หัวข้อ	วิธีการตรวจสอบ	วิธีการทดสอบ	มาตราฐาน
– แผ่นเหล็กรับเข้าเพื่อการอัดขึ้นรูป	– ตรวจดูลักษณะผิวภายนอก – การตรวจวัดขนาดและน้ำหนัก	-TENSILE TEST -ERICHSEN CUPPING TEST -BEND TEST -HARDNESS TEST -CHEMICAL ANALYSIS -SALT SPRAY TEST -การพับสองครั้ง -การตอกเจาะเป็นรู -การเชื่อมด้วยแก๊ส	JIS Z2201 JIS Z2241 JIS Z2247 JIS Z2248 JIS Z2204 JIS Z2245 JIS G0303 JIS H0401 JIS Z2371
– ชิ้นส่วนย่อยที่สั่งซื้อจากร้านค้าภายนอก	– ตรวจสอบดูสภาพภายนอก – ตรวจสอบขนาด – ตรวจสอบการขึ้นรูป	-TENSILE TEST -WELDING TEST -HARDNESS TEST	JIS Z2201 JIS Z2241 JIS Z2245 JIS 0303
– ชิ้นส่วนที่ทำการผลิตภายในโรงงาน	– ตรวจสอบลักษณะภายนอก – ตรวจสอบโดยการวัดขนาด – ตรวจโดยใช้จิ๊กตรวจสอบ – โดยการเปรียบเทียบกับชิ้นส่วนมาตราฐาน	-TENSILE TEST -DIVER CHECK -NUGGET DIAMETER -SHEAR STRENGTH TEST -การดึงแนวเชื่อมของงานแผ่นแบน	JIS Z2241 ES-X75010 ASAM SECIX

หัวข้อ	วิธีการตรวจสอบ	วิธีการทดสอบ	มาตราฐาน
- ชิ้นส่วนที่ทำการผลิตภายในโรงงาน	- การตรวจสอบก่อนการเชื่อม - ตรวจดูสภาพภายนอกของงานเชื่อม - การตรวจโดยผ่าดูรอยเชื่อม - ตรวจสอบขนาดหลังการเชื่อมประกอบ	-ทดสอบแนวเชื่อมด้วยการพับ -ดัดรอยเชื่อมบนชิ้นงาน -ทดสอบการแทรกซึมของสี	DIN 50121 JIS Z3312 JIS Z3141
- ชิ้นส่วนที่ทำสำเร็จก่อนส่งให้ลูกค้า	- ตรวจสอลลักษณะภายนอก - โดยการเปรียบเทียบกับชิ้นงานตัวอย่าง - ตรวจสอบโดยการวัดขนาด - โดยใช้จิ๊กตรวจสอบ	- ทดสอบความแข็งแรง - ทดสอบความทนทาน - ทดสอบความแข็งแรงของงานเชื่อมแป้นเกลียว และสลักเกลียว - ผ่าดูแนวเชื่อม - ทดสอบความแข็งของสี - ทดสอบการยึดเกาะผิวของสี - ทดสอบการกัดกร่อนของการเคลือบผิว	ES-X31006 JASO F117-77 ES-X87010 MS 82-3101 ES-X71133 JIS Z2371