บทที่ 3

ข้อมูลเกี่ยวกับโรงงานตัวอย่าง

โรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษา เป็นโรงงานที่ตั้งขึ้นโดยคนไทย และบริหารโดยคนไทยได้เริ่มก่อตั้งมาตั้งแต่ปี 2502 ปัจจุบันมีพนักงานกว่า 2,000 คน และกำลังจะมีการขยายตัวขึ้นอีก เนื่องจากมีการเติมโตด้านอุตสากรรมชิ้นส่วนยานยนต์เป็นอย่างมาก ทำให้โรงงานต้องมีการพิจารณาถึงการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์ให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งขันทั้งในและต่างประเทศ

3.1 แผนผังโครงสร้างองค์กร

โดยสร้างการบริหารงานของโรงงานผลิตแหนบรถยนต์ที่ทำการศึกษาจะประกอบด้วยฝ่ายต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. รองประธานกรรมการ
2. ฝ่ายวางแผนธุรกิจ
3. ฝ่ายการตลาด
4. ฝ่ายจัดซื้อจัดหา
5. ฝ่ายบัญชีและการเงิน
6. ฝ่ายบริหารทรัพยากรบุคคล
7. ฝ่ายโรงงานแหนบรถยนต์
8. ฝ่ายขายแหนบรถยนต์
9. ฝ่ายนำเข้าส่งออก
10. ฝ่ายรับประกันคุณภาพ

และโครงสร้างของฝ่ายรับประกันคุณภาพจะแบ่งออกเป็น

1. แผนกตรวจสอบและทดสอบวัตถุดิบ
2. แผนกตรวจสอบคุณภาพภายในกระบวนการผลิต
3. แผนกตรวจสอบคุณภาพสินค้าสำเร็จรูป
4. แผนกประเมินและติดตามผล

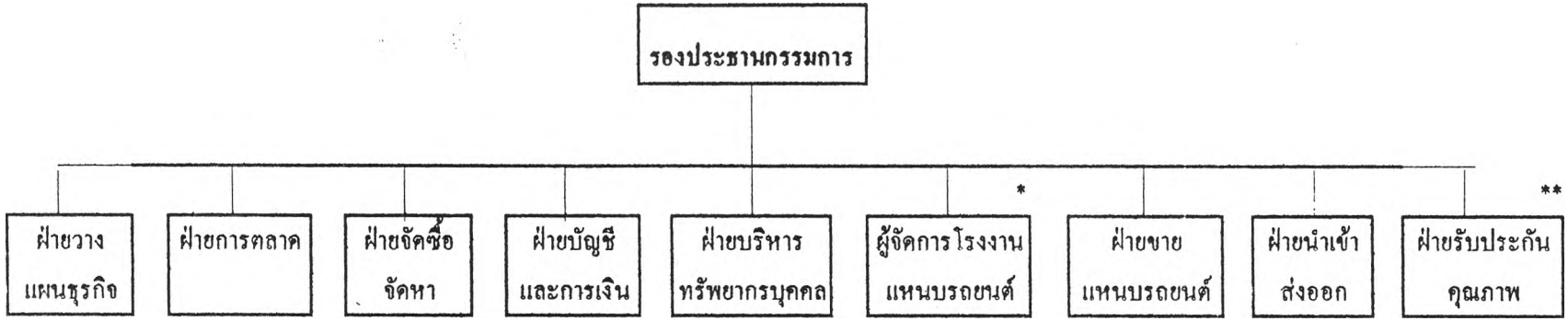
แผนกตรวจสอบคุณภาพและทดสอบวัตถุดิบ มีหน้าที่รับผิดชอบในการตรวจสอบเหล็กและชิ้นส่วนประกอบที่นำเข้าเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการผลิตแหนบรถยนต์ เพื่อให้มั่นใจว่ามีคุณภาพตรงตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในการตรวจสอบ จะมีแผนคุณภาพสำหรับการตรวจสอบ และใบตรวจสอบเพื่อใช้อ้างอิงในการตรวจสอบ และเก็บเป็นบันทึกผลการตรวจสอบไว้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสอบย้อนกลับ และใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผล การควบคุมคุณภาพของผู้ส่งมอบทุก 6 เดือน

แผนกตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิต มีหน้าที่รับผิดชอบในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิตมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ และการควบคุมกระบวนการผลิตอยู่ในภาวะควบคุมโดยการตรวจสอบยังไม่มีการกำหนดจุดที่ต้องการตรวจสอบให้ชัดเจนว่าจะตรวจอะไรบ้าง แผนกการสุ่มตัวอย่างจำนวนตัวอย่างและความถี่ในการตรวจก็ยังไม่ได้กำหนดให้เป็นมาตรฐาน จะอาศัยประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานยังไม่มีการนำ "การควบคุมกระบวนการด้วยกลวิธีทางสถิติ" มาใช้ในการเฝ้าติดตามกระบวนการและมีการวัดความสามารถของกระบวนการ รวมทั้งการใช้เครื่องมือวัดก็ยังไม่เหมาะสมกับความสามารถ และความแม่นยำของระบบของระบบการจัดที่ต้องการ เครื่องมือวัดก็ไม่มีการศึกษา การวัดการแก้ไขปัญหาก็ยังไม่มีการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่แท้จริง ส่วนใหญ่จะอาศัยประสบการณ์ของหัวหน้างาน หรือช่างเทคนิค, วิศวกรแต่ละคน

แผนกตรวจสอบคุณภาพสินค้าสำเร็จรูป มีหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพแหนบสำเร็จรูปที่ผลิตเสร็จเรียบร้อย เพื่อให้มั่นใจว่ามีคุณภาพตรงตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ของลูกค้า การตรวจสอบจะทำตามแหนกสุ่มตัวอย่าง และหัวข้อที่กำหนดไว้ในแผนคุณภาพ หรือตามที่ลูกค้าระบุไว้ ถ้าแหนบที่ตรวจสอบไม่ผ่านการตรวจสอบจะถูกควบคุมและพิจารณาตัดสินตามระบบงานการควบคุมผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามาข้อกำหนด ส่วนปัญหาข้อบกพร่องจะถูกจัดทำเป็นรายงานส่งให้กระบวนการผลิตเพื่อทำการแก้ไขและป้องกันปัญหาไม่ให้เกิดซ้ำต่อไป

แผนกประเมินและติดตามผล มีหน้าที่รับผิ ดชอบในการรับฟังปัญหาคำร้องเรียนจากลูกค้าภายในและลูกค้าภายนอก แจ้งปัญหาให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องรับทราบ เพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาและกำหนดวิธีแก้ปัญหา และป้องกันปัญหา รวมทั้งติดตามผลการแก้ไขปัญหาด้วยการตรวจสอบเป็นระยะ ๆ นอกจากนั้นยังมีหน้าที่รับผิดชอบในการช่วยจัดเตรียมแบบฟอร์ม, ใบตรวจสอบ และเอกสารสนับสนุนอื่นๆ ที่ต้องใช้ในการตรวจสอบ

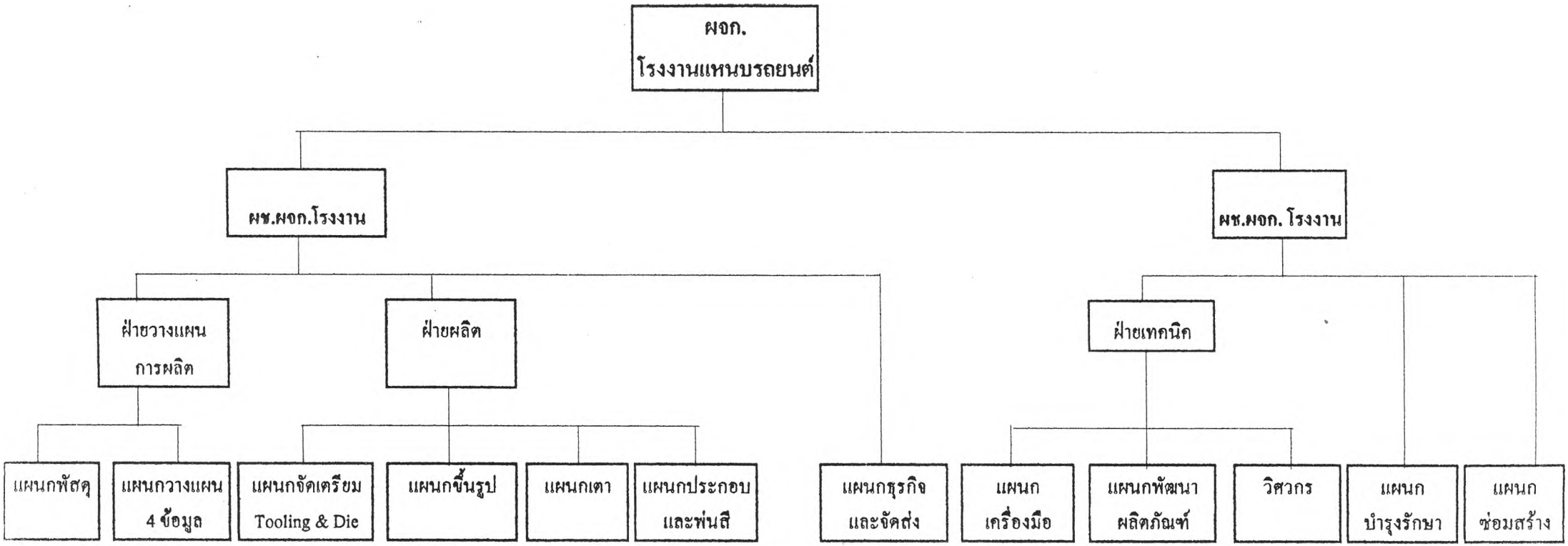
รูปที่ 3.1 แผนผังโครงสร้างการบริหารงานบริษัทที่ทำการศึกษา



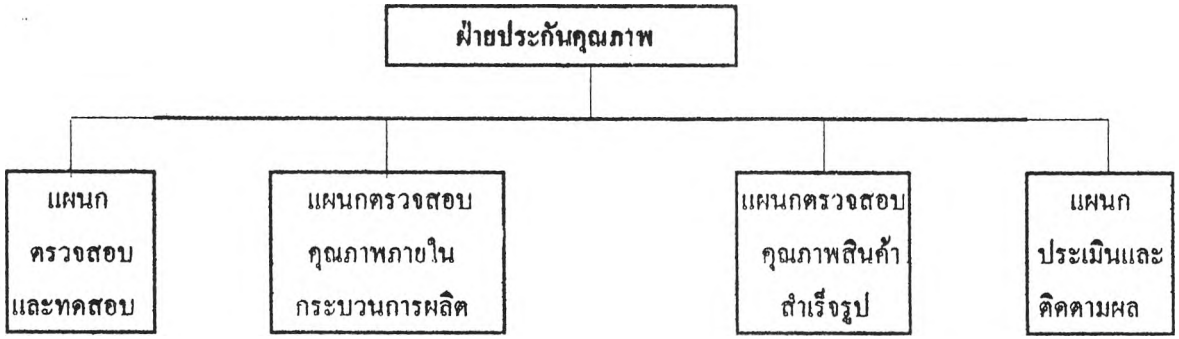
หมายเหตุ * ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในแผนผังโครงสร้างการบริหารงานโรงงาน

** ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในแผนผังโครงสร้างการบริหารงานฝ่ายรับประกันคุณภาพ

รูปที่ 3.2 แผนผังโครงสร้างการบริหารงานโรงงานผลิตแหนบรถยนต์



รูปที่ 3.3 แผนผังโครงสร้างการบริหารงานฝ่ายประกันคุณภาพ



3.2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์แหนบรถยนต์

ความหมายและหน้าที่ของแหนบ

แหนบ คือ สปริงประเภทหนึ่งเป็นส่วนประกอบของรถ ติดตั้งอยู่ช่วงล่างรับภาระบรรทุกจากโครงรถแล้วถ่ายทอดลงสู่เพลาล้อ มีหน้าที่ในการลดการสั่นสะเทือนให้กับโครงรถ โดยการรับและเก็บพลังงานที่เกิดขึ้นจากการสั่นสะเทือนเมื่อรถวิ่ง แล้วจึงคายออกในเวลาต่อมา จึงเป็นการหน่วงแรงสั่นสะเทือนทำให้โครงรถเคลื่อนที่ได้นุ่มนวลขึ้น ผู้ใช้รถจึงรู้สึกสบายไม่เกิดอาการสั่นไหวตามไปกับความขรุขระของผิวถนน

ลักษณะของแหนบ

ลักษณะของแหนบโดยทั่วไปจะประกอบด้วยแผ่นแหนบหลายแผ่นที่มีความยาวแต่ละแผ่นแตกต่างลดหลั่นกันตามลำดับ วงซ้อนกันโดยมีสลักเกลียวสอดผ่านรูกลางแหนบ ที่เรียกว่ารูสะดือ (Center Hole) เพื่อยึดแผ่นแหนบแต่ละแผ่นให้รวมกันเป็นแหนบตับ สลักเกลียวนี้เรียกว่า สะดือแหนบ (Center Bolt) แผ่นแหนบแต่ละแผ่นจะมีความโค้งก่อนประกอบแตกต่างกันเล็กน้อย เพื่อให้เกิดค่า NIP ตามที่กำหนดไว้ เมื่อประกอบกันเข้าเป็นตับแล้วจึงมีความโค้งเดียวกัน แหนบส่วนใหญ่จะมีความโค้งแบบกึ่งวงรี (Semi-Elliptic Spring)

การติดตั้งและการทำงานของแหนบ

การติดตั้งของแหนบแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภท ที่มีแหนบอยู่เหนือเพลา (Overslung) และประเภทที่แหนบอยู่ใต้เพลา (Underslung) ซึ่งทางบริษัทผลิตรถยนต์ได้ออกแบบการติดตั้งและการรับน้ำหนักให้เหมาะสมกับการใช้งานอยู่แล้ว แหนบโดยทั่วไปชั้นที่ 1 จะม้วนเป็นวงกลมที่ปลายแหนบทั้งสองข้าง ซึ่งเรียกว่า หูแหนบ (Spring Eye) โดยหูแหนบทั้งสองข้าง จะยึดติดกับโครงรถด้วยเต้าหูแหนบ และโตงเตง ด้านเต้าหูแหนบจะยึดติดแหนบให้คงที่ (Fixed end) ส่วนด้านโตงเตงจะสามารถโยกแกว่งไปมาได้ (Shackled End) เพื่อให้แหนบสามารถเหยียดตัวออกขณะรับน้ำหนัก ส่วนบริเวณกลางแหนบจะยึดติดกับเพลาล้อด้วยสาแหรก (U-Bolt) สำหรับแหนบรุ่นที่ไม่มีหูแหนบ ก็จะมีตุ๊กตารับปลายแหนบแทน เมื่อแหนบรับน้ำหนักก็จะสามารถเหยียดตัวเลื่อนออกไปได้ (Sliding end)

แหนบจะรับน้ำหนักจากโครงรถและภาระที่บรรทุกเพื่อถ่ายลงสู่เพลาล้อ,ล้อ และพื้นถนน ในที่สุดขณะที่รถวิ่งบนถนนที่ไม่เรียบก็จะเกิดการสั่นสะเทือนของล้อสู่เพลาล้อและแหนบ แต่เนื่องจากแหนบมีความสามารถในการรับและเก็บพลังงานจากการสั่นไว้ได้ส่วนหนึ่ง จึงคายออกสู่โครงรถน้อยลง การสั่นสะเทือนจึงน้อยลง ซึ่งตามปกติผู้ออกแบบจะออกแบบให้แหนบเมื่อรับน้ำหนักแล้วเกิดความสั่นด้วยความถี่ตามธรรมชาติ ซึ่งพอเหมาะที่คนจะไม่รู้สึกรำคาญหรือเกิดความเครียดขึ้น (Natural Vibation Frequency)

วัตถุดิบและการทำให้เหล็กเป็นสปริง

วัตถุดิบที่ใช้ทำแหนบคือ เหล็กสปริง (Spring Steel) ซึ่งปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีโรงงานผลิตเหล็กประเภทนี้ จึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

การทำให้เหล็กเป็นสปริง คือการนำวัตถุดิบที่ผ่านการเจาะรูหรือขึ้นรูปต่างๆ ที่ปลายแหนบแล้ว เช่น การม้วนหู,การตัดมุม หรือการรีดปลาย มาผ่านกระบวนการชุบ-อบ ด้วยความร้อน (Heat Treatment) โดยการเผาเหล็กให้ร้อนจนถึงอุณภูมิที่เหมาะสม แล้วทำให้เหล็กที่ร้อนนั้นเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว (Quenching) ด้วยการจุ่มชิ้นงานลงในสารชุบแข็ง วิธีการนี้ทำให้เหล็กแข็งขึ้น เรียกว่าการชุบแข็ง (Hardening) จากนั้นจึงนำไปอบคลาย (TEMPERING) เพื่อทำให้เกิดความเหนียวขึ้นไม่แข็งเปราะ เหล็กที่ผ่านขั้นตอนเหล่านี้แล้วจึงจะถือได้ว่าเป็นสปริง

ชนิดของแหนบ

แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ประมาณ 5 ชนิด

1. ชนิดที่ใช้สำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล
   - มีขนาดกว้างของแผ่นแหนบ ประมาณ 45-60 ม.ม
   - รับน้ำหนักได้ประมาณ 0.5-1 ตัน/ตับ
   - ส่วนมากมีการรีดบริเวณปลายแผ่นแหนบและมีการใส่ชิ้นส่วน(Part) เพื่อช่วยลดการเกิดเสียงดัง
   - ติดตั้งเฉพาะบริเวณส่วนหลังของรถ

2. ชนิดที่ใช้สำหรับรถบรรทุกขนาดเล็ก

- มีขนาดความกว้างของแผ่นแหนบ ประมาณ 50-70 ม.ม
- รับน้ำหนักได้ประมาณ 1-2 ตัน/ตับ
- ลักษณะและรูปร่างคล้ายกับแหนบชนิดแรก
- มีทั้งประเภทที่ติดตั้งเฉพาะส่วนหลัง ของรถและประเภทที่ติดตั้งทั้งสองส่วนของรถ

3. ชนิดที่ใช้สำหรับรถบรรทุกขนาดกลาง-ใหญ่

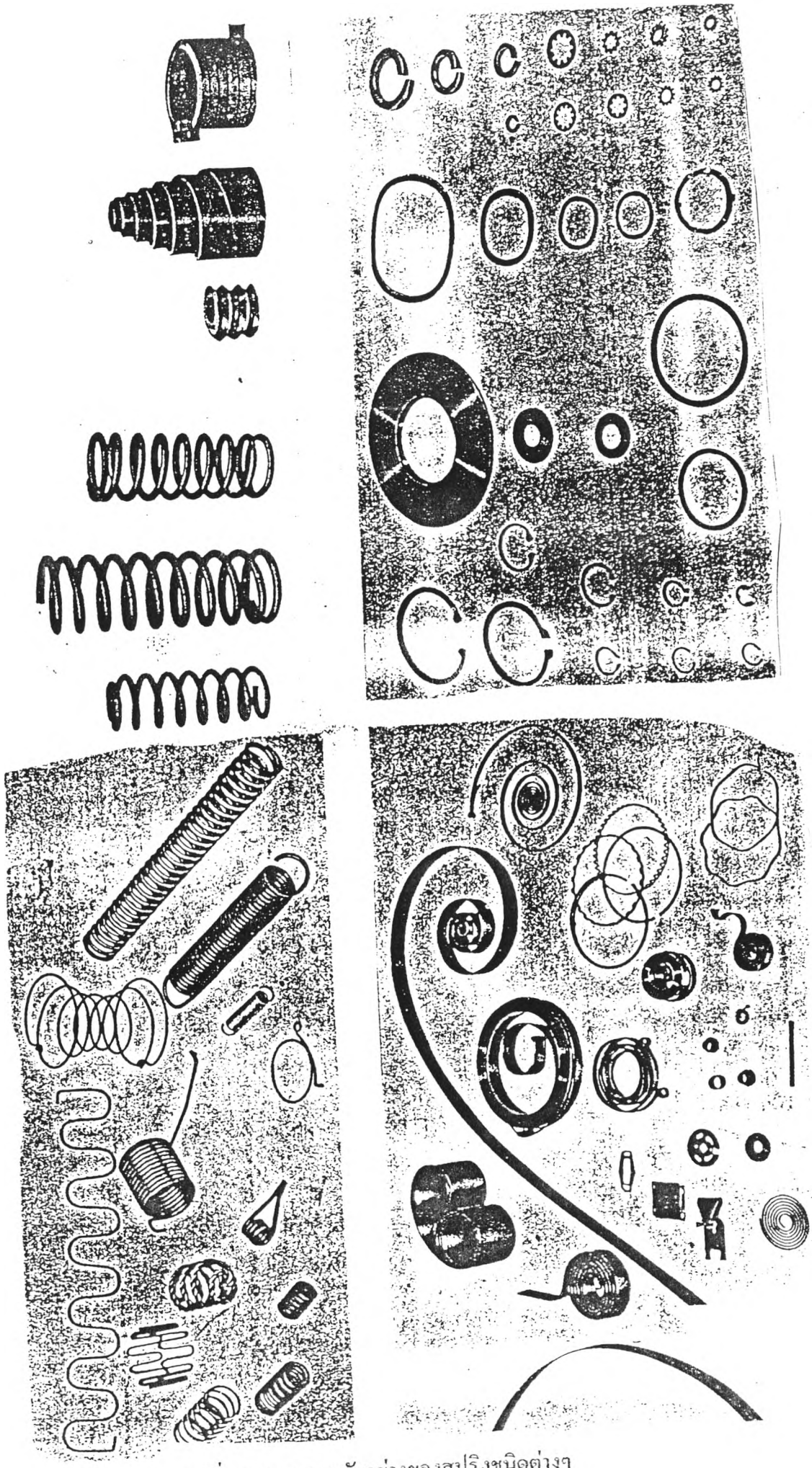
- มีขนาดความกว้างของแผ่นแหนบ ประมาณ 70-100 ม.ม
- รับน้ำหนักได้ประมาณ 2-10 ตัน/ตับ
- ติดตั้งส่วนหน้าและหลังของรถ
- บาง Part Number มีการรีดบริเวณปลายแผ่นแหนบ

4. ชนิดที่ใช้สำหรับรถพ่วง (รถเทเลอร์)

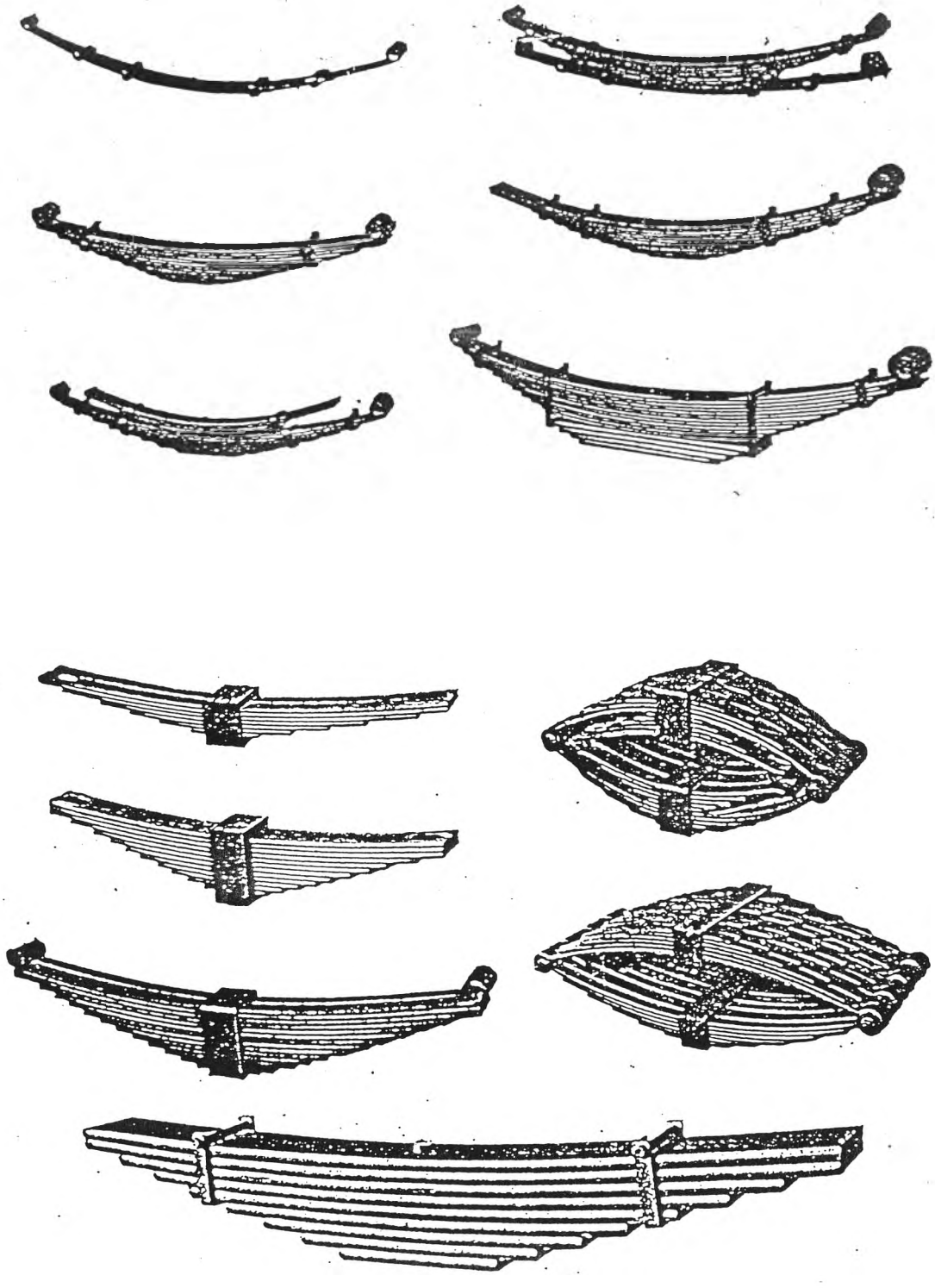
- มีขนาดความกว้างของแผ่นแหนบ ประมาณ 70-100 ม.ม
- รับน้ำหนักได้ประมาณ 2-10 ตัน/ตับ
- ชั้นที่ 1 ของแหนบไม่มีหู ลักษณะคล้ายแหนบช่วยของรถบรรทุก
- ส่วนใหญ่ไม่มีการรีดบริเวณปลายแผ่นแหนบ

5. ชนิดที่ใช้สำหรับเฉพาะงาน

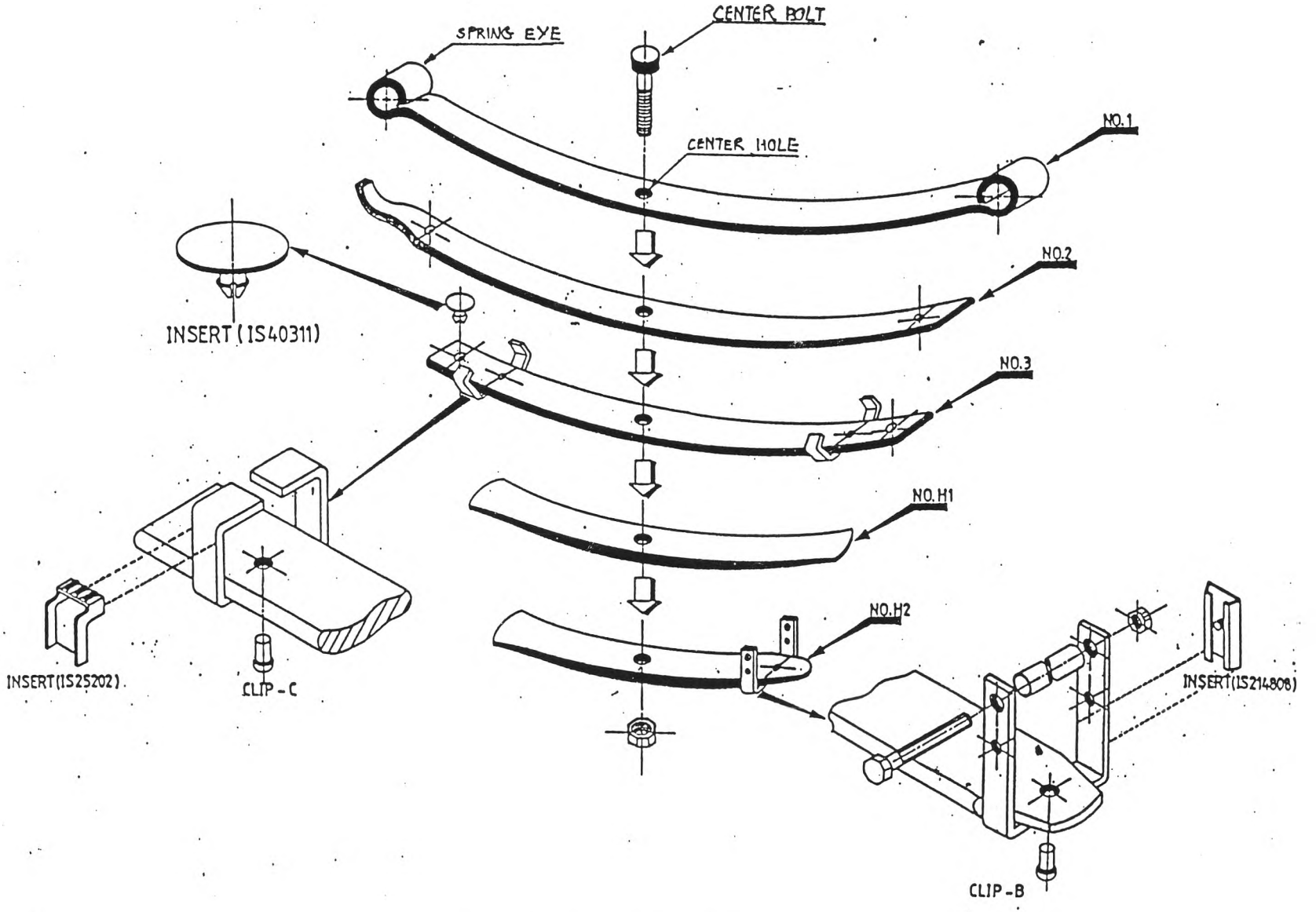
- มีลักษณะรูปร่างแตกต่างกับแหนบทั้ง 4 ประเภท ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น
- เช่น แหนบรถบ้าน (รถนอน), แหนบรถไฟ อื่นๆ



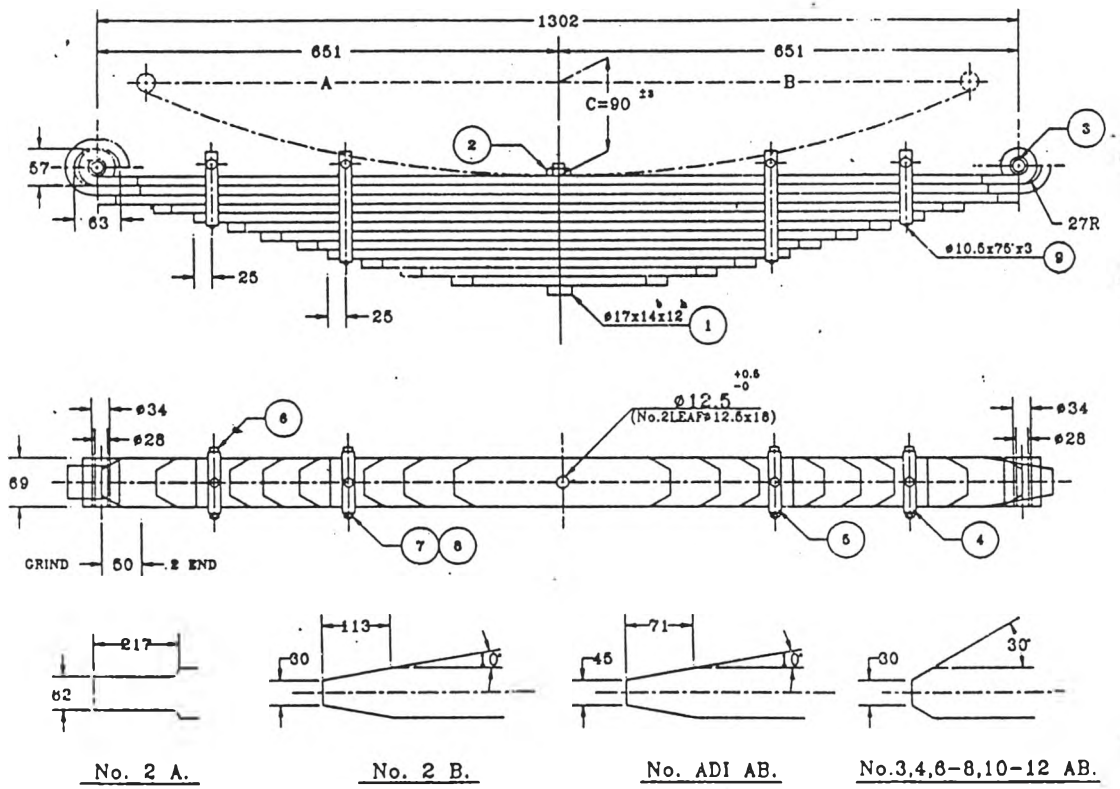
รูปที่ 3.4 แสดงภาพตัวอย่างของสปริงชนิดต่างๆ



รูปที่ 3.5 แสดงตัวอย่างแหนบชนิดต่างๆ



รูปที่ 3.6 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของแหนบ



NO.	SHEARED LENOTH(mm.) SIDE A	SIDE B	TOTAL	MAT Wid.	Th.	WEIGHT (Kg.)	CAMBER (mm.)	RADIUS (mm.)
1	789	789	1578	70	10	8.80		
2	818	707	1525		10	8.30		
3	650	650	1300		9	6.40		
4	589	CL	1178			5.80		
5	526		1052			5.10		
6	464		928			4.50		
7	403		806			3.90		
8	343		686			3.40		
9	284		568			2.80		
10	226		452			2.20		
11	169		338			1.80		
12	114		228			1.20		
						54.00		
ADI	665	665	1330	70	9	6.50		

NO.	SMA DR'G NO.	PART	REMARK	P/S	Wt. (Kgs.)	LEAF NO.
1	B7422128	CENTER BOLT	ø12x128	1	0.140	-
2	N1310	CENTER NUT	ø12.7x10	1	0.026	-
3	LB342868	BUSH	ø34xø28x68	2	0.320	1AB
4	2B716400	CLIP	25.4x6.35	2	0.660	5AB
5	2B710000	CLIP	25.4x6.35	2	0.762	9AB
6	CB1095	CLIP BOLT	ø10x95	4	0.160	5,9AB
7	CN0806	CLIP NUT	ø8x6	4	0.044	
8	CP1171	SPACER	ø11x71	4	0.080	
9	RT1025	RIVET	ø9.5x25	4	0.080	
					2.192	

REMARK	STANDARD SPECIFICATION
	HARDNESS :
	SHOT PEENING : TENSION SIDE ALL LEAVES
	PRIMER : SHOT PEEN SURFACE
	GRAPHITE GREASE : ALL CONTACT SURFACE
	ASSY PAINTING : BLACK PAINT
	MAKING : MARK ORIGINAL DR'G NO.
	ON LEAF NO.1 TENSION SIDE

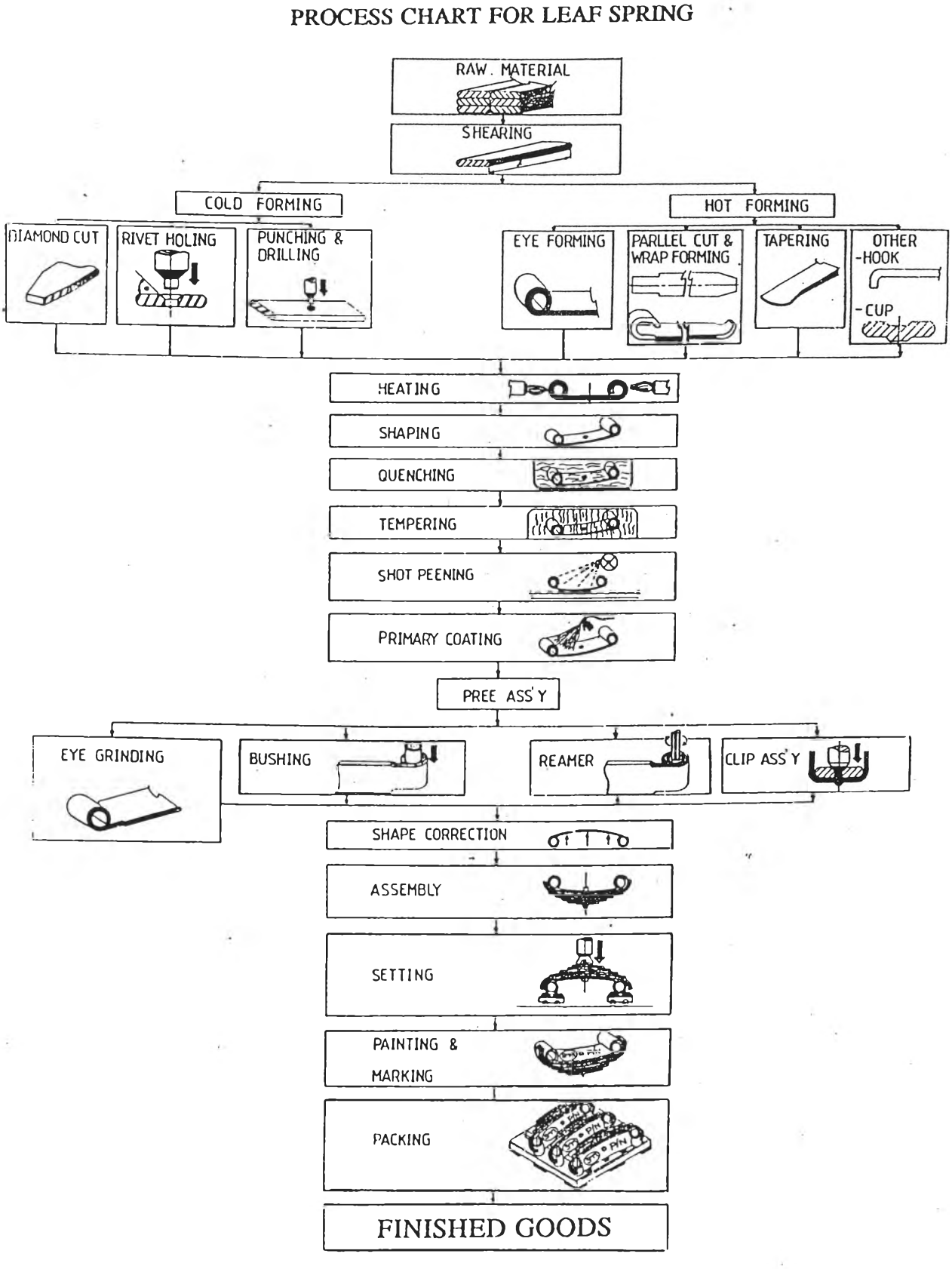
K_1 - 19.3354 Kg/mm. LOAD Kgs.
K_2 - Kg/mm. LOAD Kgs.
U - BOLT SPAN mm. PAD TYPE

LOAD TYPE	LOAD	C.	Def.	LENGTH	STRESS
NO.		90 ±3			
NORMAL	1470	14	76		40
MAX	2941	-62	152		80
TEST	3676	-100	190		100
SETTING	4411	-138	228		120

MATERIAL	WT.WITHOUT PART	WT.WITH PART	POSITION
SUP 9.9A	54.00	56.192	FRONT
MODEL			
ORIGINAL DR'G NO.			
SMA DR'G NO.			
SCALE		DRAWN / CHECKED / APPROVED	
	SIGN		
	DATE		

รูปที่ 3.7 แสดงแบบและข้อกำหนดของแหนบ

3.3 กระบวนการผลิตแหนบรถยนต์



รูปที่ 3.8 แสดงกระบวนการผลิตแหนบรถยนต์

1. การตัดเหล็กแหนบ (Shearing)

กรรมวิธีการตัดเหล็กแหนบ จะนำเหล็กจากชั้นวางวัตถุดิบ มาทำาการตัดซอยในกระบวนการตัดดิบที่เครื่องขนาด 120 ตัน ให้ได้ตามขนาดความยาวที่แบบกำหนดมาให้ โดยขั้นตอนนี้ ขนาดความกว้าง x ความยาว x ความหนา ขึ้นอยู่กับแบบที่ลูกค้ากำหนดมาให้

2. ตัดมุม 10 ,15 ,30 (DIAMOND CUT)

มุมในการตัดจะมีขนาดองศา ตั้งแต่ 10,15,30 ซึ่งจะเป็นกรรมวธีการขึ้นรูปเย็นเป็นส่วนใหญ่ จะมีบางส่วนเท่านั้นที่จะต้องนำเหล็กแหนบไปเผาปลายเพื่อลด STRENGTH ภายในเนื้อเหล็กลง แล้วค่อยนำมาตัดมุมอีกทีหนึ่งในกระบวนการนี้ หากเป็นการตัดมุมร้อนแล้ว จะขึ้นอยู่กับความหนาเหล็กเป็นส่วนใหญ่ ตั้งแต่ 11-12 ม.ม ขึ้นไป

3. ปั้มรูหูรัด (RIVET HOLING)

ขั้นตอนการปั้มรูหูรัด จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะงานคือ

1. งานขึ้นรูปเย็น
2. งานขึ้นรูปร้อน

3.1 งานปั้มขึ้นรูปเย็นนั้นจะปั้มในกรณีเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดที่นำมาปั้มมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง มากกว่าความหนาเหล็กที่จะนำมาปั้มรู หรือเท่ากับความหนาเหล็กเท่านั้น

3.2 งานปั้มขึ้นรูปร้อนจะต้องนำเหล็กแหนบไปทำการเผาที่อุณภูมิประมาณ 900-100 c แล้งค่อยนำมาทำการปั้มรูหูรัด กรณีนี้เส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดปั้มน้อยกว่าความหนาของเหล็กแหนบที่นำมาปั้มรูหูรัด

กรรมวิธีทั้ง 2 ชนิดนี้จะปั้มรูหูรัดบริเวณปลายของเหล็กแหนบ ส่วนจะเป็นชิ้นใดขอบแหนบนั้นขึ้นอยู่กับแบบที่ทางลูกค้ากำหนดมาให้ ทั้งนี้ในการปั้มรูหูรัดบริเวณปลายของเหล็กแหนบนั้น ก็เพื่อช่วยประคองเหล็กแหนบในแต่ละชิ้นไม่ให้บริเวณปลายนั้นแตกออกจากกัน ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายได้ ในขณะใช้งาน

4. การเจาะรูและปั้มรูสะดือ (PUNCHING & DRILLING)

กรรมวิธีนี้จะเหมือนกับการขึ้นรูปปั้มหูรัด (Revet Holping) จะแตกต่างกันที่ การเจาะรูและปั้มรูสะดือนั้น จะอยู่ในบริเวณกึ่งกลางของเหล็กแหนบ หรือเยื้องข้างใดข้างหนึ่งเท่านั้น จะไม่มีการปั้มหรือเจาะบริเวณปลายของเหล็กแหนบ

5. ม้วนหู (EYE FORMING)

กระบวนการนี้จะเป็นการขึ้นรูปร้อนทั้งหมด เนื่องจาก ไม่สามารถขึ้นรูปเย็นได้เพราะจะทำให้เหล็กแหนบซึ่งค่อนข้างแข็งจะเกิดการปริแตก และหักได้ในขณะขึ้นรูป แหนบรถส่วนใหญ่ ประเภทรถบรรทุกขนาด 1 ตัน - 1.5 ตัน จะมีการขึ้นรูปมวนหู 100% ลักษณะของหูแหนบที่ม้วนแล้วจะเป็นวงกลม ซึ่งเรียกว่าหูแหนบ โดยหูแหนบทั้ง 2 ข้าง จะยึดติดกับโครงรถด้วยเต้าหูแหนบและโตงเตงที่ติดกับรถ

6. การตัดขนาน & ม้วนหัวโต (PARALLEL CUT & WARP FORMING)

ลักษณะการขึ้นรูปเหมือนกับการขึ้นรูปม้วนหู หรือจะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ม้วนหู 2 ก็ได้ จะแตกต่างกันที่การม้วนจะมีลักษณะ การม้วนเป็นรูปไข่เท่านั้น และม้วนไม่ชิด ขนาด 3/4 ส่วนของวงกลมเท่านั้น ซึ่งจะใช้ครอบตัวหูอีกชั้นหนึ่ง เพื่อช่วยป้องกันขณะที่ตัวหูเกิดหักขึ้นมา จะช่วยไม่ให้การทรงตัวของรถเกิดเสียหลักได้ ในขณะขับขี่ แหนบที่ขึ้นรูปหัวโตนี้ส่วนใหญ่จะใช้กับรถบรรทุกขนาด 5-20 ตัน เท่านั้น ทั้งนี้เพราะภาระที่รถรับน้ำหนักมากจะเสี่ยงต่อการหักได้

7. รีดปลาย (TAPERING)

คือการลดขนาดของความหนา ของเหล็กแหนบบริเวณส่วนปลายของเหล็กแหนบ ที่ผ่านการตัดรอยมาแล้ว ด้วยกระบวนการขึ้นรูปร้อนทั้งสิ้น

8. การงอปลาย (HOOK)

ลักษณะของงานเป็นการขึ้นรูปบริเวณปลายของแหนบด้วยกรรมวิธีขึ้นรูปร้อนทั้งหมด ของกระบวนการนี้โดยใช้เครื่อง HYDRAULIC อัดให้ได้ตามแบบของแม่พิมพ์ที่ทำขึ้นมาทั้งนี้อยู่กับแบบที่ลูกค้ากำหนดมาให้ โดยแม่พิมพ์นี้จะทำการผลิตขึ้นใช้เอง

9. ปั๊มนม (CUP)

กรรมวิธีนี้มีลักษณะเหมือนกับการปั๊มรูสะดือ แตกต่างกันที่ กรรมวิธีนี้ใช้ความร้อนมาเกี่ยวข้องเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อลดความแข็งแรงภายในเนื้อเหล็กลง เพื่อสะดวกในการขึ้นรูปได้ง่าย อีกทั้งจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของแหนบแต่ละชิ้นมิให้หลุดออกจากกันในขณะสะดือที่ร้อยเพื่อจะประกอบนั้นเกิดการขาด ทั้งนี้เพราะแหนบแต่ละชิ้นจะมีลักษณะเป็นเป้านูนออกมาที่กึ่งกลางความยาว หรือเยื้องไปด้านใดด้านหนึ่งก็ได้ แต่ไม่ถึงบริเวณปลายแหนบ

10. เตาเผา (HEATING)

เป็นกระบวนการชุบเหล็กที่ผ่านการขึ้นรูปมาก่อนหน้านี้ เข้าเตาเผาที่อุณภูมิตั้งแต่ 880- 950°c ใช้เวลาเผาตั้งแต่เริ่มป้อนเข้าเตาจนเหล็กออกจากเตา เวลาที่ใช้ในการเผาแช่ภายในเตานั้นขึ้นอยู่กับความหนาของเหล็กโดยมาตรฐานอยู่ที่ เหล็กหนา 25 มม. ใช้เวลาในการเผาแช่ 20 นาที

11. การขึ้นรูปโค้ง (SHAPING)

การขึ้นรูปโค้งแหนบ (CAMBER) ขึ้นรูปได้ 2 วิธี คือ

1. ขึ้นรูปโดยการปั๊ม
2. ขึ้นรูปโดยการรีด

ค่าความโค้ง ขณะขึ้นรูปที่เตาใหญ่ ให้ค่าเผื่อความผิดพลาด +15 , -0 มม.

12.อบชุบ แข็ง (QUENCHING)

อุณภูมิน้ำมันที่ใช้ในการชุบอยู่ระหว่าง 60-80°c กรรมวิธีนี้จะชุบหลังจากแหนบขึ้นรูปโค้งมาแล้วมาทำการชุบลงในน้ำมันชุบ โดยจะแช่อยู่ในน้ำมันชุบประมาณ 5 นาที หลังจากนั้นก็จะนำแหนบเข้าทำการอบคลายความเครียด (TEMPERING) พร้อมที่จะเป็นเหล็ก SPRING ต่อไป

13. การอบคลาย (TEMPERING)

อุณภูมิที่ใช้ในการอบเหล็กแหนบที่ผ่านการขึ้นรูปโค้ง-ชุบอยู่ระหว่าง 480-500 ° c เวลาที่ใช้อบนั้นไม่น้อยกว่า 1 ช.ม ความแข็งหลังอบที่ได้จะต้องอยู่ระหว่าง 41.8-47.1 HRC.ขั้นตอนนี้เหล็กจะเป็น - Spring แล้ว

14. เครื่องยิงโลหะ (SHOT PEENING)

กรรมวิธีนี้ก็คือนำแหนบที่ผ่านการอบคลายมาแล้วมาทำการพ่นเม็ดโลหะเข้าไปที่ผิวของแหนบ ทั้งนี้ก็เพื่อทำความสะอาด ตัวแหนบ อีกทั้งเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของแหนบอีกด้วย

15. พ่นสีรองพื้น (PRIMARY COATING)

จะทำหลังจากแหนบผ่านกระบวนการยิงโลหะมาแล้ว จะทำการพ่นสีรองพื้นทันทีเพื่อป้องกันการเกิดสนิม

16. เตรียมประกอบ แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะงาน

16.1 การเจียรขนาด (Eye grinder)

16.2 อัดบูช (Bushing)

16.3 คว้านบูช (Reamer)

16.4 ย้ำหูรัด (Clip assy)

16.1 การเจียรขนาดหูแหนบ (Eye grinding) เพื่อสะดวกในการประกอบแหนบเข้ากับรถ ทั้งนี้แหนบที่ผ่านการม้วนหูแล้ว บริเวณความกว้างของหูจะถูกแบ่งออกมามากกว่าความกว้างเดิม อันเนื่องมาจากการม้วนหูในขณะที่ร้อน

16.2 อัดบูช (Bushing) จะเป็นกระบวนการอัด bush เข้าไปในหูแหนบ ทั้งนี้เพื่อลดการเสียดสีระหว่างวสลัก (pin) กับตัวของหูแหนบขณะที่ประกอบไปในรถแล้ว

16.3 คว้านบูช (reamer) เพื่อต้องการให้ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน bush ได้ตามขนาดที่แบบกำหนดมาให้

16.4 ย้ำหูรัด (clip assy) เป็นการรีดแหนบในแต่ละชิ้นให้ บริเวณแหนบไม่แตกออกจากกัน เมื่อประกอบแหนบแล้ว

17. รูปร่างของแหนบ (SHAPE CORRECTION)

ค่าความโค้งของแหนบที่ผ่านกระบวนการ shot peening มาแล้วจะต้องมาทำการตัดแต่งความโค้งพร้อมกับ curve ของความโค้งของชิ้นนั้นๆ ให้มีความโค้งเหมือนกันและรูปร่างเหมือนกันทุกชิ้นโดยมีค่า +,- 3 มม.จากแบบที่กำหนดมา

18. ประกอบแหนบ (ASSEMBLY)

แผ่นแหนบแต่ละแผ่นจะมีความโค้งก่อนประกอบแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดช่องห่างระหว่างชิ้นแหนบ (NIP Stress) เมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้วจึงจะมีความโค้งเดียวกัน โดยค่าความโค้งหลังจากประกอบเสร็จแล้ว เผื่อความผิดพลาด +,- 3 มม.

การประกอบแผ่นแหนบแต่ละแผ่นจะต้องสนิทไม่มีช่องว่าง (gap)รูปร่าง (shape) แต่ละแผ่นเป็นรูปร่างเดียวกัน

19. การทดสอบรับน้ำหนัก (SETTING)

กรรมวิธีนี้จะทดสอบแหนบที่ผ่านการประกอบมาแล้วด้วย stress สูงสุด 120 kg/mm^2 ของแหนบชนิดนั้นๆ ทั้งนี้ค่าของ load (kgs) จะขึ้นอยู่กับจำนวนความหนาทั้งหมดของแหนบที่ประกอบแล้ว อีกทั้งความกว้างของเหล็กด้วย stress ที่ใช้รับภาระทั่วๆ ไปอยู่ที่ 40-80 kg/mm^2

20. พ่นสี ตีตรา (PAINTING & MARKING)

การทำสีแหนบแบ่งประเภทของสีเป็น 2 ประเภทคือ

1. สีชุบ แหนบที่จะใช้วิธีการทำสีโดยการชุบส่วนมากจะเป็นแหนบที่เข้าเป็นตับ เพราะสีจะได้ซึมผ่านเข้าตามช่องได้ง่ายและความหนาของสีอย่างน้อยเท่ากับ 25 ไมครอน การตรวจสอบจะใช้วิธีตรวจสอบความหนืดของสีก่อนทำการชุบ จะใช้ถ้วยตวงในการทดสอบ โดยใน 1 ถ้วยตวงอัตราการไหลของสีจะต้องไหลออกหมดในเวลา 24-25 วินาที

2. สีพ่น มักจะใช้กับแหนบที่ขายเป็นตัวย่อย ความหนาของสีพ่นอย่างน้อยเท่ากับ 10 ไมครอน การตรวจสอบจะใช้วิธีเดียวกันกับชุบสี แต่อัตราการไหลเวลาที่ใช้จะน้อยกว่าคือ 7-10 วินาที

3. การตีตรา (MARKING) เป็นขั้นสุดท้ายในกระบวนการผลิตแหนบที่ส่งภายในประเทศ ส่วนใหญ่จะ marking เหมือนกันหมดคือ

ยี่ห้อรถ รุ่นรถ P/N	REAR หรือ FRONT จำนวนชั้น

นิยาม

* R คือ REAR (หลัง) หมายความว่าแหนบชุดนี้ประกอบกับรถด้านหลัง
* F คือ FROT (หน้า) หามายความว่าแหนบชุดนี้ประกอบรถด้านหน้า
* ยี่ห้อรถ เช่น TOTYOTA, MITSUBISHI, ISUZU ฯลฯ
* P/N (PART NUMBER0 คือ หมายเลขของแหนบนั้นๆ
* รุ่นรถ (MODEL) เช่น TOYOTA HILUX, MITSUBISHI CANTER, ISUZU FASTER-Z ฯลฯ

จำนวนชิ้น เป็นการบ่งบอกถึงจำนวนชั้นของแหนบ P/N นั้นเช่น (10) หมายความว่าแหนบชุดนี้มี 10 ชิ้น ถ้าเป็นแหนบตัวย่อยก็จะ marking ของตำแหน่งชั้น เช่น no.1 หมายความว่า เป็นแหนบชั้นที่ 1

21. การบรรจุ (PACKING)

การบรรจุแหนบที่ผลิตเสร็จแล้วจะถูกบรรจุบนแผ่นรองพื้น (pallet) ตามมาตรฐานการบรรจุของลูกค้า เพื่อทำการส่งมอบต่อไป

3.4 วิเคราะห์สภาพปัญหาเพื่อปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการ SPC Cp,Cpk

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาการปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการ SPC,Cp,Cpk ของกระบวนการผลิตแหนบรถบรรทุกขนาด 1 ตัน โดยเริ่มศึกษาจากข้อมูลเกี่ยวกับด้านคุณภาพของวัตถุดิบ กระบวนการผลิตรวมถึงแหนบที่ผลิตสำเร็จรูปออกมา ซึ่งข้อมูลที่ศึกษามาแสดงไว้ในตารางที่ 3.1 การกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และกระบวนการที่ต้องมีการควบคุมและเฝ้าติดตามได้กำหนดไว้ในแผนคุณภาพเดิมของโรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษา แ ต่ได้มีการกำหนดเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงไปโดยการวิจัยได้เปรียบเทียบกับโรงงานอื่นที่ได้ทำการผลิต ผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกัน การศึกษารายละเอียดของแต่ละกระบวนการเพิ่มเติม ซึ่งทำให้มีการกำหนดคุณลักษณะของกระบวนการและผลิตภัณฑ์ที่ต้องควบคุมไว้ในตารางที่ 3.3 แผนคุณภาพการควบคุมกระบวนการผลิตแหนบรถยนต์ หลังจากนั้น ได้เริ่มวิจัยโดยการศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน รวมทั้งการวิเคราะห์ระบบการวัดที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต เพื่อที่จะนำเป็นข้อมูลในการกำหนดวิธีการควบคุมกระบวนการที่เหมาะสม โดยการเก็บข้อมูลการผลิตจากการผลิตชิ้นงานจริงอย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีการปรับเปลี่ยน เงื่อนไขการผลิต เช่น วัตถุดิบ ชิ้นส่วน พารามิเตอร์การควบคุมกระบวงนการผลิต จำนวน 100 ชิ้น ซึ่งผลการศึกษาสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 3.2 ตารางสรุปผลการศึกษา ความสามารถของกระบวนการ และการศึกษา การวิเคราะห์ระบบการวัด

3.5 หลักการในการวิจัย

การควบคุมกระบวนการสามารถกระทำได้หลายวิธีการด้วยกัน เช่น วิธีการตรวจสอบ 100% วิธีการตรวจสอบระหว่างการผลิต (Process Inspection) หรือวิธีการตรวจสอบแบบสุ่มตัวอย่าง (Acceptance Sampling) เป็นต้น ในการเลือกวิธีการควบคุมกระบวนการวิธีใดจึงเหมาะสมกับลักษณะของกระบวนการผลิต ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง อาทิ ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) คุณค่าของผลิตภัณฑ์ ความสำคัญด้านคุณภาพของจุดงานนั้นต่อผลิตภัณฑ์ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ ความยากง่ายในการตรวจสอบ เหตุผลในด้านจิตวิทยา

สำหรับการใช้แผนภูมิควบคุม (Control Chart) ให้ได้ผลที่ดี กระบวนการผลิตที่จะเลือกใช้แผนภูมิควบคุมต้องมีความสามารถของกระบวนการที่ดีเสียก่อน ทั้งนี้เพราะว่าหากกระบวนการผลิตมีความแปรปรวน หรือ การกระจายมาก เส้น แผนภูมิควบคุมที่คำนวณได้ก็จะกว้าง ซึ่งในกรณีนี้อาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ตามข้อกำหนดผ่านไปสู่ผู้บริโภคมาก ทำให้เกิดความเสี่ยงของผู้บริโภคสูง

ตารางที่ 3.1 จำนวนแหนบรถยนต์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดที่พบจากกระบวนการผลิต (แยกตามกระบวนการ)

เดือน มกราคม - มิถุนายน 2540

กระบวนการ\เดือน(ตัน)	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	หมายเหตุ
1. การตรวจรับ วัตถุดิบ และชิ้นส่วน	0	0	0	0	0	0	
2. การตัดเหล็ก	0	0	0	0	0	0	
3. การเจาะรูละดือ	0.636	0.520	0.769	0	0.867	0	เส้นฝาศูนย์กลางรูละดือ,ระยะเยื้องศูนย์
4. การม้วนหู	1.325	0.412	0.566	0.421	0.769	0.08	เส้นฝาศูนย์กลางรูหู,ความยาวหลังม้วนหู
5. การตัดมุม	0	0	1.0	0	0.596	0	มุมไม่ได้
6. การเจาะรู Silencer	0	0	0	0	0	0	
7. การรีดปลาย	0	0	0.315	0.811	0.5	0	รีดปลายงอ
8. การให้ความร้อน	0	0	0	0	0	0	
9. การขึ้นรูปโค้ง	1.131	1.02	0	0.638	0.398	0.189	ขนาดความโค้งของชิ้นงาน
10. การอบชุบแข็ง	1	0.873	0	0.5	0.89	0	ความแข็งหลังชุบ

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) จำนวนแหนบรถยนต์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดที่พบจากกระบวนการผลิต (แยกตามกระบวนการ)

เดือน มกราคม - มิถุนายน 2540

กระบวนการ\เดือน(ตัน)	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	หมายเหตุ
11. การอบคลาย	0.343	0.809	0	0.5	0.53	0	ความแข็งหลังอบ
12. เครื่องยิงโลหะ	0	0	0	0	0	0	
13. การพ่นสีรอบพื้น	0	0	0	0	0	0	
14. การประกอบ	0	0	0	0	0	0	
15. การทดสอบ	0	0	0	0	0	0	
16. การพ่นสีดำ	0	0	0	0	0	0	
17. การทำเครื่องหมาย	0	0	0	0	0	0	
18. การบรรจุ	0	0	0	0	0	0	
19. การทดสอบความล้า	0	0	0	0	0	0	
รวม	4.435	3.634	2.650	2.870	4.550	0.269	

ตารางที่ 3.2 ตารางสรุปผลการศึกษาความสามารถของกระบวนการและการวิเคราะห์ระบบการวัด

ลำดับ	ชื่อกระบวนการ	เครื่องจักร	คุณสมบัติที่ต้องควบคุม	มาตรฐาน	เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบ	การศึกษาขีดความสามารถของกระบวนการก่อนปรับปรุง		การศึกษาวิเคราะห์ระบบการวัดก่อนปรับปรุง
						Cp	Cpk	% GR & R
1	การตัดเหล็ก	เครื่องปั้มชิ้นงาน	ความยาว	ตามแบบวาดที่กำหนดไว้ +-3	คลับเมตรและแท่นตรวจสอบ	0.84	0.8	12.56
2	การเจาะรูสะดือ	เครื่องปั้มชิ้นงาน	เส้นผ่าศูนย์กลางรูสะดือ	10.5+0.5-0	เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	0.82	0.23	5.73
			ระยะเยื้องศูนย์	<0.7 มม.	เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	0.9	0.9	17.63
			ความยาว	560 + - 1.5 มม.	คลับเมตร,แท่นตรวจสอบ	1.05	0.89	12.7
3	ม้วนหู	เครื่องม้วนหู	อุณหภูมิในการม้วนหู	ไม่เกินจาก แผ่นเทียบสีมาตรฐา	สายตา			
			ระยะในการให้ความร้อน	ระยะในการใช้งาน + 25 มม.	สายตา			
			เส้นผ่าศูนย์กลางหู					
			A	มาตรฐานของการม้วนหู	เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	0.39	0.05	
			B	มาตรฐานของการม้วนหู	เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	0.37	0.05	21.58
			ความยาวม้วนหู					
			A	L+ 3.0 มม.	แท่นตรวจสอบ และไดอัลเกจ	0.14	0.1	2.06
			B	L+ 3.0 มม.	แท่นตรวจสอบ และไดอัลเกจ	1.08	0.76	
4	ตัดมุม	เครื่องปั้มชิ้นงาน	ความกว้างปลาย	20 + 3 มม.	เวอร์เนียร์	1.97	0.31	24.11
5	เจาะรู Silencer	เครื่องปั้มชิ้นงาน	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรู	10.5 + 0.5-0 มม.	เวอร์เนียร์	2.3	0.6	10.72
			ระยะรูจากปลาย	L+ 1.5 มม.	เวอร์เนียร์	1.19	0.94	26.11
			ระยะเยื้องศูนย์	(a-b) < 0.5 มม.	เวอร์เนียร์	0.52	0.52	28.2

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)ตารางสรุปผลการศึกษาความสามารถของกระบวนการและการวิเคราะห์ระบบการวัด

ลำดับ	ชื่อกระบวนการ	เครื่องจักร	คุณสมบัติที่ต้องควบคุม	มาตรฐาน	เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบ	การศึกษาขีดความสามารถของกระบวนการก่อนปรับปรุง		การศึกษาวิเคราะห์ระบบการวัดก่อนปรับปรุง % GR & R
						Cp	Cpk	
6	เจาะรูหูรัด	เครื่องปั๊มชิ้นงาน	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	8.5 + 0.5 - 0 มม.	เวอร์เนียร์	3.7	0.31	9.3
			ความลึก	3 + 0.5 มม.	เวอร์เนียร์	0.658	0.06	25.1
			ระยะจากปลาย	45.5 + 1.5 มม.	เวอร์เนียร์	2.12	2.1	30.9
			ระยะเยื้องศูนย์	(a-b) < 0.5	เวอร์เนียร์	0.61	0.61	9.3
7	รีดปลาย	เครื่องรีด	อุณหภูมิ	ไม่เกินจากแผ่นเทียบสีมาตรฐาน	สายตา			
			ระยะในการให้ความร้อน	ระยะในการใช้งาน + 25 มม.	สายตา			
			ความยาวรวม	L + 11 มม.	แท่นตรวจสอบ	1.63	0.95	5.28
			ความหนาปลาย A	t + 0.5 มม.	เวอร์เนียร์	1.63	0.69	22.57
			ความหนาปลาย B	t + 0.5 มม.	เวอร์เนียร์	1.92	1.28	
8	การให้ความร้อน	เตาชุบแข็ง	อุณหภูมิน้ำมันเตา	940 + 10c	เครื่องควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ			
			ระยะเวลา	14 - 16 วินาที	นาฬิกาจับเวลา			
			อุณหภูมิชิ้นงาน	830 - 860 c	เทอร์โมคับเปิ้ล	0.6	0.52	
9	ขึ้นรูปโค้งหลังการอบคลาย	เครื่องปั๊มไฮโดรลิค	ระยะความโค้ง	มาตรฐานการขึ้นรูปโค้งของชิ้นงาน	เครื่องมือวัดมาตรฐาน	0.22	0.12	ไม่สามารถทดสอบได้
10	การอบชุบแข็ง	บ่อชุบแข็ง	อุณหภูมิ	60 - 80c	เทอร์โมมิเตอร์			
			ความแข็งหลังชุบ	2.3 - 2.5 HBD	เครื่องวัดความแข็ง	0.69	0.38	39.01
11	การอบคลาย	เตาอบคลาย	อุณหภูมิ	510 + 10c	เครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ			
			ความแข็ง	2.9 - 3.1 HBD	เครื่องวัดความแข็ง	1.67	1.37	22.68

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ตารางสรุปผลการศึกษาความสามารถของกระบวนการและการวิเคราะห์ระบบการวัด

ลำดับ	ชื่อกระบวนการ	เครื่องจักร	คุณสมบัติที่ต้องควบคุม	มาตรฐาน	เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบ	การศึกษาขีดความสามารถของกระบวนการก่อนปรับปรุง		การศึกษาวิเคราะห์ระบบการวัดก่อนปรับปรุง % GR & R
						Cp	Cpk	
11	การอบคลาย	เตาอบคลาย	อุณหภูมิ ความแข็ง	510 + 10c 2.9 - 3.1 HBD	เครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ เครื่องวัดความแข็ง	1.67	1.37	22.68
12	เครื่องยิงโลหะ	เครื่องยิงโลหะ	กระแสไฟฟ้า ขนาดของโลหะที่ยิง ความเร็วสายพาน ความสูงของระยะยิง พื้นที่ที่ยิงครอบคลุม	50 + 0 - 10 แอมแปร์ 80% ขึ้นไป ใหญ่กว่า 0.59 มม. < 9 เมตร/นาที 0.5 - 0.6 มม. 80% ขึ้นไป	บอร์ดควบคุม ตะแกรงทดสอบ นาฬิกาจับเวลา แอลเมนเกน ไมโครสโครป	0.97	0.46	21.88
13	การพ่นสีรองพื้น		ความหนาสี	อย่างน้อย 15 ไมครอน	เครื่องวัดความหนา	0.78	0.78	18.85
14	การประกอบ	เครื่องประกอบ	ความหนา ระยะความโค้ง แรงขับของเซ็นเตอร์ไปลท์	มาตรฐานของแหนบแต่ละชิ้น 178 + 3 350 - 550 กก ฟุต - ชม.	เครื่องมือวัดมาตรฐาน ทอร์คเรนท์	0.2	0.16	9.94
15	การทดสอบ	เครื่องทดสอบ	การตั้งโหลด การเลือกค่าโหลด,ความโค้ง อัตราการยืดตัวของสปริง	1110 - 1234 กก.ฟุต 210 กก c = 90+3 M = 2.26 + - 7% M+H = 6.68+- 10%	ที่อ่านค่าโหลด เครื่องวัดมาตรฐาน การคำนวณจากสูตร K= Load /Defection	0.66	0.42	2.91
16	การพ่นสีดำ		ความหนาสี ลักษณะสภาพภายนอก	อย่างน้อย 30 ไมครอน ไม่มีรอยแตกของสี	เครื่องวัดความหนา สายตา	0.29	0.29	15.02

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)ตารางสรุปผลการศึกษาความสามารถของกระบวนการและการวิเคราะห์ระบบการวัด

ลำดับ	ชื่อกระบวนการ	เครื่องจักร	คุณสมบัติที่ต้องควบคุม	มาตรฐาน	เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบ	การศึกษาขีดความสามารถของกระบวนการก่อนปรับปรุง		การศึกษาวิเคราะห์ระบบการวัดก่อนปรับปรุง % GR & R
						Cp	Cpk	
17	การทำเครื่องหมาย		หมายเลขชิ้นงาน	มาตรฐานการทำเครื่องหมาย	สายตา	-	-	-
			ลัญลักษณ์บริษัท	มาตรฐานการทำเครื่องหมาย	สายตา	-	-	-
			เครื่องหมายโหลด	-,0,+	สายตา	-	-	-
18	การบรรจุ		จำนวน	มาตรฐานการบรรจุ	สายตา/การนับ	-	-	-

ตารางที่ 3.3 แผนคุณภาพ การควบคุมกระบวนการประกอบแหนบรถยนต์

ลำดับ	กระบวนการ	จุดควบคุมคุณภาพ	มาตรฐาน	วิธีการตรวจสอบ		ผู้รับผิดชอบ	วิธีปฏิบัติการแก้ไข	เอกสาร	บันทึก
				ความถี่	เครื่องมือ				
1	การตรวจสอบวัตถุดิบ,ชิ้นส่วน	ตามข้อกำหนดของวัตถุดิบ,ชิ้นส่วน	ข้อกำหนดวัตถุดิบ,ชิ้นส่วน	ทุกล็อก	ตามที่กำหนดไว้ในเอกสารวิธีการตรวจสอบ (Inqa-xxx)	พนักงานตรวจสอบ	ออกรายงานสิ่งไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเพื่อแจ้งให้ผู้จัดการฝ่ายพิจารณาตัดสิน	INQA-XX	ใบตรวจสอบ
2	การตัดเหล็ก	- ความยาว - สภาพรอยตัด	- ตามแบบชิ้นงาน - ไม่มีครีบ	5/100 ชิ้น ทุกชิ้น	ตลับเมตร/แท่นตรวจสอบ สายตา	พนักงานฝ่ายผลิต	คัดแยกออกเพื่อรอพิจารณาซ่อมแซมหรือทำลาย	วิธีการตัดเหล็ก (WI-PD-001)	CSQA-LS-003
3	การเจาะรูสะดือ	- เส้นผ่าศูนย์กลาง - ระยะเยื้องศูนย์ - ความยาว - สภาพของรูหลังเจาะ	10.5+0.5-0.0 มม. < 0.5 มม. L +, - 1.5 มม. ไม่มีครีบ	5/100 ชิ้น 5/100 ชิ้น 5/100 ชิ้น ทุกชิ้น	เวอร์เนียร์ เวอร์เนียร์ ตลับเมตร/แท่นตรวจสอบ สายตา	พนักงานฝ่ายผลิต	คัดแยกออกเพื่อรอพิจารณาซ่อมแซมหรือทำลาย ปรับแต่งเครื่องปั๊มแม่พิมพ์ใหม่	วิธีการเจาะรูสะดือ (WI-PD-001)	CSQA-LS-004
4	การม้วนหู	- เส้นผ่าศูนย์กลาง A - เส้นผ่าศูนย์กลาง B - ความยาวหลังการม้วนหู A - ความยาวหลังการม้วนหู B - อุณหภูมิการม้วนหู - ระยะของการให้ความร้อน	40.0(+ 0,- 0.3 มม.) 30.0(+,- 0.25 มม.) L + - 3.0 มม. L + - 3.0 มม. ตามสีของเหล็กมาตรฐาน ระยะที่ใช้งาน + 25 มม.	5/100 ชิ้น 5/100 ชิ้น 5/100 ชิ้น 5/100 ชิ้น ทุก 2 ชม. ก่อนเริ่มงาน	เวอร์เนียร์ เวอร์เนียร์ แท่นตรวจสอบ,ไดอัลเกจ แท่นตรวจสอบ,ไดอัลเกจ สายตา สเกล,สายตา	พนักงานฝ่ายผลิต	ปรับแต่งเครื่องปั๊มแม่พิมพ์ใหม่ ปรับแต่งอุณหภูมิใหม่ ปรับระยะใหม่	วิธีการม้วนหู (WI-PD-003)	CSQA-LS-005
5	การตัดมุม	ความกว้างปลาย	20 + - 3 มม.	5/100 ชิ้น	เวอร์เนียร์	พนักงานฝ่ายผลิต	คัดแยกออก แจ้งหัวหน้างานรับทราบเพื่อแก้ไข	วิธีการตัดมุม (WI-PD-004)	(SQA-LS-006)
6	การเจาะรู Silencer	- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรู - ระยะรูจากปลาย - ระยะเยื้องศูนย์	10.5+0.5, -0 มม. L+ - 1.5 มม. < 0.5 มม.	5/100 ชิ้น 5/100 ชิ้น 5/100 ชิ้น	เวอร์เนียร์ เวอร์เนียร์ เวอร์เนียร์	พนักงานฝ่ายผลิต	คัดแยกออก แจ้งหัวหน้างานรับทราบเพื่อแก้ไข	วิธีการเจาะรู Silencer (WI-PD-005)	(SQA-LS-007)

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)แผนคุณภาพ การควบคุมกระบวนการประกอบแหนบรถยนต์

ลำดับ	กระบวนการ	จุดควบคุมคุณภาพ	มาตรฐาน	วิธีการตรวจสอบ		ผู้รับผิดชอบ	วิธีปฏิบัติการแก้ไข	เอกสาร	บันทึก
				ความถี่	เครื่องมือ				
7	การเจาะรูหูร้อย	- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	8.5 + 0.5, -0 มม.	5/100 ชิ้น	เวอร์เนียร์	พนักงาน	คัดแยกออก,แจ้งหัวหน้ารับทราบเพื่อแก้ไข	วิธีการเจาะรูหูร้อย	(SQA-LS-008)
		- ความลึก	3 + 0.5 มม.	5/100 ชิ้น	เวอร์เนียร์	ฝ่ายผลิต		(WI-PD-005)	
		- ระยะรูจากปลาย	45.5 + - 1.5 มม.	5/100 ชิ้น	เวอร์เนียร์				
		- ระยะเยื้องศูนย์	< 0.5 มม.	5/100 ชิ้น	เวอร์เนียร์				
8	รีดปลาย	- อุณหภูมิ	ไม่เกินจากแผ่นเทียบสีมาตรฐาน	ทุก 2 ช.ม	สายตา	พนักงาน	ปรับแต่งใหม่	วิธีการรีดปลาย	(SQA-LS-009)
		- ระยะในการให้ความร้อน	ระยะในการใช้งาน +, - 25 มม.	ก่อนเริ่มงาน	สายตา	ฝ่ายผลิต	ปรับแต่งใหม่	(WI-PD-007)	
		- ความยาวรวม	L +,- 11 มม.	5/100 ชิ้น	แท่นตรวจสอบ		คัดแยกออก,แจ้งหัวหน้ารับทราบเพื่อแก้ไข		
		- ความหนาปลาย A	t +, - 0.5 มม.	5/100 ชิ้น	เวอร์เนียร์		คัดแยกออก,แจ้งหัวหน้ารับทราบเพื่อแก้ไข		
		- ความหนาปลาย B	t + 0.5 มม.	5/100 ชิ้น	เวอร์เนียร์		คัดแยกออก,แจ้งหัวหน้ารับทราบเพื่อแก้ไข		
9	การให้ความร้อน	- อุณหภูมิน้ำมันเตา	940 +,- 10 c	ทุก 2 ชม.	เครื่องควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ	พนักงาน	ปรับแต่งใหม่	วิธีการให้ความร้อน	(SQA-LS-010)
		- ระยะเวลา	14-16 วินาที	ก่อนเริ่มงาน	นาฬิกาจับเวลา	ฝ่ายผลิต	ปรับแต่งใหม่	(WI-PD-008)	
		- อุณหภูมิชิ้นงาน	830 - 860 c	ทุก 2 ชม.	เทอร์โมคัปเปิ้ล		ปรับแต่งใหม่		
10	ขึ้นรูปโค้งหลังการ	- ระยะความโค้ง	มาตรฐานการขึ้นรูปโค้งของชิ้นงาน	5/100 ชิ้น	เครื่องมือวัดมาตรฐาน	พนักงาน	คัดแยกออก,แจ้งหัวหน้ารับทราบเพื่อแก้ไข	วิธีการขึ้นรูปโค้ง	(SQA-LS-011)
	อบคลาย	- สภาพชิ้นงานหลังขึ้นรูปโค้ง	ตาม CSQA-LS 011	5/100 ชิ้น	สายตา	ฝ่ายผลิต	คัดแยกออก,แจ้งหัวหน้ารับทราบเพื่อแก้ไข	หลังอบคลาย	
								(WI-PD-009)	
11	การอบชุบแข็ง	- อุณหภูมิ	60-80 c	ทุก 2 ชม.	เทอร์โมมิเตอร์	พนักงาน	ปรับแต่งใหม่	วิธีการอบชุบแข็ง	(SQA-LS-012)
		- ความแข็งหลังชุบ	2.3 - 2.5 HBD	4 ชิ้น/30 นาที	เครื่องวัดความแข็ง	ฝ่ายผลิต	คัดแยกออก,แจ้งหัวหน้ารับทราบเพื่อแก้ไข	(WI-PD-010)	
12	การอบคลาย	- อุณหภูมิ	510 +, - 10 c	ทุก 2 ชม.	เครื่องมือวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ	พนักงาน	ปรับแต่งใหม่	วิธีการอบคลาย	(SQA-LS-013)
		- ความแข็ง	2.9 - 3.1 HBD	4 ชิ้น/15 นาที	เครื่องวัดความแข็ง	ฝ่ายผลิต	คัดแยกออก,แจ้งหัวหน้ารับทราบเพื่อแก้ไข	(WI-PD-011)	
13	เครื่องยิงโลหะ	- กระแสไฟฟ้า	50 + 0-10 แอมแปร์	ก่อนเริ่มงาน	บอร์ดควบคุม	พนักงาน	คัดแยกออก,แจ้งหัวหน้ารับทราบเพื่อแก้ไข	วิธีการใช้เครื่องยิงโลหะ	(SQA-LS-014)
		- ขนาดของโลหะที่ยิง	80% ขึ้นไปใหญ่กว่า 0.59 มม.	ก่อนเริ่มงาน	ตะแกรงทดสอบ	ฝ่ายผลิต		(WI-PD-012)	
		- ความเร็วสายพาน	< 9 เมตร/นาที	ก่อนเริ่มงาน	นาฬิกาจับเวลา				
		- ความสูงของระยะยิง	0.5 - 0.6 มม.	1 ชิ้น/ล็อต	แอลอมนแกน				
		- พื้นที่ที่ยิงครอบคลุม	80 % ขึ้นไป	1 ชิ้น/ล็อต	ไมโครสโครป				
14	การพ่นสีรองพื้น	- ความหนาสี	อย่างน้อย 15 ไมครอน	5/100 ชิ้น	เครื่องวัดความหนา	พนักงาน	คัดแยกออกเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง	วิธีการพ่นสีรองพื้น	(SQA-LS-015)
						ฝ่ายผลิต		(WI-PD-013)	

ตารางที่ 3.3 (ต่อ) แผนคุณภาพ การควบคุมกระบวนการประกอบแหนบรถยนต์

ลำดับ	กระบวนการ	จุดควบคุมคุณภาพ	มาตรฐาน	วิธีการตรวจสอบ		ผู้รับผิดชอบ	วิธีปฏิบัติการแก้ไข	เอกสาร	บันทึก
				ความถี่	เครื่องมือ				
15	การประกอบ	- ความหนา	มาตรฐานของแหนบแต่ละชิ้น	100%	สแนปเกจ	พนักงาน	คัดแยกออกเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง	วิธีการประกอบ	(SQA-LS-016)
		- ระยะความโค้ง	178+,- 3 มม.	100%	เครื่องมือวัดมาตรฐาน	ฝ่ายผลิต		(WI-PD-014)	
		- แรงขันของเซ็นเตอร์โบลท์	350-550 กก.ฟุต-ดร.ซม.	100%	ทอร์คเรนท์				
16	การทดสอบ	- การตั้งโหลด	1110 - 1234 กก.ฟุต	100%	ที่อ่านค่าโหลด	พนักงาน	คัดแยกออกเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง	วิธีการทดสอบ	
		- การเลือกค่าโหลด,ความโค้ง	210 กnc = 90+, - 3 มม.	100%	เครื่องวัดมาตรฐาน	ฝ่ายผลิต		(WI-PD-015)	
		- อัตราการยืดตัวของสปริง	M = 2.26 + - 7%	100%	การคำนวนจากสูตร				
			M+H = 6.68 + 10%		K = Load / Defection				
17	การพ่นสีดำ	- ความหนาสี	อย่างน้อย 30 ไมครอน	5/100 ชิ้น	เครื่องวัดความหนา	พนักงาน	คัดแยกออกเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง	วิธีการพ่นสีดำ	(SQA-LS-018)
		- ลักษณะสภาพภายนอก	ไม่มีรอยแตกของสี	5/100 ชิ้น	สายตา	ฝ่ายผลิต		(WI-PD-016)	
18	การทำเครื่องหมาย	- หมายเลขชิ้นงาน	มาตรฐานการทำเครื่องหมาย	100%	สายตา	พนักงาน	คัดแยกออกเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง		
		- สัญลักษณ์บริษัท	มาตรบานการทำเครื่องหมาย	100%	สายตา	ฝ่ายผลิต			
		- เครื่องหมายโหลด	-, 0 , +	100%	สายตา				
19	การบรรจุ	- จำนวน	มาตรฐานการบรรจุ	100%	สายตา / การนับ	พนักงาน	คัดแยกออกเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง		
						ฝ่ายผลิต			

ในการนี้ผู้จัดทำได้เสนอแนวทางในการวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการ ดังแสดงในรูปที่ 3.18 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เริ่มต้นที่มีความต้องการปรับปรุงการควบคุมกระบวนการ

2. เลือกจุดงานที่จะปรับปรุง วิธีการควบคุมกระบวนการ

3. โดยพิจารณาว่า จุดงานนั้นมีปัญหาด้านคุณภาพต่อท่านหรือลูกค้าหรือไม่ สามารถพิจารณาผลจากปัญหาด้านคุณภาพที่ผ่านมา เช่น ผลการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงาน ผลการวิเคราะห์สาเหตุผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าส่งคืน (Claim) รายงานข้อร้องเรียนจากลูกค้า เป็นต้น

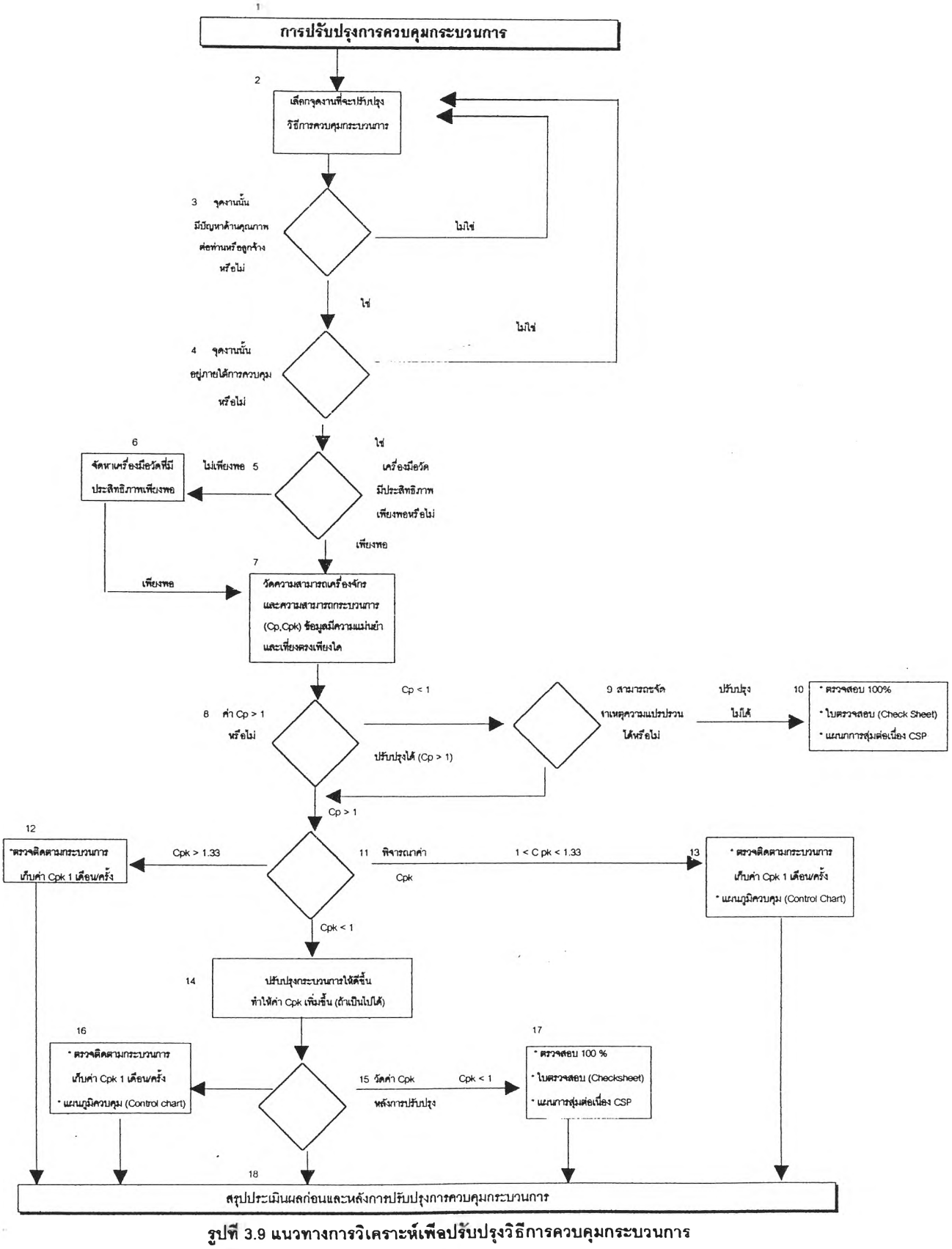
4. จุดงานนั้นอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ โดยพิจารณาว่าจุดงานสามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้เพียงใด รวมถึงการพิจารณาการควบคุมปัจจัยนอกเหนือกระบวนการผลิต เช่น การควบคุมผู้ขายวัตถุดิบ การขอความร่วมมือการแก้ปัญหาแผนกซ่อมบำรุงรักษาหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นต้น

5. เครื่องมือวัดมีประสิทธิภาพเพียงพอหรือไม่ ก่อนที่จะเก็บข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาใช้วิเคราะห์ในขั้นต่อไป ต้องแน่ใจว่าเครื่องมือวัดที่ใช้มีความเที่ยงตรงหรือความแม่นยำมากกว่าสเกลที่อ่านได้อย่างน้อย 4 เท่าของค่าพิกัดความเผื่อ (Tolerance) นอกจากนี้เครื่องมือวัดควรได้รับการสอบเทียบเครื่องมือวัด (Calibration) ตามมาตรฐานกำหนด

6. ในกรณีที่ข้อ 5 เครื่องมือวัดมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอ ต้องจัดหาหรือปรับปรุงเครื่องมือวัดจนกระทั่งมีประสิทธิภาพเพียงพอเสียก่อน จึงดำเนินการต่อในข้อต่อไป

7. วัดความสามารถของเครื่องจักร (Machine Capability) เพื่อศึกษาว่าเครื่องจักรที่ใช้งานอยู่ในขณะนี้หากปรับแต่งความสามารถของเครื่องจักรให้สมบูรณ์ที่สุด โดยศึกษาภายใต้ความผันแปรเนื่องจากเครื่องจักร/อุปกรณ์ เพียงประการเดียว นั่นคือ ควบคุมตัวแปรอื่นๆ อาทิ การเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดี เครื่องมือวัดมีความถูกต้องแม่นยำ พนักงานมีความชำนาญเป็นอย่างดี เป็นต้น เมื่อผลิตชิ้นงานจากเครื่องจักรภายใต้สภาวะดังกล่าวแล้ว วัดค่าชิ้นงานดูว่าข้อมูลที่ได้มีความแม่นยำ (Precision) เพียงใด โดยเก็บข้อมูลจากการผลิตชิ้นงานต่อเนื่องโดยที่ไม่มีการปรับเครื่องจักรในระหว่างการศึกษา จำนวน 100 ข้อมูล

ทั้งนี้การที่เลือกใช้จำนวนข้อมูลเท่ากับ 100 ข้อมูล เนื่องจากอาศัยหลักทฤษฎีขอบเขตเข้าสู่ส่วนกลาง (Central Limit Theorem) ที่ว่า หากใช้ขนาดตัวอย่าง $n = 30$ ไม่จำเป็นต้องสนใจถึงการแจกแจงของประชากร การประมาณการแจกแจงค่าเฉลี่ยก็จะประมาณได้ด้วยการแจกแจงแบบปกติ และสามารถใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนของประชากรได้ (แม้ไม่ทราบค่า σ ก็ให้ใช้ S แทน σ ได้) จากนั้นนำข้อมูลจำนวน 100 ข้อมูลมาทำการคำนวณหาค่า C_p เพื่อใช้ค่า C_p พิจารณาว่ามีข้อมูลมีความแม่นยำเพียงใด



รูปที่ 3.9 แนวทางการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการ

8. พิจารณาว่าค่า C_p มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 หรือไม่

8.1 หากค่า C_p มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าความสามารถของเครื่องจักรอยู่ในระดับต่ำและจะเกิดของเสียจากการผลิต ให้พิจารณาดำเนินการต่อใน ข้อ 9

8.2 หากค่า C_p มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่า ความสามารถของเครื่องจักรมีความสามารถในการผลิตที่ไม่มีของเสียจากการผลิต ให้พิจารณาดำเนินการต่อในข้อ 11

9. สามารถขจัดสาเหตุความแปรปรวนของเครื่องจักรได้หรือไม่ นั่นคือ สามารถที่จะทำการปรับปรุงเครื่องจักรให้มีค่า มากกว่า 1 หรือไม่

9.1 หากไม่สามารถปรับปรุงเครื่องจักรให้มีค่า C_p มากกว่าหรือเท่ากับ 1 ให้พิจารณาดำเนนการต่อในข้อ 10

9.2 หากสามารถปรับปรุงเครื่องจักรให้มีค่า C_p มากกว่าหรือเท่ากับ 1 ให้พิจารณาดำเนินการต่อในข้อ 11

หมายเหตุ : กรณีที่วัดค่าชิ้นงานจุดงานเดียว แต่วัดหลายตำแหน่ง เช่นการวัดความหนาสี ของชิ้นงาน จะวัดค่าความหนาสีของชิ้นงาน ณ ตำแหน่งหัว- กลาง - ท้ายของชิ้นงาน จากนั้นจึงคำนวณค่า เฉลี่ยของชิ้นงาน แล่วจึงคำนวณค่า C_p

10. เมื่อความสามารถของเครื่องจักรอยู่ในระดับต่ำ (C_p น้อยกว่า 1) และจะเกิดของเสียจากการผลิต ดังนั้นการเลือกวิธีการควบคุมกระบวนการจึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อคัดแยกหรือตรวจพบ (Detet) ของเสียที่เกิดขึ้นออกมา แนะนำให้เลือกวิธีการสำหรับควบคุมกระบวนการ อาทิ การตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้น 100%, การตรวจสอบโดยอาศัยใบตรวจสอบ (Check Sheet) การตรวจสอบโดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง (Continuous Sampling Plan หรือ CSP) เป็นต้น

11. พิจารณาค่า C_{pK}

11.1 ค่า C_{pK} มากกว่า 1.33 ดำเนินการต่อในข้อ 12

11.2 ค่า C_{pK} มากกว่าหรือเท่ากับ 1 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.33 ดำเนินการต่อในข้อ 13

11.3 ค่า C_{pK} น้อยกว่า 1 ดำเนินการต่อในข้อ 14

12. ค่า C_{pK} มากกว่า 1.33 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการอยู่ในระดับที่ดี จึงไม่จดำเป็นต้องมีการควบคุมกระบวนการอย่างใกล้ชิดมากนัก ดังนั้นแนะนำให้ตรวจติดตามกระบวนการ โดยเก็บค่า C_{pK} 1 เดือน/ครั้ง จากนั้นติดตามผลในข้อ 19

13 ค่า C_{pK} มากกว่า หรือเท่ากับ 1 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.33 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการอยู่ในระดับปานกลาง เป็นสภาพที่จำเป็นต้องมีการควบคุมการผลิต ดังนั้นแนะนำ ให้ควบคุมกระบวนการ โดยอาศัยแผนภูมิควบคุม (Control Chart) และตรวจติดตามกระบวนการ โดยเก็บค่า C_{pK} 1 เดือน/ครั้ง จากนั้นติดตามผลในข้อ 18

14. ค่า C_{pK} น้อยกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการอยู่ในระดับต่ำและจะเกิดของเสียจากการผลิต ดังนั้นจึงควรหาวิธีการปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้น เพื่อทำให้ค่า C_{pK} เพิ่มขึ้น (ถ้าเป็นไปได้) โดยพิจารณาปรับปรุงปัจจัยต่างๆ ในการผลิต เช่น เครื่องจักร เครื่องมือวัด วัตถุดิบ พนักงาน เป็นต้น เพื่อให้ความสามารถของกระบวนการดีขึ้น จากนั้นพิจารณาดำเนินการต่อในข้อ 15

15. วัดค่า C_{pK} หลังการปรับปรุง พิจารณาค่า ดังนี้

15.1 ค่า C_{pK} มากกว่าหรือเท่ากับ 1 ดำเนินการต่อในข้อ 16

15.2 ค่า C_{pK} น้อยกว่า 1 ดำเนินการต่อในข้อ 17

16. ค่า C_{pK} มากกว่า หรือเท่ากับ 1 แนะนำให้ควบคุมกระบวนการ โดยอาศัยแผนภูมิควบคุม (Control Chart) และตรวจติดตามกระบวนการ โดยเก็บค่า C_{pK} 1 เดือน/ครั้ง จากนั้นติดตามผลในข้อ 18

17. ค่า C_{pK} น้อยกว่า 1 แสดงว่า ความสามารถของกระบวนการอยู่ในระดับต่ำ และจะเกิดของเสียจากการผลิต ดังนั้นการเลือกวิธีการควบคุมกระบวนการการจึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อคัดแยกหรือตรวจพบ (Detect) ของเสียที่เกิดขึ้นออกมา แนะนำให้เลือกวิธีการสำหรับควบคุมกระบวนการ อาทิ การตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้น 100% การตรวจสอบโดยอาศัยใบตรวจสอบ (Check Sheet) การตรวจสอบโดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง (Continuous Sampling Plan หรือ CSP) เป็นต้น

18. สรุปประเมินผลก่อนและหลังการปรับปรุงการควบคุมกระบวนการ แนวทางในการวัดผลมีดังนี้

18.1 ค่า C_p หรือ C_{pK} ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต