บทที่ 3
การดำเนินการวิจัย

3.1 ประวัติความเป็นมาของโรงงานผู้ประกอบรถยนต์ตัวอย่าง

โรงงานผู้ประกอบรถยนต์ตัวอย่างที่ทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นโรงงานประกอบรถยนต์นั่งและรถกระบะ ซึ่งเป็นบริษัทร่วมลงทุนระหว่างนักลงทุนชาวไทย (75 %)กับนักลงทุนชาวญี่ปุ่น (25 %) ประวัติโดยสังเขปดังนี้ บริษัทเริ่มก่อตั้งเมื่อ พ.ศ. 2495 ปัจจุบันโรงงานตั้งอยู่บนพื้นที่ 800 ไร่ ผลิตภัณฑ์ของบริษัทแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ รถยนต์นั่ง และรถบรรทุกเล็ก (รถปิคอัพ) ทุนจดทะเบียน 1,000 ล้านบาท จำนวนพนักงานทั้งหมด 2,100 คน กำลังการผลิตของบริษัทประมาณ 150,000 คันต่อปี

3.2 กระบวนการรับรองคุณภาพชิ้นส่วนของโรงงานผู้ประกอบรถยนต์ตัวอย่าง

อุตสาหกรรมยานยนต์ เป็นอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูงซึ่งจะเห็นได้ว่าบริษัทรถยนต์ส่วนใหญ่จะมีการพัฒนารูปแบบรถยนต์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาดเสมอ เพื่อนำมาแข่งขันและชิงความได้เปรียบทางด้านการตลาด รถยนต์แต่ละคันประกอบด้วยชิ้นส่วนยานยนต์หลายร้อยชิ้นซึ่งสามารถแบ่งประเภทของชิ้นส่วนรถยนต์ออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ได้ดังนี้

1. ชิ้นส่วนที่นำเข้าจากต่างประเทศ (Complete Knock Down; CKD) ส่วนใหญ่เป็นชิ้นส่วนที่ไม่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ เนื่องจากต้องใช้เทคโนโลยีการผลิตสูง
2. ชิ้นส่วนภายในประเทศ (Local Part) ที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ ซึ่งปัจจุบันนี้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยานยนต์มีแนวโน้มที่จะใช้ชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นภายในประเทศมากขึ้น เนื่องจากต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนในประเทศมีราคาถูก

ในการวิจัยครั้งนี้จะเน้นที่ชิ้นส่วนภายในประเทศเท่านั้นโดยการอนุมัติรับรองคุณภาพจะอาศัยขั้นตอนหรือกระบวนการรับรองคุณภาพชิ้นส่วนของผู้ประกอบการรถยนต์เป็นหลัก ดังนั้นผู้ส่งมอบจะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขและต้องผ่านเกณฑ์ข้อกำหนด จึงจะอนุมัติรับรองคุณภาพให้ใช้ชิ้นส่วนนี้ได้ การพัฒนาชิ้นส่วนในประเทศเมื่อมีการพัฒนารถยนต์รุ่นใหม่ก็จะมีชิ้นส่วนใหม่เกิดขึ้น ซึ่งการรับรองคุณภาพชิ้นส่วนใหม่ของผู้ประกอบการจะมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหลักๆ คือ ฝ่ายจัดหาชิ้นส่วน (Procurement Department) ฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Engineering Department) และฝ่ายผลิต (Production Department) เป็นต้นซึ่งในการเตรียมการผลิตของโรงงานประกอบการจะมีส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้

1. การรับชิ้นส่วนตัวอย่าง (Sample Part) เพื่อนำมาตรวจสอบและอนุมัติใช้ต่อไป
2. แผนการในการทดลองประกอบรถยนต์ครั้งที่หนึ่ง (Engineering Trial ; ET) เพื่อหาปัญหาที่เกิดจากการประกอบและหาวิธีการทำงานที่เหมาะสม ส่วนใหญ่จะทำการประกอบภาย

I20697855

นอกสายการผลิตเพื่อไม่ให้กระทบกับงานปัจจุบันที่ทำอยู่และจะทำการทดลองจำนวน 2-5 คันเป็นอย่างน้อย

3. แผนการในการทดลองประกอบรถยนต์ครั้งที่สอง (Production Trial ; PT) เพื่อยืนยันการแก้ปัญหาที่สืบเนื่องมาจากการทดลองประกอบรถยนต์ครั้งแรกและค้นหาปัญหาใหม่ที่อาจเกิดขึ้นโดยการทดลองนอกสายการผลิตจำนวน 2-5 คัน
4. แผนการทดลองการผลิตก่อนการผลิตจริง (Pre Production ; PP) เพื่อเตรียมความพร้อมในการผลิตก่อนการผลิตจริงในปริมาณมากโดยมีการทดลองในสายการผลิตจริง จำนวน 20 – 50 คันเป็นการฝึกพนักงานและกำหนดเวลาในการผลิต
5. แผนการผลิตจริง(Start of Production ; SOP) คือ การเริ่มการผลิตจริง

เมื่อฝ่ายควบคุมโครงการกำหนดแผนการประกอบรถยนต์รุ่นใหม่เสร็จแล้วจะแจ้งให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบ เพื่อเตรียมงานให้สอดคล้องกับแผนการผลิตรถรุ่นใหม่ สำหรับงานในส่วนของการพัฒนาชิ้นส่วนใหม่ในประเทศ หน้าที่รับผิดชอบจะอยู่ที่ฝ่ายวิศวกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Engineering Department , PE) ในการเตรียมชิ้นส่วนให้ได้คุณภาพและทันตามกำหนดการของแผนการผลิตรถรุ่นใหม่ กระบวนการในการพัฒนาชิ้นส่วนใหม่ในประเทศ จะเริ่มจากหน่วยงานวิศวกรรมผลิตภัณฑ์ ของโรงงานผู้ประกอบรถยนต์ เมื่อมีโครงการผลิตรถยนต์รุ่นใหม่หน่วยงาน วิศวกรรมผลิตภัณฑ์ จะรับของมูลและแบบชิ้นส่วนจากบริษัทแม่ที่ญี่ปุ่น เมื่อฝ่ายวิศวกรรมผลิตภัณฑ์ ได้รับแบบชิ้นส่วนแล้วจะทำการตรวจสอบในเบื้องต้น เพื่ออนุมัติแบบและส่งแบบชิ้นส่วนและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่นแผนการพัฒนาชิ้นส่วนในประเทศ รุ่นของรถยนต์ที่มีการใช้ชิ้นส่วน สเปคที่มีการเปลี่ยนแปลง ให้กับทางฝ่ายจัดหาชิ้นส่วน (Procurement) เพื่อจัดหาและคัดเลือกผู้ส่งมอบที่เหมาะสม เมื่อจัดหาผู้ส่งมอบที่เหมาะสมได้แล้วจะแจ้งรายชื่อผู้ส่งมอบที่ได้รับการคัดเลือกให้ฝ่ายวิศวกรรมผลิตภัณฑ์ ทราบ เมื่อฝ่ายวิศวกรรมผลิตภัณฑ์ ได้รับเอกสารแจ้งรายชื่อผู้ส่งมอบจากฝ่ายจัดหาแล้ว ก็จะติดต่อผู้ส่งมอบเพื่อส่งมอบแบบชิ้นส่วน และแผนการผลิตรถยนต์รุ่นใหม่ เพื่อให้ผู้ส่งมอบศึกษาและจัดทำแผนเตรียมการผลิตส่งให้ฝ่ายวิศวกรรมผลิตภัณฑ์ ตรวจสอบอนุมัติต่อไป เมื่อมีการพัฒนารถยนต์รุ่นใหม่ จะมีชิ้นส่วนใหม่เกิดขึ้นมากมายซึ่งในการจัดหาและพัฒนาชิ้นส่วนใหม่ของผู้ประกอบการรถยนต์จะมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอยู่หลายหน่วยงานดังตารางที่ 3.1 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชิ้นส่วน

ตารางที่ 3.1 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชิ้นส่วนใหม่

หน่วยงาน	หน้าที่รับผิดชอบ
1. หน่วยงานออกแบบ (Design ที่ ญี่ปุ่น)	1. ออกแบบและอนุมัติแบบชิ้นส่วน 2. กำหนดหมายเลขชิ้นส่วนและรุ่นที่ใช้
2. ฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Engineering, PE)	1. ควบคุมผู้ส่งมอบในการพัฒนาชิ้นส่วนใหม่ให้ได้คุณภาพและตามแผนที่กำหนดไว้ 2. อนุมัติรับรองคุณภาพชิ้นส่วน
3. ฝ่ายจัดหาชิ้นส่วน (Procurement, PRC)	1. จัดหาและประเมินผู้ส่งมอบรายใหม่ 2. ควบคุมต้นทุนราคาชิ้นส่วน
4. ฝ่ายควบคุมโครงการ (Project Control)	1. ควบคุมและกำหนดแผนในการผลิตรถยนต์รุ่นใหม่

3.3 กระบวนการรับรองคุณภาพชิ้นส่วนยานยนต์

เริ่มจากผู้ประกอบรถยนต์ส่งมอบแบบชิ้นส่วน (Drawing) และแผนการประกอบรถยนต์รุ่นใหม่ (Master Schedule) ให้ผู้ส่งมอบ ซึ่งผู้ส่งมอบจะต้องทำการศึกษาและจัดทำแผนการเตรียมการผลิตและเอกสารต่างๆ ให้กับทางผู้ประกอบการอนุมัติ ดังนี้

1. ใบเสนอการอนุมัติชิ้นส่วน (Part Submission Warrant ; PSW)
2. กระบวนการตรวจสอบชิ้นส่วน

2.1 ชิ้นส่วนตัวอย่าง (Sample Parts) จำนวน 2 ชิ้น หรือตามที่มีการตกลงกันเพื่อให้ผู้ประกอบการรถยนต์ตรวจสอบอนุมัติ

2.2 การตรวจสอบขนาดมิติ (Inspection Data) โดยจุดที่ทำการตรวจสอบจะอ้างอิงจากมาตรฐานหรือแบบชิ้นส่วนจากทางลูกค้า (Drawing)

2.3 มาตรฐานการตรวจสอบ (Inspection Standard)

2.4 การตรวจสอบลักษณะภายนอก (Appearance Approval Report ; AAR) คือผลการตรวจสอบลักษณะภายนอก เช่น สี ลวดลาย

2.5 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือ สมรรถนะและความทนทาน (Reliability Test) คือหัวข้อในการตรวจสอบจะถูกตรวจสอบตามหัวข้อที่ระบุไว้ในแบบของชิ้นส่วนของลูกค้า

3. การควบคุมกระบวนการผลิต

3.1 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) คือแผนภูมิแสดงขั้นตอนหรือกระบวนการในการผลิตชิ้นส่วน

3.2 แผนการควบคุมกระบวนการ (Control Plan) คือแผนที่แสดงเงื่อนไขในสภาวะต่างๆ ในการผลิตชิ้นส่วนจุดที่ต้องมีการควบคุม ลักษณะการตรวจสอบ วิธีการ เป็นต้น

4. ดัชนีวัดในกระบวนการผลิต

4.1 ผลการวัดขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (Process Capability , C_p ,C_{pk}) เพื่อต้องการทราบว่า กระบวนการนั้นมีความสามารถในการผลิตอยู่ในช่วงค่าที่กำหนดมากน้อยแค่ไหน

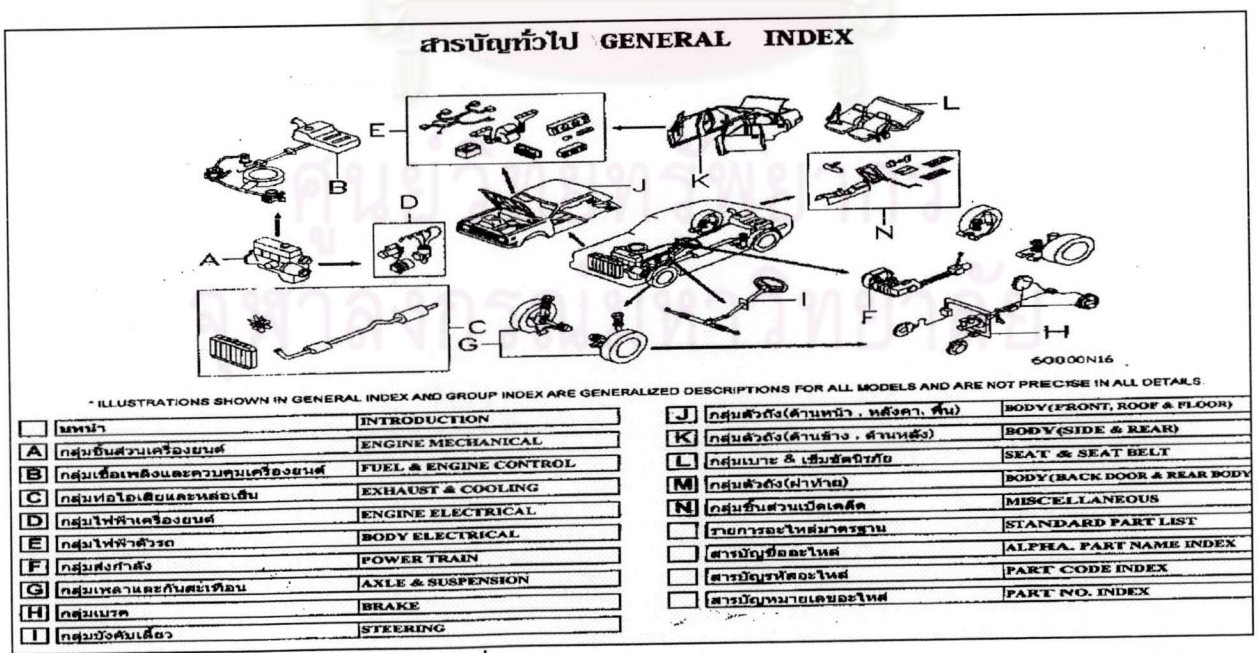
4.2 การศึกษาการแปรผันของระบบการวัด (Measurement Systems Variation, Gage R&R) เพื่อต้องการทราบว่ามีความผันแปรชนิดใดบ้างและมีขนาดเท่าไรในระบบการวัดนั้นๆ ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีอยู่

4.3 รายงานการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง และผลกระทบของกระบวนการ (Failure Mode And Effects Analysis, FMEA) เป็นการวิเคราะห์ปัญหาซึ่งเกิดจากการดำเนินการ เพื่อหาแนวทางป้องกันข้อบกพร่องอันจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต

3.4 การรับรองคุณภาพชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยว (Steering Linkage)

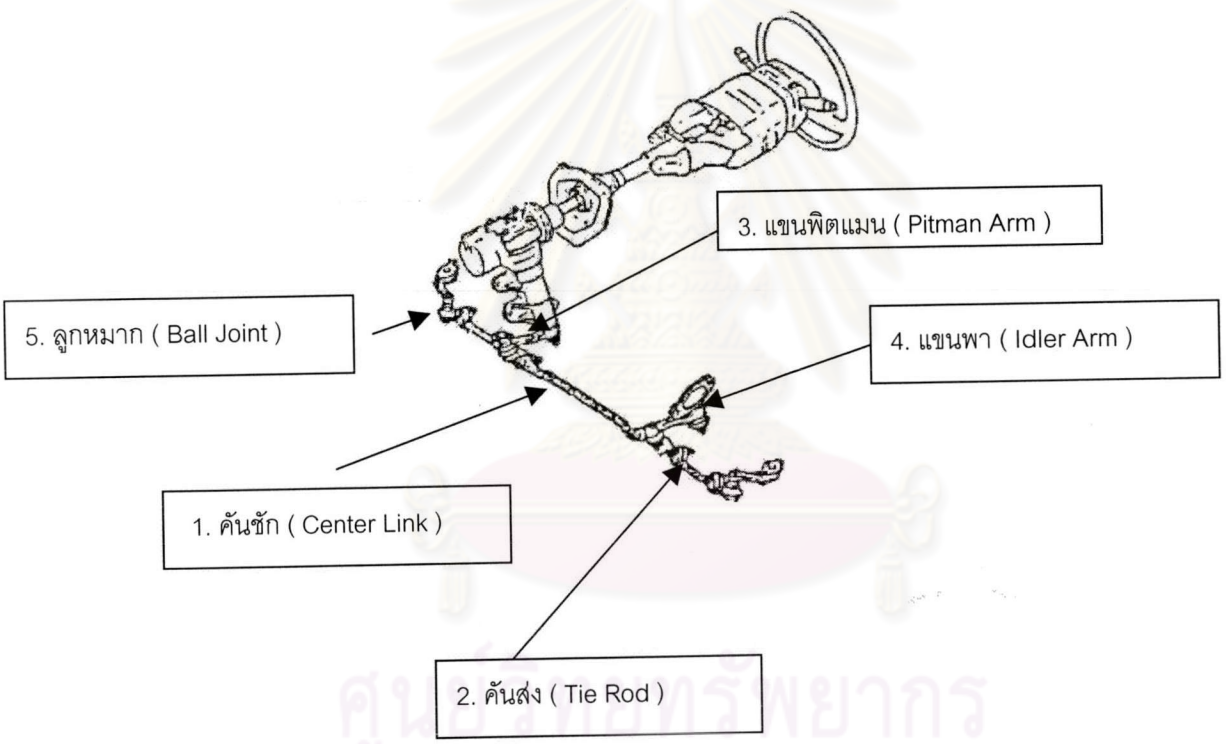
3.4.1 ลักษณะของตัวผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต

ในการประกอบรถยนต์หนึ่งคันจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ มากมายกว่า 1000 รายการ อาทิเช่น กลุ่มของเครื่องยนต์(Engine) กลุ่มของท่อไอเสียและหล่อเย็น (Exhaust & Cooling) กลุ่มของเพลาและกันสะเทือน (Axle & Suspension) ฯลฯ ดังรูปที่ 3.1 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของรถยนต์



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบต่างๆของรถ (Part Catalog , 2000)

รายละเอียดและข้อมูลการจัดทำจะนำเสนอเป็นลำดับต่อไป โดยการทำวิจัยในที่นี้จะศึกษาชิ้นส่วนที่มีชื่อว่าแกนบังคับเลี้ยว (Steering Linkage) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญอยู่ในระดับ A (ความสำคัญระดับ A หมายถึง ถ้าชิ้นส่วนนั้นเสียหายจะมีผลต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค) และเป็นชิ้นส่วนที่ต้องการความเที่ยงตรงบวกกับความต้องการความคงทนในการใช้งานค่อนข้างสูง จึงเป็นเหตุผลที่จะต้องมีระบบการตรวจสอบและการอนุมัติรับรองคุณภาพชิ้นส่วนที่รัดกุม โดยที่แกนบังคับเลี้ยว จะมีส่วนประกอบหลัก ๆ 5 ส่วนด้วยกันดังรูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของแกนบังคับเลี้ยว ซึ่งอ้างอิงจากเอกสารส่วนประกอบของรถยนต์ (Parts Catalog) ของโรงงานตัวอย่าง



รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบหลัก ๆ ของแกนบังคับเลี้ยว (Part Catalog , 2000)

ส่วนที่ 1 คันชัก (Center Link) เป็นตัวจับยึดและเชื่อมส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบให้สัมพันธ์กัน

ส่วนที่ 2 คันส่ง (Tie Rod) ทำหน้าที่ส่งกำลังจากคันชักไปยังแกนบังคับเลี้ยวและล้อตามลำดับ

ส่วนที่ 3 แขนพิตแมน (Pitman Arm) เป็นตัวจับยึดและถ่ายทอดกำลังจากกระปุกพวงมาลัยไปคันชัก

ส่วนที่ 4 แขนพา (Idler Arm) ทำหน้าที่เป็นตัวยึดติดกับตัวโครงสร้างรถยนต์

ส่วนที่ 5 ลูกหมาก (Ball Joint) ทำหน้าที่เป็นจุดเชื่อมแกนและเป็นจุดหมุนของแกนต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กระบวนการพัฒนาชิ้นส่วนใหม่มีอยู่หลายขั้นตอนดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ซึ่งต่อไปจะได้กล่าวถึงขั้นตอนต่างๆในการพัฒนาของชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยว (Steering Linkage) โดยเริ่มตั้งแต่เมื่อผู้ประกอบการรถยนต์ตัวอย่างส่งมอบแบบชิ้นส่วนและแผนการประกอบรถยนต์รุ่นใหม่ให้ผู้ส่งมอบเพื่อศึกษาจัดทำแผนการเตรียมการผลิต จนกระทั้งชิ้นส่วนผ่านการรับรองคุณภาพตามกระบวนการการพัฒนาชิ้นส่วนใหม่

3.5 การส่งมอบแบบชิ้นส่วนและแผนการประกอบรถยนต์รุ่นใหม่ให้ผู้ส่งมอบชิ้นส่วน

1. แบบชิ้นส่วนของแกนบังคับเลี้ยวจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับสเปคทั้งหมดของ แกนบังคับเลี้ยว เช่น ขนาด รูปร่าง ชิ้นส่วนประกอบย่อย รวมทั้งข้อกำหนดเกี่ยวกับหัวข้อในการทดสอบความน่าเชื่อถือ ความทนทานและวัตถุดิบต่างๆซึ่งแบบชิ้นส่วนถือเป็นเอกสารสำคัญซึ่งทางผู้ประกอบการและผู้ส่งมอบต้องเก็บรักษาเป็นความลับห้ามมิให้นำมาเปิดเผยกับบุคคลภายนอก ฉะนั้นในที่นี้จึงไม่สามารถนำแบบชิ้นส่วนตัวอย่างดังกล่าวมาแสดงในวิทยานิพนธ์นี้ได้

2.แผนการพัฒนาชิ้นส่วนใหม่ซึ่งจะประกอบไปด้วยแผนในการรับชิ้นส่วนตัวอย่าง (Sample Parts) แผนในการทดลองประกอบ (Trial Production, ET) แผนในการประกอบก่อนการผลิตจริง (Pre-Production, PT) แผนในการเริ่มผลิตจริง (Start Of Production , SOP) แผนในการพัฒนาชิ้นส่วนใหม่สำหรับชิ้นส่วน แกนบังคับเลี้ยว (Steering Linkage)จะมีแผนการดังนี้ รูปที่ 3.4 แผนการประกอบรถยนต์รุ่นใหม่

1. แผนการรับชิ้นส่วนตัวอย่าง (Sample Parts) ในวันที่ 20 Aug 01
2. แผนในการทดลองประกอบครั้งที่ 1 (Trial 1, ET) ในวันที่ 20-22 Sep 01 และแผนในการรับชิ้นส่วนในวันที่ 15 Sep 01 จำนวน 2 ชิ้น
3. แผนในการทดลองประกอบครั้งที่ 2 (Trial 2, PT) ในวันที่ 22-30 Oct 01 และแผนในการรับชิ้นส่วนในวันที่ 12 Oct 01 จำนวน 12 ชิ้น
4. แผนในการประกอบก่อนการผลิตจริง (Pre-Production)ในวันที่20-22 Nov 01 และแผนในการรับชิ้นส่วนในวันที่ 15 Nov 01 จำนวน 60 ชิ้น
5. แผนในการเริ่มผลิตจริง (Mass- Production,SOP) ในเดือน Dec 01

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DETAILS	Jul01	Aug 01	Sep 01	Oct01	Nov01	Dec01	Jan02
1. Vehicle Schedule		Start	ET	PT	Pre P	SOP	
2. Part Delivery			△	△	△		

รูปที่ 3.3 แผนการประกอบรถยนต์รุ่นใหม่ (Master Schedule)

3.6 การจัดทำแผนการเตรียมการผลิตของผู้ส่งมอบ

เมื่อผู้ส่งมอบได้รับแบบชิ้นส่วนและแผนการประกอบรถยนต์รุ่นใหม่ ผู้ส่งมอบจะทำการศึกษาและจัดทำแผนการเตรียมการผลิตเพื่อมอบให้ผู้ประกอบการรถยนต์ตรวจสอบอนุมัติ สำหรับชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยวแผนการเตรียมการพัฒนาชิ้นส่วนที่ผู้ส่งมอบจัดทำจะแสดงดังรูปที่ 3.5 ซึ่งจะประกอบไปด้วยหัวข้อหลักๆดังต่อไปนี้

แผนการประกอบรถยนต์รุ่นใหม่ (Master Schedule)
คือแผนในการประกอบรถยนต์รุ่นใหม่ของผู้ประกอบการรถยนต์เพื่อใช้เป็นข้อกำหนดในการจัดเตรียมแผนอื่นๆ

- แผนการเตรียมด้านเอกสาร (Document) คือแผนในการจัดเตรียมเอกสารของชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยวซึ่งจะประกอบไปด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

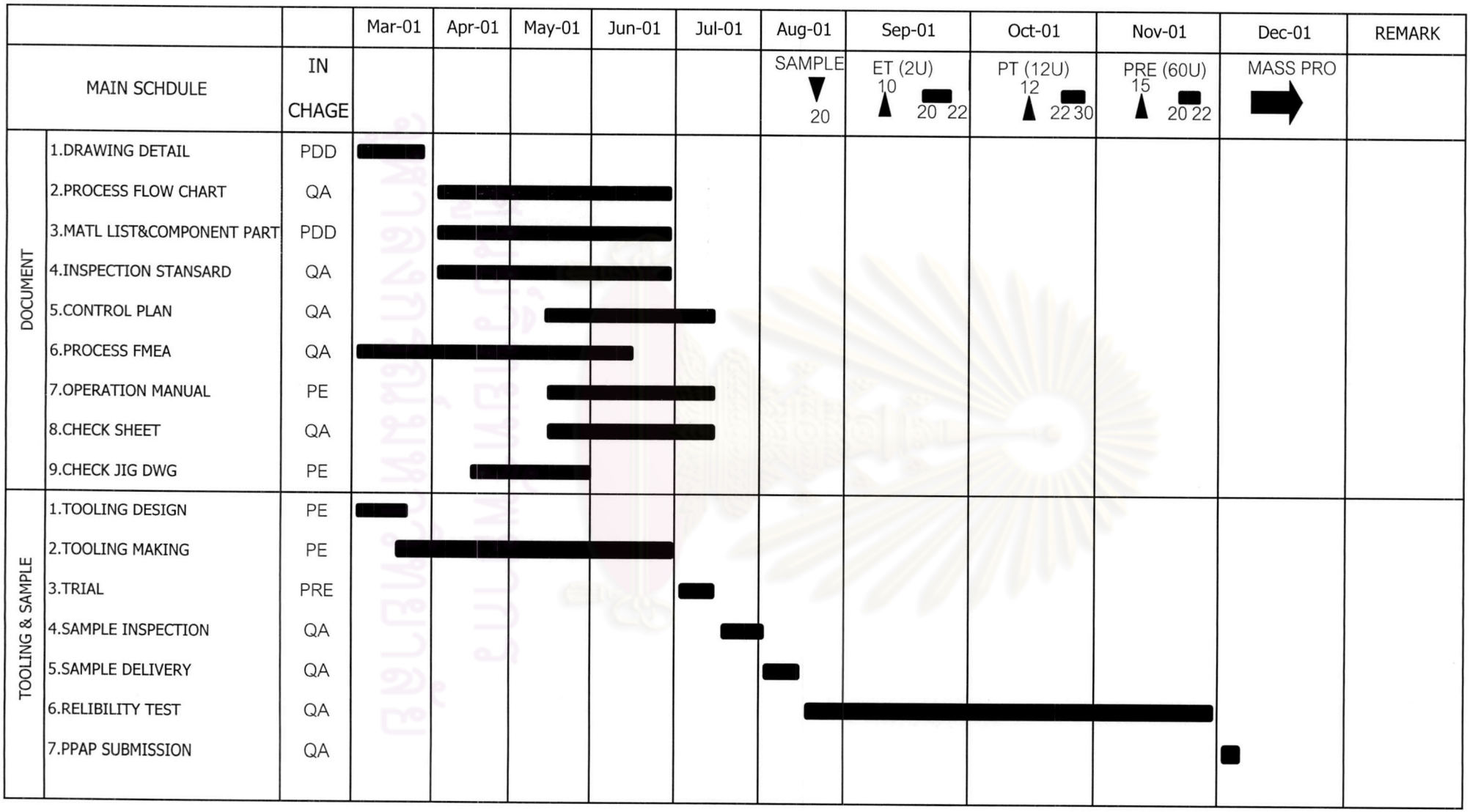
I. แผนการศึกษารายละเอียดสเปคต่างๆที่กำหนดเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนอื่นๆในแบบชิ้นส่วน (Drawing Detail) ซึ่งผู้ส่งมอบได้กำหนดไว้ในช่วง 1-25 Mar 01

II. แผนการจัดทำแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Process Flow Chart)ซึ่งจะจัดทำในช่วงเดือน Apr 01- Jun 01

III. แผนการจัดทำเอกสารรายการวัสดุและชิ้นส่วนย่อย (Material And Component Parts)จะทำในช่วงเดือน Apr 01- Jun 01

IV. แผนการจัดทำเอกสารมาตรฐานการตรวจสอบ (Inspection Standard) จะทำในช่วงเดือน Apr 01- Jun 01

V. แผนการจัดทำเอกสารควบคุมคุณภาพ (Control Plan) จะทำในช่วงเดือน 15 May 01- 15 Jul 01



รูปที่ 3.4 แผนการเตรียมการพัฒนาชิ้นส่วน(แกนบังคับเลี้ยว) ของผู้ส่งมอบ

			Mar-01	Apr-01	May-01	Jun-01	Jul-01	Aug-01	Sep-01	Oct-01	Nov-01	Dec-01	REMARK
QUI & FAC	1.ASSY JIG MAKING	PE											
	2.INSP JIG MAKING	QA											
PRODUCT	1.MATL ORDER	PRC											
	2.COMPO PARTS ORDER	PRC											
	3.CP/CPK	PE											
	4.MSA	PE											

รูปที่ 3.4 (ต่อ) แผนการเตรียมการพัฒนาชิ้นส่วน(แกนบังคับเลี้ยว) ของผู้ส่งมอบ

VI. แผนการจัดทำการศึกษาวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ (Process FMEA) จะทำในช่วงเดือน Mar 01-15 Jun 01

VII. แผนการจัดทำมาตรฐานการทำงาน (Operation Manual) จะทำในช่วงเดือน 15 May 01- 15 Jul 01

VIII. แผนการจัดทำแบบฟอร์มตรวจสอบคุณภาพ (Check Sheet) จะทำในช่วงเดือน 15 May 01- 15 Jul 01

IX. แผนการจัดทำแบบของจิ๊กช่วยในการตรวจสอบ (Checker Jig Drawing) จะทำในช่วงเดือน15 Apr 01- May 01

X. แผนการจัดทำมาตรฐานการตรวจสอบลักษณะภายนอกสำหรับชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยวไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับลักษณะภายนอก ดังนั้นจึงไม่มีการจัดทำ

- แผนการเตรียมการด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ แม่พิมพ์และชิ้นส่วนตัวอย่าง(Tooling & Sample) ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

I. แผนการออกแบบเครื่องมือ อุปกรณ์ แม่พิมพ์ (Tooling Design) จะทำในช่วงเดือน Mar 01

II. แผนการจัดทำเครื่องมือ อุปกรณ์ แม่พิมพ์ (Tooling Making) จะทำในช่วงเดือน 15 Mar - Jun 01

III. แผนการทดลองผลิต (Trial)เพื่อการทดลองการผลิตและจัดทำชิ้นส่วนตัวอย่างเพื่อเสนออนุมัติซึ่งจะจัดทำในช่วงเดือน Jul 01

IV. แผนการตรวจสอบชิ้นส่วนตัวอย่าง (Sample Inspection) จะทำในช่วงเดือน Jul 01

V. แผนการจัดส่งชิ้นส่วนตัวอย่าง (Sample Delivery) คือกำหนดการที่จะจัดส่งชิ้นส่วนตัวอย่างให้กับผู้ประกอบการรถยนต์ซึ่งจะจัดส่งในช่วงเดือน Aug 01

VI. แผนการทดสอบความน่าเชื่อถือ (Reliability Test) จะทำการทดสอบในช่วงเดือน Aug 01 – Nov 01

VII. แผนการจัดส่ง PPAP ให้ผู้ประกอบการอนุมัติซึ่งจะมีการส่งมอบในวันที่ Dec 01

- แผนการเตรียมการด้านอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต (Equipment&Facility) ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

I. แผนการจัดทำจิ๊กช่วยในการประกอบ (Assembly jig Making) ซึ่งจะจัดทำในช่วงเดือน Jun 01 – 15 Jul 01

II. แผนการจัดทำจิ๊กช่วยในการตรวจสอบ (Inspection jig Making) ซึ่งจะจัดทำในช่วงเดือน Jun 01 – 15 Jul 01

- แผนการเตรียมการด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

I. แผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ (Material Order) ซึ่งจะทำการสั่งซื้อในช่วงเดือน May 01, Aug 01

II. แผนการสั่งซื้อชิ้นส่วนประกอบย่อย (Component Parts Order)เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบย่อยของชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยวซึ่งจะทำการสั่งซื้อในช่วงเดือน May 01, Aug 01

III. แผนการจัดทำดัชนีความสามารถของกระบวนการเบื้องต้น (Cp , Cpk) ซึ่งจะทำในช่วงเดือน Nov 01

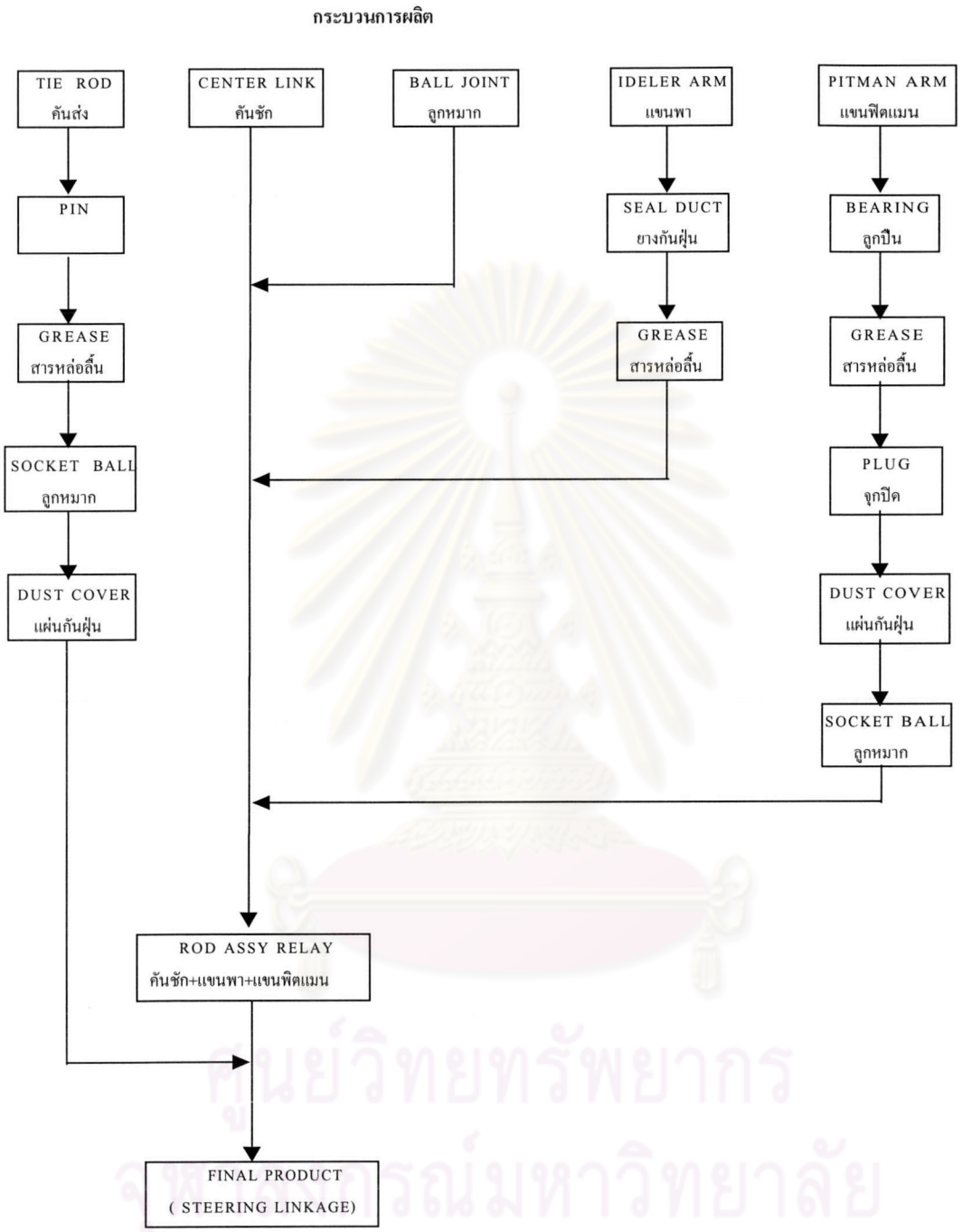
IV. แผนในการวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis, MSA) ซึ่งจะทำในช่วงเดือน Nov 01

สำหรับรายละเอียดของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยวแสดงดังรูปที่ 3.5 กระบวนการผลิตของแกนบังคับเลี้ยว และตารางที่ 3.2 การพัฒนาระบบการอนุมัติชิ้นส่วนก่อนการผลิตจริง

การดำเนินการวิจัยนี้ประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆดังต่อไปนี้

- การคัดเลือกชิ้นส่วนและผู้ส่งมอบ
- การวางแผนการวิจัย
- การเก็บข้อมูล
- การดำเนินการวิจัยและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 กระบวนการผลิตของแกนบังคับเลี้ยว

ตารางที่ 3.2 การพัฒนาระบบการอนุมัติชิ้นส่วนก่อนการผลิตจริง

1 ขั้นตอน	กิจกรรม
1. การคัดเลือกชิ้นส่วนและผู้ส่งมอบ	- คัดเลือกชิ้นส่วนและผู้ส่งมอบที่มีความพร้อมในการพัฒนาระบบ เช่น - บุคลากร - ระบบคุณภาพที่ได้รับ เช่น QS-9000 - เป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญ - ชิ้นส่วนไม่มีระบบที่ซับซ้อนเกินไป
2. การวางแผนการวิจัย	- แต่งตั้งคณะกรรมการในการดำเนินงานซึ่งเป็นหน่วยงานข้ามฝ่าย (Cross Functional Team, CFT) เช่น ด้านวิศวกรรม ด้านจัดซื้อ ด้านหน่วยงานคุณภาพ - ศึกษากระบวนการในภาพรวม เพื่อกำหนดขอบเขตของการศึกษาและวิธีการดำเนินการวิจัย
3. เก็บข้อมูล	- เอกสารต่างๆ ของโรงงานตัวอย่าง เช่น การตรวจวัดผังการไหลของกระบวนการ วิธีการปฏิบัติงานและคู่มือต่างๆ - การศึกษากระบวนการวิจัยในโรงงานตัวอย่าง - การสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ
4. การดำเนินการวิจัยและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์	- จากข้อมูลที่ได้รับผู้ทำการวิจัยจัดทำรายงานโดยอ้างอิงจากระบบการอนุมัติชิ้นส่วนก่อนการผลิตจริง (PPAP)

1. การคัดเลือกชิ้นส่วนและผู้ส่งมอบ

ในขั้นตอนแรกของการทำงานวิจัยทางผู้ทำการวิจัยได้มีการคัดเลือกชิ้นส่วนตัวอย่างและผู้ส่งมอบมาทั้งหมด 3 – 4 ตัวอย่าง จากผู้ส่งมอบทั้งหมด 117 บริษัท และชิ้นส่วนภายในประเทศกว่า 500 รายการ เพื่อนำมาทำงานวิจัย วิธีคัดเลือกนั้นจะพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาการอนุมัติชิ้นส่วนก่อนการผลิตจริง โดยศึกษาจากความยากง่ายในการพัฒนา ซึ่งจะไม่เลือกพัฒนาชิ้นส่วนที่การผลิต

มีความยากและสลับซับซ้อนเกินไป รวมทั้งพิจารณาถึงความพร้อมในเรื่องของระบบคุณภาพที่ทางผู้ส่งมอบได้รับ เช่น QS-9000 รวมทั้งบุคลากรที่มีอยู่ของบริษัทผู้ส่งมอบชิ้นส่วนด้วย ปัจจัยภายในที่สำคัญที่ผู้ทำการวิจัยเลือกชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยว (Steering Linkage) เข้ามาทำการพัฒนาคือ การที่บริษัทผู้ประกอบรถยนต์พบปัญหาในการประกอบในสายการผลิตค่อนข้างมาก ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะมีการแก้ปัญหาที่หน้างานและมีการส่งชิ้นส่วนกลับให้ผู้ส่งมอบทั้งหมดในกรณีที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ ต้องใช้บุคลากรที่เกี่ยวข้องและเวลาในการแก้ปัญหาในแต่ละวันค่อนข้างมาก สำหรับปัจจัยภายนอกในการเลือกชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยวมาใช้เป็นตัวอย่างในการวิจัย คือ การที่บริษัทผู้ส่งมอบชิ้นส่วนมีความพร้อมในการพัฒนาคุณภาพ เช่น การได้รับการรับรองระบบคุณภาพ ISO-9000, QS-9000 การเป็นผู้ส่งมอบให้กับทาง Big Three บางส่วนอยู่แล้ว รวมทั้งความรู้ความเข้าใจในระบบการอนุมัติชิ้นส่วนก่อนการผลิตจริงของบุคลากรผู้ส่งมอบ

2. การวางแผนวิจัย

ทางโรงงานตัวอย่างได้จัดตั้งหน่วยงานเพื่อเป็นการรองรับการดำเนินการและประสานงานกับการพัฒนาระบบการอนุมัติชิ้นส่วนก่อนการผลิตจริง (PPAP) คือหน่วยงานข้ามฝ่ายหรือ Cross Functional Team, CFT สำหรับหน่วยงาน CFT เป็นหน่วยงานระดับฝ่ายที่ตั้งขึ้นมาใหม่ พนักงานในทีมมีทั้งหมด 5 คน คือ ตัวแทนจากฝ่ายวิศวกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Engineering, PE) ซึ่งนอกจากจะรับผิดชอบในงานประจำแล้วยังดูแลรับผิดชอบทีมนี้อีกด้วย และตัวแทนอีก 3 ฝ่าย ซึ่งประกอบด้วย

- ตัวแทนจากฝ่ายจัดซื้อ (Purchasing Department, PRC) ทำหน้าที่ประสานงานระหว่างฝ่ายต่างๆ ดูแลการทำงานของระบบ PPAP
- ตัวแทนจากฝ่ายคุณภาพ (Quality Department, QA) ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาและผู้แนะนำระบบ PPAP
- ตัวแทนจากฝ่ายผลิต (Production Department, PRE) จำนวน 2 ท่าน ทำหน้าที่จัดการด้านเอกสาร สนับสนุนการดำเนินงานของทีม CFT

ทีม CFT มีหน้าที่หลัก ดังนี้คือ

1. วางแผนและจัดทำแผนการดำเนินการ PPAP
2. ดำเนินการและติดตามแผน
3. จัดประชุมทีมงานภายใน
4. วางแผนจัดทำแบบฟอร์มและข้อมูล
5. จัดเตรียมสภาพแวดล้อมและเงื่อนไขในการดำเนินการ
6. รวบรวมข้อมูล ประเมินผลและสรุป

นอกเหนือจากทีมงาน CFT แล้วทางโรงงานตัวอย่างได้มีการจัดตั้งทีมงานในระดับปฏิบัติการขึ้นอีก เช่น ทีมวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ (FMEA Team) ทีมศึกษาการ

แปรผันของระบบการวัด (GR & R Team) ซึ่งจะประกอบด้วยหัวหน้างาน (Foreman) และพนักงานอีก 4 คน ซึ่งพนักงานในกลุ่มนี้คัดเลือกมาจากพนักงานในฝ่ายที่เกี่ยวข้องที่มีทักษะในการปรับปรุงงานและมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ พนักงานกลุ่มนี้ได้รับการฝึกอบรมและได้รับมอบหมายให้ทำการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาในระดับปฏิบัติการ รวมทั้งการให้ความช่วยเหลือแผนกที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงงาน ผลของการตั้งกลุ่ม CFT และกลุ่มย่อยในการปฏิบัติงานนี้ ทำให้การดำเนินการวิจัยครั้งนี้สามารถบรรลุผลได้ในเวลาอันรวดเร็ว

3. การเก็บข้อมูลและดำเนินการวิจัย

ในช่วงแรกของการดำเนินการวิจัยหลังจากมีการคัดเลือกชิ้นส่วนตัวอย่าง คัดเลือกผู้ส่งมอบและแต่งตั้งคณะทำงานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว สมาชิกแต่ละคนจะถูกมอบหมายให้ศึกษาและรวบรวมขั้นตอนการทำงานปัจจุบันแล้วนำมาเปรียบเทียบกับข้อกำหนดของ PPAP ซึ่งเป็นมาตรฐานที่สากลใช้กันแล้วให้เสนอเรื่องที่จะทำการปรับปรุงมาคนละหนึ่งเรื่อง โดยหัวข้อของการนำเสนอนั้นไม่ได้เน้นว่าจะสามารถนำไปปฏิบัติจริงได้ทั้งหมด เป็นการเน้นเรื่องการกระตุ้นให้พนักงานรู้สึกตื่นตัวและให้ศึกษาข้อกำหนดของ PPAP เท่านั้น รูปแบบการจัดทำของทีม CFT นี้เน้นให้พนักงานศึกษาข้อกำหนดของระบบ PPAP แล้วนำเสนอให้กับทีมงาน โดยทีมงานจะเป็นผู้ชี้แนะและให้คำปรึกษาถึงความเป็นไปได้เพื่อให้เกิดความเหมาะสมที่สุด จากนั้นจึงนำไปปฏิบัติซึ่งหลังจากการปฏิบัติแล้วต้องมีการเขียนรายละเอียด และมีแบบฟอร์มเพิ่มขึ้นเพื่อเก็บเป็นเอกสารอ้างอิง ซึ่งในระยะแรกพนักงานยังไม่คุ้นเคยต่อวิธีการจัดบันทึกและการเขียนรายงาน และพนักงานบางคนหลีกเลี่ยงที่จะไม่เขียนได้ ดังนั้นหัวหน้าทีมต้องพยายามผลักดันให้พนักงานฝึกฝนตนเอง เพื่อให้คุ้นเคยกับการเก็บข้อมูลและการเขียนรายงาน การที่จะพัฒนาระบบ PPAP ให้ประสบความสำเร็จนั้น ทางทีมงาน CFT จะต้องชี้แจงให้ลูกทีมเข้าใจถึงผลดีที่โรงงานตัวอย่างได้รับ เช่น ของเสียน้อยลง ผลดีที่พนักงานจะได้รับ พนักงานที่เกี่ยวข้องทำงานได้สะดวกรวดเร็วขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.7 ใบเสนอการอนุมัติชิ้นส่วน (Part Submission Warrant ; PSW)

เมื่อมีชิ้นส่วนใหม่หรือชิ้นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลง ผู้ส่งมอบจะต้องทำการเสนออนุมัติชิ้นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงให้ผู้ประกอบการรถยนต์ โดยให้ผู้ส่งมอบเขียนใบเสนอการอนุมัติชิ้นส่วน พร้อมชิ้นส่วนตัวอย่างและเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ในช่วงเวลาตามแผนที่ได้กำหนดในแผนการเตรียมการผลิตหลังจากที่ทำการวัดและตรวจสอบได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปตามข้อกำหนดของทางผู้ประกอบการรถยนต์ โดยการเขียนใบเสนอการอนุมัติชิ้นส่วน นั้นจะเขียนแยกกันสำหรับแต่ละหมายเลขชิ้นส่วน ใบเสนอการอนุมัติชิ้นส่วน ของชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยว (Steering Linkage) ที่ผู้ส่งมอบเขียนเสนอพร้อมชิ้นส่วนตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.6 ซึ่งรายการที่ยังไม่สามารถส่งมอบได้จะระบุวันที่ ที่จะส่งมอบให้ในครั้งต่อไปไว้ เมื่อผู้ประกอบการได้รับใบเสนอการอนุมัติชิ้นส่วน แล้วจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของใบเสนอการอนุมัติชิ้นส่วน และเอกสารที่แนบมา ถ้าถูกต้องจะลงนามรับรองก่อนทำการตรวจสอบชิ้นส่วนต่อไป ในใบเสนอการอนุมัติชิ้นส่วน จะประกอบด้วยข้อมูลหลักๆ คือ

1. การบ่งชี้ของชิ้นส่วนที่เสนอขออนุมัติ
2. เหตุผลของการเสนออนุมัติ เช่น เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต
3. ระดับของการเสนอขออนุมัติ ที่มีอยู่ 5 ระดับ
4. ผลของการวัด ทดสอบ และตรวจสอบ โดยผู้ส่งมอบจะจัดส่งเอกสารนี้พร้อมชิ้นส่วนตัวอย่าง และเอกสารทั้งหมดที่เกี่ยวข้องทั้งหมดมาพร้อมกัน

ใบเสนอการอนุมัติชิ้นส่วน เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นบทสรุปเปรียบเสมือนสารบัญของตัวรายงานว่าในรายงานของตัวระบบการอนุมัติชิ้นส่วนก่อนการผลิตจริงประกอบไปด้วยข้อมูลหลักๆ อะไรบ้าง หรือใช้เป็น มาตรฐานในการทวนสอบว่าข้อมูลที่ถูกจัดทำครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่ โดยที่ทางลูกค้าจะมีแบบฟอร์มให้กับทางผู้ส่งมอบกรอกข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบ(เพราะเป็นรูปแบบเดียวกัน)และการจัดเก็บในภายหลัง ซึ่งผู้มีหน้าที่ในการจัดทำเอกสารฉบับนี้ส่วนใหญ่จะเป็นหัวหน้ากลุ่มที่มีหน้าที่รวบรวมเอกสารในขั้นตอนสุดท้ายแล้วทำการจัดส่งให้ทางลูกค้าตรวจสอบและอนุมัติต่อไป เนื้อหาหลักๆในใบเสนอการอนุมัติชิ้นส่วน จะแบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 หมายเลขที่ 1 - 10 เป็นข้อมูลที่บ่งบอกถึงลักษณะทั่วๆไปของชิ้นส่วนเช่น การเปลี่ยนแปลงในทางวิศวกรรม ข้อมูลของแบบที่ใช้ล่าสุด จุดที่มีการเปลี่ยนแปลง เลขที่ของการสั่งซื้อชิ้นส่วน น้ำหนักของชิ้นส่วน (มีไว้คำนวณหาค่าน้ำหนักต่อคัน)

ส่วนที่ 2 หมายเลขที่ 11 - 16 จะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ผู้ผลิตชิ้นส่วน ชื่อลูกค้า สถานที่ตั้งของโรงงาน รุ่นหรือรหัสของชิ้นส่วนที่ทำการผลิต

ส่วนที่ 3 หมายเลขที่ 17 เป็นส่วนที่บ่งชี้ถึงเหตุผลที่มีการจัดทำเอกสารการอนุมัติชิ้นส่วนก่อนการผลิตจริง เพื่อจัดส่งให้ทางลูกค้าต่อไป เช่นเป็นชิ้นส่วนที่เริ่มทำการผลิตครั้งแรก ชิ้นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม ชิ้นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต ชิ้นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงแหล่งการผลิต เช่นจากต่างประเทศ CKD เป็นภายในประเทศ Local

ส่วนที่ 4 หมายเลขที่ 18 จะเป็นส่วนที่บ่งชี้ถึงระดับความต้องการเอกสารต่างๆที่ผู้ผลิตชิ้นส่วนจำเป็นต้องส่งให้กับทางลูกค้าอนุมัติ โดยข้อกำหนดของตัวระบบการอนุมัติชิ้นส่วนก่อนการผลิตจริง จะแบ่งระดับการขออนุมัติออกเป็นทั้งหมด 5 ระดับซึ่งในการแบ่งระดับการขออนุมัติทางลูกค้าจะพิจารณาจากประวัติการส่งมอบชิ้นส่วนว่ามีความล่าช้าหรือตรงต่อเวลาหรือไม่ ระบบการควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนของผู้ส่งมอบว่ามีเปอร์เซ็นความผิดพลาดมากน้อยแค่ไหน ความเชื่อมั่นของลูกค้าที่มีต่อผู้ส่งมอบเช่นทางผู้ส่งมอบได้ระบบการประกันคุณภาพ QS-9000 หรือ ได้รับรางวัลอื่นๆด้านคุณภาพหรือไม่เป็นต้น

ส่วนที่ 5 หมายเลขที่ 19 - 22 เป็นผลสรุปของตัวรายงานว่าแต่ละหัวข้อข้างต้นครบถ้วนตามเกณฑ์ที่ลูกค้าต้องการหรือไม่ ในกรณีที่ไม่ผ่านลูกค้าสามารถให้คำแนะนำหรือข้อเสนอแนะได้ภายในส่วนนี้ รายละเอียดต่างๆและตัวอย่างการจัดทำใบรับรองคุณภาพ สามารถศึกษาได้จากรูปทีที่ 3.6 การจัดทำใบรับรองคุณภาพของแกนบังคับเลี้ยว โดยผู้ส่งมอบจะทำเขียนใบรับรองนี้หลังจากที่การตรวจสอบและการทดสอบที่ต้องการได้ผลเป็นที่น่าพอใจและข้อมูลที่สำคัญๆได้ถูกเก็บรวบรวมครบถ้วนแล้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Part Name ① STEERING LINKAGE Part Number ② 485002S400-M

Safety and/or Government ③ Regulations — Yes ☐ No ☒

④ Engineering Drawing Change Level **02** Date

Additional Engineering Changes ⑤ Date

Shown on Drawing No. ⑥ SLA046A Purchase Order No. ⑦ Weight ⑧ 8.175 kg

Checking Aid No. ⑨ Engineering Change Level ⑩ Date

ส่วนที่ 1

Supplier Manufacturing Information

Submission Information ⑬

Dimensional ☒ Material/Func ☒ Appearance ☒

⑪ STEERING&SUSPENSION Co. Ltd

Supplier Name : Supplier Code : CustomerName/Division : SNA ⑭

⑫ EASTERN SEABOARD INDUSTRIAL ESTATE

Street Address : Buyer/Buyer Code : ⑮

PLUAKDAENG RAYONG 21140 THAILAND

City/States/Postal Code : Application : ⑯ QW224 & QW244

ส่วนที่ 2

Reason for Submission ⑰

- ☒ Initial Submission
- ☐ Engineering Change (S)
- ☐ Tooling : Transfer, Replacement, or Additional
- ☐ Correction of Discrepancy
- ☐ Other-please specify
- ☐ Change to Optional Construction/Material
- ☐ Sub-Supplier of Material Source Change
- ☐ Change in Part Processing
- ☐ Parts Produced at Additional Location

ส่วนที่ 3

REQUESTED SUBMISSION LEVEL (Check one) ⑱

- ☐ Level 1-Warrant, Appearance Approval Report (for designated appearance item only)
- ☐ Level 2-Warrant, Parts, Drawings, Inspection Results, Laboratory and Function Results; Appearance Approval Report
- ☐ Level 3-At Customer Location-Warrant, Parts Drawings, Inspection Results, Laboratory and Function Results, Appearance Approval Report, Process Capability Results, Capability Study, Process Control Plan, Gage Study, FMEA

ส่วนที่ 4

(PPAP , 1995)

รูปที่ 3.6 ใบเสนอการอนุมัติชิ้นส่วน

☐ Level 4-Per Level 3, but without Parts

☒ Level 5-At Supplier Location-Warrant, Parts, Drawings, Inspection Results, Laboratory and Function Results Appearance Approval Report, Process Capability Results, Capability Study, Process Control Plan, Gage Study, FMEA

☐ Level 6-see GSQM 160

ส่วนที่ 4

SUBMISSION RESULTS (19)

The result for ☒ Dimensional measurements ☒ Material and func tests ☒ Appearance ☐ Statistical process package

These results meet all drawitns and specification requirements (20) ☒ YES ☐ NO If NO Explanation Required

DECLARATION

I affirm that the samples represented by this warrant are arepresentive of our parts and nave been made to the applicable customer drawings and specifications and are made from specified material on regular production tooling with no operations other than regular production process. I have noted any deviations from this declaration below.

EXPLANATION/COMMENTS: (21)

Print Name: _____ Tittle: _____ Phone No: _____

Supplier Authorized Signature (22) _____ Date _____

FOR CUSTOMER USE ONLY

☒ Approved ☐ Rejected ☐ Other

Customer Name Customer signature Date

ส่วนที่ 5

(PPAP , 1995)

รูปที่ 3.6 (ต่อ) ใบเสนอการอนุมัติชิ้นส่วน

รายละเอียดของใบเสนอการอนุมัติชิ้นส่วน (Parts Submission Warrant, PSW)

ส่วนที่ 1

หมายเลข 1 Parts Name	ชื่อชิ้นส่วนคือแกนบังคับเลี้ยว(Steering Linkage)
หมายเลข 2 Parts Number	เลขที่ชิ้นส่วน 485002S400-M
หมายเลข 3 Regulation	กฎหมายของทางประเทศที่ใช้ชิ้นส่วน (เช่นเรื่องที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม) ตอบNoเพราะไม่มีผลทางกฎหมายใด ๆ กับประเทศที่ใช้ชิ้นส่วน
หมายเลข 4 Engineering DWG Change Level	เป็น Level 2 (บ่งบอกถึงแบบชิ้นส่วนที่ใช้ล่าสุด)
หมายเลข 5 Additional Engineering Change	ไม่มี (ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมที่ยังไม่ได้ระบุลงในแบบแต่รวมอยู่ในชิ้นส่วนของงานนั้นแล้ว
หมายเลข 6 Shown On DWG No	SLA 046A (แบบของชิ้นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลง)
หมายเลข 7 Purchase Order No	ไม่มี (ยังไม่มีเลขที่ใบสั่งซื้อ)
หมายเลข 8 Parts Weight	8.1750 Kg (น้ำหนักชิ้นส่วน)
หมายเลข 9 Checking Aid No	ไม่มี (เลขที่ชิ้นงานที่มีการเปลี่ยนแปลง)
หมายเลข10 Engineering Change Level	ไม่มี (ครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม)

ส่วนที่ 2

หมายเลข 11 Supplier Name	STEERING&SUSPENSIONCo.,Ltd.(ชื่อผู้ผลิตชิ้นส่วน)
หมายเลข12Supplier Address	EASTERN SEABOARD INDUSTRIAL ESTATE (สถานที่ตั้งของผู้ส่งมอบ)
หมายเลข13Submission Type	Dimension,Material /Function,Appearance (ประเภทการขออนุมัติ)
หมายเลข14Customer Name	SNA (ชื่อลูกค้า)
หมายเลข15Buyer / Buyer Code	ไม่มี (ชื่อในการสั่งซื้อ / รหัสในการสั่งซื้อ)
หมายเลข16Appilcation	QW 224 & QW 244 (ชื่อรุ่นของรถ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 3

หมายเลข 17Reason For Submission	Initial Submission (เหตุผลในการขออนุมัติ)

ส่วนที่ 4

หมายเลข 18Submission Level	ระดับ 5 (ระดับในการส่งข้อมูลในการอนุมัติ)

ส่วนที่ 5

หมายเลข19Submission Results	ผ่าน (ชนิดของการอนุมัติ)
หมายเลข20Supplier Authorized	ผู้ส่งมอบลงชื่อรับรอง
หมายเลข21Submission Results	ผ่าน (ผลของการอนุมัติ)
หมายเลข22Comments	ลูกค้าเสนอแนะหรือให้คำแนะนำต่างๆ ในกรณีที่ผลการอนุมัติไม่ผ่าน

3.8 กระบวนการตรวจสอบชิ้นส่วน

กระบวนการตรวจสอบชิ้นส่วนของโรงงานตัวอย่างได้ทำควบคู่กับการพัฒนาชิ้นส่วนโดยการอ้างอิงจากมาตรฐาน PPAP ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งที่ทำให้ชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่างมีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของลูกค้า การตรวจสอบชิ้นส่วนของโรงงานตัวอย่างได้ตั้งหัวข้อหลักๆดังนี้

1. การทำชิ้นส่วนตัวอย่าง (Sample Parts) เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงส่วนที่บกพร่องและพัฒนาเป็นชิ้นส่วนต้นแบบ (Master Sample) ต่อไปโดยมีแผนกวิศวกรรมการออกแบบเป็นผู้รับผิดชอบหลัก

2. การตรวจสอบชิ้นงานจะประกอบด้วยสามหัวข้อหลักคือ

- การตรวจสอบขนาดมิติ (Inspection Data)
- การตรวจสอบลักษณะภายนอก (Appearance Approval Report , AAR)
- มาตรฐานการตรวจสอบ (Inspection Standard)

การดำเนินการจะอยู่ในความรับผิดชอบของแผนกประกันคุณภาพ โดยมีเป้าหมายของการลดการเคลมจากลูกค้า (Customer Claim)และระดับของเสียในกระบวนการผลิต (In process Defect Rate)

3. การตรวจสอบความน่าเชื่อถือ สมรรถนะและความทนทาน (Reliability Test) ผ่านระบบการทดสอบชิ้นงานมาตรฐาน Japan International Standard ,JIS หรือมาตรฐานที่ทางลูกค้าเป็นผู้กำหนด มีเป้าหมายเพื่อลดการเคลมจากลูกค้าเนื่องมาจากปัญหาการใช้งานโดยมีแผนกวิศวกรรมผลิตภัณฑ์เป็นผู้รับผิดชอบหลัก

งานวิจัยนี้ทางโรงงานตัวอย่างได้คัดเลือกชิ้นส่วนตัวอย่างมาหนึ่งชิ้นจากชิ้นส่วนทั้งหมด คือ ตัวแกนบังคับเลี้ยว (Steering Linkage) วิธีการและขั้นตอนต่างๆในการตรวจสอบชิ้นส่วนจะได้รับการตอบสนอง โดยผ่านกลไกการพัฒนาของกลุ่มต่างๆ ตั้งแต่ระดับพนักงานจนถึงหัวหน้างาน พนักงานทุกคนจะได้รับความรู้ในเรื่อง มาตรฐานการตรวจสอบ หัวข้อที่มีการตรวจสอบ จุดที่ต้องทำการตรวจสอบ เป็นต้น ส่วนหัวหน้างานจะได้รับการฝึกอบรมความรู้ในการตรวจสอบในระดับที่สูงขึ้นตามลำดับ เช่น การจัดทำมาตรฐานการตรวจสอบ การวิเคราะห์การตรวจสอบ เป็นต้นทำให้พนักงานระดับปฏิบัติการและหัวหน้างานสามารถแก้ปัญหาในความรับผิดชอบของตนเองไปได้ถึงระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามหากพนักงานและหัวหน้างานในระดับล่างยังมีปัญหาหรือข้อสงสัยก็จะมีการนำเสนอเข้าการประชุมของทีม CFT เพื่อแก้ปัญหาและตอบข้อสงสัยต่อไป ในกรณีปัญหาเร่งด่วนพนักงานสามารถนำเสนอปัญหาเข้าสู่ทีม CFT ได้ทันที ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.8.1 ชิ้นส่วนตัวอย่าง (Sample Parts)

ผู้ประกอบการรถยนต์จะเรียกขอชิ้นส่วนตัวอย่างสำหรับการอนุมัติ จำนวน 2 ชิ้น โดยทางผู้ประกอบการรถยนต์จะส่งชิ้นส่วนที่ได้ผ่านการอนุมัติเรียบร้อยแล้วกลับไปยังผู้ส่งมอบ ซึ่งผู้ส่งมอบจะต้องเก็บรักษาตัวอย่างต้นแบบไว้ในระยะเวลาเท่ากับที่บันทึกการตรวจรับรองชิ้นส่วนการผลิตได้รับการเก็บรักษาไว้ หรือจนกว่าจะมีการจัดทำตัวอย่างต้นแบบใหม่ขึ้นมาเพื่อใช้เป็นชิ้นส่วน โดยตัวอย่างต้นแบบผู้ส่งมอบต้องบ่งชี้ไว้ด้วยการแสดงวันที่ลูกค้าตรวจรับรอง กรณีที่ขนาดของตัวอย่างทำให้การเก็บรักษาตัวอย่างต้นแบบเป็นไปได้ยาก ข้อกำหนดในการเก็บรักษาตัวอย่างอาจได้รับการดัดแปลง หรือระงับเป็นลายลักษณ์อักษรจากฝ่ายวิศวกรรมคุณภาพของลูกค้าเห็นสมควร สำหรับชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยวทางผู้ส่งมอบได้จัดส่งชิ้นส่วนตัวอย่างจำนวน 2 ชิ้นตามแผนที่ได้กำหนดไว้ พร้อมติดป้ายแสดง ชิ้นส่วนตัวอย่าง และจัดส่งเอกสารสำหรับเสนอชิ้นส่วนต้นแบบของแกนบังคับเลี้ยวชิ้นส่วนตัวอย่างจะเปลี่ยนสภาพเป็นชิ้นส่วนต้นแบบเมื่อได้รับการอนุมัติจากผู้ประกอบการ และทางผู้ประกอบการรถยนต์ได้ตรวจสอบอนุมัติและส่งชิ้นส่วนกลับไปยังผู้ส่งมอบเพื่อให้จัดเก็บไว้เป็นชิ้นส่วนต้นแบบ ใช้อ้างอิงเมื่อชิ้นส่วนมีปัญหาหรือมีข้อสงสัยในการตรวจสอบ

3.8.2 ผลการตรวจสอบขนาดมิติ (Inspection Data)

ผลเชิงขนาดที่อ้างอิงกับข้อกำหนดในแบบของชิ้นส่วนหรือค่ามาตรฐานในการตรวจสอบโดยการตรวจสอบเชิงขนาดต้องได้รับการดำเนินการบนชิ้นส่วนและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ในกรณีที่ใช้การบริการตรวจสอบของบุคคลภายนอก (บุคคลที่ 3) ผลของการตรวจสอบจะรายงานโดยใช้กระดาษที่เป็นหัวจดหมายที่บ่งบอกที่มาของบุคคลที่ 3 ด้วยในกรณีที่ชิ้นส่วนการผลิตถูกผลิตขึ้นจากแม่พิมพ์เครื่องมือ แบบหล่อ หรือแบบชุบ ที่มีเบ้ามากกว่าหนึ่งเบ้า การวัดผลเชิงขนาดที่สมบูรณ์เป็นสิ่งจำเป็นต้องใช้ชิ้นส่วน 3 ชิ้น จากเบ้าแต่ละเบ้า แต่ละแม่พิมพ์ เป็นต้น เพื่อการตรวจสอบและอนุมัติ เพื่อการ

ครอบคลุมการตรวจสอบทางด้านมิติ ขนาดของชิ้นส่วนตามมาตรฐาน ดังนั้นผู้ส่งมอบจะต้องทำการตรวจสอบขนาดของชิ้นส่วนตัวอย่าง อย่างน้อยจำนวน 3 ชิ้น ในทุกๆ จุดตามที่มาตรฐานกำหนดและบันทึกผลการตรวจสอบ สำหรับชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยว (Steering Linkage) จะมีจุดตรวจสอบทั้งหมด 11 จุด ผลการตรวจสอบเป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจสอบชิ้นส่วนในจุดหรือตำแหน่งตามมาตรฐาน ก่อนที่จะมีการจัดส่งให้กับทางลูกค้าโดยวิธีการตรวจสอบ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ ตำแหน่งที่จะตรวจสอบ รวมทั้งจำนวนที่จะทำการตรวจสอบ 100%หรือเป็นการสุ่มตรวจ อ้างอิงจากเอกสารในส่วนของ มาตรฐานการตรวจ สอบ (Inspection Standard)โดยเจ้าหน้าที่ทางด้านคุณภาพจะเป็นผู้จัดเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของสินค้าสำเร็จรูปหรือเป็นการตรวจสอบชิ้นส่วนที่ในระหว่างการผลิต ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงการตรวจสอบ โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการจัดทำเอกสารผลการตรวจสอบเพื่อใช้ในการป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการตรวจสอบหัวข้อไม่ครบตามมาตรฐานและลดปริมาณของเสียที่ส่งให้กับทางลูกค้า ซึ่งจะประกอบไปด้วยหัวข้อหลักๆดังต่อไปนี้

Part No.	หมายถึงเลขหรือรหัสของชิ้นงานที่จะทำการตรวจสอบ
Part Name	ชื่อของชิ้นงานที่จะนำมาทำการตรวจสอบ
DWG Rev	ข้อมูลของแบบชิ้นส่วนล่าสุด
Lot Qty	จำนวนชิ้นงานที่นำมาใช้ในการตรวจสอบ
Date	วัน เดือน ปี ที่มีการเก็บข้อมูล
Inspector	ผู้ที่ทำการเก็บข้อมูล
Check Point	จุดที่จะทำการตรวจสอบ
Gage	เครื่องมือที่จะใช้ในการตรวจสอบ
Avg	ค่าเฉลี่ยของข้อมูล
Range	ค่าพิสัยของชิ้นงานเพื่อใช้ตรวจสอบการกระจายของชิ้นงาน
Result Test	ผลสรุปในการตรวจสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างเช่นหัวข้อที่ 2 ปริมานแรงในการขันน็อตของตัวแกนกลางบังคับเลี้ยว

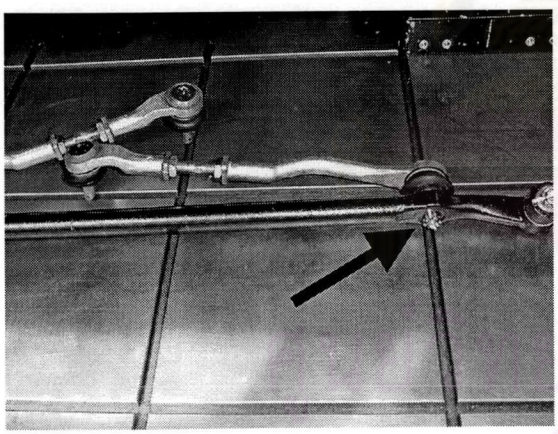
ผลการตรวจสอบด้านมิติ

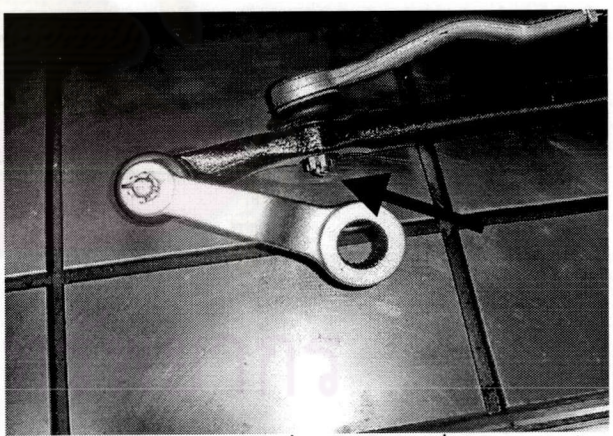
(INSPECTION DATA SHEET)

Part No:	SLA045A	Lot No:	-				Lot Qty:	300			
Part Name:	STEERING LINKAGE	Date:	9/7/2001				☐	Mass Production			
Drawing Rev:	02	Inspected by	NARISA				☒	Pilot Part			
							☐	Prototype			
ITEM	Check point	Gage No.	1	2	3	4	5	Avg.	Range	OK	NG
2	Tightening Torque	Torque	500	500	500	490	490	496	10	/	
	450-600 kgf.cm.	Wrench									

อ้างอิงหน้า 59 ตารางที่ 3.3 ผลการตรวจสอบด้านมิติ

ตรวจสอบแรงที่ใช้ในการขันน็อต (Torque) ของจุดหมุนในส่วนแกนกลางของตัวบังคับเลี้ยวกับแขนทั้งสองด้านโดยมาตรฐานกำหนดให้อยู่ในช่วง 450-600 kgf- cm ใช้ประแจที่สามารถปรับค่าได้เพื่อนำมาใช้ในการวัดค่าแรงที่ใช้ในการขันแล้วบันทึกผลการตรวจสอบในแบบฟอมร์ผลการตรวจสอบด้านมิติ





อ้างอิงหน้า 60 รูปที่ 3.8 ปริมานแรงที่ใช้ในการขันน็อต

รายละเอียดการตรวจสอบจุดอื่นๆดังรายละเอียดในตารางที่ 3.3 ผลการตรวจสอบด้านมิติชิ้นส่วนตัวอย่างของแกนบังคับเลี้ยว และรูปที่ 3.7 ถึง 3.17 ตำแหน่งที่มีการตรวจสอบด้านมิติของแกนบังคับเลี้ยว

ตารางที่ 3.3 ผลการตรวจสอบด้านมิติของชิ้นส่วนตัวอย่างแกนบังคับเลี้ยว (Inspection Data)

ผลการตรวจสอบด้านมิติ

(INSPECTION DATA SHEET)

Part Nc: SLA045A | Lot No: - | Lot Qty: 300

Part Name: STEERING LINKAGE | Date: 9/7/01 | ☐ Mass Production

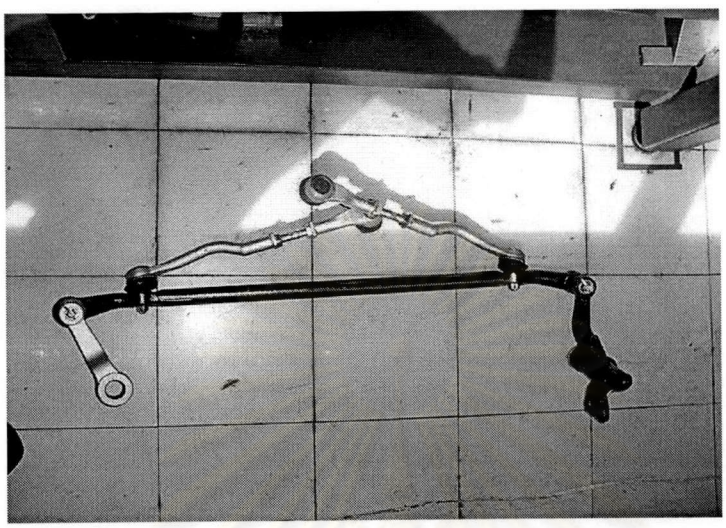
Drawing Rev: 02 | Inspected by: NARISA | ☒ Pilot Part

☐ Prototype

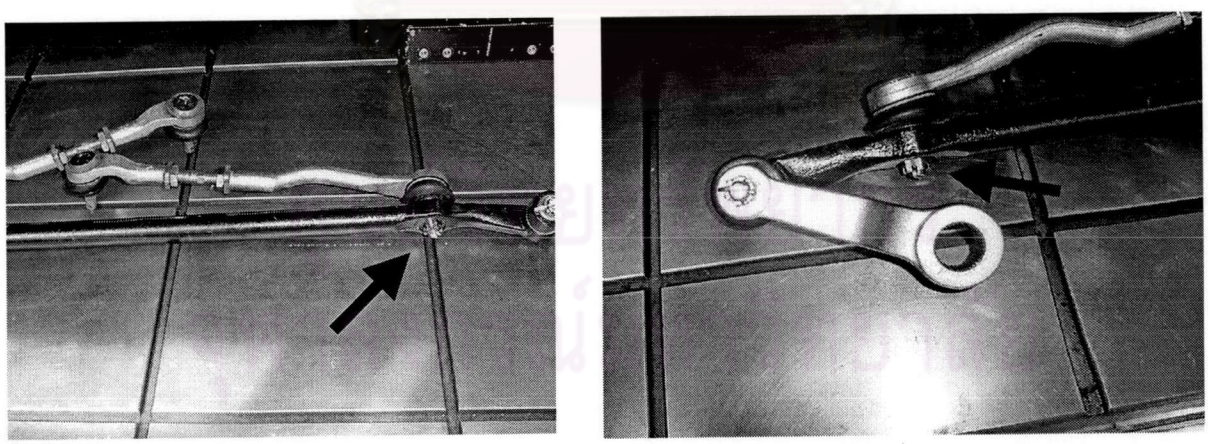
ITEM	Check point	Gage No.	1	2	3	4	5	Avg.	Range	OK	NG
①	Appearance (รูปที่ 3.7)	Visual	OK	OK	OK	OK	OK	-	-	/	
②	Tightening Torque 450-600 kgf.cm.(รูปที่ 3.8)	Torque Wrench	500	500	500	490	490	496	10	/	
③	Pin bending > 180 (รูปที่ 3.9)	Visual	OK	OK	OK	OK	OK	-	-	/	
④	Lot Marking (รูปที่ 3.10)	Visual	OK	OK	OK	OK	OK	-	-	/	
⑤	Part ID Stamp (รูปที่ 3.11)	Visual	OK	OK	OK	OK	OK	-	-	/	
⑥	Torque 450-600 kgf-cm. (B/J side) (รูปที่ 3.12)	Torque Wrench	12	12	10	10	11	11	2	/	
⑦	Spinning Dai (รูปที่ 3.13) 26.0-26.7 mm (B/J side)	V.Caliper	26.63	26.65	26.65	26.64	26.65	26.64	0.02	/	
⑧	Torque 450-600 kgf-cm. (รูปที่ 3.14 after 24 hrs. (Idler side)	Torque Wrench	23	25	25	23	24	24	2	/	
⑨	Spinning Dai 26.5-27.1 mm (Idie Arm side) (รูปที่ 3.15)	V.Caliper	26.90	27.00	27.00	26.90	27.00	27.00	0.1	/	
⑩	NUT008As and (รูปที่ 3.16) NUT013As torque 30 kgf-cm.	Torque Wrench	30	30	30	30	30	30	0	/	
⑪	Tie rod ball center 53.9+/-3 mm. (รูปที่ 3.17)	V.Caliper	54.85	54.84	54.85	54.82	54.80	54.83	0.05	/	

Lot Judgement : ☑ OK ☐ NOT OK

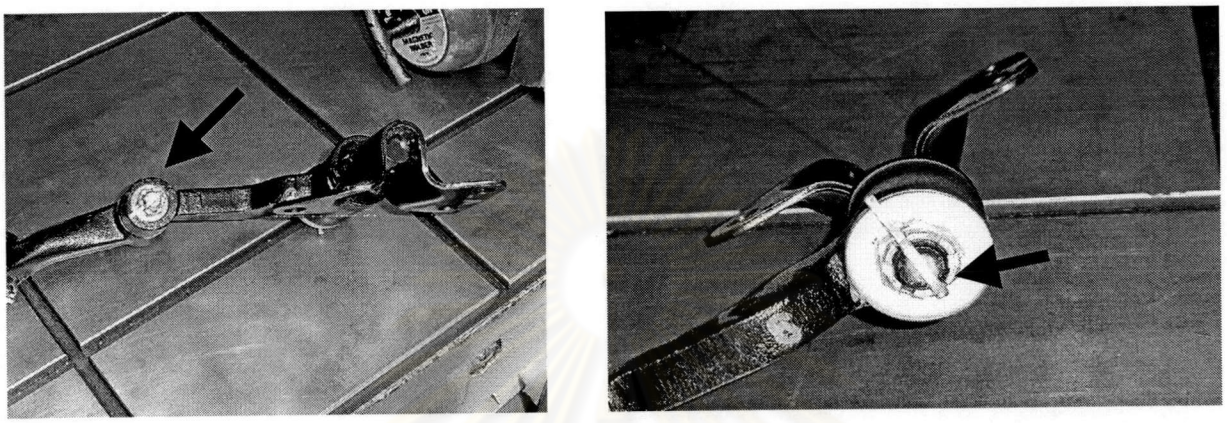
REPORTER	CHECKED	APPROVED
NARISA	NARISA	SARUN



รูปที่ 3.7 การตรวจสอบลักษณะภายนอก (APPERANCE), ITEM 1
ดูความสะอาด, สี, รอยขีดข่วนต่าง ๆ

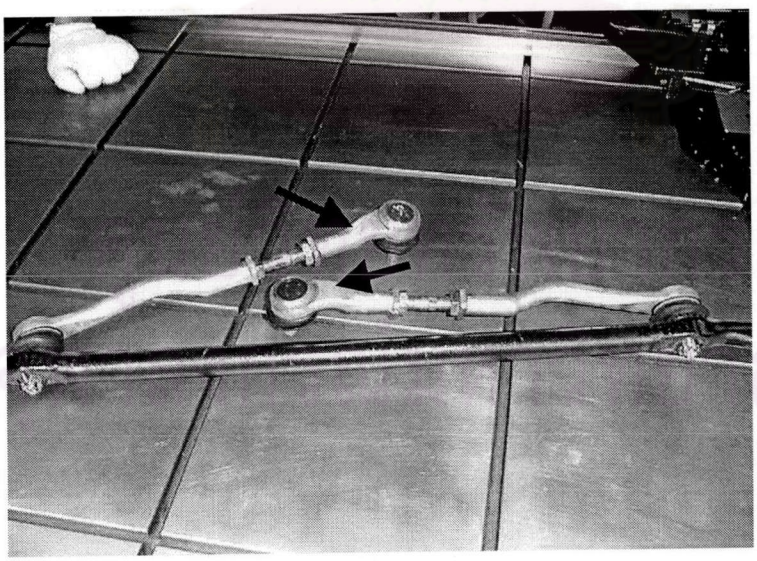


รูปที่ 3.8 ปริมาณแรงในการขันน็อต, 450-600 kgf-cm. , ITEM 2
(TIGHTENING TORQUE 450-600 kgf-cm.)



รูปที่ 3.9 การโค้งงอของตัวสลัก > 180 , ITEM 3

(PIN BENDING > 180)

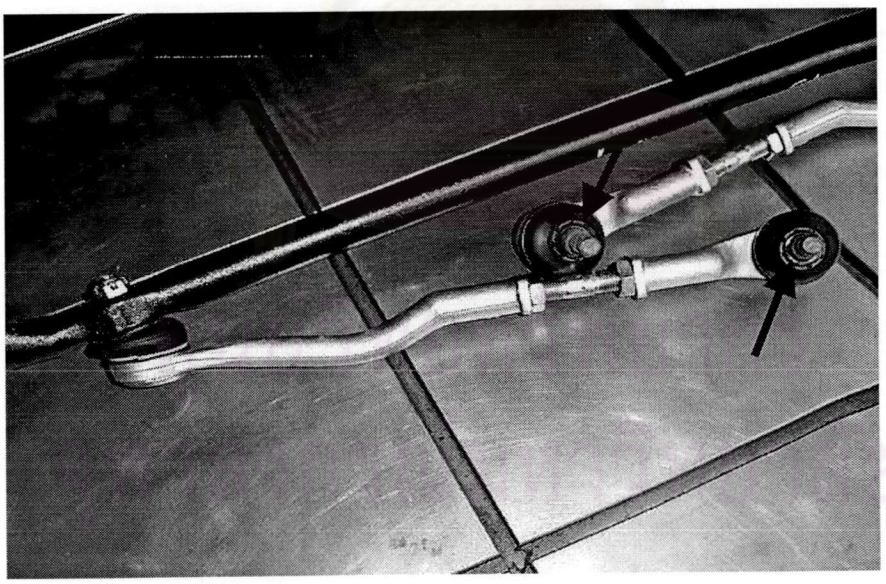


รูปที่ 3.10 ฉลากด้านการตลาดใช้แยกระหว่าง MANUAL กับ POWER ITEM

(LOT MARKING , ITEM 4)

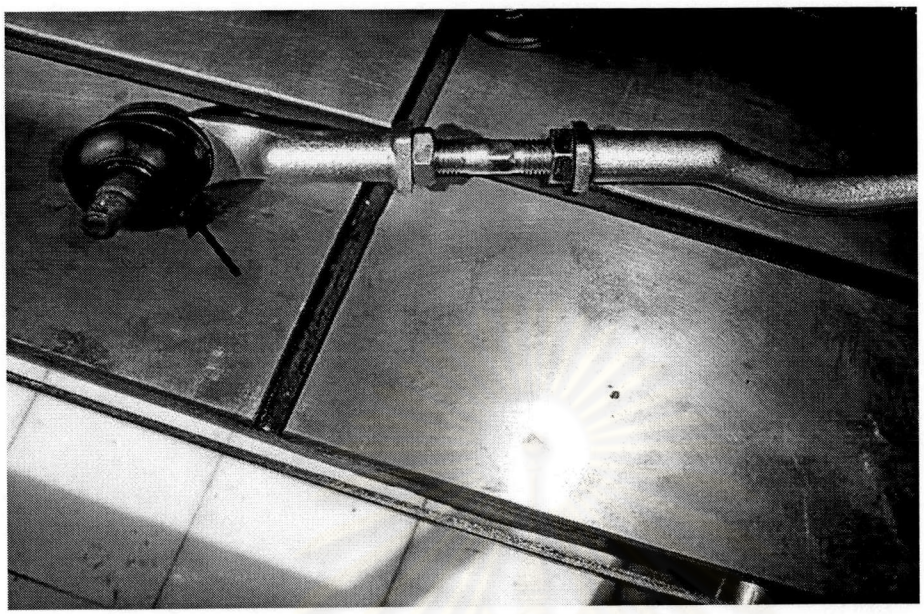
รูปที่ 3.11 ตราประทับ ID PART บอกถึงวัน/เดือน/ปี ที่ผลิต

(PARTS ID STAMP, ITEM 5)

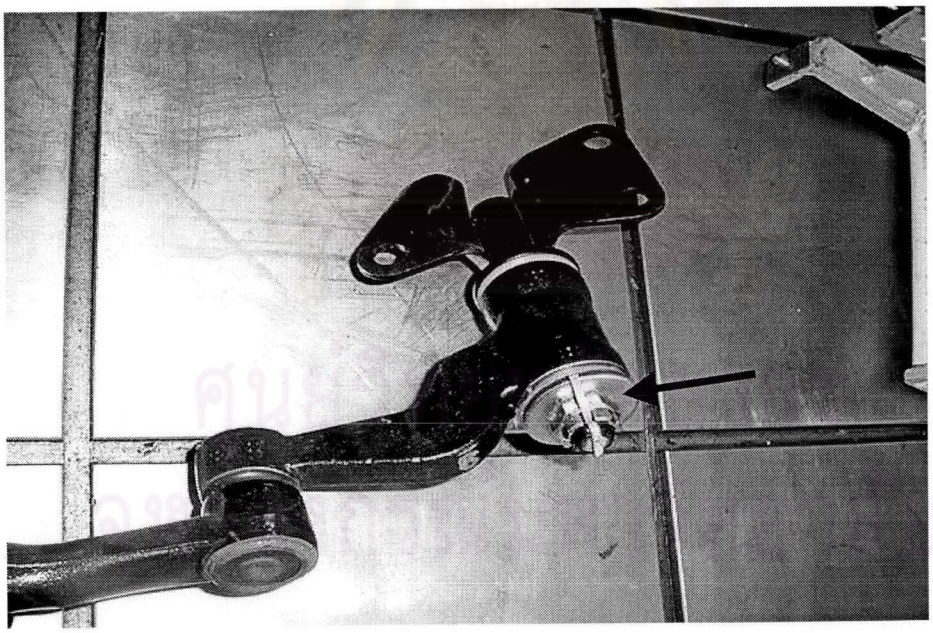


รูปที่ 3.12 ปริมาณแรงในการขันน็อตด้านตัวลูกหมาก 450-600 Kgf-cm

(TORQUE 450-600 Kgf-cm, ITEM 9, BALL JOUST SIDE)

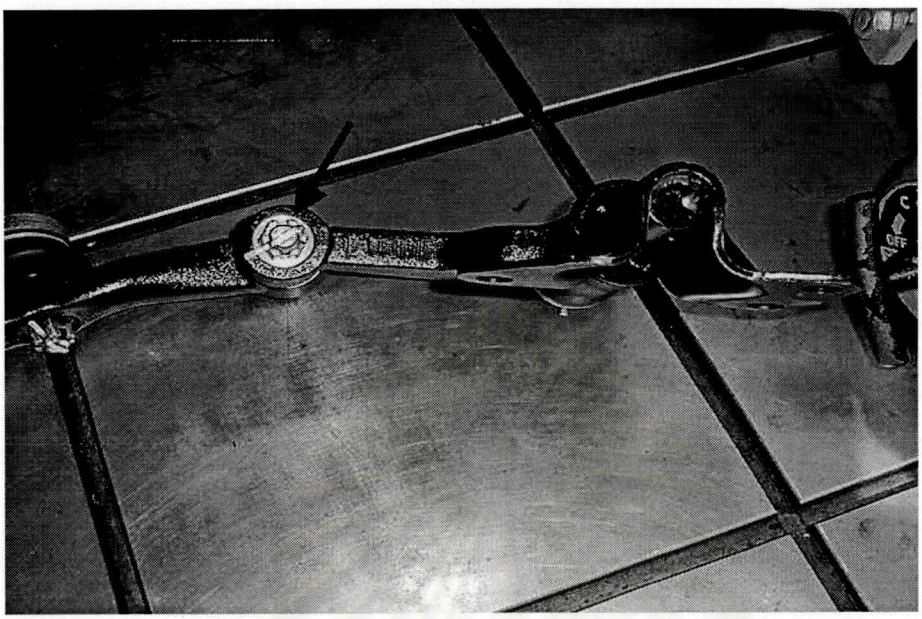


รูปที่ 3.13 SPINNING DAI 26.0-26.7 mm (B/J SIDE, ITEM 10)



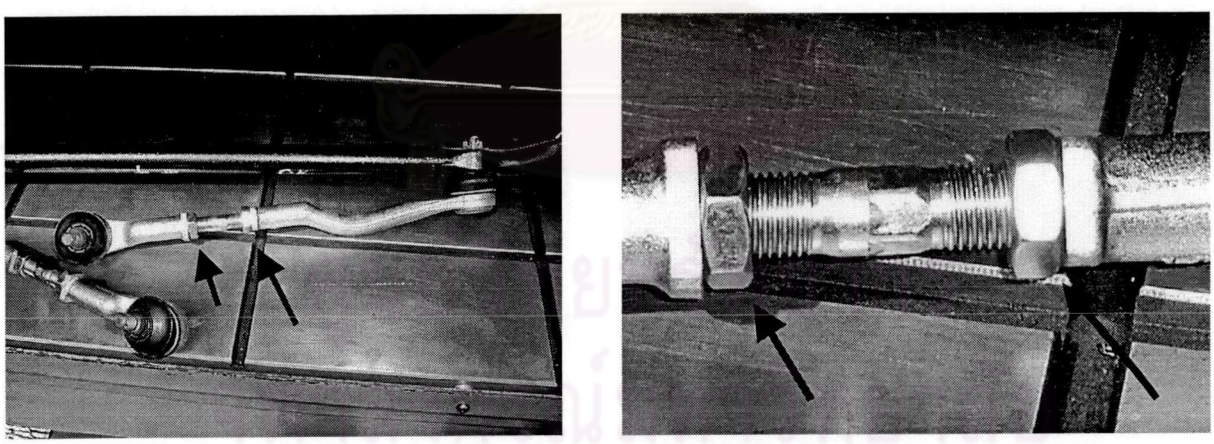
รูปที่ 3.14 ปริมาณแรงในการขันน็อตด้านแขนพา 450-600 Kgf-cm

(TORQUE 450-600 Kgf-cm AFTER 24 hrs ,IDLER SIDE ITEM 11)

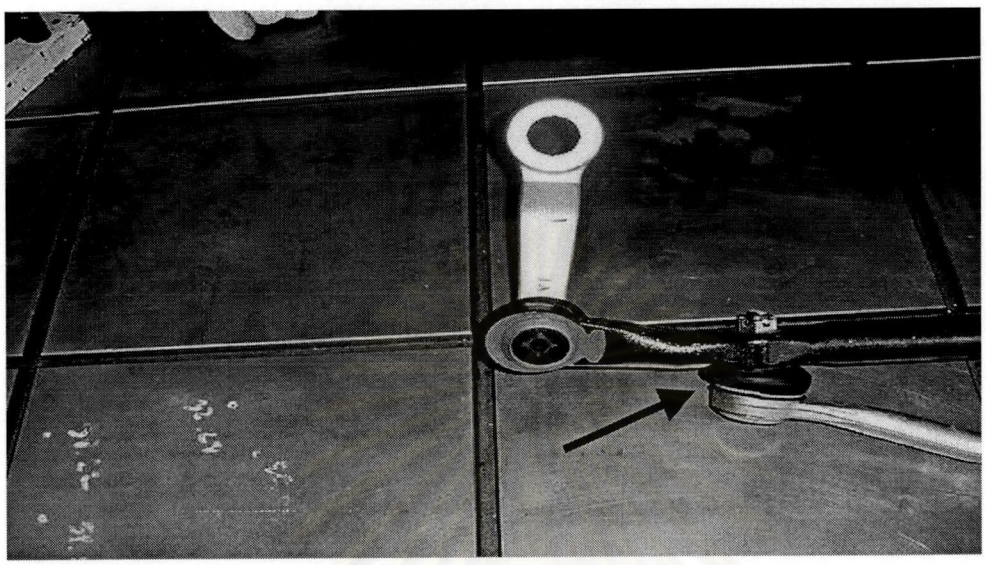


รูปที่ 3.15 SPINNING DIA 26.5-27.1 mm ,ITEM 12

(IDLER ARM SIDE)



รูปที่ 3.16 NUT008As, NUT013As TORQUE 30 Kgf-cm, ITEM 13



รูปที่ 3.17 TIE ROD BALL CENTER 53.9+-3mm , ITEM 14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการตรวจสอบด้านขนาดมิติของชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยว จำนวน 5 ชิ้น พบว่าทุกจุดที่มีการตรวจสอบจะมีค่าอยู่ในสเปคพิกัดตาม เผื่อที่กำหนดทั้งค่าประจำตัวของชิ้นงานและค่าเฉลี่ยที่ได้ การตรวจสอบเชิงขนาดของชิ้นส่วนตัวอย่างจะช่วยให้มีความมั่นใจและสามารถป้องกันปัญหาขนาดมิติผิดไปจากแบบได้ซึ่งในจุดที่ไม่ได้มีการตรวจสอบ จะส่งผลกระทบ เมื่อนำชิ้นส่วนไปติดตั้งในช่วงทดลองประกอบหรือเริ่มผลิตจริงไปแล้ว ทำให้การแก้ไขทำได้ยากเพราะเวลาในการแก้ไขมีจำกัดและชิ้นส่วนอาจผลิตเก็บไว้เป็นจำนวนมาก ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการแก้ไขค่อนข้างมาก และอาจส่งผลกระทบต่อสายการผลิตของผู้ประกอบการได้

จุดที่จะทำการตรวจสอบทั้งหมดมี 11 จุดคือ

จุดที่ 1 เช็คลักษณะภายนอกทั่วไปเช่นลักษณะพื้นผิวชิ้นงาน รอยแตกบนตัวชิ้นงาน จุดหมุนต่างๆ ลักษณะพื้นผิวของสีที่พ่น รูปที่ 3.4 ตรวจสอบลักษณะภายนอก (Appearance)

จุดที่ 2 เช็คแรงที่ใช้ในการขันน็อต (Torque) ตามจุดหมุนต่างๆ โดยมาตรฐานจะกำหนดให้อยู่ในช่วง 450-600 Kgf-cmเครื่องมือที่ใช้จะเป็นประแจที่สามารถปรับค่าได้เพื่อนำมาใช้ในการวัดค่าแรงที่ใช้ในการขัน ผลการตรวจสอบค่าเฉลี่ยที่วัดได้อยู่ที่ 496 Kgf-cm ซึ่งจะอยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนดให้ รูปที่ 3.5 ความตึงในการขัน (Tightening Torque)

จุดที่ 3 เช็คการโค้งงอของตัวสลักตามมาตรฐานจะต้องมากกว่า 180 องศา การตรวจสอบจะใช้สายตาตรวจสอบตัวสลักว่าอยู่ในลักษณะงอมากกว่า 180 องศาหรือไม่ ในกรณีที่ตัวสลักงอน้อยกว่า 180 องศาจะทำให้แกนภายในของชิ้นงานหลุดเสียหายได้เมื่อมีการเคลื่อนย้ายหรือเกิดการสั่นสะเทือน รูปที่ 3.6 การโค้งงอของตัวสลัก (Pin Bending)

จุดที่ 4 การตรวจสอบสัญลักษณ์ด้านการตลาด ใช้บ่งชี้ระหว่างพวงมาลัยเพาเวอร์และพวงมาลัยธรรมดา ลักษณะสัญลักษณ์ที่ใช้จะเป็นแถบสีแดงและสีเหลืองตามลำดับ รูปที่ 3.7 ฉลากทางด้านการตลาด (Lot Marking)

จุดที่ 5 ตราประทับ (Part ID Stamp) อยู่บนส่วนหัวของตัวลูกหมาก (Ball Joint) บ่งบอกถึง วัน เดือน ปี ที่ทำการผลิตชิ้นส่วน มีประโยชน์เพื่อใช้ในการตรวจสอบชิ้นส่วนเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น รูปที่ 3.8 ตราประทับวัน เดือน ปี ที่ผลิต (Part ID Stamp)

จุดที่ 6 แรงในการขันน็อต (Torque)ในส่วนของตัวลูกหมาก (Ball Joint) อุปกรณ์ที่ใช้ในที่นี้คือคีมหรือประแจที่สามารถตั้งค่าและวัดค่าแรงได้ โดยค่ามาตรฐานที่กำหนดจะอยู่ในช่วง 7-15 Kgf-cm ผลการตรวจวัดค่าเฉลี่ยที่ได้ออกมาจากตัวอย่างทั้ง 5ชิ้นเท่ากับ 11 Kgf-cm ซึ่งตกอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานที่กำหนด รูปที่ 3.9 ความตึงในการขันด้านตัวลูกหมาก (Torque Ball Joint Side)

จุดที่ 7 วัดเส้นผ่าศูนย์กลาง Spining ในด้านของตัวลูกหมากทั้งสองด้านซ้ายขวา ว่ามีค่าอยู่ในช่วง 26.0-27.7 mm ตามที่มาตรฐานกำหนดหรือไม่ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดคือ เวอร์เนีย ผลการตรวจสอบที่

ออกมาของชิ้นงานทั้ง 5 ชิ้นมีค่าเฉลียอยู่ที่ 26.64 ซึ่งตกอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐาน รูปที่ 3.10 เส้นผ่านศูนย์กลางของ Spining

จุดที่ 8 แรงที่ใช้ขัน(Torque) ในส่วนของแขนพา (Idler Side) ส่วนที่ยึดกับตัวถังรถยนต์ โดยการวัดจะใช้ประแจหรือคีมที่สามารถปรับค่าแรงได้ ค่ามาตรฐานที่กำหนดให้จะอยู่ในช่วง 4-27 Kgf-cmผลการตรวจของชิ้นงานทั้ง 5 ชิ้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 Kgf-cm รูปที่ 3.11 ความตึงในการขันในด้านของแขนพา (Torque Idler Side)

จุดที่ 9 วัดเส้นผ่าศูนย์กลาง Spining ในส่วนของแขนพา (Idler Side) โดยใช้เวอร์เนียในการตรวจสอบค่ามาตรฐานที่กำหนดให้จะอยู่ในช่วง 26.6-27.1mm ผลการตรวจสอบจะได้ค่าเฉลี่ยของชิ้นงานเท่ากับ 27 mm ซึ่งตกอยู่ในช่วงที่กำหนด รูปที่ 3.12 เส้นผ่านศูนย์กลางของ Spining

จุดที่ 10 แรงที่ใช้ (Torque) ในการขันน็อตในส่วนของคันส่ง (Pit Man Arm Side) ส่วนที่ยึดต่อกับตัวพวงมาลัยมีค่ามาตรฐานกำหนดไว้ที่ 30 Kgf-cm รูปที่ 3.13 ความตึงในการขันน็อตด้านคันส่ง

จุดที่ 11 ระยะจุดศูนย์กลางของตัวลูกหมาก (Ball Center) ในส่วนของ คันส่ง (Tie Rod) จะมีค่ามาตรฐานอยู่ที่ 53.9+3/-3 mm รูปที่ 3.14 ระยะศูนย์กลางของตัวลูกหมาก (Tie Rod Ball Center)

ผลการตรวจวัด (Inspection Data) ทั้งหมด 11 หัวข้อที่ได้จัดทำมาแล้วนั้นจะเป็นการ วัดตำแหน่งหรือจุดที่มีลักษณะแสดงออกมาเป็นตัวเลขได้ทั้งหมดหรือเป็นการวัดในลักษณะที่ใช้สายตาในการตรวจสอบจากลักษณะภายนอกแล้วใช้ความรู้สึกของบุคคลที่ได้รับการฝึกอบรม ในการตัดสิน ตำแหน่งที่ทำการตรวจสอบนั้นจะถูกกำหนดในแบบของชิ้นส่วนหรือเป็นข้อตกลงร่วมกันระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนและทางผู้ประกอบการรถยนต์ ในลักษณะที่ผู้ผลิตชิ้นส่วนเสนอหัวข้อในการตรวจสอบให้กับทางผู้ประกอบการรถยนต์อนุมัติในเบื้องต้นก่อนที่จะมีการตรวจสอบจริง เพราะหัวข้อและตำแหน่งที่จะทำการตรวจสอบจะเกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นข้อมูลการตรวจสอบจะส่งให้กับทางผู้ประกอบการรถยนต์ พร้อมกับชิ้นส่วนเพื่อให้ทางผู้ประกอบการรถยนต์ เกิดความเชื่อมั่นในเบื้องต้นว่าทางผู้ผลิตชิ้นส่วนมีการตรวจสอบชิ้นงาน(สุ่มตรวจหรือตรวจสอบ100%) หลังการผลิต เป็นการป้องกันชิ้นงานที่ไม่มีคุณภาพไม่ให้มีการจัดส่งถึงมือผู้ประกอบการรถยนต์ และเนื่องจากการตรวจสอบขนาดมิติของชิ้นส่วนตัวอย่างในสภาพปัจจุบันยังไม่ครบทุกจุดตามที่แบบชิ้นส่วนกำหนดโดยเงื่อนไขการอนุมัติรับรองคุณภาพชิ้นส่วนปัจจุบัน จะกำหนดให้ผู้ส่งมอบชิ้นส่วนทำการตรวจสอบเฉพาะจุดที่สำคัญเท่านั้น เช่นจุดที่ใช้ในการติดตั้ง ขนาดมิติรอบนอก จุดที่ใช้ประกอบเข้ากับชิ้นส่วนอื่น เป็นต้นซึ่งจะไม่ครอบคลุมทุกจุดตามที่แบบชิ้นส่วนกำหนด จากข้อมูลความบกพร่องทางด้านขนาดมิติที่ตรวจพบระหว่างเดือนมกราคมถึง เดือนมิถุนายน จำนวน 1,099 รายการที่บกพร่องมี 727 รายการหรือประมาณ 66 %จะมีปัญหาในจุดที่ไม่ได้เป็นจุดตรวจสอบในการอนุมัติรับรองคุณภาพรวมอยู่ด้วย ซึ่งจุดที่ไม่ได้ผ่านการตรวจสอบจะทำให้ไม่มีโอกาสทราบว่าจุดดังกล่าวมีขนาดผิดจากแบบชิ้นส่วนเท่าไร ซึ่งจะทราบต่อเมื่อนำชิ้นส่วนไปใช้แล้ว ฉะนั้นการตรวจสอบที่ไม่ครอบคลุมทุกจุดตามแบบชิ้นส่วน ทำให้จุดที่ไม่ได้ตรวจสอบขนาดอาจ

ผิดแบบไปมากซึ่งจะเป็นสาเหตุหนึ่งในการเกิดปัญหาชิ้นส่วนบกพร่องภายหลังการอนุมัติรับรองคุณภาพชิ้นส่วนแล้ว ดังนั้นการเพิ่มการตรวจสอบให้คลอบคลุมทุกจุดตามที่แบบชิ้นส่วนกำหนดจะช่วยให้ปัญหาชิ้นส่วนบกพร่องทางด้านขนาดมิติถูกค้นพบหรือถูกตรวจพบตั้งแต่ช่วงการตรวจรับรองคุณภาพชิ้นส่วนใหม่

3.8.3 มาตรฐานการตรวจสอบ (Inspection Standard)

เป็นเอกสารที่ถูกจัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการ การอ้างอิง ข้อมูลมาตรฐานจากทางผู้ประกอบรถยนต์นั้นๆเช่น NES (Nissan Engineering Standard) หรือมาตรฐานสากลเช่น JIS (Japan International Standard) ใช้เป็นคู่มืออ้างอิงในกรณีที่เกิดปัญหาในความไม่ชัดเจนของหัวข้อที่ใช้ในการตรวจสอบหรือความไม่ชัดเจนของเงื่อนไขในการตรวจ มาตรฐานในการตรวจจะต้องเปลี่ยนแปลงตามข้อมูลของทางผู้ประกอบรถยนต์หรือตามมาตรฐานสากลเพื่อให้ข้อมูลที่นำมาใช้ถูกต้องและทันสมัยเสมอ เป็นการสร้างมาตรฐานการตรวจสอบให้เป็นรูปแบบเดียวกันเพื่อเพิ่มคุณภาพชิ้นงานและลดชิ้นส่วนที่บกพร่อง ดังนั้นมาตรฐานการตรวจสอบจึงถูกจัดทำขึ้นโดยกลุ่มผู้ตรวจสอบในกลุ่มของผู้ผลิตชิ้นส่วนและมีการส่งข้อมูลเบื้องต้นให้กับทางผู้ประกอบรถยนต์เพื่ออนุมัติใช้ต่อไปด้วย เนื่องจากสภาพปัจจุบันไม่มีมาตรฐานการรับรองคุณภาพที่ชัดเจนเขียนเป็นลายลักษอักษรหรือเป็นคู่มือให้กับผู้ส่งมอบปฏิบัติตาม ซึ่งการไม่มีมาตรฐานหรือคู่มือดังกล่าวทำให้ผู้ส่งมอบไม่มีแนวทางในการปฏิบัติที่ชัดเจนและอาจไม่เข้าใจในเงื่อนไขข้อกำหนดต่างๆของการรับรองคุณภาพชิ้นส่วน ทำให้ไม่สามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขกระบวนการรับรองคุณภาพชิ้นส่วนของผู้ประกอบการรถยนต์ได้ถูกต้อง ดังนั้นจึงควรมีการจัดทำมาตรฐานการตรวจสอบชิ้นส่วนเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ส่งมอบได้ปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้องตามความต้องการของผู้ประกอบการรถยนต์โดยจะมีหัวข้อหลักๆในการพิจารณาคือ

1.ลักษณะหรือจุดที่ต้องมีการตรวจสอบจะบอกถึงตำแหน่งหรือหัวข้อที่จะต้องมีการตรวจบนชิ้นงานตัวอย่าง โดยเป็นข้อมูลที่อ้างอิงจากแบบทางผู้ประกอบรถยนต์หรือเป็นข้อตกลงร่วมกันระหว่างผู้ผลิตและผู้ประกอบรถยนต์

2 . ค่ามาตรฐานที่ใช้อ้างอิงหลังจากทราบจุดหรือตำแหน่ง ต้องมีการตรวจสอบแล้วจึงมีการกำหนดค่ามาตรฐานที่มีลักษณะเป็นตัวเลขหรือเป็นข้อความเพื่อเป็นเกณฑ์สำหรับผู้ตรวจสอบต่อไป

3. ระดับความสำคัญของจุดที่จะทำการตรวจสอบแต่ละจุดที่ทำการตรวจสอบบนชิ้นงานจะมีความสำคัญไม่เท่ากันในตัวอย่างมาตรฐานการตรวจสอบนี้จำเป็นต้องกำหนดความสำคัญของจุดที่ทำการตรวจสอบขึ้นมา 3 ระดับคือ A = สำคัญมาก B = ปานกลาง C = น้อย

4. ขนาดและความถี่ในการตรวจตัวอย่าง โดยการสุ่มตรวจหรือเป็นการตรวจสอบร้อยเปอร์เซ็นนั้นขึ้นอยู่กับ 1.ความจำเป็นและความสำคัญของจุดหรือตำแหน่งที่ตรวจสอบ 2.ขึ้นอยู่กับความยากง่ายในการตรวจสอบ 3.ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ

5. วิธีการตรวจสอบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบจะอ้างอิงจากมาตรฐานของลูกค้าหรือมาตรฐานสากลดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

6. วิธีการบันทึกข้อมูลและเอกสารที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบจะแบ่งออกเป็นสองประเภท 1.ข้อมูลที่เก็บได้จากหน้างานหรือขณะที่กำลังตรวจสอบชิ้นงานและ 2.ข้อมูลที่มีการสรุปผลแล้วเพื่อให้ดูง่ายและส่งให้ทางลูกค้าอนุมัติต่อไป

7. สถานที่ที่ใช้ในการตรวจสอบขึ้นอยู่กับมาตรฐานของลูกค้าเป็นผู้กำหนดแต่ส่วนใหญ่จะเป็นการตรวจสอบชิ้นงานในสถานที่ของผู้ผลิตเองเพื่อความสะดวกในการตรวจและลดค่าใช้จ่ายในการขนย้ายชิ้นงาน

รายละเอียดมาตรฐานการตรวจสอบ(Inspection Standard) ชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยว ตามตารางที่ 3.4

การจัดทำมาตรฐานการตรวจสอบ(แกนบังคับเลี้ยว)

หมายเลข1 PART No.	เป็นเลขที่หรือรหัสของตัวชิ้นงานลูกค้าในกรณีตัวอย่างนี้คือ 48500 2S420-M
หมายเลข2 Supplier Part No.	เป็นเลขที่หรือรหัสของตัวชิ้นงานผู้ส่งมอบในกรณีตัวอย่างนี้คือ SLA 045A
หมายเลข3 Part Name	เป็นชื่อชิ้นงานที่ทำการผลิตในกรณีตัวอย่างคือ Steering Linkage
หมายเลข4 Item No.	จำนวนหัวข้อที่ใช้เป็นที่อ้างอิงในการตรวจสอบในที่นี้คือ 9 ข้อ
หมายเลข5Charactertic Item	จุดที่มีการตรวจสอบโดยจำนวนจุดที่มีการตรวจสอบหรือรายละเอียดอ้างอิงจากมาตรฐานของลูกค้าหรือเป็นข้อตกลงร่วมกันระหว่างผู้ผลิตกับทางลูกค้า
หมายเลข6 Specification	เป็นรายละเอียดของมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงสำหรับผู้ตรวจสอบในการตัดสินว่าชิ้นงานอยู่ในส่วนที่ยอมรับได้หรือไม่
หมายเลข7 Rank	ระดับความสำคัญของจุดหรือลักษณะที่ทำการตรวจสอบในกรณีตัวอย่างนี้จะเรียงจาก A= มาก B= ปานกลาง C= น้อย
หมายเลข8 Sample Size / Frequency	จำนวนหรือความถี่ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบโดยจะแบ่งเป็นการตรวจสอบ 100%หรือการสุ่มตรวจขึ้นอยู่กับลักษณะการตรวจ ความยากง่าย ค่าใช้จ่าย ความเชื่อมั่นจากทางลูกค้า
หมายเลข9Measurement / Instrument	วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบในกรณีตัวอย่างนี้จะใช้เครื่องมือพื้นฐานเป็นส่วนใหญ่เช่น ประแจ คีม เวอร์เนีย ใช้สายตาหรือเครื่องมือพิเศษที่จัดทำขึ้นเฉพาะสำหรับการตรวจสอบนั้นๆ

ตารางที่ 3.4 มาตราฐานการตรวจสอบ (INSPECTION STANDARD) ชิ้นส่วนตัวอย่างแกนบังคับเลี้ยว

Nissan Part No ①	Supplier Part No. : ②	Part Name : ③
48500 2S400-M	SLA046A	STEERING LINKAGE

Item ④ No.	⑤ Characteristic Item	⑥ Specifications (Standard)	Rank ⑦	⑧ Sample size & Frequency		⑨ Measuring Instruments	⑩ Recording Method	⑪ Inspection Lacation	⑫ Notes
				In-Process	Off-Line				
1	Appearance	No defect (all component	C	All		Visual Inspection	Operation Check Sheet	(TRW Thailand)	- No cracks, scratch Hitted Mark & deformation - Notice Pink mark on (ID color) at stud tip.
2	Center Link Tight tening torque RH & LH	44.1 ~ 58.8 N.m (450~600 kgf.cm)	A	All		Torque Wrench	⇧	⇧	
3	Ball joint& Idler Assy Tight tening torque	44.1 ~ 58.8 N.m (450~600 kgf.cm)	A	All		⇧	⇧	⇧	
4	Distance between IBJ and OBJ (LH/Rh)	53.9 +/-3 mm.	B	1 Pcs (first/last)		V.Caliper	⇧	⇧	
5	Pin bending	Over 180 degree	B	All		Visual Inspection	⇧	⇧	
6	Lot Marking	Clear	C	All		⇧	⇧	⇧	
7	Part ID stamp (Available on Idler arms assy)	To be clear	C	All		⇧	⇧	⇧	
8	System Strength Balance	free from yield and damage	A		1*	⇧	⇧	⇧	1* Prototype, product design change, significant process change
9	System Stationary Strg. Endurance Strength	Free from breakage and crack	A		1*	⇧	⇧	⇧	↑

หมายเลข10Recroding Method	วิธีการในการจดบันทึกข้อมูลหรือการจัดเก็บข้อมูลหลังจากตรวจสอบแล้วในกรณีตัวอย่างนี้จะใช้แบบฟอร์มที่ถูกจัดทำขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะการตรวจสอบนั้นๆ
หมายเลข11Inspection Location	สถานที่หรือพื้นที่ที่ทำการตรวจสอบไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ของผู้ผลิตหรือการตรวจสอบบนพื้นที่ของลูกค้าในกรณีตัวอย่างนี้จะตรวจสอบ บนพื้นที่ของผู้ผลิตเพราะเกี่ยวเนื่องกับความสะดวกและค่าใช้จ่ายที่ทำการตรวจสอบ
หมายเลข12 Note	เป็นส่วนที่ใช้บันทึกข้อความเพิ่มเติมนอกเหนือจากหัวข้ออื่นๆ ที่กล่าวข้างต้น

3.8.4 ผลการตรวจสอบลักษณะภายนอก (Appearance Approval Report ;AAR)

รายงานผลการตรวจลักษณะภายนอก (AAR) ต้องมีความสมบูรณ์ในแต่ละส่วนหรือชุด สำหรับชิ้นส่วนที่ได้รับการร้องเรียนให้ส่งมอบ ถ้าชิ้นส่วนนั้นได้รับการออกแบบโดยลูกค้าให้เป็น วัตถุลักษณะภายนอก เช่น ชิ้นส่วนอุปกรณ์ตกแต่งภายในต่างๆ ในกรณีการวิจัยนี้ในส่วนของชิ้นส่วนตัวแกนบังคับเลี้ยว (Steering Linkage) จะไม่เน้นการตรวจสอบลักษณะภายนอก (AAR) เป็นจุดสำคัญเนื่องจากการตรวจสอบลักษณะภายนอกจะเน้นในเรื่องของสีและ ลาย ลักษณะผิวหน้า ซึ่งไม่สามารถกำหนดเป็นค่าตัวเลขที่แน่นอนได้ แต่จะมีการตรวจสอบลักษณะภายนอกโดยการใช้สายตาตรวจสอบรอยแตกหรือรอยรั่วบนชิ้นงานเป็นสำคัญ โดยอ้างอิงจากแบบชิ้นส่วน(Drawing)หรือค่ามาตรฐานการตรวจสอบ (Inspection Standard)

ตัวอย่างเช่นหัวข้อที่ 1 การตรวจสอบลักษณะภายนอก

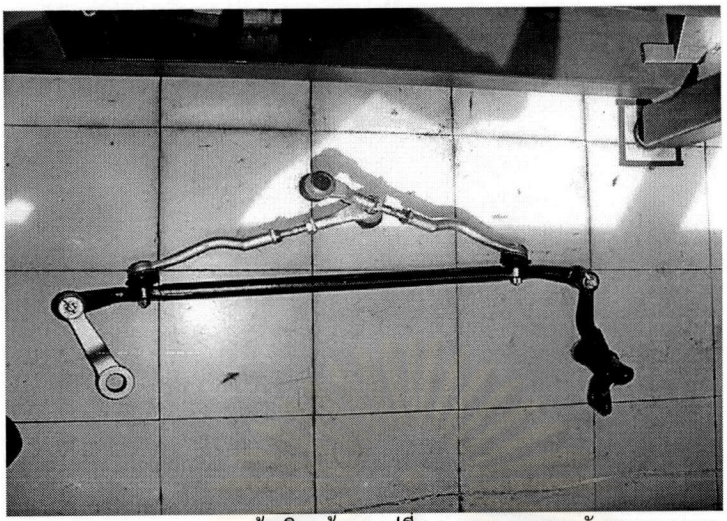
ผลการตรวจสอบด้านมิติ

(INSPECTION DATA SHEET)

Part No:	SLA045A	Lot No:	-				Lot Qty:	300			
Part Name:	STEERING LINKAGE	Date:	9/7/2001				☐	Mass Production			
Drawing Rev:	02	Inspected by	NARISA				☒	Pilot Part			
							☐	Prototype			
ITEM	Check point	Gage No.	1	2	3	4	5	Avg.	Range	OK	NG
1	Appearance	Visual	OK	OK	OK	OK	OK	-	-	/	

อ้างอิงหน้า 59 ตารางที่ 3.3 ผลการตรวจสอบด้านมิติ

การตรวจสอบลักษณะภายนอก (Appearance) ของแกนบังคับเลี้ยวมีมาตรฐานการตรวจสอบระบุไว้คือต้องไม่มีความเสียหายเกิดขึ้นกับชิ้นส่วน เช่น รอยแตก การเสียรูป ลักษณะพื้นผิว สี เป็นต้น วิธีการตรวจสอบจะใช้สายตาของผู้ตรวจสอบสังเกตุลักษณะภายนอกของตัวชิ้นส่วน หลังจากการตรวจสอบจะบันทึกในเอกสารผลการตรวจสอบด้านมิติและสถานที่ที่ใช้ในการตรวจสอบจะใช้พื้นที่ของผู้ส่งมอบเนื่องจากมีความสะดวกและมีค่าใช้จ่ายน้อย



อ้างอิงหน้า 60 รูปที่ 3.7 การตรวจสอบลักษณะภายนอก

3.8.5 ผลการทดสอบความน่าเชื่อถือ สมรรถนะ และความทนทาน (Reliability Test)

การทดสอบวัตถุดิบ สมรรถภาพ และการทดสอบความแข็งแรงทนทาน หรือการตรวจสอบความน่าเชื่อถือ (Reliability Test) ซึ่งผู้ส่งมอบจะต้องทำการทดสอบตามหัวข้อการทดสอบทั้งหมดที่ระบุในมาตรฐานหรือแบบของชิ้นส่วน สำหรับชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยวทางผู้ส่งมอบสามารถทำการทดสอบเองได้ทั้งหมดภายในโรงงานของผู้ส่งมอบ โดยหัวข้อในการทดสอบตามที่มาตรฐานหรือแบบชิ้นส่วนกำหนดมีดังนี้

1. การทดสอบ Stationary & Endurance เป็นการทดสอบความทนทานของแกนบังคับเลี้ยวในส่วนของแขนพิตแมน (Pit Man Arm เป็นส่วนที่คันชักจับยึดกับตัวพวงมาลัย) โดยมีเงื่อนไขการทดสอบคือ เมื่อมีการจับยึดตัวชิ้นงานไม่ให้ส่วนอื่นมีการเคลื่อนที่ ยกเว้นในส่วนของแขนพิตแมน (Pit Man Arm)ให้มีการเคลื่อนที่เป็นวงกลม จำนวน 8,000 รอบ หลังจากหมุนครบแล้วจะทำการตรวจสอบสภาพของตัวชิ้นงานว่ามีการเปลี่ยนสภาพหรือแตกหักหรือไม่ ตรวจสอบจุดหมุนและรอยต่อต่างๆ ว่า มีการหลุดเสียหายหรือไม่ การทดสอบนี้เป็นการจำลองสภาพการใช้งานจริงของรถยนต์ที่มีการหักเลี้ยวพวงมาลัยในสภาพที่ใช้แรงบิดต่างๆกันในระยะเวลานานๆ เพื่อให้ชิ้นส่วนสามารถคงรูปอยู่ในสภาพเดิมได้ ซึ่งผลการทดสอบอยู่ในพิกัดความเผื่อที่กำหนด ดูรายละเอียดผลการทดสอบได้ในตารางที่ 3.5 ผลการทดสอบความน่าเชื่อถือ (Relybility Test) ดังนั้นผลการทดสอบ Stationary & Endurance จึงผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน

2. การทดสอบ Strength Balance ความทนทานหรือความแข็งแรงของแกนบังคับเลี้ยวในส่วนของคันส่ง (Tie Rod ส่วนที่จับยึดกับตัวล้อรถ) โดยมีเงื่อนไขในการทดสอบคือ ใช้อุปกรณ์จับยึดส่วนต่างๆ ของแกนบังคับเลี้ยวแล้วใส่แรงทด16.83 KNเข้าไปในด้านตามแนวขนานของคันส่ง(TieRod)หลัง

จากนั้นตรวจดูสภาพของตัวแกนบังคับเลี้ยงว่า ต้องไม่มีการแตกหักหรือเสียหาย ตรวจดูส่วนประกอบต่างๆ ต้องไม่มีการเสียรูป การทดลองนี้เป็นการจำลองสภาพการใช้งานจริงของรถยนต์ในสภาพที่เกิดแรงกระแทกเข้าทางด้านข้างของล้อด้านใดด้านหนึ่งแล้ว ไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับตัวแกนบังคับเลี้ยว ดูรายละเอียดผลการทดสอบได้ในตารางที่ 3.5ผลการทดสอบความน่าเชื่อถือ (Relybility Test) และผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นผลการทดสอบจึงผ่านตามเกณฑ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 ผลการทดสอบความน่าเชื่อถือ (Relybility Test Results)

LNKG ASSY-STRG, RH[P/S, M/S] : 48500 2S420-M(2S400-M)

TEST ITEM		TEST RESULTS	TEST REQUIREMENTS	JUDGMENT
1	SYSTEM STRENGTH BALANCE	[P/S] : NO YIELD AND DAMAGE AT 16.83kN MIN. (n=2) [M/S] : NO YIELD AND DAMAGE AT 16.83kN MIN. (n=2)	LINKAGE SHOULD BE FREE FROM YIELD AND DAMAGE AT 16.83kN(K=200) LINKAGE COMPONENT MUST BE DEFORMED SUFFICEIENTLY AT THE IMPUT EXCEEDED 16.83kM(K=200).	PASSED
2	SYSTEM STATIONARY STRG ENDURANCE STRENGTH	[P/S] : NO BREAKAGE, CRACK, AND NO LOOSENING FOR FLYING NUTS.(n=1) [M/S] : NO BREAKAGE, CRACK, AND NO LOOSENING FOR FLYING NUTS.(n=1)	FREE FROM THE GENERATION OF BREAKAGE AND CRACK AT 8.3 X 10^4 CTCKES. MOREOVER THE FASTENING NUTS SHALL BE FIXED WITHOUT ANY LOOSENESS.	PASSED

(NES , 2000)

สรุปแล้วผลการทดสอบนั้นเป็นขั้นตอนหนึ่งในหลายๆ ขั้นตอน เพื่อใช้ในการตรวจสอบหรือกลั่นกรองชิ้นงานให้มีคุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ นอกเหนือจากการตรวจสอบทางด้านรูปลักษณ์ภายนอกหรือระยะมิติต่างๆ การทดสอบในที่นี้จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาทำการผลิตเป็นตัวชิ้นงานว่า มีคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาทำการผลิตเป็นชิ้นงานว่ามีคุณสมบัติตรงตามที่ลูกค้ากำหนดหรือไม่ในกรณีวัสดุที่ใช้มีการดัดแปลงให้ต่างชนิดกับที่กำหนดในแบบชิ้นส่วน
2) การทดสอบหน้าที่การทำงานหลังจากที่ผลิตตัวชิ้นงานสำเร็จรูปออกมาแล้ว การทดสอบในกรณีหลังนั้น จะจำลองเหตุการณ์ลักษณะการทำงานหรือการทำงานจริงโดยมีเงื่อนไขของการทดสอบที่เทียบเท่ากับการใช้งานจริง

ส่วนมากการทดสอบในสองลักษณะนี้จะมีการทดสอบกับชิ้นงานที่มีการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมหรือชิ้นงานที่ยังไม่เคยมีการผลิตมาก่อน และการทดสอบจะใช้ในลักษณะการสุ่มทดสอบหรือใช้ชิ้นส่วนตัวแทนในการทดสอบนั้นๆเนื่องจากในการทดสอบแต่ละครั้งจะต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทดสอบเฉพาะทาง ทำให้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง โดยเงื่อนไขที่จะใช้ในการทดสอบจะอ้างอิงจากความต้องการของผู้ประกอบการรถยนต์ ซึ่งจะถูกระบุอยู่ในรายละเอียดของแบบชิ้นส่วน (Drawing) และเอกสารคู่มือการทดสอบของผู้ประกอบการรถยนต์ เช่น NES (Nissan Engineering Standard) หรืออ้างอิงการใช้จากมาตรฐานสากล เช่น JIS(Japan International Standard) หรือมีการปรับปรุงประยุกต์ขึ้นเอง และจะทำการทดสอบที่หน่วยทดสอบผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตชิ้นส่วน หรือทดสอบที่บริษัทรับจ้างในกรณีที่เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทดสอบไม่พร้อม เพื่อใช้เป็นข้อมูลยืนยันถึงคุณภาพของตัวชิ้นงานก่อนที่จะมีการนำส่งให้กับผู้ประกอบการรถยนต์ โดยการทดสอบในแต่ละหัวข้อจะเป็นการจำลองจากสภาพการใช้งานจริง เป็นการป้องกันความเสียหายเนื่องจากการใช้งานหลังจากที่ประกอบชิ้นงานเข้ากับตัวรถยนต์แล้ว และเนื่องจากการทดสอบวัตถุดิบ สมรรถภาพ ผลการทดสอบความแข็งแรงทนทานหรือการตรวจสอบความน่าเชื่อถือ ปัจจุบันผู้ส่งมอบจะทำการกำหนดแผนการทดสอบความน่าเชื่อถือลงในแผนเตรียมการผลิต แต่จะไม่แสดงรายการทดสอบว่ามีรายการใดบ้างและไม่มีการตรวจสอบยืนยันรายการที่จะทำการทดสอบว่าครบตามที่แบบชิ้นส่วนกำหนดไว้หรือไม่และในแต่ละรายการผู้ส่งมอบสามารถทำการทดสอบได้ครบทุกหัวข้อหรือไม่ จากข้อมูลชิ้นส่วนความบกพร่องทางด้านความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือน มิถุนายน 2544 มีจำนวนทั้งสิ้น 372 รายการพบว่าบางรายการไม่มีผลการทดสอบความน่าเชื่อถือในช่วงที่ทำการอนุมัติการรับรองคุณภาพราวอยู่ด้วย ซึ่งจากการที่ไม่มีผลการทดสอบความน่าเชื่อถือดังกล่าวทำให้ไม่สามารถยืนยันได้ว่าชิ้นส่วนที่ผ่านการอนุมัติรับรองคุณภาพแล้ว จะไม่มีปัญหาด้านชิ้นส่วนบกพร่องเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือ ซึ่งกระบวนการรับรองคุณภาพปัจจุบันยังไม่มีระบบการตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ของผลการทดสอบความน่าเชื่อถือ ซึ่งจะส่งผลให้ผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือไม่ครบถ้วน

ตามแบบชิ้นส่วนหรือมีบางรายการที่ไม่มีการตรวจสอบ ซึ่งหัวข้อที่ไม่มีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือดังกล่าว อาจเกิดปัญหาขึ้นได้ ภายหลังที่ได้มีการอนุมัติการใช้ชิ้นส่วนแล้ว ดังนั้นกระบวนการพัฒนาชิ้นส่วนใหม่ควรมีระบบการตรวจสอบความครบถ้วนของการทดสอบความน่าเชื่อถือ เพื่อเป็นการป้องกันหัวข้อการทดสอบความน่าเชื่อถือไม่ครบถ้วนตามแบบชิ้นส่วน ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการเกิดชิ้นส่วนบกพร่องด้านการทดสอบความน่าเชื่อถือภายหลังจากที่ชิ้นส่วนผ่านการอนุมัติรับรองคุณภาพแล้ว โดยการให้ผู้ส่งมอบจัดทำแผนรายการการทดสอบความน่าเชื่อถือโดยการระบุรายการที่ต้องทดสอบความน่าเชื่อถือตามแบบชิ้นส่วนลงในเอกสารพร้อมแผนเวลาในการทดสอบและส่งให้ผู้ประกอบการรถยนต์ตรวจสอบ

3.9 การควบคุมกระบวนการผลิต

ผลิตภัณฑ์ในโรงงานตัวอย่างมีมากกว่าสิบรายการ โดยแบ่งสายการผลิตออกเป็น 2 กลุ่มผลิตภัณฑ์คือ 1. ผลิตแกนบังคับเลี้ยวสำหรับรถยนต์ 2.ผลิตแกนบังคับเลี้ยวสำหรับรถกระบะ การควบคุมกระบวนการจะเริ่มต้นตั้งแต่การรับข้อมูลการผลิตและข้อมูลการออกแบบจากบริษัทผู้ประกอบรถยนต์โดยลักษณะการออกแบบจะแบ่งเป็นสองประเภทคือ

1. Transfer Design สำหรับชิ้นส่วนที่มีแบบเดิมและมีการผลิตอยู่แล้วทางผู้ส่งมอบต้องดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้เพื่อปรับให้เข้ากับกระบวนการผลิตที่มีอยู่

2. Original Design สำหรับชิ้นส่วนที่เป็นแบบใหม่โดยสิ้นเชิงซึ่งจะต้องมีการศึกษารายละเอียดต่างๆ ตั้งแต่การกำหนดคุณลักษณะการควบคุมไปจนถึงรายละเอียดการผลิตและติดตั้ง

ในขั้นตอนการเตรียมการผลิตนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้แก่ การตลาด จัดซื้อ วิศวกรรมออกแบบ ประกันคุณภาพ และหน่วยงานผลิตซึ่งจะมีการประชุมเพื่อพัฒนาร่วมกันรวมทั้งการนำเอาขั้นตอนของการพัฒนาระบบการอนุมัติชิ้นส่วน (PPAP) มาใช้ในการพิจารณาตั้งแต่แรก ทั้งนี้เพื่อนำมากำหนดเป้าหมายในการควบคุมของแต่ละหน่วยงานที่รับผิดชอบต่อไป การควบคุมการผลิตจะดำเนินการตามแผนภูมิการไหลของกระบวนการ และแผนควบคุมกระบวนการ การติดตามผลการปฏิบัติงานจะเปรียบเทียบกับมาตรฐานและข้อกำหนดที่กำกับไว้ การรายงานผลจะมีทุกสัปดาห์ผ่านการประชุมระดับหัวหน้าหน่วยและจัดทำเป็นรายงานนำเสนอผู้จัดการแผนกในการประชุมประจำเดือนในเรื่องหลักๆคือ

การประชุมการผลิต เป็นการประชุมของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อติดตามแผนการผลิตและรับทราบปัญหาในกระบวนการผลิต

การประชุมผลิตภาพ เป็นการประชุมเพื่อติดตามผลของระดับผลิตภาพทั้งหมดในกระบวนการโดยมีทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าร่วมประชุมเพื่อรับทราบปัญหาและติดตามการแก้ไข

การประชุมการประกันคุณภาพ เป็นการประชุมเพื่อติดตามผลของระดับคุณภาพทั้งหมดในกระบวนการตั้วแต่วัตถุดิบและชิ้นส่วนที่รับเข้า ของเสียในกระบวนการ ในการวิจัยครั้งนี้จะศึกษาเฉพาะ

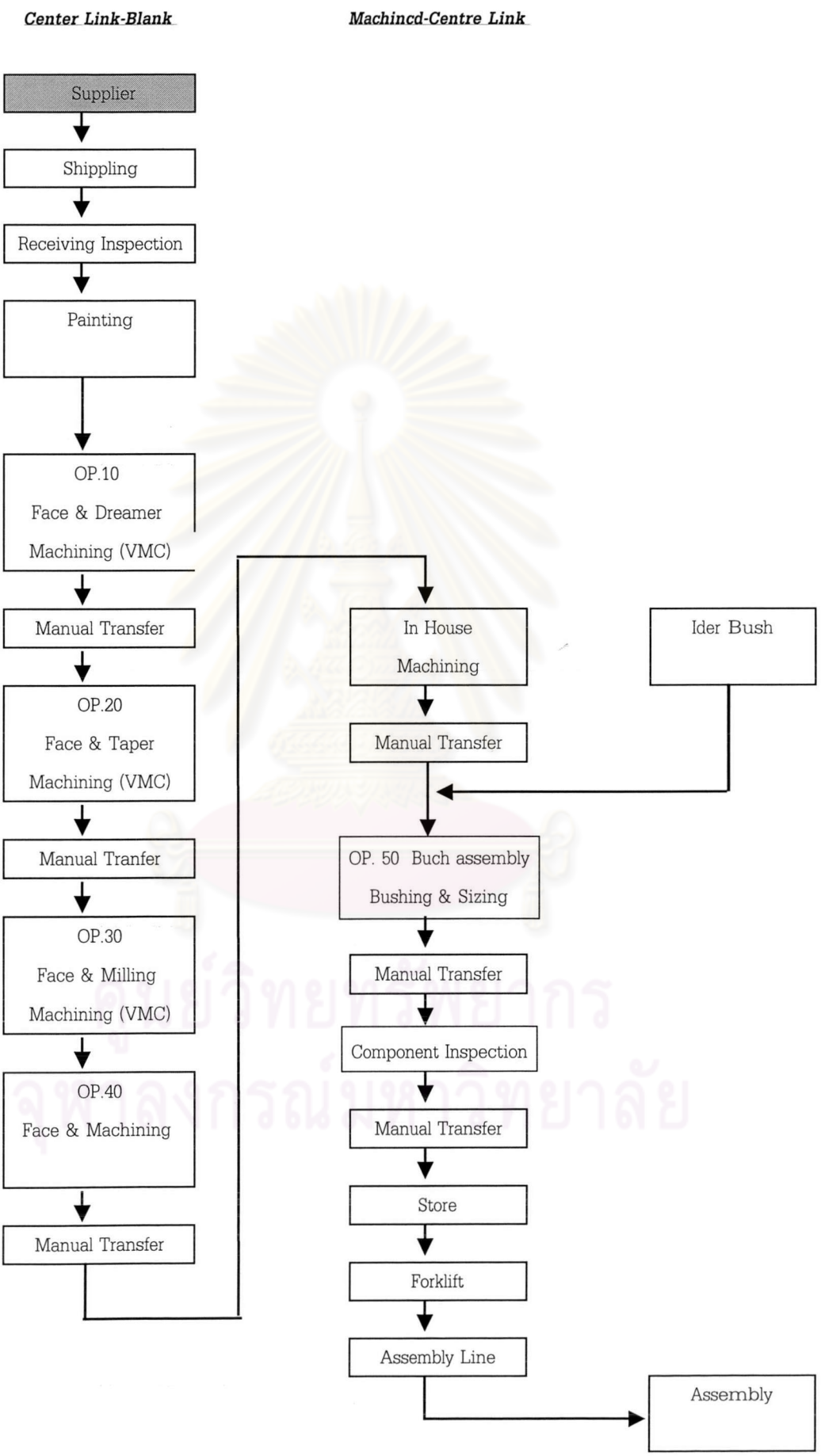
ชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยวของรถกระบะเท่านั้นโดยมีรายละเอียดในการพัฒนาแผนภูมิการไหลของกระบวนการ(Flow Process Chart) และแผนภูมิควบคุมกระบวนการ (Control Plan) ดังนี้

3.9.1 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ มีลักษณะเป็นเครื่องหมายหรือแผ่นภาพ ซึ่งแยกแยะขั้นตอนของกระบวนการผลิตไว้อย่างชัดเจน การวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิโดยทั่วไปมักเริ่มต้นด้วยการที่วัตถุดิบเคลื่อนเข้าสู่สายการผลิต และบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ บนวัตถุดิบนั้น เช่น การขนส่ง การเคลื่อนย้าย การตรวจสอบ การทำงานบนเครื่องจักร การประกอบชิ้นส่วน จนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ หรือชิ้นส่วนที่ประกอบแล้ว แผนภูมิการไหลของกระบวนการ คือ แผนภูมิที่แสดงขั้นตอนในการผลิตชิ้นส่วนตั้งแต่ต้นกระบวนการจนสิ้นสุดเป็นชิ้นส่วนที่สมบูรณ์ แผนภูมิการไหลของกระบวนการมีประโยชน์ในการวิเคราะห์ที่มาของตัวแปร เครื่องจักร วัตถุดิบ วิธีการ และกำลังคนที่จำเป็นตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการผลิต ในการศึกษาแผนภูมิดังกล่าวจะช่วยให้เห็นภาพของขั้นตอนการปฏิบัติได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น และสามารถช่วยให้การปรับปรุงวิธีการทำงานได้ง่ายขึ้น ยิ่งกว่านั้นเรายังสามารถนำเอาขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของแผนภูมิกระบวนการทำการวิเคราะห์ถึงรายละเอียดปลีกย่อยลึกซึ้งลงไปอีก นอกจากนั้นยังใช้ในการยืนยันผลกระทบจากแหล่งของการแปรผันที่มีต่อกระบวนการและยังมีส่วนช่วยในกระบวนการวิเคราะห์ FMEA อีกด้วย

สำหรับชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยว (Steering Linkage) แผนภูมิการไหลของกระบวนการจะประกอบไปด้วยขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

1. การตรวจรับวัตถุดิบ (Receiving Inspection) เป็นขั้นตอนการตรวจรับวัสดุและชิ้นส่วนประกอบย่อยก่อนนำเข้าจัดเก็บหรือเข้ากระบวนการในการประกอบต่อไป
2. การจัดเก็บวัตถุดิบและชิ้นส่วนประกอบย่อย (Storage) คือการนำชิ้นส่วนที่ได้รับการตรวจสอบแล้วเข้าจัดเก็บในพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ เพื่อให้เป็นการง่ายต่อการค้นหาและนำออกมาใช้ในการประกอบต่อไป
3. การเตรียมชิ้นงาน (Operation Process) เป็นขั้นตอนในการตกแต่งชิ้นงาน เตรียมพื้นผิว ก่อนที่จะนำไปประกอบกับชิ้นงานต่อไป
4. การประกอบ (Assembly) เป็นขั้นตอนการนำชิ้นส่วนที่ได้รับจากภายนอกและชิ้นส่วนภายในที่ผ่านกระบวนการเตรียมชิ้นงานต่างๆ เข้าทำการประกอบกันให้ได้ชิ้นงานสำเร็จรูปออกมา
5. การตรวจสอบและการตรวจสอบขั้นสุดท้าย (Inspection & Final Inspection) เป็นการตรวจสอบสภาพทั่วไปด้วยสายตา (Appearance Check) เช่น ความเรียบร้อยของแกนบังคับเลี้ยว ชิ้นส่วนประกอบครบ การเสียรูปหรือรอยแตกร้าว เป็นต้น รายละเอียดแผนภูมิการไหลดูได้จากรูปที่ 3.18 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)



รูปที่ 3.18 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

สรุปแล้วการจัดทำแผนภูมิการไหลของกระบวนนั้นเพื่อเป็นการชี้ให้เห็นถึงลำดับและขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วน วัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการศึกษาถึงการไหลของวัตถุดิบ (Flow Material) ใช้เป็นแผนในการวางสายการผลิต ใช้ในการศึกษาถึงความเหมาะสมของกระบวนการ ใช้เป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานและใช้อ้างอิงถึงรายละเอียดในการจัดทำชิ้นส่วน ซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่จะถูกจัดทำขึ้นโดยหน่วยงานด้านวางแผนการผลิต (Production Control) และเนื่องจากสภาพปัจจุบันคนงานขาดทักษะในการทำงานที่เพียงพอในการผลิตชิ้นส่วนเนื่องด้วยสาเหตุกระบวนการผลิตที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเป็นกระบวนการผลิตใหม่ที่ไม่เคยทำมาก่อน ส่งผลให้การผลิตชิ้นงานในช่วงเริ่มแรกของการผลิตจริงทำได้ล่าช้าไม่ทันต่อการส่งมอบ และมีโอกาสเกิดของเสียขึ้นในกระบวนการผลิตได้มาก ดังนั้นการนำแผนภูมิการไหลของกระบวนการมาทำความเข้าใจและฝึกอบรมพนักงานก่อนการเริ่มผลิตจริงจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องได้รับการพิจารณา

3.9.2 แผนควบคุมกระบวนการ (Control Plan)

แผนควบคุมกระบวนการ จะอธิบายถึงการปฏิบัติต่างๆ ที่ต้องการในกระบวนการผลิตและสิ่งที่จะต้องปฏิบัติเป็นประจำ เพื่อที่จะประกันว่าผลผลิตจากกระบวนการอยู่ในการควบคุมในระหว่างการผลิต โดยทั่วไปการควบคุมกระบวนการจะต้องเตรียมการตรวจสอบและการควบคุมกระบวนการและพารามิเตอร์ ที่สำคัญ กระบวนการผลิตต่างๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงตลอดเวลา แผนการควบคุมกระบวนการ ก็เช่นเดียวกัน สามารถปรับปรุงได้ตลอดเวลาเพื่อที่จะแสดงถึงวิธีการควบคุมและระบบของการวัดในขณะเวลานั้นๆ การพัฒนาแผนการควบคุมกระบวนการ อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการผลิต พื้นฐานการทำงานเป็นทีมจากผู้ที่เกี่ยวข้องจากฝ่ายต่างๆ โดยใช้ความรู้และข้อมูลที่มีอยู่มาแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน วัตถุประสงค์ของแผนควบคุมกระบวนการ นั้นเพื่อเป็นเครื่องมือที่นำไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามข้อกำหนดของผู้ประกอบการรถยนต์ ซึ่งแผนควบคุมกระบวนการ นั้นได้จัดเตรียมขึ้นโดยสรุปผลรายละเอียดของระบบที่ใช้ในการลดความผันแปรของกระบวนการและผลิตภัณฑ์ โดยแผนควบคุมกระบวนการ ที่มีความคล้ายคลึงกันสามารถนำมาใช้ทดแทนกันได้ แผนควบคุมกระบวนการ จะต้องคงไว้ตลอดอายุของการผลิต และจะต้องมีการปรับเปลี่ยนข้อมูลให้เป็นปัจจุบันเสมอ ซึ่งแผนควบคุมกระบวนการ ของชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยวที่จะทำการยื่นขออนุมัติมีส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้

1) ชื่อชิ้นส่วน / รายละเอียด ใส่ชื่อและรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการควบคุม
2) หมายเลขชิ้นส่วน / ระดับการเปลี่ยนแปลงใส่หมายเลขของชิ้นส่วนควบคุม และระดับการเปลี่ยนแปลงเชิงวิศวกรรมครั้งล่าสุด
3) รหัส / รุ่น ชื่อรุ่นรถยนต์ที่ใช้ชิ้นส่วนนี้ในการประกอบ
4) ระดับความสำคัญของชิ้นส่วน ใส่ระดับความสำคัญของชิ้นส่วนที่ทำการศึกษา

(A = สำคัญมาก B = สำคัญ C = ธรรมดา)

5) ลำดับที่ของกระบวนการ

6) ชื่อกระบวนการ คือขั้นตอนในระบบการผลิตระบบย่อยหรือชิ้นส่วน ซึ่งสามารถอธิบายกิจกรรมที่จัดเตรียมไว้

7) เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต สำหรับการปฏิบัติงานแต่ละอย่างที่อธิบายไว้เพื่อบ่งชี้อุปกรณ์ เช่น อุปกรณ์ช่วย(Jig & Fixture) หรือเครื่องมืออื่นๆ ที่ต้องใช้ในการผลิตไว้ตามความเหมาะสม

8) ลักษณะกระบวนการผลิต ลักษณะของกระบวนการ ได้แก่ ตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับตัวผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะถูกวัดได้เฉพาะในเวลาขณะที่เกิดขึ้นเท่านั้น ดังนั้นจึงควรบ่งชี้ลักษณะของกระบวนการ ซึ่งมีตัวแปรที่ต้องควบคุมไว้เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการแปรผันน้อยที่สุด

9) ลักษณะของผลิตภัณฑ์ คือลักษณะเด่น หรือคุณสมบัติของชิ้นส่วนประกอบ หรือการประกอบ ซึ่งอธิบายไว้ในแบบหรือในเอกสารเบื้องต้นทางวิศวกรรมอื่นๆ คณะผู้จัดทำควรชี้ลักษณะพิเศษของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การรวบรวมลักษณะที่สำคัญๆ ของผลิตภัณฑ์จากทุกๆ แหล่งไว้ ลักษณะพิเศษต้องได้รับการจัดทำเป็นรายการเพื่อใช้ติดตามการควบคุมกระบวนการในระหว่างการปฏิบัติงานปกติได้เป็นประจำ

10) การจัดระดับลักษณะพิเศษ เป็นการจัดระดับที่เหมาะตามที่ได้รับการร้องขอจากผู้ผลิตยานยนต์ หรือปล่อยให้ว่างไว้ สำหรับลักษณะอื่นๆ ที่ยังไม่ได้รับการออกแบบ ลูกค้าอาจใช้สัญลักษณ์ต่างๆ อย่างเป็นเอกภาพ เพื่อบ่งชี้สัญลักษณ์ที่สำคัญ เช่น A = สำคัญมาก B = สำคัญ C = ปานกลาง

11) แบบชิ้นส่วนจากลูกค้า เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้อ้างอิงในการผลิตหรือตรวจสอบชิ้นส่วน

12) บุคคลหรือหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบ เช่น QC = Quality, OP = Operator, MA = Maintenance

13) รายการจำเพาะของผลิตภัณฑ์/กระบวนการผลิตซึ่งอาจนำมาจากเอกสารทางวิศวกรรมต่างๆ เช่น แบบชิ้นส่วน (Drawing) การทบทวนการออกแบบมาตรฐานวัตถุดิบ ข้อมูลการออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อกำหนดในการตรวจสอบ/การออกแบบ

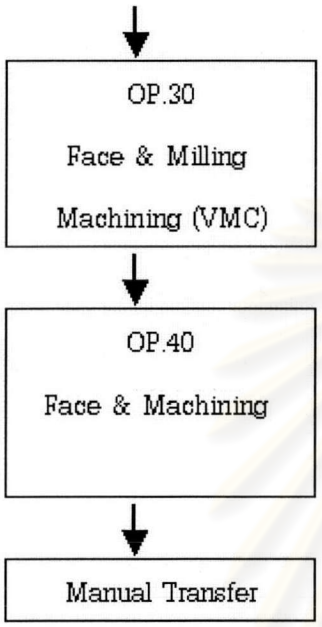
14) ตัวอย่างขนาด/ความถี่ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้การชักตัวอย่างให้ระบุขนาด และความถี่ของตัวอย่างที่ใช้

15) กลวิธีการวัด/การประเมิน ช่องนี้บ่งชี้ระบบการวัดที่ใช้ ซึ่งจะหมายรวมถึง มาตร วัดตัวจับเครื่องมือ และ/หรืออุปกรณ์ทดสอบ ซึ่งต้องใช้ในการวัดชิ้นส่วน/กระบวนการ/อุปกรณ์การผลิต การวิเคราะห์ภาวะเชิงเส้น ภาวะการผลิตซ้ำ ภาวะการทวนซ้ำ เสถียรภาพและความแม่นยำของระบบการวัด

16) วิธีการควบคุม/การจดบันทึก ระบุรายละเอียดอย่างย่อของวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกควบคุม

17) แผนตอบสนอง คือการเจาะจงเกี่ยวกับการปฏิบัติการเชิงแก้ไข ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อหลีกเลี่ยง การผลิตที่ไม่เป็นไปตามกำหนด หรือการปฏิบัติงานที่อยู่นอกการควบคุมในช่องนี้ อาจอ้างอิงถึงการบ่งชี้ผู้รับผิดชอบในแผนตอบสนองนั้นด้วย

ตัวอย่างเช่นกระบวนการที่ 40 Face & Machining



อ้างอิงรูปที่ 3.18 Flow Process Chart

ตารางที่ 3.6 แผนควบคุมกระบวนการ

PRODUCTION CONTROL PLAN

SUPPLIER NAME (1) Steering & Suspension Co., Ltd. DATE ISSUED: September 18, 2000
PLANT LOCATION Eastern Seaboard Industrial Estate
SUPPLIER CODE (4)

PART NAME / STEERING LINKAGE (2)	PART RANK	REVISION NO.	REVISION DATE	REVISION Description	A APPROV / QA MANA
	A	0	18/9/00	Initial Release	
PART NUMBER & ECN LEVEL		1	9/7/01	Drawing Change to Rev.02	QA MANA
48500 2S420-M Rev. 02					
MODEL YEAR & VEHICLE PROGRAM (3)					
D22					

PROCESS FLOW			CONTROL POINTS		(10) RANK	(11) ON	(12)
(5) OP No.	(6) PROCESS NAME	MACHINE, DEVICE. JIG, TOOLS FOR (7) MANUFACTURING	(8) PROCESS CHARACTERISTICS	(9) PRODUCT CHARACTERISTICS	(A, AR, B,C)	SNA DWG.	PERSON IN CHARGE
OP No. 40	Machining-Face Nacgububg	Vertical Machining Center-M0020/ M0021/M0022	See machine set-up instruction and preventive maintenance plan		C	N	OP/MA
				Taper Depth	C	N	OP/QC
				Spot Diameter	C	N	
				Runout	C	N	
				Appearance	A	N	

(Control Plan ,PPAP ,1995)

ตารางที่ 3.6 (ต่อ) แผนควบคุมกระบวนการ

QC: Quality Staff OP: Operator MA: Maintenance

'AL		SUPPLIER APPROVAL			
.GER	DATE	QA MANAGER Terrapin rojkunarak		DATE	
.GER	DATE	QA ENGINEER Narisa Buaban		DATE	
(13)	(14)	METHODS	(16)	(17)	
PROCESS/ PRODUCT SPECIFICATION	SAMPLE SIZE/ FREQUENCY	MEASURING (15) INSTRUMENT METHODS	RECORD (ANALYSIS METHODS)	NOTES (RELATED STANDARD ETX...) and/or REACTION PLAN	
See M/C set-up instruction, daily M/C check sheet, PM plan	See M/C set-up instruction, daily M/C check sheet, PM plan	See M/C set-up instruction, daily M/C check sheet, PM plan	Daily M/C check sheet, PM plan, Operator insp. data sheet		
18+/-0.25	1/90 pcs.	BPL-035-0001	Operator insp. data sheet		
25+3/0	first piece	V.Caliper			
0.15 Max (Dia.20)	first piece	00-12 KOGA F187			
No crack and detrimental	All	Visual			

(Control Plan ,PPAP, 1995)

กระบวนการ (Process Name) คือMachining Face เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต (Machine Device) คือ Vertical Machining จุดที่ต้องมีการควบคุมลักษณะกระบวนการ (Process Characteristics) คือ การติดตั้งเครื่องจักร (Set-Up) ให้อยู่ในค่าที่ถูกต้องก่อนการใช้งานและแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่ดีก่อนนำไปใช้งาน เพื่อให้เกิดความบกพร่องต่อชิ้นงานน้อยที่สุด จุดที่ต้องมีการควบคุมในลักษณะของตัวชิ้นส่วน (Product Characteristics) คือความลึกของรูเอียง(Taper Depth) เส้นผ่านศูนย์กลางของรอยต่อ (Spot Diameter) ลักษณะพื้นผิว (Appearance)โดยมีระดับความสำคัญ (Rank) ของ การควบคุมลักษณะกระบวนการ (Process Characteristics) และ การควบคุมในลักษณะของตัวชิ้นส่วน (Product Characteristics) เท่ากับ C ,C ตามลำดับ ไม่มีข้อมูลหรือแบบชิ้นส่วนจากทางลูกค้าที่ใช้สำหรับอ้างอิง หัวข้อการควบคุมที่ยกตัวอย่างนี้รับผิดชอบ (Person In Charge) โดย ผู้ปฏิบัติงาน (Operator) และเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ (Quality Staff) มีข้อกำหนดทางด้านกระบวนการ (Process Specification) คือการตรวจสอบการติดตั้งเครื่องจักรและแผนการบำรุงรักษาให้

อยู่ในค่าที่ถูกต้องเป็นประจำและ ข้อกำหนดทางด้านชิ้นส่วน (Product Specification) คือ Taper Depth เท่ากับ 18+/- 0.25 , Spot Diameter เท่ากับ 25+/- 3 และลักษณะพื้นผิว (Appearance) ไม่มีรอยแตกหรือเสียรูปเป็นต้นทั้งนี้ขนาดหรือความถี่ในการสุ่มชิ้นงานเพื่อตรวจสอบ (Sample Size /Frequency) คือ Taper Depth 90 ชิ้นหยิบ 1ชิ้น Spot Diameter ชิ้นแรกของการผลิตและตรวจสอบทุกชิ้นสำหรับลักษณะพื้นผิว (Appearance) การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการตรวจสอบ (Measuring Instrument Method) คือ Taper Depth จะใช้เกจเฉพาะในการตรวจสอบ Spot Diameter จะใช้เวอร์เนียในการตรวจสอบและลักษณะพื้นผิว (Appearance) จะใช้สายตาในการตรวจสอบ การจดบันทึกและการควบคุมข้อมูล (Record Method) ใช้ฟอมร์ในการปฏิบัติงานบันทึกข้อมูล (Operator Data Sheet) การปฏิบัติการหลังการตรวจสอบคือถ้าค่าที่ได้ไม่อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนดผู้ปฏิบัติงานต้องแจ้งให้กับทางหัวหน้างานทราบเพื่อทำการแก้ไขต่อไปส่วนหัวข้อการควบคุมอื่นๆดังรายละเอียดภาคผนวก ก แผนควบคุมกระบวนการผลิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การจัดทำแผนควบคุมกระบวนการผลิต (Production Control Plan) สำหรับชิ้นส่วนแกนบังคับมีรายละเอียดดังนี้

หมายเลข 1 Part Name	ในที่นี้คือชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยว (Steering Linkage)
หมายเลข 2 Part No./ECN Lev	เป็นส่วนที่บอกถึงรหัสชิ้นงานและครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง 48500 2S420-M Rev 02
หมายเลข 3 Model Year	รุ่นของรถที่ใช้กับชิ้นส่วนนี้ในกรณีตัวอย่างนี้คือรุ่น D22
หมายเลข 4 Part Rank	ระดับความสำคัญของชิ้นส่วนในกรณีตัวอย่างจะให้ความสำคัญที่ระดับ A เพราะแกนบังคับเลี้ยว (Steering Linkage) มีความสำคัญมากถ้าเกิดข้อบกพร่องจะทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิต
หมายเลข 5 Operation No.	ลำดับที่ของกระบวนการ
หมายเลข 6 Process Name	ชื่อของกระบวนการ
หมายเลข 7 Machine,Device Jig,Tool	เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการ
หมายเลข 8 Process Characteristic	ลักษณะจำเพาะของกระบวนการเช่น ต้องมีการตั้งค่าเครื่องจักรก่อนการดำเนินการ
หมายเลข9 Product Characteristic	ลักษณะจำเพาะของตัวชิ้นส่วน เช่นการเอียงของรูภายใน
หมายเลข10 Rank	ระดับความสำคัญของกระบวนการในที่นี้มี 3 ระดับคือ A = สำคัญมาก B = ปานกลาง C = น้อย
หมายเลข11 SNA Dwg	ข้อมูลอ้างอิงที่อยู่บนแบบของทางลูกค้า (มีให้อ้างอิง Y /ไม่มีให้อ้างอิง N)
หมายเลข12 Person In Charge	บุคคลที่มีหน้าที่รับผิดชอบ
หมายเลข13 Process Product Spec	ข้อกำหนดของตัวชิ้นส่วนหรือของกระบวนการ
หมายเลข14 Sample Size Frequency	จำนวนและความถี่ที่ใช้ในการตรวจสอบ
หมายเลข15 Measuring Instrument	วิธีการ เครื่องมือที่ใช้ในระบบเช่น Taper,Gages

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเลข 16 Record	ลักษณะการจดบันทึกข้อมูลเช่นรายงานการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน (Daily M/C Check Sheet) การตรวจข้อมูลประจำวัน (Operator Insp.Data Sheet)
หมายเลข17 Reaction Plan	ลักษณะการปฏิบัติเชิงแก้ไขเช่นถ้าไม่ได้ตามสเปคต้องแจ้งกลับที่หัวหน้างาน การใช้เครื่องมือวัดต้องได้รับการตรวจสอบก่อนว่ามีคุณภาพหรือไม่

3.10 ดัชนีวัดในกระบวนการผลิต

การกำหนดดัชนี โรงงานตัวอย่างได้พัฒนาดัชนีวัดในกระบวนการผลิตออกเป็นสามด้านคือ

- ผลการวัดขีดความสามารถของกระบวนการ
- การศึกษาการแปรผันของระบบการวัด
- การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง

โรงงานตัวอย่างได้พัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยผ่านกลไกของระบบดัชนีวัดซึ่งถูกกำหนดโดยทีมงาน CFT (อ้างอิง PPAP) และได้กระจายแผนงานลงไปจนถึงระดับปฏิบัติการให้ทั่วถึงทั้งองค์กร แผนงานดังกล่าวในแต่ละระดับจะกำหนดดัชนีซึ่งสามารถวัดได้ในเชิงปริมาณพร้อมทั้งกำหนดเป้าหมายในเชิงตัวเลขกำกับและมีการจัดทำรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานในการประชุมประจำสัปดาห์ประจำเดือนของหน่วยงาน CFT โดยรูปแบบรายงานทำเป็นตารางตัวเลขหรือข้อความ การติดตามผลการปฏิบัติงานทางโรงงานตัวอย่างจะใช้ระบบการรายงานผลผ่านการประชุมระดับหัวหน้าหน่วยงานประจำสัปดาห์ การประชุมระดับแผนกประจำเดือนและการประชุมทีมงาน CFT ประจำเดือน ผลการประชุมจะมีการมอบหมายผู้รับผิดชอบและผู้ติดตามผลการดำเนินการในการประชุมครั้งต่อไปนอกจากนี้ยังมีการติดตามผลรายวันอย่างไม่เป็นทางการผ่านการประชุมกลุ่มในตอนเช้า (Morning Meeting) เพื่อทราบเหตุการณ์ประจำวันและแก้ไขปัญหาในกรณีเร่งด่วน การติดตามผลจะกระทำอย่างสม่ำเสมอ โดยอ้างอิงจากมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง (PPAP) ดัชนีการวัดจะได้รับการทบทวนและปรับแก้อย่างสม่ำเสมอเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า การปรับปรุงนี้ผ่านกลไกของการประชุมทีมงาน CFT นอกจากนี้ทางโรงงานตัวอย่างยังเปิดโอกาสให้พนักงานเสนอความคิดเห็นในการปรับแก้ดัชนีวัดให้เหมาะสมเพื่อการใช้งานต่อไปด้วย โดยรายละเอียดในการพัฒนาดัชนีวัดในกระบวนการผลิตมีดังนี้

3.10.1 ผลการวัดขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (Process Capability ; C_p , C_{pk})

การศึกษาความสามารถของกระบวนการ อันเป็นการศึกษาในระยะสั้นก่อนที่จะมีการผลิตเป็นจำนวนมากในระยะยาว ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่ากระบวนการมีความสามารถให้ผลลัพธ์ที่เป็นไปตามความต้องการสำหรับคุณลักษณะที่เป็นชนิดสำคัญ มีนัยสำคัญ วิกฤตที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยหรือคุณลักษณะอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ที่จะมีการยื่นขออนุมัติ เพื่อวัดดูว่ากระบวนการมีความสามารถทำได้ตามข้อกำหนดหรือไม่ สำหรับชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยวมีจุดสำคัญที่ควรศึกษาความสามารถของกระบวนการซึ่งจะอ้างอิงจากแบบชิ้นส่วนและการใช้งานของชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยว จุดสำคัญที่ควรนำมาพิจารณาศึกษาความสามารถของกระบวนการอาทิเช่น ตำแหน่งระยะของแกนกลาง(Center Link) ที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างตัวลูกหมากทั้งสองด้านที่เชื่อมต่อกับล้อรถยนต์ซ้าย ขวาและเป็นจุดเชื่อมกับตัวถัง ซึ่งถ้าระยะของแกนกลางไม่ได้ตามสเปคของแบบชิ้นส่วน จะส่งผลให้ชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยวประกอบเข้ากับตัวถังรถได้ยากหรือประกอบไม่ได้ โดยใช้ข้อมูลจำนวน 30 จุด ขนาดตัวอย่างกลุ่มย่อยเท่ากับ 3 จากการศึกษาความสามารถของกระบวนการในจุดดังกล่าวได้ผลลัพธ์ดัชนีความสามารถของกระบวนการ C_{pk} เท่ากับ 1.317 ดังตารางที่ 3.7 การคำนวนค่า C_p , C_{pk}

การคำนวณค่า C_p, C_{pk} มีสมการและสัญลักษณ์ต่างๆดังต่อไปนี้

C_{pk}	=	Min (C_{pu}, C_{pl})	สมการที่ 1
C_p	=	(USL-LSL) / 6σ	สมการที่ 2
C_{pl}	=	($\bar{\bar{X}}$-LSL) / 3σ	สมการที่ 3
C_{pu}	=	(USL- $\bar{\bar{X}}$) / 3σ	สมการที่ 4
σ	=	$\sum$ (Xi-$\bar{\bar{X}}$) / n-1	สมการที่ 5

กำหนดให้

C_{pk} = ดัชนีที่ใช้บ่งบอกถึงค่าความสามารถของกระบวนการในการผลิตเพื่อให้ได้คุณภาพหรือคุณลักษณะที่ต้องการเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดมาให้ (Specification)

C_p = คือดัชนีเช่นเดียวกับค่า C_{pk} แต่ไม่ได้ระบุตำแหน่ง

C_{pl} = คือดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการที่เป็นขอบเขตกำหนดด้านล่าง

C_{pu} = คือดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการที่เป็นขอบเขตกำหนดด้านบน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

σ	=	ค่าเบี่ยงเบนโดยประมาณของกราฟระฆังคว่ำหรือดัชนีที่บอกความกว้างของรูปกราฟ
USL	=	ขอบเขตกำหนดด้านบน (Upper Specification Limits)
LSL	=	ขอบเขตกำหนดด้านล่าง (Lower Specification Limits)
UCL	=	ขอบเขตควบคุมด้านบน (Upper Control Limits)
LCL	=	ขอบเขตกำหนดด้านล่าง (Lower Control Limits)
CL	=	ค่าควบคุม (Control Limits)

ตัวอย่างการศึกษาความสามารถของกระบวนการ (Process Capability , $\mathbf{C_p}$ $\mathbf{C_{pk}}$)โดยการเก็บข้อมูลตัวอย่างจากชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยว (Steering Linkage) มีการเก็บข้อมูลทั้งหมด 30 ชุดข้อมูลโดยแบ่งเป็น3 Sub Group ย่อย แล้วทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดตามตารางที่ 3.7 การคำนวณค่า $\mathbf{C_p}$, $\mathbf{C_{pk}}$ โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.7 การคำนวณค่าความสามารถของกระบวนการ Cp ,Cpk

Streeing & Suspension

Capability Study

Genarla Information

Project Number :	SNA	Report No. :	N/A
Part Name :	Center Link	Date :	21/6/01
Part No.	CTL049A	Inspector :	Janya
Process :	Machine	Location :	TRW
Characteristic :	Height	Lot Code :	
Instrument :	Gage GD-00002-000		

Results

Process Potential

(7) Cp = 3.175

Process Capability

(10) CpK = 1.317

Specification

(1)	USL	=	26.00	Units	mm	(3)	Nominal =	25.80	Units	mm
(2)	LSL	=	25.60	Units	mm	(4)	Range =	0.40	Units	mm

SampleTest Results

	1~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~100
1	25.910	25.920	25.930							
2	25.920	25.920	25.950							
3	25.920	25.920	25.920							
4	25.880	25.910	25.930							
5	25.870	25.930	25.950							
6	25.890	25.940	25.940							
7	25.890	25.930	25.910							
8	25.920	25.950	25.920							
9	25.910	25.930	25.870							
10	25.890	25.920	25.920							
$\overline{X}$	$\overline{X}1$=25.900	$\overline{X}2$=25.920	$\overline{X}3$=25.920							

Capability Analysis

Mean : (5)	25.917	Mean + 3s :	25.980	(7) Cp :	3.175
Std : (6)	0.021	Mean - 3s :	25.854	(8) Cpl :	5.032
Minimum :	25.870			(9) Cpu :	1.317
Maximum :	25.950	Mean + 4s :	26.002		
Range :	0.080	mean - 4s :	25.832	(10) CpK :	1.317

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเลข 1 ค่าขอบเขตกำหนดด้านบน (USL)ในกรณีตัวอย่างนี้กำหนดค่าที่ยอมรับได้สูงสุดเท่ากับ 26.00

หมายเลข 2 ค่าขอบเขตกำหนดด้านล่าง (LSL)ในกรณีตัวอย่างนี้กำหนดค่าที่ยอมรับได้ต่ำสุดเท่ากับ 25.60

หมายเลข 3 ค่าปกติ (Nominal)เป็นค่าที่หาได้จาก ค่า (Max+Min) / 2 ในกรณีตัวอย่างนี้มีค่าเท่ากับ (26.00+25.60) / 2 = 25.80

หมายเลข 4 ค่าพิสัย (Range)หาได้จากค่า Max-Min ในกรณีตัวอย่างนี้มีค่าเท่ากับ 26.00-25.60 = 0.40

หมายเลข 5 ค่า $\overline{\overline{X}}$ เป็นค่าเฉลี่ยรวมหาได้จากการนำค่า ($\overline{X}1+\overline{X}2+\overline{X}3$) / n ในกรณีตัวอย่างนี้มีค่าเท่ากับ (25.91+25.92+25.92) / 3 = 25.917

หมายเลข 6 หาค่า σ ค่าเบียงเบนมาตรฐานโดยประมาณหาได้จากสมการที่ 5

$$\sigma = \sum (Xi-\overline{\overline{X}}) / (n-1)$$

$$= 0.021$$

หมายเลข 7 หาค่าของ C_p ค่าความสามารถของกระบวนการโดยไม่มีการเปรียบเทียบกับค่าขอบเขตที่กำหนด (Specification) อ้างอิงสมการที่ 2

$$C_p = (USL-LSL) / 6\sigma$$

$$= (26.00-25.60) / (6*0.021)$$

$$= 3.175$$

หมายเลข 8 หาค่าของ C_{pu} ดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการที่เป็นขอบเขตด้านบนสามารถหาค่าได้จากสมการที่ 4

$$C_{pu} = (USL-\overline{\overline{X}}) / 3\sigma$$

$$= (26.00-25.917) / (3*0.021)$$

$$= 1.317$$

หมายเลข 9 หาค่าของ C_{pl} ดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการที่เป็นขอบเขตด้านล่างสามารถหาค่าได้จากสมการที่ 3

$$C_{pl} = (\overline{\overline{X}}-LSL) / 3\sigma$$

$$= (25.917-25.60) / (3*0.021)$$

$$= 5.032$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเลข 10 หาค่าของ C_{pk} เป็นดัชนีที่ใช้บ่งบอกถึงค่าความสามารถของกระบวนการโดยการเปรียบเทียบกับค่าขอบเขตที่กำหนด (Specification) สามารถหาค่าได้จากสมการที่ 1

$$C_{pk} = \text{Min}(C_{pu}, C_{pl})$$
$$= \text{Min}(1.317, 5.032)$$
$$= 1.317$$

ในส่วนของค่า C_{pk} จะถูกกำหนดด้วยค่าที่แน่นอนดังนี้

$C_{pk} \geq 0.33$ แสดงว่ามีโอกาสที่กระบวนการจะผลิตตามสเปคได้ 68 %

$C_{pk} \geq 0.66$ แสดงว่ามีโอกาสที่กระบวนการจะผลิตตามสเปคได้ 95 %

$C_{pk} \geq 1.00$ แสดงว่ามีโอกาสที่กระบวนการจะผลิตตามสเปคได้ 99.7 %

$C_{pk} \geq 1.33$ แสดงว่ามีโอกาสที่กระบวนการจะผลิตตามสเปคได้ 99.99 %

3.10.2 การศึกษาการแปรผันของระบบการวัด (Measurement System Analysis ,Gage R&R)

การศึกษาการแปรผันของระบบการวัด (GR&R) สำหรับผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ใช้สำหรับการศึกษาเชิงสถิติ สำหรับเกจใหม่หรือเกจที่ได้รับการดัดแปลง ตลอดจนการวัดและอุปกรณ์ทดสอบ จุดประสงค์หนึ่งการศึกษาระบบการวัดคือ เพื่อต้องการทราบว่ามีความผันแปรชนิดใดบ้างและมีขนาดเท่าไรในระบบการวัดนั้นๆ ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่อยู่ เนื่องจากส่วนใหญ่แล้วระบบการวัดในอุตสาหกรรมรถยนต์ มักจะทำการประเมินคุณสมบัติทางสถิติของระบบการวัดในเรื่องความสามารถเกิดซ้ำ (Repeatability) และความสามารถผลิตซ้ำ (Reproducibility) ทั้งสองค่ารวมกันเรียกว่า GR&R แม้บางครั้งจะทำการประเมินสมบัติทางสถิติอื่นด้วยก็เรียกชื่อเดียวกัน การวางแผนศึกษาการแปรผันของระบบการวัด (Repeatability and Reproducibility, GR&R) ของแกนบังคับเลี้ยวในระบบการวัดในรูปของ GR&R นั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องเริ่มต้นจากขั้นตอนการวางแผนการศึกษาโดยมีประเด็นพิจารณาดังนี้ คือ

-วิธีการและเวลาที่จะมีการสอบเทียบเครื่องมือวัด การสอบเทียบเครื่องมือวัดถือเป็นกาดำเนินการที่มีความสำคัญมากต่อการพิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนด้านความถูกต้องในระบบการวัดโดยปกติแล้ว จะต้องมีการสอบเทียบก่อนการศึกษาการแปรผันของระบบการวัด (GR&R)จะเริ่มต้นขึ้น และไม่ควรจะมีการสอบเทียบใหม่ถ้าหากการศึกษายังไม่สิ้นสุด เพราะถ้าหากมีการสอบเทียบใหม่ในระหว่างการศึกษาแล้ว จะทำให้เกิดความผันแปรจากการสอบเทียบรวมอยู่กับระบบการวัดด้วยจึงต้องพยายามลดค่าความผันแปร โดยความพยายามให้พนักงานวัดทุกคน มีความเข้าใจในกระบวนวิธีการสอบเทียบมีการสอบเทียบเครื่องมือก่อนการศึกษาระบบการวัดและดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ

- จำนวนพนักงานวัดที่ใช้สำหรับการศึกษาการแปรผันของระบบการวัด (GR&R) ในการกำหนดจำนวนพนักงานวัดที่เหมาะสมสำหรับการศึกษานั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาก่อนว่าในระบบการผลิตมีพนักงานวัด (คือผู้ใช้เครื่องมือวัดในการกำหนดค่าตัวเลขกับชิ้นงานเพื่อการตัดสินใจ) มีจำนวนเท่าใด ถ้าหากเครื่องมือวัดดังกล่าวไม่ใช้พนักงานในการดำเนินการวัดเลย (เครื่องมือวัดอัตโนมัติ) หรือมีการใช้พนักงานวัดเพียงคนเดียว ก็แสดงว่าค่าความผันแปรในระบบการ วัดมิได้มีผลจากสาเหตุด้านพนักงานวัดเลย และในกรณีที่ระบบการวัดมีพนักงานวัดจำนวนหลายคน ให้ทำการสุ่มพนักงานวัดมาทำการศึกษาอย่างน้อย 2 คน โดยพนักงานวัดทุกคนที่กล่าวถึงนี้จะต้องเป็นพนักงานที่ผ่านการฝึกอบรมมาแล้วอย่างดี และปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานวัดในอุปกรณ์วัดที่ทำการศึกษาสำหรับงานประจำ

- จำนวนสิ่งตัวอย่างที่ใช้วัดในการศึกษาการแปรผันของระบบการวัด (GR&R) จำนวนสิ่งตัวอย่างที่จะใช้ในการศึกษานั้นโดยปกติจะแนะนำไว้ที่ 10 ตัวอย่าง ซึ่งถ้าหากไม่สามารถดำเนินการได้จะต้องพยายามให้ (จำนวนของสิ่งตัวอย่าง) x (จำนวนของพนักงานวัด) มากกว่า 15 และถ้าหากไม่สามารถดำเนินการตามกรณีนี้ได้อีก ให้เพิ่มจำนวนซ้ำของการวัดในแต่ละสิ่งตัวอย่าง สิ่งตัวอย่างที่จะใช้ในการวัดนี้ต้องเป็นสิ่งตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ถ้าหากใช้สิ่งตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญแล้ว จะมีความหมายเท่ากับการใช้สิ่งตัวอย่างเดียวด้วยจำนวนวัดซ้ำมากๆ) และในกรณีที่จะทำให้ระบบการวัดที่มีคุณภาพ ด้านความผันแปรเพียงพอต่อการตรวจจับความผันแปรของชิ้นงานในกระบวนการแล้ว จะต้องทำให้ข้อมูลแบ่งแยกได้ไม่ต่ำกว่า 5 กลุ่ม ในกรณีที่มีการตรวจสอบแบบทำลายจะต้องกำหนดให้เป็น “ล๊อต (Lot)” หมายถึง สิ่งตัวอย่างสำหรับการศึกษา GR&R

- จำนวนครั้งในการวัดซ้ำสำหรับสิ่งตัวอย่างแต่ละชิ้น โดยปกติแล้วมักจะแนะนำให้ทำการวัดซ้ำที่แต่ละสิ่งตัวอย่างด้วยจำนวนซ้ำๆ กัน ซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดให้มีการวัดซ้ำสำหรับพนักงานวัดแต่ละคนด้วยจำนวน 2-3 ครั้งต่อชิ้นงานแต่ละชิ้น

เมื่อมีการประเมินค่าความผันแปร ด้านความสามารถในการเกิดซ้ำและความสามารถในการผลิตซ้ำ (Repeatability And Reproducibility) แล้วจะต้องมีการประเมินผลเทียบกับความผันแปรที่ยอมให้ ซึ่งอาจจะเป็น ค่าความคลาดเคลื่อนอนุโลมของข้อกำหนดเฉพาะ (เรียกว่า Precision – to – Tolerance Ratio หรือ P/T อ่านว่า พีทูที หรือ พีทีเรโช) สำหรับระบบการวัดที่ใช้ทำการวัดเพื่อแยกแยะงานดี เสีย หรืออาจจะเทียบกับความผันแปรจากกระบวนการ (เรียกว่า Precision – to – Total Variation หรือ P/TV อ่านว่า พีทูทีวี) สำหรับระบบการวัดเพื่อตรวจจับความผันแปรในกระบวนการ โดยที่

$$P/T = \frac{GR\&R}{USL - LSL}$$

และ $P/TV = \frac{GR\&R}{\text{ความผันแปรของกระบวนการ}}$

โดยทั่วไปแล้วมักจะกำหนดเกณฑ์การยอมรับค่าการแปรผันของระบบการวัด(Repeatabilityand Reproducibility)ไว้ดังนี้

P/T หรือ P/TV	< 10 % สามารถยอมรับความสามารถระบบการวัดได้
P/T หรือ P/TV	< 30 % อาจจะยอมรับได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับความสำคัญในสิ่งประยุกต์ใช้ ค่าใช้จ่ายในการวัด ตลอดจนปัจจัยอื่นๆ
P/T หรือ P/TV	> 30 % ไม่สามารถยอมรับความสามารถของระบบการวัดได้ มีความจำเป็นต้องระบุถึงสาเหตุความผันแปรแล้วทำการลดหรือกำจัดทิ้ง

ตัวอย่างการศึกษาการแปรผันของระบบการวัดของชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยวมีขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มพนักงานวัดมาประมาณ 2 ถึง 4 คน จากพนักงานวัดทั้งหมด
2. สุ่มชิ้นงานมา 10 ชิ้น โดยให้ครอบคลุมช่วงผันแปรของกระบวนการแล้วกำหนดตัวเลขชี้บ่ง 1 ถึง 10 โดยไม่ให้พนักงานรับทราบ
3. ทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดที่ใช้ในการประเมิน
4. ให้สุ่มพนักงานวัดขึ้นมา 1 คน แล้วทำการสุ่มชิ้นงานให้พนักงานดังกล่าววัด แล้วบันทึกค่าลงในแบบฟอร์มโดยดำเนินการไปจนครบทุกชิ้น จากนั้นให้สุ่มพนักงานวัดที่เหลือแล้วให้ดำเนินการเช่นนี้อีกจนครบทุกคน ทุกชิ้น ทุกครั้ง อย่างไรก็ตาม ถ้าหากสามารถทำได้ให้ทำการทดลองอย่างสุ่มสมบูรณ์ คือ ทำการทดลองแบบสุ่มทั้งชิ้นงาน พนักงานวัดและลำดับ
5. คำนวณค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยสำหรับพนักงานวัดทุกคนและในการวิเคราะห์มีความจำเป็นต้องวิเคราะห์คุณภาพของข้อมูลก่อนโดยคำนึงถึงการจำแนกความแตกต่างและการสุ่มจากนั้นให้ทำการวิเคราะห์หาค่าความสามารถในการเกิดซ้ำ (Repeatability)โดยทั่วไปมักแทนด้วยค่า ความผันแปรของอุปกรณ์วัด (Equipment Variation , EV)

$$EV = \overline{R} \times K_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

โดย EV = ความผันแปรด้านเครื่องมือ(Equipment Variation)

$\overline{R}$ = ค่าเฉลียพิสัย

K_1 = ค่าคงที่

จากนั้นให้ทำการวิเคราะห์ค่าความสามารถในการผลิตซ้ำ (Reproducibility) โดยทั่วไปมักแทนด้วยค่าความผันแปรของพนักงานวัด Appraiser Variation , AV

$$AV = \{ [(X_{diff}) x(K_2)^2]^2 - [(EV)^2/(nxr)]\}^{1/2} \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

โดย AV = ความผันแปรของพนักงานวัด (Appraiser Variation)

X_{diff} = พิสัยของค่าเฉลี่ย $\overline{X}$

K_2 = ค่าคงที่

EV = ความผันแปรด้านเครื่องมือ (Equipment Variation)

n = จำนวนชิ้นงานที่พนักงานวัดแต่ละคนทำการวัด

r = จำนวนซ้ำที่พนักงานวัดแต่ละคนทำการวัดชิ้นงาน

เมื่อได้ค่าความผันแปรทั้ง ด้านเครื่องมือ(EV) และพนักงานวัด(AV) แล้วจะคำนวณความผันแปรของระบบการวัด (GR&R) ได้จากผลรวมของความผันแปรทั้ง 2 คือ

$$GR\&R = \{ [EV]^2 + [AV]^2 \}^{1/2} \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

ในกรณีที่ระบบการวัดมีคุณภาพอย่างเพียงพอต่อการประเมินความผันแปรของกระบวนการได้จากค่าความผันแปรรวม (TV) โดย

$$TV = \{[GR\&R]^2 + [PV]^2 \}^{1/2} \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

โดย PV = ความผันแปรด้านชิ้นส่วน (Parts Variation)

และ $PV = R_p \times K_3$ .....(5)

R_p = ค่าเฉลี่ยรวมของชิ้นงาน

K_3 = ค่าคงที่

จากนั้นให้ทำการคำนวณค่าอัตราส่วน P/T และ P/TV เพื่อการตัดสินใจและปฏิบัติการแก้ไขต่อไป ดังตารางที่ 3.8 การวิเคราะห์การแปรผันของระบบการวัด (Gage R&R Analysis) และ ตารางที่ 3.9 ผลการศึกษาการแปรผันของระบบการวัด (GR&R)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.8 การศึกษาความแปรผันในระบบการวัด (GR&R)

GAGE REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY ANALYSIS REPORT

GARE : Taper Standard Diameter | ID.No. : BTA-039-0001 | MEASURING DATE : 27/6/01

PART NO. : IDR025A | PART NAME : Idler Arm | MODEL : D22

SPEC : 32

CHARACTERISTIC : Taper Standard Dia | TOLERANCE : +0.062/0(READING +/-0.155)

Appraiser	① Suriyothai # Production				Janya # QC				Sayan # QC				Part AVG.
sample #	1st Tral	2nd Trial	3rd Trial	Range	1st Tral	2nd Trial	3rd Trial	Range	1st Tral	2nd Trial	3rd Trial	Range	X_P
1	-0.14	-0.15		0.01	-0.15	-0.15		0.00	-0.14	-0.15		0.01	-0.15
2	-0.14	-0.13		0.01	-0.14	-0.14		0.00	-0.14	-0.14		0.00	-0.14
3	-0.14	-0.15		0.01	-0.14	-0.15		0.01	-0.14	-0.15		0.01	-0.15
4	-0.06	-0.07		0.01	-0.06	-0.06		0.00	-0.06	-0.06		0.00	-0.06
5	-0.07	-0.07		0.00	-0.08	-0.07		0.01	-0.07	-0.08		0.01	-0.07
6	-0.07	-0.06		0.01	-0.06	-0.06		0.00	-0.07	-0.07		0.00	-0.07
7	-0.07	-0.08		0.01	-0.08	-0.07		0.01	-0.08	-0.08		0.00	-0.08
8	-0.07	-0.08		0.01	-0.08	-0.08		0.00	-0.08	-0.08		0.00	-0.08
9	-0.11	-0.11		0.00	-0.11	-0.11		0.00	-0.11	-0.11		0.00	-0.11
10	-0.07	-0.07		0.00	-0.07	-0.06		0.01	-0.07	-0.07		0.00	-0.07
Totals	-0.94	-0.97		0.07	-0.97	-0.95		0.04	-0.96	-0.99		0.03	R_P
②	$\overline{X}_A$	-0.096	$\overline{R}_A$	0.01	$\overline{X}_B$	-0.096	$\overline{R}_B$	0.00	$\overline{X}_C$	-0.098	$\overline{R}_C$	0.00	0.098

③

R_A	R_B	R_C	Sum	$\overline{R}$
0.007	0.004	0.003	0.014	0.005

# Trial	2	3
D_4	3.27	2.58

Max $\overline{X}$	Min $\overline{X}$	$\overline{X}$ diff
-0.096	-0.098	0.002

MEESUREMENT UNIT ANALYSIS

% TOLERANCE ANALYSIS

Repeatability - Equipment Variation (E.V.)

④ $E.V. = (\overline{R}) \times (K_1)$

= 0.023

# Trial	2	3
K_1	4.56	3.05

% E.V. = 100[(E.V.) / (T.V.)]

= 14.28%

Reproducibility -- Appraiser Variation (A.V.)

⑤ $A.V. = ([(\overline{X}_{diff}) \times (K_2^2)]^2 - [(E.V.)^2 / (nxr)])^{1/2}$

= 0.015

#Operator	2	3
K_2	3.65	2.7

% A.V. = 100[(A.V.) / (T.V')]

= 9.31%

n = number of parts

r = number of trials

Repeatability and reproducibility (R&R)

⑥ $R\&R = ([E.V.]^2 + [A.V.]^2)^{1/2}$

= 0.032

% R&R = 100 [(R&R) / (T.V.)]

= 19.87%

Part Variation (P.V>)

⑦ $P.V. = (R_p) \times (K_3)$

= 0.159

Parts	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K_3	3.65	2.70	2.30	2.08	1.93	1.82	1.74	1.67	1.62

Total Variation (T.V.)

⑧ $T.V. = [(R\&R^2) + (P.V.^2)]^{1/2}$

= 0.161

% P.V. = 100 [(P.V.) / (T.V.)]

= 98.75%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.9 การคำนวณค่าความแปรผันในระบบการวัด

Study Date : 27/6/01 — Company Part No.:

Gage ID : BTA-039-0001 — Part No.: IDR025A

Gage Desc : Dia 32 +0.062 — Part Desc: Idler Arm Machined

Appraisers : 3 Trials : 2 — Characteristic: TAPER DIAMETER STAN

Study Type: Long-AIAG — Specification Limits : 32.31 32.0

R bar A = : 0.01 X bar A = : -0.096 — 6 Sigma Proc Var:

R bar B = : 0.00 X bar B = : -0.096

R bar c = : 0.00 X bar C = : -0.098

R bar = : 0.005 X bar Diff = : 0.002 — R_P = 0.098 Tol = .31

Measurement Unit Analysie :	% Total Variation (TV):	% Tolerance :
Repeatability - Equipment Variation (EV) : EV : = R bar x K1 : = 0.023 Trials / K1: 2 / 4.56; 3 / 3.05	% EV : = 100[EV / TV] = 14.28%	% EV : = 100 [EV / Tol] = 6.9%
Reproducibility - Appreiser Variation (AV) : AV: = $\sqrt{[(\text{X bar Diff} \times K_2^2)^2 - (EV^2 / n \times r)]}$: = 0.015 Appraisers / K2: 2 / 3.65; 3 / 2.70 Note: If a negative value is calculated under the square root sign, AV defaults to zero. n = number of parts r = number of trials	% EV : = 100[TV / TV] = 9.31%	% EV : = 100 [tV / Tol] = 0.8%
Repeatability & Reproducibility (R&R) : R&R: = $\sqrt{(EV^2 + AV^2)}$ = 0.032	% R&R: = 100 [R&R / TV] = 19.87%	% R&R: = 100 [R&R / Tol] = 6.94%
Part Variation (PV) : PV : = $R_P \times K_3$ = 0.159 Parts / K3: 2 / 3.65; 3 / 2.70; 4 / 2.30; 5 / 2.08; 6 / 1.93; 7 / 1.82; 8 / 1.74; 9 / 1.67; 10 / 1.62	% PV: = 100 [PV / TV]: = 98.75%	% PV: = 100 [PV / Tol]: = 44.4%
Total Variation (TV) : TV: = $\sqrt{(R\&R^2 + PV^2)}$ = 0.161	If the 6 sigma process variation is known, then TV = 5.15 [6 sigma process variation] / 6.00 and PV = SQRT[(TV^2) - $(R\&R)^2$].	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเลข 1 สุ่มตัวแทนพนักงานมา3คนจากพนักงานที่ทำการวัดทั้งหมดคือ

1. คุณ Suriyothai แผนก Production
2. คุณ Janya แผนก Quality Control
3. คุณ Sayan แผนก Quality Control

หมายเลข 2 สุ่มชิ้นงานมา 20 ชิ้นโดยให้คลอบคุมช่วงผันแปรของกระบวนการแล้วกำหนดตัวเลขชี้บ่ง 1 ถึง 20 โดยไม่ให้พนักงานทราบแล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยและหาค่าพิสัยเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มข้อมูล

กลุ่ม A ได้ค่า $\overline{X} = -0.10$

$\overline{R} = 0.01$

กลุ่ม B ได้ค่า $\overline{X} = -0.10$

$\overline{R} = 0.00$

กลุ่ม C ได้ค่า $\overline{X} = -0.10$

$\overline{R} = 0.00$

หมายเลข 3 หาค่า $\overline{R}$ เฉลี่ยของแต่ละกลุ่มข้อมูล

กลุ่ม A $R_{A\ SUM} = 0.007$

กลุ่ม B $R_{B\ SUM} = 0.004$

กลุ่ม C $R_{C\ SUM} = 0.003$

$$\overline{R} = (R_{A\ SUM} + R_{B\ SUM} + R_{C\ SUM}) / n$$

$$= (0.007+0.004+0.003) / 3$$

$$= 0.005$$

หมายเลข 4 หาค่าความสามารถในการเกิดซ้ำ (Repeatability) หรือค่า คือค่าความผันแปรทางด้านเครื่องมือหรืออุปกรณ์ (Equipment Variation, EA) โดยค่า EV มีค่าเท่ากับ

$$EV = \overline{R} \times K_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

$$= 0.005 \times 4.56$$

$$= 0.023$$

ในกรณีตัวอย่างนี้จะใช้ชิ้นงานหรือตัวอย่างจำนวน 20 ตัวอย่างโดยแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 2 กลุ่มข้อมูลและใช้ผู้ทำการวัดจำนวน 3 คนเพื่อใช้ทดสอบว่าเครื่องมือที่ใช้ในการวัดนั้นมีความเบี่ยงเบนมากน้อยเท่าไรโดยกำหนดให้

K_1 = ค่าคงที่

Trial = จำนวนกลุ่มข้อมูลที่นำมาทำการวัดทดสอบในกรณีตัวอย่างนี้มี 2 กลุ่มข้อมูลตามตารางค่าคงที่คือ

Trial	2	3
K_1	4.56	3.05

(Measurement Systems Analysis [MSA] , 1995)

หมายเลข 5 หาค่าความสามารถในการผลิตซ้ำ(Reproducibility) หรือค่า คือค่าความผันแปรด้านผู้ปฏิบัติงาน (Appraiser Variation, AV)โดยค่า AV มีค่าเท่ากับ

$$AV = \{ [(X_{diff}) \times (K_2)^2]^2 - [(EV)^2/(nxr)]\}^{1/2} \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$= 0.015$$

ถ้าค่าที่คำนวณได้จากความผันแปรด้านผู้ปฏิบัติงาน (AV) ภายใต้เครื่องหมายสแควรูท มีค่าติดลบจะกำหนดให้เท่ากับศูนย์และกำหนดให้

X_{diff} $= (\overline{X}max-\overline{X}min)$

$= (-0.096+0.098)$

$= 0.002$

K_2 = ค่าคงที่

Operator	2	3
K_2	3.65	2.7

(MSA , 1995)

n = Number of parts

= 10 (สุ่มชิ้นงาน 10ตัวอย่าง)

r = Number of trials

= 2 (มีการสุ่ม 2 กลุ่มตัวอย่าง)

หมายเลข 6 การหาค่า GR&R (Repeatability & Reproducibility)คำนวณได้จาก

$$GR\&R = \{ [EV]^2 + [AV]^2 \}^{1/2} \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$= \{[0.023]^2 + [0.015]^2\}^{1/2}$$

$$= 0.032$$

กำหนดให้ EV = ความผันแปรด้านเครื่องมือ (Equipment Variation)

= 0.023

AV = ความผันแปรด้านพนักงานวัด (Appraiser Variation)

= 0.015

หมายเลข 7 การหาค่า ความผันแปรของค่าที่วัดได้จากชิ้นส่วนแต่ละชิ้น (Parts Variation, PV) ของผู้ทำการวัดแต่ละคน

$$PV = R_p \times K_3 \quad \text{.....(5)}$$

$$= 0.09*1.62$$

$$= 0.146$$

กำหนดให้

R_p = Xp/n

X_p = ผลรวมค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดชิ้นงานตัวอย่าง

n = จำนวนชิ้นงานตัวอย่าง

K_3 = ค่าคงที่

Part No	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K_3	3.65	2.70	2.30	2.08	1.93	1.82	1.74	1.67	1.62

(MSA , 1995)

หมายเลข 8 หาค่า ผลรวมของความผันแปรทั้งหมด (Total Variation, TV)

$$TV = \{[GR\&R]^2 + [PV]^2\}^{1/2} \quad \text{.....(4)}$$

$$= \{[0.032]^2 + [0.146]^2\}^{1/2}$$

$$= 0.148$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกณฑ์ในการยอมรับค่า GR&R เมื่อเทียบกับค่าผิดพลาดที่ยอมรับได้ (Tolerance)

< 10%	ระบบการวัดนั้นอยู่ในระดับที่ยอมรับได้
10%<x<30%	สามารถยอมรับได้ขึ้นอยู่กับความสำคัญในสิ่งที่จะประยุกต์ใช้ค่าใช้จ่ายในการวัด ราคาเครื่องมือ การบำรุงรักษา
> 30%	ไม่สามารถยอมรับความสามารถของระบบการวัดได้มีความจำเป็นต้องระบุถึงสาเหตุความผันแปรแล้วทำการปรับปรุงระบบ

สรุปการหาค่าความผันแปรต่างๆในระบบการวัดที่สำคัญๆในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์นั้นจะประกอบด้วย 1.การหาค่าความสามารถในการเกิดซ้ำ(Repeatability)เป็นค่าที่บอกถึงความคงที่ของความผันแปรของเครื่องมือ 2.การหาค่าความสามารถในการผลิตซ้ำ (Reproducibility) เป็นค่าที่แสดงถึงความสม่ำเสมอในระบบการวัดของผู้ทำการวัดด้วยกัน การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดโดยอาศัยค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย จากวิธีการที่อาศัยค่าพิสัย คือสามารถแยกความผันแปรในระบบการวัดออกเป็นความสามารถในการเกิดซ้ำ (Repeatability) และความสามารถในการผลิตซ้ำ (Reproducibility) ได้ ซึ่งจะทำให้ผู้วิเคราะห์ตัดสินใจเกี่ยวกับสาเหตุของความผันแปรและปฏิบัติการแก้ไขได้ดียิ่งขึ้นในกรณีที่ความสามารถในการเกิดซ้ำ (Repeatability) มีขนาดใหญ่กว่า เมื่อเทียบกับ ความสามารถในการผลิตซ้ำ (Reproducibility) แสดงว่า อาจจะมีสาเหตุต่างๆ อาทิเช่น

1. เครื่องมือวัดมีสภาพสึกหรอที่ต้องการบำรุงรักษา
2. เครื่องมือวัดมีการออกแบบที่ทำให้มีความยืดหยุ่นมากเกินไป
3. อุปกรณ์ในการยึดจับจิ๊กและฟิกซ์เจอร์มีความยืดหยุ่นมากเกินไปอาจจะต้องออกแบบใหม่หรือต้องการบำรุงรักษาที่ดีขึ้น
4. ตัวอย่างที่นำมาวัดเพื่อการวิเคราะห์มีความผันแปรภายในชิ้นงานมากเกินไป

สำหรับกรณีที่ความสามารถในการผลิตซ้ำ (Reproducibility) มีขนาดใหญ่กว่า เมื่อเทียบกับความสามารถในการเกิดซ้ำ (Repeatability) แสดงว่าอาจจะมีสาเหตุมาจากสิ่งต่างๆ อาทิเช่น

1. วิธีการใช้เครื่องมือ ยังอาจจะมีการกำหนดโดยใช้ทักษะของพนักงานวัดมากเกินไป จึงจำเป็นต้องทำการทบทวนวิธีการ หรือการฝึกอบรมให้พนักงานวัด มีความเข้าใจในการใช้ และการอ่านเครื่องมือวัดให้ดียิ่งขึ้น
2. การสอบเทียบทำได้ไม่ดีพอ
3. การจับยึดงานในขณะทำการวัดของพนักงานทำได้ไม่ดีพอ มีความจำเป็นต้องนำอุปกรณ์จับยึดพวกจิ๊กและฟิกซ์เจอร์เข้ามาช่วย

3.10.3 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ (Process Failure Mode And Effets Analysis, PFMEA)

ตัวอย่างการศึกษาข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต (PFMEA) ของแกนบังคับเลี้ยว คือการวิเคราะห์ลักษณะของความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากความล้มเหลวนั้นๆ ความล้มเหลวในที่นี้หมายถึงการที่ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถทำงานได้ตามหน้าที่ที่ถูกออกแบบไว้ โดยลักษณะของความล้มเหลวส่วนใหญ่จะแสดงออกมาในลักษณะกายภาพเช่น การแตกหัก การเสียรูป เป็นต้น ความล้มเหลวเหล่านี้นอกจากจะทำลายหน้าที่ของตัวเองแล้วยังมีผลกระทบให้ชิ้นส่วน ระบบย่อยและระบบรวมเกิดข้อขัดข้องหรือล้มเหลวตาม เพราะฉะนั้นวัตถุประสงค์ในการจัดทำ PFMEA คือ เพื่อให้ทราบปัญหาด้านความล้มเหลวและข้อขัดข้องตั้งแต่เนิ่นๆ เพื่อลดความเสี่ยงในการผลิตชิ้นส่วนที่ไม่ได้คุณภาพ เป็นการลดต้นทุนในการผลิตทำให้การผลิตมีความคล่องตัวและเป็นการผลิตที่ตรงตามความต้องการหรือความคาดหวังของลูกค้าและยังนำมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการ จากข้อมูลการวิเคราะห์ของโรงงานผู้ส่งมอบชิ้นส่วน ในกรณีตัวอย่างนี้จะใช้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านประกอบไปด้วยส่วนของหน่วยงานควบคุมคุณภาพ หน่วยงานในสายการผลิตที่เกี่ยวข้องและหน่วยงานในด้านวิศวกรรม มาช่วยกันระดมความคิดในด้านความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity) การเกิดขึ้นของสาเหตุของข้อบกพร่อง(Occurrence) ความสามารถในการตรวจสอบ(Detection) แล้วคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number, RPN) พร้อมทั้งเสนอแนวทางแก้ไขดังรายละเอียดต่อไป

ตัวอย่างเช่นการจัดทำ PFMEA ในหัวข้อ Receiveing Inspection ของแกนกลางชิ้นส่วนแกนบังคับเลี้ยว (Center Link)

ตารางที่ 3.10 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ

Item : Center Link / CTL049A & 050A (2) — Process Responsibility : TRE (3)
Model Years(s)/Vechicle(s) : 2001 / D22 (5) — Key Date : 28.9.2001 (6)
Core Team : P.R. Dhamodhran, Seksan, Damiel, Surasa, Narisa (8)

(9) Process Function Requirements	(10) Potential Failure Mode	(11) Potential Effect(s) of Failure	(12) Sev	(13) Class	(14) Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	(15) Occur
Receiving inspection	Cannot indicate the NC part	Lost time due to dowintime & sorting Cost of lost time	5		Not sampling size Not qualified inspcetor Improtance gauge	6 2 4

(FMEA ,1995)

ตารางที่ 3.10 (ต่อ) การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ

FMEA NUMBER :
MEP 500-001 (1)
Prepared By : Daniel Eyring (4)
FMEA Date (Orig) : (Rev. 2) 23.10.2001 (7)

(16) Current Process Controls	(17) Det c	(18) R.P.N.	(19) Recommended Action(s)	(20) Responsibility & Target Completion Date	Action Results (22)				
					Action Results (21) Taken	Sev	Occ	Det	R.P.N.
Skip lot Accept	3	90	None						
MSA, training	3	30	None						
MSA, Guage design	4	80	None						

(FMEA ,1995)

กระบวนการที่อ้างอิง (Process) คือการตรวจรับชิ้นส่วน (Receiveing Inspection) มีข้อบกพร่องที่อาจทำให้ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของการปฏิบัติงาน (Potential Failure Mode) คือไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่าชิ้นไหนเป็นชิ้นส่วนบกพร่องที่บกพร่องทางด้านคุณภาพและมีส่วนส่งผลกระทบในการปฏิบัติงาน (Potential Effects Of Failure) คือ ทำให้เกิดการสูญเสียทางด้านเวลาและสูญเสียค่าใช้จ่ายเนื่องจากต้องมีการแยกชิ้นส่วนในภายหลัง การประเมินความรุนแรง (Severity) อันเนื่องมาจากผลกระทบนี้ออกมาเป็นตัวเลขได้เท่ากับ 5 จากระดับความรุนแรง 1-10 สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง (Potential Cause Machanism of Failure) คือ ขาดการตรวจสอบที่มีมาตรฐาน ผู้ตรวจสอบขาดคุณสมบัติ อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบไม่เพียงพอ และจากการประเมินโอกาสในการเกิดสาเหตุเหล่านี้ (Occur) พบว่าทั้งสามเหตุการณ์มีโอกาสในการเกิดขึ้นเท่ากับ 6,2,4 ตามลำดับ เมื่อใช้ประสบการณ์หรือเทียบกับเหตุการณ์ที่มีความใกล้เคียงกันโดยมาตรฐานกำหนดค่าไว้ที่ 1-10 (น้อยไปมาก) การควบคุมกระบวนการปัจจุบันเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้มีความเป็นไปได้ที่ข้อบกพร่องจะเกิดเพิ่มขึ้น (Current Process Control) คือการไม่ยอมรับชิ้นส่วนที่ยังมีความบกพร่องทั้งล็อตการผลิต การให้ความรู้กับพนักงานในเรื่องสถิติเพื่อใช้ในการตรวจสอบ การประยุกต์ใช้เครื่องมือในการตรวจสอบ หลังจากกำหนดวิธีการต่างๆเหล่านี้แล้วก็จะมีการประเมินผลความสามารถในการควบคุมกระบวนการว่ายังพบข้อบกพร่องอีกมากน้อยเท่าไร (Detection) ในกรณีตัวอย่างนี้มีค่าเท่ากับ 3,3,4 ตามลำดับและมีการประเมินค่าความเสี่ยงชี้นำ (Rink Point Number , RPN) ได้แก่การนำเอาค่า ความรุนแรง (S) โอกาสในการเกิด(O) และการตรวจพบ (D) มาจัดลำดับโดยค่า RPN เท่ากับ (S) x (O) x (D) ในตัวอย่างนี้ค่า RPN ขาดการตรวจสอบที่มีมาตรฐานเท่ากับ 90 ผู้ตรวจสอบขาดคุณสมบัติเท่ากับ 30 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบไม่เพียงพอเท่ากับ 80 ตามลำดับและเนื่องจากค่า RPN ของทั้งสามหัวข้อยังอยู่ในค่าที่ไม่เกิน 100 ทำให้ยังไม่มีการปฏิบัติการแก้ไขใดๆ รายละเอียดของหัวข้ออื่นๆ ดูได้จากตารางที่ 3.10

หมายเลข 1 หมายถึงเลขที่ของ PFMEA ให้กรอกหมายเลขเอกสาร PFMEA ซึ่งอาจนำไปใช้ในการติดตามต่อไปภายหลังเช่นกรณีที่ชิ้นส่วนมีปัญหา

หมายเลข 2 หมายถึงตัวชิ้นส่วนให้กรอกชื่อและหมายเลขของระบบ ระบบย่อยหรือส่วนประกอบของกระบวนการที่จะนำมาทำการวิเคราะห์

หมายเลข 3 หมายถึงผู้รับผิดชอบด้านกระบวนการให้ใส่ชื่อผู้ส่งมอบ

หมายเลข 4 หมายถึงผู้จัดทำให้ใส่ชื่อผู้รับผิดชอบในการจัดทำ PFMEA

หมายเลข 5 หมายถึง ปี/รุ่นยานยนต์ให้ใส่ชื่อรุ่นปีที่ผลิต

หมายเลข 6 หมายถึงวันที่ป้อนข้อมูลให้ระบุวันที่เริ่มต้นเกี่ยวกับ PFMEA ซึ่งไม่ควรช้ากว่าวันที่เริ่มต้นการผลิตตามกำหนดการ

หมายเลข 7 หมายถึงวันที่ของ PFMEA ให้ระบุวันที่จัดทำต้นฉบับ PFMEA ขึ้นมารวมทั้งวันที่ที่ได้รับการทบทวนครั้งล่าสุด

หมายเลข 8 หมายถึงคณะผู้ทำงานหลักให้ลงรายชื่อบุคคลซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบและมีหน้าที่

หมายเลข 9 หมายถึงหน้าที่ของกระบวนการหรือข้อกำหนดให้กรอกรายละเอียดง่ายๆเกี่ยวกับกระบวนการหรือการปฏิบัติงานที่ทำการวิเคราะห์เช่น การกลึง การเจาะ การ เคาะ การเชื่อม การประกอบ เป็นต้นในกรณีที่กระบวนการเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานหลายอย่างเช่นการประกอบซึ่งมีของขัดข้องที่ต่างกันอาจมีความจำเป็นต้องลำดับการปฏิบัติงานแยกออกจากกัน

หมายเลข 10 หมายถึงข้อขัดข้องสำคัญเป็นรายละเอียดของความไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของการปฏิบัติงานที่เจาะจงไว้ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งร่วมกับสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อขัดข้องสำคัญในการปฏิบัติงานในลำดับต่อไป

หมายเลข 11 หมายถึงผลกระทบสำคัญของข้อขัดข้องที่มีต่อลูกค้าโดยที่ลูกค้าในที่นี้หมายถึงการปฏิบัติงานในลำดับต่อไป หมายถึงผู้จัดจำหน่าย ผู้เป็นเจ้าของยานยนต์ โดยต้องอธิบายข้อขัดข้องไว้ด้วยคำศัพท์ซึ่งลูกค้าเข้าใจหรือเคยมีประสบการณ์

หมายเลข 12 หมายถึงภาวะความรุนแรง (Severity) ได้แก่การประเมินสภาพความเลวร้ายของผลกระทบของข้อขัดข้องที่มีต่อลูกค้า ซึ่งลำดับไว้ในช่องก่อนหน้านี้โดยภาวะความรุนแรงนั้นใช้เฉพาะกับผลกระทบเท่านั้นและการจัดลำดับระบบหรือเกณฑ์ในการประเมินคณะผู้ทำงานควรเห็นพ้องต้องกัน

หมายเลข 13 หมายถึงการจัดระดับ ใช้ในการจัดระดับให้กับลักษณะของระบบ โดยแบ่งเป็น A = วิกฤต B = สำคัญ C = ทั่วไป

หมายเลข 14 หมายถึงสาเหตุสำคัญของข้อขัดข้องจะต้องได้รับคำจำกัดความไว้ในเชิงอธิบายว่าข้อขัดข้องเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยอธิบายในลักษณะที่เป็นสิ่งซึ่งสามารถแก้ไขได้หรือสามารถควบคุมได้และลำดับรายการสาเหตุทุกประการของข้อขัดข้องไว้ อย่างสั้นๆได้ใจความ

หมายเลข 15 หมายถึงการเกิดขึ้น (Occur) ได้แกการคาดการณ์ว่าสาเหตุของข้อขัดข้องจะเกิดขึ้นด้วยความถี่มากน้อยเท่าใดโดยให้กำหนดเป็น 1" ถึง 10" ไว้บนสเกลสำหรับการจัดลำดับควรพิจารณาเฉพาะการเกิดขึ้นที่มีผลต่อข้อขัดข้องเท่านั้นโดยใช้ประโยชน์จากคำอธิบายรายละเอียดในช่องด้านซ้ายของตารางประกอบกับข้อมูลในอดีตที่หาได้จากกระบวนการต่างๆที่คล้ายคลึงกัน

หมายเลข 16 หมายถึงการควบคุมกระบวนการปัจจุบันได้แก่รายละเอียดของการควบคุมซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้มีความเป็นไปได้ที่ข้อขัดข้องจะเกิดเพิ่มขึ้น

หมายเลข 17 หมายถึงการตรวจพบ (Detection)ได้แก่การประเมินความสามารถของการ ควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน

หมายเลข 18 หมายถึงตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ (RPN)ได้แก่ผลผลิตของการจัดอันดับภาวะความ รุนแรง (S) การเกิดขึ้น (O) และการตรวจพบ (D) RPN = (S)x(O)x(D) ค่า RPN จะอยู่ระหว่าง 1 ถึง 1000

หมายเลข 19 หมายถึงปฏิบัติการเสนอแนะโดยที่ความมุ่งหมายของการปฏิบัติการเชิงแก้ไขใดๆจะเน้นไปที่ค่า RPN ที่เกิน100และถ้าไม่มีการปฏิบัติการใดๆเสนอแนะไว้ให้ชี้บ่งในช่องนี้ด้วยการระบุว่า “ไม่มี

หมายเลข 20 หมายถึงความรับผิดชอบสำหรับปฏิบัติการเสนอแนะให้ระบุชื่อบุคคลหรือหน่วยงานผู้มีหน้าที่รับผิดชอบรวมทั้งวันที่ที่กำหนดให้การดำเนินการแก้ไขเสร็จสิ้น

หมายเลข 21 หมายถึงปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการหลังจากข้อเสนอแนะได้ถูกนำไปปฏิบัติแล้วให้ระบุรายละเอียดโดยย่อพร้อมทั้งวันที่ที่มีผลบังคับใช้

หมายเลข 22 หมายถึงค่าของ RPN หลังจากการปฏิบัติการแก้ไขแล้วให้บันทึกผลด้านภาวะความรุนแรง (S) การเกิดขึ้น (O) แบะการตรวจพบ (D) อีกครั้งหนึ่ง หากไม่มีปฏิบัติการใดได้รับการดำเนินการให้เว้นว่างไว้ในช่อง ของค่าRPN และผลรวม

การจัดทำ PFMEA (Process Failure Mode And Effect Analysis) เป็นการคาดการณ์ปัญหาที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขานำความรู้และประสบการณ์ของตนเองมานำเสนอเพื่อป้องกันปัญหาไม่ให้เกิดขึ้น เป็นการเพิ่มผลผลิตและลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต โดยการนำหัวข้อที่มีค่า RPN สูงๆ(ที่มีค่ามากกว่า 100)มาทำการแก้ไขก่อน

1.จุดมุ่งหมายของ FMEA

-ประเมินถึงแนวโน้มของข้อบกพร่องที่อาจจะเกิดขึ้นและสาเหตุของข้อบกพร่องนั้นๆ

-บ่งชี้ถึงการแก้ไขในอันที่จะกำจัดหรือลดโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง

-เป็นการรวบรวมกิจกรรมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการอย่างเป็นระบบ

2. ประโยชน์ของ FMEA

-เป็นการรับประกันได้ว่า มีการพิจารณาปัญหาและข้อผิดพลาดต่างๆ ก่อนการดำเนินงาน

-เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขล่วงหน้าเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหา

-เป็นการเก็บหลักฐานเพื่อใช้อ้างอิงในอนาคตเมื่อมีความจำเป็นต้องปรับปรุงผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการในอนาคต

3. สิ่งที่ได้จากการทำ FMEA

-ปรับปรุงความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของผลิตภัณฑ์

-ลดจำนวนความเสียหายของผลิตภัณฑ์ที่จะเกิดขึ้นกับลูกค้า

3.11 สรุปท้ายบท

การดำเนินการจัดพัฒนาระบบการอนุมัติชิ้นส่วนก่อนการผลิตจริง (PPAP) นั้นจะมีการจัดทำแผนงานและกำหนดเป้าหมายไว้ในการควบคุมผลการดำเนินการ การติดตามโดยการประเมิณผลจะผ่านกลุ่มคณะกรรมการตัวอย่างที่จัดตั้งขึ้น มีการรายงานและติดตามผลประจำสัปดาห์ ประจำเดือนผ่านหัวหน้ากลุ่มที่รับผิดชอบ มีการปรับแผนหรือเป้าหมายในกรณีที่ไม่สามารถทำตามได้ โดยทางกลุ่มได้จัดเวลาไว้แน่นอนอาทิตย์ละครึ่งชั่วโมงสำหรับการดำเนินการและในส่วนของพนักงานใหม่ทุกคนที่เข้าร่วมกลุ่มจะได้รับการชี้แจงรายละเอียดของการจัดทำระบบด้วย รวมทั้งได้รับการอบรมให้เข้าใจแบบฟอร์มและเทคนิคต่างๆ ในกรณีที่เป็นระบบใหม่ จะมีการเริ่มต้นทำในพื้นที่ตัวอย่างก่อนนำไปขยายผลโดยที่การเข้าร่วมของพนักงานเป็นไปโดยสมัครใจ หัวหน้ากลุ่มจะมีหน้าที่โน้มน้าวให้พนักงานเห็นประโยชน์จากการดำเนินการ ระบบ PPAP ซึ่งในระยะแรกพนักงานจะยังไม่คุ้นเคยต่อวิธีการจดบันทึกและเขียนรายงาน ดังนั้นพนักงานอาจจะหลีกเลี่ยงที่จะปฏิบัติได้หัวหน้ากลุ่มจึงต้องพยายามผลักดันให้พนักงานฝึกฝนตนเองเพื่อให้คุ้นกับการเขียนรายงานโดยชักจูงให้พนักงานเห็นผลที่จะได้รับเช่น พนักงานสามารถทำงานได้ สะดวกขึ้น เร็วขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย