



การแก้ไขปัญหาความต่างระดับระหว่าง FRAME กับ SIDE PLATE

กรณีศึกษาบริษัทไดว่า เซโกะ (ไทยแลนด์) จำกัด

Solve the problem of different levels between the FRAME with the
SIDE PLATE

A case study of daiwa seiko (Thailand) co., ltd

นายอดิศร สายตา

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น

ปีการศึกษา 2561

การแก้ไขปัญหาค่าความต่างระดับระหว่าง FRAME กับ SIDE PLATE

กรณีศึกษาบริษัทไดว่า เซโกะ (ไทยแลนด์) จำกัด

Solve the problem of different levels between the FRAME with the
SIDE PLATE

A case study of daiwa seiko (Thailand) co., ltd

นายอดิศร สายตา

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

ปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ

.....

(อาจารย์วิศิษฐ์ สองเมือง)

ประธานกรรมการสอบ

.....

(อาจารย์ชูคิด งามวงศ์)

กรรมการสอบ

.....

(อาจารย์จิรพงศ์ สุขาทิพย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิศุทธิ์ พงษ์ชัยฤกษ์)

ประธานสหกิจศึกษาสาขาวิชา

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

ชื่อโครงการ	การแก้ไขปัญหาความต่างระดับระหว่าง FRAME กับ SIDE PLATE กรณีศึกษาบริษัทไต่อว่า เซโกะ (ไทยแลนด์) จำกัด
ผู้เขียน	นายอดิศร สายตา
คณะวิชา	วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ จิรพงศ์ สุขาทิพย์
พนักงานที่ปรึกษา	คุณมงคล ฐัญญู คุณสุเมธ สมหวัง
ชื่อบริษัท	บริษัท ไต่อว่า เซโกะ (ไทยแลนด์) จำกัด
ประเภทธุรกิจ/สินค้า	ผลิตและส่งออกคันเบ็ดและตัวรอก

บทสรุป

จากการศึกษาการประกอบตัวรอกพบปัญหาการเกิดความต่างระดับของพื้นผิว FRAME กับ SIDE PLATE ขณะประกอบ อันเนื่องมาจากหลากหลายสาเหตุไม่ว่าจะเป็นการฉีดโมล ของแผ่นก Die casting การตั้งค่าเครื่องจักร การควบคุมอุณหภูมิหลังการฉีด ขนาดของโมล การตะไบชิ้นงานจึงนำปัญหาที่พบมาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงและทำการแก้ไขได้ตรงจุด โดยใช้หลักการ Plan Do Check Action (PDCA) ในการวิเคราะห์สาเหตุและแก้ไขปัญหาคความต่างระดับของ FRAME และ SIDE PLATE โดยการทำให้ MASTER

จากการทำให้ MASTER มาควบคุมปัญหาคความต่างระดับพบว่าเกิดการเกิดความต่างระดับ FRAME และ SIDE PLATE มีจำนวนปัญหาคความต่างระดับลดลง โดยวิเคราะห์จากเอกสารรายงานปัญหาการผลิตของไลน์การประกอบ เดือนมิถุนายน เปรียบเทียบกับ เดือนกันยายน พบว่าปัญหาการเกิดความต่างระดับมีจำนวนที่ลดลงเรื่อยๆ

Project's name	Solve the problem of different levels between the FRAME with the SIDE PLATE a case study of daiwa seiko (Thailand) co., ltd
Writer	MR.Adisorn Saita
Faculty	Faculty of Engineering, Industrial Engineering
Faculty Advisor	MR.Jirapong Sukhatip
Job Supervisor	MR.Mongkol Roobun MR.Sumeth Somwang
Company's name	DAIWA SEIKO (THAILAND) CO., LTD
Business Type	Manufacturing and Export of Fishing Tools (Rod and Reel)

Summary

From the study of the assembly of the reel, it is found that it has encountered surface level differences problem of FRAME and SIDE PLATE in conjunction with a variety of reasons such as injection molding of the Die casting department, the setting of the machine, the controlling of the temperature after injection, the size of the moles, and the work of the sharpen, so problem is brought to analyze the cause and fix the correct point by using the Plan Do Check Action (PDCA) to analyze the cause and solve the level difference problem of FRAME and SIDE PLATE by using MASTER to control the level difference problem.

It is found that the problems on the differences between FRAME and SIDE PLATE are reduced by analyzing from the problem of production of the assembly line report in June comparing with the report in September. It is found that the level of the difference is reduced, consecutively.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อันเนื่องมาจากความกรุณาของ อาจารย์จิรพงศ์ สุขาทิพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผู้สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาเพื่อช่วยในการทำรายงานสหกิจ ตลอดระยะเวลาที่ในการศึกษานี้

การที่ข้าพเจ้าได้เข้ามาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไคว่า เซโกะ(ประเทศไทย) จำกัด นับตั้งแต่วันที่ 4 มิถุนายน 2561 ถึงวันที่ 28 กันยายน 2561 ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ในการทำงานจริงหลายอย่างที่มีค่ามากมาย ได้รับการเอาใจใส่และการอุปการะอย่างดีจากบุคคลหลายๆท่าน ดังนี้

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1. MR.KOJI SUZUKI | ตำแหน่ง: GENERAL MANAGER REEL FACTORY |
| 2. คุณ สมโภชน์ สวัสดิ์เมือง | ตำแหน่ง : MANAGER |
| 3. คุณ รัตนชาติ เพ็ชรรัตน์ | ตำแหน่ง: ASSISTANT MANAGER |
| 4. คุณ สุเมธ สมหวัง | ตำแหน่ง: ENGINEER |
| 5.คุณ มงคล ฐัญญู | ตำแหน่ง: CHIEF |

นอกจากนี้ยังมีบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งได้อบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำที่ดี ในการทำงานและการจัดทำรายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงและหากเนื้อหา รายงานฉบับนี้มีความผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้ากราบขออภัย มา ณ โอกาสนี้

อดิสร สายตา

TNI

TAI - NICHII INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

หน้า

บทสรุป	ก
Summary.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป.....	ฉ
สารบัญตาราง	ณ

บทที่

1 บทนำ.....	1
1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	1
1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการ หรือการให้บริการหลักขององค์กร	1
1.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารองค์กร.....	1
1.4 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	2
1.5 พนักงานที่ปรึกษา และ ตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา.....	2
1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	2
1.7 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	2
1.8 วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของโครงการ	2
1.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปฏิบัติงานหรือโครงการที่ได้รับมอบหมาย	2
1.10 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	2
2 ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.2 เทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน.....	28

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3 แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน.....	33
3.1 แผนงานการฝึกงาน	33
3.2 รายละเอียดที่นักศึกษาปฏิบัติในการฝึกงาน	33
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานที่นักศึกษาปฏิบัติงาน.....	35
4 สรุปผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผลต่าง ๆ	46
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	48
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	48
5.2 ข้อเสนอแนะจากการดำเนินงาน	48
เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก	50
ภาคผนวก ก. จัดทำเอกสาร Q POINT	51
ภาคผนวก ข. จัดทำเอกสาร TRAINING.....	53
ประวัติผู้จัดทำโครงงาน	68

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	แบบการจัดการโรงงานฝ่ายผลิตรถ..... 1
2.1	กรรมวิธีการขึ้นโลหะด้วยวิธีการหล่อ..... 5
2.2	ขั้นตอนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เหล็กกล้า..... 6
2.3	Die สำหรับทำ Close-die Drop Forging..... 7
2.4	กรรมวิธี Drop Forging และ Upset Forging 8
2.5	Direct Extrusion และ Indirect Extrusion..... 9
2.6	กรรมวิธี Wire Drawing 10
2.7	ขั้นตอนการขึ้นรูปโลหะแผ่นถั่ว..... 11
2.8	แสดงลักษณะการตัดเฉือนของฟันตะไบ..... 12
2.9	แสดงส่วนประกอบของตะไบ 12
2.10	แสดงมุมต่างๆของฟันตะไบ..... 13
2.11	แสดงลักษณะคมตัดคู่..... 14
2.12	แสดงลักษณะคมตัดเดี่ยว 14
2.13	แสดงลักษณะคมตัดโค้ง..... 15
2.14	แสดงชนิดของตะไบและลักษณะการใช้งาน 16
2.15	แสดงลักษณะการตะไบทางขวาง 17
2.16	แสดงลักษณะการตะไบตามยาว..... 17
2.17	แสดงลักษณะการตะไบทแยงมุม..... 18
2.18	แสดงลักษณะการตะไบแบบถู..... 18
2.19	แสดงการทำความสะอาดตะไบด้วยแปรง..... 19
2.20	แสดงตะไบที่ไม่มีด้ามไม่ควรนำมาใช้งาน..... 20
2.21	หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี..... 22
2.22	เครื่องจักรกลซีเอ็นซี 23
2.23	ลักษณะวงจร PCDA..... 24
2.24	เครื่องจักรกลซีเอ็นซี 28
2.25	เครื่องวัด COORDINATE MEASURING MACHINE..... 29
2.26	ตัวอย่างการใช้งาน G Code 31

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.27 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม Calypso	32
2.28 ตัวอย่างหัว RSD และการจำลองชิ้นงาน	33
3.1 ตัวอย่างชิ้นงานที่มีปัญหาความต่างระดับ	35
3.2 ตรวจสอบสาเหตุของปัญหา	35
3.3 เครื่องมือวัด PIN GAUGE และการวัดความต่างระดับ.....	36
3.4 เอกสาร CHECK PART	37
3.5 เอกสาร WORKING GUIDANCE	38
3.6 แผนภาพกระบวนการดำเนินการ MASTER	40
3.7 รวบรวม PART จากแผนก MACHINE	41
3.8 วัดค่าชิ้นงานจากเครื่อง CMM.....	41
3.9 การทำรหัส MASTER FRAME และ SIDE PLATE	42
3.10 ตัวอย่างชิ้นงาน MASTER แต่ละ MODEL	44
3.11 การฉีดงานขึ้นรูปของแผนก DIECASTING	45
3.12 การ FINISHING ของแผนก DIECAST FINISHING	45
3.13 การ BUFFING ของแผนก DIECAST FINISHING	45
4.1 กราฟแสดงค่าสถิติของปัญหาความต่างระดับ	46

TNI

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความหมายของรหัส G Code.....	30
2.2 ความหมายของรหัส M Code	31
3.1 แผนการปฏิบัติงาน	34
3.2 ตารางแบ่งกลุ่ม MASTER และ แผนการผลิตPART ของแผนก MACHINE	39
3.3 ตัวอย่างตารางแบ่งกลุ่มรหัส MASTER FRAME	42
3.4 ตัวอย่าง DATA CHECK ประกอบคู่ MASTER FRAME และ SIDE PLATE R.....	43
3.5 ตัวอย่าง DATA CHECK ประกอบคู่ MASTER FRAME และ SIDE PLATE L.....	43
4.1 รายงานปัญหาในการผลิตของปี 2561	47

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

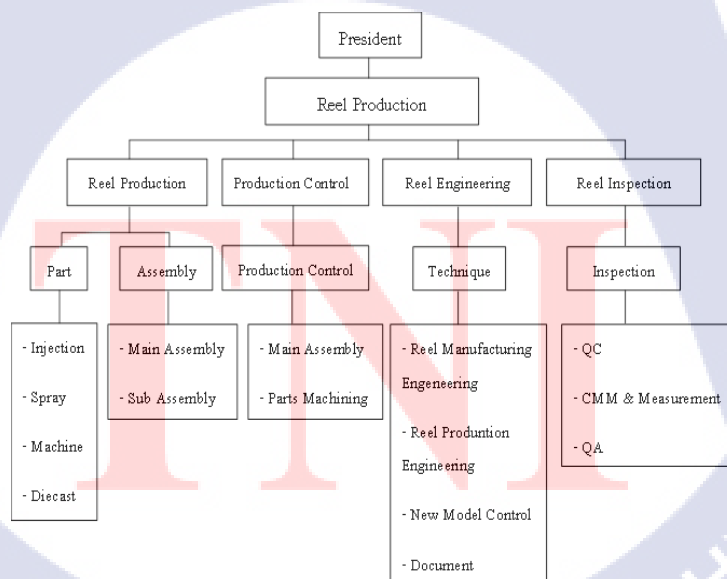
บริษัท ไดว่า เซโกะ (ไทยแลนด์) จำกัด 217-218 ซอยฉลองกรุง 31 นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง เขตประกอบการเสรี ลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการ หรือการให้บริการหลักขององค์กร

บริษัท ไดว่า เซโกะ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทผู้ผลิตรอกและคันเบ็ดสำหรับตกปลาจำหน่ายในตราของ DAIWA และรับจ้างผลิตในตราที่ลูกค้าต้องการ สินค้าส่วนใหญ่ผลิตเพื่อส่งออกจำหน่ายทั่วโลกโดยมีกลุ่มลูกค้าหลักคือประเทศญี่ปุ่น เป็นการผลิตแบบ Make to order

1.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารองค์กร

แบ่งการบริหารจัดการออกเป็น 3 ส่วนคือ ฝ่ายบริหาร ฝ่ายรอก และฝ่ายคันเบ็ด



ภาพที่ 1.1 รูปแบบการจัดองค์กรของโรงงานฝ่ายผลิตรอก

1.4 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ฝึกงานแผนก TECHNIC งานที่ได้ทำ วิเคราะห์และแก้ไขปัญหาของ LINE ASSEMBLY

1.5 พนักงานที่ปรึกษา และ ตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

นายมงคล ฐัฐบุญ ตำแหน่ง Chief

นายสุเมธ สมหวัง ตำแหน่ง Engineer

1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

4 มิ.ย. 61 – 28 ก.ย. 61 (4 เดือน)

1.7 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากการทำงาน พบว่าปัญหาส่วนใหญ่ที่พบเจอในทุกครั้งที่มีการผลิตและประกอบชิ้นไลน์ คือ ปัญหาการเกิดความต่างระดับของพื้นผิว FRAME กับ SIDE PLATE ฝั่ง R และ L หรือเรียกอีกชื่อว่า DANSA หรือ STEP การเกิด STEP นั้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีมูลค่าลดลงเพราะผิวประกอบจะมองเห็นได้เป็นขั้นๆ คล้ายขั้นบันได ทำให้ดูไม่สวยงาม ไม่น่าใช้งาน สาเหตุการเกิดปัญหา STEP มีหลายสาเหตุ ไม่ว่าจะเป็นการ SET UP MACHINE, SET UP ค่า SIDE PLATE/FRAME ,ค่า DIMENTION หลังการฉีดของแผนก DIECAST, อุณหภูมิ ขนาดของโมล การ SET UP เครื่องฉีด, การ FINISHING , ETC ปัจจุบันการสรุปปัญหายังไม่แน่ชัด จึงได้ทำ MASTER เพื่อตีกรอบสาเหตุให้เห็นชัดยิ่งขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาได้ตรงจุด

1.8 วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของโครงการ

1.8.1 เพื่อแก้ปัญหาของการเกิดพื้นผิวความต่างระดับระหว่าง FRAME กับ SIDE PLATE

1.8.2 เพื่อควบคุมค่าการ SET UP ของ MACHINE

1.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับการปฏิบัติงานหรือโครงการที่ได้รับมอบหมาย

1.9.1 ปัญหาการเกิดความต่างระดับลดลง

1.9.2 การวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ

1.9.3 สินค้ามีความสวยงามมากขึ้น

1.9.4 ปัญหาอื่นๆ ที่มาจากการเกิดความต่างระดับลดลง

1.10 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.10.1 FRAME คือ ชิ้นส่วนโครงของตัวรอก

1.10.2 SIDE PLATE R คือ ชิ้นส่วนประกบตัวรอกที่ประกบฝั่งขวา

1.10.3 SIDE PLATE L คือ ชิ้นส่วนประกบตัวรอกที่ประกบฝั่งซ้าย

1.10.4 DANS/STEP คือ ปัญหาการเกิดความต่างระดับขณะประกบระหว่าง FRAME กับ

SIDE PLATE

1.10.5 HANDLE คือ ด้ามจับตัวรอก

1.10.6 DIAL คือ ตัวใช้หมุนเปิด-ปิด SIDE PLATE

1.10.7 FINISHING คือ กระบวนการตกแต่งเรื่องของการลบคมหรือครีบกของชิ้นงาน

1.10.8 .MASTER คือ ตัวอย่างชิ้นงานต้นแบบ

1.10.9 DIECAST คือ กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน

1.10.10 MOLD คือ แม่พิมพ์ชิ้นงาน

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

บทที่ 2

ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้ เป็นการนำความรู้ทางด้านทฤษฎีและเทคโนโลยีมาใช้ในการปฏิบัติงานทุกส่วนตลอดการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ซึ่งเป็นการนำความรู้ทั้งที่เคยเรียนมาประยุกต์ใช้และเป็นการศึกษาเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ที่ได้จากการปฏิบัติงาน

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 กรรมวิธีขึ้นรูปโลหะ (Fabrication of Metals)

ความหมายของคำว่า Fabrication นั้นมีความหมายครอบคลุมไปถึงกรรมวิธีการผลิตโลหะสำเร็จรูปทุกประเภท ซึ่งเป็นความหมายกว้างมาก ไม่ว่าจะเป็นการสร้างหรือผลิตโลหะรูปร่างด้วยกรรมวิธีใด เช่น อาจจะทำที่อุณหภูมิสูงหรืออุณหภูมิต่ำจะรวมเรียกว่า Fabrication เช่น สมมติว่าเราต้องการผลิตเฟืองเกียร์ตัวหนึ่ง จะต้องเริ่มตั้งแต่การหลอมโลหะและหล่อให้เป็นรูปร่างหยาบ ๆ นำมาผ่านเครื่องกลึงเพื่อกึงให้ได้ขนาดที่ต้องการ และนำมาตัดเป็นฟันเฟือง เสร็จแล้วจึงนำไปทำการชุบแข็งเพื่อให้ได้ความแข็งแรงสูงใช้งานได้ทนทาน กรรมวิธีดังกล่าวทั้งหมดจะเรียกว่า Fabrication ซึ่งจะมีมากมายและมีขอบเขตกว้างขวางมาก ในการศึกษาวิชา Engineering Materials กล่าวถึงเฉพาะกรรมวิธีที่สำคัญ ๆ เท่านั้น เพื่อให้หนังสือมีความเข้าใจเพื่อเป็นแนวทางสำหรับศึกษาในวิชาอื่น ๆ ต่อไปกรรมวิธีที่สำคัญแยกออกเป็น 4 ประเภท คือ

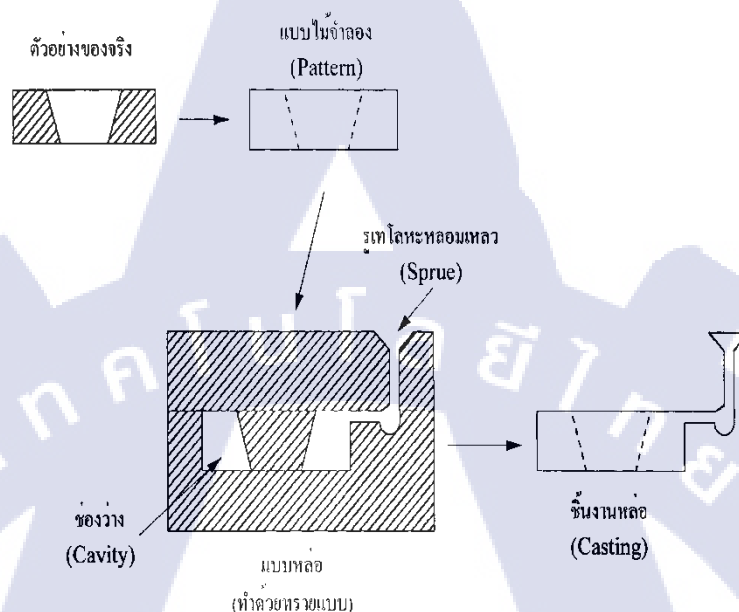
- 1) การหล่อ (Casting)
- 2) การแปรรูปหรือขึ้นรูปในสภาพร้อน (Hot Working)
- 3) การแปรรูปหรือขึ้นรูปในสภาพเย็น (Cold Working)
- 4) กรรมวิธีโลหะผง (Powder Metallurgy)

โลหะที่จะนำมาแปรรูปตามกรรมวิธีต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้ว ส่วนใหญ่จะได้มาจากการถลุงจากเตาถลุง ซึ่งจะผลิตมาในรูปของ Ingot เป็นแท่งขนาดต่าง ๆ เช่น Steel Ingot, Pig Iron และ Aluminium Ingot จากนั้นจึงจะนำมาผ่านกรรมวิธีผลิตเป็นโลหะสำเร็จรูปต่อไป

1) การหล่อ (Casting)

เป็นกรรมวิธีที่เรารู้จักกันมานานแล้ว และยังเป็นวิธีที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แต่ได้ปรับปรุงวิธีการก้าวหน้าไปไกลมาก การหล่อ คือ วิธีการหลอมโลหะให้ละลายด้วยการหลอมแบบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะของโลหะนั้น ๆ เช่น ใช้เตา Cupola สำหรับหลอมเหล็กหล่อ เตาอาร์คไฟฟ้าสำหรับหลอมเหล็กกล้า และเตาน้ำมันหรือเตาอินดักชั่น (เตาไฟฟ้าเหนี่ยวนำ) สำหรับหลอม

โลหะทองแดงผสม (แต่ในปัจจุบัน มักนิยมใช้เตาอินดักชันในการหลอมเหล็กเพื่องานหล่อ ไม่ว่าจะเป็นงานหล่อเหล็กหล่อหรืองานหล่อเหล็กกล้าก็ตาม) เมื่อโลหะหลอมเหลวดีแล้วก็จะนำไปเทลงในแบบหล่อ ซึ่งทำด้วยวัสดุทนความร้อน เพื่อให้เกิดรูปร่างที่ต้องการดังในรูปที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงกรรมวิธีขึ้นรูปโลหะด้วยวิธีการหล่อ (Casting)

จากภาพสมมติว่าต้องการหล่อของชิ้นหนึ่งมีรูปร่างดังปรากฏ (Gear Blank) จะนำมาทำแบบจำลองขึ้นด้วยไม้หรือวัสดุอย่างอื่น โดยมีการเผื่อขนาดแก่การหดตัว แบบจำลองนี้เรียกว่า Pattern จาก Pattern นำมาขึ้นแบบด้วยทรายแบบ (ทรายผสมดินเหนียว) ตึงแบบไม้ออกจากตัวแบบหล่อที่ขึ้นด้วยทรายนี้ จะเกิดเป็นช่องว่าง (Cavity) ขึ้น จากนั้นวางตำแหน่งรูสำหรับเทโลหะให้สะดวก แล้วนำโลหะหลอมเหลวมาเทลงแบบ เมื่อโลหะแข็งตัวภายในแบบแล้ว รื้อเอาทรายออกก็จะได้งานหล่อที่มีขนาดใกล้เคียงกับความต้องการ

วิธีการหล่อที่ใช้กันในปัจจุบันมีหลายวิธี ถ้าใช้ทรายทำแบบจะเรียกว่า Sand Casting ถ้าใช้โลหะทนความร้อนทำแบบหล่อจะเรียกว่า Permanent Mold Casting หรือ Gravity Die Casting ถ้าใช้แบบหล่อทำด้วยโลหะและใช้ความดันช่วยในการฉีดโลหะหลอมเหลวให้ไหลเข้าแบบ จะเรียกว่า กรรมวิธี (High Pressure) Die Casting ถ้านำแบบหล่อมามาหมุนเหวี่ยงให้โลหะไหลเข้าแบบได้ดีขึ้น เรียก Centrifugal Casting

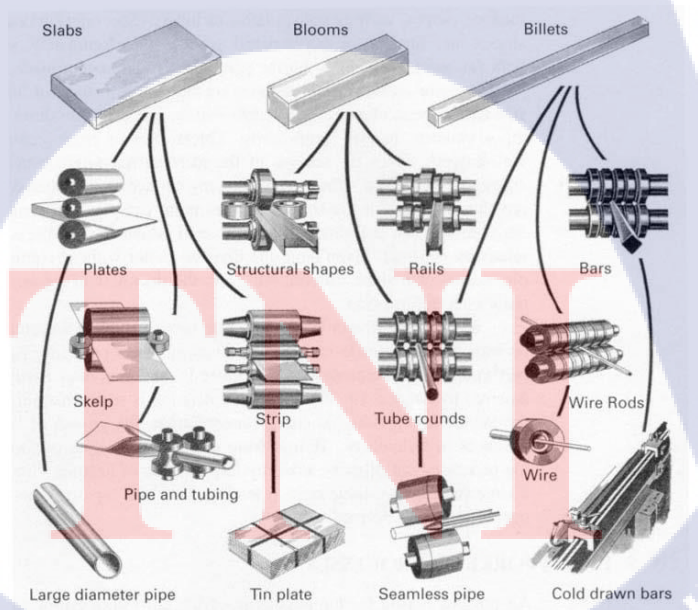
2) การแปรรูปหรือขึ้นรูปร้อน (Hot Working)

เป็นการแปรรูปโลหะในขณะที่โลหะถูกเผาให้ร้อน เพราะโลหะเมื่อถูกเผาให้ร้อนแดงจะมีลักษณะอ่อนนุ่มง่ายต่อการขึ้นรูป กล่าวคือ ใช้พลังงานน้อยและสามารถแปรรูปได้มาก โดยไม่เสี่ยงต่อการแตกหัก แต่การขึ้นรูปร้อนมีข้อเสียอยู่ตรงที่ว่าขนาดของโลหะภายหลังขึ้นรูปจะควบคุมให้ได้ใกล้เคียงที่ต้องการยาก เพราะจะมีการหดตัวเมื่อโลหะเย็นลง และที่ผิวโลหะมักเกิดสเกล (สนิม) เพราะที่อุณหภูมิสูง โลหะจะเกิดออกซิเดชันได้ดี การขึ้นรูปร้อนมีหลายกรรมวิธีที่สำคัญคือ

2.1) การรีดร้อน (Hot Rolling) มี 2 ลักษณะ คือ

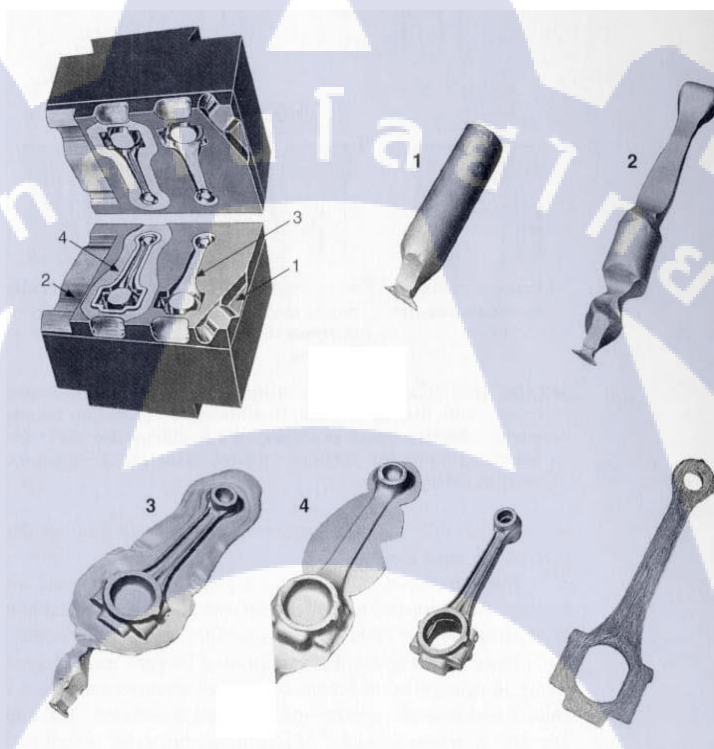
1) การรีดผลิตภัณฑ์ยาว (Long Products หรือ Shape Products) อาศัยลูกรีด (Roll) สองตัวหมุนในทิศทางต่างกัน ลูกรีดแต่ละตัวจะมีร่องเป็นลักษณะต่าง ๆ ตามที่ต้องการ เอาโลหะที่เผาจนร้อนแดง ส่งผ่านให้ลูกรีดตามร่องต่าง ๆ โลหะจะถูกบีบให้มีรูปร่างตามช่องว่างระหว่างลูกรีดและเคลื่อนที่ออกมาอีกด้านหนึ่ง เช่น การรีดเหล็กหน้าตัดสำหรับงานโครงสร้าง (เช่น พวก H-beam, L-beam เป็นต้น), เหล็กทรงรถไฟ, เหล็กเส้นก่อสร้าง, Bars, Tubes และ Seamless Pipes เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 2.2

2) การรีดผลิตภัณฑ์แผ่น (Flat Products) ลูกรีดมีลักษณะเรียบ (เป็นทรงกระบอก) ผลิตภัณฑ์จะเป็นพวกโลหะแผ่นขนาดความหนาต่าง ๆ กัน (เรียกว่า Strip, Plate, Sheet, Coil)



ภาพที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เหล็กกล้า สังเกตว่า กระบวนการรีดจะมีบทบาทสำคัญ (ที่มา: American Iron and Steel Institute, Washington, D.C.)

ในการรีดโลหะเช่นเหล็กจะเริ่มตั้งแต่เหล็กแท่งขนาดใหญ่ (Slab, Bloom หรือ Billet) ซึ่งได้มาจากเตาหลอม จากนั้นก็จะรีดให้มีขนาดเล็กลง มีแท่นรีดหลายแท่น (หรือใช้แท่นเดียวกันในบางกรณี) รีดชิ้นงานหลาย ๆ ครั้ง โดยในการรีด Long Products จะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงรูปร่างภาคตัดขวางของชิ้นงานไปที่ละน้อยในแต่ละขั้นตอนการรีด จนได้รูปร่างที่ต้องการในการรีดขั้นสุดท้าย ส่วนในการรีด Flat Products ก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน คือ จะค่อย ๆ ลดความหนาของชิ้นงานลง จนได้ความหนาที่ต้องการในการรีดที่แท่นรีดสุดท้าย

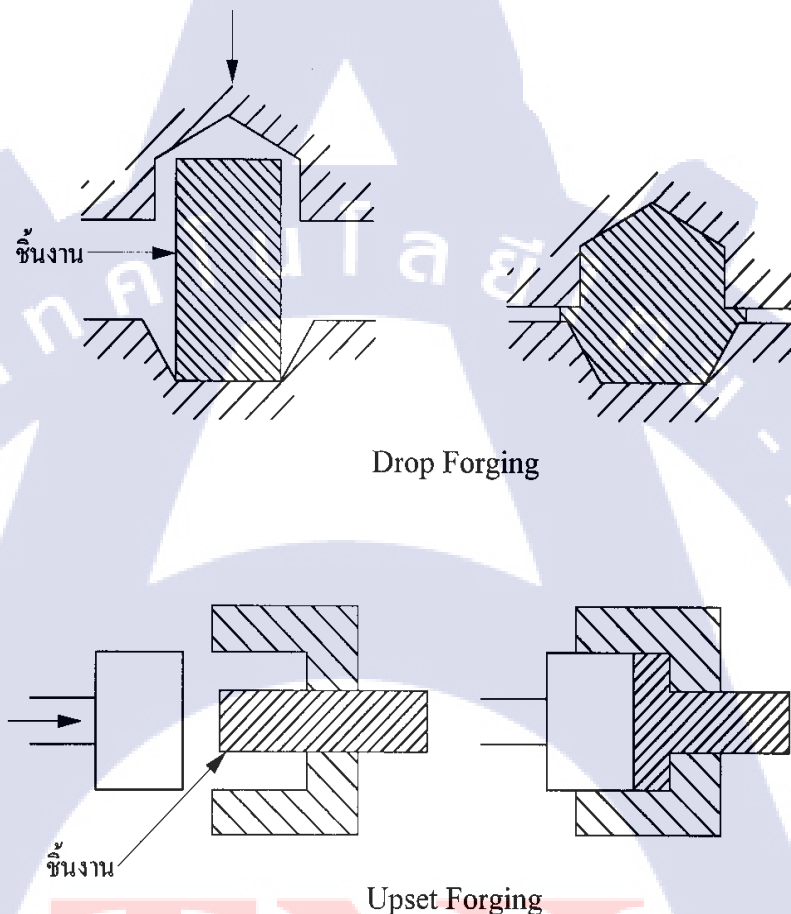


ภาพที่ 2.3 Die สำหรับทำ Closed-die Drop Forging ชิ้นงานจะค่อย ๆ ถูกตีให้เปลี่ยนรูปร่างไปในแต่ละขั้นตอน จนได้รูปร่างที่ต้องการในขั้นสุดท้าย
(ที่มา : Forging Industrial Association, Cleveland, Ohio)

2.2) การตีขึ้นรูป (Forging)

เป็นกรรมวิธีที่ใช้กันมานาน โดยการเผาโลหะให้ร้อนแดง ใช้ค้อนตีบนแท่นเหล็กให้โลหะเปลี่ยนรูปไปตามต้องการ ซึ่งเรียกระบบวิธีนี้ว่า Hammer หรือ Smith Forging แต่ในปัจจุบันการตีขึ้นรูปร้อนได้วิวัฒนาการมามาก โดยการใช้แบบ (Die) สองชิ้น ซึ่งจะแกะให้มีช่องว่างระหว่างแบบ เมื่อเอาแบบทั้งสองมาประกบกันก็จะเกิดช่องว่างมีรูปร่างเป็นของที่ต้องการจะตีขึ้นรูป ดังแสดง

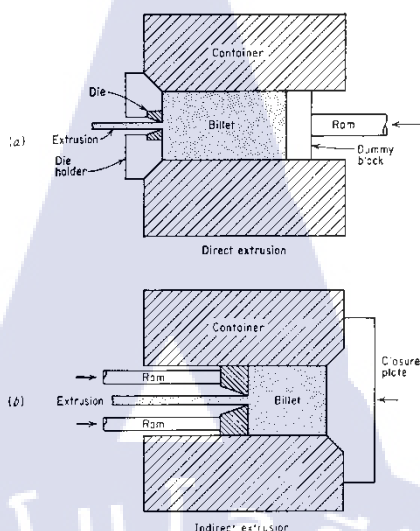
ในรูปที่ 6.3 และการตีขึ้นรูปจะใช้แรงกระทกอย่างแรง โดยยกตัวแบบด้านหนึ่งขึ้นสูงและปล่อยให้ตกลงมากระทกกับแบบอีกด้านหนึ่งซึ่งอยู่กับที่ เรียกกรรมวิธีนี้ว่า Drop Forging ถ้าแรงที่กดให้โลหะเปลี่ยนรูป เป็นแบบอื่นชื่อก็คจะเปลี่ยนไปเช่น Press Forging และ Upset Forging ดังแสดงในรูปที่ 2.4 การตีขึ้นรูปในลักษณะนี้ก็เช่นเดียวกันอาจต้องทำเป็นขั้น ๆ จนกว่าจะได้รูปร่างของโลหะสุดท้ายตามต้องการ



รูปที่ 2.4 กรรมวิธี Drop Forging และ Upset Forging

2.3) การอัดขึ้นรูป (Extrusion)

เป็นกรรมวิธีที่ใช้มากในปัจจุบัน ใช้กับโลหะที่มีความเหนียว (Ductility) สูง โดยวิธีอัดโลหะภายในแบบ (Container) ด้วยความดันสูง และให้โลหะเคลื่อนที่ (Flow) ออกไปทางช่องว่างระหว่าง Die ซึ่งจะเป็รูปร่างตามที่ต้องการไว้ วิธีการอัดขึ้นรูปมีสองลักษณะคือ Direct Extrusion และ Indirect Extrusion ดังแสดงในรูปที่ 2.5 หมายเหตุ โรงงานทำ Extrusion ในไทย โดยทั่วไปจะเรียกกรรมวิธีนี้ว่า การรีด ซึ่งจะไปซ้ำกับคำว่า การรีด ที่หมายถึงกรรมวิธี Rolling



รูปที่ 2.5 Direct Extrusion และ Indirect Extrusion

(ที่มา : Mechanical Metallurgy, G.E. Dieter, McGraw-Hill)

3) การแปรรูปหรือขึ้นรูปในสภาพเย็น (Cold Working)

เป็นกรรมวิธีขึ้นรูปโลหะที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งโลหะจะมีความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์ปกติ ดังนั้นจะต้องใช้กำลังในการขึ้นรูปสูงมาก เพื่อให้เกิดความเค้น (Stress) ในโลหะจนเลยจุด Elastic limit หรือ Yield point มิฉะนั้น ถ้าปล่อยหรือลดแรงที่กดออกโลหะก็จะคืนเข้ารูปเดิมไม่เกิดการแปรรูป จะเห็นว่าการขึ้นรูปเย็นมีข้อยุ่งยากกว่าการขึ้นรูปร้อน จะมีส่วนคืออยู่ 2 ประการ คือ

- ก) สามารถควบคุมขนาดของโลหะในช่วงสุดท้ายได้แน่นอน
- ข) ผิวของโลหะสะอาดและเป็นมันเรียบ

ในอุตสาหกรรมจะการใช้การทำ Cold Working ในขั้นสุดท้ายหลังจากที่ทำ Hot Working มาก่อน เพื่อจะได้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยลง และได้ผลิตภัณฑ์ที่ดี กรรมวิธี Cold Working มีหลายประเภทเหมือนกันที่สำคัญได้แก่

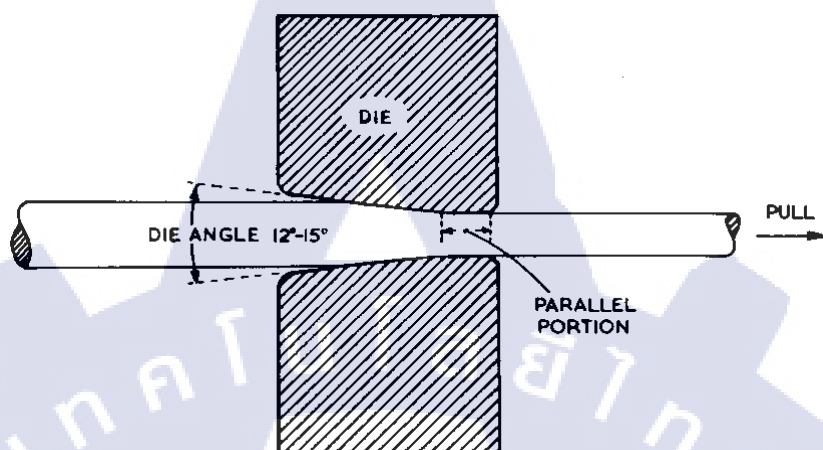
การรีดเย็น (Cold Rolling)

คือ การรีดในลักษณะเช่นเดียวกับ Hot Rolling แต่จะทำในขั้นสุดท้ายเท่านั้น (เฉพาะใน Flat Products) เพื่อให้ได้โลหะมีขนาดแน่นอนและผิวเรียบ เช่นการรีดเหล็ก ทองเหลืองและอะลูมิเนียม ที่มีขายอยู่ในท้องตลาดทั่ว ๆ ไป จะสังเกตได้จากโลหะพวกนี้จะมีผิวเรียบเป็นมัน

การดึงโลหะ (Drawing)

ใช้วิธีดึงโลหะผ่านแบบ (Die) ซึ่งจะออกแบบให้มีรูปร่างตามต้องการ โดยทั่วไปมักใช้ในการผลิตเส้นลวดโลหะ เรียกว่าการทำ Wire Drawing ดังในรูปที่ 2.6 การดึงโลหะนี้จะเกิดการเสียดสี

อย่างรุนแรงระหว่างโลหะกับ Die ดังนั้น โลหะที่ทำเป็น Die จะต้องมีความแข็งแรงสูงมาก จะใช้พวก
ทั้งสแตนคาร์ไบด์



รูปที่ 2.6 กรรมวิธี Wire Drawing

(ที่มา: Engineering Metallurgy Part 1, R. A. Higgins)

การทำ Deep Drawing

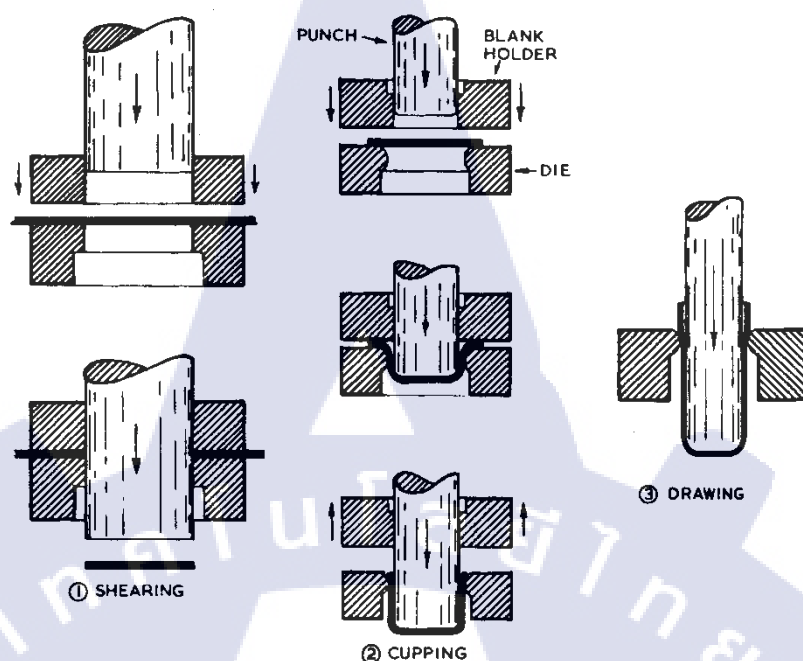
เป็นการขึ้นรูปเย็นสำหรับโลหะแผ่น (อาจเรียกรวมว่า การทำ Sheet Metal Forming) ที่ใช้
สำหรับทำภาชนะ ทำพวกลูกถ้วยหรือพวกหลอดต่าง ๆ โดยใช้แรงดันผ่าน Die ทำให้โลหะเปลี่ยนรูป
จากลักษณะหนึ่งไปเป็นอีกลักษณะหนึ่ง ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.7 การทำหลอดหรือท่อจากโลหะแผ่น

ขั้นที่ 1 จะตัดโลหะแผ่นเป็นวงกลมขนาดพอเหมาะ เรียกว่า Shearing

ขั้นที่ 2 เอาโลหะแผ่นมาอัดใน Die ให้เป็นลูกถ้วย เรียกว่า Cupping

ขั้นที่ 3 เอาCup มาอัดใน Die อีกครั้งให้ยาวออกไปจากเดิม (ความหนาจะลดลง)

เรียกว่า การทำ Drawing หรือ Deep Drawing



รูปที่ 2.7 ขั้นตอนในการขึ้นรูปโลหะแผ่นให้เป็นรูปถ้วย
(ที่มา: Engineering Metallurgy Part 1, R. A. Higgins)

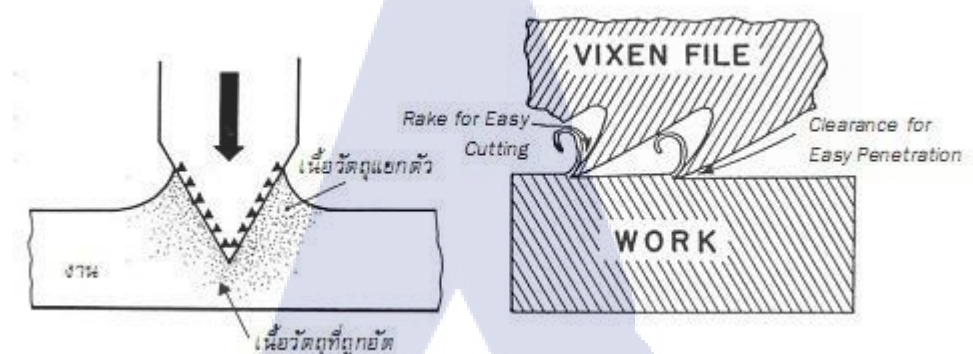
2.1.2 FINISHING การใช้ตะไบ

งานตะไบ เป็นงานขั้นพื้นฐานที่มีความสำคัญมากทางด้านช่างอุตสาหกรรม ช่างฝีมือทุกคนต้องศึกษา ชนิด คุณสมบัติของตะไบ และฝึกให้มีทักษะความเชี่ยวชาญในการใช้ตะไบ จึงสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง ละเอียด ประณีต มีประสิทธิภาพตะไบเป็นเครื่องมือตัดเฉือนที่มีประโยชน์มาก ซึ่งใช้ในการปรับลดขนาดชิ้นงาน ให้เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ปรับตกแต่งผิวงานให้เรียบ เพื่องานประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน หรือใช้ตกแต่งและซ่อมแซมชิ้นงานชิ้นส่วน เครื่องจักรกลในงานซ่อมบำรุง เป็นต้น

1) ความหมายของการตะไบ

การตะไบ คือ ขบวนการที่ทำให้ผิวของงานหลุดออกจากที่เดิม ในลักษณะของการโกน หรือ ถากคล้ายกับการตัดเฉือนของคมสกัด ตะไบที่ใช้งานทั่วไป จะมีพื้นที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายกับลิ้มเรียงเป็นแถว แต่ละแท่งลิ้มจะมีปลายคมตัด เมื่อเราออกแรงกดตะไบจะทำให้เกิดผลสองประการ คือ

1. เมื่อกดตัวตะไบจะแยกห่างออกจากกัน
2. เมื่อออกแรงดันตัวตะไบจะหลุดออกจากกัน

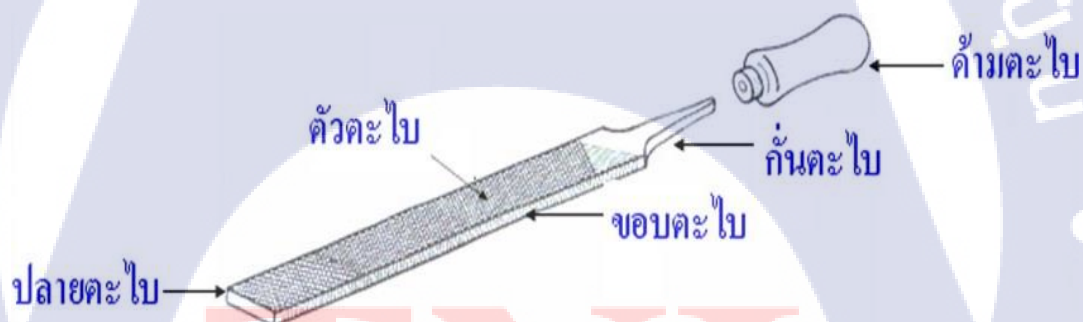


รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะการตัดเฉือนของฟันตะไบ

สมยศ แก้วประทุมรัสมิ. 2545: 98

2) ส่วนประกอบของตะไบ

ตะไบเป็นเครื่องมือที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูงผ่านกระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรแล้วนำไปอบชุบผิวแข็ง ตะไบมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ด้าม ก้าน โคน หน้า ขอบ ความยาว และปลาย



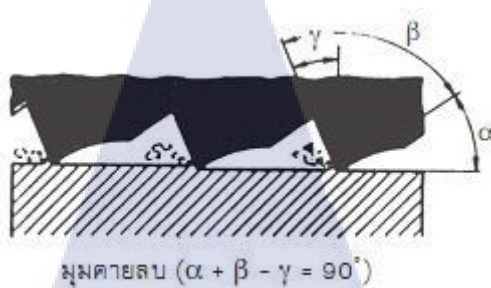
รูปที่ 2.9 แสดงส่วนประกอบของตะไบ

คมตัดของตะไบ คมตัดหรือฟันของตะไบ โดยทั่วไปจะมีมุมคายเป็นลบ ซึ่งจะมีผลทำให้คมตัดตะไบตัดเฉือนเนื้อวัสดุงานในลักษณะลากผิวออกทีละน้อย ตะไบมีคมตัดหลายลักษณะ เช่น

$\dot{\gamma}$ = มุมคาย

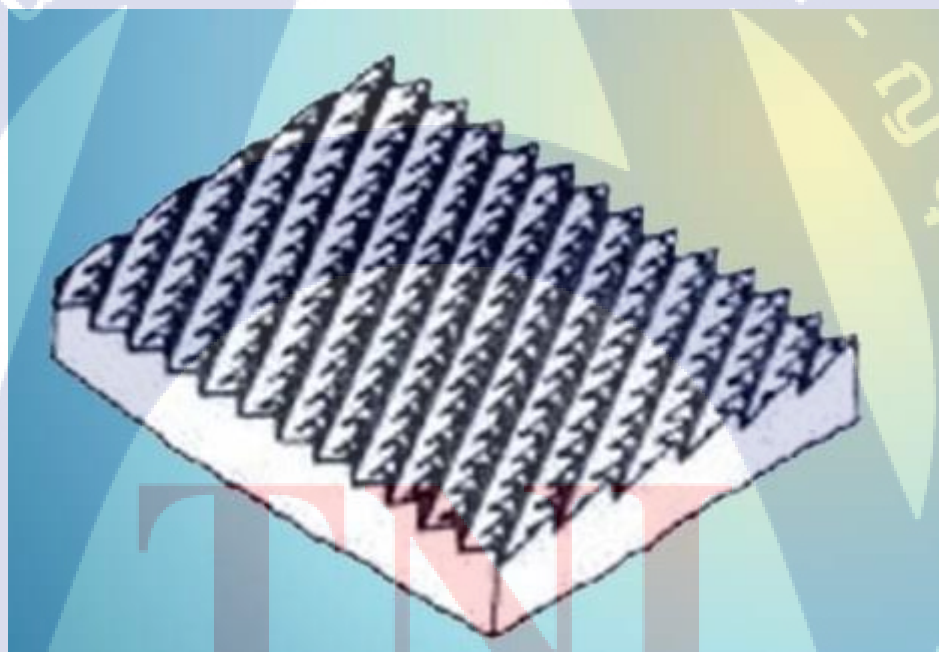
β = มุมลิ้ม

α = มุมฟรี



รูปที่ 2.10 แสดงมุมต่าง ๆ ของฟันตะไบ
สมยศ แก้วประทุมรัมย์ . 2545 : 99

- คมตัดคู่ (Double-cut) เหมาะสำหรับใช้ตะไบปรับลดขนาดงาน วัสดุแข็ง เช่น เหล็กกล้า เหล็กหล่อ



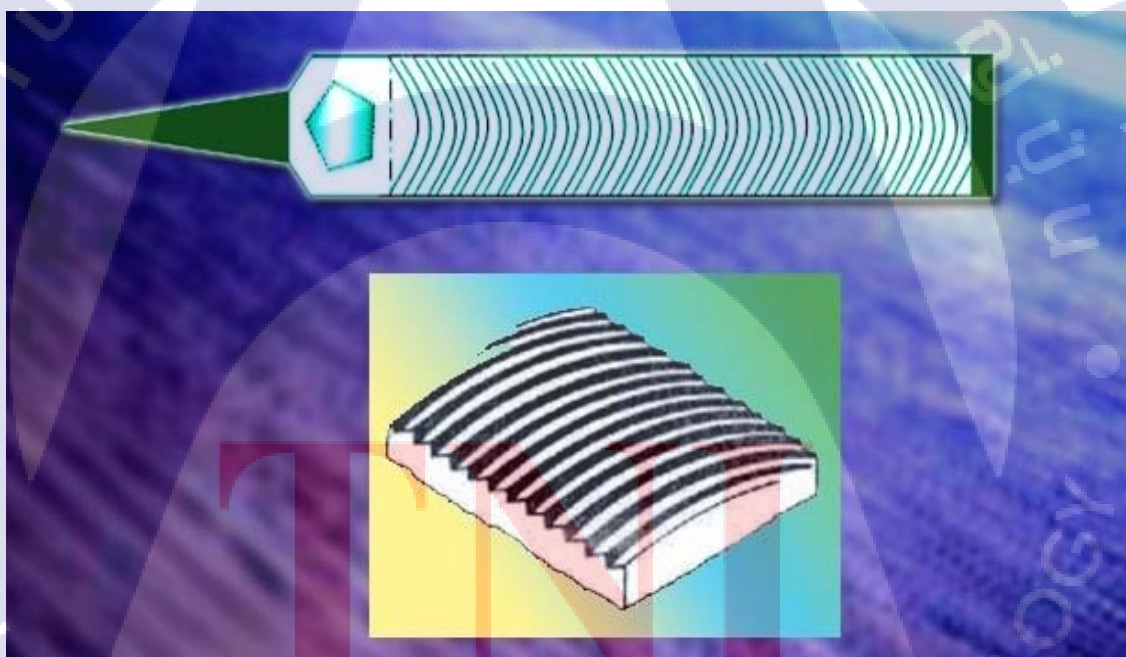
รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะคมตัดคู่

- คมตัดเดี่ยว (Single-cut) เหมาะสำหรับใช้ตะไบปรับผิวในขั้นสุดท้าย เป็นการตะไบละเอียดงานหลัก



รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะคมตัดเดี่ยว

- คมตัดโค้ง (Curved-cut) ลักษณะคมตัดโค้งเป็นรัศมี ทำให้สามารถคายเศษโลหะออกได้ทั้งสองข้างของคมตะไบ เหมาะสำหรับตะไบงานที่มีเนื้ออ่อน เช่น ตะกั่ว ดีบุก พลวง อะลูมิเนียม ทองแดง เป็นต้น



รูปที่ 2.13 แสดงลักษณะคมตัดโค้ง

3) ประเภทของตะไบและลักษณะการใช้

ตะไบถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้ตะไบชิ้นงานในลักษณะต่างๆ ได้สะดวก รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ ตะไบนิยมแบ่งออกตามลักษณะพื้นที่หน้าตัดของตะไบนั้นๆ ดังนี้



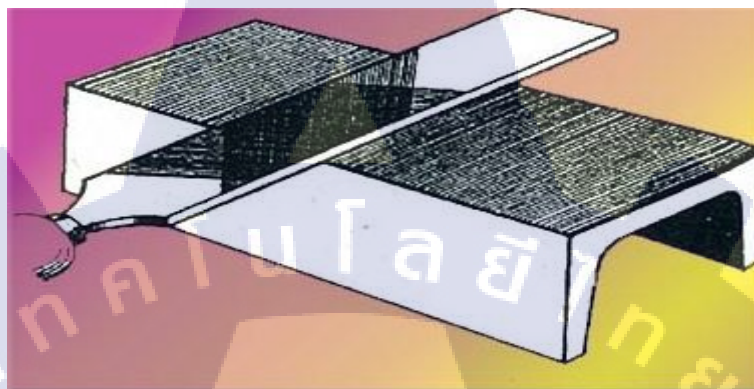
รูปที่ 2.14 แสดงชนิดของตะไบและลักษณะการใช้งาน

4) การตะไบผิวราบ

ชิ้นงานที่ต้องการปรับลดขนาดและตกแต่งผิวให้เรียบมีขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาแตกต่างกันลักษณะทั่วไปของการตะไบผิวราบสามารถแบ่งได้ 4 ลักษณะคือ

การตะไบตามขวาง

การตะไบลักษณะนี้ ทิศทางของการตะไบจะทำมุมฉากกับขอบชิ้นงานด้านความยาว ใช้ในการลดขนาดของชิ้นงาน ซึ่งสามารถตะไบลดขนาดลงได้รวดเร็วกว่าการตะไบลักษณะอื่น เพราะพื้นที่ที่ถูกตะไบน้อยกว่าลักษณะอื่น นอกจากนี้ยังใช้ตะไบแก้ไขชิ้นงานที่โค้งงอตามความยาว



รูปที่ 2.15 แสดงลักษณะการตะไบตามขวาง
สมยศ แก้วประทุมรัสมิ . 2545 : 106

การตะไบตามยาว

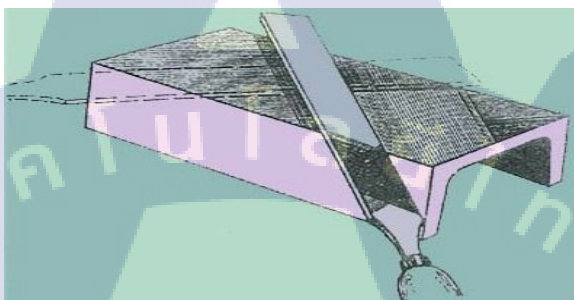
การตะไบลักษณะนี้ ทิศทางของการตะไบจะทำมุมฉากกับชิ้นงานด้านความกว้าง หรือตามแนวยาวของผิวงาน



รูปที่ 2.16 แสดงลักษณะการตะไบตามยาว
สมยศ แก้วประทุมรัสมิ . 2545 : 106

การตะไบเฉียงหรือตะไบทแยงมุม

การตะไบลักษณะนี้ ทิศทางการตะไบจะทำมุม 45 องศา กับขอบชิ้นงานด้านยาว แล้วเปลี่ยนให้ทิศทางการตะไบจากเดิมทำมุม 90 องศา กับครั้งแรกทุกครั้งเหมาะสำหรับปรับผิวเรียบรอยตะไบที่ไขว้กันจะแสดงให้เห็นผิวเรียบได้เป็นอย่างดี ซึ่งสังเกตได้จากรอยที่เกิดจากการตะไบทแยงมุม ถ้ารอบตะไบยาวตั้งแต่ด้านหนึ่งไปสิ้นสุดอีกด้านหนึ่งทั้งสองด้าน แสดงว่าผิวของชิ้นงานที่ทำการตะไบมีผิวเรียบ



รูปที่ 2.17 แสดงลักษณะการตะไบทแยงมุม

สมยศ แก้วประทุมรัสมิ . 2545 : 107

4.4) การตะไบแบบขูด

การตะไบลักษณะนี้ มักใช้กับการตะไบผิวละเอียด โดยใช้ตะไบคมตัดเดี่ยววิธีการจับตะไบจะต้องให้สมดุล และใช้มือทั้งสองข้างจับตัวตะไบใกล้ชิดกันแล้วกดดันไปข้างหน้าและดึงถอยหลัง ชักตะไบระยะสั้นๆ ใช้กับงานที่มีความกว้างไม่มาก และตะไบปรับเฉพาะส่วนที่โค้งนูนให้เรียบ



รูปที่ 2.18 แสดงลักษณะการตะไบแบบถู

5) การทำความสะอาด

เมื่อเราทำความสะอาดตะไบชิ้นงานระยะหนึ่ง จะมีเศษโลหะติดตะไบ ทำให้ผิวงานเป็นรอย ชัดชวน ดังนั้นจึงต้องขจัดเศษโลหะนั้นออก วิธีทำความสะอาดตะไบ โดยปกติจะใช้แปรงปัดตะไบถูไปมาตามร่องฟัตะไบ



รูปที่ 2.19 แสดงการทำความสะอาดตะไบด้วยแปรง
สมยศ แก้วประทุมรัสมิ . 2545 : 109

6) การใช้และการบำรุงรักษาตะไบ

- อย่าใช้ตะไบที่ไม่มีด้าม
- อย่าใช้ตะไบแทนค้อนหรือทำตกพื้นเพราะจะทำให้แตกหัก
- อย่าใช้น้ำมันหล่อลื่นทาตะไบ เพราะจะทำให้คมของตะไบสลับ
- เลือกใช้ตะไบให้เหมาะสมกับงาน
- ควรแยกตะไบออกจากเครื่องมือชนิดอื่น และไม่ควรเก็บกองรวมกัน
- การตะไบ ผิวดิบของชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการรีดร้อนมาผิวจะแข็ง ดังนั้นจะต้อง

ใช้สันตะไบทำการตะไบผิวดิบออกให้หมดก่อนจึงจะใช้หน้าตะไบปรังงานต่อไป โดยให้สันตะไบทำมุมเอียงประมาณ 30 องศา กับแนวระนาบ



รูปที่ 2.20 แสดงตะไบที่ไม่มีด้ามไม่ควรนำมาใช้งาน

สมยศ แก้วประทุมรัมย์ . 2545 : 109

2.1.3 กัดชิ้นงานโดยใช้เครื่องจักร CNC

สำหรับกระบวนการผลิตในอดีต ที่มีการนำเครื่องจักรกลมาช่วยในกระบวนการผลิตนั้น จะเป็น เครื่องจักรกลแบบง่ายๆ ที่ต้องการช่างผู้ควบคุมที่มีความชำนาญงานควบคุม การผลิตอย่างใกล้ชิด โดย ค่าความเที่ยงตรงของชิ้นงาน ขึ้นอยู่กับความเชี่ยวชาญของช่างผู้ควบคุมเครื่องจักรกล นั้นๆ เช่น ในการตัด เหนือชิ้นงานของเครื่องจักรกลทั่วไป ช่างผู้ควบคุมจะใช้มือหมุนเพื่อเลื่อนคมตัดให้เคลื่อนที่ไป ซึ่ง ลักษณะเช่นนี้ช่างผู้ควบคุมจะต้องคอยเฝ้าดูตำแหน่งของคมตัด ให้สัมพันธ์กับเส้นรอบรูปบน ชิ้นงานที่กำลังตัดเหนืออยู่ตลอดเวลาและในการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของคมตัด ช่างผู้ควบคุม จะต้องหมุนมือ เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน และคอยสังเกตคมตัด เพื่อคอยตรวจสอบ ตำแหน่งของชิ้นงานกับ คมตัด เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ต้องการ นอกเหนือจากการควบคุมตำแหน่งของ ชิ้นงานกับเครื่องมือตัดแล้ว ช่างยังต้องควบคุมอัตราป้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุชิ้นงานวัสดุ เครื่องมือตัดและตำแหน่งของคมตัดอีกด้วย

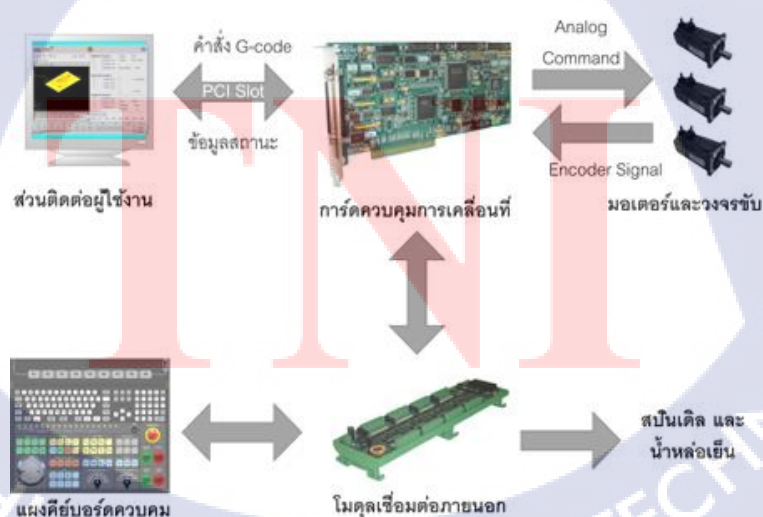
ซึ่งต่อมาได้มีการพัฒนาเอาระบบควบคุมแบบง่ายๆ เข้ามาใช้กับเครื่องจักรกล แต่เป็นระบบที่ ควบคุมการทำงานของเครื่องมือให้สามารถทำงานได้เฉพาะอย่างเท่านั้น ต่อมาเมื่อระบบเอ็นซี (NC) ได้ ถูกนำมาเผยแพร่จึงมีการนำระบบเอ็นซีเข้ามามีใช้กับเครื่องจักรกล ทำให้การผลิตชิ้นงานด้วยเครื่อง เอ็นซี มีความเที่ยงตรงสูง ซึ่งคำว่า เอ็นซีย่อมาจากคำว่า Numerical control หมายถึงการควบคุม เครื่องจักรกล ด้วยระบบตัวเลขและตัวอักษร หรือ จะจำกัดความคำว่า เอ็นซี ได้ดังนี้คือ การเคลื่อน

ต่างๆตลอด จนกระทั่งการทำงานอื่นๆของเครื่องจักรกลจะถูกควบคุมโดยรหัสที่ประกอบด้วยตัวเลข ตัวอักษรและ สัญลักษณ์อื่นๆ และจะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่จะไปกระตุ้นมอเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อให้ เครื่องจักรทำงานตามขั้นตอนที่ต้องการแต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเครื่องเอ็นซีเพื่อให้ เหมาะกับลักษณะของงาน ที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นค่อนข้างจะยุ่งยาก ภายหลัง คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามี 2 บทบาทจนเป็นที่รู้จักกัน จึงได้มีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ร่วมกับระบบเอ็นซีซึ่งเป็นระบบที่ใช้ คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องจักร เรียกว่าระบบ ซีเอ็นซี (CNC) ซึ่งย่อมาจากคำว่า Computerized Numerical control เป็นระบบควบคุมเอ็นซีที่ใช้ คอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงเพิ่มเข้าไปในระบบ ทำให้สามารถจัดการกับข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในระบบเอ็นซีและ ประมวลผลข้อมูลเพื่อนำ ผลลัพธ์ที่ได้ไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลในปัจจุบันเครื่องจักรกลเอ็นซีส่วนมากจะหมายถึง เครื่องจักรกลซีเอ็นซีทั้งนี้เพราะว่า ระบบเอ็นซีที่ไม่มีคอมพิวเตอร์เป็นส่วนประกอบมักไม่นิยมสร้างใช้ แล้วเนื่องจากคอมพิวเตอร์มีราคาถูกลงและมีความ ยืดหยุ่นพร้อมประสิทธิภาพที่สูงกว่า

CNC (Computer Numerical Control) คือ เครื่องจักรกลที่ใช้ผลิต หรือขึ้นรูปชิ้นงานที่มี มาตรฐานสูง ผ่านระบบการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ช่วยควบคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี ใน ขั้นตอนต่างๆ อย่างอัตโนมัติ แทนการใช้แรงงานคนควบคุมเครื่อง

การควบคุมเครื่องซีเอ็นซี แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. การควบคุมการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ (Movement)
2. การควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ (Speed)



รูปที่ 2.21 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

เครื่องซีเอ็นซี (CNC) มีระบบควบคุมที่ป้อนข้อมูลโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของเครื่องผ่านแผง คีย์บอร์ด หรือแป้นพิมพ์ (Key Board) หรือเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) เมื่อระบบควบคุมอ่าน โปรแกรมเสร็จ ก็จะนำไปควบคุมให้เครื่องจักรกลทำงาน โดยอาศัยมอเตอร์ป้อน (Feed Motor) เพื่อให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ตามคำสั่ง เช่น เครื่องกลึง ซีเอ็นซี (CNC Machine) ก็จะมีมอเตอร์ในการ เคลื่อนที่อยู่ 2 ตัว หรือเครื่องกัด ซีเอ็นซี ก็จะมีมอเตอร์ป้อน 3 ตัว เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรม เสร็จ จะเปลี่ยนรหัสโปรแกรมเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน แต่เนื่องจาก สัญญาณที่ออกจากระบบควบคุมนี้มีกำลังน้อย ไม่สามารถไปหมุนขับให้มอเตอร์ทำงานได้ ดังนั้น จึง ต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณของระบบขับ (Drive Amplified) และส่งสัญญาณต่อไป ยังมอเตอร์ป้อนแนวแกนตามที่โปรแกรมกำหนด ทั้งความเร็วและระยะทาง การเคลื่อนที่ของแท่น เลื่อนจะถูกโปรแกรมไว้ทั้งหมด เพื่อควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี (CNC) และมีเครื่องมืออุปกรณ์ที่ ตรวจสอบตำแหน่งของแท่นเลื่อนให้ระบบควบคุม เรียกว่า ระบบวัดขนาด (Measuring System) ซึ่ง ประกอบด้วยสเกลแนวตรง (Liner Scale) มีจำนวนเท่ากับจำนวนแนวแกนในการเคลื่อนที่ของ เครื่องจักรกล ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับระยะทางที่แท่นเลื่อนเคลื่อนที่กลับไปยังระบบ ควบคุม ทำให้ระบบควบคุมรู้ว่าแท่นเลื่อนเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางเท่าใดจากหลักการควบคุมการ ทำงานดังกล่าว ทำให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีสามารถผลิตชิ้นงานให้มีรูปร่าง และรูปทรงให้มีขนาดตามที่ เราต้องการได้ เนื่องจากการสร้างและการทำงานที่เหนือกว่าเครื่องจักรกลทั่วไป จึงทำให้เครื่องจักรกล ซีเอ็นซีเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากในปัจจุบันนี้ หากต้องการผลิตสินค้าให้ได้จำนวนมากๆ และ ลดจำนวนระยะเวลาการผลิตของสินค้า



รูปที่ 2.22 เครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.14 ทฤษฎี PLAN DO CHECK ACTIONS (PDCA) ซึ่งประกอบไปด้วย

- การวางแผน (Plan) ในที่นี้คือการวางแผนการแก้ปัญหาทางคุณภาพก่อนลงมือปฏิบัติ
- การปฏิบัติ (Do) เป็นการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหามาตามที่ได้วางแผนไว้อย่างเคร่งครัด
- การตรวจสอบ (Check) ในที่นี้ คือ การทวนสอบจากการปฏิบัติที่ผ่านมา ตรงตามสาเหตุรากเหง้าของปัญหาที่เกิดขึ้นหรือไม่ (Root Cause) ถ้าไม่ตรงกับสาเหตุของปัญหาควรจะไปเริ่มต้นการวางแผนในขั้นตอนที่หนึ่งอีกครั้ง
- การดำเนินการปรับปรุงอย่างถาวร (Actions) เป็นการปรับปรุงอย่างถาวร เพื่อขจัดปัญหาอย่างถาวรในอนาคต



รูปที่ 2.23 ลักษณะวงจร PCDA

PDCA เครื่องมือในการจัดการคุณภาพ ดร.เดมมิ่ง ได้นำวงจรของ Walter A. Shewhart มาเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงและอธิบายให้เห็นเป็นรูปธรรมซึ่ง Walter A. Shewhart เขียนเกี่ยวกับ Shewhart Cycle ไว้ในหนังสือของเขาในปี ค.ศ.1939 โดยที่เดมมิ่งเรียกวงจรนี้ว่า Walter A. Shewhart หรือ PDSA Cycle ส่วนในประเทศญี่ปุ่นรู้จักกันในนาม Deming Cycle และคนทั่วไปนิยมเรียกว่า PDCA cycle ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

P = Plan หมายถึง การวางแผนเพื่อปรับปรุงคุณภาพ

D = Do หมายถึง การลงมือปฏิบัติตามแผน

S = Study หมายถึง การประเมินผลย้อนกลับเพื่อยืนยันแผน หรือเพื่อปรับแผน

A = Act หมายถึง ทาเป็นแผนถาวร หรือศึกษาเพื่อปรับปรุงแผน

ส่วน PDCA ที่คนทั่วไปรู้จักประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักดังนี้

P = Plan หมายถึง การวางแผน

D = Do หมายถึง การปฏิบัติตามแผน

C = Check หมายถึง การตรวจสอบ

A = Action หมายถึง การดำเนินการให้เหมาะสม

Plan การวางแผน (Plan: P) เป็นส่วนประกอบของวงจรที่มีความสำคัญ เนื่องจากการวางแผนจะเป็นจุดเริ่มต้นของงานและเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การทำงานในส่วนอื่นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การวางแผนในวงจรเดมมิ่ง เป็นการหองค์ประกอบของปัญหา โดยวิธีการระดมความคิด การเลือกปัญหา การหาสาเหตุของปัญหา การหาวิธีการแก้ปัญหา การจัดทำตารางการปฏิบัติงาน การกำหนดวิธีดำเนินการ การกำหนดวิธีการตรวจสอบและประเมินผล ในขั้นตอนนี้สามารถนำเครื่องมือเบื้องต้นแห่งคุณภาพอื่นๆ มาใช้งานร่วมด้วย เช่น Flowchart, Why-Why Diagram, How-How Diagram, 5W 2H Principles, Brainstorming ฯลฯ

DO การปฏิบัติตามแผน (Do: D) เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ในตารางการปฏิบัติงาน ทั้งนี้ สมาชิกกลุ่มต้องมีความเข้าใจถึงความสำคัญและความจำเป็นในแผนนั้นๆ ความสำเร็จของการนำแผนมาปฏิบัติต้องอาศัยการทำงานด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดีจากสมาชิก ตลอดจนการจัดการทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงานตามแผนนั้นๆ ในขั้นตอนนี้ขณะที่ลงมือปฏิบัติจะมีการตรวจสอบไปด้วย หากไม่เป็นไปตามแผนอาจจะต้องมีการปรับแผนใหม่ และเมื่อแผนนั้นใช้งานได้ก็นำไปใช้เป็นแผนและถือปฏิบัติต่อไป

Check การตรวจสอบ (Check: C) หมายถึง การตรวจสอบดูว่าเมื่อปฏิบัติงานตามแผน หรือการแก้ปัญหาตามแผนแล้ว ผลลัพธ์เป็นอย่างไร สภาพปัญหาได้รับการแก้ไขตรงตามเป้าหมายที่กลุ่มตั้งใจหรือไม่ การไม่ประสบผลสำเร็จอาจจะเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ไม่ปฏิบัติตามแผน ความไม่เหมาะสมของแผนการเลือกใช้เทคนิคที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น

Action การดำเนินการให้เหมาะสม (Action : A) เป็นการกระทำภายหลังที่กระบวนการ 3 ขั้นตอนตามวงจรได้ดำเนินการเสร็จแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการนำเอาผลจากขั้นการตรวจสอบ (C) มาดำเนินการให้เหมาะสมต่อไป

วงจร PDCA ที่สมบูรณ์จะเกิดขึ้นเมื่อเรานำผลที่ได้จากขั้นตอนการดำเนินการที่เหมาะสม (A) มาดำเนินการให้เหมาะสมในกระบวนการวางแผนอีกครั้งหนึ่ง (P) และเป็นวงจรอย่างนี้เรื่อยๆ ไม่มี

ที่สิ้นสุด จนกระทั่งเราสามารถใช่วงจรนี้กับทุกกิจกรรมที่คล้ายกันได้อย่างเป็นปกติธรรมดาไม่ยุ่งยากอีกต่อไป จะเห็นว่า วงจร PDCA จะไม่ได้หยุดหรือจบลง เมื่อหมุนครบรอบ แต่วงล้อ PDCA จะหมุนไปข้างหน้าเรื่อยๆ โดยจะทำงานในการแก้ไขปัญหาในระดับที่สูงขึ้น ซับซ้อนขึ้น และยากขึ้น หรือเป็นการเรียนรู้ที่ไม่สิ้นสุด ซึ่งสอดคล้องกับปรัชญาของการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) ปัจจุบันทั้งแรงงานปฏิบัติการ แรงงานที่มีความรู้ และผู้บริหารชาวไทย ส่วนใหญ่จะรู้จัก PDCA มากขึ้นกว่าในอดีต ถึงแม้จะไม่เข้าใจรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินงานอย่างสมบูรณ์ แต่ก็ช่วยให้การพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่องมีประสิทธิภาพ และเห็นผลที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น อย่างไรก็ตาม หวังสำคัญของวงจร Deming ไม่ได้ขึ้นอยู่กับ PDCA เท่านั้น แต่อยู่ที่คนที่มีคุณภาพ และเข้าใจคุณภาพอย่างแท้จริง หรือที่เรียกว่า คุณภาพอยู่ที่ใจ (Quality at Heart) ที่พร้อมจะเปิดใจเรียนรู้และพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลา อย่างมุ่งมั่น และไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค นอกจากนี้ Ishikawa (2009) ได้ขยาย 4 ขั้นตอนของวงจร Deming ออกไปเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1). กำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์
- 2). กำหนดวิธีการที่จะไปสู่เป้าหมาย
- 3). ศึกษาและฝึกอบรม
- 4). ลงมือปฏิบัติ
- 5). ตรวจสอบผลของการปฏิบัติ
- 6). ดาเนินการตามความเหมาะสม

ประโยชน์ของ PDCA

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. (2552) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของ PDCA ไว้ดังนี้

1). เพื่อป้องกัน

1.1) การนำวงจร PDCA ไปใช้ ทำให้ผู้ปฏิบัติมีการวางแผน การวางแผนที่ดีช่วยป้องกันปัญหาที่ไม่ควรเกิด ช่วยลดความสับสนในการทำงาน ลดการใช้ทรัพยากรมากหรือน้อยเกินความพอดี ลดความสูญเสียในรูปแบบต่างๆ

1.2) การทำงานที่มีการตรวจสอบเป็นระยะ ทำให้การปฏิบัติงานมีความรัดกุมขึ้น และแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วก่อนจะลุกลาม

1.3) การตรวจสอบที่นำไปสู่การแก้ไขปรับปรุง ทำให้ปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วไม่เกิดซ้ำ หรือลดความรุนแรงของปัญหา ถือเป็นกระบวนการนำความผิดพลาดมาใช้ให้เกิดประโยชน์

2). เพื่อแก้ไขปัญหา

2.1) ถ้าเราประสบสิ่งที่ไม่เหมาะสม ไม่สะอาด ไม่สะดวก ไม่มีประสิทธิภาพ ไม่ประหยัด เราควร แก้ปัญหา

2.2) การใช้ PDCA เพื่อการแก้ปัญหา ด้วยการตรวจสอบว่ามีอะไรบ้างที่เป็นปัญหา เมื่อหาปัญหาได้ ก็นำมาวางแผนเพื่อดำเนินการตามวงจร PDCA ต่อไป

3). เพื่อปรับปรุง“ทำวันนี้ให้ดีกว่าเมื่อวานนี้ และพรุ่งนี้ต้องดีกว่าวันนี้” PDCA เพื่อการปรับปรุง คือไม่ต้องรอให้เกิดปัญหา แต่เราต้องเสาะแสวงหาสิ่งต่างๆหรือวิธีการที่ดีกว่าเดิมอยู่เสมอ เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและสังคม เมื่อเราคิดว่าจะปรับปรุงอะไร ก็ให้ใช้วงจร PDCA เป็นขั้นตอนในการปรับปรุง ที่สำคัญ ต้องเริ่ม PDCA ตัวเองก่อนมุ่งไปที่คนอื่น โดยปกติเราสามารถให้วงจร PDCA เป็นเครื่องมือในการดำเนินงาน 2 ลักษณะดังนี้

3.1) ทุกครั้งที่เริ่มต้นทำกิจกรรม PDCA จะช่วยให้กิจกรรมมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การใช้งาน PDCA ในแนวทางนี้เริ่มจากการตั้งเป้าหมายด้วยการวางแผน (P) และนำไปสู่การปฏิบัติ (D) หลังจากนั้นก็มีตรวจสอบประเมินผลการปฏิบัติตามแผน (C) ว่าผลที่ได้นั้นเป็นไปตามที่คิดไว้มากน้อยเพียงใด และขั้นตอนสุดท้ายคือ นำผลที่ได้จากการประเมินไปดำเนินการต่อตามความเหมาะสม (A) หากผลการปฏิบัติเป็นไปตามแผนที่ตั้งไว้ก็จะจัดทำเป็นมาตรฐานวิธีการดำเนินการเพื่อทำกิจกรรมลักษณะเดียวกันต่อไป แต่หากว่าผลการดำเนินการไม่เป็นไปตามแผนที่ตั้งไว้ อาจจะจำเป็นต้องคิดปรับเปลี่ยนบางอย่างเช่น เปลี่ยนแผน เปลี่ยนวิธีการดำเนินการ ฯลฯ

3.2) เมื่อต้องการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น การใช้งาน PDCA ในแนวทางนี้เริ่มต้นจากการระบุปัญหาและคิดค้นวิธีการแก้ไขปัญหายุ่งยากด้วยการกำหนดเป็นแผน (P) แล้วลงมือแก้ไขปัญหามาตามแผน (D) ในการแก้ไขปัญหานั้นอาจจะสำเร็จหรือไม่สำเร็จก็ได้ซึ่งจะทราบได้ด้วยการตรวจสอบผลลัพธ์และประเมินวิธีแก้ปัญหานั้นที่เลือกใช้ (C) และสุดท้ายเมื่อตรวจสอบและประเมินผลแล้วหาวิธีการแก้ไขปัญหานั้นให้ได้ผลแก้ปัญหานั้นได้ ก็นำวิธีการนั้นมาใช้แก้ไขปัญหามีลักษณะเดียวกันในอนาคตต่อไป แต่ถ้าหาวิธีการแก้ไขปัญหานั้นไม่ได้ผลก็จะมีวิธีการหาวิธีการแก้ไขปัญหามาใช้ต่อไป โดยทั่วไปผู้ปฏิบัติงานควรมีลักษณะการทำงานอยู่ 3 ระดับ คือ

- งานประจำที่ตนเองมีหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติ เช่น นักบัญชีมีหน้าที่บันทึกค่าใช้จ่ายทางบัญชีให้ถูกต้องตามหลักการบัญชี วิศวกรซ่อมบำรุงมีหน้าที่ซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่ตนเองรับผิดชอบในแต่ละวัน

- งานที่ต้องปรับปรุง หมายถึง การคิดเพื่อทำการปรับปรุงงานประจำที่ตนเองทำ เพื่อการปรับปรุงให้การทำงานรวดเร็วขึ้น ตนเองมีความสะดวกมากขึ้น เช่น แต่ดั้งเดิม เคยขนส่งสินค้าโดยการยกของจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง ได้ปรับปรุงโดยการจัดซื้อรถเข็น ทำให้ลดความเจ็บป่วยเนื่องจากการปฏิบัติงานลง ทำให้การขนส่งมากขึ้น ได้จำนวนสินค้ามากขึ้น และนี่คือแนวคิดในการปรับปรุงงานให้ดีขึ้นนั่นเอง

- การวางแผนงานในอนาคต เป็นการวางแผนงานล่วงหน้าสำหรับงานที่จะทำในอนาคต อนาคตอาจหมายถึงการวางแผนรายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส รายปี เพื่อวางแผนงบประมาณในการจัดซื้ออุปกรณ์ที่เสียหาย เป็นต้น

สำหรับสถานประกอบการแบบวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่มีกำลังคนอย่างจำกัด หนึ่งคนอาจจะปฏิบัติหลายหน้าที่ การแก้ไขปัญหาก็ผ่านมาจะเป็นการดับไฟเท่านั้น เมื่อปัญหานั้นหมดไปจึงกลับไปทำหน้าที่ของตนเองโดยมิได้วางแผนการป้องกันในระยะยาว จึงทำให้การยกระดับงานไปสู่การปรับปรุงและระดับการวางแผนในอนาคตอาจมีน้อย จึงทำให้ผู้บริหารในสถานประกอบการควรกระตุ้นการยกระดับ โดยการจัดกลุ่มกิจกรรมการปรับปรุงทางคุณภาพขึ้นมาเป็นลักษณะกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ทุกคนในส่วนที่เกี่ยวข้องเข้าแก้ปัญหาาร่วมกัน



TNI

2.2 เทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน



รูปที่ 2.24 เครื่องจักรกลซีเอ็นซี

เครื่อง CNC (Computer Numerical Control) คือ เครื่องจักรกลแบบอัตโนมัติที่มีการทำงานด้วยระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยตัวเครื่องจะทำงานตามแบบที่เราได้จัดใส่โปรแกรมการทำงานเข้าไป และสามารถใช้ได้หลายภาษา ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เครื่องจักรชนิดนี้กับงานโลหะที่ต้องการความละเอียดและแม่นยำ หรือมีความซับซ้อนสูง โดยมีจุดประสงค์ในสร้างเครื่อง CNC ขึ้นมาเพื่อให้สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติในแบบรวดเร็ว แม่นยำ และสามารถทำงานในแบบที่ซับซ้อนได้ดี ด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการควบคุมมุมต่างๆ ได้อย่างละเอียด ทำให้ชิ้นงานออกมาดีนั่นเอง

ผลิตภัณฑ์อะไรบ้างที่สามารถใช้กับเครื่อง CNC ได้?

- งานเฟอร์นิเจอร์
- งานอุตสาหกรรมยานยนต์
- งานสถาปนิก หรือการออกแบบโมเด็มต่างๆ
- งานตกแต่ง หรือเครื่องแกะสลัก
- งานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักร
- งานตกแต่งรถยนต์ หรือรถประเภทต่างๆ



รูปที่ 2.25 เครื่องวัด COORDINATE MEASURING MACHINE

เครื่องวัด 3 มิติ หรือที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือเครื่อง CMM (Coordinate Measuring Machine) เป็น เครื่องมือวัดละเอียดที่สามารถวัดชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนด้วยเครื่องมือเพียงเครื่องเดียว มีโปรแกรมที่มี ความสามารถขั้นสูง ผู้ใช้สามารถออกแบบลักษณะการวัดได้เอง ปัจจุบันมีฟังก์ชันที่สามารถวิเคราะห์ผล การวัดที่ตอบสนองลักษณะของชิ้นงาน ที่เป็นไปตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตและมิติ (Geometry Dimensional and Tolerancing : GD&T) อีกทั้งยังสามารถนำผลการวัดที่ได้จากเครื่อง CMM ไปเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ใน CAD ไฟล์และยังสามารถแสดงค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่อ่านได้ จากเครื่อง CMM กับค่าจาก CAD ไฟล์รวมถึงสามารถตั้งโปรแกรมให้สามารถตรวจสอบชิ้นงานแบบ อัตโนมัติ ดังนั้น เครื่อง CMM เพียงเครื่องเดียวสามารถทดแทนการวัดชิ้นงานด้วยเครื่องมือวัดละเอียด (Hand tool) จำนวนมากช่วยลดเวลาการวัดและการวิเคราะห์ข้อมูลได้

2.2.1 CNC Programming

โปรแกรม CNC ประกอบด้วยโค้ดหลัก 2 ชนิดคือ “G Code” และ “M Code” นำไปใช้งานได้ดังนี้ G00 เป็นคำสั่งเคลื่อนที่เร็วความเร็วทั้งหมดจะกำหนดโดยเครื่อง CNC เราสามารถควบคุมได้โดยปรับ % ของ Rapid โดย G00 จะใช้ในการเคลื่อนที่ที่ไม่มีการตัดชิ้นงาน เช่น การเคลื่อนที่ไปตำแหน่งเริ่มต้นก๊ตงาน, การเคลื่อนที่เพื่อกลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้นของงานเพื่อกินก๊ตงานซ้ำ เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 ความหมายของรหัส G Code

G-code	Functions	G-code	Functions
G0	Rapid positioning	G92	Offset coordinates and set parameters
G1	Linear interpolation	G92.1	Reset G92 offset and parameter
G2	Clockwise circular / helical interpolation	G92.2	Reset G92 offset but leave parameters untouched
G3	Counterclockwise circular / helical interpolation	G92.3	Recall G92 from parameters
G4	Dwell	G93	Inverse time feed mode
G10	Coordinate system origin setting	G94	Feed per minute mode
G12	Clockwise circular pocket	G95	Feed per revolution mode
G13	Counterclockwise circular pocket	G98	Initial level return after canned cycles
G15	Polar Coordinate moves in G0 and G1	G99	R-point level return after canned cycles
G16	Cancel polar Coordinate moves in G0 and G1		
G17	XY plane select		
G18	XZ plane select		
G19	YZ plane select		
G20	Inch unit		
G21	Millimeter unit		
G28	Return machine home (parameters 5161 to 5166)		
G30	Return machine home (parameters 5181 to 5186)		
G28.1	Reference axis		
G31	Straight Probe		
G40	Cancel cutter radius compensation		
G41	Start cutter radius compensation left		
G42	Start cutter radius compensation right		
G43	Apply tool length offset (plus)		
G49	Cancel tool length offset		
G50	Reset all scale factors to 1.0		
G51	Set axis data input scale factors		
G53	Move in absolute machine coordinate system		
G54 à G59	Use fixture offset 1 to 6, G59 to select a general fixture number		
G61	Exact Stop mode		
G64	Constant Velocity mode		
G73	Canned cycle - drilling - fast pullback		
G80	Cancel canned cycle mode		
G81	Canned cycle - drilling		
G82	Canned cycle - drilling with dwell		
G83	Canned cycle - peck drilling		
G84	Canned cycle - right hand rigid tapping (not yet implemented)		
G85	Canned cycle - boring, no dwell, feed out		
G86	Canned cycle - boring, spindle stop, rapid out		
G87	Canned cycle - back boring (not yet implemented)		
G88	Canned cycle - boring, spindle stop, manual out		
G89	Canned cycle - boring, dwell, feed out		
G90	Absolute distance mode		
G91	Incremental distance mode		

G-code	Functions
A	A axis of machine
B	B axis of machine
C	C axis of machine
D	Tool radius compensation number
F	Feedrate
G	See G-codes table
H	Tool length offset index
I	X axis offset for arcs
J	Y axis offset for arcs
K	Z axis offset for arcs
L	Number of repetitions in canned cycles/subroutines
M	See M-codes table
N	line number
O	Subroutine label number
P	Dwell time in a canned cycle
Q	Dwell time with G4
R	Tool / Fixture number (with G10)
S	Tool radius (with G41 / G42)
T	Feed increment in G83 canned cycle
U	Repetitions of subroutine call
V	Arc radius
W	Canned cycle retract level
X	Spindle speed
Y	Tool selection
Z	X axis of machine
	Y axis of machine
	Z axis of machine

```

T0
; tool H0.333 W0.440
; skirt
G1 X-11.896 Y-7.663 F9000
G1 Z0.333 F6000
G1 E0.0000 F1350
G92 E0
G1 X-11.848 Y-7.736 E0.0051 F1500
G1 X-11.847 Y-7.738 E0.0052
G1 X-11.840 Y-7.747 E0.0058
G1 X-11.839 Y-7.748 E0.0059
G1 X-10.679 Y-9.381 E0.1220
G1 X-10.673 Y-9.390 E0.1225
G1 X-10.628 Y-9.449 E0.1267
G1 X-10.622 Y-9.458 E0.1273
G1 X-9.905 Y-10.362 E0.1940
G1 X-9.898 Y-10.370 E0.1945
G1 X-9.854 Y-10.423 E0.1985
G1 X-9.847 Y-10.431 E0.1990
G1 X-8.742 Y-11.690 E0.2960
G1 X-8.735 Y-11.697 E0.2965

```

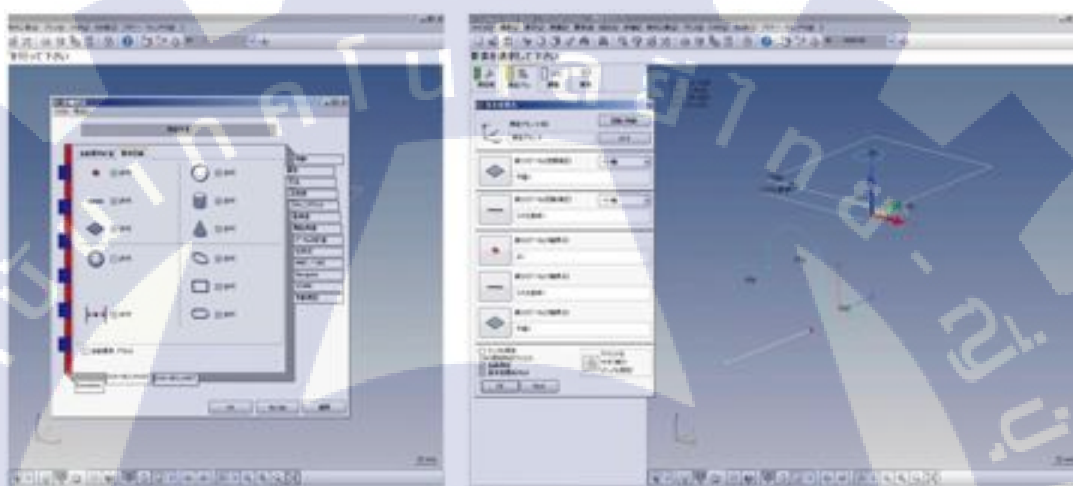
รูปที่ 2.26 ตัวอย่างการใช้ G Code

ตารางที่ 2.2 ความหมายของรหัส M Code

M-code	Functions
M0	Program stop
M1	Optional program stop
M2	Program end
M3 / M4	Rotate spindle clockwise/counterclockwise
M5	Stop spindle rotation
M6	Tool Change (by two macros)
M7	Mist coolant on
M8	Flood coolant on
M9	All coolant off
M30	Program end and rewind
M47	Repeat program from first line
M48	Enable speed and feed override
M49	Disable speed and feed override
M98	Call subroutine
M99	Return from subroutine/repeat

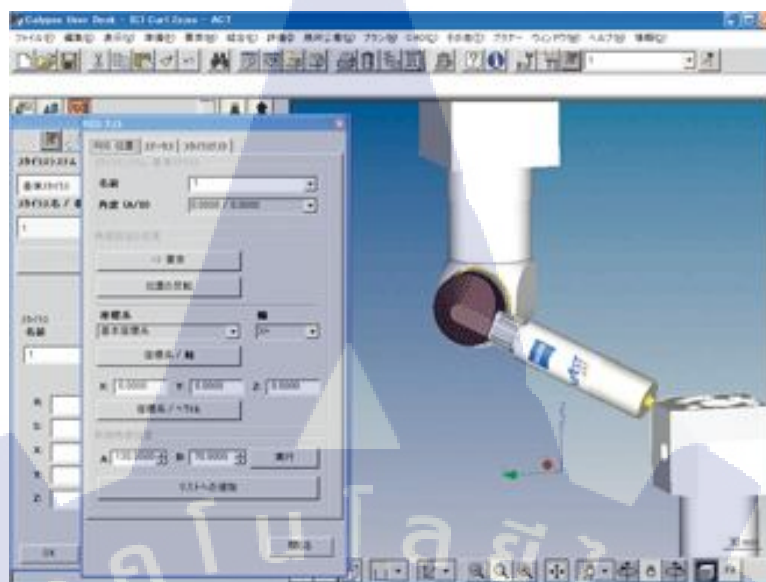
2.2.2 โปรแกรม Calypso

ฟังก์ชัน AI รวมเอาสามขั้นตอนวิธีสำหรับการรู้จำองค์ประกอบอัตโนมัติ การตั้งค่าระบบพิกัดอัตโนมัติ และการรู้จำระนาบการวัดอัตโนมัติ พร้อมกับการช่วยเหลือผู้ปฏิบัติงานฟังก์ชัน AI ไม่เพียงสนับสนุนจุด เส้นตรง พื้นผิวราบ ทรงกลม จุดสมมาตร วงกลม และทรงกระบอกเท่านั้น แต่ยังสนับสนุนทรงกรวย วงรี รูเหลี่ยม และรูลึกโดยไม่จำเป็นต้องเลือกชนิดขององค์ประกอบก่อนทำการวัด ขั้นตอนการทำงานแบบง่ายทำให้สามารถทำการวัดต่อเนื่องได้ ตั้งแต่การวัดหนึ่งในองค์ประกอบที่จุด สุ่มไปจนถึงการกดปุ่ม "หยุด" เพื่อหยุดการวัดองค์ประกอบ



รูปที่ 2.27 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม Calypso

Automatic Geometric Element Recognition (การรู้จำองค์ประกอบเรขาคณิตอัตโนมัติ)
วิธีการวัดของเราและขั้นตอนวิธีการรู้จำ (จดสิทธิบัตรแล้วในญี่ปุ่นและต่างประเทศ) ช่วยให้สามารถรู้จำรูปทรงเรขาคณิตได้โดยอัตโนมัติด้วยการวัด (การวัด) ขึ้นงานโดยตรงซึ่งจะลดขั้นตอนในการป้อนรายการวัดได้เป็นอย่างมาก



รูปที่ 2.28 ตัวอย่างหัว RSD และการจำลองชิ้นงาน

ผู้ปฏิบัติงานอาจสงสัยว่าโพรบมีการวางแนวที่ถูกต้องแล้วหรือไม่ หลังจากที่ได้ระบุการวางแนว เช่น แกน A:0° และแกน B:-90° โปรแกรมจำลองมุมโพรบบนหน้าจอจะแสดงภาพหน้าจอของโพรบซึ่งอยู่ในตำแหน่งมุมหมุนและมุมเอียงที่ป้อนเข้า เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานจะสามารถยืนยันว่าจะได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการเมื่อมีข้อมูล CAD อยู่ การคลิกที่องค์ประกอบจะเป็นการเปลี่ยนการวางแนวโพรบที่เหมาะสมที่สุดโดยอัตโนมัติโดยอิงตามข้อมูลการตั้งฉากฟังก์ชันนี้มีประโยชน์มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของรูเอียงและแกนเอียงแม้แต่เมื่อไม่มีข้อมูล CAD อยู่ การวางแนวของโพรบก็สามารถเปลี่ยนได้โดยอัตโนมัติเป็นทิศทางตั้งฉากที่สัมพันธ์กับระนาบฉายที่ทำการวัดจริงผู้ปฏิบัติงานคุ้นเคยกับการป้อนมุมการหมุนขณะที่ทำการตรวจสอบชิ้นงานและแผนการพร้อมพิจารณาว่าจะรบกวนสไตลัส หรือไม่ด้วยโปรแกรมจำลองมุมโพรบบนหน้าจอ การตั้งค่ามุมการหมุนจะทำได้ง่ายขึ้นกว่าที่ผ่านมามีต้องใช้ตัวเลือกฟังก์ชันการจำลองสไตลัส

บทที่ 3

แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

แผนกที่นักศึกษาได้เข้าไปฝึกงาน คือ แผนก TECHNIC REEL ของฝ่ายผลิตรอก (Reel Factory) มีขอบเขตของการทำงานคือ วิเคราะห์และแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นขณะกระบวนการผลิต ปรับปรุงวิธีกระบวนการทำงานเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการผลิตมากขึ้น (KAIZEN) ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นมีมากมายอาทิเช่น การเกิดความต่างระดับ, SPOOLหยุดหมุนเร็ว, FRAME มีลักษณะบิดเบี้ยว โกง ทำให้ต้องเกิดงาน RECHECK ส่งผลให้ผลิตงานไม่ทันตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ของแต่เดือน

3.1 แผนงานการฝึกงาน

ตารางที่ 3.1 แผนการปฏิบัติงาน

หัวข้องาน	เดือนที่1				เดือนที่2				เดือนที่3				เดือนที่4			
1. ศึกษากระบวนการผลิตตัวรอก (REEL)																
2. ศึกษากระบวนการทำงานของแผนก TECHNIC																
3. วิเคราะห์และแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น																
4. ติดตามผลและนำเสนอผลงาน																

3.2 รายละเอียดที่นักศึกษาปฏิบัติในการฝึกงาน

ศึกษาวิธีการกระบวนการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาของแผนก TECHNIC เพื่อให้ไม่เกิดการ STOP LINE ASSEMBLY หรือให้การผลิตเป็นไปอย่างไหลลื่น อาทิเช่นการเกิดปัญหาความต่างระดับ ต้องทำการเก็บข้อมูล DATA สุ่มเช็ค 20 ตัว เพื่อแบ่งขอบเขตขนาดของจุดเกิดความต่างระดับและบันทึกข้อมูล DATA ลงเอกสาร WORKING GUIDANCE IRREGULAR PROCESS เพื่อให้ LINE ASSEMBLY สามารถเดินการผลิตต่อได้โดยการขออนุมัติเพิ่มค่า STANDARD ที่ต้องรับรองโดย GM ของแผนก และทำเอกสาร TRAINING พนักงานใหม่เพื่อที่จะให้พนักงานทำงานที่เป็นมาตรฐานมากขึ้นและไปในทิศทางเดียวกัน โดยทำการเก็บข้อมูลของแต่ละแผนกตามกระบวนการผลิตตัวรอก (REEL) โดยเริ่มจากแผนก DIECASTING จนถึงสุดกระบวนการ แผนก ASSEMBLY และทำเอกสาร Q POINT เพื่อป้องกันการลืมนำ PART และเน้นย้ำจุดควรระวังของประกอบของ LINE ASSEMBLY

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานที่นักศึกษาปฏิบัติงาน



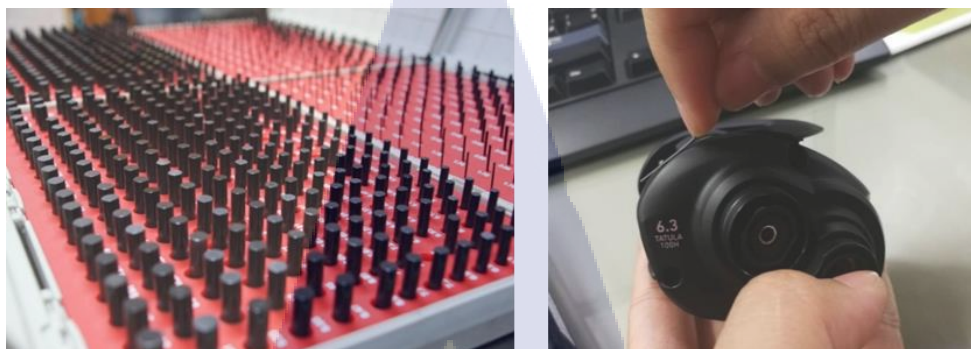
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างชิ้นงานที่มีปัญหาความต่างระดับ

จากรูปที่ 3.1 การปฏิบัติงานมักจะพบปัญหาการเกิดความต่างระดับ ที่มีลักษณะรุนแรงซึ่งส่งผลทำให้ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ลดลง ทำให้เกิดเหตุต้องหยุดการประกอบชั่วคราว เพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหา ส่งผลให้การผลิตเป็นไปได้อย่างล่าช้า



รูปที่ 3.2 ตรวจสอบสาเหตุของปัญหา

จากรูปที่ 3.2 แผนกTECHNICทำการวิเคราะห์และหาสาเหตุของปัญหาเพื่อแก้ไขปัญหาให้ LINE ASSEMBLY เดินการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพราะ การที่ LINE ASSEMBLY เกิดการหยุดชั่วคราวขณะผลิต จะส่งผลเสียให้กับโรงงานอย่างมาก

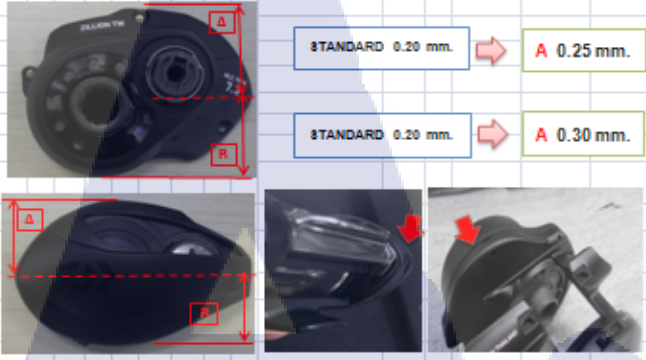


รูปที่ 3.3 เครื่องมือวัด PIN GAUGE และการวัดความต่างระดับ

จากรูปที่ 3.3 และ 3.4 คือการวัดค่าความต่างระดับของ FRAME และ SIDE PLATE โดยใช้เครื่องมือวัด PIN GAUGE เพื่อจำแนกแบ่งกลุ่มความรุนแรงของความต่างระดับ

ABSTRACTION					INSPECTION		No. DTH		PAGE 11						
APPROVED	CHECKED	ABSTRACT	CHECKED	INSPECTOR	CHECKED	MADE BY	TTL	C/C							
						Adisorn									
MODEL No.		PART NAME		PART NO.		SUPPLIER		FACTORY							
B253315		COMPLETE AS						DTH							
PROBLEM: FRAME ประกอบกับ SIDE PLATE-L แล้วติด STEP							LOT NO.		008785S						
REASON: TEST DATA STEP							SKET:		DH						
CONCLUSION: ทำการประกอบ SIDE PLATE-L/R โดยการใส่ FRAME ประกอบ CHECK DATA									PLN						
ACTION (CHARGE. DATE):									DNS						
									TEC						
									SUB						
									ASS						
									MC						
									SPR						
									DJ						
STANDARD 0.2		DATA								MEASURE		JUDGE		REMARKS	
FRAME+SIDE PLATE-L/R		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
จุด A		0.33	0.33	0.30	0.30	0.30	0.33	0.34	0.30	0.31	0.30	PIN GAUGE			
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
		0.28	0.30	0.28	0.28	0.28	0.32	0.30	0.30	0.31	0.28				
จุด B		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PIN GAUGE			
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
		0.26	0.25	0.23	0.24	0.23	0.23	0.24	0.25	0.25	0.26				
		0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	0.23	0.24	0.23	0.23				
MIN		0.28				MIN				0.22					
MAX		0.33				MAX				0.26					
AVERAGE		0.30				AVERAGE				0.24					
A						B									
DAIWA SEIKO (THAILAND) CO.,LTD															

รูปที่ 3.4 เอกสาร CHECK PART

WORKING GUIDANCE		Y/A SEIKO (THAILAND) CO.,		PPROVE		CHECKER	MADE BY
IRREGULAR PROCESS		UED DA	22 Jun 18				Sumeth ####
MODEL NO.	B223***						
PART NAME	COMPLETE AS.						
PART NO.	-						
MATERIAL	-						
ST(min pcs)	-						
PROCESS NAME	ASSY						
WORKING SECTION	LINE ASSY	● สามารถเปลี่ยนสลับ PART ออกเอกสารสั่งซื้อเพิ่มเติม จัดเตรียม PARTS ในหลังการขาย ● การจัดการกับของใน STC มีผลกระทบต่อ PART ● มีผลกระทบต่อนขั้นตอนทำงานอื่น					
RESPONSIBLE	TEC, LINE ASSY						
FLOW CHART	 CHECK	REVISE		DATE	SIGNATURE		
PURPOSE, A CAUSE		แจ้งเรื่อง SIDE PLATE กับ FRAME เป็น STEP					
TEMPORARY		* ตรวจสอบต่างระดับ (STEP) ระหว่าง SIDE PLATE โดยเปลี่ยนจาก STANDARD จาก STANDARD 0.2 MM เป็น A : 0.25 และ B : 0.30 กำหนดตาม LOT ที่รับ					
PERMANENT ACTION (CHANGE LOT)		506711 B2331HJ 250 506722 B2331UJ 250 507710 B2331LJ 250 507712 B2331KJ 250					
CHANGE DRAW (YES : NO)		507712 B2331KJ 250					
MOLD REPAIR (YES : NO)		LOT NO. MODEL QTY DATE					

รูปที่ 3.5 เอกสาร WORKING GUIDANCE

หลังจากทำการวัดค่า DATA และจำแนกแบ่งกลุ่มความรุนแรงแล้วนำข้อมูลมาลง DATA CHECK PRAT ดังรูปที่ 3.5 ปรึกษาให้ระดับผู้บริหาร พิจารณาเพิ่มค่า STANDARD ชั่วคราว ถ้าผู้บริหารอนุมัติการขอเพิ่มค่า STANDARD ชั่วคราว แล้วต่อมาก็จะมาจัดทำเอกสาร WORKING GUIDANCE IRREGULAR PROCESS ดังรูปที่ 3.6 เพื่อให้ LINE ASSEMBLY เดินการผลิตอย่างต่อเนื่อง

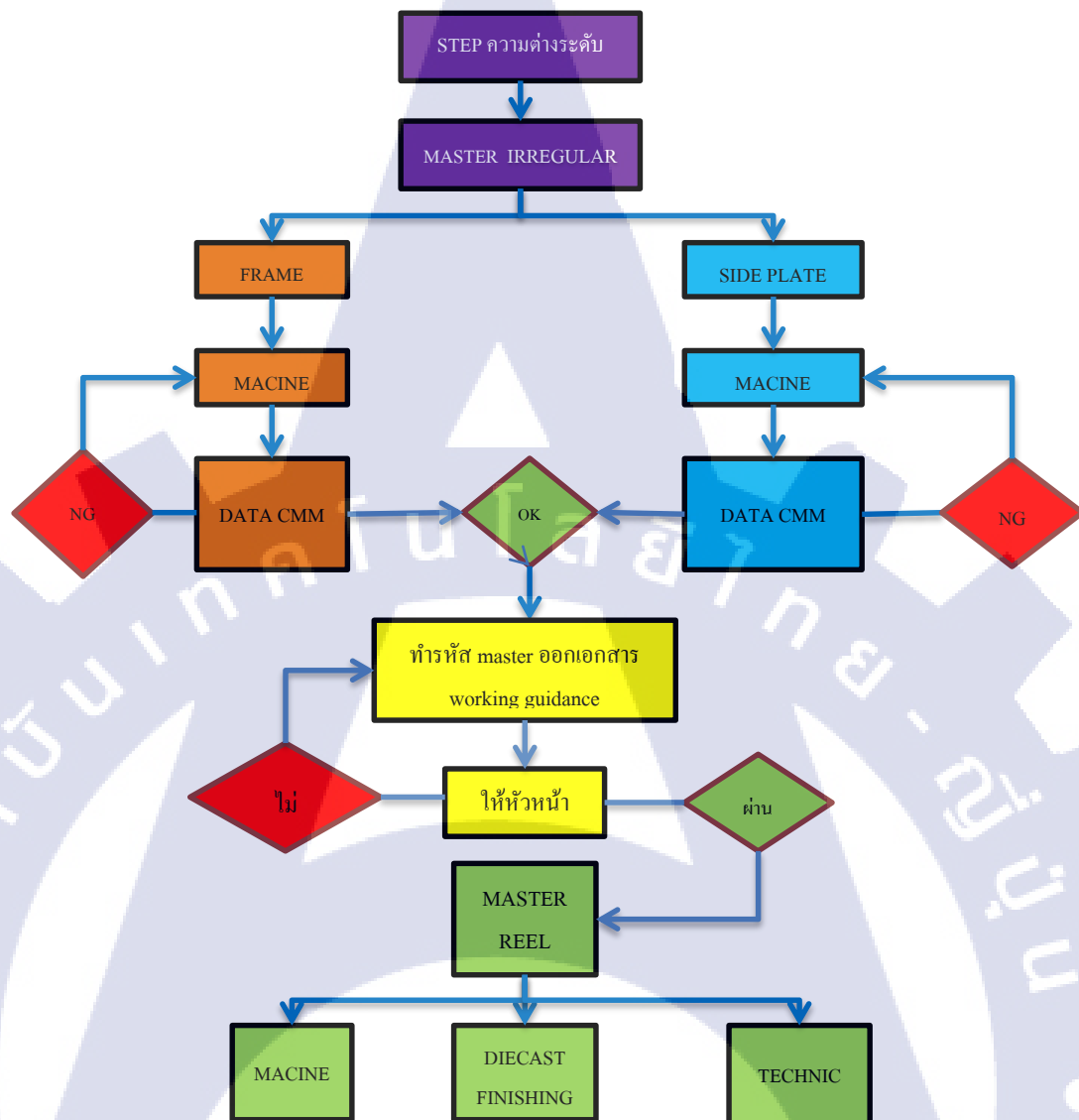
จากที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการแก้ไขปัญหาชั่วคราวเพื่อให้ LINE ASSEMBLY เดินการผลิตได้อย่างต่อเนื่องยังไม่ใช้การแก้ปัญหาเพื่อให้ความต่างระดับลดลง จึงดำเนินการวิเคราะห์และวิจัยร่วมกับพนักงานที่ปรึกษาเรื่องการทำ MASTE

ขั้นตอนการทำ MASTER

ขั้นตอนที่ 1 ในการทำ MASTER ต้องกำหนดการแบ่งกลุ่มของ MASTER แต่ละ MODEL เพื่อสะดวกแก่การดำเนินการรวบรวม PART ตามใบแผนการผลิต PART เครื่อง CNC ของแผนก MACHINE

ตารางที่ 3.2 ตารางแบ่งกลุ่ม MASTER และ แผนการผลิต PART ของแผนก MACHINE

DEFINE PART OF PROBLEM				PLAN CONTROL IRREGULAR MASTER												
PART NAME	MODEL	BLANK PART No.	M/C PART No.	SIDE PLATE (HANDLE)		SIDE PLATE (DIAL)		ADD DATA CONTROL FRAME		FRAME		SIDE PLATE R		SIDE PLATE L		
				Parts No.	Material	Parts No.	Material	Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual	
1	FRAME	E243	EJ2424ABC	673379***	672121***	DSP-35	6H9162***	DSP-34	26-Jul	26-07-18	23-Jul	23-07-18	13-Sep	04-09-18	7-Aug	07-08-18
2	FRAME	E243	EJ2424AAC	672424***	670439***	DSP-52	6H9162***	DSP-34	3-Oct		1-Oct		28-Aug	23-08-18	7-Aug	07-08-18
3	FRAME	E243	EJ2424ABC	673379164	672121***	DSP-35	674113***	ABS-I			No order					
4	FRAME	E253	EJ2471ABC	673380***	672144***	DSP-35	6H9450***	DSP-34	26-Jul	26-07-18	23-Jul	23-07-18	16-Aug	15-08-18	7-Aug	07-08-18
5	FRAME	E253	EJ2471AAC	672471***	670615***	DSP-52	6H9450***	DSP-34	28-Oct		25-Oct		7-Aug	07-08-18	7-Aug	07-08-18
6	FRAME	E253	EJ2471ABC	673380164	672144***	DSP-35	674133***	ABS-I			No order					
7	FRAME	E223	BH9102AAF	6H9102***	672121***	DSP-35	6H9162***	DSP-34	30-Jul	01-08-18	23-Jul	23-07-18	13-Sep	04-09-18	7-Aug	07-08-18
8	FRAME	E223	BH9102AAF	6H9102***	6H9103***	ADC-12	6H9162***	DSP-34	30-Jul	01-08-18	23-Jul	23-07-18	7-Aug	07-08-18	7-Aug	07-08-18
9	FRAME	E223	BH9102ADF	670446***	670439***	DSP-52	6H9162***	DSP-34	30-Aug		Pending		28-Aug	23-08-18	7-Aug	07-08-18
10	FRAME	23 1HJ,1KJ,1	BH9102ADF	670446***	676403***	ADC-12	676409***	ABS-I	30-Jul	01-08-18	26-Jul	26-07-18	7-Aug	07-08-18	7-Aug	07-08-18
11	FRAME	E233	BH9439AAG	6H9439***	672144***	DSP-35	6H9450***	DSP-34	30-Jul	01-08-18	23-Jul	23-07-18	16-Aug	15-08-18	7-Aug	07-08-18
12	FRAME	E233	BH9439AAG	6H9439***	6H9438***	ADC-12	6H9450***	DSP-34	30-Jul	01-08-18	23-Jul	23-07-18	7-Aug	07-08-18	7-Aug	07-08-18
13	FRAME	E233	BH9439ADG	670616***	670615***	DSP-52	6H9450***	DSP-34	30-Sep		28-Sep	25-09-18	7-Aug	07-08-18	7-Aug	07-08-18
14	FRAME	33 1HJ,1KJ,1	BH9439ADG	670616***	676637***	ADC-12	676639***	ABS-I	4-Aug	06-08-18	2-Aug	04-08-18	11-Oct	24-08-18	7-Aug	07-08-18
15	FRAME	B343	BJ6926AAB	676926***	676923***	DSP-35	676948***	DSP-35	2-Aug	03-08-18	23-Jul	23-07-18	3-Aug	03-08-18	Pending	
16	FRAME	B353	BJ7153AAB	677153***	677152***	DSP-35	677162***	DSP-35	3-Aug	03-08-18	1-Aug	01-08-18	3-Aug	03-08-18	Pending	
17	FRAME	H101	BJ6194AAB	676194***	676190***	DSP-35	676221***	ABS-I	3-Aug	04-08-18	1-Aug	01-08-18	20-Aug	27-08-18	20-Aug	27-08-18
18	FRAME	H101	BJ6194ABB	676909***	676190***	DSP-35	676221***	ABS-I	10-Sep	12-09-18	6-Sep	06-09-18	20-Aug	27-08-18	20-Aug	27-08-18
19	FRAME	H111	BJ6384AAB	676384***	676382***	DSP-35	676393***	ABS-I	6-Aug	04-08-18	1-Aug	01-08-18	20-Aug	27-08-18	20-Aug	27-08-18
20	FRAME	H111	BJ6384ABB	676961***	676382***	DSP-35	676393***	ABS-I	27-Sep		25-Sep		20-Aug	27-08-18	20-Aug	27-08-18
21	FRAME	E263	BJ4100AAD	674100***	674096***	DSP-52	674113***	ABS-I			No Order					
22	FRAME	E273	BJ4128AAC	674128***	674125***	DSP-52	674133***	ABS-I			No order					
23	FRAME	H102	BJ7967AAA	676967***	676190***	DSP-35	676221***	ABS-I	Pending		Pending		Pending		Pending	
24	FRAME	H112	BJ7997AAA	677997***	676382***	DSP-35	676393***	ABS-I	Pending		Pending		Pending		Pending	



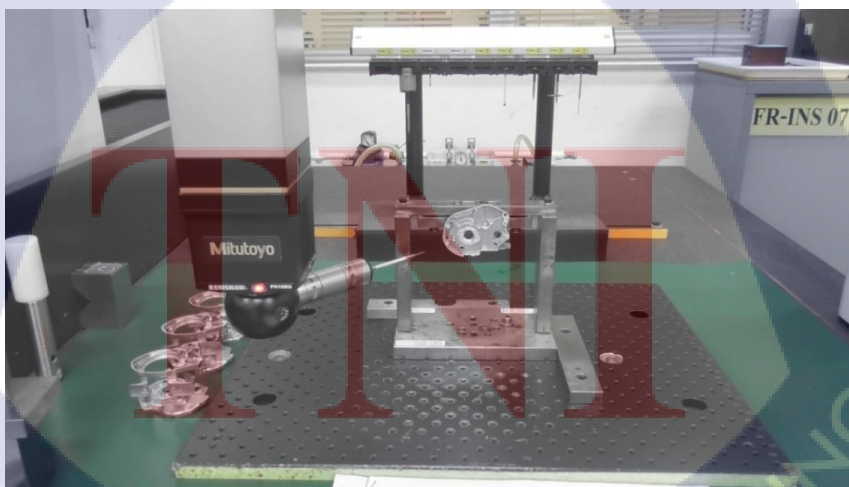
รูปที่ 3.6 แผนภาพกระบวนการดำเนินการ MASTER

ขั้นตอนที่ 2 หลังจากการแบ่งกลุ่ม MASTER แล้วจึงดำเนินการตามแผนภาพดังรูปที่ 3.7 โดยแบ่งเป็นการรวบรวม PART ของ FRAME และ SIDE PLATE ตามตารางแบ่งกลุ่มและแผนการผลิต PART จากแผนก MACHINE

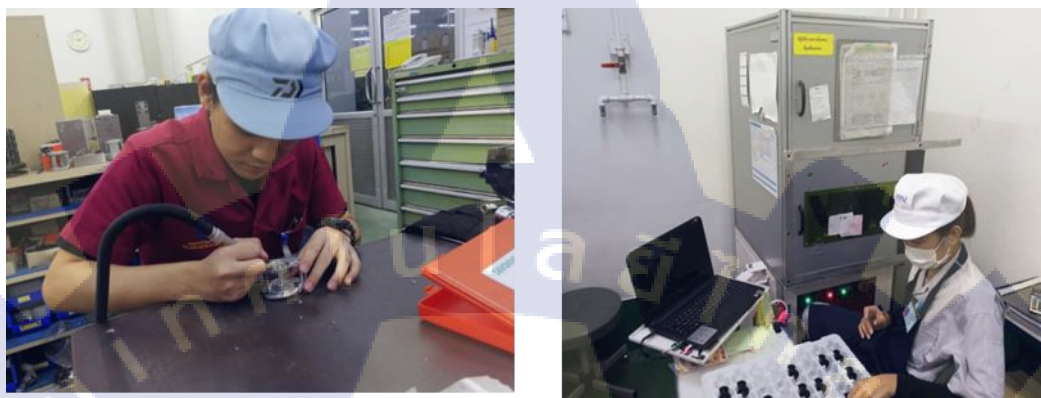


รูปที่ 3.7 รวบรวม PART จากแผนก MACHINE

ขั้นตอนที่ 3 ของกระบวนการทำ MASTER คือรวบรวม PART FRAME และ SIDE PLATE จากแผนก MACHINE เพราะ เป็นแผนกที่มีตั้งค่าเครื่องและการวัดค่าหลังเสร็จกระบวนการที่แน่ชัด ทำให้ง่ายต่อการเช็คค่าต่างๆและมีข้อมูลชัดเจน



รูปที่ 3.8 วัดค่าชิ้นงานจากเครื่อง CMM



ขั้นตอนที่ 5 หลังจากได้รับการอนุมัติจากระดับผู้บริหารแล้ว นำPART MASTER FRAME และ SIDE PLATE มาทำการลงรหัสประจำกลุ่ม ด้วยเครื่องเจียลมและเครื่อง LARSER โดยยกตัวอย่างการแบ่งกลุ่มลงรหัสดังตารางที่ 3.2

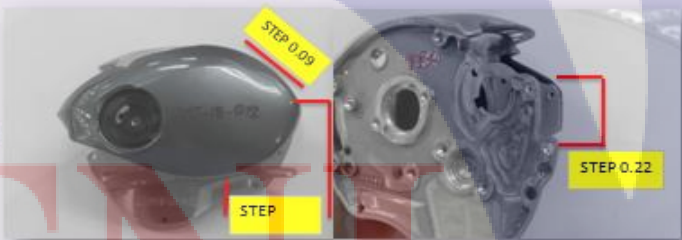
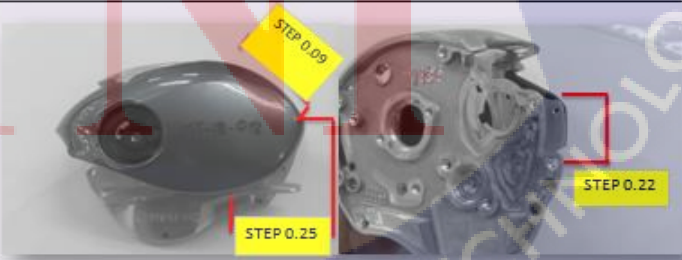
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างตารางแบ่งกลุ่มรหัส MASTER FRAME

[illegible]

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่าง DATA CHECK ประกอบ MASTER FRAME และ SIDE PLATER

GROUP	MODEL	FRAME NO.	SIDE PLATE NO. HANDLE	PICTURE
1	B243	6J3379***	6J2121***	
2	B243	6J3379***	6J0439***	

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่าง DATA CHECK ประกอบ MASTER FRAME และ SIDE PLATE L

GROUP	MODEL	FRAME NO.	SIDE PLATE NO. L	PICTURE
1	B243	6J3379***	6H9162***	
2	B243	6J3379***	6H9162***	

ขั้นตอนที่ 6 หลังจากการลงรหัส MASTER แล้วจึงทำการ CHECK DATA คู่ประกบ FRAME กับ SIDE PLATE R และ SIDE PLATE L ดังตารางที่ 3.3 และ 3.4 จะเห็นได้ว่าจากการ CHECK DATA คู่ประกบ MASTER ยังพบปัญหาการเกิดความต่างระดับอยู่ แต่ค่าของ MASTER ที่วัดได้เป็นค่าที่อยู่ใน STANDARD การยอมรับของบริษัท จากนั้นทำการส่งมอบให้แผนก DIECASTING, DIECAST FINISHING, MACHINE เริ่มใช้การดำเนินการ MASTER



B223***



B233***



B243***



B253***

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างชิ้นงาน MASTER แต่ละ MODEL

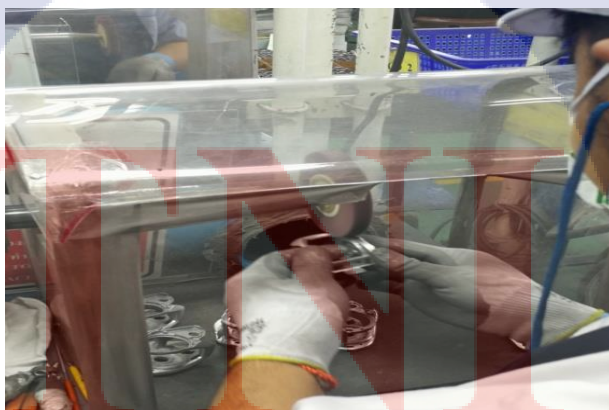
หมายเหตุ เหตุผลที่ไม่สามารถเริ่มรวบรวม PART ที่แผนก DIECASTING และแผนก DIECAST FINISHING ได้เพราะ ทั้ง2แผนกนี้เป็นแผนกที่ยากต่อการควบคุมค่า ค่าที่ออกมาจะมีลักษณะไม่คงที่ตลอดทั้ง LOT เช่น การฉีดยาของแผนก DIECAST ต้องคุมเรื่องของอุณหภูมิหลังการฉีด ซึ่งยากต่อการควบคุม ส่วนของแผนก DIECAST FINISHING จะมีปัจจัยในการทำให้ค่าไม่คงที่ คือ กระบวนการ FINISHING ของพนักงานเพราะ น้ำหนักมือของพนักงานแต่ละคนมีน้ำหนักที่ไม่เท่ากัน จึงส่งผลให้งานที่ออกมามีค่าคลาดเคลื่อน แผนก MACHINE จึงเป็นจุดรวบรวม PART ที่ดีที่สุดในการทำ MASTER



รูปที่ 3.11 การฉีดงานขึ้นรูปของแผ่นก DIECASTING



รูปที่ 3.12 การ FINISHING ของแผ่นก DIECAST FINISHING



รูปที่ 3.13 การ BUFFING ของแผ่นก DIECAST FINISHING

บทที่ 4

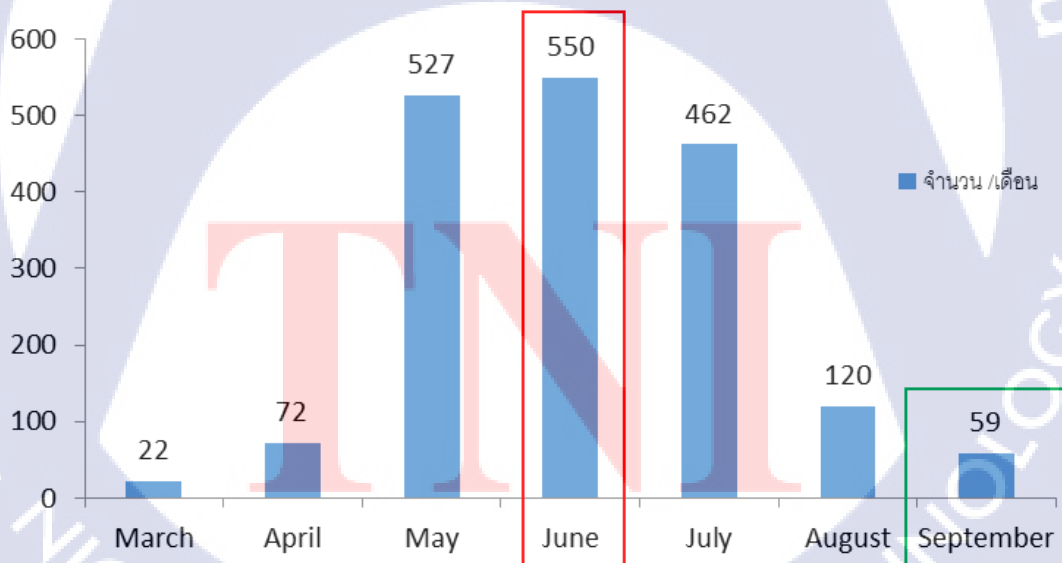
สรุปผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผล

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 4.1 รายงานปัญหาในการผลิตของปี 2561

ประจำปีพ.ศ.2561															
GROUP	Model	Parts Name	Problem	Jan	Feb	March	April	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	B243*	REEL ASSY	Sukima	12	20	55	18	60	78	59	80	70			
			Dansa	0	2	1	22	93	151	177	26	10			
			Rotation gori	3	12	50	40	38	28	29	46	10			
			Rotation koto	2	6	4	5	13	5	13	14	5			
2	B253*	REEL ASSY	Sukima	5	15	24	14	20	36	48	100	56			
			Dansa	0	3	6	20	68	74	60	30	16			
			Rotation gori	4	56	15	48	29	3	16	67	84			
			Rotation koto	12	24	19	14	25	12	2	23	19			
3	B343*	REEL ASSY	Sukima	6	45	25	14	26	15	25	32	29			
			Dansa	0	5	5	20	134	157	116	28	24			
			Rotation gori	2	14	16	2	9	17	6	18	4			
			Rotation koto	14	29	3	18	16	9	11	13	5			
4	B353*	REEL ASSY	Sukima	16	25	14	2	9	7	14	15	5			
			Dansa	0	1	10	10	202	168	109	36	9			
			Rotation gori	6	10	2	18	4	16	17	3	6			
			Rotation koto	25	16	9	18	24	17	5	11	13			

Problem DANSA



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าสถิติของปัญหาความต่างระดับ

จากรูปที่ 4.1 สังเกตได้ว่าช่วงเดือนมีนาคม –เดือนเมษายน มีจำนวนการเกิดปัญหาความต่างระดับที่ไม่สูง แต่มีจำนวนที่สูงขึ้นมาก ๆ ที่เดือนพฤษภาคมและเดือนมิถุนายน เหตุเกิดเนื่องมาจากหลากหลายปัจจัย ช่วงเดือนมกราคมที่ผ่านมา มีเหตุพนักงานลาออกจำนวนมากรวมทั้งพนักงาน SET UP ค่าเครื่องประจำที่มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับเครื่องจักร ส่งผลทำให้ห้องเครื่องขาดพนักงานที่มีความชำนาญการ SET UP ค่าเครื่อง จึงเหลือพนักงานที่มีความรู้ความชำนาญน้อยกว่าพนักงานคนก่อน ในช่วงเวลานั้นงานยังเดินการผลิตอย่างต่อเนื่องใน LOT อนาคต จึงส่งผลให้เริ่มเกิดปัญหาความต่างระดับที่ตั้งแต่เดือนมีนาคมและเพิ่มขึ้นสูงเรื่อยๆจนพบมากที่สุดที่เดือนมิถุนายน หลังจากนั้นจึงมีดำเนินการเรื่องของ PROJECT MASTER ระหว่างอยู่ในช่วงระยะเวลาดำเนินการPROJECT MASTER จึงได้ดำเนินการ CHECK PART 100% ก่อนเข้าสู่กระบวนการประกอบของ LINE ASSEMBLY เพื่อควบคุมการเกิดงานที่ไม่มีคุณภาพออกมาจากสายการผลิต ส่งผลทำให้ในเดือนกรกฎาคมมีจำนวนของปัญหาความต่างระดับลดลงมาในระดับหนึ่ง หลังจากนั้นก็ดำเนินการเรื่องการส่งมอบ MASTER ให้แผนกที่เกี่ยวข้อง คือ แผนกDIECAST FINISHING และแผนกMACHINE เพื่อควบคุมค่าไม่ให้เกิดปัญหาความต่างระดับ ในส่วนของแผนกDIECAST FINISHING นั้นคือการกำหนดจุดควรระวังในกระบวนการ FINISHING และในส่วนของแผนกMACHINE นั้นคือการควบคุมการ SET UP ค่าเครื่อง CNC เพื่อให้ออกมาตามแบบของ MASTER จะเห็นได้ว่าหลังจากมีการส่งมอบ MASTER ให้ควบคุมค่า จำนวนการเกิดปัญหาความต่างระดับมีการลดลงในช่วงของเดือนสิงหาคม-เดือนกันยายนจึงทำให้กระบวนการผลิตมีความคล่องตัว

The logo of TNI (Thaichulalongkornrajavidyalaya University) is displayed in the center. It features the letters 'TNI' in a large, bold, red serif font. The logo is set against a background of a large, light blue gear. The gear has the text 'TAHITI' on the left side and 'NICHII INSTITUTE OF TECHNOLOGY' on the right side, both in a light blue, sans-serif font. The gear's teeth are also visible.

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานพบว่า ปัญหาการเกิดความต่างระดับขณะประกอบ FRAME กับ SIDE PLATE มีจำนวนที่ลดลงโดยอ้างอิงจากข้อมูลสรุปปัญหาของ LINE ASSEMBLY ประจำเดือน ก่อนมีการใช้ MASTER และหลังการใช้ MASTER จากจำนวนของเสีย 550 ชิ้นของเดือนมิถุนายน ลดเหลือจำนวน 59 ชิ้นของเดือนกันยายน ลดของเสียไปได้ 491 ชิ้น จะเห็นได้ว่าการ SET UP MACHINE และกระบวนการ FINISHING มีผลต่อการเกิดปัญหาความต่างระดับ จากจำนวน 59 ชิ้นที่ยังพบปัญหาอยู่ อาจเกิดอันเนื่องมาจากพนักงานไม่ใช้ MASTER ในการ CHECK อย่างสม่ำเสมอไม่สามารถทำให้ความต่างระดับหายได้อย่างถาวรเพราะการทำ MASTER เป็นการควบคุมค่าให้มีค่าความต่างระดับน้อยที่สุด เพื่อให้การผลิตไม่เกิดการหยุดชะงัก การที่จะทำให้ปัญหาความต่างระดับหายได้อย่างถาวรนั้น ต้องทำการแก้ไขโมล ซึ่งต้องใช้เวลาและความรอบคอบที่สูงด้วยระยะเวลาฝึกงานที่สั้นจึงทำได้เพียง ควบคุมค่าความต่างระดับไม่ให้สูงเกินกว่าค่ามาตรฐานที่โรงงานกำหนดไว้

5.2 ข้อเสนอแนะจากการดำเนินงาน

จากการดำเนินงาน PROJECT MASTER ปัญหาอุปสรรคที่พบระหว่างการดำเนินการคือ การให้ความร่วมมือได้ไม่เท่าที่ควรของแผนกต่างๆที่เกี่ยวข้อง ยกตัวอย่างเช่น แผนก MACHINE ไม่ได้ขึ้นการผลิตตามแบบแผนที่ตั้งเอาไว้แล้วไม่ได้แจ้งมายังผู้ดำเนิน PROJECT ทำให้บ่อยครั้งที่มีการรวบรวม PART จะไม่ได้ PART ตามแบบแผนที่ตั้ง ทำให้ระยะเวลาในการดำเนิน PROJECT ล่าช้าขึ้น จึงมีข้อเสนอแนะอยากให้พนักงานทุกแผนกที่เกี่ยวข้อง ให้ความร่วมมือ ร่วมใจในการแก้ปัญหาไม่ว่าจะเป็นปัญหาความต่างระดับหรือปัญหาอื่นๆที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ความพึงพอใจของลูกค้า เพื่อให้องค์กรพัฒนาขึ้นได้อย่างมั่นคง

การที่จะทำให้ปัญหาความต่างระดับหายไปได้อย่าง 100% นั้นเป็นเรื่องที่ยากมากเพราะต้องแก้ปัญหาตั้งแต่ PROCESS แรกของการผลิต FRAME และ SIDE PLATE คือ แผนก DICASTING ต้องดำเนินการเรื่องของการซ่อมMOLD ปรับปรุงแก้ไขแบบDRAWING ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องใหญ่มากต้องใช้เวลาและการวางแผนที่รอบคอบและประสานงานกับหน่วยงานแผนกต่างๆจนถึงระดับผู้บริหารขององค์กรทั้งประเทศไทยและองค์กรหลักที่ประเทศญี่ปุ่น

เอกสารอ้างอิง

ชาลีตรการกุล , “เทคโนโลยีซีเอ็นซี (CNC TECHNOLOGY),” สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2550

plastic-dicasting (17 เมษายน 2544) กรรมวิธีการขึ้นรูปโลหะ สืบค้นจาก <http://plastic-dicasting.blogspot.com/2011/03/technology-update-diecast-chemtool.html>

ทรงยศ ยงท้วม (5 มิถุนายน 2559) การ Finishing โดยใช้ตะไบ สืบค้นจาก <http://songyot1009.blogspot.com/>

เกร็ดความรู้ (3 มิถุนายน 2550) ข้อมูลเครื่อง CNC สืบค้นจาก <https://www.xn--12cg1cxchd0a2gzc1c5d5a.net/cnc/>

mitutoyo (16 มกราคม 2551) ข้อมูลเครื่องวัด CMM สืบค้นจาก http://www.mitutoyo.com.sg/pdf/productinfo/cmm/thai/MAP1318_3_CRYSTA-Apex%20S_E16004.pdf

pattayatech (9 ตุลาคม 2555) คำสั่ง G-Code และ M-Code สืบค้นจาก http://www.pattayatech.ac.th/files/150511088484257_15052822223103.pdf

accretech (25 สิงหาคม 2557) โปรแกรม Calypso สืบค้นจาก <https://www.accretech.jp/thailand/product/measuring/cmm/calypso.html>

sites.google (30 พฤษภาคม 2554) การใช้เครื่องจักร CNC สืบค้นจาก <https://sites.google.com/site/sxnkarchicnc/>

Modern Manufacturing(4 กรกฎาคม 2560) ทฤษฎี PCDA สืบค้นจาก <https://www.mmthailand.com/>

ภาคผนวก

TNI

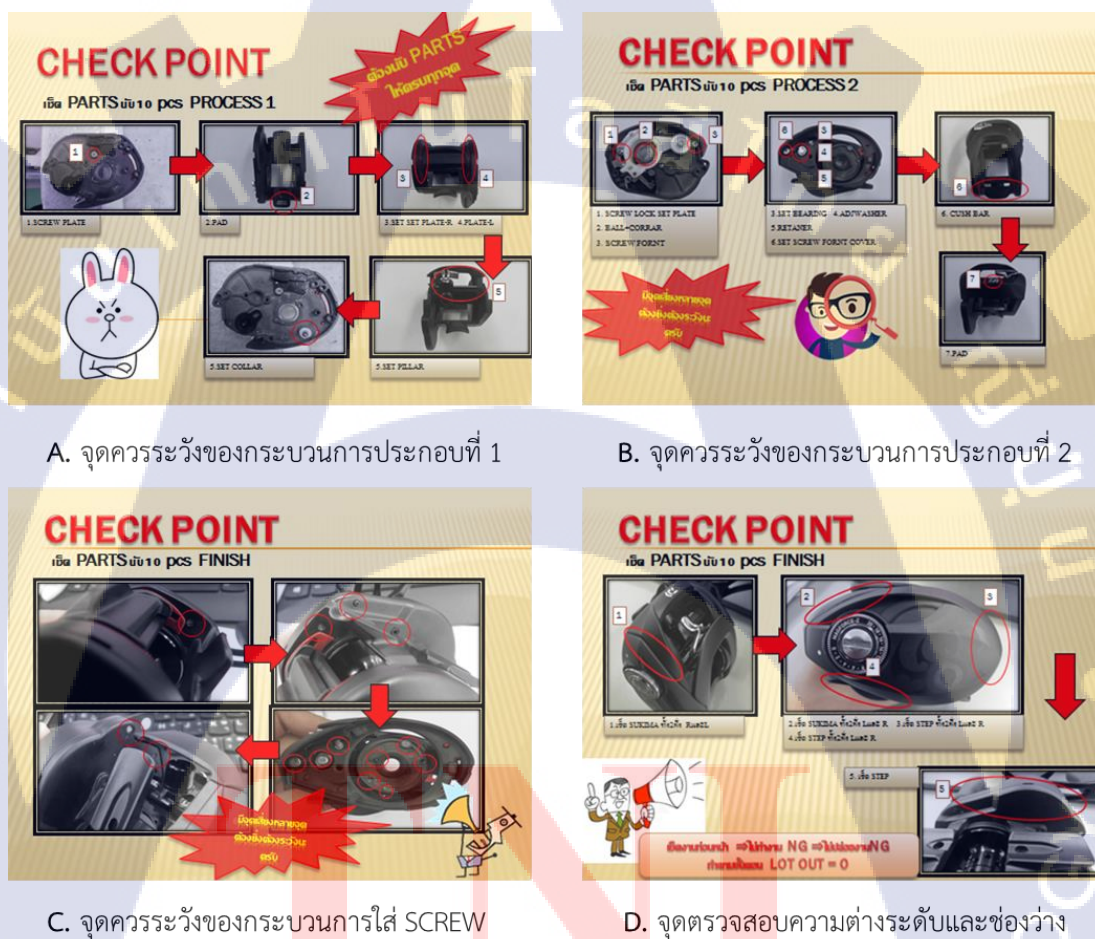
ภาคผนวก ก.

จัดทำเอกสาร Q POINT

TNI

การจัดทำเอกสาร Q POINT

จุดประสงค์ของการทำเอกสาร Q POINT เพื่อป้องกันการประกอบงานผิดพลาดและการลืม PART ขณะผลิตของ LINE ASSEMBLY และช่วยเตือนสติ บอกจุดสำคัญในการตรวจสอบชิ้นงาน โดยองค์กรได้ตระหนักถึงปัญหานี้ จึงได้รับการมอบหมายงานจาก พี่มงคล ฐิบุญ (พี่โม) ตำแหน่ง CHIEF ให้จัดทำเอกสาร Q POINT เพื่อเป็นการเรียนรู้ PART ในการประกอบตัวรถ MODEL นั้นๆ และสามารถนำมาปรับใช้ได้ระดับองค์กร ดังภาพตัวอย่างเอกสาร Q POINT ดังต่อไปนี้



A. จุดควรระวังของกระบวนการประกอบที่ 1

B. จุดควรระวังของกระบวนการประกอบที่ 2

C. จุดควรระวังของกระบวนการใส่ SCREW

D. จุดตรวจสอบความต่างระดับและช่องว่าง

รูปที่ ก-1 จุดควรระวังของกระบวนการประกอบ

ภาคผนวก ข.

จัดทำเอกสาร TRAINING

TNI

การจัดทำเอกสาร TRAINING

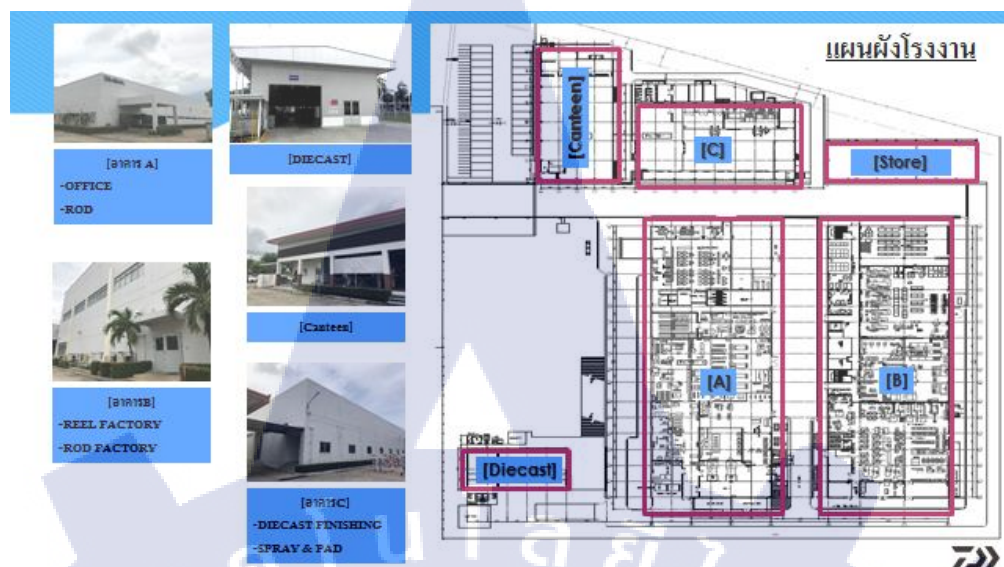
จุดประสงค์ของการเอกสารเพื่อต้องการให้พนักงานทำงานอย่างมีมาตรฐานและทิศทางเดียวกัน จึงได้รับมอบหมายงานจาก MR.KOJI SUZUKI (GENERAL MANAGER REEL FACTORY) ให้จัดทำเอกสาร TRAINING พนักงานใหม่ เพื่อเป็นการเรียนรู้หน่วยงานแผนกต่างๆของ REEL FACTORY และสามารถนำมาปรับใช้ได้ระดับองค์กร ดังภาพตัวอย่างเอกสาร TRAINING ดังต่อไปนี้



บริษัท ไดว่า เซโกะ (ไทยแลนด์) จำกัด ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับอุปกรณ์กีฬา อุตสาหกรรม
ผลิตคันเบ็ดและตัวรอกตกปลา

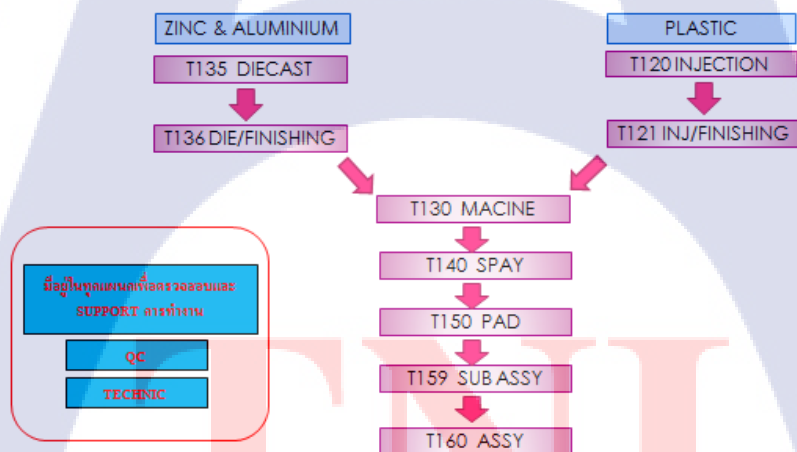


รูปที่ ข-1 ลักษณะธุรกิจประกอบการของบริษัท



รูปที่ ข-2 แผนผังโรงงาน

FLOWCHART PROCRESS REEL



รูปที่ ข-3 กระบวนการผลิตตัวรอก



รูปที่ ข-4 แผนก DIECASTING



รูปที่ ข-5 กระบวนการทำงานของแผนก DIECASTING

แผนก DIECASTING เป็นกระบวนการ ฉีดขึ้นงาน MATERIAL ชนิด ALUMINIUM และ ZINK เข้าไปในโมลเพื่อให้ออกมาตามแบบ DRAWING



รูปที่ ข-6 แผนก DIECAST FINISHING



รูปที่ ข-7 กระบวนการทำงานของแผนก DIECAST FINISHING

แผนก DIECAST FINISHING เป็นกระบวนการตกแต่งชิ้นงานเรื่องการลบครีปและลบคมของชิ้นงานที่เป็นALUMINIUM และZINK ส่วนใหญ่จะเป็น PRAT FRAME



รูปที่ ข-8 แผนก INJECTION

INJECTION PROCESS



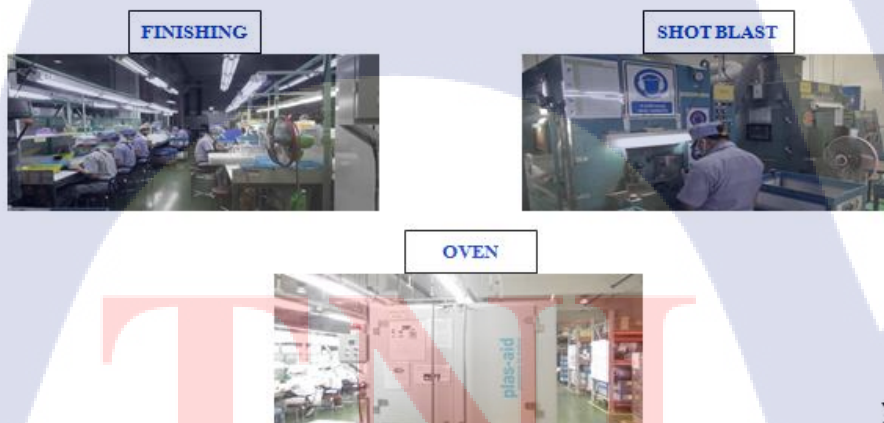
รูปที่ ข-9 กระบวนการทำงานของแผนก INJECTION

แผนก INJECTION เป็นกระบวนการ ฉีดขึ้นงาน MATERIAL ชนิด PLASTIC เข้าไปในโมล เพื่อให้ออกมาตามแบบ DRAWING



รูปที่ ข-10 แผนก INJECTION FINISHING

INJECTION FINISHING PROCESS

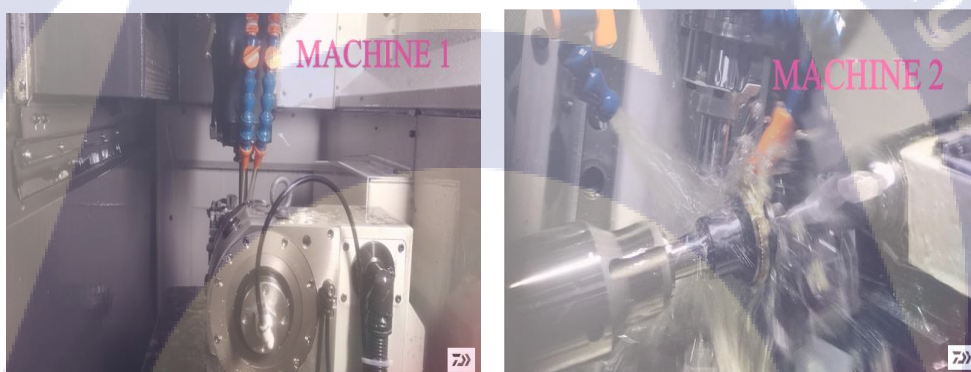


รูปที่ ข-11 กระบวนการทำงานของแผนก INJECTION

แผนก INJECTION FINISHING เป็นกระบวนการตกแต่งชิ้นงานเรื่องการลบครีบลบคมของชิ้นงานที่เป็น PLASTIC ส่วนใหญ่จะเป็น PRAT SIDE PLATE



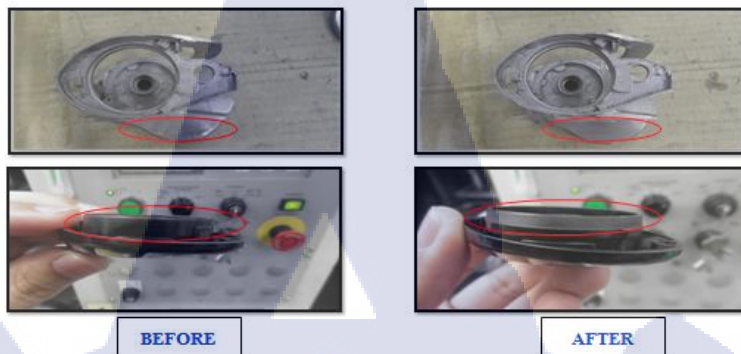
รูปที่ ข-12 แผนก MACHINE



รูปที่ ข-13 แผนก MACHINE แบ่งออกเป็น MACHINE 1 และ MACHINE 2

แผนก MACHINE เป็นกระบวนการกัดและกลึงชิ้นงานด้วยเครื่องจักร เช่น เครื่อง CNC เป็นต้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ MACHINE 1 และ MACHINE 2 ในส่วนของ MACHINE 1 จะทำหน้าที่กัดและกลึงPART หลัก เช่น FRAME และ SIED PLATE และส่วนของ MACHINE 2 จะทำหน้าที่กัดและกลึงPART ที่มีขนาดเล็ก เช่น PINION DIVE GEAR

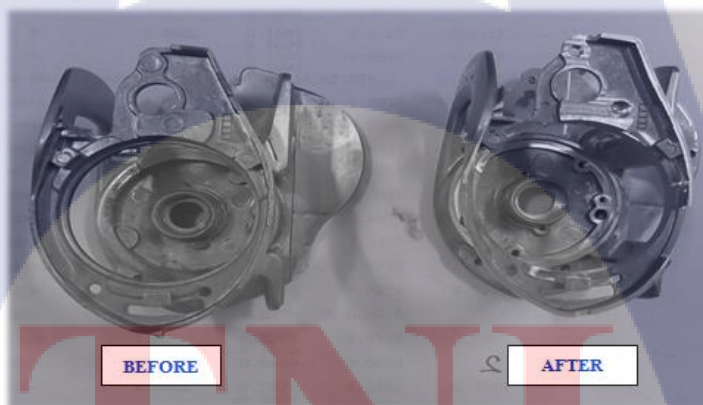
PRODUCT PROCESS STEP 1



➡➡

รูปที่ ข-14 รูปแบบชิ้นงานที่ได้จากแผนก MACHINE 1 STEP 1

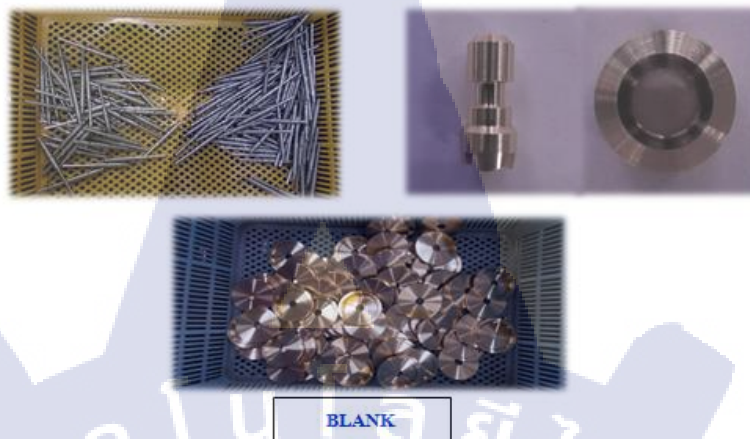
PRODUCT PROCESS STEP 2



➡➡

รูปที่ ข-15 รูปแบบชิ้นงานที่ได้จากแผนก MACHINE 1 STEP 2

PRODUCT PROCESS STEP 1



รูปที่ ข-16 รูปแบบชิ้นงานที่ได้จากแผ่นก MACHINE 2 STEP 1

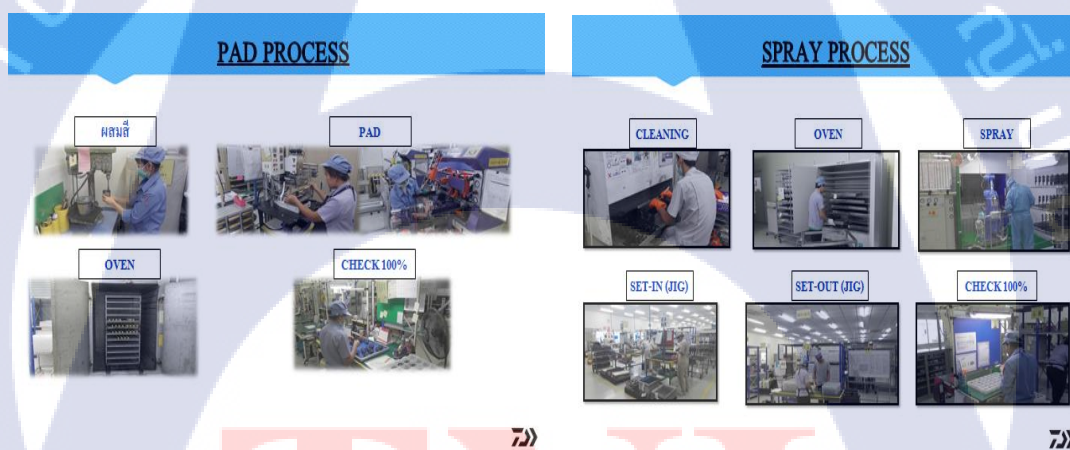
PRODUCT PROCESS STEP 2



รูปที่ ข-17 รูปแบบชิ้นงานที่ได้จากแผ่นก MACHINE 2 STEP 2



รูปที่ ข-18 แผนก SPRAY & PAD



รูปที่ ข-19 กระบวนการทำงานของแผนก SPRAY & PAD

แผนก SPRAY & PAD เป็นกระบวนการพ่นลงสีและการลงตัวอักษรสัญลักษณ์ลงบน PART ต่างๆ



รูปที่ ข-20 แผนก SUB ASSEMBLY

SUB ASSEMBLYแบ่งออกเป็น 2 ส่วน



SUB1



SUB2

รูปที่ ข-21 แผนก SUB ASSEMBLY แบ่งออกเป็น SUB 1 และ SUB 2

แผนก SUB ASSEMBLY เป็นกระบวนการผลิตชิ้นงาน PART ย่อยที่เป็นส่วนประกอบของตัวรถ เพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการประกอบชิ้นงานของ LINE ASSEMBLY ในส่วนของ SUB 1 จะทำการผลิตประกอบชิ้นงาน เช่น SIDE PLATE ประกะบฝั่ง DIAL , SPOOL, MAIN SHAFT เป็นต้นและส่วนของ SUB 2 จะทำการผลิตประกอบชิ้นงานเช่นSIDE PLATE ประกะบฝั่ง HANDLE , HANDLE ASSY,GEAR SHAFT เป็นต้น

SUB 1



ประกอบSIDE PLATE DIAL



เช็ค SPOON SWING



ประกอบINDUCT SPOOL



เช็คค่าINDUCT SPOOL



รูปที่ ข-22 กระบวนการทำงานของแผนก SUB ASSEMBLY ในส่วน SUB 1

SUB 2



ASSY SIDE PLATE UNIT



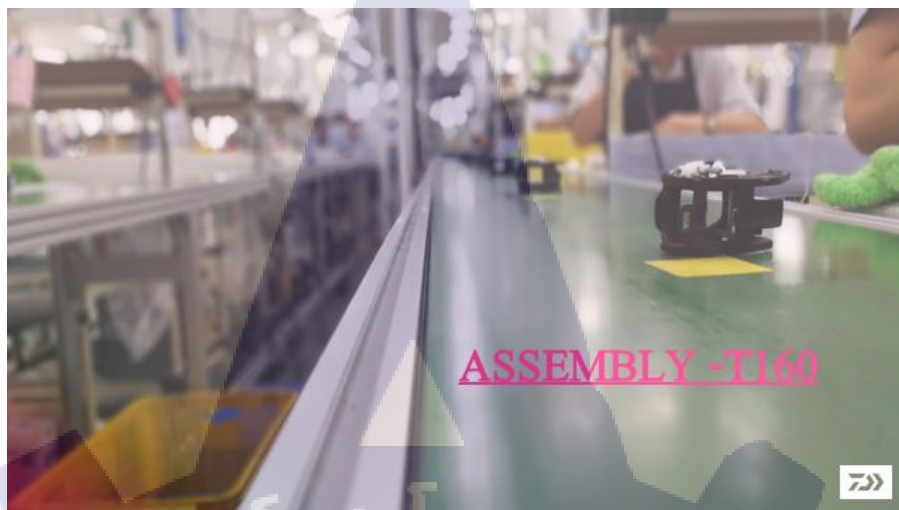
ASSY GEAR SHAFT & WORM SHAFT



ASSY CUSH PLATE & CUSH CAM



รูปที่ ข-23 กระบวนการทำงานของแผนก SUB ASSEMBLY ในส่วน SUB 2



รูปที่ ข-24 แผนก ASSEMBLY

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน



SHIPMENT



LINE ASSEMBLY

รูปที่ ข-25 แผนก ASSEMBLY แบ่งออกเป็น SHIPMENT และ LINE ASSEMBLY

แผนก ASSEMBLY เป็นกระบวนการเตรียม PART และประกอบชิ้นงาน PART ต่างๆให้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ SHIPMENT และ LINE ASSEMBLY ในส่วนของ SHIPMENT จะทำหน้าที่เตรียม PART ให้ LINE ASSEMBLY เตรียมพร้อมที่จะผลิต และประกอบชิ้นงาน SK คือเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อทดสอบและค้นหาความผิดปกติของตัวรถ MODEL นั้นๆ เพื่อป้องกันการ STOP LINE ASSEMBLY และส่วนของ LINE ASSEMBLY ทำหน้าที่ประกอบชิ้นส่วน PART ให้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์

SHIPMENT



ประกอบชิ้นงาน SK



จัดเตรียม PART



เอกสาร WORKING ประกอบงาน SK

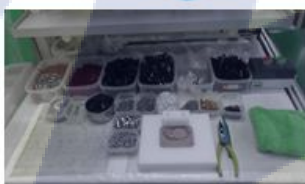


พื้นที่จัดเก็บ PART เตรียมประกอบ



รูปที่ ข-26 กระบวนการทำงานของแผนก ASSEMBLY ในส่วน SHIPMENT

LINE ASSEMBLY



จัดวาง PRATO อย่างเป็นระเบียบ



ดำเนินงานตาม PROCESS LINE



ปฏิบัติตามเอกสาร WORKING



QC ตรวจสอบ



PACKING



รูปที่ ข-27 กระบวนการทำงานของแผนก ASSEMBLY ในส่วน LINE ASSEMBLY

ประวัติผู้จัดทำโครงการ

ชื่อ – สกุล

นายอดิสร สายตา



วัน เดือน ปีเกิด

26 กรกฎาคม 2540

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา

ระดับประถมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2551
โรงเรียนถนนอมบุตร

ระดับมัธยมศึกษา

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2557
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาสุวินทวงศ์

ระดับอุดมศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ พ.ศ. 2561
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประวัติการฝึกอบรม

- 1.หลักสูตรการทำงานด้วยระบบ Toyota Production System
- 2.การใช้ระบบ 5ส ในโรงงาน
- 3.ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) ณ บริษัท เด็นโซ่ (ประเทศไทย)จำกัด
- 4.หลักการ Monozukuri ณ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

TNI