



ศึกษาและปรับปรุงกระบวนการทดสอบความต้านทานแรงกระแทก
กรณีศึกษา บริษัท ฮิตาชิ เคมิคัล ออโตโมทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด

**PERFORMANCE TEST IMPROVEMENT ON IMPACT
RESISTANCE
A CASE STUDY OF HITACHI CHEMICAL AUTOMOTIVE
PRODUCTS (THAILAND) CO., LTD**

นายจิตพล ไชยวัฒน์

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น

พ.ศ. 2556

ศึกษาและปรับปรุงกระบวนการทดสอบความต้านทานแรงกระแทก
กรณีศึกษา บริษัท ฮิตาชิ เคมิคัล ออโตโมทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด
PERFORMANCE TEST IMPROVEMENT ON IMPACT RESISTANCE
A CASE STUDY OF HITACHI CHEMICAL AUTOMOTIVE PRODUCTS (THAILAND)
CO., LTD

นายชิตพล ไชยวัฒน์

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น

พ.ศ. 2556

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการสอบ

(ผศ.ดร.พิสุทธิ พงศ์ชัยฤกษ์)

.....กรรมการสอบ

(อาจารย์นพดล ศรีพุทธา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์นพดล ศรีพุทธา)

.....ประธานสหกิจศึกษาสาขา

(ผศ.ดร.พิสุทธิ พงศ์ชัยฤกษ์)

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น

ชื่อโครงการ	การศึกษาและปรับปรุงกระบวนการทดสอบความต้านทานแรงกระแทก กรณีศึกษา บริษัท ฮิตาชิ เคมิคัล ออโตโมทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด PERFORMANCE TEST IMPROVEMENT ON IMPACT RESISTANCE A CASE STUDY OF HITACHI CHEMICAL AUTOMOTIVE PRODUCTS (THAILAND) CO., LTD
ผู้เขียน	จิตพล ไชยวัฒน์
คณะวิชา	วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์นพดล ศรีพุทธา
พนักงานที่ปรึกษา	นายชรรกุล วรรณปะโค
ชื่อบริษัท	บริษัท ฮิตาชิ เคมิคัล ออโตโมทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด
ประเภทธุรกิจ / สินค้า	ชิ้นส่วนรถยนต์ที่ผลิตจากการฉีดขึ้นรูปพลาสติก

บทสรุป

จากการศึกษากระบวนการทดสอบประสิทธิภาพชิ้นงานหลังการผลิตในส่วนของการทดสอบความต้านทานแรงกระแทก พบว่าในกระบวนการทดสอบยังมีจุดบกพร่องซึ่งเกิดจากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ และในบางครั้งผลการทดสอบมีความคลาดเคลื่อนสูง มีผลทำให้ชิ้นงานที่ไม่มีคุณภาพหลุดรอดจากกระบวนการผลิต และเกิดความเสียหายต่อลูกค้าได้

ดังนั้น จึงทำการปรับปรุงกระบวนการทดสอบความต้านทานแรงกระแทก โดยการรวบรวมข้อมูลของเครื่องมือที่ใช้ทดสอบวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสีย แล้วนำมาปรับปรุงออกแบบสร้างเครื่องมือทดสอบใหม่ ให้กระบวนการทดสอบมีความเสถียรและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น สามารถวิเคราะห์ข้อมูลหลังการทดสอบได้โดยง่าย จากการสร้างเครื่องทดสอบแรงกระแทกแบบใหม่ และนำไปใช้ทดสอบชิ้นงานโดยทำการเปรียบเทียบกับแบบเดิม พบว่าผลการทดสอบของเครื่องมือทดสอบใหม่มีค่าความเสถียรมากกว่าและมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า ทำให้ไม่เกิดของเสียจากการทดสอบผิดพลาดรอดไปสู่ลูกค้าได้

Project's name	Performance Test Improvement on Impact Resistance A case study of Hitachi Chemical Automotive Products (Thailand) Co., Ltd
Writer	Mr. Chitpol Chaiwath
Faculty	Faculty of Engineering, Production Engineering Program
Faculty Advisor	Mr. Noppadol Sripattha
Job Advisor	Mr. Tanakul Wannapako
Company's name	Hitachi Chemical Automotive Products (Thailand) Co., Ltd
Business Type / Product	Auto part by injection process

Summary

Study of the specimens tested after production on the part of testing the impact resistance. Found a bug in the testing process, which is caused by the tools used in the testing. Cause waste samples used in the test. And sometimes results in higher accuracy. Resulted in a quality product that does not escape from the manufacturing process. And damage to the customers.

Therefore, to improve the impact resistance test. The data collection tool used to analyze the advantages and disadvantages. And improve the design of new test tools. The testing process is stable and is more reliable. Can analyze the data after the test easily. From creating a new impact test. And applied to the test specimen by comparison with the original. The test results of the new testing tools that are very stable and the error is less than Prevent the escape of waste from testing to customer.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าได้มาศึกษาที่บริษัท อิตาชิ เคมิคัล ออโตโมทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งแต่วันที่ 3 มิถุนายน 2556 ถึงวันที่ 4 ตุลาคม 2556 ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ในการทำงานทางด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ในส่วนของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทพลาสติก ได้ความรู้ด้าน กระบวนการผลิต การประกอบ การพ่นสี การตรวจสอบคุณภาพ และการปรับปรุงกระบวนการผลิต รวมถึงการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ขอขอบคุณบริษัท อิตาชิ เคมิคัล ออโตโมทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาเข้ามาปฏิบัติสหกิจศึกษาและมอบความรู้ ประสบการณ์ที่มีคุณค่า ขอขอบพระคุณคุณสุรเชษฐ์ รักขอบ ผู้จัดการฝ่ายการตลาดแผนกพัฒนาผลิตภัณฑ์ คุณเสกสิทธิ์ ชัยวง ผู้จัดการฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ คุณธนกุล วรรณปะโค พนักงานที่ปรึกษา และพี่ ๆ ในแผนกทุกท่าน ที่คอยมอบความรู้และให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติงานและการทำโครงการตลอดระยะเวลา 4 เดือน

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น ที่มอบโอกาสในการปฏิบัติสหกิจศึกษา ที่ทำให้ได้ความรู้ที่ได้ศึกษามาใช้ในการทำงานจริง ขอขอบคุณอาจารย์นพดล ศรีพุทธา อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ที่คอยให้คำปรึกษาดำเนินการปฏิบัติสหกิจศึกษาและจัดทำโครงการ

นายชิตพล ไชยวัฒน์

สารบัญ

หน้า

บทสรุป	ก
Summary	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพประกอบ	ช
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	1
1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการ	2
1.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารองค์กร	4
1.4 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	6
1.5 พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	6
1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	6
1.7 ที่มาและความสำคัญ	6
1.8 วัตถุประสงค์ของการดำเนินโครงการที่ได้รับมอบหมาย	6
1.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินโครงการที่ได้รับมอบหมาย	7
2. ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	8
2.1 ทฤษฎีการทดสอบ Impact Test	8
2.2 การวิเคราะห์ระบบการวัด	16
3. แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน	31
3.1 แผนการปฏิบัติงาน	31

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3. แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน	
3.2 รายละเอียดโครงการ	32
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	32
4. สรุปผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผลต่าง ๆ	55
4.1 ผลการดำเนินงาน	55
4.2 วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน	61
4.3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบผลที่ได้รับกับวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายการ จัดทำโครงการ	61
5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	62
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ	62
5.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา	62
5.3 ข้อเสนอแนะจากการดำเนินงาน	63
เอกสารอ้างอิง	63
ภาคผนวก	64
ก. รายงานประจำสัปดาห์	65
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	86

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 ตารางแผนการปฏิบัติงาน	31
3.2 ตารางขั้นตอนการดำเนินงาน	32
3.3 ตารางแสดงข้อดีข้อเสียของเครื่องมือแบบเก่า	44
5.1 ตารางสรุปสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหา	62



สารบัญภาพประกอบ

รูปภาพ		หน้า
1.1	ภาพอาคารสำนักงานบริษัท เคมีคัล ออโตโมทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด	1
1.2	ภาพแผนที่แสดงที่ตั้งของบริษัท	1
1.3	ภาพแผนผังองค์กรของบริษัท	4
1.4	ภาพแผนผังองค์กรภายในแผนกพัฒนาผลิตภัณฑ์	5
2.1	ลักษณะการทำงานของเครื่องทดสอบการกระแทก	9
2.2	เครื่องทดสอบการกระแทกแบบไอซอดและชาร์ปี	11
2.3	ชิ้นทดสอบการกระแทกแบบชาร์ปีและไอซอด	11
2.4	ชิ้นงานมาตรฐานการทดสอบการกระแทกแบบชาร์ปี	13
2.5	ลักษณะการทดสอบการกระแทกแบบชาร์ปี	14
2.6	เครื่องทดสอบการกระแทกแบบไอซอด	15
2.7	ชิ้นทดสอบมาตรฐานการทดสอบการกระแทกแบบไอซอด	15
2.8	การกำหนดการวัดให้อยู่ในรูปกระบวนการ	17
2.9	ผลกระทบต่อการตัดสินใจควบคุมผลิตภัณฑ์	18
2.10	ผลจากความคลาดเคลื่อนของระบบการวัดต่อผลิตภัณฑ์	19
2.11	การวัดของกระบวนการ	20
2.12	ความแปรผันในกระบวนการวัด	21
2.13	คุณสมบัติด้านความผันแปรของกระบวนการวัด	23
2.14	ความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนของระบบการวัดกับค่าวัด	24
2.15	แนวคิดในการวิเคราะห์ระบบการวัด	26
2.16	คุณสมบัติด้านไบอัสของระบบการวัด	27
2.17	คุณสมบัติด้านเสถียรภาพของระบบการวัด	28

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
2.18 คุณสมบัติเชิงเส้นตรงที่มีค่าไบอัสคงที่และไม่คงที่	28
2.19 คุณสมบัติเชิงเส้นตรงที่มีค่าไบอัสคงที่และไม่คงที่	29
2.20 คุณสมบัติด้ารีฟิทเพื่อบิลิตีของระบบการวัด	29
3.1 ภาพแสดงการทดสอบ Impact Resistance	33
3.2 ภาพแสดง Infrared Chamber Machine	35
3.3 ภาพแสดง Heat Chamber Machine	36
3.4 ภาพแสดงลูกบอลเหล็ก	36
3.5 ภาพแสดงท่อสำหรับปล่อยลูกบอลเหล็ก	37
3.6 ภาพแสดงการทดสอบ Impact Resistance แบบ Drop ball	38
3.7 ภาพแสดงการทดสอบ Impact Resistance โดยใช้ทฤษฎีของชาร์ปี	39
3.8 แผนภูมิกำลังปลาวิเคราะห์ปัญหา	42
3.9 เครื่องมือทดสอบ Impact Resistance แบบเหวี่ยง	43
3.10 ภาพการประกอบเหล็กเส้นกับแกนหมุน	46
3.11 ภาพการออกแบบเครื่องมือด้วยโปรแกรม Catia V5 R20	49
3.12 ภาพแสดงกระบวนการขึงMilling	50
3.13 ภาพแสดงชิ้นงานหลังประกอบ	51
3.14 ภาพแสดงลักษณะการเชื่อมประกอบฐาน	51
3.15 ภาพแสดงการประกอบ	52
3.16 ภาพแสดงเสาค้ำยันเพื่อป้องกันการพับ	52
3.17 ภาพแสดงการประกอบระหว่างลูกตุ้ม-เหล็กเส้น,เหล็กเส้น-กลไกแกว่ง	53
3.18 ภาพชิ้นงานเมื่อประกอบเสร็จแล้ว	53
3.19 ภาพแสดงเครื่องมือสำหรับควบคุมมุมการปล่อยลูกตุ้ม	54

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

รูปภาพ		หน้า
4.1	ภาพแสดงการใช้งานของเครื่องมือ ทั้ง Before และ After	55
4.2	ภาพแสดงการใช้งานของเครื่องมือ ทั้ง Before และ After	56
4.3	ภาพแสดงการใช้งานของเครื่องมือ ทั้ง Before และ After	57
4.4	ภาพแสดงวิธีการทดสอบAccuracy	58
4.5	ผลการทดสอบAccuracy	58
4.6	ภาพแสดงการใช้งานของเครื่องมือ ทั้ง Before และ After	59
4.7	ภาพแสดงการใช้งานของเครื่องมือ ทั้ง Before และ After	60



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ



ภาพที่ 1.1 ภาพอาคารสำนักงานบริษัท เคมิคัล ออโตโมทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด

1.1.1 ชื่อของบริษัท

บริษัทฮิตาชิ เคมิคัล ออโตโมทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด

(Hitachi Chemical Automotive Products (Thailand) Co., Ltd.)

1.1.2 ที่ตั้ง

นิคมอุตสาหกรรม สยามอีสเทิร์น อินดัสเทรียล พาร์ค เลขที่ 60/11 หมู่ 3 ตำบลมาบยางพร อำเภอลวกแดง จังหวัดระยอง 21140 โทรศัพท์ 0-3889-1397 โทรสาร 0-3889-1400



รูปที่ 1.2 แผนที่แสดงที่ตั้งของบริษัท ฮิตาชิ เคมิคัล ออโตโมทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด

1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการ หรือการให้บริการหลักขององค์กร

1.2.1 รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท

บริษัทภายใต้กลุ่ม Hitachi Chemical เป็นที่รู้จักกันมานานในอุตสาหกรรมรถยนต์ ซึ่งบริษัทในกลุ่ม Hitachi Chemical จะผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จากพลาสติกให้กับรถยนต์ยี่ห้อต่างๆทั่วโลก โดยมีการกระจายกลุ่มไปจัดตั้งบริษัท Hitachi Chemical ทั่วโลกดังนี้ เอเชีย อเมริการวมถึงยุโรป โดยในแถบเอเชีย ประเทศไทย ถือเป็นกลุ่ม Hitachi Chemical ที่มีชื่อเสียง และผลิตสินค้าคุณภาพให้กับบริษัทประกอบรถยนต์หลายแห่ง

กลุ่มบริษัท Hitachi Chemical ได้กำหนดมาตรฐานในการทำกิจกรรมต่างๆตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 เพื่อจะปลูกฝังจริยธรรมอันดีงามภายในองค์กร ภายใต้ปรัชญาพื้นฐานที่ว่า “เราเข้าใจอย่างลึกซึ้งว่าบริษัทของเราเป็นส่วนหนึ่งของสังคม และเราจะทำงานอย่างเต็มที่เพื่อสังคมที่มีคุณภาพชีวิตที่ดีอย่างแท้จริงในฐานะประชาชนคนหนึ่งในสังคม เราสัญญาว่า จะทำงานอย่างยุติธรรมและโปร่งใสโดยจะคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม และเราจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ที่จะก่อให้เกิดประโยชน์แก่สังคม”

บริษัทฮิตาชิ เคมิคัล ออโตโมทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้เติบโตอย่างต่อเนื่องภายใต้กลุ่ม Hitachi Chemical ด้วยความพยายามอย่างต่อเนื่องในการที่จะผลิตสินค้าที่มีคุณภาพในราคาที่เหมาะสม ตรงต่อเวลา เพื่อความพึงพอใจสูงสุดของลูกค้า

1.2.2 ความเป็นมาของสถานประกอบการ

บริษัทฮิตาชิ เคมิคัล ออโตโมทีฟ โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทที่มีการร่วมทุนระหว่าง บริษัทฮิตาชิ เคมิคัล จำกัด (51%) และบริษัท อิซูมุ มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ. 2538 โดยมุ่งที่จะผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ที่ทำจากพลาสติก และเริ่มปฏิบัติงานจริงในวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2539

1.2.3 วิสัยทัศน์ (Vision)

วิสัยทัศน์ของเราคือสนับสนุนสังคมโดยการพัฒนาเทคโนโลยี และผลิตภัณฑ์ให้ดีที่สุด โดยการรวมและดัดแปลงวัตถุดิบที่มีคุณภาพสูงและเทคโนโลยีการผลิต บริษัทฮิตาชิเคมิคัลออโตโมทีฟโปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด มีความมุ่งมั่นที่จะจัดหาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ และบริการที่มีคุณภาพสูง เพื่อชีวิตที่ดีกว่าขอ มนุษย์และสังคม

1.2.4 ลักษณะการประกอบธุรกิจ

ผลิตและขายชิ้นส่วนรถยนต์ที่ทำจากพลาสติก เป็นผลิตภัณฑ์ประเภททริม ทั้งส่วนที่อยู่ภายในรถยนต์และภายนอกรถยนต์

ผลิตภัณฑ์ภายนอก (Exteriors Product) ได้แก่ กระจังหน้า (Grille Radiator), กันชนหน้า (Front Bumper) กันชนหลัง (Rear Bumper) , บัลด (Bulge) , คิ้วล้อ (Flare) เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ภายใน (Interiors Product) ได้แก่ คอนโซล (Panel Instrument), ประตูหลัง (Rear Door), ประตูหน้า (Front Door) เป็นต้น

1.2.5 ลูกค้าหลัก

Isuzu motors Co., (Thailand) Ltd.

General Motors (Thailand) Ltd.

Auto Alliances Thailand Co., Ltd.

Siam Nissan Automobile Co., Ltd.

1.2.6 ระบบการจัดการ

1998 : ISO 9000

1999 : QS 9000

2000 : ISO 14001: 1999

2004 : ISO/TS 16949: 2002

2006 : ISO 14001: 2004

: OHSAS 18001: 1999

2009 : CSR-DIW award B.E. 2552

: OHSAS 18001: 2007

: ISO/TS 16949: 2009

2010 : CSR-DIW Continuous award B.E. 2553

2011 : CSR-DIW Continuous award B.E. 2554

1.2.7 รางวัลที่ได้รับ

2001 : Certificate of White Factory Project

2004 : VA/VE Award (Customer's award)

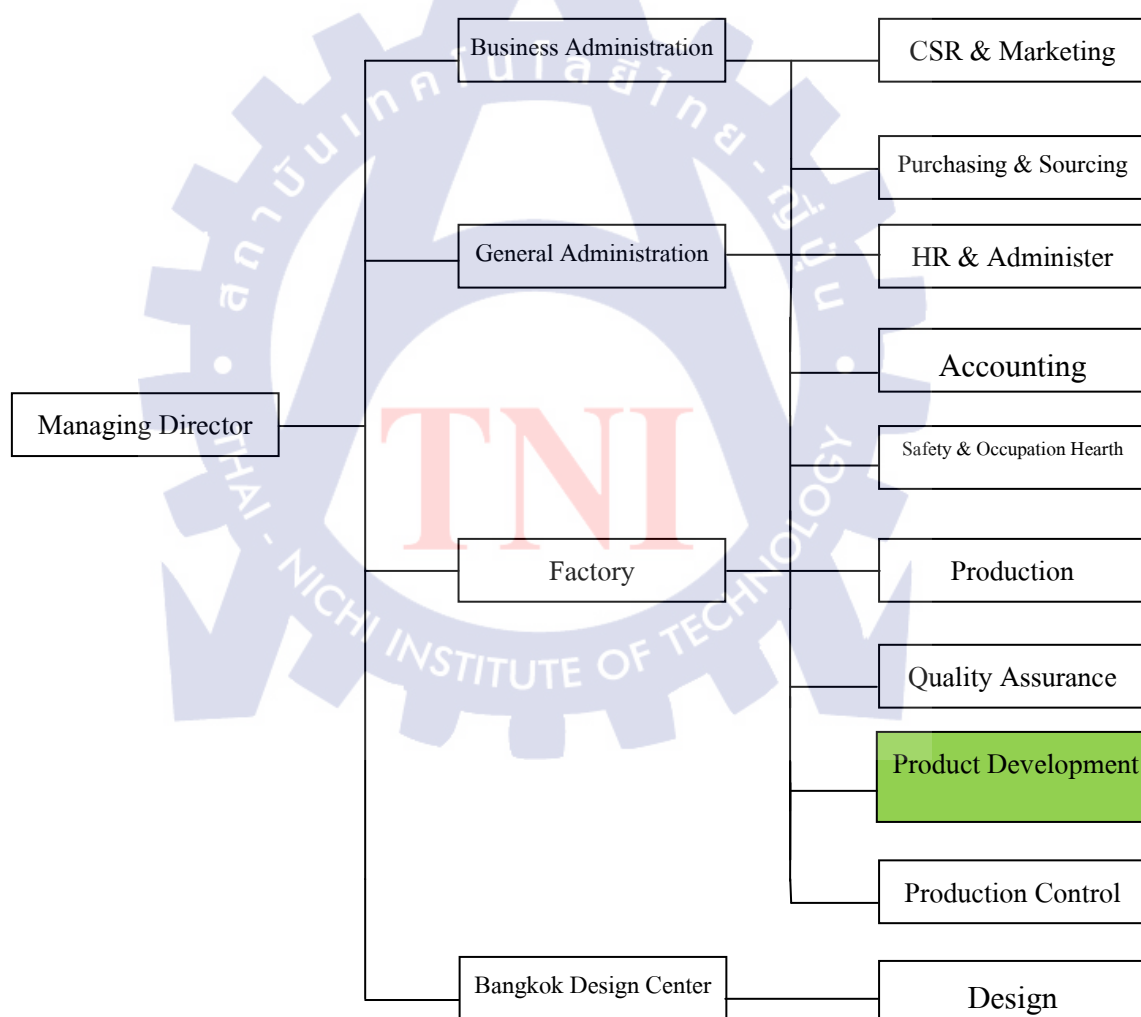
2005 : White Factory Project: Level 3

: Nice, Clean, Safety and Good Environment Award (3rd)

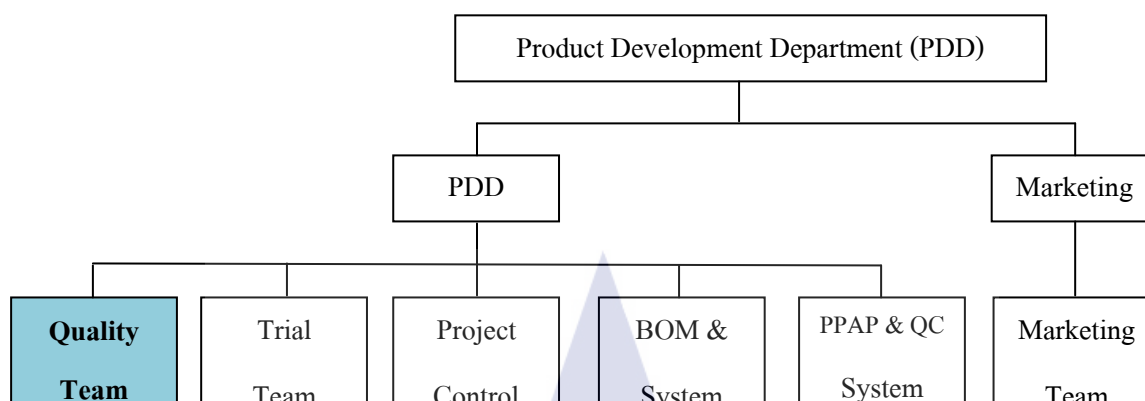
2006 : To Be Number One Club Award (1st): Provincial Level

- : To Be Number One Club Award (1st): Government Zone Level
- : Honorary Award and Certificate of Anti-Drug Learning Center
- 2007 : Honorary Shield: Outstanding Organization in Promoting and Managing on Drug Problem Resolution
- 2008 : Environmental Good Governance Certificate
- 2010 : Q1 Award: A Ford and Mazda Joint venture
- 2011 : Zero PPM Award (Nissan Japan)
- : Outstanding Organization in Logistics
- : Green Curtain Award

1.3 รูปแบบการจัดองค์กร และการบริหารองค์กร



ภาพที่ 1.3 Organization ของบริษัท อิตาชิ เคมิคัล ออโตโมทีฟ โปรดักส์



ภาพที่ 1.4 Organization ของแผนก Product Development

1.3.1 นโยบายคุณภาพสิ่งแวดล้อมความปลอดภัยและอาชีวอนามัย

HCAT ดำเนินธุรกิจผลิตผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปตกแต่งภายในและภายนอกของรถยนต์ โดยมุ่งมั่นที่จะดำเนินการ ผลิตผลิตภัณฑ์ที่สร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าและรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน เพื่อแสดงความรับผิดชอบต่อลูกค้า สิ่งแวดล้อมและสังคม รวมทั้งให้มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งถือว่า คุณภาพ สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและอาชีวอนามัยเป็นความรับผิดชอบต่อพนักงานทุกคน โดยมีนโยบาย ดังนี้

1. มุ่งมั่นที่จะดำเนินการให้สอดคล้องกับนโยบายของบริษัท ฮิตาชิ เคมีคัล เจแปน รวมทั้งปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด
2. มุ่งมั่นที่จะปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อผลิตสินค้าที่มีคุณภาพและสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า
3. มุ่งมั่นที่จะดำเนินกิจกรรมของบริษัทให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด
4. มุ่งมั่นที่จะดำเนินกิจกรรมด้านความปลอดภัยและอาชีวอนามัยอย่างต่อเนื่อง
5. มุ่งมั่นที่จะพัฒนาบุคลากรให้เกิดความรู้และความตระหนักในด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและอาชีวอนามัย

1.3.2 ประชญา

เราจะเป็นผู้ผลิตสินค้าด้านวิศวกรรมระดับโลก (We Will be a Global Plastic Engineering Company)

1.3.3 สโลแกน HCAT ประจำปี 2555

การทำงานเป็นทีมที่แข็งแกร่งที่สุด ขับเคลื่อนสู่อนาคตที่ยั่งยืน

(The strongest teamwork, Drive for a Sustainable Future)

1.4 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

1.4.1 ตำแหน่งในการฝึกงาน

นักศึกษาฝึกงาน ประจำแผนกพัฒนาผลิตภัณฑ์ (PDD : Product Development Division) ในส่วนของการฉีดพลาสติก (Injection) การพ่นสี (paint) และการประกอบ (Assembly)

1.4.2 หน้าที่งานที่รับผิดชอบ

รับผิดชอบในส่วนของ Product Develop Quality ทำหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานที่ผ่านการ Trial จาก Trial team

1.5 พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

พนักงานที่ปรึกษา	MR. Tanakul Wannapako
ตำแหน่ง	ENGINEER
แผนก	Product Development

1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

วันที่ 3 มิถุนายน 2556 – วันที่ 4 ตุลาคม 2556

1.7 ที่มาและความเป็นมาของปัญหา

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ จำเป็นต้องได้มาตรฐานและมีความน่าเชื่อถือสูง เพื่อที่จะสร้างความน่าเชื่อถือให้กับสินค้า ก่อนถึงมือลูกค้า ดังนั้น เครื่องมือที่ยังมีความเสถียรไม่มากพอควรต้องปรับปรุง ในโครงการนี้ได้พบปัญหาของเครื่องมือในการทดสอบ Impact resistance ว่า เครื่องมือนี้ยังขาดองค์ประกอบอีกหลายด้านที่จะเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพ

1.8 วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของโครงการ

1.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.9.1 ผลที่คาดว่าจะได้รับ สำหรับบริษัท

1. ประสิทธิภาพกระบวนการผลิตสูงขึ้น
2. พนักงานมีสภาพการทำงานที่เหมาะสม มีวิธีการทำงานที่ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพการทำงานที่เพิ่มขึ้น

3. กระบวนการผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

1.9.2 ผลที่คาดว่าจะได้รับ สำหรับนักศึกษา

1. สามารถนำแนวคิด วัฒนธรรม และรูปแบบขององค์กรมาปรับใช้กับการปฏิบัติงานจริงในอนาคต
2. สามารถนำศักยภาพต่างๆที่ได้รับไปใช้ประโยชน์กับการทำงานในองค์กรที่หลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และมีแบบแผน
4. ได้ทราบถึงขอบเขตการปฏิบัติงานของ Products development division
5. ได้รับประสบการณ์ด้านอาชีพเพิ่มเติมจากการเรียนในห้อง
6. เกิดการพัฒนาตนเอง รู้จักมีความรับผิดชอบในการทำงาน มีความรอบคอบ และฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในส่วนของตนเอง และส่วนที่ประสานงานด้วย รวมถึงการมีมนุษยสัมพันธ์
7. เกิดทักษะการรายงาน และการนำเสนอที่ดี รวมถึงการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า



บทที่ 2

ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

2.1 บทนำ (Introduction)

อัตราเร็วการใส่แรงและอัตราการเสียรูปที่เกิดขึ้นทำให้วัสดุแสดงสมบัติแตกต่างกันคือวัสดุส่วนใหญ่สามารถรับแรงได้สูงขึ้นก่อนแตกหักหากมีระยะเวลาการใส่แรงนานขึ้น คือ การทดสอบแบบสถิต (Static testing) แต่ถ้าใส่แรงแบบพลวัต (dynamic testing) แม้จะกระทำด้วยแรงที่น้อยกว่าปกติชิ้นงานก็แตกหักได้ ทั้งนี้เพราะสมบัติต่างๆ ของวัสดุหลายชนิดขึ้นอยู่กับอัตราการยืดตัว (strain rate) การทดสอบที่ใช้วัดค่าพลังงานที่จำเป็นในการทำให้วัสดุแตกหักภายใต้การรับแรงแบบฉับพลันนี้เรียกว่าเป็นการทดสอบการกระแทก

2.2 ทฤษฎีและเครื่องมือการทดสอบ

การทดสอบการกระแทกเป็นการวัดการส่งถ่ายพลังงานที่จำเป็นในการแตกหักของวัสดุ ค่าความแข็งแรงการกระแทกเป็นการวัดการส่งถ่ายพลังงานที่จำเป็นในการแตกหักของวัสดุ ค่าความแข็งแรงการกระแทกจะบ่งบอกถึงความสามารถในการรับแรงแบบฉับพลัน (Shock load) แม้พลังงานไม่สามารถสร้างและทำลาย แต่ พลังงานการกระแทกจะสูญเสียไปในลักษณะ เช่น ถูกใช้ในการเสียรูปแบบยืดหยุ่นและแบบถาวรของวัสดุ และแรงเสียดทานจากการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนต่างๆ เป็นต้น โดยการออกแบบ โครงสร้างและเครื่องจักรประการแรกต้องให้ชิ้นงานสามารถดูดซับพลังงานให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในช่วงของการยืดหยุ่น และประการที่สอง คืออาศัยหารูปแบบเพื่อลดการดูดซับพลังงานของเครื่องในการทดสอบการกระแทกจะใช้ พลังงานของลูกตุ้มกระแทกให้ชิ้นทดสอบแตกหักโดยพลังงานจะนิยามเป็นงานซึ่งเป็นแรงที่กระทำเป็นระยะทางหนึ่ง

ดังสมการ

$$W = FD$$

เมื่อ W คืองาน (ปอนด์ หรือ นิวตัน)

F คือแรงที่กระทำ (ปอนด์ หรือ นิวตัน)

D คือระยะทางในช่วงที่แรงกระทำ (นิ้ว หรือ เมตร)

วัตถุประสงค์การทดสอบการกระแทก คือ การวัดงานที่ใช้ในการแตกหักภายใต้การกระแทกอย่างฉับพลัน ซึ่งสามารถหาได้จากการปล่อยลูกตุ้มที่ทราบค่าน้ำหนักแน่นอนลงบนชิ้นทดสอบด้วยความสูงค่าหนึ่ง ดังรูปที่ 8.1 แล้วทำการคำนวณค่าการดูดซับพลังงานการกระแทกหรือความต้านทานการกระแทกของวัสดุจากผลต่างของระดับพลังงานศักย์ของลูกตุ้มก่อนและหลังการกระแทกด้วยสมการต่อไปนี้

$$E = w(h-h')$$

หรือ $= mg(h-h')$ (ในหน่วยเมตริก)

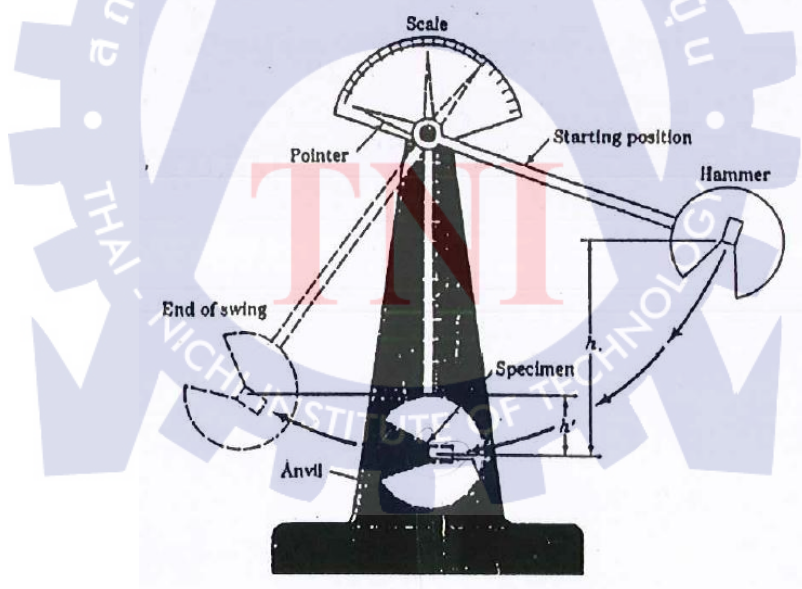
เมื่อ E คือพลังงานที่ได้จากการปล่อยตุ้มน้ำหนัก (ปอนด์ฟุต หรือ นิวตันเมตร)

w คือน้ำหนักของลูกตุ้ม (ปอนด์)

m คือมวลของตุ้มน้ำหนัก (กิโลกรัม)

h, h' คือความสูงของลูกตุ้มก่อนและหลังการกระแทกตามลำดับ (ฟุต หรือ เมตร)

g คืออัตราเร่งจากแรงดึงดูดของโลก (9.81 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะการทำงานของเครื่องทดสอบการกระแทก

ตัวอย่างที่ 8.1

จงหาค่าพลังงานที่เกิดขึ้นจากการแตกกระแทกพื้นของกระป๋องโซดาหนัก 12 ออนซ์ (0.34 กิโลกรัม) ที่หล่นจากตึกสูง 100 ฟุต (30.5 เมตร)

$$\text{วิธีทำ } E = 0.75 \text{ lb} \times 100 \text{ ft.}$$

$$= 75 \text{ ft-lb}$$

$$\text{หรือ } = 0.34 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 30.5 \text{ m.}$$

$$= 102 \text{ N.m}$$

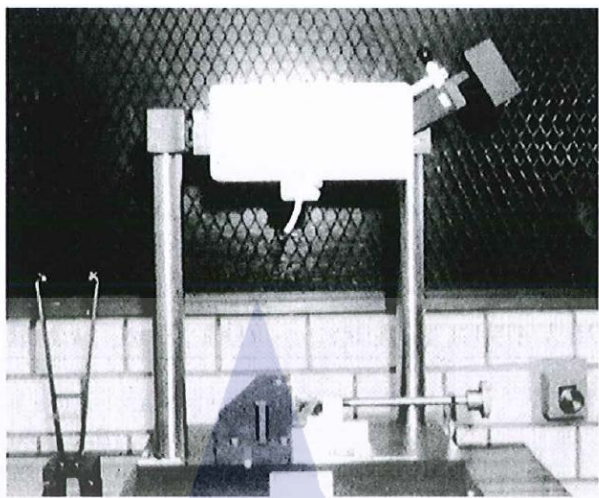
สมบัติของวัสดุที่สัมพันธ์กับการแตกหักเรียกว่าความแกร่ง (toughness) โดยสาเหตุของการแตกหักมาจากการแตกหรือแรงกระทำแบบฉับพลัน โดยความเหนียวและความแข็งแรงจะมีอิทธิพลอย่างมากต่อความแกร่งของวัสดุ และโดยทั่วไปจะใช้การทดสอบการแตกในการวัดความแกร่งของวัสดุ

แรงที่กระทำในการทดสอบการแตกสามารถทำได้ทั้งในรูปของการดึง การดึง การอัด หรือการบิด แต่ที่นิยมใช้คือแรงดึงที่นิยมใช้น้อยสุดคือแรงดึง ส่วนแรงอัดและแรงบิดจะใช้เฉพาะกรณีเท่านั้น กระติกระแตกสามารถทำได้ด้วยการปล่อยลูกตุ้มน้ำหนัก การเหวี่ยงลูกตุ้มหรือการหมุนวงล้อ บางการทดสอบจะเป็นการทดสอบการแตกหักขึ้นทดสอบด้วยการกระแทกหลายครั้งด้วยน้ำหนักเดิม โดยเพิ่มความสูงลูกตุ้มขึ้นเรื่อยๆ

จนขึ้นงานแตกหัก

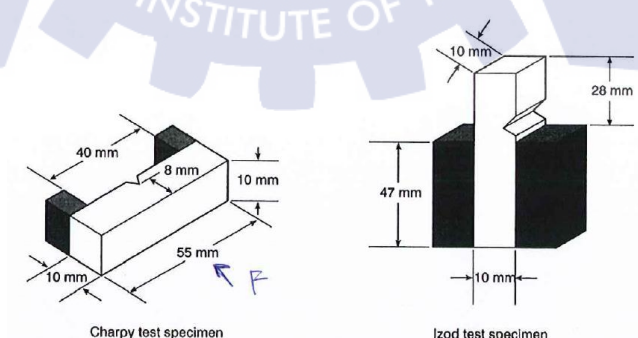
อย่างไรก็ตามการทดสอบที่นิยมใช้โดยทั่วไปได้แก่ การทดสอบทั้งคู่นี้จะทำการใส่ชาร์ปีและแบบไอซอด (Charpy and Izod impact tests) โดยการทดสอบทั้งคู่นี้จะทำการใส่แรงกระทำด้วยการเหวี่ยงลูกตุ้มและใช้ขึ้นทดสอบที่มีร่องบากและมีขนาดเล็ก และการทดสอบจะเป็นการใส่แรงด้วยการดึง การทดสอบทั้งสองแบบนี้ต่างกันที่การออกแบบขึ้นทดสอบและความเร็วของลูกตุ้มในการกระแทกขึ้นทดสอบ การในทดสอบแบบชาร์ปีขึ้นทดสอบจะยึดยึดในลักษณะเป็นคานเดี่ยว (single beam) แล้วตีกระแทกที่บริเวณด้านหลังของร่องบาก ส่วนในการทดสอบแบบไอซอดจะยึดขึ้นงานในรูปของคานโยก และตีกระแทกที่ปลายอีกข้างหนึ่ง

ด้านหน้าร่องบาก



ภาพที่ 2.2 เครื่องทดสอบการกระแทกแบบไอซอดและชาร์ปี

ชิ้นทดสอบในการทดสอบแบบไอซอดดังรูปที่ 2.3 (b) จะถูกยึดปลายข้างหนึ่งในแนวตั้งด้วยหัวจับที่ติดอยู่กับฐาน ความเร็วมาตรฐานในการเหวี่ยงลูกตุ้มในการทดสอบการกระแทกแบบไอซอดคือ 11.5 ฟุตต่อวินาที ในขณะที่การทดสอบแบบชาร์ปีชิ้นงานจะถูกยึดปลายทั้งสองข้างและอยู่ในแนวนอน ดังรูปที่ 8.3(a) โดยใช้ความเร็วลูกตุ้มในการกระแทก 17.5 ฟุตต่อวินาที การบากชิ้นทดสอบทั้งสองแบบเป็นการเพิ่มแรงเค้นเฉพาะบริเวณ ซึ่งจะทำให้เกิดการดูดซับของพลังงานที่จุดเดียวและทราบบริเวณที่ชิ้นงานจะเกิดการแตกหัก ถ้าไม่มีการบากแรงเค้นจะกระจายไปทั่วทั้งชิ้นงาน ซึ่งจะทำให้ชิ้นงานเกิดการเสียรูปถาวรจากการดัดงอมากกว่าที่เกิดการแตกหัก ซึ่งจะทำให้ผลการทดสอบที่ได้ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ทั้งนี้ เนื่องจากวัตถุประสงค์การทดสอบการกระแทกเป็นการวัดปริมาณพลังงานที่ต้องการในการแตกหักของวัสดุ



ภาพที่ 2.3 ชิ้นทดสอบการกระแทกแบบชาร์ปีและไอซอด

สำหรับวัสดุไม้จะใช้การทดสอบแบบฮัทจุลเนอร์ โดยการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบการกระแทกที่ใส่แรงกระทำในลักษณะการคังด้วยการปล่อยก้อนน้ำหนักงที่ค่าหนึ่งทีระยะความสูงต่างๆ โดยความสูงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นงานแตกหักจะถูกนำมาใช้ในการหาค่าความแกร่งของวัสดุ และข้อมูลที่จะได้รับจากการทดสอบแบบแฮทจุลเนอร์นี้ได้แก่ โมดูลัสความยืดหยุ่น จิตก้าจัดสัดส่วน และค่าเรซิเลียนเฉลี่ย

2.3 การบวนการทดสอบ

ส่วนประกอบที่จำเป็นต้องได้มาตรฐานในการทดสอบการกระแทกได้แก่ กระบวนการทดสอบ แผ่นวางชิ้นงาน ชุรรองรับชิ้นงาน ชิ้นทดสอบ น้ำหนักลูกตุ้ม และความเร็วการกระแทกของลูกตุ้ม

รูปแบบทางทฤษฎีของเครื่องทดสอบการกระแทกแบบแตกหักในคราวเดียว (single blow) ควรเป็นดังนี้

- ตุ่มน้ำหนักที่เคลื่อนที่ควรจะให้พลังงานจลน์ที่มากพอที่จะทำให้ชิ้นทดสอบแตกหักในบริเวณที่กำหนด
- แผ่นวางและชุรรองรับชิ้นงานที่สามารถทำให้ชิ้นงานรับแรงที่กระแทกได้เต็มที่
- กรรมวิธีสำหรับการวัดพลังงานหลงเหลือของลูกตุ้มหลังจากที่ชิ้นงานแตกหัก

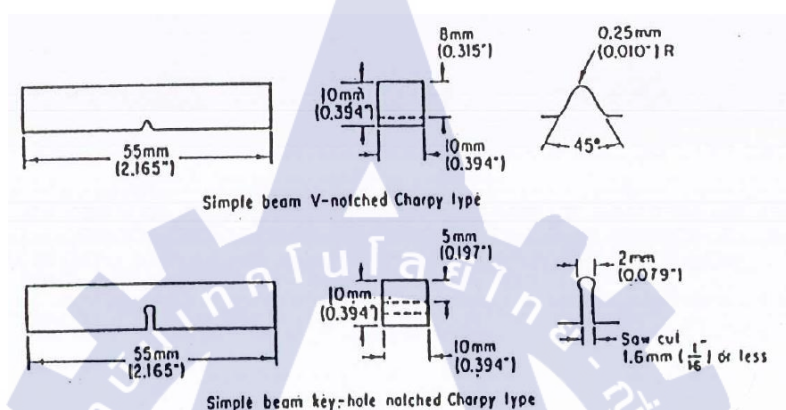
พลังงานจลน์การกระแทกจะทำการวัดและควบคุมจากน้ำหนักกับระดับความสูงที่วัดจากกึ่งกลางน้ำหนักของลูกตุ้มที่ถูกปล่อยลงมาอย่างอิสระ และลูกตุ้มควรจะถูกยึดเป็นอย่างดีเพื่อลดอิทธิพลของการแกว่งด้านข้างหรือแรงหมุนและความเสียดทาน คือต้องอยู่ในสภาพที่ยึดแน่นเมื่อเหวี่ยงกระแทกกับชิ้นงาน ดังนั้นต้องหากลไกการจัดสิ่งต่างๆ เหล่านี้เพื่อลดผลกระทบจากการยึดเหนี่ยว ความเร่งและการสั่น

แผ่นวางชิ้นงานควรมีน้ำหนักมากพอเมื่อเทียบกับพลังงานจากการกระแทกของลูกตุ้ม และไม่ทำให้พลังงานการกระแทกเกิดการสูญเสียจากการเสีรูปหรือการสั่นของแผ่นวาง และชิ้นงานจะต้องถูกยึดอย่างดีและอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตลอดการทดสอบ

2.4 การทดสอบแบบชาร์ปี (Charpy test)

เครื่องทดสอบการกระแทกแบบชาร์ปีปกติจะมีขนาด 220 ปอนด์ฟุตสำหรับทดสอบโลหะ และ 4 ปอนด์ฟุตสำหรับชิ้นงานพลาสติก (ASTM E23) ลูกตุ้มประกอบด้วยแขนยึดลูกตุ้มที่ค่อนข้างเบาแต่แข็งแรงและมีก้อนน้ำหนักติดอยู่ที่ปลาย ลูกตุ้มนี้จะเคลื่อนผ่านระหว่างขาตั้งเครื่องสองขา โดยมีใบมีดติดไว้ที่ขอบด้านที่

จะกระแทกกับชิ้นทดสอบ ซึ่งต้องกระทบกับชิ้นงานบริเวณด้านหลังและเป็นส่วนที่ลึกที่สุดของ ร่องบาก

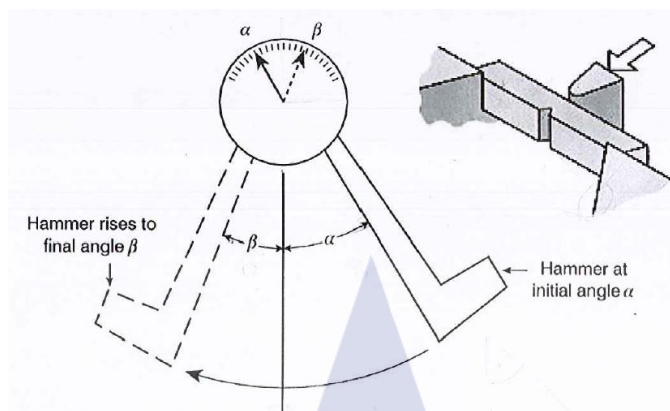


ภาพที่ 2.4 ชิ้นงานมาตรฐานการทดสอบการกระแทกแบบชาร์ปี

ชิ้นทดสอบมาตรฐานมีขนาด 10 x 10 x 55 มิลลิเมตร และมีการบากตรงกลางชิ้นงานไว้ที่ด้านหนึ่ง ซึ่งบางการทดสอบต้องการร่องบากที่เป็นแบบรูกุญแจ (keyhole notch) หรือ เป็นแบบตัวยู (U-shaped notch) ดังรูปที่ 2.4 โดยชิ้นทดสอบจะถูกวางไว้ระหว่างแท่นรองรับชิ้นงาน โดยวางให้ฝั่งตรงข้ามร่องบากหันไปในทางที่จะทำการกระแทก คือใบมีดที่ติดอยู่กับลูกตุ้มจะต้องกระแทกเข้ากับด้านหลังร่องบากของชิ้นงานที่บริเวณกึ่งกลางระหว่างแท่นรองรับชิ้นงาน ดังรูปที่ 2.5 จากนั้นทำการยกลูกตุ้มขึ้นไปยังมุมก่อนกระแทก แล้วปล่อยลูกตุ้มเหวี่ยงลงมากระแทกกับชิ้นทดสอบ

ลูกตุ้มกระแทกต้องยกขึ้นด้วยมุมที่ทราบค่าแน่นอนคือ α ดังรูปที่ 2.5 ในทางทฤษฎีถ้าลูกตุ้มไม่มีความต้านทานใดๆ เมื่อทำการปล่อยลูกตุ้มควรจะมีมุมหลังเหวี่ยงที่ด้านตรงข้ามเท่ากับมุม α เท่าเดิม ซึ่งในความเป็นจริงจะมีความเสียดทานของเครื่อง ดังนั้นในการทดสอบควรรวมพลังงานที่สูญเสียไปกับความเสียดทานเหล่านี้ด้วย เมื่อทำการทดสอบให้ยกลูกตุ้มไปที่มุม α จากนั้นวางชิ้นทดสอบเข้ากับแท่นวาง ปล่อยตุ้มน้ำหนักลงมาโดยให้เหวี่ยงอย่างอิสระ เมื่อลูกตุ้มเหวี่ยงกระแทกกับชิ้นทดสอบจะเกิดการถ่ายพลังงานส่วนหนึ่ง

ให้กับชั้นทดสอบจนเกิดการแตกหัก จากนั้นลูกตุ้มจะเหวี่ยงเลยไปยังฝั่งตรงข้ามด้วยมุมยกเท่ากับ β



ภาพที่ 2.5 ลักษณะการทดสอบการกระแทกแบบชาร์ปี

เมื่อทำการบันทึกค่าน้ำหนักของลูกตุ้ม ความยาวของแขนลูกตุ้ม รวมทั้งมุมยกเริ่มต้นกับมุมยกหลังกระแทกของลูกตุ้ม (α และ β) จากนั้นทำการคำนวณด้วยสมการต่อไปนี้

$$E = wr (\cos\beta - \cos\alpha)$$

หรือ
$$= mgr (\cos\beta - \cos\alpha)$$

เมื่อ E คือพลังงานที่ใช้ในการแตกหักของชั้นทดสอบ (ปอนด์ฟุตหรือนิวตันเมตร)

w คือน้ำหนักลูกตุ้ม (ปอนด์)

m คือมวลของลูกตุ้ม (กิโลกรัม)

g คือความเร่งจากแรงดึงดูดโลก (9.81 เมตรต่อวินาทียกกำลังสอง)

r คือความยาวแขนลูกตุ้ม (ฟุต หรือ เมตร)

α คือมุมยกลูกตุ้มเริ่มต้นก่อนกระแทก

β คือมุมยกลูกตุ้มสุดท้ายหลังกระแทก

ตัวอย่าง 2.2

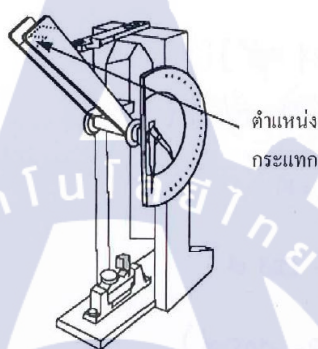
หากทำการทดสอบการกระแทกแบบชาร์ปีกับชั้นทดสอบมาตรฐาน โดยใช้ลูกตุ้มหนัก 50 ปอนด์ ซึ่งมีแขนยาว 36 นิ้ว ด้วยมุมยกเริ่มต้น 76° และมุมยกหลังกระแทก 32° ถามว่าชั้นงานดูดซับพลังงานไว้เท่าไรก่อนแตกหัก

$$E = 50 \text{ lb} \times 3 \text{ ft.} \times (\cos 32^\circ - \cos 76^\circ)$$

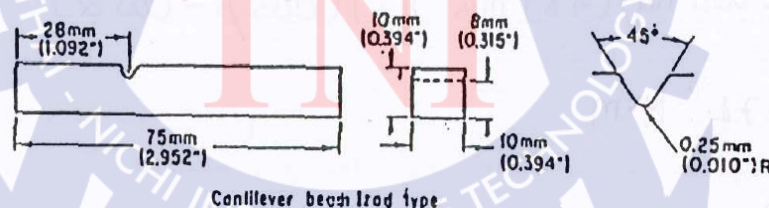
$$= 91 \text{ ft-lb}$$

2.5 การทดสอบแบบไอซอด (Izod test)

เครื่องทดสอบการกระแทกแบบไอซอดปกติจะมีขนาด 120 ปอนด์ฟุต ส่วนการทดสอบจะเป็นแบบเดียวกันกับแบบชาร์ปี ถึงแม้ว่าชิ้นทดสอบและรูปแบบการทดสอบจะต่างกัน ในการทดสอบการกระแทกแบบไอซอด ลูกตุ้มจะกระแทกด้านหน้าของชิ้นทดสอบที่มีร่องบากดังรูปที่ 8.6 ซึ่งจะกลับกันกับการทดสอบแบบชาร์ปี ส่วนชิ้นทดสอบแบบไอซอดจะมีขนาด 10 x 10 x 75 มิลลิเมตร โดยมีมุมร่องบาก 45° ลึก 2 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 8.7 ความแข็งแรงการกระแทกของชิ้นทดสอบจะขึ้นอยู่กับค่ามุมหลังกระแทก ซึ่งปกติค่าพลังงานการกระแทกในหน่วยปอนด์ฟุตสามารถอ่านได้โดยตรงจากหน้าปัดเครื่องทดสอบ



ภาพที่ 2.6 เครื่องทดสอบการกระแทกแบบไอซอด



ภาพที่ 2.7 ชิ้นทดสอบมาตรฐานการทดสอบการกระแทกแบบไอซอด

ตัวอย่าง 2.3

ชิ้นทดสอบมีการดูดซับพลังงานเท่าไร ถ้าใช้ลูกตุ้มหนัก 30 กิโลกรัม ที่มีแขนยาว 75 เซนติเมตร ยกด้วยมุมก่อนกระแทก 76° แล้วได้มุมยกหลังกระแทกเท่ากับ 22°

$$\begin{aligned}
 E &= 30 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 0.75 \text{ m} \times (\cos 22^\circ - \cos 76^\circ) \\
 &= 151 \text{ N.m}
 \end{aligned}$$

2.6 การทดสอบแฮทท์จูลเนอร์ (Hatt-Turner test)

การทดสอบการกระแทกแบบแฮทท์จูลเนอร์โดยปกติจะใช้ในการทดสอบกับวัสดุไม้ ซึ่งจะวัดด้วยปลอกด้ามไม้หนักลงมากระแทกกับชิ้นทดสอบในแนวตั้งตามแรงโน้มถ่วง

ชิ้นทดสอบจะเป็นชิ้นไม้ซึ่งปกติจะมีขนาด $2 \times 2 \times 30$ นิ้ว และชิ้นทดสอบจะถูกวางบนแท่นวางขนาด 28 นิ้ว โดยด้ามไม้จะถูกปล่อยลงมาตรงกึ่งกลางแท่นวาง โดยความสูงของด้ามไม้เริ่มต้นที่ 1 นิ้ว จากนั้นจะทำการเพิ่มความสูงขึ้นครั้งละ 1 นิ้ว ไปเรื่อยๆ จนถึงความสูง 10 นิ้วแรก ถ้าชิ้นงานยังไม่แตกหักให้เพิ่มความสูงเพิ่มขึ้นเป็นครั้งละ 2 นิ้ว จนกว่าชิ้นงานจะแตกหัก หรือชิ้นงานเกิดการโค้งงอ 6 นิ้ว จากการกระแทก

2.7 การวิเคราะห์ระบบการวัด

ในการควบคุมคุณภาพ มีความจำเป็นต้องดำเนินการวัดค่าที่แสดงถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้เพื่อพิจารณาว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีพารามิเตอร์ตรงตามข้อกำหนดเฉพาะหรือไม่ นอกจากนี้แล้วยังแสดงถึงความผันแปรของผลิตภัณฑ์ที่พิจารณาด้วยว่ามาจากกระบวนการผลิตมากน้อยเพียงไร อาจกล่าวได้ว่าว่า “ถ้าหากเราไม่สามารถวัดผลของงานได้ เราก็จะไม่เข้าใจสภาพของงาน และถ้าเราไม่สามารถทำความเข้าใจกับสภาพของงานได้ เราก็จะไม่สามารถจัดการใดๆ ได้ทั้งกระบวนการและผลิตภัณฑ์” ดังนั้น

อาจสรุปอย่างง่าย ๆ ว่าระบบการวัดจะมีความสำคัญอย่างยิ่งทั้งต่อการควบคุมและการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการ

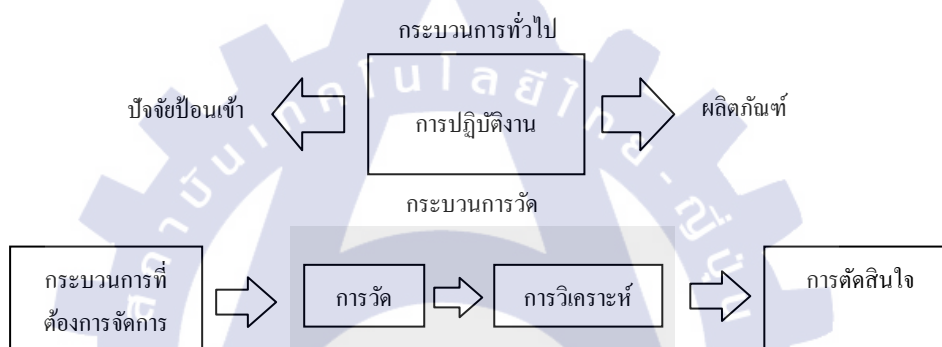
เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงแนวความคิด หลักการ ตลอดจนวิธีการในการประเมินผลและวิเคราะห์ระบบการวัดเพื่อทำความเข้าใจถึงแหล่งความผันแปรจากระบบการวัดและการปฏิบัติการแก้ไข เพื่อให้ระบบการวัดมีความสามารถในการแยกแยะความผันแปรของผลิตภัณฑ์และกระบวนการได้ โดยเนื้อหาจะครอบคลุมเฉพาะระบบการวัดเชิงผันแปรที่สามารถทำการวัดซ้ำได้ สำหรับระบบการวัดเชิงผันแปรที่ไม่สามารถวัดซ้ำได้ และต้องทำการทดสอบแบบทำลายจะมีได้กล่าวถึง เพราะต้องใช้เนื้อหาเกี่ยวกับวิชาการออกแบบการทดลองที่อยู่นอกขอบเขตของหนังสือเล่มนี้ โดยผู้สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก Montgomery and Runger (1994 a ; b) และ Gorman and Bower (2002)

2.7.1 ความหมายของระบบการวัด

ในกระบวนการควบคุมคุณภาพที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.5 นั้น มีความจำเป็นที่ผู้ตัดสินใจ ต้องมีความรู้ในประเด็นต่างๆ 3 ประการด้วยกัน คือ

- กระบวนการควรจะทำอะไร
- มีอะไรที่จะเป็นความผิดพลาดจากกระบวนการได้บ้าง
- กระบวนการกำลังทำอะไร

โดยในประเด็นที่ว่า กระบวนการกำลังทำอะไรอยู่นี้ มีความจำเป็นที่ผู้ควบคุมจะต้องทำการกำหนด ระบบการวัดเพื่อบ่งชี้ถึงสมรรถนะที่เกิดขึ้นจริงของกระบวนการสำหรับกำหนดปัญหาคุณภาพ ต่อไป โดยการกำหนดระบบการวัดนี้จะกำหนดให้อยู่ในรูปของกระบวนการคล้ายกับกระบวนการ ทั่วๆ ไป ดังรูปที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 การกำหนดการวัดให้อยู่ในรูปกระบวนการ

AIAG (2001, P.5) ได้ให้ความหมายของ **ระบบการวัด** ว่าหมายถึง สิ่งที่เกี่ยวข้องไว้ซึ่ง อุปกรณ์วัดหรือเกจวัด มาตรฐาน การปฏิบัติงาน วิธีการ อุปกรณ์จับยึดงาน ซอฟต์แวร์ บุคลากร สิ่งแวดล้อมและข้อสมมุติต่างๆ ที่ใช้ในการกำหนดปริมาณของหน่วยวัดหรือประเมินคุณลักษณะที่ได้รับ การวัด หรืออาจจะกล่าวง่ายๆ ว่าเป็น กระบวนการอย่างสมบูรณ์ที่ใช้ในการวัด (The collection of instruments or gauges, standards, operation, methods, fixtures, software, personnel, environment, and assumptions used to quantify a unit of measure of fix assessment to the feature characteristic being measured ; the complete process used to obtain measurements)

ระบบการวัดที่ดี จะทำให้ได้ข้อมูลจากการวัดที่สามารถอธิบายความผันแปรของสิ่งที่ทำการวัดได้ โดย AIAG (2002, p.13) ได้แนะนำถึงคุณสมบัติที่ดีของระบบการวัดไว้ 4 ประการดังนี้

(1) มีความไว (sensitivity) และความสามารถในการแยกความแตกต่าง (discrimination) อย่างเพียงพอ กล่าวคือ ระบบการวัดควรมีความละเอียดอย่างเพียงพอในการตรวจจับความผันแปรที่

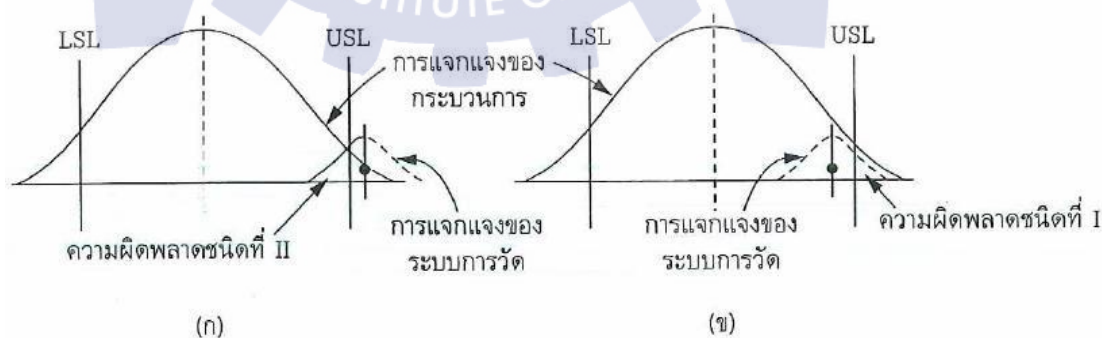
เล็กกว่าระหว่างความผันแปรของกระบวนการและช่วงพิสัยของข้อกำหนดเฉพาะ โดยทั่วไปจะเรียกว่า “กฎ 10 ต่อ 1” ที่ระบุไว้ว่า ความสามารถในการแยกความแตกต่างของระบบการวัดควรจะสามารถแบ่งความผันแปรของการบวนการหรือช่วงพิสัยของข้อกำหนดเฉพาะออกได้อย่างน้อยสิบส่วน

(2)ระบบการวัดควรจะอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติ คือ จะต้องดำเนินการภายใต้เงื่อนไขที่สามารถทำได้ (repeatable conditions) โดยความผันแปรที่เกิดขึ้นควรจะมาจากสาเหตุโดยธรรมชาติที่มีคุณสมบัติในการคาดการณ์ได้

(3)ในการควบคุมผลิตภัณฑ์ ความผันแปรจากระบบการวัดต้องมีขนาดเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงพิสัยข้อกำหนดเฉพาะ โดยทำการประเมินความผันแปรของระบบการวัดเทียบกับความคลาดเคลื่อนอนุโลม (tolerance) ของข้อกำหนดเฉพาะ

(4)ในการควบคุมกระบวนการ ความผันแปรจากระบบการวัดต้องสามารถแยกความแตกต่างได้โดยจะต้องมีขนาดเล็กอย่างเพียงพอเมื่อเปรียบเทียบกับความผันแปรโดยธรรมชาติหรือความสามารถของกระบวนการผลิต

ผลกระทบต่อการควบคุมผลิตภัณฑ์ ความคลาดเคลื่อนของระบบการวัดจะทำให้มีโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะได้ผลการวัดอยู่ภายในพิสัยของข้อกำหนดเฉพาะ จึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการตัดสินใจโดยสรุปว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดี และในทางสถิติจะเรียกความผิดพลาดแบบนี้ว่าความผิดพลาดประเภทที่ II (Type II error) ซึ่งถือเป็นความเสี่ยงของผู้บริโภค (consumer's risk) สำหรับในรูปที่ 12.2 (ข) ที่แสดงถึงผลิตภัณฑ์ที่ดี แต่จากความคลาดเคลื่อนของระบบการวัดจะทำให้มีโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะได้ผลการวัดอยู่นอกของข้อกำหนดเฉพาะ จึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการตัดสินใจโดยสรุปว่าเป็นผลิตภัณฑ์บกพร่องและในทางสถิติจะเรียกความผิดพลาดแบบนี้ว่าความผิดพลาดประเภทที่ I (type I error) ซึ่งถือเป็นความเสี่ยงของผู้ผลิต



ภาพที่ 2.9 ผลกระทบต่อการตัดสินใจควบคุมผลิตภัณฑ์ (กิตติศักดิ์ (2546 a, หน้า 10))



ภาพที่ 2.10 ผลจากความคลาดเคลื่อนของระบบการวัดต่อผลิตภัณฑ์ (กิตติศักดิ์ (2546 a, หน้า 10))

AIAG (2002, p.18) ได้แสดงถึงการตัดสินใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โดยการเปรียบเทียบกับ พิกัดของข้อกำหนดเฉพาะ โดยมีการแบ่งออกเป็น 3 โซน ดังรูปที่ 12.3 คือ

โซนที่ I ผลิตภัณฑ์บกพร่องที่จะได้รับการตัดสินใจว่ามีความบกพร่องเสมอ

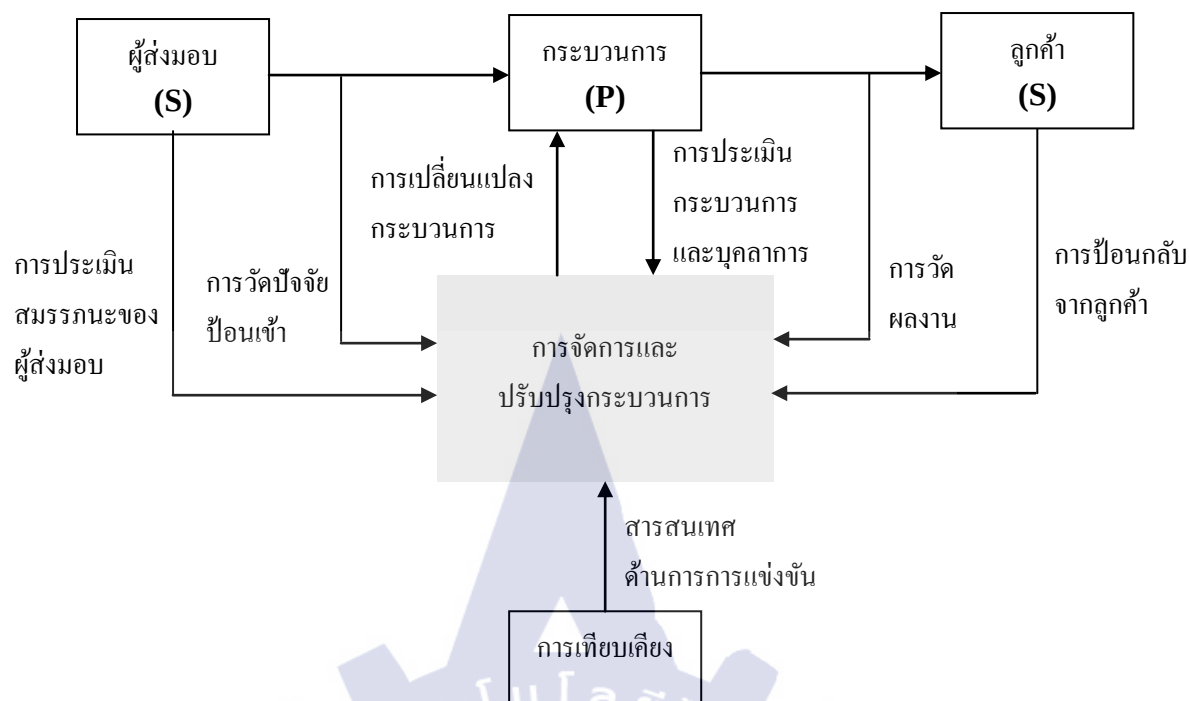
โซนที่ II ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพก้ำกึ่ง (marginal) แล้วมีผลต่อการตัดสินใจที่ผิดพลาด

โซนที่ III ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่จะได้รับการตัดสินใจว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีเสมอ

ดังนั้น แนวทางการปรับปรุงคุณภาพที่ทำให้ลดความผิดพลาดจากการตัดสินใจเนื่องจาก ความคลาดเคลื่อนของระบบการวัด และจะดำเนินการได้โดยการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการ ผลิต ตลอดจนการปรับปรุงระบบการวัด เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความผันแปรอยู่ในโซนที่ III เท่านั้น

(ข) ผลกระทบจากการควบคุมกระบวนการ

ในการควบคุมคุณภาพของกระบวนการด้วยแผนภูมิ SPC ตลอดจนการศึกษาถึง ความสามารถของกระบวนการ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 10 และ 11 นั้น มีความต้องการที่จะให้ ความผันแปรมีความสม่ำเสมอตลอดเวลา ตลอดจนอยู่ภายใต้ข้อกำหนดเฉพาะที่กำหนด ซึ่งความผันแปรที่ได้มาจากระบบการวัดจะทำให้เกิดความผิดพลาดแบบที่ I (type I error) หรือสัญญาณเตือนที่ผิดพลาด (false alarm) คือ การตัดสินใจว่า กระบวนการอยู่นอกการควบคุมทั้งที่อยู่ภายใต้การ ควบคุมทั้งที่อยู่ภายนอกการควบคุม

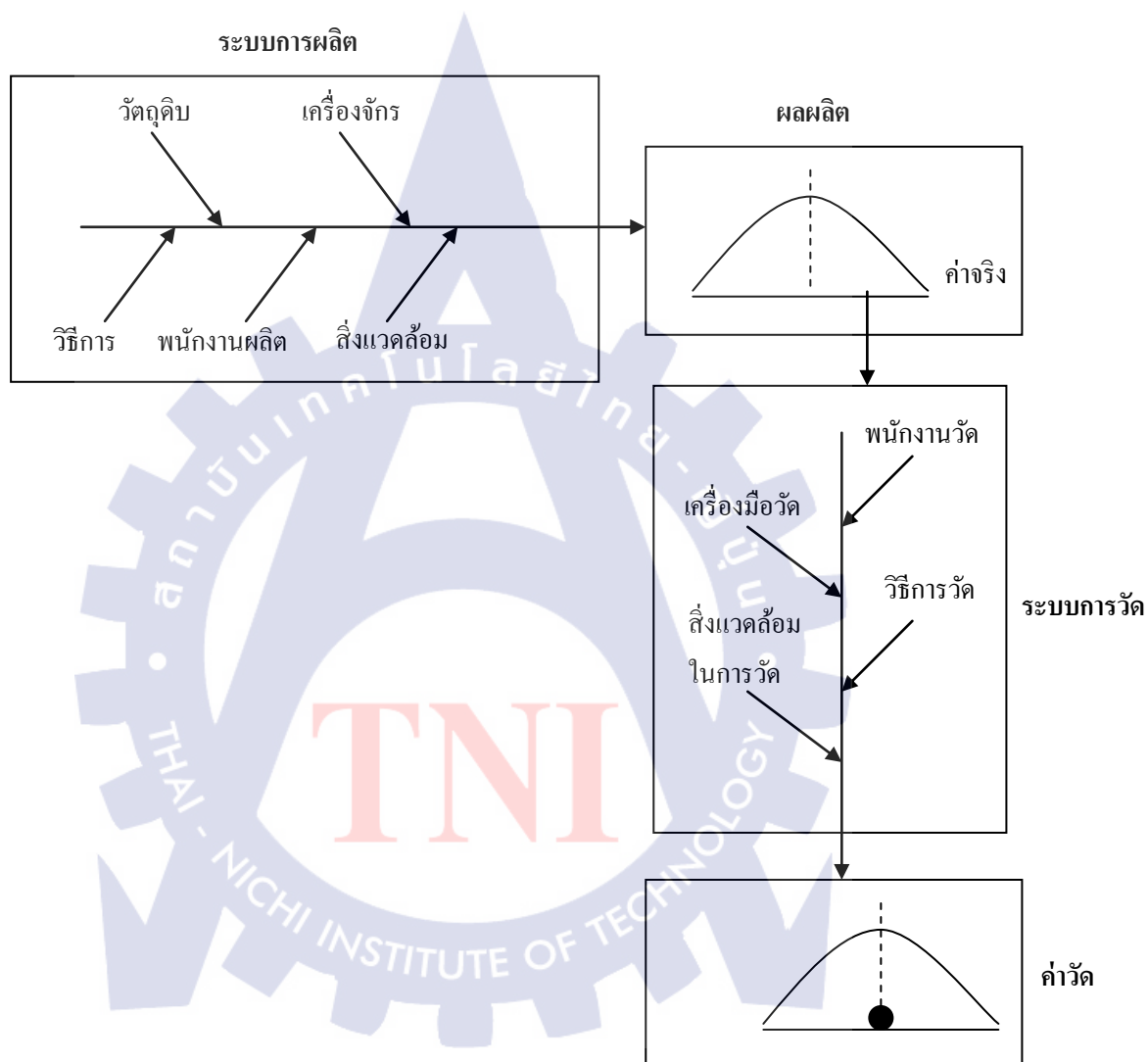


ภาพที่ 2.11 การวัดของกระบวนการ (Snee (2006, P.73))

ในการกำหนดระบบการวัดนี้ R.D. Snee (2006, p. 72) ได้เสนอว่า จะต้องเริ่มต้นจากการทำความเข้าใจกับสมรรถนะของกระบวนการที่จะทำการวัด โดยจะต้องเชื่อมโยงความสัมพันธ์ทุกระดับตามลำดับขั้นทั่วทั้งองค์กร (ดูรูปที่ 3.12 หน้า 61) เช่น ในอุตสาหกรรมการผลิต ระบบการวัดอาจจะใช้กับการวัดสมรรถนะของกระบวนการโดยพิจารณาจากผลได้ (yield) ขอบกพร่อง สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ถูกทำลาย รอบเวลา และการเพิ่มผลผลิต ฯลฯ สำหรับในอุตสาหกรรมบริการระบบการวัดอาจจะใช้กับการวัดสมรรถนะที่สำคัญ ได้แก่ ความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้ตัดสินใจในงานธุรกรรม รอบเวลา ความพึงพอใจของลูกค้าตลอดจนต้นทุน ฯลฯ และในการกำหนดระบบการวัดนี้จะครอบคลุมในทุกส่วนของกระบวนการทางธุรกิจ ดังรูปที่ 12.4 อาทิ การประเมินสมรรถนะของผู้ส่งมอบ การจัดการปัจจัยป้อนเข้า การประเมินสมรรถนะของบุคลากร ตลอดจนการป้อนกลับจากลูกค้า โดยมีการเทียบเคียงในเชิงแข่งขัน (competitive benchmarking)

2.7.2 ความผันแปรในระบบการวัด

ด้วยสิ่งที่ได้รับการวัด (measurand) ค่าหนึ่งทีถือเป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่าเมื่อนำมาผ่านกระบวนการวัดจะทำให้เกิดความผันแปรของค่าวัด ดังรูปที่ 12.5 โดยค่าความผันแปรนี้มีสาเหตุมาจากปัจจัยต่างๆ อาทิ พนักงานวัด วิธีการวัด เครื่องมือวัด ตลอดจนสิ่งแวดล้อมในการวัด ฯลฯ



ภาพที่ 2.12 ความผันแปรในระบบการวัด (กิตติศักดิ์ (2546 a, หน้า 14))

ความผันแปรในระบบการวัดนี้จะสามารถคาดการณ์ได้ ถ้าหากกระบวนการวัดอยู่ภายใต้การควบคุม หมายความว่า ค่าวัดจะมีความผันแปรจากสาเหตุโดยธรรมชาติ (common causes) แต่ถ้าหากมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นในขณะที่ทำการวัดจะทำให้ค่าวัดมีความผันแปรจากสาเหตุความผิดปกติ (special causes) ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้

ด้วยความผันแปรจากสาเหตุโดยธรรมชาติของค่าวัด จะมีผลทำให้ค่าวัดที่ได้เบี่ยงเบนไปจากค่าจริงของสิ่งที่ได้รับการวัดเสนอ ดังนั้น ถ้าให้ X หมายถึง ค่าวัดที่ได้และ μ หมายถึง ค่าจริงของสิ่งที่ได้กับการวัดแล้วจะได้ว่า

$$X_i = \mu + \varepsilon_i \quad \text{.....(2.1)}$$

โดยจะเรียก ε (อ่านว่า เอปซิลอน) นี้ว่าเป็นความคลาดเคลื่อนของค่าวัด (measurement error)

โดยทั่วไปแล้ว อาจจำแนกประเภทของความคลาดเคลื่อนของค่าวัดออกเป็น 3 ประเภท คือ ความคลาดเคลื่อนจากความผิดพลาด (gross error) ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (systematic error) และความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (random error)

ความคลาดเคลื่อนจากความผิดพลาด เป็นความคลาดเคลื่อนเนื่องจากสาเหตุที่ผิดพลาดของระบบการวัด และสามารถกำจัดทิ้งได้ด้วยการทำระบบการวัดให้เป็นมาตรฐาน ตลอดจนการควบคุมกระบวนการวัดโดยอาศัยหลักการควบคุมกระบวนการโดยอาศัยสถิติ (SPC)

ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ หมายถึง ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าไบอัส (bias) โดยที่นิยามค่าไบอัสว่าเป็นความเบี่ยงเบนของค่าที่ควรจะเป็น (expected value) จากค่าจริงของสิ่งที่ได้รับการวัด คือ

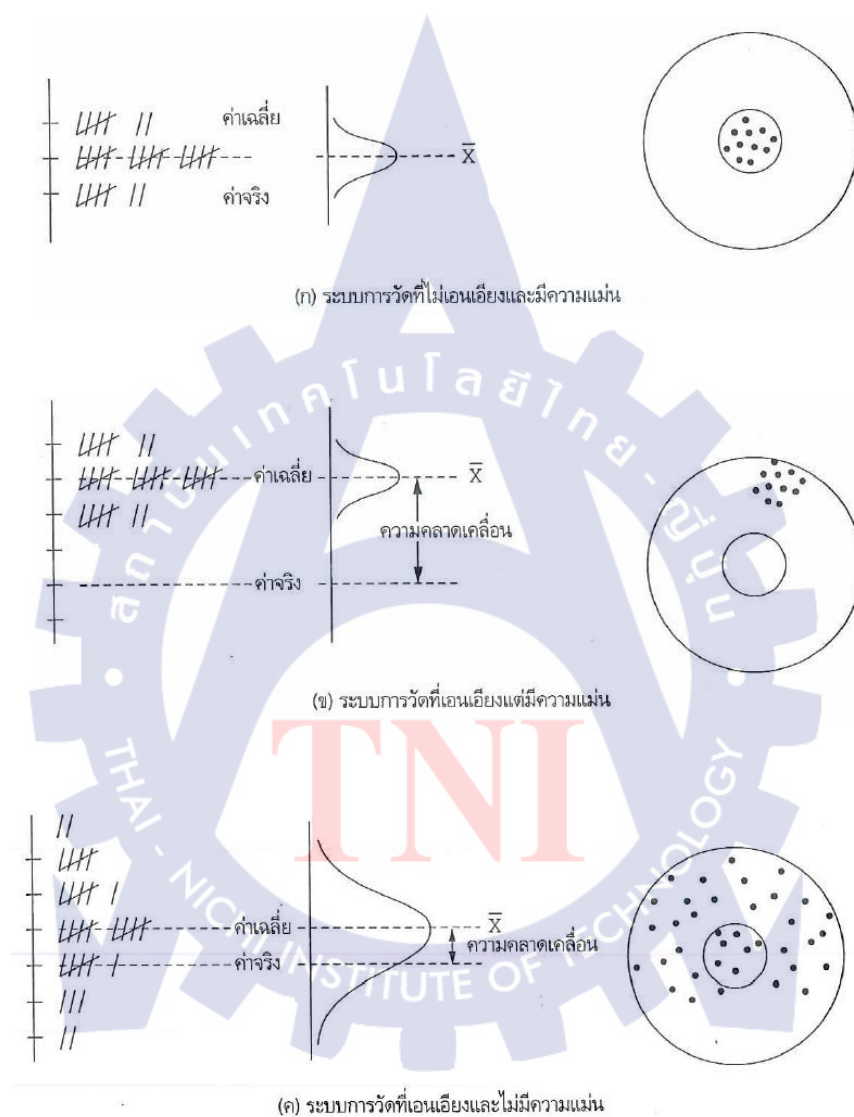
$$\text{ค่าไบอัส} = \bar{X}_i - \text{ค่าจริง} \quad \text{.....(2.2)}$$

โดยค่าความคลาดเคลื่อนเชิงระบบนี้ จะมีสาเหตุโดยส่วนใหญ่มาจากโครงสร้างของเครื่องมือวัด ตลอดจนปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อค่าวัด หรือปริมาณที่มีผลต่อค่าวัด (influence quantity) ซึ่งหมายถึง ปริมาณที่มีใช้ปริมาณของสิ่งที่ได้รับการวัดแต่มีผลต่อค่าวัด เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในขณะที่ใช้ไมโครมิเตอร์วัดความยาว ความถี่ในการวัดขนาดของความต่างศักย์ของกระแสไฟฟ้าสลับ เป็นต้น และค่าความคลาดเคลื่อนเชิงระบบนี้จะแสดงถึงคุณสมบัติด้านความถูกต้อง (accuracy) ของระบบการวัด ซึ่งสามารถกำจัดได้ด้วยการสอบเทียบ (calibration)

ความคลาดเคลื่อนประเภทสุดท้ายคือ ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม ที่หมายถึงความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าวัดอิสระแต่ละค่าของค่าวัดที่ควรจะเป็น โดยความคลาดเคลื่อนแบบนี้มีสาเหตุจากธรรมชาติของระบบการวัดที่ไม่สามารถกำจัดทิ้งได้แต่สามารถลดปริมาณของความคลาดเคลื่อนลงได้ด้วยการปรับปรุงระบบการวัด อาทิ การใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานขณะทำการวัด ฯลฯ

$$\text{ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม} = X_i - \bar{X} \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

ในระบบการวัดที่ดี จะต้องมีความคลาดเคลื่อนที่มาจากความผันแปรของระบบการวัด ดังรูปที่ 2.13 (ก) คือ มีความไม่เอนเอียง (unbiasness) หรือถูกต้อง และมีความคลาดเคลื่อนแบบสุ่มแบบเล็กน้อย หรือมีความแม่นยำ (precision)



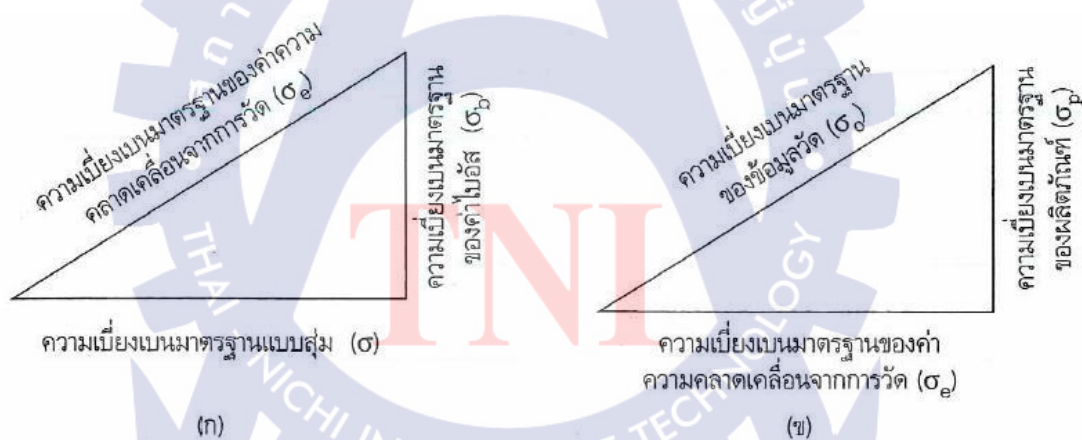
ภาพที่ 2.13 คุณสมบัติด้านความผันแปรของระบบการวัด (กิตติศักดิ์ (2546, หน้า 16))

Fasser and Brettner (1992, p.161) และ Ermer (2005 b, p.78) ได้แสดงถึงอิทธิพลของความคลาดเคลื่อนเชิงระบบและความคลาดเคลื่อนแบบสุ่มที่มีต่อความผันแปรของค่าวัดด้วยสามเหลี่ยมมุมฉาก ดังรูปที่ 12.7 โดยมีความสัมพันธ์คือ

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma^2} \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{และ } \sigma_o = \sqrt{\sigma_e^2 + \sigma_p^2} \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

- เมื่อ σ_o คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลวัด
 σ_p คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่มาจากกระบวนการ
 σ_e คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เป็นความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ
 σ_b คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากความคลาดเคลื่อนของระบบวัด
 และ σ คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เป็นความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม



ภาพที่ 2.14 ความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนของระบบการวัดกับค่าวัด

Farnum (1994) p. 274 ได้จำแนกถึงแหล่งของความคลาดเคลื่อนในระบบการวัด และสามารถแสดงถึงองค์ประกอบความผันแปรของค่าวัดแต่ละค่าไว้คือ

$$\begin{aligned} \text{ค่าวัด } (X_{ij}) &= \text{ค่าจริงของงาน } (\mu) + \text{ค่าไบอัส } (b) \\ &+ \text{ความแตกต่างเนื่องจากชิ้นงาน } (\alpha_i) \\ &+ \text{ความแตกต่างเนื่องจากพนักงาน } (\beta_j) \\ &+ \text{ความแตกต่างเนื่องจากสาเหตุร่วม } (\alpha\beta)_{ij} \\ &+ \text{ความแตกต่างเนื่องจากสาเหตุโดยธรรมชาติ } (\epsilon_{ij}) \end{aligned}$$

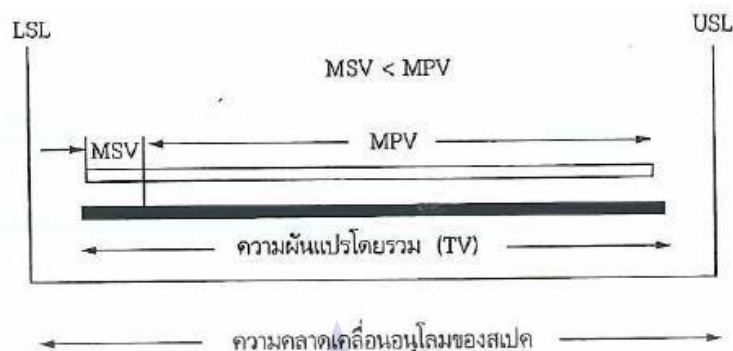
$$\text{กล่าวคือ } X_{ij} = \mu + b + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij} \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

จากสมการ (2.6) สามารถกำหนดให้อยู่ในรูปขององค์ประกอบของความผันแปร (variance components) ได้คือ

$$\sigma_x^2 = \sigma_\alpha^2 + \sigma_\beta^2 + \sigma_{\alpha\beta}^2 + \sigma^2 \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

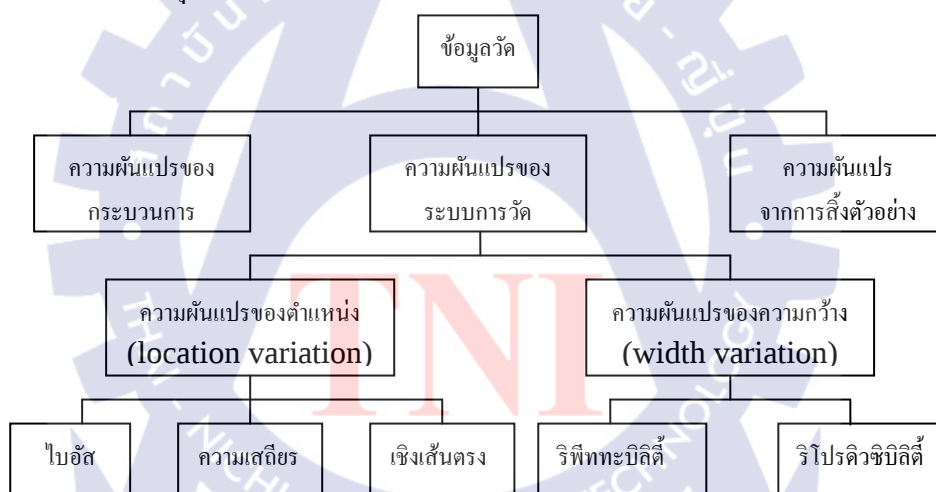
2.7.3 ประเภทของความผันแปรของระบบการวัด

ในการประเมินผลระบบการวัด (measurement system evaluation : MSE) จะเป็นการประเมินว่าความผันแปรเนื่องจากระบบการวัด (measurement system variation : MSV) มีค่าเท่าใดเมื่อทำการเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนอนุโลมของข้อกำหนดเฉพาะ (ในกรณีใช้ระบบการวัดสำหรับจำแนกผลิตภัณฑ์ที่ทำการวัดออกเป็นผลิตภัณฑ์ดีหรือบกพร่อง) หรือทำการเปรียบเทียบกับความผันแปรของกระบวนการ (total variation ; TV) ที่ได้จากความผันแปรของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ (manufacturing process variation ; MPV) โดยเกณฑ์ในการประเมินระบบการวัดคือต้องพยายามทำให้ MSV มีค่าต่ำๆ เมื่อเปรียบเทียบกับ TV หรือความคลาดเคลื่อนอนุโลมของข้อกำหนดเฉพาะ ดังแสดงในรูปที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 แนวความคิดในการวิเคราะห์ระบบการวัด (กิตติศักดิ์ (2546 a, หน้า 23))

ในกรณีที่ความผันแปรจากระบบการวัดมีค่ามากเมื่อเปรียบเทียบกับ TV หรือ $USL - LSL$ แล้ว จะถือว่ากระบวนการวัดดังกล่าวไม่มีความสามารถ (uncap able process) จึงมีความจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของความผันแปรจากระบบการวัด (measurement system analysis ; MSA) เพื่อการปรับปรุงระบบการวัดต่อไป

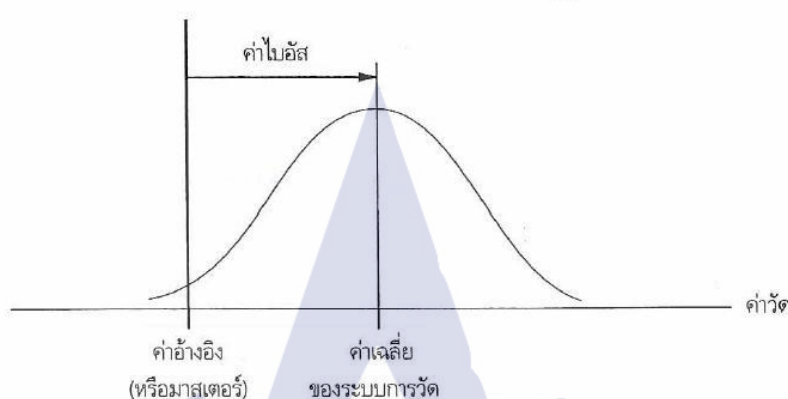


ภาพที่ 2.15 องค์ประกอบความผันแปรของระบบการวัด (กิตติศักดิ์ (2546 a, หน้า 61))

ในการวิเคราะห์ถึงความผันแปรของระบบการวัด สามารถจำแนกประเภทของความผันแปรออกเป็น 5 ประเภทด้วยกัน คือ ไบอัส (bias) ความมีเสถียรภาพ (stability) คุณสมบัติเชิงเส้นตรง (linearity) รีพีทะบิลิตี้ (repeatability) และ รีโพรดูซิบิลิตี้ (reproducibility) ดังแสดงในรูปที่ 12.9

ไบอัส (bias) จะเป็นการกำหนดถึงการประเมินคุณสมบัติด้วยความถูกต้องของระบบการวัด โดยที่ AIAG (2002, p 49) ได้ให้นิยามว่า คือความแตกต่างระหว่างค่าจริง (หรือ ค่าอ้างอิง) กับค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่วัดได้บนคุณลักษณะและชิ้นงานวัดเดียวกัน (the difference between the true

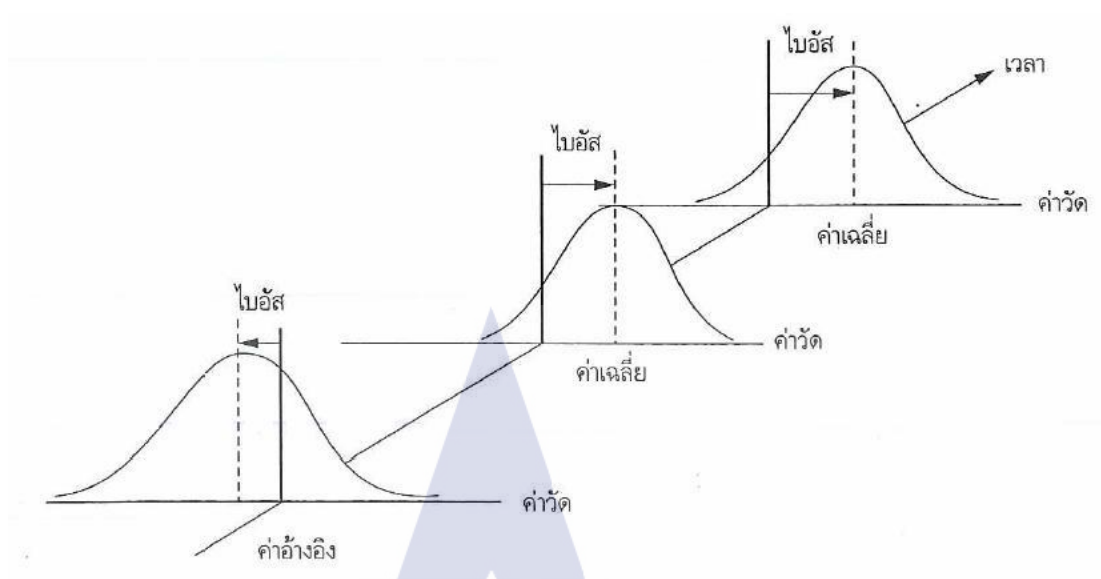
value (reference value) and the observed average of measurements on the same characteristic on the same part) ดังแสดงในรูปที่ 12.10 ซึ่งคุณสมบัติด้านไบอัสนี้จะแสดงถึงความคลาดเคลื่อนเชิงระบบของระบบการวัดที่ได้มาจากการออกแบบระบบการวัด



ภาพที่ 2.16 คุณสมบัติด้านไบอัสของระบบการวัด (กิตติศักดิ์ (2546 a, หน้า 63))

ความมีเสถียรภาพ (stability)

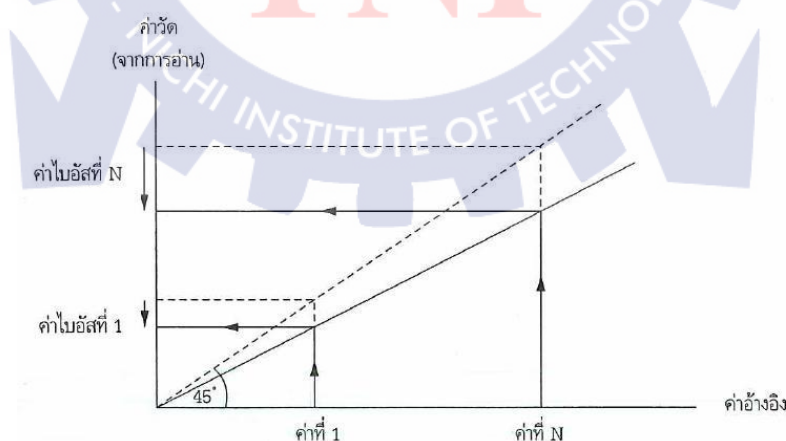
คุณสมบัติประการที่สองสำหรับความผันแปรของระบบการวัดคือ ความมีเสถียรภาพที่เกิดจากการเลื่อนออกไปแบบค่อยเป็นค่อยไป (drift) ของค่าเฉลี่ยที่ได้จากระบบการวัดโดย AIAG (2002, p. 50) ได้นิยามไว้ว่า คือ ความผันแปรทั้งหมดในการวัดที่ได้จากระบบการวัดหนึ่งบนค่ามาตรฐานเดียวกัน หรือชิ้นงานที่ทำการวัดคุณลักษณะประการหนึ่งตลอดช่วงระยะที่ยาวขึ้น (total variation in the measurements obtained with a measurement system on the same master or parts when measuring a single characteristic over an extended time period) ดังรูปที่ 12.11 โดยคุณสมบัติด้านความมีเสถียรภาพนี้แสดงถึงสาเหตุจากปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ทั้งภายในและภายนอก ระบบ เช่น การเกิดสนิม การสึกหรอของอุปกรณ์ ความล้าของพนักงาน สภาวะแวดล้อมที่แปรเปลี่ยนไป ฯลฯ จึงมีความจำเป็นต้องกำหนดช่วงเวลาในการสอบเทียบและปรับเทียบเครื่องมือ (re – calibration period)



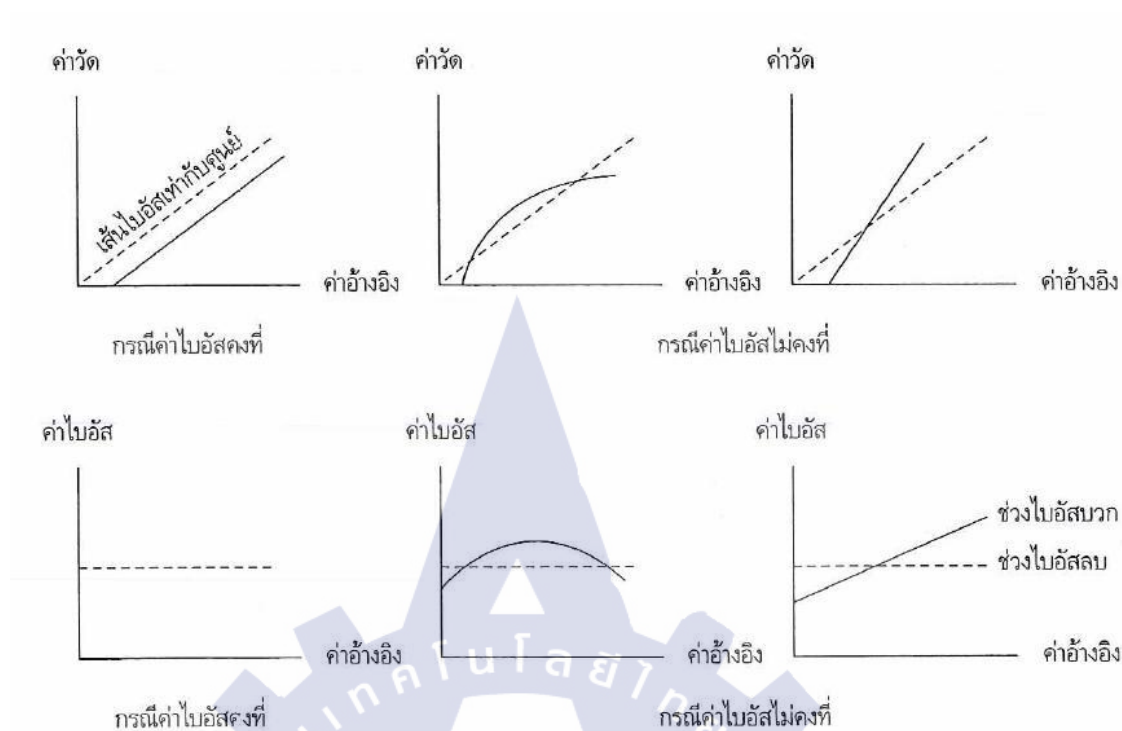
ภาพที่ 2.17 คุณสมบัติด้านเสถียรภาพของระบบการวัด (กิตติศักดิ์ (2546 a, หน้า 63))

คุณสมบัติเชิงเส้นตรง (linearity)

ความผันแปรสำหรับตำแหน่งประการสุดท้ายของระบบการวัด คือ คุณสมบัติเชิงเส้นตรง โดย AIAG (2002, p. 50) ได้นิยามไว้ว่า คือ ความแตกต่างของค่าไบอัสตลอดช่วงการใช้งานของ อุปกรณ์วัด (the difference of bias throughout the expected operating (measurement) range of the equipment) ดังภาพที่ 2.18 และคุณสมบัติด้านเชิงเส้นตรงที่ไม่สามารถยอมรับได้นี้จะมีค่าไบอัสที่ไม่คงที่ ซึ่งจะปรากฏในหลายลักษณะดังภาพที่ 2.19



ภาพที่ 2.18 คุณสมบัติเชิงเส้นตรงที่มีค่าไบอัสคงที่และไม่คงที่ (กิตติศักดิ์ (2546 a, หน้า 65))



ภาพที่ 2.19 คุณสมบัติเชิงเส้นตรงที่มีค่าไบอัสคงที่และไม่คงที่

รีพีทอะบิลิตี (repeatability)

ในการวัดสิ่งหนึ่งด้วยระบบการวัดหนึ่งจะพบว่าค่าวัดที่ได้จะมีความผันแปรโดยจะเรียกความผันแปรนี้ว่าความผันแปรด้านความกว้าง (width variation) ซึ่งประกอบด้วยความผันแปรภายในเงื่อนไขเดียวกัน และความผันแปรระหว่างเงื่อนไขของระบบการวัด



ภาพที่ 2.20 คุณสมบัติด้านรีพีทอะบิลิตีของระบบการวัด (กิตติศักดิ์ (2546 a, หน้า 67))

ความผันแปรภายในเงื่อนไขเดียวกันของระบบการวัด หรือรีฟิเทซบิลิตี้ หมายถึง ความผันแปรของค่าวัดรอบค่าที่ควรจะเป็น (expected value) ของระบบการวัดที่ได้มาจากการวัดงานชิ้นเดียว พนักงานคนเดียวกัน อุปกรณ์วัดงานเดียวกัน และทำการวัดแบบซ้ำๆ ซึ่งจะสามารถลดความผันแปรนี้ได้ด้วยการปรับวิธีการวัดใหม่ หรือทำการลดความผันแปรภายในตัวพนักงาน เช่น ความล้า หรือจากปัจจัยแวดล้อมในช่วงสั้นๆ ของการวัด



บทที่ 3

แผนการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 แผนการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3.1 ตารางแผนการปฏิบัติงาน

[illegible]

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 ศึกษากระบวนการทดสอบในปัจจุบัน

3.3.1.1 Impact Resistance Test

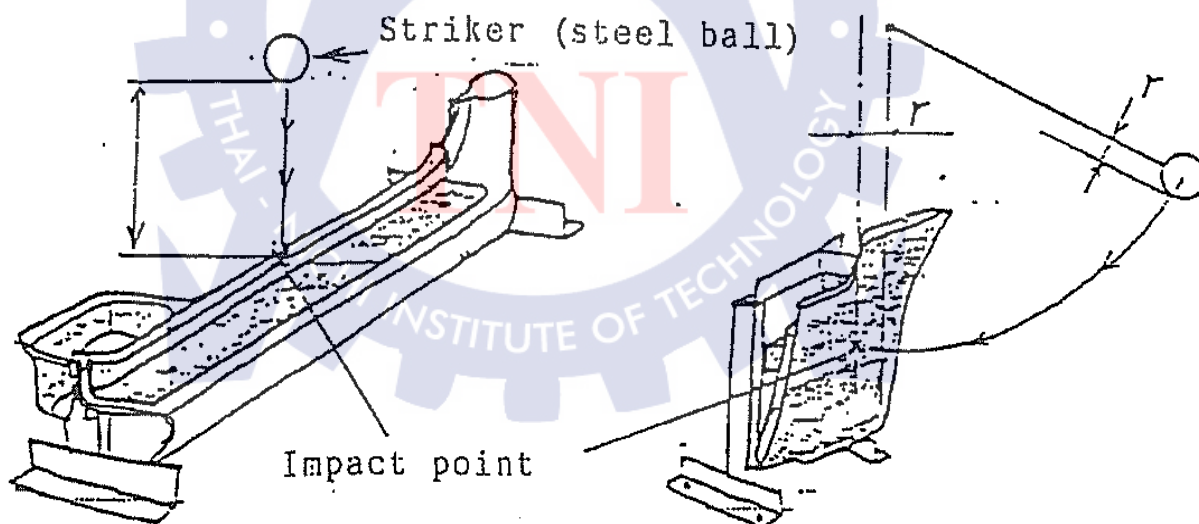
เป็นการทดสอบสมบัติเชิงกลของวัสดุ สำหรับประเมินความต้านทานของพลาสติกต่อการแตกหักเมื่อได้รับแรงกระแทก มีมาตรฐานอยู่ 2 Code ได้แก่

- Code A
- Code B

ซึ่งจะสามารถใช้มาตรฐานไหน ขึ้นอยู่กับที่ลูกค้ากำหนดมาใน Drawing

3.3.1.1.1 Impact Resistance (Test code A)

เตรียมการทดสอบชิ้นงาน โดยให้ชิ้นงานอยู่ในห้องที่อุณหภูมิ $-30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วใช้ลูกบอลเหล็กขนาดประมาณ 50 mm. น้ำหนัก 500 – 550 กรัม โดยลูกบอลเหล็กต้องเคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงโลกเท่านั้น กำหนดจุดกระแทกตาม Drawing ความสูงของลูกบอลกำหนดตาม หมายเลขหลัง Code A ± 1 cm. (เช่น A50 ความสูง เท่ากับ 50 ± 1 cm.)



ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงการทดสอบ Impact resistance

3.3.1.1.2 Impact Resistance (Test code B)

เตรียมการทดสอบชิ้นงานโดยให้ชิ้นงานอยู่ในห้องที่อุณหภูมิ $-30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วใช้วัตถุทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ที่มีขนาดของฐานเท่ากับ $15 \times 15 \text{ cm}$ โดยที่มีน้ำหนัก $5 \pm 0.1 \text{ kg}$ ปล่อยให้ตกลงบนผิวชิ้นงานโดยปล่อยให้เคลื่อนที่ลงแรงโน้มถ่วงโลกเท่านั้น กำหนดความสูงตามหมายเลขหลัง Code (เช่น B50 ใช้ความสูงเท่ากับ $50 \pm 1 \text{ cm}$.)

ในการทดสอบ Impact Resistance นั้นจากที่ทั้ง 2 Standard ได้กำหนดมานั้น จำเป็น ต้องทดสอบที่อุณหภูมิ $-30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ โดยชิ้นงานต้องอยู่ในอุณหภูมินี้เป็นเวลา 2 ชั่วโมงก่อนเริ่มทำการทดสอบ เราจึงจำเป็นต้องใช้ Infrared Chamber machine และ Heat Chamber machine เพราะเครื่องนี้สามารถที่จะทำอุณหภูมิได้ตามที่กำหนด

3.3.1.1.3 Infrared Chamber Machine

ใช้ตรวจสอบชิ้นงานที่อุณหภูมิ $\text{MAX} = 120^{\circ}\text{C}$ $\text{MIN} = -40^{\circ}\text{C}$ และความชื้นที่ 95% และสามารถทดสอบจำลองแสง (Test Lamp) ซึ่งเป็นการ Test โดยการจำลองสภาพการณ์จริงต่อการทดสอบอุณหภูมิและแสงของชิ้นงาน แล้วยังสามารถ Test heat cycle โดยตั้งสภาวะเป็นรอบ (cycle) ใน 1 รอบจะมีการตั้งอุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิปกติ และอุณหภูมิสูงสุด เพื่อเป็นการจำลองสภาพอากาศจริงว่าเมื่อมีการนำรถยนต์ไปอยู่ในสภาพอากาศต่างๆ ชิ้นส่วนของรถที่ประกอบจะมีปัญหาการเกิดขึ้นหรือไม่



ภาพที่ 3.2 รูปแสดง Infrared Chamber Machine

3.3.1.1.4 Heat Chamber machine

ใช้ตรวจสอบชิ้นงานที่อุณหภูมิ MAX = 100 °C MIN = -40 °C และความชื้นที่ 95% เพื่อเป็นการจำลองสภาพอากาศจริงว่าเมื่อมีการนำชิ้นส่วนยานยนต์ที่เป็นพลาสติกไปทำการทดสอบจะมีปัญหาการเกิดขึ้นกับตัวชิ้นงานหรือไม่ โดย Heat Chamber Machine จะไม่สามารถ Test Lamp ได้



ภาพที่ 3.3 ภาพแสดง Heat chamber machine

การทดสอบ Impact resistance ในปัจจุบันนั้นจะพบแต่การทดสอบ Test code A ยังไม่เคยเจอ Test code B เลยเพราะเนื่องจาก การ Test Code A นั้นสามารถควบคุมได้ง่ายกว่าและยังทำงานง่ายกว่า อุปกรณ์ในการทดสอบนั้นประกอบไปด้วย ลูกบอลเหล็ก Diameter เท่ากับ 50mm และท่อทรงกระบอก กำหนดความสูงสำหรับปล่อยลูกบอลเหล็ก



ภาพที่ 3.4 ภาพแสดงลูกบอลเหล็ก



ภาพที่ 3.5 ภาพแสดงท่อสำหรับปล่อยลูกบอลเหล็ก

3.3.1.1.5 วิธีการทดสอบแบบDrop ball

เมื่อชิ้นงานอยู่ในห้อง Heat chamber machine ที่อุณหภูมิ $-30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้ว จะทำการ Test drop ball โดยนำท่อปล่อยบอลมาและนำสลักกันไว้ที่ช่องความสูงที่ต้องการทดสอบ แล้วนำลูกบอลเหล็กใส่ลงในกระบอกลง โดยให้ลูกบอลเหล็กอยู่บนก้านของสลัก ค่อยๆนำกระบอกลงที่พร้อมปล่อยลูกบอลเหล็กไปวางบนชิ้นงานถึงบนจุดที่ต้องการทดสอบต้องตั้งกระบอกลงปล่อยลูกบอลให้ตั้งฉากกับพื้นโลกเพื่อให้ลูกบอลตกลงมาด้วยแรงโน้มถ่วงโลกเท่านั้น เมื่อตรงจุดที่ต้องการแล้วดึงสลักกันลูกบอลออกเพื่อปล่อยลูกบอลให้ตกลงมากระแทกชิ้นงาน

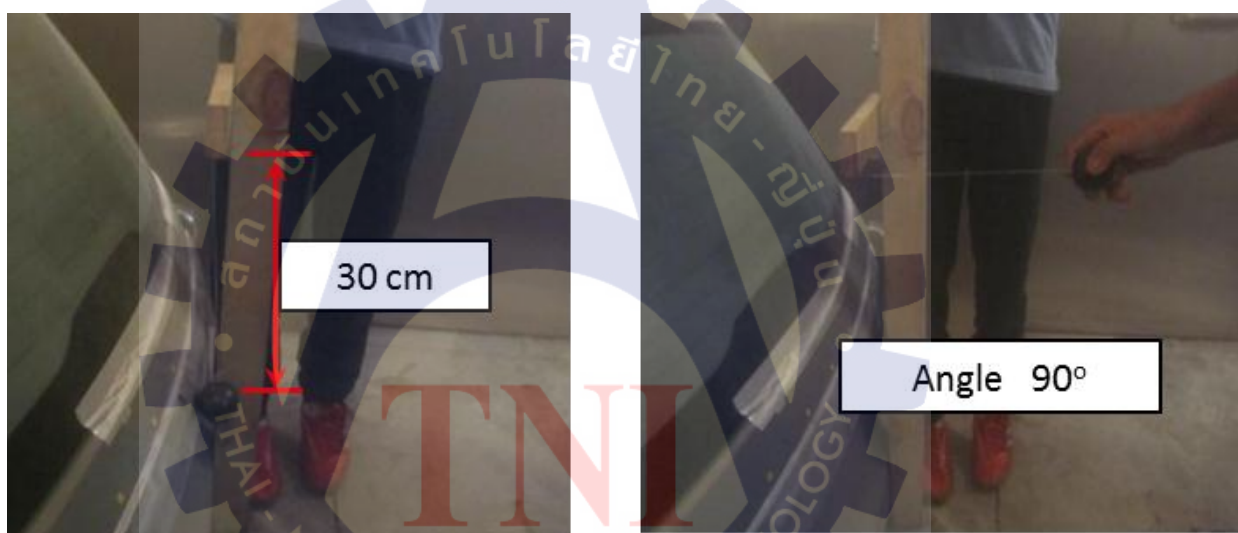


ภาพที่ 3.6 ภาพแสดงการทดสอบ Impact resistance แบบ drop ball

แต่เนื่องจากวิธีการทดสอบแบบ Drop ball นั้นใช้กับPart บางชิ้นไม่ได้เนื่องจากเงื่อนไขในลักษณะการประกอบบนรถจริง ซึ่งจะทดสอบด้วยวิธีDrop ballไม่ได้เพราะการทดสอบนี้ต้องการจำลองการกระแทกสำหรับส่วนรถยนต์จริงๆ จึงมีการเรียกร้องจากทางลูกค้าให้ใช้วิธีการทดสอบอื่น ที่ไม่ใช่แบบ Drop ball เพราะจำเป็นต้องทดสอบPartในลักษณะที่ประกอบกับรถยนต์จริง จึงนำทฤษฎีของชาร์ปีเข้ามาประยุกต์ใช้ในการทดสอบ

3.3.1.1.6 วิธีการทดสอบโดยใช้ทฤษฎีของชาร์ปีแบบประยุกต์

เมื่อชิ้นงานอยู่ในห้องที่อุณหภูมิ $-30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้วจะทำการทดสอบจะทำการทดสอบโดยนำลูกบอลเหล็กผูกติดกับเชือกและเชือกก็เชื่อมต่อกับคานที่ทำขึ้นจากไม้ โดยมีการคำนวณระยะความยาวของเชือกและมุมในการแกว่ง เพื่อที่จะได้ขนาดของแรงที่เท่ากับแบบ Drop ball โดยการทดสอบลักษณะนี้ ใช้เพื่อทดสอบชิ้นงานในลักษณะที่ไม่ได้ประกอบวางราบกับพื้นเช่น กันชนหน้า กันชนหลัง อุปกรณ์ตกแต่งประตูหลังป็นต้น เพราะเนื่องจากไม่สามารถทดสอบโดยปล่อยให้ลูกบอลตกมาในแนวตั้งได้ จึงจำเป็นต้องใช้การแกว่งในการในการทดสอบเพื่อให้ลูกบอลเหล็กกระทบกับชิ้นงานบริเวณผิวด้านข้างได้



ภาพที่ 3.7 ภาพแสดงการทดสอบ Impact resistance โดยใช้ทฤษฎีของชาร์ปี

ในการคำนวณแรงนั้นใช้สมการของ ชาร์ปีในการหาคำนวนแรง โดยเปรียบเทียบกับแรงของกระบวนการ Drop ball ว่าเท่ากันหรือไม่ ตัวอย่างเช่น

สมการที่ใช้คำนวณแรงในการ Drop ball

$$E = mg(h - h')$$

เมื่อ	E	คือ พลังงานที่ได้จากการปล่อยตุ้มน้ำหนัก (ปอนด์ฟุต หรือ นิวตันเมตร)
	w	คือ น้ำหนักของลูกตุ้ม (ปอนด์)
	m	คือ มวลของตุ้มน้ำหนัก (กิโลกรัม)
	h, h'	คือ ความสูงของลูกตุ้มก่อนและหลังการกระแทกตามลำดับ (ฟุต หรือ เมตร)
	g	คือ อัตราเร่งจากแรงดึงดูดของโลก (9.81 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง)

สมการของชาร์ปี การแกว่งลูกตุ้ม

$$E = wr(\cos\beta - \cos\alpha)$$

หรือ
$$E = mgr(\cos\beta - \cos\alpha)$$

เมื่อ	E	คือ พลังงานที่ใช้ในการแตกหักของชิ้นทดสอบ (ปอนด์ฟุตหรือนิวตันเมตร)
	w	คือ น้ำหนักลูกตุ้ม (ปอนด์)
	m	คือ มวลของลูกตุ้ม (กิโลกรัม)
	g	คือ ความเร่งจากแรงดึงดูดโลก (9.81 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง)
	r	คือ ความยาวแขนลูกตุ้ม (ฟุต หรือ เมตร)
	α	คือ มุมยกลูกตุ้มเริ่มต้นก่อนกระแทก
	β	คือ มุมยกลูกตุ้มสุดท้ายหลังกระแทก

ตัวอย่างที่ 3.1

ถ้าต้องการแรงของการแกว่งที่ได้แรงเท่ากับการ Drop ball ที่มาตรฐาน A30 ควรใช้ความยาวเชือกที่เท่าไรถ้าปล่อยลูกตุ้มที่มุม 90° โดยให้น้ำหนักของลูกตุ้มเท่ากับ 535g เท่ากันทั้งสองกระบวนการ

หาแรงที่ได้จากการ Drop ball

$$E = mg(h - h')$$

มาจาก A30 = 0.3 m

$$E = (535 \times 10^{-3})(9.81)(0.3 - 0)$$

$$E = 1.5745 \text{ N} \cdot \text{m}$$

เมื่อได้ขนาดของแรงจากการ Drop ball แล้ว นำไปแทนในสมการของชาร์ปี

$$E = mgr(\cos\beta - \cos\alpha)$$

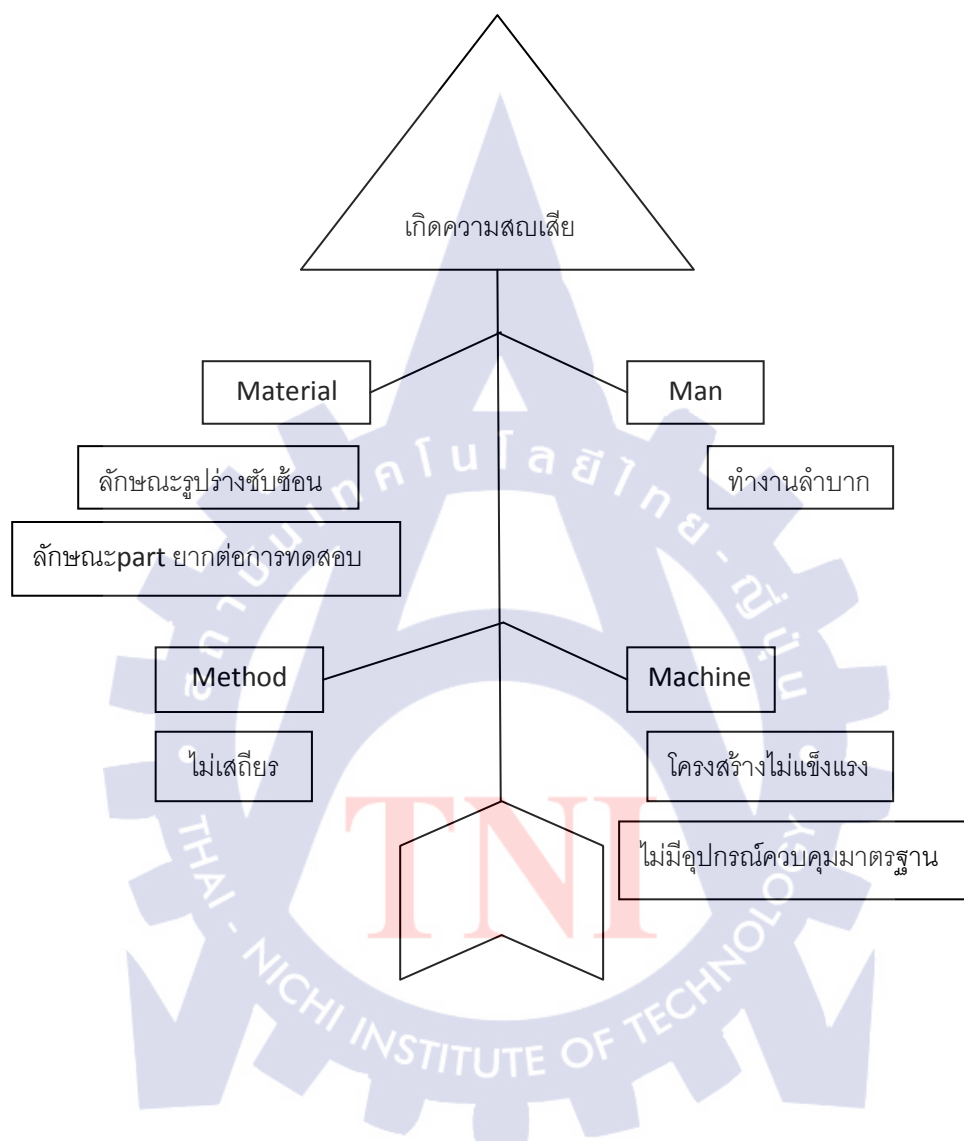
$$1.5745 = [(535 \times 10^{-3})(9.81)(r)][(\cos 0 - \cos 90)]$$

$$1.5745 = (5.24835)(r)(1)$$

$$r = 0.299 \text{ m} \approx 0.30 \text{ m}$$

ควรใช้ความยาวของเชือกเท่ากับ 0.3 เมตร หรือ เพื่อที่จะได้แรงที่เท่ากับการ Drop ball ที่มาตรฐาน A30

3.3.2 วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการทดสอบ



ภาพที่ 3.8 ภาพแผนภูมิการปลาวีเคราะห์ปัญหา

ในการสำรวจกระบวนการทดสอบ Impact resistance ปัญหาที่เกิดขึ้นพบว่า เครื่องมือที่ใช้ทดสอบเมื่อไม่มีความเสถียรภาพ จะมีผลทำให้ชิ้นงานที่ทดสอบไม่ผ่านกระบวนการทดสอบ เนื่องจาก

ค่าของแรงกระแทกที่ไม่คงที่ จะทำให้ชิ้นงานที่ได้รับการทดสอบรับแรงมากเกินไปเกินมาตรฐานที่กำหนด โดยที่ผู้ทดสอบไม่อาจรู้ได้ว่าแรงที่ป้อนไปที่จริงแล้วมีขนาดเท่าไร

ในกระบวนการทดสอบนั้น พบว่าเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบด้วยการประยุกต์ทฤษฎีของชาร์ปนั้น ยังขาดความแม่นยำในการทำงาน เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นอย่างง่ายดังรูปที่ 3.6



ภาพที่ 3.9 เครื่องมือทดสอบ Impact resistance แบบเหวี่ยง

การทดสอบด้วยวิธีนี้ ต้องใช้ความแม่นยำในเรื่องของมุมการปล่อยลูกบอล และตำแหน่งที่ลูกบอลตกกระทบ เพื่อที่จะได้แรงกระแทกที่ตรงตามมาตรฐานที่กำหนด ความเสถียรของแรงกระแทก



ลำดับ	ข้อดี	ข้อเสีย
1	น้ำหนักเบา	ไม่มีฐานสำหรับตั้งพื้น ต้องถือ
2	ราคาถูก	วัสดุไม่แข็งแรง
3	ซ่อมแซมง่าย	ใช้งานยาก
4	-	ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมองศาการปล่อย
5	-	อัตราการแกว่งของตำแหน่งกระแทกสูง
6	-	โครงสร้างไม่แข็งแรง

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงข้อดีข้อเสียของเครื่องมือแบบเดิม

จากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่าปัญหาเกิดขึ้นจากปัจจัย 2 ปัจจัยหลักคือ 1.ปัจจัยที่เกิดขึ้นจากผู้ปฏิบัติงาน 2.ปัจจัยที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือ

3.3.2.1 ปัจจัยที่เกิดขึ้นจากผู้ปฏิบัติงาน

- พนักงานขาดความเข้าใจในการทดสอบ
- พนักงานเกิดความเกียจคร้านในการตรวจวัดมุมปล่อย
- สภาพร่างกายของพนักงาน เพราะ สภาพอากาศที่ใช้ทดสอบนั้นมีอุณหภูมิต่ำมาก อาจทำให้ความสามารถในการทดสอบลดลงเมื่ออยู่ในสภาพนั้นเป็นเวลานาน

3.3.2.2 ปัจจัยที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือ

- เครื่องมือใช้งานยาก ไม่สามารถตั้งบนพื้นโดยไม่ใช้มือจับ
- ไม่มีอุปกรณ์บ่งบอกมุมเริ่มการปล่อย จึงไม่สามารถรู้ได้ว่าถึงมุมที่ถูกต้องแล้วหรือไม่
- ลูกตุ้มผูกติดอยู่กับเส้นเชือก ซึ่งความอิสระในการเคลื่อนที่ได้หลายแกน จึงทำตำแหน่งของการกระแทกขาดความแม่นยำ
- เครื่องมือไม่มีความแข็งแรง
- ยึดยากลำบากในการปรับระดับความสูง
- เมื่อต้องเปลี่ยน Standard ต้องเปลี่ยนที่ความยาวเชือก ทำให้เสียเวลา

สรุปการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่าเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือการทดสอบ และเป็นปัญหาที่แก้ไขได้ สามารถทำให้เครื่องมือใช้งานได้ง่ายขึ้น และเมื่อใช้งานได้ง่ายขึ้น ปัจจัยที่เกิดขึ้นจากผู้ปฏิบัติงานก็ลดลง

3.3.3 แนวทางในการปรับปรุง

การออกแบบเครื่องมือ

ในการปรับปรุงกระบวนการทดสอบ Impact resistance เป็นการปรับปรุงที่เครื่องมือการทดสอบ โดยเฉพาะการทดสอบแบบใช้ทฤษฎีของชาร์ปีมาประยุกต์ ดังนั้นจึงทำการออกแบบเครื่องมือขึ้นใหม่ เพื่อประสิทธิภาพของการทดสอบที่ดีขึ้น

สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$E = wr(\cos\beta - \cos\alpha)$$

หรือ
$$E = mgr(\cos\beta - \cos\alpha)$$

เมื่อ	E	คือ พลังงานที่ใช้ในการแตกหักของชิ้นทดสอบ (ปอนด์ฟุตหรือนิวตันเมตร)
	w	คือ น้ำหนักลูกตุ้ม (ปอนด์)
	m	คือ มวลของลูกตุ้ม (กิโลกรัม)
	g	คือ ความเร่งจากแรงดึงดูดโลก (9.81 เมตรต่อวินาทียกกำลังสอง)
	r	คือ ความยาวแขนลูกตุ้ม (ฟุต หรือ เมตร)
	α	คือ มุมยกลูกตุ้มเริ่มต้นก่อนกระแทก
	β	คือ มุมยกลูกตุ้มสุดท้ายหลังกระแทก

ในการคำนวณสำหรับการออกแบบเครื่องมือ จะเริ่มจากการคำนวณหาความยาวของเหล็กเส้นที่ Standard สูงสุด คือ A50 และจะปล่อยที่มุม 90° แต่ปัญหาที่พบคือ เหล็กเส้นมีน้ำหนักในตัว จึงทำให้ต้องบวกน้ำหนักรวมกับลูกตุ้ม ก่อนที่นำมาคำนวณ การตัดเหล็กเส้นก็ทำให้น้ำหนักของเหล็กเส้นลดลงด้วย การออกแบบจึงเป็นแบบปรับระดับได้ด้วยเกลียว ดังภาพที่ 3.9 เพื่อเป็นการควบคุมความยาวและให้น้ำหนักคงที่ น้ำหนักของเหล็กเส้นและลูกตุ้มรวมกันแล้วมีน้ำหนักเท่ากับ 630 กรัม



ภาพที่ 3.10 ภาพการประกอบเหล็กเส้นกับแกนหมุน

สมการที่ใช้คำนวณหาความยาวของเหล็กเส้น

$$E = w(h - h')$$

$$E = mg(h - h')$$

$$E = (0.535)(9.81)(0.5 - 0)$$

$$E = 2.624175 \text{ N} \cdot \text{m} \quad \text{-----} \textcircled{1}$$

$$E = wr(\cos\beta - \cos\alpha)$$

$$E = (mg)(r)(\cos\beta - \cos\alpha)$$

นำสมการ $\textcircled{1}$ มาแทน

$$2.64175 = (0.630)(9.81)(r)(\cos 0 - \cos 90)$$

$$r = \frac{2.624175}{(0.630)(9.81)(1)}$$

$$r = 0.424603 \text{ m} \approx 42.46 \text{ cm}.$$

$\therefore$ ใช้ความยาวของเหล็กเส้นเท่ากับ 42.46 cm

เมื่อได้ความยาวของเหล็กเส้นที่ Standard A50 ด้วยการปล่อยที่มุม 90° แล้ว ต่อไปจะเป็นการคำนวณสำหรับการใช้งานกับ Standard A30 A20 เพื่อหามุมปล่อย

Drop

A30

$$E = mg(h - h')$$

$$E = (0.535)(9.81)(0.3)$$

$$E = 1.574$$

A20

$$E = (0.535)(9.81)(0.2)$$

$$E = 1.04967$$

Angle**A30**

$$E = (mg)(r)(\cos\beta - \cos\alpha)$$

$$1.574 = (0.630)(9.81)(0.4246)(\cos 0 - \cos\alpha)$$

$$1.574 = (2.624173)(1 - \cos\alpha)$$

$$0.5998 = (1 - \cos\alpha)$$

$$\cos\alpha = 1 - 0.5998$$

$$\alpha = \underline{66.409^\circ}$$

A20

$$E = (mg)(r)(\cos\beta - \cos\alpha)$$

$$1.04967 = (0.630)(9.81)(0.4246)(\cos 0 - \cos\alpha)$$

$$1.04967 = (2.624173)(1 - \cos\alpha)$$

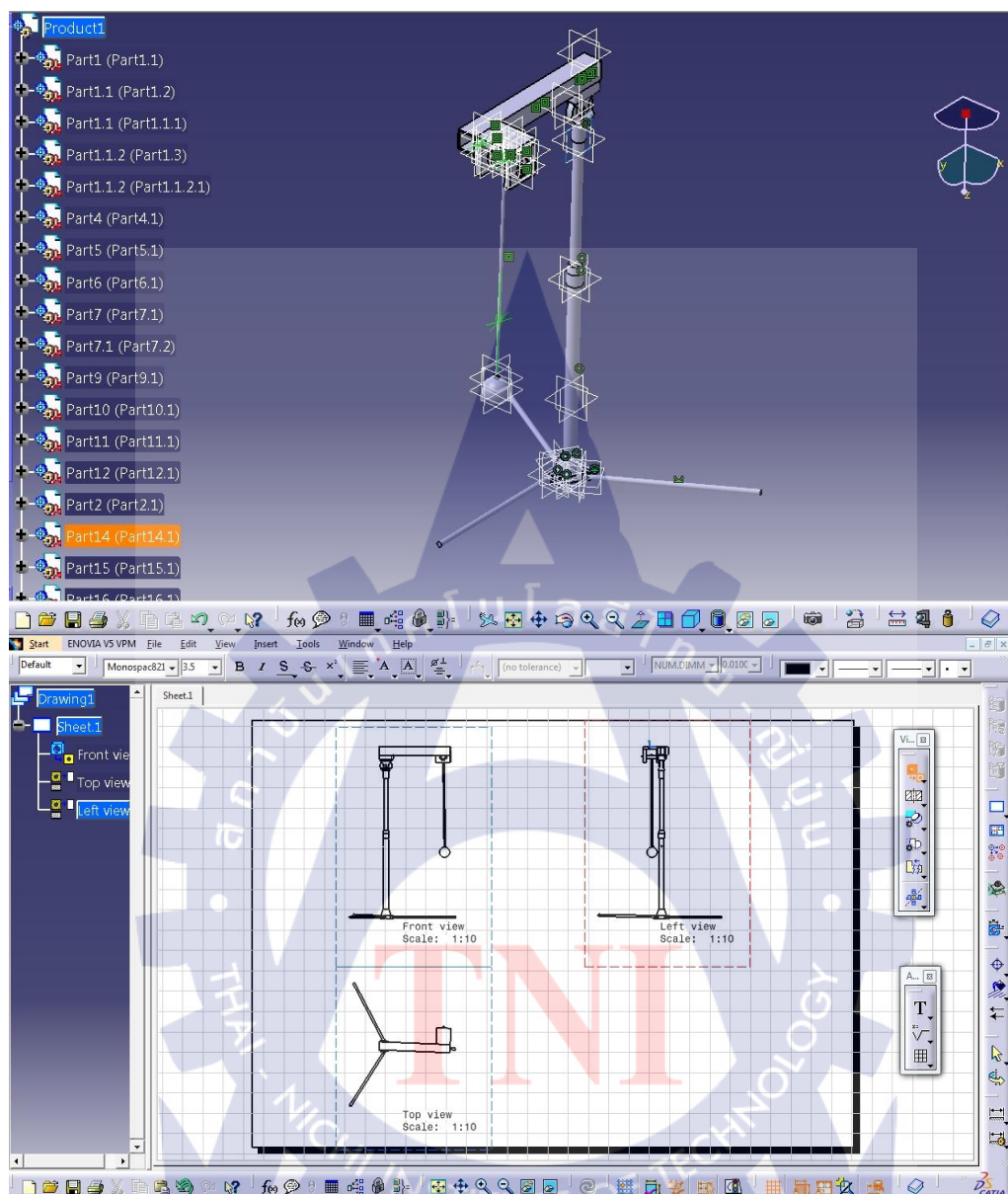
$$0.4 = (1 - \cos\alpha)$$

$$\cos\alpha = 1 - 0.4$$

$$\alpha = \underline{53.130^\circ}$$

ในลักษณะรูปร่างของเครื่องมือออกแบบโดยใช้ทฤษฎีของชาร์ปีเข้ามาคำนวณ โดยแนวคิดเป็นการควบคุมที่มุมเริ่มการปล่อยลูกตุ้มแทนที่จะเป็นการควบคุมที่ความยาวเชือกเหมือนอุปกรณ์แบบเดิม เหตุเพราะเมื่อมีการเปลี่ยนเป็นมาตรฐานอื่น เช่น A50 เป็น A30 แบบที่ควบคุมด้วยความยาวเชือกจะเสียเวลาในการปรับความยาวของเชือก เมื่อเป็นการควบคุมที่มุมการปล่อยแล้ว สามารถปรับปรุงในด้านความแม่นยำของตำแหน่งโดยเปลี่ยนจากเชือกเป็น ก้านเหล็ก เพื่อป้องกันการแกว่งตัวของลูกตุ้มเมื่อทำการกระแทก

ในการออกแบบขั้นต้น ใช้โปรแกรม Catia V5R20 ในการออกแบบ เพื่อวิเคราะห์รูปร่างลักษณะและกรรมวิธีการสร้าง ว่าควรผ่านกระบวนการใดบ้าง เพื่อจะนำข้อมูลไปปฏิบัติสร้างเครื่องมือจริง ๆ ต่อไป



ภาพที่ 3.11 ภาพการออกแบบเครื่องมือด้วยโปรแกรม Catia V5 R20

3.3.3.1 กรรมวิธีการสร้างเครื่องมือ

ส่วนประกอบที่ใช้สร้างเครื่องมือ

- 1.) เหล็กแผ่นขนาด 120x90x20 จำนวน3แผ่น
- 2.) เสาโลหะปรับระดับได้
- 3.) แบร่จ ขนาดdiameterนอก 35mm. Diameter ใน 17mm. จำนวน2ชิ้น
- 4.) เหล็กท่อเหลี่ยม ขนาด 50x50 mm.
- 5.) เหล็กท่อกกลม Diameter 15 mm. ยาว 400 mm.
- 6.) เหล็กเส้น ขนาดDiameter 6mm.
- 7.) ไม้โปรเทคเตอร์
- 8.) ลูกบอลเหล็ก ขนาด Diameter 50.78 mm. น้ำหนัก535กรัม
- 9.) น็อตและ สกรู M6 จำนวนอย่างละ 5ตัว

ใช้วัสดุที่เป็นโลหะเป็นหลัก เพื่อความแข็งแรงของโครงสร้างของเครื่องมือ และเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานเครื่องมือ

นำโลหะ แผ่น ขนาด 120x90x20 มาผ่านกระบวนการปาดผิว เจาะและคว้านรูประกอบแบร่จแบบสวมอัดด้วยกระบวนการMilling และกลึงโลหะพร้อมเจาะรูเพื่อสวมอัดกับแบร่จสำหรับใส่ก้านลูกตุ้ม ขั้นตอนนี้เป็นารสร้างส่วนประกอบในส่วนของในส่วนของกลไกแกว่งดักภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.12 ภาพแสดงกระบวนการขณะMilling



ภาพที่ 3.13 ภาพแสดงชิ้นงานหลังประกอบ

เชื่อมฐานของเครื่องมือ โดยเชื่อมติดกับเสาเหล็กปรับระดับได้เพื่อสำหรับตั้งกับพื้น



ภาพที่ 3.14 ภาพแสดงลักษณะการเชื่อมประกอบฐาน

ประกอบชุดกลไกแกว่งกับเหล็กท่อเหลี่ยมด้วยการเชื่อม และยึดติดกับเสาปรับระดับด้วยการยึดสกรู จำนวน 2 ตัว เพื่อง่ายต่อการซ่อมบำรุง



ภาพที่ 3.15 ภาพแสดงการประกอบ

เพิ่มเสาค้ำยัน เพื่อป้องกันการพับเก็บขณะทำการทดสอบ ที่จุดสัมผัสระหว่างเหล็กท่อเหลี่ยม และเสาปรับระดับ ดังรูปที่ 3.16

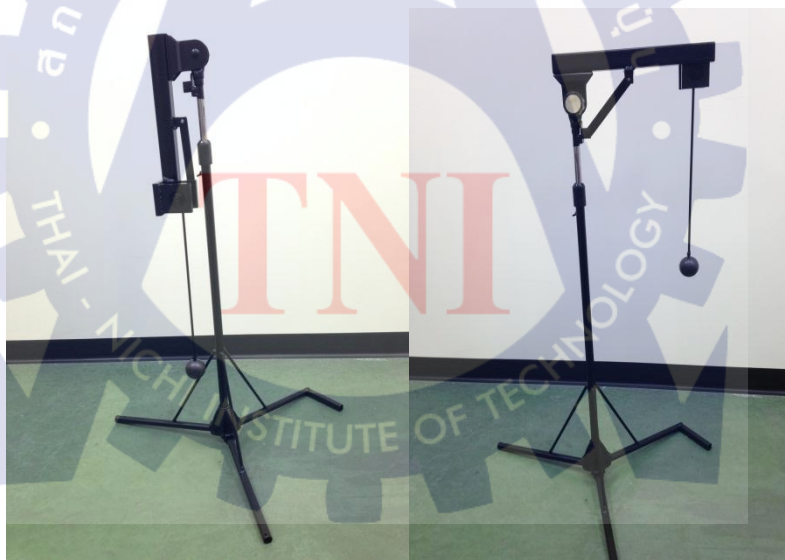


ภาพที่ 3.16 ภาพแสดงเสาค้ำยันเพื่อป้องกันการพับ

Tap เกลียว M6 บริเวณปลายสุดของเหล็กเส้นที่เชื่อมต่อกับลูกตุ้มเพื่อให้สามารถปรับระดับความยาวได้



ภาพที่ 3.17 ภาพแสดงลักษณะการประกอบระหว่าง ลูกตุ้ม-เหล็กเส้น , เหล็กเส้น-กลไกแกว่ง



ภาพที่ 3.18 ภาพชิ้นงานเมื่อประกอบเสร็จแล้ว

เมื่อทำการประกอบชิ้นงานในส่วนของโครงสร้างและกลไกเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการติดตั้งเครื่องมือควบคุมมุมการปล่อยลูกตุ้ม โดยใช้ไมโครเมตรและเข็มสำหรับชี้ตำแหน่ง ซึ่งเข็มจะยึดติดกับแกนแกว่งลูกตุ้มเพื่อให้เข็มหมุนตาม เข็มจะหมุนขึ้นขนาดของมุมบนไมโครเมตรตามที่ขากลูกตุ้มขึ้นไป



ภาพที่ 3.19 ภาพแสดงเครื่องมือสำหรับควบคุมมุมปล่อยลูกตุ้ม

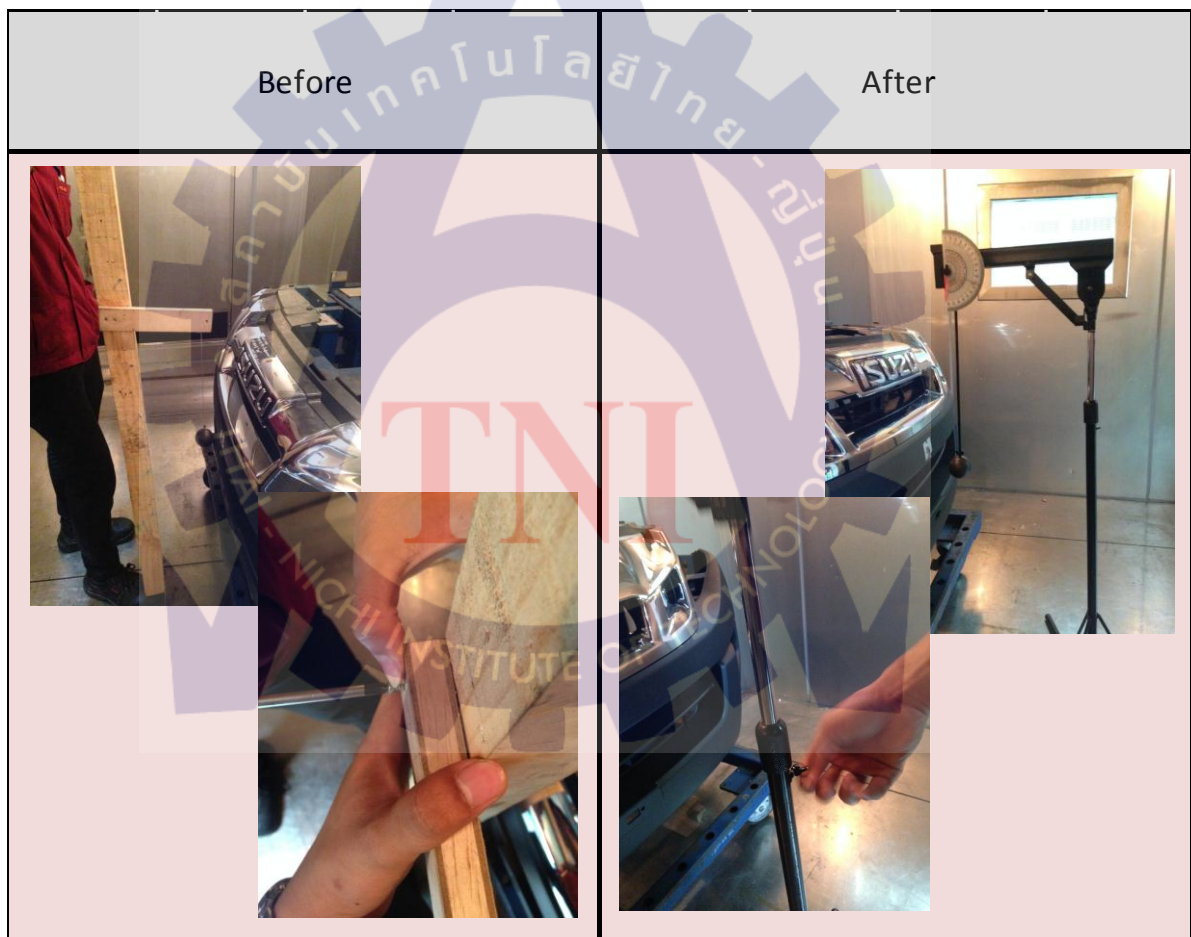
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผลต่างๆ

4.1 ผลการดำเนินการปรับปรุง

4.1.1 ผลจากการดำเนินการปรับปรุงหลังจากการนำเครื่องมือไปใช้งานจริง

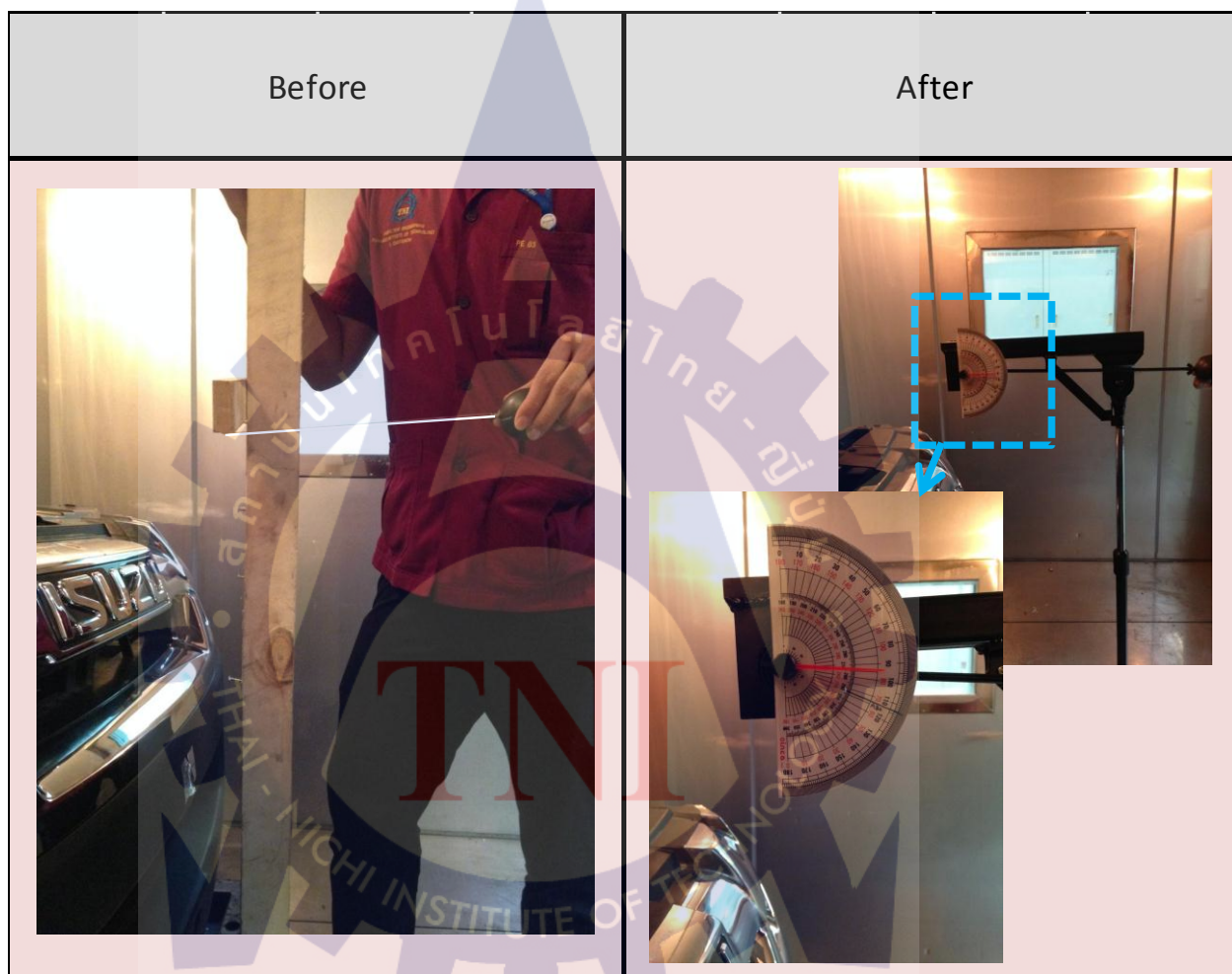
หลังจากสร้างเครื่องมือเพื่อปรับปรุงกระบวนการทดสอบแล้ว นำไปใช้งานจริงโดยเปรียบเทียบกับอุปกรณ์การทดสอบแบบเก่าโดยใช้ในสถานที่เดียวกัน ชิ้นงานที่ทดสอบเดียวกัน และผู้ปฏิบัติการทดสอบคนเดียวกัน



ภาพที่ 4.1 ภาพแสดงการใช้งานของเครื่องมือ ทั้ง Before และ After

Before: ปัญหา คือ การปรับระดับความสูงทำได้ลำบาก เพราะเนื่องจากต้องขึ้นสกรูเพื่อเคลื่อนย้ายตำแหน่งของคานไม้

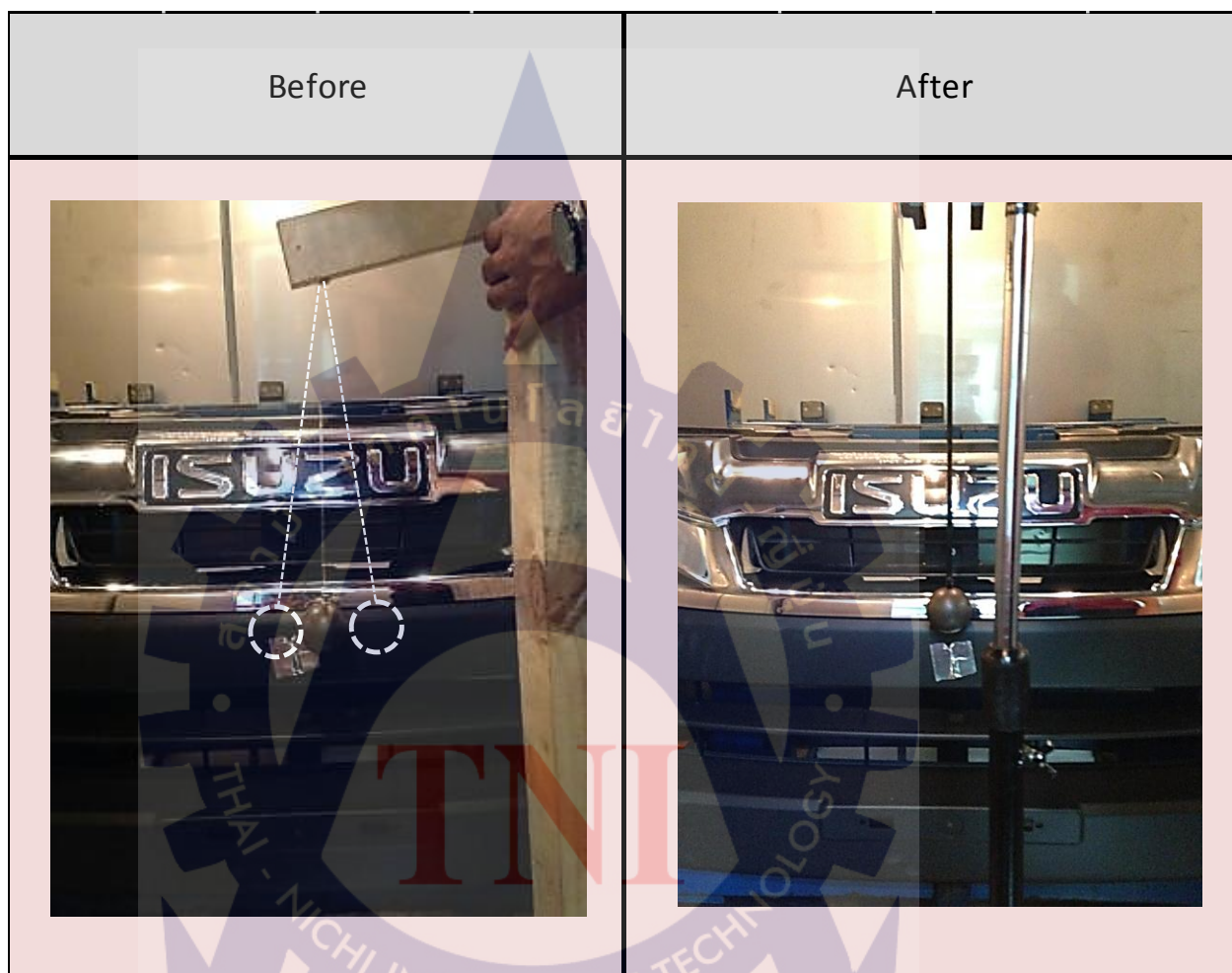
After: สามารถปรับระดับได้อิสระ โดยการใช้เสาปรับระดับได้เป็นเสาหลัก สามารถปรับความสูงได้ โดยการใช้มือหมุนปลดล็อกตำแหน่งความสูง



ภาพที่ 4.2 ภาพแสดงการใช้งานของเครื่องมือ ทั้ง Before และ After

Before: ปัญหา คือ ในการปล่อยลูกตุ้ม ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถรู้ได้แน่ชัดว่ามุมที่ยกลูกตุ้มขึ้นไปมีขนาดเท่าไรแล้ว ซึ่งมีผลต่อแรงกระแทก

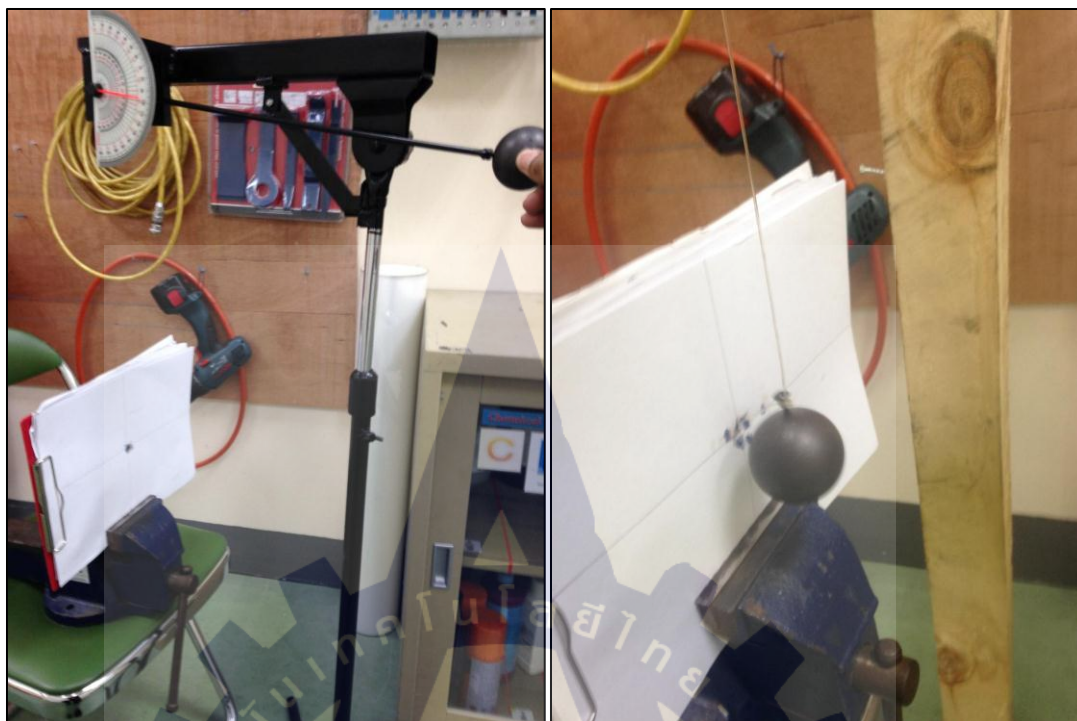
After: มีการติดตั้งโปรเทกเตอร์เพื่อป้องกันการขยักลูกตุ้ม ผู้ปฏิบัติงานสามารถรู้และกำหนดมุมการปล่อยได้อย่างชัดเจน ซึ่งStandard A20 A30 และA50 ใช้มุมการขยักของลูกตุ้มดังนี้ $A20 = 53.130^\circ$
 $A30 = 66.409^\circ$ $A50 = 90^\circ$



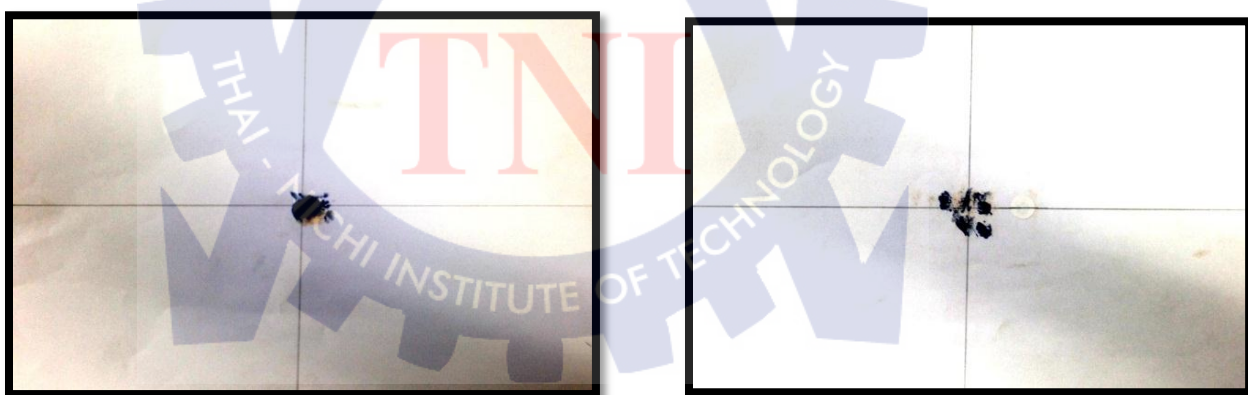
ภาพที่ 4.3 ภาพแสดงการใช้งานของเครื่องมือ ทั้ง Before และ After

Before: ตำแหน่งกระแทกของลูกตุ้มไม่มีการควบคุม ทำให้ตำแหน่งการกระแทกสามารถที่จะเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งที่ต้องการทดสอบได้

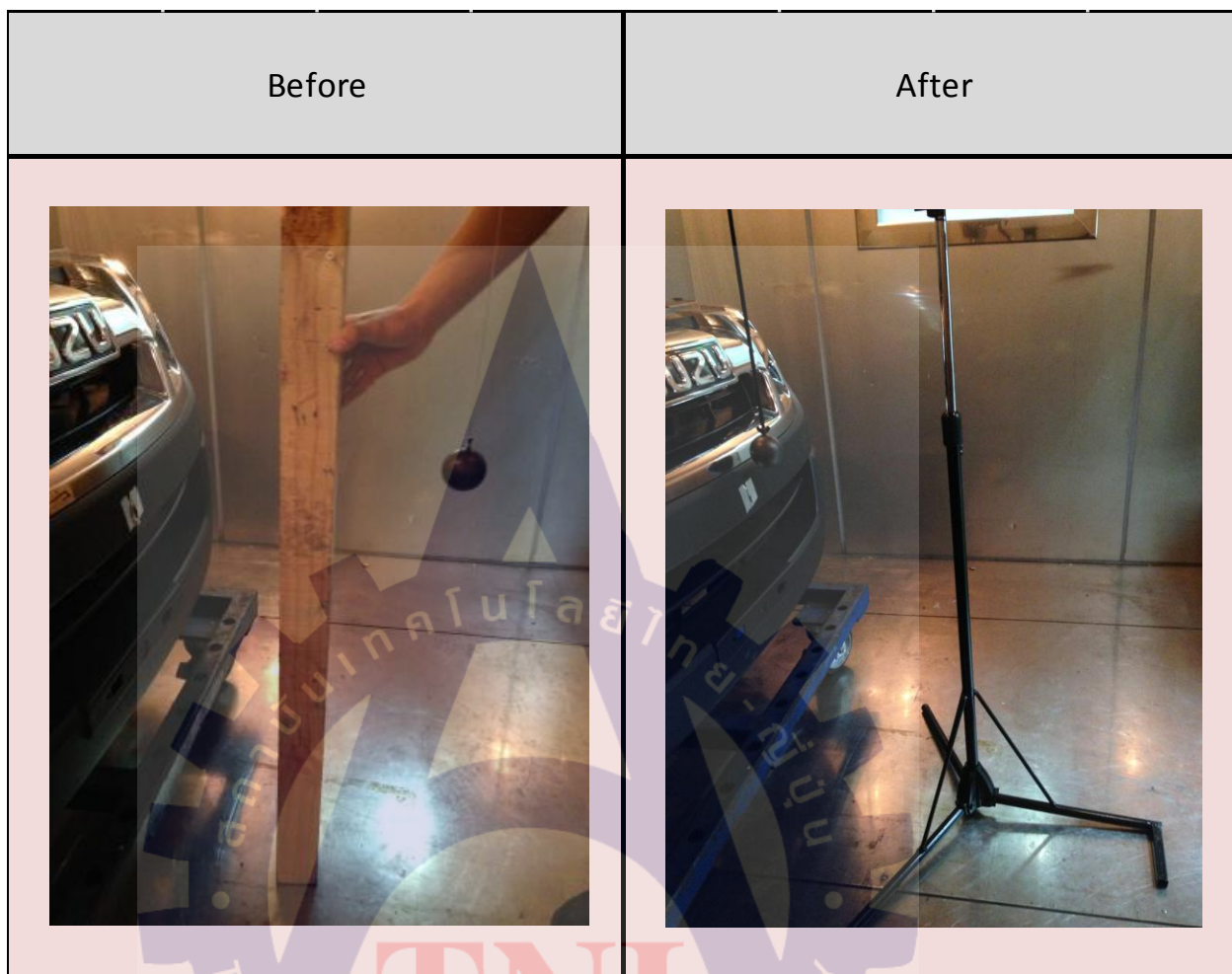
After: ตำแหน่งของลูกตุ้มมีการควบคุม ลูกตุ้มสามารถหมุนได้รอบแค่เพียง 1 แกน ดังนั้นจึงทำให้ตำแหน่งที่ลูกตุ้มกระแทกจึงมีความแม่นยำสูง



ภาพที่ 4.4 ภาพแสดงวิธีการทดสอบ Accuracy



ภาพที่ 4.5 ผลการทดสอบ Accuracy



ภาพที่ 4.6 ภาพแสดงการใช้งานของเครื่องมือทั้ง Before และ After

Before: ในการใช้งาน ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้มือข้างหนึ่งประคองเครื่องมือทดสอบไว้เพื่อให้เครื่องมือสามารถตั้งอยู่ได้ ทำให้เกิดความยากลำบากในการทำงาน แทนที่จะใช้แขนข้างที่จับเครื่องมือทำงานอย่างอื่นได้

After: เครื่องมือสามารถตั้งได้โดยไม่ต้องใช้มือจับ สามารถปฏิบัติงานได้สะดวกขึ้น



รูปที่ 4.7 รูปแสดงการใช้งานของเครื่องมือทั้ง Before และ After

Before: ในการทดสอบตำแหน่งของGrill ไม่สามารถทำได้เนื่องจากปัญหาในด้านของโครงสร้างของเครื่องมือ

After: แก้ไขโครงสร้างของเครื่องมือ ทำให้สามารถทดสอบในตำแหน่งGrill และลักษณะตำแหน่งที่คล้ายกับตำแหน่งGrill ได้

4.2 ผลการวิเคราะห์การดำเนินงาน

จากการศึกษากระบวนการทดสอบ Impact Resistance พบว่าปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความไม่เสถียรในกระบวนการทดสอบคือ เครื่องที่ใช้มือทดสอบ เนื่องจากมีข้อบกพร่องต่างๆ เช่น โครงสร้างระบบป้องกันความผิดพลาด เป็นต้น จำดำเนินการวิเคราะห์และลงมือแก้ไข โดยแก้ไขด้วยวิธีสร้าง New Tooling ทำการออกแบบใหม่โดยรวบรวมข้อเสียจากเครื่องมือทดสอบแบบเก่าแล้วนำวิเคราะห์ทำการออกแบบใหม่เพื่อปรับปรุงข้อเสียจากเครื่องมือเก่า

4.3 วิเคราะห์ข้อมูล โดยเปรียบเทียบผลที่ได้รับกับวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายการปฏิบัติงาน

หรือจัดทำโครงการ

จากการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น และลงมือทำการแก้ไขปัญหาเพื่อพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทดสอบ Impact Resistance พบว่าเครื่องมือทดสอบแบบใหม่มีความเสถียร มีความน่าเชื่อถือ มากกว่าเครื่องมือทดสอบแบบเก่า มีความแข็งแรงมากกว่า เมื่อเครื่องมือการทดสอบ มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นส่งผลให้กระบวนการทดสอบ Impact Resistance มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น และพนักงานสามารถทำงานได้ง่ายขึ้น



บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการทดสอบความต้านทานแรงกระแทก (Impact Resistance) โดยการปรับปรุงเครื่องมือการทดสอบด้วยวิธีการศึกษาจากข้อบกพร่องของเครื่องมือแบบเก่า แล้วนำมาแก้ไขโดยการสร้างเครื่องมือใหม่ขึ้นมา ทำการออกแบบเครื่องมือใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านต่างๆ เช่น ด้านความแม่นยำของตำแหน่งกระแทก แรงกระแทกคงที่ การใช้งานที่ง่ายขึ้น และลงมือสร้างเครื่องมือจริงขึ้นมา แล้วทำการทดลองใช้ พบว่า เครื่องมือมีความแม่นยำและ มีความเสถียรมากกว่าวิธีเดิม กระบวนการทดสอบมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น และทำให้เกิดของเสียระหว่างการทดสอบลดน้อยลง

5.2 แนวทางการแก้ไข้ปัญหา

ทำการศึกษากระบวนการปัจจุบัน เก็บรวบรวมปัญหา และทำการวิเคราะห์ ปัญหาและแก้ไข้ปัญหา ดังนี้

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปสาเหตุและแนวทางการแก้ไข้ปัญหา

ปัญหา	การแก้ไข
-การปรับระดับ เป็นการปรับแบบขั้นสูง ทำให้เกิดความ ลำบากในการใช้งาน และส่งผลให้ความแข็งแรงน้อย	- ใช้เป็นเสาปรับระดับได้ สามารถปรับระดับเสาได้ง่าย และมีความแข็งแรง
-ระยะในการปล่อยลูกตุ้มไม่มีเครื่องมือบ่งบอกถึงระยะของมุมลูกตุ้ม ทำให้การปล่อยลูกตุ้มยังเป็นการคาดเดาระยะอยู่	-ติดตั้งไมโครเมตรเตอร์ ซึ่งมีเข็มติดอยู่กับแกนหมุนของลูกตุ้ม เพื่อบ่งบอกถึงระยะของมุมที่ลูกตุ้มถูกยกขึ้นไป

-ความแม่นยำในเรื่องของตำแหน่งที่กระแทกน้อย เนื่องจากใช้เชือกเป็นเป็นอุปกรณ์แกว่ง ลูกตุ้ม ทำให้ตำแหน่งที่ลูกตุ้มกระแทก อาจจะมี ความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริงได้	-เปลี่ยนกลไกการแกว่ง โดยมีการควบคุมให้ลูกตุ้มเคลื่อนที่ได้เพียงแนวการเคลื่อนที่เดียว ทำให้ตำแหน่งกระแทกมีความแม่นยำสูง
-ไม่มีฐานรองรับเครื่องมือ ในการทดสอบจึงต้องใช้มือข้างหนึ่งจับไว้ ทำให้เกิดความลำบากในการทำงาน	-มีฐานรองรับเครื่องมือ ทำให้การทำงานง่ายขึ้น
-ในบางตำแหน่งของชิ้นงาน ลูกตุ้มไม่สามารถแกว่งไปกระแทกถึง จึงทำให้ไม่สามารถทำการทดสอบได้	-ออกแบบให้มีคานยื่นออกมา เพื่อให้ลูกตุ้มกระแทกถึงตำแหน่งที่เข้าถึงยาก

5.3 ข้อเสนอแนะจากการดำเนินงาน

5.3.1 เนื่องจากในการสหกิจศึกษาของนักศึกษา^{มีเวลาน้อย} จึงทำให้การเก็บข้อมูลในการทำโครงงานนั้นทำได้ไม่เต็มที่ ทำให้ขาดข้อมูลที่เกี่ยวข้องบางส่วนขาดหายไป

5.3.2 ควรจัดฝึกอบรมพนักงานให้เข้าใจหลักการทดสอบ Performance Test และการตรวจสอบ Dimension ที่ถูกวิธี เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากพนักงาน



ภาคผนวก

ค.รายงานประจำสัปดาห์





๑.Kaizen Sheet

เอกสารอ้างอิง

เอกสารประกอบการเรียน Mechanic Laboratory ในส่วนของการทดสอบความต้านทานแรงกระแทก

หลักการควบคุมคุณภาพ (Principle of Quality Control) กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ พิมพ์ครั้งที่2 สำนักพิมพ์
ส.ศ.ท.,กรุงเทพ



เอกสารอ้างอิง

วิจิตร คันทศุทธิ์ และคณะ, 2540, การศึกษางาน (Work Study), สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผศ.รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม และ อ.เนื่อโสม ดิงสัญชติ, 2528, การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion Study and Time Study), สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

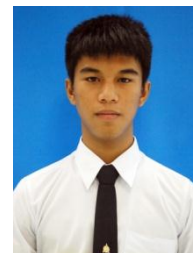
อ.นพรัตน์ สีม่วง, **Introduction to Work Study [Online]**, Available:

<http://www.pe.kmutnb.ac.th/nsm/files/Chap%201%20Intro%20to%20Work3.pdf> [15 สิงหาคม 2556]

ประกิต อ่องสร้อย, วารสารเทคโนโลยี ฉบับ เซอติคและคอมพิงเตอร์ , พิมพ์ครั้งที่ 4, บริษัท ทิค (ไทย) จำกัด



ประวัติผู้จัดทำโครงการ



ชื่อ – นามสกุล

นายจิตพล ไชยวัฒน์

วัน เดือน ปีเกิด

16 มิถุนายน 2535

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา

ประถมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2544

โรงเรียนชุมชนบ้านบางเสร่

ระดับมัธยมศึกษา

มัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2547

โรงเรียนสิงห์สมุทร

มัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2550

วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ

ระดับอุดมศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมการผลิต พ.ศ.2553

สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น

ประวัติการฝึกอบรม

ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS)

ณ สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น

มาตรวัดวิทยาในอุตสาหกรรม โดย บริษัท บริษัท มิซูโต

โย (ประเทศไทย) จำกัด

ณ สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

-ไม่มี-