รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ.การวิเคราะห์ระบบการวัด . พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ:สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น),2542.

เบงคิจิ โมริยามา (ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์ และ ประสงค์ ศรีเจริญชัย แปล.เทคนิคเครื่องมือวัดเชิงกล.กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น),2536.

ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย.เทคนิคการควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหารและกรณีศึกษา.พิมพ์ครั้งที่1 . กรุงเทพฯ : บริษัทเอ็มแอนด์อี จำกัด , 2533

ภาษาอังกฤษ

Automotive Industry Action Group(AIAG).Statistical Process Control (SPC) Manual 2nd Edition,Michican,USA,1995.

Automotive Industry Action Group(AIAG).Measurement System Analysis(MSA) Manual 2nd Edition,Michican,USA,1995.

Montgomery, Douglas C. and Runner, George C. , "Gauge Capability Analysis and Designed Experriments," Quality Engineering (1993-1994):115-135

Fruit, Robert, "The New Approach to GR&R," Manufacturing Engineering (Jul 1997): 16 pages

Jaynes, Kenneth R., "Reviewing Gage R&R," Manufacturing Engineering (Feb 1997) : 12 pages

Montgomery, D.C. Design and Analysis of Experiments.4th Edition. New York : John Wiley &Sons,1997.

Noaker, Paula M," When a Good Process Goes Bad," Manufacturing Engineering (Apr 1994):65-70

Raffaldi, John," 5 Ways to Verify Your Gages," Quality (Mar 2000) : 38-42

Stout, Gail," Measurement Put to the Test," Quality (Sep 1994) :41-48

Wheeler, D.J. and R.W. Lyday . Evaluating the Measurement Process .Knoxville : SPC Press,1984.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.1

วิธีการคำนวณค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัด
โดยวิธีค่าเฉลี่ยและพิสัย (Average and Range Method)

วิธีการคำนวณค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัด โดยวิธี ค่าเฉลี่ยและพิสัย

จากตารางที่ ก.1 ที่แสดงถึงผลลัพธ์ในแต่ละขั้นตอนและผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดาลักษณะสมบัติเชิงปริมาณตามสูตรการคำนวณจากการใช้วิธีค่าเฉลี่ยและพิสัย

วิธีการในการได้มาซึ่งผลการคำนวณต่างๆ สามารถแสดงได้ดังข้อตอนดังต่อไปนี้

1. นำข้อมูลที่มากที่สุดในแถวที่ 1 และ 2 ลบด้วยข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุด นำผลที่ได้ใส่ลงไปในแถวที่ 6 หลังจากนั้น ทำเช่นเดียวกันกับข้อมูลในแถวที่ 7 และ 8 แล้วใส่ผลในแถวที่ 12
2. รวมข้อมูลทั้งหมดในแถวที่ 6 แล้วหารด้วยจำนวนชิ้นงานที่นำมาทดลอง เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยของพิสัยของผู้วัดคนที่ 1 (ในที่นี้ผลที่ได้เท่ากับ 6.109 มิลลิเมตร) ทำเช่นเดียวกันในผู้วัดคนที่ 2 จากข้อมูลในแถวที่ 12
3. นำค่าเฉลี่ยของพิสัยของผู้วัดแต่ละคน มาหาค่าเฉลี่ยรวมของพิสัยทั้งหมด ใส่ข้อมูลลงในแถวที่ 13 (ในที่นี้ได้ค่า 6.077 มิลลิเมตร)
4. นำค่าเฉลี่ยรวมของพิสัยทั้งหมด มาคูณด้วยค่าคงที่ D3 และ D4 เพื่อให้ได้ค่าพิกัดควบคุมบนและล่างของค่าพิสัย (ในที่นี้ ค่า D3 เท่ากับ 0 และค่า D4 เท่ากับ 3.27 จากการใช้การทดลองซ้ำ 2 ครั้งในชิ้นงานเดียวกัน) นำข้อมูลที่ได้ใส่ลงในแถวที่ 17 และ 18

จำนวนครั้งในการทำซ้ำในแต่ละกลุ่มย่อย	A_2	D_3	D_4
2	1.880	0	3.267
3	1.023	0	2.575
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.115
6	0.483	0	2.004
7	0.419	0.076	1.924
8	0.373	0.136	1.864
9	0.337	0.184	1.816
10	0.308	0.223	1.777
11	0.285	0.256	1.744
12	0.266	0.284	1.716
13	0.249	0.308	1.692
14	0.235	0.329	1.671
15	0.223	0.348	1.652

5. ในกรณีที่พบว่าชิ้นงานและผู้วัดคนใดมีค่าพิสัยเกินหรือต่ำกว่าระดับควบคุมที่กำหนด ทำการเก็บข้อมูลซ้ำและทำการคำนวณค่า ระดับควบคุมใหม่ จนกระทั่งค่าพิสัยทุกค่าตกอยู่ในระดับควบคุมทั้งหมด
6. รวมข้อมูลในแถวที่ 1 2 7 และ 8 แล้วหารด้วยจำนวนชิ้นส่วนที่ทำการทดลองในแต่ละแถว (ในที่นี้มีข้อมูลทั้งสิ้น 10 ชิ้นส่วน) ใส่ข้อมูลที่ได้ในหลักขวาสุดในช่องค่าเฉลี่ย
7. หาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากแต่ละชิ้นงานในแถวที่ 1 และ 2 หารด้วยจำนวนครั้งในการทำซ้ำ ใส่ค่าที่ได้ในแถวที่ 5 ทำเช่นเดียวกันกับข้อมูลในแถวที่ 7 และ 8 แล้วใส่ค่าที่ได้ในแถวที่ 11
8. หาข้อมูลค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด และ มากที่สุด แล้วทำการคำนวณค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 ค่าดังกล่าว นำผลที่ได้ใส่เข้าไปในแถวที่ 16
9. รวมค่าวัดทั้งหมดจากทุกๆผู้วัด และ ทุกๆชิ้นงาน แล้วหารด้วยจำนวนค่าวัด (จำนวนครั้งในการทำซ้ำคูณด้วยจำนวนผู้วัด) ใส่ข้อมูลที่ได้ลงในแถวที่ 13
10. หาข้อมูลมากที่สุดของค่าเฉลี่ยแต่ละชิ้นงาน ลบออกด้วยค่าที่น้อยที่สุด นำค่าที่ได้ใส่ลงในแถวที่ 3 ในตัวแปร Rp (พิสัยของค่าเฉลี่ยแต่ละชิ้นงาน)
11. นำค่าที่ได้จากการคำนวณ อันได้แก่ ค่าเฉลี่ยโดยรวมของพิสัยจากผู้วัดแต่ละคน (แถวที่ 15) ค่าพิสัยของค่าเฉลี่ย (แถวที่ 16) และค่าพิสัยของค่าเฉลี่ยแต่ละชิ้นงาน (แถวที่ 14) ไปใส่ไว้ในตารางที่ 2 เพื่อการคำนวณต่อไป
12. ทำการคำนวณค่าต่างๆในหลัก “Measurement System Analysis” ดังต่อไปนี้

ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatablity –Equipment Variation %EV)

$$\equiv \bar{\bar{R}} \times K_1$$

โดยในที่นี้ K_1 เป็นค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 4.56 หากมีการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง และมีค่าเท่ากับ 3.05 หากมีการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

ค่าความสามารถในการทำเหมือน (Reproduciblility – Appraiser Variation %AV)

$$\equiv \sqrt{((\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / nr))}$$

โดยในที่นี้ K_2 เป็นค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 2 หากมีผู้วัดในการทดลอง 2 ท่าน และมีค่าเท่ากับ 2.70 หากมีผู้วัดในการทดลอง 3 ท่าน

ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัด (Repeatability & Reproducibility (R&R))

$$\equiv \sqrt{(EV^2 + AV^2)}$$

ค่าความแปรปรวนของชิ้นงานที่นำมาใช้ในการทดลอง (Part Variation – PV)

$$\equiv R_p \times K_3$$

โดยในที่นี้ K_3 เป็นค่าคงที่ขึ้นอยู่กับจำนวนชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง โดยจะมีค่าได้ดังต่อไปนี้

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

ค่าความแปรปรวนโดยรวม (Total Variation – TV)

$$\equiv \sqrt{(R \& R^2 + PV^2)}$$

ค่าคาดเคลื่อนอนุโลม (Tolerance) หมายถึงค่าความแตกต่างของพิกัดควบคุมบนและล่างตามที่ลูกค้ากำหนดให้ในแต่ละจุดตรวจสอบ

13. ทำการคำนวณค่าโดยเปรียบเทียบระหว่างค่าความแปรปรวนในแต่ละกรณีกับค่าความแปรปรวนโดยรวมและ ค่าคาดเคลื่อนอนุโลม หลังจากนั้น ทำการอ่านค่าและตีความเทียบกับระดับที่มาตรฐานกำหนดไว้ หรือ ระดับที่ลูกค้าสามารถยอมรับได้

ตารางที่ ก.1 ใบรายงานการวิเคราะห์ความแม่นยำของจุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงปริมาณ

ชื่อชิ้นงาน Pipe S/A Injection No. 3 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ Digital Micrometer (0-25 mm.)

รหัสชิ้นงาน 23703 - 05011 รหัสเครื่องมือ DMC 05

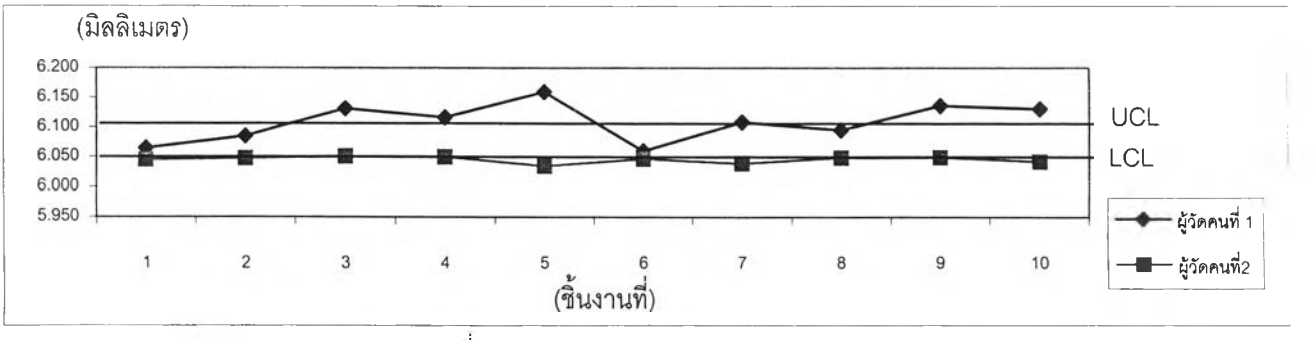
จุดตรวจสอบ 3 วันที่ 20 มีนาคม 2543

คุณลักษณะ เส้นผ่านศูนย์กลาง พนักงานวัด 1. นาง ชัชรินทร์ นนท์ปู่ (แผนก ผลิต)

ค่ามาตรฐาน 6 ± 0.1 mm. 2. นาง พลัดพนมพร กุสันเทียะ (แผนก Q.C)

Row	ผู้วัด/ครั้งที่วัด		ชิ้นส่วน										ค่าเฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	6.048	6.100	6.112	6.096	6.157	6.040	6.103	6.069	6.139	6.152	6.102
2		2	6.081	6.070	6.150	6.136	6.161	6.080	6.114	6.121	6.133	6.109	6.116
3		3											
5		4											
5		ค่าเฉลี่ย	6.065	6.085	6.131	6.116	6.159	6.060	6.109	6.095	6.136	6.131	6.109
6		พิสัย	0.033	0.030	0.038	0.040	0.004	0.040	0.011	0.052	0.006	0.043	0.030
7	2	1	6.045	6.046	6.049	6.047	6.034	6.046	6.038	6.047	6.048	6.044	6.044
8		2	6.045	6.048	6.052	6.052	6.035	6.047	6.040	6.050	6.050	6.040	6.046
9		3											
10		4											
11		ค่าเฉลี่ย	6.045	6.047	6.051	6.050	6.035	6.047	6.039	6.049	6.049	6.042	6.045
12		พิสัย	0.000	0.002	0.003	0.005	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.004	0.002
13	ค่าเฉลี่ยชิ้นส่วน		6.055	6.066	6.091	6.083	6.097	6.053	6.074	6.072	6.093	6.086	6.077
14												Rp	0.043
15	$\bar{\bar{R}}$	$\left(\bar{R}_a + \bar{R}_b\right)/2$											0.016
16	$\bar{X}_{DIFF}$	$Max\bar{X} - Min\bar{X}$											0.063
17	UCL_R	$\bar{\bar{R}} * D_4$											0.052
18	LCL_R	$\bar{\bar{R}} * D_3$											0.000

จำนวนผู้วัด = 2 D_3 = 0 D_4 = 3.267



UCL $\bar{\bar{x}}$ 6.1069 จุดที่ออกนอกขอบเขตควบคุม(%) 55.00

LCL $\bar{\bar{x}}$ 6.0468 เกณฑ์ความเพียงพอของเครื่องมือวัดในการตรวจจับความผันแปรของกระบวนการอยู่ที่มากกว่า 50%

ตารางที่ ก.1 ใบรายงานการวิเคราะห์ความแม่นยำของจุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงปริมาณ (ต่อ)

ชื่อชิ้นงาน	Pipe S/A Injection No. 3	เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ	Digital Micrometer (0-25 mm.)
รหัสชิ้นงาน	23703 - 05011	รหัสเครื่องมือ	DMC 05
จุดตรวจสอบที่	3	วันที่	20 มีนาคม 2543
คุณลักษณะ	เส้นผ่านศูนย์กลาง	พนักงานวัด	1. นาง ชัชรินทร์ นนท์ปู่ (แผนก ผลิต)
ค่ามาตรฐาน	6 ± 0.1 mm.		2. นาง พลัดพนมพร กุสันเทียะ (แผนก Q.C)

ข้อมูลพื้นฐาน

$\overline{\overline{R}}$ =	0.016	$\overline{X}_{DIFF}$ =	0.063	R_P=	0.0435
K_1 =	4.56	K_2 =	3.65	K_3 =	1.62
จำนวนชิ้น	10	ครั้งที่วัดซ้ำ	2		

Measurement Unit Analysis	%Total Variation	%Tolerance
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = 0.073	%EV = 28.94%	%EV = 36.48%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = 0.231	%AV = 91.55%	%AV = 115.42%
Repeatability & Reproducibility (R&R) R&R = 0.242	%R&R= 96.01%	%R&R 121.05%
Part Variation (PV) PV = 0.070	%PV = 27.95%	%PV = 35%
Total Variation TV = 0.252		
Tolerance TR = 0.2		

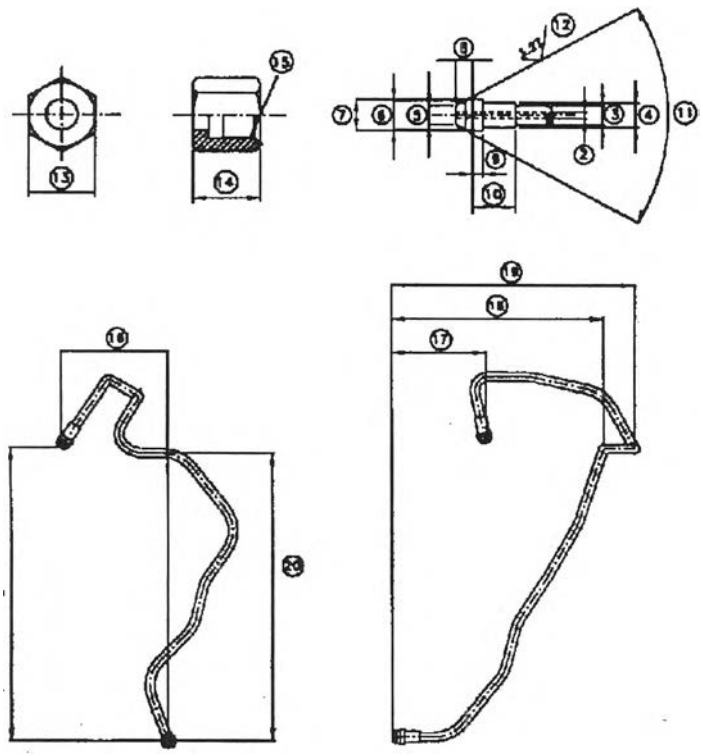
เกณฑ์ในการทดสอบ 1.เกณฑ์ในการยอมรับค่าคาดเคลื่อนจากการวัดอยู่ที่ %R & R <= 30%
โดยเทียบกับค่าคาดเคลื่อนมาตรฐาน

ภาคผนวก ก.2

ข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์ระบบการวัดของ
จุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงผันแปร
(ก่อนการปรับปรุง)

แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์การวัดเชิงผันแปร หน้า 1/3

การทดลองก่อนการปรับปรุง



23703-05011

ชื่อพนักงานที่ทำการทดลอง	หน่วยงาน
1 นาง ชัชรินทร์ นนท์ปู่	ผลิต
เป็นพนักงานคนที่ 1 ในจุดตรวจสอบ 3,4,5,6,7,8,9,10,13,14	
2 นาง พลัดพนมพร กุสันเทียะ	Q.A
เป็นพนักงานคนที่ 2 ในจุดตรวจสอบ 3,4,5,6,7,8,9,10,13,14 และเป็นผู้ทดลองทั้งหมดในจุดตรวจสอบที่ 16,17,18,19,20,21	

หมายเลขเครื่องมือวัด :

ไมโครมิเตอร์	:	DMC 05
เวอร์เนีย	:	DVC 03
ไฮเกจ	:	HG 02

						ชิ้นงานที่									
						VAA	VAB	VAC	VAD	VAE	VBA	VBB	VBC	VBD	VBE
จุดที่	จุดตรวจสอบ	เครื่องมือวัด	ค่ามาตรฐาน		คน/ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ไมโครมิเตอร์	6 + 0.1	มม.	1/1	0.052	0.081	0.112	0.096	0.157	0.04	0.103	0.069	0.139	0.152
					1/2	0.138	0.153	0.15	0.136	0.161	0.099	0.114	0.121	0.133	0.109
					2/1	0.045	0.046	0.049	0.047	0.034	0.046	0.038	0.047	0.048	0.044
					2/2	0.045	0.048	0.052	0.052	0.035	0.047	0.04	0.05	0.05	0.04
4	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ไมโครมิเตอร์	7.8 + 0.1	มม.	1/1	0.092	0.099	0.098	0.087	0.091	0.07	0.063	0.064	0.078	0.089
					1/2	0.08	0.078	0.096	0.065	0.079	0.069	0.067	0.086	0.07	0.069
					2/1	0.097	0.085	0.086	0.052	0.088	0.058	0.087	0.065	0.084	0.059
					2/2	0.099	0.084	0.099	0.059	0.074	0.088	0.089	0.08	0.084	0.052
5	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	$6^{+0}_{-0.5}$	มม.	1/1	-0.16	-0.22	-0.12	-0.22	-0.21	-0.20	-0.17	-0.28	-0.28	-0.16
					1/2	-0.22	-0.16	-0.17	-0.22	-0.16	-0.16	-0.20	-0.18	-0.22	-0.22
					2/1	0.00	-0.09	-0.04	-0.03	-0.19	-0.10	-0.15	-0.02	-0.12	-0.13
					2/2	-0.02	-0.10	-0.10	-0.09	-0.15	-0.13	-0.19	-0.08	-0.09	-0.18

แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์การวัดเชิงผันแปร หน้า 2/3

การทดลองก่อนการปรับปรุง

						ชิ้นงานที่									
						VAA	VAB	VAC	VAD	VAE	VBA	VBB	VBC	VBD	VBE
จุดที่	จุดตรวจสอบ	เครื่องมือวัด	ค่ามาตรฐาน		คน/ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	9 + 0.5 - 0	มม.	1/1	0.3	0.26	0.24	0.27	0.22	0.28	0.18	0.24	0.23	0.25
					1/2	0.3	0.27	0.26	0.28	0.22	0.27	0.18	0.22	0.22	0.24
					2/1	0.29	0.29	0.27	0.28	0.29	0.26	0.26	0.29	0.29	0.27
					2/2	0.29	0.28	0.27	0.29	0.29	0.21	0.24	0.28	0.29	0.25
7	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	10 + 0.1	มม.	1/1	0.04	0.01	0.06	0.05	0.08	0.04	0.05	0.00	0.03	0.00
					1/2	0.06	0.01	0.03	0.04	0.06	0.00	0.04	0.05	0.00	0.01
					2/1	0.01	0.02	0.01	0.02	0.04	0.00	-0.02	0.02	0.01	0.04
					2/2	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	-0.01	-0.02	0.02	0.04	0.02
8	ความยาว	เวอร์เนีย	5+ 0.5 - 0	มม.	1/1	0.24	0.27	0.19	0.28	0.23	0.14	0.18	0.13	0.13	0.16
					1/2	0.23	0.20	0.20	0.13	0.10	0.13	0.13	0.14	0.23	0.16
					2/1	0.30	0.27	0.23	0.35	0.30	0.30	0.33	0.28	0.27	0.32
					2/2	0.31	0.33	0.25	0.30	0.28	0.31	0.28	0.25	0.28	0.36
9	ความยาว	เวอร์เนีย	3 + 0.1	มม.	1/1	0.06	0.00	0.04	0.06	0.07	0.03	0.04	-0.03	0.05	0.07
					1/2	0.04	0.02	-0.06	0.03	0.04	0.06	-0.03	0.01	0.07	0.02
					2/1	0.05	0.02	0.07	0.04	0.01	0.04	0.04	0.04	-0.01	-0.02
					2/2	0.04	0.04	0.03	0.07	0.03	0.02	0.05	0.03	0.00	-0.02
10	ความยาว	เวอร์เนีย	13 + 0.2	มม.	1/1	0.03	0.03	0.02	0.04	-0.09	0.05	0.01	-0.02	0.02	0.02
					1/2	0.03	0.05	0.01	-0.08	0.02	-0.09	0.04	-0.06	0.08	-0.01
					2/1	-0.08	0.03	-0.12	-0.17	0.04	0.02	-0.10	-0.04	-0.05	0.01
					2/2	0.06	0.06	-0.10	0.00	0.04	0.05	-0.08	-0.06	0.04	0.01
13	ความยาว	เวอร์เนีย	17+ 0 -0.25	มม.	1/1	-0.14	0.02	-0.11	-0.12	-0.14	-0.12	0.04	-0.12	-0.13	0.07
					1/2	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12	-0.13	-0.13	-0.06	-0.07	-0.03
					2/1	0.03	0.03	0.06	0.02	0.05	-0.01	-0.04	0.05	0.07	-0.06
					2/2	0.00	0.05	0.05	0.09	0.05	0.00	-0.05	0.02	0.09	-0.05
14	ความยาว	เวอร์เนีย	17 + 0.2	มม.	1/1	0.04	0.04	0.04	0.07	0.06	0.05	0.04	0.05	0.03	0.07
					1/2	0.04	0.07	0.05	0.06	0.05	0.06	0.1	0.06	0.06	0.06
					2/1	0.04	0.04	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07
					2/2	0.04	0.04	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.08	0.08

แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์การวัดเชิงผันแปร หน้า 3/3

การทดลองก่อนการปรับปรุง

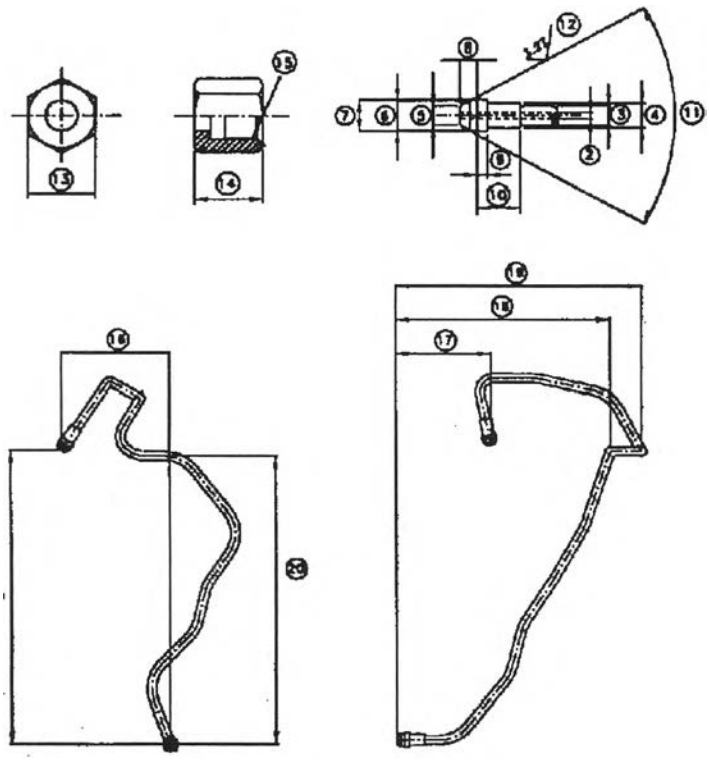
						ชิ้นงานที่									
						VAA	VAB	VAC	VAD	VAE	VBA	VBB	VBC	VBD	VBE
จุดที่	จุดตรวจสอบ	เครื่องมือวัด	ค่ามาตรฐาน		คน/ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	ความยาว	ไฮ เกจ	70 + 1.6	มม.											
17	ความยาว	ไฮ เกจ	62.1 + 1.6	มม.	1/1	5.29	5.63	6.12	7.07	8.37	7.62	3.11	6.01	7.58	4.00
					1/2	2.88	3.99	4.61	5.04	6.69	7.38	2.77	3.47	6.06	2.30
					2/1	1.95	0.43	2.58	4.02	1.46	3.35	-2.90	-0.46	2.50	0.67
					2/2	1.14	-0.96	1.73	2.78	0.95	2.04	-2.03	-0.89	0.84	-0.03
18	ความยาว	ไฮ เกจ	148.4 + 2.4	มม.	1/1	2.13	2.06	0.79	2.74	3.96	3.53	2.23	3.28	3.45	0.89
					1/2	0.21	0.88	1.08	0.57	1.26	2.26	0.23	0.14	1.49	-0.59
					2/1	0.54	-0.99	0.39	0.42	-0.17	-0.19	-1.67	-1.94	0.33	0.29
					2/2	0.09	-2.20	0.31	0.16	-0.43	-0.18	-1.54	-1.89	-0.82	0.94
19	ความยาว	ไฮ เกจ	160.1 + 2.4	มม.	1/1	1.43	1.72	1.78	2.29	2.91	2.49	0.80	1.40	1.91	0.51
					1/2	0.90	1.15	1.88	1.13	2.37	2.23	-1.70	0.98	1.72	1.38
					2/1	-0.66	-2.81	-0.04	0.26	-1.25	-0.31	-5.57	-3.23	-0.73	-1.94
					2/2	-0.98	-2.95	0.15	-0.34	-1.74	-0.90	-3.67	-3.69	-1.26	-0.94
20	ความยาว	ไฮ เกจ	194 + 2.4	มม.	1/1	-1.91	-1.44	-0.08	-1.87	-2.59	-2.18	-0.59	-1.70	-2.48	-0.14
					1/2	-0.10	-0.42	-0.18	-0.76	-1.60	-1.15	0.17	0.12	-1.91	1.40
					2/1	0.07	0.94	-0.04	-0.46	0.89	0.01	2.78	1.81	-0.15	0.93
					2/2	0.06	1.57	-0.32	0.45	0.57	0.31	2.13	1.67	1.03	0.79
21	ความยาว	ไฮ เกจ	198 + 2.4	มม.	1/1	-2.92	-3.23	-1.64	-2.87	-3.58	-6.51	-1.71	-2.14	-2.97	-1.84
					1/2	-1.33	-2.40	-1.59	-1.42	-4.59	-3.22	-1.23	-1.49	-2.49	-0.73
					2/1	-1.83	-1.88	-1.04	-1.78	-1.62	-1.61	0.22	-0.57	-1.75	-0.67
					2/2	-1.90	-1.40	-1.44	-1.51	-1.47	-1.92	-0.30	-0.51	-0.82	-0.67

ภาคผนวก ก.3

ข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์ระบบการวัดของ
จุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงผันแปร
(หลังการปรับปรุง)

แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์การวัดเชิงผันแปร หน้า 1/3

การทดลองหลังการปรับปรุง



23703-05011

ชื่อพนักงานที่ทำการทดลอง	หน่วยงาน
1 นาง ชัชรินทร์ นนท์ปู่	ผลิต
เป็นผู้ทดลองคนที่ 1 ในจุดตรวจสอบ 3,4,5,6,7,8,9,10,13,14	
2 นางสาว วยุดี บุญครอง	Q.A
เป็นผู้ทดลองคนที่ 1 ในจุดตรวจสอบที่ 16,17,18,19,20,21	
3 นาง พลัดพนมพร กุสันเทียะ	Q.A
เป็นผู้ทดลองคนที่ 2 ในจุดตรวจสอบ 3,4,5,6,7,8,9,10,13,14 และเป็นผู้ทดลองคนที่ 2 ในจุดตรวจสอบที่ 16,17,18,19,20,21	

หมายเลขเครื่องมือวัด :

ไมโครมิเตอร์	:	DMC 05
เวอร์เนีย	:	DVC 03
ไฮเกจ	:	HG 02

						ชิ้นงานที่									
						VAA	VAB	VAC	VAD	VAE	VBA	VBB	VBC	VBD	VBE
จุดที่	จุดตรวจสอบ	เครื่องมือวัด	ค่ามาตรฐาน		คน/ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ไมโครมิเตอร์	6 ± 0.1	มม.	1/1	0.051	0.046	0.049	0.049	0.046	0.022	0.051	0.047	0.024	0.026
					1/2	0.049	0.045	0.045	0.046	0.047	0.022	0.051	0.045	0.024	0.027
					2/1	0.048	0.045	0.046	0.047	0.045	0.023	0.049	0.043	0.024	0.025
					2/2	0.049	0.048	0.047	0.047	0.046	0.023	0.052	0.044	0.027	0.026
4	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ไมโครมิเตอร์	7.8 ± 0.1	มม.	1/1	0.074	0.077	0.080	0.086	0.087	0.075	0.069	0.056	0.072	0.061
					1/2	0.073	0.072	0.081	0.088	0.087	0.070	0.070	0.057	0.073	0.064
					2/1	0.073	0.078	0.080	0.076	0.081	0.053	0.061	0.062	0.074	0.065
					2/2	0.083	0.074	0.075	0.075	0.080	0.064	0.055	0.059	0.074	0.070
5	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	$6^{+0}_{-0.5}$	มม.	1/1	-0.18	-0.20	-0.17	-0.10	-0.20	-0.19	-0.20	-0.21	-0.15	-0.18
					1/2	-0.15	-0.17	-0.21	-0.16	-0.21	-0.22	-0.20	-0.18	-0.21	-0.22
					2/1	-0.17	-0.18	-0.19	-0.13	-0.20	-0.20	-0.18	-0.21	-0.16	-0.19
					2/2	-0.15	-0.20	-0.21	-0.16	-0.22	-0.21	-0.19	-0.23	-0.20	-0.23

แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์การวัดเชิงผันแปร หน้า 2/3

การทดลองหลังการปรับปรุง

						ชิ้นงานที่									
						VAA	VAB	VAC	VAD	VAE	VBA	VBB	VBC	VBD	VBE
จุดที่	จุดตรวจสอบ	เครื่องมือวัด	ค่ามาตรฐาน		คน/ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	9 +0.5 -0	มม.	1/1	0.27	0.23	0.23	0.27	0.25	0.16	0.24	0.25	0.18	0.18
					1/2	0.28	0.23	0.24	0.23	0.24	0.17	0.23	0.25	0.16	0.18
					2/1	0.28	0.25	0.24	0.29	0.26	0.18	0.26	0.28	0.2	0.2
					2/2	0.29	0.24	0.24	0.29	0.27	0.19	0.26	0.27	0.21	0.21
7	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	10 + 0.1	มม.	1/1	-0.03	-0.05	-0.05	0.02	-0.02	-0.01	-0.06	-0.08	-0.03	-0.05
					1/2	-0.05	-0.02	-0.04	0.02	-0.02	-0.01	-0.05	-0.08	-0.04	-0.06
					2/1	-0.04	-0.04	-0.01	0.02	0.00	0.02	-0.03	-0.07	-0.01	-0.09
					2/2	-0.03	-0.05	-0.01	0.04	0.00	-0.03	-0.01	-0.08	-0.04	-0.09
8	ความยาว	เวอร์เนีย	5+ 0.5 -0	มม.	1/1	0.24	0.27	0.22	0.2	0.23	0.19	0.25	0.25	0.25	0.22
					1/2	0.23	0.25	0.23	0.25	0.25	0.22	0.27	0.26	0.23	0.24
					2/1	0.23	0.24	0.26	0.24	0.25	0.21	0.26	0.25	0.25	0.22
					2/2	0.23	0.23	0.24	0.25	0.24	0.22	0.25	0.24	0.23	0.23
9	ความยาว	เวอร์เนีย	3 + 0.1	มม.	1/1	0.02	0.01	0.02	0.00	-0.01	0.03	0.00	0.01	0.03	0.03
					1/2	0.01	0.01	0.00	0.01	-0.01	0.03	0.01	0.01	0.03	0.02
					2/1	0.00	0.01	0.01	0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01
					2/2	0.00	0.02	0.00	0.02	-0.02	0.01	0.01	0.00	0.04	0.02
10	ความยาว	เวอร์เนีย	13 + 0.2	มม.	1/1	-0.07	-0.09	-0.04	-0.07	-0.03	-0.05	0.03	-0.04	-0.12	-0.06
					1/2	-0.07	-0.13	-0.08	-0.05	-0.05	-0.09	0.07	-0.06	-0.07	-0.09
					2/1	-0.07	-0.13	-0.12	-0.12	-0.05	-0.11	0.06	-0.04	-0.11	-0.09
					2/2	-0.08	-0.12	-0.13	-0.11	-0.05	-0.10	0.07	-0.05	-0.11	-0.09
13	ความยาว	เวอร์เนีย	17+ 0 -0.25	มม.	1/1	0.12	0.07	0.05	0.08	0.06	0.02	0.06	0.08	0.07	0.06
					1/2	0.12	0.07	0.05	0.08	0.07	0.02	0.05	0.08	0.05	0.06
					2/1	0.16	0.05	0.07	0.02	0.04	0.04	0.07	0.1	0.05	0.05
					2/2	0.14	0.06	0.08	0.02	0.06	0.03	0.07	0.1	0.05	0.06
14	ความยาว	เวอร์เนีย	17 + 0.2	มม.	1/1	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.14	-0.13	-0.14	-0.14	-0.13
					1/2	-0.14	-0.13	-0.13	-0.13	-0.14	-0.13	-0.13	-0.14	-0.13	-0.13
					2/1	-0.15	-0.12	-0.13	-0.14	-0.13	-0.15	-0.12	-0.12	-0.13	-0.12
					2/2	-0.15	-0.13	-0.16	-0.14	-0.13	-0.14	-0.12	-0.13	-0.13	-0.12

แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์การวัดเชิงผันแปร หน้า 3/3

การทดลองหลังการปรับปรุง

						ชิ้นงานที่									
						VAA	VAB	VAC	VAD	VAE	VBA	VBB	VBC	VBD	VBE
จุดที่	จุดตรวจสอบ	เครื่องมือวัด	ค่ามาตรฐาน		คน/ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	ความยาว	ไฮ เกจ	70 + 1.6	มม.											
17	ความยาว	ไฮ เกจ	62.1 + 1.6	มม.	1/1	2.78	4.82	2.92	1.64	3.85	3.36	2.39	1.15	5.74	2.60
					1/2	2.94	4.91	3.00	1.80	3.38	3.29	2.39	1.16	5.80	2.82
					2/1	3.00	4.92	2.97	1.76	3.78	3.33	2.40	0.98	5.91	2.15
					2/2	3.07	4.58	2.96	1.85	3.43	3.62	2.38	1.24	5.52	3.05
18	ความยาว	ไฮ เกจ	148.4 + 2.4	มม.	1/1	1.91	1.91	0.03	0.79	0.81	1.65	1.42	0.47	2.70	1.07
					1/2	2.07	1.78	0.06	0.04	0.52	1.53	1.63	0.34	2.95	1.34
					2/1	2.03	2.58	0.05	1.78	0.22	1.58	1.36	-0.16	2.84	1.00
					2/2	2.16	1.91	0.10	1.67	0.93	1.60	1.58	-0.44	3.62	1.26
19	ความยาว	ไฮ เกจ	160.1 + 2.4	มม.	1/1	-0.99	0.92	-2.43	-2.26	-0.12	-0.34	-2.45	-2.63	1.48	-1.61
					1/2	-0.72	0.90	-2.41	-1.82	-0.21	-0.58	-2.42	-2.37	1.20	-1.24
					2/1	-0.70	0.90	-2.48	-0.95	-0.62	-0.63	-2.27	-2.78	1.89	-1.58
					2/2	-0.64	0.95	-2.31	-0.93	0.08	-0.30	-1.97	-3.32	1.63	-1.00
20	ความยาว	ไฮ เกจ	194 + 2.4	มม.	1/1	-0.17	-0.72	-0.46	0.56	-0.30	-1.04	0.46	1.24	-1.83	0.94
					1/2	-0.21	-0.90	-0.50	0.34	-0.32	-1.22	0.64	1.10	-1.86	0.51
					2/1	-0.19	-1.31	-0.19	-0.05	0.11	-1.12	0.57	1.47	-1.86	1.07
					2/2	-0.25	-0.65	-0.25	0.11	-0.65	-1.27	0.50	1.95	-2.40	0.41
21	ความยาว	ไฮ เกจ	198 + 2.4	มม.	1/1	-1.69	-1.51	-1.48	-0.67	-2.43	-1.43	-0.94	-1.69	-2.35	-0.93
					1/2	-1.68	-1.39	-1.49	-0.84	-2.23	-1.54	-0.93	-1.66	-2.45	-1.10
					2/1	-1.54	-1.80	-1.33	-0.96	-2.50	-1.33	-1.59	-1.69	-2.42	-0.99
					2/2	-1.60	-1.23	-1.30	-0.91	-2.40	-1.40	-0.88	-1.36	-2.75	-1.09

ภาคผนวก ข.1

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดของ
จุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงผันแปร
(ก่อนการปรับปรุง)

ตารางสรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดจุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงผันแปร (ก่อนการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบ	รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
3	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ไมโครมิเตอร์	6 ± 0.1	มม.	0.300	0.002	**36.48**	6.109	6.045	0.064	**115.42**	**121.05**	ไม่ผ่าน
4	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ไมโครมิเตอร์	7.8 ± 0.1	มม.	0.012	0.009	**24.51**	7.880	7.878	0.002	**0.00**	**24.51**	ผ่าน
5	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	$6^{+0}_{-0.5}$	มม.	0.051	0.040	**41.50**	5.804	5.900	0.096	**69.83**	**81.23**	ไม่ผ่าน
6	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	$9^{+0.5}_{-0}$	มม.	0.009	0.012	**9.58**	9.247	9.274	0.027	**19.96**	**22.14**	ผ่าน
7	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	10 ± 0.1	มม.	0.022	0.012	**38.76**	10.033	10.014	0.019	**33.57**	**51.28**	ไม่ผ่าน
8	ความยาว	เวอร์เนีย	$5^{+0.5}_{-0}$	มม.	0.041	0.030	**33.28**	5.191	5.295	0.104	**75.94**	**82.55**	ไม่ผ่าน
9	ความยาว	เวอร์เนีย	3 ± 0.1	มม.	0.039	0.017	**63.84**	3.029	3.029	0.000	**0.00**	**63.84**	ไม่ผ่าน
10	ความยาว	เวอร์เนีย	13 ± 0.2	มม.	0.056	0.052	**61.56**	13.005	12.978	0.027	**20.43**	**65.86**	ไม่ผ่าน
13	ความยาว	เวอร์เนีย	$17^{+0}_{-0.25}$	มม.	0.036	0.021	**51.98**	16.917	17.023	0.106	**153.59**	**162.15**	ไม่ผ่าน
14	ความยาว	เวอร์เนีย	17 ± 0.2	มม.	0.015	0.004	**10.83**	17.056	17.064	0.008	**7.37**	**13.10**	ผ่าน
17	ความยาว	ไฮเกจ	62.1 ± 1.6	มม.	1.561	0.977	**180.83**	67.400	63.059	4.341	**493.49**	**525.58**	ไม่ผ่าน
18	ความยาว	ไฮเกจ	148.4 ± 2.4	มม.	1.811	0.425	**106.21**	150.030	147.973	2.057	**154.60**	**187.57**	ไม่ผ่าน
19	ความยาว	ไฮเกจ	160.1 ± 2.4	มม.	0.644	0.622	**60.14**	161.229	158.470	2.759	**209.37**	**217.83**	ไม่ผ่าน
20	ความยาว	ไฮเกจ	194 ± 2.4	มม.	1.075	0.456	**72.72**	193.030	194.752	1.722	**129.97**	**148.93**	ไม่ผ่าน
21	ความยาว	ไฮเกจ	198 ± 2.4	มม.	0.871	0.319	**56.52**	195.787	196.777	0.990	**74.21**	**93.29**	ไม่ผ่าน

ภาคผนวก ข.2

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดของ
จุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงผันแปร
(หลังการปรับปรุง)

ตารางสรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดจุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงผันแปร (หลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบ	รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
3	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ไมโครมิเตอร์	6 ± 0.1	มม.	0.013	0.001	**16.64**	6.049	6.040	0.009	**15.44**	**22.70**	ผ่าน
4	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ไมโครมิเตอร์	7.8 ± 0.1	มม.	0.002	0.004	**6.95**	7.874	7.871	0.003	**4.77**	**8.43**	ผ่าน
5	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	$6^{+0}_{-0.5}$	มม.	0.033	0.023	**25.54**	5.815	5.810	0.005	**0.00**	**25.54**	ผ่าน
6	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	$9^{+0.5}_{-0}$	มม.	0.011	0.007	**8.21**	9.224	9.246	0.022	**15.95**	**17.94**	ผ่าน
7	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	10 ± 0.1	มม.	0.009	0.015	**27.36**	9.965	9.973	0.008	**13.26**	**30.40**	ผ่าน
8	ความยาว	เวอร์เนีย	$5^{+0.5}_{-0}$	มม.	0.021	0.011	**14.59**	5.238	5.239	0.001	**0.00**	**14.59**	ผ่าน
9	ความยาว	เวอร์เนีย	3 ± 0.1	มม.	0.006	0.007	**14.82**	3.013	3.009	0.004	**7.51**	**16.02**	ผ่าน
10	ความยาว	เวอร์เนีย	13 ± 0.2	มม.	0.030	0.007	**21.09**	12.942	12.923	0.020	**17.16**	**27.19**	ผ่าน
13	ความยาว	เวอร์เนีย	$17^{+0}_{-0.25}$	มม.	0.013	0.008	**19.15**	17.062	17.066	0.004	**4.98**	**19.79**	ผ่าน
14	ความยาว	เวอร์เนีย	17 ± 0.2	มม.	0.004	0.006	**5.70**	16.867	16.867	0.000	**0.00**	**5.70**	ผ่าน
17	ความยาว	ไฮเกจ	62.1 ± 1.6	มม.	0.132	0.272	**28.79**	65.237	65.245	0.008	**0.00**	**28.79**	ผ่าน
18	ความยาว	ไฮเกจ	148.4 ± 2.4	มม.	0.234	0.323	**26.46**	149.651	149.784	0.133	**8.16**	**27.69**	ผ่าน
19	ความยาว	ไฮเกจ	160.1 ± 2.4	มม.	0.202	0.301	**23.89**	159.095	159.249	0.153	**10.38**	**26.05**	ผ่าน
20	ความยาว	ไฮเกจ	194 ± 2.4	มม.	0.146	0.360	**24.04**	193.813	193.800	0.013	**0.00**	**24.04**	ผ่าน
21	ความยาว	ไฮเกจ	198 ± 2.4	มม.	0.188	0.235	**20.09**	196.422	196.447	0.024	**0.00**	**20.09**	ผ่าน

ภาคผนวก ค.1

ข้อมูลการวิเคราะห์ระบบการวัดของ
จุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงคุณลักษณะ

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์ระบบการวัดเชิงคุณลักษณะ หน้า 1/7

จุดตรวจสอบที่ 1 ค่ามาตรฐาน ไม่มีรอยกระแทก ไม่มีรอยขีดข่วน ไม่มีสนิม

สิ่งที่ตรวจสอบ สภาพทั่วไป เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ สายตา และ NG Sample

ชิ้นงานที่	รหัสชิ้นงาน	คุณภาพที่แท้จริง	พนักงานคนที่ 1				พนักงานคนที่2			
			ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล	ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล
1	V AA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
2	V BA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
3	V CA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
4	V DA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
5	V EA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
6	V FA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
7	V GA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
8	V HA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
9	V IA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
10	V JA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
11	V AA1	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
12	V AB	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
13	V AC	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
14	V AD	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
15	V AE	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
16	V AF	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
17	V AG	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
18	V AH	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
19	V AI	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
20	V AJ	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก

	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
% ความสามารถในการทดสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำของการตรวจสอบโดยรวม	100	
% ประสิทธิผลด้านความไม่ไบอัสของการตรวจสอบโดยรวม	100	

สิ่งที่สังเกตเห็น : ชิ้นงานเสียที่ใช้ในการทดสอบ เป็นชิ้นงานที่มีรอยกระแทกที่บริเวณหัวของชิ้นงานจากการปั๊มหัว ซึ่งรอยกระแทกมีลักษณะที่มองเห็นได้ค่อนข้างชัดเจน

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์ระบบการวัดเชิงคุณลักษณะ หน้า 2/7

จุดตรวจสอบที่ 2 ค่ามาตรฐาน ผ่านช่วง Go ไม่ผ่านช่วง No Go

สิ่งที่ตรวจสอบ เส้นผ่านศูนย์กลาง เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ Plug Gauge

ชิ้นงานที่	รหัสชิ้นงาน	คุณภาพที่แท้จริง	พนักงานคนที่ 1				พนักงานคนที่2			
			ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล	ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล
1	P AA	OK	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
2	P BA	NG	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
3	P CA	OK	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
4	P DA	OK	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
5	P EA	NG	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
6	P FA	NG	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
7	P GA	NG	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
8	P HA	NG	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
9	P IA	OK	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
10	P JA	OK	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
11	P AA1	NG	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
12	P AB	OK	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
13	P AC	NG	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
14	P AD	OK	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
15	P AE	NG	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
16	P AF	OK	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
17	P AG	NG	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
18	P AH	OK	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
19	P AI	NG	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
20	P AJ	OK	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก

	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
% ความสามารถในการทดสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำของการตรวจสอบโดยรวม	100	
% ประสิทธิผลด้านความไม่ไบอัสของการตรวจสอบโดยรวม	100	

สิ่งที่สังเกตเห็น : ชิ้นงานเสียที่ใช้ในการทดสอบ เป็นชิ้นงานคนละรุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางคนละขนาดกันกับขนาดที่เล็กกว่าและใหญ่กว่าชิ้นงานของ Toyota ที่ทำการทดสอบ

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์ระบบการวัดเชิงคุณลักษณะ หน้า 3/7

จุดตรวจสอบที่ 11 ค่ามาตรฐาน 58 ± 1 องศา

สิ่งที่ตรวจสอบ มุมของหัวท่อ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ Angle Gauge (Jig วัดมุม)

ชิ้นงานที่	รหัสชิ้นงาน	คุณภาพที่แท้จริง	พนักงานคนที่ 1				พนักงานคนที่2			
			ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล	ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล
1	AN AA	**OK**	NG	ผิด	NG	ผิด	NG	ผิด	OK	ถูก
2	AN BA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	NG	ผิด
3	AN CA	**OK**	NG	ผิด	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
4	AN DA	**NG**	OK	ผิด	OK	ผิด	NG	ถูก	NG	ถูก
5	AN EA	**NG**	NG	ถูก	OK	ผิด	OK	ผิด	NG	ถูก
6	AN FA	**NG**	NG	ถูก	OK	ผิด	NG	ถูก	NG	ถูก
7	AN GA	**NG**	OK	ผิด	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
8	AN HA	**OK**	OK	ถูก	NG	ผิด	OK	ถูก	OK	ถูก
9	AN IA	**NG**	NG	ถูก	OK	ผิด	NG	ถูก	NG	ถูก
10	AN JA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
11	AN AA1	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
12	AN AB	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	OK	ผิด	NG	ถูก
13	AN AC	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
14	AN AD	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	NG	ผิด	OK	ถูก
15	AN AE	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
16	AN AF	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
17	AN AG	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
18	AN AH	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
19	AN AI	**OK**	OK	ถูก	NG	ผิด	OK	ถูก	OK	ถูก
20	AN AJ	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	NG	ผิด	NG	ผิด

	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
% ความสามารถในการทดสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	65	75
% ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ	55	70
% ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำของการตรวจสอบโดยรวม	70	
% ประสิทธิผลด้านความไม่ไบอัสของการตรวจสอบโดยรวม	62.5	

สิ่งที่สังเกตเห็น : ชิ้นงานเสียที่ใช้ในการทดสอบ เป็นชิ้นงานคนละรุ่นที่มีมุมของหัวท่อคนละขนาดกัน โดยมีทั้งมุมที่เล็กกว่าและมุมที่โตกว่ามาตรฐานที่ทดสอบ

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์ระบบการวัดเชิงคุณลักษณะหลังการปรับปรุง

จุดตรวจสอบที่ 11 ค่ามาตรฐาน 58 ± 1 องศา

สิ่งที่ตรวจสอบ มุมของหัวท่อ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ Angle Gauge (Jig วัดมุม)

ชิ้นงานที่	รหัสชิ้นงาน	คุณภาพที่แท้จริง	พนักงานคนที่ 1				พนักงานคนที่2			
			ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล	ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล
1	AN AA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
2	AN BA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
3	AN CA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
4	AN DA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
5	AN EA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
6	AN FA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
7	AN GA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
8	AN HA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
9	AN IA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
10	AN JA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
11	AN AA1	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
12	AN AB	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
13	AN AC	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
14	AN AD	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
15	AN AE	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
16	AN AF	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
17	AN AG	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
18	AN AH	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
19	AN AI	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
20	AN AJ	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก

	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
% ความสามารถในการทดสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำของการตรวจสอบโดยรวม	100	
% ประสิทธิผลด้านความไม่ไบอัสของการตรวจสอบโดยรวม	100	

สิ่งที่สังเกตเห็น : ชิ้นงานเสียที่ใช้ในการทดสอบ เป็นชิ้นงานคนละรุ่นที่มีมุมของหัวท่อคนละขนาดกัน โดยมีทั้งมุมที่เล็กกว่าและมุมที่โตกว่ามาตรฐานที่ทดสอบ

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์ระบบการวัดเชิงคุณลักษณะ หน้า 4/7

จุดตรวจสอบที่ 12 ค่ามาตรฐาน 3.2 Z

สิ่งที่ตรวจสอบ Roughness เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ Roughness Plate และสายตา

ชิ้นงานที่	รหัสชิ้นงาน	คุณภาพที่แท้จริง	พนักงานคนที่ 1				พนักงานคนที่2			
			ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล	ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล
1	R AA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
2	R BA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
3	R CA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
4	R DA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
5	R EA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
6	R FA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
7	R GA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
8	R HA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
9	R IA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
10	R JA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
11	R AA1	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
12	R AB	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
13	R AC	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
14	R AD	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
15	R AE	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
16	R AF	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
17	R AG	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
18	R AH	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
19	R AI	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
20	R AJ	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก

	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
% ความสามารถในการทดสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำของการตรวจสอบโดยรวม	100	
% ประสิทธิผลด้านความไม่ไบอัสของการตรวจสอบโดยรวม	100	

สิ่งที่สังเกตเห็น : ชิ้นงานเสียที่ใช้ในการทดสอบ เป็นชิ้นงานที่เสียจากเหตุผลอื่นๆ มาทำการเจียรหัวให้เกิดความไม่เรียบ เนื่องจากไม่พบชิ้นงานที่เสียด้วยเหตุผลดังกล่าวจากจุดตรวจสอบนี้

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์ระบบการวัดเชิงคุณลักษณะ หน้า 5/7

จุดตรวจสอบที่ 15 ด้าน Go ค่ามาตรฐาน ผ่าน GO ได้

สิ่งที่ตรวจสอบ เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวนอก เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ Thread Plug Gauge M12*1.5

ชิ้นงานที่	รหัสชิ้นงาน	คุณภาพ	พนักงานคนที่ 1				พนักงานคนที่2			
		ที่แท้จริง	ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล	ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล
1	G AA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
2	G BA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
3	G CA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
4	G DA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
5	G EA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
6	G FA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
7	G GA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
8	G HA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
9	G IA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
10	G JA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
11	G AA1	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
12	G AB	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
13	G AC	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
14	G AD	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
15	G AE	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
16	G AF	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
17	G AG	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
18	G AH	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
19	G AI	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
20	G AJ	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก

	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
% ความสามารถในการทดสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำของการตรวจสอบโดยรวม	100	
% ประสิทธิผลด้านความไม่ไบอัสของการตรวจสอบโดยรวม	100	

สิ่งที่สังเกตเห็น : เนื่องจากไม่มีชิ้นงานที่เสียจากเหตุการณ์ปกติ ดังนั้นชิ้นงานที่ NG จะนำ Nut ที่ได้คุณภาพตามปกติ ไปทำการทากาวบริเวณ เกลียวใน เพื่อให้ Pitch Diameter และ Major Diameter เล็กลง

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์ระบบการวัดเชิงคุณลักษณะ หน้า 6/7

จุดตรวจสอบที่ 15 ด้าน No GO ค่ามาตรฐาน ผ่าน NOGO ไม่ได้

สิ่งที่ตรวจสอบ เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวนอก เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ Thread Plug Gauge M12*1.5

ชิ้นงานที่	รหัสชิ้นงาน	คุณภาพที่แท้จริง	พนักงานคนที่ 1				พนักงานคนที่2			
			ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล	ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล
1	NG AA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
2	NG BA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
3	NG CA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
4	NG DA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
5	NG EA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
6	NG FA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
7	NG GA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
8	NG HA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
9	NG IA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
10	NG JA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
11	NG AA1	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
12	NG AB	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
13	NG AC	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
14	NG AD	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
15	NG AE	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
16	NG AF	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
17	NG AG	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
18	NG AH	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
19	NG AI	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
20	NG AJ	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก

	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
% ความสามารถในการทดสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำของการตรวจสอบโดยรวม	100	
% ประสิทธิผลด้านความไม่ไบอัสของการตรวจสอบโดยรวม	100	

สิ่งที่สังเกตเห็น : เนื่องจากไม่มีชิ้นงานที่เสียจากเหตุการณ์ปกติ ดังนั้นชิ้นงานที่ NG จะนำ Nut ที่ได้คุณภาพตามปกติ ไปผ่าน Hand Tap M12*1.5 เพื่อให้ Pitch Diameter และ Major Diameter ใหญ่ขึ้น จน No Go ผ่านได้

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์ระบบการวัดเชิงคุณลักษณะ หน้า 7/7

จุดตรวจสอบที่ 22 ค่ามาตรฐาน สวม Jig ได้โดยไม่ต้องดัด

สิ่งที่ตรวจสอบ การทดลองประกอบ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ Jig ประกอบ

ชิ้นงานที่	รหัสชิ้นงาน	คุณภาพที่แท้จริง	พนักงานคนที่ 1				พนักงานคนที่2			
			ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล	ครั้งที่1	ผล	ครั้งที่ 2	ผล
1	G AA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
2	G BA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
3	G CA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
4	G DA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
5	G EA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
6	G FA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
7	G GA	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
8	G HA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
9	G IA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
10	G JA	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
11	G AA1	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
12	G AB	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
13	G AC	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
14	G AD	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
15	G AE	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
16	G AF	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
17	G AG	**NG**	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก	NG	ถูก
18	G AH	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
19	G AI	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก
20	G AJ	**OK**	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก	OK	ถูก

	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
% ความสามารถในการทดสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ	100	100
% ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำของการตรวจสอบโดยรวม	100	
% ประสิทธิผลด้านความไม่ไบอัสของการตรวจสอบโดยรวม	100	

สิ่งที่สังเกตเห็น : เนื่องจากไม่พบชิ้นงานที่เสียในการทดสอบ ดังนั้นจะนำชิ้นงานที่เสีย แต่สามารถประกอบได้ มาทำการดัดให้ไม่สามารถประกอบได้ เป็นชิ้นงาน NG ในการทดสอบ

ประวัติผู้เขียน

นายผจงกิจ โสธนะยงกุล เกิดวันที่ 12 เมษายน พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2538 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2541