

บทที่ 5

ผลการทดลองในการรีดจริง

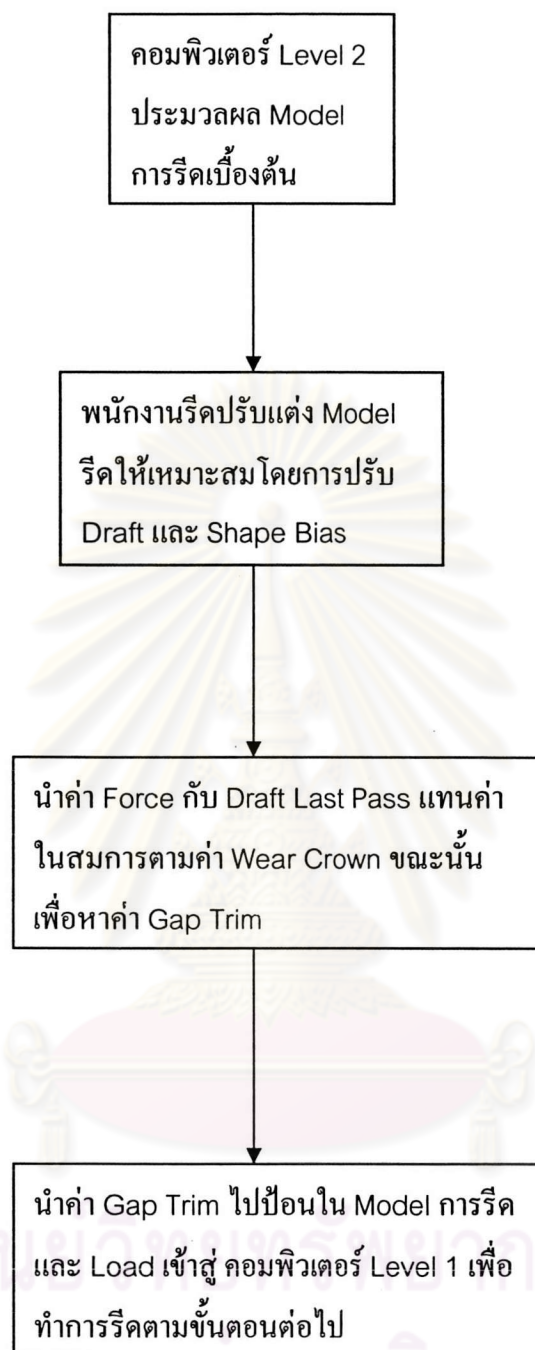
หลังจากการดำเนินการมาตราการควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่สามารถควบคุมได้เสร็จเรียบร้อยแล้ว การดำเนินการต่อไปก่อนการนำข้อมูลไปใช้กับการรีดจริงจะต้องมีการเตรียมการสำหรับการนำค่าจากการจำลองข้อมูลไปใช้งานที่ง่ายและสะดวก รวมถึงการเก็บผลลัพธ์ที่ได้

ดังนั้นผลการทดลองในงานวิจัยนี้ สามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังนี้

1. การกำหนดวิธีการใช้งานค่าทดลอง
2. การเก็บข้อมูลผลการรีด
3. ข้อมูลผลของการรีด
4. การวิเคราะห์ผลการรีด

5.1 การกำหนดวิธีการใช้งานค่าทดลอง

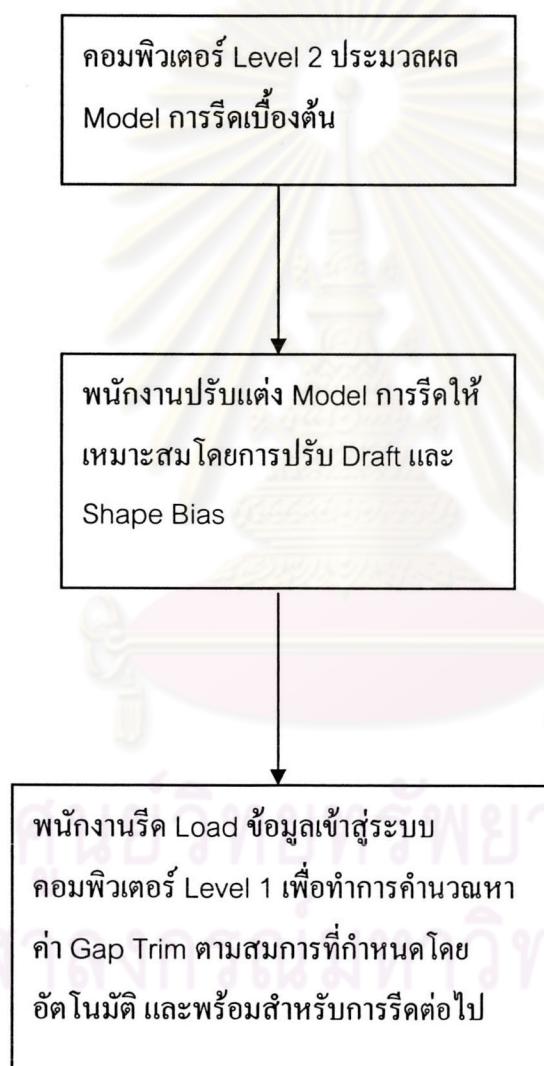
จากผลการทดลองที่ได้จากการจำลองข้อมูลการรีดจะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่า Force Last Pass และ Draft Last Pass เพื่อหาค่าของการชดเชย Gap Trim ที่ต้องการ เพื่อให้พนักงานรีดนำไปป้อนค่าชดเชยความหนาสำหรับ Model รีดจริง การนำไปใช้งานเริ่มจากเมื่อคอมพิวเตอร์ Level 2 ทำการประมวลผล Model การรีดเบื้องต้นของวัตถุดิบที่จะนำมารีดก่อนถัดไปแสดงผลออกมา พนักงานรีดจะทำการปรับแต่งค่า (Shape หรือ Draft Bias) เพื่อให้ได้ผล Model ที่ดีที่สุด จากนั้นก็นำค่าของ Force Last Pass และ Draft Last Pass ไปแทนค่าในสมการเพื่อหาค่าชดเชย Gap Trim ที่ต้องการและป้อนค่าลงไป จากนั้นก็โอนข้อมูลเข้าสู่ Computer Level 1 เพื่อทำการรีดตามขั้นตอนต่อไป



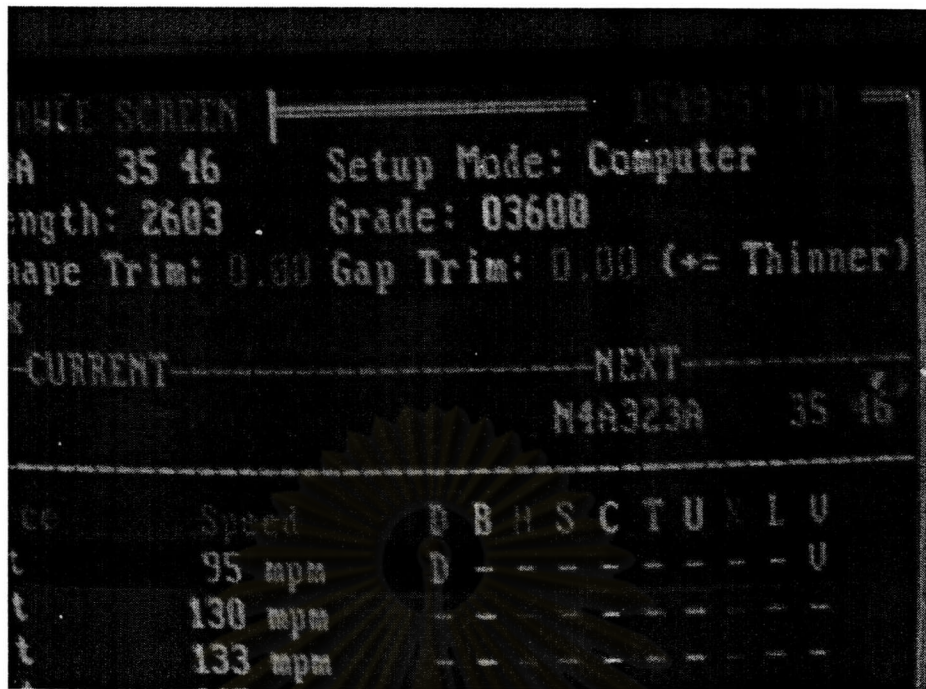
รูปที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการหาค่า Gap Trim ก่อนการปรับปรุง

จะเห็นได้ว่าการนำไปใช้งานค่อนข้างจะยุ่งยากซับซ้อน ต้องใช้เวลา ทำให้พนักงานที่ปฏิบัติงานเกิดความเบื่อหน่าย หรือเกิดเวลาการรอคอย (Ideal Time) ในกระบวนการผลิตได้

ดังนั้นจึงได้มีการปรับปรุงวิธีการนำค่าของสมการทดลองไปใช้ให้สะดวกยิ่งขึ้นโดยการเขียนโปรแกรม PLC เพิ่มเติมในส่วนของคอมพิวเตอร์ Level 1 เพื่อให้สามารถคำนวณผลตามสมการทดลองโดยอัตโนมัติ และแสดงค่า Gap Trim ที่ใช้บนจอคอมพิวเตอร์ปฏิบัติงานเพื่อให้สะดวกในการตรวจสอบ



รูปที่ 5.2 แสดงขั้นตอนการหาค่า Gap Trim หลังการปรับปรุง

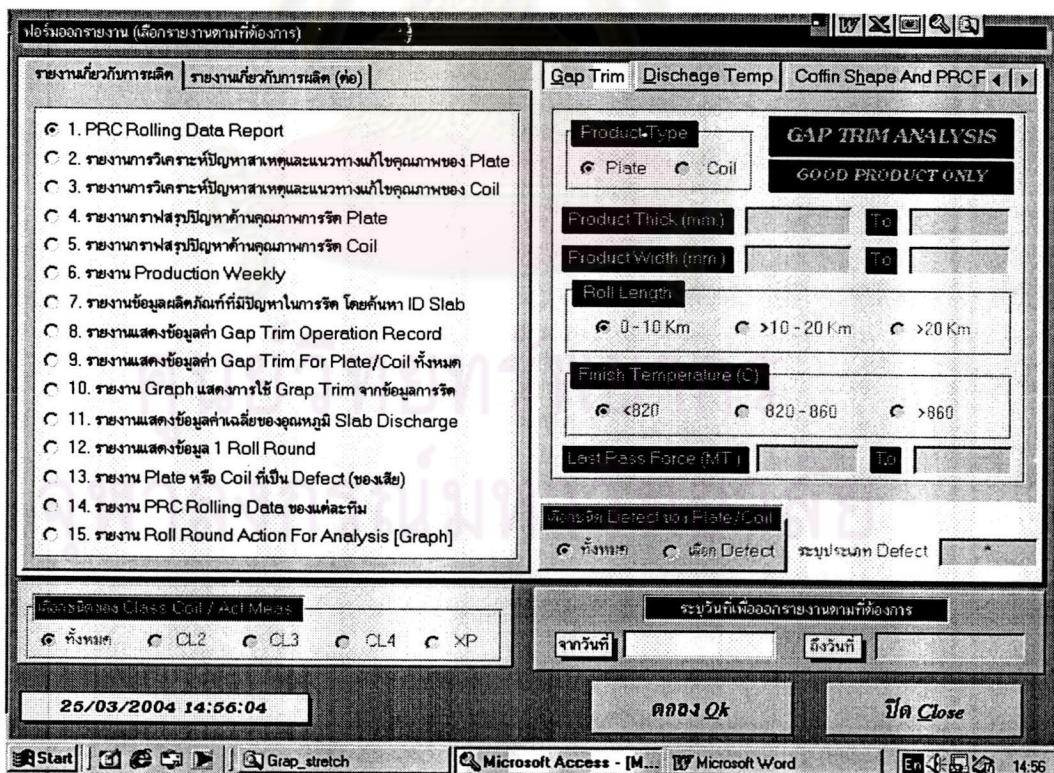
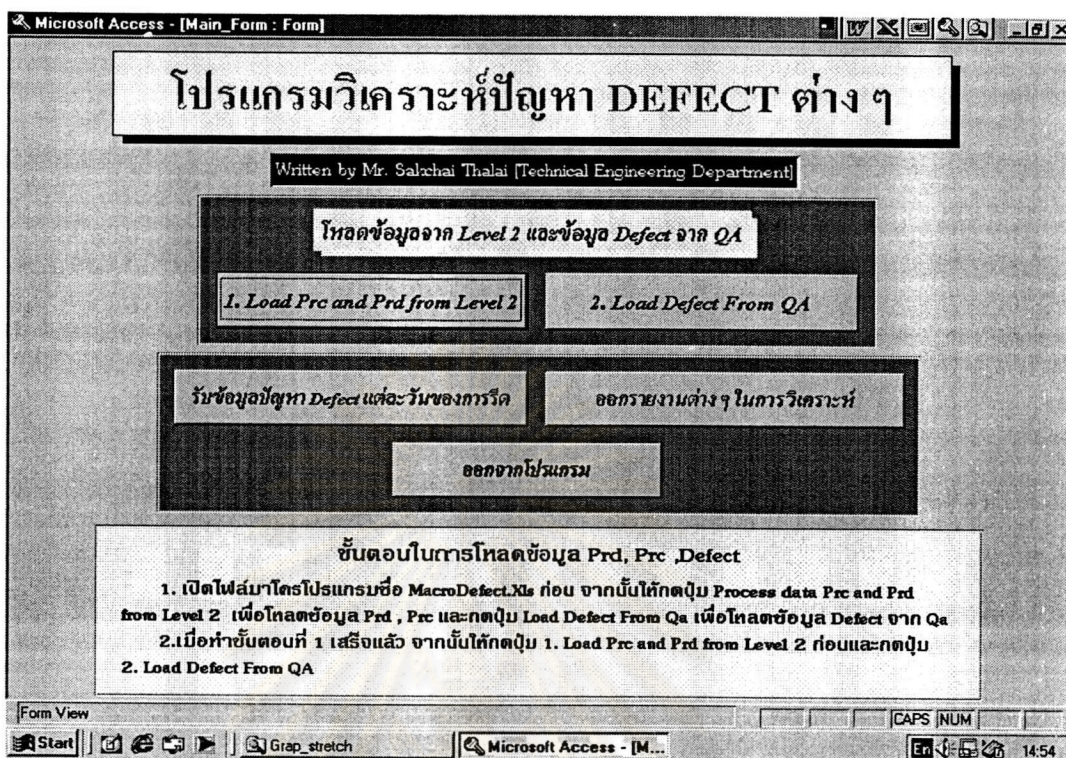


รูปที่ 5.3 หน้าจอคอมพิวเตอร์ 1 ที่แสดงค่า Gap Trim

5.2 การเก็บข้อมูลผลการรีด

ในงานวิจัยนี้กำหนดขอบเขตการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหา Gauge Variation ที่ผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่นรีดร้อนที่ความหนา 7.7 มม. กว้าง 5 ฟุต ซึ่งในการรีดจริงไม่สามารถที่จะออกแผนการผลิตที่จะทดสอบผลิตภัณฑ์ที่ต้องการขนาดเดียว หรือจำนวนมาก ๆ ติดต่อกันได้ เนื่องจากข้อจำกัดในด้านใบสั่งผลิตของลูกค้า และข้อจำกัดการจัดวางลำดับหน้ากว้างเพื่อควบคุมการสึกหรอของลูกรีด ทำให้ในแต่ละแผนการผลิตของแต่ละวันอาจจะมีลูกรีดเหล็กแผ่นขนาดที่ต้องการทำการวิจัยหรือไม่ก็ได้ ทำให้ต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเพื่อให้ได้จำนวนตัวอย่างที่มากพอ อีกทั้งการติดตามข้อมูลย้อนหลังยังทำได้ลำบาก เนื่องจากการผลิตทำการอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง

ดังนั้นจึงได้มีการเขียนโปรแกรมการเก็บข้อมูล Gap Trim เขียนด้วยภาษา Access โดยดึงข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญจากระบบคอมพิวเตอร์ Level 2 เช่น ขนาดการรีด, อุณหภูมิ, Force Last Pass, Draft Last Pass, Gap Trim, ฯลฯ มาถ่ายโอนเข้าสู่โปรแกรมที่เขียนไว้เพื่อทำการวิเคราะห์ประมวลผลและรองรับการวิจัยสำหรับเหล็กขนาดอื่นในอนาคต



รูปที่ 5.4 แสดงหน้าจอของโปรแกรมเก็บรวบรวมผลการทดลองรีด

5.3 ข้อมูลผลของการรีด

จากการทดลองรีดเหล็กหนา 7.7 ม.ม. กว้าง 5 ฟุต โดยใช้ค่า Gap Trim ตามสมการความสัมพันธ์ของค่า Force และ Draft Last Pass โดยเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม 2546 จนถึงสิ้นเดือนมกราคม 2547 จึงได้มีการสรุปรวบรวมผลของการรีดจากโปรแกรมเก็บข้อมูล Gap Trim โดยเลือกเฉพาะข้อมูลที่ตรงกับขอบเขตของงานวิจัย และเงื่อนไขการควบคุมปัจจัยดังนี้

- ขนาดวัตถุดิบหนา 245 ± 5 ม.ม. กว้าง $1,530 \pm 10$ ม.ม.
- ขนาดผลิตภัณฑ์ 7.7 ม.ม. กว้าง $1,560 \pm 20$ ม.ม.
- อุณหภูมิของวัตถุดิบก่อนเข้ารีดจะอยู่ในช่วง $1,180 \pm 10$ °C
- อุณหภูมิ Last Pass อยู่ในช่วง 850 ± 30 °C
- แยกข้อมูลของ Wear Crown ตามระยะทางของการรีดโดยแบ่งเป็น 3 ช่วง
- ตัดข้อมูลของการรีด 2 ก้อนแรกหลังการเกิด Delay Time ที่เกินกว่า 10 นาที

หลังจากได้ข้อมูลที่สรุปทั้งหมดแล้ว ขั้นตอนต่อไปจึงนำเอกสารของวัตถุดิบ (ID. No.) ไปย่นหาค่าความหนาที่ตรวจวัด โดยพนักงานควบคุมคุณภาพในรายงานประจำวัน ทำการป้อนข้อมูลลงไปเพื่อเปรียบเทียบและหาค่าความหนาที่เบี่ยงเบนไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 แสดงผลบันทึก GAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.25 M.M.

Item	PThk	PWidth	FinTemp	Shape Bias	Draft Bias	Last Forc	Last Dft	Gap Trim	หนา วัดจริง	ความหนา เบี่ยงเบน	Flatness Predict	Flatness Output
1	7.70	1567	850	85	90	1267	0.93	0.08	7.73	0.03	181	
2	7.70	1570	850	85	90	851	0.96	0.04	7.77	0.07	181	
3	7.70	1570	847	85	90	853	0.91	0.04	7.77	0.07	181	
4	7.70	1569	856	85	90	847	0.90	0.04	7.77	0.07	181	
5	7.70	1574	864	85	85	820	1.73	0.06	7.76	0.06	181	
6	7.70	1568	861	85	78	876	0.98	0.05	7.77	0.07	181	
7	7.70	1568	859	85	80	735	1.00	0.03	7.78	0.08	181	
8	7.70	1570	862	110	95	1236	1.26	0.09	7.73	0.03	181	
9	7.70	1572	865	110	90	795	1.18	0.04	7.77	0.07	111	
10	7.70	1573	855	115	90	1486	2.23	0.13	7.69	-0.01	111	
11	7.70	1568	858	99	100	1181	1.47	0.09	7.73	0.03	111	
12	7.70	1567	847	100	100	1018	1.43	0.07	7.75	0.05	111	
13	7.70	1568	852	97	100	1013	1.40	0.07	7.75	0.05	111	
14	7.70	1567	851	88	100	1042	1.17	0.07	7.75	0.05	181	
15	7.70	1567	863	88	100	982	1.10	0.06	7.75	0.05	181	
16	7.70	1567	849	88	100	984	1.07	0.06	7.76	0.06	181	
17	7.70	1562	853	120	100	1202	2.14	0.10	7.72	0.02	111	
18	7.70	1561	861	125	100	1311	2.40	0.12	7.70	0.00	111	WVE
19	7.70	1566	868	102	95	1076	1.57	0.08	7.74	0.04	181	
20	7.70	1563	866	105	95	1131	1.64	0.09	7.73	0.03	181	
21	7.70	1561	854	104	100	1115	1.94	0.09	7.73	0.03	181	
22	7.70	1562	866	104	100	1140	1.84	0.09	7.73	0.03	181	
23	7.70	1564	859	120	100	1250	1.85	0.10	8.02	0.32	111	
24	7.70	1570	855	85	95	847	0.71	0.04	7.77	0.07	111	
25	7.70	1561	856	90	95	1070	0.66	0.06	7.76	0.06	111	
26	7.70	1574	846	90	100	1023	0.93	0.06	7.75	0.05	111	
27	7.70	1567	849	85	100	1040	0.98	0.06	7.75	0.05	111	
28	7.70	1568	864	80	100	947	0.89	0.05	7.76	0.06	111	
29	7.70	1567	862	80	100	1130	0.89	0.07	7.75	0.05	111	
30	7.70	1566	863	80	95	1145	1.23	0.08	7.74	0.04	181	

ตารางที่ 5.1 แสดงผลบันทึกGAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.25 M.M. (ต่อ)

Item	PThk	PWidth	Fin Temp	Shape Bias	Draft Bias	Last Forc	Last Dft	Gap Trim	หนา วัดจริง	ความหนา เบี่ยงเบน	Flatness Predict	Flatness Output
31	7.70	1566	861	80	95	1020	1.14	0.06	7.75	0.05	181	
32	7.70	1566	855	80	95	1058	0.94	0.06	7.75	0.05	181	
33	7.70	1568	858	85	95	1097	1.10	0.07	7.75	0.05	111	
34	7.70	1567	859	85	95	1152	1.46	0.08	7.73	0.03	181	
35	7.70	1567	854	85	95	1160	1.45	0.08	7.73	0.03	181	
36	7.70	1566	854	88	95	1096	1.40	0.08	7.74	0.04	111	
37	7.70	1562	856	88	95	1094	0.93	0.07	7.75	0.05	181	
38	7.70	1566	854	88	95	1100	1.28	0.07	7.74	0.04	181	
39	7.70	1565	849	88	95	1120	1.08	0.07	7.74	0.04	111	
40	7.70	1566	856	88	95	1202	0.95	0.08	8.10	0.40	181	
41	7.70	1566	853	88	95	1185	1.22	0.08	7.74	0.04	181	
42	7.70	1561	851	75	90	877	0.73	0.04	7.77	0.07	181	
43	7.70	1560	865	75	90	856	0.78	0.04	7.77	0.07	181	
44	7.70	1561	862	105	95	1115	1.24	0.08	7.74	0.04	181	
45	7.70	1564	865	104	100	1241	1.71	0.10	7.72	0.02	181	
46	7.70	1571	863	95	90	995	1.19	0.06	7.75	0.05	181	
47	7.70	1571	857	110	100	1029	0.82	0.06	7.76	0.06	181	
48	7.70	1571	859	115	100	792	0.65	0.03	7.78	0.08	111	CBU
49	7.70	1571	861	103	100	1315	1.10	0.09	7.73	0.03	181	
50	7.70	1571	863	85	90	1032	0.79	0.06	7.76	0.06	181	
51	7.70	1571	854	85	90	1050	0.77	0.06	7.76	0.06	181	
52	7.70	1571	853	85	90	1059	0.79	0.06	7.75	0.05	181	
53	7.70	1572	857	85	90	1093	0.65	0.06	7.75	0.05	181	
54	7.70	1571	868	85	90	1079	0.83	0.06	7.75	0.05	181	
55	7.70	1562	865	95	100	1024	0.78	0.06	7.76	0.06	111	
56	7.70	1559	864	95	100	1058	0.76	0.06	7.76	0.06	111	
57	7.70	1562	860	105	100	1186	0.94	0.08	7.74	0.04	111	
58	7.70	1569	870	110	100	1215	0.97	0.08	7.74	0.04	111	
59	7.70	1563	857	110	100	1058	0.70	0.06	7.76	0.06	111	
60	7.70	1564	856	115	90	1262	1.04	0.08	7.73	0.03	111	

ตารางที่ 5.1 แสดงผลบันทึก GAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.25 M.M. (ต่อ)

Item	PThk	PWidth	Fin Temp	Shape Bias	Draft Bias	Last Forc	Last Dft	Gap Trim	หนา วัดจริง	ความหนา เบี่ยงเบน	Flatness Predict	Flatness Output
61	7.70	1565	862	115	90	1080	1.03	0.07	7.75	0.05	111	
62	7.70	1561	859	115	95	1662	1.06	0.12	7.70	0.00	111	
63	7.70	1561	846	115	95	1927	1.06	0.15	7.68	-0.02	111	
64	7.70	1573	847	105	95	1285	1.38	0.09	7.72	0.02	111	
65	7.70	1563	868	110	95	1063	0.96	0.06	7.75	0.05	111	
66	7.70	1562	866	115	95	1220	1.25	0.09	7.73	0.03	111	
67	7.70	1563	853	115	95	1659	1.94	0.14	7.68	-0.02	111	WVE
68	7.70	1563	848	110	95	1295	1.77	0.10	7.72	0.02	181	
69	7.70	1571	856	90	90	916	0.96	0.05	7.76	0.06	111	
70	7.70	1573	857	108	90	756	0.92	0.03	7.78	0.08	111	
71	7.70	1572	865	107	90	1109	1.26	0.08	7.74	0.04	111	
72	7.70	1572	863	110	90	1033	1.30	0.07	7.75	0.05	111	
73	7.70	1572	857	110	95	1049	1.27	0.07	7.75	0.05	111	
74	7.70	1572	859	110	95	1064	1.27	0.07	7.74	0.04	111	
75	7.70	1573	861	112	90	992	1.15	0.06	7.75	0.05	181	
76	7.70	1572	863	118	90	1162	1.39	0.08	7.73	0.03	111	
77	7.70	1573	854	118	90	1214	1.40	0.09	7.73	0.03	111	
78	7.70	1573	853	117	91	1086	1.34	0.07	7.74	0.04	111	
79	7.70	1569	857	85	100	895	0.83	0.05	7.77	0.07	111	
80	7.70	1569	868	88	100	847	0.74	0.04	7.77	0.07	111	
81	7.70	1569	865	90	100	842	0.58	0.04	7.78	0.08	111	
82	7.71	1570	864	95	100	1081	1.12	0.07	7.75	0.05	111	
83	7.71	1569	860	92	100	1053	0.64	0.06	7.76	0.06	111	
84	7.72	1569	870	95	100	1023	0.94	0.06	7.75	0.05	111	
85	7.72	1569	857	95	100	1117	1.11	0.07	7.74	0.04	111	
86	7.72	1569	856	93	100	1102	1.12	0.07	7.74	0.04	111	
87	7.71	1569	862	90	100	1093	0.67	0.06	7.75	0.05	111	
88	7.71	1569	859	95	100	1077	1.76	0.08	7.73	0.03	181	
89	7.70	1569	868	95	100	897	0.79	0.05	8.40	0.70	111	
90	7.70	1569	866	95	100	1225	1.22	0.09	7.73	0.03	111	

ตารางที่ 5.1 แสดงผลบันทึกGAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.25 M.M. (ต่อ)

Item	PThk	PWidth	Fin Temp	Shape Bias	Draft Bias	Last Forc	Last Dft	Gap Trim	หนา วัดจริง	ความหนา เบี่ยงเบน	Flatness Predict	Flatness Output
91	7.70	1569	854	95	100	1238	1.19	0.09	7.73	0.03	111	
92	7.70	1570	866	95	100	821	0.74	0.04	7.78	0.08	111	
93	7.70	1570	859	93	100	853	0.73	0.04	7.77	0.07	111	
94	7.73	1568	855	99	100	1081	1.18	0.07	7.75	0.05	111	
95	7.76	1568	856	100	100	1055	1.19	0.07	7.75	0.05	111	
96	7.72	1568	846	87	100	899	0.94	0.05	7.76	0.06	181	
97	7.71	1568	849	85	100	851	0.90	0.04	7.77	0.07	181	
98	7.70	1583	864	75	100	875	0.78	0.04	7.77	0.07	181	
99	7.70	1583	862	75	100	887	0.77	0.04	7.77	0.07	181	
100	7.70	1577	863	110	100	1375	1.19	0.10	7.72	0.02	111	WVE
101	7.71	1567	861	100	100	1021	0.83	0.06	7.76	0.06	111	
102	7.74	1564	855	105	100	1270	1.10	0.09	7.73	0.03	111	
103	7.74	1568	858	105	100	1191	1.10	0.08	7.74	0.04	111	
104	7.73	1567	859	105	100	1165	1.12	0.08	7.74	0.04	111	
105	7.73	1568	854	105	100	1209	1.03	0.08	7.74	0.04	111	
106	7.75	1567	854	105	105	1382	1.31	0.10	7.72	0.02	111	
107	7.72	1568	861	100	100	1017	0.78	0.06	7.76	0.06	111	
108	7.70	1568	868	90	85	735	0.82	0.03	8.30	0.60	111	CBU
109	7.70	1565	853	92	90	866	1.17	0.05	7.76	0.06	111	
110	7.70	1577	855	105	100	1890	1.59	0.16	7.67	-0.03	111	
111	7.70	1577	852	105	100	1718	1.49	0.14	7.69	-0.01	111	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 แสดงผลบันทึก GAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.15 M.M.

Item	PThk	PWidth	Fin Temp	Shape Bias	Draft Bias	Last Forc	Last Dft	Gap Trim	หนา วัดจริง	ความหนา เบี่ยงเบน	Flatness Predict	Flatness Output
1	7.73	1,569	861	105	93	1,127	0.65	0.22	7.75	0.05	111	
2	7.72	1,568	855	102	93	1,139	0.57	0.22	8.20	0.32	111	
3	7.72	1,568	858	103	90	1,132	0.59	0.22	7.75	0.05	111	
4	7.81	1,568	859	103	90	1,062	0.69	0.22	7.75	0.05	111	
5	7.71	1,568	854	97	95	1,085	0.57	0.22	7.75	0.05	111	
6	7.70	1,568	854	101	95	1,006	0.56	0.22	7.75	0.05	111	
7	7.78	1,567	861	101	99	912	0.63	0.22	7.75	0.05	111	
8	7.71	1,566	868	101	99	998	0.56	0.22	7.75	0.05	111	
9	7.71	1,566	853	101	99	945	0.56	0.22	7.75	0.05	111	
10	7.70	1,566	855	101	99	1,024	0.58	0.22	7.75	0.05	111	
11	7.78	1,566	852	101	99	1,062	0.60	0.22	7.75	0.05	111	
12	7.71	1,566	857	98	100	995	0.58	0.22	7.75	0.05	111	
13	7.71	1,566	859	98	100	1,072	0.59	0.22	7.75	0.05	111	
14	7.71	1,566	861	98	100	1,015	0.59	0.22	7.75	0.05	111	
15	7.78	1,566	863	100	100	1,056	0.62	0.22	7.75	0.05	111	
16	7.70	1,566	854	97	100	1,033	0.55	0.22	7.75	0.05	181	
17	7.70	1,571	853	115	100	1,035	2.80	0.22	7.75	0.05	111	
18	7.70	1,569	857	110	100	1,050	2.47	0.22	7.75	0.05	111	
19	7.70	1,569	868	110	100	1,156	2.18	0.22	7.75	0.05	111	
20	7.70	1,569	865	110	100	953	1.87	0.22	7.75	0.05	181	
21	7.70	1,569	864	110	100	954	2.54	0.22	7.75	0.05	111	
22	7.70	1,569	860	110	100	964	2.37	0.22	7.75	0.05	111	
23	7.70	1,571	870	110	100	998	1.94	0.22	7.75	0.05	181	
24	7.70	1,571	857	110	100	1,001	2.43	0.22	7.75	0.05	111	
25	7.70	1,571	856	105	100	1,050	2.27	0.22	7.75	0.05	111	
26	7.70	1,571	862	105	100	1,058	2.28	0.22	7.75	0.05	111	
27	7.70	1,573	859	95	95	1,068	1.26	0.22	7.75	0.05	111	
28	7.70	1,569	868	95	95	1,080	1.61	0.22	7.75	0.05	111	
29	7.70	1,569	866	95	95	1,074	1.53	0.22	7.75	0.05	111	
30	7.70	1,569	854	95	95	1,077	1.94	0.22	7.75	0.05	111	
31	7.70	1,569	866	95	95	1,064	1.60	0.22	7.75	0.05	111	

ตารางที่ 5.2 แสดงผลบันทึก GAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.15 M.M.(ต่อ)

Item	PThk	PWidth	Fin Temp	Shape Bias	Draft Bias	Last Forc	Last Dft	Gap Trim	หนา วัดจริง	ความหนา เบี่ยงเบน	Flatness Predict	Flatness Output
32	7.70	1,568	859	95	95	1,100	1.11	0.22	7.75	0.05	181	
33	7.70	1,570	855	95	95	1,123	2.20	0.22	7.75	0.05	111	
34	7.70	1,569	856	95	95	1,080	2.29	0.22	7.75	0.05	111	
35	7.70	1,571	846	95	95	1,087	1.23	0.22	7.75	0.05	111	
36	7.70	1,570	849	95	95	1,103	1.28	0.22	7.75	0.05	111	
37	7.70	1,569	864	95	95	1,110	1.69	0.22	7.75	0.05	111	
38	7.70	1,566	862	90	95	1,123	1.39	0.22	7.75	0.05	181	
39	7.70	1,566	863	90	95	958	0.93	0.22	7.75	0.05	181	
40	7.70	1,566	861	90	95	988	0.94	0.22	7.75	0.05	181	
41	7.70	1,566	855	90	95	1,010	1.34	0.22	7.75	0.05	181	
42	7.70	1,566	858	90	95	1,023	1.23	0.22	7.75	0.05	181	
43	7.70	1,566	859	90	95	1,053	1.33	0.22	7.75	0.05	181	
44	7.70	1,566	854	90	95	1,045	1.40	0.22	7.75	0.05	181	
45	7.70	1,566	854	90	95	1,035	1.39	0.22	7.75	0.05	181	
46	7.70	1,567	861	90	95	1,048	1.39	0.22	7.75	0.05	181	
47	7.70	1,567	868	90	95	1,072	1.19	0.22	7.75	0.05	111	
48	7.70	1,566	853	87	95	1,086	0.99	0.22	7.75	0.05	181	
49	7.70	1,566	855	95	95	1,038	1.53	0.22	7.75	0.05	181	
50	7.70	1,563	852	110	95	1,462	1.74	0.22	7.75	0.05	111	
51	7.70	1,564	857	110	95	1,763	2.05	0.22	7.75	0.05	181	WVE
52	7.70	1,566	859	110	95	1,689	1.69	0.22	7.75	0.05	111	
53	7.70	1,562	861	109	98	1,488	1.69	0.22	7.75	0.05	181	WVE
54	7.70	1,563	863	109	98	1,231	1.69	0.22	7.75	0.05	181	
55	7.70	1,563	854	109	98	1,253	1.70	0.22	7.75	0.05	181	
56	7.70	1,565	853	109	98	721	0.67	0.22	7.75	0.05	111	
57	7.70	1,563	857	109	98	1,263	1.84	0.22	7.75	0.05	181	
58	7.70	1,563	868	108	99	1,327	1.71	0.22	7.75	0.05	181	
59	7.70	1,563	865	109	99	1,354	1.57	0.22	7.75	0.05	181	
60	7.70	1,563	864	114	100	1,396	1.89	0.22	7.75	0.05	181	
61	7.70	1,563	860	114	100	1,354	1.87	0.22	7.75	0.05	181	
62	7.70	1,563	870	114	100	1,399	1.86	0.22	7.75	0.05	181	

ตารางที่ 5.2 แสดงผลบันทึก GAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.15 M.M.(ต่อ)

Item	PThk	PWidth	Fin Temp	Shape Bias	Draft Bias	Last Forc	Last Dft	Gap Trim	หนา วัดจริง	ความหนา เบี่ยงเบน	Flatness Predict	Flatness Output
63	7.70	1,563	861	114	100	1,386	1.85	0.22	7.75	0.05	181	
64	7.70	1,563	855	115	100	1,334	1.86	0.22	7.75	0.05	181	
65	7.70	1,563	858	115	100	1,308	1.73	0.22	7.75	0.05	181	
66	7.70	1,563	859	119	100	1,427	1.93	0.22	7.75	0.05	181	
67	7.70	1,563	854	122	110	1,370	2.02	0.22	7.75	0.05	181	
68	7.70	1,563	854	122	110	1,427	2.02	0.22	7.75	0.05	181	
69	7.70	1,563	861	122	110	1,339	1.94	0.22	7.75	0.05	181	
70	7.70	1,563	868	122	97	1,206	1.90	0.22	7.47	(0.23)	181	
71	7.70	1,564	853	122	100	1,209	1.85	0.22	7.75	0.05	181	
72	7.70	1,563	855	123	100	1,401	1.95	0.22	7.75	0.05	181	WVE
73	7.70	1,564	852	120	100	1,189	1.86	0.22	7.75	0.05	181	
74	7.70	1,563	857	120	100	1,326	1.96	0.22	7.75	0.05	181	
75	7.70	1,564	854	120	97	1,043	1.95	0.22	7.75	0.05	181	
76	7.70	1,563	861	122	97	1,181	2.19	0.22	7.75	0.05	181	
77	7.70	1,564	868	122	97	1,119	2.09	0.22	7.75	0.05	181	
78	7.70	1,563	853	122	97	1,143	2.11	0.22	7.75	0.05	181	
79	7.70	1,563	855	122	97	1,166	2.16	0.22	7.75	0.05	181	
80	7.70	1,563	852	122	97	1,494	2.55	0.22	7.75	0.05	181	WVE
81	7.70	1,564	857	104	100	1,071	1.58	0.22	7.75	0.05	181	
82	7.70	1,556	854	107	100	1,176	1.08	0.22	7.75	0.05	111	
83	7.70	1,556	861	107	100	1,214	0.81	0.22	7.75	0.05	181	
84	7.70	1,568	868	80	90	625	0.76	0.22	7.75	0.05	111	CBU
85	7.70	1,566	853	80	100	807	0.91	0.22	7.75	0.05	181	
86	7.70	1,578	855	115	90	1,381	1.32	0.22	7.75	0.05	181	
87	7.70	1,578	852	110	90	1,243	1.14	0.22	7.75	0.05	111	
88	7.70	1,576	857	110	90	1,208	1.11	0.22	7.75	0.05	181	
89	7.70	1,578	859	110	90	1,255	0.89	0.22	7.75	0.05	181	
90	7.70	1,576	861	110	90	1,055	0.85	0.22	7.75	0.05	111	
91	7.70	1,576	863	110	90	1,066	0.91	0.22	7.75	0.05	181	
92	7.70	1,556	854	110	90	1,142	1.23	0.22	7.75	0.05	181	
93	7.70	1,554	853	110	90	1,055	1.16	0.22	7.75	0.05	111	

ตารางที่ 5.2 แสดงผลบันทึก GAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.15 M.M.(ต่อ)

Item	PThk	PWidth	Fin Temp	Shape Bias	Draft Bias	Last Forc	Last Dft	Gap Trim	หนา วัดจริง	ความหนา เบี่ยงเบน	Flatness Predict	Flatness Output
94	7.70	1,578	857	105	90	938	0.95	0.22	7.75	0.05	181	
95	7.70	1,571	868	105	90	1,207	1.07	0.22	7.75	0.05	111	
96	7.70	1,561	865	97	100	959	0.69	0.22	7.75	0.05	181	
97	7.70	1,561	864	124	100	1,240	1.18	0.22	7.75	0.05	111	
98	7.70	1,566	860	100	100	1,144	1.17	0.22	7.75	0.05	181	
99	7.70	1,560	870	98	100	963	0.86	0.22	7.75	0.05	181	
100	7.70	1,561	857	95	100	1,084	0.83	0.22	7.75	0.05	181	
101	7.70	1,561	856	95	100	1,094	0.81	0.22	7.75	0.05	181	
102	7.70	1,561	852	95	100	1,017	0.79	0.22	7.75	0.05	181	
103	7.70	1,561	857	90	95	855	0.49	0.22	7.75	0.05	111	
104	7.70	1,562	859	90	95	787	0.43	0.22	7.75	0.05	181	CBU
105	7.70	1,561	861	90	95	856	1.01	0.22	7.75	0.05	181	
106	7.70	1,564	863	90	95	836	0.56	0.22	7.75	0.05	181	
107	7.70	1,573	854	115	95	1,169	0.87	0.22	7.75	0.05	181	
108	7.70	1,572	853	113	95	1,247	0.88	0.22	8.30	0.33	181	
109	7.70	1,573	857	115	95	925	0.58	0.22	7.75	0.05	111	
110	7.70	1,572	868	115	95	953	0.58	0.22	7.75	0.05	181	
111	7.70	1,573	865	115	95	995	0.65	0.22	7.75	0.05	111	
112	7.70	1,573	864	115	95	1,087	0.65	0.22	7.75	0.05	111	
113	7.70	1,547	854	70	90	1,260	0.86	0.22	7.75	0.05	181	
114	7.70	1,546	861	87	100	1,492	1.30	0.22	7.75	0.05	111	
115	7.70	1,546	868	65	100	1,029	0.78	0.22	7.75	0.05	111	
116	7.70	1,580	853	85	100	1,266	0.86	0.22	7.75	0.05	111	
117	7.70	1,581	855	80	105	924	0.89	0.22	7.75	0.05	111	
118	7.70	1,581	852	80	105	921	0.91	0.22	7.75	0.05	111	
119	7.70	1,581	857	83	105	1,134	1.16	0.22	7.75	0.05	111	
120	7.70	1,578	854	85	105	1,174	1.17	0.22	7.75	0.05	111	
121	7.70	1,574	861	80	100	943	0.84	0.22	7.75	0.05	111	
122	7.70	1,578	868	80	95	963	0.94	0.22	7.75	0.05	111	
123	7.70	1,581	853	80	95	975	0.93	0.22	7.75	0.05	111	
124	7.70	1,570	859	80	95	949	0.88	0.22	7.75	0.05	111	

ตารางที่ 5.2 แสดงผลบันทึก GAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.15 M.M.(ต่อ)

Item	PThk	PWidth	Fin Temp	Shape Bias	Draft Bias	Last Forc	Last Dft	Gap Trim	หนา วัดจริง	ความหนา เบี่ยงเบน	Flatness Predict	Flatness Output
125	7.70	1,563	861	100	90	2,111	1.42	0.22	8.20	0.32	111	WVE
126	7.70	1,567	863	95	90	1,264	1.07	0.22	7.75	0.05	111	
127	7.70	1,566	854	95	90	1,248	1.30	0.22	7.75	0.05	111	
128	7.70	1,564	853	93	90	1,188	0.92	0.22	7.75	0.05	111	
129	7.70	1,563	857	92	90	1,166	0.85	0.22	7.75	0.05	111	
130	7.70	1,566	868	92	95	1,152	1.21	0.22	7.75	0.05	111	
131	7.70	1,566	865	90	95	1,036	1.01	0.22	7.75	0.05	111	
132	7.70	1,566	864	90	95	1,190	1.22	0.22	7.75	0.05	111	
133	7.70	1,566	860	95	95	1,418	1.41	0.22	7.75	0.05	111	WVE
134	7.70	1,566	870	98	100	1,359	1.46	0.22	7.75	0.05	111	
135	7.70	1,566	857	98	100	1,366	1.44	0.22	7.75	0.05	111	
136	7.70	1,566	856	98	100	1,364	1.44	0.22	7.75	0.05	111	
137	7.70	1,566	852	100	100	1,415	1.47	0.22	7.75	0.05	111	
138	7.70	1,566	857	100	100	1,303	1.32	0.22	7.75	0.05	181	
139	7.70	1,566	859	100	100	1,459	1.53	0.22	7.75	0.05	111	
140	7.70	1,572	857	100	100	1,119	0.89	0.22	7.75	0.05	111	
141	7.70	1,568	859	88	100	713	0.80	0.22	7.75	0.05	111	CBU
142	7.70	1,567	861	88	100	814	0.87	0.22	7.75	0.05	181	
143	7.70	1,578	863	90	105	1,642	1.47	0.22	7.75	0.05	181	WVE
144	7.70	1,563	854	95	100	950	0.79	0.22	7.75	0.05	181	
145	7.70	1,573	853	103	90	1,148	1.15	0.22	7.75	0.05	181	
146	7.70	1,573	857	80	65	987	1.06	0.22	7.75	0.05	181	
147	7.70	1,573	868	103	90	987	1.06	0.22	7.75	0.05	181	
148	7.70	1,574	865	97	95	1,115	1.92	0.22	7.75	0.05	181	
149	7.70	1,568	864	88	100	765	1.07	0.22	7.75	0.05	181	
150	7.70	1,566	860	110	95	1,647	2.17	0.22	7.75	0.05	181	WVE
151	7.70	1,563	870	120	97	1,118	2.04	0.22	7.75	0.05	181	
152	7.70	1,563	857	120	97	1,162	2.11	0.22	7.75	0.05	181	
153	7.70	1,564	856	120	97	1,077	2.02	0.22	7.75	0.05	181	
154	7.70	1,563	852	122	97	1,179	2.16	0.22	7.75	0.05	181	
155	7.70	1,564	857	122	97	1,070	2.19	0.22	7.48	(0.02)	181	
156	7.70	1,566	859	122	97	1,159	2.24	0.22	7.48	(0.02)	181	

ตารางที่ 5.3 แสดงผลบันทึก GAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.05 M.M.

Item	PThk	PWidth	Fin Temp	Shape Bias	Draft bias	Last Forc	Last Dft	Gap Trim	หนา วัดจริง	ความหนา เบี่ยงเบน	Flatness Predict	Flatness Output
1	7.7	1566	854	97	100	1019	0.55	0.19	7.79	0.19	111	
2	7.7	1566	854	97	100	1014	0.56	0.19	7.79	0.19	111	
3	7.7	1566	861	97	100	1057	0.57	0.19	7.81	0.19	111	
4	7.7	1566	868	97	100	1006	0.58	0.19	7.83	0.19	111	
5	7.7	1566	853	99	96	1113	0.62	0.20	7.81	0.19	111	
6	7.7	1566	855	98	100	895	0.54	0.18	7.84	0.18	111	CBU
7	7.7	1566	852	105	110	1109	0.68	0.20	7.83	0.19	111	
8	7.7	1566	857	98	87	1006	0.64	0.19	7.85	0.19	111	
9	7.7	1566	859	99	87	1043	0.6	0.19	7.81	0.19	111	
10	7.7	1566	861	95	110	1078	0.62	0.20	7.82	0.19	111	
11	7.7	1566	863	99	97	935	0.62	0.18	7.82	0.19	111	
12	7.7	1566	854	98	97	1070	0.61	0.20	7.81	0.19	111	
13	7.7	1566	853	99	97	909	0.63	0.18	7.8	0.19	111	
14	7.7	1566	857	97	95	921	0.68	0.18	7.79	0.19	111	
15	7.7	1566	868	94	95	1065	0.59	0.20	7.79	0.19	181	
16	7.7	1565	865	94	95	1105	0.59	0.20	7.79	0.19	181	
17	7.7	1551	864	115	95	1055	0.83	0.20	7.77	0.19	111	
18	7.7	1568	860	85	100	918	0.92	0.18	7.77	0.19	111	
19	7.7	1566	870	85	100	889	1.32	0.18	7.78	0.19	181	
20	7.7	1565	857	90	82	1070	1.03	0.20	7.82	0.19	181	
21	7.7	1565	856	90	82	1269	1.28	0.22	7.87	0.20	181	
22	7.7	1565	862	90	82	1207	1.19	0.22	7.87	0.20	181	
23	7.7	1556	859	95	80	1134	1.18	0.21	7.88	0.20	181	
24	7.7	1554	868	95	80	1285	1.42	0.22	7.86	0.20	181	
25	7.7	1554	866	90	80	1230	1.32	0.22	7.89	0.20	181	
26	7.7	1554	854	90	80	1209	1.29	0.22	7.87	0.20	181	
27	7.7	1561	866	90	80	1242	1.26	0.22	7.85	0.20	181	
28	7.7	1576	859	95	100	1035	0.94	0.20	7.86	0.19	111	
29	7.7	1576	855	95	100	1149	0.95	0.21	7.84	0.20	111	
30	7.7	1581	856	98	100	1243	0.95	0.22	7.88	0.20	111	
31	7.7	1578	846	95	100	1112	1.01	0.20	7.89	0.19	111	

ตารางที่ 5.3 แสดงผลบันทึก GAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.05 M.M.(ต่อ)

Item	PThk	PWidth	Fin Temp	Shape Bias	Draft bias	Last Forc	Last Dft	Gap Trim	หนา วัดจริง	ความหนา เบี่ยงเบน	Flatness Predict	Flatness Output
32	7.7	1573	849	95	98	1075	0.98	0.20	7.89	0.19	111	
33	7.7	1580	864	95	98	1090	0.99	0.20	7.87	0.19	111	
34	7.7	1579	862	95	100	1087	1	0.20	7.86	0.19	111	
35	7.7	1578	863	98	100	1136	1.01	0.21	7.89	0.20	111	
36	7.7	1578	861	95	100	1094	1.01	0.20	7.88	0.19	111	
37	7.7	1579	853	95	98	1058	0.99	0.20	7.87	0.19	111	
38	7.7	1571	855	100	98	1251	1.27	0.22	7.91	0.20	111	
39	7.7	1573	852	100	98	1182	1.16	0.21	7.91	0.20	111	
40	7.7	1575	857	100	98	1204	1.04	0.21	7.9	0.20	111	
41	7.7	1577	859	100	98	1214	1.06	0.21	7.93	0.20	111	
42	7.7	1565	861	100	98	1269	1.05	0.22	7.92	0.20	111	
43	7.7	1564	863	95	95	1130	0.72	0.20	7.89	0.20	111	
44	7.7	1564	854	95	95	1157	0.69	0.21	7.9	0.20	111	
45	7.7	1565	853	98	100	1273	1.08	0.22	7.9	0.20	111	
46	7.7	1557	857	90	100	1071	1.03	0.20	7.88	0.19	111	
47	7.7	1558	868	95	100	1164	1.03	0.21	7.89	0.20	111	
48	7.7	1552	865	95	100	1141	1.07	0.21	7.88	0.20	111	
49	7.7	1552	864	95	100	1124	1.08	0.21	7.88	0.20	111	
50	7.7	1553	860	98	100	1241	1.09	0.22	8.2	0.32	111	
51	7.7	1553	870	95	100	1078	1.07	0.20	7.89	0.19	111	
52	7.7	1552	861	95	100	1209	1.07	0.21	7.87	0.20	111	
53	7.7	1553	855	90	100	1028	1.14	0.20	7.85	0.19	111	
54	7.7	1552	858	90	100	1022	1.19	0.20	7.86	0.19	111	
55	7.7	1552	859	90	100	1045	1.19	0.20	7.79	0.19	111	
56	7.7	1553	854	90	100	1019	1.19	0.20	7.82	0.19	111	
57	7.7	1552	854	90	100	1079	1.17	0.20	7.85	0.19	111	
58	7.7	1553	861	90	100	1042	1.17	0.20	7.89	0.19	111	
59	7.7	1553	868	90	100	1022	1.19	0.20	7.87	0.19	111	
60	7.7	1553	853	92	100	1102	1.23	0.20	7.89	0.20	111	
61	7.7	1553	859	90	100	1038	1.21	0.20	7.89	0.19	111	
62	7.7	1563	868	95	100	1367	1.54	0.23	7.89	0.21	111	

ตารางที่ 5.3 แสดงผลบันทึก GAP TRIM DATA FOR PLATE REPORT WEAR CROWN = 0.05 M.M.(ต่อ)

Item	PThk	PWidth	Fin Temp	Shape Bias	Draft bias	Last Forc	Last Dft	Gap Trim	หนา วัดจริง	ความหนา เบี่ยงเบน	Flatness Predict	Flatness Output
63	7.7	1563	866	98	100	1421	1.57	0.24	7.91	0.21	111	
64	7.7	1554	854	98	100	1389	1.61	0.24	7.91	0.21	111	WVE
65	7.7	1558	866	98	100	1499	1.46	0.25	7.91	0.21	111	
66	7.7	1557	859	98	100	1477	1.44	0.24	8.07	0.37	111	
67	7.7	1558	855	98	100	1450	1.44	0.24	7.93	0.21	111	
68	7.7	1550	856	98	100	927	0.74	0.18	7.82	0.19	111	
69	7.7	1556	846	95	80	1206	1.41	0.22	7.83	0.20	181	
70	7.7	1556	849	95	80	1163	1.42	0.21	7.81	0.20	181	
71	7.7	1565	864	108	95	958	1.6	0.19	7.85	0.19	181	
72	7.7	1563	862	108	95	1320	2.08	0.23	7.87	0.21	181	WVE
73	7.7	1565	863	95	95	1318	1.47	0.23	7.83	0.20	181	
74	7.7	1565	861	95	95	1462	1.64	0.24	7.83	0.21	181	
75	7.7	1565	855	98	100	1315	1.23	0.23	7.88	0.20	111	
76	7.7	1565	858	98	100	1478	1.22	0.24	7.85	0.21	111	
77	7.7	1565	859	98	100	1214	1.08	0.21	7.86	0.20	111	
78	7.7	1565	854	95	100	1271	1.11	0.22	7.82	0.20	111	
79	7.7	1566	854	95	100	1247	1.07	0.22	7.84	0.20	111	
80	7.7	1565	861	95	100	1222	1.07	0.22	7.86	0.20	111	
81	7.7	1550	868	115	95	1129	1.19	0.21	7.83	0.20	111	
82	7.7	1549	853	115	95	1204	1.26	0.22	7.86	0.20	111	
83	7.7	1550	855	115	95	1263	1.48	0.22	7.87	0.20	111	
84	7.7	1560	852	80	100	824	1.22	0.18	7.88	0.18	181	
85	7.7	1560	857	80	100	817	1.22	0.18	7.88	0.18	181	
86	7.7	1563	859	80	90	920	0.89	0.18	7.89	0.19	181	
87	7.7	1565	866	100	95	1111	1.99	0.21	7.87	0.20	181	
88	7.7	1565	866	95	95	1409	1.82	0.24	7.88	0.21	181	
89	7.7	1565	860	95	95	1318	1.47	0.23	7.9	0.20	181	
90	7.7	1565	863	95	95	1253	1.15	0.22	7.9	0.20	111	
91	7.7	1565	869	95	95	1358	1.24	0.23	8.05	0.35	111	

5.4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการนำค่าของ Gap Trim ที่ได้จากการทดลองไปใช้ในการรีดจริง เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม 2546 ถึงมกราคม 2547 ซึ่งมีการรีดผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่นขนาด 7.7 มม. หน้ากว้าง 5 ฟุต อยู่เป็นระยะมากบ้างน้อยบ้างเป็นช่วงๆ เนื่องจากการวิจัยไม่สามารถกำหนดแผนการรีดขนาดทดลองออกมาต่อเนื่องได้ ด้วยเหตุผลต้องผลิตตามใบสั่งลูกค้าจึงปล่อยให้การผลิตเป็นไปตามปกติ

จากข้อมูลในตารางที่ 5.1 จะบันทึกข้อมูลการทดสอบการรีดโดยแยกแต่ละช่วงของ Wear Crown และแสดงผลที่สนใจได้แก่ ค่าแรงกด (Force) และการลดขนาด (Draft) ใน Pass สุดท้ายของการรีดแต่ละก้อน นอกจากนี้ยังแสดงความหนาที่วัดได้จริงเพื่อแสดงค่าเบี่ยงเบนของความหนาที่เกิดขึ้น แสดงค่าการปรับ Shape และ Draft Bias ที่เลือกใช้โดยพนักงานรีด แสดงผลของค่าทำนายสภาพความเรียบที่คำนวณโดย Model การรีด ซึ่งจะแสดงผลเป็นสัญลักษณ์ตัวเลขใน Model การรีด ช่วง Pass ท้ายๆ ดังนี้

- 818 หมายถึง Model คาดการณ์ว่าเหล็กแผ่นที่ได้จะมีลักษณะเป็นคลื่นที่ขอบทั้งสองข้าง โดยทั่วไปเรียกว่า การเกิด Wavy Edge (WVE)
- 111 หมายถึง Model คาดการณ์ว่าเหล็กแผ่นที่ได้จะมีลักษณะเรียบตลอดทั้งแผ่น
- 181 หมายถึง Model คาดการณ์ว่าเหล็กแผ่นที่ได้จะมีลักษณะเป็นคลื่นช่วงตรงกลางแผ่นโดยทั่วไปเรียกว่า การเกิด Center Buckle (CBU)

จากช่องแสดงผลการคาดการณ์ความเรียบของ Model การรีดจะมีการเพิ่มช่องบันทึกการเก็บข้อมูลความเรียบที่ได้แต่ละก้อนด้วยเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับการคาดการณ์จาก Model

ผลจากการทดลองรีดพบว่า การควบคุมค่าความหนาได้ผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถลดปัญหาการเกิดข้อบกพร่องปัญหาความหนาที่เกินหรือต่ำเกินไปได้โดยเฉพาะในช่วงก้อนแรกของการผลิต และความหนาที่ได้ค่อนข้างคงที่ ไม่แปรผัน เนื่องจากค่าชดเชยสามารถเปลี่ยนได้โดยอัตโนมัติเมื่อค่า Force และ Draft เปลี่ยนแปลง ลดปัญหาในเรื่องข้อผิดพลาดจากการปฏิบัติงานลง แต่อย่างไรก็ตามยังมีปัญหาค่าผลของความหนาที่ได้บางสภาวะเช่นที่ค่า Wear Crown 0.05 มม. ความหนาที่ได้จะค่อนข้างไปทางค่าควบคุมบนเกือบทั้งหมด จึงอาจต้องมีการไปปรับลดค่าชดเชย Gap Trim ที่กำหนดไว้อีกครั้ง เพื่อปรับลดให้ค่าลงมาอยู่ใกล้เคียงกับค่ากลางมากที่สุด

Wear Crown	จำนวนที่รีดทั้งหมด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	เปอร์เซ็นต์
0.25	111	107	4	3.6
0.15	156	151	5	3.2
0.05	91	88	3	3.4

ตารางที่ 5.4 สรุปผลของดี-ของเสียจากการรีดจริง

สาเหตุที่คาดว่าทำให้ค่าความหนาออกนอกขอบเขตควบคุมในช่วงการทดลองทั้ง 3 ช่วง สภาวะพอที่จะสรุปได้ดังนี้

1. เกิดการคำนวณ Model การรีดใหม่ขณะการรีด (Re-Predict) ทำให้ค่าของ Force และ Draft เปลี่ยนแปลง ค่าของ Gap Trim ที่กำหนดไว้ตอนเริ่มต้นใช้ไม่ได้ผล ซึ่งสาเหตุนี้เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียถึง 8 ครั้ง คิดเป็น 72.7% ของของเสียที่เกิดขึ้น
2. ปัญหาเกิดการติดชนแท่นรีด เนื่องจากจากส่วนหัวแผ่นเหล็กขณะรีดมีการโค้งขึ้นมาก (Turn Up) ทำให้เกิดการติดค้างอยู่ รอแก้ไขนาน อุณหภูมิเหล็กลดต่ำลง เกิดขึ้น 1 ครั้ง
3. เกิดปัญหาระบบสัญญาณทางไฟฟ้าควบคุม Roll Table ชัดข้อง ทำให้เหล็กแผ่นค้าง รอรีดนาน อุณหภูมิลดต่ำลง เกิดขึ้น 1 ครั้ง
4. เกิดการรีดเหล็กแผ่นก้อนแรกหลังจากหยุด Delay ชัดข้องของเครื่องจักรสาเหตุเกิดจาก Thermal Crown ลดต่ำลง เกิดขึ้น 1 ครั้ง

การวิเคราะห์ผลจะอาศัยเครื่องมือทางสถิติคือแผนภูมิควบคุม (Control Chart) เพื่อใช้เปรียบเทียบผลของค่าความหนาที่ไม่คงที่ก่อนการทดลอง และขณะทำการทดลองที่มีการควบคุมปัจจัยที่ทำให้เกิดความผันแปรของค่าความหนา และวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่าง Force และ Draft Last Pass เพื่อกำหนดค่า Gap Trim ใช้งาน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ช่วง Wear Crown ลูกรีดคือ 0.25, 0.15 และ 0.05 ม.ม. โดยอ้างอิงจากระยะทางในการรีด (Roll Length) แต่เนื่องจากข้อมูลในอดีตที่จะนำมาเปรียบเทียบก่อนการทดลองไม่ได้มีการเก็บข้อมูลแยกออกตาม Roll Length การใช้งานจึงใช้ค่าของความหนารวมทั้งหมดที่มีการผลิต โดยเรียงตามลำดับการรีด ตั้งแต่ต้นเดือนจนถึงสิ้นสุดเดือนเพื่อแสดงให้เห็นพฤติกรรมของการผันแปรของความหนา ข้อมูล

เปรียบเทียบก่อนการทดลองจะใช้ข้อมูลย้อนหลัง 2 เดือนคือกรกฎาคม และสิงหาคม 2546 ส่วนข้อมูลระหว่างการทำการทดลองจะใช้รวมตั้งแต่เดือนตุลาคม 2546 ถึงมกราคม 2547

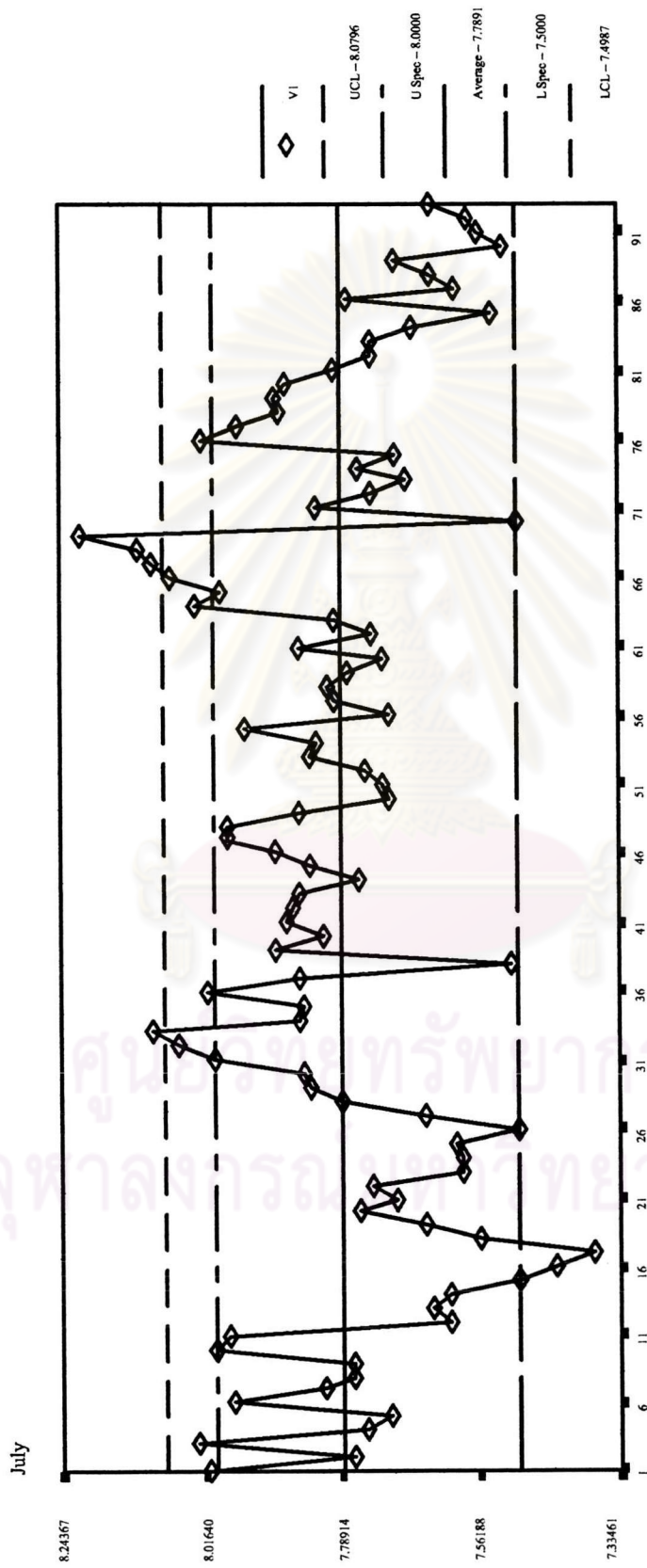
ผลจากการนำเอาข้อมูลความหนาที่ได้จริงจากการวัดของเหล็กแผ่นหนา 7.7 ม.ม. กว้าง 5 ฟุต มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS เพื่อจัดทำแผนภูมิควบคุมและวัดความสามารถของกระบวนการในช่วงก่อนใช้ค่า Gap Trim ทดลองมีดังนี้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

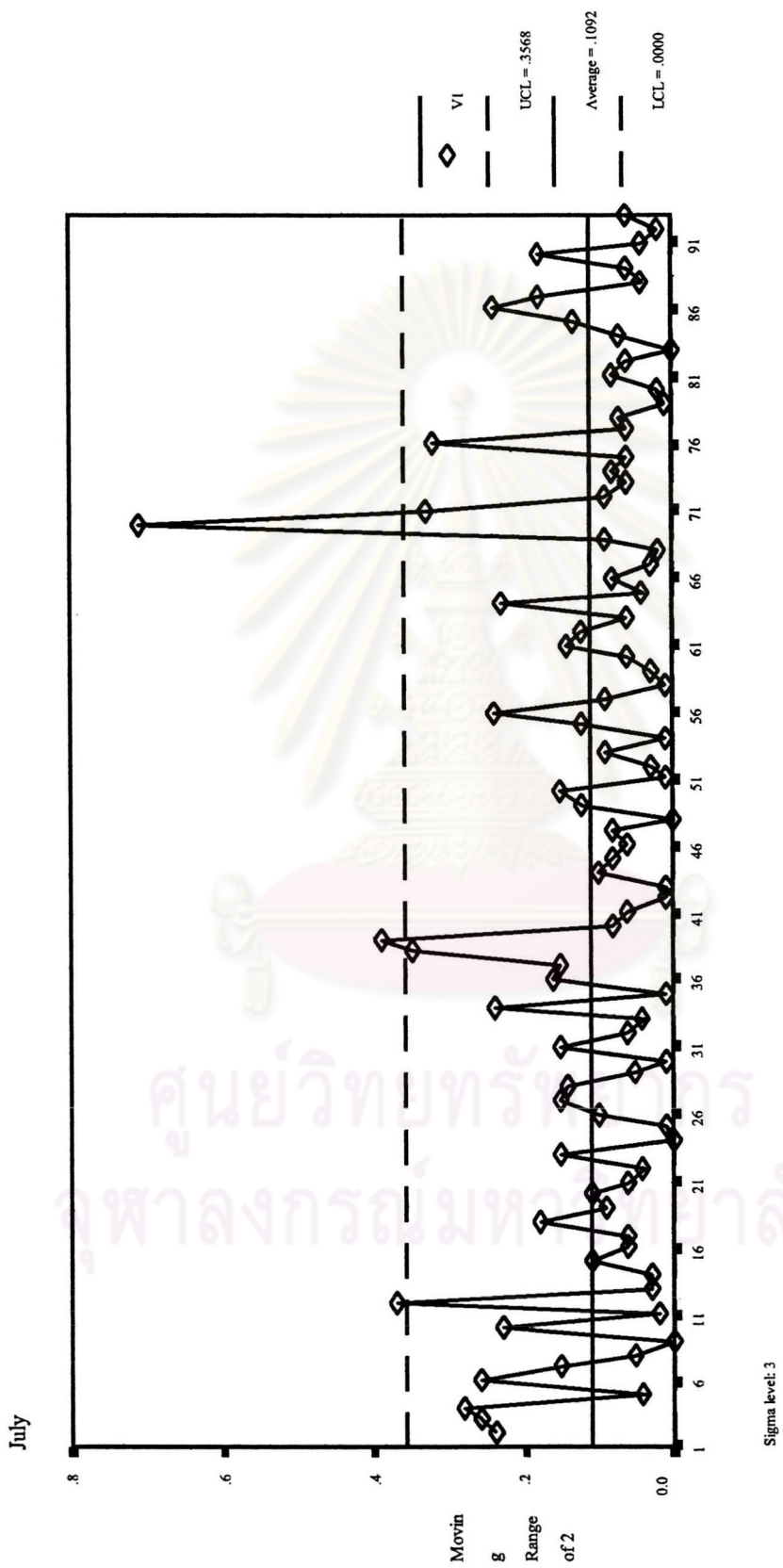
ข้อมูลเดือน กรกฎาคม

Control Chart: V1



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

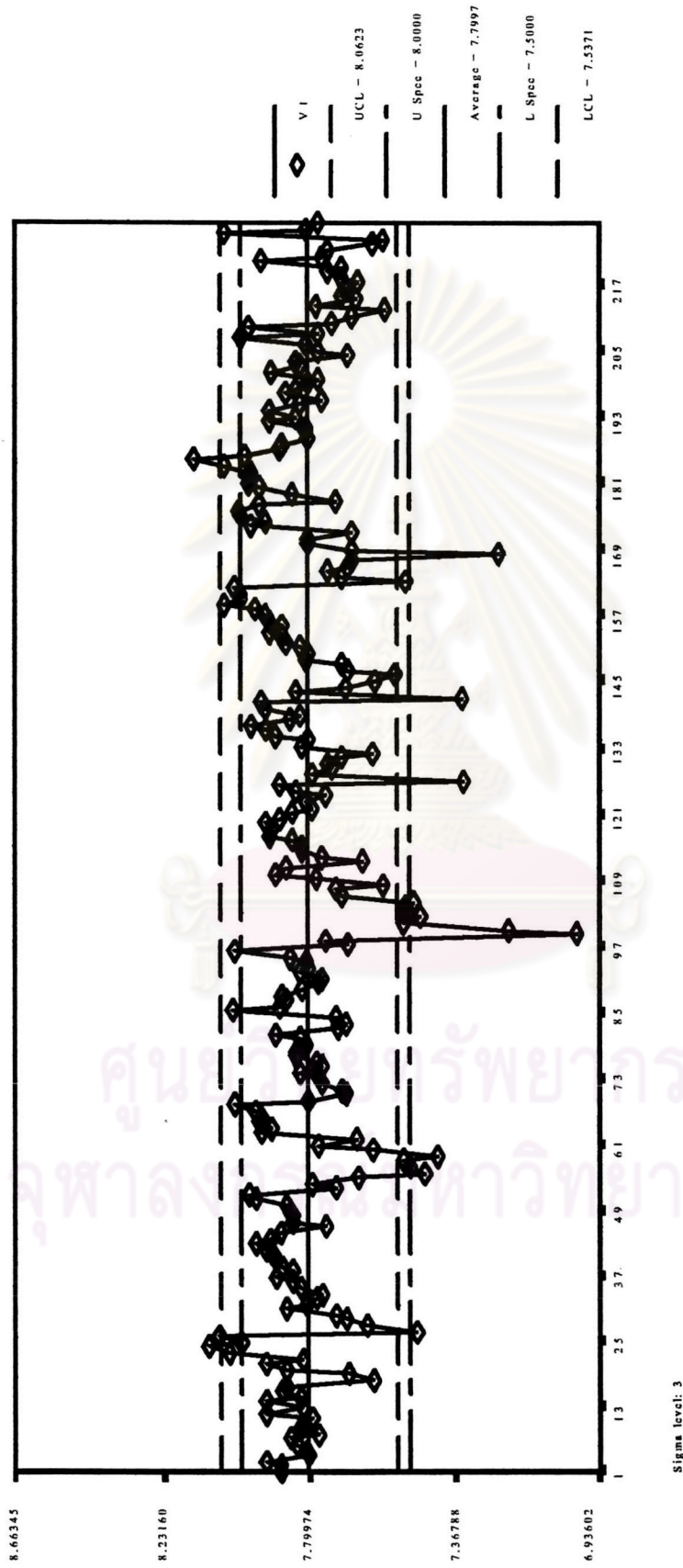
Control Chart: V1



รูปที่ 5.5 แผนภูมิควบคุมแสดงค่าความหนาของการผลิตเหล็กแผ่นเดือนกรกฎาคม

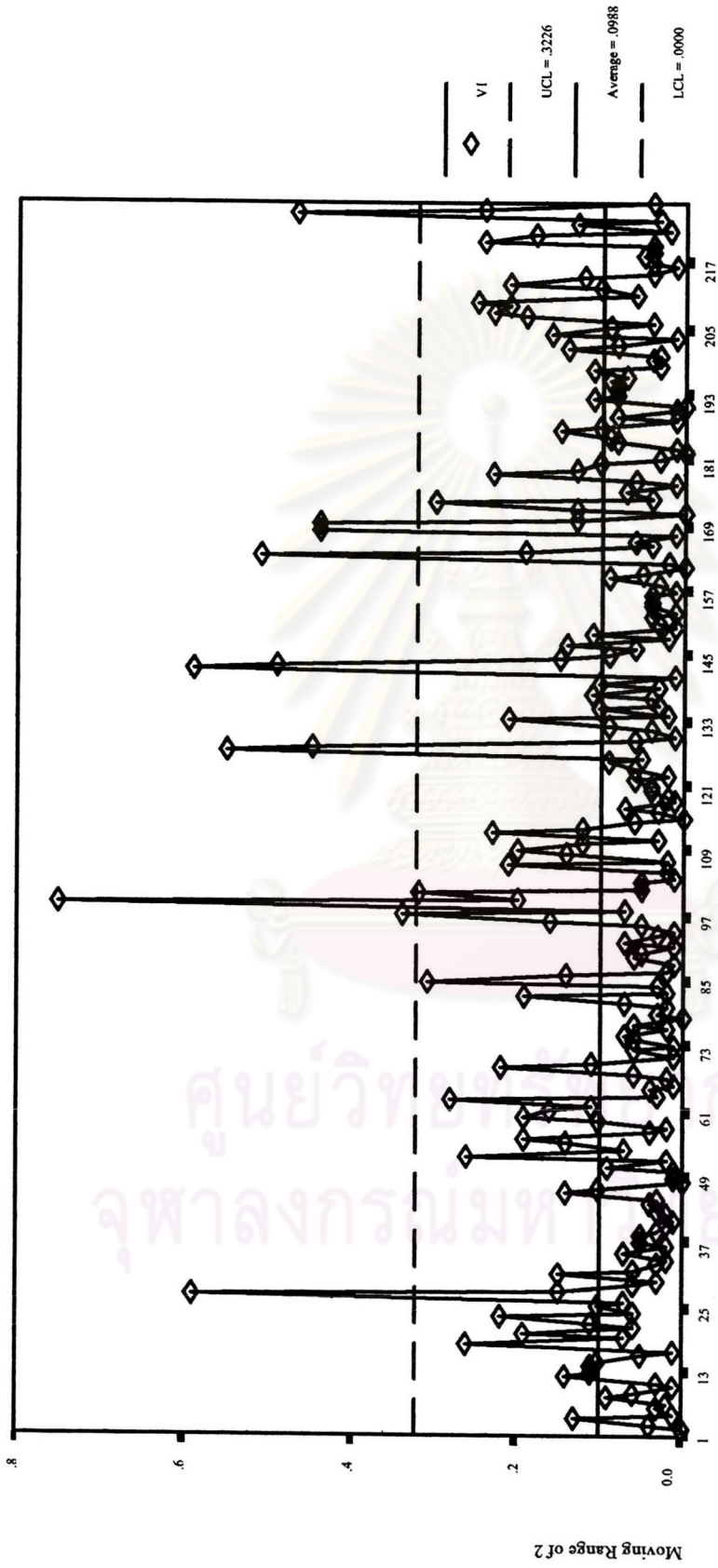
ข้อมูลเดือนสิงหาคม

Control Chart: VI



Sigma level: 3

Control Chart: V1



รูปที่ 5.6 แผนภูมิควบคุมแสดงค่าความหนาของการผลิตเหล็กแผ่นเดือนสิงหาคม

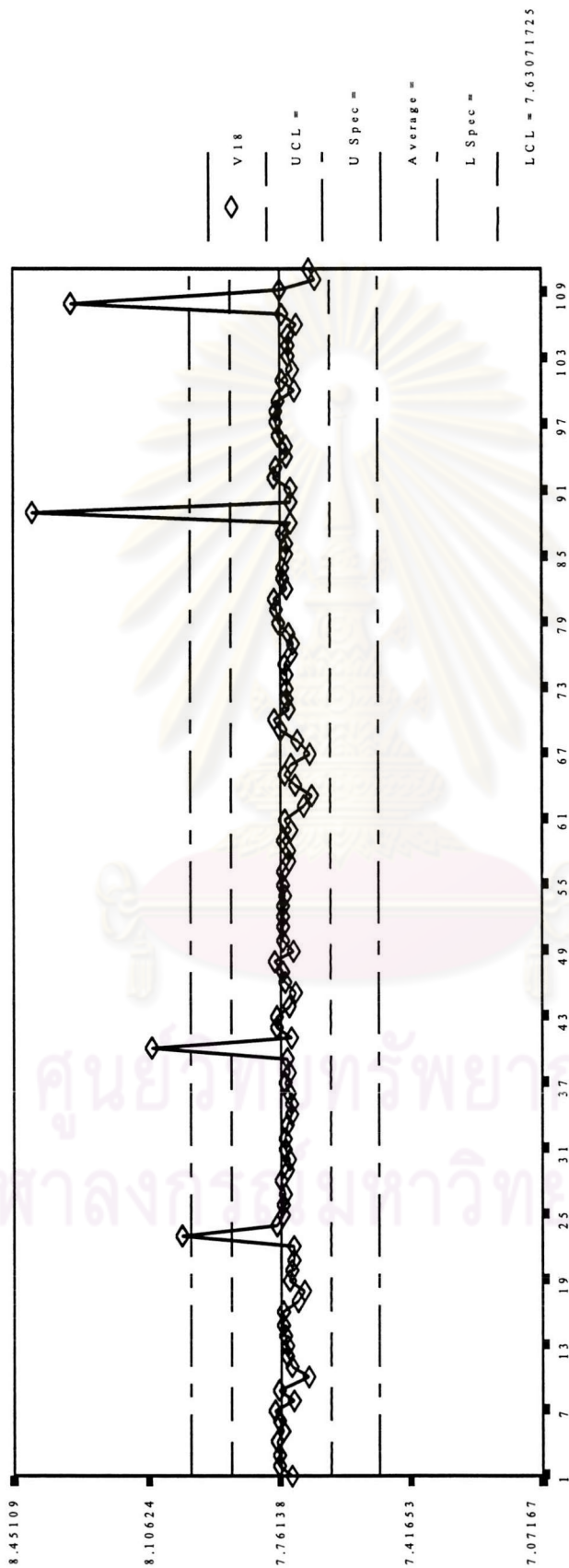
จากข้อมูลการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิควบคุมเดือนกรกฎาคมซึ่งมีเส้นขอบเขตควบคุมค่าสูง (UCL) เท่ากับ 8.0796 และขอบเขตควบคุมค่าต่ำ (LCL) เท่ากับ 7.4987 ซึ่งเกินกว่าค่าขอบเขตควบคุมที่อนุญาตให้มีความคลาดเคลื่อนในการผลิตเกิดขึ้น ส่วนข้อมูลเดือนสิงหาคมก็เช่นกัน เส้นขอบเขตควบคุมค่าสูง (UCL) เท่ากับ 8.0623 และขอบเขตควบคุมค่าต่ำ (LCL) เท่ากับ 7.5371 จากข้อมูลทั้งสองเดือนก่อนการทดลองพบว่า มีจุดในแผนภูมิปรากฏอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุมอยู่จำนวนมาก และแนวโน้มของความหนาไม่มีเสถียรภาพ เกิดการแกว่งตัวค่อนข้างมาก บ่งบอกถึงความยากลำบากในการควบคุมความหนาให้อยู่ในช่วงที่ต้องการได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

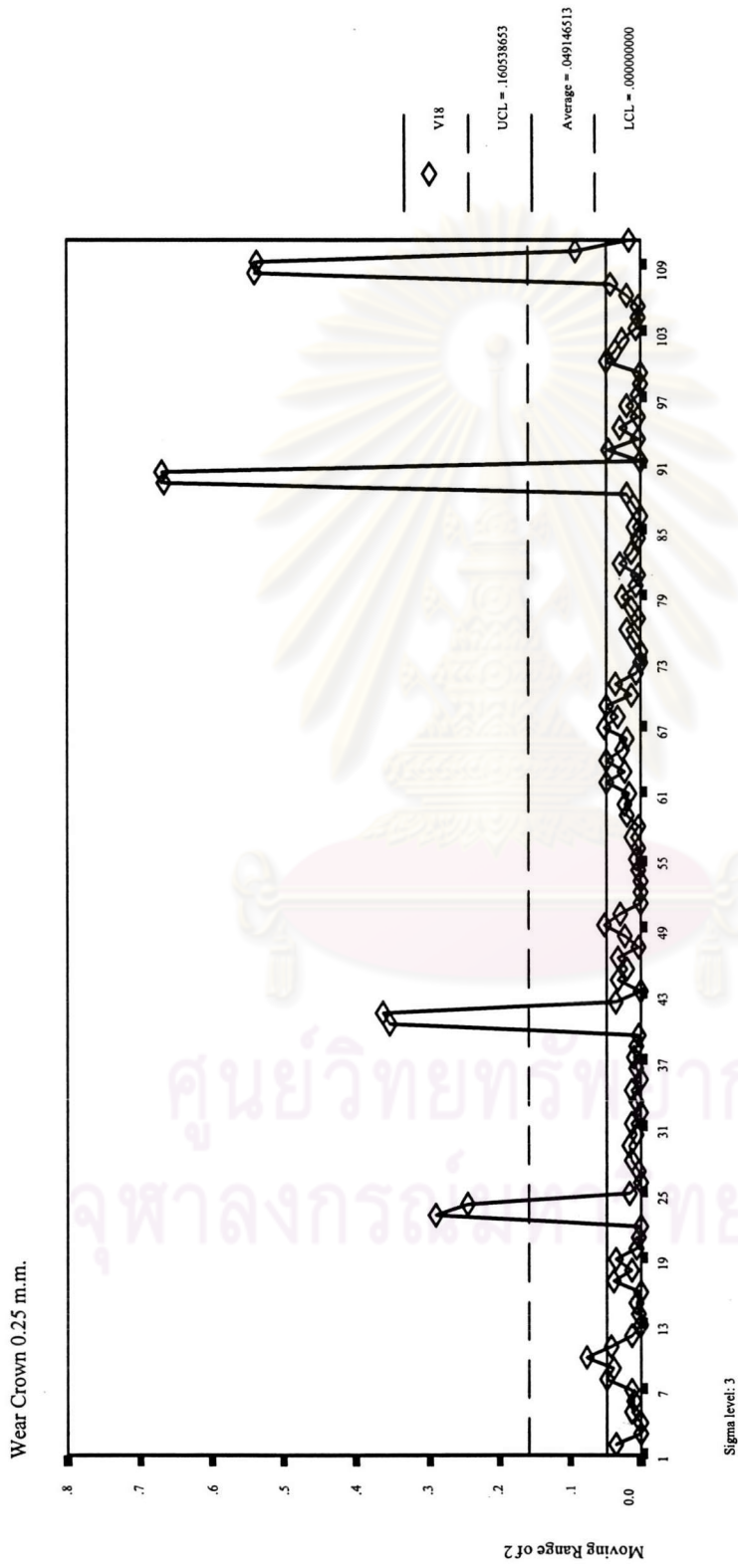
Control Chart: V 18

Wear Crown 0.25 m.m.



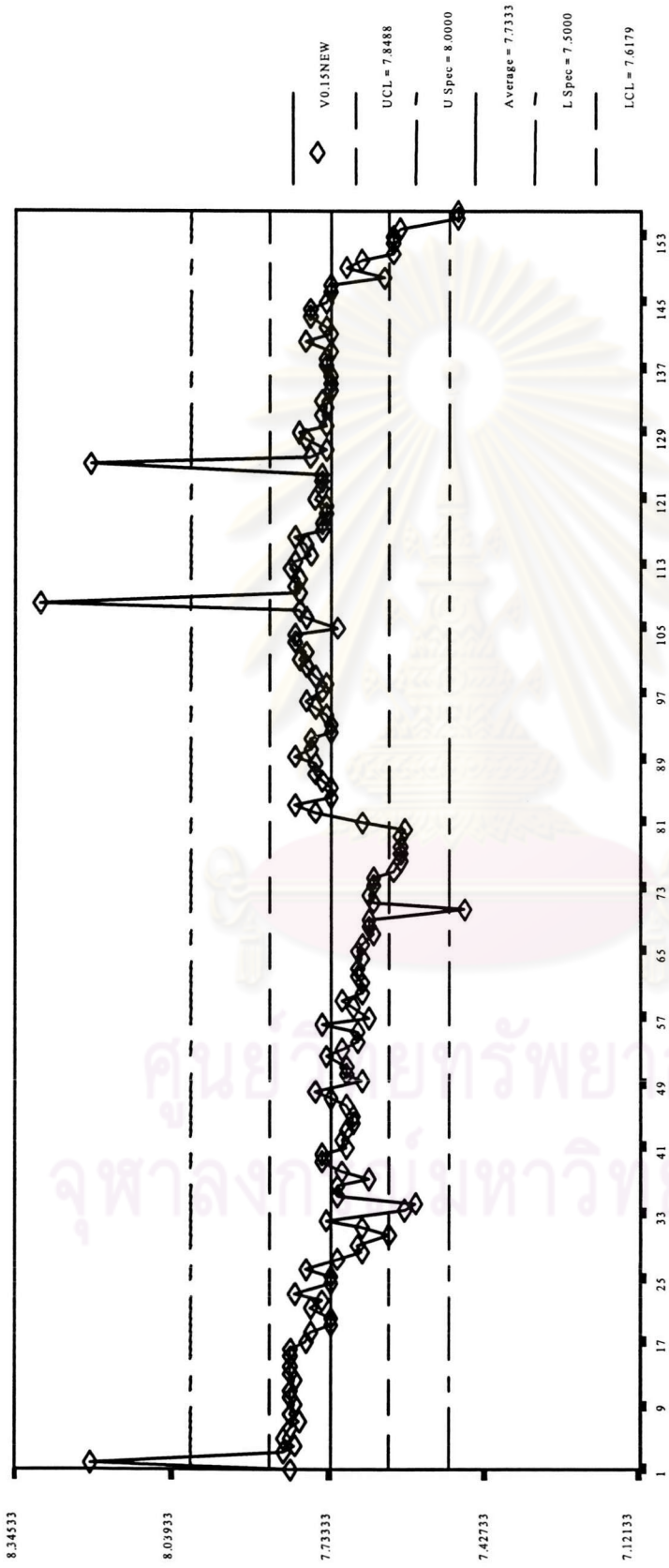
ศูนย์เวชทันตกรรม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Control Chart: V18



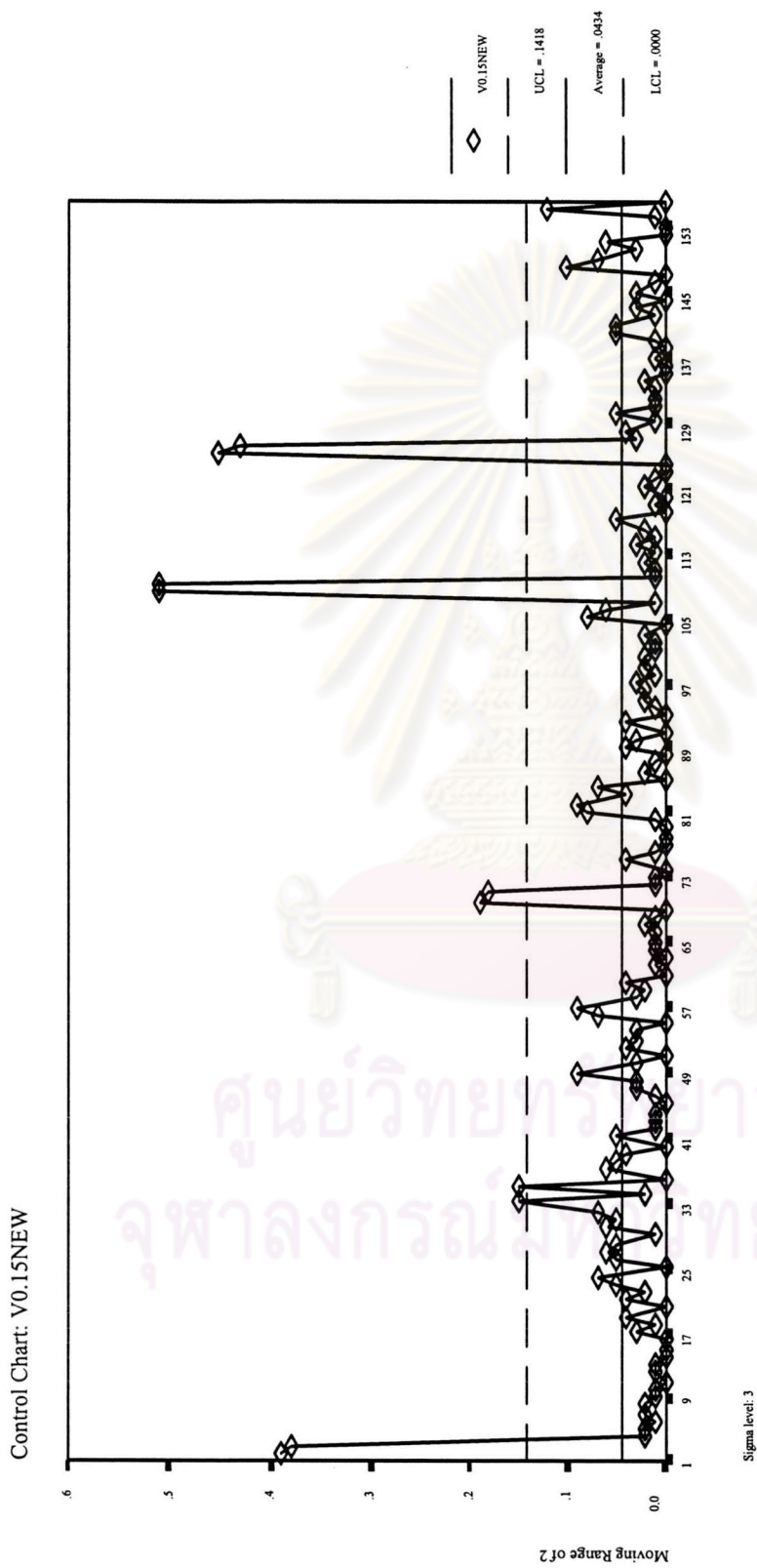
รูปที่ 5.7 แผนภูมิควบคุมแสดงค่าความหนาของเหล็กแผ่นช่วงการทดลองครั้งที่ Wear Crown 0.25 m.m.

Control Chart: V0.15NEW



Sigma level: 3

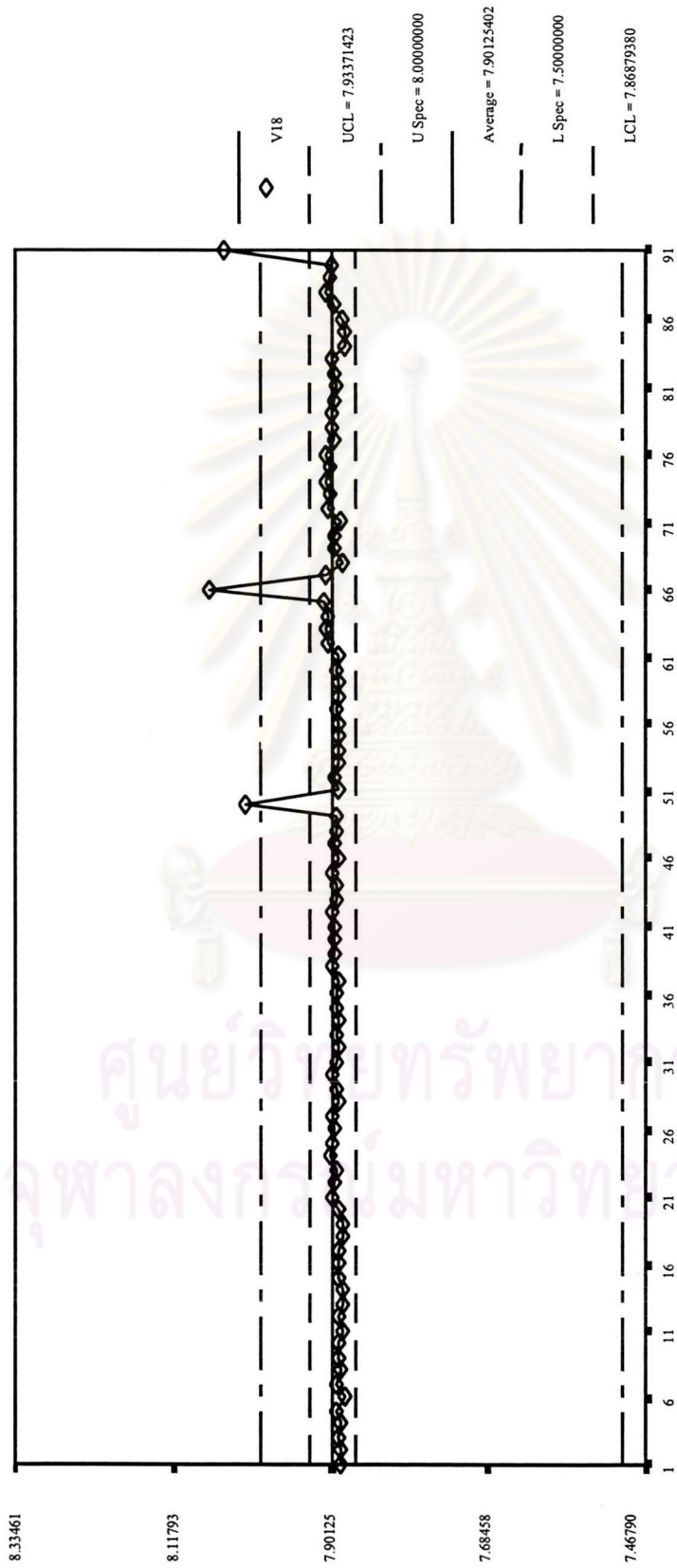
ศูนย์วิจัยทางการแพทย์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



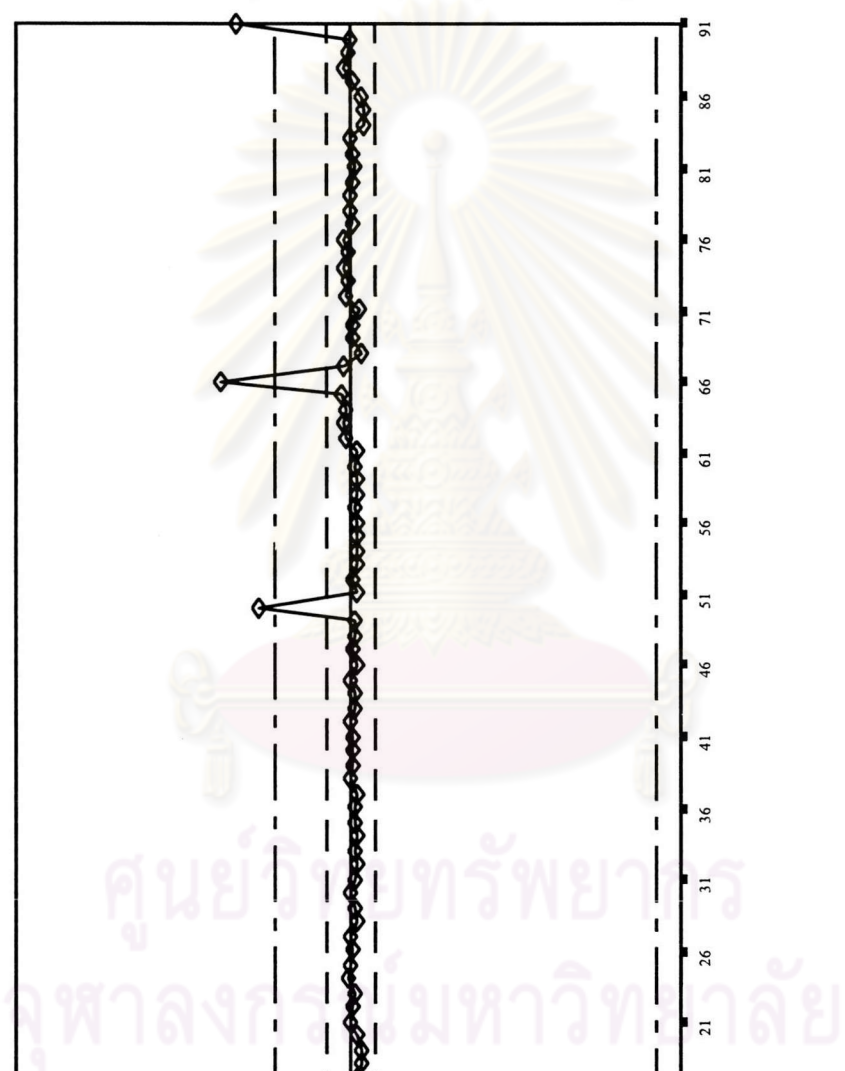
รูปที่ 5.8 แผนภูมิควบคุมแสดงค่าความหนาของเหล็กแผ่นช่วงการทดลองครั้งที่ Wear Crown 0.15 m.m.

Control Chart: V18

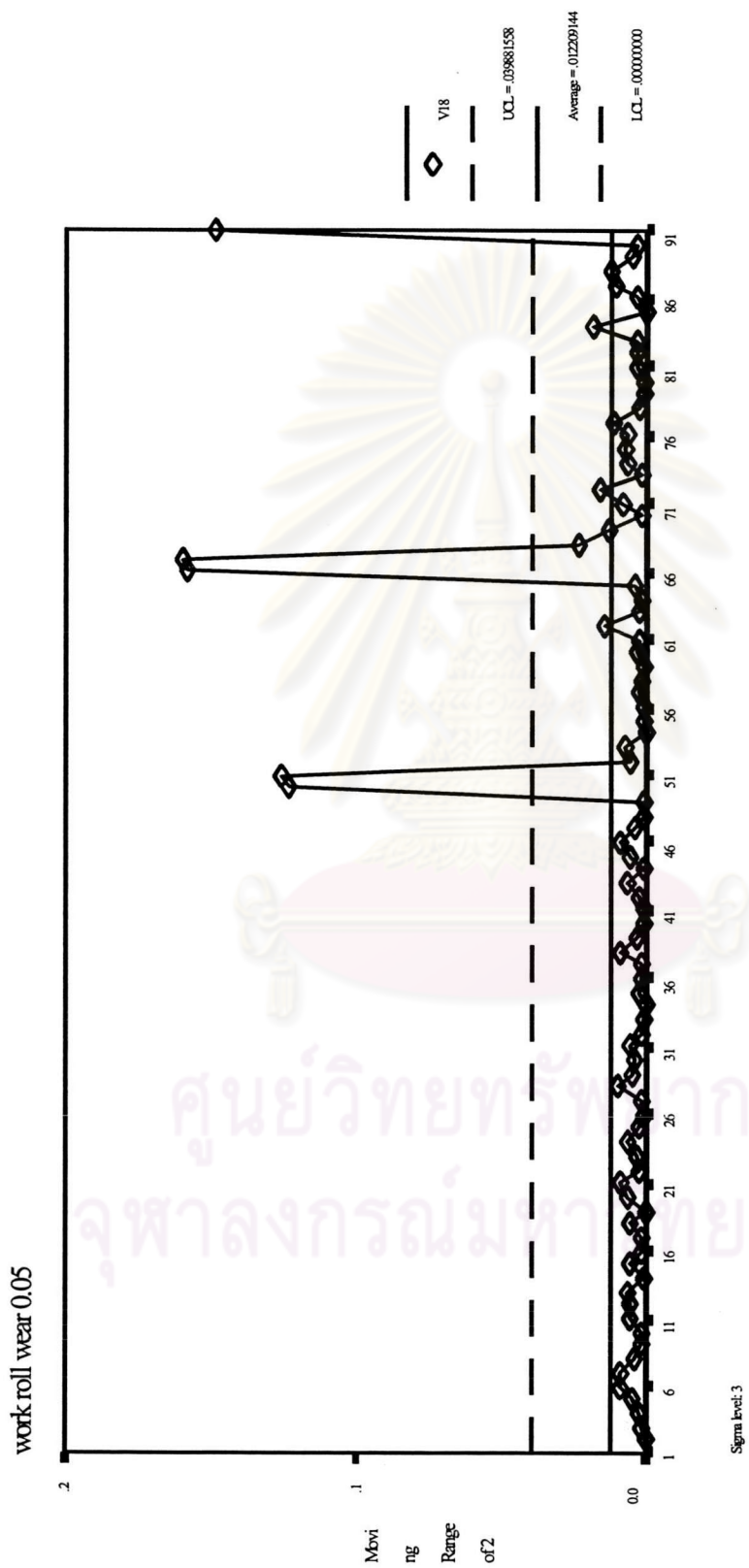
work roll wear 0.05



Sigma level: 3



Control Chart: V18



รูปที่ 5.9 แผนภูมิควบคุมแสดงค่าความหนาของเหล็กแผ่นช่วงการทดลองครั้งที่ Wear Crown 0.15 m.m.

จากข้อมูลการวิเคราะห์ห้ด้วยแผนภูมิควบคุมที่ 3 ซิกม่า ของความหนาเหล็กแผ่นที่รีดในช่วงทดลอง แสดงในกราฟรูปที่ 5.7, 5.8 และ 5.9 โดยมีขอบเขตควบคุมดังนี้

Wear Crown 0.25	เส้นขอบเขตควบคุมบน (UCL) =	7.8920 ม.ม.
	เส้นค่ากลาง (CL) =	7.7613 ม.ม.
	เส้นขอบเขตควบคุมล่าง (LCL) =	7.6307 ม.ม.
Wear Crown 0.15	เส้นขอบเขตควบคุมบน (UCL) =	7.8488 ม.ม.
	เส้นค่ากลาง (CL) =	7.7333 ม.ม.
	เส้นขอบเขตควบคุมล่าง (LCL) =	7.6197 ม.ม.
Wear Crown 0.05	เส้นขอบเขตควบคุมบน (UCL) =	7.9337 ม.ม.
	เส้นค่ากลาง (CL) =	7.90125 ม.ม.
	เส้นขอบเขตควบคุมล่าง (LCL) =	7.8687 ม.ม.

อีกส่วนหนึ่งที่สนใจได้แก่ การตรวจสอบความสัมพันธ์ของการปรับค่า Shape และ Draft Bias เพื่อหาค่าแนะนำในการปรับตั้ง Shape และ Draft Bias ให้แก่พนักงานรีด โดยที่เหล็กแผ่นที่ออกมา มีสภาพความเรียบที่ดี ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ โดยการนำเอาข้อมูลที่ทดสอบการรีดเฉพาะก้อนที่ดี และตัดก้อนที่มีปัญหาข้อบกพร่องความเรียบออกไป จากการวิเคราะห์ทางสถิติสามารถนำมาสร้างตารางค่าแนะนำสำหรับปรับตั้งค่า Bias ต่างๆ เริ่มต้นเพื่อลดโอกาสการเกิดปัญหาความเรียบดังนี้

Wear Crown (m.m.)	Shape Bias (%)		Draft Bias (%)	
	ค่าเฉลี่ย	ช่วงการปรับ	ค่าเฉลี่ย	ช่วงการปรับ
0.25	97	85-105	96	90-100
0.15	102	90-110	97	95-100
0.05	96	90-98	96	95-100

จากการนำข้อมูลของค่า Bias ที่ใช้ทั้งสองตัวมาพล็อตด้วยกราฟ Scatter เพื่อตรวจสอบการกระจายพบว่า รูปแบบการกระจายไม่เป็นลักษณะเชิงเส้นแบบตามกัน โดยการปรับ Draft Bias ค่อนข้างจะคงที่หรือเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบๆ แต่จะอาศัยการปรับ Shape Bias เปลี่ยนแปลงแทน

และจากตารางข้อมูลที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่าค่าคาดการณ์สภาพที่ได้จาก Model การรีดไม่สามารถเชื่อถือได้ มีข้อมูลจำนวนมากที่ Model คำนวณออกมาว่าไม่เรียบ แต่ผลที่รีดจริงสภาพออกไปดี ซึ่งสาเหตุที่ Model คำนวณออกมาไม่ตรงคงจะต้องนำไปศึกษาในรายละเอียดต่อไป

ในส่วนของ การดำเนินการควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการผันแปรของความหนา หลังจากที่ได้มีการควบคุมขณะทำการรีด สามารถนำมาสรุปหัวข้อหลักและจัดเรียงลำดับตามความสำคัญได้ดังนี้

ลำดับ	หัวข้อ	รายละเอียดการดำเนินการควบคุม
1	แรงกดที่ใช้ในการรีด (Rolling Force)	เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญที่สุดในการทำให้เกิดปัญหา Gauge Variation การควบคุมทำได้โดยการควบคุมวัสดุที่นำมารีด, อุณหภูมิ, ความถูกต้องของอุปกรณ์ตรวจวัด, ค่าแรงกด, ฯลฯ
2	การยืดตัวของแท่นรีด (Mill Stretch)	การควบคุมในงานวิจัยทำให้เกิดระบบการเก็บข้อมูลและวัดผลเป็นกราฟอ้างอิง (Stretch Curve) เพื่อให้วิเคราะห์ความผิดปกติหรือเก็บบันทึกเป็นประวัติต่อไป
3	การสึกของลูกรีด (Work Roll Wear)	เป็นปัจจัยหนึ่ง que ศึกษาในงานวิจัยโดยใช้การกำหนดออกเป็น 3 ค่าคงที่ตามระยะการใช้งานของลูกรีด ซึ่งผลของค่า Wear แต่ละค่าให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน
4	วัสดุที่นำมารีด (Raw Material)	ต้องควบคุมในเรื่องของความถูกต้องของความหนา, ความสม่ำเสมอของผิวหรือความหนา รวมถึงค่าส่วนผสมทางเคมีควรใกล้เคียงกัน

ลำดับ	หัวข้อ	รายละเอียดการดำเนินการควบคุม
5	การขยายตัวทางความร้อนของลูกกรีด (Thermal Crown Work Roll)	การขยายตัวเชิงเส้นเมื่อได้รับความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของลูกกรีด ทำให้ค่า Gap ของลูกกรีดไม่คงที่ การควบคุมดำเนินการโดยการตรวจวัดอุณหภูมิลูกกรีด, การตรวจเช็คระบบน้ำหล่อเย็น, ฯลฯ
6	ขนาดรูปร่างของลูกกรีด (Mechanical Crown)	ความถูกต้องของขนาดและ Profile สภาพผิวที่ถูกต้องตามกำหนดเป็นสิ่งที่สำคัญ การดำเนินการควบคุมทำได้โดยการจัดทำใบบันทึกการตรวจวัดสภาพและขนาดผิวของลูกกรีด และตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำเข้าใช้งาน
7	ความผิดพลาดของอุปกรณ์วัดความหนา (Gauge Meter)	จะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือการตรวจวัดในระหว่างการรีดและการตรวจวัดหลังจากการรีดเสร็จแล้ว การตรวจวัดระหว่างรีดใช้อุปกรณ์ตรวจวัดระดับซึ่งการควบคุมได้กำหนดวิธีการและระยะเวลาในการตรวจเช็คและ Calibrate อุปกรณ์ให้มีความถูกต้องและเที่ยงตรง และในส่วนของรีดหลังการรีดจบจะตรวจวัดโดยเครื่องมือวัดร้อน การควบคุมทำได้โดยการกำหนดระยะเวลาการ Calibrate และสอบเทียบเครื่องมือ รวมถึงการให้การอบรมแก่ผู้ตรวจวัดเพื่อลดข้อผิดพลาดจากผู้ปฏิบัติงาน
8	ความหนาฟิล์มน้ำมัน (Bearing Oil Film Thickness)	เกิดกับชุด Backup Roll โดยปกติจะมีผลกระทบน้อยมาก การควบคุมทำได้โดยการตรวจสอบความถูกต้องของแรงดันแหล่งจ่าย, คุณภาพและคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ และตรวจเช็คค่า Gap ของ Bearing ในระหว่างการประกอบ

สุดท้ายเมื่อควบคุมปัจจัยหลักๆ ทั้ง 8 ข้อให้มีค่าเป็นปกติมีความผันผวนน้อยที่สุดย่อมส่งผลให้ค่าการปรับขีดเซกความหนา (Gap Trim) ที่เป็นเป้าหมายหลักของงานวิจัยนี้มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด