บทที่ 6

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

6.1 บทนำ

การวิเคราะห์ปัญหาโดยการตัดสินใจซึ่งปราศจากข้อมูลทางสถิติอ้างอิง จะทำให้เกิดความผิดพลาดในกระบวนการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นในขั้นตอนการวิเคราะห์นี้จึงมีความสำคัญอย่างมากที่ต้องอาศัยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ คือ การตั้งสมมุติฐาน และการทดสอบสมมุติฐาน การวิเคราะห์เพื่อค้นให้พบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา โดยทั่วไปการวิเคราะห์โดยอาศัยสารสนเทศที่ได้จากการทดลองจะลดโอกาสผิดพลาดได้ การตัดสินใจที่อาศัยหลักการของสถิติวิศวกรรมหรือหลักการอนุมานทางสถิติ โดยดำเนินการทดลองเพื่อหาข้อมูลสนับสนุนสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อเป็นการยืนยันว่าสาเหตุที่สงสัยนั้นคือสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา

การแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูกโดยไม่ได้ทำการทดลองหรือทดสอบด้วยวิธีการเก็บข้อมูลและพิสูจน์ข้อมูลอย่างถูกต้องเป็นวิธีการที่ไม่ได้ทำการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง ปัญหาเหล่านี้อาจดีขึ้นชั่วขณะ แต่ก็กลับเกิดขึ้นอีกภายหลัง นั่นก็หมายความว่าปัญหาไม่ได้มีการแก้ไขอย่างเหมาะสม

ในการกำจัดสาเหตุของปัญหานั้น ได้ทำการยึดหลักกำจัดสาเหตุหลัก ๆ ให้หมดก่อนแล้วทำการผลิตตามผลของปัญหาต่อไป ซึ่งเป็นไปได้ที่ข้อบกพร่องอาจจะหมดไปหรือดีขึ้นจนถึงระดับที่น่าพอใจ ดังนั้นในการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาจึงต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และปัจจัยของปัญหาให้ได้มากที่สุด

6.2 ปัจจัยนำเข้าที่นำมาวิเคราะห์โดยใช้การทดสอบสมมุติฐาน

จากขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหาสามารถสรุปเลือกปัจจัยได้ 6 ปัจจัย ดังนี้

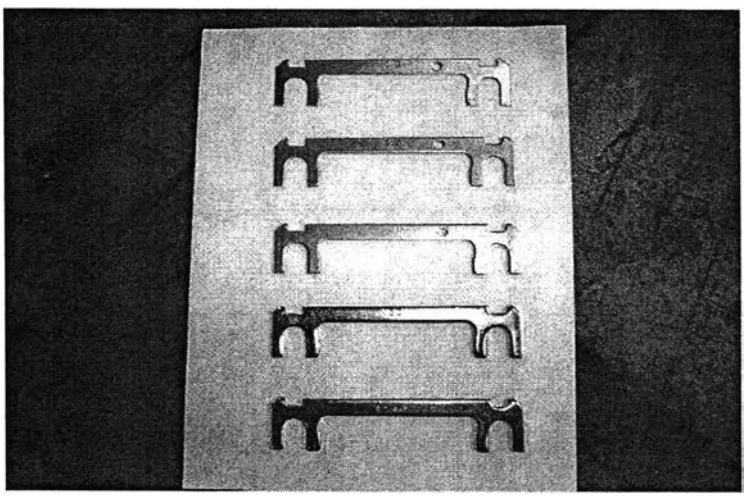
- การเลือกขนาดของแผ่นรองเสริมมุมแคมเบอร์ (Shim Selection)
- การปรับตั้งค่าความสูงของรถยนต์ (Vehicle Height Setting)
- ลักษณะของรถยนต์ซึ่งเกี่ยวกับน้ำหนักของรถยนต์ (Body Type)

- การปรับตั้งค่าของมุมโท (TOE Setting)
- การปรับตั้งค่าของมุมแคสเตอร์ (Caster Setting)
- การตรวจสอบมุมล้อที่ส่วนตรวจสอบ (VI. Inspection)

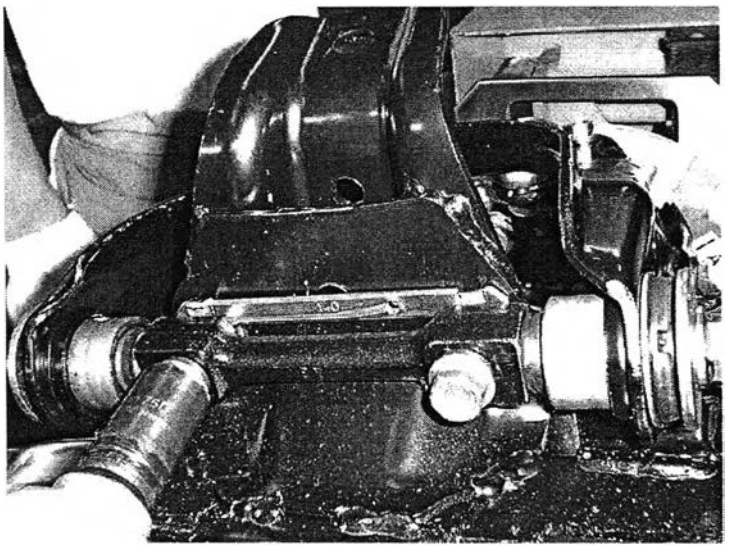
ในการวิเคราะห์ดังกล่าวจะใช้ทั้งการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลใหม่ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลเก่าที่ใช้ได้ ส่วนกรณีที่สามารถใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้ววิเคราะห์ได้ก็จะทำการวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลเดิมที่มีการเก็บไว้แล้วจากแผนกควบคุมคุณภาพ

6.3 การทดสอบสมมุติฐานการเลือกแผ่นรองเสริมมุมแคมเบอร์

ในการทำงานที่ unit 3 ซึ่งเป็นการปรับตั้งมุมแคมเบอร์ และมุมแคสเตอร์โดยการเลือกแผนรองเสริมมุม (Shim) ใส่เข้าไประหว่างปีกนกด้านบนและโครงรถยนต์ (Frame) ซึ่งจะทำให้เกิดมุมขึ้น โดยพนักงานผู้ปฏิบัติงานจะทำการเลือกขนาดของแผ่นรองเสริมตามค่าที่ต้องการซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์แล้วทำการวัดค่าดูว่าได้ตามต้องการหรือไม่ โดยกำหนดค่าความหนาไว้ไม่เกิน 8 มิลลิเมตร ซึ่งในการทำงานนี้ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้การลองผิดลองถูกในการเลือกขนาดแผ่นรองเสริมซึ่งมีค่าต่าง ๆ กัน ทั้งหมด 5 ขนาด ตั้งแต่ 0.5 , 1.0 , 2.0 , 4.0 และ 5.0 มิลลิเมตร



รูปที่ 6.1 ลักษณะของแผ่นรองเสริมมุมแคมเบอร์



รูปที่ 6.2 ลักษณะของแผ่นรองเสริมมุมแคมเบอร์ที่ใส่ในระหว่างปีกนกบนและโครงรถ

ดังนั้น จึงทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานเพื่อยืนยันว่าการเลือกขนาดของแผ่นรองเสริมที่ต่างกัน จะทำให้ได้ค่าของมุมแคมเบอร์ที่ต่างกันด้วยนั่นจึ่งน่าจะเป็นต้นเหตุของความแปรปรวน ของมุมแคมเบอร์ด้วย

ขั้นตอนในการทดลอง

โดยใช้แผ่นรองเสริมคงที่ ที่มีความหนา 4 มิลลิเมตรและ 6 มิลลิเมตร

1. เตรียมรถยนต์ตัวอย่างจากสายการผลิตโดยกำหนดให้ใช้แผ่นรองเสริมมุมแคมเบอร์คงที่ 4 มิลลิเมตร และ 6 มิลลิเมตร โดยการสุ่มลำดับของรถที่ใช้ในการทดลองตามสายการประกอบจริง
2. ทำการนำรถตัวอย่างมาวัดมุมแคมเบอร์
3. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทดสอบสมมุติฐาน

สมมุติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ในการวิเคราะห์นี้เลือกใช้เทคนิคทางสถิติคือ Two sample t-test

Ho : $\mu_{4mm} = \mu_{6mm}$; ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของมุมแคมเบอร์ของรถที่เลือกใช้แผ่นรองเสริม (Shim) ขนาด 4 มิลลิเมตร และ 6 มิลลิเมตร

Ha : $\mu_{4mm} \neq \mu_{6mm}$; มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของมุมแคมเบอร์ของรถที่เลือกใช้แผ่นรองเสริม (Shim) ขนาด 4 มิลลิเมตร และ 6 มิลลิเมตร

ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ได้ใช้รถยนต์ตัวอย่างทั้งสิ้น 20 คัน แต่ในการวิเคราะห์ จะใช้ข้อมูลของมุมแคมเบอร์ทั้งสองด้าน ทำให้มีข้อมูลที่จะวิเคราะห์ 40 ข้อมูล

ตาราง 6.1 ข้อมูลแคมเบอร์ที่ใช้แผ่นรองเสริม 4 มิลลิเมตร

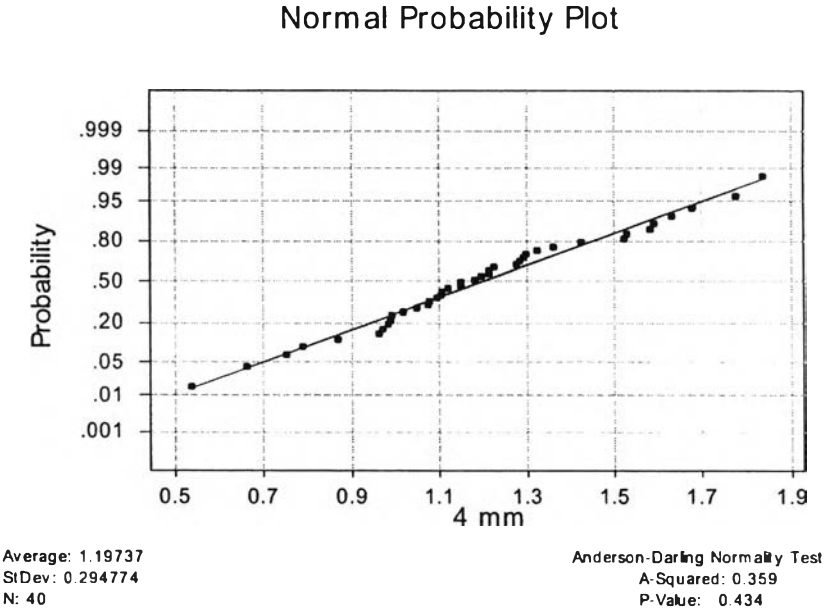
Sample	Data	Side	Camber	Sample	Data	Side	Camber
1	1	LH	1.08	11	21	LH	1.43
	2	RH	0.99		22	RH	1.05
2	3	LH	1.59	12	23	LH	1.12
	4	RH	0.79		24	RH	1.07
3	5	LH	0.54	13	25	LH	1.68
	6	RH	1.11		26	RH	1.28
4	7	LH	0.99	14	27	LH	1.29
	8	RH	1.53		28	RH	1.33
5	9	LH	1.78	15	29	LH	1.84
	10	RH	1.19		30	RH	0.87
6	11	LH	1.10	16	31	LH	1.36
	12	RH	1.22		32	RH	1.15
7	13	LH	1.30	17	33	LH	1.15
	14	RH	0.97		34	RH	0.75
8	15	LH	1.21	18	35	LH	1.21
	16	RH	0.96		36	RH	1.18
9	17	LH	1.63	19	37	LH	1.09
	18	RH	1.53		38	RH	0.66
10	19	LH	1.28	20	39	LH	0.98
	20	RH	1.59		40	RH	1.02

ตาราง 6.2 ข้อมูลแคมเบอร์ที่ใช้แผ่นรองเสริม 6 มิลลิเมตร

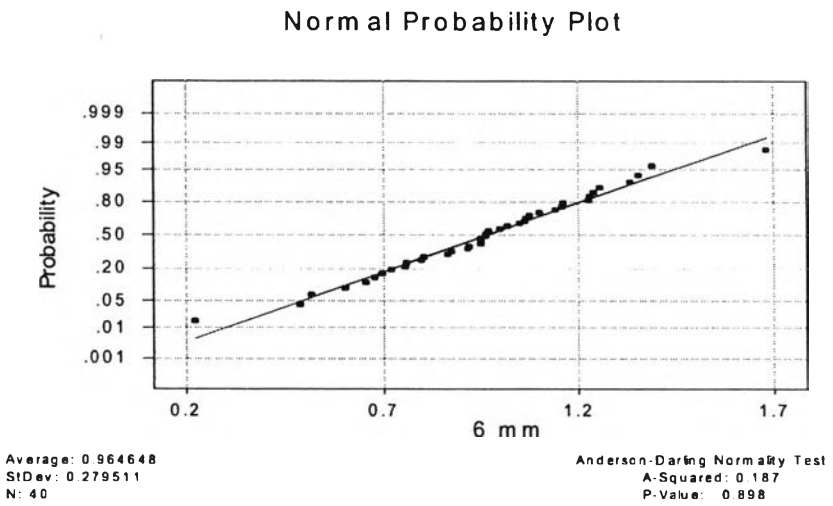
Sample	Data	Side	Camber	Sample	Data	Side	Camber
1	1	LH	1.10	11	21	LH	1.14
	2	RH	0.96		22	RH	0.88
2	3	LH	0.95	12	23	LH	0.92
	4	RH	0.72		24	RH	1.16
3	5	LH	1.02	13	25	LH	0.95
	6	RH	1.68		26	RH	0.96
4	7	LH	1.07	14	27	LH	1.24
	8	RH	0.80		28	RH	0.22
5	9	LH	0.60	15	29	LH	1.23
	10	RH	1.36		30	RH	0.75
6	11	LH	1.23	16	31	LH	0.95
	12	RH	0.97		32	RH	0.92
7	13	LH	1.26	17	33	LH	1.00
	14	RH	0.76		34	RH	0.52
8	15	LH	1.06	18	35	LH	0.68
	16	RH	0.87		36	RH	1.08
9	17	LH	1.05	19	37	LH	1.39
	18	RH	0.70		38	RH	1.33
10	19	LH	0.65	20	39	LH	1.16
	20	RH	0.80		40	RH	0.49

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลจากตัวอย่างที่ได้มาทดสอบข้อสมมติ พื้นบานทางสถิติก่อน นั่นคือ ข้อมูล ต้องมีการกระจายแบบอิสระ ซึ่งจากการทดสอบพบว่าข้อมูลทั้งสองกลุ่มมีการกระจายแบบอิสระ โดยพิจารณาจาก ค่า P-Valve ซึ่งมีค่า เท่ากับ 0.434 สำหรับข้อมูลที่ได้จากการใช้แผ่นรองเสริม 4 มิลลิเมตร และ 0.898 สำหรับข้อมูลที่ได้จากการใช้แผ่นรองเสริม 6 มิลลิเมตร และ 0.898 ดังแสดงในรูปที่ 6.1 และ 6.2



รูปที่ 6.3 กราฟแสดงการกระจายของข้อมูลมุมแคมเบอร์จากการใช้แผ่นรองเสริม 4 มิลลิเมตร



รูปที่ 6.4 กราฟแสดงการกระจายของข้อมูลมุมแคมเบอร์จากการใช้แผ่นรองเสริม 6 มิลลิเมตร

จากนั้นจึงทำการทดสอบว่าทั้งสองกลุ่มข้อมูลมีความแปรปรวนที่เท่ากันหรือไม่ โดยการใช้ F – Test เนื่องจากข้อมูลทั้งสองกล่มมีการกระจายแบบปกติ ซึ่งนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB ได้ผลดังนี้

Test for Equal Variances

Level1 4

Level2 6

ConfLvl 95.0000

Bonferroni confidence intervals for standard deviations

Lower	Sigma	Upper	N	Factor Levels
0.234907	0.294774	0.393107	40	4
0.222744	0.279511	0.372753	40	6

F-Test (normal distribution)

Test Statistic: 1.112

P-Value : 0.742

จากผลการวิเคราะห์พิจารณาจากค่า P-Value ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.742 จึงสรุปได้ว่า ข้อมูลทั้งสองกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากัน

จากทำการวิเคราะห์ต่อด้วย Two – sample t-Test ได้ผลดังนี้

Two-Sample T-Test and CI: 4, 6

Two-sample T for 4 vs 6

	N	Mean	StDev	SE Mean
4	40	1.197	0.295	0.047
6	40	0.965	0.280	0.044

Difference = mu 4 - mu 6

Estimate for difference: 0.2327

95% CI for difference: (0.1049, 0.3606)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 3.62 P-Value = 0.001 DF = 78

Both use Pooled StDev = 0.287

สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม MINITAB ค่า P-Value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.001 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้คือ 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ Ho ยอมรับ Ha ซึ่งสามารถสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันของค่ามุมแคมเบอร์ของรถที่ใช้แผ่นรองเสริมขนาดต่างกันอย่างมีนัย สำคัญ

6.4 การทดสอบสมมุติฐานการการปรับตั้งค่าความสูงของรถยนต์

ในการตั้งค่าความสูงของรถยนต์เป็นขั้นตอนที่จะทำให้รถยนต์มีความสูงตามที่ต้องการโดยการปรับที่ชุดช่วงล่างให้ดันตัวรถขึ้นทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของมุมล้อได้ โดยเฉพาะมุมแคมเบอร์ โดยผู้ปฏิบัติงานจะปรับตั้งความสูง ทั้งสองข้างที่ระดับ 406 มิลลิเมตร จนถึง 446 มิลลิเมตร โดยค่าที่กำหนดเป็นค่าเป้าหมายคือ 426 มิลลิเมตร

ดังนั้น จึงทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานเพื่อยืนยันว่าการตั้งความสูงของรถยนต์ จะทำให้ได้ค่าของมุมแคมเบอร์ที่ต่างกันด้วยนั่นจึงน่า จะเป็นต้นเหตุของความแปรปรวน ของมุมแคมเบอร์ด้วย

ขั้นตอนในการทดลอง

โดยกำหนดให้รถยนต์ทุกคันที่ใช้ในการทดลองตั้งความสูงไว้ที่ 426 มิลลิเมตร และที่ 446 มิลลิเมตร

1. เตรียมรถยนต์ตัวอย่างจากสายการผลิตโดยกำหนดให้มีการตั้งความสูงคงที่ ที่ค่า 426 มิลลิเมตร และ 446 มิลลิเมตร โดยการสุ่มลำดับของรถที่ใช้ในการทดลองตามสายการประกอบจริง
2. ทำการนำรถตัวอย่างมาวัดมุมแคมเบอร์
3. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทดสอบสมมุติฐาน

สมมุติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ในการวิเคราะห์นี้เลือกใช้เทคนิคทางสถิติคือ Two sample t-test

Ho : $\mu_{426mm} = \mu_{446mm}$; ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของมุมแคมเบอร์ของรถที่ตั้งความสูง 426 มิลลิเมตร และ 446 มิลลิเมตร

Ha : $\mu_{426mm} \neq \mu_{446\ mm}$; มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของมุมแคมเบอร์ของรถที่ตั้งความสูง 426 มิลลิเมตร และ 446 มิลลิเมตร

ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ได้ใช้รถยนต์ตัวอย่างทั้งสิ้น 20 คัน แต่ในการวิเคราะห์ จะใช้ข้อมูลของมุมแคมเบอร์ทั้งสองด้าน ทำให้มีข้อมูลที่จะวิเคราะห์ 40 ข้อมูล

ตาราง 6.3 ข้อมูลแคมเบอร์ที่ตั้งความสูง 426 มิลลิเมตร

Sample	Data	Side	Camber	Sample	Data	Side	Camber
1	1	LH	1.20	11	21	LH	1.21
	2	RH	1.12		22	RH	1.07
2	3	LH	1.01	12	23	LH	1.35
	4	RH	1.12		24	RH	1.04
3	5	LH	1.20	13	25	LH	1.19
	6	RH	1.00		26	RH	1.13
4	7	LH	1.10	14	27	LH	0.92
	8	RH	1.20		28	RH	1.12
5	9	LH	0.95	15	29	LH	1.12

Sample	Data	Side	Camber	Sample	Data	Side	Camber
	10	RH	0.94		30	RH	1.07
6	11	LH	1.29	16	31	LH	1.26
	12	RH	1.26		32	RH	1.09
7	13	LH	1.60	17	33	LH	1.18
	14	RH	1.05		34	RH	1.13
8	15	LH	1.19	18	35	LH	1.22
	16	RH	0.99		36	RH	1.29
9	17	LH	0.90	19	37	LH	1.09
	18	RH	0.94		38	RH	1.00
10	19	LH	1.09	20	39	LH	1.29
	20	RH	1.28		40	RH	1.22

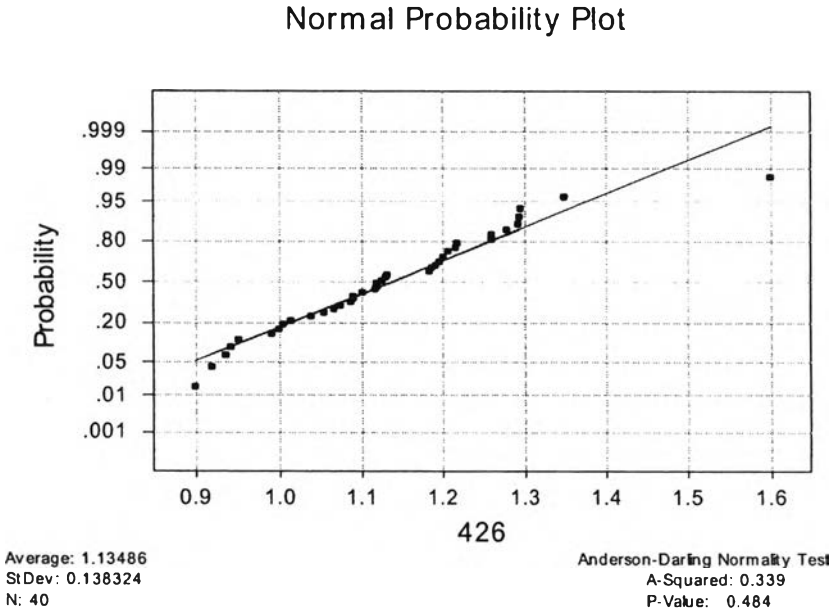
ตาราง 6.4 ข้อมูลแคมเบอร์ที่ตั้งความสูง 446 มิลลิเมตร

Sample	Data	Side	Camber	Sample	Data	Side	Camber
1	1	LH	0.73	11	21	LH	0.77
	2	RH	0.88		22	RH	0.74
2	3	LH	0.55	12	23	LH	0.47
	4	RH	0.67		24	RH	0.92
3	5	LH	1.02	13	25	LH	0.94
	6	RH	0.81		26	RH	0.92
4	7	LH	0.95	14	27	LH	0.97
	8	RH	0.74		28	RH	0.91
5	9	LH	1.10	15	29	LH	0.89
	10	RH	0.89		30	RH	0.64
6	11	LH	0.41	16	31	LH	0.88
	12	RH	0.88		32	RH	0.89
7	13	LH	1.16	17	33	LH	0.85
	14	RH	0.71		34	RH	0.86

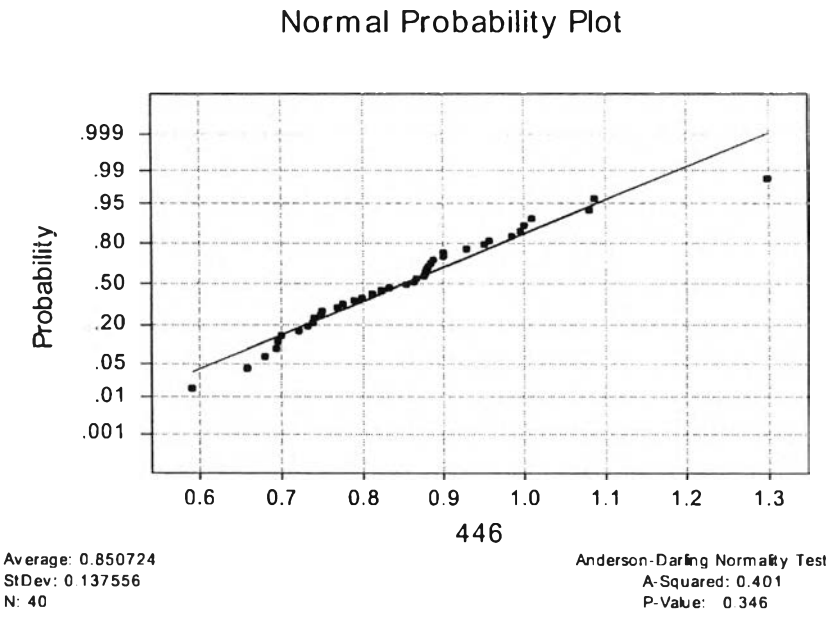
Sample	Data	Side	Camber	Sample	Data	Side	Camber
8	15	LH	1.06	18	35	LH	0.92
	16	RH	1.05		36	RH	0.92
9	17	LH	0.90	19	37	LH	0.98
	18	RH	1.10		38	RH	0.69
10	19	LH	0.74	20	39	LH	0.78
	20	RH	0.92		40	RH	0.84

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลจากตัวอย่างที่ได้มาทดสอบข้อสมมติ พื้นบานทางสถิติก่อน นั่นคือ ข้อมูล ต้องมีการกระจายแบบอิสระ ซึ่งจากการทดสอบพบว่าข้อมูลทั้งสองกลุ่มมีการกระจายแบบอิสระ โดยพิจารณาจาก ค่า P-Valve ซึ่งมีค่า เท่ากับ 0.484 สำหรับข้อมูลที่ตั้งความสูง 426 มิลลิเมตร และ 0.346 สำหรับข้อมูลที่ได้จากการใช้แผ่นรองเสริม 446 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 6.3 และ 6.4



รูปที่ 6.5 กราฟแสดงการกระจายของข้อมูลมุมแคมเบอร์จากการตั้งความสูง 426 มิลลิเมตร



รูปที่ 6.6 กราฟแสดงการกระจายของข้อมูลมุมแคมเบอร์จากการตั้งความสูง 446 มิลลิเมตร

จากนั้นจึงทำการทดสอบว่าทั้งสองกลุ่มข้อมูลมีความแปรปรวนที่เท่ากันหรือไม่ โดยการใช้ F – Test เนื่องจากข้อมูลทั้งสองกล่มมีการกระจายแบบปกติ ซึ่งนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB ได้ผลดังนี้

Test for Equal Variances

Level1 426

Level2 446

ConfLvl 95.0000

Bonferroni confidence intervals for standard deviations

Lower	Sigma	Upper	N	Factor Levels
0.110231	0.138324	0.184467	40	426
0.130036	0.163176	0.217610	40	446

F-Test (normal distribution)

Test Statistic: 0.719

P-Value : 0.306

จากผลการวิเคราะห์พิจารณาจากค่า P-Value ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.306 จึงสรุปได้ว่า ข้อมูลทั้งสองกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากัน

จากทำการวิเคราะห์ต่อด้วย Two – sample t-Test ได้ผลดังนี้

Two-Sample T-Test and CI: 426, 446

Two-sample T for 426 vs 446

	N	Mean	StDev	SE Mean
426	40	1.135	0.138	0.022
446	40	0.850	0.163	0.026

Difference = mu 426 - mu 446

Estimate for difference: 0.2846

95% CI for difference: (0.2172, 0.3519)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 8.41 P-Value = 0.000 DF = 78

Both use Pooled StDev = 0.151

สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม MINITAB ค่า P-Value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้คือ 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ Ho ยอมรับ Ha ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า มีความแตกต่างกันของค่ามุมแคมเบอร์ของรถที่ตั้งค่าความสูง 426 มิลลิเมตร และ 446 มิลลิเมตร ดต่างกันอย่างมีนัย สำคัญ

6.5 การทดสอบสมมุติฐานลักษณะของตัวรถยนต์

รถยนต์ที่ผลิตนั้นมีอยู่ 3 แบบ แยกตามรูปร่างคือ ดังนี้

รูปทรง แบ่งออกได้เป็น 3 รุ่น คือ

- รุ่นตอนเดียว (Standard Base) ใช้อักษรย่อว่า REG.
  จะไม่มีพื้นที่ว่างภายในห้องโดยสารบริเวณหลังที่นั่งแถวหน้า
- รุ่นตอนครึ่ง (Stretch Cab) ใช้อักษรย่อว่า STR.
  ห้องโดยสารถูกสร้างให้มีพื้นที่เพิ่มขึ้นบริเวณหลังที่นั่งแถวหน้า สำหรับเป็นที่นั่งเพิ่มเติมหรือวางสัมภาระส่วนตัว เพื่อการใช้งานอเนกประสงค์
- รุ่นสองตอน (Double Cab) ใช้อักษรย่อว่า DBL.

เหมาะสำหรับการใช้งานแทนรถยนต์นั่ง แต่ในขณะเดียวกันก็สามารถบรรทุกได้ด้วย ห้องโดยสารมีขนาดกว้างขวาง เข้าออกได้สะดวกเนื่องจากมี 4 ประตู ทั้ง 3 แบบนี้จะมีน้ำหนักที่ต่างกัน โดยที่ รุ่น REG. จะมีน้ำหนักประมาณ 1200 กิโลกรัม รุ่น STR.จะมีน้ำหนักประมาณ 1500 กิโลกรัม และรุ่น DBL.จะมีน้ำหนักประมาณ 1650 กิโลกรัม ซึ่งอาจจะส่งผลต่อมุมแคมเบอร์ได้ ดังนั้น จึงทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานเพื่อยืนยัน

ขั้นตอนในการทดลอง

ในการวิเคราะห์ลักษณะของรถยนต์ ไม่ได้ทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลใหม่ แต่จะใช้ข้อมูลปกติที่มีการตรวจสอบอยู่แล้วจากแผนกควบคุมคุณภาพ โดยใช้ข้อมูล ย้อนหลัง ของรถทั้ง 3 แบบ อย่างละ 10 คัน

สมมุติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

ในการวิเคราะห์นี้เลือกใช้เทคนิคทางสถิติคือ One- Way ANOVA

ผลการทดลอง

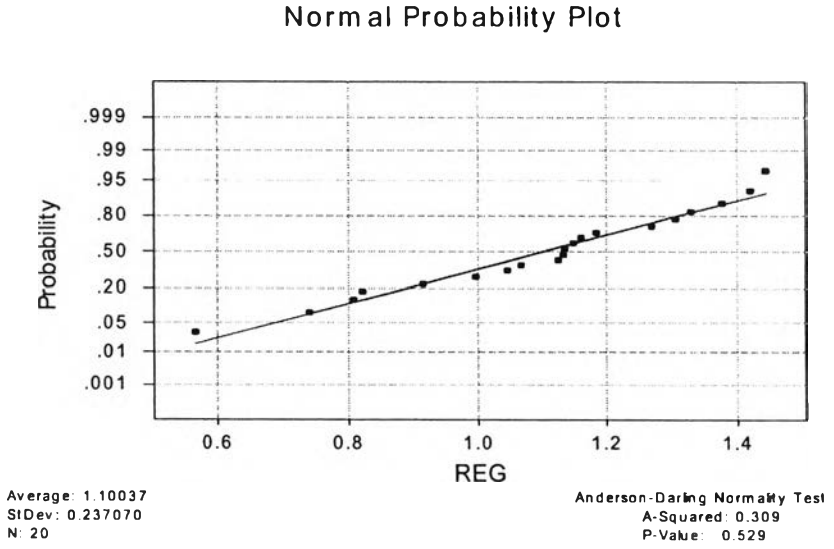
ในการวิเคราะห์ได้ใช้รถยนต์ตัวอย่างทั้งสิ้น 10 คัน แต่ในการวิเคราะห์ จะใช้ข้อมูลของมุมแคมเบอร์ทั้งสองด้าน ทำให้มีข้อมูลที่จะวิเคราะห์ 20 ข้อมูล

ตาราง 6.5 ข้อมูลค่าแคมเบอร์ของรถแต่ละแบบ

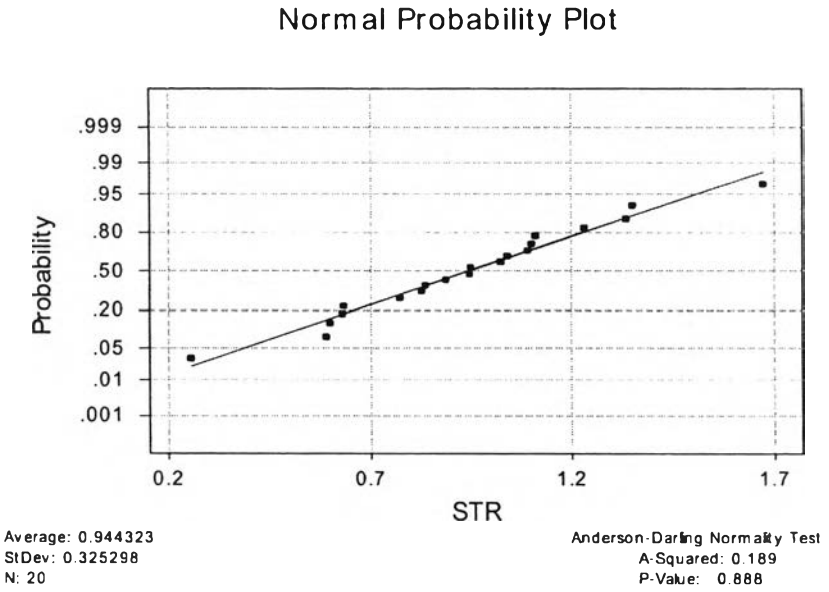
REG				STR				DBL			
Sample	Data	Side	Camber	Sample	Data	Side	Camber	Sample	Data	Side	Camber
1	1	LH	1.18	1	1	LH	0.77	1	1	LH	0.68
	2	RH	0.74		2	RH	1.23		2	RH	1.07
2	3	LH	1.15	2	3	LH	0.60	2	3	LH	1.38
	4	RH	0.82		4	RH	0.59		4	RH	0.80
3	5	LH	1.00	3	5	LH	1.10	3	5	LH	1.40
	6	RH	1.07		6	RH	1.68		6	RH	1.22
4	7	LH	1.14	4	7	LH	0.89	4	7	LH	0.87
	8	RH	1.16		8	RH	0.84		8	RH	1.33
5	9	LH	1.13	5	9	LH	0.83	5	9	LH	1.02
	10	RH	1.38		10	RH	1.04		10	RH	0.86
6	11	LH	1.27	6	11	LH	0.63	6	11	LH	1.10
	12	RH	1.33		12	RH	1.35		12	RH	1.26
7	13	LH	1.44	7	13	LH	0.95	7	13	LH	1.12
	14	RH	0.81		14	RH	1.34		14	RH	0.84
8	15	LH	1.13	8	15	LH	1.11	8	15	LH	0.79
	16	RH	1.42		16	RH	0.95		16	RH	1.25
9	17	LH	1.31	9	17	LH	1.03	9	17	LH	0.46
	18	RH	0.92		18	RH	0.25		18	RH	0.67
10	19	LH	0.56	10	19	LH	1.09	10	19	LH	0.83
	20	RH	1.05		20	RH	0.63		20	RH	1.25

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

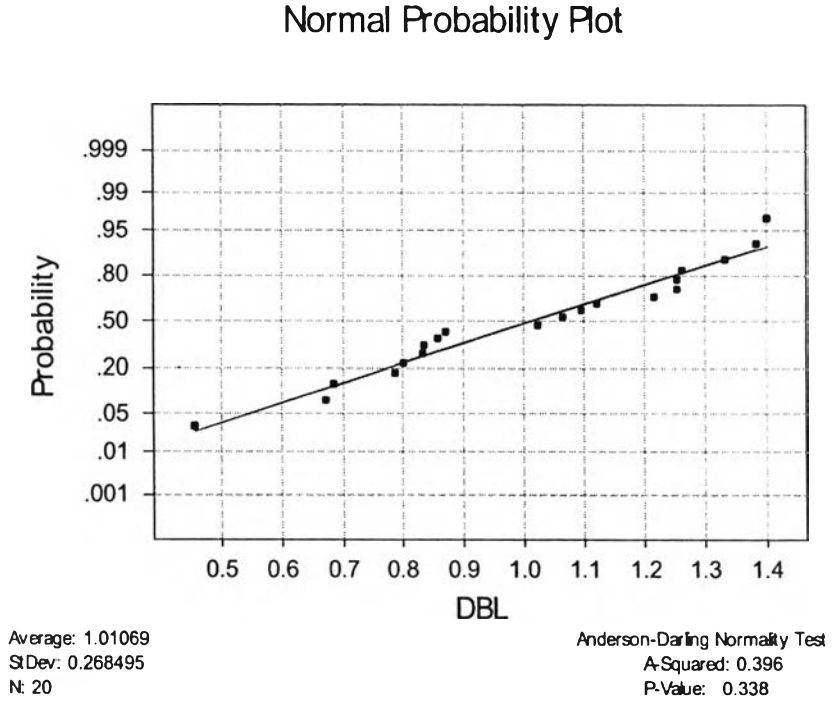
นำข้อมูลจากตัวอย่างที่ได้มาทดสอบข้อสมมติ พื้นบานทางสถิติก่อน นั่นคือ ข้อมูล ต้องมีการกระจายแบบอิสระ ซึ่งจากการทดสอบพบว่าข้อมูลทั้งสองกลุ่มมีการกระจายแบบอิสระ โดยพิจารณาจาก ค่า P-Valve ซึ่งมีค่า เท่ากับ 0.529 สำหรับข้อมูลของรถแบบ REG. 0.888 สำหรับข้อมูลของรถแบบ STR. และ 0.338 สำหรับข้อมูลของรถแบบ DBL. ดังแสดงในรูปที่ 6.5 , 6.6 และ 6.7 ตามลำดับ



รูปที่ 6.7 กราฟแสดงการกระจายของข้อมูลมุมแคมเบอร์จากรถแบบ REG



รูปที่ 6.8 กราฟแสดงการกระจายของข้อมูลมุมแคมเบอร์จากรถแบบ STR



รูปที่ 6.9 กราฟแสดงการกระจายของข้อมูลมุมแคมเบอร์จากรถแบบ DBL

จากนั้นจึงทำการทดสอบว่าทั้งสามกลุ่มข้อมูลมีความแปรปรวนที่เท่ากันหรือไม่ โดยการใช้ Test of Equal Variances , Bartlett's Test เนื่องจากข้อมูลทั้งสองกล่มมีการกระจายแบบปกติ ซึ่งนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB ได้ผลดังนี้

Test for Equal Variances

Response C4

Factors C5

ConfLvl 95.0000

Bonferroni confidence intervals for standard deviations

Lower	Sigma	Upper	N	Factor Levels
0.192847	0.268495	0.429856	20	DBL
0.170276	0.237070	0.379545	20	REG
0.233647	0.325298	0.520797	20	STR

Bartlett's Test (normal distribution)

Test Statistic: 1.911

P-Value : 0.385

จากผลการวิเคราะห์พิจารณาจากค่า P-Value ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.385 จึงสรุปได้ว่า ข้อมูลทั้งสองกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากัน

จากทำการวิเคราะห์ต่อด้วย One-Way ANOVA ได้ผลดังนี้

One-way ANOVA: REG, STR, DBL

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	2	0.2453	0.1227	1.57	0.217
Error	57	4.4481	0.0780		
Total	59	4.6934			

Individual 95% CIs For Mean

Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	--+---------+---------+---------+----
REG	20	1.1004	0.2371	(----------*---------)
STR	20	0.9443	0.3253	(----------*---------)
DBL	20	1.0107	0.2685	(---------*----------)

--+---------+---------+---------+----

Pooled StDev = 0.2794 0.84 0.96 1.08 1.20

สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม MINITAB ค่า P-Value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.217 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้คือ 0.05 ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธ Ho ยอมรับ Ha ได้ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ไม่มีความแตกต่างกันของค่ามุมแคมเบอร์ของรถทั้งสามแบบ

6.6 การทดสอบสมมุติฐานการปรับตั้งค่ามุมโท

ในกระบวนหลังจากที่มีการปรับตั้งค่าความสูงของรถยนต์แล้ว ขั้นต่อไปคือการปรับตั้งมุมโท ซึ่งจะทำให้ล้อรถยนต์หุบเข้าเมื่อมองจากด้านหน้า ซึ่งค่ามุมโท ที่มีการปรับนี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 ถึง 6.0 มิลลิเมตร ซึ่งอาจจะทำให้ค่ามุมแคมเบอร์มีการเปลี่ยนแปลง

ดังนั้น จึงทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานเพื่อยืนยันว่าการค่าของมุมโท ที่เปลี่ยนไป จะทำให้ได้ค่าของมุมแคมเบอร์ที่ต่างกันด้วยนั่นจึงน่าจะเป็นต้นเหตุของความแปรปรวน ของมุมแคมเบอร์ด้วย

ขั้นตอนในการทดลอง

ในการวิเคราะห์ลักษณะของรถยนต์ ไม่ได้ทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลใหม่ แต่จะใช้ข้อมูลปกติที่มีการตรวจสอบอยู่แล้วจากแผนกควบคุมคุณภาพ โดยใช้ข้อมูล ย้อนหลัง 20 คัน

สมมุติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

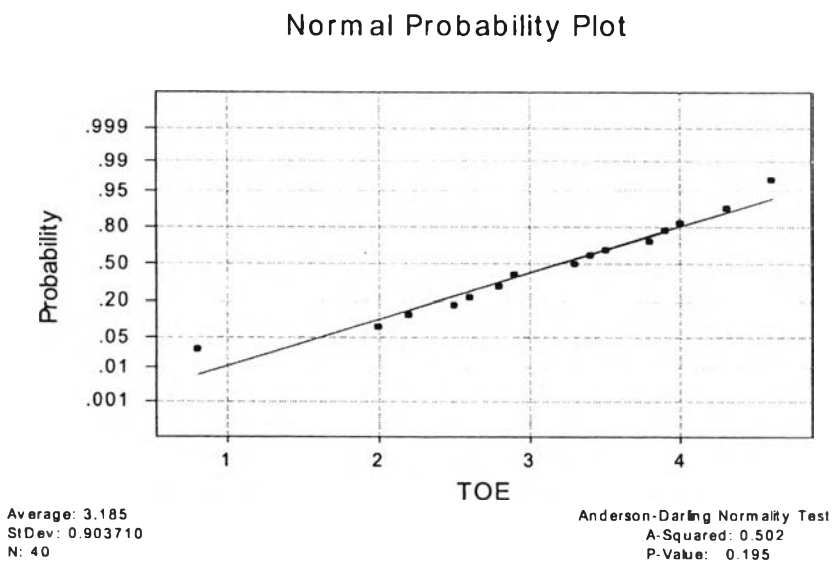
ในการวิเคราะห์นี้เลือกใช้เทคนิคทางสถิติคือ Correlation

ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ได้ใช้รถยนต์ตัวอย่างทั้งสิ้น 20 คัน แต่ในการวิเคราะห์ จะใช้ข้อมูลของมุมแคมเบอร์ทั้งสองด้าน ทำให้มีข้อมูลที่จะวิเคราะห์ 40 ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลจากตัวอย่างที่ได้มาทดสอบข้อสมมติ พื้นบานทางสถิติก่อน นั่นคือ ข้อมูล ต้องมีการกระจายแบบอิสระ ซึ่งจากการทดสอบพบว่าข้อมูลทั้งมีการกระจายแบบอิสระ โดยพิจารณาจากค่า P-Valve ซึ่งมีค่า เท่ากับ 0.195 สำหรับมุมโท ดังแสดงในรูปที่ 6.7



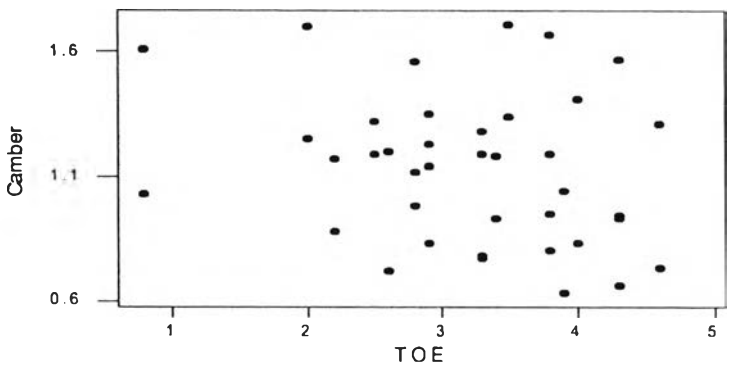
รูปที่ 6.10 กราฟแสดงการกระจายของข้อมูลมุมโท

จากทำการวิเคราะห์ต่อด้วย Correlation ได้ผลดังนี้

Correlations: Camber, TOE

Pearson correlation of Camber and TOE = -0.242

P-Value = 0.133



รูปที่ 6.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ามุมโทและมุมแคมเบอร์

สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม MINITAB ค่า P-Value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.133 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้คือ 0.05 ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธ Ho ยอมรับ Ha ได้ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างค่ามุมโทและมุมแคมเบอร์

6.7 การทดสอบสมมุติฐานการปรับตั้งค่ามุมแคสเตอร์

มุมแคสเตอร์เป็นมุมล้อที่สำคัญอีกมุมหนึ่งซึ่งถูก ตั้งค่าที่ unit 3 ส่วนการประกอบชุกช่วงล่างเช่นเดียวกับ มุมแคมเบอร์ โดยการใช้แผ่นรองเสริมที่บริเวณปีกนกด้านบน แต่จะใช้แผ่นรองที่ด้านใดด้านหนึ่งของจุดยึดเท่านั้น ซึ่งการทำให้เกิดค่ามุมแคสเตอร์นี่เองอาจจะส่งผลให้ค่าแคมเบอร์เปลี่ยนไปด้วย

ดังนั้น จึงทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานเพื่อยืนยันว่าการค่าของมุมแคสเตอร์ ที่เปลี่ยนไป จะทำให้ได้ค่าของมุมแคมเบอร์ที่ต่างกันด้วยนั่นจึ่งน่าจะเป็นต้นเหตุของความแปรปรวนของมุมแคมเบอร์ด้วย

ขั้นตอนในการทดลอง

ในการวิเคราะห์ลักษณะของรถยนต์ ไม่ได้ทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลใหม่ แต่จะใช้ข้อมูลปกติที่มีการตรวจสอบอยู่แล้วจากแผนกควบคุมคุณภาพ โดยใช้ข้อมูล ย้อนหลัง 20 คัน

สมมุติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

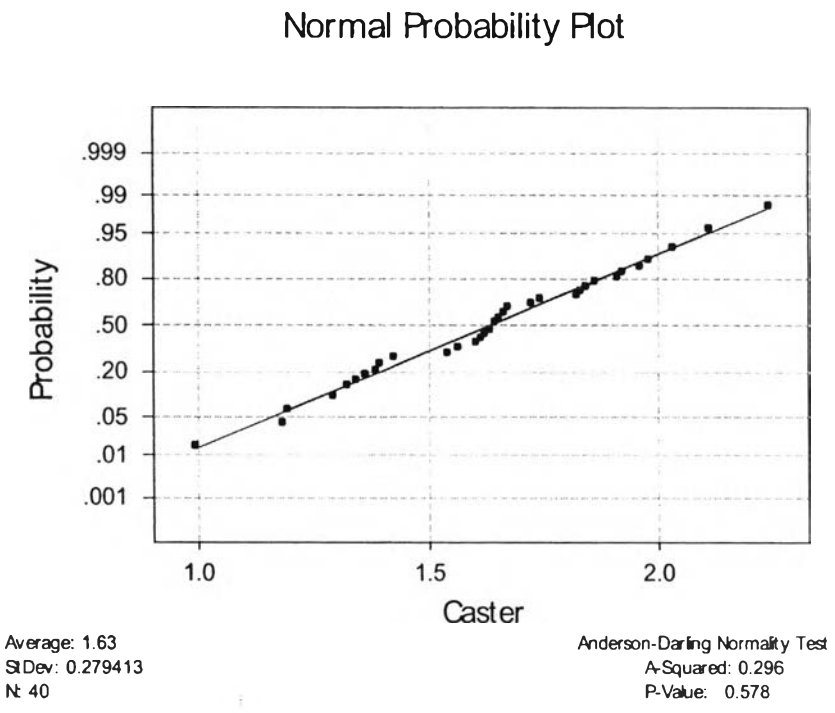
ในการวิเคราะห์นี้เลือกใช้เทคนิคทางสถิติคือ Correlation

ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ได้ใช้รถยนต์ตัวอย่างทั้งสิ้น 20 คัน แต่ในการวิเคราะห์ จะใช้ข้อมูลของมุมแคมเบอร์ทั้งสองด้าน ทำให้มีข้อมูลที่จะวิเคราะห์ 40 ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลจากตัวอย่างที่ได้มาทดสอบข้อสมมติ พื้นบานทางสถิติก่อน นั่นคือ ข้อมูล ต้องมีการกระจายแบบอิสระ ซึ่งจากการทดสอบพบว่าข้อมูลมีการกระจายแบบอิสระ โดยพิจารณาจาก ค่า P-Valve ซึ่งมีค่า เท่ากับ 0.578 สำหรับมุมแคสเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 6.10



รูปที่ 6.12 กราฟแสดงการกระจายของข้อมูลมุมแคสเตอร์

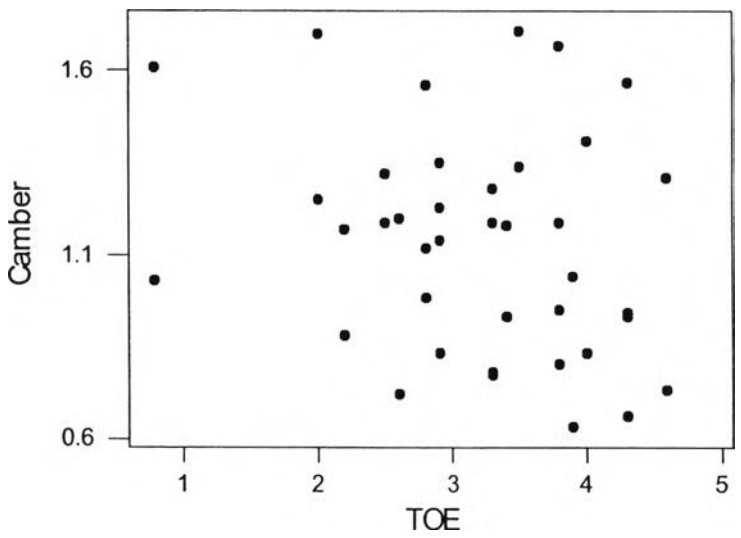
จากทำการวิเคราะห์ต่อด้วย Correlation ได้ผลดังนี้

Correlations: Camber, Caster

Pearson correlation of Camber and Caster = 0.072

P-Value = 0.660

สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ามุมแคสเตอร์และมุมแคมเบอร์

สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม MINITAB ค่า P-Value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.66 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้คือ 0.05 ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธ Ho ยอมรับ Ha ได้ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างค่ามุมแคสเตอร์และมุมแคมเบอร์

6.8 การวิเคราะห์ระบบการวัดที่ส่วนการตรวจสอบมุมล้อในสายการผลิต

ในสายการประกอบจะมีการตรวจสอบมุมล้อทั้งมุมแคมเบอร์ และมุมแคสเตอร์ทุกคัน เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของ แต่เนื่องจากต้องทำงานในเวลาที่เร็วมากให้ทันกับรอบเวลาการทำงาน จึงอาจจะทำให้ค่าที่ได้จากการวัดไม่ถูกต้อง อันจะส่งผลให้มีการปล่อยให้รถที่มีค่าความแตกต่างของมุมแคมเบอร์ออกไปสู่ลูกค้าได้ ดังนั้นทางทีมงานจึงเลือกที่จะใช้การวิเคราะห์ระบบการวัดเพื่อยืนยันว่า การตรวจสอบในสายการผลิต สามารถที่จะตรวจจับ รถที่มีค่าความแตกต่างมุมแคมเบอร์เกินค่าที่กำหนดหรือไม่

ผลการทดลอง

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ระบบการวัดที่ VI.

GR&R	Operator 1		Operator 2	
sample	Trial 1	Trial 2	Trial 1	Trial 2
1	0.60	1.00	0.80	1.20
2	-0.23	0.18	0.10	0.14
3	-0.04	-0.10	-0.10	1.10
4	0.40	0.15	0.28	0.34
5	0.50	0.32	0.22	0.45
6	0.55	0.20	0.34	0.60
7	-0.21	0.01	-0.10	-0.40
8	-0.70	-0.40	-0.60	-0.20
9	-0.60	-0.50	-0.70	-0.48
10	0.48	0.10	0.50	0.32

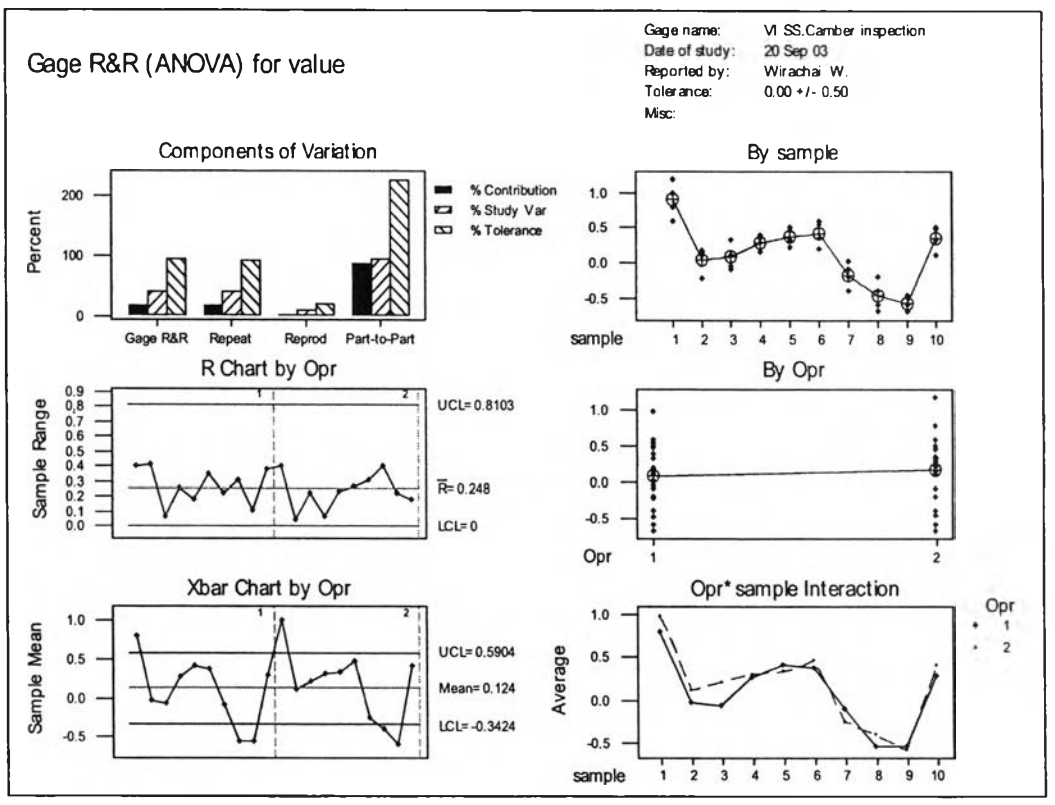
สรุปผลการวิเคราะห์

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.03297	14.87
Repeatability	0.03159	14.24
Reproducibility	0.00139	0.62
Opr	0.00139	0.62
Part-To-Part	0.18883	85.13
Total Variation	0.22181	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15*SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0.181590	0.93519	38.56	93.52
Repeatability	0.177736	0.91534	37.74	91.53
Reproducibility	0.037216	0.19166	7.90	19.17
Opr	0.037216	0.19166	7.90	19.17
Part-To-Part	0.434551	2.23794	92.27	223.79
Total Variation	0.470967	2.42548	100.00	242.55

Number of Distinct Categories = 3



รูปที่ 6.14 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ระบบการวัดที่ VI

จากผลการคำนวณค่า เปอร์เซ็นต์ GR&R เทียบกับค่า พิกัดความเผื่อของค่าความแตกต่างมุมของมุมแคมเบอร์พบว่ามีค่าสูงถึง 99.52 ซึ่งหมายความว่าระบบการวัดดังกล่าวไม่มีความสามารถที่จะแยกแยะผลิตภัณฑ์ที่ดี หรือเสียภายใต้พิกัดดังกล่าว

สรุปขั้นการวิเคราะห์

จากผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือต่างๆทางสถิติ พบว่า มีปัจจัยที่ส่งผลต่อมุมแคมเบอร์โดยตรง คือ การเลือกขนาดแผ่นรองเสริม และการปรับตั้งความสูงของรถยนต์ ส่วนระบบการวัดที่การตรวจสอบในสายการผลิตนั้นก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะต้องทำการแก้ไขด้วยทั้งนี้เพราะ ส่งผลโดย ตรงต่อการควบคุมคุณภาพ