บทที่ 6

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

6.1 บทนำ

ในขั้นตอนก่อนหน้านี้จะพบว่า เราเลือกสาเหตุของปัญหามาจากกระบวนการการระดมสมองจากผู้ที่มีความรู้ในด้านต่างๆ ซึ่งอาจจะจริงหรือไม่จริงก็ได้ขึ้นอยู่กับความรู้หรือประสบการณ์ของสมาชิกในกลุ่ม มาถึงขั้นตอนนี้เราจะนำเอาปัจจัยหรือสาเหตุของปัญหาที่เราสงสัยในขั้นตอนก่อนหน้านี้มาทดสอบในทางสถิติ เพื่อพิสูจน์ว่าสาเหตุนั้นเป็นสาเหตุที่แท้จริงหรือไม่ ซึ่งในขั้นตอนนี้เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ก็คือการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือเพื่อเป็นการทดสอบความมีนัยสำคัญของปัจจัยต่างๆ ว่ามีผลกระทบต่อความสูงของ Head Liftอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

6.2 การทดสอบสมมุติฐาน

เราจะนำแต่ละปัจจัยมาทำการทดสอบสมมุติฐานดังนี้

6.2.1 ปัจจัยนำเข้าที่ทดสอบ จะพิจารณาปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัย ที่ได้เลือกมาจากขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหาได้แก่ ความสูงของ Dimple, มุมของ Arm, ความสูงของ Tip Tap และมุม Pitch ของตัวงาน

6.2.2 ระดับของปัจจัยในการทดสอบสมมติฐาน เราจะทำการปรับระดับของปัจจัยทีละปัจจัยออกเป็น 2 ระดับแล้วนำงานทั้งสองกลุ่มในแต่ละปัจจัยนั้นไปวัดค่าความสูง Head Lift เพื่อวิเคราะห์ดูว่า งานทั้ง 2 กลุ่มนั้นมีค่าความสูง Head Lift แตกต่างกันหรือไม่

ตารางที่ 6.1 ระดับของปัจจัยต่างๆที่จะทำการทดสอบ

ปัจจัย	ระดับของปัจจัย	
	1	2
ความสูงของ Dimple	0.145 ม.ม.	0.155 ม.ม.
มุม Pitch ของตัวงาน	-0.30 องศา	0.00 องศา
มุม Arm	-0.20 องศา	0.00 องศา
ระยะของ Lift Tab	0.370 ม.ม.	0.400 ม.ม.
ความสูงของ Spherical	0.205 ม.ม.	0.220 ม.ม.

6.2.3 การตั้งสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ เนื่องจากต้องการทดสอบความมีนัยสำคัญของปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อความสูงของ Head Lift ดังนั้น สมมติฐานหลักและสมมติฐานทางเลือกจึงกำหนดได้ดังนี้คือ

6.2.3.1 ความสูงของ Dimple สมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ

H0 : $\mu_{dh1} = \mu_{dh2}$

Ha : $\mu_{dh1} \neq \mu_{dh2}$

โดยให้ dh1 แทนความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีค่าความสูงของ Dimple ที่ 0.145 ม.ม. และให้ dh2 แทนความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีค่าความสูงของ Dimple ที่ 0.155ม.ม.

6.2.3.2 มุม Pitch ของตัวงาน สมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ

H0 : $\mu_{p1} = \mu_{p2}$

Ha : $\mu_{p1} \neq \mu_{p2}$

โดยให้ p1 แทนความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีค่ามุม Pitch ที่ –0.30 องศา และให้ p2 แทนความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีค่ามุม Pitch ที่ 0.00 องศา

6.2.3.3 มุมของ Arm สมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ

H0 : $\mu_{aa1} = \mu_{aa2}$

Ha : $\mu_{aa1} \neq \mu_{aa2}$

โดยให้ aa1 แทนความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีค่ามุมของ Arm ที่ –0.20 องศา และให้ 0.00 แทนความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีค่ามุมของ Arm ที่ YYYY องศา

6.2.3.4 ระยะของ Lift Tab สมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ

H0 : $\mu_{tt1} = \mu_{tt2}$

Ha : $\mu_{tt1} \neq \mu_{tt2}$

โดยให้ tt1 แทนความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีระยะของ Lift Tab ที่ 0.370 ม.ม. และให้ tt2 แทนความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีระยะของ Lift Tab ที่ 0.400 ม.ม.

6.2.3.5 ความสูงของ Spherical สมมติฐานที่ต้องการทดสอบคือ

H0 : $\mu_{p1} = \mu_{p2}$

Ha : $\mu_{p1} \neq \mu_{p2}$

โดยให้ sh1 แทนความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีค่าความสูงของ Spherical ที่ 0.205 องศา และให้ p2 แทนความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีค่าความสูงของ Spherical ที่ 0.220 องศา

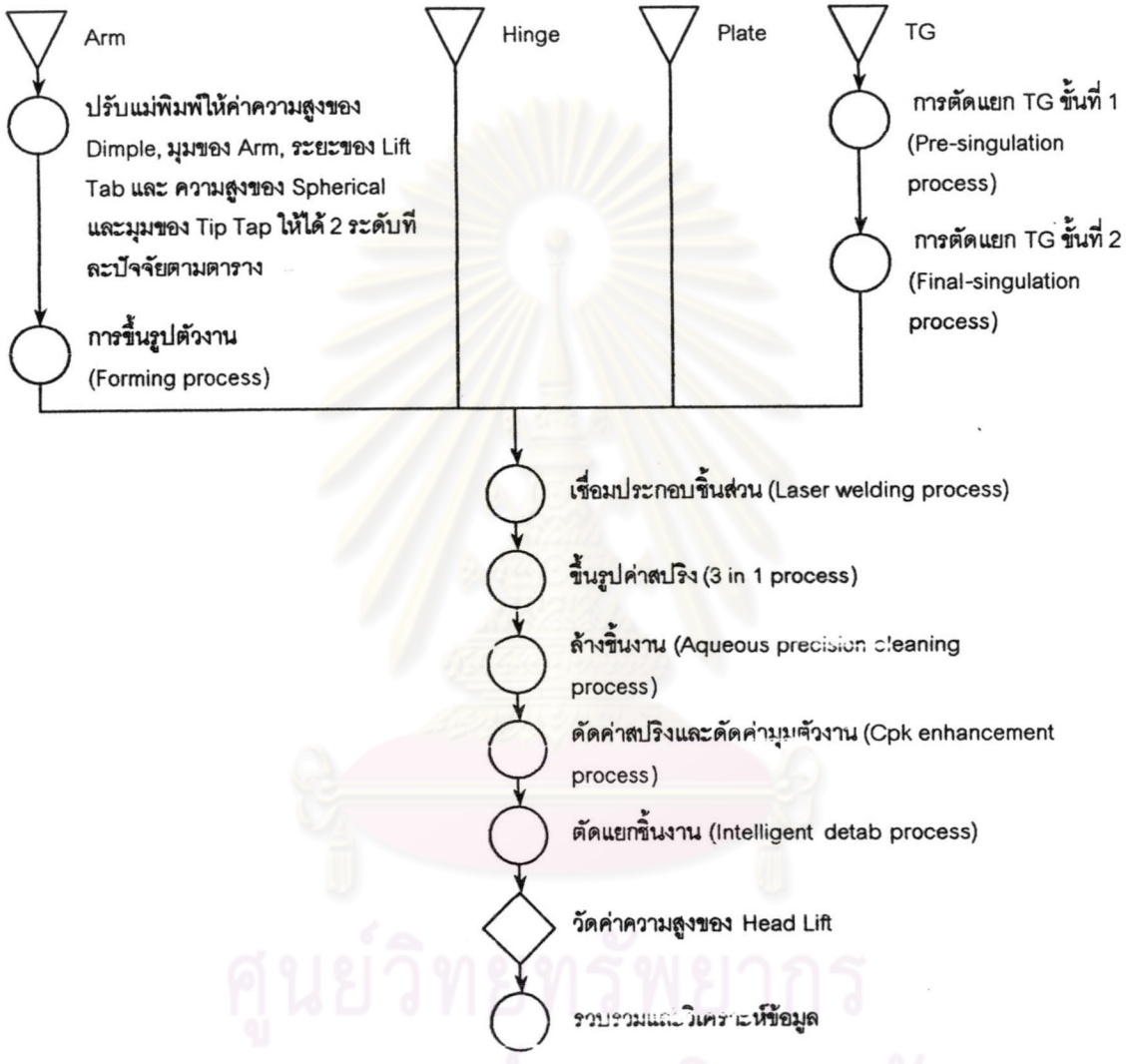
6.2.4 การหาจำนวนตัวอย่างที่จะทดสอบ เนื่องจากจะใช้การทดสอบสมมุติฐานแบบ 2 sample t เพราะต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูง Head Lift ในแต่ละปัจจัยๆละ 2 ระดับ ในการคำนวนจะใช้โปรแกรม Minitab โดยกำหนดให้ Differences เท่ากับ 0.003 ม.ม. Power values เท่ากับ 0.8 และ Standard deviation เท่ากับ 0.005 ม.ม. ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 6.2 ผลการคำนวนหาขนาดตัวอย่าง

```
Power and Sample Size

2-Sample t Test

Testing mean 1 = mean 2 (versus not =)
Calculating power for mean 1 = mean 2 + difference
Alpha = 0.05  Assumed standard deviation = 0.005


            Sample  Target
Difference    Size   Power  Actual Power
     0.003      45     0.8      0.803697

The sample size is for each group.
```

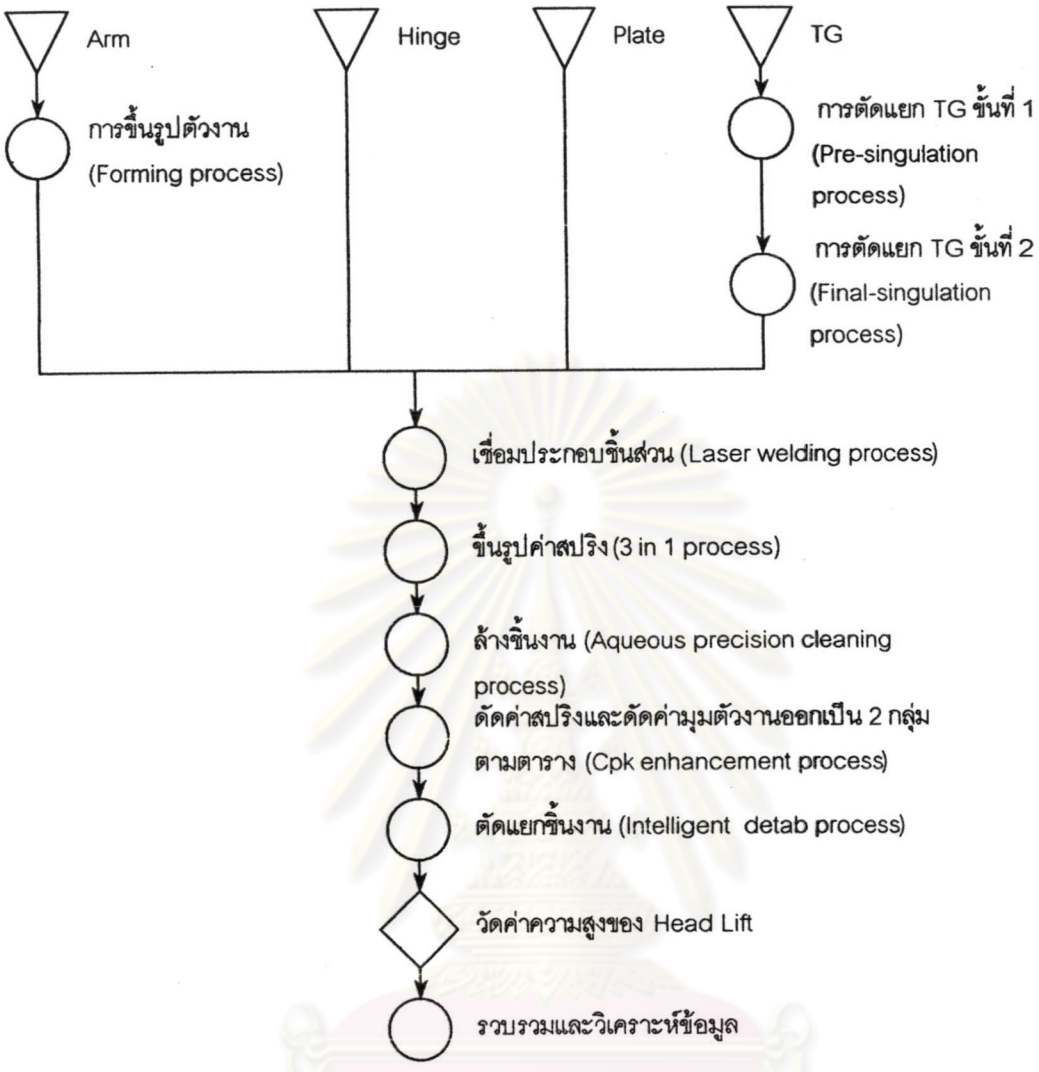
จากผลการคำนวนพบว่าต้องการขนาดของตัวอย่างกลุ่มละ 45 ตัวอย่างของแต่ละระดับของแต่ละปัจจัย

6.2.5 ขั้นตอนในการทดลอง โดยรวมจะทำการปรับระดับของแต่ละปัจจัยทีละปัจจัยในกระบวนการที่ทำให้เกิดปัจจัยนั้นโดยที่ควบคุมปัจจัยอื่นให้เหมือนกัน แล้วทำการผลิตงานไปตามกระบวนการปกติ เมื่อเสร็จแล้วนำไปวัดค่าความสูงของ Head Lift ดังแสดงในรูปข้างล่างนี้



รูปที่ 6.1 ขั้นตอนในการทดลองปัจจัยความสูงของ Dimple, มุมของ Arm, ระยะของ Lift Tab และความสูงของ Spherical

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



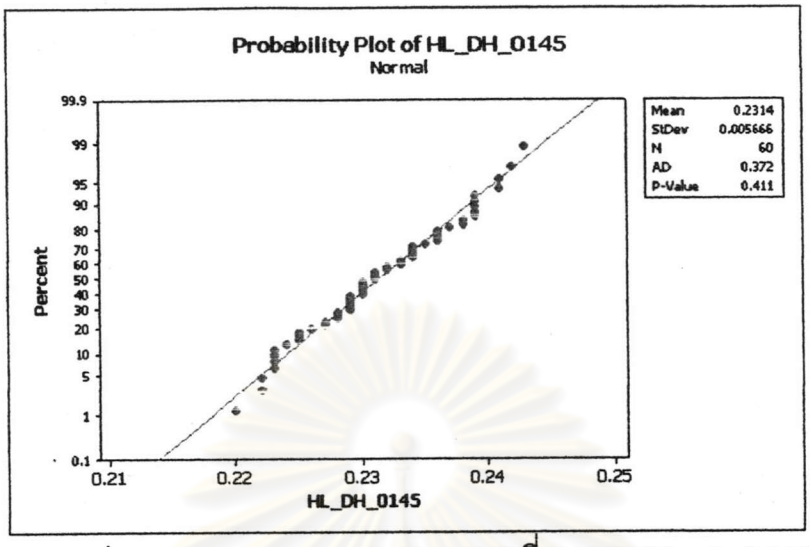
รูปที่ 6.2 แสดงขั้นตอนในการทดลองปัจจัยค่ามุม Pitch ของตัวงาน

6.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อทำการทดลองเสร็จ เราจะรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ทีละปัจจัยดังนี้

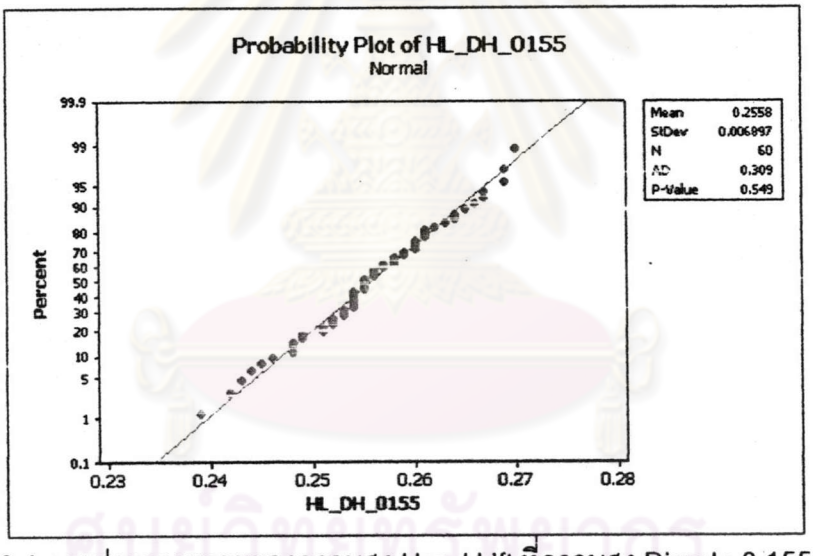
6.2.6.1 ความสูงของ Dimple

6.2.6.1.1 การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ

การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบเพื่อทดสอบค่าความสูง Head Lift ว่ามีการแจกแจงของข้อมูลแบบแจกแจงปกติหรือไม่ โดยทดสอบทีละระดับของปัจจัย โดยได้ผลดังรูปที่ 6.3 สำหรับความสูงของ Head Lift ที่ความสูง Dimple ที่ 0.145 ม.ม. และรูปที่ 6.4 สำหรับความสูงของ Head Lift ที่ความสูง Dimple ที่ 0.155 ม.ม.



รูปที่ 6.3 กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ที่ความสูง Dimple 0.145 ม.ม.



รูปที่ 6.4 กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ที่ความสูง Dimple 0.155 ม.ม.

จากการทดสอบการกระจายของข้อมูลทั้งสองกลุ่ม พบว่าข้อมูลทั้งสองกลุ่มนี้ มีการกระจายที่เป็นแบบปกติ โดยพิจารณาจากค่า P-value ที่มีค่ามากกว่า 0.05

6.2.6.1.2 การทดสอบสมมติฐาน

ในการทดสอบสมมติฐานขั้นแรกต้องทราบว่าค่าความแปรปรวนของความสูงของ Head Lift ที่ระดับความสูง Dimple 0.145 ม.ม. และ ระดับความสูง

Dimple 0.155 ม.ม. มีค่าเท่ากันหรือไม่เพื่อใช้เป็นข้อกำหนดในการทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของความสูง Head Lift

ตารางที่ 6.3 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่เกิดจากความสูงของ Dimple ที่ระดับ 0.145 ม.ม. และ 0.155 ม.ม.

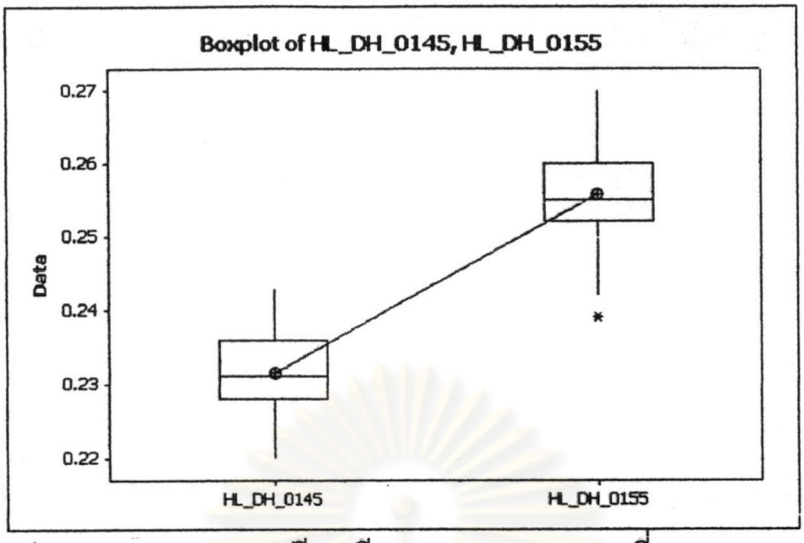
```
Test for Equal Variances: HL_DH_0145, HL_DH_0155

95% Bonferroni confidence intervals for standard
deviations

               N      Lower      StDev      Upper
HL_DH_0145    60  0.0046940  0.0056664  0.0071198
HL_DH_0155    60  0.0057132  0.0068967  0.0086656


F-Test (normal distribution)
Test statistic = 0.68, p-value = 0.134
```

จากผลการทดสอบพบว่าค่า P-value มีค่ามากกว่า 0.05 นั่นคือยอมรับสมมติฐานหลัก ดังนั้นสรุปได้ว่าความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่ระดับความสูง Dimple ที่ 0.145 ม.ม. และ 0.155 ม.ม. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยของค่าความสูง Head Lift ที่มาจากความสูงของ Dimple ทั้ง 2 ระดับดังแสดงผลการคำนวนดังตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยความสูง Head Lift ที่เกิดจากความสูงของ Dimple ที่ระดับ 0.145 ม.ม. และ 0.155 ม.ม.

```
Two-Sample T-Test and CI: HL_DH_0145, HL_DH_0155

Two-sample T for HL_DH_0145 vs HL_DH_0155

               N     Mean    StDev  SE Mean
HL_DH_0145    60  0.23140  0.00567  0.00073
HL_DH_0155    60  0.25583  0.00690  0.00089

Difference = mu (HL_DH_0145) - mu (HL_DH_0155)
Estimate for difference:  -0.024433
95% CI for difference:  (-0.026715, -0.022151)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -21.20  P-
Value = 0.000  DF =
     118
Both use Pooled StDev = 0.0063
```



รูปที่ 6.5 กราฟ Box plot แสดงการเปรียบเทียบความสูง Head Lift ที่ความสูง Dimple 2 ระดับ

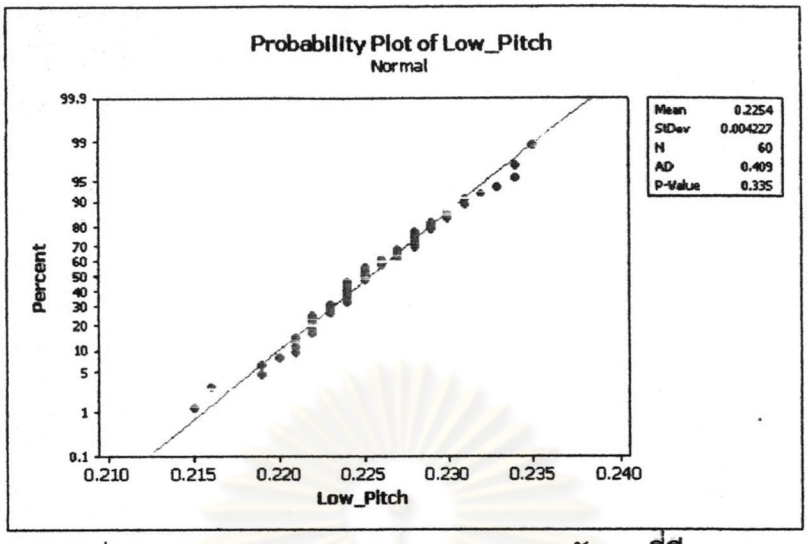
จากผลการทดสอบพบว่าค่า P-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 นั่นคือไม่สามารถยอมรับสมมติฐานหลักได้ ดังนั้นสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของความสูง Head Lift ที่ระดับความสูง Dimple ที่ 0.145 ม.ม. และ 0.155 ม.ม. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สรุปคือความสูงของ Dimple มีผลต่อความสูงของ Head Lift

6.2.6.2 มุม Pitch ของตัวงาน

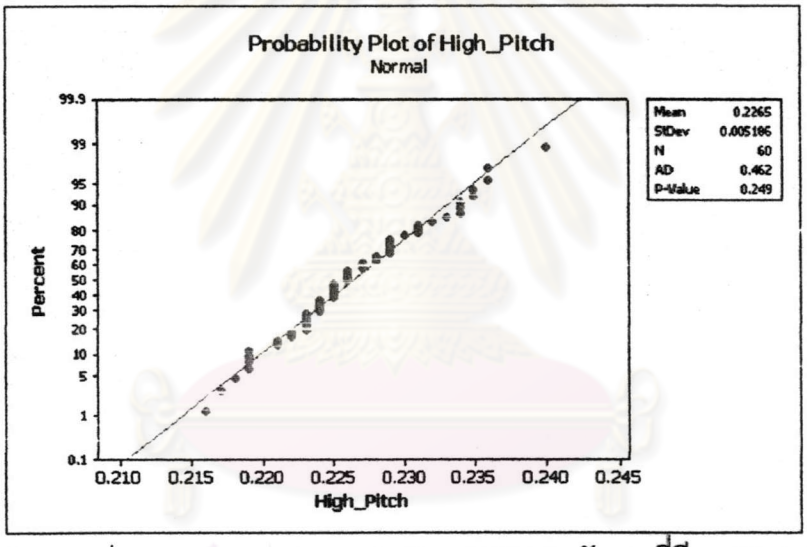
6.2.6.2.1 การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ

ผลของการตรวจสอบค่าความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีมุม Pitch ที่ –0.30 องศาและ 0.00 องศา ว่ามีการแจกแจงของข้อมูลแบบแจกแจงปกติหรือไม่ ดังแสดงได้ดังรูปที่ 6.6 และ 6.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.6 แสดงกราฟการกระจายของความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีมุม Pitch –0.30 องศา



รูปที่ 6.7 แสดงกราฟการกระจายของความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีมุม Pitch 0.00 องศา

จากกราฟแสดงค่า P-value มากกว่า 0.05 ทั้ง 2 รูปแสดงว่าค่าความสูงของ Head Lift ที่มีมุม Pitch ที่ –0.30 องศาและ 0.00 องศามีการแจกแจงเป็นแบบปกติ

6.2.6.2.2 การทดสอบสมมติฐาน

ผลการทดสอบสมมติฐานว่าค่าความแปรปรวนของความสูงของ Head Lift ของตัวงานที่มีมุม Pitch ที่ –0.30 องศาและ 0.00 องศาว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ ได้ผลดังตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Pitch ที่ -0.30 องศาและ 0.00 องศา

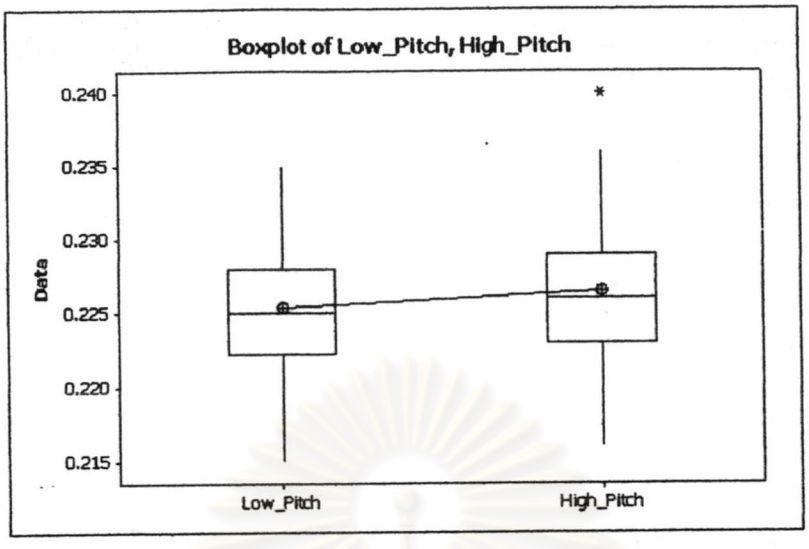
```
Test for Equal Variances: Low_Pitch, High_Pitch

95% Bonferroni confidence intervals for standard
deviations

             N      Lower      StDev      Upper
 Low_Pitch  60  0.0035019  0.0042274  0.0053117
High_Pitch  60  0.0042961  0.0051861  0.0065163


F-Test (normal distribution)
Test statistic = 0.66, p-value = 0.119
```

จากผลการทดสอบพบว่าค่า P-value มีค่ามากกว่า 0.05 นั่นคือยอมรับสมมติฐานหลัก ดังนั้นสรุปได้ว่าความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Pitch ที่ -0.30 องศาและ 0.00 องศา. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยของค่าความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Pitch ทั้ง 2 มุมดังแสดงผลการคำนวนดังตารางที่ 6.6

ตารางที่ 6.6 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Pitch ที่ -0.30 องศาและ 0.00 องศา

```
Two-Sample T-Test and CI: Low_Pitch, High_Pitch

Two-sample T for Low_Pitch vs High_Pitch

             N     Mean    StDev  SE Mean
Low_Pitch   60  0.22540  0.00423  0.00055
High_Pitch  60  0.22645  0.00519  0.00067


Difference = mu (Low_Pitch) - mu (High_Pitch)
Estimate for difference:  -0.001050
95% CI for difference:  (-0.002761, 0.000661)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1.22  P-
Value = 0.227  DF = 118
Both use Pooled StDev = 0.0047
```



รูปที่ 6.8 กราฟ Box plot แสดงการเปรียบเทียบความสูง Head Lift ที่มีมุม Pitch 2 มุม

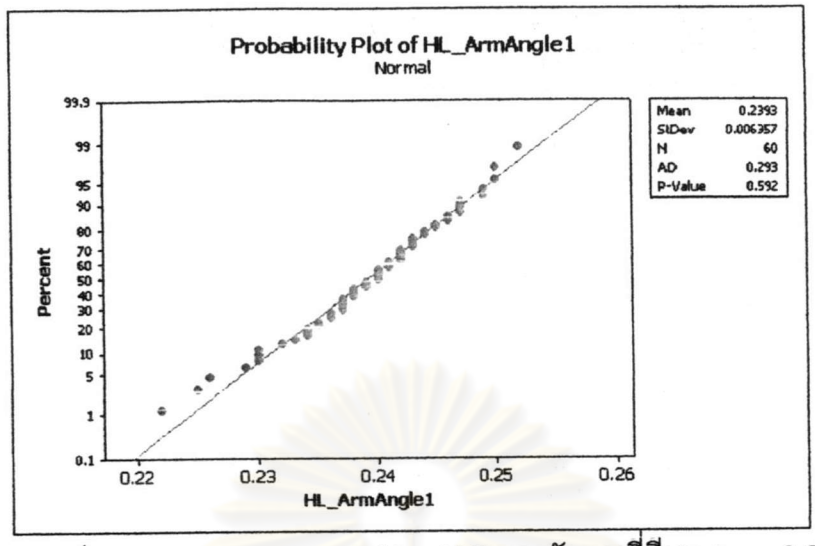
จากผลการทดสอบพบว่าค่า P-value มีค่ามากกว่า 0.05 นั่นคือยอมรับสมมติฐานหลักได้ ดังนั้นสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Pitch ที่ -0.30 องศาและ 0.00 องศา. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สรุปคือ มุม Pitch ของตัวงานไม่มีผลต่อความสูงของ Head Lift

6.2.6.3 มุม Arm

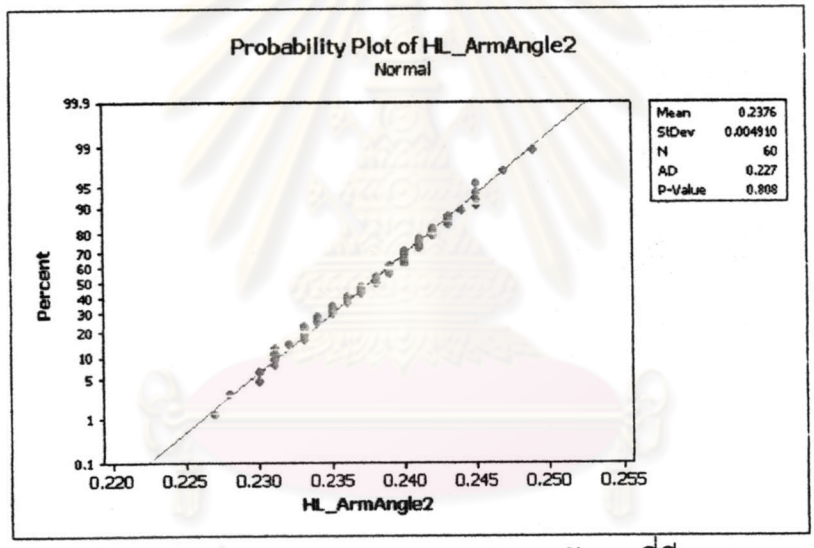
6.2.6.3.1 การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ

ผลของการตรวจสอบค่าความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีมุม Arm ที่ -0.20 องศาและ 0.00 องศา ว่ามีการแจกแจงของข้อมูลแบบแจกแจงปกติหรือไม่ ดังแสดงได้ดังรูปที่ 6.9 และ 6.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.9 กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีมุม Arm –0.20 องศา



รูปที่ 6.10 กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ของตัวงานที่มีมุม Arm 0.00 องศา

จากกราฟแสดงค่า P-value มากกว่า 0.05 ทั้ง 2 รูปดังนั้นแสดงว่าค่าความสูงของ Head Lift ที่มีมุม Arm ที่ –0.20 องศาและ 0.00 องศามีการแจกแจงเป็นแบปกติ

6.2.6.3.2 การทดสอบสมมติฐาน

ผลการทดสอบสมมติฐานว่าค่าความแปรปรวนของความสูงของ Head Lift ของตัวงานที่มีมุม Arm ที่ –0.20 องศาและ 0.00 องศาว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ ได้ผลดังตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6.7 แสดงผลการทดสอบความมีนัยสำคัญความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Arm ที่ -0.20 องศาและ 0.00 องศา

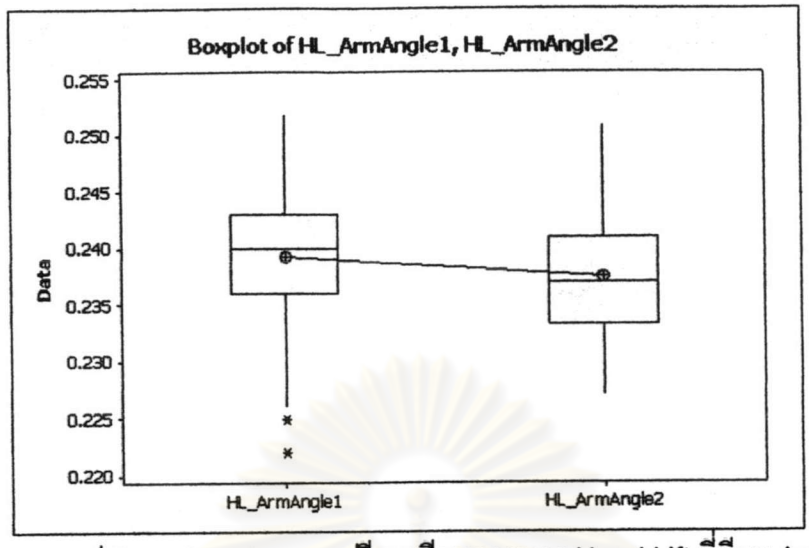
```
Test for Equal Variances: HL_ArmAngle1, HL_ArmAngle2

95% Bonferroni confidence intervals for standard
deviations

                N      Lower      StDev      Upper
HL_ArmAngle1   60  0.0052659  0.0063569  0.0079873
HL_ArmAngle2   60  0.0042746  0.0051601  0.0064836


F-Test (normal distribution)
Test statistic = 1.52, p-value = 0.112
```

จากผลการทดสอบพบว่าค่า P-value มีค่ามากกว่า 0.05 นั่นคือยอมรับสมมติฐานหลัก ดังนั้นสรุปได้ว่าความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Arm ที่ -0.20 องศาและ 0.00 องศา. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยของค่าความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Arm ทั้ง 2 มุมดังแสดงผลการคำนวนดังตารางที่ 6.8

ตารางที่ 6.8 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Pitch ที่ -0.20 องศาและ 0.00 องศา

```
Two-Sample T-Test and CI: HL_ArmAngle1, HL_ArmAngle2

Two-sample T for HL_ArmAngle1 vs HL_ArmAngle2

                N     Mean    StDev  SE Mean
HL_ArmAngle1   60  0.23928  0.00636  0.00082
HL_ArmAngle2   60  0.23750  0.00516  0.00067


Difference = mu (HL_ArmAngle1) - mu (HL_ArmAngle2)
Estimate for difference:  0.001783
95% CI for difference:  (-0.000310, 0.003877)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.69  P-
Value = 0.094  DF = 118
Both use Pooled StDev = 0.0058
```



รูปที่ 6.11 กราฟ Box plot แสดงการเปรียบเทียบความสูง Head Lift ที่มีมุม Arm 2 มุม

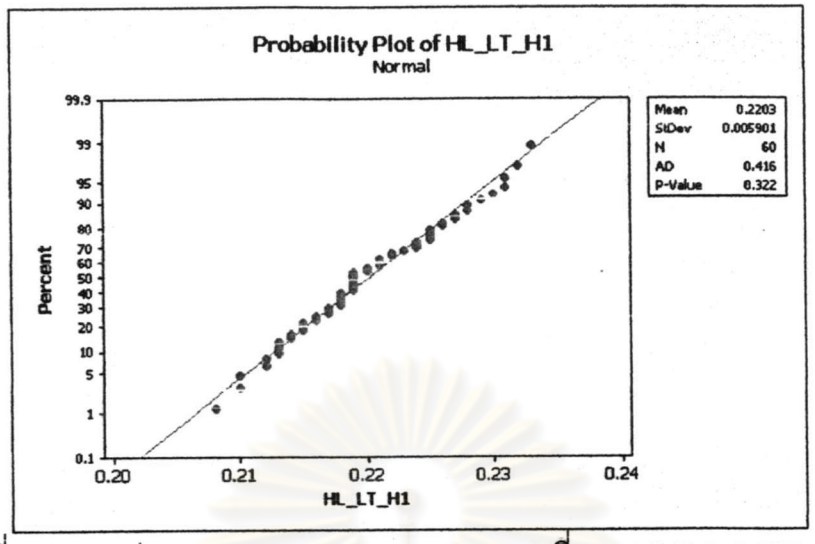
จากผลการทดสอบพบว่าค่า P-value มีค่ามากกว่า 0.05 นั่นคือยอมรับสมมติฐานหลักได้ ดังนั้นสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของความสูง Head Lift ที่เกิดจากมุม Arm ที่ -0.20 องศาและ 0.00 องศา. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สรุปคือ มุม Arm ไม่มีผลต่อความสูงของ Head Lift

6.2.6.4 ระยะของ Lift Tab

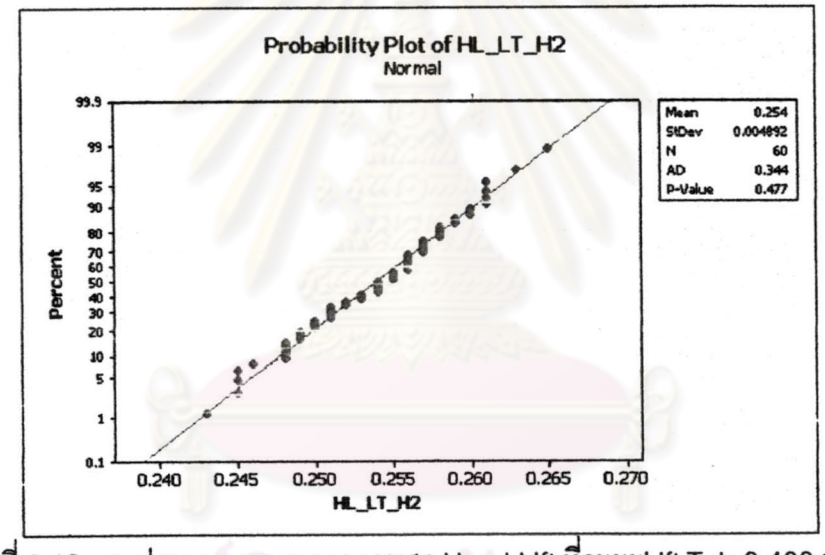
6.2.6.4.1 การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ

ผลของการตรวจสอบค่าความสูง Head Lift ของตัวงานที่ระยะของ Lift Tab ที่ 0.370 ม.ม. และ 0.400 ม.ม. ว่ามีการแจกแจงของข้อมูลแบบแจกแจงปกติหรือไม่ดังแสดงได้ดังรูปที่ 6.12 และ 6.13

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.12 กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ที่ระยะLift Tab 0.370 ม.ม.



รูปที่ 6.13 กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ที่ระยะLift Tab 0.400 ม.ม.

จากกราฟแสดงค่า P-value มากกว่า 0.05 ทั้ง 2 รูปดังนั้นแสดงว่าค่าความสูงของ Head Lift ที่ระยะ Lift Tab เท่ากับ 0.370 ม.ม. และ 0.400 ม.ม.มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ

6.2.6.4.2 การทดสอบสมมติฐาน

ผลการทดสอบสมมติฐานว่าค่าความแปรปรวนของความสูงของ Head Lift ของที่ระยะ Lift Tab เท่ากับ 0.370 ม.ม. และ 0.400 ม.ม. ว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ ได้ผลดังตารางที่ 6.9

ตารางที่ 6.9 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่ระยะ Lift Tab เท่ากับ 0.370 ม.ม. และ 0.400 ม.ม

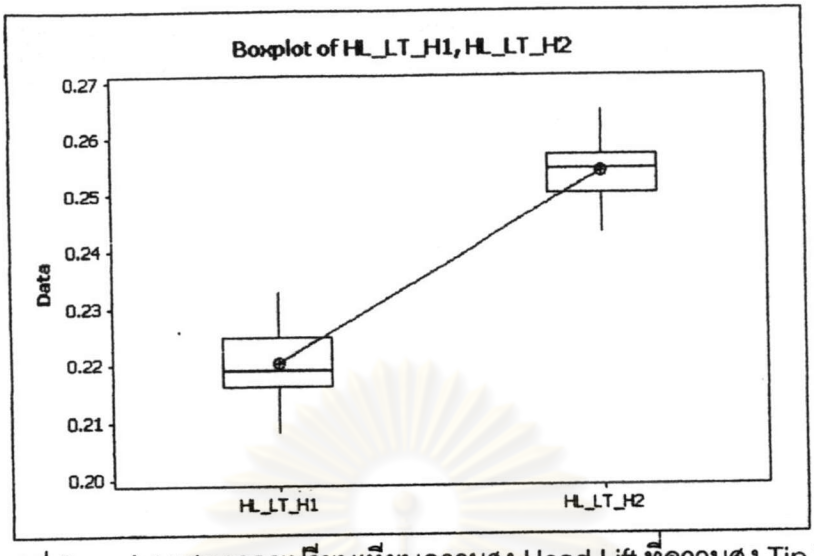
```
Test for Equal Variances: HL_LT_H1, HL_LT_H2

95% Bonferroni confidence intervals for standard
deviations

           N      Lower      StDev      Upper
HL_LT_H1  60  0.0048884  0.0059012  0.0074147
HL_LT_H2  60  0.0040525  0.0048921  0.0061468


F-Test (normal distribution)
Test statistic = 1.46, p-value = 0.153
```

จากผลการทดสอบพบว่าค่า P-value มีค่ามากกว่า 0.05 นั่นคือยอมรับสมมติฐานหลัก ดังนั้นสรุปได้ว่าความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่เกิดจากระยะ Lift Tab เท่ากับ 0.370 ม.ม. และ 0.400 ม.ม. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยของค่าความสูง Head Lift ที่เกิดจากความสูง Tip Tap ทั้ง 2 ระดับ ดังแสดงผลการคำนวนดังตารางที่ 6.10

ตารางที่ 6.10 แสดงผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยความสูง Head Lift ที่ระยะ Lift Tab เท่ากับ 0.370 ม.ม. และ 0.400 ม.ม

```
Two-Sample T-Test and CI: HL_LT_H1, HL_LT_H2

Two-sample T for HL_LT_H1 vs HL_LT_H2

           N     Mean    StDev  SE Mean
HL_LT_H1  60  0.22030  0.00590  0.00076
HL_LT_H2  60  0.25400  0.00489  0.00063


Difference = mu (HL_LT_H1) - mu (HL_LT_H2)
Estimate for difference:  -0.033700
95% CI for difference:  (-0.035660, -0.031740)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -34.05  P-
Value = 0.000  DF =118
Both use Pooled StDev = 0.0054
```



รูปที่ 6.14 กราฟ Box plot แสดงการเปรียบเทียบความสูง Head Lift ที่ความสูง Tip Tap 2 ระดับ

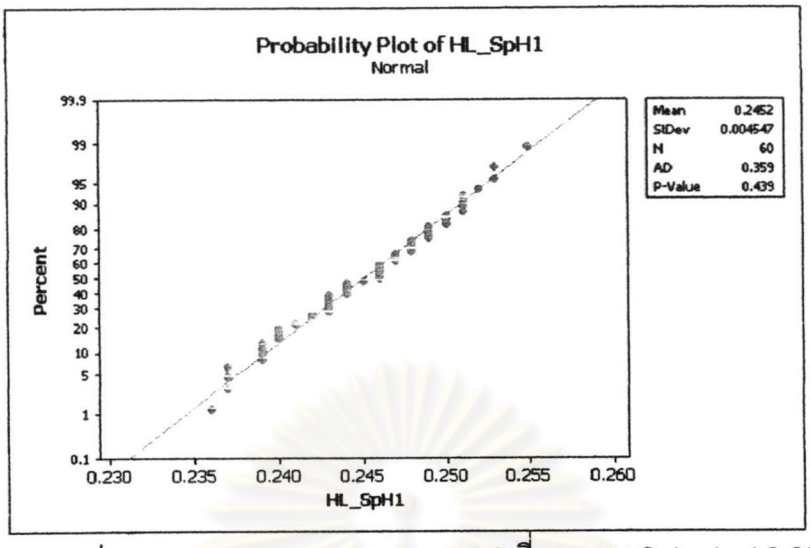
จากผลการทดสอบพบว่าค่า P-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 นั่นคือไม่สามารถยอมรับสมมติฐานหลักได้ ดังนั้นสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของความสูง Head Lift ที่ระดับความสูง Tip Tap ที่ 0.160 ม.ม. และ 0.170 ม.ม. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สรุปคือ ความสูงของ Tip Tap มีผลต่อความสูงของ Head Lift

6.2.6.5 ความสูงของ Spherical

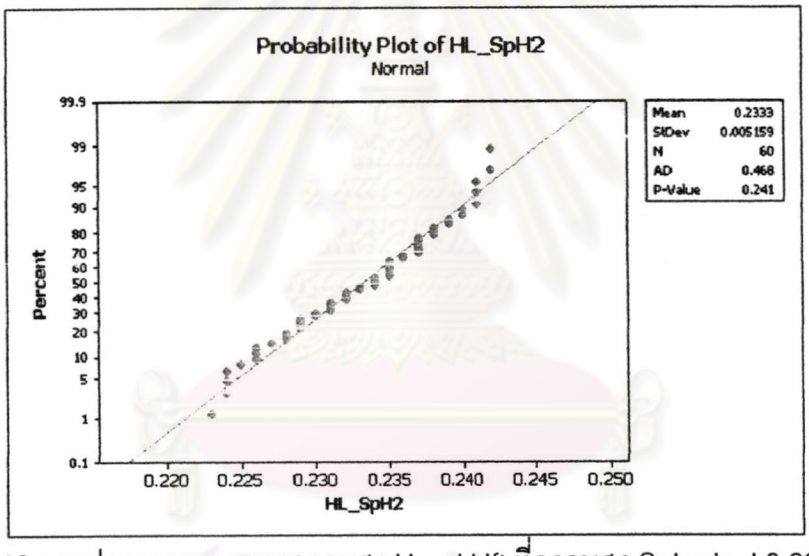
6.2.6.5.1 การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ

การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบเพื่อทดสอบค่าความสูง Head Lift ว่ามีการแจกแจงของข้อมูลแบบแจกแจงปกติหรือไม่ โดยทดสอบทีละระดับของปัจจัย โดยได้ผลดังรูปที่ 6.15 สำหรับความสูงของ Head Lift ที่ความสูง Spherical ที่ 0.205 ม.ม. และรูปที่ 6.16 สำหรับความสูงของ Head Lift ที่ความสูง Spherical ที่ 0.220 ม.ม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.15 กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ที่ความสูง Spherical 0.205 ม.ม.



รูปที่ 6.16 กราฟการกระจายของความสูง Head Lift ที่ความสูง Spherical 0.220 ม.ม.

จากการทดสอบการกระจายของข้อมูลทั้งสองกลุ่ม พบว่าข้อมูลทั้งสองกลุ่มนี้ มีการกระจายที่เป็นแบบปกติ โดยพิจารณาจากค่า P-value ที่มีค่ามากกว่า 0.05

6.2.6.1.2 การทดสอบสมมติฐาน

ในการทดสอบสมมติฐานขั้นแรกต้องทราบว่าค่าความแปรปรวนของความสูงของ Head Lift ที่ระดับความสูง Dimple 0.205 ม.ม. และ ระดับความสูง

Dimple 0.220 ม.ม. มีค่าเท่ากันหรือไม่เพื่อใช้เป็นข้อกำหนดในการทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยของความสูง Head Lift

ตารางที่ 6.11 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่เกิดจากความสูง Spherical ที่ระดับ 0.205 ม.ม. และ 0.220 ม.ม.

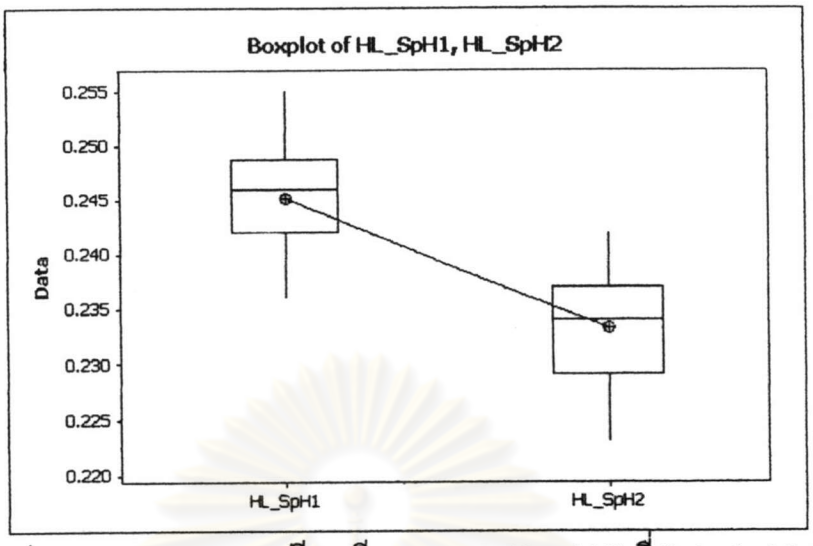
```
Test for Equal Variances: HL_SpH1, HL_SpH2

95% Bonferroni confidence intervals for standard
deviations

          N      Lower      StDev      Upper
HL_SpH1  60  0.0037664  0.0045467  0.0057128
HL_SpH2  60  0.0042740  0.0051595  0.0064828


F-Test (normal distribution)
Test statistic = 0.78, p-value = 0.334
```

จากผลการทดสอบพบว่าค่า P-value มีค่ามากกว่า 0.05 นั่นคือยอมรับสมมติฐานหลัก ดังนั้นสรุปได้ว่าความแปรปรวนของความสูง Head Lift ที่ระดับความสูง Spherical ที่ 0.205 ม.ม. และ 0.220 ม.ม. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยของค่าความสูง Head Lift ที่มาจากความสูงของ Dimple ทั้ง 2 ระดับดังแสดงผลการคำนวนดังตารางที่ 6.12

ตารางที่ 6.12 ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยความสูง Head Lift ที่เกิดจากความสูงของ Spherical ที่ระดับ 0.205 ม.ม. และ 0.220 ม.ม.

```
Two-Sample T-Test and CI: HL_SpH1, HL_SpH2

Two-sample T for HL_SpH1 vs HL_SpH2

          N     Mean    StDev  SE Mean
HL_SpH1  60  0.24515  0.00455  0.00059
HL_SpH2  60  0.23330  0.00516  0.00067


Difference = mu (HL_SpH1) - mu (HL_SpH2)
Estimate for difference:  0.011850
95% CI for difference:  (0.010092, 0.013608)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 13.35  P-
Value = 0.000  DF = 118
Both use Pooled StDev = 0.0049
```



รูปที่ 6.17 กราฟ Box plot แสดงการเปรียบเทียบความสูง Head Lift ที่ Spherical 2 ระดับ

จากผลการทดสอบพบว่าค่า P-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 นั่นคือไม่สามารถยอมรับสมมติฐานหลักได้ ดังนั้นสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของความสูง Head Lift ที่ระดับความสูง Spherical ที่ 0.205 ม.ม. และ 0.220 ม.ม. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สรุปคือความสูงของ Spherical มีผลต่อความสูงของ Head Lift

6.3 สรุปผลขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากผลการทดสอบสมมติฐานของปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยพบว่ามีเพียง 3 ปัจจัยเท่านั้นที่มีผลต่อความสูง Head Lift ดังนี้

- ความสูงของ Dimple
- ระยะของ Lift Tab
- ความสูงของ Shperical

เราจะนำปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยนี้ไปทำการหาความสัมพันธ์กับค่าความสูง Head Lift เพื่อทำการหาค่าที่เหมาะสมของความสูง Dimple, ระยะ Lift Tab และความสูง Spherical เพื่อจะทำให้มีของเสียน้อยที่สุดและมีค่าความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตในระยะยาว (Ppk) มากที่สุดในขั้นตอนต่อไป