บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการทดลองสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่คือ ส่วนของการทดลองจริง ส่วนของการจำลองโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ และส่วนของการวิเคราะห์ด้วย DOE ซึ่งผลที่ได้แสดงดังต่อไปนี้

4.1 ส่วนของการทดลองจริง

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่า Punch Load ของวัสดุชนิดต่างๆ ที่ได้จากการทดลอง

ชนิดวัสดุ	Punch Load (kN)				
	0.5mm.	1.0mm.	1.5mm.	2.0mm.	2.5mm.
1. Aluminum	5	6.5	11	23	40
2. Brass	10	16.3	21.11	35.74	63.15
3. SUS304	15	28.19	31.53	36.52	40.25
4. SPCC	17	32.15	41.6	44.22	51.17
5. SUS430	53	55.2	65.56	80.12	90.5

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบผลของความหนาวัสดุกับความสูงของถ้วย ที่ได้จากการทดลอง

ชนิดวัสดุ	ความสูงของถ้วย(mm.)				
	0.5mm.	1.0mm.	1.5mm.	2.0mm.	2.5mm.
1. Aluminum	10	13.21	14	14.36	16
2. Brass	15.5	17.7	20.07	22.24	23.59
3. SUS304	17.8	19.89	20.14	20.28	20.54
4. SPCC	15.11	17.12	18	21.4	22.37
5. SUS430	16	17.6	19.32	23.52	25.14

4.2 ส่วนของการจำลองทางไฟไนต์เอลิเมนต์

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบค่า Punch Load ของวัสดุชนิดต่างๆ ที่ได้จากการจำลองไฟไนต์ - เอลิเมนต์

ชนิดวัสดุ	Punch Load (kN)				
	0.5mm.	1.0mm.	1.5mm.	2.0mm.	2.5mm.
1. Aluminum	5.9	7.53	12.4	24.5	42.9
2. Brass	12	16.74	17.89	34.59	65.22
3. SUS304	16.5	30.24	35.12	35.58	42.54
4. SPCC	17.56	28.67	38.31	43.65	52.14
5. SUS430	57	59.5	64.5	75.55	93.45

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบผลความหนาวัสดุกับความสูงของถ้วย ที่ได้จากการจำลองไฟไนต์ - เอลิเมนต์

ชนิดวัสดุ	ความสูงของถ้วย(mm.)				
	0.5mm.	1.0mm.	1.5mm.	2.0mm.	2.5mm.
1. Aluminum	11.12	14.1	16.4	18.6	19.12
2. Brass	16.45	18.18	21.22	24.57	26.14
3. SUS304	19.13	20.85	23.17	22.88	24.56
4. SPCC	16.84	18.99	21.43	23.67	25.17
5. SUS430	18.55	19.54	22.34	25.11	28.56

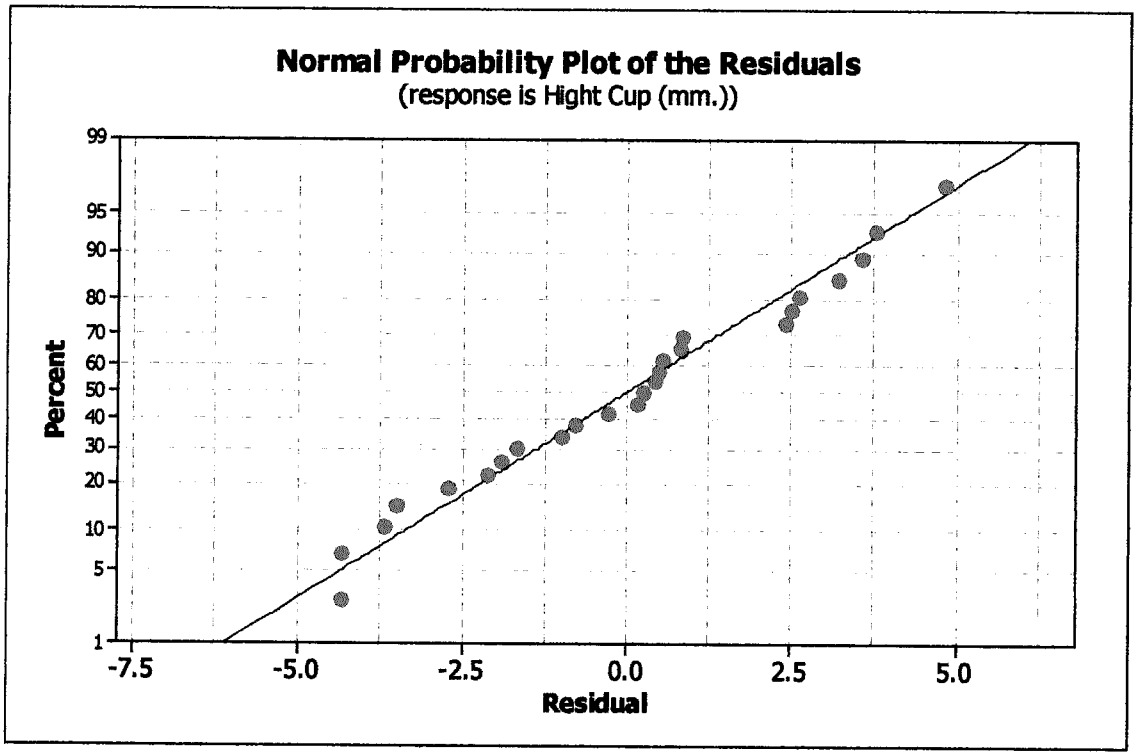
4.3 ส่วนของการวิเคราะห์ด้วย DOE

การวิเคราะห์คุณสมบัติของข้อมูล

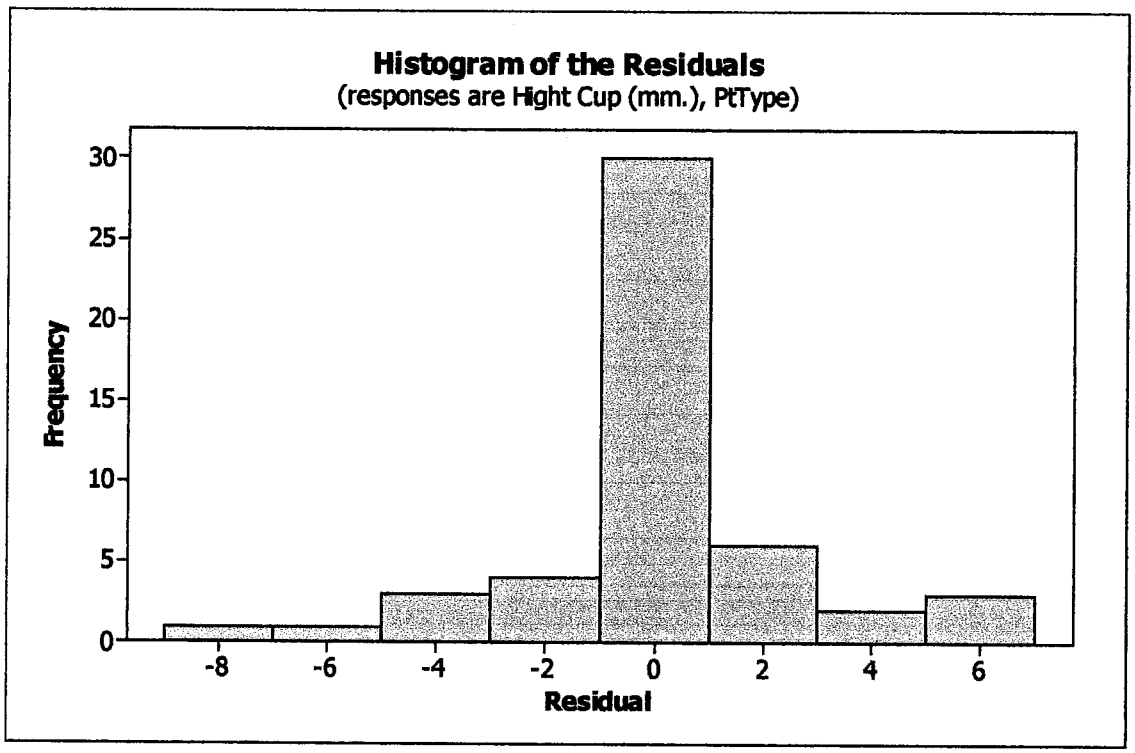
1. การวิเคราะห์คุณสมบัติการแจกแจงแบบปกติ จากกราฟแสดงความน่าจะเป็นของค่าความผิดพลาดที่มีการกระจายตัวแบบปกติดังภาพที่ 4.1, ภาพที่ 4.2 ค่าความผิดพลาด (Residuals) มีลักษณะเป็นเส้นตรง แสดงว่าค่าความผิดพลาดมีการกระจายแบบปกติ ซึ่งฮีสโตแกรม (Histogram of the Residuals) ก็สามารถอธิบายได้เช่นกันเพราะเป็นรูประฆังคว่ำ **ดังนั้นข้อสมมุติฐานข้อนี้ผ่าน**

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติความแปรปรวนคงที่ จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความผิดพลาดและค่าเฉลี่ยดังภาพที่ 4.3 ค่าความผิดพลาด (Residuals) มีลักษณะเป็นการกระจายแบบสุ่มไม่มีรูปแบบ (N0 Pattern) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่ามีความแปรปรวนคงทีและเป็นอิสระต่อกัน **ดังนั้นข้อสมมุติฐานข้อนี้ผ่าน**

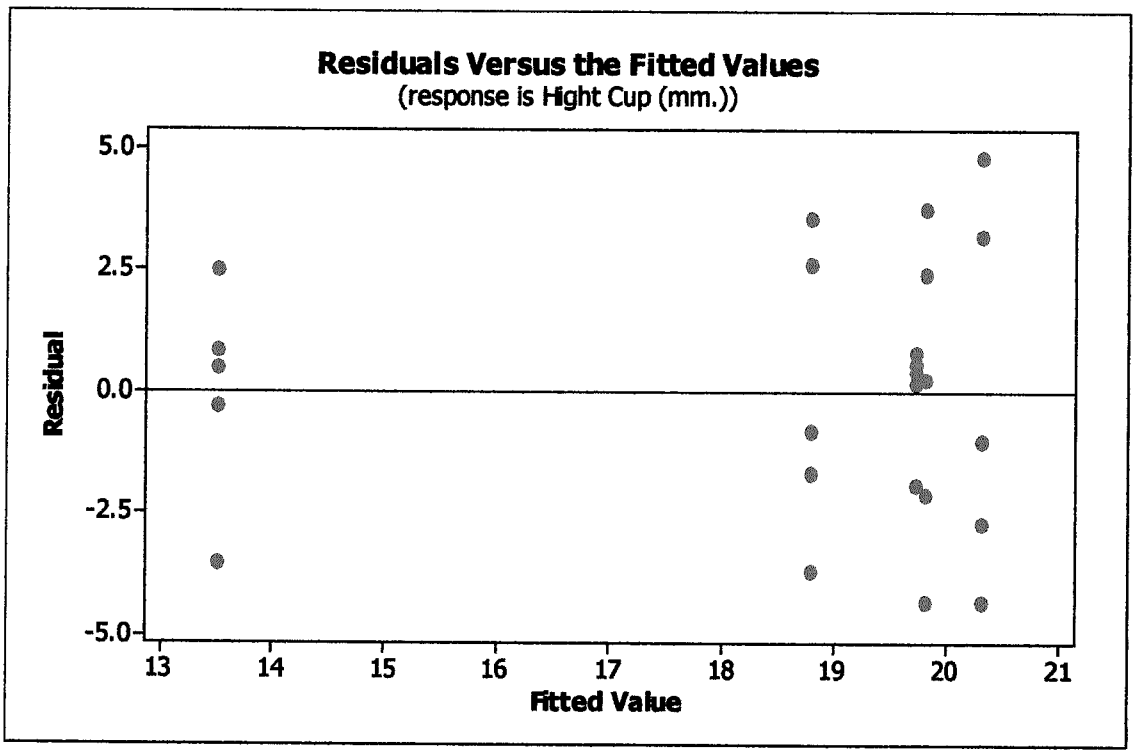
3.การวิเคราะห์คุณสมบัติการสุ่ม จากกราฟในแสดงความสัมพันธ์ของค่าความผิดพลาดและลำดับที่ของการทดลองภาพที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ของค่าความผิดพลาด (Residuals) และลำดับที่ของการทดลองแสดงให้เห็นว่าข้อมูลไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างเห็นได้ชัด (Trend) แสดงว่ามีภาวะการสุ่มของข้อมูลและเป็นอิสระต่อกัน **ดังนั้นข้อสมมุติฐานข้อนี้ผ่าน**



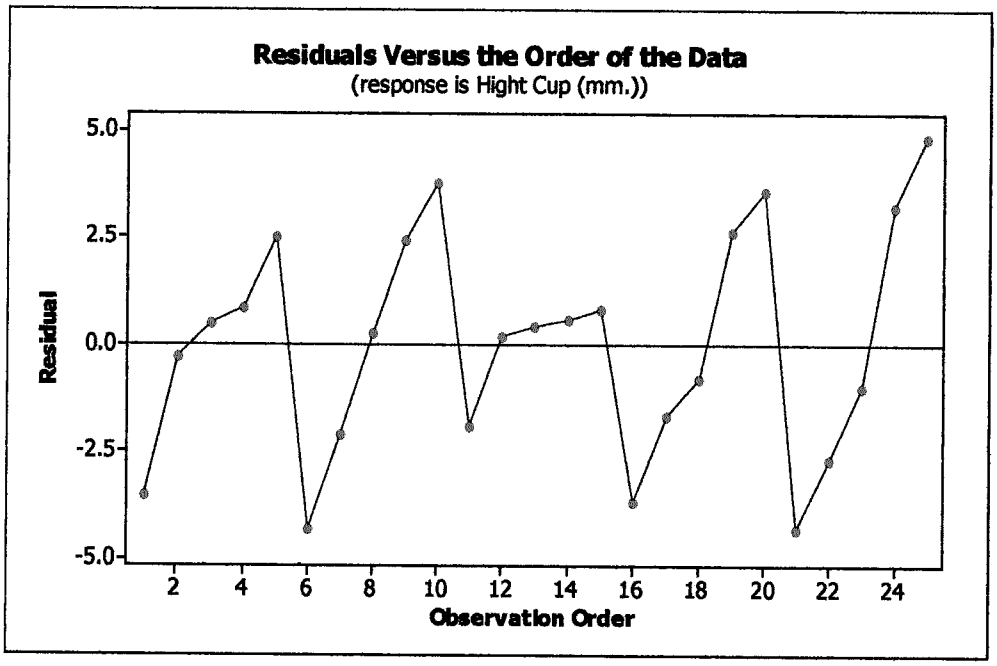
ภาพที่4.1 กราฟแสดงความน่าจะเป็นของค่าความผิดพลาดที่มีการกระจายตัวแบบปกติ



ภาพที่4.2 กราฟแสดงความน่าจะเป็นของค่าความผิดพลาดที่มีการกระจายตัวแบบปกติ



ภาพที่4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความผิดพลาดและค่าเฉลี่ย



ภาพที่4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความผิดพลาดและลำดับที่ของการทดลอง