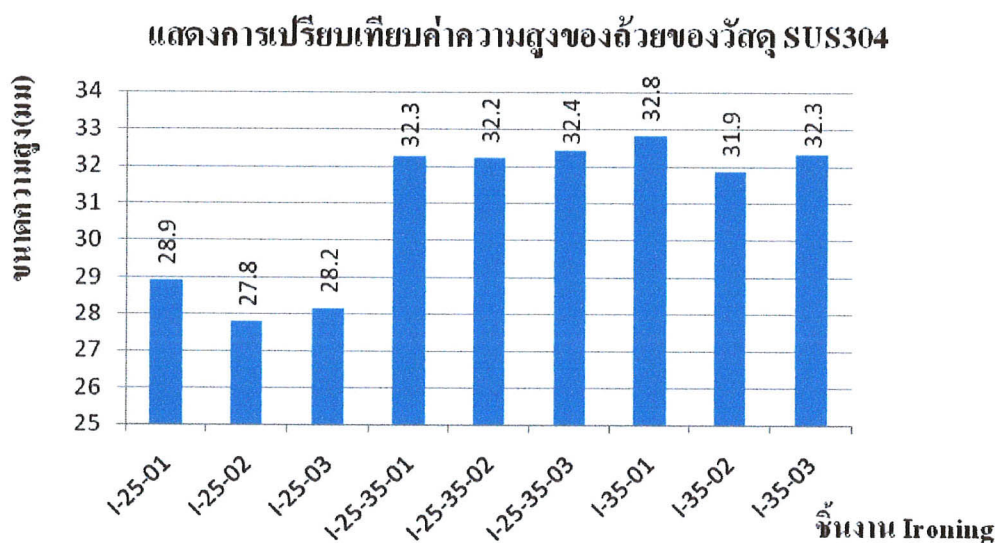


บทที่ 4

ผลการทดลอง

บทนี้จะเป็นการนำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองในบทที่ผ่านมาและเปรียบเทียบข้อมูลต่างๆของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง เช่น การเปรียบเทียบความสูง การเปรียบเทียบความหนา การเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก การเปรียบเทียบความเรียบผิวตามแนวแกนของชิ้นงาน และตามแนวขวางชิ้นงาน การเปรียบเทียบแรง และมีตารางสรุปผลการทดลองในกระบวนการกรดรีดขึ้นรูปโลหะ (Ironing)

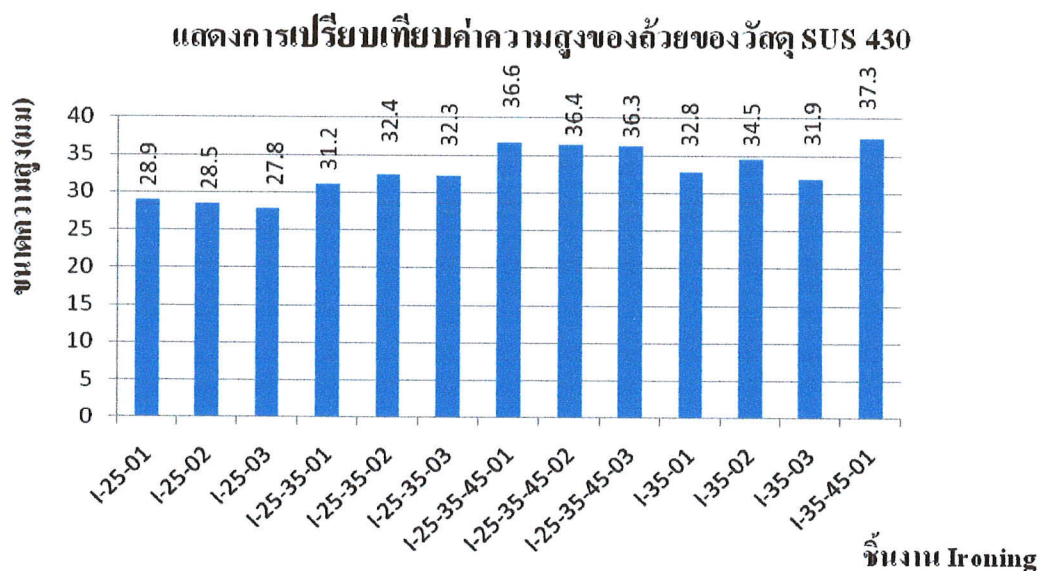
4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสูงของวัสดุที่ทดลอง



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสูงของ SUS 304

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

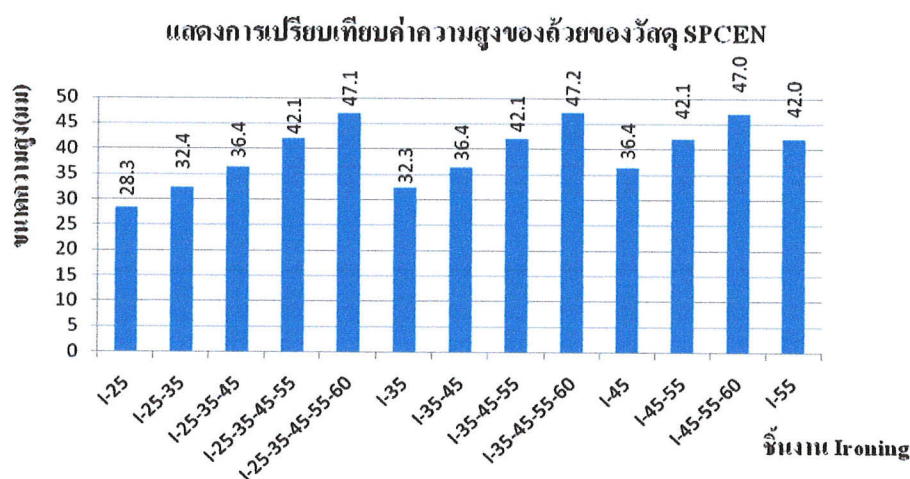
จากกราฟจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของการกรดรีดขึ้นรูป (Ironing) ยิ่งมากก็จะยิ่งได้ความสูงเพิ่มขึ้นตามลำดับดูจาก I-25% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 28.90 มิลลิเมตร, 27.81 มิลลิเมตร, 28.16 มิลลิเมตร ส่วน I-35% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 32.82 มิลลิเมตร, 31.87 มิลลิเมตร, 32.33 มิลลิเมตร ตามลำดับ และในกระบวนการต่อเนื่อง I-25%-35% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 32.27 มิลลิเมตร, 32.42 มิลลิเมตร, 32.42 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสูงของ SUS 430

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

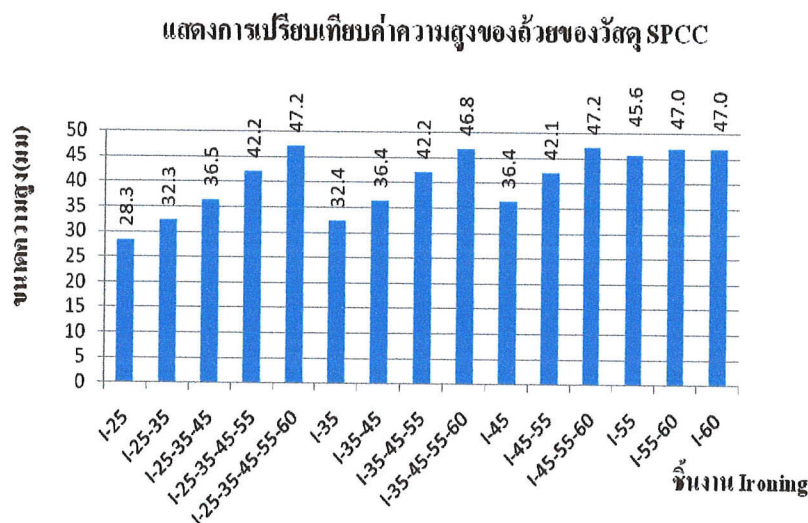
จากกราฟจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของการกดรีดขึ้นรูปยิ่งมากก็จะยิ่งได้ความสูงเพิ่มขึ้น ตามลำดับดูจาก I-25% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 28.90 มิลลิเมตร, 28.48 มิลลิเมตร, 27.81 มิลลิเมตร ส่วน I-35% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 32.82 มิลลิเมตร, 34.51 มิลลิเมตร, 31.87 มิลลิเมตร ตามลำดับ และในกระบวนการต่อเนื่อง I-25%-35% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 31.16 มิลลิเมตร, 32.27 มิลลิเมตร ส่วน I-25%-35%-45% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 36.64 มิลลิเมตร, 36.38 มิลลิเมตร, 36.32 มิลลิเมตร ส่วน I-35%-45% ของ 1 ได้ความสูง 37.3 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความสูงของ SPCEN

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของการกรดรีดขึ้นรูป ยิ่งมากก็จะยิ่งได้ความสูงเพิ่มขึ้นตามลำดับดูจากค่าเฉลี่ยของ I-25% ได้ความสูงที่ 28.33 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35% ได้ความสูงที่ 32.33 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-45% ได้ความสูง 36.43 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-55% ได้ความสูง 41.97 มิลลิเมตรและในกระบวนการต่อเนื่อง ค่าเฉลี่ยของ I-25%-35% ได้ความสูงที่ 32.36 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-25%-35%-45% ได้ความสูงที่ 36.40 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-25%-35%-45%-55% ได้ความสูงที่ 41.10 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-25%-35%-45%-55%-60% ได้ความสูง 46.06 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35%-45% ได้ความสูงที่ 36.43 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35%-45%-55% ได้ความสูงที่ 42.08 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35%-45%-55%-60% ได้ความสูงที่ 47.19 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-45%-55% ได้ความสูงที่ 42.10 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-45%-55%-60% ได้ความสูงที่ 47.08 มิลลิเมตร



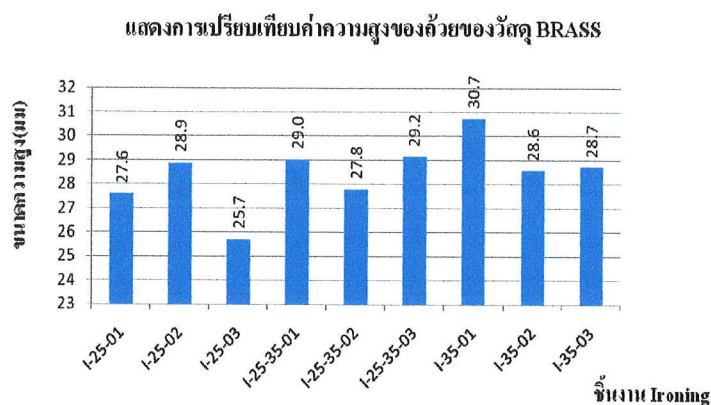
ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความสูงของ SPCC

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของการกรดรีดขึ้นรูป ยิ่งมากก็จะยิ่งได้ความสูงเพิ่มขึ้นตามลำดับดูจากค่าเฉลี่ยของ I-25% ได้ความสูงที่ 28.60 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35% ได้ความสูงที่ 32.40 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-45% ได้ความสูง 36.44 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-55% ได้ความสูง 45.60 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-60% ได้ความสูง 47.00 มิลลิเมตรและในกระบวนการต่อเนื่อง ค่าเฉลี่ยของ I-25%-35% ได้ความสูงที่ 32.33 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-25%-35%-45% ได้ความสูงที่ 36.45 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-25%-35%-45%-55% ได้ความสูงที่



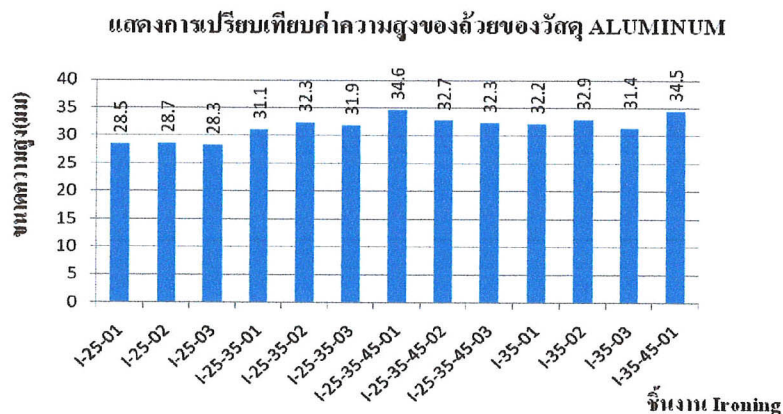
ค่าเฉลี่ยของ I-35%-45% ได้ความสูงที่ 36.43 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35%-45%-55% ได้ความสูงที่ 42.16 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35%-45%-55%-60% ได้ความสูงที่ 46.81 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-45%-55% ได้ความสูงที่ 42.10 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-45%-55%-60% ได้ความสูงที่ 47.19 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-55%-60% ได้ความสูงที่ 47 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงความสูงของBRASS

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของการครีดยื่นรูป (Ironing) ยิ่งมากก็จะยิ่งได้ความสูงเพิ่มขึ้นตามลำดับดูจาก I-25% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 27.59 มิลลิเมตร, 28.88 มิลลิเมตร, 25.72 มิลลิเมตร ส่วน I-35% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 29.02 มิลลิเมตร, 27.78 มิลลิเมตร, 29.15 มิลลิเมตร ตามลำดับ และในกระบวนการต่อเนื่อง I-25%-35% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 30.74 มิลลิเมตร, 28.57 มิลลิเมตร, 28.72 มิลลิเมตร

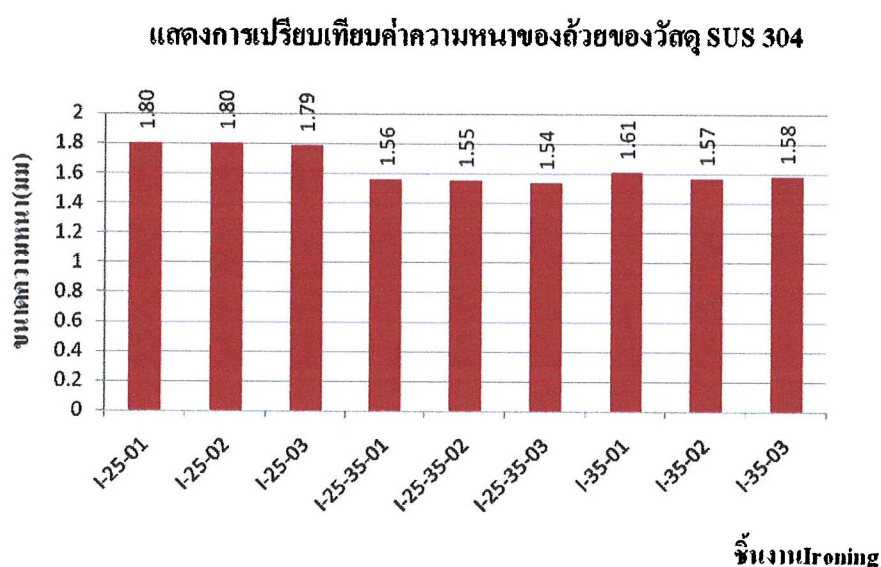


ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงความสูงของ ALUMINUM

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ของการกรดรีดขึ้นรูปยิ่งมากก็จะยิ่งได้ความสูงเพิ่มขึ้นตามลำดับดูจาก I-25% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 28.49 มิลลิเมตร, 28.65 มิลลิเมตร, 28.29 มิลลิเมตร ส่วน I-35% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 31.14 มิลลิเมตร, 32.27 มิลลิเมตร, 31.87 มิลลิเมตรตามลำดับ และในกระบวนการต่อเนื่อง I-25%-35% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 32.27 มิลลิเมตร, 31.87 มิลลิเมตร ส่วน I-25%-35%-45% ของ 1, 2, 3 ได้ความสูงที่ 34.62 มิลลิเมตร, 32.72 มิลลิเมตร, 32.25 มิลลิเมตร ส่วน I-35%-45% ของ 1 ได้ความสูง 34.47 มิลลิเมตร

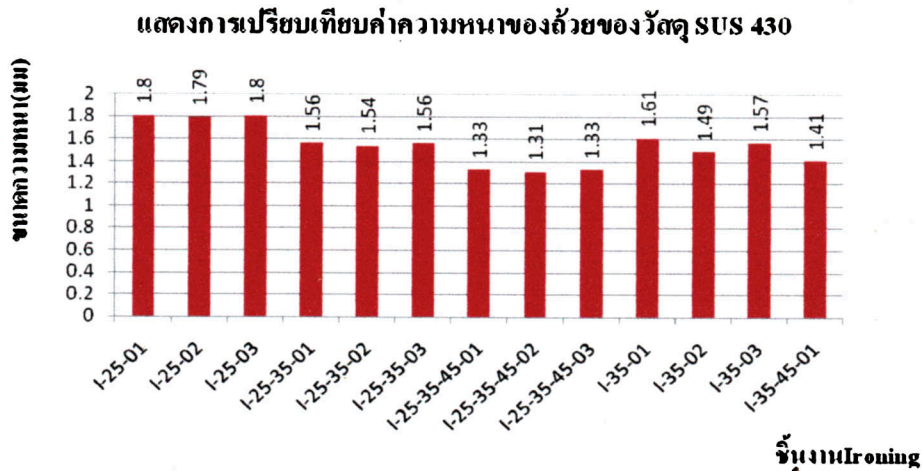
4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าความหนาของวัสดุที่ทดลอง



ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงความหนาของวัสดุ 304

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

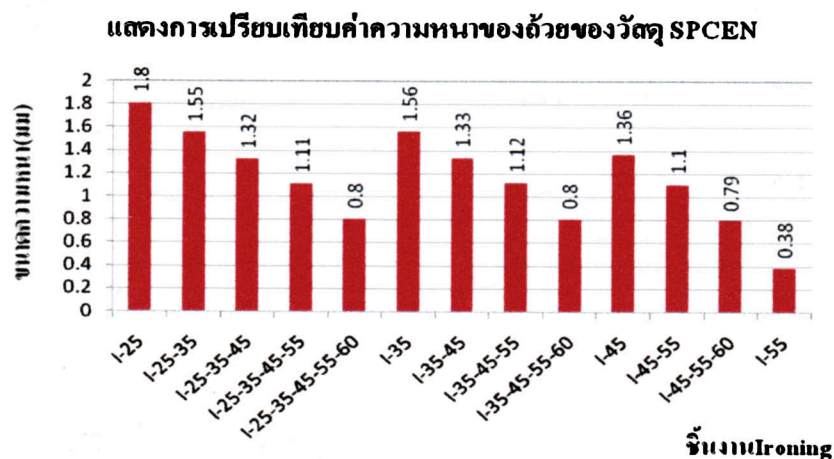
จากกราฟจะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ของการกรดรีดขึ้นรูปยิ่งมากก็จะยิ่งได้ความหนาลดลงตามลำดับดูจาก I-25% ของ 1, 2, 3 ได้ความหนาที่ 1.80 มิลลิเมตร, 1.80 มิลลิเมตร, 1.79 มิลลิเมตร ส่วน I-35% ของ 1, 2, 3 ได้ความหนาที่ 1.61 มิลลิเมตร, 1.57 มิลลิเมตร, 1.58 มิลลิเมตร ตามลำดับและในกระบวนการต่อเนื่อง I-25%-35% ของ 1, 2, 3 ได้ความหนาที่ 1.56 มิลลิเมตร, 1.55 มิลลิเมตร, 1.61 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงความหนาของวัสดุ 430

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของกครีคขึ้นรูป ยิ่งมากก็จะยิ่งได้ความหนาลดลงตามลำดับจาก I-25%ของ 1,2,3 ได้ความหนาที่ 1.80 มิลลิเมตร, 1.79 มิลลิเมตร, 1.80 มิลลิเมตร ส่วน I-35%ของ 1,2,3 ได้ความหนาที่ 1.61 มิลลิเมตร, 1.49 มิลลิเมตร, 1.57 มิลลิเมตรตามลำดับ และในกระบวนการต่อเนื่อง I-25%-35% ของ 1,2,3 ได้ความหนาที่ 1.56 มิลลิเมตร, 1.54 มิลลิเมตร 1.56 มิลลิเมตร ส่วน I-25%-35%-45% ของ 1,2,3 ได้ความหนาที่ 1.33 มิลลิเมตร, 1.31 มิลลิเมตร, 1.33 มิลลิเมตร ส่วน I-35%-45% ของ 1 ได้ความหนา 1.41 มิลลิเมตร

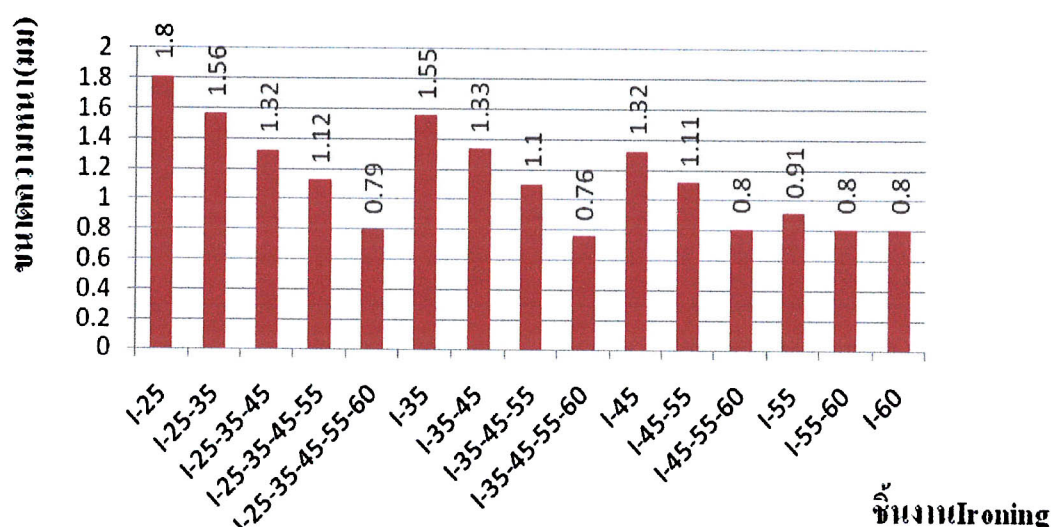


ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงความหนาของวัสดุ SPEN

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของการครีดยิ่งมากขึ้นรูป ยิ่งมากก็จะยิ่งได้ความหนาลดลงตามลำดับดูจากค่าเฉลี่ยของ I-25% ได้ความหนาที่ 1.80 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35% ได้ความหนาที่ 1.56 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-45% ได้ความหนา 1.36 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-55% ได้ความหนา 0.38 มิลลิเมตรและในกระบวนการต่อเนื่อง ค่าเฉลี่ยของ I-25%-35% ได้ความหนาที่ 1.55 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-25%-35%-45% ได้ความหนาที่ 1.32 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-25%-35%-45%-55% ได้ความหนาที่ 1.11 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-25%-35%-45%-55%-60% ได้ความหนา 0.80 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35%-45% ได้ความหนาที่ 1.33 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35%-45%-55% ได้ความหนาที่ 1.12 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35%-45%-55%-60% ได้ความหนาที่ 0.8 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-45%-55% ได้ความหนาที่ 1.11 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-45%-55%-60% ได้ความหนาที่ 0.38 มิลลิเมตร

แสดงการเปรียบเทียบค่าความหนาของถ้วยของวัสดุ SPCC



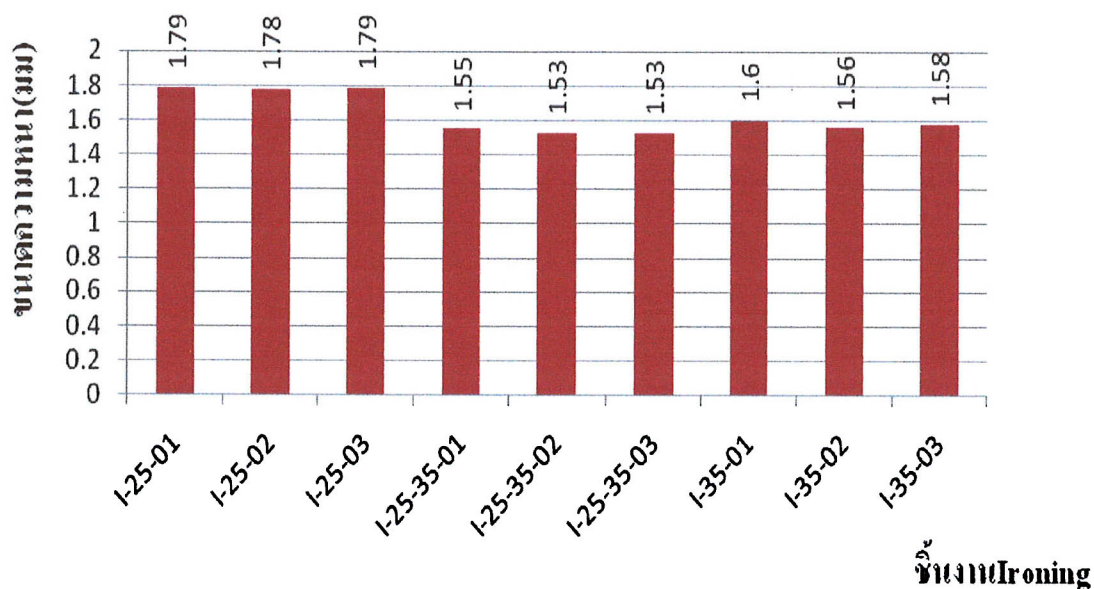
ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงความหนาของวัสดุ SPCC

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของการครีดยิ่งมากขึ้นรูป ยิ่งมากก็จะยิ่งได้ความหนาเพิ่มขึ้นตามลำดับดูจากค่าเฉลี่ยของ I-25% ได้ความหนาที่ 1.80 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35% ได้ความหนาที่ 1.55 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-45% ได้ความหนา 1.32 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-55% ได้ความหนา 0.91 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-60% ได้ความหนา 0.80 มิลลิเมตรและในกระบวนการต่อเนื่อง ค่าเฉลี่ยของ I-25%-35% ได้ความหนาที่ 1.56 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-

25%-35%-45% ได้ความหนาที่ 1.32 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-25%-35%-45%-55% ได้ความหนาที่ 1.12 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-25%-35%-45%-55%-60% ได้ความหนา 0.79 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35%-45% ได้ความหนาที่ 1.33 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35%-45%-55% ได้ความหนาที่ 1.10 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-35%-45%-55%-60% ได้ความหนาที่ 0.76 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-45%-55% ได้ความหนาที่ 1.11 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-45%-55%-60% ได้ความหนาที่ 0.80 มิลลิเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ I-55%-60% ได้ความหนาที่ 0.8 มิลลิเมตร

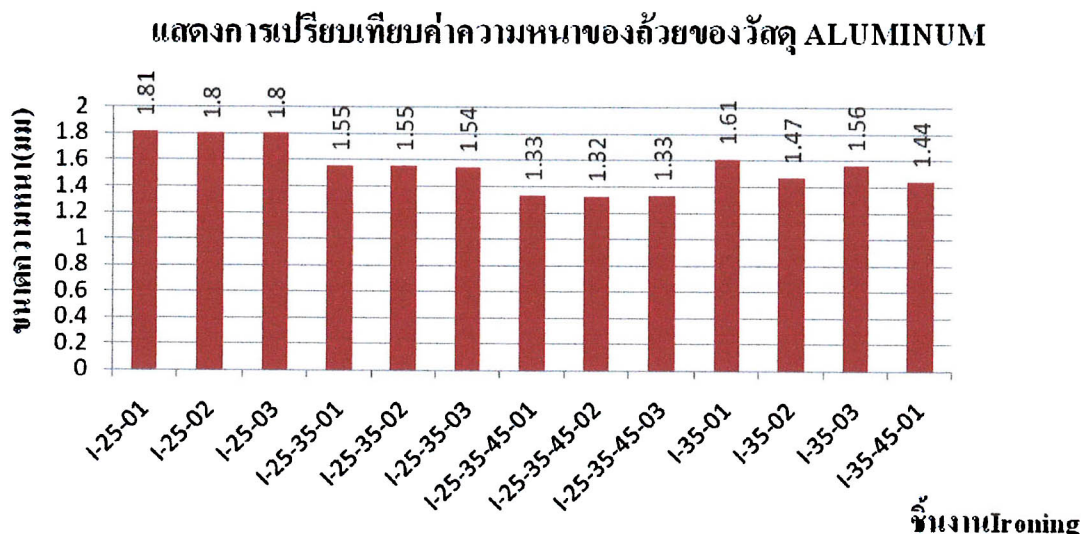
แสดงการเปรียบเทียบค่าความหนาของถ้วยของวัสดุ BRASS



ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงความหนาของวัสดุ BRASS

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของการกดรีดขึ้นรูปยิ่งมากก็จะยิ่งได้ความหนาลดลง ตามลำดับดูจาก I-25% ของ 1, 2, 3 ได้ความหนาที่ 1.79 มิลลิเมตร, 1.78 มิลลิเมตร, 1.79 มิลลิเมตร ส่วน I-35% ของ 1, 2, 3 ได้ความหนาที่ 1.55 มิลลิเมตร, 1.53 มิลลิเมตร, 1.6 มิลลิเมตร ตามลำดับและในกระบวนการต่อเนื่อง I-25%-35% ของ 1, 2, 3 ได้ความหนาที่ 1.56 มิลลิเมตร, 1.55 มิลลิเมตร, 1.58 มิลลิเมตร

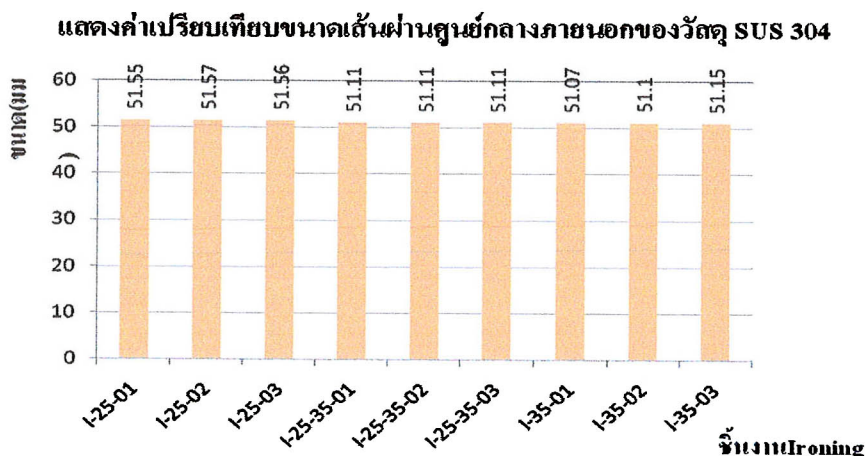


ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงค่าความหนาของวัสดุ ALUMINUM

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของกรดรีดขึ้นรูป ยิ่งมากก็จะยิ่งได้ความหนาลดลงตามลำดับดูจาก I-25%ของ 1,2,3 ได้ความหนาที่ 1.81 มิลลิเมตร, 1.80 มิลลิเมตร, 1.80 มิลลิเมตร ส่วน I-35%ของ 1,2,3 ได้ความหนาที่ 1.55 มิลลิเมตร, 1.55 มิลลิเมตร, 1.54 มิลลิเมตรตามลำดับ และในกระบวนการต่อเนื่อง I-25%-35% ของ 1,2,3 ได้ความหนาที่ 1.33 มิลลิเมตร, 1.32 มิลลิเมตร, 1.33 มิลลิเมตร ส่วน I-25%-35%-45% ของ 1,2,3 ได้ความหนาที่ 1.61 มิลลิเมตร, 1.47 มิลลิเมตร, 1.56 มิลลิเมตร ส่วน I-35%-45% ของ 1 ได้ความหนา 1.44 มิลลิเมตร

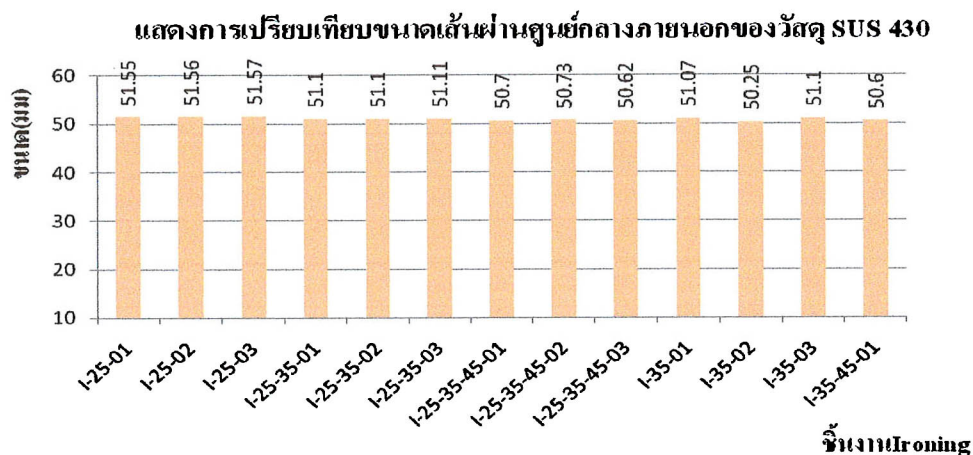
4.3 แสดงค่าเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของวัสดุที่ทดลอง



ภาพที่ 4.13 กราฟขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของ SUS 304

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

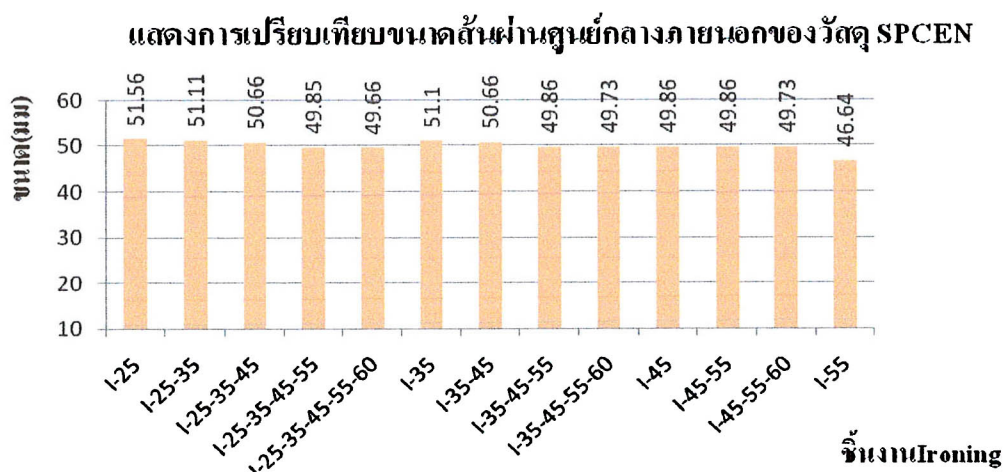
จากกราฟจะเห็นได้ว่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่ขนาดจะลดลงเรื่อยๆตามเปอร์เซ็นต์ของกระบวนการรีดขึ้นรูป เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกจะขึ้นอยู่ที่เปอร์เซ็นต์ของการไอออนนิ่ง และลำดับของการไอออนนิ่ง



ภาพที่ 4.14 กราฟขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของ SUS 430

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ก

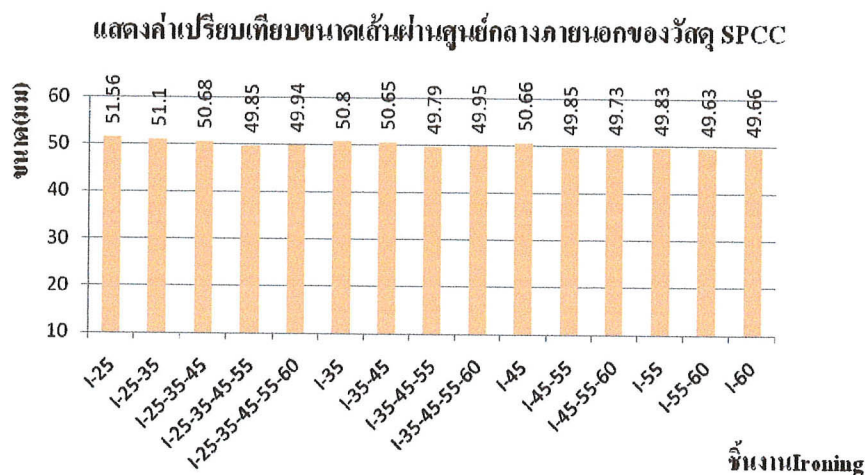
จากกราฟจะเห็นได้ว่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่ขนาดจะลดลงเรื่อยๆตามเปอร์เซ็นต์ของกระบวนการรีดขึ้นรูป เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกจะขึ้นอยู่ที่เปอร์เซ็นต์ของการไอออนนิ่ง และลำดับของการไอออนนิ่ง



ภาพที่ 4.15 กราฟขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของ SPEN

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ก

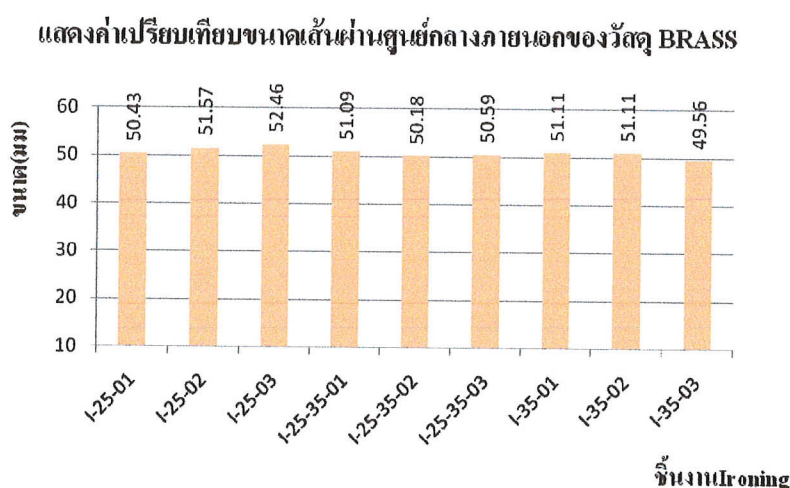
จากกราฟจะเห็นได้ว่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่ขนาดจะลดลงเรื่อยๆตามเปอร์เซ็นต์ของกระบวนการรีดขึ้นรูป เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกจะขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ของการไอออนนิ่ง และลำดับของการไอออนนิ่ง



ภาพที่ 4.16 กราฟขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของ SPCC

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่ขนาดจะลดลงเรื่อยๆตามเปอร์เซ็นต์ของกระบวนการรีดขึ้นรูป เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกจะขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ของการไอออนนิ่ง และลำดับของการไอออนนิ่ง

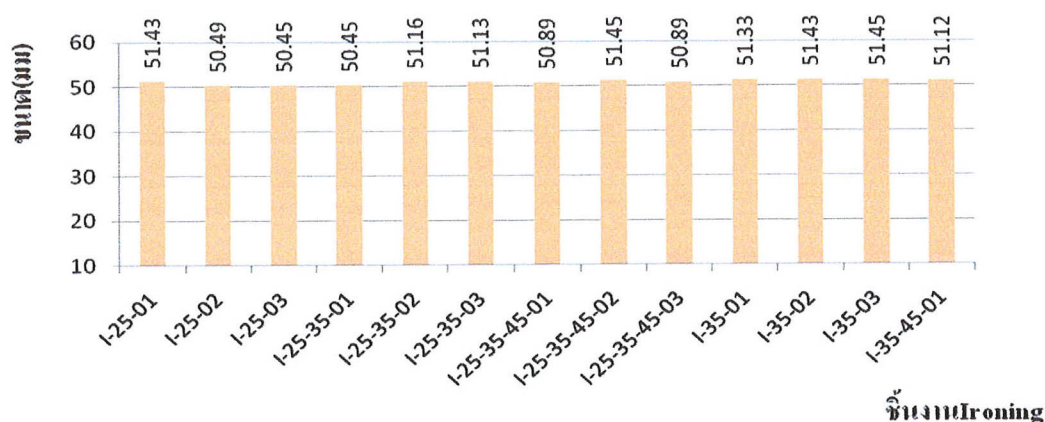


ภาพที่ 4.17 กราฟขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของ BRASS

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่ขนาดจะลดลงเรื่อยๆตามเปอร์เซ็นต์ของกระบวนการรีดขึ้นรูป เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกจะขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ของการไอออนนิ่ง และลำดับของการไอออนนิ่ง

แสดงค่าเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของวัสดุ ALUMINUM

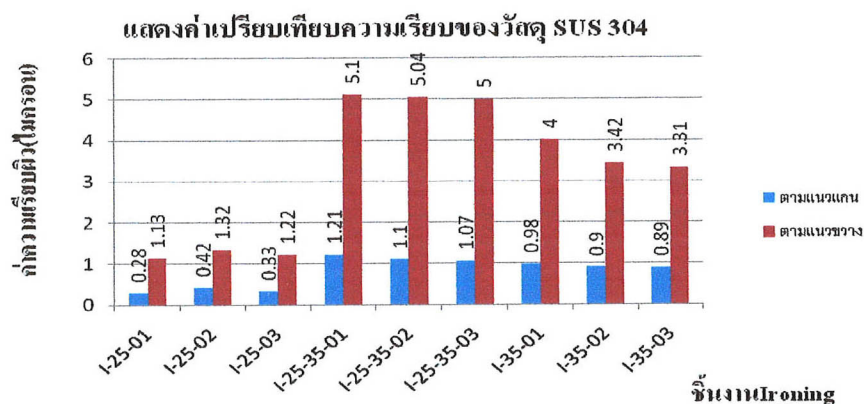


ภาพที่ 4.18 กราฟขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของ ALUMINUM

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ก

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่ขนาดจะลดลงเรื่อยๆตามเปอร์เซ็นต์ของกระบวนการรีดขึ้นรูป เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกจะขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ของการไอออนนิ่ง และลำดับของการไอออนนิ่ง

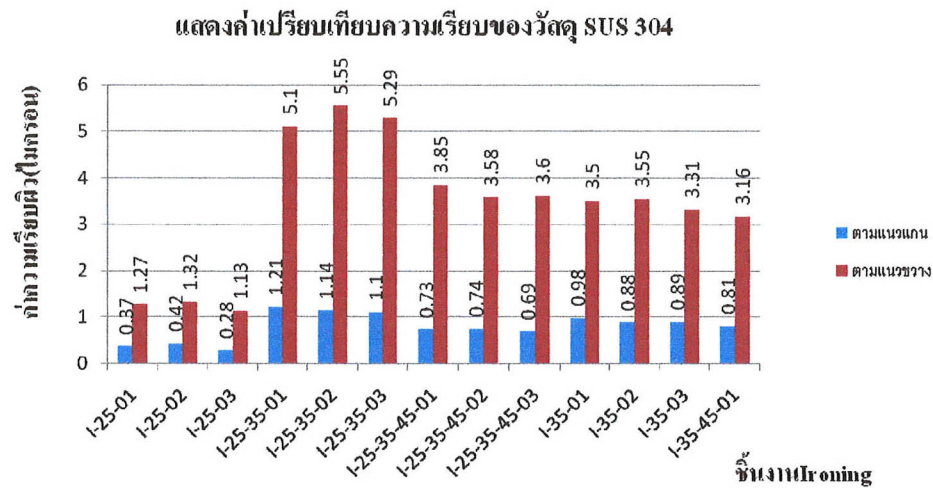
4.4 การเปรียบเทียบค่าความเรียบผิวตามแนวแกนและตามแนวขวางของวัสดุที่ทดลอง



ภาพที่ 4.19 กราฟแสดงเปรียบเทียบค่าความเรียบผิวของวัสดุ SUS304

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ก

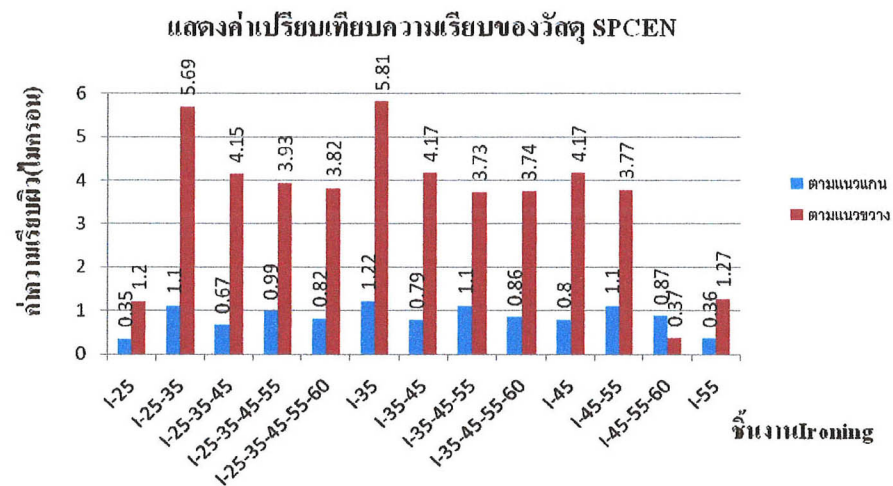
จากกราฟจะเป็นการเปรียบเทียบความเรียบผิวตามแนวแกนของชิ้นงานกับตามแนวขวาง
ชิ้นงาน



ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงเปรียบเทียบค่าความเรียบผิวของวัสดุ SUS 430

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

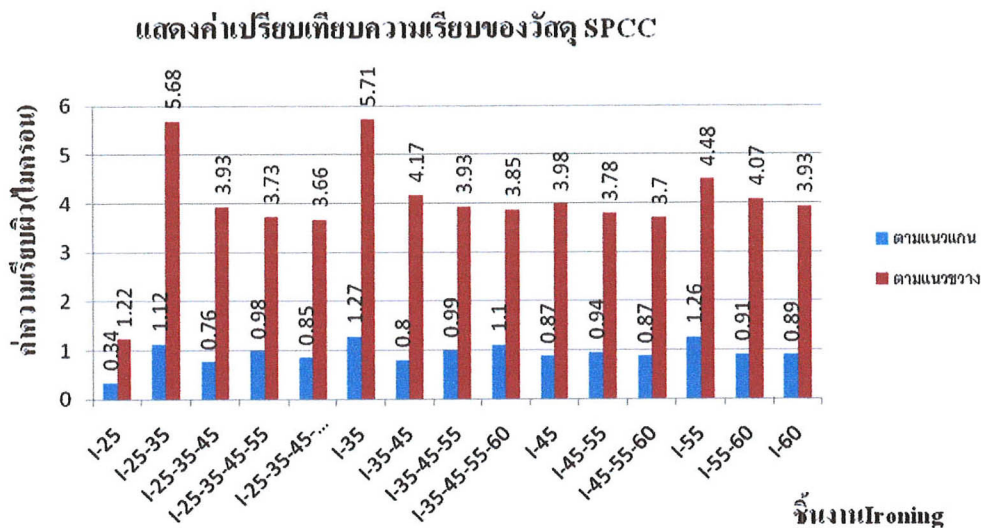
จากกราฟจะเป็นการเปรียบเทียบความเรียบผิวตามแนวแกนของชิ้นงานกับตามแนวขวาง
ชิ้นงาน



ภาพที่ 4.21 กราฟแสดงเปรียบเทียบค่าความเรียบผิวของวัสดุ SPEN

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

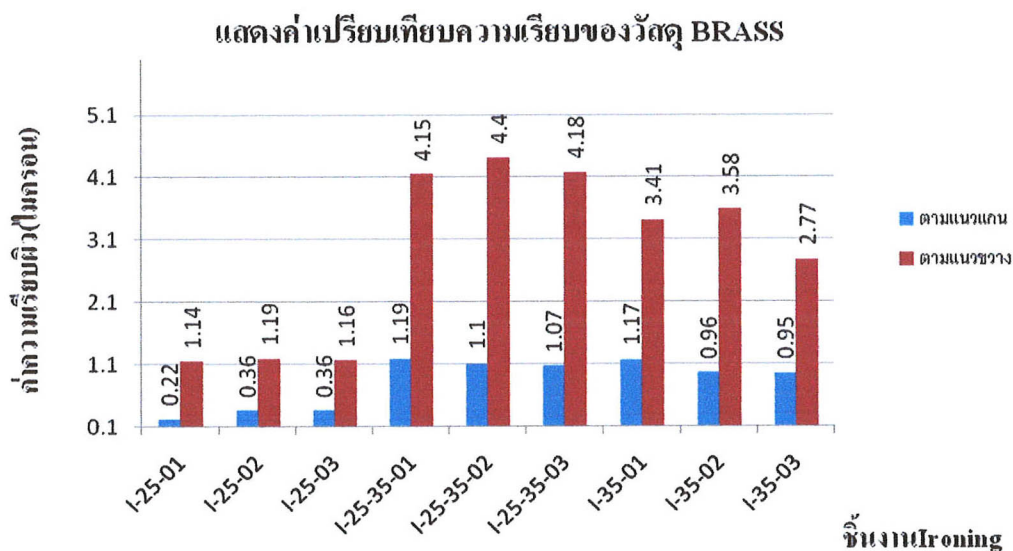
จากกราฟจะเป็นการเปรียบเทียบความเรียบผิวตามแนวแกนของชิ้นงานกับตามแนวขวาง
ชิ้นงาน



ภาพที่ 4.22 กราฟแสดงเปรียบเทียบค่าความเรียบผิวของวัสดุ SPCC

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

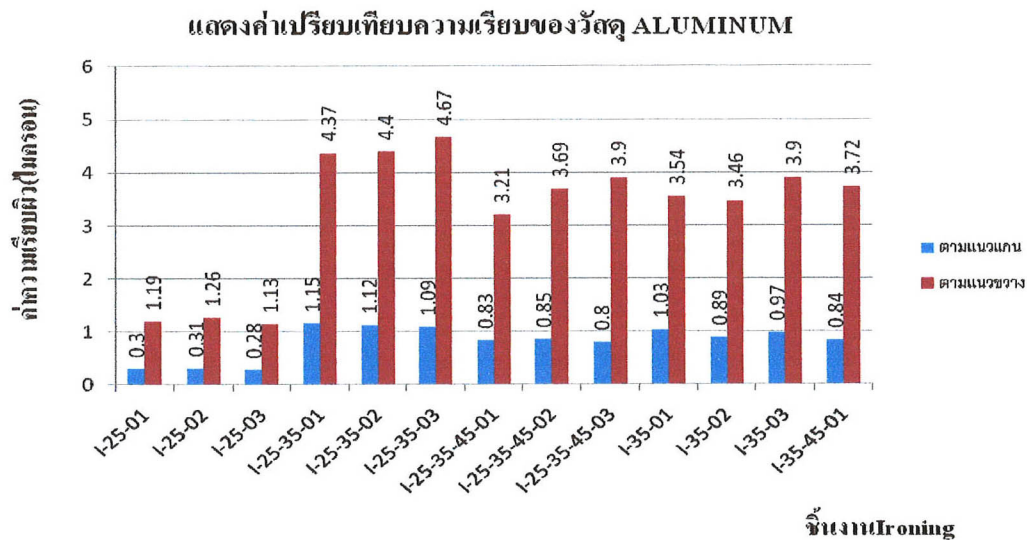
จากกราฟจะเป็นการเปรียบเทียบความเรียบผิวตามแนวแกนของชิ้นงานกับตามแนวขวาง
ชิ้นงาน



ภาพที่ 4.23 กราฟแสดงเปรียบเทียบค่าความเรียบผิวของวัสดุ BRASS

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเป็นการเปรียบเทียบความเรียบผิวตามแนวแกนของชิ้นงานกับตามแนวขวาง
ชิ้นงาน

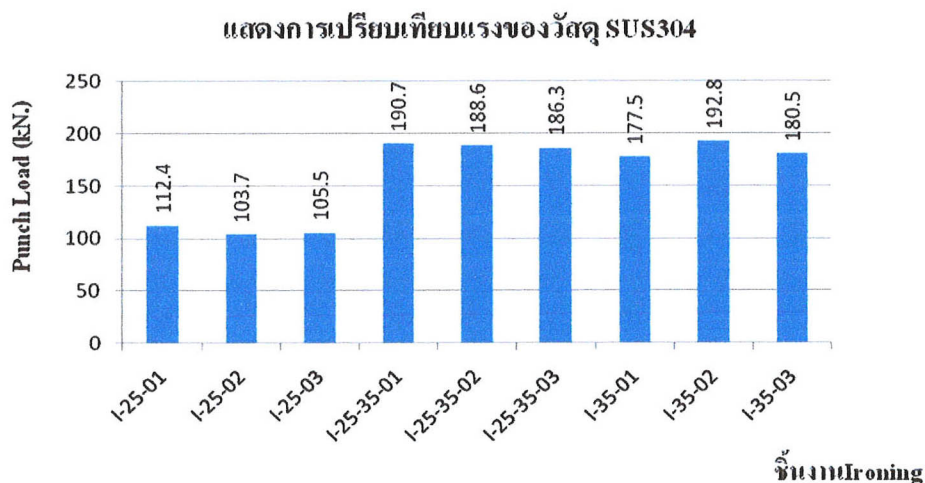


ภาพที่ 4.24 กราฟแสดงเปรียบเทียบค่าความเรียบผิวของวัสดุ ALUMINUM

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ก

จากกราฟจะเป็นการเปรียบเทียบความเรียบผิวตามแนวแกนของชิ้นงานกับตามแนวขวางชิ้นงาน

4.5 แสดงการเปรียบเทียบแรง Punch Load ของวัสดุที่ทดลอง

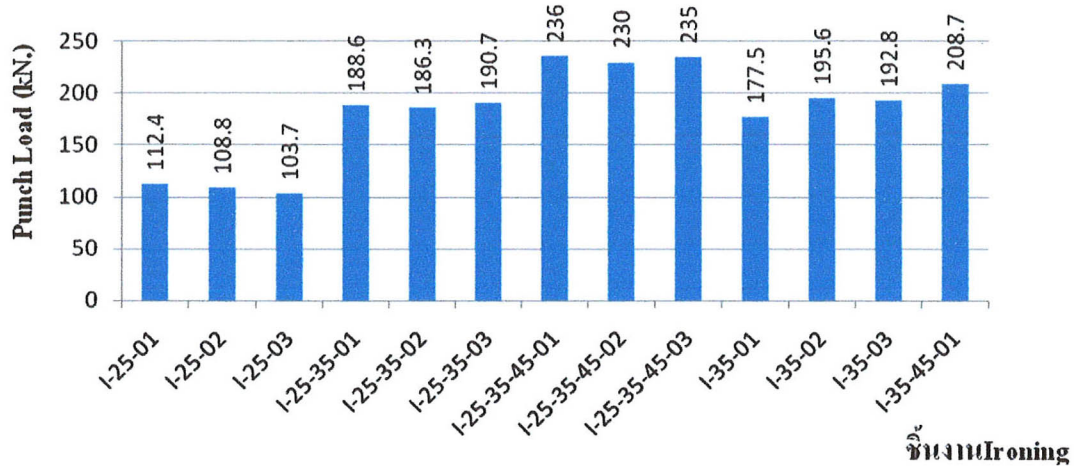


ภาพที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ SUS 304

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ก

จากกราฟจะเห็นว่าแรงของ Punch Load จะอยู่ที่ Max ประมาณ 192.8 (KN) และจะอยู่ที่ Min ประมาณ 103.7 (KN)

แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ SUS430

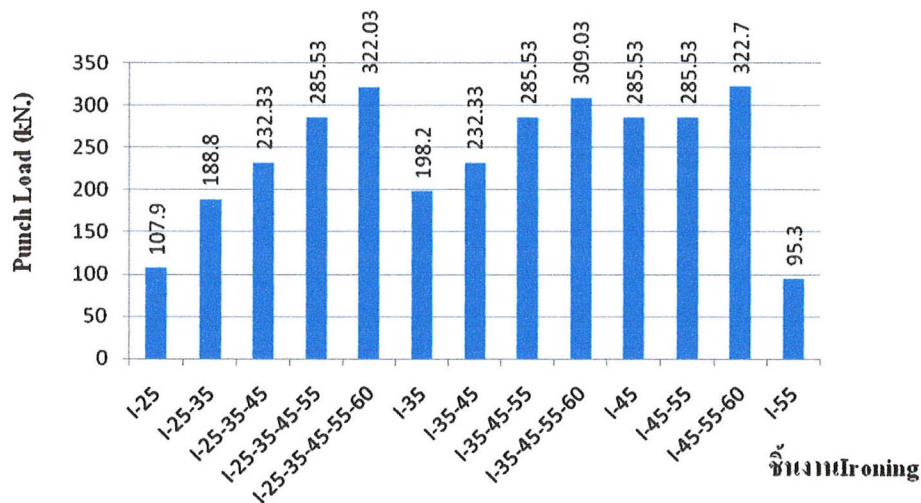


ภาพที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ SUS 430

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าแรงของ Punch Load จะอยู่ที่ Max ประมาณ 236 (KN) และ จะอยู่ที่ Min ประมาณ 103.7 (KN)

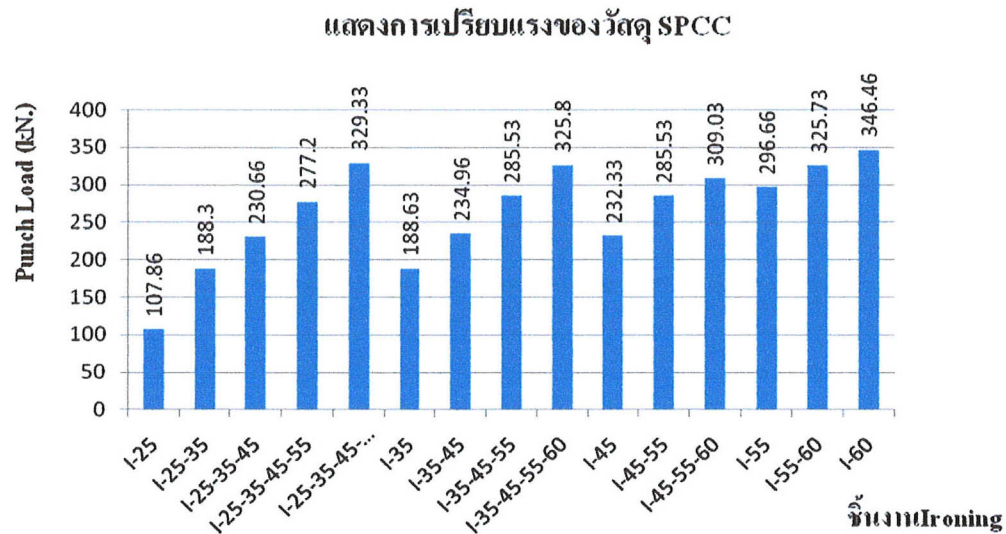
แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ SPEN



ภาพที่ 4.27 แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ SPEN

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

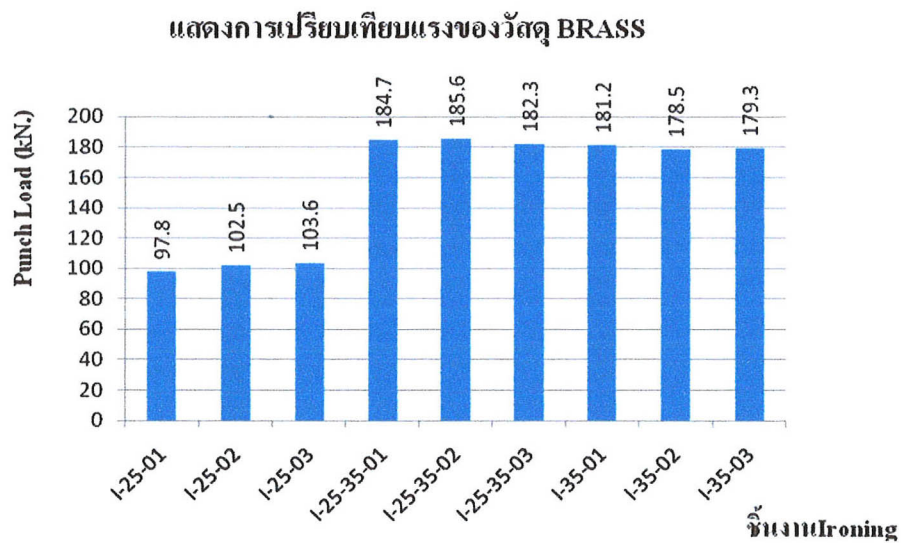
จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของแรง Punch Load จะอยู่ที่ Max ประมาณ 322.7 (KN) และ จะอยู่ที่ Min ประมาณ 95.3 (KN)



ภาพที่ 4.28 แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ SPCC

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของแรง Punch Load จะอยู่ที่ Max ประมาณ 346.46 (KN) ส่วนและจะอยู่ที่ Min ประมาณ 107.9 (KN)



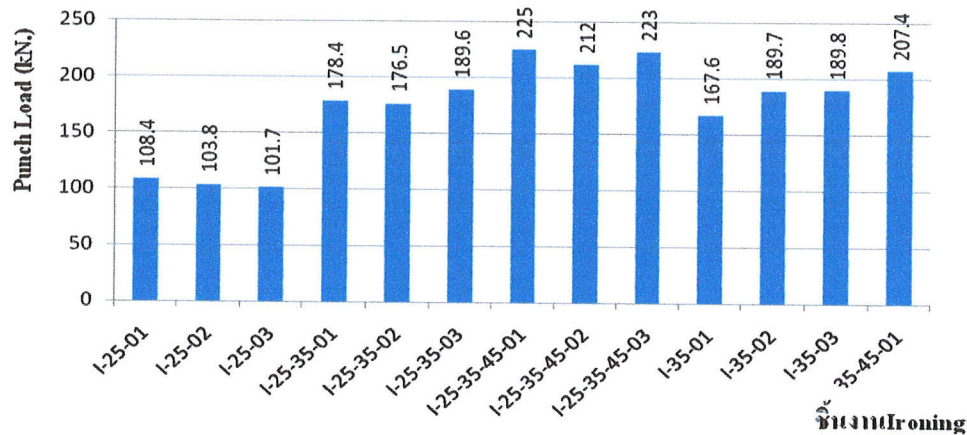
ภาพที่ 4.29 แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ BRASS

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของแรง Punch Load จะอยู่ที่ Max ประมาณ 185.6(KN) ส่วนและจะอยู่ที่ Min ประมาณ 97.8 (KN)



แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ ALUMINUM



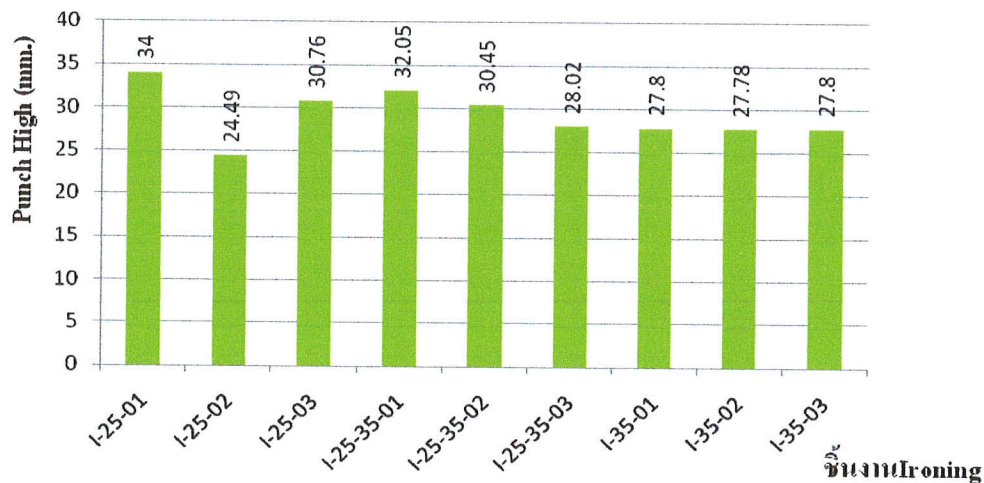
ภาพที่ 4.30 แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ ALUMINUM

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ก

จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของแรง Punch Load จะอยู่ที่ Max ประมาณ 225(KN) ส่วนและจะอยู่ที่ Min ประมาณ 101.7 (KN)

4.6 แสดงการเปรียบเทียบแรง Punch High ของวัสดุที่ทดลอง

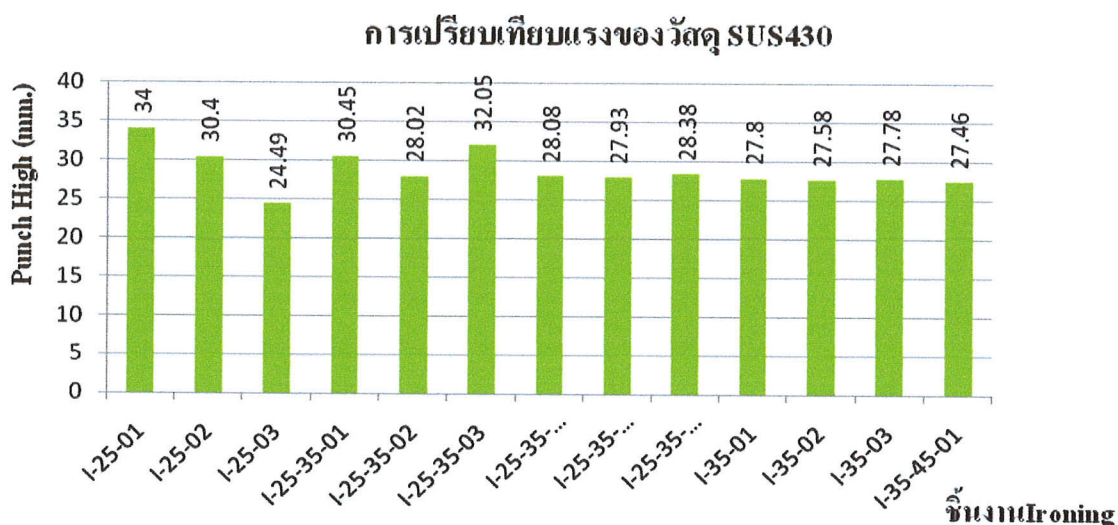
การเปรียบเทียบแรงของวัสดุ SUS304



ภาพที่ 4.31 แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ SUS 304

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ก

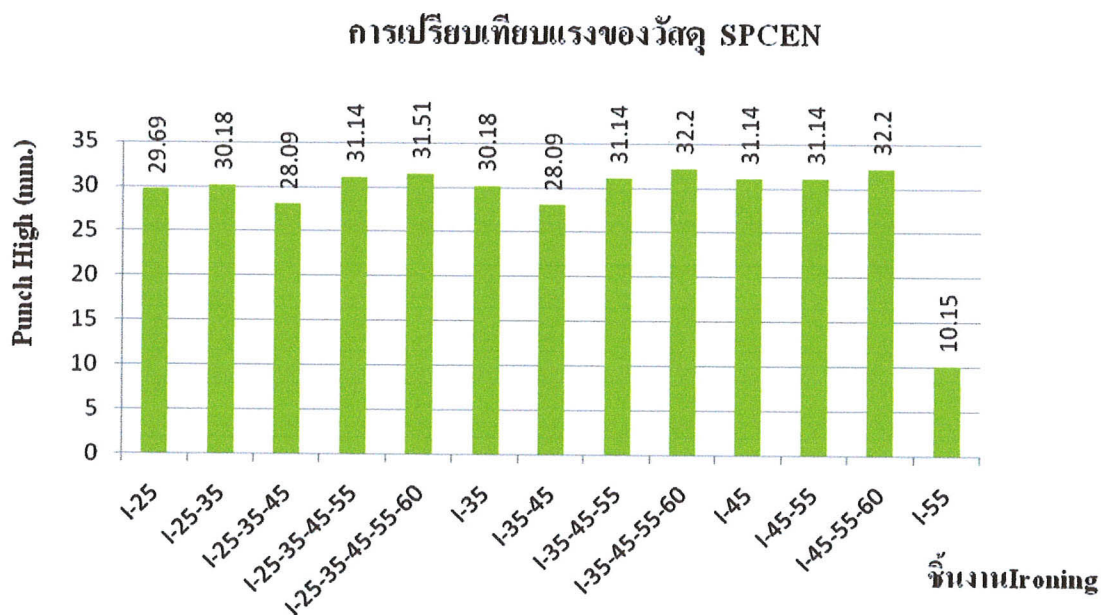
จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของแรง Punch High จะอยู่ที่ Max ประมาณ 34 มิลลิเมตร และจะอยู่ที่ Min ประมาณ 24.49 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.32 แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ SUS 430

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

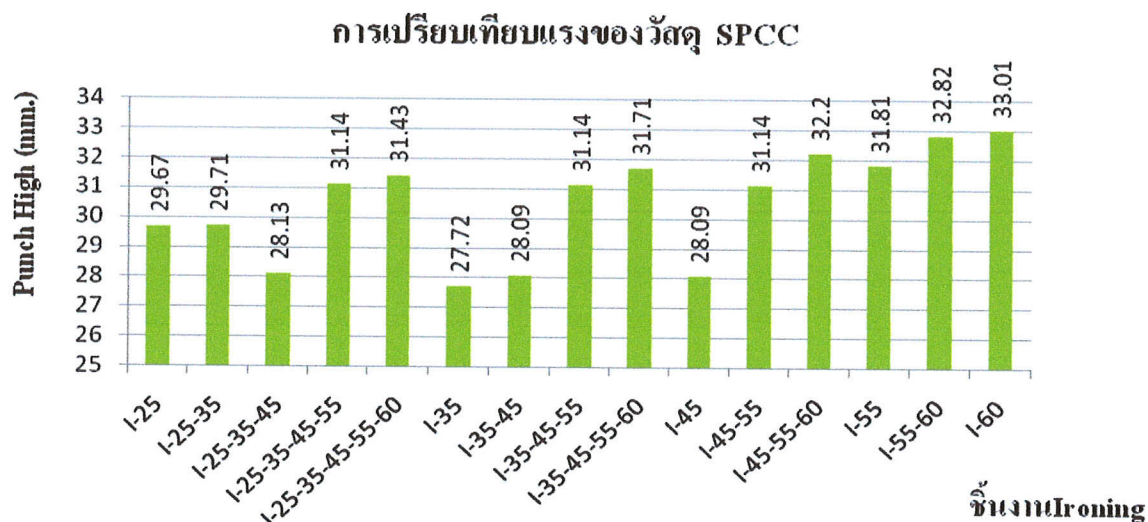
จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของแรง Punch High จะอยู่ที่ Max ประมาณ 34 มิลลิเมตร และจะอยู่ที่ Min ประมาณ 24.49 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.33 แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ SPCEN

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

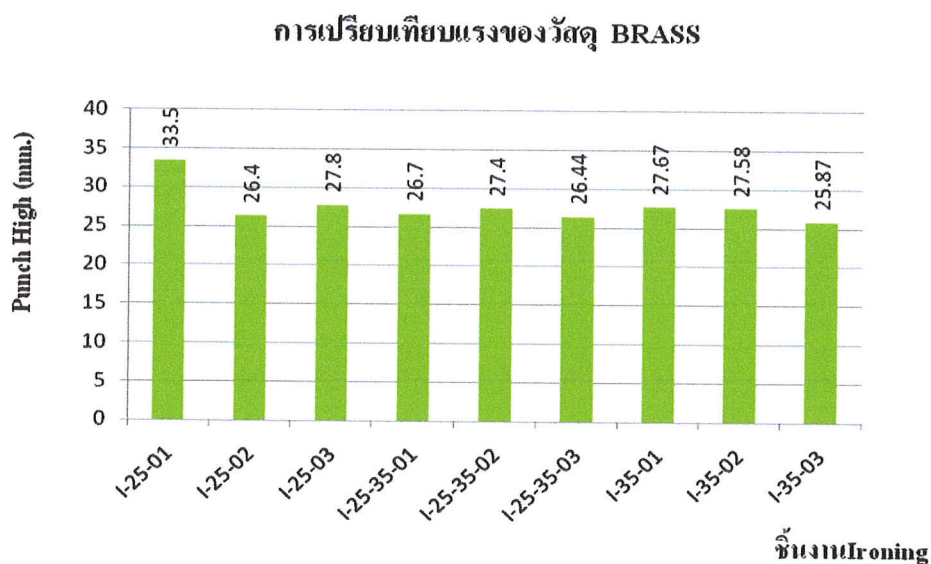
จากกราฟจะเห็นได้ว่าแรงของ Punch High จะอยู่ที่ Max ประมาณ 32.2 มิลลิเมตรจะอยู่ที่ Min ประมาณ 10.15 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.34 แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ SPCC

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

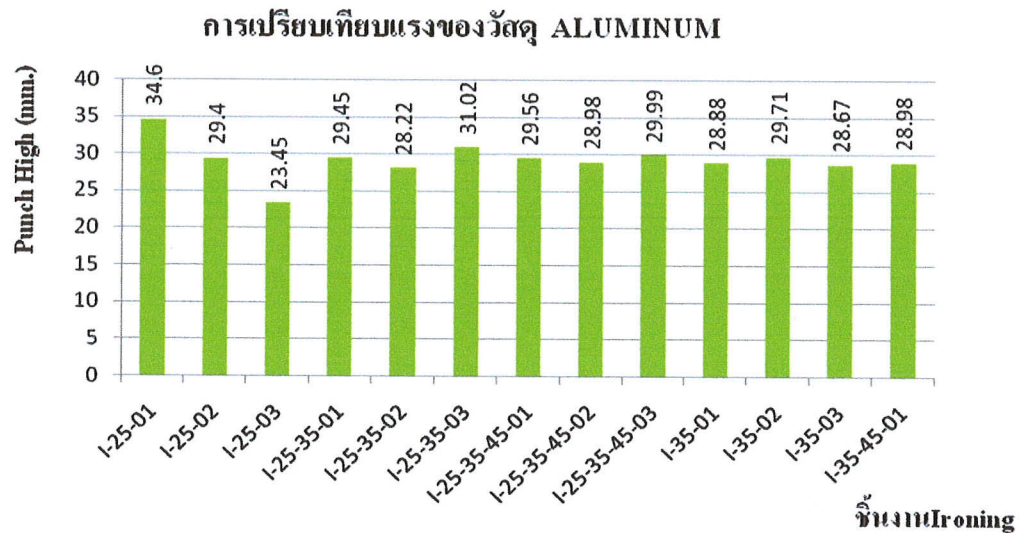
จากกราฟจะเห็นได้ว่าแรงของ Punch High จะอยู่ที่ Max ประมาณ 33.01 มิลลิเมตรจะอยู่ที่ Min ประมาณ 27.72 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.35 แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ BRASS

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าแรงของ Punch High จะอยู่ที่ Max ประมาณ 33.5 มิลลิเมตรจะอยู่ที่ Min ประมาณ 25.87 มิลลิเมตร



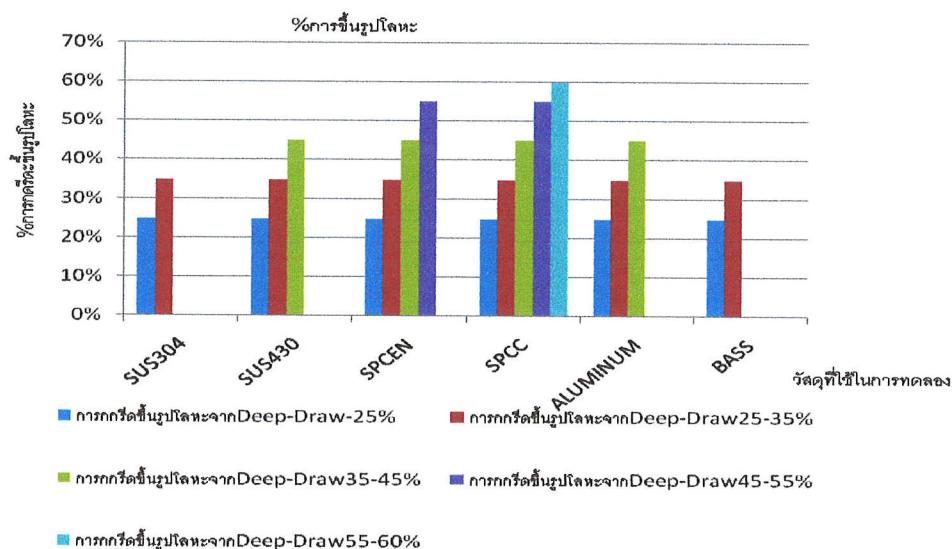
ภาพที่ 4.36 แสดงการเปรียบเทียบแรงของวัสดุ ALUMINUM

ที่มา: มาจากตารางผลการทดลองภาคผนวก ง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าแรงของ Punch High จะอยู่ที่ Max ประมาณ 34.6 มิลลิเมตรจะอยู่ที่ Min ประมาณ 23.45 มิลลิเมตร

4.7 กระบวนการและผลจากการทดลองมี 5 วิธี ตามเปอร์เซ็นต์ของการ Ironing คือ

1. Ironing 25%



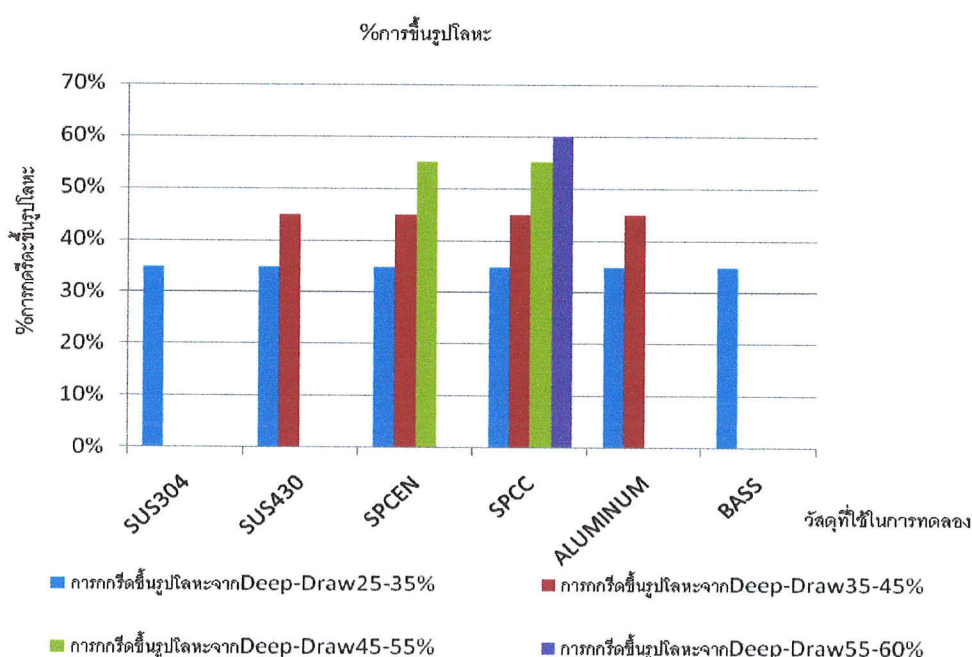
ภาพที่ 4.37 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การขึ้นรูป

ที่มา: มาจากสรุปผลการทดลอง

จากกราฟการรีดขึ้นรูปจากรูปถ้วยที่มีความหนาตามปกติแล้วทำการลดความหนาลงอย่าง
เรื่อยๆ

วัสดุ SUS 304 สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 35% หลังจากนั้นเกิดการฉีกขาดของชิ้นงาน
วัสดุ SUS 430 สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 45% หลังจากนั้นเกิดการฉีกขาดของชิ้นงาน
วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 % ตามที่ได้กำหนดการทดลองไว้
วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 % ตามที่ได้กำหนดการทดลองไว้

2. Ironing 35%

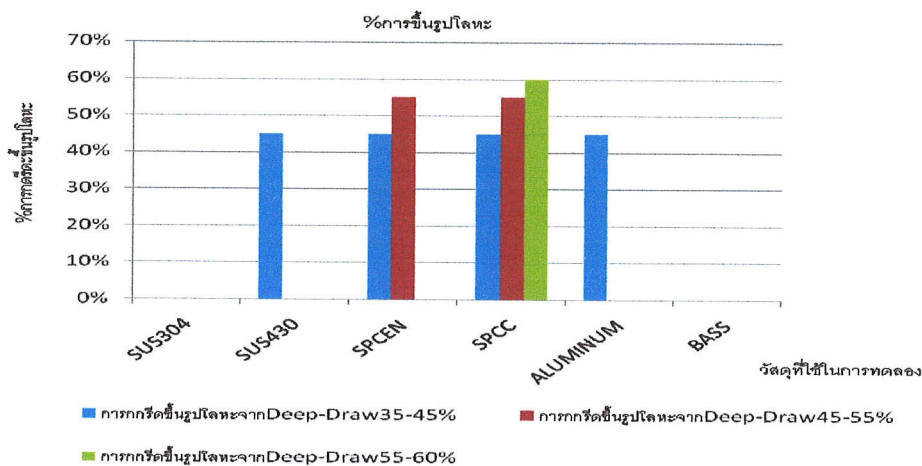


ภาพที่ 4.38 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การขึ้นรูป

ที่มา: มาจากสรุปผลการทดลอง

จากกราฟการรีดขึ้นรูปจากรูปถ้วยที่มีความหนาตามปกติแล้วทำการลดความหนาลงที่ 35%
วัสดุ SUS 304 สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 35% หลังจากนั้นเกิดการฉีกขาดของชิ้นงาน
วัสดุ SUS 430 สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 45% หลังจากนั้นเกิดการฉีกขาดของชิ้นงาน
วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 % ตามที่ได้กำหนดการทดลองไว้
วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 % ตามที่ได้กำหนดการทดลองไว้

3. Ironing 45%



ภาพที่ 4.39 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การขึ้นรูป

ที่มา: มาจากสรุปผลการทดลอง

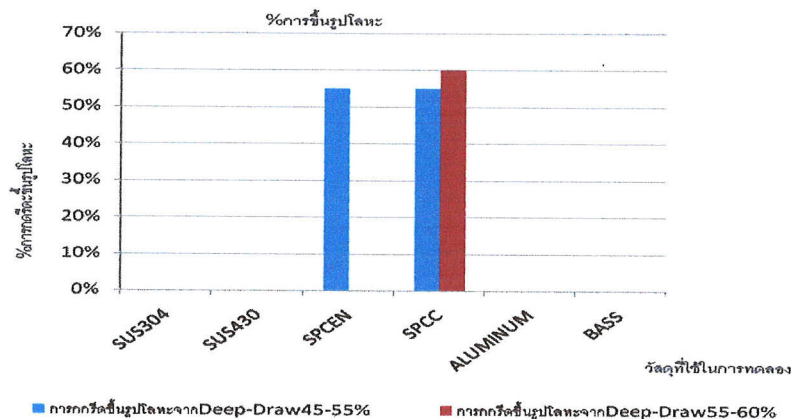
จากกราฟการรีดขึ้นรูปจากรูปถ้วยที่มีความหนาตามปกติแล้วทำการลดความหนาถึง 45% วัสดุ SUS 304 ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้

วัสดุ SUS 430 สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 45% หลังจากนั้นเกิดการร้าวของชิ้นงาน

วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 % ตามที่ได้กำหนดการทดลองไว้

วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 % ตามที่ได้กำหนดการทดลองไว้

4. Ironing 55%

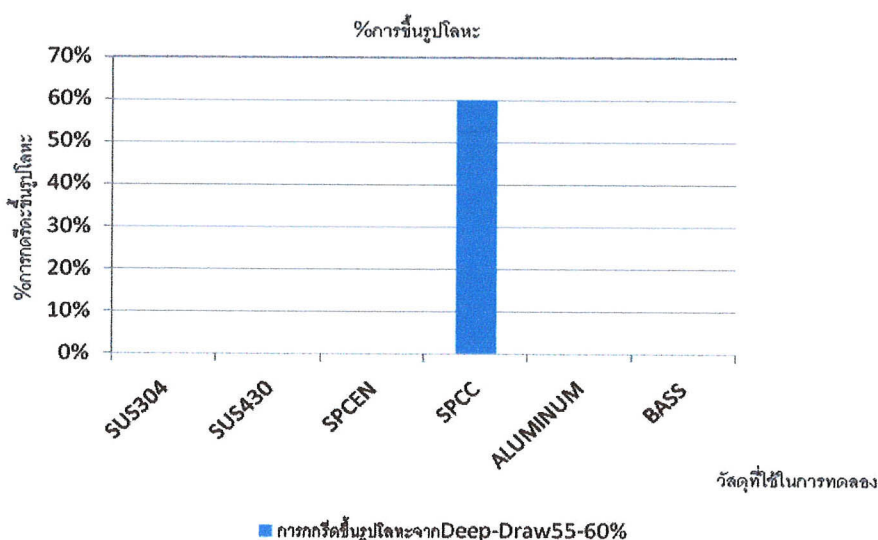


ภาพที่ 4.40 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การขึ้นรูป

ที่มา: มาจากการสรุปผลการทดลอง

จากกราฟการรีดขึ้นรูปจากรูปถ้วยที่มีความหนาตามปกติแล้วทำการลดความหนาลงที่ 55%
 วัสดุ SUS 304 ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้
 วัสดุ SUS 430 ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้
 วัสดุ SPCCN สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 55 % หลังจากนั้นเกิดการฉีกขาดของชิ้นงาน
 วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 % ตามที่ได้กำหนดการทดลองไว้

5. Ironing 60%



ภาพที่ 4.41 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การขึ้นรูป

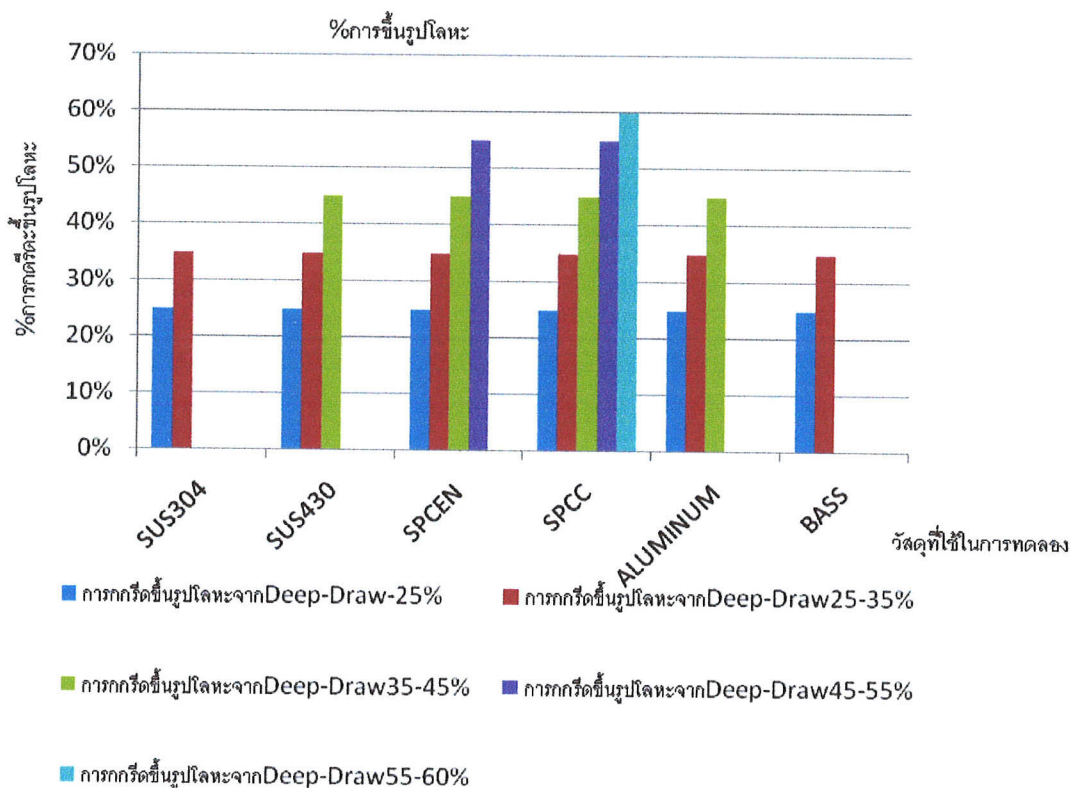
ที่มา: มาจากการสรุปผลการทดลอง

จากกราฟการรีดขึ้นรูปจากรูปถ้วยที่มีความหนาตามปกติแล้วทำการลดความหนาลงที่ 55%
 วัสดุ SUS 304 ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้
 วัสดุ SUS 430 ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้
 วัสดุ SPCCN ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้
 วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ที่ 60 % ตามที่ได้กำหนดการทดลองไว้

4.8 ผลการทดลองทางไฟฟ้าในเตาฮีทเทอแมล

กระบวนการจำลองการขึ้นรูปโลหะ

1. Ironing 25%



ภาพที่ 4.42 กราฟแสดงการจำลองเปอร์เซ็นต์การขึ้นรูป

ที่มา: มาจากการจำลองการขึ้นรูปโลหะ

จากการจำลองการรีดขึ้นรูปจากรูปถ้วยที่มีความหนาตามปกติแล้วทำการลดความหนาลงอย่างต่อเนื่องซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

วัสดุ SUS 304 สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 35% หลังจากนั้นเกิดการฉีกขาดของชิ้นงาน

วัสดุ SUS 430 สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 45% หลังจากนั้นเกิดการฉีกขาดของชิ้นงาน

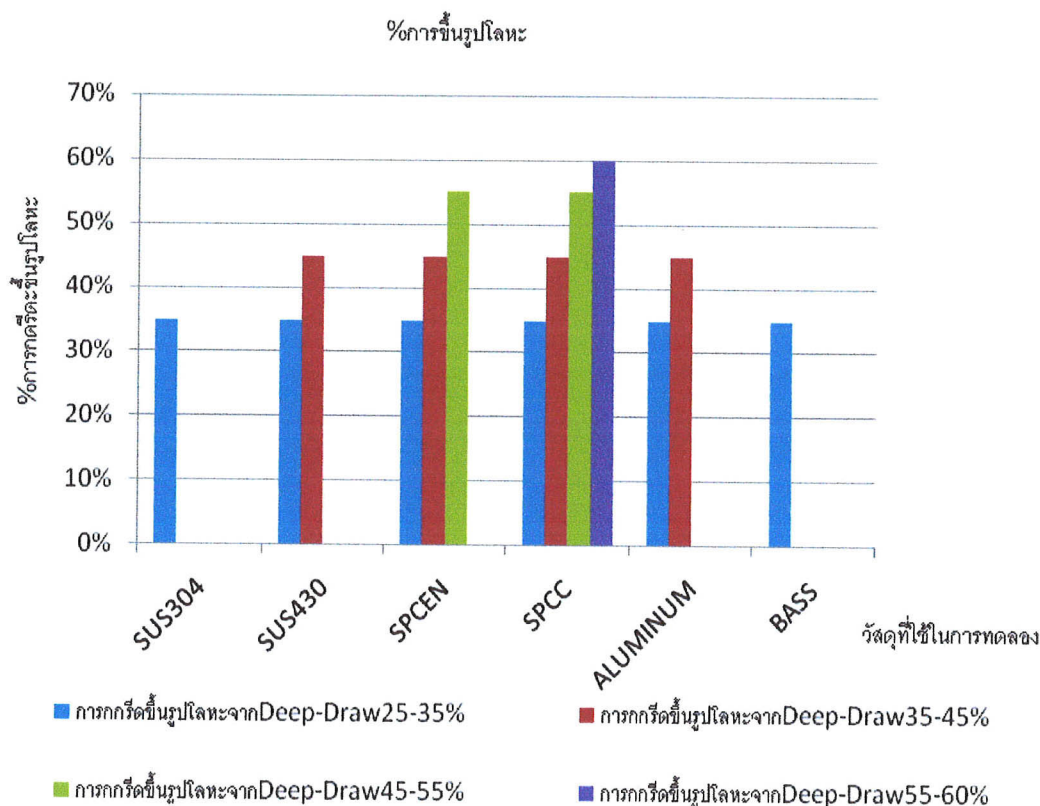
วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 %

วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 %

วัสดุ ALUMINUM สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 45 %

วัสดุ BASS สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 35 %

2. Ironing 35%



ภาพที่ 4.43 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การขึ้นรูป

ที่มา: มาจากการจำลองการขึ้นรูปโลหะ

จากการจำลองการรีดขึ้นรูปจากรูปถ้วยโดยทำการรีดขึ้นรูปที่มีความหนาตามปกติแล้วทำการลดความหนาถึง 35%ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

วัสดุ SUS 304 สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 35% หลังจากนั้นเกิดการฉีกขาดของชิ้นงาน

วัสดุ SUS 430 สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 45% หลังจากนั้นเกิดการฉีกขาดของชิ้นงาน

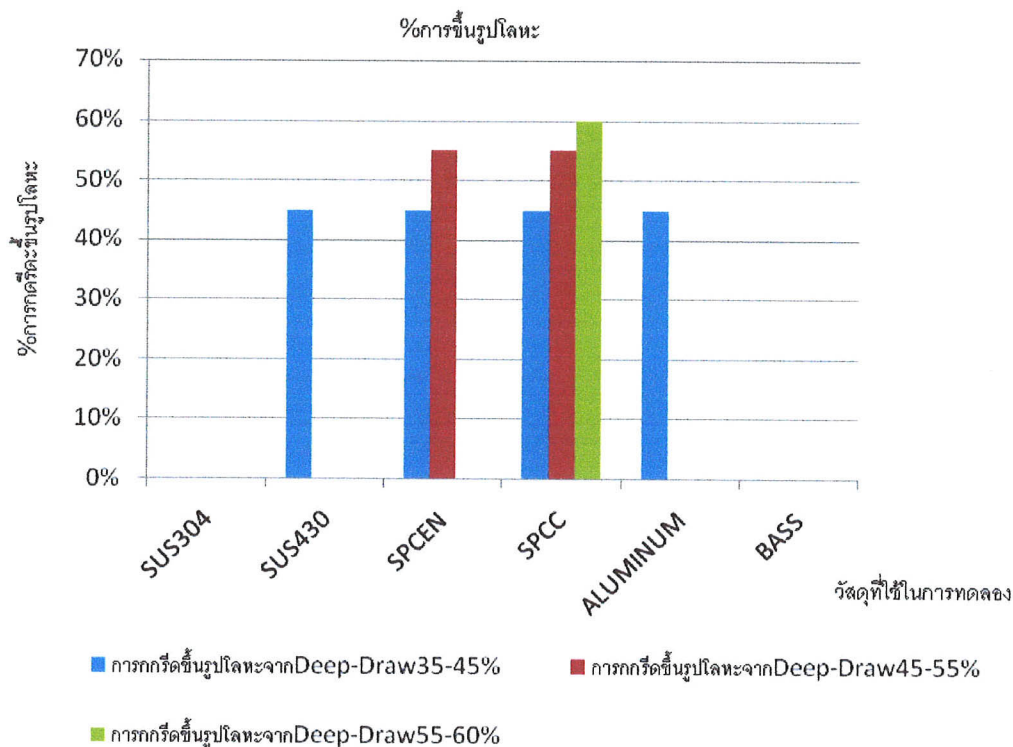
วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 %

วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 %

วัสดุ ALUMINUM สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 45 %

วัสดุ BASS สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 35 %

4. Ironing 45%



ภาพที่ 4.44 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การขึ้นรูป

ที่มา: มาจากสรุปผลการทดลอง

จากกราฟการรีดขึ้นรูปจากรูปถ้วยที่มีความหนาตามปกติแล้วทำการลดความหนาเหลือที่ 45%

วัสดุ SUS 304 ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้

วัสดุ SUS 430 สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 45% หลังจากนั้นเกิดการฉีกขาดของชิ้นงาน

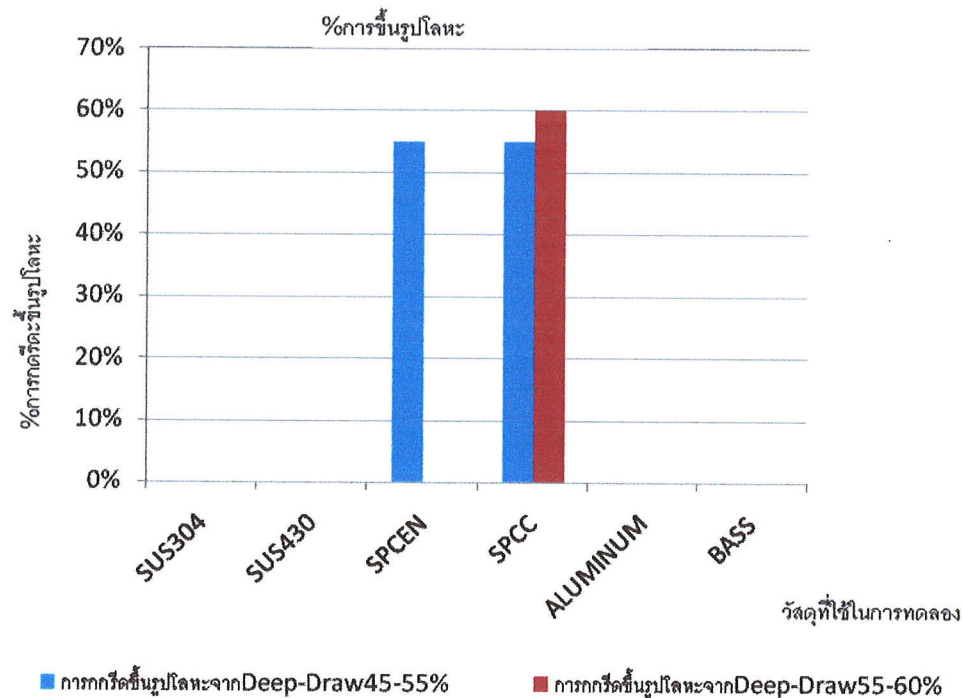
วัสดุ SPEN สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 % ตามที่ได้กำหนดการทดลองไว้

วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 % ตามที่ได้กำหนดการทดลองไว้

วัสดุ ALUMINUM ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้

วัสดุ BASS สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 45% หลังจากนั้นเกิดการฉีกขาดของชิ้นงาน

4. Ironing 55%



ภาพที่ 4.45 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การขึ้นรูป

ที่มา: มาจากการสรุปผลการทดลอง

จากกราฟการรีดขึ้นรูปจากรูปถ้วยที่มีความหนาตามปกติแล้วทำการลดความหนาลงที่ 55%

วัสดุ SUS 304 ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้

วัสดุ SUS 430 ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้

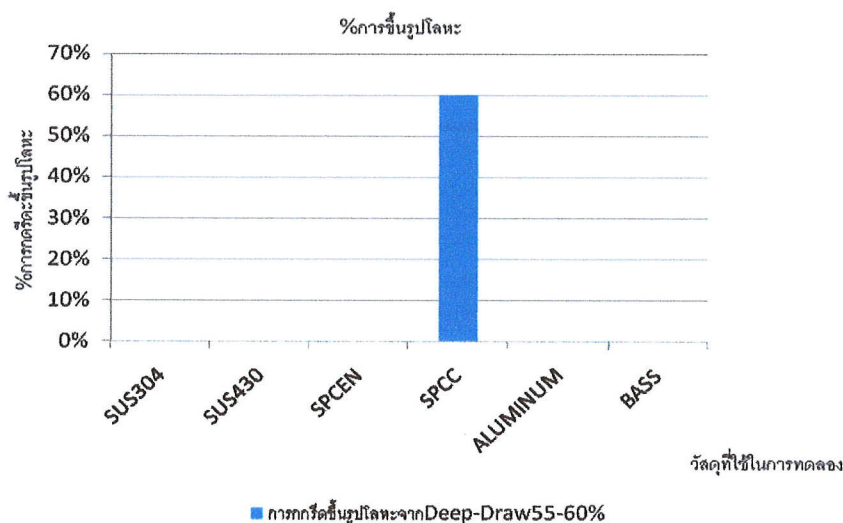
วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 55 % หลังจากนั้นเกิดการฉีกขาดของชิ้นงาน

วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ถึง 60 % ตามที่ได้กำหนดการทดลองไว้

วัสดุ ALUMINUM ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้

วัสดุ BASS ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้

5. Ironing 60%



ภาพที่ 4.46 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การขึ้นรูป

ที่มา: มาจากการสรุปผลการทดลอง

จากกราฟการรีดขึ้นรูปจากรูปถ้วยที่มีความหนาตามปกติแล้วทำการลดความหนาอยู่ที่ 55%

วัสดุ SUS 304 ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้

วัสดุ SUS 430 ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้

วัสดุ SPCCN ไม่สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้

วัสดุ SPCC สามารถทำการรีดขึ้นรูปได้ที่ 60 % ตามที่ได้กำหนดการทดลองไว้

4.9 สรุป

ในการทดลองสามารถแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการทดลองและส่วนของการวิเคราะห์โดยใช้ไฟไนต์เอลิเมนต์สามารถอธิบายได้ดังนี้

ในการขึ้นรูปชิ้นงานวัสดุที่ใช้ในการทดลองชิ้นงาน หนา 2 มิลลิเมตร ประกอบด้วยวัสดุ 6 ชนิดประกอบด้วย SUS 304, SUS 430, SPCCN, SPCC, ALUMINUM และ BASS ความเร็วในการขึ้นรูป 100 มิลลิเมตร ต่อนาที เส้นผ่านศูนย์กลาง 90.522 มิลลิเมตร ถูกนำมาลากขึ้นรูปให้เป็นถ้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร รัศมีก้นถ้วย 8 มิลลิเมตร โดยในการลากขึ้นรูปที่ Clearance 12 % ของความหนาของชิ้นงานแรงกดของแผ่นยึดชิ้นงานที่ 100 kN และใช้สารหล่อลื่นคือ TDN 81 แต่มีรอยยับเกิดขึ้นที่ด้านในและด้านนอกของขอบถ้วยน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัว

แปรขนาดอื่นๆ จากนั้นนำชิ้นงานไปปาดผิวที่บริเวณที่เกิดรอยย่น ออก 7 มิลลิเมตร และนำไป
ไอออนนิ่ง โดยใช้เปอร์เซ็นต์การลดตัว ที่ 25 %, 35 %, 45 %, 55 % และ 60 % ของความหนาของ
ชิ้นงาน โดยใช้แรงกดของแผ่นยึดจับชิ้นงาน 100 kN ธารหล่อถิ่นTDN 81 และความเร็วในการลาก
ชิ้นรูป 60 มิลลิเมตร ต่อ นาที