บทที่ 6
การสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแม่พิมพ์ ของเครื่องผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

การสร้างแม่พิมพ์ดำเนินการโดยการจ้างบริษัทโรงงานเป็นผู้จัดสร้างในการสร้างแม่พิมพ์มีปัญหาบ้างเล็กน้อย เนื่องจากเป็นการออกแบบลักษณะเฉพาะทำให้ลักษณะของชิ้นงานไม่เหมือนกับชิ้นงานที่ช่างเทคนิคทำการผลิตเป็นประจำการสร้างต้องกระทำอย่างระมัดระวัง นอกจากนี้ บางจุดจะต้องทำการทดสอบหลังสร้างเสร็จก่อนถึงจะทราบระดับความละเอียดของเนื้องานอย่างไรก็ดีผู้วิจัยได้เข้าไปร่วมแก้ไขปัญหาต่างๆ จนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ รูปของแม่พิมพ์และระบบไฮดรอลิกแสดงในรูปที่ 6.1-6.7

<u>ปัญหาในการสร้างแม่พิมพ์</u>

1. <u>ความคลาดเคลื่อนของชิ้นงานแต่ละส่วน</u>

ความคลาดเคลื่อนในระหว่างที่นำชิ้นส่วนแต่ละส่วน ไปกลึงเจาะคว้านและเจียรขึ้นรูปเพื่อให้ได้รูปแบบตามที่กำหนด ปรากฏว่าเมื่อนำชิ้นส่วนแต่ละชิ้นเข้ามาประกบกันเกิดการ-เยื้องศูนย์ เช่น

- แม่พิมพ์ใน ชิ้นที่เป็นตัวกำหนดรูปร่างของเส้าเอียงกับส่วนที่ต่อลงห้องเผาไหม้ เมื่อนำมาประกอบกันเกิดการเหลื่อมกัน ผลจากการทดลองอัดดินผสมขึ้นรูปเตาปรากฏว่าดินผสมในส่วนที่เป็นเส้าบิ่นหัก การแก้ไขทำโดยการถอดชิ้นส่วนออกเชื่อมพอกแล้วคว้านขึ้นรูปใหม่อีกครั้งหนึ่ง

- แม่พิมพ์นอก ในการสร้างแม่พิมพ์นอกจะแบ่งแม่พิมพ์ออกเป็นชั้นๆ แต่ละชั้นความหนาถึง 50 มิลลิเมตร.หลังจากนำแต่ละชั้นมาประกอบต่อกันพบว่าที่ตรงรอยต่อไม่สนิทกันคือเกิดการเหลื่อมล้ำที่ขอบผิวระหว่างชั้น เมื่อนำไปทดลองถอดชิ้นงานผลคือดินผสมขึ้นรูปที่ชอกแม่พิมพ์ที่มีส่วนประกอบของแม่พิมพ์ในชั้นที่อยู่เหนือกว่ายื่นออกมา ไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่งได้ทำให้ชิ้นงานขาดแหว่ง การแก้ไขทำโดยการถอดแล้วประกอบให้ปราณีตยิ่งขึ้น

2. <u>รูอากาศอุดตัน</u>

ในการออกแบบได้กำหนดให้ มีรูอากาศที่แกนกลางด้านในของทั้งแม่พิมพ์บนและล่าง เป็นท่อดูดอากาศเข้ามาภายในแบบเพื่อไม่ให้เกิดแรงต้านจากสูญญากาศขณะถอดแบบการสร้างแม่พิมพ์เป็นไปตามแบบที่กำหนด แต่ในการสร้างเครื่องไฮดรอลิกไม่ได้ออกแบบเผื่อเอาไว้ทำให้รูอากาศดังกล่าวถูกปิดโดยฐานของเครื่องไฮดรอลิกทั้งฐานแม่พิมพ์บนและฐานแม่พิมพ์ล่าง

เมื่อนำมาทดลองอัดดินผสมเพื่อขึ้นรูปปรากฏว่าชิ้นงานเสียรูปขณะถอดแบบ การแก้ไขทำได้โดยการเจาะรูจากแกนกลางของแม่พิมพ์บนและล่างตามแนวรัศมีให้ทะลุออกมายังผิวด้านนอกของแม่-พิมพ์

3. ความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบกับการสร้าง

เมื่อสร้างแม่พิมพ์เสร็จแล้วจากการตรวจสอบพบว่า มีบางส่วนที่ผิดเพี้ยนไปจากขนาดที่กำหนดไว้ในแบบได้แก่ ขนาดของหัวเส้าซึ่งมีขนาดเตี้ยกว่าแบบ การแก้ไขทำได้โดยการคว้านแม่พิมพ์ในให้ส่วนที่ขึ้นรูปเส้าลึกยิ่งขึ้น

4. แผ่นประกบของแม่พิมพ์หลวม

แผ่นประกบของแม่พิมพ์ เป็นอุปกรณ์ประกอบของแม่พิมพ์ในคือสามารถสวมและสไลด์เข้าไปโดยง่ายจากส่วนล่างของแม่พิมพ์ใน ส่วนการถอดทำได้โดยการสไลด์ตัวลงตามแนวดิ่งจนสุดแม่พิมพ์ในแผ่นประกบมีด้วยกัน 3 ชิ้น แผ่นประกบนี้จะเป็นตัวกำหนดรูปร่างของห้องเผาไหม้ในการสร้างได้สร้างร่องสไลด์ที่แม่พิมพ์ในมีขนาดใหญ่กว่าตัวสไลด์ที่แผ่นประกบเล็กน้อยเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการขัดตัวแต่ผลทำให้เกิดช่องว่างระหว่างตัวแม่พิมพ์กับแผ่นประกบ ช่องว่างขนาดดังกล่าวแม้จะมีขนาดเล็ก แต่ก็มีขนาดใหญ่พอที่เม็ดดินผสมจะแทรกเข้าไปซึ่งเม็ดดินผสมดังกล่าวที่แทรกเข้าไปในช่องว่างก่อให้เกิดปัญหาแผ่นประกบติดแน่นไม่สามารถหลุดออกมาได้ เมื่อทำการถอดชิ้นงาน จากการทดลองคุณสมบัติดินผสมโดยใช้แม่พิมพ์ที่ได้จากการออกแบบ พบว่าเนื้อดินผสมที่ถูกอัดด้วยแรงดันสูงทะลักเข้าไปในช่องว่าง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้แผ่นประกบติดแน่นขัดตัวไม่หลุดออกขณะยกแบบแม่พิมพ์ในออกจากชิ้นงาน การแก้ไขขั้นต้นผู้วิจัยได้กำหนดให้ทำการปรับปรุงร่องแล้วเพิ่มการหล่อลื่นคือใช้จารบีที่บริเวณร่องดังกล่าว ถ้าไม่ได้ผลอาจจะต้องสร้างแผ่นประกบใหม่ จากการแก้ไขเบื้องต้นดังกล่าวโดยการใช้จารบีเคลือบที่ร่องแล้วทดลองขึ้นรูปเตา กลไกการทำงานของแม่พิมพ์ในสามารถปลดแผ่นประกบได้ดีสามารถใช้งานได้

การทดสอบคุณสมบัติดินผสมโดยใช้แม่พิมพ์ที่ได้จากการออกแบบ

จากการทดลองในบทที่ 4 ซึ่งเป็นการทดลองเพื่อการออกแบบแม่พิมพ์ผลิตเตาหงต้มประสิทธิภาพสูงโดยการขึ้นรูปดินผสมและควบคุมคุณสมบัติดังพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ผลต่อไปนี้

1) จะต้องได้แรงอัด 3.25 ตัน.ในเครื่องมือทดลองหรือเท่ากับ 100 ตันในแม่พิมพ์จริง
2) แม่พิมพ์จะสามารถรีดน้ำออกจากดินผสมได้ที่ช่องระบายน้ำขนาด 60 ไมโครเมตร
3) ดินที่มีส่วนผสมดินเหนียวต่อขี้เถ้าแกลบดำ 1:1สามารถรีดน้ำได้ดีกว่าดินผสมอัตราส่วน 2:1

4) สารหล่อลื่นใช้ PTT-3D ได้ผล

5) การควบคุมปริมาณดินส่วนเกิน จะกำหนดโดยรูขนาด 2 มิลลิเมตร ที่ผิวของแม่พิมพ์นอก

6) ดินผสมส่วนที่ขึ้นรูปแล้วเมื่อผึ่งลมให้แห้งจะมีการหดตัว 2-9% ในการสร้างแม่พิมพ์จะใช้ค่าเฉลี่ยของดินผสมหดตัว 5%

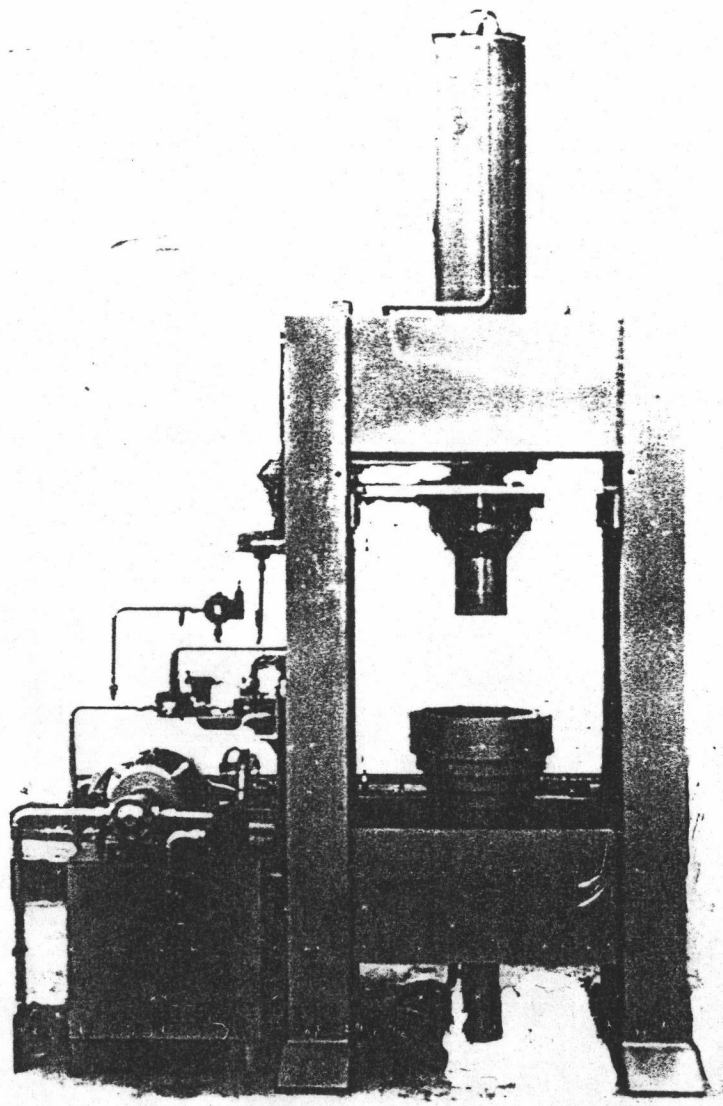
7) การยุบตัวประมาณ 14 มิลลิเมตร จากความสูงทั้งหมด

จากพารามิเตอร์ทั้ง 7 ตัวนี้ จะต้องนำมาทดสอบโดยการทดลองกับแม่พิมพ์ขนาดจริง เพื่อนำมาประเมินผลว่า แม่พิมพ์ที่สร้างขึ้นมานี้สามารถใช้งานได้จริงหรือไม่หรือจำเป็นต้องปรับปรุงส่วนใด ในการทดลองแต่ละพารามิเตอร์ชิ้นงานที่ออกมาอาจไม่สมบูรณ์แต่เมื่อมีการปรับปรุงทั้ง 7 พารามิเตอร์ให้เหมาะสมแล้วชิ้นงานที่ออกมาจะต้องสมบูรณ์และเหมาะสมแก่การนำไปใช้งานในการผลิตในปริมาณมากๆและเนื่องจากวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ การศึกษาพัฒนา ออกแบบ ระบบ ผลิตเตาประสิทธิภาพสูง ดังนั้นในการทดสอบกับแม่พิมพ์จริงจึงได้ทดสอบกับระบบเครื่องอัดไฮดรอลิกที่ได้ออกแบบและสร้างไว้สำหรับใช้งานกับแม่พิมพ์โดยเฉพาะ

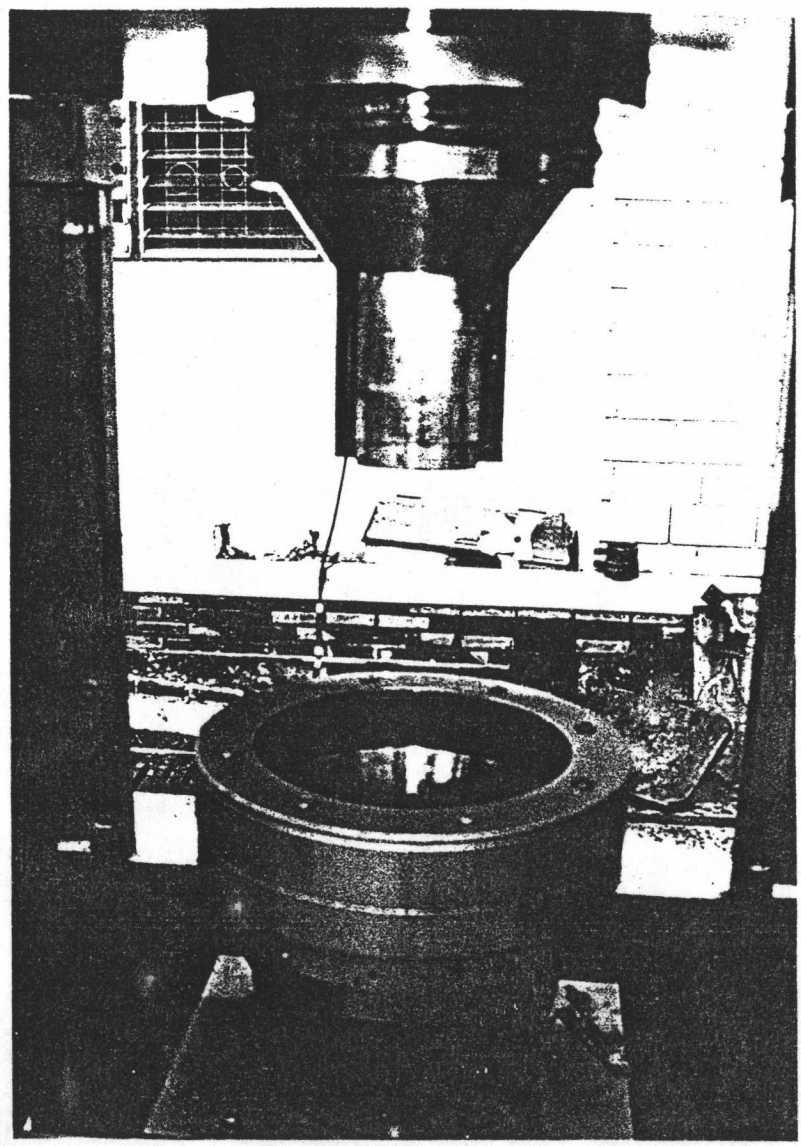
1. <u>การทดลองการขึ้นรูปเตาด้วยแม่พิมพ์จริงที่ได้จากการออกแบบ</u>

วิธีการทดลอง นำดินผสมที่มีส่วนผสมของดินเหนียวต่อขี้เถ้าแกลบดำ 1:1 น้ำหนัก 10.9 กิโลกรัม มาทำการอัดขึ้นรูปโดยใช้เครื่องปั้นเตาที่ได้จากการสร้าง เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของส่วนผสมของดินผสมว่าส่วนเกี่ยวข้องกันหรือไม่ในการขึ้นรูป โดยการใช้ระบบเครื่องปั้นเตาประสิทธิภาพสูงนอกจากนี้ยังเป็นการตรวจสอบกลไกของแม่พิมพ์ที่ได้จากการสร้างว่ามีปัญหาติดขัดหรือไม่ ขั้นตอนการทำงานของเครื่องอธิบายอย่างง่ายๆ คือ นำแผ่นประกบรวมเข้าที่แม่พิมพ์ในแล้วใช้ไฮดรอลิกอัดขึ้นรูปและยกชิ้นงานขึ้นโดยแผ่นยกชิ้นงานที่อยู่ด้านล่างของแม่พิมพ์นอก ชิ้นงานที่ได้นี้จะมีแผ่นประกบติดออกไปด้วย รายละเอียดการทดลองและผลการทดลองอยู่ในการทดลองครั้งที่ 5 ในภาคผนวก ก

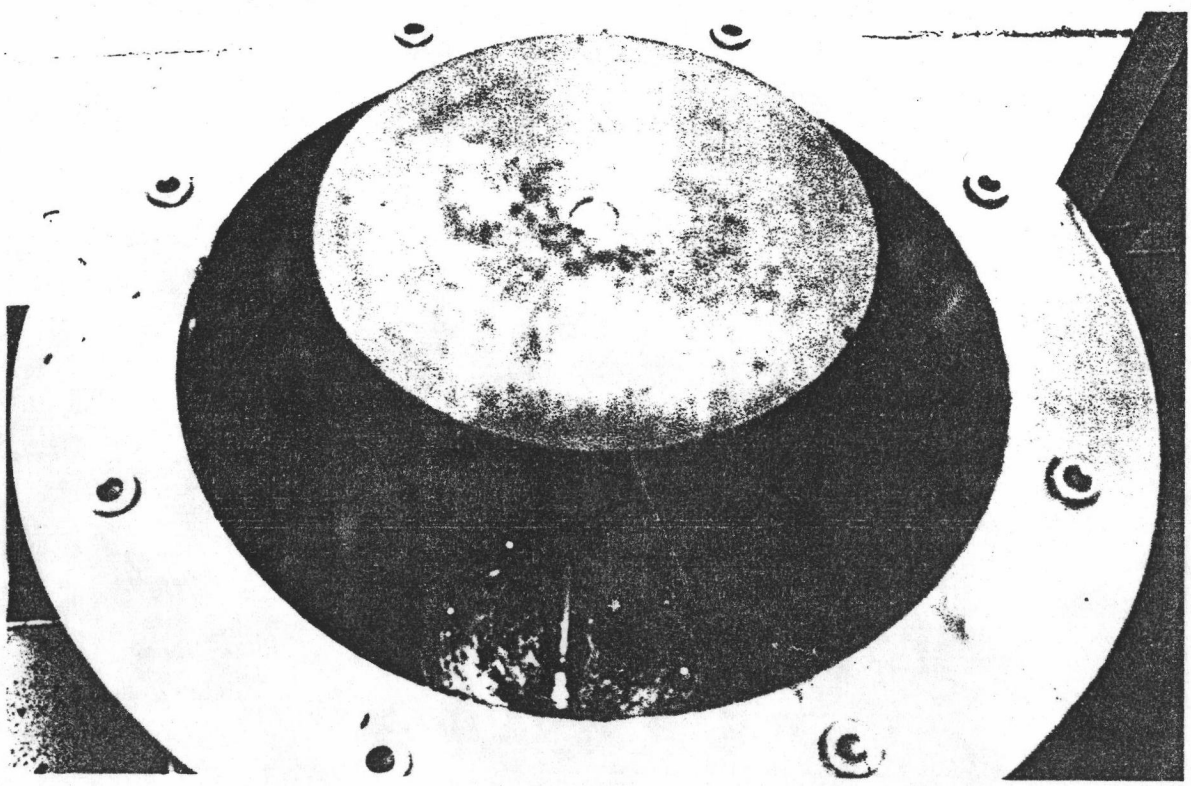
ผลการทดลอง การขึ้นรูปด้วยดินผสมที่มีอัตราส่วนผสม 2:1 ได้ชิ้นงานคือเตาที่มีเนื้อดินผสมที่มีความเหนียวและละเอียดกว่าชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยดินผสมที่มีอัตราส่วนผสม 1:1 พอสมควรอย่างไรก็ตามลักษณะของเนื้อชิ้นงานความละเอียดและความเหนียวจากการใช้ดินผสมทั้ง 2 ส่วนผสมยังอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยการตรวจสอบด้วยสายตาน่าจะอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ สำหรับดินผสมที่มีอัตราส่วนผสม 2:1 เป็นอัตราส่วนที่ใช้ผลิตเตาทั่วไปในการทดลองนี้สรุปได้ว่า การขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์ขึ้นรูปไม่ได้ถูกจำกัดโดยส่วนผสมของดินผสม ดังนั้นข้อจำกัดของดินผสมอาจจะขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์อื่นๆ ที่มีผลกระทบ เช่น คุณสมบัติในการรีดน้ำ ผลกระทบของการใช้สารหล่อลื่นหรืออื่นๆเป็นต้นซึ่งจะทำการทดลองต่อไป สำหรับคุณสมบัติอื่นๆ จากผลการทดลองพบว่ามีเนื้อดินผสมติดที่ผิวทั้งแม่พิมพ์บนและแม่พิมพ์ล่าง จากการวิเคราะห์น่าจะเกิดจาก 2 สาเหตุ คือสาเหตุแรกเกิดจากการส่วนต่อระหว่างชั้นของแม่พิมพ์ไม่สนิทเป็นแนว



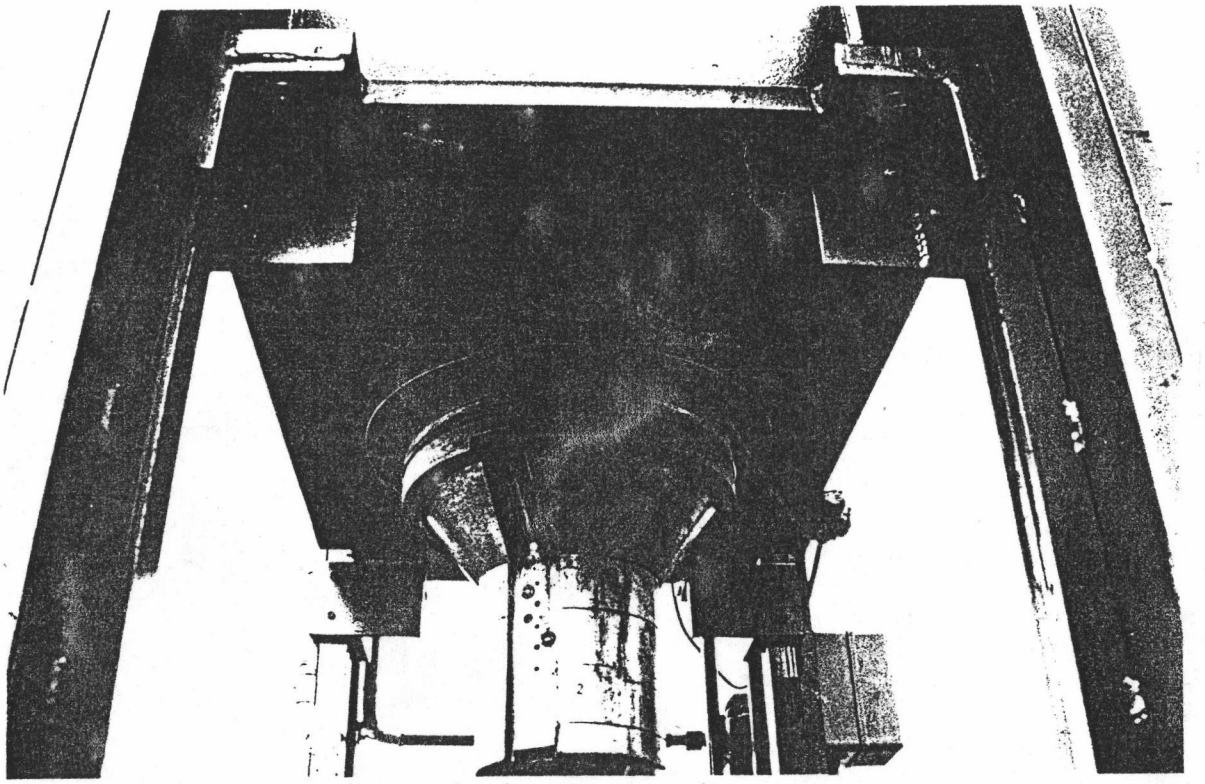
รูปที่ 6.1 แสดงเครื่องผลิตเตาฯประสิทธิภาพสูง



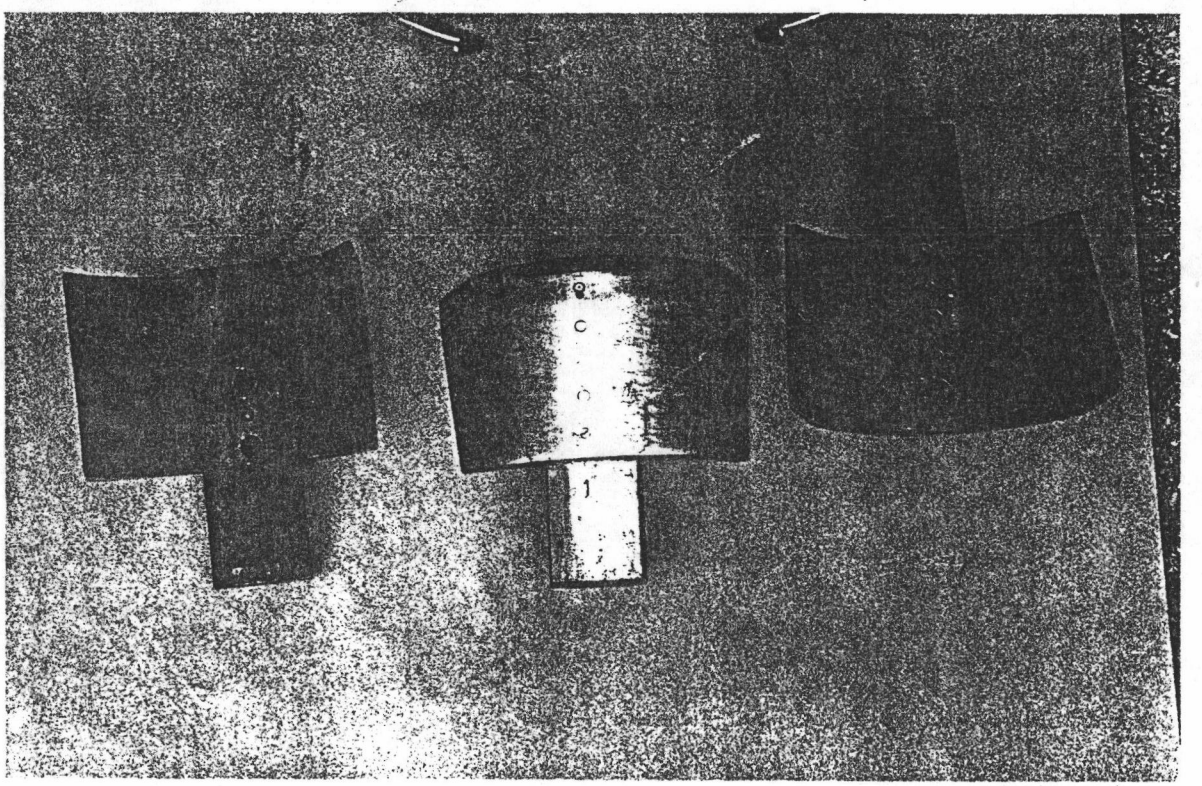
รูปที่ 6.2 แสดงแม่พิมพ์ในและแม่พิมพ์นอก



รูปที่ 6.3 แสดงแผ่นจานที่ใช้ดันเตาในแม่พิมพ์นอก

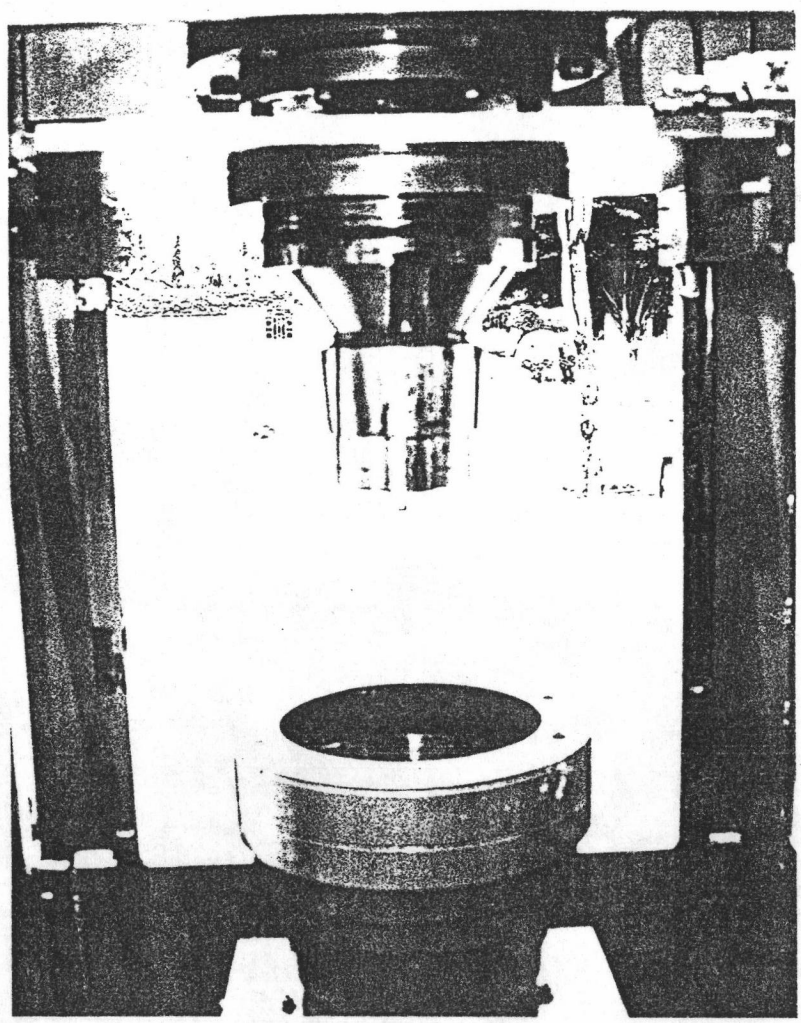


รูปที่ 6.4 แสดงแม่พิมพ์ในที่ไม่ได้สวมแผ่นประกบ

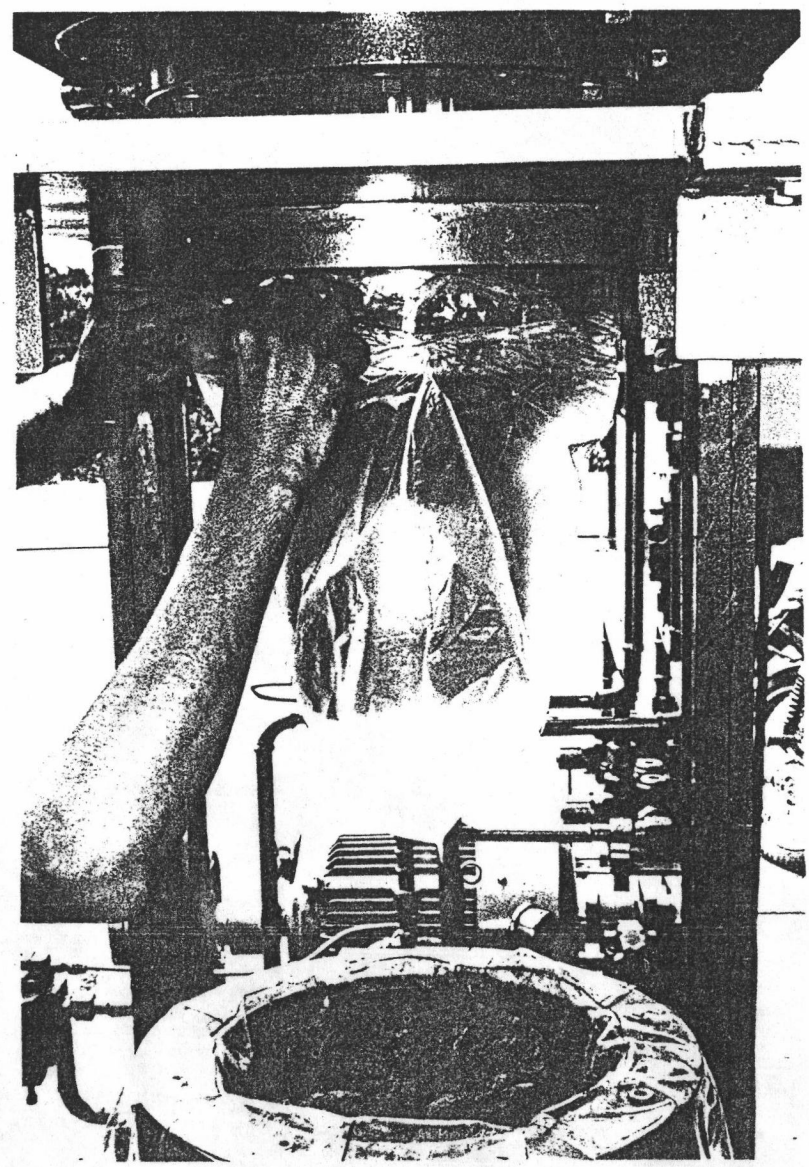


รูปที่ 6.5 แสดงแผ่นประกบที่ใช้กับแม่พิมพ์ใน

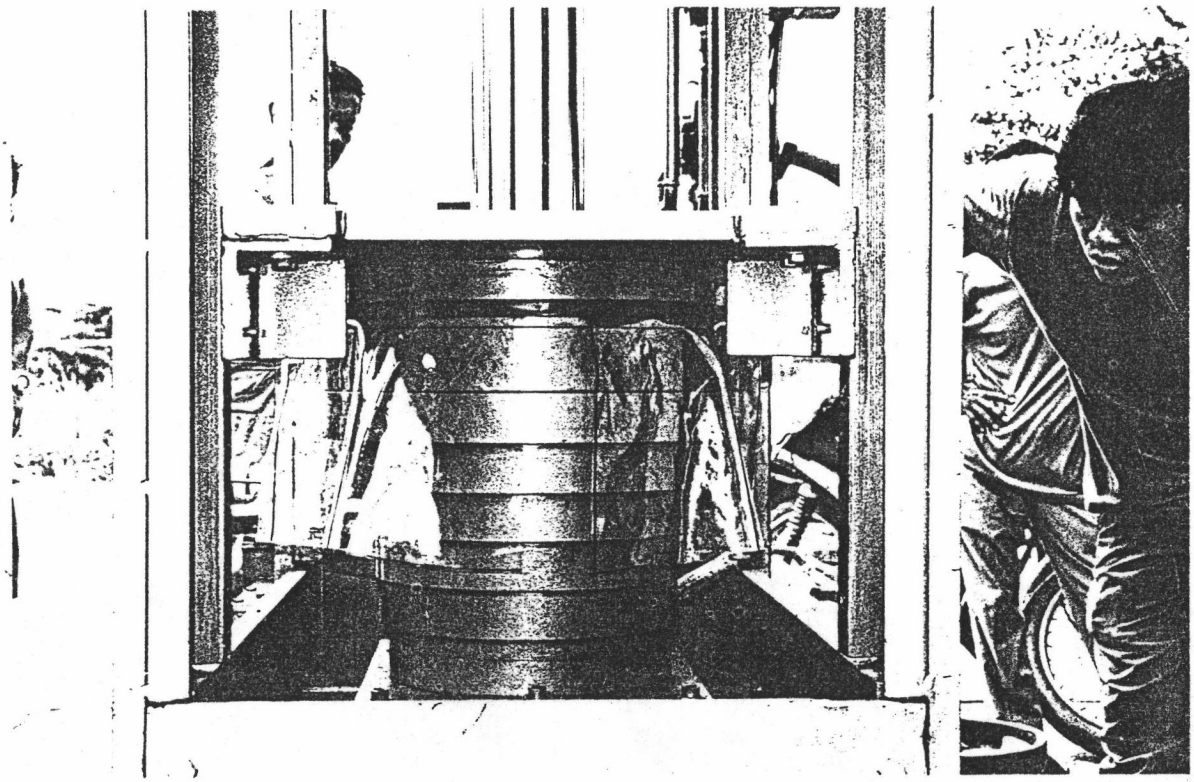
รูปที่ 6.6 แสดงการสวมแผ่นประกบที่แม่พิมพ์ใน



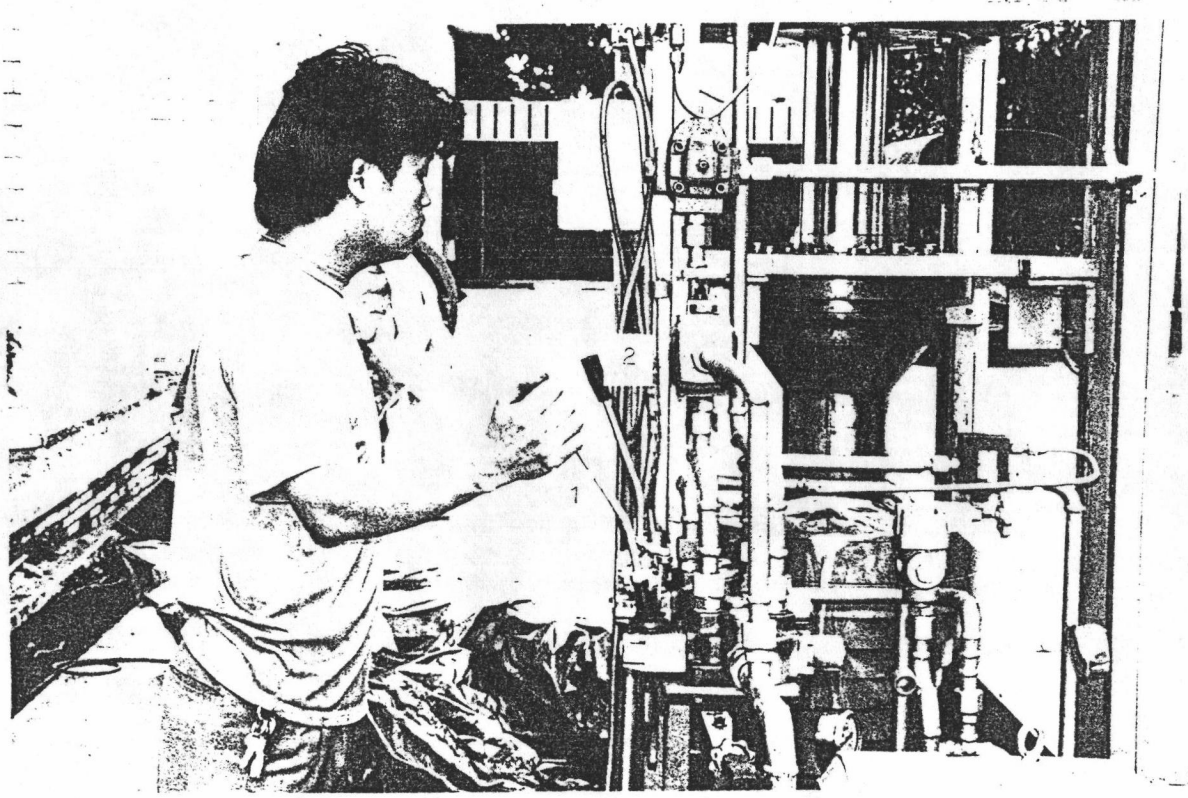
รูปที่ 6.7 แสดงแม่พิมพ์ในที่สวมแผ่นประกบแล้ว



รูปที่ 6.8 แสดงการคลุมถุงที่แม่พิมพ์นอก แม่พิมพ์ใน
และการใส่ดินผสมในแม่พิมพ์นอก



รูปที่ 6.9 แสดงการอัดขึ้นรูปเตา



รูปที่ 6.10 แสดงการควบคุมคันโยกไฮดรอลิก

เดียวกัน คือมีการเกยกันระหว่างชั้นทำให้เนื้อดินเข้าไปอุดเมื่อถอดแบบไม่สามารถหลุดออกมากับเนื้อชิ้นงานได้ ทำให้ชิ้นงานเกิดการกระเทาะและแหว่งติดอยู่กับแม่พิมพ์ การแก้ไขโดยการถอดชิ้นส่วนแล้วประกอบใหม่ สาเหตุที่สองเกิดจากเนื้อดินผสมติดกับผิวแม่พิมพ์ส่วนนี้เกิดจากการไม่ได้ใช้สารหล่อลื่นสาเหตุที่สองนี้จะทำการทดลองเพื่อแก้ไขต่อไป ส่วนการติดของแผ่นประกบสามารถแก้ไขได้โดยการใช้จารบี

2. <u>การทดลองรีดน้ำออกจากเนื้อเตา</u>

วิธีการทดลอง นำดินผสมที่มีส่วนผสมของดินเหนียวต่อขี้เถ้าแกลบดำ 1:1 และ 2:1 มาทำการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องปั้นเตาโดยไม่มีการใช้สารหล่อลื่นอัดแช่จนแน่ใจว่าเตาหมาดพอที่จะถอดออกมาได้เตาที่สมบูรณ์บันทึกผล รายละเอียดการทดลองและผลการทดลองอยู่ในการทดลองครั้งที่ 6 ในภาคผนวก ก

ผลการทดลอง ในการขึ้นรูปโดยการใช้ดินผสมที่มีส่วนผสม 1:1 สามารถรีดน้ำได้ดีกว่าขนาด 2:1 อย่างไรก็ตามการรีดน้ำของดินผสมของดินผสมทั้งสองส่วนผสม เพื่อต้องการให้ชิ้นงานที่ออกมามีความหมาดเพียงพอสำหรับส่วนผสมของดินผสม 1:1 และ 2:1 จะต้องใช้เวลาถึง 1 ชั่วโมง และ 1.5 ชั่วโมงตามลำดับดังสรุปไว้ในตารางที่ 6.1 สำหรับการผลทดลองครั้งนี้ดินผสมที่มีส่วนผสม 1:1 น่าจะดูเหมาะสมมากกว่าแต่การรีดน้ำที่ต้องใช้เวลาถึง 1 ชั่วโมงเป็นการใช้เวลาที่มากเกินไปจำเป็นต้องปรับปรุงต่อไป

ตารางที่ 6.1 แสดงความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการขึ้นรูปเตาเมื่อเนื้อเตามีส่วนผสมในอัตราส่วนต่างๆ

ส่วนผสมของดินผสมที่ใช้ในการขึ้นรูป (ดินเหนียว:ขี้เถ้าแกลบดำ)	เวลาที่ใช้ขึ้นรูป (นาที)
1:1	60
2:1	90

3. <u>การทดลองการใช้สารหล่อลื่นในแม่พิมพ์จริงที่ได้จากการออกแบบ</u>

วิธีการทดลอง นำดินผสมที่มีส่วนผสมของดินเหนียวต่อขี้เถ้าแกลบดำ 1:1 มาทำการอัดขึ้นรูป โดยใช้สารหล่อลื่นชนิดต่างๆเป็นตัวหล่อลื่นและตัวต่อต้านการเกาะติดแม่พิมพ์ เช่น ใช้น้ำมัน PTT-3D ทาเคลือบแม่พิมพ์, ใช้ขี้เถ้าแกลบดำทาเคลือบแม่พิมพ์, ใช้หนังสือพิมพ์และถุงพลาสติกคลุมแม่พิมพ์ เป็นต้นแล้วบันทึกผลผลการขึ้นรูป รายละเอียดการทดลองและผลการทดลองอยู่ในการทดลองครั้งที่ 7 ในภาคผนวก ก

ผลการทดลอง

- เมื่อใช้น้ำมัน PTT-3D ทาเคลือบที่ผิวแม่พิมพ์นอกและแม่พิมพ์ในแล้วใช้แรงดันอัดขนาด 100 ตัน พบว่าการรีดน้ำเกิดขึ้นในอัตราที่น้อยลง ถ้าต้องการรีดน้ำออกในปริมาณเท่าเดิมจะต้องใช้เวลามากขึ้น คือใช้เวลาเฉลี่ยถึง 75 นาที อย่างไรก็ตามดินผสมที่ใช้ในการขึ้นรูปเตาบางส่วนยังกระเทาะติดค้างอยู่กับผนังของแม่พิมพ์ สันนิฐานว่าเกิดจากการใช้ดินผสมเป็นก้อนเมื่อนำมาอัดขึ้นรูป จะเกิดการเคลื่อนตัวของเนื้อดินผสมไปคลุกเคล้ากับน้ำมันที่ผิวแม่พิมพ์และเคลื่อนตัวต่อไป ทำให้ที่ผิวของแม่พิมพ์ขาดสารหล่อลื่นก่อให้เกิดปัญหาดินผสมติดที่แม่พิมพ์ สำหรับเนื้อดินผสมที่เปื้อนน้ำมันจะเคลื่อนตัวไปคลุกเคล้ากับดินผสม แต่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันเพราะมีฟิล์มน้ำมันกั้นอยู่ ในส่วนของผิวชั้นฟิล์มน้ำมันนี้จะทำให้เตาเกิดการแตกร้าวเมื่อนำมาผึ่งลม กรรมวิธีดังกล่าวคือก่อนการขึ้นรูปทาน้ำมันหล่อลื่นแล้วนำเอาก้อนดินผสมมาใส่แบบพิมพ์ แล้วอัดขึ้นรูปเป็นกรรมวิธีการผลิตที่ไม่เหมาะสม จึงปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตเปลี่ยนเป็นเมื่อนำก้อนดินผสมมาใส่แม่พิมพ์แล้ว จะต้องใช้มือกวักดินขึ้นมาให้แนบกับแม่พิมพ์นอกโดยรอบ (เพื่อลดการเคลื่อนตัวของดินผสม) แล้วค่อยใช้เครื่องอัดอัดขึ้นรูปผลปรากฏว่าชิ้นงานไม่ติดแม่พิมพ์และชิ้นงานไม่แตกร้าวเมื่อนำไปผึ่งลมจนแห้ง แต่เวลาที่ใช้ในการอัดดินขึ้นรูปยังคงใช้เวลานานเช่นเดิม

- เมื่อใช้ขี้เถ้าแกลบดำเป็นสารหล่อลื่นทาเคลือบที่ผิวแม่พิมพ์นอกและแม่พิมพ์ในแล้วใช้แรงดันอัดขนาด 100 ตัน จากผลการทดสอบชิ้นงานที่ได้มีลักษณะคล้ายกับการใช้ PTT-3D คือเมื่อใช้อัดดินเป็นก้อนดินผสมบางส่วนจะติดกับผิวแม่พิมพ์และเมื่อนำผึ่งลมจนแห้งจะสังเกตว่า มีการแตกร้าวขึ้นบริเวณที่มีขี้เถ้าแกลบดำคลุกผสมอยู่แต่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน การแก้ไขกระทำโดยวางเนื้อดินผสมเป็นก้อนลงในแม่พิมพ์ แล้วจะต้องใช้มือกวักดินผสมขึ้นมาให้แนบกับแม่พิมพ์นอกแล้วใช้การอัดขึ้นรูป ผลปรากฏว่าชิ้นงานถอดออกมาได้ไม่ติดแบบการแตกร้าวเมื่อนำมาผึ่งลมหมดไป แต่ก็ยังใช้เวลานานในการอัดขึ้นรูป คือ เหลือเวลาในการอัดขึ้นรูปถึง 50 นาที ซึ่งน้อยกว่าการทดสอบโดยใช้น้ำมัน PTT-3D เป็นสารหล่อลื่น

- การใช้หนังสือพิมพ์ วิธีการทดสอบจะใช้หนังสือพิมพ์คลุมแม่พิมพ์ในและวางรอบแม่พิมพ์นอกแล้วใช้ดินผสมอัด ผลจากการทดสอบพบว่าใช้ได้ผลดี แต่หนังสือพิมพ์มีปัญหาคือ บางส่วนของหนังสือพิมพ์จะเข้าไปแทรกกับเนื้อดินผสมทำให้เป็นสาเหตุของการแตกร้าวของชิ้นงานนอกจากนี้ถ้าหากเกิดหนังสือพิมพ์ฉีกขาดจะทำให้เกิดปัญหาชิ้นงานเกิดการผิด

แบบทันที อย่างไรก็ดีวิธีการแก้ไขเรื่องการแทรกของหนังสือพิมพ์เข้ากับชิ้นงานทำได้โดยการตัดหนังสือพิมพ์ให้เข้ารูปกับแม่พิมพ์

– เมื่อใช้ถุงพลาสติกเป็นตัวป้องกันการติดของเนื้อดินผสมกับแม่พิมพ์โดยใช้ถุงพลาสติกหุ้มแม่พิมพ์นอกและใน โดยถุงพลาสติกจะต้องนำมาเจาะด้วยมีดจนพรุน ทั้งนี้เพื่อให้น้ำสามารถระบายผ่านถุงพลาสติกได้ จากผลการทดสอบพบว่า ชิ้นงานร่อนไม่ติดกับแม่พิมพ์เวลาที่ใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงาน 65 นาที นั่นคือใช้เวลามากกว่าการขึ้นรูปเมื่อใช้ขี้เถ้าแกลบดำและหนังสือพิมพ์ เป็นสารหล่อลื่น อย่างไรก็ตามเมื่อใช้ถุงพลาสติกปัญหาเรื่องการแตกร้าวหลังจากตากลมจนแห้งไม่มีการแตกร้าว

4. <u>การควบคุมปริมาณดินและการยุบตัว</u>

จากการทดลองในบทที่ 4 จะใช้วิธีเจาะรูในส่วนของแม่พิมพ์นอกแล้วอัดแม่พิมพ์ให้ดินส่วนเกินทะลักออกมาที่รูดังกล่าวในปัญหานี้ในแบบจริงได้ทดสอบพบว่า เนื่องจากแม่พิมพ์มีขนาดใหญ่ การเจาะรูจะต้องเจาะเป็นจำนวนมากและต้องมีการทำความสะอาดรูทุกครั้งหลังการขึ้นรูปเพื่อไม่ให้มีการอุดตันในระหว่างการขึ้นรูปทำให้เสียเวลา และเพิ่มขั้นตอนการทำงาน ถ้าใช้ปริมาณดินมากเกินไปยิ่งจะทำให้เสียเวลามากแต่ถ้าใช้ปริมาณดินผสมน้อยเกินไปการขึ้นรูปจะไม่ได้ผล การควบคุมปริมาณดินโดยใช้วิธีเจาะรูจึงจำเป็นต้องตวงให้ดินผสมมีปริมาณที่มากกว่าปริมาณที่ต้องการมากกว่าเล็กน้อย ผู้ทำวิจัยได้ทำการทดลองโดยวิธีชั่งน้ำหนัก 10.5 กิโลกรัม แล้วทำการอัดขึ้นรูปพบว่า แหล่งดินที่ผู้วิจัยได้นำมาทดสอบขึ้นรูปเตาได้ขนาดเท่ากันทุกครั้ง ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเห็นว่า การควบคุมปริมาณดินโดยการชั่งน้ำหนักน่าจะใช้ได้ดีกว่าการควบคุมโดยวิธีการควบคุมปริมาณโดยการเจาะรู ข้อเสียอีกประการหนึ่งสำหรับการเจาะรูคือแต่ละแหล่งของดินผสมจะต้องมีการทดสอบและเจาะรูใหม่เสมอ เพื่อให้ได้ปริมาณดินผสมที่พอดีการเจาะรูดังกล่าวจะต้องแนะนำโดยนักวิจัยหรือผู้ที่มีความรู้ด้านการออกแบบอย่างดี และจะต้องคำนึงถึงการยุบตัวของเนื้อดินด้วยนอกจากนี้รูเจาะจะทำให้ระบบซีลกันรั่วของแม่พิมพ์ในเสื่อมสภาพชำรุดเร็วขึ้น ส่วนการควบคุมโดยการชั่งน้ำหนักจะทำได้ง่ายและผู้ผลิตสามารถทดสอบเองได้ว่าแหล่งที่นำมาใช้ขึ้นรูปเตาควรจะใช้ปริมาณเท่าไหร่ นอกจากนี้ยังตัดปัญหาเรื่องการยุบตัวของดินผสมขณะอัดขึ้นรูปได้อีกด้วย เพราะเตาที่ได้จากการอัดขึ้นรูปออกมานี้เป็นสัดส่วนที่ได้หลังจากที่ชิ้นงานที่ได้ยุบตัวแล้วผู้ผลิตสามารถปรับส่วนสูงของตัวเตาโดยง่าย และใช้ตามคุณสมบัติดินผสมในแต่ละแหล่งดิน

5. <u>การหดตัวของดินผสม</u>

จากการทดลองในบทที่ 4 ดินผสมส่วนที่ขึ้นรูปแล้วเมื่อผึ่งลมและอบให้แห้งจะมีการหดตัวอยู่ระหว่าง 2-9% ในการสร้างแม่พิมพ์จะใช้ค่าเฉลี่ยของดินผสมหดตัว 5% จะทำการตรวจสอบมิติต่างๆ เพื่อทดสอบอีกครั้งหลังจากที่ทำการทดสอบควบคุมพารามิเตอร์ตัวอื่นๆให้ได้ผลตามเป้าหมาย

การปรับปรุง พัฒนา แม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

หลังจากได้ทำการทดลอง เพื่อศึกษาคุณสมบัติและกรรมวิธีในการควบคุมพารามิเตอร์ของดินผสมบทที่ 4 จึงได้ทำการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ผลิตเตาประสิทธิภาพสูงให้ได้คุณสมบัติและมีกลไกตามที่ต้องการแล้ว รวมเรียกว่าแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาประสิทธิภาพสูง แม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาประสิทธิภาพสูงนี้ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้เลยทั้งนี้เนื่องมาจากการออกแบบทั้งหมดมีพื้นฐานของข้อมูลมาจากการทดลอง ดังนั้นจึงยังจำเป็นที่จะต้องทดสอบพารามิเตอร์ทั้งหมดอีกครั้งหนึ่งจากแม่พิมพ์ที่ได้จากการสร้าง ผลการทดสอบที่ได้เป็นการยืนยันข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ถ้าหากพารามิเตอร์ใดเมื่อทดสอบแล้วไม่เป็นไปตามที่ได้ทดลองเอาไว้ผู้วิจัยจะต้องหาเหตุผลในทางวิชาการมาชี้แจง เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขแม่พิมพ์ต่อไป จากการทดสอบข้อ 6.2 ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกลไกการทำงานและการขึ้นรูปเตาโดยการอัดดินผสมเพื่อขึ้นรูปเตาด้วยแรงอัดขนาด 100 ตัน ผลการทดสอบสรุปได้ดังนี้

1) ดินผสมที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการอัดขึ้นรูปเตาที่มีส่วนผสมของดินเหนียวต่อขี้เถ้า 1:1 สามารถรีดน้ำในช่องขาดที่มีความกว้าง 60 ไมโครเมตร ได้ในอัตราไหลที่สูงกว่าดินผสมที่มีส่วนผสม 2:1
2) ดินผสมที่ใช้ในการทดสอบเป็นวัตถุดิบเป็นแหล่งของของโรงงานเตาทองของนายรวม สุขวัฒโก จ.ราชบุรี จะใช้การชั่งน้ำหนักขนาดประมาณ 10.5 กิโลกรัม โดยวิธีชั่งน้ำหนักนี้ทำให้ไม่ต้องพิจารณาถึงการหดตัวระหว่างอัดขึ้นรูป
3) น้ำมัน PTT-3D, ขี้เถ้าแกลบดำ, หนังสือพิมพ์ ถุงพลาสติกสามารถใช้เป็นสารหล่อลื่นระหว่างเนื้อดินผสมกับผิวแม่พิมพ์ได้
4) การอัดขึ้นรูปใช้เวลาเฉลี่ย 45, 60 นาที สำหรับดินผสมที่มีส่วนผสมของดินเหนียวต่อขี้เถ้าแกลบดำ 1:1, 2:1 ตามลำดับ โดยใช้ขี้เถ้าแกลบดำเป็นสารหล่อลื่น
5) เนื้อของเตา สำหรับดินผสมที่มีส่วนผสมของดินเหนียวต่อขี้เถ้าแกลบดำ 1:1 จะมีเนื้อเตาหยาบกว่าดินผสมที่มีส่วนผสมของดินเหนียวต่อขี้เถ้าแกลบดำ 2:1

จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าผลการทดลองสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้นำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบทุกข้อ ยกเว้นเรื่องการควบคุมปริมาณดินซึ่งผู้วิจัยไม่ได้ทดสอบแต่ใช้วิธีการชั่งน้ำหนักดินผสมแทนสำหรับเหตุผลได้ชี้แจงในหัวข้อที่ผ่านมาแล้ว สรุปได้ว่าแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาประสิทธิภาพสูง สามารถผลิตเตาประสิทธิภาพสูงจากดินผสมที่มีปริมาณน้ำในดินผสมประมาณ 37% ได้ในอัตรา 60 นาทีต่อลูก (ใช้ดินผสมเช่นเดียวกันกับโรงงานเตาทั่วไปในแถบ จ.ราชบุรีที่ใช้ในการปั้นเตาในปัจจุบัน) การผลิตเตาโดยใช้แม่พิมพ์ตามที่สร้างมานี้ในการผลิตพิจารณาอย่างคร่าวๆทำงานวันละ 8 ชั่วโมง จะนั้นผลิตได้วันละ 8-11 ลูก ถือว่าผลิต

ได้น้อยมาก ปริมาณการผลิตขนาดนี้ย่อมจะไม่เกิดความจูงใจแก่นักลงทุนทั่วไปหรือแม้แต่เจ้าของโรงงานเตาต่างๆ ทั่วไปที่จะให้หันมาผลิตเตาโดยใช้เครื่องจักรแทนการผลิตเดิมที่ใช้แรงงานคนซึ่งมีราคาต้นทุนถูกและรวดเร็วกว่านี้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหากรรมวิธีที่จะเพิ่มอัตราการผลิต วิธีหนึ่งที่น่าจะเป็นไปได้คือลดขั้นตอนที่ต้องใช้เวลามากในการควบคุมพารามิเตอร์ของดินผสมขณะขึ้นรูป แล้วใช้กรรมวิธีอื่นในการควบคุมพารามิเตอร์ตัวนี้แทน จากการวิเคราะห์พบว่าขั้นตอนการควบคุมพารามิเตอร์ที่ใช้เวลานานที่สุดได้แก่ การรีดน้ำออกจากเนื้อดินผสมนั้นเอง การรีดน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อนำน้ำที่ผสมอยู่ในดินผสมออกซึ่งการใช้เครื่องเป็นตัวควบคุมพารามิเตอร์นี้เพราะปริมาณน้ำในดินผสมถูกกำหนดโดยกรรมวิธีในการเตรียมดินผสมในปัจจุบัน และถ้าสามารถนำดินผสมที่โรงงานทั่วไปใช้งานมาใส่เครื่องจักรได้เลยก็จะเป็นการสะดวกอย่างยิ่ง สำหรับเจ้าของโรงงานเตาที่จะเปลี่ยนมาผลิตเตาโดยใช้เครื่องจักร อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยจึงเป็นเหตุผลยืนยันได้ว่า การควบคุมการรีดน้ำออกจากดินผสมสำหรับการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงสามารถทำได้แต่ยังไม่เหมาะน่าจะมีกรรมวิธีอื่นที่เหมาะสมกว่า

ประเด็นหลักในการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงคือประการแรกให้สามารถขึ้นรูปได้เตาที่มีขนาดและสัดส่วนเท่ากับหรือใกล้เคียงเตาต้นแบบ ประการที่สองให้ได้เตาที่มีความแข็งแรงเพียงพอ ประการที่สามให้มีการปรับปรุงหรือแก้ไขขั้นตอนการผลิตให้น้อยที่สุด จากประเด็นหลักที่นำเสนอมาและผลการวิจัยจึงจำเป็นต้องมาทบทวนขั้นตอนการผลิตอีกครั้ง สำหรับขั้นตอนการผลิตนั้นถ้าจะพิจารณาโดยละเอียดขั้นตอนในการนำเอาเตาไปผึ่งลม 2-4 วัน หลังจากการขึ้นรูปเตาแล้วก็คือกรรมวิธีในการควบคุมพารามีเตอร์อันได้แก่ ปริมาณน้ำในดินผสมให้ลดลงหรือขั้นตอนการรีดน้ำออกจากดินผสมในแม่พิมพ์นั้นเอง

ในการปรับปรุงการขึ้นรูปเตาโดยเครื่องผลิตเตาประสิทธิภาพสูง จะตัดขั้นตอนกรรมวิธีในการรีดน้ำออกทั้งนี้เพื่อเป็นการลดเวลาในการขึ้นรูปเตาจากเดิมใช้เวลาถึง 45-60 นาทีก็จะเหลือเพียง 4-5 นาทีเป็นอย่างมาก สำหรับกรรมวิธีในการขจัดน้ำจะกำหนดโดยการผึ่งลมเช่นเดียวกับที่ใช้ในโรงงานเตาในปัจจุบัน ขั้นตอนการผลิตจึงเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยดังแสดงในแผนภูมิการผลิตดังต่อไปนี้

ขั้นตอนแบบโรงงานเตาใช้ในปัจจุบัน

เตรียมดิน--->ดินผสม--->ขึ้นรูป--->ผึ่งลม--->ตกแต่ง--->ผึ่งลม--->เผา

ขั้นตอนที่ปรับปรุงเพื่อใช้กับเครื่องผลิตเตา

เตรียมดิน--->ดินผสม---------->ผึ่งลม--->ขึ้นรูป---->ผึ่งลม--->เผา

จากการปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตและข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทำให้สามารถกำหนดและหาค่าแบบพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แม่พิมพ์สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องดังนี้

1) ใช้ดินผสมที่อัตราส่วนผสมของดินเหนียว:ขี้เถ้าแกลบดำเท่ากับ 2:1 เช่นเดียวกับโรงงานผลิตเตาทั่วไปใช้ผสม
2) ใช้ถุงพลาสติกคลุมแทนสารหล่อลื่นเพราะลักษณะของดินผสมที่นำมาขึ้นรูปมีลักษณะเป็นก้อน การไหลของเนื้อดินจะถูกควบคุมด้วยแรงอัดและแม่พิมพ์และไม่มีปัญหาเรื่องดินติดแบบ
3) ทดลองหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการขึ้นรูป
4) ทดลองหาแรงอัดที่ใช้ในการขึ้นรูปที่เหมาะสม
5) ทดลองหาปริมาณดินที่เหมาะสมโดยการชั่งน้ำหนัก
6) ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพอันได้แก่ ขนาด น้ำหนัก ของเตา

<u>การทดลองเพื่อปรับปรุงพัฒนาแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง</u>

1. <u>การทดลองเพื่อหาปริมาณน้ำผสมในดินผสมที่เหมาะสมในการขึ้นรูป</u>

วิธีการทดลอง นำดินผสมที่มีส่วนผสมของดินเหนียวต่อขี้เถ้าแกลบดำ 1:1 มาทำการอัดขึ้นรูป โดยใช้ดินผสมตั้งแต่เหลวจนกระทั่งหมาดเกือบแห้งมาทำการขึ้นรูปโดยเครื่องผลิตเตาตรวจสอบสภาพความชื้นของดินผสมและผลการขึ้นรูปเตารายละเอียดการทดลองและผลการทดลองครั้งที่ 8 ในภาคผนวก ก

ผลการทดลอง ดินผสมที่ใช้ในการทดลองมีน้ำผสมอยู่ในปริมาณที่มากน้อยแตกต่างกันตามลำดับ จากผลการทดลองสามารถแบ่งดินผสมออกได้ดังแสดงในตารางที่ 6.2 คือ ดินผสมที่มีปริมาณน้ำผสมตั้งแต่ 30%ขึ้นไป การขึ้นรูปไม่มีปัญหาแต่การถอดเตาออกจากชิ้นงานรวมทั้งการขนย้ายทำได้ลำบากเพราะดินมีสภาพเหลวเกินไป ดินผสมที่มีปริมาณน้ำผสม 30-27% ดินผสมมีความเหมาะสมในการขึ้นรูปถอดแบบทำได้ง่าย ส่วนดินผสมที่มีปริมาณน้ำผสมต่ำกว่า 27% การขึ้นรูปทำได้ไม่สมบูรณ์เพราะเนื้อดินผสมมีบางส่วนแบ่งชั้นไม่ประสานเป็นเนื้อเดียวกัน สำหรับเนื้อดินผสมที่มีน้ำผสม 30% นั้นจากประสบการณ์ของผู้วิจัยสามารถดูด้วยสายตาสภาพความหมาดของเนื้อดินผสมเหมือนกับเนื้อดินผสมในขั้นตอนพร้อมที่จะปาดแต่งและเจาะปากเตาในการผลิตเตาของโรงงานในปัจจุบัน

ตารางที่ 6.2 แสดงปริมาณน้ำในดินผสมที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเตาฯเมื่อใช้ดินผสมที่มีส่วนผสมของดินเหนียว:ขี้เถ้าฯเท่ากับ 2:1

%ปริมาณน้ำในดินผสม	ผลการขึ้นรูปเตาฯ
ต่ำกว่า 27%	เนื้อเตาไม่ประสานกัน
27-30%	ขึ้นรูปได้ดี
สูงกว่า 30%	ถอดแบบเสียรูป

2. <u>การทดลองเพื่อหาแรงอัดดินผสมที่เหมาะสมในการขึ้นรูป</u>

วิธีการทดลองจากการศึกษา เรื่องปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเนื้อดินผสมที่เหมาะสมในการขึ้นรูปนั้น คือทุกค่าปริมาณน้ำมากๆ สามารถขึ้นรูปได้แต่จะมีปัญหาคือการถอดชิ้นงานแต่ถ้าปริมาณน้ำผสมในดินผสมน้อยเกินไปก็จะเกิดปัญหาดินไม่ประสานกัน ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จะใช้การประมาณปริมาณน้ำที่ตากแดดไว้ประมาณ 15-20 ชม.(มี % น้ำประมาณ 29-30 % ซึ่งประเมินจากผลการทดลองครั้งที่ 8) ใช้ดินผสมที่มีส่วนผสมของดินเหนียวต่อขี้เถ้าเท่ากับ 2:1 โดยใช้แรงอัดที่ 40, 50, 60, 80 และ100 ตัน รายละเอียดการทดลองและผลการทดลองอยู่ในการทดลองครั้งที่ 9 ภาคผนวก ก

ผลการทดลอง สำหรับการทดลองการขึ้นรูปครั้งนี้ใช้ดินผสมจากแหล่งโรงงานเตาทอง อ.เมือง จ.ราชบุรี เพียงแหล่งเดียวแต่ส่วนใหญ่เกือบทุกโรงงานในระแวกเคียงกันจะใช้ดินจากแหล่งเดียวกัน ดังนั้นในการสร้างกับโรงงานอื่นน่าจะได้ผลใกล้เคียงกันสำหรับปริมาณน้ำที่ผู้วิจัยได้ทดสอบนั้นคือปริมาณ 27-30%ซึ่งเป็นปริมาณน้ำมากที่สุดที่สามารถทำให้ผู้ทดลองสามารถควบคุมการเดินเครื่องได้สะดวก โดยใช้เวลาในการเดินเครื่องดังที่กำหนดไว้ไม่เกิน 4 นาที ในการผลิตจริงผู้วิจัยคาดว่าผู้ควบคุมเครื่องน่าจะมีความชำนาญงานและผลิตได้ในอัตราที่สูงกว่า 1 เตาต่อ 4 นาที การที่ผู้วิจัยเลือกใช้ค่าปริมาณน้ำนี้เพราะเป็นเนื้อดินผสมที่มีโอกาสปัญหาเรื่องการแยกตัวของเนื้อดินขณะขึ้นรูปน้อยที่สุดจากผลการทดลองที่แรงอัด 40 ตัน ดินผสมไม่สามารถประสานเป็นเนื้อเดียวกันได้คือ จะสังเกตได้จากเมื่อนำเตาที่ขึ้นรูปไปผึ่งแดดและทุบเตาดูจะเกิดการแยกของชั้นดินที่เคลื่อนที่มาทับกันไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ถ้าหากว่าดินผสมที่เปียกกว่านี้อาจจะใช้งานได้แต่ผู้วิจัยได้กำหนดช่วงของความชื้นดินไว้ที่ 27-30% ดังนั้นที่แรงอัด 40 ตัน จึงไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สำหรับที่แรงอัด 50, 60, 80 และ 100 ตันเครื่องสามารถขึ้นรูปเตาได้อย่างสมบูรณ์และสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นสรุปได้ว่าระบบเครื่องผลิตเตาประสิทธิภาพสูงที่มีแรงอัดแม่พิมพ์ 50-100 ตัน สามารถทำการผลิตเตาได้อย่างสมบูรณ์โดยใช้ดินผสมที่มีความชื้นในดินอยู่ในช่วง 27-30% ดังแสดงในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 แสดงขนาดของแรงอัดที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเตาฯเมื่อใช้ดินผสมที่อัตราส่วนผสมของดินเหนียว:ขี้เถ้าฯเท่ากับ 2:1

แรงอัดที่ใช้ในการขึ้นรูป(ตัน)	ผลการขึ้นรูป
40	เนื้อเตาไม่ประสานกัน
50-100	ขึ้นรูปได้ดี

3. <u>การทดลองเพื่อหาปริมาณดินผสมที่เหมาะสมในการขึ้นรูป</u>

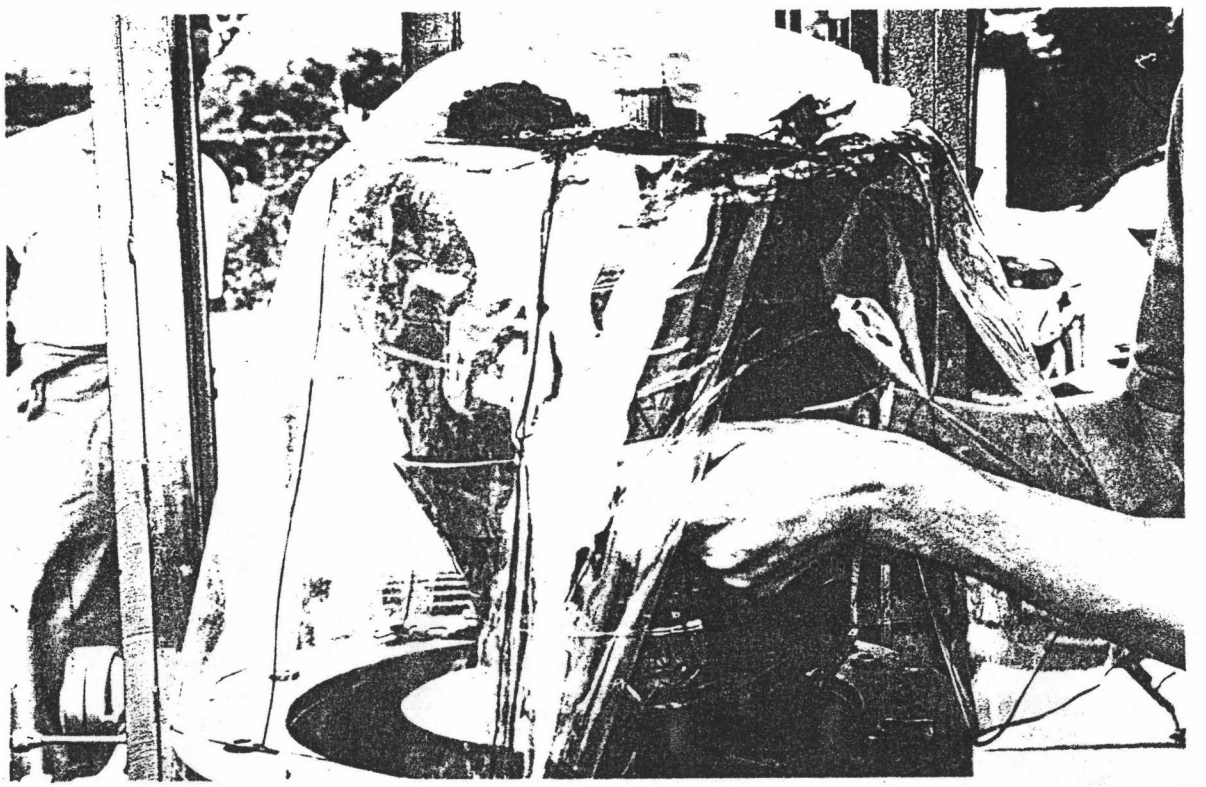
วิธีการทดลอง ในการทดลองที่ผ่านๆ มาผู้วิจัยได้ทำประมาณคร่าวๆ ดินผสมควรจะมีน้ำหนักประมาณ 10.5 กิโลกรัม อย่างไรก็ตามเพื่อให้การวิจัยเป็นไปตามแบบแผนจึงได้ทำการทดลองเพิ่มเติมโดยการอัดดินที่ 11.5, 10.5, 9.5 กิโลกรัมตามลำดับ ตรวจสอบเตาที่ได้จากการขึ้นรูปบันทึกผล รายละเอียดการทดลองและผลการทดลองอยู่ในการทดลองครั้งที่ 10 ในภาคผนวก ก

ผลการทดลอง ปรากฏว่าปริมาณดินที่เหมาะสมในการขึ้นรูปสำหรับดินผสมแหล่งนี้คือที่ 10.5 กิโลกรัม สำหรับแหล่งดินอื่นสามารถทดลองได้ โดยทดลองเช่นเดียวกับการทดลองครั้งที่ 10

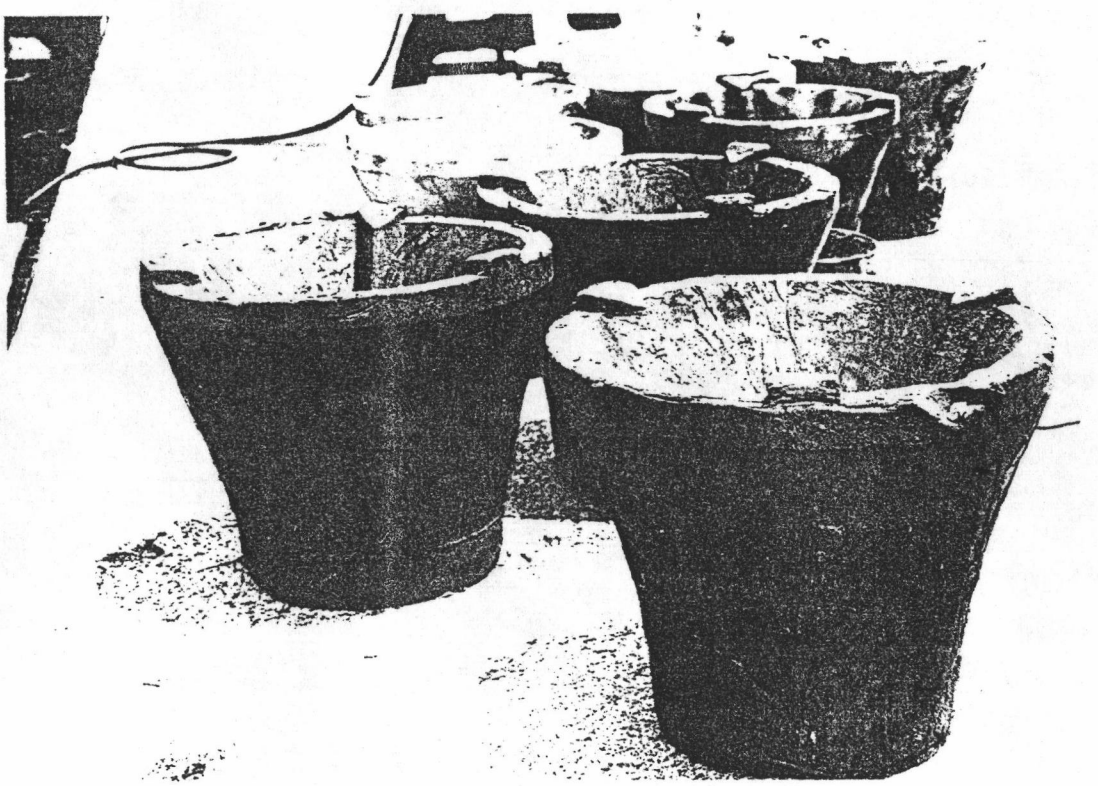
4. <u>การทดลองเพื่อวัดมิติเตาหลังเผา</u>

วิธีการทดลอง จากการทดลองที่ผ่านมาเป็นการทดลองเพื่อหาขนาดของการใช้ดินผสมที่เหมาะสมในการขึ้นรูป เพื่อให้ได้ชิ้นงานสมบูรณ์ในหัวข้อนี้จำเป็นต้องมีการตรวจสอบขนาดชิ้นงานจริงๆโดยการนำเอาเตาที่ได้จากการขึ้นรูปนำไปเผาให้สุก บันทึกผลขนาดต่างๆ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับขนาดมาตรฐาน รายละเอียดการทดลองและผลการทดลองอยู่ในการทดลองครั้งที่ 11 ในภาคผนวก ก

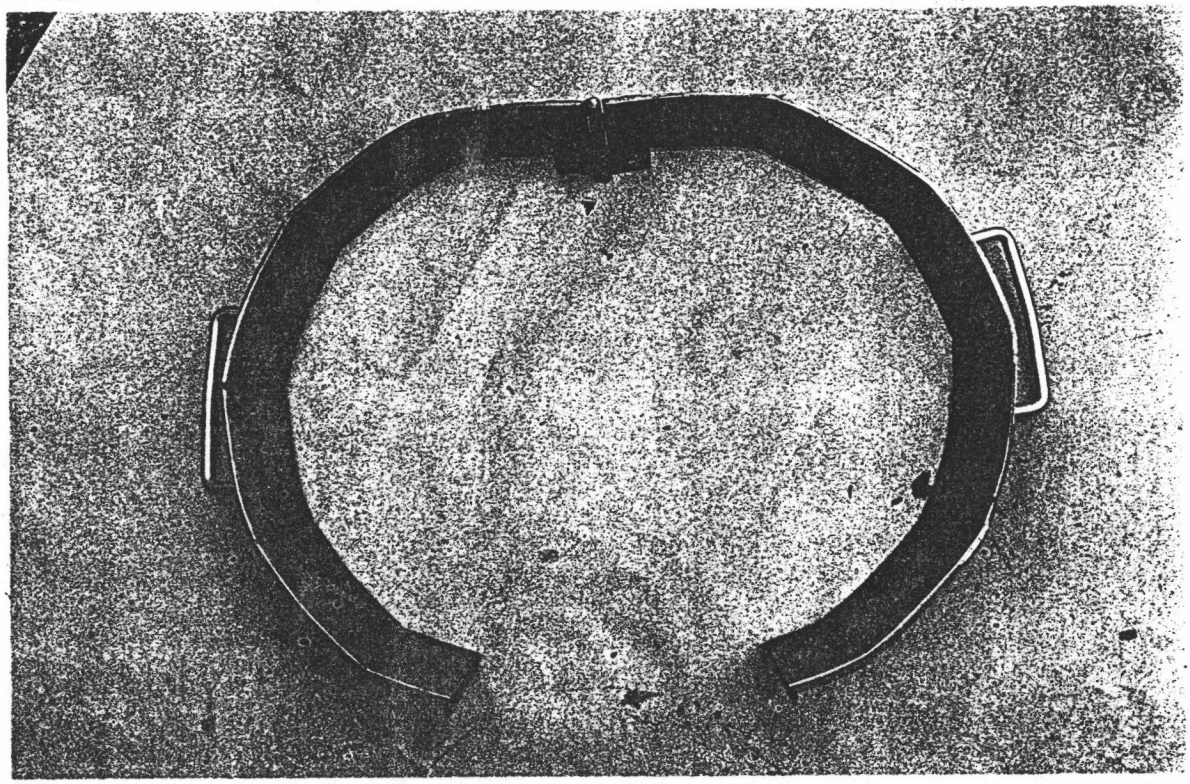
จากผลการทดลองซึ่งได้นำมาเปรียบเทียบกับขนาดมาตรฐาน สรุปได้ว่าในการทดลองได้ใช้แรงอัด 2 ค่า คือ 50 ตัน กับ 100 ตัน เพื่อตรวจสอบขนาดของเตาที่ได้จากการขึ้นรูป ผลปรากฏว่าเตาที่มีแรงอัดเพิ่มจาก 50 ตัน เป็น 100 ตัน มีการยุบตัวของเนื้อดินทำให้ความสูงของเตาลดลงประมาณ 10 มิลลิเมตร ส่วนขนาดอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามผลการทดลองเป็นการยืนยันได้ว่าผลของการวิจัยในโครงการนี้สามารถผลิตเตาประสิทธิภาพสูงออกมาได้คุณสมบัติทางกายภาพได้ค่าใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดดังแสดงในตารางที่ 6.4



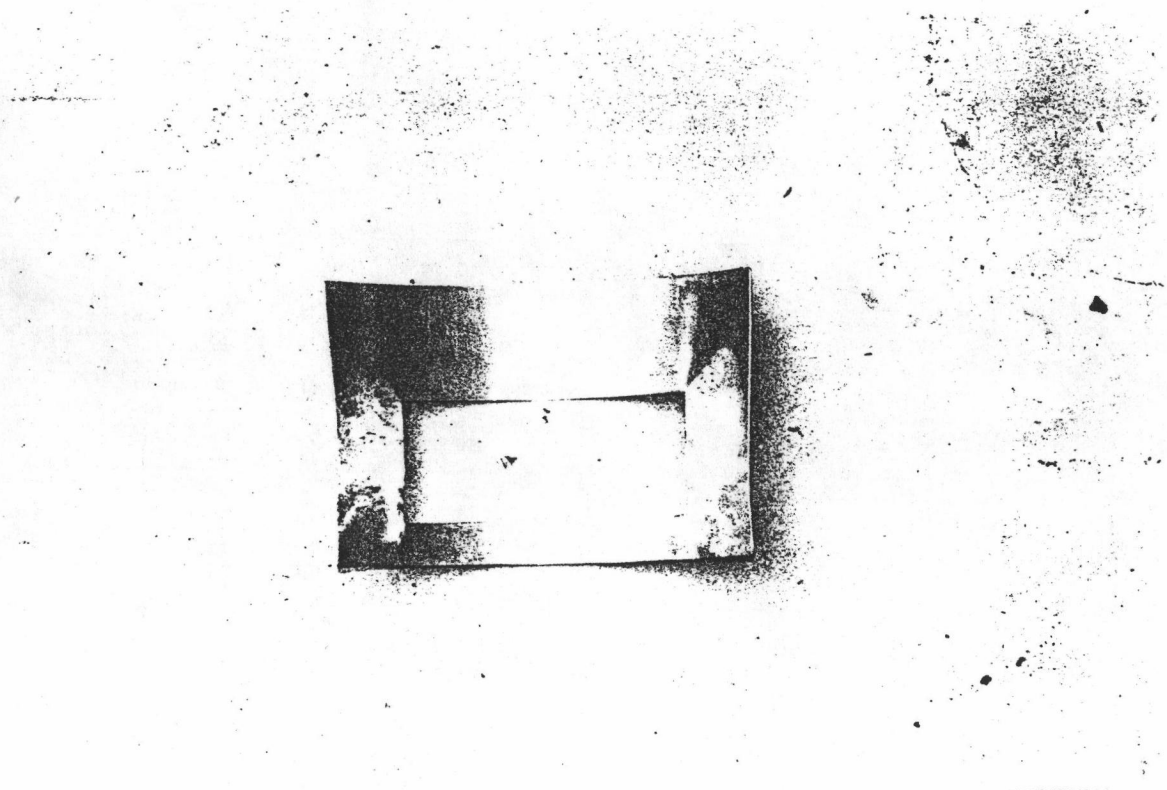
รูปที่ 6.11 แสดงการยกเตาโดยแผ่นจานและใช้ฝาครอบประคองเตาฯออกมา



รูปที่ 6.12 แสดงเตาฯที่ได้จากการใช้เครื่องผลิตเตาฯ



รูปที่ 6.13 แสดงฝาครอบประคองเตาฯ



รูปที่ 6.14 แสดงแผ่นเจาะปากเตาฯ

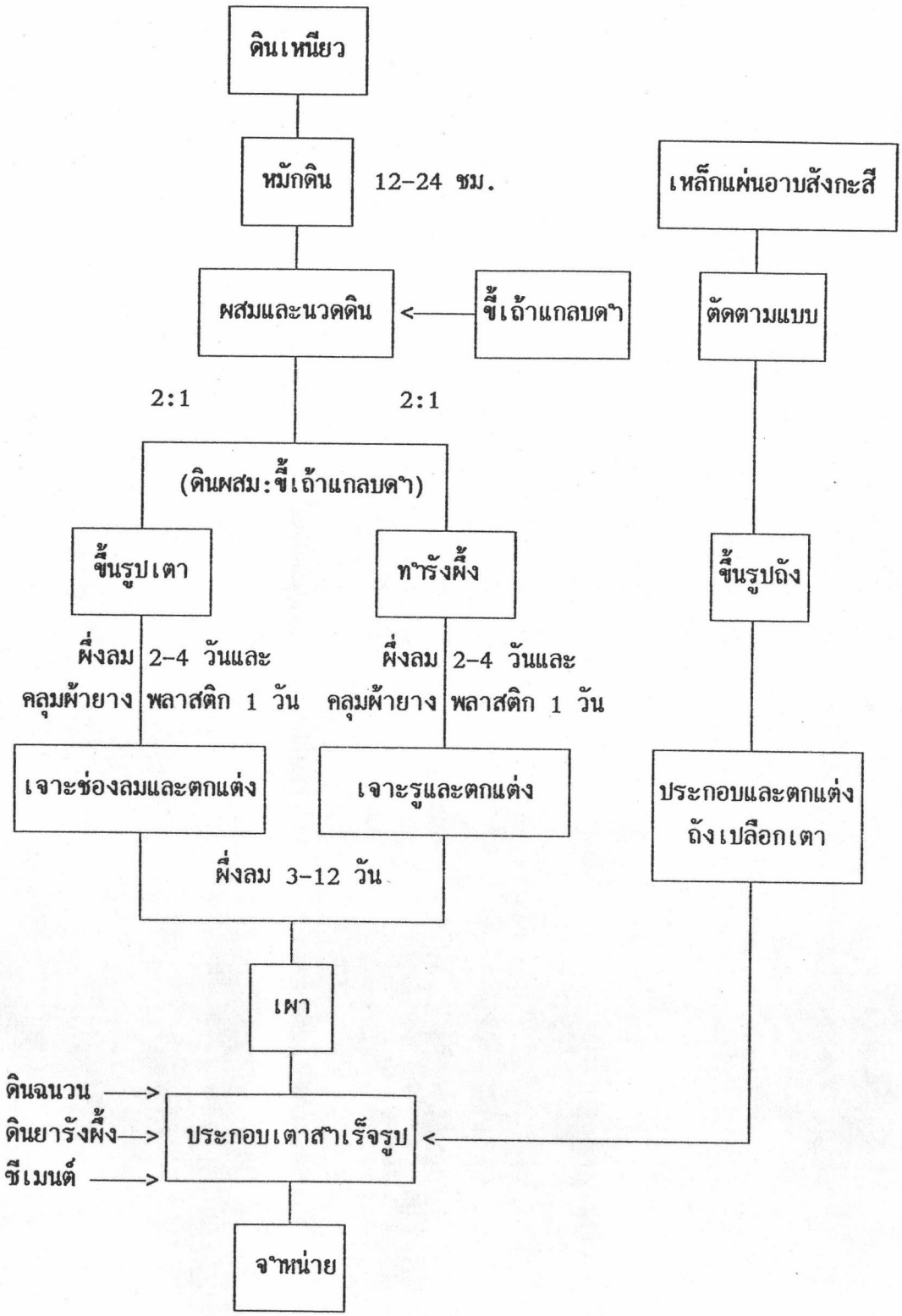
ตารางที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบมิติของเตาฯระหว่างเตาที่ได้จากการทดลองกับขนาดมาตรฐาน(ไม่มีถัง)

มิติของเตาฯ	ขนาดมาตรฐาน	เตาฯตัวอย่างที่ 1 แรงอัดในการขึ้นรูป 50 ตัน	เตาฯตัวอย่างที่ 2 แรงอัดในการขึ้นรูป 100 ตัน
1.น้ำหนักเตาฯ	5.9 กิโลกรัม	7.2	7.2
2.เตาสูง(ไม่รวมเส้า)	25.0 ซม.	26.3	25.5
3.เส้นผ่าศูนย์กลาง			
ภายนอก	30.0 ซม.	29.8	29.8
ภายใน	26.5 ซม.	25.8	25.9
4.เส้นผ่าศูนย์กลางก้นเตา			
ภายนอก	19.0 ซม.	18.7	18.5
ภายใน	16.0 ซม.	16.0	16.0
5.ความหนาของเส้า	3.8 ซม.	3.8	3.8
6.ความสูงของเส้า	7.2 ซม.	7.3	7.3

5. <u>การทดลองเพื่อทดสอบความแข็งแรงของเตาต่อการรับน้ำหนัก</u>

วิธีการทดลอง นำเตาตัวอย่างที่ได้ขึ้นรูปเจาะปากเตาและเผาเรียบร้อยแล้วจากการทดลองครั้งที่ 11 มารับน้ำหนักที่อัดลงในแนวตั้งฉากกับปากเตา เพิ่มแรงอัดขึ้นเรื่อยๆ สังเกตุลักษณะการเปลี่ยนแปลงจนกระทั้งเตาทดสอบพัง ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งหนึ่งแต่ใช้เตาตัวอย่างที่ผลิตด้วยมือจากโรงงานเตาทองเพื่อนำมาเปรียบเทียบรายละเอียดการทดลองและผลการทดลองอยู่ในการทดลองครั้งที่ 12 ในภาคผนวก ก

ผลการทดลอง เตาที่ได้จากการอัดด้วยแม่พิมพ์ที่สร้างเมื่อมีน้ำหนักไม่เกิน 200 กิโลกรัม วางบนเตาตัวเตาไม่เกิดความเสียหาย จึงได้เพิ่มแรงอัดขึ้นเรื่อย 2,500 กิโลกรัม เส้าเตาแตกและที่ 5,000 กิโลกรัม เตาจึงพังแตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย สำหรับเตาที่ผลิตด้วยมือคือเตาจากโรงงานเตาทองพบว่าเมื่อมีน้ำหนักไม่เกิน 200 กิโลกรัม วางบนเตาตัวเตาไม่เกิดความเสียหายเช่นกันจึงได้เพิ่มแรงอัดขึ้นเรื่อยๆจนกระทั้งน้ำหนักได้เพิ่มขึ้นถึง 4,000 กิโลกรัม เตาจึงพังแตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย จากผลการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังแสดงในตารางที่ 6.5 ในการใช้งานเตาทั่วไปปกติตัวเตาจะรับแรงไม่เกิน 50 กิโลกรัมประกอบกับเตาฯ



รูปที่ 6.15 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการผลิตเตาหุงต้มโดยใช้ระบบเครื่องผลิต

หมายเหตุ: ดินฉนวน มีส่วนผสม ดินเหนียว 1 ส่วน ขี้เถ้าแกลบ 10 ส่วน
ดินยารังผึ้ง มีส่วนผสม ดินเหนียว 1 ส่วน ขี้เถ้าแกลบ 5 ส่วน

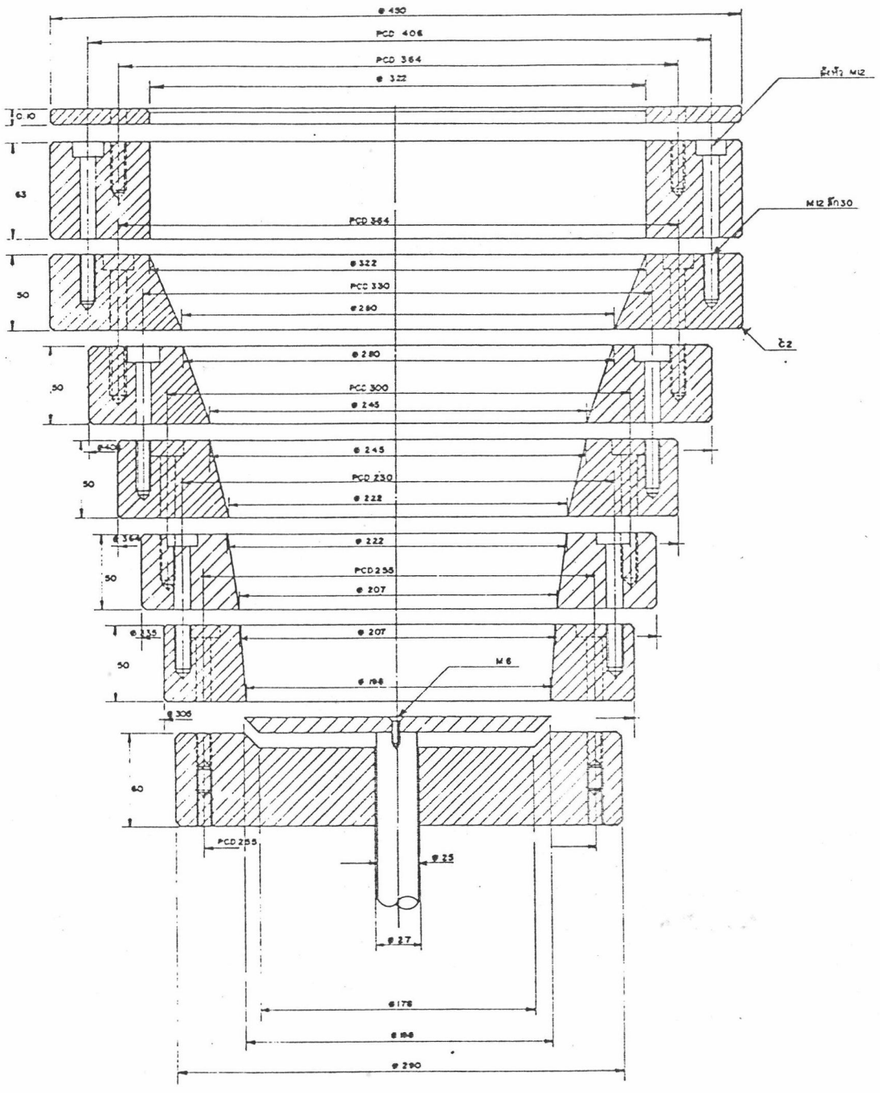
ที่ได้นี้จะต้องประกอบเข้ากับถังซึ่งจะเพิ่มความแข็งแรงของเตาฯให้มากกว่านี้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในการผลิตเตาด้วยแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาประสิทธิภาพสูงนี้เตามีความแข็งแรงเพียงพอ

ตารางที่ 6.5 แสดงผลการทดสอบความแข็งแรงของเตาฯที่ได้จากการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ฯเทียบกับเตาฯตัวอย่างที่ผลิตด้วยมือ

น้ำหนักที่วางลงบนเตา (กิโลกรัม)	เตาฯที่ได้จากการขึ้นรูปจาก	
	แม่พิมพ์ฯในงานวิจัย	โรงงานเตาทอง จ.ราชบุรี
50	ปกติ	ปกติ
100	ปกติ	ปกติ
200	ปกติ	ปกติ
4,000	เส้าแตกมีรอยร้าว	เตาพัง
5,000	เตาพัง	-

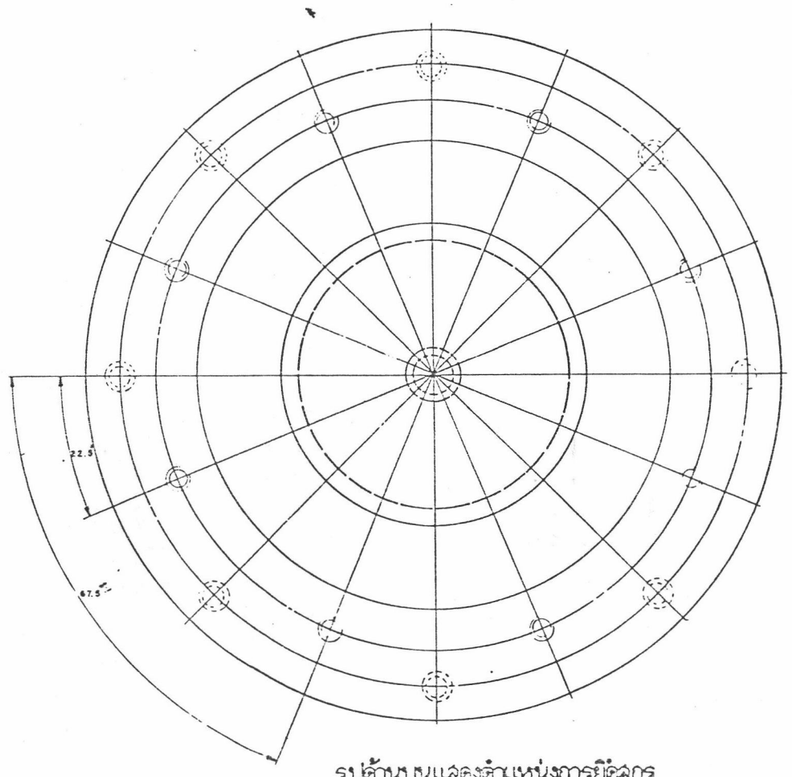
<u>แบบแม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง</u>

รายละเอียดดังแสดงในแบบ



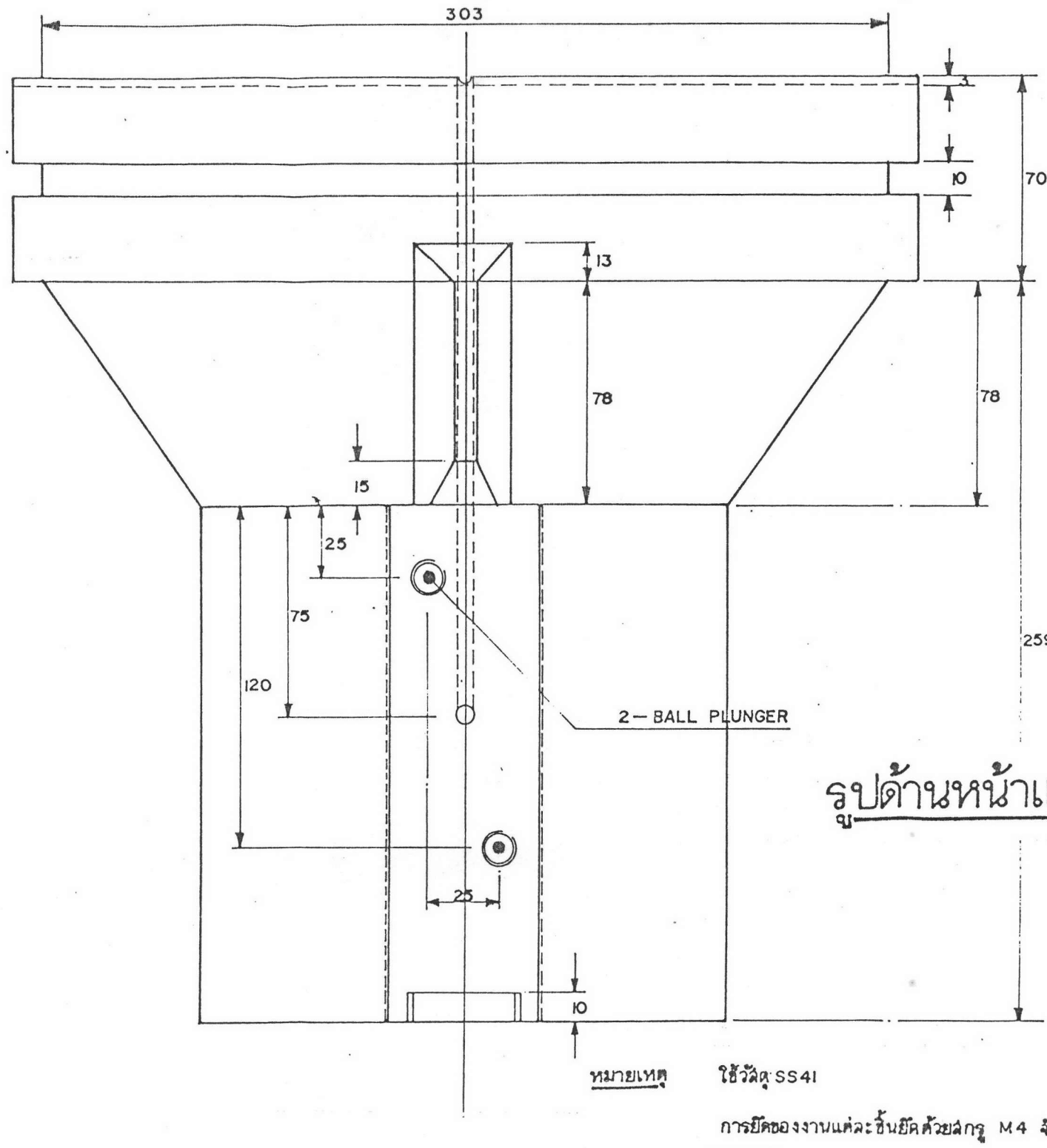
รูปตัดแม่พิมพ์นอก

หมายเหตุ ผิวด้านในของแม่พิมพ์นอกขัดมันระดับ (▽▽▽)
ใช้วัสดุ SS41



รูปด้านบนแสดงตำแหน่งการยึดสกรู

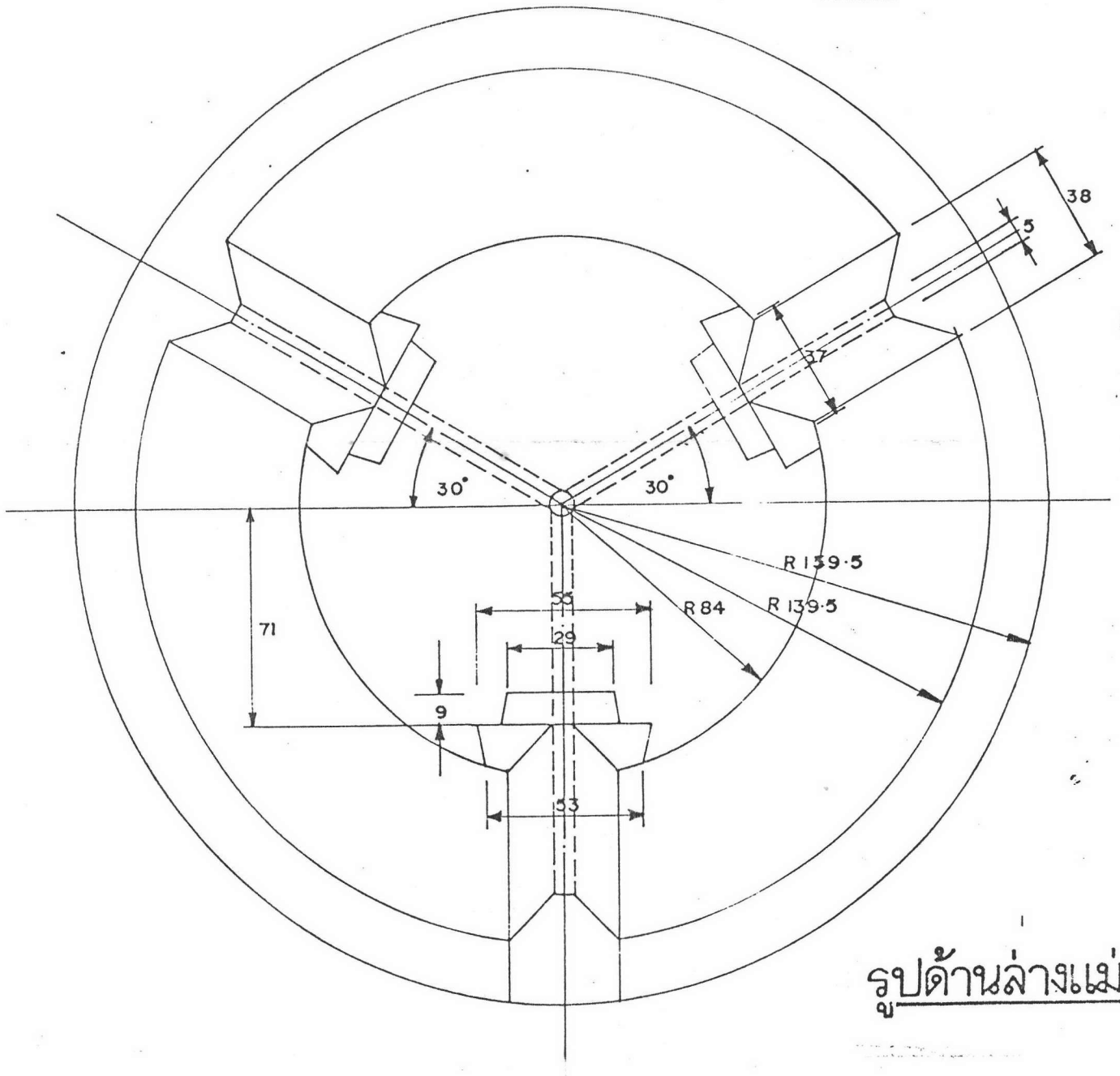
PROJECT NAME:
แม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาประสิทธิ - -ภาพสูง
DRAWING TITLE
SCALE 1 : 4 mm.
DRAWING BY นายวุฒิไกร สร่างนิทร
APPROVED BY
DATE
PROJECT NO.
REF. NO.
DRWG. NO.
1 / 1 5



รูปด้านหน้าแม่พิมพ์ใน

หมายเหตุ ใช้วัสดุ SS41

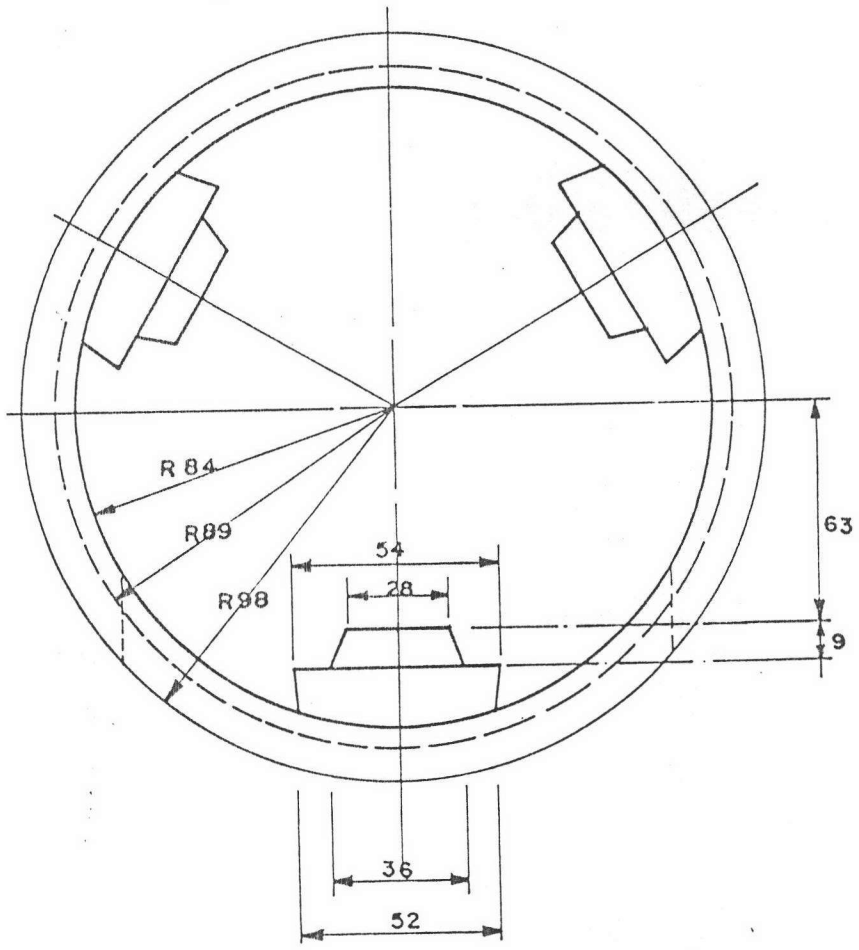
การยึดของงานแต่ละชิ้นยึดด้วยสกรู M4 จำนวน 3 ตัว

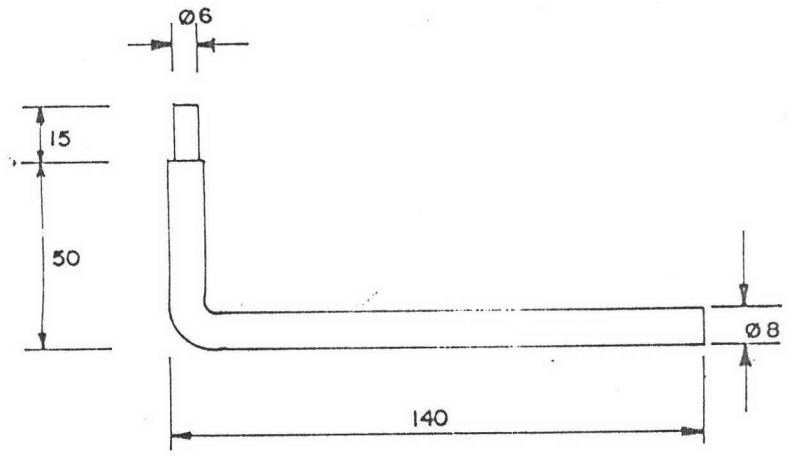


รูปด้านล่างแม่พิมพ์ใน

PROJECT NAME:	แม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาประสิทธิ-ภาพสูง
DRAWING TITLE	
SCALE	1 : 2 mm.
DRAWING BY	นายวุฒิไกร สร่างนิทร;
APPROVED BY	
DATE	
PROJECT NO.	
REF. NO.	
DRWG. NO.	

1
2 | 5





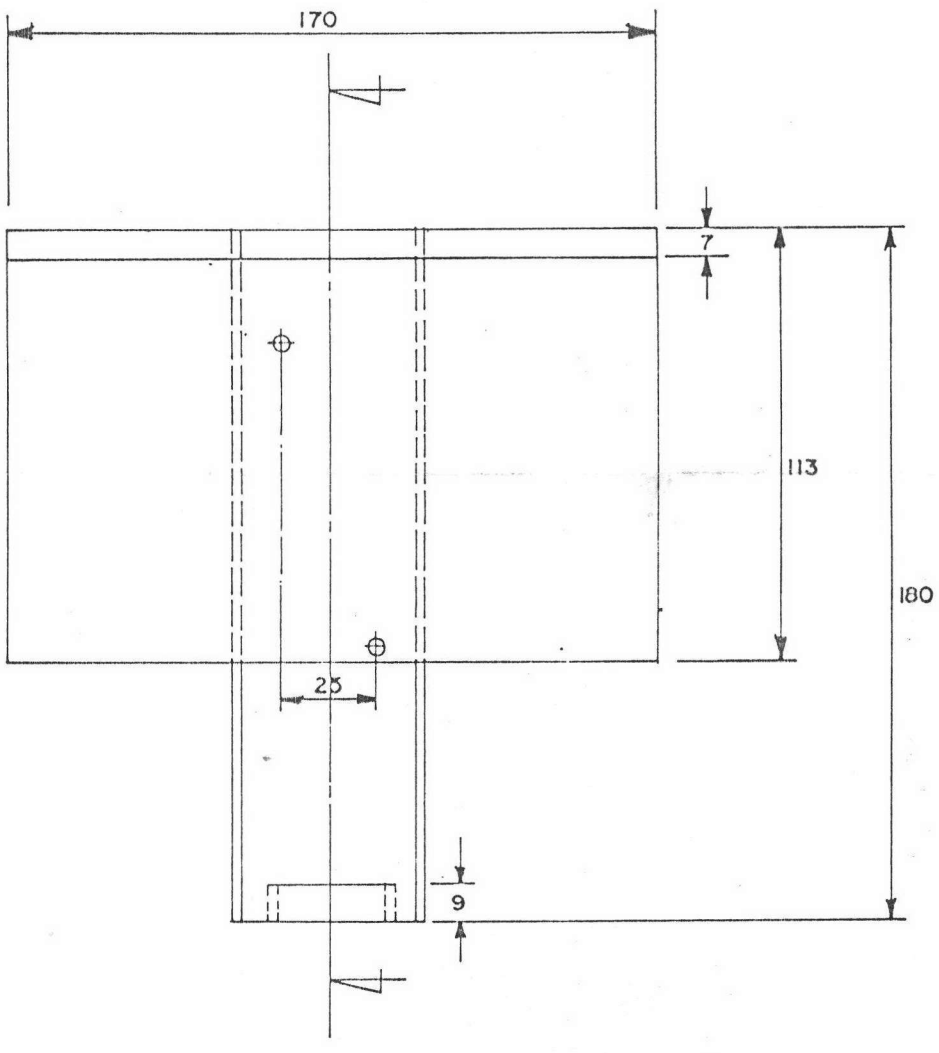
. ใช้วัสดุ SUS304

ก้านถอดแผ่นประกบ

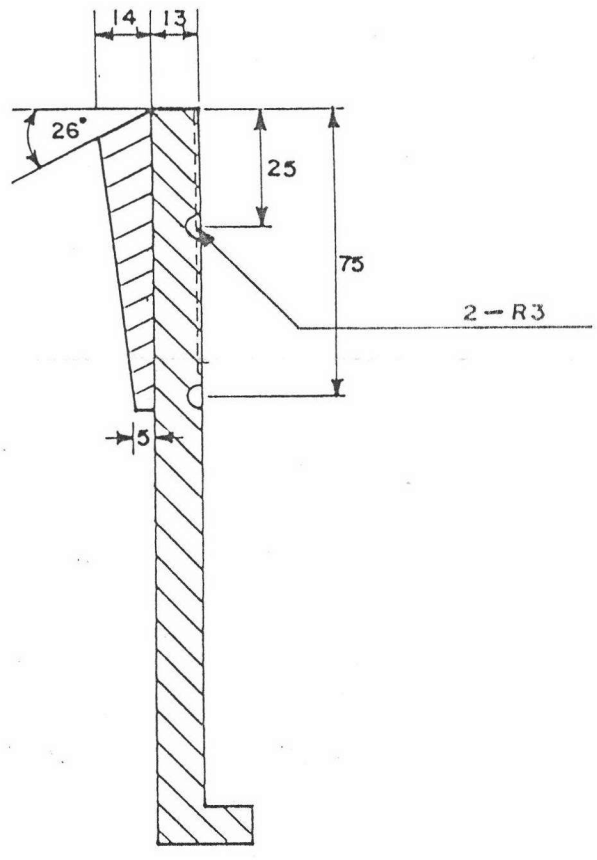
รูปด้านบนแผ่นประกบทั้ง 3 ด้าน

หมายเหตุ ใช้วัสดุ SS41

การยึดของงานแต่ละชิ้นยึดด้วยสกรู M4 จำนวน 3 ตัว



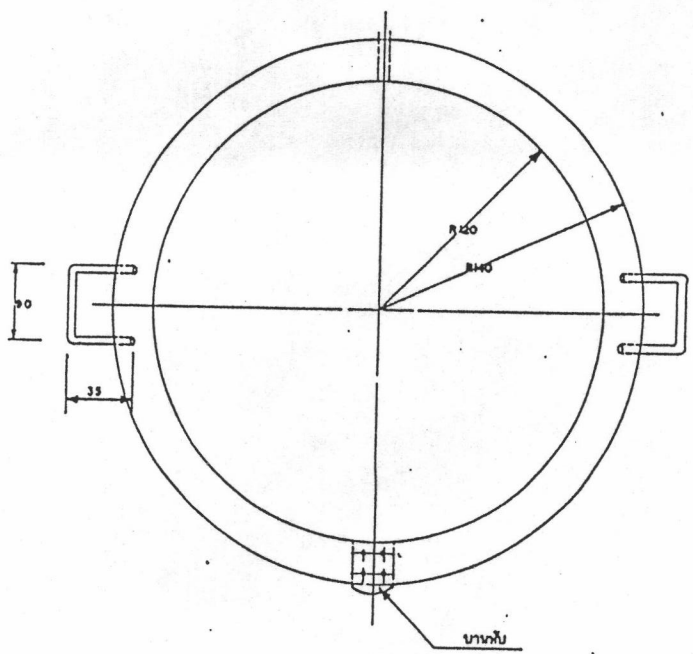
รูปแผ่นประกบ



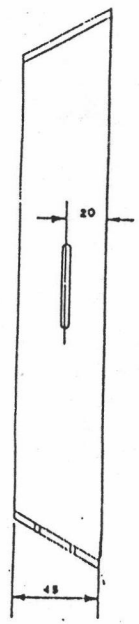
รูปตัดแผ่นประกบ

PROJECT NAME:
แม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาประสิทธิ-ภาพสูง
DRAWING TITLE
SCALE 1 : 2 mm.
DRAWING BY นายวุฒิไกร สร่างนิทร
APPROVED BY
DATE
PROJECT NO.
REF. NO.
DRWG. NO.

1 / 3 5



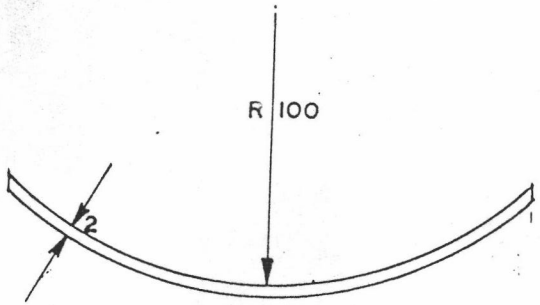
รูปด้านหน้า



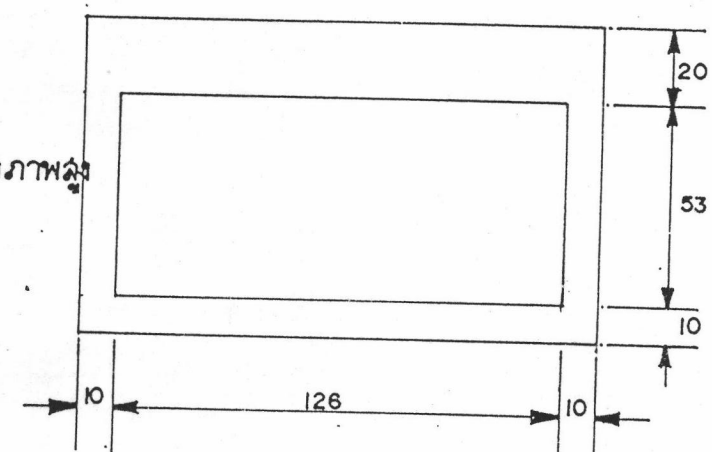
รูปด้านข้าง

● ฝาครอบประคองเตาประสิทธิภาพสูง , ใช้วัสดุ SUS304

PROJECT NAME:
แม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาประสิทธิ-ภาพสูง
SCALE 1:4 mm.
DRAWING BY นายวุฒิไกร สร่างนิทร
APPROVED BY
DATE
PROJECT NO.
REF. NO.
DRWG. NO.
1 / 4 5



รูปด้านบน



รูปด้านหน้า

● แผ่นเจาะปากเตาประสิทธิภาพสูง

ใช้วัสดุ SUS 304

PROJECT NAME:
แม่พิมพ์ของเครื่องผลิตเตาประสิทธิ-ภาพสูง
SCALE 1 : 2 mm.
DRAWING BY นายวุฒิไกร สร่างนิทร
APPROVED BY
DATE
PROJECT NO.
REF. NO.
DRWG. NO.
1 / 5 5