

ผลของวัสดุรองหนุนต่อคุณภาพงานพิมพ์เฟล็กโซกราฟีที่ใช้สกรีนฝุ่น

นาย ธิตกร สุทธิอาภา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-53-1025-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I ๒๕1๗115๐

EFFECT OF PACKING MATERIALS ON FLEXOGRAPHIC PRINT QUALITY USING  
STOCHASTIC SCREEN

Mr. Thitikorn Suthiapa

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirments  
for the Degree of Master of Science Program in Imaging Technology

Department of Photographic Science and Printing Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-53-1025-5



ชิตติกร สุทธิอาภา : ผลของวัสดุรองหนุนต่อคุณภาพงานพิมพ์เฟล็กโซกราฟีที่ใช้สกรีนฝุ่น.  
(EFFECT OF PACKING MATERIALS ON FLEXOGRAPHIC PRINT QUALITY USING  
STOCHASTIC SCREEN) อ. ที่ปรึกษา: รศ.ดร.อรัญ หาดูสีบสาย 175 หน้า. ISBN 974-53-  
1025-5.

วัสดุรองหนุนสำหรับงานพิมพ์เฟล็กโซกราฟีที่ใช้กันทั่วไปมี 3 ประเภทได้แก่ ฝ้าย โฟม และ ฟิล์ม ซึ่งมีสมบัติที่แตกต่างกัน ได้แก่ สมบัติความหยุ่นตัว และความแข็งพื้นผิว เพื่อให้เหมาะสมในการใช้งานกับแม่พิมพ์แต่ละประเภท งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุรองหนุน ต่อคุณภาพการผลิตน้ำหมึกสีของงานพิมพ์เฟล็กโซกราฟีด้วยระบบสกรีนฝุ่น (Stochastic screen) โดยการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ม้วนหน้าแคบ ด้วยหมึกพิมพ์ยูวี แม่พิมพ์พอลิเมอร์หนา 1.14 และ 1.70 มม. โดยใช้แบบทดสอบพิมพ์ CU เวอร์ชัน 1.13std เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพงานพิมพ์และปัญหางานพิมพ์ที่อาจเกิดขึ้น เช่น การกระจายตัวของหมึก เม็ดสกรีนบวมและความไม่ต่อเนื่องของน้ำหมึกสี เป็นต้น ผลการทดลองที่ได้ แสดงให้เห็นว่าวัสดุรองหนุนที่ใช้ในการพิมพ์จะให้ค่าการผลิตน้ำหมึกสีที่แตกต่างกันตามประเภทและความแข็งของวัสดุรองหนุนนั้น ๆ ในขณะที่ค่าความแข็งของแม่พิมพ์จะไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหมึกสีที่ได้มากนัก และพบว่าวัสดุรองหนุนประเภทโฟมแข็งจะเหมาะสมที่สุดกับแม่พิมพ์บาง โดยกำหนดขนาดสกรีนฝุ่นที่ 50 ไมครอนเพื่อให้ได้คุณภาพการพิมพ์สูงสุด

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์.....  
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพ.....  
ปีการศึกษา 2548

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

# # 4672283823 : MAJOR IMAGING TECHNOLOGY

KEY WORD: STOCHASTIC SCREEN / PACKING MATERIALS / TEST FORM / FLEXOGRAPHY /

THITIKORN SUTHIAPA : EFFECT OF PACKING MATERIALS ON FLEXOGRAPHIC  
 PRINT QUALITY USING STOCHASTIC SCREEN. THESIS ADVISOR :  
 ASSOC.PROF.ANAN HANSUEBSAI, 175 pp. ISBN 974-53-1025-5.

Packing materials for flexographic printing plate can be classified by three types: textiles, foams, and films. Each has different hardness and compressibility properties. They are designed to be appropriate for particular printing plate system. The objective of this work is to study the effect of each packing material on print quality of flexographic printing with stochastic screen using black UV ink, based on plate thickness of 1.14 and 1.70 mm. A Test Form CU Version 1.13std is proposed to analyze print quality factors and printing problem such as ink spreading effect, dot gain and tone reproduction discontinuity. Each type of packing materials used in the experiment was found to have unique latitude of tone reproduction and hardness character. The hardness of plates had no effect on tone reproduction. The result showed that the use of hard foam type of packing material with thin plates and the size of 50 micron stochastic screen gave the optimum print quality.

Department Photographic Science and Printing Technology.....

Student's signature



Field of study Imaging Technology.....

Advisor's signature



Academic year 2005



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นั้นสำเร็จไม่ได้หากขาดบุคคลต่าง ๆ ที่เข้ามาช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อ และ แนะนำ จาก รศ.ดร.อรัญ หาญสีบสาย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาช่วยแนะนำ ปรับปรุง และแก้ไข วิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จลงได้ อาจารย์ ดร.สุจิตรา สื่อประसार และ อาจารย์ ดร.ชวาล คุร์พิพัฒน์ ที่ช่วยแนะนำและช่วยเหลือด้านเทคโนโลยีดิจิทัล และ อาจารย์ทุก ๆ ท่านในภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและการพิมพ์ ที่สั่งสอน อบรม และช่วยเหลือ ตลอดจนฝ่ายธุรการทุกท่าน และสุดท้ายนี้ เป็นไปไม่ได้เลยหากขาด คุณพ่อ คุณแม่ และน้องชายทั้ง 2 ที่ให้ความรัก กำลังใจ และ ทุกสิ่งทุกอย่าง

## สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อ(ภาษาไทย)	ง
บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ)	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่ 1 : บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 : เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 แนวคิดและทฤษฎี	3
2.1.1 การพิมพ์เฟล็กโซกราฟี (Flexographic printing)	3
2.1.1.1 เครื่องพิมพ์เฟล็กโซกราฟี	3
2.1.1.2 ประเภทของเครื่องพิมพ์	4
2.1.1.3 ระบบควบคุมและจ่ายหมึก	7
2.1.1.4 แม่พิมพ์เฟล็กโซกราฟี	11
2.1.2 ระบบสกรีนฝุ่น (stochastic screen)	20
2.1.3 วัสดุรองหนุน (packing material)	21
2.1.4 คุณภาพงานพิมพ์ (print quality)	22
2.1.4.1 ค่าความดำ (ink density)	22
2.1.4.2 ค่าเม็ดสกรีนบวม (dot gain)	22
2.1.4.3 การผลิตสี (tone reproduction)	23
2.1.4.4 ลักษณะความสม่ำเสมอของพื้นตาย (print uniformity)	23
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 : วิธีดำเนินการวิจัย	26
3.1 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	26
3.1.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย	26

	หน้า
3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	26
3.2 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย.....	27
3.2.1 การสร้างแบบทดสอบและกำหนดขนาดสกรีนฟ้อน.....	28
3.2.2 ขั้นตอนการทำแม่พิมพ์และวิเคราะห์ลักษณะของแม่พิมพ์และวัสดุรอง หนูนที่ได้.....	30
3.2.3 ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ ควบคุมสภาวะ และ วิเคราะห์ วัสดุที่ทำการวิจัย.....	30
3.2.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพการพิมพ์.....	31
บทที่ 4 : ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	33
4.1 สมบัติทางกายภาพของแม่พิมพ์เพล็กโซกราฟีและวัสดุรองหนูน.....	33
4.1.1 สมบัติทางกายภาพของแม่พิมพ์เพล็กโซกราฟี.....	33
4.1.2 สมบัติทางกายภาพของวัสดุรองหนูน.....	34
4.2 แบบทดสอบการพิมพ์ CU เวอร์ชัน 1.13std.....	36
4.2.1 ส่วนข้อมูล (Information Block).....	37
4.2.2 ภาพฮาล์ฟโทน(Halftone Image).....	37
4.2.3 แถบนำหนักสีต่อเนื่อง(Continuous Tone Patch).....	38
4.2.4 แถบทดสอบความสม่ำเสมอของภาพ(Uniformity Target).....	38
4.2.5 แถบการไล่น้ำหนักสีต่อเนื่อง(Continuous Tone Target).....	39
4.2.6 แถบความละเอียดของเส้น(Line Resolution Target).....	39
4.2.7 แถบตารางลายหมากรุก (Checker Board).....	39
4.2.8 แถบตรวจสอบสเลอร์และดับบลิง (Slur and Doubling Target).....	40
4.2.9 แถบเส้นแฉก (Star Target).....	41
4.2.10 แถบรายละเอียดตัวอักษร(Font Target).....	41
4.2.11 แถบควบคุมแรงกด(Compression Target).....	42
4.3 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้.....	42
4.3.1 เปรียบเทียบคุณภาพการพิมพ์ของแม่พิมพ์.....	42
4.3.2 เปรียบเทียบคุณภาพการพิมพ์ของวัสดุรองหนูน.....	45
4.3.3 ความสัมพันธ์ของวัสดุรองหนูนกับแม่พิมพ์ที่ทำการวิจัย.....	48



4.3.4	ความสัมพันธ์ของสกรีนฝุ่นกับร่องหนูนที่ทำการวิจัย.....	51
4.3.5	ความสัมพันธ์ของสกรีนฝุ่นกับแม่พิมพ์ที่ทำการวิจัย.....	55
4.4	การเปรียบเทียบคุณภาพการพิมพ์จากแบบทดสอบพิมพ์ (Test Form).....	57
4.4.1	ภาพฮาโลโฟทอน.....	57
4.4.2	แถบนำหนักสีต่อเนื่อง.....	62
4.4.3	แถบทดสอบอื่นๆ.....	64
บทที่ 5	: สรุปผลการวิจัย.....	65
5.1	สรุปผลการวิจัย.....	65
5.1.1	อิทธิพลของค่าความแข็งต่อคุณภาพงานพิมพ์.....	65
5.1.2	อิทธิพลของความสม่ำเสมอทางการพิมพ์ (print uniformity).....	65
5.1.3	อิทธิพลของค่าการผลิตนำหนักสี (tone reproduction).....	65
5.1.4	อิทธิพลของสกรีนฝุ่นขนาดต่าง ๆ.....	66
5.1.5	ข้อเสนอแนะ.....	66
5.2	ปัญหาและข้อคิดเห็น.....	67
รายการอ้างอิง.....		68
บรรณานุกรม.....		69
ภาคผนวก.....		71
ภาคผนวก ก.....		72
ภาคผนวก ข.....		73
ภาคผนวก ค.....		76
ภาคผนวก ง.....		104
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....		175

## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2-1	ค่าความละเอียดและปริมาณบ่อหมักต่างๆกับประเภทงานพิมพ์ผลากที่เหมาะสม	8
2-2	การเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในการสร้างภาพ	16
4-1	ความแข็ง มุมสัมผัส และ บ่ามุมของแม่พิมพ์เหล็กโครกราฟี	33
4-2	ค่าความแข็งของวัสดุรองหนุน และ วัสดุรองหนุนกับแม่พิมพ์	34
ก-1	ขนาดและความละเอียดของสกรีนฝุ่นที่ใช้ทดลอง	72
ข-1	ค่าการวัดค่าความดำบริเวณเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ซม. ข้างซ้ายและข้างขวา	75
ค-1	ค่าลักษณะความหยุ่นตัวของวัสดุรองหนุนชนิดโพนออร์หัส 52017	76
ค-2	ข้อมูลการทดสอบแรงดึงของวัสดุรองหนุนชนิดโพนออร์หัส 52017 (m.m.:kN)	77
ค-3	ค่าลักษณะความหยุ่นตัวของวัสดุรองหนุนชนิดโพนออร์หัส 52015	83
ค-4	ข้อมูลการทดสอบแรงดึงของวัสดุรองหนุนชนิดโพนออร์หัส 52015 (m.m.:kN)	83
ค-5	ค่าลักษณะความหยุ่นตัวของวัสดุรองหนุนชนิดเส้นใยหัส 52330	91
ค-6	ข้อมูลการทดสอบแรงดึงของวัสดุรองหนุนชนิดเส้นใยหัส 52330 (m.m.:kN)	91
ค-7	ค่าลักษณะความหยุ่นตัวของวัสดุรองหนุนชนิดฟิล์มรหัส 52338	96
ค-8	ข้อมูลการทดสอบแรงดึงของวัสดุรองหนุนชนิดฟิล์มรหัส 52338 (m.m.:kN)	96

## สารบัญรูป

รูปประกอบ	หน้า
2-1 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์เฟล็กโซกราฟี.....	4
2-2 เครื่องพิมพ์แบบเรียงซ้อน .....	5
2-3 เครื่องพิมพ์แบบ โมกคร่วม .....	5
2-4 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์แบบ โมกคร่วม .....	6
2-5 เครื่องพิมพ์แบบเรียงแถว .....	6
2-6 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบจ่ายหมึก .....	7
2-7 รูปร่างแบบต่าง ๆ ของลูกกลิ้งแอนิสลอก .....	9
2-8 ตัวอย่างของมุมบ่อหมึก.....	10
2-9 ลักษณะ โครงสร้างของแม่พิมพ์ชั้นเดียวและหลายชั้น .....	11
2-10 ลักษณะรูปร่างพื้นนูนของแม่พิมพ์เฟล็กโซกราฟี.....	12
2-11 การฉายแสงพื้นหลัง .....	13
2-12 การฉายแสงหลัก.....	13
2-13 การล้าง.....	14
2-14 การทำแห้ง.....	14
2-15 การปรับผิวหน้า .....	15
2-16 เปรียบเทียบผลของแม่พิมพ์ที่ใช้.....	17
2-17 ผลการเกิดเม็ดสกปรกบนมวลลดลงจากแม่พิมพ์.....	17
2-18 ลักษณะ โครงสร้างของแม่พิมพ์คอมพิวเตอร์-ทู-เพลท.....	18
2-19 ลักษณะการสร้างภาพบนแม่พิมพ์ดิจิทัล.....	19
2-20 การเปรียบเทียบแม่พิมพ์ต่อการผลิตน้ำหมึกสี.....	19
2-21 การเปรียบเทียบลักษณะเม็ดสกปรก AM และ FM.....	20
2-22 การเปรียบเทียบคุณภาพการพิมพ์ที่ได้จากรองหนุนคุณสมบัติแข็ง (ซ้าย) และอ่อน (ขวา).....	21
4-1 การเปรียบเทียบความหยุ่นตัวของวัสดุรองหนุนประเภทต่าง ๆ.....	34
4-2 Test form Chula Version.1.138fpb .....	36
4-3 ส่วนข้อมูล.....	37
4-4 ภาพฮาล์ฟโทน.....	37
4-5 แถบนำหมึกสีต่อเนื่อง.....	38

รูปประกอบ	หน้า
4-6 แถบทดสอบความสม่ำเสมอของภาพพิมพ์	38
4-7 แถบการไล่น้ำหนักสีต่อเนื่อง	39
4-8 แถบเส้นเนกาทีฟและโพสิทีฟขนาดต่าง ๆ	39
4-9 แถบตารางลายหมากรุก	39
4-10 แถบสเลอร์และดัมบิลิง	40
4-11 แถบเส้นแฉก	41
4-12 แถบความละเอียดของตัวอักษร	41
4-13 แถบควบคุมแรงกด	42
4-14 เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักสีที่ได้จากการใช้แม่พิมพ์หนา 1.14 และ 1.70 ม.ม. ผลต่างของค่าความดำ (density range)	43
4-15 เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักสีบนสิ่งพิมพ์ที่ได้จากแม่พิมพ์หนา 1.14 และ 1.70 ม.ม.	44
4-16 เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักสีบนสิ่งพิมพ์ที่ได้จากแม่พิมพ์หนา 1.14 และ 1.70 ม.ม. บริเวณไฮไลต์ (ซ้าย) และ บริเวณชาโดว์ (ขวา)	44
4-17 เปรียบเทียบความสม่ำเสมอของแม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. (ซ้าย) และ แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. (ขวา)	45
4-18 เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักสีของวัสดุรองหนูนทั้ง 4 ประเภท	47
4-19 เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักสีของวัสดุรองหนูนทั้ง 4 ประเภท บริเวณไฮไลต์ (ซ้าย) และ บริเวณชาโดว์ (ขวา)	47
4-20 เปรียบเทียบความสม่ำเสมอของวัสดุรองหนูนทั้ง 4 ชนิด ที่การผลิตน้ำหนักสี 25, 50, 75 และ 100%	48
4-21 เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักสีบนสิ่งพิมพ์จากแม่พิมพ์และวัสดุรองหนูนชนิดต่าง ๆ	49
4-22 เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักสีบนสิ่งพิมพ์จากแม่พิมพ์และวัสดุรองหนูนชนิดต่าง ๆ บริเวณไฮไลต์ (2-25%)	49
4-23 เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักสีบนสิ่งพิมพ์จากแม่พิมพ์และวัสดุรองหนูนชนิดต่าง ๆ บริเวณชาโดว์ (80-98%)	50
4-24 เปรียบเทียบความสม่ำเสมอของแม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. (ซ้าย) และ แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. (ขวา) ของรองหนูนประเภทต่างๆ	50
4-25 เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักสีของสกรีนฝุ่นขนาดต่าง ๆ	51
4-26 เปรียบเทียบความสม่ำเสมอความดำของสิ่งพิมพ์ที่พิมพ์จากสกรีนฝุ่นขนาดต่าง ๆ	52

รูปประกอบ	หน้า	
4-27	เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักรสขมน้ำส้มจากสกรีนฝู่นกับวัสดุรองหนุนชนิดต่าง ๆ	53
4-28	เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักรสขมน้ำส้มจากสกรีนฝู่นกับวัสดุรองหนุนชนิดต่าง ๆ	53
4-29	เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักรสขมน้ำส้มจากสกรีนฝู่นกับวัสดุรองหนุนชนิดต่าง ๆ	54
4-30	เปรียบเทียบความสม่ำเสมอของสกรีนฝู่นขนาดต่าง ๆ โดยวัสดุรองหนุนประเภท โฟมอ่อน (ซ้าย) และ โฟมแข็ง (ขวา)	54
4-31	เปรียบเทียบความสม่ำเสมอของสกรีนฝู่นขนาดต่าง ๆ โดยวัสดุรองหนุนประเภท เส้นใย (ซ้าย) และฟิล์ม (ขวา)	55
4-32	เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักรสขมน้ำส้มจากสกรีนฝู่นกับแม่พิมพ์หนา 1.14 ม.ม.	55
4-33	เปรียบเทียบการผลิตน้ำหนักรสขมน้ำส้มจากสกรีนฝู่นกับแม่พิมพ์หนา 1.70 ม.ม.	56
4-34	เปรียบเทียบความสม่ำเสมอของสกรีนฝู่นขนาดต่าง ๆ โดยแม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. (ซ้าย) และ แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. (ขวา)	56
4-35	ภาพฮาล์ฟโทน ขนาด 50 ไมครอน รองหนุนประเภทโฟมแข็ง และ แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	57
4-36	ภาพฮาล์ฟโทน ขนาด 50 ไมครอน รองหนุนประเภทโฟมแข็ง และ แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	58
4-37	ภาพฮาล์ฟโทน ขนาด 50 ไมครอน รองหนุนประเภทฟิล์ม และ แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	58
4-38	ภาพฮาล์ฟโทน ขนาด 50 ไมครอน รองหนุนประเภทฟิล์ม และ แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	59
4-39	ภาพฮาล์ฟโทน ขนาด 50 ไมครอน รองหนุนประเภทเส้นใย และ แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	59
4-40	ภาพฮาล์ฟโทน ขนาด 50 ไมครอน รองหนุนประเภทโฟมอ่อนและแม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	60
4-41	ภาพฮาล์ฟโทน ขนาด 20 ไมครอน รองหนุนประเภทโฟมแข็ง และ แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	60
4-42	ภาพฮาล์ฟโทน ขนาด 80 ไมครอน รองหนุนประเภทโฟมแข็ง และ แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	61
4-43	ภาพฮาล์ฟโทน ขนาด 240 ไมครอน รองหนุนประเภทโฟมแข็ง และ แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	61
4-44	เปรียบเทียบภาพการผลิตน้ำหนักรสขมน้ำส้มต่อเนื้อของรองหนุน โฟมแข็ง (บน) และ ฟิล์ม (ล่าง) ที่ 50 ไมครอน	62
4-45	เปรียบเทียบภาพการผลิตน้ำหนักรสขมน้ำส้มต่อเนื้อของรองหนุน โฟมแข็งแม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. (บน) และ แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. (ล่าง) ที่ 50 ไมครอน	62
4-46	เปรียบเทียบภาพการไล่น้ำหนักรสขมน้ำส้มต่อเนื้อของรองหนุน โฟมแข็งที่ 20-240 ไมครอน	63
4-45	ตัวอย่างภาพรายละเอียดตัวอักษร ภาพแถบเส้นแฉก ภาพตารางลายหมากรุก ภาพสเลอร์และดับบลิง และ ภาพรายละเอียดของเส้น	64
ข-1	การเปรียบเทียบความเร็วในการพิมพ์	73
ข-2	ตำแหน่งการวัดค่าความดำเพื่อทดสอบความสม่ำเสมอทางการพิมพ์	74

รูปประกอบ	หน้า
ข-3 การวัดค่าความต้านทานความคุมแรงกด	74
ง-1 ภาพทดสอบพิมพ์ภายใต้ ร่องหนูประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	104
ง-2 ภาพฮาล์ฟโทนภายใต้ ร่องหนูประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	105
ง-3 ภาพนำหนักสีต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนูประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	106
ง-4 ภาพทดสอบความสม่ำเสมอของภาพภายใต้ร่องหนูประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	107
ง-5 ภาพการไล่น้ำหนักสีต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนูประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	108
ง-6 ภาพรายละเอียดของเส้นภายใต้ ร่องหนูประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	109
ง-7 ภาพตารางลายหมากรุกและสเลอร์กับดับบลิงภายใต้ร่องหนูประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	110
ง-8 ภาพเส้นแฉกภายใต้ ร่องหนูประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	111
ง-9 ภาพรายละเอียดตัวอักษรภายใต้ ร่องหนูประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	112
ง-10 ภาพทดสอบพิมพ์ภายใต้ ร่องหนูโฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	113
ง-11 ภาพฮาล์ฟโทนภายใต้ ร่องหนูโฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	114
ง-12 ภาพนำหนักสีต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนู โฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	115
ง-13 ภาพทดสอบความสม่ำเสมอของภาพภายใต้ ร่องหนู โฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	116
ง-14 ภาพการไล่น้ำหนักสีต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนู โฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	117
ง-15 ภาพรายละเอียดของเส้นภายใต้ ร่องหนู โฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	118
ง-16 ภาพตารางลายหมากรุกและสเลอร์กับดับบลิงภายใต้ ร่องหนู โฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	119
ง-17 ภาพเส้นแฉกภายใต้ ร่องหนู โฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	120
ง-18 ภาพรายละเอียดตัวอักษรภายใต้ ร่องหนู โฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	121
ง-19 ภาพทดสอบพิมพ์ภายใต้ ร่องหนูประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	122
ง-20 ภาพนำหนักสีต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนูประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	123
ง-21 ภาพทดสอบความสม่ำเสมอของภาพภายใต้ ร่องหนูประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	124
ง-22 ภาพการไล่น้ำหนักสีต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนูประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	125
ง-23 ภาพรายละเอียดของเส้นภายใต้ ร่องหนูประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม.	126

รูปประกอบ	หน้า
ง-24 ภาพตารางลายหมากรุกและสเลอร์กับดั่งบลิ้งภายใต้ ร่องหนูนประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. ....	127
ง-25 ภาพเส้นแฉกภายใต้ ร่องหนูนประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. ....	128
ง-26 ภาพรายละเอียดตัวอักษรภายใต้ ร่องหนูนประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. ....	129
ง-27 ภาพทดสอบพิมพ์ภายใต้ ร่องหนูนประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. ....	130
ง-28 ภาพฮาล์ฟโทนภายใต้ ร่องหนูนประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. ....	131
ง-29 ภาพน้ำหนักรีสต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนูนประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. ....	132
ง-30 ภาพทดสอบความสม่ำเสมอของภาพภายใต้ ร่องหนูนประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. ....	133
ง-31 ภาพการไล่น้ำหนักรีสต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนูนประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. ....	134
ง-32 ภาพรายละเอียดของเส้นภายใต้ ร่องหนูนประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. ....	135
ง-33 ภาพตารางลายหมากรุกและสเลอร์กับดั่งบลิ้งภายใต้ ร่องหนูนประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. ....	136
ง-34 ภาพเส้นแฉกภายใต้ ร่องหนูนประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. ....	137
ง-35 ภาพรายละเอียดตัวอักษรภายใต้ ร่องหนูนประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.14 ม.ม. ....	138
ง-36 ภาพทดสอบพิมพ์ภายใต้ ร่องหนูนประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. ....	139
ง-37 ภาพฮาล์ฟโทนภายใต้ ร่องหนูนประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. ....	140
ง-38 ภาพน้ำหนักรีสต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนูนประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. ....	141
ง-39 ภาพทดสอบความสม่ำเสมอของภาพภายใต้ ร่องหนูนประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. ....	142
ง-40 ภาพการไล่น้ำหนักรีสต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนูนประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. ....	143
ง-41 ภาพรายละเอียดของเส้นภายใต้ ร่องหนูนประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. ....	144
ง-42 ภาพตารางลายหมากรุกและสเลอร์กับดั่งบลิ้งภายใต้ ร่องหนูนประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. ....	145
ง-43 ภาพเส้นแฉกภายใต้ ร่องหนูนประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. ....	146
ง-44 ภาพรายละเอียดตัวอักษรภายใต้ ร่องหนูนประเภทโฟมอ่อน แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. ....	147
ง-45 ภาพทดสอบพิมพ์ภายใต้ ร่องหนูนโฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. ....	148
ง-46 ภาพฮาล์ฟโทนภายใต้ ร่องหนูนโฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. ....	149
ง-47 ภาพน้ำหนักรีสต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนูนโฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม. ....	150

รูปประกอบ	หน้า
ง-48 ภาพทดสอบความสม่ำเสมอของภาพภายใต้ ร่องหนู โฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	151
ง-49 ภาพการไล่น้ำหนักสีต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนู โฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	152
ง-50 ภาพรายละเอียดของเส้นภายใต้ ร่องหนู โฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	153
ง-51 ภาพตารางลายหมากรุกและสเลอร์กับดัดบลิ้งภายใต้ ร่องหนู โฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	154
ง-52 ภาพเส้นแฉกภายใต้ ร่องหนู โฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	155
ง-53 ภาพรายละเอียดตัวอักษรภายใต้ ร่องหนู โฟมแข็ง แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	156
ง-54 ภาพทดสอบพิมพ์ภายใต้ ร่องหนู ประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	157
ง-55 ภาพฮาล์ฟโทนภายใต้ ร่องหนู ประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	158
ง-56 ภาพน้ำหนักสีต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนู ประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	159
ง-57 ภาพทดสอบความสม่ำเสมอของภาพภายใต้ ร่องหนู ประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	160
ง-58 ภาพการไล่น้ำหนักสีต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนู ประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	161
ง-59 ภาพรายละเอียดของเส้นภายใต้ ร่องหนู ประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	162
ง-60 ภาพตารางลายหมากรุกและสเลอร์กับดัดบลิ้งภายใต้ ร่องหนู ประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	163
ง-61 ภาพเส้นแฉกภายใต้ ร่องหนู ประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	164
ง-62 ภาพรายละเอียดตัวอักษรภายใต้ ร่องหนู ประเภทเส้นใย แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	165
ง-63 ภาพทดสอบพิมพ์ภายใต้ ร่องหนู ประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	166
ง-64 ภาพฮาล์ฟโทนภายใต้ ร่องหนู ประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	167
ง-65 ภาพน้ำหนักสีต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนู ประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	168
ง-66 ภาพทดสอบความสม่ำเสมอของภาพภายใต้ ร่องหนู ประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	169
ง-67 ภาพการไล่น้ำหนักสีต่อเนื่องภายใต้ ร่องหนู ประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	170
ง-68 ภาพรายละเอียดของเส้นภายใต้ ร่องหนู ประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	171
ง-69 ภาพตารางลายหมากรุกและสเลอร์กับดัดบลิ้งภายใต้ ร่องหนู ประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	172
ง-70 ภาพเส้นแฉกภายใต้ ร่องหนู ประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	173
ง-71 ภาพรายละเอียดตัวอักษรภายใต้ ร่องหนู ประเภทฟิล์ม แม่พิมพ์ 1.70 ม.ม.	174