

Screen인쇄에 있어서 망사각도 변화에 따른 미세선화 재현성에 관한 연구

신중현 · 안석출 · 오성상*

부산공업대학교 인쇄공학과 · *신구전문대학 인쇄과

A Study on the Reproduction of Fine Lines according to Angle Change in Screen Printing

Jong-Hyun Shin · Suk-Chul Ahn · Sung-Sang Oh*

Dept. of Graphic Arts Engineering, Pusan National University of Technology.

*Dept. of Graphic Arts, Singu Junior College.

Abstract

In screen printing process, printers are stretching screen meshes of an angle of 45deg. This angle need much more screen mesh's quantity of 15% than 22.5deg.

To seach mesh angles have affect on reproducing fine line pattern, we modeled the expecting image according to screen angles change and reconfirmed it's useful and valid from experimentation.

1. 서 론

스크린 인쇄는 공판인쇄 방식으로 스퀴지의 압력에 의해 망사 화선부의 잉크를 Opening을 통해서 피인쇄체에 잉크를 전이하는 방법이다.

스크린 인쇄는 다른 인쇄방식과 달리 인쇄판의 크기에 제한이 없고, 유연하기 때문에 크기와 재질에 관계없이 산업용 인쇄에 이용되고 있으며, 특히 기능성이 요구되는 생산 매체로서의 그 응용범위가 매우 넓게 이용되고 있다.

최근 스크린 인쇄에 의한 전자공업 부품 생산의 급속한 발전으로 스크린 인쇄의 정밀도가 보다 요구되고 있으며, 정밀도는 망사각도, 잉크, 스퀴지의 형상, 인압 그리고 인쇄속도에 의해 많은 영향이 있다.^{1)~2)}

J. A. Owczarek & F. L. Howland는 스크린 인쇄의 Off-contact에 관한 연구에서

스크린 각도를 45° 로 고정하였고, A. Hobby 등은 망사각도가 45° 일때가 제일 좋다고 보고 되었으며,³⁾⁻⁴⁾ A. Kinoshita는 미세 문자 패턴에 관한 연구에서 망사각도를 22.5° 에 고정하였고, A. Peyskens와 ZBF는 정밀인쇄에 있어서 22.5° 가 좋다고 보고 된바 있다.⁵⁾⁻⁷⁾

한편 국내의 스크린 인쇄분야에서는 정밀 인쇄와는 관계없이 망사각도를 45° 로 권장하고 있는 실정이며, 이는 22.5° 에 비해 15% 정도의 불필요한 망사 소요량이 요구 된다.

본 연구에서는 스크린 인쇄에서 망사 권장각도에 따른 정밀 패턴 재현에 미치는 영향을 규명하기 위해서 망사 권장각도에 따른 화상 형성을 기하학적으로 모델링하였고, 실험을 통해 그 유용성과 타당성을 확인하였다.

2. 이 론

2.1 Emulsion 코팅의 두께에 따른 잉크 빠짐

코팅의 두께는 3가지 Factor(망사 두께, 유제의 점도, 코팅 횟수)에 의해 결정되어 지며, 화상 재현에 큰 영향을 준다.

일반적으로 해상력 및 Stencil Image는 얇게 코팅된 것이 양호하나, 스크린 망사에 있어서는 Emulsion을 망사위에 얇게 코팅했을 경우 건조된 후의 상태는 Fig. 1과 같이 망사의 Opening 부분이 오목하게 된다.

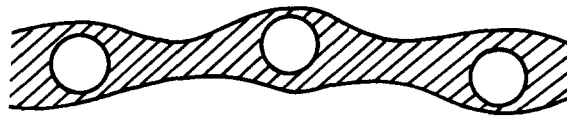


Fig. 1 Cross-section of a gauze coated ones.

Image가 매우 정교하다면 망사의 두께와 Emulsion의 점도에 따라서 Print-side면을 반복코팅하여 공간을 없애는 방법이 요구되나 인쇄에 내구성이 요구되므로 인쇄어지는 재질과 닿는 Stencil의 표현이 완벽하게 평면을 이루는 것은 불가능하다. (Fig. 2)

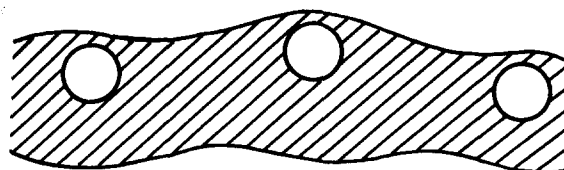


Fig. 2 Cross-section of a gauze coated several times.

이 Opening 부분의 오목한 공간은 인쇄되어지는 재질과 Stencil사이의 공간을 나타내며 인쇄시 잉크가 침투되어 화선의 윤곽을 흐트리는 결과를 가져온다.(Fig. 3)

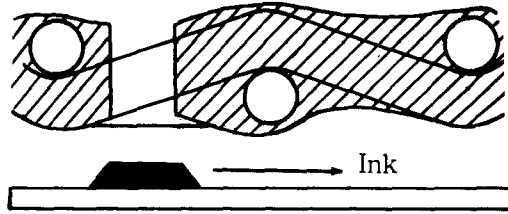


Fig. 3 Ink permeation of opening area.

2.2 망사 전장 각도변화에 따라 예상되어지는 화상 형성

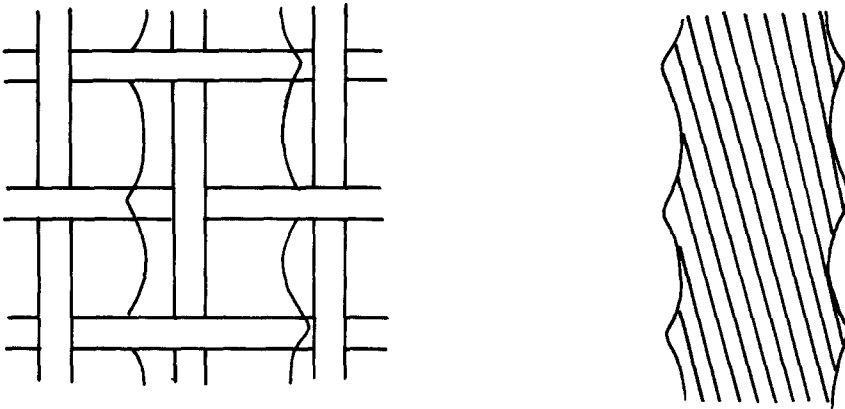


Fig. 4 Expecting image of 0 degrees.

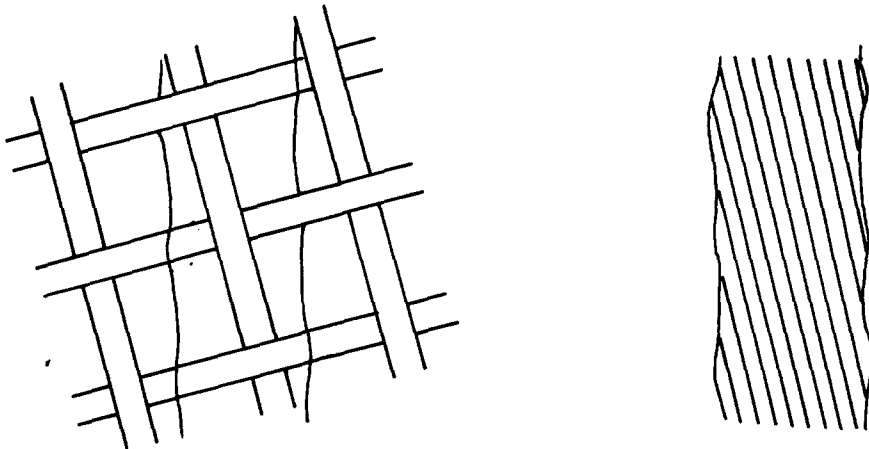


Fig. 5 Expecting image of 22.5 degrees.

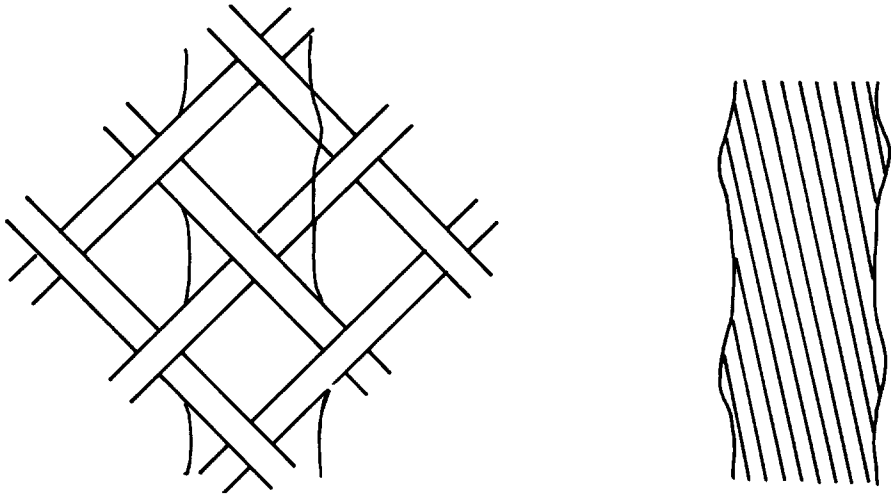


Fig. 6 Expecting image of 45 degrees.

3. 실험

3.1 원고 작성

AICELLO Co.의 EXPOSURE CALCULATOR FILM중 0.1mm에서 0.55mm의 패선 사용.(Fig. 7)

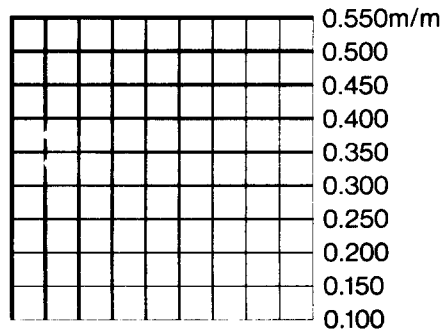


Fig. 7 Exposure Calculator Film

3.2 망사 종류 및 견장

(1) 망사 종류

POLYESTER MONO-FILAMENT : SAATI CO. ITALY

(2) 견장 방법

110#, 150#, 200#, 250#, 300#, 350#, 420메쉬의 망사를 FRAME에 대하여 0°, 22.5°, 45° 방향으로 하여 AIR-STRECHER를 사용하여 ALUMIMUM FRAME(SIZE : 30×40cm)에 Table. 1과 같이 견장하였다.

Table. 1 Strecher-value of meshes(N/cm)

Mesh \ 각도	0°	22.5°	45°
110#	18	18	18
150#	17	17	17
200#	17	17	17
250#	17	17	17
300#	16	16	16
350#	14	14	14
420#	14	14	14

3.3 스크린 제판

(1) 도포 유제 : KIWOCOL NO. 1(Diazo Posi-Type, KISSEL & WOLF. CO. 독일)

(2) 도포 방법 : 바켈도포

(3) 유제 두께 : 25미크론

상기 유제를 바켈 도포기로 25미크론 도포 건조후, 원고를 유제면 중앙에 놓고 빛쪼임기(metal-halide lamp 3kw : Taemyung co.)로 150초 노광 후, Air-Spray로 수현상하여 자연 건조시켰다.

3.4 잉크 및 피인쇄체

(1) 잉크 : 열건조형 흑색 잉크(NAZ-DAR CO. 9000SERIES. 미국)

(2) 희석제 : CYCLOHEXANONE

(3) 점도 : 200PS

(4) 건조 : 25℃ 자연 건조

(5) 피인쇄체 : ART지 200g/m²

3.5 스퀴지 및 인쇄기계

(1) 스퀴지 : POLYURETANE 경도 70°

6 한국인쇄학회지 제11권 제1호 1993.

- (2) 스퀴지 각도 : 75°
- (3) 인쇄속도 : 12매/min
- (4) 인압 : 0.7mm

3.6 인쇄방법

상기 조건으로서 각 Mesh별 20매 연속 인쇄하였으며, 인쇄방향은 상하로 인쇄하였다.(Fig. 8)

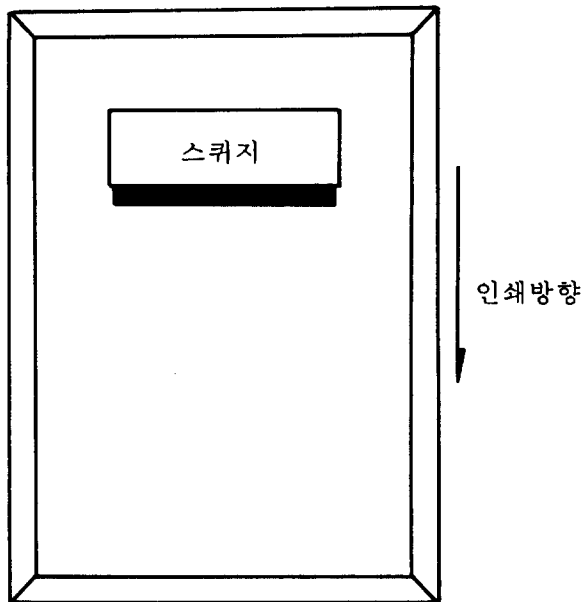


Fig. 8 Printing direction

3.7 관찰방법

각 패선의 교차 부분 및 직선 부분을 광학 현미경으로 50x 확대하여 육안 검사를 하고, 전자 현미경으로 사진 촬영 후 비교 검토하였다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 각 메쉬별 각도 변화에 따른 인쇄물

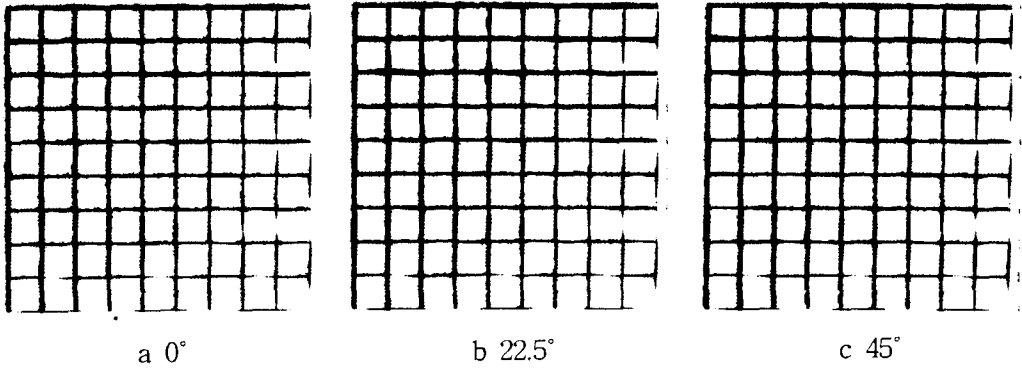


Fig. 9 Printed Line Image According to Screen Angles of 110#

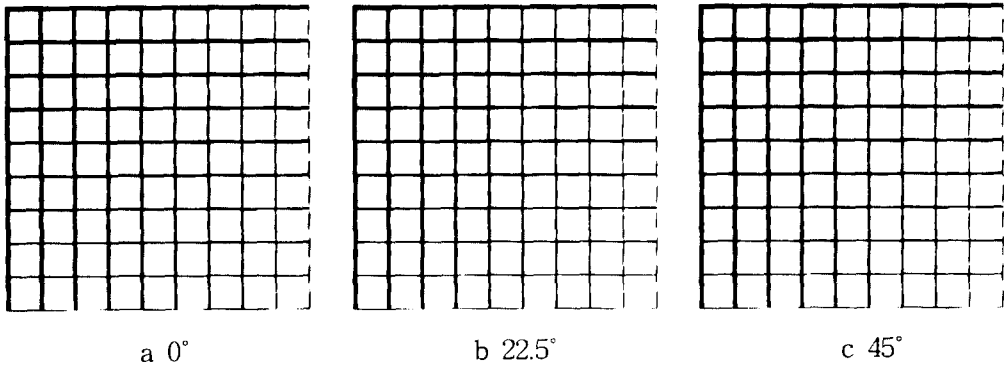


Fig. 10 Printed Line Image According to Screen Angles of 150#

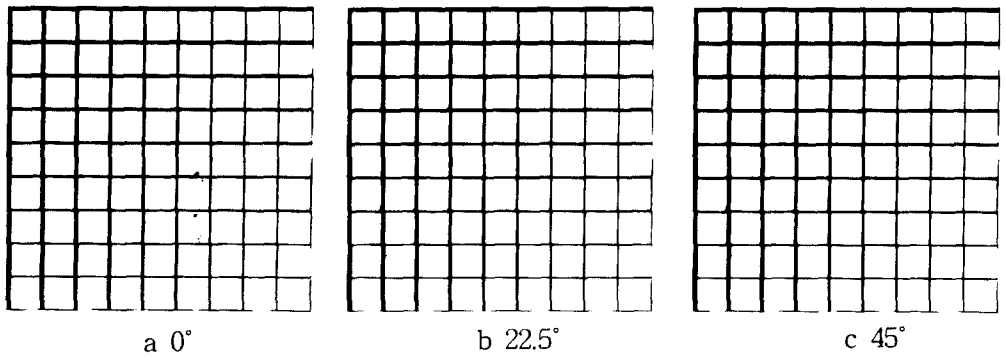


Fig. 11 Printed Line Image According to Screen Angles of 200#

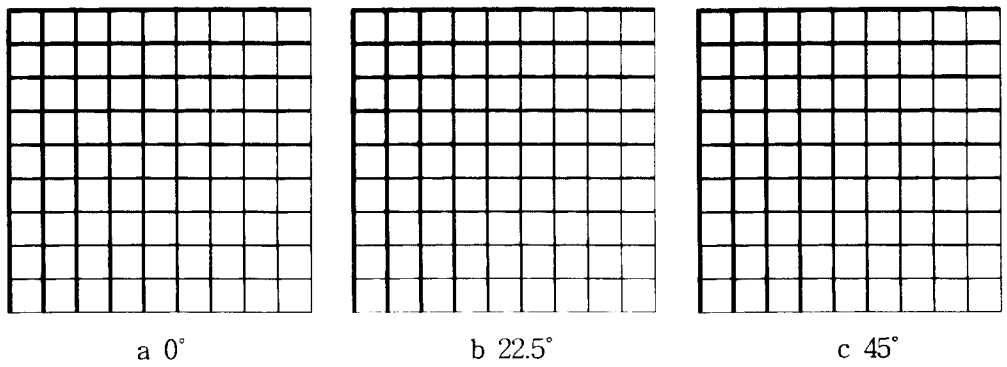


Fig. 12 Printed Line Image According to Screen Angles of 250#

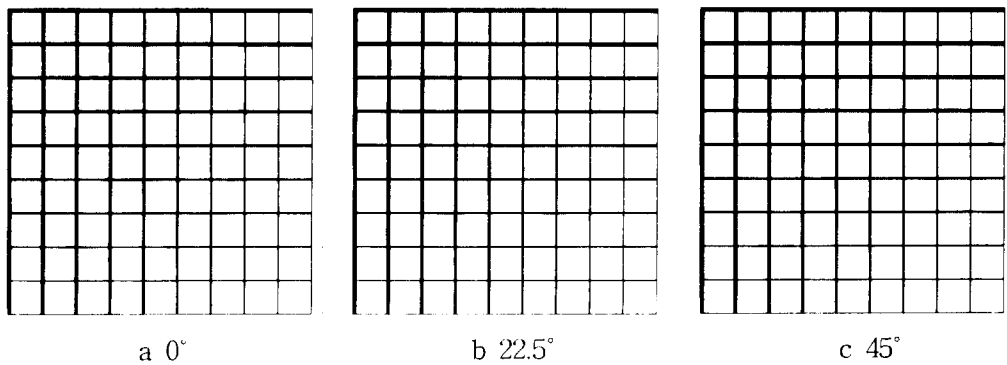


Fig. 13 Printed Line Image According to Screen Angles of 300#

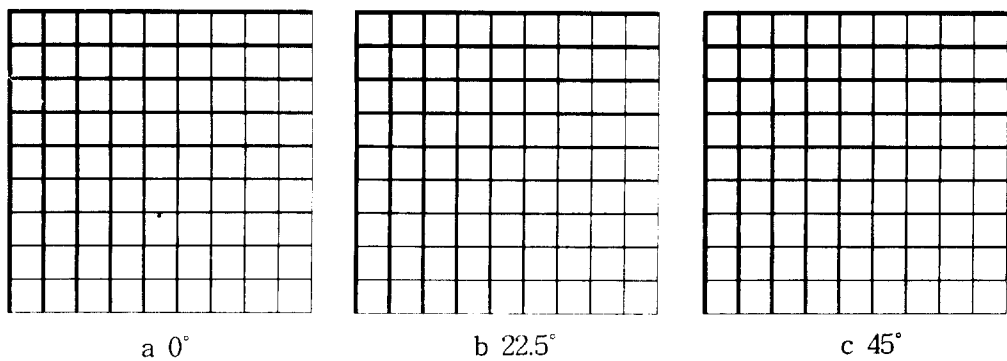


Fig. 14 Printed Line Image According to Screen Angles of 350#

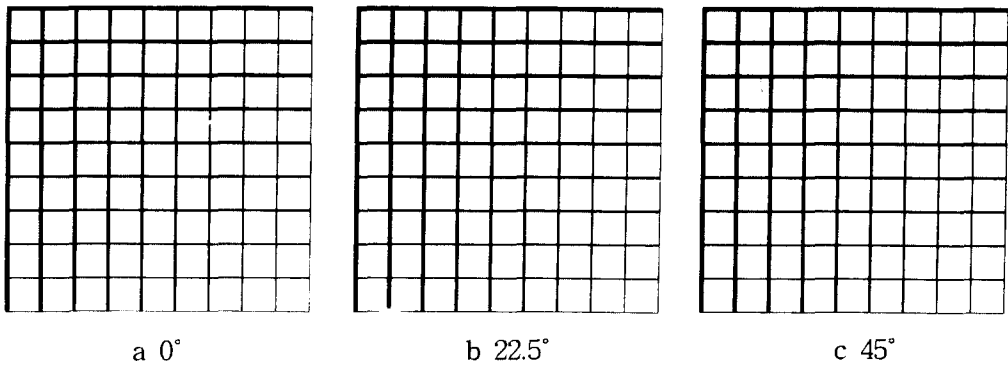


Fig. 15 Printed Line Image According to Screen Angles of 420#

1) 육안에 의한 객관적인 평가

Fig. 9~Fig. 15의 인쇄물을 10인의 숙련된 인쇄 기술자들이 육안으로 평가한 것을 각 메쉬별로 종합하여 Table로 작성하였다.

평가 기준은 ABC로서 상대 평가 하였다.(A:상, B:중, C:하)

Table. 2 Estimation due to a professional eye of 110#, 150# and 200#

a : 110#

각도 \ 굵기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	C	C
0.15 × 0.15	C	C	C
0.2 × 0.2	C	C	C
0.25 × 0.25	C	C	C
0.3 × 0.3	C	C	C
0.35 × 0.35	C	C	C
0.4 × 0.4	C	C	C
0.45 × 0.45	C	C	C
0.5 × 0.5	C	C	C
0.55 × 0.55	C	C	C

b : 150#

각도 \ 굵기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	C	C
0.15 × 0.15	C	C	C
0.2 × 0.2	C	C	C
0.25 × 0.25	C	C	C
0.3 × 0.3	C	C	C
0.35 × 0.35	C	C	C
0.4 × 0.4	C	C	C
0.45 × 0.45	C	B	B
0.5 × 0.5	C	B	B
0.55 × 0.55	C	B	B

c : 200#

각도 굽기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	B	A
0.15 × 0.15	C	B	A
0.2 × 0.2	C	B	A
0.25 × 0.25	C	B	A
0.3 × 0.3	C	C	B
0.35 × 0.35	C	B	B
0.4 × 0.4	C	B	B
0.45 × 0.45	C	B	B
0.5 × 0.5	C	B	B
0.55 × 0.55	C	B	B

Table. 3 Estimation due to a professional eye of 250# and 300#

a : 250#

각도 굽기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	B	A
0.15 × 0.15	C	B	A
0.2 × 0.2	C	A	A
0.25 × 0.25	C	A	A
0.3 × 0.3	C	B	A
0.35 × 0.35	C	B	B
0.4 × 0.4	C	B	B
0.45 × 0.45	C	B	B
0.5 × 0.5	C	B	B
0.55 × 0.55	C	B	B

b : 300#

각도 굽기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	A	A
0.15 × 0.15	C	A	A
0.2 × 0.2	C	A	A
0.25 × 0.25	C	A	A
0.3 × 0.3	C	B	A
0.35 × 0.35	C	A	A
0.4 × 0.4	C	B	A
0.45 × 0.45	C	B	A
0.5 × 0.5	C	A	A
0.55 × 0.55	C	A	A

Table. 4 Estimation due to a professional eye of 350# and 420#

a : 350#

b : 420#

각도 굵기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	A	A
0.15 × 0.15	C	A	A
0.2 × 0.2	C	A	A
0.25 × 0.25	C	A	A
0.3 × 0.3	C	A	A
0.35 × 0.35	C	A	A
0.4 × 0.4	C	A	A
0.45 × 0.45	C	A	A
0.5 × 0.5	C	A	A
0.55 × 0.55	C	A	A

각도 굵기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	A	A
0.15 × 0.15	C	A	A
0.2 × 0.2	C	A	A
0.25 × 0.25	C	A	A
0.3 × 0.3	C	A	A
0.35 × 0.35	C	A	A
0.4 × 0.4	C	A	A
0.45 × 0.45	C	A	A
0.5 × 0.5	C	A	A
0.55 × 0.55	C	A	A

2) 현미경에 의한 주관적인 평가

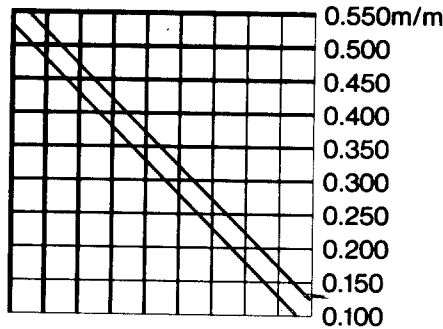


Fig. 16 Diagonal line of Printed Image

Fig. 16과 같이 각 메쉬별 각도변화를 주어 인쇄되어진 인쇄물의 대각선 부분을 선택하여 Fig. 17과 같이 함께 나열한 것을 원고로하여 cross 부분 및 직선 부분을 동시에 현미경으로 확대 비교하였다.

평가 기준은 ABC로서 상대 평가 하였다.(A : 상, B : 중, C : 하)

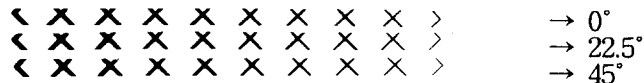


Fig. 17 Cross-section and Line of Printed Images due to screen angles change.

Table. 5 Estimation due to Microscope of 110#, 150# and 200#

a : 110#

각도 \ 굵기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	C	C
0.15 × 0.15	C	C	C
0.2 × 0.2	C	C	C
0.25 × 0.25	C	C	C
0.3 × 0.3	C	C	C
0.35 × 0.35	C	C	C
0.4 × 0.4	C	C	C
0.45 × 0.45	C	C	C
0.5 × 0.5	C	C	C
0.55 × 0.55	C	C	C

b : 150#

각도 \ 굵기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	B	B
0.15 × 0.15	B	B	B
0.2 × 0.2	B	B	B
0.25 × 0.25	C	B	B
0.3 × 0.3	C	B	B
0.35 × 0.35	B	B	B
0.4 × 0.4	C	B	B
0.45 × 0.45	C	B	B
0.5 × 0.5	B	B	B
0.55 × 0.55	B	B	B

c : 200#

각도 \ 굵기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	B	A
0.15 × 0.15	C	B	A
0.2 × 0.2	C	B	A
0.25 × 0.25	C	B	A
0.3 × 0.3	C	B	A
0.35 × 0.35	C	B	A
0.4 × 0.4	C	B	A
0.45 × 0.45	C	B	A
0.5 × 0.5	C	B	A
0.55 × 0.55	C	B	A

Table. 6 Estimation due to Microscope of 250# and 300#

a : 250#

각도 굽기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	B	A
0.15 × 0.15	C	B	A
0.2 × 0.2	C	A	A
0.25 × 0.25	C	A	A
0.3 × 0.3	C	B	A
0.35 × 0.35	C	B	B
0.4 × 0.4	C	B	B
0.45 × 0.45	C	B	B
0.5 × 0.5	C	B	B
0.55 × 0.55	C	B	B

b : 300#

각도 굽기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	A	A
0.15 × 0.15	C	A	A
0.2 × 0.2	C	A	A
0.25 × 0.25	C	A	A
0.3 × 0.3	C	B	A
0.35 × 0.35	C	A	A
0.4 × 0.4	C	B	A
0.45 × 0.45	C	B	A
0.5 × 0.5	C	A	A
0.55 × 0.55	C	A	A

Table. 7 Estimation due to Microscope of 350# and 420#

a : 350#

각도 굽기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	B	A
0.15 × 0.15	C	B	A
0.2 × 0.2	C	B	A
0.25 × 0.25	C	B	A
0.3 × 0.3	C	B	A
0.35 × 0.35	C	B	A
0.4 × 0.4	C	B	A
0.45 × 0.45	C	B	A
0.5 × 0.5	C	B	A
0.55 × 0.55	C	B	A

b : 420#

각도 굽기	0°	45°	22.5
0.1 × 0.1	C	B	A
0.15 × 0.15	C	B	A
0.2 × 0.2	C	B	A
0.25 × 0.25	C	B	A
0.3 × 0.3	C	B	A
0.35 × 0.35	C	B	A
0.4 × 0.4	C	B	A
0.45 × 0.45	C	B	A
0.5 × 0.5	C	B	A
0.55 × 0.55	C	B	A

4.3 현미경 확대 사진에 의한 평가

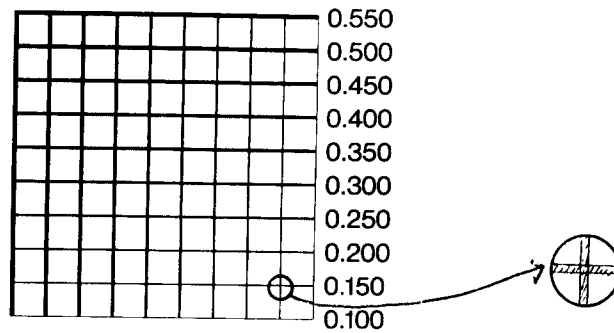


Fig. 18 Check point of Printed Image.

Fig. 17의 원부분을 200#, 300#, 420#의 인쇄물을 현미경 사진으로 확대 촬영하여 비교하였다.

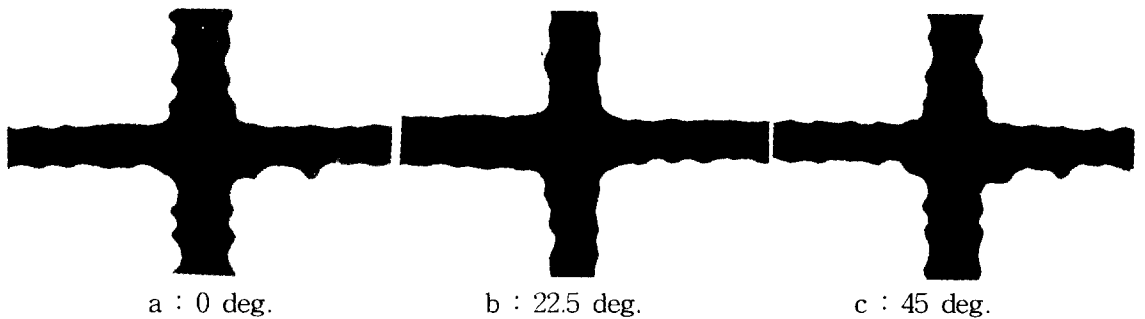


Fig. 19 Printed image according to Angles Change of 200#

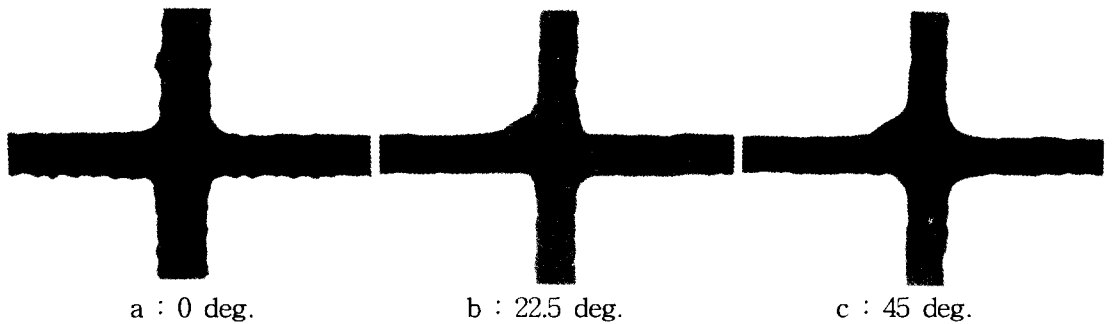


Fig. 20 Printed image according to Angles Change of 300#

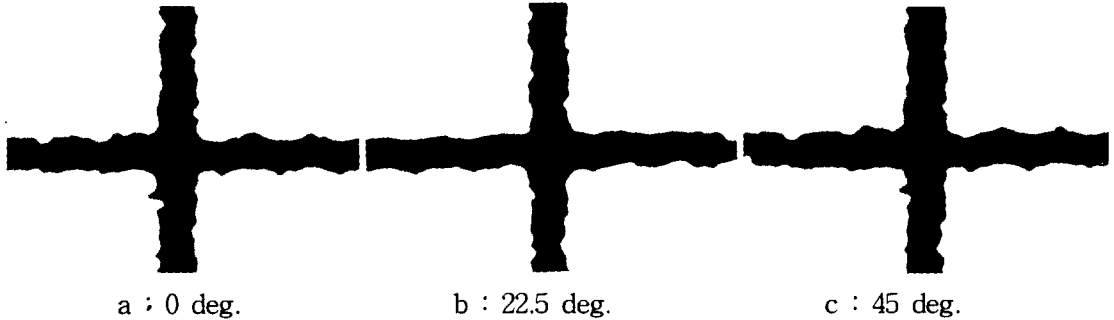


Fig. 21 Printed image according to Angles Change of 420#

200#의 경우, 스크린 망사견장 각도가 0° 일때 화선의 돌기부분이 Fig. 6과 같이 Opening 부분에서 크게 형성되어 있으며, 300#와 420#에서도 동일하게 나타났다. 사진과 같이 가로 화선의 아래부분에 돌기가 많이 형성된 것은 인쇄시 스퀴지와 망사의 저항에 의한 것으로 예상된다.

화선의 굵기가 200# > 300# > 420# 순으로 나타났으며, 이는 망사의 목수가 적어짐에 따라 opening의 면적이 커지므로 잉크 빠짐의 양이 많아 지기 때문이다.

5. 결 론

스크린 인쇄방식이 생산 매체에 이용됨에 따라 그 활용범위가 확대되어 가는 즈음, 국내 생산업체에서는 정밀 제품과는 관계없이 불필요한 망사소모가 되고 있는 현실이다.

이를 해결하기 위해 스크린 인쇄에 있어서 망사 견장 각도에 따른 화상 형성을 기하학적으로 모델링하였고, 실험을 통해서 다음과 같은 사실을 알았다.

1. 100#, 150#의 망사 견장 각도에 따른 화상 재현의 차이는 없었다.
2. 200#~420#의 망사 견장 각도에 따른 화상 재현이 0° 보다는 22.5°와 45°가 우수하며, 22.5°와 45°에서는 차이가 없었다.
3. 50배 확대에 의해 200#~420#의 망사 견장각도에 따른 화상 재현이 22.5°가 45°보다 우수 하였다.
4. 기능성 인쇄가 아닌 정밀 패턴의 망사 견장각도는 22.5°가 우수함을 알았다.

6. 참 고 문 헌

1. 松本和雄, "特殊印刷", 印刷出版研究所, pp. 182 (1983)
2. 種田 外, "印刷學會誌", Vol. 4, No. 7, pp 331 (1989)
3. J. A. Owczaret, F. L. Frank, L. Howland, "A study of the Off-Contact Screen Printing Process", IEEE, Vol. 13, No. 2 (1990)
4. A. Hobby, "Fundamental of Screen for Electronics Screen Printing", Screen Printing for interconnection Technology, Vol. 16, No. 4, pp. 16 (1983)
5. 木下 外, "Reproduction of Fine Pattern by Screen Printing", プリント回路學會誌, Vol. 8, No. 3, pp. 217 (1993)
6. ZBF, "Graphic Screen Printing Technical Information", pp. 235, Swiss(1985)
7. Andrepeyskens "The Technical Fundamental of Screen Making", pp. 104, SATTI Co., Italy (1989)
8. J. H. SHIN, S. S. Oh, S. C. Ahn, "A study on the Reproduction of Fine Lines in Screen Printing", KPS Report, pp. 22 ~ pp. 23 (1993)