

신문용지의 인쇄적성 계수에 관한 연구 (제 2 보)

-최대 잉크 색 농도(D_{∞}), 색 농도 평활성 계수 「 m 」 값-

하영백[†] · 김창근^{*1} · 오성상^{*2} · 이용규^{*3} · 윤종태

(2006년 2월 5일 접수: 2006년 5월 10일 채택)

A Study of the Printability Coefficients on the Newspaper (II)

- Limiting printed density (D_{∞}) and printed density smoothness
constant m value -

Young-Baeck Ha[†], Chang-Keun Kim^{*1}, Sung-Sang Oh^{*2}, Yong-Kyu Lee^{*3}, and Jong-Tae Youn

(Received on February 5, 2006; Accepted on May 10, 2006)

ABSTRACT

Uneven ink transfer of a print can be traced to several causes such as an incomplete contact between the paper surface and ink film, a coarse pattern of a continuous ink film after transfer, uneven absorption, etc.

Uneven ink transfer was studied in this points by the Tollenaar. Uneven distributions of printed density are reflected in low 「 m 」 values of the print.

Tollenaar's smoothness coefficient 「 m 」 value was important factor that deciding printed quality which was easily obtain by densitometry. Limiting print density D_{∞} that obtained Tollenaar's formulation working as a influence factor at the printed quality.

In this study, we obtained limiting print density D_{∞} and smoothness coefficient 「 m 」 value of domestic newspapers and foreign newspapers. And we analyzed about properties of the newspaper. The result of this study, smoothness coefficient 「 m 」 value and limiting print density D_{∞} showed the good results in the low porosity and low roughness newspaper.

• 부경대학교 공과대학 화상정보공학부 인쇄공학과(Division of Image & Information, Collage of Engineering, Pukyong National University, Busan 608-739, Korea)

*1 강원대학교 창강 제지 기술 연구소(Changgang Institute of Paper Science and Technology, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea)

*2 신구대학 그래픽아트 미디어과(Graphic Arts Media, Shin Gu College, Sunnam 462-743, Korea)

*3 강원대학교 산림과학대학 제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest Science, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea)

† 주저자(Corresponding author): E-mail: jackyha@hanmail.net

Datum which obtained by this study was used as printability factor for the quality control and improvement of domestic newspaper and wished to apply as a basic data for the domestic newspaper quality.

Keyword : roughness, printability, printability coefficient, limiting print density D_{∞} , density smoothness coefficient 「 m 」 value

1. 서론

오늘날 종이는 단순히 어떤 정보를 기록하거나 전달, 보관하는 매체로서의 기능뿐만이 아니라, 고도의 산업 사회를 지탱하고 이끌어 가는 첨단 산업용재까지 그 역할이 확대되고 있다. 특히 정보전달의 기능으로 신문이 차지하는 비율은 줄어들 것이라는 예측에 비해 오히려 그 역할 분담이 커져가고 있다. 따라서 신문용지의 인쇄적성을 검토하는 것은 제지와 인쇄 산업 모두에서 중요한 연구과제이다.

이와 같은 신문 인쇄물을 보다 나은 고품질로 생산, 제공하기 위해 많은 인쇄적성 연구가 행하여져 왔다.^{1~7)}

특히 Tollenaar는 평활한 피인쇄체에서 불균일한 잉크 전이는 불균일한 잉크 흡수도, 전이 후 잉크의 거동 차이, 잉크와 종이 사이의 불완전한 접촉에 있다고 하였다.⁸⁾ 아울러 인쇄물 색 농도 평활성 계수 「 m 」 값을 구하는 식을 제시하였다.

따라서 본 연구는 Tollenaar의 식과 최대 잉크 색 농도 D_{∞} 를 인쇄적성 계수로 적용하여 신문용지의 인쇄적성 향상 및 품질 평가에 대한 연구를 하였다.⁹⁾

2. 재료 및 방법

2.1 실험 재료

2.1.1 신문용지

본 실험에 사용된 신문용지는 국산 4종과 외산 4종으로 그 기본 물성은 Table 1과 같다.

2.1.2 인쇄 잉크

본 실험의 기본 물성과 잉크 전이량에 대한 상관 관계를 얻기 위하여 사용한 잉크는 국내 신문 운전용 잉크(black)를 사용하였으며, 그 조성 및 점도는 Table 2와 같다.

Table 1. Properties of newspapers

| Maker | Properties | Basis weight (g/m ²) | Thickness (μ m) | Density (g/cm ³) | Brightness (%) | Remark |
|-------|------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------|
| A | | 46.50 | 64.43 | 0.72 | 57.50 | Korea |
| B | | 46.30 | 64.32 | 0.72 | 58.70 | Korea |
| C | | 47.10 | 64.08 | 0.74 | 57.90 | Korea |
| D | | 46.50 | 63.97 | 0.73 | 58.90 | Korea |
| E | | 45.00 | 61.15 | 0.74 | 57.30 | Japan |
| F | | 45.60 | 59.32 | 0.77 | 58.60 | Germany |
| G | | 45.40 | 60.57 | 0.75 | 56.80 | Canada |
| H | | 46.40 | 64.52 | 0.72 | 60.30 | Indonesia |

Table 2. Composition and viscosity of inks

| Color | composition | viscosity(poise) |
|-------|----------------------|------------------|
| Black | Pigment 30% | 110 |
| | Resin 5% | |
| | Oil 30% | |
| | High boiling Oil 5% | |
| | Compound / Drier 25% | |

2.2 실험 방법

2.2.1 인쇄용지 물성 측정

인쇄용지의 물성 측정은 KS M ISO 1762에 의거하여 회분함량을 측정하였고, KS M 7028방식에 의거하여 Bekk 평활도(Bekk-smoothness tester, SMT, Japan)를 측정하였다. KS M ISO 8791 방식에 의거하여 거치름도(PPS-10, Parker Print-Surf roughness tester, L&W, Sweden)를 측정하였다. 투기도는 투기도 측정기 (PPS, Parker Print-Surf tester, L&W, Sweden)를 사용하여 단위 시간당 종이를 통과하는 공기량을 측정하였다. Water-absorptiveness는 시료에 일정량의 물을 떨어뜨려 침투되는 속도를 늘어난 길이에 의하여 측정하는 방식을 사용하여 측정하였다.

2.2.2 인쇄적성 실험

인쇄 적성 실험은 IGT 인쇄적성 시험기 (C1, Netherlands)를 사용하였다. 실험 조건은 인쇄 속도 1 m/sec, 압력 200 N, 온도 22.7°C, 습도 50.7%의

조건에서 측정하였다. 이때 사용된 인쇄판은 폭 35 mm의 고무 실린더로 잉크를 0.2 cc부터 0.2 cc씩 잉크량을 증가시켜 최대 잉크 색 농도(D_{∞})가 재현 될 때까지 100% 민인쇄(solid print)를 하였다.

2.2.3 평가 방법

Tollenaar의 식 [1]에서 색 농도 평활성 계수 「 m 」을 구하는 식 [2]는 다음과 같다.

$$D = D_{\infty} (1 - e^{-my}) \quad [1]$$

$$m = \{-\ln(D/D_{\infty})\} / y \quad [2]$$

여기서 D 는 민인쇄 농도이고, D_{∞} 는 잉크층 두께가 가장 두꺼울 때 민인쇄 농도, y 는 종이로 전이되는 잉크량이다. 전이되는 잉크량의 측정은 인쇄 전후의 인쇄판 무게(disc의 무게) 차로 구하였다.

제작된 인쇄물의 잉크 색 농도 최대 농도 D_{∞} 는 반사 농도계(X-Rite 418, 미국)를 사용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 신문용지의 물성

신문용지의 물성을 Table 3에 나타내었다. 회분 함량은 국산의 경우 6.6~6.8%로 나타났고, 외산의 경우 6.2~7.2%로 나타났다. 투기도는 152 ml/min에서 229 ml/min까지 신문용지에 따라 큰 차이를 보였다. 이는 지료 조성, 충전제의 종류와 투입량,

Table 3. Physical properties of newspapers

| Maker | Properties | Ash (%) | Porosity (ml/min) | Roughness (μ m) | Smoothness (sec) | Water-absorptiveness (mm) |
|-------|------------|---------|-------------------|----------------------|------------------|---------------------------|
| A | | 6.8 | 212 | 3.76 | 49.0 | 101 |
| B | | 6.7 | 198 | 3.62 | 51.0 | 98 |
| C | | 6.8 | 209 | 3.65 | 51.0 | 103 |
| D | | 6.6 | 203 | 3.71 | 50.0 | 102 |
| E | | 6.3 | 154 | 3.54 | 56.0 | 129 |
| F | | 6.2 | 152 | 3.45 | 55.0 | 130 |
| G | | 6.3 | 161 | 3.59 | 53.0 | 131 |
| H | | 7.4 | 211 | 3.79 | 44.0 | 101 |

캘린더링과 같은 제조 공정상의 차이 때문이라 판단된다.¹⁰⁾ 평활도와 거치름도는 상호 반비례적인 관계이며, 국산 신문용지의 평활도는 49.1 sec에서 51.3 sec로 평균 50.6 sec이었고, 외산 E, F, G는 53.5 sec에서 56.4 sec로 평균 55.2 sec의 결과를 보였다. 거치름도는 국산의 경우 3.62 μm 에서 3.76 μm 로 나타났으며, 외산은 3.45 μm 에서 3.79 μm 으로 국산보다 다소 낮은 결과를 보였다. 액체 침투 저항성은 국산의 경우 98~103 mm로 평균 101 mm로 나타났으며, 외산 E, F, G는 129~131 mm로 평균 130 mm로 높게 나타났다.

3.2 최대 잉크 색 농도 D_{∞} 와 색 농도 평활성 계수 「 m 」

Fig. 1은 최대 잉크 색 농도 값 D_{∞} 와 색 농도 평활성 계수 「 m 」 결과를 나타낸 것이다. 국산 A, B, C, D는 최대 잉크 색 농도 값이 1.6~1.67(o.d)로 나타났으며, 외산 E, F, G는 각각 1.79(o.d), 1.85(o.d), 1.80(o.d)로 국산에 비하여 높은 결과를 보였다.

외산 E, F, G의 최대 잉크 색 농도 값이 높아진 이유는 투기도 값이 낮고 표면 평활도가 높은 피인쇄체로 같은 량의 잉크를 전이시키더라도 표면에 잔류하는 잉크층의 두께가 두꺼워졌기 때문이라 판단된다. 이는 Lovász 연구에서 인쇄 시 가해지는 압력에 의하여 종이 공극이 열려 잉크 성분이 침투하며, 기공의 분포에 따라 표면에 잔류하게 되는 잉크량은 달라진다고 하는 결과와 일치하였다.¹¹⁾

또한 색 농도 평활도 상수 「 m 」 값을 비교한 결과

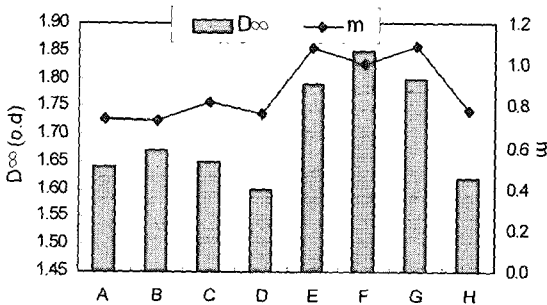


Fig. 1. Correlation between D_{∞} and smoothness coefficient 「 m 」.

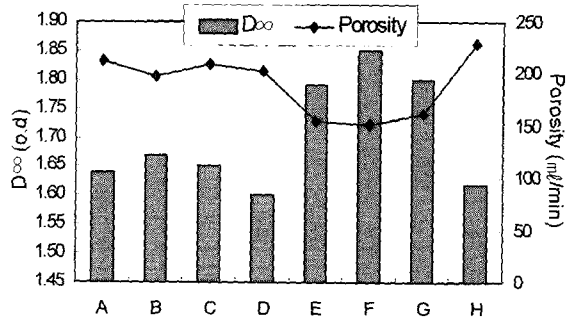


Fig. 2. Correlation between D_{∞} and porosity.

외산 E, F, G가 국산보다 우수한 결과를 보였다. 이는 종이 평활도가 평활도 상수 「 m 」에 영향을 준다는 Tollenaar의 보고와 일치하는 결과를 나타내고 있다.⁸⁾

3.3 투기도 및 거치름도와 D_{∞} 의 관계

Fig. 2는 최대 잉크 색 농도 D_{∞} 와 투기도 관계를 나타낸 것이다. 일반적으로 공극이 있는 물질에 잉크가 전이되면 침투가 일어난다. 따라서 투기도가 높은 A, B, C, D 및 H는 침투되는 잉크가 많고 표면에 잔류된 잉크가 상대적으로 적어 인쇄물의 최대 잉크 색 농도 값이 낮게 나타났다.

Fig. 3은 최대 잉크 색 농도 D_{∞} 와 거치름도 관계를 나타낸 것이다. A, B, C, D, H와 같이 거친 피인쇄체의 표면은 요철이 심하여 고정화되는 잉크량이 많아지고 완전피복이 되기까지 잉크 소비가 많이 필요하다. 따라서 접촉되는 부분에 있어서 균일한 잉크 피막을 형성하지 못하여 빛의 산란이 많아 최

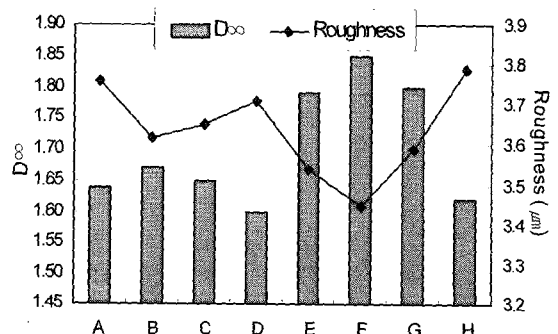


Fig. 3. Correlation between D_{∞} and roughness.

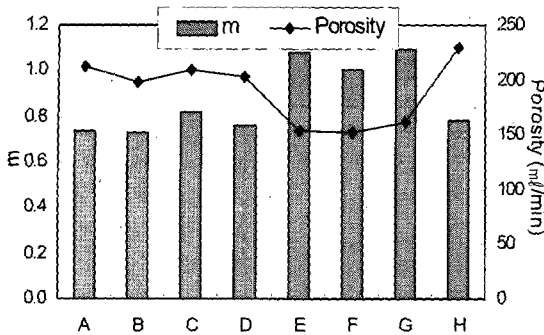


Fig. 4. Correlation between 「m」 and porosity.

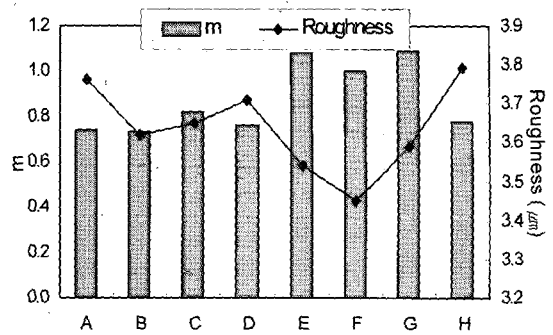


Fig. 5. Correlation between 「m」 and roughness.

대 잉크 색 농도는 낮게 나타나고, 또한 불균일한 잉크 접촉은 Tollenaar의 연구와 같이 인쇄 모틀 (printed mottle) 발생 가능성이 있다.⁸⁾

3.4 투기도 및 거치름도와 색 농도 평활성 계수 「m」

Fig. 4는 투기도와 색 농도 평활성 계수 「m」을 나타낸 것이다. 투기도가 상대적으로 낮은 외산 E, F, G가 색 농도 평활성 계수 「m」 값이 높게 나타났다. 이는 최대 잉크 색 농도 D_{∞} 와 같은 경향을 나타내고 있다.

Fig. 5는 거치름도와 색 농도 평활성 계수 「m」을 나타낸 것이다. 외산 E, F, G는 색 농도 평활성 계수 「m」이 각각 1.00~1.09로 나타난 반면 거치름도에서 높은 값을 보여 주고 있는 국산 신문용지 A, B, C, D와 외산 H는 0.73~0.82로 다소 낮은 값을 나타냈다. 특히 국산 신문용지 C는 B보다 거치름도가 높으면서도 다른 국산 신문용지에 비하여 평활도 상수 「m」 값이 높게 나타났다. 그 이유는 밀도 값이 다른 국산 신문용지에 비하여 0.74 g/cm^3 으로 높게 나타났기 때문으로 판단된다.

4. 결론

신문용지의 인쇄물 품질 관리를 위하여 농도법을 이용하여 Tollenaar의 색 농도 평활성 계수 「m」 값과 이때 구할 수 있는 최대 잉크 색 농도 D_{∞} 를 구하여 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 최대 잉크 색 농도 D_{∞} 는 외산 E, F, G가 평균 1.81(o.d)로 국산 A, B, C, D와 외산 H의 평균 1.64(o.d)에 비하여 높게 나타났으며, 평활도 상수 「m」 값도 외산 E, F, G가 평균 1.05로 국산 평균 0.76보다 월등히 높은 값을 나타냈다.

2. 신문용지의 물성과 최대 잉크 색 농도 D_{∞} 의 관계를 비교한 결과 투기도가 낮은 A, B, C, D, H의 경우가 표면에 잔류하는 잉크보다 흡수되는 잉크량이 많아 최대 잉크 색 농도가 낮게 나타났고, 거치름도가 평균 $3.52 \mu\text{m}$ 로 표면특성이 상대적으로 우수한 E, F, G의 경우에서 높은 결과를 보였다.

3. 신문용지의 물성과 평활도 상수 「m」 값의 경우에서도 투기도가 상대적으로 낮은 외산 E, F, G가 표면에 잔류하는 잉크량이 많았으며, 거치름도가 낮았기 때문에 신문용지 표면을 완전히 피복시켜 평활성 상수 「m」 값 또한 높은 결과를 나타냈다.

4. 최대 잉크 색 농도 D_{∞} 와 잉크 평활도 상수 「m」은 신문 용지의 인쇄적성 계수로 활용하여 과학적인 해석에 의한 인쇄적성 평가를 내릴 수 있다.

인용문헌

1. Carlsson, G. E, "The Choice of Parameters for Describing Newsprint printability", Paper in the Printing Process, Pergamon Press. Stockholm, pp.105 ~ 135 (1965).
2. Larsson, L. O. and Trollsas, P. O., "Physical interaction between newsprint and Conventional Inks in

- Letterpress Printing", Paper in The Printing Processes, Pergamon Press, pp.57~76 (1967).
3. Simo, K., " On the printability of Newsprint", Paper in The Printing Processes, Pergamon Press, pp.151 ~ 200 (1967).
 4. Loic. C., "Correlations between some Printability Characteristics of a paper and the Optical density of Printed Solids", Recent Developments in Graphic Arts Research, Pergamon Press, pp.225~253 (1971).
 5. Poujade, J. L., Boixareu, R. and Groult, M., "New Developments in Newsprint Printability Evaluation", Recent Developments in Graphic Arts Research, Pergamon Press, pp.211 ~ 224 (1971).
 6. Hansen, A., "Quality Control in Newspaper Printing", Advances in Printing Science and Technology, 16, pp.169~179, Norway (1981).
 7. Pauler, N. "A model for interaction between ink and paper", Advances in Printing Science and Technology, Vol.19, pp. 116~136, Stockholm (1987).
 8. Tollenaar, D. and P. A. H. Ernst, "Uneven ink transfer on smooth surfaces", Recent Developments in Graphic Arts Research, pp. 139~150, Pergamon Press (1971).
 9. Youn, J. T., Introduction to Printability, pp.223~240, Busan (2004).
 10. Walter W. Roehr, "The Effect of Certain Fillers on the Printing Properties of Newsprint", Paper in the Printing Process, Pergamon Press, Washington, pp.77~91 (1965).
 11. K. Lovász, "Penetration of Ink into Paper", Paper in The Printing Processes, Pergamon Press, pp.25~32 (1967).