



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

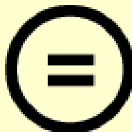
다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工 學 博 士 學 位 論 文

韓國 新聞 印刷에서 濃度의 均一性
向上에 관한 研究



2011年 2月

釜 慶 大 學 校 大 學 院

印 刷 工 學 科

白 鎔 國

工 學 博 士 學 位 論 文

韓國 新聞 印刷에서 濃度의 均一性
向上에 관한 研究

指導教授 尹 鐘 太

이 論文을 工學博士 學位論文으로 提出함.



2011年 2月

釜 慶 大 學 校 大 學 院

印 刷 工 學 科

白 鎔 國

白鎔國의 工學博士 學位論文을 認准함.

2011年 2月 25日



主	審	工學博士	具 哲 會 (인)
委	員	工學博士	李 滿 教 (인)
委	員	工學博士	金 珖 熙 (인)
委	員	理學博士	卞 相 湧 (인)
委	員	工學博士	尹 鐘 太 (인)

목 차

목차	i
List of Figures	v
List of Tables	iv
Abstract	viii

제 1 장 서론	1
----------------	---

1. 연구 배경	1
1-1. 국내외 인쇄환경 변화	1
1-2. 신문 인쇄 품질 균일화 필요성	2
1-3. 국내외 인쇄품질 관리의 현황	5
1-4. 인쇄품질의 시각적인 특성과 대처방안	7
2. 연구 범위	9
3. 연구 목표	9

제 2 장 이론적 배경	10
--------------------	----

1. 인쇄적성 개요	10
2. 전이계수 이론	11
3. 그레이 밸런스 이론	16
4. 인쇄적성 표준화 관련 외국의 연구 사례	19
4-1. FIPP	21
4-2. PIRA International	21
4-3. SWOP	22
4-4. FOGRA	22
4-5. UKONS	22
4-6. SNAP	23
4-7. 국내 인쇄품질 표준화 동향	23

5. 신문인쇄 공정	23
6. 신문인쇄 옵셋 운전기의 구조	25
 제 3 장 실험	28
1. 신문인쇄 품질 조사	28
2. 신문인쇄 조건 변동 실험	29
2-1. 신문 운전 인쇄에서의 잉크 공급량 변동 실험	29
2-2. 축입물 공급 변동 실험	30
2-3. 인쇄 속도 변동 실험	31
2-4. 인압측정 실험	32
3. 전이율 측정 실험	32
4. 그레이 밸런스 바 도입과 적용 실험	33
4-1. 그레이 밸런스 바의 도입 실험	33
4-2. 그레이 밸런스 바의 적용 실험	36
 제 4 장 결과 및 고찰	37
1. 육안관리에 의한 품질 변화	37
1-1. 신문운전에서 타워 유니트별 육안관리 현황 측정	37
1-2. 신문운전에서 새틀라이트 유니트별 육안관리 현황 측정	39
1-3. 신문운전에서 하프텍 유니트별 육안관리 현황 측정	41
1-4. 동일공장내 운전기 세트별 농도 변화	42
2. 신문인쇄의 조건변동	45
2-1. 잉크 공급량 변화에 따른 타워 유니트별 특징	45
2-2. 잉크 공급량 변화에 따른 하프텍 유니트별 특징	48
2-3. 인쇄 속도 변화에 따른 타워 유니트별 특징	49
2-4. 인쇄 속도 변화에 따른 새틀라이트 유니트별 특징	50
2-5. 인쇄 속도 변화에 따른 하프텍 유니트별 특징	51
2-6. 공장 별 필름 출력 품질	51
2-7. 인쇄 유니트에서 압력 분포 측정 결과	52
2-8. 축입물의 전도도 변화에 따른 농도 품질	53

2-9. 축입물 변화에 따른 영향의 분석	54
3. 국내 대표 지종의 전이율 실험 결과	58
3-1. P사 용지의 최대 전이율 분석	58
3-2. J사 용지의 최대 전이율 분석	60
3-3. D사 용지의 최대 전이율 분석	62
4. 그레이 밸런스 바의 활용 결과	63
4-1. 2차 주관평가 결과	63
4-2. 그레이 밸런스 조합의 상관성 평가 결과	64
4-3 5개 공장에서의 그레이 밸런스 바 농도 측정 결과	69
4-4 그레이 밸런스 바 적용에 따른 각 공장별 색상 일관성 평가	72
 제 5 장 결론	 76
Reference	78



List of figures

Fig. 1. Conceptual diagram of ink transfer.	11
Fig. 2. Ink transfer conceptual curve.	12
Fig. 3. Typical ink transfer and fractional ink transfer curves.	13
Fig. 4. Newspaper printing process.	24
Fig. 5. Illustration of the news printing tower unit press.	25
Fig. 6. Illustration of the news printing satellite unit, half-deck unit press.	26
Fig. 7. Gray balance test form.	34
Fig. 8. Second Gray balance bar test form diagram.	35
Fig. 9. Result of density according to the run length on the tower unit.	37
Fig. 10. Ratio of density within the permitted limit for the tower unit.	38
Fig. 11. Result of density according to the run length on the satellite unit.	39
Fig. 12. Ratio of density within the permitted limit for the satellite unit.	40
Fig. 13. Result of density according to the run length on the half-deck unit.	41
Fig. 14. Ratio of density within the permitted limit for the half-deck unit.	42
Fig. 15. Variation of density according to setting type.	43
Fig. 16. Comparison of primary colors' density by the setting of rotary press.	44
Fig. 17. Comparison of Black density on the primary colors' printing side of the newspaper.	44
Fig. 18. The relationship between density, dot gain, and contrast according to by magenta ink feeding level on the tower unit.	45
Fig. 19. The relationship between density, dot gain, and contrast according to by cyan ink feeding level on the tower unit.	46
Fig. 20. The relationship between density, dot gain, and contrast according to yellow ink feeding level on the tower unit.	47
Fig. 21. The relationship between density, dot gain, and contrast according to black ink feeding level on the tower unit.	47
Fig. 22. The relationship between density and contrast according to ink feeding level on the half-deck unit.	48
Fig. 23. Change of the densities according to printing speed on tower unit.	49
Fig. 24. Change of the densities according to printing speed on Satellite unit.	50

Fig.25. The relationship between density and contrast according to printing speed on the half deck unit.	51
Fig. 26. Comparison to sizes of the received dot on film facimile for news printing.	52
Fig.27. Results of the pressure between each density across the web.	53
Fig.28. Density qualities according to conductivity of dampening solution.	54
Fig.29. Variation of density according to dampening solution feed speed.	56
Fig.30. Correlation of density and water content of paper.	56
Fig.31. Correlation of dampening solution feed speed and dimensional variation.	57
Fig.32. Correlation of dimensional variation and water content.	58
Fig.33. Transferred ink amount and transfer rate curve of the P Co.'s newspaper.	59
Fig.34. Results of maximum transfer rate and density on the P Co.'s newspaper.	60
Fig.35. Transferred ink amount and transfer rate curve of J Co.'s newspaper.	61
Fig.36. Results of maximum transfer rate and density on the J Co.'s newspaper.	61
Fig.37. Transferred ink amount and transfer rate curve of D Co.'s newspaper.	62
Fig.38. Results of maximum transfer rate and density on the D Co.'s newspaper.	63
Fig.39. Results of subjective evaluation according to evaluation team.	64
Fig.40. Correlation of cyan dot gain, magenta, and yellow dot gain in the Gray balance test form.	65
Fig.41. Correlation of magenta and yellow dot gain in the Gray balance test form.	66
Fig.42. Correlation of cyan dot gain, magenta, and yellow dot gain in the Gray balance test form.	66
Fig.43. Correlation of magenta and yellow dot gain in the Gray balance test form.	67
Fig.44. Gray balance bar on the newspaper.	68
Fig.45. Cyan density on the classified section into each factory for a month.	69
Fig.46. Magenta density on the classified section into each factory for a month.	70
Fig.47. Yellow density on the classified section into each factory for a month.	70
Fig.48. The rate of each color density on the Gray balance bar within the error tolerance(%).	71
Fig.49. Development cyan density of on the published newspaper from each factory.	73
Fig.50. Development magenta density of on the published newspaper from each factory.	74
Fig.51. Development yellow density of on the published newspaper from each factory.	74
Fig.52. Development black density of on the published newspaper from each factory.	75

List of tables

Table 1. The Commercial Recommendation Target Density	6
Table 2. Maker and Standard of Printing Equipments, Using Materials	28
Table 3. Measuring Apparatus and Experiment Condition	29
Table 4. A Target Density of Ink Feed Speed Control at News Print	30
Table 5. Test Equipment and Condition for Measuring The Transfer Rate	32
Table 6. Gray Balance Composition of 1st Test	33
Table 7. Gray Balance Composition of 2nd Test	35
Table 8. Elasticity and Dampening Variation	55
Table 9. Data Number and Rate In Tolerance From Each Factory	72



A study on the improvement of density consistency
in Korean newspaper printing

Yong Guk Baek

Department of Graphic Arts Engineering, Graduate School,
Pukyong National University

Abstract

Looking around the environmental characteristics in the newsprinting of newspaper we always read in our everyday life, we have to make newsprinting at the same time within the limited timeframe and to effectively keep the consistent quality of the same image at every newsprinting factory in the whole country, which is substantially difficult due to a variety of restrictions. These characteristics have caused readers and advertisers to file complaints and newspaper companies to subsequently increase cost.

Until now the measure against these problems is that the printer's proof is divided in pieces and distributed to the factories in the metropolitan area for newsprinting. Being divided in pieces, it is very difficult to estimate the color impression on the whole. And even a divided printer's proof in a piece has not been provided to the factory outside metropolitan area. In order to overcome these barriers, the printer's proof has been used with a color print. However the difference of the color impression and the absorption characteristic between color printer's paper and newsprint causes to make difference between the printer's proof and actually printed newspaper. Eventually, the newsprinting has been proceeded depending on the operator's subjective decision at each factory in the whole country.

The necessity to settle the outstanding problem has come to the fore. First it is required to find out the factors affecting on the news-printing quality, and proper remedy and control for the affecting factors should be prepared. It is finally needed to adopt the appropriate management tool for the consistent quality all over the news-printing factories.

This study identified the effective factors affecting on newsprinting and the optimum conditions based on these factors. We also determined the composition combination of the gray balance bar suitable to the newsprinting, as the proper tool for maintaining the consistent quality at each the newsprinting factory, and analyzed its effects on newsprinting after having applied the gray balance bar into the actual design of newspaper print. The application of the gray balance bar into the news-printing of the domestic factories has turned out to be excellent.

The composition of the gray balance bar was calculated applying the Dot-Area Correlation Equation of C, M and Y. When calculating the equation with 22% of C, both M and Y were 15%. This composition rate is almost the same scale to that of the subjective evaluation, which was C:22%, M:15% and Y:16%. In this study, therefore, we adopted the color of gray with C:22%, M:15% and Y:16% as the best gray balance bar matched with the design of newspaper. Also, the above-mentioned gray balance bar has been actually applied into 5 newsprinting factories for one month, and through this application it is confirmed that the density of printed newspaper is stable and well-balanced and shows excellent quality within the acceptable error range, which we consider is experimentally proved.



제 1 장 서 론

1. 연구 배경

1-1. 국내외 인쇄환경 변화

중국의 채륜이 서기 105년 종이를 발명한 이후 우리나라는 서기 751년에 인쇄된 무구정광대다라니경¹⁾, 세계최초의 금속활자 인쇄물인 고금상정예문(古今詳定禮文, 1234년), 직지심체요절(直指心體要節, 1377년)과 세계에서 가장 좋은 종이였다는 신라시대의 백추지(白鍾紙) 등 선조들의 찬란한 문화유산을 간직하고 있다. 그러나 현재 국내인쇄의 현황은 인쇄기를 비롯한 대부분의 인쇄기자재를 수입에 의존하는 등 선진국과 현격한 차이가 있으며, IT 산업의 발전과 경기불황으로 인쇄산업의 시장은 점점 위축되고 있다.

국내 인쇄환경의 변화는 원고제작, 필름제작, 판제작, 인쇄, 후가공의 순서에 따라 이루어지는 고전적인 방식에서 1980년대 초반부터 컴퓨터의 등장으로 DTP(Desk Top Printing)방식으로 전환되어 인쇄 공정에서 고속화, 자동화 등의 발전이 가능하게 되었다. 또한 1995년 Drupa전시회를 통해 CTP3(computer to plate/press/print), Gapless, Shaftless, Waterless 등의 인쇄장비가 출품되면서 인쇄기술이 한층 더 발전하는 계기가 되었다. 인쇄기술의 빠른 변화속도에 맞춰 고전적인 인쇄방식의 문제점이었던 원고제작시 디지털자료를 아날로그화하여 사용 되던 것이 이제는 인쇄공정까지도 디지털화 방향으로 발전되었음을 알 수 있다. 따라서 현재의 인쇄기술개발 추세는 영역별 경계를 무너뜨려 인쇄업체에서만 가능했던 인쇄물을 범용화된 PC, 컬러프린터, 복사기를 이용하여 가정에서나 사무실에서 손쉽게 인쇄가 되면서 상당부분의 인쇄영역이 침범 당하고 있다.

따라서 이러한 문제점의 타계책으로 고비용 저효율인 현재의 인쇄공정을 저비용 고효율로 전환시키기 위해서는 여러 방법이 있으나, 첨단기술 및 장비를 매번 도입하는 것 보다는 합리적인 인력운용, 공정개선, 품질관리가 최선의 방법이라 생각된다.

우리 회사의 인쇄는 최고의 수준을 가지고 있다는 이야기를 많이 하게 된다. 그러나 구체적으로 어떤 항목에서 어떤 수준이며, 일자별 품질관리를 어떻게 하느냐에 대해서 실제적인 기준을 갖고 있는 곳은 그리 흔하지 않다. 실례를 들어 불량률의 원인이 재료에 의한 것인지 아니면 색상오차, 농도편차, 더러움, 건조불량 등 인쇄상에서 문제인지 아니면 기준에서 벗어난 것인지 판단할 필요가 있다.

인쇄의 특징은 동일한 정보(화상)를 연속하여 재현하는데 있다. 따라서 생산되는 인쇄품질의 수준을 균일하게 유지하고, 점차적으로 향상시킬 필요성을 가진다.

1-2. 신문 인쇄 품질 균일화 필요성

우리 일상의 모든 활동에서는 기준이 존재한다. 예를 들어 운동경기에서 기준이나 규정이 지역이나 국가별로 각기 달라 평가를 달리한다면 공정한 경기가 될 수 없으며, 신호등과 좌우측 통행이 지역마다 다르다면 큰 혼란이 발생할 것이다. 특히 예술품이 아닌 공산품의 경우에는 품질 및 기준에 관한 규격이 더욱 필요할 것이다.

기계, 전기, 화학, 컴퓨터, 재료, 사진공학 등이 복합적으로 적용된 설비와 제조사별로 차이가 있는 종이, 잉크, 블랭킷, PS판 등의 재료를 사용하여 복잡한 공정을 거쳐 수백 가지로 표현되는 색상을 종이위에 나타내야 하는 인쇄에서 색상을 균일화 한다는 것은 쉬운 일이 아니다. 구텐베르크의 목판인쇄기를 이용한 인쇄술이 발명된 이후 오퍼레이터의 주관적 판단에 의해 인쇄품질이 관리되어 왔으며 현재도 많은 부분은 이러한 주관평가(主觀評價)에 의해 관리되고 있다. 인쇄물의 주관적인 평가기준에 대해 많은 설(說)이 있다. Rogers는 사

용목적이나 사용조건, Rupp는 화상의 효과적인 재현성, Jorgensen은 기술적인 시각에서 구체적으로 원고에 대한 재현의 충실성을 평가기준으로 삼아야 한다고 하였다.²⁾

주관평가는 사람의 심리적인 느낌까지 포함하여 측정하고, 설비가 필요하지 않는 등의 많은 장점이 있어 현재 널리 사용되고 있다.

그러나 주관평가는 평가환경, 평가자의 숙련도, 성별, 연령, 좋아하는 색상 등 평가자 간의 차이가 커서 체계적인 관리가 힘들고, 평가가 상이할 경우 힘의 논리에 우선되는 등 분쟁이 생길 우려가 있다. 또한 공정, 작업자, 광고주와 신문사 사이의 명확한 품질기준이 없어 품질관리가 곤란하다. 일본인쇄기술협회³⁾(JAGAT)에서는 품질표준화의 기본으로 계획과 기준을 정하고, 기준대로 인쇄하고, 기준대로 검사하며, 그 결과에 따라 금후의 행동을 결정한다고 기술되어 있다.

대부분의 신문사에서는 나름대로 색조(tone)와 색상(color)재현에 관한 기준이 있다. 그러나 광고주가 “이 교정쇄 또는 책임교료지(校了紙, OK sheet)대로 인쇄바랍니다.” 라고 요청한다면 PS판의 소부, 민인쇄농도, 그레이 밸런스의 기준을 어떻게 정해야 할지에 대한 판단이 어려워진다. 많은 양의 인쇄물의 경우 인쇄물 중 1/3이 색상의 불량인 존재한다는 문헌도 있다.⁴⁾ 따라서 인쇄는 시스템적으로 움직이는 기술(技術)이며 공업(工業)적으로 인쇄해야 한다. 신문인쇄는 독자와 광고주에게 납품하는 것이고 납품하는 제품에 품질보증은 당연한 조건이며 이를 객관성 있게 증명하여야 하며, 공업적으로 인쇄하기 위해서는 인쇄기준 및 검사기준에 대한 표준화가 요구되어진다. 이와 같은 표준화는 색분해, 교정쇄, 쇠판조건, 인쇄공정 등 공정별로 설정되어 있어야 공정별 책임과 개선점이 분명해지며, 원화상과 인쇄품질 간의 차이를 줄일 수 있다. 또한 표준광과 같은 검사환경과 시간, 장소, 사람에 영향받지 않는 검사방법에 대한 기준을 정해 평가자 간 서로 상이한 결과가 나오지 않도록 해야 한다. 따라서 항상 균일한 품질의 인쇄가 가능하게 되기 위해서는 인쇄표준화가 필요하다.

우리는 통상적으로 인쇄재료에 대해서는 사용 후에 문제점을 주로 이야기 한다. 즉, 어떤

규격으로 만들고, 검사 후 합격하여 입고되었는가, 이 종이는 몇 μm 의 잉크 도막이 재현가능 한가, 또는 이 잉크의 그레이밸런스(색재현 영역)는 어느 정도인가 보다는 사용할 때 건조불량이나 잉크물림과 같은 작업적성(runnability)에 더욱 관심이 있다. 재료의 상표에 따라서는 사용되는 신문사별로 제품을 만들고, 신문사에서는 각기 다른 상표별 특성을 감안하여 인쇄조건을 설정하고 있다. 이는 국가적으로도 낭비이며, 재료회사에서 사용처별로 제품을 만드는 것은 어려운 일이다. 이제는 국가적으로 잉크, 종이에 대한 표준 규격을 만들 때가 되었다.

인쇄 분야 중 단일 품목이면서 많은 양을 인쇄하는 것이 신문인쇄이다. 신문인쇄의 환경적 특징을 살펴보면 우선 전국 각 공장에서 동시다발적 및 제한시간 내 인쇄해야 하며 전국 각 공장에서 동일 이미지를 효과적으로 동등한 품질을 유지해야하는데 여러 가지 제약이 있어 실질적으로 어렵다. 이러한 특징은 기업으로서의 신문사에서 동시다발적으로 인쇄시 품질일관성문제에 대한 광고주와 독자의 불만제기로 인한 비용 증가로 이어지고 있다. 이러한 특징에 대해 현재까지의 대처 방법으로는 광고주가 제공하는 교정지를 분할하여 수도권 공장에 배포하여 사용하고 있으나 분할된 교정지이므로 전체적인 색상을 예측하기 어렵고 수도권 이외의 지역에는 배포할 수가 없다는 한계점이 있다. 이러한 한계점을 극복하기 위하여 전국 각 공장에서 컬러프린터를 이용한 교정쇄지를 활용하고 있으나 프린터의 용지와 신문용지의 색감 및 흡수특성의 차이로 인하여 교정쇄와 실인쇄 사이에 차이가 날 수 밖에 없다. 결국 전국 각 공장에서는 오퍼레이터의 주관적 판단에 의존하여 인쇄가 진행되고 있는 것이 현실이다.

따라서 현안문제에 대한 새로운 대처방법의 필요성이 부각되고 있다. 이를 위해서 우선 신문인쇄품질에 영향을 주는 요소를 확인하고 적절한 교정 및 제어방법이 필요하며 각 공장에서 품질일관성유지를 위한 적절한 도구의 도입이 필요하다.

1-3. 국내외 인쇄품질의 관리 현황

국내의 인쇄품질 관리는 각 사의 공정관리를 통해 품질관리가 이루어지고 있다. 인쇄기별로 사용하는 인쇄재료를 감안한 인쇄환경에서 인쇄 콘트라스트(print contrast)와 그레이밸런스를 감안하여 적절한 인쇄농도를 기반으로 채판조건 등의 공정조건을 정하여 인쇄하고 있다. 국내 인쇄품질에 대한 전체적인 품질수준의 조사가 학계에 보고 된 바는 전혀 없다.

외국에서 학계에 보고된 논문 중 일부자료를 선택하여 Table. 1에 나타내었다. 국내의 데이터는 1995년 한솔기술원에서 10여개 신문 및 인쇄업체에서 GATF 표준화상(신문용, 매엽용)으로 인쇄한 결과와 비교하였으며,⁵⁾ 비교가 용이할 수 있도록 인쇄농도를 기본으로 삼았다. 물론 인쇄품질의 수준을 어떤 방법으로 정하는가에 대해서는 아직도 많은 연구가 진행 중에 있으며, 인쇄농도는 단순히 잉크도막의 두께를 계수화한 것으로 대표성은 없으나 우리가 선호하는 인쇄농도를 비교한다는 측면에서 검토할 수 있다. 국내 상업인쇄업체의 인쇄농도는 외국의 수치와 큰 차이는 없으나 다소 높았으며 이는 일본의 Yoshihisa가 10년간 1,000건 이상의 시험인쇄물 측정결과와 유사하였다. 그러나 인쇄물 폭 방향의 농도범위가 0.26~0.36정도 차이를 보였으며, 인쇄부수 증가에 따른 인쇄농도변화(process variability)는 0.15~0.49로 지속적인 변동을 보여 일반적인 농도허용치(density tolerance)인 ± 0.05 보다 높음을 알 수 있었다.

또한 망점확대(dot gain)는 4색 평균 18.7%로 GATF에서 제시한 북미상업인쇄 평균 17.2%보다 다소 높았고 인쇄콘트라스트는 Yellow를 제외하고는 40%이상의 수준을 나타내었으며 따라서 국내인쇄물은 좋은 인쇄품질 수준이라는 것을 알 수 있었다. 인쇄물의 해상력을 높이기 위해 인쇄품질을 정량(定量)적으로 판정하고 관리해야한다. 1959년부터 정량적인 관리를 위해 외국의 인쇄연구기관에서는 많은 노력을 기울여 왔다.

Table 1. The Commercial Recommendation Target Density

Country	Institute	Color	The Commercial Recommendation target density			
			Cyan(C)	Magenta(M)	Yellow(Y)	Black(Bk)
UK ⁶⁾	FIPP		1.40	1.50	1.40	1.80
	PIRA		1.42	1.40	1.39	1.70
USA ^{7,8)}	Dupont		1.20	1.33	1.25	1.49
	RIT		1.11	1.18	0.96	1.56
JAPAN ⁹⁾	J. Color		1.58	1.51	1.04	1.82
	Fuji film		1.50	1.51	1.04	1.78
	Yakasaya		1.55	1.55	1.40	1.80
KOREA	Hansol		1.53	1.55	1.37	1.96

GATF의 전신인 LFT에서 개발한 스타타겟(Star target)을 필두로 GRETAG의 PCW (plate control wedge), 1982년 UGRA의 PCW, 1993년 FOGRA의 KKS 등이 개발되어 공정 별 또는 일정부분의 문제 원인을 찾아내는데 사용하였다. 인쇄물의 전체에 대한 관리는 1969년 GRETAG사가 스위스 인쇄산업연구소(UGRA), 미국의 로체스터공대(RIT)와 공동으로 개발한 컬러컨트롤스트립(CCS) 이후 FOGRA의 PMS-1, GATF, Brunner, Komori, Heidelberg, Man-Roland, 3M 등 많은 업체에서 개발되어 사용 중이며, 현재는 디지털용 Test form을 경쟁적으로 출원 중이다. 인쇄기의 프리셋(preset)장치와 같은 인쇄기의 자동 품질조절장치와 온라인(On-line)에서 품질 측정이 가능한 설비가 FOGRA, Tobias, Grapho-Metronic 및 인쇄 회사별로 다양한 시스템을 선보여 사용 중에 있다. 요즘에는 일

반적인 농도계 사양에서 보다 정확한 분광광도계(Spectrophotometer)를 이용한 시스템으로 전환 중이다. 국내에서는 이러한 시스템의 경우 종이상단부에 스트립(Strip)을 부착할 여백이 필요하며, 기존 기계와의 호환성, 계수화에 대한 관심이 부족하여 거의 사용되지 않고 있다.

1-4. 인쇄품질의 시각적인 특성과 대처방안

동일한 인쇄물을 놓고 지역별로는 어떤 차이가 있고, 또는 관습에 따라 선호하는 색과 모양의 차이를 어떻게 줄일 수 있을까에 대해 생각해 볼 수 있다.

인쇄물에서 우리가 느끼는 것은 색과 농도이다. 색은 사람의 망막에 있는 어두운 곳의 움직임 감지하는 1억개의 간상체(桿狀體)와 밝은 곳의 움직임을 알아내는 700만개의 S, M, L원추체(圓錐體)를 통해 3색의 분해신호를 여과하여 대뇌에 전달하는 것으로 알려져 있다. 파장의 움직임으로 색을 관찰하기 때문에 미디어(Media)와 관찰조명이 다르면 다른 색으로 느낀다. 처음에는 맑게 갠 날의 북측 창에서 측정하는 것을 기준으로 하였으나 지역별, 계절별 차이가 심하여 이에 대한 인공적인 환경을 제공하기 위해 많은 연구가 진행되었다. CIE에서 청미(靑味)를 뺀 강한 백색광인 D65와 ISO, ANSI에서 백색이 최고로 보이는 광(光)인 D50등이 있으며, CIE에서는 색온도를 구분하여 표준광 A, B, C로 구분하기도 한다. 현재 국가별 또는 지역별로 이에 대한 표준조건을 정하기 위해 노력하고 있다.

1951년 D. C. MacAdam¹⁰⁾은 여성사진에 색의 변화를 주어 재현했을 때 가장 근접한 사진은 쇠고기(Beef)같았고, 제일 좋아하는 사진은 실제 얼굴대비 색이 얇게 올라간 것이라는 것을 알았다. Bartleson¹¹⁾은 원색을 기억시킨 후 살색을 변화시켜 실험한 결과로 좋아하는 색은 기억색의 근방이고, 실제의 색은 좋아하지 않는 색이라는 것을 얻을 수 있었으며 기억색은 실제색과 대비하여 채도와 명도가 높다는 것을 알았다. 1999년 Suzuki¹²⁾는 동양인이

좋아하는 색과 서양인이 좋아하는 색의 차이가 있고, 나이에 따라 차이를 알았다. 일본인의 경우 서양인 대비 색상이 6.0적미(赤味), 명도는 0.4가 낮고, 채도는 0.2가 높으며, 나이가 많아질수록 황미(黃味)에서 명도가 떨어짐을 알았다.

현재 통상적으로 인쇄품질관리에 사용되고 있는 기기는 농도계(Densitometer), 색차계(Colorimeter), 분광광도계(Spectrophotometer) 등이 있다. 용지 위의 잉크도막 두께나 필름의 도막농도를 측정하는 농도계를 사용하면 색관리에서는 다소 문제가 있으나 단일 조건 내에서 품질관리가 간편하기 때문에 많이 사용된다. 농도계는 Status I, A, M, T 등 여러 종류가 있으며 기종별로 장단점이 있다.

인쇄물과 같이 개별성(個別性)이 높고 특이성(特異性)에 상품가치를 부여하는 산업은 표준과 기준을 만드는 것이 적합하지 않다는 의견도 있다. 이런 특성으로 기능적인 측면에서 보면 표준을 정하기 곤란하다. 그러나 인쇄현장을 기능적인 면만이 아니라 생산기술측면에서 보면 표준화의 도입은 자동화의 추진이 쉽고, 전 공정의 통합시스템 구축이 용이하다.¹³⁾

이와 같이 평가방법 및 기준을 정하기 위한 활동이 외국에서는 활발히 진행되고 있다. 1950년대 미국과 나토(NATO)회원국 간 국제표준규격의 필요성이 대두되어 미국공업규격(ANSI) B65위원회에서 논의한 이후 1968년 스웨덴의 ISO/TC130표준화 회의에서 인쇄물 표준화의 중요성, 인쇄품질의 시험방법, 인쇄용어의 정의 등에 대해 논의되었으며, 1989년에 독일공업규격(DIN)과 프랑스공업규격(AFNOR)을 ISO/TC130으로 통합하였다. 일본의 경우에도 1989년 9월 일본인쇄산업기계공업회 내에서 ISO/TC130 위원회를 발족하여 1990년 4월부터 본격 활동에 들어갔으며 1997년 11월 컬러관리(Color management), 인쇄색표준, 인쇄잉크의 표준화에 관해 강연회를 열었으며, 1998년 투과/반사 원고 및 인쇄물관찰방법에 대한 규정을 정하는 등 활발한 활동이 진행되고 있다.

2. 연구 범위

본 연구에서는 신문인쇄의 품질 일관성 향상을 위하여 첫째, 현재의 품질 상태에 대해 실제 신문인쇄를 측정하여 평가하였고 둘째, 신문인쇄 품질에 영향을 주는 조건들에 대하여 실험 인쇄를 통한 최적 조건을 찾고자 하였으며 셋째, 재료 중 가장 영향을 주는 인쇄용지의 인쇄적성을 평가하기 위하여 국내에서 유통되는 3개의 대표지종에 대한 전이율을 평가하였다. 또한 전국 각 공장에서 동시에 품질 균일성을 향상하기 위하여 그레이 밸런스 바를 지면 디자인에 포함하여 인쇄된 1개월 동안의 인쇄물을 측정하여 실제 품질 균일성에 도움이 되었는지를 평가하고자 하였다.

3. 연구 목표

본 연구에서는 신문인쇄 품질의 균일성 향상을 위하여 품질에 영향을 주는 제반 조건을 파악하고 최적 조건을 찾아 적용하고자 하였으며, 또한 다수의 각 공장에서 동등한 수준의 품질을 유지할 수 있는 도구의 역할을 하면서 동시에 신문 지면에 어울리는 그레이 밸런스 바를 결정하고 그 실질적 영향을 분석하고자 하였다.

제 2 장 이론적 배경

1. 인쇄적성 개요

종이는 그 자체로서 하나의 상품이지만 인쇄를 후가공으로 하는 경우가 더 많다. 인쇄를 위하여 제작되는 종이는 인쇄적성이 좋은 제품이 되어야 하며 또한 인쇄를 하는 기계는 초정밀의 기기이기 때문에 기기에 맞는 작업적성이 요구된다. 이러한 요구조건을 충족시키기 위해서 다양한 실험방법들이 개발되어 왔지만 인쇄적성을 간단히 평가할 수 있는 평가기구나 평가법은 아직 없다.¹⁴⁾

인쇄적성을 평가하는 분야로 전이식에 의한 평가, 화상분석에 의한 평가, 농도계를 이용한 평가, 육안에 의한 평가 등이 있다. 이 중 전이식에 의한 평가는 1950년대 초부터 활발히 연구되어 왔으며 Walker & Fetsko¹⁵⁾를 비롯하여 Rupp-Rieche, Ichikawa, Karttunen, Bery 등 많은 학자들을 통해 연구되었다. 그 중 가장 기본이 되는 식은 W-F식으로 불리는 Walker & Fetsko식으로 Ichikawa를 제외한 대부분의 전이식에 기초가 되고 있으며, 실측값과의 상관성도 매우 높은 것으로 알려져 있다.¹⁶⁾

화상분석에 의한 평가는 화상 분석기(Image analyzer)를 이용하여 평가하는 것이지만 인쇄현장에 널리 이용되지 못하고 있다. 농도계를 이용한 평가는 선진국을 중심으로 1950년대부터 도입되어 사용되었고 1980년대부터 분광광도계(Spectrophotometer)가 농도계를 대신하여 활발히 이용되었다. 육안에 의한 평가는 계측기를 이용할 수 없을 때나 특별한 목적에 따른 육안 평가인단을 구성하여 통계적으로 처리하고자 할 때 많이 이용되며 이는 저비용과 신속함의 특징을 보이고 있다.

2. 전이계수 이론

인쇄적성을 과학적이고 공학적으로 연구하기 시작한 것은 1950년대부터이며 가장 먼저 해석하려고 했던 것은 잉크와 종이의 전이적성이다. 이 문제를 수학적으로 해석하기 위한 첫 단계는 인쇄판상의 잉크량에 따른 인쇄물의 잉크량을 정량적으로 측정하는 것이다.¹⁷⁾ 이와 같이 인쇄판상의 잉크량과 종이 위에 전이된 잉크량을 그래프로 나타내면 S곡선이 나타나게 되는데 이를 전이곡선(transfer curve)이라 하고 전이율로 나타낸 결과를 전이율 곡선(fractional curve)이라 한다.

Walker & Fetsko는 인쇄판의 중량을 측정하여 처음으로 전이관계를 수식으로 만들었으며 다음과 같은 세 가지 개념을 가정하였다.

- 1) 종지와 잉크가 접촉하였을 때 잉크량이 적으면 불완전한 접촉을 하여 잉크 공급의 증가에 따라 빠르게 접촉면이 늘어난다.
- 2) 종지의 표면에는 공극이 발달하여 있으므로 잉크와 접촉 시 압력(Nip)이 가해지면 적당량의 잉크를 고정화 한다.
- 3) 고정화하고 남은 자유잉크는 일정한 비율로 나누어 분열한다.

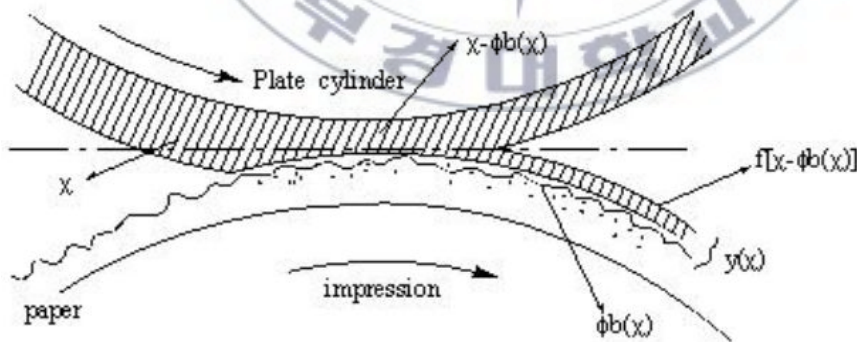


Fig. 1. Conceptual diagram of ink transfer.

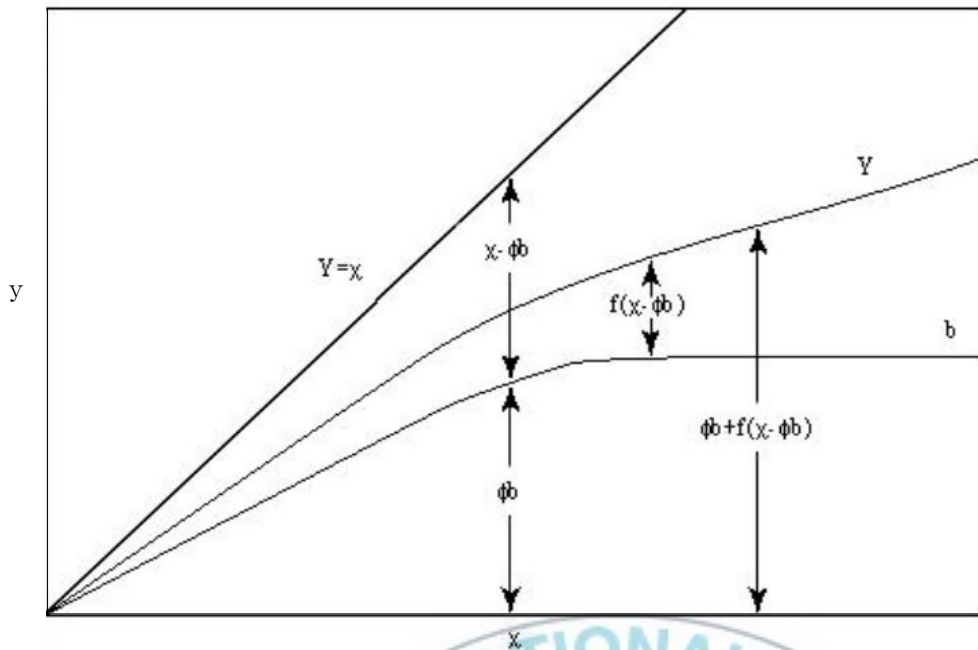


Fig. 2. Ink transfer conceptual curve.

이런 가정 하에 얻은 식을 W-F식이라고 하고 각각 세 가지 계수, 즉 k (인쇄평활계수: printing smoothness), b (고정화 잉크량: immobilization ink), f (자유잉크 분열비: free ink fractional constance)를 얻게 된다.

전술한 것과 같이 3가지의 계수를 다음과 같이 정의한다.

k : 종이의 요철부에 채워지는 잉크가 얼마나 빠르게 완전피복에 도달하는 정도

b : 완전 피복점에서 용지가 고정화시킨 잉크의 양

f : 완전피복된 후 잉크의 분열비

Fig. 3은 전이 방정식을 나타내는 것이다.

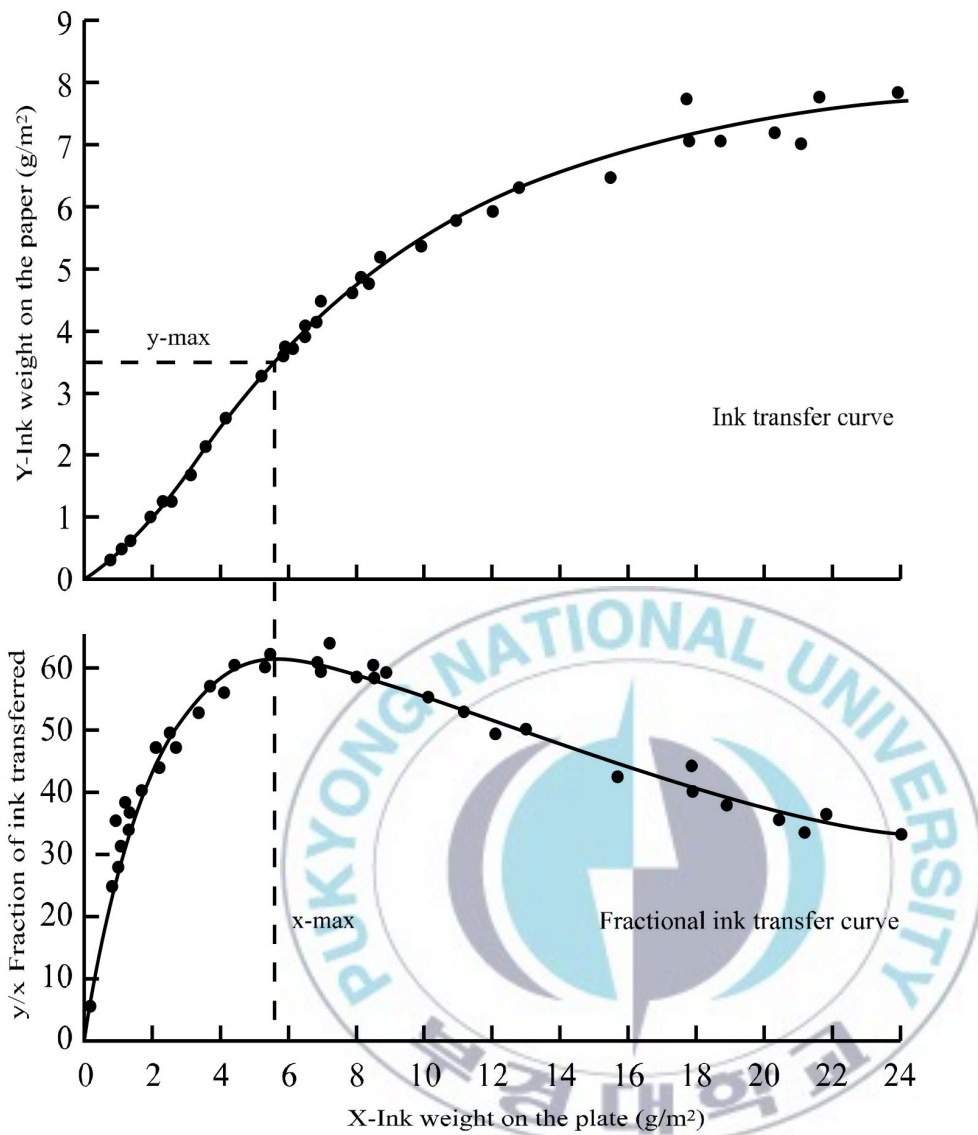


Fig. 3. Typical ink transfer and fractional ink transfer curves.¹⁸⁾

잉크량을 증가시키면서 종이에 전이된 잉크량을 플롯하면 Fig. 3과 같은 곡선을 얻을 수 있다. 여기서 잉크량이 많을 때(포화점 이후)는 식(1)과 같이 1차함수로 표현할 수 있다.

$$y = b + f(x - b) \quad (1)$$

여기서 y 는 종이에 전이된 잉크량, b 는 고정화 잉크량, f 는 자유잉크의 분열비, x 는 인쇄 판상의 잉크량(공급량)이다.

식 (1)을 다시 쓰면 식 (2)와 같으며,

$$y = f(x) + b(1-f) \quad (2)$$

식(1)을 전이율로 표현하면 식 (3)과 같다.

$$y/x = b + f(x-b)/x \quad (3)$$

그러나 잉크량이 작을 때는 잉크와 용지가 불완전한 접촉으로 용지의 요철을 효과적으로 채울 수 없게 된다. 따라서 접촉면적비와 실제 접촉된 영역에서 전이된 잉크량의 개념을 도입하면 잉크에 의해 접촉된 종이의 면적은 식 (4)와 같이 표현할 수 있다.

$$F = 1 - e^{-kx} \quad (4)$$

또한 실제 접촉된 영역에서 전이된 잉크의 양을 고려하면 식 (5)와 같다.

$$\phi b = b(1-e^{-x/b}) \quad (5)$$

이와 같은 개념으로 식 (2)를 다시 정리하면 식 (6)과 같이 된다.

$$y = (1-e^{-kx})[b(1-e^{-x/b}) + f[x-b(1-e^{-x/b})]] \quad (6)$$

식 (6)이 Walker & Fetsko의 전이 방정식이다. 따라서 식(4)와 식(6)에서 전이계수 b , f , k 를 얻을 수 있다.

이 식은 종지와 잉크의 관계를 나타내는 것으로 종지와 잉크의 고유한 관계를 얻을 수 있다. k 값은 적은양의 잉크범위에서 얻은 값이므로 포화점 이상의 잉크필름 영역에서는 사용할 수 없다. 잉크량이 증가하면서 종지와 얼마나 빨리 완전한 접촉에 도달되는가를 평활도 상수로서 인쇄평활도의 측정으로 가능하며 좋은 평활도일수록 높은 k 값을 보인다. 인쇄압력이 증가하면 인쇄평활도도 증가하고 종지에 영향을 많이 받는다. 인쇄 속도가 올라가면 k 값은 다소 떨어진다.

b 는 전이율 곡선의 최대전이율 부분에서의 값이 되며, 종지가 인압을 받고 있는 동안 잉크를 고정화 혹은 수용할 수 있는 최대량이다. 인압의 인가시간은 통상 0.02초 이내이다.¹⁹⁾ (예; 46전지 시간당 10,000부 인쇄시 0.0014초) 이 계수는 코팅지에서 $0.5\text{g}/\text{m}^2$ 부근이고 거칠은 흡수지에서는 $10\text{g}/\text{m}^2$ 내외의 범위에서 관찰된다. 이 값은 종지의 투기도와 평활도에 깊은 관계가 있으며 인압이 증가하면 커지며, 속도의 감소 시에도 증가한다. 또한 잉크의 점도와도 밀접한 상관관계를 가진다.

f 는 포화점 이후 잉크필름 영역에서의 값을 의미한다. f 값은 고정화되고 남은 잉크의 분열비를 나타내는 것으로 지배인자가 아직 명확히 알려지지 않는 않지만 종지의 흡수특성과 관련이 있다고 보고되어 있다²⁰⁾. 인쇄압력이 증가하면 약간 증가하며 코팅지에서 0.40~0.45에 있으며 일부는 0.17의 결과값을 가지기도 하며, 속도의 감소에 따라 증가하는 특성을 보인다.

3. 그레이 밸런스 이론

그레이 밸런스가 참조값으로 중요한 인자가 되고 공정의 중요한 요소로 측정되기 시작한 것은 1950년대부터이다. Archer²¹⁾는 인쇄 시스템에서 가장 먼저 고려할 사항이 먹색이 없는 중성색을 만들도록 조정하는 것이라 주장하였다. 3가지 색상의 분광곡선은 꼭지점이 구분되며 조명에 의해 회색으로 만들 수 있다고 설명하였다.

Evans 등은 그레이 밸런스가 컬러재현을 위한 첫번째 조건 중 하나로 기술하고 있다. Pobboravsky는 그레이 밸런스가 사진에서 중성색의 재현을 정확하게 하는데 중요할 뿐 아니라 사진의 전체 색상 균형에도 중요하다고 지적했다. 또한 그레이 밸런스에서 필요로 하는 잉크를 계산하는 두 가지 방법을 주장하였는데 그 중 하나는 Neugebauer와 Murray-Davies식의 사용이며 나머지는 경험적으로 유도된 식을 사용하는 것이다. Elyjiw and Archer²²⁾는 모든 그레이 밸런스 패치는 녹색계열 쪽으로 나타나는데 이는 기계 상에서 비정상적인 잉크 트래핑때문으로 지적하였으며 잉크 트래핑과 그레이 밸런스는 쉐도우 영역에서 더욱 두드러지게 나타난다고 주장하였다.

1980년대에 GCR(Gray Component Replacement) 시스템이 개발되어 그레이 밸런스에 대한 정확한 요인을 정의하였다. 1985년 Schwarts, Holub, Gilbert²³⁾는 더 많은 GCR을 한 이미지가 메타메리즘의 영향을 덜 받는 것을 발견하였다. 이런 관찰은 연속되는 블랙의 분광커브와 3색의 분광커브에서 명백하게 나타났다. 그들은 3색 그레이가 컬러 shift에 더욱 민감하다는 이론을 강력하게 지지하게 되었다. Johnso²⁴⁾은 그레이 밸런스가 GCR이 나오기 전에는 가장 민감한 인자로 권고되었다. 또한 판제작, 잉크 색상, 잉크량, 불투명도, 인쇄순서, 도트 게인, 그리고 종이의 특성에 직접적인 인자로 작용할 수 있다.

System Brunner²⁵⁾는 공정 관리 전략으로서 색상 콘트라스트와 화상 복잡성에 의해 사진이 분류되어야 하며 그레이 밸런스가 중요한 요소로 작용한다고 주장했다.

또한 Malikhao²⁶⁾는 그레이 차트에 의한 기계의 평가는 육안평가보다 매우 빠르고 성공적이라 보고하였다. 여기서 주의할 점은 도트 계인이며 이는 교란의 원인이라 지적하였다. Lo와 Chiang은 그레이 밸런스가 다색 인쇄에서의 특징을 결정짓는 가장 중요한 인자이며 심지어 7색 인쇄에서도 동일하다는 점을 발견하였다.

그레이 밸런스는 SWOP(Specification for Web Offset Publication)의 133 lpi heatset 잡지 인쇄 기준에서 명확히 규정되어 있으며, SNAP(Specifications for Newspaper Advertising Production)에서도 85 lpi nondry 신문인쇄 기준으로 정의되어 있다. 일반 상업 오프셋 인쇄를 정의한 GRACOL(The General Requirement for Application in Commercial Offset Lithography)에서는 인쇄 가이드라인 차트에 그레이 밸런스가 포함되어 있지 않으며 다만 간략하게 기술적 지원 부분에서 서술하고 있다.

Phillip Hutton, Anthony Stanton는 1999년 그레이 밸런스 커브 상에서 C와 M, Y 망점 영역 사이에는 2차 다항식의 관계가 있음을 보고하였다.²⁷⁾

$$\text{Mag} = \{0.0028(\text{cyan})\}^2 + 0.69(\text{cyan}) \quad (7)$$

$$\text{Yel} = 0.95(\text{magenta}) \quad (8)$$

이는 매엽인쇄 조건에 적용할 때 150선 코트지의 그레이 밸런스 값은 25, 50, 75%에서 C/M/Y 조합을 25/18/17, 50/41/39, 75/66/62로 주장하였다.

그레이 밸런스의 측정은 a^* , b^* 를 측정하였고 결과는 150선에서 C, M, Y 망점 영역이 각각 25/15/15, 50/38/38, 75/61/61, 175선에서는 25/17/17, 50/41/41, 75/64/64의 관계를 보이고 있음을 증명하였다.

이를 수식으로 보면

$$y = 0.0034x^2 + 0.6119x \quad (9)$$

이며, 이는 14가지의 다른 인쇄 조건에서 나온 결과로 R^2 는 0.9745이며, 식(9)에서 y 는 M, Y x 는 C의 망점 면적율이다.

C와 M, Y의 관계를 도트 계인에 따르면 결정계수가 0.6이하로 산출되지만 망점 영역에서는 0.97이상의 값을 나타내며 매우 높은 상관성을 나타내었다. C을 기준으로 10%~80%까지 10%단위로 그레이 밸런스 차트를 만들었고 M, Y는 각각 2%씩 변화를 주어 만들었다.

그레이 밸런스는 스크린 선수에 영향을 받지만 C와 M, Y 망점 영역 결정계수는 여전히 0.98이상을 유지하였으며, 선수별로 다음과 같다.

C(x)-M(y) 관계

$$200 \text{ lpi에서 } y = 0.0028x^2 + 0.7037x \quad (y = 0.9493x) \quad (10)$$

$$175 \text{ lpi에서 } y = 0.0023x^2 + 0.7329x \quad (y = 0.9457x) \quad (11)$$

$$150 \text{ lpi에서 } y = 0.0022x^2 + 0.7506x \quad (y = 0.9397x) \quad (12)$$

또한 잉크 공급량에 의한 농도 차이의 영향을 나타내며 이는 다음과 같다.

$$\text{Low } y = 0.0032x^2 + 0.6952x \quad (y = 0.9456x) \quad (13)$$

$$\text{Mid } y = 0.0028x^2 + 0.7037x \quad (y = 0.9493x) \quad (14)$$

$$\text{High } y = 0.0034x^2 + 0.617x \quad (y = 0.9534x) \quad (15)$$

위의 식과 같이 종이나 잉크의 종류에 의해서 다소 영향을 받지만 결정계수는 0.9776이상으로 상관성이 매우 높은 것으로 나타났다. M과 Y의 관계는 선형적인 일차식 관계로 종이종류별 기울기만 다르게 나타나는 것으로 확인되었다.

4. 인쇄적성 표준화 관련 외국의 연구 사례

신문사와 광고주는 자주 인쇄물에 대한 평가가 엇갈린다. 이러한 경우는 인쇄관련인 사이에서도 마찬가지다. 신문사는 광고주에게 인쇄에 적당치 않은 원고라고 주장할 것이고 광고주는 인쇄물의 품질 상태를 비교하려할 것이다. 그러나 이러한 상황은 누구의 잘못이 아닌 단지 품질에 관한 기준이 정확하지 않고 서로 다르기 때문이다. 따라서 품질에 관해 상세히 정의되고 인쇄품질에 관해 정확한 기준이 신문사나 광고주 모두에게 필요한 것이다. 인쇄품질에 관한 기준이 설정되기 위해서는 품질에 대한 주관적 판단이 아니라 객관적인 계측값으로 되어야 할 것이다. 품질의 기준을 계측값으로 정하려면 지금까지의 방법보다 비용이 상승할 것이라 판단하겠지만 장기간을 고려하여 보면 오히려 품질관리의 정착으로 인한 이득이 예상되며 고객과의 불필요한 논쟁을 피할 수 있다.

영국의 Pira연구소에 의하면 인쇄물의 품질을 일정하게 유지하기 위해서는 다음 9가지 항목에 대해 관리하는 것이 필수조건이다.²⁸⁾

- ① 종이 : 종이의 종류 및 표면의 특성이 일정하도록 관리한다.
- ② 잉크 : 잉크의 유동특성과 색상능력이 일정하도록 관리한다.
- ③ 인쇄순 : 컬러의 인쇄순서가 일정해야 한다.
- ④ 잉크공급량 : 잉크의 공급량은 농도를 계측하여 판단할 수 있는데 잉크량이 변하면 색상도 변하게 된다. 따라서 항상 일정한 잉크두께가 종이 위에서 전이되도록 농도의 관

리가 필요하다.

- ⑤ 망점확대 : 옵셋인쇄에서 잉크량이 많아지거나 인압이 과다해지거나 잉크의 유동성이 증가하면 망점이 확대되므로 일정하게 관리해야 한다.
- ⑥ 그레이 밸런스 : 그레이의 정확한 재현은 색상재현에 중요하다. 3색(C, M, Y)의 망점 크기가 동일하여도 무채색이 되지 않는다. 따라서 무채색 성분이 나오도록 망점의 크기를 조절해야 한다. 그러나 무채색의 나오는 그레이부에서 어느 한색의 망점이 커지면 유채색이 나타나므로 색상의 변화를 즉시 알 수 있다.
- ⑦ Bk 인쇄 품질 : Bk는 3색으로 표현되는 회색의 표현범위를 넓혀주고 색상의 표현 영역을 확장시켜준다. 따라서 색분해시 밑색제거(UCR ; Under Color Removal)나 회색성분 제거(GCR ; Gray Component Removal)의 적절한 사용이 필요하다.
- ⑧ 중첩 효율(Trapping) : 중첩 효율은 잉크선택의 기준이 되며 전반적으로 인쇄순서에 따라 다르게 나타난다.
- ⑨ 인쇄판의 망점재현 품질 : 필름의 망점과 인쇄판의 망점은 노광시 노출시간, 인쇄판표면의 형상, 필름의 품질, 사용램프의 특성에 의존한다. 따라서 마이크로라인 타겟(micro line target)을 사용하여 망점재현을 일정하게 관리해야 한다.

최근 많은 나라에서 인쇄품질 표준화에 대한 매뉴얼이 출간 되었다. 대부분에서 인쇄품질에 관한 권고와 정의뿐 아니라 입력 및 출력(인쇄장치)이 다른 상황에 대하여 상세하게 기술되어 있다. 매뉴얼은 대부분 필름의 분해와 관계가 있는 부분에서 인쇄 시 최대 잉크량을 고려하여 UCR, GCR 수준을 규정하고 있다. 또한 용지의 종류(비코팅지, 코팅지)에 따른 스크린 선수와 색상별 스크린 각도의 기준 및 망점모양을 규정하고 있다. 필름으로 출력할 때는 베이스필름의 요구품질, 출력된 필름화상의 품질과 농도를 규정하고 있다.

또한 인쇄품질 사양에는 통상 교정인쇄의 품질에 대한 내용 및 교정인쇄와 본인쇄의 관계에 해당하는 것으로 Print control strip에 포함되어야 하는 기능과 인쇄판 제작시의 화상

조절의 가이드라인을 제시하고 있다. 교정인쇄의 인쇄방향과 인쇄순서를 규정하며 표준 용지에 인쇄하였을 때 잉크 컬러의 기준값($L^*a^*b^*$)과 허용범위를 규정하고 있으며 실제 인쇄시 피인쇄체에 대한 민자인쇄 농도와 피인쇄체에 대한 망점확대 기준 및 허용범위를 규정하고 있다. 인쇄물 및 원고의 관찰 조건에 대해서는 표준광 D_{50} 을 권고하고 있다.

4-1. FIPP

유럽의 정기간행물 옵셋인쇄를 위한 FIPP(International Federation of the Periodical Press)는 가장 먼저 web 인쇄분야를 선택하였으며 최대 목적은 인쇄 및 출판인에게 필름을 전달하는 광고인을 위한 표준화 등급의 결정이었다. 따라서 이러한 상세한 요구는 필름뿐만 아니라 교정인쇄와 본인쇄물의 특징을 분리하는데 이바지하였다. 인쇄품질매뉴얼은 LWC(Light Weight Coated paper)와 비코팅 web지에 대해서 각각 정의하였고 주로 영국의 잡지 컬러인쇄를 위한 것이다.

4-2. PIRA International

Pira는 표준화된 옵셋컬러인쇄(Standardized Lithographic Colour Printing) 중에서 일반인쇄를 위한 매뉴얼을 준비하였다. 여기서는 오직 포지티브(positive) 필름에 대해서만 언급하였고 용지는 코팅지와 비코팅지로 나누어 분류하였다. 여러 가지 농도계의 데이터 호환에 대해서는 산업 표준농도(Industry Standard Density)에서 언급하였다.

캘리브레이션에 관해서는 모든 장비에 관해 언급하였지만 매뉴얼은 4개의 주요 농도계 장비에 대해서만 마련되어있다.

4-3. SWOP

Web 옵셋출판을 위한 매뉴얼(Specification for Web Offset Publications)은 FIPP와 비슷하지만 미국의 잡지 인쇄업과 출판업을 위한 것이다. 이 매뉴얼은 1975년에 처음 출판되었으며 주로 표준컬러의 정의에 집중되었다. 잉크의 표현은 참조색과의 물리적 형태로 표현되었으며 최근에 매뉴얼에 망점확대의 항목을 추가하였다.

4-4. FOGRA

옵셋컬러분해와 교정을 위한 사양서로서 필름의 분해, 교정인쇄, 본인쇄를 포함하고 있다. 이것은 독일 FOGRA(Forschungsgesellschaft Druck) 인쇄연구소(Graphic Technology Research Association)에서 독일 인쇄산업 연합을 위해 만들었다. 이 인쇄 품질 사양서에서 인쇄방법은 윤전과 매엽 두 가지로 나누고 종이 종류는 3가지로 묶어서 표현하였다. 잉크공급 수준은 정의 되었지만 농도는 규정하지 않았으며 물리적으로 색표준을 결정하였고 FOGRA에서 공급한다.

4-5. UKONS

영국 옵셋 신문품질 매뉴얼(UK Offset Newspaper Specification)은 신문인쇄업과 신문 공급업의 지원으로 Pira와 신문조합의 공동작업으로 만들어졌다. 중요한 목적은 인쇄 출판인에게 필름을 공급하는 광고업자들을 대상으로 인쇄품질의 표준화 등급을 확정하기 위한 것이다. 이 매뉴얼에는 네거티브를 사용하는 coldset web offset이 이용된 신문 인쇄를 위한 것으로 원고, 색분해, 제판, 교정, 본인쇄가 포함되어 있다.

4-6. SNAP

SNAP(Specifications for Newspaper Advertising Production)은 1984년 10월 처음 출판되었고 87, 89, 94년에 개정되었으며 신문인쇄의 품질과 정보의 교환에 대한 가이드를 제시하고 있다. 광고주, 광고기획사, 출판사, 프리프레스 관리자, 재료 공급자, 상업 및 신문 인쇄업자를 위해 마련된 표준 매뉴얼로서 UKONS와 거의 같다.

4-7. 국내 인쇄품질 표준화 동향

2009년 ISO12647을 설명하는 2009 Seoul Summit이 한국 인쇄기술정보협회 주관으로 열렸으며 이때 G7 GracoL과 GSO, Japan color 2007이 소개되었고 2010년 12월 현재 G7 GracoL Expert자격을 획득한 전문인력 20여명이 육성되었다. 또한 G7 국내 agent가 2010년 3월 설립되었다. 일부 전문인력이 ISO T130 위원회에 observer자격으로 참석하기도 하는 등 인쇄 표준화를 위한 움직임이 민간 기업을 중심으로 본격적으로 추진되기 시작하였다.

5. 신문인쇄 공정

신문인쇄의 공정은 Fig. 4와 같다. 중앙 일간지의 신문인쇄는 전국의 공장에서 동시간대에 동일한 이미지를 인쇄하는 특징이 있다.

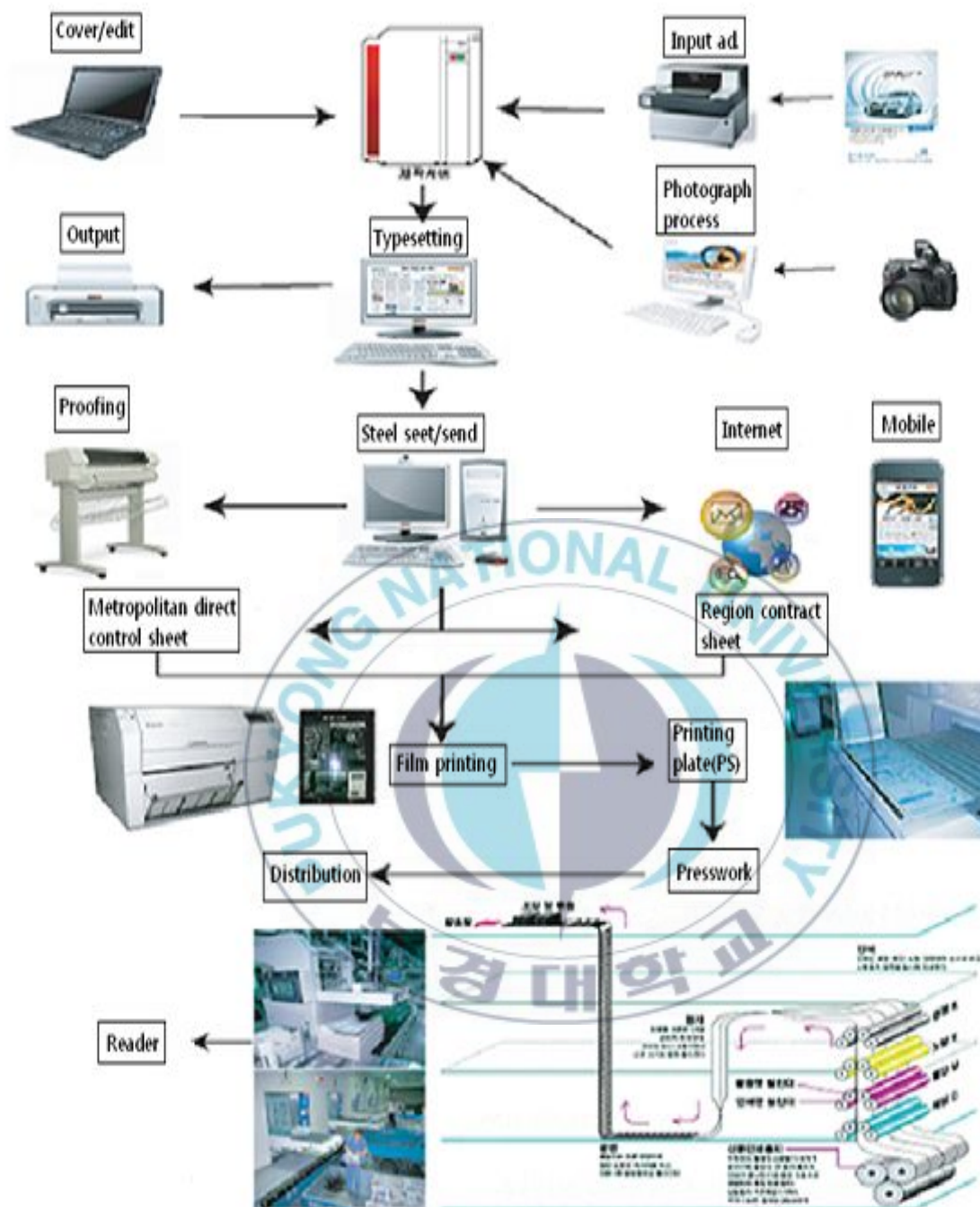


Fig. 4. Newspaper printing process.

6. 신문인쇄 옵셋 윤전기의 구조

신문용 윤전기는 Fig. 5, 6과 같은 주요 구조로 되어 있다.



Fig. 5. Photo of the news printing tower unit press.

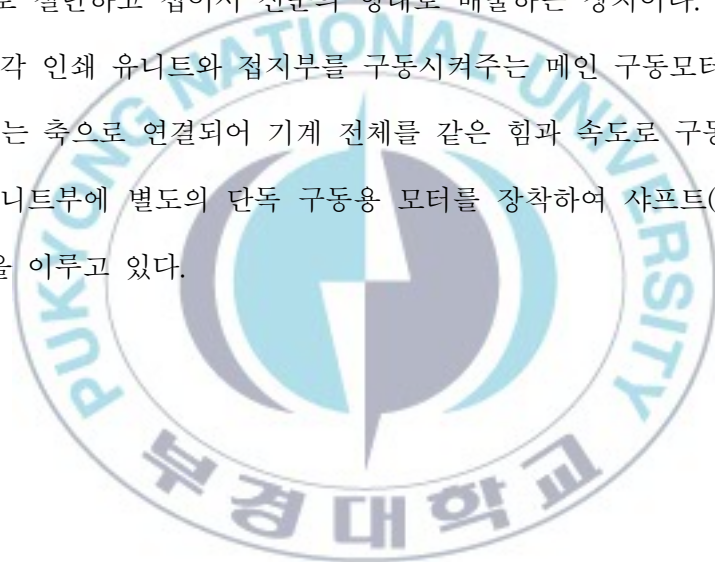


Fig. 6. photo of the news printing satellite unit and half-deck unit press.

첫 번째 급지부는 신문용지를 연속적으로 인쇄 유니트에 안정되게 공급해주는 부분으로
서 한 개의 릴당 2~3개의 신문용지를 걸 수 있도록 되어 있으며, 한 롤당 신문 8면을 인쇄
할 수 있어 신문 1부 48면을 인쇄하기 위해서는 6개의 릴(신문용지)이 필요하다.

두 번째는 인쇄부로서 인쇄를 하는 유니트이며, 크게 흑색 인쇄 유니트와 컬러 유니트로
구분된다. 인쇄 유니트의 종류를 보면 두 개의 블랭킷 실린더가 맞물려 압 실린더의 역할을

하며, 주로 흑색 인쇄에 사용되는 블랭킷-블랭킷 유니트와 금속제 공통 압 실린더 하나에 4색 분의 인쇄 실린더가 한 세트로 되어 동시에 편면 컬러 4색을 인쇄하는 satellite 유니트가 있다. 최근에는 블랭킷-블랭킷 유니트를 4층으로 쌓아 올려 표면과 이면을 동시에 4색 양면 인쇄하는 타워형이 주로 도입되고 있다. 신문 1부 48면을 인쇄하기 위해서는 역시 통상 6개의 인쇄 유니트가 필요하다. 세 번째, 웹팩쓰부로 각각의 인쇄 유니트에서 인쇄된 신문용지를 접지부까지 도달하게 하는 장치로서 컬러면이 들어가는 면수를 임의로 변경해 주기 위해 신문용지의 주행코스를 변경시켜 주는 복잡한 경로로 되어있다. 네 번째는 접지부로 각각의 인쇄 유니트에서 인쇄되어 온 신문용지가 웹팩쓰부를 통하여 접지부까지 도달하게 되며 웹팩쓰부를 통하여 도달한 신문용지를 취합하여 수직(세로)방향으로 접은 후 신문의 1페이지 크기의 길이로 절단하고 접어서 신문의 형태로 배출하는 장치이다. 다섯번째는 구동부로 신문 운전기의 각 인쇄 유니트와 접지부를 구동시켜주는 메인 구동모터가 있으며, 모터와 각 유니트 사이에는 축으로 연결되어 기계 전체를 같은 힘과 속도로 구동하는 역할을 한다. 최근에는 각 유니트부에 별도의 단독 구동용 모터를 장착하여 샤프트(축)를 없앤 샤프트레스 타입이 주종을 이루고 있다.



제 3 장 실 험

1. 신문인쇄 품질 조사

신문인쇄 품질 조사 및 최적 조건을 위해 이용된 설비 및 재료는 아래와 같다.

Table 2. Maker and Standard of Printing Equipments, Using Materials

type	Unit			Ink	damping water	blanket	paper
	Tower	Satellite	Half-deck				
maker & standard	Japan TKS Color Top CT- 7000	Japan Mitsubishi Lithopia BTO-N	Japan Mitsubishi Lithopia BTO-N	H's Korink C,M,Y,BK / K's KC C,M,Y,BK	H's Perfect-H (liquid) / S's New keyless	K's Kinyo NP 75R / DAY 8889-4	P's, J's, D's newsprin t 46g/m ²

신문인쇄 품질은 C신문사 수도권지역 공장에서 실제 발행되는 신문을 대상으로 조사했다. 신문 발행 공정 중 prepress는 본사에서만 이루어지고 있으나 인쇄는 중앙 일간지의 경우 10대 이상의 윤전기가 동원되어 동시간대에 인쇄되고 있다. 이는 지역적으로 5~6개의 공장에서 인쇄하게 됨을 의미하며 동일한 이미지를 보내는 수단으로 필름 출력기를 사용하고 있다.

이에 따라 본 연구에서는 필름 출력기의 전송 품질을 UGRA plate control wedge를 이용하여 50% 망점의 수신품질을 점검하였다.

Table. 3 Measuring Apparatus and Experiment Condition

Type	Maker	Experiment Condition
Density Measurement	DensiEye 700	Newspaper base
Conductivity Measurement	Conductivity meter YK-2005CD	-
Pressure Measurement	Fuji Freescale	-
Printability tester	IGT C1	-
Test Image	-	Gray balance evaluation sheet made by the In house system

육안관리에 의한 농도 조사는 동일 공장 내에 4개의 윤전기로부터 인쇄되는 신문의 농도를 1만부 단위로 샘플을 채취하였고 1회당 10부씩 중복 측정하였다. 측정된 data는 Tower 유닛과 Satellite 유닛, Half-deck 유닛 별로 12만부까지의 농도 추이를 분석하였다. 실 인쇄되는 신문지면에서 C, M, Y, Bk 중 측정 가능한 색상은 Bk뿐이므로 Bk만 측정을 하였다. Bk는 원색 인쇄에서와 흑백 인쇄에서 유닛 특성이 다르기 때문에 각각 유닛에서의 농도 추이를 분석하였다.

2. 신문인쇄 조건 변동 실험

2-1. 신문 윤전 인쇄에서의 잉크 공급량 변동 실험

신문 윤전인쇄기는 신문 발행의 특성상 시간적 여유가 거의 없기 때문에 프리셋과 같은 장비를 이용하여 시간을 단축시키고 있다. 또한 동시간대에 동일한 인쇄물을 여러 대의 윤

전인쇄기에서 생산하므로 기계별 색상의 편차가 발생할 수 있고 그에 따라 광고 클레임의 원인이 되기도 한다. 신문 윤전기에서 안정적인 인쇄적성을 유지하고 고품질을 얻기 위해서는 최적 인쇄 조건에 맞는 잉크량이 결정되어야 할 것이다.

신문 윤전기의 잉크 공급은 크게 2가지로 조절된다. 잉크량 전체를 조절하기 위해서는 잉크집 롤러의 회전수를 증가시킴으로 가능하며 부분적으로 증감하기 위해서는 해당 영역(column)의 잉크 키(key)를 열어주는 방법을 사용한다. 잉크량의 변동은 기존의 잉크집 롤러를 유지하였고 작업자가 정상이라고 판단하는 수준을 기준으로 10%씩 증가하여 -10%~+70%까지 8단계로 조절하였다. 축임물 수준은 기존에 설정된 상태를 유지하였으며 블랭킷은 K사 제품으로 교체하여 사용하였다. 샘플은 각 단계별 2,500부씩 인쇄하여 충분한 유효 안정성을 확보하도록 하였다. 샘플은 연속샘플로 10부씩 채취하였으며 농도는 DensiEye 700을 이용하고 paper base를 기준으로 측정하였다. 또한 최적 잉크량과 그에 따른 콘트라스트 및 중간 톤에서의 망점확대를 설정하고자 하였다.

실험에서 목표 농도값은 Table 4와 같다.

Table 4. A Target Density of Ink Feed Speed Control at News Print

Item \ Color	C	M	Y	Bk	B/B
Density	0.95	0.90	0.85	1.05	1.05

2-2. 축임물 공급 변동 실험

축임물의 적정 공급량을 결정하는 것은 현재의 자동화된 기기에서도 작업자의 육안 판단에 따른다. 작업자들은 경험적으로 축임물의 공급을 다소 과잉조건으로 사용하려 하는데, 그 이유는 과잉의 축임물 공급에 의한 영향이 부족에 의해 인쇄판오염(scumming)과 같은

사고의 유발보다 유리하다고 판단하기 때문이다. 본 연구에서는 신문윤전기에서 축입물 공급 수준의 변화가 인쇄 적성에 미치는 영향을 파악하기 위해 인쇄판오염이 발생하는 순간부터 육안으로 화선부가 영향을 받는 순간까지 작업자가 정상이라고 판단하는 수준을 기준으로 -10%에서 +70%까지 10%씩 8단계로 조절하였다.

신문윤전기는 C일보 수도권공장의 Tower와 satellite 유니트에서 수행하였다.

실험 화상은 Fig. 8을 이용하였으며 농도 측정은 실험 화상의 민자 패치를 측정하였으며 실험 화상의 축입물 균형 패치(Dampening balance patch)를 화상 분석기를 이용하여 화선부 사이의 거리를 측정하여 축입물의 영향을 분석하였다. 또한 축입물 공급량에 따른 신문 용지의 신축을 측정하였다.

2-3. 인쇄 속도 변동 실험

신문윤전기의 인쇄속도는 오프셋 인쇄기 중 가장 빠르다. 최고속도와 상용속도는 동일하며 12.9m/sec로 매엽 인쇄기의 최고 속도 4.0m/sec보다 3배 이상이다. 신문윤전기의 상용 속도에서 낱을 통과하는 시간은 낱폭을 15mm로 하였을 때, 1.6m/s이며 이 순간에 인쇄의 대부분이 완성된다. 따라서 인쇄속도에 따른 인쇄적성의 변화를 확인하는 것이 필요하며 본 연구에서는 농도, 망점확대, 인쇄 콘트라스트, 중첩 효율을 측정하였다. 인쇄 기계 설계 시 인쇄속도에 따라 잉크집 롤러의 속도가 연동되도록 반영되어 있다. 이는 제작사가 속한 나라의 종이와 잉크를 사용하여 설정된 것이므로 국내의 환경과 일치할 수 없다. 본 연구에 이용된 TKS 기종은 7.6m/sec에서 색상 맞춤을 하고 상시 상용속도인 11.4m/sec에서 잉크 공급량이 일치하도록 되어 있다. 본 연구에서는 국내의 잉크와 용지를 사용하였을 때 속도별 농도의 표현이 일정한가를 확인하였다. 본 연구에 사용된 잉크는 국내 H사와 K사의 신문윤전용 잉크를 사용하였고 용지는 D, P, J사의 신문용지를 사용하였다.

2-4. 인압측정 실험

신문윤전기의 Tower Unit와 Satellite Unit, Half-deck Unit의 압력은 FUJI 압력측정용 Prescale(저압용)을 이용하여 측정하였다.

3. 전이율 측정 실험

국내 신문인쇄에 유통되는 주요 용지 3종에 대한 전이율 실험에서 사용된 실험기기 및 조건은 다음과 같다.

Table 5. Test Equipment and Condition for Measuring The Transfer Rate

Items	Maker & condition
Printability tester	IGT AI2-5
Ink	News Black Ink (1.2, 1.8, 2.4, 3.0, 3.6, 4.2 μ m)
Paper	A, B, C
Disc	Al disc (width : 10mm)
Pressure	400 N/cm
Speed	2m/s
Density tester	GRATEC 196
Blanket	Rubber
2nd disc	Rubber disc (width : 50mm)
2nd Pressure	400N/cm
environment	16 - 20 Celcius, 45 ~ 55RH

실험 인쇄는 표면만 3회씩 MD방향으로 하였다. 잉크의 공급은 Ink distributer에서 좌우 각각 1분간 연육 후 개량하였다. 인쇄물의 측정은 각각 10회씩 측정한 후 평균값을 산출하였다.

4. 그레이 밸런스 바 도입과 적용 실험

4-1. 그레이 밸런스 바의 도입 실험

본 연구에서는 Table 6와 같이 그레이 밸런스 구성조합을 결정하였으며, cyan을 중심으로 magenta 10~18, yellow 10~18을 각 1%씩 변화를 주어 4개 군에서 총 324개의 실험 조합을 구성하였다. 조합된 test 이미지는 Fig. 6과 같고 조합별 테스트 인쇄는 1차 테스트에서 324개의 Gray bar를 동일면에 삽입하여 인쇄하였으며 주관 평가단에서 중성색으로 판단되는 5개의 조합을 선정하였다. 선정된 5개의 조합은 2차 테스트 인쇄에서 Fig. 8과 같이 5개의 gray bar를 광고면에 각각 삽입하여 5개면을 구성하는 조건 하에 인쇄하였다. 주관적 평가를 위해 편집디자이너, 광고제작팀, 기장, 생산관리팀에서 5명씩 평가단을 이루었으며, 평가 조건으로는 1차적으로 gray에 가까운 bar 5개가 선정되며, 2차 평가로는 교정쇄와 가장 근접한 인쇄물을 선정하여 5점법에 의해 평가되었다. 2차 test 인쇄 시 그레이 밸런스 바의 구성은 Table 7과 같다.

Table 6. Gray Balance Composition of 1st Test

C	M	Y
14	10-18	10-18
16	10-18	10-18
22	10-18	10-18
26	10-18	10-18

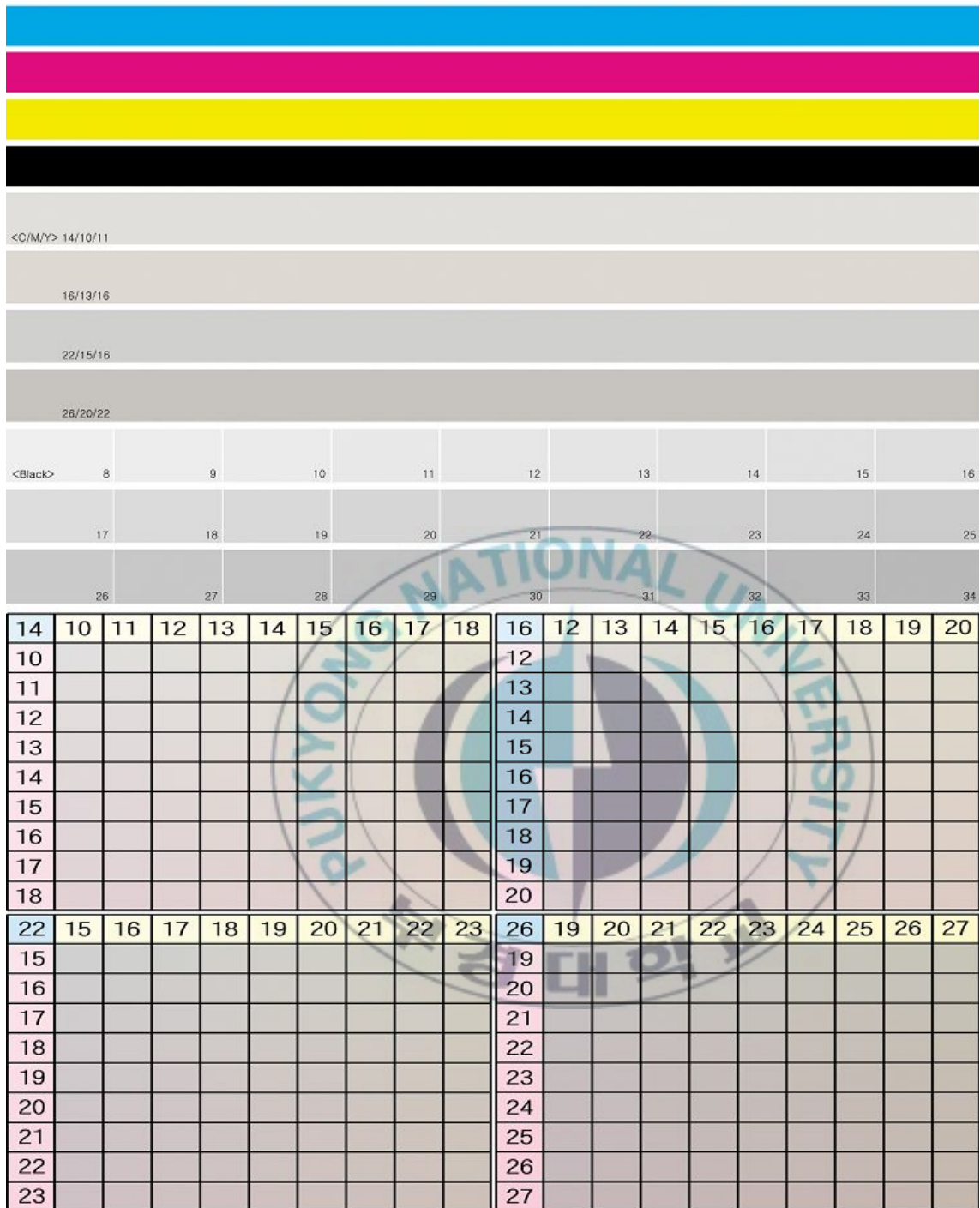


Fig. 7. Gray balance test form.



Gray balance bar(C/M/Y : set 1)

Cyan det area	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Magenta dot area	10	20	30	40	50	60	70	80	90
yellow dot area	10	20	30	40	50	60	70	80	90

Fig 8. The second gray balance bar test form diagram

Table 7. Gray Balance Composition of 2nd Test

	Cyan	Magenta	Yellow
Set 1	22	19	19
Set 2	22	17	17
Set 3	22	15	15
Set 4	22	15	16
Set 5	22	17	18

4-2. 그레이 밸런스 바의 적용 실험

2차 주관 평가단의 평가 결과와 C, M, Y 망점 영역의 상관관계 분석을 통하여 C 22%, M 15%, Y 16%로 구성하였다. 그레이 밸런스 바는 전면 광고면에 전부 적용하였고 C신문사의 공장 및 위탁 인쇄공장에서 인쇄되는 모든 C일보에 적용되었다. 본 연구에서는 그 중 5개 공장에서 인쇄되는 신문을 1개월간 수집하여 그레이 밸런스 바의 각 색 농도 변화를 측정하였다. 농도의 측정은 X-rite 528을 사용하였다.



제 4장 결과 및 고찰

1. 육안관리에 의한 품질 변화

1-1. 신문윤전에서 타워 유니트별 육안관리 현황 측정

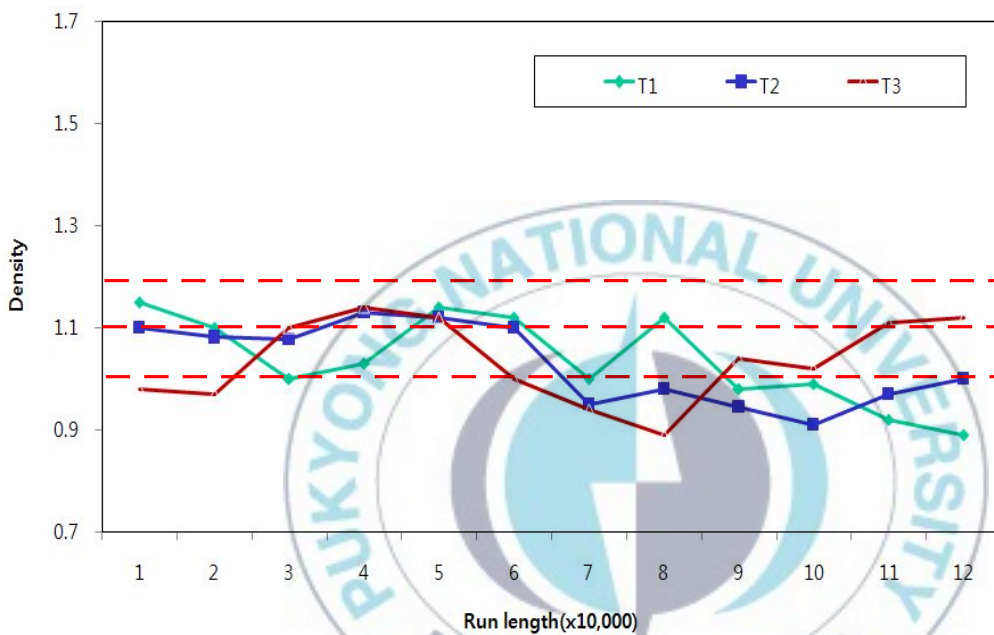


Fig. 9. Result of density according to the run length on the tower unit.

Fig. 9는 실제 인쇄되는 도중에 1만부 단위로 채취하고 동일 지점을 농도계로 측정한 것이다. 동일 공장에서 동일 신문을 인쇄하는 4개의 윤전기 set에서 동시간대에 인쇄되는 인쇄물을 측정한 것으로 타워 유니트에서의 농도이다. Fig. 9에서 6만부까지는 비교적 안정적인 농도를 보이는 반면 7만부 이후에서는 농도가 현저히 하락하는 것으로 나타났다. 이는

육안관리의 한계를 보여주는 것으로 판단되며 최소와 최대의 범위가 0.85~1.15로 0.30의 편차를 보이고 있다.

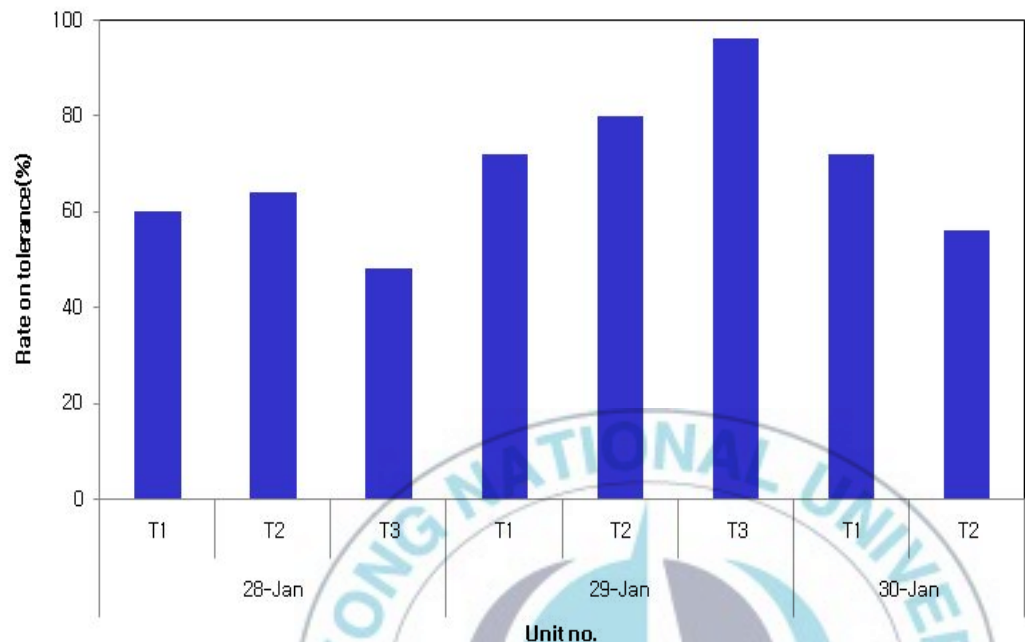


Fig. 10. Ratio of density within the permitted limit for the tower unit

Fig 10은 3일간 4개 운전기 세트 중 타워 유닛에서 1만부 단위로 측정한 농도를 SNAP 기준에 따라 허용범위 내에 드는 비율을 나타낸 것이다. Bk전용 유닛의 허용범위는 원색 유닛보다 엄격한 허용범위인 ±0.05를 권장하고 있으며 Fig. 10은 이 범위에 드는 비율을 나타낸 것이다. 3일간 측정 data 개수는 330개로 동일 지점에서 12회 반복 측정한 결과이다. Fig. 10에서 허용범위에 드는 비율이 50~96%까지로 매우 편차가 크게 나타나고 있다.

1-2. 신문윤전에서 새틀라이트 유니트별 육안관리 현황 측정

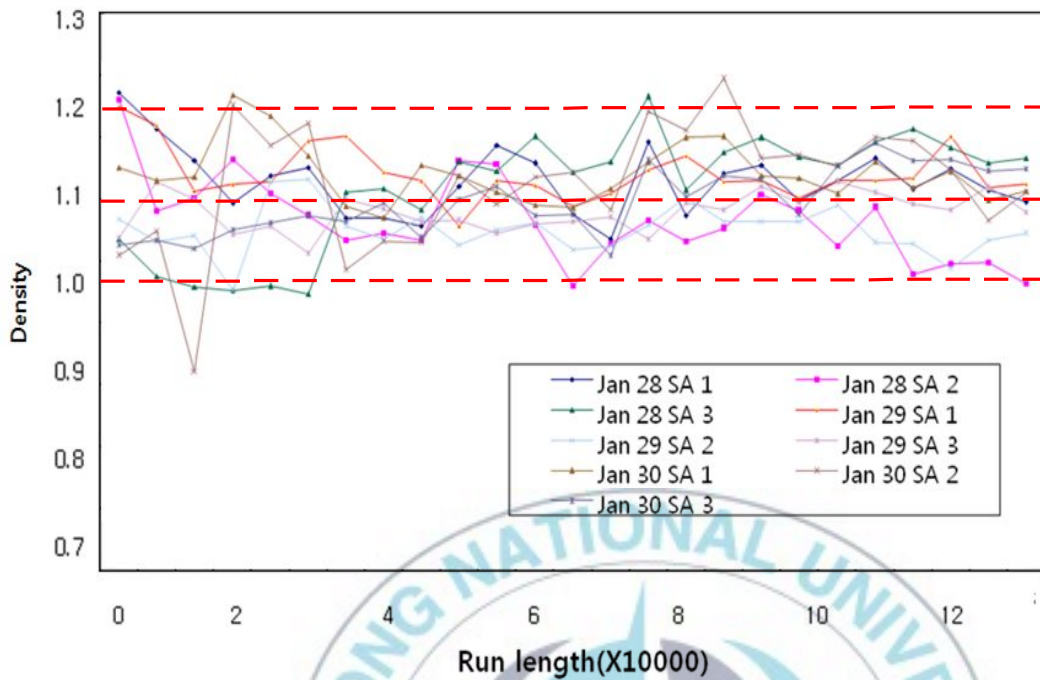


Fig. 11. Result of density according to the run length on the satellite unit.

Fig. 11은 실제 인쇄되는 도중에 1만부 단위로 채취하고 동일 지점을 농도계로 측정하였다. 이는 동일 공장에서 동일 신문을 인쇄하는 4개의 윤전기 set에서 동시간대에 인쇄되는 인쇄물을 측정한 것으로 새틀라이트 유니트에서의 인쇄부수별 농도 추이를 나타낸다. 인쇄 초기 2~3만부까지는 set별 농도 차이가 큰 것으로 나타났으며 이는 인쇄기 책임자의 육안에 의해 색상을 맞추는 과정으로 이해할 수 있다. 통상 속도 시간당 12만부의 속도로 인쇄되고 있으므로 인쇄시작 후 약 40분 동안 개인별 차이에 의한 색상의 편차가 크게 나타남을 알 수 있다. 또한 그림의 아래 안내선은 SNAP에서 권고하는 농도기준과 허용오차를 나타낸 것으로 표준 권고 농도와는 평균 농도 값이 0.18 낮은 것으로 나타났다. 새틀라이트

유니트에서는 대부분 원색 광고가 인쇄되며 광고의 종류가 매일 바뀌기 때문에 항상 일정한 색상을 표현하기는 현실적으로 어려움이 있다. 하지만 동일 공장 내에서 설비별 편차가 많이 나타나는 것은 개선의 여지가 있는 것으로 판단된다.

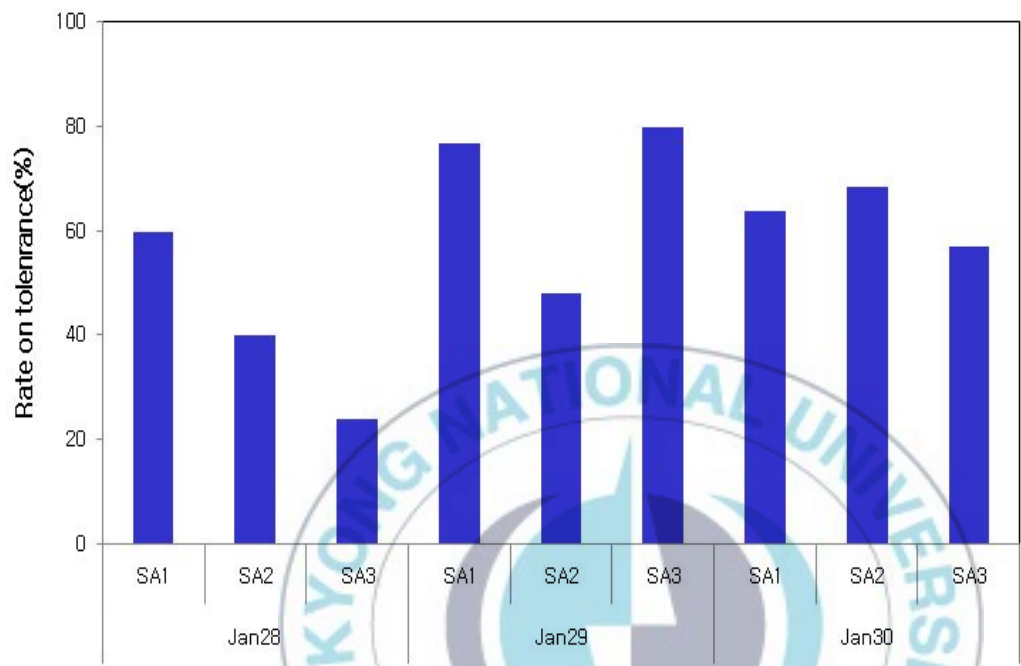


Fig. 12. Ratio of density within the permitted limit for the satellite unit.

Fig. 12은 3일간 4개 운전기 set 중 새틀라이트 유니트에서 1만부 단위로 측정한 농도에 따라 SNAP 기준에서 허용범위 내에 드는 비율을 나타낸 것이다. 3일간 측정 data 수는 330개로 동일 지점에서 12회 반복 측정한 결과이다. Fig. 12에서 허용범위에 드는 비율이 25%~82%까지 편차가 매우 크고 또 범위내의 비율도 낮게 나타나는 것은 인쇄물 색상관리가 육안에 의해 이루어지므로 육안관리의 한계를 보여주는 것으로 판단된다.

1-3. 신문윤전에서 하프덱 유니트별 육안관리 현황 측정

Fig. 13는 실제 인쇄되는 도중에 1만부 단위로 채취하고 동일 지점을 농도계로 측정한 것이다. 동일 공장에서 동일 신문을 인쇄하는 2개의 윤전기 set에서 동시간대에 인쇄되는 인쇄물을 측정한 것으로 하프덱 유니트에서의 인쇄부수별 농도 추이를 나타낸 것이다. 그림은 인쇄기 담당자별로 색상의 편차가 나타나고 있으며, 편차는 1.00~1.14 수준으로 SNAP에서 권고하는 허용범위 기준인 ± 0.05 를 적용하면 다소 벗어나는 수준을 보이고 있다. 또한 Bk만을 인쇄하는 유니트에서 부수별 편차는 크지 않은 것으로 나타났으며, 이는 단색에서 비교적 색상의 변동이 적은 안정적인 농도를 유지됨을 알 수 있다.

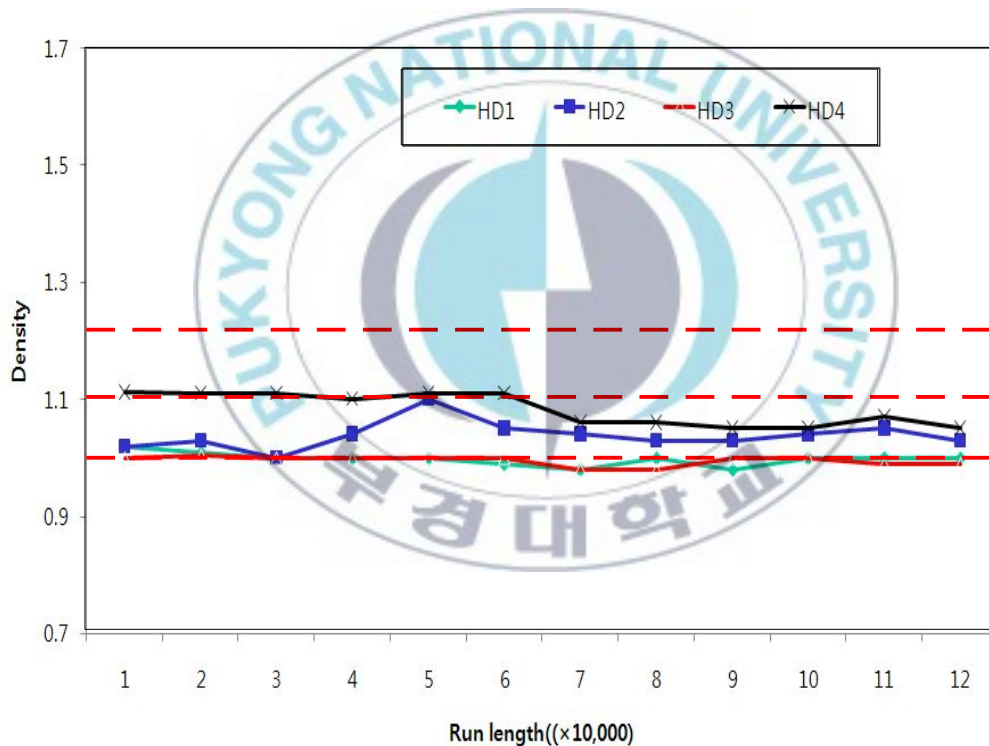


Fig. 13. Result of density according to the run length on the half-deck unit.

Fig. 14는 3일간 2개 운전기 set 중 하프덱 유니트에서 1만부 단위로 측정한 농도를 SNAP 기준에 따라 허용범위 내에 드는 비율을 나타낸 것이다. 3일간 측정 data 개수는 330개로 동일 지점에서 12회 반복 측정한 결과이다. Fig. 14에서 허용범위에 드는 비율이 90%~97%까지 비교적 양호한 수준으로 나타났다.

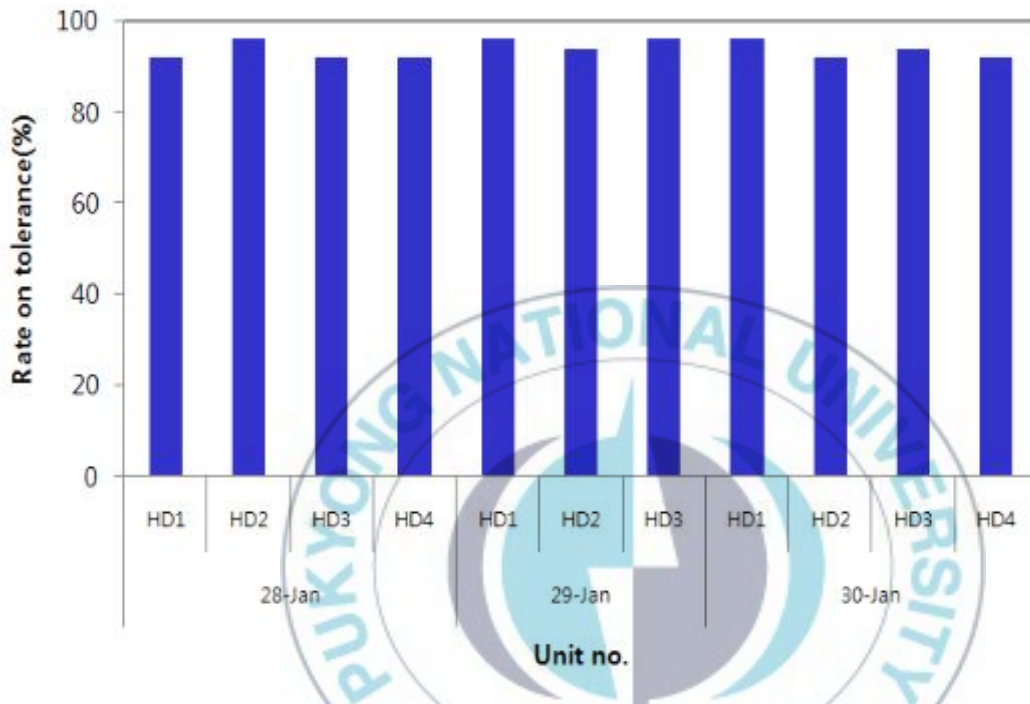


Fig. 14. Ratio of density within the permitted limit for the half-deck unit

1-4. 동일 공장 내 운전기 set별 농도 변화

Fig. 15는 동일 공장에서 4개의 운전기 set에서 인쇄된 신문 동일면에서의 각 색상 농도를 나타낸 것이다. 동일한 이미지를 동일 공간에서 인쇄하여도 육안관리에 의한 편차는 최대 0.2까지 다르게 인쇄되는 것으로 나타나고 있다.

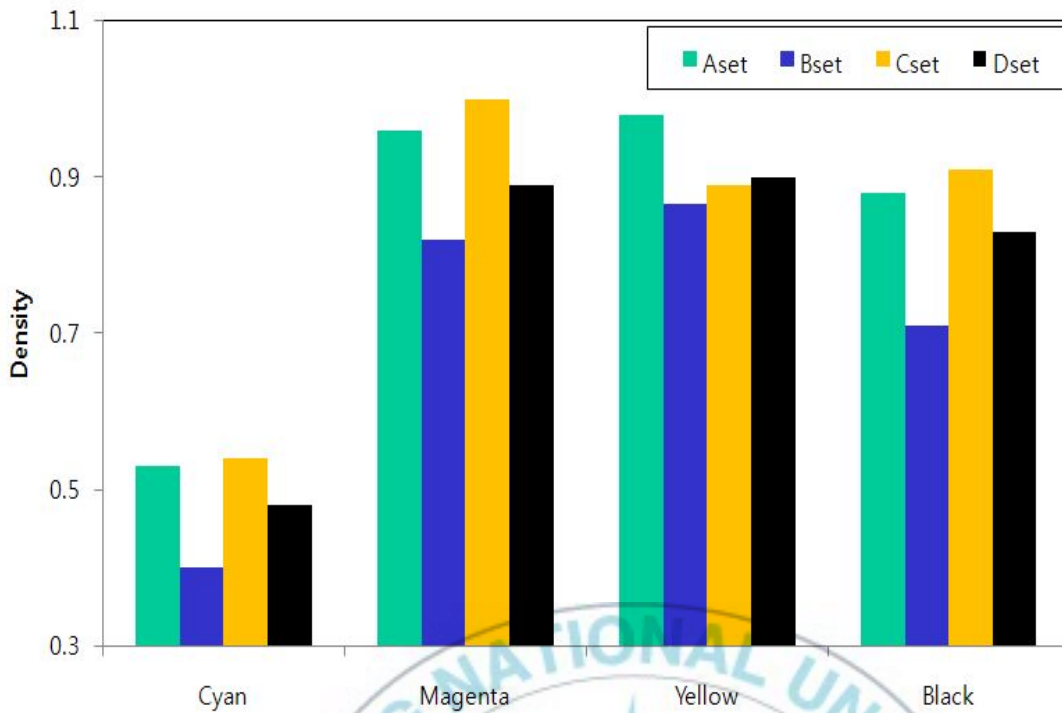


Fig. 15. Comparison of primary colors' density by the setting of rotary press.

Fig. 16은 동일 인쇄공장에서 인쇄부수별 농도의 변화 추이를 나타낸 것으로 set별 농도의 변화가 다르게 나타나고 있으며 평균값을 기준으로 허용범위를 설정한 범위를 이탈한 set도 나타나는 등 운전 set별 동일성을 찾기 어려운 것으로 나타났다. 육안관리의 한계점을 나타내는 것이라 판단되며 균일한 색상을 유지하기 위한 개선이 필요하다고 판단된다.

Fig. 17은 신문 중 원색 인쇄면에서의 Bk농도를 비교한 것이다. 원색인쇄면은 각 이미지의 종류와 화선면적율이 달라 광고면의 경우 광고 교정인쇄물의 색상을 맞추어야 하므로 각 면의 색 농도가 일정한 상태를 유지하지 못하는 것으로 나타났다. 농도의 편차는 0.2를 넘는 것으로 나타났다.

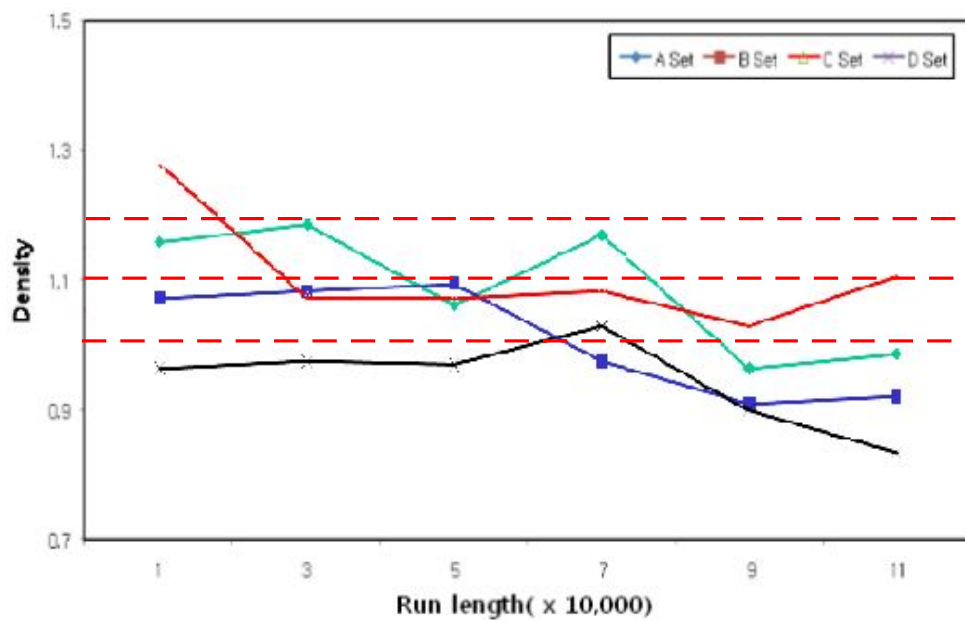


Fig. 16. Variation of density according to setting type.

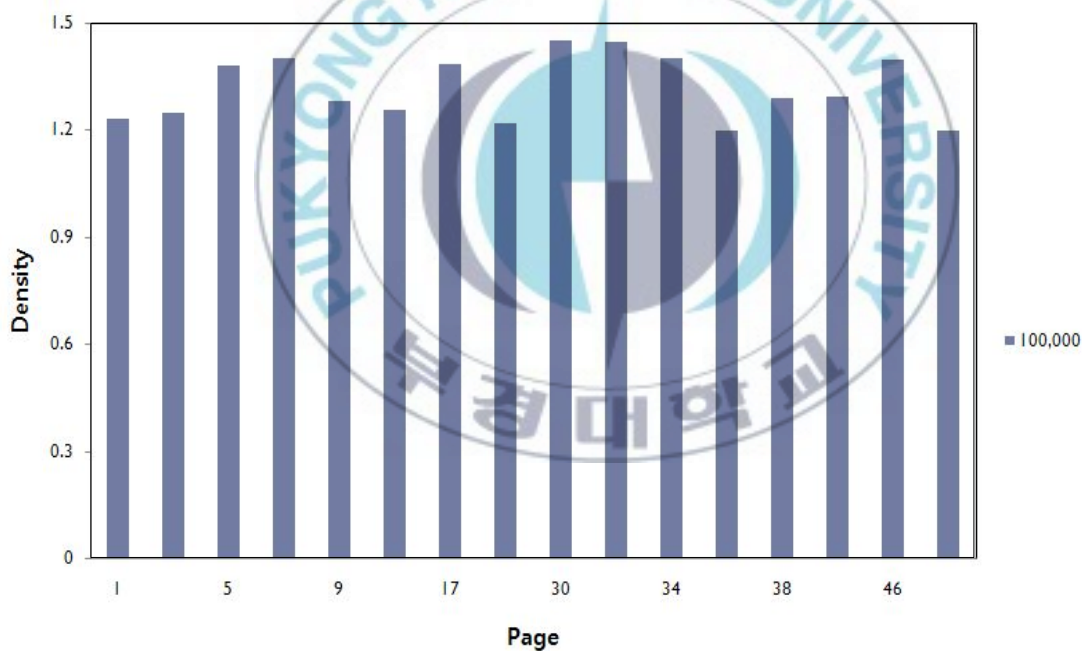


Fig. 17. Comparison of Bk density on the primary colors' printing side of the newspaper.

2. 신문인쇄의 조건변동

2-1. 잉크 공급량 변화에 따른 타워 유니트별 특징

Fig. 18은 타워 유니트에서 magenta 잉크 공급량을 조절할 때 농도와 도트 게인, 콘트라스트를 나타낸 것이다. 잉크 공급량이 늘어날수록 농도와 도트 게인은 비례하는 관계를 보이나 콘트라스트는 공급량 40%를 넘어서면서 공급량 증가와 반비례 성향을 보이고 있다. 이는 잉크의 증가로 웨도우 부분의 망점이 메워지는 현상으로 해석할 수 있으며 인쇄품질을 저하시키게 된다. 따라서 적절한 잉크량 이상을 공급하는 것은 오히려 품질 저하의 원인이 된다고 생각된다. 본 실험에서는 농도 0.75 수준의 잉크 공급이 적절한 것으로 판단된다.

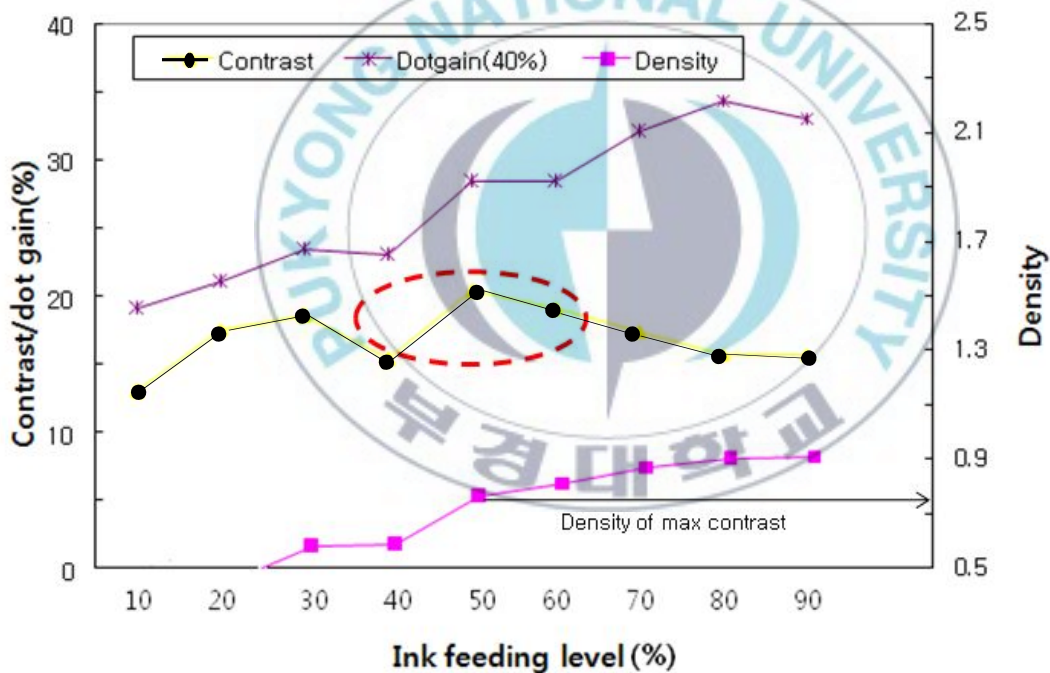


Fig. 18. The relationship between density, dot gain and contrast according to magenta ink feeding level on the tower unit.

Fig. 19은 타워 유니트에서 Cyan 잉크 공급량을 조절할 때 농도와 도트 게인, 콘트라스트를 나타낸 것이다. 잉크 공급량이 늘어날수록 농도와 도트 게인은 비례하는 관계를 보이 나 콘트라스트는 공급량 20%를 넘어서면서 공급량 증가와 반비례 성향을 보이고 있다. Magenta와 동일한 경향을 보이고 있으며, 적절한 잉크량은 농도 0.9 수준으로 나타났다.

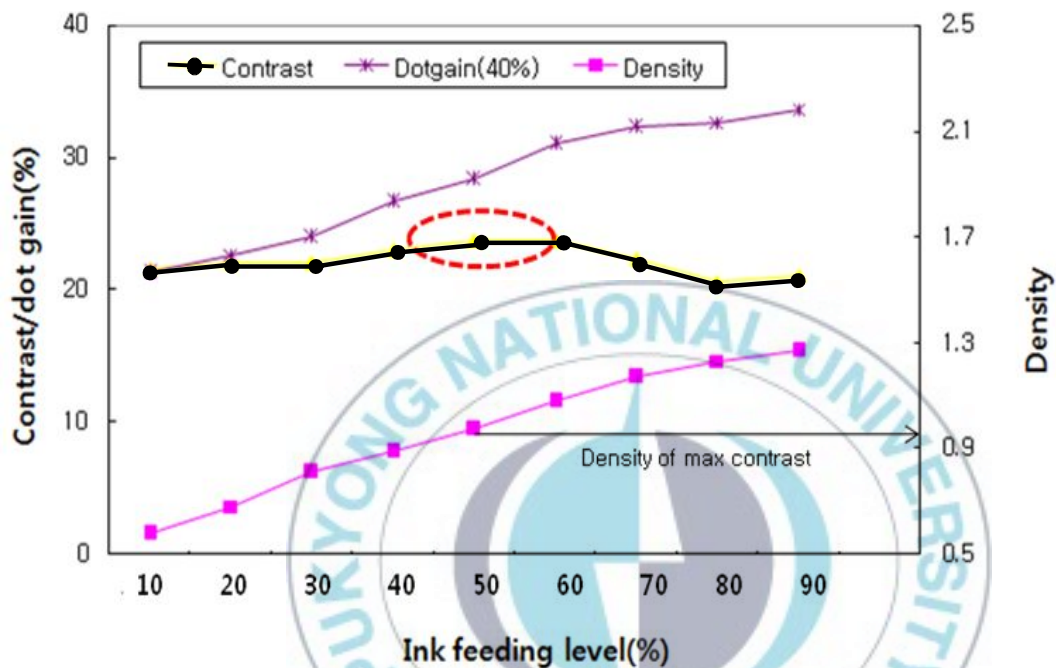


Fig. 19. The relationship between density, dot gain and contrast according to by cyan ink feeding level on the tower unit.

Fig. 20은 타워 유니트에서 Yellow 잉크 공급량을 조절할 때 농도와 도트 게인, 콘트라스트를 나타낸 것이다. 잉크 공급량이 늘어날수록 농도와 도트 게인은 비례하는 관계를 보이 나 콘트라스트는 공급량 20%를 넘어서면서 공급량 증가와 반비례 성향을 보이고 있다. Magenta, Cyan과 동일한 경향을 보이고 있으며, 적절한 잉크량은 농도 0.8 수준으로 나타났다.

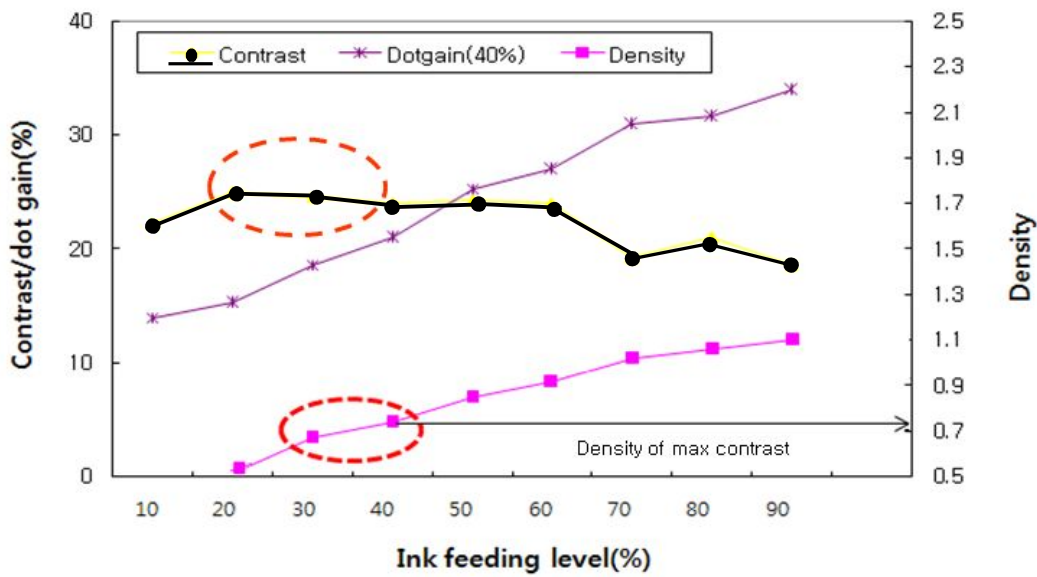


Fig. 20. The relationship between density, dot gain and contrast according to yellow ink feeding level on the tower unit.

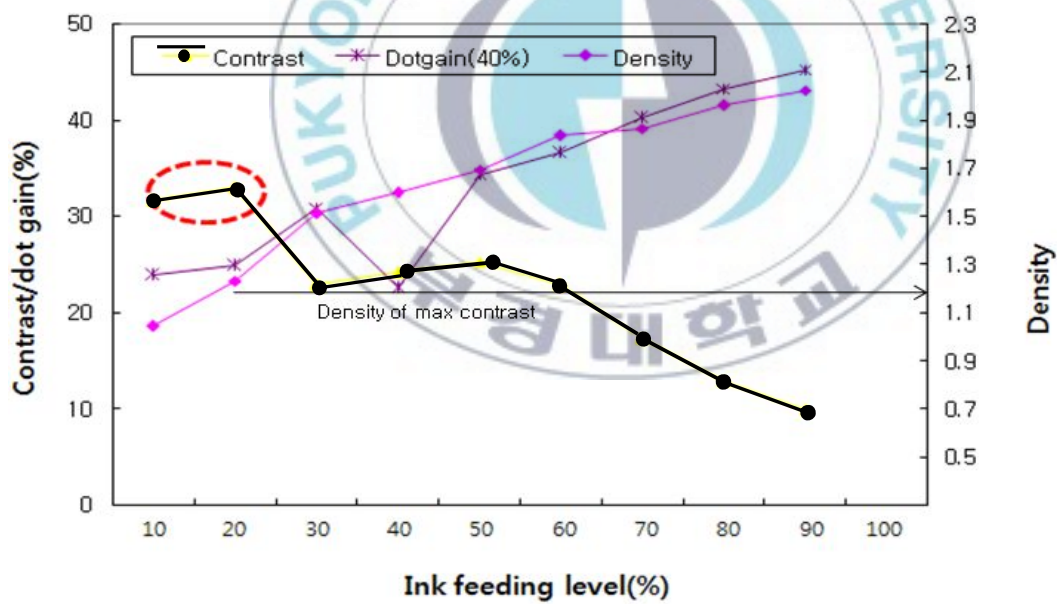


Fig. 21. The relationship between density, dot gain and contrast according to black ink feeding level on the tower unit.

Fig. 21는 타워 유닛에서 Bk 잉크 공급량을 조절할 때 농도와 도트 게인, 콘트라스트를 나타낸 것이다. 잉크 공급량이 늘어날수록 농도와 도트 게인은 비례하는 관계를 보이나 콘트라스트는 공급량 20%를 넘어서면서 공급량 증가와 반비례 성향을 보이고 있다. Yellow와 동일한 경향을 보이고 있으며 적절한 잉크량은 농도 1.20 수준으로 나타났다.

2-2. 잉크 공급량 변화에 따른 하프덱 유닛별 특징

Fig. 22는 하프덱 유닛에서 잉크공급량의 변화에 따른 농도와 콘트라스트의 관계를 나타낸 것이다. 잉크의 공급량을 늘려도 농도와 콘트라스트의 변화는 나타나지 않고 안정된 상태를 유지하고 있다.

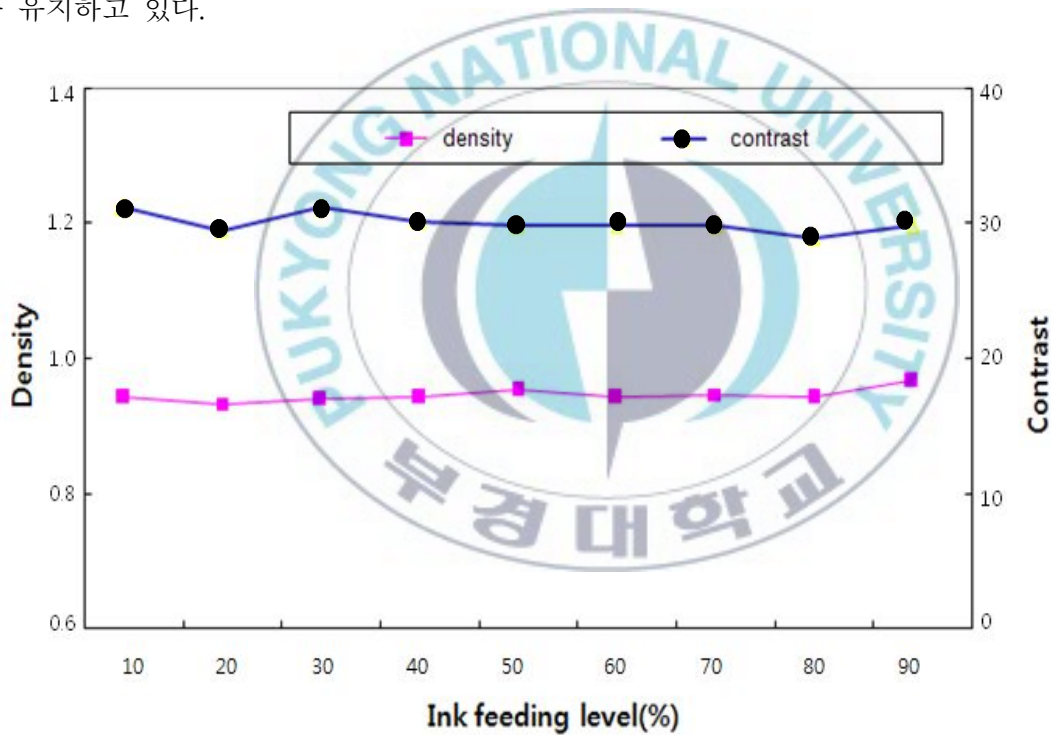


Fig. 22. The relationship between density and contrast according to ink feeding level on the half-deck unit.

2-3. 인쇄 속도 변화에 따른 타워 유니트별 특징

Fig. 23은 타워 유니트에서 인쇄 속도를 증가시키기에 따라 농도의 하락이 나타나고 있음을 보여 주고 있다.

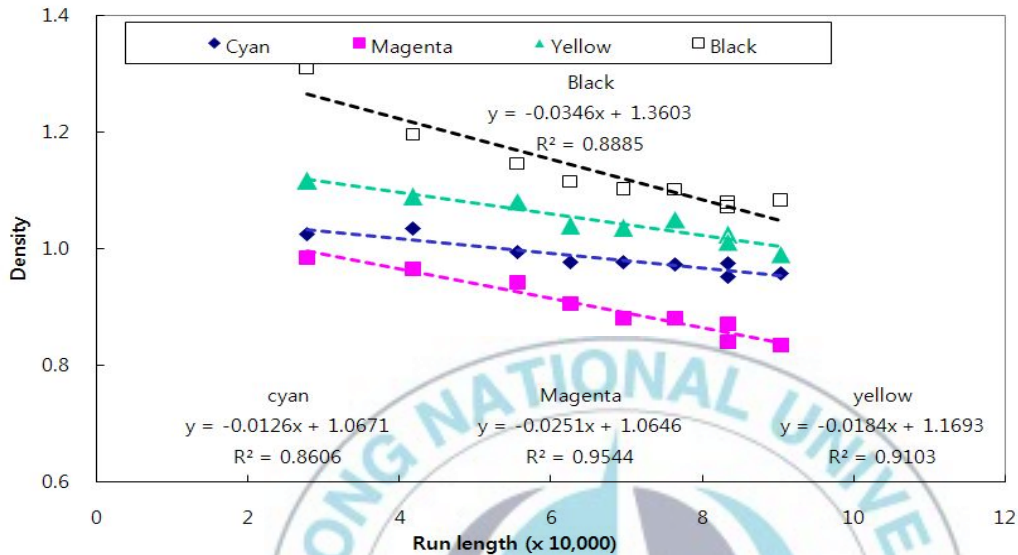


Fig. 23. Change of the densities according to printing speed on tower unit.

모든 색상에서 결정계수가 0.86이상으로 나타나 설비의 속도와 사용하는 잉크 및 종이의 적합성이 맞지 않음을 보여준다고 볼 수 있다. 이는 속도에 따라 잉크의 전이율이 다르기 때문에 모든 속도에서 모든 잉크가 동일한 농도를 나타내기는 어렵다. 따라서 운전기는 상용 인쇄속도에서 인쇄하기를 권장하고 있고 상용속도는 통상 최고 속도의 80%가 일반적이다. 이렇게 상용속도를 권장하는 것은 잉크 전이율에 따른 잉크 공급량의 변동을 기계의 속도에 연동시켜 놓았기 때문이다. 전이율은 인쇄 재료에 따라 다르게 되므로 기계 제작사에서 선정한 잉크와 종이의 전이율에 맞게 되어 있을 것으로 추정하고 있다. 본 연구에서 속도에 따른 잉크의 농도가 하락하게 나타나는 것은 국산 잉크와 국산 용지를 사용하였을 때는 고

속에서의 잉크 공급량이 부족하게 설정되어 있음이 증명되는 것이다. 신문윤전 설비에는 속도증가와 잉크의 공급 비율을 함수관계 식을 이용하여 조절할 수 있는데 본 연구 당시에는 도입될 당시의 함수식으로 설정되어 있어 본 연구의 상관관계식을 적용하여 수정하였다.

2-4. 인쇄 속도 변화에 따른 새틀라이트 유니트별 특징

Fig. 24는 새틀라이트 유니트에서 인쇄 속도를 증가시키기에 따라 농도의 하락이 나타나고 있음을 보여 주고 있다. cyan과 black에서는 결정계수가 0.2이하로 나타났고 기울기 또한 큰 변화를 보이고 있지 않은 반면 magenta, yellow에서는 설비 속도와 잉크의 공급량이 평형을 이루지 않는 것으로 확인되었다. 본 연구 결과 magenta, yellow의 잉크 공급량 함수식을 보정할 수 있었다.

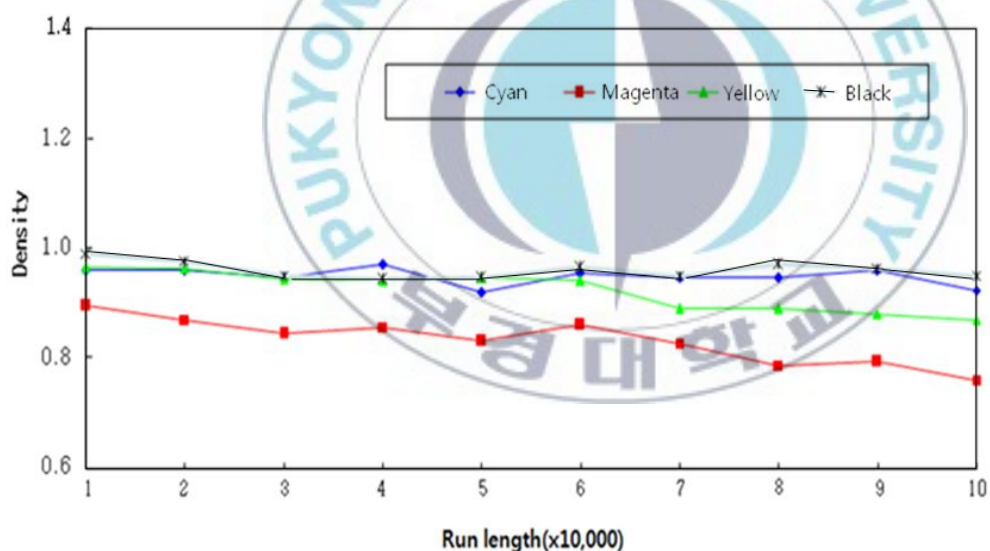


Fig. 24. Change of the densities according to printing speed on satellite unit.

2-5. 인쇄 속도 변화에 따른 하프덱 유니트별 특징

Fig. 25는 하프덱 유니트에서 인쇄 속도에 따른 농도와 콘트라스트의 변화를 나타낸 것이다. 하프덱 유니트에서 농도와 콘트라스트는 속도의 영향을 거의 받지 않는 것으로 나타났다. 이는 속도의 변화에 따른 전이율의 변화를 잉크 공급량의 변화로 적절히 보정되어 있는 것을 보이고 있다.

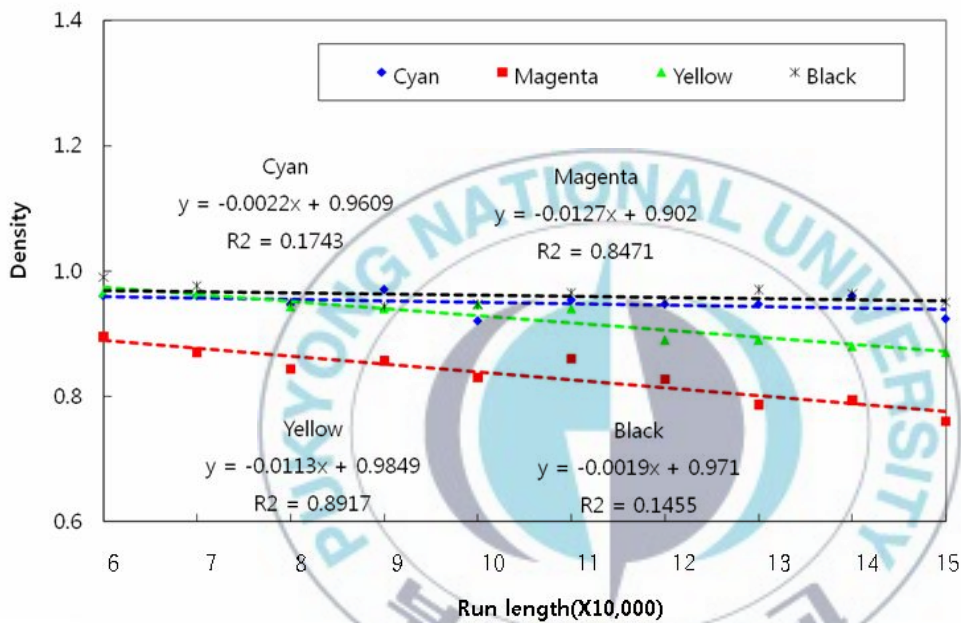


Fig. 25. The relationship between density and contrast according to printing speed on the half-deck unit.

2-6. 공장 별 필름 출력 품질

Fig. 26은 수도권공장들로 negative 필름을 필름 출력기를 통해 전송한 후 동일망점(50%)

을 투과 농도계를 이용하여 측정한 결과이다. 신문의 특성상 지방독자를 위해서 지방에 위치한 신문윤전기를 활용하게 되는데 이때 인쇄색상을 일정하게 유지하려면 잉크의 농도와 망점의 크기를 관리할 필요가 있다. 그림에서 필름 출력기 별로 최대 6%의 망점차이가 나는 것으로 나타났다. SNAP에서 필름의 망점 크기는 1% 이내에서 관리되어야 하는 것으로 권고되고 있으므로 이와 같은 결과는 결국 신문 인쇄색상의 차이로 나타나게 된다.

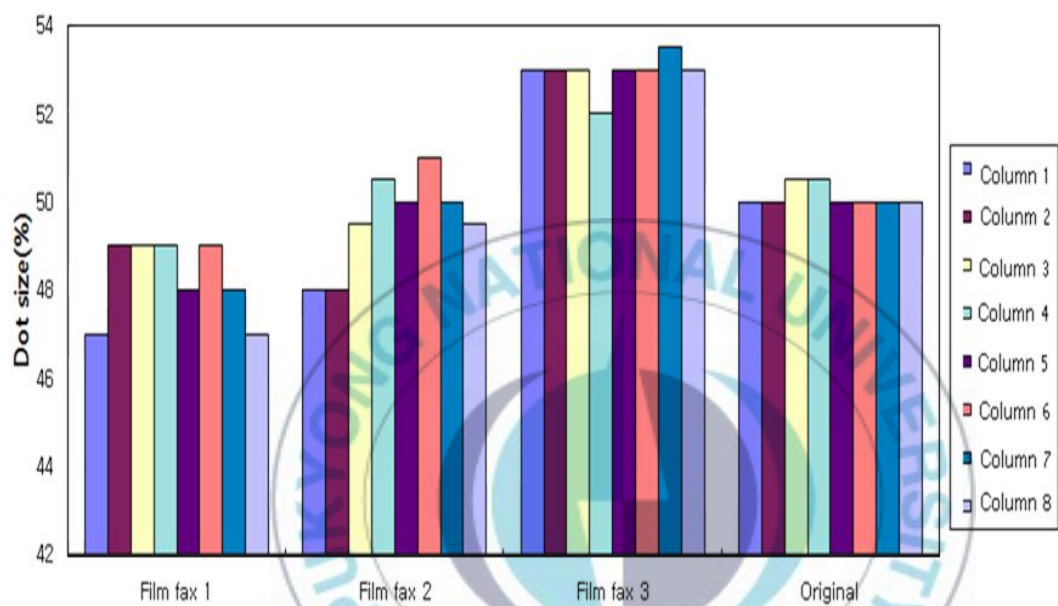


Fig. 26. Comparison to sizes of the received dot on film fax for news printing.

2-7. 인쇄 유니트에서 nip pressure분포 측정 결과

Fig. 27은 각 색상 블랭킷과 공동압통 사이의 압력을 실측한 것이다. 새틀라이트 유니트에서는 압력의 분포가 접시형태를 띠고 있는 것이 공통점으로 나타났으며 양 끝단 가장자리가 높게 나타난 것은 종이의 지폭보다 블랭킷의 폭이 다소 크게 되므로, 이에 따라 양끝

단의 압축 회복과 중앙부의 회복력 차이에 의한 것으로 판단된다. 이러한 압력의 편차는 잉크의 전이율과 도트 게인에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 평균 압력은 40kg/cm^2 수준으로 나타났다.

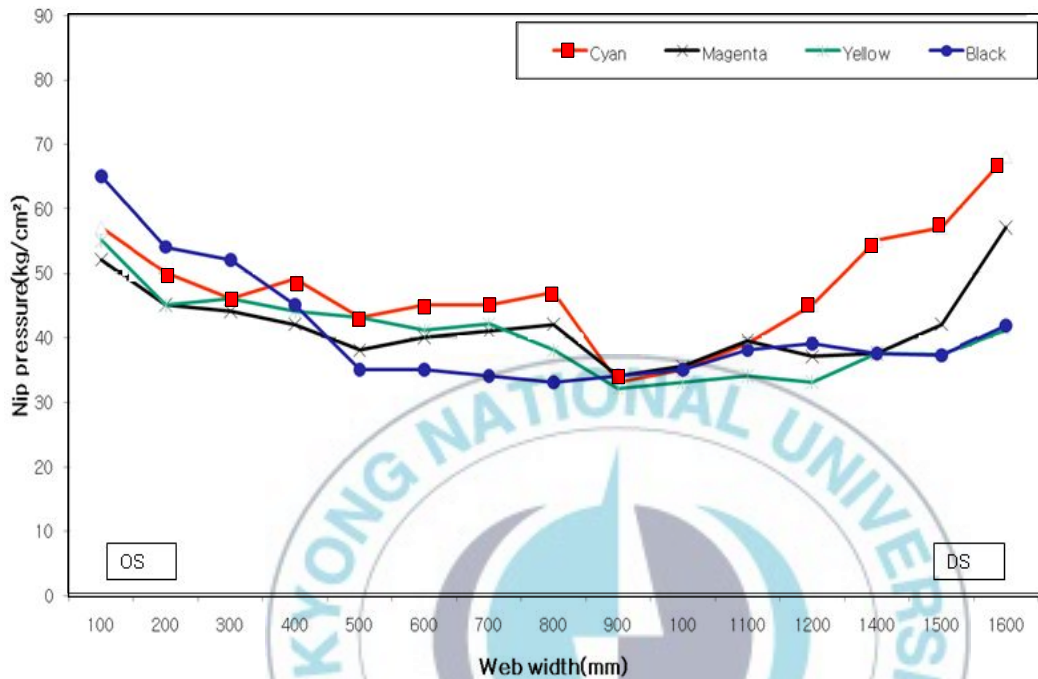


Fig. 27. Results of the pressure between each density across the web.

2-8. 축임물의 전도도 변화에 따른 농도 품질

Fig. 28은 축임물의 전도도를 변화시켰을 때 인쇄 농도의 변화를 나타낸 것이다.

전도도가 높을수록 인쇄 농도는 떨어지는 것으로 나타났다. 전도도가 높은 것은 축임물에 습수원액의 희석비가 높아졌기 때문이며 희석비가 높아짐에 따라 인쇄 중 잉크의 유화발생이 상대적으로 많아졌기 때문으로 판단된다. 전도도를 200에서 $600\mu\text{S/cm}$ 로 변화 시켰을 때

black에서는 농도가 0.1이 떨어졌고 magenta와 yellow에서는 0.05가 각각 하락하였다. 따라서 전도도의 엄격한 관리가 필요하며 신문인쇄용 잉크 중 magenta, black이 가장 민감하게 반응함을 알 수 있다.

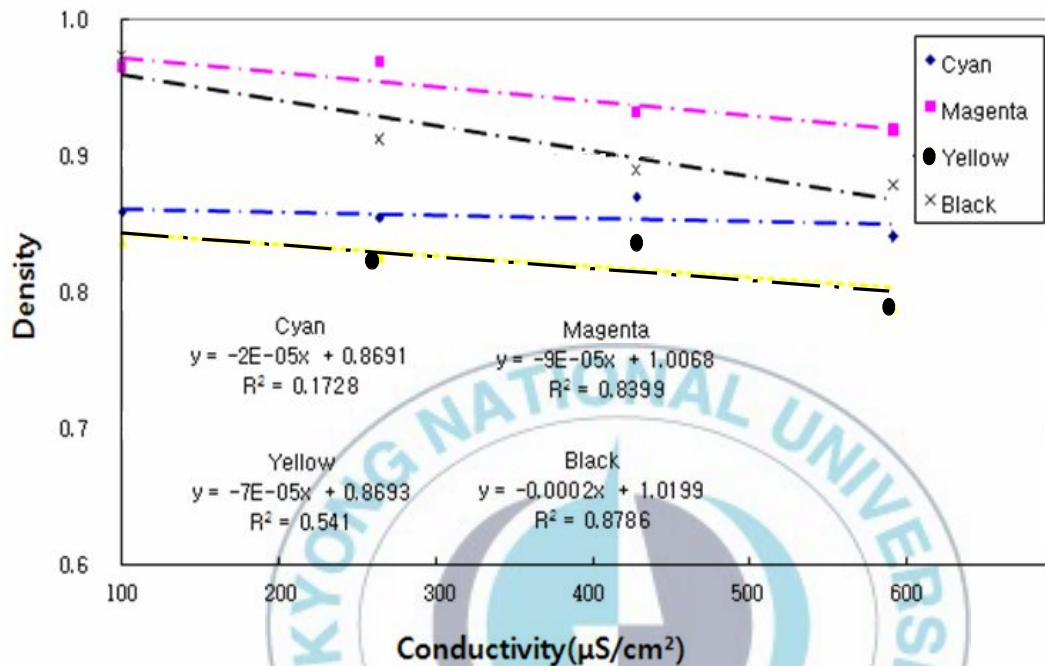


Fig. 28. Density qualities according to conductivity of dampening solution.

2-9. 축임물 변화에 따른 영향의 분석

축임물의 공급량 변동은 대부분의 읍셋 인쇄에서 육안으로 인쇄물의 상태를 관찰하면서 결정한다. 본 연구에서도 작업자가 경험적으로 조절하는 범위에서 인쇄물에 어떠한 영향이 오는지를 파악하는 것이 목적이다. 일반적 조건은 20%로 맞추며 기계 상 조절이 % 단위로 가능하기 때문에 10% 단위로 조절되었으며, 그 결과를 Table 8에 나타내었다. 함수율의 측

정은 인쇄물이 Folder를 지날 때 샘플을 채취하고 즉시 밀봉하여 밀봉된 내부의 상대 습도를 측정함으로 얻었다. 용지의 신축은 인쇄 시 1색 통에서 인쇄된 레지스터맞춤표시와 4색 통에서 인쇄된 레지스터맞춤의 편차를 측정한 것이다.

Fig. 29에서 축임물 공급의 변화에 따라 인쇄 농도가 급격하게 변화됨이 나타났다. 즉 축임물량이 10% 이상 초과되면 급격한 농도의 저하가 시작됨을 보였다. Fig. 30은 축임물이 증가하면 종이의 함수율이 함께 변동되며 종이의 함수율과 농도의 상관성을 나타낸 것이다. 모든 색상에서 농도 0.3 이상의 하락을 보이고 있고 상관성도 매우 높게 나타나 축임물 조절이 인쇄물의 농도에 깊은 연관이 있음을 보였다.

Table 8. Elasticity and Dampening Variation

Dampening step(%)	Item	Water content(%)	Relative humidity(%)	Elasticity of CD(%)	Elasticity of MD(%)
10		9.530	70.690	-0.150	-0.032
20		9.600	71.270	-0.102	-0.022
30		9.750	72.500	0.003	-0.001
40		10.080	75.260	0.235	0.046
50		10.260	76.680	0.355	0.071
60		10.610	79.400	0.585	0.117
70		10.800	80.870	0.708	0.142
80		11.080	82.990	0.887	0.179

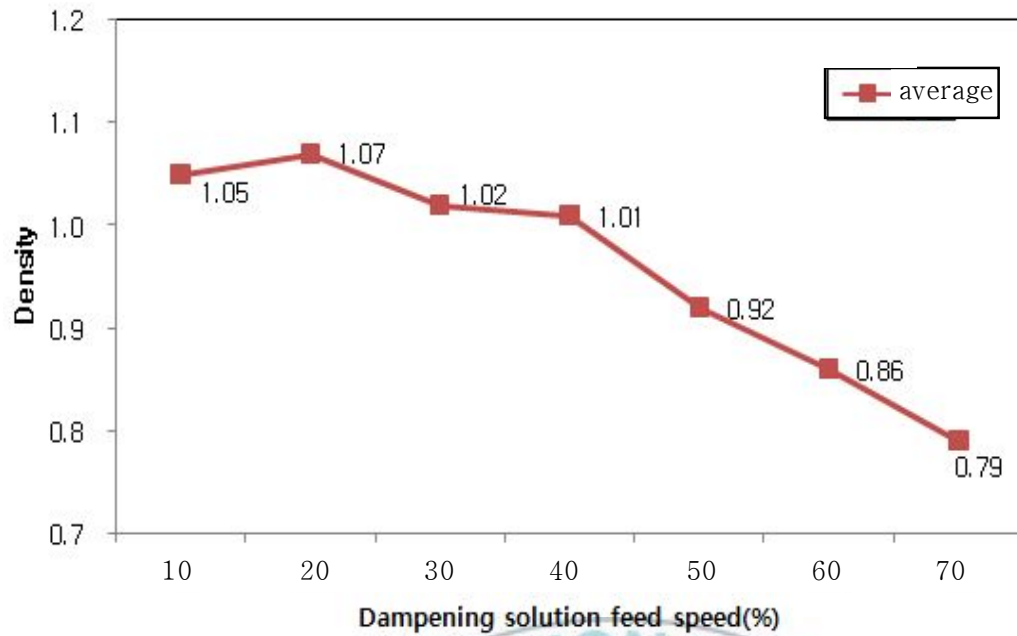


Fig. 29. Variation of density according to dampening solution feed speed.

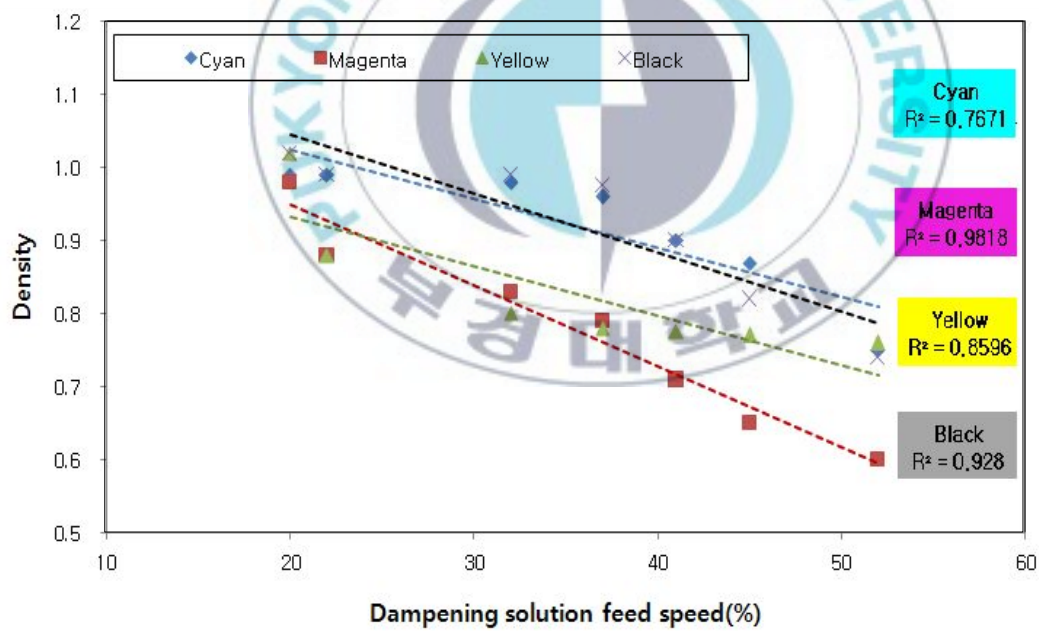


Fig. 30. Correlation of density and water content of paper.

Fig. 31은 축임물 공급량에 따른 용지의 신축을 나타낸 것으로 축임물의 양에 의해 종이는 약 1%(CD)의 변화를 보이고 있다. 신문인쇄의 용지 폭이 1,576mm임을 감안하면 15mm의 변화가 발생하는 것으로 실제 인쇄에서는 가늠맞춤이 불가능한 수준이다. 또한 축임물의 양과 용지 신축의 상관성은 0.99이상으로 직접적인 영향을 미친다고 볼 수 있다.

본 실험은 실제 운전기에서 행해진 것으로 인쇄 중 인압이 형성되어 있어 종이의 신축이 자연상태보다 억압되어 있음을 고려하면 축임물의 조절이 매우 중요함을 보여주고 있다.

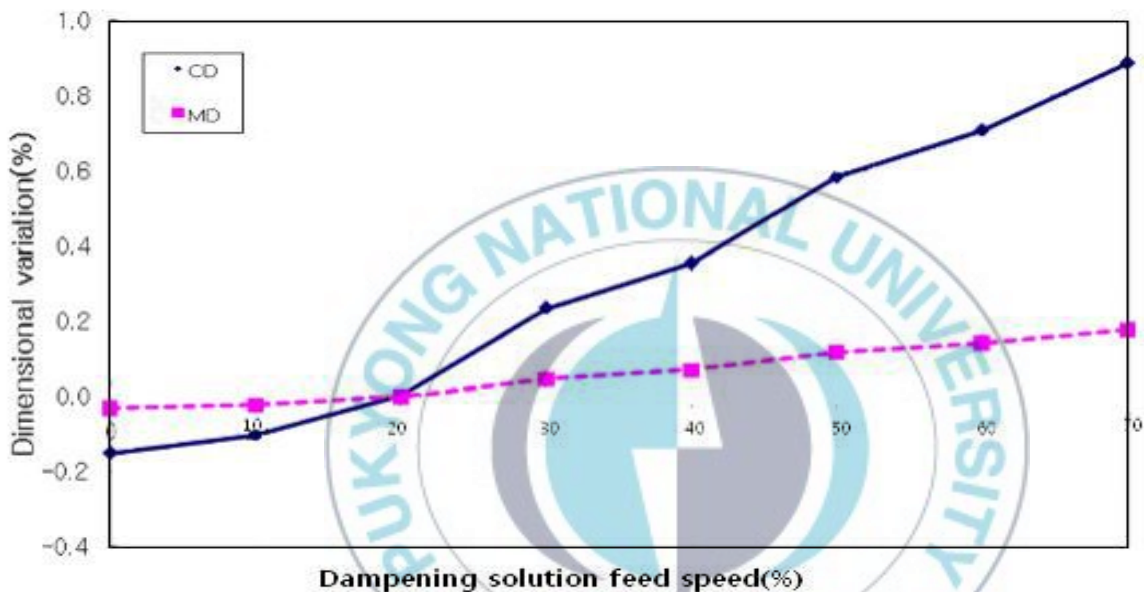


Fig. 31. Correlation of dampening solution feed speed and dimensional variation.

Fig. 32는 축임물 공급량에 따른 용지의 함수율이 변화하게 되며 용지의 함수율과 신축의 상관관계를 나타낸 것으로 MD와 CD 모두에서 선형적인 관계를 보이고 있다.

Table 8은 축임물 변동과 인쇄품질을 나타낸 것으로 축임물이 증가 혹은 부족이 콘트라스트도 낮추는 것으로 나타났다. 축임물이 많으면 잉크의 과유화가 진행되어 물의 증발 후

농도가 저하되는 드라이 다운 현상이 심화되기 때문에 콘트라스트가 저하되는 것으로 판단된다. 또한 축임물이 적게 되면 인쇄판오염이 발생되어 쉐도우부에서 망점이 서로 연결되어 민자인쇄부와 구분이 모호해지기 때문에 콘트라스트의 하락이 나타나는 것으로 판단된다. 표에서 ‘Distance of balance image’는 실험 화상의 축임물 균형 패치(Water balance patch) 상에서 화선부간 거리를 화상분석기를 이용하여 측정한 결과이다. 축임물이 많아지면서 화선부간 거리가 증가함을 보이고 있는데 이는 용지의 신축에 의한 것이라 판단된다.

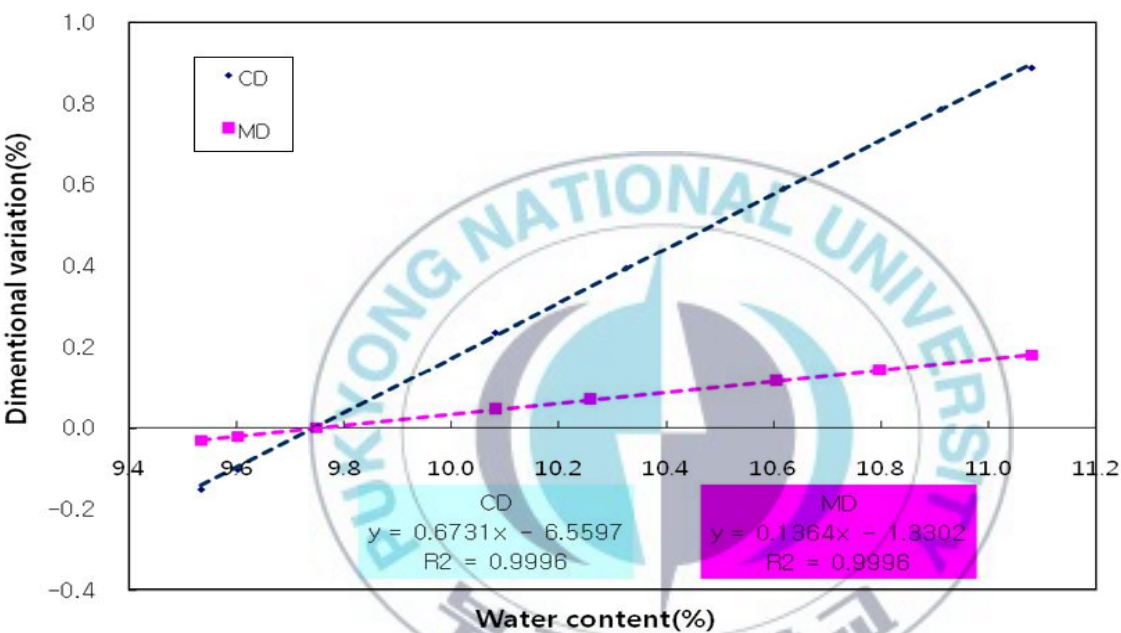


Fig. 32. Correlation of dimensional variation and water content.

3. 국내 대표 지종의 전이율 실험 결과

3-1. P사 용지의 최대 전이율 분석

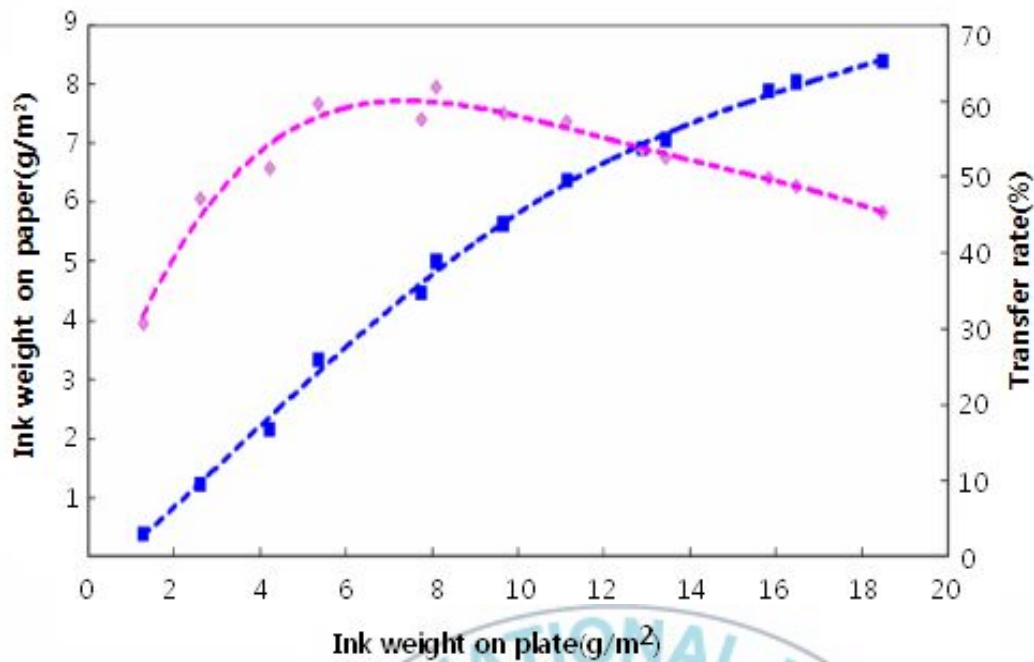


Fig. 33. Transferred ink amount and transfer rate curve of the P Co.'s newspaper.

Fig. 33은 P사의 최대 전이율을 나타낸 것으로 잉크 공급량 6.5g/m^2 에서 형성되고 종이의 전이량은 3.3g/m^2 이며 이때의 전이율은 60%수준으로 나타났다.

Fig. 34는 P사의 최대 전이율에서의 인쇄농도를 나타낸 것으로 최대 전이율에서의 농도는 1.40수준(측정 기준을 paper base로 환산하면 0.20~0.25가 낮아져 1.15~1.20 수준임)으로 SNAP권고 농도는 1.1보다는 높게 나타났다. 최대 전이율은 이론상 완전 피복 수준을 의미하므로 종이가 완전피복이 되지 않으면 인쇄물의 콘트라스트가 떨어져 밋밋한 인쇄물이 되기 때문에 오퍼레이터는 잉크의 공급을 늘려 완전피복이 되는 수준까지 공급하게 된다. 따라서 완전피복 지점에서의 농도가 과도하게 높으면 잉크의 미건조 혹은 rub off 등의 부적합 현상이 발생할 가능성이 높아진다.

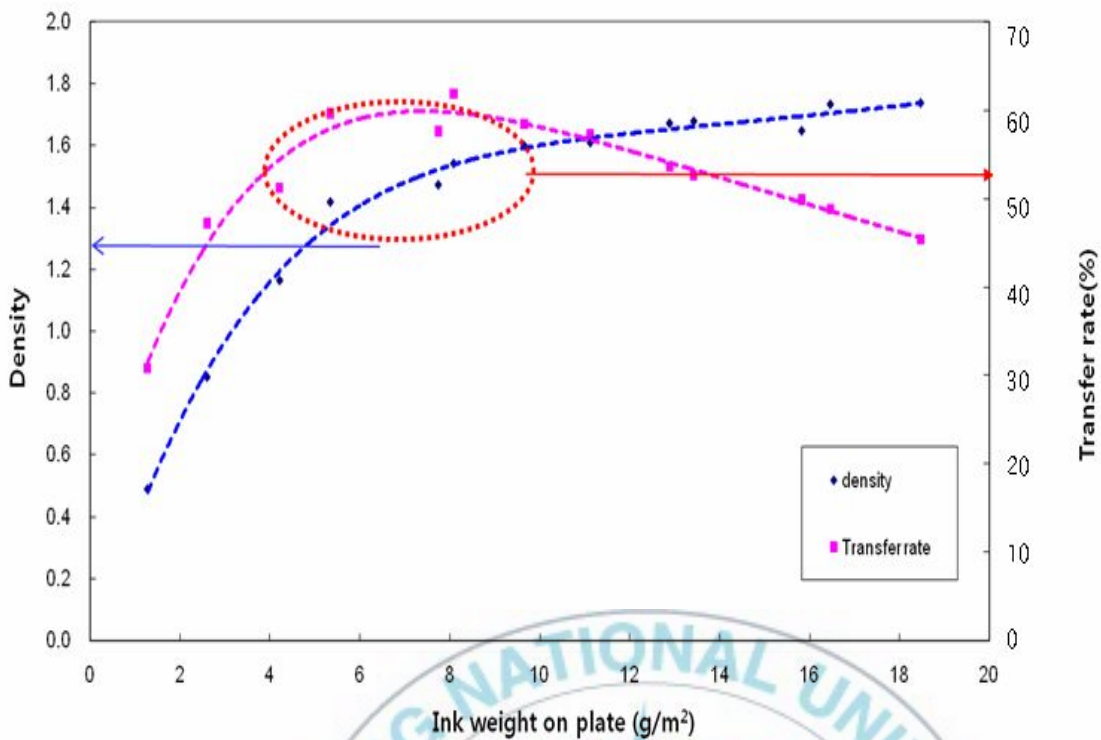


Fig. 34. Results of maximum transfer rate and density on the P Co.'s newspaper.

3-2. J 사 용지의 최대 전이율 분석

J사의 최대 전이율은 잉크 공급량 5.2 g/m^2 에서 형성되며 이때의 전이량은 3.4 g/m^2 수준이고 전이율은 65 % 수준으로 나타났다. P사와 D사와 비교하였을 때 적은 잉크 공급량에서 최대 전이율을 보이고 있으므로 잉크의 소비량이 상대적으로 적게 되며 적은 잉크에서 완전피복에 이를 수 있어 상대적으로 유리한 용지로 판단된다. 전이율도 P사 대비 5 % 수준 높아 표면이 상대적으로 치밀하여 잉크의 모세관 침투가 더 많이 발생되었음을 의미하고 있다.

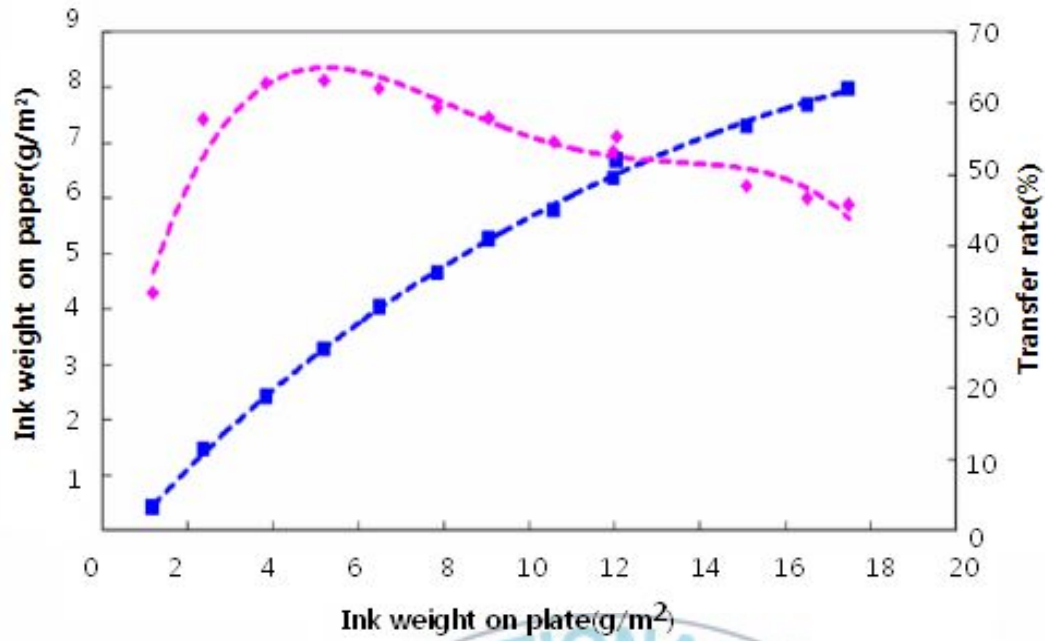


Fig. 35. Transferred ink amount and transfer rate curve of J Co.'s newspaper.

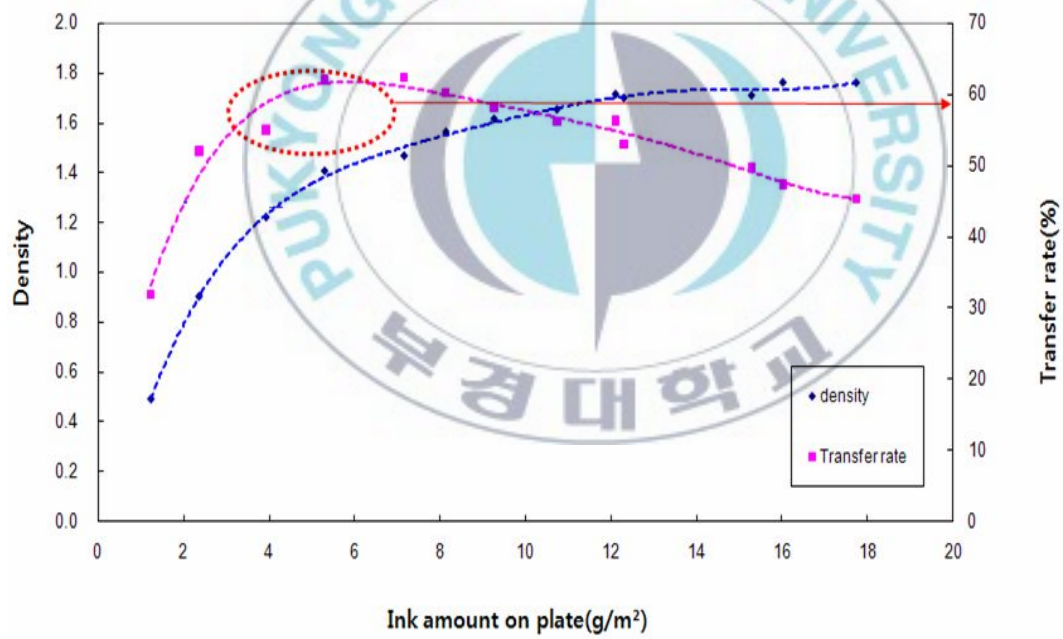


Fig. 36. Results of maximum transfer rate and density on the J Co.'s newspaper.

J사의 최대 전이율에서의 인쇄농도는 1.30(측정 기준을 paper base로 환산하면 0.20~0.25가 낮아져 1.05~1.00 수준임)수준으로 SNAP권고 농도는 1.1 과 비슷한 수준으로 나타났다.

3-3. D사 용지의 최대 전이율 분석

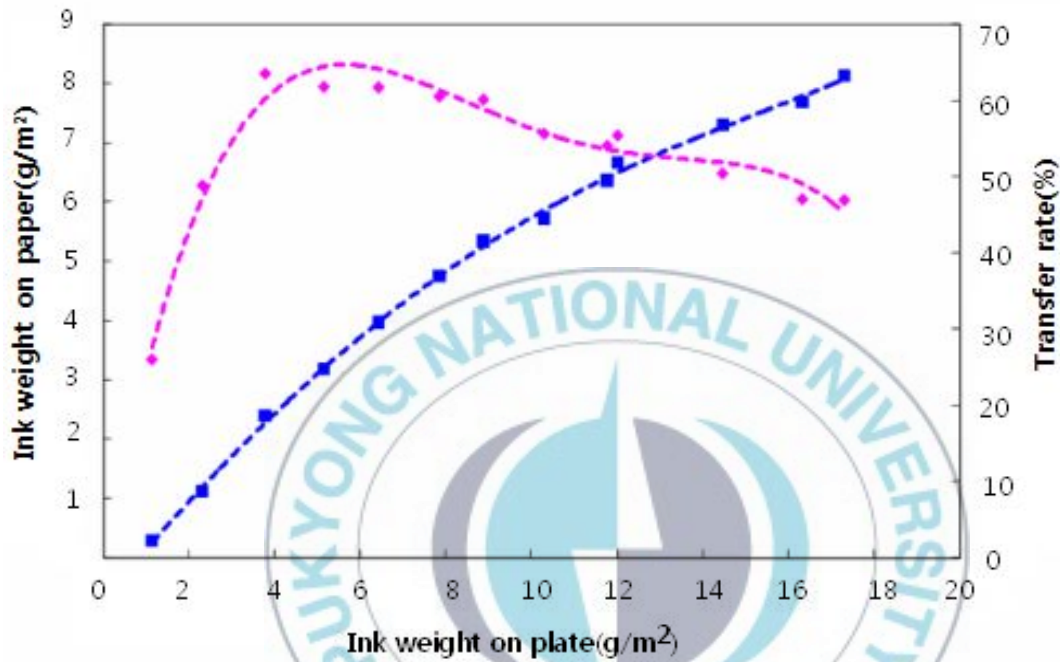


Fig. 37. Transferred ink amount and transfer rate curve of D Co.'s newspaper.

D사의 최대 전이율은 잉크 공급량 5.0g/m²에서 형성되며 이때의 전이량은 약 3.0g/m² 이고 전이율은 65% 수준으로 나타났다. P사보다는 적은 잉크량에서 최대 전이율을 보이지만 J사와는 비슷한 수준을 보이고 있다.

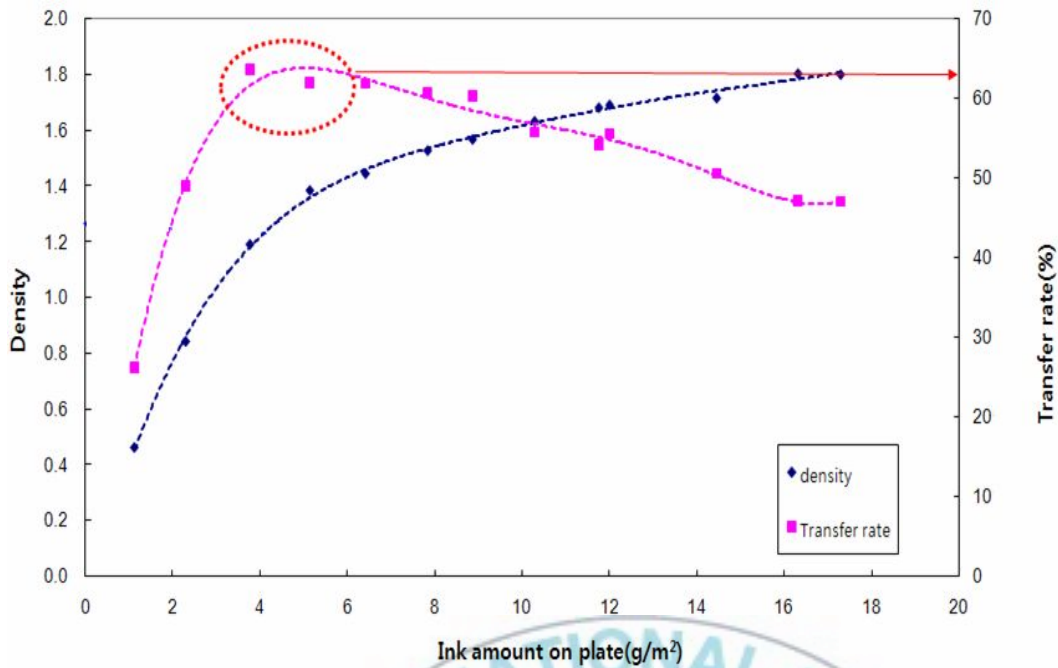


Fig. 38. Results of maximum transfer rate and density on the D Co.'s newspaper.

D사의 최대 전이율에서의 인쇄농도는 1.35수준(측정 기준을 paper base로 환산하면 0.20~0.25가 낮아져 1.10~1.05 수준임)으로 SNAP권고 농도와 유사한 수준으로 나타났다. 완전 피복에서의 농도가 상대적으로 낮게 나타나므로 뒤물음이나 rub off 등의 2차 인쇄사고를 줄일 수 있으며 인쇄품질 측면에서도 유리할 것으로 판단된다.

4. 그레이 밸런스 바의 활용 결과

4-1. 2차 주관평가 결과

Fig. 39는 그레이 밸런스 2차 test 인쇄 후 교정지와 인쇄이미지의 흡사한 정도를 주관평

가단이 5 점법으로 평가한 결과이다. 디자이너, 광고제작, 오퍼레이터 그룹에서 22/15/16 조합이 가장 높게 평가되었고 인쇄관리 그룹에서만 22/17/18 조합이 높은 점수를 받았다.

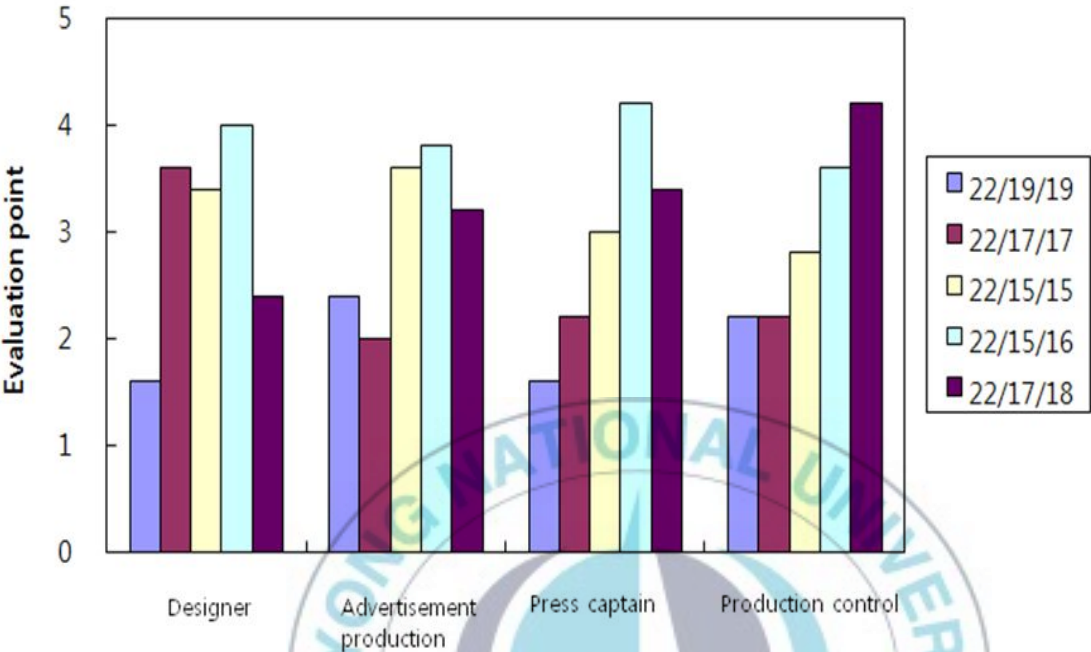


Fig. 39. Results of subjective evaluation according to evaluation team.

4-2. 그레이 밸런스 조합의 상관성 평가 결과

Fig. 40 은 Fig. 7 의 테스트 이미지 중에서 망점 그라데이션 부분의 각 셀의 도트 계인을 측정한 후 cyan 과 magenta, yellow 와의 상관성을 분석한 결과이다. Fig. 41 에서 cyan 의 도트 계인이 커지면 magenta 와 yellow 의 도트 계인도 함께 증가하는 특징을 나타내고 있지만 그 상관성은 크게 높지 않은 것으로 나타났다. 또한 도트 계인은 여러 가지 조건에 영

향을 받지만 가장 크게 받는 것은 잉크의 공급량이다. 중성색을 표현하기 위해서 cyan 와 magenta, yellow 의 공급량은 미세하지만 다르게 나타났다. 그러나 그런 영향은 매우 높지 않은 것으로 판단된다.

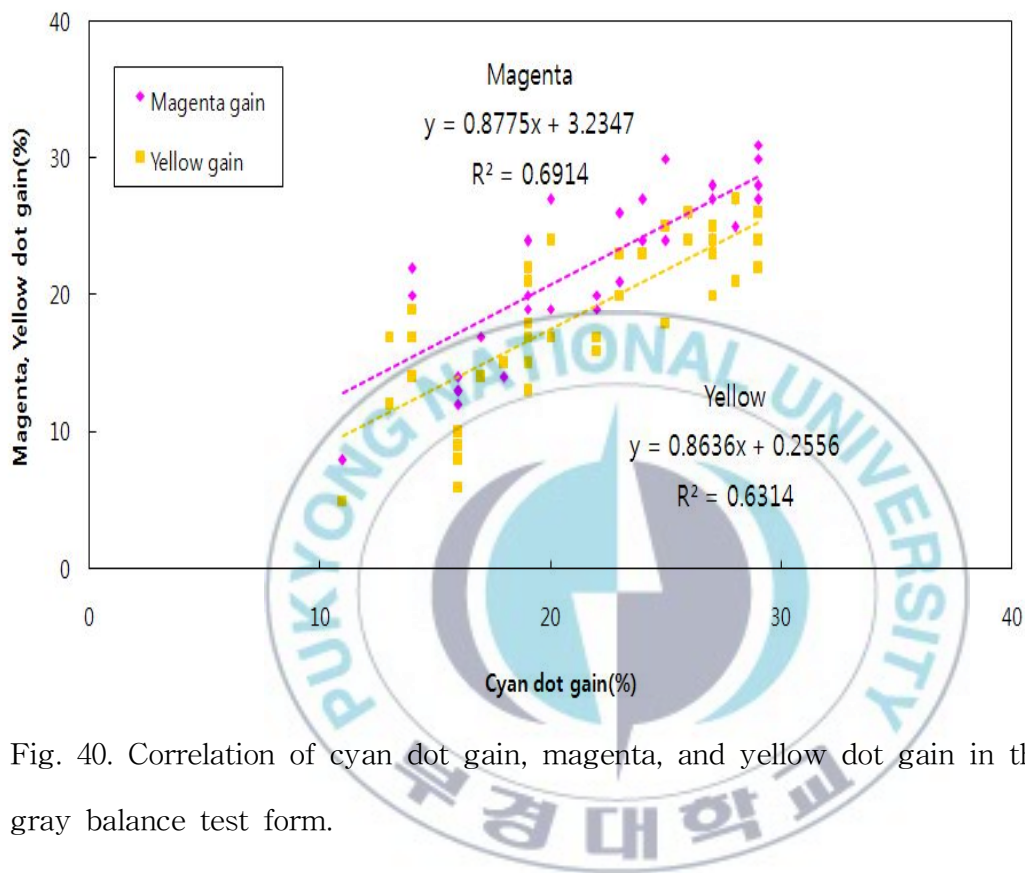


Fig. 40. Correlation of cyan dot gain, magenta, and yellow dot gain in the gray balance test form.

Fig. 41은 Fig. 40과 동일한 패치에서 magenta과 yellow의 상관관계를 타나낸 것으로 앞의 경우보다는 높은 상관성을 보이고 있다.

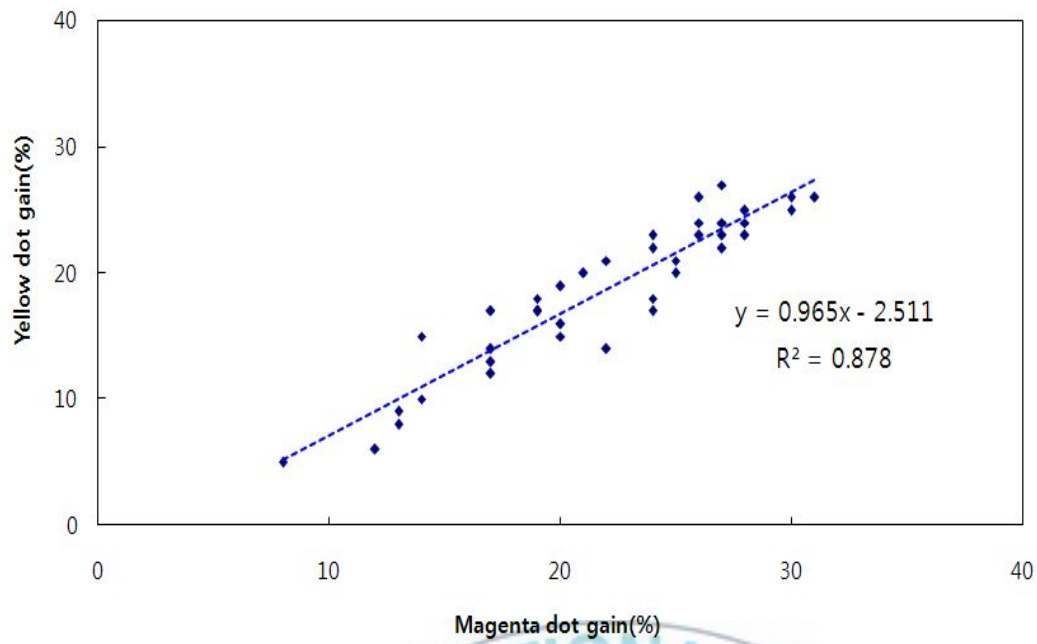


Fig. 41. Correlation of magenta and yellow dot gain in the gray balance test form.

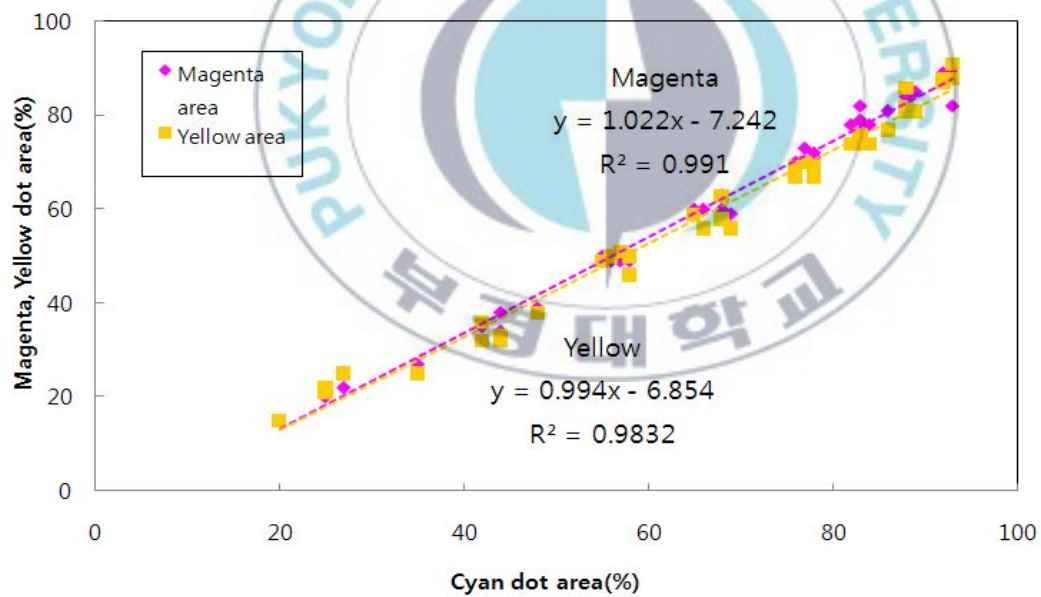


Fig. 42. Correlation of cyan dot gain, magenta, and yellow dot gain in the gray balance test form.

Fig. 42는 Fig. 7의 테스트 이미지 중에서 망점 그라데이션 부분의 각 셀의 망점 영역을 측정한 후 cyan 과 magenta, yellow 와의 상관성을 분석한 결과이다. Fig. 42 에서 cyan 의 망점 영역이 커지면 magenta 과 yellow 의 망점 영역도 함께 증가는 상관성이 매우 높은 것으로 나타났다. 이는 망점의 크기에 관계없이 일정한 규칙성을 가진다는 의미이며 사진인쇄에서 이미지의 밸런스를 유지하는 기본 척도로 활용이 가능하다는 의미이다. 또한 결정계수가 0.9 이상이므로 망점의 크기를 SNAP 등에서 권고한 25, 50, 75 %에서의 밸런스 바를 사용하지 않고 인쇄 특징에 맞는 크기를 선택하여 사용하여도 가능하다는 의미로 판단된다. 상관관계식에 의해 cyan을 22 %로 했을 때 magenta 과 yellow 는 각각 15 %로 계산되었고 이는 주관평가의 결과인 C 22, M 15, Y 16 %와 매우 유사한 결과를 얻었다. 따라서 본 연구에서는 신문지면의 디자인에 어울리는 중성색으로 C 22, M15, Y16 을 결정하여 사용하는 것이 실험적으로 증명되었다고 볼 수 있다.

Fig. 43 은 magenta 과 yellow 의 망점 영역에 대한 상관관계를 분석한 결과이며 정비례하는 관계를 보이고 있다.

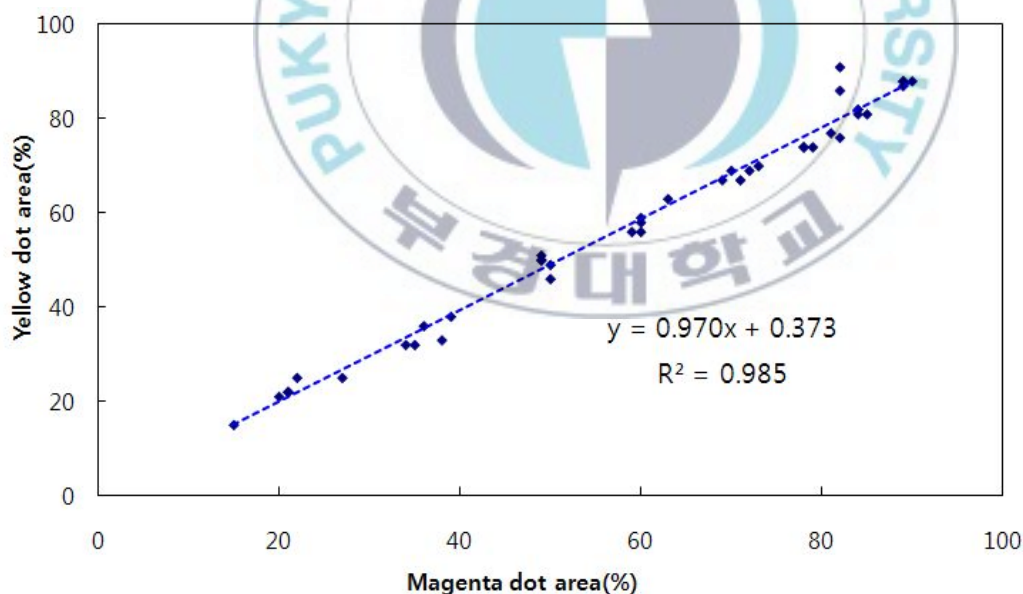


Fig. 43. Correlation of magenta and yellow dot gain in the gray balance test form.

Fig. 44는 실험에서 사용된 실제 신문 용지의 그레이 밸런스 바의 삽화이다.

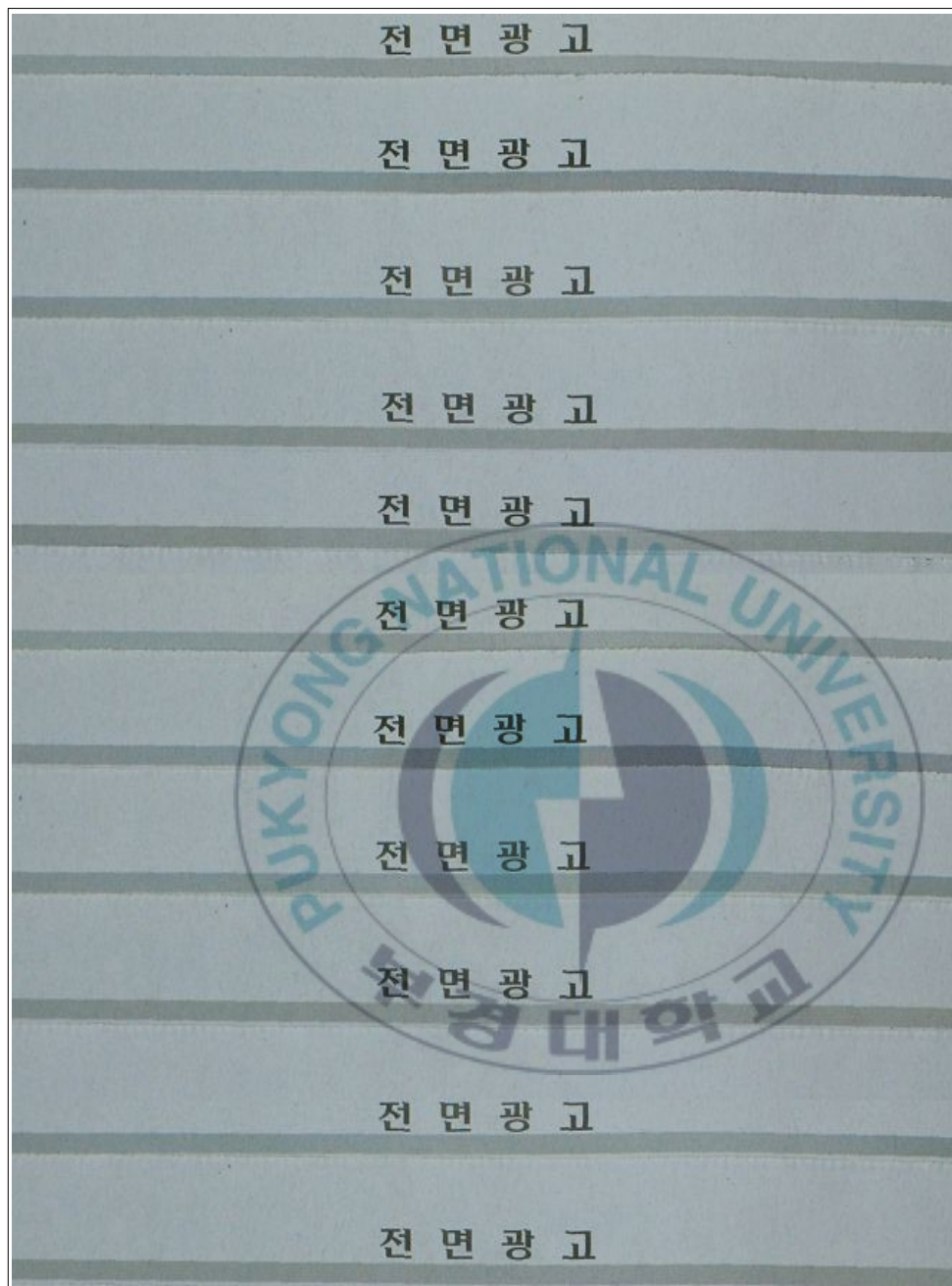


Fig. 44. Gray balance bar on the newspaper.

4-3. 5개 공장에서의 그레이 밸런스 바 농도 측정 결과

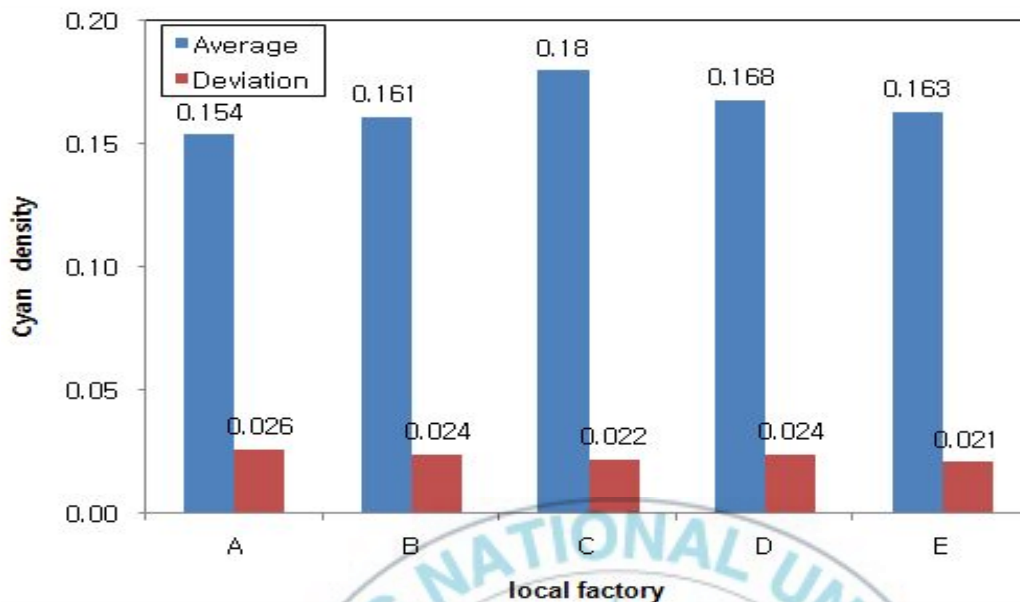


Fig. 45. Cyan density on the classified section into each factory for a month.

Fig. 45는 1개월간 그레이 밸런스 바를 적용한 후 발생하는 신문에서 그레이 밸런스 바의 cyan 농도를 측정한 결과이다. 신문의 편집 디자인 측면에서 전면 광고면에만 3.2mm 그레이 밸런스 바를 삽입하여 인쇄하였으며 5개 공장에서 생산되는 1개월간 신문 전체의 측정값에 대한 통계이다. 각 공장에서 cyan의 농도의 최대치와 최소치 범위는 0.15 ~ 0.18으로 비교적 좁은 범위에 있다고 볼 수 있다. 5개 공장간 평균값에 대한 편차는 0.023 수준으로 신문의 광고면이 각기 다른 광고가 인쇄되고 매일 광고가 바뀐다는 측면에서 보면 그리 높지 않은 수준이라 판단된다.

Fig. 46은 Fig. 45와 동일한 조건에서 magenta의 측정 결과이다. 그림에서 평균간 편차는 0.037이고 각 공장의 최대치와 최소치 사이의 범위는 0.15 ~ 0.18 수준으로 비교적 양호한 편이라 판단된다. cyan에서보다 다소 높은 편차를 보이고 있다.

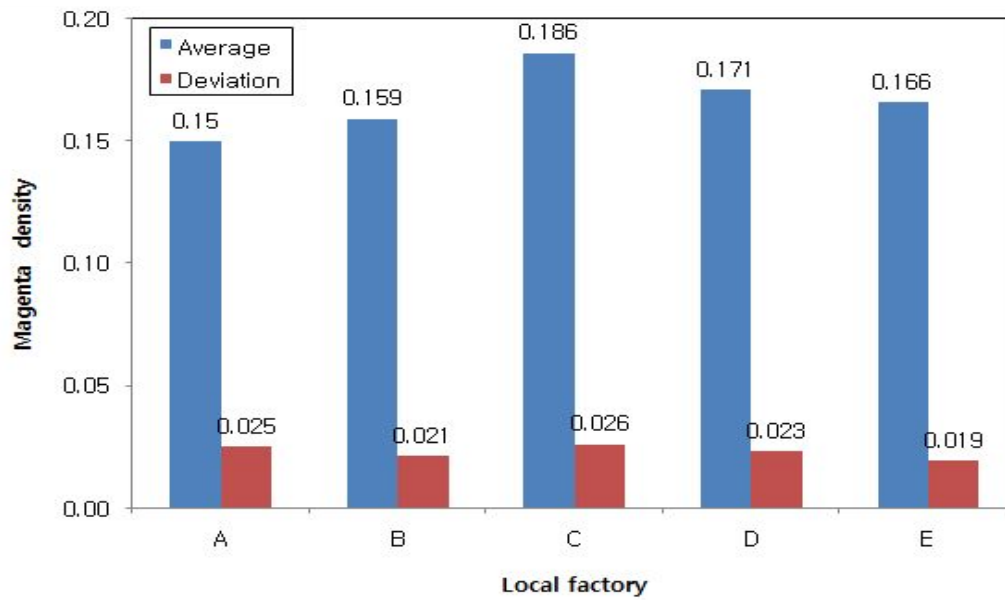


Fig. 46. Magenta density on the classified section into each factory for a month.

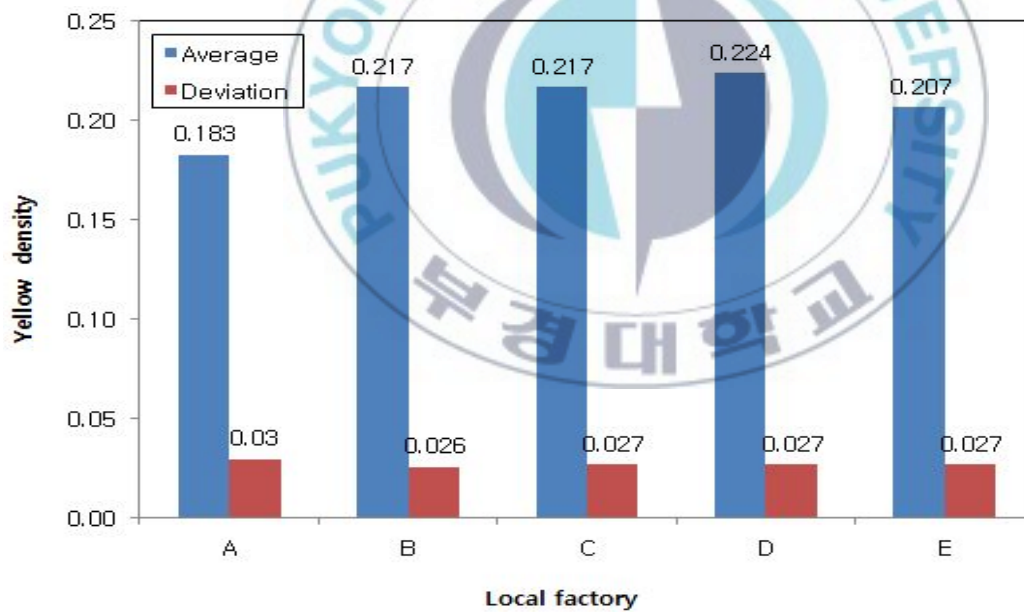


Fig. 47. Yellow density on the classified section into each factory for a month.

Fig. 47 은 Fig. 45, 46 과 동일한 조건에서 yellow 의 농도를 측정한 결과이다. 결과에서 5 개 공장간 평균값의 차이는 0.027 로 양호한 편이다. 또한 최대치와 최소치의 편차도 0.18 ~ 0.22 로 나타났다.

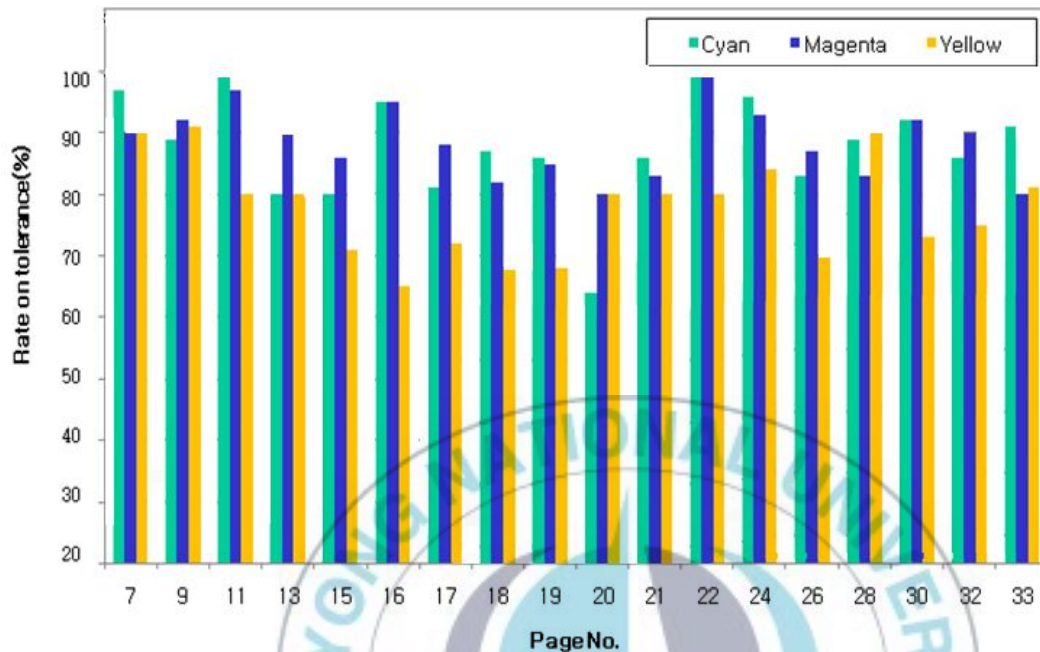


Fig. 48. The rate of each color density on the Gray balance bar within the error tolerance(%).

Fig. 48 은 5개 공장의 광고면에 인쇄된 그레이 밸런스 바의 농도가 허용오차 내 들어가는 비율을 신문의 지면별로 나타낸 것이다. 그레이 밸런스 바를 도입하기 전 육안 관리에 의한 허용오차 내 비율을 나타낸 Fig. 10, 12, 14 와 비교하여 월등히 높아진 것을 확인할 수 있다. 신문 전체면 평균은 84 % 수준으로 나타났고 가장 낮은 경우도 73% 수준을 유지하고 있으므로, 본 연구에서 지방의 각 공장에서의 동시 다발적으로 인쇄되는 신문 인쇄 농도의 균일성을 확보하고자 하는 목적을 달성하였다 판단된다.

4-4. 그레이 밸런스 바 적용에 따른 각 공장별 색상 일관성 평가

Table 9. Data Number and Rate in Tolerance from Each Factory

color		A	B	C	D	E
Cyan	data No.	153	161	162	159	169
	rate in tolerance	0.78	0.81	0.83	0.82	0.86
Magenta	data No.	154	183	151	163	191
	rate in tolerance	0.78	0.90	0.78	0.84	0.94
Yellow	data No.	126	157	143	136	145
	rate in tolerance	0.77	0.80	0.75	0.73	0.86

Table 9는 1개월간 5개 공장에서 발행된 신문 전면광고의 그레이 밸런스 바 농도를 측정하고 SNAP의 권고 허용 범위 내에 포함되는 비율을 나타낸 것이다. 그레이 밸런스 바의 망점은 25% 내외로 민농도 기준으로 ± 0.1 인 허용범위를 망점 25%로 환산할 경우 ± 0.022 가 되며 이 값을 적용하였을 경우 최저 73%에서 최고 94%가 범위 내에 있는 것으로 확인되었다. FOGRA에서는 1 sigma 수준인 67%가 허용 범위 내에 있으면 신문인쇄에서는 양호한 수준으로 평가하고 있기 때문에 본 연구에서 적용한 실인쇄에서 그레이 밸런스 바를 이용한 색상 균일화의 목적은 달성된 것으로 판단된다.

Fig. 49는 1개월 동안 5개 공장에서 발행된 신문의 cyan 농도 추이를 나타낸 것으로 일자별 다소의 편차는 나타나지만 농도의 상승이나 하락의 추이가 나타나지 않고 일정한 수준을 5개 공장에서 모두 보이고 있다. 이는 그레이 밸런스 바에 익숙한 작업자들이 과도한 잉크의 공급이나 색상의 편향 없이 작업되어 지는 것으로 볼 수 있으며 본 연구에서의 목적도 충분히 달성된 것으로 판단된다.

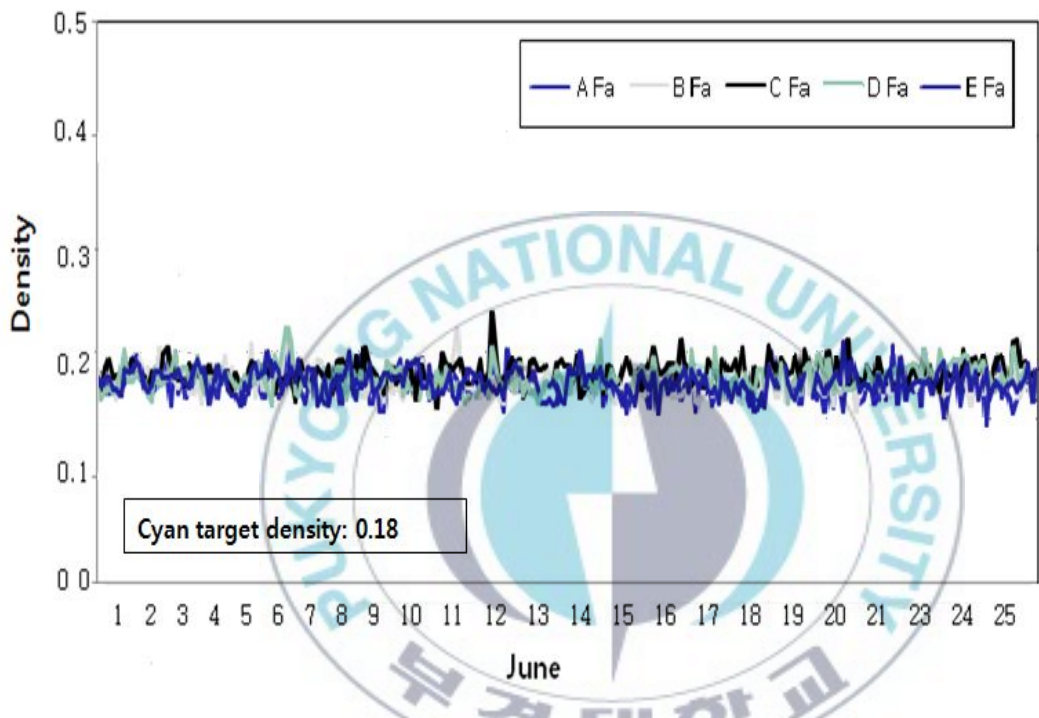


Fig. 49. Development cyan density of on the published newspaper from each factory.

Fig. 50은 5개 공장에서 발행된 신문의 magenta 농도 추이를 나타낸 것으로 일자별 다소의 편차는 나타나지만 농도의 상승이나 하락의 추이가 나타나지 않고 일정한 수준을 5개 공장에서 모두 보이고 있다. 이 또한 yellow 와 동일한 현상으로 해석될 수 있으며 본 연구에서의 목적도 충분히 달성된 것으로 판단된다.

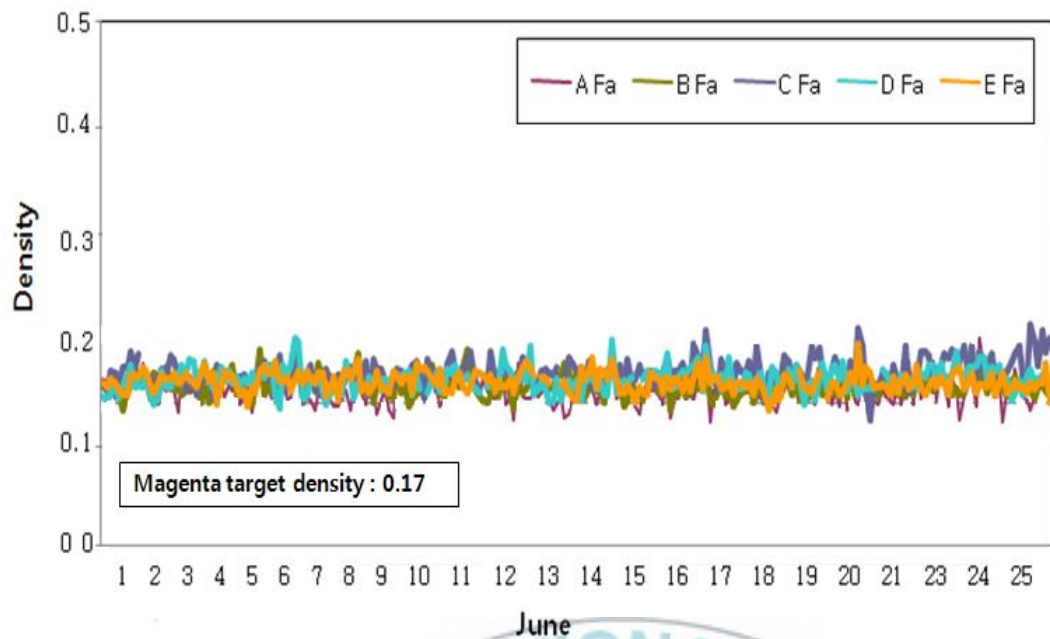


Fig. 50. Development magenta density of on the published newspaper from each factory.

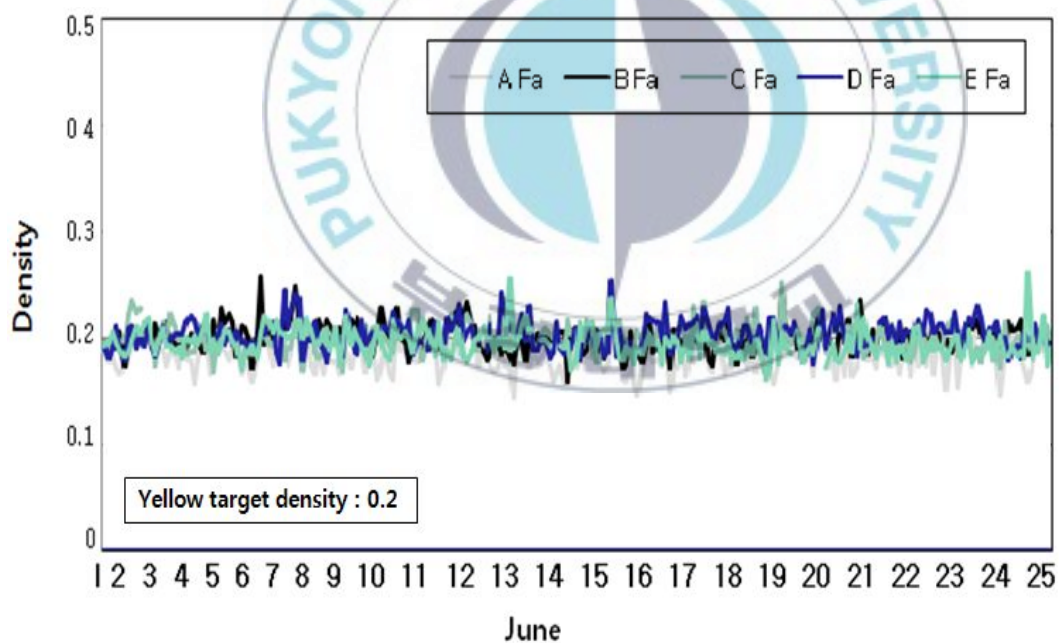


Fig. 51. Development yellow density of on the published newspaper from each factory.

Fig. 51은 5개 공장에서 발행된 신문의 yellow 농도 추이를 나타낸 것으로 일자별 다소의 편차는 나타나지만 농도의 상승이나 하락의 추이가 나타나지 않고 일정한 수준을 5개 공장에서 모두 보이고 있다. 또한 목표 농도 0.20을 유지하는 것으로 판단할 수 있다. 이는 그레이 밸런스 바에 익숙한 작업자들이 과도한 잉크의 공급이나 색상의 편향 없이 작업되어 지는 것으로 볼 수 있으며 본 연구에서의 목적도 충분히 달성된 것으로 판단된다.

Fig. 52는 5개 공장에서 1개월 동안 발생한 신문 광고면의 black 농도를 나타낸 것으로 그레이 밸런스 바를 도입하기 전인 Fig. 9, 11, 13의 육안관리 결과와 비교하면 농도의 안정성이 확인되었다.

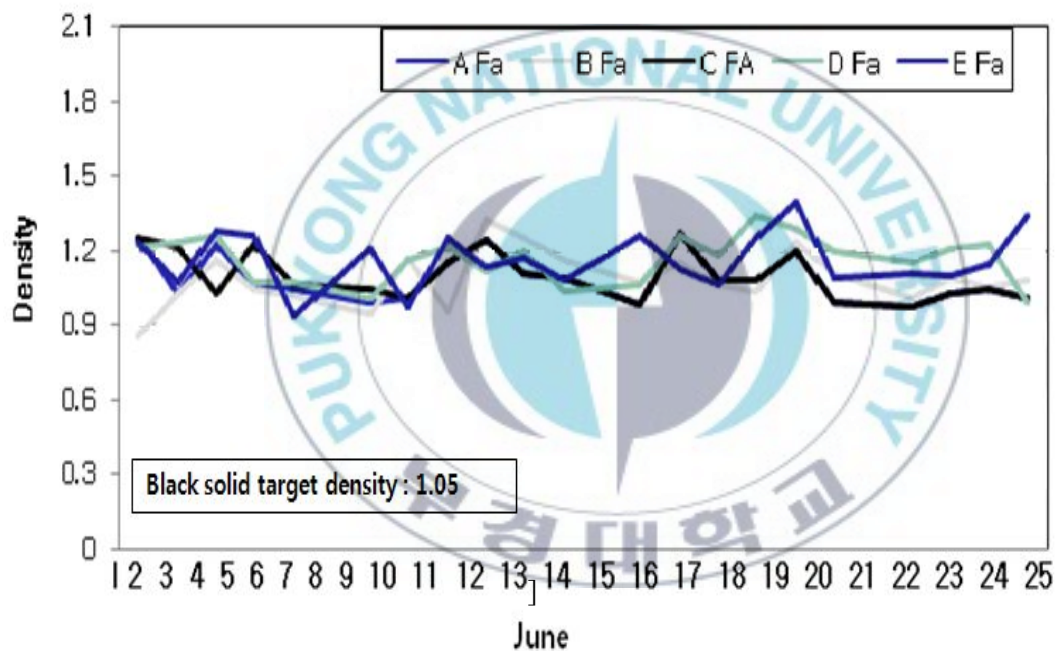


Fig. 52. Development black density of on the published newspaper from each factory.

제 5 장 결론

본 연구에서는 신문인쇄의 품질균일성에 대한 주관적평가의 문제점을 파악하고자 현재의 신문인쇄설비의 불안정한 요소를 재조명하고 실제 필드에서 인쇄된 신문시료의 데이터를 분석하여 육안관리에 의한 인쇄농도 관리의 문제점을 확인하였다. 또한, 신문인쇄 품질에 영향을 주는 잉크량, 축임물량 및 전도도, 인쇄속도 등의 조건변화에 따른 실험을 통해 이들의 최적의 인쇄조건을 파악하고자 하였고 인쇄재료 중 가장 영향을 주는 인쇄용지의 적성을 평가하기 위하여 국내에서 유통되는 대표지종(3 개사)에 대한 전이율을 평가하였다.

최종적으로 농도의 균일성을 향상시키기 위해 주관 평가와 상관식을 통해 구한 그레이밸런스 바(C 22%, M 15%, Y 16%)를 신문인쇄에 적용한 후 1개월간 5개 공장에서 인쇄한 신문의 농도품질을 실험장비를 이용하여 객관적으로 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 본 연구를 통하여 신문인쇄에 있어 윤전기와 필름출력기 등 인쇄설비의 오차와 오퍼레이터에 의한 주관적 판단의 농도조정이 윤전기 속도별, 인쇄 유닛별, 인쇄 부수별로 불안정하게 나타났으며, 그에 따른 최적농도 설정실험 결과 최고 콘트라스트에서의 농도는 C 0.90, M 0.70, Y 0.70, Bk 1.10으로 나타나 SNAP 권고 기준과 비교 시 magenta, yellow에서 0.15~0.2 떨어지는 것으로 나타났다.

2. 잉크 공급량에 따른 상관성은 잉크공급량이 늘어날수록 농도와 도트게인은 비례하나 콘트라스트는 20%~40%범위부터 반비례를 나타냈으며, 그에 따라 농도가 C 0.9, M 0.75, Y 0.8, Bk 1.2 수준의 잉크 공급이 적절한 것으로 확인되었다.

3. 축임물의 전도도 증가는 농도의 저하와 상관성이 있고, 축임물 공급량의 증가 역시 농도의 저하 및 용지의 신축과 밀접한 상관성이 있는 것으로 확인되었다. 따라서 적절한 축임물 공급이 인쇄판 오염 방지와 콘트라스트 유지 및 컬러 가늠맞춤을 원활하게 하는 것으로 나타났다.

4. 그레이 밸런스 바의 망점은 25% 내외로 민농도 기준으로 0.1인 허용범위를 망점 25%로 환산할 경우 ± 0.025 가 되며 이 값을 적용하였을 경우 신문 그레이 밸런스 바의 농도가 허용 범위내에 드는 비율이 최저 73%에서 최고 94%로 평균 84% 수준으로 확인되었다.

5. FOGRA에서는 1 sigma 수준인 67%가 허용 범위 내에 있으면 신문인쇄에서는 양호한 수준으로 평가하고 있다. 따라서 본 연구에서 적용한 실인쇄 전면 농도의 허용 범위내 비율이 평균 84%로 나타나 그레이 밸런스 바를 이용한 색상 균일화의 목적은 달성된 것으로 판단된다.



Reference

- 1) 천혜봉, “고인쇄”, 대원사, p. 6 (1993)
- 2) Jorgensenn, “Colour control in lithography”, Pira International, pp. 213-217 (1993)
- 3) 일본인쇄기술협회, Vol.26, No.5 pp. 226-244 (1989)
- 4) Alan R. Muirhead., Nerth American print survey, TAGA, pp. 585~593 (1985)
- 5) 한솔기술원, “인쇄품질 평가의 계수화 연구” 대한인쇄연구소, p.42 (1988)
- 6) ISO, 5~3 : 1995(E)
- 7) ISO, 5~4 : 1995(E)
- 8) FOGRA, Praxis Report 34, June (1996)
- 9) FOGRA, Manual for Standardisation of the Offset Printing Process, A2.9 (1992)
- 10) Tanaka Kouji, 인쇄잡지, Vol.81, No.2, pp17~21 (1998)
- 11) Bartleson, How to Check and Correct Color Proofs, Quarto Pubishing plc. pp. 67~77 (1994)
- 12) D. C. Mac Adam, Interconnection technique of ALIVH substrate International Symposium on Advanced Packaging Materials, pp. 23~28 (2001)
- 13) R. M. Adams & J. B. Weisberg, The GATF Practical Guide to Color Management. 2nd. edition , GATF Press (2000)
- 14) H. A. Fenton, & F. J. Romano, On-Demand Printing, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, GATFPRESS (1995)
- 15) W. C. Walker, J. M. Fetsko, A concept of ink transfer during printing, Am. Ink Maker, Vol.33, No.12,p .38 (1955)
- 16) M. Zaleski, W. D. Schaeffer and A. C. Zettlemyer, An extender application of the Walker-Fetsko ink transfer equation, Advances in printing science and technology, Vol.6, pp. 175-184. (1967)
- 17) J. E. Levin, L. Nordman, On the penetration of ink in to paper, Advances in printing science and technology, Vol. 4, pp. 33 (1967)

- 18) P. J. Mangin, M. B. Lyne, D. H. Pageand, J. H. De. Grace, Ink transfer equations parameter estimation and interpretation, Advances in printing science and technology, Vol. 16, pp.180 (1981)
- 19) Abhay Sharma, Understanding Color Management (2004)
- 20) C. Y. Hsu, Color matching comparison between generic and custom press profiles, Test Target 3.0 (2003)
- 21) Archer, H. B. Reproduction of Gray with halftone, TAGA proceeding, pp. 180-193 (1954)
- 22) Elyjiw Zenon, A practical approach to Gray balance and tone reproduction in process control, TAGA proceeding, pp.78-97 (1972)
- 23) Schwartz, M., Holub, R. and Gilbert, J. Measurement of Gray component reduction in neutrals and saturates colors, TAGA proceeding, pp. 16-27 (1985)
- 24) Johnson, Tony, The application of printing specifications to Gray component replacement, TAGA proceeding, pp. 502-510 (1988)
- 25) Brunner, Felix, System Brunner PCP picture contrast profile, TAGA proceeding, pp.256-264 (1987)
- 26) Malikhao, Patchanee, Gray balance determination of analog electrophotographic proofs by means of spectrophotometric measurement, TAGA proceeding, pp. 118-142 (1993)
- 27) Stanton, Anthony and Hutton, Phillip, An analysis of sheetfed lithographic print attributes, TAGA proceeding, pp.389-408 (1999)
- 28) Anthony Mortimer, Colour reproduction in the Printing Industry, Pira International, pp. 179-186 (1991)
- 29) Kudzai Chigogora, Paul D. Fleming III and Abhay Sharma, Optimizing Proofing in a Digital Work Flow, Proceedings of the 57th TAGA Annual Technical Conference, Toronto, Ontario (2005)
- 30) Dawn Wallner, Color Management and Transformation through ICC Profile, Color Engineering, pp.247~261 (2002)

- 31) Bruce Fraser, Charis Murphy and Fred bunting, Real World Color Management, 2nd. edition (2005)
- 32) Evening, M, Adobe photoshop CS2 for Photographer, Boston Focal press (2005)
- 33) Harald Johnson, Mastering Digital Printing. 2nd. edition (2005)
- 34) Roy S. Berns, Principles of Color Technology, 3rd. edition, John Wiley and Sons, Inc (2000)
- 35) Michael Stokes, A Standard Default Color Space for the Internet - sRGB, <http://www.w3.org/Graphics/Color/sRGB.html>.
- 36) Mary Nielsen and Michael Stokes, The Creation of the sRGB ICC Profile, IS&T/SID Proc. 6th Color Image Conference, pp. 253~257 (1998)
- 37) <http://www.adobe.com/digitalimage/pdf/adobeRGB1998.pdf>.
- 38) http://help.adobe.com/en_US/Acrobat/8.0/Professional/help.html.
- 39) Dr. Abhay Sharma and Dr. Fleming, P. D. Measuring the Quality of ICC Profiles and Color Management Software, Volume 2. No.19, the Seybold Report, Analyzing Publishing Technology, pp.3~8 (2003)
- 40) Robert Y. Chung and Yoshinori Komori, ICC-based CMS & Its Color Matching Performance, Proc. TAGA (1998)
- 41) Gretag Macbeth Profile Maker 5.0 Pro Help.
- 42) Robert Chung, Yoshkazu Shimamura, Quantitative Analysis of Pictorial Color Image Difference, Proc. TAGA (2001)
- 43) R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, 2nd edition. Prentice Hall (2002)
- 44) M. D. Fairchild, Color Appearance Models, 2nd ed., John Wiley & Sons, Ltd (2005)
- 45) R. W. G. Hunt, The Reproduction of Color, 6nd ed., John Wiley & Sons Ltd, (2004)
- 46) 윤종태, 인쇄적성개론, 효민출판사 (2010)

감사의 글

논문의 마지막 마무리를 감사의 글로 남기려 하니 많은 분들의 도움과 그분들이 아니었다면 이 작은 결실을 맺지 못했을 것이란 생각이 들며 도움을 주신 모든 분들께 진심으로 감사를 드립니다.

먼저 바쁘신 일정 중에도 격려와 지도를 아낌없이 해주신 윤종태 지도교수님께 깊은 감사를 드리며, 논문의 완성을 위해 세심한 지도와 가르침을 주신 구철회 교수님, 이만교 박사님, 기계자동차공학과와 김광희 교수님, 화학과의 변상용 교수님께도 감사드립니다.

박사과정의 대학원 교과과정에서 많은 가르침과 도움을 주신 김성빈 교수님께도 감사드리며, 금년 논문심사기간을 함께한 인채적성실의 학부과정 이언석, 석사과정 정지은님 특히 마지막 마무리까지 같이해준 이은진 후배님과 광명잉크 박정민 수석연구원님께도 감사의 마음을 드립니다.

항상 관심과 격려를 아끼지 않으신 조선일보사 방계성 자문역님, PM실 차형호 실장님, 동료인 김현수, 조운구, 방순환, 김영균, 권승희, 강명세 과장님들과 특별한 관심과 애정을 보이신 박원배 부장님, 심상찬 부장님, 김재휘님, 홍광표님, 유인선님, 최선용님, 김승근님, 임성근님 내외분께도 감사의 말씀을 드립니다.

오늘의 결실이 있기까지 항상 지도로 함께 해 주신 어머님께 깊은 감사를 드리며, 관심과 마음의 위안을 준 동생들과 제수씨와 매제들께도 감사드립니다.

그동안 인내하며 사랑과 믿음으로 내조를 해준 사랑하는 아내와 아들 준성, 딸 준영이와 이 기쁨을 함께 하고자 하며, 생전에 드리지 못한 이 논문을 일찍이 영면하신 아버님 영전에 바칩니다.

2010년 12월

白 鎬 國