

非塗被紙에서 投描效果와 印刷品質의 關係에 관한 研究

金愛娟 · 李滿教 · 元慶姬 · 尹鍾太

釜山工業大學校 印刷工學科

A Study on the Correlation between Anchor Point and printing quality in a Uncoated Paper

Ae-Yoen Kim · Man-kyo Lee · Kyong-Hee Won · Jong-Tae Youn

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

Abstract

This is the study which appear the relation between the situation of Anchor point and the qualities of lithographic prints using the uncoated paper. Anchor point were measured by microscopic photography and Kubelka-munk's method. The situation of Anchor point increased with print density and print through, but it decreased with evenness and rub off. In case of commercial uncoated paper, the situation of Anchor point was optimized when it was 25-35% apporoximately. In preparation of samples for microscopic photography, the samples were used by the resin testing methods. This method used that the resin fixes the printed papers of sample very hard, in preparation of samples for microscopica potography a good result could be gained by this method .

1. 序 論

印刷物の 役割은 크게 情報의 貯藏이라는 側面과 迅速한 情報傳達 媒體로서의 역할이 있다. 따라서 우리는 자주 인쇄물의 品質과 數量的인 面의 양쪽에 모두 重點을 두기는 어려운 境遇가 많다. 즉, 많은 인쇄 出版物들이 고도의 原稿 再現性, 高光澤, 高線銳性 및 印刷 密度 등을 중요시하는 反面에, 情報媒體로서의 役割을 하고 있는 一般 新聞이나 雜誌 등의 出版物은 인쇄물의 大量生産을 위해 印刷時間과 乾燥時間의 短縮에 重點을 두는 것이 보통이다. 따라서 後者와 같은 製品에는 印刷物の 作業適性인 뒷문음, 묻어남, 초오킹 등의 현상과 용지와 잉크 간의 印刷適性이 무엇보다도 重要하다.

이와 같은 인쇄물은 주로 非塗被紙에 浸透 및 酸化重合 乾燥 機構를 利用하여 인쇄를 하기 때문에, 인쇄물의 品質은 Anchor point¹⁾의 位置가 큰 影響을 미친다. 이 位置는 用紙내의 잉크가 浸透된 깊이를 科學的으로 表現하는 基準이 되기 때문에, 現在까지 이 分野에 觀

한 연구가 많은 다른 연구자들에 의해 隨行되어 왔다.²⁾

1930년대 부터 용지와 잉크 중 기름의 相互作用을 알아보기 위해 透過光과 用紙의 裏面の 反射率을 사용하였고, 1950년대에는 Floation방법과 Osilloscope를 이용하여 浸透 現象을 體系的으로 研究하였다. 그 이후 용지의 光學的 特性에 대한 잉크 存在의 效果와 기름 分布에 관한 假定을 克服하기 위해 가로 方向의 分포를 보기 위한 연구가 sectioning방법이라 하여 용지를 直角 또는 斜角으로 자르는 방법이 많은 論文에 報告되어 있다. 最近에는 液體 窒素 또는 드라이아이스 등으로 印刷物을 冷却시켜서 자른 후, 그 단면에 침투된 잉크의 位置를 觀察하는 방법, microtome방법 등이 많이 이용되고 있는 실정이다.^{3)~9)}

그러나 이러한 잉크와 用紙 사이의 浸透 關係에 관한 연구들은 理論的이고 數學的인 背景에 應用되는 比較的 簡單한 實驗 結果를 얻기는 하였으나, 實驗상의 용지와 잉크간의 광학적 特性에만 치우친 短點을 발견할 수 있다. 또한, sectioning방법을 이용한 研究 結果들은 用紙가 纖維素로 이루어졌기 때문에 斷面을 보기 위한 試料 製作에 많은 어려움이 있었다.

따라서, 본 研究는 時間과 노력이 많이 들기는 하지만, 보다 精密한 方法으로 시료를 제작하고, 앞서 다른 연구자들에 의해 연구된 광학적 方法^{10)~16)}과 비교하며, 몇가지 印刷 適性을 검토하고자 하였다. 研究는 現在 國內에서 市販되는 國產 非塗被紙를 對象으로 하였으며, 平版 민자 印刷을 할 경우 침투된 잉크의 깊이는 호마이카 수지에 고착하는 방법을 사용하였다.

2. 實 驗

2.1. 實驗 材料

用紙의 試料로는 일반적으로 現在 國內에서 市販되고 있는 國產 非塗被紙로서 通稱 新聞用紙, 更紙, 上質紙, 中質紙등으로 불리는 用紙 9種을 蒐集하여 物理的인 特性 實驗을 한 후 試料로 사용하였다. 잉크는 約 18% Carbon black이 含有된 國產 黑色잉크를 利用하였다.

2.2. 實驗 方法

이 實驗의 特異한 點은 印刷 適性 試驗機 보다 直接 實驗用 印刷機를 使用했다는 點이다. 즉, 單色 印刷機인 Iitek model 985를 사용하였는데, 이때 印刷 速度를 3500rpm에서 6000rpm까지 5段階로 變化시키면서 민자 印刷을 하였다. 印刷物은 直徑 10, 길이 3cm의 작은 strip을 만들어서 直徑 約 13mm의 PVC 시험관에서 호마이카 樹脂로 硬化시켜 切斷한 다음, 測定할 面을 反射 顯微鏡 撮影을 하였다.

각각의 인쇄물에 대한 잉크의 침투 깊이의 측정에는 두가지 방법을 사용하였다. 그 理由는 光學的인 豫測法과 顯微鏡에 의한 實測法을 比較하기 위한 것이다. 反射 濃度計는 Macbeth model TR 928을 사용하였고, 反射 顯微鏡은 Metallogical microscope model MCB-1, Germany를 사용하였다.

印刷物의 光澤度는 Gloss Meter model TC-1080을 이용하여, KS 規格 M 7067과 같이

入射光에 紙面에 대한 角度인 75度로 測定하였다.

Rub off는 試料를 4時間 室溫에서 乾燥시킨 후 Rub off Tester를 利用하여 測定하였다. 標準 用紙로는 機械 部品으로 提供된 흰색 본드 종이로 하고, 直徑 5.08cm의 시료를 놓고 1.00kPa의 壓力을 준 상태에서 20回轉하여 측정하였다. 이때 回轉 速度는 60rpm이었다.

3. 結果 및 考察

3.1. 用紙의 物理的 特性

Table 1은 本 實驗에서 사용한 용지의 物理的 特性을 측정된 結果로 非塗被紙중에서도 신문용지와 상질지의 두께 차이는 4배 이상이였다. 表面에 잉크의 被服面積比와 관계있는 平滑度와 잉크중 성분 的 毛細管現象에 의한 잉크의 浸透現象을 좌우하는 透氣度 역시 약 2배 정도 的 차이를 보인다. 이와같은 非塗被紙의 物性은 대체로 시중의 非塗被紙에 관한 전형적인 모양이므로 本 논문에서 실험하고자 하는 일반적인 國產 非塗被紙로서 平均 物性으로 적합하다고 보았다.

Table 1. Charicteristics of sample papers.

Sample No.	Paper	Basic weight (g/m)	Thickness (μm)	Surface density	Smoothness (μm)	Permeability (sec)
1	newspaper	46	64	0.22	102	30.8
2	woody paper	54	83	0.21	28	44.1
3	wood free paper A	80	81	0.03	35	42.1
4	wood free paper B	80	87	0.06	54	23.1
5	wood free paper C	120	176	0.04	30	23.6
6	wood free paper D	180	181	0.01	12	16.5
7	kent paper A	180	191	0.01	7	14.9
8	kent paper B	200	232	0.03	24	16
9	kent paper C	200	253	0.06	33.6	41.3

3.2. 理論과 實測에 의한 침투깊이의 比較

유명한 Kubelka-Munk 의 理論에 의해 算出한 침투깊이와 두께에 대한 잉크의 침투깊이를 百分率로 算出한 Anchor point값은 Table 2와 같고, 試料의 斷面을 배율 250배와 350배에서 寫眞을 촬영한 결과의 예를 Photo. 1 과 Photo. 2에 나타내었다. 反射 顯微鏡에 의해 촬영한 Photo. 1은 Sample 4-E의 통칭 백상지의 倍率 350으로 촬영한 사진으로서, 용지 내부로 잉크 중 顔料가 침투된 斷面과 비히클이 浸透되는 지점을 알 수 있었다. Photo. 2는 Sample 6-B의 통칭 모조지를 倍率 250으로 촬영한 사진으로 Photo. 1에 비해 상당히 균일하게 안료가 분포되어 있는 것을 볼 수 있었다.

Table 2. Anchor point caculated by Kubelka-Munk equation.

◎	A		B		C		D		E	
	h	a p	h	a p	h	a p	h	a p	h	a p
● 1	0.025	38.9	0.020	30.8	0.013	19.8	0.013	19.8	0.013	19.8
2	0.040	47.6	0.034	40.7	0.030	36.6	0.022	25.9	0.016	19.2
3	0.025	43.6	0.031	39.1	0.028	33.9	0.023	27.2	0.017	20.4
4	0.038	43	0.038	43	0.038	43	0.033	37.7	0.028	31.4
5	0.033	18.6	0.033	18.6	0.033	18.6	0.033	18.6	0.033	18.6
6	0.042	23.5	0.042	23.5	0.042	23.5	0.042	23.5	0.042	24.5
7	0.048	25.5	0.048	25.5	0.048	25.5	0.048	25.5	0.048	25.5
8	0.053	22.8	0.053	22.8	0.053	22.8	0.053	22.8	0.053	22.8
9	0.040	16	0.040	16	0.040	16	0.040	16	0.040	16

● and ◎ represent printing condition and number of samples. h is Ink penetration depth into paper and a p is anchor point in %

Table 3은 용지에 浸透된 잉크의 침투깊이를 顯微鏡 寫眞에 의해 측정한 결과이다. 단, 이 결과들은 침투깊이를 용지의 두께에 대한 百分率로 나타난 값이다. 이 결과는 용지의 두께가 100 μ m 이하일 경우 Anchor point가 약 18-40%의 범위로 형성되어 그 변화가 크고, 100 μ m 이상일 경우는 약 15-25%의 범위에서 형성되므로 그 변화가 적은 것을 알 수 있었다. 그 이유는 印刷 速度에 依存하는데, 印刷 速度는 잉크의 轉移率에 反比例 關係가 있고, 轉移率은 침투깊이와 比例 關係에 있으므로, 상대적으로 침투 깊이가 차이가 난다고 생각된다.

즉, 이 두 값들은 같이 침투깊이를 나타낸 것이므로 두 값들을 비교한 결과는 Fig. 1과 Fig. 2로 나타내었다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 下級紙인 갱지로서 농도가 증가함에 따라 Anchor point의 증가폭이 30% 이상으로 큰 차이를 나타내고, 顯微鏡 測定法으로 측정한 Anchor point가 反射率 測定法에 의한 Anchor point보다 약 10% 정도의 낮은 결과를 얻었다. Fig. 2는 상질지로 농도가 변화하여도 Anchor point가 거의 일정한 분포를 나타내고, 反射率 測定法과 顯微鏡 測定法은 차이가 크지 않았다. 그 이유는 갱지가 상질지보다 용지의 多孔性이 크다고 생각할수 있으므로 Anchor point가 크게 나타났으며, 이것은 갱지가 상질지보다 잉크의 受容性이 크다고 생각된다.

Table 3. Anchor point determined from microscopic photography.

● ◎	A	B	C	D	E
1	45	30	25	23	20
2	40	27	30	20	18
3	37	30	27	25	18
4	42	40	40	35	30
5	25	23	20	15	15
6	23	20	20	21	19
7	22	21	22	22	20
8	23	22	20	17	15
9	22	22	20	18	16

● and ◎ represent printing condition and number of samples

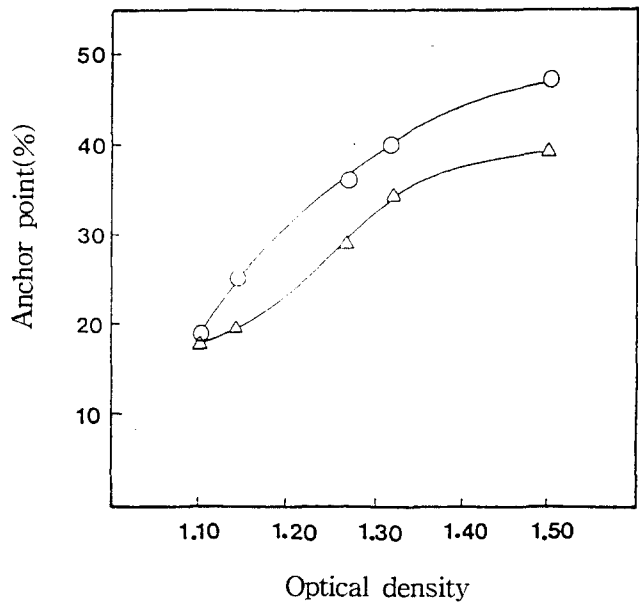


Fig. 1 Relationships between anchor point and optical density of sample 2.

○ : Calculated by Kubelka-Munk equation
△ : Determined from microscopical photography

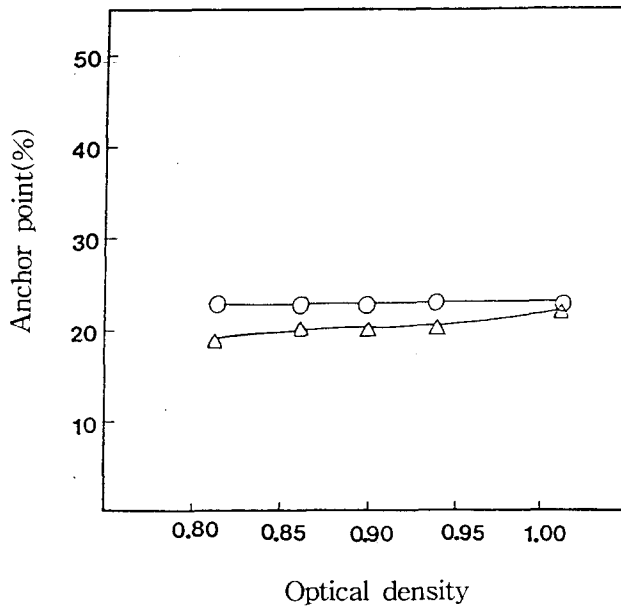


Fig. 2 Relationships between anchor point and optical density of sample 6.

○ : Calculated by Kubelka-Munk equation
△ : Determined from microscopical photography

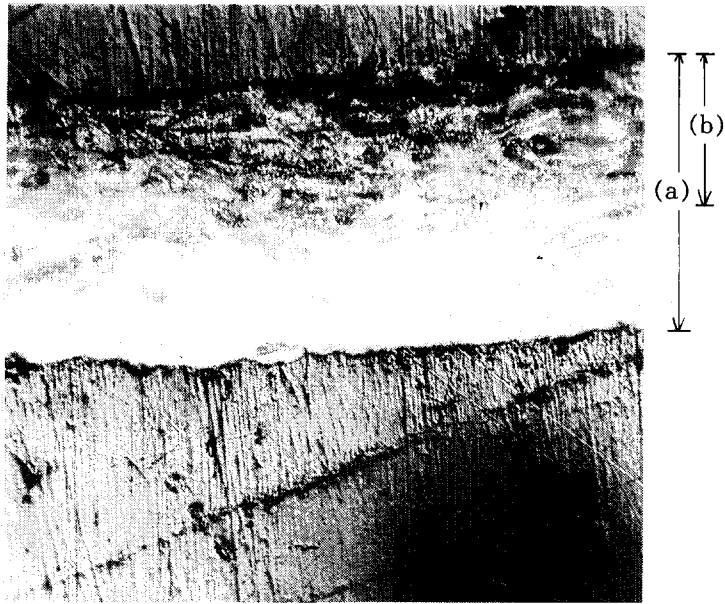


Photo.1. A cross-sectional view of sample 4-E

(a) : Thickness of paper (μm)

(b) : Ink penetration (μm)

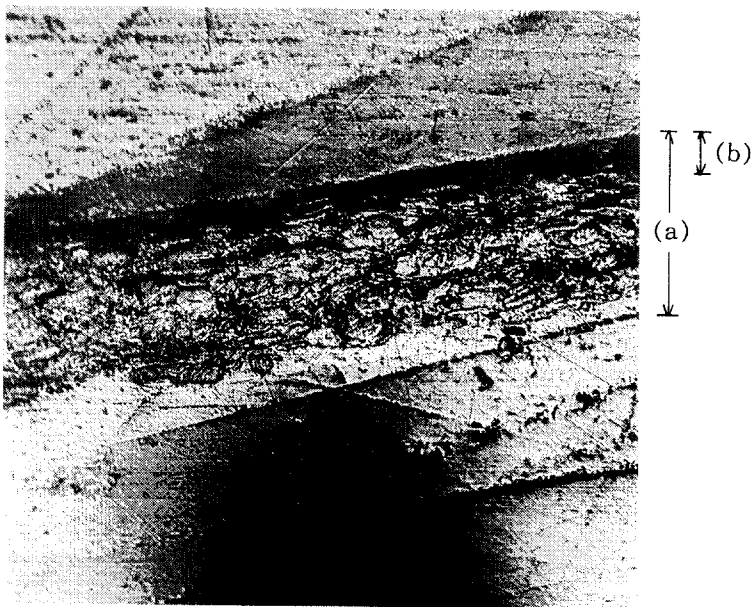


Photo.2. A cross-sectional view of sample 6-B

(a) : Thickness of paper (μm)

(b) : Ink penetration (μm)

3.3. 投錨效果와 Print density의 關係

Anchor point와 Print density의 測定 結果는 Fig. 3과 같이 正比例關係가 있었다. 그 이유는 非塗被紙에 印刷된 印刷物은 용지의 表面에 있는 요철이나 內部氣孔으로 잉크가 흘러 들어가서 乾燥되기 때문에 잉크가 용지와 2차결합 할 수 있다. 이러한 機械的 投錨效果는 주로 용지에 대한 잉크의 界面 化學的 付着力이다. 이 관계는 깊이에 따라서 付着力과 뒤비침을 좌우하는 동시에 Print density와 相關 關係가 있다고 볼 수 있는데, 이는 잉크가 용지에 침투가 깊어지면 Anchor point가 깊은 것은 용지 표면에 충분히 잉크가 피복되어 被服 面積比가 커져 증가하는 것으로 생각된다.

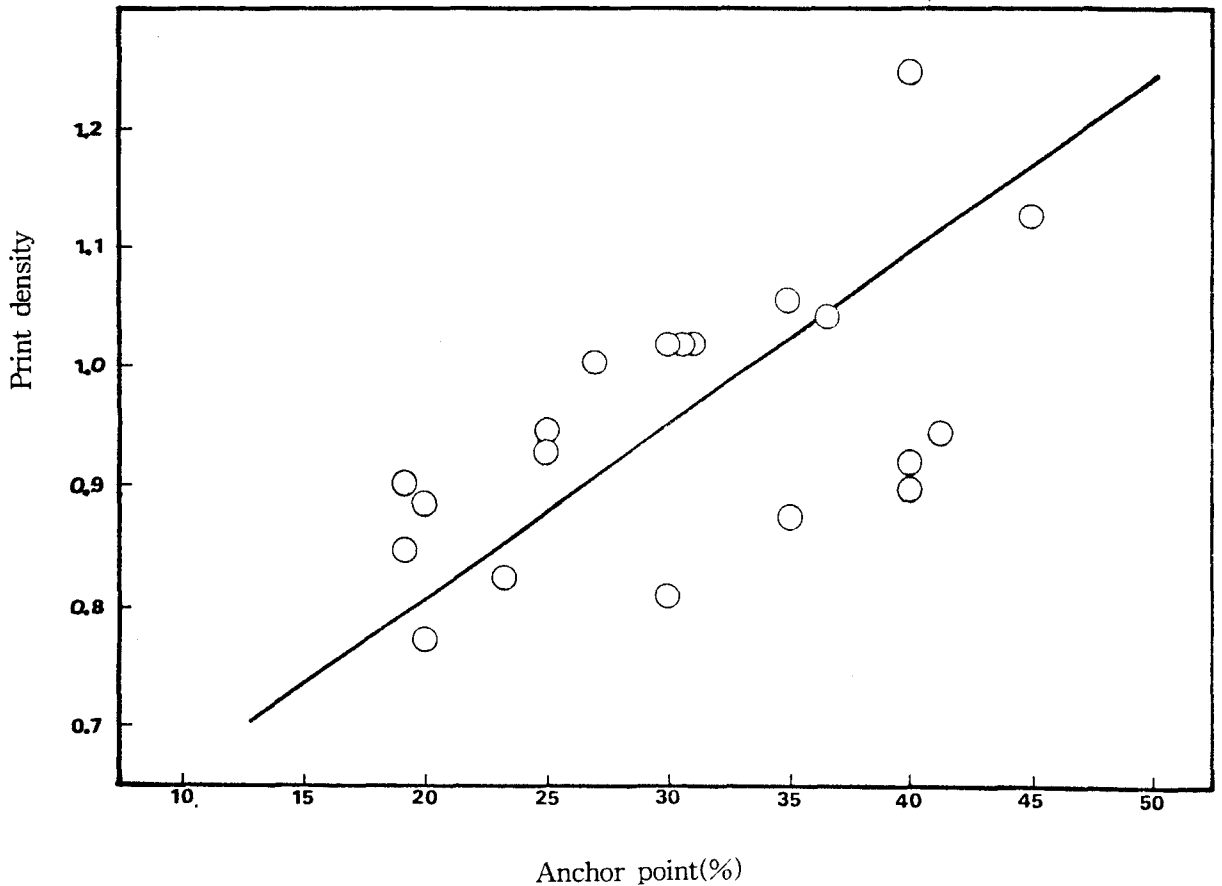


Fig. 3 Relationships between anchor point and print density of uncoated papers.

3.4. 投錨效果와 Print through의 關係

Fig. 4는 Anchor point와 Print through의 關係를 나타낸 결과이다. 이 결과는 Anchor point의 위치와 Print through가 직선적인 正比例 關係가 있음을 보여 준다. Print through는 잉크가 浸透한 깊이가 증가함에 따라서 비히클의 浸透가 증가하기 때문에, 당연히 용지 裏面의 농도가 높아지므로 Print through가 증가한다고 생각된다. 즉, 연육이 잘된 잉크의 Anchor point의 위치를 깊게하면 잉크의 投錨效果는 높아질 것이다. 그러나 投錨效果를 너무 강조하다보면 잉크의 침투깊이가 깊어지고 상대적으로 Print through가 높아져서, 裏面의 印刷 效果가 不良해지고 결국에는 裏面 印刷가 불가능해지는 결과를 예상할 수 있다.

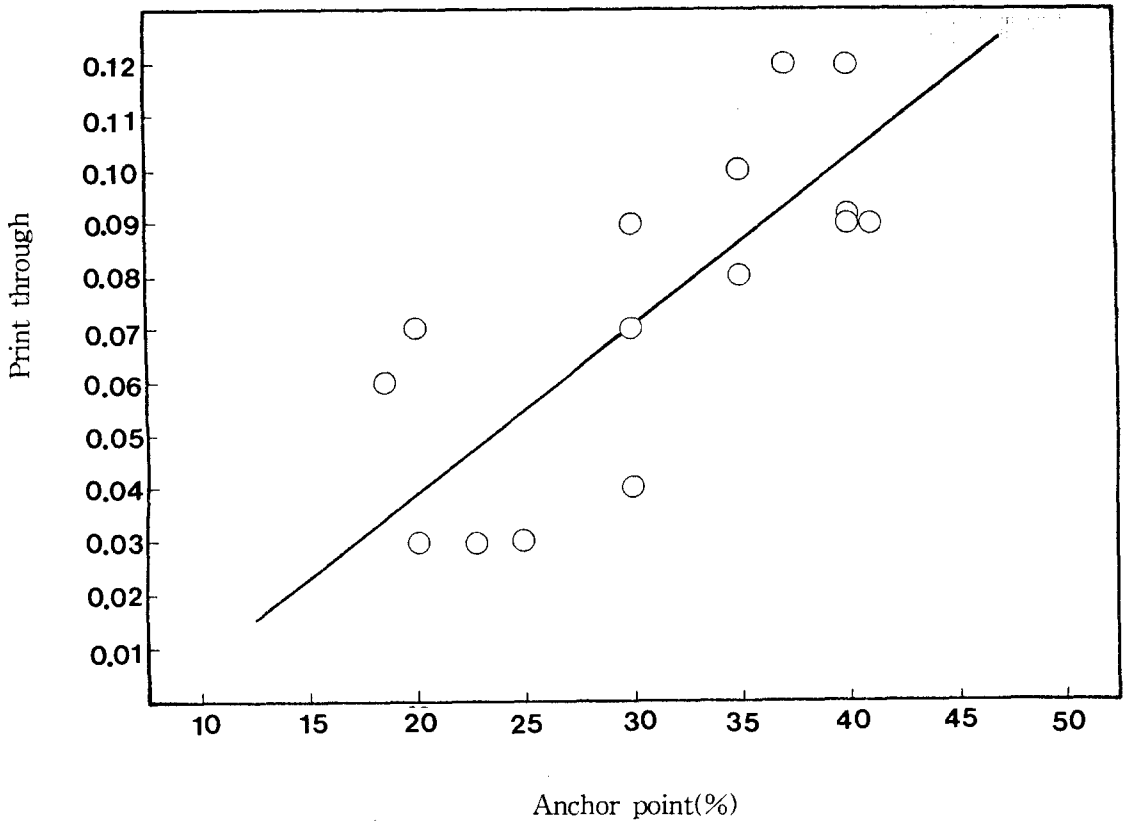


Fig. 4 Relationships between anchor point and print through of uncoated papers.

3.5. 投錨效果와 光澤性의 關係

용지의 光澤度와 Anchor point의 關係를 Fig. 5에 나타내었다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 非塗被紙의 光澤度는 3-4%의 光澤量을 보이고, 각각의 용지에 따라서는 Anchor point가 증가하여도 光澤度는 거의 변화하지 않았다. 일반적으로 非塗被紙는 塗被紙와 달리 인쇄시 잉크가 纖維 사이로 거의 浸透해 버리므로 光澤度가 낮은 것으로 생각된다.

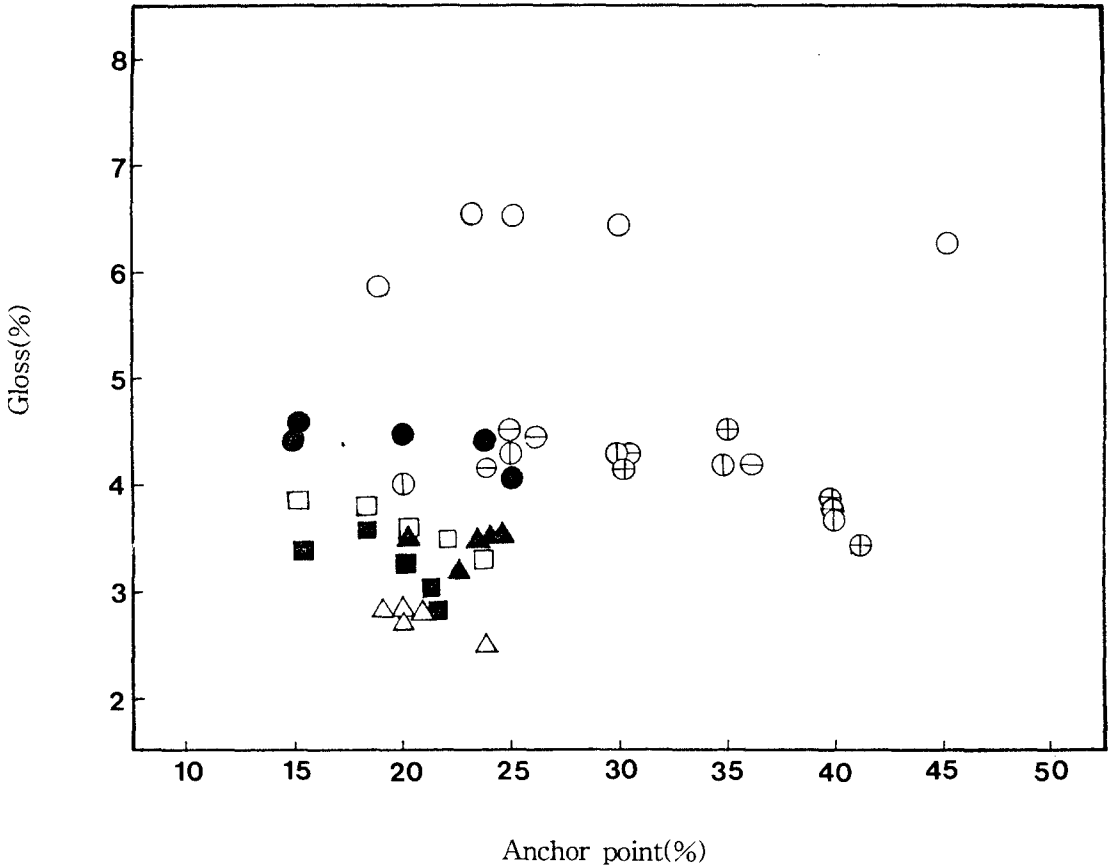


Fig. 5 Relationships between anchor point and gloss of uncoated papers.

- :sample 1 ⊙:sample 2 ⊖:sample 3
- ⊕:sample 4 ●:sample 5 △:sample 6
- △:sample 7 □:sample 8 ■:sample 9

3.6. 投錨效果와 不均一性的 關係

일반적으로 非塗被紙인 경우 용지면의 平滑度가 均一하지 않으면 인쇄면의 농도가 不均一하게 되고 얼룩이 보이게 된다. Anchor point와 不均一度의 關係를 Fig. 6에 나타내었다. Anchor point와 不均一度는 反比例關係가 있음을 발견하였다. 즉 잉크의 浸透가 깊어짐에 따라 표면의 均一함을 알 수 있었고, 이는 Print density가 증가하면 용지의 수리성으로 인해 잉크가 均一하게 표면에 附着하는 것으로 생각되어진다.

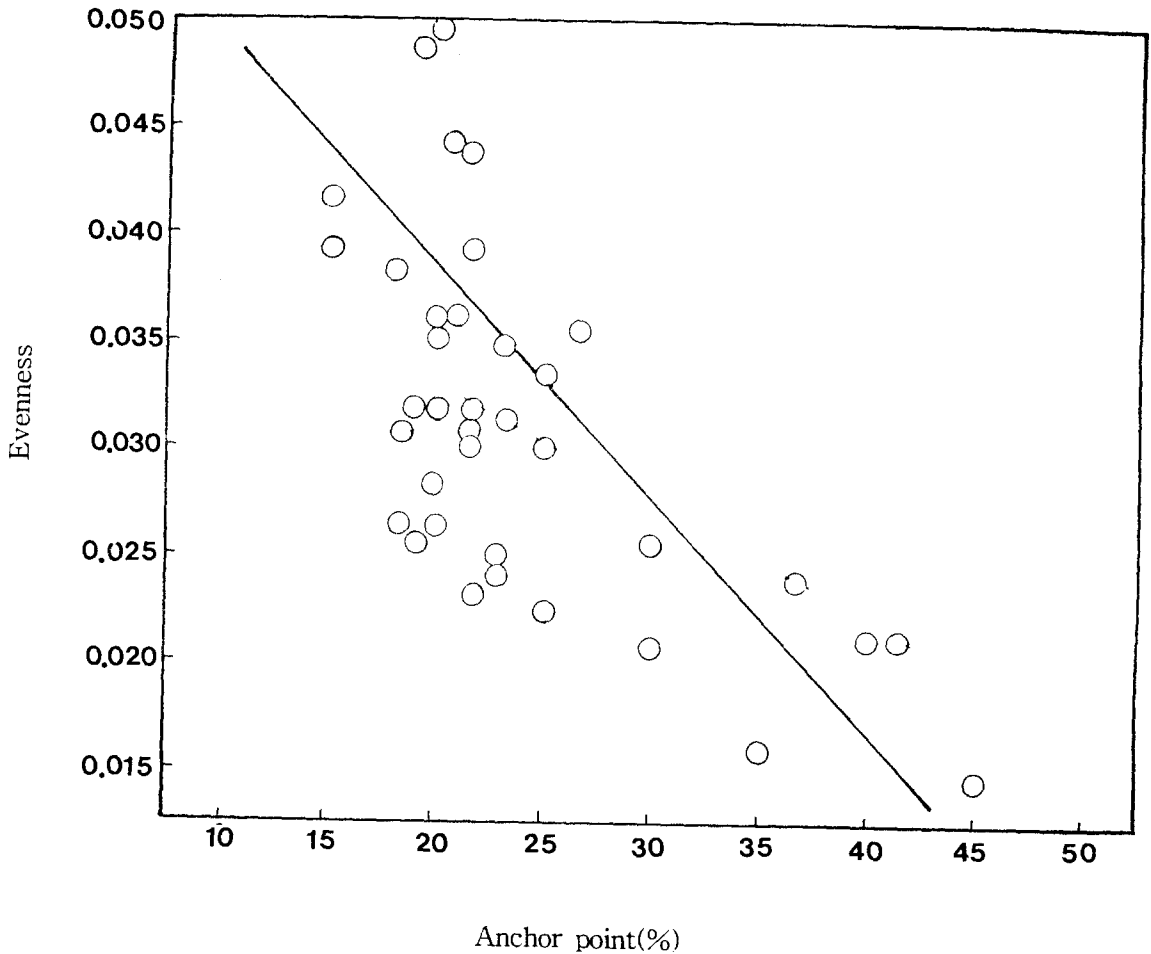


Fig. 6 Relationships between anchor point and evenness of uncoated papers.

또한 不均一性에 관한 그래프로 각각의 印刷物의 表面濃度を 일정한 간격으로 여러곳을 측정하여 그 濃度 偏差와 頻度の 관계를 Fig. 7로 나타내었다.

基準 濃度 1.00을 0으로 하고 그에 따라 0.01간격의 反射 濃도값을 偏差로 하여, Anchor point가 10-15%일때 Anchor point가 21-25%, Anchor point가 31-40%, Anchor point가 41-45%의 分布曲線을 겹쳐 놓고, 不均一性을 檢査하였다. Anchor point가 10-15% 일때는 濃度分布가 매우 산만하고 넓게 퍼져 분포되어 있었다. 그러나, Anchor point가 점점 증가함에 따라 基準 濃度에 接近하고 濃度 偏差가 적어지며, 基準 濃度에 頻度數가 많아짐에 따라 集中度도 높아짐을 알 수 있었다. 이것은 Anchor point가 증가함에 따라서 농도값이 基準 濃度에 集中되므로 용지에 대한 잉크의 受容性이 증가하기 때문에 表面이 均일하게 나타났다고 볼 수 있었다.

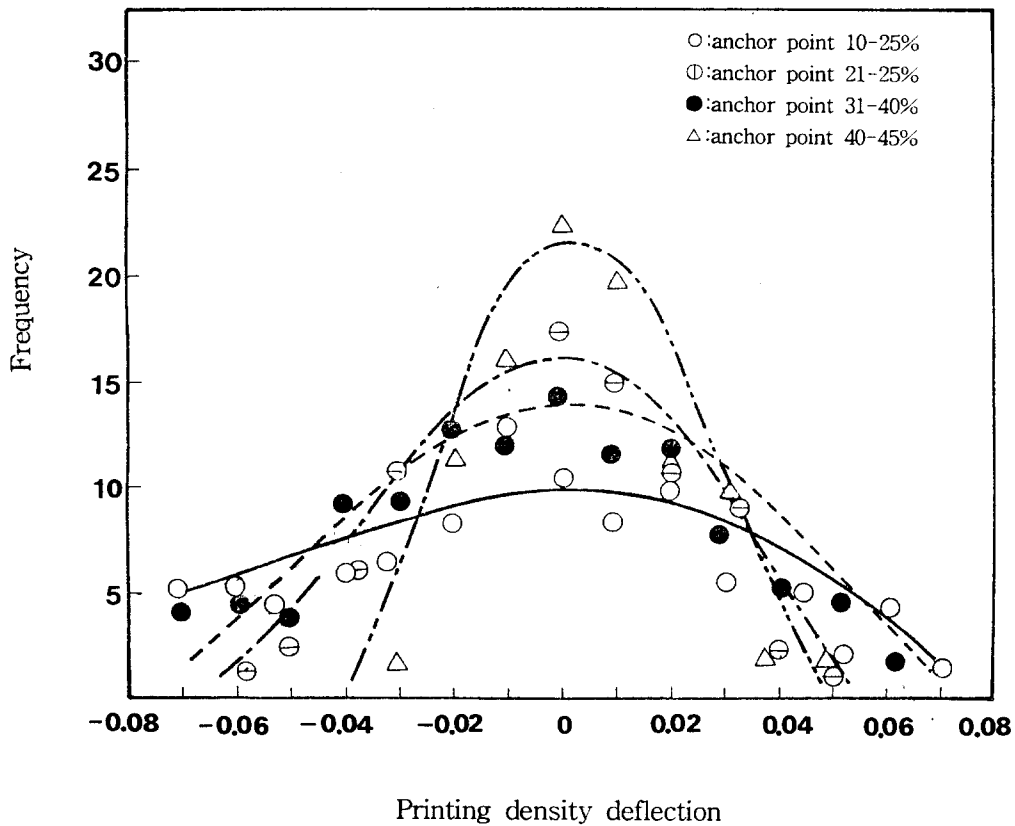


Fig. 7 Frequency relationships of density deflection and frequency at anchor point.

3.7. 投錨效果와 Rub off의 關係

Fig. 8은 용지에 잉크가 浸透된 Anchor point의 변화에 따른 Rub off 關係를 나타낸 결과이다. 그 결과 Anchor point와 Rub off의 關係는 反比例關係에 있음을 발견하였다.

Rub off는 잉크의 피막 강도와 직접 관계있다. 그리고, Anchor point의 위치와 잉크의 피막강도 사이에는 세가지 이론으로 설명할 수 있는데, 첫째는 잉크 성분들의 物性이다. 각 잉크의 物性, 특히 비히클의 物性이 달라질수록 잉크의 피막강도는 대단히 달라지고 침투깊이 역시 달라진다. 그러나 이 분야는 본 실험에서 측정된 분야가 아니다. 둘째는 잉크 중 기름과 안료의 練肉 및 界面 現象의 작용으로서, 기름의 분리와 관계없이 일정한 피막강도를 유지하는 경우이고, 셋째는 기름이 분리되면 안료의 농도가 높아지는 경우이다. 세번째의 경우는 안료와 용지의 附着力이 작아지고, 심지어는 Chalking현상까지 일으키는 경우이다. 따라서 본 실험결과는 두번째의 경우와 같이 안료의 연속상태가 양호한 잉크로서 깊이 침투될수록 投錨效果가 작용하여 Anchor point의 위치와 잉크의 피막강도 사이에 反比例關係가 있다고 생각된다.

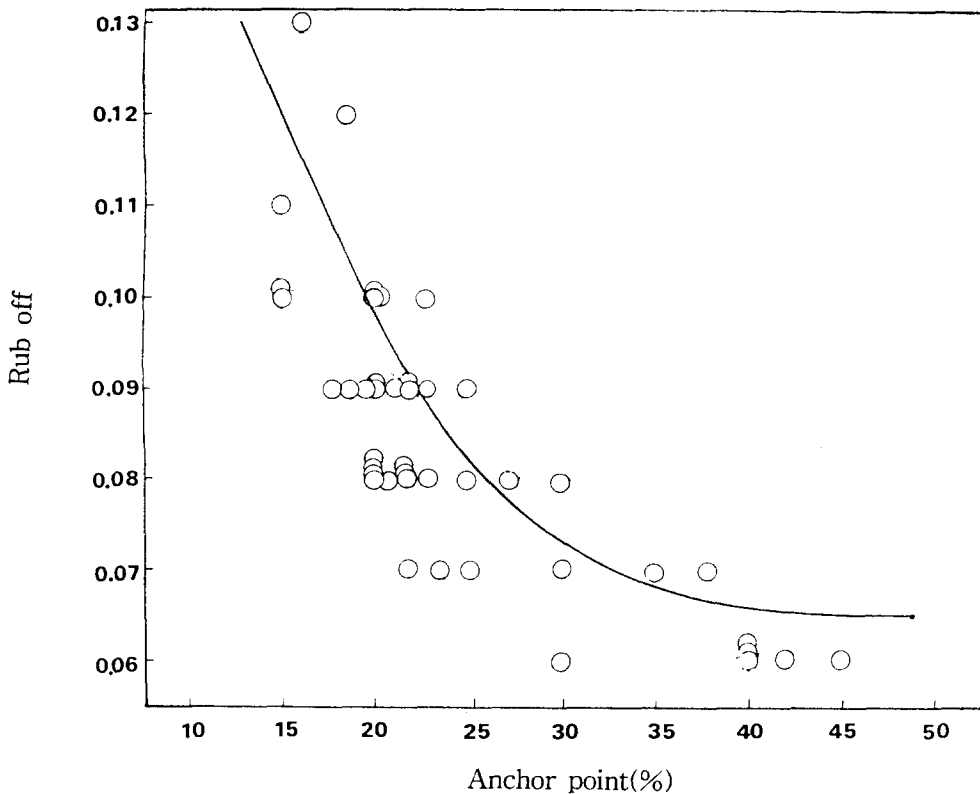


Fig. 8 Relationships between anchor point and rub off of uncoated papers.

3.8. 投錨 效果와 印刷 品質의 關係

印刷物의 品質을 객관적인 數値로 표현하거나 실험적으로 판단하기는 현재 불가능하다. 따라서 약 8-10 명의 인쇄전문가의 주관적인 평가로서 점수에 의해 검토하는 방법이 많이 사용되는데, 본 결과들은 이 投錨效果와 品質評價 基準이 되는 몇가지 關數의 關係를 보기 위한 것이다. 즉, Anchor point의 위치에 따라 Print density와 不均一性의 상관관계의 결과를 도시한 것이 Fig. 9, Print through와 Rub off의 상관 관계의 결과를 도시한 것을 Fig. 10에 나타내었다. Fig. 9의 결과는 Print density와 Anchor point의 위치는 직선적인 比例關係가 있음을 알 수 있었고, 不均一性和 Anchor point의 위치는 反比例關係가 있었다. 즉, Anchor point가 높으면 인쇄면의 표면이 불균일하므로 양호한 인쇄물을 얻기 힘들고, 인쇄면의 표면이 균일하면 Print density가 저하되므로 Anchor point가 30-35%에서의 설정이 적절하다고 볼 수 있다. Fig. 10의 결과는 Print through가 증가함에 따라 Rub off는 감소하는 것을 볼 수 있는데, Print through가 증가하면 잉크가 표면으로 묻어나오는 량이 적어지고, Print through를 적게하기 위해 용지표면에서 速成乾燥를 하게 되면 Rub off가 증가하므로 Anchor point를 25-35%로 설정하여 인쇄를 하면 양호하다는 결론을 얻었다.

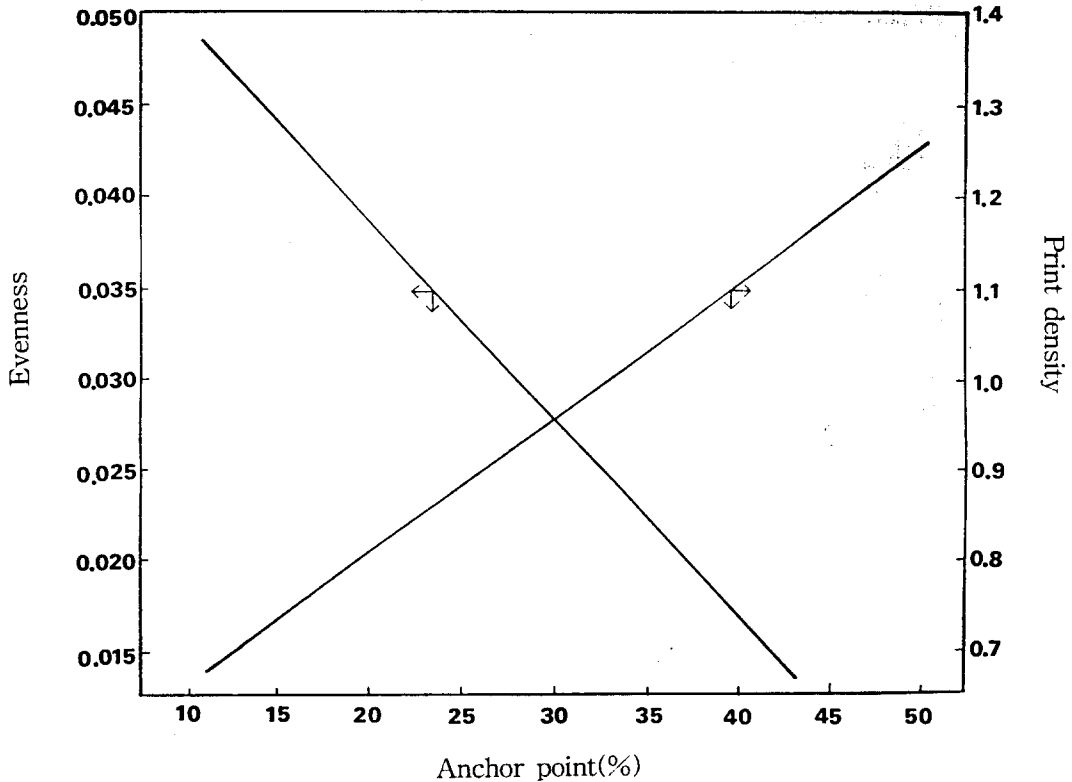


Fig. 9 Relationships between print density and evenness of uncoated papers.

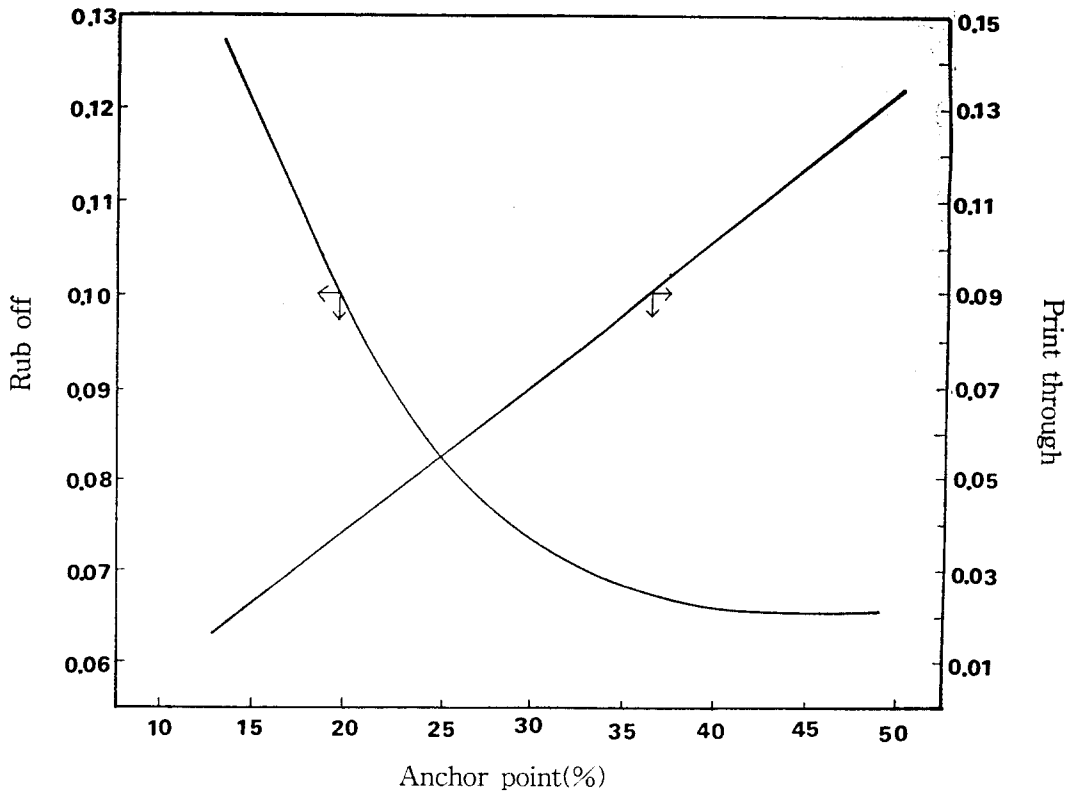


Fig. 10 Relationships between print through and rub off of uncoated papers.

4. 結 論

市販되는 國產 非塗被紙 9종에 인쇄된 平版 민짜 印刷物의 投描效果와 몇가지 品質 關數와의 關係를 檢討한 結果는 다음과 같다.

1) 顯微鏡에 의한 直接的인 測定法의 Anchor point 위치는 反射率 測定法에 의한 Anchor point 위치보다 다소 낮고, 상질지보다 하급지인 경우 Anchor point가 印刷條件에 따른 變化가 급격히 일어났다.

2) Anchor point의 위치가 깊으면 投描效果는 양호해 지지만, Print density와 Print through가 불량해진다. 단, 잘 연육된 잉크의 경우 Rub off는 反比例關係가 있다.

3) 印刷 濃度 偏差에 따른 不均一性의 關係는 Anchor point가 증가함에 따라 基準 濃度에 接近하고, 集中度도 높아 均일하게 나타나는 결과를 얻었다.

4) 본 試料에서 實驗한 非塗被紙인 경우 Print density, Print through, 不均一性, Rub off를 조합한 결과 大略 25-35%에 Anchor point를 설정하는 것이 인쇄품질이 양호하다고 사료된다.

위의 결과들은 지지체가 매우 단단한 수지층으로 고정하는 방법을 이용하였기 때문에 양

호한 결과를 얻을 수 있었다고 생각된다.

參 考 文 獻

1. 印刷適性, 印刷學會出版部, p110, 115, (1963)
2. 市川家兼: 紙, イソキ, 印刷の科學, 印刷局朝陽會, p211, 212, (1978)
3. G. L. Larocque : Pulp and Paper Mag.Can39, p106, (1939)
4. Carlsson and Phil : International Bulltin, Vol.61, p16-22 (1962)
5. R. R. Coupe and A.M.Smith : JOCCA, Vo1 39. p579-608.1060 (1960)
6. A. lehtinin : Paper och Tra, 46, 197-202, (1964)
7. S. Carangelo : TAGA Proceeding, 29-43, (1962)
8. L.O.Larsson and Der-Olov Trollasa : Advances in Printing Science and Technology, Vol 5, London, (1969)
9. 印刷適性, 印刷學會出版部, p226, (1963).
10. ibid., p113, (1963)
11. LARSO. LARSSON : Advances in Printing science and Technology, London, Vol 5, p116, (1969)
12. ibid., p116
13. 印刷適性, 印刷學會出版部, p139, 142, (1963)
14. H.Diehl, M.Brune and J.Albrecht : FOGRA Instituts Mitteilung, Deutsche Gesellschaft fur Forschung im Graphischeb Gewerbe, Munchen, p21-23, (1959)
15. R.H.Leach, C.Armstring, J.F. Brown, M.J.Mackenzie, L.Rondall and H.G.Smith : The Printing Ink Manual, SBPIM, p249, (1988)
16. 尹鐘太: 印刷工學, 釜山工業大學校 出版部, p55, 57, (1990)