

# Polyolefin용 수성Gravure Ink의 인쇄적성

金鍾元 · 崔正曷

市立仁川專門大學 印刷科

## Printability of an Aqueous Gravure Ink for Polyolefin

Jong-Won Kim · Jung-Byung Choi

Dept.of Printing, Municipal junior College of Inchun

### Abstract

Recently, Solvent type ink is rapidly converted into aqueous type in gravure and flexographic printing fields because of economical energy or environments. But there are many technically difficult problems, the utilization of aqueous ink for polyolefin film is delayed. Manufacturing aqueous gravure inks for polyolefin film, we investigated the behavior of dry ink film and the adhesive property between film and ink.

### 1. 서 론

최근 그라비아 잉크와 프렉소 잉크는 환경문제, 에너지문제 등으로 용제형 잉크에서 수성잉크로 급격한 대체 전환이 이루어지고 있다.<sup>1)-5)</sup> 그러나 수용성 잉크의 대체 전환에는 아직 기술적으로 어려운점이 많으며 특히 폴리올레핀용 수성잉크의 실용화는 잉크와 필름과의 접착성 문제로 매우 뒤져 있는 실정이다.<sup>6)-8)</sup> 본 실험에서는 수용성 아크릴 에멀존을 이용하여 각종 수용성 잉크를 제조, 이용하여 실제로 그라비아 인쇄를 행하여 이들의 건조피막의 역학적 물성과 필름에 대한 접착성등의 인쇄적성에 대하여 검토하였다.

### 2. 실험

#### 2-1. 시료 제조

여러종류의 아크릴계 수용성수지(유니온고분자), 왁스(존슨사), 라텍스(한양화학)등으로 수용액을 제조하고 이것에 안료를 첨가한후 페인트 셰이커로 2시간 혼합하여 분산성에

대하여 검토한후 Table 1과 같은 처방으로 실험을 하였다. Table 1은 안료를 분산시킨후 라텍스, 왁스, Ethanol을 첨가하여 Letdown한 것을 시료잉크로 하였다. 본 실험에서는 주로 라텍스 종류에 따른 피막물성과 접착성이 어떻게 변하는지를 검토하였으며, Table 2에서는 라텍스의 산가와 Glass전이 온도(Tg)를 나타내었다. 또한 비교 검토를 하기 위하여 시판되고 있는 수성그라비아 잉크(동양잉크·T)에 대하여서도 실험을 행하였다.

Table 1. Typical Formulation

Paint Shaker(2hr)	
Pigment	15.0
Aqueous Solution of Resin*	25.0
Water	7.3
Letdown	
Latax	45.0
Ethanol	4.7
Wax	3.0
100	
Aqueous Solution of Resin	
Water soluble resin	30.0
Ammonia	7.7
Isopropanol	2.5
Water	59.8
100	

Table 2. Typical Properties of Latices

Acid Value	54	54	56	87	100
Tg(C)	2	28	45	29	24
Particle Diameter (nm)	92.6	78.4	82.0	81.6	58.9

\* Mw=1x10<sup>5</sup> 2x10<sup>5</sup>

2-2. 건조잉크피막의 인장강도

제조한 잉크를 유리 판위에 회전 도포하고 80°C에서 5분간 건조시킨후 수은 아말가미법에 의한 박리피막을 시료로하였다.막두께는 20-30μm으로 하였으며 폭을 5mm,길이 5cm으로 절단하여 UTM만능형 인장시험기(Model:EXT-62-LOE United Optical Extensometer)를 이용하여 응력변형곡선을 측정하였다. 이때의 인장속도는 0.5m/sec,측정온도는 30°C로 하였다.

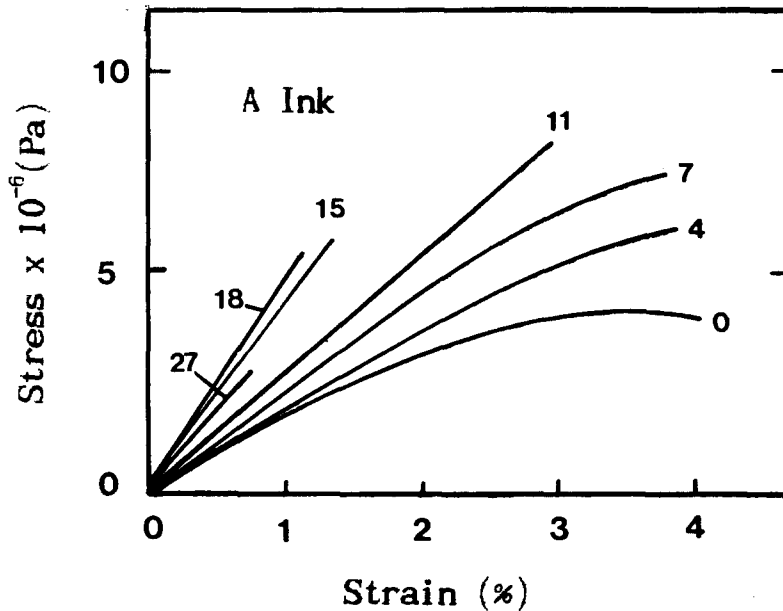
2-3.접착력

접착력 실험으로는 테이프 실험,마찰실험 인장시험기를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1.건조잉크피막의 인장강도

먼저 안료를 혼합하지 않은 상태에서 수용성수지의 수용액과 라텍스의 혼합비율을 바꾸어 80°C의 온풍으로 5분간 건조시키고 수용성수지 첨가에 따른 인장강도의 영향을 조사한 결과 Fig.1에 각각 나타내었다.



( a )

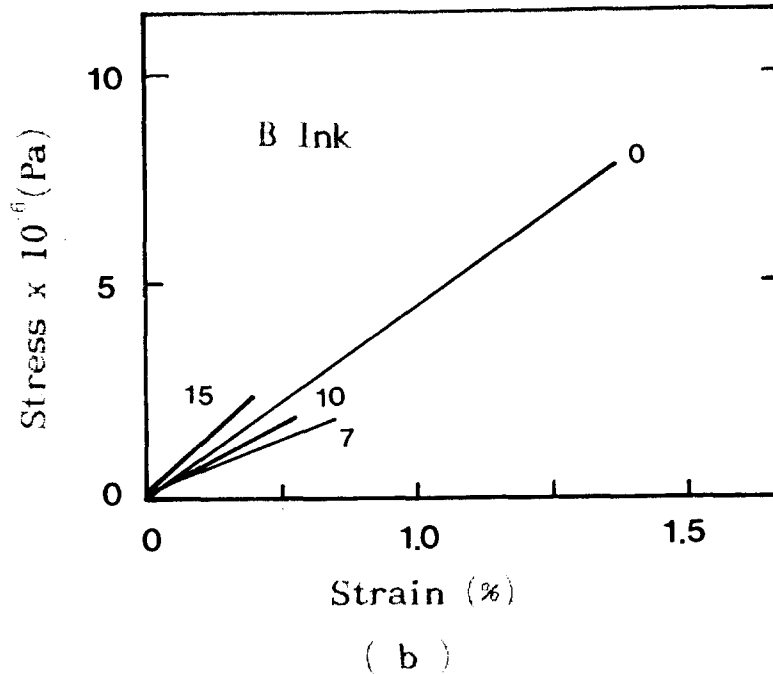


Fig.1 Stress-Strain curves for clear film made from two latices containing water-soluble resin at different concentrations(wt%) : (a) A ink , (b) B ink

Fig.1중의 숫자는 건조피막중의 수용성 수지 중량농도이며 A잉크의 경우에 있어서는 인장강도가 최초 수용성수지 농도와 함께 증가하지만 13 wt%에서 최대값을 취한후 감소하고 있는데 이것은 인장초기에서의 탄성율은 수용성수지의 증가와 함께 증가하고 있지만 라텍스 자신의 탄성을 저하로 잉크 전체의 탄성을 저하로 인한 것으로 생각된다.<sup>9)</sup>

B잉크와 C잉크도 A잉크와 동일한 현상을 나타내고 있음을 알수 있다. 또한 D잉크와 E잉크는 최초 수용성수지 농도의 증가와 함께 탄성율이 변화하고 있지 않음을 나타내고 있으나 강도는 감소하였다.

본 실험에서 제조하여 사용한 수용성수지 농도는 Fig.1의 자료를 기본으로하여 27wt%로 하였으나 라텍스 자신이 강도 있는 피막을 형성하여도 Table 1의 처방에 대한 피막 강도는 매우 낮다고 사려 된다. Fig.2와 Fig.3는 잉크 피막의 파괴강도와 그때의 신축율을 각각 나타내었다. 파괴강도와 신축율은 건조온도와 함께 증가하지만 라텍스의 Glass전이온도(Tg)의 통계적 관계는 본 실험에서는 명확하지 않았다. 그러나 성막성에 있어서는 Tg보다 고온에서 건조한 것이 균일한 성막이 얻어졌으며 Tg이하에서 건조하는 경우는 건조과정에서 균열이 발생하였다. 본 실험에서는 Tg보다 30-40°C 높은 온도에서 건조하는 것이 바람직함을 알 수 있었다. 또한 실용화 되고있는 잉크와 본 실험에서 제조한 잉크에 대하여서 비교 실험한 결과 건조피막의 파괴강도는 낮았다.

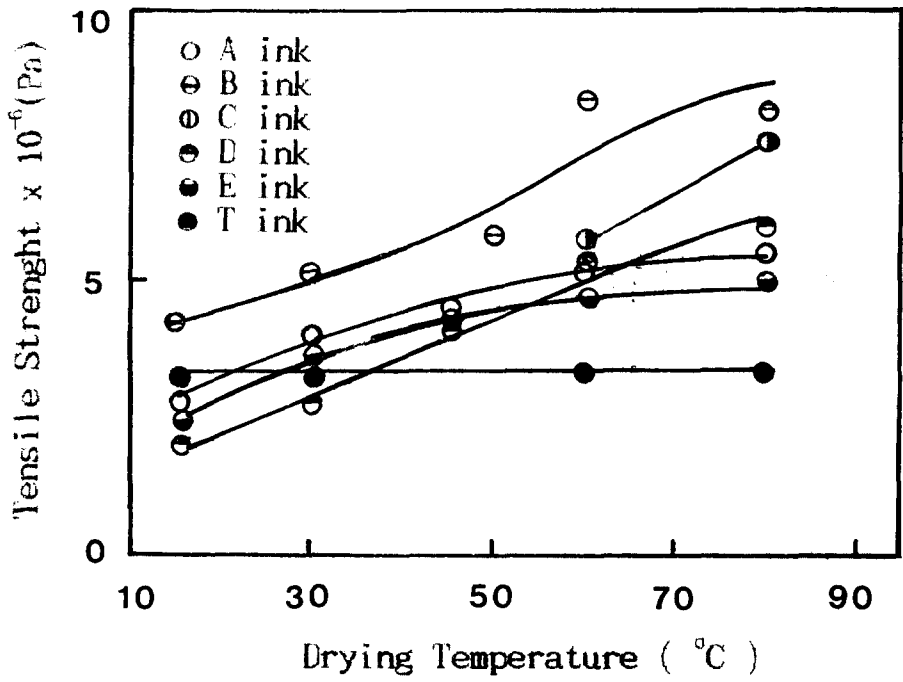


Fig.2 Tensile Strength of Ink Films.

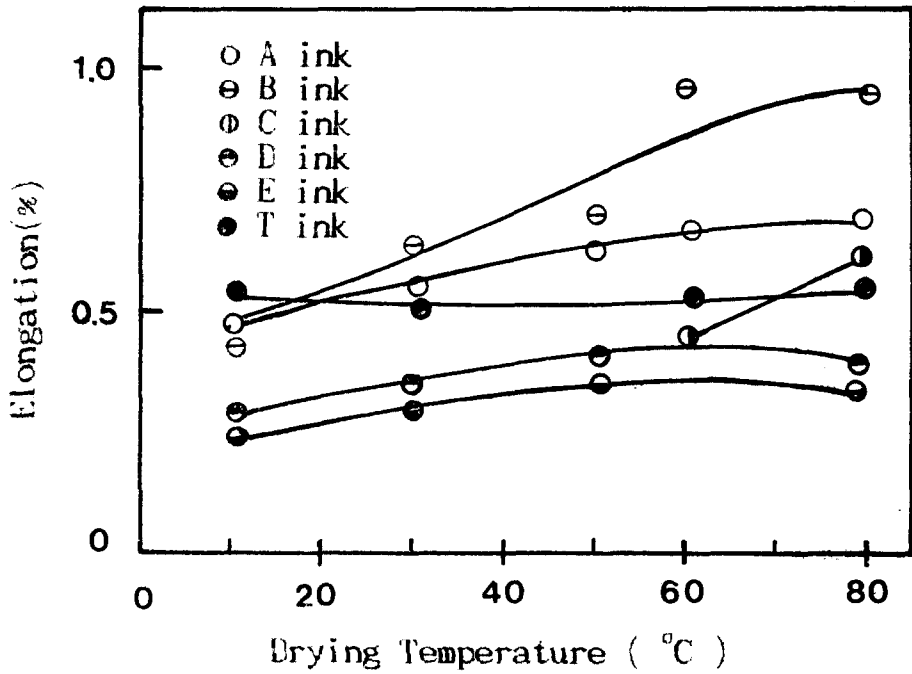


Fig.3 Elongation of Ink Films.

3-2 접착성

3-2-1 테이프 시험

테이프 실험에 사용한 시료는 그라비아 인쇄적성시험기에 의한 실제 인쇄물로서 10-60  $\mu\text{m}$  범위의 물리 셀 깊이를 변화시켜 인쇄하고 80°C의 열풍으로 30초간 건조시켰다. 이때의 피인쇄체는 표면에 코로나 처리를 한 PE 필름(표면장력:39dyne/cm)을 사용하였다. 테이프 실험은 Fig.4와 같은 IGT인쇄적성시험기로 다음과 같이 행하였다. 우선 2cm X 16cm의 시료와 셀로테이프를 50Kgf로 압착시킨후 섹터를 회전시켜 박리시켰다. 이때의 인장속도는 0.2-2.0m/s의 범위에서 변화시켰다. 그리고 셀로테이프에 부착된 잉크의 반사능도로 접착성을 평가하였다.

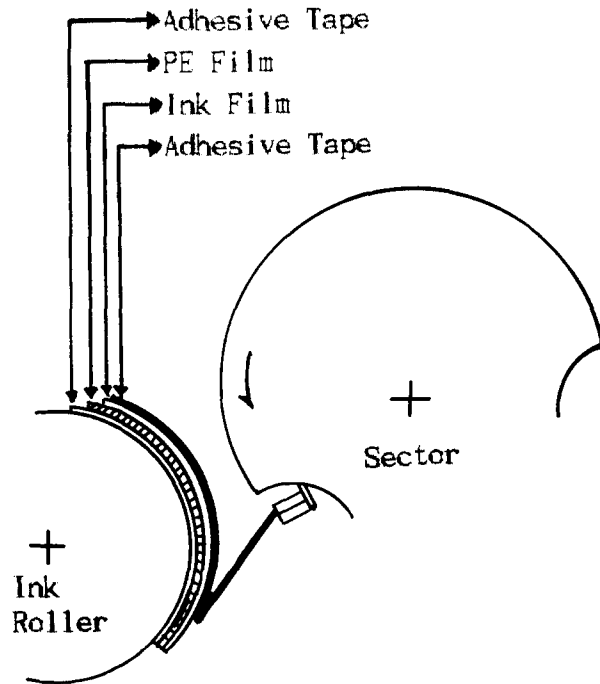


Fig.4 Measurement of adhesive force by IGT printability tester.

본 실험에서 제조한 잉크중에서 가장 접착성이 나쁜 A잉크에 대한 인쇄물의 반사능도  $R_0$ 와 테이프에 부착된 잉크 반사능도를 Fig.5에 나타내었다. 여기서는 잉크막이 두꺼울수록 접착성은 떨어지고 있음을 알수있으며 또한 박리속도가 클수록 역시 접착성이 떨어지고 있는데 이것은 셀로테이프의 점착체층의 점탄성에 기인한 것으로 사려된다. 즉 타임스케일의 감소와 함께 점착층의 강성율이 증가하고 외력은 응력완화의 발생을 일으키지 않고 잉크표면에 작용하기 때문이다.

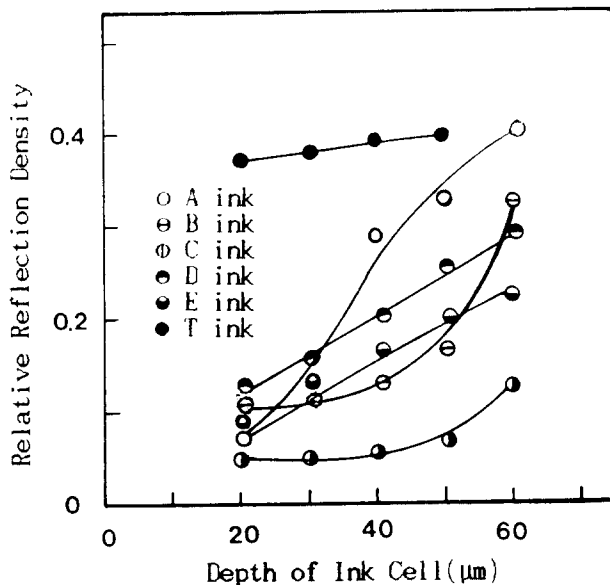


Fig.5 Results of tape test for A Ink.

또한 인쇄물의 농도가 높으면 셀로테이프에 동일 면적부착을 하여도 그만큼 테이프에 부착되는 농도도 높으므로 상대반사농도  $R_r = (R - 0.15) / R_0$  로 정리할수 있다. 여기서 R은 테이프시험후의 셀로테이프의 농도이며 0.15는 잉크가 부착되지 전의 테이프농도이다. 박리속도를 1m/s일때의 A잉크-E잉크에 대한 결과를 Fig.6에 나타내었다. 라텍스의 산가가 거의 같으면서도 Tg가 서로 다른 A,B,C잉크에 대하여 검토한 결과 Tg가 높은 C잉크가 접착강도가 높았으며 Tg가 낮은 A잉크는 접착 강도가 낮았다.

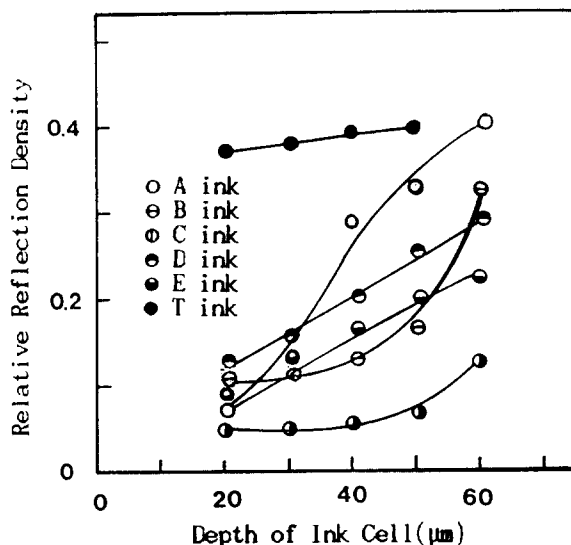


Fig.6 Plots of  $R_r$  vs depth of Ink Cell.

3-2-2. 인장기 시험에 의한 박리강도 측정

테이프테스트는 PE필름 전면의 잉크를 박리시키는 것이 아니고 부분적으로 파괴하면서 셀로테이프에 부착하기 때문에 잉크피막의 강도도 포함된 결과라고 생각된다.여기서는 인장시험기를 이용하여 Fig.7에 나타낸 것과 같이 회전도포기로 처리한 시료에 대하여 잉크와 PE 필름 계면에서 완전히 박리시켜 그때의 박리강도를 측정하였다.박리강도 180°,박리속도 0.5mm/s,건조온도 30°C 일때의 결과를 Fig.8에 나타내었다.

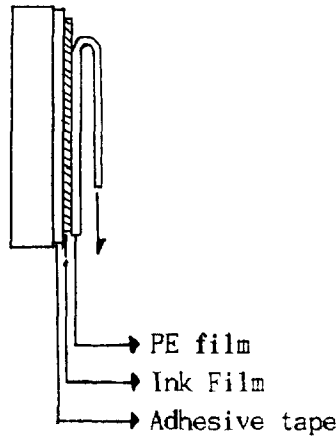


Fig.7 Measurement of adhesive force by tension tester.

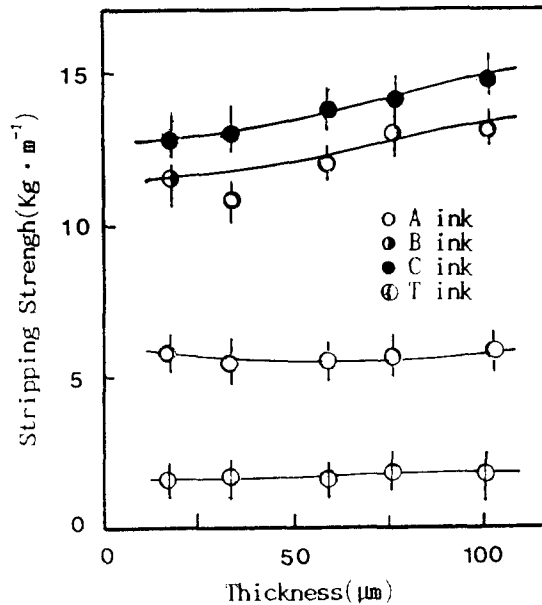


Fig.8 Dependence of stripping strength on Film thickness.



테이프테스트와 동일하게 C잉크의 박리강도가 강하였으며 A잉크 및 실용잉크의 박리강도는 낮았다. D, E잉크는 건조과정에서 박의 탈막이 일어나 박리강도를 측정할수 없었다. 그러나 D, E잉크는 인쇄물에서는 막의 탈막이 일어나지 않았다.

### 3-2-3 내마모성 시험

내마모성 시험은 인쇄된 PE필름 2매를 서로 100회 마찰시키고 테이프테스트와 같이 반사농도의 변화로 부터 접착성을 시험하였다. 접착성이 나쁘면 박리탈락하는 잉크량이 많아지므로 인쇄물의 반사농도는 크게 감소하게 된다.

Table 3은 50 $\mu$ m의 셀에서 인쇄된 시료에 대한 내마모성 시험 결과와 인장시험에 의한 Young율을 나타낸 것이다. 시료 A, B, C는 테이프테스트에서는 라텍스의 Tg가 높을 수록 접착성이 양호한 결과를 얻을수 있었지만 내마모성 시험에서는 역으로 시판의 잉크가 양호함을 나타내고 있음을 알수 있다. 그 결과 테이프테스트와 박리강도는 완전히 역의 결과가 나타남을 알수 있다.

Table 3 Results of Crinkle test and Young's modulus

	R <sub>0</sub>	R	R/R <sub>0</sub>	E(Pa)
A	1.82	1.59	0.874	5.52 $\times 10^8$
B	1.74	1.34	0.77	7.77 $\times 10^8$
C	1.86	1.04	0.559	1.00 $\times 10^8$
D	1.76	1.05	0.597	1.21 $\times 10^8$
E	1.76	0.913	0.519	1.35 $\times 10^8$
T	1.75	1.66	0.949	4.69 $\times 10^8$

Fig.9에는 Young율에 대하여 내마모성 시험을 한 결과를 나타낸 것이며 여기서는 Young율이 높을수록 접착성이 저하됨을 알수 있다. 이 결과는 계면화학적 요인도 있겠지만 잉크막의 역학적성질에 의하여서도 충분히 설명이 가능하다. 즉 Young율, 강성율이 높은 시료 일수록 피막이 약하고, 또한 강성율이 높을수록 일정 변형하에서 보다 큰 힘이 잉크와 지지체의 계면에 생기기 때문에 국부적인 박리가 생긴다고 생각된다.

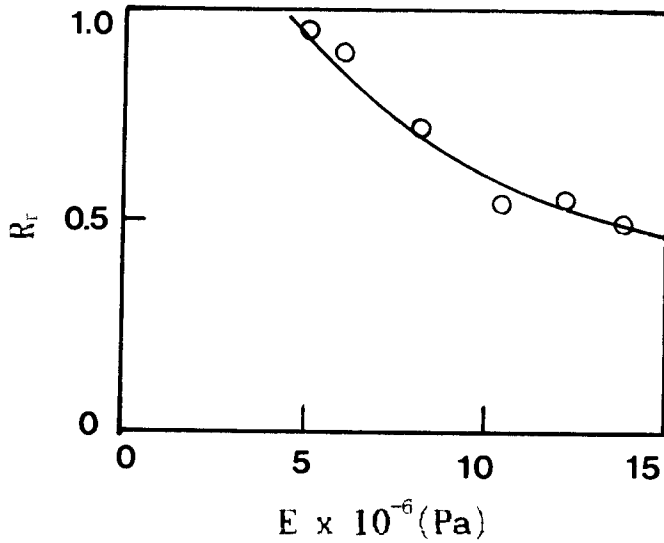


Fig.9 Plots of  $R_r$  vs Young's Modulus.

#### 4. 결 론

- 1) 수성그라비아 잉크제조시 수용성수지의 첨가는 그라비아인쇄 적성상 필요하지만 역학강도를 감소시키는등 피막물성에 악영향을 미친다.
- 2) 잉크피막의 역학적성질은 라텍스수지의  $T_g$ , 건조온도 등에 의한다.
- 3) PE필름 사용시 내마모성 시험에 의한 접착성 평가는 중요하며 보다 Young율이 낮고 유연한 피막을 형성하는 잉크의 개발이 요구된다.

참 고 문 헌

1. 石山 正明 : “印刷雜誌”, Vol.76, No.11, p.9
2. 小原 万古刀 外 : “グラビア技術”, 印刷出版研究所(1968)
3. 荒木 正義 : “グラビア印刷便覽”, 加工技術研究會(1986)
4. 辛在星 : “그라비아 印刷와 軟包裝技術”, 인쇄계사출판국(1989)
5. Alan D.Wilson 外: “Waterborne Coatings” Elsevier Science(1990)
6. 桐生 春雄 外 : “コーティング・ポマ-設計の實際技術”, シ-エムシ-(1993)
7. R.H.Leach, 외 : “The Printing Ink Manual”, VNR International(1988)
8. 牧江 宏一 外 : “だれでもわかる 包裝グラビア”, 印刷出版研究所(1993)
9. 노재호 : “Bisphenol A Diacrylate의 UV硬化 Film에 대한 力學的 舉動에 관한 研究”  
부산공업대학교, 석사학위 논문(1994)