

인쇄용 롤러의 평가를 위한 기초 연구

김광영 최병오 유병순 황태영 김종수
한국 기계 연구원

1. 서론

인쇄물의 품질에 영향을 미치는 인자들 중에서 잉크장치의 롤러를 통한 잉크의 공급과 전달 과정에서 Hard Roller와 고무롤러가 교대로 접촉 회전하면서 야기되는 롤의 물리적 변화는 잉크의 특성을 변화시켜 인쇄의 품질에 영향을 미치고 있다. 인쇄기계에 사용하는 고무롤러에 대한 국내의 제조 기술이 부족하고, 인쇄과정에서 Roller의 정확한 특성변화도 잘 모르는 상태에서 제조한 국산 Rubber roller는 외국제품에 비하여 품질은 80%, 수명은 30% 수준에 미치고 있는 실정이다.

특히 인쇄기술의 발전으로 무습수 인쇄과정에서 롤러의 온도상승에 의한 잉크의 특성변화로 Mottling과 Toning의 문제가 야기되고 있다. 그러므로 인쇄기계에서 롤러의 마찰부분에서 발생하는 열로 인한 인쇄 불량문제를 최소화하기 위해서는 고무롤러의 온도 특성분석은 필수적이다.

따라서 인쇄용 롤러의 내구성 평가를 할 수 있는 실험장치를 제작하고 이 장치를 이용하여 롤러의 사용에 의한 온도상승과 온도상승에 의한 선압, 직경등의 변화를 실험적으로 관찰하여 인쇄기계의 설계 및 사용조건의 기준을 정하는 기초자료로 활용코자 한다.

2. 시험장치 제작

2-1. 시험장치의 설계 및 구성

인쇄기계에서 잉크장치의 고무롤러와 인쇄부의 Cylinder에 대한 시험을 효율적으로수행할 수 있는 시험장치 모델을 설계 제작하였으며, 그림 1은 시험장치의 구조도를, 그림 2는 조립도를, 사진 1은 제작된 시험장치를 각각 나타내고 있다.

본 시험기는 Hard Roll를 구동하는 구조로서, 회전수는 임의 변경이 가능하도록 Inverter를 부착하여 제어할 수 있도록 하였고, Rubber Roller은 Hard Roller에 균일한 압력으로 접촉하여 마찰 구동을 할 수 있도록 Rubber Roller에 전후 경형 이송장치와 균일한 압력을 가할 수 있는 가압장치를 설치하였다.

두 Roller에 가하는 선압은 인쇄기에서 사용하는 선압 범위인 25~100Kgf/m로 설계하였으며, 고무롤러의 접촉구동으로 발생하는 표면의 온도를 측정하기 위한 비접촉 온도Sensor를 부착하였으며, 측정 데이터는 기록 저장장치에 저장되도록 하였다.

표1 장치의 구성부품 사양을 정리하였다.

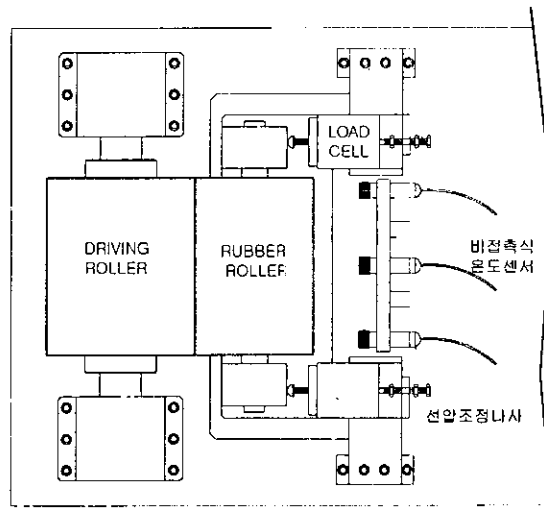
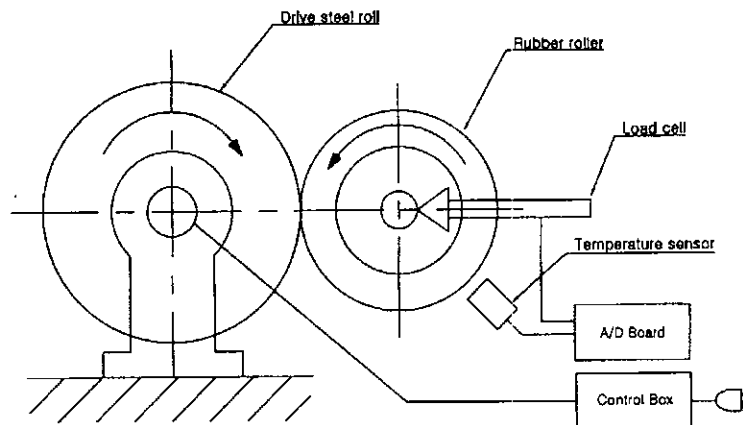


그림 1 인쇄롤러 시험장치 구조도

표 1. 장치의 구성부품사양

품 목	사 양
Main Driving Roller	- $\phi 300\text{mm}$
Rubber Roler	- $\phi 100 \ \phi 150 \ \phi 200\text{mm}$ - Nitrile Rubber NBR, 쇼어 경도 33
비접촉식 온도센서	- OS65-V-R4-3-BB 미국 OMEGA사 - 추정범위 0~125℃
Load cell	- 가압범위 0~20kg5
Data Acquisition System	- STRAWBERRY TREE사

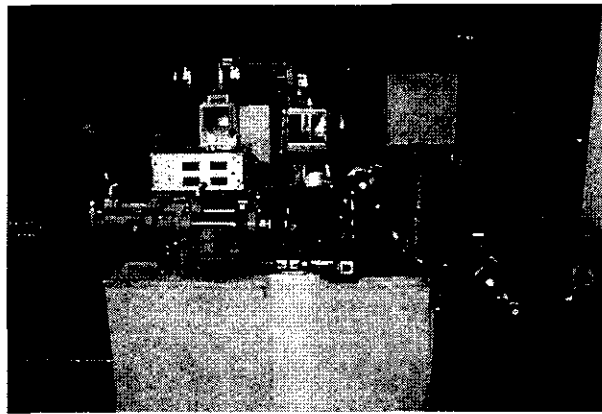


사진 1 인쇄롤러 시험장치

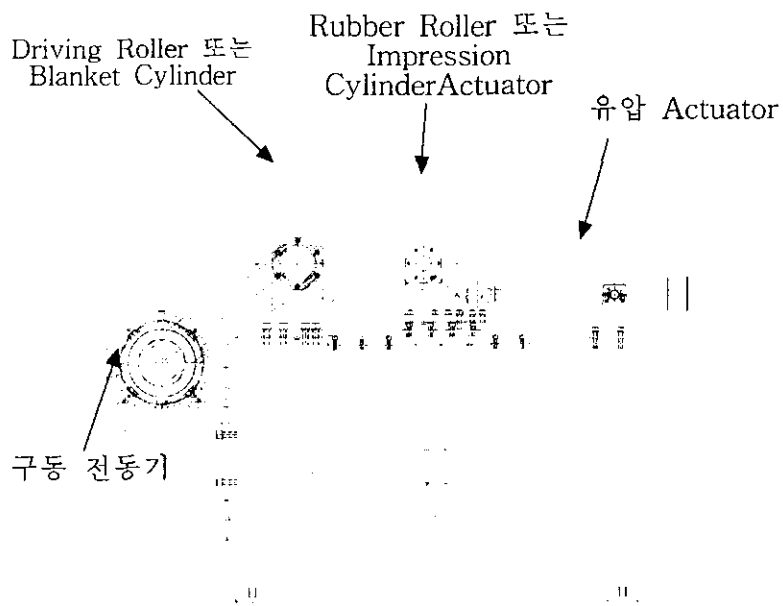


그림 2 시험장치의 조립도

2-2. 시험조건 및 방법

2-2-1. 시험조건

표 2와 같은 조건으로 시험하였다.

항 목	조 건
선 압	25, (50), (75), 100 kgf/m
회 전 수(Driving roll)	200±2 rpm (시간당 12,000매 인쇄기준)
시험시간	8시간
실내온도	20~25℃

2-2-2 시험방법

전동기에 의해 Driving roller의 회전수를 200±2 rpm 으로 설정하고, 고무롤은 Driving roller에 평행으로 밀착시켜 마찰구동 시킨다. 좌우측에 있는 부하조절나사를 이용하여 고무롤러에 25, 50, 75, 100 kgf/m 각각의 부하를 가한다. 이때 부하는 로드셀에 의해 감지되며, 오차는 ±5 % 미만으로 설정할 수 있다.

비접촉식 온도센서는 그림 3과 같이 설치하여 표면온도를 연속으로 측정하였다. 정확한 시험을 하기 위해 대기온도를 일정하게 유지하였으며, 시험시간은 각 조건마다 8시간동안 수행하였다.



그림 3 고무롤러의 구조와 표면온도 측정위치

3. 결과 및 고찰

그림 4, 5는 고무롤러 직경 100mm, 회전수 200 rpm에서 선압을 각각 25, 100 kgf을 가하고 구동하였을 때, 고무롤러 A, B지점의 온도변화를 나타내었다. 시간에 따라 고무롤러의 온도가 상승하고 있는 사실을 알 수 있다. 그리고 B점보다 A점의 온도가 약간 높게 나타났으며, 선압이 증가할수록 A와 B의 온도는 비슷하게 증가하고 있는 경향을 보여주고 있다. 이것은

대기온도에 대한 고무롤러 표면의 냉각효과 보다는 선압에 의해 발생하는 마찰열이 보다 더 크기 때문에 롤러의 온도가 서서히 상승한다. 또한 롤러의 중앙부 B지점의 온도보다 A지점의 온도가 약간 높게 나타난 이유는 롤러의 경도가 작고, 선압이 약할 때는 양끝면 보다 중앙부에 걸리는 선압이 약간 낮은 상태로 마찰하기 때문에 A와 B의 위치에서 약간의 온도차가 발생할 수 있으며, 선압이 증가하면 전표면 부위에 마찰상태가 A, B 위치의 온도가 거의 비슷하게 상승된다고 생각된다.

그림 6, 7은 그림 4, 5에서 고무롤러 직경을 200mm로 변경했을 때의 결과를 나타낸 것이다. 전체적인 경향은 그림 4, 5와 비슷하지만 2시간을 기점으로 급격하게 증가하는 구간과 완만하게 증가하는 구간의 천이영역이 보이며, 온도 상승이 높게 나타났다. 이것은 직경이 크면 대기중으로 온도를 발산하는 것보다 유지하는 량과 닢폭의 변화에 의한 마찰력이 많은 것으로 생각된다.

그림 8은 고무롤러 직경 100mm, 회전수 200 rpm에서 선압을 25, 100 kgf로 변화시켰을 때 A, B점의 온도 변화폭을 나타낸 그림으로서, 선압이 75 kgf 까지 온도 변화폭이 증가하다가 선압 100 kgf에서 약간 감소하였으며 A,B점의 온도차이가 별로없다. 이것은 선압이 증가할 수록 마찰열이 증가하여 온도 변화폭이 증가 하지만 어느 정도 이상의 선압에 도달하였을 때는 온도증가가 둔화되거나 오히려 감소하는 것을 알 수 있으나, 그 이유는 재료의 열특성, 닢폭영향등 다양한 시험을 하여 규명할 필요가 있다.

그림 9, 10은 롤러의 직경이 100mm, 200mm의 경우 롤러의 A, B 위치에서의 온도변화폭을 나타낸 것으로서, 직경 100mm의 경우보다 200mm의 경우가 온도변화폭이 크다는 것을 알 수 있다. 또한 선압이 클수록 온도변화폭은 크고, 그 변화율은 적다는 것을 알 수 있다.

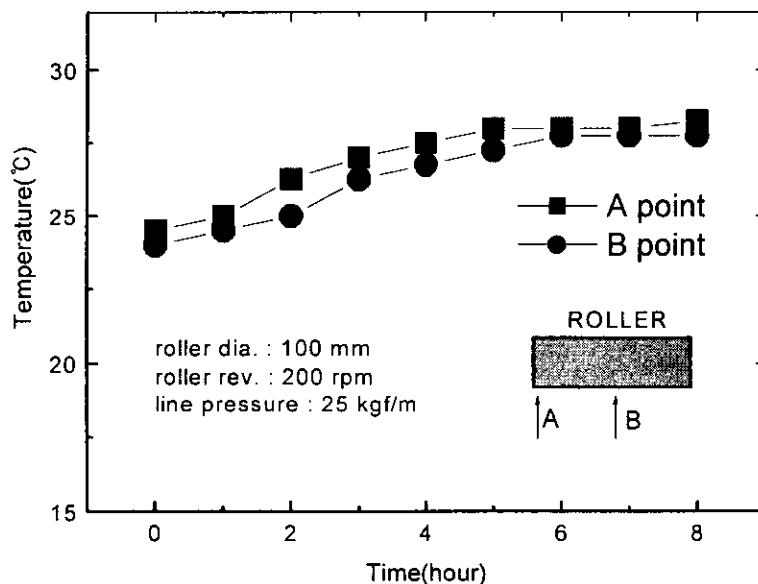


그림 4 고무롤러 온도변화 곡선

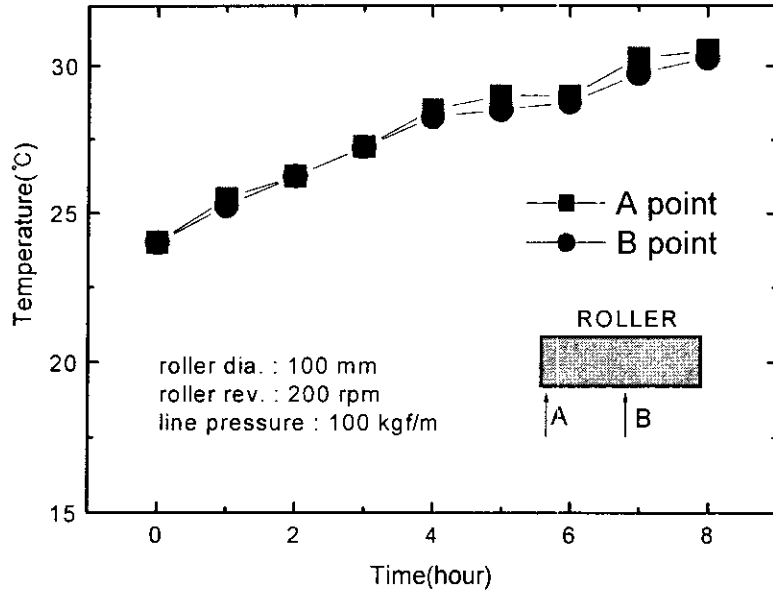


그림 5 고무롤러 온도변화 곡선

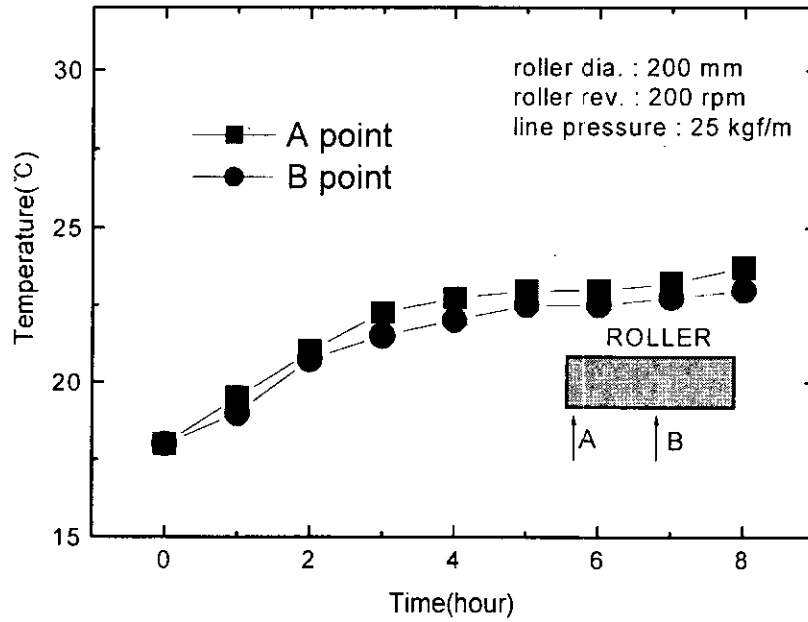


그림 6 고무롤러 온도변화 곡선

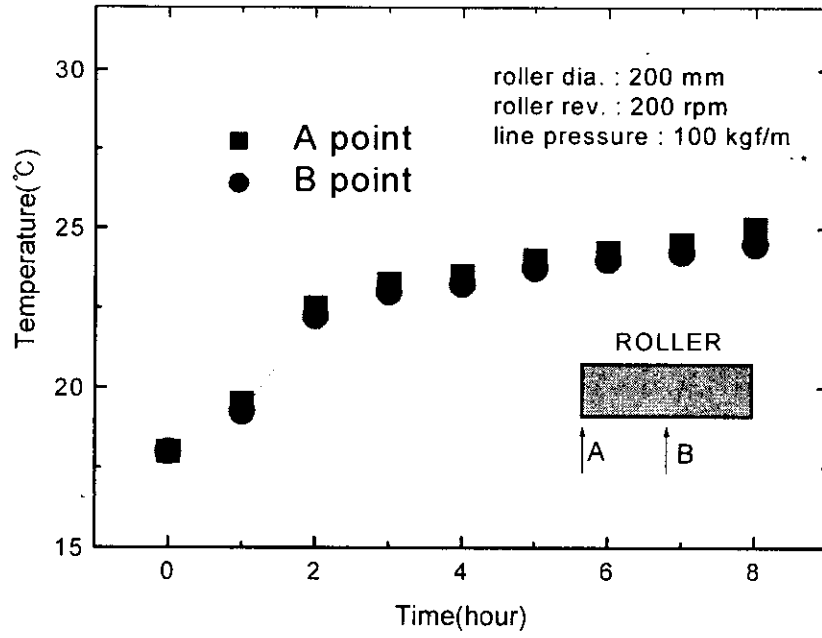


그림 7 고무롤러 온도변화 곡선

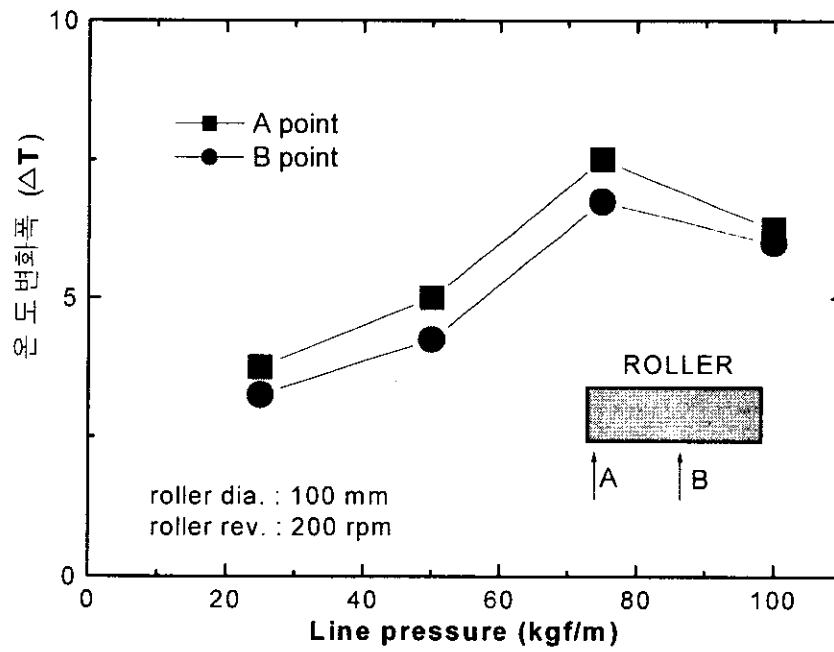


그림 8 선압변화에 따른 고무롤러 온도변화 곡선

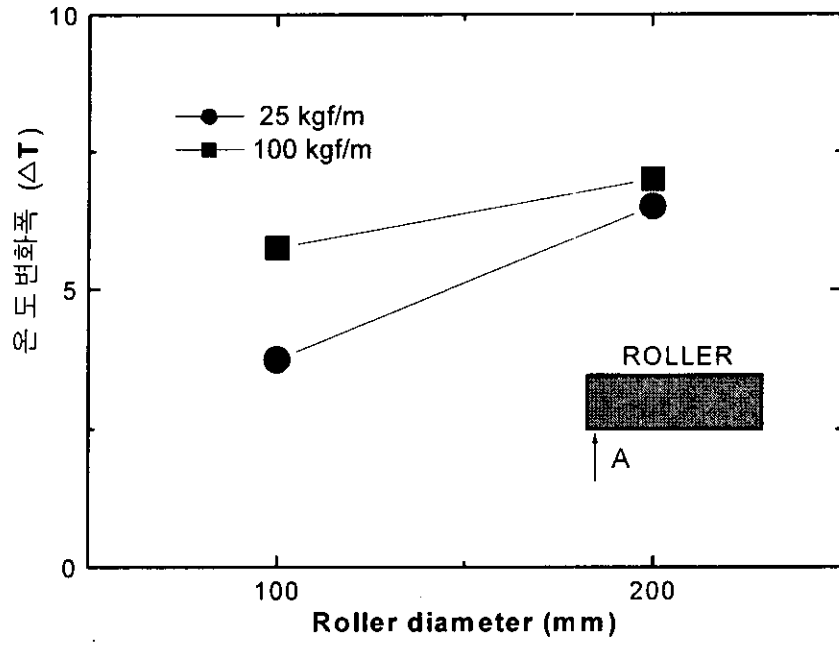


그림 9 고무롤러 직경 변화에 따른 온도변화 곡선

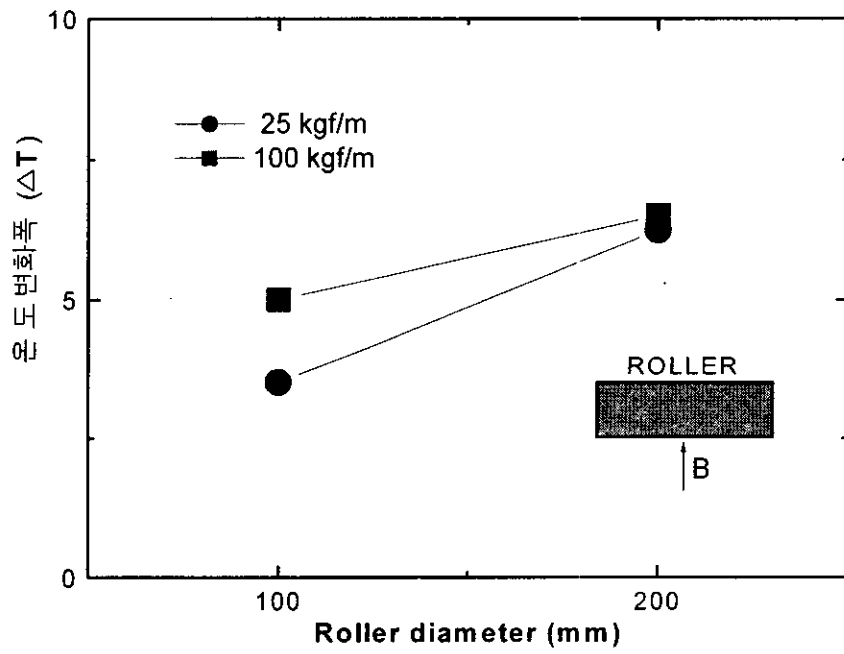


그림 10 고무롤러 직경 변화에 따른 온도변화 곡선

4. 결론

인쇄용 롤러의 내구성 평가를 위한 기초연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 인쇄용 롤러의 내구성을 평가할 수 있는 시험기를 설계 제작 하였다.
- 2) 제작한 시험기에서 인쇄용 고무롤러의 온도변화를 시험한 결과 롤러의 위치에 따라서 온도의 편차가 있으며 시험 시간이 길어질수록 온도는 상승하였다.
- 3) 같은 직경의 롤러에서 선압이 증가하면 온도 상승이 증가하고, 롤러 직경이 클수록 온도는 증가하나 온도변화 폭은 직경이 작을수록 크게 나타났다.

※ 참고문헌

1. "フラクトグラフィによる疲労破壊現象の検討", 日本ゴム協會誌, 第68卷 第10号, 1995年, pp.737~741.
2. "ゴムロールの發熱と疲労", 日本ゴム協會誌, 第70卷 第5号, 1997年. pp.264~268.
3. "인쇄기 롤러 종류와 기능", 인쇄계, 2000년 4월호, pp.93~96.
4. "레도 고무부품의 열해석에 관한 연구", 한국정밀공학회지, 제16권 제9호, 1999년 9월호, pp.117~122.