

섬유의 기계적 변형이 KOCC의 물성에 미치는 영향

원종명, 김시영

강원대학교 제지공학과

1. 서론

산업용지란 각종 산업용으로 사용되는 종이를 말하는 것으로 포장용지, 골판지 원지 또는 그 밖의 가공원지 등이 이에 해당된다. 산업용지는 특히 산업 및 경제 상황과 매우 밀접한 관계를 지니고 있다. 모든 산업과 경제 활동의 한 측면에는 필수적으로 제조된 상품을 포장하여 소비자에게 전달되기 까지 보호해야 할 뿐만 아니라 최근 들어 포장의 개념과 역할이 더욱 확장됨으로써 포장의 중요성을 크게 증대되었다. 그렇기 때문에 산업용지의 품질 개선에 더 많은 노력을 기울이고 있다. 하지만 국내의 산업용지 제조업체들의 대부분은 생산원가의 절감을 위해 외국에서 양질의 골판지 폐지를 수입하여 사용해왔으나 전 세계적으로 환경규제가 강화되어 감에 따라 골판지 폐지의 주요 수출국 또한 재활용 비율이 높아지게 되었다. 따라서 수입 OCC의 가격 상승과 더불어 품질의 저하를 가져오게 되었다.

이런 상황을 극복하기 위해서는 KOCC의 활용비율을 높여야겠지만 여러 번 리사이클된 KOCC는 산업용지로서 요구되는 강도를 만족시킬 수 없다. 따라서 KOCC의 품질 개선을 위한 기술 개발을 위해 노력해야하는 실정이다. 그동안 국내의 연구팀들이 OCC의 재활용 기술에 대한 집중적인 연구를 실시하였으며, 본 연구팀도 최근 들어 KOCC의 활용을 극대화하기 위한 일환으로 KOCC의 물성을 개선하기 위한 연구를 수행하고 있다. 이번 연구에서는 강도의 개선과 신장율의 향상을 위해 수행되는 기계적 처리에 의한 섬유의 변형이 KOCC의 물성에 미치는 영향에 관해 알아보고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

공시재료로는 시중 대형 마트에서 골판지 상자를 분양받아 사용하였다. 이때 상자에 붙어있는 테이프는 손으로 제거하였으며, 손으로 잘게 찢어서 물에 침지시켜 1일간 방치하였다가 실험실용 펄퍼로 해리시킨 후 손으로 짜서 실험을 위하여 사용되기 까지 냉장 보관하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 펄프의 고해 및 수초지 제조

해리된 KOCC는 1.0% 농도로 여수도 350, 400 및 450 ml CSF의 수준까지 고해를 실시하였다. 또한 3수준으로 고해된 KOCC를 30%로 농축한 후 Hobart mixer를 이용하여 30분간 처리하여 각각 평량 80, 90 및 105g/m²의 수초지를 제조하였다.

2.2.2 섬유장 분석

각각의 수준으로 고해된 펄프 시료를 Fiber Quality Analyzer(Optest사, Canada)를 이용하여 섬유의 변형인 Curl과 Kink를 분석하였다.

2.2.3 강도적 성질 측정

각각의 펄프로부터 제조된 수초지는 관계습도 50%, 온도 23℃로 조절된 항온 항습실에서 24시간 조습처리를 실시한 후 인장강도, 인열강도, 파열강도, Stiffness를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 Curl Index

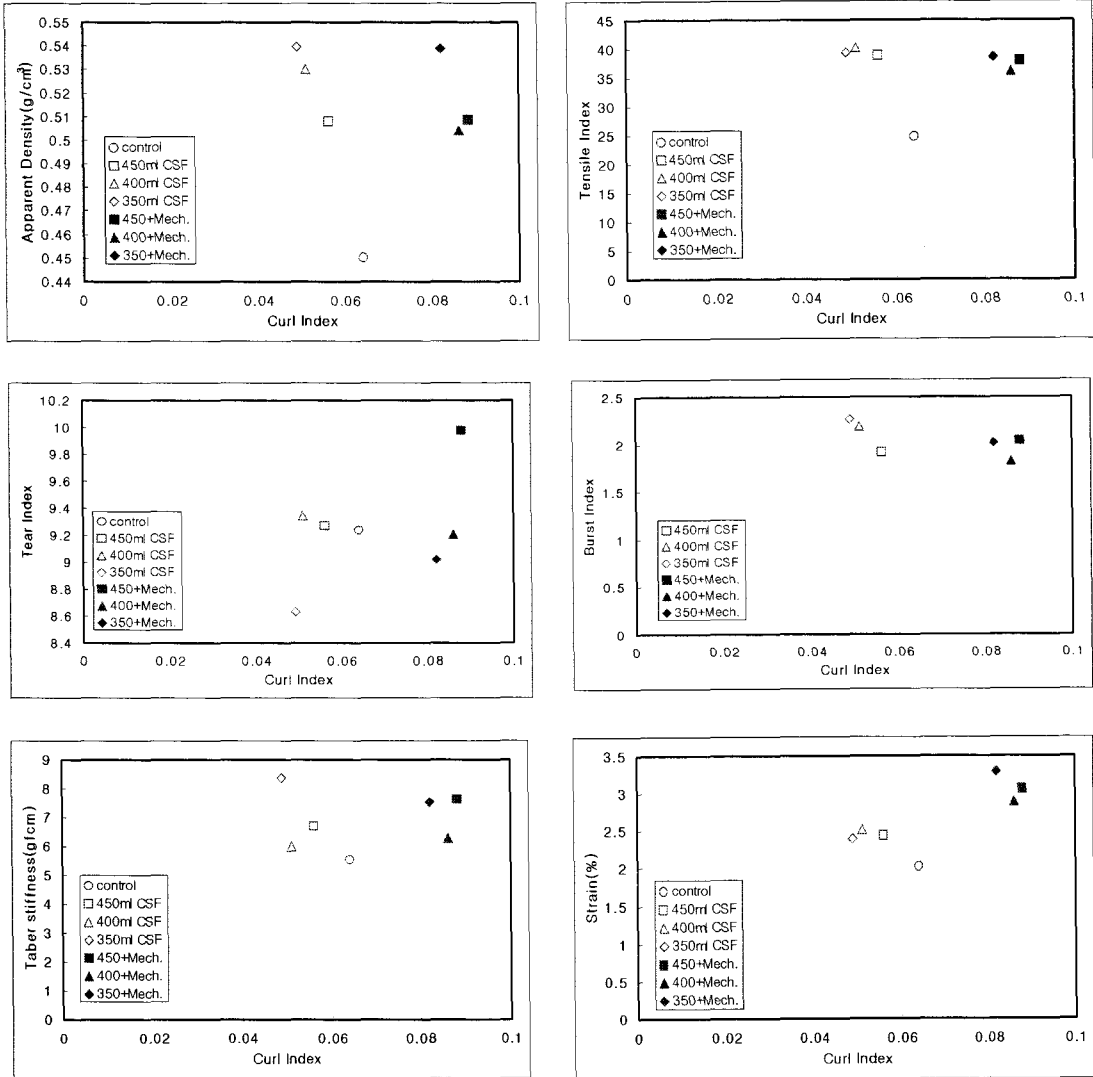
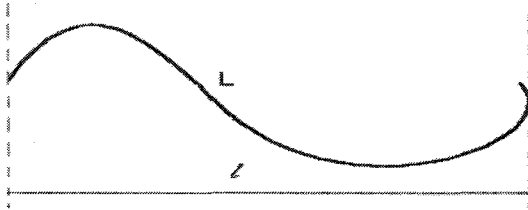


Fig 1. Effect of curl index on paper properties

기계적 처리를 통해 섬유에 쉐와 킹크를 유발시켜 종이의 물성에 미치는 영향을 알아보았다. 섬유의 쉐이란 섬유의 굴곡을 말하는 것으로 쉐지수는 다음과 같이 정의된다.



Curl Index(CI):

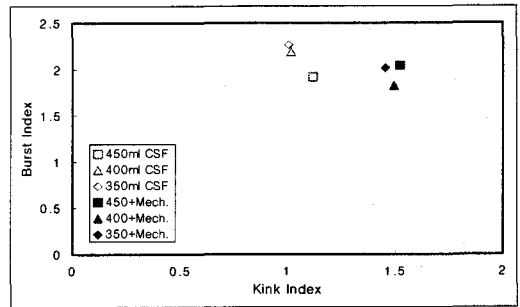
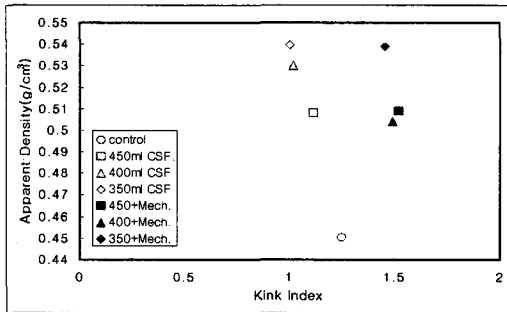
$$CI = \frac{L}{l} - 1$$

L : 섬유의 실제 굴곡 길이

l : 섬유의 예측 길이

Fig 1.은 Curl Index에 따른 여러 물성의 변화에 대한 결과이다. 기계적인 처리를 통해 Curl Index는 증가했으며 이에 따른 강도적 성질은 감소되는 경향을 보였다. 겉보기밀도와 인장강도, 파열강도는 감소되었으며 인열강도와 stiffness, 변형율은 증가하는 경향을 보였다.

3.2 Kink Index



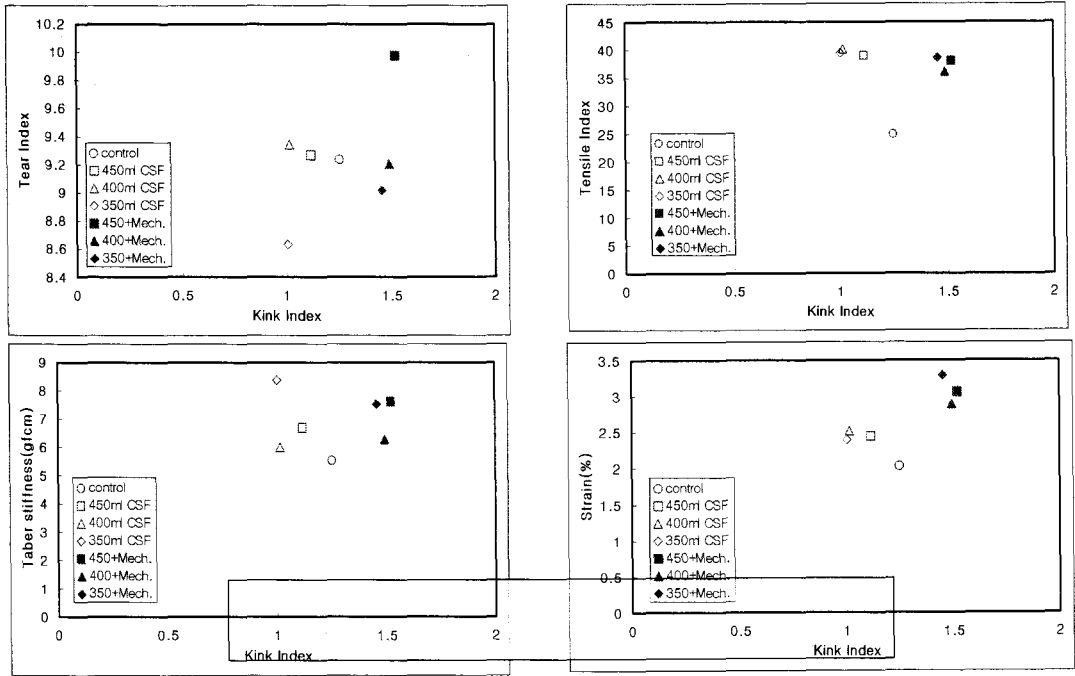


Fig 2. Effect of kink index on paper properties

킹크란 섬유 굴곡의 돌발적인 변형을 말하는 것으로 Kink Index는 다음과 같이 정의된다.

$$\text{Kink Index} = \frac{[2N_{(21-45)} + 3N_{(46-90)} + 4N_{(91-180)}]}{L}$$

결과 마찬가지로 기계적 처리에 의해 킹크는 증가했으며 이에 따라 밀도와 인장강도, 파열강도는 감소되었다. 인열강도와 Stiffness, 변형율은 증가하는 경향을 보였다.

3.3 Kink Angle

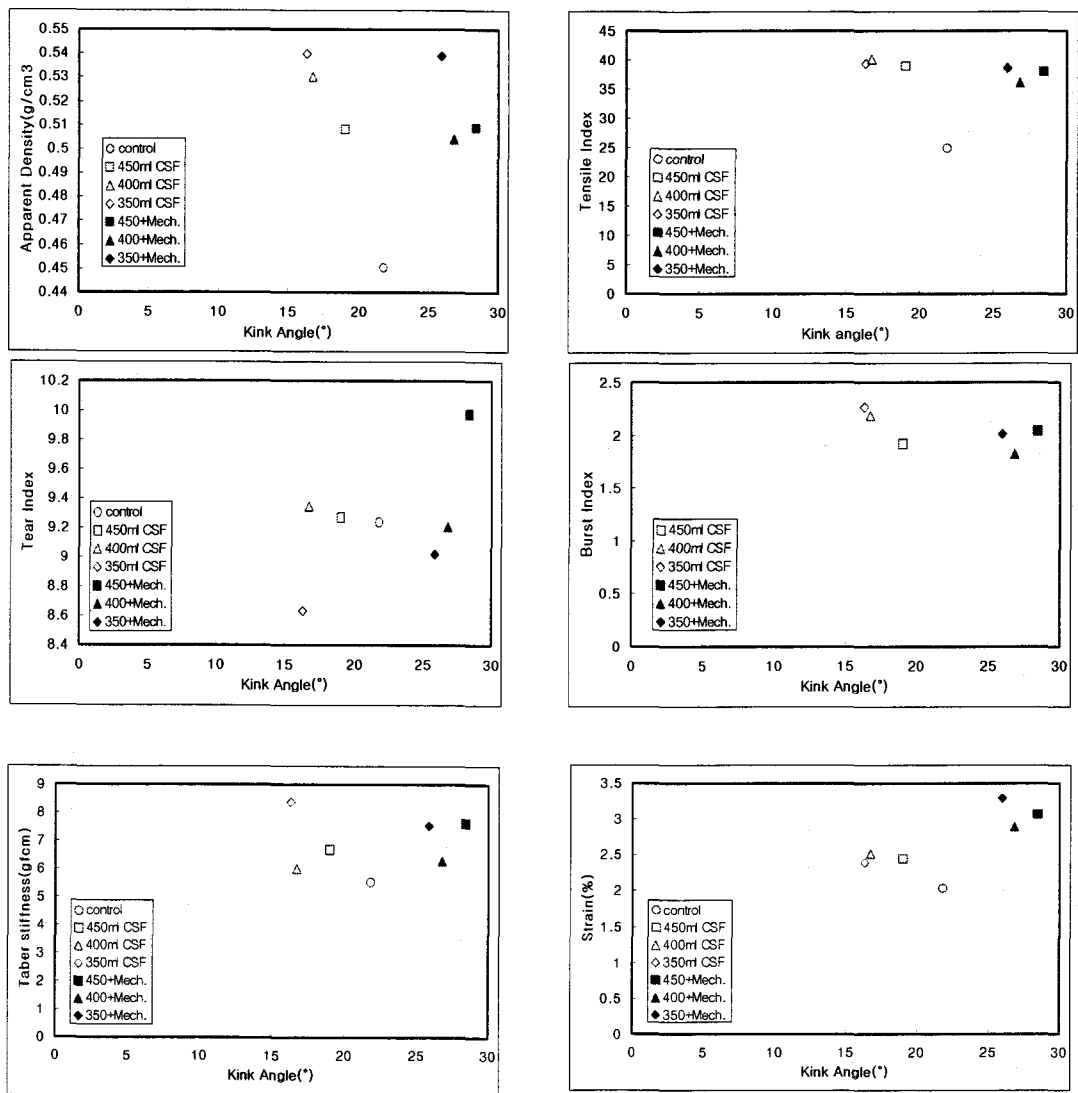


Fig 3. Effect of Kink angle on paper properties

Kink Angle은 20°이상의 모든 kink angle의 합을 측정된 키크의 개수로 나눈 값을 말한다.

기계적 처리에 의해 kink angle은 증가되었다. 그러나 kink angle의 증가에 따라 강도적 특성인 인장강도와 파열강도는 감소되는 경향을 보였으며 인열강

도와 Stiffness, 변형율은 향상되는 경향을 보였다.

4. 결 론

산업용지에서 특히 중요한 부분이 강도적 성질이지만 변형을 또한 매우 중요한 요소이기 때문에 두가지 특성을 모두 고려하여 연구하여야 한다. KOCC의 경우 리사이클이 여러번 이루어졌기 때문에 강도적 성질이 열등하여 이를 개선하고자 Hobart mixer를 이용하여 기계적 처리를 통한 물성의 개선정도를 알아보려고 하였다.

기계적 처리로 인해 섬유 변형이 발생하였으며 이는 종이의 물성 변화로 연결되는 것을 확인할 수 있었다. 기계적 처리에 의해 섬유는 컬과 키크 같은 섬유 변형이 발생되며 이로 인해 변형율과 인열강도, Stiffness가 향상됨을 확인할 수 있었다. 그러나 겉보기밀도와 인장강도, 파열강도는 저하되었으나 이는 섬유의 변형이 큰 영향을 미치지 않았다고 판단된다.

Hobart mixer를 이용한 기계적 처리는 강도적 성질이 다소 감소되기는 하나 섬유의 변형이 변형율의 향상에 큰 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다.

References

1. Mohlin, U-B., Dahlbom, J., "Fiber deformation and sheet strength," Tappi 79(6) 1996 p.105-111
2. Olli Joutsimo., Rolf Wathén., Tarja Tamminen., "Effects of fiber deformations on pulp sheet properties and fiber strength," Paperi ja Puu-Paper and Timber, accepted for publication © 2004
3. Page, D.H., Seth, R.S., The elastic modulus of paper III. "The effect of dislocations, microcompressions, curl and kinks," Tappi 63(1980)10, p.99-102
4. Murray J.ELLIS, GEOFFREY G. DUFFY, ROBERT W. ALLISON, R. PAUL KIBBLEWHITE, "Fibre deformation during medium consistency

mixing: role of residence time and impeller geometry," *Appita J.* 51(1)1998, p.29-34

5. Ingunn Omholt, "The effects of curl and microcompressions on the combination of sheet properties," 1999 TAPPI International Paper Physics Conference, p.499-515