

## 한국 제지산업의 경쟁력 향상 방안

### 원 중 명

강원대학교 제지공학과

한국의 제지산업은 근대화 이래 급성장과 발전을 이루며 지류 생산 및 수요에 있어서 전 세계 8위에 이르는 고지를 점령하기 까지 숨 가쁘게 정신없이 달려왔다. 비록 우리 스스로 기술면에서 자부할 수 있는 펄프 및 제지관련 설비를 직접 생산 공급하지는 않았지만, 자원 빈국이라는 열악한 환경에도 불구하고 괄목할만한 발전을 이루었다고 자부할 수 있다. 또한 우리나라 제지산업에 종사하는 기술자들의 수준도 상당히 높아졌고, 이러한 수준에 이르기까지는 각 제지회사들의 자체 기술자 교육 및 훈련뿐만 아니라 이제 제법 궤도에 올라 세계 어느 국가에서도 제공할 수 없는 양질의 기술자 교육 프로그램을 사)한국펄프종이공학회의 역할이 있었다.

그러나 최근 중국의 펄프 제지산업이 급격한 팽창과 발전을 이루면서 한국의 제지산업은 위기감을 느껴왔고, 각 제지업체들 나름대로 고민과 노력을 해왔다고는 하나 아직 이 난관을 헤쳐 나갈 뚜렷한 대책이 보이지 않고 있다. 중국이라는 나라가 워낙 공룡과 같다보니 미세한 변화가 전 세계에 마치 블랙홀과 같은 막강한 영향을 미치고 있고, 특히 대부분의 에너지원과 원자재를 수입에 의존하고 있는 우리나라의 경우 그 여파는 이루 표현하기 어려울 정도이다.

전 세계 펄프 인쇄용지 수요량은 2004년 현재 약 1억 4천 3백만톤이었으며, 그 중 398%가 백상지, 32%가 신문용지, 18%가 도공지, 16%가 잡지용지로 구성되어 있다. 그 중 아시아-태평양권 국가가 총 4천 6백만톤, 북미가 4천 1백만톤, 서유럽이 4천만톤을 차지하고 있다. 지금까지 아시아에서는 중국이 가장 큰 시장으로 2004년 현재 1천280만톤, 다음이 일본으로 약 800만톤에 이르렀다. 더욱이 중국의 백상지 소비는 2003년-2008년 기간 동안 약 5.3%의 성장률이 예상된 반면, 일본은 단지 1% 정도로 낮은 수치를 나타내고 있다. Jakko Pöyry 컨설팅사에 의해 발표된 보고서에 의하면 중국에서 사무실 프린터, 복사기 및 팩시밀리의 사용과 인쇄된 양식과 봉투, 그리고 기타 비즈니스 관련 통신이 증가됨에 따라 100% 목재펄프를 사용한 백상지의 수요가 2001년-2010년 사이에 연간 10%씩 성장할 것으로 예측되었다. 2004년 이와 같이 정신없이 증

가되고 있는 수요는 88만톤은 국내 생산으로, 30만톤은 수입으로 채워졌다. 한편 2005년 Jiangxi Chenming이 연간 35만톤의 LWC를 생산하기 시작하면서 LWC 생산용량이 크게 증가되었다.

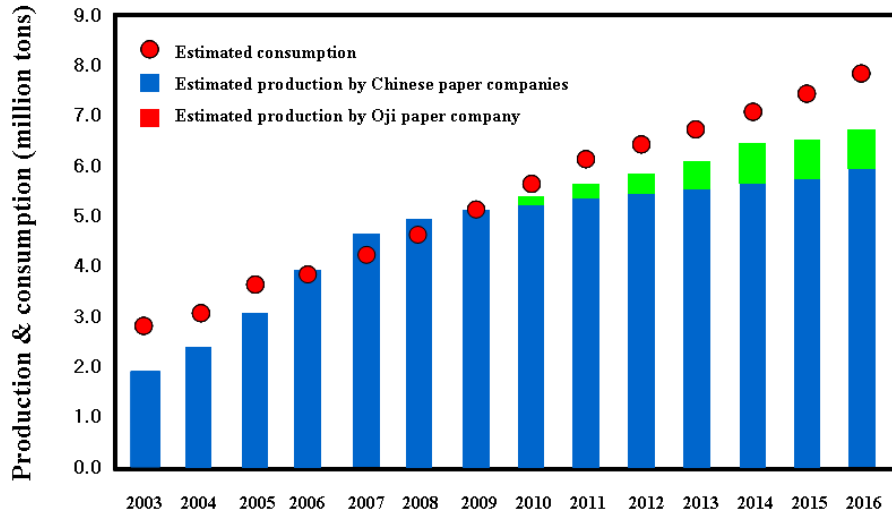


Fig. 1. The estimated coated paper production and consumption in China.

이와 같이 중국이 대용량의 최신 시설을 갖추고 결코 품질이 우리에게 뒤지지 않을 정도의 지류를 생산함과 동시에 심지어는 저가로 수출을 시도함으로써 우리의 우수한 고객이었던 중국이 이제는 오히려 한국의 제지산업을 위협하는 존재로 떠올랐다. 더욱이 에너지 가격의 급등, 지구 환경 오염 심화에 따른 탄소 배출 제한 움직임 등은 우리의 거취를 더욱 어렵게 하고 있다. 일부에서는 이러한 중국의 대용량의 최신식 생산설비 증설과 더불어 한국 제지산업의 미래가 매우 어둡다고 보는 견해가 있다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 최근에는 도공지의 생산량이 수요를 능가하여 심지어는 미국 또는 유럽으로 수출을 하고 있는 실정이다. 과연 한국의 제지산업의 미래는 어떨지 심히 우려되고 있는 실정이다. 그러나 장기적인 예측에 따르면 수 년 내에 공급이 딸리게 되므로 그리 비관적인 것만은 아니다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 일본을 제외한 아시아 지역 국가들과 라틴 아메리카에서 도공지뿐만 아니라 다른 지종의 경우에도 연 평균

4.1%에 달하는 수요 증가가 예측되고 있기는 하지만 그렇다고 해서 안이한 대응을 한다면 빠르게 성장하고 있는 동남아국가들에게 우리에게 주어지는 기회를 빼앗길 수도 있다. 결국 경쟁력 확보를 위해서는 끊임없는 기술 및 고부가가치 기능성 제품 개발, 공정의 합리화, 원료 및 에너지 확보 등 다양한 시도가 수반되어야 한다. 따라서 한국 제지산업이 이러한 난관을 극복하고 다시 국제 경쟁력을 확보할 수 있는 방안이 무엇인지 아이디어를 제시하기 위한 일환으로 제지산업 관련 발전 가능 분야를 예시를 통하여 점검해보고자 한다.

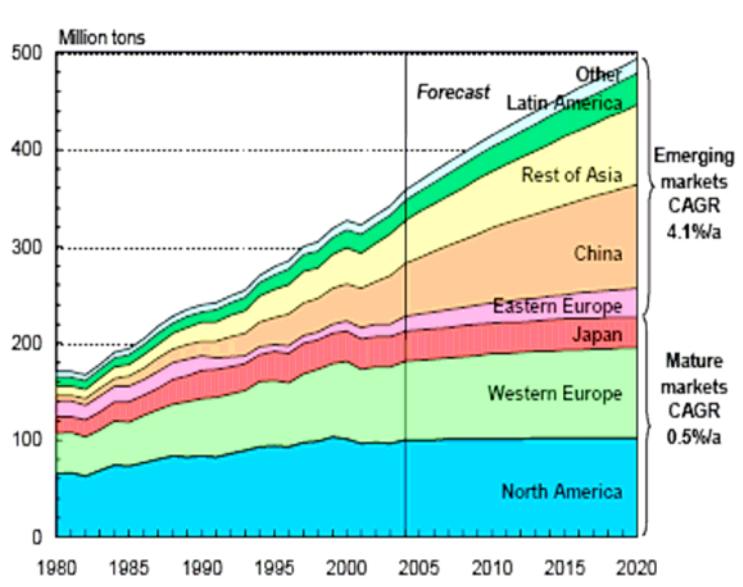


Fig. 2. The estimated long-term consumption of paper and board.

### 펄프 수급

마켓펄프는 전통적으로 북미와 노르딕국가에서 생산되어 왔다. 1970년대 말 브라질과 칠레가 주요 마켓펄프 생산국으로 부상되었으며, 1990년대에 들어서서 인도네시아와 기타 동남아시아국가에서도 마켓펄프를 생산하기 시작했다. 저렴한 비용으로 짧은 기간에 목재를 생산할 수 있게 되고, 활엽수 펄프를 이용하는 제지기술의 개발은 새로운 펄프 생산국을 탄생시키는 역할을 하였다.

마켓펄프에 대한 수요가 유럽, 북미, 중국 및 기타 태평양 연안국들의 주요 제지산업에 집중되었지만 새로운 마켓펄프 생산 증가의 상당 부분이 세계에서 비용이 적게 들고, 펄프용재가 빠르게 성장되는 지역에서 이루어지고 있다. 그 결과 마켓펄프는 자급자족보다는 특정지역에서 생산되어 전 세계로 공급되는 구조를 이루게 될 것이다. 이러한 구조는 부족한 펄프 공급을 채워줄 수 있는 기회도 되겠지만 환경오염의 심화에 따른 탄소 배출 감축운동은 결국 이들 목재자원의 벌채에 제한적 요소로 작용될 수밖에 없다. 따라서 목재펄프에 100% 의존하고자 할 경우 머지않은 장래에 심각한 어려움을 겪게 될 것이다. 특히 펄프 수요량의 80% 이상을 수입에 의존하고 있는 우리나라의 제지산업의 경우 상황은 더욱 심각하다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안은 가격이 저렴하고 환경문제로 말미암은 영향이 적은 대체 펄프의 발굴이라 할 수 있다.

대체펄프가 갖추어야 할 조건은 무엇보다도 탄소배출권 감축의 영향을 받지 않는 소재인 동시에 짧은 기간 내에 재생산이 가능한 천연 소재 이어야 한다. 또한 에너지를 비롯한 제반 제지원료의 가격 상승을 감안할 때 가격이 저렴하여야 한다. 이들 국내 및 해외에서 직접 생산 공급하거나 현지 업체와 장기 공급 계약을 하는 방안이 고려될 수 있다. 그동안 주로 목재 펄프에 익숙해져 있기 때문에 새로운 소재의 도입에 대한 부담감이 따르겠지만 이들 대체 펄프를 활용하기 위한 기술 개발에 대한 투자도 과감히 따라야 한다.

### 주요 지종의 변화

아무리 사무 자동화가 이루어지고, IT산업이 발전되어 많은 매스미디어가 디지털화 추세에 있다고 하더라도 지구의 역사가 계속되는 한 종이의 수요는 꾸준히 증가될 것으로 예측되고 있다. 그러나 그러한 가운데 이미 소비자들의 욕구 변화에 따라 종이의 특성도 변화하는 추세를 보이고 있다. 대표적인 예를 들자면 도공지 및 미도공 백상지에 있어서 모두 명도가 높아지는 방향으로 계속 변화되고 있다. 이러한 변화는 457 nm의 단파장으로 측정되는 brightness(명도)의 개념에서 전 가시광선의 파장이 측정에 사용되며 사람의 시각에 보다 가까운 백색도(whiteness)로 옮겨가고 있음을 실감할 수 있다. 이러한 추세는 심지어는 도공지와 백상지의 경계까지도 모호하게 만들어 가고 있다.

## 백상지

거의 대부분의 백상지는 이제 알칼리 초지 시스템이 사용되고 있고, 그 결과 탄산칼슘이 주요 충전제로 부상되었다. 명도의 증가 추세는 지속되어 북미의 경우 이미 84%에서 92%(백색도 140 이상)로 높아졌다. 브라질, 유럽, 아시아에서는 명도가 94-96, 백색도 150 이상으로 더 높은 수치를 보이고 있다. 습부 및 표면 사이징에서 증백제(optical brightener)의 사용이 증가되고 있고, 표면 사이징이에서 안료를 사용하는 추세를 보이고 있다. 사무용지는 옅은 인쇄적성을 유지하면서 잉크젯, 레이저 프린팅, 복사에서 우수한 화상을 제공할 수 있는 다기능성이 추구하고 있다. 즉 과거에는 프린터의 종류에 따라 인쇄품질이 종이의 종류에 따라 달랐지만 이제는 그러한 구분이 없어지고 있다.

## 백상지 대체지

백상지 대체지는 기계펄프 함량이 높고, 충전제가 함유된 종이로 기존 백상지의 품질과 유사한 품질을 제공하기 위하여 경량 MSP(metered size press) 도공을 한 것이다. 저렴한 원료를 사용하는 덕분에 백상지보다 싼 가격에 판매할 수 있어 제조업체 입장에서 유리하다고 할 수 있다. 기계펄프의 사용은 벌크의 부여가 용이하여 평량을 10% 정도 낮출 수 있다. 명도는 백상지와 유사하다. 이 종이는 레이저 프린팅 및 복사용으로 사용될 수 있으며, 잉크젯 및 LEP(liquid electrophotography)에서 고품질의 화상을 제공할 수 있도록 양이온성 표면 기능성을 갖는 종이도 개발될 예정이다.

## FCO와 MSP 도공 LWC

최근 개발된 부가가치성 지종은 기계펄프 함량이 높은 원지를 MSP 도공을 하고 고온 연질 님 캘린더링을 한 FCO(film coated offset)이다. 이 종이는 미도공 SC지보다 heat set offset에서 보다 인쇄 성능이 우수하다. SC지는 우수한 평활도와 높은 광택을 제공하며 로토그라비아 인쇄에 적합한 특성을 지니고 있지만 안료를 잡아줄 수 있는 접착제가 없어서 물에 대하여 민감하게 반응하고 heat set offset에서 milking 현상이 발생된다. MSP와 온-머신 수퍼캘린더링을 병용할 경우 블레이드 도공 후 오프-머신 수퍼캘린더링한 종지와 유사한 품질의 종지가 얻어질 수 있다. 특히 MSP는 블레이드 도공보다 종지에 스트레스를 주지 않기 때문에 원지 제조 원료로 더 많은 기계펄프의 사용이 가능하게 해준다.

### 도공 읍셋 인쇄용지

우편요금의 증가와 더불어 초경량 도공지(ULWC : ultra lightweight coated)의 수요가 늘고 있다. 이 종이의 가장 큰 과제는 내비침(print through)의 방지와 적절한 불투명도의 부여다. 최근에는 인쇄에서 더 많은 칼라, 잉크 커버리지 및 트랩 면적이 적용되고 있어서 블리스터와 인쇄얼룩(mottle)이 발생될 확률이 더 높아지고 있다. 고품질 사진에 대한 수요 증가는 새로운 스크린 기술의 사용을 유도하고 있다.

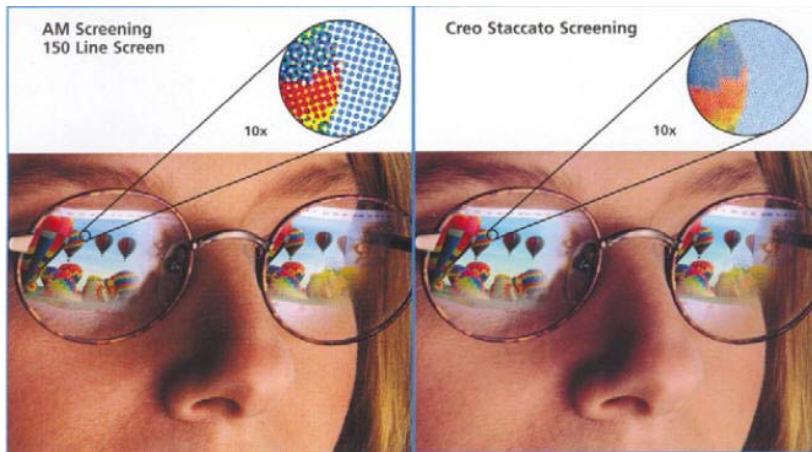


Fig. 3. Comparison of conventional 150 line and staccato screening.

staccato 스크리닝(기존 340선 스크린과 유사)은 최근 급부상되고 있는 것으로 Fig. 3에서 보는 바와 같이 기존 150선 스크린 인쇄보다 훨씬 우수한 이미지를 제공해준다. 이 인쇄를 위해서는 표면의 균일성이 매우 중요하며, 판상 브라질산 클레이와 aragonite PCC가 적합하다.

### 도공판지

증가되고 있는 종이 및 인쇄광택에 대한 요구로 도공판지의 경우에도 명도와 평활도에 대한 요구가 증가되고 있다. 심지어는 디지털 인쇄에 대한 요구를 만족시켜줄 수 있는 표면을 지니는 도공판지의 생산도 도전 대상이다. 약품포장용의 경우 이미 적용되고 있는 LEP 및 잉크젯도 성장 가능 포장분야이다.

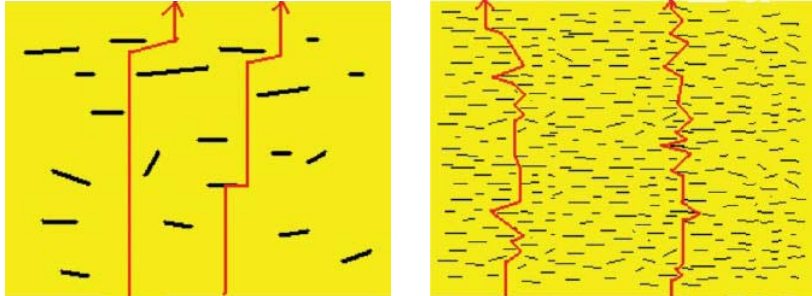
## 제지산업에서의 나노텍의 응용

최근 나노텍에 대한 관심이 매우 높아지면서 각 산업분야에서 이를 이용한 제품 생산에 열을 올리고 있다. 그러나 나노텍이라는 것이 결코 새로운 기술이 아니며, 제지산업에서는 이미 오래전부터 활용되어 왔다. 즉 제지원료로 사용되고 있는 원료들이 나노 사이즈를 지니고 있다는 사실은 이미 오래전에 알려진 사실이다. 그동안은 이에 대한 인식 없이도 큰 문제없이 비즈니스가 가능했지만 타 산업의 발전과 더불어 제지산업의 입지가 매우 빠른 속도로 좁아지고 있다. 이러한 상황에서 살아남 수 있는 경쟁력을 갖추기 위해서는 그동안 관심을 갖지 않았던 나노텍의 응용 방안에 대한 시야를 넓히고 실용화함으로써 고부가가치 기능성 종이 제품의 개발해야 된다는 사실이다.

차단용 도공으로 가장 널리 사용되고 있는 아크릴계 라텍스는 고온 및 습도에 의해 끈적거리는 성질이 없을 뿐만 아니라 필름은 유연하고, 냄새가 적지만 비싼 것이 흠이다. SB 라텍스는 강하기는 하지만 자외선에 노출될 경우 노랗게 변색되고, 냄새가 나며, 끈적거리는 단점을 지니고 있다. 1990년대 중반에 스타이렌과 아크릴 단량체가 지니는 장점을 취하기 위하여 스타이렌 아크릴 라텍스가 개발되었다. 그 외에도 폴리비닐알코올, PVDC(polyvinyladene chloride), PET(polyethylene terephthalate) 등 석유 화학계의 우수한 도공재료들이 개발 사용되어 왔다. 이러한 제품들이 비록 차단성이 우수한 필름을 형성해주는 것은 하나 너무 질기고 강하기 때문에 리사이클이 어려워 환경 문제가 심각하게 대두되는 상황에서는 애물단지로 인식되었다.

상품 포장에 널리 사용되는 골판지 상자의 경우 습도가 높은 조건에 견디게 하기 위하여 가격이 저렴하면서도 차단 특성이 양호한 왁스코팅이 널리 사용되었다. 그러나 왁스는 리사이클이 쉽지 않고, 작업성이 나쁜 단점을 지니고 있다. 또한 왁스가 펄프에 1-2%만 섞여 들어가도 종이 및 판지의 강도가 10%까지 감소되는 악영향을 미칠 수 있다. 그뿐만 아니라 제지설비의 대부분을 오염시키는 문제도 심각하다. 이러한 문제를 해결하기 위한 일환으로 수용성 차단 코팅이 시도되었다. 이를 위해 희석 고분자 수용액에 판상의 탈크 또는 고령토를 섞어 사용하였다. 광물질 분말이 도공층에 공극구조를 만들어 줄 수 있도록 CPVC(critical pigment volume concentration) 이하에 해당하는 안료를 섞어주었다. 이량은 대략 고분자 중량의 40-50%에 해당된다. 이러한 구조 내

에서 판상의 안료는 물, 기름, 증기, 가스 등의 유체가 도공층을 통과하기 위한 통로를 매우 꾸불꾸불하게 만들어주어 마이그레이션을 방해하는 역할을 해준다.



**Fig. 4. Nano diffusion path formed by macro and nano particles.**

#### 판지와 박엽지 분야의 대책

박엽지 및 판지 제조업체들은 초지기의 성능을 향상시키고, 원료의 품질과 섬유의 경제성을 최적화하기 위하여 새 기술을 적극적으로 도입 사용해왔다. 그러나 미래의 포장산업은 성능의 균형, 표현, 비용을 포함한 공급 체계를 개발해야 한다. 또한 포장기능을 부여하기 위한 생물공학과 전자기술의 조합에 대한 개발이 필요하다. 포장 부피의 감소 추세는 판지의 중요한 성질이 유지하면서 경량화 하는 것을 필요로 한다. 이러한 추세는 또한 생산량 감소의 손실을 보충하기 위하여 더 빠른 초지기의 속도를 추구하게 할 것이다. 원료로써 재생섬유 사용의 증가는 저급원료로 경량판지의 생산 기술 개발을 필요로 할 것이다. 경량화는 mini-flute 및 micro-flute 판지 제조 기술 개발에 더욱 박차를 가하게 할 것이다.

최신 갱포모와 슈프레스 기술은 모든 판지 등급에서 초조 속도의 매우 큰 잠재성을 제공할 것이다. 싱글-티어 건조 방식의 사용은 증가하겠지만 양키 실린더, Condebelt 및 impingement 건조 방식의 사용은 감소될 것이다. 판지의 표면 특성 개선을 위해 양키 건조기 대신 슈 퀵린더가 사용될 것이며, 비접촉식 도공 기술이 개발될 것이다.

판지산업의 미래는 원료 비용, 소비자 기호, 기능성, 물류, 환경적인 압력, 투자에 영향을 칠 수 있는 법규 등에 의하여 좌우된다.

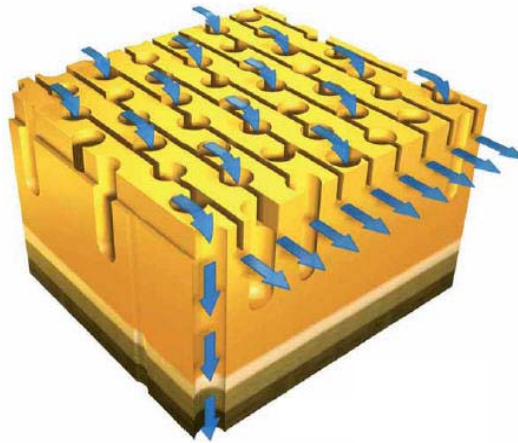


박엽지 분야에서의 가장 혁신적인 기술은 고품질 화장지 생산에 가장 크게 기여를 한 TAD(through air drying)이다. 화장지의 품질 개선은 부드러운 감촉, 벌크, 흡수성 및 습강도에 초점이 맞추어져 있다. 부드러운 감촉과 벌크는 특히 화장실용, 미용 및 종이 손수건에서 중요한 반면 흡수성과 습강도는 키치타월과 냅킨에서 중요하다. 많은 새로운 박엽지용 초지기들은 우수한 부드러운 촉감, 벌크 및 흡수성을 얻기 위하여 TAD를 적용하고 있다. 지속적인 TAD의 개발은 초지속도와 효율을 더욱 높이는 방향으로 진행되고 있다. 또한 소비자들의 욕구를 채워주기 위한 가공 공정들이 적용되고 있다. 그 대표적인 것으로 장식용 엠보싱, 라미네이팅, 고품질 인쇄 등이 있다.

### 프레스 롤 커버 디자인 변형을 통한 비용 절감

압착부에서의 탈수 개선은 생산 비용과 매우 밀접한 관계가 있는 건조 하중 감소뿐만 아니라 지질 염려가 적은 더 강한 종이의 생산을 가능토록 해준다. 이미 잘 알려져 있는 바와 같이 압착부에서 고품분을 1% 올리는 것은 건조부에서 4-5%의 건조 부담을 낮추어주며, 비용으로 환산하면 동일한 량의 물을 압착부에서 제거할 경우 건조에 비하여 에너지 비용을 약 1/20로 줄일 수 있다. 클러스터 프레스와 슈프레스와 같은 압착 기술의 개발은 탈수와 주행성 개선을 위한 해결책으로 부상되고 있다. 또한 최근의 새로운 clothing 개념은 새로운 압착 기술의 실용화가 가능하도록 하는 과정에서 개발되었다. 프레스 롤 커버의 소재와 디자인의 개선도 운전 비용과 작업성 개선에 기여를 하였다.

롤 커버는 압착부에서 여러 가지 역할을 한다. 롤 커버를 사용함으로써 롤의 부식을 방지하고, 관리 유지비용을 주려주며, 체류시간을 늘려주어 탈수 개선 효과를 제공하고, 지필에 균일한 님 압을 전달되도록 해준다. 또한 프레스 롤의 잘못된 크라운을 완화시켜주는 역할도 한다. 이와 같이 많은 역할을 지닌 롤 커버가 그 기능을 제대로 하게 하려면 높은 내마모성, 경도 안정성 및 결합 내구성을 지녀야 한다. 고기능 폴리우레탄 롤 커버는 이러한 요구를 모두 만족시켜줄 수 있다. 내마모성, 인성(韌性) 및 내구성의 조합은 인쇄 필기용지 생산을 위한 초지기의 suction press roll과 grooved press roll의 커버로 사용 가능케 해준다.



**Fig. 5. Water path flow of polyurethane roll cover with custom designed surface.**

고기능 폴리우레탄 커버의 내마모성, 내구성 및 신장률은 다양한 표면 디자인과 배출 패턴을 적용하는 것을 가능하게 해준다. 넓은 개구면적(open area)와 기공 부피는 압착부 밑에서 물이 잘 빠질 수 있게 해주어 압착부 건조도 개선에 도움이 된다. 진공 롤의 경우 물에 걸리는 하중 때문에 물 자체에서 이러한 부분들을 충분히 반영하기 어렵다.

이러한 고기능 폴리우레탄 커버의 사용으로 새로운 보다 넓은 개구면적, 탈수를 개선시켜주는 서로 연결되어 있는 표면의 패턴 등이 가능하게 되었다. 높은 내마모성은 프로파일을 유지하고, 흠의 마모와 구멍의 변형을 최소화시켜주어 오랜 운전기간 동안 일정하고 효과적인 탈수가 가능하도록 해준다.

**European LWC producer :**

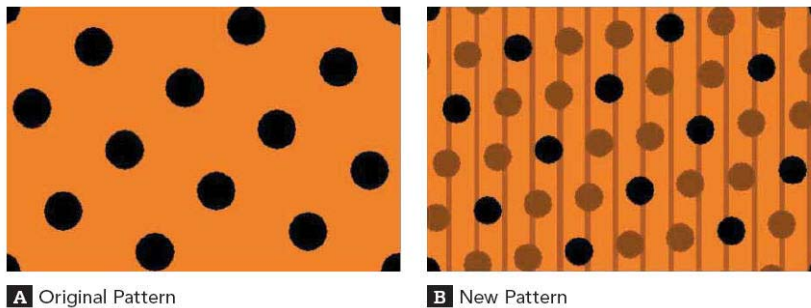
석션 드릴만 되어있는 폴리우레탄 커버가 입혀진 중간 진공 롤을 사용하는 유럽의 LWC 공장에서 초지기 속도 향상 필요성에 의해 개구면적이 증가된 블라인드 드릴과 그루브드 패턴(grooved pattern)을 적용하였다(Table 1). 새 커버를 사용함으로써 밑에서 걸리는 압력이 감소되어 프레스 패브릭의 압축 변형 감소로 수명이 연장되었으며, 탈수된 물의 이동 거리 감소와 배수 개선에 의해 지폭 방향에서 수분 프로파일이 개선되었다.

**Table 1. Press conditions**

Speed	1150 mpm
Paper grade	LWC, 33-40 g/m <sup>2</sup>
Wheet width	8340 mm
Press type	Triple nip cluster (TriNip)
Position	Center suction press roll
Linear pressure	70/90 kN/m
Original surface	10 P&J, suction, 14.8% open area
New design	10 P&J, SBDG*, 39.6% open area

Suction blind drilled and grooved

상기 교체 작업을 통하여 압착부 통과 지필의 고형분이 42%에서 43%로 증가되었고, 50 mpm의 초지속도 상승으로 생산성이 향상되었다. 초지기 효율이 90%, 증기 1 kg 당 6 달러라고 하면 년 간 총 증기 비용은 4백만 달러가 넘는다. 따라서 롤 커버 교체 만으로도 년 간 160,000-165,000달러의 비용 절감이 가능하다. 또한 생산성 향상으로 톤당 200 달러의 이익이 얻어진다면 년 간 140만 달러 이상의 이익이 예상된다.



**Fig. 6. The original and new design of polyurethan suction roll cover.**

### 효율적인 설비 및 공정 개선 방안

일반적으로 제지설비가 오래되면 성능 및 경제성의 저하로 제품의 품질이 불량해지고 갈수록 치열해지는 경쟁에서 살아남기 어렵게 된다. 따라서 새로 제지 설비를 건설하지 않는 한은 최소의 경비를 들여 경쟁력 유지를 위한 설비 개선 작업이 필요하다. 그러나 공정 및 설비에 대한 분석과 계획이 합리적으로 이루어지지 않을 경우 경제적 손실뿐만 아니라 경쟁력 유지에 치명적인 타격을 입을 수밖에 없다. 따라서 과연 설비 및 공정 개선을 합리적으로 하기 위해서는 어떻게 해야 할지 살펴보고자 한다.

**벤치마킹** : 우선 보유하고 있는 제지설비 및 공정이 경쟁사의 설비와 비교하여 어느 부분이 경쟁력을 떨어뜨리는지 평가 및 분석을 해야 한다. 벤치마킹은 개선의 필요성 및 목표를 설정하기 위한 경쟁 기준을 결정하는데 있어서 매우 중요하다. 예를 들면 만약 회사에서 아직 하드 닙 캘린더를 사용하고 있는 반면 경쟁사의 경우 소프트 닙 캘린더를 사용하여 인쇄품질이 더 우수하다면, 설비 개선의 목적은 인쇄품질의 개선이다. 이때 무조건 소프트 닙 캘린더로 바꾸는 것이 아니라 가능성 있는 여러 방법에 대한 검토를 하는 것이 바람직하다.

1. Don Bridges, Benchmarking your paper machine, Proceeding of TAPPI Papermakers Conference(2001).
2. TAPPI Technical Information Paper 0404-47 Paper machine performance guidelines

**마케팅과 판매 계획** : 초지기 자본 재구성 프로젝트는 가끔 초지기의 문제에 대하여 가장 잘 이해하고 있는 공장에서 시작한다. 또한 어떤 경우에든 설비 개선 프로젝트를 시작하기 전에 항상 마케팅 및 판매 목표를 설정하여야 한다. 글로벌 마케팅 경쟁력을 유지하는 것이 매우 중요하기는 하지만 많은 회사들이 새로운 생산 용량을 정당화하기 위한 당위성을 찾는 것이 쉽지 않다. 이런 경우 마케팅의 근거를 어디에 둘 것인가가 문제이다. 첫 번째로 고려해야 할 것은 경쟁력을 유지하기 위한 품질 개선이다. 다른 방법은 노후된 기계를 폐기하는 대신 다른 기계를 낮은 운전비용으로 더 우수한 품질의 제품을 생산할 수 있도록 하여 감소된 생산 용량을 보충시키는 것이다.

**제한 요소 평가** : 많은 공장들은 초지기를 각각 분리된 별개의 장치로 보기 때문에

설비 향상 작업을 할 때 잘못된 접근을 하고 있다. 예를 들면 공장에서는 전체적인 제지설비 시스템을 보지 않고 단지 새로운 헤드박스 또는 새로운 프레스가 필요하다고 믿는다. 새로운 헤드박스는 예상된 결과를 저해하는 단지 초지부의 문제를 해결하여 지필도를 개선하기 위한 목적으로 구입되었을 것이다. 따라서 설비 개선을 위한 모든 프로젝트에서 중요한 것은 현재의 모든 운전 관련 조건과 제한 요소들을 평가하는 것이다. 이를 위한 작업에는 몇 가지 중요한 단계가 있다.

- ① P&IDs : 평가 작업은 전체 초지설비에 대하여 파이핑 시스템 및 제어 시스템에 대한 설계도면(P&IDs : piping and instrumentation diagrams)으로부터 시작한다. 많은 노후 설비들은 그들 초지기에 대한 설계도면을 가지고 있지 않다. 설사 가지고 있다하더라도 옛날 것을 가지고 있어서 전혀 도움이 되지 않는다. 따라서 첫 번째 작업은 현 공정에 대한 설계도면을 확보하는 것이다.
- ② 운전인자 : 현 시설에 대한 P&IDs에 근거하여 각 주요 지종 생산을 위한 모든 운전 인자에 대한 자료를 확보해야 한다. 운전 인자로는 초지기 속도, 헤드박스 유량과 농도, 프레스 함수율, 건조 속도, 사이즈 프레스 픽업 등이 포함된다.
- ③ 문제점 : 모든 초지기는 생산량 증가를 제한하는 한계를 지니고 있다. 많은 초지기들은 킬의 끝 및 지하에 공간이 없는 건조기의 배열방식 때문에 공간에 제약을 받고 있다. 따라서 건조 용량을 늘리는 것이 불가능하며, 단지 프레스에서 나오는 지필의 농도를 높여 속도를 올리는 방법밖에 없다. 일단 프레스가 개선되면 초지기는 현재 보유하고 있는 건조기로 건조될 수 있는 지종의 생산에 국한된다.
- ④ 건조 속도(TAPPI TIP 0404-07) : 각 지종 별 건조 속도의 계산이 끝나면 다른 초지기와 건조 속도를 비교할 수 있다. 만약 건조 속도가 낮으면 건조 효율을 높이는 방법을 통하여 생산성을 향상시킬 수 있다. 건조 속도에 대한 자료는 현재 보유하고 있는 프레스 및 건조 설비를 이용하여 생산할 수 있는 초지기의 속도를 예측하기 위한 수단으로도 활용될 수 있다. 또한 프레스를 개선하여 높은 고품분을 얻을 경우 종이를 생산할 수 있는 속도를 시뮬레이션 하는 것도 가능하다.
- ⑤ 프로젝트 비용 : 설비 개선 프로젝트에서 흔히 발생하는 실수는 초기에 공장 실무자가 프로젝트의 범위와 비용을 예측하도록 중용하는 것이다. 이러한 어렵짐작은 가끔 벤치마킹이나 공정에 대한 검토가 실시되기 전에 이루어진지며, 프로젝트

의 범위는 대개 불분명하다. 이와 같이 프로젝트 비용을 예측하여 경영진에 보고하고, 그것을 예산 편성 및 장기계획의 실제 비용으로 굳어져 버린다. 이러한 이유로 초기 단계에서 2-3개의 잘못된 인자의 적용으로 프로젝트의 범위와 비용이 잘못 편성 된다. 프로젝트 예산 편성 시 예상되는 비용뿐만 아니라 예상되지 않은 부분에 대한 비용도 포함되어야 한다. 흔히 구조나 기초공사 및 새 장치를 다룰 오버헤드 크레인 용량과 같은 것들이 지나치게 높게 잡혀진다. 일반적으로 예산은 일찍이 결정되는 반면에 범위는 계속 변하기 때문에 후에 추가되는 부분을 수용하기 위해 일부가 배제되는 문제가 발생할 수 있기 때문에 프로젝트 비용의 결정은 매우 신중하게 이루어져야 한다.

- ⑥ 프로젝트의 목적과 범위 : 프로젝트의 목적과 범위의 결정은 최종 프로젝트 비용이 결정되기 전에 이루어져야 한다. 범위의 변화는 프로젝트 비용의 변화를 수반하게 된다. 일부 프로젝트 범위의 변경이 불가피한 경우도 있지만 대부분의 경우 최종 프로젝트의 목적에 대한 이해부족에서 비롯된다. 가끔 엔지니어링, 제조 및 경영 파트에서 설비의 개선 목적에 대해 전혀 다른 시각을 갖으며, 이는 결국 각기 생각하는 프로젝트의 범위에 영향을 미치게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 프로젝트의 목적과 범위를 정할 때 관여된 모든 사람이 참여하여야 하며, 그 결정 사항은 공장의 모든 계층에 있는 사람들에게 충분한 전달되어야 한다.
- ⑦ 공정과 장치의 선택 : 벤치마킹과 평가를 마친 후 이상적인 목표를 설정하는 것이 가능하게 될 것이다. 그러나 프로젝트의 범위는 어떻게 그 목적을 달성할 것인가에 따라 좌우된다. 예를 들면 건조부에서의 병목 현상이 발생된다면 프레스를 개선할 것인지 아니면 건조기를 개선할 것인지에 따라서 달라진다는 것이다. 공정의 선택은 대체 가능성에 의하여 좌우된다. 또한 공정과 장치의 선택을 위한 정보는 장치 제조업체로부터 얻을 수 있다. 그러나 장치 제조업체는 그들이 생산한 장치를 팔고자 하는데 관심이 있다는 사실도 명심해야 한다. 공정과 장치의 선택에는 항상 위험 부담이 따른다는 사실을 인정하고 신중하되 과감한 도전 정신이 필요하다.

## 결 론

제지산업을 구성하는 중요한 기본 요소는 섬유, 에너지 및 인력이라 할 수 있다. 시간이 흐를수록, 세대가 변할수록 점점 그 확보는 어려워진다고 볼 수 있다. 이에 대한 공격적인 확보 전략이 준비되어야겠다. 이러한 어려움을 완화시키기 위한 일환으로 공정의 합리화를 통한 에너지 소비 및 생산 원가의 절감도 필수 노력이라 할 수 있다.

또한 시장의 국제화와 동남아 국가에서의 제지산업 활성화는 자원빈국인 우리나라의 제지산업에 대한 고통은 더 커지리라 생각된다. 이를 극복하기 위해서는 끊임없는 기술 개발을 위한 투자가 이루어져야 하며, 새로운 고부가가치 고기능 제품의 개발을 통한 차별화에 주력해야한다.