

한지 도침처리에 따른 광택도 및 강도적 성질 변화

최찬호 · 서영범 · 전 양 · 이호원

충남대학교 임산공학과

요 약

본 연구에서는 한지가공공정의 하나인 도침공정을 현대의 칼렌다링 공정과 비교 분석을 실시한다. 도침은 커다란 나무뭉치를 사용하여 반복적으로 여러 장이 겹쳐진 한지를 두두림으로서 한지 표면을 평활하게 하며, 광택도를 높이는 효과를 볼 수 있다. 나무뭉치는 밀면이 평활해야만 할 것이다. 보통 한지 제조업자들은 경험을 토대로 얼마만큼의 도침이 필요한지 결정하고 실시하곤 한다. 이러한 도침공정에서 현대의 칼렌다링이 할 수 없는 중요한 공정이 존재한다면, 현대의 초지기에도 이러한 원리를 적용함으로써 효과적인 종이의 품질개선을 이룰 수 있는 여지가 충분히 있다고 판단된다. 한지에 있어서 도침의 역할이 무엇인지, 도침은 칼렌다링으로 대체할 수 있는 지 등을 비교 검토하였다.

도침공정 연구를 위하여 라이너지 한 종류, 백상지 한종류, 최근에 제조된 전통 한지 세 종류를 사용하였다. 라이너지와 백상지는 일반 제지공장에서 제조되는 방식을 그대로 사용하여 기계 칼렌다를 통과한 샘플을 얻었으며, 칼렌다를 통과하지 않은 라이너지와 백상지를 특별히 같은 지종에서 얻어서 실험을 실시하였다. 기계 칼렌다링을 하지 않은 라이너지와 백상지, 세 종류의 전통한지는 실험실 칼렌다를 통과시켰고, 또 각각에 도침을 실시하였다. 샘플들의 기본 물성과 처리조건을 표 1에 정리하였다.

도침 공정에서 사용한 나무 뭉치의 무게는 약 64Kg 이며, 최대 높이 41cm 로 들어올려져 자유낙하에 의한 충격을 종이에 가하였고, 분당 충격횟수는 63회 였다.

라이너지는 도침 및 칼렌다에 의해 밀도가 서서히 증대되는 것을 볼 수 있었다 (그림 1). 도침은 칼렌다에 비해 밀도 증대에 효과적이지는 못하였다. 반면 백상지에서는 도침이 기계 칼렌다나 실험실 칼렌다보다 현저히 크게 밀도를 증대시킴을 볼 수 있었다 (그림 2). 칼렌다는 종이를 높은 전단력과 압축력으로 변형시키는데 비해 도침은 단순히 압축 압력만을 종이에 가하는 것이 다르다고 볼 수 있는데, 라이너지와 백상지가 같은 조건하에서 왜 이러한 큰 차이를 보이는 이유를 아직 알

수 없다. 다만 미표백 펄프와 기타 고수율 펄프로 구성된 라이너지의 경우 물리적 충격에 대한 복원력이 화학펄프와 충전제만으로 구성된 백상지보다 훨씬 클 것이라는 짐작을 할 수 있다. 이에 대한 적절한 실험이 더 필요하다고 판단된다. 한지의 경우 도침에 의해 밀도의 증대가 직선적으로 이루어짐을 볼 수 있었다 (그림 3).

표 1. 샘플 종이들의 기초물성 및 칼렌다링 처리

	라이너지	백상지	전통한지		
			황대지	화선지	창호지
평량, g/m ²	182.0	100.2	27.5	28.2	57.5
밀도, g/cc	0.694	0.779	0.229	0.341	0.304
열단장, Km	3.860	4.523	8.6	7.79	6.71
기계칼렌다링	Yes (1가지)	Yes (1가지)	No	No	No
실험실 칼렌다	Yes (2가지)	Yes (2가지)	Yes (1가지)	Yes (1가지)	Yes (1가지)
도침	Yes (3가지)	Yes (3가지)	Yes (3가지)	Yes (3가지)	Yes (3가지)

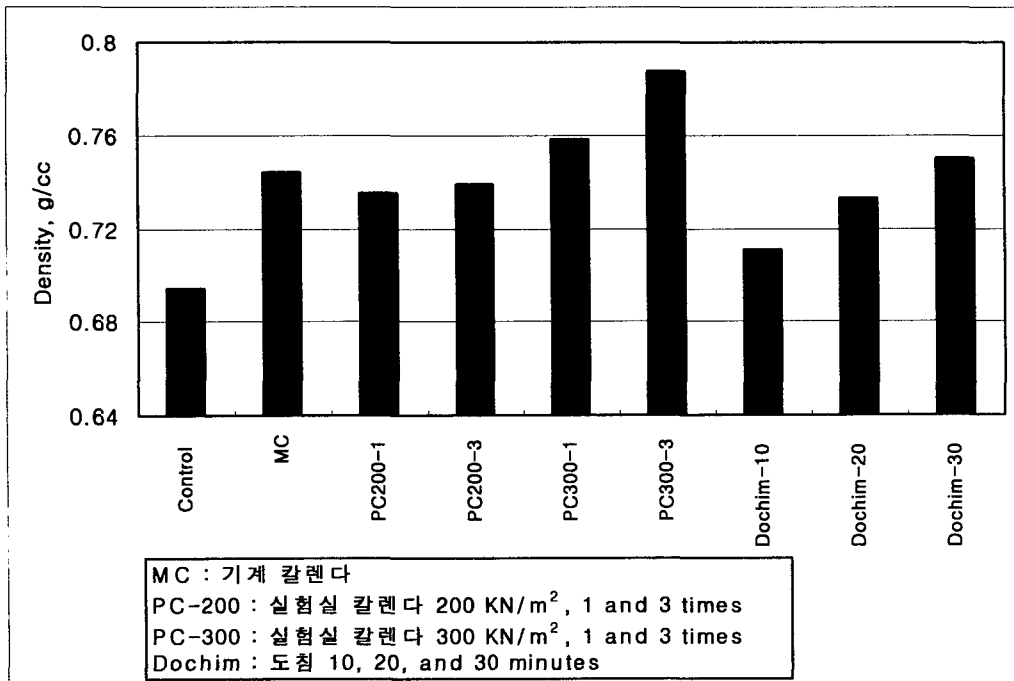


그림 1. 표면처리에 의한 라이너지의 밀도변화

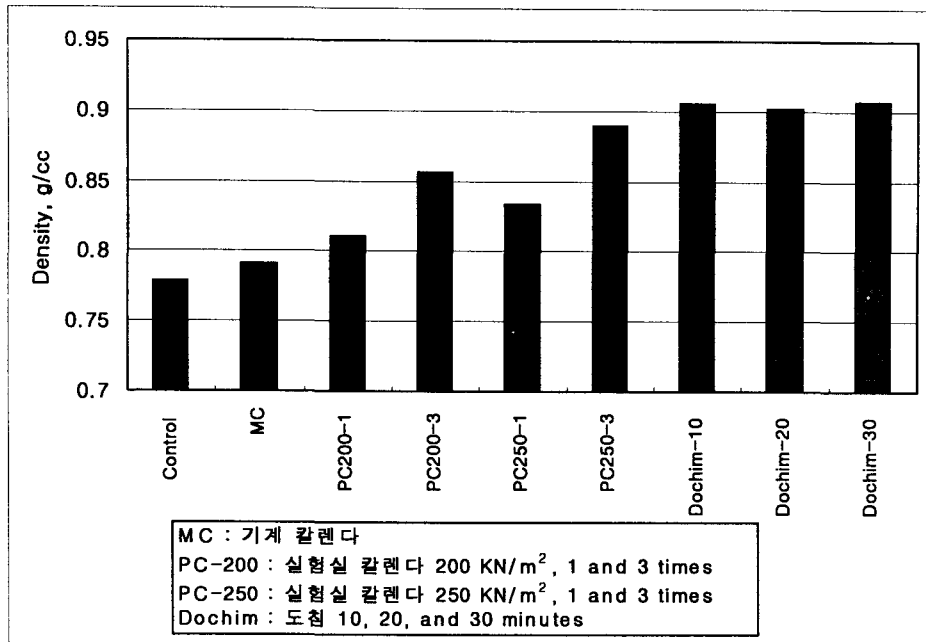


그림 2. 표면 처리에 의한 백상지의 밀도 변화

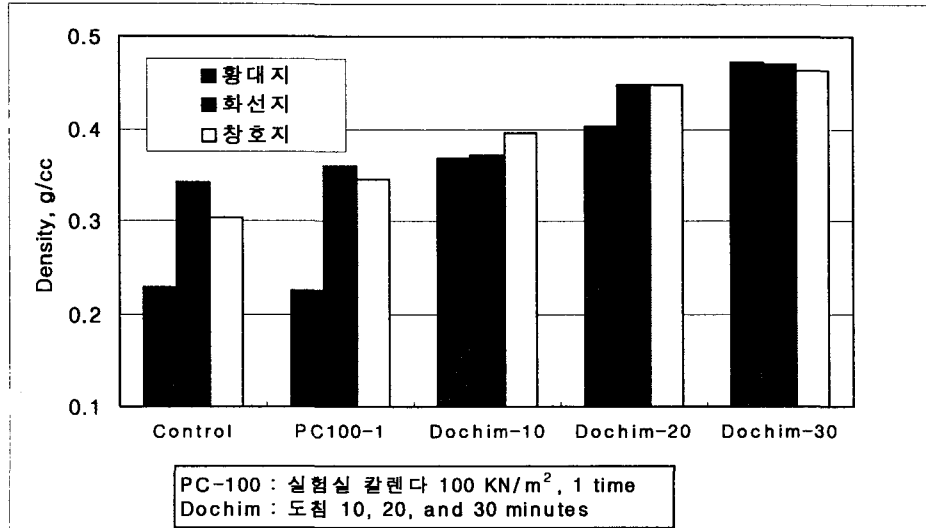


그림 3. 표면처리에 의한 한지의 밀도변화

광택도의 경우 기계 칼렌다나 실험실용 칼렌다는 라이너지와 백상지의 광택도를 도침만큼 증대시키지 못하였다. 광택도의 현저한 차이를 그림 4에서 볼 수 있다. 이것은 도침이 칼렌다와 가장 큰 차이를 보이는 점이라 할 수 있다. 또 라이너지

와 백상지의 차이는 백상지의 경우 초기 0.78g/cc 에서 도침 후 0.9g/cc 의 높은 밀도로 전환되며 광택도가 증가된 반면 (종이가 완전히 찌그러져 납작해짐), 라이너지는 초기 0.69 g/cc 밀도에서 도침 후 최고 0.74 g/cc로 밀도 변화가 적은 상태에서 높은 광택도의 증대를 보였다. 라이너지의 경우 기계 칼렌다를 실시할 때보다 도침은 낮은 밀도를 형성하면서 비교할 수 없을 정도의 높은 광택도의 증대를 이루었다. 반면 백상지는 도침의 경우 칼렌다링의 경우보다 높은 밀도를 보이는 상태에서 광택도의 현저한 증대를 이루었다. 만일 도침의 충격을 다소 낮출 경우 백상지도 낮은 밀도에서 높은 광택도를 이룰 수 있는 개연성은 존재한다. 그림 5는 한지의 경우로서 광택도가 서서히 증대되는 모습을 볼 수 있었다.

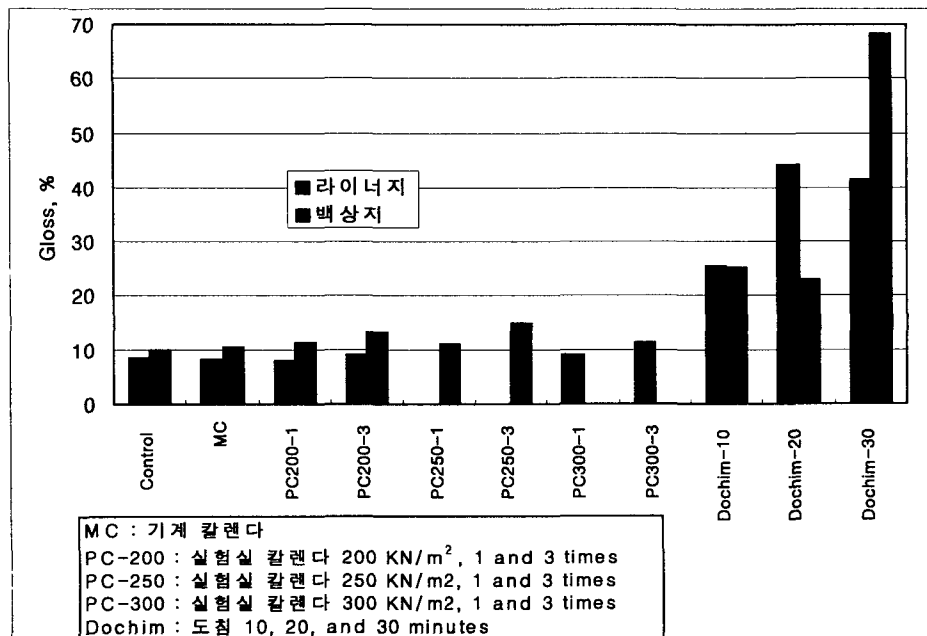


그림 4. 라이너지와 백상지의 표면처리에 의한 광택도 변화

표면 평활도의 경우 라이너지와 백상지는 다시 현격한 차이를 보이고 있는데, 백상지는 칼렌다에 의해 평활도가 현저히 증대됨에 비해서 라이너지는 여전히 도침에 의해 평활도가 효과적으로 증대됨을 볼 수 있었다. 이러한 사실은 백상지를 구성하는 물질들이 칼렌다링시 전단력에 의해 종이표면에 효과적으로 고착되는 기작을 짐작하게 한다. 왜냐하면 백상지들은 순수 압축 압력에 의해서는 (도침에 의해서는) 우수한 평활도를 나타내지 못했기 때문이다. 반면에 라이너지는 오직 압축

압력에만 효과적으로 반응함을 짐작할 수 있다. 전통 한지들도 도침과 칼렌다링에 의해 모두 평활도가 급격히 증대되고 있었다.

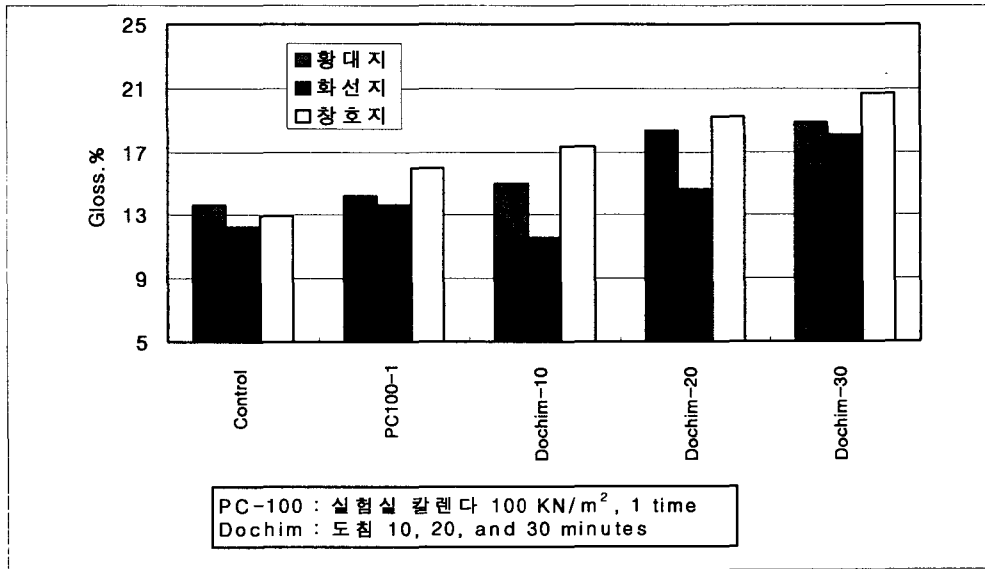


그림 5. 표면처리에 의한 한지의 광택도 변화

불투명도의 경우 라이너지나 백상지는 자체의 큰 평량으로 인하여 변화를 볼 수 없었다. 하지만 평량이 낮은 한지의 경우 칼렌다링이나 도침을 행함으로써 밀도를 높이며, 섬유 조직을 치밀하게 하여 불투명도를 크게 높이는 역할도 볼 수 있었다. 이러한 사실은 일반 기계지들과 반대되는 경향인데 (칼렌다링을 하면 불투명도가 낮아짐), 한지의 평량이 매우 낮다는 사실을 염두에 두면 이해가 가능하다. 환언하면 밀도가 0.6g/cc 이상 되는 일반 기계지의 경우 칼렌다링에 의해 섬유간의 간격이 가까워지며, 그 간격이 가시광선의 반파장 (약 0.15 ~ 0.35 μ m) 이하가 될 때 가시광선이 산란하지 않고 통과하기 때문에 종이의 불투명도가 떨어지는 일이 있을 수 있었다. 반면 밀도가 0.3 g/cc 에서 도침에 의해 최고 0.5g/cc 의 밀도를 지닌 한지는 도침이나 칼렌다링에 의해 섬유간의 간격이 줄어들더라도 빛을 투과시키기 보다는 여전히 산란을 일으킬 수 있는 상태이며, 단지 밀도 증가에 의해 섬유간 공극이 줄어들고 단위 면적당 산란이 더욱 많아짐으로 불투명도의 증대를 이루게 된 것으로 판단된다.