

홍조류 섬유를 이용한 합지 제조

김종진 · 길상혁 · 김영욱 · 손효정 · 서영범

충남대학교 농업생명과학대학 임산공학과

1. 서 론

일반적인 종이는 생산 시 원가절감, 생산성 향상 또는 특수한 목적을 위하여 합지를 실시하게 된다. 한 장의 고평량 종이를 초지하는 것보다 여러 장의 저평량 초지를 각각 초지하여 합지하는 것이 초지속도 및 생산성을 향상 시킬 수 있기 때문에 판지와 같은 고평량의 종이를 생산하는 제지공장에서는 대부분 합지 방식을 적용하고 있다. 또한, 합지 즉 다층초지를 실시하면 물성 개선 또는 새로운 기능의 부여가 가능하다.

이러한 기능 부여의 일환으로 화장지의 주원료인 White ledger와 홍조류 섬유(Red Algae Fiber)를 이용한 합지를 제조하였다. 사용된 홍조류 섬유는 일반 목재섬유에 비해 섬유폭이 좁아 다른 섬유와 혼합하여 사용할 때, 평활도와 불투명도의 증대가 매우 특징적이다. 모든 인쇄용지는 뒤비침 현상을 극복하기 위해 광물성 충전제 혹은 유기질 충전제를 사용하기도 한다. 대부분의 충전제는 섬유간 공간을 메꾸어 줌으로서 종이의 구조를 치밀하게 하여 불투명도를 향상시킨다. 또 충전제의 밀도가 목재섬유들 보다 훨씬 높음으로써 충전제의 사용량 증가는 원지의 강도저하 및 밀도증가를 함께 가져온다. 반면, 홍조류 섬유는 불투명도를 증가시키면서 동시에 섬유간의 결합을 촉진시키는 특성이 있으며, 밀도도 일반 목재섬유와 비슷함으로서 강도증대 및 벌크향상 효과를 지니고 있다.

본 연구에서는 홍조류 펄프의 이러한 성질을 충분히 이용하여 white ledger의 물리적 광학적 특성을 보완하면서 홍조류 섬유의 성질을 이용한 물성 개선 또는 새로운 기능이 부여된 종이를 생산하는데 있다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

합지를 제조하기 위한 펄프로는 특성이 다른 3종의 펄프를 사용하였다. 펄프의 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Properties of Pulp

| Sample | Basis Weight (g/m²) | Thickness (μm) | Density (g/cm³) | Bulk (cm³/g) |
|-------------------|---|--|---------------------------------------|------------------------------------|
| SW+ HW 400CSF | 81.16 | 121.0 | 0.67 | 1.49 |
| SW+ HW 500CSF | 80.08 | 123.8 | 0.65 | 1.55 |
| White ledger | 81.58 | 155.5 | 0.52 | 1.91 |
| Red Algae Pulp | 82.15 | 116.1 | 0.71 | 1.41 |

2.2 실험방법

2.2.1 샘플제조

샘플은 평량 80g/m²을 기준으로 제작하였고, 제작한 시편을 Table 2, 3으로 나타내었다.

Table 2. Structure of White ledger fiber multilayer

| Sample | Type | Content (%) |
|---------------|-------------|---|
| pulp | 1-ply | White ledger 100% |
| 3-ply | 3-ply | Top : Red Algae 12.5% Middle : White ledger 75% Bottom: Red Algae 12.5% |
| Mixture | 1-ply | White ledger 75% + Red Algae25% |

Table 3. Structure of Wood fiber multilayer

| Sample | Sample name | Type | Content (%) |
|-----------------|-----------------------|-------------|--|
| Wood pulp | 400 CSF | 1-ply | 400 CSF 100% |
| | CaCO ₃ 10% | | 400 CSF 90% + CaCO ₃ 10% |
| | CaCO ₃ 20% | | 400 CSF 80% + CaCO ₃ 20% |
| | CaCO ₃ 30% | | 400 CSF 70% + CaCO ₃ 30% |
| | 550 CSF | | 550 CSF 100% |
| Red Algae 3-ply | | 3-ply | Top : Red Algae 12.5% |
| | 400 CSF | | Middle : 1. 400 CSF 100% |
| | CaCO ₃ 10% | | 2. 400 CSF 90% + CaCO ₃ 10% |
| | CaCO ₃ 20% | | 3. 400 CSF 80% + CaCO ₃ 20% |
| | 550 CSF | | 4. 550 CSF 100% |
| | | | Bottom: Red Algae 12.5% |
| Mixture | 400 CSF | 1-ply | 400 CSF 75% + Red Algae25% |
| | 550 CSF | | 550 CSF 75% + Red Algae25% |

2.2.2 물리적 성질 측정

물리적 성질 측정은 23°C, 50%RH 조건에서 조습처리 후 TAPPI standard에 의거하여 Folding endurance (TAPPI T 423 om-89), Tensile strength (TAPPI T 494 om-88), Bekk Smoothness (TAPPI T 479 om-99)을 측정하였다.

2.2.3 광학적 성질 측정

광학적 성질 측정은 23°C, 50%RH 조건에서 조습처리 후 TAPPI standard에 의거하여 Technidyne사의 Color - Touch를 이용하여 Brightness (TAPPI T 452 om-98), Opacity(TAPPI T 452 om-96)를 측정 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 White ledger를 이용한 합지 제조

3.1.1 물리적 성질 비교

White ledger는 Cleaner공정을 거치지 않은 것과 Cleaner공정을 거친 것으로 나누어

비교하였다. Fig. 1 은 unclean과 clean으로 구분하여 열단장과 내절도를 나타내었다. 열단장의 경우 3-ply가 가장 높은 값을 나타내고 있다. 이는 White ledger의 낮은 물리적 강도를 홍조류 섬유 첨가시 보완되는 것으로 판단되며 내절도 역시 비슷한 경향을 나타내고 있다. Fig. 2 는 평활도를 나타내었다. 평활도 역시 표층과 이층에 첨가되는 홍조류 섬유로 인해 표면이 고르게 형성되어 높은 값을 나타내는 것을 볼 수 있다.

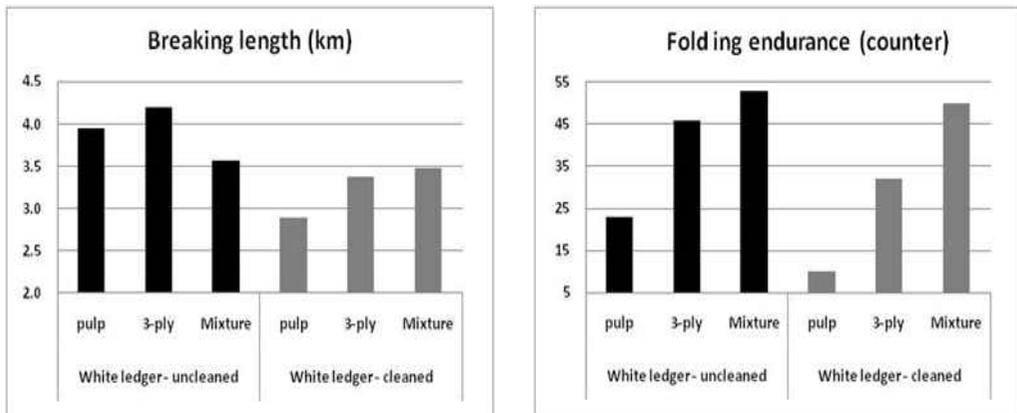


Fig. 1 Breaking length & Folding endurance of multilayered paper

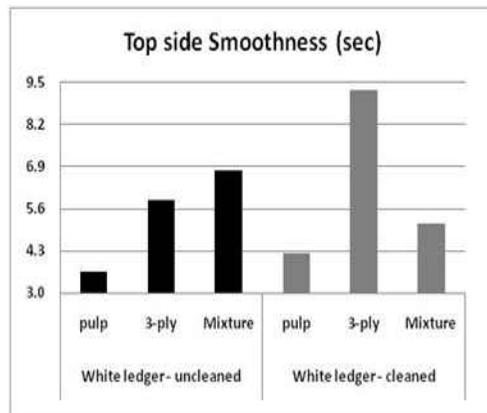


Fig. 2 Smoothness of multilayered paper

3.1.1 광학적 성질 비교

Fig. 3 은 백색도와 불투명도를 비교하였다. 백색도는 3-ply의 경우 White ledger 보다 약 2% 높은 것을 확인할 수 있다. 또한 불투명도는 unclean 섬유자체 Ash함량이 높기 때문에 3-Ply보다 높게 나왔다. 하지만 cleaner공정이 완료된 것은 홍조류 섬유의 높은 불투명도 특성에 따라 3-ply의 불투명도가 더 높게 나타나는 것으로 판단된다. Fig. 4 는 ERIC값을 나타낸 것이다. ERIC값 역시 3-ply의 경우 가장 낮은 값을 내타내고 있다.

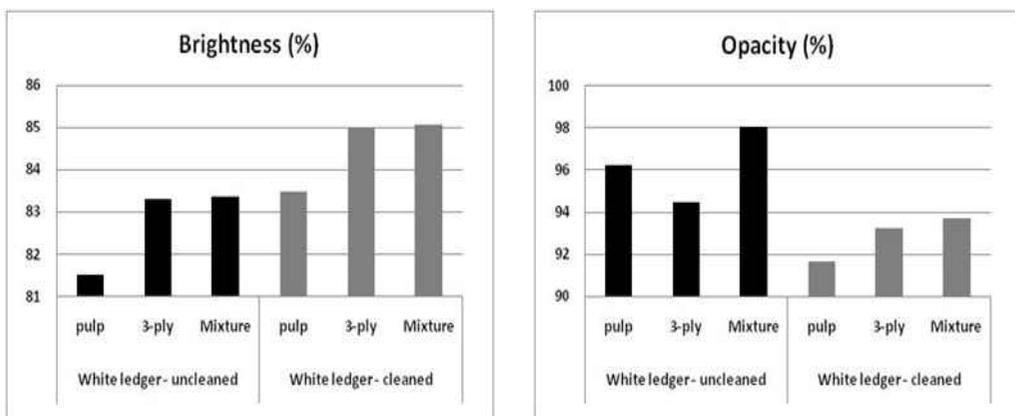


Fig. 3 Brightness & Opacity of multilayered paper

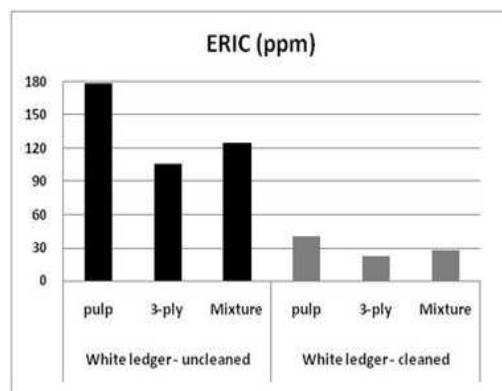


Fig. 4 ERIC of multilayered paper

3.2 목재 섬유를 이용한 합지 제조

3.2.1 물리적 성질 비교

목재 섬유를 이용한 합지의 특성을 비교하였다. 목재섬유는 침엽수, 활엽수 비율을 5:5로 하고 Valley beater를 이용하여 여수도 400, 550 CSF로 고해를 실시하였다. 400 CSF 목재섬유에 10~12 μ m의 CaCO₃를 단계별로 10%, 20%, 30% 첨가하여 수초하여 비교하였다. Fig. 5 는 목재섬유의 특성과 합지제조시 열단장과 내절도를 나타내었다. 열단장과 내절도는 3-ply합지 하였을 경우 목재섬유에 비교하여 값이 낮은 것을 볼수 있지만 CaCO₃를 첨가한 섬유보다 높은 값을 나타내고 있다.

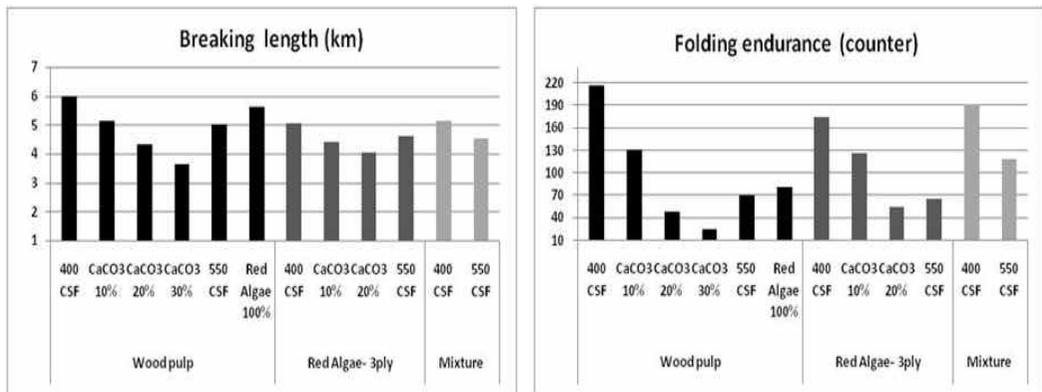


Fig. 5 Breaking length & Folding endurance of multilayered paper

3.2.1 광학적 성질 비교

Fig. 6은 백색도와 불투명도를 비교하였다. 백색도는 단층지 제조시 홍조류 섬유가 가장 높은 백색도를 나타내고 있으며 3-ply 제조시에는 홍조류섬유의 높은 백색도 특성으로 400CSF 목재섬유가 크게 높아지는 결과를 볼 수 있다. 또한 불투명도 역시 홍조류 섬유의 특성에 따라 백색도와 비슷한 경향을 나타내고 있다. 이 같이 목재섬유와 홍조류 섬유의 합지 제조시 목재종이의 단점인 낮은 불투명도로 인하여 CaCO₃와 같은 충전제의 첨가가 필요하지만, 홍조류 섬유를 이용한 합지시 낮은 불투명도가 개선되는 효과가 나타나며 또한 충전제 첨가로 인하여 발생하는 물리적 강도의 저하를 막아 줄 수 있다.

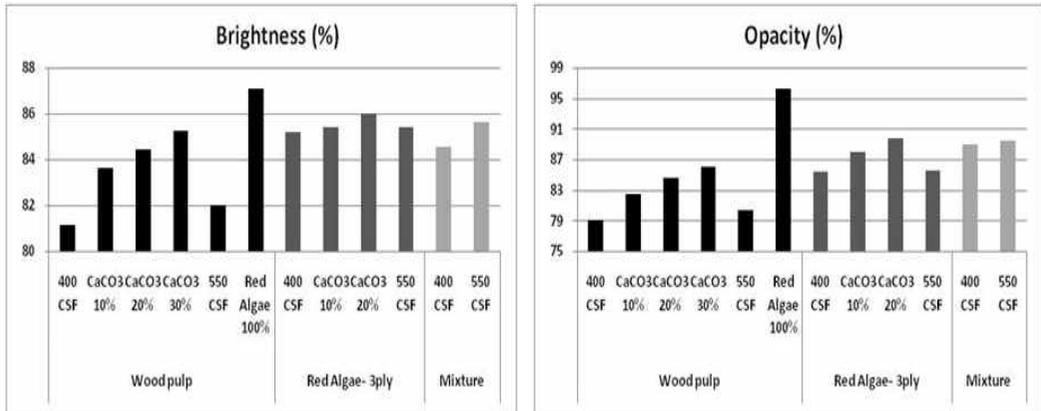


Fig. 6 Brightness & Opacity of multilayered paper

4. 결 론

1. white ledger의 단점인 높은 ERIC 값과 낮은 물리적 강도를 홍조류를 이용한 합지 제조시 보완 되며 백색도 역시 증가하는 것을 알 수 있습니다.
2. 평활도 역시 표층과 이층에 첨가되는 홍조류 섬유 특성으로 인해 표면이 고르게 형성되어 높은 값을 나타내는 것을 확인 할 수 있다.
3. 목재종이의 단점인 낮은 불투명도로 인하여 CaCO₃와 같은 충전제의 첨가가 필요하지만 홍조류 섬유를 이용한 합지시 낮은 불투명도가 개선되는 효과가 나타나며 또한 충전제 첨가로 인하여 발생하는 물리적 강도의 저하를 막아 줄 수 있습니다.

5. 참고문헌

1. Jung, Y. J., Kim, T. Y., Jang, Y. J., Yoon, J. H., Heo, Y. D., Effects of Base Paper Properties and the Composition of Adhesives on the Physical Properties of Multilayered Paper, Journal of KTAPPI, Vol. 40. No. 4 (2008).

2. Lee, Y. S., Seo, Y. B. Properties of Red Algae Pulp, KTAPPI, pp.135~153(2007).
3. Seo, Y.B., Lee, Y. W., Lee, C. H., You. H. C., Boo, S. M., Red algae pulp and its use in papermaking, 60th Appita Annual Conference and Exhibition, p373-380, (2006)