

다접지의 층간전분분무처리 효율증대를 위한 새로운 기능성 첨가제의 작용기구

정소현 · 류정용 · 성용주 · 송봉근 · 김용환 · 송재광

한국화학연구원 펄프제지센터

1. 서론

생전분은 저렴한 원가와 우수한 접착성능으로 종이의 층간 결합력을 위해 다접지 생산시 층간에 분무되고 있다.⁽¹⁾ 양성전분과 산화전분이 호화된 후 내부첨가제 혹은 표면 사이즈제로 사용되는데 반해 생전분은 별도의 호화과정을 거치지 않고 노즐을 통해 분무처리 되어 다접지의 층간 결합을 높이기 위해 사용된다.⁽²⁾

제지 공정의 고속화 및 폐쇄화가 촉진됨에 따라 분무된 생전분이 지필에 보류되지 못하고 백수에 잔존하는 경우가 보고되고 있다. 미보류 전분이 지속적으로 백수 내에 축적되면 첨가제의 효율을 저해⁽³⁾할 뿐 아니라 폭기조의 처리능력 저하⁽⁴⁾ 및 폐수처리 시스템에 많은 문제를 야기시킬 수 있다. 특히 백수 내에 축적된 생전분은 로진 사이징 공정에서 알럼을 소진하여 사이즈도를 저해하는 요인이 될 수도 있다.⁽⁵⁾

따라서 백수 내의 미 보류 전분의 정량을 통해 투입되는 전분의 양을 조절하거나 적절한 백수의 방류시기를 결정하여 백수 내에 전분축적을 방지하여야 한다. 하지만 전분의 분무량을 줄일 경우 층간 결합력을 약화시키는 역효과를 초래할 수도 있기 때문에 생전분 분무시 도포면에 전분잔류율을 높여 백수로 유입되는 전분의 양을 줄임과 동시에 강도를 유지할 수 있어야 한다.

이에 본 실험에서는 새로운 기능성 첨가제인 PAM(Acrylamid-Acrylic Acid Copolymer) 을 사용하여 전분의 처리량을 줄임과 동시에 지력증강 효율을 높일 수 있는 방안을 연구하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 PAM 적용 실험

판지를 생산하는 D사의 3호기 SUB층 지료와 Hardwood-BKP 펄프를 여수도 400ml까지 고해하여 각각 평량 150g/m²으로 사각수초하여 합지하였다.

이때 Fig. 1에서와 같은 슬러리탱크, 콤프레서, 분무노즐로 구성된 분무장치를 고안하여 전분(Natural Corn Starch) 및 전분과 PAM의 혼합액을 분무하였다.

실험에 사용한 PAM은 독일 CTP사가 제조한 Acrylamide-acrylic acid의 공중합체로서 Solid content가 40%인 유백색의 액상 dispersion이었다.

또한 전분은 1, 2, 4%를 적용하였으며 이에 따라 혼합액의 비율을 달리하면서 분무하여 각각의 층간결합강도 및 전분분포상황을 비교, 분석하였다.

2.2 현장적용 실험

현장적용 실험은 D사의 컵지 생산 1호기를 대상으로 실시하였다.

PAM 적용에 따른 전분의 분무량 절감과 혼합비율 최적화를 위해 기존의 공정조건인 전분 4%분무 시 강도를 기준으로 하여 혼합비에 따른 강도를 측정하였다.

혼합비는 실험실적 실험 결과 가장 높은 강도를 나타낸 전분 3%, PAM 0.1%를 기본으로 하여 전분양을 3%로 고정하고 PAM을 0.1%에서 0.05%까지 0.02%간격으로 줄여나가면서 강도의 변화를 관찰하였다. 또한 전분을 2.5% 까지 줄인 후 PAM 0.07%를 적용하여 강도를 측정하였다.

여기서 얻어진 최적화된 혼합비율을 공정에 적용하여 컵지 생산 1호기 사일로 백수 및 Touch roll 백수의 COD를 측정하여 비교하였다. 또한 요오드를 이용한 비색정량법으로 흡광도를 측정하여 백수 내의 미보류 전분양을 간접 측정하였다.⁽⁶⁾⁽⁷⁾

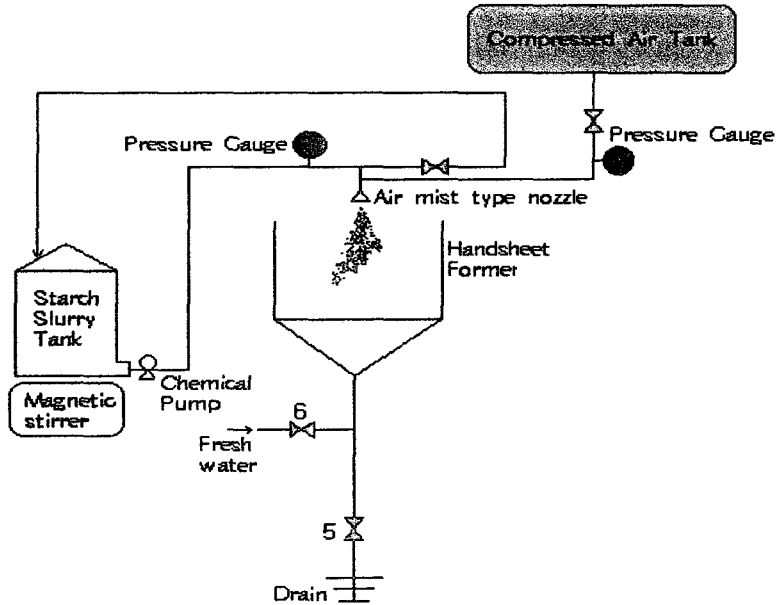


Fig.1. Schematic diagram of LAB Starch spray system.

3. 결과 및 고찰

3.1 실험실적 실험

3.1.1 현장 지료를 이용한 PAM 적용 효과

Fig.2는 전분 1, 2, 4% 분무 시와 PAM 0.1%, 0.2%를 각각 전분 2%, 3%와 혼합한 후 분무하여 강도를 비교한 결과이다. 또한 전분 투입 없이 PAM을 0.4%로 분무하여 강도를 평가하였다.

PAM은 그 자체도 접착력이 있으나 전분과 함께 사용될 때 층간 접착력을 더욱 높이

는 상승효과를 가져오는 특징이 있었다. 혼합비는 전분 3%와 PAM 0.1%의 혼합액이 가장 좋은 효율을 보이는 것으로 나타났다.

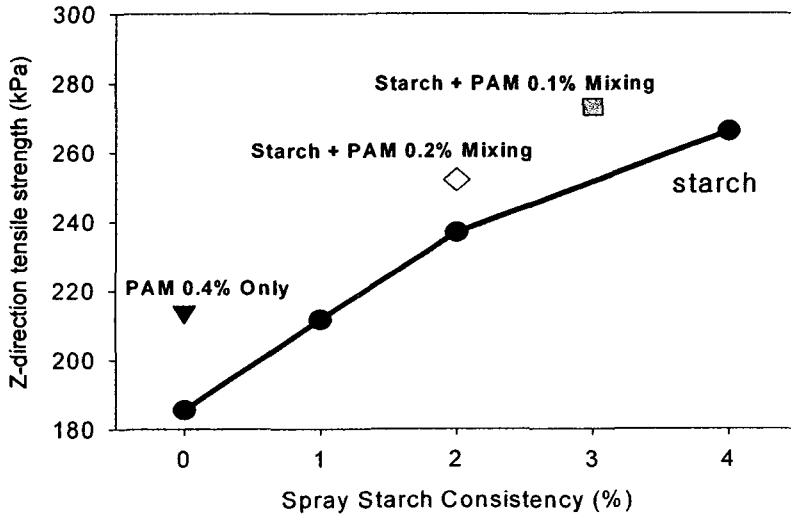
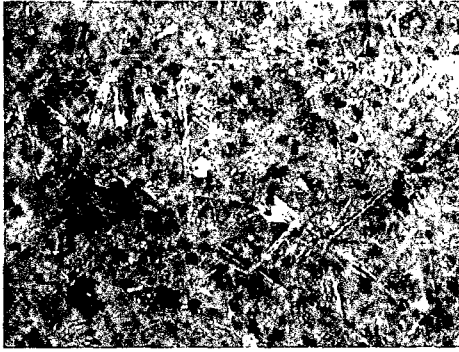
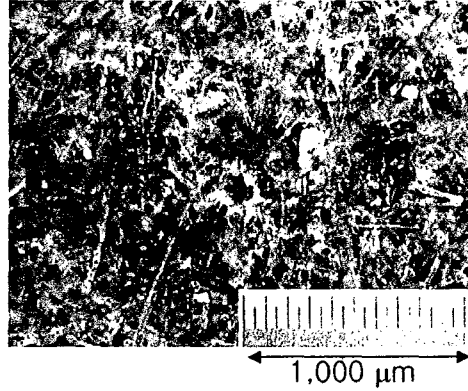


Fig.2. Effect of PAM mixing level on ZDT of two ply handsheet.

Fig.3은 전분 4% 및 PAM 0.1%와 전분 3% 혼합액의 분무면을 0.5 N의 요오드액으로 염색 한 후 150배 확대하여 관찰한 결과이다. 검은 점상으로 보이는 전분 입자들이 (a)전분 4%보다 (b)혼합액 분무 시에 더 많이 분포하는 것을 관찰할 수 있었다. 따라서 PAM이 전분의 층간 잔류를 도모하여 층간결합강도가 향상되었다고 판단할 수 있다.



(a) Starch 4%



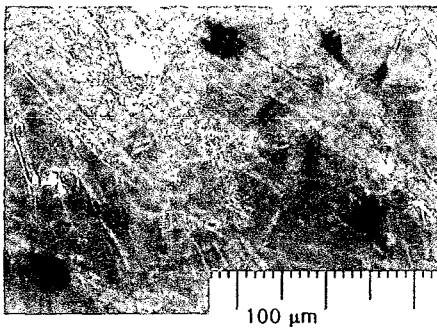
(b) Starch 3% with PAM 0.1%

Fig.3. Starch distribution on the spray surfaces stained 0.5N Iodine indicator solution.

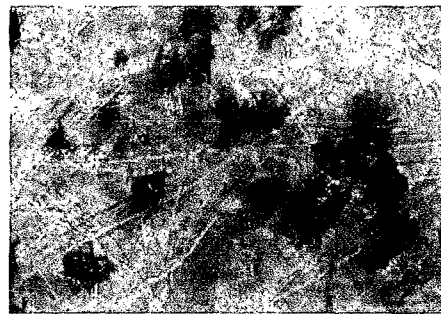
3.1.2 Hardwood-BKP에서의 전분 분포

표면에 존재하는 전분의 분포상황을 좀더 자세히 관찰하기 위해 Hardwood-BKP를 이용하여 PAM 적용 전후의 분무면 전분분포를 관찰하였다.

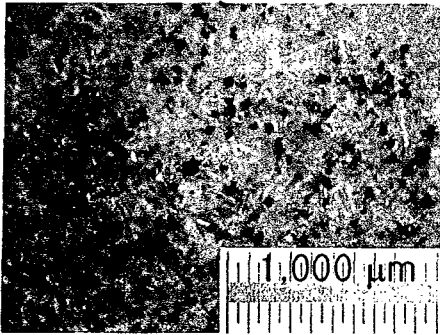
Fig.4.의 그림 (c), (d)에서와 같이 분무되는 전분양이 동일하더라도 PAM을 적용했을 경우 전분의 입자 수가 증가한 것을 관찰할 수 있었다. 또한 그림 (a), (b)에서처럼 600배로 확대하여 본 결과 각각의 전분 입자의 크기는 변하지 않는 것으로 관찰되었다. 따라서 PAM은 전분의 호화정도에 영향을 미치지 않으며 전분보류에 영향을 주는 것으로 판단되었다.



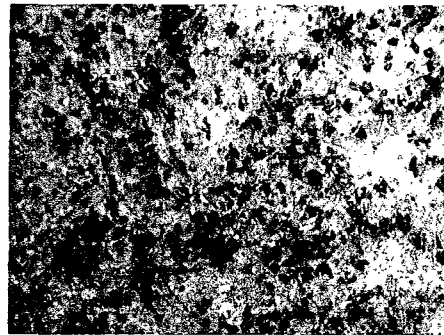
(a) Starch 2% (×600)



(b) Starch 2% with PAM 0.2%(×600)



(c) Starch 2% (×150)



(d) Starch 2% with PAM 0.2%(×150)

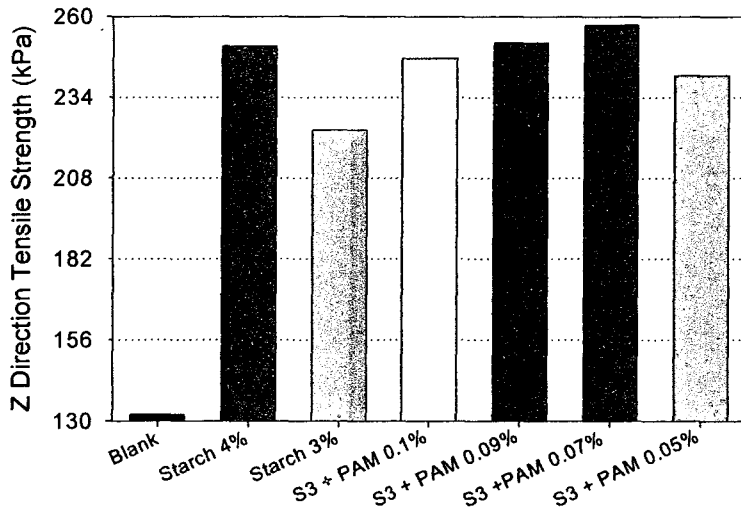
Fig.4. Starch distribution on surface of HW-BKP handsheet.

3.2 현장 적용 결과

3.2.1 혼합비율 최적화

Fig.5는 Fig.2의 실험실적 실험에서의 결과를 바탕으로 실제 공정에 전분을 3%로 고정하고 PAM의 양을 0.1%에서 0.05%까지 0.02%간격으로 줄이면서 강도를 비교한 그림이다. PAM 0.07%를 혼합하였을 경우 현장에서 기존에 분무하던 전분 4%보다 더 높은 층간 결합강도를 나타냈다.

또한 전분을 2.5% 수준으로 감소시키고 PAM 0.07%를 혼합 후 분무하여 생산한 종이의 CD(Cross machine Direction)방향으로 강도를 측정한 결과 강도의 손실은 거의 나타나지 않았다. (Fig.6)



* S3 = Starch 3%

Fig.5. Effect of PAM blending ratios on ZDT of machine-made duplexboard (400g/m²).

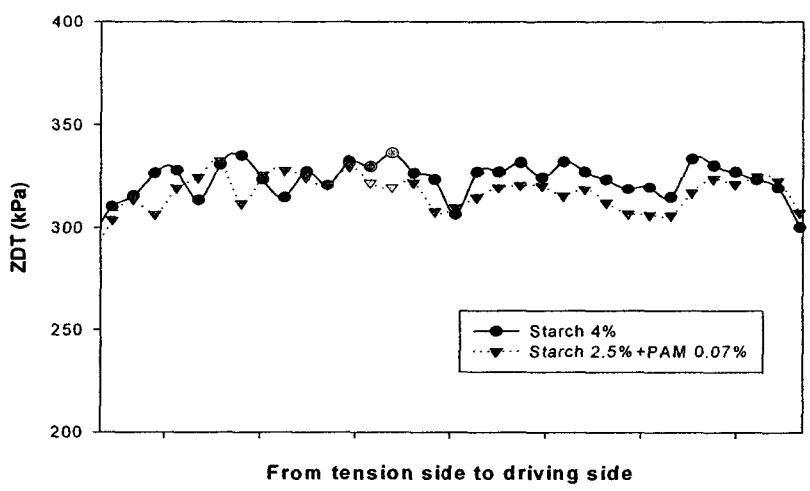
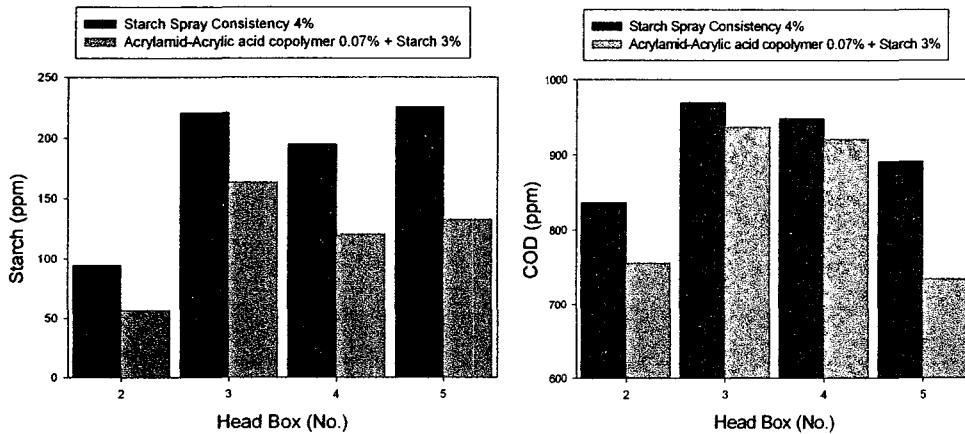


Fig.6. ZDT by adding Starch 4% and Starch 2.5% with PAM 0.07%

3.2.2 PAM적용 전후 백수 분석

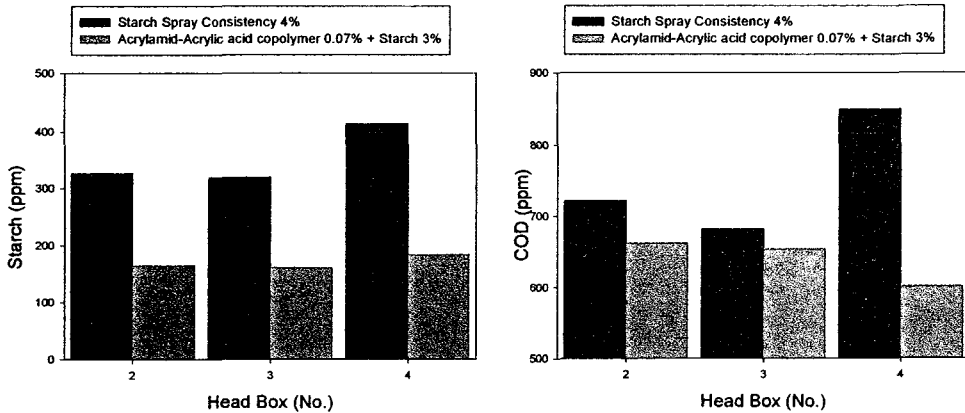
Fig.7에서는 PAM 첨가로 인한 전분투입 절감과 함께 공정백수에서의 COD 및 전분함량의 감소효과를 분석하였다. 백수 내의 전분함량은 요오드를 이용한 비색 정량법을 이용하였다.

전분 3%와 PAM 0.07%를 혼합하여 기존의 전분 4%와 비교한 결과 Touch roll압착수의 사일로 백수 모두 COD와 전분함량이 감소하는 것으로 나타났다. 특히 그림 (c) Touch roll 압착수에서의 전분함량은 거의 절반수준으로 감소하는 경향을 나타내었다. 따라서 PAM이 전분의 보류를 촉진하여 층간결합 강도를 향상시키고 전분의 분무량을 감소시킴으로서 공정수 오염 절감의 효과를 보이는 것으로 판단되었다.



(a) Starch content in silo white water

(b) COD of silo white water



(c) Starch content in squeezed water
from Touch rolls

(d) COD of squeezed water
from Touch rolls

Fig.7. Starch content and COD of silo white water and squeezed water from touch rolls.

4. 결 론

본 연구에서는 새로운 기능성 첨가제인 PAM(Acrylamide-Acrylic Acid Copolymer)을 사용하여 생전분의 도포량을 줄임과 동시에 지력증강 효율을 높일 수 있는 방안을 연구하였다.

PAM을 전분과 혼합하여 분무 하였을 경우 전분의 보류가 개선되어 층간 접착력을 높이는 상승효과를 가져옴과 동시에 전분의 분무량을 37.5% 가량 절감 할 수 있었다. 이는 혼합분무시 PAM이 분무된 층간 종이 표면에 잔존하는 전분 입자의 수를 증가시키기 때문이다. PAM은 전분과 혼합해서 사용할 때 높은 강도효율을 얻을 수 있었고 PAM만 사용했을 경우 자체의 접착력이 있지만 그 효율은 미미하였다.

또한 PAM은 분무된 전분의 층간 종이 표면 잔류를 촉진 시킬 뿐만 아니라 입상전분의 지층내 보류를 개선시켜 층간결합 강도를 개선시키는 동시에 계 내에 미보류되는 생전분의 양을 감소시킴으로써 공정수 오염을 절감시키는 효과가 있었다.

5. 감사의 글

본 연구는 진단지도를 통한 고지 재활용 공정의 청정화 과제 의 일환으로 수행 되었습니다. 실험에 많은 도움을 주신 주식회사 대한펄프의 관계자 여러분과 약품을 지원해주신 (주) 제이씨 케미컬에 감사드립니다.

6. 인용문헌

1. Duggan, A. P., Paper Technol. Ind., 27(3) : 110-112(1986).
2. Beals, C. T., Dry Strength Additives (Tappi), Chap. 2: 33-65 (1980).
3. Springer, A. M., and Wegner, T. H., Tappi J., 67(2) : 104 - 108 (1984).
4. Hofreiter, B. T., and Fecht, R. G., Tappi J., 62(4) : 53-56 (1979).
5. Guest, D. A., Paper J., 202(3) : 18-19(1984).
6. Boczkowski, R. J., Tappi J., 65(12) : 102 (1982).
7. Plunkett, R. A., Tappi J., 51(4) : 152 (1968).