PAC를 이용한 건조 지력증강 효과에 대한 연구

정진모, 박종문, 채희재, 박창순
충북대학교 산림과학부 임산공학과

1. 서 론

종이를 제조함에 있어 가장 중요한 재료는 펄프이며 종이의 물성 및 특성을 부여하기 위한 방법으로 여러 약품을 사용하고 있다. 지종에 따라 특성이 다르지만 모든 지종에 공통적으로 요구되는 것은 인장강도이다.

기본적으로 인장강도는 섬유간의 수소결합에 의해 변화한다. 섬유간 결합을 증가시키기 위한 가장 기초적인 방법은 섬유에 물리적 처리를 가하는 고해이다. 고해과정을 통해 섬유는 피브릴 및 단섬유화되며, 이로인한 결합면적의 증가는 강도의 증가로 나타내게 된다. 하지만 과도한 물리적 처리는 동력을 과량 소모하게 되고, 초지시 탈수를 방해하게 되며, 종이의 불투명도를 저하시키게 된다. 다른 방법으로는 약품을 첨가하여 종이의 강도를 증가시키는 것이다. 섬유는 기본적으로 음이온성을 나타내기 때문에 양이온성을 가지는 고분자를 이용 섬유간 가교결합에 의해 강도를 증가시키게 된다.

본 연구에서는 알루미늄계 약품인 alum(aluminum sulfate)과 PAC(poly aluminum chloride)를 전처리 후, PAM(polyacrylamide)을 이용하여 종이의 인장강도의 변화를 확인해보았다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

펄프는 활엽수 크라크트펄프(LBKP), 열기계펄프(BCTMP)를 이용, 7:3의 비율로 혼합고해하여 여수도 400 ml C.S.F.로 맞춰 사용하였다.

약품은 Alum, PAC Ⅰ(염기도 50%), PAC Ⅱ(염기도 70%)를 각각 1%로 희석하여 사용하였고, 양이온성(Cationic)-PAM, 음이온성(Anionic)-PAM 및 양쪽성(Amphoteric)-PAM을 각각 0.5%로 희석하여 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 pH의변화, zeta-potential, charge density 측정

알루미늄계 약품 첨가에 따른 pH 변화를 측정하였다. 고해된 지료에 약품을 첨가하였고 약 2분간 교반 후, zeta-potential, charge density 측정하였다.

2.2.2 수초지 제작

실험실용 수초지기를 이용하여 평량 60 g/㎡으로 수초한 후 실험실용 롤프레스를 이용하여 압착측정 농도를 42±1%까지 압착하였다. 압착된 수초지는 드럼드라이어를 이용하여 건조하였다.

2.2.3 약품첨가

Alum, PAC Ⅰ, PAC Ⅱ를 0.2, 0.4, 0.6% 단위로 첨가하였다. PAM은 0.10, 0.15, 0.20% 단위로 첨가하였다. 알루미늄계 약품을 0.6%로 처리 후, PAM을 첨가하였다. 알루미늄계 약품을 0.1%로 처리 후, PAM을 첨가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 알루미늄계 약품 첨가에 따른 pH의 변화

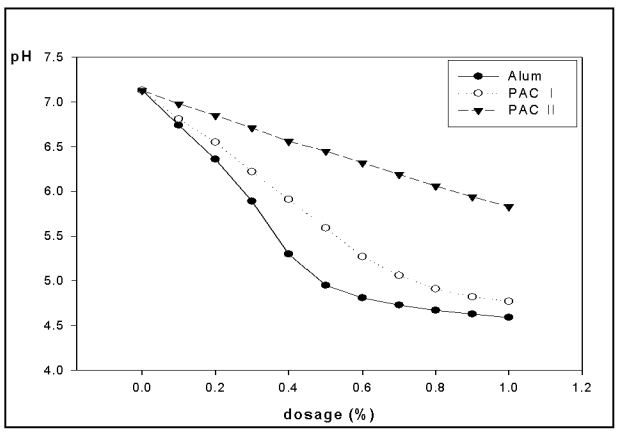

그림 1. 약품첨가에 따른 pH의 변화.

3.2 약품 첨가에 따른 zeta-potential, charge density

표 1. Zeta-potential, Charge density의 변화

Dosage		Zeta-potential (mV)	Charge density (meq/g)
Blank		-20.8	-0.00327
Alum	0.2	-18.8	-0.00116
	0.4	-17.4	+0.00145
	0.6	-14.6	+0.00743
PAC I	0.2	-15.5	-0.00125
	0.4	-10.9	-0.00096
	0.6	-3.0	+0.00145
PAC II	0.2	-15.6	-0.00083
	0.4	-9.3	-0.00049
	0.6	-3.2	-0.00045
Cationic-PAM	0.10	-13.7	-0.00130
	0.15	-11.1	-0.00142
	0.20	-5.3	-0.00085
Anionic-PAM	0.10	-19.5	-0.00408
	0.15	-19.7	-0.00459
	0.20	-20.5	-0.00514
Amphoteric-PAM	0.10	-18.7	-0.00263
	0.15	-18	-0.00284
	0.20	-17.3	-0.00250

3.3 약품 첨가에 따른 열단장의 변화

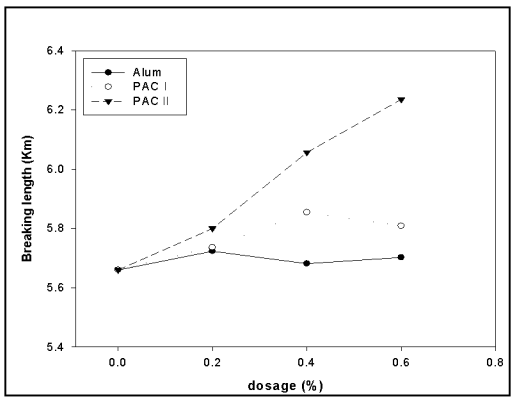

그림 2. 알루미늄계 약품 첨가에 따른 열단장 변화.

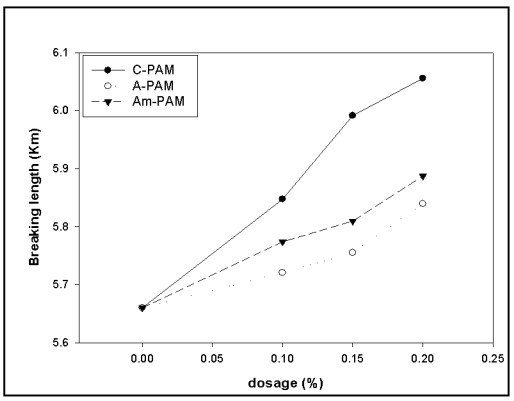

그림 3. PAM 첨가에 따른 열단장 변화

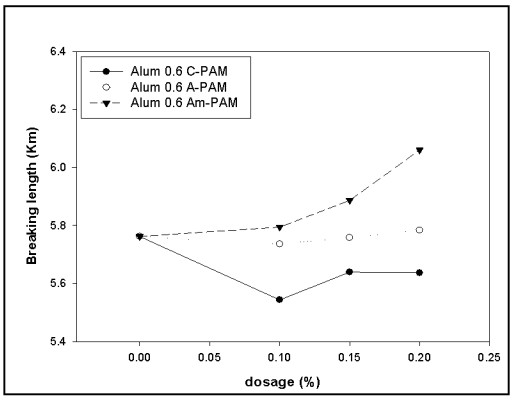

그림 4. alum 0.6% 처리 후, PAM 첨가에 따른 열단장 변화.

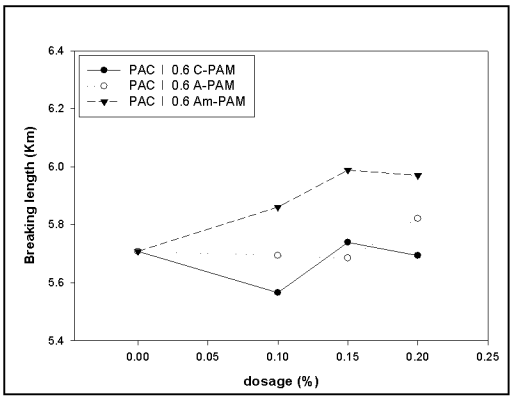

그림 5. PAC I 0.6% 처리 후, PAM 첨가에 따른 열단장 변화.

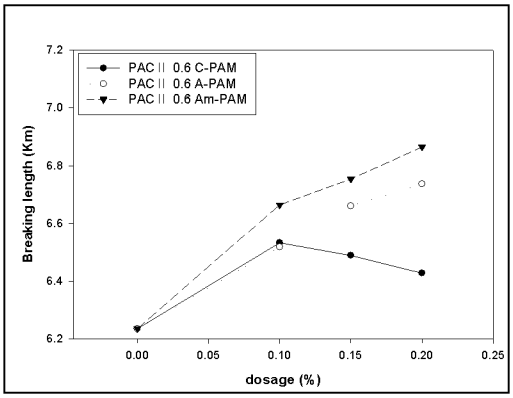

그림 6. PAC II 0.6% 처리 후, PAM 첨가에 따른 열단장 변화.

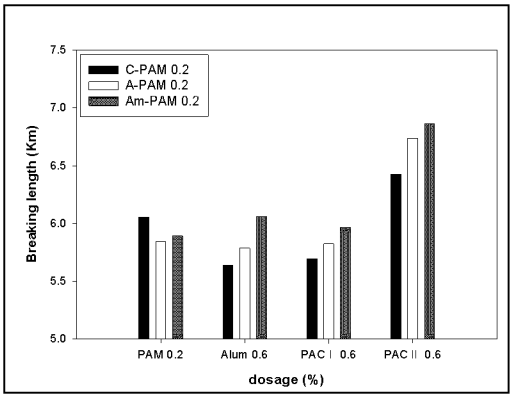

그림 7. 알루미늄계 약품 0.6% 처리 후, PAM 0.2% 첨가에 따른 열단장 변화.

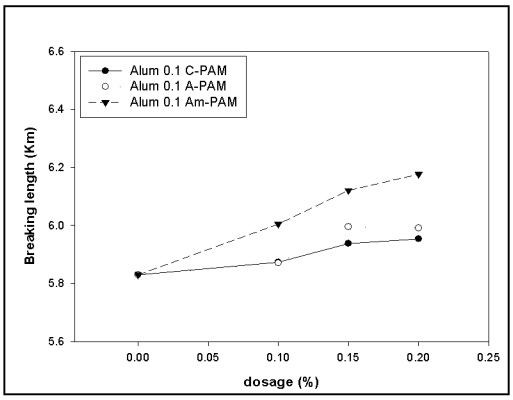

그림 8. alum 0.1% 처리 후, PAM 첨가에 따른 열단장 변화.

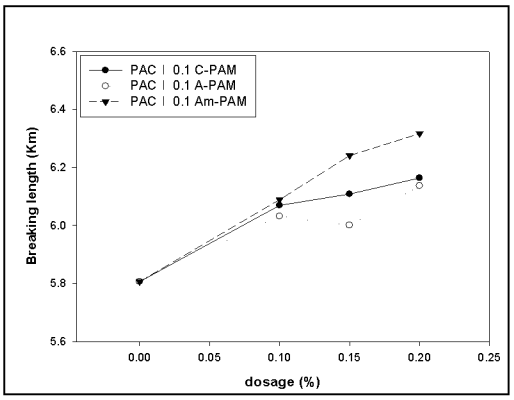

그림 9. PAC I 0.1% 처리 후, PAM 첨가에 따른 열단장 변화.

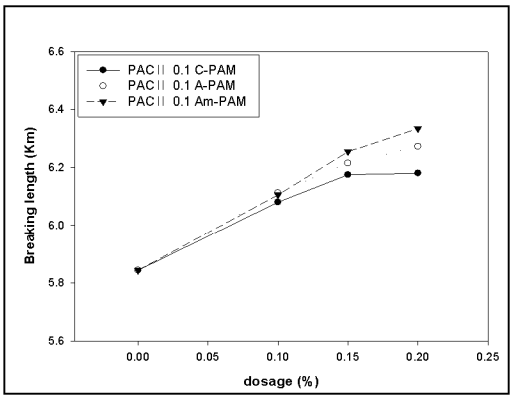

그림 10. PACⅡ 0.1% 처리 후, PAM 첨가에 따른 열단장 변화.

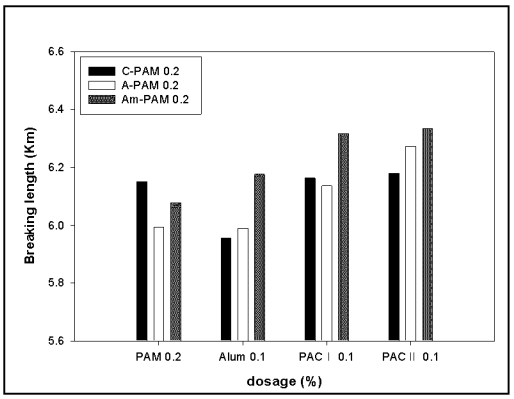

그림 11. 알루미늄계 약품 0.1% 처리 후, PAM 0.2% 첨가에 따른 열단장 변화.

그림 1은 알루미늄계 약품 첨가에 따른 pH의 변화를 나타낸 것으로 염기도에 따라 pH의 변화가 다르게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 염기도는 OH기의 양을 나타내는 값으로 OH의 몰수를 Al의 몰수의 3배수로 나누어 백분율로 나타낸 수치이다. 염기도가 높아지게 되면 pH의 변화가 적은 것을 확인하였다. 또한 염기도에 따라 알루미늄계 약품의 화학적 분포가 다르게 나타나게 되는데 이는 염기도가 높아지게 되면 동일 pH 조건에서 알루미늄 다핵착체를 형성하는 비율이 증가되기 때문이다. 이러한 다핵착체는 높은 양전하밀도를 나타내기 때문에 섬유흡착능력이 증가하게 된다. 이는 표 1에서 측정한 zeta-potential과 charge density를 통하여 확인하였다. 염기도가 높은 PAC

는 섬유 표면에 흡착되어 zeta-potential의 값을 변화시키는 것을 확인할 수 있었다. 반면 염기도가 0%인 alum의 경우 섬유 표면의 흡착량 보다 지료내에 양이온으로 존재하는 양이 많음을 확인할 수 있었다. 또한 그림 2를 살펴보면 다핵착체를 형성 섬유간 가교 결합현상으로 인해 염기도가 높은 약품이 강도를 보다 크게 증가시키는 경향을 확인하였다.

알루미늄계 약품 처리 후, PAM을 첨가함에 따른 강도의 변화를 보면 alum의 경우 섬유에 흡착량이 적어 지료의 전하를 역전시키는 경향을 보여 주었다. 이러한 전하역전 현상으로 인해 양이온성, 음이온성 PAM은 지력 증가의 효과를 나타내지 못했지만 양쪽성 PAM은 강도를 증가시키는 경향을 보여 주었다. 반면 PAC 종류는 양이온성 PAM을 사용하였을 때 지료의 전하역전 현상을 일으켜 강도의 증가를 확인할 수 없었지만 음이온성 및 양쪽성 PAM을 사용했을 경우 양이온성 PAM을 단독으로 사용했을 때 보다 높은 강도를 확인할 수 있었다. PAC를 사용할 경우 염기도가 높을수록 그 효과가 좋았으며, 음이온성 PAM 보다 양쪽성 PAM의 사용이 높은 강도를 보여 주었다.

4. 결 론

알루미늄계 약품은 pH를 저하시키는 특성을 가진다. 섬유의 경우 pH가 낮아지게 되면 카르복실기(COOH)가 해리되는 양이 적어져 상대적으로 섬유간 결합이 줄어들게 된다. 또한 값싼 filler인 탄산칼슘이 분해되기 때문에 중성으로 초지하는 것이 좋다고 판단이 된다. 하지만 alum의 경우 중성조건에서는 대부분의 Al이온이 단분자 형태로 존재하고 본래 목적인 양이온을 가지는 물질이 아닌 $Al(OH)_4^-$로 약 50%가 존재하기 때문에 효율이 떨어진다고 판단된다. 반면 알루미늄계 약품은 염기도가 높아지게 되면 중성 조건에서도 다핵착체를 형성하기 때문에 산성조건에서의 alum과 비슷한 효과를 볼 수 있을 것이라 판단된다.

PAC를 전처리 후, PAM의 효과를 보면 양쪽성 PAM의 효과가 좋게 나타나는데 이는 음이온성 부분이 다핵착체와 결합을 하고 양이온성 부분이 섬유와 결합을 하기 때문이라 판단된다. 또한 PAC 전처리 후, 양쪽성 PAM을 사용한다면 동일 강도를 얻기 위한 PAM의 사용량을 줄일 수 있을 것이라 판단된다.