

하이로딩을 위한 충전제 투입위치 이원화에 영향을 미치는 인자들

조병욱, 김혁중, 원종명
강원대학교 제지공학과

Factors influencing dual flow filler addition for high loading

Byoung-Uk Cho, Hyuk-Jung Kim and Jong-Myoung Won

Dept. of Paper Science & Engineering, Kangwon National University

1. 서론

인쇄용지 제조 시, 종이의 광학적 성질과 인쇄적성 등을 향상시키고, 건조에너지를 저감시키고 원가 절감을 하기위해서 다량의 충전제를 사용하고 있다.¹⁾ 국내에서는 무기 충전제로서 중질탄산칼슘(GCC)를 주로 사용하고 있고, 일부 회사에서 경질탄산칼슘(PCC)을 사용하고 있다. PCC의 경우 그 형상으로 인해서 GCC에 비해 종이의 벌크와 광학적 성질에는 우수하지만 강도적성질이 저하된다는 문제점을 가지고 있다.²⁾ 최근 전 세계적으로 이산화탄소 저감 문제가 대두되면서 이산화탄소 저장 능력이 있는 PCC의 사용은 다시 주목을 받고 있는 상황이다.

또한 제지기술자들은 펄프보다 저가인 충전제의 사용량을 증가시켜 종이의 생산 원가를 저감시키고자 지속적인 노력을 해왔다. 그러나 충전제의 사용을 증가시키면 종이의 강도적 성질이 저하되는 근본적인 문제 때문에 충전제의 사용에 한계가 있었다. 최근 종이의 강도 저하를 방지 또는 저감시키면서 종이 내 충전제 함량을 증가시키기 위해서 여러 연구가 진행되고 있다: 선응집(preflocculation), LbL기술, 충전제 개질, lumen loading 등.

여러 제안된 방법들 중, 비교적 간단히 현장 적용할 수 있는 기술 중의 하나가 충전제 투입위치 이원화 기술이다. Haller 등은 기존에 팬펌프에 전부 투입되던 PCC를 고농도지료(thick stock)와 팬펌프에 분할하여 투입해서 종이의 강도를 향상시키고, 이 향상된 강도만큼 종이 내 충전제 함량을 높일 수 있다고 제안하였다.³⁾ 그러나, 정착제

의 투입위치, 보류제 투입 전략 등 구체적인 인자들은 다루어지지 않았다. 본 연구에서는 충전제 투입위치 이원화 기술을 개발하기 위한 기초연구로 고농도지료에 충전제를 투입하여 고농도지료 충전이 종이의 물성과 제지공정의 안정성에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 충전제 및 정착제로 사용되는 양성전분의 투입위치, 보류제 투입전략 등의 인자들의 영향을 조사하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

펄프는 LBKP, NBKP, BCTMP를 H사에서 분양받아 공시재료로 사용하였다. LBKP와 NBKP는 여수도 450 mL (CSF)로 고해하였다. 미세분이 유실되지 않도록 탈수시켜 3.5% 농도로 농축한 후, LBKP와 NBKP, BCTMP를 70:10:20의 비율로 혼합하여 사용하였다. 충전제는 PCC와 GCC를 H사에서 분양받아 PCC와 GCC를 70:30의 혼합하여 사용하였다. 충전제의 정착제로 건조지력증강제용 양성전분을 S사에서 분양 받아 사용하였으며, 보류제로는 PAC(poly-aluminum chloride), CPAM(cationic polyacrylamide), micropolymer로 구성된 dual microparticle 보류향상제 시스템을 H사에서 분양받아 사용하였다.

2.2 실험방법

고농도지료 충전의 경우, 3.5 % 농도의 펄프를 표준해리기 통에 넣고 충전제를 첨가하고 1000 rpm으로 20분간 교반하였다. 양성전분을 투입 후, 5분간 교반한 다음, 지료를 0.3 %로 희석시키고 RDA를 사용하여 평량 80 g/m²으로 초지하였다. 전통적인 충전방법인 저농도지료 충전의 경우, 3.5 %의 지료에 전분을 투입하고 5분간 반응 후, 지료를 0.3%로 희석시키고, 충전제를 투입하여 초지하였다. Thick stock에서의 교반시간이 펄프에 미치는 영향을 배재하기 위하여, 3.5% 농도에서 교반시간을 모두 같게 조정하였다. 보류제는 RDA에서 희석된 지료에 PAC, CPAM, micropolymer 순으로 첨가하였다. 다음의 인자들을 평가하였다: 1) Filler 투입위치; 2) 정착제(양성전분) 투입위치; 3) PAC의 투입위치; 4) 충전제 반응시간.

3. 결과 및 고찰

3.1 고농도지료 충전의 영향

Figs. 1과 2는 고농도지료 충전이 종이 강도에 미치는 영향을 보여준다. 전반적으로 충전제 함량이 증가할수록 종이의 인장강도와 내부 결합강도는 저하하는 경향을 나타내었다. 고농도지료 충전한 경우가 동일 회분율 상에서 인장강도와 내부결합강도가 높음을 확인할 수 있었다. 그러나 고농도지료에 충전제를 투입하여 종이를 생산하는 경우, 종이 벌크가 저하됨이 관찰되었다(Fig. 3). 이는 펄프의 배합비 등을 조절하여 해결해야 할 문제라고 판단된다. 또한 고농도지료 충전을 할 경우, 충전제 첨가량에 따른 탈수도 변화가 적은 것이 관찰되었다(Fig. 4).

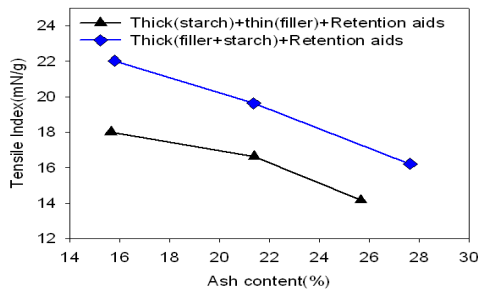


Fig. 1. Effect of thick stock filler addition on tensile index.

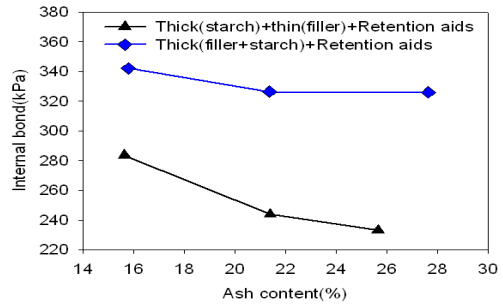


Fig. 2. Effect of thick stock filler addition on internal bonding strength.

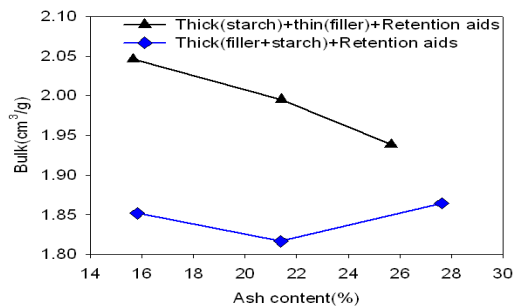


Fig. 3. Effect of thick stock filler addition on bulk.

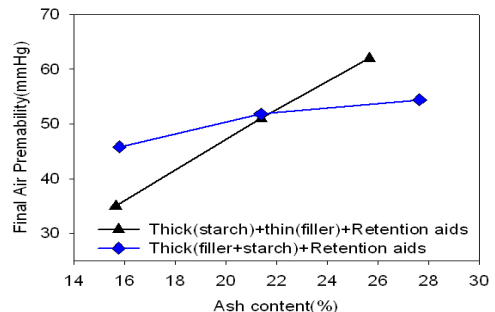


Fig. 4. Effect of thick stock filler addition on drainage.

3.2 양성전분 투입 위치의 영향

충진제를 먼저 첨가하고 양성전분을 첨가한 경우가 양성전분을 먼저 투입하고 충진제를 투입한 경우보다 강도적 성질이 더 우수함을 확인하였다 (Figs 5와 6). 이는 충진제를 섬유표면에 흡착시키고 그 위를 양성전분으로 도포하여 정착시키는 경우, 충진제 위에 도포된 양성전분이 섬유 간 결합을 향상시켰기 때문으로 사료된다.

한 번에 투입되던 양성전분을 두 지점에 나누어서 투입하여 그 효과를 평가하였다. 투입량의 절반을 충진제 투입 전에 첨가하고, 나머지 반은 충진제 투입 후에 첨가하였다. 충진제 투입 후에 첨가하는 전분의 경우, 고농도지료에 첨가하는 경우와 저농도지료에 첨가하는 경우를 실험하였다. 양성전분을 고농도지료에 충진제 투입 전에 첨가하는 경우와, 절반씩 이원화해서 투입하는 조건들 사이에 큰 차이를 발견하기 어려웠다 (Figs. 7과 8). 이 실험결과들을 통해 섬유 간 결합력을 향상시키기 위해서는 고농도 지료에서 충진제 투입 다음에 전분을 투입하는 것이 유리하다는 것을 확인하였다.

3.3 PAC의 투입위치 영향

희석된 저농도 지료에 첨가되는 PAC의 투입위치를 고농도지료로 이동시켜, 충진제 투입전과 후에 첨가하여 그 영향을 평가하였다. Filler를 고농도지료에서 투입하는 경우, PAC의 투입위치를 고농도 지료 쪽으로 이동시키는 것이 종이의 강도향상과 탈수도 향상 측면에서 유리하다고 판단된다(Figs. 9와 10).

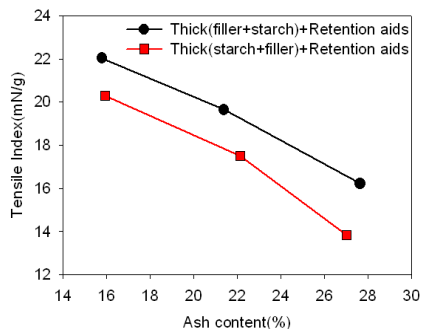


Fig. 5. Effect of addition sequence of starch and filler on tensile index.

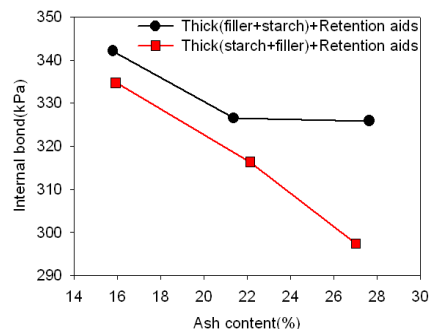


Fig. 6. Effect of addition sequence of starch and filler on internal bonding strength.

하이로딩을 위한 충전제 투입위치 이원화에 영향을 미치는 인자들

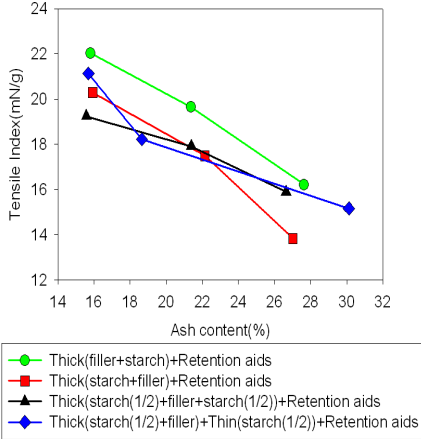


Fig. 7. Effect of starch addition strategies on tensile index.

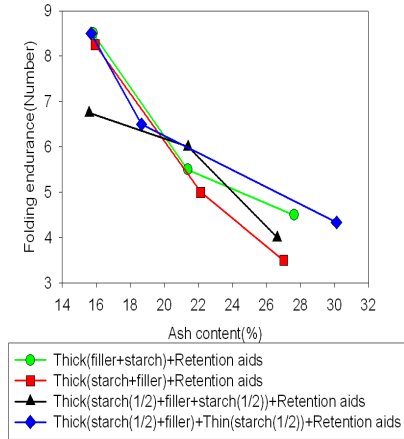


Fig. 8. Effect of starch addition strategies on Folding strength.

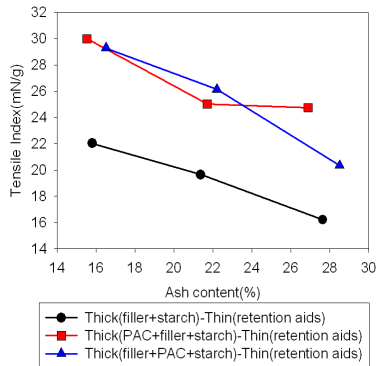


Fig. 9. Effect of location of PAC addition on tensile index.

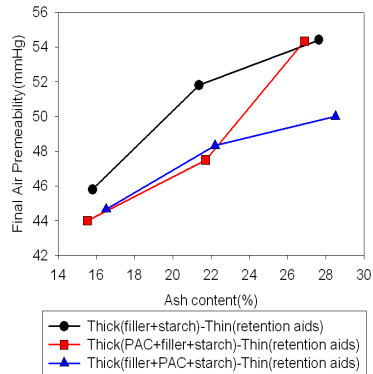


Fig. 10. Effect of location of PAC addition on drainage.

3.4 치료와 충전제 반응시간의 영향

충전제 투입 후 양성전분 투입전의 교반시간을 20분으로 조절하였을 경우 강도적 성질이 가장 낮게 관찰되었다 (Fig. 11). 교반시간 1-10분 사이에 큰 차이는 없었으나, 교반시간을 20분으로 증가시킨 경우에 강도가 급격히 저하됨이 관찰되었다. 금방부에서의 탈수도는 충전제 투입 후 양성전분 투입전의 교반시간이 5-10분 정도일 때가 가장 우수하였다 (Fig. 12).

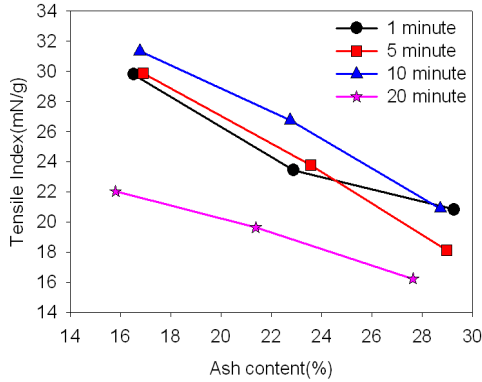


Fig. 11. Effect of mixing time of filler with thick stock on tensile index.

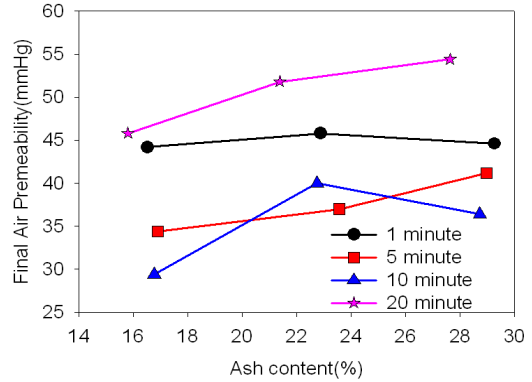


Fig. 12. Effect of mixing time of filler with thick stock on drainage.

4. 결론

고농도료에 충전제를 첨가하여 종이의 강도적 성질을 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 충전제 투입 후, 정착제인 양성전분을 첨가하는 것이 종이의 강도향상 측면에서는 유리하다고 판단된다. 또한 PAC의 투입위치를 고농도지료로 이동시키는 것도 강도와 탈수도 향상 측면에서 유리하다고 판단된다. 충전제와 펄프와 적정 교반시간이 있다고 판단되고, 본 실험에서는 5-10분이 적정하였다. 종이의 강도가 향상되면서 벌크는 감소하는 경향을 보이는 데, 이는 다른 인자들을 조절해서 해결되어야 할 문제라고 사료된다.

사 사

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원 (KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다 (No. 2010T100200471).

인용문헌

1. Fairchild, H.G., Increasing the filler content of PCC-filled alkaline papers, Tappi J., 75(8): 85-90 (1992).

하이로딩을 위한 충전제 투입위치 이원화에 영향을 미치는 인자들

2. Mabbe, S. and Harvey, R., Filler flocculation technology- Increasing filler content without loss in strength or runnability parameters, 2000 Tappi Papermakers Conference and Trade Fair 2, pp. 797-809, 2000.
3. Haller, T. M., Stryker L. J. and Janson, J. A., PCC application strategies to improve papermaking profitability. Part I. Thick stock precipitated calcium carbonate addition, 2001 Papermakers Conference.