

신문용지 제조에 있어서 무기 충전제들의 영향

채 규 윤* · 이 준 구 · 김 성 권†

*원광대학교 자연과학대학 화학과, (주) 세풍 공학연구소
(1998년 3월 17일 접수, 1998년 7월 24일 채택)

Effect of Inorganic Fillers in Newsprint Papermaking

Kyu-Yoon Chai*, Joon-Koo Lee, and Sung-Kwon Kim†

*Department of Chemistry, Won Kwang University, Iksan 570-749, Korea
Engineering R & D Center, Sepoong Paper Co., Ltd., Kunsan 573-410, Korea

(Received March 17, 1998; accepted July 24, 1998)

요약: 종이제조에 있어서 종이의 광학적 성질 및 인쇄적성을 개선하기 위하여 여러 종류의 충전제가 사용되고 있다. 본 연구는 신문용지 제조에 있어서 여러 종류의 충전제, 즉 경질탄산칼슘(PCC), 중질탄산칼슘(GCC), 그리고 혼합된 충전제(PCC + 미세활석(MVP) 또는 헬석(talc), GCC + MVP 또는 talc)를 종이에 충전시켰을 때 종이의 여러 물성에 미치는 영향을 검토하였다. 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다. 1) 충전제를 지료전건증량당 5% 처리시 동일 처리조건하에서의 충전제 보류율은 PCC 처리시 GCC 처리보다 16.8% 정도 높게 나타났으며, PCC 및 GCC를 처리했을 때 모두, 배합한 충전제의 입자경이 커질수록($PCC \leq GCC < MVP < talc$) 보류율이 증가하는 경향을 나타내었다. 2) PCC 처리시 무처리보다(92.2%) 대비 2.3% 이상의 비교적 높은 불투명도 개선효과를 나타내었으며, 배합한 충전제의 평균 입자경이 클수록 불투명도가 감소하는 경향을 나타내었다. 3) PCC 단독 처리시 GCC 단독 처리보다 소폭의 인열강도 하락을 나타내었으며, 20% 배합처리한 충전제의 평균 입자경이 커질수록 인열강도가 증가하는 경향을 나타내었다. 4) PCC 단독처리시 비교적 높은 인장강도를 나타내었으며, 다른 충전제와 혼합처리시 인장강도의 하락폭은 GCC 처리쪽이 적은 것으로 나타났다. 5) PCC를 처리하였을 경우, 배합한 충전제의 입자경이 커질수록($PCC \leq GCC < MVP < talc$) 과열강도는 직선적으로 감소하였다. 6) 충전제를 처리하였을 때 무처리보다 비교적 우수한 인쇄적성 효과를 나타내었다.

Abstract: In order to improve the optical properties and printability of paper, various fillers are used in papermaking. This study was performed to investigate several fillers - precipitated calcium carbonate(PCC), ground calcium carbonate(GCC), and blends(PCC/talc or micro-talc(MVP) and GCC/talc or micro-talc(MVP)) - for their effects on various newsprint properties. Results obtained from the study were summarized as follows ; 1) PCC treatment gave about 16.8% higher retention than GCC treatment at the filler level of 5% and the retention of filler in the handsheet increased as average particle size of mixed filler was increasing($PCC \leq GCC < MVP < talc$). 2) PCC treatment kept opacity more highly than no filler treatment and opacity decreased as average particle size of mixed filler was increasing. 3) Independent treatment of PCC kept tear strength more effectively than GCC did, and tear strength increased as average particle size of mixed filler was increasing. 4) Independent treatment of PCC kept tensile strength more highly than other treatments and GCC treatment kept tensile strength highly than PCC treatment under mixed filler treatment. 5) Burst strength under PCC treatments decreased linearly as average particle size of mixed filler was increasing. 6) Compared with non-filler treatment, filler treatment gave much better printability.

Key words: Inorganic Fillers, Printability, PCC, GCC, Talc, MVP

1. 서 론

종이제조에 있어서 충전제는 원료물질에 투입되는 비용을 절감하며, 생산시 초기공정에서의 전조를 위한 수증기 소비량의 절감 등의 생산원가를 낮추는 측면과 제조된 종이의 불투명도, 백색도, 평활도 등의 품질특성의 개선으로 완제품으로서의 종이 품질향상 측면, 그리고 인쇄적성의 개선으로 소비자의 욕구를 충족시키고자 하는 다양한 목적을 가지고 제조공정에 투입되고 있다[1]. 충전제는 얹고자 하는 종이의 품질과 기능에 맞게 그 적용량을 조절하는데 인쇄용지의 경우, 다량의 충전제를 첨가하여 제조하는 서적용지류와 소량을 첨가하여 제조하는 포장지 및 판지류는 중간정도의

충전제를 첨가하여 제조하고 있다. 적정 첨가량보다 많은 양을 첨가할 경우 강도저하, 강성도(stiffness) 및 사이즈도 저하 등의 물성 저하 뿐만 아니라 초지시 카렌다 또는 리와인더 롤에서의 지분(dust) 발생 및 오프셋 인쇄시 밀킹(milking)현상 발생을 야기할 수 있다. 따라서 이에대한 대책으로 내첨 사이즈제의 첨가 및 표면 사이즈 처리 등의 공정작업과 동시에 충전제 적정 사용량을 선정하는 것은 매우 중요하다[2].

최근 들어 소비자의 신문용지에 대한 품질개선 요구도 활발히 증가하고 있으며, 이에따라 제지업체에서도 다양한 대책마련에 고심하고 있다. 신문용지에 충전제를 적용하는 것은 인쇄적성의 개선 효과를 유발함과 동시에 앞으로 있을 현재의 46 g/m^2 초경량용지보다 더 낮은 평량의 용지 생산시의 불투명도를 보완하는 쪽에 중점을 두고 있다. 실제로 신문용지에 적용 가능한 충전제로는 경질탄산칼슘(precipitated calcium carbonate, PCC)과 중질탄산칼슘

† 주 저자 (e-mail: spc@hitel.net)

Table 1. Characteristics of Pulps Used in Experiments

Pulp	Consistency (%)	Freeness (ml, CSF)	pH	Temp. (°C)	Brightness (%)
DIP	4.04	165	7.4	48	58.9
TMP	3.33	125	6.7	41	64.0

(ground calcium carbonate, GCC) 등이 원가대비 효과가 우수한 것으로 나타나고 있다. 특히, PCC의 경우 불투명도 개선 효과가 뛰어나고, 자체 양이온성으로 인해 습지 (wet sheet) 보류가 비교적 쉬운 것으로 알려져 있다[1,3-5]. GCC의 경우 가격이 저렴한 것이 장점이나, 과다 사용시 초기용구의 마모를 초래할 위험성이 크다. 일반적으로 탄산칼슘을 사이즈제 정착제로 사용되는 황산알루미늄이 존재하는 산성초지에 적용할 경우 탄산칼슘이 용해되어 기포발생 및 경도상승에 따른 칼슘 스케일 발생 등의 문제점을 야기시킬 수 있으므로 탄산칼슘을 첨가할 경우 반드시 중성 초조조건을 유지해야 한다. 충전제는 일반적으로 슬러리 상태로 치료와 혼합되며 균일한 분산을 위해 믹싱 체스트 출구나 팬펌프 입구쪽에서 투입된다.

충전제 적용시 고려해야 할 요소로는 이밖에도 보류율이 있다. 실제 공정적용시 초기기 와이어 탈수로 인해 상당량의 충전제가 유출된다. 일반적으로 초기기 습부 (wet part)의 백수는 원질공정으로 회수되기 때문에 큰 손실은 없다고도 할 수 있으나, 백수의 폐쇄화가 높지 않을 경우 백수내 충전제 증가로 인하여 백수회수계의 부하가 증가하고 탈수불량으로 인한 초기기 생산성의 저하를 초래할 수도 있으며, 산성초조로 유입시 산성쇼크 (acid shock)가 발생할 수도 있다. 따라서 충전제 적용시 충전제의 보류율을 높일 수 있는 보류시스템의 연구도 아울러 진행되어야 할 것이며, 이에 대해서는 현재 많은 연구가 진행되고 있다[6-15].

본 연구에서는 예비실험을 통하여 실제 수초지 물성 개선능력이 우수한 것으로 판명된 PCC, GCC 두 종류와 기타 충전제의 혼합비를 선정하였다. 여기에 충전제의 보류를 돋는 보류향상제를 일정량 첨가한 후 수초하여 충전제 첨가량에 따른 충전제의 보류율과 수초지의 기계적, 광학적 특성을 규명하여 충전제 투입에 대한 최적 공정조건의 기초자료를 얻는데 그 목적이 있다.

2. 실험

2.1. 공시재료

본 실험에 사용된 펄프는 캐나다 EKMAN & CO에서 제조한 표백화학 열기계 펄프 (bleached chemi-thermo-mechanical pulp, BCTMP)와 탈목펄프 (deinked pulp, DIP)로써, 실제 초기공정에 적용중인 펄프를 채취하여 실험에 사용하였으며 그 특성은 Table 1과 같다. 충전제로는 경질탄산칼슘, 중질탄산칼슘, 미세활석 (Mistron vapor, MVP), 활석 (talc)을 선택하여 사용하였으며, 그 물성은 Table 2와 같다. 보류향상제는 (주)송강산업에서 제조한 cationic polyacrylamide(C-PAM)를 사용하였으며 적용시 0.1%로 회색하였다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 지료조성 및 수초지 제조

DIP와 TMP의 농도를 측정한 후 80:20의 전건증량비로 혼합하여 지료를 조성하였다. 초기하기 위하여 혼합한 지료를 약 1% 농도로 회색한 다음 미리 10% 농도로 제조한 충전제를 지료의 전건증량에 대해 0%, 5%, 10%가 되도록 첨가한 후 충분히 교반하여 분산시켰으며, 이 때의 실험조건은 Table 3과 같다. 충전제의 정착보류를 향상시키기 위하여 지료상에 0.1% 농도로 제조한 보류향상제(C-PAM)를 전건펄프에 대해 각 처리구당 500 ppm을 고정 첨가한 후 교반하였다. 이렇게 조성한 지료를 TAPPI Standard T205 sp-95에 따라 평균 $60(\pm 2.2) \text{ g/m}^2$ 이 되도록 sheet machine을 사용하여 수초지를 제조하였다.

Table 2. Characteristics of Various Fillers Used in Experiments

Filler	SG ^a	APS ^b (μm)	Brightness (%)	Morphology	Composition(%)
PCC	2.70	1.30	97.0	Scalenohedral	CaCO ₃ (97) MgCO ₃ (2) Fe ₂ O ₃ (0.06)
GCC	1.70	2.00	96.0	Rhombohedral	CaCO ₃ (98) MgCO ₃ (0.5) HCl (0.5)
MVP	2.54	4.25	91.2	Platelet	SiO ₂ (60.4) MgO (30.9) Al ₂ O ₃ (0.7) Fe ₂ O ₃ (0.9)
Talc	2.75	12.9	91.0	Monoclinic platelet	SiO ₂ (60.4) MgO (33.0) Al ₂ O ₃ (0.2) Fe ₂ O ₃ (0.2) CaO (1.0)

SG^a = specific gravity, APS^b = average particle size

Table 3. Experimental Conditions

Designation*	Filler					R-aid ^a ppm/ o. d. pulp	Pulp
	PCC	GCC	MVP	Talc	add(%)		
B					0	0	DIP 80% + TMP 20%
P5	100				5		
G5		100			5		
P10	100				10		
G10		100			10		
PG5	80	20			5		
GP5	20	80			5		
PG10	80	20			10		
GP10	20	80			10		
PM5	80		20		5		
GM5		80	20		5		
PM10	80		20		10		
GM10		80	20		10		
PT5	80			20	5		
GT5		80		20	5		
PT10	80			20	10		
GT10		80		20	10		

R-aid^a: retention aid, strong C-PAM.

Designation*: If one letter, 100% pure. If two letters, first letter 80% and second letter 20%. Number after alphabet is total addition % on o. d. pulp. For example, ①P5 = PCC 100%, 5% addition on o. d. pulp ②PM10 = PCC 80% + MVP 20%, 10% addition on o. d. pulp.

제(C-PAM)를 전건펄프에 대해 각 처리구당 500 ppm을 고정 첨가한 후 교반하였다. 이렇게 조성한 지료를 TAPPI Standard T205 sp-95에 따라 평균 $60(\pm 2.2) \text{ g/m}^2$ 이 되도록 sheet machine을 사용하여 수초지를 제조하였다.

2.2.2. 광학적 · 물리적 특성 측정

제조된 수초지를 TAPPI standard에 준하여 색차(L, a, b), 백색

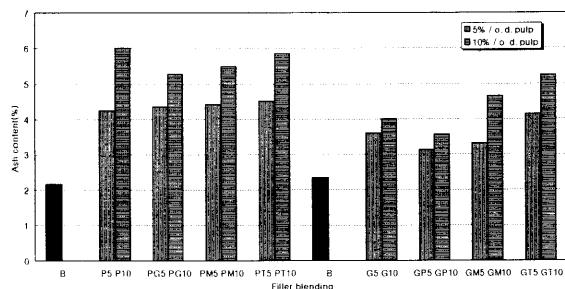


Figure 1. Ash content of papers made from different filler blending conditions.

도, 불투명도 등의 광학적 성질과 인열강도, 인장강도, 파열강도 등의 기계적 성질을 측정하였으며, TAPPI test methods T413 om-85에 의해 수초지내 회분함량을 측정하여 종이내에 보류된 충전제 함량을 간접 측정하였다. 또한 제조한 수초지를 가지고 AKIRA RI-3 tester를 이용하여 인쇄적성 실험 (RI-printability test)을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 충전제 보류

수초지의 자체 보류율은 대략 80% 정도이며, 보류향상제를 지료 전건중량당 500 ppm 첨가하여 제조한 수초지의 회분함량 측정 결과를 살펴보면, 무처리 (Blank) 시의 회분함량은 평균 2.25%로 나타났으며, PCC 처리(PCC100%, PCC80% + GCC, MVP, talc 각 20% 배합처리)의 경우, 지료 전건중량당 5% 비율로 충전제 첨가시 평균 4.38% (실제보류율 87.6%), 10% 비율로 충전제 첨가시 5.62% (실제보류율 56.2%)의 회분함량을 나타내었다. GCC 처리 (GCC100%, GCC80% + PCC, MVP, talc 각 20% 배합처리)의 경우, 지료 전건중량당 5% 비율로 충전제 첨가시 평균 3.54% (실제보류율 70.8%), 10% 비율로 충전제 첨가시 4.35% (실제보류율 43.5%)의 회분함량을 나타내었다. 즉, 지료 전건중량당 5% 비율로 충전제 첨가시 PCC 처리시의 보류율이 GCC 처리시에 비해 약 16.8% 더 높게 나타났으며, 두 처리 모두 지료 전건중량당 10% 비율로 충전제 첨가시 50% 대의 낮은 보류율을 나타내었다 (Figure 1). 이와 같은 보류율의 차이는 충전제의 입자경 및 입자 형태의 차이로부터 기인하는 것으로 보여진다. 즉, PCC와 GCC의 경우 평균입자경 (average particle size, APS)이 비슷하거나 GCC가 약간 큼에도 불구하고 PCC의 보류율이 높게 나타난 것은 PCC의 경우 scalenohedral type인 반면에 GCC의 경우 spherical type이기 때문이며, 지료 전건중량당 10% 비율로 충전제 첨가시 50%대의 낮은 보류율을 나타내는 것으로부터 실제 종이 제조시 충전제를 첨가할 경우 충전제의 보류율과 상관된 적정비율의 보류향상제를 첨가할 필요가 있음을 알 수 있다. PCC 및 GCC 처리 모두, 배합한 충전제의 입자경이 커질수록 ($PCC \leq GCC < MVP < talc$) 보류율이 증가하는 경향을 나타내었다.

3.2. 종이의 광학적 특성

3.2.1. 색차에 미치는 영향

종이의 색은 종이 구성성분에 의한 빛의 흡수 특성에 의해 결정되는 것으로써, 신문용지에 색을 부여하는 작업은 특정 표준색에 맞추는 것을 의미한다. 일반적으로 종이의 색상을 나타내는 지표로써 L, a, b값을 사용한다. L값은 명도로써 시작적인 희기의 정도를

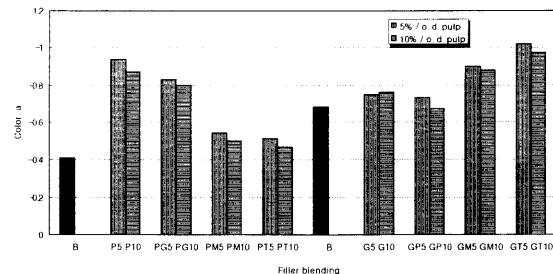


Figure 2. Color(a) of papers made from different filler blending conditions.

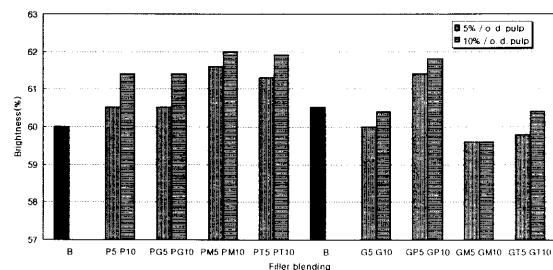


Figure 3. The effect of filler blends on paper brightness.

나타나며, a값은 커질수록 (+a) 붉은색이 진하고 작아질수록 (-a) 녹색이 진해짐을 나타내고, b값은 커질수록 (+b) 누른기가 강하며 작아질수록 (-b) 푸른기가 강해짐을 나타낸다. 측정결과 PCC처리시 무처리(79.25) 대비 소폭의 L값 개선효과를 가져올 수 있었으며, GCC 처리시에는 큰 변화를 보이지는 않았다. 또한 PCC 및 GCC 처리시 모두, 20% 비율로 배합한 충전제의 입자경이 커질수록 ($PCC \leq GCC < MVP < talc$) L값 상승효과가 떨어지는 것으로 나타났으며, GCC 처리시 MVP와 talc를 배합할 경우 무처리시보다 오히려 낮은 값을 나타내었다. 본 실험에서 염료를 처리하지 않았음에도 불구하고 Figure 2에 나타난 바와 같이 충전제 첨가만으로 a값의 음의 적재량 (negative loading)이 큰 폭으로 상승하는 것을 알 수 있었으며, 특히 PCC 처리시 평균 입자경이 큰 충전제를 배합할수록 a값의 음의 적재량이 감소하였으며, 이와는 반대로 GCC 처리시에는 평균 입자경이 큰 충전제를 배합처리할수록 a값의 음의 적재량이 증가하는 경향을 나타내었다. b값의 경우 처리별 큰 차이는 나타나지 않았으나 MVP 배합 처리시 약간 작아지는 경향을 나타내었다. 실험결과 충전제 처리시 약간의 L값 개선효과를 가져올 수 있었으며, a값의 음의 적재량이 높아져 수초지 색상이 무처리 대비 다소 녹색계열로 나타나는 것을 볼 수 있었다.

3.2.2. 백색도에 미치는 영향

일반적으로 충전제는 펄프 섬유에 비하여 입자 크기가 매우 작고 자체 백색도가 높으며, 단위중량당 표면적이 크기 때문에 광산란계수를 증가시켜 종이의 백색도를 개선시키는 것으로 알려져 있다. 측정결과 PCC 처리시 무처리(60.3%) 대비 1~1.5%의 백색도 개선효과를 나타내었으며, GCC 처리시에는 커다란 개선효과를 나타내지는 않았다 (Figure 3). 이는 무처리시의 백색도가 평균 60.3%로서 펄프 자체가 비교적 높은 수준을 유지한 것이 충전제 첨가로 인한 백색도의 상승효과를 억제하는데 한 요소로서 작용하였을 것으로 판단된다. 실험결과 입자경이 작고 자체 백색도가 96~97% 정도로 높은 PCC와 GCC 처리시 0.5~1.5% 정도의 백색도 개선효과를 볼 수 있었으며, 입자경이 상대적으로 크고 자체 백색도가

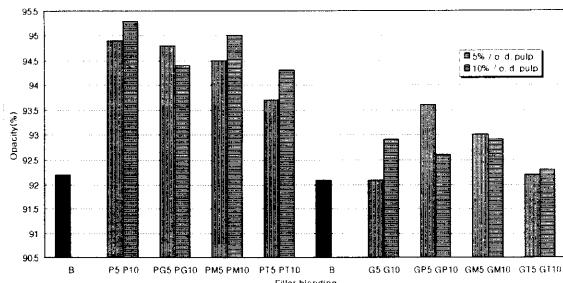


Figure 4. The effect of filler blends on paper opacity.

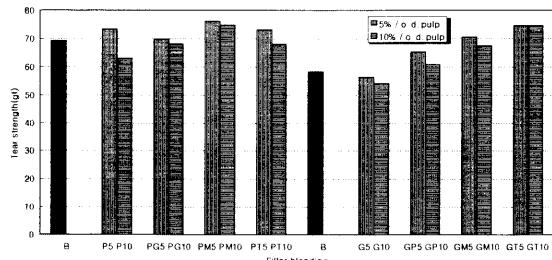


Figure 5. The effect of filler blends on tear strength of paper.

91% 정도로 낮은 MVP와 talc 처리시에는 큰 상승효과를 나타내지 않았다.

3.2.3. 불투명도에 미치는 영향

신문용지 제조시 충전제 적용의 주요 목적은 인쇄적성의 개선효과와 더불어 불투명도의 개선이라고 할 수 있을 것이다. 충전제 적용시 불투명도가 증가하는 가장 큰 이유는 빛의 산란을 증가시켜주는 충전제-공기 계면층이 증가하기 때문이며, 산란력이 증가할 수록 불투명도가 증가하기 때문이다. 실제 저평량(46 g/m^2 이하)의 신문용지 제조시 충전제를 첨가할 경우 주의해야 하는 것은 충전제의 보류율 뿐만 아니라 종이내에 고루 분포되도록 조절하는 것이다. 실제로 충전제가 고루 분포되지 않을 경우 많은 충전제 입자들간의 광학적 접촉으로 인하여 빛의 산란을 감소시키는 결과를 초래할 수도 있다. 불투명도에 영향을 미치는 충전제의 가장 큰 요소로는 굴절률을 들 수 있다. 굴절률이 높을수록 빛의 산란을 증가시키기 때문에 불투명도의 개선효과가 증가하는 것으로 알려졌다. 본 실험에서는 굴절률이 높은 PCC처리시 불투명도가 다른 충전제 처리에 비하여 높았다. Figure 4에 나타나있는 측정결과를 살펴보면 무처리시의 불투명도는 평균 92.2%를 나타내었으며, PCC 처리시 무처리 대비 2.3% 이상의 비교적 높은 불투명도 개선효과를 나타내었으며, GCC 처리시에는 커다란 개선효과를 나타내지는 않았다. 또한 PCC 처리시 배합한 충전제의 평균 입자경이 클수록 불투명도가 감소하는 경향을 나타내었으며, GCC 처리의 경우 각 처리 당 불투명도 개선효과는 커다란 차이를 나타내지는 않았다.

3.3. 종이의 강도적 성질

3.3.1. 인장강도에 미치는 영향

충전제의 첨가량이 증가할수록 강도적 특성이 떨어지는 것이 일반적 현상이나 실험실에서는 이러한 경향성을 파악하는 것이 어려웠다. 이는 인장강도의 경우 펄프 섬유의 배열구조 및 방향성 등에 큰 영향을 받는데 수초지기로 제조한 수초지의 경우 이러한 방향성을 조절하는 것이 불가능하기 때문에이며, 또한 동일한 압착 및

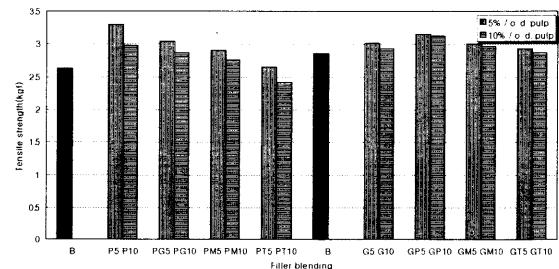


Figure 6. The effect of filler blends on tensile strength of paper.

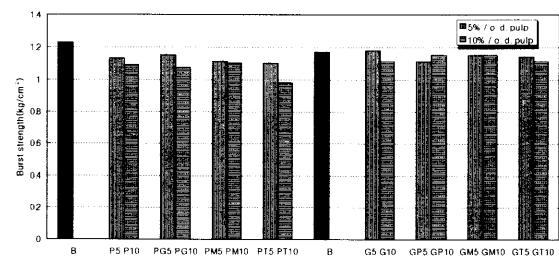


Figure 7. The effect of filler blends on burst strength of paper.

전조를 보장하고 있지 못하기 때문이다. Figure 5에서 보는 바와 같이 무처리 대비 PCC 단독 처리시가 GCC 단독 처리시보다 소폭의 인열강도 하락을 나타내었으며, 20% 배합처리한 충전제의 평균 입자경이 커질수록 인열강도가 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 동일 충전제 처리시에는 충전제 첨가량을 5%에서 10%로 증가할 수록 인열강도가 큰 폭으로 하락하는 경향을 나타내었다.

3.3.2. 인장강도에 미치는 영향

실험실에서 인장지수의 경향성을 파악할 수 있는 중요 요소로 충전제의 적재량 정도를 들 수 있다. 즉, 동일 평량지 적용시 일반적으로 보류향상제의 첨가로 인하여 미세분이나 충전제의 보류가 높아지면 상대적으로 섬유함량이 줄어들어 섬유간 결합력이 약해지거나 또는 충전제 입자들이 섬유사이의 공간을 채워 섬유간 결합을 저해하여 종이의 강도가 하락된다. 측정결과 PCC 처리시의 경우, 배합한 충전제의 입자경이 커질수록($\text{PCC} \leq \text{GCC} < \text{MVP} < \text{talc}$) 수초지내 회분함량이 증가하였으며, 이에 따라 인장지수는 직선적으로 감소하였다(Figure 6). GCC 처리시의 경우, 배합한 충전제의 종류와 관계없이 일정 수준의 인장강도를 나타내었으며, GCC에 PCC를 20% 배합할 경우 가장 높은 인장강도를 나타내었다. PCC 및 GCC 처리시 모두 충전제 5% 비율로 첨가시보다 10% 첨가시 인장강도가 하락하였으며 특히, PCC 처리시 6~10%의 비교적 큰 폭으로 인장강도가 하락하였다. 즉, PCC 단독처리시 비교적 높은 인장강도를 얻을 수 있었으며, 다른 충전제와 혼합처리시 인장강도의 하락폭은 GCC 처리쪽이 적은 것으로 나타났다.

3.3.3. 파열강도에 미치는 영향

파열강도는 종이 물성의 복합적인 표현방법으로 인장강도와 어느 정도 상관성을 가지고 있으며, 일반적으로 신문용지보다는 판지, 골판지 또는 포장용지 등에서 중요시되는 항목이다. 측정결과 인장강도 측정결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 즉, PCC 처리시의 경우, 배합한 충전제의 입자경이 커질수록($\text{PCC} \leq \text{GCC} < \text{MVP} < \text{talc}$) 수초지내 회분함량이 증가하였으며, 이에 따라 파열강도는

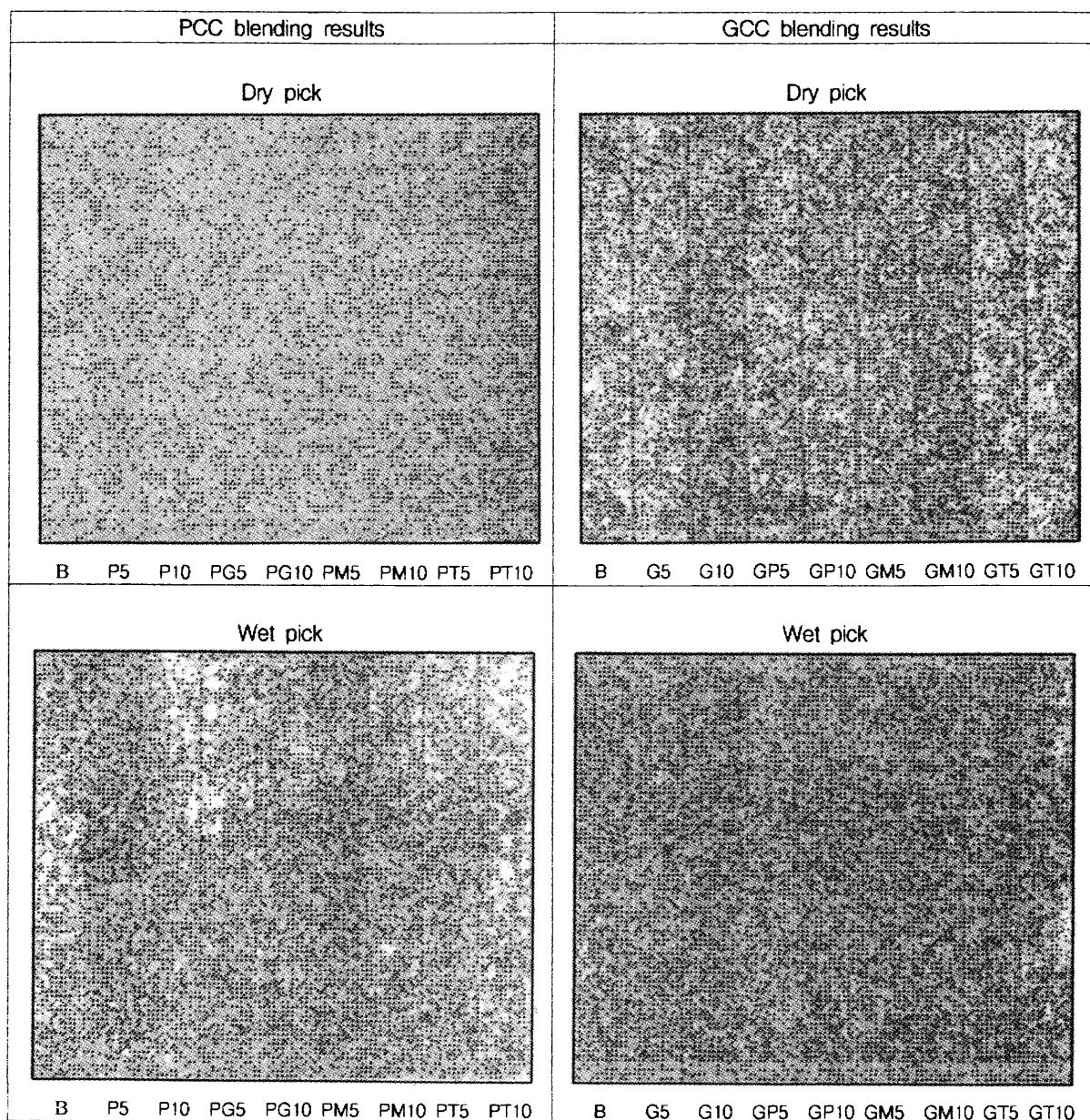


Figure 8. RI-printability test results (Dry & Wet pick) for PCC and GCC blending treatments.

직선적으로 감소하고 있으며, GCC 처리의 경우, 배합한 충전제의 종류와 관계없이 일정 수준의 과열강도를 나타내었다(Figure 7).

3.4. 인쇄적성

불투명도 개선 등의 광학적 특성의 향상뿐만 아니라 실제 인쇄 시의 인쇄적성의 개선효과가 종이제조시 충전제를 투입하는 가장 큰 목적이 하나이다. 다만 실험실에서는 이러한 인쇄적성의 효과를 RI-printability tester를 이용하여 측정하고 있으나 제조된 수초지의 특성 및 제반 인쇄조건 등으로 인하여 실제 인쇄공정의 시뮬레이션에 근접하지 못하고 있다는 것이 정설이다. 따라서 본 측정 결과는 단지 경향성 평가 등에 주력하고자 하였다. Table 4를 보면 PCC 배합 처리결과 종이의 표면강도 척도인 dry & wet pick의 경우 PCC 100% 처리시와 MVP 20% 배합 처리시 다른 처리에 비해 비교적 좋은 결과를 나타내었다. 중첩인쇄시의 척도인

trapping의 경우 PCC만을 5% 첨가시 다른 처리에 비해 좋은 결과를 나타내었으며, 잉크뒤풀음 (ink set-off)과 잉크착육성 (ink receptivity)의 경우 충전제 처리시 무처리시와 비교해 볼 때 좋은 결과를 나타내었으며, 처리별 큰 차이는 나타나지 않았다. Table 5에 나타나 있는 GCC 배합 처리결과를 살펴보면 dry & wet pick의 경우 MVP 20% 배합 처리시와 GCC만을 10% 첨가시가 비교적 좋은 결과를 나타내었다. Trapping의 경우도 MVP 20% 배합 처리시 좋은 결과를 나타내었으며, ink set-off와 ink receptivity의 경우 충전제 처리시 무처리시와 비교해 볼 때 좋은 결과를 나타내었으며, 처리구별 큰 차이는 나타나지 않았다. 즉, 인쇄적성 결과를 종합하여 보면 충전제 처리시 무처리시와 비교해 볼 때 비교적 우수한 인쇄적성 효과를 기대할 수 있었으며, dry pick와 wet pick의 경우 PCC 또는 GCC 100% 처리시 좋은 결과를 나타내었고, 다른 충전제와 배합 처리할 경우 MVP를 20% 배합하는 것이 좋은 결

Table 4. RI-Printability Test Results for PCC Blending Treatment

Index	Rank
Dry Pick	$P5 \geq PG10 \geq PT10 \geq PT5 \geq PM10 \geq PM5 \geq PG10 \geq PG5 \geq B$
Wet Pick	$PM5 > P5 > PG10 > PM10 > PG5 > P10 > PT5 > B > PT10$
Trapping	$P5 > B > PG10 = PM5 \geq PM10 = PT5 = PT10 = PG5 > P10$
Ink Set-off	$P10 = PM10 = PT10 \geq PM5 = PT5 \geq PG5 = P5 = PG10 > B$
Ink Receptivity	$P10 \geq PM5 \geq PM10 = PT5 \geq PG5 \geq P5 = PG10 \geq PT10 \geq B$

Table 5. RI-Printability Test Results for GCC Blending Treatment

Index	Rank
Dry Pick	$G10 > GM10 \geq GM5 > G5 > GP10 \geq GP5 = GT5 = GT10 = B$
Wet Pick	$GM5 = GM10 \geq G10 = G5 \geq GP10 > GP5 \geq GT5 \geq B > GT10$
Trapping	$B \geq GP10 \geq GM5 \geq GT10 \geq GT5 \geq G5 \geq GM10 \geq GP5 \geq G10$
Ink Set-off	$G10 > G5 \geq GP10 = GM5 = GM10 = GT5 \geq GT10 = GP5 > B$
Ink Receptivity	$GP10 \geq GP5 \geq G5 \geq GM5 \geq GM10 \geq G10 = GT5 = GT10 > B$

과를 나타내었다. 주의해야 할 점은 인쇄적성 실험결과 위와 같은 결론을 내릴 수 있으나 실제 인쇄공정 적용시 동일 결과를 나타낸다고는 할 수 없다는 것이다.

4. 결 론

본 연구는 입자모양 및 평균입자경이 상이한 경질탄산칼슘(PCC)과 중질탄산칼슘(GCC)에 미세활석(MVP)과 헬석(talc)을 배합처리하여 종이에 충전시켰을 때 충전제 첨가량에 따른 충전제의 보류율과 수초지의 물리적·광학적 성질에 미치는 영향을 평가하고 궁극적으로 신문용지 제조시 이러한 충전제의 적용시의 기초자료를 제공하기 위하여 수행하였으며, 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 동일 처리조건하에서의 충전제 보류율은 PCC를 처리하였을 때 GCC를 처리하였을 때보다 충전제 지료전건증량당 5% 처리시 실제보류율 기준 16.8% 높게 나타났으며, 보류제(C-PAM)를 지료전건증량당 500 ppm 고정 첨가시 충전제 10% 처리에서는 실제보류율 50%대의 매우 낮은 보류율을 나타내어 실제 종이 제조시 충전제를 첨가할 경우 충전제의 보류율과 상관된 적정비율의 보류향상제를 첨가할 필요가 있음을 파악할 수 있었다. 또한 PCC 및 GCC 처리시 모두, 배합한 충전제의 입자경이 커질수록($PCC \leq GCC < MVP < talc$) 보류율이 증가하는 경향을 나타내었다.

2) PCC처리시 소폭의 L값 개선효과를 나타내었으며, PCC 및 GCC 처리시 모두, 20% 비율로 배합한 충전제의 입자경이 커질수록($PCC \leq GCC < MVP < talc$) L값 상승효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 PCC 처리시 평균 입자경이 큰 충전제를 배합할수록 a값의 음의 적재량이 감소하였으며, 이와는 반대로 GCC 처리시에는 평균 입자경이 큰 충전제를 배합처리할수록 a값의 음의 적재량이 증가하는 경향을 나타내었다. 무처리시와 비교해볼 때 충전제 처리시 약간의 L값 개선효과를 가져올 수 있었으며, a값의 음의 적재량이 높아져 수초지 색상이 무처리시 대비 다소 녹색계열로 나타나는 것을 볼 수 있었다.

3) 실험결과 입자경이 작고 자체 백색도가 96~97% 정도로 높은 PCC와 GCC 처리시 0.5~1.5% 정도의 백색도 개선효과를 볼 수 있었으며, 입자경이 상대적으로 크고 자체 백색도가 91% 정도로 낮은 MVP와 talc 처리시에는 큰 상승효과를 나타내지 않았다.

4) PCC 처리시 무처리시(92.2%) 대비 2.3% 이상의 비교적 높은 불투명도 개선효과를 나타내었으며, 배합한 충전제의 평균 입자경이 클수록 불투명도가 감소하는 경향을 나타내었다. GCC 처리시 경우 각 처리당 불투명도 개선효과는 커다란 차이를 나타내지는

않았다.

5) PCC 단독 처리시는 GCC 단독 처리시보다 소폭의 인열강도 하락을 나타내었으며, 20% 배합처리한 충전제의 평균 입자경이 커질수록 인열강도가 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 동일 충전제 처리에서는 충전제 첨가량이 5%에서 10%로 증가할수록 인열강도가 큰 폭으로 하락하는 경향을 나타내었다.

6) PCC 처리시의 경우, 배합한 충전제의 입자경이 커질수록($PCC \leq GCC < MVP < talc$) 수초지내 회분함량이 증가하였으며 이에따라 인장지수는 직선적으로 감소하였다. GCC 처리의 경우, 배합한 충전제의 종류와 관계없이 일정 수준의 인장지수를 나타내었으며, PCC 및 GCC 처리시 모두 충전제 5% 비율로 첨가시보다 10% 첨가시 인장지수가 하락하였다. 특히, PCC 처리시 6~10%의 비교적 큰 폭으로 인장지수가 하락하였다. 즉, PCC 단독처리시 비교적 높은 인장지수를 얻을 수 있었으며, 다른 충전제와 혼합처리시 인장지수의 하락폭은 GCC 처리쪽이 적은 것으로 나타났다.

7) PCC 처리시의 경우, 배합한 충전제의 입자경이 커질수록($PCC \leq GCC < MVP < talc$) 파열강도는 직선적으로 감소하고 있으며, GCC 처리시의 경우, 배합한 충전제의 종류와 관계없이 일정 수준의 파열강도를 나타내었다.

8) 충전제 처리시 무처리시와 비교해 볼 때 비교적 우수한 인쇄적성 효과를 기대할 수 있었으며, dry pick와 wet pick의 경우 PCC 또는 GCC 100% 처리시 좋은 결과를 나타내었고, 다른 충전제와 배합 처리할 경우 MVP를 20% 배합하는 것이 좋은 결과를 나타내었다.

실험결과 경질탄산칼슘을 단독처리하는 것이 기타 충전제를 처리하는 것보다 물성개선 효과가 뛰어났으며, 원가절감 측면에서 경질탄산칼슘에 중질탄산칼슘 또는 미세활석을 적정량 혼합하여 사용할 때 비교적 좋은 물성개선 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 신문용지 제조에 이와 같은 충전제를 적용할 경우에는 적정 보류시스템의 설정 및 보류향상제 설정과 충전제의 계내 흐름 등을 면밀히 검토하고 이상이 발생할 경우를 미리 예상하여 대비하여야 하는 등의 과제가 동시에 진행되어야 할 것으로 사료된다.

감 사

본 연구는 '97년도 원광대학교 대학연구비의 지원에 의해 이루어진 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. G. H. Fairchild, *Tappi*, **75**, 85(1992).
2. J. Gigac, V. Kuna, and J. Schwartz, *Tappi*, **78**, 162(1995).
3. N. D. Sanders and K. J. Roth, *Tappi*, **76**, 209(1993).
4. R. A. Gill, *Nordic Pulp and Paper Res.*, **120**(1989).
5. J. D. Passaretti, T. D. Young, M. J. Herman, K. S. Duane, and D. B. Evans, *Tappi*, **76**, 135(1993).
6. I. Rahman, *Tappi*, **29**, 105(1987).
7. J. F. Bernier and B. Begin, *Tappi*, **77**, 217(1994).
8. R. Bown, *Paper Technology*, July, 32(1990).
9. G. G. Allan and J. P. Carroll, U. S. Patent 5, 275, 699(Jan. 4, 1994).
10. L. Westman, H. Grundmark, and J. Petersson, *Nordic Pulp and Paper Res.*, **113**(1989).
11. E. E. Moore, *Tappi*, **59**, 120(1976).
12. R. H. Pelten, L. H. Allen, and H. M. Nugent, *Pulp and Paper Canada*, **81**, 54(1980).
13. S. M. Abubakr, B. F. Hrutfjord, T. W. Reichert, and W. T. McKean, *Tappi*, **80**, 143(1997).
14. K. Arslan, D. W. Bousfield, and J. M. Genco, *Tappi*, **80**, 143(1997).
15. K. Andersson and H. Nakajima, 紙パルプ技術タイムス, July, 7(1997).