2026

Fall Meeting KTAPPI

# Emerging Opportunities and Technological Innovations in the Pulp and Paper Industry



한국펄프종이공학회
KOREA TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY

2026

Fall Meeting KTAPPI

# Emerging Opportunities and Technological Innovations in the Pulp and Paper Industry



한국펄프종이공학회
KOREA TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY

# Contents

〈특별세션〉

펄프·제지산업의 새로운 도전과 기회 3
여철우, 임건

탄산칼슘 입자설계 및 응용기술을 통한 제지산업의 고기능화 21
김시욱, 유성종

OCC 재활용 공정 백수의 양이온 요구량 실시간 모니터링을 위한 OCAS 적용 사례 37
류정용, 김원경

01

# 펄프·제지산업의 새로운 도전과 기회

여철우, 임건

# 펄프·제지산업의 새로운 도전과 기회

여철우[1], 임건[2†]

최근 국내 펄프 · 제지산업은 국제 정세 변화에 따른 에너지 비용과 해상운임 및 물류비 상승 등으로 원가 부담이 가중되고 있으며, 북미 관세 부과율 및 환율 변동 등 대내외적인 불확실성으로 인한 어려움이 지속되고 있습니다. 특히 중국산 제품과의 경쟁 심화와 지속적인 수요 감소가 이어지고 있는 인쇄용지 산업을 중심으로 성장의 한계가 뚜렷해지고 있어 이를 극복하기 위한 업계의 새로운 성장동력 발굴과 대응이 요구되고 있습니다.

한편, 비닐 및 플라스틱 소재를 대체할 수 있는 펄프 및 종이의 친환경적 가치와 중요성에 대한 사회적 공감대가 확대되고 있는 점은 다행스러운 일입니다. 펄프 · 제지산업이 지금의 어려움을 극복하고 한 단계 도약하기 위해서는 이러한 탈플라스틱 흐름을 새로운 기회로 활용할 필요가 있습니다. 특히 신기술 개발을 통해 기존에는 종이의 적용이 어려웠던 산업으로 영역을 확대하고, 펄프 · 종이 기반 소재의 새로운 가능성을 제시하는 것이 중요합니다.

무림은 '생활에 가치를 더하는 펄프 · 제지 기술' 이라는 미션과 '펄프의 가능성, 무림이 만드는 제지의 새로운 미래' 라는 비전 아래 끊임없는 연구개발과 기술혁신을 추진하고 있습니다. 또한 기후 변화 대응, 친환경 시스템 운영, 친환경 제품 개발이라는 3대 전략을 바탕으로 저탄소&녹색성장을 실천하고 있습니다. 국내 유일의 목재펄프 생산 기반을 바탕으로 스팀과 전기 등 친환경 에너지를 자체 생산하고 효율적으로 활용하고 있으며 천연펄프몰드, 나노셀룰로오스, 바이오 플라스틱 등 친환경 소재 및 제품 개발에도 역량을 집중하고 있습니다.

플라스틱 사용 제한과 포장재 감축 의무화를 주요 내용으로 하는 EU의 PPWR 규제가 시행되면서 친환경 포장재에 대한 관심이 높아지고 있습니다. 무림은 고품질의 천연펄프몰드 제품을 개발하여 식품용기뿐만 아니라 전자기기 포장 등 다양한 분야로 적용 영역을 확대하고 있습니다. 또한, 자체 생산한 펄프를 활용하여 일부 석유계 소재를 대체할 수 있는 미래 친환경 소재인 나노셀룰로오스를 개발 · 생산하고 있습니다. 이처럼 무림은 펄프와 인쇄용지를 중심으로 한 전통적인 종이 기업에서 한 걸음 더 나아가, 펄프를 기반으로 새로운 소재와 제품을 개발하는 친환경 신소재 종합 기업으로의 전환을 추진하고 있습니다.

1 무림P&P㈜ 펄프몰드사업부, 담당
2 무림P&P㈜, 연구소장
† 교신저자(Corresponding Author): E-mail: gunsnu14@moorim.co.kr

# 펄프・제지산업의 새로운 도전과 기회

펄프종이공학회 추계학술대회

MOORIM

무림P&P 여철우, 임건

MOORIM

탈플라스틱 시대의 패키징 솔루션 :

## 펄프 몰드 최신 기술 개발 동향 및 적용 사례



펄프몰드사업담당 여철우

## 생활에 가치를 더하는 기업, 무림



**무림 본사**
www.moorim.co.kr

서울특별시 강남구 강남대로 656




**무림페이퍼 진주공장**
고부가가치 산업용 종이 생산

경상남도 진주시 남강로 1003

주력제품
산업용 인쇄용지, 디지털지




**무림SP 대구공장**
친환경 특수지 생산

대구광역시 북구 침산로 205

주력제품
친환경 종이, 특수지



**무림P&P 울산공장**
국내 유일 펄프·제지 생산

울산광역시 울주군 온산읍 우봉강양로 3-36(온산산업단지 내)

주력제품
표백화학펄프, 인쇄용지, 펄프몰드

## 무림의 그린경영

- 탄소중립 전략수립
- 기후 변화 관리체계 구축
- 바이오매스 기반 에너지 활용

**기후변화 대응**

- 생분해/재활용 제품
- 친환경 배리어 코팅 제품
- 국내 유일 저탄소 제품

**친환경 제품**

무림은 기후 변화 대응, 친환경 제품 개발,
친환경 시스템 운영이라는 3대 전략을 바탕으로
저탄소 녹색성장을 실천하고 있습니다

이는 'Eco-Friendly Global Pulp & Paper Company'의
비전이 되는 핵심 가치입니다

**친환경 시스템**

- 화석연료 Zero 친환경 공장
- 친환경 회수 보일러
- 대기/수질 관리

## 종이포장 글로벌 시장 규모 & 성장 전망

**560조원 ($3,763억)**
글로벌 시장 규모
2024년 기준 전 세계 종이포장 시장 규모

**10.2%**
연평균 성장률 (CAGR)
친환경 생분해 패키징 및 펄프몰드 시장 기준 글로벌 조사기관(Grand View Research 등)

**12.5조원 ($83억)**
한국 시장 규모
2024년 기준 국내 종이포장 시장 규모

## 주요 시장 동향 & 정책 변화

### 글로벌 패키징 규제 전면 시행 (EU PPWR, '26.8~)

- 유예 없는 다국적 법적 구속력 발효
- 플라스틱 제한 및 포장 감축 의무화
  (일회용 플라스틱 식품용기 단계적 퇴출)
- 식품 접촉면 PFAS(영원한 화학물질) 금지

### 포장재 재활용률 목표 강화

- 'Design for Recycling' 필수화
  (2030년 모든 포장재 재활용 등급제 적용 (등급 미달 퇴출)
- 글로벌 기업 64%의 선택
  (플라스틱 대체 소재로 종이 펄프몰드 급부상)
- 탈 플라스틱 선제 대응
  (정부의 2030 플라스틱 30% 감축 목표 및 재생원료 사용 의무화)

무림이 찾은 해답 무해 moohae

MOORIM

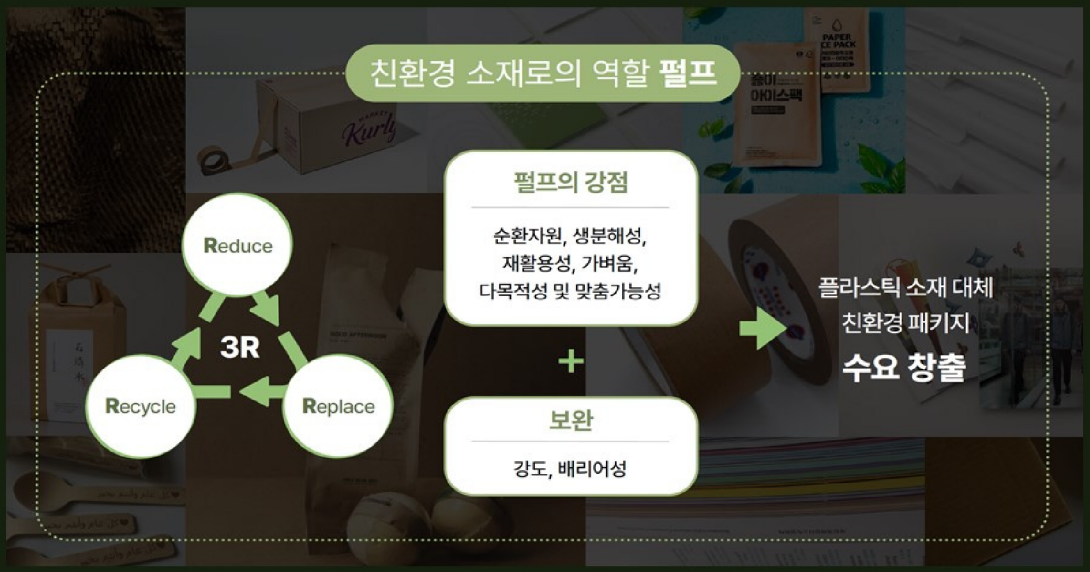
## 글로벌 규제 흐름, 펄프몰드로 대응

PPWR 규제 축별 펄프몰드 오버랩 매트릭스

| PPWR 규제 축 | 펄프몰드 적용 | 핵심 내용 |
|---|---|---|
| 재활용성 [재펄프화평가] (CEPI V3) | 높음 | 2030년까지 모든 패키지 재활용 가능 의무<br>재활용성 기준 2028년 결정 예상(CEPI V3 기준 채택이 유력) |
| 플라스틱 함량 5% 이하 면제 기준(Article 25) | 높음 | 플라스틱 함량 5% 이하 면제 기준으로 결정 예상 → 라미·코팅 설계직결 |
| 화학물질 / PFAS 제한 | 높음 | 식품접촉재 PFAS 규제 → 펄프몰드 후가공 솔루션 방향 결정 |
| 미세플라스틱 방출 | 높음 | 마이그레이션 테스트 → 펄프몰드 구조적 우위 영역 (단, 직접 인급 적용) |
| 포장 최소화 (Article 10·24) | 중간 | 무게·부피·공간비율 50% 이하 → 디자인 가이드 |
| 라벨링 (조화 라벨) | 중간 | 재활용 분리 가이드 표시 의무 |

무림이 찾은 해답 무해 moohae

MOORIM



무림이 찾은 해답 **무해 moohae**

MOORIM

## moohae (펄프몰드)

**지속가능한 순환시스템으로 국내에서 생산하는 100% 천연 생펄프 패키지**



**특징**
- 생분해성과 재활용성 보유한 환경친화적 제품
- 업계 유일한 식품안전경영시스템 구축
- 식품용, 산업용, 생활용, 다용도 성형 가능

**인증**
- FSC (산림인증)
- OK Compost (생분해성)
- FDA, BfR (식품안전성)
- FSSC22000 (식품안전경영시스템)

무림이 찾은 해답 **무해 moohae**

MOORIM

### 국내 유일 천연펄프 생산(Resource Security)
- 국내 유일 100% 천연 생펄프 자체 생산
- 흑액을 사용하여 석유계 원료 의존도 Zero

### 리스크 없는 안정적인 공급망(Supply Chain)
- 원재료부터 완제품까지 국내 생산
- 수입 의존 없는 안정적 수급

### 글로벌 탑티어 친환경 인증(Safety & Eco)
- 60일 내 완전 생분해 구현
- FSC산림인증 기반 생산
- 자원순환형 무해 사이클(분리배출지정 승인)

### 신속하고 강력한 국내 생산기지(Agility)
- 물류비 효율성 극대화
- 품질 안전성 및 유해물질 안전성 확보

무림이 찾은 해답 무해 moohae

MOORIM

국내 무해 상용화 사례




정육/수산 트레이, 베이커리, 델리, 샐러드 등

무림이 찾은 해답 무해 moohae

MOORIM




## 스타벅스 저당 토마토 라구 파스타

용도 HMR (냉장, 냉동) 식품 용기

특장점

- 국내 최초 펄프몰드 포장 적용 MAP(가스치환) HMR 냉장 용기상용화 성공
- 고내열성 특수 기능성 필름 적용→전자레인지 및 고온 오븐 조리 가능
- 우수한 차단성 (Barrier) 확보로 MAP(가스치환) 포장 최적화
  → 냉장 유통 기한 연장 및 신선도 극대화
- 생산-유통부터 최종 소비자의 조리 및 폐기 (Eco-friendly End of Life) 까지 고려한 자원 순환형 포장

무림이 찾은 해답 무해 moohae

MOORIM







## 기내식 펄프 몰드 용기

용도 HMR (냉장, 냉동) 식품 용기

특장점

- 낮은 열전도율에 따른 탁월한 안전성 → 고온 오븐 조리 후에도 표면 온도가 낮아 승무원 및 승객의 화상 위험 방지
- 고내열성 특수 기능성 필름 및 내구성 적용 → 기압 변화에도 변형이 적고 사용이 용이해 기내 서비스에 최적화
- 국내 일관 생산에 따른 탁월한 SCM 경쟁력 → 안정적인 공급 및 빠른 납기, 보관·물류 비용 절감

무림이 찾은 해답 무해 moohae

MOORIM



## 프리미엄 샐러드 용기

용도 콜드체인 신선식품(샐러드) 패키징

특장점

- 독보적인 수용성 생분해 코팅 기술 적용
- 수분과 냉기에 강한 완벽한 콜드체인 배리어 기술
- 5일 이상의 장기 유통 사이클 내 펄프몰드 물성(강도) 및 신선도 보존
- 기존 플라스틱 용기를 완벽 대체하는 100% 자원순환형 패키징 구현

무림이 찾은 해답 무해 moohae

MOORIM





## 백화점 식품관 양면 코팅 트레이

용도 신선식품용 생분해 코팅 트레이

특장점

- 펄프몰드 트레이 양면 생분해 코팅 적용
- 내수성·방습성 개선으로 냉장 진열 및 유통 환경 대응력 강화
- 종이류 분리배출 승인 기반의 자원순환성 확보
- 스프레이 코팅 기술로 3D 입체 구조 제품 적용 가능
- 현대백화점 식품관 적용을 통한 프리미엄 유통 채널

무림이 찾은 해답 무해 moohae

MOORIM





## 정수기 필터 패키지

용도 정수기 필터용 이너 트레이

특장점

- 카본 소재 필터 보호를 위한 제품 고정력 및 충격 완화 구조 적용
- 기존 상하 분리형 패키징을 일체형 구조로 개선
- 포장 구성 단순화로 작업 공정 단축 및 포장 효율 개선
- 친환경 소재와 제품 맞춤형 디자인 설계를 결합한 산업용 패키징 적용 사례

무림이 찾은 해답 무해 moohae

MOORIM

해외 주요 기업 펄프몰드 적용 사례



HMR용기(리들,알디등)



조니워커 바틀 / 다농 요거트 팟



뷰티 패키지 (UIQ 등)



기내식 용기 (에어프랑스 등)



컵리드(스타벅스 등)

무림이 찾은 해답 무해 moohae

MOORIM

해외 주요 기업 펄프몰드 적용 사례



Apple_iPhone



Apple_AirPods




Gillette_Razor




SONY_Earbuds



Bang & Olufsen_ E8 Earbuds




# Beyond Paper

펄프 • 제지산업의 새로운 도전과 기회

MOORIM

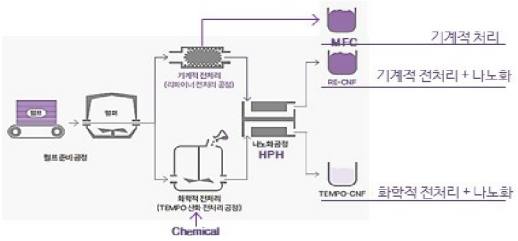
연구소장 임건

## 나노셀룰로오스

▶ 생산 규모

| 구분 | | 내용 | 비고 |
|---|---|---|---|
| 건물 연면적 | | 약 300평 | |
| 준 공 일 | | 2023.12.30 | 건축준공 기준 |
| 생산능력/년 (dry based) | MFC | 1,000톤 | Micro Fibrillated Cellulose |
| | CNF | 100톤 | Cellulose Nano Fiber |

▶ 생산 공정






[공장 외부]



[공장 내부]



[공장 내부]



MOORIM

## 나노셀룰로오스

▶ 주요 연구 분야

| 적용분야 | 내용 | |
|---|---|---|
| 바이오 복합소재 | ◆ 고강도 경량 복합소재 개발<br>◆ 표면 개질(고분자 수지와의 상용성 및 분산성 개선)<br>▪ Hydroxyl group → Alkyl ester group | <br>[CNF 적용 복합소재] |
| 기능성 소재 | ◆ 폴리우레탄폼 단열재 개발<br>▪ 자동차 내장재용<br>▪ 냉장고용 | <br>[폴리우레탄폼] |
| 필름/패키징 | ◆ 고투명성 기체차단 필름 개발<br>▪ 식품포장용 | <br>[식품 포장재] |
| 제지용 소재 | ◆ 펄프몰드 PFAS-Free 대응 | <br>[튀김 포장재] |

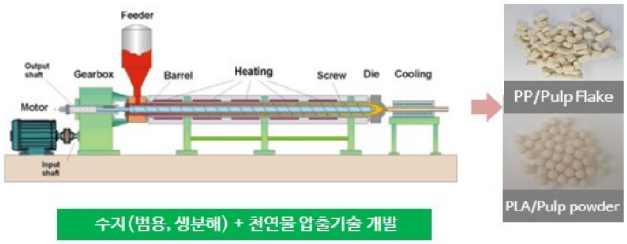


MOORIM

## 바이오플라스틱




목질계 원료 처리/분쇄




수지(범용, 생분해) + 천연물 압출기술 개발

▶ 상용화 아이템

| 적 용 분 야 | 옷걸이 | 뷰티 케이스 | 그외 |
|---|---|---|---|
| 내용 | ◆ 옷걸이<br>유니크한 입자 구현<br>(펄프 플레이크 30%) | ◆ 화장품 케이스<br>펄프 고함량 Jar case 개발<br>(펄프 파우더 50%) | ◆ 유아용품<br>프리미엄 치발기<br>◆ 생활용품<br>구강용품(칫솔, 케이스) |



MOORIM

## 친환경 생활용품










[종이물티슈]



[필터]

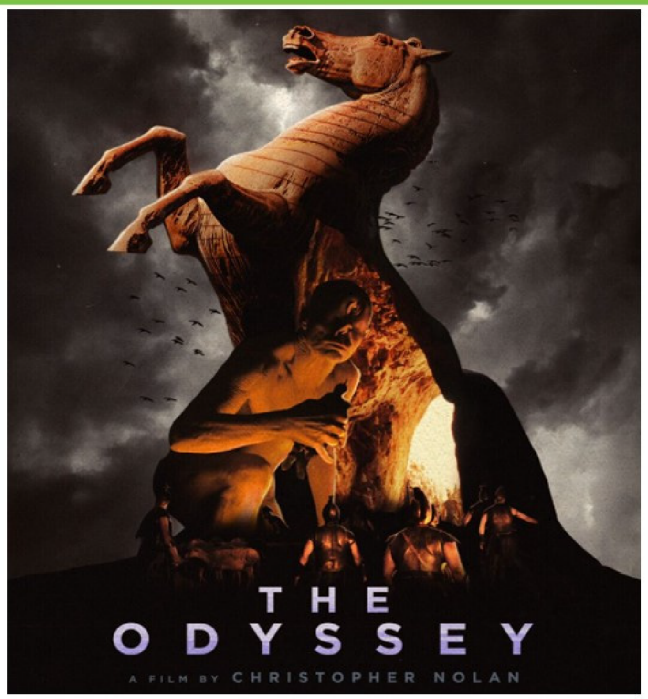


[유흡착패드]



MOORIM

## 오디세이




*24 page*

MOORIM

## 트로이전쟁



난공불락 트로이 성벽

플라스틱의 편리함 & 경제성



트로이 목마

종이 소재의 자발적 채택



성문안에서의 전투, 승리

시장 확산 & 표준화

지혜를 모으자!!

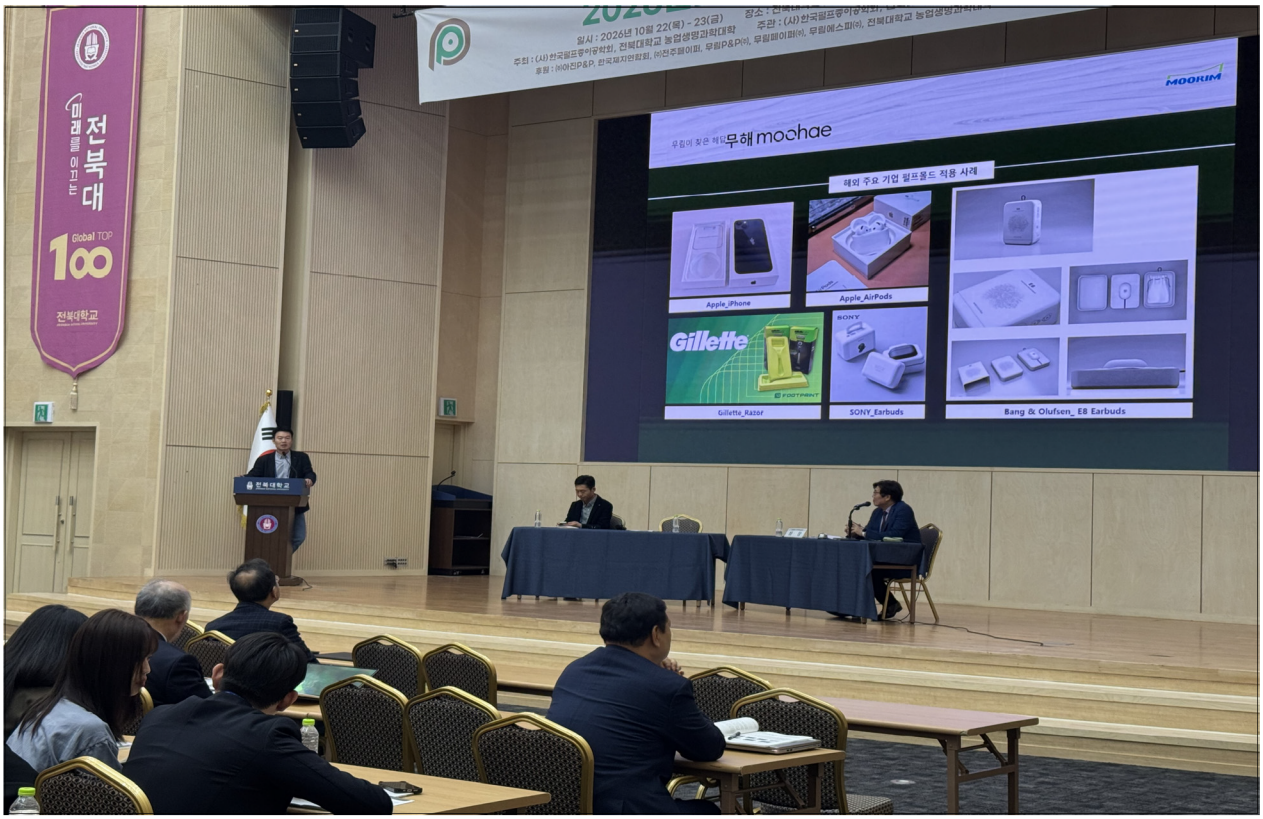



*25 page*

MOORIM


경청해 주셔서 감사합니다
MOORIM
Begin your Green Life with MOORIM


Beyond Paper
펄프・제지산업의 새로운 도전과 기회
MOORIM
연구소 임건


미래를 이끄는 전북대
Global TOP 100
전북대학교
MOORIM
무해 mochae
해외 주요 기업 펄프몰드 적용 사례
Apple_iPhone
Apple_AirPods
Gillette
Gillette_Razor
SONY_Earbuds
Bang & Olufsen_ E8 Earbuds

02

# 탄산칼슘 입자설계 및 응용기술을 통한 제지산업의 고기능화

김시욱, 유성종

# 탄산칼슘 입자설계 및 응용기술을 통한 제지산업의 고기능화

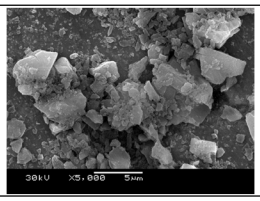
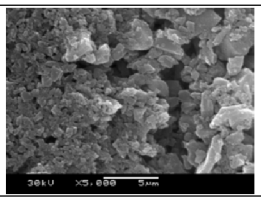
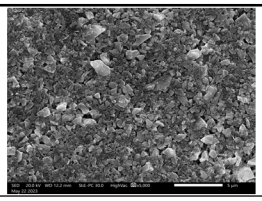
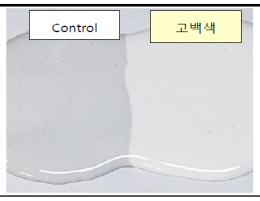
Particle Engineering and Application Technology of Calcium Carbonate for High-Performance Papermaking

김시욱[1], 유성종[2†]

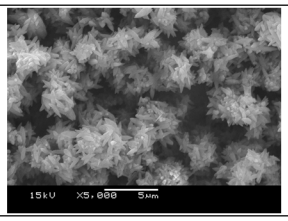
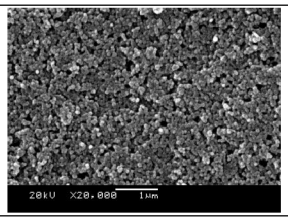
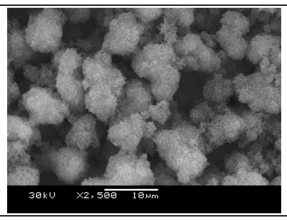
Si Wook Kim[1], Sung Jong Yoo[2†]

탄산칼슘은 제지공정에서 충전제(Filler) 및 코팅(Pre-/Top-coating)용 핵심 무기안료로 사용되며, 입도분포, 입자형상, 백색도 및 슬러리 유동특성의 정밀 제어는 종이의 벌크, 불투명도, 평활도, 광택 및 공정 작업성에 직접적인 영향을 미친다. 태경산업은 원석 선정과 분쇄 · 분급 기술을 기반으로 한 중질탄산칼슘(GCC)의 물리적 입자설계와, 소성-소화-탄산화 반응조건을 제어하는 경질탄산칼슘(PCC)의 화학적 결정설계 기술을 축적해 왔다. GCC는 분쇄조건과 분급을 통해 목표 입도분포와 슬러리 특성을 구현하고, PCC는 반응온도 · 첨가제 · 반응조건 등을 조절하여 입자크기와 형상을 설계할 수 있다. 이러한 입자설계 기술은 원지 내부의 Filler 적용에서부터 Pre-/Top-coating까지 제지 용도별 요구특성에 대응하며, 최근에는 제지사의 VOC를 기반으로 High-Brightness GCC, High-Bulk & High-Opacity PCC, GCC-Fiber 복합체 등 기능성 신제품 개발로 확장되고 있다. 본 발표에서는 태경산업이 35년간 축적한 탄산칼슘 제조 · R&D 경험을 바탕으로 GCC와 PCC의 제조원리 및 입자특성 차이, 코팅지에서의 탄산칼슘 입자분포와 유동특성, 입자제어 기술 및 제지사별 맞춤형 적용기술을 설명한다. 특히 제지산업에서 펄프/고지 다음으로 많이 사용되는 탄산칼슘을 활용한 소재기술이 종이 품질, 생산성, 원가경쟁력 및 신제품 개발 등 지속가능한 가치 창출에 기여하는 제품을 소개한다.

### GCC 입자특성 및 SEM 관찰

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| Filler GCC SEM<br>제품명: 45F75, 50F75, 65F60, 75F60 | Pre-coating GCC SEM<br>제품명: 50C75, 55C75, 60C77 | Top-coating GCC SEM<br>제품명: 90C78, 95C77, 98C75 | High-Brightness GCC |

### PCC 입자특성 및 SEM 관찰

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Filler용 PCC (방추형 타입)<br>제품명: HIT-1019, 1032, 1045S | 감열지/Rough-gloss지 Pigment (Colloid타입)<br>제품명: Colloid-7000S | 고급 인쇄용지 소광용 Pigment (Cluster 타입)<br>제품명: Astra-P, S |

**핵심사항 :** 원료 특성-공정조건-입자구조-제지성능을 연결하는 Particle Engineering적용 제품 및 고객 맞춤형 Technical Service 제공

***Keywords:*** *Calcium Carbonate, GCC, PCC, Particle Engineering, Coated Paper, Filler, Pre-/Top-coating*

1 태경산업 제지소재 PG CS센터장(Head of CS Center, Taekyung Industry, Goesan, Republic of Korea)
2 태경산업 제지소재 PG 대표(CEO, Taekyung Industry, Goesan, Republic of Korea)
† 교신저자(Corresponding Author): E-mail: sjyoo@taekyung.co.kr

한국펄프종이공학회 2026 추계학술대회 · 특별세션

Calcium Carbonate Engineering for Better Paper

# 탄산칼슘 입자설계와 응용기술로 만드는 제지산업의 새로운 가치

김시욱[1] · 유성종[2]

From Mineral Science to Paper Performance

1. 태경그룹 제지소재PG 기술연구소 센터장 2. 태경그룹 제지소재PG 대표

TAEKYUNG INDUSTRY

## Technology Storyline


Ⅰ **01 태경산업 & $CaCO_3$**
제지에서 역할 및 탄산칼슘 용도 · 특성

Ⅱ **02 GCC Engineering**
원석 경쟁력 · GCC 제조 · 장점 · 제품 포트폴리오

Ⅲ **03 PCC Engineering**
합성 메커니즘 · 입자 제어 · 제품 포트폴리오

Ⅳ **04 New Product R&D**
고객 요구 → 개발 → Pilot → 차별화 신제품


TAEKYUNG INDUSTRY | Calcium Carbonate Technology for Paper

## Ⅰ. 태경그룹

**소재로 세상을 바꾸다**

다양한 소재 전문 중견기업

제지소재 | 석회소재 | 철강에너지 소재 | 조명소재 | 첨단소재
화장품소재 | 가스소재 | 휴게사업 소재 | 라이온켐텍



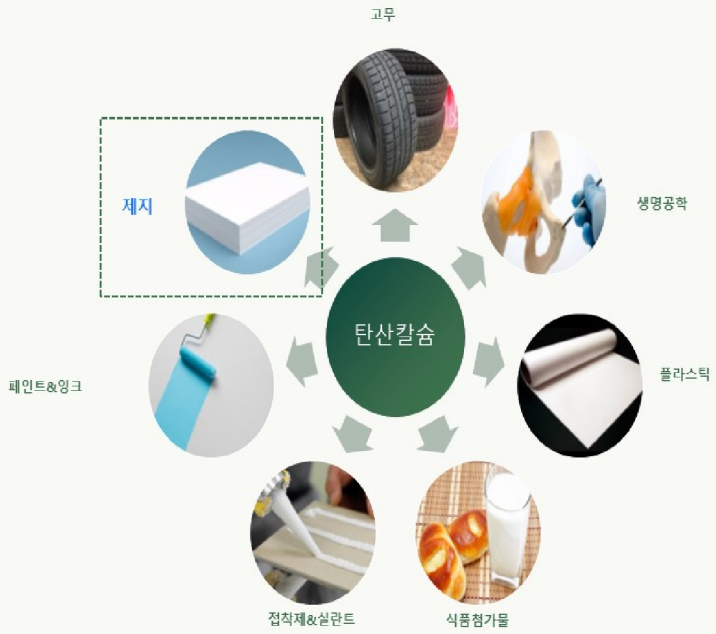



## Ⅰ. 태경산업

**원료 · 생산 · R&D · TS 통합 역량으로**
**제지 고객사별 Needs에 지속적인 가치를 제공합니다.**



## Ⅰ. 탄산칼슘




TAEKYUNG INDUSTRY | Calcium Carbonate Technology for Paper 05

## Ⅰ. 태경산업 탄산칼슘

**탄산칼슘 장점 극대화 + 태경산업의 기술력 → 제지산업에 Solution 제공**

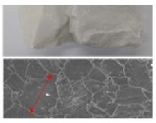
| 1 제품 / 성능 | 2 풍부한 천연광물 | 3 원가적 경제성 | 4 태경 기술력 |
|---|---|---|---|
| 중탄(GCC), 경탄(PCC)<br>백색도, 평활도, 인쇄성 등 | 자체 광산 기반 품질,공급 관리<br>당사자체광산: 1.9억톤 | 상질고지, 펄프 대비 저가<br>다양한 용도로 원가 최적화 | 35년간 경험<br>R&D / TS 역량 |

TAEKYUNG INDUSTRY | Calcium Carbonate Technology for Paper 06

## Ⅰ. 탄산칼슘 1. GCC · PCC 제조기술

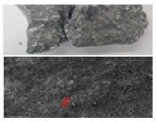
**제지사 다양한 Needs 및 용도에 최적화된 탄산칼슘 제품 설계** (원료선정, 제품개발까지 반영)

**탄산칼슘용 원석**



GCC-grade

大 결정 · 고백색 원석



PCC-grade

小 결정 · 소성 적합

**GCC | Physical Particle Engineering**

01 Crushing 조쇄 → 02 Wet Grinding 습식 분쇄 → 03 Classify 분급

**PCC | Chemical Crystal Engineering**

01 Calcination 소성 → 02 Slaking 수화 → 03 Carbonation 탄산화 반응

Process → Particle → Paper Performance

**GCC**

분쇄 기반 불규칙 입자

PSD · 분산성 · 백색도 제어

**PCC**

반응 기반 결정형 입자

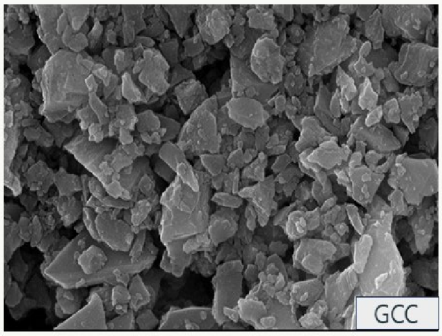
결정형상 · 입도 · 기능성 제어

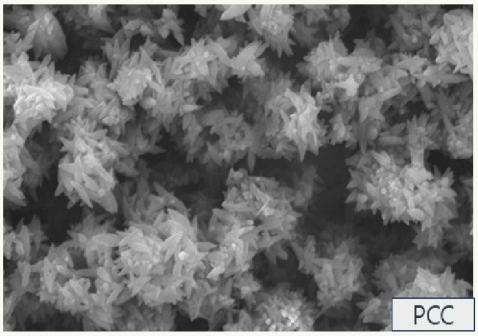


## Ⅰ. 탄산칼슘 2. GCC vs PCC

| GCC (중탄) \| Ground Calcium Carbonate | | VS | PCC (경탄) \| Precipitated Calcium Carbonate | |
|---|---|---|---|---|
| 원료·공정 | 천연 석회석을 기계적으로 Grinding | | 원료·공정 | 석회 소성·수화 후 탄산화 반응으로 합성 |
| 입자 형상 | 불규칙·각형 → 높은 Packing | | 입자 형상 | 방추형·콜로이드·응집형 등 형상 제어 |
| 핵심 제어 | PSD · 백색도 · Slurry Rheology | | 핵심 제어 | 반응온도 · 첨가제 · 반응조건 · 입자성장 |
| 제지 적용 | Filler / Pre / Top-coating 맞춤 설계 | | 제지 적용 | Bulk · 광학특성 · 잉크건조 · 특수기능 구현 |

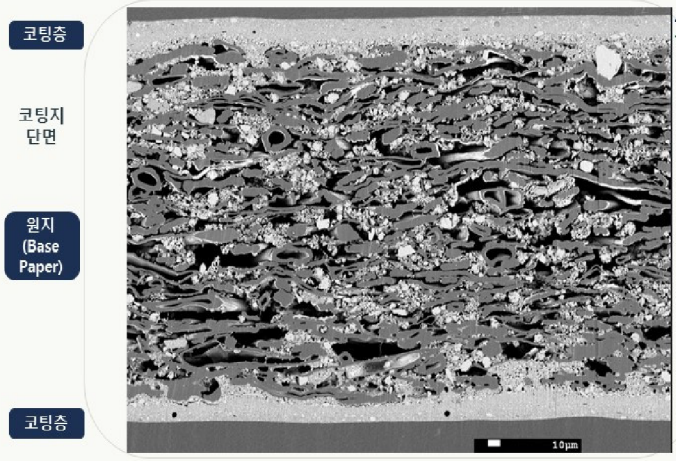
전자현미경



Ⅰ. 탄산칼슘 3. 용도별 입도 설계 — Filler · Pre · Top-coating

## 원지Filler 및 코팅용(Pre/Top)으로 용도별 입도 등 품질설계




☞ **중탄입도분류** (2 μm 미만 ): **Filler 45~65% > Pre-coating 50~75% > Top-coating 90~98%**



Ⅱ. GCC 1. 원석 경쟁력

## 국내 최대 석회석 매장량의 화암광산 보유로 품질· 공급 안정성 확보

국내 광산 보유량

| 구분 | 광산 | 위치 | 매장량 |
|---|---|---|---|
| 자체 | 화암광산 | 강원도 정선군 | 185 |
| | 신원광산 | 강원도 정선군 | 4 |
| 협력 | C사 | 강원도 정선군 | 19 |
| | S사 | 강원도 정선군 | 15 |

* 단위: 백만톤

01 원석 선정 — 결정성 · 백색도 · 순도
02 품질 모니터링 — 채광 Lot별 분석
03 공급 안정성 — 자체광산

국내 석회석 공급처




**원석 경쟁력 → 품질 일관성 → 공급 안정성**

Ⅱ. GCC 2. GCC Particle Engineering

## 수평형 Mill 적용 기술을 통해 최적의 입도분포 GCC 제품 제조

수평 다단계 AT-Mill 공정으로 최적의 Broad한 입도분포 설계

3-Stage AT-Mill Particle Size Control




Bead size × Mill load × 처리시간 → 용도별 입도분포 정밀 제어




### Key Control Factors

| | | |
|---|---|---|
| 01 | 원석 특성 | 결정성 · 백색도 · 순도 |
| 02 | 분쇄 조건 | Mill load · 체류시간 · Energy |
| 03 | Bead 설계 | 재질 · Size · 충진율 |
| 04 | 분산 기술 | 분산제 종류 · 투입량 · 시점 |
| 05 | 수분/온도 | Slurry 안정성 · 점도 제어 |

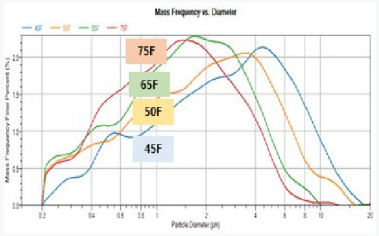
Controlled Output: Target PSD · Brightness · Rheology · Lot Consistency



Ⅱ. GCC 4. 제품 소개_Filler용 제품

## 고객 요구에 따라 다양한 입도의 제품을 개발하여 공급 : 인쇄용지外 백판지, 라이너지용

Filler GCC | PSD



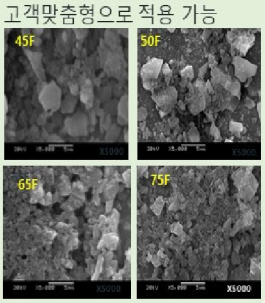

입도측정기: Sedi (비중방식)

45F → 50F → 65F → 75F
용도별 PSD 정밀 설계

다양한 입도 제품으로 제지사 니즈를 만족

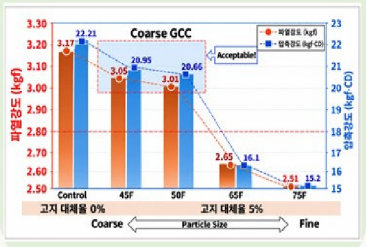
● 제품 특징

Filler용 다양한 입도 GCC 보유로 고객맞춤형으로 적용 가능




● 효과

큰 입도 GCC는 Fine 입자 대비 강도하락 최소화 (라이너지, 판지 적용)

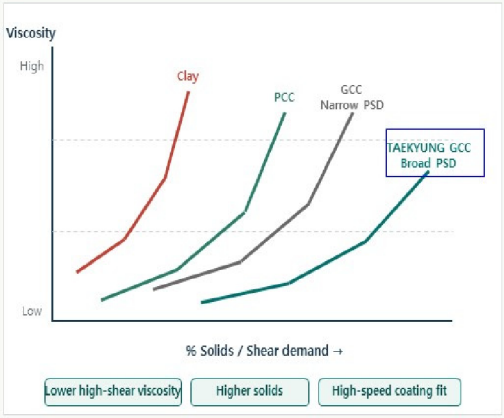



| 구분 | | TK-45F | TK-50F | TK-65F | TK-75F |
|---|---|---|---|---|---|
| 농도(%) | | 75 | 75 | 60 / 65 | 60 |
| 백색도(%) | | 90±1 | 93±1 | 93±1 | 93±1 |
| 입도 | <2㎛ | 45% | 50% | 65% | 75% |
| | $D_{50}$ | 2.3±0.1㎛ | 2.0±0.1㎛ | 1.2±0.1㎛ | 0.9±0.1㎛ |
| 적용 지종 | | 라이너지 | 백판지<br>라이너지 | 인쇄용지<br>특수지 | 인쇄용지 |

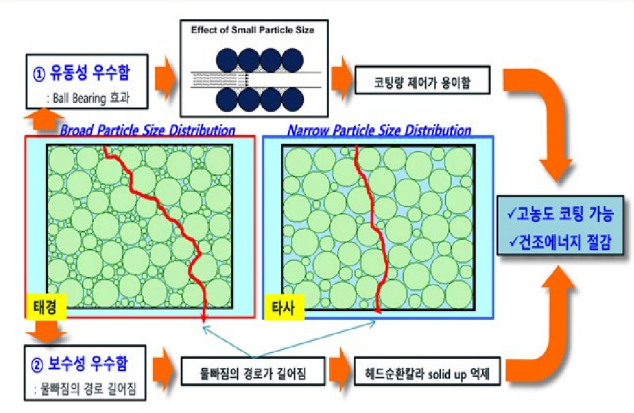
## Ⅱ. GCC 4. 제품 소개_Pre/ Top코팅용 제품

- GCC는 他 Pigment 대비 원가 뿐만 아니라 백색도 및 Rheology 특성이 우수
- 태경 중탄의 BPSD 입도분포로 고전단 유동성 및 칼라보수성이 유리함

### Pigment별 Rheology 특성비교




### 태경 코팅용 중탄 장점



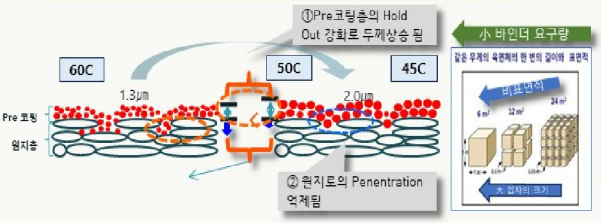

[참조] BPSD: Broad Particle Size Distribution



## Ⅱ. GCC 4. 제품 소개_ Pre/ Top코팅용 제품

### Pre 코팅용

- 백판지에 大입자 (50, 55C), 인쇄용지에 小입자 (60, 75C)
- 제지회사에서 요구하는 원가, 품질 요구에 맞춤형 제공




### Top 코팅용

- 백판지용 기존제품 外 인쇄용지용 고 백색도 니즈 반영 개발
- 제품별 백색도 품질기준에 맞게 선택可 (원가, 품질 최적화)







| 구분 | | TK-50C | TK-55C | TK-60C | TK-75C |
|---|---|---|---|---|---|
| 농 도 (%) | | 75 | 75 | 75 / 79 | 76 |
| 백색도 (%) | | 93±1 | 93±1 | 93±1 | 93±1 |
| 입도 | <2μm | 50 | 55 | 60 | 75 |
| | $D_{50}$ | 2.0±0.1 | 1.6±0.1 | 1.3±0.1 | 0.9±0.1 |
| 적용지종 | | 백판지 | 백판지 | 인쇄용지 | MFC |

| 구분 | | TK-90C | TK-95C | TK-95C (고백색) | TK-98C(고백색) |
|---|---|---|---|---|---|
| 농 도 (%) | | 77 | 77 | 77 | 75 |
| 백색도 (%) | | 93±1 | 93±1 | 95±1 | 95±1 |
| 입도 | <2μm | 90 | 95 | 95 | 98 |
| | $D_{50}$ | 0.6±0.1 | 0.5±0.1 | 0.5±0.1 | 0.4±0.1 |
| 적용지종 | | 백판지 | 백판지 | 인쇄용지 | 인쇄용지 |

Ⅲ. PCC 1. PCC Particle Engineering — 자체소성 기술

## 국내 최대 석회석 소성로 18기 · 45년 소성기술 축적

생산 설비 — 석회석 소성로

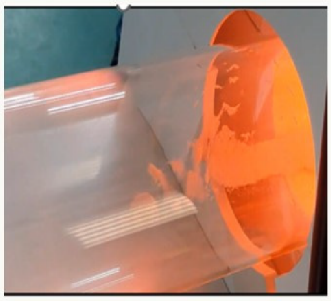



석회석 소성로

Lab 설비 – 소성 R&D



회전소성로 (Rotary Kiln)



소성사진

**1 원가 경쟁력**

PCC 원료 자체 소성으로 제조 원가 낮춤

석회석 ▶ 소성로 자체 소성 ▶ 생석회 ▶ PCC

**2 설비 인프라**

석회석 소성로 18기 + LAB 소성·분쇄 설비 보유

소성 관련 설비 인프라 구축

15

Ⅲ. PCC 1. PCC Particle Engineering — 입자제어 기술

## PCC(경탄)은 화학적 합성으로 입자크기外 형상까지 제어 가능

● PCC 합성 메커니즘

| | | |
|---|---|---|
| 소성 | $CaCO_3$ (석회석) | → $CaO + CO_2$ |
| 수화 | $CaO + H_2O$ | → $Ca(OH)_2$ |
| 탄산화 | $Ca(OH)_2 + CO_2 + H_2O$ | → $CaCO_3 + 2H_2O$ |

● 입자 형상 제어 주요 인자

| | |
|---|---|
| 반응온도 | 입자 형상 제어 메인 인자 |
| 첨가제 | 특정 결정면의 성장 또는 억제 |
| $CO_2$ 농도 | 결정 성장 속도 조절 |
| Seed 반응 | 입자 성장 |

**Temperature Control**
- 저온 : 입방형 우세
- 고온 : 방추형 우세

**Additive Control**
- Calcite : 종횡비, 응집 조절
- 기능성 : 응집, 기공 조절

안정 결정형(Calcite) — 온도 × 첨가제 제어



Calcite · 입방형
온도, 첨가제로 응집/크기 조절

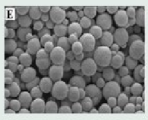


Calcite · 방추형
온도, 첨가제로 종횡비 조절

준안정 결정형 (Aragonite · Vaterite) — 온도 × 첨가제 제어



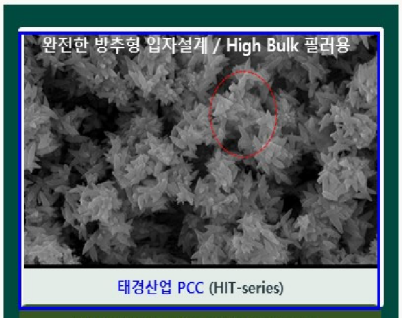
Aragonite · 주상형
안정성 부분적 저하 (Calcite 전환 가능)



Vaterite · 구형
안정성 가장 낮음 (상온 Calcite 자발적 전이)

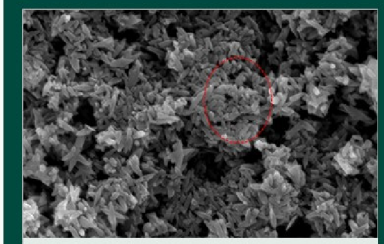
Particle Engineering : 고객 요구 형상 → 반응조건 설계 → 결정형 구현 → 3차 특성 최적화

## Ⅲ. PCC 3. 경탄(PCC) Filler용 제품




태경산업 PCC (HIT-series)

타사 대비 완전한 방추형 제품 설계



타사 PCC

### HIT-1019S, 1032S, 1045S (Spindle Type PCC)

● 특징 및 용도

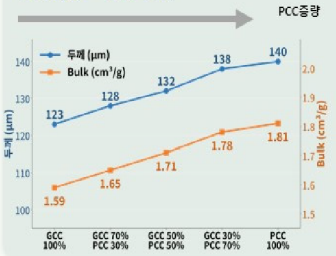
완전한 방추형 큰입자로 Bulk 향상 유리




| 구분 | 개별입자 | | 장단경비 (Aspect Ratio) |
|---|---|---|---|
| | 장경 | 단경 | |
| 당사PCC | 1.58 | 0.41 | 3.85 |
| 타사PCC | 1.12 | 0.41 | 2.73 |

● 효과

제지 Filler용 PCC사용시 Bulk↑
(PCC적용 > GCC적용)

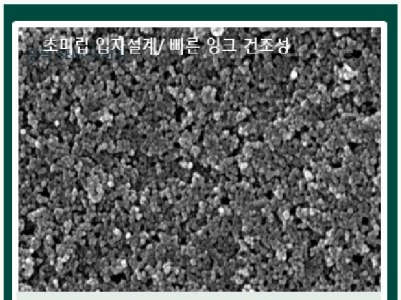



● 물성

| 구분 | 백색도(L) | 입도(㎛) | 고형분(%) | 점도(cps) | pH |
|---|---|---|---|---|---|
| HIT-1019S | 97↑ | 1.5 | 19.5 | 100↓ | 9±2 |
| HIT-1032S | | | 32.5 | 800↓ | |
| HIT-1045S | | | 45.0 | 800↓ | |
| Method | Minolta CR-400 | Coulter LS13320 | Mettler HR37 | Brookfield DVⅡ+ | Orion 3Star |



## Ⅲ. PCC 4. 경탄(PCC) Colloid 제품




COLLOID-7000S (SEM 사진)

● 적용 기술

- 초미립 입자 설계로 감열 발색 및 인쇄 건조성 향상




### COLLOID-7000S (COLLOID Type)

● 감열지 Thermal Layer

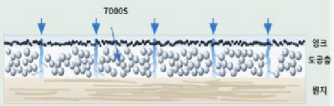
미립자 형태로 감열층 써멀헤드 간극 조정하여
발색 품질(Clay대비 바코드, 열전달 유리) 우수




| 항목 | 조건 | 단위 | Control | Colloid-7000S |
|---|---|---|---|---|
| PPS | | μm | 1.6 | 1.6 |
| 발색 품질 | 동적발색도 | O.D | 0.77 | 0.77 |
| | 바코드 리딩률 | - | 3.0 | 3.9 |

● 고급인쇄용지 (Rough Gloss)

미세 공극구조로 잉크흡수성 우수
→ 잉크 건조성 향상 (5~10 parts 배합)

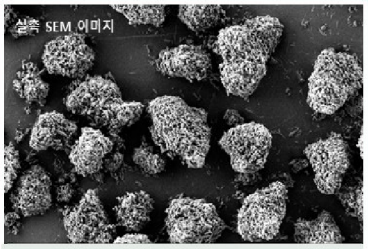



| 구 분 | Control | Colloid (5part) | 효과 |
|---|---|---|---|
| 건조성 (5점 법) | 3.5 | 4.0 | 10% 증가 |

● 물성

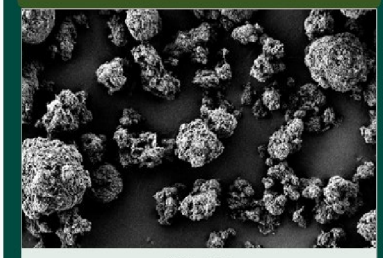
| 구분 | 백색도(L) | 입도(㎛) | 고형분(%) | 점도(cps) | pH |
|---|---|---|---|---|---|
| COLLOID-7000S | 97↑ | 0.08±0.01 | 50.5±0.5 | 300↓ | 9±2 |
| Method | Minolta CR-400 | SEM | Mettler HR37 | Brookfield DVⅡ+ | Orion 3Star |

## Ⅲ. PCC 4. 경탄(PCC) 저광택 고급인쇄용지용




Astra-S, Astra-P

**타사 대비 크고 균일한 설계**

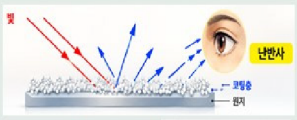


타사 PCC

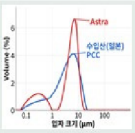
### Astra-S, Astra-P (Aggregation Type)

**특징 및 용도**

타사 대비 크고 균일한 입자로 소광 효과 우수
고급 화보집, 명화, 명함, 브로슈어 등 적용

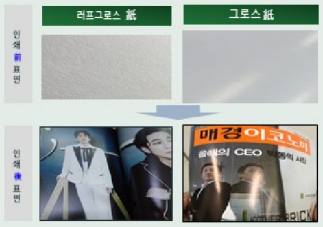



| 구분 | 입도(μm) |
|---|---|
| Astra | 5.0 |
| 타사 제품 | 3~4 |




**효과**

低광택 고급 인쇄용지용지에 종이표면증 부드러운 질감 발현 (러프그로스지)




**물성**

| 구분 | 백색도(L) | 입도(μm) | 고형분(%) | 점도(cps) | pH | 형태 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Astra-S | 98↑ | 5.0±2 | 45.5±0.5 | 300↓ | 9±2 | Slurry |
| Astra-P | | | 1.0↓(수분) | - | | Powder |
| Method | Minolta CR-400 | Coulter LS13320 | Mettler HR37 | Brookfield DVⅡ+ | Orion 3Star | |



## Ⅳ. 태경 신제품 R&D

**제지사 VOC를 기술과제로 전환하고, 3가지 핵심 요구를 중심으로 차별화 신제품을 개발합니다.**

**01 품질 개선**
고형분·백색도·입도 최적

**02 원가 경쟁력**
원료·공정 효율성 향상

**03 맞춤형 개발**
특수지 및 신제품 개발

**VOC** 현장 요구 → **LAB** 기술 검증 → **PILOT** 파일럿 평가 → **NEW** 신제품 개발

Voice of Customer → Technology Validation → Application Test → Differentiated Product

## 35 Years of Expertise, One Commitment to Better Paper

**탄산칼슘 전문 연구개발 역량으로**
**제지산업의 품질·생산성·지속가능한 가치 창출로 함께하겠습니다.**

| 35 YEARS | R&D | CUSTOMER | FUTURE |
|---|---|---|---|
| 탄산칼슘 경험 | 전문 연구인력 | 현장 기술지원 | 지속가능 혁신 |



괴산 R&D Center



단양 R&D Center

## Better Materials. Better Paper. Better Tomorrow.

경청해 주셔서 감사합니다
태경산업은 기술로 제지산업의 다음 가치를 함께 만들겠습니다.

**태경산업 김시욱 연구센터장**
010-7170-4634 / swkim@taekyung.co.kr


2026년도 추계학술대회
Calcium Carbonate Engineering for Better Paper
탄산칼슘 입자설계와 응용기술로 만드는
제지산업의 새로운 가치
From Mineral Science to Paper Performance
TAEKYUNG INDUSTRY
미래를 이끄는 전북대
Global TOP 100
전북대학교


2026년도 추계학술대회
일시 : 2026년 10월 22(목) - 23(금)
장소 : 전북대학교 진수당 1층 77주년 기념홀
주최 : (사)한국펄프종이공학회, 전북대학교 농업생명과학대학
주관 : (사)한국펄프종이공학회, 전북대학교 농업생명과학대학
후원 : ㈜아진P&P, 한국제지연합회, ㈜한주페이퍼, 무림P&P(주), 무림페이퍼㈜, 무림에스피㈜, 전북대학교 농업생명과학대학
IV. 태경 신제품 R&D_ ③ 코팅용 Talc (인쇄용지 매트지 및 MFC지 코팅용)
GCC 생산공정을 확장하여 품질/가격/작업성이 우수한 "미립자 Slurry"
인쇄용지에 요구하는 코팅 Coverage / 평활성 특성 부여 (High Aspect Ratio)
개발 배경
고객 가치
기본물성
형상
개발컨셉
기타 사항
GCC 기술 확장 + 소수성 Talc 친수성 Slurry
2~3μm 초미립자 개발
미래를 이끄는 전북대
Global TOP 100
전북대학교

03

# OCC 재활용 공정 백수의 양이온 요구량 실시간 모니터링을 위한 OCAS 적용 사례

류정용, 김원경

# OCC 재활용 공정 백수의 양이온 요구량 실시간 모니터링을 위한 OCAS 적용 사례

Application of OCAS for Real-Time Monitoring of Cationic Demand in White Water from the OCC Recycling Process

류정용[1], 김원경[2†]

Jeong Yong Ryu[1], Won Kyung Kim[2†]

OCC(Old Corrugated Containers) 재활용 공정에서는 원료의 반복적인 재활용과 다양한 첨가제의 사용으로 인해 공정수 내 음이온성 용존물질 및 교질입자 등 음이온성 쓰레기(Anionic Trash)가 축적될 수 있으며, 이는 보류제 및 정착제와 같은 제지용 약품의 효율과 초지공정의 안정성에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 공정수의 전하 상태를 지속적으로 모니터링하고 이를 약품 투입 및 공정조건 관리에 활용하는 것이 중요하다.

삼보과학(주)는 지료의 전하 요구량(Charge Demand)을 연속적으로 측정할 수 있는 On-line Charge Analyzing System(OCAS)을 국내 OCC 재활용 골판지 원지 제조공정에 설치하고 수개월간 현장 운전하여 적용 가능성을 평가하였다. OCAS는 제지공정의 Headbox screen 인근에 설치하여 공정수를 직접 모니터링하였으며, 열악한 제지현장 환경에서도 안정적으로 운전되면서 약 12분 간격으로 공정수의 양이온 요구량(Cationic Demand)을 측정할 수 있음을 확인하였다. 또한 동일한 공정수에 대해 기존 실험실용 PCD(Particle Charge Detector)로 측정한 양이온 요구량과 OCAS의 측정값을 비교한 결과, 두 측정방법에서 유사한 전하 요구량 변화 및 측정값이 확인되어 OCAS의 현장 측정 신뢰성을 확인하였다.

전하 요구량은 공정수 내에서 중화되지 않은 전하의 양을 나타내므로, 이를 지속적으로 측정하면 공정수에 존재하는 음이온성 용존물질 및 교질입자 등의 음이온성 쓰레기 수준과 공정 내 전반적인 전기적 상태를 파악할 수 있다. 특히 양이온성 보류제 및 정착제 등의 제지약품은 공정수의 전하 상태에 따라 그 효율이 달라질 수 있으므로, OCAS를 이용한 실시간 전하 요구량 모니터링은 공정의 전하 균형을 파악하고 제지약품의 최적 투입량을 결정하는 데 활용될 수 있다.

따라서 OCAS를 활용한 공정수의 연속적인 양이온 요구량 모니터링은 전하 불균형으로 인한 배수 불량, 침전물 발생 및 초지공정 불안정 등의 문제를 사전에 파악하고 대응하는 데 유용하며, 제지약품 사용 효율 향상과 함께 품질 및 공정 안정화에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.




Fig. 1. Cases of poor retention for C-PAMs of different molecular weights with fillers of different sizes.

***Keywords:*** *Wet-end, Charge Demand, OCC, Fluctuation, White Water, Process & Functional Additives*

1 강원대학교 펄프제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest and Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, Republic of Korea)
2 삼보과학(주) 서울특별시 강서구 가양제1동 양천로 401(B-401/402, 401, Yangcheon-ro, Gangseo-gu, Seoul, Republic of Korea)
† 교신저자(Corresponding Author): E-mail: sambosc@sambosc.com

# OCC 재활용 공정 백수의 양이온 요구량 실시간 모니터링을 위한 OCAS 적용 사례

Application of OCAS for Real-Time Monitoring of Cationic Demand in White Water from the OCC Recycling Process

三寶科學(株)

## 초지 공정의 변동과 양이온 요구량

# 음이온성 트래시의 유래

| 청수 | 원료 펄프 | 충전제 | 첨가제 |
|---|---|---|---|
| 부식산 | 리그닌 유도체 | 분산제 | 전분 |
| 계면활성제 | 리그닌 설포네이트 | 폴리인산염 | 카복시메틸셀룰로오스 |
| 살균제 | 헤미셀룰로오스 | 폴리아크릴레이트 | 유기산 |
| | 지방산 | 살균제 | 염료 |
| | 라텍스 바인더 | | 살균제 |
| | 전분 코팅제 | | 분산제 |
| | | | 규산나트륨 |

3

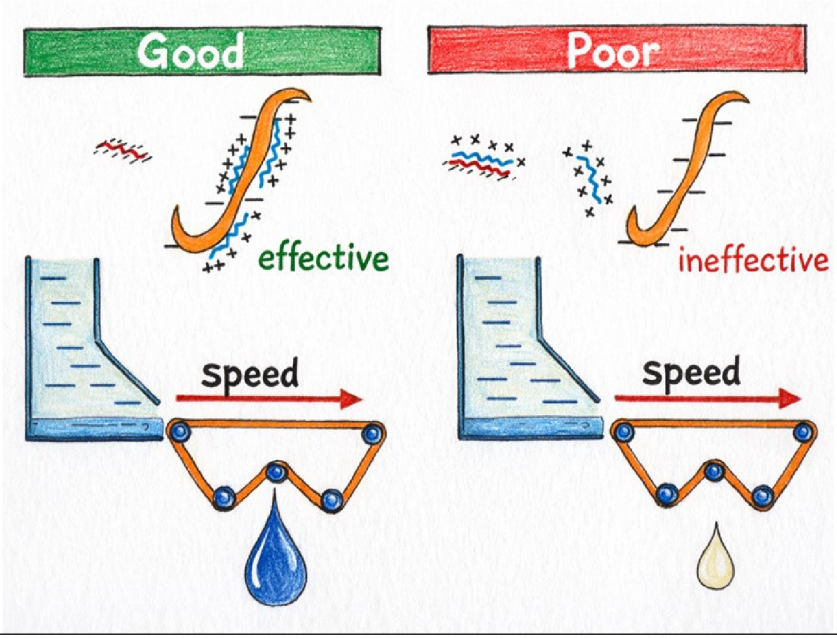
# 습부 공정 내 상호작용

Interactions in the Wet End




4

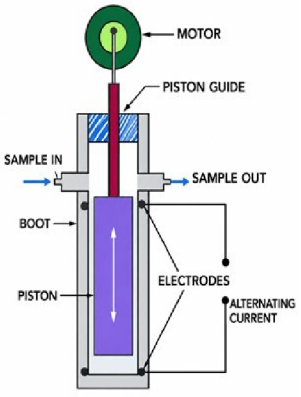
# 음이온성 트래시로 인한 보류도 난조




5

# OCAS의 작동원리

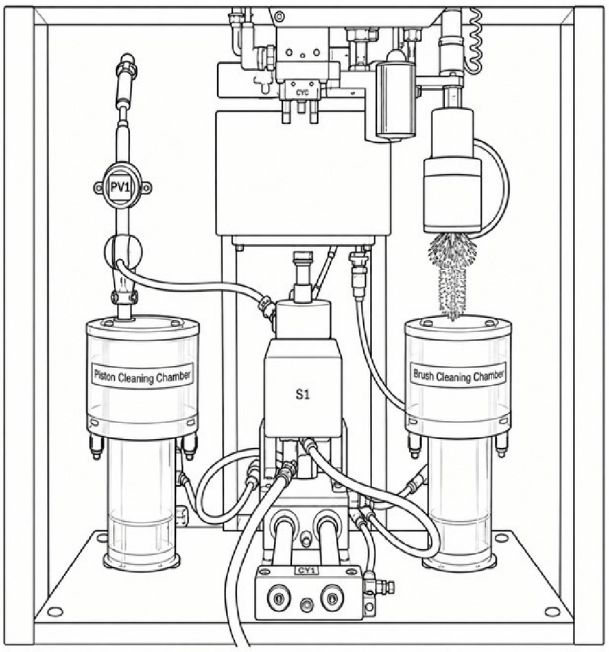
- OCAS(On-line Charge Analyzing System)는 연속적으로 시료를 채취하여 분석하는 온라인 측정 장비로서, 초지 담당자가 최적의 응결, 응집제 주입량을 정확하게, 그리고 항상 실시간으로 파악할 수 있도록 알려준다. OCAS는 전하(charge)를 측정하는 장치이다. 여기서 측정되는 전하는 시험 대상 시료에 존재하는 이온성 및 콜로이드성 표면전하의 순전하(net charge), 즉 양전하와 음전하의 합산 결과이다.
- Streaming current(유동전류)란 물속의 입자가 일시적으로 고정된 상태에서 물이 입자 표면을 따라 흐를 때 발생하는 측정 가능한 전류를 의미한다. 응집제가 첨가된 후 남아 있는 전하량에 따라 발생하는 전류의 크기가 달라지므로, streaming current는 발생한 전류들의 대수적 합(algebraic sum)으로 나타난다. 따라서 streaming current는 제타전위(zeta potential) 측정보다 측정자의 주관적인 판단에 훨씬 덜 의존한다. 또한 OCAS는 시료를 자동으로, 12분 간격으로 연이어 채취하여 측정하기 때문에, 시료 채취나 시험 과정에서 발생할 수 있는 운영자의 측정 오차도 줄일 수 있다.
- 물이 피스톤의 왕복운동에 의해 앞뒤로 이동하면, 이러한 입자 주변에 존재하는 이동성 반대이온(mobile counter ions)도 함께 이동하여 전극 방향으로 운반된다. 이와 같은 동일한 전하를 가진 이온들의 왕복 운동(reciprocating movement)에 의해 교류전류가 발생하며, 이것을 streaming current(유동전류)라고 한다.




- 왼쪽 그림과 같이 피스톤이 상하로 진동함에 따라 백수는 고리모양의 좁은 틈(annular gap)을 통과하는데, 이때 강한 전단력이 발생한다. 이 전단력은 전기 이중 층에서 카운터 이온을 분리시켜 상부 및 하부 전극에 포착되는 유동 전위를 생성한다.
- 즉, OCAS는 입자 또는 고분자전해질에 의해 형성된 전기이중층의 이동성 counter-ion이 피스톤의 왕복운동에 따른 유체의 상대적 운동에 의해 이동하면서 발생하는 전하 이동을 streaming current로 검출한다.

# OCAS의 자동세척 시스템

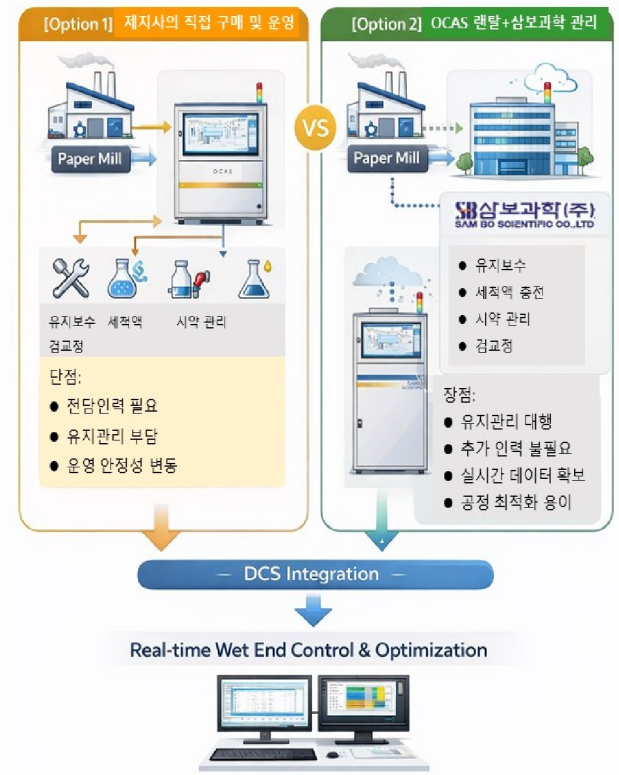



7

# OCAS 활용사례

"아진P&P는 OCAS를 렌탈하여 유지관리 부담 없이, 실시간으로 cationic demand를 측정하였고, 이를 바탕으로 공정 개선방안을 탐색하였다."



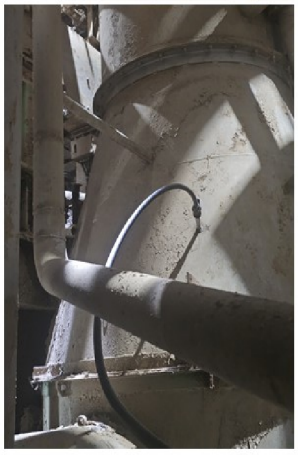

8

# OCC 재활용 공정 Sample Line 연결



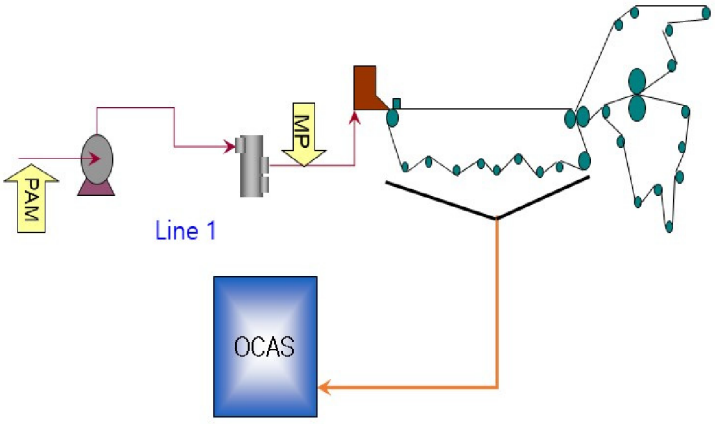




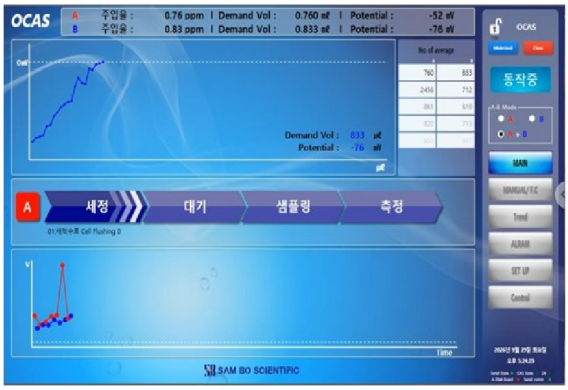
9

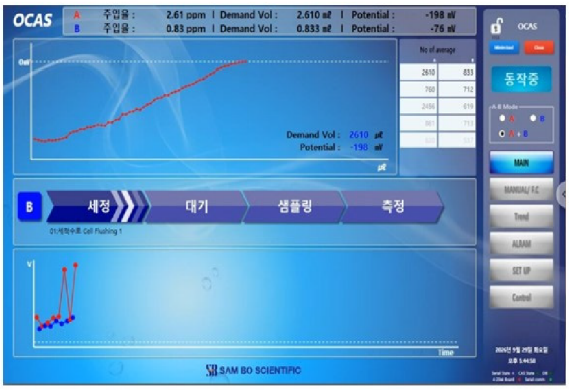
# OCC 재활용 공정 Sample Line 연결




10

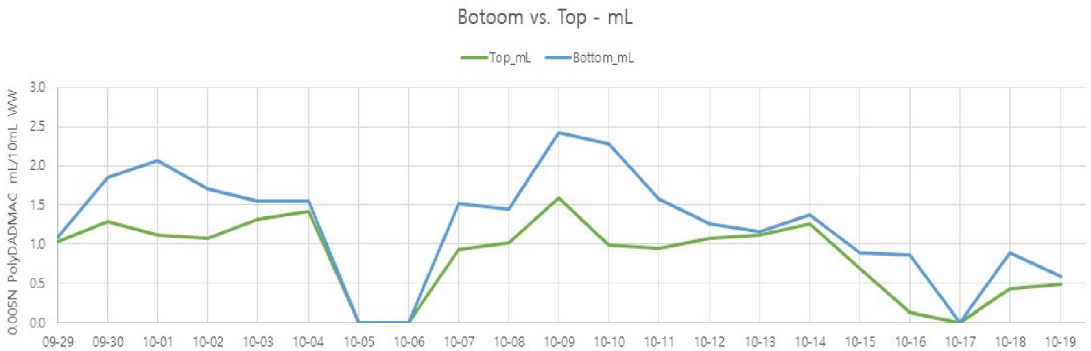
# OCC 재활용 공정수의 CD 측정




11

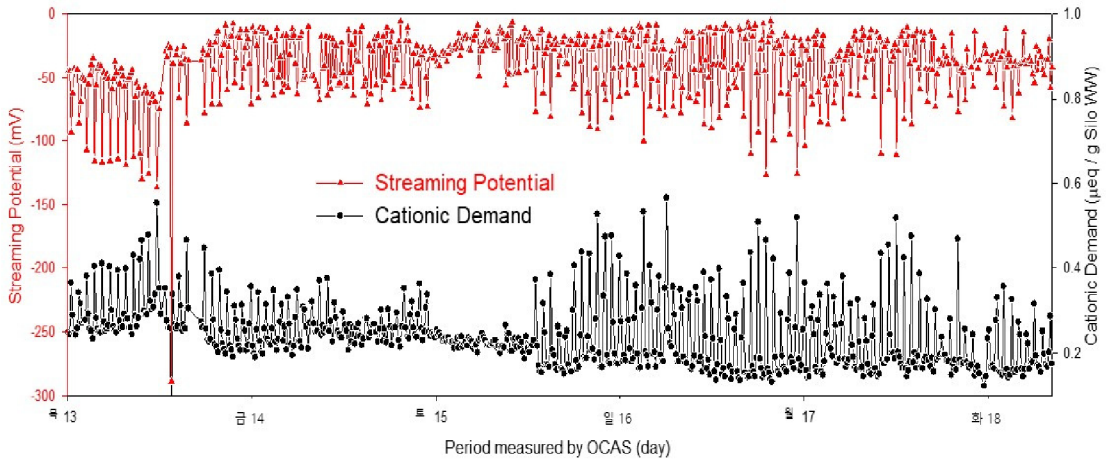
# OCAS 분석 결과 (2026년 9월 29~10월 19)




**Cationic Demand의 추세를 20일간 살펴보면 0~1.25 μeq/g의 범위로 변동함을 확인할 수 있음. 추후 전하역전이 일어나지 않도록 관리할 수 있을 것임.**

# OCC 재활용 공정수의 양이온 요구량 변동

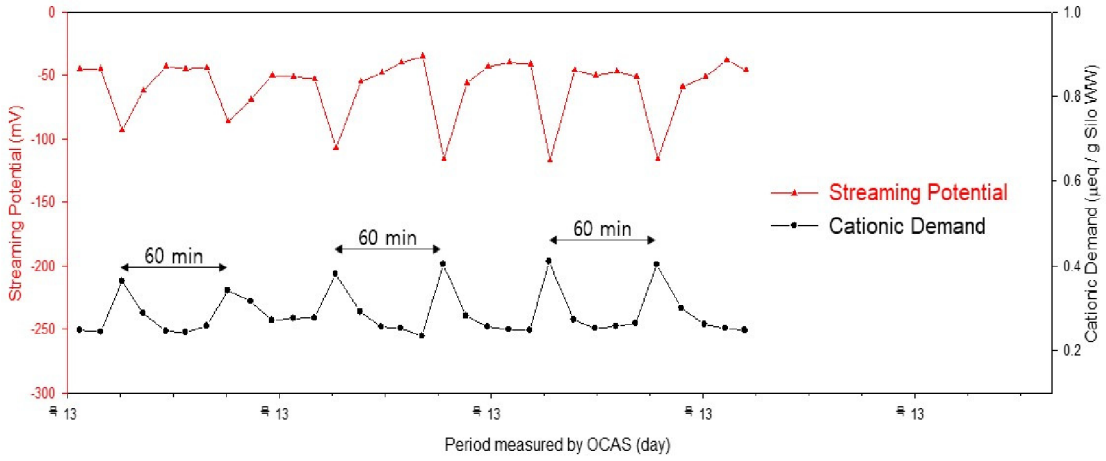
## OCAS 분석 결과 (2026년 8월 13~18)




Cationic Demand를 5일간 측정한 결과, 0.2에서 0.6 μeq/g의 폭으로 주기적인 변동이 발생함을 확인함.

14

# OCAS 분석 결과 (2026년 8월 13일)




Cationic Demand의 변화 추세를 6시간 살펴보면 변동의 주기가 60분 내외 임을 확인할 수 있음.

15

# 제지공정의 안정성 저해

**혹시 매 60분 마다의 보류도의 난조**

**(보류도의 급작스러운 증가 혹은 저하) 발생?**

16

aurelia.

WHAT IS BEING MEASURED?

## Physical properties of the sheet

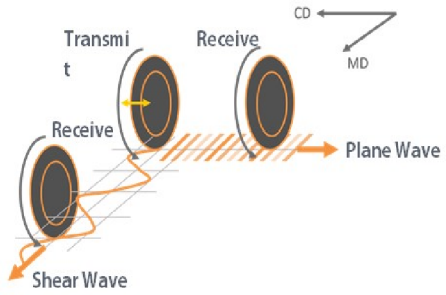
**MD**
Machine Direction

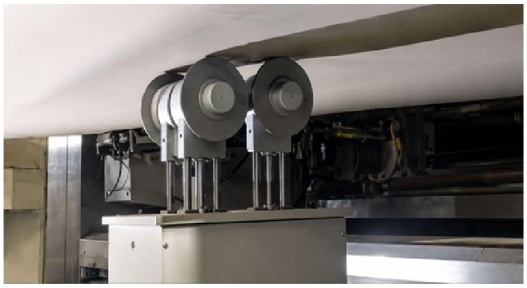
and

**CD**
Cross Direction

This provides continuous information about the in-plane mechanical behaviour of the sheet. Grade-specific relationships are then used to estimate traditional laboratory properties.

**One physical measurement can provide multiple qualit y indicators.**



aurelia.

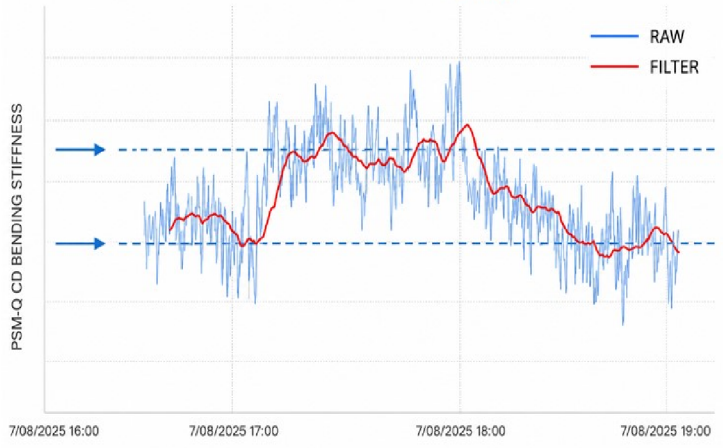
GERNSBACH • FIBRE TRIAL

## Real-time measuremen t made the process cha nge visible.

A fibre-change trial was undertaken to assess the effect on b ending stiffness. The change in CD bending stiffness was cle arly visible in the PSM-Q trend.

WITH PSM-Q
**Just over 1 hour**

WITH CONVENTIONAL LABORATORY MEASUREMENT
**One complete shift**

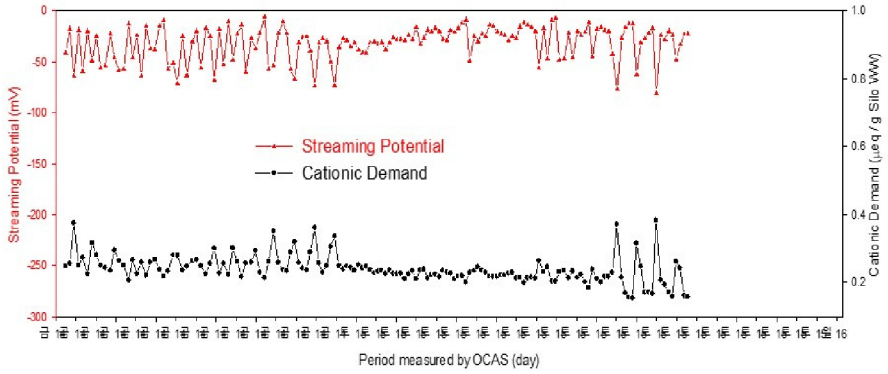



A SHORTER TRIAL PROVIDES:

- More stable machine conditions
- Fewer unrelated process c hanges
- Clearer cause and effect
- Higher confidence in the result

# OCC 백수의 칼슘경도와 양이온 요구량의 관계

## OCAS 분석 결과 (2026년 8월 14~15)




Cationic Demand를 2일 간 비교해보면, 15일 새벽에 0.2에서 0.6 μeq/g의 폭에 달하던 주기적인 변동이 갑자기 사라졌음을 확인함.

20

# 제지공정에서 모노클로라민($NH_2Cl$) 합성 과정

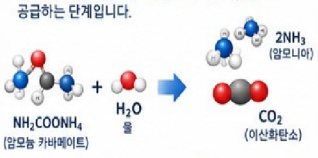
암모늄 카바메이트($NH_2COONH_4$)와 차아염소산나트륨(NaClO)을 수용액에서 반응시켜, 가수분해로 생성된 암모니아를 염소화하여 모노클로라민($NH_2Cl$)을 생성합니다.

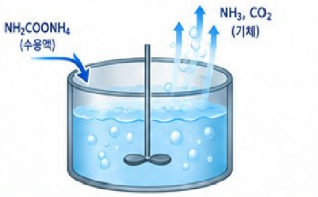
## 1단계 암모늄 카바메이트의 가수분해 (암모니아 생성)

암모늄 카바메이트는 물과 반응하여 암모니아 기체와 이산화탄소를 방출합니다.

$$NH_2COONH_4 + H_2O \rightarrow 2NH_3 + CO_2$$

- 수용액 속에서 반응 원료인 암모니아($NH_3$)를 공급하는 단계입니다.



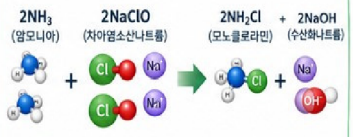



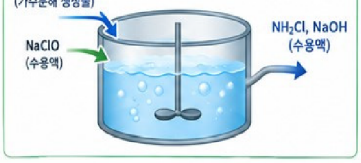

## 2단계 암모니아의 염소화 반응 (모노클로라민 생성)

분해된 암모니아가 차아염소산나트륨과 친핵성 치환 반응을 일으킵니다.

$$2NH_3 + 2NaClO \rightarrow 2NH_2Cl + 2NaOH$$

- 암모니아의 수소 원자 하나가 염소 원자로 치환됩니다.
- 이 과정에서 NaOH이 부산물로 생성됩니다.

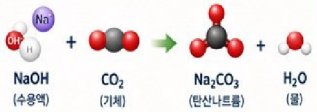



## 3단계 부산물 중화 및 전체 반응식

생성된 $CO_2$와 NaOH가 반응하여 탄산나트륨($Na_2CO_3$)과 물을 형성합니다.

$$2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$




**전체 알짜 반응식**

$$NH_2COONH_4 + 2NaClO = 2NH_2Cl + Na_2CO_3 + H_2O$$

**생성물**




**pH 제어** | 안정적인 모노클로라민 합성을 위해 **pH 8.5 이상**의 **약염기성**을 유지해야 합니다. pH 8.5 ↑

21

# OCC 재활용 공정수에 $NH_2Cl$을 Biocide로 투입할 때 $Na_2CO_3$ 유입에 따른 Cationic Demand 증가원인의 추정

## 1 $Ca^{2+}$가 제거되면서 anionic trash의 전하가 더 강하게 나타남

1) 탄산나트륨 투입 시 반응 과정

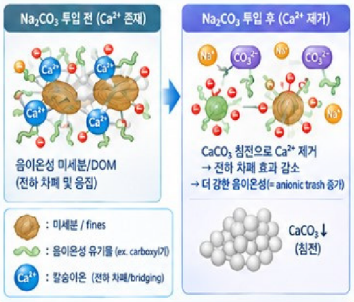
$$Na_2CO_3 \rightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-} \qquad Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3\downarrow$$

2) $Ca^{2+}$의 역할

- 경도 성분일 뿐 아니라, 제지 백수에서 음이온성 미세분·DOM의 응전하를 차폐하거나 서로 응집시키는 역할을 함.
- 예) $R-COO^- + Ca^{2+} + {}^-OOC-R \rightarrow$ (응집체 형성)

3) $Na_2CO_3$ 투입으로 $Ca^{2+}$가 $CaCO_3$로 제거되면

- $Ca^{2+}$에 의한 전하 차폐 및 bridging 효과가 감소
- 기존에는 덜 음이온성으로 측정되던 물질이 더 강한 음이온성을 나타냄.




## 2 pH 상승에 의해 카르복실기가 더 많이 해리됩니다

탄산나트륨은 백수의 pH를 상승시키므로 다음 평형이 오른쪽으로 이동합니다.

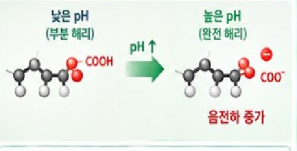
$$R-COOH \rightleftarrows R-COO^- + H^+$$

pH ↑ → COOH → $COO^-$ 증가 → anionic charge 증가

골판지 재활용 공정수의 anionic trash 주요 성분

- 목재 유래 lignin 및 lignin degradation products
- Hemicellulose 및 저분지랑 carbohydrate
- Fatty acid 및 resin acid
- Sizing/deinking 관련 유기물
- Starch의 산화·분해 생성물
- 미세섬유 및 fines 표면의 carboxyl group
- 각종 용존 유기물(DOM)

이들 물질은 -COOH, phenolic -OH 등의 작용기를 가지고 있어, $Na_2CO_3$로 pH가 상승하면 이들의 음전하가 증가합니다.




## 3 $CaCO_3$ 침전 자체가 기존 anionic trash의 "재분산"을 유발할 수도 있습니다.

1) 기존에는 $Ca^{2+}$가 음이온성 유기물이나 fines와 결합하여 비교적 큰 입자 또는 침전을 형태로 존재할 수 있습니다.



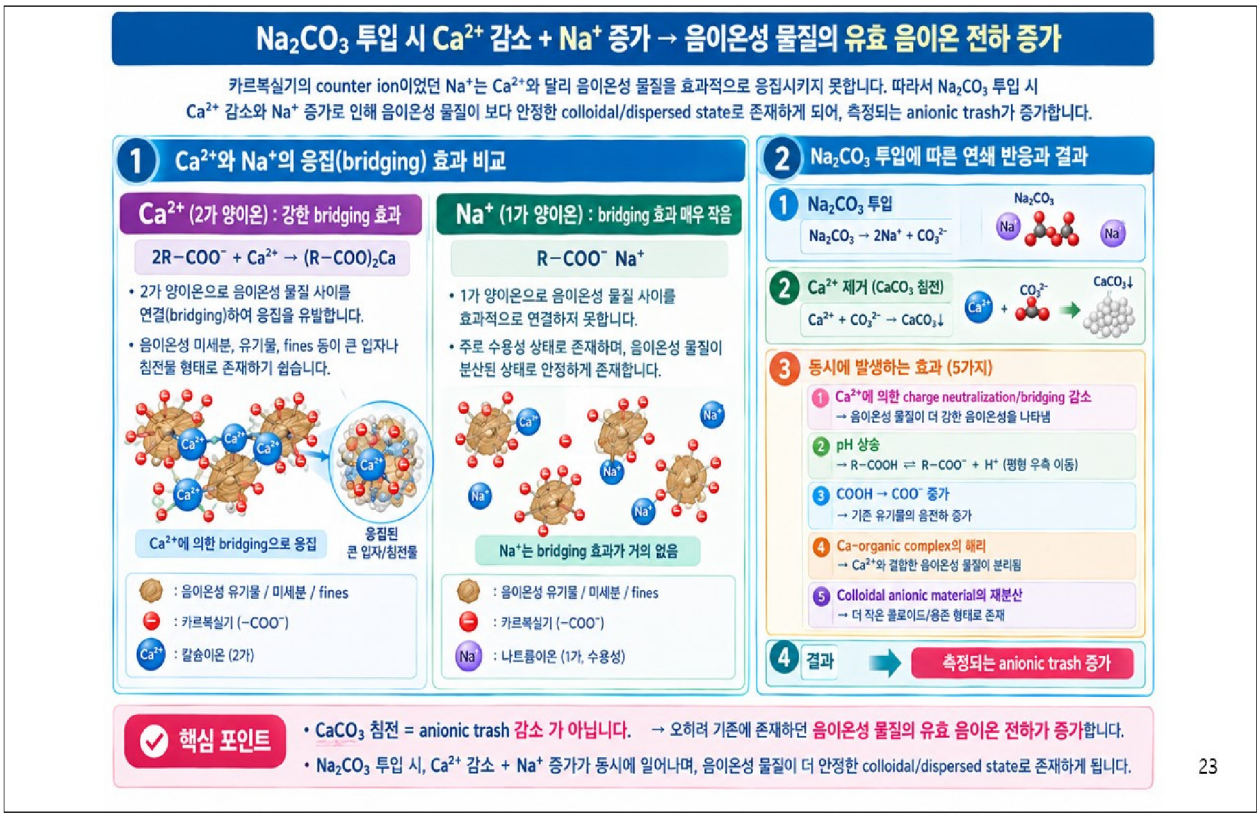

2) $Ca^{2+} \rightarrow CaCO_3\downarrow$로 $Ca^{2+}$가 제거되면, $Ca^{2+}$–anionic material 결합체가 해리되어 더 작은 콜로이드/용존 형태로 재분산될 수 있습니다.

즉, 새로운 anionic trash가 생성된 것이 아니라, 기존에 존재하던 anionic material이 더 측정하기 쉬운 형태로 전환된 것일 수 있습니다.




**종합 결과** → $Na_2CO_3$ 투입으로 $Ca^{2+}$ 제거 + pH 상승 + 기존 결합체의 재분산 → anionic trash 증가 ↑ Cationic Demand 증가

22




23

# 1차 실험 백수 전체를 이용한 WEPS 초지

$Na_2CO_3$ 처리 후 침전물을 분리하지 않고 지료 희석에 사용

| | | |
|---|---|---|
| 1 | **백수 준비** | OCC 재활용 제지공정 백수 채취 |
| 2 | **지료 희석** | 실험실 해리(1%) 지료를 백수로 0.15% 희석 |
| 3 | **$Na_2CO_3$ 처리** | Blank / 100 / 500 / 1,000 ppm |
| 4 | **약품 투입** | C-PAM 800 ppm<br>Bentonite 4,000 ppm |
| 5 | **WEPS 수초** | 75g/m² WEPS 초지 및 분석 |

**분석 항목**

FAP

Turbidity

Grammage

Formation

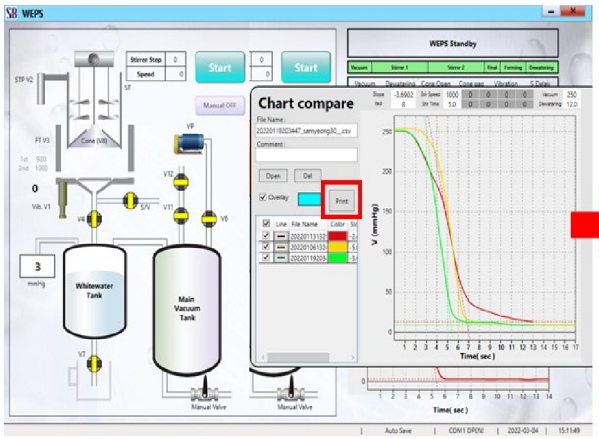
Ash (ACA, $CaCO_3$)

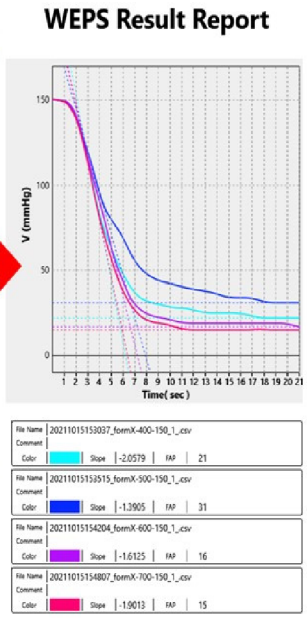
**실험의 특징**

전하·이온 환경 변화와 능면체 PCC 침전물의 직접 영향이 함께 반영됨

24

# WEPS 초지



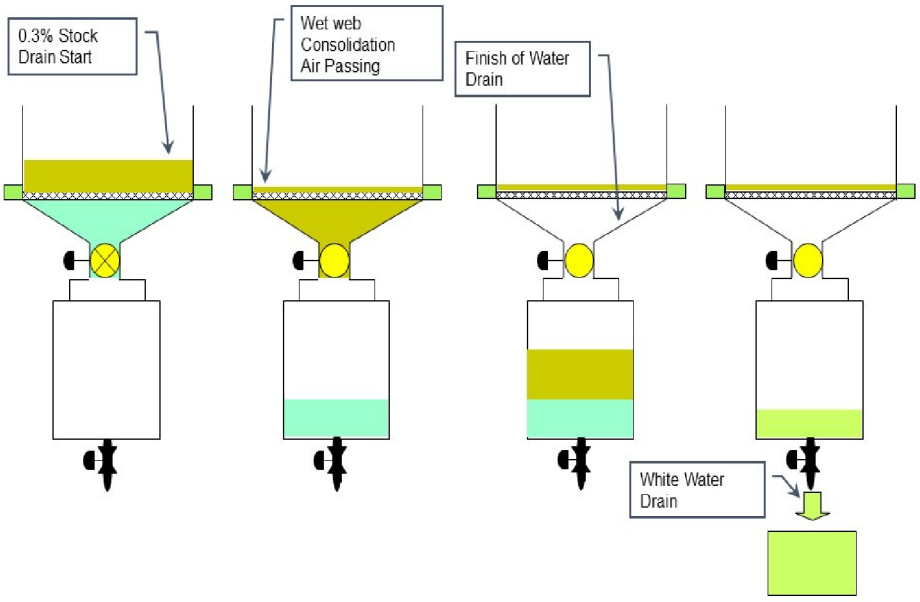






탈수곡선의 비교

25

# WEPS Sheet Forming Sequence

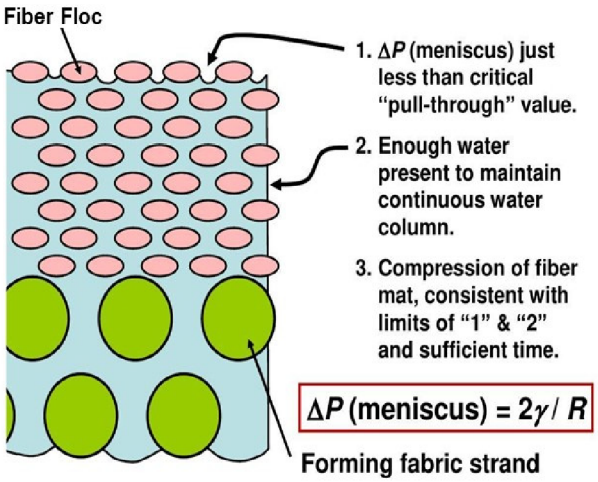


## Significance of the Final Air Resistance of the WEPS Wet Web Obtained by Vacuum Drainage

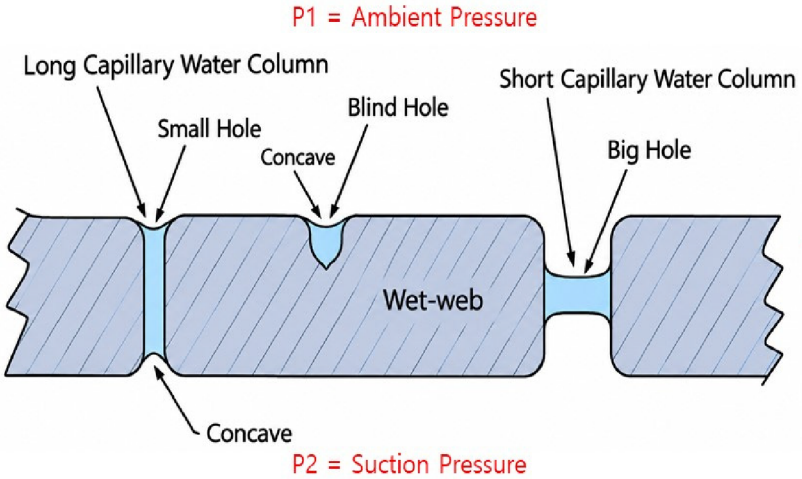
- If a particular pore is idealized as a water-filled capillary column, the capillary pressure, or Laplace pressure (Pc), can be expressed according to the Young–Laplace equation by considering a cylindrical capillary containing a liquid with surface tension (σ) and contact angle (θ), together with the capillary radius (r) and the principal radius of curvature (R= r / cos θ):

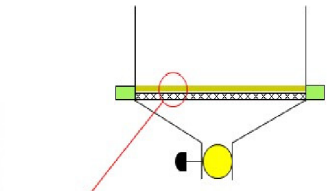
  $Pc=2\sigma \cos\theta / r$

- For a highly wetting fluid such as water (θ< 90°), the pressure within the capillary becomes lower than the surrounding pressure, causing the liquid to rise along the capillary. This capillary action makes water more difficult to remove during drainage.




Hubbe, M. A., Sjöstrand, B., Nilsson, L., Koponen, A., and McDonald, J. D. (2020). "Rate-limiting mechanisms of water removal during the formation, vacuum dewatering, and wet-pressing of paper webs: A review." *BioRes.* 15(4), 9672-9755.

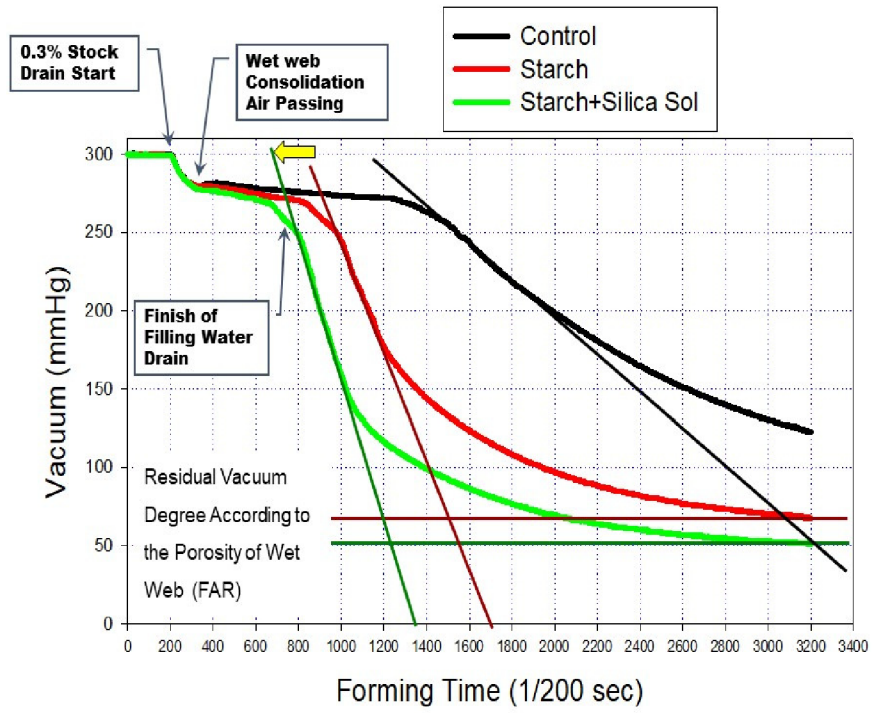


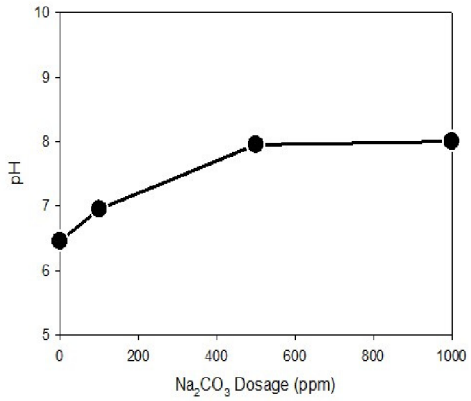
P1 > P2

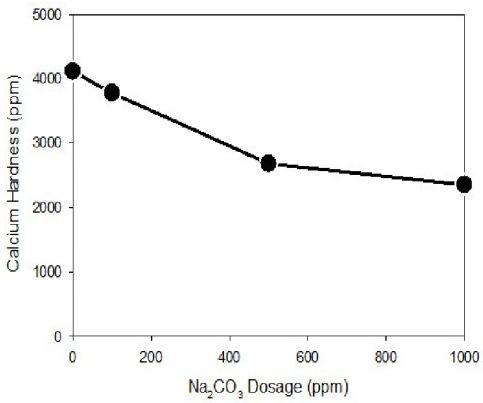
"Final Air Resistance (FAR)" refers to the air resistance of the wet web at the critical state where the pressure difference between P1 and P2 no longer decreases as air passes through the medium.

Small, densely packed flocs form smaller capillary pores, in which water is more strongly retained. Consequently, during wet pressing, this water is more difficult to remove, which may promote paper crushing and delay subsequent drying.



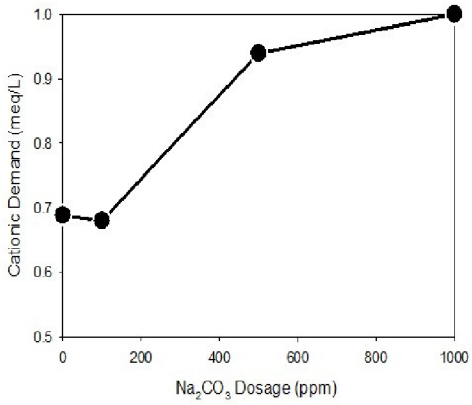

## Effect of $Na_2CO_3$ Addition on White Water Characteristics

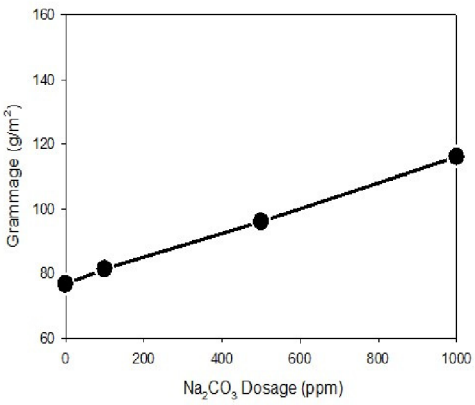



30

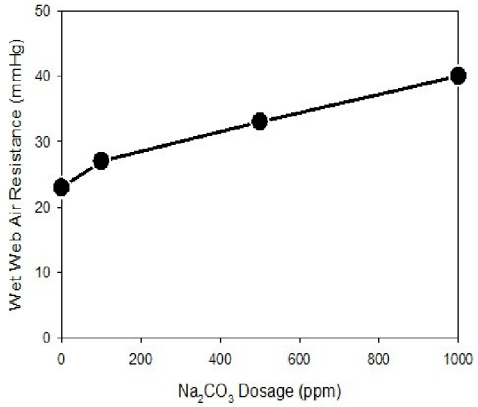
## Effect of $Na_2CO_3$ Addition on White Water Characteristics

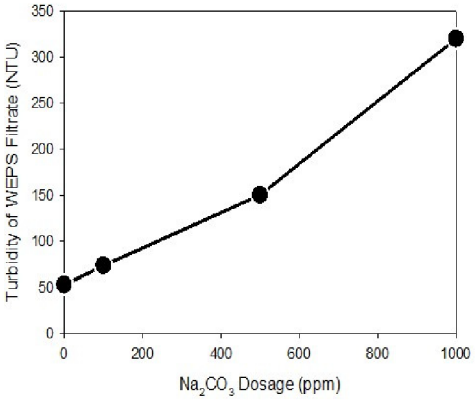



31

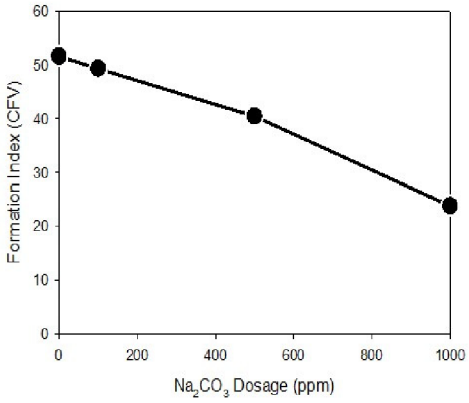
## Effect of $Na_2CO_3$ Addition on Handsheets Properties

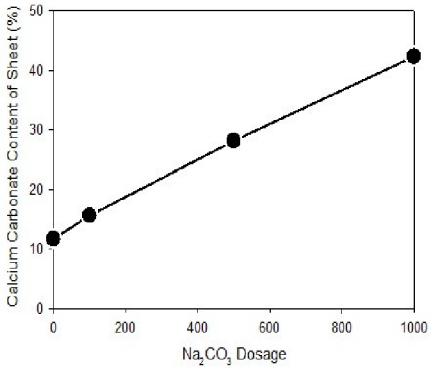



32

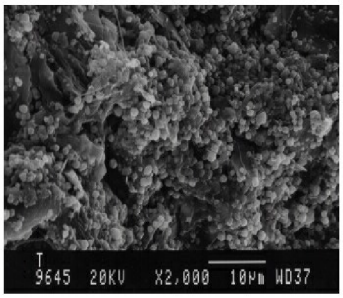
## Effect of $Na_2CO_3$ Addition on $CaCo_3$ Content in Handsheets

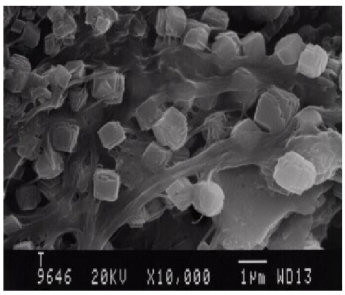


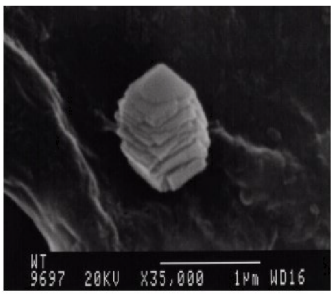




33

## 능면체 결정(Rhombohedral Crystal) PCC의 침전




34

## 결과 및 고찰

1. **$Na_2CO_3$ 투입에 따른 calcium hardness 감소**

   Carbonate ion과 $Ca^{2+}$의 반응에 따른 **$CaCO_3$ 침전으로 $Ca^{2+}$ 이온 감소**

2. **Calcium hardness 감소와 함께 Cationic demand는 증가**

$Na_2CO_3$에 의한 **pH 상승으로 DCS의 carboxyl group 해리가 증가**하고, $Ca^{2+}$ 감소에 따라 DCS의 charge screening 및 association 상태가 변화하면서 **effective anionic charge가 증가**

35

## 2차 실험 PCC 침전 후 상등액을 이용한 수초

$Na_2CO_3$ 처리 후 백수를 1h 침강시키고 상등액만 사용하여 PCC 침전물의 직접 영향을 줄임

| | | |
|---|---|---|
| 1 | **백수 분주** | 조건별 백수 5 L |
| 2 | **$Na_2CO_3$ 처리** | Blank / 100 / 500 / 1,000 ppm |
| 3 | **정치·침강** | 1 h 정치하여 능면체형 PCC 침전층 형성 |
| 4 | **상등액 채취** | 침전층 제외, 상등액만 회수 (SS ≈ 0%) |
| 5 | **지료·약품 조정** | 1% 해리 지료에 처리수 활용 농도 0.3%로 희석<br>C-PAM 800 ppm, Bentonite 4,000 ppm 투입 |
| 6 | **WEPS 수초** | 150 g/m2 WEPS 초지 및 분석 |

**분석 항목**

FAP

Turbidity

Grammage

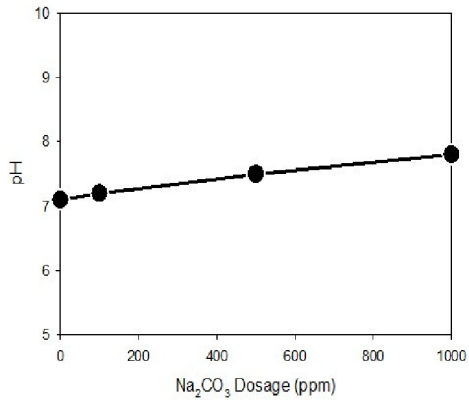
Formation

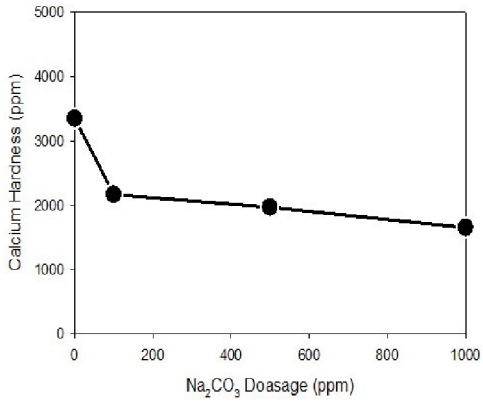
ACA ($CaCO_3$ Content)

**실험의 목적** 능면체 PCC 침전물의 보류 효과를 줄여 공정수의 양이온요구량 변화에 따른 WEPS 초지 특성 평가

36

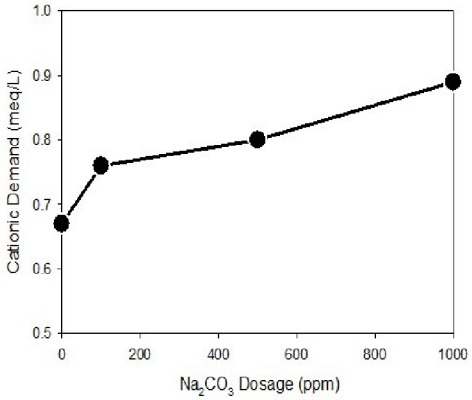
## Effect of $Na_2CO_3$ Addition on White Water Characteristics

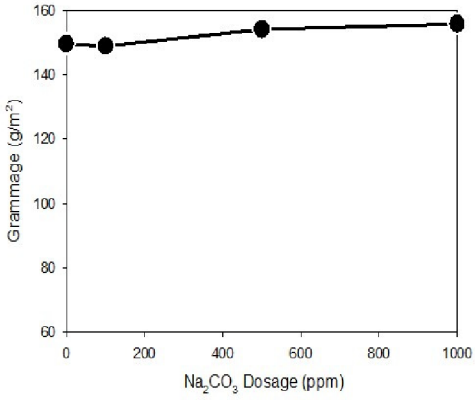



37

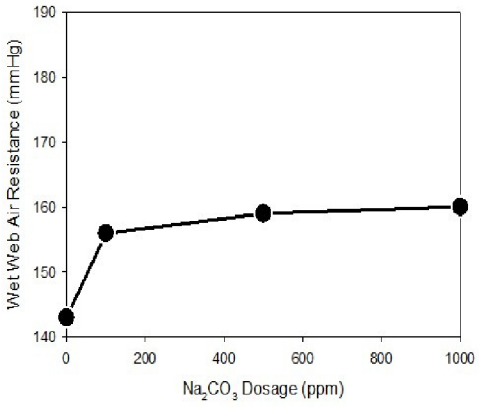
## Effect of $Na_2CO_3$ Addition on White Water Characteristics

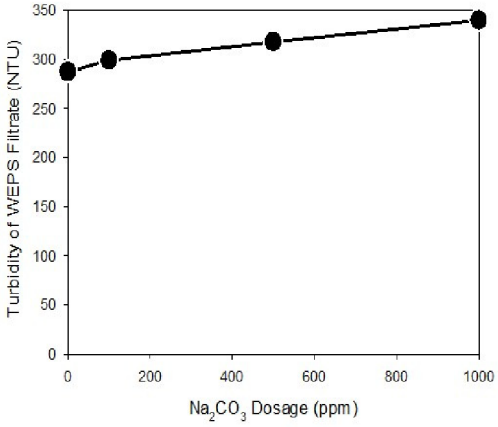



38

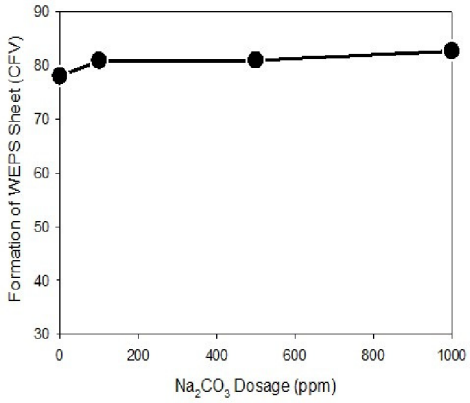
## Effect of $Na_2CO_3$ Addition on Handsheets Properties

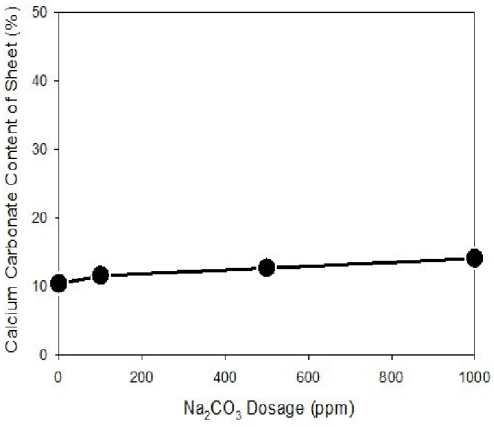



39

## Effect of $Na_2CO_3$ Addition on Handsheets Properties




40

## 결과 및 고찰

**3. 능면체 결정(Rhombohedral Crystal)인 PCC의 침전 후 상등액만 사용한 WEPS 초지에서 평량 증가가 크게 억제됨**

PCC 침전물을 침강시킨 후 상등액만 사용하여 WEPS 초지를 실시하면, 종이 평량이 완만히 증가함. (**149.67 → 149.00 → 154.17 → 155.83 g/m²**) 었다. 따라서 이전 WEPS 초지 시의 큰 평량 증가는 **PCC 침전물의 직접적인 유입 및 보류의 영향**

41

## 3차 실험 EDTA로 pH 변화없이 백수의 칼슘 경도를 낮출 때의 보류 특성 변화

| | | |
|---|---|---|
| 1 | **백수 채취** | 조건별 백수 5 L |
| 2 | **EDTA 처리** | 현장백수(칼슘경도 3500ppm)의 칼슘경도를 3000, 2500 ppm |
| 3 | **지료·약품 조정** | 1% 해리 지료의 농도를 처리수로 0.3%까지 희석<br>C-PAM 800 ppm, Bentonite 4,000 ppm 투입 |
| 4 | **WEPS 수초** | 평량 300 g/m² 조건에서 WEPS 초지 및 분석 |

**분석 항목**

FAP

Turbidity

Grammage

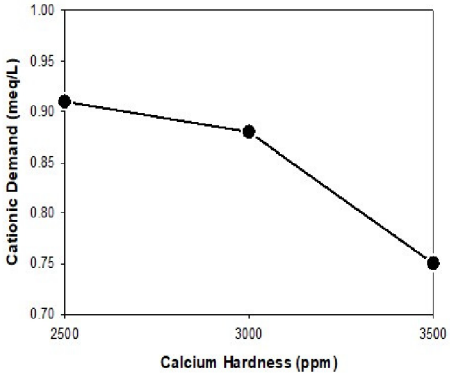
Formation

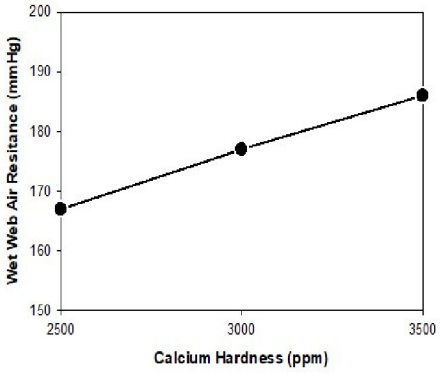
ACA ($CaCO_3$ Content)

**실험의 목적** 능면체 PCC의 침전없이 칼슘 경도를 낮추었을 때 보류에 미치는 영향 평가

42

## Effect of EDTA Addition on White Water Characteristics

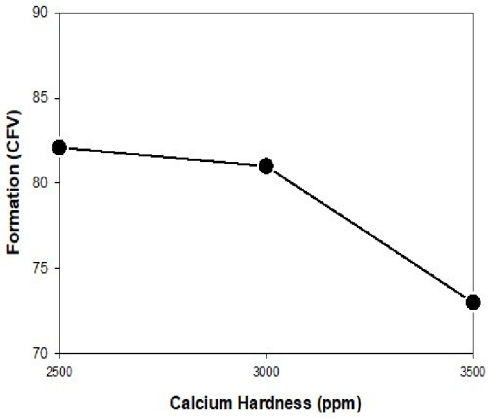


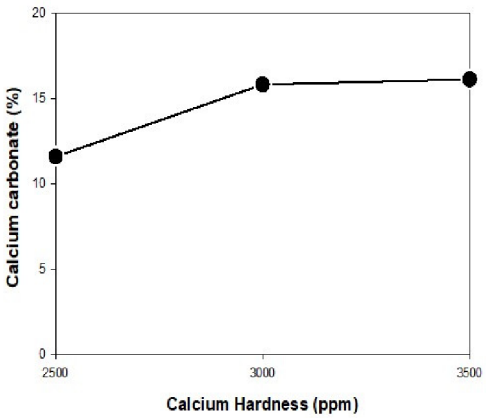




| Calcium Hardness(ppm) | Control: 3500ppm | 3000ppm | 2500ppm |
|---|---|---|---|
| pH | 7.4 | 7.4 | 7.4 |
| Charge Density (meq/L) | 0.75 | 0.88 | 0.91 |
| FAP (mmHg) | 186 | 177 | 167 |

43

## Effect of EDTA Addition on White Water Characteristics




| Calcium Hardness(ppm) | Control: 3500ppm | 3000ppm | 2500ppm |
|---|---|---|---|
| Formation | 73 | 81 | 82.10 |
| Calcium Carbonate(%) | 16.1 | 15.8 | 11.6 |

44

## 결과 및 고찰

**4. EDTA 투입에 따른 calcium ion 봉쇄로 지료의 cationic demand가 증가함.**

지료의 응집이 줄고 지합은 개선되었으며 습지투기저항성의 증가를 초래함.

**$CaCO_3$ 보류도는 감소**

45

## 4차 실험 $CaCl_2$ 첨가로 칼슘경도를 올릴 때 습부 특성 변화

| | | |
|---|---|---|
| 1 | **백수 분주** | 조건별 백수 5 L |
| 2 | **$CaCl_2$ 처리** | Blank / 100 / 500 / 1,000 ppm |
| 3 | **지료·약품 조정** | 지료 농도 0.3%로 희석<br>C-PAM 800 ppm, Bentonite 4,000 ppm 투입 |
| 4 | **WEPS 초지** | 동일 조건에서 수초 및 분석 |

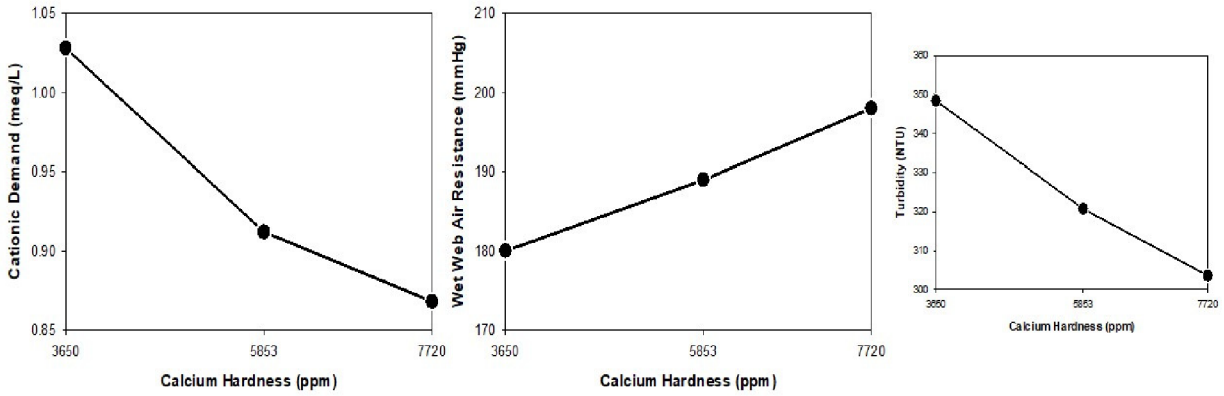
**분석 항목**

- FAP
- Turbidity
- Grammage
- Formation
- ACA ($CaCO_3$ Content)

**실험의 목적** 오히려 칼슘 경도를 올린다면 보류도가 상승할 것인지 WEPS 초지 특성 평가

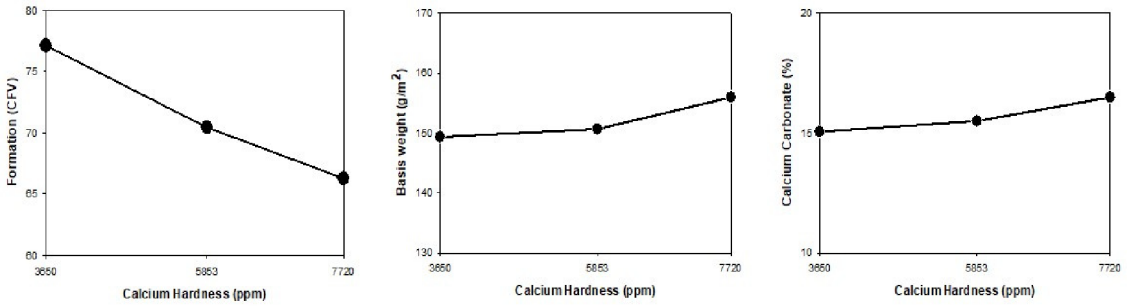
46

## Effect of $CaCl_2$ Addition on White Water Characteristics




| Calcium Hardness(ppm) | Control: 3650ppm | 5853ppm | 7720ppm |
|---|---|---|---|
| pH | 7.4 | 7.4 | 7.4 |
| Charge Density (meq/L) | 1.028 | 0.912 | 0.868 |
| FAP (mmHg) | 180 | 189 | 198 |
| Turbidity (NTU) | 348.4 | 320.8 | 303.6 |

## Effect of $CaCl_2$ Addition on Handsheets Properties




| Calcium Hardness(ppm) | Control: 3650ppm | 5853ppm | 7720ppm |
|---|---|---|---|
| Formation (CFV) | 77.13 | 70.45 | 66.26 |
| Basis Weight ($g/m^2$) | 149.33 | 150.66 | 156 |
| Calcium Carbonate (%) | 15.05 | 15.5 | 16.5 |

## 결과 및 고찰

**5. $CaCl_2$ 투입에 따른 calcium ion 증가로 지료의 cationic demand가 감소함.**

지료의 응집이 조장되고 지합은 불량해졌으나 보류도가 개선되는 이유로 습지투기 저항성의 증가를 초래함.

**$CaCO_3$ 보류도 역시 증가함.**

49

## 결론

# OCAS 활용 효과 확인!

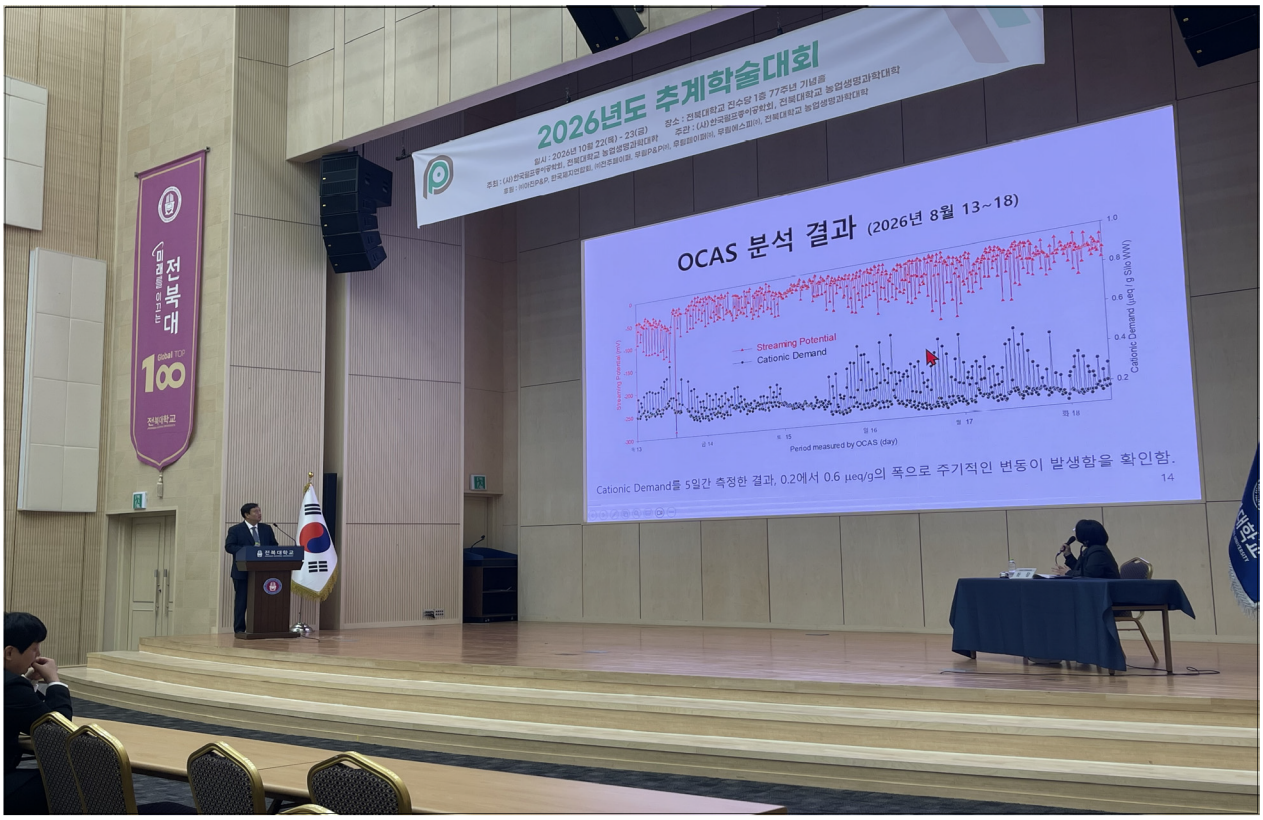
## Calcium hardness, Anionic Trash를 낮추어 근본적으로 습부 변동을 줄이는 노력이 요구됨.

50

새로운 분석 설비인 **OCAS**의 도입으로, **wet end** 공정을
평가, 분석할 수 있는 새로운 가능성이 열렸습니다.
제지 엔지니어들이 우수한 품질의 균일한 종이를
효율적으로 생산하는 데 **OCAS**가 도움이 되고 있습니다.

Supplied by:
SAM BO SCIENTIFIC CO.,LTD


2026년도 추계학술대회
OCC 재활용 공정 백수의 양이온 요구량
실시간 모니터링을 위한 OCAS 적용 사례
Application of OCAS for Real-Time Monitoring of Cationic Demand in White Water from the OCC Recycling Process
三寶科學(株)


2026년도 추계학술대회
OCAS 분석 결과 (2026년 8월 13~18)
Streaming Potential
Cationic Demand
Period measured by OCAS (day)
Cationic Demand를 5일간 측정한 결과, 0.2에서 0.6 μeq/g의 폭으로 주기적인 변동이 발생함을 확인함.
14

# Emerging Opportunities and Technological Innovations in the Pulp and Paper Industry

2026 Fall Meeting KTAPPI


발 행 일 2026년 10월 22일

발 행 처 사단법인 한국펄프종이공학회

발 행 인 김진두

연 락 처 서울특별시 영등포구 여의대방로69길7 충무빌딩 701호 | 사단법인 한국펄프종이공학회
Tel. (02)786-8620 Fax. (02)786-8621

홈 페 이 지 http://www.ktappi.or.kr

인 쇄 (주)에이퍼브

연 락 처 02-2274-3666

2026

Fall Meeting KTAPPI

# Emerging Opportunities and Technological Innovations in the Pulp and Paper Industry

한국펄프종이공학회
KOREA TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY