

# 백색 점착성 이물질을 측정하기 위한 새로운 시험법

## - pH와 칼슘경도의 영향 -

신은주 · 최태호 · 송봉근<sup>\*1</sup> · 조병욱<sup>\*1</sup> · 류정용<sup>\*1†</sup>  
(2009년 3월 27일 접수:2009년 5월 29일 채택)

# A New Test Method to Evaluate Potential White Pitch Deposit

## - Influence of pH and calcium hardness -

Eun-Ju Shin, Tae-Ho Choi, Bong-Keun Song<sup>\*1</sup>, Byoung-Uk Cho<sup>\*1</sup>, and Jeong-Yong Ryu<sup>\*1†</sup>  
(Received March 27, 2009; Accepted May 29, 2009)

### ABSTRACT

A new testing method to evaluate the deposition potential of white pitch was developed. The new method involves depositing the potential white pitch particles on the air bubble covered plastic film in the pitch deposit tester (PDT) developed by KRICT and analysing the deposited area of white pitch using an image analyzer. In addition, the effect of two important factors (pH and calcium hardness) on white pitch deposition potential was elucidated. When pH of the coated broke stock was increased from neutral to alkali or the calcium hardness of the stock was decreased, the pitch deposit area was decreased, implying that these two factors have to be controlled during the evaluation of pitch deposition potential. It was found that hydrophobicity of the surface of latex binding films repulped is a key factor influencing white pitch deposition.

**Keywords :** *White pitch, Pitch Deposit Tester, pH, hardness, latex binder*

## 1. 서론

인쇄용지 중 아트지의 비중은 지속적으로 증가해 왔고, 추후에도 인쇄용지 산업에서는 아트지와 같은

무기 안료를 코팅한 고부가가치 제품이 주를 이룰 것이라 기대된다. 도공한 인쇄용지의 생산 공정에서는 도공파지 (coated broke)의 사용으로 인한 오염문제가 주로 발생하고 있다. 많은 양의 도공파지가 원료에

• 충북대학교 목재 종이과학과 (Dept. of Wood and Paper Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Republic of Korea)

\*1 한국화학연구원, 산업바이오화학연구센터 (Chemical Biotechnology Research Center, Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT), Daejeon, 305-600, Republic of Korea)

† 교신저자(Corresponding Author): E-mail: jyryu@kriict.re.kr

혼입된다면, 초지기의 오염이 조장되고 이에 따라 운전 효율이 불량해지며 deposit 또는 white pitch라 불리는 점착성 이물질로 인해 잦은 지절 등이 초래될 수 있다.

도공 파지는 펄프 섬유 이외에 무기 안료 및 도공용 접착제 (coating binder) 등을 포함하고 있으며, 이러한 성분들은 특히 공정 폐쇄화 추세로 인한 용수의 사용량이 줄어들어 따라 초지 공정에 오염물로서 축적되는 문제를 유발한다<sup>1)</sup>.

도공파지가 습부로 유입될 때, 펄프 섬유 이외의 무기 안료가 혼입됨에 따라 보류도에 변동이 발생하는 문제가 유발될 수 있다. 아울러, 도공용 접착제로 사용되는 라텍스는 백색 점착성 이물질 (white pitch)이 발생하는 주원인으로 주목 받고 있다<sup>2-5)</sup>. 우리나라에서 사용하는 대표적인 도공용 합성 접착제는 SB 라텍스이다. SB 라텍스는 파지의 해리 시 무기 안료 표면에 소수성 필름을 이루고 있다가, 지필에 보류되지 못하고 단기 순환하는 공정수에서 소포제나 wood pitch, 가수분해된 사이즈제 및 재생펄프의 점착성 이물질 등과 결합하여 백색 점착성 이물질을 형성하는 특징이 있다.

이 백색 점착성 이물질은 초지공정의 오염을 유발하는 주요인으로 지목받아 왔다. 예를 들면, 종기와 초지기에 오염을 일으키고, 거품을 발생시킨다거나, 압착 롤 (press rolls)과 건조기 실린더 (dryer cylinders)에 들러붙었다가 뜯겨서 불량을 만들고, 강도적 특성까지 저하시킨다. 이러한 백색 점착성 이물질은 다시 지절 및 불량품을 초래하여 파지를 만들고, 특히 도공 파지는 백색 점착성 이물질을 조장하는 악순환이 이어진다.

백색 점착성 이물질을 평가하기 위해서 여러 방법들이 제안되었다. Biermann<sup>6)</sup>의 <sup>1</sup>H-NMR 스펙트럼을 이용한 분석, Sweeney<sup>7)</sup>에 의한 FT-IR 분석법, Zheng 등<sup>8)</sup>에 의한 Pyrolysis-gas chromatography법 등이 그러한 예이다. Biermann 등<sup>9)</sup>은 전술한 방법들을 접목해 공정의 펄트나 와이어에서 얻은 샘플을 용매에 녹인 후, 크로마토그래피를 이용해 분자량에 따라 분리하여 화합물을 확인하고, 가스 크로마토그래피를 이용해 휘발성 물질을 분리하고, <sup>1</sup>H-NMR법을 이용해 화합물을 정량하거나, FT-IR 분석으로 모든 화합물의 종류를 확인하는 방법을 제안하였다. 그러나 위의

연구들은 점착성 이물질을 구성하는 화합물의 종류를 확인하는데 중점을 두었기에, 실제 종이 제조 시, 지료 내에 점착성 이물질이 될 가능성이 있는 물질들이 얼마나 함유되어 있는지를 평가하는 데는 한계가 있다.

Gustafsson 등<sup>10)</sup>에 의해 개발된 시험방법과 vibromixer를 이용한 실험실 피치 퇴적 실험 (pitch deposition test)<sup>11)</sup>은 공정의 지료를 사용하여 직접 퇴적되는 것을 측정하기에는 부적합한 것으로 나타났다. Latimer<sup>2)</sup>는 종이의 백색 점착성 이물질 반점 (white pitch dirt spot)들을 측정할 수 있는 실험실적 방법을 고안해 냈는데, 변화가 큰 현장에서 변화를 평가하기 위해서는 도움이 되는 방법이지만, 퇴적 (deposition)을 실험하는 것은 아니었다. Allen과 Fillion<sup>4)</sup>는 Hobart mixer에 지료를 넣고 고밀도의 polyethylene 판을 붙인 블레이드로 교반하고 난 후, 블레이드에 붙은 피치 퇴적량 (pitch deposit)의 무게를 확인하는 방법을 고안했으며, 이 방법을 이용해 Hobart mixer에서 무기물과 분산제, 응집제의 양 및 조건을 변화시킨 후에도 쉽게 피치 퇴적의 무게를 확인할 수 있다고 하였다. 그러나 전술한 백색 점착성 이물질의 측정방법은 모두 오랜 시간과 복잡한 장비가 요구되는 것들로서 실제 제지공정의 오염정도를 실시간으로 파악하고 이에 근거하여 대처방안을 수립하기에는 번거로운 단점이 있었다.

또한, 도공파지로부터 비롯되는 라텍스 필름 (latex film)은 그 특성상 표면 전하가 강하지 않기 때문에 양이온 요구량에 근거한 관리가 어려우며, 백수의 탁도에 근거한 관리 역시 라텍스 필름보다는 계내의 충전제 함량에 크게 영향을 받기 때문에 백색 점착성 이물질의 퇴적 포텐셜 (deposit potential)을 제어하는 기준으로 삼기에는 적합하지 못하다.

따라서 본 연구에서는 보다 간편하고 짧은 시간 안에 지료의 백색 점착성 이물질 퇴적 가능성을 측정하기 위하여 한국화학연구원에서 개발한 PDT (pitch potential deposit tester)를 활용, 실험실적으로 분석, 평가하는 방법을 개발하고자 하였다. 또한 이 방법을 이용하여 백색 점착성 이물질의 퇴적 가능성에 영향을 미치는 인자 중 대표적으로 칼슘경도와 pH의 영향에 대해 검토하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

도공과지를 모사하기 위한 공시재료로 H사에서 분양받은 아트지 (평균 100 g/m<sup>2</sup>)를 사용하였다. 사용된 아트지 도공층의 구성 성분은 Table 1과 같다. GCC가 75%로 대부분을 차지하고 있으며, 백토 (clay)는 10%, SB 라텍스는 8% 정도로 구성되어 있는 것으로 나타났다. 또한 비교를 위하여 캐나다산 활엽수 표백 크라프트 펄프 (HwBKP)를 사용하였다.

### 2.2 실험 방법

#### 2.2.1 Pitch deposit testing system

Fig. 1에 한국화학연구원에서 개발한 pitch deposit testing system의 모식도를 나타냈었다. Pitch deposit testing system은 가압탱크 (air saturation tank)와 반응기 (pitch deposit tester, PDT)의 두 부분으로 나누어져 있다. PDT의 사용 방법을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 가압 탱크에 청수를 넣은 후, 압축공기를 도입하여 강제로 공기를 용해시킨다. 반응기에 플라스틱 필름을 붙인 검정 아크릴판을 넣고, 가압탱크의 공기로 포화된 물을 넣어 미세 공기 방울을 반응기에 도입시켜 플라스틱 필름 표면에 공기방울을 고르게 부착시킨다. 실험할 지료를 반응기에 투입시키고, 공기방울이 부착된 플라스틱 필름에 점착성 이물질을 흡착시킨 후, 화상분석기를 사용하여 흡착판에 붙은 백색 점착성 이물질의 면적을 측정하는 방법으로 지료 내 백색 점착성 이물질의 발생 가능성을 평가하게 된다. 이때

**Table 1. Coating layer composition of test specimen**

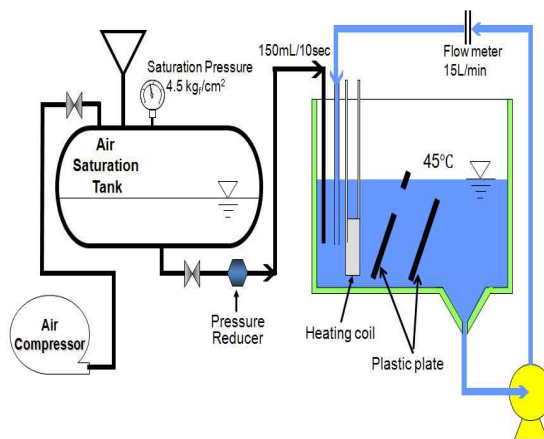
Composition	Content(%)
Ground calcium carbonate	75
American clay	10
Styrene butadiene latex (MMA 5 part, HEA 1.5 part)	8
Esterfied starch	2
Optical brightening agent	Trace
Violet dye	Trace
Ammonium hydroxide	Trace

플라스틱 필름에 공기 방울을 부착시켜 점착성 이물질의 흡착을 유도하는 이유는 필름 자체의 소수성보다 공기의 소수성이 강하고 실제 공정의 백색 점착성 이물질이 지료 내의 공기 방울을 매개로하여 응집되는 특성이 있기 때문이다. 실제로 탈기제 투입이 중단된 제지종정의 백색 점착성 이물질 발생이 더욱 조장되었다는 보고가 있다. 자세한 실험방법을 다음에 설명하였다.

#### 2.2.2 백색 점착성 이물질 퇴적 가능성의 평가 방법

PDT를 사용하여 지료가 얼마만큼의 백색 점착성 이물질을 포함하는지 평가하는 방법은 다음과 같다. 공시재료로 선택된 샘플을 해리기에서 농도 1%로 15분간 해리한 다음, 이 지료를 사용하여 백색 점착성 이물질의 양을 평가하였다. 샘플을 해리시키는 장치는 항상 동일한 것을 사용하여야 하고, 해리농도, 시간은 항상 일정하게 유지시켜야 한다. 또한 샘플을 해리 후, PDT로 실험하기 전까지의 시간도 동일하게 유지시켰다. PDT의 운전방법은 아래와 같다.

- ① 3 L 크기의 가압 탱크에 2.5 L의 청수를 넣고 압력 0.35 MPa의 압축공기를 도입하여 탱크에 담긴 물에 강제로 공기를 용해시킨다. 연결밸브를 닫고 배출밸브를 열어 가압탱크 내의 압력을 제거한 후, 다시 배출밸브를 닫고 연결밸브를 여는 용해작업을 3-4회 반복하여 탱크 안의 물에 충분한 공기가 용해되도록 한다.



**Fig. 1. Schematic diagram of pitch deposit testing system.**

- ② PDT에 차단판 (구멍이 뚫린 큰 검정색 아크릴 판으로서 치료의 균일한 흐름을 유도하기 위한 circular baffle임)을 밀어 넣는다. 물 2.7 L를 PDT에 붓고, 펌프를 순환시키며 온도 조절기를 이용하여 순환하는 물의 온도가 45°C가 되도록 조정한다. 이 때, 펌프의 순환유량은 약 15.6 L/min가 되게 한다.
- ③ 세로 100 mm, 가로 96.5 mm인 검정색 아크릴 흡착판에 테이프를 가려진 부분을 제외한 플라스틱 필름의 면적이  $5.5 \times 5.5 \text{ cm}^2$ 가 되도록 플라스틱 필름을 테이프로 붙여 고정시킨다. 흡착판 위 플라스틱 필름 표면을 중성세제를 사용하여 흠이 생기지 않도록 부드럽게 닦아 낸다. PDT 내 물의 온도가 일정해지면 준비한 흡착판을 넣는다.
- ④ 가압 공기로 과포화된 물 150 mL를 10초 동안 PDT에 투입한 후 2분 동안 순환시킨다. 이 과정을 통해 미세한 기포가 흡착판 표면에 균일하게 부착된다.
- ⑤ 2분 후 펌프를 끄고 3분간 정지시킨다. 흡착판에 붙지 않고 잔류하는 기포가 표면으로 다 떠올랐는지 확인하고, 아울러 흡착판 표면에 기포가 고르게 붙었는지 확인한다.
- ⑥ 순환펌프를 다시 켜고 전건중량 8 g의 치료를 PDT에 넣는다. 전체 양은 3000 mL이며, 전체 치료 농도는 0.27%가 된다.
- ⑦ 15분간 PDT를 돌린 후, 온도 조절기와 순환펌프를 끄고 PDT 위쪽 연결 호스를 빼서 치료를 배출시킨다. 치료를 배출시키고 나면 흡착판에 붙어 있던 기포가 제일 먼저 파괴되고, 흡착판 위에 친수성 물질과 기포, 백색 점착성 이물질 등이 남게 된다.
- ⑧ 흡착판을 꺼내고 2분 동안 세워서 방치한 다음, 물에 살짝 행군다. 수세하면 친수성 물질들은 플라스틱 필름에서 떨어져 나가고, 백색 점착성 이물질 입자들은 점착성을 가지므로 흡착 필름에 부착되고 남게 된다.
- ⑨ 행군 흡착판에서 플라스틱 필름을 떼어내고 말린 다음, image analyzer 프로그램을 이용해서 화

상분석을 하여 백색 점착성 이물질이 붙은 면적 (pitch deposit area)를 측정하고 %로 나타낸다.

### 2.2.3 pH에 따른 영향

치료의 pH가 백색 점착성 이물질의 발생 면적에 미치는 영향을 실험하기 위하여, 도공파지를 해리기에서 치료농도 1%로 15분간 해리한 다음, EDTA와 NaOH를 이용하여 PDT 운전 중 pH를 각각 6.8, 7.2, 8.4, 9.9로 맞추고 PDT를 사용하여 측정하였다. 도공파지와 HwBKP를 pH 7과 8로 맞춘 수돗물로 해리기에서 치료농도 1%로 15분간 해리한 다음 제타전위를 측정하였다. 제타전위는 MÜTEK사의 system zeta potential tester (streaming potential 측정)를 이용하여 측정하였다.

### 2.2.4 칼슘경도에 따른 영향

치료의 칼슘경도가 백색 점착성 이물질의 퇴적 가능성에 미치는 영향을 실험하기 위하여, 수돗물의 칼슘경도를  $\text{CaCl}_2$ 를 사용하여 10, 300, 600 ppm으로 조정하여 실험에 사용하였다. 각각의 칼슘 경도로 조제된 물을 사용하여 도공파지와 HwBKP를 해리기에서 치료농도 1%로 15분간 해리한 다음, pH, 양이온 요구량 (cationic demand)을 각각 측정하였다. 양이온 요구량은 MÜTEK사의 particle charge detector를 이용하여 측정하였다. 또한 도공파지와 HwBKP 치료의 칼슘경도를 각각 10, 300, 600 ppm으로 조정한 후, pitch deposit testing system을 이용하여 백색 점착성 이물질의 퇴적 포텐셜을 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 pH에 따른 영향

도공파지 치료의 pH를 6.8과 9.9로 조절하고, pitch deposit testing system을 이용하여 백색 점착성 이물질을 플라스틱 필름에 부착시킨 사진과 이미지 변환 후의 그림을 Fig. 2에 나타내었다. 그림의 왼쪽은 흡착판을 스캔한 사진으로 흰색으로 흡착된 백색 점착성 이물질을 볼 수 있다. 그리고 오른쪽 그림은 백색 점착성 이물질을 이미지 분석 프로그램에서 인식할 수 있도록 하기 위해 색을 반전시킨 사진이다. pH를

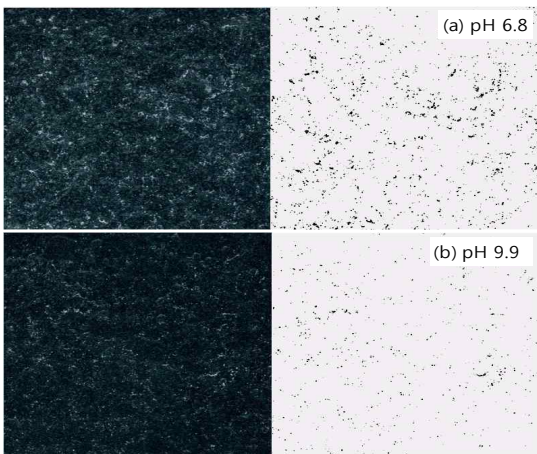


Fig. 2. Scanned images of white pitch deposited plate and images of color conversion. pH of the coated broke stock tested was 6.8 (a) and 9.9 (b).

6.6에서 9.9로 증가시킴에 따라, 부착된 백색 점착성 이물질이 감소한 것을 확인할 수 있다.

Fig. 3은 pH의 변화가 백색 점착성 이물질의 퇴적 면적 (white pitch deposit area)에 미치는 영향을 나타내었다. pH를 6.8에서 7.2, 8.4, 9.9로 점차적으로 증가시켰을 때, 백색 점착성 이물질의 퇴적 면적은 24.94%에서 20.84%, 14.50%, 7.99%로 거의 직선적으로 감소하였다. 이는 도공파지를 사용할 경우에 공정수의 pH를 증가시키면 백색 점착성 이물질이 발생할 가능성이 줄어들고, 반대로 공정수의 pH가 중성에서 산성 쪽으로 변화되면 백색 점착성 이물질로 인한 문제가 발생할 가능성이 커진다는 것을 의미한다.

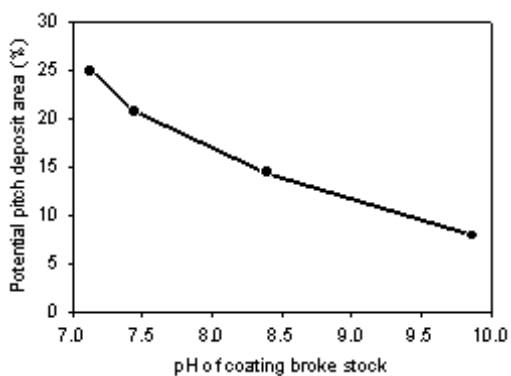


Fig. 3. Effect of pH on the potential pitch deposit area.

이와 같이 pH가 증가함에 따라 백색 점착성 이물질의 퇴적 가능성이 감소하는 이유로 라텍스 필름의 특성을 들 수 있다. SB 라텍스는 carboxylic acids (-COOH), amides (-CONH<sub>2</sub>), hydroxyl groups (-OH) 등의 관능기를 포함하는 단량체 (monomer)와 더불어 acrylonitrile (AcN)와 methyl methacrylate (MMA)와 같은 단량체들을 포함한다<sup>11)</sup>. 친수성을 가지는 단량체들은 수계에서 라텍스입자들을 안정화시키기 위해서 사용된다 (표면에 친수성기들이 노출됨). 코팅층에 적용된 후, 건조하는 동안에 라텍스 입자들은 서로 융합 (coalescence)해서 필름을 형성한다. 이후, 파지의 repulping 공정에서 코팅층은 파괴되고 라텍스 입자들은 안료에 부착된 채로 재 분산하게 된다.

이 repulping된 라텍스 필름들은 백색 점착성 이물질을 발생시키는 주 원인으로 지목되어 왔다. Allen 등은 백색 점착성 이물질을 점착제의 응집으로부터 생기는 점착성 오염물이라 정의하였고, 이러한 점착성 이물질은 재활용되는 도공지에 포함된 코팅용 라텍스 점착제에 의해 야기되고, 이 오염물의 원인이 되는 주요 물질은 보통 SB 라텍스 (styrene butadiene latex)나 PVAc (polyvinylacetate) 라텍스라고 하였다<sup>4)</sup>. Latimer에 의하면 white pitch의 형성은 도공액 (coating color)에 사용되는 라텍스 점착제의 종류에 영향을 받으며, SB 라텍스 점착제보다 PVAc 라텍스가 백색 점착성 이물질의 퇴적을 더 많이 야기시킨다고 하였다<sup>2)</sup>. Rebarber에 의하면 그 이유는 라텍스 필름 노화를 방해하는 polyvinyl alcohol 표면의 acetate기가 가수분해 되기 때문이고, PVAc 입자끼리 유착은 발생하지 않지만 SB 라텍스와 PVAc 라텍스 모두 백색 점착성 이물질을 발생시킨다고 하였다<sup>3)</sup>.

라텍스 점착 필름의 소수성 변화에 대해서 다음과 같은 가정을 세울 수 있다. 라텍스로 이루어진 점착층의 표면은 소수성으로서 물속에서 응집되기 쉬운데 이러한 응집정도가 지료의 pH에 의하여 영향 받음을 위의 실험결과를 통해 알 수 있었다. 필름 형성 후 수축되어있던 라텍스 입자들은 repulping에 의해서 재 분산 되는 과정에 친수성 관능기를 포함하는 분산제들이 라텍스 필름으로부터 떨어져 나가거나, 내부로 매몰되어 외부로 많이 노출되지 않았다고 추정된다. 지료의 pH가 증가하면 수축되어있던 점착 필름 속 라텍스 입자들이 팽윤되고, 이 때 내재되어 있던 카르복

실기 같은 친수성기가 표면으로 많이 노출되므로, 소수성 필름에 덜 흡착된다고 판단된다. 이와 관련하여 Lucchini 등과 Lohmuller 등은 카르복실기 함유량이 높은 라텍스는 백색 점착성 이물질질의 생성을 감소시킬 수 있다고 하였다<sup>13,14)</sup>.

pH가 도공파지와 HwBKP 지료의 제타전위에 미치는 영향을 분석한 결과 (Fig. 4)는 위의 가설을 지지한다. 도공파지의 경우, pH 7에서의 제타전위는 -11.5 mV이고 pH 8로 증가시켰을 시 제타전위는 -14.9 mV로 3.4 mV 감소하였다. 반면에 HwBKP는 pH 7에서 -23.3 mV, pH 8에서는 -24.6 mV로 제타전위가 1.3 mV 변화하여, 그 변화량이 도공파지의 경우보다 적었다. 이는 도공파지의 경우, pH를 중성에서 알칼리로 증가시켰을 시, 지료 내 음전하가 늘었음을 의미한다. 이러한 음전하의 증가는 수축되어있던 라텍스 입자들이 알카리에서 팽윤하면서 내재되어 있던 카르복실기 같은 친수성기가 표면으로 노출되었기 때문으로 판단된다.

### 3.2 칼슘경도에 따른 영향

Fig. 5는 칼슘경도가 백색 점착성 이물질의 퇴적 가능성에 미치는 영향을 보여준다. 칼슘경도 10 ppm에서 백색 점착성 이물질의 퇴적 면적은 30.13%, 300 ppm에서는 49.49%, 600 ppm에서는 53.40%로 칼슘경도가 증가함에 따라 백색 점착성 이물질 퇴적 가능성이 증가하였다.

이러한 결과의 원인 중 하나로서 칼슘경도 증가에 따른 지료의 pH 저하를 들 수 있다. 칼슘경도가 증가하면 탄산칼슘으로 침전이 일어나며 지료의 pH가 감

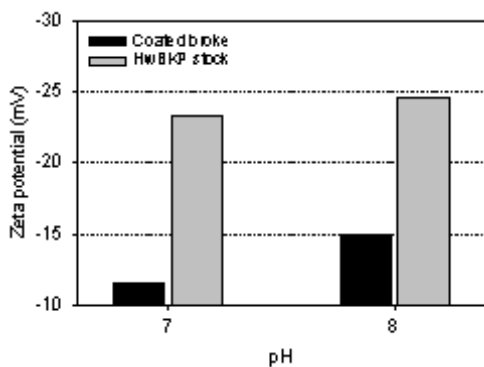


Fig. 4. Effect of pH of stock on zeta potential.

소하게 되고 따라서 라텍스 표면이 상대적으로 소수성을 띠게 된다. 칼슘경도를 10 ppm에서 300 ppm, 600 ppm으로 증가시켰을 때, 도공파지 지료의 pH는 8.85에서 8.12, 7.84로 점차적으로 감소하였으나, HwBKP 지료의 경우는 pH 6.86에서 거의 변화가 없었다 (Fig. 6). 또한, 칼슘경도가 증가함에 따라 도공파지의 양이온 요구량은 점차 감소하는 반면에, HwBKP는 변화가 없었다 (Fig. 7). 따라서 HwBKP보다 도공파지 지료의 pH 등이 칼슘경도의 영향을 더 많이 받는다는 것을 알 수 있었다.

칼슘경도가 높은 경우에 도공파지의 pH가 감소하는 것은 탄산칼슘의 침전으로 설명할 수 있다. 칼슘이온이 증가하면 아래의 반응식 (1)에서 탄산칼슘이 침전되는 쪽으로 반응이 진행되게 된다. 탄산칼슘을 침전되기 위해 필요한 탄산이온은 공기 중의 이산화탄

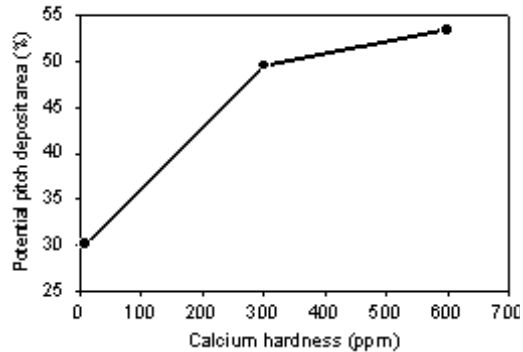


Fig. 5. Effect of calcium hardness on pitch deposition area.

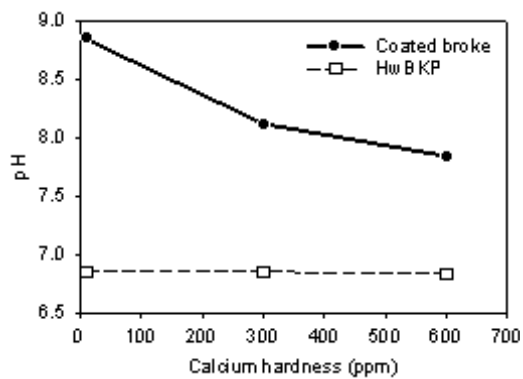


Fig. 6. Effect of calcium hardness on pH of two types of stock.

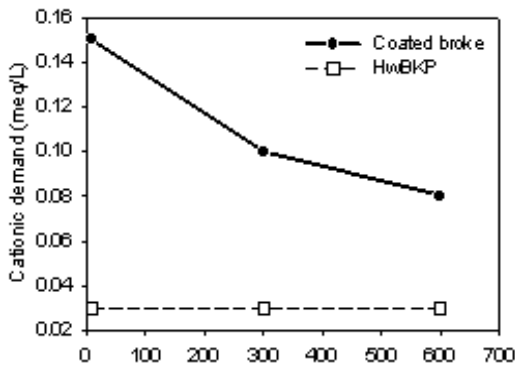
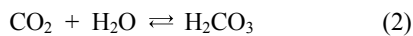
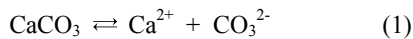


Fig. 7. Effect of calcium hardness on cationic demand of two types of stock.

소가 녹아서 형성된다(반응식 (2)-(4)). 이 때, 이산화탄소가 녹으면서 탄산(carbonic acid)이 형성되고, 탄산은 중탄산염(bicarbonate), 탄산염(carbonate)과 수소이온을 발생시킨다. 따라서 결과적으로 pH가 감소하게 된다. HwBKP의 경우는 용존 칼슘이 적어 pH의 감소가 적었던 것이다.



## 4. 결론

본 연구에서는 도공과지의 라텍스 접착제로 인해 발생하는 백색 점착성 이물질의 퇴적 가능성(white pitch deposition potential)을 정량적으로 평가할 수 있는 측정 방법을 고안하였다. 라텍스 접착제로부터 유래되는 백색 점착성 이물질(white pitch)은 소수성을 띤다. 이 특성을 이용해 소수성인 필름에 공기 기포를 부착시키고, 그 위에 백색 점착성 이물질을 흡착시켜서 퇴적 면적(pitch deposit area)을 측정하는 방법을 고안했다. 이 방법을 이용해 공정 지료에 백색 점착성 이물질로 퇴적될 가능성이 있는 이물질이 어느 정도 포함되어 있는지 평가 가능하다고 판단된다.

칼슘경도와 지료의 pH, 두 인자 모두 백색 점착성 이물질의 퇴적 면적에 영향을 미침을 확인하였다. pH

가 감소하고 칼슘경도가 증가할수록 백색 점착성 이물질 퇴적 면적을 증가하였다. 지료의 pH가 알칼리 영역이 되면 라텍스 접착 필름이 팽윤하여 카르복실기 등 친수성기의 노출이 증가됨에 따라 라텍스 표면이 상대적으로 친수성으로 되면서 소수성 흡착판에의 부착이 감소하고, 중성 또는 산성 영역으로 이동할수록 라텍스가 팽윤하지 않아 카르복실기 등의 친수성기가 접착 필름 내 매몰되어 표면에 상대적으로 소수성기가 많이 노출됨에 따라 백색 점착성 이물질의 퇴적 면적이 증가하는 결과를 가져온 것으로 판단된다. 칼슘경도의 변화는 pH의 변화를 동반하고 결과적으로 라텍스 점착층 표면의 소수성에 영향을 미치고, 결과적으로 백색 점착성 이물질의 퇴적 면적에 영향을 미치는 것으로 추정된다.

본 연구의 결과, 백색 점착성 이물질 퇴적 가능성을 감소시키기 위해서는 공정의 pH를 높이고, 칼슘경도를 적정수준으로 낮추어 운전하는 것이 중요하다고 판단된다. 또한 지료 내에 존재하는 백색 점착성 이물질의 퇴적 가능성을 정량적으로 평가하기 위해서는 시험하는 지료의 pH와 칼슘경도를 일정하게 조절하고 시험하여야 할 것이다.

## 사사

본 연구는 지식경제부에서 시행한 청정생산기술 개발보급사업의 일환으로 수행되었습니다.

## 인용문헌

1. Vahasalo, L. J., and Holmbom, B. R., White pitch deposition and styrene-butadiene-rubber binder content in paper mill process waters, *Appita Journal* 59(4): 280-284 (2006).
2. Latimer, J. J., Predicting "White Pitch" problems - A new test method, *Tappi J.*, 62(5): 29-31 (1979).
3. Rebarber, E. S., How to avoid white pitch and its many pitfalls, *Tappi J.*, 78(5): 254-252 (1995).
4. Allen, L. H., and Fillion, D., A laboratory white pitch deposition test for screening additives, *Tappi J.*, 79(2): 226-231 (1996).

5. Vahasalo, L., and Holmbom, B., Influence of latex properties on the formation of white pitch, *Tappi J.*, 4 : 27-32 (2005).
6. Biermann, C. J., The use of proton NMR for pitch analysis - a case study, *Tappi J.* 71(8) : 135-136 (1988).
7. Sweeney, K. M., FTIR microscopy of pulp and paper sample, *Tappi J.*, 72(2): 171-174 (1989).
8. Zheng, H., Uhing, M. C., and Cosper, D. R., A New Method of Analyzing Pitch Deposits in Pulp and Paper Processes, *Journal of Pulp and Paper Science*, 28(6) : 204-210 (2002).
9. Biermann, C. J., and Lee, M.-K., Analytical techniques for analyzing white pitch deposits, *Tappi J.*, 73: 127-131 (1990).
10. Gustafsson, C., Tammela, V., and Kahila, S., On pitch troubles caused by sulphite pulp, *Paperi Ja Puu* 34(4a): 121 (1952).
11. TAPPI UM-223, TAPPI routine control method RC 324, TAPPI PRESS, Atlanta.
12. Lee, D. I., Latex, In *Papermaking Science and Technology*, Lehtinen E. (ed.) Book 11, Fapet Oy, Helsinki, p. 197 (2000).
13. Lohnuller, G., Lucchini, P., and Reimers, O., Impact of binder properties and process parameters on the formation of white pitch, 2001 PTS-Symposium Proceedings, PTS, Munich, Germany, pp. 10/1-10/19.
14. Lucchini, P. and Haettich, T., A combined approach for the optimization of paper surface properties by minimization of white pitch deposits, 2002 PTS-Symposium Proceedings, PTS, Munich, Germany, pp. 18/1-18/10.