

Forming Part 지료거동 분석에 의한 지합개선 사례

조신환¹⁾, 서동준¹⁾, 임정우²⁾, 박상현¹⁾, 손창만¹⁾

¹⁾ 한솔기술원 ²⁾ 한솔파텍

Abstract

지합에 영향을 미치는 초지공정의 인자로는 펄프섬유의 특성 및 이의 처리조건, Wet-End Chemistry 그리고 Forming부에서의 탈수 Element의 조건 등을 들 수 있다. 본 보고는 지합 개선을 위하여 Forming부의 탈수에 의한 지료 교란에 초점을 맞추어 초지기 Wire Part의 지료의 움직임과 현 상황을 측정·분석하여 문제점 및 개선점을 도출한 후, 현 초지 조건에 가장 적합하도록 Wire상의 탈수소자를 조정하였다. 그 결과 Forming부에서의 Turbulence를 지속적으로 발생시키도록 탈수곡선을 재조정함으로써 조정 전 대비 괄목할 만한 지합 향상 효과를 얻어 이를 보고하고자 한다.

I. 서 론

지합은 종이의 외관, 강도적 성질 및 광학적 성질 등 모든 종이의 기본 물성에 영향을 미치는 기본 특성으로 전 지종에서 양호한 지합을 요구한다. 제지공정에서는 원료펄프의 선택 및 처리, Wet-End Chemistry 최적화 그리고 Wire Part에서의 제반조건 최적화 등의 방법으로 지합 향상을 도모하고 있다. 그러나 국내의 경우 원료펄프 선택의 폭이 좁고 또한 초지기의 고속화 등에 따라 Wet-End Chemistry의 중요성이 상대적으로 줄어들고 있다.

Fourdrinier 초지기의 첫번째 탈수소자는 Forming Board이다. 이는 지료가 Wire 상에 착지하는 곳이기도 하며 이와 함께 최초의 탈수가 발생하게 된다. 따라서 최적의 지합을 유지하기 위해서 Forming Board의 위치는 Jet angle과 더불어 최적화되어야 한다.[1] Table Roll도 탈수에 영향을 주는 요소로서 이는 Wire 하부에 설치된 Roll에 의하여 진공이 형성되어 이에 의한 탈수가 진행되는 것이다. 따라서 이는 초지기 속도와 Table Roll의 속도에 영향을 받게 되는데 장망식 초지기에서는 800 m/min 이상의 속도에서 계산상으로 절대 진공에 달하여 그 이상의 속도에서는 Table Roll에 의한 탈수향상은 기대하기 어렵게 된다.[2]

이를 개선하기 위한 것이 Hydrofoil로서 이는 Foil 선단에서는 압력이 상승하고 후단에서는 진공이 걸리는 동작이 지필이 진행하면서 연속적으로 발생하는 일종의 Pulse를 갖게 된다. 진공도는 Table Roll에 비하여 떨어지나 진공대의 길이가 크고 여러 개의 Foil을 배열할 수 있어 보다 높은 탈수효율을 나타내게 된다. Foil에서 탈수에 영향을 주는 인자로는 Foil blade의 각도와 길이 등으로, 이는 각각의 초지기와 지종에 따라 최적점이 있어 경험적으로 조절하게 된다. 또 하나의 중요한 인자로서 각각의 Foil 또는 Foil group의 배열이다. 즉, 앞서 언급한 바와 같이 Pulse는 단순히 탈수만을 위한 것이 아니고 지층에

Micro Turbulence를 형성하여 지료가 교란되는 현상을 수반하게 되는데 이러한 지료의 교란이 섬유 뭉침 현상을 방지할 수 있어 지합이 양호한 조건으로 유지되도록 도움을 주게 된다. 따라서 Foil의 배열은 이러한 Pulse가 지속적으로 유지될 수 있도록 적당한 간격을 유지해야 된다. 즉, 앞단 Foil에서 형성된 Pulse를 지속적으로 후단에서 유지하기 위하여 이 Pulse의 주기(Frequency) 등을 고려하여 각각의 Foil 배열을 하여야 한다. 만일에 Pulse가 상쇄되도록 Foil 배열을 하였다면 좋은 지합은 기대하기 어렵게 된다[3].

다른 방법으로는 Roll에 흠이 파여진 Sheratone Roll을 사용하여 지필에 Turbulence를 발생시켜 지합을 양호하게 유도하는 방법도 있으며 이는 Foil에서와 같이 Roll에 있는 흠에 의하여 Pulse가 발생하는 원리를 이용한 것이고 이것 역시 흠 길이가 Pulse를 상쇄하지 않도록 고안되어야 한다. 또한 Dandy Roll도 지층 상부의 섬유뭉침을 풀어주는 효과가 있기 때문에 지합을 향상시킨다[4].

한편 다른 탈수방법으로 Lovac이 있다. 이는 물이 떨어지는 수두에 의해 약한 진공압을 발생시켜 탈수하는 것으로 발생된 진공에 지합이 악화될 수 있고 또한 백수의 농도가 높게 나타나게 되어 주로 지필의 농도가 비교적 높은 Wire의 후단부에 위치 하는 경우가 많다. 주로 4-5개 정도의 Lovac이 설치되는데 각각의 진공도는 앞단에서 낮게 후단에서 높게 점차 증가하게 조절되어진다[1-3].

이상의 탈수요소가 최적으로 운전되어야만 초지기상에서 최적의 지필을 형성할 수 있으며 지료조성 단계에서 여수도 조절과 Wet-End Chemistry 최적화에 의한 지합향상의 한계를 보완할 수 있다.

II. 실험방법

1. 초지기

지합개선의 대상으로 선택한 초지기는 한솔파텍주식회사 천안공장의 2호 초지기이다. 초지기에 관한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

2. 탈수상태의 관찰 및 측정

Wire상에서 지료의 탈수상태는 일차적으로 육안으로 관찰하였다. 각 탈수소자에서 탈수되는 상태와 Stroboscope Light에 의하여 Wire상의 지필의 움직임 관찰하였다. 또한 Wire상의 각 탈수소자에서의 정확한 탈수량 및 습지필의 농도측정을 위하여 NDC gauge(NucleonicDevelopment Company)를 사용하였다. NDC gauge는 지필 농도의 비파괴 측정방법으로서 γ -ray를 사용한다. γ -ray가 측정물체와 충돌하여 에너지를 소실한 형태로 산란·반사되면 이들은 Detector와 충돌하여 가시광선을 발산하게 되며 이 가시광선이 Photomultiplier Tube (PMT) 로 들어가서 전기신호로 전환되어 증폭되게 된다. PMT로부터 나오는 신호는 최종적으로 단위면적당 무게로 환산·출력되어 결과적으로 지필을 파괴하지 않은 상태에서 지필의 농도를 측정할 수 있다.

III. 결과 및 고찰

1. 현상 파악

1차적인 접근은 현상파악에서부터 시작한다. 가장 중요한 것은 초지기의 구조이며 여기서 각각의 탈수요소의 종류와 배열 등을 측정하였다. 각각의 Foil 길이와 간격들을 측정하여 이를 기초로 초지기 속도와 Frequency를 계산하고 이와 함께 Wire상의 지료 거동을 관찰하여 지료의 교란 상태를 관찰하였다. 현상 파악 결과, 각 Foil group의 간격은 지료를 교란시켜 주는 Pulse를 상쇄할 가능성이 있어, Head box에서 분출된 Wire상 지필내의 Micro Turbulence가 지속적으로 유지되지 않고 발생·소멸이 반복되는 비정상적인 상태로 운전되고 있었다. 이에 NDC gauge를 이용하여 탈수 Profile 을 정밀 측정하였다.

2. 탈수곡선 측정

NDC 측정결과는 Wire 중앙부의 Single foil에서 탈수가 거의 되지 않고 있음이 발견되었으며, Lovac의 진공도 측면에서도 이론적으로 점차 증가되어야 하나 증가 감소가 나타나는 비 정상상태로 운전되고 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 Lovac의 진공도를 점차 증가하는 형태로 전환하였고 탈수와 Turbulence에 부적절하게 운영되던 Single foil 및 각 Foil group의 간격을 Pulse가 지속적으로 유지되도록 선단의 간격을 조절하였다. 그 결과 그림 1과 같이 Forming Part의 농도와 탈수량이 보다 이상적인 곡선으로 변화되었으며, 또한 β -ray에 의한 지합 변이계수인 COV(Coefficient of Variance)도 크게 낮게 나타나 팔목 할 만한 지합향상을 가져왔다. β -ray 지합측정기에 의한 결과를 표1에 나타내었다. 또한 그림 2에서와 같이 육안으로도 섬유 뭉침이 많이 풀어진 것을 알 수 있어 기대했던 지합 개선이 이루어진 것으로 확인되었다.

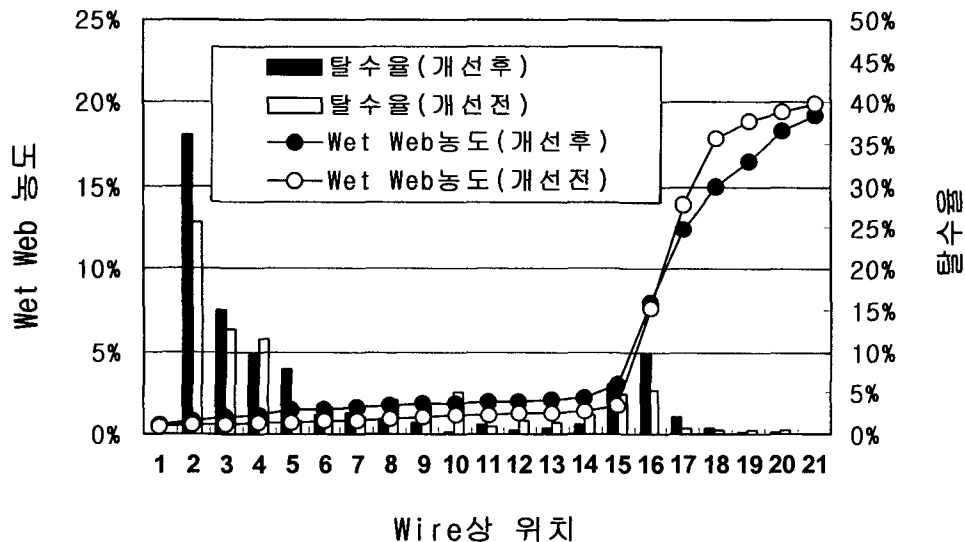


그림1. Foil 배치변경 전·후 Forming Part에서의 습지필 농도 및 탈수량.

표 1. 개선전후의 지합변화

| | Grade A(저평량지종) | | Grade B(중평량지종) | |
|-----------------|----------------|------|----------------|------|
| | 개선 전 | 개선 후 | 개선 전 | 개선 후 |
| 지합변이계수 (COV, %) | 7.35 | 6.37 | 6.35 | 4.88 |

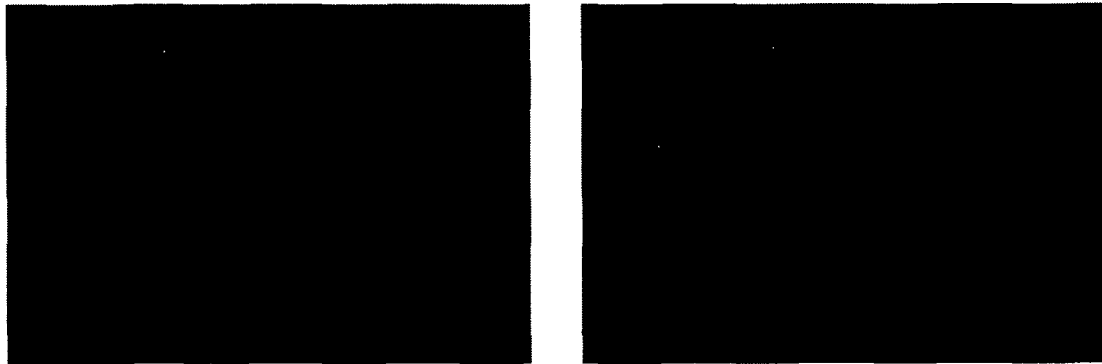


그림2. 개선 전· 후 투과광에 의한 지합형태 사진.

한편 β -ray 지합 측정기로 그림 2에 사용한 시료를 1mm 간격으로 70×70mm의 면적에서의 질량변이를 측정 한 후, 임의로 추출한 1줄만의 결과를 그림 3에 나타내었다. 개선 전 변동폭이 크게 나타나고 있었던 것에 비하여 개선에 의하여 균일한 상태로 변동하고 있음을 확인하였다.

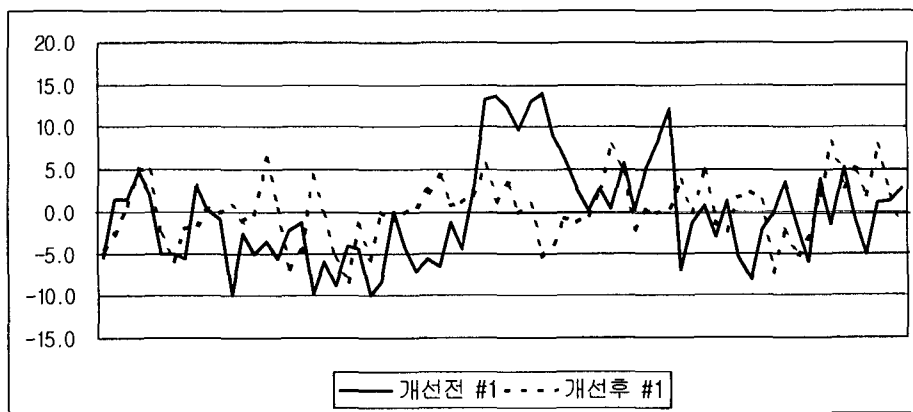


그림3. 개선 전후 평량변화 추이

그림3에 대한 표준편차를 표2에 나타내었다.

표2. 개선 전후 질량변동의 결과

| | 개선 전 | 개선 후 |
|------------------------------------|------|------|
| 평량 변동의 표준편차 (g/m ²) | 6.15 | 3.68 |

IV. 결 론

이상과 같이 wire 상의 지료 거동을 분석 관찰하고 이를 이상적으로 개선하여 지합향상 효과를 얻었으며 개선 활동으로 얻은 결론은 다음과 같다.

- Wire 상에서의 지료의 Turbulence는 각 탈수요소에서 지속적으로 유지될수 있도록 탈수 Profile은 이상적으로 유지되어야 한다.
- 지합에 대한 Wet-end Chemistry의 한계를 Wire Part 최적화로서 극복할 수 있다.
- 향후 Foil Nip길이, 각도 등에 대한 보다 상세한 조정이 요구된다.

V. Reference

1. Smook,G.J., Handbook for Pulp and Paper Technology 2nd Edition, Angus Wilde Publications(1992)
2. Manson,D.W., Pulp and Paper Manufacture Vol 7,TAPPI Press(1991)
3. Biermann,C.J., Handbook of Pulping and Papermaking 2nd Edition, Academic Press(1996)
4. Kallmes,O. and Thorp,B.A., Tappi 66(12):54(1983)