



Head box 로부터 Couch까지

Head box from Couch

자료제공 / 코린스계기

감마 센서와 스캐너를 사용하여 forming fabric(wire) 위에 있는 stock(제지원료)의 consistency(Cs,)에 대해 기계 방향(MD, Machine Direction) 및 폭방향(CD, Cross direction)의 프로파일을 볼 수 있다.

Wet상태의 공정에서 이를 볼 수 있으므로 제지업체에서는 기계의 가동율을 올리고 종이/보드의 품질을 올릴 수 있는 좋은 방법을 제시해준다. 핀란드에서 시작한 consistency 스캐닝용 센서 방법은 이제 유럽의 대규모/고속제지업체에는 이미 보편화 되어있다.

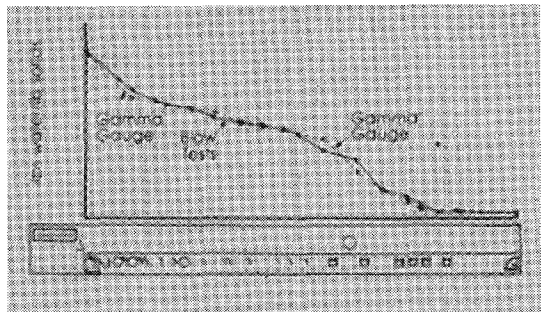
미국에서는 Skowhegan, Maine 지역의 Warren Corporation에 최초로 설치되었다. 여기서는 배수(drainage) 분석을 위한 blow test 방법을 대체시킨 휴대형 감마 센서, wire아래서 움직이면서 실제로 체크해 주는 스캐너형 센서들에 대해 명기한다.

가 NDC사를 찾아와 wire위에서 제지원료의 기본 무게(셀룰로스,수분,기타)를 NDC사의 감마 센서로 측정하여 이른바 배수 프로파일(drainage profile)을 측정할 수 있는지 의뢰했다. 현재까지는 상기 배수 프로파일은 느리고, 성가시고 파괴적인 <Blow Test>방법만이 가능하였다. 1984년 NDC사는 최초의 실질적인 배수 프로파일 장치를 제작하였는데 0-45.00kg/m²(0-9,000 lbs/1000ft²) 사이의 무게 범위 내에서 head box부터 couch까지의 제지 원료의 기초 무게(basis weight)를 측정할 수 있었다.

[그림1]은 전형적인 배수 프로파일을 보여준다.

몇 년내에 이러한 이동식 배수 프로파일방법

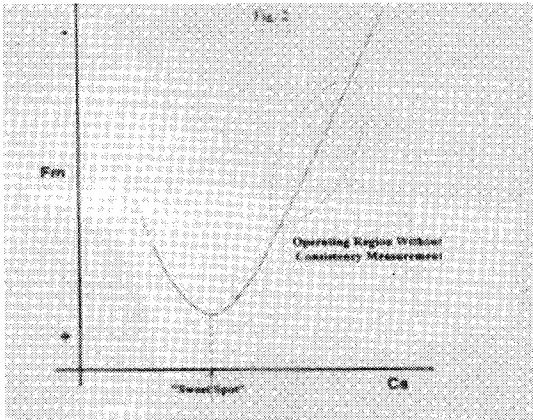
(그림 1) Typical Drainage Profile



1. 초기

1983년 Louis La Marche씨와 Roy Jones씨

(그림 2) Fm vs. Cs



은(제지업체에서 이른바 감마 게이지로 불리기 시작) Blow test방법을 대체해 나갔다. 1990년 이러한 방법은 TAPPI 기술 자료 시트의 주제가 되었다(TIP 0502-12 질량측정에 의한 배수 평가방법 / Drainage Evaluation by mass measurement). 이러한 TIP은 기본 측정방법 배수 프로파일을 발전시키기 위해 필요한 계산법을 기술하고 있다.

감마 센서 배수프로파일 장비는 오늘날 세계

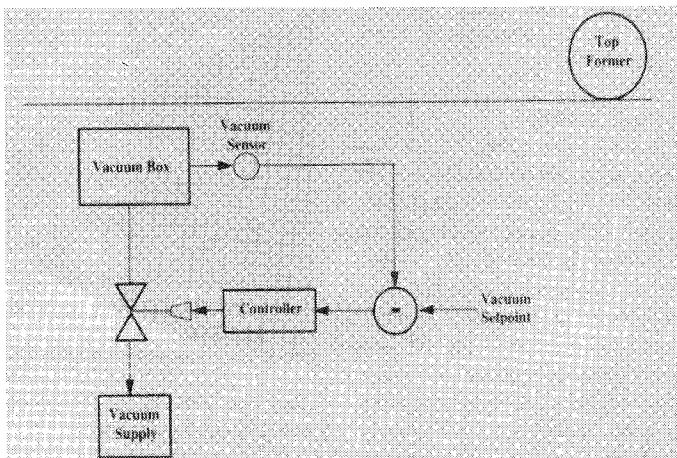
적으로 수백대의 제지공정과 clothing공급업체에서 사용되고 있다. 작업기계의 배수 모니터링 뿐만 아니라 fabric 디자인에도 도움을 주고, 유지보수에 관해서도, flat box 작업의 최적화, 성형화를 향상시키기 위한 연구에도 도움을 주고 있다.

2. Wire위에서의 consistency측정

1988년 하반기 James River씨와 Beloit Walmsley씨는 Bel Bond Top Former의 성능을 향상시키기 위한 pilot fourdrinier board machine의 개발에 착수하였다. Top former 앞에서 시트의 무게를 측정하기 위해 (top former에 들어가는 sheet의 consistency를 측정하기 위해) 이동식 감마 센서를 사용하였다.

former로 들어가는 시트의 consistency가 아주 좁은 범위 내에서 최적의 값을 유지하면, 최종제품의 formation이 현격히 좋아지는 것을 발견했다.

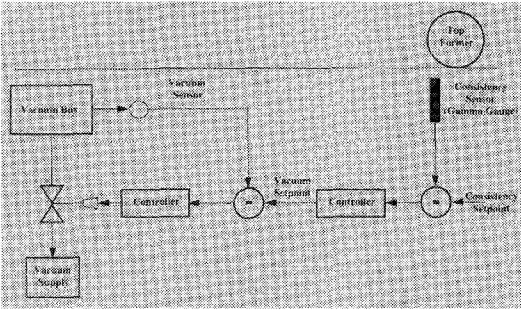
(그림 3) Vacuum Control



Dr. Ari Kiviranta는 top former 전의 consistency와 formation의 관계를 감마센서, formation 센서, MB former의 테스트에 의해 밝혀냈다. (그림2)는 그 관계를 보여준다. 그는 기계 작업자는 커브의 안전한 쪽(consistency가 높은 쪽에서)에서 일하려 하나, consistency센서의 도움으로 최적의 formation 상태(sweet point)에서 작업이 가능하다고 언급했다.



(그림 4) Consistency control



3. Wire 위의 consistency 콘트롤

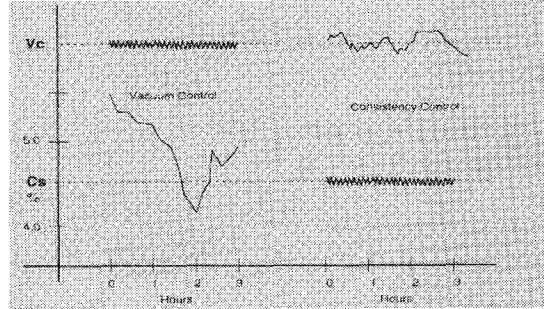
1990년 Albany Engineering System사 (AES)와 함께 New York, Glen Falls 에 소재 한 Finch, Pruyn사에서 고급 복사지/인쇄용지 기계에 시도되었는데, Fourdrinier는 Dandy roll, 하부(low) 바쿰 콘트롤을 가지고 있다. 원래의 바쿰시스템과 콘트롤러의 기능은 작업자가 선정한 set point(SP)에 맞게 하부바쿰에서 일정한 바쿰(Vc)을 유지하는데 있다.

시도의 목적은 맨디롤 앞에서의 바쿰콘트롤과 맨디롤 앞에서의 consistency콘트롤을 비교하는데 있다. 중요한 차이를 보자. 바쿰콘트롤은 하부 바쿰에서 바쿰양을 일정하게 유지하는 것이나, consistency control은 consistency를 일정하게 하기위해 하부 바쿰에서 바쿰양을 다양하게 하는 것이다.

(그림3)은 바쿰콘트롤, (그림4)는 consistency control을 보여준다. (그림 5)는 그 결과를 보여준다.

바쿰콘트롤 하에서는 3시간동안 Cs(consistency)가 최소 4.25%-최대 5.6% 까지 움직

(그림 5) 결과



였으나, consistency control하에서는 consistency가 +0.05%(혹은 0.1% range)에 유지되어 바쿰콘트롤 때보다도 10배 이상 좋은 효과가 나온다.

설명은 아래와 같다. top former앞에서만 바쿰 콘트롤을 고려해보자. 제지기계가 on spec paper를 생산한다면, 바쿰은 설정된 점(set point)에서 일정하고 배수와 consistency는 주어진 값에 있다.

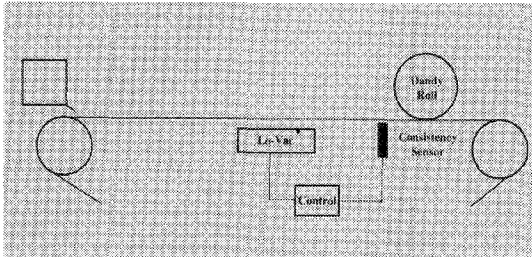
제지원료(stock)의 조각품(broke)의 양이 바뀐다면 그 결과 배수가 증가된다.

배수가 증가되면(바쿰박스에 물이 흘러들어감) 잠시 바쿰이 떨어진다. 그러면 바쿰 콘트롤러는 설정된 바쿰 포인트를 유지하기위해 바쿰량을 증가시킨다.

바쿰이 증가되면 배수량도 늘어난다. 배수가 늘어나면 consistency가 증가하고 top former로 가는 consistency가 매우 중요하므로 consistency의 새로운 값은 off-spec 제품생산을 야기시킬 수도 있다.

그러나 Consistency control에서는 broke/배수의 변화가 top former로 가는 consistency를 바꾸지 않았을 것이다.

(그림 6) Fourdrinier with Dandy



4. Consistency control 의 인증된 장점

Finch Peuyn사에서 결과 wet end sheet brake가 현격히 줄고(open draw machine), formation이 아주 좋아졌다. 기계 가동자/감독자들은 draw를 손으로 안정화 시키려고 달려갈 필요가 없어졌다. 이미 consistency 측정은 grade를 바꾸기 위한 시간 절약에 중요한 요소가 되었다.

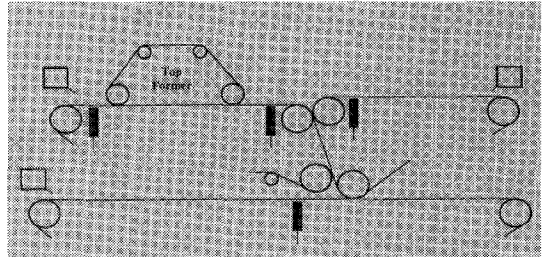
현재 많은 고정식 감마 센서들이 고급지, 인쇄지, 신문용지, liner board, bleached board(백상지), 화폐용지 등을 생산하는 paper/board 기계에 장착되어 성공적으로 가동되고 있다. 약 25% 이상이 closed loop control에 사용된다.

최종 생산품/기계타입/공장에 따라 consistency gauging 과 control은 아래와 같은 장점을 보여준다. formation, ply-bond, internal bond, 기계가동을 등이 좋아지고, sheet brake, two-sidedness, grade change를 위한 시간 등이 절약된다.

5. Configurations(배치)

Watermark fine paper machine의 덴디를

(그림 7) 3-Ply Linerboard



앞에 센서를 1개 달고, 4개나 그 이상의 multi ply board machine의 각각의 면에 설치한다.

6. Scanning under the wire (와이어 아래서 스캐닝)

1992년 중반에 한 핀란드 제지 공장에서는 와이어 위에서의 종이재료(stock)의 consistency를 측정하기 위해 최초의 스캐너를 장착하였다. 이러한 위치 조절용 새로운 모터구동 방식의 스캐너는 진단 장비로 사용된다. 기술자는 wet end 에서 CD 방향 및 MD 방향의 프로파일을 만든다.

이 진단 장비는 매우 유익해서 현재 핀란드에 서만 30대 이상의 기계가 진단용으로 가동되고 있다. 그림8에서 프로파일 참조바람. fine paper machine에서는 couch앞에 스캐너를 장착한다.

이 제지 기계는 아주 많은 sheet break 가 일어났으므로 QC 는 기계의 약한 쪽에 낮은 basis weight를 기록하고, reel에서의 베타센서는 sheet가 flat하다고 알려준다.

wet end scan 결과 와이어의 약한 쪽에 consistency가 약한 것을 알 수 있다. 손으로 수정 시 sheet breakage는 줄어든다. QC에서는



모든게 정상이고 베타센서를 수리해야 한다.

7. Continuous Scanning (연속 스캐닝)

1994년 프랑스의 UPM Stracel사는 보유중인 gap former가 달린 신문용지 기계를 위해 10미터 스캐너와 consistency sensor를 설치하였다. 스캐너는 첫번째와 두번째 couch 사이에 장착된다. 이 기계의 인쇄용지는 고급 신문제작업자에게 배달되어 대부분 다층칼라 인쇄에 사용된다.

생산매니저에 의하면 CD ,MD 프로파일의 결과가 아주 유익하여 프레스에 건조상태 조절, wet streak탐지, 인쇄성 증대, sheet break 감소, 배수 증대, 일반적으로 가동율 증대 등의 장점이 있다. 현재 스캐너는 매시간 앞뒤 끝까지 스캔하며 콘트롤룸에서 스캔 프로파일을 인쇄한다. (그림9)참조.

Stracel사 이후 10개 회사가 상기 장비를 가동하고 있다. 대부분은 SC paper 나 신문용지 제작에 사용됨. 한대는 board(센서가 3ply중 가운데 ply에 장착)에 장착되었고 7대는 gap

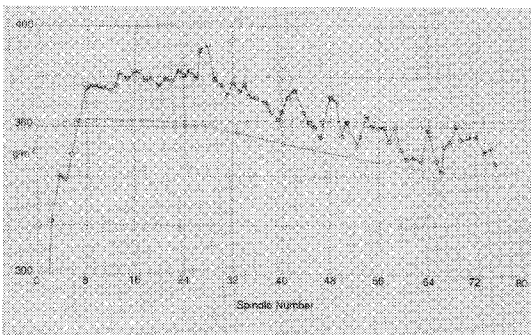
former에 장착된다.

Wire위에서 CD ,MD 방향의 프로파일을 가지게 되면 그 장점은? Sheet의 양쪽 끝에 설치, 높은 edge quality 프레스 섹션으로의 consistency 최대화, wet streak 탐지, 인쇄성 증대, sheet break 조건을 미리 예견, sheet break로부터 빠른 회복, 빠른 grade changes, 가동율 증대, multi ply machines에서의 mid ply control, Machine Direction 진단, FFT analysis: wet end 이진 다른 지역이진 간에 문제가 생기는 곳을 쉽게 위치 파악이 가능하다.

8. 향후 전망

감마consistency 센서는 이동식 배수 프로파일 장치부터, 최신 스캐너 시스템까지 제지업체에 wet end 에서의 상태를 진단하고 개선하게 하는 유일한 센서이다. 현재 제지업체, clothing supplier들이 상기 최신 스캐너 장비를 사용하여 다양하게 사용법을 연구하고 있으며, 미래는 DCS에 의해 supervised되는 여러가지 콘트롤, 프로파일 모양 콘트롤 등일 것이다. ☐

(그림 8) CD Profile by Metco Form



(그림 9) CD Profile-UPM Stracel

