

보류 및 탈수성 분석을 위한 새로운 수초지기

류 정 용 · 지 경 락 · 여 성 국 · 신 종 호 · 송 봉 근
한국화학연구소 · 펄프제지연구센터

서 론

제지 공정의 효율적인 운영을 위해서는 공정변수의 파악이 필수적이다. 특히 종이 성형되는 wet-end부는 종이물성을 결정짓는 단계로서, 이때의 탈수성, 보류도 및 지합 등을 적절히 조절하는 것은 종이의 생산성과 최종 제품의 품질 측면에서 매우 중요하다 하겠다. 기존의 탈수성 측정설비로서 대표적인 예를 든다면 Canadian freeness tester와 DDJ 및 원형 수초지기 등을 들 수 있으며, 보다 전문적으로 최근 고안된 감압식 탈수성 분석기 등을 들 수 있다.

감압이 도입되지 않은 기존의 탈수성 분석 설비는 자연 탈수 방식으로 실제 현장 초지 조건을 모사하기 어려운 단점이 있다. 또한 새로 고안된 DDJ나 동적 조건의 감압식 탈수성 분석기 등의 경우도 보류와 탈수 경향만이 분석될 뿐, 탈수 촉진제 등이 도입된 각 측정조건에서의 실제 종이 물성을 가늠할 수 없다는 문제점이 있다. 즉, 보류향상과 탈수촉진을 목적으로 적용되는 각종 wet-end 첨가제들의 효능을 보다 정확히 분석하고자 한다면, 좀더 현장의 조건에 가까운 분석실험이 선행되어야 함은 물론, 이러한 조건에서의 종이 물성 측정이 병행되어야 한다. 이를 위해서는 보다 높은 초지 농도에서 지료의 교반 조건을 현실화하여 실험실적 초지를 수행하여야 하는데, 기존의 수초지 설비는 초지 시 농도가 0.2g/L 내외로 실제현장의 5~10g/L 조건보다 25배 이상 희석되어 있고 교반 역시 약하게 실시됨에 따라 탈수성 및 보류도를 측정하기에 불가능한 실정이다. 따라서 기존의 실험설비로는 펄프의 기본 물성을 파악할 수는 있어도, 첨가제가 투입된 종이의 물성은 정확히 분석할 수 없는 단점이 있다. 아울러 초지 및 각종 측정이 수동 조작에 의해 이루어지기에 이에 따른 실험오차의 발생 가능성이 있고, 실험소요시간이 길다는 문제점 역시 존재한다. 특히 실제 공정의 공정수가 용수 절감을 위해 폐쇄화되고 있는 실정으로, 각종 첨가제의 효능을 실제 공정수 초지조건하에 분석해야함을 고려한다면, 첨가제의 효능 시험에 기존의 희석식 수초지법을 적용하는 것은 불합리하다.

상기한 문제점의 해결을 위해 본 연구센터가 고안한 새로운 보류 및 탈수성 분석용 수초지기인 RDA-HSF는 기존의 시험설비가 해결하지 못했던 지료 조성 및 초지 조건의 현실화를 구현하도록 고농도의 지료에 첨가제 자동투입, 교반, 탈수 및 백수 채취가 가능하도록 일체형으로 구성되었다. 상기한 RDA_HSF의 주요 특성 및 효능은 다음과 같다.

RDA-HSF의 기본 작동 원리 및 효능

Fig. 1에 나타낸 바와 같이 RDA-HSF는 크게 지료 조성부와 성형부, 백수 채취부 및 감압 도입부의 네 부분으로 구성되어 있다. 교반 속도와 시간이 프로그램되는 교반기는 지료 조성 탱크의 상부에 장착되어 있으며, 그러한 조성 탱크의 아래 성형 탱크가 놓여있다. 지료 조성 탱크에 도입된 지료는 최대 0.3% 농도로 평량 200g/m²까지 조성이 가능하다.

첨가약품은 공압식 실린더에 의한 자동 주입기를 통해 지료 조성 탱크에 투입되는데, 다양한 첨가제의 실험이 용이하도록 주사기 장전식으로 구성된 3대의 주입기가 프로그램된 교반 처리 사이사이에 3종의 첨가품을 순서적으로 투입하도록 설계되었다. 예를 들어 마이크로 파티클 시스템을 적용하는 탈수축진 및 보류 향상 처리의 경우, 지력증강이나 ATC로서 저 분자량의 고분자 전해질 1종을 먼저 투입하고 저속으로 교반시키다가, 고 분자량의 보류향상용 PAM이나 양이온성 전분을 투입하고 고속으로 교반시킨 다음, 음이온성 응집제인 벤토나이트나 실리카 졸을 도입할 수 있도록 프로그램을 구성하였다. 지료 조성 탱크에는 vortex를 방지하도록 3개의 기둥을 설치하였다. 조성이 완료된 지료는 조성탱크의 하부 자동 마개가 열림과 동시에 신속히 성형 탱크로 도입되는데, 이때 낙차에 의해 지료가 다시 한 번 분산되면서 지합을 개선하게 된다.

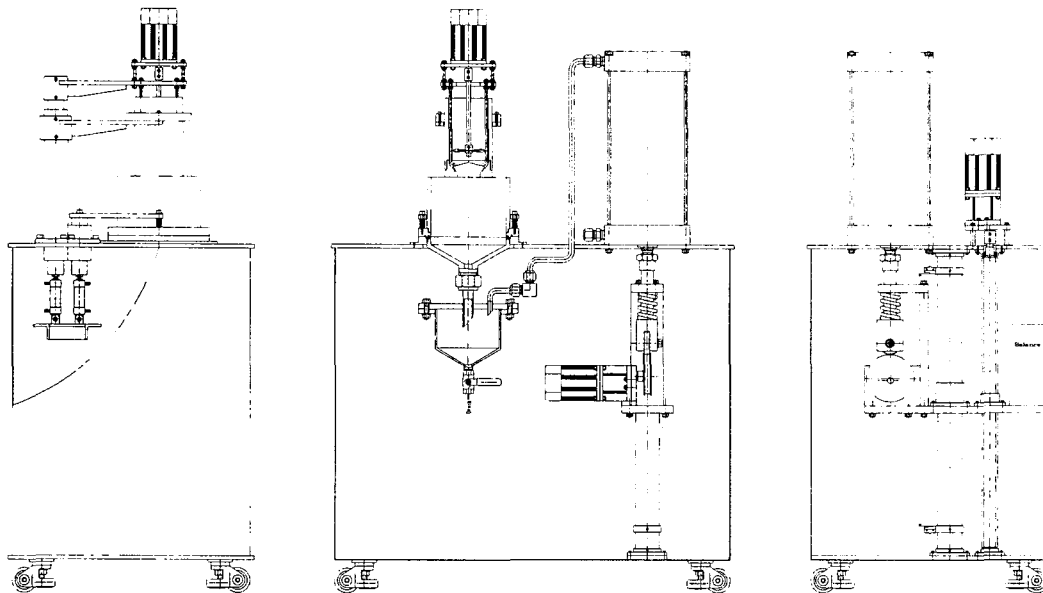


Fig. 1. Schematic drawings for RDA-HSF.

지료의 탈수는 고정 감압 조건과 펄스 감압 조건의 두 가지 방식으로 이루어질 수 있다. 탈수된 습지 펄은 Tappi Standard method에 의거하여 압착된 후 열판 건조되는데, 이때 백수저장 탱크에 채집된 백수의 탁도 및 SS를 측정하여 보류도를 평가하게 되면 보류도를 명확히 알고 있는 시편의 각종 강도 및 지합 등을 함께 분석할 수 있게 된다.

아울러 지료의 탈수성이 1초에 60번 감지하는 감압 detector에 의해 자동으로 Computer로 저장되는 바, 시간에 따른 진공의 해압 정도를 plotting하여 각 탈수촉진제 등의 효능을 즉시 파악할 수 있다. 이러한 과정을 Fig. 2의 사진에 나타내었다.

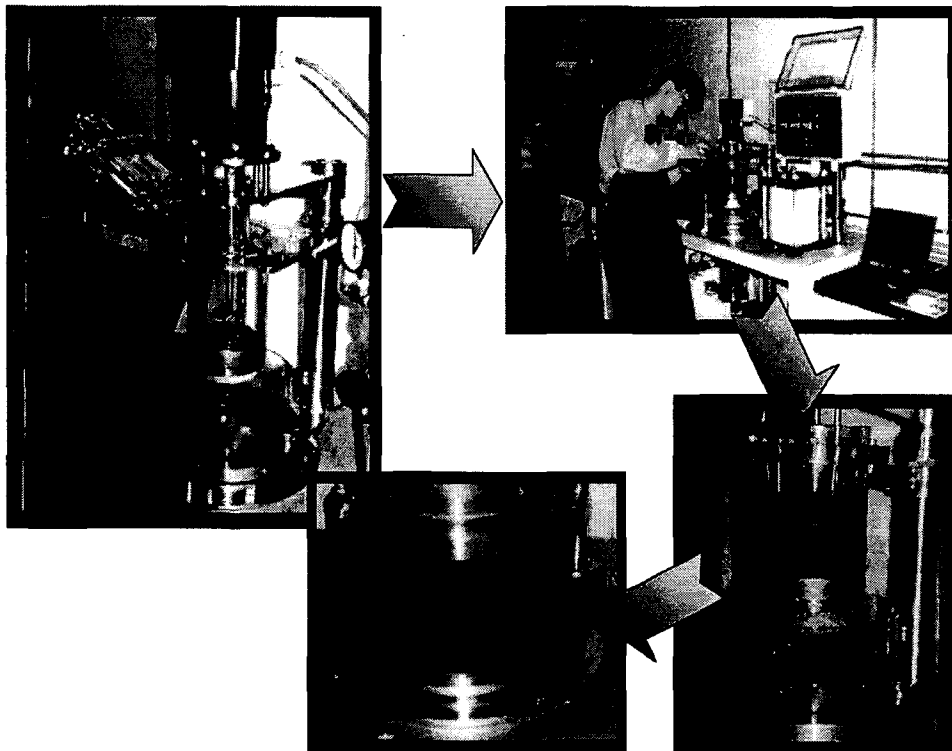


Fig. 2. Automatic handsheet making procedure of RDA-HSF.

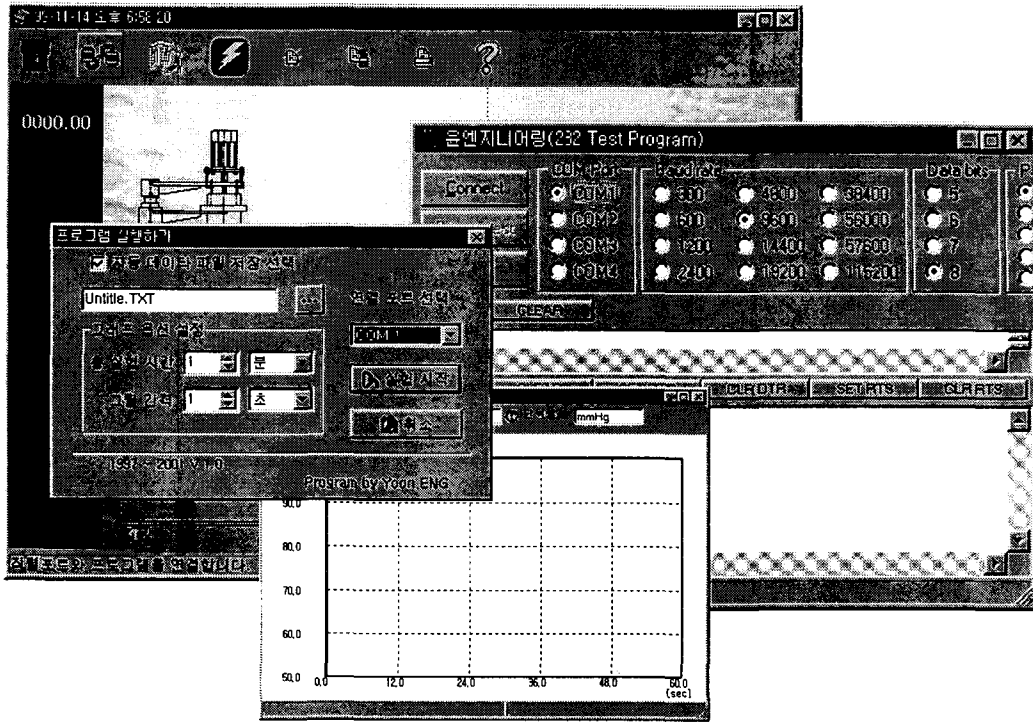


Fig. 3. Images for pull down menu of RDA-HSF.

Fig. 3은 RDA-HSF용 운영 program의 pull down menu를 capture한 화상으로서, 그림에 나타난 바와 같이 RDA-HSF의 자료 조성 및 초지의 전과정은 Computer에 의해 조정되며 탈수 Data 역시 자동 저장된다.

Fig. 4는 평량 $100\text{g}/\text{m}^2$ 의 라이너지를 고정 감압 탈수시켜 초지할 때, 초기 감압 조건을 200mmHg , 후기 감압 조건을 30mmHg 로 설정한 경우의 각각을 $30, 40\text{mmHg}$ 로 설정한 경우의 보류도, 강도 및 탈수특성을 도시한 그래프이다. 감압 조건을 가혹하게 설정함에 따라 보류가 저하되며 백수의 탁도가 증가하고, 압축 및 인장강도가 저하됨을 볼 수 있다. Fig. 5와 6의 탈수 그래프를 보면, 자료 내의 미세분 함량이 증가함에 따른 탈수성 저하와 습지의 투기도 저하를 관찰할 수 있다.

이를 통해 실제 현장의 초지기에서 미세분 함량이 증가함에 따라 탈수가 저해되는 정도를 가늠할 수 있을 뿐만 아니라, 습지의 투기도가 나쁜 만큼 압착부의 Crushing 발생 위험이 증가함을 예측할 수 있다. 특히 미세분 함량이 50% 이상으로 높을 때에 전술한 문제점이 심각하리라고 판단된다.

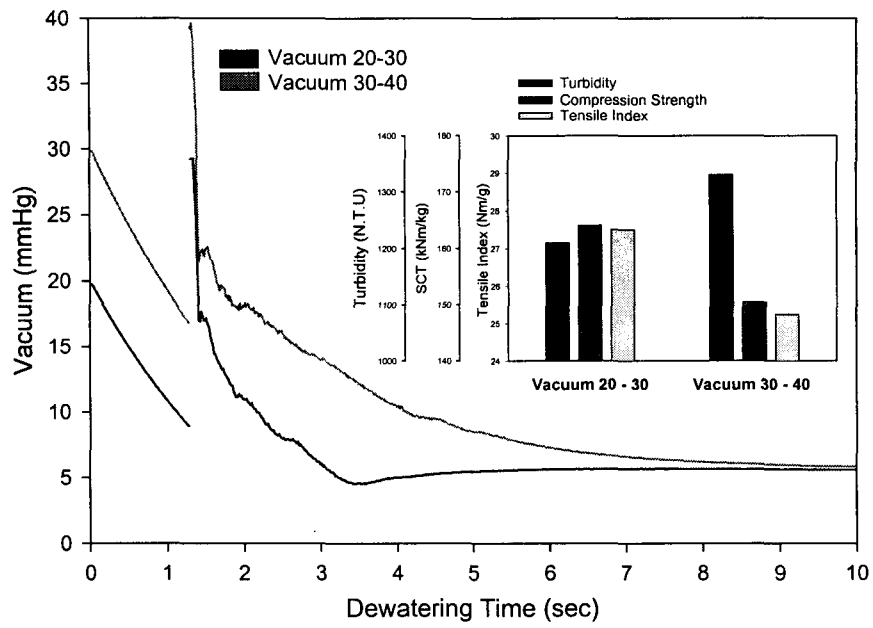


Fig. 4. Analyses of drainage, retention and strength properties by RDA-HSF.

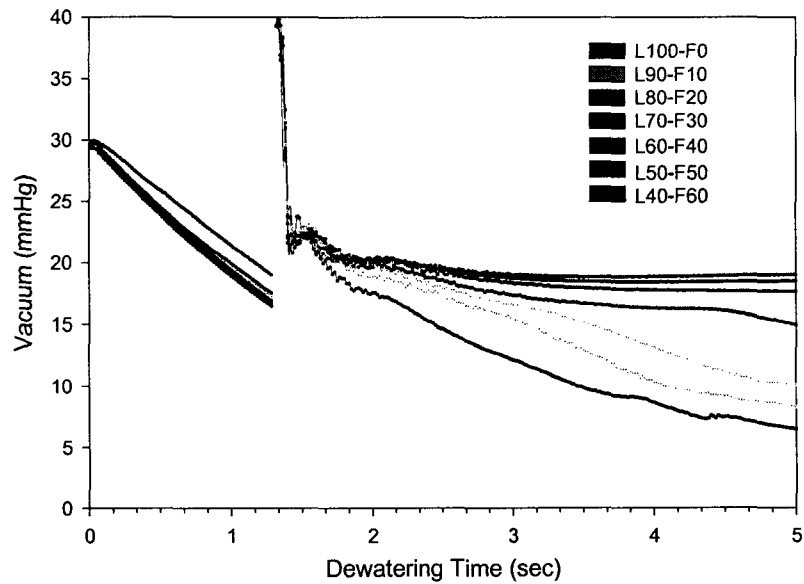


Fig. 5. The effects of fines contents on drainage at RDA-HSF.

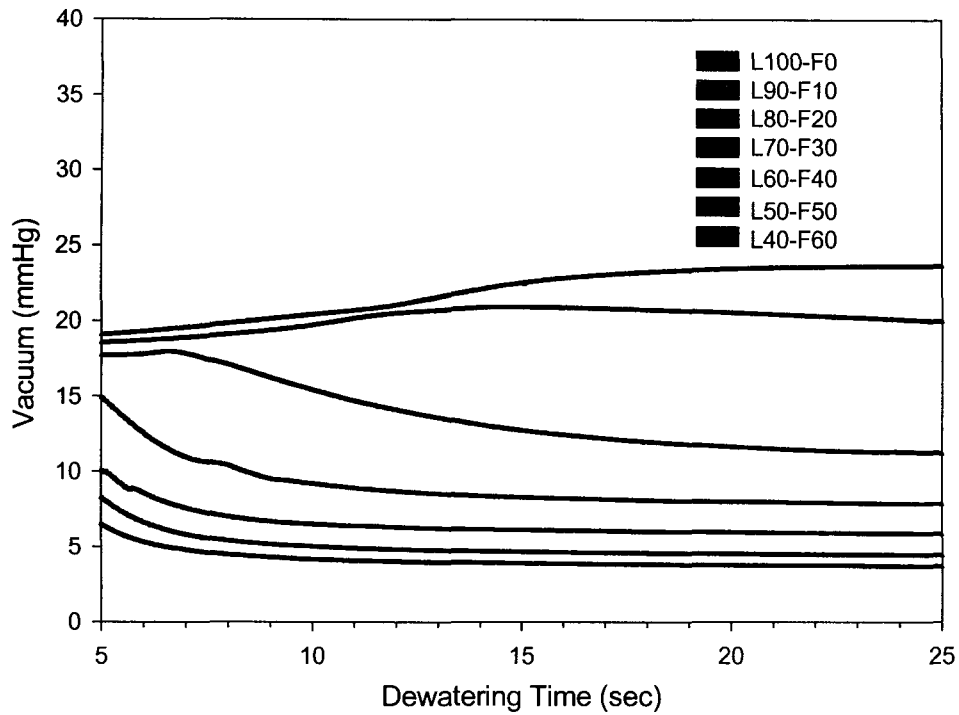


Fig. 6. The effects of fines contents on wet web permeability at RDA-HSF.

결 론

기존의 탈수 및 보류도 측정 설비와 수초지 설비를 종합한 새로운 시험 설비를 고안하고 그 효능을 확인하였다. 보류와 탈수 및 지합을 현실화한 실험 설비를 활용하여 제지공정의 wet-end부를 평가함에 따라 보다 효율적인 공정관리가 가능하리라 기대된다.

참고문헌

1. Kenneth W. Britt, John E. Unbehend and C. Holman, Tappi Journal 55(11);64 (1982)
2. Attwood, B.W., Paper Technology 3(4);336 (1962)
3. Britt, K.W. and Unbehend, J.E. Tappi Journal 53(4); 67 (1982)

감사의 글

본 시험기기의 제작에 도움을 주신 화학연구소 공작실의 구명희 선임기술원과 윤 엔지니어링(주)의 윤원호 사장께 감사드립니다.