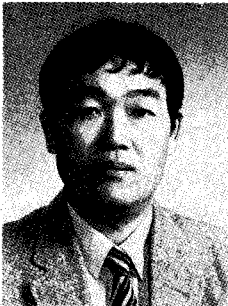


제지공장의 폐수처리에서 발생된

슬러지의 재활용

(두번째)



오준성

〈전남대학교 공과대학 교수〉

3.2 실험결과 및 고찰

3.2.1 Conical형

Vortex finder 부터 apexdischarge nozzle 까지의 길이는 분리 입자의 크기보다는 분리의 정도에 더 큰 영향을 주는 것으로 알려져있다.¹⁾ 입자의 크기를 갖는 입자를 분리시키고자 할때 펄프의 유입 압력 사이클론의 직경 입자와 유체의 밀도 등에서 필요한 길이 내지는 회전수를 계산할 수 있으나 본 실험에 사용될 시료는 물리적 성질이 서로 다른 여러 물질들이 혼합된 상태이므로 적절한 분리 효과를 갖는 사이클론을 실험적으로 구해야 한다.

Vortexdischarge와 apexdischarge 노즐들의 직경과 펄프의 유입 압력의 변화를 시험 변수로 하였다.

먼저 Dv를 D의 40%로($Dv/D=0.40$)했을 때의 실험 결과를 그림 2에 나타냈다. 폐수의 유입 압력을 0.7에서 2.5 기압까지 변화시켰는데 압력이 높아짐에 따라 overflow (=Vortexdischarge nozzle을 통한

목 차

- | | |
|----------------------|-----------------|
| 1. 서 론 | 4. 부상실험 |
| 2. 시료의 특성 | 4-1 원폐수조건에서의 분리 |
| 3. 수력싸이크론의 실험 | 4-2 시약의 영향 |
| 3-1 이론적 배경 | 4-3 pH의 영향 |
| 3-2 실험결과 및 고찰 | 4-4 회전속도의 영향 |
| 3-2-1 Conical형 | 4-5 부상시간의 영향 |
| 3-2-2 Cylindrical형 | 5. 결 론 |
| 3-2-3 Conical short형 | |

배출)의 토출량은 상당한 증가를 가져왔다.

전체적으로 Da/Dv 의 비율에 관계 없이 1.5기압까지 거의 직선적으로 증가하다가 그 이상부터는 증가율이 경미하게 낮아지는데 이는 동력의 손실을 의미한다. Da/Dv 를 0.30, 0.38 그리고 0.45로 고정하였는데 이에 따른 overflow의 토출량은 반비례관계 즉, Da 가 작아짐에 따라 토출량이 증가하는 경향을 보여줬다. Da 의 크기가 overflow 토

출량에 미치는 영향은 압력이 높아짐에 따라 증가함을 알 수가 있는데 apexdischarge 노즐의 막힘현상이 발생 안되는 크기라면 섬유 회수율에는 작은 Da 가 유리한 결과를 가져올 수 있다. 광물질(이하 회분으로 표기)의 제거율은 압력이 높아짐에 따라 미소하게 증가했다고 볼 수 있다.

압력보다는 Da/Dv 비율의 영향이 더 큼을 그림에서 알 수 있는데 이는 Dv 가 커짐에 따른 underflow

(apexdischarge 노즐을 통한 배출)의 토출량 증가에 기인한 것이다. 표 1에 기록된 바와 같이 +0.038mm 입자의 중량비율이 전체 회분량의 9.6%이므로 본 실험의 조건에서는 $Da/Dv=0.3$ 인 경우의 낮은 유입압력을 제외하고는 +0.038mm 입자 전체가 underflow로 배출됐다고 볼 수 있다.

Overflow를 통한 섬유의 회수율은 펄프의 유입압력이 높아짐에 따라 약간 상승하였다. 이러한 결과

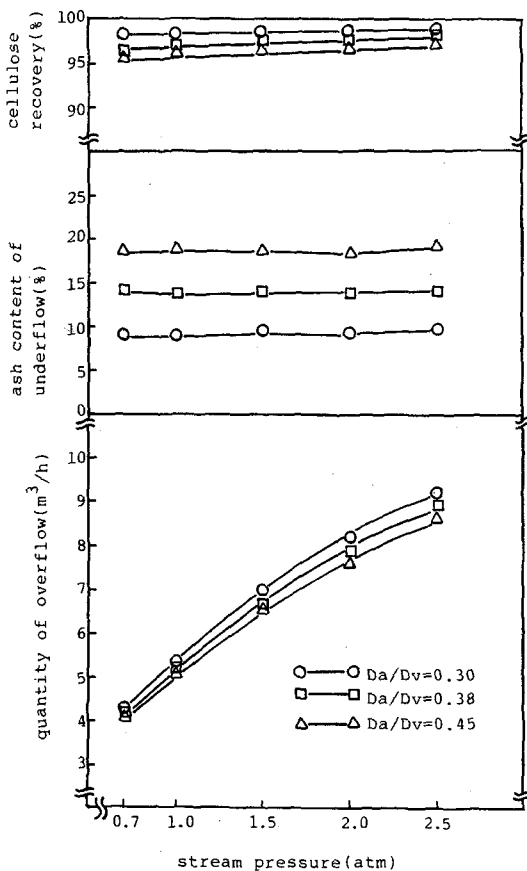


그림 2: Conical long 형태의 사이크론에서의 분리결과 (상: 섬유소회수율, 중: 회분의 제거율, 하: overflow의 토출량)

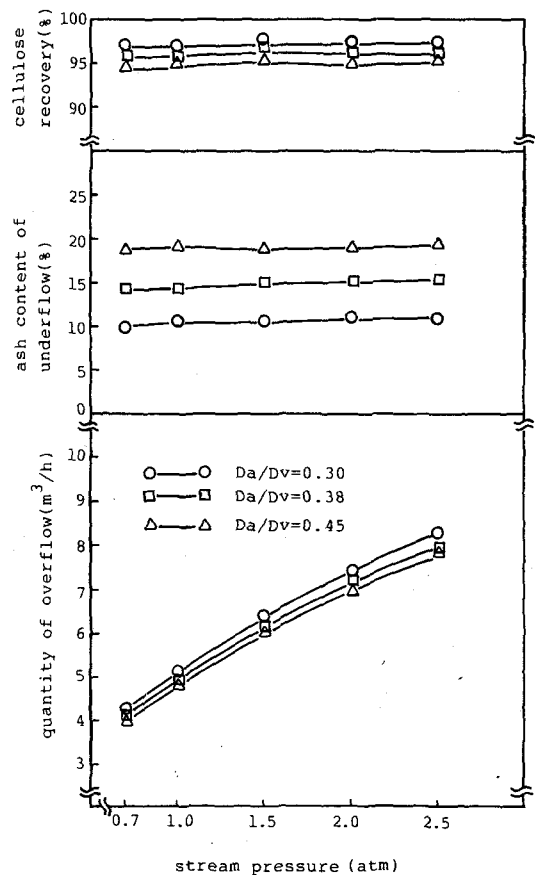


그림 3: Conical long 형태의 사이크론에서의 분리결과 (상: 섬유소회수율, 중: 회분의 제거율, 하: overflow의 토출량)

overflow 토출량이 유입압력이 높아짐에 따라 상대적으로 약간 증가하였기 때문이다. Da의 크기가 섬유회수율에 미치는 영향은 대단히 적다고 볼 수 있다. 가장 큰 차이를 나타낸 경우가 0.7기압의 유입압력인데 $Da/Dv=0.45$ 와 0.30 에서 약 2.2%의 차이이다. 차이는 유입압력이 증가함에 따라 감소하여 1.5 기압에서는 1.0% 정도로 좁혀졌다. 이상의 결과에서 유입압력이 일정할 때 Da의 크기가 overflow를

통한 토출량과 섬유 회수율에 미치는 영향은 적다고 볼 수 있으나 회분의 제거율에는 적지않은 영향을 미치고 있어 제거하고자 하는 회분 입자가 제거될 수 있다면 Da의 직경이 작을수록 유리한 결과를 가져올 수 있다고 본다.²⁾

Dv/D 를 0.33으로 고정하고 다른 실험조건은 앞의 경우와 동일하게 하여 얻은 실험결과를 그림 3에 나타냈다. 그림 2에 비할 때 overflow 토출량이 전체적으로 약간 적어 Dv

가 미치는 영향임을 바로 알 수 있다. 유입압력의 상승에 따른 토출량의 증가경향 그리고 Da의 크기가 토출량에 미치는 영향도 Dv 가 작아짐에 따라 감소한다고 볼 수 있다. Underflow를 통한 회분 제거율은 그림 2에 비해 약간의 증가를 가져왔으나 압력에 따른 영향은 거의 없었음을 결과가 가르쳐 준다.

두 그림의 비교에서 섬유의 회수율은 overflow 토출량과 밀접한 관계가 있다고 보는데 다른 결과를

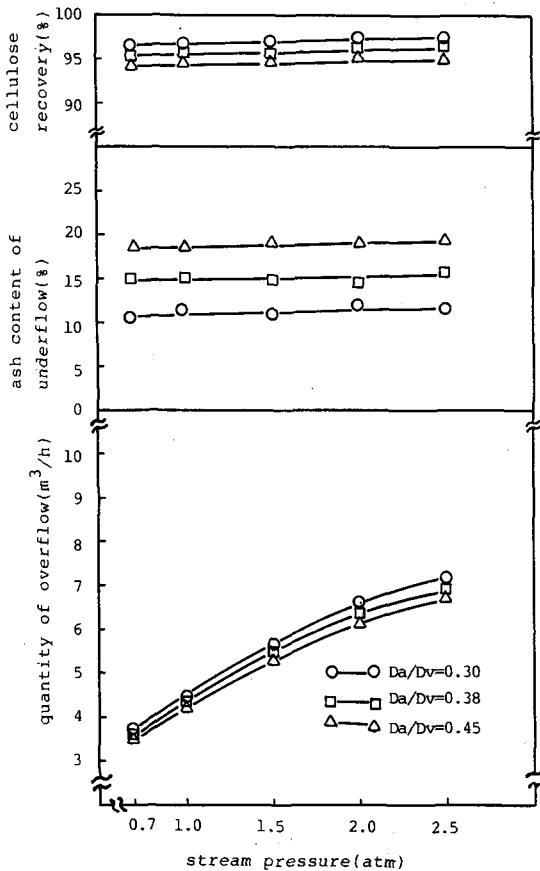


그림 4 : Conical long 형태의 사이크론에서의 분리결과
(상 : 섬유회수율, 중 : 회분의 제거율,
하 : overflow의 토출량)

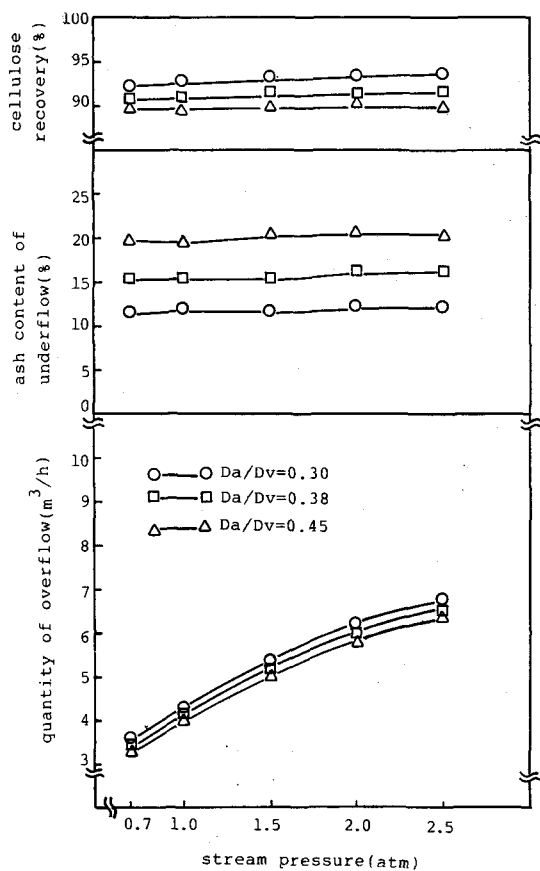


그림 5 : Conical long 형태의 사이크론에서의 분리결과
(상 : 섬유회수율, 중 : 회분의 제거율,
하 : overflow의 토출량)

무시한다면 섬유 회수율은 Da 의 크기가 일정할 때 모든 압력의 조건에서 $Dv/D=0.40$ 의 경우가 더 유리하다.

위의 결과들을 종합하여 볼 때 물보다 가벼운 비중을 갖는 섬유는 본 실험 조건의 경우 수력 사이클론 내에서는 운동 특성을 거의 갖지 않는다고 볼 수 있다.

Dv/D 의 비율은 0.28과 0.23으로 고정하였을 때의 실험 결과를 그림 4와 5에 나타냈다. 이 결과들은 그

림 3의 경향을 더욱 분명히 하여 주었다. Dv/D 의 비율이 작아짐에 따라 overflow의 토출량의 감소와 underflow의 회분량 증가 현상이 거의 비례적으로 나타났다.

섬유의 비중이 가벼운 탓으로 Da 의 크기가 overflow를 통한 섬유의 회수율에 큰 영향을 미칠 수 없었으나 Da 의 영향이 Dv 의 크기가 작아짐에 따라 경미하게 증가하였다고 볼 수 있다.

이상의 결과에서 본 실험에서 사

용된 폐수와 유사한 물질조성을 갖는 폐수로부터 불필요한 회분을 제거하고 섬유의 회수율을 향상시키기 위해서는 $Dv/D=0.40$ 이 가장 유리하다고 본다.

3.2.2 Cylindrical형

이 형태의 사이클론은 물보다 가벼운 물질을 분리하는데 주로 사용되어 왔다. Dv/D 를 0.40으로 고정하고 유입 압력과 Da 의 크기를 변화시키면서 얻은 분리 결과를 그림 6에 소개하였다. overflow의 토출량

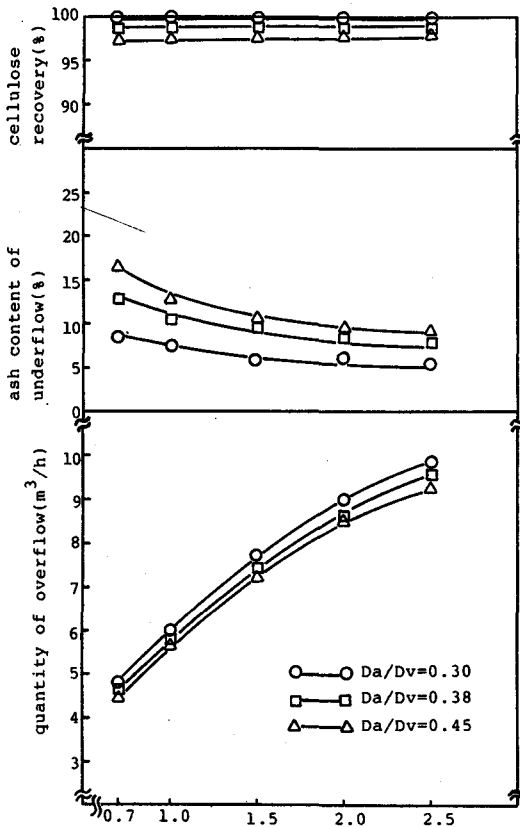


그림 8 : Cylinder long 형태의 사이클론에서의 분리결과
(상 : 섬유회수율, 중 : 회분의 제거율,
하 : overflow의 토출량)

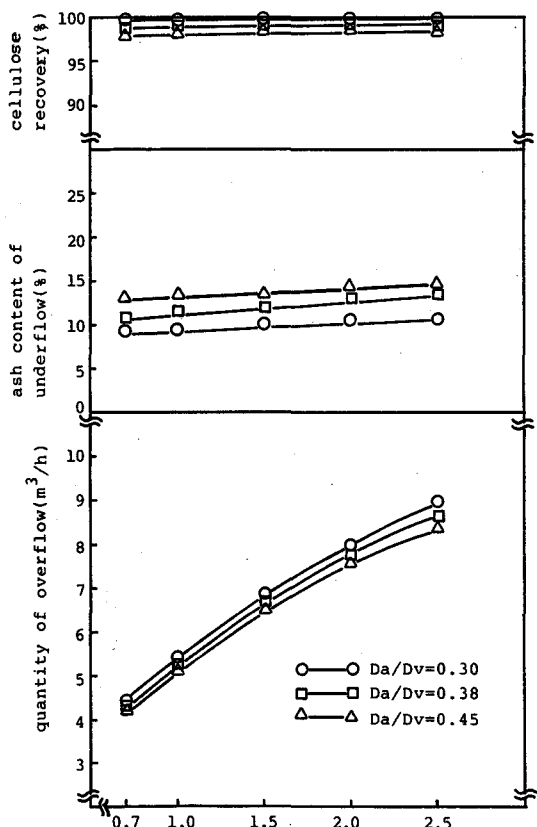


그림 7 : Conical short 형태의 사이클론에서의 분리결과
(상 : 섬유회수율, 중 : 회분의 제거율,
하 : overflow의 토출량)

는 적지않은 증가를 가져왔다. 예로 $Da=0.3$ 인 경우 4.7에서 $9.8\text{m}^3/\text{h}$ 까지 상승하여 그림 1에 비할 때 약 10%정도의 증가이다. 이런 토출량의 증가율은 섬유의 회수율에 직결되는데 0.3인 경우 99% 이상의 회수율을 보여주어 섬유 회수율만을 위해서는 실린더 형태의 사이클론이 큰 장점을 갖고 있음을 알았다. underflow를 통한 회분의 제거율은 다른 경향을 나타내고 있다.

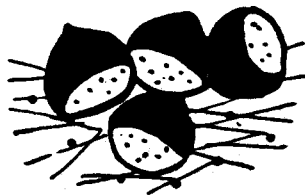
유입 압력이 증가함에 따라 전체적으로 감소하고 있는데 이는 apex-charge nozzle의 바로 윗부분 실린더가 갖는 운동 특성에 의해서³⁾ 상당한 회분량이 상승하는 와류에 흡입되어 overflow로 배출되었기 때문이다. 이 운동 특성에 대한 유입압력의 영향은 Da 의 크기가 증가함에 따라 상승하여서 $Da/Dv=0.15$ 일때 회분량은 16.5에서 8.9%로 감소하였다.

3.2.3 Conical short형

Long type의 사이클론은 회분의 제거 또는 섬유 회수율에 장점을

가지나 short type에 비하여 압력 손실이 약간 높다. 그림 7에 Dv 를 0.40으로 고정된 conical short 사이클론의 실험 결과를 나타냈다. overflow의 토출량은 $Da/Dv=0.30$ 일때 유입 압력의 상승에 따라 4.4에서 $9.0\text{m}^3/\text{h}$ 으로 증가하였으나 다른 형태에 비할때 가장 낮은 값이다. 그러나 overflow를 통한 섬유의 회수율은 전체적으로 99% 이상을 나타냈다. $Da/Dv=0.45$ 의 경우에도 섬유의 회수율은 97% 이상을 가르켜 underflow를 통해 손실되는 섬유의 양이 대단히 적음을 알 수 있으며 동시에 토출량도 함유된 회분량으로부터 대단히 적음을 알 수 있다. Da 크기의 증가에 따른 underflow의 회분함량의 증가율은 conical long의 절반정도에 이르지 못하였다. 그러나 회분함량의 증가에 대한 유입압력 영향이 가장 크게 나타난 구조가 이 형태이다. 이러한 결과는 conical short의 구조가 회분 이외의 이물질 제거에 가장 유리하게 적용될 수 있음을 의미한다.

(다음호에 계속)



Reference

- 1) L. Weyher and L. Lovell: The response of parameter variation in the hydrocyclone processing. Soc of Min Engi. No. 12 pp. 333-340(1966)
- 2) P. H. Fahlstrom: Study of the hydrocyclone as a classifier Min Proces. Cannes VI(1963)
- 3) H. Trawinsky: Zum stand der Hydrozyklontechnologie. Sonderausdruck aus Verfahrenstechnik 12. No. 11, pp.710-716(1978)
- 4) E. Sj
- 5) G. Wittmann: Das Problem der Flotation in der Papierindustrie. Svensk Papperstidning 57. r. 3(1954)
- 6) J. Jacobson: Die Reinigung des Altpapiers von Polyäthylene, Asphalt, Wachs und Tinte. Cel si Hinie 11, pp. 356-361(1964)
- 7) A. Kirham: Alaun bei der Papierherstellung. The Worlds Paper Trade Review 135, pp. 613-619(1951)
- 8) P. Easten and R. Baum: White Water recovery by a flotation method. TAPPI 33, No. 6 pp 301-305(1950)
- 9) H. Schubert: Aufbereitung fester mineralischer Rohstoffe. Bd. 2 VEB Deutscher Verlag, Leipzig pp. 259-293(1979)