

FPD용 공기부상 이송시스템 개발에 관한 연구

이욱진*, 김화일*, 노태정*
 *동명대학교 메카트로닉스공학과
 e-mail: piston50@tu.ac.kr

A Study on Development of Air-floating Conveyor System for FPD

Wook-Jin Lee*, Hwa-il Kim*, Tae-Jung Lho*
 *Dept of Mechatronics Engineering, Tongmyong University

요 약

FPD용 마더글라스의 크기가 급격히 증가함에 따라 새로운 이송방식이 요구되어 유로망 해석을 통해 마더글라스의 무게에 맞는 양력을 발생시킬 수 있는 공기부상 이송시스템을 구성한다. 또한 마더글라스의 처짐량을 계산하여 최적화 된 FPD공기부상 이송시스템을 설계한다.

1. 서론

최근 LCD 마더글라스(mother glass)의 세대가 발전되면서 기존의 카세트(cassette)를 이용한 이송방식의 수납의 어려움, 처짐량의 증가등의 단점이 대두되면서 새로운 이송방식의 요구가 늘어가고 있다. 마더글라스의 크기와 하중이 커져감에 따라 수납방식이 아닌 날장이송방식은 이송뿐만 아니라 가공에도 상당한 효율성을 보이고 있어 차세대 이송시스템으로 각광을 받고 있다.

2. 본론

FPD 공기부상 이송시스템은 크게 공기분사노즐이 있는 플로팅바(floating-bar), 송풍기(blower), 연결파이프, 밸브 등으로 구성된다. 최적화된 시스템을 설계하기 위해 마더글라스의 자중, 처짐량과 등을 고려해 시스템을 구성한다.

2.1 FPD용 공기부상 이송시스템 유로망 해석

공기부상이송장치의 내부 유로 모델링을 위하여 송풍기와 직경 76mm인 연결파이프, 100×100mm²인 플로팅바, 플로팅바와 분지되는 직경 50mm의 파이프 등을 모델링하여 배관망 해석 프로그램인 FLOWM

ASTER2로 이송장치의 내부유로를 구성하고 공기분출노즐의 간격은 40mm, 직경은 1.0mm에서 3.0mm까지 6단계에 걸쳐서 변경시키면서 이송시스템의 운전특성을 계산하였다.

아래의 그림.1은 직경1.0~1.5mm 분출노즐의 직경에 따라 공기부상이송장치의 내부유로에서의 압력강하특성과 사용되는 송풍기의 성능곡선을 나타내고 있다.

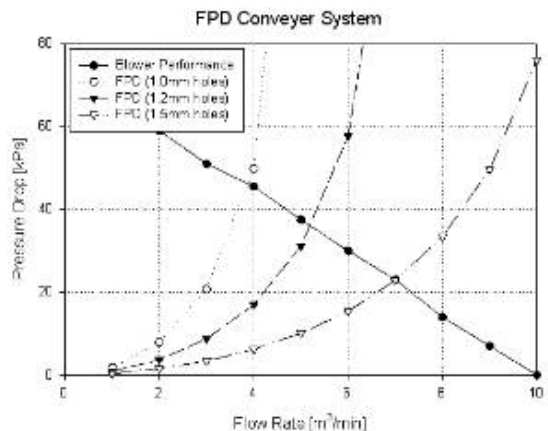


그림 1. 송풍기 성능특성과 공기부상이송장치의 압력강하곡선(직경 1.0, 1.2, 1.5mm)

송풍기의 성능특성은 유량의 증가에 따라 거의 선형적으로 송풍기 출구압력이 감소하고 전체유로에서의 압력손실은 유량증가에 따라 거의 2차함수 형태로 급격히 증가하는 모습을 볼 수 있다. 그리고 직경이 커질수록 압력손실의 기울기가 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

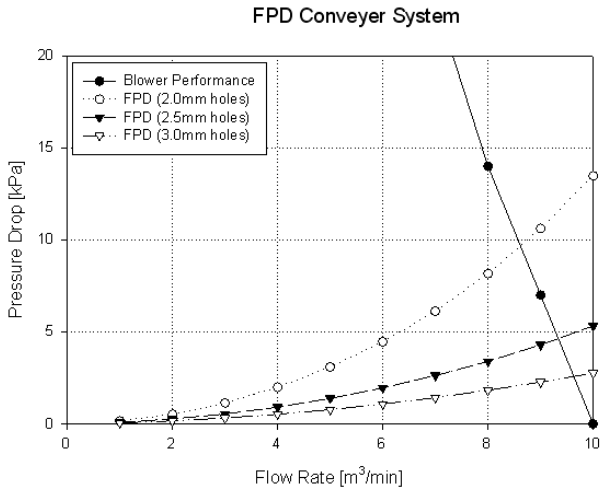


그림 2. 송풍기 성능특성과 공기부상이송장치의 압력강하곡선(직경 2.0, 2.5, 3.0mm)

위의 그림.2에서는 노즐직경이 2.0mm 이상이 되면 기울기가 급격하게 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 여기서 최대유량운전점(송풍기 성능곡선과 압력강하곡선이 만나는 점)의 왼쪽영역은 밸브를 통하여 유량을 조절할 수 있어 모두 운전이 가능한 영역이 된다. 노즐의 직경에 따라 최대유량운전점에 맞게 송풍기의 출력을 맞추고 각각의 분출노즐의 유량분포를 살펴보면 마더글라스와 플로팅바의 간극과 상관없이 가장 바깥쪽 노즐을 제외하고는 거의 일정한 유량을 보이는 것을 알 수 있다.

노즐의 직경이 가장 작은 1.5mm일 때 약 0.0170m³/min 정도로 안정적이면서 가장 높은 토출유량을 나타내었다. 이 값은 무게가 약 90N정도 되는 마더글라스의 무게보다 높은 양력을 낼 수 있고 더 나아가서 송풍기의 출력을 조절해 플로팅바와 마더글라스의 간극을 원하는 값만큼 조절할 수 있다. 아래의 표.1은 최대유량운전점에서 노즐의 직경에 따라 마더글라스에 작용하는 양력을 나타내었다.

표 1. 최대유량운전점에서 마더글라스에 작용하는양력

노즐직경(mm)	송풍기공기유량 (m³/min)	마더글라스에 작용하는 힘(N)
1.0	4	185.4
1.2	5	194.5
1.5	7	248.0
2.0	8	227.0
2.5	9	227.8
3.0	9	201.3

노즐의 직경이 증가함에 따라 양력이 증가하다가 직경이 1.5mm 이상에서는 양력이 감소하는 경향을 보인다. 송풍기의 송풍능력이 어느정도 제한을 받고 각 노즐에서 분출량은 늘어나지만 분출속도가 떨어지게 되어 양력이 줄어든다.

플로팅바 내부와 송풍기의 압력을 확인하기 위해 진공용 저압 압력측정센서인 PSE531-M5(한국SMC공압)를 이용하여 내부의 압력을 측정한다. PSE531-M5의 압력측정범위는 0~101kPa이고 관 접속구경은 M5×0.8, 내압은 500kPa이다. 전원은 12~24V DC이고 소비전류는 15mA이하이며 1~5V의 값을 출력한다.

LabVIEW는 압력을 실시간으로 모니터링 할 수 있게 프로그램을 구성하여 공기부상이송장치가 구동될 때의 실제 압력을 측정하여 유로망 해석의 결과와 비교하였다. 총 33개의 압력센서를 송풍기, 플로팅바, 연결파이프 등에 장착하여 데이터 값을 DAQ Assistant 통해 33개의 배열로 설정하고 센서에서 출력되는 값을 확인하였다.

2.2 처짐량을 고려한 최적화 설계

현재 많이 사용하고있는 7세대 코닝계열의 글라스는 2,220 x 1,870 x 0.7mm이며, 그 중량은 약 7-8 Kg 정도이다. 해석에 사용된 마더글라스의 물성치는 다음의 표.2와 같다.

표 2. Corning 1737의 물성치

Density	2.54g/cm³
Young's Modulus	70.9GPa
Poisson's Ratio	0.23

양 끝단에 단순지지 구조에서 자중에 의한 최대 처짐량은 1,400mm 정도로 최대로 처지기 전에 파단된다. 실제로 이송을 하기위한 최대처짐량인 2mm보다 작은 처짐량을 구현하기 위해 플로팅바의 개수를 추가

하면서 해석을 진행하였다.

플로팅바를 1/2지점에 이송방향으로 지지하여 해석한 결과 마더글라스의 최대처짐량은 28.8mm, 1/4, 2/4, 3/4지점에 3개의 플로팅바를 지지한 경우 최대 처짐량은 10.073mm, 5/1, 5/2, 5/3, 5/4 지점에 플로팅바 4개를 지지한 경우에는 4.787mm로 2mm보다 높은 값을 나타내었다.

마더글라스의 이송방향으로 플로팅바 6개를 지지한 실제모델은 아래의 그림.3과 같이 최대처짐량은 0.711mm 이고 반대방향으로 2.134mm정도로 볼록한 부분이 나타난다. 이는 최대처짐량 2mm 보다 낮은 수치를 나타냄으로 만족할만한 결과라고 할 수 있다.

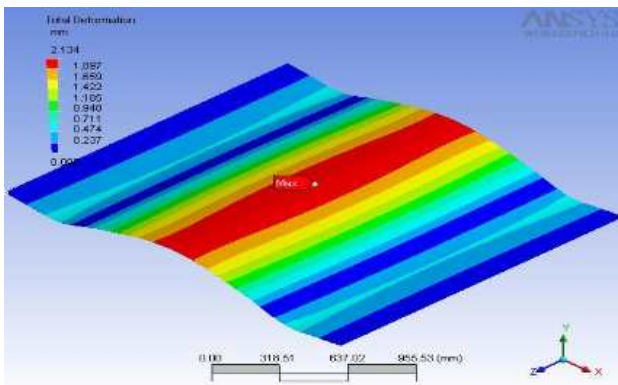


그림 3. 6개의 플로팅바 지지시 해석결과

전체 평면을 이용할 때 보다는 많은 처짐이 발생하나 설계시 청정공기 사용, 설비구축비용등의 경제적 인면을 고려하면 상당히 좋은 상태라고 말할 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 유로망 해석을 통하여 플로팅바의 크기와 노즐의 직경, 간격, 송풍기의 유량 등을 7세대 마더글라스의 사양에 맞게 설계 하였고 마더글라스의 처짐량을 해석하여 이송시에는 0.5mm, 정지시에는 0.3mm로 일정한 간극을 유지할 수 있고 이송속도는 20m/min 정도로 이송되는 최적화된 시스템을 구현하였다.

참고문헌

[1] (주)엠엔엘, “FPD 패널반송용 공기부상 컨베이어시스템 기술개발에 관한 연구”, 2007
 [2] 황성현, “공기부상 FPD 이송장치에서 Nozzle 공기양력을 고려한 LCD 처짐량 해석”, 한국정밀공

학회 춘계학술대회논문집 pp.479~480, 2006

[3] 손태영, “FPD 이송시스템의 유로망해석에 관한 연구” 한국창조공학회지, 제39권 제1호 pp.85~92, 2006
 [4] J.I.Kwon, “LCD panel trends in the price”, Korea Information Society Development,(2007), Vol.19 ,No.10, pp52~56
 [5] I.H.Moon, “Evaluation of a Propulsion Force Coefficients for Transportation of Wafers in an Air Levitation System”, collected papers of *The Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea*, (2004), Vol.16,No.9, pp.820~827