

세정용 노즐 형상에 따른 유동 특성에 관한 연구

백두성*, 이종선**

*, **대진대학교 컴퓨터응용기계설계공학과
e-mail:dsbaik@daejin.ac.kr

A Study of Flow Characteristics by Configuration of Cleansing Nozzle

Doo-Sung Baik*, Jong-Sun Lee**

*, **Dept of Computer-aided Mechanical Design Engineering,
Daejin University

요 약

본 논문은 세정용 노즐의 기하학적인 형상을 변화시킴으로써 물과 공기를 이용한 비데용 분사노즐의 세정효과를 극대화하기 위한 연구이다. 세정효과와 절수를 목적으로 과거 물만을 공급되었던 비데노즐에 공기를 물을 혼합한 혼합류를 주입하면서 형성되는 노즐 내부 유동현상을 상용코드인 CFD-ACE+을 이용하여 가시화하고자 했다.

1. 서론

20세기의 주거환경 변화 및 인간의 끊임없는 편리성의 추구로 인하여 지속적인 생활의 변화가 이루어지고 있다. 이에 따라 화장실의 청결성과 생식기의 청결유지는 예나 지금이나 끊임없이 강조되고 있으며, 특히 화장실의 변기는 청결함과 편리함을 끊임없이 추구하여 혁신적으로 변화하고 있으며, 최근에는 세정이 가능한 변기가 등장하여 세정도 자동으로 끝이 나는 일체형 변기가 등장하고 있다.

그 중 비데는 치질, 변비가 걸린 사람이나 임산부 등에게 배변 후 청결함과 안락함을 주는 장치로서 비데용 노즐은 물통에 저장된 세정수를 사용자의 선택에 의해 세정노즐 및 비데노즐로 공급하여 항문세정 및 비데세정을 실시하는데 있어서 중요한 부품이라 하겠다.

따라서 본 연구에서는 액체 미립화와 분무에 영향을 미치는 중요한 인자들로서 노즐형태 및 분사액체의 물성치와 주위 기체의 조건 등을 고려하여 최소 유량으로 세정력이 우수한 분사 노즐과 제품의 특성화에 필요한 독특한 형태의 분사수류를 개발하

는데 있어 수치해석적인 접근을 통해 시제품 및 완성 제품 개발에 기여하고자 한다.

2. 전산해석의 결과 및 고찰

2.1 Model 1

CFD-ACE+의 Pre-processor인 CFD-GEOM에서 Wire frame model로 구성하였으며 그 구성도 및 조건과 2-유체 분사시스템의 초기조건을 Table 1 과 Fig. 1 에 나타내었다.

Table 1. Input data for model 1

항 목	입력조건
물의 유입속도 (m/sec)	0.25
공기의 유입속도 (m/sec)	0.25
유입압력 (atm, kg/cm ²)	1, 1.0332
유입온도 (K)	308.15
중력 (m/s ²)	9.8

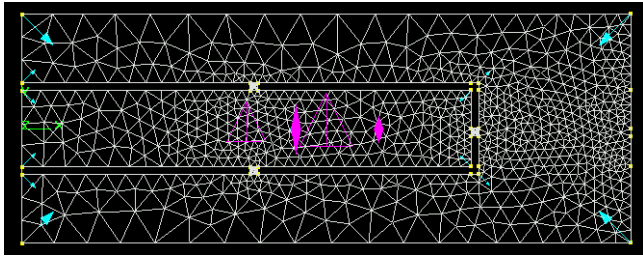


Fig. 1 Geometry of model 1

노즐 내부 유동을 파악하기 위해서 CFD-ACE의 모듈 중 2-fluid와 유동 모듈을 적용했다. 벽면에서의 마찰에 의한 저항으로 속도분포에 미소한 영향을 미치지만 본 조건에서는 무시하였다. 왼쪽의 상하는 물의 입구이고 가운데는 공기의 입구로 하였으며 출구는 오른쪽 끝의 중앙에 위치한다. 중간에 나와 있는 3개의 구멍은 Interface condition으로 해석하였다.

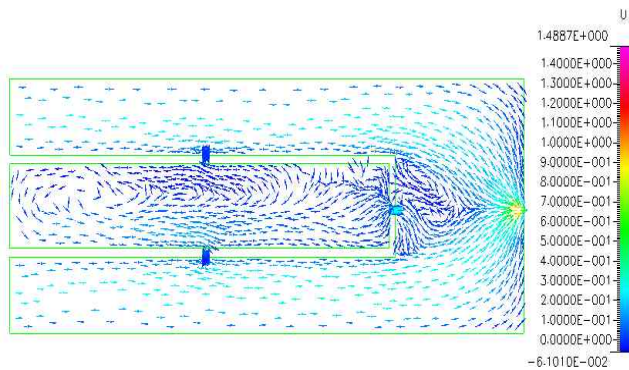


Fig. 2 Velocity profile of water

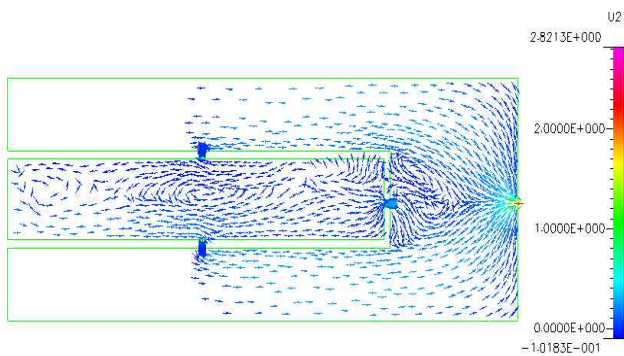


Fig. 3 Velocity profile of air

Fig. 2 와 3 에서 속도는 분사 구멍이 있는 부분에서 가장 큰 속도를 나타내고 공기와 물의 Interface area에서 난류가 발생하였다. 이로 인해 분사출구로의 원활한 분사를 방해하는 현상을 확인할 수 있었다. 공기와 물이 혼합된 상태에서의 전체 압력은 분사 출구에서 가장 높게 나타났다.

2.2 Model 2

Model 2에서는 물과 공기가 혼합되는 부분에서 공기가 물을 밀어내어 출구로 분사되고, 물과 공기가 분사됨에 있어 그 혼합부의 공기와 물의 역류하는 현상에 중점을 두어 해석을 수행하였으며, 속도장의 형성으로서 그 현상을 비교하고 분석하여 이와 같은 모델링으로 제품을 제작하였을 때 비데노즐시스템으로 적합한지를 수치 해석적으로 판별하였다.

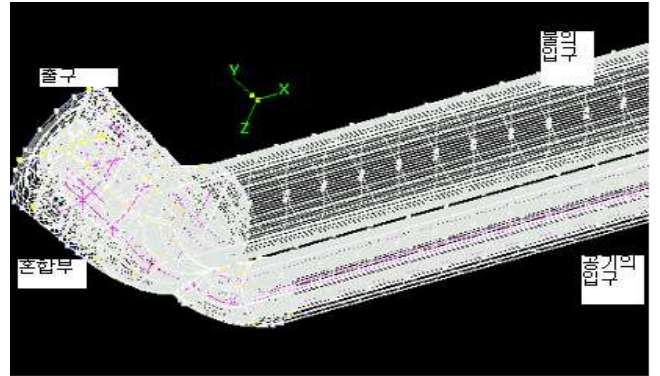


Fig. 4 Geometry of model 2

Table 2. Input data for model 2 & 3

항 목	입력조건
모듈	flow, two-phase
물의 유입속도 (m/s)	8.5
공기의 유입속도 (m/s)	19.7
물의 압력 (bar)	0.8
공기의 압력 (KPa)	50
유입온도 (K)	300
중력 (m/s ²)	9.8

Fig. 5 는 혼합부에서 물과 공기의 유동을 나타내고 벽면 끝단에서 공기가 분사되어 물과 함께 출구로 나오는 모델링 해석이다. 공기가 나오는 끝단을 보면 그 부분에서 공기의 역류현상을 볼 수 있었고 물이 나오는 부분은 공기 노즐의 내부 벽면에 충돌하여 그 부분에서 물 속도의 상당한 감소를 가져올 것으로 판단되었다.

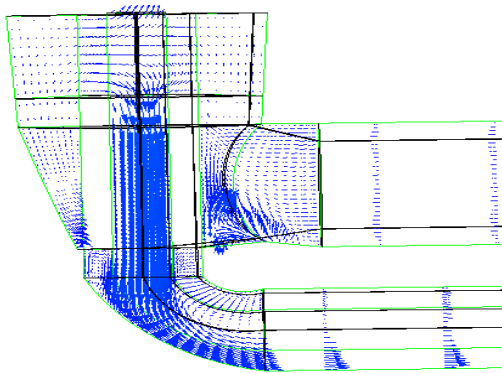


Fig. 5 Velocity profile of model 2

2.3 Model 3

Fig. 6 은 공기 노즐의 형상을 CASE 1의 경우보다 축소하여 모델링을 한 것으로 혼합부의 형성을 더 늘여주고 물이 공기 노즐에 충돌하여 감소되는 속도를 더 줄여 물의 속도를 향상시키기 위한 모델링이다.

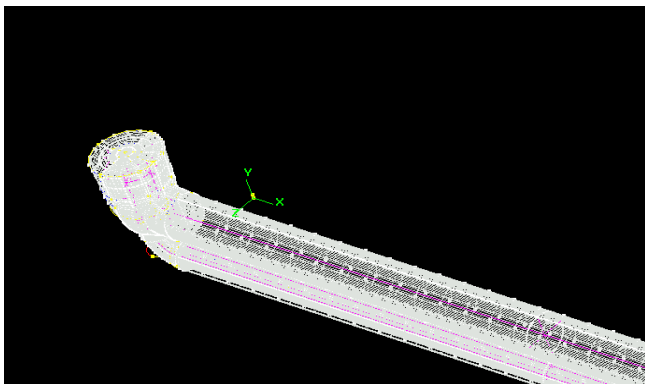


Fig. 6 Geometry of model 3

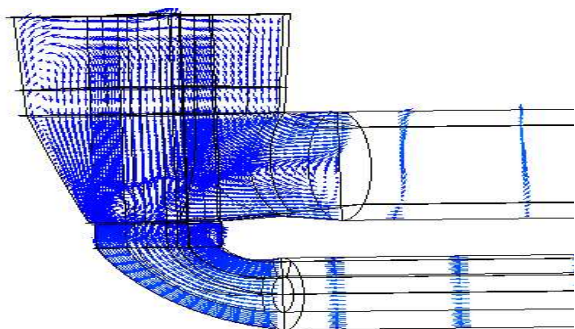


Fig. 7 Velocity profile of model 3

Fig. 7 에서 알 수 있듯이 공기 노즐을 길이를 축소할 때 공기가 역류하는 현상은 다소 줄어들고 공기가 분사되면서 물의 유동장에 좋지 않은 영향을 미치지만 공기와 물이 혼합되는 면은 향상되었다.

따라서 위와 같은 모델링을 수행하여 본 결과 A

사에서 사용하는 공기 펌프를 사용한다면 모델 2의 경우에는 공기 노즐 쪽으로 물이 역류할 가능성이 크고 Model 3의 경우는 물의 유동에 방해 요인이 생겨 세정력이 나빠질 것으로 판단되었다.

3. 결론

상용 전산해석용 프로그램을 이용하여 비데 노즐에 대해 3종류의 모델의 형태에 따른 유동현상에 대해서 검토되었으며 구체적인 내용을 살펴보면 다음과 같다,

- 1) CFD-ACE+를 이용하여 분사노즐의 내부유동 즉 물과 공기가 혼합된 유동을 가시화하여 비데노즐의 세정효과를 향상시키고자 함.
- 2) 실제 기하학적인 형상을 이용한 시뮬레이션을 통해 공기와 물의 혼합에 의한 유동 현상은 노즐 팁에서의 토출유량 및 분사각도에 지대한 영향을 미침.

참고문헌

- [1] M. Pilch and C. A. Erdman, "Use of Breakup Time Date and Velocity History Date to Predict the Maximum Size of Suble Fragments to Acceleration-Induced Breakup of a Liquid Drop," Int. J. Multiphase Flow, Vol.13, pp. 741-757, 1997.
- [2] J. P. Delplanque and W. A. Siringano, "Boundary-Layer Stripping Effects on Droplet Transcritical Convective Vaporization," Atomization and Spray, Vol.4, pp.325-349, 1994.
- [3] 최윤철, 정지원, "액체의 물성치와 노즐의 형상 변화에 따른 압력스웰 노즐의 분무 특성," 대한기계학회 논문집 B권, Vol.25, pp 1813-1820, 2001.