

국산 DAF pump의 운전특성

안대명, 이창한, **최윤찬, *안갑환, *조석호, *김성수
 부산대학교 화학공학과
 *부산가톨릭대학교 산업환경시스템학부
 **부산발전연구원

The operating characteristics of domestic DAF pump

An Dae Myung, Lee Chang Han, **Choi Yoon Chan, *Cho Seok Ho, *Ahn Kab Hwan, *Kim Sung-Soo
 Dept. of Chem. Eng., Pusan National University,
 *School of Env. Sys. Eng. and Industrial Hygiene, Catholic University of Pusan,
 **Pusan Development Institute

1. 서론

DAF(dissolved air flotation)공정은 상수처리 system에서 기존의 침전공정을 대체할 수 있는 효과적인 대안으로 부상하고 있다. 특히 저탁도, humic substance, 자연적인 색도 및 조류 등을 함유한 원수의 처리에 유용한 공정으로 알려져 있다[1][2].

기존의 DAF 공정은 고압순환수펌프, 공기압축기, 공기/순환수 접촉탱크(가압수조)로 구성되어 있어 장치가 복잡하고 운전이 어렵다. 이에 비해 DAF pump는 순환수 pump로 기존의 DAF 공정의 모든 기능이 pump 내에서 함께 실현되도록 설계되어 보다 간단한 구조의 DAF 공정을 구성할 수 있다.

본 연구는 DAF pump가 가진 특별한 기능을 정수처리에 사용하기 위한 시도로서 선진국에서 이미 상용화된 DAF pump의 국내 개발을 위하여 2대의 시제품 펌프를 제작하여 공기 흡입량, 공기용해특성 등의 운전성능 시험을 행하였다.

2. 본론

2-1. 장치

1) 가압수조

DAF pump의 공기용해특성을 비교하기 위하여 기존의 DAF system에서 사용하는 가압수조를 제작하여 비교하였다. 본 실험에서 사용된 가압수조는 직경 10cm, 높이 35cm의 원통형으로 수조압력 3~5 kgf/cm²의 운전범위에서 실험을 행하였다.

2) 국산 DAF pump 및 실험수조

실험에 사용된 국산 DAF pump는 DAF40((주)신신기계)를 사용하였으며, pump의 운전을 위해 pilot 규모(1750x900x1190mm)의 수조를 제작사용하였다. Table 1은 사용된 DAF pump의 일반사양을 나타내었다.

Table 1. Specification of domestic DAF pump

	Capacity(m ³ /min)	Total Head(m)	Power(kW)	Inlet Dia.(mm)	Outlet Dia.(mm)
pump 1	0.2	45	7.5	40	32
pump 3	0.22	45	7.5	50	40

2.2 실험 및 결과

2.2.1 운전조건이 전양정에 미치는 영향

1차 시제품(pump 1)과 시제품(pump 3) 펌프의 운전 조건에 따른 전양정의 변화를 Fig. 1에 나타내었다.

① 공기 유입 밸브의 개폐 여부

1차 시제품(pump 1)의 경우에 대하여 공기 유입 밸브를 완전히 닫을 경우는 일반 원심 펌프의 효율특성과 같이 펌프 유량증가에 따라 전양정이 일정하게 감소하고 있다(-●-). 이와 비교하여 공기 유입 밸브를 완전히 개방한 경우는 펌프유량에 따라 전체 양정이 급격히 감소됨을 볼 수 있다(-○-). 이것은 펌프의 양정에 영향을 미치는 요소중 유입 유체의 밀도와 관계되며 유입유량 증가에 따라 공기량도 증가하여 유입시 평균밀도가 크게 떨어져 전체 양정에 영향을 미친다는 것을 의미한다.

② 순환 밸브의 개폐여부

순환밸브의 개폐여부에 따른 시제품 펌프의 전양정의 변화는 순환밸브를 열었을 경우(-▼-)가 잠근 경우(-▲-)에 비하여 전양정이 높다는 것을 알 수 있다. 이것은 공기 유입 밸브의 개폐와 같은 이유로 순환밸브를 개방한 경우, 펌프 후면기 공기 유입부에 미세기포가 분산된 가압수를 공급하므로서 후면기 공기 유입부의 유체의 평균밀도가 증가되어 공기 유입량이 증가되는 것으로 판단된다.

③ 시험용 DAF 펌프와 시제품의 전양정 비교

Fig. 1에서 공기 유입밸브와 재순환 밸브가 열린상태에서 전양정의 비교는 시제품의 경우가 넓은 펌프유량에 대하여 전양정이 높은 값을 나타내고 있다.

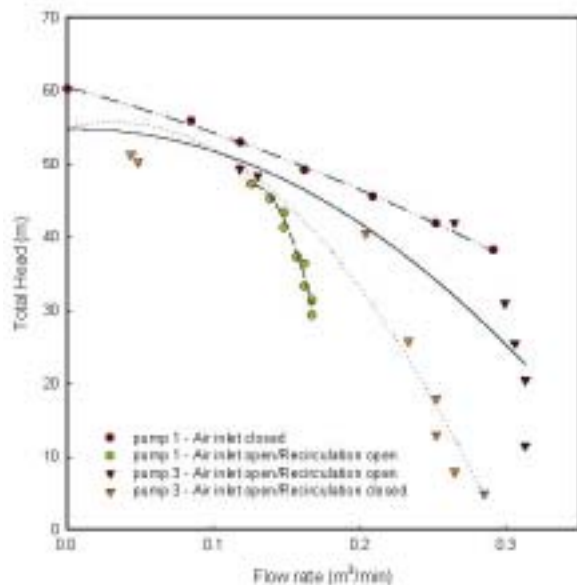


Fig. 1 운전 조건에 따른 전양정의 영향

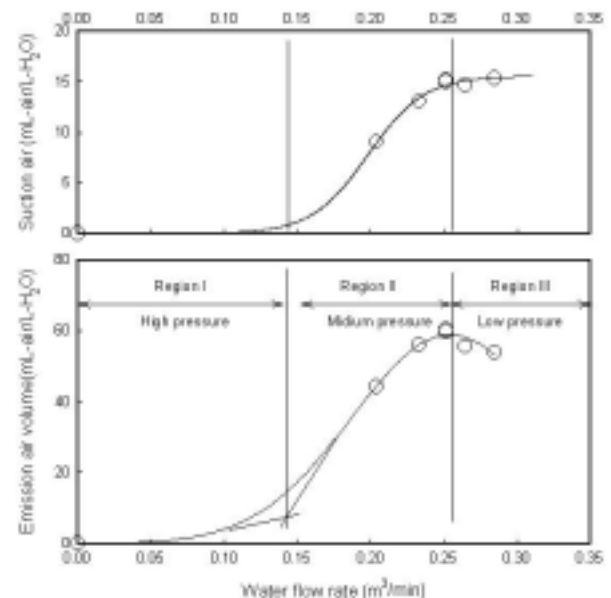


Fig. 2 시제품 펌프의 공기흡입특성

2.2.2 토출유량에 따른 흡입 공기량의 변화

시작품 펌프의 토출유량 변화에 따른 공기 흡입능력을 Fig. 2에 나타내었다. 그림에서 시작품 펌프의 흡입량 특성을 보면, 0.15m³/min 이하의 유량에 대하여는 공기 흡입이 거의 없다(region I). 0.15m³/min 이상의 유량에서는 유량 증가에 따라 공기 흡입량이 증가하며(region II), 0.25m³/min 이상으로 증가하면 공기유입량이 일정(region III)해짐을 볼 수 있다.

region I에서는 펌프 유량이 매우 적어 펌프내 압력이 높아져 공기가 흡입되지 않으며 일반 펌프의 경우에서도 펌프의 효율이 아주 낮은 영역이다. region II에서는 펌프 유량이 증가함에 따라 펌프의 효율 및 공기 유입량도 같이 증가한다. region III에서는 설계상 공기 흡입구의 크기에 따른 제약으로 공기 흡입량이 일정해지는 영역이다. 공기 흡입구를 필요이상으로 크게 설계할 경우 공기 흡입량은 증가하나 공기의 과다 흡입으로 펌프의 운전이 불가능한 상태로 되어 이의 최적 설계가 요구된다.

Fig. 3은 pump 1과 pump 3의 공기 흡입 특성을 비교하여 도시하였다. 초기 설계된 pump1과 시작품인 pump 3의 최대 공기 흡입량은 각각 11 L/min, 16 L/min으로 pump3의 경우 50% 이상 공기 흡입량이 증가되어 있음을 보여 준다.

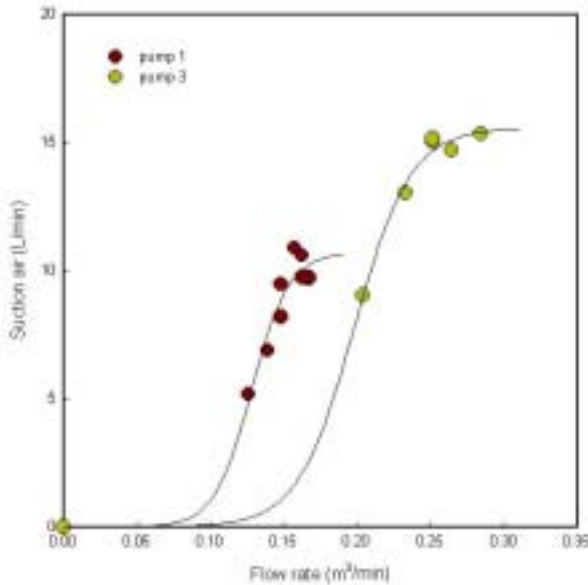


Fig. 3 DAF 펌프의 공기 흡입량 비교

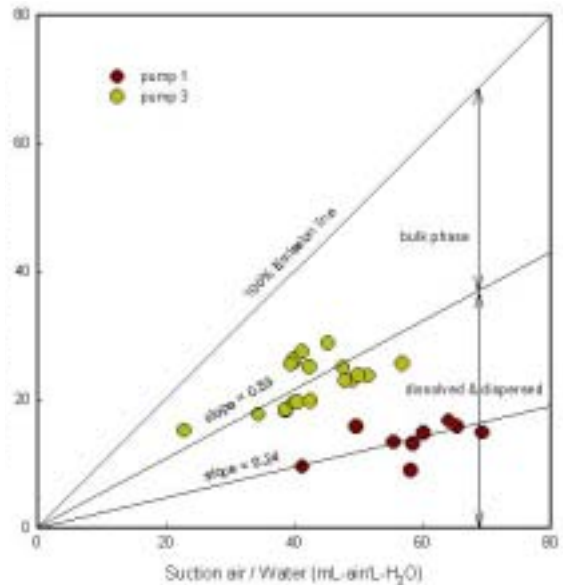


Fig. 4 공기용해율 비교

2.2.3 공기방출량

기체의 용해는 Henry의 법칙을 따르지만 기-액 접촉방식, 접촉시간, 액의 성상에 따라 용해량이 변화한다. 따라서 본 연구에서도 DAF 펌프를 사용하는 시스템에 대해서 용해 공기량을 측정하였다.

부상조에서의 공기 방출량은 가압상태에서 분산, 용해된 공기가 대기압상태로 배출될 때 방출되는 양으로, DAF 펌프의 경우는 유입된 공기가 고속으로 회전하는 임펠러에 의해 작은 기포로 분산되어 용해되고, 토출관을 통해 방출된다. 따라서 DAF 펌프의 경우는 포화조 방식의 DAF 공정과는 달리 용해된 공기뿐만 아니라 미세하게 분산된 기포가 노즐을 통해 부상조에서 배출되므로 포화조 보다 공기 방출량이 크다.

Fig. 4는 유입 및 유출수가 모두 공기에 완전 포화되어 운전된다고 가정하고, 유입 공기농도에 대해 방출되는 공기의 농도를 표시한 것이다. 그림에서 유입되는 공기농도에 비

해 방출되는 공기의 양이 적게 나타나는 것은 유입되는 공기가 펌프 및 토출관 내부에서 일부는 용해 및 분산되고, 나머지는 유출수와 함께 방출됨을 의미한다. 또 시제품 펌프에 비하여 시제품 펌프의 공기 방출량이 2배 이상 증가되어 시제품보다 기포농도가 증가되었음을 알 수 있다.

일반적으로 DAF 공정의 운전시 요구되는 기포체적농도는 5 mL-air/L-H₂O 이상일 경우 95%이상의 효율을 얻을 수 있으며, 본 연구에서 사용된 DAF 펌프로 시스템을 구성할 경우 시제품의 경우 반송비를 50% 이상, 시제품은 30% 이상으로 운전해야 함을 알 수 있다. 이는 기존 포화조 방식의 DAF 시스템의 반송비가 15% 정도인 것에 비하여 효율이 떨어짐을 의미한다. 그러나 동력비 및 유지 보수비 등의 총체적 효율을 비교하면 DAF 펌프 방식이 포화조 보다 양호한 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

3. 결론

본 연구는 DAF 펌프가 가진 특별한 기능을 정수처리에 사용하기 위한 시도로서 선진국에서 이미 상용화된 DAF 펌프의 국내 개발을 위하여 2대의 시제품 펌프를 제작하여 운전성능 시험을 행하였으며, 이들 결과로부터 최적 설계인자를 도출하여 시제품을 제작하였다.

개발 DAF 펌프의 성능시험과 공기흡입량에 따른 펌프의 운전특성을 고찰하여 개발 펌프의 성능 최적화를 위한 기초 자료를 마련하였다.

시제품 펌프의 효율향상을 위하여 펌프와 부상조의 설계인자뿐만 아니라 토출관의 유체흐름 (속도, 압력손실, 토출밸브위치) 배관길이, 잉여공기 배출밸브의 설치 등에 대한 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것이다.

4. 참고문헌

- 1) Zabel T., J. AWWA, Annual conference, p109 (1985)
- 2) Malley, J.P. and Edzwald, J.K., J. AWWA, Vol. 83., No. 9, pp56-61(1991)
- 3) 한무영, 박용호, 이준, 2001년 대한상수도학회 한국환경학회 공동추계학술발표회 논문집, p297-300(2001)
- 4) Rich, L.G, Flotation Processes: Environmental Systems Engineering, McGraw-Hill, International Student ed., pp346-351(1973)
- 5) Johannes H. and Sandra S., J. AWWA, Vol. 89, pp71-82 (1997)

사사

본 연구는 환경부 2001 차세대 핵심환경기술 개발사업(과제번호: 2001-11202-27-1) 지원으로 수행되었으며, 관련기관과 (주)신신기계의 지원에 감사드립니다