

임펠러 형상에 따른 원심펌프의 특성

김성윤⁺·김유택⁺⁺·남청도⁺⁺⁺·이영호⁺⁺⁺⁺·강호근⁺⁺⁺⁺⁺·김성동⁺⁺⁺⁺⁺

Characteristics of centrifugal pump according to the shape of impeller

S · Y · Kim⁺ , Y · T · Kim⁺⁺ C · D · Nam⁺⁺⁺ Y · H · Lee⁺⁺⁺⁺ H · K · Kang⁺⁺⁺⁺⁺
S · D · Kim⁺⁺⁺⁺⁺

Abstract : The effect of break down of centrifugal pump due to entrained air has not been clarified yet. Thus, air-water two-phase flow experimental apparatus was installed to clarify the effect of break down. The performance results of a single-phase flow satisfied reappearance. Also, the heads coincided well impeller types.

Key words : Closed-type impeller(밀폐형 임펠러), Pump test equipment(펌프실험장치), Semi open-type impeller(반 개방형 임펠러), Tip clearance(임펠러 간극)

1. 서론

유체기계는 유체와 기계간의 상호 에너지 변환을 행하는 것으로서 인간 생활, 산업 활동에 있어서 필요 불가결한 존재이다. 유체기계 중에서도 임펠러의 익 작용을 이용한 터보펌프는 상수도·하수도 사업장은 물론 우수 배제실, 화학공업용 등 산업용의 여러 분야에서 가장 필수적인 설비이다. 또한 저비용·고효율화라는 상반된 요구를 충족하기 위해서 소형화·고속화가 추진되면서 펌프의 흡입압력 저하에 의한 공기흡입 및 캐비테이션 발생 가능성의 증가로 인하여 임펠러의 손상과 케이싱의 파손 등의 많은 문제점이 발생한다. 따라서 이 방면에서의 연구도 활기를 띠기 시작했다^{(1)~(2)}. 그러나 이러한 연구의 대부분이 펌프성능 특성에 관한 연구이며, 그 원인 규명에 대한 연구는 잘 이루어지지 않고 있는 실정이다. 저자들은 기액이상류시의 펌프성능에 미치는 유동패턴, 압력, 속도 등의 영향을 규명하기 위한 기액이상류 실험설비를 구축하고자 한다. 본 논문에서는 우선 제작 설치된 실험장비의 신뢰성을 확인하고자 단상류시의 펌프특성을 임펠러의 재질(철재, 알루미늄, 투명아크릴) 및 종류(밀폐형, 반 개방형)의 영향을 임펠러 간극(Tip clearance, T_c)을 변수로 측정하여 장비의 신뢰성을 검증하고자 한다.

2. 실험장치 및 측정시스템

2.1 실험장치

본 연구에서는 Fig. 1과 같은 실험 장치를 이용하여 실험을 수행하였다. 저수탱크에 저장된 청수는 흡입관, 전자유량계를 지나 펌프 내에 유입한다. 펌프 내에서 승압된 청수는 토출관, 유량조절밸브를 경유하여 다시 탱크내로 재순환된다.

Fig. 2는 원심펌프의 임펠러를 나타낸 것이다. 임펠러 형상은 단단 밀폐형, 반 개방형의 두 가지이며, 철재, 알루미늄, 아크릴의 세 종류의 임펠러를 사용하였다.

2.2 측정시스템

측정계는 Fig. 3에 도시한 바와 같다. 액상의 유량은 흡입관

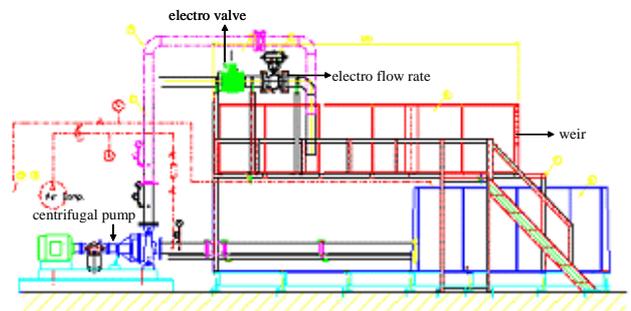


Fig. 1 Schematic view of air-water two-phase flow experiment apparatus

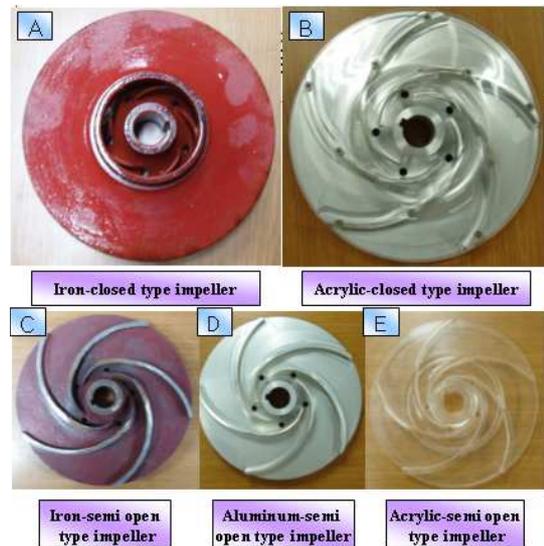


Fig. 2 Test impellers

+ 김성윤, (한국해양대학교 대학원 기관시스템공학과), Email : ksy@mail.hhu.ac.kr, Tel : 051)410-4862
 ++ 김유택, 한국해양대학교 기관시스템공학부
 +++ 남청도, 한국해양대학교 기관시스템공학부
 ++++ 이영호, 한국해양대학교 기계·정보공학부
 +++++ 강호근, 경상대학교 수송기계공학부
 ++++++ 김성동, 한국선급

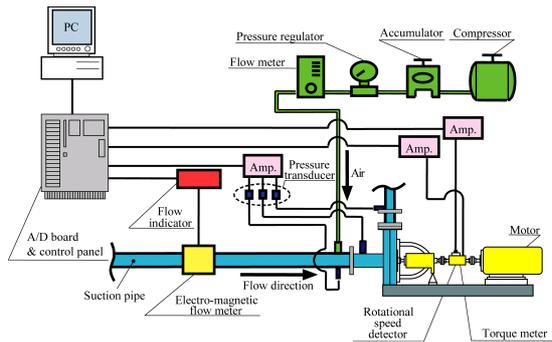


Fig. 3 Schematic illustration of pump characteristics measurement system

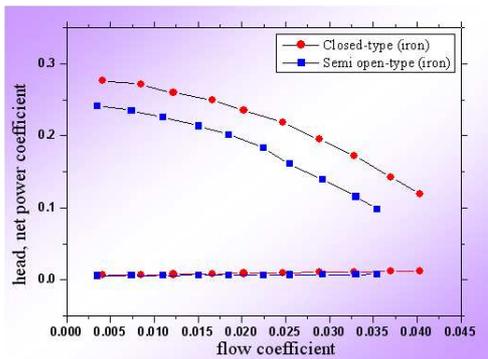


Fig. 4 Head and net power coefficient of tested impellers

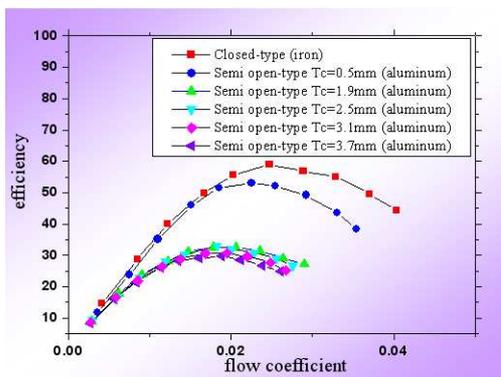


Fig. 5 Efficiency according to tip clearance of tested impellers

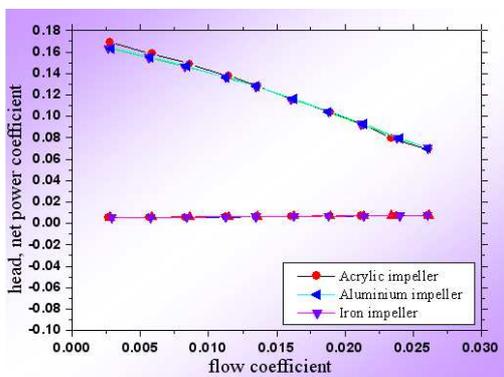


Fig. 6 Head and net power coefficient according to the quality of the material of tested impellers

에 설치된 전자유량계에서 측정하였다. 펌프의 흡입압력과 토출압력은 압력측정공과 반도체 압력변환기를 거쳐 전압치로 변환되어 앰프, A/D보드를 거쳐 컴퓨터에 기록된다. 펌프회전수는 치차와 전자픽업의 조합에 의해 검출하였고, 축 토크 검출에는 토크검출기를 이용하였다. 또한 실험장치를 제어하고, 데이터의 수집 및 분석은 LabVIEW를 이용하였으며, 측정치는 초당 1,000개의 데이터를 평균하여 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 4는 밀폐형(A)과 반 개방형(C) 임펠러의 양정과 축 동력을 비교한 그래프이다. 밀폐형은 반 개방형에 비해서 축 동력은 다소 높지만, 양정과 유량이 크므로 효율이 좋을 수 있었다.

Fig. 5는 임펠러 형상과 T_c 에 따른 효율의 변화량을 나타낸 것이다. 본 실험에서 사용한 펌프가 소형이기 때문에 효율은 최고 60%정도로 일반적인 대형 펌프에 비해 낮게 측정되었고, 반 개방형의 임펠러는 반경 방향에 따라 갖기 3차원적인 형상을 하고 있으므로 임펠러 단면을 따라 균일한 간극을 유지할 수는 없었으며, 실험의 편이상 T_c 는 1.9~3.7mm까지 0.6mm 간격을 주었으나 임펠러의 간극이 넓어짐에 따라 효율이 비례적으로 낮아지는 것을 알 수 있었다.

Fig. 6은 제작된 3종류의 반 개방형 임펠러의 양정 및 축동력계수를 나타낸 그래프이다. 양정 및 축동력계수 모두 잘 일치하고 있어 실험장비의 신뢰성 및 재현성을 잘 만족하고 있음을 알 수 있었다.

4. 결론

공기흡입에 의한 양수불능 및 운전회복시의 메커니즘의 원인을 명확히 하기 위해서, 기억이상류 펌프성능 실험장치를 구축하고 신뢰성을 확인하고자 실험을 행하여 개방형 과 밀폐형의 차이를 확인한 결과 제작된 실험장비가 신뢰성 및 재현성을 잘 만족하고 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] 김유택, 이영호, 2001, "터보펌프의 기억이상류 특성", 한국박용기관학회지, 제25권, 제5호
- [2] 김유택, Tanaka, K., 이영호, Matsumoto, Y., 1999, "공기 흡입이 소형 스크류식 원심펌프의 특성에 미치는 영향", 유체기계저널, Vol. 2-3, pp. 37~44.
- [3] 박한영, 김경엽 공저, "펌프핸드북", 동명사
- [4] NATIONAL INSTRUMENTS, LabVIEW7.0 Express 한글판, LabVIEW 사용자 매뉴얼 <http://www.my.lv.net>