

초소형 고속 Impeller Balancing 측정 시스템 개발 Development of Micro and High speed Impeller Balancing Measurement System

*신동익¹, 김태현¹, #박기진², 김병수²

*D. I. Shin¹, T. H. Kim¹, #K.J.Park²(kjpark@dmi.re.kr), B.S.Kim²

¹(주)비포디테크, ²(재)대구기계부품연구원

Key words : Impeller, Balancing, Measurement system

1. 서론

기계분야에서 회전하는 물체에 대한 Balancing 은 매우 중요한 요소이며, 특히 고속으로 회전하는 구동부에 있어 Balancing이 맞지 않을 경우 진동 및 충격으로 인해 시스템에 손상을 초래할 수 있다.

일반적으로 Balancing은 회전체의 진동과 베어링의 상호 작용하는 운동에너지가 운전속도에 대해 반응하는 주파수에서 특정한 한계 내에 있도록 부족하게 하기 위한 조정 작업일체를 말한다. 회전계에서 발생하는 축 중심을 일치시키는 작업을 총칭하며, 회전체의 불평형 질량을 측정하여 보정하는 작업을 Balancing이라고 정의한다.^[1]

Balancing 작업은 모터의 회전체인 Armature 외에, Impeller와 같이 압축된 공기가 Impeller를 회전시켜 절삭력을 높이는 에어툴, 자동차의 클러치, 브레이크 디스크, 자동차 휠 등과 같이 평면적인 회전체의 진동과 회전을 원활하게 하는 곳에도 적용된다.^[2]

자동차산업과 의료기기의 급속한 발전에 따른 소형 또는 초소형의 고속 Impeller의 생산에서 품질에 대한 신뢰성을 향상 시키는 것이 시스템 개발의 목적이다. 특히 300,000~400,000rpm 사이의 속도로 회전하는 치과용 Handpiece Impeller의 경우는 일반 산업용 에어툴의 회전속도가 100,000rpm 인데 비해, 직경이 $\varnothing 8 \sim \varnothing 9.7\text{mm}$ 에 무게가 약 1.1g 수준의 초소형이면서 회전속도가 높기 때문에 Balancing 작업이 제품의 핵심기술이다. Impeller Balancing은 산업 전반에 걸쳐 다양하게 적용되고 있으며, 기술경쟁력 확보가 시급한 연구개발과제이다.^[3]

소비자의 품질에 대한 욕구와 제품의 소형화 고효율화가 진행되면서, 제품을 생산하는 산업 현장에서는 보다 낮은 소음과 진동 그리고 Impeller의

소형화, 고 효율화, 고정밀도가 요구되고 있으며 제품의 전반적인 품질에 영향을 미치는 정밀한 Balancing Tester 설비 개발이 시급하다.

2. 시스템 설계 및 해석

시제품 제작 전 주요 구동 메커니즘에 대한 설계 검증과 모터의 용량 산정을 위해서 Impeller Balancing measurement system을 Fig.1과 같이 3D 모델링 작업을 수행하였다.

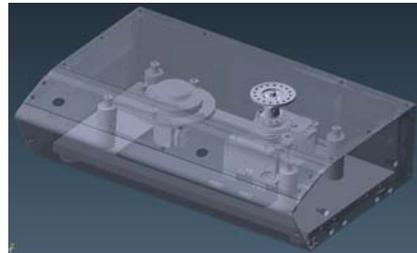


Fig. 1 System modeling of Impeller balancing system

3차원으로 설계된 시스템 모델을 바탕으로 핵심 구동부만 추출하여 RecurDyn에서 동역학 해석을 수행하였다. 구동 메커니즘은 V벨트와 풀리로 구성되어 있으며 RecurDyn의 belt toolkit에서 Beam Belt를 적용하여 모델을 단순화 하여 해석을 Fig.2와 같이 진행하였다.

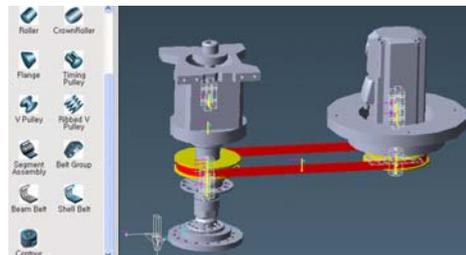


Fig. 2 Dynamic analysis of Impeller balancing system

3. 해석 결과

Impeller balancing system의 구동부에 적용되는 모터의 용량 산출을 위해서 동역학 해석을 수행한 결과 Fig.3과 같이 최대 구동토크는 0.092Nm가 나왔으며, 이를 바탕으로 AC servo motor 100w를 시스템 적용하여 설계 제작하였다.

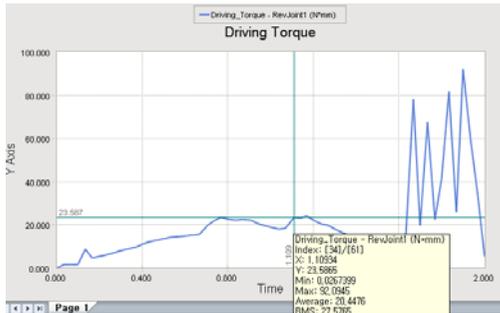


Fig. 3 Driving torque of Impeller balancing system

(주)비포디테크에서 상용화한 $\varnothing 66\text{mm}$ Impeller balance기를 초기모델로 하여 300,000~450,000rpm으로 회전하는 치과용 Dental Turbine Impeller를 측정하도록 아래 그림과 같이 측정부와 진동센서를 시제작하여 시스템을 Fig.4와 같이 구성하였다. 피측정물의 직경과 무게가 초소형(직경: $\varnothing 8\sim 9.7\text{mm}$, 무게:약1.1g)이기 때문에 장착 부 지그, 진동을 감지하는 진동판과 진동센서로 시스템을 구성하여 시제작 하였다.



Fig. 4 Measurement system of Impeller Balancing

설계해석 유의성 검증을 위해, 초소형 Impeller의 balance의 피측정물 대상을 치과진료실에서 치아를 절삭하는 치과용 High speed-Handpiece의 Dental Turbine으로 선택하였다. 작업환경에 따라 300,000~450,000rpm으로 회전하며, Dental Turbine의 balance의 정확도가 Handpiece의 내구성과 그 속도에 직접적인 영향을 미친다.

4.결론

본 연구는 기존의 Impeller Balance를 기반으로 하여 제작된, 초소형 고속 Impeller Balance의 주요 구동부 및 구성품에 대한 구조 및 동역학 해석을 통한 안정성을 분석하였다. 검증을 위해 치과용 High Speed-Handpiece의 Dental Turbine을 시료로 택하였다. 시제작품의 Balancing 작업을 통해 기존의 250,000rpm 저가의 중국산과 국내 제품의 수명을 약1개월~3개월 정도 향상되었으며, 자체 테스트 한 진동 값이 현저히 줄었다. 또한 ISO Balancing Table을 통해 반복성에 있어서 해석의 결과 유사한 것으로 나타났다.

추가적인 연구의 진행 방향은 다양한 샘플에 대한 정확한 표본추출이 아닌 편의 표본 추출에 대한 한계점이 있다. 다양한 형태의 Dental Turbine과 충분한 테스트를 수행하지 못했기 때문에 Dental Turbine balancing 결과에 대한 재현성에 대한 통계적인 유의성 검증은 하지 못했다. 따라서 연구대상 샘플을 달리한 추가적인 연구가 필요하다.

후기

본 논문은 2012년 “메카트로닉스 및 나노융합 기술지원 공동사업”의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. S.W. Hong, D.M Shamine and Y.C. Shin, "An In-situidentification method for joint parameters in mechanical structures," ASME, Journal of Vibration and Acoustics, Vol.121, No.3,363-372, 1999.
2. J.W.Kim. Design method of dynamic vibration absorber for general beam structures," M.S. Thesis Kumoh National Institute of Technology, 2004.
3. Dyson, J.E.and Darvell, B.W., "The development of the dental high-speed air turbine handpiece-part ,"Australian Dental Journal, Vol. 38, No. 2, pp:131-143, 1993.