

# 세탁기의 진동소음저감연구

## Vibration Reduction Methodology for Washing Machine

\*나성수<sup>1</sup>, #박진성<sup>1</sup>, 이명상<sup>1</sup>, 김태길<sup>2</sup>

\*S. Na(nass@korea.ac.kr)<sup>1</sup>, #J. Park(nanojspark@gmail.com)<sup>1</sup>, M. Lee<sup>1</sup>, H. Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 기계공학과, <sup>2</sup>삼성전자

Key words : Vibration, Noise, Ball-balancer

### 1. 서론

회전체는 부품 및 조립 산포, 외부적 요인에 의해 회전중심과 질량중심이 일치하지 않는 편심이 발생 할 수 있으며 이는 회전기계의 작동 시 진동을 유발하는 주요 원인으로 작용한다. 회전기계의 진동은 기계의 수명을 단축 시키고 소음을 발생시킬 뿐만 아니라 운송기기에서는 안락함을 저해하는 요인으로 작용하기 때문에 진동을 줄이기 위해 많은 노력을 하고 있다. 회전체 진동을 억제할 수 있는 방법에는 여러 가지가 있지만 편심 조건(편심 질량, 편심 거리등) 이 변화하는 세탁기 등과 같은 회전체의 진동을 저감하기 위해 발란서 (balancer) 가 널리 사용되고 있다. 본 연구에서는 기존 불발란서의 운동방정식을 유도하여 각각의 설계변수에 세탁기 설계 데이터를 입력하여 Matlab 해석을 통해 과도상태의 운동 특성을 관찰해 봄으로써 과도진동이 불발란서에 의해 증가함을 확인해보았다. 또한새롭게 제안된 불발란서 모델의운동방정식을 유도하여 과도상태의 운동 특성을 기존의 불발란서와 비교하여 과도진동 저감효과를 살펴보았다.

불발란서 설계변수의 값의 변화에 따라 과도상태 진동과 정상상태 진동이 상충되기도 하며 과도상태 및 정상상태 진동이 감소하거나 증가하기도 한다. 효과적인 동작을 위해 설계변수의 선정이 중요하며 적절한 설계변수를 선정할 수 있도록 정상상태 평형위치에서 설계변수 변화에 따른 진동 특성을 살펴보았다.

### 2. 운동방정식

비선형 운동방정식이 유도되었으며 아래와 같다.

$$M\ddot{x} + c_r\dot{x} - 2M\omega\dot{y} + (k_r - M\omega^2)x - (M\dot{\omega} + c_r\omega)y - m_r e\omega^2 - m_b d \sum_{i=1}^n \{(\ddot{\beta}_i + \dot{\omega}) \sin \beta_i + (\dot{\beta}_i + \omega)^2 \cos \beta_i\} = 0$$

$$M\ddot{y} + 2M\omega\dot{x} + c_r\dot{y} + (M\dot{\omega} + c_r\omega)x + (k_r - M\omega^2)y + m_r e\dot{\omega} + m_b d \sum_{i=1}^n \{(\ddot{\beta}_i + \dot{\omega}) \cos \beta_i - (\dot{\beta}_i + \omega)^2 \sin \beta_i\} = 0$$

$$m_b d \{ \ddot{y} \cos \beta_i + 2\omega\dot{y} \sin \beta_i + (\dot{\omega} \sin \beta_i - \omega^2 \cos \beta_i)y \} - m_b d \{ \ddot{x} \sin \beta_i - 2\omega\dot{x} \cos \beta_i - (\omega^2 \sin \beta_i + \dot{\omega} \cos \beta_i)x \} + m_b d^2 \ddot{\beta}_i + m_b d^2 \dot{\omega} + c_b \dot{\beta}_i = 0$$

### 3. 결론

기존의 불발란서는 회전체의 정상상태 진동을 효과적으로 줄일 수 있지만 과도상태 진동을 증가시키는 요인으로 작용한다. 과도상태의 진동 증가를 억제하기 위해 새로운 불발란서가 제안되었다. 과도진동 저감형 불발란서는 정지상태와 낮은 각속도에서 볼이 균일하게 분포하도록 하여 과도상태일 때 볼이 회전축의 질량중심과 동일한 방향으로 쏠리는 것을 막아준다. 과도진동 저감효과는 볼스프링의 강성이 커질수록 증가하지만 정상상태의 진동을 증가시키는 요인으로 작용한다. 따라서 볼스프링의 강성은 회전체의 특성을 고려하여 적절하게 선정되어야 한다.

## 후기

본 연구는 한국연구재단의 지원(2012-0000786, 2011-0020090)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. J. Chung, D. S. Ro, Dynamic analysis of an automatic dynamic balancer for rotating mechanisms, *J. Sound Vib.* 228 (5) (1999) 1035-1056.
2. K. Green, A. R. Champneys, N. J. Lieven, Bifurcation analysis of an automatic dynamic balancing mechanism for eccentric rotors, *J. Sound Vib.* 291 (2006) 861-881.
3. D.J. Rodrigues, A.R. Champneys, M.I. Friswell, R.E. Wilson, Automatic two-plane balancing for rigid rotors, *Int. J. Non-Linear Mech.* 43(2008) 527-541.
4. Ali H. Nayfeh, Balakumar Balachandran, *Applied Nonlinear Dynamics Analytical, Computational, and Experimental methods*, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA, 1995. Tusty, J., Smith, S., and Zamudia, C., "Operation Planning Based on Cutting Process Model," *Annals of the CIRP*, **39**, 517-521, 1990.