

현가장치를 갖는 세탁기 시스템의 시뮬레이션 모델에 관한 연구

A study on the Simulation model of washing machine system with a suspension system

김태진* · 김승오** · 민제홍** · 정진태†

Taejin Kim, Seungoh Kim, Je-Hong Min, and Jintai Chung

1. 서 론

생활수준이 높아짐에 따라 생활환경에 대한 요구가 높아져 백색가전의 정숙성이 제품 선택의 큰 기준 중에 하나가 되었다. 이에 따라 최근에 개발되어 출시되는 세탁기는 뛰어난 세탁능력 뿐만 아니라 저진동/저소음의 성능이 확보되어야 한다. 이런 저진동의 성능 확보를 위해서는 세탁기 시스템의 거동과 악이 필요하다. 따라서 세탁기 시스템의 거동에 영향을 주는 인자들에 대한 물성치 등이 확보되어야 한다. 세탁기 시스템의 거동에 영향을 주는 인자들은 먼저 현가장치의 강성 및 감쇠를 들 수 있다. 또한 현가장치와 프레임과의 연결조건도 거동에 영향을 준다.

본 연구에서는 현가장치의 강성 및 감쇠, 프레임과 현가장치의 조인트 조건을 실험을 통해 측정하고 상용 소프트웨어를 이용해 시뮬레이션 모델을 작성한 후 실험을 통해 측정된 데이터를 적용하였다.

2. 실험을 통한 물성치 획득

실험용 세탁기 시스템은 그림 1에서 보는 바와 같이 크게 터브(tub), 바스켓(basket), 모터(motor), 현가장치(suspension)로 이루어져 있다. 현가장치는 위쪽으로 프레임에 걸쳐있고 아래쪽으로 터브를 걸치고 있다. 터브와 모터부는 체결되어 있고 바스켓은 모터 구동 시 모터부에 있는 클러치에 의해 회전하게 된다.

현가장치의 물성치는 현가장치의 밀부분에 부착되어있는 스프링의 강성과 댐퍼의 감쇠계수를 측정하였다.

스프링 강성 측정 실험은 그림 2처럼 댐퍼를 제거한 현가장치를 프레임에 거꾸로 매달아 놓고 부하를 주어 실제 세탁기 시스템에 의해 압축된 것처럼 실험 조건을 주고 스프링 압축 후, 자유진동을 측정하여 신호분석을 통해 고유진동수를 구하였다. 부하정보와 고유진동수를 바탕으로 스프링 강성을 계산하였다.



Figure 1 실험용 세탁기 시스템

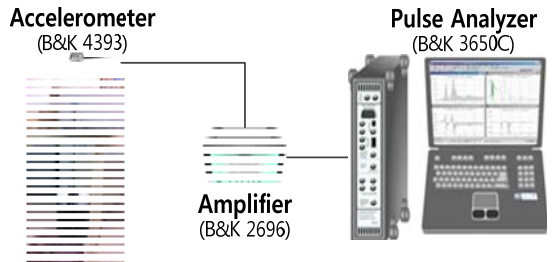


Figure 2 현가장치 실험 장치도

† 교신저자; 한양대학교 기계공학과
E-mail : jchung@hanyang.ac.kr
Tel : (031) 400-4735, Fax : (031) 406-6964
* 한양대학교 일반대학원 기계공학과
** 삼성전자

감쇠계수 측정 실험은 댐퍼가 부착된 현가장치를 스프링 강성을 측정된 방법과 동일하게 진행하여 고유진동수를 구한 후, Q-factor를 이용한 감쇠비 측정법을 적용하여 감쇠비를 구하였다. 부하정보와 고유진동수, 그리고 감쇠비를 이용하여 감쇠계수를 계산하였다.

프레임에 현가장치가 걸치는 조인트의 비틀림 강성 및 감쇠를 측정하기 위해 그림 3과 같은 실험장치를 구성하였다. 충격해머(impact hammer)를 이용해 주파수응답함수(frequency response function)를 구하고 이를 통해 고유진동수와 감쇠비를 구하였다. 시스템을 그림 4와 같은 비틀림 스프링과 댐퍼를 가진 1자유도 진자운동 시스템으로 가정하여 운동방정식을 구하였다. 운동방정식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$ml^2\ddot{\theta} + c_t\dot{\theta} + (mgl + k_t)\theta = 0 \quad (1)$$

여기서 m : 부하질량

l : 현가장치의 길이

k_t : 비틀림 강성

c_t : 비틀림 감쇠계수

따라서 비틀림 강성은

$$k_t = ml^2\omega_n^2 - mgl \quad (2)$$

비틀림 감쇠는

$$c_t = 2ml^2\zeta_t\omega_n \quad (3)$$

가 된다. 여기서 θ 는 진자운동을 하면서 생기는 현가장치의 변위이다.

3. 시뮬레이션 모델 작성

그림 5는 VM(Virtual Motion)사의 상용 소프트웨어인 DAFUL을 이용하여 작성한 세탁기 시스템이다. 그림 6은 시뮬레이션 결과이다.

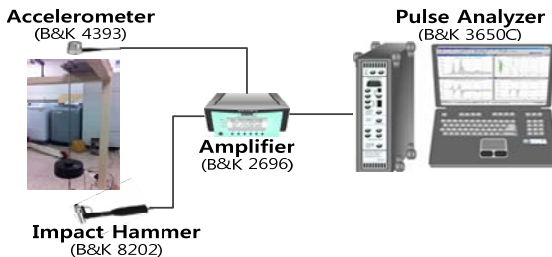


Figure 3 비틀림 강성 및 감쇠 측정 실험 장치도

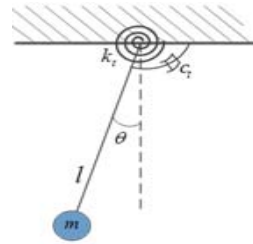


Figure 4 1자유도 진자 운동 시스템

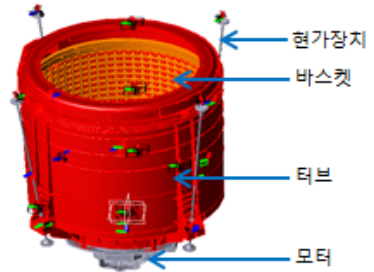


Figure 5 세탁기 시스템의 시뮬레이션 모델

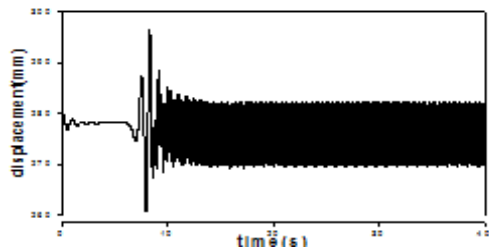


Figure 6 터브 상단 수평방향 변위

4. 결 론

프레임과 현가장치의 조인트의 비틀림 강성 및 감쇠를 고려했을 경우와 그렇지 않고 단순한 볼 조인트로 구속했을 경우, 실제 모델의 응답과 유사한 것은 비틀림 강성 및 감쇠를 고려했을 경우이다. 이외에도 실제 응답에 더 가까운 결과를 얻을 수 있는 모델링을 하기 위해서는 강체로 모델링된 터브와 모터부를 부분적인 유연체 모델링을 해야한다. 또 다른 방법으로는 변위가 일어나지 않게 이상적으로 구속된 부분들에 대해서 스프링-댐퍼 구속조건등과 같은 힘으로 구속을 하여 미세한 변위를 표현한다면 실제 응답과 더 가까운 결과를 얻을 거라 사료된다.