

세탁기 방진 설계

Damper Design for Washing Machine

오상경† · 박영필*
Sang K. Oh, Young P. Park

1. 서 론

세탁기의 감쇠기는 탈수시 회전운동에 의한 진동을 감소 시켜주는 장치로서 감쇠기의 내부에서 에너지 손실을 일으킬 수 있는 구조를 가지고 있다. 세탁기 진동은 감쇠기의 감쇠 능력의 크기나 그 특성에 따라 영향을 받는다. 이러한 감쇠기의 특성을 파악하기 위해서 감쇠력을 측정할 수 있는 장치가 필요한데, 이러한 측정은 간단히 물리량을 측정하는 것만으로 측정할 수 있는 것이 아니고 감쇠력을 측정할 수 있는 하나의 시스템을 구성해야 한다. 측정 방법을 고려해 본 결과 감쇠기의 특성을 측정할 수 있는 여러 방법 중에서 세탁기용 감쇠기의 감쇠력을 측정하는 데에는 히스테리시스 루프의 면적을 측정하는 방법을 이용하였다.

2. 감쇠기의 특성 측정 방법 비교

2.1 에너지 손실을 측정하는 방법

에너지 손실은 일반적으로 cyclic oscillation의 조건에 의해 결정되며 감쇠기에 존재하는 감쇠 특성에 따라 힘과 변위의 관계가 크게 달라진다. 이것의 관계는 히스테리시스 루프라고 하는 폐곡선이 형성되어 내부면적은 한 cycle 당 에너지 손실량에 비례한다. 즉,

$$W_d = \oint F_d dx \quad (1)$$

† 오상경: 정회원, anycasting
 E-mail : skoh@anycasting.com
 Tel :02-3665-2494 , Fax :02-3665-2497

* 정회원, 연세대학교 공과대학 기계공학과

2.2 가진 진폭과 힘을 직접 측정하는 방법

점성 감쇠 구조를 갖는 시스템인 경우 한 쪽에서 조화 가진력을 주고 다른 한쪽에서 결과적인 힘을 측정할 때,

$$c \, dx/dt + kx = F \exp(i\omega t) \quad (2)$$

위와 같은 관계 식으로부터 변위가 최소가 될 때 속도는 최대가 된다. 즉, $x=0$ 일 때의 힘을 측정하여 속도의 최대값으로 나누어주면 감쇠계수 c 를 구할 수 있다. 시스템에서 스프링 탄성을 제거하면, 변위 $x = 0$ 일 때, 속도 및 힘이 최대가 되므로 감쇠계수 c 는 다음과 같다.

$$c = F / \omega X \quad (3)$$

X 는 변위 최대값이다.

2.3 두 가지 방법에 의한 감쇠력 측정

감쇠기가 설치된 한쪽에서 조화 가진력을 주고, 다른 쪽에서 힘을 측정할 때

2.3.1 쿨롱 감쇠일 경우

$$c = F_d / \omega X = F_d / 2\pi f X \quad (4)$$

그러므로

$$c = (\pi / 4) C_{eq} \quad (5)$$

2.3.2 점성 감쇠인 경우

에너지 손실은 식 (3)과 점성 감쇠기의 힘과 변위 관계로부터 구하면 다음과 같다.

$$W_d = \pi F X \quad (6)$$

$$c_{eq} = W_d / \pi \omega X^2 = F / 2\pi f X \quad (7)$$

즉, 점성 감쇠기의 감쇠계수 c 는 다음과 같다.

$$C = C_{eq} \quad (8)$$

감쇠력을 측정함에 있어서 가진 진폭과 힘을 측정하여 감쇠 상수를 결정하는 것은 감쇠기가 점성 감쇠인 경우에만 타당하고, 쿨롱 감쇠를 비롯하여 다른 형태의 감쇠인 경우에는 에너지 손실에서 점성 감쇠(**equivalent viscous damping**) 값을 구해야 한다.

3. 결 론

펄세이터(pulsator) 형의 세탁기 방진 설계를 위해서 선행하여 수행할 사항이 있다. 세탁기 세탁과 탈수 모드에서 발생하는 진동 특성과 진동 에너지 전달 경로를 잘 이해해야 한다. 특별히 불균형 질량에 의한 진동 특성은 질량이 시간에 따라 변하기 때문에 비선형 특성이 매우 강한 진동계로써 매우 복잡한 계이다. 이러한 진동계를 선형 특성을 갖도록 고려한 실험 장치를 만들어 방진 설계 변수를 결정할 수 있었다. 펄세이터 형의 진동 특성은 불균형 질량의 크기, 위치에 따라 진동의 안정성과 불안정성 영역이 매우 민감하게 바뀌기 때문에 이를 선형 시스템으로 고려할 수 있는 주요 가진원(source)과 에너지를 받는 부분(receiver)과 전달 과정을 명확하게 파악하고 이를 응용해야 한다. 모터/감속기어, 벨트 전동구조, 캐비닛, 액체 발란서 및 터브 등 주요 부품의 동적 특성과 에너지 흐름을 파악함이 가장 중요함을 한 번 더 강조합니다. 중요한 부품의 주요 검증해야 할 사항을 요약하면 다음과 같다.

주요 부품	경향과 대책
액체 발란서	리브 형상, 위치, 개수 및 높이와 소금 농도 및 소금 물량의 상호 관계규명
현가 장치	Bar 길이, 직경, 감쇠기 고무재질의 경도, 스프링 상수 선정
터-브	회전 통과 터-브의 강성, 모터 브라켓 강성과 절연 구조, 불균형 질량 크기와 위치영향 상호관계
벨트-전동구조	회전수 -토크 변화, 벨트의 텐션 및 구동력 전달 구조 최적 설계
모터와 감속기어	회전수, 토크, 텐션 및 폴리 직경 비, 모터의 기계적 특성에 영향을 미치는 변수
CABINET	캐비닛 진동 최소화 위해 모달 특성을 구하고, 강성 증가를 위한 보강재 설계 기법 적용

주요 부품	경향과 대책
LEG---고정 leg과 높이 조절 leg	NBR 50을 기준으로 재질,경도와 leg 형상을 고려한 방진 설계

본 발표 논문은 스승이신 연세대학교 기계공학과 박영필 교수께서 1977년 8월부터 박사 86명, 석사 357 명의 후학 육성에 많은 수고를 하시고, 이제 정년퇴임 하심을 기념하며 발표하는 자료입니다.