

다자유도 시험 장치를 이용한 캐비닛 강성 평가

Evaluation of the Cabinet Stiffness Using Multi-DOF Test Equipment

*강민성¹, 이동근¹, 구제민², 석형성², 고선근³, 임상환³, 최지훈³

*M. S. Kang¹, D. G. Lee¹, J. M. Koo², C. S. Seok(seok@skku.edu)², S. G. Go³, S. J. Im³, J. H. Choi³

¹성균관대학교 기계공학부 대학원, ²성균관대학교 기계공학과, ³삼성전자 생활가전사업부

Key words : Multi-DOF Test Equipment, Cabinet, Cabinet Stiffness

1. 서론

최근 냉장고, 세탁기 등의 백색가전 제품 시장이 급속히 확대되고 있으며 경기 회복이 가시화됨에 따라 세계적으로 양문형 냉장고, 저소음 세탁기 등 고가의 프리미엄 백색가전 제품의 시장이 성장하고 있을 뿐 만 아니라, 소비자들의 제품에 대한 질적 요구수준도 나날이 높아지고 있어서 소비자의 요구에 부합한 고품질의 제품을 제공하기 위한 캐비닛의 강성평가가 더욱 중요해지고 있다.

이러한 냉장고와 세탁기 등 제품의 골격이 되는 캐비닛과 프레임의 경우 부가되는 하중이 증가하거나 오랜 기간 사용하게 되면 자체 강성이 떨어지고 전체적인 캐비닛과 프레임에 변형이 발생하게 된다. 이와 같은 문제로 인하여 제품 사용 시 과도한 진동 및 구조물 사이의 단차 등이 발생하여 제품의 본래 성능이 저하된다. 따라서 캐비닛 강성 저하로 인해 발생하는 문제를 최소화하기 위하여 제품의 구조를 개선하고 캐비닛 보강재를 삽입하는 등 다양한 방법으로 캐비닛의 강성을 강화하기 위한 설계를 적용하고 있다.

하지만 캐비닛의 규격이 크고, 캐비닛에 실제로 작용하는 하중의 방향이 매우 다양하기 때문에 일반 유압식 만능시험기를 이용하기에는 어려운 점이 많다. 따라서 본 연구에서는 설계 단계에서 캐비닛의 강성을 정량적으로 평가할 수 있는 적절한 시험 장치 및 절차를 개발하고 이를 이용하여 캐비닛의 강성을 평가하고자 한다.

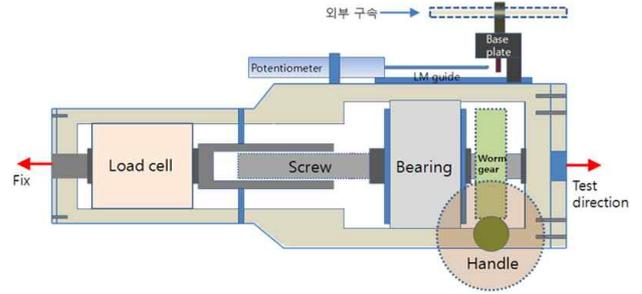
2. 시험 장치 개발

2.1 하중 부가 장치 개발

시험 대상이 되는 캐비닛 및 프레임의 경우 규격에 따라 작용되는 하중의 크기가 달라지며 하중의 방향 또한 매우 다양하다. 따라서 강성을 시험하고자 하는 캐비닛에 실제 작용하는 하중과 동일한 방향으로 하중을 부가할 수 있는 장치를 Fig. 1 (a)과 같이 설계하였다. 외부에서 사용자가 수동으로 핸들을 돌려 회전시킬 수 있는 웜기어 세트를 장착하고 웜기어에 연결되어 있는 전산나사 형태의 스크류가 동시에 회전하여 로드셀과 함께 시험 장치의 다자유도 프레임에 연결되어 있는 부분을 밀거나 당김으로써 인장 및 압축 하중이 발생되도록 하였다. 장치 외부 케이스에는 하중선과 평행한 방향으로 변위 측정 장치를 장착하고 변위 측정 기준이 되는 플레이트를 외부에서 구속하여 줄 수 있도록 하여 정확한 캐비닛의 변형을 측정할 수 있도록 하였다. 제작한 하중 부가 장치를 Fig. 2 (b)에 나타내었다.

2.2 다자유도 시험 장치 개발

시험 장치는 시험하고자 하는 캐비닛의 각 부분에 시험자가 원하는 방향으로 하중을 부가할 수 있도록 다자유도 프레임을 가진 구조로 설계를 하였다. Fig 2에는 제작된 시험 장치를 나타내었다. 사각형 형태의 바닥판에는 전산나사를 이용하여 캐비닛 하단을 구속할 수 있도록 길이 조절이 가능한 고정 장치를 장착하여 시험하고자 하는 캐비닛이 설치될 수 있게 하였고, 원형 바닥판에는 볼트 체결 홀을 가공하여 캐비닛에 하중을 부가할 방향으로 다자유도 프레임을 이동한 뒤 프레임 하단을 고정할 수 있도록 하였다.



(a)



(b)

Fig. 1 Load addition equipment



Fig. 2 Appearance of test equipment

3. 시험 및 결과

일반적으로 냉장고의 본체인 캐비닛은 3개의 층으로 구성되어 있다. 음식물과 접하는 캐비닛 내부는 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene) 수지로 두께는 약 1.5mm이고, 외부로 노출된 외판은 약 0.5mm 두께의 철판으로 되어있다. 내부 ABS와 외판 사이에 발포(Foam)된 폴리우레탄(Poly Urethane)은 단열재로 사용되고 캐비닛 구조물의 강성을 유지하는 역할을 한다. 그런데 최근 소비자 트렌드의 변화로 냉장고 용량은 증가하고 있으나, 가전제품의 'Built-In'화로 인하여 외벽은 점점 얇게 설계되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 개발된 다자유도 시험 장치를 이용하여 현재 소비자에게 판매되고 있는 냉장고의 본체 캐비닛의 강성을 측정하였다. 시험은 일반형 냉장고 캐비닛을 대상으로 하였고, 강성 측정 부위는 캐비닛 측면과 냉동실 도어 캐비닛으로 하여 일정한 속도로 정하중을 부가하여 시험하였다. 캐비닛 측면의 경우 사용 시간 증가에 따라 내부에 적재되는 음식물 등의 중량물로 인하여 수직 아래로 처짐 하중을 받고 이로 인해 배부른 형상처럼 바깥쪽으로 벌어지는 변형이 발생하게 된다. 또한 냉동실 도어 캐비닛에 적재되는 중량물로 인하여 도어 캐비닛은 상/하 힌지를 구속점으로 하여 아래 방향으로 처지게 되어 도어 단차에 문제가 발생하는 것은 물론 냉기가 새어나가게 되어 냉동 유지 성능에 문제가 발생하게 된다.

시험을 수행하기 위하여 다자유도 시험 장치에 설치한 하중 부가 장치와 캐비닛의 모습을 Fig. 3에 나타내었다. 하중 부가 방향은 실제 중량물이 캐비닛에 가하는 방향과 동일한 방향으로 설정하였다. 측정된 하중과 변위 데이터는 Fig. 4의 그래프에 나타내었다. 시험 결과를 분석한 결과 수평 하중에 대한 캐비닛 측면 강성은 약 12.8kg/mm으로 측정되었고, 수직 하중에 대한 냉동실 도어 캐비닛 처짐 강성은 13.2kg/mm로 측정되었다.

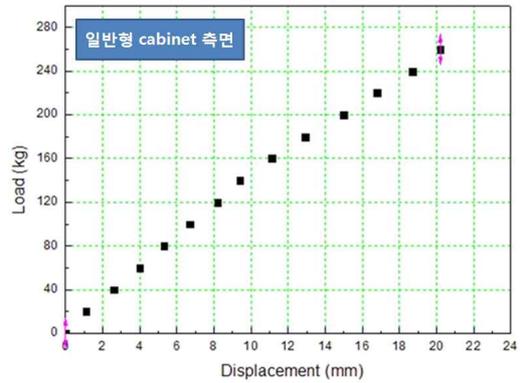


(a) Strength test of cabinet side



(b) Strength test of upper door cabinet

Fig. 3 Appearance of Test



(a) Test result of cabinet side



(a) Test result of upper door cabinet

Fig. 4 Test results

4. 결론

1. 캐비닛이 실제로 받는 여러 방향의 하중을 고려하여 실제 하중 조건을 모사 할 수 있는 캐비닛 강성 측정용 다자유도 시험 장치를 개발하였다.
2. 현재 상용화된 냉장고의 캐비닛에 적용되는 실제 하중을 분석한 뒤 본 연구를 통해 개발한 다자유도 시험 장치를 이용, 동일한 하중 조건을 모사하여 캐비닛 강성을 측정하였다.
3. 향후 본 다자유도 시험 장치를 이용하여 설계 단계에서 캐비닛의 강성을 평가할 수 있게 되어 불필요한 보강재가 삽입되지 않고 요구 성능을 만족할 수 있도록 최적 설계를 위한 캐비닛 강성 평가 기반 기술로 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

후기

이 논문은 2 단계 두뇌한국 21 (BK21) 사업, 미래가전연구센터 (SFARC), 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다. (No. 2007-0055842)

참고문헌

1. 조종래, 박기열, 정재현, "냉장고 캐비닛의 냉기유로 주변의 변형에 관한 연구," 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, 250-253, 2008.
2. 성균관대 산업설비안전성평가연구센터(SAFE), "SBS냉장고의 CABINET 변형 및 DOOR 단차 개선을 위한 연구", 최종보고서, 2002.
3. 성균관대 미래가전연구센터(SFARC), "냉장고 Set strength 평가 시스템 제작 및 평가 Process 개발", 최종보고서, 2009.