

세탁기 발란서의 풀림방지에 관한 연구 A Study on Loose Prevention of Laundry Balancer

*선광상¹, 허웅¹, 류두영³, 구재민², #석창성²

*K.S. Seon¹(ksseon@skku.edu), Y. Huh¹, D.Y.Ryu³, J.M.Koo², #C.S.Seok²(seok@skku.edu)

¹성균관대학교 대학원 기계공학과, ²성균관대학교 기계공학부, ³삼성전자 세탁기개발1그룹 시스템가전사업부

Key words : Balancer , Self Drilling Bolt , Loose Prevention

1. 서론

일반적으로 세탁기는 세탁 및 행굼 과정 후에 탈수조가 고속회전하면서 강한 원심력에 의한 탈수 작용을 수행하게 된다. 그런데, 세탁 및 행굼 과정 중에 세탁물의 엉킴 등에 의하여 세탁물이 한 쪽으로 치우치는 현상이 발생하게 된다. 이는 세탁물을 포함한 탈수조의 불균형을 유발하게 되고, 이러한 불균형은 고속탈수 시 탈수조의 심한 진동을 일으키는 원인이 된다. 따라서, 이러한 불균형에 의한 탈수조의 진동을 저감시키기 위하여 탈수조의 상부에 회전균형을 유지하기 위한 장치를 마련하는데 이를 발란서라고 한다.

기존의 발란서에 체결된 볼트는 나사산 혹은 와셔의 마찰력을 이용하여 체결하고 있으나, 진동을 받거나 온도 환경의 영향이 달라지면 체결력이 약해지면서 쉽게 풀리는 단점을 가지고 있다.

이에 본 연구에서는 세탁기 발란서에 체결되는 볼트의 진동 볼트 풀림 실험과 강도 실험을 통하여 일반 볼트를 사용한 세탁기 발란서(A형)과 직결볼트(직결나사)를 사용한 세탁기 발란서(B형)의 체결력 및 강도 비교를 통해 그 차이를 파악하고 이를 고찰해 보고자 한다.

2. 체결방식의 차이점

발란서를 드럼과 결합시키기 위해 A형과 B형의 2가지 형태를 고려해 보았다. 먼저 A형은 발란서와 볼트가 체결될 부위에 홀가공을 완료한 후 홀에 Tab을 가공하여 tapping 2중 스크류를 사용하여 쉽게 체결할 수 있도록 하였다. B형은 발란서와 볼트가 체결될 부위에 홀 가공만 한 후 tapping 1중 스크류를 사용하여 가공된 홀에 강제 체결을 하였다. A형은 Tab을 사용했기 때문에 간편히 조립 할 수 있고, 따라서 낮은 조임 토크로 체결할 수 있었다. B형은 Tab을 사용하지 않았기 때문에 조립시 높은 조임 토크가 필요 하였다. 조임토크는 발란서를 드럼에 결합할 때, 파손되지 않은 범위로 결정하였다.

B형에 사용된 볼트는 쉬운 체결을 위하여 일반 볼트를 사용하지 않고 직결볼트를 사용하였다. 직결볼트(직결나사)는 물체와 물체를 서로 연결하여 고정하는 데에 사용되는 볼트의 한 종류이다. 나사 끝에 드릴 날이 붙어있어 철판이나 상대물을 뚫고 직접 펄 작업까지 한 번에 끝낼 수 있다. 그리고 크지 않은 힘으로도 쉽게 물체에 나사를 체결할 수 있어, 조립 작업시 널리 사용된다.

3. 시험방법

3.1 체결부 강도시험

드럼 세탁기용 발란서(balancer)의 볼트 체결부에 대한 진동 풀림 시험의 진동 범위 예측 자료를 얻기 위하여 A형 및 B형 모델에 대한 체결부 강도시험을 수행하였다. 체결부는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 발란서를 지그에 장착하였다. 그리고 지그에 연결된 발란서를 드럼에 볼트로 체결하였다. 이 때,

볼트의 최대 조임토크는 A형 2.47N-m, B형 3.94N-m로 하였다. 조임토크는 볼트를 드럼과 발란서에 최대한 견고히 체결하였으며, 체결 후 드럼과 발란서의 파손여부를 확인한 다음에 파손되지 않은 범위에서 결정했다.

발란서에 지그를 결합한 후 25톤 용량의 전기 유압식 만능재료 시험기에서 1mm/min 시험 속도로 체결부 강도시험을 수행하였다.



Fig. 1 Balancer and Drum connection to zig

3.2 진동 풀림시험

발란서의 A형 및 B형 체결에 대한 볼트의 체결력을 비교 평가하기 위하여 진동 풀림시험을 수행하였다. 볼트의 풀림 검사에 일반적으로 사용되는 정커 진동 시험(Junker vibration test) 방법을 이용하여 A형 및 B형 발란서의 볼트 체결력 변화를 비교 평가하였다.

정커 진동 시험은 볼트를 일정한 초기 체결력(pre-load)으로 체결한 후 볼트 측면에 전단 진동 하중을 가하여 초기 체결력이 유지되는 시간을 측정함으로써 볼트의 풀림방지 성능을 평가하는 방법이다. 시험에서는 일정변위 진폭으로 진동 풀림 시험을 수행하였으며, 이때 볼트의 체결력 변화는 하중 진폭의 변화로 나타나게 된다. 본 시험에서는 볼트의 풀림 기준을 체결력이 80%로 감소했을 때로 정하고, 하중 진폭이 초기 하중 진폭의 80% 수준으로 감소했을 때의 반복수를 측정하였다. 또한, 시험 시간을 고려하여 약 400,000회 반복 시까지 체결력이 감소하지 않을 경우 풀림이 발생하지 않는 것으로 보고 시험을 중단하였다.

3.3 시험장치

체결부 강도시험 및 진동 풀림 시험을 위해 25ton 용량의 전기유압식 만능재료시험기(INSTRON model 8802)를 사용하였고, 모든 시험의 제어, 데이터 처리 및 결과해석에는 PC를 사용하였다.

4. 시험 결과 및 고찰

4.1 체결부 강도시험 결과

Fig. 2는 A형 및 B형 발란서의 강도시험을 통해 획득한 하중-변위 선도를 나타낸 것이다. 시험결과, 발란서의 볼트 체결부에서 파손이 발생하였으며, 최대 하중이 A형 모델의 경우, 약 8041N, B형 모델의 경우, 약 4118N으로 측정되었다. B형의 강도가 작게 나타난 것은 초기의 조임 토크가 A형의 경우 2.47N·m 인데 비하여 B형의 경우에는 3.94N·m로 커졌기 때문이라고 판단된다.

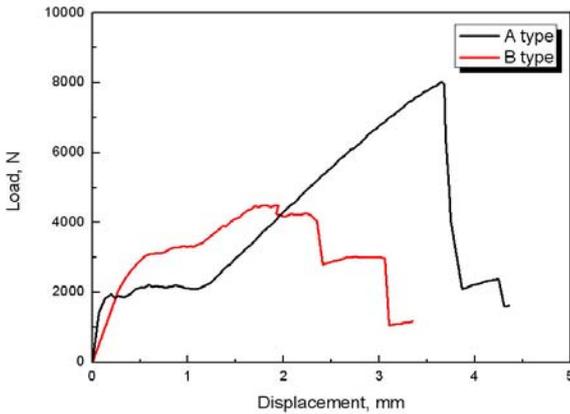


Fig. 2 Load-Displacement curve

4.2 진동 풀림시험 결과

발란서 체결부에 대하여 0.3, 0.4, 0.5mm의 일정 변위 진폭으로 볼트 진동 풀림 시험을 수행하였다.

A형의 경우 각 변위 진폭마다 약 100~150회 이내에서 급격히 풀림이 발생하여 하중 진폭이 80%이하로 감소하였다. 이러한 볼트 풀림 시험 결과를 변위 진폭과 하중 진폭에 따른 풀림 수명(풀림 진동수)으로 Table 1에 나타내었다.

Table 1 The results of Vibration Loose Test

Model	조임토크, N·m	변위진폭, mm	초기하중진폭 (ΔP), N	풀림 진동수, Cycle
A형	2.47	0.30	4118	120 (0.8 ΔP)
		0.40	4903	150 (0.8 ΔP)
		0.50	5589	120 (0.8 ΔP)
B형	3.94	0.30	4118	400,000 (미풀림)
		0.40	4802	400,000 (0.8 ΔP)
		0.50	4118	131,000 (0.8 ΔP)

5. 고찰 및 결론

Fig. 3~4 는 A형 및 B형 발란서의 진동 풀림 시험을 통해 획득한 변위 진폭과 하중 진폭의 크기에 따른 볼트 풀림 수명을 나타낸 선도이다. B형 발란서의 볼트 풀림 수명은 동일 하중에서 A형의 풀림 수명 보다 약 1,000배 정도 큰 것으로 나타났다.

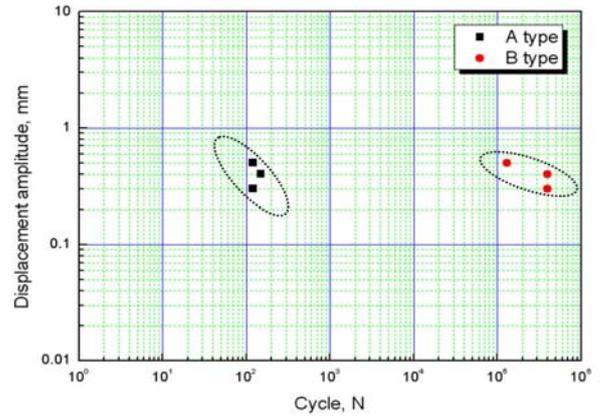


Fig. 3 Displacement amplitude-Life curve

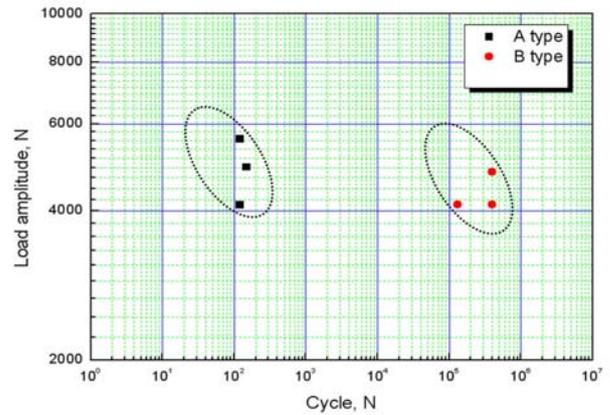


Fig. 4 Load amplitude-Life curve

실험결과에서 나타났듯이 B형의 경우 A형에 비해 볼트 풀림의 경우에는 개선이 되었음을 알 수 있다. 하지만 Fig. 2 를 보면 파괴 강도에 있어서는 B형이 A형 대비 51% 정도인 것으로 나타났다. 이는 Table 1 에 나타낸 A형 대비 B형의 조임토크가 160% 가량 증가 함으로써 볼트와 발란서의 체결력을 증대 시켜 주었으나 발란서에 직결볼트를 강제로 결합시키다 보니 체결부에 발생한 소성역 증가로 인한 재료의 경화로 낮은 파괴 강도를 갖는 것으로 생각된다.

따라서 체결력을 높여주고 볼트의 풀림을 방지할 수 있는 직결나사를 사용하기 위해서는 발란서 체결부에 대한 보강이 필요할 것으로 생각된다.

후기

본 연구는 두뇌한국 21 (BK21) 사업과 삼성전자의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 송용규, 심규석, 김종득 외 5명 “최신 기계설계학” 삼성복스
2. 석창성 “풀림방지형 볼트와 너트의 개발(연구 보고서)” 성균관대학교, 2004
3. 송창민 “세탁기의 액체 발란서(특허)” 삼성전자 주식회사, 2002