

# LED 조명등의 진동저감장치 개발에 관한 연구

## A study on the development of vibration reducing device for LED lighting

장강석† · 김영찬\* · 서효선\* · 김동수\*\* · 강석진\*\*

Jang-Kang Seok, Young-Chan Kim and Hyo-Sun Seo and Dong-Soo Kim, Seok-Jin Ka

### 1. 서 론

그동안 철도 및 선박용 일반조명으로 사용되던 백열전구는 지속적인 진동 탓에 가느다란 필라멘트가 쉽게 파괴됐다. 내진성 백열전구를 도입하기도 했지만 오래지 않아 다수의 조명을 새 것으로 교체해야해 유지보수 비용이 많이 소요되어 왔다. 반면 LED 조명등은 이와 같은 문제를 대부분 해결할 수 있으나 중량이 커 조명등 설치 시 견고한 지지대를 이용해 설치해야 한다. 이때 외부 전달진동이 심한 곳에서는 진동이 그대로 LED 조명등 내부로 전달되어 조명등내 부품이 파손되거나 크랙이 발생할 수 있다. 본 연구에서는 LED 조명등 내부에 발생하는 진동문제를 해결하기 위한 저감장치개발을 수행하였다. 또한 진동시험 및 수치해석을 통해 성능검증을 하였다.

### 2. 본 론

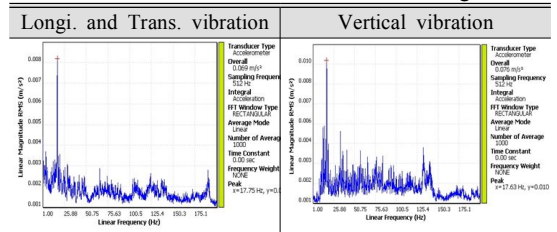
#### 2.1 외부진동 전달특성평가

##### (1)현장측정 및 결과분석

외부 발생진동이 조명등에 미치는 영향을 파악하기 위해 조명등이 설치된 현장에서 측정을 수행하였다. 측정결과, 조명등에 영향을 미치는 진동주파수대역은 15.0~30.0Hz 부근에 있는 것으로 평가되었다. 또한 조명등이 설치된 crane이나 검사대 등에서의 진동수준은 1.0~2.0gal(cm/sec)로 나타났다. 그러나 조명등을 지지하는 지지대의 길이가 1~2m여서 실제 조명등에 작용하는 진동 값은 훨씬 클 것으로 판단된다. 그리고 조명등까지 진동이 전달되는 경로 상

에 진동을 흡수할 수 있는 것이 아무것도 없어 외부에서의 전달되는 충격진동이 조명등내로 여과 없이 전달된다. 조명등이 설치된 크레인에서 측정한 진동 측정결과는 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Measurement result of vib. on large crane



#### (2)연구방향제시

진동저감 연구는 조명등 자체의 변위를 허용하더라도 연결부재 등 조명등에 걸리는 피로하중을 줄이는 방향으로 진행해야 한다. 본 연구에서는 LED 조명등 내부부재 중 진동에 가장 취약한 부위인 Lower cover와 Outer case에 발생하는 구조응력을 30~40% 이상 저감하는 것을 목표로 선정하였다.

#### 2.2 기본원리 및 평가방법

외부전달 진동을 지지대에서 차단하기 위해 가장 좋은 방안은 Fig. 1과 같이 지지대와 조명등 사이를 절연하는 방안이다. 본 연구는 사이에 설치할 수 있는 진동저감장치에 대해 연구를 하였다.

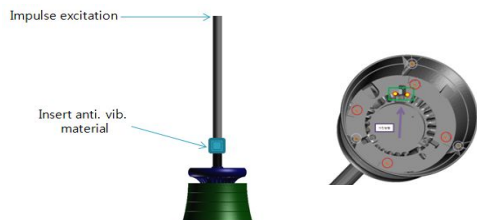


Fig.1 Concept design of anti-vibration device for reduction of translated vib. from outdoor.

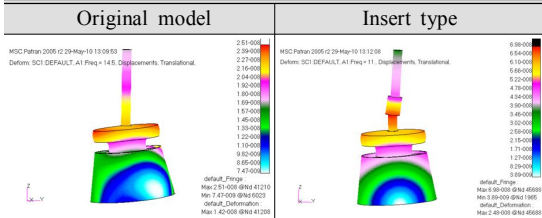
† 윤제원; 정회원, 유니슨테크놀로지(주)  
E-mail : jwyoong@unisontg.com  
Tel : 041-577-3457, Fax : 041-577-3458

\* 유니슨테크놀로지(주)

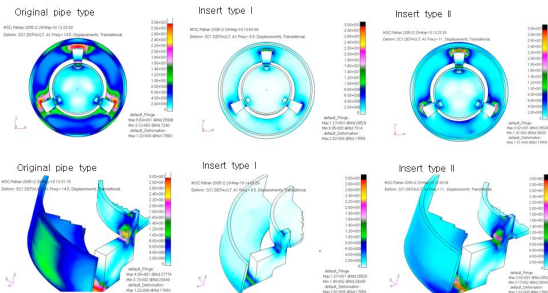
### 2.3 저감장치설계 및 전달특성분석

고무계열의 진동차단소재가 설치된 경우 Table 2와 같이 고유진동수가 낮아지는 것을 확인하였다. 한편 설치전에는 지지대와 조명등이 반대방향으로 움직여 조명등에 충격이 전달되었으나, 설치 후에는 지지대의 충격이 조명등에 전달되지 않는 거동을 하는 것을 확인하였다.

**Table 2** Mode shapes of support and LED lighting.



한편 3D 유한요소해석을 이용하여 구조진동연성 거동특성을 파악한 결과, Fig 2와 같이 내부부재 응력이 30~40% 저감되는 것을 확인하였다.

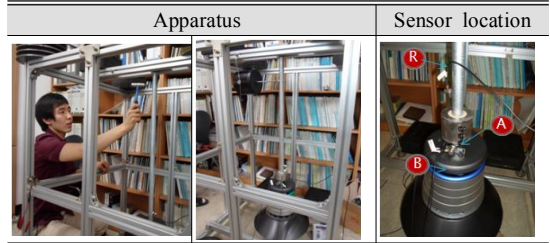


**Fig. 2** Structure and vibration coupling analysis result for LED lighting.

### 2.4 시제품제작 및 시험평가

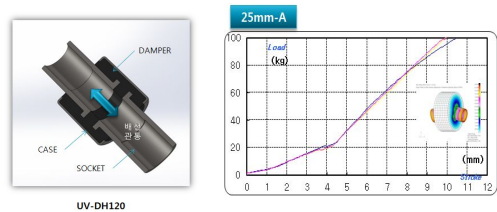
수치해석결과를 바탕으로 8종류의 시험제품과 시험시설을 설계 후 제작하였다. 정확한 자료 확보를 위해 Table 3과 같이 충격시험과 가진기시험을 동시에 수행하였다. 충격시험과 가진기시험의 결과는 동일한 것으로 평가되었으며, 고유진동수는 30%까지 낮아지는 것으로 파악되었다. 한편 구조댐핑의 경우 설치전에는 0.5% 미만이었으나, 설치후에는 2.0~7.0%까지 증가하였다. 조명등 내부부재에 걸리는 응력을 구조진동 연성해석을 통해 평가한 결과, 충격진동에 대한 내부응력이 시험제품에 따라 45%~ 95%까지 감소하였다.

**Table 3** Test apparatus for impact & exciter test.



### 2.5 저감장치제작 및 성능평가

장치내부에 삽입되는 소재물성시험 및 재해석을 통해 Fig. 3과 같은 진동저감장치를 완성하였다. 한편 완성된 장치의 고유진동수는 14.5Hz 그리고 구조 댐핑은 4.0% 인 것으로 평가되었다.



**Fig. 3** Developed anti-vibration device

## 3. 결론

본 연구는 LED 조명등 지지대의 강성이 높아 외부진동 전달이 그대로 조명등 내부로 전달되어 조명등이 파손되거나 크랙이 발생하는 것을 막기 위한 연구이다. 따라서 본 연구에서는 지지대 설치 시의 진동전달특성 분석, 구조진동연성해석을 통한 구조 안정성검토, 진동전달차단을 위한 장치개발 및 성능평가 등이 이루어졌다. 이와 같은 일련의 절차를 통해 지지대를 절연할 수 있는 설계기술과 검증방법이 확립되었다. 또한 진동을 절연할 수 있는 저감장치를 완성함으로써 LED 조명등 설치 시 제약사항을 극복할 수 있도록 하였다.

## 후 기

본 연구는 포스코 LED에서 발주한 ‘LED 조명 지지구조물의 진동저감설계 및 제품개발연구’에 의해 수행되었습니다.