

다양한 무대장치 설치가 용이한 장치봉의 구조해석 연구

Structure Analysis of the Batten

Making the Installation of Various Stage Equipment Simple

*노종호¹, 최윤서², 최석화³

*J. H. Noh¹, Y. S. Choi², S. H. Choi³

¹충남대학교 기계공학과, ²(주)터보이엔지, ³(주)석화디자인

Key words : stage equipment, batten, pipe, load

1. 서론

경계가 발전함에 따라 국민들의 문화산업에 대한 욕구가 커지면서 전국 곳곳에 다양한 공연을 할 수 있는 예술의 전당과 같은 무대가 늘어나고 있다. 공연을 성공적으로 치르기 위해서는 무대에 설치된 무대장치가 공연의 목적에 맞는 기능을 갖추고 있어야 한다. 공연자와 관객의 욕구가 다양해짐에 따라 무대장치 또한 그 욕구를 충족시킬 수 있어야 하는데, 준공한지 오래된 공연장의 무대장치는 단순하고 획일적인 무대장치들이 설치되어 있어 다양한 공연을 하는데 제한사항이 많다. 최근 준공되는 공연장의 무대에는 공연자의 의도대로 다양한 공연을 할 수 있도록 기본적인 무대장치만을 설치하여 공연에 맞게 추가적인 무대장치들을 매달 수 있도록 하고 있다.

이번 연구에서는 공연장에 설치된 상부 무대장치 중에서도 가장 많이 설치되어 다양한 조명이나 막 등을 자유롭게 매달 수 있는 장치봉의 안정성에 대한 연구를 수행하였다.

2. 무대장치

무대장치가 공연을 위해 갖추어야 할 요건은 여러 가지가 있겠지만 그 중에서도 중요한 몇 가지 조건들은 다음과 같다.

1. 공연기능을 만족시켜야 한다.
2. 공연에 적합하도록 튼튼하게 제작·설치되어야 한다.
3. 환영(illusion)이 유지되어야 한다.
4. 가벼운 단위장치(unit)로 제작되고 수송, 보관이 쉬워야 한다.
5. 미래의 사용에 대비해야 한다.
6. 빠르고 손쉬운 전환이 가능해야 한다.
7. 비용이 적게 들어야 한다.

상기의 조건 이외에 공연에 도움을 줄 수 있는 좋은 무대 장치는 극 전체의 정서에 맞고 각 장면

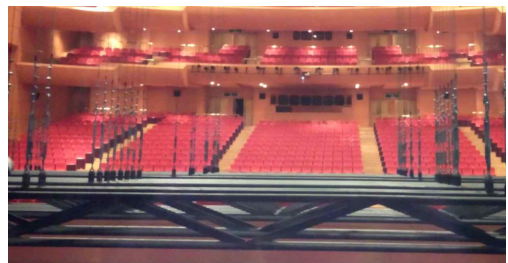
연결로 기능에 충실해야 하며, 장면 간 전환이 매끄럽고 전체적으로 통일성을 가져야 한다.

무대장치는 상부설비와 하부설비로 크게 나눌 수 있는데 하부설비는 비교적 큰 공연장에 설치하고 상부설비는 거의 모든 무대장치에 설치하여 사용한다. 상부설비 중에서 달기기구인 장치봉(batten)은 공연장 상단의 건축 구조물인 그리드에 설치된 구동장치에 의해 무대장치를 매달고 상하로 움직이며 공연을 할 수 있는 무대장치이다.

중소형의 공연장에 설치된 장치봉의 길이는 대략 10m ~ 20m 정도로 여러 가닥의 와이어에 매달려 있다. 장치봉은 주로 일반구조용 탄소강관(KS D 3566) 중에서 외경 42.7mm 두께 2.3mm 와 외경 48.6mm 두께 3.25mm 가 주로 사용된다.



(a) A ladder type of batten



(b) A truss structure type of batten

Fig. 1 A various kinds of batten pictures

경량의 구조물을 매달 경우 강관형 장치봉이 사용되지만 다양한 하중의 구조물을 매달기 위해 Fig. 1 과 같이 주로 2개의 장치봉에 연결 바를 사다리형 혹은 트러스형으로 용접한 장치봉이 많이 설치되어 사용되고 있고 공연에 따라 다양한 달기 기구들이 설치되어 사용되고 있다.

3. 연구결과 및 고찰

와이어에 매달린 장치봉이 자중에 의해 어느 정도의 처짐을 보이는지 확인하기 위해 본 연구에서는 일반구조용 탄소강관(KS D 3566) 중에서 외경 48.6mm 두께 3.25mm 의 장치봉이 길이가 10m 일 경우에 대한 구조해석을 수행하였다.

Table 1 Mechanical properties of the material according to the type of carbon steel pipe

Table legend	modulus of elasticity	unit weight	geometrical moment of inertia
STK ($\varnothing 42.7 \times 2.3t$)	210,000 (kg/cm^2)	0.0229 (kg/cm)	5.97 (cm^4)
STK ($\varnothing 48.6 \times 3.2t$)	210,000 (kg/cm^2)	0.0358 (kg/cm)	11.8 (cm^4)

Table 1 에 나타난 탄소강관에 대한 소재의 기계적 물성치를 이용하여 와이어로프 간의 거리에 따른 처짐량을 구해보면 L/240곡선과 마주치는 범위 내에서 와이어로프의 거리를 결정하면 된다.

그러므로 $\varnothing 48.6mm$ 장치봉의 와이어로프 간 거리는 280cm 이내로 연결하는 것이 바람직하고 본 연구에서는 현장에서 적용하는 270cm 를 적용하였다.

Fig. 2는 $\varnothing 48.6mm$ 장치봉이 자중에 의해 얼마나 처짐이 발생하는지를 구조해석한 그림이다.

(a) 는 트러스 구조의 장치봉 처짐을 계산한 것으로 중간에 $50 \times 5t$ 두께의 이음쇠는 28개를 적용하였다. 구조해석 결과 최대 4.2mm의 처짐량이 발생하였다. (b)는 사다리형 구조의 장치봉의 처짐을 계산한 것으로 중간에 이음쇠를 29개를 적용하고도 최대 14.8mm의 처짐이 발생하였다. (c)는 사다리형 구조의 장치봉 처짐량을 줄이기 위해 (b)의 구조에서 이음쇠를 6개 추가하여 해석을 수행한 결과로서 최대 15.22mm의 처짐이 발생하였다.

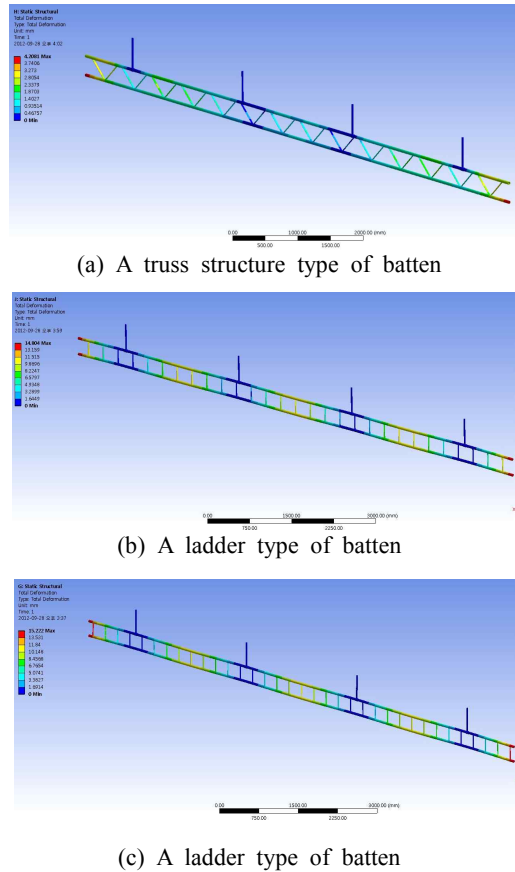


Fig. 2 Structure analysis of batten

4. 결론

무대장치에 주로 사용되는 일반구조용 탄소강관(KS D 3566) 재질의 외경 48.6mm, 두께 3.25mm, 길이 10m의 장치봉에 대한 구조해석을 수행한 결과 사다리형 장치봉은 트러스형 장치봉에 비해 3배 이상의 처짐이 발생하는 것을 알 수 있었다.

장치봉에 다양한 종류의 무대장치들을 일정한 간격으로 배치하고 고정하기에는 트러스형 장치봉보다 사다리형 장치봉이 유리하여 처짐량을 개선하기 위해 이음쇠의 개수를 추가하였지만 자중의 증가로 인하여 가장자리의 처짐이 오히려 증가하였다. 본 연구결과는 무대장치용 장치봉을 설치하는데 많은 참고가 될 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 구근희, 김상현, “무대기계III”
2. 성남방송고등학교 “방송무대기계”