

공연 연출용 무대장치의 안전 요구사항 도출을 위한 해외 규격의 적용 연구

임정호*, 박진규*, 유정훈*, 김상헌*
 *한국산업기술시험원
 e-mail:limjh@ktl.re.kr

A study on application of international standards to safety requirements of stage-performing system

Jung Ho Lim*, Jinkyu Park*, Jeonghoon Yu*, Sanghun Kim*
 *Korea Testing Laboratory

요약

최근 공연은 연출효과의 극대화를 위하여 플라잉 시스템, 자유궤적 이동무대 등 사람이나 사물을 매달고 움직이는 자동화된 무대장치의 활용이 높아 사용자와 장치의 안전성과 신뢰성을 확보하는 것이 무엇보다도 중요하다. 무대장치는 동력장기, 전기 및 제어장치, 안전장치 등으로 구분할 수 있으며, 모듈 및 시스템 단위에서 안전, 기능, 성능에 대한 요구사항 도출을 위하여 해외 관련 규격을 조사, 분석하였다. 안전 요구사항은 무대장치의 위험요인을 최소화하기 위하여 설계-제작-작동-점검 및 유지보수 단계에서 고려되어야 사항이며, 검증을 위한 방안도 연구 개발 수행 중이다.

1. 서론

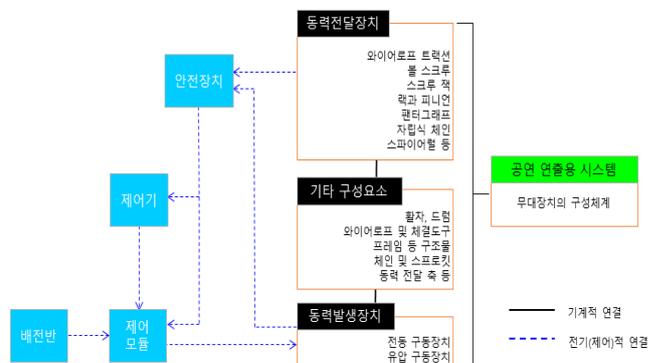
무대장치란 공연의 연출을 위해 사용되는 기구나 기구를 말하며, 고정장치와 수동 또는 자동으로 작동시킬 수 있는 것으로 나눌 수 있다. 뮤지컬, 오페라 등 최근 대형 공연에서는 화려한 연출 효과를 위해서 사람이나 사물을 매달고 움직이는 데 자동화된 무대장치를 활용하고 있다. 무대면에서 이동하며 승강하거나 회전하는 이동무대, 와이어로프에 매달아 움직이는 플라잉 시스템 등이 대표적이며, 최근에는 드론, 로봇의 기술이 발달하고 산업 전분야에 적용하면서 공연 연출에도 드론 및 로봇의 활용도가 높아지고 있다.



[그림 1] 와이어로프 플라잉 - 광주아시아문화의 전당

무대장치에 직접 사람이 탑승하기도 하며, 중량물을 매달아 이동하므로 필수적으로 장치 및 사용자의 안전이 요구된다. 또한 무대장치는 동력발생장치와 동력전달장치, 제어장

치, 안전장치 등으로 구성되며 주요구성품 대한 안전, 기능, 성능에 대한 검증이 요구된다.



[그림 2] 무대장치의 구성체계

미국, 영국, 독일 등 공연 선진국에서는 엔터테인먼트 분야가 독립적인 산업분야로 구분되어 있어 전문적인 기술지침 및 표준규격이 존재한다. 무대장치의 안전성 및 신뢰성 확보를 위하여 해외 규격 적용이 불가피하며 이를 위한 적용 연구를 수행하였다.

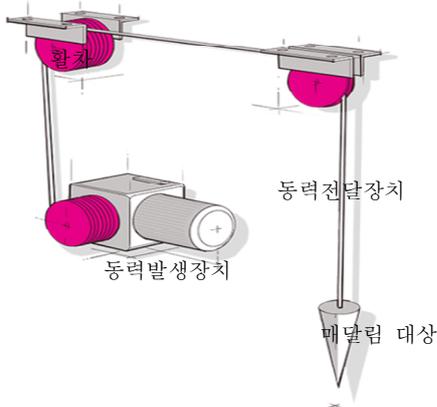
2. 해외 규격 적용을 위한 조사, 분석

무대장치와 관련된 미국표준(ANSI)규격^[1]과 유럽표준(EN)규격^[2]은 리프트 시스템, 윈치 시스템에 대한 기계적, 전기적 안전 요구사항을 명시하고 있다.

적용 범위로는 공연, 행사 등에 사용되는 다음의 장치이다.

- 장치봉(배경막, 영사막 등 포함) 및 조명시설
- 이동무대, 회전무대, 승강무대, 트랩무대
- 전기 및 전자 기기
- 유압 및 공압 동력 시스템
- 포인트 호이스트 등 무대장치

안전을 위해 고려되어야 하는 사항으로는 동력장치 선정에 의한 요소별 하중조건, 와이어로프, 드럼, 활차 등 주요구성요소의 강도, 안전을 등이 제시되어 있으며, 리미트 스위치, 인터락 기능, 비상정지장치 등 제어장치를 위한 안전 요소 등에 대해서 제시하고, 무대장치의 사용 후 정기적인 점검사항과 유지보수에 관한 주요 내용을 포함하고 있다.



[그림 3] 동력장치 구성 예시

3. 무대장치 안전 요구사항 도출방안

무대장치 관련 해외 규격에 대한 조사 및 분석을 통하여 무대장치의 설계-제작-설치-작동-점검 및 유지보수에 대한 프로세스를 이해하고 검증에 위한 안전 요구사항을 도출하여야 한다. 안전 요구사항은 시험, 해석, 문서검사 등을 통해 검증되어야 하는데, 주요 구성품 및 단계에 따라 구분하여 요구사항을 도출한다.

[표 1] 안전 요구사항 도출을 위한 주요 구성품 분류 예시

구분	구성 요소	구분	구성 요소
동력 발생 장치	전동기	동력 전달 장치	와이어로프
	감속기		체인
	브레이크		랙과 피니언
안전 장치	리미트 스위치	기타 구성 요소	스파이어럴
	엔코더		체결도구
	로드셀		활차, 드럼
	비상정지		프레임 구조물

동력발생장치의 설계단계에서의 안전 요구사항은 다음과 같다.

[표 2] 설계단계에서 고려되어야 할 안전 요구사항 예시

구분	요구사항
전동기 정격용량	최대 이동속도, 설계하중을 적용하여 전동기의 용량을 선정한다.
감속기 토크용량	감속기 토크는 설계하중의 125% 이상의 성능을 확보하여야 한다.
브레이크 제동용량	구동부 설계용량의 150% 제동성능이 확보되어야 한다.
브레이크 기능	전원이 차단될 경우 브레이크는 전동기의 작동을 멈출 수 있어야 한다.
이중 브레이크 적용(해당 시)	설계에 이중 브레이크를 적용하여야 한다. (30 kW 이상 또는 사람 위로 비행할 경우 등)

4. 결론

공연 연출용 무대장치의 화려한 연출 효과를 위해서 자동화된 무대장치를 활용하고 있다. 무엇보다도 사람을 매달고 이동하는 장치는 필수적으로 장치와 사용자의 안전성이 요구된다. 따라서 공연 연출용 무대장치의 안전성 및 신뢰성 확보를 위하여 관련된 해외 규격을 조사, 분석하여 안전 요구사항을 도출하여 제시하였다. 안전 요구사항은 무대장치가 사용될 때 위험요인을 최소화하기 위한 것으로 위험요인 제거 또는 감소를 위하여 설계-제작 단계부터 고려할 사항을 제시하는 것이 바람직하며, 이를 적용하기 위하여 검증 방안과 프로세스 도입에 대한 연구를 진행할 계획이다.

감사의 글 : 본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2020년도 문화기술연구개발 지원사업 (R2019050038)으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] ANSI E1.6-1 2019, Entertainment Technology - Powered Hoist Systems

[2] EN 17206 2018, Entertainment Technology. Lifting and Load-bearing Equipment for Stages and other Production Areas within the Entertainment Industry