

공연장 무대기계 구동부의 성능검증 요구사항 도출 및 시험평가 연구

유정훈*, 강지성*, 박진규**, 이진호**

*한국산업기술시험원

**자스텍 주식회사 기술연구소

e-mail:legend@ctl.re.kr

A Study on the Development and Test Evaluation of Performance Verification Requirements for the Stage Machinery in the Theater

Jeong-Hoon Yoo*, Ji-Sung Kang*, Jin-Jyu Park**, Jin-Ho Lee**

*Korea Testing Laboratory

**Jasstech Co., Ltd R&D Center

요 약

공연장은 오페라, 뮤지컬, 연극, 콘서트 등 다양한 장르의 공연 연출을 위한 공간이며, 해당 연출을 위해서는 조명, 음향 뿐만 아니라 무대기계의 역할이 중요하다. 무대기계는 공연 세트의 움직임으로 장면 전환, 연출 효과를 극대화하기 위해 필수적인 장치로 활용되고 있다. 본 연구에서는 개발사에 개발 중인 공연장 무대장치의 설계, 제작, 시험 과정에서 국제수준의 프로세스를 적용하고, 이를 통한 검증이 이루어질 수 있는 연구를 실시하였다. 국내에 적용된 무대기계 장치의 경우에는 안전 요건에 대한 검사만으로 도입, 운영되는 것이 일반적이어서 실제 운영 환경에서 설계하중, 설계속도에 따른 운영이 어려운 경우가 빈번히 발생하고 있는 것이 현실이다. 개발사에서 개발 중인 구동부 시스템에 대해서 성능 입증을 위한 프로세스와 요구사항의 도출을 통하여 공연장에 적용될 무대기계 구동부의 필수 요건을 조사, 분석을 통하여 개발될 제품에 적용하여 성능이 입증된 구동부 시스템의 도입을 추진하고자 한다.

1. 서론

공연장은 무대와 객석으로 구분되며, 무대에서의 무대기계는 상부무대시설과 하부무대시설로 나뉘어진다. 본 연구에서 적용하고자 하는 상부무대시설의 구동부의 검증 프로세스의 적용 및 요구사항 도출은 국내 공연장에 외산 제품이 대부분 도입, 운영하고 있어 해당 제품에 대한 국산화 대체가 필요하고, 향후에는 개발 제품에 대한 수출까지 이어질 수 있는 체계적인 연구 및 개발이 필요하게 되었다.

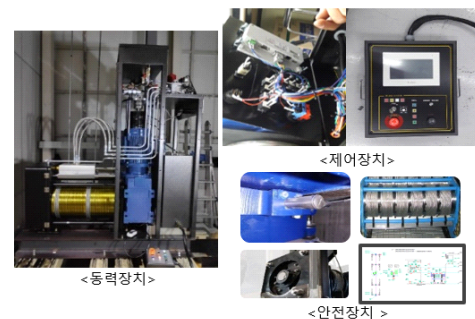
기존의 제품의 경우에는 성능 목표, 검증에 대한 설정 혹은 시험평가 등을 통한 검증이 이루어지지 않은 상태에서의 제작 후 공연법 상의 안전 검사만을 실시한 이후에 운영하고 있어 안전 이외의 기능, 성능, 내구성 등에 대한 입증이 이루어지지 않은 것이 현실이다.

본 연구에서는 개발 중인 무대기계 구동부 시스템에 대한 설계-제작-시험-인증 단계에서의 개발적 접근과 검증 측면의 기술적인 내용을 적용한 개발을 실시하고자 한다.

2. 무대기계 구동부 시스템의 검증 프로세스

2.1 개발 시스템의 개발 범위 설정

개발 중인 무대기계 구동부 시스템의 개발 방향은 기본적으로 동력장치, 제어장치와 함께 안전장치가 적용되어야 하며, 부품, 모듈, 시스템 단위의 시험평가가 이루어져야 한다. 동력장치의 구성은 전동기, 감속기, 드럼 등의 요소로 구분되며, 동력전달장치는 상부무대시설의 경우에는 와이어로프, 하부무대시설의 경우에는 축, 자립식 체인, 실린더 등 다양한 부품으로 구성된다. 이를 제어하는 제어시스템은 이를 정밀제어하기 위한 전기제어부품과 기계-제어에 대한 인터페이스로 구성된다. 이와 함께 각종 안전장치가 적용되었으며, 이에 대한 내용은 그림 1에 나타내었다.



[그림 1] 무대기계 시스템의 구성

표 1에서는 그림 1에서 나타낸 시스템에 대한 개발방향을 나타내고 있는데 본 개발품에서는 와이어이탈방지, 하중감지, 과부하감지, 이중제동장치 등의 안전장치가 적용되었다.

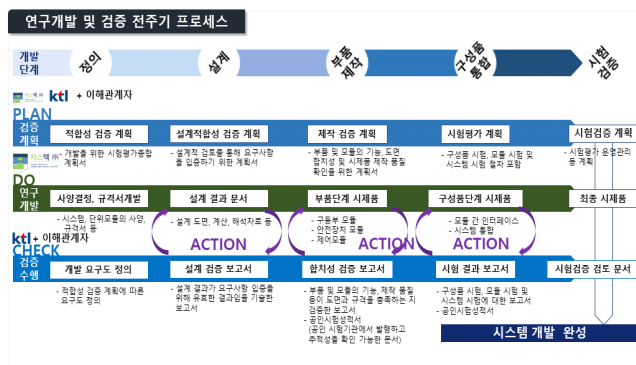
[표 1] 구동부 시스템의 개발 방향

구분	개발 방향
동력장치 개발	·구동부 모듈 조사 및 선정, 설계 ·구동부 모터 및 감속기, 드림 등의 구동부 시스템 제작 ·동력전달장치 구성 및 구동부 모듈 통합
안전장치 개발	·안전장치 조사 및 선정, 설계 ·구동부 모듈의 이중화, 제동장치 설계 및 제작 ·구동부 모듈과 무대장치의 안전장치 적용 인터페이스 설계 제작
정밀제어 및 인터페이스 개발	·구동부 모듈과 안전센서의 적용 가능한 제어 프로그래밍 적용 ·정밀 제어 모듈 설계 및 제작, 정밀 제어 모듈 간 인터페이스 설계 및 제작
부품, 시스템의 시험 검증	·성능확인을 위한 시험 요구사항 도출 ·모듈 및 시스템의 시험평가계획 수립 ·표준에 합치하는 시험절차서 개발 ·모듈 및 시스템의 인터페이스 검토, 시험평가 실시

2.2 개발 및 검증 프로세스의 적용

무대 구동부 시스템의 개발과 검증을 위해서는 설계와 설계 검증, 제작과 제작 검증, 모듈, 시스템 단위의 검증이 동시에 이루어져야 한다. 본 연구에서는 해당 프로세스를 정의 - 설계 - 제작 - 통합 - 시험검증 단계로 구분하였으며, 각 단계에서의 계획을 수립하고 해당 계획에 따른 개발, 검증을 실시하도록 하였다.

정의 단계에서는 개발 사양의 결정과 각 단계에서의 검증에 대하여 엔지니어링 분석, 해석, 시험, 검사 등 검증에 대한 방법을 결정하고, 결정된 내용에 따라서 접근하는 것을 택하였다.



[그림 2] 무대 구동부 시스템 개발, 검증 전주기 프로세스

3. 무대기계 구동부 시스템의 검증 요구사항 도출

개발품의 단계별 검증을 위하여 각 단계에 대한 검증 요구

사항을 다음과 같이 도출하였다. 해당 요구사항은 무대시설 안전진단시행세칙, KS 규격, DIN 규격, EN 규격, ANSI 규격 등에 시험, 검증 가능한 항목에 대한 내용을 가지고 구성하였으며, 본 연구에서는 해당 내용을 포괄적으로 나타낼 수 있는 항목으로 제시하였다.

표 2에서는 설계시 구동부 시스템에 대한 검증 요구사항에 대한 요약을 나타내었다.

[표 2] 설계적합성 검증 요구사항 요약

구분	검증 요구사항
동력장치	·구동요소의 안전율 ·동력부의 부품 선정 및 용량의 부합성 ·소재, 재료의 적용성 등
안전장치	·안전장치 사양, 요구조건 ·동력장치와 제어장치의 안전장치 인터페이스 등
정밀제어 및 인터페이스 개발	·동력부와 제어부의 기능, 작동 등의 인터페이스 ·제어 부품의 선정 및 용량의 부합성 등

표 3에서는 시스템으로 구성된 구동부 시스템에 대한 검증 요구사항에 대한 요약을 나타내었다.

[표 3] 시스템 성능 검증 요구사항 요약

구분	검증 요구사항
동력장치	·동력장치의 구조적 안전성 ·동력부의 소음/진동/부하 성능 ·동력부의 내구성능 등
안전장치	·안전장치 기능 시험 ·안전장치 작동 반응 시간 등
정밀제어 및 인터페이스 개발	·제어장치의 신뢰성(내환경, 내진동, IP 등) 시험 ·제어장치의 기능, 작동 반응, 연산 시험 등

3. 고찰

본 연구에서는 현재 개발사에서 개발 중인 공연장에 적용할 무대기계 구동부 시스템에 대한 제품 개발관점에서의 설계, 제작, 시스템으로 구성시의 기술기준, 표준에 근거한 검증 요구사항을 도출하였다. 본 연구의 내용을 토대로 개발 제품에 대한 시험, 검증을 통하여 인증을 획득하고 제품 개발을 완성하는 연구개발 프로세스의 입증이 이루어질 예정이다.

참고문헌

- [1] 유정훈 외 “공연연출용 공연장치의 안전성 검증을 위한 검증 프로세스 도출 및 적용방안 연구”, 한국산학기술학회 2020 춘계학술대회
- [2] 유정훈 외 “공연연출용 무대장치의 공연적용시 안전요구사항 도출 방안 연구”, 한국산학기술학회 2021 추계학술대회
- [3] 임정호 외 “자동화 공연장치의 검증을 위한 제작 단계별 요구사항 및 시험 항목 도출 연구”, 한국산학기술학회 2021 춘계학술대회