무대시설
안전진단 해설서
(정기 안전검사)
2025년



본 안내서는 공연장 무대시설 안전진단 시행세칙 내용 중
무대시설 정기 안전검사 관련 기준을 해설하고
현장 적용성을 높이기 위해 작성되었습니다.

2025. 12.

문화체육관광부

ktl 한국산업기술시험원
공연안전지원센터



본 해설서는 공연장 무대시설의 정기 안전검사를 수행하는 안전진단 기관을 대상으로 전체 검사 방법 및 요령에 관한 내용을 제공하기 위해 개발되었습니다.

본 해설서의 내용은 안전진단 기관의 정기 안전검사 업무 수행에 도움을 주기 위한 자료로서 법적 의무나 강제를 의미하지 않습니다.

2025. 12

문화체육관광부

ktl 한국산업기술시험원 공연안전지원센터

개발 참여

공연안전지원센터 | 김동균·김기환·구자경

해설서 제·개정 현황 및 내용

제·개정일 (승인일자)	주요내용	사 유	담당직원	협의기관
2018. 12	해설서 제정	-	김동균·김기환·민현웅·김성겸·구자경	-
2025. 12	해설서 개정	법령 개정(2023년) 사항 반영 및 관련 규격 최신내용 반영	김동균·김기환·구자경	-

머리말

◆ 문화체육관광부에서는 공연장 및 공연 안전 시스템 확립과, 기술 발전을 통한 공연 문화 융성 기반 조성을 위해 한국산업기술시험원 공연안전지원센터를 지정하여 운영하고 있습니다. 공연안전지원센터는 2001년 설립 이래, 고위험 안전 취약 공연장 종합 안전 지원, 공연장 안전교육 및 훈련, 공연장 안전 제도 지원 및 안전 자료 보급 등 우리나라 공연장 안전 수준 향상을 위해 꾸준히 노력해 왔습니다.

◆ 공연장은 다수의 관객과 대형 장비가 밀집한 특수 환경으로, 기계적·전기적 위험 요소가 복합적으로 존재합니다. 따라서 등록된 공연장은 공연장의 안전성과 운영 신뢰도를 확보하기 위한 체계적인 안전진단 활동이 필요합니다.

◆ 본 해설서는 등록된 공연장을 대상으로 3년마다 실시하는 정기 안전검사 기준에 관한 상세 해설을 통해 안전진단 기관이 원활한 검사 업무를 수행할 수 있도록 하는 데 목적이 있습니다.

◆ 공연안전지원센터는 본 해설서에 대한 관계자와 전문가 여러분의 의견을 환영합니다. 보내주신 의견을 바탕으로 공연장 무대시설 안전과 관련한 다양한 정보들을 취합해, 해설서를 수정, 보완할 예정입니다.

주요 내용

본 해설서는 네 개의 장(章, chapter)으로 이루어져 있으며, 각 장의 주요 내용은 다음과 같습니다.

1장 공연장 무대시설 정기 안전검사 개요

1장에서는 공연법에 고시된 정기 안전검사 관련 주요 규정을 상세히 설명합니다.

2장 공연장 무대시설 정기 안전검사 요령(설치 상태 및 구조검사)

2장에서는 정기 안전검사 중 설치 상태 및 구조검사 항목(총 27 개)에 관한 검사 요령을 설명하고, 이와 관련해 각 세부 검사 항목 및 기준에 관한 해설과 관련 사진을 수록했습니다.

3장 공연장 무대시설 정기 안전검사 요령(운전검사)

3장에서는 정기 안전검사 기준 중 운전검사 항목(총 18 개)에 관한 검사 요령을 설명하고, 이와 관련해 각 검사 항목 및 기준에 관한 내용 해설 및 관련 사진을 수록했습니다.

4장 공연장 무대시설 정기 안전검사 요령(구동검사)

4장에서는 정기 안전검사 기준 중 구동검사 항목(무대시설 속도, 전동기 전류, 소음, 이상 진동 및 소음)에 관한 검사 요령을 설명하고, 이와 관련해 항목별 측정 방법 및 관련 사진을 수록했습니다.

제1장 | 공연장 무대시설 정기 안전검사 개요

1.1 공연장 무대시설 정기 안전검사 관련 규정 ····· 10
1.2 공연장 무대시설 정기 안전검사 **관련** 기준 ····· 12

제2장 | 공연장 무대시설 정기 안전검사 요령(설치상태 및 구조검사)

2.1 구조물 및 프레임 ····· 30
2.2 평형추 및 가이드 레일 ····· 41
2.3 활차 ····· 47
2.4 드럼 ····· 53
2.5 와이어로프 및 체결도구 ····· 58
2.6 섬유로프 ····· 73
2.7 체인 ····· 76
2.8 전동기 ····· 78
2.9 감속기 및 부속장치 ····· 82
2.10 제동장치 ····· 86
2.11 상부 그리드 ····· 87
2.12 갤러리 ····· 93
2.13 무대바닥 ····· 94
2.14 유압 파워 유닛 ····· 95
2.15 유압 실린더 및 호스 ····· 97
2.16 유압 기계실 ····· 101
2.17 기어박스 ····· 101
2.18 축 및 커플링 ····· 103
2.19 스크루 축 ····· 105
2.20 랙 및 피니언 ····· 106
2.21 팬터그래프 ····· 106
2.22 무대 하부 ····· 108
2.23 배전반 및 제어반 ····· 109
2.24 조작반 ····· 114
2.25 배선 및 배관 ····· 116
2.26 리밋 스위치 ····· 119
2.27 기타 ····· 120

제3장 | 공연장 무대시설 정기 안전검사 요령(운전검사)

3.1 막 구조물 ····· 122
3.2 평형추 및 가이드 레일 ····· 123
3.3 활차 ····· 124
3.4 드럼 ····· 125
3.5 와이어로프 및 섬유로프 ····· 126
3.6 체인 ····· 127
3.7 전동기 ····· 128
3.8 감속기 ····· 130
3.9 제동장치 ····· 131
3.10 무대바닥 및 프레임 ····· 131
3.11 유압시스템 ····· 132
3.12 동력전달장치 ····· 133
3.13 기어박스 ····· 134
3.14 축 및 커플링 ····· 135
3.15 배전반 및 제어반 ····· 136
3.16 조작반 ····· 137
3.17 리밋 스위치 ····· 137
3.18 방화막 ····· 138

제4장 | 공연장 무대시설 정기 안전검사 요령(구동검사)

4.1 속도 ····· 142
4.2 전류 ····· 143
4.3 절연저항 ····· 143
4.4 소음 ····· 144
4.5 진동 ····· 145

부록 |

[부록 A] 무대시설 안전진단 결과보고서 작성 기준 ····· 148

제1장

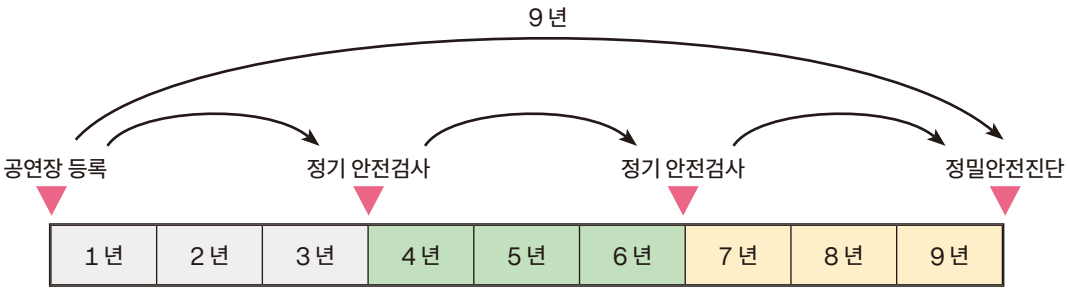
공연장 무대시설 정기 안전검사 개요

1장 공연장 무대시설 정기 안전검사 개요

1.1 공연장 무대시설 정기 안전검사 관련 규정

1) 공연장 무대시설 정기 안전검사 의무

모든 등록된 공연장은 등록일을 기준으로 매 3 년이 경과한 날의 전후 각각 31 일 이내에 무대시설 안전진단 전문 기관으로부터 무대시설에 대한 정기 안전검사를 받아야 한다.



※공연법 제12조제3항에 따라 정밀안전진단을 받을 시 동시에 정기 안전검사를 받은 것으로 봄

주기에 따른 안전진단(정기 안전검사, 정밀안전진단)

2) 공연장 무대시설 정기 안전검사 결과제출 및 조치

공연장 무대시설 정기 안전검사의 결과는 공연장 소재지를 관할 하는 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수 또는 구청장(이하 지자체)에게 지체없이 제출해야 하며 관할 지자체로부터 무대시설의 보완 또는 개·보수를 요구받으면 이에 응하여야 한다.

3) 공연장 무대시설 정기 안전검사 결과에 관한 확인

지자체에서 제출받은 정기 안전검사 결과가 부실하다고 인정될 때는 문화체육관광부 장관에게 안전검사 등의 결과 확인 및 평가를 요구할 수 있다.

1. 공연법 12조 (정기 안전검사 관련 항목)

② 공연장운영자는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 무대시설 안전진단 전문기관으로부터 무대시설에 대한 정기 안전검사를 받아야 한다. 〈개정 2018.12. 24, 2023. 8. 8.〉

– 등록한 날부터 3년이 지난 경우

– 정기 안전검사를 받는 날부터 3년이 지난 경우

– 제4항에 따른 자체 안전검사 결과 공연장운영자 또는 무대시설 안전진단 전문기관이 특별하다고 인정되는 경우

⑤ 공연장운영자가 제1항제2호·제2항 및 제3항에 따라 등록 전 안전검사 등을 받는 경우에는 그 결과를 지체 없이 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다. 〈개정 2015. 5. 18, 2017. 11. 28〉

⑥ 제5항에 따라 등록 전 안전검사 등의 결과를 제출받은 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장은 공연장운영자에게 무대시설에 대한 보완이나 개선 또는 보수를 요구할 수 있다. 이 경우 공연장운영자는 정당한 사유가 없으면 이에 따라야 하며, 보완이나 개선 또는 보수의 결과를 지체 없이 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다. 〈개정 2015. 5. 18, 2017. 11. 28, 2023. 8 . 8〉

⑦ 무대시설에 대한 설계검토, 등록 전 안전검사, 정기 안전검사, 정밀안전진단 및 자체 안전검사의 절차와 방법·시기 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. 〈개정 2015. 5. 18〉

2. 공연법 시행령10조(무대시설의 안전진단 등)

③ 공연장운영자는 다음 각 호에 따른 시기에 법 제12조제2항제1호 및 제2호에 따른 정기 안전검사와 같은 조 제3장제1호 및 제2호에 따른 정밀안전진단을 받아야 한다. 〈개정 2015. 11. 18, 2019. 6. 25〉

– 정기 안전검사 : 법 제12조제2항제1호 또는 제2호에 따른 기간이 경과한 날의 전후 각각 31일 이내

– 정밀안전진단 : 법 제12조제3항제1호·제2호 및 이 조 제2항에 따른 기간이 경과한 날의 전후 각각 31일 이내

3. 공연법 시행령10조의3(안전검사등의 결과에 대한 확인 등)

① 공연장 소재지를 관할하는 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수 또는 구청장은 안전진단기관의 안전검사등이 부실하다고 인정되는 경우에는 문화체육관광부장관에게 법 12조의 4제1항에 따른 안전검사등의 결과 확인 및 평가를 요청할 수 있다. 〈개정 2015. 11. 18〉

② 문화체육관광부장관이 법 제12조의4제1항에 따라 안전검사등의 결과 확인 및 평가를 하는 경우에는 다음 각호의 사항을 포함하여야 한다. 〈개정 2015. 11. 18〉

– 제10조제7항에 따른 안전검사등의 절차·방법·기준 등의 준수여부

– 안전검사등의 신뢰성

– 그 밖에 문화체육관광부장관이 안전검사등의 기술 수준을 향상시키고 부실 검사를 방지하기 위하여 필요하다고 인정하는 사항

③ 문화체육관광부장관은 제2항에 따른 확인 및 평가를 실시하였을 때에는 그 결과를 안전검사등을 실시한 안전진단 기관, 공연장운영자 및 공연장 소재지를 관할하는 특별자치시장·특별자치도지사. 〈개정 2015. 11. 18〉

1.2 공연장 무대시설 정기 안전검사 관련 기준
(제6조제2항 및 제7조제2항 관련, 구동 무대기계·기구가 있는 경우)

1) 규격 및 사양

전동기 출력 (kW)		전동기 정격 전류 (A)	/
전동기 전압 (V)	/	전동기 회전수 (RPM)	
감속기 종류		감속기 감속비	

2) 설치상태 및 구조검사

구분	검사 항목	검사 기준
1. 구조물 및 프레임	(1) 구조물의 균열 및 파손 상태	① 구조물 외관상의 균열, 변형, 파손 등의 결함이 없을 것
	(2) 구조물의 연결 상태	① 구조물의 연결부분은 풀림 및 변형이 없을 것 ② 구조물은 견고히 고정되어 있고, 와이어로프로 고정된 경우 작용하는 하중에 적합한 와이어로프를 선정하여 체결 도구로 견고히 고정되어 있을 것
	(3) 볼트 너트의 고정 상태	① 볼트와 너트의 조임 상태는 견고할 것 ② 볼트와 너트 고정부는 평와셔와 스프링 와셔, 더블너트 등을 사용하여 풀림 방지 조치가 되어있을 것 ③ 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것 ④ 구조물의 경사면에 볼트와 너트를 사용한 경우 경사와셔(taper washer) 등을 사용하여 충분한 접촉면이 확보되어 있을 것
	(4) 고정부의 용접 상태	① 용접부는 균열 및 변형이 없을 것 ② 용접 고정부는 용접살 부족 등으로 인한 강도 저하가 없을 것
	(5) 구조물과 구성 부재의 설치 상태	① 구조물은 견고하고 안전성이 확보된 상태로 설치되어 있을 것 ② 구조물 및 구성 부재에 변형이나 처짐이 없을 것 ③ 구조물에 산화나 부식이 없을 것
	(6) 적재하중 표시	① 장치봉, 조명봉 등에 사용하중이 표시되어 있을 것
	(7) 장치봉의 설치 상태	① 장치봉 끝단부는 캡이나 기타 재료로 마감처리가 되어 있을 것 ② 장치봉은 부식, 파손, 휨, 변형 등의 결함이 없을 것

구분	검사 항목	검사 기준
1. 구조물 및 프레임	(8) 음향반사판의 설치 상태	① 측면 음향반사판 힌지부는 양단이 더블너트를 체결하여 안전성을 확보할 것 ② 반사판이 이동할 때 기울어짐이나 과도한 흔들림이 없을 것 ③ 레일과 롤러를 이용하여 수평 위치를 조정하는 측면 음향 반사판의 경우 레일 끝단부에 멈춤 장치가 설치되어 있을 것
	(9) 방화막의 설치 상태	① 방화막이 닫혀 있는 상태에서 연기가 새어 나갈 틈이 없을 것
	(10) 조명시설의 설치 상태	① 조명기구는 조명봉에 견고하게 고정되어 있을 것 ② 조명기구는 조명기 렌즈 및 조명 전구가 추락하지 않도록 추락 방지가 되어 있을 것 ③ 조명기구는 안전고리가 체결되어 있을 것
2. 평형추 및 가이드 레일	(1) 평형추의 적재 상태	① 적재 상태는 좌·우 또는 전·후로 치우침 없이 균형을 유지할 것
	(2) 가이드 슈의 설치 상태	① 가이드 슈는 흔들림이 없이 견고하게 고정되어야 하며, 변형 및 균열이 없을 것
	(3) 가이드 롤러의 설치 상태	① 고정 상태는 견고하여야 하며, 흔들림이 없을 것
	(4) 가이드 레일의 설치 상태	① 가이드 레일의 고정상태는 견고하고 변형, 균열, 파손 등의 결함이 없을 것 ② 가이드 레일의 이음부는 손상이 없으며 평형추가 이동할 때 흔들림을 유발하는 돌출부가 없을 것 ③ 가이드 레일 고정 브라킷(bracket)은 견고하게 설치되어 있을 것 ④ 가이드 레일은 윤활이 되어 있을 것
	(5) 평형추 지지봉의 설치 상태	① 지지봉은 더블너트 등으로 견고하게 고정되어야 하며, 분할 핀 등을 설치하여 풀림 방지가 되어 있을 것 ② 지지봉은 변형, 산화, 부식 등의 결함이 없을 것
	(6) 평형추 고정 장치의 설치 상태	① 평형추가 추락하지 않도록 평형추 고정 장치가 견고하게 고정되어 있을 것
	(7) 볼트와 너트의 체결 상태	① 평형추 틀에 체결되는 볼트와 너트는 풀림이 없으며, 풀림 방지가 되어 있을 것 ② 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것

구분	검사 항목	검사 기준
2. 평형추 및 가이드 레일	(8) 평형추 틀의 설치 상태	① 평형추 틀은 견고하게 설치되어 있을 것 ② 평형추 틀은 기울어짐 없이 가이드 레일과 평행하게 설치되어 있을 것 ③ 평형추 틀은 균열, 변형, 파손, 산화, 부식 등의 결함이 없을 것
	(9) 리밋 스위치 작동 프레임(striker)의 설치 상태	① 리밋 스위치 작동 프레임은 평형추 틀에 견고하게 고정되어 있어야 하며, 변형이 없을 것 ② 리밋 스위치 작동 프레임은 리밋 스위치를 정확하게 작동시킬 수 있는 구조일 것
3. 활차	(1) 활차의 크기	① 활차의 피치원 직경은 와이어로프 직경의 20 배 이상일 것
	(2) 활차 홈 및 홈 사이 산의 마모 상태	① 활차 홈과 홈 사이 산은 심한 마모, 파손이 없을 것
	(3) 활차의 파손 및 변형 상태	① 활차 및 지지 프레임은 파손 및 변형이 없을 것
	(4) 활차 홈의 크기 및 깊이	① 활차 홈의 크기와 깊이는 와이어로프의 크기에 적합할 것
	(5) 활차 홈의 수	① 활차 홈의 수는 유입되는 와이어로프 줄의 수 이상일 것
	(6) 활차에 유입되는 와이어로프의 유입 각도	① 활차의 회전축과 활차로 유입되는 와이어로프가 이루는 각도는 (90±2)° 이하일 것
	(7) 활차의 설치 상태	① 활차와 지지 프레임은 일정한 간격을 유지하며 평행한 상태로 설치되어 있을 것 ② 활차 지지 프레임은 변형이 없을 것 ③ 활차 및 지지 프레임을 고정하는 볼트와 너트는 풀림 방지가 되어 있을 것 ④ 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것
	(8) 와이어로프 이탈 방지 장치의 설치 상태	① 와이어로프 이탈 방지 장치가 와이어로프의 이탈을 방지할 수 있는 구조로 설치되어 있을 것. 단, 와이어로프가 이탈되지 않는 구조일 때에는 이탈 방지 장치가 설치되지 않아도 무방함 ② 와이어로프 이탈 방지 장치는 견고하게 고정되어 있을 것 ③ 와이어로프 이탈 방지 장치로 인한 와이어로프의 마모가 발생하지 않는 구조일 것

구분	검사 항목	검사 기준
4. 드럼	(1) 드럼의 크기	① 주 드럼과 윈치 드럼의 피치원 직경은 와이어로프 직경의 30 배 이상, 보조 드럼은 20 배 이상일 것
	(2) 드럼 홈 및 홈 사이 산의 마모 상태	① 드럼 홈과 홈 사이 산은 심한 마모나 파손이 없을 것
	(3) 드럼의 파손 및 변형 상태	① 드럼은 파손 및 변형이 없을 것
	(4) 드럼 홈의 크기 및 깊이	① 드럼 홈의 크기 및 깊이는 와이어로프의 크기에 적합할 것
	(5) 드럼에 유입되는 와이어로프의 유입 각도	① 스크루 드럼의 회전축과 드럼으로 유입되는 와이어로프가 이루는 각도는 (90±4)°이하일 것 ② 디스크 드럼의 회전축과 드럼으로 유입되는 와이어로프가 이루는 각도는 (90±2)° 이하일 것 ③ 평형추 방식의 무대 기계·기구에서 사용되는 주 드럼과 보조 드럼의 회전축과 드럼으로 유입되는 와이어로프가 이루는 각도는 (90±2)° 이하일 것 ④ 와이어로프가 드럼에 감기거나 풀릴 때 급격한 꺾임이나 간섭이 없을 것
	(6) 드럼의 설치 상태	① 드럼에 체결된 키는 축과 드럼에 전체적으로 접촉되고 소켓 볼트로 견고하게 고정되어 있을 것 ② 드럼에 연결된 축은 지지 베어링이 축에 전체적으로 접촉할 수 있을 만큼의 길이가 확보되어 있을 것
	(7) 와이어로프의 감김 횟수와 드럼 홈의 수	① 스크루 드럼 홈의 수는 와이어로프가 감기는 횟수 이상일 것
	(8) 윈치 드럼의 권선 여유	① 막 구조물이 최하단까지 내려왔을때 윈치 드럼에 남아있는 와이어로프의 권선이 2바퀴 이상일 것
5. 와이어로프 및 체결 도구	(1) 와이어로프의 마모 및 외관 상태	① 와이어로프 스트랜드 소선 파단 수는 10 %이하여야 하며, 킹크, 산화, 부식 등의 결함이 없을 것 ② 와이어로프 지름의 명백한 국부적 감소가 없어야 하며, 균일한 지름 감소는 KS B ISO 4309 표 5에 따라 중간 이하의 위험도를 가질 것 ③ 와이어로프에 손상이 발생하였을 경우 KS B ISO 4309에 따라서 와이어로프의 상태를 작성할 것

<table>
<tr><th>구분</th><th>검사 항목</th><th>검사 기준</th></tr>
<tr><td rowspan="7">5.
와이어로프
및 체결
도구</td><td>(2) 와이어로프의
설치 상태</td><td>① 와이어로프를 고정하는 클립의 고정 상태는 견고하고,
심블에서 이탈되는 와이어로프가 없을 것
② 클립으로 와이어로프를 고정하는 경우, 하중이 작용하는 쪽의
와이어로프에 U-볼트의 너트를 체결하고 클립 수는 아래 표의
기준에 적합할 것
<table><tr><th>와이어로프 직경(㎜)</th><th>클립 수</th></tr><tr><td>10 이하</td><td>3 개</td></tr><tr><td>10 초과 ~ 16 이하</td><td>4 개</td></tr><tr><td>16 초과 ~ 28 이하</td><td>5 개</td></tr><tr><td>28 초과</td><td>6 개 이상</td></tr></table>③ 클립의 고정 간격은 로프 직경의 6 배 이상일 것
④ 드럼 끝단에 고정된 와이어로프는 견고하게 고정되어 있을 것
⑤ 하나의 무대 기구에 적용되는 와이어로프는 동일한 직경과
동일한 종류의 와이어로프를 사용할 것
⑥ 와이어로프의 끝단은 테이핑 처리 등으로 스트랜드가
풀리지 않도록 마감처리가 되어야 하며, 이완이 없을 것</td></tr>
<tr><td>(3) 와이어로프의
장력 상태</td><td>① 와이어로프의 장력 측정값에서 무대시설의 기울어짐 등의
이상을 유발하는 장력 불균형이나 장력 부족이 없을 것</td></tr>
<tr><td>(4) 와이어로프의
안전율</td><td>① 와이어로프의 안전율은 구동용은 6 이상, 고정용은 4 이상을
확보할 것(안전율 계산은 별표 2 제2조 제2항을 따름)</td></tr>
<tr><td>(5) 와이어로프의
유입 상태</td><td>① 수직활차에서 막 구조물로 유입하는 와이어로프는
막 구조물과 수직으로 설치되어 있을 것</td></tr>
<tr><td>(6) 턴버클의
설치 상태</td><td>① 턴버클은 4 이상의 안전율을 확보할 것(안전율 계산은
별표 2 제2조 제2항을 따름)
② 턴버클은 KS F 4521 등 한국산업표준(KS)에서 규정하는
기준 이상의 품질을 갖는 제품을 사용할 것
③ 턴버클은 장력 조절과 장력 상태 확인에 지장을 주는 변형 및
파손이 없을 것
④ 턴버클은 풀림 방지가 되어 있을 것</td></tr>
<tr><td>(7) 샤클의
설치 상태</td><td>① 샤클은 4 이상의 안전율을 확보할 것(안전율 계산은 별표 2
제2조 제2항을 따름)
② 샤클은 한국산업표준(KS)에서 규정하는 기준 이상의 품질을
갖는 제품을 사용할 것
③ 샤클은 견고히 설치되어 있으며, 샤클의 볼트 풀림이 없을 것</td></tr>
</table>

구분	검사 항목	검사 기준
	(8) 심블의 설치 상태	① 와이어로프 꺾임부에 심블이 설치되어 있으며, 파손 및 변형이 없을 것
	(9) 기타 체결 도구의 설치 상태	① 와이어로프 체결을 위하여 소켓, 압착 슬리브, 웨지, 아이스플라이스 등의 고정 방법을 사용하는 경우 그 체결 상태가 견고하고 변형이 없을 것
6. 섬유로프	(1) 섬유로프의 안전율	① 섬유로프의 안전율은 6 이상 확보할 것 (안전율 계산은 별표 2 제2조 제2항을 따름)
	(2) 섬유로프의 마모 및 외관 상태	① 섬유로프의 스트랜드 소선 파단 수는 10 % 이하여야 하며, 꺾임, 파손 등이 없을 것 ② 섬유로프 직경 감소가 공칭직경의 7 % 이하일 것
	(3) 섬유로프의 고정 상태	① 섬유로프를 고정하는 클립의 고정 상태는 견고할 것 ② 클립으로 섬유로프를 고정하는 경우, 하중이 작용하는 쪽의 섬유로프에 U-볼트의 너트를 체결할 것
	(4) 섬유로프 잠금 장치의 설치 상태	① 섬유로프를 고정하는 잠금장치는 로프를 견고하게 고정할 수 있는 구조일 것
	(5) 섬유로프 고정 클립 수 및 간격	① 섬유로프를 고정하는 클립은 3 개 이상 적용하며, 그 간격은 로프 직경의 6 배 이상일 것
7. 체인	(1) 체인의 설치 상태	① 체인은 변형이나 파손이 없을 것 ② 구동부에 설치되거나 하중이 작용하는 체인은 2 줄 이상을 사용할 것 ③ 구동부에 설치되거나 하중이 작용하는 체인은 안전율이 6 이상일 것 (안전율 계산은 별표 2 제2조 제2항을 따름)
	(2) 체인의 장력	① 구동부에 설치된 체인의 장력은 일정하여야 하며, 느슨함이 없을 것
	(3) 체인의 윤활	① 구동부에 설치된 체인은 회전이 원활하도록 윤활되어 있을 것
8. 전동기	(1) 전동기의 설치 상태	① 전동기는 고정 프레임 등에 견고하게 고정되어 있으며, 고정 볼트와 너트는 풀림 방지가 되어있을 것 ② 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것 ③ 전동기 고정 프레임은 변형, 균열, 산화, 부식 등의 결함이 없을 것 ④ 전동기 명판에 정격전류, 사용전압, 회전수, 과부하율 등 주요 사양이 명기되어 있을 것

구분	검사 항목	검사 기준
	(2) 단자함 및 전선관의 설치 상태	① 인입되는 전선은 전선관으로 보호되어 있을 것 ② 인입 전선관은 단자함에 로크너트로 견고하게 고정되어 있을 것 ③ 전동기 단자함은 전동기로 인입되는 전선을 보호해 줄 수 있는 구조일 것
	(3) 접지선의 설치 상태	① 접지도체 및 보호도체의 고정은 확실하여야 하고 보호도체의 최소 단면적은 한국전기설비규정(KEC) 142.3.2의 1에 따라 선정할 것
	(4) 풀리, 축, 키 설치 상태	① 키 홈 및 키의 변형이 없을 것 ② 키는 축과 풀리에 견고하게 고정되어 있을 것 ③ 키를 고정하는 소켓 볼트는 견고하게 고정되어 있을 것 ④ 전동기 축과 감속기 축은 수평 및 수직 방향으로 정렬되어 있을 것 ⑤ 풀리는 균열 및 파손이 없고 유격 없이 축에 고정되어 있을 것
9. 감속기 및 부속장치	(1) 감속기의 설치 상태	① 감속기는 밀폐된 구조로 균열이나 파손이 없을 것 ② 감속기는 견고히 고정되어 있으며, 체결 볼트와 너트는 풀림 방지가 되어 있을 것 ③ 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것 ④ 감속기 축은 균열 및 파손이 없을 것 ⑤ 감속기 명판에 감속비, 기어 종류, 입출력 토크 등 주요 사양이 명기되어 있을 것
	(2) 감속기의 오일 상태	① 감속기의 원활한 작동을 유지하기 위한 충분한 유량이 확보되어 있을 것 ② 오일의 변질이나 오일 내 부유물이 없을 것 ③ 오일 누설이 없어야 하며, 실링, 오일 게이지 손상 및 패킹 파손이 없을 것
	(3) 벨트의 설치 및 장력 상태	① 벨트의 수는 KS C 4202, KS M 6535, KS M 6533 등 한국산업표준(KS)에 따라 전동기의 용량에 적합하게 적용되어 있을 것 ② 벨트의 장력은 KS M 6535 등 한국산업표준(KS)의 기준에 적합하고 벨트 사이의 장력 편차가 없을 것 ③ 벨트에 파손이나 심한 마모가 없을 것
	(4) 풀리, 축, 키 설치 상태	① 키 홈 및 키의 변형이 없을 것 ② 키는 축과 풀리에 견고하게 고정되어 있을 것 ③ 키를 고정하는 소켓 볼트는 견고하게 고정되어 있을 것 ④ 풀리는 균열 및 파손이 없고 유격 없이 축에 고정되어 있을 것

구분	검사 항목	검사 기준
10. 제동장치	(1) 제동장치의 설치 상태	① 설치 상태가 견고할 것 ② 커버는 변형이나 파손이 없을 것 ③ 스프링은 적정한 장력을 유지하고 있을 것
	(2) 요소 부품 마모 상태	① 균열, 변형, 심한 마모가 없을 것 ② 라이닝 패드는 이탈되어 있지 않으며, 균일하게 접촉되어 있고 편마모가 없을 것 ③ 라이닝 패드는 산화, 부식이 없을 것
11. 상부 그리드	(1) 구성부재의 고정 상태	① 구성부재는 앵커볼트 등으로 건축 구조물에 견고히 고정되어 있을 것 ② 용접부는 균열 및 변형이 없을 것
	(2) 구성부재의 변형 상태	① 구성부재는 휨 등의 변형이 없을 것
	(3) 구성부재의 산화 및 부식 상태	① 상부 그리드 형강, 고정 볼트와 너트는 산화나 부식이 없을 것
	(4) 상부 그리드의 조도	① 상부 그리드의 조도는 평균 100 lx 이상일 것
	(5) 안전 철망 등의 설치 상태	① 와이어로프 이송구 이외에 사람이나 물건의 추락 위험이 있는 개구부가 없을 것 ② 상부 그리드에 설치된 철망이나 그레이팅(grating) 등은 견고하게 고정이 되어있을 것
	(6) 추락 위험이 있는 물체의 유무	① 상부 그리드에 무대바닥으로 추락할 수 있는 물건이 없을 것
	(7) 상부 그리드 내 돌출물	① 상부 그리드에 점검자나 작업자에게 위험하거나 와이어로프를 손상할 수 있는 돌출물이 없을 것
	(8) 상부 그리드 접근 방법	① 계단이나 사다리를 통해서 상부 그리드에 접근할 수 있을 것 ② 사다리를 통해서 상부 그리드 접근할 때 추락 방지를 위한 안전장치가 설치되어 있을 것 ③ 계단 또는 사다리는 견고하게 고정되어 있어 안전한 접근이 가능할 것

구분	검사 항목	검사 기준
11. 상부 그리드	(9) 행어(hanger)의 설치 상태	① 상부 그리드 행어에 설치된 턴버클, 프레임 등은 변형이나 파손이 없을 것 ② 상부 그리드 행어는 천장 구조물과 그리드 사이에 수직으로 설치되며, 그리드를 지탱할 수 있는 적정 장력을 유지하고 있을 것
	(10) 천장, 벽면 등의 누수 상태	① 상부 그리드 천장, 벽면, 배관에서는 누수가 없을 것 ② 상부 그리드 천장, 벽면은 균열이 없을 것
	(11) 천장, 벽면의 마감 상태	① 상부 그리드 천장과 구조물에는 인체에 유해하거나 화재 시 유해 가스를 발생시킬 수 있는 재료가 없을 것
12. 갤러리	(1) 점검로 내의 추락 위험 방지	① 점검로에 난간이 설치되어 있을 것 ② 점검로에 10 ㎝ 이상의 추락방지턱이 설치되어 있을 것
	(2) 점검로의 조도	① 점검로의 평균 조도는 100 lx 이상일 것
13. 무대바닥	(1) 무대바닥의 수평 상태	① 무대바닥에는 돌출부가 없을 것 ② 무대바닥의 변형, 파손이 없을 것
14. 유압 파워 유닛	(1) 유압 파워 유닛의 설치 상태	① 유압 파워 유닛은 진동과 충격에 견딜 수 있도록 기계대 또는 기계실 바닥에 견고하게 고정되어 있을 것
	(2) 구동 전동기의 설치 상태	① 구동 전동기 지지 프레임의 부착 및 볼트 체결 상태는 견고하고, 풀림방지가 되어 있을 것 ② 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것
	(3) 유량 게이지의 유압유	① 유압 탱크 내 작동유의 양이 게이지의 적정 범위 이내에 있을 것 ② 유압유는 변질이 없을 것
	(4) 압력 배관의 설치 상태	① 압력 배관의 이음 접속이 확실할 것
	(5) 유압유의 누설 여부	① 유압 파워 유닛, 압력 배관, 밸브 등의 연결부위에 유압유의 누설이 없을 것
	(6) 안전밸브의 설치 상태	① 안전밸브는 펌프와 체크밸브의 중간에 설치하고 다른 밸브 등에 의해 유압회로에서 차단되지 않도록 배치되어 있을 것
15. 유압 실린더 및 호스	(1) 유압 호스의 연결 및 설치 상태	① 호스의 연결 상태는 견고하고 확실하며, 굽힘 반지름은 KS M 6609의 기준에 적합할 것

구분	검사 항목	검사 기준
15. 유압 실린더 및 호스	(2) 유압 실린더의 설치 상태	① 유압 실린더는 견고하게 설치되어야 하고, 부착은 볼트로 체결되어 있으며, 풀림 방지가 되어 있을 것 ② 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것
	(3) 유압 실린더 오일의 누설 여부	① 실린더와 호스에서 유압유의 누설이 없을 것
	(4) 유압 배관 및 호스 안전율	① 유압 배관은 작용 압력 대비 안전율이 4 이상, 유압호스는 작용 압력 대비 안전율이 10 이상일 것(안전율 계산은 별표 2 제2조 제2항을 따름)
16. 유압 기계실	(1) 유압 기계실의 조명	① 유압 기계실이 별도로 구성되는 경우에 유압 기계실은 점검 및 보수가 용이하도록 평균 조도가 100 lx 이상일 것
	(2) 유압 기계실의 출입문 시건	① 유압 기계실 출입문은 관계자이외에 출입이 제한되도록 잠금장치가 되어 있을 것
17. 기어박스	(1) 기어박스의 설치 상태	① 기어박스는 밀폐된 구조로 균열이나 파손이 없을 것 ② 기어박스는 견고히 고정되어 있으며, 체결 볼트와 너트는 풀림방지가 되어 있을 것 ③ 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것
	(2) 기어박스의 오일 상태	① 기어박스의 원활한 작동을 유지하기 위한 충분한 유량이 확보되어 있을 것 ② 오일의 변질이나 오일 내 부유물이 없을 것 ③ 오일 누설이 없어야 하며, 실링, 오일 게이지 손상 및 패킹 파손이 없을 것
	(3) 축과의 연결상태	① 연결 축은 균열 및 파손은 없을 것 ② 기어박스와 축의 연결상태는 견고하고 확실 할 것
18. 축 및 커플링	(1) 축과 연결부의 조립 상태	① 축과 연결부의 조립 상태는 확실하고, 축과 축의 연결 상태는 편심이 없을 것 ② 커플링의 연결 상태는 확실하며, 고정은 견고할 것 ③ 커플링은 주기적인 윤활이 가능한 구조일 것
	(2) 축의 변형 상태	① 축은 휨 등의 변형이 없을 것
	(3) 축의 산화 및 부식 상태	① 축의 표면에 산화 및 부식이 없을 것

구분	검사 항목	검사 기준
19. 스크루 축	(1) 스크루 축의 설치 상태	① 스크루 축은 견고히 지지되어 있을 것 ② 스크루 축은 승강 운동에 지장이 없도록 수직 상태를 유지하고 있을 것 ③ 스크루 축은 휨, 변형, 산화, 부식 등의 손상이 없을 것
	(2) 스크루 축의 윤활 상태	① 스크루 축은 윤활이 되어 있을 것
20. 랙 및 피니언	(1) 랙 및 피니언의 마모 및 윤활 상태	① 랙 및 피니언의 기어는 심한 마모나 편마모가 없을 것 ② 랙 및 피니언의 기어에는 윤활이 되어 있을 것
21. 팬터그래프	(1) 팬터그래프 고정 상태	① 팬터그래프에 설치된 가이드 롤러 및 조인트는 고정이 견고할 것
	(2) 가이드 롤러 설치 상태	① 가이드 롤러는 가이드 레일과 전체적으로 접촉되어 있을 것
22. 무대 하부	(1) 무대 하부의 접근	① 무대 하부의 구동부와 구조물 등에 접근이 용이할 것
	(2) 무대 하부의 조명	① 무대 하부의 평균 조도는 100 lx 이상일 것
	(3) 무대 하부의 보호구역	① 무대 하부에는 무대시설의 움직임에 대하여 점검자 등이 피난할 수 있는 보호구역이 있을 것 ② 스토퍼는 견고하게 설치되어 있으며, 설치 위치가 정확할 것
23. 배전반 및 제어반	(1) 배전반 설치 및 표기 상태	① 배전반 외함의 부식이나 변형이 없을 것 ② 배전반은 견고하게 고정되어 있을 것 ③ 배전반의 문은 잠금장치가 되어 있어야 하며 KS S ISO 3864-1의 기준에 적합한 안전 표지판이 설치되어 있을 것 ④ 전장부품의 육안식별이 쉽도록 표시되어 있을 것 ⑤ 배전반은 작업에 충분한 밝기의 조명등이 설치되어 있을 것 ⑥ 배전반은 점검자의 접근이 용이하며 점검을 위한 공간이 충분히 확보되어 있을 것 ⑦ 배전반 내부에는 먼지 등 불필요한 이물질이 없을 것 ⑧ 차단기는 정상적으로 작동할 것
	(2) 전장부품의 용량 및 설정	① 배선용 차단기, 전자접촉기, 과부하 보호장치 등 전장부품의 용량은 전동기의 정격전류에 적합할 것 ② 과부하 보호장치는 한국전기설비규정(KEC) 212.6.3에 따라 적합하게 설정되어 있을 것

<table>
<tr><th>구분</th><th>검사 항목</th><th>검사 기준</th></tr>
<tr><td rowspan="4">23.
배전반 및
제어반</td><td>(3) 배선의 설치 및 접지 상태</td><td>① 접속부는 단자의 풀림으로 인한 단락의 위험이 없도록 견고하게 접속되어 있을 것
② 접지도체 및 보호도체의 고정은 확실하여야 하고 보호도체의 최소 단면적은 한국전기설비규정(KEC) 142.3.2의 1에 따라 선정할 것</td></tr>
<tr><td>(4) 절연저항</td><td>① 전로의 절연저항은 다음 표에서 정한 값 이상일 것
<table>
<tr><th>전로의 사용전압(V)</th><th>DC시험 전압(V)</th><th>절연저항(MΩ)</th></tr>
<tr><td>SELV 및 PELV</td><td>250</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>FELV, 500 V 이하</td><td>500</td><td>1.0</td></tr>
</table>
[주] 특별저압(extra low voltage : 2차 전압이 AC 50 V, DC 120 V 이하)으로 SELV(비접지회로 구성) 및 PELV(접지회로 구성)은 1차와 2차가 전기적으로 절연된 회로, FELV는 1차와 2차가 전기적으로 절연되지 않은 회로</td></tr>
<tr><td>(1) 작동 스위치의 고정 및 설치 상태</td><td>① 스위치가 견고하게 고정되어 있을 것
② 방화막 비상 작동장치에서 보호덮개 등 방화막의 의도하지 않은 비정상적인 작동을 방지하기 위한 장치는 손상, 변형, 파손이 없을 것</td></tr>
<tr><td>(2) 단자 및 터미널의 설치 상태</td><td>① 단자 및 터미널은 흔들리지 않도록 견고하게 고정되어 있을 것
② 단자 및 터미널에 연결된 전선은 견고하게 고정되어 있을 것</td></tr>
<tr><td rowspan="3">24.
조작반</td><td>(3) 기기 명칭의 표시</td><td>① 무대시설 명칭과 조작 스위치 명칭이 일치할 것</td></tr>
<tr><td>(4) 접지선 접속 상태</td><td>① 접지도체 및 보호도체의 고정은 확실하여야 하고 보호도체의 최소 단면적은 한국전기설비규정(KEC) 142.3.2의 1에 따라 선정할 것</td></tr>
<tr><td>(5) 절연저항</td><td>① 전로의 절연저항은 다음 표에서 정한 값 이상일 것
<table>
<tr><th>전로의 사용전압(V)</th><th>DC시험 전압(V)</th><th>절연저항(MΩ)</th></tr>
<tr><td>SELV 및 PELV</td><td>250</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>FELV, 500 V 이하</td><td>500</td><td>1.0</td></tr>
</table>
[주] 특별저압(extra low voltage : 2차 전압이 AC 50 V, DC 120 V 이하)으로 SELV(비접지회로 구성) 및 PELV(접지회로 구성)은 1차와 2차가 전기적으로 절연된 회로, FELV는 1차와 2차가 전기적으로 절연되지 않은 회로</td></tr>
</table>

구분	검사 항목	검사 기준
25. 배선 및 배관	(1) 배관의 설치 상태	① 전선관의 변형, 부식 등의 손상이 없을 것 ② 덕트 및 단자함에 고정되는 전선관은 로크너트로 견고하게 고정되어 있을 것 ③ 덕트의 종단부와 중간에 먼지 등의 이물질이 유입되지 않도록 마감처리가 되어 있을 것 ④ 덕트 연결부에 전기적 연속성이 형성되도록 본딩할 것
	(2) 배선의 설치 상태	① 전선 피복의 손상, 접속부의 풀림, 전선의 절연열화가 없을 것 ② 전선의 접속 상태 및 보호 상태에 이상이 없을 것 ③ 배전반, 조작반, 제어반, 배선 접속 설비 내의 전선은 정렬된 상태로 설치되어야 하며, 회로를 구분할 수 있도록 꼬리표 또는 표시되어 있을 것 ④ 무대 기계 제어의 안전성을 위해 제어선과 전원선이 분리되어 있을 것 ⑤ 방화막의 비상 작동에 필요한 동력 및 신호선은 30 분 이상 내화 성능을 갖출 것
	(3) 케이블의 설치 상태	① 그리드에서 조명기구로 유입되는 동력 케이블은 절연애자에 고정되어 있을 것 ② 단자함으로 유입하는 케이블은 전기 및 기계적으로 견고히 접속되어 있을 것 ③ 케이블을 적재하거나 고정하는 부분에서 케이블의 손상이 없으며, 케이블에 장력이 작용하지 않을 것
26. 리밋 스위치	(10) 리밋 스위치의 설치 상태	① 리밋 스위치의 오작동 발생에 대비하여 최종 리밋 스위치가 함께 설치되어 있을 것 ② 리밋 스위치 레버의 손상이 없으며, 철사 등으로 개조되어 있지 않을 것 ③ 제어선은 외부 요인에 의해 손상되지 않도록 전선관으로 보호되어 있을 것 ④ 동력선과 제어선에 흐르는 전류의 전압차에 의한 상호 유도장해가 발생하지 않을 것 ⑤ 리밋 스위치의 고정볼트와 너트가 풀림이 발생하지 않을 것 ⑥ 리밋 스위치의 고정은 견고하고 변형 및 손상이 없을 것
27. 기타	(1) 무대시설의 표시	① 상부 그리드 프레임, 평형추, 가이드 레일 등에 무대시설을 쉽게 식별할 수 있도록 명칭이 표시되어 있을 것
	(2) 기타 부속장치의 설치 및 외관 상태	① 기타 부속장치의 설치 상태가 견고할 것 ② 기타 부속장치에 휨, 균열, 변형, 산화, 부식 등의 결함이 없을 것

3) 운전검사

구분	검사 항목	검사 기준
1. 막 구조물	(1) 이동 시 간섭 및 작동 상태	① 막 구조물의 이동 시 주변의 무대시설이나 구조물과 간섭이 없을 것
2. 평형추 및 가이드 레일	(1) 평형추의 운전 상태	① 평형추 틀을 포함한 평형추의 무게는 막 구조물의 무게와 균형을 이룰 것(장치봉 등 무게를 가변적으로 사용하는 무대시설은 무관함) ② 평형추가 승강할 때 평형추의 흔들림이 없으며, 주변 구조물 등과 간섭이 없을 것 ③ 평형추가 승강할 때 가이드 레일의 접합부에서 평형추의 흔들림이 없을 것
	(2) 가이드 슈의 운동 상태	① 가이드 슈는 상승 및 하강하는 동안에 흔들림이나 이탈이 없을 것
	(3) 가이드 롤러 회전 상태	① 롤러의 회전 상태는 원활하여야 하며 흔들림이 없을 것
	(4) 가이드 레일의 고정 상태	① 평형추가 승강할 때 가이드 레일이 흔들리지 않을 것
3. 활차	(1) 베어링의 운동 상태	① 활차가 회전할 때 활차의 베어링에 이상 소음이 없을 것
	(2) 지지 프레임 및 주변 구조물의 간섭 상태	① 활차가 회전할 때 활차와 활차 지지 프레임 사이의 간섭이 없을 것 ② 활차가 회전할 때 다른 구조물과 간섭이 없을 것
	(3) 와이어로프 이탈 방지 장치의 회전 상태	① 와이어로프 이탈 방지 장치의 회전은 원활하며, 와이어로프의 마모를 발생시키지 않을 것
4. 드럼	(1) 구조물의 간섭 상태	① 드럼이 회전할 때 주변 구조물과 간섭이 발생하지 않을 것
	(2) 드럼 축 및 지지 베어링의 회전 상태	① 드럼 축 및 지지 베어링은 회전이 원활하여야 하며 이상 소음이 없을 것 ② 드럼이 드럼 축 방향으로 움직이지 않을 것

구분	검사 항목	검사 기준
4. 드럼	(3) 와이어로프의 감김 상태	① 디스크 드럼(하나의 드럼 홈에 하나의 와이어로프가 적층되어 감기는 드럼)에 와이어로프가 감길 때 드럼 홈과 와이어로프 사이의 간섭이 없을 것 ② 스크루 드럼(드럼의 나선형 홈을 따라 와이어로프가 감기는 드럼)에 와이어로프가 감길 때 홈의 경로를 따라서 감기고, 겹쳐 감기거나 드럼 홈 사이 산과 간섭되지 않을 것
5. 와이어로프 및 섬유로프	(1) 주변 구조물의 간섭 상태	① 로프 이송 시에 주변 구조물과 간섭이 없을 것
	(2) 로프의 유입 상태	① 로프가 이송 경로를 따라 드럼과 활차로 유입할 때 교차하거나 겹치지 않을 것
6. 체인	(1) 체인의 회전 상태	① 체인이 회전할 때 주변 구조물과 간섭이 없을 것 ② 체인의 회전은 스프로킷의 회전에 따라서 원활히 회전되며, 스프로킷에서 이탈되지 않는 구조일 것 ③ 체인은 장력의 느슨함이 없는 상태에서 회전운동을 정확하게 전달하고 있을 것
7. 전동기	(1) 구동 시 부하 상태	① 전동기의 부하전류 측정값은 정격전류의 100 % 이하일 것
	(2) 전동기의 작동 상태	① 전동기의 회전 작동이 원활하며, 작동하는 동안 이상 소음, 이상 진동, 심한 발열이 없을 것
8. 감속기	(3) 감속기의 작동 상태	① 감속기의 회전 작동이 원활하며, 작동하는 동안 이상 소음, 이상 진동, 심한 발열이 없을 것
9. 제동장치	(1) 제동장치의 작동 상태	① 제동장치는 정확하게 작동되어야 하며, 작동 이후에 무대기계·기구가 정지 상태를 유지하고 있을 것 ② 전동기 회전 중에 제동장치 부분의 간섭이 발생하지 않을 것 ③ 제동장치가 작동할 때 슬립이나 이중 작동 등 이상 작동이 없을 것 ④ 제동장치가 작동할 때 이상 소음, 이상 진동, 심한 발열이 없을 것
10. 무대바닥 및 프레임	(1) 무대바닥 및 프레임의 간섭 상태	① 하부무대시설이 움직이는 동안 무대바닥 사이의 간섭이 없을 것 ② 하부무대시설이 움직이는 동안 프레임과 다른 구조물 사이의 간섭이 없을 것 ③ 하부무대시설이 움직이는 동안 수평, 수직 상태가 유지되고 있을 것. 단, 사용 목적상 수평, 수직을 유지하지 않는 시설은 제외(경사무대 등)

구분	검사 항목	검사 기준
	(2) 하부무대시설의 작동 상태	① 하부무대시설이 움직이는 동안 이상 소음, 이상 진동이 없을 것
11. 유압시스템	(1) 유압 실린더의 작동 상태	① 실린더의 작동은 원활하며, 실린더로 유입되는 유압 배관 및 접속부에서 누유가 발생하지 않을 것
	(2) 압력게이지의 작동 상태	① 압력 게이지는 정확한 압력 값을 지시하고 있을 것
	(3) 밸브 작동의 정확성	① 각 밸브의 작동이 정확할 것
12. 동력 전달 장치 (스크루 축, 랙 및 피니언 등)	(1) 랙 및 피니언의 치면 물림 상태	① 무대기계·기구가 움직이는 동안 랙과 피니언의 치면 물림 상태는 일정해야 하며, 과도한 백래시가 없을 것
	(2) 팬터그래프의 작동 상태	① 팬터그래프에 설치된 가이드 롤러는 가이드 레일과 전체적으로 접촉한 상태로 작동할 것
	(3) 동력전달 장치의 작동 상태	① 무대기계·기구가 움직이는 동안 스크루 축, 랙과 피니언, 팬터그래프 등 동력전달장치에서 이상 소음, 과도한 흔들림이 없을 것
13. 기어박스	(1) 기어박스의 작동 상태	① 무대기계·기구가 움직이는 동안 기어박스에서 이상 소음, 이상 진동, 심한 발열이 없을 것
14. 축 및 커플링	(1) 축 및 커플링 회전 상태	① 회전할 때 과도한 편심이 없을 것 ② 회전할 때 이상 소음, 이상 진동이 없을 것.
15. 배전반 및 제어반	(1) 전장품의 작동 상태	① 전장품의 오작동 또는 기능 이상이 없을 것
16. 조작반	(1) 작동 스위치의 작동 상태	① 작동 스위치(비상정지 스위치 포함)의 ON, OFF가 정확하게 작동할 것 ② 작동 스위치 표시등의 점멸에 이상이 없을 것
17. 리밋 스위치	(1) 리밋 스위치의 작동 상태	① 리밋 스위치의 접촉이 정확하며 해당 무대기계·기구의 정지가 확실할 것

구분	검사 항목	검사 기준
18. 방화막	(1) 비상 작동 상태	① 외부 전원이 차단된 상황에서도 비상 작동될 것 ② 비상 작동은 행정 거리 10 m 기준 30 초 이하로 작동이 완료될 것 ③ 비상 작동은 반복 작동이 가능하며, 작동 시 청각 및 시각적 알람 장치가 작동할 것 ④ 비상 작동이 낙하 방식일 경우 무대 면으로부터 3 m 지점에서 감속될 것(작동되는 시점부터 감속 제어가 가능한 구조인 경우 제외) ⑤ 방화막 행정 구간의 임의 위치에서 비상 작동이 가능할 것

4) 구동검사

상승/하강

속도 (m/min)	전동기					절연저항 (Ω)		소음* (dB(A))		진동** (㎜/s)		비고
	출력 (kW)	전압 (V)	전동기 (RPM)	전류 (A) 기준값	전류 (A) 측정값	기준값	측정값	기준값	측정값	기준값	측정값	
				이하	/	이상		이하	/	이하		

* 구동부에서 발생하는 소음은 아래 표의 기준값 이하일 것
(하부무대시설의 경우에는 공간구성 등 측정 환경을 고려하여 평가할 것)

전동기 용량(kW)	소음도 기준값(dB(A))
3.7 이하	75
3.7 초과 7.5 이하	80
7.5 초과 15 이하	85
15 초과	90

** 구동부에서 발생하는 진동은 KS B ISO 20816-1의 판정 기준을 따를 것

제2장

공연장 무대시설 정기 안전검사 요령 (설치상태 및 구조검사)

2장 공연장 무대시설 정기 안전검사 요령
(설치상태 및 구조검사)

2.1. 구조물 및 프레임

구분	검사 항목	검사 기준
구조물 및 프레임	(1) 구조물의 균열 및 파손 상태	① 구조물 외관상의 균열, 변형, 파손 등의 결함이 없을 것

1) 의의

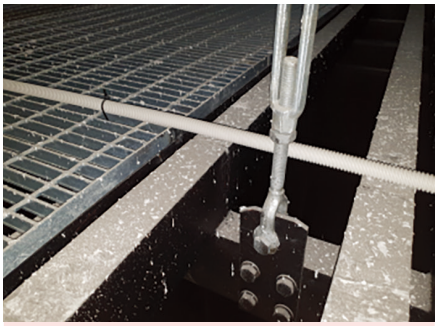
무대시설에 사용되는 일반적인 강재는 SS 400 이상의 재질을 사용한다. 구동부가 설치되는 철골 프레임은 H-빔, I-빔, C-채널 등의 형태로 구성된다. 이러한 철골 프레임은 안전율 4 이상 되도록 설계하여 설치된다. 이러한 프레임에 파손, 변형, 균열이 발생했는지 확인한다. 프레임의 파손이 심한 경우, 해당 부재가 이탈하거나 무대로 추락할 수 있으니, 관심을 두고 검사를 한다.

2) 검사 기준

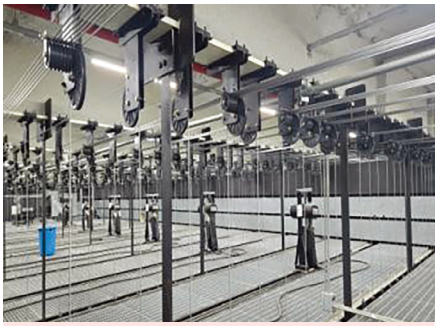
무대시설에 적용된 구조물의 균열 및 파손 상태를 확인하기 위해 부재에 접근하여 육안으로 표면 상태를 검사한다. 정확한 육안검사를 위해 줄자, 버니어켈리퍼스, 확대경, 거울 등의 보조도구를 사용할 수 있다.

3) 검사 참고 사항

공연장에는 상부그리드, 하부무대 등 무대시설을 설치하기 위한 구조물(구동부, 활차, 장치봉, 조명봉, 음향반사판 등 무대시설을 고정하기 위한 각종 형강, 강관, 와이어로프, 샤클, 턴버클 등)이 설치된다. 모든 구조물은 외관으로 봤을 때 균열, 변형, 파손 등의 결함이 없어야 한다.



그리드 헹어 및 그리드 프레임 검사 예시



상부 그리드 설치 상태 검사 예시

구분	검사 항목	검사 기준
구조물 및 프레임	(2) 구조물의 연결 상태	① 구조물의 연결부분은 풀림 및 변형이 없을 것 ② 구조물은 견고히 고정되어 있고, 와이어로프로 고정된 경우 작용하는 하중에 적합한 와이어로프를 선정하여 체결 도구로 견고히 고정되어 있을 것

1) 의의

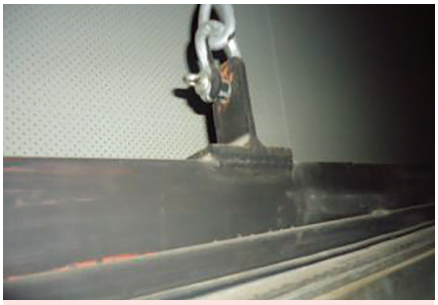
일반적으로 상부 무대시설의 구조물은 매달림 구조로서 와이어로프를 사용하여 고정한다. 이때 와이어로프와 장치봉과 같은 구조물의 고정부는 고정 밴드 등을 사용한다. 이를 사용할 수 없는 구조일 경우 형강을 구조물에 용접해 와이어로프 고정부를 확보한다.

2) 검사 기준

① 형강을 용접한 경우 : 형강을 구조물에 용접해 와이어로프 고정부를 확보한 경우, 육안으로 용접살의 상태를 점검해 비드가 균일하게 나타났는지, 프레임이 닿는 부위에 전체적으로 용접이 되었는지, 용입 상태가 양호한지를 확인한다. 또한 용접게이지를 이용해 충분한 용접살 두께를 확보하였는지를 확인한다. 그리고 구조물에 연결된 형강이 와이어로프와 수직 상태를 유지하고 있는지를 확인한다.



형강을 용접해 와이어로프 체결 상태 검사 예시



형강을 용접해 와이어로프 체결 상태 검사 예시

② 장치봉 고정 밴드 체결한 경우 : 고정 밴드를 사용해 와이어로프 고정부를 확보한 경우, 일반적으로 볼트와 너트를 체결한다. 볼트와 너트의 체결 시 평와셔, 스프링와셔를 적용해 기계적 강도 확보 및 풀림 방지가 되어 있는지 검사한다.



장치봉 고정 밴드를 통한 와이어로프 고정 방법



장치봉 고정 밴드 볼트와 너트 체결 상태 검사 예시

3) 검사 참고 사항

① 연결부에 풀림 및 변형이 없어야 한다.

② 와이어로프로 구조물을 연결하는 경우, 구조물에 설치되는 전체 하중 대비 충분한 안전율을 확보하는 와이어로프를 선정해 안전율이 확인되는(인증된 제품) 고정 클립 등의 체결 도구로 견고하게 고정해야 한다

☞ 안전율 : 고정식 4, 이동식 6, 이동식이면서 한 줄인 경우 10

③ 용접부는 깨짐이나 균열 등의 결함이 없어야 한다.

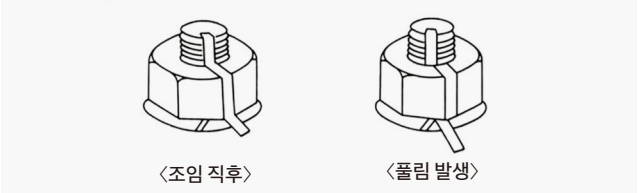
구분	검사 항목	검사 기준
구조물 및 프레임	(3) 볼트 너트의 고정 상태	① 볼트와 너트의 조임 상태는 견고할 것 ② 볼트와 너트 고정부는 평와셔와 스프링 와셔, 더블너트 등을 사용하여 풀림 방지 조치가 돼있을 것 ③ 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것 ④ 구조물의 경사면에 볼트와 너트를 사용한 경우 경사와셔 (taper washer) 등을 사용하여 충분한 접촉면이 확보되어 있을 것
	(4) 고정부의 용접 상태	① 용접부는 균열 및 변형이 없을 것 ② 용접 고정부는 용접살 부족 등으로 인한 강도 저하가 없을 것

1) 의의

무대시설에서 강재 및 구조물을 고정할 때는 기본적으로 볼트·너트를 적용해 고정한다. 볼트 · 너트의 적용이 용이하지 않거나 특수한 경우에는 용접으로 접합한다. 용접 미흡 및 볼트와 너트의 풀림이 발생할 시 전체 프레임의 흔들림 및 강도 저하, 하중 집중 등을 초래하므로 주의한다.

2) 검사 기준

① 볼트 · 너트 체결 : 볼트 · 너트는 한국산업규격에서 규정하는 강도와 성능 이상의 품질을 가진 제품을 적용한다. 그리고 구조물을 고정한 후에 외부의 충격이나 진동으로 볼트·너트가 풀릴 수 있으므로 풀림을 방지 처리(평와셔 – 스프링와셔 또는 더블너트 체결)를 하며, 또한 육안 및 촉수 검사 시 풀림이 발생했을 경우, 볼트와 너트를 조인 다음 추후 원활한 점검을 위해 설치 마크를 표기하는 것이 바람직하다.



볼트-너트의 설치마크 표시 방법

◯ 볼트·너트 풀림 확인 방법

– 무대시설이 구동 상태인 경우

☞ 진동하는 부분에 설치한 볼트가 가동 중에 틈새가 생겼는지 살펴본다.

☞ 전동기나 감속기 고정부에 적용된 볼트 및 너트의 경우 너트의 풀림 또는 누락을 확인한다.

– 무대시설이 정지 상태인 경우

☞ 조인 축을 해머로 쳐서 그 소리를 듣는 방법 (느슨해 있을 때와 꼭 죄어 있을 때의 양쪽 모두를 실제로 쳐보고 기억한다.)

☞ 볼트 및 너트 끝부분을 체결 방향으로 밀어 움직이는지 살펴본다.

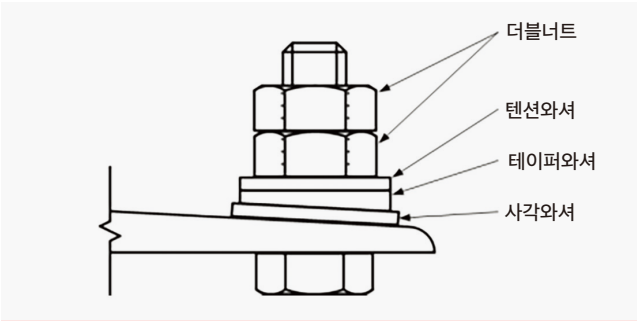
◯ 풀림 방지법

– 2중 너트 사용

– 스프링와셔 사용

– 스플린 핀 사용

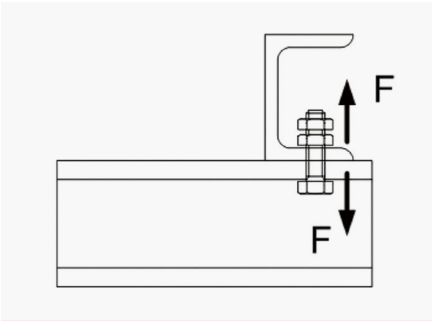
◯ 각도 보정: 무대시설에 적용되는 프레임 중에서 경사진 면을 갖는 강재를 사용할 경우 해당 면에 볼트·너트가 수직으로 설치되지 않으며, 또한 전체적으로 접촉되지 않아 체결력이 떨어지게 되므로 경사진 면의 경사각과 동일한 각도의 경사와셔(테이퍼 와셔)를 적용한다.



테이퍼와셔의 사용 방법

◯ 설치 마크 : 볼트 너트의 풀림 유무를 육안으로 쉽게 확인하기 위해 체결 후 볼트 나사산 끝단에서 너트로 일직선이 되도록 설치 마크를 표시한다. 설치 마크가 일직선이 아니거나 도중에 끊어져 있으면 촉수로 검사해 풀림의 유무를 확인한다.

◯ 나사산 부족 : 볼트 너트 체결은 고정부에서 인장력이 작용하며 나사산의 체결 면적에 의해 결정된다. 그러므로 볼트 너트의 나사산이 부족하다는 것은 체결이 나사산의 접촉 면적만큼 떨어진다는 것을 의미한다. 또한 체결되는 볼트의 나사산이 충분히 확보되어야 볼트와 너트의 풀림을 확인할 수 있다. 만일 너트가 풀릴 때에도 여분의 여유산에 의해 체결력이 보장되기 때문에 볼트의 나사산이 너트의 윗부분에 2산 이상의 여유가 확보되어야 한다.



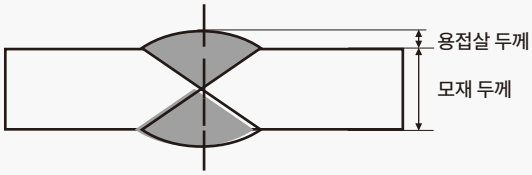
볼트 체결의 인장력 작용



볼트 나사산 부족

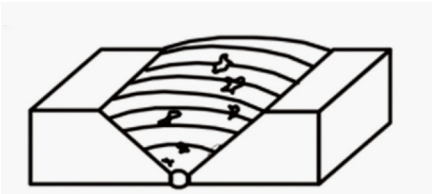
② 용접 : 볼트 너트 체결이 용이하지 않은 부분, 혹은 돌출된 부분이 없어야 하는 곳에는 용접을 적용한다. 용접부의 용접살은 용접부의 강도가 4 이상의 안전율을 확보하도록 하며, 용접부에 대한 보강 용접살은 아래 표의 용접살 높이 이상이어야 한다.

모재의 두께(㎜)	보강 용접살의 높이(㎜)
12 이하	1.5
12 초과 25 이하	2.5
25 초과	3.0

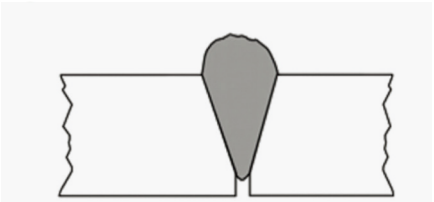


용접부의 모재 및 용접살 두께

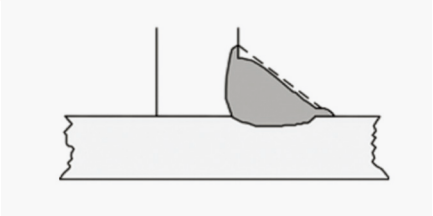
◯ 용접살에 비드 형태를 육안으로 검사해 비드가 균일하게 연속성을 띠는지 확인하며, 아래 그림과 같은 균열이 없어야 한다.



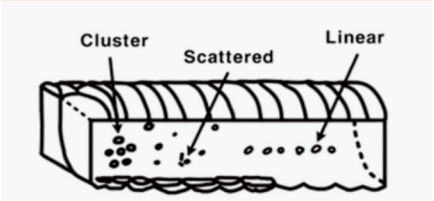
슬래그 섞임



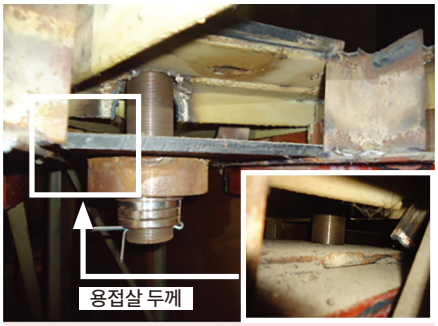
용입 부족



언더컷



기공



힌지부 하단지지 베이스 용접 상태 미흡


막 고정부 용접살 두께 부족

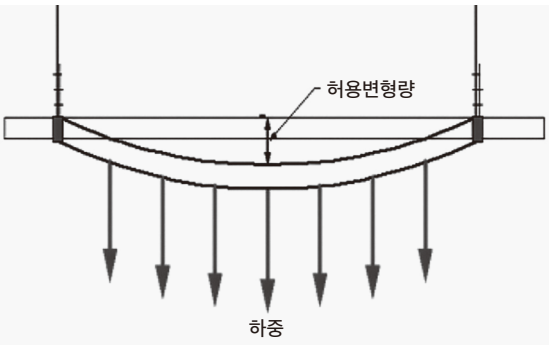
구분	검사 항목	검사 기준
구조물 및 프레임	(5) 구조물과 구성부재의 설치 상태	① 구조물은 견고하고 안전성이 확보된 상태로 설치되어 있을 것 ② 구조물 및 구성부재에 변형이나 처짐이 없을 것 ③ 구조물에 산화나 부식이 없을 것

1) 의의

상부그리드 프레임, 평형추 프레임과 가이드 레일, 승강무대 프레임 등 무대시설의 구조물과 구성부재는 하중을 직접 지지하는 역할을 수행하므로 무대시설 안전 확보에 가장 중요한 부분 중 하나이다.

2) 검사 기준

① 구조물의 처짐 확인 : 구조물 처짐량이 각 고정부 간 길이의 1/300 이상이 되면 구조물의 휨 및 변형이 발생하여 강도의 저하가 발생할 수 있다. 따라서 처짐이 의심되는 구조물이 있다면 구조물 전체가 보이는 곳으로 이동하여 처짐의 발생 여부를 육안으로 확인한다. 보다 정확한 검사를 위해 처짐이 발생한 위치에서 레이저 수직·수평계 등을 이용해 처짐량을 확인한다.



장치봉의 처짐

② 구조물의 녹 및 부식 : 무대시설의 구조물은 대부분 강재로 제작된다. 강재의 산화나 부식은 강재의 강도 저하를 유발하므로 육안으로 녹 또는 부식의 발생 여부를 확인한다. 용접 시 열화로 인해 용접부 부근에서의 산화 발생 빈도가 높을 수 있으므로 해당 부는 주의 깊게 검사한다.

구분	검사 항목	검사 기준
구조물 및 프레임	(6) 구조물의 적재하중 표시	① 장치봉, 조명봉 등에 사용하중이 표시되어 있을 것

1) 의의

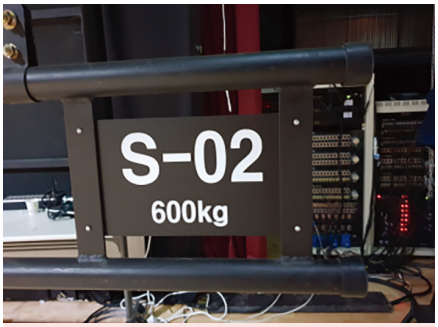
장치봉, 조명봉 등의 무대시설은 설계 시 전동기 용량, 무대시설 이동 속도, 와이어로프 안전율 등을 종합적으로 고려해 최대 적재하중이 결정된다. 무대시설을 안전하게 운용하기 위해서는 해당 시설의 최대 적재하중을 준수해야 하며, 사용자가 쉽게 알 수 있도록 장치봉, 조명봉 등에 최대 적재하중을 표시한다.

2) 검사 기준

장치봉, 조명봉의 최대 적재하중이(페인트 인쇄, 명판 부착 등) 쉽게 확인할 수 있는 위치에 표시되어 있는지 육안으로 확인한다.

3) 검사 참고사항

각 장치봉, 조명봉 등에 공연을 제작하는 팀이 허용 하중보다 높은 하중을 매달지 않도록 사용하중이 표시되어 있어야 한다.



구조물의 적재하중 표시 검사 예시(1)



구조물의 적재하중 표시 검사 예시(2)

구분	검사 항목	검사 기준
구조물 및 프레임	(7) 장치봉의 설치 상태	① 장치봉 끝단부는 캡이나 기타 재료로 마감처리가 되어 있을 것 ② 장치봉은 부식, 파손, 휨, 변형 등의 결함이 없을 것

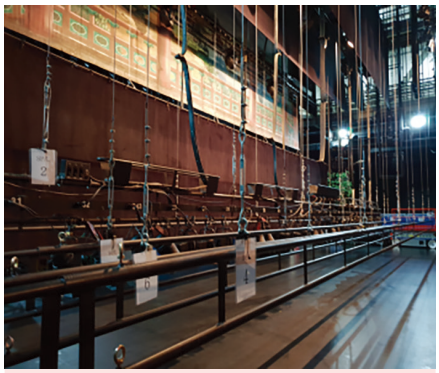
1) 의의

장치봉은 막, 세트물, 조명기 등 여러 가지 무대장치를 매달게 되므로 해당 하중을 견디는 강성을 유지해야 한다. 장치봉은 일반적으로 KS D 3507 배관용 탄소강관, KS D 3566 일반 구조용 탄소강관에서 규정하는 제품을 적용한다. 또한 사용 특성에 따라 강도를 고려하여 장치봉의 외경

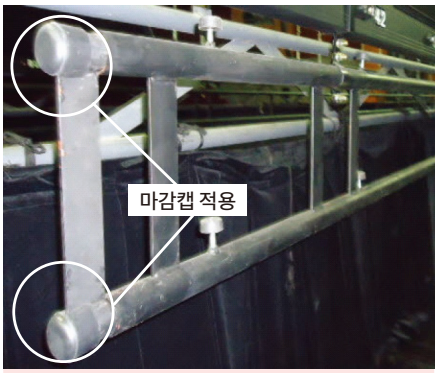
및 형태(단일 장치봉, 사다리형 장치봉, 트러스형 장치봉 등)를 결정한다. 장치봉은 일반적으로 10 m 이상의 길이를 가지고 있으므로 휨 및 변형에 유의하며, 내부 부식 방지를 위해 끝단부 마감처리를 한다.

2) 검사 기준

① 장치봉 끝단부 마감처리 : 강관 형태의 장치봉은 설치 시에 무대 크기에 맞춰 가공하므로 강재의 장치봉 양쪽 끝단이 승강 시 인접 시설과 간섭하여 막이 찢어지는 등의 시설 손상이 발생할 우려가 있다. 또한 장치봉 내부에 수분이 침투하여 내부 산화 및 부식이 발생하게 되면 장치봉의 강도가 낮아지게 되므로 장치봉 양쪽 끝단 부에 마감처리가 적용되어 있는지 육안으로 검사한다.



장치봉 설치 상태 검사 예시(1)



장치봉 설치 상태 검사 예시(2)

② 장치봉의 부식 또는 파손 : 장치봉의 부식 또는 파손이 있을 때 필요한 강도를 유지할 수 없으므로 육안으로 장치봉 표면에 산화 및 부식이 발견될 때 장치봉에 방청 처리를 해 이를 방지해야 한다. 또한 장치봉의 파손 정도에 따라 보강 또는 교체하여 필요한 강도를 확보해야 한다.

구분	검사 항목	검사 기준
구조물 및 프레임	(8) 음향반사판의 설치 상태	① 측면 음향반사판 힌지부는 양단이 더블너트를 체결하여 안전성을 확보할 것 ② 반사판이 이동할 때 기울어짐이나 과도한 흔들림이 없을 것 ③ 레일과 롤러를 이용하여 수평 위치를 조정하는 측면음향 반사판의 경우 레일 끝단부에 멈춤 장치가 설치되어 있을 것

1) 의의

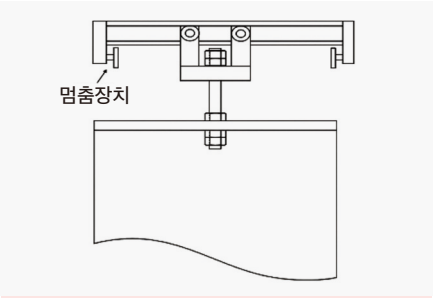
일반적으로 음향반사판은 상부 무대시설 중 가장 무거운 시설이다. 음향반사판은 설치 위치에 따라 천장 음향반사판, 후면 음향반사판, 측면 음향반사판으로 구분되며, 천장에 설치된 구동부에 의해 승강한다. 천장 음향반사판은 반사판의 설치 각도를 조절할 수 있으며, 측면 음향반사판은 좌우로 이동이 가능한 구조를 갖추고 있다. 음향반사판의 이동은 안정적이어야하며, 힌지부는 견고하게 고정되어 있어야 한다.

2) 검사 기준

① 측면 음향반사판 힌지부의 고정 상태 : 측면 음향반사판은 힌지부의 고정 상태가 중요하다. 힌지부 고정 시 더블 너트와 분할핀을 적용한 경우, 너트의 풀림 발생 및 분할핀의 적용 여부를 확인한다.

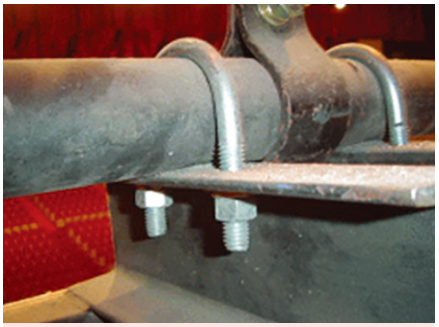
② 음향반사판의 이동 상태 : 음향반사판은 중량이 큰 무대시설로, 일반적으로 1,000 ~ 4,000 ㎏의 무게를 갖는다. 이러한 음향반사판의 이동 시 기울어짐 또는 흔들림이 발생하면 타 무대시설과 간섭 및 파손이 발생할 수 있으므로 이동 시 과도한 기울어짐 또는 흔들림이 발생하는지 육안으로 확인한다.

③ 측면 음향반사판의 수평 이동 멈춤 장치 : 측면 음향반사판이 수평 이동할 때 가이드 형강에서 이탈해 추락하는 사고를 방지할 수 있도록 가이드 형강 양 끝단에 멈춤 장치를 설치했는지 육안으로 확인하며, 멈춤 장치로 이동을 멈출 수 있는 구조인지 검사한다.



측면 음향반사판 멈춤장치

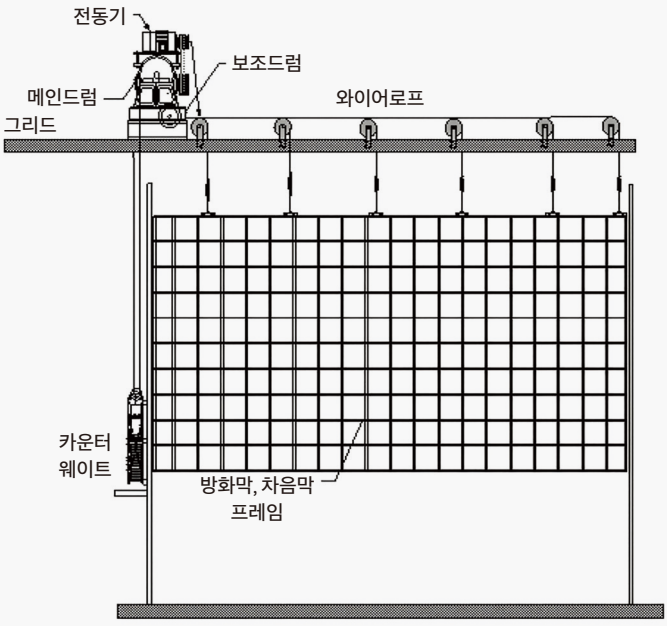

음향반사판 설치 상태 검사 예시 1
(더블너트 고정 확인)


음향반사판 설치 상태 검사 예시 2
(반사판 고정부 확인)

구분	검사 항목	검사 기준
구조물 및 프레임	(9) 방화막의 설치 상태	① 방화막이 닫혀 있는 상태에서 연기가 새어 나갈 틈이 없을 것

1) 의의

방화막은 무대에서 화재 발생 시 객석과 무대를 차단하여 연기가 객석으로 퍼지는 것을 막아주며, 또한 화염이 객석으로 번지지 않게 하는 역할을 한다.



방화막 시스템 구성

2) 검사 기준

① 방화막 구조 : 방화막은 전면부에 설치해 측면의 가이드 레일을 따라 이동하는 것이 일반적이다. 가이드 레일을 따라 방화막이 이동할 때 측면부에 틈새가 발생해 연기가 유입될 가능성이 있는지 확인한다. 또한, 방화막 표면에 균열이나 틈새가 없는지 육안으로 검사한다.



방화막 설치 상태 검사 예시 1
(방화막 틈새 확인)



방화막 설치 상태 검사 예시 2
(방화막 – 무대바닥 간 틈새 확인)

구분	검사 항목	검사 기준
구조물 및 프레임	(10) 조명시설의 설치 상태	① 조명기는 조명봉에 견고하게 고정되어 있을 것 ② 조명기는 조명기 렌즈 및 조명 전구가 추락하지 않도록 추락 방지가 되어 있을 것 ③ 조명기는 안전고리가 체결되어 있을 것

1) 의의

공연장에서 조명기는 대부분 무대 상부 조명봉에 매달아 설치한다. 무대 위에 설치한 조명기가 추락하는 경우 인명피해가 발생할 수 있으므로 조명기의 설치 상태는 견고해야 하며 추락 방지 장치가 돼 있어야 한다.

2) 검사 기준

① 조명기의 고정 상태 : 조명기는 바이스를 통해 조명봉에 고정한다. 각도 조절부에는 볼트와 너트를 체결해 가변적으로 고정한다. 육안 검사 시 바이스 및 각도 조절부에 적용된 볼트의 풀림 유무를 확인한다.

② 조명기 렌즈와 전구 추락 방지 : 조명기에 사용하는 렌즈와 전구는 유리 재질로, 외부 충격 및 과열에 파손돼 추락할 우려가 있다. 따라서 파손에 의한 렌즈와 전구 파편이 추락하지 않는 구조인지 육안으로 확인한다.

③ 조명기 안전고리 체결 상태 : 승강 시 충격 등으로 바이스 내 볼트가 풀릴 우려가 있으므로 조명기와 조명봉에 추락을 방지하기 위한 안전고리가 체결돼 있는지 육안으로 확인한다.



조명기 설치 상태 검사 예시



조명기 안전 철망 설치 상태 검사 예시

2.2. 평형추 및 가이드 레일

구분	검사 항목	검사 기준
평형추 및 가이드 레일	(1) 평형추의 적재 상태	① 적재 상태는 좌·우 또는 전·후로 치우침 없이 균형을 유지할 것

1) 의의

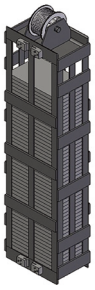
평형추를 이용한 무대시설 구동 시스템은 평형추와 막 구조물이 반대 방향으로 상대운동을 한다. 그러므로 평형추는 무대시설의 구동 시 발생하는 충격과 진동으로 평형추가 이탈되어 추락하지 않도록 안전하게 적재한다.

2) 검사 기준

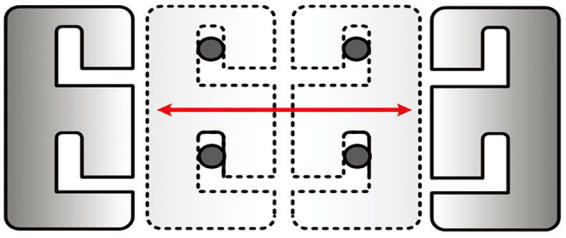
평형추 틀에 평형추가 좌, 우 균형을 맞추어 적재돼 있는지 확인한다. 박스형 평형추 틀을 적용한 경우, 평형추 틀에 적합한 평형추가 적용되어 있는지 확인하며, 평형추 봉을 이용한 오픈형 평형추 틀을 적용하면 평형추 홈이 아래의 그림과 같이 바깥쪽을 향하고 있는지 검사한다.



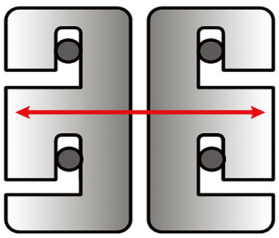
오픈형 평형추



박스형 평형추



화살표 방향의 흔들림 발생 시
평형추의 이탈 가능성 높음



화살표 방향의 흔들림 발생 시
평형추의 이탈 가능성 낮음

평형추 적재 방향 예시 그림

구분	검사 항목	검사 기준
평형추 및 가이드 레일	(2) 가이드 슈의 설치 상태	① 가이드 슈는 흔들림이 없이 견고하게 고정해야 하며, 변형 및 균열이 없을 것
	(3) 가이드 롤러의 설치 상태	① 고정 상태는 견고해야 하며, 흔들림이 없을 것

1) 의의

평형추 틀에 설치되는 부속품인 가이드 슈, 가이드 롤러 등은 평형추가 가이드 레일을 따라서 원활히 승강할 수 있게 해준다. 가이드 슈, 가이드 롤러 등에 변형 및 파손이 발생하면 가이드 레일을 따라서 평형추 틀이 움직일 때 간섭 및 접촉 부하가 발생하고, 그 변형이나 파손이 심한 경우 해당 기구가 작동되지 않는다.

2) 검사 기준

가이드 슈와 가이드 롤러가 평형추 틀에 견고히 고정되어 있는지 확인한 후 평형추가 가이드 레일을 따라 승강할 때 가이드 슈와 가이드 롤러, 가이드 레일 사이의 간섭, 마모 등으로 인한 이상 소음이나 충격이 없는지 검사한다.



가이드 슈 설치 상태 검사 예시



가이드 롤러 설치 상태 검사 예시

구분	검사 항목	검사 기준
평형추 및 가이드 레일	(4) 가이드 레일의 설치 상태	① 가이드 레일의 고정 상태는 견고하고 변형, 균열, 파손 등의 결함이 없을 것 ② 가이드 레일의 이음부는 손상이 없으며 평형추가 이동할 때 흔들림을 유발하는 돌출부가 없을 것 ③ 가이드 레일 고정 브라킷(bracket)은 견고하게 설치되어 있을 것 ④ 가이드 레일은 윤활이 되어 있을 것

1) 의의

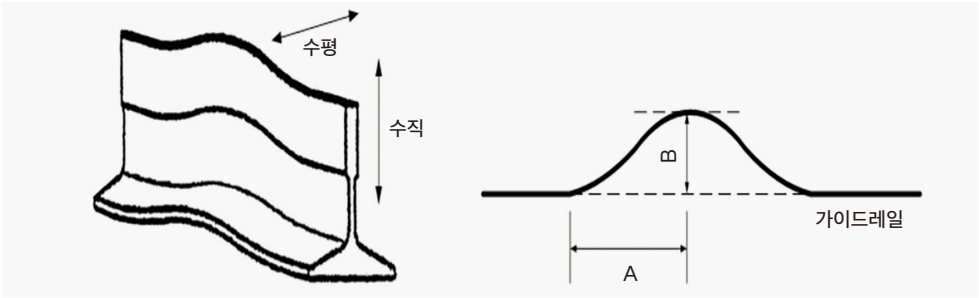
가이드 레일은 강재, 형강, 레일 등을 용접으로 이어 붙여 제작한다. 가이드 레일의 이음부는 돌출부가 없도록 연마 가공하여 평형추가 승강할 때 덜컹거림이나 흔들림이 발생하지 않도록 한다. 가이드 레일은 건축구조물에서 1.5 m마다 고정해 평형추가 이동할 때 가이드 레일이 흔들리지 않도록 설치하는 것이 바람직하다.

2) 검사 기준

① 가이드 레일의 고정 상태 : 가이드 레일의 고정부에 용접 균열이나 볼트 및 너트의 풀림이 발생하였는지 검사한다.

② 가이드 레일의 표면 상태 : 가이드 레일의 표면에 전반적으로 윤활이 되어 있는지 육안으로 확인한다. 일부만 윤활이 되지 않았을 경우 평형추의 좌, 우 불균형, 또는 평형추 상단 활차와 유입 각도 과대 등을 의심하는 것도 바람직하다. 또한 가이드 레일의 표면에서 이상 돌출부가 발생하면 평형추의 이동 시 유동 또는 간섭 소음이 발생할 수 있으므로 이상 돌출부의 여부를 육안으로 검사한다.

③ 가이드 레일의 휨 : 가이드 레일은 아래의 그림에서 B/A의 비율이 0.001 ~ 0.0016 이하가 바람직하며, 휨의 정도가 큰 경우에는 평형추가 이동할 때 전동기의 과부하 및 구동 불량이 나타날 수 있다.



가이드 레일 직진도 비율(B/A) 산정 그림

구분	검사 항목	검사 기준
평형추 및 가이드 레일	(5) 평형추 지지봉의 설치 상태	① 지지봉은 더블너트 등으로 견고하게 고정해야 하며, 분할핀 등을 설치해 풀림 방지가 되어 있을 것 ② 지지봉은 변형, 산화, 부식 등의 결함이 없을 것
	(8) 평형추 틀의 설치 상태	① 평형추 틀은 견고하게 설치되어 있을 것 ② 평형추 틀은 기울어짐 없이 가이드 레일과 평행하게 설치되어 있을 것 ③ 평형추 틀은 균열, 변형, 파손, 산화, 부식 등의 결함이 없을 것

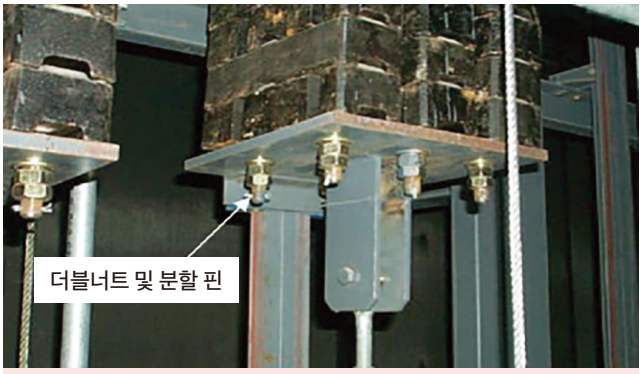
1) 의의

평형추 틀 및 지지봉은 적재된 평형추의 하중을 견딜 수 있는 충분한 강도를 확보해야 하며 평형추 틀 및 지지봉에 설치된 평형추는 추락하지 않도록 견고히 고정돼 있어야 한다.

2) 검사 기준

① 평형추 틀 및 지지봉 고정 상태 : 평형추 틀의 각 프레임은 용접 또는 볼트와 너트로 연결되어 있다. 검사 시에는 용접부에 결함이나 균열이 발생했는지를 확인하고, 볼트와 너트는 손으로 돌려 풀림이 발생 여부를 확인한다. 평형추 지지봉이 설치될 때는 평형추 상단부와 하단부에 지지봉을 더블너트로 고정하고 풀림 방지를 위해 분할 핀을 설치했는지 확인한다.

② 평형추 틀 및 지지봉의 부식 : 평형추 틀 및 지지봉은 강재로 구성되어 있으므로 산화가 발생하기 쉽다. 산화가 발생히면 지체 강도 저하를 유발할 뿐 아니라, 주변의 강재와 와이어로프 등에 산화를 유발하며 고정 볼트와 너트에도 산화가 전이되므로 평형추 틀 및 지지봉에서 부식 발생 여부를 육안으로 검사한다.



평형추 지지봉 및 고정부 설치 상태 검사 예시

구분	검사 항목	검사 기준
평형추 및 가이드 레일	(6) 평형추 고정 장치의 설치 상태	① 평형추가 추락하지 않도록 평형추 고정 장치가 견고하게 고정되어 있을 것

1) 의의

평형추가 무대시설 구동 시 충격으로 이탈되거나 추락하는 것을 방지하기 위해 평형추 고정 장치를 평형추 상단에 설치한다. 이러한 평형추 고정 장치는 평형추 추가나 제거를 위해 풀 수 있는 구조로 설치해야 하며, 평형추의 흔들림에도 풀리지 않는 구조로 견고하게 설치해야 한다.

2) 검사 기준

평형추 고정 장치는 평형추가 유동하거나 이탈하는 것을 방지한다. 점검 시에는 평형추 고정 장치가 평형추 틀 상단부에서 평형추를 견고히 고정하고 있는가를 확인한다.



평형추 고정 장치 설치 상태 검사 예시

구분	검사 항목	검사 기준
평형추 및 가이드 레일	(7) 볼트와 너트의 체결 상태	① 평형추 틀에 체결되는 볼트와 너트는 풀림이 없으며, 풀림 방지가 되어 있을 것 ② 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것

1) 의의

평형추나 가이드 레일에 적용되는 볼트와 너트는 무대시설 구동 시 발생하는 충격이나 진동에 풀리기 쉬우므로 안전검사에서 볼트와 너트의 풀림이 없는지 확인하여야 한다.

2) 검사 기준

평형추 틀이 볼트와 너트를 통해 견고하게 고정돼 있는가를 손으로 돌려 확인하고, 볼트와 너트의 접합부에 프레임이 전체적으로 접촉되어 있는가를 육안으로 확인한다. 평형추 틀의 볼트와 너트의 풀림을 육안으로 쉽게 확인할 방법 중 하나는 볼트와 너트에 설치 마크(흰색으로 볼트, 너트와 프레임에 정렬하여 표시)를 표시하는 것이다. 볼트와 너트를 사용해 고정 프레임을 체결할 때는 볼트와 너트에 풀림방지 조처한다. 일반적으로 평와셔와 스프링와셔를 체결하는 방법 또는 더블너트를 체결하는 방법이 있다. 볼트 및 너트에 풀림이 발생하면 다시 죄어야 하며, 풀림 방지 조치가 누락된 경우에는 이를 추가하는 것이 바람직하다. 또한 볼트의 나사산이 2산 이상 확보돼 체결력이 보장되었는지 확인하여 부족할 시 적절한 볼트로 교체하는 것이 바람직하다.
(볼트, 너트의 고정 상태의 경우, [1.구조물 및 프레임 (3) 볼트, 너트의 고정 상태] 내용 참조)

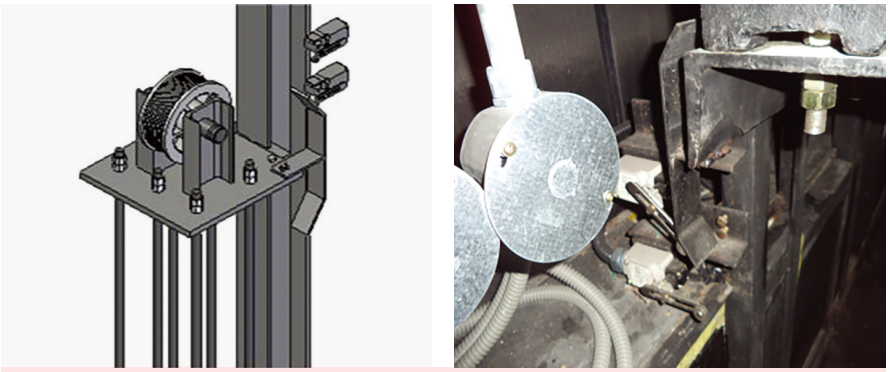
구분	검사 항목	검사 기준
평형추 및 가이드 레일	(9) 리밋 스위치 작동 프레임 (striker)의 설치 상태	① 리밋 스위치 작동 프레임은 평형추 틀에 견고하게 고정되어 있어야 하며, 변형이 없을 것 ② 리밋 스위치 작동 프레임은 리밋 스위치를 정확하게 작동시킬 수 있는 구조일 것

1) 의의

리밋 스위치 스트라이커는 리밋 스위치와 접촉해 해당 스위치가 작동하도록 하는 역할을 하며, 접촉 상태가 불량할 시 무대기구의 오작동 우려가 있으므로 스트라이커는 리밋 스위치를 작동시킬 수 있는 정확한 위치에 견고하게 설치돼야 한다.

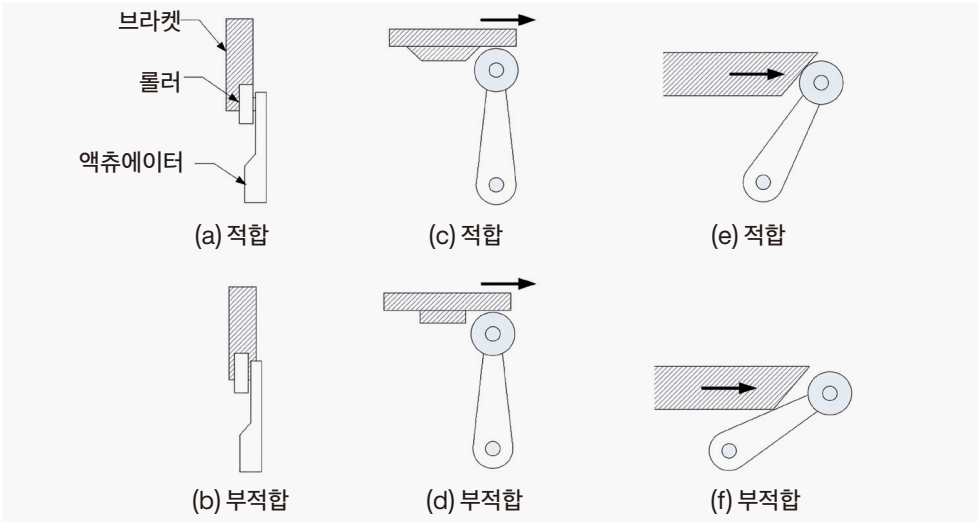
2) 검사 기준

① 스트라이커 설치상태 : 평형추 틀에 스트라이커가 견고하게 설치되어 있는지 확인하며, 스트라이커 끝 날이 리밋 스위치를 손상하지 않는 구조인지 육안으로 검사한다.



리밋 스위치 스트라이커 설치 및 작동 예시

② 스트라이커와 리밋 스위치 접촉 상태 : 리밋 스위치를 평형추 가이드 레일에 설치하고 평형추 틀에 리밋 스위치 스트라이커를 설치해 사용할 때는, 리밋 스위치 스트라이커가 리밋 스위치 레버와 적절하게 접촉하여 (아래 그림 참조) 리밋 스위치를 정확하게 작동시키는지 확인한다. 또한 리밋 스위치 스트라이커가 상단이나 하단 리밋 스위치와 최종 리밋 스위치 (Final Limit Switch)를 동시에 작동시키지 않도록 설치되어 있는지 확인한다.



리밋 스위치와 스트라이커 접합 상태 판단(적합/부적합) 기준

2.3. 활차

구분	검사 항목	검사 기준
활차	(1) 활차의 크기	① 활차의 피치원 직경은 와이어로프 직경의 20 배 이상일 것

1) 의의

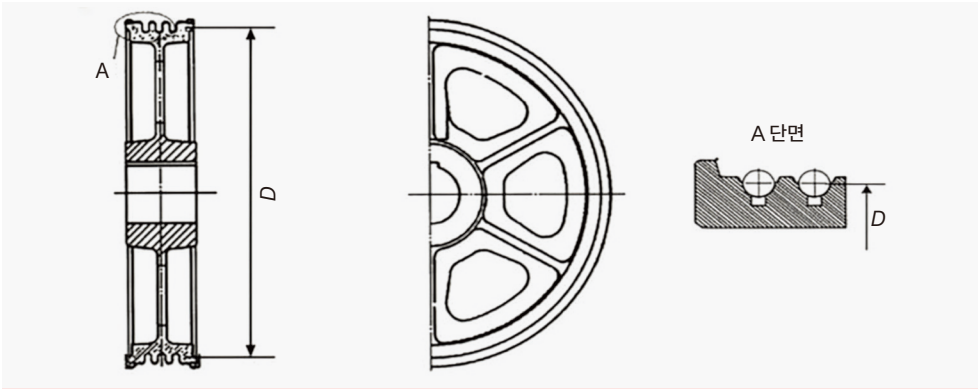
활차가 와이어로프의 이송과 방향 변경의 기능을 충분히 수행하기 위해서는 적절한 크기여야 한다. 활차 및 드럼에 감기는 로프의 곡률반경에 따라서 와이어로프의 효율이 결정되는데 로프의 곡률반경이 직경에 20 배 이상이면, 와이어로프의 효율이 90 %이상 확보가 된다.

2) 검사 기준

활차의 지름(D)은 와이어로프가 활차에 놓이는 지점을 기준으로 하며, 와이어로프 중심점에 대하여 KS A 6112 기준에 따라 측정하여 와이어로프 직경의 20 배 이상인지 확인한다.

3) 검사 참고 사항

활차 지름(D) 지름은 와이어로프가 활차에 놓이게 되는 지점을 기준으로 측정한다.



활차 지름 측정 방법 (출처 : KS A 6112 '8.5 드럼 및 활차의 지름 측정 방법')

구분	검사 항목	검사 기준
활차	(2) 활차 홈 및 홈 사이 산의 마모 상태	① 활차 홈과 홈 사이 산은 심한 마모, 파손이 없을 것

1) 의의

활차 홈의 마모가 심하면 활차 홈과 와이어로프 사이의 마찰력이 감소하기 때문에 무대시설이 움직이거나 정지할 때 미끄러짐 등의 안전사고가 발생할 수 있다.

2) 검사 기준

활차 홈의 마모 상태는 홈 표면의 와이어로프 프린팅 현상이나 마모로 발생한 활차 홈 주위의 쇳가루로 확인한다. 무대시설 구동 상태에서 와이어로프와 활차의 상태 운동에서 미끄러짐이 없는지 검사한다. 여러 개의 홈으로 이루어진 활차의 경우 각 홈의 마모량이 서로 다르면 와이어로프의 속도 차이가 발생할 수 있고, 소음과 진동의 원인이 될 수 있음을 유의하여 검사한다.



활차 홈 및 홈 사이 산의 마모 상태 검사 예시
(활차 홈 마모로 인한 프린팅 현상 및 홈 주위 쇳가루 발생)

구분	검사 항목	검사 기준
활차	(3) 활차의 파손 및 변형 상태	① 활차 및 지지 프레임은 파손 및 변형이 없을 것

1) 의의

활차의 파손이나 변형은 와이어로프와 활차의 간섭과 마모, 와이어로프 이송 장애 등의 문제를 유발할 수 있다. 활차의 변형은 활차 프레임 변형뿐만 아니라 기울어져 있는 것을 포함한다. 활 차는 초기 설치 오류 또는 와이어로프에 의한 편하중에 의해 기울어질 수 있으며, 와이어로프 유입각도 과대, 활차와 활차 지지대 간섭, 와이어로프 이송 장애의 원인이 될 수 있다.

2) 검사 기준

활차의 파손 및 변형 상태를 육안으로 확인하고 무대시설 구동 시 활차와 활차 지지대 사이의 간섭이나 와이어로프 이동 장해가 없는지 검사한다. 활차 프레임의 기울어짐을 정확하게 측정하기 위해서는 레이저 수평계 등의 측정 장치를 사용하는 것이 바람직하다.



활차의 파손 및 변형 상태 검사 예시 (활차 파손)

구분	검사 항목	검사 기준
활차	(4) 활차 홈의 크기 및 깊이	① 활차 홈의 크기와 깊이는 와이어로프의 크기에 적합할 것

1) 의의

활차 홈의 마모가 심하면 활차 홈과 와이어로프 사이의 마찰력이 감소하기 때문에 무대시설이 움직이거나 정지할 때 미끄러짐 등의 안전사고가 발생할 수 있다.

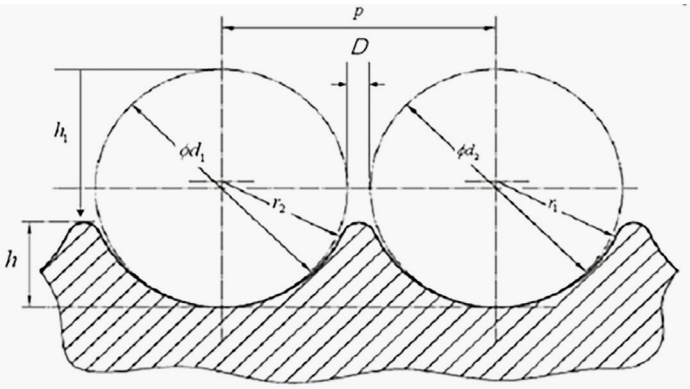
2) 검사 기준

① 활차 홈 크기 : 원활한 와이어로프의 이송을 위해 활차 홈 지름은 와이어로프의 지름의 1.05 ~ 1.1 배인지 버니어켈리퍼스 등을 이용하여 확인한다.



활차 홈 크기 측정 검사 예시

② 활차 홈 깊이 확인 : 활차 홈 깊이(h) 측정은 와이어로프 지름 측정과 와이어로프 상단에서 홈 사이까지의 거리 측정을 통해 산정되며, 홈 깊이는 와이어로프 직경의 1/3 이상인지 확인한다.



$$h = \varnothing d - h_1$$

여기에서
h : 활차 홈 깊이(㎜)
h1 : 와이어로프 상단에서 홈 사이 산 까지의 거리(㎜)
Ød= $Ød_1$ or $Ød_2$: 와이어로프의 지름

활차 홈 깊이 확인 방법

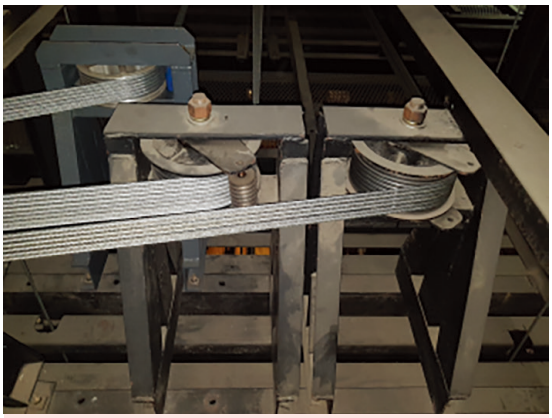
구분	검사 항목	검사 기준
활차	(5) 활차 홈의 수	① 활차 홈의 수는 유입되는 와이어로프 줄의 수 이상일 것

1) 의의

활차를 통과하는 와이어로프의 수에 따라 홈이 여러 개인 활차와 홈이 1 개인 활차를 적절히 사용한다. 유입되는 와이어로프가 여러 줄인 경우 와이어로프의 줄 수 이상의 홈을 가진 활차를 사용해야 와이어로프의 간섭 현상에 따른 마모를 방지할 수 있다.

2) 검사 기준

활차의 홈 수와 유입되는 와이어로프의 줄 수를 비교하여 활차 홈 수가 와이어로프 줄 수 이상임을 확인한다. 또한 활차 홈에 유입 와이어로프가 안착됐는지 확인한다.



활차 홈의 수 검사 예시 (와이어로프 줄 수에 맞게 활차 설치)

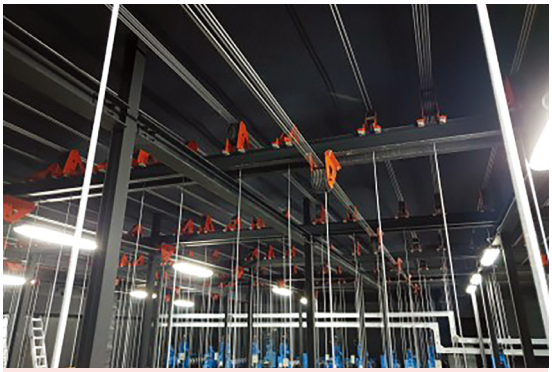
구분	검사 항목	검사 기준
활차	(6) 활차에 유입되는 와이어로프의 유입 각도	① 활차의 회전축과 활차로 유입되는 와이어로프가 이루는 각도는 (90±2)° 이하일 것

1) 의의

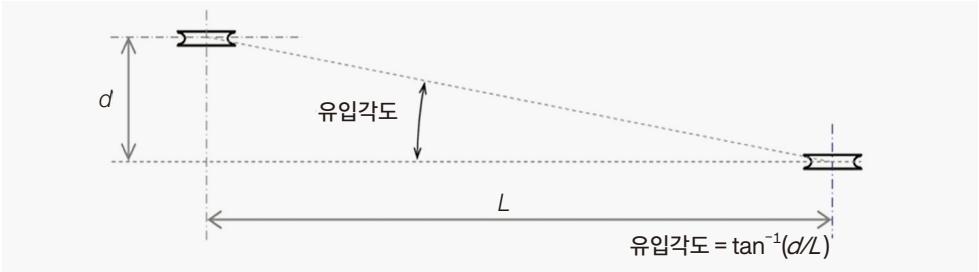
활차에 유입되는 와이어로프의 유입 각도가 큰 경우 와이어로프의 이탈과 손상, 활차의 파손 등이 발생할 수 있으므로 활차에 유입되는 와이어로프의 유입 각도는 ±2° 이하로 제한한다.

2) 검사 기준

와이어로프의 활차 유입 각도는 아래 그림과 같이 측정하며 유입 각도가 ±2°를 초과하는 경우 활차의 위치 변경 등을 통해 유입 각도를 조정한다.



활차에 유입되는 와이어로프 유입 각도 검사 예시



와이어로프 유입 각도 확인 방법

구분	검사 항목	검사 기준
활차	(7) 활차의 설치 상태	① 활차와 지지 프레임은 일정한 간격을 유지하며 평행한 상태로 설치되어 있을 것 ② 활차 지지 프레임은 변형이 없을 것 ③ 활차 및 지지 프레임을 고정하는 볼트와 너트는 풀림 방지가 되어 있을 것 ④ 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것

1) 의의

활차는 지지대를 이용해 상부 그리드 프레임에 고정한다. 활차 지지대 설치 상태 검사를 통해 활차가 충분한 위치와 각도에 설치됐는지, 견고하게 고정됐는지 확인한다.

2) 검사 기준

① 활차 지지대 설치 상태 확인 : 활차와 지지대가 일정한 간격을 유지하며 평행한 상태로 설치되어 있으며 활차의 위치와 각도가 정확한지 육안으로 확인한다.

② 활차 볼트 – 너트 고정 : 활차 지지대의 고정 프레임이 볼트와 너트를 통해서 견고하게 고정돼 있는지 손으로 돌려 확인하고, 볼트와 너트의 접합부에 프레임이 전체적으로 접촉됐는지 육안으로 확인한다. 또한 볼트와 너트 체결부에 스프링와셔, 더블너트 등의 풀림 방지 장치가 적용됐는지 확인한다. [참고 : 1.(3) 볼트·너트의 고정 상태]

③ 활차를 용접으로 고정한 경우 : 용접으로 활차 고정 프레임을 고정한 경우, 용접 슬래그를 제거하고 용접부에 균열이 발생했는지, 프레임에서 용접이 떨어졌는지 육안으로 확인한다.
[참고 : 1.(4) 고정부의 용접 상태]

구분	검사 항목	검사 기준
활차	(8) 와이어로프 이탈 방지 장치의 설치 상태	① 와이어로프 이탈 방지 장치가 와이어로프의 이탈을 방지할 수 있는 구조로 설치되어 있을 것. 단, 와이어로프가 이탈되지 않는 구조일 때에는 이탈 방지 장치를 설치하지 않아도 무방함 ② 와이어로프 이탈 방지 장치는 견고하게 고정돼 있을 것 ③ 와이어로프 이탈 방지 장치로 인한 와이어로프의 마모가 발생하지 않는 구조일 것

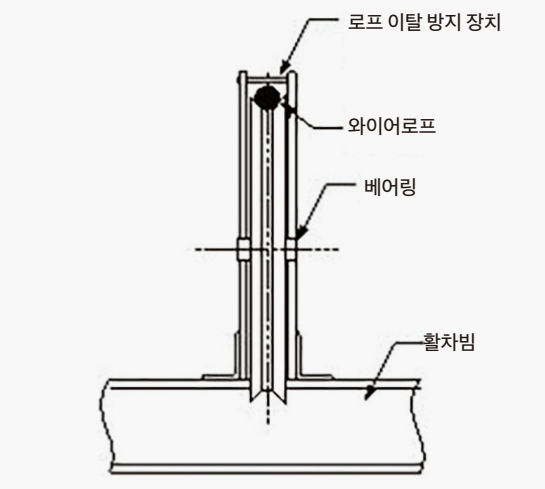
1) 의의

활차에 설치된 와이어로프 이탈 방지 장치는 활차 홈에서 와이어로프가 이탈하는 것을 막고 활차 홈에 정확하게 유입된 상태에서 이송되도록 해주며, 이탈 방지 장치 양측 활차 지지대의 변형을 막아주는 역할을 한다.

2) 검사 기준

① 와이어로프 이탈 방지 장치 고정 : 와이어로프 이탈 방지 장치가 활차 지지대에 견고히 고정해 있는지 검사하기 위해 너트 등 체결 도구의 풀림이 없는지 확인한다.

② 와이어로프 이탈 방지 장치 회전 및 재질 : 와이어로프 이탈 방지 장치가 회전되지 않을 때 이탈 방지 장치와 와이어로프간의 간섭으로 간섭 및 마모가 발생한다. 와이어로프 이탈 방지 장치는 와이어로프와 함께 회전하는 구조로 설치하고, 이탈 방지 장치의 재질이 수지나 고무 계열이면 회전 시의 간섭 소음이 줄어들 수 있다.



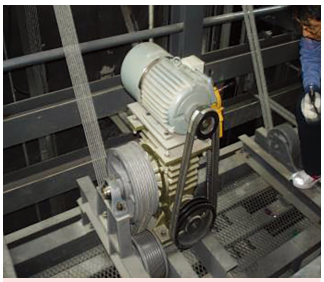
와이어로프 이탈 방지 장치 설치

2.4. 드럼

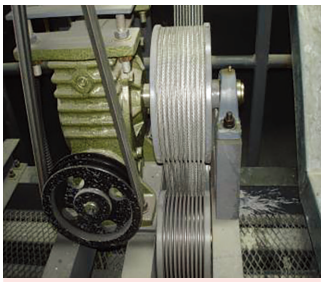
구분	검사 항목	검사 기준
드럼	(1) 드럼의 크기	① 주 드럼과 윈치 드럼의 피치원 직경은 와이어로프 직경의 30 배 이상, 보조 드럼은 20 배 이상일 것

1) 의의

아래의 사진과 같이 주드럼과 보조드럼은 와이어로프의 효율과 수명을 고려는 동시에, 드럼 홈과 와이어로프의 마찰력을 이용한 견인력을 확보하기 위해, 주드럼의 직경은 와이어로프 직경의 30 배 이상, 보조드럼의 직경은 와이어로프 직경의 20 배 이상의 크기여야 한다.



구동부 주 드럼



구동부 보조드럼

2) 검사 기준

드럼의 지름(D)은 와이어로프가 드럼에 놓이는 지점을 기준으로 한다. 또한 와이어로프 중심점을 아래의 그림과 같이 측정하여 주 드럼 직경이 와이어로프 직경의 30 배 이상인지, 보조 드럼 직경이 와이어로프 직경의 20 배 이상인지 확인한다. 디스크 타입의 드럼을 사용하는 경우 와이어로프가 감기는 가장 작은 드럼 지름을 기준으로 검사한다. [참고 : 3.(1) 활차의 크기]

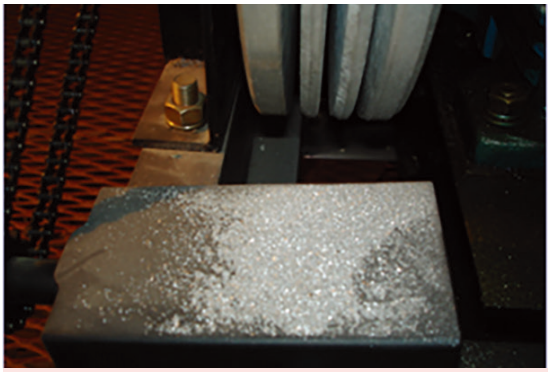
구분	검사 항목	검사 기준
드럼	(2) 드럼 홈 및 홈 사이 산의 마모 상태	① 드럼 홈과 홈 사이 산은 심한 마모나 파손이 없을 것
	(3) 드럼의 파손 및 변형 상태	① 드럼은 파손 및 변형이 없을 것

1) 의의

권선드럼은 와이어로프와의 마찰로 사용하는 동안 마모가 발생한다. 이때 무대기구의 하중 분포에 따라 각 드럼 홈은 마모 상태가 바뀌게 된다. 평형추 방식의 경우, 주드럼 홈에 심한 마모가 발생하면 주드럼에서 와이어로프의 미끄러짐 현상이 발생할 수 있다. 또한 드럼에 외관상의 파손이나 변형이 발생한 부분이 와이어로프와 접촉하면 와이어로프의 손상 및 마모를 초래할 수 있다.

2) 검사 기준

① 드럼 홈과 홈 사이 산 마모 및 파손 확인 : 육안으로 활차 홈을 확인해 홈 사이 산이 마모 및 파손이 발생했는지 확인한다. 활차 하단에 쇳가루가 분포되어 있다면 활차 홈 및 홈 사이 산의 마모일 수 있으므로 해당 부위의 활차를 면밀히 검사한다.



드럼 홈 및 홈 사이 산의 마모 상태 검사 예시
(디스크 드럼의 마모로 발생한 철가루)

구분	검사 항목	검사 기준
드럼	(4) 드럼 홈의 크기	① 드럼 홈의 크기는 와이어로프의 크기에 적합할 것

1) 의의

와이어로프가 드럼에서 원활하게 감기거나 풀리고 이동하기 위해서는 드럼 홈의 크기가 와이어로프의 크기에 적합해야 한다. 스크루 드럼은 드럼 홈을 따라 와이어로프가 감기거나 풀리도록 나선형으로 가공되어 있고, 평행 홈 드럼은 홈이 드럼 플랜지에 평행하게 가공되어 와이어로프를 이송시킬 수 있게 되어 있으며, 윈치 방식 구동 시스템에 사용되는 스크루 드럼과 디스크 드럼으로 나뉜다. 무대시설 구동부의 드럼은 평행추 방식 구동 시스템에서 사용하는 평행 홈 드럼과 디스크 드럼은 와이어로프가 적용되는 형태로 감기는 방식으로 와이어로프의 줄 수와 동일한 드럼 홈을 갖도록 여러 개의 디스크를 겹쳐 조립되어 있다.

2) 검사 기준

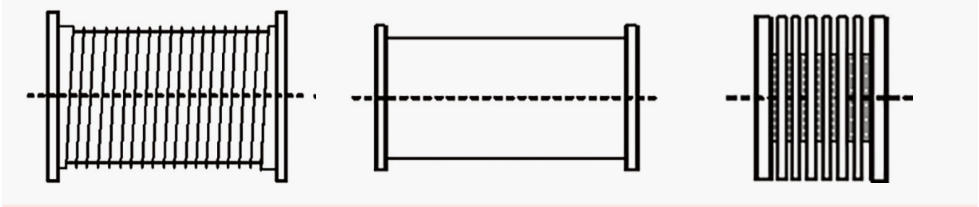
① 디스크 드럼 : 디스크 드럼에서 홈의 크기를 와이어로프보다 2 배 이상 크게 설치하면 디스크 윈치 드럼 안에서 와이어로프 간 간섭 현상이 발생해 해당 와이어로프가 풀리지 않을 수 있다. 반대로 와이어로프 직경과 디스크 드럼 홈의 크기가 정확히 일치하면 드럼과 와이어로프가 마모된다. 그러므로 디스크 드럼의 홈 크기가 와이어로프 직경의 1.1 배 ~ 1.2 배의 크기인지 버니어켈리퍼스 등을 이용해 검사한다.

② 스크루 드럼과 평형 홈 드럼 : 스크루 드럼과 평형 홈 드럼은 홈의 구조가 활차와 동일하며, 드럼 홈의 길이는 와이어로프 지름의 1/3 이상이고 드럼 홈의 지름이 와이어로프 지름의 1.05 ~ 1.1 배 인지 확인한다. [참고 3.(3) 활차 홈의 크기]

구분	검사 항목	검사 기준
드럼	(5) 드럼에 유입되는 와이어로프의 유입 각도	① 스크루 드럼의 회전축과 드럼으로 유입되는 와이어로프가 이루는 각도는 90±4° 이내일 것 ② 디스크 드럼의 회전축과 드럼으로 유입되는 와이어로프가 이루는 각도는 90±2° 이내일 것 ③ 평형추 방식의 무대기계·기구에서 사용되는 주 드럼과 보조 드럼의 회전축과 드럼으로 유입되는 와이어로프가 이루는 각도는 90±2° 이내일 것 ④ 와이어로프가 드럼에 감기거나 풀릴 때 급격한 꺾임이나 간섭이 없을 것

1) 의의

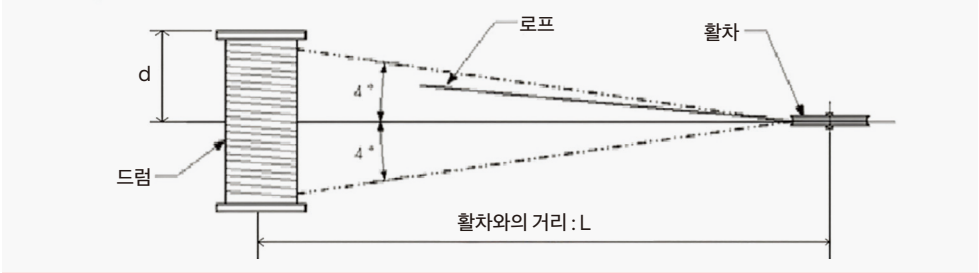
드럼에 유입되는 와이어로프의 유입 각도가 큰 경우 드럼 홈과 와이어로프의 마모가 심해진다. 따라서 스크루 드럼은 드럼의 회전축과 와이어로프가 이루는 각도가 90±4° 이하여야 하며, 디스크 드럼은 드럼의 회전축과 와이어로프가 이루는 각도가 90±2° 이하여야 한다.



스크루 드럼 | 홈이 없는 드럼 | 디스크 드럼

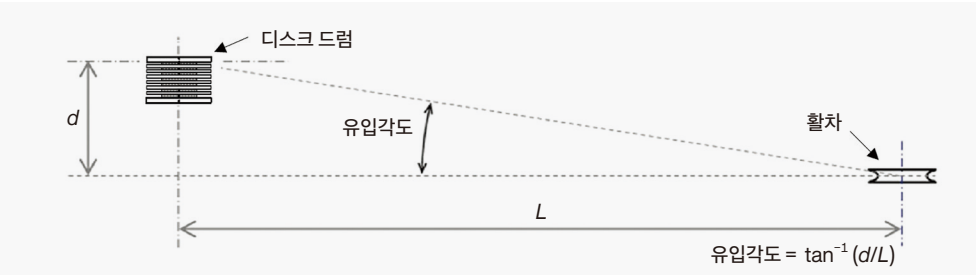
2) 검사 기준

① 스크루 드럼의 유입각도 : 스크루 드럼에서 활차까지의 유입각도는 드럼 축 중심에서 가장 끝에 있는 홈까지의 거리(d)와, 드럼 축 중심에서 활차까지의 거리(L)를 줄자 또는 거리변위계로 측정하여 계산한다.



스크루 드럼 유입각도 측정 방법

② 디스크 드럼의 유입각도 : 디스크 드럼에서 활차까지의 유입각도는 디스크 드럼 각 홈에서 해당 와이어로프가 유입되는 활차까지의 수직거리(d)와, 드럼 축 중심에서 활차까지의 거리(L)를 줄자 또는 거리변위계로 측정하여 계산한다.



디스크 드럼 유입 각도 측정 방법

③ 평행 홈 드럼의 유입 각도 : 주로 평형추 방식에 적용되는 평행 홈 드럼은 와이어로프를 이송하는 기능을 수행하므로 활차에서의 와이어로프 유입 각도와 동일한 검사 기준을 적용한다. [참고 3.(5) 활차에 유입되는 와이어로프의 각도]

구분	검사 항목	검사 기준
드럼	(6) 드럼의 설치 상태	① 드럼에 체결된 키는 축과 드럼에 전체적으로 접촉되고 견고히 고정돼야 하며, 소켓 볼트를 사용하여 키를 고정할 것 ② 드럼에 연결된 축은 해당 축을 지지하는 베어링이 축에 전체적으로 접촉할 수 있을 만큼의 길이를 확보할 것

1) 의의

드럼은 와이어로프를 감아 승강시키는 요소 부품으로 견고히 고정되어 안전성 및 신뢰성을 확보해야 한다. 드럼 축을 지지하는 베어링은 볼트-너트로 견고히 고정해야 하며, 베어링을 지지하는 프레임 역시 드럼 축에서 발생하는 모멘트를 견딜 수 있는 강도가 확보돼야 한다. 드럼과 축의 고정을 위해 키가 설치되는데, 일반적으로 감속기 축에 가공된 키 홈에 설치하며, 키가 빠지지 않도록 소켓 볼트로 고정한다.

2) 검사 기준

① 드럼 고정 상태 : 드럼 축 지지 베어링은 볼트와 너트로 견고히 고정돼 있는지 손으로 돌려 확인하고, 볼트와 너트의 접합부에 프레임이 전체적으로 접촉돼 있는지 육안으로 확인한다. 볼트와 너트 고정부는 스프링와셔나 더블너트 등 풀림 방지 장치가 있어야 한다. 일반적으로 베어링 지지대와 프레임은 용접을 통해 고정하므로 용접살의 두께 및 비드의 형상을 확인해 용접 결함의 유무를 확인한다.

② 키의 고정 상태 : 구동부의 동력이 축을 통해 드럼에 온전히 전달되려면 키가 드럼 축에 있는 키 홈에 전체적으로 접촉돼 있어야 한다. 드럼 축에 있는 키 홈과 키의 접촉 상태를 육안으로 점검해 유격이 있는지 확인한다. 또한 키의 고정은 일반적으로 소켓 볼트를 사용해 견고히 고정한다. 키에 고정된 소켓 볼트는 육안으로 풀림의 유무를 판단하기 어려우므로 육각 렌치를 이용해 견고히 체결됐는지 확인한다.

③ 드럼 축 밀림 및 베어링 지지 면적 확인 : 드럼 축에 걸리는 하중의 불균형으로 드럼이 축을 따라 밀리면 해당 축을 지지하는 베어링이 충분한 지지 면적을 확보할 수 없는 경우가 발생한다. 축의 밀림 등으로 베어링 지지 면적의 부족이 없는지 육안으로 확인한다.



드럼 축 지지 베어링 설치 상태 검사 예시
(디스크 드럼의 마모로 발생한 철가루)

구분	검사 항목	검사 기준
드럼	(7) 와이어로프의 감김 횟수와 드럼 홈의 수	① 스크루 드럼 홈의 수는 와이어로프가 감기는 횟수 이상일 것
	(8) 윈치 드럼의 권선 여유	① 막 구조물이 최하단까지 내려왔을 때 윈치 드럼에 남아있는 와이어로프의 권선이 2바퀴 이상일 것

1) 의의

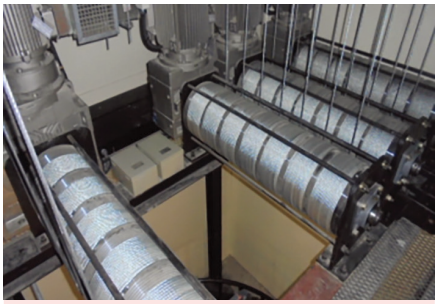
무대시설의 승강이 원활히 이루어지기 위해서는 드럼 홈에 와이어로프가 정확히 안착해야 한다. 이를 위해 스크루 드럼의 홈 수는 와이어로프가 감기는 횟수 이상을 확보해야 한다. 일반적으로 윈치 드럼에 와이어로프를 고정하는 방식은 윈치 드럼 안에 클립을 이용해 와이어로프를 고정하거나, 윈치 드럼에 와이어로프를 압착시켜 고정하는 방법 등을 사용한다. 와이어로프에 작용하는 하중이 클립이나 압착부에 집중하여 인가될 경우 드럼에서 와이어로프가 풀릴 수도 있다. 그러므로 윈치 드럼은 권선여유를 2권 이상 확보해 윈치 드럼과 와이어로프 사이의 마찰력을 통해서 해당 기구의 하중을 분산하는 것이 필요하다.

2) 검사 기준

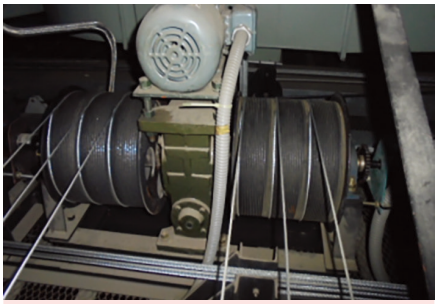
① 스크루 드럼 홈과 와이어로프 감긴 횟수 확인 : 무대기구가 최고 높이에서 정지했을 때 스크루 드럼 안에서 와이어로프의 감긴 횟수를 육안으로 점검해 드럼 홈의 수가 와이어로프 감긴 횟수보다 많은지 확인한다.

② 드럼 내 와이어로프 권선 여유 확인 : 무대기구가 최저 높이에서 정지했을 때 드럼 내 와이어로프가 최소 2바퀴 이상 감겼는지 육안으로 확인한다. 윈치 드럼의 권선 여유를 육안으로

판단하기 힘든 경우, 버니어켈리퍼스를 이용해 드럼 외측에서 내경의 깊이를 측정한 후 드럼 홈에서 법선 방향의 깊이를 측정한다. 그 차를 이용해 권선 여유를 확인하는 방법이 있다.



와이어로프 감김 횟수 검사 예시



드럼 권선 여유 검사 예시

2.5. 와이어로프 및 체결 도구

구분	검사 항목	검사 기준
와이어로프	(1) 와이어로프의 마모 및 외관 상태	① 와이어로프 스트랜드 소선 파단 수는 10 % 이하여야하며, 킹크, 산화, 부식 등의 결함이 없을 것 ② 와이어로프 지름의 명백한 국부적 감소가 없어야 하며, 균일한 지름 감소는 KS B ISO 4309 표 5에 따라 중간 이하의 위험도를 가질 것 ③ 와이어로프에 손상이 발생하였을 경우 KS B ISO 4309에 따라서 와이어로프의 상태를 작성할 것

1) 의의

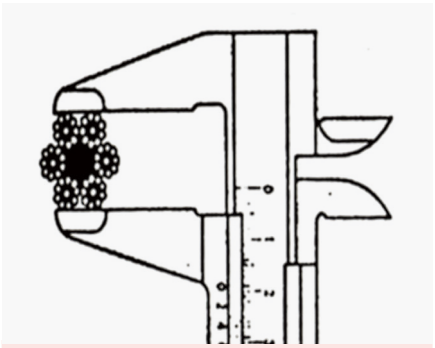
와이어로프는 꺾임, 부분적 손상, 마모 등으로 그 수명이 단축될 수 있다. 일반적으로 한 곳에서 킹크가 발생하면 와이어로프의 인장력은 약 80 % 이하로 떨어지며, 두 곳 이상에서 발생하면 인장력이 약 60 % 이하로 감소하게 된다. 와이어로프 꺾임으로 활차 측면부로 와이어로프가 이탈해 단선됐을 때 해당 와이어로프뿐 아니라 다른 와이어로프도 연쇄적으로 파단 될 위험이 있다.

2) 검사 기준

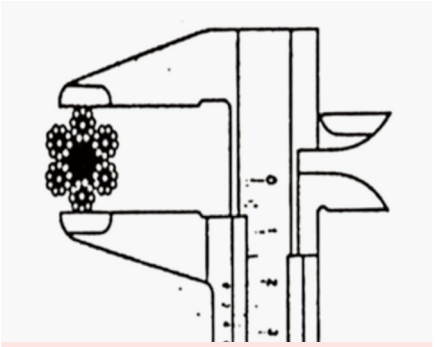
① 와이어로프의 풀림, 꺾임 상태 및 외관 상태를 검사하며 다음 사항들을 확인한다.

- ☞ 와이어로프의 파손 또는 변색
- ☞ 와이어로프의 한 가닥(스트랜드)의 소선 중 10 % 가 절단된 것
- ☞ 마모로 인해 직경이 공칭 지름의 7 % 이상 감소한 것
- ☞ 꺾임이 생긴 것
- ☞ 심하게 부식, 변색 된 것
- ☞ 열에 의하여 손상된 것

② 와이어로프의 직경 측정 방법은 아래 그림과 같으며, 와이어로프의 주요 손상 및 원인은 아래 표 내용과 같다.



와이어로프 직경 측정 방법(잘못된 방법)



와이어로프 직경 측정 방법(올바른 방법)

순	손상 유형	손상 원인
1		스트랜드가 돌출되어 마모된 형상으로 소켓팅이나 시이징(seizing)이 부적당할 때나 킹크 및 dog-leg 현상으로 손상된 형태
2		국부적인 손상으로, 드럼 및 시브나 롤러 모서리에 찍혀 손상된 형태
3		로프가 드럼에서 겹치거나 플랜지 모서리에 끼여 손상된 형태
4		dog-leg 현상으로 로프의 취급 부주의로 발생
5		철심이 외층 스트랜드 밖으로 돌출된 형태로 갑작스러운 충격하중에 따른 역 반발로 발생하며 시브의 홈경이 지나치게 작을 때도 발생
6		bird caging 현상으로 과하중이 갑자기 제거될 경우 역 반발로 발생(복원 불가능)
7		로프가 시브 등을 이탈해 파단 되는 것으로 파단면이 쐐기 형태이며 파단부 근처에 국부적으로 굴곡진 부위가 있음. 소선의 파단형태는 삭상과 인장파단 형태의 2가지가 있음
8		과도한 굴곡에 의한 피로 단선

순	손상 유형	손상 원인
9		로프의 골 사이에서 단선된 것으로 과하중 상태에서 지나치게 작은 시브를 사용할 경우 발생
10		로프의 편마모에 의한 손상 형태로 홈경이 너무 큰 시브에서 하중을 받을 경우 발생
11		현저한 부식에 의한 손상
12		다층연의 bird caging현상으로 지나치게 작은 굴곡을 받거나 적은 시브 홈경에 의해 발생
13		' – ' 킹크손상
14		' + ' 킹크손상
15		스트랜드 돌출 현상
16		소선의 돌출

3) 검사 참고 사항

① KS B ISO 4309에 따른 와이어로프 위험도 기준은 아래의 표 내용에 따른다.

[출처 : KS B ISO 4309 표 5 – 균일한 지름 감소에 따른 폐기 기준 신호 – 단층 드럼 및/또는 금속 도르래를 통과]

로프 종류	균일한 지름 감소 (공칭 지름의 %로 표시)	심각도	
		설명	%
섬유 심을 가진 단층로프	6 % 이하	–	0
	6 % 이상 7 % 미만	약간	20
	7 % 이상 8 % 미만	중간	40
	8 % 이상 9 % 미만	높음	60
	9 % 이상 10 % 미만	매우 높음	80
	10 % 이상	**폐기**	100
금속 심을 가진 단층 로프 또는 병렬 꼬임 로프	3.5 % 이하	–	0
	3.5 % 이상 4.5 % 미만	약간	20
	4.5 % 이상 5.5 % 미만	중간	40
	5.5 % 이상 6.5 % 미만	높음	60
	6.5 % 이상 7.5 % 미만	매우 높음	80
	7.5 % 이상	**폐기**	100

② KS B ISO 4309에 따른 와이어로프 상태 작성의 경우 아래의 예시와 같은 표를 참고해 와이어로프 상태에 대해 기록한다.

크레인 개요	**로프 용도** .....

로프 상세.....
상품명(알고 있다면).....
공칭 지름..... mm
구조.....
심[a]: IWRC FC WSC
로프 마감[a]: 무도금/아연도금
꼬임 방향과 유형[a]: (우) sZ zZ Z (좌) zS sS S
허용 외부 단선 수: 6*d*에서..... , 30*d*에서 .....
기준 지름 ..... mm
기준 지름에서 허용되는 지름의 감소..... mm

설치일(년/월/일) ..... 폐기일(년/월/일).....

관찰된 외부 단선 수				지름		부식	손상 및/또는 변형			부위	종합 평가 (검사 부위의 결합된 심각도[b]).
길이 번호		심각도[b]		측정 지름 mm	참조 지름에서 감소한 실제 지름 mm	심각도[b]	심각도[b]	심각도[b]	종류		
6*d*	30*d*	6*d*	30*d*								

기타 관찰/의견

수행일(횟수/시간/일/월/기타).....
검사일(년/월/일).....
적임자 이름(인쇄)..... 서명.....

[a] 가능하면 체크 표시
[b] 열화 형태 설명: 약간, 중간, 높음, 매우 높음 또는 폐기

기록 예시 1(KS B ISO 4309 부속서 E.1(단순 기록))

KATS MOTIE
이 문서는 저작권 규정에 따라 상업적 목적을 금지합니다.

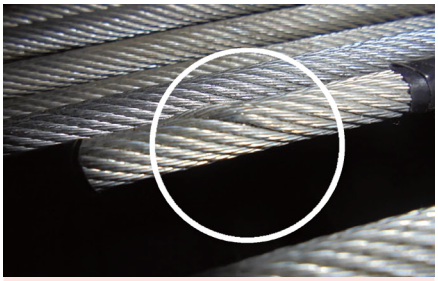
E.2 사용 기록

크레인 개요	설치일(년/월/일)	로프 상세(로프 지정을 위해 ISO 7893 참조)					
		RCN[a]	공칭 지름 mm	상품명	심[b]	로프 마감[b]	꼬임 방향과 유형[b]
로프 용도	폐기일(년/월/일)	.....	.....	구조	IWRC FC WSC	무도금/ 아연도금	좌: sZ zZ Z 우: zS sS S
로프 단말부 가공		보이는 외부 소선의 허용 단선수: 6d에서 ..... , 30d에서 ..... 비교지름					참조 지름에서 허용 감소 지름 .....mm

검사일	보이는 외부 단선 수						지름				부식		손상		종합 평가	적임자 이름(인쇄)과 서명	
	길이 번호		부위		심각도[b]								굴 변형				
년/월/일	6d	30d	6d	30d	6d	30d	측정 지름 mm	참조 지름에서 감소한 실제 지름 mm	부위	심각도[b]	부위	심각도[b]	부위	심각도[b]	검사 부위의 결합된 심각도		

[a] RCN: 로프 범주 번호(부속서 H 참조)
[b] 가능하면 체크 표시
[c] 열화 형태 설명: 약간 또는 20 %, 중간 또는 40 %, 높음 또는 60 %, 매우 높음 또는 80 %, 폐기 또는 100 %

기록 예시 2(KS B ISO 4309 부속서 E.2(사용 기록))



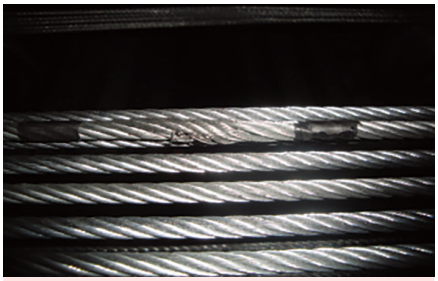
와이어로프 마모 및 외관 상태 검사 예시 1 (킹크 발생)



와이어로프 마모 및 외관 상태 검사 예시 2 (킹크 발생)



와이어로프 마모 및 외관 상태 검사 예시 3
(와이어로프 변형)



와이어로프 마모 및 외관 상태 검사 예시 4
(와이어로프 소선 파손)

구분	검사 항목	검사 기준
와이어로프	(2) 와이어로프의 설치 상태	① 와이어로프를 고정하는 클립의 고정 상태는 견고하고, 심블에서 이탈되는 와이어로프가 없을 것 ② 클립으로 와이어로프를 고정하는 경우, 하중이 작용하는 쪽의 와이어로프에 U-볼트의 너트를 체결하고 클립 수는 아래 표의 기준에 적합할 것

와이어로프 직경(㎜)	클립 수
10 이하	3 개
10 초과 ~ 16 이하	4 개
16 초과 ~ 28 이하	5 개
28 초과	6 개 이상

③ 클립의 고정 간격은 로프 직경의 6 배 이상일 것
④ 드럼 끝단에 고정된 와이어로프는 견고하게 고정되어 있을 것
⑤ 하나의 무대기구에 적용되는 와이어로프는 동일한 직경과 동일한 종류의 와이어로프를 사용할 것
⑥ 와이어로프의 끝단은 테이핑 처리 등으로 스트랜드가 풀리지 않도록 마감처리가 되어야 하며, 이완이 없을 것

1) 의의

와이어로프 고정에는 체결이 쉽고 현장에서 사용이 편리한 클립이 가장 많이 사용된다. 와이어로프는 충분한 강도를 확보하도록 체결 도구를 이용해 장치봉 등의 무대시설에 견고하게 고정돼야 한다.

2) 검사 기준

①－1 클립의 고정 상태 : 클립을 공연장에서 사용할 때 발생했던 주요 문제점은 아래의 내용과 같다.

☞ 클립 파손, 클립 풀림 발생

☞ 클립 수 부족

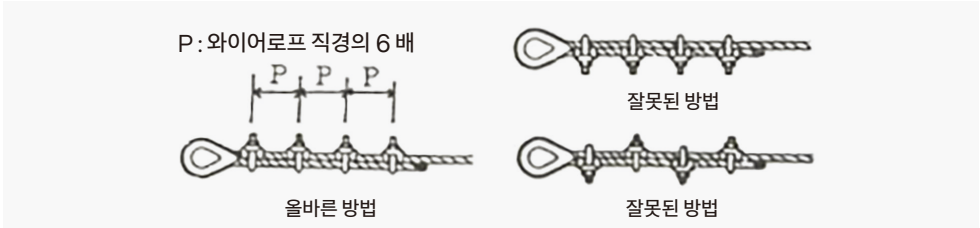
☞ 클립 설치 간격 불량

☞ 클립의 설치 방향 반대

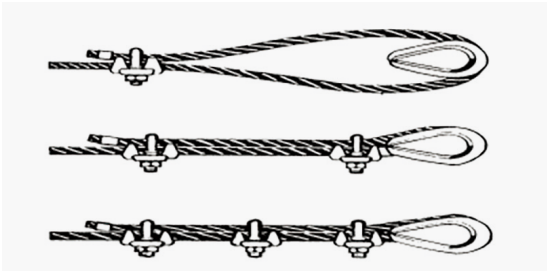
①－2 클립을 설치할 때는 와이어로프에 적합한 클립을 설치해야 하고, 와이어로프 직경에 따라 클립의 수와 클립의 고정 간격을 결정한다. 아래의 표는 와이어로프의 직경에 따른 클립의 체결 개수 및 클립의 간격을 나타낸다.

와이어로프 직경(㎜)	클립 개수	클립 간격(㎜)
10 이하	3 개	와이어로프 직경의 6 배 이상
10 초과 16 이하	4 개	
16 초과 28 이하	5 개	
28 초과	6 개 이상	

①－3 클립으로 와이어로프를 고정할 때는 안전성을 높이기 위해 하중이 작용하는 쪽의 와이어로프에 U-볼트의 너트를 체결한다. 아래 그림은 올바른 클립 체결 방법 및 체결 순서다.



클립의 올바른 체결 방법

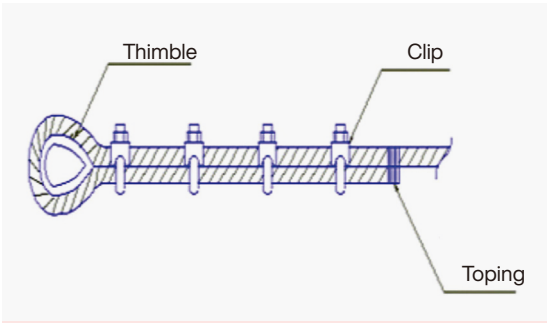


클립의 체결 순서

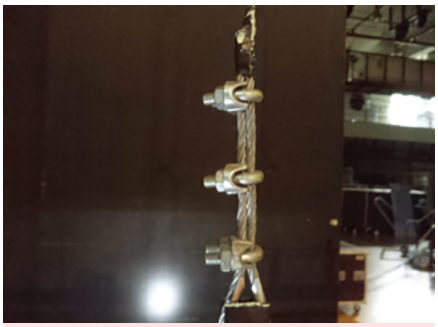
②무대시설에 동일한 와이어로프 사용 여부 : 하나의 무대시설에는 동일한 와이어로프를 사용한다. 와이어로프가 파손되거나 이상 징후가 나타났을 때 문제가 발생한 와이어로프만 교체한다면 로프의 내구연한과 강도가 서로 달라 체계적인 안전관리가 어려울 수 있다. 또한 하나의 무대기구에서 직경이 다른 와이어로프를 사용하면 드럼에 감기는 속도가 서로 달라 기구가

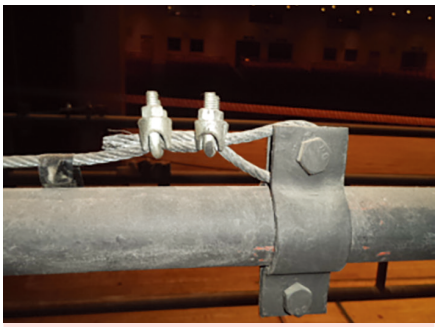
승강 할 때 장치봉이 기울어지는 현상이 발생할 수 있다. 따라서 동일한 와이어로프를 적용했는지 육안으로 확인 후 버니어켈리퍼스로 직경을 측정해 동일한 와이어로프 적용 유무를 판단한다.

③ 와이어로프 끝단 마감처리 : 장치봉 및 평형추 틀에 고정하는 와이어로프는 샤클, 턴버클, 심블 등을 사용해 연결하고 와이어로프를 클립으로 고정한 후 끝단부를 절단한 다음 테이프 등으로 마감처리를 실시해 와이어로프의 풀림을 방지한다. 마감처리 되지 않은 와이어로프 끝단부는 커튼 등의 무대시설을 손상할 수 있으므로 육안으로 와이어로프의 끝단이 마감처리 되었는지 확인한다.



와이어로프의 체결 및 마감 처리


와이어로프 설치 상태 검사 예시 1


와이어로프 설치 상태 검사 예시 2
(와이어로프 고정 클립 수 부족(불량))

구분	검사 항목	검사 기준
와이어로프	(3) 와이어로프의 장력 상태	① 와이어로프의 장력 측정값에서 무대시설의 기울어짐 등의 이상을 유발하는 장력 불균형이나 장력 부족이 없을 것

1) 의의

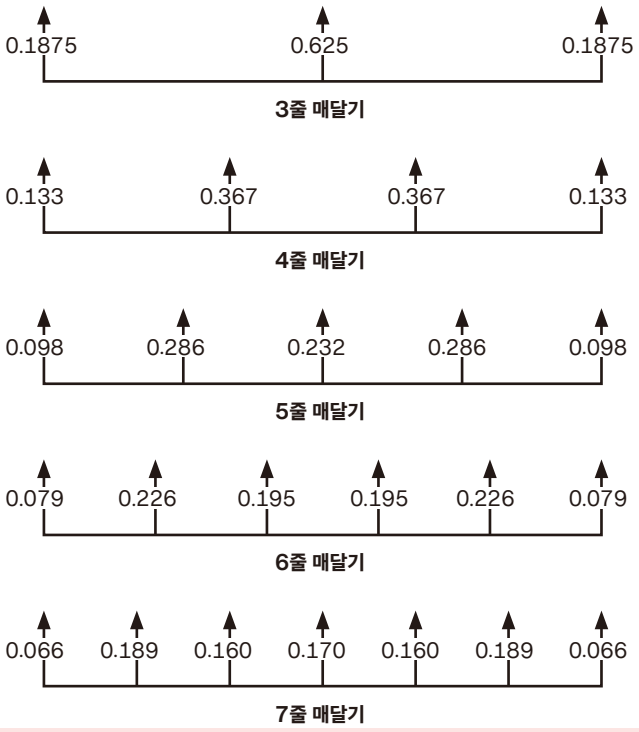
포인트 호이스트 등 하나의 지지점을 갖는 일부 무대시설을 제외한 대부분의 상부무대시설은 2점 이상의 지지점을 갖고 있다. 지지점에 매다는 와이어로프 장력은 전체적으로 고르게 분포되어야 무대시설의 기울어짐이나 흔들림이 발생하지 않는다.

2) 검사 기준

장력계를 사용해 와이어로프의 장력을 측정하고, 측정 결과를 분석해 장력 분포의 불균형이 없는지 확인한다.



와이어로프 장력 측정



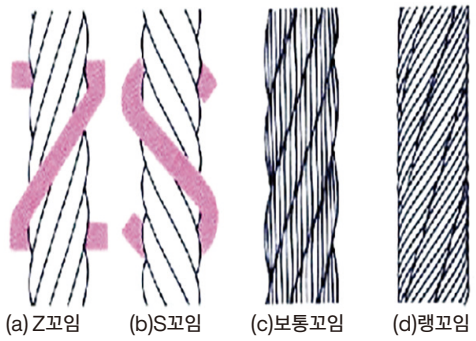
와이어로프의 하중 분포

구분	검사 항목	검사 기준
와이어로프	(4) 와이어로프의 안전율	① 와이어로프의 안전율은 구동용은 6 이상, 고정용은 4 이상을 확보할 것(안전율 계산은 별표 2 제2조제2항을 따름)

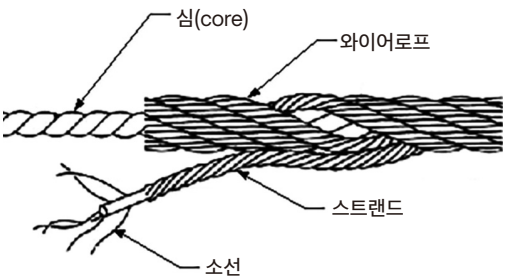
1) 의의

와이어로프는 무대시설 이동에 가장 많이 사용된다. 체인에 비해 탄력성이 있으므로 기동정지의 충격을 저감할 수 있으며, 하중이 분산돼 운전이 조용하다는 특징이 있다. 사용에 따른 노후로 와이어로프 직경의 감소, 마모, 절손 등이 나타나므로 외관검사를 통해 수명을 판단할 수 있는 등의 이점도 있다.

가장 일반적인 와이어로프는 그림과 같이 와이어를 몇 가닥 꼬아서 만든 스트랜드(strand)를 다시 심(core) 주위에 꼬아서 만든 스트랜디드 로프(stranded rope)다. 와이어로프를 꼬는 방법에는 Z 꼬임과 S 꼬임이 있는데 Z 꼬임을 원칙으로 한다. 그러나 다수의 와이어로 된 로프를 만들 때는 로프에 발생하는 비틀림 작용을 경감시키기 위해 양자를 조합하는 경우도 있다. 한편, 스트랜디드 로프를 만드는 데는 로프와 스트랜드를 반대방향으로 꼰 보통꼬임과 양자를 같은 방향으로 꼰 랭꼬임이 있다.



와이어로프 꼬임 형태



와이어로프 구조

무대시설에 사용하는 와이어로프는 한국산업규격에서 명시하는 제품으로 사용하거나 그것과 동등 이상의 제품으로 한다. 한국산업규격에서 제시하는 와이어로프 종류는 다음과 같다.

☞ KS D 3514 와이어로프
☞ KS D 7010 항공기용 와이어로프
☞ KS D 7013 기기 조작용 와이어로프
☞ KS D ISO 4344 승강기용 강선 로프

항공기용 와이어로프는 일반용에 비해 동일 직경에서 파단 하중이 크게 나타나 많이 사용되나, 일반용 와이어로프도 충분한 강도를 가지고 있어 사용상에 지장은 없다고 할 수 있다.

로프지름(㎜)	재 질	
	탄소강	스테인레스강
3.18	8.90	7.83
4.0	12.5	10.7
4.76	18.7	16.5
5.56	24.9	22.2
6.35	31.1	28.5
7.14	35.6	34.7
8.0	43.6	40.0
9.53	64.1	53.4

일반용 와이어로프(6×19(보통 꼬임), 6×24(보통 꼬임)) 파단 하중(kN) 기준은 아래의 표 내용과 같다.

로프 지름 (㎜, 6×19 보통 꼬임)	재 질		
	도금 G종	비도금 A종	비도금 B종
4	8.03	8.64	9.22
5	12.5	13.5	14.4
6.3	19.9	21.4	22.9
8	32.1	34.6	36.9
9	40.7	43.8	46.7
10	50.2	54.0	57.6
11.2	63.0	67.8	72.3
12	72.3	77.8	83.0
12.5	78.4	84.4	90.0
14	98.4	106	113
16	128	138	148

로프지름 (㎜, 6×24 보통 꼬임)	재 질	
	도금 G종	비도금 A종
8	29.3	31.6
9	37.1	39.9
10	45.8	49.3
11.2	57.4	61.8
12	65.9	71.0
12.5	71.5	77.0
14	89.7	96.6
16	117	126
18	148	160
20	183	197

2) 검사 기준

포인트 호이스트와 같은 점 매달기 방식의 무대시설을 제외하고 하중이 작용하는 와이어로프는 2 줄 이상을 적용한다. 와이어로프는 무대시설의 하중을 전달하는 기본 요소로서 파손 시 추락사고로 직결되므로 구동용 와이어로프는 안전율 6, 고정용 와이어로프는 안전율 4 이상을 적용해 와이어로프를 선정한다. 단 한 줄로 매다는 와이어로프는 안전율 10 이상을 확보하는 것이 바람직하다. 와이어로프 안전율은 아래와 같이 정의한다.

$$\text{안전율} = \frac{\text{파단하중}}{\text{최대작용하중}}$$

예를 들어 항공용 와이어로프 A7×19, 지름 6.35 ㎜ 탄소강 재질의 와이어로프를 사용하면 와이어로프의 파단하중은 31.1 kN이며, 구동하는 무대기구에 적용 시 안전율은 6 이상 확보돼야 하므로 아래와 같이 계산한다.

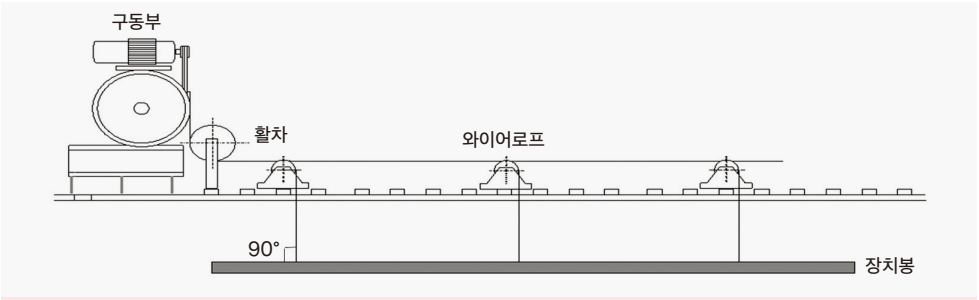
$$6 = \frac{31.1kN}{\text{최대작용하중}}, \quad \text{최대작용하중} = \frac{31.1kN}{6} = 5.183kN$$

안전율을 고려한 항공용 와이어로프 A7×19, 지름 6.35 ㎜ 탄소강 재질의 와이어로프 하나에 적용할 수 있는 최대 작용하중은 5.183 kN이 된다.

구분	검사 항목	검사 기준
와이어로프	(5) 와이어로프의 유입 상태	① 수직활차에서 막 구조물로 유입하는 와이어로프는 막 구조물과 수직으로 설치되어 있을 것

1) 의의

상부 그리드에 설치된 활차에서 막 체결부로 내려오는 와이어로프가 장치봉과 같은 무대 기구와 수직을 이루지 않으면 승강 시 다른 기구와의 와이어로프의 장력 불균형이 발생해 무대 기구가 기울어질 수 있다.



장치봉과 와이어로프 수직 상태 예시

2) 검사 기준

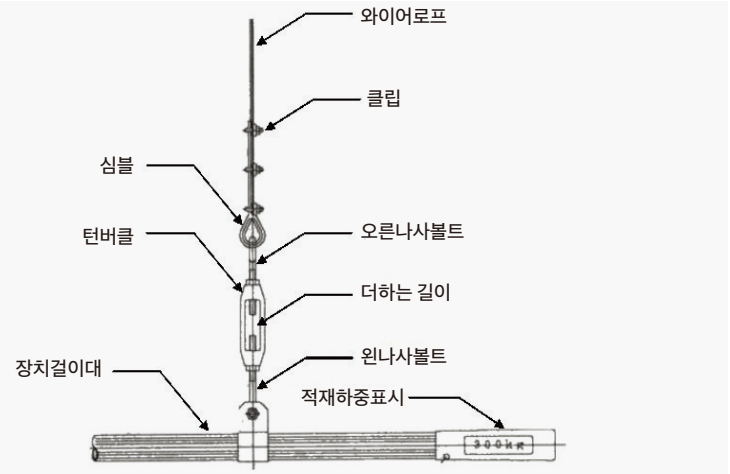
갤러리가 설치되어 있는 공연장에서는 무대기구를 최고 높이까지 상승시킨 후 무대기구와 와이어로프가 수직을 이루는지 확인한다. 갤러리가 없는 공연장에서는 무대기구를 최저 높이까지 하강시킨 후 무대마루에서 와이어로프가 수직으로 유입됐는지 확인한다.

구분	검사 항목	검사 기준
와이어로프	(6) 턴버클의 설치 상태	① 턴버클은 4 이상의 안전율을 확보할 것(안전율 계산은 별표 2 제2조 제2항을 따름) ② 턴버클은 KS F 4521 등 한국산업표준(KS)에서 규정하는 기준 이상의 품질을 갖는 제품을 사용할 것 ③ 턴버클은 장력 조절과 장력 상태 확인에 지장을 주는 변형 및 파손이 없을 것 ④ 턴버클은 풀림 방지가 되어 있을 것

1) 의의

턴버클은 와이어로프와 장치봉 사이에 설치돼 와이어로프 장력을 조정하며 기계적 퓨즈 기능도 수행한다. 턴버클 위아래의 나사 볼트를 돌려 길이를 늘이거나 줄임으로써 와이어로프의 장력을 조정할 수 있다. 턴버클의 강도를 와이어로프의 강도보다 작게 선정하면 과도한 하중이 가해졌을 때 턴버클의 변형이 먼저 발생하므로 와이어로프의 이상을 사전에 예측할 수 있다.

구분	턴버클의 종류		
한국식 턴버클			
미국식 턴버클	 eye type	 Joe type	 Hook type
일본식 턴버클	 eye and eye	 hook and hook	 hook and eye



턴버클의 설치 예시

2) 검사 기준

① 턴버클의 안전율 : 턴버클은 무대시설의 하중을 전달하는 주요 요소 부품으로서 파단 하중에 대해 4 이상의 안전율을 확보해야 한다. 턴버클의 파단 하중은 제조사가 제시하는 사양이나 한국산업규격(KS)에서 규정하는 기준값을 적용한다.

표준	규격번호	규격 명
KS	F 4512	건축용 턴버클 볼트
	F 4513	건축용 턴버클 몸체
	F 4521	건축용 턴버클
	W 1513	항공기용 턴버클
	W 1514	항공기용 턴버클 몸통

② 턴버클의 변형 및 파손 : 턴버클은 강도가 보증되는 한국산업규격(KS) 제품을 사용해야 하며 육안으로 과도한 하중에 의한 변형이나 파손이 없는지 확인한다.

③ 턴버클 풀림 방지 : 턴버클은 와이어로프의 회전이나 흔들림 등에 의해 위와 아래의 나사 볼트가 풀리지 않도록 풀림 방지가 돼야 한다. 나사 볼트 바깥쪽에 너트를 조여 풀림을 방지하는 것이 일반적이며 나사 볼트 안쪽에 너트를 조이거나 분할 핀을 설치하는 경우도 있다. 풀림방지 너트를 손으로 돌려 풀림이 없는지 확인하고 분할 핀의 경우 빠지지 않도록 정확히 설치했는지 확인한다.

구분	검사 항목	검사 기준
와이어로프	(7) 샤클의 설치 상태	① 샤클은 4 이상의 안전율을 확보할 것(안전율 계산은 별표 2 제2조 제2항을 따름) ② 샤클은 한국산업표준(KS)에서 규정하는 기준 이상의 품질을 갖는 제품을 사용할 것 ③ 샤클은 견고히 설치되어 있으며, 샤클의 볼트 풀림이 없을 것

1) 의의

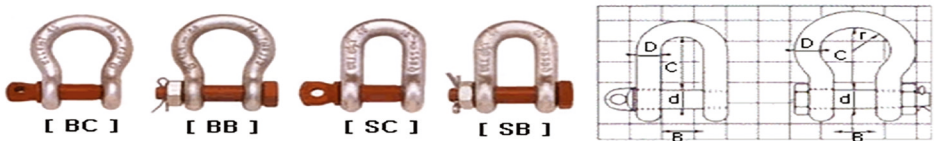
샤클은 턴버클과 장치봉 사이에 설치해 회전력(모멘트)을 줄여주는 요소 부품으로 체결 요소로서의 안전율을 갖고 견고히 설치해야 한다.



샤클

2) 검사 기준

샤클은 강도를 보증할 수 있는 한국산업규격(KS) 제품을 사용해야 하며 피단 하중에 대해 4 이상의 안전율을 확보해야 한다. 샤클의 파단 하중은 아래 그림과 같이 제조사가 제시하는 사양이나 한국산업규격(KS)에서 규정하는 기준값을 적용한다. 안전검사 시 샤클의 볼트와 너트를 손으로 돌려서 풀림이 없는지 확인한다.



NOMINAL SHACKLE SIZE (IN)	WORKING LOAD LIMIT	DIA BOW	DIA PIN	INSIDE WIDTH	INSIDE LENGTH		WIDTH OF BOW	APPROX. WEIGHT EACH	
					CHAIN TYPE	ANCHOR TYPE		SCREW PIN	SAFETY PIN
	(tons)	D	d	a	C	C	2r		
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg	kg
3/16	0.33	5	6	9.5	19	22	16	0.02	–
1/4	0.5	7	8	12	25	29	20	0.06	0.07
5/16	0.75	9	10	13.5	27	32	21	0.11	0.13
3/8	1	10	11	17	31	36.5	26	0.15	0.17
7/16	1.5	11	12	18.5	37	43	29	0.21	0.25
1/2	2	13.5	16	22	43	51	32	0.37	0.44
5/8	3.25	16	19	27	51	64	43	0.65	0.79
3/4	4.75	19	22	31	59	76	51	1.06	1.26
7/8	6.5	22	25	36	73	83	58	1.56	1.88
1	8.5	25	28	43	85	95	68	2.32	2.78
11/8	9.5	28	32	47	90	108	75	3.28	3.87
11/4	12	32	35	51	94	115	83	4.51	5.26
13/8	13.5	35	38	57	115	133	92	5.93	6.94
11/2	17	38	42	60	127	146	99	7.89	8.79
13/4	25	45	50	74	149	178	126	13.40	14.99
2	35	50	57	83	171	197	138	18.85	22.65
21/2	42.5	57	65	95	190	222	160	26.06	29.01
3	55	65	70	105	203	260	160	37.89	41.05
31/2	85	75	80	127	230	330	190	58.68	62.24
4	120	89	95	146	267	381	238	–	110

섀클 사용 하중 표(출처 : 한국안전기술협회(주))

구분	검사 항목	검사 기준
와이어로프	(8) 심블의 설치 상태	① 와이어로프 꺾임부에 심블이 설치되어 있으며, 파손 및 변형이 없을 것

1) 의의

심블은 와이어로프가 직접 부재와 접촉하지 않도록 해 와이어로프의 마찰 및 마모를 감소시키는 요소 부품이다. 심블을 적용하면 와이어로프를 급격히 꺾지 않고 접을 수 있어 꺾임부에서 발생하는 와이어로프 손상이나 하중 집중을 줄일 수 있다.



심블

2) 검사 기준

와이어로프 꺾임부에 와이어로프 지름에 알맞은 심블이 설치됐는지 확인하고 와이어로프가 심블 전체에 온전히 안착해 있는지, 심블이나 와이어로프의 파손이나 변형이 없는지 육안으로 검사한다.

구분	검사 항목	검사 기준
와이어로프	(9) 기타 체결 도구의 설치 상태	① 와이어로프 체결을 위해 소켓, 압착 슬리브, 웨지, 아이 스플라이스 등의 고정 방법을 사용하는 경우 그 체결 상태가 견고하고 변형이 없을 것

1) 의의

와이어로프 고정에는 클립을 가장 많이 사용하나 아이 스플라이스 체결, 소켓 가공, 압착 슬리브 가공 등의 방식을 적용하는 경우가 있으며, 이외에도 다양한 체결 도구를 사용할 수 있다.

2) 검사 기준

와이어로프에 사용되는 모든 체결 도구는 풀림이 발생하지 않도록 견고히 설치됐는지 확인하고 과도한 하중이나 안전율 부족으로 변형이 발생했는지 육안으로 검사한다.

2.6. 섬유로프

구분	검사 항목	검사 기준
섬유로프	(1) 섬유로프의 안전율	① 섬유로프의 안전율은 6 이상 확보할 것(안전율 계산은 별표 2 제2조 제2항을 따름)

1) 의의

섬유로프는 수동 평형추 방식의 장치봉의 승강 조작에 주로 사용된다. 수동용 섬유로프는 다음 표에 따라 필요한 섬유로프를 적용한다.

2) 검사 기준

무대시설에 적용하는 합성 섬유로프는 일반적으로 12 m 이상을 적용하며, 안전율은 다음 식에 따라 6 이상을 확보한 제품을 적용한다.

$$f_w = \frac{n \times N}{F}$$

여기서 f_w : 합성섬유로프의 안전율
n : 합성섬유로프 줄 수
N : 합성섬유로프 인장(파단) 하중(㎏)
F : 합성섬유로프에 작용하는 최대 하중(㎏)

위 계산에 적용되는 섬유로프의 인장하중은 아래 표에서 해당 소재에 대한 규격에 명시되어 있다.

섬유 소재	관련 규격
마닐라마	KS K 4001
사이잘마	KS K 4001
나일론 로프	KS K 3717
폴리에틸렌	KS K 6401
폴리프로필렌	KS K 6405

구분	검사 항목	검사 기준
섬유로프	(2) 섬유로프의 마모 및 외관 상태	① 섬유로프의 스트랜드 소선 파단 수는 10 % 이하여야 하며, 꺾임, 파손 등이 없을 것 ② 섬유로프 직경 감소가 공칭직경의 7 % 이하일 것

1) 의의

섬유로프는 무대시설을 매달아 승강할 때 동력 전달의 수단으로 사용한다는 점에서 와이어로프와 동일한 기능을 수행한다. 따라서 섬유로프의 마모 및 외관 상태에 대한 안전검사는 와이어로프와 동일한 기준을 적용한다.



섬유로프 외관

2) 검사 기준

섬유로프 소선의 1꼬임(1피치 내)에서 소선수의 10 % 이상 풀림 및 파단이 발생하거나, 섬유로프 직경의 감소가 공칭지름의 7 % 이상일 경우 강도가 약해져 안전성이 떨어지게 되므로 육안 및 버니어켈리퍼스로 검사한다.

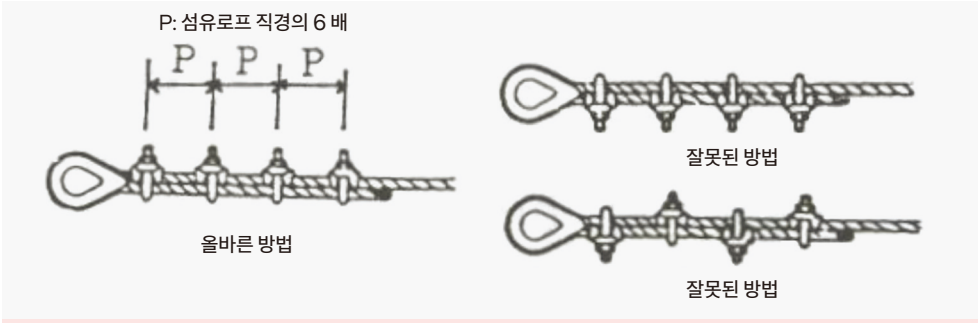
구분	검사 항목	검사 기준
섬유로프	(3) 섬유로프의 고정 상태	① 섬유로프를 고정하는 클립의 고정 상태는 견고할 것 ② 클립으로 섬유로프를 고정하는 경우, 하중이 작용하는 쪽의 섬유로프에 U-볼트의 너트를 체결할 것
	(5) 섬유로프 고정 클립 수 및 간격	① 섬유로프를 고정하는 클립은 3 개 이상 적용하며, 그 간격은 로프 직경의 6 배 이상일 것

1) 의의

섬유로프의 고정 방법은 와이어로프와 같이 클립을 이용하는 것이 일반적이며 클립 체결 방향이나 간격도 동일한 기준을 적용한다.

2) 검사 기준

섬유로프는 평형추의 상단 및 하단에 고정돼 있으므로 섬유로프 고정부를 갤러리에서 검사자가 쉽게 확인할 수 있을 높이까지 평형추를 상승 또는 하강하여 위치를 맞춘 후 육안으로 평형추의 상단 및 하단의 고정부를 확인한다. 섬유로프 고정 클립에 풀림이 없는지 손으로 확인하고 클립의 너트가 하중이 작용하는 쪽 섬유로프와 체결돼 있는지, 클립의 고정 간격은 적정한지 육안으로 검사한다.

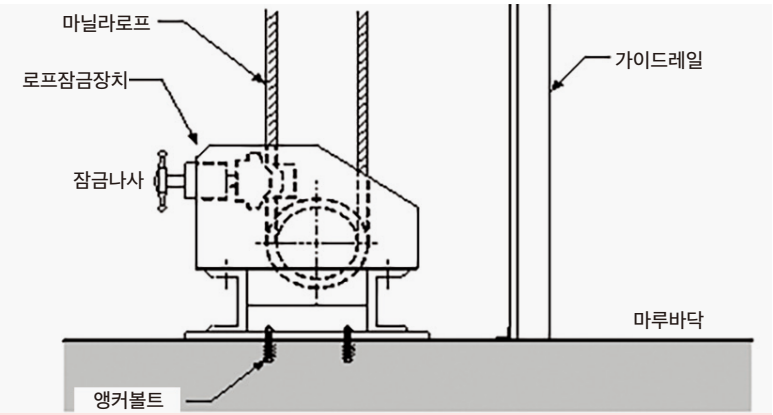


섬유로프 고정 예시

구분	검사 항목	검사 기준
섬유로프	(4) 섬유로프 잠금장치의 설치 상태	① 섬유로프를 고정하는 잠금장치는 로프를 견고하게 고정할 수 있는 구조일 것

1) 의의

섬유로프를 사용하는 수동식 무대시설에는 전동식 무대시설의 브레이크가 없으므로 섬유로프를 고정할 수 있는 별도의 잠금장치를 설치한다. 아래 그림은 섬유로프 잠금장치의 예로서 잠금 나사가 섬유로프를 눌러 로프를 고정하는 방식을 나타낸 것이다.



섬유로프 잠금장치 예시

2) 검사 기준

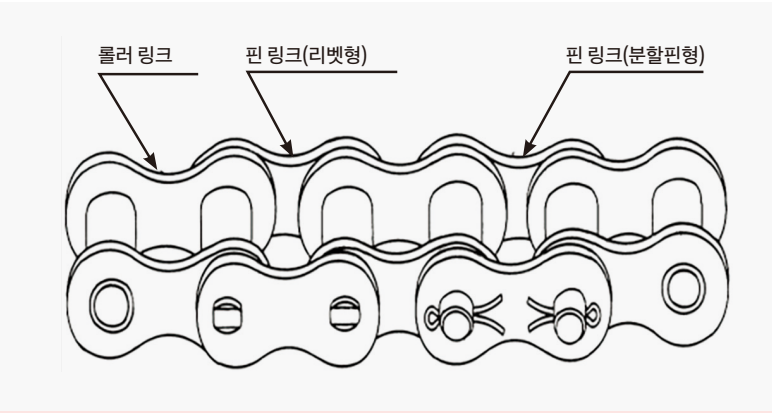
로프잠금장치가 무대기구와 평행추의 무게를 충분히 지탱할 수 있는 고정력을 확보하고 있는지 검사하기 위해 로프잠금장치가 섬유로프를 고정하고 있는 상태에서 섬유로프를 손으로 당겨서 움직임이 있는지 확인한다. 또한 로프잠금장치가 볼트 등을 통해 바닥에 견고히 고정돼 있는지 검사한다.

2.7. 체인

구분	검사 항목	검사 기준
체인	(1) 체인의 설치 상태	① 체인은 변형이나 파손이 없을 것 ② 구동부에 설치되거나 하중이 작용하는 체인은 2 줄 이상을 사용할 것 ③ 구동부에 설치되거나 하중이 작용하는 체인은 안전율이 6 이상일 것 (안전율 계산은 별표 2 제2조 제2항을 따름)
	(2) 체인의 장력	① 구동부에 설치된 체인의 장력은 일정하여야 하며, 느슨함이 없을 것
	(3) 체인의 윤활	① 구동부에 설치된 체인은 회전이 원활하도록 윤활되어 있을 것

1) 의의

무대시설에 사용하는 체인은 매달기용 체인, 무대시설 구동용 롤러 체인, 리밋 스위치 등을 작동시키기 위해 하중이 작용하지 않는 체인으로 구별된다. 체인은 한국산업규격(KS)에서 제시하는 성능 이상의 제품을 적용해 안전성 및 신뢰성을 확보해야 한다.



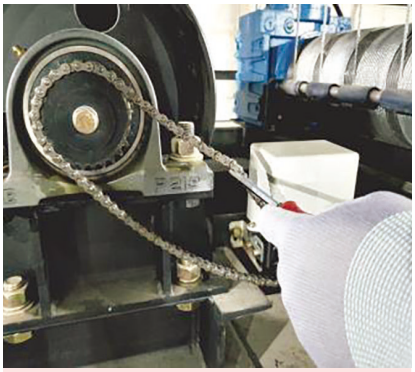
링크 고정에 따른 체인의 분류

2) 검사 기준

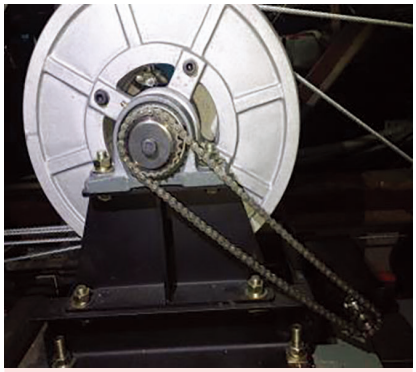
① 체인의 외관검사 : 구동부나 동력 전달부에 설치해 하중이 작용하는 체인은 3중 이상이 사용되었는지 확인하고 외관상 파손이 없는지 검사한다.

② 체인의 안전율 : 체인은 파단 하중에 대해 6 이상의 안전율을 확보해야 한다. 체인의 파단 하중은 제조사가 제시하는 사양이나 한국산업규격(KS)에서 규정하는 기준값을 사용한다. 체인은 와이어로프에 비해 탄력이 적기 때문에 충격하중이나 편하중이 일부 체인에 집중되기 쉬우므로 이에 유의하여 검사를 수행한다.

③ 체인의 윤활 상태 : 체인의 장력이 느슨하면 스프로킷과의 접촉 상태가 원활하지 못해 효율 저하, 체인 이탈 등이 발생할 수 있고 장력이 과도하면 체인의 손상이나 하중 집중이 발생할 수 있으므로 체인의 설치 상태와 운동 상태에서 적정한 장력을 가지는지 검사한다.



체인의 장력 검사 예시(1) (장력 불량)



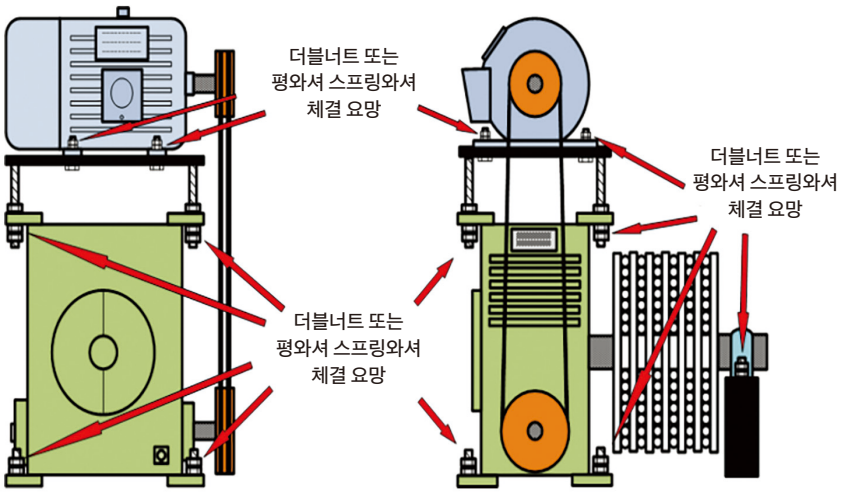
체인의 장력 검사 예시(2) (장력 양호)

2.8. 전동기

구분	검사 항목	검사 기준
전동기	(1) 전동기의 설치 상태	① 전동기는 고정 프레임 등에 견고하게 고정되어 있으며, 고정 볼트와 너트는 풀림 방지가 돼있을 것 ② 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것 ③ 전동기 고정 프레임은 변형, 균열, 산화, 부식 등의 결함이 없을 것 ④ 전동기 명판에 정격전류, 사용전압, 회전수, 과부하율 등 주요 사양이 명기되어 있을 것

1) 의의

전동기로 구동되는 무대시설에서 전동기는 동력원이자 구동부 소음 및 진동의 주요 발생원이므로 전동기는 견고하게 고정되어 설치되어야 한다.



전동기 및 감속기 고정(풀림 방지 장치 설치부)

2) 검사 기준

① 전동기의 고정 상태 : 전동기를 고정하는 볼트와 너트 또는 전동기 고정 프레임을 고정하는 볼트와 너트에 풀림이 발생했는지 손으로 돌려 검사한다. 너트 체결부에는 스프링와셔, 더블너트 등 풀림 방지 장치가 설치돼 있는지 확인한다.

② 전동기 고정 프레임 파손 및 산화 : 전동기 고정 프레임의 손상은 구동부의 과대 진동이나 소음, 구동부 고장, 체결 요소 풀림 등을 유발할 수 있으므로 육안 검사를 통해 프레임의 변형이나 균열, 산화 및 부식이 없는지 확인한다.

③ 전동기 고정 프레임 설치 상태 : 전동기가 기울어져 설치되면 전동기의 편심 및 전동기 축과 감속기 축의 비 정렬, 벨트 장력의 불균형 등이 발생하므로 전동기 고정 프레임은 기울어짐 없이 설치됐는지 확인하고 정확한 검사가 필요한 경우 레이저 수평계를 이용해 수평·수직 상태를 검사한다.

구분	검사 항목	검사 기준
전동기	(2) 단자함 및 전선관의 설치 상태	① 인입되는 전선은 전선관으로 보호되어 있을 것 ② 인입 전선관은 단자함에 로크너트로 견고하게 고정되어 있을 것 ③ 전동기 단자함은 전동기로 인입되는 전선을 보호해 줄 수 있는 구조일 것

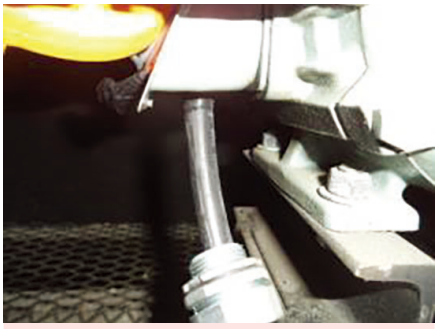
1) 의의

전동기는 전기 에너지를 기계적 에너지로 변환하는 장치로서, 전동기기 외부에 전원 단자함을 설치한다. 전원 단자함은 외부 전원이 전동기로 인입 되는 부분이므로 전기적 안전성을 위해 보호 처리가 확실해야 한다.

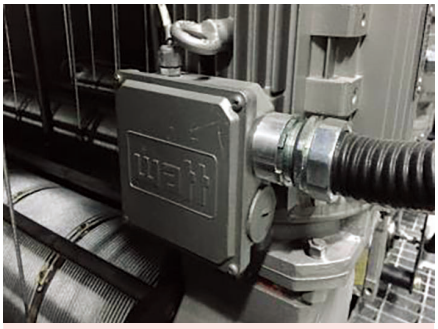
2) 검사 기준

① 전선관 및 로크너트 적용 유무 : 전동기로 인입되는 전선의 경우 외부 유해 물질 및 충격을 보호하기 위해 전선관을 사용한다. 전선관을 사용하지 않거나 전선관의 길이가 짧을 경우, 내부 전선의 손상으로 인한 전기사고 위험이 커진다. 전동기로 인입되는 전선이 전선관으로 보호되고 전동기 단자함 접속부는 로크너트로 견고히 고정돼 있는지 육안 및 촉수 검사로 확인한다.

② 전동기 단자함 마감 상태 : 전동기 단자함은 전동기에 인입되는 동력선 및 브레이크의 전원선 등을 접속하는 곳으로, 전류 측정 및 전동기에 결선된 접지 상태 등을 확인하는 곳이다. 전동기 단자함은 덮개가 단자함을 완전히 밀폐시킬 수 있는지, 덮개가 볼트로 견고히 고정되어 있는지 점검을 위한 개폐가 쉽도록 충분한 공간을 확보해 설치했는지 확인한다.



전선관 설치 상태 검사 예시(불량)



단자함 설치 상태 검사 예시(양호)

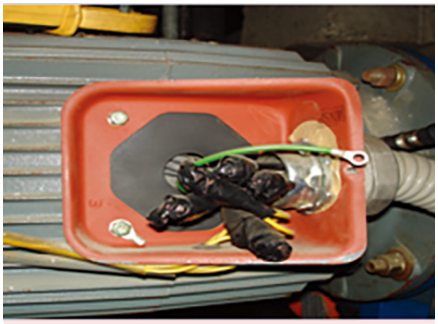
구분	검사 항목	검사 기준
전동기	(3) 접지선의 설치 상태	① 접지도체 및 보호도체의 고정은 확실해야 하고 보호도체의 최소 단면적은 한국전기설비규정(KEC) 142.3.2의 1에 따라 선정할 것

1) 의의

구동장치에 체결하는 접지선은 감전 등의 사고로부터 인명 및 기기를 보호하기 위한 전선으로, 접지선은 육안식별이 쉽도록 녹색으로 설치하며 단자대에 견고히 체결돼야 한다.

2) 검사 기준

전동기 단자함 내에 접지선이 견고히 체결돼 있는지 검사하고 접지선 종류에 따른 접지선의 굵기(지름)가 적정한지 확인한다. 접지저항은 전동기 단자함이나 배전반의 접지선에 접지저항계를 걸어 측정한다.



접지선 설치 상태 검사 예시(접지선 연결 안됨)



접지저항 측정 예시

3) 검사 참고 사항

KEC 142.3.2(보호도체)의 1에 따른 보호도체 최소 단면적은 아래의 표 기준에 적용한다.

선도체의 단면적 S (㎟, 구리)	보호도체의 최소 단면적(㎟, 구리)	
	보호도체의 재질이 선도체와 같은 경우	보호도체의 재질이 선도체와 다른 경우
S ≤ 16	S	$(k_1 / k_2) \times S$
16 < S ≤ 35	16[a]	$(k_1 / k_2) \times 16$
S > 35	S[a]/2	$k_1 / k_2 \times (S/2)$

여기서,

k_1 : 도체 및 절연의 재질에 따라 KS C IEC 60364-5-54(저압 전기설비-제5-54부:전기기기의 선정 및 설치 접지설비 및 보호도체)의 “표 A54.1(여러 가지 재료의 변수 값)” 또는 KS C IEC 60364-4-43 (저압 전기설비-제4-43부:안전을 위한 보호 과전류에 대한 보호)의“표 43 A(도체에 대한 k값)”에서 선정된 선도체에 대한 k값

k_2 : KS C IEC 60364-5-54(저압 전기설비-제5-54부:전기기기의 선정 및 설치 접지설비 및 보호도체)의 “표 A.54.2(케이블에 병합되지 않고 다른 케이블과 묶여 있지 않은 절연 보호도체의 k값) ~ 표 A.54.6 (제시된 온도에서 모든 인접 물질에 손상 위험성이 없는 경우 나도체의 k값)”에서 선정된 보호도체에 대한 k값

a : PEN 도체의 최소 단면적은 중성선과 동일하게 적용한다[KS C IEC 60364-5-52(저압 전기설비-제5-52부: 전기기기의 선정 및 설치 배선 설비) 참조].

구분	검사 항목	검사 기준
전동기	(4) 풀리, 축, 키 설치 상태	① 키 홈 및 키의 변형이 없을 것 ② 키는 축과 풀리에 견고히 고정돼 있을 것 ③ 키를 고정하는 소켓 볼트는 견고히 고정돼 있을 것 ④ 전동기 축과 감속기 축은 수평 및 수직 방향으로 정렬돼 있을 것 ⑤ 풀리는 균열 및 파손이 없고 유격 없이 축에 고정돼 있을 것

1) 의의

풀리는 벨트가 장착되어 전동기 축의 회전력을 감속기로 전달하는 역할을 한다. 전동기 풀리에 파손, 균열이 발생했다면 벨트의 마모 및 파손을 유발하게 되므로 교체해 사용한다. 전동기 축의 회전력이 풀리를 통해 정확히 전달될 수 있도록 축과 풀리 사이에는 키를 끼워 넣고 소켓 볼트로 고정한다.

2) 검사 기준

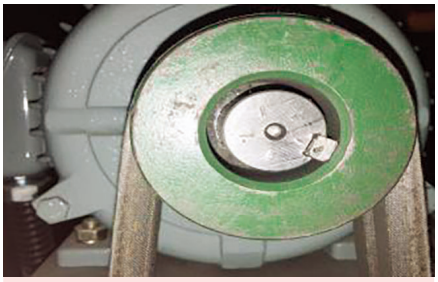
① 키의 설치 상태 : 전동기 축과 풀리 사이에 설치된 키의 변형이 없고 키 홈에 전체적으로 접촉됐는지 확인한다. 풀리에 가공된 소켓 볼트 설치 구멍에 소켓 볼트가 설치돼 있는지 확인하고 렌치 등을 사용해 풀림이 없는지 검사한다.

② 전동기 축과 감속기 축 정렬 상태 : 전동기 축과 감속기 축이 수평 및 수직 방향으로 정렬되어 있지 않으면 V-벨트 유동 마모, 손상 등이 발생하고 구동부 동력 전달 효율도 저하된다. 육안으로 전동기 축과 감속기 축의 정렬 상태를 확인하고 정확한 검사가 필요한 경우 레이저 수평계를 이용해 수평·수직 상태를 검사한다.

③ 풀리 균열 및 설치 상태 : 전동기에서 감속기로 동력을 전달하기 위해 V-벨트를 사용하는 경우, 벨트를 걸기 위해 풀리를 사용한다. 풀리의 외관상 균열 또는 파손 여부를 확인하며, 축과 풀리 사이의 유격이 없는지 확인한다.



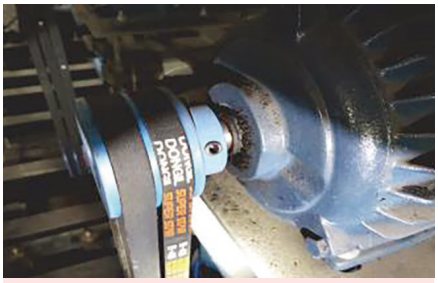
전동기 풀리 및 축 정렬 상태 검사 예시



전동기 풀리 및 키 설치 상태 검사 예시



전동기 풀리 설치 상태 검사 예시 (불량, 산화)



전동기 풀리 고정 소켓 볼트 설치 상태 검사 예시

2.9. 감속기 및 부속장치

구분	검사 항목	검사 기준
감속기	(1) 감속기의 설치 상태	① 감속기는 밀폐된 구조로 균열이나 파손이 없을 것 ② 감속기는 견고히 고정되어 있으며, 체결 볼트와 너트는 풀림 방지가 되어 있을 것 ③ 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것 ④ 감속기 축은 균열 및 파손이 없을 것 ⑤ 감속기 명판에 감속비, 기어 종류, 입출력 토크 등 주요 사양이 명기되어 있을 것

1) 의의

감속기는 회전속도를 줄이고 회전력(토크)을 증가시켜 전동기에서 생성된 동력원을 무대시설의 이동 속도 적재하중에 알맞은 구동력으로 변환하는 장치이다. 감속기가 동력 변환장치의 기능을 수행하기 위해 감속기는 견고한 설치 상태를 유지해야 한다.

2) 검사 기준

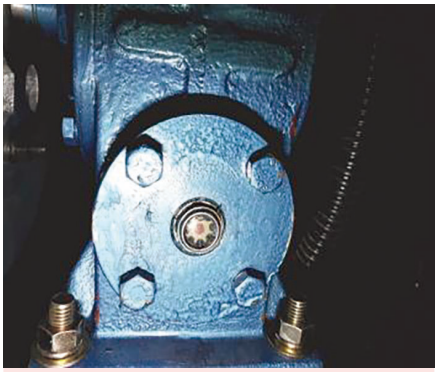
① 감속기 외관 검사 : 감속기는 기어 윤활을 위해 주입된 오일이 새지 않도록 밀폐 상태를 유지해야 하므로 육안검사를 통해 감속기 외부에 균열이나 파손이 없는지 확인한다.

② 감속기 고정 상태 : 감속기를 고정하는 볼트와 너트의 풀림이 없는지 손으로 돌려 확인하고 충격이나 진동으로 풀리지 않도록 스프링와셔나 더블너트 등의 풀림 방지 장치가 설치되어 있는지 확인한다.

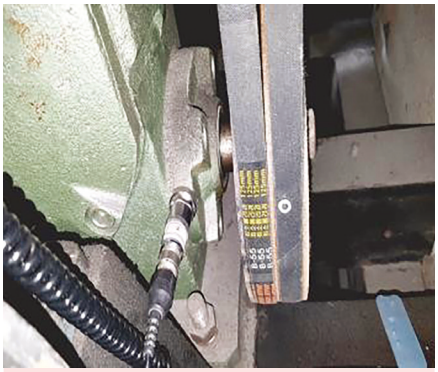
③ 감속기 축 외관 검사 : 감속기 축은 감속으로 증가한 회전력(토크)을 받게 되므로 비틀림에 의한 균열이나 파손이 발생할 수 있으므로 감속기 축에 균열 등의 손상이 없는지 주의 깊게 점검한다.



감속기 외관 검사 예시



감속기 측면 검사 예시



감속기 축 설치 상태 검사 예시



감속기 명판 설치 상태 검사 예시

구분	검사 항목	검사 기준
감속기	(2) 감속기의 오일 상태	① 감속기의 원활한 작동을 유지하기 위한 충분한 유량이 확보되어 있을 것 ② 오일의 변질이나 오일 내 부유물이 없을 것 ③ 오일 누설이 없어야 하며, 실링, 오일 게이지 손상 및 패킹 파손이 없을 것

1) 의의

감속기 오일은 감속기 내부 기어들의 마찰력으로 인한 발열 및 소음을 억제하며, 또한 기어의 마모 진행을 늦춰 주는 역할을 한다.

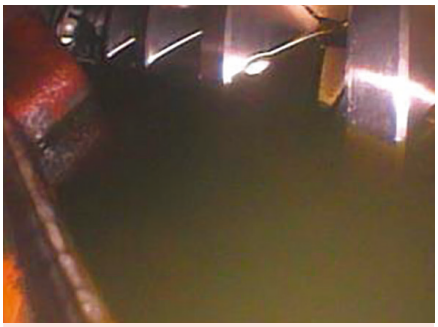
2) 검사 기준

① 감속기 오일 점검창 확인 : 감속기에 설치된 오일 점검창을 통해 오일의 양과 산화나 부유물 여부를 검사한다. 오일 점검창이 없는 경우 오일 주입구를 통해 오일의 양과 오일 색깔을 확인하며, 오일 점검창 위치가 너무 높거나 낮아 오일 양 확인에 부적절한 경우에도 오일 주입구를 통해 오일양을 확인한다.

② 감속기 오일 누유 확인 : 감속기 오일은 감속기 커버, 커버 접합부 실링, 오일 점검창, 오일 배출구, 감속기 축 부분 등에서 누유될 수 있다. 감속기 외부에서 누유가 없는지 확인하고 감속기 하부 바닥을 볼 수 있는 경우 바닥의 누유도 확인한다. 누유 확인 시에는 오일 주입 시 감속기 외부에 남은 오일을 누유로 오인하지 않도록 주의 깊게 검사한다.



감속기 오일 점검창 검사 예시 (불량, 오일 부족)



감속기 내부 오일 상태 검사 예시

구분	검사 항목	검사 기준
감속기	(3) 벨트의 설치 및 장력 상태	① 벨트의 수는 KS C 4202, KS M 6535, KS M 6533 등 한국산업표준(KS)에 따라 전동기의 용량에 적합하게 적용되어 있을 것 ② 벨트의 장력은 KS M 6535 등 한국산업표준(KS)의 기준에 적합하고 벨트 사이의 장력 편차가 없을 것 ③ 벨트에 파손이나 심한 마모가 없을 것

1) 의의

전동기와 감속기 사이에 설치되는 벨트는 전동기의 회전력을 감속기로 전달해 주며 무대시설에는 주로 소음이 적은 V-벨트가 사용된다.

2) 검사 기준

① 벨트의 수와 종류 : 벨트의 수와 종류는 전동기 용량에 따라 결정된다. 아래 표는 KS C 4202에서 제시하는 전동기 용량에 따른 V-벨트의 종류와 개수를 나타낸다. 이에 따라 각 전동기 용량에 맞는 V-벨트의 종류와 개수를 적용했는지 확인한다.

정격 출력 (kW)	4극 전동기				6극 전동기			
	표준 V-벨트		세폭 V-벨트		표준 V-벨트		세폭 V-벨트	
	벨트 종류	벨트 개수	벨트 종류	벨트 개수	벨트 종류	벨트 개수	벨트 종류	벨트 개수
0.75	A	1	A	1	A	2	3V	1
1.5	A	2	A	2	A	2	3V	2
2.2	A	2	A	2	A	3	3V	2
3.7	A	3	A	3	B	3	3V	3
5.5	B	3	B	3	B	3	3V	3
7.5	B	3	B	3	B	4	3V	4
11	B	4	B	4	B	5	3V	5
15	B	5	B	5	B	5	3V	6
18.5	B	5	B	5	C	4	5V	3
22	B	5	B	5	C	5	5V	4
30	C	5	C	5	C	5	5V	4
37	C	6	C	6	C	6	5V	4
45	C	6	C	6	C	7	5V	5
55	C	7	C	7	C	8	5V	6

② 벨트의 장력 : 벨트 사이의 장력은 KS M 6535 부속의 1의 3.1절 V 벨트 거는 방법에서 제시하는 벨트 장력에 적합해야 하고 벨트 사이의 장력 편차가 없어야 한다. 육안 검사 시 벨트를 손으로 눌러 장력의 크기와 편차를 가늠한 후 구동 검사 시 벨트의 진동이나 흔들림 등을 통해 장력 상태를 판정한다.

③ 벨트의 파손 및 마모 : 벨트가 풀리와 접촉하는 벨트 양 측면을 육안으로 검사해 마모 상태를 확인하고 벨트 전체적으로 파손이 없는지 검사한다.



벨트 설치 상태 검사 예시 1



벨트 설치 상태 검사 예시 2(불량, 장력 부족)

구분	검사 항목	검사 기준
감속기	(4) 풀리, 축, 키 설치 상태	① 키 홈 및 키의 변형이 없을 것 ② 키는 축과 풀리에 견고하게 고정되어 있을 것 ③ 키를 고정하는 소켓 볼트는 견고하게 고정되어 있을 것 ④ 풀리는 균열 및 파손이 없고 유격 없이 축에 고정되어 있을 것

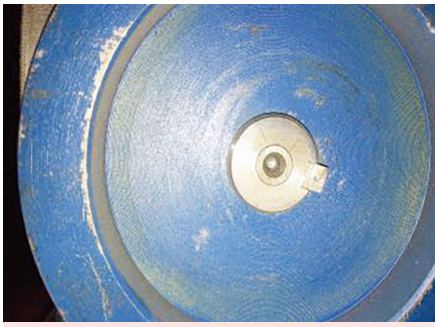
1) 의의

풀리는 전동기에서 감속기로 회전력을 전달시키는 요소 부품 중 하나로 회전 방향 또는 축 방향으로 유동이 발생하지 않도록 견고히 설치해야 한다. 풀리를 회전축과 견고히 고정하기 위해 회전축과 풀리 사이에 키를 끼워 넣고 축 방향으로 빠지지 않도록 소켓 볼트로 고정한다.

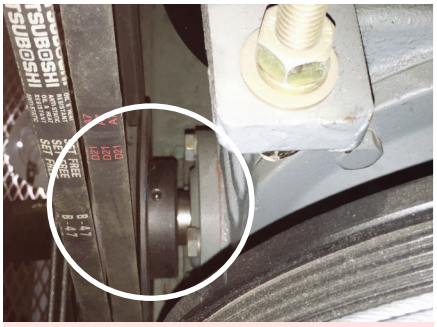
2) 검사 기준

① 키의 설치 상태 : 감속기 축에 풀리를 견고히 체결하기 위해서는 키가 감속기 축과 풀리에 전체적으로 접촉해 설치해야 한다. 키는 회전으로 이탈되지 않는 구조로 설치가 돼야 하며, 키의 이탈을 방지하기 위해 소켓 볼트로 견고히 고정해야 한다. 소켓 볼트는 손으로 풀림상태를 점검하기에 용이하지 않으므로 렌치를 사용해 소켓 볼트가 풀려있는가를 점검한다.

② 풀리의 균열 및 설치 상태 : 풀리는 외관상 균열 또는 파손이 없는지 확인한다. 축과 풀리 사이에 유격이 없는지 육안으로 확인하고 구동 검사 시 축과 풀리가 회전할 때 흔들림이 없는지 검사한다.



감속기 풀리 및 키 설치 상태 점검 예시



감속기 풀리 고정 소켓 볼트 설치 상태 검사 예시

2.10. 제동장치

구분	검사 항목	검사 기준
제동장치	(1) 제동장치의 설치 상태	① 설치 상태가 견고할 것 ② 커버는 변형이나 파손이 없을 것 ③ 스프링은 적정한 장력을 유지하고 있을 것

1) 의의

제동장치(브레이크)는 무대시설을 적절한 감속 상태에서 제동하거나 정지 상태를 유지하는 역할을 수행한다. 무대시설에 사용되는 브레이크는 전동기에 일체형으로 설치하는 디스크 방식과 전동기와 별도로 설치하는 드럼 방식이 있으며 전동기 용량이 큰 일부 하부 무대시설을 제외한 대부분의 무대시설은 디스크 방식의 브레이크를 사용한다. 본 해설서에서는 디스크 방식의 브레이크에 관해 설명하며 드럼 방식의 브레이크는 설치 상태에 맞게 본 처신 내용을 준동한다.



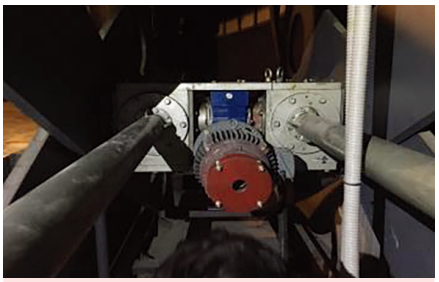
전동기 내부 상세 구조

2) 검사 기준

① 브레이크 커버 설치 상태 : 전동기에 설치하는 브레이크는 브레이크 커버로 보호한다. 브레이크 커버가 볼트 등으로 전동기 본체에 견고히 고정돼 있는지 확인한다. 커버의 변형이나 손상은 전동기 회전 시 브레이크 손상을 유발할 수 있으므로 커버에 변형이나 손상이 있는지 육안으로 검사한다.

② 스프링 장력 상태 : 무대시설 구동용 전동기에 쓰이는 브레이크는 전원이 차단됐을 때 복원 스프링의 힘으로 제동되는 방식이므로, 스프링 코일의 설치 상태를 육안으로 검사해 적정한 장력을 유지하고 있는지 확인한다.


제동장치 커버 설치 상태 검사 예시


브레이크 설치 상태 검사 예시

구분	검사 항목	검사 기준
제동장치	(2) 요소 부품 마모 상태	① 균열, 변형, 심한 마모가 없을 것 ② 라이닝 패드는 이탈되어 있지 않으며, 균일하게 접촉되어 있고 편마모가 없을 것 ③ 라이닝 패드는 산화, 부식이 없을 것

1) 의의

제동장치(브레이크)의 핵심 요소 부품인 라이닝 패드는 브레이크 사용에 따라 마모가 진행되므로 설치 상태, 마모 상태, 산화 및 부식에 대한 면밀한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

① 라이닝 패드 마모 확인 : 라이닝 패드의 마모 정도가 교환이 필요한 상태인지 확인하고 편마모가 없는지 검사한다.

② 라이닝 패드 균열, 변경, 산화, 부식 확인 : 라이닝 패드 표면에 균열이나 변형이 없는지 확인하고 패드 전반에 걸쳐 산화나 부식이 없는지 검사한다.

2.11. 상부 그리드

구분	검사 항목	검사 기준
상부 그리드	(1) 구성부재의 고정 상태	① 구성부재는 앵커볼트 등으로 건축 구조물에 견고히 고정되어 있을 것 ② 용접부는 균열 및 변형이 없을 것

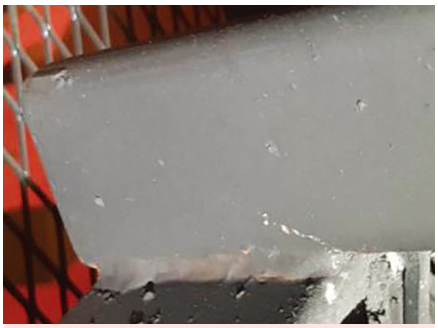
1) 의의

상부 그리드의 형강을 지지하는 건축물과의 고정부는 일반적으로 앵커볼트로 해당 그리드 형강을 지지하는 구조로 설치하게 된다. 이때 앵커볼트의 체결력에 의해 그리드를 안전하게 지지하는 구조로 설치할 수 있다. 그리드에 작용하는 자중 및 기구의 하중을 고려해 앵커볼트의 크기를 선정하는데 이 앵커볼트의 체결 강도는 4 이상의 안전율을 확보하도록 설치한다. 앵커볼트를 고정할 경우에는 볼트를 체결한 후 와셔와 너트로 고정한다. 체결 너트가 풀릴 때에는 건축 구조물과의 고정 상태가 이완되므로 체결 상태를 견고하게 설치하는 것이 바람직하다.

2) 검사 기준

① 앵커볼트의 체결 상태 확인 : 그리드 지지부는 일반적으로 건축구조물에 앵커볼트로 고정한다. 그리드와 건축구조물 사이의 고정부가 견고하게 고정되어 있는가를 육안으로 확인하고, 앵커볼트 및 건축구조물에 고정된 형강부에 변형 및 파손이 발생하였는가를 확인한다.

② 그리드 형강 고정 상태 확인 : 그리드 프레임을 연결할 때는 용접 또는 볼트와 너트를 사용해 고정한다. 용접으로 고정된 부분은 용접이 견고한지, 용접부에 균열 및 파손이 발생했는지 확인한다. 볼트와 너트로 고정된 접합부는 손으로 볼트와 너트를 돌려 풀림이 발생했는지 확인하고 풀림 방지 조치가 이루어졌는지 확인한다.



구성부재 고정 상태 검사 예시(1)



구성부재 고정 상태 검사 예시(2)

구분	검사 항목	검사 기준
상부 그리드	(2) 구성부재의 변형 상태	① 구성부재는 휨 등의 변형이 없을 것
	(3) 구성부재의 산화 및 부식 상태	① 상부 그리드 형강, 고정 볼트와 너트는 산화나 부식이 없을 것

1) 의의

그리드 구성부재의 변형은 해당 부재에 항복강도 이상의 과도한 하중이 가해지고 있음을 의미하므로 안전진단에서 확인해야 할 중요한 항목이다. 아울러 그리드 구성부재와 체결요소(볼트, 너트 등) 부재의 강도를 저하하는 산화 및 부식이 없는지 확인한다.

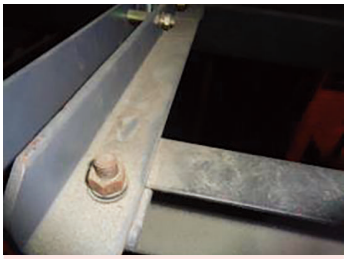
2) 검사 기준

① 그리드 구성부재의 변형 상태 : 그리드 구성부재를 확인해 휨 및 변형이 발생한 부위가 있는지 검사한다. 일반적으로 구성부재의 변형은 비교적 높은 하중이 작용하는 활차 프레임, 구동부 프레임 등에서 발생하기 쉽다. 또한 그리드 형강의 고정점과 다음 고정점의 간격이 넓은 구성부재 사이에 활차 및 구동부가 설치돼 있는 경우 구성부재의 변형이 발생할 가능성이 높으므로 해당 부분에서는 더욱 면밀히 검사한다. 더욱 정확한 검사를 위해 수평계 등을 이용해 변형을 확인할 수 있다.

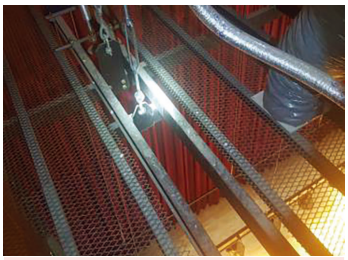
② 그리드 구성부재의 산화 및 부식 : 그리드 구성부재가 산화 및 부식이 발생하였는지 육안으로 확인한다. 산화나 부식이 발견되면 천장이나 벽면의 누수를 확인하고 주변 부재의 산화나 부식도 함께 확인한다.



그리드 구성부재 변형 상태 검사 예시



그리드 구성부재의 산화 및 부식 검사 예시
(고정 볼트 및 너트 산화)



상부 그리드 프레임 설치 상태 예시

구분	검사 항목	검사 기준
상부 그리드	(4) 상부 그리드의 조도	① 상부 그리드의 조도는 평균 100 lx 이상일 것
	(5) 안전 철망 등의 설치 상태	① 와이어로프 이송구 이외에 사람이나 물건의 추락 위험이 있는 개구부가 없을 것 ② 상부 그리드에 설치된 철망이나 그레이팅(grating) 등은 견고하게 고정되어 있을 것

1) 의의

그리드에서 작업자 또는 점검자 등이 안전하게 업무를 수행하기 위해서는 원활한 시야 확보와 추락에 대한 안전성이 확보돼야 한다.

2) 검사 기준

① 상부 그리드 내 조도 : 그리드에서 원활한 시야 확보를 위해 육안으로 시야 확보가 어려운 부분이 있는지 확인한다. 더욱 정확한 검사를 위해 광조도계를 이용해 일정 범위마다 조도를 측정해 평균조도가 100 lx 이상이 되는지 확인하는 것이 바람직하다.

② 안전 철망 설치 상태 : 그리드에서의 추락에 대한 안전성 확보를 위해 그리드 구성부재 사이에 설치된 안전 철망 또는 그레이팅의 고정 및 파손 상태를 육안으로 검사하며, 와이어로프 이송구 외 안전 철망이나 그레이팅이 설치되지 않은 개구부가 없는지 확인한다.



상부 그리드 조도 확인 예시



안전 철망 설치 상태 검사 예시

구분	검사 항목	검사 기준
상부 그리드	(6) 추락 위험이 있는 물체의 유무	① 상부 그리드에 무대바닥으로 추락할 수 있는 물건이 없을 것

1) 의의

상부 그리드는 고소 작업 공간으로서 물체의 추락 가능성을 동반하고 있다. 그리드 내에 불필요한 물품을 방치하면 작업 또는 점검 중 실수로 물체가 추락할 우려가 있으며, 와이어로프의 이송 경로에 불필요 물체가 위치하고 있다면 와이어로프 간섭이나 손상, 물체의 추락이 발생할 수 있다.

2) 검사 기준

그리드 내 무대시설의 구동이나 동력 전달 등 필요한 장치 이외의 물품 또는 작업자가 남겨놓은 작업 도구나 나사, 볼트 등 무대바닥으로 추락할 수 있는 물건이 있는지 육안으로 확인한다.



상부 그리드 추락 위험 물체 유무 검사 예시

구분	검사 항목	검사 기준
상부 그리드	(7) 상부 그리드 내 돌출물	① 상부 그리드에 점검자나 작업자에게 위험하거나 와이어로프를 손상할 수 있는 돌출물이 없을 것

1) 의의

그리드 내에 돌출물이 있으면 작업자나 점검자가 돌출물과 부딪혀 부상의 위험이 있으며, 와이어로프와 이상 돌출물과의 간섭으로 와이어로프의 마모 또는 손상이 발생할 수 있다.

2) 검사 기준

와이어로프가 이송되는 주위에 돌출물에 의한 간섭이 있는지 확인하며, 그리드 내 전 구간에서 작업자와 부딪치거나 접촉할 수 있는 돌출물이 있는지 육안으로 검사한다. 돌출부를 발견했다면 돌출부에 충격 흡수를 위한 마감처리가 되어 있는지 확인하는 것도 바람직하다.

순	검사 시 주로 발견되는 돌출물 및 구동장치 간섭물
1	벽에 박힌 못
2	작업자 키 높이 이내로 설치된 스프링클러 분사구
3	돌출된 그리드 안전 철망의 끝부분
4	작업자 키 높이 이내로 설치된 공조 덕트
5	와이어로프 이송로에 설치된 전기 금속 덕트
6	사용하지 않은 그래드 내 불필요한 물품

구분	검사 항목	검사 기준
상부 그리드	(8) 상부 그리드 접근 방법	① 계단이나 사다리를 통해 상부 그리드에 접근할 수 있을 것 ② 사다리를 통해 상부 그리드에 접근할 경우 추락 방지를 위한 안전장치가 설치돼 있을 것 ③ 계단 또는 사다리는 견고하게 고정돼 있어 안전한 접근이 가능할 것

1) 의의

상부 그리드는 무대시설 구동부 및 활차 등이 설치되는 장소로 작업자와 점검자가 수시로 접근하므로 접근이 쉽도록 진입로가 확보돼야 하며, 작업자와 점검자가 추락하는 것을 방지할 수 있는 안전장치를 확보해야 한다.

2) 검사 기준

그리드에 진입 계단, 사다리, 승강기 등 그리드에 작업자 또는 점검자 등의 진입이 가능한지를 확인한다.

① 진입 사다리 : 사다리의 경우 5 m 이하의 길이로 설치를 권장하며, 그 이상일 경우 중간단이 있는지를 확인한다. 또한 사다리는 견고하게 고정돼 흔들림이 없어야 하며, 안전 등받이가 적용돼 있는지 확인한다.

② 진입 계단 : 상부 그리드로 진입하는 계단 (원형 계단 포함)은 견고히 고정돼 흔들림이 없는지 확인하고 추락 방지를 위한 난간 등이 설치돼 있는지 확인한다. 계단 구조의 안전성에 대해서는 KS B ISO 14122-3에서 규정한 기준을 참조한다.

구분	검사 항목	검사 기준
상부 그리드	(9) 행어(hanger) 설치 상태	① 상부 그리드 행어에 설치된 턴버클, 프레임 등은 변형이나 파손이 없을 것 ② 상부 그리드 행어는 천장 구조물과 그리드 사이에 수직으로 설치되며, 그리드를 지탱할 수 있는 적정 장력을 유지하고 있을 것

1) 의의

상부 그리드에 설치되는 행어(hanger)는 그리드를 구성하는 강 구조물과 건축 보를 수직으로 연결해 그리드 프레임의 지지 구조를 보강한다. 행어와 그리드 프레임 사이에는 적정 장력 유지를 위해 일반적으로 턴버클이 설치된다.

2) 검사 기준

그리드 행어는 일정 장력이 작용한 상태에서 그리드를 지탱하고 있어야 하며, 천장에 설치되는 건축 보의 형강과 그리드 형강 사이에서 수직으로 견고하게 고정되어 있어야 한다. 그리드 행어를 육안으로 확인하여 턴버클 및 프레임이 변형 및 파손이 발생하였는지를 검사한다. 또한 각 행어마다 적절한 장력이 작용하고 있는지 손으로 행어를 움직여 흔들림이 있는지를 확인한다.



행어(hanger) 설치 상태 검사 예시

구분	검사 항목	검사 기준
상부 그리드	(10) 천장, 벽면 등의 누수 상태	① 상부 그리드 천장, 벽면, 배관에서는 누수가 없을 것 ② 상부 그리드 천장, 벽면은 균열이 없을 것

1) 의의

그리드 및 그리드 내 요소 부품들은 대부분 금속 재질로, 그리드에 누수가 발생하면 그리드의 강재부, 축, 활차, 드럼, 볼트, 너트 등이 산화해 강도와 체결력이 약화 되고, 감전 등 전기 관련 안전사고의 위험이 증가한다.

2) 검사 기준

건축구조물의 천장, 벽면에 균열이 있는지 확인한다. 균열이 있는 경우 그 주변에 누수가 발생했을 가능성이 높으므로 주의 깊게 검사한다. 또한 그리드 내 배관이 있을 시 배관과 그리드 내 온도 차로 습기가 생길 수 있으므로 배관에 단열재가 적용됐는지 확인하는 것도 바람직하다. 또한 배기팬이나 배기 덕트를 통해 외부에서 빗물 등의 유입이 없는지도 확인한다. 아울러 일정 영역에서 그리드 프레임, 활차 등 금속제의 산화가 두드러진 경우 산화 발생 주위의 천정이나 벽면에 누수가 없는지 확인한다.

구분	검사 항목	검사 기준
상부 그리드	(11) 천장, 벽면의 마감 상태	① 상부 그리드 천장과 구조물에는 인체에 유해하거나 화재 시 유해 가스를 발생시키는 재료가 없을 것

1) 의의

상부 그리드의 천장과 벽면은 석면, 글라스울, 세라믹울, 석고보드 등 다양한 마감재가 사용된다. 마감재의 재질과 마감 상태는 상부 그리드 점검자나 작업자뿐 아니라 공연장을 이동하는 모든 사람의 건강에 영향을 줄 수 있으므로 인체에 무해한 재질을 사용하고 분진이 발생하지 않도록 설치하는 것이 바람직하다.

2) 검사 기준

상부 그리드의 천장과 벽면에 사용된 마감재가 인체에 유해한 재질이 아닌지 확인하고 마감처리 미흡이나 표면 손상, 열화 등으로 분진이 발생하지 않는지 확인한다. 특히 발암 물질로 알려진 석면이 사용된 경우 제거나 비상 방지를 위한 표면 처리를 권고한다. 정확한 재질 확인이 필요한 경우에는 전문 검사기관에 성분 분석을 의뢰한다. 석면이 아님에도 분진의 비산이 발생하는 경우 공연자 사용자의 건강을 위해 표면 처리나 제거를 권고하는 것이 바람직하다.

2.12. 갤러리

구분	검사 항목	검사 기준
갤러리	(1) 점검로 내의 추락 위험 방지	① 점검로에 난간이 설치돼 있을 것 ② 점검로에 10 ㎝이상의 추락방지턱이 설치돼 있을 것
	(2) 점검로의 조도	① 점검로의 평균 조도는 100 lx 이상일 것

1) 의의

갤러리는 무대상부공간(Fly tower or over stage)의 건축물 벽면에 발코니 행태로 만들어진 공간으로, 평형추의 적재, 무대장치의 설치, 조작, 점검 그리고 상부 그리드로의 이동 등 다양한 작업이 이루어지는 공간이다. 그러므로 갤러리에는 작업자나 점검자가 안전하게 일할 수 있는 시설 환경을 갖추어야 한다.

2) 검사 기준

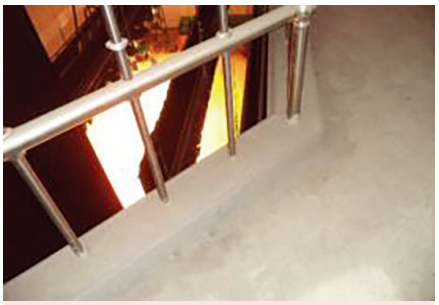
① 안전 난간의 적용 : 갤러리 통로 좌·우측 끝단에 점검자나 작업자의 추락을 방지하는 안전 난간이 견고하게 설치돼 있는지를 육안으로 검사한다. 안전 난간의 프레임에 흔들림이 없고 바닥이나 벽면이 견고히 고정돼 있는지 확인한다.

② 추락 방지턱 설치 및 추락 위험물 유무 : 갤러리 통로의 좌·우측 끝단 하단부에 평형추나 기타 물품이 무대바닥으로 추락하지 않도록 하는 추락 방지턱이 있는지 확인한 후 그 높이가 10 ㎝ 이상인지 검사한다.

③ 점검로 조도 : 점검자나 작업자의 안전을 위해 갤러리 통로에서 시야 확보가 어려운 부분에 조명등이 적용돼 있는지 확인한다. 더욱 정확한 검사를 위해 광 조도계를 이용해 일정 범위마다 조도를 측정해 평균 조도가 100 lx 이상이 되는지 확인하는 것이 바람직하다.



점검로내의 추락 위험 방지 검사 예시(1)



점검로내의 추락 위험 방지 검사 예시(2)

2.13. 무대바닥

구분	검사 항목	검사 기준
무대바닥	(1) 무대바닥의 수평 상태	① 무대바닥에는 돌출부가 없을 것 ② 무대바닥의 변형, 파손이 없을 것

1) 의의

목재로 만들어진 무대바닥은 온도와 습도의 변화, 무대장치의 설치와 해체 등으로 변형과 파손이 발생하기 쉽다. 특히 변형이나 파손으로 무대바닥에 돌출부가 발생하는 경우 안전사고의 위험이 크다.

2) 검사 기준

무대바닥을 육안으로 점검해 돌출부 및 변형, 파손이 있는지를 검사한다. 무대바닥의 변형이 의심될 경우, 정확한 검사를 위해 수평계 등을 사용해 확인하는 것을 권장한다.



무대바닥 수평 상태 검사 예시(1)



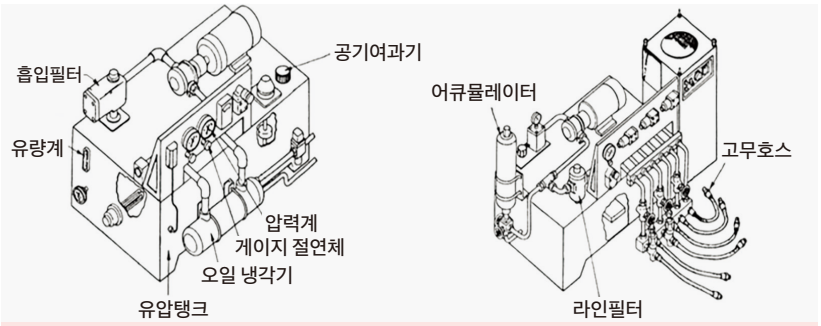
무대바닥 수평 상태 검사 예시(2)

2.14. 유압 파워 유닛

구분	검사 항목	검사 기준
유압 파워 유닛	(1) 유압 파워 유닛의 설치 상태	① 유압 파워 유닛은 진동과 충격에 견딜 수 있도록 기계대 또는 기계실 바닥에 견고하게 고정돼 있을 것
	(2) 구동 전동기의 설치 상태	① 구동 전동기 지지 프레임의 부착 및 볼트 체결 상태는 견고하고, 풀림 방지가 되어 있을 것 ② 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것
	(3) 유량 게이지의 유압유	① 유압 탱크 내 작동유의 양이 게이지의 적정 범위 이내에 있을 것 ② 유압유는 변질이 없을 것

1) 의의

유압 구동 방식은 부하 하중이 큰 하부 무대시설에 주로 적용된다. 유압구동 방식에서 동력을 발생시키는 부분인 유압 파워 유닛은 구동 전동기, 압축기(또는 압축 펌프), 유압 탱크로 구성된다. 유압 파워 유닛은 대용량의 전동기와 압축기에서 발생하는 진동이 크기 때문에 지지 구조와 체결 상태가 견고해야 한다.



유압 파워 유닛 구성

2) 검사 기준

① 유압 파워 유닛의 설치 상태 : 하부 무대시설의 유압 파워 유닛은 대부분 베이스 프레임을 건축물 바닥에 고정해 설치한다. 안전진단 시 유압 파워 유닛과 베이스 프레임의 고정 상태를 육안으로 확인하고 베이스 프레임의 강도를 약화할 수 있는 산화나 변형 등의 손상이 없는지 검사한다.

② 구동 전동기의 설치 상태 : 전동기를 고정하는 볼트와 너트 또는 전동기 고정 프레임을 고정하는 볼트와 너트가 풀리지 않았는지, 전동기가 기울어지지 않았는지 확인한다.

③ 유량 게이지의 설치 상태 및 유압유 : 유압 배관을 통해 전달되는 유압 오일은 유압 탱크 내의 유량 게이지로 유압 오일의 양을 확인해 게이지 눈금의 상한과 하한 사이에 위치되어 있는가를 확인한다. 유압 탱크 내의 오일의 양은 유압 실린더에서 유압 탱크로 오일이 빠져있는 상태를 기준으로 한다. 또한 오일이 산화하지 않았는지, 불순물이 없는지를 오일 색으로 확인한다. 가장 많은 고장 원인 중 하나는 작동유의 오염 때문이므로 주기적으로 오일을 교환해 주어야 한다.

구분	검사 항목	검사 기준
유압 파워 유닛	(4) 압력 배관의 설치 상태	① 압력 배관의 이음 접속이 확실할 것

1) 의의

유압시스템의 압력 배관은 압력 배관용 탄소강관이나 고압 배관용 탄소강관을 사용하며 배관 연결부는 용접하거나 나사로 조이는 플랜지형을 적용한다.

2) 검사 기준

압력 배관의 이음 접속부가 용접으로 처리된 경우 용접살이 충분하고 용접살에 구멍이나 균형 등의 결함이 없는지 확인한다. 이음 접속부를 나사로 조인 경우 손으로 돌려 풀림이 없는지 확인한다.

구분	검사 항목	검사 기준
유압 파워 유닛	(5) 유압유의 누설 여부	① 유압 파워 유닛, 압력 배관, 밸브 등의 연결부위에 유압유의 누설이 없을 것

1) 의의

유압 구동 시스템은 고압의 오일을 사용하므로 누유가 발생하기 쉽다. 유압 구동 시스템의 누유는 시스템의 성능을 저하하고 오작동이나 안전사고의 위험을 높이므로 주의 깊게 확인해야 한다.

2) 검사 기준

유압 파워 유닛, 압력 배관, 밸브 등의 연결부위에 누유를 육안으로 검사한다. 접합부 누유에 대해서는 실링, 가스켓 교환이 필요하고 배관 연결부 누유는 데프론 데이트 등을 사용해 밀봉 처리한다.

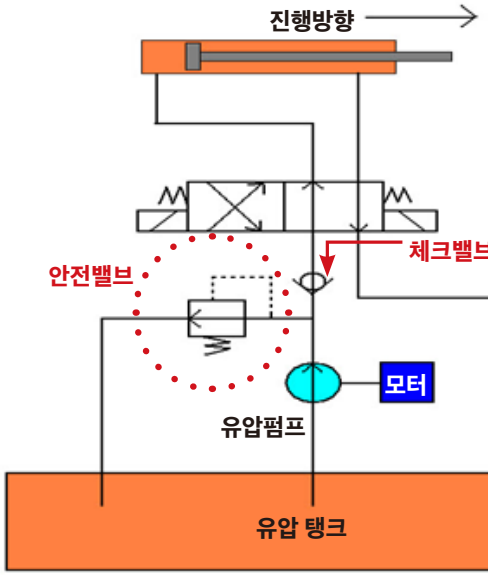
구분	검사 항목	검사 기준
유압 파워 유닛	(6) 안전밸브의 설치 상태	① 안전밸브는 펌프와 체크밸브의 중간에 설치하고 다른 밸브 등에 의해 유압회로에서 차단되지 않도록 배치돼 있을 것

1) 의의

안전밸브는 유압 시스템에서 일정 이상의 압력이 발생 시 배관 및 유압 부속장치의 보호를 위해 압력의 일부를 유압탱크로 토출시키는 기능을 수행한다.

2) 검사 기준

안전밸브는 유압펌프와 체크밸브 사이 계통에 설치돼 있으며, 토출 측 배관이 유압 탱크에 연결돼 있는지 확인한다.



안전밸브 설치 위치

2.15. 유압 실린더 및 호스

구분	검사 항목	검사 기준
유압 실린더 및 호스	(1) 유압 호스의 연결 및 설치 상태	① 호스의 연결 상태는 견고하고 확실하며, 굽힘 반지름은 KS M 6609의 기준에 적합할 것

1) 의의

유압 호스는 유압을 견딜 수 있도록 견고하고 확실히 연결돼야 하며 KS M 6609의 기준에 따라 호스 지름에 알맞은 굽힘 반지름을 확보해 조기 피로와 이상 파열을 방지해야 한다.

2) 검사 기준

유압 호스의 연결 상태를 육안과 촉수로 확인해 느슨하거나 풀림이 없는지 검사한다. 호스 지름에 따른 굽힘 반지름은 KS M 6609(표 3 최소 굽힘 반지름)에서 제시하는 아래 표의 기준을 충족하는지 확인한다.

호칭 지름	종류에 대한 최대 바깥지름								
	70	105	140	175	210	245	280	315	350
6	80				100				
9	100	130							150
12	125	180						205	
15	145		205			235			
19	185		240			280			
25	265		300			360			
32	355		420		460				
38	510			560		600		-	
50	650			710					

구분	검사 항목	검사 기준
유압 실린더 및 호스	(2) 유압 실린더의 설치 상태	① 유압 실린더는 견고하게 설치돼야 하고, 볼트로 부착돼 있으며, 풀림 방지가 돼 있을 것 ② 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것

1) 의의

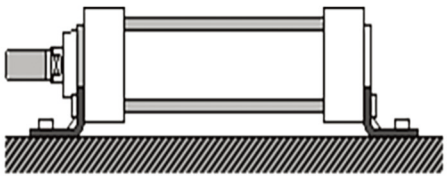
유압 실린더는 헤드 쪽과 로드 쪽으로 구분하며, 실린더의 고정 방식은 본체를 기계장치에 고정하는 방식과 피스톤을 그 상대측에 고정하는 방식으로 구분한다.



유압 실린더 구조

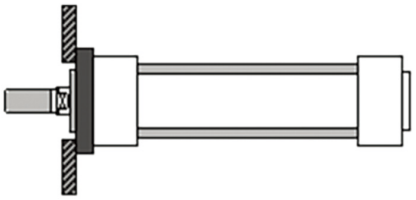
유압 실린더의 고정 방식은 다음과 같다.

① 푸트형 고정 방식 : 평탄한 바닥이 있는 장소에 설치하는 고정 방식이다. 푸트형의 고정 방식의 종류는 축직각 방향 푸트형, 축방향 푸트형 등이 있다.



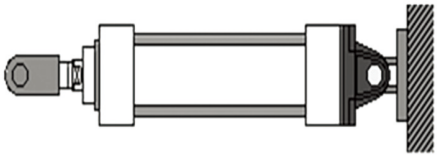
푸트형 고정 방식

② 플랜지형 고정 방식 : 실린더 헤드 쪽을 고정하는 고정 방식으로, 상·하 이동 시에 많이 사용된다. 플랜지형의 고정 방식 종류는 로드 쪽 직사각형 플랜지형, 헤드 쪽 직사각형 플랜지형, 로드 쪽 정사각형 플랜지형, 헤드 쪽 정사각형 플랜지형 등이 있다.



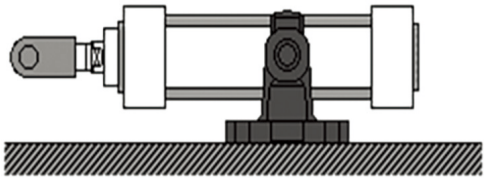
플랜지형 고정 방식

③ 클레비스형 고정 방식 : 실린더 헤드 쪽을 고정해 클레비스의 홀 중심에 요동 운동이 가능하게 한 것이다. 클레비스형의 고정 방식은 분리 아이형, 분리 클레비스형, 고정 아이형 등이 있다.



클레비스형 고정 방식

④ 트러니언형 고정 방식 : 실린더 중간 부분을 고정해 피스톤을 중심으로 요동운동을 할 수 있다. 트라니언 형의 고정 방식은 로드 쪽 일체 트러니언형, 헤드 쪽 일체 트러니언형, 중간 고정 트러니언형 등이 있다.



트러니언형 고정 방식

2) 검사 기준

각 고정 방식에 따라 유압 실린더를 고정하고 있는 볼트와 너트가 견고하게 고정되어 있는가를 손으로 돌려보아서 확인하고 볼트와 너트의 접합부가 전체적으로 접촉되어 있는가를 육안으로 확인한다. 또한 볼트와 너트 체결에 풀림 방지 처리(스프링 와셔, 더블 너트 등)가 되어 있는지 검사한다.

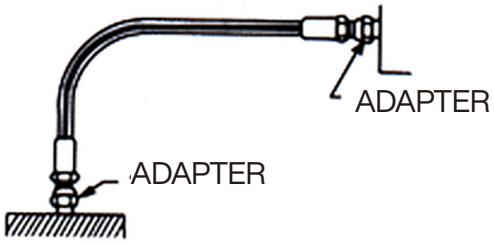
구분	검사 항목	검사 기준
유압 실린더 및 호스	(3) 유압 실린더 오일의 누설 여부	① 실린더와 호스에서 유압유의 누설이 없을 것

1) 의의

유압 실린더 및 유압 호스에서 누유가 발생하면 각 실린더의 동기화 불량이 발생하여 무대가 기울어지거나 심하면 아래로 가라앉는 현상이 발생하므로 실린더와 호스에 누유가 없는지 주의 깊게 검사한다.

2) 검사 기준

유압실린더에서 누유가 발생하기 쉬운 부분은 실린더 로드 측 실링부이며, 유압 호스에서는 유압 파워 유닛이나 실린더와 연결되는 어댑터에서 누유가 발생할 가능성이 높다. 해당 부분을 육안으로 확인해 누유가 되는 곳이 있는지를 검사한다. 누유가 의심될 경우 주변을 천으로 깨끗이 닦은 후 실린더를 작동시킨 후 그 주변에서 누유가 발생하고 있는지를 확인하는 것을 권장한다.



일반적인 유압 호스 고정 예(실린더 부)

구분	검사 항목	검사 기준
유압 실린더 및 호스	(4) 유압 배관 및 호스 안전율	① 유압 배관은 작용 압력 대비 안전율이 4 이상, 유압 호스는 작용 압력 대비 안전율이 10 이상일 것(안전율 계산은 별표 2 제2조 제2항을 따름)

1) 의의

유압 배관과 호스는 유압의 급격한 증가나 감소, 반복적인 가압과 간압 등으로 피로현상에 의한 변형, 균열, 파괴 등의 손상이 발생할 수 있으므로 작용 압력 대비 충분한 안전율을 확보해야 한다.

2) 검사 기준

유압 배관은 압력 배관 등 탄소강관이나 고압 배관용 탄소 강관을 사용하며 유압 호스는 KS M 6609에 적합한 제품을 적용한다. 유압 배관이나 유압 호스의 안전율은 제조사가 제시하는 최고 사용 압력과 실제 시스템의 작용압력을 기준으로 계산하되 최고 사용 압력에 안전율이 포함된 경우에는 이를 고려한다. 아래 표는 KS M 6609(표1, 호스 종류)에서 제시하는 호스 종류에 따른 최고 사용 압력(Pa)을 나타낸다.

종류에 대한 최대 바깥지름	최고 사용 압력(Pa)
70	7.0
105	10.5
140	14.0
175	17.0
210	20.5
245	24.0
280	27.5
315	31.0
350	34.5

2.16. 유압 기계실

구분	검사 항목	검사 기준
유압 기계실	(1) 유압 기계실의 조명	① 유압 기계실이 별도로 구성될 때 유압 기계실은 점검 및 보수가 쉽도록 평균 조도가 100 lx 이상일 것
	(2) 유압 기계실의 출입문 시건	① 유압 기계실 출입문은 관계자 이외에 출입이 제한되도록 잠금장치가 되어 있을 것

1) 의의

전동기, 압축펌프, 유압 탱크 등으로 구성되는 유압 구동장치는 구동원의 소음과 진동이 크므로 별도의 기계실을 구성하는 경우가 많다. 유압 기계실은 점검과 보수를 위한 작업조명을 설치하고 안전사고나 담당자가 아닌 인력의 조작을 방지하기 위해 시건장치를 설치한다.

2) 검사 기준

① 기계실의 조명 : 유압 기계실의 조명의 밝기가 점검 및 보수에 지장을 주지 않는지 확인한다. 필요에 따라 정확한 조도 측정을 위해 광 조도계를 이용한다.
② 유압 기계실의 출입문 시건 : 기계실 출입문에 시건장치가 설치돼 있는지 확인한다.

2.17. 기어박스

구분	검사 항목	검사 기준
기어박스	(1) 기어박스의 설치 상태	① 기어박스는 밀폐된 구조로 균열이나 파손이 없을 것 ② 기어박스는 견고히 고정되어 있으며, 체결 볼트와 너트는 풀림 방지가 되어 있을 것 ③ 체결 볼트는 나사산이 2산 이상의 여유를 가질 것

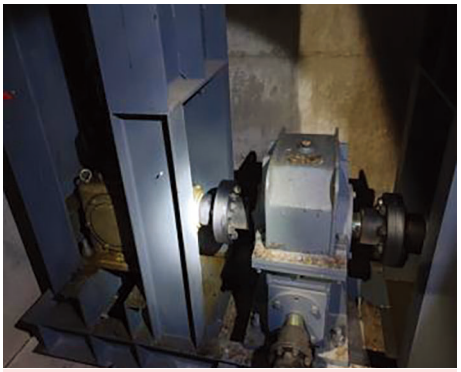
1) 의의

기어박스는 기어를 이용해 축의 회전 속도와 방향을 변환하는 장치이며, 하부 무대시설의 동력 전달에 많이 사용된다. 기어박스는 동력 전달에 따른 진동이 발생하므로 볼트 및 너트 등을 이용해 견고히 고정돼야 하며, 기어 윤활을 위해 기어박스 내부에 주입하는 윤활유가 새지 않도록 균열이나 파손이 없어야 한다.

2) 검사 기준

① 기어박스 외관 검사 : 기어박스는 기어 윤활을 위해 주입한 오일이 새지 않도록 밀폐 상태를 유지해야 하므로 육안검사를 통해 기어박스 외부에 균열이나 파손이 없는지 확인한다.

② 기어박스 고정 상태 : 기어박스를 고정하는 볼트 및 너트의 풀림이 없는지 손으로 돌려 확인하고 충격이나 진동으로 풀리지 않도록 스프링와셔나 더블 너트 등의 풀림 방지 장치가 설치돼 있는지 확인한다.



기어박스 설치 상태 검사 예시

구분	검사 항목	검사 기준
기어박스	(2) 기어박스의 오일 상태	① 기어박스의 원활한 작동을 유지하기 위한 충분한 유량이 확보되어 있을 것 ② 오일의 변질이나 오일 내 부유물이 없을 것 ③ 오일 누설이 없어야 하며, 실링, 오일 게이지 손상 및 패킹 파손이 없을 것

1) 의의

기어박스 내의 오일은 기어박스 내부 기어들의 마찰로 인한 발열과 소음을 억제하고 기어의 마모를 줄이는 역할을 수행한다. 기어박스 내 오일이 제 기능을 발휘하기 위해서는 오일 양이 충분해야 하고 오일의 변질이나 부유물이 없어야 하며 누유가 발생하지 않아야 한다.

2) 검사 기준

① 기어박스 오일 점검 창 확인 : 기어박스에 설치된 오일 점검창이나 오일 게이지를 통해 기어유의 양과, 산화나 부유물 여부를 검사한다. 오일 점검창이나 오일 게이지가 없는 경우 오일 주입구를 통해 기어유의 양과 오일 색깔을 확인한다. 오일 점검창 위치가 너무 높거나 낮아 기어유의 양 확인이 어렵다면 오일 주입구를 통해 기어유의 양을 확인한다.

② 기어박스 오일 누유 확인 : 기어유는 기어박스 커버, 커버 접합부 실링, 오일 점검창, 오일게이지, 오일 배출구, 기어박스 축 부분 등에서 누유 될 수 있다. 각 부분에서 누유가 없는지 확인하고 기어박스 하부 바닥을 볼 수 있는 경우 바닥의 누유도 확인한다. 오일 주입 시 기어박스 외부에 남은 오일을 누유로 오인하지 않도록 한다.

구분	검사 항목	검사 기준
기어박스	(3) 축과의 연결 상태	① 연결 축은 균열 및 파손이 없을 것 ② 기어박스와 축의 연결 상태는 견고하고 확실할 것

1) 의의

기어박스에는 입력축과 출력축이 연결된다. 기어박스가 축의 회전 속도와 방향을 변환하는 과정에서 축과 기어박스 연결부위에서 응력 집중이 발생하기 쉬우므로 축과 기어박스 연결부위에 대해 주의 깊게 검사한다.

2) 검사 기준

① 연결 축 회관에 균열 및 파손 확인 : 기어박스에 연결되는 동력 전달 축 (입력축과 출력축)은 비틀림에 의한 균열이나 파손이 발생할 수 있으므로 축에 균열 및 파손 등의 손상이 없는지 육안으로 확인한다.

② 축의 조립 상태 : 기어박스와 동력 전달 축(입력축과 출력축)의 정렬과 체결 상태를 육안으로 검사한다. 정렬 상태에 대한 정확한 측정이 필요한 경우 수직 · 수평계를 사용해 검사한다.

2.18. 축 및 커플링

구분	검사 항목	검사 기준
축 및 커플링	(1) 축과 연결부의 조립 상태	① 축과 연결부의 조립 상태는 확실하고, 축과 축의 연결 상태는 편심이 없을 것 ② 커플링의 연결 상태는 확실하며, 고정은 견고할 것 ③ 커플링은 주기적인 윤활이 가능한 구조일 것

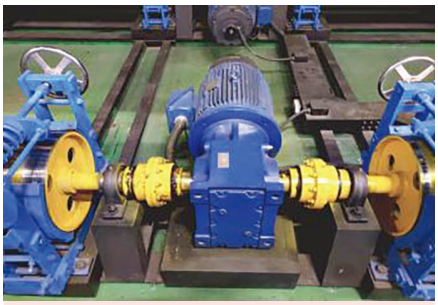
1) 의의

하부 무대시설은 부하 하중이 커서 동력전달장치로 회전축을 이용하는 경우가 많다. 동력발생장치와 무대시설 사이의 동력 전달 축은 여러 개의 축을 커플링으로 연결해 설치한다. 따라서 축과 커플링의 체결 및 정렬 상태는 동력 전달의 효율성과 안전성에 중요하다.

2) 검사 기준

① 축 및 연결부 조립 상태 : 축과 축의 연결부를 육안으로 확인해 조립 상태에 이상 없이 견고하게 설치됐는지 검사하며, 두 축이 일렬로 연결됐는지 수직·수평계 등을 이용하여 검사한다.

② 커플링 설치 상태 : 축 연결에 사용되는 커플링의 경우 커플링의 고정 상태가 견고한지 육안으로 확인하며, 축에 적용된 고정 키가 이탈하지 않는 구조인지 검사한다. 또한 커플링 연결부에 축의 밀림 현상이 없는지 검사하며, 니플 등 윤활유 공급 장치가 설치돼 있는지 확인한다.



축과 연결부의 조립 상태 검사 예시(1)



축과 연결부의 조립 상태 검사 예시(2)

구분	검사 항목	검사 기준
축 및 커플링	(2) 축의 변형 상태	① 축은 휨 등의 변형이 없을 것
	(3) 축의 산화 및 부식 상태	① 축의 표면에 산화 및 부식이 없을 것

1) 의의

축은 회전체이며 동력을 전달해 주는 부속품이므로 회전력을 전달할 수 있는 충분한 강도가 확보돼야 한다. 축의 변형이나 균열은 축의 파단 등 안전사고의 징후이므로 주의 깊게 검사하고 축의 강도를 악화시킬 수 있는 산화 및 부식이 없는지 확인한다.

2) 검사 기준

① 축의 변형 상태 : 축의 중심선을 기준으로 수직·수평계를 사용해 축이 휨 없이 수평 상태를 유지하고 있는지 확인한다. 축의 휨 정도가 심해 파손의 우려가 있을 때 축 교체가 필요하다.

② 축의 산화 및 부식 상태 : 축 및 축의 연결부인 커플링 등에서 산화가 발생했는지, 도장 처리가 벗겨진 곳이 있는지 육안으로 확인한다. 부식이 발생한 부분은 방청도료를 통해 방청 처리를 하며 심한 경우 교체한다.

2.19. 스크루 축

구분	검사 항목	검사 기준
스크루 축	(1) 스크루 축의 설치 상태	① 스크루 축은 견고히 지지가 돼 있을 것 ② 스크루 축은 승강 운동에 지장이 없도록 수직 상태를 유지하고 있을 것 ③ 스크루 축은 휨, 변형, 산화, 부식 등의 손상이 없을 것
	(2) 스크루 축의 윤활 상태	① 스크루 축은 윤활되어 있을 것

1) 의의

하부 무대시설에서 스크루 축은 전동기로 스크루를 회전시켜 볼로 구성된 너트가 직선운동을 하는 볼-스크루 방식과, 기어박스 웜기어의 회전으로 스크루가 직선운동을 하는 잭-스크루 방식이 있다. 스크루 축은 하부 무대시설의 동력 전달에 많이 쓰는 장치 중 하나다.



스크루 축 형상

2) 검사 기준

① 스크루 축 고정 : 스크루 축은 수직을 유지한 상태에서 견고하게 고정돼야 한다. 스크루 축 고정부가 볼트 및 너트를 통해 견고하게 체결돼 있는지를 확인 한다.(볼 스크루의 경우는 볼 너트 고정부 스크루 잭의 경우는 스크루 축 상단) 볼 스크루 방식에서는 축 상단부의 베어링 케이스에 베어링이 설치되는데, 베어링 케이스 고정부에 풀림이 없는지 확인한다.

② 스크루 축 휨 및 비틀림 확인 : 스크루 축은 승강무대의 행정 거리 이상의 길이를 갖고 있어 축의 직경이나 강도가 약한 경우 휨 또는 비틀림이 발생할 수 있다. 이를 육안으로 확인한 후 휨 또는 변형이 의심되면 수직·수평계로 스크루 축을 기준으로 다양한 각도에서 레이저를 투광해 휨 또는 변형 여부를 확인한다. 스크루의 힘과 변형은 스크루 축 회전 시에 분명히 보이는 경우가 있으므로 구동 검사 시에도 유의하여 확인한다.

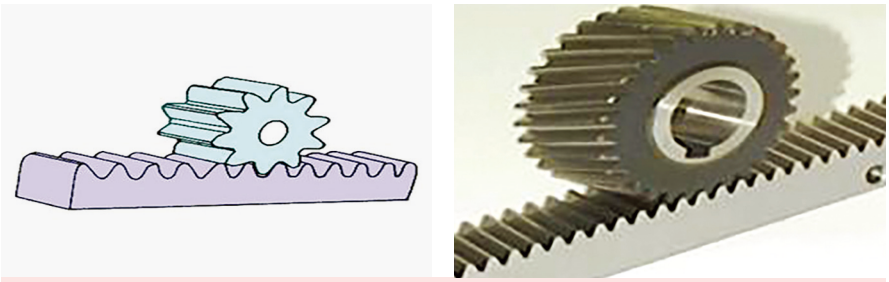
③ 스크루 축 산화 및 윤활 상태 : 스크루 축 표면을 육안으로 검사해 산화 및 부식이 발생했는지 확인하고 축에 윤활제가 도포됐는지 확인한다. 윤활제가 도포되어 있을 때 그 양이 과도해 먼지 등 이물질이 윤활제와 섞여 회전 운동을 방해할 우려가 있으므로 적절한 양의 윤활제를 도포하는 것이 바람직하다.

2.20. 랙 및 피니언

구분	검사 항목	검사 기준
랙 및 피니언	(1) 랙 및 피니언의 마모 및 윤활 상태	① 랙 및 피니언의 기어는 심한 마모나 편마모가 없을 것 ② 랙 및 피니언의 기어에는 윤활이 되어 있을 것

1) 의의

랙 및 피니언의 구동 방식은, 피니언 기어가 회전하며 랙 기어와 맞물려 랙 기어의 방향으로 직선운동하는 것이다. 랙 및 피니언에서는 동력이 전달되는 기어 부분을 중심으로 검사를 수행한다.



랙 및 피니언 기어 형상

2) 검사 기준

① 랙 및 피니언 기어 마모 확인 : 랙과 피니언 기어 치면에 마모 및 손상이 발생하면 회전력이 정확히 전달되지 못한다. 또한 구동 시의 충격, 치면의 이탈, 구동 시 유격 발생 등을 초래할 수 있다. 따라서 점검 시 기어, 랙, 피니언 치면의 전체 구간에서 마모 및 손상이 발생하였는지 육안으로 검사한다.

② 기어의 윤활 상태 확인 : 랙 기어와 피니언 기어가 맞물리는 치면에서 마모 및 마찰열이 발생하므로 이를 감소하기 위해서는 윤활되어 있어야 한다. 랙 및 피니언 전 구간에 걸쳐 윤활되어 있는지 육안으로 검사한다.

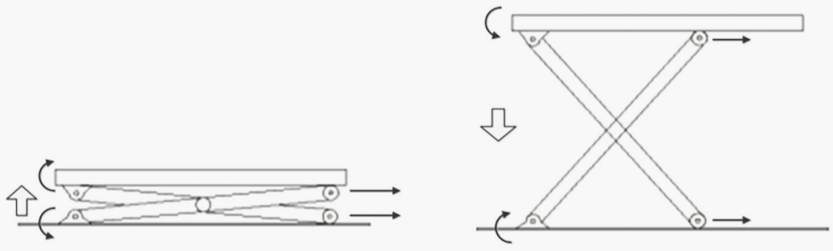
2.21. 팬터그래프

구분	검사 항목	검사 기준
팬터그래프	(1) 팬터그래프 고정 상태	① 팬터그래프에 설치된 가이드 롤러 및 조인트는 고정이 견고할 것

팬터그래프	(2) 가이드 롤러 설치 상태	① 가이드 롤러는 가이드 레일과 전체적으로 접촉되어 있을 것

1) 의의

팬터그래프는 핀 조인트로 지지가 된 레버의 한쪽 끝이 회전하고 레버의 다른 쪽 끝의 롤러는 레일을 따라 움직이며 지지 구조물을 상승 또는 하강시키는 장치이다. 팬터그래프는 핀포인트와 가이드 롤러의 설치가 견고하고 정확해야 가이드 롤러가 가이드 레일을 따라 원활히 작동할 수 있다.

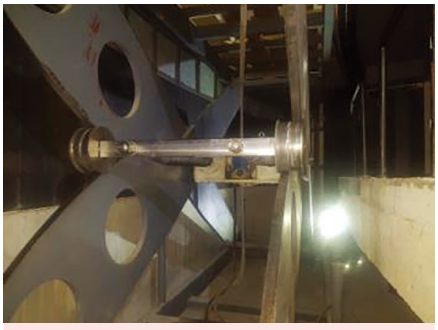


팬터그래프의 상승 또는 하강 시 움직임

2) 검사 기준

① 가이드 롤러 및 조인트 고정 상태 : 가이드 롤러가 팬터그래프 레버에 고정된 상태와 핀 조인트가 팬터그래프 레버 및 하부 지지 프레임에 견고하게 설치돼 있는지 육안으로 확인한다. 아울러 구동 시 가이드롤러와 핀 조인트 고정부의 흔들림이 없는지도 확인한다.

② 가이드 롤러 접촉 상태 확인 : 팬터그래프 방식은 여러 개의 레버가 접히거나 펴지기 때문에 각 레버 설치 위치가 수평 및 수직으로 정확히 정렬돼 있어야 한다. 레버가 정렬되지 않으면 승강무대의 소음과 진동이 심해지고, 하중이 특정 부분에 집중돼 시설 손상으로 이어지기 쉽다. 팬터그래프의 정렬 상태를 간접적으로 확인하기 위해 레버 끝에 설치한 가이드 롤러가 무대 프레임에 전체적으로 접촉하고 있는지 육안으로 검사한다. 가이드 롤러의 접촉 상태는 해당 무대시설을 구동하며 이동 구간 전체에 걸쳐 확인한다.



팬터그래프 고정 상태 검사 예시



팬터그래프 가이드 롤러 설치 상태 검사 예시

2.22. 무대 하부

구분	검사 항목	검사 기준
무대 하부	(1) 무대 하부의 접근	① 무대 하부의 구동부와 구조물 등에 접근이 용이할 것
	(2) 무대 하부의 조명	① 무대 하부의 평균 조도는 100 lx 이상일 것

1) 의의

상부 무대시설은 그리드에 구동부를 설치하는 반면, 하부 무대시설은 무대마루 하부의 피트라는 공간에 구동부를 설치하고 무대 구조물도 일정한 공간을 차지한다. 하부 무대시설의 점검, 보수 등이 원활하게 이루어지기 위해 구동부와 구조물에 쉽게 접근할 수 있어야 하며, 충분한 밝기의 작업조명도 설치해야 한다.

2) 검사 기준

① 하부 피트 접근 : 무대 하부 피트에는 하부 무대기구의 구동부가 설치된다. 하부 피트는 하부 무대기구의 구동부, 축 등을 점검하기 위한 장소이므로 점검자와 작업자가 쉽게 접근할 수 있는 구조인지 육안으로 검사한다.

② 하부 피트 조도 : 무대 하부 피트에는 작업자와 점검자의 시야 확보를 위해 조명등이 설치돼 있는지 확인한다. 더욱 정확한 검사를 위해 광 조도계를 이용해 일정 범위마다 조도를 측정해 평균 조도가 100 lx 이상이 되는지 확인하는 것이 바람직하다.

구분	검사 항목	검사 기준
무대 하부	(3) 무대 하부의 보호구역	① 무대 하부에는 무대시설의 움직임에 대해 점검자 등이 피난할 수 있는 보호구역이 있을 것 ② 스토퍼는 견고하게 설치돼 있으며, 설치 위치가 정확할 것

1) 의의

하부 무대시설의 구동부가 있는 하부 피트는, 점검 시 점검자 등이 피난할 수 있는 보호구역을 갖춰 작업에 대한 안전성을 확보해야 한다. 또한 스토퍼는 구동부 및 요소 부품들보다 높은 위치에 설치돼야 하부무대 추락 시 구동부 및 요소 부품들의 파손을 막을 수 있다.

2) 검사 기준

① 보호구역 : 하부 무대시설 작동 시 하부 피트에 있는 작업자가 피난할 수 있는 보호구역이 있는지 확인한다. 하부 피트 보호구역은 스토퍼와 하부 피트 바닥 사이의 공간이 될 수 있고 하부 피트 공간의 가장자리가 될 수도 있다.

② 스토퍼 고정 상태 : 스토퍼의 설치 및 고정 상태가 견고한가를 육안과 손으로 검사한다. 또한 스토퍼 상단부에는 승강무대와의 접촉 시에 충격을 완화 시켜줄 수 있는 부품을 설치하는 것이 바람직하다.

③ 스토퍼 높이 : 스토퍼의 설정 높이가 하부 시설의 구동부 및 요소 부품들보다 높고, 각 스토퍼의 높이가 동일한지 육안으로 검사한다. 스토퍼는 비상시에만 기능하도록 승강무대가 하한 정지 시 스토퍼와 닿지 않도록 해야 한다.

2.23. 배전반 및 제어반

구분	검사 항목	검사 기준
배전반 및 제어반	(1) 배전반 설치 및 표기 상태	① 배전반 외함의 부식이나 변형이 없을 것 ② 배전반은 견고히 고정돼 있을 것 ③ 배전반의 문은 잠금장치가 돼 있어야 하며 KS S ISO 3864-1의 기준에 적합한 안전 표지판이 설치돼 있을 것 ④ 전장부품의 육안식별이 쉽도록 표시되어 있을 것 ⑤ 배전반은 작업에 충분한 밝기의 조명등이 설치돼 있을 것 ⑥ 배전반은 점검자의 접근이 용이하며 점검을 위한 공간이 충분히 확보돼 있을 것 ⑦ 배전반 내부에는 먼지 등 불필요한 이물질이 없을 것 ⑧ 차단기는 정상적으로 작동할 것

1) 의의

배전반은 송전계통과 전력기기의 상태를 상시 감시해 소내의 기기를 원격 제어할 수 있도록 계기, 제어 스위치, 모의 모선, 표시등 등을 한곳에 집중시킨 것이다. 용도에 따라 주배전반(감시반, 제어반), 보조 배전반, 소내 배전반 등으로 구분한다. 공연장 배전반은 일반적으로 주 배전반의 내용 중 제어반을 의미하며, 무대시설의 운전 및 제어 관련 전장부품들의 집합체이다.

2) 검사 기준

① 배전반 외함 부식 및 변형 : 물, 공기 등 주변 환경과 반응을 일으켜 발생하는 부식과, 전원 공급 시 순간 통전으로 발생하는 아크에 의한 전기적 부식에 대한 발생 여부를 확인한다. 외함에 대한 안전성 및 신뢰성을 확보하기 위해 육안검사 등으로 부식이나 변형의 발생 여부를 확인한다.

② 배전반 고정 상태 : 외부 충격 등에 의한 배전반 내 전장부품의 손상을 방지하고 전장부품이 안정적으로 기능하기 위해 배전반 외함 및 외함 내 전장부품이 견고하게 고정돼 있는지 육안을 통해 확인한다.

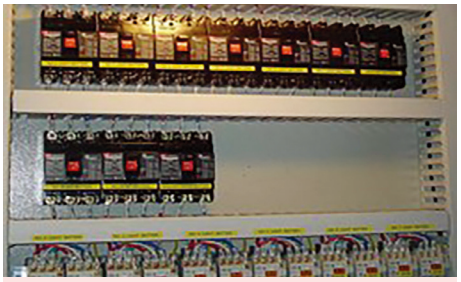
③ 배전반 잠금장치와 안전 표지판 : 배전반은 고압의 전류가 흐르는 전장부품으로 구성돼 있으므로 무대시설 관리자 이외의 사람이 접근하거나 임의 조작하지 못하도록 잠금장치가 돼 있어야 한다.

KS A ISO 3864-1 규격에 명시한 안전 표지판을 적용해 안전 정보 전달 및 위험을 인지하도록 설치돼 있는지 확인한다.

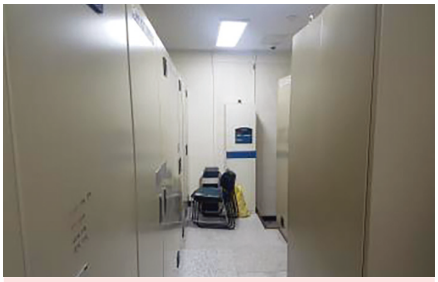


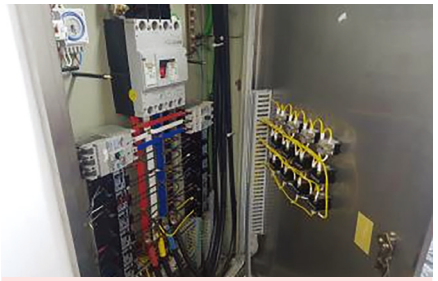
감전 위험 표시 예

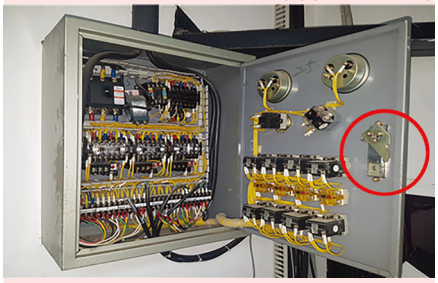
④ 전장부품 표시 : 배전반 내에는 동일한 사양의 전장부품이 다수의 무대시설에 사용되므로 각종 점검과 유지보수의 편의성을 위해 각각의 전장부품의 시설 명칭 및 작동 패턴 등을 표기해 무대시설 관리자와 점검자가 원활하게 점검할 수 있는지 확인한다.

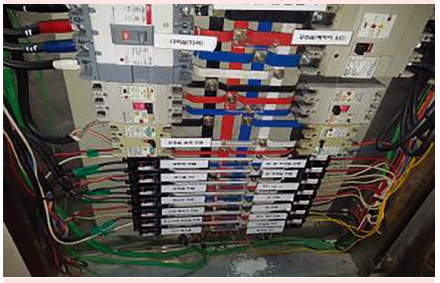

전장부품의 표기 및 설치 상태 예시

⑤ 배전반 작업조도 : 배전반 외함과 외함 내 전장부품 설치 상태 및 작동 상태 등을 육안으로 확인할 수 있는 밝기여야 하므로 배전반 내 상단에 조명등을 설치해 정상적으로 점등하는지 확인한다.


배전반 설치 및 표기 상태 검사 예시(1) (작업조도 확인)


배전반 설치 및 표기 상태 검사 예시(2) (고정 상태 확인)


배전반 설치 및 표기 상태 검사 예시(3) (잠금장치 확인)


배전반 설치 및 표기 상태 검사 예시(4) (부품 표시 확인)

구분	검사 항목	검사 기준
배전반 및 제어반	(2)전장부품의 용량 및 결정	① 배선용 차단기, 전자접촉기, 과부하 보호장치 등 전장부품의 용량은 전동기의 정격전류에 적합할 것 ② 과부하 보호장치는 한국전기설비규정(KEC) 212.6.3에 따라 적합하게 설정되어 있을 것

1) 의의

배전반 및 제어반에는 과부하 및 단락이 발생했을 때 전로와 기기를 보호하기 위해 과부하 보호장치(EOCR, EMPR 등) 등의 전장부품이 설치된다. 전장부품이 목적에 맞게 기능하기 위해서는 전장부품의 용량이 해당 부하(전동기 정격전류)에 적합해야 한다.

2) 검사 기준

① 전장부품 용량 확인 : 배전반에서 각 무대시설의 전장부품들은 해당 전동기의 출력에 의한 정격전류(허용전류)를 수용할 수 있는 용량의 부품들을 적용해야 한다. 무대시설 구동 전동기의 정격전류(허용전류)와 해당 전장부품의 용량을 비교해 알맞은 전장부품이 적용됐는지 확인한다.

② 과부하 보호장치 설정 확인 : 공연장에서는 단시간 구동을 하는 경우가 많아 과부하 보호장치로 EOCR 또는 EMPR 이 주로 사용된다. EOCR이나 EMPR은 부하에 알맞은 허용 전류를 설정하게 되어 있으며, 이러한 과부하 보호장치의 허용 전류가 무대시설 구동 전동기 정격전류(허용전류)의 110 % 이하로 설정됐는지 확인한다.



전장부품의 용량 및 결정 검사 예시 (과부하 보호장치 설정 확인)

3) 검사 참고사항

KEC 212.6.3(저압 전로 중의 전동기 보호용 과전류보호장치의 시설)에 따른 과전류 보호장치 설치의 경우 아래의 내용을 만족해야 한다.

① 과전류차단기로 저압 전로에 시설하는 과부하보호장치(전동기가 손상될 우려가 있는 과전류가 발생했을 때 자동으로 이것을 차단하는 것에 한한다)와 단락보호 전용 차단기 또는 과부하보호장치와 단락보호 전용 퓨즈를 조합한 장치는 전동기에만 연결하는 저압 전로에 사용하고 다음 각각에 적합한 것이어야 한다.

☞ 과부하 보호장치, 단락보호 전용 차단기 및 단락보호 전용 퓨즈는 전기용품 및 생활용품 안전관리법 에 적용받는 것 이외에는 한국산업표준(이하 "KS"라 한다)에 적합해야 하며, 다음에 따라 시설할 것.

(1) 과부하 보호장치로 전자접촉기를 사용할 때 반드시 과부하계전기가 부착돼 있을 것.

(2) 단락보호 전용 차단기의 단락 동작 설정 전륫값은 전동기의 기동 방식에 따른 기동 돌입전류를 고려할 것.

(3) 단락보호 전용 퓨즈는 표 212.6-5의 용단 특성에 적합할 것.

정격전류의 배수	불용단시간	용단시간
4 배	60 초 이내	-
6.3 배	-	60 초 이내
8 배	0.5 초 이내	-
10 배	0.2 초 이내	-
12.5 배	-	0.5 초 이내
19 배	-	0.1 초 이내

☞ 과부하 보호장치와 단락보호 전용 차단기 또는 단락보호 전용 퓨즈를 하나의 전용함 속에 넣어 시설할 것.

☞ 과부하 보호장치가 단락전류에 의해 손상되기 전에 그 단락전류를 차단하는 단락보호 전용 차단기 또는 단락보호 전용 퓨즈를 시설할 것.

☞ 과부하 보호장치와 단락보호 전용 퓨즈를 조합한 장치는 단락보호 전용 퓨즈의 정격전류가 과부하 보호장치의 설정 전류(setting current) 값 이하가 되도록 시설(그 값이 단락보호 전용 퓨즈의 표준 정격에 해당하지 않는 경우 단락보호 전용 퓨즈의 정격전류가 그 값의 바로 상위의 정격이 되도록 시설한 것을 포함한다) 할 것.

② 저압 옥내 시설하는 보호장치의 정격전류 또는 전류 설정값은 전동기의 기동 방식에 따른 기동전류와 다른 전기 사용 기계 기구의 정격전류를 고려해 선정해야 한다.

③ 옥내에 시설하는 전동기(정격 출력이 0.2 ㎾ 이하인 것을 제외한다. 이하 여기에서 같다)에는 전동기가 손상될 우려가 있는 과전류가 생겼을 때 자동으로 이를 저지하거나 이를 경보하는 장치를 설치해야 한다. 다만, 다음의 어느 하나에 해당할 때는 그러하지 아니하다.

☞ 전동기를 운전 중 상시 취급자가 감시할 수 있는 위치에 시설하는 경우

☞ 전동기의 구조나 부하의 성질로 보아 전동기가 손상될 수 있는 과전류가 생길 우려가 없는 경우

☞ 단상전동기[KS C 4204(2013)의 표준 정격의 것을 말한다]로써 그 전원 측 전로에 시설하는 과전류 차단기의 정격전류가 16 A(배선차단기는 20 A) 이하인 경우

KEC 212.6.3(저압 옥내전로 중의 전동기 보호용 과전류 보호장치의 시설)

구분	검사 항목	검사 기준
배전반 및 제어반	(3) 배선의 설치 및 접지 상태	① 접속부는 단자의 풀림으로 인한 단락의 위험이 없도록 견고하게 접속돼 있을 것 ② 접지도체 및 보호도체의 고정은 확실해야 하고 보호도체의 최소 단면적은 한국전기설비규정(KEC) 142.3.2의 1에 따라 선정할 것

1) 의의

배전반에서의 접지는 보호형 접지로 외함 접지를 한다. 배전반에서의 외함 접지는 계통 접지의 역할을 하며 감전 사고 방지, 전로의 대지 전압 상승 억제, 전장부품의 보호, 이상전압의 발생 억제를 도와준다. 배전반의 접지가 누락된 경우, 누전 및 감전이 발생할 수 있으므로 안전사고 방지를 위해 접지 상태를 지속적으로 확인한다.

2) 검사 기준

① 배선 접속부 단자 고정 상태 : 배전반과 제어반 내 배선 접속부 단자의 풀림이 발생하면 전로 이상에 의한 단락이 발생하기 쉽다. 전원이 차단된 상태에서 배선 접속부 단자의 풀림 상태를 육안으로 확인하고 필요한 경우 손으로 돌려 풀림 상태를 확인한다. (감전 방지를 위해 절연 장갑을 착용해야 하며 접촉 전 검전기로 전류가 흐르지 않음을 확인해야 한다.)

② 배선 및 접지선의 보호도체 단면적 : 보호도체 단면적은 KEC 142.3.2의 1 내용에 따른 보호도체 및 보호도체 용 단자 계산을 통해 선정해야 한다.

3) 검사 참고 사항

보호도체 최소 단면적 선정 기준은 본도서 [8. 전동기 (3) 접지선의 설치 상태] 에서의 접지도체 선정 기준 참고

구분	검사 항목	검사 기준
배전반 및 제어반	(4) 절연저항	① 전로의 절연저항은 다음 표에서 정한 값 이상일 것

전로의 사용 전압(V)	DC 시험전압(V)	절연저항(㏁)
SELV 및 PELV	250	0.5
FELV, 500 V 이하	500	1.0

[주] 특별저압(extra low voltage : 2차 전압이 AC 50 V, DC 120 V 이하)으로 SELV(비접지회로 구성) 및 PELV(접지회로 구성)은 1차와 2차가 전기적으로 절연된 회로, FELV는 1차와 2차가 전기적으로 절연되지 않은 회로

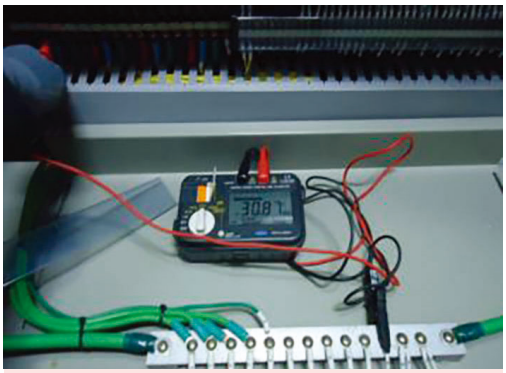
1) 의의

절연저항이란 부도체로 절연된 두 도체 사이의 전기 저항을 말한다. 절연의 상태를 판단하는 수단으로서 절연저항 측정을 통해 배선의 피복 상태 및 절연 상태를 판단한다.

2) 검사 기준

① 절연저항 측정 기준 : 절연저항 측정은 절연저항계를 사용하며, 절연저항을 측정할 때는, 반드시 해당 무대시설의 전원을 차단한 상태에서 측정해야 한다. 또한 측정값이 안정화되지 않는 경우 측정 개시 1 분 정도 후의 값을 읽는다. 저압 전로의 절연 저항값은 전기 설비에 관한 기술 기준의 규정에 따라, 구분되는 전로마다 기준값 이상을 만족해야 한다.
측정값이 기준치 이하일 경우 배선의 열화 또는 절연 파괴 등이 발생할 가능성이 높으므로 교체하여 사용하도록 명시한다.

② 절연저항 측정 방법 : 절연저항 측정은 전동기 동력선에 대한 절연 상태를 확인하기 위한 검사이다. 배전반 및 제어반에 수용된 무대시설의 배선용 차단기의 전원을 차단한 후, 메인 접지와 전동기로 인입되는 동력선 간의 리드선을 절연저항계에 연결해 동력선의 절연 상태를 확인한다. 절연저항 측정에 필요한 전압 설정은 사용 중인 전압에 따라 다르지만, 공연장의 경우 380 V를 주로 사용하므로, 절연저항계의 측정 전압값을 500 V로 설정해 측정하고자 하는 동력선에 대한 절연 상태를 측정하면 된다.



절연저항 측정

2.24. 조작반

구분	검사 항목	검사 기준
조작반	(1) 작동 스위치의 고정 및 설치 상태	① 스위치가 견고히 고정돼 있을 것 ② 방화막 비상 작동장치에서 보호덮개 등 방화막이 의도하지 않은 비정상적인 작동을 방지하기 위한 장치는 손상, 변형, 파손이 없을 것

<table>
<tr><td rowspan="5">조작반</td><td>(2) 단자 및 터미널의 설치 상태</td><td>① 단자 및 터미널은 흔들리지 않도록 견고히 고정돼 있을 것
② 단자 및 터미널에 연결된 전선은 견고히 고정돼 있을 것</td></tr>
<tr><td>(3) 기기 명칭의 표시</td><td>① 무대시설 명칭과 조작 스위치 명칭이 일치할 것</td></tr>
<tr><td>(4) 접지선 접속 상태</td><td>① 접지도체 및 보호도체의 고정은 확실해야 하고 보호도체의 최소 단면적은 한국전기설비규정(KEC) 142.3.2의 1에 따라 선정할 것</td></tr>
<tr><td>(5) 절연저항</td><td>① 전로의 절연저항은 다음 표에서 정한 값 이상일 것
<table><tr><th>전로의 사용 전압(V)</th><th>DC 시험전압(V)</th><th>절연저항(MΩ)</th></tr><tr><td>SELV 및 PELV</td><td>250</td><td>0.5</td></tr><tr><td>FELV, 500 V 이하</td><td>500</td><td>1.0</td></tr></table>[주] 특별저압(extra low voltage : 2차 전압이 AC 50 V, DC 120 V 이하)으로 SELV(비접지회로 구성) 및 PELV(접지회로 구성)은 1차와 2차가 전기적으로 절연된 회로, FELV는 1차와 2차가 전기적으로 절연되지 않은 회로</td></tr>
</table>

1) 의의

조작반은 무대시설의 움직임을 쉽게 관찰하면서도 관객의 눈에 띄지 않아야 하므로 주로 무대 측면이나 객석 뒤쪽에 설치된다. 조작반은 조작자가 무대시설의 동락 상태를 직접 명령하는 부분이므로 기계적 · 전기적인 안전성을 확보해야 한다.

2) 검사 기준

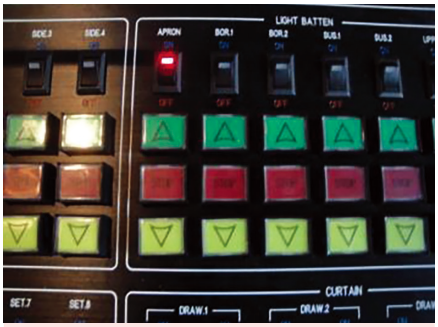
① 작동 스위치의 고정 상태 : 조작반의 전원을 차단한 후 조작반 패널의 스위치를 손으로 눌러 헐거운 것이 있는지 확인한다.

② 단자 및 터미널의 설치 상태 : 조작반 판넬을 열어 내부에 적용된 단자 및 터미널이 나사 등으로 견고히 고정돼 있는지 육안으로 검사한다. 또한 단자 및 터미널에 커넥터 등을 이용해 전선이 견고히 설치됐는지 확인한다. 필요한 경우 촉수 검사를 수행하며, 감전 방지를 위해 절연장갑을 착용하고 접촉 전 검전기로 전류가 흐르지 않음을 확인한다.

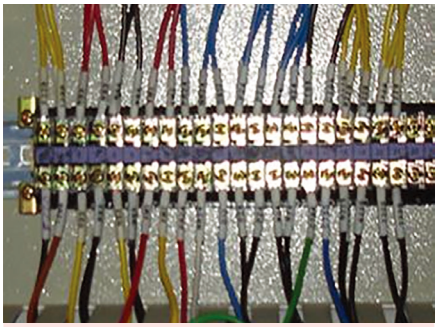
③ 기기 명칭의 표시 : 조작반 판넬에서 무대시설이 조작반의 무대시설명 표와 일치하는지 확인한다.

④ 접지선 접속 상태 : 조작반에 적용된 접지선의 고정 상태와 접지저항 및 접지선 굵기에 대한 검사는 [23. 배전반 및 제어반 (3) 배선의 설치 및 접지 상태]의 내용을 따른다.

⑤ 절연저항 : 조작반의 절연저항 검사는 [23. 배전반 및 제어반 (4) 절연저항] 의 내용을 따른다.



조작반 검사 예시 (스위치 고정 및 설치 상태)


조작반 검사 예시 (배선 설치 상태)

2.25. 배선 및 배관

구분	검사 항목	검사 기준
배선 및 배관	(1) 배관의 설치 상태	① 전선관의 변형, 부식 등의 손상이 없을 것 ② 덕트 및 단자함에 고정하는 전선관은 로크너트로 견고히 고정돼 있을 것 ③ 덕트의 종단부와 중간에 먼지 등의 이물질이 유입되지 않도록 마감처리가 되어 있을 것 ④ 덕트 연결부에 전기적 연속성이 형성되도록 본딩할 것

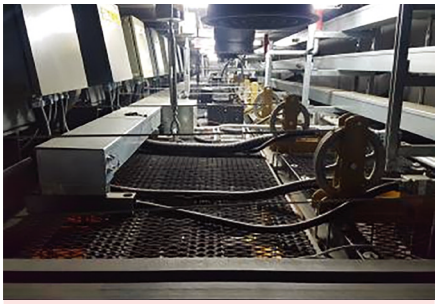
1) 의의

공연장의 무대시설은 한정된 공간에 다수의 구동부가 설치되는 경우가 많아 이를 위한 알맞은 배선 및 배관의 설계와 시공이 요구된다. 배선 및 배관 설계와 시공은 내선 규정과 전기설비기술기준을 따르며, 안전진단 시 배선 및 배관의 기계적·전기적 안전성을 확인한다.

2) 검사 기준

① 전선관 외관 및 고정 상태 : 전선관은 내부의 전선을 보호하고 전기적 간섭을 막기 위한 시설이다. 전선관의 기능에 지장을 주는 전선관의 변형, 부식 등의 손상이 없는지 육안으로 확인하고, 덕트 또는 단자함과 연결되는 부위가 흔들리거나 빠지지 않도록 로크 너트로 고정했는지 촉수로 확인한다. 또한 덕트의 중간 연결부는 배선 및 배관의 접지 상태를 유지할 수 있도록 접지 본드가 설치됐는지 확인한다.

② 덕트 마감처리 및 접지 본딩 상태 확인 : 덕트는 다수의 전선을 수용하는 시설로서 먼지 등의 이물질이 유입될 경우 전선의 피복 열화, 아크에 의한 화재의 원인이 될 수 있으므로 덕트의 양 끝과 중간 연결부에 개구부가 없는지 육안으로 확인한다.



배관 설치 상태 검사 예시(1) (배관 외관 검사)



배관 설치 상태 검사 예시(2) (접지 본딩 상태 확인)

구분	검사 항목	검사 기준
배선 및 배관	(2) 배선의 설치 상태	① 전선 피복의 손상, 접속부의 풀림, 전선의 절연열화가 없을 것 ② 전선의 접속 상태 및 보호 상태에 이상이 없을 것 ③ 배전반, 조작반, 제어반, 배선 접속 설비 내의 전선은 정렬된 상태로 설치돼야 하며, 회로를 구분할 수 있도록 꼬리표 또는 표시되어 있을 것 ④ 무대기계 제어의 안전성을 위해 제어선과 전원선이 분리돼 있을 것 ⑤ 방화막의 비상 작동에 필요한 동력 및 신호선은 30 분 이상 내화 성능을 갖출 것

1) 의의

전선은 도체에 절연 피복을 덧붙인 것으로 케이블에 비해 외부 손상에 취약하므로 외부 표면을 구성하는 절연 피복의 손상이 없는지 주의 깊게 검사한다.

2) 검사 기준

① 전선 외관 상태 : 외부로 노출된 전선의 피복 손상, 절연 열화가 없는지 육안으로 확인한다.

② 전선 접속 및 보호 상태 : 전선 연결부가 단자 내부 등에 견고히 고정돼 있는지 육안으로 확인하고, 접촉에 의한 감전의 우려가 있는 부분은 덮개로 보호한다.

③ 전선 정렬 상태 : 전선은 확인과 점검이 수월하도록 회로를 구분할 수 있는 꼬리표 또는 표시가 돼 있고, 꼬임이 발생하지 않도록 정렬돼 있는지 검사한다.

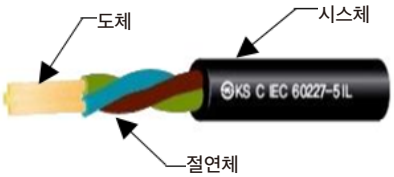
④ 전원선 및 제어선 분리 : 무대기계의 안정적인 제어를 위해 제어선과 전원선은 분리되어 전원선의 전류가 제어선에 오작동을 일으키지 않도록 설치돼야 한다.

⑤ 방화막 비상 작동 동력선 및 신호선 : 방화막의 비상 작동을 위해 방화막의 동력선과 신호선은 30 분 이상 화재에도 기능을 유지할 수 있는 성능을 갖추고 있어야 한다.

구분	검사 항목	검사 기준
배선 및 배관	(3) 케이블의 설치 상태	① 그리드에서 조명기구로 유입되는 동력 케이블은 절연애자에 고정돼 있을 것 ② 단자함으로 유입하는 케이블은 전기 및 기계적으로 견고히 접속돼 있을 것 ③ 케이블을 적재하거나 고정하는 부분에서 케이블의 손상이 없으며, 케이블에 장력이 작용하지 않을 것

1) 의의

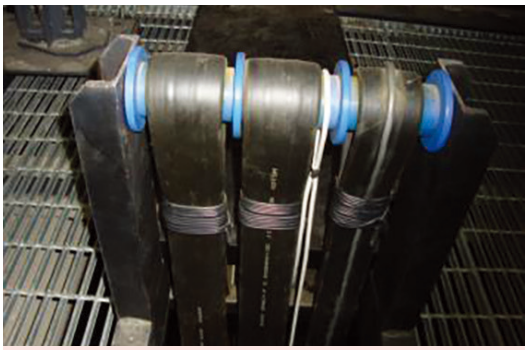
케이블은 절연 피복한 심선에 외부 보호 피복(외장 또는 시스라 한다)을 씌운 것으로, 공연장에서는 상부 그리드에서 무대 공간으로 유입되는 동력 케이블에 널리 사용된다. 상부 그리드에서 무대 공간으로 케이블을 내리는 경우 케이블이 상부 그리드에 설치하는 절연애자를 경유토록 하여 케이블이 꺾이는 부분의 피복 손상을 방지하고 절연 상태를 유지해 준다. 케이블을 절연애자에 고정하는 경우 바인드선은 10회 이상 감아 견고히 고정한다. 바인드 선은 비자성 금속선을 사용해 케이블 전류에 자화되지 않도록 한다.



케이블의 구조

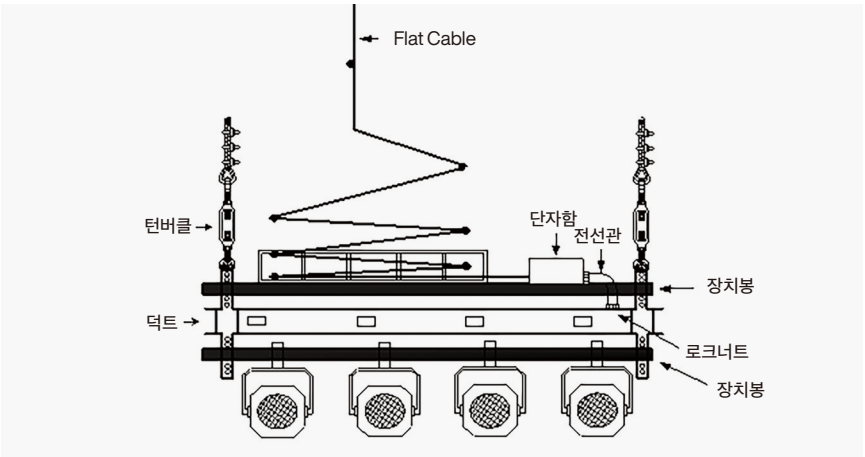
2) 검사 기준

① 절연애자 설치 상태 : 그리드에서 조명기로 유입되는 동력 케이블이 절연애자에 바인드선으로 견고히 고정돼 있는지 육안으로 확인한다.



절연애자 설치사진

② 케이블 접속 상태 : 단자함으로 유입하는 케이블의 표면 손상이나 경화가 없는지 확인하고 케이블의 고정 상태가 견고한지 육안으로 검사한다.



조명시설에 설치 케이블 예시

③ 케이블 적재 및 고정 상태 : 무대상부공간(fly tower or over stage)을 통해 장치봉, 조명봉, 음향 반사판 등의 무대시설로 유입되는 케이블이 원활하게 적재되고, 고정부나 꺾이는 부분의 손상이 없으며, 케이블이 완전히 펴졌을 때 장력으로 인한 케이블 손상 우려가 없는지 확인한다.

2.26. 리밋 스위치

구분	검사 항목	검사 기준
리밋 스위치	(1) 리밋 스위치의 설치 상태	① 리밋 스위치의 오작동 발생에 대비해 최종 리밋 스위치가 함께 설치돼 있을 것 ② 리밋 스위치 레버의 손상이 없으며, 철사 등으로 개조돼 있지 않을 것 ③ 제어선은 외부 요인에 의해 손상되지 않도록 전선관으로 보호돼 있을 것 ④ 동력선과 제어선에 흐르는 전류의 전압차에 의한 상호 유도장해가 발생하지 않을 것 ⑤ 리밋 스위치의 고정볼트와 너트가 풀림이 발생하지 않을 것 ⑥ 리밋 스위치의 고정은 견고하고 변형 및 손상이 없을 것

1) 의의

리밋 스위치는 윈치 방식의 무대시설에 주로 적용하는 캠 방식과 평형추 방식, 또는 하부 무대시설에서 주로 사용하는 레버식이 있다. 캠 방식은 드럼 축에 연결된 체인이 회전하며 스위치를 작동시키고, 레버 방식은 평형추 틀이나 하부 무대 프레임에 설치된 스트라이커가 리밋 스위치의 레버를 밀면서 작동하는 방식이다. 리밋 스위치는 무대시설의 정지, 속도의 가·감속을 담당하고 있어 리밋 스위치의 오작동은 안전사고와 직결되므로 세심한 주의가 요구된다.

2) 검사 기준

① 최종 리미트 설치 상태 확인 : 리밋 스위치는 상한과 하한의 접지 위치를 결정하는 스위치에 각각 최종 리밋 스위치를 추가해 상·하한 리밋 스위치의 미작동에 대비한다. 상·하한 리밋 스위치에 추가로 최종 리밋 스위치가 설치돼 있는지 육안으로 확인한다. 레버형 리밋 스위치의 경우 최종 리밋 스위치와 감속용 리밋 스위치를 혼동하지 않도록 주의한다.

② 리밋 스위치 외관 확인 : 레버형 리밋 스위치는 스트라이커와 기계적 접촉을 반복하므로 손상이 발생하기 쉽다. 리밋 스위치 레버의 변형이나 손상이 없는지 육안으로 확인한다.

③ 리밋 스위치 고정 확인 : 리밋 스위치가 견고히 고정돼 있는지 육안으로 검사하고 체결된 볼트와 너트를 손으로 돌려 풀림이 없는지 확인한다.

④ 전선과 보호 및 유도장애 방지 : 리밋 스위치에서 나오는 제어선은 외부 환경에 의해 손상이 발생하지 않도록 전선관으로 보호돼 있는지 확인한다. 또한, 리밋 스위치에서 발생하는 신호는 미세 전류이기 때문에 상대적으로 전류가 큰 동력선에 의해 유도 장애가 발생하지 않도록 리밋 스위치 배선은 동력선과 충분히 떨어져 설치돼 있는지 확인한다. (이격 거리는 일반적으로 0.3 m 이상을 권장한다.)

2.27. 기타

구분	검사 항목	검사 기준
기타	(1) 무대시설의 표시	① 상부 그리드 프레임, 평형추, 가이드 레일 등에 무대시설을 쉽게 식별할 수 있도록 명칭이 표시돼 있을 것
	(2) 기타 부속장치의 설치 및 외관 상태	① 기타 부속장치의 설치 상태가 견고할 것 ② 기타 부속장치에 휨, 균열, 변형, 산화, 부식 등의 결함이 없을 것

1) 의의

상부 그리드에는 장치봉, 조명봉 등 동일한 공간에 유사한 구동 시설이 다수 설치되어 있다. 따라서 무대시설의 조작과 점검 등의 작업에서 혼동이 발생하지 않도록 해당 무대시설의 명칭이 표시돼 있어야 한다.

2) 검사 기준

상부 그리드 프레임, 평형추, 가이드 레일 등에 무대시설 명칭이 쉽게 식별할 수 있도록 표시돼 있는지 확인한다. 무대시설 명칭은 조작반의 명칭과 일치해야 하며 쉽게 지워지지 않도록 표시한다.

제3장

공연장 무대시설 정기 안전검사 요령 (운전검사)

3장 공연장 무대시설 정기 안전검사 요령
(운전검사)

3.1. 막 구조물

구분	검사 항목	검사 기준
막 구조물	(1) 이동 시 간섭 및 작동 상태	① 막 구조물의 이동 시 주변의 무대시설이나 구조물과 간섭이 없을 것

1) 의의

막 구조물(장치봉, 조명봉, 음향반사판 등 무대 상부 공간에 설치되는 무대시설)이 승강 할 때 흔들리거나 인접한 시설물과 간섭하면 원래 의도한 막 구조물의 이동 속도와 위치를 제어할 수 없을 뿐 아니라 시설물의 손상, 추락 등 안전사고로 이어질 수 있다. 막 구조물의 흔들림이나 간섭은 와이어로프 장력 불균형이나 이동 시 간섭, 막 구조물 사이의 간격 부족 등 여러 가지 원인에 의해 발생한다.

2) 검사 기준

막 구조물이 상승 또는 하강 시 인접 무대시설 또는 주변 구조물과 간섭이 발생하는지 육안으로 확인한다.

3) 검사 참고 사항

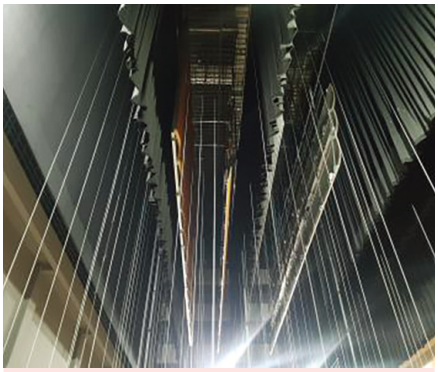
공연장에서 빈번히 발생하는 막 구조물과 인접 시설물의 간섭 사례는 아래와 같다. 이와 같은 간섭 발생 여부를 검사 시 면밀히 확인해야 한다.

① 음향반사판 운전 시 천장 음향반사판 및 측면 음향반사판 간섭
   ☞ 간섭이 확인되는 경우, 운전검사 시 구동 순서에 유의
   (ex) 천장 음향반사판 하강 → 측면 음향반사판 하강)

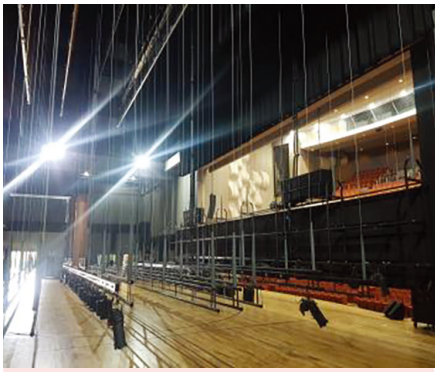
② 장치봉 승·하강 시, 봉에 매달린 조명 케이블, 무대 세트, 주변 구조물(갤러리, 무대바닥 등)에 고정 여부

③ 막 구조물에 설치된 조명기 각도에 따른 주변 구조물과의 간섭(특히 커튼)

④ 끌막 승·하강 및 좌·우 구동 시 간섭



막 구조물 간섭 상태 검사 예시(1)



막 구조물 간섭 상태 검사 예시(2)

3.2. 평형추 및 가이드 레일

구분	검사 항목	검사 기준
평형추 및 가이드 레일	(1) 평형추의 운전 상태	① 평형추 틀을 포함한 평형추의 무게는 막 구조물의 무게와 균형을 이룰 것(장치봉 등 무게를 가변적으로 사용하는 무대시설은 무관함) ② 평형추가 승강할 때 평형추의 흔들림이 없으며, 주변 구조물 등과 간섭이 없을 것 ③ 평형추가 승강할 때 가이드 레일의 접합부에서 평형추의 흔들림이 없을 것
	(2) 가이드 슈의 운동 상태	① 가이드 슈는 상승 및 하강하는 동안에 흔들림이나 이탈이 없을 것
	(3) 가이드 롤러 회전 상태	① 롤러의 회전 상태는 원활해야 하며, 흔들림이 없을 것
	(4) 가이드 레일의 고정 상태	① 평형추가 승강할 때 가이드 레일이 흔들리지 않을 것

1) 의의

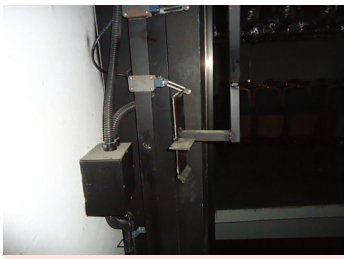
평형추는 막 구조물의 무게와 균형을 이뤄 구동부의 동력 부하를 줄이기 위해 가이드 레일을 따라 막 구조물과 반대 방향으로 승강한다. 무대시설 구동 시 평형추가 흔들릴 경우 평형추 손상, 구동 소음 및 진동 증가, 막 구조물의 흔들림 등이 발생할 수 있으므로 이를 방지 하기 위한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

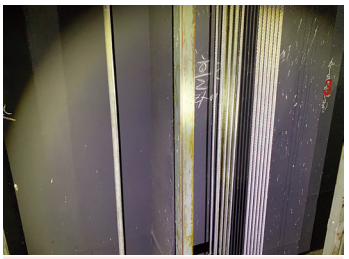
무대시설 구동 시 평형추의 설치 상태 (평형추의 운전 상태), 가이드 슈 흔들림 및 이탈 발생 여부 확인(가이드 슈의 운동 상태), 가이드 롤러 흔들림 발생 여부(가이드 롤러 회전 상태), 가이드 레일 고정점 간격 미 일정 및 용접부 불량에 따른 흔들림 발생(가이드 레일의 고정 상태)에 대해 청각 및 육안으로 확인한다.



평형추 운전 상태 검사 예시



가이드 슈 운동 상태 검사 예시



가이드 레일의 고정 상태 검사 예시

3.3. 활차

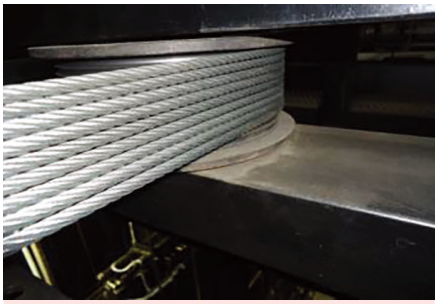
구분	검사 항목	검사 기준
활차	(1) 베어링의 운동 상태	① 활차가 회전할 때 활차의 베어링에 이상 소음이 없을 것
	(2) 지지 프레임 및 주변 구조물의 간섭 상태	① 활차가 회전할 때 활차와 활차 지지 프레임 사이의 간섭이 없을 것 ② 활차가 회전할 때 다른 구조물과 간섭이 없을 것
	(3) 와이어로프 이탈 방지 장치의 회전 상태	① 와이어로프 이탈 방지 장치의 회전은 원활하며, 와이어로프의 마모를 발생시키지 않을 것

1) 의의

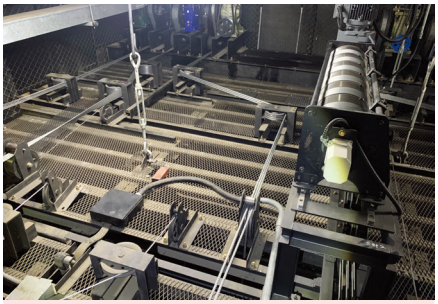
활차는 구동부와 무대시설 구조물을 연결하는 와이어로프의 이송 및 방향을 변경한다. 무대시설 구동 시 활차 요소 부품(베어링, 지지 프레임, 이탈 방지 장치)들의 윤활, 간섭, 회전 상태가 미흡할 시 이상 소음 및 진동이 발생할 수 있으므로 이를 방지하기 위한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

무대시설 구동 시 와이어로프가 이송됨에 따라 활차 회전 시 활차 베어링 이상 소음 발생 확인 (베어링의 운동 상태), 인접 구조물 관의 간섭 확인(지지 프레임 및 주변 구조물의 간섭 상태), 이탈 방지 장치 회전 상태 및 이탈 방지 장치에 의한 와이어로프 마모 발생 확인(와이어로프 이탈 방지 장치의 회전 상태)을 위해 육안으로 확인한다.



지지 프레임 및 주변 구조물의 간섭 상태 검사 예시



와이어로프 이탈 방지 장치의 회전 상태 검사 예시

3.4. 드럼

구분	검사 항목	검사 기준
드럼	(1) 구조물의 간섭 상태	① 드럼이 회전할 때 주변 구조물과 간섭이 발생하지 않을 것
	(2) 드럼 축 및 지지 베어링의 회전 상태	① 드럼 축 및 지지 베어링은 회전이 원활해야 하며 이상 소음이 없을 것 ② 드럼이 드럼 축 방향으로 움직이지 않을 것
	(3) 와이어로프의 감김 상태	① 디스크 드럼(하나의 드럼 홈에 하나의 와이어로프가 적층되어 감기는 드럼)에 와이어로프가 감길 때 드럼 홈과 와이어로프 사이의 간섭이 없을 것 ② 스크루 드럼(드럼의 나선형 홈을 따라 와이어로프가 감기는 드럼)에 와이어로프가 감길 때 홈의 경로를 따라서 감기고, 겹쳐 감기거나 드럼 홈 사이 산과 간섭되지 않을 것

1) 의의

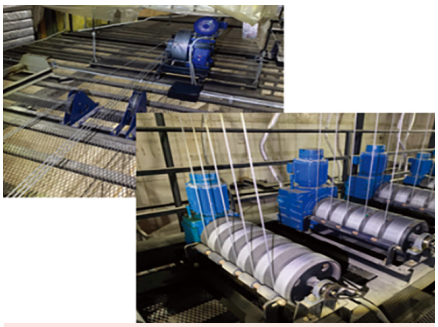
무대시설의 전동기 구동 시 동력은 감속기를 거쳐 드럼으로 전달되며, 감속기의 출력축이 곧 드럼의 회전축이 된다. 드럼 회전 시 구조물과 간섭이 발생할 경우, 구동부 부하 증가, 간섭 소음, 드럼 축 비 정렬, 드럼 작용 하중 불균형으로 인한 축 회전상태 불량 등이 발생할 수 있다. 또한 드럼에 감긴 와이어로프가 겹쳐 감김이나 꼬임 등이 발생할 수 있으므로 이를 방지하기 위한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

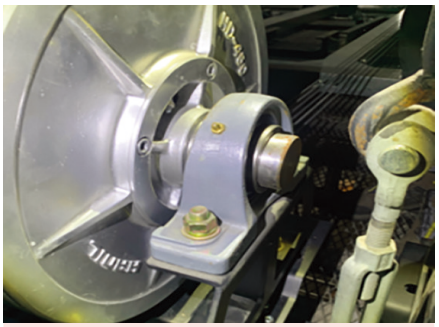
무대시설 구동 시 주변 구조물과의 간섭 확인(구조물의 간섭 상태), 드럼 회전상태, 이상 소음 발생 여부, 드럼 축 밀림 흔적 확인(드럼 축 및 지지 베어링의 회전상태), 디스크 드럼에서 와이어로프 꼬임, 드럼 및 와이어로프 사이 간섭으로 인한 드럼 홈 손상 및 주변 이물질(드럼 홈 마모로 인한 가루) 발생, 스크루 드럼에서 와이어로프 이탈 및 겹침(와이어로프의 감김 상태)을 육안으로 확인한다.

3) 검사 참고 사항

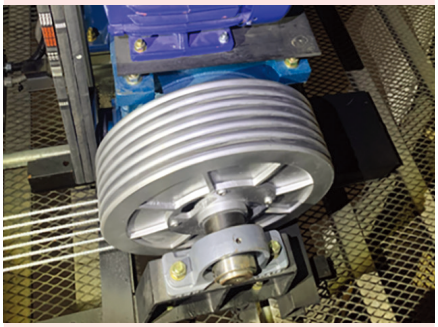
드럼은 크게 두 가지 타입(디스크 드럼 및 스크루 드럼)으로 나뉘는데 디스크 드럼은 홈마다 하나의 와이어로프가 층층이 쌓여 감기는데 이때 드럼 홈과 와이어로프 간 간섭이 발생하는지 검사한다. 또한, 와이어로프 인입각도 과대로 드럼 홈과 와이어로프 간 간섭이 발생하면 드럼 홈 마모가 발생한다. 스크루 드럼은 나선형 홈을 따라 와이어로프가 감기는 형태이며 홈의 경로를 따라 와이어로프가 정상적으로 감기는지 면밀히 검사한다.



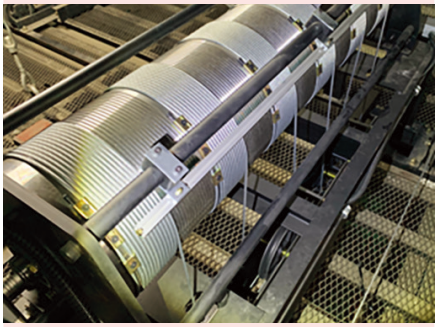
구조물 간섭 상태 검사 예시(1)



드럼 축 및 지지 베어링의 회전 상태 검사 예시(2)



와이어로프의 감김 상태 검사 예시 (디스크 드럼)



와이어로프의 감김 상태 검사 예시 (스크루 드럼)

3.5. 와이어로프 및 섬유로프

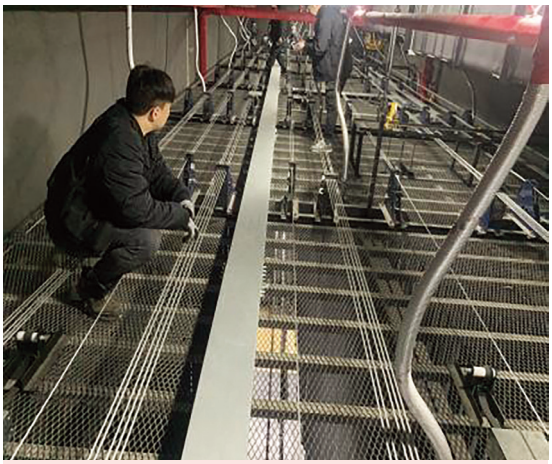
구분	검사 항목	검사 기준
와이어로프 및 섬유로프	(1) 주변 구조물의 간섭 상태	① 로프 이송 시에 주변 구조물과 간섭이 없을 것
	(2) 로프의 유입 상태	① 로프가 이송 경로를 따라 드럼과 활차로 유입할 때 교차하거나 겹치지 않을 것

1) 의의

다수의 와이어로프는 구동부의 드럼 및 활차를 통해 이송되므로 인접한 와이어로프가 교차 되거나 겹치게 되면 마모 등의 손상이 발생할 수 있으므로 이를 방지하기 위한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

무대시설 구동 시 이송되는 와이어로프와 주변 구조물(주로 금속덕트, 공조덕트, 그리드 구조물 프레임 등)과의 간섭 상태 확인(주변 구조물과의 간섭 상태), 드럼 및 활차로 와이어로프 이송 시 와이어로프의 교차 또는 겹침으로 인한 이상 소음 등(로프의 유입 상태)을 육안으로 확인한다.



와이어로프 간섭 및 유입 검사 예시

3.6. 체인

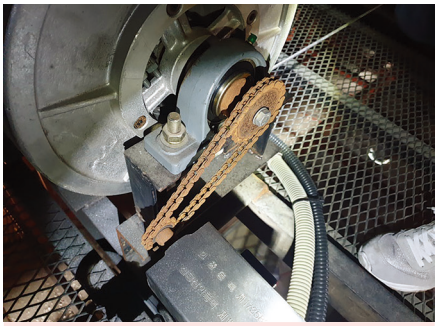
구분	검사 항목	검사 기준
체인	(1) 체인의 회전상태	① 체인이 회전할 때 주변 구조물과 간섭이 없을 것 ② 체인의 회전은 스프로킷의 회전에 따라서 원활히 회전되며, 스프로킷에서 이탈되지 않는 구조일 것 ③ 체인은 장력의 느슨함이 없는 상태에서 회전운동을 정확하게 전달하고 있을 것

1) 의의

공연장에서 사용하는 체인은 리밋 스위치 작동을 위한 중요 부품이다. 체인의 회전 상태에 따라 리밋 스위치 및 구동부의 동력 전달에 영향을 미치므로 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

무대시설 구동 시 주변 구조물과의 간섭 확인, 스프로킷 회전에 따른 장력의 느슨함 없이 원활한 회전 및 이탈 상태를 육안으로 확인한다.



체인의 회전상태 검사 예시 1
(미흡, 체인 및 스프로킷 산화)



체인의 회전상태 검사 예시 2
(미흡, 장력 느슨)

3.7. 전동기

구분	검사 항목	검사 기준
전동기	(1) 구동 시 부하 상태	① 전동기의 부하전류 측정값은 정격전류의 100 % 이하일 것
	(2) 전동기의 작동 상태	① 전동기의 회전 작동이 원활하며, 작동하는 동안 이상 소음, 이상 진동, 심한 발열이 없을 것

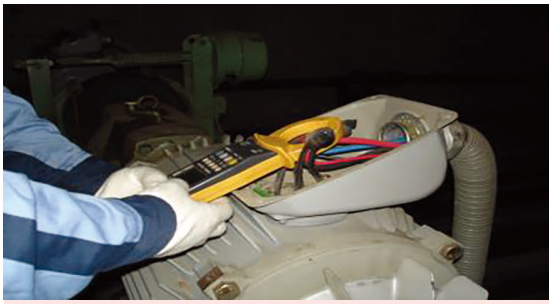
1) 의의

전동기는 무대시설 구동의 핵심인 부품으로, 무대시설 조작 시 전동기 작동 상태를 면밀히 확인한다. 전동기의 작동 시 부하 전류, 소음, 진동에 관한 측정검사 후 전동기 상태 확인에 관한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

무대시설 구동 시 전동기 전륫값이 정격전류(정격전류 값의 경우 검사 전동기 명판 확인)를 초과하면 전동기가 손상(전동기 내부 및 동력 배선 등)될 수 있다. 따라서 전동기 부하 전류(구동 시 부하 상태)와 전동기 전기적·기계적 결함을 확인해야 한다. 이를 위해 회전 시 이상 소음, 진동, 발열 여부(전동기의 작동 상태) 등을 아래의 장비를 이용해 물리량을 계측해 확인한다.

① 전동기 전류 측정 : 전동기 단자함을 열어 전류계(ex) 클램프미터)를 동력선 중 하나에 물려 전동기를 구동시킨 후 값을 확인한다.



클램프미터를 통한 전동기 부하전류 측정 사진

② 전동기 소음 측정 : 소음측정 장치(ex) 소음계)를 아래의 표 내용을 토대로 설치하고 측정해 기준값 이하인지 확인하거나 청각을 통해 과도한 소음이 있는지 확인한다.



소음계를 통한 전동기 소음 측정 사진

구분	상세 설명	비고
주파수 보정	A 특성	-
설치 높이	1 m	소음측정 장치는 전동기와 동일한 높이를 가지고 전동기를 향하도록 함
전동기 소음 기준	전동기 용량(kW)	소음도 기준값(dB(A))
	3.7 이하	75
	3.7 초과 7.5 이하	80
	7.5 초과 15 이하	85
	15 초과	90

③ 전동기 진동 측정 : 모터의 고정된 부분(ex) 하우징, 구동부 프레임 등)에 진동 측정 장치(ex) 진동계)를 설치해 KS B ISO 20816-1 표 C.1 기준(비회전부에 대한 영역 A/B, B/C, C/D 경계의 전형적인 범위)에 따라 전동기 발생 진동을 평가하거나 육안으로 구동부 진동상태를 확인한다.


진동계를 통한 전동기 진동 검사 측정 사진

④ 전동기 발열 확인 : 전동기를 구동시킨 후 열화상 카메라를 이용해 전동기 발열 분포를 확인하거나 검사자 손을 활용해 과도한 열이 발생하는지 검사한다.

3) 검사 참고 사항

무대시설 운전검사 시 이상 소음 및 진동, 발열이 확인될 시 아래 원인에 관한 확인이 먼저 필요하다.

① 구동부 풀리 비 정렬에 따른 V-Belt 편심 구동으로 인한 이상 진동
② 구동부 각 축 틀어짐으로 인한 이상 진동, 소음 및 발열
③ 전동기 설치 미흡(전동기 베이스 체결 상태 미흡 등)으로 인한 이상 진동 발생

3.8. 감속기

구분	검사 항목	검사 기준
감속기	(1) 감속기의 작동 상태	① 감속기의 회전 작동이 원활하며, 작동하는 동안 이상 소음, 이상 진동, 심한 발열이 없을 것

1) 의의

공연장 구동부에서 사용하는 감속기는 연결된 전동기로부터 고속·저토크의 회전력을 내부 기어를 통해 감속시켜, 저속·고토크의 형태로 변화해 출력하는 부품이다. 감속기 구동이 원활하지 않을 시 전동기 부하 증가, 이상 소음 및 진동 등과 같은 연결 부품들의 문제가 발생할 수 있으므로 이를 방지하기 위한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

무대시설 구동 시 감속기 회전이 원활하지 않을 시 이상 소음 및 진동, 발열 등이 발생할 수 있다. 따라서 전동기와 같은 계측 장비(ex) 소음계, 진동계)를 통해 이상 소음 및 진동을 검사하고, 열화상 카메라 또는 검사자 손을 통해 발열 상태를 확인하는 것이 필요하다.

3) 검사 참고 사항

무대시설 운전검사 시 감속기에서 발생하는 주요 문제는 아래의 내용과 같다. 운전검사 간 이상 소음 및 진동, 발열, 회전 속도 불균형이 발생할 시 아래 원인에 관한 확인이 필요하다.

① 감속기 축 틀어짐으로 인한 회전 1주기 이상 소음 및 진동
② 감속기 회전축 베어링에서의 이상 소음
③ 감속기 내부 기어 마찰로 인한 발열(감속기 오일 없을 시 주로 발생)
④ 감속기 내부 기어 손상에 따른 회전 속도 불균형

3.9. 제동장치

구분	검사 항목	검사 기준
제동장치	(1) 제동장치의 작동 상태	① 제동장치는 정확하게 작동돼야 하며, 작동 이후에 무대기계·기구가 정지 상태를 유지하고 있을 것 ② 전동기 회전 중에 제동장치 부분의 간섭이 발생하지 않을 것 ③ 제동장치가 작동할 때 슬립이나 이중 작동 등 이상 작동이 없을 것 ④ 제동장치가 작동할 때 이상 소음, 이상 진동, 심한 발열이 없을 것

1) 의의

제동장치(브레이크)는 구동부에 설치되어 무대기구를 정지키거나 정지 위치를 유지해 주는 역할을 하는 부품으로, 이상이 있을 시 무대시설 추락과 같은 심각한 사고와 직결될 수 있으므로 이를 방지하기 위한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

무대시설 구동 시 제동장치 미작동, 회전축과 브레이크 패드 간격이 불규칙함에 따른 주기적인 이상 소음 및 진동, 브레이크 출력 부족에 따른 슬립 등이 발생할 수 있으므로 검사자의 청각 및 시각을 활용해 브레이크 작동 상태를 검사한다.

3.10. 무대바닥 및 프레임

구분	검사 항목	검사 기준
무대바닥 및 프레임	(1) 무대바닥 및 프레임의 간섭 상태	① 하부 무대시설이 움직이는 동안 무대바닥 사이의 간섭이 없을 것 ② 하부 무대시설이 움직이는 동안 프레임과 다른 구조물 사이의 간섭이 없을 것 ③ 하부 무대시설이 움직이는 동안 수평, 수직 상태가 유지되고 있을 것. 단, 사용 목적상 수평, 수직을 유지하지 않는 시설은 제외(경사무대 등)
	(2) 하부 무대시설의 작동 상태	① 하부 무대시설이 움직이는 동안 이상 소음, 이상 진동이 없을 것

1) 의의

주로 목재로 제작되는 무대바닥에는 사람 또는 장치 등이 있으므로, 무대바닥의 수평 및 수직을 유지하지 않을 경우 안전사고가 발생하므로 이에 대한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

하부 무대시설 작동 시 무대바닥 사이, 프레임과 다른 구조 프레임에 간섭, 무대바닥의 수평 및 수직 상태 유지 확인(무대 바닥 및 프레임의 간섭 상태), 하부 무대시설 작동 시 이상 소음을 동반한 진동 발생 여부 확인(하부 무대시설의 작동 상태)에 대해 장비(ex) 레이저 수평계) 및 육안으로 확인한다.



무대바닥 및 프레임의 간섭 상태 검사 예시



하부 무대시설 작동 상태 검사 예시

3.11. 유압시스템

구분	검사 항목	검사 기준
유압시스템	(1) 유압 실린더의 작동 상태	① 실린더의 작동은 원활하며, 실린더로 유입되는 유압 배관 및 접속부에서 누유가 발생하지 않을 것
	(2) 압력 게이지의 작동 상태	① 압력 게이지는 정확한 압력 값을 지시하고 있을 것
	(3) 밸브 작동의 정확성	① 각 밸브의 작동이 정확할 것

1) 의의

유압시스템은 주로 하부 무대시설의 구동장치 중 하나로 유압 작동유(Hydraulic oil)의 압출력을 이용해 큰 하중을 이동시킨다. 따라서 누유·압력 이상·밸브 오작동 시 심각한 안전사고가 발생하므로 이에 대한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

하부 무대시설 작동 시 유압시스템 배관, 연결부, 펌프, 실린더 주변 유압 작동유 누유, 유압 실린더 기계적 걸림 발생 시 압력 손실, 화재 발생, 하부 무대시설 오작동에 따른 유압 실린더 동작 상태 확인(유압 실린더의 작동 상태), 압력 게이지 오작동 시 유압 시스템 내 고압 또는 저압에 따른 압력 게이지 지시 상태 정확성 확인(압력 게이지 작동 상태), 유압 시스템 내 제어 밸브 작동 불량 시 이에 따른 내부 압력 변화로 인한 하부 무대시설 오작동에 따른 밸브 작동 상태 검사(밸브 작동의 정확성)를 육안으로 확인한다.



유압시스템 검사 예시

3.12. 동력전달장치

구분	검사 항목	검사 기준
동력전달장치 (스크루 축, 랙 및 피니언 등)	(1) 랙 및 피니언의 치면 물림 상태	① 무대기계·기구가 움직이는 동안 랙과 피니언의 치면 물림 상태는 일정해야 하며, 과도한 백래시가 없을 것
	(2) 팬터그래프의 작동 상태	① 팬터그래프에 설치된 가이드 롤러는 가이드 레일과 전체적으로 접촉한 상태로 작동할 것
	(3) 동력전달장치의 작동 상태	① 무대기계·기구가 움직이는 동안 스크루 축, 랙과 피니언, 팬터그래프 등 동력전달장치에서 이상 소음, 과도한 흔들림이 없을 것

1) 의의

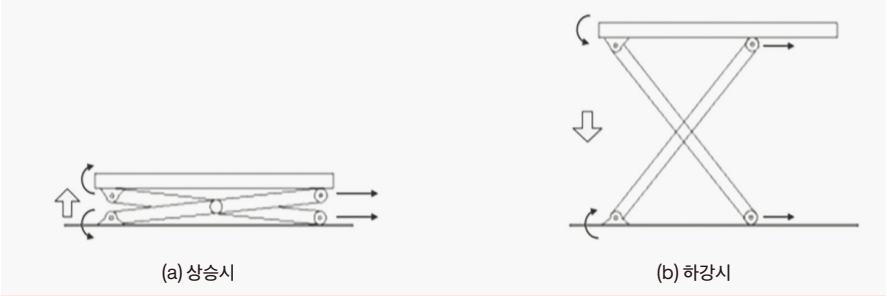
하부 무대시설에서 사용하는 동력전달장치는 스크루 축, 랙·피니언, 팬터그래프 등과 같이 무대기구의 움직임을 전달하는 장치이다. 동력전달장치는 하중을 지지하거나 이동시키는 과정에서 기어 치면 마모, 가이드 이탈 등의 안전사고가 발생할 수 있으므로 이에 대한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

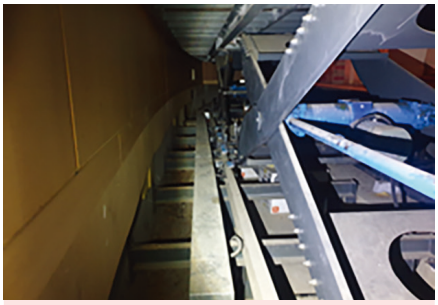
랙 및 피니언의 치면이 마모되거나 맞물림 불량 시 구동 중 미끄러짐이나 충격이 발생하므로 치면 상태 및 물림 상태를 확인(랙 및 피니언의 치면 물림 상태)한다. 팬터그래프가 가이드 레일에서 이탈하거나 걸리면 무대바닥 불균형과 비정상적 움직임이 발생하므로 가이드 접촉 상태를 통해 팬터그래프 구동이 원활한지 확인(팬터그래프의 작동 상태)한다. 동력전달장치 작동 시 이상 소음 및 진동이 발생해 기구 오작동이 발생하거나 심할 경우 시설이 파손될 수 있으므로 하부 무대시설 구동 중 동력전달장치 이상 여부(동력전달장치의 작동 상태)를 육안으로 확인한다.

3) 검사 참고 사항

하부 무대시설 중 팬터그래프 승강무대는 X자 모양의 구조물이 양쪽에서 동일하게 움직여야 한다. 만약 양쪽 움직임이 맞지 않으면, 가이드 롤러와 레일 접촉 상태가 좋지 않거나 유격이 생겨 비정상적인 움직임이 발생한다. 따라서, 아래의 그림과 같이 팬터그래프 상승 또는 하강 시 가이드 롤러와 레일 접촉 상태와 함께 X자 모양 구조물의 움직임을 통해 구동의 원활함을 확인해야 한다.



팬터그래프 승강무대 상승 및 하강 메커니즘



팬터그래프의 작동 상태 검사 예시



동력전달장치의 작동 상태 검사 예시

3.13. 기어박스

구분	검사 항목	검사 기준
기어박스	(1) 기어박스의 작동 상태	① 무대기계·기구가 움직이는 동안 기어박스에서 이상 소음, 이상 진동, 심한 발열이 없을 것

1) 의의

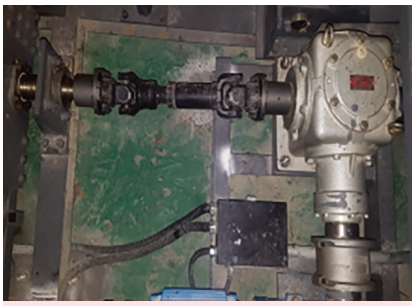
하부 무대시설에서 사용하는 기어박스는 내부 기어를 이용해 회전 속도와 방향을 변화시키는 장치이다. 하부 무대시설 작동 시 기어박스 설치 상태 불량, 내부 기어 윤활 부족, 기어 치면 마모 등에 따른 이상 소음, 진동, 발열 등의 문제는 안전사고를 일으키므로 이에 대한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

기어박스는 내부 기어 마모 및 맞물림 불량, 윤활 부족 등으로 이상 소음, 진동, 발열이 발생할 수 있으므로 먼저 하부 무대시설 작동 시 오감으로 장치 상태를 확인한다. 정밀한 확인이 필요할 경우 전동기 운전검사와 동일하게 이상 소음, 진동, 발열에 대해 계측기 측정 결괏값을 통해 확인한다.



기어박스의 작동 상태 검사 예시(1)



기어박스의 작동 상태 검사 예시(2)

3.14. 축 및 커플링

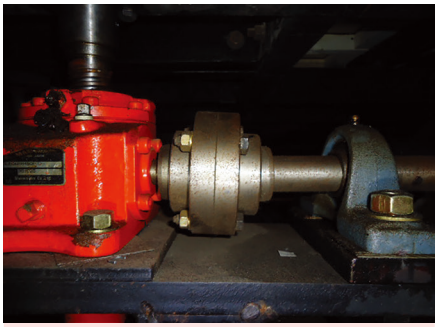
구분	검사 항목	검사 기준
축 및 커플링	(1) 축 및 커플링 회전 상태	① 회전할 때 과도한 편심이 없을 것 ② 회전할 때 이상 소음, 이상 진동이 없을 것

1) 의의

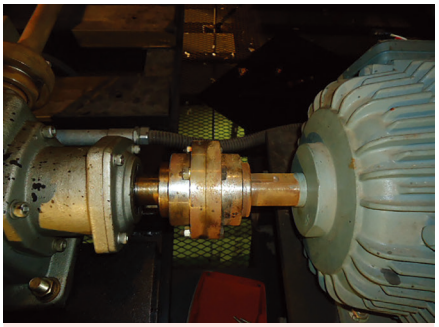
하부 무대시설에서 축 및 커플링은 회전체의 동력을 전달하는 역할을 하는 부품으로 축이 휘거나 커플링에 이상이 있을 시 회전 불균형, 과도한 편심, 이상 소음 및 진동이 발생해 하부 무대시설 전체의 안전성을 저하하므로 이에 대한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

축과 커플링이 회전할 때 각 축의 중심선과 실제 회전 궤적이 일치하지 않을 시 회전축이 흔들리며 도는 편심 현상으로 동력 전달이 불안정해지고 인접 베어링과 기어 등 주변 부품에 과부하가 걸려 파손 등이 발생할 수 있다. 따라서 회전 시 축 및 커플링의 중심선 유지 확인, 회전 과정에서 정렬 불량, 축의 휨, 커플링 균열 등 축 및 커플링의 구조적 결함에 따른 비정상적인 소음 및 진동에 대해 시각 및 청각을 통한 확인이 필요하다.



축 및 커플링 회전 상태 검사 예시(1)



축 및 커플링 회전 상태 검사 예시(2)

3.15. 배전반 및 제어반

구분	검사 항목	검사 기준
배전반 및 제어반	(1) 전장품의 작동 상태	① 전장품의 오작동 또는 기능 이상이 없을 것

1) 의의

공연장 배전반 및 제어반은 상부 및 하부 무대시설을 작동하기 위한 전원 공급 및 공급된 전원을 제어해 무대시설을 동작(가속, 감속, 정지 등) 하기 위해 구성된 전장 부품들(배선용 차단기(MCCB), 전자 접촉기(MC), 과전류 계전기(EOCR), 릴레이(Relay) 등)을 조합한 함(Box) 형태로 구성한 것이다. 무대시설 작동 시 전장부품의 오작동 또는 부품 기능상 문제가 발생해 실제 공연 중 의도치 않는 상황이 발생할 수 있으므로 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

공연장 배전반 및 제어반은 무대기계 구동 시 배전반 및 제어반 부품의 오작동 또는 기능 이상(전자 접촉기(MC) 미작동, 릴레이 미작동에 따른 무대시설 조작 불가 등)시 실제 공연 중 안전사고가 발생하므로 배전반 및 제어반 요소 부품을 육안으로 확인하고, 측정 검사를 통해 실제 동작에 이상이 없는지 검사한다.

3) 검사 참고 사항

배전반 및 제어반은 검사 간 감전 및 누전 발생에 대한 여부를 계측기 측정값(접지저항, 절연저항)을 통해 확인해야 한다.

3.16. 조작반

구분	검사 항목	검사 기준
조작반	(1) 작동 스위치의 작동 상태	① 작동 스위치(비상정지 스위치 포함)의 ON, OFF가 정확하게 작동할 것 ② 작동 스위치 표시등의 점멸에 이상이 없을 것

1) 의의

공연장 조작반은 무대시설을 제어(가속, 감속, 정지 등)하기 위해 여러 개의 스위치를 조합한 것으로 무대 측면 벽, 객석 후방 조정실 등에 주로 설치된다. 각 스위치(비상정지 스위치, ON, OFF) 오작동 시 공연 중 무대시설 제어가 원활하지 않고 심할 경우 비상정지 스위치 등 미작동 시 안전사고가 발생할 수 있으므로 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

무대시설 운전검사 간 조작반 오작동(ex) 무대시설 작동 시 무대시설 이름 및 작동 방향 불일치 등) 및 오기능(ex) 작동 스위치 접점 눌리지 않음 등) 시 공연 중 안전사고가 발생하므로 각 스위치의 설치 및 작동 상태(표시등 점멸 확인 등)를 육안으로 확인하고 실제 작동에 대한 검사가 필요하다.

3) 검사 참고사항

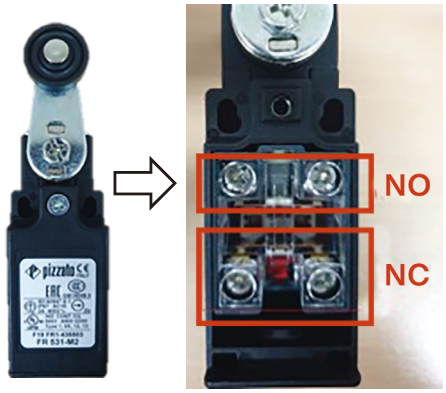
배전반 및 제어반과 동일하게 조작반 검사 간 감전이 발생하고 누전에 관한 확인이 필요할 경우 계측기를 통하여 접지저항, 절연저항 수치를 통해 감전 및 누전을 방지할 수 있다.

3.17. 리밋 스위치

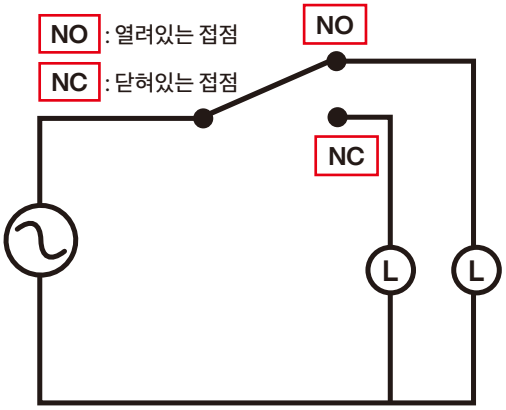
구분	검사 항목	검사 기준
리밋 스위치	(1) 리밋 스위치의 작동상태	① 리밋 스위치의 접촉이 정확하며 해당 무대기계·기구의 정지가 확실할 것

1) 의의

상부 및 하부 무대시설의 속도 및 위치를 결정하기 위해 아래의 그림과 같이 부품의 기계적 움직임에 따라 내부 접점(Nomally Open, NO) b 접점(Nomally Closed, NC)이 전환되는 부품으로, 무대시설 작동 간 해당 부품의 고장 및 오작동은 안전사고로 직결되므로 운전검사 시 면밀한 검사가 필요하다.



리밋 스위치 기계적 움직임에 따라 접점이 바뀌어
원하는 제어를 할 수 있는 스위치 역할을 함



L : 부하(교류전압으로 작동되는 전자기기
ex) 전등, 팬(Fan) etc..

리밋 스위치 작동 방식

2) 검사 기준

무대시설 운전검사 간 리밋 스위치 오작동 및 오기능(ex) 무대시설 감속 리밋 스위치 접촉 후 미감속, 무대시설 행정구간 초과 등) 발생 시 실제 공연 중 안전사고가 발생하므로 설치된 리밋 스위치의 각 역할을 육안으로 검사한다.



리밋 스위치 작동상태 검사 예시

3.18. 방화막

구분	검사 항목	검사 기준
방화막	(1) 비상 작동 상태	① 외부 전원이 차단된 상황에서도 비상 작동될 것 ② 비상 작동은 행정 거리 10 m 기준 30 초 이하로 작동이 완료될 것

방화막	(1) 비상 작동 상태	③ 비상 작동은 반복 작동이 가능하며, 작동 시 청각 및 시각적 알람 장치가 작동할 것 ④ 비상 작동이 낙하 방식일 경우 무대 면으로부터 3 m 지점에서 감속될 것(작동되는 시점부터 감속 제어가 가능한 구조면 제외) ⑤ 방화막 행정 구간의 임의 위치에서 비상 작동이 가능할 것

1) 의의

무대에서 화재 발생 시 방화막 패널을 작동시켜, 화명과 유해 가스가 무대에서 객석으로 확산하는 것을 차단하는 시스템이다. 비상 작동 기능에 문제가 생겨 방화막 시스템 미작동 시 안전사고로 이어지므로 운전검사 시 면밀한 검사가 필요하다.

2) 검사 기준

방화막 운전검사 간 비상 정지 명령에도 오작동(외부 전원 차단 후 미작동, 비상 작동 명령 시 알람 장치 미작동, 임의 행정 거리에서 미작동)될 경우 실제 공연 중 비상 상황(ex) 화재 등) 발생 시 안전사고가 발생하므로 각 기능에 대한 육안 및 계측기 측정 결괏값을 확인한다.

3) 검사 참고 사항

항목별 검사 항목은 아래의 표 내용과 같다.

구분	검사 항목	검사 기준
1	① 외부 전원이 차단된 상황에서도 비상 작동될 것	외부전원 차단 시 , 비상 작동을 위한 회로 구성(설계) 확인 점검을 위해 전원 차단 후, 비상 작동 상태 확인
2	② 비상 작동은 행정 거리 10 m 기준 30 초 이하로 작동이 완료될 것	방화막의 최대 행정 거리, 비상 작동 소요 시간 확인 (행정 거리가 10 m를 초과하는 경우 행정 거리(m) / 소요 시간(s) = 0.334 m/s 이상임을 확인)
3	③ 비상 작동은 반복 작동이 가능하며, 작동 시 청각 및 시각적 알람 장치가 작동할 것	비상 작동 시, 알람 장치(램프, 버저 등) 작동 상태 확인
4	④ 비상 작동이 낙하 방식일 경우 무대 면으로부터 3 m 지점에서 감속될 것(작동되는 시점부터 감속 제어가 가능한 구조면 제외)	비상 작동에 대한 감속 적용 구간(m) 확인 ※ 작동되는 시점부터 감속 제어가 가능한 구조면 감속 적용 제외 가능
5	⑤ 방화막 행정 구간의 임의 위치에서 비상 작동이 가능할 것	비상 작동 완료 후, 임의의 위치로 이동해 연속작동 가능 여부 확인

제4장

공연장 무대시설 정기 안전검사 요령 (구동검사)

4장 공연장 무대시설 정기 안전검사 요령
(구동검사)

정기 안전검사에서 구동검사는 각 무대시설을 차례대로 구동하면서 계측기 측정값을 통해 무대시설 사양(속도), 전동기 과전류 발생 및 절연 상태 확인, 구동 간 이상 소음 및 진동 발생을 확인하는 것에 목적이 있다. 결과 기록의 경우 아래의 표 내용에 따라 각 무대시설별로 정리해 보고서에 수록해야 한다.

상승/하강

속도 (m/min)	전동기					절연저항 (Ω)		소음* (㏈(A))		진동** (㎜/s)		비고
	출력 (kW)	전압 (V)	전동기 (RPM)	전류 (A)		기준값	측정값	기준값	측정값	기준값	측정값	
				기준값	측정값							
				이하	/	이상		이하	/	이하		

* 구동부에서 발생하는 소음은 아래 표의 기준값 이하일 것
(하부 무대시설의 경우에는 공간구성 등 측정 환경을 고려하여 평가할 것)

전동기 용량(kW)	소음도 기준값(dB(A))
3.7 이하	75
3.7 초과 7.5 이하	80
7.5 초과 15 이하	85
15 초과	90

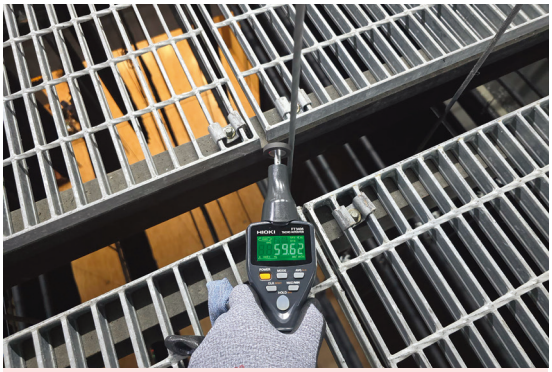
** 구동부에서 발생하는 진동은 KS B ISO 20816-1의 판정 기준을 따를 것

4.1. 속도

무대시설의 속도는 승강 및 하강 시 작업자와 관객의 안전에 직접적인 영향을 미치는 요소로, 과속이나 저속은 장비의 기능 저하뿐만 아니라 안전사고로 직결될 수 있다. 따라서 각 무대시설별 실제 구동 속도를 측정해 설계 구동 속도 값과 일치(일반적으로 각 무대시설별 무대 이력카드에 기재되어 있음)하는지 확인해야 한다.

속도 측정은 측정기(ex) 회전속도계)를 이용해 분당 이동한 거리를 미터로 표시하는 m/min 를 기준으로 하며, 와이어로프의 흔들림이 최소화되는 구간에서 측정해 정확도를 높인다.(검사자가 측정 장치를 고정해 측정에 오차가 없도록 한다.)

측정된 값은 무대시설 설계 시 산출된 이론 속도와 비교해 허용 범위를 벗어났는지 확인해야 한다. 허용 범위를 벗어난 경우, 문제 원인을 확인(ex) 감속기 불량, 마찰 증가 등)해야 한다.

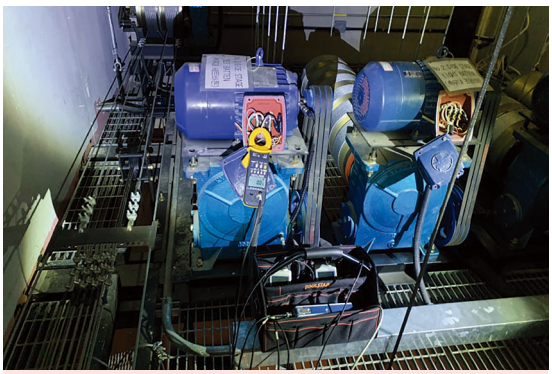


무대시설 구동검사(속도) 예시

4.2. 전류

무대시설 전동기에 과전류가 발생하면 권선 과열, 절연 열화 등의 문제가 발생해 안전사고 위험이 커진다. 따라서 구동검사 시 전동기에 인입 되는 전류를 측정해 허용 전류 범위 내에 있는지 확인해야 한다.

전류 측정은 측정기(ex) 전류계)를 통해 A(암페어)를 기준으로 하며, 클램프 미터 등을 사용해 전동기 단자함 또는 배전반에서 전류를 측정할 수 있다. 측정된 값이 허용 전류보다 높을 시 문제 원인(과부하, 절연 불량 등과 같은 전기적 결함, 베어링 손상 등과 같은 기계적 결함)을 확인해야 한다.



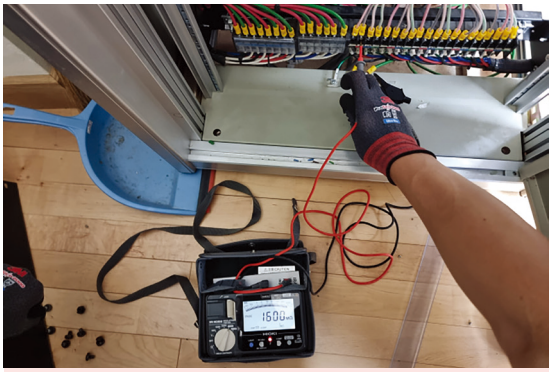
무대시설 구동검사(전류) 예시

4.3. 절연저항

무대시설 전동기 관련 회로의 절연저항이 낮으면 전류가 누설돼 차단기 또는 보호계전기가 정상적으로 작동하지 않을 위험이 있으므로 허용 기준값을 벗어나지 않는지 확인해야 한다.

절연저항 측정은 측정기(ex) 절연저항계)를 통해 MΩ 단위 기준으로 전동기, 무대시설 분전반의 각 회로 간(상(Phase) 간, 상(Phase) – 접지 간 등) 절연저항 값을 측정한다.

계측값에 대한 판정은 전기설비기준기준(KEC)을 준용하며, 일반적으로 500 V 회로에서는 0.5 MΩ 이상, 1000 V 회로에서는 1.0 MΩ 이상의 절연저항 값을 확보해야 한다. 만약 기준치 미만으로 측정될 시 이에 대한 원인(ex) 배전 피복 손상, 절연 열화 등)을 확인해야 한다.

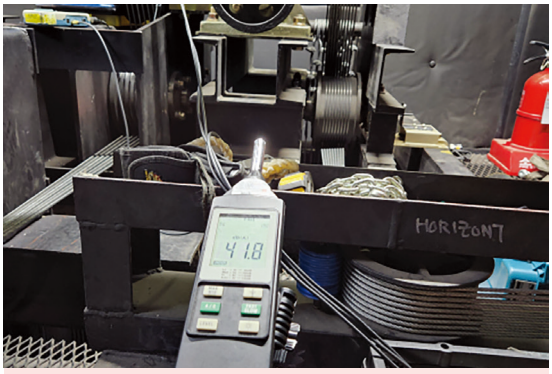


무대시설 구동검사(절연저항) 예시

4.4. 소음

무대시설 구동부에서의 과도한 소음은 기계적 결함(베어링 손상, 정렬 불량 등)의 원인이 되므로 구동부에서 발생하는 소음이 허용 기준값을 벗어나지 않는지 확인해야 한다.

소음 측정은 측정기(ex) 소음계)에 A 특성 주파수 보정을 적용해 dB(A)를 기준으로 하여 인체가 실제로 느끼는 소리에 가깝게 평가하며, 센서는 구동부에서 약 1 m 거리에 설치한다. 이때 소음 측정 장치는 전동기와 동일한 높이를 유지하고, 전동기를 향하도록 고정해야 한다. 측정값이 기준을 초과하거나 평소와 다른 소리 발생 시 원인(ex) 베어링 윤활 불량에 따른 소음 발생, 주변 잡음 등)을 확인해야 한다.



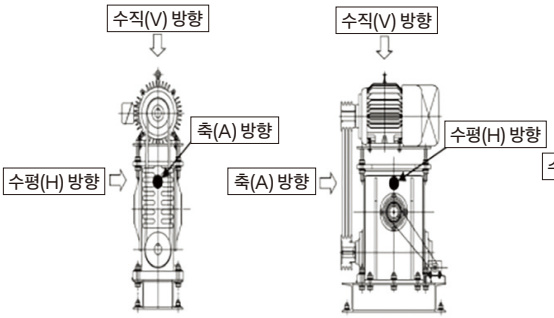
무대시설 구동검사(소음) 예시

4.5. 진동

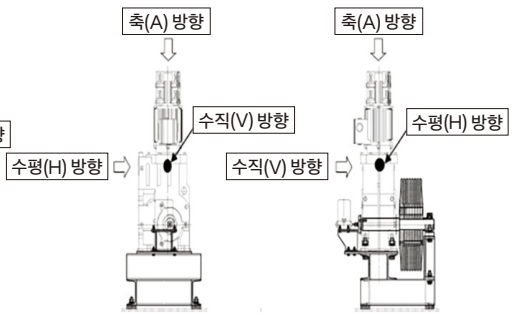
무대시설 구동부에서 발생하는 과도한 진동은 다양한 구동부 결함(ex) 베어링 손상, 축의 불평형 등)이 원인이 되므로 구동검사를 통해 비정상적인 진동이 발생하는지 확인해야 한다.

진동 측정은 측정기(ex) 가속도계, 진동계)를 통해 진동 속도 단위인 ㎜/s(R.M.S)를 기준으로 측정하며, 센서는 전동기와 감속기 표면에 설치한다.(상세 부착 위치의 경우 아래의 그림 참조)

계측값에 대한 판정은 KS B ISO 20816-1(기계적 진동-기계 진동의 측정과 평가)에서 제시한 내용에 따라 평가한다.



진동 센서 측정 위치(비 일체형)



진동 센서 측정 위치(일체형)

[부속서 C(참고)] 비 회전부와 회전축 상에 측정된 진동에 대한 평가 기준의 사양 지침

C.1 영역 경계 한계 설정을 위한 지침

이 표준은 기계의 기계적 진동의 측정과 평가를 위한 일반적 지침을 설정하는 기본 문서이기 때문에 기계류에 특정한 평가 기준을 정의하지 않는다.

특정 국제 표준들이 개발되지 않은 기계 형태에 대한 평가 기준은 통상적으로 유사한 설계의 기계에 대한 성공적인 운전 경험에 기초하며, 기계의 공급자와 구매자 사이의 합의 대상이어야 한다. 고려해야 할 인자들은 측정의 위치와 방향, 주파수 범위, 지지부 유연성 그리고 운전 조건을 포함한다.

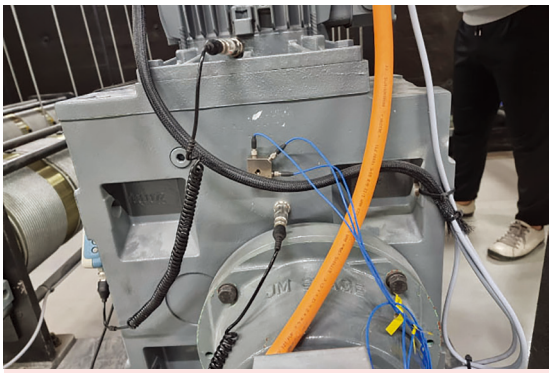
적합한 경험 또는 국제표준이 가용하지 못한 그러한 경우들에서, 영역 A/B, B/C 그리고 C/D 경계에 대한 전형적인 값의 범위는 각각 표 C.1에 주어진다.

표 C.1 – 비회전부에 대한 영역 A/B, B/C 및 C/D 경계의 전형적인 값의 범위

비회전부에 대한 전형적인 영역 경곗값의 범위 r.m.s(실횻값) 진동 속도 ㎜/s			
0.28			0.28
0.45			0.45
0.71	영역 경계 A/B (0.71 ~ 4.5)		0.71
1.12			1.12
1.8		영역 경계 B/C(1.8 ~ 9.3)	1.8
2.8			2.8
4.5			4.5
7.1			7.1
9.3		영역 경계 C/D(4.5 ~ 14.7)	9.3
11.2			11.2

비회전부에 대한 전형적인 영역 경곗값의 범위 r.m.s(실횻값) 진동 속도 ㎜/s	
14.7	14.7
18	18
28	28
45	45

영역 A(0 – 0.71) : 새로이 운전 개시된 기계들의 진동은 통상적으로 이 영역에 속한다.
영역 B(0.72 – 1.80) : 이 영역 내의 진동을 갖는 기계들은 통상적으로 제한 없는 장기간 연속운전이 허용되는 것으로 간주한다.
영역 C(1.81 – 4.50) : 이 영역 내의 진동을 갖는 기계들은 통상적으로 장기간 연속운전에 부적합한 것으로 간주한다. 일반적으로 개선 조치를 위한 적절한 기회가 올 때까지 기계는 이 조건에서 제한된 기간 동안 운전할 수 있다.
영역 D(4.51 이상) : 이 영역에 내의 진동 값은 통상적으로 기계에 손상을 유발할 수 있는 충분한 심각도인 것으로 간주한다.



무대시설 구동검사(진동) 예시

부록

무대시설 안전진단 결과보고서 작성 기준

[부록 A] 무대시설 안전진단 결과보고서 작성 기준
(제5조제3항, 제6조제3항, 제7조제3항, 제8조제4항 관련)

구분	작성 기준
1. 일반 사항	① 현장에서 사용하는 안전 진단 양식과 보고서는 체계적으로 작성하며 결함에 대한 설명과 결함의 개략도가 포함되도록 한다. ② 기간이 경과한 후에도 결함에 대한 해석이 가능하도록 상세하고 명확하게 작성한다. ③ 현장 사진을 촬영해 결함을 확인할 수 있도록 하며 여러 가지 결함이 언급되면 보고서와 양식에서 상호 참조할 수 있도록 한다. ④ 개략도와 사진은 결함의 위치와 특성에 관한 설명을 보충하기 위한 수단으로 사용한다. ⑤ 노후화된 부재에 대한 간단한 입체 단면도와 평면도를 사용해 결함의 형태와 치수를 명확히 이해할 수 있도록 한다. ⑥ 보고서에 포함된 모든 자료의 근거를 명확히 하고 진단일시와 기타 자료의 근거를 기록한다.
2. 표지	① 보고서의 표지에는 다음의 사항을 함께 적는다. 가. 표지 제목 : 등록 전 안전검사, 정기 안전검사, 정밀안전진단 등 해당 안전진단의 종류를 함께 적는다. 나. 표지 제목 아래에는 안전진단의 계약기간 및 현장검사 기간을 함께 적는다.
3. 서두	① 보고서의 표지 다음에 안전진단의 개략을 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다. 가. 제출문(안전진단기관의 장) 나. 참여 진단 요원 명단 다. 공연장의 전경 사진 라. 공연장 등록증 사본 마. 안전진단 실시 결과 요약문 바. 보고서 목차
4. 안전진단 개요	① 안전진단의 범위와 과업 내용 등 안전진단 계획 및 실시와 관련된 주요 사항을 기술한다. 가. 진단의 목적 나. 공연장 및 무대시설의 개요 및 이력 사항 다. 진단의 범위 및 과업 내용 라. 사용 장비 및 기기 마. 진단 수행 일정

구분	작성 기준
5. 안전 진단 실시 결과	① 등록 전 안전검사, 정기 안전검사, 정밀안전진단 등 안전진단의 종류에 따라 안전진단 시행세칙 제5조로부터 제8조까지의 검사기준에 따른 진단 결과를 작성한다. ② 조사·시험·측정의 경우는 결과 분석과 평가 결과를 기록한다. ③ 진단 결과에 따라 손상 및 결함 사항에 적용할 보수·보강 방법을 제시한다. ④ 안전진단에서 지적된 사항에 대한 평가는 다음 기준을 따른다. 가. 교체 : 신규로 교체가 요구되는 사항 나. 보수 : 수리가 요구되는 사항 다. 수정 : 재조정하여 수정될 수 있는 사항 라. 주의 : 사용상 주의가 필요한 사항 마. 권고 : 안전을 위하여 권장하는 사항
6. 종합 결론 및 건의 사항	① 진단 결과의 종합 결론 ○ 무대시설 전체를 1식으로 하여 공연장 무대시설의 종합적인 안전수준을 다음 기준에 따라 평가한다. – 양호 : 무대시설의 안전상태가 전반적으로 양호한 경우 – 요보수 : 무대시설의 보수나 일부 교체가 필요한 경우 – 요교체 : 무대시설 전반에 걸친 교체가 필요한 경우 ○ 등록 전 안전검사의 경우는 무대시설의 보완 또는 개·보수 요구사항을 구체적으로 작성한다. ○ 정기 안전검사의 경우는 – 정밀안전진단의 필요성이 있는 경우에는 정밀안전진단 실시 이후 작성한다. – 정밀안전진단을 요하지 않는 경우는 무대시설의 보완 또는 개·보수 요구사항을 점검 항목별로 구체적으로 작성한다. ○ 정밀안전진단의 경우는 – 정기 안전검사 및 정밀안전진단 실시 결과 나타난 무대시설의 보완 또는 개·보수 요구사항을 점검항목별로 구체적으로 작성한다. ② 진단 결과 무대시설의 사용 제한의 필요성 여부를 작성한다. ③ 유지 관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항을 작성한다. ④ 기타 필요한 사항을 작성한다.
7. 부록	① 검사 사진 ② 측정, 시험성과표

무대시설 안전진단 해설서(정기 안전검사) 2025

발행일	2025년 12월
발행처	한국산업기술시험원
기획 및 개발	김동균 수석연구원
	김기환 주임연구원
	구자경 주임연구원
홈페이지	www.stagesafety.or.kr
문의	031-500-0312
주소	15588 경기도 안산시 상록구 해안로 723

ⓒ 한국산업기술시험원 2025

무대시설
안전진단 해설서
(정기 안전검사)
2025년



문화체육관광부

ktl 한국산업기술시험원
공연안전지원센터