

야외공연장 안전매뉴얼 핸드북

야외공연장 안전매뉴얼 핸드북

www.stagesafety.or.kr



ktl



서울 구로구 디지털로26길 87(구로동)
T 02-860-1521 F 02-860-1539



문화체육관광부
야외공연장 안전지원센터

문화체육관광부

ktl 한국산업기술시험원
야외공연장안전지원센터

- 본 매뉴얼의 내용은 직접 관련된 국가규격이나 기준 및 다른 학술적 주장과 일치하지 않을 수 있으며 자료의 내용은 사전에 예고 없이 변경될 수 있습니다.
- 본 매뉴얼의 내용은 공연 안전을 위한 참고자료로서 법적 의무나 강제를 의미하지 않으며, 관련 법령에 의한 규정보다 우선하지 않습니다.

※ 주의

본 책자에 수록되어 있는 내용의 일부 혹은 전체를 영리를 목적으로 무단으로 변경하거나 복제하여 사용하는 것은 법으로 금지되어 있으며, 이 책의 내용을 벌췌하여 사용하는 경우에는 그 출처를 명시하여야 합니다.

문화체육관광부에서는 공연장 선진화 시스템 구축을 위하여 한국 산업기술시험원을 공연장안전지원센터로 지정하여 운영하고 있습니다.

공연장안전지원센터는 안전취약 공연장에 대한 현장 기술지원, 공연장 관리자 전문기술교육, 공연장 안전지침 및 기술기준, 안전제도 등의 연구개발 및 보급 등 우리나라 공연장이나 공연 안전수준 향상을 위해 꾸준히 노력하여 왔습니다.

공연장안전지원센터에서는 야외공연장의 비정기적인 가설 구조물의 사용에 의한 안전사고를 예방하기 위해 영국구조공학협회와 가설 구조자문단이 공동으로 개발한 “Temporary demountable structures”을 기초로 우리나라 실정에 맞도록 보완한 야외공연장 안전매뉴얼을 전국 공연장과 관계기관에 배포하였습니다.

본 핸드북은 야외공연장 현장 실무자들이 휴대하면서 쉽게 참고할 수 있도록 야외공연장 안전매뉴얼의 핵심 내용을 간추려 소책자 형태로 엮은 것입니다. 본 핸드북이 널리 활용되어 현장에서 공연 안전을 위하여 노력하시는 여러분들에게 조금이나마 도움이 되기를 바랍니다.

공연장안전지원센터는 앞으로도 공연 환경과 경향의 변화, 관련 기술의 발전에 발맞추어 공연 안전에 필요한 안전지침과 기술기준을 꾸준히 개발·보급하도록 노력하겠습니다.

야외공연장 안전매뉴얼 핸드북

글 쓴 이 김상현, 박수홍, 김동균, 강민석, 민현웅, 김기환, 김성겸
펴낸 이 한국산업기술시험원 공연장안전지원센터
발행일 서울 구로구 디지털로26길 87(구로동)
 2016. 10.
내용문의 ☎ 02-860-1521 www.stagesafety.or.kr

ISBN 979-11-959932-2-2-10680

© 한국산업기술시험원 2016

이 책은 문화체육관광부의 지원사업으로 운영되는 공연장안전지원센터에서
 공연장 안전관리체계 확립을 위하여 제작한 것입니다.

2016년 10월 공연장안전지원센터

CONTENTS

01 무대시설 안전

1.1 무대시설 설계 및 설치 안전	8
1.2 무대시설 검사 및 안전 관리	26

02 객석시설 및 관객 안전

2.1 군중 통제 설비	32
2.2 난간	39
2.3 관객 안전	41

03 사고 발생 시 대응 요령

3.1 사고현장 상황 및 수습 관리	48
3.2 비상 시 행동요령	56

04 부록

부록 A 야외 공연 안전점검표	62
부록 B 야외무대에 적용되는 막 구조물 기술	69
부록 C 고소작업대 안전수칙	77
부록 D 이동식 사다리 및 비계 사용 안전	84

01 무대시설 안전

Theatre Safety Center

1.1 무대시설 설계 및 설치 안전 8

1.2 무대시설 검사 및 안전 관리 26

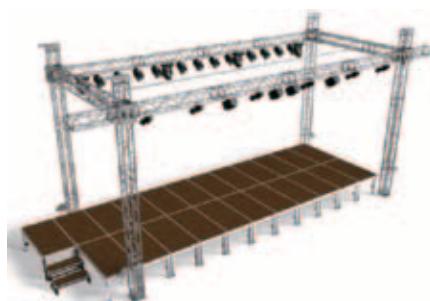
01 무대시설 안전

● 1.1 무대시설 설계 및 설치 안전

(1) 임시 조립 구조물

설계 시 주의사항

- ① 임시 조립 구조물의 안전율은 4이상으로 적용해야 한다.
- ② 임시 조립 구조물은 구조물의 설계, 설치, 시공 및 해체가 신속하고 원활할 수 있도록 설계해야 한다.
- ③ 임시 조립 구조물은 관객의 몰림 현상 및 바람으로 인한 수평, 수직 및 동적 하중을 견뎌내야 한다.
- ④ 외력에 의한 구조적 파손, 화재, 폭발 또는 화학 물질의 유출이 발생하지 않도록 설계 단계에서 고려해야 한다.
- ⑤ 외부 및 내부 작업 차량 충돌에 의한 붕괴를 막기 위해 도로 및 차량 진입구간에 인접한 구조물은 차량 등으로 차단될 수 있도록 한다.



임시 조립 구조물의 예

설치 및 운용 안전 수칙

- ① 모든 가설 구조물은 KS 규격에 적합한 볼트-너트, 이음도구 등으로 견고하게 고정해야 한다.
- ② 가설 구조물의 지지부는 균열, 산화, 마모 등의 결함이 발생하지 않은 구성부품으로 시공해야 한다.
- ③ 일부만 설치된 구조물은 과하중 발생 등 위험 요소가 많아질 수 있으므로 설치가 중단될 경우 관계자 외의 접근을 금지시켜야 한다.
- ④ 변경된 설계문서를 적용할 경우, 승인을 받은 문서인지 확인해야 한다.
- ⑤ 임시 조립 구조물이 계획된 대로 사용되고 있는지 여부를 확인하고, 구조물이 설치된 현장의 안전이 외력에 의한 파손, 화재, 폭발 등의 위험요인에 노출되어 있는지 확인해야 한다.
- ⑥ 임시 조립 구조물이 설계 기준에 적합하게 설치되지 않았으면 사용자는 해당 구조물 근처로 전문가의 허가 없이는 진입 또는 접근해서는 안 된다.
- ⑦ 임시 조립 구조물의 일부를 구성하는 구조물용 부재는 사용 중에 제거되어서는 안 된다.
- ⑧ 임시 조립 구조물의 하중, 규격, 용량 등에 대한 설계기준을 초과하여 사용해서는 안 된다.
- ⑨ 관람객을 보호하기 위해 주의가 요구되는 구조물에는 구조물 안전사항 및 관객보호 등에 대한 교육을 받은 직원을 배치해야 한다.

고소작업 안전수칙

- ① 고소작업이 진행되는 동안에는 누구도 관련 감독자의 허가를 받지 않고 작업 공간에 출입하지 않아야 한다.
- ② 고소작업 시에는 작업에 필요한 도구와 장비만을 가지고 작업에 임해야 한다.
- ③ 올라가기 전에 모든 도구를 밧줄로 고정하여 아래로 추락하지 않도록 하며, 호주머니는 비어 있어야 한다.
- ④ 고소작업 공간은 작업자의 시야가 충분히 확보된 상태에서 이루어져야 한다.
(예 : 조도 확보, 작업 부분의 시야에 방해되는 물질 제거 등)
- ⑤ 추락으로 인해 사람이 부상을 당할 가능성이 있는 경우에는 추락방지장치(안전대 등)를 사용해야 한다.
- ⑥ 사다리를 오르내릴 때는 항상 사다리를 마주보고 있어야 하며, 사다리의 가로대가 아니라 측면을 잡아야 한다.
- ⑦ 사다리를 사용할 경우 2인 1조를 기본 원칙으로 한다.
- ⑧ 고소 작업자와 지상에 있는 사람 사이에 연락체계를 유지해야 한다.
- ⑨ 3 m 이상의 높이에 설치되어 추락의 위험이 있는 작업대에는 난간 설치, 안전선 설치 등의 추락방지 조치를 취해야 한다.

※ 고소작업 안전 수칙에 관한 세부내용은 부록 C, D를 참고한다.

(2) 전기 설비 등

전기작업 안전수칙

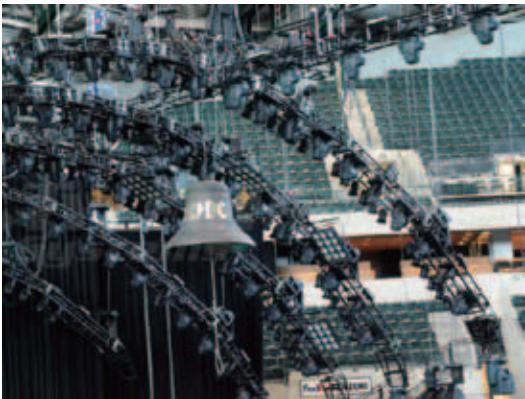
- ① 전기시설 전문가(관련 자격증 소지자 등) 이외에는 전기 작업을 하지 않는다.
- ② 전기고장을 발견하면 즉시 관계자에게 보고한다.
- ③ 모든 전선은 전기가 통하고 있다고 생각하고 함부로 만지지 않는다.
- ④ 젖은 손으로 전기장치를 만지지 않는다.
- ⑤ 모터 등 전기장치에 스파크나 연기가 나면 전기를 끄고 즉시 관계자에게 보고한다.
- ⑥ 전선 또는 전기기구에 물건을 걸어놓지 않는다.
- ⑦ 전선을 운반할 때 바닥에 끌고 다니지 않는다.
- ⑧ 전선 피복이 손상되지 않도록 주의한다.
- ⑨ 고압전선에는 위험표지를 달아야 한다.



감전주의 표시

조명기 설치 안전수칙

- ① 조명기 고정 클램프는 공구를 이용하여 최대한 견고하게 조여야 한다.
- ② 부하와 접속되는 케이블 및 커넥터는 실외형을 사용해야 한다.
- ③ 부하의 연결 커넥터는 콘센트와 플러그가 완전하게 접촉되는 제품을 사용해야 한다.
- ④ 무대바닥이나 세트에 직접 조명기 몸체가 닿게 설치되는 바닥조명 또는 스트립라이트 등의 조명기구는 난연 또는 불연 재료로 만들어진 바닥 보호용 판 위에 설치하여 사용해야 한다.
- ⑤ 바닥 배선용 전선 등은 공연자, 장비 등의 통행에 방해가 되지 않도록 정리하고 절연이 가능한 보호 덮개로 덮어야 한다.
- ⑥ 조명기구를 매다는 경우 추락방지용 안전고리를 부착하고, 조명의 무게가 지지 프레임의 허용 적재하중을 초과하지 않도록 한다.



트러스에 매달린 수많은 조명기 예 (적재하중 초과 우려)

음향기기 설치 안전

- ① 스피커를 매다는 경우 지지 프레임, 와이어로프(또는 체인 등) 체결 도구의 안전율을 확인한다.
 - 와이어로프 안전율 : 6 이상 (한 줄로 매다는 경우는 10 이상)
 - 체결도구의 안전율 : 4 이상
- ② 스피커를 매다는 경우, 지지 프레임에서 변형이 발생하지 않아야 한다.
- ③ 음향기기의 최고 음압 레벨을 점검하여 관객 및 공연자의 청력 손상이 없도록 한다.
- ④ 반입기기를 음향설비에 접속하는 경우에는 임피던스의 매칭, 출력 레벨, 접지의 전압 차이 등에 대해 주의해야 한다.
- ⑤ 비상방송 안내 마이크를 상시 운영한다.



트러스에 매달린 대형 스피커 예

접지 및 낙뢰

- ① 접지선의 고정은 확실해야 하고 접지 저항과 접지선 굵기는 아래 표의 기준에 적합해야 한다.

사용 전압	접지저항값	접지선 굵기
400 V 이하	100 Ω 이하	1.6 mm 이상 단선 또는 2.0 mm 이상 연선
400 V 초과 600 V 이하	10 Ω 이하	

- ② 회로의 절연저항은 아래 표의 기준 값 이상이어야 한다.

사용전압		절연저항값
400 V 미만	대지전압 150 V 이하	0.1 MΩ
	대지전압 150 V 초과 300 V 이하	0.2 MΩ
	대지전압 300 V 초과 400 V 미만	0.3 MΩ
400 V 이상		0.4 MΩ

- ③ 접지 및 낙뢰 보호 장치에 관한 안전사항은 전기 기술자를 통해 조언을 구하도록 한다.

(3) 지반 및 무대바닥

기초공사 유의사항

- ① 구조물의 작용하중이 허용치를 초과하지 않을 정도의 크기로 설계된 기초부를 통해 지지해야 한다.
- ② 구조물에서 작용하는 집중하중은 강재 기초판에 작용하는 허용 하중 보다 작아야 한다.
- ③ 젖거나 녹슨 들보는 쉽게 압착되기 때문에 사용하지 말아야 한다.
- ④ 설치 현장에서 지지부의 위치를 결정할 때 부등 침하 등 지반이 약한 부분은 피해야 한다. 부득이하게 지반이 약한 부분에 지지부를 설치 하여야 할 경우에는 굴착 후 압축 입상재료를 이용하여 보강을 하거나 격자형 구조물로 보강해야 한다.



부등침하의 예

- ⑤ 높은 하중이 발생하는 지지대는 지지면에 작용하는 하중을 충분히 분산시키기 위해 격자 형태의 베팀목(예 : 철도용 침목)을 설치해야 한다.



베팀목 설치 예

지반 내하중 압력

- ① 야외 설치용 임시 조립 구조물을 반영구적으로 설치하여 운영하고자 하는 경우에는 해당 지반에 대한 정확한 기술적 평가를 실시해야 한다.(구조검토 등)
- ② 아스팔트, 콘크리트 또는 그와 유사한 포장재가 깔린 지반을 통해 구조물을 지지할 경우, 기반의 두께와 기초 재료의 두께 및 종류에 대해 전문가에 의해 기술적 평가를 실시해야 한다.
- ③ 현장 검사를 통해 지반의 허용지내력을 지반조사 및 하중시험에 의하여 정하지 못할 경우에는, 총 허용지내력은 다음 표의 기준 이내여야 한다.

지반의 허용지내력(건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 별표8) [단위 : kgf/m²]

지반		장기응력에 대한 허용지내력	단기응력에 대한 허용지내력
경암반	화강암·석록암·편마암·안산암 등의 화성암 및 굳은 영암 등의 암반	407,747	각각 장기응력에 대한 허용지내력 값의 1.5배로 한다.
연암반	판암·편암 등의 수성암의 암반	203,874	
	혈암·토단반 등의 암반	101,937	
자갈		30,581	
자갈과 모래와의 혼합물		20,387	
모래 섞인 점토		15,290	
모래 또는 점토		10,194	

- ④ 베팀목을 이용하여 잔디, 진흙, 풀밭 등으로 이루어진 지표 위에 구조물을 설치할 경우, 해당 지표의 두께는 200 ~ 250 mm 이내여야 한다.

무대바닥 강도

- ① 무대바닥은 기초 구조물에 견고하게 부착되어야 하며, 돌출, 변형 등이 없어야 한다.
- ② 트랩 도어(하부무대장치의 무대바닥 덮개)의 각 부분의 안전율은 4 이상으로 하며, 트랩 도어 상부에 작용할 수 있는 모든 하중(세트 자중, 공연자 수 등)을 고려하여 견고하게 설치해야 한다.
- ③ 무대 바닥으로 쓰이는 재료는 온도나 습도 등에 의해 변질 및 기능이 저하되지 않는 내열성, 내습성이 강한 재료로 구성되어야 한다.
- ④ 집중하중 등의 물리적 외력에 의한 처짐은 길이의 1/360을 넘지 않아야 한다.
- ⑤ 건축구조기준(국토교통부 고시 제2016-371호)의 표 0303.2.1.에 따라 무대바닥의 등분포활하중의 최소값은 714 kgf/m^2 으로 설계하도록 하며, 허용 하중 이상의 힘이 무대바닥에 가해지지 않도록 한다.

기본등포활하중 (건축구조기준_국토교통부 고시 제2016-371호) [단위 : kgf/m²]

용도	등분포 활하중
모든 층 복도	510
무대	714
식당	510
주방	714
극장 및 집회장 (고정 좌석)	408
집회장 (이동 좌석)	510
연회장, 무도장	510

(4) 풍하중

일반 사항

- ① 모든 구조물은 내부 및 외부에서 작용하는 하중(외력)을 안전하게 견딜 수 있도록 건축구조기준에 적합하게 설계해야 한다. (건축구조기준 “0305 풍하중” - 국토교통부 고시 제2016-371호 참조)
- ② 바람은 설치, 해체 단계 및 운용 단계에서 잠재적인 위험 요소이므로, 운용 시 돌발사고 대응 계획을 마련해야 한다.
- ③ 콘크리트 등의 임시 지반을 사용하지 않는 한 지반 앵커나 켄틀리지 (kentledge)를 통해 지반을 보강하여 풍하중에 대한 반발력을 형성해야 한다.



지반 앵커



켄틀리지 (kentledge)

강풍에 의한 피해 방지를 위한 확인 사항

- ① 강풍에 의한 피해 방지를 위한 체크리스트를 작성하여 공연 전에 해당 사항을 점검해야 한다.
- ② 공연을 하려는 장소의 기상 상황을 수시로 파악하여 강풍주의보 및 강풍 예비 특보가 발령되면 즉시 강풍에 의한 피해 경감을 위한 조치를 취해야 한다.

강풍에 의한 피해 방지를 위한 점검표 예시

점검 사항	점검 결과	
	예	아니오
공연 진행 중 강풍이 발생할 경우, 행사장에서 일반 관람객과 현장 작업인원들을 대피시킬 수 있는가?		
최대 강풍 속도를 초과할 경우, 구조물이 파괴될 가능성을 반드시 고려해야 한다.		
하중을 저감하는 제반 조치를 실행할 수 있는가? (예 : 외장재 등의 제거)		
보조 버팀대 또는 켄틀리지(kentledge)를 추가해야 하는가?		
바람에 의해 파편이 흘날릴 위험이 있는가?		
출입 금지 구역은 실제 통제가 잘 되는가?		
기타 특이사항		



강풍에 의한 무대 붕괴 사고 (미국 인디애나주)

풍하중을 고려한 안전 설계 및 설치 지침

- ① 풍하중을 고려한 안전 설계 시에는 풍하중의 영향을 받는 단위면적을 정해야 하며, 이 때 모든 현수막과 외장재 등을 포함하여 최대 풍하중 값을 설정해야 한다.
- ② 강재 또는 알루미늄 재질 구조물 상단에 대형 천막을 부착하거나 지붕을 시공하는 경우에는 개별적으로 풍하중을 고려하여 설계해야 한다.
- ③ 대형 천막은 단일 버팀 밧줄로 고정할 수 있지만, 강풍 예보가 발령되면 이중 버팀 밧줄로 고정할 수 있으므로, 설계 시 이중 버팀 밧줄로 고정이 가능한 구조로 설계되어야 한다.
- ④ 단일 버팀 밧줄은 대형 천막에서 바람이 불어오는 쪽부터 시작해 이중 버팀 밧줄로 보강해야 한다.
- ⑤ 강풍 예보 발령 시에 천막을 보강할 수 없는 경우에는 대형 천막이나 관련 구조물에 인접한 구역에 위치한 사람들을 안전한 지역으로 대피시켜야 한다.

- ⑥ 천막을 제거해야 하는 상황이 발생하면, 지주 천막을 지면 높이까지 낮춘 후에 골조 천막의 차양을 제거하여 대형 천막을 해체하도록 한다.

※ 천막, 지붕 등은 바람이 닿는 면적을 넓히는 작용을 하므로, 풍하중을 고려한 안전 설계 시 매우 중요한 요인이 되므로 설계 시 필히 고려되어야 할 부분이다.

적설하중

겨울철 야외 공연을 기획할 경우에는 적설하중에 의한 천막, 지붕의 파손을 고려해야 하며, 적설하중의 산정 방법은 “건축구조기준 0304 적설하중”에 따라 아래와 같이 산정할 수 있다.

(단, 최소 지상적설하중은 0.5 kN/m^2 로 한다.)

- ① 적설하중 산정 방법 (평지붕적설하중 : S_f)

$$S_f = C_b \cdot C_e \cdot C_t \cdot I_s \cdot S_g (\text{kN/m}^2)$$

C_b : 기본지붕적설하중계수 = 0.7

C_e : 노출계수

C_t : 온도계수

I_s : 중요도계수

S_g : 기본지상적설하중

[노출계수 : C_e]

주변환경	C_e
A. 지형, 높은 구조물, 나무 등 주변환경에 의해 모든 면이 바람막이가 없이 노출된 지붕이 있는 거센바람 부는 지역	0.8
B. 약간의 바람막이가 있는 거센바람 부는 지역	0.9
C. 바람에 의한 눈의 제거가 지형, 높은 구조물 또는 근처의 몇몇 나무들 때문에 지붕 하중의 감소를 기대할 수 없는 위치	1.0
D. 바람의 영향이 많지 않은 지역 및 지형과 높은 구조물 또는 몇몇 나무들에 의하여 지붕에 바람막이가 있는 지역	1.1
E. 바람의 영향이 거의 없는 조밀한 숲 지역으로서, 촘촘한 침엽수 사이에 위치한 지붕	1.2

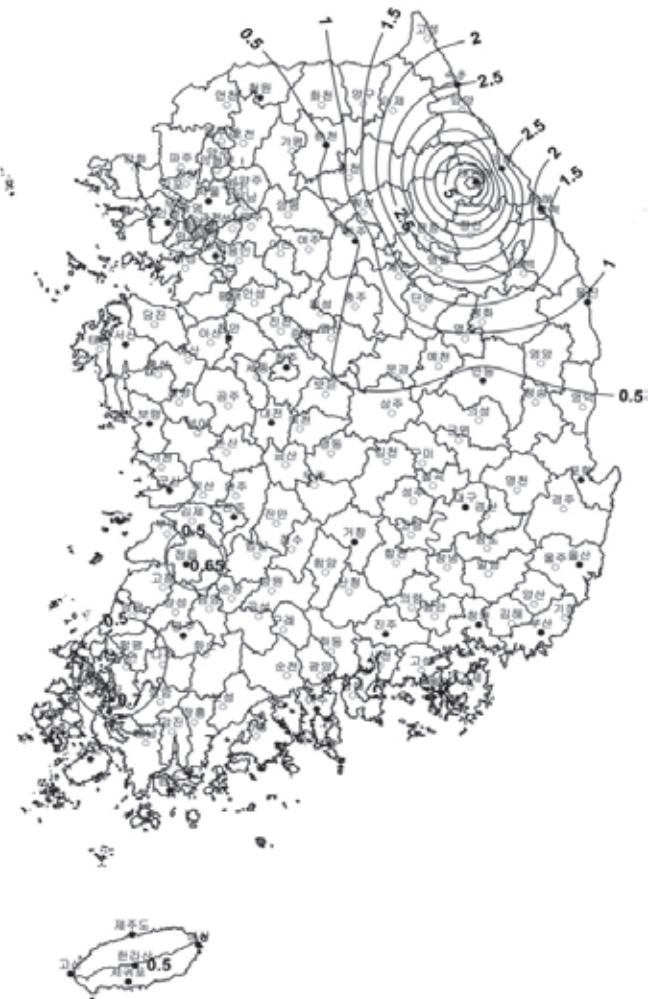
[노출계수 : C_t]

난방상태	C_t
난방구조물(적설하중 제어구조)	1.0
비난방구조물(적설하중 비제어구조)	1.2

[중요도계수 : I_s]

중요도	특	1	2	3
중요도계수 I_s	1.2	1.1	1.0	0.8

[기본지상적설하중 S_g (kN/m²) - 건축구조기준 그림 0304.2.1. 참조]



② 적설하중 산정 방법 (경사지붕적설하중 : S_s)

$$S_s = C_s \cdot S_f (\text{kN/m}^2)$$

C_s : 지붕경사도계수 [건축구조기준에 따라 산출]

S_f : 평지붕적설하중

● 1.2 무대시설 검사 및 안전 관리

(1) 구조물 검사

설치 후 검사

점검 과정에서는 수시로 참조할 수 있는 도면 및 점검표(checklist)를 활용하도록 한다. [부록 A참고] 검사 과정에서는 다음에서 사항들을 점검하도록 한다.

- ① 기반부를 구성하는 재료는 균열, 마모, 산화 등의 결함이 없어야 한다.
- ② 기반부를 비롯한 지지 구조물의 하단부가 충돌, 지반의 연마, 침식 또는 그 밖의 원인으로 인해 파손될 우려가 없는지 확인해야 한다.
- ③ 각 부재는 설계도에 적합하게 설치되어 있어야 한다.
- ④ 조정 가능한 구성 부품을 확장할 경우, 부품의 사양 범위를 초과하여 사용해서는 안 된다.
- ⑤ 모든 구성 부품은 KS규격에 적합한 핀, 볼트-너트, 클립 등을 사용하여 고정되어 있어야 하며, 설계에 따른 부품이 정확하게 사용되고 있는지 확인해야 한다.
- ⑥ 모든 구성 부품의 고정은 풀림 방지 조치가 되어 있어야 하며, 풀림 및 부재의 흔들림이 없이 견고하게 고정되어 있어야 한다.
- ⑦ 구조물을 설치 및 수리하는 과정에서 결함 요소가 발생하지 않아야 하며, 설계도에 명시되어 있지 않은 하중이 발생하지 않는지 점검해야 한다.

비계 구조물 검사 기준

- ① 수직 높이 2 m를 기준으로 할 때 8 mm의 허용 오차 범위 내에서 수직을 유지해야 하며 각종 외력으로부터의 변위는 구조물의 전체 높이에 걸쳐 최대 25 mm 이내여야 한다.
- ② 엇갈리게 놓여있는 강관은 이음매를 가져야 하며, 이음매는 측이음 또는 커플러 등을 이용하여 견고하게 결합되어 있어야 한다.



강관의 이음매 결합(커플러 사용 예)

- ③ 이음매의 접합점에서 각 강관의 중심선 간 간격은 200 mm 이내여야 한다.
- ④ 비계 구조물에 바닥판을 설치해야 할 경우, 바닥판의 길이 500 mm 당 최대 15 mm의 허용 오차 범위 내에서 수평으로 설치해야 한다.
- ⑤ 기울어진 바닥판을 사용해야 할 경우에는 경사면에서 아래로 미끄러지는 것을 방지하기 위해 멈춤턱을 설치해야 한다.

- ⑥ 임시 조립 구조물을 지지하는 부재들은 길이 3 m를 기준으로 할 때 15 mm의 허용 오차 범위 내에서 수평을 유지해야 하며 총 편차는 50 mm 이내여야 한다.



야외 무대 비계 구조물 예

(2) 구성부품의 검사

구성부품의 재사용 시 안전 사항

- ① 구성부품은 여러 번 재사용할 수 있기 때문에 파손 또는 부식된 구성 부품을 설치 전에 식별하여, 결함이 있는 부품이 사용되지 않도록 한다.
- ② 구조적 성능을 저하시키거나 저하될 우려가 있는 구성 부품(예: 충분한 강도를 가지지 않은 부품, 노후화된 부품, 산화된 부품, 변형된 부품 등 ⑤에 해당하는 경우)은 검수 과정에서 제외시켜야 한다.
- ③ 구조적 성능을 저하시키거나 저하될 우려가 있는 구성 부품은 수리하여 사용할 수 있으나, 수리가 불가능한 부품은 교체하거나 별도의 표시를 명확하게 한 후 현장에서 온전한 부품으로 교체해야 한다.
- ④ 예비용 구성부품은 필요한 보완작업, 수리작업 등을 신속하게 진행 할 수 있도록 미리 쉽게 찾을 수 있는 장소에 준비해 두어야 한다.
- ⑤ 일반적으로 파손의 범주에 포함되는 경우들을 열거하면 다음과 같다.

구성부품	파손의 범주
강관 및 조립식 구성 부품	부식, 균열, 변형, 주름, 끝이 갈라지는 현상, 평평하지 않거나 직각을 이루지 않는 끝부분, 용접 결함
연결 부품 (커넥터, 커플러 등)	변형, 뒤틀림, 나사산 파손

비계 구성 부품

- ① 표면의 녹이 벗겨지거나 심한 흠집이 날 정도로 부식된 비계용 강관은 제거하고 온전한 강관으로 교체해야 한다.
- ② 비계용 강관은 균열이 없어야 하며, 강관의 양단은 직각으로 절단되어 있고 매끄러워야 하며 거칠게 절단된 면이 없어야 한다.
- ③ 잘못된 사용으로 인해 심하게 변형되었거나 주름이 생긴 부분은 완전히 절단한 후에 폐기해야 한다.
- ④ 강관은 5 mm 이상 편차를 보이지 않도록 곧게 꺾져있어야 한다.
- ⑤ 비계 구성 부품이 파손되어 효율을 저하시킬 것이라고 판단하면 해당 구성 부품을 사용해서는 안 된다.
- ⑥ 파손된 모든 부품은 수리 또는 교체를 통해 교정해야 하며 교정이 여의치 않을 경우 해당 품목을 다시 사용하지 못하도록 조치를 취해야 한다.
- ⑦ 비계 바닥판은 용접부의 결함 여부, 기초판과 기둥의 각각 여부 및 판재가 평평한지 여부를 각각 점검하도록 한다.
- ⑧ 조립식 구성 부품의 경우에는 파손, 뒤틀림 및 용접부 결함 여부를 각각 점검하도록 한다. 결함이 있거나 의심되는 품목들은 수리와 함께 치수 검사를 실시해야 하며, 필요할 경우에는 적합한 보조 도구를 사용하여 견고하게 고정할 수 있다.

야외공연장 안전매뉴얼 핸드북

02 객석시설 및 관객 안전

Theatre Safety Center

2.1 군중 통제 설비	32
2.2 난간	39
2.3 관객 안전	41

● 2.1 군중 통제 설비

(1) 군중 통제 설비의 종류와 특징

철망 펜스

철망 펜스는 철망으로 뒤덮인 관형 강재로 구성되어 있으며, 설치 위치를 신속히 변경해야 하는 여러 행사에서 널리 활용되고 있다. 철망 펜스의 주요 안전 사항은 아래와 같다.

- ① 철망 펜스의 구조적 강도는 군중의 쇄도를 저지하기 위한 용도로는 부족하기 때문에 사용해서는 안 된다.
- ② 철망 펜스에 간판 등의 차폐물을 걸어놓게 되면 풍하중으로 인해 펜스가 변형될 수 있으므로, 버팀대 또는 버팀목을 설치하여 펜스 지지대의 변형을 방지해야 한다.
- ③ 철망의 끝부분을 절단하면 날카로울 수 있으므로 끝단을 안전하게 마감시켜야 한다.



철망 펜스

판형 울타리

판형 울타리는 고강도의 강철로 구성되어 있으며, 폭은 2m, 높이는 2m ~ 2.4 m로 제작된 형태가 주로 사용되고 있다. 판형 울타리의 주요 안전 사항은 아래와 같다.

- ① 판을 접합할 때마다 지지대를 사용해야 하며, 지지대는 핀 또는 켄틀리지(kentledge)를 이용하여 지반에 고정해야 한다.
- ② 버팀목을 덧댄 경우라도 판형 울타리는 풍하중 또는 군중 압력 등 측면 하중을 견딜 수 있는 능력에는 한계가 있으므로 유의해야 한다.
- ③ 정해진 사용하중의 성능을 모두 발휘하려면 제조업체가 규정한 내용의 지지물 배치 요건들을 준수해야 하며, 지주나 버팀목 등을 제거하지 않도록 주의해야 한다.



판형 울타리

강재 패널 설비

강재 패널 설비는 출입을 제한하면서 매우 높은 수준의 보안이 필요한 공연에서 주로 사용되며, 강재 철판 혹은 고강도 플라스틱 등으로 구성된 강판을 조립하는 형태로 구성된다. 강재 패널 설비의 주요 안전 사항은 아래와 같다.

- ① 중첩된 패널들을 연결시키는 볼트 고정부는 설계 방침에 따라 고정 위치에 견고하게 고정해야 한다.
- ② 강재 패널 설비는 25 m/s의 강풍을 견딜 수 있도록 설계되어야 하며, 지면에서 1.5 m의 높이에서 작용하는 127 kgf/m의 군중 압력을 견뎌야 한다.
- ③ 제한 구역 안쪽 방향으로 버팀목을 설치해야 하며, 버팀목에 외부 충격이 가해지지 않도록 외부 위험 요인(관계자 외 작업자, 작업 차량 등)으로부터 차단해야 한다.
- ④ 강판은 변형 혹은 손상이 없어야 한다. 특히 강판이 찢어질 경우 날카로운 부위에 의해 부상을 입을 우려가 있으므로 주의해야 한다.



강재 패널 설비

무대 전면 차단용 방벽

무대 전면 차단용 방벽은 대규모 군중이 모여 있는 조망 구역의 전면에서 사용된다. 대체로 구획의 단위 길이는 1 m이고 강재 또는 알루미늄 재질로 되어 있다. 일반적인 형태는 ‘A’자형 골조로서 군중 방면으로는 발판이 설치되어 있고, 현장 관계자 진입 방면으로는 객석으로 진입이 가능하도록 중간층이 설치되어 있다. 무대 전면 차단용 방벽의 주요 안전 사항은 아래와 같다.

- ① 설치되는 바닥은 높낮이차가 없어야 하며, 흔들리거나 기울어지지 않도록 설치해야 한다.
- ② 군중의 무게를 이용하기 위해 설계된 것으로서, 발판이 있는 부분이 객석 방면으로 설치되어야 한다.
- ③ 설치되는 바닥면의 마찰력이 낮을 경우, 방벽이 밀리는 것을 방지하기 위해 마찰력이 높은 재질로 보완해야 한다.
- ④ 여러 방벽 간 고정은 볼트-너트 등을 이용하여 견고하게 고정되어야 한다.



무대 전면 차단용 방벽

(2) 방벽(Barrier)의 안전 설계

방벽 설계 시 유의사항

- ① 방벽을 무대 또는 그 구성 요소와 연결할 경우, 무대 설계 과정에서 방벽의 하중을 고려해야 한다.(안전율 4 이상)
- ② 비례로 제작된 방벽의 사용은 권장하지 않는다.
- ③ 일반적으로 수직 높이는 1.05 ~ 1.22 m인 것을 설치한다.
- ④ 상해를 초래할 수 있는 예리한 모서리, 틈새 또는 그 밖의 돌출 요소들이 없어야 한다.
- ⑤ 안전 구역 또는 통로의 치수는 무대의 폭, 스템프 및 의료진의 업무에 필요한 공간과 해당 행사의 특징상 예상되는 활동 정도를 고려하여 결정해야 한다.

방벽 설계 하중

- ① 무대 전면 차단용 방벽에 가해지는 특정 하중은 1.1 m의 높이 또는 그 이상의 방벽 높이에서 305 kgf/m의 수평 하중을 버텨야 한다.
- ② 넘어짐을 방지하기 위한 안전율은 1.5로 설계해야 한다. 따라서 설계 하중은 $305 \text{ kgf}/\text{m} \times 1.5 = 457.5 \text{ kgf}/\text{m}$ 이 된다.
- ③ 무대 전면 차단용 방벽의 경우, 방벽이 버티는데 필요한 사하중 (dead load)을 형성하기 위해 방벽 하단의 발판에 하중을 실어야 하는데, 방벽 하단의 발판에 모이는 사람들의 인원 및 무게가 상황마다 다르기 때문에 현실적 요인을 고려해야 한다.
- ④ 발판의 면적을 비롯해 발판과 지면 사이에 작용하는 마찰 계수는 방벽의 미끄럼을 방지하기 위한 마찰 저항을 평가하는 데 있어 중요한 요소에 속한다. 마찰 계수는 지면에 따라 변하므로 방벽 설계에서 고려해야 한다.

(3) 방벽(Barrier) 위험 평가

방벽에 가해질 수 있는 압력의 수준을 측정하려면 행사의 종합적인 위험성 평가를 실시하는 것이 중요하다. 행사 위험 평가에서는 아래와 같은 요인들을 고려하여 설계단계·설치단계·운용단계를 포괄적으로 수용할 수 있도록 평가해야 한다.

- ① 행사의 참석자 수
- ② 공연의 종류
- ③ 군중의 특징(성별, 나이, 직종 등)에 따른 군중의 반응 방식
- ④ 해당 군중을 관리하는 방법과 그 방법의 변수들
- ⑤ 설계에 따른 방벽 배치
- ⑥ 행사 현장의 성격 및 여건

(4) 방벽(Barrier)의 설치 및 검사

방벽은 도면 및 절차서에 따라 올바르게 설치했는지 확인하기 위해 충분한 점검을 실시해야 한다. 주요 점검 사항은 아래와 같다.

- ① 방벽 설치는 관객이 모이기 전에 완료해야 하며, 점검에 필요한 시간을 고려하여 설치 작업을 실시해야 한다.
- ② 모든 연결용 볼트는 풀림, 이완 등이 없이 견고하게 고정되어 있어야 한다.
- ③ 기울어져있거나 손으로 쉽게 흔들리는 방벽은 지반 보강 및 구조 변경 등을 통해 기울어짐 혹은 흔들림이 없어야 한다.
- ④ 방벽의 마찰 저항을 높이기 위한 고무 매트는 도면이나 절차서에 따라 발판 바로 아래에 정확히 위치해야 한다.
- ⑤ 각 방벽은 설계에 따라 정확한 지점에 위치하고 있는지 확인해야 한다.
- ⑥ 방벽 설치 후 관계자 및 관객의 이동 통로에 방해되는 요소가 없는지 확인해야 한다.

● 2.2 난간 (Handrail)

난간 설치 기준

- ▣ ① 출입구 주변을 포함하여 사람이 추락할 수 있는 모든 곳에는 KS 기준에 따라 안전난간을 설치하여야 한다.(KS B ISO 14122-3 : 높이 1100 mm 이상, 추락방지턱 100 mm 이상)
- ② 안전 난간은 통행로 또는 빠질 위험이 있는 구역의 주변에 설치하여야 한다.
- ③ 높이 500 mm를 초과하여 추락 위험이 있는 경우에는 안전 난간을 설치하여야 한다.
- ④ 플랫폼과 기계 구조 또는 벽체 구조 사이의 틈 간격이 200mm를 초과하거나, 구조물의 방호조치가 난간과 동등하지 않는 경우에는 안전 난간을 설치하여야 한다.
- ⑤ 안전 난간의 끝부분은 안전 난간 자체의 날카로운 부분이나 이용자의 의복 등이 걸려서 일어 날 수 있는 어떤 위험도 없도록 하여야 한다.
- ⑥ 계단 및 난간 가장자리에는 추락위험을 알리는 표지판을 설치하여야 한다.

난간의 안전요건

- ① 안전 난간의 높이는 1100mm 이상이어야 한다.
- ② 안전 난간에는 최소 1개 이상의 중간대를 설치하거나 동등 이상의 어떤 방호 조치를 하여야 한다. 상부 난간대와 중간대, 중간대와 발 끝막이 판 사이의 간격은 500mm를 초과 하여서는 안 된다.

- ③ 중간대를 난간 기둥으로 대체하여 설치하는 경우 난간 기둥과 난간 기둥 사이의 수평 간격은 180mm를 초과하여서는 안 된다.
- ④ 난간 기둥의 간격은 1500mm 이내로 설치하는 것이 적절하며, 만약 1500mm를 초과하는 경우에는 난간 기둥 고정 강도와 고정 기구에 특별한 조치를 취하는 등의 주의를 기울여야 한다.
- ⑤ 안전 난간과 난간 사이의 틈 간격은 75mm 이상, 120mm 이하로 하여야 한다.
- ⑥ 계단에는 최소 한 개 이상의 난간을 설치하여야 한다. 계단의 폭이 1200mm 이상인 경우에는 2개의 난간을 설치하여야 한다. 발판 사다리는 항상 2개의 난간을 구비하여야 한다.



발판 사다리에 안전난간 설치 예

- ⑦ 난간대의 수직 높이는 계단의 경우 계단의 발판 상부로부터 900mm와 1000mm이어야 하며, 계단참의 경우 보행면 상부로부터 1100mm 이상이어야 한다. 난간대의 단면 표준은 손으로 쥐기에 알맞은 25~50mm 사이의 지름을 갖거나 또는 동등한 단면이어야 한다.
- ⑧ 난간의 길이는 기둥의 지지물 설치를 위하여 난간 아래쪽을 제외하고 100mm 거리 이내에는 장애물이 없어야 한다.

● 2.3 관객 안전

(1) 위험 구역 통제

야외에서 공연이 이루어질 때 관객은 시야를 확보하기 위해 통상의 관람석이 아닌 곳에 접근 할 수도 있다. 일련의 공연장 사고의 대부분이 사전에 위험성이 있는 장소를 파악하지 못해 통제 하지 않은 상황에서 발생했다. 다음과 같은 위험성이 존재하는 공간이나 장소가 있는지 미리 확인하고 관객의 접근을 통제 할 필요가 있다.

지반이 약한 구역

- ① 건물이나 지하철역 등의 외부에는 환풍구들이 존재한다. 환풍구들은 대부분 지면보다 높게 설치되어 관객들이 시야를 확보하기 위해 접근 할 확률이 높다.
- ② 환풍구는 안전율을 고려하여 설계되었지만, 군중이 올라가 공연을 즐길 것을 고려한 설계가 아니기 때문에 관중이 환풍구에 밀집할 경우, 환풍구의 허용하중에 크게 벗어나게 되어 추락사고가 발생하게 된다.

관객이 쉽게 올라갈 수 있는 곳

- ① 가로등이나, 나무, 가설 무대장치 등 관객이 시야 확보를 위해 쉽게 올라갈 수 있는 장소
- ② 사전에 미리 파악하여 관객들이 올라갈 수 없도록 조치를 취해 추락 및 해당 기물 파손과 같은 사고를 방지해야 한다.



환풍구 위의 관객

난간 등 보호벽이 없는 곳

① 야외공연장에 인접한 건물의 지붕, 난간 등 안전시설이 없으면서 관객이 쉽게 접근할 수 있는 장소에 대해서도 미리 파악해서 통제 할 필요가 있다.



난간이 없는 옹벽

(2) 군중 관리 기본 수칙

군중 행동

▣ 군중들의 예측되는 행동들은 다음과 같다.

- ① 행사가 진행되는 동안 자발적으로 행사장을 가로지르거나 퇴장할 수 있다.
- ② 시야가 확보되는 구역으로 자리를 옮기는 과정에서 국부적인 밀집 현상이 발생할 수 있다.
- ③ 대규모 인파 속에서 작용하는 동적인 힘에 의해 비자발적인 이동이 이루어질 수 있다.
- ④ 행사장 출입을 기다리면서 서 있거나 수동적인 관람객이 제자리에 서 있을 때 이동하지 않을 수 있다.
- ⑤ 좌석에 앉은 관람객들이 자리에서 일어나는 경우, 시야가 가린 뒤 쪽의 관람객이 위험한 군중 행동을 유발할 수 있다.
- ⑥ 빈 좌석이 있는 관람석의 경우, 관중이 좌석 통로를 넘어 다니다가 부상을 당할 우려가 있다.
- ⑦ 시야 미확보로 인한 관중들의 돌발적인 행동은 안전사고로 이어질 수 있기 때문에 설계 단계에서 적절한 시야 확보를 충분히 고려해야 한다.

군중 통제

군중들의 요구에 따르지 못하는 부적절한 대비책(공연 시야 방해, 많은 인파로 인한 갑갑함, 빠른 입장 및 퇴장을 원함 등)에 의해 군중은 위험에 빠질 수 있다. 군중의 안전을 지키기 위해서는 통제가 불가피하게 필요할 수 있으며, 통제에 대한 불만을 해소하기 위해 군중 스스로가 안전 수칙을 지킬 수 있도록 안내해야 한다. 일반적인 공연 관람 안전 수칙은 다음과 같다.

- ① 입・퇴장 시에는 뛰지 말고 천천히 이동해야 한다.
- ② 출입문에서는 항상 질서를 지켜서 안내에 따라 입장하도록 한다.
- ③ 안전관리요원의 지시와 안내에 따라 행동을 해야 한다.
- ④ 통제구역에는 절대 출입을 하지 말아야 한다.
- ⑤ 이동식 좌석의 위치를 임의로 이동시키지 않아야 한다.
- ⑥ 허가되지 않은 시설 및 물체에 올라타지 않도록 한다.
(예 : 조명탑, 촬영대, 나무, 안전난간이 없는 발코니, 기타 고소 구조물 등)
- ⑦ 흡연은 지정된 장소에서만 가능하다.

안내요원의 배치 및 역할

- ① 사전 수립한 계획에 의하여 안전관리요원을 재배치하여 관중 퇴장을 안내한다.
- ② 관중의 동선 및 주차장의 차량을 정리한다.
- ③ 출연자 이동통로 및 안전거리를 확보한다.

- ④ 공연・행사가 종료된 후에도 인기 연예인들이 차량을 타고 나가는 모습을 보기 위하여 주차장 주위는 많은 인파가 몰릴 수 있다. 이때 안전관리요원은 주차장 입구의 동선을 확보하기 위하여 관중들이 전부 빠져나오기 전에 안전관리요원들이 주차장에 나와 공간을 확보해야 한다.
- ⑤ 출연자가 안전하게 퇴장할 때까지 이동통로를 확보해야 한다.
- ⑥ 신속하게 차량이 빠져 나갈 수 있도록 교통 통제를 해야 한다.



관객 밀집으로 인한 압사 사고 발생 우려 예

관객 퇴장 요령

- ① 공연・행사 후 관중들이 퇴장할 때 입장시보다 짧은 시간에 많은 관객이 집중되기 때문에 모든 출입구를 개방하여 관중의 퇴장을 돋пуска.
- ② 공연・행사나 편의를 위해 일부 문만 개방하여 퇴장을 유도하는 것은 일찍 귀가하려는 관중들로 인해 압사 사고를 유발할 수 있으므로 주의해야 한다.
- ③ 해산 과정에서, 일부 관중들의 차도점거・음주소란・기물파손・폭력 난동 등 돌출행동 및 공연행사장 출구・지하철 입구 등 일시 퇴장에

따른 안전사고 등에 대비하여야 한다.

- ④ 관객 퇴장 시에 관객이 넘어지면 뒤따르는 관객들은 모르고 계속 전진할 수 있으므로 안내요원들은 항상 관객을 주시하며 긴급 상황 시 관객을 통제할 수 있도록 준비되어 있어야 한다.
- ⑤ 병목현상을 최소화하기 위하여 시뮬레이션을 통하여 이용할 출입문을 미리 지정하여 분산퇴장을 유도한다.
- ⑥ 공연·행사가 끝나고 관중들이 현장을 빠져나간 후에, 진행요원들은 출구 방향으로 천천히 이동하여 남아있는 관중을 공연·행사장 밖으로 유도하도록 한다.

야외공연장 안전매뉴얼 핸드북

03 사고 발생 시 대응 요령

Theatre Safety Center

3.1 사고현장 상황 및 수습 관리 48

3.2 비상 시 행동요령 56

03 사고 발생 시 대응 요령 kti 한국산업기술시험원 국민안전전진지원센터

● 3.1 사고현장 상황 및 수습관리

(1) 사고현장 상황관리

인명 우선구조 실시

- ① 사고가 발생하였을 때에는 우선 신속하게 인명을 구조·구급활동을 실시해야 한다.
- ② 경찰·소방 등 관계기관에 즉시 신고하여 구조 요청을 하고, 관계기관에 원활하게 현장에 진입할 수 있도록 적극 지원해야 한다.
- ③ 응급환자가 발생 하였을 때 응급의료에 관한 법률을 참고하여 응급 정도를 파악하고 관계기관에게 신속히 보고하여야 한다.



관계기관 지원차량 진입

※ 응급의료에 관한 법률 시행규칙 제2조제1호 관련 별표 1

응급증상 및 이에 준하는 증상

(1) 응급증상

- 가. 신경학적 응급증상 : 급성의식장애, 급성신경학적 이상, 구토·의식장애 등의 증상이 있는 두부 손상
- 나. 심혈관계 응급증상 : 심폐소생술이 필요한 증상, 급성호흡곤란, 심장질환으로 인한 급성 흉통, 심계항진, 박동이상 및 쇼크
- 다. 중독 및 대사장애 : 심한 탈수, 약물·알콜 또는 기타 물질의 과다복용이나 중독, 급성대사장애(간부전·신부전·당뇨병 등)
- 라. 외과적 응급증상 : 개복술을 요하는 급성복증(급성복막염·장폐색증·급성췌장염 등 중한 경우에 한함), 광범위한 화상(외부신체 표면적의 18% 이상), 관통상, 개방성·다발성 골절 또는 대퇴부 척추의 골절, 사지를 절단할 우려가 있는 혈관 손상, 전신마취하에 응급수술을 요하는 중상, 다발성 외상
- 마. 출혈 : 계속되는 각혈, 지혈이 안되는 출혈, 급성 위장관 출혈
- 바. 안과적 응급증상 : 화학물질에 의한 눈의 손상, 급성 시력 손실
- 사. 알러지 : 얼굴 부종을 동반한 알러지 반응
- 아. 소아과적 응급증상 : 소아경련성 장애
- 자. 정신과적 응급증상 : 자신 또는 다른 사람을 해할 우려가 있는 정신장애

(2) 응급증상에 준하는 증상

- 가. 신경학적 응급증상 : 의식장애, 현훈
- 나. 심혈관계 응급증상 : 호흡곤란, 과호흡
- 다. 외과적 응급증상 : 화상, 급성복증을 포함한 배의 전반적인 이상증상, 골절·외상 또는 탈골, 그 밖에 응급수술을 요하는 증상, 배뇨장애
- 라. 출혈 : 혈관손상
- 마. 소아과적 응급증상 : 소아 경련, 38°C 이상인 소아 고열(공휴일 · 야간 등 의료서비스가 제공되기 어려운 때에 8세 이하의 소아에게 나타나는 증상을 말한다)
- 바. 산부인과적 응급증상 : 분만 또는 성폭력으로 인하여 산부인과 적 검사 또는 처치가 필요한 증상
- 사. 이물에 의한 응급증상 : 귀·눈·코·항문 등에 이물이 들어가 제거술이 필요한 환자

안전관리요원 배치 및 안내

- ① 안전사고가 발생한 경우에는 사고발생 즉시 관객이 동요하지 않도록 안내방송을 하고, 피난유도 도구 등을 이용하여 안전한 곳으로 관객을 유도한다.
- ② 안전사고가 발생한 경우에는 사전 수립한 재해대처계획에 따라 안전관리요원을 재배치하여 관중이 사고 현장으로 집중되지 않도록 안전관리를 강화한다.
- ③ 추가사고 방지를 위하여 경찰과 소방관서에 즉시 협조요청하고 신속하고 안전하게 대처한다.
- ④ 진행 관계자는 모든 안내요원에게 상황을 신속하게 전파하고 119 구조·구급요원들이 구조 활동을 원활하게 진행할 수 있도록 협조 한다.
- ⑤ 진행 관계자는 사고발생 즉시 행사진행을 중지하고 현장질서 유지를 위하여 출입구에 통제선을 설치한다.



안전관리요원 및 유니폼을 착용한 안내요원의 예

2차 재난방지

- ① 사고발생 즉시 모든 공연진행을 중지하고 2차 재난이 발생하지 않도록 긴급안전점검을 실시 후 안전대책을 마련하여야 한다.
- ② 사고현장에는 통제선을 설치하여 일반인의 출입을 통제하는 등 현장질서 유지를 위하여 필요한 조치를 한다.
- ③ 우선, 부상자 구호 후 행사장 주변 취약시설 점검을 실시, 위험요인을 없애고 현장정리 등의 안전조치를 취한다.

긴급구조 및 응급조치 등

- ① 긴급구조 활동과 현장통제를 위하여 필요하다고 판단될 때에는 긴급구조 대책본부를 설치 운영한다.
* 구조단, 통제단, 상황실을 설치하여 운영한다.
- ② 긴급구조지원기관(경찰)에서는 교통정리, 현장 접근통제 등을 실시한다.
- ③ 행사를 총괄하는 책임자는 긴급구조기관, 지원기관, 자원봉사자 등에 대한 임무를 총괄 조정한다. (단, 인명구조와 응급조치 등 긴급한 조치에 대해서는 유관기관의 지시에 따라 수행한다.)
- ④ 부상자는 응급조치 후 의료기관으로 이송한다.

(2) 사고발생 수습

사고현장 조사

- ① 사고가 발생하면 관계기관 합동으로 조사반을 편성하여 신속, 정확, 공정한 조사를 해야 한다.
- ② 재난 관련기관과 협의하여 사고 복구를 추진한다.
- ③ 재난수습 전반에 대한 종합평가를 통하여 교훈과 문제점, 수범사례를 발굴한다.

피해조사 및 현장복구

- ▣ ① 주민생활과 밀접한 교통·통신·전기·가스시설 등을 우선 복구하여야 한다.
- ② 화재, 가스폭발 등 2차 피해발생 요인을 사전에 제거한다.
- ③ 관계기관 합동조사반을 편성하여 사고원인·피해내용을 파악한다.
- ④ 피해조사 완료 후 복구대책을 추진한다.

지역재난대책본부 운영 등

- ① 해당 관할 구역에서 재난의 수습 등에 관한 사항을 총괄·조정하고 필요한 조치를 하기 위하여 지역재난안전대책 본부를 운영한다.
- ② 지역대책본부장은 지역대책본부의 업무를 총괄하고 필요하다고 인정하면 지역재난안전대책본부회의를 소집할 수 있다.
- ③ 재난현장의 총괄·조정 및 지원을 위하여 재난현장 통합 지원본부를 설치·운영할 수 있다.

- ④ 통합지원본부의 장은 관할 시·군·구의 부단체장이 되며, 실무반을 편성하여 운영할 수 있다.
- ⑤ 지역대책본부 및 통합지원본부의 구성과 운영에 필요한 사항은 해당 지방자치단체의 조례로 정한다.
- ⑥ 시·도별 및 시·군·구별 재난안전상황실을 운영할 수 있다.

(3) 유관기관별 조치사항

공연 주최자

- ① 안전관리요원 배치 강화 및 인명구조를 실시한다.
- ② 경찰, 소방 등에 현장관리를 협조 요청한다.
- ③ 소방·구급차량 등 긴급차량 출입이 가능하도록 진·출입로를 확보 한다.
- ④ 유관기관 간 상황을 유지관리 한다.
- ⑤ 피해시설과 사상자에 대한 보상을 한다.
- ⑥ 위험시설에 대한 안전조치 등을 실시한다.

지방자치단체

- ① 사고발생 시 관계기관 담당자가 현장 상황을 파악하여 필요한 조치를 한다.
- ② 필요하면 응원요청 및 응급부담을 조치한다.
- ③ 필요시 지역재난안전대책본부를 설치·운영한다.
- ④ 이재민구호 및 방역을 실시한다.
- ⑤ 피해조사에 협조한다.

경찰서

- ① 2차 재난이 발생하지 않도록 경찰력을 배치하고 현장 접근과 출입 통제를 위한 통제선을 설치한다.
- ② 관람객에 대한 대피유도 및 교통정리를 한다.
- ③ 극성팬 등에 의한 돌출행동이 발생하지 않도록 관람객관리를 한다.
- ④ 유관기관 간 상황을 유지한다.
- ⑤ 사고발생원인 및 책임자 규명 등을 수사한다.

소방서

- ① 대규모 인명사고 발생 시 긴급구조 통제단을 설치·운영한다.
- ② 구급차, 소방인력 등을 배치, 인명구조와 사상자를 이송한다.
- ③ 2차 재난이 발생하지 않도록 경찰과 협조하여 통제선을 설치한다.
- ④ 유관기관 간 상황을 유지한다.
- ⑤ 소방시설물에 대한 안전점검을 실시한다.

기타

- ① 관계행정기관 및 시설물 운영자는 현장에 나와 사고수습 및 복구추진에 적극적으로 협조한다.
- ② 유관기관 간 상황을 유지한다.

● 3.2 비상 시 행동요령

(1) 화재 발생 시

화재 목격 → 초기 진화 및 보고 → 자체 소화 가능 여부 파악 (최대한 신속하게) → 화재진압 또는 화재신고

소규모 화재 (자체진압이 가능한 화재)

- ① 화재를 목격 했을 시 즉시 소화기, 소화전 등을 이용하여 초기 진압을 실시한다. 화재가 번질 위험이 없더라도 우선 119에 신고해야 한다.
- ② 화재 구역에 있는 인화물질을 최대한 제거한다.
- ③ 화재 구역에 전기 배선 등 전기관련 시설이 있을 경우 해당 전원을 차단한다.
- ④ 부상자 유무를 파악하고 부상자가 발생했을 시 병원으로 이송한다.
- ⑤ 최종결과를 관리자에게 보고한다.

대규모 화재 (자체진압이 불가한 화재 - 협조기관 요청)

- ① 화재를 목격하는 즉시 관할 소방서, 경찰서에 신고한다. 이때 화재 발생 지역과 위치, 화재 규모와 상황 등을 상세히 설명한다.
- ② 무대 세트, 조명, 음향 등의 전원을 즉시 차단한다. 만약 음향 시설이 비상 안내 방송 용도로 사용되며, 화재로부터 안전한 곳에 위치해있다고 판단되면 음향 시설의 전원은 차단하지 않는 것이 바람직하다.
- ③ 관객들이 원활한 대피를 할 수 있도록 닫혀있는 모든 출입구를 개방한다.
- ④ 관객 및 공연자의 동요를 최소화 하여 대피경로를 따라 안전하게

대피할 수 있도록 안내 및 방송을 실시한다.

- ⑤ 대피 시 관객 및 공연자들이 앞 사람을 밀거나 과격한 행동을 하지 않고 질서정연하게 대피할 수 있도록 안내하며 대피한 관객은 사고 발생 지역으로 재진입 하지 못하도록 차단한다.
- ⑥ 대피소를 운영하여 대피한 관객 및 공연자들의 상태를 파악하여 부상 유무를 확인한다.
- ⑦ 부상자가 발생했을 경우 환자의 상태를 파악하고 구조대원이 오기 전까지 응급조치를 실시하며, 구조대원이 도착하면 부상자의 상태를 설명하고 인계하도록 한다.
- ⑧ 화재 상황종료 시 까지 민·관이 협력하여 대응한다.

(2) 정전 발생 시

정전 발생 → 정전 원인 파악 및 보고 → 자체 처리 가능 여부 파악 (최대한 신속하게) → 자체 대응 또는 협조신고

자체적으로 해결 가능

- ① 관객들이 동요하지 않도록 안내 및 방송 등으로 정전에 의해 공연이 잠시 중지된 것을 알린다.
- ② 정전 원인을 파악하여 보고체계에 따라 신속하게 전파하고 해결방안을 모색한다.
- ③ 문제해결 후 관리자에 보고하고 관객들에게 안내한다.

자체적으로 해결 불가 (부품 파손 등)

- ① 협조 기관에 즉시 신고하고 정전 원인을 파악한다.
- ② 관객들이 동요하지 않도록 안내 및 방송을 실시하고 비상용 랜턴 등을 이용하여 관객 및 공연자를 대피시킨다.
- ③ 정전 상황에서 대규모 인원이 한 번에 대피할 경우 안전사고가 발생할 수 있으니 구역을 나누고 질서정연하게 이동할 수 있도록 노력한다.
- ④ 이동 중 관객 및 공연자 중 부상자가 발생할 경우 부상자가 발생한 곳으로 이동하여, 부상자를 이송한다.
- ⑤ 부상자의 상태를 파악하고 구급대원이 오기 전 까지 필요한 응급조치를 실시하며, 구급대원이 도착하면 부상자의 상태를 설명하고 인계한다.

(3) 지진 발생 시

밀폐된 공간 (임시 분장실 등)

- ① 밀폐된 구조일 경우에는 닫힌 문을 열어둔다.
- ② 전기 및 가스를 차단한다.
- ③ 화재가 발생할 수 있으므로 소화기 등을 미리 확보하도록 한다.
- ④ 공연자들의 머리를 가방, 손 등을 이용하여 보호하도록 하게하고, 길을 안내하여 신속히 밀폐된 공간에서 빠져 나온다.
- ⑤ 테이블 등이 있을 경우 테이블 밑으로 대피시켜 테이블 다리를 잡고 진동이 멈출 때까지 기다린 후 대피시킨다.
- ⑥ 부상자가 발생 했을 시 부상자를 넓고 안전한 곳으로 이송하고 구조대에 신고한다.

개방된 공간

- ① 지진이 발생하면 큰 혼란이 발생하기 때문에 안전관리요원을 배치하여 관객 및 공연자를 통제하여야 한다.
- ② 관객 및 공연자의 머리를 가방이나 손 등으로 보호하게 하여 넓고 안전한 곳으로 대피시킨다. 특히 야외 공연에서 가설 구조물을 설치하여 공연을 진행하는 경우에는 지진 발생 시 가설무대에서 즉시 벗어나 멀리 떨어진 곳으로 대피시킨다.
- ③ 주변에 자동판매기 등 고정되지 않은 것들은 넘어질 우려가 있으므로 유의하여 대피시킨다.
- ④ 진동이 멈춘 후 관객 및 공연자들의 부상유무를 확인하고 구조대에 신고해야 한다.

04 부 록

Theatre Safety Center

부록 A	야외 공연 안전점검표	62
부록 B	야외무대에 적용되는 막 구조물 기술	69
부록 C	고소작업대 안전수칙	77
부록 D	이동식 사다리 및 비계 사용 안전	84

부록A. 야외 공연 안전점검표

ktl 한국산업기술시험원
공연장안전지원센터

무대시설 현장 점검 표 (1/2)

대상	항 목	기 준	점 검 결과
구조물 안전성	강재 구성	• 천장 프레임 강재로 구성	
	프레임 접합상태	• 용접 및 결합 상태 양호	
	전도위험성 판단	• 무게중심높이, 집중하중 등에 의한 전도 위험성에 따른 시설 안전성 판단	
	강재의 부식, 변형 등	• 강재의 부식 및 변형 없음	
	안전철망 (필요부분)	• 필요부에 안전철망 설치	
	무대 고정 상태	• 무대를 앵커볼트로 바닥에 고정 여부 및 고정 상태 (고정 상태, 지면 상태 등)	
시설물 안전성	로프 외관	• 로프 이상 없음	
	로프체결 요소	• 체결요소 양호	

무대시설 현장 점검 표 (2/2)

대상	항 목	기 준	점 검 결과
시 설 체 결	조명기 안전고리	• 안전고리, 안전망 전체 설치	
	음향시설 고정상태	• 설치 상태 양호	
	막구조물 외관	• 외관상 풀림이 없어야 함	
	기타 시설 고정상태	• 외관상 풀림이 없어야 함	
무 대 바 닥	외관, 변형	• 무대바닥 상태 (돌출 및 결함, 사용상 위험)	
기 타			

전기시설 현장 점검 표 (1/2)

대상	항 목	기 준	점 검 결과
차단기제외 배전반 전장부품 및 배선	손상정도	<ul style="list-style-type: none"> 손상된 부품이나 배선 없음 	
	배선, 전장부품 고정상태	<ul style="list-style-type: none"> 이상 유무 	
배전반 외함	재질	<ul style="list-style-type: none"> 강판 	
	잠금장치	<ul style="list-style-type: none"> 작동가능 	
배전반 접지	설치상태	<ul style="list-style-type: none"> 접지선 있음 + 충분한 굵기 	
전선관 및 금속덕트 (플라이 덕트 포함)	외관	<ul style="list-style-type: none"> 변형 및 개구부가 없음 	
	접속, 고정상태	<ul style="list-style-type: none"> 체결요소(로크너트 등) 이용+고정 	
	C형 접속기 설치여부	<ul style="list-style-type: none"> 설치 	

전기시설 현장 점검 표 (2/2)

대상	항 목	기 준	점 검 결과
배선	외관	<ul style="list-style-type: none"> 피복손상 & 열화 & 심선노출 없음 	
	접속, 고정상태	<ul style="list-style-type: none"> 접속부분을 접속함 등을 보호 	
	보호덮개 설치 상태	<ul style="list-style-type: none"> 관객 및 스텝 이동 경로에 설치된 배선 보호덮개로 보호 (관객 및 스텝 안전 확보) 	
전기 안전	전기시설에 의한 안전사고 위험 발생 요인 확인	<ul style="list-style-type: none"> 감전 발생 요인 (심선 노출, 연결 불량 등) 과전류 발생 요인 (전기 용량 사전 검토 등) 기타 전기시설의 안전성 확인 (발전시설, 배전, 조명설비 등) 	
	기타		

관객관리 현장점검표 (1/2)

대상	항 목	기 준	점 검 결과
관객 동선 관리	입·퇴장 관리	<ul style="list-style-type: none"> 입장할 때 관객이 한꺼번에 몰리지 않도록 입장 동선을 배치 입장할 때 관객이 한꺼번에 몰릴 경우에 관객을 분산시키기 위한 예비 출입문 퇴장할 때 관객을 위치에 따라 순차적으로 퇴장 계획 퇴장할 때 모든 출입구를 개방하여 관객을 분산시킴 	
	무대 주위 안전 공간 확보	<ul style="list-style-type: none"> 무대와 객석 사이에 충분한 안전 공간을 확보하여 관객이 무대 앞으로 몰리지 않도록 함 	
	출연자를 위한 이동로 확보	<ul style="list-style-type: none"> 출연자와 관객의 안전을 위하여 출연자를 위한 별도의 이동로를 확보 출연자를 위한 별도의 이동로 확보가 어려운 경우에는 안전 관리인력을 배치하여 이동로를 통제 	
	관객 이동로 및 차단벽 설치	<ul style="list-style-type: none"> 관객 입장 시 경로를 제시하거나 무대 가까이 기준 이상 앞으로 나오지 못하도록 하는 차단벽 설치 	

관객관리 현장점검표 (2/2)

대상	항 목	기 준	점 검 결과
	관객 동선 관리	공연안전 및 관객 관리를 위한 방송시설 확보	<ul style="list-style-type: none"> 관객들에게 충분히 정보를 전달 할 수 있을 만큼의 방송시설 및 통제실 준비 관객들에게 안전을 위한 방송을 반복적으로 실행
	관객 안전 관리	안전요원 배치	<ul style="list-style-type: none"> 공연의 처음부터 끝까지 관객을 관리할 안전요원을 충분하게 배치 취객, 난동꾼 등의 위험관객 통제 계획 수립 노약자, 장애인 등의 도움이 필요한 관객들에 대한 계획 수립
		안전요원 훈련 여부	<ul style="list-style-type: none"> 안전요원은 사전에 계획한 관객 관리계획을 실행할 충분한 훈련이 되어 있는지 확인
		기타	

화재 및 재해 현장 점검표

대상	항 목	기준	점검결과
시설점검	화재 위험요소와 소방 대책 확인	<ul style="list-style-type: none"> • 공연 중 생불 사용 여부 (불꽃놀이 포함) • 화재 발생에 대비한 소화시설 준비 • 화재 발생 시 업무 절차 및 업무 분장(소화, 대피 유도, 신고 등) • 위험물 유무 판단 	
유관기관 협조	지방자치 단체, 경찰서, 소방서 등	<ul style="list-style-type: none"> • 화재 및 재해에 대비한 유관기관 간의 긴밀한 협조 확인 • 각 유관기관 별 재해대책계획 수립여부 확인 	
기타			

부록B. 야외무대에 적용되는 막 구조물

● 1. 막 구조(membrane structure)의 정의

'막 구조(Membrane Structure)'란 다양한 소재로 코팅된 직물(Coated Fabrics)을 주재료로 하여 빠대가 되는 구조물에 설치하거나(텐트 타입 - Tent type) 공기의 압력조절을 통해 형태를 유지(공기 막 타입 - Pneumatic Type)하는 건축구조를 말한다.

막 구조물 시초는 과거 유목민들이 주거용으로 사용하는 전통적 텐트 타입의 형태로써 기초가 되는 나무기둥과 가지를 이용하여 구조물을 만들고 그 위에 가죽을 입혀 비바람을 피하는 형태로 시작하여 현재는 산업의 발달로 다양한 소재가 개발됨에 따라 다양한 형태의 막 구조물이 선보여지고 있다.

공연장에서는 실내 보다는 실외공연장(야외공연장)의 천정으로 많이 도입되고 있으며 공기막 타입보다는 설치 및 유지보수가 비교적 쉬운 텐트형을 선호하고 있다.

텐트형 막 구조의 특징은 경량의 막 재료를 구조재로 하여 토과 빛을 통한 반 옥외적인 내부공간 구성과 자유로운 조형이 가능한 건축구조 방식으로, 야외무대 이외에도 전천후형 스포츠시설, 주거시설 등 폭넓은 용도로 많은 시설물에 사용되고 있다.

최근에는 막 소재의 다양화, 직물기술의 발전, 코팅기술의 발전, 빠대가 되는 골조의 소재의 신소재화, 예술적인 디자인 등이 결합하여 차세대 건축기술로 주목받고 있다.

● 2. 막 구조의 종류 및 분류

막 구조의 종류		설명
텐트 Type	프레임 막 구조	골조가 되는 프레임위에 막재료를 얹는 구조
	장력 막 구조	막을 매달아 장력을 받게 하고 와이어로 보강하는 구조
공기막 Type	공기지지 막 구조	지붕에 막재를 구성한 뒤 실내 공간 안에 공기를 불어 넣어 공기압으로 지붕막을 지지하는 구조
	공기팽창 막 구조	튜브형식으로써 외력에 저항하는 공기압을 지속적으로 공간에 불어 넣어 일정한 앙압을 유지하는 구조

2.1 프레임 막 구조

프레임 막 구조는 철골로 뼈대를 세운 뒤 그 위에 막을 형성하는 구조이다. 막 표면의 안정성과 외력에 버티기 위하여 철골과 막을 연결시켜 초기장력을 부여한다. 구조적으로 안정하며 출입구를 제한 없이 만들 수 있으며 경제성이 뛰어나다.

2.2 장력 막 구조

장력 막 구조는 케이블을 이용하여 막 면에 직접 초기장력을 주는 구조방식으로 구조의 안전성은 이 초기장력에 의하여 주어지며 장력비에 의해 곡면이 결정되어진다. 이 구조에 의하여 만들어지는 곡면은 일반적으로 안장형 곡면이 형성되고 곡면은 장력비에 의해서 결정된다. 매다는 방향의 케이블(Ridge Cable)과 누르는 방향의 케이블

(Ridge Cable)이 한 점에서 접합되고 각각의 케이블에는 초기장력이 작용하여 서로 평형을 이루어 이 접합 점은 공간의 한 점으로 정지하게 된다.

이 접합점이 공간에서의 위치는 Valley Cable과 Ridge Cable의 초기 장력비에 의하여 결정되고 장력의 크기에는 관계가 없다. 케이블이 3개 이상인 경우에도 동일하며, 그 경우에 접합 점은 연속적으로 모여 막 면을 구성하고 이 막 면도 평형을 이루며 공간에 정지한다. 응력집중을 막기 위해 케이블을 보강하는 방법이 있으며 막 면으로의 응력전달이 유연하게 하여야 한다.

프레임 막 구조에 비해 볼륨감 있는 형태의 곡면처리가 가능하여 디자인의 다양성을 표현할 수 있다.

2.3 공기 막 Type

공기 막 탑입은 공기의 압력으로 막 면에 장력을 주는 방식으로 밀폐된 막 구조물 내부에 지속적인 공기를 주입하여 양압을 유지하는 하는 장치가 따로 마련되어야 한다. 이러한 송풍시스템은 일정한 압력을 유지하는 역할을 함과 동시에 내부의 공기를 항상 외부로 보내기 때문에 실내의 쾌적한 상태를 유지할 수 있는 장점이 있다.

일반적인 건축구조물은 보, 기둥이 필요하나 공기 막 탑입은 공기압력으로 천정의 막을 들어올리기 때문에 지주 없이 거대한 공간을 만들 수 있다는 장점이 있다.

● 3. 막 구조의 특징

3.1 장점

- ① 막 재료의 특성상 유연하기 때문에 자유로운 곡면표현과 광범위한 공간을 만들 수 있다.
- ② 공장에서 각 부품들을 만들어 현장에서 조립하여 완성할 수 있으므로 빠른 시간에 구조물을 완성할 수 있으며 유지보수 시 인건비가 저렴하고 복구가 빠르고 쉽다.
- ③ 계절에 따른 영향을 받지 않기 때문에 공기를 단축할 수 있다.
- ④ 막 재료특성상 투광성이 높다. 재료에 따라 자연광을 그대로 받을 수도 있기 때문에 다양한 연출효과를 발휘할 수 있다.

3.2 단점

- ① 단열성이 좋지 않기 때문에 계절에 따른 온도유지비가 추가된다.
- ② 공기막 구조물의 경우 공기압이 유지되어야 함으로 이에 따른 유지비가 추가된다.
- ③ 콘크리트에 비해 열(화재)에 약하기 때문에 화재에 항시 대비하여야 한다.
- ④ 내구성이 콘크리트에 비해 약하므로 날카로운 물건, 풍량, 적설량, 노후화에 의해 쉽게 찢어질 수 있다.
- ⑤ 막 재료의 특성상 계절·환경에 따른(산성비, 계절의 온도차) 열화 및 노후화현상이 크다.
- ⑥ 막 구조물을 제작 및 설치하는 업체가 다양하지 않으므로 업체선정의 한계가 있다.
- ⑦ 설치 지역의 주변 환경에 맞게 설치하는 맞춤형 설계가 이루어져야 하므로 높은 기술력이 요구된다.

● 4. 막 소재

4.1 막 소재의 구성원리

보통의 막은 섬유에 코팅을 하여 사용하는데 섬유조직은 물리적 강도를, 코팅면은 화학적 성질을 좌우한다. 막 섬유는 경사, 위사방향의 이방향성을 지니고 있다.

현재 막 구조용 재료로 사용되는 막의 재질은 크게 Polyester를 기초포로 한 PVDF, PVF 제품과 유리섬유(Fiber Glass)에 Teflon을 코팅한 PTFE제품이 있으며, 막 구조의 목적에 따라 재료의 선정을 달리할 수 있다.

막 구조에 사용되는 막 소재에 대하여 간략하게 설명한다면,

- ① 일반적으로 많이 사용되어지는 PVDF 막 소재는 Polyester를 기초포로 하여 양면에 PVC, PVA, RUBBER 등의 수지를 일정량 도포한 후 액상의 불소수지를 수 회 코팅한 막 소재의 약칭이다.
- ② PVF 막 소재는 Polyester를 기초포로 하여 양면에 PVC, PVA, RUBBER등의 수지를 일정량 도포한 후 미국의 듀폰사에서 생산한 불소 필름을 막재 표면에 접착시킨 막 소재의 약칭으로 PVC를 도포한 PVF 막 소재는 난연성 제품이다.
- ③ PTFE(테프론) 막 소재는 유리섬유(Fiber Glass)를 기초포로 사용하여 액상 불소수지를 수차례에 걸쳐 침투시켜 숙성시킨 원단으로 강한 인장강도를 가지고 있다.
- ④ TiO₂(산화티탄) 막 소재는 Polyester를 기초포로 하여 표면에 산화티타늄 코팅을 하여 방오능력을 크게 향상시킨 재료로써 청정함을 오래도록 유지할 수 있다는 장점이 있다.

4.2 막 소재의 물리적 특성

막 종류 막 특성	PVDF	TiO2
직물	폴리에스터	폴리에스터
구성재	PVC+PVDF	PVC + TiO2
두께 (mm)	0.8이상	0.8이상
인장강도 (kgf/5cm)	350~750	350~700
인열강도 (kgf)	60~80	60~80
내구연한	8~10	8~10
자정능력	보통	우수
특징	인장력 및 파열강도가 높다. 가공성이 좋고 가격이 비교적 저렴하여 중·소형 막 구조물에 많이 사용된다.	산화티탄의 광 촉매 기능을 적용한 기술이며, 자외선에 반응하여 오염물을 화학적 메커니즘에 의해 분해하기 때문에 자정능력이 탁월하다.

막 종류 막 특성	PVF	PTFE
직물	폴리에스터	유리섬유
구성재	PVC + PVF / PFLT	테프론
두께 (mm)	0.8이상	0.7이상
인장강도 (kgf/5cm)	350~750	400~900
인열강도 (kgf)	60~80	30~40
내구연한	15~20	25~30
자정능력	우수	우수
특징	정전기 발생 억제 작용이 강하여 자정능력이 우수하여 수명이 길다는 장점이 있으나 일반적인 접합방법으로 접합하기 어려워 원단가격 및 가공비가 비교적 고가라는 단점이 있다. 또한 유연성이 없어 복잡한 굴곡의 구조물에 적용하기 적합하지 않다.	방화성 및 내구성이 우수하여 기후의 영향을 거의 받지 않으며 불연성 등으로 물성이 가장 우수하다. 원단이 유연성이 없어 가공이 어렵고 막재를 수입하여 사용하여야 하므로 가격이 비교적 고가이다.

● 5. 막 구조의 설계 시 주의사항

야외공연장에는 시공의 편리성 (시공 단가, 작업 일수 등) 및 외관상 수려한 형태인 텐트형 막 구조물이 흔히 설치되고 있는 추세이다.

5.1 설계 전 고려사항

- ① 구조물 설계과정에서 설치 지역의 환경(풍향, 적설량, 강우량)을 고려하여 하여 강도를 확보하여 설계한다.
- ② 막재에는 항상 인장응력이 작용하도록 설계하여야 하며 막면 장력은 가능한 균일하게 유지되어야 한다.
- ③ 막에서 발생할 수 있는 주름 또는 펄럭임 등은 장력이 제로가 되어 막면에 치명적인 손상을 주므로 초기형상의 변경 및 케이블의 보강 등으로 최적의 형태를 찾아야 한다.

5.2 설치장소의 환경파악

공연장이 위치할 장소의 주변 환경이 막 구조물의 수명을 좌우한다. 그 지역의 날씨(풍속, 적설량, 강우량)를 고려하여 막 재질의 선택과 설계방법 그리고 관리방법이 달라지기 때문이다. 예를 들어, 바닷가에 위치할 경우 365일 내내 바닷바람을 이겨낼 수 있는 구조이어야 하며, 강원도 산속에 위치할 경우 겨울 내내 쌓일 적설량, 계곡의 돌풍을 고려하지 않으면 설치한지 얼마 되지 않아 다시 재설계·재설치 하여야하는 수고를 하게 되므로 처음 설치 시 주변 환경을 잘 파악하고 설계 시 고려하여야 한다.

● 1. 개요

공연장에서는 고소작업이 자주 이루어지고 이로 인한 안전사고 발생 가능성도 높다. 고소작업의 방법에 이용되는 장비는 고소작업대, 사다리, 비계(이동용 틀비계, 말비계) 등이 있다. 본 자료에서는 고소작업에서 발생할 수 있는 안전사고를 미연에 방지하고 안전한 작업을 도모하여 안전사고를 미연에 방지하기 위하여 고소작업대에 대한 관련된 안전사항을 정리하였다.

공연장 특성상 점검, 무대장치의 설치, 해체 등 고소작업이 빈번하게 발생하고 사람 키 이상의 작업 시 기계 및 기구를 사용하게 되는데 이동이 편리하고 적은 수의 인원으로 효과적인 작업을 진행하기 위하여 고소작업대를 많이 사용한다. 고소작업대란, 높이가 2미터 이상인 장소에서 작업을 위하여 작업자가 탑승 후 작업대를 승강시켜 사용하는 기계기구이다. 작업대, 승강장치 및 기타장치로 구성되며 작업대가 승강장치 및 기타장치에 의하여 상승, 하강하는 설비 중에서 동력을 사용하여 스스로 이동 할 수 있는 작업차량을 말한다.

공연장에서는 나무마루바닥의 특성상 무대바닥의 깨짐, 하무무대시설의 설치 특성상 단차 등 다양한 이유로 무대바닥면이 고르지 못하여 고소작업대의 전복 우려가 있으므로 조작에 의하여 스스로 이동하는 고소작업대 차량의 사용을 권장하지 않는다.



1인용 고소작업대의 예



2인용 고소작업대의 예

● 2. 고소작업대 작업 시 위험요인

- ① 고소작업대의 전도위험
- ② 작업대 승·하강 동작 시 상부 무대시설 무대장치와의 끼임 위험
- ③ 고소작업대 작업대(Basket)에서 작업자 추락 위험
- ④ 작업자와 신호자간 신호 불일치로 상부 무대시설 무대장치와의 충돌 위험
- ⑤ 무대마루바닥의 단차로 인한 작업 중 고소작업대 전도 위험

● 3. 안전사고 예방대책

(1) 고소작업대 기본 수칙

- ① 작업대에 정격하중을 초과하여 물건을 싣거나 탑승을 금지한다.
- ② 작업대를 상승시킨 상태에서 작업자를 태우고 이동을 금지한다.
- ③ 바닥과 고소작업대는 가능한 수평을 유지하도록 하고, 갑작스런 이동을 방지하기 위해 아웃트리거 및 바퀴의 고정 등을 확실히 사용해야 한다.
- ④ 작업대를 상승시키는 중 무대장치의 곡면 부분을 향해 전진할 경우 충돌 또는 끼임, 추락 할 위험이 있는가를 확인한다.
- ⑤ 작업대에 탑승한 운전자 끼임 예방을 위하여 방호가드, 리미트스위치 등의 안전장치를 반드시 설치한다.
- ⑥ 고소작업 시 고소작업차량 주변 감시자를 배치하고 작업한다.

(2) 고소작업대 설치 기준

- ① 작업대를 유압에 의해 상승 또는 하강시킬 경우에는 작업대를 일정한 위치에 유지할 수 있는 장치를 갖추고 압력의 이상저하를 방지할 수 있는 구조일 것
- ② 와이어로프 권과방지 리미트스위치를 갖추거나 압력의 이상상승을 방지할 수 있는 구조일 것
- ③ 작업대에 정격하중(안전율 5 이상)을 표시할 것
- ④ 작업대에 끼임·충돌 등 재해 예방을 위한 가드 또는 리미트스위치를 설치할 것
- ⑤ 조작반의 스위치는 육안확인이 가능하도록 명칭 및 방향표시를 유지할 것

(3) 고소작업대 작업 시작 전 점검사항

- ① 작업대를 와이어로프 또는 체인으로 상승 또는 하강시킬 때 와이어로프 또는 체인이 끊어져 작업대가 낙하하지 않는 구조여야 하며, 와이어로프 또는 체인의 안전율은 5이상으로 한다.
- ② 작업대를 유압에 의하여 상승 또는 하강시킬 때에는 작업대를 일정한 위치에 유지할 수 있는 장치를 갖추고 압력의 이상저하를 방지 할 수 있어야 한다.
- ③ 리미트스위치를 갖추거나 압력의 이상상승을 방지할 수 있는 구조여야 한다.
- ④ 무대마루바닥이 고소작업대를 수평으로 설치할 수 있는 상태인지 확인한다.
- ⑤ 아웃트리거 또는 바퀴고정장치가 정상적으로 작동하는지 사전에 확인한다.
- ⑥ 고소작업대를 사용하여 작업을 행할 때는 무대의 상황 및 설치된 무대설비의 형상, 설치상태 등에 맞는 작업계획을 사전에 세운다.
- ⑦ 정해진 작업계획을 관계부서와 주변 작업자에게 알린다.
- ⑧ 작업자는 안전모, 안전대 등 보호구를 착용하고 감전우려나 날카로 운 무대장치가 설치된 경우 방호구를 설치한 후 작업을 실시한다.
- ⑨ 야외무대 작업의 경우 악천후 시, 특히 강풍 시에는 작업을 중지한다.
- ⑩ 장치를 떠받거나 인양하는 등 주 용도이외 사용을 금지한다.
- ⑪ 고소작업대로 전기공사 시 차량 접지를 한다.
- ⑫ 작업대의 작업자가 무리한 동작을 취하지 않도록 작업에 접합한 위치로 작업대를 이동 후 작업한다.

(4) 작업 중 조치사항

- ① 고소작업대를 이동시킬 때에는 작업대를 가장 낮게 하강시킨 후 이동한다.
- ② 작업대를 상승시킨 상태에서 작업자를 태우고 이동을 금지한다.
- ③ 이동통로의 요철상태 및 장애물 유무 등을 확인한다.
- ④ 작업자는 안전모·안전대 등의 보호구를 착용한다.
- ⑤ 고소작업대 주변에는 관계자외의 자의 출입 또는 접근을 금지한다.
- ⑥ 안전한 작업을 위하여 적정수준의 조도를 유지한다.
- ⑦ 전기작업 시 작업감시자를 배치하는 등 감전사고 예방을 위한 조치를 한다.
- ⑧ 작업대가 과상승하여 상부 무대장치와 끼임 사고가 발생하지 않도록 리미트스위치봉을 부착한다.
- ⑨ 작업대 상승·하강 동작 시 신체부위가 위험점에 접촉되지 않도록 주의한다.
- ⑩ 작업대에서 물건을 내릴 경우 줄 또는 기구를 이용하되 작업대에 정격하중을 초과 시 물건을 내리는 것을 금지한다.

(5) 운전 작업 종료 후 안전

- ① 작업대는 정해진 위치에 고정한다.
- ② 주차 시에는 편평하고 정해진 장소에 주차한다.
- ③ 스위치를 끄고 키는 뽑아서 책임자가 보관한다.
- ④ 고소작업대에서 내릴 때에는 바닥의 상태를 확인한 후 하차한다.

※ 고소작업대의 비상정지장치

고소작업대의 작업대를 승·하강 시 상부무대시설에 신체의 일부가 끼는 사고가 발생할 수 있다. 이러한 위험에 대비하기 위해 고소작업대에는 작업자가 손에 닿을 수 있는 반경 안에(작업대의 모서리) 2개 이상의 비상정지장치(봉)를 설치하여야 한다. 작업대 아래 메인 조작반의 스위치뿐 아니라 작업자 앞에 있는 줄을 아래로 당기거나 작업대 위쪽, 양편 등에도 정지가 가능한 비상스위치를 설치하는 것을 권장한다. 위급한 상황이 발생할 경우, 작업자가 말 그대로 손에 잡히는 대로 안전장치를 작동시켜 신속하게 정지할 수 있도록 다양한 안전장치가 설치되어야 작업자는 위험에서 보호될 수 있다.

● 4. 고소작업대 안전점검표

작업 전후에 안전점검을 생활화 하고 이상발견 시 즉각적인 수리와 장비이력카드의 기록을 의무화하여 장비를 안전하게 관리하여야 한다.
(출처 : 한국산업안전보건공단 기술자료)

순번	점검 내용(예)	평가			비고
		불량	보통	양호	
1	이동 전 아웃트리거, 작업대가 정해진 위치에 안전하게 결합되어 있는가?				
2	작업대 끼임 방지 리미트스 위치의 작동은 원활한가?				
3	작업반경내에 다른 작업자의 접근을 방지할 수 있는 안전 대책을 세웠는가?				
4	작업대에 탑승 시 추락을 방지하기 위해 반드시 안전대를 착용하는가?				
5	고소작업대를 엄호하는 작업감시자를 배치하였는가?				
6	고소작업대를 전기공사에 이용할 시, 접지하는가?				
7	작업대는 적재하중을 반드시 준수하는가?				
8	주차 시에는 평평하고 정해진 장소에 주차하는가?				
9	아웃트리거 고정 장치에 미끄럼 방지조치는 양호한가?				
10	작업 후 전원을 차단하고 키를 뽑아서 보관하는가?				

부록D. 이동식 사다리 및 비계 사용 안전

● 1. 개요

공연장에서는 고소작업이 자주 이루어지고 이로 인한 안전사고 발생 가능성도 높다. 고소작업의 방법에 이용되는 장비는 고소작업대, 사다리, 비계(이동용 틀비계, 말비계) 등이 있다. 본 자료에서는 고소작업에서 발생할 수 있는 안전사고를 미연에 방지하고 안전한 작업을 도모하여 안전사고를 미연에 방지하기 위하여 이동식 사다리 및 비계와 관련된 안전사항을 정리하였다.

● 2. 이동식 사다리 작업안전 수칙

공연장의 작업상황에 따라 고소작업대가 부피가 크고 무거워 이동하며 사용하기 불편한 경우가 있다. 이러한 경우 이동식 사다리를 많이 사용하는데 이동식 사다리는 주로 일자형과 A형 사다리를 많이 사용한다. 어떤 형태의 사다리든 미끄러지거나 전도의 위험이 크므로 개인보호구 착용을 철저히 하여야 하며 사용상 상당한 주의를 기울여야 한다.

2.1 이동식 사다리 작업 위험요인

- ① 사다리 미끄럼방지장치 미설치로 사다리가 미끄러져 전도할 우려
- ② 작업자가 헛딛거나 미끄러져 추락할 우려
- ③ 사다리 설치각도 미흡으로 인한 추락위험
- ④ 물건을 손에 들고 사다리를 승강하여 물건 또는 작업자가 추락할 위험
- ⑤ 전기작업 중 통전될 우려(추락하여 2차사고 발생우려)

2.2 안전사고 예방대책

(1) 이동식 사다리 기본 수칙

- ① 금이 가거나 변형된 사다리를 사용하지 않는다.(목재로 임의제작 사용을 금지하고, 알루미늄 재질의 사다리 사용권장)
- ② 안전모, 안전화, 안전대, 보안경등의 개인보호구를 반드시 착용한다.
- ③ 작업장 부근에 고압 전선이 있는지 확인한다.
- ④ 기름 찌꺼기나 미끄러운 물질은 제거한다.
- ⑤ 작업 시 작업보조자를 배치하는 것을 원칙으로 한다. (보조자는 사다리가 넘어지지 않도록 잡는다.)
- ⑥ 상부 발판에서부터 아래로 3개 발판까지는 사용하지 않는다.
- ⑦ 작업 후엔 주변을 청소, 정리 정돈한다.

(2) 일자형 사다리 작업안전 수칙

- ① 작업자가 단독 사용 시 통행하는 장소에는 사다리를 설치하지 않는다.
- ② 이상이 있는 사다리를 임시로 고쳐 쓰지 않는다.
- ③ 사다리 윗면은 벽면 상단부로 부터 1m 이상 여유를 두고 오르내릴 때에는 올바른 자세를 유지한다.
- ④ 공구 등 작업용구를 가지고 사다리를 이용할 때는 공구 등을 몸에 부착하고 두 손으로 사다리를 잡고 오르내린다.
- ⑤ 상하부가 움직일 위험이 있을 때는 감시자가 있어야 한다.
- ⑥ 부서지기 쉬운 벽돌 등을 받침대로 사용하여서는 안되며 사다리 사용 후 반드시 수평으로 보관한다.
- ⑦ 사다리 위 작업은 원칙적으로 금지하며 부득이 작업을 할 경우 2인 1조로하여 1인은 하부에서 사다리의 전도가 발생하지 않도록 조치하며 팔 길이 이상의 작업은 금지한다.

(3) A형 사다리 작업안전 수칙

- ① A형 사다리는 원칙적으로 작업발판으로 사용을 하는 것이 아닌 승강 설비 측면에서 사용한다.(말비계는 작업발판으로 사용하는 것이 목적이며 일반 이동용 사다리는 높은 곳을 오르기 위한 목적인 기구이다.)
- ② 사다리 작업 시 전도를 방지하기 위하여 아웃트리거를 4개소(4방향)에 설치하여야 한다.
- ③ A형 사다리 사용 시 벌어진 상단에 벌어짐 방지 고정 장치가 있는지 확인한다.
- ④ 휘어짐 등의 변형이 있는 것은 사용 불가, A형사다리를 일자형으로 펴서 사용하는 작업을 금지한다.
- ⑤ 사다리 바닥부분에는 미끄럼 방지재(고무, 코르크, 강 스파이크 등)를 부착하여야 한다.
- ⑥ 작업은 2인1조 이상, 작업높이가 3m이상인 경우 3인 이상 1조로 작업을 실시한다.
- ⑦ 사다리 최상부를 밟고 작업해서는 안 되며 안전대 고리를 걸고 작업, 3점 지지의 원칙 준수 및 팔길이 이상 떨어진 곳에 대한 작업을 하지 않아야 한다.
- ⑧ 작업 시 작업보조자를 배치하고, 보관은 눕혀서 한다.

● 3. 비계 작업안전 수칙

비계는 작업의 특성에 따라 강관을 조립, 개조, 해체가 쉬우며 고소작업대에 비해 가벼워 작업장소에 원활히 접근하여 사용할 수 있는 가설시설이다. 이러한 가설고소작업시설의 종류에는 강관비계, 강관틀비계, 달비계, 말비계, 이동식틀비계 등이 있다. 공연장 고소작업에는 말비계 및 이동용 틀비계가 주로 사용된다.

※ **이동용 틀비계** : 기둥하부에 바퀴를 부착시켜 이동할 수 있는 것으로 롤링 타워(rolling tower)라고도 하며 천정이나 벽의 상부, 옥외의 양은 장소 또는 실내의 부분적인 장소에서 작업을 할 때 이용되는 것이다.

※ **말비계** : 두개의 같은 사다리를 상부에서 핀으로 결합하여 개폐 시킬 수 있도록 하여 발판 또는 비계 역할을 하도록 한 각립비계와, 이를 약 150 ~ 180cm 간격으로 병렬시키고 비계널을 놓아 사용하는 안장비계가 있으며, 비교적 작업 높이가 낮은 작업에 흔히 사용한다.

이동용 틀비계	말비계

고소작업 시 작업점의 범위가 국소적이나마 틀 아래 바퀴가 달려 있어 이동이 간편하다는 장점을 지닌 비계

실내작업 등 발판의 높이가 2m 이하의 비교적 낮은 작업에 쓰이는 낮은 사다리 모양의 비계

3.1 비계의 일반적 특징 및 위험요인

- ① 연결재가 적은 구조로 불안전하기 쉽다.
- ② 부재의 결합이 간략화 되어있고 불안전한 결합이 많다.
- ③ 부재의 결합이 쉽고 용이하나 정밀도가 낮다.
- ④ 과소단면이거나 결함 있는 재료가 사용되기 쉽다.
- ⑤ 임시적으로 사용하는 가설 구조물이다.
- ⑥ 비계, 발판 또는 지지대의 파손으로 추락위험

3.2 안전사고 예방대책

작업자는 안전모를 착용하고 안전대를 소지하며, 불안전한 자세로 작업을 하는 일은 금지한다. 상·하에서 동시에 작업을 할 때에는 작업자 간 충분한 연락을 취하면서 작업을 해야 하며 비계 바깥쪽을 승강할 때에는 동일면에서 동시에 2명 이상의 작업자가 오르내려서는 안 된다. 이동 시 상단 작업대에서 작업자가 있어서는 안 되는 것이 원칙이며 전복우려가 있으므로 주변작업자에게 비계의 이동을 공지하고 움직인다.

(1) 틀비계 설치 기준

- ① 발판 폭은 40cm 이상(틈새 3cm 이하)로 하고, 2개소 이상 고정한다.
- ② 승강설비는 통로 폭 30cm 이상, 단단 간격 40cm 이하로 한다.
- ③ 상부난간대 90~120cm, 중간대 45~60cm, 폭목(발 끝막이판)은 발판 위에 10cm 이상 높이로 4면에 설치한다.
- ④ 자재 및 공구 등을 인양 시 달출 및 달포대 사용, 전도방지용 아웃트리거 설치 바닥에 밀착 고정한다.
- ⑤ 이동식 비계의 사용허가증, 최대적재하중(400kg 이하), 사용 업체명(연락처)등의 표지판 설치한다.
- ⑥ 바퀴는 6인치 이상 제동가능 것 설치한다.
- ⑦ 경사지에서는 책 등을 사용하여 작업발판이 수평상태 이루게 설치한다.
- ⑧ 근로자가 탑승한 채로 이동을 금지한다.
- ⑨ 작업발판 위에 말비계 등 설치를 금지한다.

⑩ 비계의 최대높이는 밑면 최소폭의 4배 이하로 한다. (검정품 사용 시 3단 이하 사용)

⑪ 최대 적재하중을 눈에 띠는 곳에 표시하여야 한다.

(2) 이동용 틀비계 사용수칙

이동용 틀비계의 설치작업 전에는 조립시기와 장소, 물건의 들어 올림 방법 및 사용범위 등을 확인하고 출입금지구역을 설정해 둔다.

이동용 틀비계에 사용되는 부재는 원칙적으로 이동용 틀비계의 전용 부재로 하고 한 장소에서 장시간 반복 사용할 때에는 삼각버팀 고정장치(아웃트리거)를 이용하며, 비계조립 및 해체 작업은 작업책임자의 지휘하에 작업하여야 한다.

특히 이동용 틀비계는 비계의 전도 등에 의한 재해가 많이 발생하므로 취급에 유의 하여야 하고 작업 시 이동용 틀비계 주변에 작업감시자를 배치하여 상부무대시설과의 접촉, 주변 작업자와의 충돌, 주변작업자가 아웃트리거에 걸려 넘어지는 등의 사고가 발생하지 않는지 확인하여야 한다. 추락사고를 방지하기 위하여 작업자가 비계 바깥쪽에서 사다리로 오르내리기보다는 내부에서 계단 등을 통해 오르내리도록 하는 것이 안전하며, 사다리를 사용 시 틀비계와 견고히 고정시키고 틀비계 상부의 안전난간이 탈락되지 않도록 각 부재 접합부분의 점검을 철저히 한다.

① 틀비계에 상단 작업대 작업발판 끝단부에 안전난간을 설치, 안전난간 설치가 불가능할 경우 안전대 고리를 체결하고 작업한다.

② 틀비계 바퀴에 브레이크를 설치하여 작업 중 불시 이동을 방지해야 한다.

③ 작업승강용 로프를 설치하고 이를 이용하여 자재나 공구를 운반하여야 한다.

④ 틀비계 연결부를 누락하지 않고 수평을 유지하여 설치한 후 작업실시해야 한다.

⑤ 작업발판을 강재 발판으로 사용 시 발판간의 틈 간격을(3cm 이하) 확인하고 사용한다.

⑥ 이동식 비계에 전원 선을 설치 시 단자대의 체결력을 확보하고 사용 전 누전, 충전부노출 등 여부를 확인한 후 사용한다.

⑦ 비계 이동 시 작업자의 탑승상태로 이동을 금지한다.

⑧ 틀비계위에 자재 등을 과적하지 않도록 한다.

⑨ 작업대 위에 말비계 등을 추가로 설치하여 사용하지 않는 것을 원칙으로 하고, 부득이하게 작업대에 말비계 등을 설치할 경우에는 추락방호에 유효토록 안전난간을 추가 설치하여 사용한다.

(3) 말비계 설치 기준

① 말비계의 발판 폭은 최소 40cm 이상의 것을 사용한다.

② 사용높이 120cm 이하, 길이 2m 이하로 사용한다.

③ 목재로 임의제작 사용을 금지하고, 알루미늄 재질의 말비계를 사용한다.

④ 변형 및 노후제품을 사용하지 않는다.

⑤ 지주와 바닥면과의 각도는 75도 이하로 한다.

⑥ 견고하고 흔들림이 없어야 한다.

⑦ 말비계 자재 반입 시 철저한 검수 실시, 부재의 안정성 여부를 확인한다.

- ⑧ 말비계 사용 전 구조적 점검을 반드시 실시하고 부러진 것을 덧대는 등 고쳐사용하지 않는다.

(4) 작업 종료 후 안전

- ① 동일면에서 동시에 2명 이상의 작업자가 오르내려서는 안된다.
- ② 이동용 틀비계 주차 시에는 편평하고 정해진 장소에 주차한다.
(말비계는 접어서 보관)
- ③ 작업대에서 내릴 때에는 바닥의 상태를 확인한 후 하차한다.

이동용 틀비계의 적재하중

작업바닥의 면적 (m ²)	적재하중 (kgf)
2 이상	250
2 미만	50 + (작업바닥의 면적 m ²) × 100

이동용 틀비계의 바퀴 구조

구분	구조
주축길이 (장부)	끼워 넣는 길이 200mm이상 (빼짐 방지 기능이 있는 것은 95mm 이상)
차륜지름	타이어 지름 125mm이상
주 축	차륜이 주축을 축으로 하여 회전할 수 있을 것

3.3 비계 안전점검표

작업 전후에 안전점검을 생활화 하고 이상발견 시 즉각적인 교체 및 수리를 하여 장비를 안전하게 관리하여야 한다.(출처 : 한국산업보건 안전공단 기술자료)

순번	점검 내용(예)	평가			비고
		불량	보통	양호	
1	작업 전 아웃트리거의 설치 및 작동상태가 양호한가?				
2	상단 작업대의 안전난간은 양호한가?				
3	결합부의 볼팅 또는 결합상태가 양호한가?				
4	작업자는 작업대에 오르기 전 추락을 방지하기 위해 반드시 안전대를 착용하는가?				
5	작업감시자를 배치하였는가?				