

Theatrical Arts Education Program

2015

무대예술 전문교육

13 극장기술과 무대기계 이해 과정

2015. 9. 9~9. 11



아르코예술인력개발원
Arko HRD Center

C O N T E N T S

제1 장 공연장 리모델링 관련 제반사항	013
제2 장 무대공간의 이해	017
제1 절 객석	019
제2 절 Apron 공간의 설비 간섭	020
제3 절 냉난방 공조	021
제4 절 객석 발코니	024
제5 절 객석 장애우 관련 사항	025
제6 절 오케스트라 피트의 형태	025
제7 절 오케스트라 피트 추락방지용 안전장치	031
제8 절 프로세니움 아치(Proscenium Arch)	031
제9 절 무대	036
제10 절 갤러리	036
제11 절 구동부실	044
제12 절 그리드	045
제13 절 반입구	048
제3 장 무대기계장치	051
제1 절 하부 무대기계장치 설비 문제점	053
제2 절 하부 무대기계장치 대안	054
제3 절 리프트	054
제4 절 이동식 무대	059
제5 절 상부기계장치	062
제4 장 무대기계장치 고장 사고	071
제1 절 무대기계장치 고장 사고 예방 및 대처	073
제2 절 상부기계장치 기계적 고장 요소	075
제3 절 하부기계장치 기계적 고장	076
제4 절 기타 고장	077
제5 절 공연장 건립시 시 놓치지 말아야 할 요소	079
제6 절 사고 사례	082

극장기술과 무대기계 이해 과정

1 교육 개요

- 교육 기간 : 2015. 9. 9.(수) ~ 9. 11.(금) / 3일(24h)
- 교육 대상 : 무대 관련업무 종사자
- 교육 장소 : 한국문화예술위원회 아르코예술인력개발원(경기도 고양시)

2 교육 목표

- 무대기계 및 제어장치의 이해한다.
- 공연장 관리기술능력 향상한다.

3 세부 내용

일정	시간	교과목	주요 내용	학습 방법
1일차 (9. 9/수)	11:00~13:00(2h)	리모델링 관련 제반사항	<ul style="list-style-type: none"> • 공연장 각 공간에 학습 • 공연장 건축설비에 대한 학습 	이론
	14:00~18:00(4h)	무대 공간의 이해	<ul style="list-style-type: none"> • 공연장 리모델링 세부업무에 대한 학습 	이론
2일차 (9. 10/목)	09:30~12:30(3h)	공연장 투어 및 현장학습	<ul style="list-style-type: none"> • 전용극장(뮤지컬 또는 오페라) 현장학습 	현장학습
	13:30~17:30(4h)	공연장 투어 및 현장학습	<ul style="list-style-type: none"> • 다목적극장(중극장 또는 소극장) 현장학습 	이론 실습
3일차 (9. 11/금)	09:30~12:30(3h)	무대기계장치	<ul style="list-style-type: none"> • 하부 무대기계장치 작동원리에 대한 학습 	이론
	13:30~16:30(3h)	무대기계장치 고장 사고	<ul style="list-style-type: none"> • 인버터 역할 및 사용방법 	

※ 교육 목표를 벗어나지 않는 범위에서 교과목 및 세부내용은 일부 변경될 수 있습니다.

4

교육 평가 및 시상

- 교육 평가 : 100점 만점 절대 평가 실시

평가 내용	평가척도	점수
현 장 평 가	• 강사 평가(활동평가, 실습평가)	70점
근 태 평 가	<ul style="list-style-type: none"> • 승인받지 않은 결석 (시간당 -2) 감점 • 승인받지 않은 수업 불참 (시간당 -1) 감점 ※ 결강·이석·조퇴·지참·외출 등 • 승인받은 결석 (1일당 -1) 감점 ※ 2일 이상 결석 시 미수료 • 승인받은 수업 불참 (시간당 -0.5) 감점 ※ 결강·이석·조퇴·지참·외출 등 • 강사에 대한 불손한 언동이나 태도 (회당 -2) 감점 • 학습태도 불량 (회당 -0.5) 감점 • 실내음주, 교육질서문란 등 (회당 -3) 감점 • 기타 준수사항 불이행 (회당 -1) 감점 	30점
미 수 료	• 현장평가 + 근태평가 점수가 70점을 넘지 못하는 경우	

- 교육 우수 수료자 : 한국문화예술위원회 위원장상 + 시상품 증정

5

교육생 준수사항

- 교육생은 교육기간 중 개발원의 제반규정과 지시사항을 준수하고 모범적인 교육 분위기 조성을 위하여 솔선수범하여야 하며, 교육생으로서의 품위를 유지하여야 한다.
- 교육생은 신병이나 기타사정으로 인하여 결강·조퇴 등 교육에 임할 수 없게 된 때에는 개발원장의 사전허가를 받아야 한다.
- 교육생은 원활한 교육진행 및 다른 교육생의 취침을 위해 밤 10시(22:00) 이후에는 외출 및 음주 등을 삼간다.

세부 일정표

시간 \ 일자	1일차	2일차	3일차
	9. 9 (수)	9. 10 (목)	9. 11 (금)
08:00~09:30	<ul style="list-style-type: none"> ★ 교육입소 버스 탑승 (3호선 구파발역 4번 출구, 10:00 출발) ★ 개발원 입교시간 10:30 ● 입교식 (0.5h) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 강의 준비 ● 버스 탑승(3호선 구파발역 4번 출구, 09:00 출발) 	
09:30~12:30	<p>강의 1 공연장 리모델링 관련 제반사항 (2h)</p> <p>강사 : 유재우 (SE-Tech 대표이사)</p>	<p>강의 4 공연장 투어 및 현장학습 (3h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 롯데카드아트홀 - 블루스퀘어 삼성카드홀 	<p>강의 6 무대기계장치 (3h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 하부 무대기계장치 작동원리에 대한 학습
12:30~13:30	점심식사		
13:30~17:30	<p>강의 2 공연장 리모델링 관련 제반사항 (1h)</p> <hr/> <p>강의 3 무대 공간의 이해</p> <p>강사 : 원영돈 (인터파크씨어터 무대기술팀장)</p>	<p>강의 5 공연장 투어 및 현장학습 (4h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 블루스퀘어 삼성카드홀 	<p>강의 7 무대기계장치 고장 사고 (3h)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 인버터 역할 및 사용방법
17:30~19:30	<ul style="list-style-type: none"> ● 간담회 (2h) * 강사와 교육생의 네트워크 구성을 위한 간담 	<ul style="list-style-type: none"> ● 공연관람 (2h) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 교육설문 ● 수료 (0.5h)

교육담당

- **곽은석** 전화 : 02-760-4650 이메일 : kawkes@arko.or.kr
- **정지은** 전화 : 02-760-4658 이메일 : jjung@arko.or.kr

소개

1 설립목적 및 근거

○ 설립 목적

훌륭한 예술이 우리 모두의 삶을 변화시키는 힘을 가지고 있다는 믿음으로 문화예술진흥을 위한 사업과 활동을 지원함으로써 모든 이가 창조의 기쁨을 공유하고 가치 있는 삶을 누리게 함

○ 설립 근거

· 「문화예술진흥법」 제20조

“문화예술진흥을 위한 사업과 활동을 지원하기 위하여 한국문화예술위원회를 둔다.”

2 한국문화예술위원회 연혁

연도	월	내용
1972	08	문화예술진흥법 제정(법률2337호)
1973	10	한국문화예술진흥원 개원
1979	05	미술회관 개관(현 아르코미술관)
1981	04	문예회관 개관(현 아르코예술가의 집)
1992	05	무대예술연수회관 개관(현 아르코예술인력개발원)
	10	예술자료관 개관
2005	01	문화예술진흥법 개정(법률 제 7415호)
	08	한국문화예술위원회 기관 명칭 변경
2007	04	공공기관의 운영에 관한 법률 시행 - 한국문화예술위원회 : 기금관리형 준정부 기관으로 지정

미션(Mission)

문화예술을 지원함으로써 모든 사람이 창조의 기쁨을 공유하고 가치 있는 삶을 누리게 함

비전

문화예술의 창의와 나눔으로 국민이 행복한 세상

핵심가치

창의(Creativity)

나눔(Sharing)

책임(Responsibility)

3대 전략목표 및 13대 전략과제

예술현장의 창조역량 강화	문화나눔을 통한 행복사회 구현	지속가능경영 시스템 구축
예술창작활동 활성화	문화예술 복지확대	고객감동 열린경영
기초 공연예술 기반강화	문화예술 후원확산	조직역량 제고
공연예술 대표 콘텐츠 육성	국민 생활문화 활성화	
문화예술 전문인력 양성	문화예술 정보개방과 공유, 소통 활성화	
지역문화예술 균형발전		
문화예술 글로벌 역량강화		
문화예술 아카이브 구축		

- 문화예술의 창작, 매개, 향수와 관련된 사업이나 활동
- 문화예술 진흥을 위한 정책연구개발 및 교육연수 사업이나 활동
- 민족전통문화의 보존·계승 및 발전을 위한 사업이나 활동
- 지역 문화예술의 진흥을 위한 사업이나 활동
- 남북 및 국제 문화예술의 교류 사업이나 활동
- 문화예술 기반시설의 활성화를 위한 사업이나 활동
- 문화예술인의 창작환경개선 및 후생복지증진과 국제경쟁력 제고를 위한 사업이나 활동
- 문화예술 재원의 확충 및 조성을 위한 연구 및 사업이나 활동
- 기타 문화예술의 진흥을 위한 사업이나 활동 및 시설의 설치·운영

소개

1 설립목적 및 근거

- 설립목적
 - “창의적인 문화예술전문인력양성 및 재교육”
- 설립근거
 - 문화예술진흥법 제6조 (전문인력 양성)
 - “국가는 문화시설의 전문적 운영에 필요한 기획·관리 전문인력의 양성에 노력하여야 한다.”
 - 공연법 제13조 (국가 등의 의무)
 - “국가는 무대예술전문인 양성과 자질 향상을 위하여 필요한 시책을 마련하여야 한다.”

2 아르코예술인력개발원 연혁

연도	월	내용
1989	03	연출·연기·양성을 위한 '공연예술아카데미' 개설
1992	05	무대예술연수회관 개관
	08	'무대예술아카데미' 개설
2002	03	공연예술 실습 전문시설 '실험무대' 준공
	04	무대예술 전문 교육기관 지정(문화관광부)
2007	01	아르코예술인력개발원(Arko HDR Center)으로 명칭 변경
2010	09	지역주민과 함께하는 '동네방네 음악회' 시작
2011	01	국제공연예술전문가시리즈(AIPAPS) 시작
2013	01	차세대예술인력육성사업(AYAF) 시작
	11	아르코 예술인력개발원 새 비전 선포 "한국 문화예술 전문인력 양성의 중심기관"
2014	01	문화예술 창작·기획·문화복지 등으로 인력양성 분야 확대
		* '87~'14말까지 교육 이수자 총 17,393명 배출

전략목표	세부사업	주요내용
무대예술 전문인력 양성	• 무대예술 전문교육	• 무대기술 습득 제고 및 역량 강화('87년부터 운영) - '15년 무대 조명·음향·장치·공통 분야 13회 예정
	• 국제공연예술 전문가시리즈 (AIPAPS)	• 공연예술분야 해외 거장 초청 국제적 트렌드 함양, 선진 역량 및 새로운 기술 습득 ('11년 시작) - '15년 음향디자인, 조명 디자인, 무대미술 디자인 분야 등 4회 예정
	• 무대예술 전문인력 지원	• 무대예술전문인력의 현장 진출 경로 확보 및 경력개발 지원 - 민간에서 운영중인 전국 500석 미만의 등록 공연장 인력 파견 지원
	• ARKO 사이버아카데미	• 사이버아카데미를 통해 무대예술전문인력 및 문화예술 창작기획· 전문인력 양성 저변 확대 및 직무능력 제고
문화예술 창작·기획 전문인력 양성	• 문화복지 전문인력 양성	• 문화복지 사업의 효과적 수행을 위한 문화복지 전문인력 양성 및 관련 분야 경력 개발
	• 공연예술분야 차세대예술인력 육성	• 공연예술분야(연극, 무용, 음악, 전통예술, 다원예술) 창작자를 대상 으로 한 기금, 시설(창작공간 등) 및 교육(멘토링 등) 지원 프로그램
	• 공연기획경영 전문인력 지원	• 공연예술분야 창작단체 등에 대한 상시 고용 기획전문인력 인건비 지원
	• 문화예술기관 연수단원지원	• 문화예술분야 전공 졸업자들의 인턴 연수를 통해 향후 진로에 필 요한 실무능력 배양 및 사회진출 기회 제공
	• 전문무용수 지원센터지원	• 전문무용수의 사회·경제적 지위향상과 무용 활동의 활성화 지원 - 직업 개발, 복지지원, 창작지원
	• 전통예술기획자 양성 프로젝트	• 전통공연예술분야 기획, 제작 등 전문 인력을 체계적으로 양성하기 위한 아카데미 운영 지원
	• 공연장안전지원 센터지원	• 공연장 관리 운영 실무자, 무대시설 안전관리 업무 종사자 등에 대 한 교육 및 기술 지원
	• ARKO 창의예술 아카데미	• 예술인의 복지 증진을 위한 예술인 활동 증명 보유자 대상 및 예 술가를 위한 전문역량 강화 직업 역량 개발 교육 프로그램 제공

2015 무대예술전문교육
극장기술과 무대기계 이해 과정

제 1 장 공연장 리모델링 관련 제반사항

강사 유 재 우

경력

- 에스이테크 컨설팅 대표이사
- (주)티이엔씨 이사
- (주)신화엔지니어링건축사사무소

이메일

seeng44@hanmail.net

제 2 장 무대공간의 이해

- 제1절 객석
- 제2절 Apron 공간의 설비 간섭
- 제3절 냉난방 공조
- 제4절 객석 발코니
- 제5절 객석 장애우 관련 사항
- 제6절 오케스트라 피트의 형태
- 제7절 오케스트라 피트 추락방지용 안전 장치
- 제8절 프로세니움 아치(Proscenium Arch)
- 제9절 무대
- 제10절 갤러리
- 제11절 구동부실
- 제12절 그리드
- 제13절 반입구

강사 원 영 돈

경력

- (주)인터파크씨어터 무대기술팀장
- (재)고양문화재단 무대기술팀 무대기계
- (주)워커힐 가야금홀 예능팀 무대기계

이메일

- won@interpark.com

제1절 객석

1) 객석크기 및 층수 결정

공연장 건립 부지 면적에 대한 건폐율 60%, 용적을 400%, 전체 연면적을 산출 한다. 이후 공연용도에 맞는 무대형태를 결정하고 계획된 객석수에 맞춰 객석을 배열한다. 이때 객석 층수가 결정된다. 공연장 설계 시 공연장 내부 도면작성(객석 도면, 무대도면), 건축도면 순서 작성하고 각 층의 로비공간은 해당 층수의 관객 수 만큼 배정하여 공간을 설정한다.

2) 좌석 수의 영향

공연장 경쟁력에는 공연장의 위치, 좌석 수 등 이 있지만 좌석 수 많은 공연장의 경쟁력이 높음. 1,200석 좌석의 공연장과 1,700석 좌석의 공연장은 공연홍행과 수익에 직결되는 요소이다.

3) 좌석 간격 설정(앞뒤, 폭)

공연장 좌석 앞 뒤 열 간격은 일반적으로 900mm ~ 1,000mm 사이의 간격으로 설정된다. 웨스트엔드, 브로드웨이 공연장의 앞뒤 간격은 보통 900 미만으로 설정된다. 흥행을 목적으로 운영되는 공연장에서 좌석 1열 추가되는 것은 공연홍행 수익에 큰 도움을 주는 중요한 요소이다. 950mm 간격에서 900mm로 간격을 줄이면 20열째에서 1m의 공간을 추가 확보하여 좌석 1열을 추가할 수 있다. 국내공연장은 950mm 간격이 되어야 관객 불만이 없는 것으로 확인되었다. 블루스퀘어 사례로 볼 때 좌석간격 900에서 관객 불만이 매일같이 접수 되었다. 이후 전좌석을 950으로 변경한 후 관객불만이 없어진 사례를 볼 수 있다. 좌석의 폭 간격은 기성품의 경우 50 ~ 55mm 사이로 제작. 일반적으로 50mm 무난하지만 VIP 석의 경우 55사용을 하거나 더 넓은 좌석을 주문제작하여 배치하기도 함.(LG Art Center)

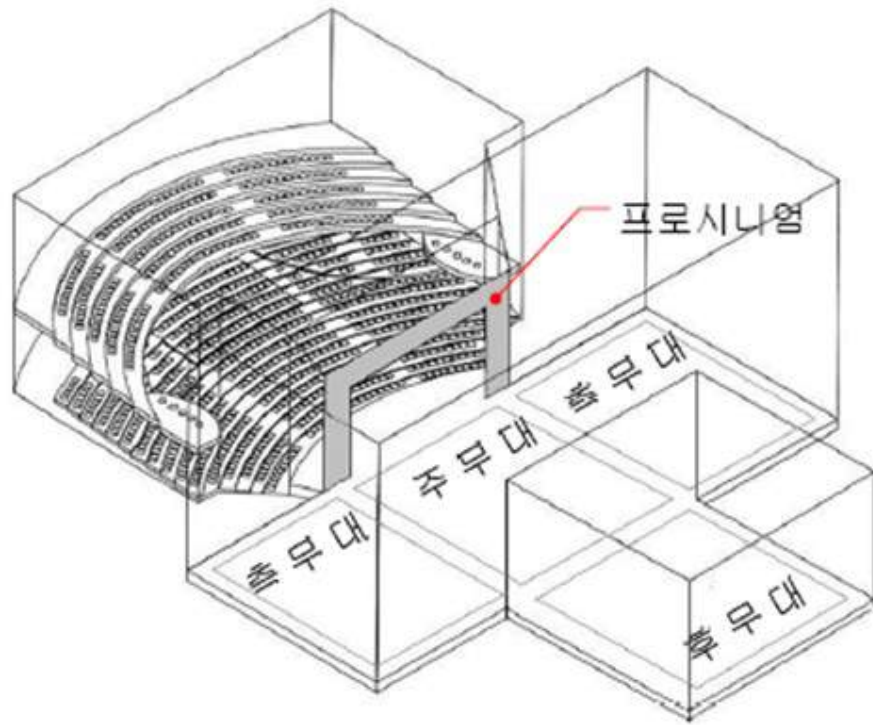


그림 1-1 공연장 내부 이미지

제2절 | Apron 공간의 설비 간섭

1) 음향과 Apron Batten 간의 간섭

Apron 무대기계장치와 음향 Center Speaker와 간섭되는 현상의 해결 방안은 무대기계장치(Apron Batten)의 위치를 고정하지 않고 up stage, down stage 방향으로 이동가능하게 설치하는 것으로 간섭을 최소화 할 수 있다. 뮤지컬 공연 시 음향 장비의 위치가 변경되고 Apron Batten 위치를 변경하여 사용하는 경우가 많음. 그림 1-2, 1-3은 샤프테씨어터 Apron Batten을 이동가능 하도록 설치한 그림이다. 활차를 이동시켜 Batten의 포인트를 변환할 수 있음. 활차를 이동시켜 Batten의 위치를 변환



그림 1-2 Apron grid
구동부 수평 활차



그림 1-3 Apron grid
구동부 수직 활차

2) Front Side 조명과 L, R Speaker 간섭.

조명의 경우 추가적인 조명걸이대를 가설로 설치하여 공연진행이 가능하지만 Speaker 위치를 조정하는 일은 Hall Sound 전체를 뒤바꾸는 어려운 일임.

제3절 | **냉난방 공조**

1) 에어프레넘 층 설비

냉난방 효과를 최대화시키기 위해 사람의 근접 거리에서 분사하는 용도임.

2) 에어프레넘 층 보완

에어프레넘 층 넓은 콘크리트 공간은 열손실이 무척 많이 발생한다. 실내를 냉방(난방)하기 위해서 우선 에어프레넘 층의 내부의 온도를 변환시킨 후 효율이 올라간다. 이러한 문제점을 보완하기 위해서 냉난방 덕트에서 취출구까지 직접 배관을

하여열손실 율을 낮춘다. 또한 기능적 디퓨저를 사용하여 여름철 장시간 냉방에 노출되는 관객을 배려한다.

3) 에어프레넘 층 활용

에어프레넘 층 보완으로 확보된 공간에 연습실 등 공연장에서 필요한 공간으로 활용이 가능함.

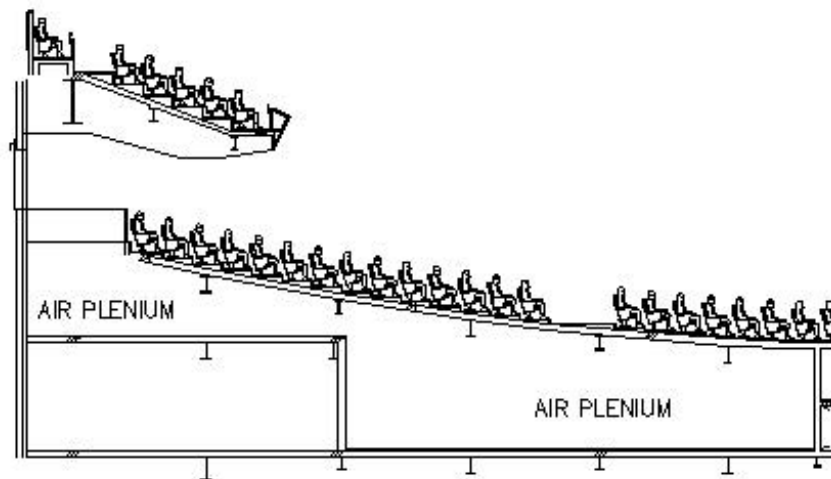


그림 1-4 Air Plenum 단면도

4) 냉난방으로 인한 대류현상

국내 대다수의 공연장의 냉난방 시스템은 유접점 시퀀스 제어 방식으로 설계되어있다. 이러한 방식은 냉난방 가동시 풍량조절이 불가능하다. 가동 시 항상 일정한 풍량이 나오게 되어있다. 무대는 그리드까지 높은 층고의 환경이고 객석은 이에비하여 낮은 상태에서 관객의 수도 매일다른 환경을 가지고 있다. 그리고 환절기 시 요구되는 냉난방 환경은 많은 변수를 가지고 있어 상황에 따라 조절이 가능한 방식으로 설비되어야 한다. 체적대비 130% 효율과 인버터방식으로 풍량 조절이 가능해야한다. 객석과 무대의 온도차에 대하여 발생하는 대류현상에 대하여 무대와 객

석의 온도, 풍량 비율을 조절하여 무대 풍을 최소화 할 수 있다. 이를 관리하는 무대감독은 매일 냉난방 일지를 기록하여 매일 컨디션을 기록한다면 해당 데이터를 근거로 다양한 환경에서 최적의 상태를 유지하는데 큰 도움이 된다.

날짜	12월 1일						12월 3일			12월 4일			12월 5일			
	일						화			수			목			
1째주	객석 층	1층	2층	3층	1층	2층	3층	1층	2층	3층	1층	2층	3층	1층	2층	3층
	공연전 온도	20.6	21.6	22.7	22.5	23.3	23.8	21.9	24	23.9	21.8	22.1	22.8	22.1	22.4	23.2
	인터미션 온도	22.1	22.3	22.7	23.3	23.1	24.2	22.7	23.2	23.3	23.8	22.8	22.9	23.2	23.4	23.7
	공연후 온도	25.4			22.9			24.4			24.3			24.9		
	공연장 외부온도	11			8.3			8.8			7.2			6.4		
	날씨상황	맑음			맑음			맑음			맑음			맑음		
	관객수(명)	1396			1423			1279			1239			1380		
	하우스 환경 관객 만족도	상			상			상			상			상		
	외기/냉,난방	공조 50%			공조 50%			공조 50%			공조 50%			공조 50%		
		공조 50%			공조 50%			공조 50%			공조 50%			공조 50%		
무대	공연전 온도	22			22.5			22.2			21.7			21.9		
	인터미션 온도	22.5			22.5			22.9			22.3			22.4		
	공연후 온도	22.5			22.5			23.3			22.2			22.7		
	외기/냉,난방	공조 50%			공조 50%			공조 OUT			공조 OUT			공조 OUT		
로비	하우스 오픈 온도	1층	3층		1층	3층		1층	3층		1층	3층		1층	3층	
		20.6	22.9		21.9	21.7		21.7	23.3		21.5	23		21.7	22.7	
	인터미션 온도	1층	3층		1층	3층		1층	3층		1층	3층		1층	3층	
		21.9	21.7		23.2	24.7		22.5	23.2		22	23		22.1	22.9	
외기/냉,난방	1시간전			1시간전			1시간전			1시간전			1시간전			

그림 1-5 극장 온도 체크일지

제4절 | 객석 발코니

1) 발코니 난간높이

건축법시행령 제18조 ② 높이 1.2m 규정됨. 인천 모 공연장 공사 감독관 추락사고로 인한 감사원 지시사항임. 전국 국공립, 민간공연장에 높이 수정을 지시한 사항임. 이로 인하여 각 공연장에서 다양한 아이디어로 난간을 설치하였다.



그림 1-6 발코니 접이식 난간

2) 발코니 난간 안전망

추락 안전사고 예방 및 핸드폰 같은 물품 추락 방지용으로 설치함. 실제로 핸드폰, 플라스틱 물병 등이 추락한 사례가 있음.



그림 1-7 블루스퀘어 발코니 난간 안전망

제5절 | 객석 장애우 관련 사항

1) 휠체어 높이

전동휠체어와 일반 수동 휠체어의 높이가 약 200mm 차이가 있음. 공연장 구조상 장애우석 뒷면에 일반좌석이 있는 공연장의 경우 심각한 문제가 발생할 수 있음. 장애우석 설계시 고려해야 함.

2) 법정장애우 석

법정 장애우 좌석은 객석 100석 당 1석.

3) 휠체어 진입용 슬로프 경사도

장애우 진입 슬로프 경사도 1 : 12 비율을 맞춰야 함. 1m 높이를 올라가는 슬로프의 경우 12m 거리에서부터 경사가 시작되어야 함.

제6절 | 오케스트라 피트의 형태

1) 오케스트라 피트 공간의 오케스트라 편성.

오케스트라 피트 내 오케스트라 편성은 2관 편성도 사실 어려운 형태이다. 2관 편성은 최소 50 ~ 80명 이상 구성되고 4관 편성은 120명 이상 편성될 수 있다. 2관 편성 이상을 지휘자의 취향에 맞춰 오케스트라 피트 공간에서 구성하는 것은 공간의 제약으로 사실상 불가능하다. 피트에 구성되는 오케스트라는 최소 인원으로 줄여 공연을 한다. 무대 위에서 3관 편성 또는 4관 편성으로 오케스트라 연주를 하는 것과 피트 내에서 반주를 하는 것과는 의미가 다르다.

오케스트라 피트 하부에 편성이 큰 오케스트라를 대비한 확장 공간을 추가적으로 만들어 확장성을 높이고자 설계된 공연장이 있다. 이러한 공간의 문제점으로는 무대하부에 레벨이 고정되어

있다. 그러나 지휘자 별로 레벨이 모두 다른 위치에서 공연을 하기 때문에 이공간과 리프트 사이에 단차가 생길 수 밖에 없다. 따라서 하부 고정된 확장 공간은 연주공간으로 사용되기 어려움.(그림 1-8 참조) 단 뮤지컬에서는 활용이 가능함,

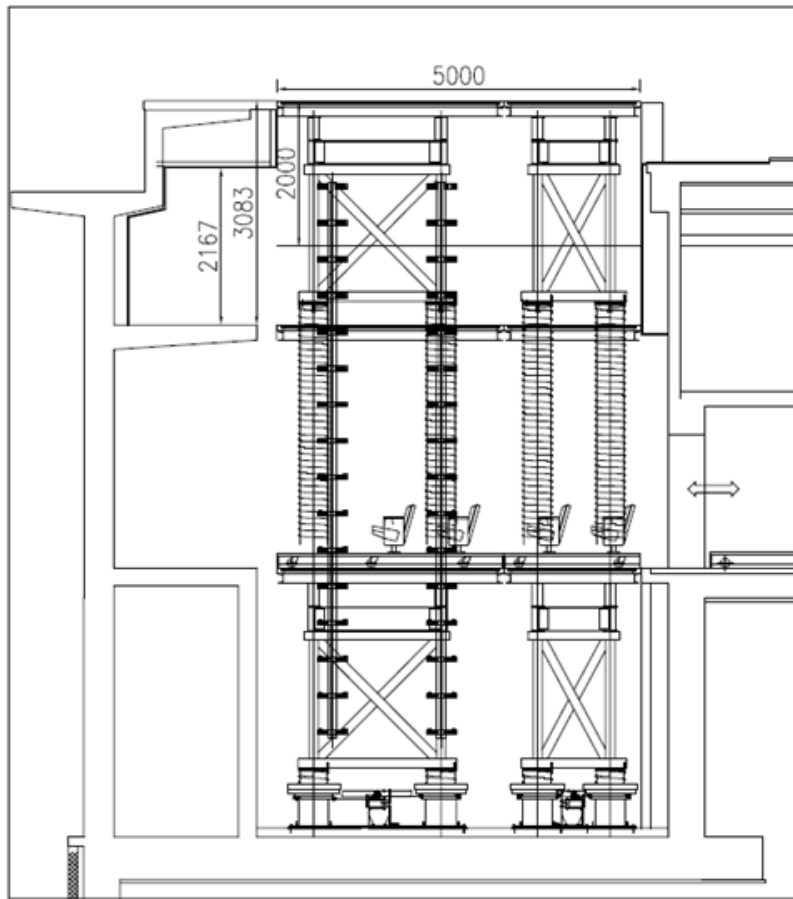


그림 1-8 대규모 오케스트라 편성을 위한 오케스트라 피트.

2) 지휘자에 의하여 리프트 위치가 결정됨.

지휘자의 머리가 피트 난간위로 보이는 현상은 지휘자 눈의 위치가 무대레벨에 올라와 배우와 연주자와 눈 맞춤(eye contact)을 할 수 있기 때문이다. 오케스트라의 연주 위치는 지휘자 별로 모두 다르게 설정 된다.

3) Seat Wagon 기능적 수납

오케스트라 리프트 2대를 연동하여 사용하고 오케스트라 리프트에 탑재되는 Seat Wagon이 2대 일 경우 수납공간을 2개의 층으로 분리하면 피트석 운용이 자유로워진다. 리프트 1대의 공간은 무대를 연장한 공간으로 사용, 나머지 한 대는 피트석 공간으로 사용이 가능함.

4) 오케스트라 피트의 마감재

오페라 공연장의 피트 공간은 오케스트라 연주음이 피트 공간내에서 울려 객석으로 퍼질 수 있도록 피내내부 마감재가 반사체로 구성되어야 한다. 다목적 공연장의 오케스트라 피트 마감재는 건축음향 잔향이 가변될 수 있는 건축음향 가변장치가 있어야 한다. 뮤지컬 공연장에서는 절대적으로 벽면 마감재가 흡음체로 구성되어야 한다.

6) 뮤지컬극장의 오케스트라 피트

뮤지컬 공연장 오케스트라 피트는 오페라 공연장의 오케스트라 피트와 확연히 다른 모습을 보여준다. 연주자 숫자를 공연장 환경에 맞춰 변경이 가능하다. 그리고 오케스트라 피트 공간이 좁을 경우 퍼커션을 별도의 공간으로 분리하여 연주를 하기도 한다. 지휘자의 지휘를 영상 모니터를 통하여 받으면서 연주를 한다. 따라서 하부의 공간 확장을 필요한 만큼 충분히 할 수 있다.

뮤지컬 오케스트라 연주음은 모두 스피커로 확성되어 관객에게 전달된다. 이와 같이 확성을 하기 위하여 F.O.H.와 Control Room 까지 연장 가능한 케이블 패스를 이용하여 음향 오디오 멀티케이블, 아날로그 케이블, F.O.H 전원 케이블, 영상자막용 신호선, 프로젝트 영상케이블 등을 포설할 수 있다.

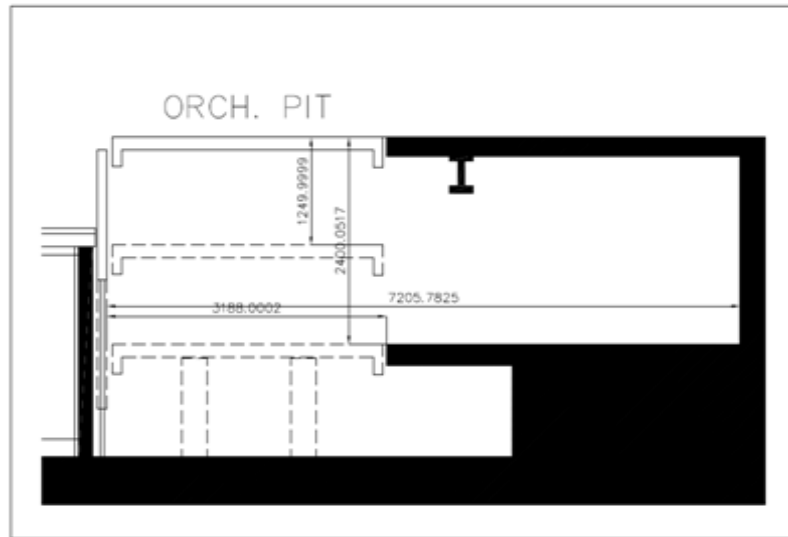


그림 1-9 LG Art Center 피트공간 확장이 가능함.

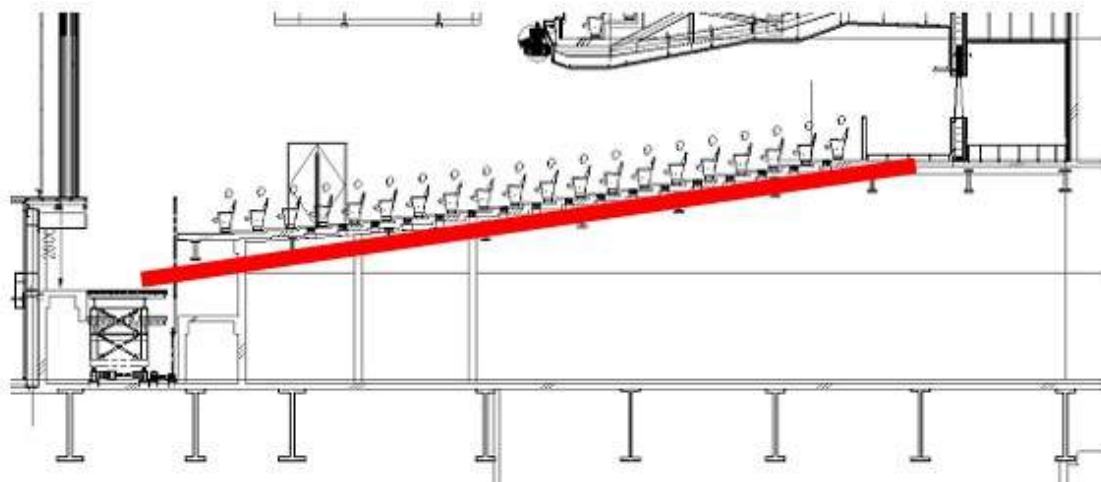


그림 1-10 F.O.H까지 케이블 패스 필요.

7) 피트 내 리프트 탑재 시 구동형태

여러 가지 구동 방식이 있다. 그중에 가장 많이 사용하는 방식은 스파이럴리프트 방식과 링크리프트 방식이 있다. 이중 스파이럴리프트 방식의 장점으로서는 첫째 구조가 간단하다, 둘째 유지보수가 편리하다, 셋째 설치 시 pit공간을 적게 차지한다. 단점으로는 첫째 스파이럴의 장력으로 인해 최소 필요하중이 항상 적재 되어야 하는 구조임. 둘째 전체적인 하중 증가로 구동부 용량이 커지게 된다. 셋째 고속운전 시 소음이 많이 발생한다. 넷째 스파이럴 당 한 개의 수평리미트 설치가 필요하다. 이 수평 리미트는 스파이럴 장치가 수직을 유지 하지 않을 시 스파이럴이 모두 쏟아져 사고가 나는 것을 방지하는 장치이다. 다섯째 기계적 효율이 낮은 이유로 링크 리프트에 비하여 구동부 용량이 커지는 단점이 있다.

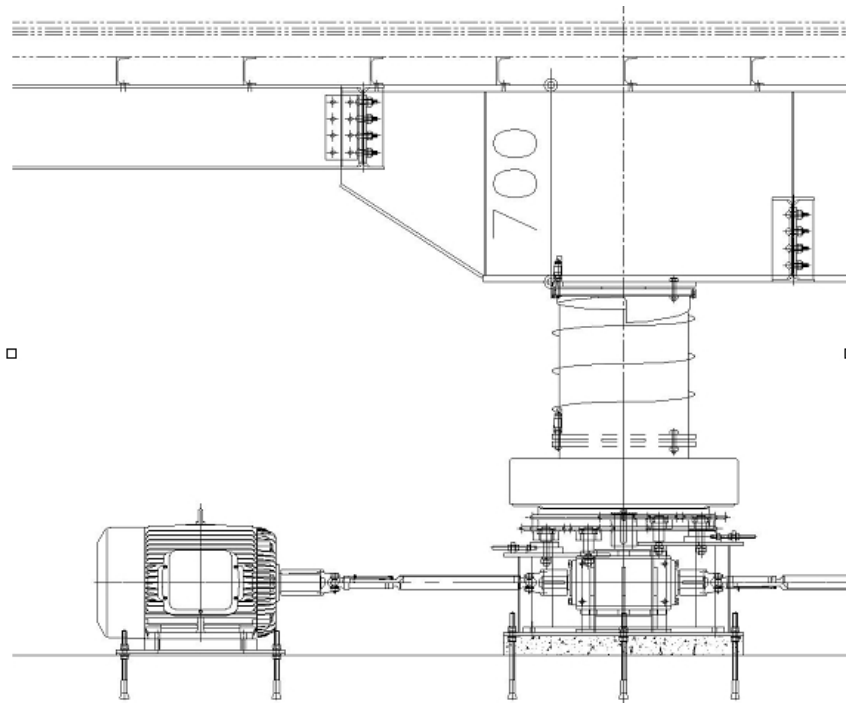


그림 1-11 스파이럴 리프트 도면

링크리프트 방식의 장점으로는 첫째 효율이 높아 스파이럴리프트에 비하여 구동부 용량이 작아진다. 둘째 설계, 시공 등이 간단하다, 셋째 유지보수가 편리하다. 링크 고장 시 해당 부분만 교체하여 사용하는 것이 가능하다. 넷째 내구성이 높고 사용 수명이 길다 다섯째 설치 시 pit공간을 적게 차지한다.

8) 냉난방

오케스트라 피트 공간은 무대에서 가장 춥거나 더운 장소이다. 대부분의 공연장에 피트 공간 연자자를 위한 냉난방 공급시설이 설치되어 있지 않다. 그 이유는 냉난방 공급으로 소음이 발생하거나 오케스트라 리프트의 행정구간에 간섭이 발생할 수 있어 설치를 하지 않거나 객석과 무대의 냉난방 시설 설계당시 오케스트라 피트 공간까지 체적에 포함하여 별도로 설치하지 않았다. 이로 인하여 고가의 악기가 파손되는 사례도 있으며 연주자의 불만 사항을 접수받게 된다.



그림 1-12 도이치 오페라하우스 베를린 냉난방 배관을 볼수 있다.

제7절 오케스트라 피트 추락방지용 안전장치

2011년 9월 19일 경기도 모 공연장에서 리허설 중 지휘자가 무대에서 오케스트라 피트로 추락하여 사망한 사고가 발생하였다. 무대에서는 공연시간이 아닌 상태에서 오케스트라 피트가 내려가 있으면 무조건 안전장치를 하여야 한다. 또한 객석에서 무대로 올라오는 계단이 있는 공연장에서는 객석과 무대에 안전장치를 반드시 해야 한다.



그림 1-13 오케스트라 피트 안전장치

제8절 프로세니움 아치(Proscenium Arch)

1) 프로세니움 아치(Proscenium Arch) 높이

Proscenium Arch은 객석 크기, 무대 크기에 따라 비례하게 크기가 결정된다. Proscenium Arch 크기에 따라 객석에서는 측면 좌석과 최상층 가장 뒷열에 앉은 사람의 시야 확보에 장애가 생

길 수 있다. 무대내부에서는 좌우무대 크기와 후무대 크기에 영향을 주고 갤러리 1층의 높이를 결정짓는 수치를 제공한다. 또한 Proscenium Arch 높이에 따라 무대타워, 그리드의 높이도 결정된다. 이 높이의 설정은 사실상 공연장의 크기를 결정하는 것이다. 용적율제한, 경관지역 또는 문화재보호구역 등으로 층고 제한을 받으면 공연장 건물이 높이 올라갈 수 없어 무대타워를 필요한 만큼 높게 지을 수 없다. 객석 크기가 갖추어 저도 이러한 외부적 요인으로 인하여 Proscenium Arch 높이가 기형적으로 결정될 수 있다.

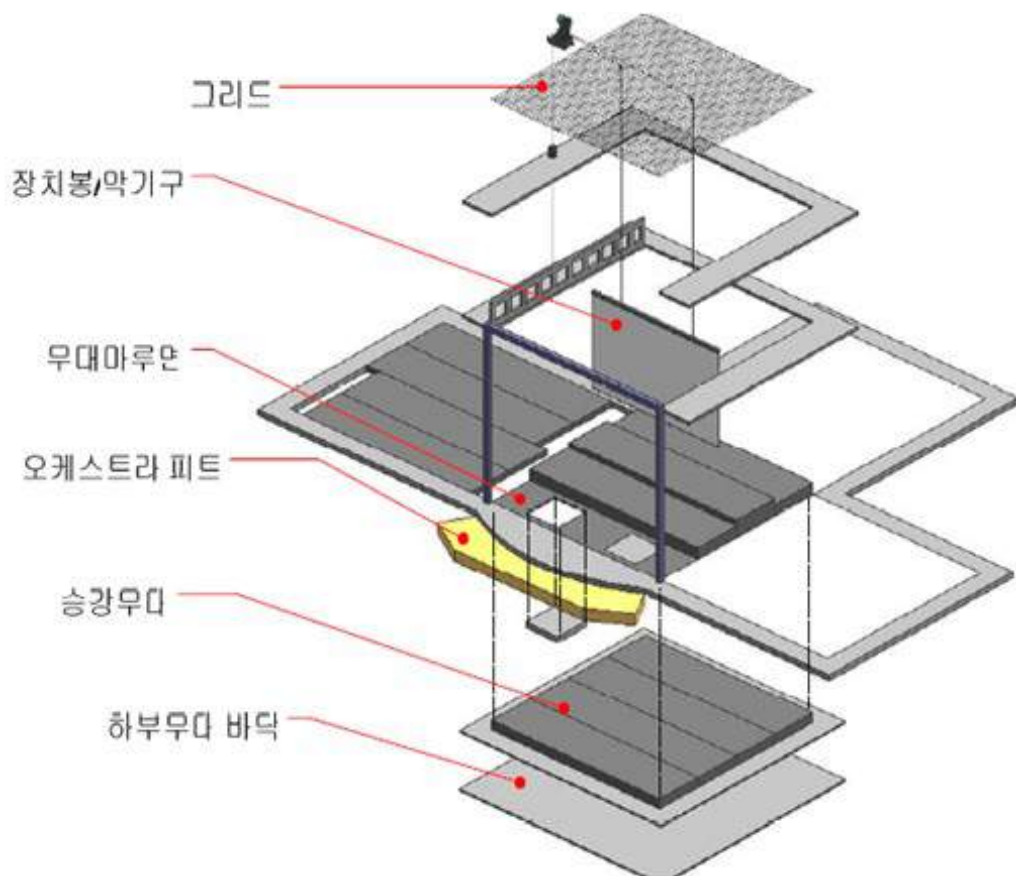


그림 1-14 공연장 내부 구성

Proscenium Arch 높이의 결정은 공연장에서 머리막 높이 조절 후 시각선 확인하는 방법과 큰 차이가 없다. 마지막 층 마지막 열 좌석에서 시각선 확보가 얼마나 되는지 시야 장애는 발생하는지 확인하듯이 하여 결정된다.

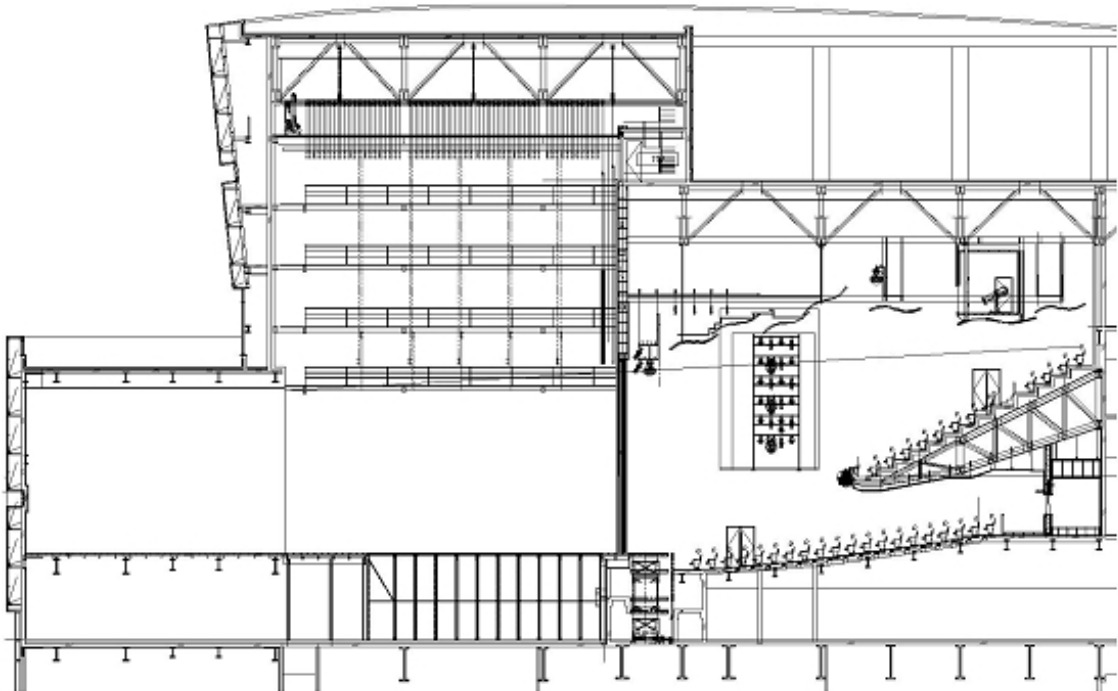


그림 1-15 객석 최상층 마지막열에서 시각선 확인

2) 폭

객석 좌, 우 측면 좌석에서 시야장애석이 발생하지 않게 하기 위하여 마지막 Batten Line Center에 점을 찍어 연장선 상의 좌석에 시야장애가 발생하지 않도록 한다. 설계당시 이러한 상황을 감안하여 설계를 하더라도 공연에 따른 셋트로 인하여 시야장애가 발생할 수 있다. 이러한 이유로 공연제작사(Production)에서는 티켓 판매를 하기 전 공연장에 사전 방문하여 시야장애가 없는지 사전확인하고 좌석 등급을 정한다.

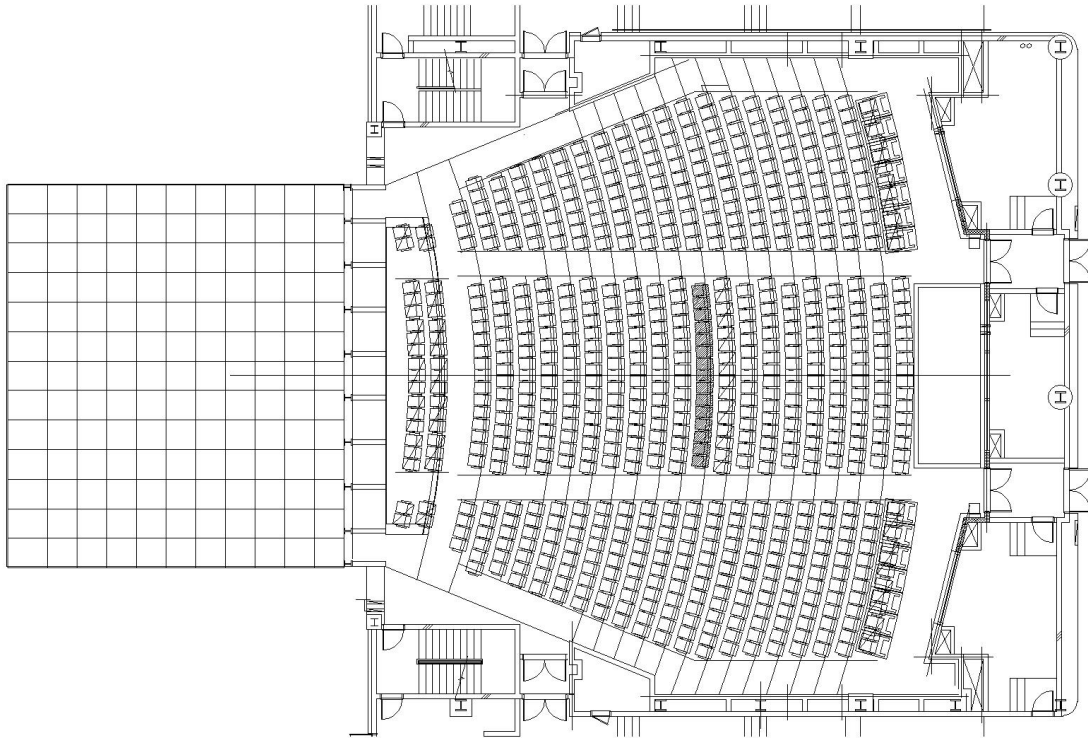


그림 1-16 객석 평면에서시각선 확인

3) 기능적 Proscenium Arch

Proscenium Arch 는 일반적으로 좌우 끝에 건물 구조 기둥이 위치 한다. 프로세니움 폭이 15m 인 극장에서 프로세니움 폭 16m 디자인의 공연을 하기가 불가능하다. 이러한 이유로 극장 건축 시 구조 기둥, 상단 보의 위치는 프로세니움 라인에서 벗어나 설계하는 것이 바람직하다. 또는 프로세니움 아치 자체를 건축에서 하지 않고 무대기계 설비로 구성하여 확대 축소하여 사용할 수 있도록 하는 것도 좋은 방법임.



그림 1-17 Proscenium 좌우세트 구성

4) 가변 프로세니움 아치

Proscenium Arch와 Set Batten 사이 조물이 많을 수록 무대가 객석에서 멀어지게 됨. 우리나라 공연장은 유럽에 비하여 극장 건축의 다양성이 떨어져 모두 비슷한 구조로 지어져 왔다. 이런 환경에서 무대를 객석쪽으로 좀더 가깝게 사용하려는 노력 중 하나로 방화막을 첫 번째 머리막 대응으로 활용하기도 한다. Proscenium Arch에서부터 배열되는 상부조물은 방화막 Proscenium Bridge 또는 가변 Border 및 가변타워, House Curtain 등이 배치되고 비로서 SET Batten 이 배치된다. 이러한 단면 두께에 가변타워 두께를 더한 거리만큼 SET Batten 1번의 위치가 Up Stage로 후진 배치하게 된다. 이로 인하여 무대 세트 전체가 Up Stage 방면으로 후진 배치됨.



그림 1-18 Deutsche Opera Berlin Proscenium Arch

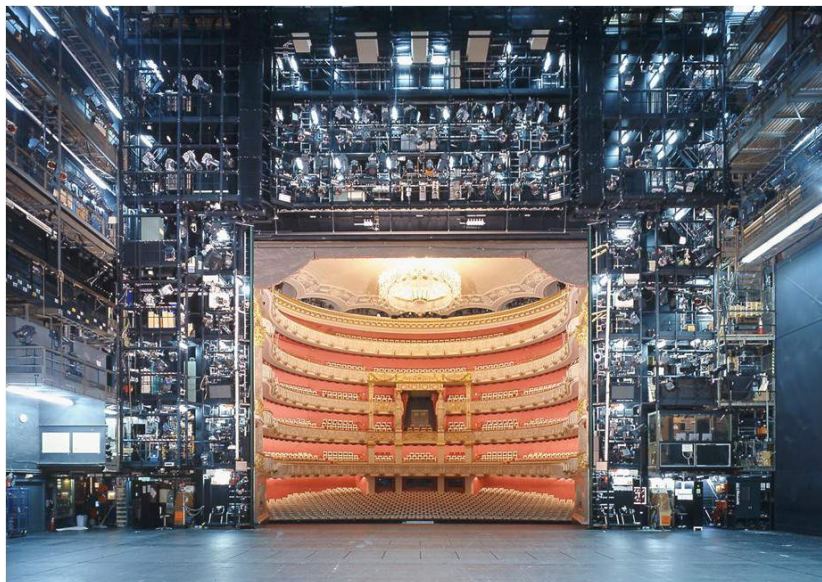


그림 1-19 Munchen Opera Proscenium Arch

제9절 무대

1) 무대의 형태

무대 형태는 사람의 생김새가 다르듯 모두 다른 형태를 가지고

있지만 굳이 큰 분류에서 구분을 하자면 좌우무대 구조, 십자형 구조, 십자형 후 좌우무대 구조로 나눌 수 있다. 십자형으로 구성된 형태는 모두 3막 혹은 4막의 오페라를 구현하기 위한 공간 구성이고 십자형 무대에 후 좌우무대를 . 국내 오페라공연장, 다목적 공연장 무대형태. 본무대, 좌우무대 뮤지컬전용공연장, 일반적 중, 소극장 형태. 본무대, 좌우무대, 후무대, 후 좌우무대 레퍼토리 오페라극장으로 오페라 페스티벌을 위함.

2) 좌우무대, 후 무대 적정크기

좌우무대 = 본무대 폭 + 다리 막 폭 + 본무대 폭본무대 면적과 동일한 면적이 좌우에 배치되어도 측면 무대 좁음. 후 무대 = 본무대 폭 + 다리 막 폭 후 무대까지 모두 사용하는 공연 시 후 무대 좌우 측 공조 덕트 등 설비가 객석에 노출되고 배우 이동통로(Close over)가 없음. Rear Screen 사용 시 이동이 불편함. 웨건 장치 사용 시 배우, 스텝 이동 동선 없음.

3) 하부무대.

하부공간의 의미 레퍼토리 오페라 공연장의 경우 오페라 페스티벌 기간 중 매일 다른 작품을 제작하여 공연을 하기 위하여 필요한 공간이다. 예를 들어 내일 공연할 작품을 미리 웨건장치 등에 셋업을 해 놓아 현재 공연 작품이 끝나면 바로 무대로 이동하여 공연을 할 수 있도록 하는 준비 장소이다. 오페라 레퍼토리 공연장에서 다음 공연을 준비하기 위한 공간으로서 하부 공간은 Proscenium Arch에 준한 높이가 필요하다. 무대에 대형 세트를 사용하면 무대하부에서도 대형 세트가 설치될 공간이 필요하다. 국내에는 유럽과 다르게 오페라가 활성화 되지 않아 오페라 레퍼토리 공연장이 없다. 뮤지컬전용극장의 경우 무대 깊이는 4 ~ 5m 이다. 이 수치는 투어 공연 중 가장 큰 하부 기계장치를 세트로 사용하는 라이온 킹을 고려한 공간이고 트랩기능을 사용할 수 있도록 하며 반입된 장비 케이스 등을 내려놓을 공간으로 활용된다.

4) 무대 하부 공간 문제점

극장 건립 시 용적율에 적용 받지 않는 지하 공간이 발달함. 무대하부 공간은 공연장 건물 전체 공간 중 최 하단부에 속하는 구조임. 이로 인한 결로, 디워터링 집수정 설비 등의 이유로 습기가 차 기자재 녹, 곰팡이 발생 대처방안으로 설계 시 충분한 단열재 시공 및 자연환기를 위한 드라이 에어리어 반영이 필요함. 강제적인 기계적 제습 방법으로는 냉각제습기가 효과 있음. (5월 ~ 9월 말)

6. SET BATTEN 관련

1) SET BATTEN 길이

SET BATTEN 길이 = Proscenium 폭 + 다리막(사이드 마스크)- 18m (Proscenium 폭) + 8m (상하수 4m 씩) = 26m (SET Batten 길이) - 18m 의 Proscenium 폭을 모두 사용 할 경우 사이드 마스크를 한 후 본무대 18m 모두 사용할 수 있는 조건을 만족하게 해야 함.

2) SET BATTEN이 짧을 시

사이드 마스크를 하기 위하여 조밀한 다리막 사용으로 Set Batten이 부족하게 됨. 본 무대 폭을 원하는 만큼 사용할 수 없음. 제작비 절감되는 효과 있음. 제작 물량이 줄어 듦.

제10절 | 겔러리

1) 겔러리의 기능 및 설비

수동 Batten 사용 시 상부 전환 장소로 사용이 됨. Batten에 설치되는 조명기에 전원 및 회로를 분배하는 멀티박스 설비 장소로 활용되고 있음. Weight Type의 장치에 웨이트를 적재하는 곳으로 활용되기도 함. Set Batten의 고정 및 장치물 점검, 공연보조기능, 긴급 상황 대처(Light Bridge 진입), 가습시스템, 무대 작업등 설치, 적외선 또는 초 저조도 카메라설치하여 사용하기도 한다.



그림 1-20 세타가야 퍼블릭시어터 갤러리



그림 1-21 아람극장 갤러리(Light Bridge 진입로)

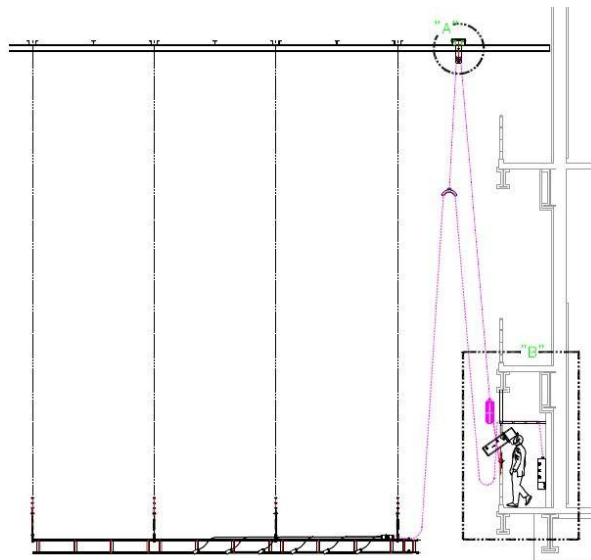
2) 1층 갤러리의 적정 높이 및 갤러리 층간 적정 높이

Proscenium Arch 높이가 갤러리 밑단 높이로 설계한다. 이유는 만족 조건 2:1 평형추 방식 행정거리 확보를 위하고 대형 세트 전환을 위하여 프로세넘움 높이 만큼의 공간이 있어야 한

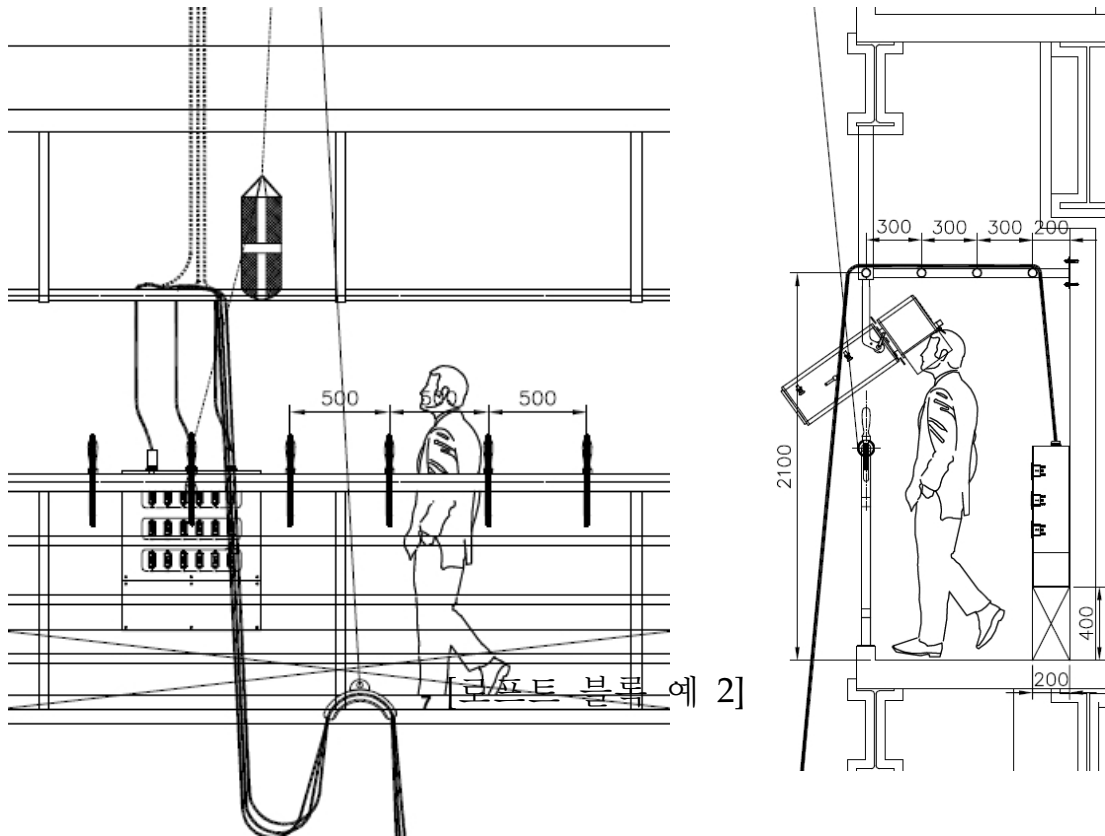
다. 갤러리 층간 적정 높이는 전통적인 방식에 따르면 웨이트 타입의 상부 기계장치가 설비된 공연장에서 웨이트 작업가능한 높이 유지를 하기 위하여 3m ~ 3.3m 가 적정하다. 또한 웨이트 작업, 웨이트 박스, 리미트 스위치, 가이드레일, 가이드 슈 점검, 가이드레일 순환작업 및 청소 작업 시 갤러리 층간 높이가 지나치게 높으면 점검 중 위험을 초래하거나 점검이 어려워질 수 있다.

3) 갤러리 폭, 좌 우측 갤러리간 거리

최근 갤러리 1층은 조명 설비가 많이 설치되고 있다. Direct Panel, Multi Box 등 조명 설비가 집중되어 있고 이곳에서 Batten으로 회로를 분기하여 공급되는 장소로 사용되기 때문에 최소 작업공간이 필요하다. 최소폭은 1.6m 이상이 되어야 작업이 가능하다. 난간 높이는 실내 건축법에 의하여 1.2m 높이로 하여야 한다.



[로프트 블록 예 1]



젤리리간 거리 = Set Batten 길이 + Tower Light 폭 + 안전거리 + Set Batten 연장

4) Set Batten 길이 및 젤리리간 거리 26.4m 거리의 적정성 검증

- Proscenium 폭 15m
- Set Batten 거리 21m
- 다리막 폭 3m x 2
- Set Batten 연장 1m x 2
- Tower Light 폭 (1m + 앞뒤 안전거리 1m x 2) x 2



그림 1-22 블루스퀘어 갤러리-Batten 사이 공간

5) Set Batten 길이

Set Batten 길이 = Proscenium Arch 폭 + 다리 막 폭 + 좌 우
측연장 1m씩 - 15m + (3m x 2) + (1m x 2) = 23m,

6) 갤러리간 거리

갤러리간 거리 = Set Batten 길이 + Tower Light 폭 + 안전거리
+ Set Batten 연장
21m + (1m x 2) + (2m x 2) + (1m x 2) = 29m, 현재 26.4m

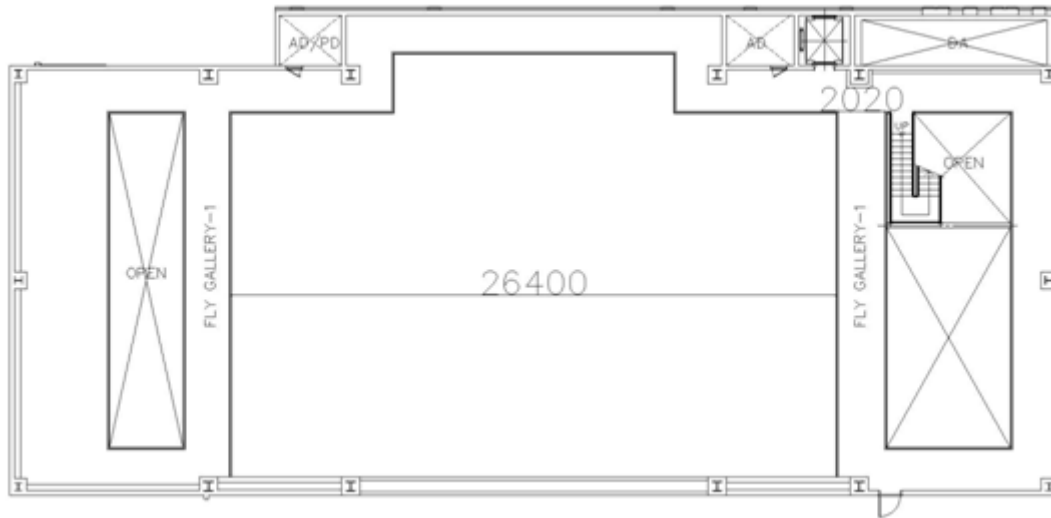


그림 1-23 갤러리간 거리

- 7) 조명 브릿지 사용시 진입 가능 높이 고려
 갤러리 1층에서 조명 브릿지 진입가능 Set Batten 간섭, 막 앙
 킴 등 문제해결 가능.
- 8) 진입로 및 피난동선
- E/V 이용(지하 ~ 무대 ~ 각층 갤러리 ~ 그리드)
 - 회전계단
 - 복도 계단 통로.
 - 각 층 갤러리에 비상 구 필요.
- 9) 갤러리 기능 저해요소
- 좁은 갤러리 폭.
 - 각종 설비의 무질서 한 설비.(공조 덕트, 스프링클러)
 - 튼튼하지 않은 난간.(Set Batten 고정이 어려움)



그림 1-24 갤러리 비상구



그림 1-25 그리드 엘리베이터

제11절 | 구동부실

1) 구동부실의 필요성

상부 무대기계장치 구동 시 발생하는 소음 차단.
공연 중 무대기계장치 고장 시 조치 가 수월함.
점검, 유지보수가 용이함.

2) 합리적 구동부실

와이어로프가 통과할 수 있는 공간 확보.
그 외적인 공간은 벽으로 막아야 함.
독립제어판넬을 사용 시 회로 오류에 대한 조치 기능.
냉방장치 설비, 스프링클러 대신 가스소화설비.
구동부 교체 등 유지보수를 위한 여유공간 설비.



그림 1-26 구동부실 1 : 1 Control Panel

제12절 | 그리드

1) 적정 그리드 높이

그리드 높이 Proscenium 높이 x 2.2(~2.5)

2) 기피설비

그리드 바닥에 설치된 조명 배관배선
계획적인 스프링클러 및 공조 덕트

3) 2단 그리드 형태

2단 그리드 활차베이스 높이는 2m 적정. 이유는 육안으로 활차의 마모 상태 등 점검하기가 용이하고 슬링밴드를 이용한 장치 Hanging 작업도 용이하다. 3m 이상 높이 있는 활차는 점검을 하기 위하여 사다리를 가지고 다녀야 하는 등 유지보수 측면이나 공연 시 그리드 작업이 많은 불편을 초래한다.

4) 그리드 바닥 마감 재료

그레이팅 선정 시 유의해야 할 부분은 바닥하중과 체인호이스트를 설치하여 사용하는데 문제가 없는지 살펴야 한다. 일반적인 설계하중은 $200\text{Kg} / \text{m}^2$ 실제 필요 하중은 $1,000\text{Kg} / \text{m}^2$ 이다. 또한 $1,000\text{Kg} / \text{m}^2$ 의 그레이팅은 간격이 넓어 체인호이스트를 사용하기에 아주 적합하다. $200\text{Kg} / \text{m}^2$ 그레이팅은 체인모터를 사용하기 위하여 그레이팅을 살을 컷팅하여 구멍을 넓혀 사용한 후 공연종료 후 공연단체에서 원상 복구하는 부담을 지게 된다.

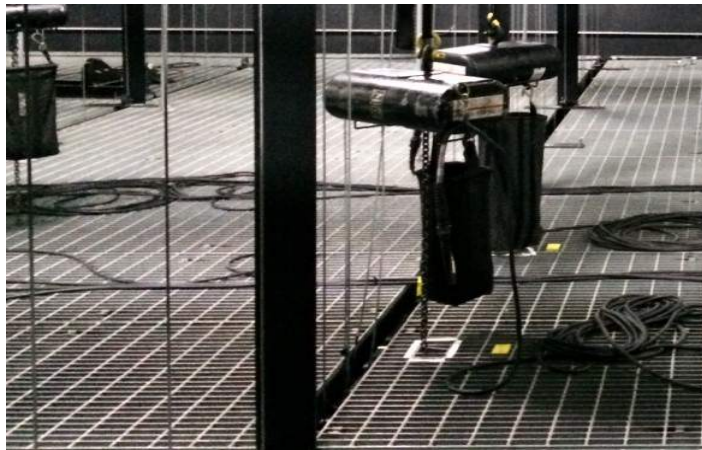


그림 1-27 체인호이스트 사용을 위해 컷팅한 모습

이러한 문제점에 대한 대책으로 그림 1-27(LG-Art Center, 디큐브아트센터) 그림 1-28(샤롯데시어터)의 그레이팅을 사용하기도 한다

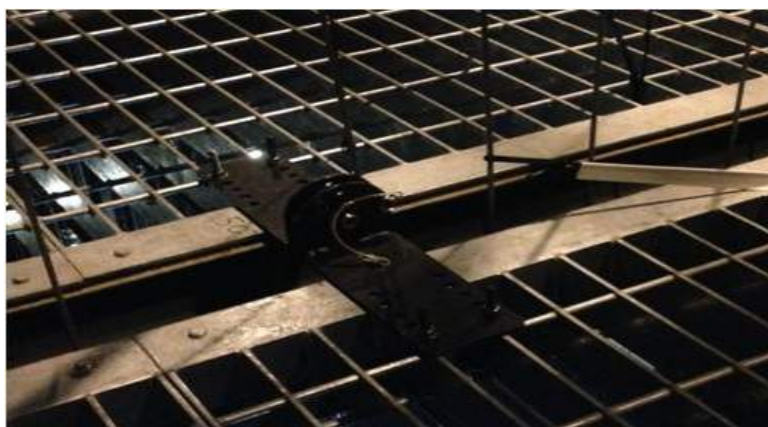
그림 1-28 $1,000\text{Kg}/\text{m}^2$ 그레이팅

그림 1-29 200Kg/m² 그레이팅

그림 1-30 각파이프로 마감한 그리드

5) 건축 보 마감

무대그리드 상부 트러스 빔 골조에 내화용 뿔칠을 하여 화재에 견딜 수 있도록 시공이 되어있다. 공연에 따라 상부 Rigging 작업시 내화용 뿔칠이 깨져 무대 위로 미세먼지가 날리게 된다. 이러한 문제점에 대한 대책으로 빔 트러스에 내화페인트를 도장한다. 화재 시 2시간용으로 하게 되면 무대에 날리는 내화용 뿔칠 먼지를 없앨 수 있다.



그림 1-31 빔 트러스 내화용 뿔칠

제13절 반입구

반입부터 셋업이 시작됨. 반입이 빠르면 셋업 시간과 제작비의 절감 효과가 있고 공연의 완성도에 직접 기여함.

1) 위치에 따른 고려 사항

지상 층에 반입구가 있을 경우 무대 풍의 주원인이 될 수 있음. 2중 문으로 중간 전실 설치. 방음, 차음, 보온 등이 필요하다. 지하 층에 반입구가 있을 경우 화물엘리베이터 크기는 최소 깊이 6m, 높이 x 폭 3.5m 이상이어야 한다. 필요시 제2의 반입경로 확보가 필요하다. 화물E/V 고장 및 반입이 불가능한 크기의 장비 반입 시 필요하다. 40ft(12m) 컨테이너 차량 진입로, 회전반경(약 20m 필요) 등에 대해서도 고려가 필요하다.

2) 도크 높이 및 차종별 높이

도크의 높이는 차량 화물칸 높이에 준함. 차량 진입조건 등을 고려



그림 1-32 이동식 도크

3) 기상조건에 대비한 반입구

여름철 집중호우 시 반입이 불가능한 경우가 발생하게 된다. 집중호우 시 캐노피는 절대적으로 필요한 시설이다. 겨울철 경사진 차량진입로에 스노우멜팅을 설치하여 차량 이동에 도움을 줄 수 있다.



그림 1-33 반입구

제 3 장 무대기계장치

- 제1절 하부 무대기계장치 설비 문제점
- 제2절 하부 무대기계장치 대안
- 제3절 리프트
- 제4절 이동식 무대
- 제5절 상부기계장치

제1절 | 하부 무대기계장치 설비 문제점

- 1) 공연에 사용하지 않는다.
- 2) 공연장 무대기계장치 관리의 어려움, 과다 유지보수비 발생.
- 3) 고장 및 공연사고 유발.
- 4) 공연장 하부기계장치의 신뢰도 저하.

제2절 | 하부 무대기계장치 대안

- 1) 하부기계장치가 필요한 공연장
 - (1) 오페라공연장
 - (2) 클래식 전용 콘서트홀
- 2) 오케스트라 리프트 필요.
- 3) 본무대 전체 하부 트랩으로 사용 가능 한 데크 사용.
 - (1) 하중(500Kg/m², 이동식 측면반사판 사용 시 하중고려)
 - (2) 높낮이 조절용 기능. (수작업)
 - (3) 수동데크 사용시 많은 인원 필요와 작업시간이 오래걸림.

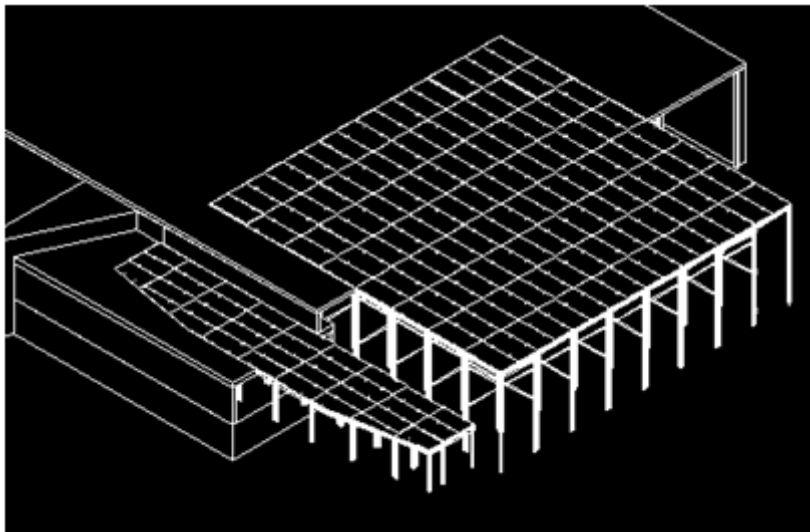


그림 2-1 무대데크 모형도

제3절 리프트

1) TM Screw 리프트

- (1) 단면이 사다리꼴 형태를 띠고 있음
- (2) Sinking Stage의 스크류잭으로 사용됨.
- (3) 장점은 사다리꼴의 형태가 마찰력을 극대화 시켜 밀림 현상을 방지함. 다른 형태의 장치에 비하여 저렴함.
- (4) 단점은 큰 부하로 감속기 용량과 모터 용량이 커짐. 행정거리 만큼의 스크류 탑재 공간이 필요함. 예를 들어 2m의 행정거리에서 상판을 제외한 필요 공간이 4m 임.
- (5) 주요 고장 요소

스크류 상단 무대마루 프레임 하단과 맞물리는 부분에서 발생.정확한 수직으로 시공되지 않을 경우 부하로 인한 마찰음이 발생.스토퍼에 충돌할 경우 설계 방식에 따라 스크류 목 부분이 부러짐.일반적으로 스크로 목 부분은 상판 연결 장치를 삽입하게 스크류 외경보다 작게 가공하기 때문에 가장 약한 부분임. 이 부분에 크랙이 생길 경우 발견이 어려움.

2) 볼 스크류 리프트

- (1) 단면이 반구 형태를 하고 있음. 마찰되는 부분은 볼 베어링을 삽입하여 부하를 줄임.
- (2) 마찰부하가 작기 때문에 소음이 적음. 같은 용량의 TM Screw 와 비교 시 구동부 용량 적음.
- (3) 무대활용사례는 부하를 많이 받는 스크류잭(TM Screw) 대응으로 행정거리가 긴 경우 주로 사용함.
- (4) 소극장 1m 이상 행정거리와 대극장 메인 리프트에 주로 사용됨.
- (5) 상부 마루 중심선에서 대칭이 되는 네 모서리에 고정으로 설치되어 정 역방향으로 회전. 볼 베어링이 탑재된 너트는 리프트 무대상판에 연결되어 회전 시 상승 하강 되는 구조임.
- (6) 최대 동작 속도는 6m/min ~ 8m/min이 적정.

- (7) 필요 설치 길이 = 행정거리 + 리프트 상판 두께 + 안전거리
 (8) 고장요소는 잘못된 용량 산정으로 볼 스크류의 지름이 작은 것 사용 시 문제가 됨.

3) 스파이럴 리프트

(1) 동작원리

분리된 각각의 스프링과 셸판을 회전을 이용하여 스프링 사이에 셸을 끼워 넣어 원통형의 기둥을 만드는 장치임회전은 구동부에서 체인으로 동력을 전달 함.

(2) 장점

수직하중에 큰 장점이 있고 하부 공간이 없는 상태에서도 원하는 만큼의 행정거리를 만들 수 있음.속도는 5m/min 기준 소음 없이 정상 운행가능.

(3) 단점

횡 하중에 약하여 설치 시 정확한 영점을 확인해야 하고 스프링과셸판에 이물질이 삽입된 상태에서 동작 시 사고 위험이 있으므로 주변 청결을 요함.

(4) 영점 확인방법

같은 위치에서 원추를 이용하여 Up Limit 에서 위치점 표시 후 Down Limit에서 재표시. 위치점이 같은지 확인 함.



그림 2-2 스파이럴 장치

4) 링크 리프트

(1) 방식

직사각형 형태의 체인을 수직으로 세워 수직하중을 지탱하는 방식. 감속기에 연결된 기어가 체인을 밀어 올리고 내리며 동작.

(2) 장점

스파이럴 장치와 같이 수직하중에 장점을 가지고 있음.
하부 공간이 없는 상태에서도 원하는 행정거리를 만들 수 있음.
속도는 12m/min까지 소음 없이 정상 운행가능.
고장이 거의 없음.
링크 파손 시 해당 부분만 교체 가능함.

5) 유압장치

(1) 방식

2대 이상의 유압실린더를 사용하여
펜타그래프식 리프트를 밀어 올리는 방식.

(2) 장점

동작 시 소음이 적음.

(3) 단점

일반적으로 2대 이상의 실린더는 동기운전이 안됨.
동기운전을 하기 위하여 각 실린더 하단과 고압 튜브 분기
점에 정밀제어장치와 압력 보상기를 설치 하여야 함.
유지보수 가 무척 어려움. 가스켓 교체 시 전체를 분해함.

(4) 사고사례

유압실린더 간 동기운전이 안된다는 것을 확연히 느낌.
가스켓 파손으로 오일이 분출되며 리프트 가라 앉음.

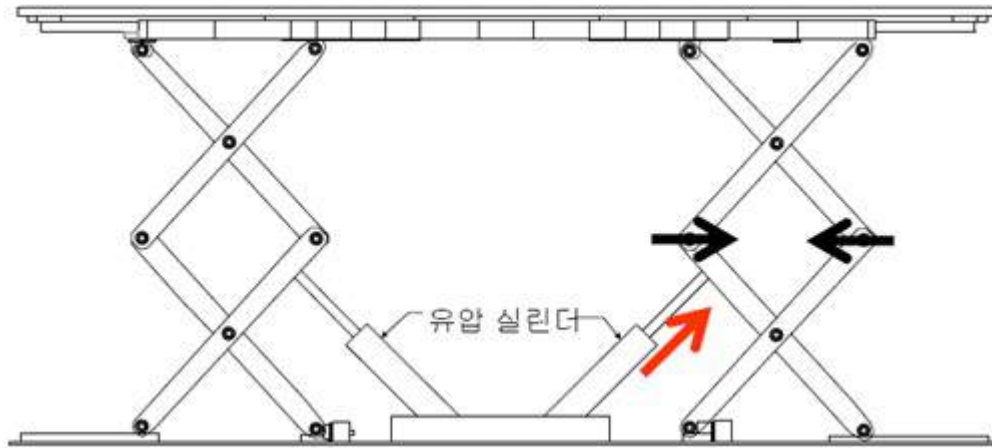


그림 2-3 유압실린더를 사용한 펜타그래프식 리프트

6) 원치방식

- (1) 하부에 구동부를 설치하여 와이어 로프를 감고 푸는 방식으로 리프트를 동작 시킴.

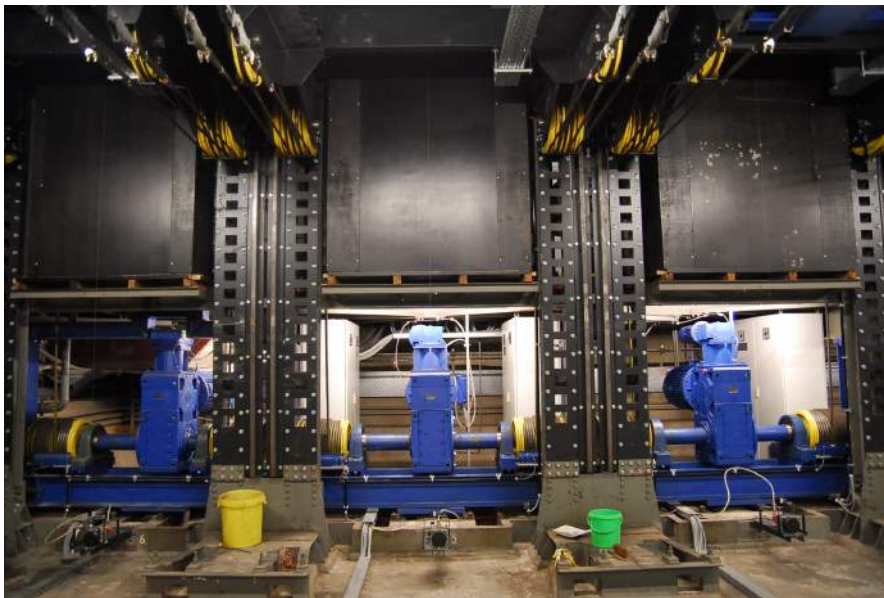


그림 2-4 Deutsche Opera Berlin Stage Lift.



그림 2-5 Deutsche Opera Berlin Stage Lift.

- (2) 윈지방식으로 정밀한 제어가 가능하고 빠르게 움직일 수 있다. ~50m/min. 정밀한제어와 빠른스피드는 안전성이 높다고 볼 수 있음.
- (3) 초기에 리프트 하중으로 인한 와이어로프 늘어나는 점이 있지만 간단하게 텐션조정을 할 수 있다. 각 층 스톱지점에 설치된 락킹 장치 동작전 2mm를 동작시켜 락킹이 끼임을 방지한다.
- (4) 국내 적용된 사례 없음. 한강 예술섬 등 일부공연장에서 검토되었으나 설비를 하지 않음.

제 4 절 | 이동식 무대

슬라이딩 무대 장치는 종류가 많지만 케이블을 노출 시키지 않는 방식의 장치에 대한 설명이다.

1) 마찰타입

무대마루 하단에 구동부와 가이드 롤러를 설치하여 슬라이딩 무대가 그위에 올려진 방식으로 이동시 이탈을 방지하는 가이드 장치가 얇게 설계될 시 쉽게 가이드가 파손된다. 슬라이딩 무대에 구동부가 직접 탑재되지 않았기 때문에 제어 콘솔에서 슬라이딩 무대의 정확한 위치를 읽을 수 없어 정밀한 제어가 어렵다. 이 장치의 장점은 전원케이블과 제어케이블이 무대위에 노출되지 않는다는 것이다. 일반 슬라이딩 장치에 비하여 구동부가 더 많이 설치된다.

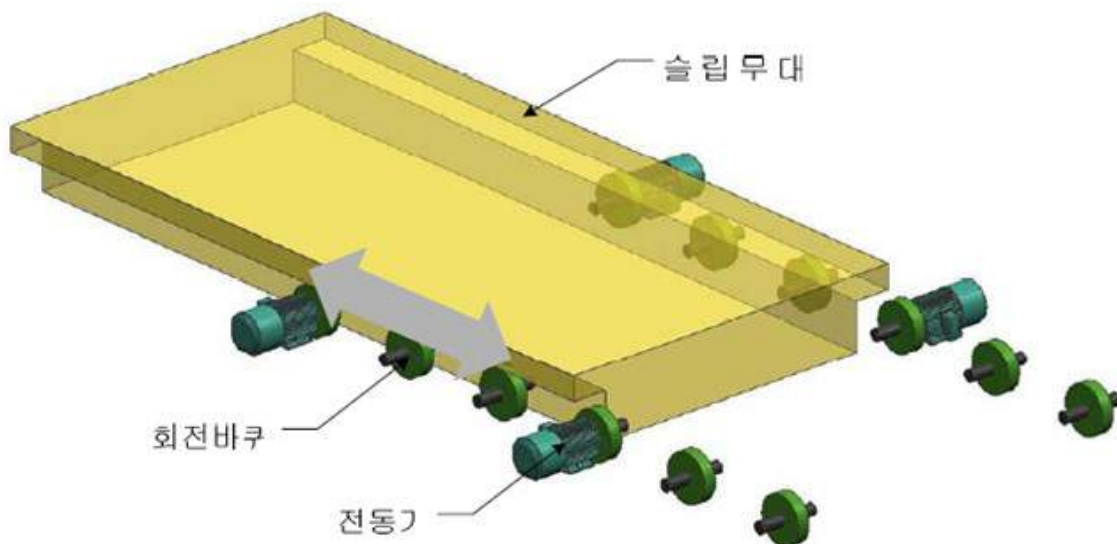


그림 2-6 마찰구동방식 슬라이딩 무대

2) 링크타입

링크를 수평으로 전진 후진하면서 리프트를 밀어주거나 당겨서 동작 시키는 방식이다. 링크타입의 슬라이딩 무대에 구동부가 탑재되지 않는다. 구동부는 무대마루 하단에 설치되거나 벽면에 설치 될 수 있다. 이 장치의 장점으로 케이블 노출 없어 무대에서 사용하기 안전하고 편리하다. 그러나 Wagon Sinking에서 보조무대를 통과하여 주무대까지 진입후 내려가 있는 Wagon Sinking과 보조무대를 상승 시키기 위해서는 웨건을 밀어주었던 링크를 분리시켜 Wagon Sinking까지 당겨 놓아야 한다. 이러한 모든 과정은 Automation 으로 진행된다. 그러나 사용자의 실수로 순서를 무시한 채 진행할 때에는 사고로 이어질 수 있다. 또한 링크의 가이드 레일에 이물질 제거 필요.

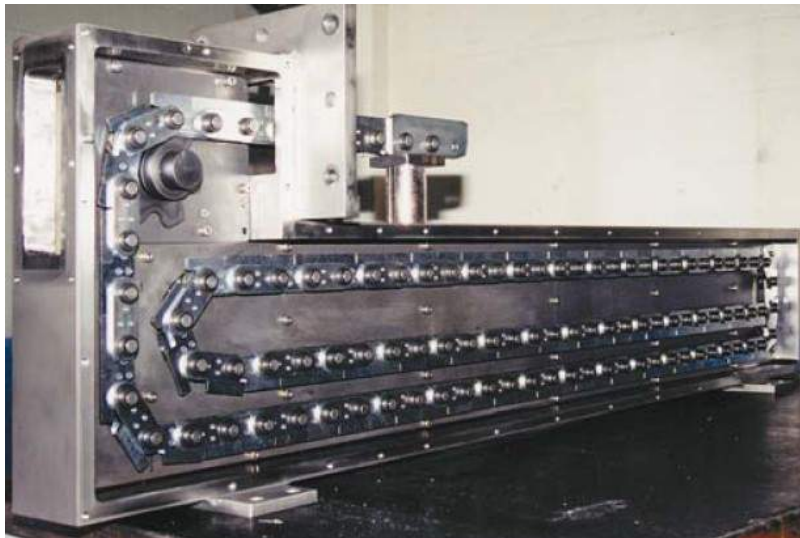


그림 2-7 Link Type 슬라이딩 무대

3) 원치타입

한줄의 와이어로프가 루프로 연결되어 드럼에 감겼다 풀렸다가 반복하며 슬라이딩 무대를 끌고 다니는 방식이다. 슬라이딩 자체에 구동부를 탑재하지 않는 형태이고 구동부는

무대마루 하단에 설치된다. 전원케이블과 신호선이 무대위로 노출되지 않아 안전하고 편리하게 사용할 수 있다. 다른 어떠한 방식의 슬라이딩 무대보다 정밀제어가 될 수 있고 빠른 속도를 낼 수 있다. 이 타입의 슬라이딩 무대는 공연에 사용할 때 무대마루 위로 상승하여 전환이 불가능하다. 정해진 레벨에서만 동작하게 되어 있다.



그림 2-8 Winch Type 슬라이딩 무대

제5절 상부기계장치

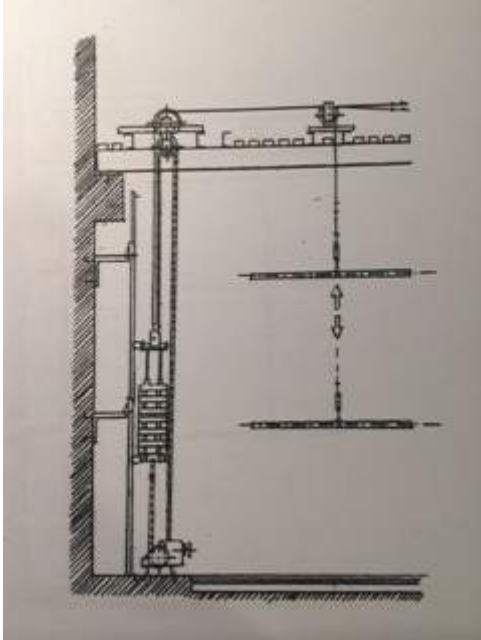


그림 2-9 1:1 평형추방식

1) 수동 1 : 1 평형추방식

웨이트를 Set Batten에 걸린 하중과 동일하게 count weight box에 실어준다. 로프를 실제로 당긴 만큼 Batten이 승, 하강한다.

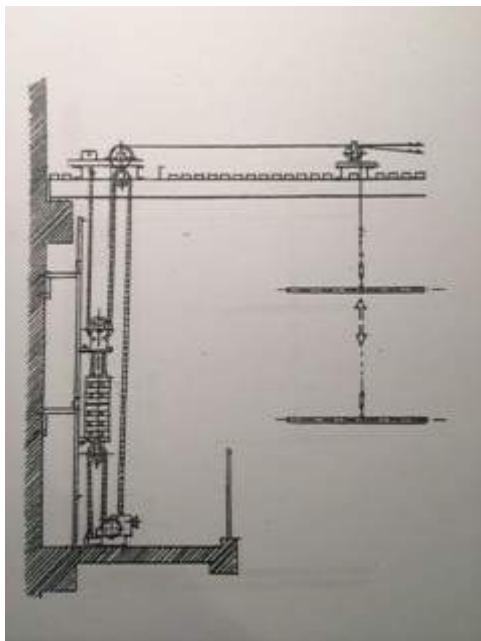


그림 2-10 2:1 평형추방식

2) 수동 2 : 1 평형추방식

웨이트를 Set Batten에 걸린 하중보다 50% 적게 count weight box에 실어준다. 로프를 실제로 당긴 거리의 2배 만큼 Batten이 승, 하강한다.

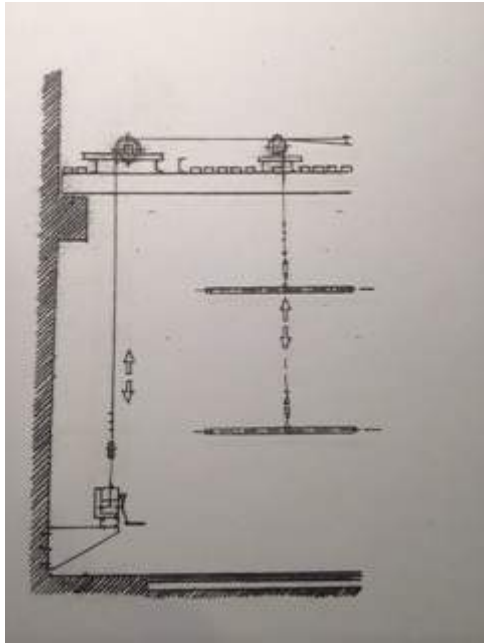


그림 2-11 수동 WINCH

3) 수동 winch 방식

핸들이 달린 드럼에 로프를 감았다 풀어주는 방식으로 Batten을 tm, 하강 한다. 중량물의 장치를 Rigging 할 때에는 드럼과 핸들에 감속비를 주어 적은 힘으로 들어올릴 수 있도록 해야 하며 역회전 방지기능으로 추락위험에 대비해야 한다.

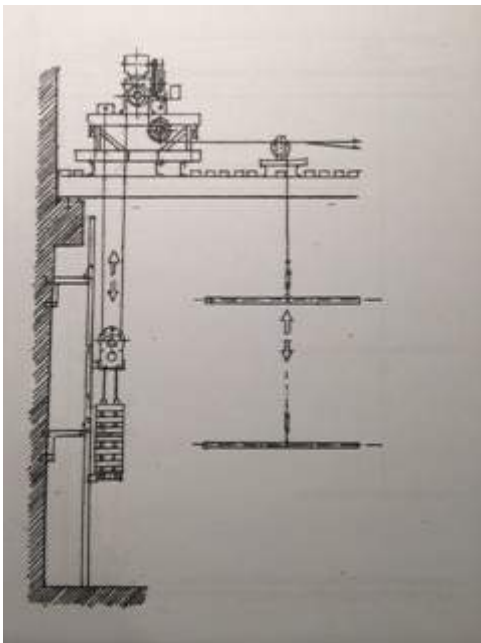


그림 2-12 전동 2:1 평형추방식

4) 전동 2 : 1 평형추방식

웨이트를 Set Batten에 걸린 하중보다 50% 적게 count weight box에 실어준다. wright box 이동 거리의 2배 만큼 Batten이 승, 하강한다.

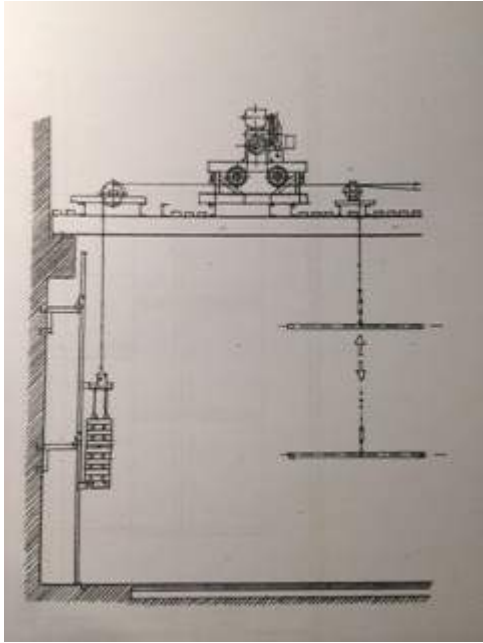


그림 2-13 전동 2:1 평형추방식

5) 전동 2 : 1 평형추방식

4)번 항목과 차이는 구동부의 위치에 따라 가이드 활차를 추가한 형태이다. Main Drum의 홈과 Wire Rope의 마찰력을 높여주기 위하여 가이드 활차 1개를 추가로 사용하였다. 웨이트를 Set Batten에 걸린 하중보다 50% 적게 count weight box에 실어준다. wright box 이동 거리의 2배 만큼 Batten이 승, 하강한다.

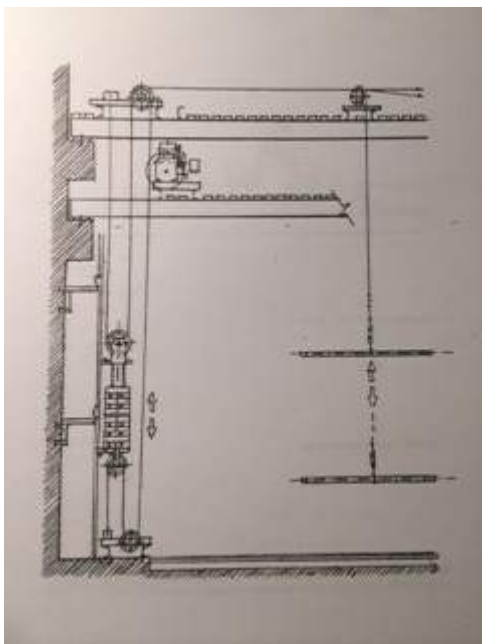
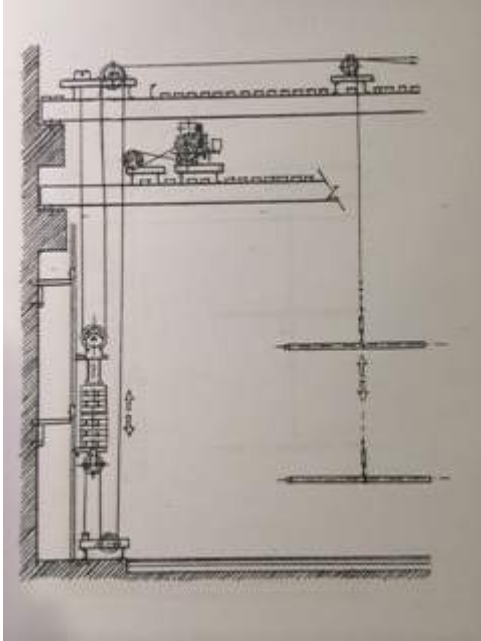


그림 2-14 전동 2:1 평형추방식

6) 전동 2 : 1 평형추방식 winch weight 방식

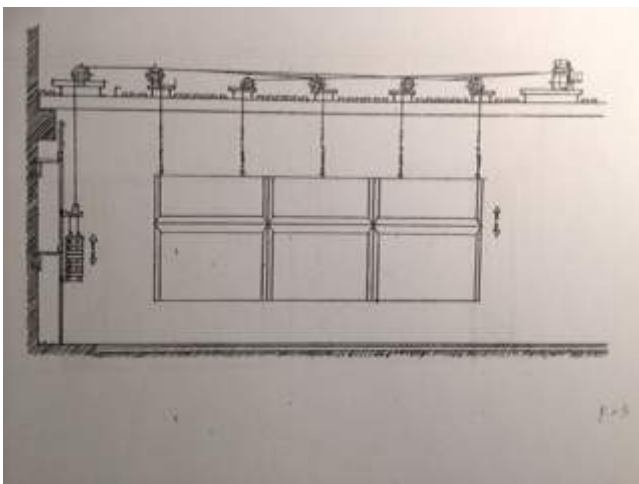
수동 2:1 평형추방식을 전동 방식으로 변경한 것이다. 기계장치는 count weight box를 잡고 있는 wire rope에 대하여만 승, 하강을 하는 방식 이다. count weight box에 실려 있는 weight작업을 하지 않아도 된다. wright box 이동 거리의 2배 만큼 Batten이 승, 하강한다.



7) 전동 2 : 1 평형추방식 winch weight 방식

6)번 항목 장치와 같은 개념의 장치이지만 더 무거운 하중을 Rigging할 수 있도록 마찰력을 높여준 것이 특징이다. 기계장치는 count weight box를 잡고 있는 wire rope에 대하여만 승, 하강을 하는 방식 이다. count weight box에 실려 있는 weight작업을 하지 않아도 된다. wright box 이동 거리의 2배 만큼 Batten이 승, 하강한다.

그림 2-15 전동 2:1 평형추방식



8) winch weight 방식

대용량의 상부기계장치 중 구동부 설치 장소에 따라서 같은 winch weight 방식이라도 형태를 달리 한다.

그림 2-16 Winch Weight 방식

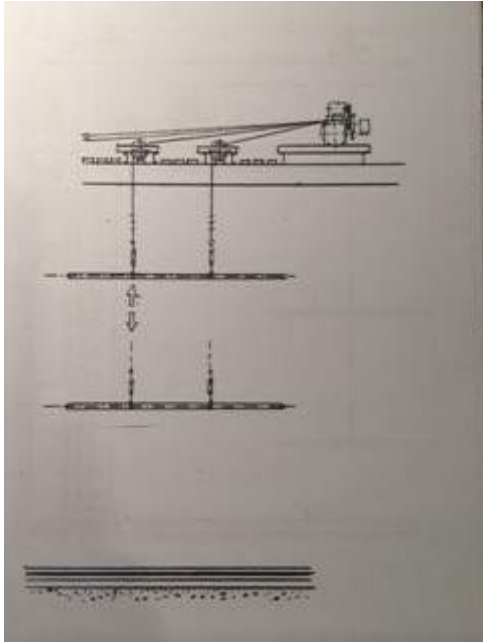


그림 2-17 Winch 방식

9) 전동 winch 방식

1:1 수동 winch 방식을 전동으로 변경한 것이다.

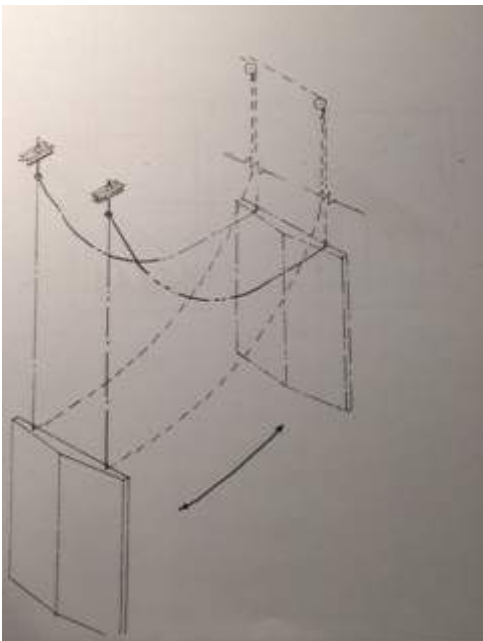


그림 2-18 Winch 방식

10) 상부 고정 장치의 수납과 Rigging 측면 반사판과 같은 장치를 수납하기 위하여 고안된 방식이다. 오페라유령에서 샹드리에가 떨어지는 방식과 같은 유형이다.

11) 워밍기어 감속기

워밍기어와 워밍판의 조합으로 워밍기어가 회전하여 워밍판을 돌려줌. 마찰력이 커 고속회전의 기계장치에 장시간 사용할 경우 워밍기어의 마찰로 외측 기어의 마모 진행이 빨라짐. 또한 입력측은 단지 워밍축이고 출력 측은 워밍기어 이기 때문에 워밍 기어를 외부에서 강제로 돌리면 워밍기어가 부러지는 현상이 있어 일반적으로 역회전 방지됨. 같은 토크의 헬리컬 감속기에 비하여 크기가 큼. 헬리컬 감속기에 비하여 효율이(65~70%) 떨어져 모터용량이 커짐.

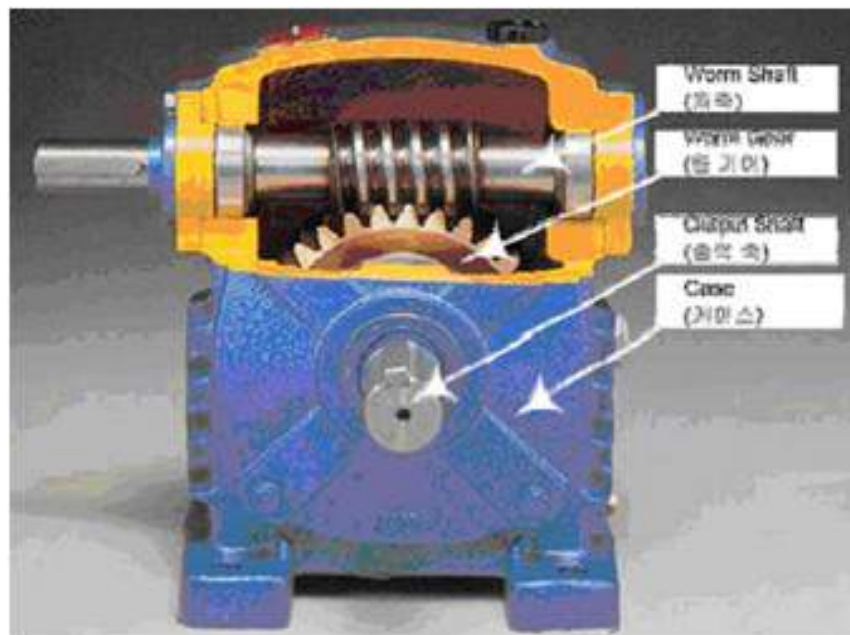


그림 2-19 워밍감속기

12) 헬리컬기어 감속기

장점으로 효율이 좋아 모터 용량의 97%가까운 효율을 가지고 있음. 효율이 좋은 이유로 설계 시 과 용량을 설계하지 않아 구동부 부피가 작아짐. 최근 일체형 구동부의 경우 대부분 헬리컬 감속기를 사용함.

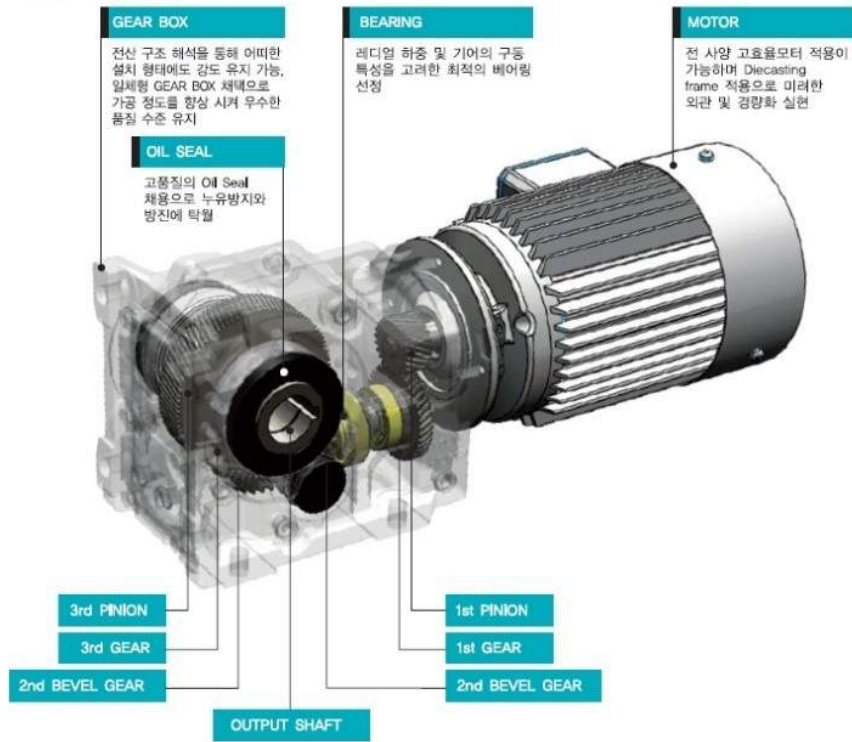


그림 2-20 Winch 방식

13) 상부 무대기계장치 종류 및 설비

- 1) Safety Curtain
- 2) Proscenium Bridge
- 3) Set Batten
- 4) Panorama Set Batten
- 5) One Point Hoist
- 6) Chain Motor
- 7) Light Cable Reel



그림 2-21 One Point Winch 방식



그림 2-22 Chain Motor



그림 2-23 Winch 방식

제 4 장 무대기계장치 고장 사고

- 제1절 무대기계장치 고장 사고 예방 및 대처
- 제2절 상부기계장치 기계적 고장 요소
- 제3절 하부기계장치 기계적 고장
- 제4절 기타 고장
- 제5절 공연장 건립시 시 놓치지 말아야 할 요소
- 제6절 사고 사례

제1절 무대기계장치 고장 사고 예방 및 대처

1) 사고 시뮬레이션

공연 중 기계적 전기적 고장에 대한 사전 시뮬레이션은 무척 중요하다. 가령 예를 들면 사고 고장부위에 대한 사전 나열한 후 간단한 것부터 해결 하는 연습을 한다면 실제 상황에서 당황하지 않고 조치 후 공연을 지속할 수 있다. 제어관련부분은 에러코드를 숙지하고 있는 것이 문제해결의 빠른 방법이다. 최근 장비의 발전으로 심각한 에러가 발생하는 것보다 간단한 문제가 원인이 되는 에러가 많다. 사전에 미리 숙지하고 있던 아는 고장은 최단 시간 내 해결할 수 있다. 아울러 문제해결을 위하여 패널실, 구동부실 까지 이동 시간을 사전 확인하고 공구 및 예비 부품을 가까운데 보관한다면 문제발생부터 해결까지 복구 시간이 단축될 수 있다.

2) 공연 시 고장사고 발생부터 해결까지 흐름.

준비 안된 고장 사고는 답이 없음.

공연 중 문제발생은 5분 내 조치 및 공연 재개 판단.

조치 : 복구 솔루션 마련 및 적용.

책임의 한계 : 점검일지 중요성, 과실판단.

3) 공연 중 고장 시 공연 중단의 판단.

공연 사고는 공식 30분 그러나 관객은 5분.

기술감독 또는 무대감독의 판단 이전의 STOP판단.

사전 많은 이미지 트레이닝 필요



그림 3-1 예비부품 스크류잭, 마이터 기어박스, 유니버설 조인트 등



그림 3-2 예비부품 브레이크, 마그네트, N.F.B



그림 3-3 예비부품 PLC부품 등

제 2 절 상부기계장치 기계적 고장 요소

- 1) 브레이크
정류기 문제
습기로 인한 마찰 패드의 고착

- 2) 리미트
접점고장
단선

- 3) 구동부
모터과열
단상결림
감속기 축

- 4) 와이어
드럼 내 와이어 엉킴.
와이어 이탈에 활차에 끼임.

- 5) 슬랙센서
공연 중 Trip 됨.

제3절 | 하부기계장치 기계적 고장

- 1) 스파이럴
셸과 스프링 분리로 쏟아져 내림.
동력 전달용 체인 이탈.
- 2) 체인링크
슬라이딩 장치 중 체인 중간 절 파손으로 동작 불가.
- 3) 유압
가스켓 파손.
- 4) 볼 스크류
볼 베어링 파손.
볼 스크류 이탈.
- 5) 스크류 잭
스크류 상단 목 꺾임.(설치불량, 무리한 강제운전)
유니버설 조인트 파손.
상판 마루 이탈.

제 4 절 | 기타 고장

1) 전체 전원 Shut Down

Console을 ON 하여도 모든 인버터 전원이 OFF됨.

(1) MCCB Panel Power 계통확인.

- ACB Trip 확인.

(2) Main MC. 확인.

- MC 접점이 붙었는지 확인.

- 접점이 안 붙었을 때 마그네트 코일 확인.

(3) Control Power N.F.B Trip 확인.

- 인버터자체 동작 전원은 별도 220V 공급됨.

- Panel 실 모든 인버터 전원은 Main Mccb Panel 내 한 개의 N.F.B에서 분배됨.

(4) Fuse.

- N.F.B 하단 Fuse 확인.

(5) 인버터는 전원이 ON, Control 불능일 경우.

- DC Power Supply 확인. 출력 단자 전압 측정을 해봐야 함.
DC Power가 출력되지 않으면 DC 제어부분이 동작되지 않음.



그림 3-4 MCCB Panel DC Power Supply

- 2) 특정 구동부 전원 OFF 및 작동 불가 상태
 - (1) 기기별 NFB 확인 : 각 구동부별 동력전원.
 - (2) EOCR Trip 확인.
 - (3) 마그네트 및 릴레이 동작 확인.
 - (4) 인버터 확인 : 출력 주파수 확인 및 에러 메시지 확인.
 - (5) 브레이크 동작 확인.
 - 동작 신호 시 브레이크 동작 음 확인.
 - 여름철 습기 많은 곳은 브레이크 패드 팽창으로 문제발생.
 - 동작 음이 없을 시 정류기 확인.
 - (6) 모터 결선 커버 열어 저항측정.
 - R. S. T. 3선에 대하여 2선씩 저항 측정 무한대면 모터 단선.
 - (7) 하부기계의 경우 인터락 확인.
 - 인터락 조건에 있는 기계장치가 리미트를 터치하고 있지 않은지.
 - 전기도면을 보는 능력이 떨어지면 단계적으로 학습.
 - 우선적으로 인터락 조건에 대해 기록해서 숙지

- 3) 제어계 문제
 - (1) 콘솔 : 비상정지 눌림 확인, 제어콘솔 컴퓨터 확인.
 - (2) Main controller / PLC Trip
 - Reset으로 처리.
 - 배터리 방전 확인.
 - (3) Controller Trip 확인.
 - (4) 통신카드 : 스마트 I/O 카드, PLC 통신카드 확인.
 - (5) 통신허브 : 통신허브 전원 공급상태 확인, 통신 허브 고장.
 - (6) 통신케이블 : 컨넥터와 접속 불량,
 - 점검자 1 점검시 손으로 잡고 흔들어 봄.
 - 점검자 2 콘솔에서 에러상태 확인
 - 공연장 내부에 포설된 통신케이블의 길이가 약 90m초과 시 통신속도 저하로 에러발생 됨. (작은 에러발생 시 광케이블로 교체)
 - (7) 가변저항 : 온도센서 Trip.

제5절 공연장 건립시 시 놓치지 말아야 할 요소

1) 구동부

하부 구동부 Back Up용 모터 설치.



그림 3-5 아람극장 무대 리프트 예비모터

2) 제어부

2중화 제어시스템(Main Controller). 이중화 시스템 테스트
PLC CPU한쪽을 전원OFF, 통신OFF 후 동작테스트.



그림 3-5 2중화 PLC

- 3) DC24V Power Supply 병렬 설치. 병렬설치된 Power Supply 1개를 Off 후 동작 테스트.



그림 3-6 Power Supply 병렬 설치

- 4) 독립판넬 시공

구동부실 내부 스페어 독립 판넬 시공. 최근 공연장 설계 트렌드는 구동실과 제어판넬실을 합치는 것임. 인근의 전환되지 않는 구동부의 회로를 스페어 회로로 사용가능.



그림 3-7 예비회로 사용

5) 통신2중화 또는 PLC간 통신 루프화

- Main Controller 각 말단 통신 2 중화 (허브고장, 단선 대비).
- PLC간 통신 루프 구현 시 한쪽에 통신 장애가 있어도 통신 가능.
- 대부분 Panel 실에만 PLC 구성함.
- 상부와 하부의 전체를 하나의 통신 루프로 연결하는 통신방식
- 통신 컨넥터 오류, 단선 시 전체 시스템 작동불능 예방.
- 상부, 하부를 별도의 그룹으로 묶어 전송하는 방식 사용.
- 상부, 하부에 각각 PLC를 설치하여 PLC간 통신.



그림 3-8 시스템 구성도

6) 기타

- PLC Program Back Up 및 Up Load 간략화 등.
- PLC 및 Console 전원 1차 측 전원 UPS를 통한 전원공급.
- PLC의 경우 Scan Time 조정으로 대기시간 단축화.

제6절 | 사고 사례

사고 사례가 공유되지 않는 이유는 각 공연장에서 근무자 자존심과 공연장 신뢰도에 대한 이유로 공개되지 않음 .

<문제점 사례1>

행정거리 8m 이상, 속도 6m/min, 볼 스크류 지름 100mm 동작 시 볼 스크류가 원심운동으로 리프트가 크게흔들리며 동작함. 리프트 사용불가. 교체 비용 볼 스크류 1개당 약 8천 만원 소요됨.

<문제점 사례2>

볼 스크류 메인리프트 하강 시 하부에 물건적재, 리미트 동작 오류 등으로 리프트가 하부 프레임과 충돌. 이러한 사고는 자주 일어나는 사고이고 이때 볼 스크류가 모두 뽑히는 상태가 됨. 볼 베어링 파손. 볼스크류는 상단 베이스에 걸어 놓는 방식으로 시공됨. 하단부는 수직 부하가 별로 받지 않는 상태에서 뽑히는 구조로 체결됨.

<문제점 사례3>

공연장 건립과정에서 전기제어공사가 완벽히 끝나지 않은 상태에서 전기제어 공사 중 동작과정에서 하단에 잦은 충돌로 볼 스크류 너트의 베어링 파손이 됨. 그 상태로 인수 후 대체적으로 하자보증기간이 끝난 후 발견됨.

1) PLC 위치데이터 손실로 공연 중지 사고.

무대기계 제어 콘솔에서 위치 값이 모두 사라짐. 공연장에 벼락이 떨어진 후 PLC 위치 값이 모두 지워짐. 공연 20분 전 공연 중단 결정 후 환불 조치함.공연 프로덕션에서 공연장을 상대로 피해 배상 소송 중. 소송 이슈는 공연장 건립 시 무대기계설치 시방서

에 의하면 어떠한 경우에도 위치 값 손실이 없도록 하여야 한다는 내용. 공사 관리감독의 소홀을 책임으로 보상요구. 소송에서 공연장이 패소하여 보상.

2) PLC 배터리 방전으로 Program 지워짐.

약 7일간 공연이 없던 상황.

콘솔 ON 후 작동불능 상태 확인.

PLC 배터리를 꺼내 전압측정 확인 후 방전된 사실을 확인함.

배터리 교체 후 Program Up Load.

3) 모터 커버 내부 단자대 단자 판손으로 Batten 동작 불능 사고.

전원 계통 확인 확인 후 인버터 확인 시 출력(Hz)가 정상 적이지 않은 것을 확인 후 모터 브레이크 확인. 브레이크 정상 작동 확인 후 전원 케이블 단선 확인 과정에서 모터 단자 파손된 것을 확인 함.

4) 공연 철수 시 전체 System Shut Down 됨.

Main Mccb Panel 확인 과정에서 Fuse 가 단락 된것 확인. 임시조치 후 철수함. 본문 내용 중 무대기계장치 고장 사고 4번에 기재된 내용과 같이 순서대로 확인하면 문제점을 찾을 수 있음. 문제는 Inverter 전원 N.F.B 하단에 있는 Fuse 단락 됨.

5) 오페라 공연 중 막 전환 시 하부기계 전체 Trip.

전력 수용율을 고려하지 않고 빠른 전환을 위하여 하부기계장치를 동시에 동작함. 인버터가 Trip 됨. Inverter Over load Trip 은 전원 Off 후 On 하면 Reset 됨. 공연장 전력 수용율에 대한 사전 확인이 필요함.

6) 특정 하부 기계장치 동작 불능

Main MC 제어 코일에 단선이 발생함. MC 코일 교체 후 사용.



그림 3-9 마그네트 내부 코일

7) AXIS Control System 통신에러 [FA9]

불특정으로 지속적인 Error 발생.

원인 : 통신 Cable 약 100m 사용으로 통신 Pulse 약해짐.

조치 : 중간부분에 통신 허브 사용으로 신호 증폭. 이후 광케이블로 교체함.

8) 상부기계 장치 전체 System Shut Down(차단기 Trip, Fuse Trip)

Console에서 기계장치를 동작하였으나 전혀 움직임이 없음.

Mccb Panel 내부 Inverter 전원 N.F.B Trip 이 원인.

문제는 N.F.B를 On 시키면 계속 Trip 됨.

마지막 Panel 부터 모든 Panel 연결 부위를 풀어가며 문제점을 찾음. 각 Panel에 Control 전원용 N.F.B는 별도 설치 필요.

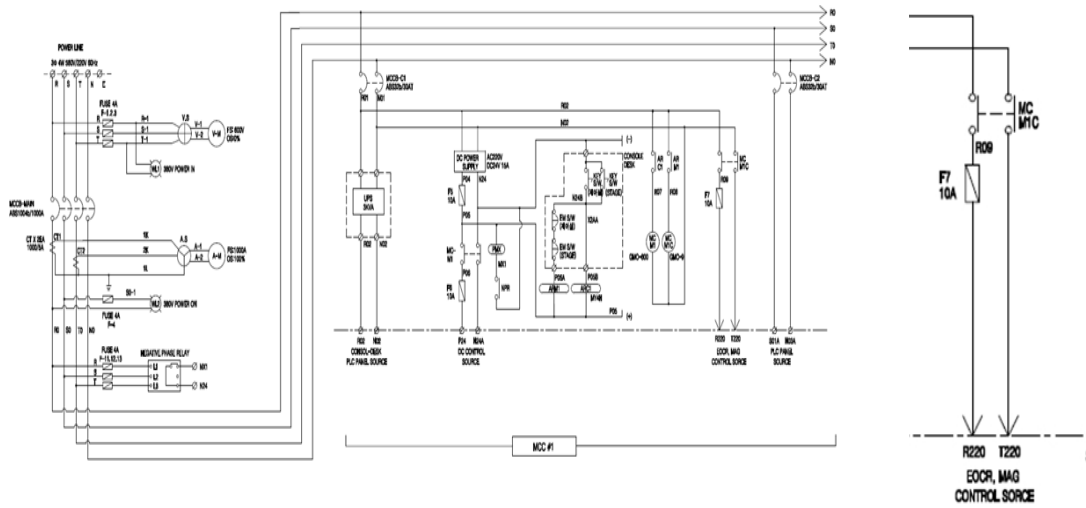


그림 3-10 기계장치 고장사고 4번 사진 도면

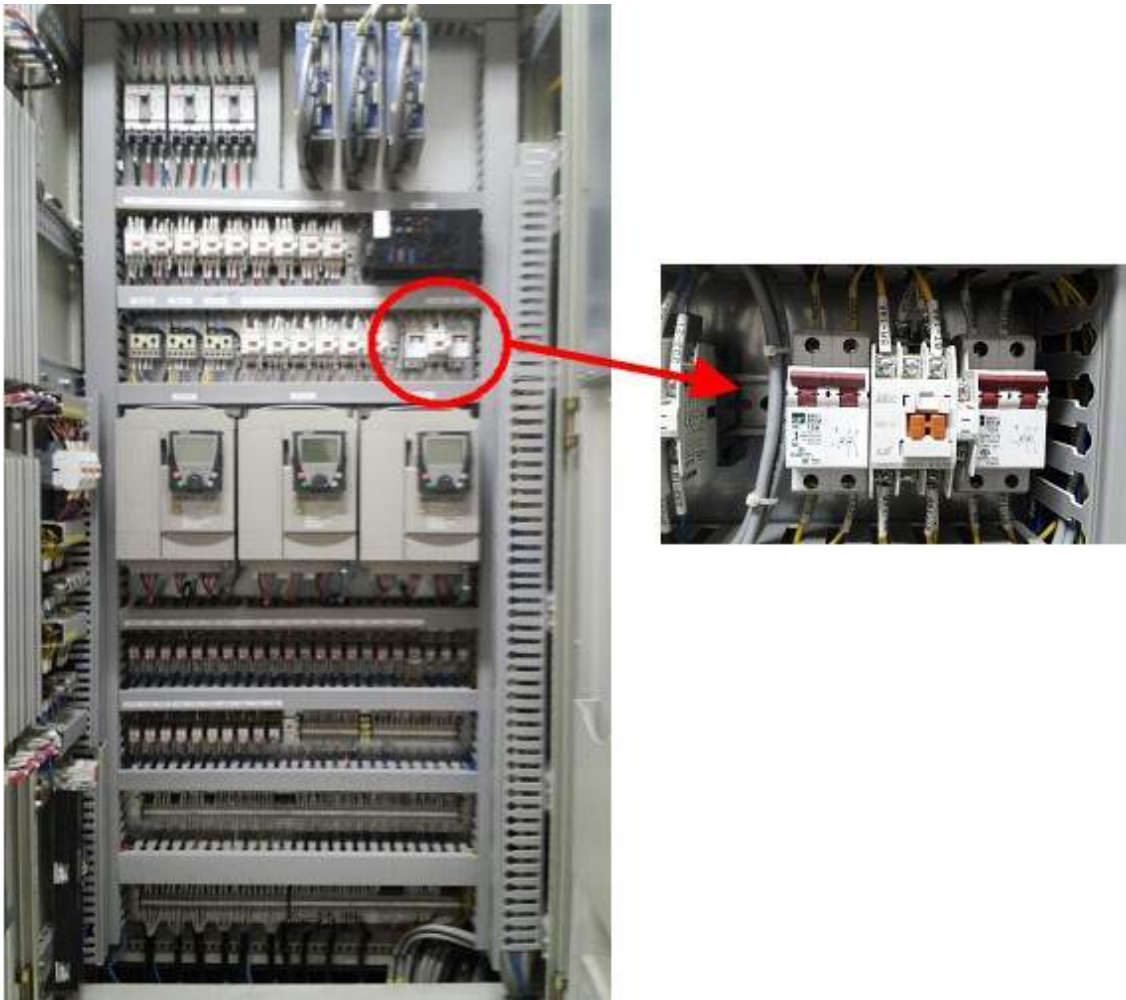


그림 3-11 인버터 전원 차단기

9) 오케스트라 유압 리프트 사고.

가스켓 파손으로 오일이 상부로 분출되며 가라앉음.

유압 리프트는 고장 시 보수가 무척 어려움.

보수 공사 포기하고 오피석으로 변환.

유압장치 제거 후 링크, 스파이럴 장착 가능.

10) 볼 스크류 리프트 사고.

하부 적재한 물건에 리프트가 충돌.

리미트 조정 중 하부 스톱퍼에 충돌.

인터락 해제 후 작동하다 하부장치에 충돌.

하부와 살작 충돌해도 스크류가 쉽게 뽑힘.

11) 스파이럴 리프트 사고.

동력 전달용 체인이 이탈 됨.

다른 스파이럴 장치에 동력이 전달되고 이탈된 장치에는

동력이 전달되지 않아 스프링과 셸이 분리되어 쏟아짐.

점검 중 체인 스프로킷에 손이 말려 들어가 점검자 손가락 절단

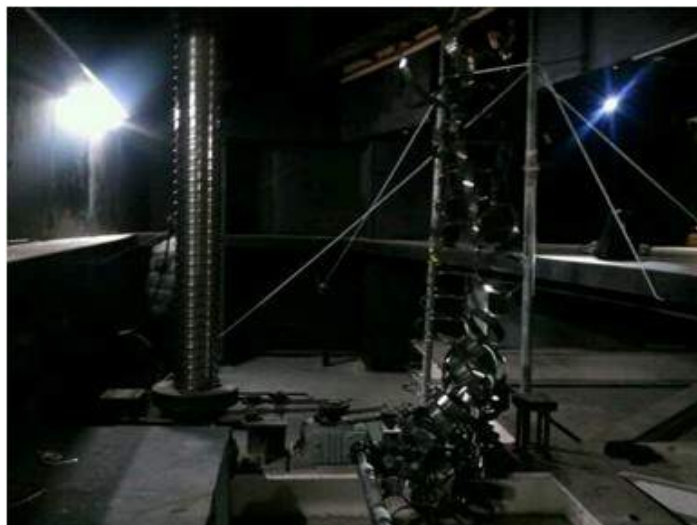


그림 3-12 스파이럴사고



그림 3-13 스파이럴 장치 체인 텐션조절기

- 12) 화약 사용으로 커튼에 불이 붙어 소화전으로 화재 진압.
화약 사용으로 불티가 커튼에 붙어 발화됨.
무대 막 내린 후 관객 대피 시킴.
소화전 사용으로 화재진압.
컴프레셔로 젖은 장치 물 털어낸 후 헤어드라이로 건조.



13) 추락 사고.

오케스트라 지휘자 피트에 추락 사망.

14) Winch Drum에 Wire Rope 영킴.

Set Batten 이 20m 높이에 위치한 상태에서 Wire Rope 영킴.

15) 공연장건립 시 준공 시점 업체 부도.

잘못된 시공업체의 유치권행사.

공사대금을 받지 못한 하도급 업체의 A/S 중지.

선 유지보수계약 체결 및 선급금 지급.

선급금보증증권은 1:1 담보가 필요하여 보증증권을
금전소비대차계약서로 대처함.

참고문헌

<http://blog.naver.com/shan8009?Redirect=Log&logNo=20201520265>

1996년 SANSEI YUSOKI 사용자 매뉴얼

2015 무대예술 전문교육

극장기술과 무대기계 이해 과정

발행일	2015. 9
발행처	아르코예술인력개발원
홈페이지	edu.arko.or.kr
주소	경기도 고양시 일산동구 성현로 513번길 10 (사리현동 464-1)
연락처	02-760-4650 / 4658
기획	아르코예술인력개발원 무대교육팀
제작	한국근로장애인진흥회

본 교재는 무단복제를 금하며, 내용의 일부를 가공하거나 인용할 때에는 반드시 출처를 밝히시기 바랍니다.