

야외공연장 안전매뉴얼

2015. 12.



문화체육관광부
Ministry of Culture, Sports and Tourism



한국산업기술시험원
공연장안전지원센터

들·어·가·며

최근 행사, 무대 등 비정기적인 가설 구조물의 사용으로 일부 인명피해 및 공연준비를 위한 고소작업, 구조물 결함 등의 안전사고에 노출되어 있는 상태이다.

그에 대한 행사 관리자 또는 설계자 등의 관계자들이 활용할 수 있는 안전관리 정보나 기준이 충분하지 않아 어려움을 겪는 경우가 많다. 이에 문화체육관광부, 공연장안전지원센터에서는 가설구조물의 설치를 계획하거나, 운영, 설계 등 관계자들이 활용할 수 있는 안전기준을 제시함으로써 가설 구조물을 체계적으로 사용하는데 도움을 줄 수 있도록 “야외 공연장 안전매뉴얼”을 개발하였다.

본 안전매뉴얼은 영국구조공학협회와 가설구조물자문단이 공동으로 발행한 “Temporary demountable structures”와 소방방재청의 “공연 및 행사장 안전관리 매뉴얼”을 기초로 하여 우리나라 실정에 맞도록 수정·보완한 것이다.

본 기술기준의 내용은 가설 구조물을 사용하고자 하는 발주자와 이러한 구조물을 규제 및 취급하는 해당 시·군·청 계약자 및 공급업체들을 대상으로 하고 있다.

- 본 기술 자료는 문화체육관광부 지정 공연장안전지원센터에서 공연장 무대시설 관리자의 전문기술 향상과 공연장 및 무대시설에 대한 체계적인 안전관리를 위하여 기술적 사항들을 자료로 정리한 것입니다.
 - 본 기술 자료의 내용은 직접 관련된 국가규격이나 기준 및 다른 학술적 주장과 일치하지 않을 수 있으며 자료의 내용은 사전에 예고 없이 변경될 수 있습니다.
 - 본 기술 자료의 내용은 공연장 및 공연 안전을 위한 참고자료로서 법적 의무나 강제를 의미하지 않으며, 관련 법령에 의한 규정보다 우선하지 않습니다.
- ※ 주의 : 본 기술 자료에 수록되어 있는 내용의 일부 혹은 전체를 영리를 목적으로 무단으로 변경하거나 복제하여 사용하는 것은 법으로 금지되어 있으며, 이 책의 내용을 발췌하여 사용하는 경우에는 그 출처를 명시하여야 합니다.

야외공연장 안전매뉴얼

글쓴이 김상현, 박수홍, 김동균, 류정식, 유정훈, 김기환
 펴낸이 한국산업기술시험원 공연장안전지원센터
 (우) 52852 경상남도 진주시 충의로 10 (충무공동)
 발 행 일 2015. 12.
 발 행 처 승현인쇄
 내용문의 ☎ 055-791-3523, www.stagesafety.or.kr

ISBN 979-11-956906-0-2

© 한국산업기술시험원 2015

본 기술 자료의 내용은 공연장 및 공연 안전을 위한 참고자료로서 법적 의무나 강제를 의미하지 않으며, 관련 법령에 의한 규정보다 우선하지 않는다.

용어 정의

공인 기술자(Chartered engineer)

본 지침에서 언급하는 적절한 경력을 보유하고 있는 공인 구조물 기술자 또는 공인 토목 기술자를 의미한다.

발주자(Client)

어떤 행사에 사용할 임시 조립 구조물을 운송하는 자 또는 조직을 가리킨다. 행사가 있을 행사장, 공간 또는 건물의 소유주도 발주자가 될 수 있으나, 행사 주최자가 반드시 발주자인 것은 아니다.

유자격자(Competent persons)

확인된 작업에 대한 책임을 감당할 수 있도록 충분한 교육과 경험을 보유하고 있는 자를 유자격자로 간주한다. 이러한 유자격자들은 구조물의 종류는 물론, 특히 구조적 신뢰성을 위해 필수적으로 요구되는 사항들을 상세히 알고 있는 것이 중요하다. 유자격자들은 각자가 보유한 경험과 지식의 한계를 인식하고 있어야 하며, 하나의 구조물이 실제 설계에 따라 설치되었는지 여부를 확인해야 한다.

완공 증명서(Completion certificate)

개별 설치 검사를 적절하게 실시했으며 가설 구조물이 해당 설계도 및 문서에 따라 설치되었음을 확인하기 위해 계약자가 작성한 증명서 또는 서면 기록을 가리킨다.

계약자(Contractor)

발주자가 어떤 구조물을 공급 및 설치하기 위해 계약을 체결한 업체를 가리킨다.

설계 점검(Design check)

'개별 설계 점검(independent design check)'을 참조.

설계 문서(Design documentation)

설계의 기초를 명확히 이해하고 제반 설계 기준을 확인할 수 있도록 도움을 주기 위해 가설 구조물 설계자가 제공하는 각종 문서를 가리킨다. 도면, 견적서, 증명서, 하중 보고서, 위험 평가 보고서, 시공 계획서 등은 설계 문서의 범주에 포함된다.

설계 풍속(Design wind speed)

가설 구조물이 견딜 수 있는 설계상의 최대 풍속을 가리킨다.

설계자(Designer)

모든 구조물은 유자격자가 올바르게 설계해야 한다. 설계자는 자신의 능력을 입증하는 증거 자료를 제시할 수 있어야 한다. 현재 진행 중인 설계 공정을 입증하는 증거는 유용가능한 것이어야 한다. 구조물이 반복적으로 활용할 수 있도록 고안되어 있는 경우, 애초의 설계가 유용 가능성을 입증하는 증거 자료를 제시할 수 있는 한에서 표준 설계를 수용할 수 있다.

공학 문서(Engineering documentation)

구조 견적서, 도면 및 시방서, 위험 평가 보고서 및 시공 계획서는 공학 문서의 범주에 포함된다.

집행 기관(Enforcing Authority)

승인서의 교부를 감독하는 기관을 가리킵니다. 지역 당국은 집행 기관의 범주에 포함될 수 있다.

행사(Event)

관람객들이 참석하는 공공 행사 또는 민간 행사를 가리킨다.

행사 주최자(Event organizer)

어떤 행사를 추진 및 관리하는 개인 또는 조직을 가리킨다. 경우에 따라서는 행사 주최자가 발주자가 아닐 수도 있다.

개별 설계 점검(Independent design check)

(1) 적절한 기술 및 경험을 갖춘 공인 기술자에 의한 표준 설비의 점검을 가리키는데 이러한 점검은 설계를 근거로 하여 실시되거나 경험에 근거해 진행할 수 있다. (2) 어떤 프로젝트에 공급되는 제반 요소의 특수 배치 또는 비표준적 배치에 관한 설계에 있어서 적절한 기술과 경험을 갖춘 공인 기술자가 실시하는 설계 점검을 가리킨다.

개별 설치 검사(Independent erection check)

가설 구조물을 설치한 후에 유자격자가 해당 구조물에 대해 실시하는 검사를 가리킨다. 해

당 구조물의 공급업체에 소속된 직원 또는 공급업체가 그러한 검사를 실시하기 위해 지명하는 유자격자의 범주에 포함될 수 있다. 설치 팀에 소속된 팀원이 설치 검사를 실시할 경우, 담당자의 능력을 입증하는 증거 자료를 제시하도록 한다. 이러한 설치 검사의 결과는 계약자가 이러한 목적을 위해 고안한 양식(완공 증명서)에 기록하도록 한다.

켄틀리지(Kentledge)

사하중(보통 강재 또는 콘크리트)을 가리키며 다만 경우에 따라서는 물이나 입상 물질로 충전된 용기를 포함할 수도 있다. 때때로 켄틀리지 대신에 밸러스트(ballast)라는 용어를 사용하기도 한다.

지역 당국(Local authority)

관련 법률에 의거한 건물 규정 승인서, 안전 증명서 및 허가증의 교부를 감독하는 기관을 가리킨다. 또한 지역 당국은 허가 계획을 담당하는 기관이기도 하다(단, 북아일랜드는 제외).

행사 진행자(Marshal)

스포츠 행사에서 간사(steward)를 대신해 일컫는 말이다. 하지만 행사 진행자는 일부 스포츠 행사(예: 경마장, 모터스포츠 등)에서는 별도의 역할을 담당할 수도 있다.

사용 풍속(Operational wind speed)

가설 구조물을 사용할 경우에 적용되는 설계상의 최대 풍속을 가리킨다.

소유주(Owner)

어떤 행사를 진행하는 행사장, 장소 또는 건물의 소유주를 가리킨다.

위험 평가(Risk assessment)

유자격자가 분리식 가설 구조물의 설계, 시공 또는 운용과 관련된 제반 위험 요소를 식별하고 해당 구조물을 시공 또는 사용하는 자들에 대한 위험도를 측정하는 한편, 사고 발생 확률 및 결과를 평가하는 일련의 과정을 가리킨다.

안전 관리 담당자(Safety coordinator)

안전 계획의 시행을 담당하는 자로서 소유주 또는 행사 주최자의 대표를 가리킨다. 안전 증명서에 설명된 스포츠 행사에서 안전 관리 담당자는 안전 관리 책임자(safety officer)가 된다.

안전 계획서(Safety plan)

계획된 행사에 사용할 분리식 가설 구조물의 설계, 운송, 시공 및 사용과 관련된 제반 위험 요소 및 그와 관련된 위험들을 확인하고, 제반 위험을 관리할 책임에 대해 설명하고 있는 문서를 가리킨다. 안전 계획서는 지속적인 검토 및 정기적인 형식 개정의 대상에 포함되어야 한다.

무대(Stage)

지붕 덮개 및 그와 관련된 측벽 및 후벽(해당하는 경우)을 포함하는 공연 구역으로 구성된 구조물을 가리킨다.

간사(Steward)

발주자가 주요 행사에서 고용하는 자로서 스포츠경기장 안전지침(the Guide to Safety at Sports Grounds) 제3조에 정의된 바와 같은 임무를 맡고 있는 유자격자를 가리킨다. 몇몇 스포츠 행사에서는 간사를 일컬어 행사 진행자(marshal)라고도 한다.

구조적 안전성(Structural Safety)

구조적 안전성이란 어떤 구조물이 전체 수명 기간 동안 발생할 가능성이 있는 제반 상태를 견디는 데 필요한 강도, 안정성 및 무결성을 의미한다. 구조물을 올바르게 운송, 설계, 시공, 사용 및 정비하는 한편, 최적의 작업 방식을 적용하면 구조적 안전성을 실현할 수 있다.

공급업체(Supplier)

'계약자(Contractor)'를 참조.

임시 조립 구조물(Temporary demountable structures)

단기간(대체로 최대 28일 이내)에 한해 배치되며 인력을 통해 여러 차례에 걸쳐 설치 및 해체될 수 있도록 설계되어 있는 구조물을 가리킨다. 이 구조물은 대체로 경량의 구성 부품으로 제작되며 공공 및 민간 행사에서 매우 다양한 목적으로 사용된다. 수많은 사람과 비롯해 행사를 위한 무대 및 지지 설비를 수용할 수 있는 특별 관람석, 천막 및 대형 천막도 분리식 가설 구조물의 범주에 포함된다.

부등 침하

구조물의 기초지반이 침하함에 따라 구조물의 여러 부분에서 균등하게 침하를 일으키는 현상

비계설비

건축 공사 때에 높은 곳에서 일할 수 있도록 설치하는 임시 가설물로, 재료운반이나, 작업자의 통로 및 작업을 위한 발판이 되는 것을 말한다.

우수관

빗물이 내려가는 곳

차양

햇볕을 가리거나 비가 들어치는 것을 막기 위해 차마 끝에 덧붙이는 좁은 지붕

마스트

배의 돛대와 같이 배의 중심선 상의 갑판에 수직으로 세운 기둥

마찰 저항

운동하는 물체에 작용하는 저항 가운데, 물체 표면에 작용하는 마찰력의 합력으로 나타나는 저항. 유체가 점성을 갖기 때문에 일어난다.

그리드

무대 천장에 설치된 조명봉, 스피커 등의 하중을 지탱하기 위해 설치한 형강으로 제작된 공간

차 례

들·어·가·며	3
용어 정의	4
1. 서론 및 적용 범위	12
1.1 서론	12
1.2 기준의 적용 범위 및 목적	13
2. 주요 책임	15
2.1 일반 사항	15
2.2 발주자, 행사장 소유주 및 행사 주최자의 책임	15
2.3 설계자 및 계약자의 책임	16
3. 가설무대와 관련된 위험 요소 및 관객 안전	18
3.1 위험 요소	18
3.2 위험 평가	20
3.3 위험을 최소화하기 위한 조치	29
3.4 군중 행동	31
3.5 화재	39
3.6 공연·행사 중 사고 발생 시 대응	42
4. 구조물의 운송 및 사용	47
4.1 운송	47
4.2 문서	50
4.3 사용	53
5. 지반 및 현장 상태와 무대 바닥 강도	56
5.1 서론	56
5.2 정보	56
5.3 기본 원칙	56
5.4 지반 내하중 압력	57
5.5 기초부	59
5.6 바닥판, 기초판 및 버팀목	59

5.7	지반 앵커	61
5.8	경사지	62
5.9	현장 배수 설비	63
5.10	검사	64
5.11	무대 바닥 강도	64
6.	설치, 검사 및 해체	66
6.1	설치	66
6.2	해체	70
6.3	구성 부품의 검사	71
7.	풍하중(WIND LOADING)	75
7.1	서론	75
7.2	구조물에 작용하는 풍하중	80
7.3	천막 및 대형 천막에서 작용하는 풍하중	83
8.	특별 관람석	88
8.1	서론	88
8.2	재료	88
8.3	여러 가지 설계 원칙	89
8.4	설계 지침	90
8.5	연결부	94
8.6	하중 시험	95
8.7	배치 기준(대피 수단)	96
8.8	방벽 및 난간	97
8.9	조립식 입석 수용 시설	99
8.10	휠체어 사용자들을 위한 관람 시설	99
9.	계단 및 그와 유사한 구조물	105
9.1	서론	105
9.2	일반 설계 요건	106
9.3	무대의 종류	107
9.4	비 공용 출입구	112
9.5	추락 방지 설비	112
9.6	무대의 시공 및 사용 시 인양 장비의 활용	114

10.	행사용 방벽	115
10.1	서론	115
10.2	설계	119
10.3	주요 조망 구역 밖에 위치한 판형 울타리 또는 펜스	122
10.4	현장의 여건 및 방벽의 성능	123
10.5	다중 방벽 설비	124
10.6	행사 위험 평가	124
10.7	설치 및 검사	125
11.	천막 및 대형 천막	127
11.1	서론	127
11.2	설계	129
11.3	천막 및 대형 천막의 운송과 사용	133
11.4	천막과 대형 천막의 설치, 검사 및 해체	136
11.5	확인	138
12.	보조 구조물 및 특수 구조물	139
12.1	서론	139
12.2	설계	139
12.3	기둥 및 타워	143
12.4	현수형 와이어로프	144
12.5	접대 시설	144
[부록 A]	가설기자재 안전인증제도	146
[부록 B]	가설무대 관련 법령 건축법	274
[부록 C]	야외 공연장 관련 미국 표준 (2006년판)	281

1 서론 및 적용 범위

1.1 서론

본 기술기준은 임의 용도로 사용되는 임시 조립 구조물의 구조적 안전성 및 적합성, 그리고 각 행사의 전반적인 계획 및 관리와 관련있다.

임시 조립 구조물은 공공 및 민간 행사에서 다양한 용도로 널리 사용된다. 이에 대한 예로 객석(가설 좌석 포함), 대합실(천막 및 대형 천막), 공연 예술가들을 위한 무대, 투광 조명기, 확성기, TV 카메라, 비전 스크린 등의 지지 설비 등이 있으며, 또한 전시회, 스포츠 행사, 음악 콘서트 및 사교 행사에서 많이 볼 수 있다.

임시 조립 구조물과 관련된 주요 요인들을 일부 열거하면 다음과 같다.

- 임시 조립 구조물은 단기간 계시에 필요한 경우가 많다.
- 임시 조립 구조물은 정기적이지 않은 행사 구조물의 설계, 설치, 시공 및 해체에 대해 빠른 기간이 요구되는 관계자들에게 유용하다.
- 임시 조립 구조물은 관객의 물림 현상 및 바람으로 인한 수평, 수직 하중 및 동적 하중을 견뎌내야 한다.
- 구조물의 구성 부품들의 무게는 가벼우면서도 조립 및 해체가 신속하게 가능해야 하며, 재사용도 가능해야 한다.

임시 조립 구조물의 관련된 모든 요구조건은 행사 장소의 소유주, 행사 주최자가 규정하며, 일반적으로 대개 행사 주최자가 규정하는 경우가 많다. 계약자에게 지시를 하는 자는 모두 '발주자'가 되며, 계약자에게 명확한 시방서를 제공해야 한다.

어떤 구조물이 비정기적인 용도로 설계되어 있더라도 전반적인 안전 요건은 바뀌지 않는다. 인파가 붐비는 좁은 공간에 설치된 가설 구조물에 고장이 발생할 경우 치명적인 결과가 초래될 수 있다. 어떤 행사에서 가설 구조물을 설계할 때부터 사용할 때까지의 가용 시간은 한정될 수 있겠지만 특별히 의도된 목적에 맞도록 구조물을 설계하는 것이 중요하며, 임시 조립 구조물의 안전은 주로 작업 절차를 올바르게 계획 및 관리하면서 완성된 구조물을 면밀히 검사하는 것이 중요하다.

임시 조립 구조물은 대체로 쉽게 설치 및 해체할 수 있고 장소에 따라 여러 가지로 변환할 수 있도록 설계되어 있다. 이는 대개 임시 조립 구조물이 가느다란 구성 부품들로 제작되어 비교적 가벼운 구조물이다. 이는 사용 전 유자격자에 의해 설계, 설치 및 검사되어야 한다.

행사장 소유주와 행사 주최자는 모두 행사에 참석한 자들의 안전에 대한 책임이 있으며, 임시 조립 구조물을 계획, 설계, 설치, 관리하는 종사자, 작업자, 사용자들 모두 구조물 안전에 관심을 기울여야 한다.

구조물의 적합성, 화재 예방 대책, 좌석, 구조물의 배치 및 출입구 배치와 관련해 해당 시·군청에 승인을 받아야 하며, 화재 등의 사고들을 대비하여 지역 소방서 및 경찰서에 연락을 취할 수 있는 조치가 되어야 한다.

안전성을 실현하려면 관련 경험과 평가를 근거로 하여 판단을 내려야 한다. 각 사례는 개별 상황을 근거로 하여 판단하도록 한다. 이는 단지 표준 요건의 엄격한 적용만을 고려하는 것이 아니다.

최근 수년 동안 공공 집회장 안전에 대한 구조 공학적 대응은 환경 심리학, 화재 공학, 정보 시스템 및 관리 시스템을 포괄하는 방향으로 그 범위가 확장되고 있다. 이 결과는 '군중 통제'와 대조되는 '군중 관리' 개념의 출현으로 단순히 표현할 수 있다. 여기서는 후속 대응적인 군중 관리보다는 계획적인 군중 관리가 필요함을 인식하면서 공공질서와 대조되는 공공 안전에 역점을 둔다.

위험 관리는 유연하면서도 현명한 판단 하에 접근해야 한다. 위험 관리가 소홀하게 되면 극단적인 경우 위험에 노출된다. 따라서 유자격자는 객관적으로 위험요소에 대한 평가를 실시해야 한다.

1.2 기준의 적용 범위 및 목적

본 기준에서 검토하고 있는 임시 조립 구조물은 독립 구조의 가설 관람석, 강단, 무대 구조물 및 방벽을 포함한다. 또한 조명기 등의 설비를 지지하기 위한 타워 및 기둥을 비롯해 차양, 천막 및 대형 천막 등의 가설 구조물도 이에 포함된다. 스포츠 경기장 또는 지정된 축구 경기장에서 임시 조립 구조물을 사용할 경우, 해당 시·군청에서는 이러한 시설의 사용을 통제하는 특별 요건들을 시방서등의 서류상에 추가할 수 있다.

본 기준은 임시 조립 구조물을 안전하고 경제적으로 설계 및 설치할 수 있도록 도움을 주기 위한 정보를 설계자에게 제공하는 데 그 목적이 있다. 이러한 설계 과정은 일반적으로 적용된다.

이러한 목적을 달성하기 위해 본 지침은 분리식 가설 구조물은 상황에 따른 적용하중에 대한 공학적 평가를 실시하여야 한다.

또한 본 기준은 발주자, 행사 주최자 및 행사장 소유주, 해당 시·군청 담당자, 유자격자를 대상으로 한다.

일반적으로 임시 조립 구조물은 해체 후에 여러 번 재사용할 수 있으면서 쉽게 연결되는 구성 부품으로 조립되어야 하며, 제조업체의 설계 지침 및 각 해당 시·군청의 승인에 따라 사용

해야 하는 전용 설비도 있다.

본 기준은 비정기적인 용도로 사용되는 임시 조립 구조물의 구조적 안전성 및 적합성, 각종 행사의 전반적인 계획 및 관리에 대해 설명하고 있다. 여기서 임시 조립 구조물은 현장에 28일 이상 배치되지 않는다는 것을 의미한다. 다만 이러한 기한이 정해진 것은 아니다.

본 기준에서는 행사 현장에 모이는 관객의 안전을 위한 구조물의 배치, 입구, 출구 및 그 밖의 요건들을 간략하게만 설명하고 있다.

2

주요 책임

2.1 일반 사항

임시 조립 구조물과 관련된 보건 및 안전의 일반 요건들은 상설 구조물의 경우와 동일하다. 임시 조립 구조물의 사용자, 작업자 등 인원들이 위험에 노출되지 않도록 안전에 관심을 기울여야 한다.

2.2 발주자, 행사장 소유주 및 행사 주최자의 책임

행사에 참석하는 자들의 안전과 임시 조립 구조물 사용자의 안전에 대한 1차적인 책임은 발주자에게 있다. 발주자는 안전에 대한 책임을 제3자에게 전가할 수 없다. 그리고 행사가 열리는 위치의 소유주에게도 안전에 관한 책임이 있다.

발주자는 임시 조립 구조물을 설계, 공급 및 설치를 위해 유자격자를 반드시 고용해야 한다. 발주자는 유자격자의 자격 요건들을 필히 고려하여야 한다. 또한 행사 진행 전, 진행 중 및 진행 후에 임시 조립 구조물의 사용자들의 안전에 대한 책임은 발주자에게 있다.

임시 조립 구조물의 안전한 운송, 설치, 사용 및 해체에 대한 책임은 발주자나 그 밖의 관련 담당 역할에 대한 오해의 소지를 없애기 위해 애당초에 문서로 명확히 규정해 두는 것이 중요하다.

발주자는 다음의 사항을 준수해야 한다.

- 사용 시 안전에 관한 모든 요건을 준수하고 있는지 확인해야 한다.
- 계약자는 견적, 설계 하중 및 기타 관련 검사 결과를 수록한 자료와 함께 설치 도면 등을 제공하는 과정을 감독해야 한다.
- 발주자가 적절한 전문 지식을 갖추고 있지 않은 경우, 발주자의 대리인 역할을 수행할 유자격자를 임명하는 것을 고려해야 한다.
- 발주자는 해당 구조물의 사용계획에 관한 정보가 수록된 시방서 등의 서류를 해당 시·군청에 전달해야 하며, 구조물의 사용에 앞서 이를 검사할 수 있을 경우에는 해당 시·군청에 별도로 통지해야 한다. 이러한 통지에 대한 책임은 발주자 또는 그 대리인에게 있다.
- 행사 주최자는 행사 진행하기 전 및 진행 중에 전반적인 안전에 대한 책임이 있다.

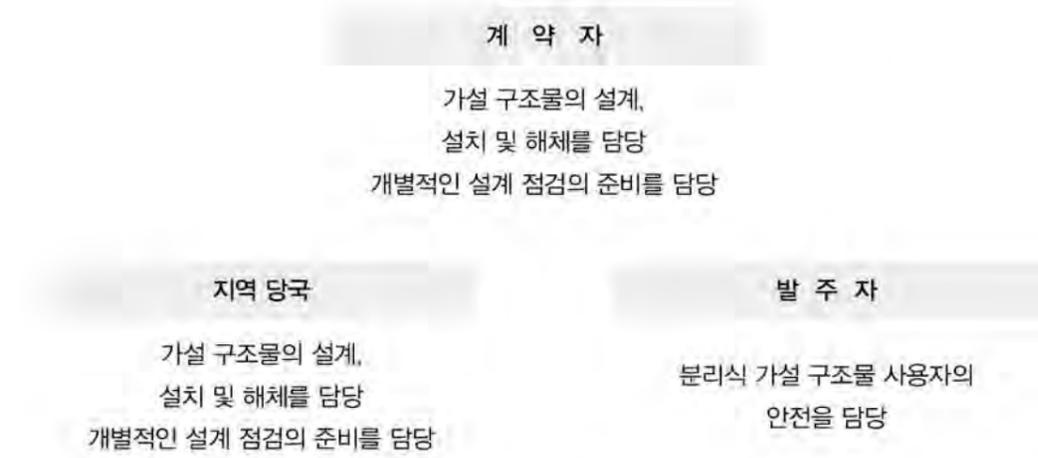


그림 1. 주요책임

행사 중 악천후(특히 강풍 또는 폭우)에 대처하기 위한 모든 절차를 마련하도록 한다.
설치 및 해체에 관한 시공 계획서는 계약자가 작성해야 하며, 이 계획서는 발주자, 해당 시·군청의 관련 담당자에게 전달될 수 있도록 한다.

2.3 설계자 및 계약자의 책임

설계자 또는 계약자는 모든 위험상황에 대한 평가를 시행할 경우에만 모든 사고 위험을 모두 고려했음을 확신할 수 있다.

가설 구조물의 설치 장소 및 주변 환경, 기술적인 면을 고려하여 구조물의 수용 가능 정보, 접근 및 대피 수단방법 등의 관리 및 정보를 숙지하는 것이 권고된다. 특히 설계자와 계약자는 모든 위험 요소와 위험들을 평가함으로써 안전 문제를 식별하는 한편, 반드시 주변 환경을 충분히 감안해 설계해야 한다. 어떤 경우라도 화재 위험 평가를 실시하여 위험 평가 보고서를 빠짐없이 작성하도록 한다.

모든 구조물은 유자격자가 설계하여야 하며, 설계자는 유자격자의 능력을 입증할 수 있는 자료를 제시할 수 있어야 한다.

구조물의 안전성과 사용자의 안전은 동등하게 고려하도록 한다. 가설 구조물의 설치 시 환경을 저해하여서는 안 된다.

가설 구조물의 설계에 대해서는 개별 설계 점검을 실시하도록 한다. 이러한 점검 작업을 준비해야 할 책임은 계약자에게 있다.

개별 설계 점검은 충분한 능력과 경험을 가진 공인 기술자가 실시하도록 한다. 이러한 점검은 일반적인 구조물을 대상으로 하거나 혹은 어떤 프로젝트에 설계된 특별한 요소 또는 비표준

적 설계를 대상으로 할 수 있다.

이미 설치된 구조물에 대한 개별 설치 검사는 유자격자가 실시해야 하며 자격인원은 해당 구조물의 공급업체에 소속된 직원이거나 혹은 계약자가 검사를 수행하도록 임명한 담당자일 수 있다. 구조물 설치팀 내 구성원이 설치 검사를 실시할 경우, 해당 팀원의 능력을 입증하는 증거 자료를 제시하도록 한다.

3 가설무대와 관련된 위험 요소 및 관객 안전

3.1 위험 요소

일반적인 군중들은 정상적인 환경에서 안전을 기대하고 있으며 혹시 존재할 수 있는 모든 위험을 고려하지 않는다. 일반적으로 '위험 요소'는 피해를 입힐 가능성이 있는 모든 상황으로 정의된다. '위험'은 위험 요소가 실제로 발생할 가능성을 의미한다. 위험 요소와 위험을 평가하는 절차를 간략히 정리하면 다음과 같다.

- 경우별 시나리오
- 발생 가능성
- 결과

3.1.1 설계 시 위험 요소

설계 과정에서 모든 위험 요소는 포함될 수 있다. 이러한 위험 요소들은 설치자에게 위험을 초래할 수 있으며, 설치자에 의해 확인되지 않은 위험 요소들은 사용자들에게 까지도 위험을 초래할 수 있다. 적절한 품질 보증 및 설계 점검을 실시하면 위험 요소를 줄일 수 있다. 이러한 위험 요소들은 설계자의 착오에 의해 발생할 수 있다(예: 현행 작업 기준을 미 준수, 운용 요건을 지키지 않는 경우, 설계자 능력 부족).

설계 팀은 가설 구조물을 설치 시 구조물의 사용상 특성을 이해하고 있는 유자격자들을 설계 팀원으로 포함시켜야 한다.

3.1.2 설치 및 해체 시 위험 요소

구조물을 설치하는 과정에서 위험 요소는 인적 과실, 시간 압박, 조명 부족, 작업자의 피로 및 장비 기능 고장 등 수 많은 요인으로 인해 발생할 수 있다. 그러한 위험 요소들은 구조물을 설치하는 작업자 떠는 사용자들에게 위험을 초래할 수 있다. 이러한 위험 요소를 방지하려면 시방서 및 설치 관련 문서에 적절한 통제 조치를 표기하여 실시하거나 작업자들을 대상으로 교육을 실시하고, 설치 과정에서 검사 및 점검을 실시하며, 최종적으로 개별 설치 검사를 실시해야 한다. 이러한 위험 요소들에 관한 내용은 구조물 해체 과정에서도 적용될 수 있다.

구조물 설치 및 해체 과정에서 주요 안전 위험 요소들을 열거하면 다음과 같다.

- 설계 및 설치 문서 요건 미 준수
- 작업 기준 미 준수
- 정전 또는 장비 고장
- 외부 사고(예: 화재, 폭발, 차량 충돌, 바람)



그림 2. 행사장 난입한 차량 사고



그림 3. 행사장 중 화재 사고

3.1.3 운용 시 위험 요소

설치를 완료한 후 해당 시설을 사용자들에게 인계 시, 다양한 위험 요소들이 존재한다. 그러나 해당 시설을 올바르게 설계 및 설치한 경우라면 위험 요소는 대체로 외부의 영향에 의해 발생하게 된다. 모든 단계에서 사전 계획을 수립하면 이러한 외부의 영향은 최소화된다. 운용 시 주요 위험 요소들을 열거하면 다음과 같다.

※ 구조적 위험 요소

- 과하중, 구조적 고장 또는 붕괴
- 차량 충돌
- 천재지변(예: 홍수, 강풍, 눈, 지진, 낙뢰)
- 외부 원인으로 인해 발생하는 구조적 손상

※ 군중의 행동으로 인한 위험요소

- 인구 밀집
- 고의적 파괴 행위 또는 폭력적인 범죄 행위
- 군중의 흥분, 시위 또는 선동

3 가설무대와 관련된 위험 요소 및 관객 안전

- 화재 또는 폭발
- 시스템 고장을 초래하는 전력 손실
- 위험물질의 유출
- 의료적 응급 사태
- 각종 사고

각각의 위험 요소는 그 자체와 부가적인 위험 요소들과 함께 고려되어야 한다. 예를 들면, 폭발 사고는 화재, 정전, 비상구 과밀 현상 및 의료 응급 사태를 동반할 수 있다. 여러 상황 상 실재로 발생할 수도 있으며, 일부 상황은 발생 확률이 매우 낮은 편이다. 어떤 위험 요소 또는 일련의 연속적인 위험 요소들과 관련된 제반 위험을 평가해야 한다.

3.2 위험 평가

신중하게 수행하도록 제안된 것을 살피고 위험 요소 즉, 관련되거나 참석하는 사람들에게 피해를 줄 수 있는 것들을 식별한다. 법에 의해 피해를 예방하기 위해 취할 필요가 있는 예방 조치를 평가하는 것이 요구된다. 이 과정을 위험평가라 한다. 위험은 누군가가 위험 요소에 의해 피해를 입을 중대하거나 사소한 모든 상황을 말한다.

위험평가는 행사로의 수송 그리고 행사로부터 수송을 포함하여, 행사의 모든 측면을 검사할 필요가 있다. 예를 들어, 소모성 열사병으로 방문자가 쓰러지거나 화재, 폭탄 위협 또는 무대 붕괴와 같은 보다 큰 규모의 비상과 같이 사고가 발생할 것 같지 않더라도, 발생할 수 있는 사고에 관해서도 생각할 필요가 있다. 또한 높은 군중 밀도의 잠재성이 있어 이후 군중이 밀려들 수 있는 예를 들어 장소 입구의 줄을 서는 지역과 같은 모든 장소를 신중하게 평가할 필요가 있다.

초기 계획수립 동안, 위험평가 과정에 기여하는 올바른 권한과 지식을 갖는 사람들을 식별한다. 결정할 필요가 있는 중요한 것들은 위험 요소가 중대한지 그리고 관련된 예방조치를 통해 만족스럽게 위험요소를 처리할 수 있는지이며 결국 위험이 감소되거나 최소화된다.

영국의 산업보건청, Health and Safety Executive(HSE)는 위험평가에 대해 5단계 접근방법을 개발하였다.

표 1. 위험평가 5단계 접근방법

- 단계 1: 위험요소를 찾는다.
- 단계 2: 누가, 얼마나 피해를 입는지 결정한다.
- 단계 3: 위험을 평가하고 기존 예방조치가 적절한지 또는 더 많은 것이 수행되어야 하는지를 결정한다.
- 단계 4: 발견사항을 기록한다.
- 단계 5: 평가를 검토하고 필요하면 평가를 개정한다.

단계 1 위험요소를 찾는다.

제안된 활동의 모든 측면을 고려하고 피해를 야기하도록 합리적으로 예측될 수 있는 것을 찾는다. 사소한 것은 무시하고 심각한 피해를 발생시키거나 여러 사람들에게 영향을 미칠 수 있는 중대한 위험요소(예, 혼잡과 밀림을 야기하는 장소 입구에서 방문자의 좁은 공간으로의 이동)에 집중한다.

직원에게 가능한 위험요소에 관해 이야기한다. - 직원들은 즉각적으로 명백하지 않는 것들에 관심을 기울일 수 있다. 이전 정보(예, 행사 후 보고서, 사건 보고서 또는 방문자들의 의견)를 참조하는 것이 도움이 될 수 있다.

군중과 연관된 위험요소와 장소에서 나타난 위험요소를 고려한다. 새로운 특성(예, 장소에 여러 시장 가판대를 뒤늦게 추가하는 것은 경로를 제한할 수 있고 혼잡을 야기할 수 있다.)을 도입함으로써 발생하는 위험요소와 같이 즉각적으로 분명하지 않는 위험요소를 식별하는 것은 중요하다.

※ 군중에 의해 나타나는 위험요소

- 사람들 사이의 밀림
- 장벽과 같은 고정된 구조에 대한 밀림
- 발로 짓밟힘
- 밀려들고, 흔들리고 또는 갑작스럽게 이동함
- 특히 경쟁 서포터 집단 사이의 공격적인 행동
- 장비 위로 올라가던가 급경사로 내려간다거나 물건을 던지는 것과 같은 위험한 행동

※ 장소에 의해 나타나는 위험요소

- 부적절하게 조명이 있는 영역 또는 형편없이 관리되는 바닥으로 인한 미끄러지거나 또는 발을 헛디딤

- 보행자와 동일한 경로를 공유하는 차량 이동
- 움직일 수 없게 되는 사람들 예, 군중 속에 휠체어 사용자들
- 울타리나 장벽과 같은 구조물의 붕괴, 이러한 구조물이 군중 쪽으로 쓰러질 수 있다.
- 음식 가판대 위의 부주의하고 뜨거운 조리 기구와 같은 물체에 밀리는 사람들
- 바쁜 기간 동안 이동을 막고 혼잡을 야기하는 가판대와 같은 물체들
- 사람들의 줄로 인한 군중 이동의 방해
- 사람들이 화장실과 같은 다른 지역으로 가기 위해 군중 사이로 길을 내어줄 때의 교차 흐름
- 회전식 문과 같은 장비의 고장
- 조리 기구와 같은 화재의 근원

위험요소를 찾고 위험평가의 나머지를 완수할 때 도움이 되는 아래에 5가지 주제 하에서 활동의 양상이 결정된다.

※ 행사의 특성

누가 참석하고 참석자들의 예측된 행동이 무엇인가? 문제를 야기하도록 참석자들이 무엇을 하는가?

※ 장소 적합성

행사 동안 내내 사람들의 안전을 보장하기 위해 장소가 적절한가?

※ 군중 관리 준비

준비가 적절한가? 예를 들어, 명확한 역할과 책임성, 명령과 통신 구조의 준비, 행사의 조직 전반에 좋은 협력과 조화, 군중의 충분한 모니터링, 적절한 수의 능숙하고 훈련을 받은 직원의 대기

※ 위험한 물품과 물질의 존재

활동에는 군중에게 위험을 제기할 수 있는 항목이나 물질의 사용과 지장이 관련될 수 있다. 그러한 상황에서 관련 특정한 건강 및 안전 규정이 준수되어야 한다.

※ '일이 잘못될 경우'

활동이 어떻게 지장을 받을 수 있고 이러한 지장을 받은 결과로 어떤 새로운 위험요소가 발생하는지를 생각한다. 심각한 화재와 같은 비상사태는 대피가 필요할 수 있고 결국 새로운 위험요소가 도입된다. 기차 지연 또는 취소와 같은 심각하지 않은 지장이라 할지라도 심각한 위험요소로 전환될 수 있다.

다음과 같이 활동에 지장을 줄 수 있는 시나리오를 준비한다.

- 비상 상황(예, 화재, 폭탄 위협, 구조 붕괴, 독성 유출 등)
- 사고, 예, 장소 외부 또는 내부의 교통 사고
- 장소의 부분 폐쇄
- 가깝거나 관련된 장소의 폐쇄(예, 인접한 기차역의 폐쇄)
- 지연이나 취소, 예, 축구 시합의 늦은 시작
- 출발/도착 개요의 혼란, 예, 주요 접근 도로에 대한 심각한 교통 혼잡
- 서비스의 손실, 예, 정전
- 일반인들의 난동
- 시스템 또는 장비 고장, 예, 몹시 붐비는 문이나 출입구, 에스컬레이터 멈춤
- 날씨, 예, 날씨의 갑작스런 변화와 너무 덥거나/추운, 심한 비/눈, 폭풍 등과 같은 불리한 날씨 조건

위와 같이 준비된 시나리오에 대해 사람들 행동, 장소 운영, 군중 관리 및 사용하는 항목이나 물질에 대한 영향으로 인한 결과를 고려한다. 그 다음에 그 결과로 발생할 수 있는 새로운 위험요소가 무엇인지를 구별한다. 예를 들어, 장소에 대한 주요 접근 도로 중 하나에서의 도로 공사로 인한 심각한 교통 문제는 장소로의 입구에서 마지막 순간의 인파 채도와 혼잡을 초래할 수 있다.

단계 2 누가, 얼마나 피해를 받는지를 결정한다.

심각한 화재나 폭탄 위협과 관련된 비상사태와 같이 중대한 방해의 경우, 중대한 위험요소의 상세한 평가가 필요할 가능성이 높다. 그러한 방해를 관리하는 것은 '비상 계획수립 및 절차' 부분에서 보다 상세하게 다룬다.

본 단계의 목적은 단계 1, 어떤 위험이 제기되고 누가 영향을 받는가에서 구분된 위험요소를 파악하는 것이다. 원인(들)을 아는 것은 평가 과정에서 이후에 위험 요소를 제거하기 위해 어떤 조치가 필요한지를 결정하는 데 도움이 될 수 있다. 결과와 누가 피해를 볼 수 있는 지에 대해 생각하는 것은 피해에 대해 사람들을 보호하는 방법을 결정하는 데 도움이 된다.

※ 사람들이 어떻게 피해를 입는가(원인이 무엇인가)?

이미 단계 1에서 1차적으로 원인들을 발견할 수 있었다. 그러나 또 다른 중요한 원인들이 있기 때문에 단계 1에서 끝내선 안 된다. 위험요소는 장소의 적합성, 군중과 행동, 군중 관리 준비 및 위험한 물질이나 이벤트 등의 조합으로 발생할 수 있다.

어떤 원인들은 쉽게 눈에 띄지 않을 수 있다. 예를 들어, 혼잡한 군중의 이동 흐름을 막는 요소, 부족한 수용력 또는 교통 혼잡 지점(즉, 장소 적합성), 그리고 이 지역을 이용하고자 하는 너무 많은 사람들로 인한 혼잡이 요소가 될 수 있다.

위험요소의 원인이 사람들의 행동에 의한 것이라면 왜 사람들이 그런 행동들을 하는지도 알 필요가 있다.

※ 누가 피해를 입을 수 있는가?

누가 피해를 입을 수 있는지에 대해 생각한다. 여기에는 작게는 군중 내 개인 누구라도 피해를 입을 수 있으며, 크게는 초만원의 인파에 휩쓸리는 모든 사람들이 피해를 입을 수 있다. 그리고 피해를 받을 수 있는 사람의 수를 고려할 필요가 있다. 또한 위험요소의 영향 범위를 확인한다. 모든 연령층, 특히 고령자들은 각별한 주의를 필요로 한다. 그리고 관중 뿐 아니라 운영 스템을 포함한 모든 사람들도 위험할 수 있음을 기억한다.

표 2. 누가 피해를 입을 수 있는가의 판단 예

예	
위험요소	사람들이 장소에서 계단에 걸려 넘어질 수 있다.
원인	군중을 헤치고 나아가는 사람들 지역 내 부적절한 조명 계단의 부실 공사
누가 피해를 입을 수 있는가	밀린 사람들은 계단에서 굴러 떨어질 수 있다. 밀린 사람들은 다른 사람들을 짓밟을 수 있고 고령자는 특히 취약하다.
위험요소	군중 역학의 결과로 걸려 넘어지는 사람들
원인	명소의 인구의 잘못된 판단 청중의 예측 못한 대규모 이동 군중에 의한 공격적/무책임한 행동의 관리 부재
누가 피해를 입을 수 있는가	군중 내 그리고 '사람들의 물결' 끝에 있는 사람들

단계 3 위험을 평가하고 기존 예방조치가 적절하지 않거나 좀 더 많은 예방조치가 수행되어야 하는지를 결정한다.

※ 위험을 평가한다.

목적은 중요한 각 위험요소에 대해, 기존 예방조치가 고려된 이후에 얼마나 많은 위험이 여전히 남아있는지를 결정하는 것이다. 발견사항을 통해 위험요소가 얼마나 중요한지를 파악하고 위험요소를 제어하기 위해 취해야 할 행동의 우선순위를 정할 수 있다.

위험은 특정 위험요소로부터의 피해가 발생할 것인지에 대한 가능성과 얼마나 큰 위험이 발생할지를 파악한다. 위험을 평가하기 위해 가능성과 심각도를 산정할 필요가 있다.

가능성을 산정할 때 위험요소가 발생하고 피해를 야기할 가능성이 얼마나 되는지를 고려하는 것이 중요하다. 이것은 모든 위험요소가 줄곧 피해를 야기하는 것은 아니기 때문이다. 예를 들어, 교차흐름과 차단이 분주한 지역에서 발생하지 않는다면, 보통 심각한 문제를 발생하지 않는다.



그림 4 기존 예방조치를 확인한다.



그림 5 훈련 과정을 개최한다.

심각도는 개인에 대한 약간의 실질적인 피해부터 여러 죽음에 이르기까지 가능한 여러 피해 정도에 따라 산정한다. 심각도를 산정할 때 위험한 작업이 발생할 상황을 고려할 필요가 있다. 예를 들어, 이동 차량과 섞인 사람들에 대한 잠재적 피해의 심각도는 이것이 빠르게 움직이는 차량이 있는 혼잡한 주 도로에서 발생하는지 또는 차량이 느리게 움직이는 조용한 샛길에서 발생하느냐에 따라 다를 수 있다.

중요한 각 위험요소에 대한 가능성과 심각도를 고려함으로써 잔여 위험의 크기를 판단할 수 있다. 위험요소를 상, 중, 하의 위험 그룹으로 정하면 위험을 감소시키기 위한 추가조치의 우선순위를 정하는데 도움이 된다.

위험 등급 행렬과 같은 툴이 개발되면 복잡한 활동을 체계화 할 수 있고, 고려해야 할 중요한 위험요소의 수가 많을 경우 이것이 도움이 된다는 것을 알 수 있다.

※ 기존 예방조치가 적절한가?

어떤 위험요소는 계획적인 조치(예, 최근에 계단에 대한 조명을 개선함)에 의해, 또는 위험요소가 발견된 상황(예, 장소 외부의 거리 조명이 우연히 장소 입구 계단을 비출 수 있음)에 의해 이미 사고를 예방할 수 있다. 결국 목적은 예방조치를 식별하고 예방조치가 적절한지, 또는 좀 더 많은 예방조치가 수행되어야 하는지를 결정하는 것이다.

기존 예방조치가 얼마나 효과적인지에 대해 생각해 본다. 예방조치가 어떻게 동작할 것인지를 추측하는 것이 아닌, 실제로 어떻게 동작하는지를 자세히 살핀다. 실질적인 실행은 원래 계획한 것과 다를 수 있다. 실제로 위험이 간과되는 경우가 종종 있다.

또한 예방조치가 실패되거나 덜 효과적일 수 있다는 것을 고려한다. 예를 들어, 회전식 문과 같은 장소의 특성은 기물 파손, 손상, 부품 고장 등으로 인해 영향을 받는다. 그리고 군중 관리 준비는 자신의 역할과 책임에 대한 직원의 혼란이나 통신 단절에 의해 저해될 수 있다.

기존 예방조치가 충분한지를 결정하기 위해 우선 대략적인 위험 평가를 수행하는 걸 권장한다. 기존 예방조치를 감안하여 위험을 판단한다. 활동이 크고 작은 위험들로 구성되지 않는 한, 일반적으로 실생활과 연관된 일상적인 활동으로부터 발생할 수 있는 위험들과 마찬가지로 사소한 위험은 보통 무시될 수 있다. 거리 행사에서 인도의 도로 경계석은 발을 헛디디는 위험요소로 판단 할 수 있으나, 위험이 단지 일상적인 토요일 오후에 시내 중심가를 따라 걷는 것으로부터 발생하는 위험에 지나지 않는다는 것을 근거로 그 위험을 무시할 수 있다. 군중 밀도가 일상적인 시내 중심가에서의 밀도보다 훨씬 더 높다면 위험이 될 것이다. 그 이유는 사람들은 도로 경계석을 볼 수 없기 때문이다. 결국 이전의 평가는 더 이상 유효하지 않고 이 위험요소는 군중 밀도 등의 변수들에 의해 추가적으로 평가되어야 한다.

※ 좀 더 수행되어야 할 것을 결정한다.

잔여 위험을 처리하기 위해 추가적으로 취할 필요가 있는 예방조치가 무엇인지를 결정할 때 중요한 수많은 요소들이 고려되어야 한다.

일반적으로 수용되는 표준이 준비되어 있는가? 예를 들어, 행사에 관련될 수 있는 가이드를 참조했는가? 가이드에는 박람회장, 불꽃 놀이대회, 음악회 및 모터스포츠 등에 관한 출판물이 포함된다.

또한 법에는 활동을 안전하게 유지하도록 하기 위해 합리적으로 실행 가능한 것을 반드시 수행해야 한다고 명시한다. '합리적으로 실행 가능하다'는 것은 위험을 피하기 위한 조치를 취하는 시간, 문제, 비용 및 물리적 어려움이 위험과 완전히 균형이 맞는 것을 의미한다. 위험이 클 수록 위험을 감소시키기 위한 매우 실질적인 비용과 문제 및 발명이 주어지는 것이 합리적일 가능성이 더 크다. 그러나 위험의 결과와 정도가 작으면 많은 비용에 대한 주장이 합리적으로 간주되지 않는다. 규모나 고용주의 재무상태는 이 계산에 포함되지 않는다.

표 3. 누가 피해를 입을 수 있는가의 판단 예

사례 : 혼잡한 도로에 인접하여 위치한 장소의 소유자는 사람들에게 대한 높은 상해 위험을 발견하였다. 장소 입구에 줄을 섰을 때 이동 차량에 사람이 부딪칠 높은 위험이 존재하는 것을 확인하였다. 소유자는 상해의 위험을 감소시키기 위해 영구적인 장벽을 설치하고 입구에 추가적으로 안내원을 제공하였다. 소유자는 안전을 보장하기 위해 '합리적으로 실행 가능한' 조치라고 간주하였다. 비록 장벽 설치비용이 상당했지만 이것은 상해의 높은 위험과 균형이 맞았다.

위험요소에 대한 판단은 현실적이어야 하고 가장 큰 위험이 예상되는 위험요소에 우선순위를 부여한다. 위험 평가의 필수적인 부분은 우선 완전히 위험을 근절하는 것이 가능한지를 고려하는 것이다. 보통 이것은 위험요소의 근원을 제거하거나 원인을 따짐으로써 달성될 수 있다. 예를 들어, 행사 전에 현장에 모든 차량 출입을 차단하여 행사 동안 사람들이 차량에 부딪치는 위험을 제거하는 것이 있다.

위험을 근절하는 것이 '합리적으로 실행 가능'하지 않다면, 위험을 제어하는(즉, 위험을 발생하거나 야기할 가능성을 줄이고, 위험의 심각도를 감소시키고, 사람들을 피해로부터 보호하는) 방법에 관해 생각한다. 예를 들어, 야외 축제 주최자는 빈티지 자동차 클럽 회원들이 자신의 차량을 전시하는 장소를 별도로 마련한다. 방문자가 부딪치는 위험을 감소하기 위해 자동차들은 사람들이 입장하기 한 시간 전에 도착하고 사람들이 출발하기 한 시간 이후에 출발해야 한다.

단계 4 발견사항을 기록한다

5명 미만의 고용인이 있으면, 수행한 것의 서면 기록을 유지하는 것이 좋은 관례이긴 하지만 법적으로는 아무것도 기록할 의무가 없다. 그러나 5명 또는 그 이상의 사람을 고용하였다면 평가의 중요한 발견사항을 반드시 기록하여야 한다. 중요한 발견사항에는 보통 다음이 포함된다.

- 평가에서 발견된 중요한 위험요소
- 준비된 사전 예방조치
- 위험에 쉽게 노출된 중요한 방문자들의 모든 위험
- 확인된 위험을 감소시키기 위한 행동 등을 포함한 평가의 결과

단계 5 평가를 검토하고 필요한 경우 개정한다.

법에 따라 위험평가를 하고 그 평가가 더 이상 유효하지 않다고 판단되는 부분이 있으면 평가를 개정하여 재평가 한다. 그러한 발전에는 다음이 포함된다.

- 장소에 대한 커다란 변경, 예를 들어, 물에 잠긴 주차 영역을 사용할 수 없게 됨
- 행사에 대한 중대한 변경, 예를 들어, 놀이 시설의 막판 도입
- 일반인에게 상해를 입혔거나 입힐 수 있는 이전 사고
- 예방적 조치를 배울 수 있고 예방적 조치를 취할 수 있는 다른 장소에서의 심각한 사고

다음은 위험성 평가의 예시 이다.

표 4. 위험성 평가의 예 (계속)

위험 평가를 완료한다. 예 (가족의 즐거운 하루)

단계 1: 위험요소를 찾는다.

입구 영역에서 화장실 가까이에 있는 사람들의 교차흐름이 행사 소유자에 의해 심각한 위험 요소로 식별되었다.

단계 2: 누가, 얼마나 피해를 받는지를 결정한다.

장소 내 직원은 사람들이 화장실에 가기 위해 장소에 입장하는 다른 사람들 사이로 길을 낼 수 있다고 지적하였다. 이로 인해 밀고 심지어 약간의 물려드는 것 같은 장소 내 심각한 혼잡이 야기될 수 있다. 많은 수의 유모차와 휠체어 사용자들이 예측되었다.

표 5. 위험성 평가의 예

단계 3: 위험을 평가하고 기존 예방조치가 적절한지 또는 좀 더 많은 예방조치가 수행되어야 하는지를 결정한다.

혼잡한 지역 내 교차 흐름을 조사한 후 소유자는 응급 처치를 필요로 하는 수많은 사람들에게 상해를 야기할 수 있는(심각도) 피해가 발생할 수 있다(가능성)고 느꼈다. 소유자는 이러한 중요한 위험요소와 연관된 잔여 위험이 '중'이라고 결정하였다. 화장실의 재배치가 향후에 고려되었다. 그러나 그렇게 하는 비용은 교차 흐름과 연관된 위험을 감소하기 위해 달성될 수 있는 개선 사항과 균형이 맞지 않은 것으로 간주되었다. 경영진은 위험 감소 방법이 '합리적으로 실행 가능'하지 않다고 결정하였다. 소유자는 행사에 이동 가능한 추가 화장실을 대여하여 다른 곳에 위치시키는 보다 낮은 비용으로 위험을 감소하기로 결정하였다. 명확한 신호체계와 정보가 입구 내 화장실 사용을 감소하기 위해 제공되었다.

단계 4: 발견사항을 기록한다.

위험 평가 양식을 사용하여 소유자는 위험요소와 그로 인해 위험한 사람들의 상세사항을 기록한다. 이후 소유자는 위험을 '중'으로 기록하고 위험을 처리하기 위해 취해진 단계를 기록한다. 고용인들은 새로운 준비에 대해 알게 된다. 화장실과 신호가 시행될 때 소유자는 완료한 행동을 확인하기 위해 위험 평가 양식에 메모한다.

단계 5: 평가를 검토하고 필요한 경우 개정한다.

행사 후 소유자와 팀은 준비가 얼마나 효과적인가를 논의하고 위험 평가를 검토한다. 신호체계에 대한 약간의 변경은 그러한 행사에서의 위험과 개정된 평가에 기록된 행동을 좀 더 감소시키도록 협의된다.

※ 위험 평가 - 체크리스트

위험요소를 찾고 위험 평가를 완료할 때 다음의 질문을 고려하는 것이 도움이 될 수 있다.

- 참석자 수가 제어되거나 예측할 수 있는가?
- 방문자들이 장소에 익숙할 가능성이 있는가?
- 행사에 특정 연령 그룹이 유치될 것인가?
- 행사에서 감정이 고조될 가능성이 있는가?
- 군중이 대부분 남자일 가능성이 있는가? 대부분 여자일 가능성이 있는가? 아니면 남자와 여자가 혼합될 가능성이 있는가?
- 군중이 개인들로 구성되는가, 가족단위로 구성되는가 아니면 대부분은 대규모 그룹으로 구성될 것인가?
- 장애를 가진 특정 그룹에 대한 음식을 어떻게 제공할 것인가?
- 행사가 얼마나 오래 지속될 것인가?
- 행사에서 공연자가 군중의 행동에 얼마나 영향을 미칠 것인가?
- 행사에서 매체 제공이 어떤 방법으로 군중 안전에 영향을 미칠 수 있는가?
- 예를 들어, 경기장의 서포터들이 경쟁적인 관계일 경우, 서포터들 사이에 혹은 서포터와 경기장 스탭 간의 공격적 행동들이 예상되는가?
- 불청객이 있을 가능성이 있는가?
- 술이 가능한가?
- 행사에 참석하는 일부 개인들이 마약을 복용할 가능성이 있는가?
- 행사와 동시에 다른 주요 행사가 존재하는가?

3.3 위험을 최소화하기 위한 조치

3.3.1 설계

가설 구조물은 일반적으로 본 기준을 참고하여 설계하도록 한다. 그리고 구조물에 대한 설계 기준을 기술하고 있는 설계 문서를 작성하도록 한다. 공학 문서는 구조물의 설계 매개변수와 운영 제한을 간략히 정리한 개요를 기재해야 한다.



그림 6 부분 조립식 구조물의 설치 현장

설계 단계에서는 안전에 유의하여야 한다. 설계 시에는 상당수 잠재적인 위험 요소들을 예상할 수 있을 뿐만 아니라, 모든 위험을 평가하고 그에 따른 대응 계획을 수립할 수 있다. 경우에 따라서는 또 다른 해결책을 동원해야 할 정도로 위험 수준이 높을 수도 있다. 예를 들면, 임시 조립 구조물을 설치하기 위한 장소를 선택할 때 전기가 흐르는 고가 전력 케이블이 존재하거나 또는 사용자의 접근이 어렵다면 이는 행사장을 다른 곳으로 옮길 필요가 있다. 어떤 구조물의 안전에 영향을 미칠 수 있는 위험 요소들은 사용 중 해당 구조물을 관리하는 자들이 사용할 수 있도록 대조표나 운용 설명서에 기록하도록 한다.

가설 구조물에서 발생하는 차량 충돌 사고와 구조적 파손, 화재, 폭발 또는 화학 물질 유출의 발생 확률은 설계 과정에서 고려하도록 한다. 구조물 특히 취약한 부분에 붕괴 사고를 초래할 수 있는 차량 충돌 또는 국부적 파손으로부터 보호되어야 하며 그곳의 위험 요소들은 가능한 한 차단/제거되어야 한다(예: 교통 통제 수단, 차량 진입 차단용 보호 기둥 또는 도로의 과속 방지턱을 사용을 통해). 차량 이동로는 가능한 한 보도와 분리하도록 한다.

지진 활동이 활발한 지역의 경우, 그와 관련된 위험 요소를 고려하도록 한다.

3.3.2 설치 및 해체

임시 조립 구조물의 설치와 해체는 자체적인 위험 요소들을 동반하고 있다. 이러한 위험 요소들은 1차적으로 현장의 작업자들에게 영향을 미치며 다만 일부 위험 요소들은 설비 사용자들에게도 영향을 미칠 수 있다.

모든 가설 구조물은 튼튼한 재료와 적절한 시공법을 활용하여 설치해야 한다. 즉, 이러한 구조물은 올바른 설치 방법으로 조립해야 하며 이를 지지하고 있는 토대 및 지지부도 결함 없이 시공되어야 한다.

일부만 설치된(혹은 해체된) 구조물은 일부 위험 요소(예: 과하중, 차량 충돌 또는 풍하중으로 인한 불안정)에 의한 영향에 보다 취약할 수 있다.

계약자와 합의된 설계 문서를 대신하는 대체 자료를 제시할 경우, 이러한 자료는 발주자를 비롯하여 설계를 담당하는 유자격자의 승인을 받아야 한다. 그러한 설계 변경은 세부적인 개별 설계 점검의 일환에서 검토하도록 한다. 표준 설계에서 설계 변경 사항이 원래의 설계 범위 내에 속할 경우, 세부 점검을 실시하지 않아도 된다. 단, 계약자는 구조물 운용 방법을 상세히 기술하고 있는 적절한 품질 보증 계획서를 현장에 비치해야 하며 검사 증명서 및 인수인계 증명서를 검토해야 한다.

현장 검사를 포함하는 현장 구조물 운용을 위한 품질 관리 방법을 마련하도록 한다. 사용자들에게 구조물을 인계하기 전에 유자격자는 개별 설치 검사를 실시하도록 한다. 이는 특히 구조물이 단기간에 설치된 경우에 매우 중요하다.

3.3.3 운용

구조물의 설치가 완료되어 이를 사용자들에게 인계할 경우에는 해당 장소의 구조물과 전체 행사의 운용을 관리 및 통제하는 방법에 따라 여러 가지 위험 요소들이 발생한다. 이에 대한 책임은 복합적으로 구성되어 있으며 발주자, 해당 시·군청 및 병원, 경찰, 소방대 및 민방위 당국 등 다양하게 관계되어 있다.

안전계획서 내 각 단위별 책임 및 안전기준들이 명확하게 구분되어 표기되어야 한다. 이 계획서 내에는 구조물의 운영 및 사용과 관련된 사안들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 안전 계획서는 전력 공급, 과밀 현상, 파괴 행위 또는 고의적인 구조물 훼손 등 모든 문제에 수반되는 위험들을 감안해야 한다.

기술 문서에 규정된 운용 제한 사항들은 운용 관리 계획서에 기본 양식이 되어야 한다. 이 문서는 특정한 시점에 취해야 할 모든 조치를 규정하고 있다. 예를 들면, 기술 문서는 임시 무대 지붕 구조물에 부착된 배경막 또는 장비를 제거할 작업 인원이 대기하고 있는 경우에서의 바람의 풍속을 규정하고 있다. 또한 배경막 또는 장비가 실제로 제거된 경우에는 더 높은 풍속을 규정하고 있다.

3.4 군중 행동

3.4.1 서론

군중들은 가설 구조물에 상당한 수준의 수직 하중 및 수평 하중을 가할 수 있으며 응급 사고 시 군중들의 행동도 중요한 요인으로 작용한다.



그림 7 군중에 의한 가설 구조물의 하중 작용 예

레저 행사에는 많은 인파가 물리계 마련이다. 군중은 그 밀도 또는 유동성 때문에 인근 지역 환경과의 상호 작용에 따른 여러 가지 위험한 상태를 야기할 수 있다.

따라서 행사 방문객들의 안전 및 복리를 위한 책임이 행사장 소유주, 행사 주최자 및 계약자들에게 있다는 것을 명심해야 한다.

3.4.2 군중

군중의 밀도는 각 개인이 사용할 수 있는 여유 공간의 양을 결정한다. 심지어는 매우 많은 수의 인파가 운집하더라도 각자가 주위의 여유 공간을 이용할 수 있다면 편안함을 느끼게 된다. 따라서 시설의 총 수용 능력보다는 국부적인 군중 밀도가 대체로 중요한 관건이 된다.



그림 8 콘서트 장 내 군중 밀집 예



그림 9 가설무대 내 군중 밀집 예

군중 밀도가 증가하면서 본의 아니게 신체 접촉이 발생할 경우, 현장에 모인 사람들은 거동 시 불편함을 느낄 수 있으며 신경이 예민해질 수 있다. 군중이 관람하는 행사를 통해 의도적으로 혹은 폭발과 같은 중대한 사고에 의해 이러한 긴장 상태가 더욱 증폭될 경우, 군중의 집단적인 정서는 변하게 된다. 이러한 상황에서 군중들에게 안전 정보를 전달하는 것은 매우 어려울 수 있다.

군중 속에서 각 개인이 행동의 변화를 보일 경우에는 통제가 요구된다. 따라서 군중 밀도는 설계 단계에서부터 고려해야 한다. 행사를 진행하는 동안 군중들을 통제할 수 있어야 한다.

행사에 따른 군중들의 예측되는 행동들은 다음과 같다.

- 행사장에 접근이 자유롭다.
- 더 나은 시야가 확보되는 구역으로 자리를 옮기는 과정에서 자발적으로 이동함으로써 국부적인 과밀 현상이 발생할 수 있다.
- 대규모 인파 속에서 작용하는 동적인 힘에 의해 비자발적인 이동이 이루어질 수 있다.
- 행사장 출입을 기다리면서 서 있거나 수동적인 관람객으로 서 있을 때 이동하지 않을 수 있다.



그림 10 대규모 인파

현장에서 잦은 움직임이 있는 행사에서는 이동하는 군중들이 발생하는데 예를 들면, 경주, 골프 시합, 시장, 전시회 등이 여기에 속한다. 사람들은 기분 전환을 위해 이러한 행사에 참석하며 안전한 상황에서 방송 알림 및 관리 등을 통해 전달된 모든 지시 사항을 따른다.

특히 이러한 행사에 참석한 관람객들은 여유로운 출입 통로와 과밀 현상을 피하기 위해 전망대 또는 객석 등의 관람할 수 있는 장소를 찾는다. 그 장소에는 자극적인 흥분 상태가 별로 없기 때문에 그들은 시각 및 언어 정보 시스템에 잘 반응한다. 관람객들은 행사 중에 행사장의 여러 곳을 옮겨 다닐 수 있다. 예를 들어 임시 특별 관람석에 빈 자리가 생겼다가 관람객들로 다시 붐비게 되는 경우가 비일비재할 수 있다.

이동하지 않는 군중들의 경우, 관람객들은 지정된 관람 위치를 차지하고 스낵 코너, 화장실 등을 들르는 것 외에는 대체로 동일한 장소에 계속 머문다. 이러한 유형의 군중들이 모이는 행사의 예로는 콘서트와 스포츠 경기 대회를 들 수 있다. 관람위치를 차지하고 있는 관람객들은 안전 설비 및 편의 시설을 인지할 수 있지만 시각적 또는 언어적 전달 정보에 대해 수용적인 태도를 보이지 않을 수도 있다. 이는 높은 주변 소음, 공연 등으로 인해 형성된 관람객들의 흥분 및 동요 현상 등이 복합적으로 작용해 자극이 증가하기 때문일 것으로 생각된다. 이러한 상황에서는 상당히 귀찮게 느껴질 정도로 관람객들에게 대피 정보를 자주 전달할 필요가 있다. 공공 질서 동요가 동시 다발적으로 일어나는 경우에는 이러한 군중 상태를 통제하기가 매우 어려울 수 있다.



그림 11 이동하는 관중

시야는 군중 행동에 결정적인 영향을 미친다. 예로는 좌석에 앉은 관람객들이 자리에서 일어나는 바람에 뒤에 앉은 관람객들이 눈앞의 광경을 볼 수 없어 시야가 나쁘거나 아예 가려진 경우 부정적인 군중 행동을 유발할 수 있다. 또한 좌석 통로에서 기립하는 행위는 그 자체가 위험한 행동은 아니지만 다른 사람들도 자리에서 일어나도록 할 수 있으며 이는 상당한 위험을 동반한다. 빈 좌석들을 포함하고 있는 관람석의 경우, 관중의 이동이 좌석 통로를 넘어 다닐 수 있으며 이는 자칫하면 부상을 초래할 수 있다.

따라서 설계 단계에서 적절한 시야 확보를 충분히 고려하는 것이 매우 중요하다.

3.4.3 군중 통제 또는 관리

군중 통제는 군중들이 위험에 처해 있음을 내포하고 있다. 군중들 개개인은 위험하지 않지만, 그들의 요구를 충족하기에는 부족하거나 부적절한 설비의 사용을 통해 위험에 따질 수 있다. 따라서 공공 안전을 보장하려면 공연 안전 스태프의 물리적인 대응이 필요하다.

이와는 대조적으로 군중 관리는 사전 계획, 위험 평가, 공학 기술적 확인, 시청각적 효과가 있는 정보 및 경보를 병행함으로써 군중들의 안전 및 사고를 예방하기 위한 업무를 의미 한다. 이는 군중 관리를 충실히 수행함으로써 불필요한 군중 통제를 없애는 데 그 목적을 두어야 한다.

3.4.4 관객관리

※ 안전관리요원 배치 및 안내

- 사전 수립한 계획에 의하여 안전관리요원을 재배치하여 관중 퇴장을 안내한다.
- 관중의 동선 및 주차장의 차량을 정리한다.
- 출연자 이동통로 및 안전거리를 확보한다.
- 공연·행사가 종료된 후에도 인기 연예인들이 차량을 타고 나가는 모습을 보기 위하여 주차장 주위는 많은 인파가 몰릴 수 있다. 이때 안전관리요원은 주차장 입구의 동선을 확보 하기 위하여 관중들이 전부 빠져나오기 전에 안전관리요원들이 주차장에 나와 동선을 확보한다.
- 출연자가 안전하게 퇴장할 때까지 이동통로를 확보한다.
- 신속하게 차량이 빠져 나갈 수 있도록 교통정리를 한다.

※ 관객 퇴장

- 공연·행사 후 관중들이 퇴장할 때 입장시보다 짧은 시간에 많은 관객이 몰리기 때문에 모든 출입구를 개방하여 관중의 퇴장을 돕는다. 특히 특정 공연·행사나 편의를 위해 일부 문만 개방하여 퇴장을 유도하는 것은 보다 일찍 귀가하려는 관중들로 인해 압사 사고를 유발

할 수 있다.

해산 과정에서, 일부 과열 시민들의 차도점거·음주소란·기물파손·폭력난동 등 돌출행동 및 공연·행사장 출구·지하철 입구 등 다중 일시 퇴장에 따른 안전사고 등에 대비하여야 한다.

병목현상을 최소화하기 위하여 시뮬레이션을 통하여 이용할 출입문을 미리 지정하여 분산퇴장을 유도한다.

공연·행사가 끝난 후 대부분 관중이 현장을 빠져나간 후에, 진행요원들이 일렬로 서서 출구 쪽으로 천천히 이동하여 남아있는 관중을 공연·행사장 밖으로 유도하도록 한다.



그림 12 군중 관리 예



그림 13 군중 관리 예

다음은 야외공연 시 사전에 확인해야 할 안전 사항들을 정리한 안전점검표 이다. 야외공연 전 무대 세팅 시 참조하여 안전에 만전을 기할 것을 권장한다.

표 6. 무대시설 현장 점검 표 (계속)

대상	항 목	기 준	점 검 결 과
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	

표 7. 무대시설 현장 점검 표 (계속)

대상	항 목	기 준	점 검 결 과
시설 체결	조명기 안전고리	• 안전고리, 안전망 전체 설치	
	음향시설 고정상태	• 설치 상태 양호	
	막구조물 외관	• 외관상 풀림이 없어야 함	
	기타 시설 고정상태	• 외관상 풀림이 없어야 함	
무대바닥	외관, 변형	• 무대바닥 상태 (돌출 및 결함, 사용상 위험)	
기타			

표 8. 전기시설 현장점검표 (계속)

대상	항 목	기 준	점 검 결 과
차단기제외 배전반	손상정도	• 손상된 부품이나 배선 없음	
전장부품 및 배선	배선-전장품 고정 상태	• 이상없음	
배전반 외함	재질	• 강판	
	잠금장치	• 작동가능	
배전반 접지	설치상태	• 접지선 있음 + 충분한 굵기	
전선관 및 금속덕트 (플라이덕트 포함)	외관	• 변형 및 개구부가 없음	
	접속, 고정상태	• 체결요소(로크너트 등) 이용+고정	
	C형 접속기 설치여부	• 설치	

표 9. 전기시설 현장점검표

대상	항 목	기 준	점 검 결 과
배선	외관	• 피복손상 & 열화 & 심선노출 없음	
	접속, 고정상태	• 접속부분을 접속함 등을 보호	
	보호덮개 설치 상태	• 관객 및 스태프 이동 경로에 설치된 배선 보호덮개로 보호 (관객 및 스태프 안전 확보)	
전기 안전	전기시설에 의한 안전사고 위험 발생 요인 확인	• 감전 발생 요인 (심선 노출, 연결 불량 등) • 과전류 발생 요인 (전기 용량 사전 검토 등) • 기타 전기시설의 안전성 확인 (발전시설, 배전, 조명설비 등)	

표10. 관객관리 현장점검표 (계속)

대상	항 목	기 준	점 검 결 과
관객 동선 관리	입장과 퇴장 시 관객이 한꺼번에 몰리지 않도록 적 절한 대책을 강구	• 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	• 무대와 객석 사이에 충분한 안전 공간을 확보하여 관객이 무대 앞으로 몰리지 않도록 함	
	출연자를 위한 이동로 확보	• 출연자와 관객의 안전을 위하여 출연자를 위한 별도의 이동로를 확보 • 출연자를 위한 별도의 이동로 확보가 어려운 경우에는 안전관리인력을 배치하여 이동로를 통제	
	관객 이동로 및 차단벽 설치	• 관객 입장 시 경로를 제시하거나 무대 가까이 기준 이상 앞으로 나오지 못하도록 하는 차단벽 설치	

표 10. 관객관리 현장점검표

대상	항 목	기 준	점 검 결 과
관객 동선 관리	공연안전 및 관객 관리를 위한 방송시설 확보	• 관객들에게 충분히 정보를 전달할 수 있을 만큼의 방송시설 및 통제실 준비 • 관객들에게 안전을 위한 방송을 반복적으로 실행	
관객 안전 관리	안전요원배치	• 공연의 처음부터 끝까지 관객을 관리할 안전요원을 충분하게 배치 • 취객, 난동꾼 등의 위험관객 통제계획 수립 • 노약자, 장애인 등의 도움이 필요한 관객들에 대한 계획 수립	
	안전요원 훈련 여부	• 안전요원은 사전에 계획한 관객관리계획을 실행할 충분한 훈련이 되어 있는지 확인	

표 11. 화재 및 재해 현장점검표

대상	항 목	기 준	점검 결과
시설 점검	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	공연·행사주최자, 지방자치단체, 경찰서, 소방서 등	<ul style="list-style-type: none"> • 화재 및 재해에 대비한 유관기관간의 긴밀한 협 조 확인 • 각 유관기관 별 재해대책계획 수립여부 확인 	

3.4.5 유관기관별 조치 사항

※ 공연·행사 주최자

- 관중을 안전하게 퇴장할 수 있도록 안내
- 관중 안전퇴장을 위한 안전관리요원의 출입구, 주차장 등 배치
- 안전관리요원 출입문에 집중 배치하여 압사 등 안전사고 발생치 않도록 분산
- 퇴장 유도
- 유관기관 상황실 상황 유지관리 및 보고
- 출연자 안전대책 및 이동통로 확보
- 공연·행事中 발생한 폐기물 및 오수 처리
- 공연·행사로 설치한 가시설물에 대하여 안전하게 철거
- 가시설물 철거 후 현장에 안전 저해물질 제거(못, 쇠파이프 등)
- 공연·행사장을 깨끗하게 청소한 후 시설물 소유자에게 인계 등

※ 지방자치단체

- 재해대처계획에 따라 관람객 안전하게 퇴장 완료할 때까지 지방자치단체 시설물관련 운영 자 대기

※ 경찰

- 재해대처계획에 따라 관중이 안전하게 퇴장 완료할 때까지 경찰력 배치 및 공연·행사장

주변대기

- 공연·행사장 주변 주요도로 교통정리
- 경기결과 등에 따라 흥분한 관중에 의한 음주소란, 도로점거, 위험물투척 등 불법행위 차단
- 공연·행사주최자 협조요청 시 안전관리요원과 함께 출연진 안전하게 퇴장할 때까지 이동로 확보, 극성팬 등에 의한 돌출행동 차단
- 지하철 입구와 버스정류장 주변 관중 및 교통정리
- 유관기관 상황실 상황 유지관리 등

※ 소방

- 재해대처계획에 따라 관중이 안전하게 퇴장 완료할 때까지 소방차, 구급차, 소방력 등 공연·행사장 주변 대기
- 유관기관 상황실 상황 유지관리 등

※ 기타

- 지방자치단체의 시설물소유자는 시설물 운영자가 관중이 안전하게 퇴장 완료할 때까지 대기
- 지방자치단체의 시설물 소유자는 가 시설물 철거 후 안전저해물질 제거 확인
- 유관기관 상황실 상황 유지관리 등

3.5 화재

소방 안전도를 평가할 경우, 설계자들은 구명 설비와 재산 보호 설비 간 차이점을 고려해야 한다. 충분한 안전 조치를 위한 요건은 설계자의 작업에 필연적으로 영향을 미치게 되며 특히 안전하면서도 비용 대비 효과가 있는 재료 선택 과정에서는 더욱 그렇다. 그러나 이러한 결정은 임시 조립 구조물에서의 안전 대피를 포함한 구명 설비의 맥락에서 이루어져야 한다.

임시 조립 구조물의 일부로부터 안전한 장소 또는 마지막 비상구(대피 수단)까지 이르도록 하는 안전 통로를 제공하는 구조적 수단은 필수적으로 요구된다. 또한 표준 요건에 부합하는 대체 대피 수단도 마련해야 한다. 임시 조립 구조물에서의 이러한 대피 수단들은 구조물이 위치한 현장 또는 건물의 비상구 시스템과 통합적으로 연결되도록 한다. 지정된 시간 내에 대피를 완료할 수 있도록 여러 개의 충분한 출구를 구비해야 한다. 임시 조립 구조물의 수용 능력 요인들을 평가하는 과정에서 도움이 필요하다면 지역 소방 당국에 문의하도록 한다.

연구에 따르면 화재 사고 발생 시 사람들이 공황 상태에 빠진다는 인명 대피에 대한 기존의 접근법들은 잘못된 가정을 내리고 있는 것으로 밝혀졌다. 이런 상황에서 사람들은 실제로 공포

3 가설무대와 관련된 위험요소 및 관객 안전

에 사로잡히지 않으며 오히려 불길의 번지는 광경을 물끄러미 바라보는 경향이 있다. 뿐만 아니라, 그들은 삼시간에 다른 곳으로 번질 수 있는 불길의 위력을 과소평가하다가 위험에 처하게 된다. 그 때문에 군중이 이동하는 데 소요되는 시간이 점점 더 위험 평가의 중요한 대상으로 간주되고 있다. 이 문제는 종래의 경보나 사이렌 대신에 장내방송설비와 현장 종사자와 간은 알림 및 관리시스템에 의해 해결될 것이다. 이러한 시스템들은 종래의 공학적인 조치를 대신하지는 않지만 안전 관리의 중요한 보완 기능에 속한다.

그 밖의 요인들은 가설 구조물에서 대피를 시도하는 자들의 능력에 영향을 미칠 수 있다. 대부분의 화재 사고에서 쉽게 발생하는 일산화탄소, 이산화탄소 및 시안화물 가스의 흡입은 치명적인 결과를 초래할 수 있다. 뿐만 아니라, 유기물 및 무기물의 연소 과정에서 발생하는 연기는 시야 저하, 호흡 장애 및 대피 지연 문제를 약할 수 있다. 따라서 종래의 화재 감지 및 경보 시스템이 현장에 설치되어 있더라도 순식간에 번지는 불길 속에서 인명의 안전을 보장하려면 재료의 선택이 중요한 관건이 될 수 있다.

설계자, 계약자 그리고 임시 조립 구조물의 안전한 관리를 담당하는 자들은 아래에 열거한 위험 요소들을 제거하는데 목적을 두고 업무를 진행하도록 한다.

- 인화 물질(예: 성냥, 연소성 물질, 조리용 연료의 불꽃, 전기 회로 고장으로 인해 발생한 불꽃 등)
- 쉽게 점화되는 폐기물(예: 폐지 또는 톱밥 폐기물)
- 독성 가스와 농축 매연을 생성하는 가연성 물질(예: 처리되지 않은 얇은 목재 합판 또는 휘장이나 커튼)

설계자들과 계약자들은 어느 정도 예상이 가능한 화재 위험들을 고려해야 하며 허용 가능한 것으로 판단되는 수준까지 화재 위험을 없애거나 줄이는 데 목표를 두어야 한다. 화재 위험을 평가하는 과정에서 아래의 점검용 표는 대형 화재의 확산을 부추길 우려가 있는 재료 또는 활동을 식별하는 데 도움이 될 수 있다.

표 12. 화재점검 대조표

순번	점검 내용	비고
1	가연성 물질로 제작된 구조물의 부품들은 구조물을 사용하는 자들의 안전을 저해할 가능성이 있는가?	품질이 열악한 재료를 사용할 경우, 가용한 대피 시간이 크게 줄어들 수 있다. 비가연성 구성 재료의 사용은 임시 조립 구조물에서 발생하는 화재로부터 인명을 보호하는 1차적인 방법에 속한다.

2	구조물 하부 부분에 쓰레기가 쌓일 가능성이 있는가?	
3	깔판, 이중 무대, 계단 아랫면 또는 난간으로 사용되는 판재는 불길의 확산에 크게 기여할 우려가 있는 것인가?	
4	(상기의 (3)에서) 판재 요소의 표면을 마무리 처리하는데 사용되는 장식용 박판은 화염의 표면 확산을 충분히 억제할 수 있는가?	
5	구조물은 그것의 설계 및 구조상 이동 거리, 대피 시간 및 대체 대피 수단을 충분히 제공하고 있는가?	
6	좌석의 재료는 불길의 신속한 확산에 기여할 우려가 있는가?	
7	커튼, 벽걸이 또는 장식물은 일반 방염 직물, 내구성 방염 직물 또는 자기 소화성 방염 직물로 제조된 것인가?	
8	어떤 구조물을 실내에 설치한 경우, 기존의 자동 화재 감지 시스템, 화재 진압 시스템 또는 화재 경보 시스템은 소방 안전에 크게 기여할 수 있는가?	
9	행사장에는 화재 위험에 대해 기민하게 반응하는 일반 관리 및 감독자가 있는가?	
10	화재가 시작된 경우, 고온 가스가 가설 구조물의 지붕 밑에 축적될 우려가 있는가?	

표 13. 화재점검 대조표(계속)

순번	점검 내용	비고
11	섬락 현상을 방지하는 배연 장치를 제공하기 위해 제반 대책을 검토한 적이 있는가?	
12	특별 관람석 바로 밑에 위치한 간이 구조물은 효과적으로 '불길을 차단'할 수 있는가? 행사 중 이러한 간이 구조물이 빈 저장 공간으로 사용되는 경우, 현장에서 화재 감지 시스템을 운영하고 있는가? 간이 건물의 환기 방법과 그 위치는 어디인가?	
13	행사 중 이러한 간이 구조물이 빈 저장 공간으로 사용되는 경우, 현장에서 화재 감지 시스템을 운영하고 있는가?	
14	간이 구조물의 환기 방법과 그 위치는 어디인가?	

상기에 열거한 점검 항목 외에도 재료의 선택을 검토해야 하며 특히 화재 발생시 재료에서 유독 가스를 배출할 하는지 여부를 재료 선정에 고려하도록 한다.

어떤 장소 또는 실내 행사장에 설치된 기존의 구조물이 소방 안전을 고려하는 경우는 구조물마다 큰 편차를 보일 수 있다. 소방안전을 고려하는 경우 그 밖의 안전요건들을 완화할 수 있다. 그러나 설계자와 계약자들은 화재 평가 시 인명 안전의 위험요소들을 줄이기 위해 해당 행사의 관리 감독에만 전적으로 의존하면 안 된다. 이러한 문제의 해결책으로는 설계자 또는 계약자가 확인해야 할 범위를 초과할 수 있다는 것을 명심해야 한다.

상당수 공공 집회용 건물에서는 인화성 가스의 사용을 허용하지 않고 있다. 그러나 야외 장소에서 인화성 가스는 조리용 연료로 널리 사용되고 있다. 통칭하여 액화 천연 가스 또는 LPG로 알려져 있는 부탄 및 프로판 가스는 광범위한 용도로 사용된다. 이 가스는 공기보다 1.5배 정도 더 무거우며 공기 중 부피를 기준으로 할 때 2~10%의 인화성 혼합물을 형성한다. 임시 호스의 연결부는 손상 및 누출이 일어나기 쉽다. 가설 구조물 바로 아래에 축적된 LPG 가스는 화재 및 폭발을 야기할 우려가 크다. 가설 관람석 바로 아래에서는 LPG 가스의 저장 또는 사용을 허용하지 않는 것이 바람직하다.

3.6 공연 · 행사 중 사고 발생 시 대응

3.6.1 사고현장 상황관리

※ 인명 우선구조 실시

- 사고가 발생하였을 때에는 우선 신속하게 인명을 구조·구급하여야 한다.
- 경찰·소방 등 관계기관에서는 구조 요청이 있는 경우에는 즉시 출동하여 인명을 구조·구급하여야 한다.
- 사상자가 발생 하였을 때 “중증도 분류(triage)”에 따라 환자 이송의 우선순위(긴급, 응급, 비응급)를 정하여 신속하게 이송조치 후 관계행정기관에 통보하여야 한다.

※ 안전관리요원 배치 및 안내

- 안전사고가 발생한 경우에는 사고발생 즉시 관객이 동요하지 않도록 안내방송을 하고, 피난유도 등을 이용하여 안전한 곳으로 관객을 유도한다.
- 사전 수립한 계획에 의하여 안전관리요원을 재배치하여 관중이 사고 현장으로 집중되지 않

도록 안전관리를 강화한다.

- 추가사고 방지를 위하여 경찰과 소방관서에 즉시 협조요청 하고 신속하고 안전하게 대처한다.
- 사고발생시 피해규모 등 주변 상황을 판단하고 신속하게 119 와 유관기관에 통보하고 긴급구조 활동을 실시될 수 있도록 한다.
- 축제 관계자는 모든 안내요원에게 상황을 신속하게 전파하고 119구조·구급요원들이 구조 활동을 원활하게 진행할 수 있도록 협조한다.
- 축제 관계자는 사고발생 즉시 축제진행을 중지하고 현장질서 유지를 위하여 출입구에 통제 선을 설치한다.

※ 2차 재난방지

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

※ 긴급구조 및 응급조치 등

- 긴급구조 활동과 현장통제를 위하여 필요하다고 판단될 때에는 긴급구조 통제단을 설치 운영한다.
- 긴급구조지원기관(경찰)에서는 교통정리, 현장 접근통제 등을 실시한다.
- 지역본부장은 긴급구조기관, 지원기관, 자원봉사자 등에 대한 임무를 총괄 조정한다.
- 단, 인명구조, 응급조치 등 긴급한 조치에 대하여는 긴급구조 통제단장이 수행한다.
- 부상자는 응급조치 후 의료기관으로 이송한다.
- 지역본부장 또는 긴급구조 통제단장은 필요시 인근주민에게 응급조치 종시를 명하고 토지·가옥 사용 등 응급부담 조치를 하여야 한다. 단 긴급구조 통제단장은 긴급구조에 관한 조치에 한한다.
- 지역본부장은 필요하면 인접 시·군·구 또는 관할구역 내 관계행정기관의 장에게 지원을 요청한다.

※ 상황보고 및 전파

- 행사관계자는 안전사고 발생에 대하여 즉시 구두(전화)보고 또는 FAX 등으로 보고한다.

- 신고자 → 종합상황실(축제장) → 119상황실(시·군·구) → 시·도 → 소방방재청 → 행정안전부 → 국무총리실·청와대 소방방재청 재난상황실 → 중앙기관 및 유관기관에 통보한다.

3.6.2 사고발생 수습·복구관리

※ 사고현장 조사 등

- 사고가 발생하면 관계기관 합동으로 조사반을 편성하여 신속, 정확, 공정한 조사를 해야 한다.
- 재난 관련기관과 협의하여 항구복구를 추진한다.
- 재난수습 전반에 대한 종합평가를 통하여 교훈과 문제점, 수범사례를 발굴하여 홍보한다.

※ 피해조사 및 현장복구

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

※ 사상자 수습

- 사상자는 의료기관에 분산 수용하여야 하며, 신원파악, 유족과 부상자 관리를 해야 한다.
- 응급 구호용품 지급, 급식과 방역조치를 해야 한다.
- 사상자 수용 병원별로 담당자를 지정하여 관리한다.
- 사고원인, 책임자 규명 후 당사자 간 원활한 보상대책이 추진되도록 유도한다.

※ 지역재난대책본부 운영 등

대형재난 발생 시 수습 복구는 1차적으로 지역재난 안전대책본부 책임으로 추진한다.
 필요하면 지역재난대책본부 직원을 긴급소집, 재난유형·규모별로 탄력적으로 대책 본부를 설치·운영한다.
 재난발생, 진행, 수습, 상황관리와 지휘통제 등 재난상황을 지속적으로 관리한다.
 지역재난대책본부는 지원이 필요한 사항은 관련기관과 협의하여 대책을 마련한다.
 본부상황실과 현장 간 긴밀한 연락체계를 유지하고 적시 적절한 조치로 피해최소화와 신속한 복구를 위해 지원한다.

※ 보상 등 마무리

사망자에 대한 장례문제를 협의한다.

합동분향소 설치, 영안실 확보, 장례비 지급, 장지알선 등 피해자와 유족 간의 각종 편의제공을 위해 안내공무원을 배치하고 수시로 상황을 파악한다.

피해자 대표단이 구성되면 보상협의를 한다.

- 피해자 배상(보상)계획 수립과 재난발생 원인 조사·분석
- 책임소재 분석 및 배상(보상)책임자 규명
- 배상(보상)기준의 설정
- 조기 협상이 되도록 시·도, 시·군·구에서 적극 중재유도 등

신문·방송 등 언론을 통한 주민 동요를 방지한다.

유가족 대책 및 피해복구에 최선을 다한다.

- 필요시 기관장 기자회견을 통해 사고의 진상과 주민협조사항, 복구대책 등을 적극 홍보
- 언론의 과대 보도 등 오보사항에 대하여 즉시 정정보도 요청, 주민의 올바른 대처를 돕고 불필요한 불안감 해소

3.6.3 유관기관별 조치사항

※ 지역축제 주최자

- 안전관리요원 배치 강화 및 인명구조를 실시한다.
- 경찰, 소방 등에 현장관리를 협조 요청한다.
- 소방·구급차량 등 긴급차량 출입이 가능하도록 진·출입 로를 확보한다.
- 유관기관 간 상황을 유지관리 한다.
- 피해시설과 사상자에 대한 보상을 한다.
- 위험시설에 대한 안전조치 등을 실시한다.

※ 지방자치단체

- 사고발생시 관계기관 담당자가 현장 상황을 파악하여 필요한 조치를 한다.
- 필요하면 응원요청 및 응급부담을 조치한다.

- 필요시 지역재난안전대책본부를 설치·운영한다.
- 이재민구호 및 방역을 실시한다.
- 피해조사를 협조한다.
- 사망자에 대한 장례문제를 협의한다.
- 대표단과 피해수습을 협의한다.
- 필요시 언론홍보 및 성금모금 운동을 전개한다.

※ 경찰서

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

※ 소방서

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

※ 기타

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

4 구조물의 운송 및 사용

4.1 운송

4.1.1 일반 사항

임시 조립 구조물의 운송과 그것의 사용은 이러한 구조물이 필요한 행사를 계획, 관리 및 감독하는 과정에서 필수적인 요소이다. 구조물에 화재 및 연기 발생위험을 방지하기 위해 보호 대책을 포함해 사용자들에게 안전한 가설 구조물(및 비상구)을 제공해야 할 책임은 발주자에게 있다.

행사를 위해 설치된 모든 가설 구조물을 대상으로 위험 평가(화재 위험 평가 등)를 실시하도록 한다. 발주자는 해당 행사에 대해 위험 평가를 실시해야 하며 계약자는 구조물을 제공하는 절차의 모든 측면에 걸쳐 위험 평가를 실시하도록 한다. 구조물이 일단 인계되면 해당 구조물을 관리해야 할 책임은 발주자에게 있다.

임시 조립 구조물을 안전하면서도 효율적으로 운송하기 위해 발주자는 다음에 열거한 사항들을 이행해야 할 주요한 책임이 있다.

- 구조물을 설계, 설치, 검사 및 해체할 유자격자를 반드시 고용한다.
- 행사장에서 예상되는 관객 활동의 성격 및 특성을 파악한다.
- 계약자에게 가설 구조물에 대한 세부적인 정보를 제공한다.
- 해당 집행 기관에게 가설 구조물의 설계, 설치, 해체 에 대한 승인을 받아야 한다.
- 전문적인 조언을 제공할 유자격자를 임명한다.
- 안전 계획서를 반드시 활용한다.
- 충분한 교육 및 지시를 받은 안전 관리 담당자(지정 스포츠 경기장의 경우에는 안전 책임자) 및 안전 요원을 임명한다.

기존 설계에 대해 설계 변경은 여러 가지 문제를 야기한다. 변경은 최대한 피해야 하며, 만약 설계 변경을 하여야하는 경우에는 계약자, 집행 기관 및 발주자 또는 그 대리인의 승인 하에 설계를 변경하도록 한다. 설계 변경된 설계도는 원본이의 별도로 개별 설계 점검을 하여야 한다. 모든 설계 변경 사항과 승인 기준은 기록하도록 한다.

4.1.2 제반 요건을 명시한 시방서

발주자는 임시 조립 구조물의 계약자에게 모든 요건을 명시한 기술 시방서를 제공하도록 한다.

발주자가 제공하는 정보는 아래에 열거한 사항들을 포함하여야 한다.

- 행사 현장 및 현장에 설치된 임시 조립 구조물의 위치
- 행사의 종류 및 세부 정보(예: 스포츠, 연극, 축제, 회의, 콘서트)
- 구조물 공급 계획(예: 구조물 공급 시 소요 일정, 의견 제시를 위해 구조 견적서 및 도면이 필요한 기한, 구조물 설치 일정, 근무 시간 범위 등)
- 필요한 구조물의 종류(예: 특별 관람석, 대형 천막, (지붕 유/무) 무대)
- 무대 및 지붕을 통해 지지해야 할 장비의 크기 및 무게(해당될 경우)
- 구조물 표면 및 내부에 필요한 수용 공간(예: 연면적, 좌석의 수, 시선, 무대 구조물에 대한 접근 방법 등)
- 행사장과 연결된 접근 통로(예: 비상통로)
- 행사 진행 중 사고가 발생하였을 때 군중들의 대피 시간
- 구조물 설치 및 해체 시 현장 접근 방법
- 지면 상태(예: 평평하거나 울퉁불퉁한 지면, 딱딱한 지면, 부드러운 지면)
- 허가 및 승인에 관한 요건을 확인하기 위한 기관 연락처(해당 시·군청, 건물 관리자, 환경 보건 당국 및 소방관 등)
- 화재 위험 요인

※ 대조표의 관리

임시 조립 구조물을 효율적이면서도 안전하게 운송 및 사용하기 위한 요건들을 열거하면 다음과 같다.

- 구조물 및 그 기초를 설계 및 설치해야 할 책임은 계약자에게 있다.
- 구조물의 설치 및 사용 후 해체 작업은 적절한 교육 수준과 경력을 갖춘 자들이 수행하도록 한다.
- 개별 설계 점검과 같이 설계 견적서, 도면 또는 '형식 승인서'를 발주자 또는 발주자의 대리인에게 제출하도록 한다.
- 구조물은 승인된 공학 기술을 적용할 수 있는 유자격자가 설계해야 하며 모든 관련 표준 및 지침 자료를 통해 모든 규격 요건에도 부합해야 한다. 모든 변동 사항은 세부적인 개별 설계 점검의 대상으로 간주하도록 한다.
- 공공 책임 보험의 보상 범위를 입증하는 증거 자료는 계약자 및 행사 주최자로부터 입수하도록 한다.
- 필요하다면 구조물과 그 기초는 교통수단(차량)으로부터 보호해야 한다.

- 구조물이 설치된 후에는 유자격자가 해당 구조물에 대해 서류상의 증거에 따른 설치 검사를 실시하도록 한다.
- 구조물은 모든 해당 시점에 사용할 수 있도록 적절하게 정비해야 한다.
- 발주자는 직접 정기적인 검사를 실시하거나 혹은 다른 담당자들이 그러한 검사를 실시하도록 계획해야 하며, 필요하다면 적절한 수리 및 교정 작업을 실시할 것을 계약자 또는 그 밖의 유자격자에게 요청해야 한다.

4.1.3 규정의 준수

가설 구조물에 대한 계획을 전달하기 위해 집행 기관(해당 시·군청, 소방서 등)과 연락을 취해야 할 책임은 발주자에게 있으며 계획 시행에 대한 책임, 필요한 증명서, 허가증, 허가서 그리고 각 지역별 규정에 대해 조언을 구해야 할 책임도 발주자에게 있다.

행사에 필요한 허가를 획득해야 할 경우, 집행 기관은 견적서와 도면이 해당 행사에 관련되어 안전이 확보 유무를 확인한다.

행사에 필요한 허가를 신청할 경우, 발주자는 구조물을 공급할 계약자를 집행 기관에 통지하도록 한다. 이 때, 집행 기관은 발주자가 요구하는 기술 정보가 무엇인지를 발주자에게 질문하도록 한다. 구조물의 설치를 시작하기 전에 적절한 시점에서 집행 기관이 요청한 모든 기술 정보를 제공해야 할 책임은 발주자에게 있다. 집행 기관은 여하한 문제를 처리할 시간을 계약자에게 제공하기 위해 구조물 설치 시작일로부터 훨씬 이전 시점에 해당 구조물의 설계에 관한 모든 의문사항을 제기하도록 한다. 이는 모든 위험 평가 및 시공 계획서의 주요 요건에 속한다.

설계 문서와 기술 정보는 구조물 설치 시작일로부터 늦어도 14일 전에 제공되어야 하며 집행 기관은 구조물 설치 시작일로부터 늦어도 7일 전에 서면으로 회신을 보내야 한다. 그러나 가설 구조물(예: 천막 및 대형 천막)은 그 특성상 급박한 일정 내에 공급될 때가 많으며 특히 날씨가 매우 습한 경우에는 더욱 그렇다. 설치 문의, 주문, 천막 또는 그 외 구조물 설치, 행사 진행 및 행사장 철거 등 일련의 모든 작업은 대개 1주 이내에 완료된다.

집행 기관은 승인된 세부 설계 요건에 따라 구조물을 시공했는지 여부, 해당 구조물이 비상구 통로를 가로막고 있지는 않은지 여부 그리고 현실적으로 해당 구조물을 일반인이 잘못 사용할 여지는 없는지 여부를 각각 확인하기 위해 구조물 설치 이후 및 가능하다면 설치 중에 해당 구조물을 검사할 수도 있다. 계약자는 집행 기관의 평가 자료를 자체 점검 절차를 줄이기 위한 근거로 활용해서는 안 된다.

4.1.4 설계 및 점검

소형 천막을 제외한 가설 구조물의 경우, 유자격자는 전용 설비가 반복적인 사용 또는 독자적인 설계를 목적으로 고안되어 있는지 여부에 관계없이 해당 구조물에 대한 견적서를 작성해야 하며 구조물의 기초에 필요한 제반 요건도 함께 작성해야 한다.

개별 점검의 대상에 포함된 설계 견적서는 구조물을 반복적으로 사용할 경우에 각 집행 기관의 세부적인 점검 없이 수락하도록 한다. 단, 해당 구조물에 여하한 변경이 없어야 한다.

또한 임시 조립 구조물의 개별 설치 검사도 실시하도록 한다.

4.1.5 장비 점검

계약자는 해당 장비가 사용 목적에 적합하며 규정된 모든 규격 요건을 충족하는지 여부를 확인하기 위해 장비 점검을 실시하도록 한다. 예를 들면, 용접 부위에 균열이 있거나 부재가 휘거나 뒤틀려 있는 금속 제품 또는 다량의 녹이 슬어있는 강재 제품들은 불합격 처리해야 한다.

구조물의 조립 및 해체 과정에서 모든 구성 부품을 대상으로 마모, 변형 또는 그 밖의 손상 징후들이 있는지 여부를 검사해야 하며, 손상이 심한 경우 교체하도록 한다. 구조물의 구성 부품은 올바르게 체결되어야 한다. 구성 부품은 억지로 끼워 맞추기 위해 휘거나 뒤틀거나 혹은 변형해서는 안 된다. 특히 체결 및 연결 부위에 각별히 유의하도록 한다. 외부로 돌출되거나 볼트 및 부속품에 대해서는 적절한 덮개를 설치해야 한다.

4.2 문서

4.2.1 위험 평가 및 안전 계획

안전 계획서는 행사 현장의 가설 구조물과 관련된 모든 위험 요소를 관리하는 데 도움을 얻을 목적으로 활용하도록 한다. 안전 계획서는 대체로 해당 행사의 안전 관리 담당자가 소지해야 한다.

안전 계획에서는 안전을 위협하는 모든 위험 수준을 낮추기 위해 사전에 이에 따른 대응 방안을 취하여야 한다.

4.2.2 시공 계획서

계약자는 구조물의 설치, 해체 및 제거를 위해 시공 계획서를 작성하도록 한다. 이러한 시공

계획서는 그와 관련된 도면 및 구조 견적서와 함께 집행 기관에 제출하도록 한다. 시공 계획서는 해당 구조물에 대해서만 작성되어야 한다.

4.2.3 주요 사고 계획서

대규모 공공 집회용 건물 및 행사장(예: 축구 경기장, 환상 경주로 및 콘서트 홀)은 위험 사고를 효율적으로 관리할 수 있도록 사전에 돌발사고 대응 계획을 마련해야 한다. 돌발사고 대응 계획서는 발주자가 작성하도록 한다. 돌발사고 대응 계획서는 주요 사고 발생 시 효율적이면서도 전략적인 대응 조치를 취할 수 있도록 보장하기 위해 보건 담당 기관에서 작성하도록 한다.

4.2.4 소방 안전 검사 증명서

화재가 가설 구조물에 미치는 영향을 평가해야 할 경우, 집행 기관 또는 소방 당국에 문의하도록 한다.

4.2.5 개별 설치 검사 및 완료 증명서

발주자는 각각의 구조물을 설치한 후 이를 사용하기 전에 해당 구조물이 관련 도면과 지방서의 세부 규격 요건에 부합 여부를 확인하기 위해 유자격자가 모든 구조물에 대한 검사 여부를 확인한다. 발주자는 설치 검사를 효과적으로 실시했는지 여부를 확인하기 위해 계약자가 고안한 양식(검사 완료 증명서)에 검사 결과가 기록되었는지 여부도 확인하도록 한다. 검사 완료 증명서는 적어도 해당 구조물의 종류 및 위치, 검사일자, 검사를 실시한 유자격자의 성명 및 직위, 설계도면 또는 설치 도면의 참조 번호 또는 식별 방법 그리고 설치 검사(Erection Check) 문서에서 확인할 수 있는 검사 방법(성능 검사, 육안 검사 등)을 자세히 기술해야 한다. 필요하다면 집행 기관은 이러한 증명서 양식을 발주자에게 교부해야 하며 발주자는 검사 시사용을 위해 이 양식을 보관하도록 한다.

검사 완료 증명서를 교부한 후에 구조물을 변경해야 할 경우, 그에 따른 후속 조치는 아래에 열거한 순서대로 실시하도록 한다.

1. 유자격자는 변경 사항을 반영하기 위해 해당 구조물을 재설계하도록 한다.
2. 이러한 재설계에 대해 개별 설계 점검을 실시하도록 한다.
3. 설치 검사를 실시하도록 한다.
4. 구조물 변경이 완료되면 신규 검사 완료 증명서를 작성하도록 한다.

해당 시·군청에서 구조물 변경을 요구할 경우, 변경 사항과 변경 사유를 상세히 설명한 보고서를 재설계할 유자격자에게 교부해야 한다. 후속 조치는 상기에 설명된 순서에 따라 진행한다.

어떤 경우든 간에 구조물은 사용자들에게 그 사용이 허용되기 전에 설계 기준을 모두 충족해야 한다.

표 14 구조물 설치관련 해당 책임자 구분

구분	책임자
1. 문서	
1.1 발주자의 요구 사항	
- 구조물이 필요한 작업의 내용(개념)에 관한 설명	발주자
- 법적 요건, 허가 및 면허	발주자
- 그 외 기술적 요건(하중을 포함)	발주자
1.2 현장, 위치 및 행사	
- 수용 능력을 갖춘 임시 경기장 또는 수용 능력이 제한된 경기장	발주자
- 분리식 가설 구조물을 설치할 실내 바닥의 허용 하중에 관한 설명	발주자
- 가설 구조물에 요구되는 이중 하중에 관한 설명	발주자
- 해당 행사에 대한 화재 위험 평가	설계자/계약자
- 소방 안전 검사 증명서	발주자
- 안전 계획서	발주자/계약자
- 우발 사고 대응 계획서	발주자
2. 설계	
- 업무 능력 증명 자료	설계자
- 세부 설계 도면, 견적서 및 연락처 정보와 해당 구조물에서 수행할 수 있는 작업 및 제반 한계에 관한 설명	설계자
- 제반 표준 및 규정에 관한 정보 및 해당 설계에 사용된 분석 또는 설계용 소프트웨어	설계자
- 설계 위험 평가	설계자
- 토대부에 작용하는 최대 버팀 하중	설계자
- 구조물을 안전하게 설치할 수 있는 경사면	설계자
- 무대의 경우, 무대 표면이 제반 기준을 충족할 수 있는 능력	설계자
- 설계상의 구조물이 예상되는 풍하중을 견딜 수 있는 능력	설계자
- 허용 지지 공법에 관한 세부 설명을 포함해 상부 구조가 고가 장비를 지지할 수 있는 능력	설계자
- 개별 설계 점검의 확인	계약자

표 14 구조물 설치관련 해당 책임자 구분(계속)

구분	책임자
3. 설치 및 해체	
- 업무 능력 증명 자료	계약자
- 각 설치 작업에서 점검해야 할 구성 부품에 관한 세부 정보	계약자
- 구조물의 구성 부품에 관한 검사 기록	계약자
- 롤러의 제반 요건에 따라 모든 인양 장비를 검사 및 정비했음을 입증하는 증거 자료	계약자
- 구조물의 설치 및 해체에 관한 위험 평가	계약자
- 구조물의 설치 및 해체 방법에 관한 설명	계약자
- 개별 설치 검사의 확인	계약자
4. 사용	
- 풍속 측정 방법에 관한 세부 설명	설계자/계약자
- 주어진 풍속 조건에서 필요한 조치에 관한 세부 설명	설계자/계약자
- 검사 완료 증명서	계약자

4.3 사용

4.3.1 행사 진행 중 감독

임시 조립 구조물을 사용하는 자들의 안전을 보장하기 위해서는 충분한 관리가 필수적으로 요구된다. 행사 진행 중 계획 감독 과정에서 고려해야 할 사항들은 다음과 같다.

- 안전 관리 담당자는 행사를 감시해야 하며 임시 조립 구조물이 애초에 계획된 대로 사용되고 있는지 여부를 확인하고 구조물이 설치된 현장의 안전이 위험에 노출되었거나 위험에 처해 있는지 여부를 확인하기 위해 필요한 조치를 취해야 한다.
- 안전 관리 담당자가 판단하기에 임시 조립 구조물이 올바르게 설치되었고 해당 설계 기준을 모두 충족하지 않으면 해당 사용자는 이 구조물에 진입해서는 안 된다.
- 임시 조립 구조물의 일부를 구성하는 구조물용 부재는 사용 중에 제거되어서는 안 된다.
- 설계된 어떤 구조물의 대상자에 해당되는 사용자의 수와 분포는 기준치를 초과해서는 안 된다.
- 발주자는 관람객들을 보호하기 위해 각 구조물에 충분한 인원의 직원들을 배치하도록 한다. 직원들은 사전에 충분한 교육을 받아야 하고 안전 책임자 또는 안전 관리 담당자의 지시에 따라야 하며 안전 및 소방 훈련과 당일 지정된 임무에 대한 지시를 받아야 한다.

4.3.2 접근 및 출구

특별 관람석, 천막 또는 대형 천막과 행사 현장 또는 건물 주위 접근 통로 및 출구 배치를 고려해야 한다. 또한 접근 통로 및 출구의 배치가 몸이 불편한 장애인들이 이용에 대한하기에 어려움이 없어야 한다. 위한 설비를 포함해 관람석 또는 천막을 사용하는 자들에게 어떤 영향을 미칠 수 있는지도 고려하도록 한다. 무단출입을 위해 구조물을 기어오르는 행위를 방지할 수 있도록 펜스나 그 밖의 방비 수단을 채택하도록 한다. 응급 차량의 사용의 용이한 접근을 위한 배치는 집행 기관과 협의하도록 한다.

안전담당자 및 직원, 행사 주최자 등 행사와 관련인원들 외에는 구조물 주위에 접근 및 사용을 금지된다. 구조물에 대한 위험 평가에서는 출입을 금지하는 내용의 공지에서부터 방벽, 펜스 또는 외부와 완전히 차단된 울타리에 이르기까지 적절한 예방 조치들을 취해야 한다.

행사 주최자들의 구조물의 지리적 위치와 접근 통로 및 출구의 배치 등의 사항들을 고려하여야 한다.



그림 14 행사장 관련 출입 예



그림 15 행사장 관련 출입 예

4.3.3 전기 설비 및 낙뢰 보호 장치

가설 구조물 내부에 설치된 전기 설비는 일반 표준 규격에 따라 충분히 접지하도록 한다. 낙뢰에 노출되는 정도와 낙뢰 충격 위험도를 고려하여 적절하다는 판단이 되면 구조물 그 자체를 충분히 접합 또는 접지시켜야 한다. 접지 및 낙뢰 보호 장치에 관한 조언은 전기 기술자를 통해 구하도록 한다.

일반 사용 환경 및 비상 시 사용 환경에 적용되는 조명도에 관한 조언을 얻을 수 있다.

4.3.4 사용 중 검사 및 정비

발주자와 계약자는 검사 및 정비 절차를 기술하고 이해해야 한다. 발주자는 임시 조립 구조물을 사용하기 전에 이러한 구조물의 설치 상태가 양호한 지 여부를 확인하고 필요한 모든 교

정 작업을 수행할 수 있도록 반드시 유자격자를 통해 이러한 구조물을 검사해야 한다. 임시 조립 구조물은 상당히 오랜 시간 동안 계속 사용되기 때문에 장기적인 상태에 대해 각별한 주의를 기울일 필요가 있다. 그리고 구조물에 항상 사용가능할 수 있는 요건을 고려하도록 한다.

구조물에 변형 등이 발생하였는지를 파악하기 위해 유자격자가 해당 구조물을 정기적으로 검사해야 한다. 구조물의 변형이 확인되었을 경우, 이를 명시한 보고서를 즉시 발주자 또는 계약자에게 제출해야 하며 교정 작업을 실시해야 한다. 이 과정에서 바다부분의 재포장 및 고르기 작업이 필요하거나 혹은 또 다른 종류의 기초 틀을 설치할 필요가 있다. 계약자는 해당 구조물이 구조물 전체의 안정성을 위협 없이 교정 작업을 진행할 수 있는지를 확인하도록 한다.

행사 전, 중에 구조물에 체결된 가이드 로프, 고정 볼트 및 너트 등 체결요소부분이 풀림이 발생하였는지 수시로 확인하여 출림이 없도록 하여야 한다.



그림 16 가이로프



그림 17 천막 고정용 말뚝

구조물을 사용하는 과정에서 구조물에 손상이 발생할 수 있다. 그러한 손상이 공공 안전을 위협하지 않는 한, 손상된 구성 부품은 명확한 표시로 구분하여 구조물 해체 과정에서 수리 또는 폐기할 수 있다.

5 지반 및 현장 상태와 무대 바닥 강도

5.1 서론

임시 조립 구조물은 실내 및 실외의 매우 다양한 상황에서 사용된다. 모든 사용 하중 압력과 부등 침하가 허용 한도 내에서 유지될 수 있도록 발생하는 하중을 분산시켜야 한다.

설계자들과 해당 지자체는 단기간에 하중을 받는 지반과 장기간에 걸쳐 하중을 받는 지반과는 큰 차이를 보일 수 있다는 점을 인식해야 한다. 장기간에 걸쳐 진행되는 행사에 의해 구조물에는 지반의 침하현상이 발생할 수 있으며 가설 구조물보다는 상설 구조물에서 더 나타날 때가 많다. 따라서 임시 조립 구조물의 지반에서 작용하는 허용 하중은 상설 구조물과 허용 하중에 차이를 보일 수 있다. 구조물에 대한 위험 평가에는 바로 이러한 점을 고려해야 한다.

5.2 정보

발주자들은 지반 상태에 관해 기본적인 정보를 제공해야 하며 다만 유자격자가 임시 조립 구조물이 시공된 지반의 허용 하중을 측정해야 할 수도 있다. 그래서 현장 지식이야말로 매우 소중한 자원에 속한다. 현장에 설치된 그 밖의 구조물에 대해 수집된 지반 공학적 정보는 기초부 설계 데이터의 훌륭한 출처가 되며 특정 장소에 대한 연구 정보를 포함할 수도 있다.

발주자는 구조물의 설치 또는 사용 중에 제반 위험을 야기할 수 있는 지하 전기 인입선 또는 고가 케이블의 위치를 계약자에게 통보해야 한다.

지하 전기 인입선 또는 고가 케이블이 구조물을 설치할 현장을 가로지를 경우, 발주자는 먼저 관련 전력 회사에 문의해야 한다.

5.3 기본 원칙

구조물의 작용하중이 허용치를 초과하지 않을 정도의 크기로 설계된 기초부를 통해 지지하도록 한다. 임시 조립 구조물은 강재판을 사용하는 경우가 많다. 이러한 강판은 비계판 또는 철도용 침목의 짧은 길이 부분등과 같은 부분에 들보 버팀목위에 배치되는 경우가 많다. 구조물에서 작용하는 집중하중은 강재 기초판에 작용하는 허용 하중을 초과해서는 안 되며 특히 이러한 기초판의 설계치수가 작을 경우에는 더욱 그렇다. 이와 마찬가지로, 기초판에 작용하는 하중은 들보 버팀목의 국부적인 압착 현상을 야기해서는 안 된다. 젓거나 녹슨 들보는 그렇지 않은 들보보다 훨씬 더 쉽게 압착되기 때문에 그러한 품목은 교체해야 한다.

몇몇 큰 구조물들은 다층 건축구조물에 높은 지지대에 하중이 발생한다. 이 경우, 지지면에 작용하는 하중을 충분히 분산시키기 위해 격자 형태의 적절한 버팀목(예: 철도용 침목)을 설치할 필요가 있다. 구조물을 반복적으로 사용할 가능성이 높을 경우, 차폐된 맨홀 내에 거치 볼트가 끼워져 있는 영구 콘크리트 패드를 제공하면 도움이 될 수 있다

기초공사에 가장 큰 위험은 이탄, 굳지 않은 성토, 구멍, 배수, 기존의 굴착 등 때문에 이러한 약한 부분에서 발생한다. 이러한 약한 부분들은 표면적으로 드러나지 않을 수 있으며 다만 정밀 조사, 시굴법 또는 소규모 굴착을 통해 탐지할 수 있다. 이러한 모든 작업에서는 지하 전기 인입선에 의해 발생하는 위험을 평가해야 하며 그에 따른 조치를 취해야 한다.

부등 침하는 구조물 내에서 높은 응력과 변형을 일으킬 수 있다. 따라서 설치 현장에서 지지부의 위치를 결정해야 하며 지지부와 같은 위치에 자리한 모든 약한 부분은 굴착한 후에 압축 입상 성토를 실시하거나 혹은 격자형 구조물 또는 그 외 적절한 구조물로 보강해야 한다.

타워 구조물은 특히 부등 침하의 영향을 쉽게 받으며 이러한 침하 시 구조물이 기울어질 수 있다는 점에 유의해야 한다.



그림 18 부등침하 예



그림 19 부등침하 예

5.4 지반 내하중 압력

지반에 작용하는 허용 내하중 압력은 지반에 안전하게 가해질 수 있는 압력을 의미한다. 이러한 압력의 경우, 극한 한계 상태(붕괴)와 사용 한계 상태(진동)를 모두 고려할 필요가 있다.

야외 설치용 임시 조립 구조물은 대체로 비교적 짧은 기간 동안 하중을 받는다. 침하는 보통 즉각적인 진동과 장기적인 진동을 모두 포함하는 것으로 잘 알려져 있는데 여기서 후자는 구조물을 28일 이상 사용하지 않는 한, 고려할 필요가 없으며 다만 구조물을 28일 이상 사용하는 경우에는 해당 지반에 대해 충분한 기술적 평가를 실시하도록 한다.

가설 구조물이 설치된 지반은 아스팔트 또는 자갈길, 목초지, 황무지, 스포츠 경기장, 콘크리트 또는 아스팔트가 깔린 구역, 포장 주차장 등을 포함할 수 있다. 설계 하중을 지탱하는 용도로 가설 구조물을 허용하기 전에 유자격자는 그러한 지반이 구조물을 설치하기에 적합한지 여

5 지반 및 현장 상태와 무대 바닥 강도

부를 육안으로 점검해야 하며 필요하다면 지반에 대한 탁상 연구, 시굴 작업 혹은 지반 조사(토양 검사 또는 하중 검사를 포함)를 실시하여 현장 지식을 고려함으로써 설치 시 지반의 적합성을 높여야 한다.

아스팔트, 콘크리트 또는 그와 유사한 포장재가 깔린 지반을 통해 구조물을 지지할 경우, 각 별한 주의를 기울여야 한다. 지반의 두께와 기초 재료의 두께 및 종류는 지반의 하중 지지 능력에 있어 결정적으로 중요한 요인이 된다는 사실을 인식해야 한다.

평가를 실시할 경우, 기존의 날씨와 향후에 예상되는 날씨에 따른 제반 영향을 고려하도록 한다. 예를 들면, 얼거나 말라붙은 지반은 따뜻한 날씨에 의해 해빙되거나 혹은 폭우로 인해 젖어 있는 지반보다 더 높은 압력을 지탱할 수 있다.

현장 검사를 통해 예외적인 경우를 입증하지 않는 한, 총 허용 내하중 압력은 어떤 경우에도 표 1에 제시된 값들을 초과해서는 안 된다. 시험 데이터를 활용할 수 없는 경우 또는 현장 상태의 균일성에 대해 의심의 여지가 있을 경우, 표 3에 열거한 각각의 압력은 유자격자가 검토 및 조정해야 할 수도 있다. 신뢰할 만한 현장 지식 또는 전문 공학 지식이 없을 경우, 허용 내하중 압력은 50 kN/m²을 초과하지 않는 것으로 추정하도록 한다.

형성된 지반은 수직 하중을 지지할 수 있으며 다만 이러한 지반은 서로 다른 특성을 지니고 있기 때문에 유자격자가 내하중 능력을 평가하기 위해서는 신중한 판단이 요구된다. 이탄 및 유기 하층토(즉, 일반적으로 풀이 자라는 구역과 관련된 토층보다 더 깊은 곳에 위치한 표토)는 어떠한 상황에서도 내하중면으로 활용하기에 적절하지 않다. 규칙적인 간격으로 배치되어 있는, 동일한 하중을 받는 들보 버팀목은 풀이 자라는 구역의 지반(예: 잔디밭, 황무지, 들판, 운동장 등)에서 안전하게 지지 될 수 있다. 단, 표토 또는 지표의 두께는 200 ~ 250 mm 이하 이어야 하며 지반이 말라 있는 것이 안정적이며 젖은 상태에서는 과도한 연화 현상이 발생하지 않아야 한다.

표 16 28일 이내의 기간 동안 현장에 설치할 구조물의 토대부에 대한 허용 내하중 압력의 기준치

내하중재	허용 내하중 압력(kN/m ²)
높은 밀도의 모래	200
중간 밀도의 모래	150
낮은 밀도의 모래	75
딱딱한 진흙	150
단단한 진흙	75

참고 a. 이것은 표토, 지반 또는 성토의 표층 바로 아래에 있는 재료를 가리킨다.

5.5 기초부

설계자는 모든 상향력과 측면 하중을 포함한 제반 기초 하중을 설치 도면에 명기해야 하며 일반적으로 하중을 지반에 전달하는 방법도 명시해야 한다. 허용 하중을 초과하지 않고 미끄럼 및 하중을 충분히 견딜 수 있는 내구력을 명시하도록 한다

이 때, 최소 안전 계수 1.5를 적용하도록 한다. 1.5 x 전도 모멘트가 1.0 x 복원 모멘트를 초과할 경우, 지지 지점에서의 지반 앵커 또는 켄틀리지(kentledge)를 이용해 고정 작업을 실시하도록 한다.



그림 20 켄틀리지 설치 상태 예



그림 21 앵커 고정 상태 예

지반 앵커는 지반의 특성 때문에 사용할 수 없는 경우도 간혹 있다. 예를 들면, 아스팔트 또는 콘크리트 마감재에 대해서는 천공 작업을 실시하면 안 된다. 구조물은 무거운 중량의 켄틀리지를 수용할 수 있도록 부양력이 전달 수 있을 정도로 충분히 설계해야 한다.

인접한 여러 토대부들은 서로 영향을 미치지 않도록 충분한 간격을 두고 배치하도록 한다. 충분히 압축된 입상 재료를 국부적으로 굴착된 지반에 다시 채우기 작업에 사용하지 않은 한 어떠한 지지물도 설치해서는 안 된다.

일부 사례에서 특히 가설 구조물을 정기적으로 동일한 장소에 설치할 경우, 영구적 기초부를 설치하는 것이 좋다고 볼 수 있다. 이러한 기초부는 일반적으로 콘크리트 패드, 강판 또는 슬래브를 이용해 시공되며 다만 실제 설치 작업에서는 모든 형태의 기초부를 고려하여 작업할 수 있다(예: 짧은 타설 말뚝).

콘크리트 패드 형태의 영구적 기초부를 시공할 경우 토양의 동결 및 수축 작용에 따른 영향을 받지 않도록 하기 위해 지면보다 깊은 곳에 시공되어야 한다.

5.6 바닥판, 기초판 및 버팀목

이러한 현장에서 사용되는 바닥판은 보통 각 변의 길이가 150~200 mm인 정사각형 모양의 소형 강판으로서 대체로 비계 설비와 관계가 있으며 기초판(그림 6을 참조)은 보다 튼튼한 기

5 지반 및 현장 상태와 무대 바닥 강도

등 단면에 부착되는 비교적 무거운 강판을 가리킨다. 그리고 강판과 지지 지반 사이에 버팀목과 들보를 놓게 될 것이다.

임시 조립 구조물의 일반적인 지지 방법은 지반면에 들보 버팀목을 배치한 후, 바닥판과 함께 비계 결합용 나사 잭을 사용해 구조물의 높이를 올리는 것이다. 튼튼한 특수 기초판은 때때로 임시 조립 구조물에 사용된다. 이 기초판은 종래의 비계용 바닥판보다 더 크고 단단하면서도 강도가 높은 것이 특징이다. 특수 기초판은 대체로 특별 관람석 구조물 및 그와 유사한 구조물과 관계가 있으며 여기서 종래의 구조재는 주요 하중 목록으로 사용된다.

상황에 따라서는 들보 버팀목이 필요하지 않은 경우도 있으며 다만 이 버팀목은 비교적 가벼운 하중을 안전하게 지지하기 위해 콘크리트, 아스팔트 또는 그 외 알려진 마감재를 활용할 수 있는 장소에 한해 설치할 수 있다. 많은 천막 및 대형 천막은 그 설계상 하향 버팀 하중이 상향력보다 작고, 적절한 쉐들리지 또는 지반 앵커가 이러한 상향력을 견뎌내야 하기 때문에 들보 버팀목을 사용할 필요가 없다는 것에 유의해야 한다.

경험에 비추어 볼 때, 들보 버팀목은 충분한 하중 능력을 갖춘 잔디 덮인 지반 위에 직접 설치할 수 있음을 알 수 있다. 그러나 잔디 덮인 지면에 구조물을 설치할 경우, 버팀목 바로 밑으로 수평 하중 능력을 가해주기 위해서 설치 때마다 부근의 잔디 및 주변을 파주어야 한다.

기초와 버팀목은 기술적으로 설계해야 하며 이 두 구성요소의 크기와 분포는 임의로 설정해서는 안 된다. 설계 견적서는 버팀 하중이 지반에 전달되는 과정을 입증할 목적으로 작성되어야 한다. 경험적으로 비계용 지지대 또는 철도용 침목의 버팀목을 사용하면 대체로 만족스러운 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

바닥판, 기초판에 집중적으로 작용하는 하중은 계산에 의해 달리 입증되지 않는 한, 수평과 수직 하중이 결 방향을 따라 2:1 비율로 작용하고 결을 가로질러 1:1 비율로 작용하는 조건에서 들보 버팀목을 통해 분산되는 것으로 추정하도록 한다. 버팀 하중이 무거울 경우, 격자 형태의 들보 버팀목을 제공해야 할 수도 있다.

계약자는 바닥판과 기초판을 매번 사용하기 전에 파손 여부를 검사하도록 한다. 설계 문서에서 별도의 규정을 명시하지 않는 한, 바닥판과 기초판은 하중을 받는 지점의 중앙에 배치하도록 한다. 이러한 요건을 준수하지 않을 경우, 지지 용력이 계산된 수치를 훨씬 초과할 수 있으며 결국 지반의 국부적인 과응력 현상이 발생할 뿐만 아니라, 허용 불가능한 정도의 심한 부등침하 현상이 구조물에서 발생하게 된다.

표 17 28일 이내의 기간 동안 현장에 설치될 구조물에 사용되는 상이한 내하중재에 대한 기초판에 작용되는 적합한 수직 하중의 기준치

내하중재	허용 하중(kN)	
	150 x 150mm	250 x 250mm
높은 밀도의 모래	9	27
중간 밀도의 모래	6	18
낮은 밀도의 모래	2	6
딱딱한 진흙	5	15
단단한 진흙	2.5	7.5



그림 22 대형 천막용 골조 기초판 예



그림 23 바닥 기초 판 예



그림 24 버팀목 사용 예

5.7 지반 앵커

전용 지반 앵커는 여러 가지 종류로 사용할 수 있다. 지반 앵커의 제조업체들은 대체로 각종 토양에 대한 안전 사용 하중 데이터를 제공한다. 이러한 허용 하중은 크게 변동할 수 있다는 점에 유의하도록 한다. 지반 앵커는 유자격자가 설계해야 하며 제조업체의 제반 지침 및 권고 사항에 따라 설치하도록 한다.

5 지반 및 현장 상태와 무대 바닥 강도

지반 앵커는 정확하게 설치하기가 어려울 수 있다. 이 때문에 편심이 발생할 수 있으며 이러한 편심은 설계도에서 설명해야 하는 구조물 또는 기초부의 굽힘 모멘트를 일으킨다.

여러 가지 토양에서 지반 앵커의 효과가 가변적이라는 점을 감안할 때 앵커의 내하중 능력에 대한 신뢰 여부는 검사(예를 들면, 교정된 하중계를 장착한 지게차를 이용)를 통해 결정할 수 있다. 그러한 검사는 지반 앵커가 견뎌내야 하는 하중의 작용 방향에서 실시하도록 한다. 허용 인장 하중을 측정해야 할 경우, 이러한 방법을 이용해 파괴 하중에 적절한 안전 계수를 적용하도록 한다.



그림 25 지반 앵커

5.8 경사지

어떤 장소가 경사진 곳이거나 높낮이의 기복이 있을 경우, 해당 지반은 평탄화가 가능한 곳이어야 하며 해당 구조물은 고르지 않은 지반 문제를 해결하기 위해 개조가 가능해야 한다. 지면이 평탄하지 않거나 약간의 기복이 있으며 구조물을 설치할 기초 지반을 비스듬하게 설정할 수 없는 경우, 인위적으로 평탄화된 지반이 제공되어야 한다. 지반을 계단 형태로 깎아내거나 차단목을 이용해 들보 버팀목을 경사면 위에 설치하면 이처럼 평탄한 지반을 제공할 수 있는데, 여기서 차단목은 경사면에 맞게 설계되어 있으며 직립판을 위한 개별 기초부를 형성하기 위해 침목에 고정된 형태여야 한다.



그림 26 경사지 예



그림 27 계단 작업 예

하나의 층계면에 조성된 토대부의 내하중 능력은 주변 지반의 기울기에 따라 저하된다는 사실에 유의하도록 한다. 이러한 내하중 능력의 저하는 설계 시 고려하여야 한다. 경사지의 안정 여부는 유자격자가 점검하도록 한다.

구조물이 지면과 충분히 고르게 닿을 수 있도록 주의를 기울여야 한다. 지반의 함몰부는 흙으로 메워야 하며 밀도가 낮은 재료는 압착시켜야 한다. 지반이 고르지 않으며 상당한 범위에 걸친 지반이 쌓여짐이 있는 경우, 지반이 안정된 상태를 유지하도록 주의를 기울여야 한다.

어떤 현장이 경사진 곳이거나 혹은 조망용 플랫폼을 높여야 할 경우, 구조물 본체를 지지하는 조립식 하부 구조물이 종종 사용된다. 앞서 설명한 버팀목 또는 격자형 버팀목 등에 대한 제반 요건은 하부 구조물에도 똑같이 적용되며 다만 이러한 하부 구조물과 상부의 구조물 본체 간 상호 연결을 고려하도록 한다. 이러한 두 요소의 설계는 올바른 하중 전달 경로(수직 하향 하중, 상향 하중 및 측면 하중)를 유지하면서 두 요소 간에 필요한 연결이 이루어질 수 있도록 충분히 조정되어야 한다. 여기서 중요한 것은, 1명의 유자격자가 각종 설계를 조정해야 할 전반적인 책임을 담당한다는 점이다.

5.9 현장 배수 설비

임시 조립 구조물의 설치 장소는 가능하다면 홍수의 영향을 받지 않는 안전한 곳에 선정하도록 한다. 그 이유는 이러한 홍수가 지반의 하중 능력을 저하시키거나 지지 구조물 아래의 지반을 침하시킬 우려가 있기 때문이다. 구조물을 설치하기 위해 선정된 장소는 가능하다면 물로 인해 지반이 약화 내지 침식될 우려가 있거나 지반의 침하작용을 일으킬 우려가 있는 구역에 위치해서는 안 된다. 이러한 위치 선정이 불가피한 경우, 구조물을 설치하는 시간 동안 지반이 약화되는 것을 방지할 수 있도록 충분히 깊고 넓으면서도 적절한 경도를 가진 기초부를 시공하도록 한다.

지붕 구조물에 우수관을 배치할 경우, 각별한 주의를 기울여야 한다. 우수관의 빗물은 가능하다면 구조물을 지지하는 곳으로 부터 충분히 떨어진 곳에서 배출되어야 한다.



그림 28 우수관 설치 예



그림 29 우수관 설치 예

5.10 검사

구조물을 설치한 후에는 이동, 변위 또는 부등 침하가 발생했는지 여부를 확인하기 위해 구조물과 지반을 수시로 점검하도록 한다. 하중 능력이 저하되거나 또는 과하중 현상이 발생할 경우, 침하가 발생할 우려가 있다. 가설 구조물의 강성 때문에 일부 버팀목이 토양에 작용하는 하중을 차단하지 못해 구조물이 서로 인접해 있지 않은 지지부 사이에 놓인 상태로 방치될 경우, 과하중 현상이 발생할 우려가 있다. 구조물의 이동이 발생할 경우, 지반의 교정 작업을 실시해야 한다. 이 과정에서 재포장 및 고르기 작업이 필요하거나 혹은 또 다른 종류의 기초부를 설치해야 할 필요가 있다. 재포장 또는 고르기 작업을 수행하는 계약자는 전반적인 안정성을 저해하지 않으면서 교정 작업을 진행할 수 있도록 해당 구조물이 지반에 하중을 안전하게 전달할 수 있는 대체 하중 전달 경로를 갖고 있는지 여부를 점검하도록 한다.

5.11 무대 바닥 강도

무대바닥은 출연자들의 활동과 공연에 필요한 자재들의 하중이 집중되는 요소이기 때문에 일정 이상의 강도는 필수적이다. 또한 한쪽에만 과한 하중이 실리지 않도록 공연 감독자가 공연을 기획해야 한다.

좋은 무대 바닥을 만들기 위해서는 많은 요소와 조건이 필요하다. 바닥재는 기초 구조물에 견고하게 부착되어야 한다. 트랩 도어가 설치되는 경우, 트랩 도어의 각 부분은 일반적인 하중 사양을 충족시키도록 견고하게 제작되어야 하고 무대 마루에 튼튼하게 설치되어야 한다. 무대 바닥으로 쓰이는 재료는 온도나 습도, 그 밖에 조건들에 의해 발생하는 변화를 견딜 수 있어야 한다. 하중이나 진동과 같은 다양한 물리적 외력에 의한 처짐이나 팽창은 규정된 범위내로 한다.

처짐율은 길이의 1/360을 넘지 않아야 한다.

다음은 영국극장기술인협회(ABTT)에서 발행한 “공연장에 대한 기술 규격2015”의 127페이지에 수록되어 있는 무대 바닥 분포 하중의 권장 최저 설계 하중이다. 하지만 이 표는 실내 공연장에 대한 설계하중을 나타낸다. 따라서 야외공연의 용도를 감안하고 이 표를 참조하여 무대 바닥 하중을 설계하도록 한다.

표 18 야외 공연장에서 사용되는 무대바닥, 고정식 조명봉, 그리드의 최저 설계하중

	대부분의 극장, 교육시설, 소극장	큰 무대가 있는 극장 및 공연장	오페라 하우스, 대형 레파토리 극장
무대 바닥: 분포 하중	5kN/m ²	7.5kN/m ²	10kN/m ²
한 변이 300mm인 정사각형 위에서 측정된 점 하중 (point load)	3kN	4.5kN	7.7kN
고정식 조명봉	45kg/m	50kg/m	65kg/m
	무빙라이트의 하중을 포함한다.		
그리드(Grids)	영구적으로 설치한 플라이 시스템에 의해 적용되는 설계 하중을 제외한 2.5kN/m ² 의 최저 분포 하중		

6

설치, 검사 및 해체

6.1 설치

6.1.1 설치 계획

임시 조립 구조물의 주요 설치 단계들은 설계 과정에서 확인하도록 한다. 구조물이 설치 도중 전복되는 사고를 방지하기 위한 충분한 대책 마련의 일환으로 임시 버팀목 또는 버팀 받줄을 사용할 필요가 있으며, 이러한 대책들은 현장 작업자들에게 작업전 충분히 전달하도록 한다. 설치계획서 시공 계획서를 도면과 함께 작성하여야 한다.

설계 도면은 구조물의 모든 주요 구성 부품들을 파악하고 이를 해당 설치 장소에 이송하기 위한 일정을 계획할 수 있도록 충분히 구체적으로 작성되어야 한다. 모든 구성 부품들은 성능을 저해하지 않으면서 가능한 한 쉽게 식별할 수 있도록 별도의 표시로 구분해야 한다(페인트 마킹 또는 스탬프 등). 구성 부품의 이송은 계획된 설치 순서에 따라 설치를 진행할 수 있도록 이루어져야 하며 해당 도면에는 현장 위치 역시 표시되어야 한다.

설계자는 구성 부품의 조립 시 허용 오차를 규정하도록 한다. 구조물 연결부의 경우, 편심을 최소화할 수 있도록 각별히 유의해야 한다. 이러한 점에서 비스듬한 버팀대는 종종 문제가 된다. 설계 시 이론상의 힘의 방향에 따라 커넥터와 커플러의 크기 및 규모를 반드시 감안할 수 있도록 설계되어야 한다.

6.1.2 현장 설치 작업

※ 구조물의 설치

구조물은 제공된 시공 계획서와 도면에 따라 안전하게 설치하도록 한다.

모든 컨트롤리지, 임시 버팀 받줄 및 시공 계획서에서 명시하고 있는 그 밖의 임시 지지물은 작업자의 안전을 고려하여 설치하여야 한다.

올바른 구성 부품을 올바른 장소와 방향에서 사용하는 것에 유의해야 한다. 모든 구성 부품들은 신중하게 조립해야 한다. 각 부품을 억지로 끼워 맞추기 위해 휘거나, 뒤틀거나 혹은 변형해서는 안 된다. 특히 연결 부위의 체결 상태에 각별히 주의해야 한다.

볼트 및 그 외 커넥터를 체결할 경우, 제조업체의 권장 사항에 따른 토크를 가해 이들 부품을 체결하도록 한다.

지정된 모든 이음부와 버팀대는 올바르게 설치될 수 있도록 주의를 기울여야 한다. 그리고 설계자의 확인 없이 구조물 설치 현장에서 지정된 설계 이외의 변경, 개조 등이 이루어져서는 안 된다.

※ 하부 구조물

구조물의 설계에서 기초판과 지반 간 수평 마찰 저항을 활용할 경우, 설계상의 제반 추정치 상에서도 적합할 수 있도록 주의를 기울여야 한다.

이러한 종류의 구조물은 동적 하중의 영향을 받기 쉽다. 균중에 의해 유발된 동적 하중이 발생할 것으로 예상되는 경우, 마찰 저항을 고려하여 지지하는 것 보다는 구조물을 떠받치는 구조물 기둥 전체 폭에 수평 이음보를 설치하는 것이 바람직하다.

※ 비계 구조물

불균일 또는 표면이 고르지 않은 지형을 극복하기 위해 또는 그 밖의 환경에서 비계(튜브 및 부속품) 구조물을 설치해야 할 경우, 조립 시 다음과 같이 수정된 허용 공차를 적용하도록 한다.

- 수직 높이 2 m를 기준으로 할 때 8 mm의 허용 오차 범위 내에서 수직을 유지해야 하며 각종 외력으로 부터의 변위는 구조물의 전체 높이에 걸쳐 최대 25 mm 이내여야 한다.
- 수직 구조물은 상부 부재 위로 상승해서는 안 되며 혹은 최하단의 부재 아래로 300 mm 이상 확장되어서는 안 된다.
- 튜브는 엇갈리게 놓여진 부재 부근에서 이음매를 가져야 하며 그러한 이음매들은 압축 부재에서 슬리브 커플러 또는 그 외 적절한 수단을 이용해 결합하도록 한다. 큰 장력 하중이 발생할 경우, 이음매를 접합해야 할 수도 있다. 결절점에서 각 튜브의 중심선 간 간격은 가능한 한 200 mm 이내로 좁혀야 한다.
- 바닥판은 길이 500 mm 당 최대 15 mm의 허용 오차 범위 내에서 수평으로 설치하도록 한다. 혹은 수평 지반을 얻기 위한 기울어진 바닥판에 스윙블 풋 또는 블록을 조립한 상태에서 표준 규격에 따라 이 경사면에 바닥판을 설치할 수 있다. 이 경우, 바닥판은 경사면에서 아래로 미끄러지는 것을 방지하기 위해 멈춤턱에 맞댄 상태에서 설치해야 한다.
- 임시 조립 구조물을 지지하는 부재들은 길이 3 m를 기준으로 할 때 15 mm의 허용 오차 범위 내에서 수평을 유지해야 하며 총 편차는 최대 50 mm 이내여야 한다.

위치 조정용 장치로 고안된 비계장선 결합용 커플러(putlog coupler), 랩오버(wrap-over), 펜스 커플러(fence coupler) 및 그와 유사한 부품들은 구조물 연결 작업에 사용해서는 안 된다.

규격에 명시된 허용 오차 요건을 준수해야 할 필요성을 인식하는 것이 중요한 이유는 이러한 구조물을 제대로 설치하지 않은 현장에서 여러 가지 붕괴 사고가 발생했기 때문이다.

단위 부품 조립식 구조물과 시스템 비계의 경우, 설치 절차가 더 번거롭더라도 구조물 조립 시 허용 오차에 대한 제조업체의 권고 사항들을 준수해야 한다.

※ 버팀대와 연결부

필요한 모든 버팀대와 그 밖의 구성 부품들은 조립 작업을 진행시 결합하도록 한다. 버팀대는 모든 설치 단계에 걸쳐 구조물을 안정된 상태로 유지할 수 있도록 배치해야 한다. 구조물과 연결용 구성 부품의 체결 상태 여부를 확인하기 위해 점검을 실시하도록 한다. 체결요소를 체결하지 않은 상태에서 외력을 받았을 때에는 구조물의 안전성의 불안전 상태가 발생 할 수 있다. 따라서 세부적인 설치 규정에 준수하여 설치하여야 한다.

※ 작업자의 안전

구조물 시공 작업에 종사하는 작업자 안전에 관한 기준을 준수하도록 한다. 추락 방지 장비를 포함하는 개인안전장비(Personal Protective Equipment)를 적절한 범위 내에서 사용하도록 한다. 설계도에서는 구조물의 적절한 고정 지점들을 구분하도록 한다.

또한 고소작업 시 작업장 주위에 위험표지를 설치하며, 악천후(강풍, 비, 눈)시에는 작업을 중단해야 한다. 그리고 추락의 위험이 있는 곳에서는 가능한 한 추락방지망을 설치하는 것이 좋다.

※ 구조물 검사

임시 조립 구조물의 안전성을 유지하려면 반드시 검사를 실시해야 하며, 여러 단계에 걸친 검사를 수행해야 한다. 또한 이러한 검사를 실시해야 할 책임은 주로 계약자에게 있다. 또한 발주자, 안전 관리 담당자 및 해당 시·군청에서 검사를 실시할 수도 있다.

구조물 설치 과정에서 계약자는 설계상의 내용들을 검증하고 설계도와 함께 제공된 문서의 요건에 따라 작업이 실시되고 있는지를 확인하기 위해 정기적인 검사를 실시하도록 한다. 초기 검사 단계에서는 시공 기준 설정 및 현장 준비에 중점을 두어야 한다. 후속 검사에서는 구성 부품(특히 버팀대 부재)의 방향 및 위치, 임시 지지물의 사용 여부 그리고 적합한 커넥터, 커플러 및 부속품의 올바른 설치 여부를 각각 점검해야 한다.

모든 검사 작업은 별도의 문서에 기록하도록 한다. 또한 그러한 검사 작업을 수행하기 위해 현재까지 확인 및 합의된 교정 조치들을 특별히 참조하도록 한다.

발주자는 일련의 모든 설치 문서 자료를 제공받아야 한다. 특별한 안전 조치들을 취해야 할 위치를 제시해야 할 경우, 주요 설치 단계들을 강조하도록 한다. 계약자는 구조물의 설치 및 후속 사용 중 어떠한 단계에서도 발주자의 안전 관리 담당자에게 구조물을 검사할 것을 요청하는 것이 가능하다.

계약자는 구조물 준공 상태의 안전성을 입증할 문서상의 증거를 제공하여야 하며 구조물의 안전성 확인을 위한 검사 결과로서 필요하다고 판단되는 모든 교정 작업을 실시해야 한다.

※ 해당 시·군청

해당 시·군청으로부터 허가를 취득해야 할 경우, 해당 가설 구조물의 조립에 관한 일련의 문서 자료들을 해당 시·군청의 담당 검사관에게 제공해야 하며 담당 검사관은 모든 단계에서 해당 구조물을 검사할 수 있다. 구조물 시공 현장의 준비 및 조립이 완료된 구조물에 대해서는 각별히 유의하도록 한다. 검사관은 이전 검사 내용을 승인하고 있는 모든 문서의 사본을 요구할 수 있다.

6.1.3 설치 검사

구조물의 설치가 완료된 후에는 유자격자가 해당 구조물에 대해 설치 검사를 실시해야 한다. 검사를 실시한 후에는 현장에서 전체 구조물을 체계적으로 점검해야 한다. 이러한 점검 과정에서는 수시로 참조할 수 있는 도면 및 대조표를 활용하도록 한다. 검사 과정에서는 다음에 사항들을 점검하도록 한다.

- 설계 시 요구되는 허용 오차의 범위 내에서 시공 기준 설정 여부.
- 기반부가 적당한 지 여부, 기반부가 흔들리지는 않는지 여부 그리고 기반부를 비롯한 지지 구조물의 하단부가 충돌, 사고, 교통, 지반의 연마, 침식 또는 그 밖의 원인으로 인해 파손될 우려는 없는지 여부.
- 제공된 바닥판이 적절한지 여부, 바닥판의 수평 및 지지부 상태 적절 상태 여부, 침하를 보이지 않는 지반에 바닥판을 올바르게 설치했는지 여부.
- 각 부재를 설계에 적합한 배치 및 연결 여부
- 조정 가능한 구성 부품을 확장하는 작업에서 기준 한도를 초과했는지 여부.
- 필요한 모든 구성 부품, 핀, 볼트, 너트, 클립 등이 올바른 사양으로 조립되어 있으며, 안전물의 표기되어 있는지 여부 확인
- 모든 구성품의 고정 및 풀림 방지 조치 여부 및 풀림 상태 확인 여부.
- 좌석 및 가드레일 등이 설치 및 고정 상태 여부.
- 구조물을 수리하는 과정에서 결함 요소가 발생하지는 않는지 여부, 설계도에 명시되어 있지 않은 하중

이 발생하지는 않는지 여부.

- 계약자가 어떤 구조물 내에서 비계용 튜브 및 부속품을 활용할 경우, 비계 부속품에 대해 실시해야 할 점검의 범위를 계약자와 발주자 간에 합의했는지 여부. 계약자와 발주자는 검사해야 할 부속품의 수, 제반 검사 요건, 작성해야 할 문서 기록 및 고장 확률(%)에 대해 모두 합의해야 하며 고장이 발생한 모든 부속품은 교체하도록 한다.

이러한 검사에서는 실제 설치 작업이 계약자가 공급한 설계 문서 요건에 부합하는지 여부를 점검해야 한다. 모든 편차는 서류상으로 기록하여 보관한다. 검사 결과는 별도의 문서에 기록하며 결함을 교정하기 위한 조치를 취하도록 한다. 검사에 이상이 없다면 이를 발주자에게 통보해야 하며 검사 완료 확인서도 작성하도록 한다.

완공된 구조물에 대한 검사를 실시한 후, 외부에 의한 외력 등으로부터 구조물을 안전하게 보호하도록 한다. 가설 구조물 아래로 무단 접근하는 행위는 결코 허용해서는 안 된다.

유자격자는 구조물을 사용하는 동안 각 구조물을 검사해야 하며 검사 빈도는 행사의 성격에 따라 결정하도록 한다. 어떤 구조물이 한시적으로 계속 사용될 경우 구조물을 매번 사용하기 전에 검사를 실시하도록 한다.

6.2 해체

임시 조립 구조물의 경우, 구성 부품을 재사용하는 경향이 높기 때문에 구조물 해체 작업은 중요한 비중을 차지한다. 구조물 해체 팀과 그 외 작업자들의 안전을 확보할 수 있도록 유의해야 한다.

주요 설치 단계들은 설계 과정에서 미리 확인해야 한다. 가장 안전한 구조물 해체 계획은 대체로 설치 절차를 역순으로 진행하는 것이다. 따라서 구조물을 설치하는 데 사용되는 모든 임시 버팀 받침은 구조물 해체 시에도 사용해야 한다. 구조물 해체 작업 중에는 이 버팀 받침을 사용해 구성 부품의 휨, 뒤틀림 또는 과응력을 방지해야 한다.

구조물을 사용하는 과정에서 구조물에 경미한 파손이 발생했을 가능성이 있으며 파손된 구성 부품은 구조물 해체 작업 시 쉽게 확인할 수 있도록 미리 별도의 표시로 명확하게 구분해 두어야 한다. 구조물 해체 과정에서 계약자는 모든 구성 부품에서 마모, 변형 또는 그 밖의 파손을 나타내는 징후들이 있는지 검사해야 한다. 파손된 구성 부품 또는 임시 수리 중인 구성 부품들은 현장 밖에서 불합격 처리 또는 수리를 위해 따로 보관하도록 한다.

6.3 구성 부품의 검사

6.3.1 구성 부품의 반복적인 사용

임시 조립 구조물을 반복해서 사용하게 되면 일반적인 마모 및 인열 현상이 불가피하게 발생하며 취급, 수송, 조립 및 해체 과정에서 파손 또는 뒤틀림이 발생할 수 있다. 계약자는 아래에 열거한 각 상황에서 임시 조립 구조물에서 사용할 모든 구성 부품들 (설치용 보조 장비 및 구조물 자체에 포함된 구성 부품)을 절차에 따라 수시로 검사해 마모, 변형 또는 그 밖의 파손 징후들을 확인하도록 한다.

- 구성 부품을 창고에 배치하는 경우
- 현장에 도착 시 혹은 구성 부품 하역 중
- 구조물 조립 중
- 구조물 사용 중
- 구조물 해체 중
- 창고에 다시 도착 시

구성 부품은 여러 번 재사용할 수 있기 때문에 파손 또는 부식된 구성 부품을 식별할 때 각별한 주의를 기울여야 한다. 구조적 성능을 저하시키거나 저하될 우려가 있는 모든 구성 부품들은 불합격 처리하도록 한다. 파손 또는 열화는 교정하여 사용하거나 수리가 불가능하거나 많은 비용이 소요될 경우, 구성 부품을 교체하도록 한다. 파손되었거나 결함이 있는 구성 부품은 별도의 표시로 명확하게 구분해야 하며 가능한 한 빠른 시일 내에 현장에서 제거하도록 한다.

예비용 구성 부품들은 필요한 수리 작업을 신속하게 진행할 수 있도록 즉시 공급해야 한다. 그리고 최대한 임시 용품들을 사용하는 임시 수리 작업은 피해야 한다.

일반적으로 파손의 범주에 포함되는 경우들을 열거하면 다음과 같다.

- 튜브 및 조립식 구성 부품: 부식, 균열, 변형, 주름, 끝이 갈라지는 현상, 평평하지 않거나 직각을 이루지 않는 끝부분, 용접 결함.
- 커넥터, 커플러, 부속품: 변형, 뒤틀림, 나사산 파손.

6.3.2 비계 구성 부품

표면의 녹이 벗겨지거나 심한 흠집이 날 정도로 부식된 비계용 강관의 경우, 모든 변색된 계

료를 깨끗이 제거하도록 한다. 이 때, 비계용 강관의 바깥 지름을 측정해야 하며 최소 75 mm 기준과 대조해 점검하도록 한다. 이유는 이 부분이 강관의 나머지 부위보다 더 많이 부식되는 경향이 있기 때문이다.

비계용 강관은 균열이 없어야 하며 강관의 양단은 직각으로 절단되어 있고 매끄러워야 하며 거칠게 절단된 면이 없어야 한다. 부분적으로 절단되었으며 잘못된 사용으로 인해 심하게 변형되었거나 주름이 생긴 강관의 부분은 완전히 절단한 후에 폐기하도록 한다. 끝부분이 얇아졌거나 갈라진 강관들은 적절한 크기로 줄이도록 한다. 휘어진 강관은 5 mm 이상 편차를 보이지 않도록 곧게 펴져있어야 한다.

검사 시 각 부속품을 검사하도록 한다. 어떤 부속품이 파손되어 사용시 효율을 저하시키면 해당 부속품을 사용해서는 안 된다. 모든 파손은 수리 또는 교체를 통해 교정해야 하며 이러한 교정이 여의치 않을 경우, 해당 품목을 다시 사용하지 못하도록 조치를 취해야 한다.

기초판의 경우에는 용접부의 결함 여부, 기초판과 기둥의 직각 여부 및 판재가 평평한지 여부를 각각 점검하도록 한다.

조립식 구성 부품의 경우에는 파손, 뒤틀림 및 용접부 결함 여부를 각각 점검하도록 한다. 결함이 있거나 의심되는 품목들은 수리와 함께 치수 검사를 실시해야 하며, 차후 사용 시 만족스럽게 결합될 수 있도록 지그(고정 장치)로 옮기도록 한다.

부품의 열화 및 우발적 파손을 최소한으로 줄이려면 모든 부품을 보관할 때 뒤틀림을 방지할 수 있도록 주의해야 하며, 열화 현상을 적절한 수준으로 차단해야 한다.

6.3.3 반복적으로 사용되는 구조물용 구성 부품의 검사

사용자 및 소유주에게 요구되는 최소한의 검사 절차 및 기준들을 설명하고 있다. 이는 기준 목적으로만 규정되어 있으며 무대 및 보조 구조물의 시공 시 사용되는 구성 부품을 포함한 모든 부품들에 대해 설명하고 있다. 사용자와 소유주는 특정 검사 절차와 관련해 제조업체 또는 유자격자에게 조언을 구해야 한다.

검사는 크게 2가지 유형 즉, 수시 검사와 정기 검사로 나누어 볼 수 있는데 이러한 검사들은 표 3에 나열된 제반 절차에 따라 실시하도록 한다. 정기적으로 사용되는 구조물의 경우, 아래에 설명된 바와 같이 수시 검사 및 정기 검사를 실시하도록 한다.

수시 검사는 검사 결과에 관한 기록을 보존할 필요가 없는 육안 검사를 가리킨다. 1개월 이상의 기간 동안 사용되지 않는 구조물용 구성 부품의 경우에는 수시 검사를 실시해야 한다.

정기 검사는 검사 결과에 관한 기록을 보존해야 하는 육안 검사를 가리킨다. 모든 구조물용 구성 부품은 신제품 또는 중고품 여부에 관계없이 제조업체로부터 구입 또는 인수 시 정기 검

사 절차에 따라 검사 후에 기록되어야 한다.

1년 이상의 기간 동안 사용되지 않는 구조물용 부품의 경우, 정기 검사를 실시해야 한다. 정기 검사는 이동하지 않는 고정된 환경에서 영구적으로(즉, 28일 이상 사용 구조물) 설치된 모든 구조물용 구성부품들을 대상으로 실시해야 하며, 검사 빈도는 일반적인 사용 조건을 확인하여 결정하도록 한다.

정기 검사는 구조물이 주변 환경에 노출되어 설치된 모든 구성 부품을 대상으로 3개월에 한 번씩 실시하도록 한다. 그리고 실시되는 모든 검사는 서명 및 날짜를 명시하도록 한다.

어떤 구조물용 구성 부품이 육안 상 파손이 눈에 띄거나 파손된 부품을 포함하고 있는 것으로 의심될 경우, 육안 상으로 관찰되는지 여부에 관계없이 해당 구성 부품의 사용을 중단하고 별도의 표시를 통해 구분하도록 한다. 유자격자는 이러한 구성 부품에 대해 평가를 실시하도록 한다. 수리가 불가능한 것으로 판단되는 파손된 구성 부품은 사용을 중단해야 하며 부품의 상태를 육안 상 명확하게 확인할 수 있도록 별도의 표시를 통해 구분하도록 한다.

구분된 부분 및 부품은 유자격자를 제외한 그 밖의 인원들이 수리를 실시해서는 안 된다.

표 19 반복적으로 사용되는 구조물에 대한 검사 절차(계속)

구분	수시 검사 절차	정기 검사 절차
검사 주기	수시 검사는 유자격자가 실시해야 하며 구조물을 사용하기 전 및 사고 발생 후에 실시하도록 한다.	정기 검사는 유자격자가 실시해야 하며 적어도 매년 1회 이상 실시하도록 한다. 모든 구조물용 부품들은 검사 중에는 사용을 중단하도록 한다.
구분	검 사 항 목	
기본 부재	- 압흔 - 휨 - 마멸	- 압흔 - 휨 - 마멸
보조 부재	- 압흔 - 휨 - 마멸 - 멸실 또는 커넥터의 분실	- 압흔 - 휨 - 마멸 - 멸실 또는 커넥터의 분실
연결판	- 평탄도 - 결합구의 변형 또는 과도한 마모	- 평탄도 - 결합구의 변형 또는 과도한 마모 - 부식

고정된 커넥터	- 변형	- 과도한 마멸 - 연결용 핀 홀의 변형 - 연결 방법
용접부	- 균열 및 마멸	- 육안 검사 시 균열 관찰 - 모든 용접부 - 육안 검사 시 마멸 관찰 - 모든 용접부 - 유자격자는 결함이 있다고 판단 내지 추정되는 모든 용접부에 대해 염료 침투 검사를 실시하도록 한다.

표 20 반복적으로 사용되는 구조물에 대한 검사 절차(계속)

구분	수시 검사 절차	정기 검사 절차
패스너 (전용 1/4회 전 패스너, 볼트, 핀)	올바른 등급 사용 여부 - 반드시 일치해야 함 - 변형 - 과도한 마모	- 올바른 등급의 패스너 사용 여부 - 반드시 일치해야 함 - 패스너의 변형 여부 - 과도한 마모
구조물용 부품의 구조	- 구조물용 부품의 비틀림 - 구조물용 부품의 직각 단면 - 구조물용 부품의 휨	- 구조물용 부품의 비틀림 - 구조물용 부품의 직각 단면 - 구조물용 부품의 휨 - 스위프(sweep) - 캠버(camber)

7 풍하중(WIND LOADING)

7.1 서론

7.1.1 일반 사항

본 절의 첫 번째 부분은 분리식 가설 구조물에 속하는 특별 관람석, 무대 및 보조 구조물이 풍하중을 견딜 수 있도록 이를 설계하고 운용 관리하는 절차에 관한 기준을 제시하고 있다. 풍하중을 견딜 수 있는 천막 및 대형 천막의 설계 및 관리는 7.3절에서 설명하고 있다.

각 설계 문서는 돌풍 발생 시 구조물이 안정된 상태를 유지할 수 있는 한계점에 해당되는 최대 풍속을 명시해야 한다.

7.1.2 기본 원칙

모든 구조물은 내부 및 외부에서 작용하는 하중(외력)을 안전하게 견딜 수 있도록 설계해야 한다. 극단적이거나 비정상적인 사고에 따른 위험 요소를 고려해야 한다는 것을 제3절에서 설명하고 있는데 여기서 '바람'은 설치, 해체 단계 및 운용 단계에서 잠재적인 위험 요소로서 강조되고 있다. 운용 시 돌발사고 대응 계획을 마련해야 할 필요성은 제5절에서 설명하고 있는데 여기서는 '위험 평가'와 '주요 사고 대응 계획'에서 명시하고 있다

구조물 설계를 완료하려면 구조물에 작용하는 외력(force)을 측정할 필요가 있다. 이러한 외력은 풍력을 비롯해 구조물에 작용하는 하중(예: 구조물의 사하중에 의한 수직 하중, 동하중, 가상 수평력 등)을 포함한다.

구조물에 작용하는 외력과 구조물의 기본 배치를 결정한 경우, 지반에 작용하는 반발력과 구성 부품의 강도 등의 확인을 통하여 구조물을 분석할 수 있다. 분석을 실시한 후 구성 부품과 기반부의 사용 적합성을 검사할 수 있다.

구조 분석을 실시할 경우, 여러 가지 하중 조건을 고려하여 확인해야 한다. 강재 또는 알루미늄 재질의 프레임을 설계할 경우, 규정된 '재료 및 하중 계수'를 적용해야 한다. 이들 계수는 한계 상태 설계에서 사용되며 구조물에 요구되는 안전율을 제공한다. 위험 평가를 신중하게 실시하지 않은 상태에서 가설 구조물에 대해 이러한 '안전 계수'들은 정확하게 지켜져야 한다.

비정기적인 구조물을 설치할 경우, 기반부는 구조물에서 작용하는 수직력과 수평력에 반발하게 된다. 구조물에 작용하는 수직력은 반대 방향(negative; 상향력)으로 작용할 수 있기 때문에 기반부는 사하중만을 이용하거나 혹은 마찰 말뚝, 캔틀리지 또는 그에 준하는 장비를 이용

해 상향력에 대한 반발력을 형성해야 한다. 분리식 가설 구조물을 설치할 경우에는 매년 동일한 형식의 구조물을 사용하지 않는 한, 임시 기반부(예: 콘크리트 패드)를 거의 사용하지 않는다. 임시 기반은 구조물에 작용한 하중에 대해 반발력을 형성해야 하며 상향력이 작용할 경우에는 지반 앵커나 켄틀리지를 통해 지반을 보강해야 한다. 표 3은 풍력이 구조물에 미치는 영향을 평가할 때 고려해야 할 하중 사례들을 제시하고 있으며 충분한 구조 설계를 완료하기 위해서는 그 밖의 복합적 사례들도 고려할 필요가 있다.

표 21 풍력이 구조물에 미치는 영향을 평가하기 위한 하중 사례

하중 사례	목적	사하중(Gk)	동하중(Qk)	풍하중(Wk)	가상 하중(kN)
W1	기반부	1.2	1.2	1.2	1.2
W2	기반부	1.0	0.0	1.4	0.0
W3	변형	1.0	1.0	1.0	1.0

참고 : 현장에서 예상되는 수준보다 낮은 사용 시 풍속을 선택할 경우, 이 수치는 상기에 열거한 각 경우에 한해 선택적인 풍하중 관리 방법과 함께 사용할 수 있다. 이 표에서 '가상 하중(Notional load)'은 표 12에 주어진 특별 관람석에 대해 규정된 각 수치를 가리킨다. 그 밖에도 동하중을 전달하는 유형의 분리식 가설 구조물의 경우, 가상 수평 하중을 적용하도록 한다.

모든 구조물은 전복 사고를 방지하기 위해 충분한 안전 계수를 유지해야 한다. 상기에 열거한 각 하중 사례를 분석했을 때 구조물을 지지하는 버팀 기둥(지주) 내에 장력이 존재(즉, 고정된 바닥 받침에 작용하는 반발력)할 경우, 지반 앵커 또는 켄틀리지를 제공해야 한다. 이러한 제반 요건을 결정하려면 그에 따른 극한 하중에 대해 안전 계수들을 다음과 같이 규정해야 한다.

- 기계식 지반 앵커
- 순수한 수직 하중을 견디며 마찰력에 의존하지 않는 켄틀리지
- 경사 하중을 견디며 마찰력의 의존하지 않는 켄틀리지

켄틀리지는 조절이 용이하여 비교적 낮은 안전 계수가 규정되고 있다. 기계식 앵커는 구조물 설치 현장의 구역에 따라 변동할 수 있는 지반 상태에 따라 좌우된다. 지반 앵커를 대규모로 사용할 경우, 현장 시험을 실시하여야 한다.

설치 현장의 유효 풍속(V_e)는 다양한 계수들을 이용해 계산할 수 있으며 이 V_e 값은 다음 식을 이용해 동적 풍압(q)의 값을 구하는 데 사용된다.

$$q = 0.613 V_e^2 \text{ [m/s]}$$

여기서, q : 동적 풍압, V_e : 유효 풍속

여기서 주목해야 할 한 가지 사실은, 동적 압력은 유효 풍속의 제곱과 상관관계가 있으며 이는 비선형적인 관계에 속한다는 사실이다.

풍속과 풍력을 고려할 경우, 사용되는 서로 다른 용어 및 값들을 구분할 필요가 있다. 일부 관련 요점들은 아래와 같다.

※ 풍속

돌풍은 구조물의 파손을 초래하기 때문에 설계 목적상 돌풍의 속도를 항상 입증할 필요가 있다. 풍속도는 전통적으로 해발 고도 10 미터의 '청정' 대기 중 풍속의 분포를 수치로 표시하고 있다. 돌풍 속도를 감안하기 위해서는 이러한 평균 풍속의 수치를 돌풍 계수에 따라 수정해야 한다는 점에 유의하도록 한다. 돌풍 속도의 분포는 큰 편차를 보일 수 있는데 예를 들면, 최대 20 미터의 고층 구조물에서 돌풍 계수는 구조물의 높이 및 지형에 따라 1.07~1.90의 분포를 보인다.

일반 설계에서 풍력 수치는 돌풍 속도가 1년에 2% 정도 초과할 확률을 가지고 있다는 것을 근거로 하고 있다. 따라서 충실히 설계된 모든 구조물은 일정한 시점에서 설계 수치를 초과하는 돌풍의 영향을 받을 가능성이 높다. 이는 일반적인 위험에 속한다고 볼 수 있다. 예를 들면, 대체로 풍력은 고려된 하중 조건에 따라 1.2배 또는 1.4배만큼 증가하게 되며 재료의 특성은 안전 계수를 통해 변경될 수 있다.

※ 바람의 물리적 영향

아래 표 22에서 B3, B4, B8등을 보퍼트 풍력 계급값이라 하며 이는 '청정' 대기 중 해발 10 미터의 고도에서 측정된 시간당 평균 풍속을 나타낸다.

돌풍의 풍속은 이러한 평균 풍속보다 훨씬 더 높을 것으로 예상된다(예: 최대 90%만큼 증가). 장시간 노출되는 관람 시설에 앉아 있는 자와 관계가 있으며 이에 따라 고려한 시간(즉, 1시간 30분~2시간)의 지표를 제시한다. 보퍼트 계급(보퍼트 풍력 계급값은 '청정' 대기 중 해발 10미터의 고도에서 측정된 시간당 평균 풍속을 나타낸다.) B4 및 B5를 고려해 보면, 옥외 좌석, 관람석 및 그에 준하는 설비가 바로 해당 풍속의 제반 조건 하에서 사용될 가능성은 희박하다는 사실을 이해할 수 있다. 그러나 이러한 풍속은 반드시 모든 유형의 행사를 포기해야 할 충분한 이유가 되는 것은 아니다. B8 조건의 경우, 돌풍 속도는 해발 10 미터의 고도에서 25 m/s를 초과할 가능성이 매우 높다.

표 22 착석 또는 기립 위치에서 단시간/장시간 노출 시 풍속의 범위

거동	허용	불쾌	위험
단시간 노출	B4 5.5~7.9 m/s	B5 8.0~10.7 m/s	B8 17.2~20.7 m/s
장시간 노출	B3 3.4~5.4 m/s	B4 5.5~7.9 m/s	B8 17.2~20.7 m/s

※ 일기 예보

TV 일기 예보에서는 약 17.2 m/s 이상에 달하는 평균 풍속을(단위(mph) '강풍력'이라 한다. 일기 예보에서는 대체로 '구조물 파손'의 위험을 경고하며 예상되는 돌풍의 속도를 알려준다. 일기 예보에서 알려주는 풍속은 야외의 평평한 지형 내 해발 10 미터의 고도에서 측정되는 풍속을 가리킨다. 야외공연장이 설치되는 해당지역의 일기 정보를 기상청 사이트 등의 경로로 실시간으로 확인하는 것이 좋다.

7.1.3 구조물 설계 원칙

7.1.3.1 기존 설비

적절한 하중 계수와 함께 모든 정상 하중(사하중, 이중 하중 등)을 적용하여 구조물을 분석하는 한편, 극한값을 확인할 때까지 풍하중의 수치를 점진적으로 증가시키는 모형을 만들어서 내풍력 능력을 결정하도록 한다. 이렇게 하면 허용 가능한 '최대 사용 풍력'의 값을 구할 수 있다. 제반 설계 원칙을 역으로 대체하면서 필요하다면 해당 규격을 출처로 하는 압력 계수들을 적용하면 동적 풍압(q)값을 구할 수 있으며 이 값을 알면 식을 이용해 '최대 유효 풍속'(약칭 $V_e \text{ max}$)을 계산할 수 있다.

현장 위치, 구조물 사용 시기 등을 알고 있다면 해당 장소의 유효풍속(V_e)값을 계산할 수 있다. V_e 값이 $V_e \text{ max}$ 값보다 적을 경우, 구조물은 사용하기에 안전할 것이다(그러나 이러한 예보상의 풍속이 가설 구조물의 설계상 능력을 초과할 확률은 동일한 장소를 조건으로 할 때 상설 구조물의 경우보다는 높기 때문에 예보상의 풍속을 예의주시하도록 한다).

V_e 값이 $V_e \text{ max}$ 값보다 클 경우, 해당 구조물은 풍속 감시 및 적절한 실행 계획을 병행하는 경우에만 사용하도록 한다.

상기의 설명을 근거로 할 때, 이미 알고 있거나 혹은 식으로 대체할 수 있는 그러한 계수를 사용해 $V_e \text{ max}$ 값을 계산할 수 있다면 기본 풍속(V_b)는 해당 설비의 다양한 구성에서 확인할 수 있다는 결론을 도출할 수 있다. 구조물 설계상의 배치가 복잡할 경우, 컴퓨터 프로그램을 사용하면 이러한 풍속의 조건에 더 쉽게 도달할 수 있다.

7.1.3.2 신규 설계

여기서 설계자는 다음에 열거한 2가지의 사항 중 하나를 선택할 수 있다.

- A : 구조물에 영향을 미칠 수 있는 최대 풍력에 대한 설계. 이러한 설계는 풍력의 영향을 억제하기 위한 상당한 크기의 사하중이 존재하는 몇몇 구조물용 프레임(크레인을 이용해 설치된)에서 실제로 적용할 수 있으며 다만 수동 설치 및 이송 속도가 가장 중요한 관건이 되는 경량의 구조물에서 이러한 설계에는 경제성이 거의 없다.
- B : 가설 구조물을 사용할 지리적 영역에서 허용될 가능성이 높은 사용 시 최대 돌풍 속도에 대한 설계. 예를 들면, 25 m/s의 최대 돌풍 속도에 대한 설계가 이 경우에 해당된다. 선택된 값은 동적 풍압(q)를 정상적인 방법으로 계산하는 데 사용되는 유효 풍속 V로 간주해야 한다.

기본 풍속도는 최소 기본 풍속이 20 m/s임을 보여주고 있으며 돌풍의 속도는 대체로 이 값을 상당한 폭만큼 초과할 수 있는 것으로 추정되고 있다. 계산된 적정 계수들이 유효 풍속을 계산하는 데 미치는 영향을 확인하려면 이러한 계수들을 해당 구조물에 적용해야 한다. 돌풍 계수는 기본 풍속 값을 증가시키는 경향이 있으며 제반 계절 요인은 25 m/s의 임계값 범위 내에서 유효 속도를 전달하기 위해 이 값을 감소시키는 방향으로 작용할 필요가 있다.

이 때, 고려해야 할 주요 요인들은 다음과 같다.

- 유사 시 특히 행사 진행 중 강풍이 더 거세게 불 경우, 행사장에서 일반 관람객과 현장 작업 인원들을 대피시킬 수 있는가?
- 최대 돌풍 속도를 초과할 경우, 구조물이 파괴될 가능성을 반드시 고려해야 한다.
- 하중을 저감하는 제반 조치(예: 외장재 등의 제거)를 실행할 수 있는가?
- 보조 버팀대 또는 캔틀리지를 추가해야 하는가?
- 바람에 의해 파편이 날릴 위험이 있는가?
- 출입 금지 구역은 실제 통제가 잘 되는가?

또한 여러 가지 종류의 가설 구조물이 설치된 현장은 행사 진행 시 사용 풍속은 현재 존재하는 구조물 중 가장 취약한 것을 통해 설정될 수 있다는 점도 인식하도록 한다(이는 여러 가지 상업적인 영향을 미칠 수 있다).

7.2 구조물에 작용하는 풍하중

구조물의 표준 구성 요소를 비표준적인 방법으로 활용(예: 강당, 천막 등 안네 앉아 있는 경우)하고 있는 모든 구조물은 반드시 '특별 구조물'로 간주해야 한다는 점에 유의하도록 한다.

모든 현수막과 외장재의 범위는 구조 설계에서 명확하게 규정하는 것이 중요하다. 현수막, 외장재 등을 구조물에 추가하면 구조물에 작용하는 풍하중이 크게 증가할 수 있으며 구조물이 전복 또는 붕괴할 위험 역시 그만큼 증가할 수 있다는 점에 유의하도록 한다.

7.2.1 특별 관람석

현실적으로 다양한 수준의 관람객 점유 정도에 따라 예상되는 하중 조합의 수는 거의 무궁무진하며 얽혀진 하중이 커질수록 바람에 의한 발생하는 외력 모멘트를 충분히 견딜 수 있다. 하중 조건들은 바람에 의한 구조물 쓰러짐 등의 영향을 고려하는 데 적용하도록 한다. 관람객이 없는 상황에서 관람석이 전복 사고에 취약한 것으로 확인될 경우, 앵커를 사용해 관람석 아래를 고정하거나 혹은 외장재 등을 제거하도록 함으로써 강풍이 불 때 풍하중을 저감할 수 있는 절차를 마련해야 한다. 출입 금지 구역은 어디까지나 최후의 수단으로만 간주하도록 한다.

관람석의 경우, 바람의 투과도가 다양한 것이 특징이다. 즉, 속이 비어 있지 않은 수직판을 포함해 단 높이가 150 mm인 관람석은 150 mm 높이의 다운스탠드와 150 mm의 틈새를 포함해 단 높이가 300 mm인 관람석보다 바람을 막는 효과가 훨씬 더 크다.

시험 데이터가 없을 경우, 바람을 막는 정도는 기존 경험 및 지난 데이터를 활용 한다. 아래에 제시한 범위 내에서 바람을 막는 정도는 실제 구성 요소의 치수에 대한 판단 및 지식에 따라 고려하여야 한다.

- 속이 비어 있지 않은 단으로 제작된 스탠드.90~100%
- 틈새가 있는 단으로 제작된 스탠드.50~75%

안전 그물 또는 시트 및 그 외 형태의 외장재가 미치는 효과도 함께 고려하도록 한다.

7.2.2 무대

무대는 상부 구조의 표면적이 비교적 넓기 때문에 거의 늘 관리가 이루어지는 구조물이어야 한다. 즉, 여기서는 바람이 중요한 관건에 속하며 외풍 관리 절차는 필수적이다.

실제로 무대 구조물은 각 행사장에서 동일한 형식으로 설치될 수 있도록 특별히 설계되어야 한다(즉, '회용' 무대는 특별 구조물로 간주해야 한다.) 무대의 구조물은 설치에서부터 해체에 이르기까지 행사 전반에 걸쳐 공급업체 또는 운영자가 적극적으로 관리해야 한다. 구조물 설계 시 채택된 강풍 속도는 구조물의 예상 용도에 따라 적용하기에는 어렵다.

느슨하게 설치된 이유로 풍력에 의해 파손될 우려가 있는 무대 깔판의 안정성에 대해 일부 문제가 나타나고 있다.

상설 건물, 차양 또는 개방식 건물에 대한 시험 데이터가 없을 경우는 규격에 명시된 풍력 계수를 무대 또는 그 구성 요소에 작용하는 풍압 및 풍력을 적용하도록 한다.

7.2.3 특수 구조물

본 내용은 종래에 사용된 특별 관람석, 무대, 천막 및 대형 천막을 제외한 그 밖의 모든 구조물에 적용된다.

그 밖의 특수 구조물들에는 환대 시설, 저장소, 사무실 등 특정 목적으로 시공된 건물들을 포함되어 있으며, 혹은 스포츠 경기장, 야외 전시회 또는 그 외 형태의 상업용 행사장에서 사용할 스크린 지지 장비, 인도 또는 진입로 등도 포함된다. 또한 이러한 구조물에서는 일반 구성 요소를 다른 용도로 사용하는 경우도 있는데 예를 들면, 강재 또는 알루미늄 재질 구조물 상단에 대형 천막을 부착하는 경우라든가 혹은 기본층이나 기타 구조물에 착석용 내지는 기립용 깔판을 배치하거나 그 위에 지붕을 시공하는 경우가 이에 해당한다.

독특한 특수 구조물들은 모두 관련 행사장에 대한 개별 설계의 대상으로 간주해야 한다. 여러 다양한 장소에서 사용하도록 고안된 이동식 설비는 설계상의 수용 능력을 초과하지 않도록 해당 장소의 풍하중과 대조해 점검하도록 한다.

7.2.4 구조물 사용 시 외풍 관리 선택 사항 (b)

최대 돌풍 속도에서 제반 설비를 안전하게 사용하려면 사람들이 구조물 위 또는 주변에 있을 때 풍속을 계속 측정해야 하며, 사용 시 최대 강풍 속도를 초과할 가능성이 높을 경우에는 절차 및 조치를 규정한 관리 계획에 따라 현장에 적용해야 한다.

그러한 계획은 구조물 위 또는 주변에 위치한 사람들이 위험에 처하지 않도록 2단계의 경고를 포함하는 것이 바람직하다.

- 1단계 경고 : 풍속을 수시로 감시하는 과정에서 해발 10 미터의 고도에서 측정된 강풍 속도가 최대 돌풍 속도의 75% 수준을 초과하며 기록된 풍속이 대체로 증가하는 경향을 보일 경우, 담당 직원들은 이에 대한 대응 조치를 취하기 위해 경계 태세를 갖추고 있어야 하며 구조물 설치를 진행할 경우에는 추가 설치 작업을 보류할 것을 고려하도록 한다.
- 2단계 경고 : 풍속을 수시로 감시하는 과정에서 해발 10 미터의 고도에서 측정된 강풍 속도가 최대 돌풍 속도의 90% 수준을 초과하며 기록된 풍속이 대체로 증가하는 경향을 보이는 것으로 확인될 경우, 외풍 관리 계획서에 규정된 제반 운용 절차를 이행해야 하며 설치 현장에서 일반인의 접근을 통제해야 한다.

대체로 풍속이 감소하는 상황에서 단발적으로 기록된 강풍 속도가 최대 돌풍 속도의 90%를 초과할 경우에는 외풍 관리 계획을 이행하기 전에 감시 시간을 연장하는 것이 적절하다고 볼 수 있다.

모든 풍속은 난기류가 없으며 주변 지형의 영향을 받지 않는 '청정' 대기 환경에서 측정해야 한다. 풍속을 측정할 경우에는 모든 대형 장애물, 나무 등으로부터 적어도 60미터 이상 떨어진 지점에 배치된 10미터 높이의 기둥에 풍속계를 설치하는 것이 이상적이다. 하지만 이러한 이상적 조건은 현실적으로 불가능한 경우가 많으며, 풍속계는 가설 구조물 자체에 설치할 필요가 있다. 이 경우, 풍속계는 적어도 $((1.3 \times H) + 1$ 미터) 이상의 높이에 설치해야 한다(여기서 H : 풍속계를 설치한 구조물의 최대 높이), 구조물의 최대 높이가 확인되지 않을 경우 설계자는 적절한 대체 장소를 설정해야 한다.

가설 구조물과 가까운 곳에 여러 대형 구조물을 포함한 복합 시설이 위치해 있을 경우, 여하한 계측 기기의 위치에 관한 전문가의 조언을 구해야 한다.

모든 풍속은 해발 10미터의 고도를 기준으로 하여 측정된다. 표 23(ISO StructE 분리식 가설 구조물 제3판에서 제공)은 적용하기에 적절한 풍속을 제시하고 있는데 다른 높이에서 풍속을 측정할 경우, 25 m/s의 풍속 측정 한도가 선택되었다고 가정하고 있다. 5미터 이상의 높이에 대한 중간값들은 보정할 수 있다.

풍속이 1단계 실행 조치의 결과로서 기록된 경우, 풍속 기록 자료는 보존되어야 한다.

시각 경보 시스템은 1단계 및 2단계 풍속 초과를 경고하는 용도로 설치하도록 한다.

표 23 돌풍 속도와 풍속 측정 높이의 상관관계
(해발 10 미터의 고도에서 풍속 측정 한도가 25 m/s라고 가정할 때)

해발 고도 (m)	사용 시 최대 풍속 (m/s)	1단계 경고 풍속 (m/s)	2단계 경고 풍속 (m/s)
5	21.5	16.7	19.2
10	25	19.4	22.3
15	26	20.2	23.2
20	26.5	20.6	23.7
30	27.5	21.4	24.6

참고

- a. 1단계 경고는 사용 하중의 60%에 해당되는 사용 시 최대 돌풍 속도의 75%를 기준으로 한다.
- b. 2단계 경고는 사용 하중의 80%에 해당되는 사용 시 최대 돌풍 속도의 90%를 기준으로 한다.

풍속을 측정할 경우, 다양한 종류의 계측 기기들을 사용할 수 있다. 별도의 계측 장치 및 디스플레이 장치들을 포함하고 있는 풍속 계측 기기들은 대체로 케이블 연결이 가능하며 항공업계, 크레인 업계 및 해상 업계에서는 이러한 기기들을 공급업체로부터 구입할 수 있다. 사용 가능한 대부분의 장치들은 단일한 외부 정보를 발령하는 기능을 갖고 있으며 다만 극소수의 장치들은 상이한 속도에서 2가지의 정보를 발령하는 기능들을 갖고 있다. 몇몇 기종들은 사전에 정해진 길이의 전선(보통 20 미터)과 함께 사용되며 이러한 기종들은 대부분 전선을 연장할 수 없다. 따라서 계측 기기가 사용 목적에 적합한지 여부를 공급업체를 통해 점검하는 것이 중요하다.

7.3 천막 및 대형 천막에서 작용하는 풍하중

7.3.1 PTA(영국 기능성섬유협회) 법

바람이 불 때 천막 및 대형 천막의 안전성은 아래의 2단계 공정을 통해 보장할 수 있다.

1. 현장에 적합한 대형 천막의 선택
2. 사용 시 능동적인 위험 관리

이 공정에서는 해발 10미터의 고도에서 사용 시 최대 강풍 속도 V_{10} 을 수시로 감시하는데 이는 대형 천막을 설치해야 하는 현장에 적합한 방법이라 할 수 있다. V_{10} 은 아래의 식을 이용해 천막 설치 현장에서 계산하도록 한다.(출처-BS 6399: Part 2: 19978.3)

$$V_{10} = V_b \times S_a \times S_b \times S_d \times S_s \times S_p \quad [1]$$

여기서, V_b [m/s] : 기본 풍속, S_a : 고도 계수, S_b : 지형 및 건물 계수, S_d : 방향 계수, S_s : 계절 계수, S_p : 확률 계수

천막 및 대형 천막 설치 현장의 예상 범위를 표준화하면 상기의 식 [1]을 아래의 식 [2]로 축약할 수 있다.

$$V_{10} \approx V_b \times S_{marquee} \quad [2] \text{ [m/s]}$$

7.3.1.1 대형 천막

대형 천막이란 전체 기장이 12 미터(40 피트) 이상에 달하는 지주형 천막 또는 전장이 9 미터 이상에 달하는 골조형 천막을 가리킨다. 대형 천막은 설계 시 규정 및 표준 규격 내에서 추정된 설계 풍하중 조건이 안정된 상태를 계속 유지할 수 있도록 설계해야 한다.

모든 규격 요건의 준수 여부는 구조 계획서를 통해 입증하도록 한다.

모든 대형 천막의 경우, 이에 적용되는 규격으로서 해발 10미터의 고도에서 사용 시 최대 정격 돌풍 속도인 V_{10} 요건에 대한 규정 준수가 정의되어야 한다. 차양과 버팀 받침 설비를 별도로 평가할 수도 있는데 이 경우에는 비교적 낮은 정격의 수치가 적용된다. 이중 버팀 받침에 대한 V_{10} 의 정격값은 단일 버팀 받침에 대한 정격값의 1.4배로 간주할 수 있다.

상기의 식 [1] 또는 [2]를 사용해 현장의 기본 풍속인 V_b 로부터 해당 대형 천막에 대한 사용 시 최대 돌풍 속도 V_{10} 의 값을 계산한다. 사용 시 최대 정격 돌풍 속도가 이 V_{10} 의 값과 같거나 그보다 더 높은 대형 천막을 선택한다.

대형 천막에 대해 주어진 사용 시 최대 정격 돌풍 속도 V_{10} 을 적용하여, 상기의 식 [1] 또는 [2]를 이용해 현장의 최대 기본 풍속 V_b 를 계산한다.

식 [1]에서
$$\frac{V_b = V_{10}}{S_a \cdot S_b \cdot S_d \cdot S_s \cdot S_p} \quad [3] \text{ [m/s]}$$

또는 식 [2]에서
$$V_b = \frac{V_{10}}{S_{marquee}} \quad [4] \text{ [m/s]}$$

현장에서 기본 풍속은 이 값을 초과해서는 안 된다.

표 24 식 2에서 사용할 $S_{marquee}$ 의 값 (BS 6399: Part 28.3)

대형 천막의 최고 지점(해발 고도)		6 m 미만		9m 미만		12 m 미만	
	설치 현장의 해발 고도	여름	겨울	여름	겨울	여름	겨울
해안으로부터 2km 이내에 개방된 현장	30 m 미만	1.24	1.47	1.29	1.53	1.33	1.58
	100 m 미만	1.32	1.57	1.37	1.64	1.42	1.69
해안으로부터 2km 이내에 외부로부터 격리된 현장	30 m 미만	1.10	1.31	1.18	1.40	1.20	1.43
	100 m 미만	1.18	1.40	1.26	1.50	1.28	1.52
해안으로부터 2~10km 이내에 개방된 현장	30 m 미만	1.21	1.44	1.29	1.53	1.32	1.58
	100 m 미만	1.30	1.54	1.37	1.64	1.41	1.68
해안으로부터 2~10km 이내에 외부로부터 격리된 현장	30 m 미만	1.05	1.24	1.12	1.33	1.18	1.40
	100 m 미만	1.12	1.33	1.19	1.42	1.26	1.50
해안으로부터 10km 이내에 개방된 현장	30 m 미만	1.18	1.40	1.25	1.49	1.29	1.54
	100 m 미만	1.26	1.50	1.34	1.59	1.38	1.65
해안으로부터 10km 이내에 외부로부터 격리된 현장	30 m 미만	1.01	1.20	1.08	1.29	1.14	1.36
	100 m 미만	1.08	1.28	1.16	1.38	1.22	1.45

참고

- a. 외부로부터 격리된 현장은 대체로 다음 내에 위치하는 현장을 가리키거나 혹은 천막 또는 대형 천막과의 거리가 표 10에 제시된 비율로부터 도출된 최대 거리보다 더 가까운 장애물(건물, 삼림지 또는 조밀한 울타리)에 의해 주요 풍향으로부터 떨어진 현장을 가리킨다.
- b. 개방된 현장은 외부로부터 격리된 현장에 속하지 않는 그 밖의 모든 현장을 가리킨다.
- c. 해발 100 미터 이상에 위치한 현장의 경우, 해발 고도가 10미터씩 증가할 때마다 해발 고도 100 미터에 대해 제시된 $S_{marquee}$ 의 기준값을 1%씩 늘린다.
- d. 겨울을 10월~3월로, 여름을 4월~9월로 규정한다.

표 25 (장애물 높이) 대 (대형 천막 높이) 대 (해당 현장에 주로 영향을 미치는 바람의 풍향)의 비율을 기준으로 할 때 대형 천막 설치 현장이 외부로부터 격리 여부의 확인

장애물 높이 대 대형 천막 높이의 비율	1	1.5	2	3	4	5
최대 거리 대 대형 천막 높이의 비율	1	4	7	13	19	25

표 26 대형 천막의 사용 불가 확률

현장에서 천막 사용 시 최대 돌풍 속도의 비율(%)로 나타낼 수 있는 대형 천막의 평점	연간 사용 불가 시간	사용 불가 위험률(%)
90%	25	0.25%
80%	100	1%
70%	500	6%
60%	2500	30%

7.3.1.2 소형 천막

장기간에 걸친 사용 경험에 비추어 볼 때, PTA 작업규정(PTA Code of Practice) 7.12의 제반 요건에 맞게 설치된 소형 천막들은 아래의 각 풍력 범위에 따라 바람을 동반한 날씨에 사용할 수 있음을 알 수 있다.

- 단일한 버팀 받침대를 사용 시 보퍼트 풍력 범위 5 (강풍 속도는 18 m/s).
- 이중 버팀 받침대를 사용 시 보퍼트 풍력 범위 7(강풍 속도는 27 m/s).

7.3.1.3 예외 대상의 현장

능동적 안전 관리의 제반 절차를 올바르게 정의 및 시행하는 한, 사용 시 최대 돌풍 속도가 대형 천막에 대한 정격값을 초과하는 현장에서 대형 천막을 설치하는 작업은 그러한 안전 관리의 일환에서 허용되고 있다. 그러나 필요한 대형 천막을 사용할 수 없는 경우도 있으며 이러한 경우가 발생할 가능성은 표 26을 참조하도록 한다.

7.3.1.4 설치 및 사용

선택의 여지가 있을 경우, 대형 천막의 설치 장소는 계절풍의 영향을 받지 않는 곳에 배치해야 한다. 설치 담당 팀은 안전 관리 절차에 관한 교육을 철저히 받아야 하며 이러한 절차를 수행하는데 필요한 지식을 충분히 습득해야 한다. 설치 현장에서 사용 시 최대 강풍 속도에 관한 요건에 따라 대형 천막을 이중 버팀 받침대로 고정해야 할 경우, 이중 버팀 받침대에 대한 별도의 규정이 명시되어 있다면 강풍 예보가 발표될 때까지 대형 천막을 단일 버팀 받침대로 고정해도 된다. 이는 여름철 기간 중 소형 천막에 대한 일반적인 작업 기준으로 활용하도록 한다.

안전 관리의 수준과 설치 담당 팀의 규모를 결정할 경우, 현지 일기 예보를 수시로 참조하도록 한다. 사용 시 최대 강풍 속도의 90%에 근접하는 풍속이 예보될 경우, 그 즉시 안전 관리 절차를 실시하도록 한다. 단일 버팀 받침대는 대형 천막에서 바람이 불어오는 쪽부터 시작해 이중 버팀 받침대로 보강해야 하며, 사용 시 최대 강풍 속도와 대비해 증가하는 예보상의 풍속을 점검하도록 한다. 예보된 풍속이 설치 현장에 영향을 미치기 전에 이를 충분히 견딜 수 있도록 대형 천막을 보강할 수 없는 경우,

- 대형 천막 및 그와 인접한 구역에 위치한 사람들을 다른 곳으로 대피시켜야 한다.
- 지주 천막을 지면 높이까지 낮춘 후에 골조 천막의 차양을 제거하여 대형 천막 일부를 해체하도록 한다.

8 특별 관람석

8.1 서론

가설 특별 관람석을 설계할 책임은 유자격자에게 있다. 구조물을 조립하기 전에 적절한 능력과 경험을 갖춘 공인 기술자는 설계 문서 및 공학 문서(견적서, 도면 및 시방서를 포함)를 점검하도록 한다. 계약자는 독립적인 설계 점검 업무를 수행할 기술자를 임명할 수 있다. 다른 장소에서 동일한 설계에 따라 동일한 형태로 설치된 표준 가설 구조물의 경우, 구조물을 설치할 때마다 일일이 설계를 점검할 필요는 없다.

가설 조립식 특별 관람석은 소규모 지역 행사에서부터 수천 명의 관객들을 수용하는 대규모 국제 행사에 이르기까지 실내 및 야외에서 열리는 다양한 행사에서 활용되고 있다.

‘특별 관람석’이라는 용어는 입석 수용 시설과 좌석 수용 시설을 비롯한 2가지 유형의 시설로 구성된 구조물과 건물 내 고객을 접대 할 수 있는 시설로 창문이 있어 감상 가능한 발코니 등 이에 포함된다.



그림 30 비계형 특별관람석



그림 31 특별 관람석

8.2 재료

가설 분리식 특별 관람석은 강재, 알루미늄, 판재, 합판, 직물, 페인트 및 플라스틱 재질의 구성 부품들을 포함한 일련의 다양한 재료로 제작된 구성 요소들을 포함한다.

KS 표준 규격에서 설계 및 시공 시 사용되는 재료, 구성 부품 및 공법들을 특별히 규정하고 있지 않은 경우, 설계자는 안전성, 내구성, 무결성, 강도, 사용성 및 성능을 충분히 높은 수준으로 보장하기 위해 다양한 재료 및 공법을 활용해야 한다는 점을 숙지해야 한다. 그렇지 않으면 시험 조립품은 구조물, 구성 부품, 재료 또는 공법을 검사할 목적으로 제작하도록 한다. 시험 조립품은 해당 구조물의 재료, 제작 기술 및 세부 설명과 관련해 승인을 요하는 해당 구조물

의 설계 및 구조를 나타내는 것이어야 한다.

소형 좌석 구조물은 비계로 구성될 수 있으며 대형 좌석 구조물은 표준 조립식 구성 요소들을 포함하는 경우가 많다. 또한 제반 설비를 병용할 수도 있는데 예를 들면, 비계의 하단부는 전용 좌석 설비를 위한 평평한 단을 형성한다.

상이한 제조업체 또는 설비에서 제작된 전용 관람석 또는 그 구성 요소들은 동일한 구조물의 일부분으로 사용해서는 안 된다. 단, 서로 다른 두 설비의 설계자들이 이들 설비의 구조적 호환성을 승인하고 설비 간 연결 방법을 규정하는 경우는 예외로 한다.

8.3 여러 가지 설계 원칙

본 기준의 고려 대상에 속하는 구조물의 종류 즉, 가설 관람석은 간단히 말해 수많은 공통 요소들을 갖춘 하부 구조물을 통해 지지되는 계단식 층 구조로 좌석 또는 계단으로 사용할 수 있는 시설을 가르킨다.

좌석 위치는 관람객의 신체를 충분히 보호할 수 있는 수준의 안전성과 시야를 제공해야 한다. 관람객 시야 기준은 관람객이 활동 영역에서 사전에 결정된 초점을 볼 수 있는 능력과 관계가 있다. 이러한 시야 기준을 일컬어 시선 이라고도 한다.

관람석 좌석의 배치와 좌석의 외형적 구조는 관람객들의 안전한 행사장 출입에 도움을 주어야 한다.

구조물의 주변과 관람석 깔판 내부에 위치한 방벽들은 관람객들을 추락 위험으로부터 보호한다.

지지 구조물은 관람객의 신체에 의해 발생하는 정적, 동적 외력에도 안전하게 견뎌내야 한다. 시선, 배치 및 추락 위험 방지에 관한 여러가지 기준은 상설 및 임시로 설치되는 좌석에 공통적으로 적용된다. 상설, 가설 좌석을 지탱하는 수직 지지대의 특성은 큰 차이가 있다. 이와 마찬가지로, 동하중 대 사하중의 비율은 상설 구조물보다 가설 구조물에서 훨씬 더 높게 나타난다.

조립 프레임 구조물은 충분한 안전를 염두에 둔 상태에서 일정한 소요 기간 동안 여러가지 설계 하중을 지지할 수 있도록 견고하면서도 안정적인 입체 구조 설비를 구성할 수 있도록 설계되어야 한다.

구조물용 비계 또는 특수 용도로 제작된 모듈식 설비들은 좌석을 지지하는 데 사용할 수 있다. 이 설계는 1인을 기준으로 여러 가지 요소를 고려하여야 한다.

조립식 구조물의 경우, 우발적인 파손 또는 인위적 파괴 행위에 따른 영향력들이 발생하지 않도록 설계상의 결함을 최대한 없애야 한다. 가설 구조물은 그것의 경량 구조와 용도 때문에 이송시 차량에 의한 우발적 파손, 불법적인 이동 및 변경 등의 제반 위험에 노출되는 경우가 많다. 설계자는 안정성 및 기타 관련 내용을 평가할 때 이러한 사실을 신중하게 고려해야 한다.

조립식 구조물은 신속히 설치해야 할 경우가 많기 때문에 대체로 임시 기반부 또는 지지대를 포함하는 경량 구조로 되어 있다. 그 때문에 이러한 구조물은 동적 하중에 비교적 민감하게 반응한다. 따라서 본 기준에서는 정적 하중과 동적 하중을 견디기 위한 제반 설계 요건에 대해 다루고 있으며, 적절한 하중 조합에 관한 권고 사항들을 제시하고 있다.

측정된 각 요소 및 그 연결부의 사용하중은 적어도 해당 부재의 극한 하중보다는 커야 한다. 전반적인 구조적 안정성은 해당 재료 규격에 규정된 절차에 따라 검사하도록 한다. 구조물은 사용하중과 외력이 어떤 경우든 간에 극한 하중, 상향력 또는 미끄럼 마찰력보다 적어도 1.5배 이상 높아야 한다. 구조물은 전복 모멘트, 상향력 및 미끄럼 마찰력을 충분히 견디기 위해 필요하다면 쉐플리지 또는 고정용구(앵커)로 지반에 고정되어야 한다.

조립식 구조물은 풍하중, 수평 하중 및 그 외 관람객의 움직임에 의해 발생하는 동적 하중을 견딜 수 있는 횡방향 및 종방향 강성 및 강도를 지녀야 한다. 구조물의 횡방향 및 종방향에는 버팀대 또는 튼튼한 프레임 설치해야 하며, 이러한 버팀대 또는 프레임은 구조물 전체에 걸쳐 연장하도록 한다. 또한 조립식 구조물의 경우, 그 일부분만 관람객에 의해 발생하는 하중을 견제라도 받을 가능성이 있음을 인식하도록 한다.

버팀대는 관람객의 움직임으로 인해 발생하는 측면 하중과 바람에 의한 풍하중을 횡방향 및 종방향의 지지할 목적으로 설치하도록 한다. 버팀대 설비를 설계할 경우, 불균형으로 인한 붕괴 사고를 방지하기 위한 여러가지 요건을 고려해야 한다. 구조물은 인접한 버팀대 부재를 최대 2개까지 제거해도 붕괴를 초래하지 않도록 충분한 버팀대를 포함해 설계하도록 한다. 또한 버팀대 설비를 설계할 경우, 구조물의 동적 강성과 관람객의 움직임으로 인한 동적 하중의 영향도 함께 고려해야 한다. 버팀대의 여러가지 설계 요건은 연결부 또는 커플러의 사용하중 능력에 따라 결정될 수 있으므로 설계시 제한 요건을 신중히 고려해야 한다.

조립식 특별 관람석 구조물을 담당하는 자들은 균중 행동 및 그로 인해 발생할 수 있는 위험 요소를 식별하도록 한다. 특히 시야는 중요한 요인에 속한다.

가설 구조물은 균중 안전 대책과 관계없이 상설 구조물의 제반 안전 표준 요건을 충족해야 하며, 이를 충족하지 않는 여하한 세부 사항에 대해서는 위험 평가를 실시하도록 한다.

8.4 설계 지침

8.4.1 일반 사항

가설 조립식 관람석은 해당 표준 규격 및 작업 규정에 따라 설계해야 한다. 좌석용 구조물은 충분한 안전을 염두에 둔 상태에서 예측 가능한 용도에 따라 발생하는 모든 하중을 견딜 수 있

어야 한다. 좌석 또는 입석 공간을 제공하는 가설 조립식 관람석은 작용하는 모든 하중을 견딜 수 있어야 한다.

8.4.2 하중

가설 조립식 관람석의 설계에 적합한 하중은 사하중, 설계 하중, 풍하중 및 가상 수평 하중을 포함하며, 균중에 의해 발생하는 동적 하중들을 고려해야 할 수도 있다.

사하중은 임시 조립 구조물의 일부분을 구성하는 모든 고정 요소들의 자체 중량으로 인해 발생한다.

설계하중은 관람객, 이동용 장비 및 풍하중, 설하중(Snow Load) 등의 하중을 포함한다.

인용된 수치들은 특성값에 해당된다. 모든 바닥면은 적절한 하중 계수를 적용해 도출된 균일 분포 하중을 전달할 수 있도록 설계되어야 한다.

수직 하중은 정적 작용으로서 고려해야 한다. 그러나 구조물의 동적인 하중을 고려하면 공진 또는 모멘트가 발생할 가능성이 있다.

표 27 가설 분리식 특별 관람석의 설계 시 고려해야 할 가상 수평 하중

관람객 활동내역	가상 수평 하중 적용(%)
내용 1 동시적이면서 주기적인 균중의 움직임이 적은 경우 (예: 강연회/박람회 전시/쇼, 체육 행사, 골프 선수권대회, 농업 박람회, 군사 토너먼트)	6%
내용 2 관람객들이 내용 1보다 더 활발하게 움직일 가능성이 있는 경우. 단 동시적이면서 주기적인 균중 행동은 범주 2에서 제외된다. (내용 2의 예: 주요 음악 콘서트, 야구 또는 축구 시합)	7.5%
내용 3 동시적이면서 주기적인 균중 행동이 발생할 가능성이 있으며 외부에 의해 공진 효과를 방지하는 수직/수평 기본 진동수가 작용하는 관람석이 필요한 경우(예: 강렬한 비트의 음악이 연주될 것으로 예상되는 대부분의 팝 음악 콘서트 현장).	10%

참고

- a. 특별 관람석의 설계 시 적용할 하중들의 부분 계수는 해당 재료(강재, 알루미늄 등)와 관련된 구조물 작업 규정을 준수해야 한다. 수평 하중, 수직 하중의 극한값을 사용하는 하중 조합 조건에서 부분 계수는 1.5가 되어야 한다.
- b. 어떤 특별 관람석의 구조 요소를 설계할 경우, 가상 수평 하중은 사용 시 풍하중과 결합되어야 하며 다만 바람의 작용에 인한 구조물의 전복을 방지하기 위한 설계에서는 가상 수평 하중과 풍하중을 결합해서는 안 된다(8.2.3절을 참조).
- c. 상기의 수치들은 기하학적 결합(예: 수직 상태 부족)을 포괄하기 위해 2.5%의 허용 오차를 포함하고 있다.

표 28 유로코드 1 규격에 근거한 특별 관람석의 균일 분포 상재 하중

하중을 받는 구역의 범주 및 하위 범주	유로코드 범주	kN/m ²
C2	고정된 좌석이 있는 구역	3.0 - 4.0
C21	고정된 좌석이 있는 집회 구역	4.0
C3	사람들이 이동할 때 장애물이 없는 구역	3.0 - 5.0
C33	복도	4.0
C35	계단 및 층계참	4.0
C5	대규모 인파의 영향을 받기 쉬운 구역	5.0 - 7.5
C51	고정된 좌석이 없는 집회 구역	5.0

참고 a 특별 관람석 및 스타디움에 관한 자세한 내용은 해당 인증기관의 요구를 참조하도록 한다.

여기서 과밀 현상은 예정대로 구조물을 사용하는 동안에 관람객 공간 점유율이 많아 발생하는 경우로 간주된다.

8.1.3.2절의 선택 사항 (a)에 따라 가설 관람석을 설계할 경우, 실제 풍하중을 설계상 풍하중 수준으로 적절히 줄이기 위해 구조물의 노출 지속 시간 및 시기를 고려할 수 있다.

구성, 형태 또는 위치가 비정상적인 임시 조립 구조물의 경우(예: 간격이 좁은 일련의 구조물 또는 다른 구조물과 가까이 위치한 구조물), 풍하중을 평가하려면 전문적 지식이 필요할 수 있는데, 그것은 전반적인 효과 및 국부적 효과와 함께 정적 하중에 따른 동적 효과에 대해서도 모두 고려할 필요가 있기 때문이다. 사하중, 상재 하중 및 풍하중과 함께 가상 수평 하중에 대해서도 허용 오차를 규정하도록 한다.

이러한 가상 수평 하중의 목적은 다음과 같다.

- 해당 구조물이 관람객의 행동으로 인해 발생하는 수평 하중을 견딜 수 있도록 보장
- 골조의 기하학적 결함(예: 좌석에서 지반으로 하중을 전달하는 수직 부재의 부족)을 고려,

가상 수평 하중은 해당 내용에서 가해지는 하중의 비율(%)로 간주하는 한편, 수직 하중이 수직 부재로 전달될 때 결절점에서 작용하는 하중으로 간주하도록 한다. 가상 수평 하중은 제반 설계 목적을 위해 적용할 최소한의 하중으로서 비 극한 하중 또는 특성 하중으로 간주하도록 한다. 조립식 가설 구조물의 경우, 이러한 수평 하중의 사용 시 풍하중과 함께 작용되어야 한다. 관람객이 없는 빈 관람석은 최악조건의 풍하중을 견딜 수 있도록 설계되어야 한다. 가상 수평 하중은 관람석에 관람객들이 있을 경우에만 고려하도록 한다.

가해지는 하중의 수치는 관람석이 사용 중인 지 여부에 따라 적용하도록 한다.

강재 구조물에 대해 권장되는 하중 조합 및 계수들은 다음 사항들을 준수하는 것을 권장한다.

- 구조물의 전복을 방지하기 위한 안전 계수는 최소한 6.5절 및 8.1.2절에 명시된 권장 수치와 같거나 그보다 높아야 한다.
- 하중 조합은 사용 시 풍하중과 결합된 가상 수평 하중을 포함해야 한다.
- 가상 수평 하중은 종방향(좌, 우 방향) 및 횡방향(앞, 뒤 방향)에 걸쳐 평면 프레임을 설계할 때 별도로 적용하도록 한다.
- 수평 횡방향 변형은 사용 시 풍하중과 함께 최대 비 극한 하중, 상재 하중 및 가상 수평 하중의 복합적인 영향 하에서 H/300을 초과해서는 안 된다.(H : 구조물 높이)

가설 조립식 특별 관람석은 관람객의 움직임에 대해 대처가 유연한 구조물에 속한다.

동적 하중은 균중의 움직임이 동시에 주기적으로 나타날 경우 구조물에 유의한 영향을 미치게 된다. 실제로 이러한 동적 하중은 라이브 팝 콘서트 같은 행사에서 강렬한 비트의 음악이 연주될 경우에만 발생한다. 따라서 동적 하중은 음악에 등장하는 춤 또는 비트의 진동수와 관계가 있으며 주기적인 특성을 띤다. 이와 같은 균중의 움직임은 수평과 수직 하중을 동시에 생성한다. 동시적인 움직임으로 인해 발 구르기 등과 같은 진동에 의해 구조물에서는 공명현상이 발생할 우려가 있다.

가설 특별 관람석에 대한 여러가지 검사를 실시한 결과, 균중의 움직임이 동시에 주기적으로 나타나지 않을 경우에는 공명현상이 발생하지 않는다. 이러한 하중에는 연예인이 팝 콘서트 무대에 등장하거나 혹은 어떤 축구 시합에서 한 팀이 골을 넣을 경우, 좌석에서 기립하는 균중들에 의해 발생하는 하중을 포함될 수 있다. 다만 여전히 여러가지 활동에 의해 구조물이 눈에 띄게 움직이는 현상이 초래될 수 있다.

가설 특별 관람석의 경우, 단순한 설계 접근법으로 표 15에 열거된 가상 수평 하중을 적용해 관람객의 활동을 설명할 목적으로 구조물을 설계하는 과정을 포함할 수 있다.

그림 9는 설계자들이 관람객 활동과 설계 접근법의 해당 내용을 확인할 수 있도록 도움을 주는데 그 목적이 있다.

동시적이면서 주기적인 균중의 움직임에 영향을 받을 수 있는 관람석의 경우, 가장 손쉬운 접근법은 수직 및 수평 고유 진동수를 추정하여 유의한 공진 효과를 확실히 방지하는 것이다. 이러한 요건을 충족할 수 있는 경우, 관람석은 표 15의 내용 3에 제시된 가상 수평 하중을 적용해 단순 설계 절차에 따라 설계가 가능하다.

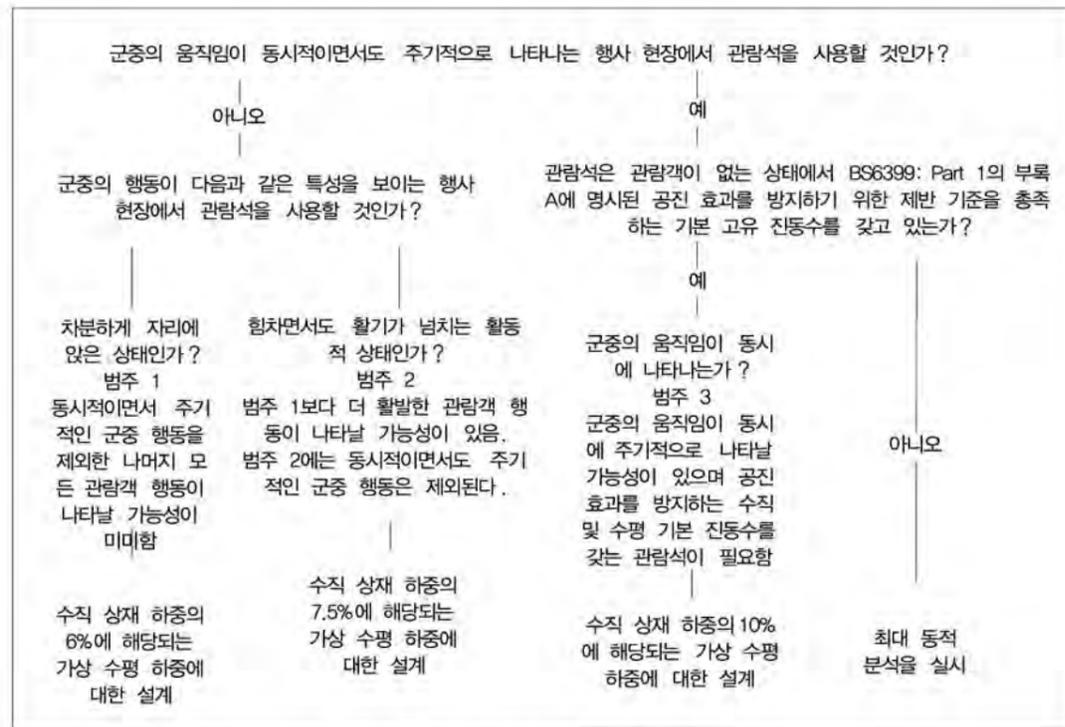


그림 32 관람객 활동 및 설계의 해당 범주를 파악

고유 진동수는 계산, 측정을 통해 확인할 수 있다. 이러한 식으로 공명 효과를 방지할 수 없는 경우, 예상되는 공명 효과로 인해 발생하는 동적 하중의 영향을 평가하기 위해 관람석 설계 시 정밀한 분석을 실시해야 한다.

8.5 연결부

임시 조립 구조물의 연결부는 여러 차례 재사용되기 때문에 검사 대상으로 간주해야 한다. 이러한 연결부의 점검은 대체로 육안 검사를 통해 이루어지며 뒤틀림, 균열, 나사산 마모, 과도한 유격, 부식 및 기타 결함 발생 여부를 확인하게 된다.

케이블 및 버팀 받침의 끝단부에 대해서는 각별히 주의해야 한다. 올바른 심블(thimble) 또는 아일릿(eyelet)을 사용해야 하며 걸쇠, 삭구 나사 및 그에 준하는 부속품들은 고정된 위치를 유지하는 데 도움을 주기 위해 스플릿 핀 또는 잠금 장치와 함께 부착해도 된다. 소형 구성 부품들은 설치 및 해체 작업을 여러 차례 반복하게 되면 쉽게 손실된다.



그림 33 아일릿(eyelet) 예



그림 34 심블(thimble) 예

따라서 유자격자는 구조물을 설치할 때마다 연결부를 충분히 점검하도록 한다. 일반인이 접근하는 관람석의 시공 또는 부분적 시공을 위해 비계를 사용할 경우, 규격에 따른 커플러를 사용하도록 한다. 이러한 커플러는 그와 같은 등급의 규격에 따라 확실하게 작동할 수 있도록 부착해야 한다. 즉, 체결부품들의 결함이 없고 구조물에 작용하는 하중에 맞는 사양을 확인해야 한다.

8.6 하중 시험

하중 시험은 설계 계산서를 통해 입증되지 않는 가설 구조물의 구조적 성능을 입증하기 위한 검사 방법의 하나이다. 관련 비용에 대한 책임은 그러한 시험을 요구하는 자 및 시험 결과에 따라 결정된다.

하중 설비는 하중의 크기, 분포 및 지속 시간을 충분히 재현해야 하며, 해당 구조물의 거동이 실제 사용 조건을 나타낼 수 있도록 설계해야 한다.

단 한 번의 시험이 설계에 적용된 모든 하중 조합을 나타낼 수는 없다. 다만 대량 제작되는 표준 설비의 충분한 성능 여부를 검증하기 위해 전문가가 실시하는 일련의 종합 시험은 예외가 될 수 있다.

일반적으로 하중 시험은 어디까지나 최후의 수단으로 간주해야 하며, 특히 업계의 작업 과정에서 소요되는 짧은 타임을 염두에 두어야 한다. 강도 및 강성을 더 높이는 작업은 대체로 비용과 시간이 덜 드는 편에 속한다. 그러나 계획된 골조 구조물의 성능을 입증하기 위해 계약자가 성능 시험을 제의하거나 혹은 외부의 요청에 따라 그러한 제의를 하는 경우가 더러 있다. 그러한 시험들은 다음의 경우를 고려하여야 한다.

- 계약자가 정확한 내용의 견적서를 제시할 수 없는 경우 혹은 어떤 골조 내지 그 구성 요소가 신뢰할 만한 견적서의 내용에 부합하지 않을 경우
- 관람객의 행동에 대한 동적 반응이 허용 가능한 범위 내에 있음을 확인해야 할 경우

- 재료 또는 제작 기술의 품질이 요구되는 수준에 부합 여부가 의심스러운 경우
- 사용된 재료 또는 설계 공법이 관련 재료 규격 또는 작업 규정과 차이가 있을 경우

8.7 배치 기준(대피 수단)

조립식 특별 관람석과 연결된 모든 대피 시설은 그것의 용도가 특별 관람석이 위치한 현장 또는 건물과 통합되도록 설계해야 한다. 행사 현장에 설치된 구조물의 경우, 비상 시 관람객들의 생명을 안전하게 보호하면서 그들을 대피시킬 수 있도록 충분한 비상구가 고르게 분포되어 있어야 한다. 각 비상구는 현장 또는 건물 주위의 계단, 통로 또는 이동로의 국부적 과부하 현상을 방지하면서 관람객들이 안전한 장소나 마지막 출구에 안전하게 도달할 수 있도록 설계되어야 한다. 비상계단의 유동인구는 주 출입문 등의 유동인구보다 많으면 안된다. 실제 검토 단계에서는 이러한 요건에 대한 예외 사항들을 허용할 수 있으며, 다만 이 경우에는 계획된 이동로를 대상으로 위험 평가를 실시하도록 한다.

관람석 내부의 계단 또는 통로들은 균일한 폭으로 설계해야 하며, 군중들이 마지막 출구까지 이동하는 과정에서 인파에 깔리는 사고를 방지하기 위해 통로의 폭은 충분한 여유가 있어야 한다.

계단의 난간은 충분한 강도 및 적절한 높이로 설계하도록 한다. 특별 관람석에 설치된 모든 좌석, 복도(통로) 및 계단은 미끄럼 방지 기능이 있는 재료로 제작 또는 덮어야 하며, 미끄럼 방지 기능이 있는 옅은 색상의 계단 디딤코(그림 35)도 충분히 갖추고 있어야 한다.



그림 35 계단 디딤코 설치 상태 예

8.8 방벽 및 난간

8.8.1 일반 사항

방벽은 좌석 블록의 전면 및 후면은 물론, 분리식 관람석의 측면 모서리를 따라 설치해야 한다. 관중 또는 관람객들이 자리에 앉은 상태에서 좌석은 그 자체로 방벽의 임의의 특정 구역에 외력을 가할 수 있는 군중의 인원수를 제한하는 기능을 한다.

8.8.2 추락 사고 방지 설비

다음의 그림 36 은 소규모 고층 좌석 구조물의 평면도를 보여주고 있다. 좌석 주위에는 가드레일(guardrail)을 설치해야 하는데, 이 가드레일의 구성 요소는 다양한 용도로 사용될 뿐만 아니라 다른 설계 하중의 영향을 받는다.

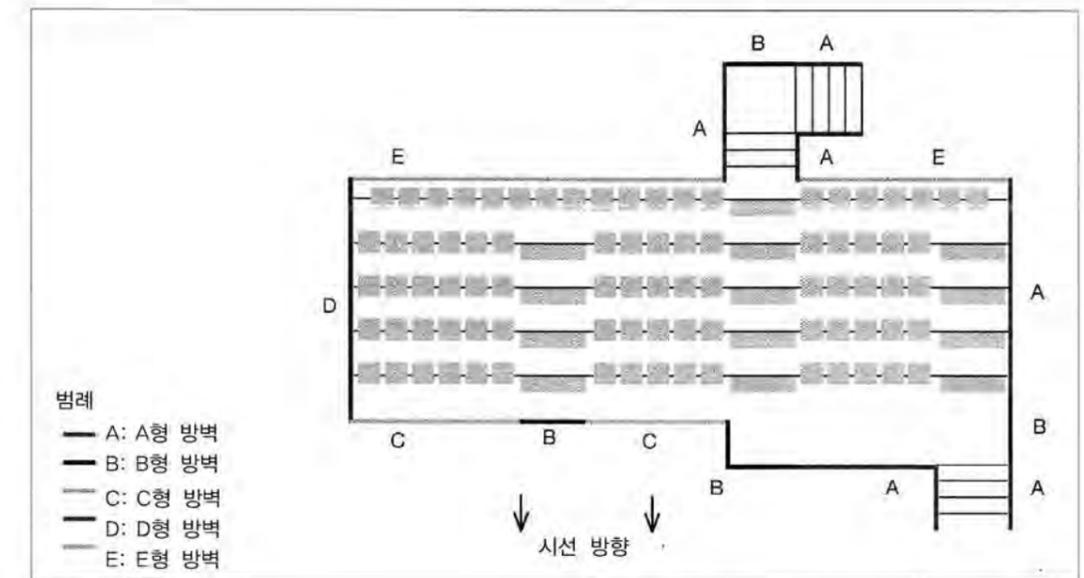


그림 36 고층 좌석 구조물의 주위에 설치되는 가이드레일에 대한 상이한 요건들

적용 가능한 설계 외력의 크기는 구조물의 배치를 고려한 후에 평가하도록 한다. 경우에 따라서는 관람객들이 무질서하게 출구로 빠져나올 가능성도 고려할 필요가 있다.

가이드레일 또는 특별 관람석의 모든 구성 요소는 100 mm 직경의 구면체가 어떠한 부분도 통과하지 못하도록 시공하는 것이 바람직하다.

가이드레일의 최소 높이는 1 m이며 권장 높이는 1.1 m이다. 뒷줄 또는 가장 높은 쪽 좌석

뒤에 위치한 가이드레일(E형)의 높이는 좌석의 높이를 기준으로 할 때 1.1 m가 되어야 한다.
 시야를 가로막는 가이드레일은 통로(복도) 또는 횡방향 통로에서 관람객들을 보호하는 경우가 아니라면 높이를 800 mm로 줄일 수 있다. 높이가 900 mm 미만인 가이드레일을 사용할 경우, 위험 평가를 반드시 실시해야 한다.
 좌석 내에 삽입된 통로(복도)는 계단으로 분류되지 않으며 일반적으로 별도의 가이드레일을 추가로 설치할 필요는 없다. 마지막 통로에 사용할 방벽의 규격은 A형 가이드레일로 정하도록 한다.
 본 절에 언급된 기준은 야외 및 실내 행사장에서 사용되는 임시 조립 구조물에 적용하도록 한다.

8.8.3 방벽의 설계

설계자들과 계약자들은 방벽 시공에 사용되는 재료 및 시공법이 적어도 표준 규격에서 권장하고 있는 것과 동일한 수준의 내구성, 무결성 및 성능을 갖추었는지 여부를 확인해야 한다.
 스포츠 경기장에서 임시 조립 구조물을 사용할 경우, 방벽 및 난간과 같이 특정 기술 표준 규격들이 적용된다.

표 29 위치별 방벽 내용

구분	내 용
A형	통로를 따라 이동하거나 혹은 가이드레일과 나란히 배치된 계단을 이용하는 사람들을 안전하게 보호하는 데 그 목적이 있다(하중 한도: 2 kN/m).
B형	관람객들이 가이드레일 방향과 수직을 이루는 방향으로 이동할 때 발생하는 외력의 영향을 받는 사람들을 안전하게 보호하는 데 그 목적이 있다. 통로 또는 계단을 이용하는 사람들은 통로나 계단을 밀거나 또는 그 아래로 잇달아 넘어질 때 이러한 가이드레일에 상당한 수평 하중을 가할 수 있다(하중 한도: 3 kN/m).
C형	앞줄의 관람석 좌석을 출입하는 사람들을 안전하게 보호하는 데 그 목적이 있다(하중 한도: 1.5 kN/m).
D형	가이드레일과 인접한 좌석을 사용하는 사람을 안전하게 보호하는 데 그 목적이 있다(하중 한도: 1 kN/m).
E형	관람석의 후면에 위치한 개인들을 안전하게 보호하는 데 그 목적이 있다(하중 한도: 1 kN/m).

8.9 조립식 입석 수용 시설

입석 수용 시설은 다양한 행사 현장에서 가시도를 높이기 위한 목적에서 임시 조립 구조물을 통해 설치될 수 있다.
 적절한 위험 평가를 실시하지 않을 경우, B형 가이드레일*은 3 kN/m의 특성 하중을 견뎌내야 한다.
 관람객의 신체 특성을 하나의 설계 요인으로 고려할 경우, 이는 구조물 사용과 관련된 위험 평가 보고서에 기록해야 한다.

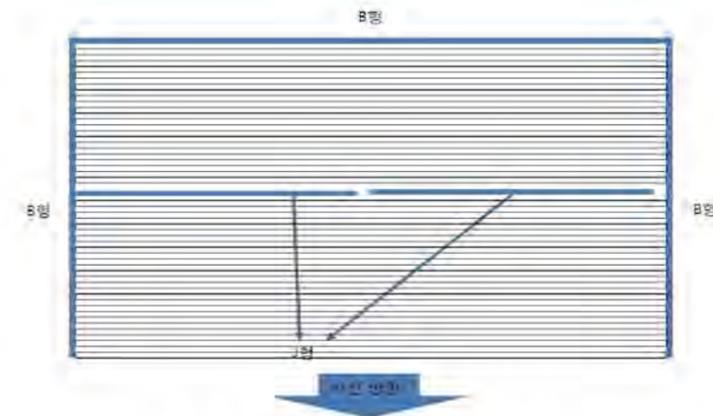


그림 36 입석 수용시설을 위한 가이드레일 적용 예

8.10 휠체어 사용자들을 위한 관람 시설

8.10.1 일반 사항

임시 조립 구조물은 건물 규정을 적용할 수 없을 수도 있지만 행사를 담당하는 자는 각 시설에서 신체 장애가 있는 관람객들을 차별하지 않도록 하기 위해 '합리적인 조정'을 실시해야 한다. 여기에는 장애인들의 접근을 차단하는 물리적 방법의 설치 금지를 포함될 수 있다. (출처 - BS 8300:2001 - 장애인들의 제반 요구를 충족하기 위한 건물 및 그 접근 통로의 설계 - 작업 규정(The design of buildings and their approaches to meet the needs of disabled people - Code of Practice)9.19)
 조립식 관람석, 가설 관람석은 모두 종래의 건축물과 동일한 기준의 적용 대상에 포함되며, 신체 장애가 있는 관람객들에게 적용되는 개개인의 관람의 질에 대해서도 동일한 기준들을 충족해야 한다. 만약 관람석 내부의 제반 설비가 이러한 기준들을 충족할 수 없는 경우, 이러한 기준들을 충족하는 대체 설비의 시공을 허용할 수 있다

신체 장애가 있는 모든 관람객들의 요구 사항은 반드시 검토해야 한다. 즉, 휠체어를 사용하는 관람객들을 비롯해 일반 보행 장애인 및 시청각 장애가 있는 보행 장애인들의 요구 사항도 고려해야 한다.

8.10.2 일반 원칙

구조물의 설계는 장애인 관람 위치 설정에서부터 시작되어야 한다. 이 공간을 사용하는 자들이 다른 관람객들의 시선을 방해하지 않는 것이 중요하다. 이러한 문제를 제대로 해결하지 않을 경우, 이 공간 주위에서 압사 사고가 발생할 우려가 있다.

여기서 중요한 요건은 휠체어 사용자들이 '구경거리'가 되고 있다는 느낌이 들 정도로 그들의 좌석을 높이지 않으면서 행사를 관람할 수 있도록 보장하는 것이다. 입석 관람객이 적어도 1.2 m 이상의 무대에서 펼쳐지는 공연을 지켜보는 대부분의 행사 현장에서 휠체어 사용자들의 공간 높이는 1.1~1.25 m일 가능성이 높다(공간 높이가 1.2 m 미만인 무대는 평탄한 장소에서 서 있는 관람객에겐 대체로 적합하지 않다).

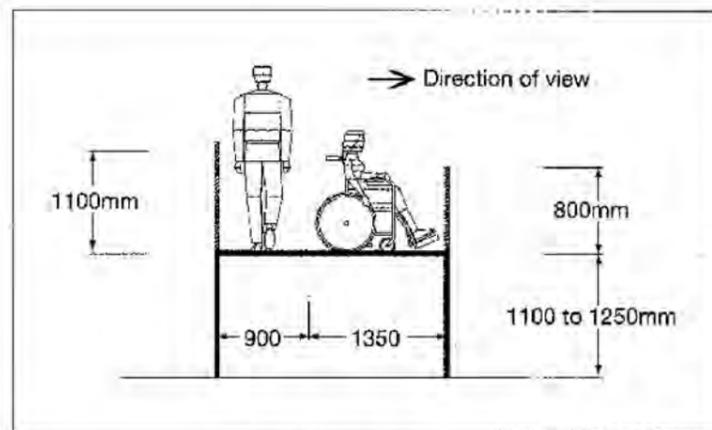


그림 37 휠체어 관람 공간의 높이

모든 행사 참석자들의 경우와 마찬가지로 휠체어 사용자들은 화장실과 구내 매점 등의 편의 시설에 접근할 필요가 있는데 이는 다시 위치 선정에 영향을 미칠 수 있다.

많은 휠체어 사용자들은 신체 장애가 없는 보조자의 도움을 받거나 혹은 단순히 행사를 친구와 함께 즐기고 싶어 한다. 이러한 친구는 휠체어 사용자일 수도 있고 아닐 수도 있다. 신체 장애가 없는 보조자들을 공간에 함께 수용 할 경우 이 공간 뒤에 서 있는 관람객들의 시야를 가리지 않도록 조치를 취하여야 한다.

또한 방향성도 고려해야 한다. 가능하다면 이 공간은 공연 무대를 정면으로 향해야 한다. 휠체어 사용자들에게 있어 사각(Oblique angle)은 불편한 느낌을 줄 뿐만 아니라 휠체어를 약간 돌려야 하기 때문에 이 공간의 사용하중 능력을 저하시킬 우려가 있다.

행사장 진입로는 관람객의 대피 시 중요한 안전 기능을 담당한다. 진입로 및 그와 연결된 구역은 대피용 통로로 간주해야 하며 화재의 위험이 없는 안전한 곳에 위치해야 한다.

행사장 진입로에서 멀리 떨어진 지점에 계단 진입로를 제공할 것을 고려하도록 한다. 이렇게 하면 신체 장애가 없는 플랫폼 사용자들이 진입로에서 휠체어 사용자들이 지나갈 때까지 기다리지 않고도 이 공간을 출입할 수 있다. 비상 대피 상황에서 응급 구조 요원들은 계단을 통해 현장에 접근할 수 있으며 진입로는 휠체어 사용자들을 현장에서 대피시키는 데 사용될 수 있다.

8.10.3 설계 요건(관람 공간)

※ 표면

관람 공간의 표면은 수평을 유지해야 하며 튀어나온 장애물이나 틈새가 없어야 한다. 비계 발판 또는 누름대는 18 mm 두께의 합판을 덧댄 후에 나사로 단단히 고정하지 않는 한, 적절한 표면으로 간주되지 않는다.

※ 모서리 보호

관람 공간에 위치할 수 있는 비장애인들의 수를 감안해 공공 행사장에 적용되는 일반 표준 규격에 따라 방벽을 설치하도록 한다.

방벽 설치 시, 휠체어 사용자 대부분의 시선 높이를 피하도록 해야 한다. 그러나 전방 방벽의 높이는 최소한 80 cm 이상은 되도록 한다.

관람 공간의 전면 모서리는 휠체어의 앞바퀴가 모서리 밖으로 떨어지는 불상사를 방지하기 위해 발끝막이판(toe-board) 또는 접근 방지턱(upstand)을 포함해야 한다.

※ 충전재(Infill)

하부 구조물을 숨기기 위해 관람 공간 주위에 배치해야 한다는 일반적인 요건과는 별도로, 이러한 배치를 난간까지 연장할 것을 고려하도록 한다. 이는 (앞의 사람의 다리를 가리는 데) 유용한 '앞면' 가리개(modesty screen)를 제공하며 외풍을 일정 부분 차단하는 보호 기능도 제공한다. 외풍으로 인해 발생하는 하중은 관람 공간의 구조 설계에서 반드시 고려해야 한다.

※ 표지

관람 공간에 진입 지점의 경우, 해당 관람 공간이 휠체어 사용자 전용 공간임을 알릴 수 있도록 명확한 내용의 표지를 설치해야 한다.

※ 하중

행사장의 관리에 이상이 생길 경우, 현장에 있는 많은 사람들이 관람 공간에 무단으로 진입할 우려가 충분히 존재한다. 따라서 진입로를 포함한 관람 공간의 표면은 5 kN/m^2 의 사용하중이상을 가지고 있고 공공 집회 장소에 대한 표준 규격에 따라 설계해야 한다.(출처-BS6399 Part 19.1)

8.10.4 설계 요건(진입로)

※ 진입로

적절한 진입로의 부재는 현재 사용 가능한 관람 공간에서 가장 흔히 발생하는 문제 중 하나에 속한다. 진입로 주요 요건들을 열거하면 다음과 같다.

※ 정확한 각도

절대 각도의 최대 비율은 1:12이다. 적극적으로 권장되는 각도의 비율은 1:15이다. 휴게 구역을 제공하려면 중간 높이의 참계단이 있어야 한다. 참계단 간 이동 거리는 최대 8.0m를 초과하지 않는 것이 바람직하다. 그러한 참계단은 휠체어의 이동 방향 변경 시 종종 활용할 수 있다.

※ 적절한 크기

진입로의 폭은 가장 좁은 지점(즉, 난간 사이 등)을 기준으로 할 때 1.0 ~ 1.3 m 이내에 있어야 한다. 난간 설비에서 휠체어 사용자들은 갑자기 멈추거나 의자의 일부분을 붙잡을 위험이 있기 때문에 이보다 더 폭이 좁은 진입로는 권장되지 않는다. 또한 이보다 더 폭이 넓은 진입로 역시 휠체어의 횡방향 회전을 유발해 전복 사고가 발생할 위험이 높기 때문에 권장되지 않는다.

※ 휠체어의 이동 방향 변경

일부 휠체어는 진입로에서 신체 장애가 없는 보조자가 인도하거나 혹은 일반적인 길이보다 더 길게 설계될 수 있다는 점을 감안할 때, 휠체어의 이동 방향 변경 시 이동 반경의 폭은 진입로의 폭보다 더 커야 한다.

휠체어의 이동 방향은 수평을 이루고 있는 참계단이 있을 경우에만 변경해야 한다. 진입로를 구성하는 각 지주의 참계단은 해당 지주를 기점으로 한 이동 방향에서 측정 시 그 길이가 최소한 2.0 m 이상은 되어야 한다.

※ 미끄럼 방지 표면

일반 합판은 젖은 상태에서 매우 미끄러우며 종래에 사용된 페인트는 이러한 문제를 개선하는데 별 도움이 되지 않았다. 휠체어 사용자들이 진입로의 표면과 그들의 휠체어 간에 작용하는 마찰력을 이용하고 있으며 일부 사용자들은 신체 장애가 없는 보조자들이 휠체어를 밀고 당김에 따라 도움을 얻을 수 있다는 점을 감안할 때 미끄럼 방지 표면은 (이러한 사용자들의) 안전을 유지하는 데 있어 결정적으로 중요한 요인이 된다.

어떤 경우든 간에 진입로에는 틈새와 울퉁불퉁한 표면, 주름 등이 없어야 한다.

※ 모서리 방호 장치

진입로의 경우, 신체 장애가 없는 자들이 사용할 일반 난간을 설치해야 하며 휠체어의 바퀴가 모서리 밖으로 미끄러지는 불상사를 막을 수 있도록 적절한 모서리 방호 장치도 부착해야 한다. 높이가 약 75 mm인 접근 방지턱은 이러한 모서리 방호 장치의 요건을 충족하여야 한다.

※ 시각적 확인

진입로의 모서리는 시각 장애인들을 위해 진입로 표면에 대비색의 페인트를 발라 표시하도록 한다. 한 가지 색 또는 여타 색에 대한 '색맹'이 있는 장애인들에게 가장 적합한 2가지 대비색 조합으로는 검은색/흰색과 파란색/노란색이 있다. 그러나 녹색-빨간색의 사용은 권장되지 않는다.

8.10.5 좌석의 배치 및 수용 능력

사용자가 한 명씩 행사 현장에 도착할 때 다수의 접이식 의자 또는 그에 준하는 의자들을 충분히 제공하는 것이야말로 최적의 좌석 배치라 할 수 있다. 휠체어는 의자를 뒤로 뺀 상태에서 하나씩 배치할 수 있으며 혹은 사용자의 요구 사항에 따라 의자를 휠체어와 함께 분산 배치할 수도 있다. 통로가 제한될 경우, 신체 장애가 없는 보조자들을 위한 좌석 때문에 통로가 막히지 않도록 주의해야 한다.

※ 다수의 휠체어를 한 줄로 배치할 관람 공간

휠체어 1대당 여유 공간은 폭 0.90 m 및 안쪽 길이 1.35 m만큼 할당 되어야 한다. 한 줄로

늘어난 휠체어 대열이 관람 공간의 앞쪽에 위치한다고 가정할 때, 이러한 휠체어 대열뒤쪽으로는 폭이 적어도 0.9 m 이상인 통로가 위치해야 한다.

관람공간의 길이가 최소한 3.6 m 이상일 때 만족스럽게 운용할 수 있다.

※ 다수의 휠체어를 세 줄로 배치할 관람 공간

관람 공간에 수용할 다수의 휠체어를 세 줄로 배치할 경우, 통로는 2개가 필요하다(첫 번째 줄 뒤쪽과 세 번째 줄 앞쪽에 각각 하나씩). 이 경우, 관람 공간의 안쪽 길이는 최소한 5.85 m 이상이 되어야 한다.

※ 수용 능력

하나의 줄에서 휠체어와 의자의 수를 결정할 경우, 휠체어 및 접이식 의자 당 여유 폭은 각각 0.9 m 및 0.5 m로 각각 산정하도록 한다.

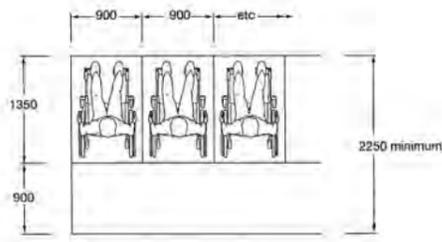


그림 38 다수의 휠체어를 한 줄로 배치할 관람 공간

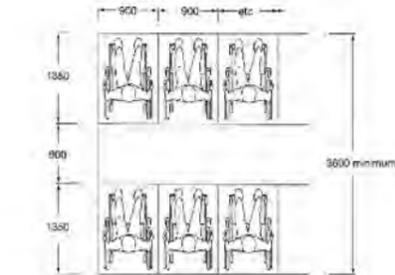


그림 39 다수의 휠체어를 두 줄로 배치할 관람 공간

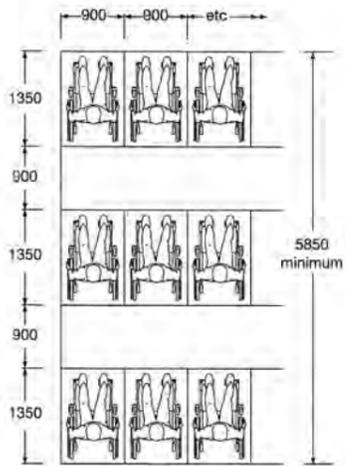


그림 40 다수의 휠체어를 세 줄로 배치할 관람 공간

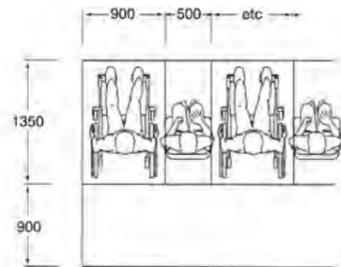


그림 41 관람 공간의 수용 능력

9 계단 및 그와 유사한 구조물

9.1 서론

본 절에서는 콘서트 및 그와 유사한 행사를 진행할 가설 무대의 설계 및 설치에 관한 기준 사항을 규정하고 있다. 이러한 구조물들은 일반인이 사용하는 구조물이 아니라는 점에서 본 지침의 다른 조항에서 설명하고 있는 구조물과는 차이가 있다.

무대는 보통 다음과 같은 특징들을 지니고 있다.

- 공연 예술가들이 사용하는 공간은 1명 또는 다수의 공연 예술가들이 펼치는 공연이 관객들에게 더 잘 보일 수 있도록 지반보다 높은 곳에 설치되어 있다.
- 야외 행사를 위한 보호 설비를 갖추고 있다.
- 인양 장비용 지지 구조물을 사용한다.
- 작업장으로 사용되기도 한다.

수많은 실내 가설 무대들은 레저 및 교육을 목적으로 매일 사용되고 있으며 다양한 제조업체들에 의해 공급되고 있다. 많은 실내 무대들은 매입자가 측석에서 매입하며 반복적으로 조립된다.

이와는 대조적으로, 야외 무대의 수는 실내 무대의 그것보다 훨씬 적은 편이며 공급업체의 수 또한 훨씬 적은 실정이다. 야외 무대는 실내 무대의 여러가지 요건을 충족해야 하며, 날씨가 미치는 영향으로 인해 발생하는 추가적 요인들(즉, 바람, 우천 및 급격한 온도 변화를 비롯해 과부하, 잘못된 사용 및 정비 부족으로 인한 제반 문제)에 대해서도 적합해야 한다. 야외 무대는 대체로 필요한 때에 임대되며 공급 계약자에 의해 설치된다.

조명 장비, 동영상 스크린 및 확성기(스피커)를 지지하는 데 사용되는 구조물 등 보조 특설 구조물은 12절에서 별도로 설명하고자 한다.

무대 구조물 제작 과정에서는 다양한 전용 설비들이 사용되고 있는데 이러한 설비들을 유형별로 분류하면 아래와 같다.

- 무대 바닥 공간 및 그와 관련된 하부 구조물
- 독립형 지붕 설비
- 무대 바닥면에 지지되는 지붕 설비
- 무대 바닥의 하부 구조물 내에 지지되는 지붕 설비
- 이동식 무대

9 계단 및 그와 유사한 구조물

실내용으로 설계된 무대와 야외용으로 설계된 무대는 서로 여러 가지 유사한 점들을 지니고 있다. 여기서 '실내'란 날씨의 영향으로부터 무대를 보호할 수 있는 곳으로서 가설 무대를 설치할 수 있는 모든 공간으로 정의된다. 예를 들면, 실내용 대형 천막 및 서커스용 천막이 이러한 범주에 속한다. 실내에서 사용되는 구조물들은 대체로 무대 공간으로 되어 있으며 그와 관련된 진입로와 계단도 포함하고 있다. 이러한 구조물들 중 상당수는 조명 기구, 음향 장비 및 동영상 스크린 등의 여러가지 하중을 공중에 매다는 설비를 제작하기 위해 '지반 지지식' 구조를 사용하고 있다. 이러한 구조물들은 보호용 덮개가 없는 야외 무대용 지붕 구조물과 구조적으로 유사하다. 풍하중을 제외한다면 실내 무대용 구조물은 야외 무대용 구조물과 대부분 동일한 기술적인 문제들을 안고 있다.

9.2 일반 설계 요건

9.2.1 서론

모든 가설 무대 설비의 설계는 본질적으로 개별 구성 요소의 중량, 강도, 제작 원가 및 배치 비용 간 균형의 문제에 속한다. 이러한 문제를 고려할 때 안전성을 필히 확인해야 한다. 무대 설계는 적정 수준의 안전성을 제공하는 것을 전제로 하여 실시하도록 한다. 또한 구조물의 견고성도 고려해야 한다. 일부 설계 요소들은 다른 요소들보다 더 중요하며 일부 구성 요소(또는 구성요소 간 연결부)는 구조물을 설치할 때마다 세심한 점검을 필요로 한다. 각 '무대 유형'에 있어 결정적으로 중요한 항목들은 다음 단락에서 자세히 설명하기로 하겠다.

설계자의 보고 내용을 해당 시·군청 및 그 외 관계자들에게 전달할 경우, 가설 무대의 물리적 검사는 훨씬 더 간단하면서도 효과적으로 진행할 수 있다.

9.2.2 견적

가설 무대는 유자격자가 작성한 도면, 견적서 및 시방서를 포함하는 기술 문서의 여러가지 요건에 따라 조립하도록 한다. 기술 문서는 공인 기술자가 독자적으로 점검하도록 한다. 점검이 순전히 독자적으로 진행되고 있음을 입증할 수 있는 경우, 공인 기술자는 설계자와 동일한 조직에 종사하는 자일 수 있다. 점검 결과는 무대에 적용되는 기술 문서 자료와 함께 수록해야 한다.

모든 조립식 가설 구조물에 적용되는 견적 항목 중에서도 특히 무대 구조물에 필요한 항목들은 다음과 같다.

- 무대 표면의 설계 하중 지지 능력 및 그 외 주어진 제반 기준
- 장비를 공중에 매달기 위해 허용되는 지지 방법에 관한 세부 설명을 포함하며, 하부 구조물이 모든 고가 장비의 무게를 지지할 수 있는 능력
- 여러 날씨 조건에 의해 야기되는 상재 외력을 포함해 전체 구조물에 작용하는 모든 외력을 견딜 수 있는 능력
- 해당 구조물이 고가 장비에 추가로 작용하는 풍하중을 견딜 수 있는 능력
- 결합된 요소들 간의 상호 작용(즉, 무대 바닥과 지붕 설비 간 연결 등)

9.3 무대의 종류

9.3.1 무대 바닥 기본시설 및 그와 관련된 하부 구조물

무대 표면은 무대 장치 및 설비의 중량 등의 정적 하중을 비롯해 춤, 도약 등의 동작을 선보이는 공연자들에 의해 발생하는 동적 하중도 함께 견뎌내야 한다. 참고로 실내 공연장의 경우, 이러한 2가지 조건을 충분히 고려하려면 무대 표면은 최소한 5 kN/m^2 이상의 수직 정적 등가 하중을 견딜 수 있도록 설계해야 하며, 또한 무대 표면에서 작용하는 사용 하중도 견딜 수 있도록 설계해야 한다. 이를 야외 공연장에 적절히 적용하여 사용하도록 한다.

하중은 무대의 양옆, 공연 구역 및 확장 플랫폼, 연단 및 무대 장치 등 무대와 관련된 모든 구역에 작용하며, 사용 한계는 여러 가지 기술 문서에 명확히 규정되어 있다.

연단 및 무대 장치의 자체 하중이 2.5 kN/m^2 을 초과하지 않는다고 가정할 때, 연단과 무대 장치에 작용하는 설계상의 수직 정적 등가 하중은 공학 문서에 별도의 규정이 명시되어 있지 않는 한, 대체로 2.5 kN/m^2 가 되어야 한다. 연단 및 무대 장치에 대해서는 적절한 위험 평가 보고서를 작성해야 하며, 각 설비의 사용 한계는 해당 기술 문서에서 명확히 규정되어야 한다.

무대 바닥 표면은 어떠한 낙상 사고 또는 예기치 못한 미끄럼 사고의 위험을 방지 할 수 있도록 시공해야한다. 각 무대는 바닥에 $50\text{ x }50\text{ mm}$ 영역에 3.61 kN 의 집중하중을 가하여도 바닥과 바닥재에 어떠한 파손이 발생하지 않도록 설계하여야 한다.

해당 행사 현장에 대해 실시된 위험 평가에서 정적 하중 또는 동적 하중이 증가할 가능성이 있는 것으로 확인될 경우, 이러한 문제는 해당 행사에 제한해 일회적으로 처리하도록 한다. 행사 주최자, 집행 기관 및 그 외 관련 당사자들은 더 높은 수준의 하중 요건을 충족하는 방법에 대해 계약자로부터 서면 통보를 받아야 한다.

무대 바닥 플랫폼은 대체로 시스템 비계 또는 여러 가지 전용 설비 중 한 가지로 제작된다. 다음 그림은 전형적인 직사각형의 무대 설비를 보여준다.

9 계단 및 그와 유사한 구조물



그림 42 전형적인 직사각형 무대 설비

전용 설비들은 항상 여러 구획들을 함께 결합하는 공법으로 제작된다. 많은 설비들은 여러 구획을 서로 결합하는 볼트에 단순히 의존하고 있으며, 높이를 조절할 수 있는 지주를 제공하기 위해 절단된 길이를 갖는 튜브형 비계를 사용하고 있다. 여러 구획을 한 데 결합할 경우, 설계자가 규정하는 요구 수량만큼 충분히 볼트를 사용할 수 있도록 해야 한다. PVC 테이프, 플라스틱 케이블 타이 등을 이용해 서로 결합하는 것은 허용할 수 없다.

상이한 제조업체들이 제조한 제품들은 외관상 서로 비슷하게 보이더라도 결코 혼용해서는 안 된다. 다만 그러한 혼용에 따른 여러가지 영향을 유자격자가 충분히 고려한 경우에는 예외적으로 허용 한다.

튜브형 비계의 지주를 이용하는 설비들은 특정 높이보다 더 높은 위치에서의 구획들이 사용될 경우, 대각선 버팀대를 통해 수평 하중을 지반으로 전달해야 한다. 이 높이는 튜브형 비계를 제조하는 데 사용되는 재료와 관련해 설계자가 규정해야 하는 기준값에 속한다. 평면도 상에서 2.4 m x 1.2 m의 치수로 설계된 일반 발판 조립품의 경우, 비계용 튜브를 버팀대 없는 지주로 사용하고 있는데 알루미늄관 및 강관에 사용되는 깔판은 각각 최대 0.9 m 및 1.2 m 이내의 높이로 제작하는 것이 바람직하다. 단, 각 지주의 상단에 접합을 실시해야 한다.

이러한 수치들은 어디까지나 참고 목적으로만 사용하도록 한다. 허용 가능한 높이는 튜브의 직경 및 두께, 축 방향 하중 및 측면 횡 방향 하중에 따라 달라진다.

지주의 설계는 설계계산을 통해 검증하도록 한다. 볼트 결합 방식으로 제작된 무대의 경우, 각 모듈은 지주를 충분히 보강해야 한다. 1개의 튜브 사용하는 경우 코너에 하나의 보조 판 이상을 적용하여 사용한다. 구체적인 계산은 튜브에 적합함을 보여주고 보조 판의 굽힘에 대한 저항값들을 제공해야 한다. 알루미늄 관 및 강관은 동일한 구조물 내에서 혼용하지 않는 것이 바람직하다. 그러나 알루미늄 및 강재 혼성 구조물의 사용 사례는 증가하고 있으며 동일한 구

구조물 내에서 2가지 재료를 의도적으로 혼용할 경우에는 여러가지 설계 매개 변수를 선택 시 주의가 요구된다.

이러한 설비 중 상당수는 외관상 매우 단순한 것처럼 보이지만 그에 대한 설계 계산서를 제시해야 하며, 이러한 설비들은 비교적 복잡한 구조물과 동일한 법적 조치에 따라 설계해야 한다.

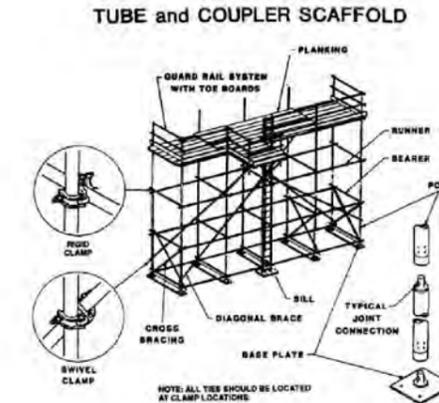


그림 43 튜브형 비계 설비

9.3.2 지붕

지붕(및 실내 격자)은 하중을 비롯해 구조물의 자체 하중을 함께 떠받칠 수 있도록 설계해야 한다. 하중은 작업 요원의 하중을 비롯해 바람 및 눈으로 인해 발생하는 하중, 고가 음향, 조명 및 동영상 설비로 인해 발생하는 하중 그리고 이동식 장비의 고정 용구로 인해 발생하는 하중을 각각 포함할 수 있다.

덮개의 지붕 전면, 개별 구성 요소 및 부속품들은 설계상의 최대 풍하중에 의해 발생하는 상향력을 견딜 수 있어야 한다.

몇몇 외풍 조건들은 대부분의 무대 구조물에서 전복 등을 초래한다. 설계자는 이러한 외력의 작용 범위를 명확히 입증해야 하며, 외력을 처리할 방법에 대해서도 규정해야 한다.

처마와 박공을 따라 작용하는 상향력에 대한 견적은 설계 단계에서 실시되며, 견적서의 내용은 지붕 덮개의 부속품이 이러한 외력을 견딜 수 있음을 입증해야 한다.

수직 기둥으로 지지되는 지붕은 지붕 격자와 수직 기둥을 잇는 연결부의 결합 부족과 이들 두 요소의 상대적 강성에 따라 발생하는 지붕 내부의 변형(휨)에 의해 수직 기둥에 휨 모멘트를 전달할 가능성이 있다. 설계자는 이러한 휨 모멘트의 작용 범위를 명확히 입증해야 하며, 휨 모멘트를 견딜 방법도 제시해야 한다. 수직 기둥 위에서 지지되는 지붕들은 마스트, 체인 호이스트 또는 잠금 장치의 단발적인 고장 시 총체적인 붕괴 사고가 발생할 위험이 있다. 행사 설비에

관한 기술 문서 자료 및 위험 평가에서는 이런 붕괴위험을 방지하는 방법들을 고려해야 한다.

외부 버팀 받침을 사용해 지붕 구조물을 안정된 상태로 유지할 경우, 버팀 받침의 위치 조정 및 고정 용구의 사용 방법에 대해 각별한 주의를 기울여야 한다.

구조물의 결함으로 인해 신체적 상해가 발생할 우려가 있을 경우, 지붕이 있는 옥외 구조물은 항상 유자격자가 감시해야 한다. 다시 말해, 무대 공급업체의 대표는 특히 작업자들이 무대를 사용할 경우 및 공연이 진행되는 동안에 행사 현장을 수시로 방문해야 한다.

지붕을 덮고 벽면을 조성하는 데 사용되는 직물 및 그 밖의 시트 재료는 풍하중을 처리할 수 있어야 할 뿐만 아니라, 바람에 의해 뜰려질 경우를 대비한 비상 안전 장치가 있어야 하며 불연성의 특성을 지니고 있어야 한다.



그림 44 수직지지 예



그림 45 전형적인 곡선형 지붕이 설치된 무대 설비

9.3.3 독립형 지붕 설비

현재 알려져 있는 지붕 설비의 모든 설계는 상향풍 하중 및 전도 하중을 견딜 수 있는 켈들리지를 요구하고 있으며, 해당 구조물에 켈들리지를 부착하는 방법은 기술 문서 자료에 명확히 기술해야 한다.

지붕 수직 기둥 및 타워가 측면 하중과 관련된 굴곡 외력을 견딜 수 있는 능력은 외부 버팀 받침이 없는 지붕 설비에 대한 기술 문서 자료에서 고려 한다.

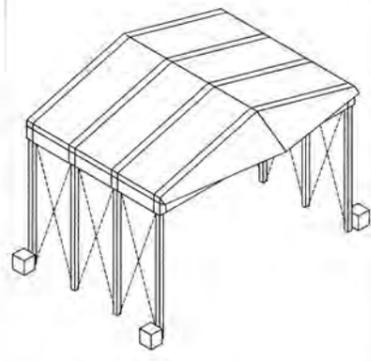


그림 46 행사장 중 화재 사고

9.3.4 무대 바닥면 위에 지지되는 지붕 설비

일반 견적서 외에도 별도의 명세서들은 지붕 구조물에서 발생하는 하향력(대체로 일부 역방향 지주 내지 하부 지주의 형태로 지지해야 하는 외력), 풍하중으로 인해 발생하는 상향력(대체로 켈들리지를 사용해야 하는 외력) 그리고 지붕의 형태로 인해 발생하는 여하한 측면 외력을 각각 견딜

수 있도록 무대 바닥면을 설계하는 방법을 제시해야 한다. 이러한 모든 외력 및 작용들은 기술 문서 자료에서 검토하도록 한다.

9.3.5 무대 바닥의 하부 구조물에 지지되는 지붕 설비

이러한 설비는 점점 더 보편화되고 있는 기술에 속하며 현재 여러 행사 현장에서 사용되는 비교적 큰 규모의 구조물에서 주로 발견할 수 있다. 이 설비의 주요 장점들은 다음과 같다.

- 무대 하부 구조물의 수평 설비는 지붕 지지물에 필요한 수평면을 제공한다.
- 무대 하부 구조물의 자체 중량 중 일부는 상향력을 견디는 데 필요한 켈들리지 들을 대체할 목적으로 활용할 수 있다.

지붕 구조물에서 발생하는 다양한 하중들을 하부 구조물을 통해 처리하는 방법을 제시하기 위해 기술 문서에는 무대 바닥과 관련된 제반 하중 외에도 특정 설계 계산 자료 및 세부 자료를 함께 제시해야 한다.

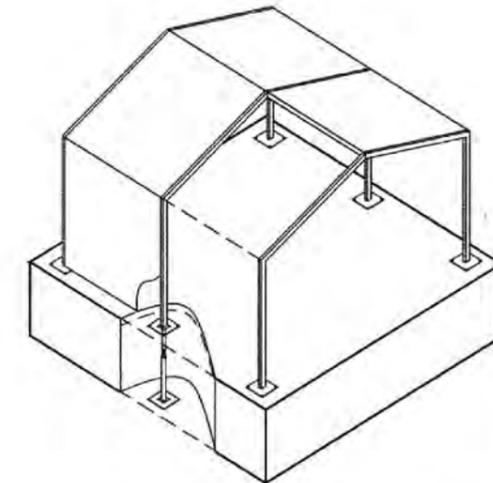


그림 47 행사장 난입한 차량 사고

9.3.6 주로 차량을 기반으로 하는 완전 통합형 설비

차량 기반 무대(흔히 '이동식 무대'라고 함)는 이전보다 훨씬 더 널리 활용되고 있다. 일반적으로 이러한 차량 기반 무대는 험거운 부품들이 별로 없기 때문에 관리 및 안전 점검이 용이한

것이 특징이다. 하지만 차량 기반 무대는 어떠한 무대와 동일한 바닥 하중 및 방풍 요건들을 준수해야 하며, 이를 검증하기 위해서 기술 문서를 활용해야 한다.

9.4 비 공용 출입구

각 무대에서는 진입로 또는 계단을 통해 충분한 접근 통로를 제공해야 한다. 출입구는 규정 상 적어도 2개 이상 설치하는 것이 바람직하다.

계단은 보통 접근을 위해 사용되고 건물 규정을 준수하여야 한다. 설계자들은 중장비 차량이 구조물 쪽으로 후진할 가능성을 염두에 두어야 한다. 또한 트럭은 작업자들의 출입을 용이하게 하기 위한 계단을 포함하고 있어야 한다.

모든 진입로의 경사도는 장비를 안전하게 옮길 수 있을 정도로 충분히 완만해야 한다. 경사도가 1:5보다 더 가파를 경우, 별도의 안전 조치들을 취해야 한다. 수평 참계단 구역들을 서로 연결하는 진입로의 간격은 가능한 한 8 m를 넘지 않도록 한다. 참계단 구역의 경우, 그 길이는 이동 방향에서 볼 때 적어도 1m 이상은 되어야 하며 그 폭은 적어도 접근 통로 또는 진입로 만큼은 되어야 한다. 보조자가 없는 휠체어 사용자들이 무대에 접근하는 데 사용되는 진입로의 경우, 절대 경사도는 최대 1:12 이내여야 한다. 개인 이동 거리가 5 m일 경우, 경사도는 최대 1:15가 된다.

진입로 및 디딤판의 표면이 젖었을 것으로 생각되는 그러한 표면은 미끄럼 방지용 재료로 덮도록 한다.

모든 진입로 및 계단에는 난간을 충분히 설치해야 한다. 진입로의 경우, 장비의 움직임을 확실히 제지하기 위해 적절한 가로대를 설치하도록 한다.

9.5 추락 방지 설비

모든 계약자들은 구조물의 조립 및 해체 작업 과정에서 추락 사고의 위험을 예방하기 위해 적절한 조치들을 취해야 할 의무가 있다. 이러한 조치들은 기준의 여러가지 요건에 따라 별도의 문서에 모두 기록하도록 한다.

그 외 작업자들의 추락 사고를 예방해야 할 책임은 구조물 완공 증명서 교부 시 발주자에게로 넘어간다.

관람석을 정면으로 향하고 있는 무대의 모서리를 제외하면 가능한 한 무대의 모든 모서리에 난간을 설치하도록 한다. 작업 구역 중 가장 위험한 지점에서 하중이 작용할 때 그러한 구역(예: 무대 및 진입용 공간)에서만 사용되는 난간에 대한 2가지 하중 기준은 다음과 같다.

- 수평 방향으로 0.3 kN의 점하중이 작용할 때 변형(휨) 범위는 최대 35 mm 이내여야 한다.
- 수직 방향으로 1.25 kN의 점하중이 작용할 때 이러한 하중을 받는 어떠한 지점에서 발생하는 파괴 또는 휨은 최대 300 mm 이내여야 한다.

발주자는 완성된 무대에서 장비(일반적으로 음향 장비, 조명 장비 및 동영상 장비)를 설치하는 작업자들의 추락사고 방지에 도움을 주기 위해 필요한 여러가지 조치와 관련해 무대 공급업체와 합의할 필요가 있다. 경우에 따라서는 공연이 없는 시간에 무대의 앞쪽 모서리에 가설 방벽을 설치하는 등의 안전이 요구된다.

난간의 부족과 계단의 상태 불량은 실내 무대와 관련된 사고를 일으키는 가장 큰 주범이다. 공연에 사용되는 무대의 모서리를 제외한 모든 구역과 모든 계단에는 높이에 관계없이 난간을 설치해야 한다.

실내 무대는 동일한 장소에 반복적으로 설치되는 경우가 많으며 행사가 시작될 때는 조명의 강도가 최대한 높은 수준이었다가 갑자기 완전 소등 수준으로 급변할 수 있다. 무대가 환히 보이다가 일시적으로 보이지 않는 이러한 조명 고장은 실제로 여러 가지 사고를 초래하고 있다. 이러한 사고를 방지하려면 난간을 충분히 설치해야 하며 무대 모서리를 별도의 표시로 명확히 구분해야 한다.

인접한 벽면에 좁은 틈새가 있는 실내 무대에서는 피해자들이 틈새 사이로 걸어 들어갔다가 사고 현장의 몸이 걸리는 중대한 사고가 발생하고 있는데, 이러한 경우처럼 좁은 틈새를 피할 수 없다면 난간을 이용해 접근을 아예 차단해야 한다.

대부분의 공연 예술가들이 난간 뒤에서 무대로 등장하는 행위는 허용되지 않기 때문에 그들이 무대 앞쪽에서 발을 헛디뎠을 때 추락하는 사고를 방지하기 위한 별도의 조치들을 취해야 한다. 공연 예술가들은 매우 강한 조명을 받는데 이러한 조명은 급작스럽게 희미해지거나 소등 될 수 있으며 이 경우 모서리를 구분하는 표시들을 일시적으로 분간할 수 없게 된다는 점을 인식해야 한다. 정기적인 무대 사용 시 취해야 할 제반 조치들은 다음과 같다.

- 무대 바닥 높이보다 낮은 '중간 턱'. 이는 특히 높은 무대 바닥면에 적합하며 그 위치는 음향 장비 및 조명 장비의 그것보다 2배 정도 더 많을 수 있다.
- 무대 모서리와 근접한 위치임을 경고하는 요철판.
- 무대 앞쪽 모서리에 약간 튀어나온 접근 방지턱.

어떤 경우든 간에 무대의 앞쪽 모서리, 물리적 장애물 및 계단 모서리는 흰색 혹은 형광색의 테이프를 이용해 별도로 구분하도록 한다. 이 때, 가시도를 최대한 높이기 위해 테이프의 폭이 적어도 50 mm 이상은 되어야 한다.

9.6 무대의 시공 및 사용 시 인양 장비의 활용

구조물(일반적으로 무대 지붕)의 여러 구획을 여러 대의 호이스트로 인양할 경우, 호이스트의 결함으로 인해 해당 구조물이 지면에 추락하지 않도록 충분한 예방 대책을 마련해 두어야 한다. 이러한 요건을 충족할 수 있는 한 가지 방법은 1대의 인양 장비에서 고장이 발생할 때 나머지 인양 중인 구조물을 안전하게 지지할 수 있도록 충분한 수의 호이스트 또는 윈치를 사용하는 것이다.

시공 계획서 및 위험 평가 보고서는 지붕 구조물의 인양 절차를 포함해 자세히 작성하도록 한다. 특히 지붕의 움직임을 감시 및 통제하기 위해 필요한 인력의 배치를 신중하게 고려하도록 한다. 현장에 없어도 되는 인원은 인양 및 강하 작업 중에 지붕 구조물의 인접 구역 및 주변 구역에 있으면 안 된다.

호이스트로 인양된 지붕을 사용할 경우, 각 호이스트는 장비 고장 시 지붕의 움직임을 방지하기 위해 기계식 안전 장치(잠금 장치)를 탑재하고 있어야 한다.

여러 대의 호이스트를 사용할 경우에는 수평을 유지하면서 구조물을 인양해야 하며 이러한 요건을 충족하기 위해 인양 작업 절차를 조정할 수도 있다는 점에 유의하도록 한다.

많은 무대용 지붕들은 음향 장비 및 조명 장비를 포함한 각종 고가 장비를 설치할 목적으로 사용된다. 따라서 이러한 지붕의 모든 구성 요소는 반드시 유자격자의 검사에 따라야 하며 그와 관련된 문서 자료는 고가 구조물에 여러가지 하중을 가하는 설비를 설치하기 위한 장비 사용자에게 필히 제공해야 한다.

고가 설비를 고가 구조물에 설치하는 데 사용되는 방법에 대해서는 각별한 주의를 기울여야 한다. 세부 요건에 대한 주의가 중요하며 무거운 무대 설비들은 그것의 추락을 방지할 1개의 고정 부품을 포함해 적어도 2개 이상의 고정 부품을 탑재하고 있어야 한다. 너트와 볼트 같은 부속품의 추락은 위험 요소에 속하며, 작업 규정상 풀림, 결함이 있는 구성 부품 여부를 정기적으로 점검하는 것이 바람직하다. 진동은 부품의 결합 상태를 저해할 수 있으므로 스피커의 진동, 외풍 또는 그 밖의 원인에 영향을 받는 구조물들을 신중히 점검해야 한다.

10

행사용 방벽

10.1 서론

콘서트, 이벤트 등의 행사에서는 다양한 종류의 펜스 또는 방벽이 사용되고 있다. 본 절은 무대 전면부에 설치되는 방벽을 중심으로 설명하고 있으며, 다만 다른 종류의 펜스 또는 방벽, 이러한 방벽의 강도 및 적절한 용도를 설명하는 데 도움을 주고 있다.

보행자용 방벽, 경찰용 방벽이란 군중을 격리하기 위한 긴 방책을 매우 신속히 배치해야 할 필요가 있는 행렬 또는 거리 경주 등 거리에서 열리는 여러가지 행사에서 널리 쓰이는 강재 방벽을 가리키는 용어들이다. 이러한 방벽들은 대체로 높이가 1.1 m 이고 길이는 1.5 ~ 3.5 m 로, 다양하며, 유사시 신속하면서도 손쉽게 설치할 수 있도록 대량으로 보관할 수 있다. 각 방벽은 독립적인 구조로 되어 있으며 한쪽 단에 위치한 평면 받침대 또는 아치형 받침대를 통해 지지되거나 혹은 방벽의 전체 길이에 상응하는 수평 환형 받침대로 지지되기도 한다. 이러한 방벽들은 군중이 과밀하지 않을 때 유용하게 활용할 수 있다. 각 방벽은 순전히 일반 국민들을 위한 '출입 금지' 구역을 결정할 목적으로 사용된다. 방벽의 구조적 강도는 군중의 쇄도를 저지할 만큼 강하지는 않다.

철망 펜스는 철망으로 뒤덮인 관형 강재로 구성되어 있으며 대체로 길이는 3.5 m 이고 높이는 2 m 에 이르는데, 이는 콘크리트 또는 고강도 플라스틱을 재질로 할 수 있는 별도의 블록 설비에 수직으로 끼움으로써 지지된다. 블록에는 방벽을 끝부분 또는 중간 부분에 결합할 수 있도록 여러 개의 구멍이 나 있다. 이러한 펜스는 설치 기간 중에 펜스 라인을 신속히 개방해야 하거나 혹은 현장의 경계를 신속히 변경해야 하는 여러 행사 현장을 중심으로 널리 활용되고 있다. 이러한 설비의 구조적 강도는 군중의 쇄도를 저지하기에 역부족이며, 간판 또는 그 밖의 차폐물이 철망 패널의 투과성을 저하시키는 상황에서 풍하중을 견디기 위해 대체로 비스듬한 버팀대 또는 버팀목을 필요로 한다. 또한 수직으로 설계된 철망 요소의 간격을 줄인 월장 차단용 방벽도 활용할 수 있다.

관형 울타리는 앞서 설명한 철망 패널과 유사하면서도 2가지 분명한 차이점이 있는 패널로, 행사업체가 적용하고 있는 일반적인 기술 용어에 해당한다. 울타리를 구성하는 철망은 고강도의 강철망(휨을 방지하기 위해 가늘면서도 굵이 진 형태로 제작된다)으로 대체되었으며, 패널의 폭은 중량의 증가로 인해 2 m 수준으로 줄어들었다. 관형 울타리 설비의 경우, 현재 2.0 m 및 2.4 m 의 높이로 제작된 형태가 널리 쓰이고 있다. 관형 울타리의 충전재는 투과성이 없기 때문에 패널을 접합할 때마다 버팀목을 사용해야 하며 이러한 버팀목은 접지 핀 또는 컨트롤리지 장치를 통해 지면에 고정된다. 모든 버팀목을 뒤편 경우라도 이러한 설비들이 풍하중 또는 군중 압력 등 측면 하중을 견딜 수 있는 능력에는 한계가 있다.



그림 48 버팀목 설치 예

정해진 사용하중의 성능을 확인하려면 제조업체가 규정한 내용의 지지물 배치 조건들을 준수해야 한다. 또한 지주나 버팀목 등을 제거하지 않도록 주의해야 한다.

여기서 유의해야 할 점은, 이러한 설비는 건설업계에서 사용하고 있는 판형 울타리와 혼동해서는 안 된다는 사실이다. 판형 울타리는 대체로 튼튼한 목재 골조를 콘크리트에 고정된 상태에서 이러한 골조를 합판으로 피복해 제작된다.

강재 패널 설비는 출입을 제한하면서 매우 높은 수준의 보안을 제공해야 하는 행사 현장의 주변을 둘러싸는 울타리로 널리 쓰이고 있다. 강재 패널 설비는 플라스틱으로 덮인 평면 강판을 사용해 조립식 강재를 덮는 형태로 조성된다. 각 골조는 볼트를 통해 하나로 결합 및 중첩되며 지면에 고정된다. 일반적인 패널 크기는 높이 3 m x 폭 2.4 m이다. 시중에서 사용하고 있는 설계도 원본 자료의 몇몇 사본들은 원래의 설계 규격을 준수하지 않는 것으로 보이는데, 강재 패널 설비는 설계 원칙상 25 m/s의 돌풍을 견딜 수 있으며 지면에서 1.5 m의 높이(일반 성인의 어깨 높이)에서 작용하는 1.25 kN/m의 균중 압력을 견딜 수 있어야 한다. 안전상의 중요한 특징으로는 어떠한 틈새를 막기 위해 중첩된 패널들을 서로 결합하는 볼트 연결부를 들 수 있다. 모든 접합부에 위치한 버팀목은 패널 골조의 기초에 있어 필수 요소에 속한다. 이러한 버팀목을 사용하면 패널에 국부적인 파손이 발생하더라도 펜스의 전체 길이 중 상당 부분을 팽팽하게 유지할 수 있다(기능상 고속도로 충돌 방지용 방벽과 동일한 원리). 그러나 볼트가 유실되면 이러한 기능은 저하된다.

차도용 패널 설비는 '최고의' 펜스 설비로 사용되고 있으며 매우 높은 하중을 견딘다(올바르게 설치할 경우, 차량 충돌 하중도 견딜 수 있다). 패널의 크기는 앞서 설명한 강재 패널 설비와 비슷하다. 각 패널은 보통 인접한 패널 2개의 모서리를 가리키는 H형 슬리브를 통해 서로

연결된다. 내구성이 강한 버팀목과 확장형 접지 핀은 패널의 자체 중량 및 패널에 가해지는 잠재 하중 때문에 중요한 요소에 해당한다.

무대 전면 차단용 방벽은 상당히 높은 구조적 강도를 지니고 있으며, 균중에 의해 발생하는 여러 하중 중에서도 최고의 하중을 견딜 수 있도록 설계해야 한다. 이 방벽은 대규모 균중이 모여 있는 조망 구역의 전면에서 사용된다. 무대 전면 차단용 방벽 설비는 다양한 형태로 사용되고 있는데 대체로 구획의 단위 길이는 1m이고 강재 또는 알루미늄을 재질로 하며 특정 용도를 위해 특별히 설계된 튼튼한 구조의 방벽으로 제작된다. 이 방벽의 일반적인 형태는 'A'자형 골조로서 현장의 간사들이 선 상태로 균중에게 접근하여 다가갈 수 있도록 제작된 것이 특징이다. 이러한 방벽은 안정된 상태를 유지하기 위해 전면의 발판 위에 실리는 균중의 체중을 이용한다. 이 방벽은 수평으로 이동하면서 행사 현장에 시공할 수 있도록 설계되어 있다.

사용상의 목적을 충족하려면 이 방벽은 제조업체가 정한 규격을 철저히 준수하면서 시공 및 연결해야 한다.



그림 49 결합식 방벽(아치형 받침대, 평면 받침대 및 환형 받침대)



그림 50 철망 패널 펜스



그림 51 판형 울타리



그림 52 강재 패널 펜스

무대 전면 차단용 방벽은 균중 안전 관리에 있어서 중요한 요소에 속한다. 이러한 방벽은 균중 압력이 하나의 위험 요소로 작용하는 모든 행사의 관리에 있어 없어서는 안 될 중요한 도구에 속한다.

무대 전면 차단용 방벽의 올바른 배치 방법을 결정하기 위해서는 행사에 참석하는 자들의 범위 및 속성, 예상되는 군중 흥분도 및 음주로 인한 취기 등을 파악하여 발생 가능한 제반 사고에 대한 반응과 일반적인 행동을 평가하기 위해 충분한 위험 평가를 실시하는 것이 무엇보다도 중요하다.

방벽은 사람이 추락하는 사고를 방지하고 사람들의 이동을 방지, 차단 또는 안내할 목적으로 고안된 구조적 요소에 속한다. 무대 전면 차단용 방벽은 봉쇄 구역 또는 통로를 조성하며 이러한 방벽을 이용하여 주요 구역에서 적절한 수준의 안전을 제공하는 안전 관리 절차의 실시가 가능하다.

무대 차단용 방벽이 설치된 구역에서 군중의 밀도는 매우 높을 수 있다. 여기서는 군중이 한꺼번에 쇄도할 수 있으며 그러한 군중들은 무대 전면을 차단하는 방벽에 상당한 수준의 동적 하중을 가할 수 있다. 다행스럽게도 그러한 군중의 쇄도 및 하중은 대체로 짧은 시간에 발생한다. 지금까지의 경험 및 연구 결과들은 인파에 의해 일시적으로 작용하는 강한 군중 압력이 아니라 군중의 과밀로 인한 미끄러짐 또는 넘어짐 등으로 확인되었다.



그림 53 무대 전면 차단용 방벽

군중의 압력은 바람직하지 않을 정도로 높은 수준에 이를 수 있으며 개인의 행동은 무고한 당사자들을 위협에 빠뜨릴 수 있다. 따라서 방벽의 기능은 붕괴 사고를 유발할 우려가 있는 위험한 군중의 움직임을 확실히 차단 및 예방하고 현장의 간사들로 하여금 군중의 행동을 감시하면서 가까이 오는 사람들 혹은 군중에게 발생하는 인명피해 등을 예방하는데 있다. 무대 전면 차단용 방벽은 간사들로 하여금 도움이 필요한 자들을 높은 위치에서 파악할 수 있는 공간을 제공하고 있기 때문에 군중 속에 있는 그들을 아래층 구역으로 보다 수월하게 끌어내어 밖으로 호위하거나 병원으로 후송해 치료를 받을 수 있게끔 도움을 줄 수 있다.

조립식 방벽은 그 기능상 발판에 작용하는 군중의 하중을 이용해, 군중이 넘어지거나 미끄러지는 사고를 막기 위한 질량을 제공한다. 무대 전면 차단용 방벽이 제 기능을 충분히 발휘하기 위해서는 미끄러짐, 전복, 들뜸 또는 붕괴 등의 문제가 발생하지 않아야 한다. 방벽은 사용 과정에서 파손될 수 있으며 군중의 쇄도로 인해 붕괴될 위험을 안고 있을 뿐만 아니라, 방벽 아래층에서 근무하는 작업자들에게 위험을 초래할 우려가 있다.

군중의 횡방향 움직임을 줄이기 위해 '낮은' 방벽을 사용할 경우, 방벽이 들뜸 우려가 있다는 사실도 고려해야 할 문제에 속한다. 각 방벽은 양측으로부터 작용하는 압력으로 인해 어떠한 틈도 발생하지 않도록 설계해야 한다.

다중 방벽 설비들은 무대 바로 앞에 위치한 구역에서 군중 밀도를 어느 정도 조절할 수 있는 효과를 제공할 수 있으며 다만 모든 방벽의 배치는 그 자체가 일련의 위험 요소를 동반하고 있다. 낮은 방벽은 사람들이 힐 우려가 있는 구석진 공간을 형성한다. 2차 방벽선 또는 후속 방벽들을 군중 속으로 더 가까이 배치하는 다중 방벽 설비들은 무대 영역의 바로 앞에서 작용하는 압력을 조절하는데 도움을 줄 수 있지만 후속 방벽의 경우에는 간사 및 의료 보조 인력 등 담당 요원들을 배치해야 하며 군중의 하중, 밀도 및 출입 통로, 대피 수단 등 여러 문제를 모두 고려해야 한다.

좌석에 앉은 관객은 특히 가설 행사장이나 혹은 해당 행사의 성격과는 다른 별도의 목적을 위해 설계된 행사장에서 무대 전면 차단용 방벽의 필요성을 확인해야 한다.

무대 맞은편 지반의 기울기 및 상태는 위험 평가 절차에서 고려해야 할 사항에 속한다. 무대와 방벽간의 구분, 층간의 구분에 대해서는 각별한 주의가 요구된다.

군중의 무게 압력이 발생할 가능성이 가장 높은 구역은 최대한 방벽을 조밀하게 배치하지 않는다.

10.2 설계

무대 전면 차단용 방벽의 설계 및 배치는 무대의 높이, 측방 무대의 위치, 간사 인력의 배치 및 행사장의 구조와 각각 상관관계가 있다. 현재 엔터테인먼트 업계에서는 특정 용도로 제작된 조립설비를 포함해 다양한 종류의 방벽을 사용하고 있다.

방벽을 무대 또는 그 구성 요소와 연결할 경우, 무대 설계 과정에서 방벽의 하중을 고려하도록 한다.

비계로 제작된 방벽의 사용은 권장하지 않는다.

무대 전면 차단용 방벽은 군중들의 과밀현상으로 인해 압력을 받을 수 있다. 이러한 압력은 군중의 전방에 위치한 자들을 통해 방벽에 가해진다.

아래의 그림은 관람객들이 어떤 식으로 무대 전면 차단용 방벽에 몰려드는지를 사진으로 보여주고 있는데 이러한 군중의 쇄도는 질식 또는 국부적인 흉부 손상의 위험을 초래할 수 있다. 앞서 확인한 바와 같이, 군중 관리는 행사 현장의 안전에 있어 중요한 사항에 속한다.

다음 그림은 군중 속에 뒤섞인 각 개인의 신장이 어떻게 넓은 범위에 걸쳐 큰 편차를 보이는지를 잘 보여주고 있다. 일반적으로 수직 평면은 군중들의 다양한 신장 분포를 효과적으로 보호하기 위해 최대 1.05 ~ 1.22 m인 것이 설치한다.



그림 54 무대 전면 차단용 방벽에 몰려든 군중의 모습

방벽은 상해를 초래할 수 있는 예리한 모서리, 틈새 또는 그 밖의 돌출 요소들을 포함하고 있으면 안 된다. 주문 설계된 패드는 이러한 방벽에서 상해의 위험을 줄이는 데 도움을 줄 수는 있지만, 간사들이 이처럼 패드가 부착된 방벽으로 인한 압박 속에서 관람객들을 빼내기는 더 어려울 수도 있다.

방벽의 폭은 무대의 폭에 따라 결정된다. 필요하다면 무대 전면 차단용 방벽을 무대 폭을 초과해 최소한 2.4 m 이상의 높이로 된 시선 차단용 방벽으로 변형하도록 한다. 일반적으로 시선은 무대 우측에서 좌측까지 원호 형태로 최대한 넓게 확보하는 것이 원칙이다. 이처럼 넓은 범위의 시선이 확보되면 편안하면서도 안전한 군중 형태가 형성된다. 이렇게 하면 팬들은 만족스러운 시야를 확보하기 위해 무대 전방 또는 중앙에 몰려들 필요가 없다.

비교적 규모가 작은 행사장에서는 일반적으로 직선형 방벽을 설치하는 것이 원칙이지만, 관람석에 관한 설계도 상에서 불룩한 원호형태의 방벽은 군중의 밀도를 줄이는 데 도움이 될 수 있다.

무대와 무대 전면 차단용 방벽 사이에 위치한 안전 구역의 경우, 아래에 열거한 바와 같은 특징을 지닌 계단 또는 연속 공간을 방벽 바로 뒤가 될 수 있도록 한다.

- 군중을 한 눈에 볼 수 있는 보안 및 구조 서비스 실현해야 함
- 압력을 받고 있는 사람들을 군중으로부터 끌어낼 때 간사들은 위험한 상황을 완화시킬 수 있어야 한다.
- 연속적인 미끄럼 방지 공간은 특히 다음과 같은 특징을 가진 행사장의 외부에서 유용하게 활용할 수 있다.
 - 힘든 업무 환경을 야기할 수 있는 지반을 포함한 곳
 - 쉽게 흥분하는 성향을 갖고 있거나 관객의 수가 많아서 도움을 필요로 하는 경우가 많이 발생할 수 있는 곳.

관객의 발길이 닿지 않는 안전 구역 또는 통로(복도)의 치수는 무대의 폭, 간사 및 의료진의 업무 요구 사항 그리고 해당 행사의 특징상 예상되는 활동 정도에 따라 각각 결정된다.

발판이 없는 짧은 방벽은 때때로 필요한 구조적 형태를 얻기 위해 때때로 방벽선 내에서 원호형태를 만들어 활용할 수 있다. 이러한 방벽의 길이는 표준 방벽 구획의 그것보다 짧은데, 발판이 없는 방벽은 발판이 부착된 인접 구획으로 전달되는 하중에 전적으로 의존하기 때문에 사용시 신중히 고려해야 한다. 발판이 없는 방벽은 그것의 수와 위치를 평가할 수 있도록 도면에 명확히 표시해야 한다. 이러한 방벽의 사용은 최대한 줄여야 할 뿐만 아니라, 가능하다면 높은 압력이 작용하는 구역으로부터 멀리 떨어진 곳에 위치해야 하며 가장 긴 표준 방벽을 그 사이에 설치해 간격을 충분히 벌리도록 한다.

방벽의 출입문은 무대 아래층에서 떨어진 곳 혹은 아래층 내부에 위치 여부와 관계없이 방벽이 어떠한 군중 압력을 받는 상황에서는 제 기능을 발휘 할 수 없으며, 안전하게 활용할 수 없다. 이러한 출입문은 상기에 언급한 짧은 방벽보다 더 많은 하중을 전달하기 위해 인접한 표준 구획에 한 번 더 사용하게 되는 구조적 특징은 방벽의 전반적인 구성을 약화시킨다. 방벽 출입문은 가능한 한 사용하지 않는 것이 좋다.

10.2.1 설계 하중

무대 전면 차단용 방벽에 가해지는 특정 하중은 1.1 m의 높이 또는 그 이상의 방벽 높이에서 3 kN/m 만큼 가해지는 수평 하중을 의미한다. 특성 하중은 작용의 불확실성과 관련된 부분 계수(이 경우에는, 전복 및 미끄럼을 방지하기 위한 전반적인 안정성과 관련)와 함께 적용된다.

전복 및 미끄러움을 방지하기 위한 안정성의 최소 계수는 1.5가 되어야 한다. 따라서 설계 하중은 $3 \times 1.5 = 4.5 \text{ kN/m}$ 가 된다.

발판이 방벽과 결합된 경우, 사람들의 무게는 전복 하중을 견디면서 마찰 저항을 형성하는 켈틀리지의 기능을 하는 것으로 볼 수 있다.

그러나 필요한 사하중을 형성하기 위해 발판에 모여야 하는 사람들의 인원 및 무게가 각각 다르기 때문에 현실적인지 여부에 대해서는 주의가 요구된다. 예를 들면, 주로 나이가 어린 관객들이 모이는 행사장에서 평균 체중은 1인당 표준 체중과 비교해 상당한 차이를 보일 수 있다. 설계 계산에 따르면 방벽의 균중 밀도는 1m^2 당 약 12명에 이르는 것으로 추정되고 있다. 균중의 밀도는 방벽에서 가장 높게 나타나며 다만 이러한 밀도를 환산하면 1인당 0.08m^2 와 일치하는데 이는 스포츠경기장 안전지침(Guide to Safety at Sports Grounds)에서 권장하고 있는 1인당 평균 0.5m^2 (즉, 1m^2 당 2명)의 여유 공간 수치와 큰 차이가 있다는 사실에 유의할 필요가 있다.

발판의 면적을 비롯해 발판과 지면 사이에 작용하는 마찰 계수는 미끄러움을 방지하기 위한 방벽의 마찰 저항을 평가하는 데 있어 중요한 요소에 속한다. 마찰 계수는 변하며 이러한 계수는 방벽 위험 평가에서 고려되어야 한다. 방벽의 마찰 저항 또는 기계적 강도를 높이기 위해 적절한 시트 재료를 덧대는 것은 방벽의 안정성에 있어 필수적인 조치이다. 일부 방벽 공급업체들은 플라스틱 피치 덮개, 아스팔트 또는 콘크리트 등의 표면에서 발판 아래에 고무 매트 사용 할 것을 권장하고 있다. 다만 고무 매트의 특성을 완전히 정의할 수는 없다.

일부 견적에 따르면 과도한 응력을 받는 방벽 구획에서 일정한 수준의 하중이 전달되고 있는 것으로 추정된다. 그러나 이러한 하중 분산은 최대 하중 또는 과도한 응력을 받는 구획들의 범위가 매우 좁을 때 나타날 경우에만 효과를 나타낼 수 있다. 넓은 전면부에 작용하는 압력은 이미 과도한 하중을 받고 있어 일부 하중에 대해 추가적으로 하중이 전달될 우려가 있음을 의미한다. 균중이 과도처럼 밀려오는 행사장의 경우, 무대 전방으로 넓게 설치된 방벽에 이르는 무대 전면 차단용 방벽으로부터 일정한 거리를 둔 지점에서 물결이 확산되는 것과 같은 효과가 나타날 수 있다.

10.3 주요 조망 구역 밖에 위치한 판형 울타리 또는 펜스

행사를 관람하는 균중들에 의해 발생할 수 있는 하중과 이동 중인 균중들에 의해 발생할 수 있는 하중을 측정하기 위해서는 특정 행사 현장의 배치 또는 무대 구성을 하나하나 세심하게 평가해야 한다.

장애물에 균중이 밀집하는 현상을 비롯해 비상구 통로의 혼잡 현상, 균중과밀 현상, 안전난간 등의 시설을 관리하기 위해 이 구역을 감시 공간으로 한다. 측 무대 펜스를 시선을 차단하는 목적으로 사용할 경우, 측 무대 펜스에 작용할 하중을 평가할 필요가 있다.

시선을 차단하는 장애물을 형성하는 측 무대 방벽에 대한 특정한 수평 하중은 펜스에서 1.25 kN/m 만큼 전달된다. 특성 하중은 작용의 불확실성과 관련된 부분 계수와 함께 사용된다. 이 경우에는, 계수의 값은 1.5가 되기 때문에 설계 하중은 $1.25 \times 1.5 = 1.875 \text{ kN/m}$ 으로 계산된다. 이러한 하중은 높이 1.5 m 지점에서 작용해야 한다.

어떤 경우에는 관람 구역과 떨어진 거리에 따라 비교적 낮은 하중을 선택하는 것이 바람직할 수도 있다. 1차 구획들은 균중이 밀집한다고 추정되는 지점에 도달할 때까지 상기의 제반 기준에 따라 설계할 수 있다. 그러나 이 구역이 출구 통로의 일부를 형성하고 있으며 균중이 방벽과 나란한 방향으로 이동할 경우, 이러한 추정은 불가능하다. 각각의 특정한 상황을 신중히 평가해야 하며 모든 추정은 빠짐없이 기록하도록 한다.

독립 구조로 시공된 석조 벽면이 균중으로부터 압력을 받을 때 붕괴된 사례들이 있기 때문에 그러한 벽면으로 울타리의 일부를 구성해서는 안 된다. 특히 노후한 벽면은 균중의 압력에 취약한 편이며 만약 붕괴된다면 그 자체의 중량 때문에 현장에 있는 사람들에게 중상을 입힐 수 있다.

10.4 현장의 여건 및 방벽의 성능

무대 전면 차단용 방벽의 사용하중은 이러한 방벽이 설치된 지면의 여러 특성에 따라 큰 편차를 보일 수 있으며, 이러한 현장별 문제는 각별한 주의가 요구된다. 여러 방벽 검사는 제한된 조건 하에서 실시한다. 미끄러짐은 발생 확률이 가장 높은 형태에 해당되며 현장의 여러 여건 하에서 방벽은 필요한 설계 하중을 견디지 못해 결합이 발생할 수도 있다. 방벽을 비롯해 방벽이 제 기능을 발휘해야 하는 설치 현장의 지면 그리고 행사에 참석한 균중의 특성 등 여러 사항에 대해 결정할 경우, 현장의 여건을 반드시 고려해야 한다. 시험에 따르면 잔디 표면에 설치된 방벽이 최고의 성능을 발휘하고 있음을 알 수 있다. 그러나 시험 당시에 존재했던 잔디 표면 및 지반의 여러 특성을 정의하기 위한 기준은 없다.

현장에 방벽을 설치할 때 지면이 만족스러운 것으로 판단되는 경우에도 여러 조건은 행사가 시작될 때까지 지면상태가 변할 수 있으며 행사 진행 중에도 변할 가능성이 있다. (특히 에너지 소모가 많은 행사에서) 음료수를 팬들에게 제공할 경우, 음료수가 불가피하게 바닥으로 흐를 수 있으며 이로 인해 지면은 눅눅한 상태가 될 수 있다. 극단적인 경우에는 지면이 진흙탕으로 변할 수 있으며 이러한 지면 위에 설치된 방벽은 미끄러질 수 있다. 토목 섬유막을 이용한 지면 보호 설비는 지면을 보호하기 위해 균중 밀도가 높은 방벽 부근에서 활용되고 있으며 다만 보행하는 자들이 미끄러지거나 넘어지는 위험을 초래하지 않도록 주의가 요구된다.

방벽 설계 기준에 적합한 부지에서 강철 핀을 이용해 방벽을 지반에 고정할 경우, 미끄러움을 방지하기 위한 마찰 저항을 높일 수 있다. 방벽 아래쪽의 경우에는 보행자가 넘어질 위험을 초래하지 않도록 주의해야 한다. 축구 경기장 및 여타 경기장 내 미리 준비된 위치에 다수의 방벽

을 고정하는 것은 대체로 부적절하거나 효과가 없는데 그 이유는 이러한 구조물 내에 모래가 많은데다 지면 아래에 매설된 발열체, 배수 설비 및 관개 설비를 파손시킬 우려가 있기 때문이다.

축구 경기장 및 기타 경기장 내에서 방벽을 설치할 지점을 보호하기 위한 조립식 타일 등으로 구성된 전용 플라스틱 보호물은 방벽 바로 밑의 마찰 계수가 감소했음을 나타낸다고 할 수 있다.

여러 시험 및 견적을 근거로 할 때, 일부 방벽은 최대 설계 하중을 견딜 수 없으며 미끄러지면서 결함이 발생하는 것을 알 수 있다.

10.5 다중 방벽 설비

다중 방벽 설비를 설치할 경우, 여러 개의 설치 구역을 조성할 수 있으며 그 중 특정한 구역 내에서 군중을 통제할 수 있다.

복합 다중 방벽 설비는 오늘날 행사 현장에서 널리 사용되고 있으며 정교한 무대 장치들과 함께 결합되어 사용되는데 종종 1개 이상의 돌출형 무대와 연결되기도 한다. 그러한 모든 설비들은 군중의 특징, 입구, 출구 및 비상 대피로, 하중 밀도 등과 관련해 각 구역마다 세부적인 위험 평가를 통해 면밀히 평가해야 한다. 특정 용도로 제작된 연결용 부품들을 사용하지 않는 한, 다른 구조의 방벽들을 동일한 선상에서 사용해서는 안 된다.

방벽 설비들을 야외 현장에 시공할 경우, 설치 작업이 더 어려운 데다 더 많은 비용이 소요될 수 있으며 어떤 경우에는 설치 자체가 현실적으로 어려울 수도 있다. 대피 수단에 관한 제반 요건을 면밀히 고려하지 않을 경우, 다중 방벽은 일련의 위험한 울타리로 전락할 수도 있다.

다중 방벽 설비를 설치할 경우, 규정된 시한 내에 대피가 가능하도록 배치해야 한다. 경기장 또는 현장에 모인 사람수를 고려하여 대피 수단에 미치는 전반적인 영향에 관한 분석을 실시하도록 한다. 설치한 설비들의 관리 및 사용절차로 숙지하여 구역별로 설치된 방벽 설비들은 군중의 쇄도와 그에 따른 압사 사고를 줄일 수 있도록 해야 한다.

방벽 설비에 적용되는 관리 절차의 경우, 어떤 위험 요소를 무대에서 관객 쪽으로 더 옮긴다고 해서 해당 위험 요소가 제거되는 것은 아니다. 저녁 공연의 경우, 무대 조명은 무대 바로 앞에 설치된 방벽에 위치한 간사들에게 도움을 줄 수 있다. 무대에서 떨어진 지점에서는 방벽 설비를 위해 조명 강도를 줄일 것을 고려해야 한다.

10.6 행사 위험 평가

방벽에 가해질 수 있는 압력의 수준을 측정하려면 특정 행사마다 일일이 종합적인 위험 평가를 실시하는 것이 중요하다. 해당 평가에서는 다양한 원칙들을 포함시킬 필요가 있다.

여기서 고려해야 할 요인들은 다음과 같다.

- 행사에 참석자 수
- 공연의 종류
 - 사람들의 이목을 집중시키는 록 콘서트, 지역의 공식 행사 등
 - 군중의 반응에 영향을 미치거나 군중의 움직임을 야기하는 돌출형 무대, 'B'형 무대 및 그 밖의 모든 효과를 사용.
 - 여타 행사장 및 기존의 순회 공연에서 수집된 공연 예술가들의 이력에 관한 정보.
 - 사고 이력, 처리된 사상자의 수 등
- 군중의 특징. 군중의 반응 방식과 군중을 관리하는 방법에 영향을 미치는 요인.
 - 행사 참석자의 연령대, 다양한 연령의 성인들과 10대 청소년 및 그보다 나이가 어린 아동(일부는 부모를 동반).
 - 관객의 구성 - 주로 남성, 여성 또는 혼성.
- 관객의 즉흥성. 관객들은 어떠한 행동 유형을 보이고 있는가(조용히 서 있거나 적절한 시점에서 박수를 친다든지 혹은 공연 예술가들이 있는 무대 쪽으로 가까이 다가가기 위해 매우 적극적으로 전진하는가)? 군중 내의 제반 요소는 관람석의 구성원들 간에 충돌을 초래할 수 있는 '충추기' 등의 방해 활동과 관계가 있으며 이로 인해 관객들은 공연 활동의 중심에서 벗어나 다른 곳으로 자리를 옮기려는 시도를 하게 된다. 지금까지 수집된 현장 검증 결과 및 기록에 따르면, 극도로 흥분하기 쉬운 군중들은 설계 하중보다 더 강한 하중을 방벽 및 구조물에 실제로 가할 수 있으며 이러한 문제가 예상될 경우에는 특별한 조치를 취해야 한다.
- 설계에 따른 방벽 배치. 무대 전방에 설치된 방벽선이 약간 튀어나왔는지 여부 또는 상이한 구역에서 상이한 군중 밀도가 발생하는 행사 현장 내에 복합 다중 방벽 설비가 설치되어 있는지 여부.
- 행사 현장의 성격 및 여건.
 - 잔디가 단단히 심어져 있는지 여부 혹은 홍수 또는 침수의 영향을 받기 쉬운지 여부.
 - 아스팔트, 콘크리트 또는 자갈 등의 단단한 지면인지 여부.
 - 지면의 높이 또는 기울기는 변동이 없는지 여부 또는 계단이 있는지 여부.

10.7 설치 및 검사

많은 행사 현장에서 무대 전면 차단용 방벽은 현장에 배치해야 할 최종 설비들 중 필수적인 요소에 속하며, 행사를 관람하려는 군중들이 현장 밖에서 모이기 시작할 때 배치될 수도 있다. 따라서 각 방벽을 상세도 및 절차서에 따라 올바르게 설치했는지 확인하기 위해 충분한 점검을 실시하는 것이 더 중요하다.

모든 연결용 볼트는 올바르게 부착되었으며 모든 핀은 정확하게 설치되었는지 여부를 각각 점검하도록 한다. 방벽의 마찰 저항을 높이기 위한 고무 매트 등이 제작도에 따라 발판 바로 밑에 정확히 위치하는지 여부를 점검하는 한편, 각 방벽은 합의된 현장 배치도에 따라 정확한 지점에 위치하는지 여부도 확인하도록 한다. 다중 방벽 설비를 사용할 경우, 이러한 점검이 특별히 중요한 이유는 설계상의 수용 능력을 결정하기 위해 적용된 것보다 작은 구역을 형성할 목적으로 방벽을 둘러싸면 구역들이 과도한 하중을 받을 수 있기 때문이다.

무대 전면 차단용 방벽은 관객들을 보호하기 위한 1차 방어선인 동시에, 방벽 아래에 위치한 간사들이 각자의 임무를 수행하는 데 있어 없어서는 안 될 중요한 요소에 속한다. 이러한 방벽은 행사 현장에 설치된 모든 구조물과 마찬가지로 설계 하중에 따라 검사할 수 있으며, 모든 상세도를 정확하게 작성하기 위해 각별히 주의해야 한다.

11 ▶▶ 천막 및 대형 천막

11.1 서론

천막 및 대형 천막은 보, 버팀대, 기둥, 아치, 밧줄 또는 케이블 등 기계적 수단들을 통해 지지되고 천 등의 유연성 재료로 덮여있는 구조물을 가리킨다. 이 두 구조물은 유연성 재료(대체로 캔버스(범포) 또는 PVC)를 사용해 주어진 공간을 둘러싸으로써 우천을 포함한 외부 날씨로부터 보호할 수 있다. 천막 및 대형 천막은 임시 수용 시설이 필요할 때마다 사용된다(예: 공연 및 전시회, 기업체 행사, 콘서트, 결혼식 피로연, 파티 및 스포츠 행사 등).

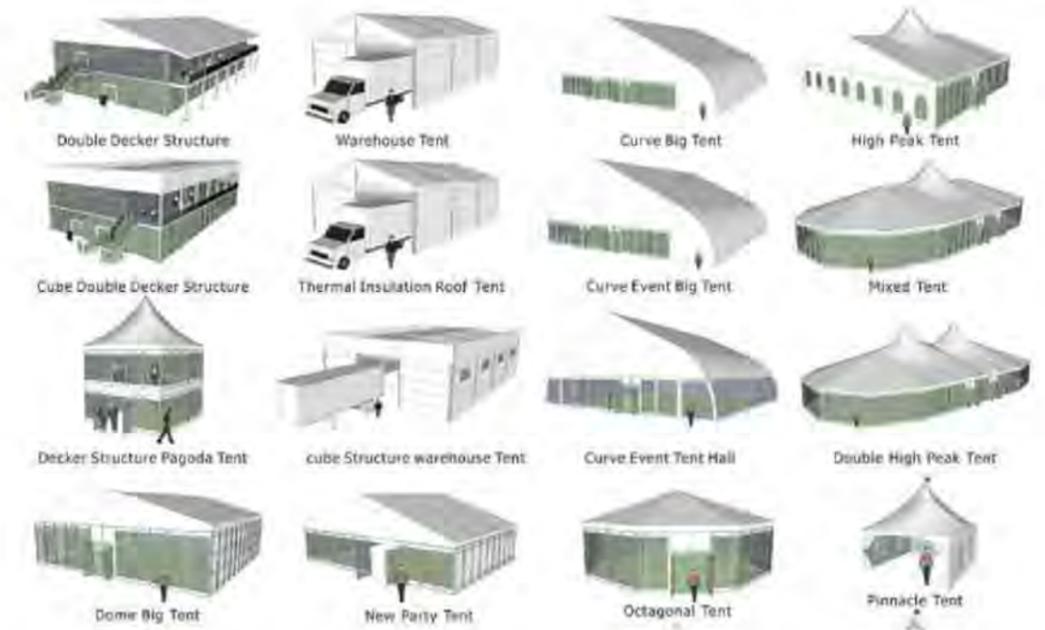


그림 55 천막 종류 예

천막은 크게 2가지 유형 즉, 비골조형 천막과 골조형 천막으로 분류할 수 있다. 재래식 비골조형 천막은 중앙에 기둥이 배치되는 것이 특징이며, 직물 피복재를 안정된 상태로 유지하기 위해 버팀 밧줄로 구성된 형태의 천막이 널리 사용되고 있다. 현대식 비골조형 천막 및 대형 천막의 경우에는 목재, 강재 또는 알루미늄 재질의 기둥을 사용할 수 있으며 특히 대형 구조물일 경우에는 강철 트러스 기둥을 사용해 버팀 밧줄의 장력을 견디는 데 필요한 상향 추력을 전달할 수 있다.



그림 56 구식 소형 천막



그림 57 구식 대형 천막

골조 천막은 목재, 강재 또는 알루미늄 재질의 문형 구조물 또는 트러스 구조물로 지지할 수 있으며 일반적으로 평면도 상에서 직사각형으로 설계된다. 직물 재질의 피복물은 보통 자체적으로 안정된 상태를 유지하는 독립 골조에 의해 지지된다.



그림 58 대형 골조 천막

인장력이 있는 현대식 직물로 제작되었으며 플랫폼, 층계 좌석, 경기장 또는 무대 위에 설치되는 골조형 차양은 전문가의 의견에 따라 설치해야 한다. 일반적으로 지역 당국과 독립적인 검사관들이 설계 감사를 실시할 때 중요한 요인에 속하는 전문적인 경험과 지식을 축적한 전문 계약자들에 의해 골조형 차양은 설계 및 설치된다.

11.2 설계

11.2.1 일반 사항

천막과 대형 천막은 그것에 작용하리라고 어느 정도 예상되는 모든 외력을 견딜 수 있어야 한다. 그 중에서도 바람은 설계상의 측면에서 볼 때 가장 중요한 외력에 해당된다.

새로 설치할 대형 천막의 설계는 유자격자가 실시해야 하며, 적절한 기술 및 경험을 갖춘 공인 기술자가 이러한 설계를 독자적으로 점검해야 한다. 여기서 '대형 천막'을 정의하면 다음과 같다.

- 단일 전장이 12m를 넘는 지주 천막
- 전장이 9m를 넘는 골조 천막

넓은 구역을 다수의 골홈통형 천막으로 보호할 경우, 이러한 천막은 정당한 사유가 있을 경우에만 설계할 수 있다.



그림 59 골홈통형 천막 예

천막, 대형 천막 및 직물로 피복된 지붕의 경우, 버팀 빔 앵커를 포함한 주요 구조물은 대체로 시트 직물에 관계없이 안정된 상태를 유지해야 한다. 직물의 한 부분의 결함이 주요 구조물의 전반적인 붕괴를 초래해서는 안 된다. 천막을 구성하는 맞대 꺾임 부분의 강도 및 패턴은 일부 찢어진 부위가 직물 전체에까지 확대되는 현상을 막을 수 있을 정도로 적절한 수준이어야 한다. 천막 구조물은 구조적으로 안정된 상태를 유지하기 위해 개별적인 버팀 빔 앵커

에 의존할 때가 많다. 따라서 지반에 매설되는 고정 용구를 포함한 버팀 받줄 및 앵커의 강도와 견고성에 각별히 유의해야 한다.

해당 구조물에서 직물은 순전히 외장재의 역할을 담당하며 필요한 강도 내지 강성을 제공하지 않는데, 이러한 구조물의 골조는 구식 골조 구조물의 그것과 비슷한 방식으로 설계될 수 있다. 그러나 해당 구조물은 분석 과정에서 대규모 변위의 비선형적인 효과를 고려해야 할 정도로 유연할 수 있다. 특히 이러한 특징은 버팀 받줄과 지주로 구성된 설비로 지지되는 대형 비골조형 천막의 경우에서 두드러진다. 또한 이러한 구조물들은 전반적인 구조적 안정성을 제공하기 위해 설비 내에서 작용하는 응력(버팀 받줄 내에서 작용하는 장력 및 지주 내에서 작용하는 압축력)에 전적으로 의존한다. 이러한 응력은 분석 과정에서 신중하게 입체화해야 한다. 버팀 받줄 내에서 작용하는 응력은 설계 계산에 명시하도록 한다.

이러한 응력의 수치는 구조물 설치 과정에서 직접적인 하중 측정 또는 정확한 길이 제어를 통해 일정한 허용 오차의 범위 내에서 계산하는 것이 중요하다.

비정상적인 형태의 차양 또는 장력이 있는 직물 구조물을 설계할 경우, 직물은 구조물의 강도 또는 강성에 기여하고 있으며 이러한 구조물을 설계하려면 형태 발견, 응력 측정 및 절단 패턴 유도를 위한 정교한 분석 및 전문가의 조언을 구해야 한다.

설비를 조정하고 그에 작용하는 장력을 정확하게 조절할 수 있게 해주는 응력 장치, 케이블 종단부, 버팀 받줄 결합부, 고정 로프 및 신장 나사를 설계하고 그것의 상세도를 작성할 경우, 각별한 주의가 요구된다. 직물과 버팀 받줄, 케이블 또는 지주를 서로 잇는 연결부의 경우, 각별한 주의를 기울여야 한다. 모든 상세도는 직물 내에 국부적인 응력의 집중 현상을 유발하지 않도록 해야 작성해야 한다.

케이블 또는 그 밖의 요소들과 접촉하는 직물에 형질 조각 또는 보호물을 추가로 더하여 마찰현상을 방지해야 한다.

충분히 인장되지 않았거나 다른 요소들과 살짝 접촉하는 직물은 바람에 펄럭이면서 불쾌한 소음을 형성할 수 있으며 구조물을 파손시킬 우려가 있는데 이러한 문제는 신중한 구조물 설계를 통해 방지할 수 있다. 소형 직물은 견고한 구조물 요소 사이에서 평평하게 잡아 늘일 수 있으며, 2개의 방향에 걸쳐 상당히 높은 곡률을 갖는 직물을 이용하면 구조물의 안정성과 강성을 높일 수 있다.

다음의 4가지 주요 요소들은 대형 천막 및 천막 내 공공 안전에 영향을 미칠 수 있다.

- 고정용구(앵커리지)
- 풍하중
- 각 재료의 불연성

- 현장에서 완공된 구조물의 성능

11.2.2 앵커

앵커는 대형 천막 구조물의 중요한 요소에 속한다. 앵커가 견딜 수 있는 외력을 좌우하는 요인들을 열거하면 다음과 같다.

- 지반의 종류
- 함수율
- 앵커의 기울기
- 앵커의 깊이
- 앵커의 종류

대형 천막이 설치되는 지반의 유형에 따라 고정 용구가 견딜 수 있는 인장력은 큰 영향을 받는다.

강성이 있거나 매우 높은 점성토는 최상의 인장력을 제공한다. 대부분의 토양 유형에서 적절한 크기의 강철 말뚝은 적절한 고정 용구에 속한다.



그림 60 고정용 말뚝 예

푸석푸석하고 점성이 없는 토양(예: 모래)은 최저의 저항 강도를 제공한다. 경우에 따라서 나선형 또는 나선형으로 제작된 앵커나 켈리리지를 사용할 필요가 있다.

콘크리트 및 그와 유사한 지반은 적절한 인장력을 갖춘 전문 볼트 체결 설비가 필요하다.

전면 지반 인장력 시험 장비가 없을 경우, 최소한의 허용 상향력에 영향을 미치지 위해 유자 적자가 직접 지면에 박은 앵커 말뚝을 근거로 한 PTA 지침을 적용하도록 한다.

11.2.3 풍하중

천막 및 대형 천막의 풍하중에 관한 설명은 7.3을 참조한다.

11.2.4 직물 및 각종 재료의 불연성

※ 일반 사항

오늘날 사용되는 직물 재료들은 대체로 불연성 및 내화성을 지니고 있다. 그러나 천막 또는 대형 천막의 경우(특히 사용 인원이 많을 것으로 예상되는 천막의 경우)에는 특별한 기준을 적용할 수 있다. 해당 지자체에 소속된 소방 공무원의 조언을 구하도록 한다.

모든 직물은 본래부터 혹은 영구적으로 불연성을 띠고 있어야 한다.

일정한 시간이 지나면 불연성을 잃는 재료들은 풍화 작용에 의한 악영향을 받을 수 있으며 따라서 화학적 처리를 통해 불연성 요건을 충족한 직물을 주기적으로 재검사해야 한다. 전체 시공 시기(즉, 4월~10월)에 걸쳐 해당 재료를 항상 사용할 경우, 해당 직물이 눈에 띄는 마모 또는 노후의 징후들을 나타낼 때(약 5년이 경과한 후) 그러한 재검사를 실시해야 한다. 그 후에는 2년 간격으로 검사를 실시하도록 한다. 그러한 검사를 통해 얻은 결과들은 적절한 절차에 따라 성능 확인을 하도록 한다.

일부 대형 천막 및 대형 골조 천막은 단일한 전체 시설을 구성하며 비정기적으로만 사용된다(1년에 3~4회). 그러한 대형 천막은 천막의 구성과 표준 불연성, 구조물의 설계도 또는 사진을 확인하는 내용의 시험 증명서를 포함한 관련 서류들이 필요로 한다. 대형 천막을 사용할 경우, 각 행사에 관한 기록을 보존해야 하며 해당 직물이 마모 또는 노후의 여러 징후를 나타낼 때에만 재검사를 실시해야 한다.

모든 천막, 대형 천막의 지붕과 벽면은 적어도 아래에 열거한 정보를 보여주는 라벨로 구분하도록 한다.

- 운용자의 성명
- 방수 또는 피복 설비 제조업체의 명칭
- 최초 사용연도
- 직물에 적용할 수 있는 불연성 표준 규격

※ 대형 천막에 사용되는 직물 재질의 바닥재

천막 및 대형 천막에 사용되는 바닥재(예: 야자 껍질 섬유 또는 인조 매트)는 재사용이 가능하며 경량의 폴리프로필렌 카펫 같은 바닥재는 일회용으로 사용할 수 있다.

일부 바닥재는 발화 반응 시 다량의 열과 연기를 방출할 수 있으며 다만 화염의 표면 확산 속도는 비교적 느릴 수 있다. 또한 화재의 확산 속도는 바람에 의해 더 빨라질 수 있기 때문에 주변 환경 역시 바닥재의 연소 특성에 중요한 영향을 미칠 수 있다. 바닥재가 발화될 때 그로 인해 발생한 연기는 바람을 타고 대피용 통로로 이동함으로써 대피 수단에 악영향을 미칠 수 있다. 충분히 환기를 실시하지 않은 상태에서 특정 구역 내에 매연이 집중될 경우에도 이와 유사한 상황이 발생할 수 있다.

재사용 가능한 바닥재는 점화에 따른 영향 범위의 최소 반경 요건을 충족해야 한다. 무게가 가벼운 일회용 바닥재는 성능 규격을 충족할 수 없다. 그럼에도 불구하고 그러한 재료는 화염 확산 속도가 분당 52 mm를 초과하지 않는 한, 대형 천막 또는 천막 내의 1회용 바닥재로 사용할 수 있다.

※ 대형 천막의 섬유 바닥재

대형 천막용 안감은 인조 섬유 또는 천연 섬유를 재질로 하여 제작된 밧줄을 이용해 공중에 매달 수 있으며 동일한 재료를 이용해 함께 묶을 수도 있다. 이 때, 충분한 불연성이 있는 재료(본래부터 불연성이 있는 재료를 권장)로 제작된 안감만 사용하도록 한다. 불연 재처리를 요하는 재료(예: 면 또는 모)를 사용할 경우, 이러한 공정은 제조업체의 지시 사항에 따라 진행해야 하며 그에 따라 기록을 보존하도록 한다.

11.3 천막 및 대형 천막의 운송과 사용

행사를 진행하기에 앞서 대형 천막 계약자 및 발주자의 역할은 물론, 안전하면서 올바르게 실시해야 할 설치 및 해체 작업에 요구되는 충분한 시한을 포함한 작업 일정을 명확히 구분하고 이에 대해서 합의해야 한다. 이러한 요건들은 대체로 계약서 상에 명시되며 가능하다면 표준화하는 것이 바람직하다. 공급업체들과 계약자들은 안전에 관한 책임을 발주자들에게 인지시켜야 한다.

11.3.1 안전 고려 사항 (발주자)

현장을 선택하고 천막 구조물을 사용할 때 발주자가 고려해야 할 요인들을 열거하면 다음과 같다.

※ 현장 배치도

비교적 규모가 큰 행사의 경우, 행사 현장에 설치된 모든 구조물의 개략적인 배치도는 발주자가 작성하도록 하며 이러한 배치도는 모든 입구와 출구, 발전용 설비, 차량 등의 위치를 표시해야 한다. 설치 현장의 배치도는 항상 최신 내용으로 보존해야 하며 수시로 검토할 수 있도록 현장에 비치해야 한다. 배치도는 소방 당국과의 협의 후에 지역 당국의 승인을 받아야 하며, 안전과 관련된 점유율, 사용, 위치 및 그 밖의 요인들을 고려해야 한다. 배치도는 지역 당국에 문의하지 않은 상태에서 변경해서는 안 된다. 그러한 배치도의 최신 사본은 계약자에게 제공하도록 한다.

행사를 계획할 때 발주자는 장애인의 요구사항과 편의사항을 반드시 고려해야 하며, 행사 시작 시 그러한 모든 요건들을 계약자에게 반드시 통지해야 한다.

※ 소방 안전

소방 안전에 적용되는 해당 규정에 관한 자세한 내용은 소방소 및 해당 시·군청에 문의하도록 한다. 이러한 규정들은 제반 접근 통로, 적절한 이동식 소방 설비, 소화전 이용 방법 및 그 외 급수 시설에 관한 제반 사안을 포함하며 이에 국한되지 않는다. 그 외에 고려해야 할 사안들을 열거하면 다음과 같다.

- 화재의 확산과 관련해 인접 건물, 그 외 가설 구조물, 초목 및 기타 화재 위험에의 근접성.
- 위험이 존재하거나 가연성 내지 독성을 띤 가스 또는 제품(예: 연무질, 폭발물 또는 화포(발연체) 등)은 천막 구조물에 보관하도록 한다.
- 무대 및 관람 공간 아래에 위치한 구역들은 재료 보관 용도로 사용해서는 안 되며 이 구역에 폐기물을 쌓아 올리는 행위를 허용해서는 안 된다. 이러한 구역들은 규격 요건에 부합할 수 있도록 매일 검사해야 한다.

※ 하중

계약자의 조언 및 승인 없이 여하한 재료를 천막에 걸착해서는 안 되며 어떠한 재료를 천막으로부터 공중에 매달아서도 안 된다.

적설 하중을 견딜 수 있는 능력을 갖추고 있는 천막 구조물은 극소수에 불과하며 천막 구조물 위로 눈이 내릴 가능성이 있을 경우, 천막 지붕에 눈이 쌓이는 것을 막기 위해 천막의 온도를 최소한 12°C 이상으로 유지할 수 있도록 실내 난방을 실시해야 한다.

※ 안전 계획

발주자는 믿을 수 있는 지역 일기 예보를 조회해야 하며, 예보상의 일기 조건을 고려해 필요

한 도움을 얻어야 할 경우에는 계약자에게 연락할 수단들을 이용해야 한다. 또한 발주자는 현장의 지형과 연중 시기를 고려해야 하며, 모든 절차를 완료할 때까지 정비 담당 팀을 현장에 배치해야 하는지 여부에 대해 계약자와 협의하도록 한다.

※ 설치

계약자의 직원 또는 계약자의 감독 하에 근무하는 자들을 제외한 여하한 제3자는 천막 구조물 또는 그 주변 구역이 구조상 완전하면서도 안전한 것으로 판단될 때까지 이러한 구조물 내지 구역에 진입해서는 안 된다.

※ 입구 및 출구

일반인, 응급 차량 및 장비의 출입용 통로는 항상 장애물이 없이 개방된 상태로 유지해야 한다. 천막 내부에 누군가가 있을 경우, 출구의 문을 잠그면 안 된다.

출입문이 없을 경우, 신속히 이탈할 수 있도록 경첩형 출구를 제공해야 한다. 이러한 설비를 활용할 경우, 간사들이 출구 쪽 통로를 능동적으로 관리하는 방안을 고려하도록 한다.

※ 지하 및 고가 케이블과 그 외 시설

발주자는 천막의 설치 또는 사용 과정에서 위험을 유발할 수 있는 지하 설비 또는 고가 케이블의 존재 여부와 그것의 대략적인 위치를 계약자에게 알려주어야 한다. 만약 천막을 시공해야 할 현장을 가로질러 지하 설비 또는 고가 케이블을 설치해야 할 경우, 발주자는 먼저 관련 수도, 전력, 가스 설비 업체의 조언을 구해야 한다.

현장에는 응급 서비스 호출을 위한 전화기를 비치하도록 한다. 야간에 사용하는 천막의 경우, 정전 시에도 적절한 수준의 조명을 유지할 수 있도록 비상 조명 설비를 두도록 한다.

11.3.2 안전 고려 사항 (계약자의 출입)

50명이 넘는 인원을 수용할 목적으로 설계된 천막은 적어도 2개 이상의 적절한 출구를 포함하고 있어야 한다. 각 출구는 천막의 모든 부분에서 순수한 대체 이동 통로를 제공할 수 있도록 천막 주변에 고르게 분포해야 한다. 천막의 모든 지점에서 최종 출구까지 이동 거리는 대체로 최대 24 m를 초과해서는 안 된다. 만약 진입로 또는 계단이 이러한 이동 거리에 포함될 경우, 진입로 또는 계단의 길이가 1m씩 늘어날 때마다 실제 이동 거리에 0.25 m씩을 합산하도록 한다.

일반인을 위한 출입용 진입로의 경사도는 1:12를 초과해서는 안 되며 적절한 미끄럼 방지 재료로 피복하도록 한다.

출구 쪽 통로에 설치되는 모든 문들은 바깥 방향으로 개방되어야 하며 출구 쪽에 배치된 각 각의 문에서 외부의 침입자를 차단해야 할 경우, 패닉 볼트 또는 빗장을 문에 부착하도록 한다. 문이 없을 경우, 신속히 이탈할 수 있는 경첩형 출구를 제공하도록 한다.

비상구의 문과 경첩형 출구는 모두 출구용 간판을 비치해야 한다. 출구용 간판을 제공해야 할 책임은 계약자와 발주자 간 합의를 요하는 사안에 속한다.

※ 말뚝과 밧줄

출구 및 보도 부근에 설치된 말뚝과 밧줄은 천막이 설치된 행사 현장을 방문한 일반인들이 이 곳으로 걸어 들어가거나 걸려 넘어지지 않도록 명확하게 표시해야 하며 혹은 울타리로 차단해야 한다.

※ 풍하중

계약자는 해당 천막에 작용하는 사용 시 최대 풍하중(단위: mph 및 m/s)을 발주자에게 통지해야 하며 그에 따라 안전 관리 계획을 실행하도록 한다.

※ 수도, 전력, 가스 설비

계약자는 발주자의 책임 여부에 관계없이 지하 수도, 전력, 가스 설비의 제반 계통을 설치해야 하며 고정 용구 또는 그에 준하는 장치를 지하에 매설할 때 이러한 설비를 건드리지 않도록 필요한 모든 조치를 취해야 한다.

각종 전력 설비는 표준 규격 또는 국가별 지침의 제반 규정에 따라 설치, 검사 및 정비해야 한다. 각종 전력 설비 및 기구에 관한 작업은 오로지 유자격자만 실시해야 한다.

전기 난방 장치를 제외한 그 밖의 모든 난방 기구들은 실외에 배치해야 하며 그 도관은 불연성 호스를 통해 연결하도록 한다. 이러한 규정에 대한 예외 조건들은 지역 당국에 문의한 후에 허용할 수 있다.

대형 천막 계약자들은 행사 진행 중에 필요한 정비 작업의 수준을 결정하기 위해 신뢰할 수 있는 지역 일기 예보 서비스를 이용하도록 한다.

대형 천막 계약자들은 영업시간 외 비상 연락 서비스 및 응급 서비스를 제공해야 한다.

11.4 천막과 대형 천막의 설치, 검사 및 해체

11.4.1 설치

천막과 대형 천막은 유자격자가 설치 및 해체해야 한다. 제조업체 또는 공급업체는 천막의 설

치 및 해체를 위한 시공 계획서를 제공해야 한다.

천막을 피복하는 직물과 천막을 지지하는 모든 지주, 골조, 버팀 밧줄, 말뚝, 앵커, 체결 장치 등은 현장에 인도할 때 상태가 양호한 지 여부를 점검하도록 한다. 찢어지거나 파손된 품목을 사용해서는 안 된다.

스프레더, 바닥판 및 케이블 고정 용구를 지지하는 데 사용되는 말뚝은 천막 및 대형 천막의 안전을 유지하는 데 있어 없어서는 안 될 중요한 요소에 속하기 때문에 각별한 주의가 요구된다. 규격에 맞는 모든 말뚝을 필요한 깊이까지 매설했는지 여부를 검사하도록 한다.

경우에 따라서는 임시 버팀목 또는 버팀 밧줄을 사용할 필요가 있다. 전문 인양 설비, 권양 설비 또는 식구 설비는 비교적 규모가 큰 비골조형 천막, 대형 천막, 차양 또는 인장 구조물을 설치할 때 활용할 필요가 있다. 이러한 목적을 위해 자격을 갖춘 전문 계약자들을 활용하도록 한다. 어떤 경우에는 자격있는 노련한 전문 업체에 공학적 감독 업무를 의뢰하는 것이 바람직하다.

11.4.2 검사

계약자는 천막 또는 대형 천막을 설치한 후 이를 사용하기 전에 철저히 검사한 다음 승인하도록 한다. 검사는 대조표를 근거로 하여 실시하도록 하며, 아래의 사항들 또한 검사해야 한다.

- 고정 용구는 사용 목적에 적합해야 하며 지반에 단단히 고정되어야 한다.
- 버팀줄은 제 위치에 설치되어야 하며 올바르게 인장되어야 한다.
- 와이어로프를 포함한 모든 밧줄은 튼튼한 것이어야 한다.
- 직물은 팽팽하게 잡아 당겨 설치한다.
- 출입구 부근에서 외부에 노출된 밧줄과 말뚝은 표지로 구분하거나 울타리를 이용해 접근을 차단하도록 한다.
- 모든 잠금 핀 및 볼트는 제자리에 안전하게 고정해야 한다.
- 처마 연결용 이음매는 제자리에 안전하게 고정하도록 한다.
- 직물은 별 다른 손상이 없도록 잘 관리해야 한다.
- 바닥재는 평평하게 배치해야 하며 누군가 걸려 넘어지지 않도록 안전하게 설치해야 한다.
- 보완 기둥 및 용마루는 파열로 인한 파손이 없어야 한다.
- 천막의 벽면은 말뚝으로 확실하게 고정하도록 한다.
- 지주 천막은 측면 기둥, 앵커 말뚝, 도르래 장치 및 버팀 밧줄로 충분히 보강하도록 한다.
- 주 기둥은 별도의 버팀 밧줄을 이용해 지지하도록 한다.

※ 악천후

천막 및 대형 천막은 악천후 상황에서 추가로 검사 및 감시해야 하며 정도가 심한 악천후 상황에서는 일반인의 출입을 허용하기 전에 한번 더 승인 절차를 거쳐야 한다.

여기서 염두에 두어야 할 여러 요인을 열거하면 다음과 같다.

- 폭우 또는 홍수는 지반에 팽팽하게 매설된 고정 용구를 느슨하게 만들어 천막 직물이 '오그라드는' 현상을 초래할 수 있다.
- 강풍이 불 경우, 버팀 받줄은 수시로 팽팽하게 조일 필요가 있으며 말뚝이 움직이는 지 여부를 점검할 필요도 있다.
- 악천후 상태에서는 천막 및 대형 천막의 모든 출입구를 반드시 폐쇄 및 차단해야 한다.
- 우천 이후 버팀 받줄과 그 외 인장 설비들은 땅이 마르면서 느슨해질 수 있다.
- 마찰현상을 방지하도록 한다.

11.4.3 해체

기둥, 용마루, 문형 골조 또는 그 외 주요 구성 요소를 파손하거나 이에 압력을 가하지 않도록 주의해야 하며 특히 천막을 내린 후에 해체하거나 이를 취급하는 동안에는 더욱 주의가 요구된다. 직물은 마른 상태에서 치워야 하며 차후 다른 현장에서 쉽게 펼치고 설치할 수 있도록 올바른 순서에 따라 잘 접어야 한다. 천막을 구성하는 직물은 건조하면서도 해충이 없는 깨끗한 장소에 보관해야 한다. 케이블과 버팀 받줄은 꼬이거나 뒤틀리지 않도록 잘 감아야 한다.

11.5 확인

설계 안전성 견적서는 모든 대형 천막에 대해 활용해야 하며 사용 시 최대 정격 강풍 속도를 명시해야 한다(단위: mph 및 m/s). 이 견적서는 적절한 기술 및 경험을 갖춘 공인 기술자가 인증해야 한다.

여러 세대의 대형 천막 계약자들이 경험에 근거해 설계하고 성공적으로 활용해 온 그러한 천막들(즉, 전장이 12m 이하인 구식 천막과 전장이 9m 이하인 골조 지지 방식의 천막)은 안전성 견적서를 작성할 필요 없이 계속 활용할 수 있다.

12 보조 구조물 및 특수 구조물

12.1 서론

특별 관람석, 무대 및 천막 외에도 다양한 조립식 가설 구조물들은 공공 스포츠 행사 및 엔터테인먼트 행사 시 실내 및 실외에서 여러 가지 목적으로 시공되고 있다. 이러한 구조물들은 확장성 및 음향 조정 장비, 화상 스크린, 카메라 플랫폼, 디스플레이 재료, 득점 게시판, 조명 장비 등을 지지하기 위한 구조물을 포함한다. 이러한 구조물들은 순회 방식의 콘서트 및 행사를 위해 신속히 설치 및 해체해야 하기 때문에 비계 설비나 전용 트러스 설비 및 타워 설비를 이용해 시공되는 경우가 많다.

이러한 구조물 중 일부는 행사 진행 과정에서 행사장 중심부에 위치하며 관객에 의해 둘러싸인다는 점에서 본 기준에 설명된 다른 구조물과는 차이가 있다.

12.2 설계

12.2.1 일반 고려 사항

구조물을 형성하는 기둥, 타워 또는 보조 구조물은 전용 설비로 시공하되 튜브형 비계 및 부속품 등 개별 구성 요소를 이용해 시공할 수 있다. 구조물 설계 시 그 기준이 되는 요건들은 다음과 같다.

- 전용 설비의 제조업체가 규정한 것으로서 적절한 연구 및 설계를 근거로 하고 있는 지침 사항 및 권고 사항.
- 일련의 표준적인 구성을 위해 설계자가 작성한 표준 상세도.
- 구조물 설계에 관한 각국의 작업 규정에 수록된 표준 상세도 또는 수년 동안 업계에서 축적된 설계 경험.

상기의 사항에도 불구하고 모든 구조물은 전적으로 유자격자가 설계해야 한다.

다른 가설 구조물의 경우와 마찬가지로 충분한 경험을 축적한 공인 기술자만 설계 점검을 실시하도록 한다.

구조물은 어떤 식으로 설계하든 간에 현장 상황에 맞게 설계해야 하며 시공 시 설계 요건을 엄수하는 것이 무엇보다도 중요하다.

구조물을 시공 및 인도하는 과정에서 유자격자는 실제 발생한 결함 및 잠재적 결함들을 확인

하기 위해 구조물을 수시로 검사해야 한다. 또한 불법 침입자들이 완공된 구조물에 기어오르거나 이러한 구조물을 함부로 사용하는 행위를 방지하기 위한 제반 조치를 취해야 한다.

이러한 유형의 구조물은 그것의 안전성 및 무결성에 큰 영향을 미치는 몇몇 중요한 특징들을 공통적으로 갖고 있는데 이러한 특징들을 설명하면 다음과 같다.

12.2.2 수직성

별도의 설계 요건이 없는 한, 모든 구조물과 그것을 지탱하는 수직 지지용 부재들은 가능한 수직으로 시공해야 한다. 수직 상태를 벗어난 기울기의 최대 허용 오차는 설계 견적서 또는 운용 설명서에 명시하도록 한다.

12.2.3 안정성

각 구조물은 대체로 매우 가느다란 편이기 때문에 효과적인 측면 지지물을 필요로 할 때가 많다. 구조물은 모든 전도 외력을 적정한 여유만큼 견뎌낼 수 있어야 한다. 예를 들면, 사용하중과 극한하중 모두 극한 사용 하중을 적용해 계산할 경우, 사용하중은 극한하중보다 1.5배 정도 더 커야 한다.

각 구조물의 안정성은 설계계산을 통해 점검하도록 한다.

구조물의 안정성을 제공하는 몇몇 방법들을 열거하면 다음과 같다.

- 적절한 기초 구역 확보.
- 적절한 기초 구역을 구성하기 위해 횡목 또는 안정기를 보유.
- 버팀 받줄을 사용.
- 캔틀리지를 사용.
- 지반에 고정 또는 상기의 방법들을 서로 병행하여 적용.

12.2.4 과하중

구조물에 작용하는 여러 하중은 설계 시 한도를 초과해서는 안 된다. 확성기, 간판, 현수막, 깃발 또는 외장재 등 보조 항목들은 구조물에 설치할 때 상당한 수준의 풍하중을 동반할 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이 높은 위치에 매달리는 모든 품목들은 자체 중량을 지탱할 수 있는 개별 고정용 부속품들을 적어도 2개 이상 포함하고 있어야 한다.

직물 요소들을 구조물에 부착하는 방법을 고려해야 한다. 예를 들면, 직물 시트 또는 벽면을 구조물에 부착할 경우, 상당한 수준의 수직 하중 성분이 구조물에서 발생할 수 있다. 이러한 수직 하중 성분들은 수평 하중 성분보다 훨씬 더 크게 발생하는 경우가 많다.

고가 장비의 제반 하중을 고려할 경우에는 각별한 주의를 기울여야 한다. 견적 단계에서는 풍하중을 받는 구조물의 여러 요소로부터 하중의 이동을 고려해야 한다. 예를 들면, 구조물의 상단 모서리에서부터 매달린 (횡방향 요동을 차단하지 않은 상태의) 견고한 화상 스크린은 현수 지점에 위치한 구조물에 풍하중을 전달할 것이다. 설치 구역의 중심부에 풍하중을 전달하지 않으므로 시설과 구조물 모두에 대한 하중 효과가 증가할 것이고 좌우로 요동할 수 없을 정도로 구조물에 확실히 고정된 스크린의 경우와 비교할 때 쓰러짐 현상이 일어날 가능성도 높을 것이다. 그러나 해당 장비를 매달아 설치하는 방법에 대해서는 고가 장비의 제조업체가 제공하는 여러 지침을 참조해야 한다. 고가 장비가 구조물 상단에만 매달려 있거나 혹은 이러한 장비의 횡방향 요동을 차단한 경우, 바람에 의해 발생하는 굴곡 응력은 큰 편차가 있다는 사실에 유의하도록 한다. 또한 현수막, 외장재 등을 추가로 설치하면 풍하중이 크게 증가할 수 있다는 사실도 유념해야 한다.

위험 평가 과정에서는 균중의 일부가 구조물 위로 기어오를 가능성, 여타 장비가 구조물에 묶이거나 구조물에 맞대어져 있을 가능성 그리고 예상치 못한 충돌 사고가 발생할 가능성을 각각 인식해 두어야 한다. 이러한 경우들은 상당한 수준의 과하중을 야기할 수 있다.

구조물에 작용하는 하중은 설계도에 명시된 한도를 초과하지 않도록 잘 조절되어야 하며, 구조물은 설계상의 여러 매개변수를 벗어나는 편심력을 야기할만한 위치에 배치하지 않는 것이 중요하다.

조명 장비, 확성기 장비 등에서 발생하는 제반 하중은 행사 현장마다 도표로 기록해야 하며 해당 구조물의 원 설계자가 고려한 제반 하중과 비교해 검토하도록 한다. 이러한 정보는 그러한 사안들에 대해 알아둘 필요가 있는 모든 사람에게 제공하도록 한다.

확성기 장비 설치용 타워, 음향 조정 데스크 또는 그 외 구조물들이 관람 구역 내에 위치한 경우, 관람객들에 의해 발생할 수 있는 수평 하중의 영향을 고려해야 한다. 혹은 관람객들에 의해 구조물에 작용할 수 있는 수평 하중을 충분히 견딜 수 있는 방법을 이용해 구조물을 에워싸야 한다. 이처럼 방법을 이용해 구조물을 보호할 경우, 구조물에 작용하는 이러한 외력을 고려할 필요는 없다.

구조물에 방벽을 설치할 경우, 그에 따른 최악의 외력 조합을 설계 과정에서 고려하도록 한다. 이러한 유형의 구조물 중 상당수는 매우 가느다란 구성 요소로 제작된다. 따라서 중요한 것은, 이렇게 전달되는 압축 하중에 대한 유효 길이에는 한계가 있으며 이러한 한계는 말단 고정물의 실제 길이 및 범위에 따라 달라진다는 점이다.

튜브형 비계와 커플러의 경우(물론 커플러는 매우 큰 모멘트를 지지할 수 있겠지만), 일반

적으로 커플러의 고정 토크가 불확실한 이유로 핀 조인트(pin joint)를 형성한다고 생각된다.

또한 이러한 종류의 구성 부품을 사용할 경우, 여하한 수평 하중을 각 결절점에 부착된 버팀대를 통해 흡수하는 것이 중요하다. 이러한 버팀대는 지반 또는 일부 견고한 구조물에 하중을 전달할 수 있도록 배치하도록 한다. 이 버팀대는 압축 하중을 전달할 수 있기 때문에 길이 대 단면지름의 비율을 함께 고려하도록 한다.

12.2.5 비계

튜브형 비계 및 부속용 비계로부터 시공된 보조 구조물 및 특수 구조물의 설계에 중요한 6가지 요소들을 열거하면 다음과 같다.

- 올바른 커플러를 사용해야 한다.
- 결절부의 모든 연결 지점들은 가능한 한 서로 가깝게 배치해야 한다.
- 제조업체의 제반 권고 사항에 따른 고정 토크를 커플러에 가해야 한다. 토크 수치는 40~70 Nm가 일반적이다.
- 상당한 수준의 하중을 전달하거나 그러한 하중을 전달할 가능성이 있는 모든 튜브형 비계는 커플러를 최소한 50 mm 이상 관통해야 하며 체크된 커플러를 비계에 장착하도록 한다.
- 볼트 커플러를 이용해 결합된 모든 이음매는 작업자가 커플러에 가한 토크의 크기에 따라 좌우되기 때문에 인적인 착오가 발생할 소지가 있다. 따라서 모든 주요 커플러는 물론, 보조 커플러의 임의 표본을 점검하도록 한다.



그림 61 비계 커플러

12.2.6 접근

이러한 보조 구조물 및 특수 구조물은 일반적으로 설치, 해체 및 사용 과정에서 접근해야 할 경우가 많다.

구조물이 설치된 현장의 인력들은 각자의 실무 교육 수준 및 능력에 걸맞은 높이 이상을 올라가서는 안된다. 그들은 담당 업무에 충분히 부합할 수 있는 추락 방지용 장비를 지급 받아야 한다.

지반 높이보다 더 높은 곳에 위치한 구조물의 일부 위치로 접근할 경우, 현행 고층 작업 지침 및 규정에 따라야 한다.

12.3 기둥 및 타워

조립식 가설 구조물의 수직 요소들은 대체로 기둥 또는 타워로 알려져 있다. 본 절에서는 비교적 규모가 큰 구조물의 일부분을 구성하지 않는 수직 요소들에 대해 다루고자 한다.

기둥 및 타워는 대체로 조립식 전용 구획 또는 특허 받은 트러스 구획을 이용해 제작된다. 조명 장비 또는 확성기 같은 장비를 지지하기 위해 독립적인 구조로 사용되는 기둥 및 타워의 경우, 대체로 버팀 받침을 통해 횡방향으로 요동하지 않게 되며 무게가 더 증가된 기반에 부착된다. 버팀 받침은 기둥의 밑면 바깥쪽에 체결된다.

타워는 대체로 특허 받은 설비 또는 구식 비계를 통해 시공되거나 혹은 내부 버팀 받침과 함께 조립식 전용 구획 또는 특허를 획득한 트러스 구획을 이용해 시공된다. 타워의 경우, 작업자 및 장비를 위한 고층 공간이 함께 설치되는 경우가 많다. 버팀목, 횡목 및 안정기는 구조물을 안정된 상태로 유지하는 데 사용할 수 있으며 다만 이러한 설비의 유효 길이는 적절한 버팀대를 이용해 조절할 필요가 있다. 구조물을 안정된 상태로 유지하기 위해 기초 구역 외곽에서 켄틀리지와 버팀 받침을 활용할 수 있다. 이 때, 켄틀리지와 지반 사이에서 작용하는 마찰 계수를 고려해야 한다. 이 계수는 현장마다 고유한 값으로 나타난다.

켄틀리지를 타워의 하단에 추가로 배치할 경우, 작업 시 주의가 요구되며 켄틀리지는 타워 또는 기둥의 여러 요소에 과도한 응력을 초래할 우려가 있는 외력이 이러한 요소에 작용하지 않도록 타워에 잘 부착해야 한다. 타워와 마스트는 수평 횡방향 외력 및 풍력을 견디기 위해 굴곡 거동을 나타낸다.

타워는 때때로 조명 장비, 극초단파 장비 및 안테나를 지지하는 데 사용된다. 이러한 구조물을 사용하거나 검사하는 자들은 이러한 일련의 장비 및 그 외 '작동' 장비와 관련된 잠재적 위험들에 대해 주의해야 한다.

이러한 장비들을 마스트 위에 배치할 경우, 버팀 받침 주위로 방벽을 설치하도록 한다. 또한

누군가 버팀 받줄을 함부로 만지지 못하도록 감시 인력을 충분히 배치해야 한다.

표준 타워 및 마스트 설비의 경우, 제조업체의 제반 지침을 항상 준수하도록 한다. 또한 해당 용도에 맞게 설계된 장비만 타워 및 마스트로 사용하도록 한다.

특히 전용 하중 배치 장치를 포함해 실내용으로 설계된 장비는 실외에서 사용해서는 안 된다.

하중 배치용 장치들은 하중 지지용 장치로 사용해서는 안 된다.

구조물의 횡방향 안정성을 유지하기 위해 버팀 받줄을 사용할 경우, 타워 또는 마스트의 버팀 받줄 내에서 작용하는 외력의 수직 성분을 고려해야 한다.

12.4 현수형 와이어로프

행사 현장에 설치되는 장비의 경우, 종종 각 지점 간에 전력 케이블을 연결해야 한다. 일반적으로 이러한 연결 작업은 목직판 고무 매트 같은 표면 보호 설비나 혹은 차량 차단 진입로 내에 안전한 전선관을 형성하기 위해 사용하는 전용 설비를 이용해 지하 도관 내에서 실시할 때 최상의 결과를 얻을 수 있다.

때에 따라서는 고가 케이블을 설치하는 것 외에 다른 방법이 없는 경우도 간혹 있다. 전기 케이블은 장력이 작용하지 않도록 이미 인장된 와이어 로프(현수형)를 이용해 지지하도록 한다. 이러한 방법은 무대에서 시작해 관람석의 중앙에 위치한 제어 지점(관람석 또는 믹서 타워)까지 음향 케이블을 연결할 경우에 때때로 고려되는 방법이다. 케이블에 작용하는 장력의 크기는 케이블의 길이와 무게는 처짐량에 따라 상당히 높을 수도 있으므로 각별한 주의가 필요하다.

어떤 경우든 간에, 현수형 와이어로프는 여러 하중(특히 관람객 위에서 작용하는 하중)을 떠받치도록 사용해서는 안 된다. 단, 필요한 와이어의 등급 및 그것이 지지 구조물에 미치는 여러 영향을 고려하여 유자격자가 설계 계산을 실시한 경우는 예외로 한다. 현수형 와이어의 종류 및 고정 용구의 세부 요건에 관한 규격은 반드시 설계 계산서에 수록해야 한다.

12.5 접대 시설

접대 시설의 설계는 특별 고려 대상에 속하며, 특히 관람객들의 이동 특성과 그것이 가설 구조물에 미치는 동적 효과를 고려해야 한다.

접대 시설을 설계할 경우, 동적 효과의 발생 가능성에 대한 허용 오차를 규정해야 하며 설계 시 동적 효과의 확인 과정에서 가상 수평 하중을 고려하도록 한다. 이러한 설계 하중을 고려하는 경우, 부적절한 수직 상태 등 결함은 생각하지 않는다.



그림 62 타워형 비계 구조물



그림 63 대형 스피커를 지지하는 타워

부록 A 가설기자재 안전인증제도

1. 가설기자재 안전인증제도란?

성능검정제도가 안전인증제도로 변경됨에 따라 산업안전보건법 제34조(안전인증) 및 제35조(자율안전확인 신고)에서 정한 가설기자재가 제조자의 기술능력 및 생산체제와 제품의 성능을 종합적으로 심사하여 안전인증기준에 적합한 경우 안전인증마크(KS)를 사용할 수 있도록 하는 제도입니다.

2. 시행시기

2009년 1월 1일

(나) 제도변경 주요 내용

성능검정
대상 : 가설기자재 30종
방법 : 제품의 성능만을 시험하여 합격증 교부

>>

안전인증제
대상 : 의무안전인증 가설기자재 12종 33품목 자율안전확인신고 가설기자재 8종
방법 : 기술능력 및 생산체제와 제품의 성능을 심사하여 인증서 교부

(다) 위반 시 처벌 규정

위반내용	처벌내용	관련근거
<ul style="list-style-type: none"> 의무안전인증 미실시 안전인증 취소, 사용금지 명령 안전인증 대상품의 수거, 파기 명령 	3년 이하의 징역 또는 2천만원 이하의 벌금	산업안전보건법 제67조의2
<ul style="list-style-type: none"> 안전인증 미실시 제품의 안전인증표시 안전인증표시의 임의 변경 및 제거 안전인증 유사표시 자율안전확인 미신고 자율안전확인 대상품의 사용금지 명령 자율안전확인 대상품의 수거·파기 명령 	1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금	산업안전보건법 제68조

<ul style="list-style-type: none"> 자율안전확인 유사표시 자율안전확인 표시의 임의 변경 및 제거 	1천만원 이하의 벌금	산업안전보건법 제69조
<ul style="list-style-type: none"> 안전인증의 표시누락 	1천만원 이하의 과태료	산업안전보건법 제72조 제1항
<ul style="list-style-type: none"> 자율안전확인 표시 누락 	500만원 이하의 과태료	산업안전보건법 제72조제2항

3. 대상 및 적용 범위

의무안전인증 및 자율안전확인 대상품목

의무안전인증 대상(12종 33품목)			
1. 파이프서포트			7-1. 주틀
2. 틀형 동바리형부재	2-1. 주틀	7. 이동식 비계용 부재	7-2. 발바퀴
	2-2. 가새재		7-3. 난간틀
	2-3. 연결조인트		7-4. 아웃트리거
3. 시스템 동바리용 부재	3-1. 수직재	8. 작업발판	8-1. 작업대
	3-2. 수평재		8-2. 통로용작업발판
	3-3. 가새재	9. 조임철물	9-1. 클램프
	3-4. 트러스		9-2. 철골용 클램프
	3-5. 연결조인트		10. 받침철물
4. 강관 비계용 부재	4-1. 강관 조인트	10-2. 피벗형 받침철물	
	4-2. 벽연결용 철물	11. 조립식 안전난간	
5. 틀형 비계용 부재	5-1. 주틀	12. 추락 또는 낙하 방지망	12-1. 안전방망
	5-2. 교차가새		12-2. 수직보호망
	5-3. 띠장틀		12-3. 수직형 추락방망
	5-4. 연결조인트		
6. 시스템 비계용 부재	6-1. 수직재		
	6-2. 수평재		
	6-3. 가새재		
	6-4. 연결조인트		

자율안전확인 대상(8종)	
1. 선반지주	5. 달기틀
2. 단관비계용 강관	6. 방호선반
3. 고정형 받침철물	7. 엘리베이터 개구부용 난간틀
4. 달기체인	8. 축벽용 브래킷

※ 의무안전인증 대상 (12종 33품목)

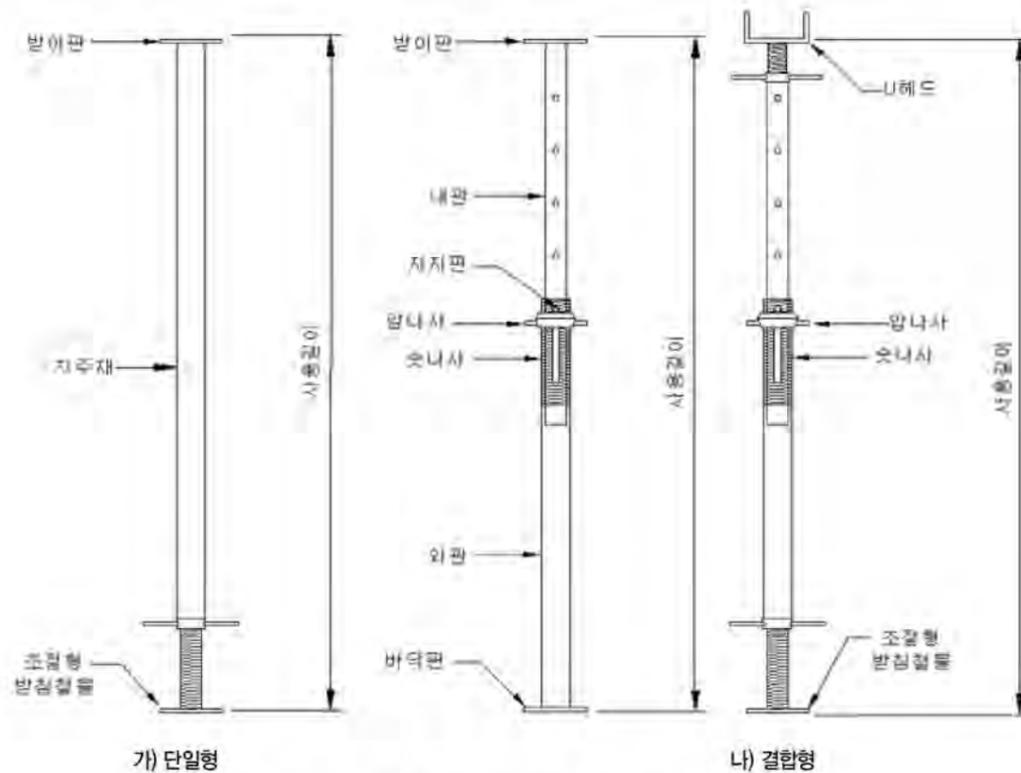
1. 파이프서포트

1) 종류

파이프 서포트의 종류 및 분류는 표 1 및 그림 1과 같다.

〈표 1〉 파이프 서포트 및 동바리용 부재의 종류 및 분류

종 류	분 류
파이프 서포트	단일형, 결합형



[그림 1] 파이프서포트의 분류(참조그림)

2) 재료

가. 파이프서포트의 재료는 표 2에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

나. 파이프서포트의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

〈표 2〉 파이프서포트의 재료

구성 부분	재 질	
	강 재	알루미늄합금재
지주재	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK400 또는 KS D 3568(일반구조용 각형강관)의 SPSR400	KS D 6759 (알루미늄 및 알루미늄합금 압출형재)의 A 6061S
숫나사	KS D 3507(배관용 탄소강관)의 SPP	
암나사	KS D 4301(회주철품)의 GC200 또는 KS D 4302(구상흑연주철품)의 GCD450-10	
지지판	KS D 3752(기계구조용 탄소강재)의 SM35C	
받이판 및 바닥판	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330	

3) 구조

가. 파이프서포트의 강관은 이음부가 없어야 하며 다음과 같이 한다.

- 1) 최대사용길이(파이프서포트를 최대길이를 늘였을 때의 받이판의 상부에서 바닥판의 하부까지의 길이를 말한다)는 6,000mm 이하일 것
- 2) 파이프서포트의 단면치수는 표 3의 규정에 적합할 것

〈표 3〉 파이프서포트 단면치수(바깥지름)

단면형태	단면치수(바깥지름)
원형	φ48.3mm 이상
사각형	□ 48.5×48.5mm 이상
다각형	외접하는 원의 바깥지름이 φ48.6mm 이상

나. 받이판 및 바닥판의 두께는 5.4mm 이상여야 한다.

다. 받이판 및 바닥판은 다음과 같이 한다. 단, 이 중 하나가 분리 및 조립될 수 있는 구조로 할 수 있다.

- 1) 받이판 및 바닥판의 크기는 한 변의 길이는 120mm 이상인 사각형 또는 지름 120mm 이상의 원형 및 이와 동등 이상의 면적을 가지는 다각형으로서 지름 4mm 이상의 못 구멍이 2개, 물 빼는 구멍이 있을 것

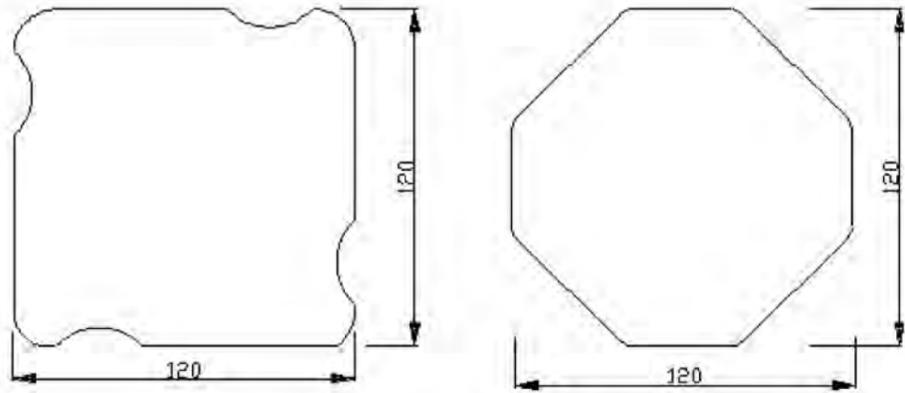
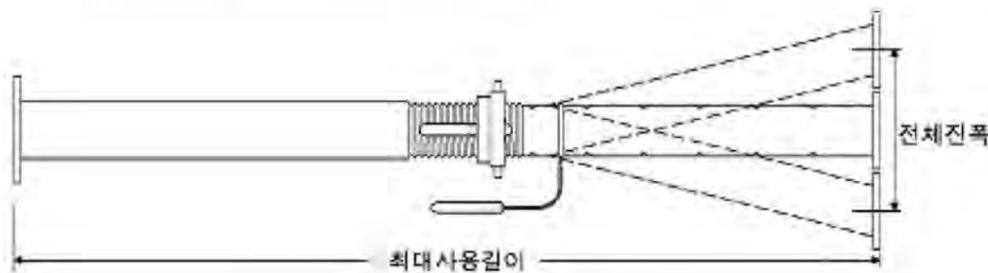


그림 행사장 난입한 차량 사고

- 2) 받이판 또는 바닥판을 높이조절 및 명에를 고정하기 위한 받침철물로 대체할 경우에는 별표 21의 규정에 적합한 조절형 받침철물이 지주재와 일체화된 구조일 것
- 3) 받이판 및 바닥판의 중심은 지주재의 중심에 위치할 것
- 4) 받이판 및 바닥판은 지주재의 중심에 대하여 직각일 것
- 5) 받이판 및 바닥판은 상호 동일 방향일 것

라. 내관과 외관이 결합되는 구조는 다음과 같이 한다.

- 1) 내관과 외관이 결합되는 경우 길이를 조절하기 위한 슛나사, 암나사 및 지지핀이 있을 것
- 2) 암나사부 길이는 지지핀에 전달된 비틀림 하중에 견딜수 있도록 최소 30mm 이상일 것
- 3) 지지핀의 지름이 11.0mm 이상일 것
- 4) 파이프서포트의 최대사용길이에서 내관과 외관의 최소겹침길이는 300mm(최대사용 길이가 2,500mm 미만일 때는 150mm) 이상일 것
- 5) 파이프서포트는 외관을 고정시키고 최대사용길이로 사용할 때의 받이판 상부의 중심 진동 폭의 최대치수가 최대사용길이의 55분의 1 이하의 수치일 것



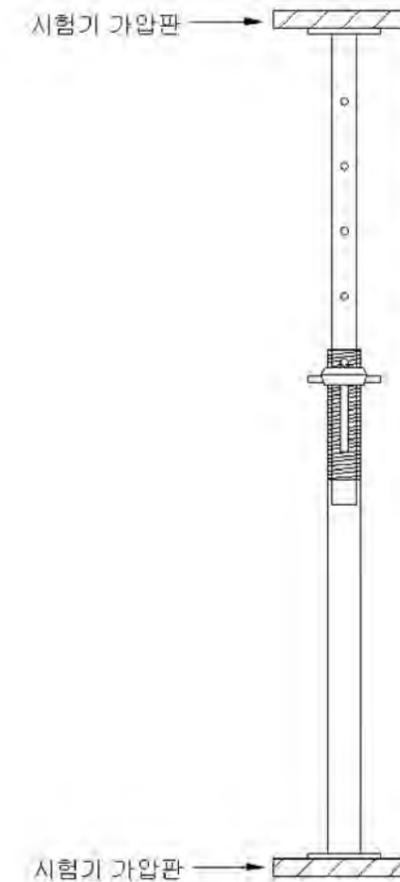
[그림 3] 파이프서포트의 진폭

4) 성능

파이프서포트의 최대사용길이에서 압축강도는 40,000N 이상이어야 한다.

5) 시험

파이프서포트의 압축강도시험은 그림 4와 같이 파이프서포트의 최대사용길이에서 그 받이판 및 바닥판의 중심이 시험기 가압판의 중심과 일치하도록 하여 압축하중을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.(이 경우, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 4] 압축강도시험

2. 틀형 동바리형 부재

2-1. 틀형 동바리형 주틀

(KS F 8022 인용)

1) 재료

강관틀 동바리용 부재에 사용되는 재료는 표 8과 같거나 동등 이상의 성능을 지닌 재료를 사용하여야 한다.

〈표 4〉 부재의 재질

부 재	구성 부분	재 질
수직재	수 직 재	KS D 3566에 규정하는 STK400
	수 평 재	KS D 3566에 규정하는 STK400
	보 강 재	KS D 3566에 규정하는 STK400
	가새재 연결핀	KS D 3503에 규정하는 SS400

2) 구조

주틀은 수직재, 수평재, 보강재, 가새 연결핀이 일체화된 구조이어야 하며, 다음 각 호의 규정에 적합하여야 한다.

- 주틀의 수직재, 수평재, 보강재로 사용하는 강재는 표 1의 규정에 적합하여야 한다.
- 주틀의 치수 및 치수 허용차는 표 2와 같다.
- 각 부재의 부착 위치는 표 3 및 그림 2에 따른다.
- 주틀에는 2개 이상의 수평재가 있어야 하며, 수평재 사이의 중심 간격은 1 200 mm 이하이어야 한다.
- 수직재의 양단부에는 이탈 방지용 핀 구멍과 가새재 연결핀이 있어야 한다.
- 이탈 방지용 핀 구멍의 지름은 13.0 ± 0.2 mm이고, 단부에서 핀 구멍까지의 순 간격은 50 mm 이상이어야 한다.
- 이탈 방지용 핀의 길이는 100 mm 이상, 지름은 12.0 ± 0.4 mm이어야 하며, 이탈 방지용 핀의 끝은 결함이 없어야 한다.
- 가새 연결핀의 길이는 60 mm 이상, 지름은 12 mm 이상이어야 하며, 가새재가 결합된 후에는 이탈되지 않는 구조이어야 한다.

- 보강재는 수직재와 수평재 또는 수평재와 수평재를 연결하는 구조이어야 하며, 수평재 사이의 중심 간격이 600 mm 이하일 경우에는 별도의 보강재가 없어도 된다.

〈표 5〉 각부의 치수 및 치수 허용차

단위 : mm

항 목	치 수		치수 허용차		비 고
	바깥지름	두께	바깥지름	두께	
수직재	60.5	3.2	± 0.3	± 0.3	
수평재	48.6	2.5	± 0.25	± 0.3	
보강재	48.6	2.5	± 0.25	± 0.3	길이 800mm 초과
	42.7	2.3	± 0.25	± 0.3	길이 800mm 초과

〈표 6〉 주틀의 치수 및 치수 허용차

단위 : mm

항 목	치 수	치수 허용차
나 비	600, 900, 1200, 1500, 1800	± 1.0
높 이	900, 1200, 1500, 1800	± 1.0

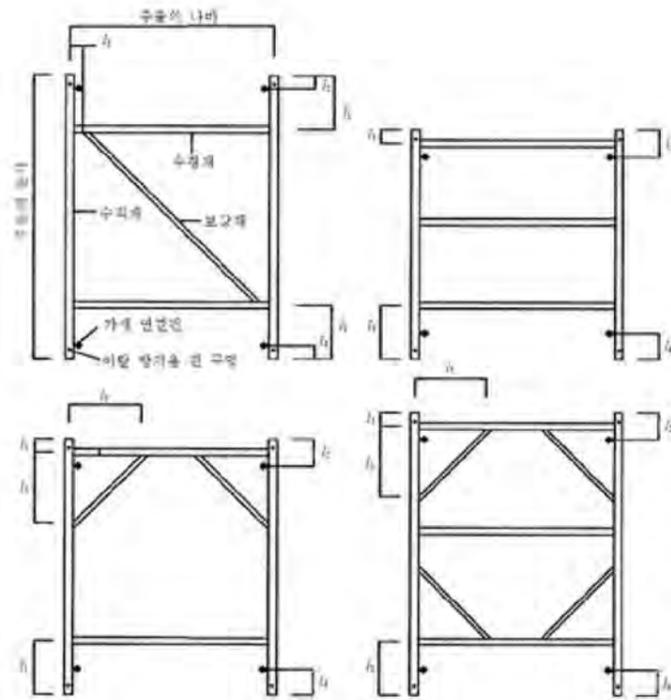
비 고 나비란 주틀 수직재의 중심 사이의 거리를 말하며, 높이란 수직재의 길이를 말한다.

〈표 7〉 부재의 부착위치

단위 : mm

구 분	치 수
11	300 이내
12	150 이내
13	150 이내
14	450 이내
15	300 이내

비 고 이 표에서 11, 12, 13, 14 및 15는 그림 2에 표시하는 치수를 말한다.



[그림 5] 주틀의 종류

3) 성능

주틀의 성능은 표 5와 같다.

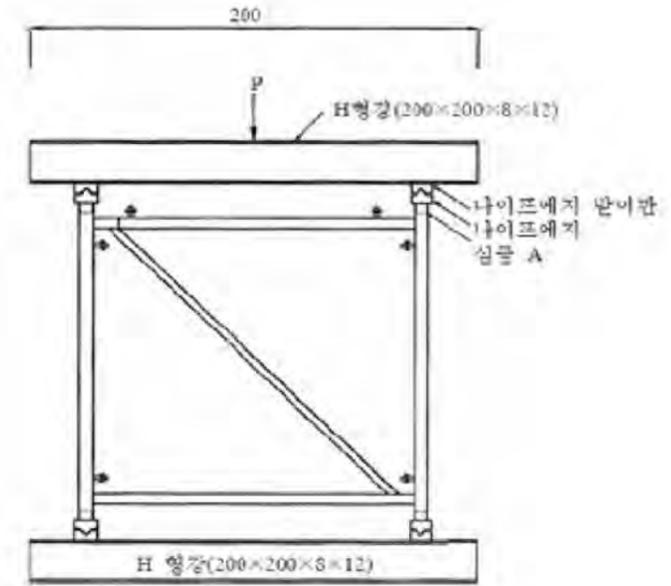
<표 8> 주틀의 성능

단위 : mm

항 목	길 이(mm)	성 능(kN)
압축 하중	900	360 이상
	1200	300 이상
	1500	240 이상
	1800	180 이상
수평재 휨 하중	-	16 이상
가새 연결핀의 인장 하중	-	15 이상

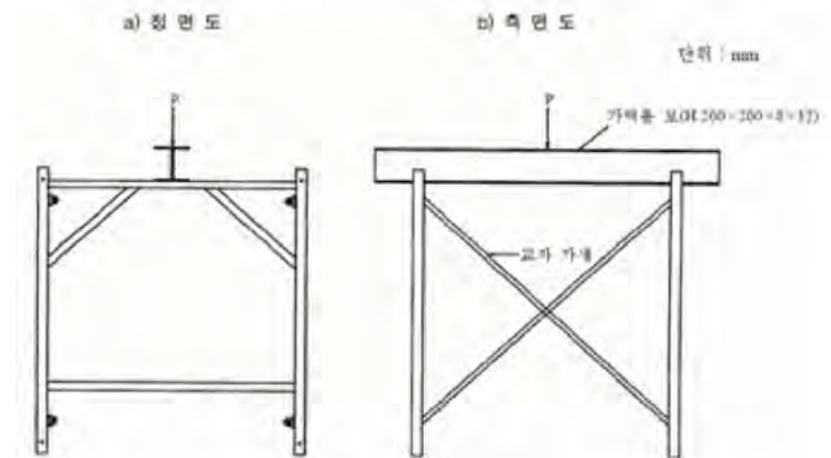
4) 시험

압축 하중 시험 그림 5와 같이 상부보와 하부보에 나이프에지, 나이프에지 받이판 및 심금 A를 사용하여, 시험기 가압판 중심에 주틀의 중심을 일치시킨 상태에서 주틀의 중심선상에 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이 때 평균 재하 속도는 분당 8 mm 이하이어야 한다.



[그림 6] 주틀의 압축 하중 시험

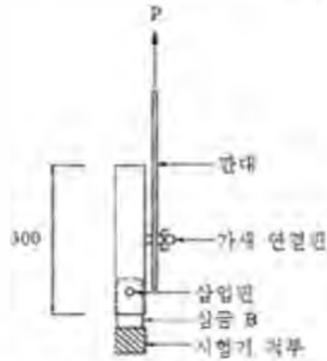
7.2.2 수평재 휨 하중 시험 그림 6과 같이 각각 2개의 주틀과 가새재를 결합한 상태에서, 주틀의 최상단 수평재 중앙부에 하중을 가하여 하중의 최대값(P)을 측정한다.



[그림 7] 수평재의 휨 하중 시험

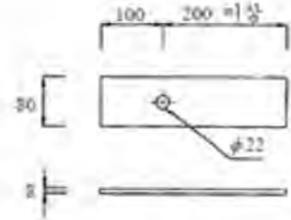
7.2.3 가새 연결핀의 인장 하중 시험 그림 7과 같이 주틀의 수직재에서 가새 연결핀이 있는 시험편을 채취하여 심금 B, 판대(판대의 구조는 그림 8과 같다.)를 사용하여 시험기에 부착하고, 인장력(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.

단위 : mm



[그림 8] 가새 연결핀의 인장 하중 시험

단위 : mm



[그림 9] 판대의 형상

2-2. 틀형 동바리형 가새재

(KS F 8022 인용)

1) 재료

강관틀 동바리용 부재에 사용되는 재료는 표 8과 같거나 동등 이상의 성능을 지닌 재료를 사용하여야 한다.

<표 9> 부재의 재질

부 재	구성 부분	재 질
가새재	본 체	KS D 3566에 규정하는 STK400
	결 합 부	KS D 3503에 규정하는 SS400 또는 KS D 3566에 규정하는 STK400
	힌 지 핀	KS D 3554에 규정하는 SWRM20

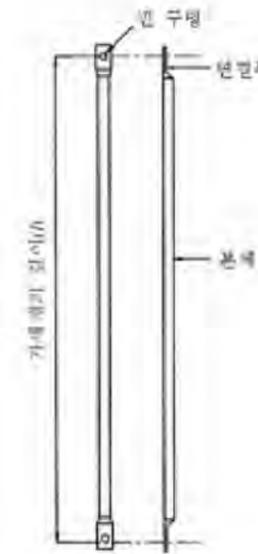
2) 구조

4.2.3 가새재는 그림 4와 같이 본체와 연결부가 일체화된 구조이어야 한다.

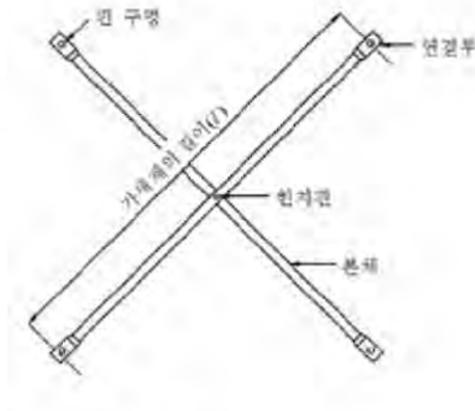
- a) 가새재는 형태에 따라 단일 가새와 2개의 가새재가 가새재 중앙의 힌지핀에 의해 일체화된 교차 가새로 구분된다.
- b) 가새재의 길이는 2 700 mm 이하이어야 하며, 길이의 치수 허용차는 규정된 길이의 $\pm 1.0\text{mm}$ 로 한다.

- c) 가새재로 사용하는 강재는 표 4의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 단면 성능을 가진 것을 사용하여야 한다.
- d) 연결부는 주틀의 가새 연결핀에 결합되기 위한 핀 구멍이 있어야 하며, 결합된 뒤에는 이탈되지 않는 구조이어야 한다.

a) 단일 가새



b) 교차 가새



[그림 10] 가새재

<표 10> 가새재의 치수 및 치수 허용차

단위 : mm

항 목	치 수		치수 허용차	
	바깥지름	두께	바깥지름	두께
단일 가새	34.0	2.5	± 0.25	± 0.3
교차 가새	27.2	2.3	± 0.25	± 0.3

3) 성능

4.3.3 가새재의 성능은 표 7과 같다.

〈표 11〉 가새재의 성능

종 류	항 목	길 이(mm)	성 능(kN)
단일 가새	압축 하중	1500 미만	15 이상
		1500 이상 2400 미만	12 이상
		2400 이상	8 이상
	인장 하중	-	15 이상
교차 가새	압축 하중	-	15 이상

4) 시험

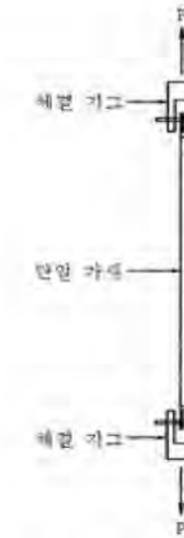
7.4 가새재의 시험

7.4.1 단일 가새의 압축 하중 시험 그림 11과 같이 단일 가새의 연결부를 체결 지그에 결합한 후 압축력(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이 때 체결 지그는 단일 가새가 결합되는 주들의 가새 연결핀의 구조와 동일하게 제작하여 사용한다.



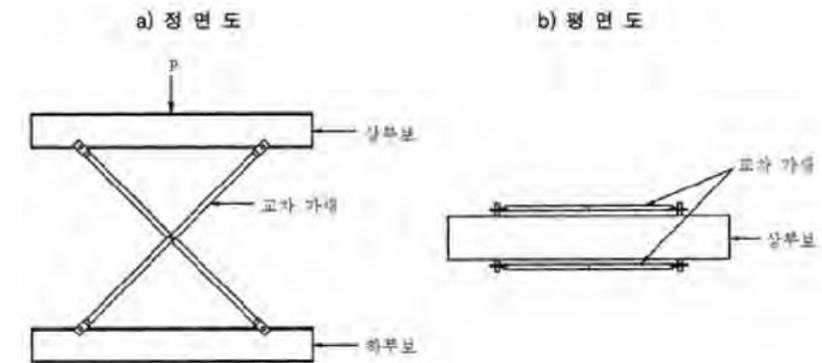
[그림 11] 단일 가새의 압축 하중 시험

7.4.2 단일 가새의 인장 하중 시험 그림 12와 같이 단일 가새의 연결부를 체결 지그에 결합한 후 인장력을 가하여 하중의 최대값(P)을 측정한다. 이 때 체결 지그는 단일 가새가 결합되는 가새 연결핀의 구조와 동일하게 제작하여 사용한다.



[그림 12] 단일 가새의 인장 하중 시험

7.4.3 교차 가새의 압축 하중 시험 그림 13과 같이 상부보와 하부보를 사용해 시험기의 상하 가압판 중심에 상부보, 하부보의 중심을 일치시킨 상태에서 교차 가새 2개를 1조로 하여 시험기에 부착하고, 압축력(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.



[그림 13] 교차 가새의 압축 하중 시험

2-3. 틀형 동바리형 연결 조인트

(KS F 8022 인용)

1) 재료

강관틀 동바리용 부재에 사용되는 재료는 표 8과 같거나 동등 이상의 성능을 지닌 재료를 사용하여야 한다.

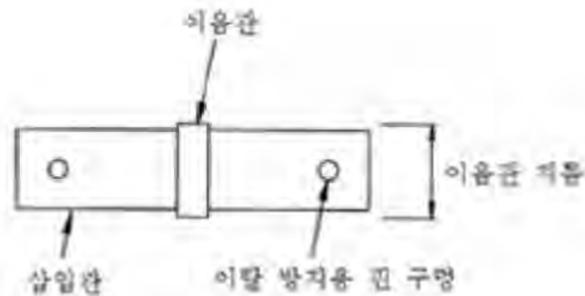
〈표 12〉 부재의 재질

부 재	구성 부분	재 질
연결 조인트	삽입관	KS D 3566에 규정하는 STK400
	이음관	KS D 3566에 규정하는 STK400 또는 KS D 3503에 규정하는 SS400

2) 구조

4.2.2 연결 조인트는 그림 3과 같이 이음관과 삽입관으로 구성되며, 다음 각 호의 규정에 적합하여야 한다.

- a) 이음관은 주틀의 수직재가 밀착될 수 있는 구조이어야 한다.
- b) 이음관의 길이는 25 mm 이상이어야 하며, 지름은 수직재의 바깥지름과 동일하여야 한다.
- c) 삽입관의 길이는 100 mm 이상이어야 하며, 바깥지름은 48.6 ± 0.25 mm, 두께는 2.5 ± 0.3 mm이어야 한다.
- d) 삽입관의 양단부에는 지름 13.0 ± 0.2 mm의 이탈 방지용 핀 구멍이 있어야 하며, 삽입관의 단부에서 핀 구멍까지의 순 간격은 20 mm 이상이어야 한다.
- e) 이탈 방지용 핀의 길이는 100 mm 이상, 지름은 12.0 ± 0.4 mm이어야 하며, 이탈 방지용 핀의 끝은 결함이 없어야 한다.



[그림 14] 연결 조인트

3) 성능

4.3.2 연결 조인트의 성능은 표 6과 같다.

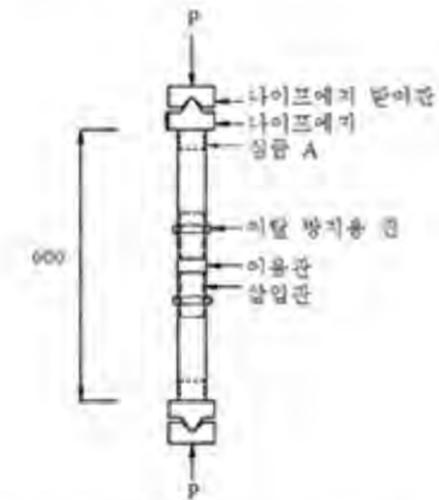
〈표 13〉 연결 조인트의 성능

항 목	성 능(kN)
압축 하중	180 이상
인장 하중	40 이상

4) 시험

7.3 연결 조인트의 시험

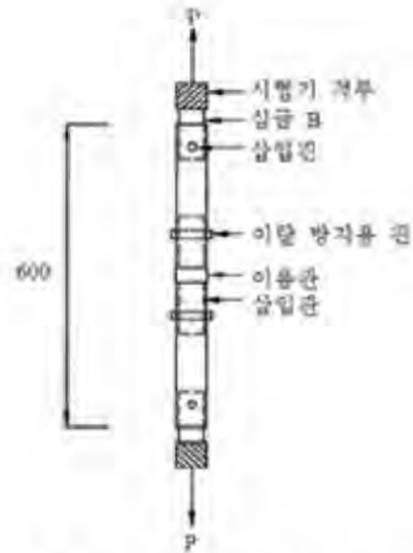
7.3.1 압축 하중 시험 그림 9와 같이 길이가 동일한 수직재 2개를 연결 조인트로 연결하고 이탈 방지용 핀으로 결합한 뒤, 수직재의 양단(주틀의 수직재에서 잘라낸 것에 한한다.)에 심금 A와 나이프에지 및 나이프에지 받이판을 연결한 후 수직재의 양단에 압축력 (P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.



[그림 15] 연결 조인트의 압축 하중 시험

7.3.2 인장 하중 시험 그림 10과 같이 길이가 동일한 수직재 2개(주틀의 수직재에서 잘라낸 것에 한한다.)를 연결 조인트로 연결하고 이탈 방지용 핀으로 결합한 뒤, 수직재의 양단에 인장력(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.

단위 : mm



[그림 16] 연결 조인트의 인장 하중 시험

3. 시스템 동바리용 부재

3-1. 시스템동바리용 수직재

1) 재료

가. 시스템 동바리용 부재의 재료는 표 4에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용하여야 한다.

<표 14> 시스템 동바리용 부재의 재료

부재	구성부분	재질	
		강재	알루미늄 합금재
수직재	수직재 본체 및 삽입관	KS D 3566에 규정하는 STK400 또는 KS D 3568에 규정하는 SPSR400 또는 KS D 3503에 규정하는 SS400	KS D 6759에 규정하는 A 6061S
	접합부	KS D 3503에 규정하는 SS400 또는 KS D 3501에 규정하는 SPHC	

나. 시스템 동바리용 부재의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

2) 구조

시스템 동바리용 수직재(이하 "수직재"라 한다)는 그림 5와 같이 본체 및 접합부가 일체화된 구조이어야 하며, 다음 각 목에 적합하여야 한다.

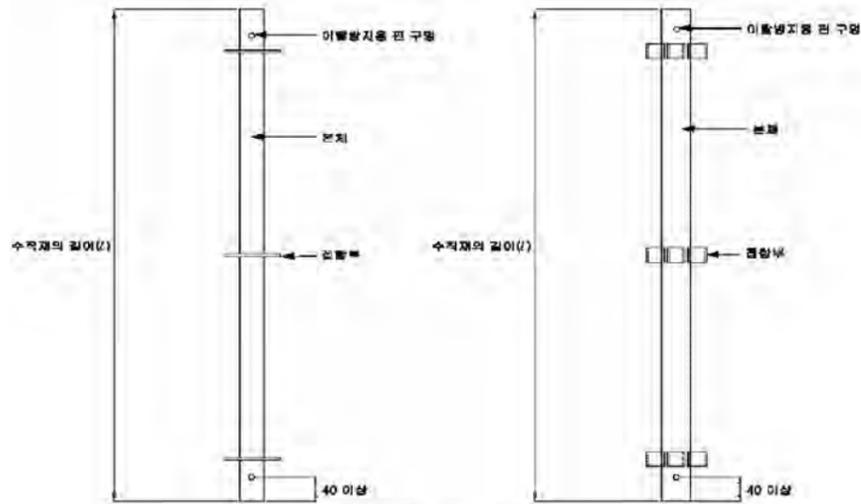
- 가. 수직재 본체의 바깥지름 치수는 표 5와 같고, 본체의 바깥지름에 따라 2종으로 구분한다.
- 나. 수직재 양 끝부분에 이탈 방지용 핀 구멍이 있는 경우에는 단부에서 핀 구멍까지의 간격은 40mm 이상이어야 한다. 다만, 연결조인트가 일체형으로 부착되어 있는 수직재는 핀 구멍을 생략할 수 있다.
- 다. 수직재의 길이는 연결조인트를 제외한 본체의 길이를 말하고 치수 허용차는 제작치수 ± 1 mm 이어야 한다.
- 라. 수직재에는 수평재 및 가새재가 연결될 수 있는 접합부가 있어야 하며, 그림 6과 같이 접합부의 형태에 따라 디스크형 접합부와 포켓형 접합부로 구분된다.
- 마. 접합부는 다음 각 세목에 적합하여야 한다.
 - 1) 디스크형 접합부의 두께는 5.4mm 이상이어야 하고, 포켓형 접합부는 강판을 절곡 가공

한 것으로서 두께는 3.0mm 이상이어야 한다.

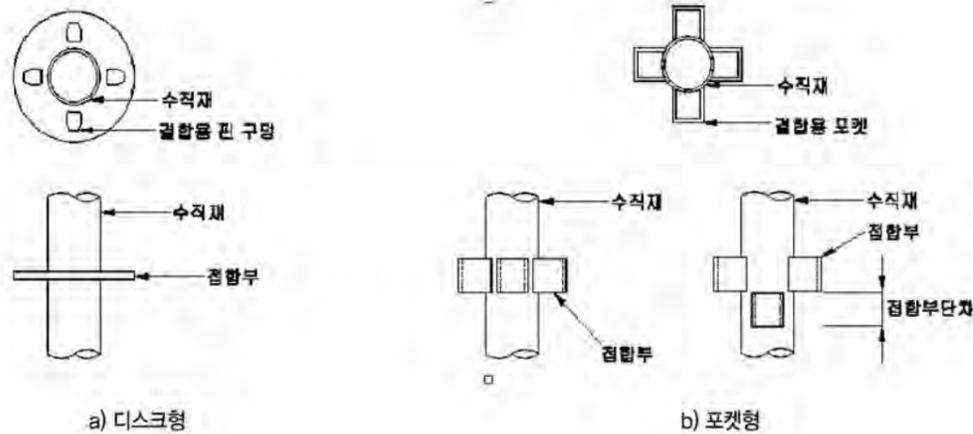
2) 포켓형 접합부에 있어서, 이웃하는 포켓은 일직선상에 위치하거나 단차가 있을 수 있다.

〈표 15〉 수직재 본체의 바깥지름 치수

부재	단면 형상	치 수 (mm)
1종	원형	60.2 이상
	다각형	외접원의 지름이 원형과 동등 이상일 것
2종	원형	48.3 이상 60.2 미만
	다각형	외접원의 지름이 원형과 동등 이상일 것



[그림 17] 수직재(참조그림)



[그림 18] 접합부(참조그림)

3) 성능

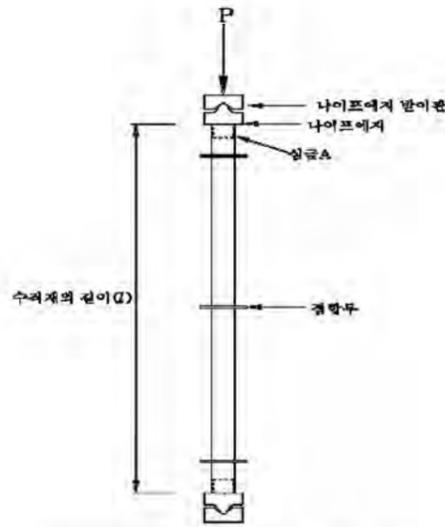
수직재의 시험 성능 기준은 표 6과 같다.

〈표 16〉 수직재의 시험 성능 기준

항목	길이 (mm)	성능 (kN)	
		1종	2종
압축 하중	900 미만	160 이상	90 이상
	900 이상 1200 미만	140 이상	70 이상
	1200 이상 1500 미만	120 이상	55 이상
	1500 이상 1800 미만	90 이상	40 이상
	1800 이상 2100 미만	70 이상	30 이상
	2100 이상 2400 미만	60 이상	25 이상
	2400 이상 2700 미만	50 이상	20 이상
	2700 이상 3000 미만	40 이상	17 이상
	3000 이상 3300 미만	35 이상	14 이상
	3300 이상 3600 미만	30 이상	12 이상
	3600 이상	25 이상	10 이상
접합부 인장 하중	-	30 이상	

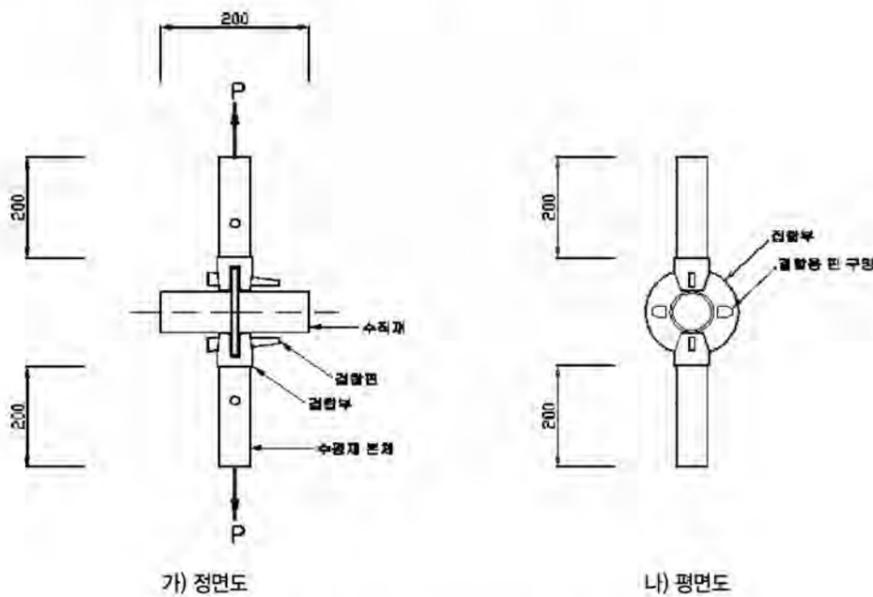
4) 시험

가. 압축하중시험은 그림 7과 같이 나이프에지, 나이프에지 받이판 및 해당되는 심금A를 사용하여 시험하며, 압축 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 다만, 시험하중의 최대치가 180kN 이상인 경우에는 180kN을 시험하중으로 한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 하고, 이 시험에 사용하는 나이프에지, 나이프에지 받이판 및 심금 A는 각각 별표 24 제3호부터 제4호까지의 규정에 따른다.



[그림 19] 수직재의 압축하중 시험

나. 접합부의 인장하중 시험은 그림 8과 같이 수직재의 접합부에 2개의 수평재를 결합시킨 후 수평재의 양단에 인장력(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이때, 접합부에 연결된 수직재의 크기는 200mm 이상이어야 한다. 이 경우 접합부에 연결된 수직재의 크기는 200mm 이상이어야 하며, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.



[그림 20] 접합부 인장 하중 시험

5) 추가표시

시스템 동바리용 부재에는 안전인증의 표시 외에 다음의 사항을 수직재, 수평재, 가새재 및 트러스 등 각각의 부재별로 추가로 표시하여야 한다.

가. 수직재

- 1) 부재 기호: V
 - 2) 종별: 1종은 1, 2종은 2
 - 3) 본체의 길이: 단위(mm)를 제외한 정수
- 보기: 길이가 1,725mm인 1종 수직재의 호칭은 다음과 같다.(V1-1725)

3-2. 시스템동바리용 수평재

1) 재료

가. 시스템 동바리용 부재의 재료는 표 4에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용하여야 한다.

<표 17> 시스템 동바리용 부재의 재료

부재	구성부분	재 질	
		강재	알루미늄 합금재
수평재	수평재 본체	KS D 3566에 규정하는 STK400 또는 KS D 3568에 규정하는 SPSR400 또는 KS D 3503에 규정하는 SS400	KS D 6759에 규정하는A 6061S
	결합부, 결합핀	KS D 3503에 규정하는 SS400 또는 KS D 3501에 규정하는 SPHC KS D 4302에 규정하는 GCD450-10	

나. 시스템 동바리용 부재의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

2) 구조

시스템 동바리용 수평재(이하 "수평재"라 한다)는 그림 9와 같이 본체와 결합부가 일체화된 구조이어야 하며, 다음 각 목에 적합하여야 한다.

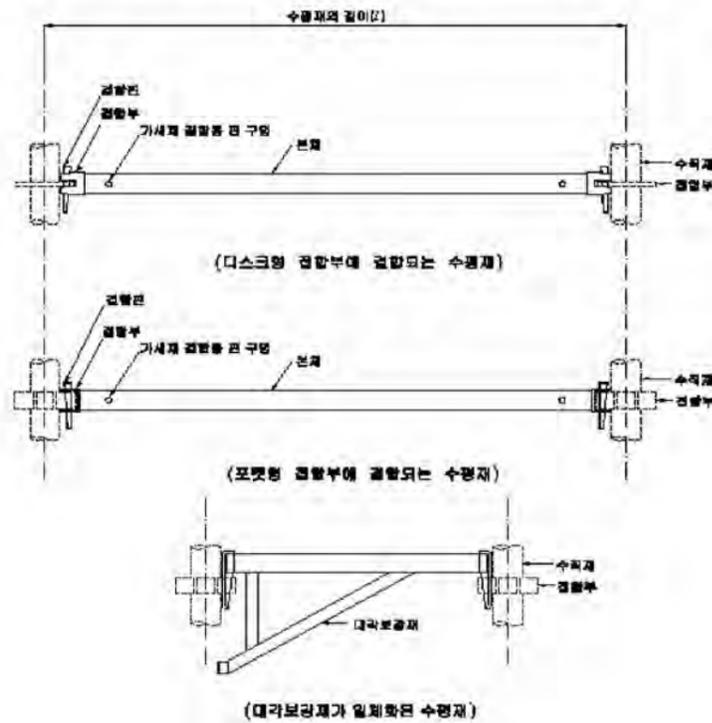
가. 수평재 본체의 바깥지름은 40.0mm 이상인 강관 또는 외접원의 지름이 이와 동등 이상인 다각형의 형상을 가진 것으로서, 체결되는 수직재(1종 또는 2종)의 종류에 따라 두 가지 종류로 구분한다.

나. 수평재의 길이는 수직재와 체결한 후 결합된 수직재의 중심간 거리를 말하고 치수 허용차는 제작치수 $\pm 1\text{mm}$ 이어야 한다.

다. 결합부는 수직재 접합부에 결합되어 이탈되지 않는 구조이어야 한다.

라. 본체 또는 결합부에는 가새재를 결합시킬 수 있는 핀 구멍이 있을 수 있다.

마. 수평재는 본체 외에 대각보강재가 용접되어 브래킷 형상의 구조를 가질 수 있다.



[그림 21 수평재(참조그림)]

3) 성능

수평재의 시험 성능 기준은 표 18과 같다.

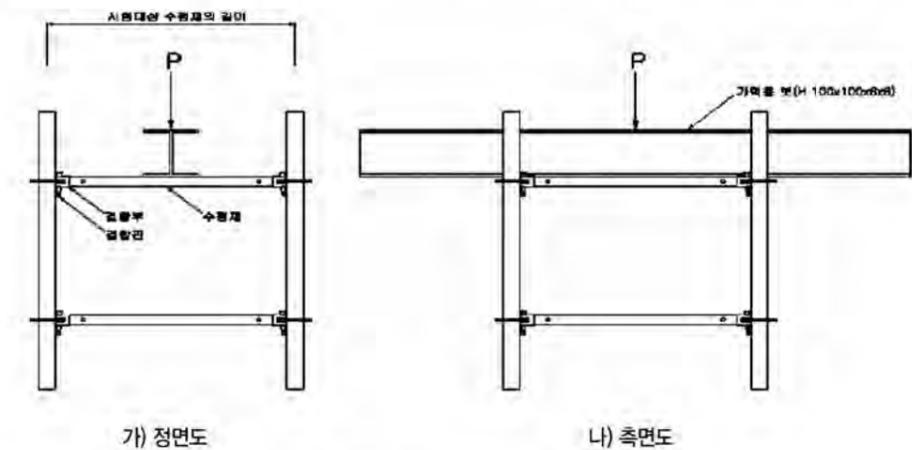
[표 18] 시스템 동바리용 수평재의 시험 성능 기준

항목	길이 (mm)	성능 (kN)
수직 힘 하중	600 미만	10 kN 이상
	600 이상 900 미만	8 kN 이상
	900 이상 1200 미만	6 kN 이상
	1200 이상 1500 미만	5 kN 이상
	1500 이상 1800 미만	4 kN 이상
	1800 이상	3 kN 이상
결합부 전단 하중	-	6 kN 이상

4) 시험

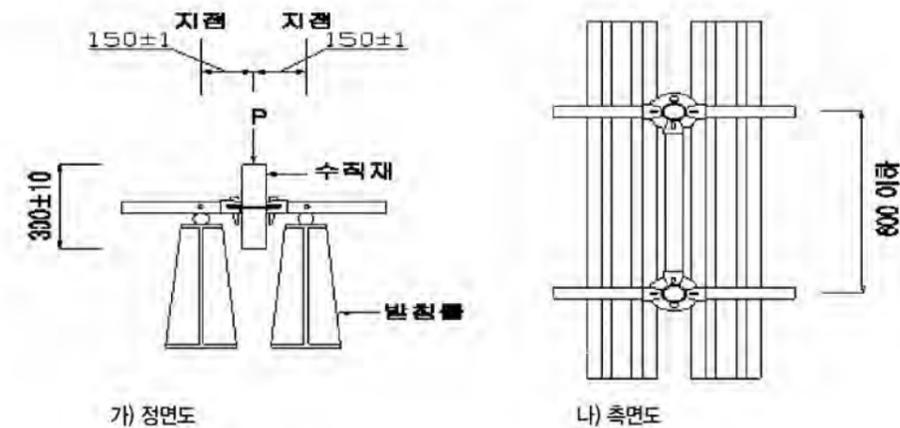
수평재의 시험은 다음과 같이 한다. 다만, 수평재 중 대각보강재가 일체화된 것은 보강재를 제거한 후 수평재의 시험을 실시하여야 한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.

가. 휨하중시험은 그림 22와 같이 4개의 수직재 위·아래 접합부에 각각 4개(총 8개)의 수평재를 결합한 상태에서, 상부의 평행한 2개의 수평재 중앙부에 하중을 가하여 하중의 최대값(P)을 측정하고, 이 하중시험 결과의 1/2에 해당하는 값을 구한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.



[그림 22] 수평재의 휨 하중시험

나. 결합부의 전단하중시험은 그림 23과 같이 2개의 수직재를 수평재로 결합하고, 4개의 시험대상 수평재의 결합부를 수직재 접합부에 결합한 상태에서 2개의 수직재에 균등한 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정하고, 이 하중시험 결과의 1/4에 해당하는 값을 구한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.



[그림 23] 접합부의 전단 하중 시험

5) 추가표시

시스템 동바리용 부재에는 안전인증의 표시 외에 다음의 사항을 수직재, 수평재, 가새재 및 트러스 등 각각의 부재별로 추가로 표시하여야 한다.

나. 수평재

- 1) 부재 기호: H
 - 2) 종별: 1종 수직재에 체결 시 1, 2종 수직재에 체결 시 2
 - 3) 수평재의 길이: 단위(mm)를 제외한 정수. 다만, 대각보강재가 일체화된 제품은 정수 뒤에 D를 표기한다.
- 보기: 1종 수직재에 체결된 후 수평재의 길이가 1,829mm가 되는 수평재의 호칭은 다음과 같다.(H1-1829)
- 보기: 1종 수직재에 체결된 후 수평재의 길이가 1829mm가 되는 대각보강재가 일체화된 수평재의 호칭은 다음과 같다.(H1-1829D)

3-3. 시스템동바리용 가새재

1) 재료

가. 시스템 동바리용 부재의 재료는 표 4에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용하여야 한다.

<표 19> 시스템 동바리용 부재의 재료

부재	구성부분	재질	
		강재	알루미늄 합금재
가새재	가새재 본체	KS D 3566에 규정하는 STK400 또는 KS D 3568에 규정하는 SPSR400 또는 KS D 3503에 규정하는 SS400	KS D 6759에 규정하는 A 6061S
	결합부, 결합핀	KS D 3503에 규정하는 SS400 또는 KS D 3501에 규정하는 SPHC KS D 4302에 규정하는 GCD450-10	

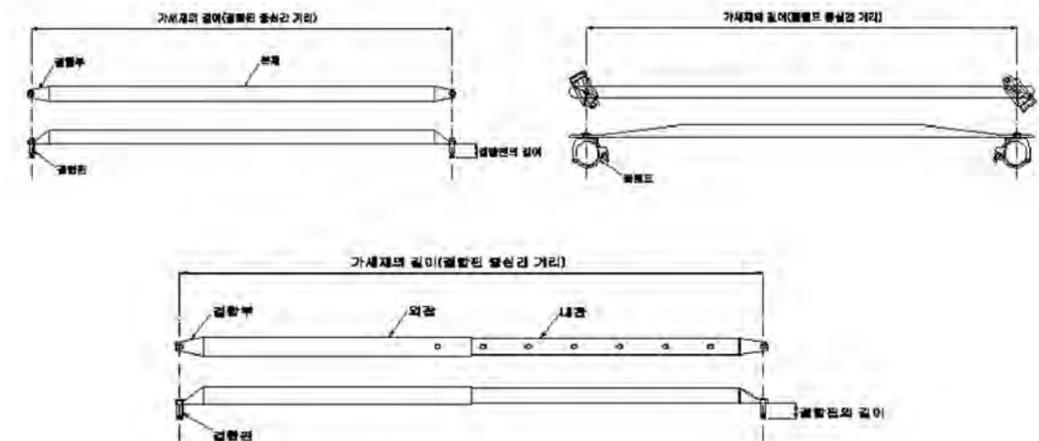
나. 시스템 동바리용 부재의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

2) 구조

시스템 동바리용 가새재(이하 "가새재"라 한다)는 그림 12와 같이 본체와 결합부가 일체화된

구조이어야 하며, 다음 각 목에 적합하여야 한다.

- 가. 가새재는 본체의 길이 조절이 가능한 조절형과 길이가 정해진 고정형으로 구분한다.
- 나. 가새재의 길이는 양단부의 결합핀 또는 클램프 등의 결합부 중심간 거리를 말하고 길이의 치수 허용차는 제작치수 ±1mm 이어야 한다.
- 다. 가새재 본체는 바깥지름이 27.0mm 이상인 강관 또는 외접원의 지름이 이와 동등 이상인 다각형의 형상을 가진 것이어야 한다.
- 라. 조절형 가새재는 외관에 내관을 연결하고 핀 또는 클램프 등에 의해 견고히 고정될 수 있는 구조이어야 하며, 외관 및 내관의 최소 겹침 길이는 100mm 이상이어야 한다.
- 마. 결합부는 수직재 또는 수평재에 결합되어 이탈되지 않는 구조이어야 한다.



[그림 24] 가새재(참조그림)

3) 성능

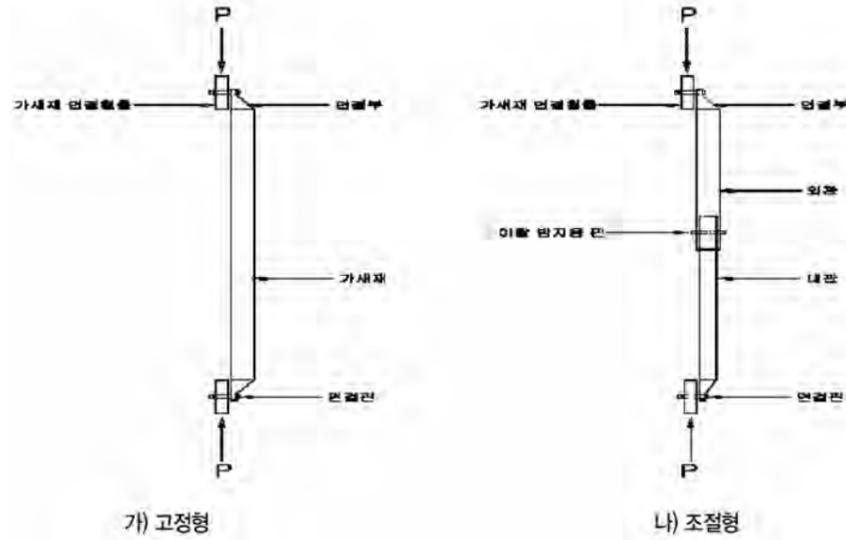
가새재의 시험 성능 기준은 표 8과 같다.

항목	호칭 길이 (mm)	성능 (kN)
압축 하중	1500 미만	15 이상
	1500 이상 2400 미만	12 이상
	2400 이상	8 이상
인장 하중		15 이상

4) 시험

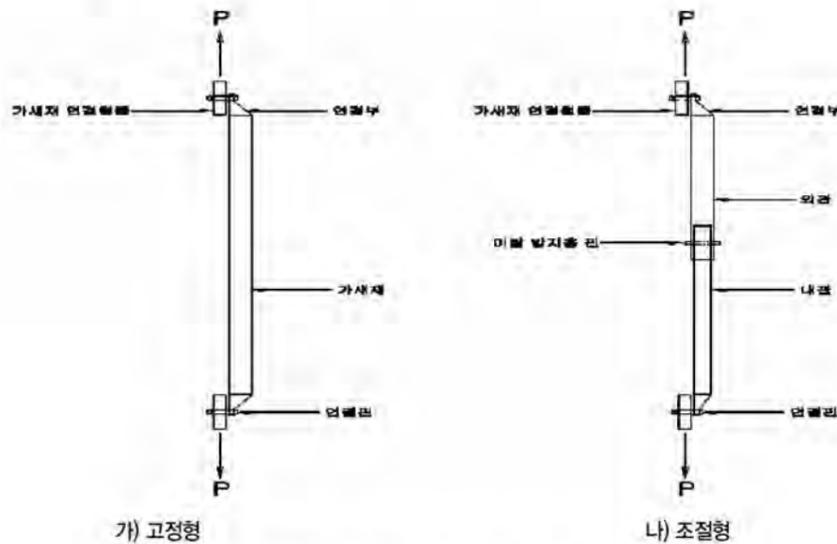
가. 압축하중시험은 그림 13과 같이 체결되는 가새재 연결철물을 사용하여 가새재를 설치

하고, 압축 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8 mm 이하로 한다.



[그림 25] 가새재의 압축 하중 시험

나. 인장하중시험은 그림 14와 같이 체결되는 가새재 연결철물을 사용하여 가새재를 설치하고, 인장 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8 mm 이하로 한다.



[그림 26] 가새재의 인장 하중 시험

5) 추가표시

시스템 동바리용 부재에는 안전인증의 표시 외에 다음의 사항을 수직재, 수평재, 가새재 및 트러스 등 각각의 부재별로 추가로 표시하여야 한다.

- 다. 가새재
 - 1) 부재 기호: B
 - 2) 가새재의 길이: 단위(mm)를 제외한 정수
 - 보기: 길이가 1,500mm인 가새재의 호칭은 다음과 같다.(B-1500)
 - 주) 조절형 가새재는 최대 길이를 가새재의 길이로 한다.

3-4. 시스템 동바리용 트러스

1) 재료

가. 시스템 동바리용 부재의 재료는 표 4에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용하여야 한다.

<표 21> 시스템 동바리용 부재의 재료

부재	구성부분	재질	
		강재	알루미늄 합금재
트러스	수평재, 보강재	KS D 3566에 규정하는 STK400 또는 KS D 3568에 규정하는 SPSR400 또는 KS D 3503에 규정하는 SS400	KS D 6759에 규정하는A 6061S
	결합부, 결합핀	KS D 3503에 규정하는 SS400 또는 KS D 3501에 규정하는 SPHC KS D 4302에 규정하는 GCD450-10	

나. 시스템 동바리용 부재의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

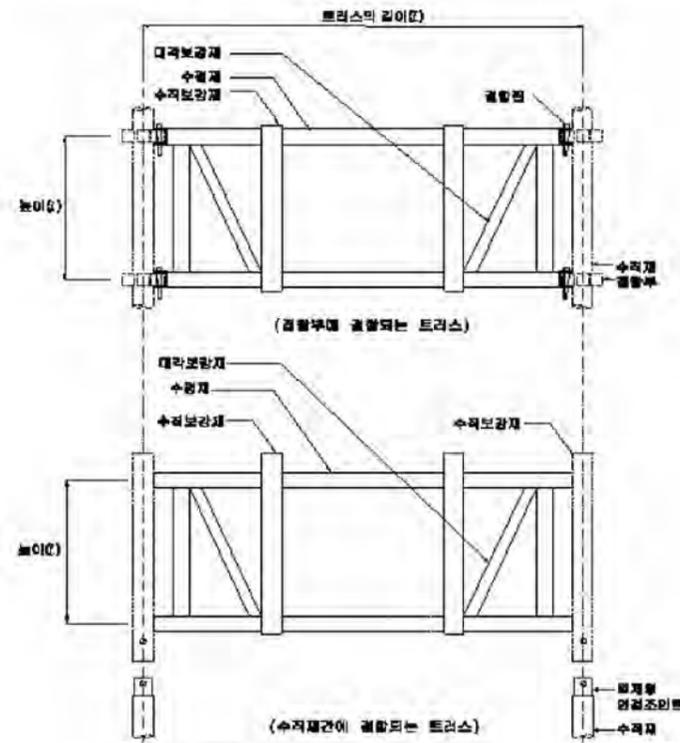
2) 구조

시스템 동바리용 트러스(이하 “트러스”라 한다)는 그림 15와 같이 수직보강재, 수평재, 대각 보강재가 일체화된 구조이어야 하며, 다음 각 목에 적합하여야 한다.

가. 트러스는 체결되는 수직재의 종류(1종 또는 2종)에 따라 두 가지 종류로 구분한다.

나. 트러스의 길이는 수직재와 체결한 후 결합된 수직재의 중심간 거리를 말하고 치수 허용차는 제작치수 $\pm 1\text{mm}$ 이어야 한다.

다. 트러스는 결합핀에 의해 수직재 접합부에 체결되는 구조이거나, 연결 조인트에 의해 트러스의 수직보강재와 수직재가 연결되어 이탈되지 않는 구조이어야 한다.



[그림 27] 트러스(참조그림)

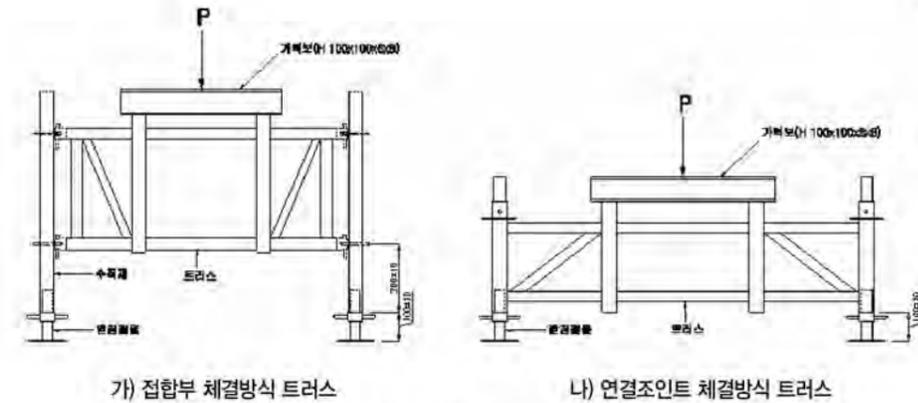
3) 성능

트러스의 휨 하중 성능은 40kN 이상이어야 한다.

4) 시험

휨하중시험은 그림 16과 같이 트러스가 체결되는 형태에 따라 수평으로 결합한 상태에서 트러스의 수직보강재 또는 멩에 지지용 조절형 받침철물의 설치위치 2곳에 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 다만, 설치위치가 변화하는 경우에는 가장 취약한 위치에서 시험한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.

단위 : mm



[그림 28] 트러스의 휨 하중 시험

5) 추가표시

시스템 동바리용 부재에는 안전인증의 표시 외에 다음의 사항을 수직재, 수평재, 가새재 및 트러스 등 각각의 부재별로 추가로 표시하여야 한다.

라. 트러스

- 1) 부재 기호: T
- 2) 종별: 1종 수직재에 체결 시 1, 2종 수직재에 체결 시 2
- 3) 수평재의 길이: 단위(mm)를 제외한 정수

보기: 2종 수직재에 체결된 후 트러스의 길이가 1,524mm가 되는 트러스의 호칭은 다음과 같다.(T2-1524)

3-5. 시스템동바리용 연결조인트

1) 재료

가. 시스템 동바리용 부재의 재료는 표 4에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용하여야 한다.

〈표 22〉 시스템 동바리용 부재의 재료

부재	구성부분	재질	
		강재	알루미늄 합금재
연결조인트	이음관, 이음판 및 삽입판	KS D 3566에 규정하는 STK400 또는 KS D 3501에 규정하는 SPHC 또는 KS D 3568에 규정하는 SPSR400	KS D 6759에 규정하는 A 6061S
	이탈방지용 핀	KS D 3503에 규정하는 SS400 또는 KS D 3501에 규정하는 SPHC	

나. 시스템 동바리용 부재의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

2) 구조

시스템 동바리용 연결조인트(이하 "연결조인트"라 한다)는 다음 각 목에 적합하여야 한다.

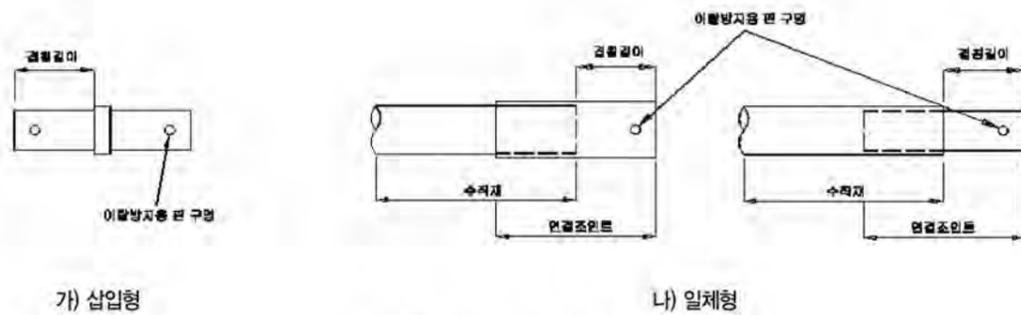
가. 연결조인트는 동종 수직재 간의 연결 시 체결되어 이탈되지 않는 구조이어야 한다.

나. 연결조인트는 그림 17과 같이 형태에 따라 삽입형과 일체형으로 구분하며, 일체형인 경우 연결조인트가 수직재에 삽입되거나 또는 수직재가 연결조인트에 삽입되어 일체화된 구조이어야 한다.

다. 연결조인트와 수직재와의 겹침 길이는 95mm 이상이어야 한다.

라. 연결조인트 양 단부에 이탈 방지용 핀 구멍이 있는 경우에는 연결조인트 단부에서 핀 구멍까지의 간격은 20mm 이상이어야 한다.

마. 삽입형 연결 조인트의 이음관 또는 이음판은 수직재가 밀착될 수 있는 구조이어야 한다.



[그림 29] 트러스의 휨 하중 시험

3) 성능

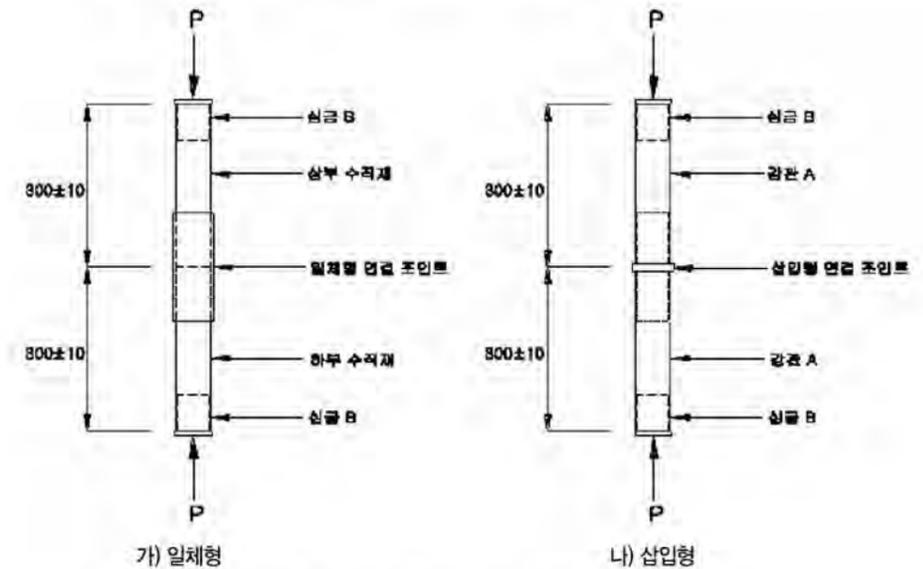
연결조인트의 시험 성능 기준은 표 9와 같다.

〈표 23〉 연결조인트의 성능

항목	성능 (kN)	
	1종 수직재 용	2종 수직재 용
압축 하중	160 이상	90 이상
인장 하중	20 이상	
휨 하중	25 이상	20 이상

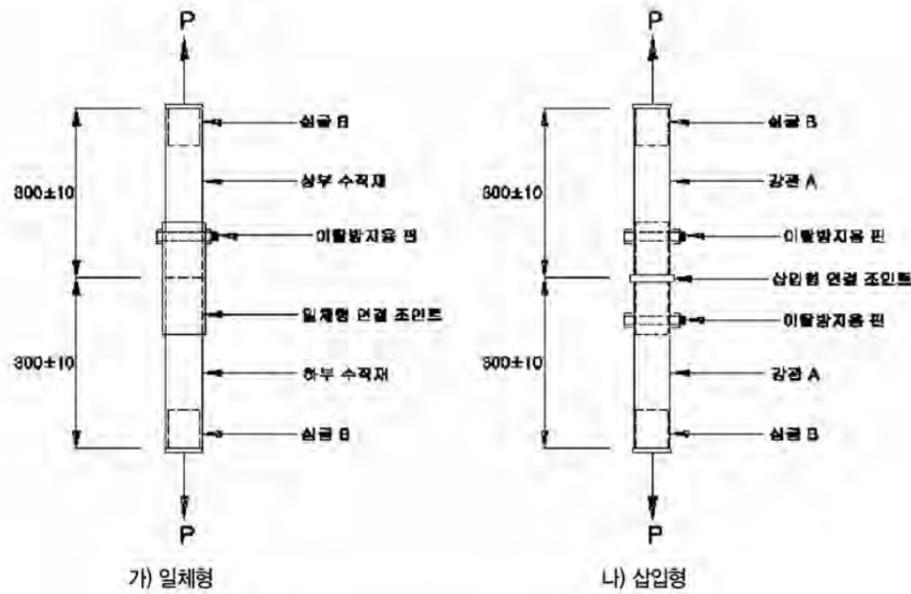
4) 시험

가. 압축하중시험은 그림 18과 같이 길이가 동일한 강관A(일체형은 수직재)를 연결조인트로 결합한 뒤, 강관A의 양단에 해당되는 심금B를 삽입한 후 강관A의 양단에 압축 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.



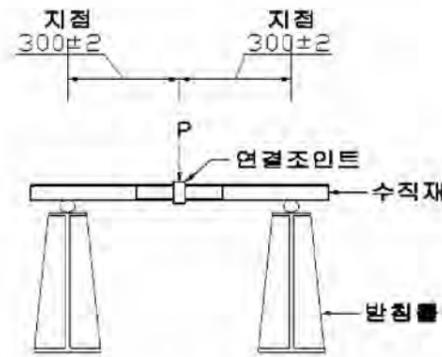
[그림 30] 연결조인트의 압축 하중 시험

나. 인장하중시험은 그림 19와 같이 길이가 동일한 강관A(일체형은 수직재)를 연결조인트, 이탈방지용 핀으로 결합한 뒤, 강관A의 양단에 해당되는 심금B를 삽입한 후 강관A의 양단에 인장 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.



[그림 31] 연결조인트의 인장 하중 시험

다. 휨하중시험은 그림 20과 같이 연결조인트와 체결되는 강관 A(일체형은 수직재) 2개를 이용하여 지점거리를 $600 \pm 4\text{mm}$ 로 하고 연결조인트가 지점거리의 중앙에 오도록 받침틀 위에 올려놓은 후 연결조인트에 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.



[그림 32] 연결조인트의 휨 하중 시험

라. 이 시험에 사용하는 강관 A 및 심금 B는 별표 24 제3호 및 제17호에 따른다.

4. 강관 비계용 부재

4-1. 강관조인트

1) 재료

가. 강관조인트의 재료는 표 2의 규정에 적합하거나 그 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

〈표 24〉 강관조인트의 재료

구성 부분	재 질
강관조인트	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK400 또는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400

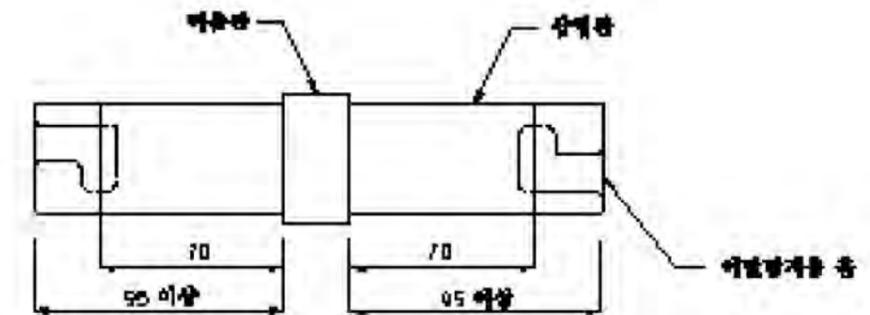
나. 강관조인트의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

2) 구조

강관조인트는 그림 1과 같이 이음관과 삽입관으로 구성되며 다음 각 목과 같이 한다.

가. 삽입관의 길이는 95mm 이상이어야 한다.

나. 삽입관에는 조립용 핀과 이탈방지 홈이 있어야 하며 이탈방지 홈과 이음관의 간격은 $70 \pm 1.0\text{mm}$ 이어야 한다.



[그림 33] 강관조인트(참조그림)

3) 성능

강관조인트의 시험성능기준은 표 3의 규정에 따른다.

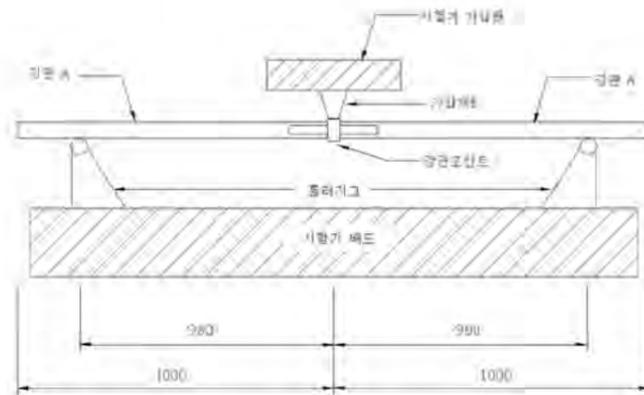
〈표 25〉 강관조인트의 시험성능기준

항 목	시험성능기준
휨강도	2,940N 이상
수직처짐량	19mm 이하
변위량	1.0mm 이하
인장강도	16,200N 이상
압축강도	41,200N 이상

4) 시험

강관조인트의 시험은 다음 각 목과 같이 한다.

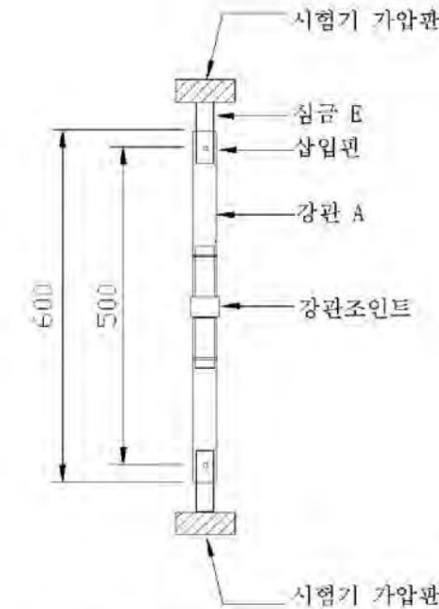
가. 강관조인트의 처짐 및 휨시험은 그림 7과 같이 가압재 B 및 두 개의 강관 A를 사용하여 이탈방지 기능을 작동시킨 상태의 강관조인트를 시험기 위에 부착시키고 그 중앙부를 가압재 B로 눌러 주어 하중이 1,500N일 때에 처짐측정기를 이용하여 수직 처짐량을 측정하고 계속 하중을 가하여 휨하중의 최대값을 측정한다. (이 경우, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 34] 강관조인트의 처짐 및 휨시험

나. 강관조인트의 변위 및 인장시험은 그림 8과 같이 심금 E, 삽입핀 및 강관 A를 사용하여 이탈방지 기능을 작동한 상태의 강관조인트를 시험기에 부착시킨 후 인장력을 가하

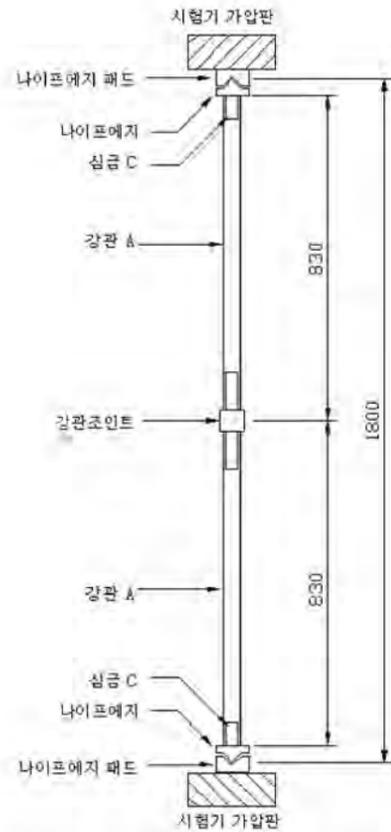
여 하중이 9,000 N일 때에 변위측정기를 이용하여 강관조인트의 변위량을 측정하고 계속 인장력을 가하여 인장하중의 최대값을 측정한다. (이 경우, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 34] 강관조인트의 변위 및 인장시험

비고 : 삽입핀의 삽입구멍의 지름 16mm로 한다.

다. 강관조인트의 압축시험은 그림 9와 같이 심금 C, 나이프에지 및 나이프에지 패드와 강관 A를 사용하여 이탈방지 기능을 작동한 상태의 강관조인트를 상·하의 가압판 중심에 일치시킨 후 시험기 가압판으로 압축하여 하중의 최대값을 측정한다. (이 경우, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 35] 강관조인트의 압축시험

라. 이 시험에 사용하는 심금 C 및 심금 E, 나이프에지 및 나이프에지 패드, 삽입편, 가압재 B와 강관 A는 각각 별표 24 제3호, 제4호, 제9호, 제16호 및 제17호의 규정에 따른다.

4-2. 벽연결용 철물

1) 재료

가. 벽연결용 철물 각 부분의 재료는 표 4에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

<표 26> 벽연결용 철물의 재료

구성 부분		재 질
주 재		KS D 3507(배관용 탄소강관)의 SPP 또는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
조임 철물	볼트, 너트 및 핀	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
	기타부분	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHD
부착철물		KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400

나. 벽연결용 철물의 각 부는 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

2) 구조

벽연결용 철물은 주재, 조임철물 및 부착철물로 구성되며 다음 각 목과 같이 한다.

- 가. 최대사용길이(벽연결용 철물을 최대로 늘였을 때의 부착철물의 맨끝단에서 조임철물의 중심까지의 길이를 말한다) 1,200mm 이하이어야 한다.
- 나. 주재의 길이를 조절할 수 있는 경우에는 이탈방지 기능이 있어야 한다.
- 다. 조임철물의 판두께가 3.0mm 이상이어야 한다.
- 라. 주재와 부착철물의 사이는 독립구조여야 한다.
- 마. 선단에 나사가 있는 부착철물에 있어서는 나사의 지름이 나사산까지 포함하여 9.0mm 이상이어야 한다.

3) 성능

벽연결용 철물의 시험성능기준은 표 5와 같이한다.

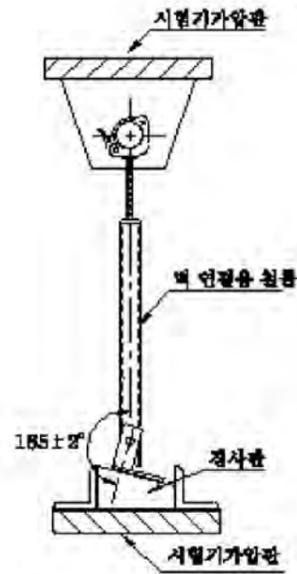
<표 27> 벽연결용 철물의 시험성능기준

구 분	시험성능기준	
인장재	인장강도	9,810N 이상
인장·압축재	인장강도	9,810N 이상
	압축강도	9,810N 이상
압축재	압축강도	9,810N 이상

4) 시험

벽연결용 철물의 시험은 각 목과 같이 한다.

- 가. 벽연결용 철물의 인장시험은 주재와 부착철물 사이의 각도를 180°로 한 상태에서 인장력을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.(이 경우, 조임철물 볼트 조임은 35,000N·mm로 하고 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 36] 벽연결용 철물의 압축시험

5. 틀형 비계용 부재

5-1. 틀형 비계용 주틀

1) 재료

가. 틀형 비계용 주틀(이하 "주틀"이라 한다)의 재료는 표 6의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

<표 27> 주틀의 재료

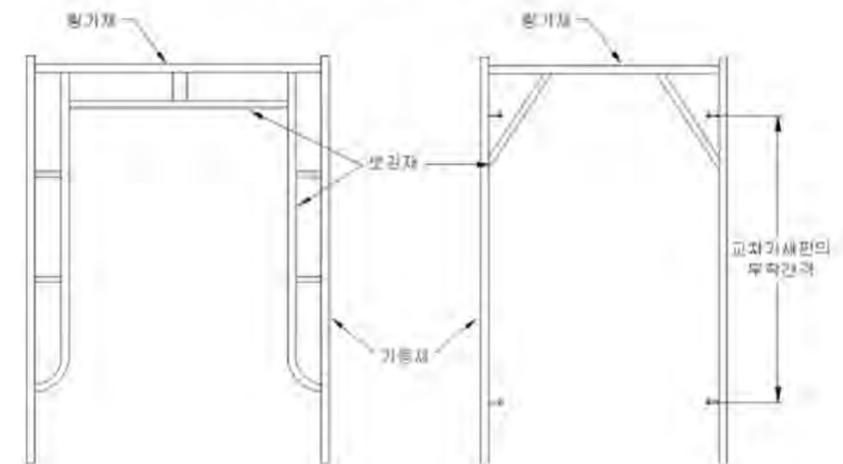
구성 부분	재 질
기둥재, 횡가재, 보강재 및 삽입관	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK400
교차가새 핀	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400

나. 주틀의 각 부는 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

2) 구조

가. 주틀은 그림 2와 같이 기둥재, 횡가재, 보강재 및 교차가새 핀이 용접 등에 의해 일체화된 구조이어야 하며 다음 각 세목과 같이 한다.

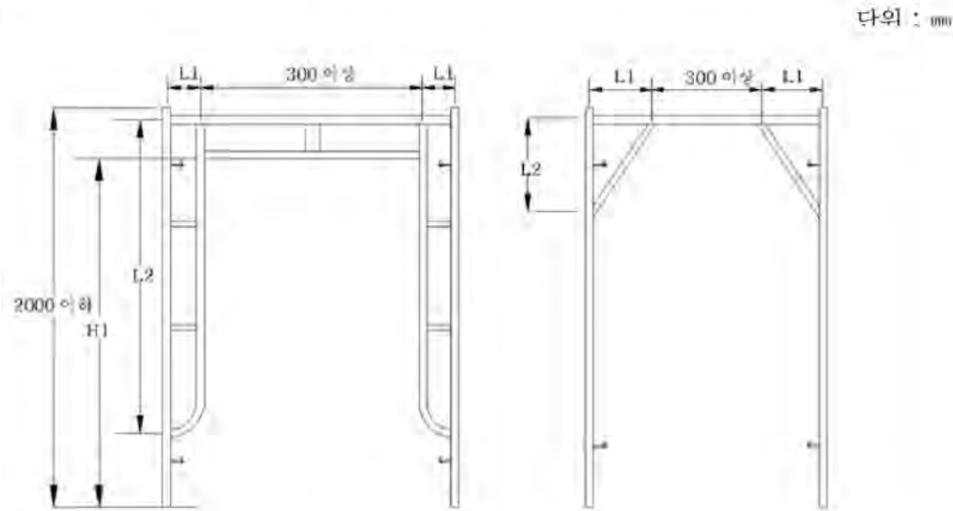
- 1) 주틀의 나비(기둥재 중심사이의 거리)는 600mm 이상일 것
- 2) 주틀의 높이(기둥재의 길이)는 2,400mm 이하일 것



[그림 37] 주틀(참조그림)

- 3) 기둥재 및 횡가재의 바깥지름은 42.4mm 이상일 것
- 4) 보강재(수평보강재 제외)의 바깥지름은 26.9mm 이상일 것
- 5) 교차가새 핀은 바깥지름이 13.0mm 이상이고 탈락을 방지하는 기능이 있을 것
- 6) 교차가새 핀의 부착 간격은 1,200mm 이상일 것
- 7) 기둥재의 윗단에 삽입관이 있는 것은 기둥재가 삽입할 수 있는 부분의 길이가 95mm 이상이어야 하며, 기둥재에는 연결핀 구멍이 있을 것
- 8) 기둥재의 윗단에 삽입관이 없는 것은 제18호부터 제20호까지의 규정에 적합한 연결조인트가 삽입되는 구조일 것

나. 횡가재 및 기둥재에 부착되는 보강재 부착위치는 그림 3과 같고 다음 각 세목과 같이 한다.



[그림 38] 보강재 부착위치

- 1) 보강재는 작업자가 이동시에 지장을 주지 않는 구조로 부착되어야 하며, 횡가재에 부착되는 보강재와 보강재 사이의 간격은 300mm 이상일 것
- 2) 작업자가 작업할 수 있는 주틀의 높이(H1)는 1,800mm 이상일 것
- 3) 횡가재에 부착되는 보강재의 간격(L1)은 300mm 이하일 것
- 4) 기둥재에 부착되는 보강재의 간격(L2)은 500mm 이상일 것

3) 성능

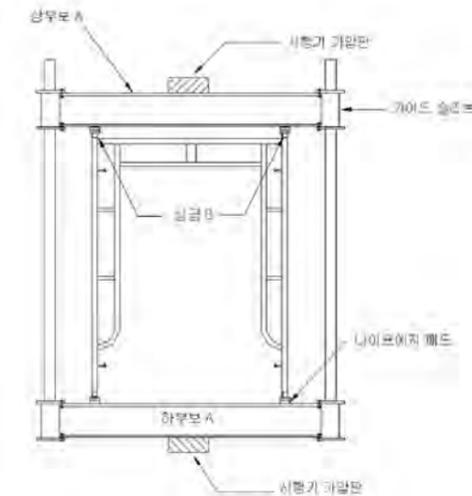
주틀의 시험성능기준은 표 7의 규정에 따른다.

<표 28> 주틀의 시험성능기준

부 재	항 목	시험성능기준
주틀	압축강도	78,500N 이상
	수직처짐량	10.0mm 이하
교차가새 핀	인장강도	6,380N 이상

4) 시험

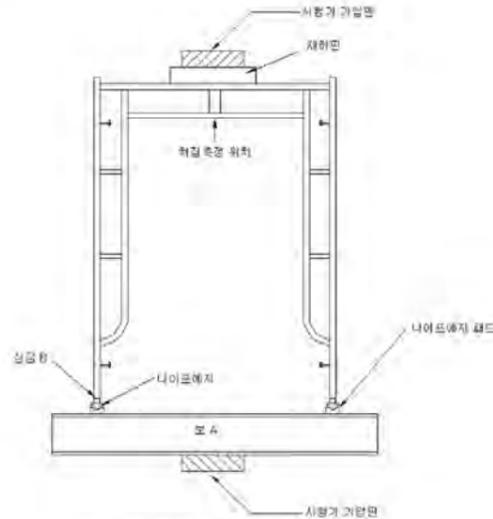
가. 주틀의 압축시험은 그림 11과 같이 상부보 A와 하부보 A, 가이드슬리브와 가이드 파이프, 심금 B 및 나이프에지와 나이프에지 패드를 사용하여 시험기 상·하의 가압판 중심에 상부보 A 및 하부보 A의 중심을 일치시킨 상태에서 주틀을 시험기에 부착하고 주틀의 중심선상에 압축하중을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. (이 경우 나이프에지의 방향은 횡가재 방향과 평행하게 부착되어야 하며 재하 속도는 분당 8mm 이하이고 상부보 A 및 하부보 A, 가이드 슬리브 및 가이드 파이프, 심금 B, 나이프에지 및 나이프에지 패드는 각각 별표 24 제1호부터 제4호까지의 규정에 따른다)



[그림 39] 주틀의 압축시험

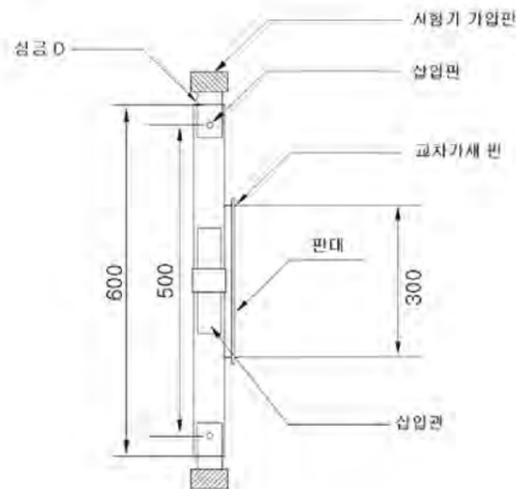
나. 주틀의 수직처짐시험은 그림 12와 같이 심금 B, 나이프에지와 나이프에지 패드, 보 A, 재하편 및 처짐측정기를 사용하여 시험기의 하부 가압판 중심에 보의 중심을 일치시킨 상태에서 주틀을 시험기에 부착하고 주틀의 중심선상에 압축하중을 가하여 하중이 10,000N일 때 횡가재 중앙부의 수직처짐량을 측정한다. (이 경우 나이프에지의 방향

은 횡가재 방향과 수직하게 부착되어야 하며 재하 속도는 분당 8mm 이하이고, 심금 B, 나이프에지 및 나이프에지 패드, 보 A, 재하편은 각각 별표 24 제3호부터 제6호까지의 규정에 따른다)



[그림 40] 주틀의 수직처짐시험

다. 주틀의 교차가새 핀 시험은 그림 13과 같이 심금 D, 삽입관, 판대 및 삽입편을 사용하여 주틀 기둥재의 하단부에 있는 교차가새 핀의 부분 2개(동일한 주틀로부터 잘라낸 것에 한한다)를 한조로 하여 시험기에 부착하고, 인장력을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.(이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 하고, D, 삽입관, 판대 및 삽입편은 각각 별표 24 제3호 및 제7호부터 제9호까지의 규정에 따른다)



[그림 41] 교차가새 핀의 시험

5-2. 틀형 비계용 교차가새

1) 재료

가. 틀형 비계용 교차가새 (이하“교차가새”이라 한다)의 재료는 표 8의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

<표 29> 교차가새의 재료

구성 부분	재 질
가새재	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK400
힌지핀	KS D 3554(연강 선재)의 SWRM20

나. 교차가새의 각 부는 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

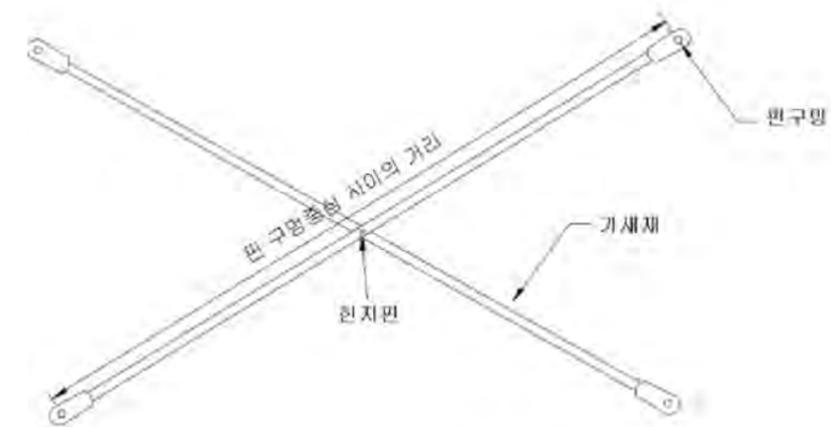
2) 구조

교차가새는 그림 4와 같이 가새재를 중앙부에서 힌지 핀으로 결합한 것이어야 하며 다음 각 목과 같이 한다.

가. 가새재의 바깥지름은 21.4mm 이상이어야 한다.

나. 가새재는 양 끝 부분에 지름 15.0mm 이하의 핀 구멍이 있고 핀 구멍 중심 사이의 거리는 2,300mm 이하이어야 한다.

다. 힌지핀의 지름은 6.8mm 이상이어야 한다.



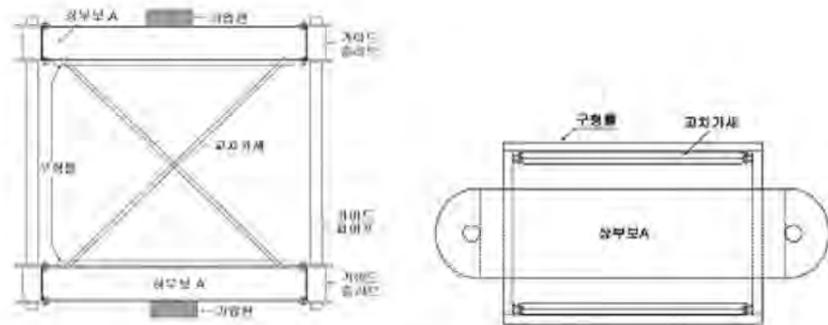
[그림 42] 교차가새(참조그림)

3) 성능

교차가새의 압축강도는 7,500N 이상이어야 한다.

4) 시험

교차가새의 압축시험은 그림 14와 같이 상부보 A, 하부보 A, 가이드슬리브 및 가이드 파이프와 구형틀을 사용하여 시험기의 상·하 가압판 중심에 상부보 A 및 하부보 A와 구형틀의 중심을 일치시킨 상태에서 교차가새 2개를 한조로 하여 시험기에 부착하고 압축하중을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. (이 경우, 교차가새 핀의 이탈방지기능을 작동시킨 상태에서 재하 속도는 분당 8mm 이하이고, 상부보 A 및 하부보 A, 가이드 슬리브 및 가이드 파이프와 구형틀은 각각 별표 24 제1호, 제2호 및 제10호의 규정에 따른다)



[그림 43] 교차가새의 압축시험

5-3. 틀형 비계용 띠장틀

1) 재료

가. 틀형 비계용 띠장틀(이하 “띠장틀”이라 한다)의 재료는 표 9의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

<표 30> 띠장틀의 재료

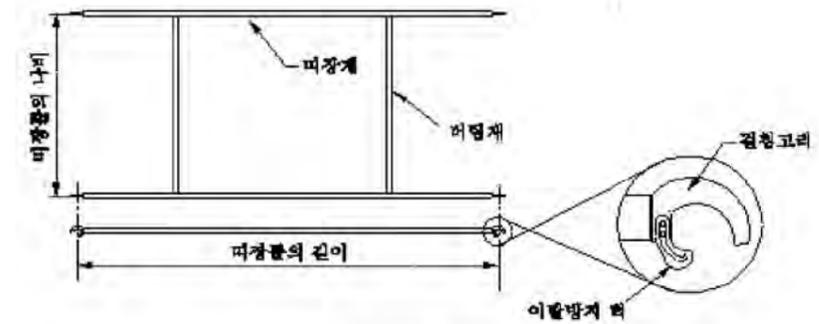
구성부분	재 질
띠장재, 버팀재	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK400
걸침고리	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400

나. 띠장틀의 각 부는 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

2) 구조

띠장틀은 그림 5와 같이 띠장재, 버팀재 및 걸침고리 등의 용접 또는 절곡 가공 등에 의해 일체화된 구조이어야 하며 다음 각 목과 같이 한다.

- 가. 띠장틀의 나비는 400mm 이상이어야 한다.
- 나. 띠장재의 바깥지름은 42.4mm 이상이어야 한다.
- 다. 버팀재의 바깥지름은 33.7mm 이상이어야 한다.
- 라. 걸침고리는 띠장재의 양단에 용접하거나 또는 리벳 등에 의해 접합되어야 한다.
- 마. 걸침고리에는 주틀의 횡가재로부터 솟아오름을 방지하기 위한 이탈 방지 기능이 있어야 한다.



[그림 44] 띠장틀(참조그림)

3) 성능

띠장틀의 시험성능기준은 표 10에 따른다.

<표 31> 띠장틀의 시험성능기준

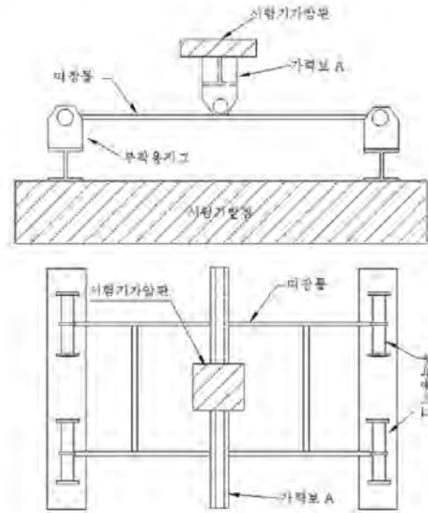
부 재	항 목	시험성능기준
띠장틀	힘강도	5,400N 이상
	수직처짐량	11.0mm 이하
걸침고리	본체 및 부착부 전단강도	19,700N 이상
	이탈방지 전단강도	3,240N 이상

4) 시험

띠장틀 시험은 다음 각 목과 같이 한다.

- 가. 띠장틀의 처짐 및 휨시험은 그림 15와 같이 가력보 A, 부착용 지그를 사용하여 띠장틀을 시험기에 부착하고 가력보 A의 중앙부에 하중을 가하여 하중이 2,000N일 때의 수

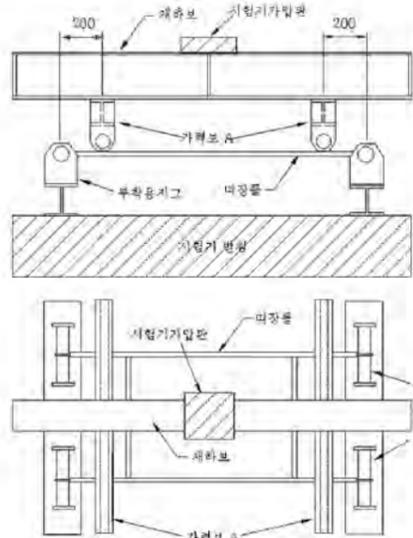
직 처짐량을 측정하고 계속 하중을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.(이 경우, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 45] 띠장들의 처짐 및 힘 시험

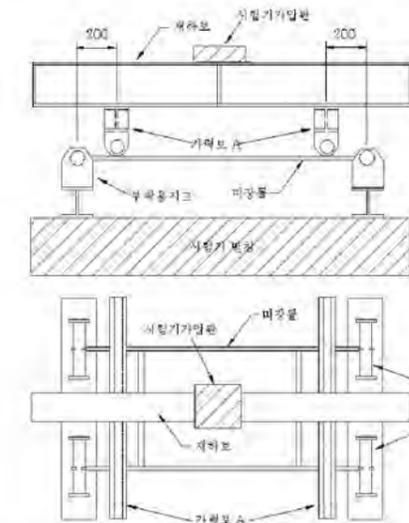
나. 걸침고리의 본체 및 부착부의 전단시험은 그림 16과 같이 가력보 A, 재하보 및 부착용 지그를 사용하여 띠장들을 시험기에 부착하고 재하보의 중앙부에 하중을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.(이 경우, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)

단위 : mm



[그림 46] 걸침고리의 본체 및 부착부 전단시험

다. 걸침고리의 이탈방지 전단시험은 그림 17과 같이 가력보 A, 재하보 및 부착용 지그를 사용하여 띠장들을 사용방향의 반대로 시험기에 부착하고 재하보의 중앙부에 하중을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.(이 경우, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 47] 걸침고리의 이탈방지 전단시험

라. 이 시험에 사용하는 가력보 A, 부착지그 및 재하보는 각각 별표 24 제11호부터 제14호까지의 규정에 따른다.

5-4. 틀형 비계용 연결 조인트

1) 재료

가. 연결조인트의 재료는 표 11에 적합하거나 그 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

〈표 32〉 연결조인트의 재료

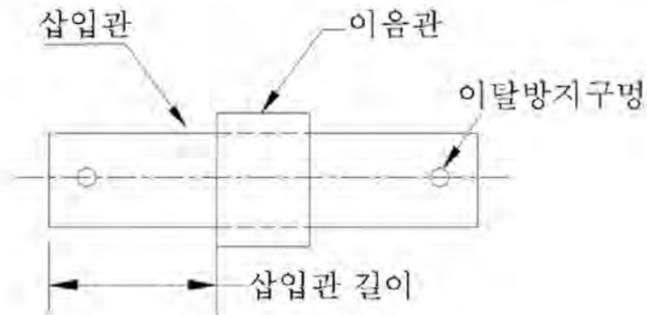
구성 부분	재 질
삽입관,이음관	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK400 또는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400

나. 연결조인트의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

2) 구조

연결조인트는 그림 6과 같이 이음관과 삽입관으로 구성되며 다음 각 목과 같이 한다.

- 가. 삽입관의 길이는 95mm 이상이어야 한다.
- 나. 삽입관에는 주틀의 기동재와 연결되는 이탈 방지 구멍이 있어야 한다.



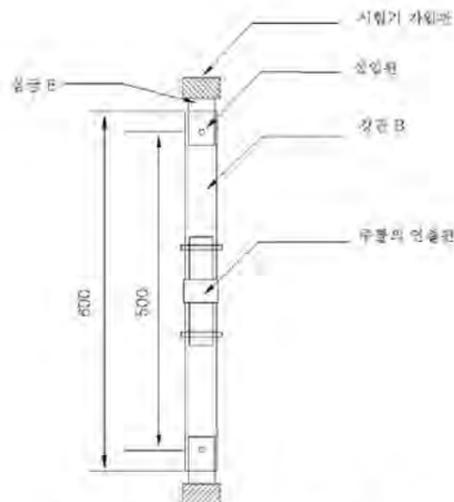
[그림 48] 연결조인트

3) 성능

연결조인트의 인장강도는 10,000N 이상이어야 한다.

4) 시험

연결조인트의 인장시험은 그림 18과 같이 심금 E, 삽입핀 및 강관 B를 사용해서 이탈방지 기능을 작동시킨 상태에서 연결핀을 시험기에 부착하고 인장력을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.(이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하이고, 시험에 사용하는 심금 E, 삽입핀 및 강관 B는 각각 별표 24 제3호, 제9호 및 제17호의 규정에 따른다.)



[그림 49] 연결조인트의 인장시험

비고 : 삽입핀을 꽂는 구멍은 지름 16±1.0mm로 한다.

6. 시스템 비계용 부재

6-1. 시스템 비계용 수직재

1) 재료

가. 시스템 비계용 부재의 재료는 표 12에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용하여야 한다

<표 33> 시스템 비계용 부재의 재료

부 재	구성부분	재 질	
		강 재	알루미늄 합금재
수직재	수직재 본체 및 삽입관	KS D 35680에 규정하는 SPSR400 또는 KS D 3503에 규정하는 SS400	KS D 6759에 규정하는 A 6061S
	접합부	KS D 3503에 규정하는 SS400 또는 KS D 3501에 규정하는 SPHC	

나. 시스템 비계용 부재의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

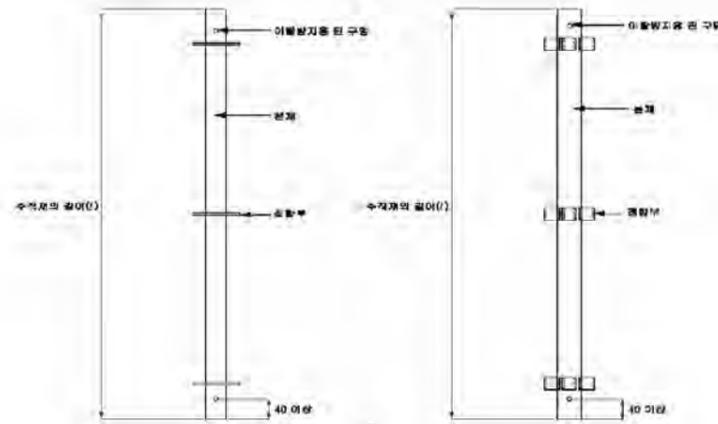
2) 구조

시스템 비계용 수직재(이하 "수직재"라 한다)는 그림 5와 같이 본체 및 접합부가 일체화된 구조이어야 하며, 다음 각 목에 적합하여야 한다.

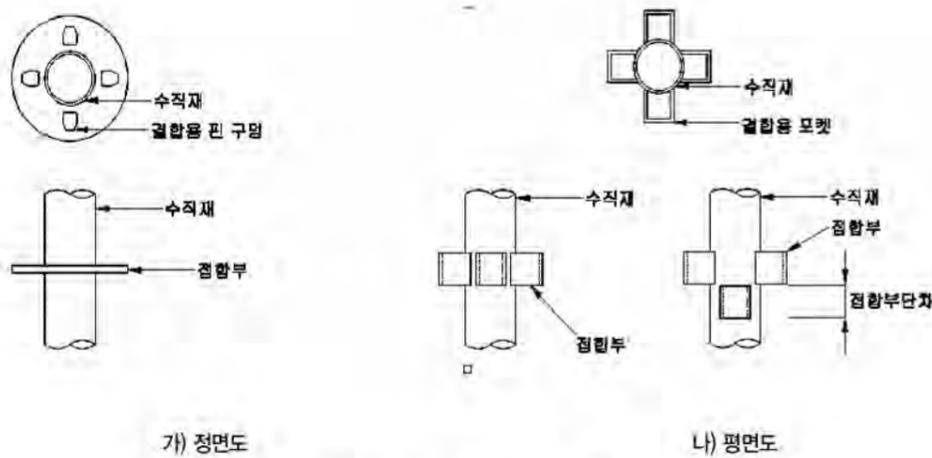
- 가. 수직재 본체의 바깥지름 치수는 표 5와 같고, 본체의 바깥지름에 따라 2종으로 구분한다.
- 나. 수직재 양 끝부분에 이탈 방지용 핀 구멍이 있는 경우에는 단부에서 핀 구멍까지의 간격은 40mm 이상이어야 한다. 다만, 연결조인트가 일체형으로 부착되어 있는 수직재는 핀 구멍을 생략할 수 있다.
- 다. 수직재의 길이는 연결조인트를 제외한 본체의 길이를 말하고 치수 허용차는 제작치수 ±1mm 이어야 한다.
- 라. 수직재에는 수평재 및 가새재가 연결될 수 있는 접합부가 있어야 하며, 그림 6과 같이 접합부의 형태에 따라 디스크형 접합부와 포켓형 접합부로 구분된다.
- 마. 접합부는 다음 각 세목에 적합하여야 한다.
 - 1) 디스크형 접합부의 두께는 5.4mm 이상이어야 하고, 포켓형 접합부는 강판을 절곡 가공한 것으로서 두께는 3.0mm 이상이어야 한다.
 - 2) 포켓형 접합부에 있어서, 이웃하는 포켓은 일직선상에 위치하거나 단차가 있을 수 있다.

〈표 34〉 수직재 본체의 바깥지름 치수

부재	단면 형상	치수(mm)
1종	원형	60.2 이상
	다각형	외접원의 지름이 원형과 동등 이상일 것
2종	원형	48.3 이상 60.2 미만
	다각형	외접원의 지름이 원형과 동등 이상일 것



[그림 50] 수직재(참조그림)



[그림 51] 접합부(참조그림)

3) 성능

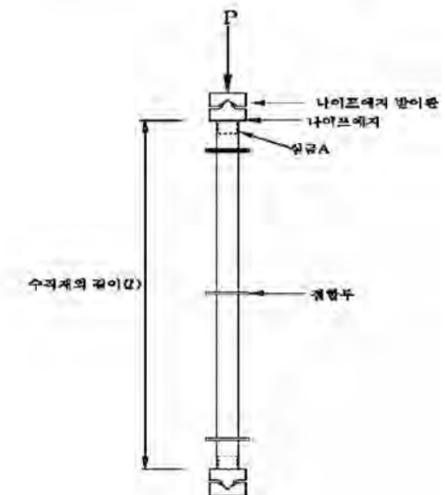
수직재의 시험 성능 기준은 표 6과 같다.

〈표 35〉 수직재의 시험 성능 기준

항목	길이 (mm)	성능 (kN)	
		1종	2종
압축 하중	900 미만	160 이상	90 이상
	900 이상 1200 미만	140 이상	70 이상
	1200 이상 1500 미만	120 이상	55 이상
	1500 이상 1800 미만	90 이상	40 이상
	1800 이상 2100 미만	70 이상	30 이상
	2100 이상 2400 미만	60 이상	25 이상
	2400 이상 2700 미만	50 이상	20 이상
	2700 이상 3000 미만	40 이상	17 이상
	3000 이상 3300 미만	35 이상	14 이상
	3300 이상 3600 미만	30 이상	12 이상
3600 이상	25 이상	10 이상	
접합부 인장 하중	-	30 이상	

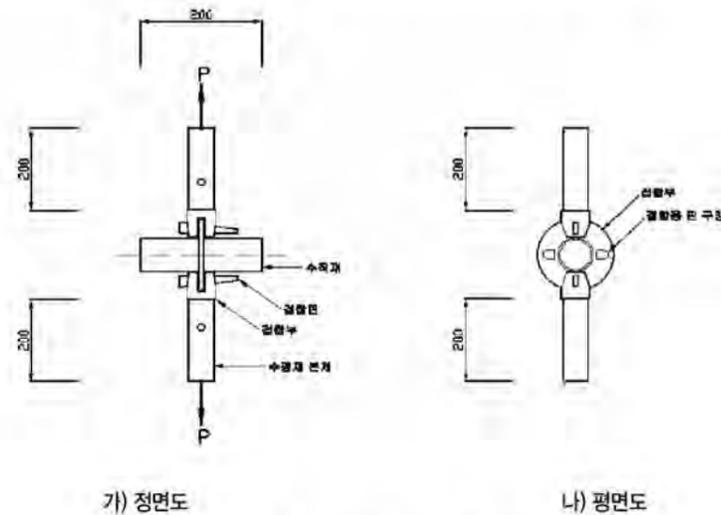
4) 시험

가. 압축하중시험은 그림 7과 같이 나이프에지, 나이프에지 받이판 및 해당되는 심금A를 사용하여 시험하며, 압축 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 다만, 시험하중의 최대치가 180kN 이상인 경우에는 180kN을 시험하중으로 한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 하고, 이 시험에 사용하는 나이프에지, 나이프에지 받이판 및 심금 A는 각각 별표 24 제3호부터 제4호까지의 규정에 따른다.



[그림 52] 수직재의 압축하중 시험

나. 접합부의 인장하중 시험은 그림 8과 같이 수직재의 접합부에 2개의 수평재를 결합시킨 후 수평재의 양단에 인장력(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이때, 접합부에 연결된 수직재의 크기는 200mm 이상이어야 한다. 이 경우 접합부에 연결된 수직재의 크기는 200mm 이상이어야 하며, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.



[그림 53] 접합부 인장 하중 시험

5) 추가표시

시스템 비계용 부재에는 안전인증의 표시 외에 다음의 사항을 수직재, 수평재, 가새재 및 트러스 등 각각의 부재별로 추가로 표시하여야 한다.

가. 수직재

- 1) 부재 기호: V
 - 2) 종별: 1종은 1, 2종은 2
 - 3) 본체의 길이: 단위(mm)를 제외한 정수
- 보기: 길이가 1,725mm인 1종 수직재의 호칭은 다음과 같다.(V1-1725)

6-2. 시스템 비계용 수평재

1) 재료

가. 시스템 비계용 부재의 재료는 표 12에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용하여야 한다.

<표 36> 시스템 비계용 부재의 재료

부재	구성부분	재질	
		강재	알루미늄 합금재
수평재	수평재 본체	KS D 3566에 규정하는 STK400 또는 KS D 3568에 규정하는 SPSR400 또는 KS D 3503에 규정하는 SS400	KS D 6759에 규정하는A 6061S
	결합부, 결합핀	KS D 3503에 규정하는 SS400 또는 KS D 3501에 규정하는 SPHC KS D 4302에 규정하는 GCD450-10	

나. 시스템 비계용 부재의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

2) 구조

시스템 비계용 수평재(이하 “수평재”라 한다)는 그림 9와 같이 본체와 결합부가 일체화된 구조이어야 하며, 다음 각 목에 적합하여야 한다.

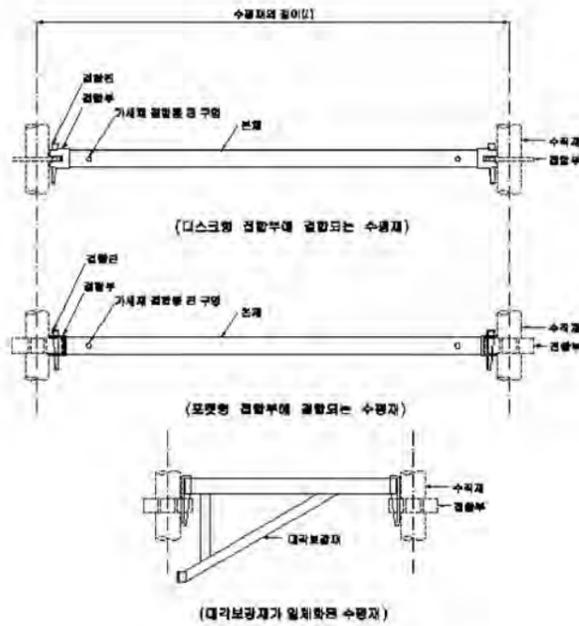
가. 수평재 본체의 바깥지름은 40.0mm 이상인 강관 또는 외접원의 지름이 이와 동등 이상인 다각형의 형상을 가진 것으로서, 체결되는 수직재(1종 또는 2종)의 종류에 따라 두 가지 종류로 구분한다.

나. 수평재의 길이는 수직재와 체결한 후 결합된 수직재의 중심간 거리를 말하고 치수 허용차는 제작치수 ±1mm 이어야 한다.

다. 결합부는 수직재 접합부에 결합되어 이탈되지 않는 구조이어야 한다.

라. 본체 또는 결합부에는 가새재를 결합시킬 수 있는 핀 구멍이 있을 수 있다.

마. 수평재는 본체 외에 대각보강재가 용접되어 브래킷 형상의 구조를 가질 수 있다.



[그림 54] 수평재(참조그림)

3) 성능

수평재의 시험 성능 기준은 표 7과 같다.

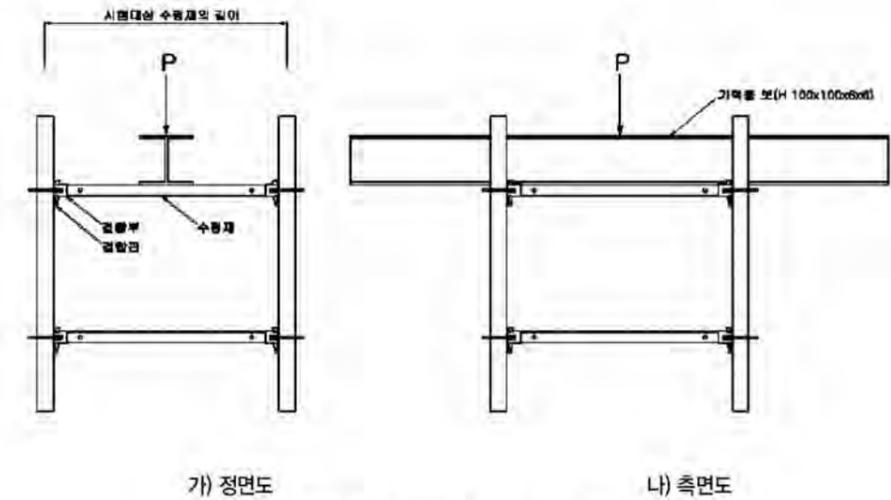
<표 37> 시스템 비계용 수평재의 시험 성능 기준

항목	길이 (mm)	성능 (kN)
수직 휨 하중	600 미만	10 kN 이상
	600 이상 900 미만	8 kN 이상
	900 이상 1200 미만	6 kN 이상
	1200 이상 1500 미만	5 kN 이상
	1500 이상 1800 미만	4 kN 이상
	1800 이상	3 kN 이상
결합부 전단 하중	-	6 kN 이상

4) 시험

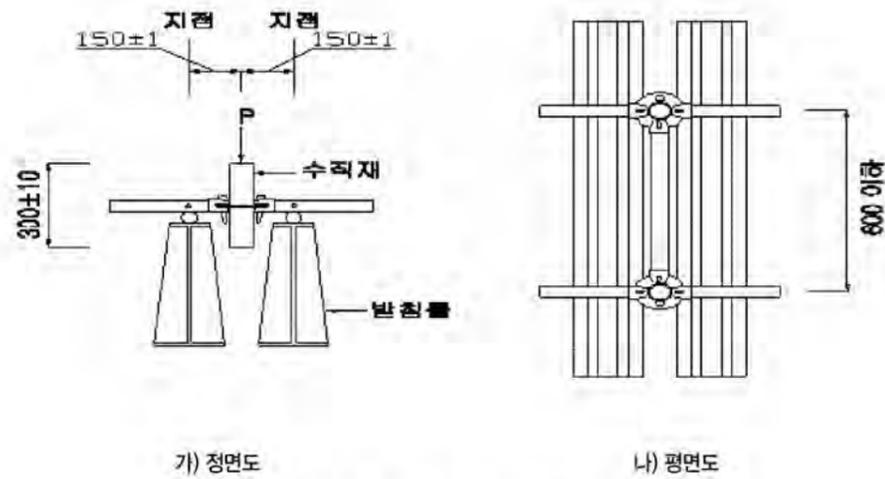
수평재의 시험은 다음과 같이 한다. 다만, 수평재 중 대각보강재가 일체화된 것은 보강재를 제거한 후 수평재의 시험을 실시하여야 한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.

가. 휨하중시험은 그림 10과 같이 4개의 수직재 위·아래 접합부에 각각 4개(총 8개)의 수평재를 결합한 상태에서, 상부의 평행한 2개의 수평재 중앙부에 하중을 가하여 하중의 최대값(P)을 측정하고, 이 하중시험 결과의 1/2에 해당하는 값을 구한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.



[그림 53] 접합부 인장 하중 시험

나. 결합부의 전단하중시험은 그림 11과 같이 2개의 수직재를 수평재로 결합하고, 4개의 시험대상 수평재의 결합부를 수직재 접합부에 결합한 상태에서 2개의 수직재에 균등한 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정하고, 이 하중시험 결과의 1/4에 해당하는 값을 구한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.



[그림 56] 접합부의 전단 하중 시험

5) 추가표시

시스템 비계용 부재에는 안전인증의 표시 외에 다음의 사항을 수직재, 수평재, 가새재 및 트러스 등 각각의 부재별로 추가로 표시하여야 한다.

나. 수평재

- 1) 부재 기호: H
- 2) 종별: 1종 수직재에 체결 시 1, 2종 수직재에 체결 시 2
- 3) 수평재의 길이: 단위(mm)를 제외한 정수. 다만, 대각보강재가 일체화된 제품은 정수 뒤에 D를 표기한다.
 보기: 1종 수직재에 체결된 후 수평재의 길이가 1,829mm가 되는 수평재의 호칭은 다음과 같다.(H1-1829)

6-3. 시스템 비계용 가새재

1) 재료

가. 시스템 비계용 부재의 재료는 표 12에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용하여야 한다

<표 38> 시스템 비계용 부재의 재료

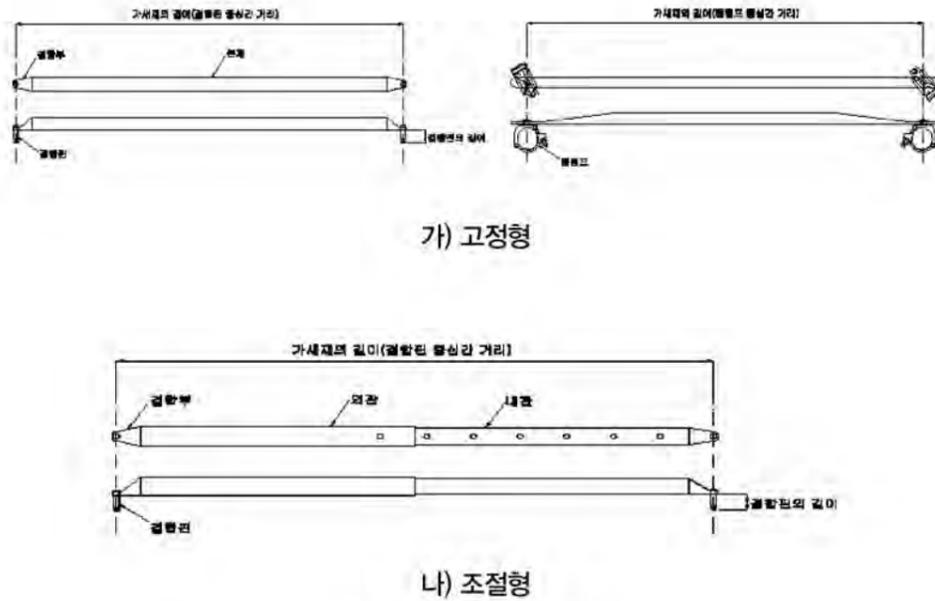
부재	구성부분	재질	
		강재	알루미늄 합금재
가새재	가새재 본체	KS D 3566에 규정하는 STK400 또는 KS D 3568에 규정하는 SPSR400 또는 KS D 3503에 규정하는 SS400	KS D 6759에 규정하는 A 6061S
	결합부, 결합핀	KS D 3503에 규정하는 SS400 또는 KS D 3501에 규정하는 SPHC KS D 4302에 규정하는 GCD450-10	

나. 시스템 비계용 부재의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

2) 구조

시스템 비계용 가새재(이하 "가새재"라 한다)는 그림 12와 같이 본체와 결합부가 일체화된 구조이어야 하며, 다음 각 목에 적합하여야 한다.

- 가. 가새재는 본체의 길이 조절이 가능한 조절형과 길이가 정해진 고정형으로 구분한다.
- 나. 가새재의 길이는 양단부의 결합핀 또는 클램프 등의 결합부 중심간 거리를 말하고 길이의 치수 허용차는 제작치수 ±1mm 이어야 한다.
- 다. 가새재 본체는 바깥지름이 27.0mm 이상인 강관 또는 외접원의 지름이 이와 동등 이상인 다각형의 형상을 가진 것이어야 한다.
- 라. 조절형 가새재는 외관에 내관을 연결하고 핀 또는 클램프 등에 의해 견고히 고정될 수 있는 구조이어야 하며, 외관 및 내관의 최소 겹침 길이는 100mm 이상이어야 한다.
- 마. 결합부는 수직재 또는 수평재에 결합되어 이탈되지 않는 구조이어야 한다.



[그림 57] 가새재(참조그림)

3) 성능

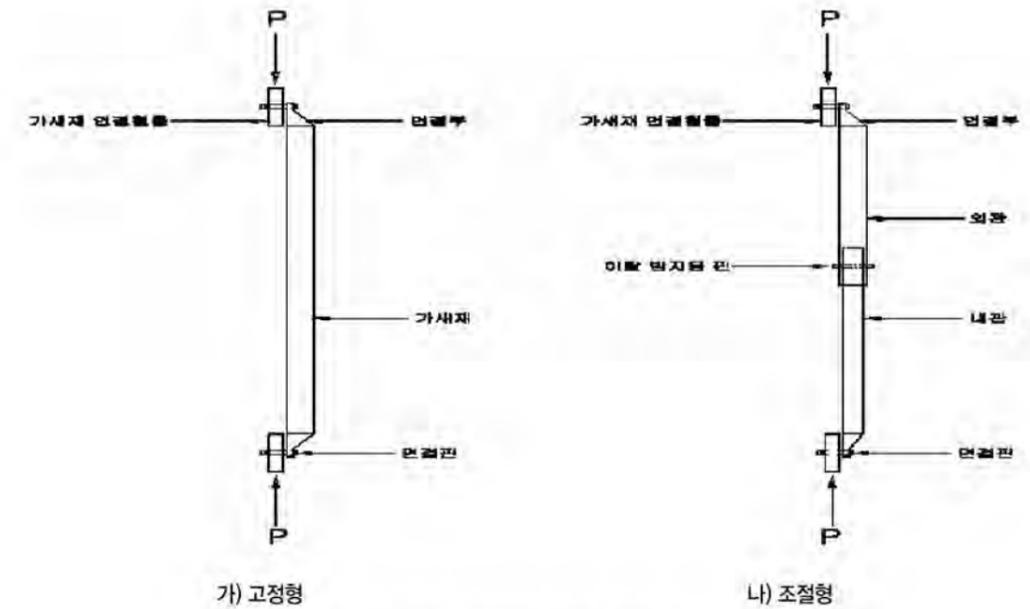
가새재의 시험 성능 기준은 표 8과 같다.

<표 39> 가새재의 성능

항목	호칭 길이 (mm)	성능 (kN)
압축 하중	1500 미만	15 이상
	1500 이상 2400 미만	12 이상
	2400 이상	8 이상
인장 하중		15 이상

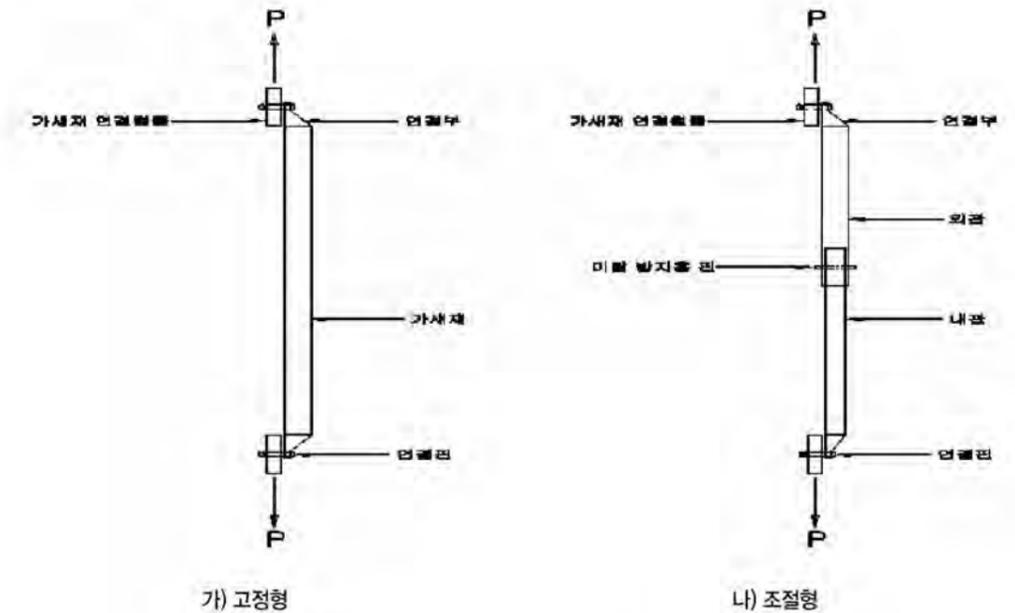
4) 시험

가. 압축하중시험은 그림 13과 같이 체결되는 가새재 연결철물을 사용하여 가새재를 설치하고, 압축 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8 mm 이하로 한다.



[그림 58] 가새재의 압축 하중 시험

나. 인장하중시험은 그림 14와 같이 체결되는 가새재 연결철물을 사용하여 가새재를 설치하고, 인장 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8 mm 이하로 한다.



[그림 59] 가새재의 인장 하중 시험

5) 추가표시

시스템 비계용 부재에는 안전인증의 표시 외에 다음의 사항을 수직재, 수평재, 가새재 및 트러스 등 각각의 부재별로 추가로 표시하여야 한다.

다. 가새재

1) 부재 기호: B

2) 가새재의 길이: 단위(mm)를 제외한 정수

보기: 길이가 1,500mm인 가새재의 호칭은 다음과 같다.(B-1500)

주) 조절형 가새재는 최대 길이를 가새재의 길이로 한다.

6-4. 시스템 비계용 연결조인트

1) 재료

가. 시스템 비계용 부재의 재료는 표 12에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용하여야 한다.

〈표 40〉 시스템 비계용 부재의 재료

부 재	구성부분	재 질	
		강 재	알루미늄 합금재
연결조인트	이음관, 이음판 및 삽입관	KS D 3566에 규정하는 STK400 또는 KS D 3501에 규정하는 SPHC 또는 KS D 3568에 규정하는 SPSR400	KS D 6759에 규정하는 A 6061S
	이탈방지용 핀	KS D 3503에 규정하는 SS400 또는 KS D 3501에 규정하는 SPHC	

나. 시스템 비계용 부재의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

2) 구조

시스템 비계용 연결조인트(이하 “연결조인트”라 한다)는 다음 각 목에 적합하여야 한다.

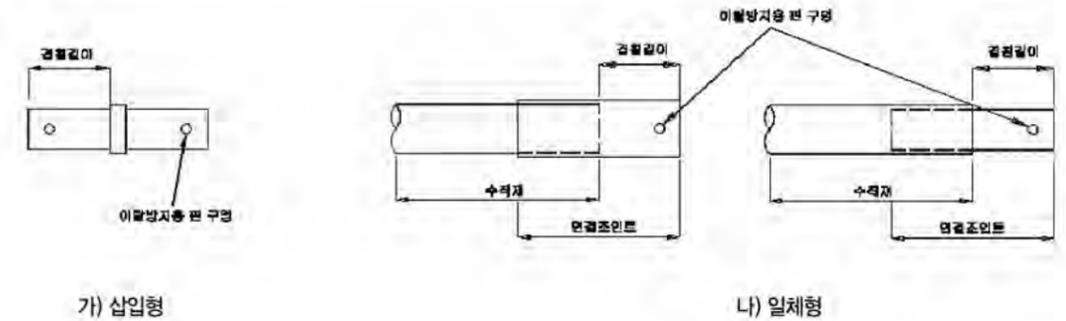
가. 연결조인트는 동종 수직재 간의 연결 시 체결되어 이탈되지 않는 구조이어야 한다.

나. 연결조인트는 그림 17과 같이 형태에 따라 삽입형과 일체형으로 구분하며, 일체형인 경우 연결조인트가 수직재에 삽입되거나 또는 수직재가 연결조인트에 삽입되어 일체화된 구조이어야 한다.

다. 연결조인트와 수직재와의 겹침 길이는 95mm 이상이어야 한다.

라. 연결조인트 양 단부에 이탈 방지용 핀 구멍이 있는 경우에는 연결조인트 단부에서 핀 구멍까지의 간격은 20mm 이상이어야 한다.

마. 삽입형 연결 조인트의 이음관 또는 이음판은 수직재가 밀착될 수 있는 구조이어야 한다.



[그림 60] 연결조인트(참조 그림)

3) 성능

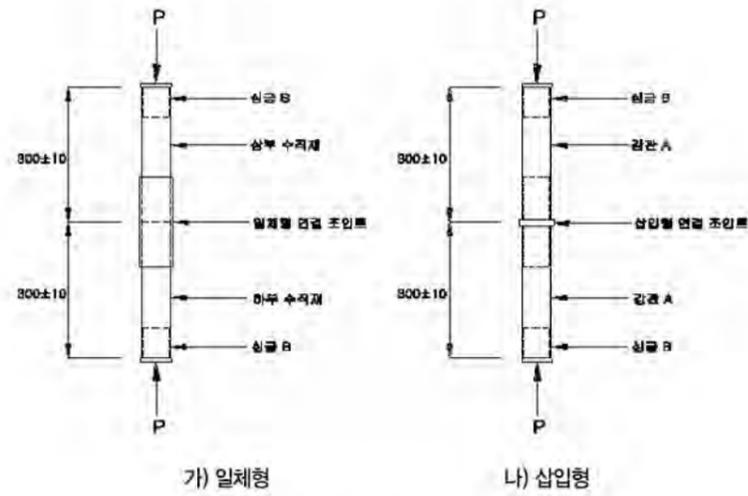
연결조인트의 시험 성능 기준은 표 9와 같다.

〈표 41〉 연결조인트의 성능

항 목	성 능 (kN)	
	1종 수직재 용	2종 수직재 용
압축 하중	160 이상	90 이상
인장 하중	20 이상	
휨 하중	25 이상	20 이상

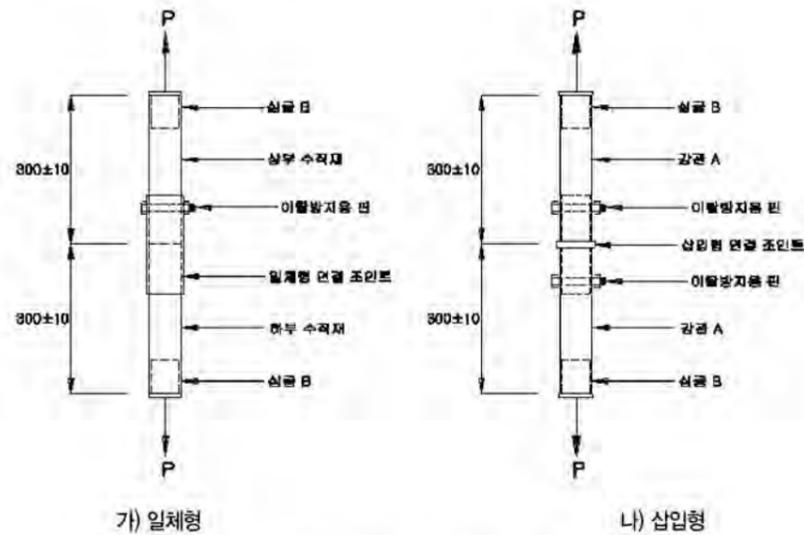
4) 시험

가. 압축하중시험은 그림 18과 같이 길이가 동일한 강관A(일체형은 수직재)를 연결조인트로 결합한 뒤, 강관A의 양단에 해당되는 심금B를 삽입한 후 강관A의 양단에 압축 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.



[그림 61] 연결조인트의 압축 하중 시험

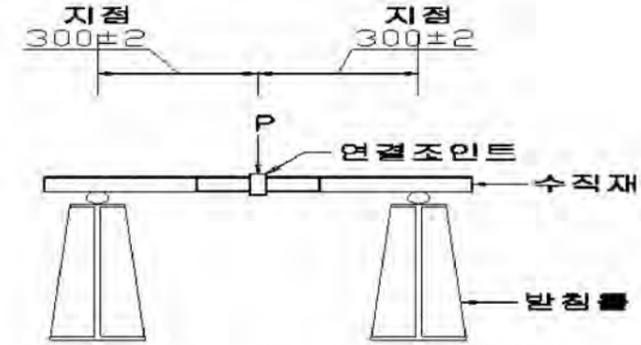
나. 인장하중시험은 그림 19와 같이 길이가 동일한 강관A(일체형은 수직재)를 연결조인트, 이탈방지용 핀으로 결합한 뒤, 강관A의 양단에 해당되는 심금B를 삽입한 후 강관A의 양단에 인장 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8 mm 이하로 한다.



[그림 62] 연결조인트의 인장 하중 시험

다. 휨하중시험은 그림 20과 같이 연결조인트와 체결되는 강관 A(일체형은 수직재) 2개를 이용하여 지점거리를 600±4mm로 하고 연결조인트가 지점거리의 중앙에 오도록 받침

틀 위에 올려놓은 후 연결조인트에 하중(P)을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.



[그림 63] 연결조인트의 휨 하중 시험

라. 이 시험에 사용하는 강관 A 및 심금 B는 별표 24 제3호 및 제17호에 따른다.

7. 이동식 비계용 부재

7-1. 이동식비계용 주틀

1) 재료

가. 이동식비계용 주틀(이하 "주틀"이라 한다)의 재료는 표 1의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

〈표 42〉 주틀의 재료

구성 부분	재 질
기둥재, 횡가재 및 보강재	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK400

나. 주틀의 각 부는 현저한 손상, 변형, 부식 또는 마모가 없는 것이어야 한다.

2) 구조

가. 주틀은 그림 1과 같이 기둥재, 횡가재 및 보강재가 일체화된 구조로서 다음과 같이 한다.

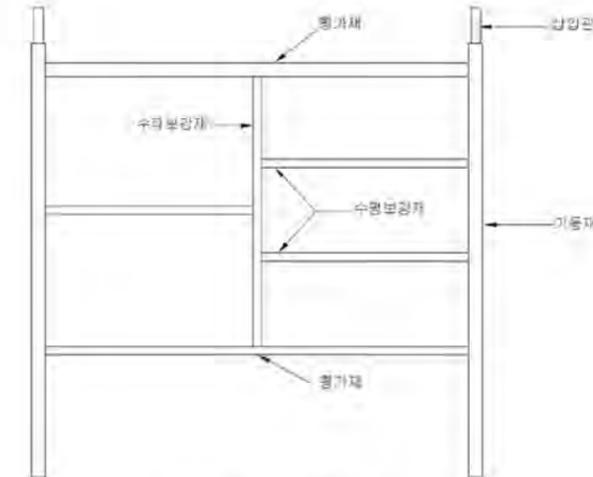
- 1) 양 기둥재의 중심간의 길이는 1,200mm 이상, 1,600mm 이하일 것
- 2) 기둥재의 길이는 2,000mm 이하일 것
- 3) 기둥재 및 횡가재의 바깥지름은 42.4mm 이상일 것
- 4) 보강재의 바깥지름은 26.9mm 이상일 것
- 5) 기둥재의 윗단에 삽입관이 있는 것은 기둥재가 삽입되는 부분의 길이가 95mm 이상이어야 하며 이탈되지 않는 구조일 것
- 6) 기둥재의 윗단에 삽입관이 없는 것은 별표 17 제18호부터 제20호까지의 규정에 적합한 연결조인트가 삽입되어 이탈되지 않는 구조일 것
- 7) 디딤대로 사용되는 수평 보강재 및 횡가재의 부분은 길이가 300mm 이상이고, 수평 보강재 간의 중심간격이 400mm 이하일 것

3) 성능

주틀의 시험성능기준은 표 2에 따른다.

〈표 43〉 주틀의 시험성능기준

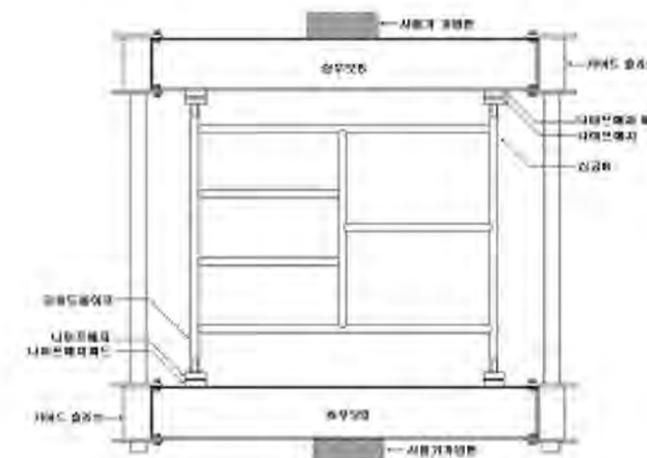
항 목	시험성능기준
압축강도	44,000N 이상
수직처짐량	10.0mm 이하



[그림 64] 주틀(참조그림)

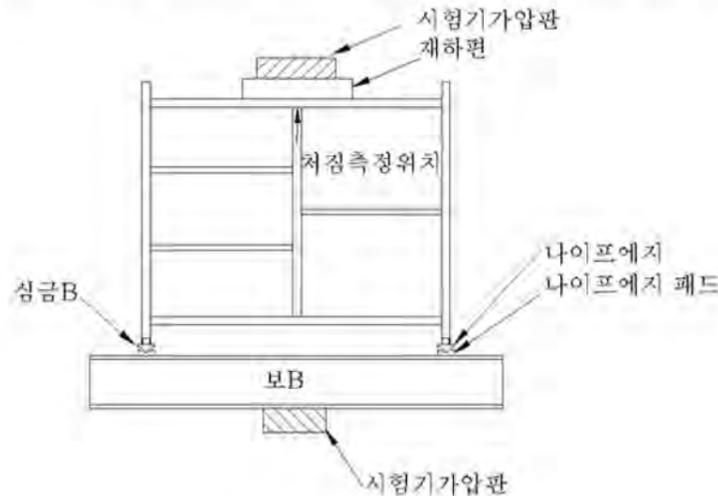
4) 시험

가. 주틀의 압축시험은 그림 4와 같이 상부보 B 및 하부보 B, 가이드 슬리브와 가이드 파이프, 심금 B 및 나이프에지와 나이프에지 패드를 사용하여 시험기 상·하의 가압판 중심에 주틀의 중심을 일치시킨 상태에서 주틀의 중심선상에 하중을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.(이 경우, 나이프에지의 방향은 횡가재 방향과 평행하게 부착되어야 하며 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 65] 주틀의 압축시험

나. 주틀의 처짐시험은 그림 5와 같이 심금 B, 나이프에지와 나이프에지 패드, 보 B, 재하편, 처짐측정기를 사용하여 시험기의 하부 가압판 중심에 보의 중심을 일치시킨 상태에서 주틀을 시험기에 부착하고 주틀의 중심을 시험기 가압판으로 가력하여 하중이 7,500N일 때 상부횡가재 중심의 수직처짐량을 측정한다.(이 경우, 나이프에지의 방향은 횡가재 방향과 수직하게 부착되어야 하며 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 66] 주틀의 처짐시험

다. 이 시험에 사용하는 상부보 B 및 하부보 B, 가이드슬리브 및 가이드 파이프, 심금, 나이프에지 및 나이프에지 패드, 보 B, 재하편은 각각 별표 24 제1호부터 제6호까지의 규정에 따른다.

7-2. 발바퀴

1) 재료

가. 발바퀴의 재료는 표 3에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

<표 44> 발바퀴의 재료

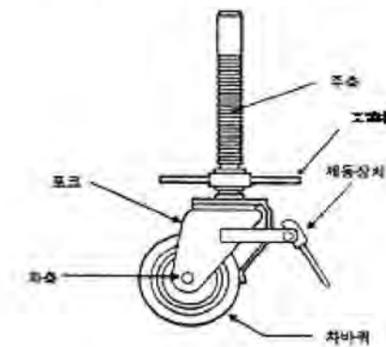
구성부분	재 질
주축 및 차축	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400
포크	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHC
타이어	KS B 6415(산업용 차륜)의 1종(6.2에 정한 것에 한한다)

나. 발바퀴의 각 부는 현저한 손상, 변형, 부식 또는 마모가 없는 것이어야 한다.

2) 구조

가. 발바퀴는 그림 2와 같이 주축, 포크, 차바퀴, 차축 및 제동장치로 구성되며 다음과 같이 한다.

- 1) 주축 중 주틀의 기둥재에 삽입되는 부분의 길이는 200mm(이탈방지 기능을 가지고 있는 주축에 있어서는 95mm) 이상일 것
- 2) 차바퀴 타이어의 바깥지름은 125mm 이상일 것
- 3) 차축은 주축을 축으로 하여 회전할 수 있을 것



[그림 67] 발바퀴(참조그림)

3) 성능

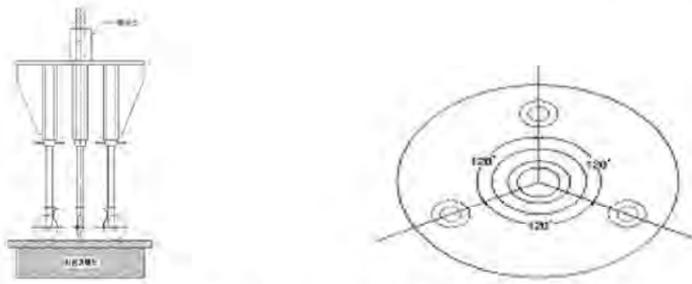
발바퀴의 시험성능기준은 표 4에 따른다.

<표 45> 발바퀴의 시험성능 기준

항 목	시험성능기준
압축강도	각륜의 각 부분에 영구변형이 없을 것
	16,000N 이상
제동	회전하지 않을 것

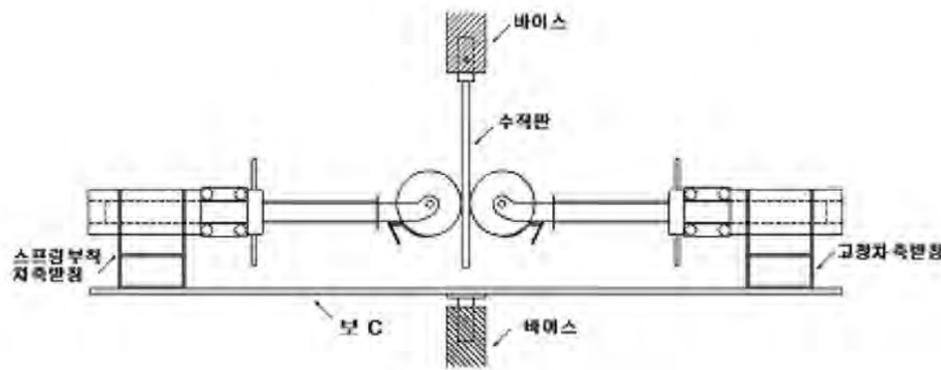
4) 시험

가. 발바퀴의 압축시험은 그림 6과 같이 각륜 3개를 한조로 하여 시험기에 부착한 후 6,000N의 압축하중을 가한 상태에서 각 부분의 손상 및 변형 유무를 확인하고 계속 압축하중을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.(이 경우, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 68] 발바퀴의 압축시험

나. 발바퀴의 제동시험은 그림 7과 같이 보 C, 고정차축받침 및 스프링부착차축받침과 수직판을 사용하여 제동 장치를 작동한 상태에서 각륜 2개를 한조로 하여 시험기에 부착시키고 스프링부착차축받침쪽의 스프링에 1,500N으로 압축하중을 가한 상태에서 수직판을 1,000N의 힘으로 빼면서 바퀴의 회전유무를 확인한다.



[그림 69] 발바퀴의 제동시험

나. 이 시험에 사용하는 보 C, 고정차축받침 및 스프링부착 차축받침과 수직판은 각각 별표 24 제5호, 제18호 및 제19호의 규정에 따른다.

7-3. 이동식 비계용 난간틀

1) 재료

가. 이동식비계용 난간틀(이하“난간틀”이라 한다)의 재료는 표 5의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

<표 46> 난간틀의 재료

구성 부분		재 질
발끝막이판, 지주재 난간재, 가새재		KS D 3566(일반구조용 탄소강관)에 정하는 STK400
설치용 철 물	볼트 · 너트 · 핀 등	KS D 3503(일반구조용 압연강재)에 정하는 SS330
	기타의 부분	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)에 정하는 SPHC

나. 이동식비계용 난간틀의 각 부는 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

2) 구조

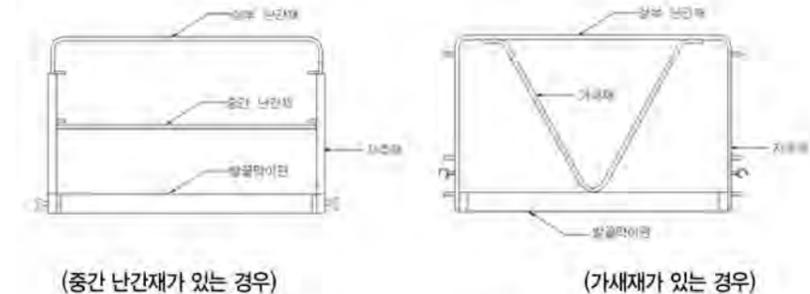
난간틀은 그림 3과 같이 발끝막이판, 지주재, 난간재, 가새재 및 설치용 철물 등으로 구성되며 다음 각 목과 같이 한다.

가. 지주재, 난간재 및 가새재의 바깥지름은 21.4mm 이상이어야 한다.

나. 난간틀을 주틀에 설치했을 경우 난간틀의 높이는 작업대 윗면에서 상부난간재 상단까지 900mm 이상이어야 한다.

다. 난간틀의 중간부에는 중간난간재 또는 가새재를 설치해야 하며, 중간난간재는 작업대 윗면과 상부난간재 상단의 중간에 위치해야 한다.

라. 설치용 철물은 사용 중 쉽게 탈락하지 않는 견고한 구조이어야 한다.



[그림 70] 난간틀(참조그림)

마. 난간틀의 지주재는 주틀의 기둥재에 삽입되는 구조이거나 연결핀에 의해 결합되는 구조이어야 한다.

3) 성능

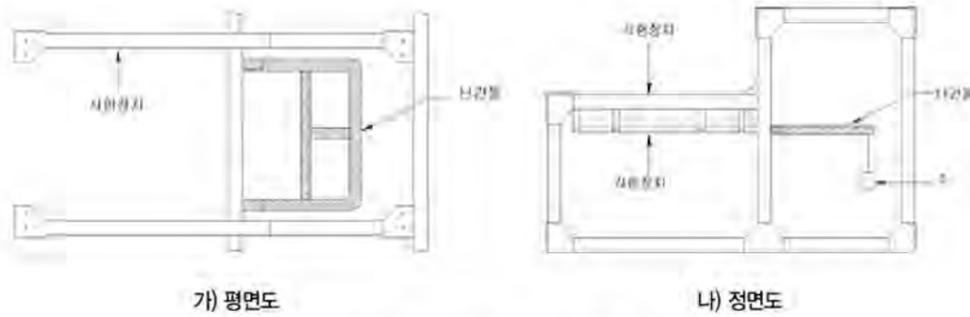
난간틀의 시험성능기준은 표 5의 규정에 따른다.

〈표 47〉 난간들의 시험성능기준

항 목	시험성능기준
변위량	100mm 이하
최대하중	파괴되지 않을 것

4) 시험

난간들의 시험은 그림 8과 같이 시험장치에 설치하고 난간들의 상부난간재 중앙부에 하중이 30kg인 추를 매달아 변위측정기로 상부 난간재 중앙부의 수직방향 변위량을 구하고 100kg인 추를 매달아 난간들의 파괴유무를 확인한다. 이 경우, 시험에 사용하는 난간들 시험장치는 별 표 24 제15호에 따른다.



[그림 71] 난간들의 시험

7-4. 아웃트리거

1) 재료

아웃트리거의 재질은 표 5의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용하여야 한다.

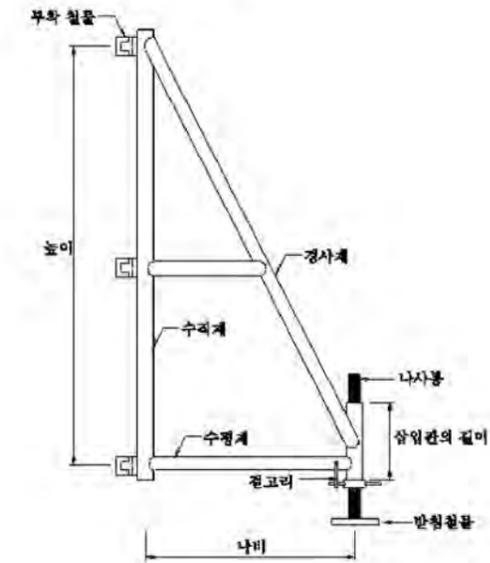
〈표 48〉 아웃트리거의 재료

구성 부분	재 질
수직재, 수평재, 경사재, 보강재, 삽입관	KS D 3566에 규정하는 STK400
부착철물	KS D 3501에 규정하는 SPHD 또는 KS D 3503에 규정하는 SS 330

2) 구조

아웃트리거는 그림 5와 같이 수평재, 수직재, 경사재, 보강재, 삽입관, 받침 철물 및 2개 이상의 부착철물로 구성되며 다음 각 호의 규정에 적합하여야 한다.

- a) 아웃트리거의 나비(수직재와 삽입관의 중심 간 거리)는 600mm 이상이어야 한다.
- b) 아웃트리거의 높이(수직재 중심선에서 교차되는 수평재와 경사재 부재 중심선 사이의 거리)는 나비의 2배 이상이어야 한다.
- c) 수직재, 수평재, 경사재, 보강재 및 삽입관은 바깥지름은 (42.7 ± 0.25) mm이어야 한다.
- d) 부착 철물은 주틀의 기둥재에 체결되는 구조이어야 한다. 볼트 체결인 경우, 볼트의 지름은 나사산을 포함하여 9.0mm 이상이어야 한다.
- e) 받침철물은 KS F 8014의 조절형 받침철물에 적합하여야 한다.
- f) 삽입관의 길이는 200mm 이상이어야 한다.



[그림 72] 아웃트리거

3) 성능

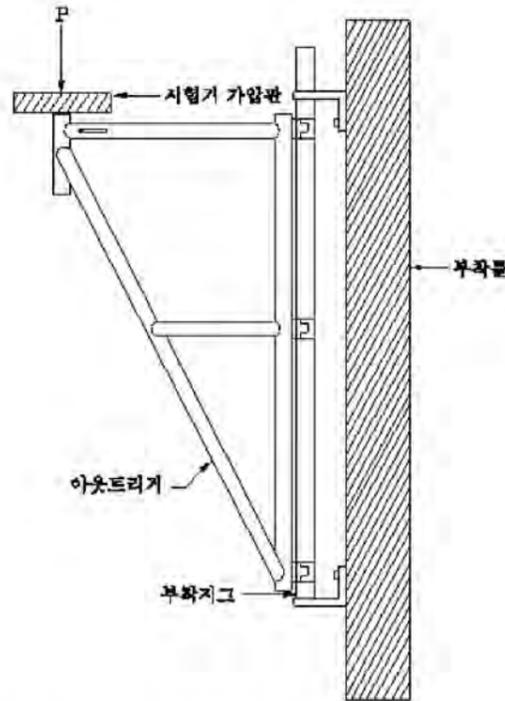
아웃트리거의 성능은 표 5와 같다.

〈표 49〉 아웃트리거의 성능

항 목	성 능
최대 하중 (kN)	16 이상
수직처짐량 (mm)	10 이하

4) 시험

아웃트리거의 시험 그림 11과 같이 부착물에 아웃트리거를 부착시켜 삽입관의 중량을 가력하여 하중(P)이 4,900N 일때 수직 처짐량을 측정한 후 계속 가력하여 하중의 최대값을 측정한다. 이때 부착철물의 볼트 조임은 34.3kN·mm로 하며, 평균 재하 속도는 (8±0.1)mm/min 이하이어야 한다.



[그림 73] 아웃트리거의 변위량 및 하중시험

8. 작업발판

8-1. 작업대

1) 재료

가. 작업대의 재료는 표 1에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

<표 50> 작업대의 재료

구성 부분		재 질	
강재	바닥재	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHC 또는 KS D 3601(엑스팬디드 메탈)의 XS42	
	수평재 및 보재	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHC	
	걸침고리	단판형	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400
상자형		KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHC	
알루미늄 합금재	바닥재, 수평재, 보재	KS D 6759(알루미늄 및 알루미늄합금 압출형재)의 A 6063S	
	걸침고리	단판형	KS D 6701(알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 조)의 A 5052P 또는 KS D 6759(알루미늄 및 알루미늄합금 압출형재)의 A 6063S
		상자형	KS D 6759(알루미늄 및 알루미늄합금 압출형재)의 A 6063S

나. 작업대의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

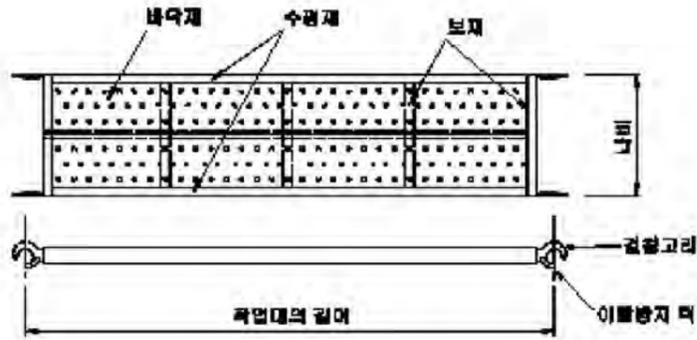
2) 구조

작업대는 그림 1과 같이 바닥재, 수평재, 보재 및 걸침고리로 구성되어야 하며 다음 각 목과 같이 한다.

가. 바닥재, 수평재 및 보재는 용접 또는 절곡가공 등 기계적 접합에 의한 일체식 구조이어야 한다.

나. 2개 이상의 바닥재가 있는 경우 바닥재 간의 틈새가 30mm 이하이어야 한다.

다. 바닥재의 나비(2개 이상의 바닥재가 있는 것에서는 바닥재의 나비 및 바닥재간의 간격을 합한 길이)는 240mm 이상이어야 한다.



[그림 74] 작업대(참조그림)

- 라. 걸침고리는 수평재 또는 보재에 용접 또는 리벳 등에 의해 접합해야 한다.
- 마. 걸침고리는 주틀의 횡가재로부터 솟아오름을 방지하기 위한 이탈 방지 기능이 있는 구조이어야 한다.
- 바. 바닥재는 미끄럼방지 조치를 해야 한다.

3) 성능

작업대의 시험성능기준은 표 2의 규정에 따른다.

<표 51> 작업대의 시험성능기준

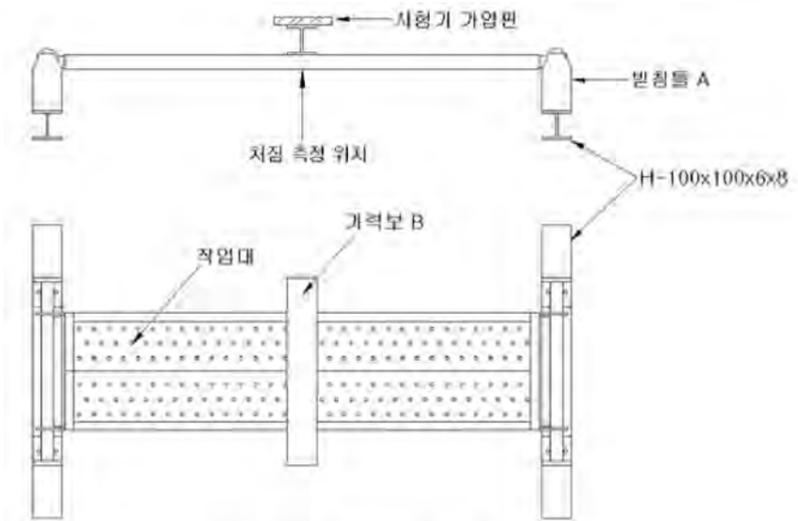
부재	항목	시험성능기준
작업대	힘강도	나비(mm)×11N 이상
	수직처짐량	1L/100 mm 이하(최대 20mm 이하) L : 작업대의 길이
걸침고리	본체 및 부착부 전단강도	나비(mm)×39N 이상
	이탈방지 전단강도	3,240N 이상
바닥재	수직처짐량	10.0mm 이하

4) 시험

작업대의 시험은 다음 각 목과 같이 한다.

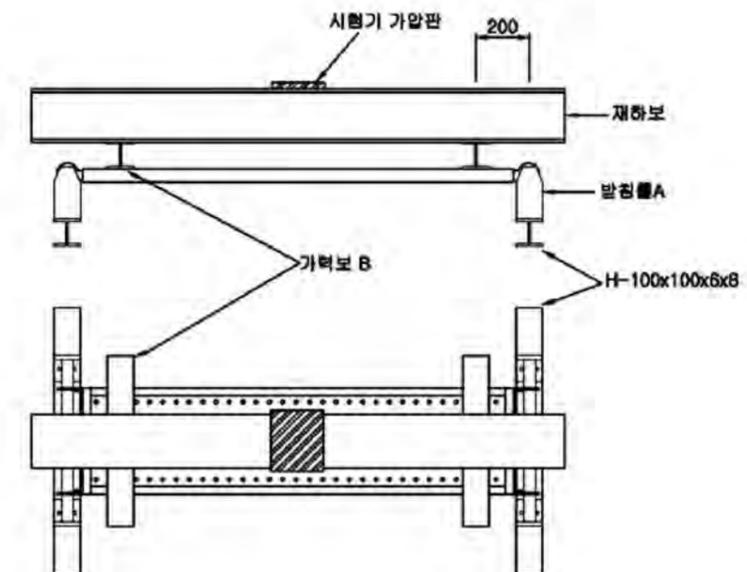
- 가. 작업대의 처짐 및 휨시험은 그림 3과 같이 작업대를 받침틀 A에 부착한 뒤 중앙에 가력보 B를 설치하여 수직 하중을 가한다. 이 때 하중이 바닥재의 나비(mm)×4N일 때의 수직 처짐량을 구하고 하중을 계속 가하여 하중의 최대값을 측정한다.(이 경우, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)

단위 : mm



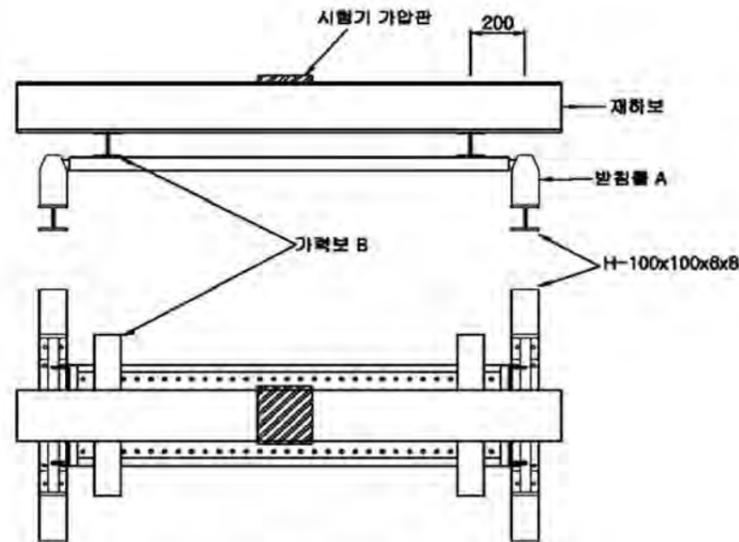
[그림 75] 작업대의 처짐 및 휨시험

- 나. 걸침고리의 본체 및 부착부의 전단시험은 그림 4와 같이 작업대를 받침틀 A에 부착하고 양끝7 걸침고리 중앙부로부터 200mm지점에 각각 가력보 B를 위치시키고 가력보 B의 중앙을 가로지르는 재하보의 중앙부에 하중을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.(이 경우, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



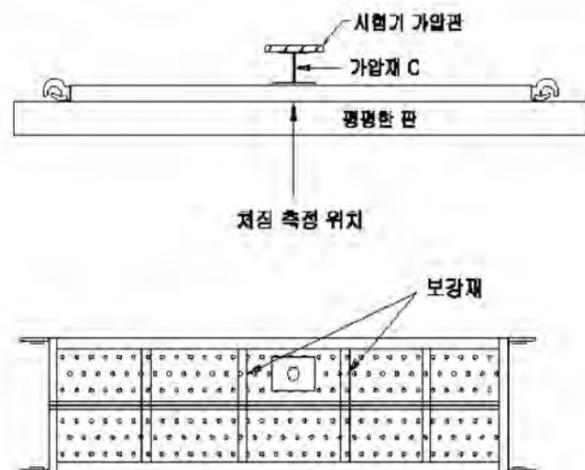
[그림 76] 걸침고리의 본체 및 부착부의 전단시험

다. 걸침고리의 이탈방지 전단시험은 그림 5와 같이 작업대의 수평재 및 보재가 상부를 향하도록 받침틀 A에 작업대를 사용방향의 반대로 설치한 뒤 양끝 걸침고리 중앙부로부터 200mm 지점에 각각 가력보 B를 위치시키고 그 중앙부를 가로지르는 재하보의 중앙부에 하중을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. (이 경우, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 77] 걸침고리의 이탈방지 전단시험

라. 바닥재의 성능 시험은 그림 6과 같이 작업대를 평평한 판에 올려놓고, 수평재와 수평재 또는 보재와 보재 등의 보강재 간격의 중앙에 가압재 C를 사용하여 수직하중을 가하여 하중이 1,000N 일 때의 가압재 C 중앙부에 위치한 바닥재의 수직 처짐량을 측정한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다.



[그림 78] 바닥재의 성능시험

마. 이 시험에 사용하는 가력보 B, 받침틀 A, 받침틀 B, 가압재 C 및 재하보는 각각 별표 24 제11호부터 제14호까지 및 제16호에 따른다.

8-2. 통로용 작업발판

1) 재료

가. 통로용 작업발판의 재료는 표 3에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

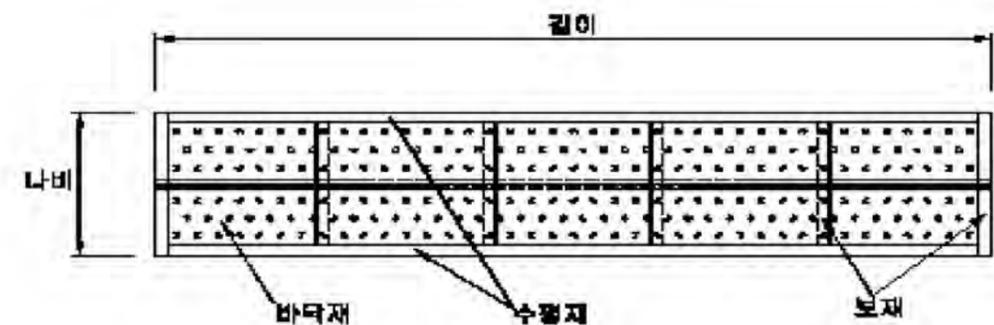
<표 52> 통로용 작업발판의 재료

구성부분		재 질
강재	바닥재	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHC 또는 KS D 3601(엑스팬디드 메탈)의 XS42
	수평재, 보재	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHC
알루미늄 합금재	바닥재, 수평재, 보재	KS D 6759(알루미늄 및 알루미늄합금 압출형재)의 A 6063S

나. 통로용 작업발판의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

2) 구조

가. 통로용 작업발판은 그림 2와 같이 바닥재와 수평재 및 보재로 구성된 것으로서 다음 각 세목에 따른다.



[그림 79] 통로용 작업발판(참조그림)

- 1) 강재 통로용 작업발판은 바닥재와 수평재 및 보재를 용접 또는 절곡 가공 등 기계적 접합에 의한 일체식 구조일 것
- 2) 알루미늄 합금재 통로용 작업발판은 바닥재와 수평재 및 보재를 압출 성형이나 용접 또는 기계적 접합에 의한 일체식 구조일 것
- 3) 통로용 작업발판의 나비는 200mm 이상일 것
- 4) 바닥재가 2개 이상으로 구성된 것은 바닥재 사이의 틈 간격이 30mm 이하일 것
- 5) 바닥재의 바닥판에는 미끄러짐 방지 조치를 할 것

나. 통로용 작업발판은 설치조건에 따라 다음과 같이 1종과 2종으로 구분하며, 제조자는 제품에 1종 또는 2종임을 확인할 수 있는 추가 표시를 하여야 한다

- 1) 지점거리를 1,800±50mm로 설치하는 제품을 1종이라 한다.
- 2) 지점거리를 1종과 다르게 설치하는 제품을 2종이라 한다.

3) 성능

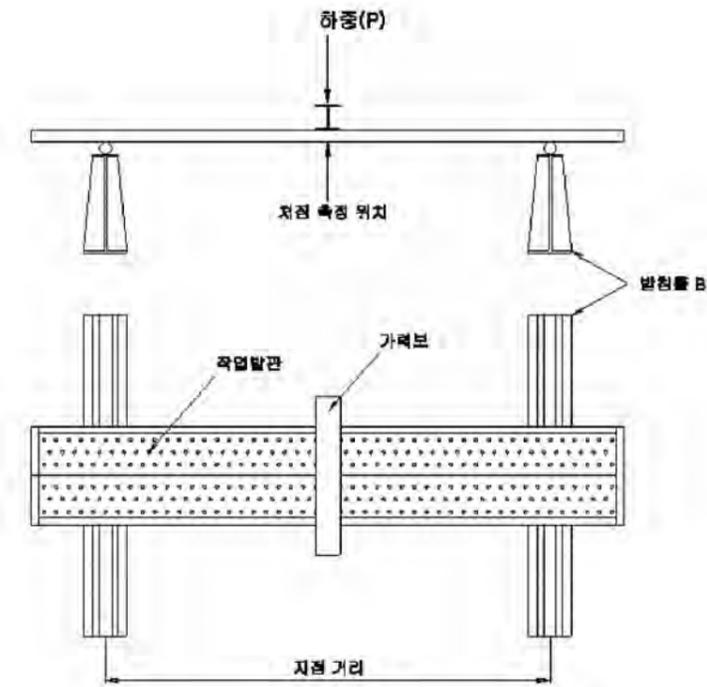
통로용 작업발판의 시험성능기준은 표 4에 따른다.

〈표 53〉 통로용 작업발판의 시험성능기준

항 목		시험성능기준
수직처짐량	1종	18mm 이하
	2종	L/100 mm 이하(최대 20mm 이하) L : 통로용 작업발판의 지점거리
휨강도		나비(mm)×11N 이상
바닥재	수직처짐량	10.0mm 이하

4) 시험

가. 통로용 작업발판의 처짐 및 휨시험은 그림 7과 같이 통로용 작업발판을 1,800mm(2종은 통로용 작업발판 길이의 90%)가 되는 지점거리로 받침틀 B를 설치하고 작업 발판의 디딤판 중앙부에 가력보 B를 사용하여 수직하중을 가한다. 이 때 나비(mm)×4N의 하중일 때 수직처짐량을 구하고 계속해서 하중을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. 이 경우 재하 속도는 분당 8mm 이하 이고, 이 시험에 사용하는 가력보 B 및 받침틀 B는 각각 별 표 24 제11호 및 제13호에 따른다.



[그림 80] 통로용 작업발판의 처짐 및 휨시험

나. 바닥재의 성능시험은 작업대의 바닥재의 성능시험에 따른다.

9. 조임철물

9-1. 클램프

1) 재료

가. 클램프의 재료는 표 2의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

〈표 54〉 클램프의 재료

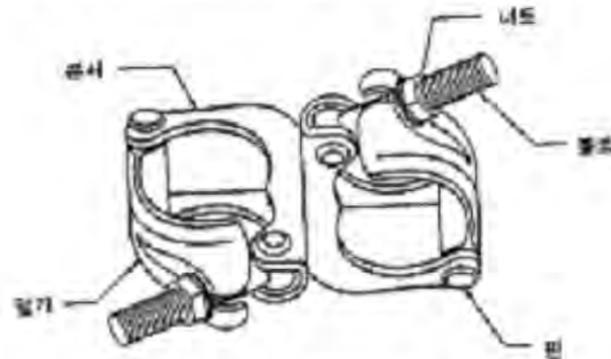
구성 부분	재 질
본체 및 덮개	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHD
볼트, 너트 및 핀	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330

나. 클램프의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

2) 구조

클램프는 그림 3과 같이 본체 및 덮개와 볼트, 너트 및 핀으로 구성되며 다음 각 목과 같이 한다.

- 1) 본체 및 덮개의 판두께는 3.0mm 이상이어야 한다.
- 2) 볼트의 지름은 나사산까지 포함하여 9.0mm 이상이어야 한다.



[그림 81] 클램프(참조그림)

3) 성능

클램프의 시험성능기준은 표 3에 따른다.

〈표 55〉 클램프의 시험성능기준

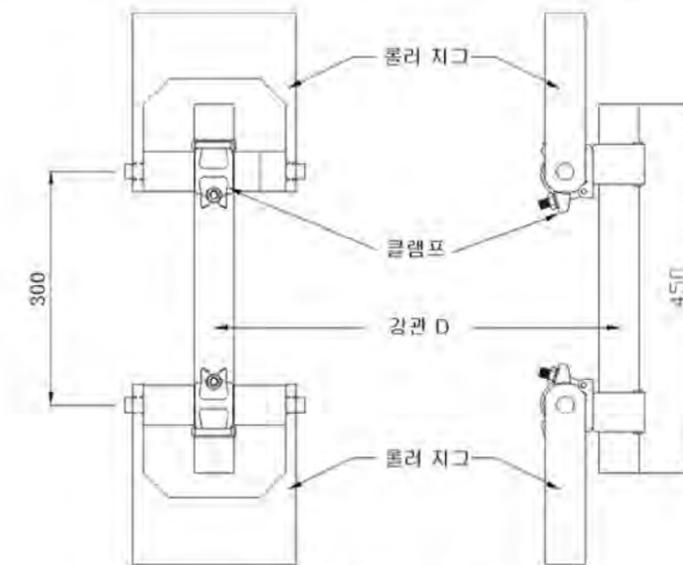
항 목		시험성능기준	
미끄러짐에 의한 변화량 시험	고정형	변화량	10mm 이하
	회전형		
인장시험	고정형	인장강도	15,700N 이상
	회전형		10,800N 이상

4) 시험

클램프의 시험은 그림 6과 같이 강관 D 및 롤러 지그를 사용하여 클램프 2개를 한조로 결합한 뒤 다음 각 목의 규정에 따른다.

가. 미끄러짐에 의한 변화량 시험은 클램프 종류에 따라 고정형은 0N에서 10,000N까지 인장 하중을 가했을 때의 롤러 중심간 거리의 변화량을 측정하고 회전형은 500N에서 7,500N까지 인장하중을 가했을 때의 롤러 중심간 거리의 변화량을 측정한다. 이 때의 볼트 조임은 35,000N·mm로 하고 클램프를 재사용하여 45,000 N·mm로 볼트 조임을 한 뒤 그 변화량을 측정한다. (이 경우, 재하 속도는 8mm 이하로 한다)

나. 인장 시험은 미끄러짐에 의한 변화량 시험을 실시한 클램프에 계속하여 인장 하중을 가하여 하중의 최대값을 측정한다. (이 경우, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 82] 클램프 시험

다. 이 시험에 사용하는 강관 D 및 롤러지그는 각각 별표 24 제17호 및 제20호의 규정에 따른다.

9-2. 철골용 클램프

1) 재료

가. 철골용 클램프의 재료는 표 4의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

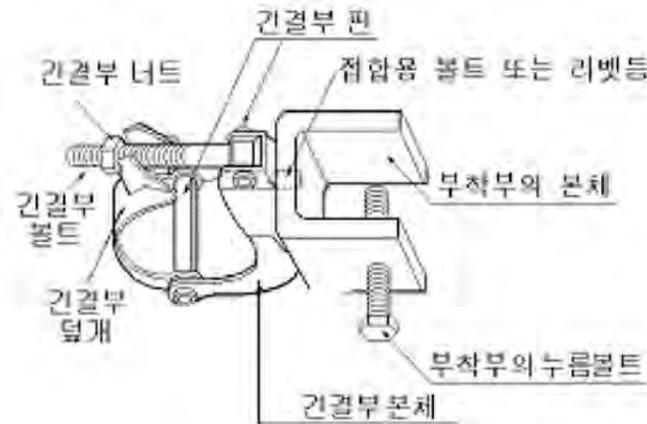
〈표 56〉 철골용 클램프의 재료

구성 부분		재 질
부착부	본 체	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
	누름볼트	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
긴결부	본체 및 덮개	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHD
	볼트, 너트, 핀	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
접합용 볼트 및 리벳 등		KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330

나. 철골용 클램프의 각 부는 현저한 손상, 변형 및 부식 등이 없어야 한다.

2) 구조

가. 철골용 클램프는 그림 4와 같이 부착부, 긴결부 및 접합부 볼트 또는 리벳 등으로 구성된다.

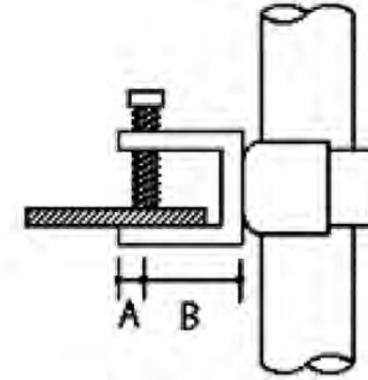


〔그림 83〕 철골용 클램프의 각 부 명칭

나. 부착부는 다음 각 세목과 같이 한다.

- 1) 사용 중 이탈되지 않는 구조일 것

- 2) 누름 볼트 나사의 지름은 나사산을 포함하여 11mm 이상이어야 하며, 나사의 설치 위치는 그림 5와 같이 A는 11mm 이상, B는 18mm 이상일 것



〔그림 84〕 누름나사 위치

다. 긴결부가 클램프형식인 철골용 클램프는 다음과 같이 한다.

- 1) 본체 및 뚜껑의 두께는 3.0mm 이상일 것
 - 2) 볼트의 나사부 지름은 나사산을 포함하여 9.0mm 이상일 것
- 라. 부착부와 긴결부의 접합은 용접, 볼트 또는 리벳 등의 방법으로 해야 한다.

3) 성능

철골용 클램프의 시험성능기준은 표 5와 같이한다.

〈표 57〉 철골용 클램프의 시험성능기준

항 목			시험성능기준
부착부 미끄러짐 시험	직교형	인장 강도	7,000N 이상
	평행형		
부착부 인장시험	직교형	인장 강도	10,000N 이상
	평행형		15,000N 이상

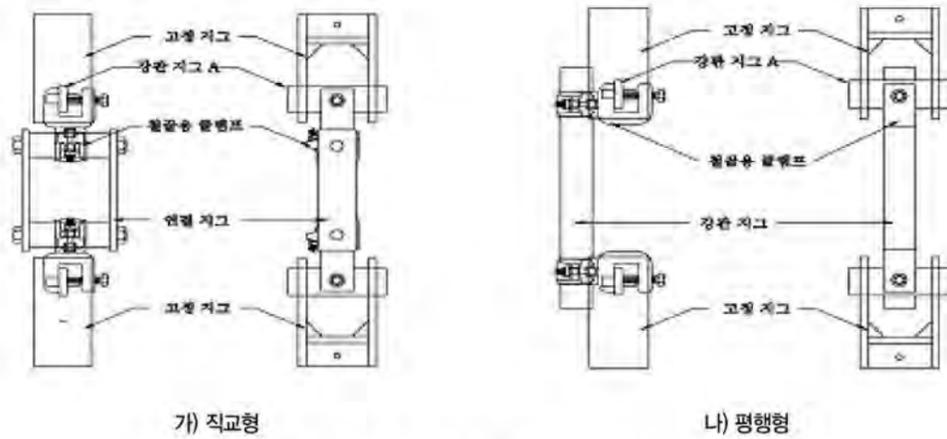
비고 : 경용형은 직교형 및 평행형의 사용 조건에 따라 최대 하중을 적용할 것

4) 시험

철골용 클램프의 시험은 다음 각 목과 같이 따른다.

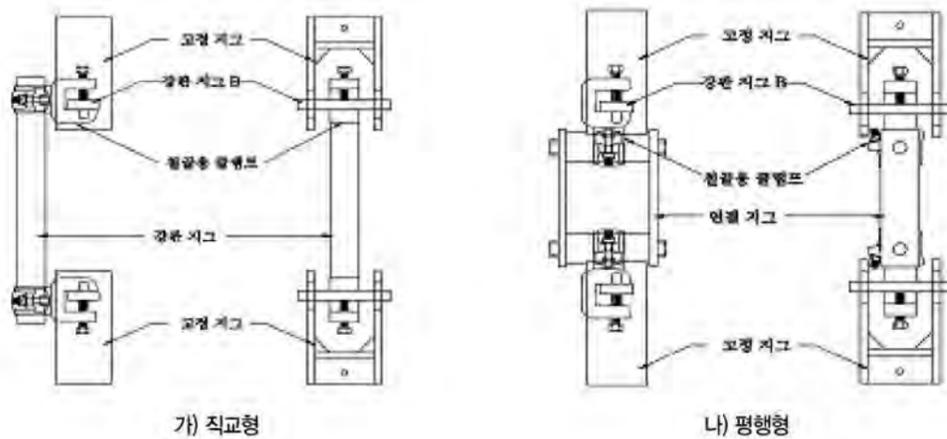
- 가. 철골용 클램프 부착부의 미끄러짐 시험은 종류에 따라 직교형은 그림 7의 가)와 같이

고정지그, 강판지그 A 및 연결지그를 평행형은 그림 7의 나)와 같이 고정지그, 강판지그 A 및 강판지그를 사용하여 각각 2개의 철골용 클램프 한조를 시험기에 설치하고 인장 하중을 가하여 부착부가 미끄러졌을 때 하중의 최대값을 측정하고 점용형은 직교형 및 평행형의 사용 조건에 따라 최대 하중을 측정한다.(이 경우, 부착부 및 긴결부의 볼트 조임은 45,000N·mm로 하고 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 85] 철골용 클램프 부착부의 미끄러짐 시험

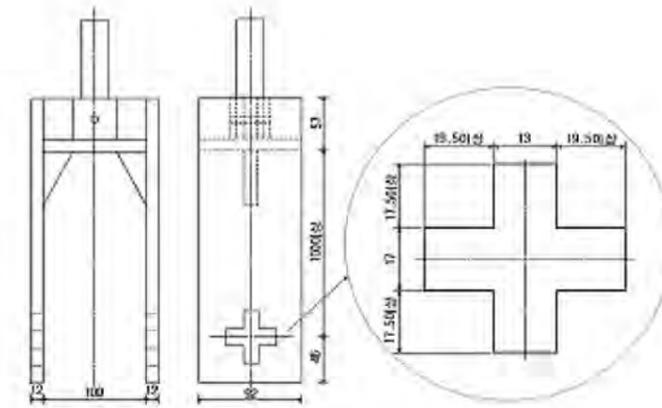
나. 철골용 클램프 부착부의 인장시험은 종류에 따라 직교형은 그림 8의 가)와 같이 고정지그, 강판지그 B 및 강판지그를 평행형은 그림 8의 나)와 같이 고정지그, 강판지그 B 및 연결지그를 사용하여 각각 2개의 철골용 클램프 한조를 시험기에 설치하고 인장하중을 가하여 하중의 최대값을 측정하며 점용형은 직교형 및 평행형의 사용 조건에 따라 최대 하중을 측정한다.(이 경우, 부착부 및 긴결부의 볼트 조임은 45,000N·mm로 하고 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 86] 철골용 클램프 부착부의 인장시험

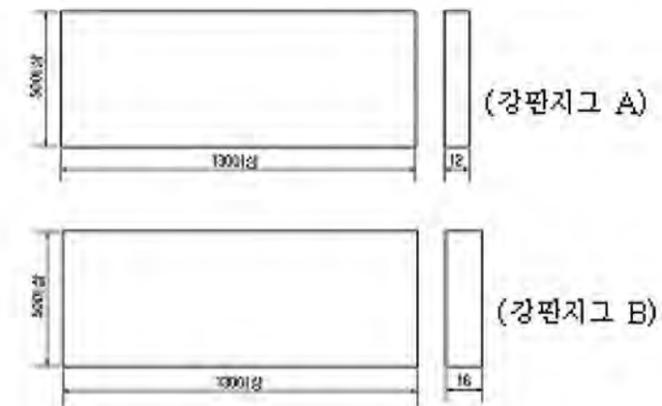
다. 이 시험에 사용하는 고정지그, 강판지그 A, 강판지그 B, 연결지그 및 강판지그는 다음과 같이 한다.

- 1) 고정지그의 재료는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400에 적합한 강재로서 그림 9와 같은 치수일 것



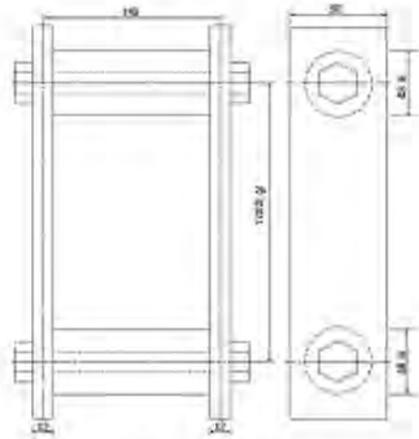
[그림 87] 고정지그

- 2) 강판지그 A 및 강판지그 B의 재료는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400에 적합한 강재로서 그림 10과 같은 치수일 것



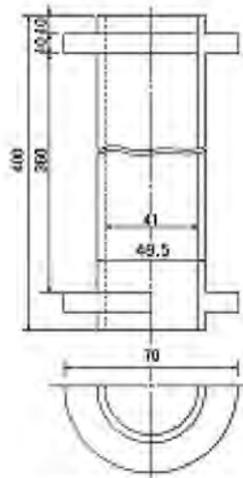
[그림 88] 강판지그

- 3) 연결지그의 재료는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400에 적합한 강재로서 그림 11과 같은 치수일 것



[그림 89] 연결지그

4) 강관지그의 재료는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400에 적합한 강재로서 그림 12와 같은 치수일 것



[그림 90] 강관지그

10. 받침철물

10-1. 조절형 받침철물

1) 재료

가. 조절형 받침철물의 재료는 표 1의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

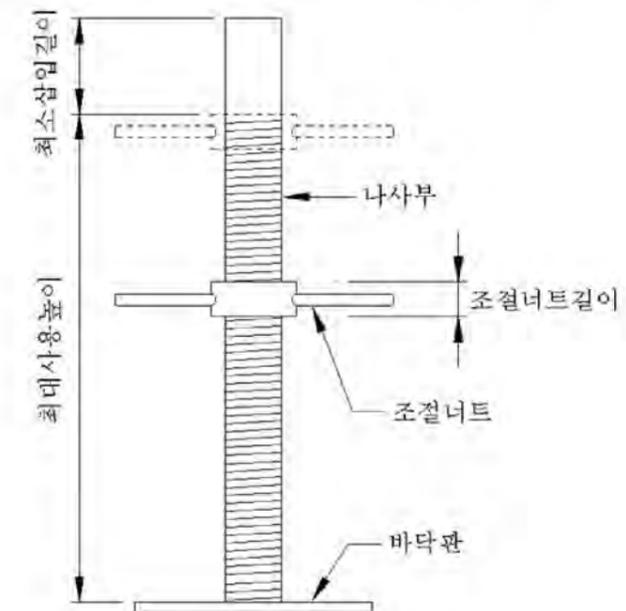
〈표 58〉 조절형 받침철물의 재료

구성부분	재 질	
	강 재	알루미늄합금재
나사부	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330	KS D 6759(알루미늄 및 알루미늄합금 압출형재)의 A6061S
바닥판, 받이부	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330	
조절너트	KS D 4302(구상 흑연 주철품)의 GCD450-10	

나. 조절형 받침철물의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

2) 구조

조절형 받침철물은 그림 1과 같이 나사부, 바닥판 및 조절너트로 구성되며 다음과 같이 한다.



[그림 91] 조절형 받침철물

가. 최소 삽입길이는 95mm 이상이어야 하며, 이 구간을 조절너트가 작동하지 못하는 구조로 해야 한다.

나. 조절너트의 길이는 30mm 이상이어야 한다.

다. 바닥판은 파이프서포트의 받이부 및 바닥판의 구조 규정에 따를 것. 다만, 바닥판이 그림 2와 같이 U헤드 형상인 제품은 다음과 같이 한다.

- 1) 받이부의 강판두께는 5.4mm 이상일 것
- 2) 받이부에는 볼트 구멍, 못 구멍 등의 멩에를 고정하기 위한 체결구조를 가지고 있을 것



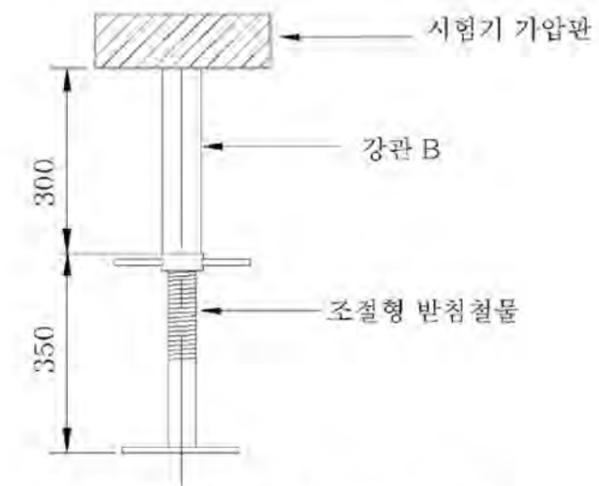
[그림 92] 조절형 받침철물의 받이부 구조(참조그림)

3) 성능

조절형 받침철물의 압축하중은 40,000N 이상이어야 한다.

4) 시험

가. 조절형 받침철물의 압축시험은 그림 5와 같이 강관 B를 사용하여 조절형 받침철물이 최대사용높이가 되도록 결합한 뒤 압축하중을 가하여 하중의 최대값을 측정해야 한다. 다만, 받이부가 U헤드 형상인 제품은 멩에가 놓이는 받이부 나비의 50% 이상되는 받침목 등을 사용하여 받침철물을 설치하고 시험하여야 한다.(이 경우, 재하 속도는 분당 8mm 이하 이고 이 시험에 사용하는 강관 B는 별표 24 제17호의 규정에 따른다)



[그림 93] 조절형 받침철물의 압축시험

10-2. 피벗형 받침철물

1) 재료

가. 피벗형 받침철물의 재료는 표 2에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

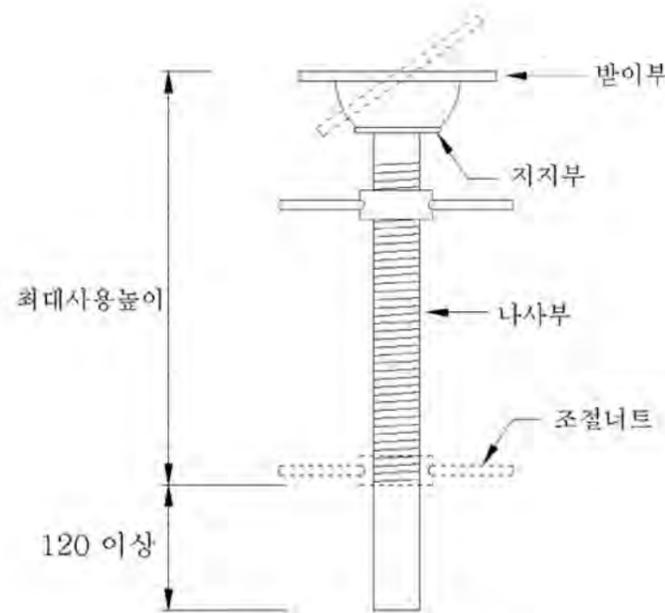
<표 59> 피벗형 받침철물의 재료

구성 부분	재 질	
	강 재	알루미늄합금재
받이부	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330	KS D 6759(알루미늄 및 알루미늄합금 압출형재)의 A 6061S
지지부	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400	
볼트·너트	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330	
나사부	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330	
조절너트	KS D 4302(구상 흑연 주철품)의 GCD450-10	

나. 피벗형 받침철물의 각부는 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

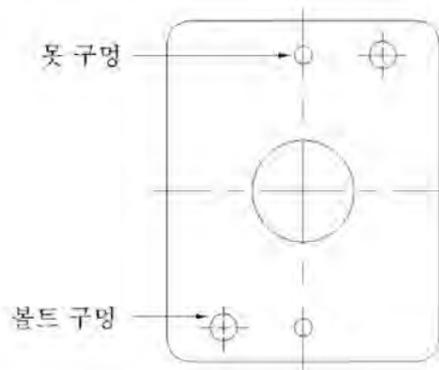
2) 구조

피벗형 받침철물은 받이부, 지지부, 나사부, 조절너트 및 이를 결합하기 위한 볼트, 너트가 있어야 하며 다음 각 목과 같이 한다.



[그림 94] 피벗형 받침철물

- 가. 받이부의 경사각도는 수평을 기준으로 0°에서 45°까지의 범위에서 조절이 가능해야 한다.
- 나. 받이부의 판두께는 5.4mm 이상이어야 하며, 그림 4와 같이 지름 12mm 이상의 볼트, 너트구멍 2개 이상과 지름 4mm 이상의 못구멍 2개 이상이 있어야 한다.



[그림 95] 피벗형 받침철물의 받이부(참조그림)

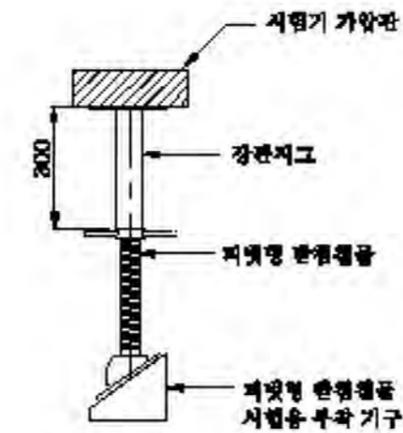
- 다. 삽입길이는 120mm 이상이어야 하며, 이 구간을 조절너트가 작동하지 못하는 구조로 해야 한다.
- 라. 조절너트의 길이는 30mm 이상이어야 한다.

3) 성능

피벗형 받침철물의 압축하중은 40,000N 이상이어야 한다.

4) 시험

피벗형 받침철물의 압축 시험은 그림 6과 같이 시험용 부착지그, 강관지그를 사용하여 피벗형 받침철물이 최대사용높이 및 최대사용각도가 되도록 결합한 뒤 압축하중을 가하여 하중의 최대값을 측정한다.(피벗형 받침철물의 시료를 시험용 부착 기구에 장착하는 볼트와 너트의 조임은 31,000N·mm로 해야 하고, 재하 속도는 분당 8mm 이하로 한다)



[그림 96] 피벗형 받침철물의 압축시험

11. 조립식 안전난간

1) 재료

가. 조립식 안전난간(이하 "안전난간"이라 한다.)의 재료는 표 1에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

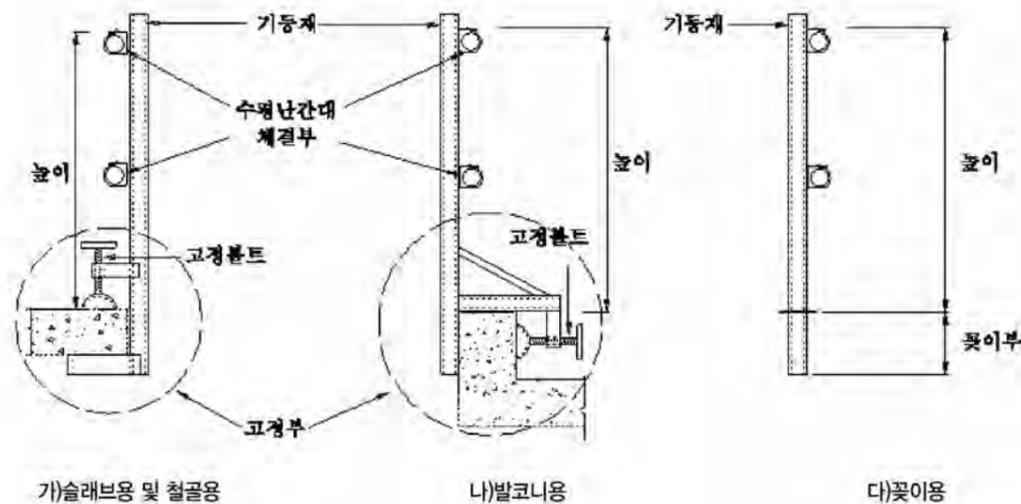
〈표 60〉 안전난간의 재료

구성 부분		재 질
기둥재 및 수평난간대	강관	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK400
	각형강관	KS D 3568(일반구조용 각형강관)의 SPSR400
	형강	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
설치용 철물		KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHC 또는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330

나. 안전난간은 손상, 변형 또는 부식이 없는 것이어야 한다.

2) 구조

가. 안전난간은 그림 1과 같이 기둥재, 기둥을 구조물에 고정하기 위한 고정부, 수평 난간대 체결부 등이 있는 안전난간 기둥과 수평난간대로 구성된 구조이어야 한다. 다만, 꽃이용 안전난간 기둥은 고정부를 생략하는 대신 고정되는 부위에서 핀 또는 볼트 등을 이용하여 이탈되지 않는 구조이어야 한다.



[그림 97] 안전난간 기둥(참조그림)

나. 안전난간 기둥의 높이는 900mm 이상이어야 한다. 이때 안전난간 기둥의 높이는 다음과 같이 한다.

- 1) 슬래브용 및 철골용 안전난간 기둥의 높이는 고정부의 체결 두께를 최대로 하였을 때 상판 윗면에서 상부 수평 난간대 상단까지의 길이로 할 것
- 2) 발코니용 안전난간 기둥의 높이는 발코니 치켜 올림부 윗면에서 상부 수평난간대 상단까지의 길이로 할 것
- 3) 꽃이용 안전난간 기둥의 높이는 꽃이부를 제외한 길이로 하고 꽃이부 길이는 최소 95mm 이상으로 한다.

다. 기둥재 및 수평난간대에 사용되는 강재는 표 2에 따른다.

〈표 61〉 기둥재 및 수평난간대 치수

단면형태	치 수	
	기둥재	수평난간대
강 관	Ø34.0mm 이상	Ø27.2mm 이상
각형강관	30x30mm 이상	25x25mm 이상
형 강	40x40mm 이상	40x40mm 이상

라. 안전난간 기둥의 수평 난간대 체결부는 다음과 같이 한다.

- 1) 클램프, U볼트, 썬치 등을 사용하여 난간대를 견고하게 고정시킬 수 있는 구조이어야 하며 U볼트 끝단 또는 썬치 등의 돌출부는 외부로 향하게 하거나 그렇지 못할 경우에는 매립형으로 하거나 돌출부에 덮개를 설치할 것
- 2) 수평난간대 간의 간격과 중간난간대와 상판 윗면(발코니 치켜 올림부 윗면) 사이의 간격이 각각 600mm 이하가 되도록 할 것

마. 안전난간 기둥의 고정부는 볼트 등을 사용하여 견고하게 고정시킬 수 있는 구조이어야 한다.

3) 성능

안전난간의 시험성능기준은 표 3에 따른다.

〈표 62〉 안전난간의 시험성능기준

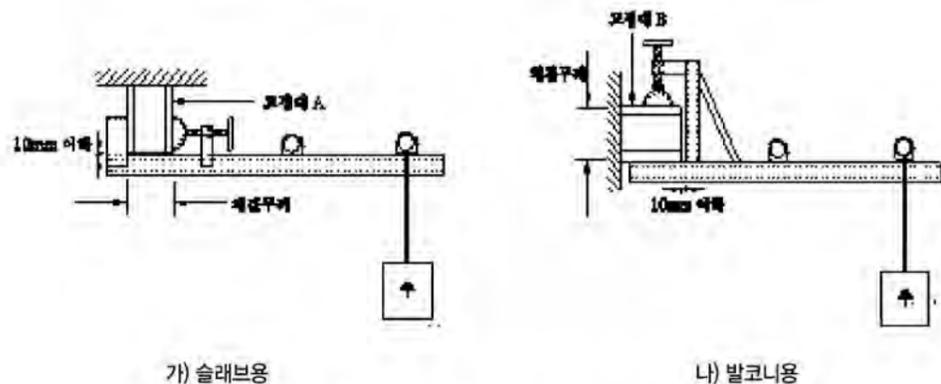
부 재	항 목	시험성능기준
안전난간기둥	힘강도	파괴되지 않을 것
	수직처짐량	100mm 이하

수평 난간대 체결부	휨강도	파괴되지 않을 것
	회전 방지 성능	회전되지 않을 것
고정부	미끄러짐 시험	미끄러움이 발생하지 않을 것
		하중을 제거한 후에도 체결부의 탈락이나 헐거움 등의 이상이 발생하지 않을 것
수평 난간대	휨강도	파괴되지 않을 것
	수직처짐량	50mm 이하

4) 시험

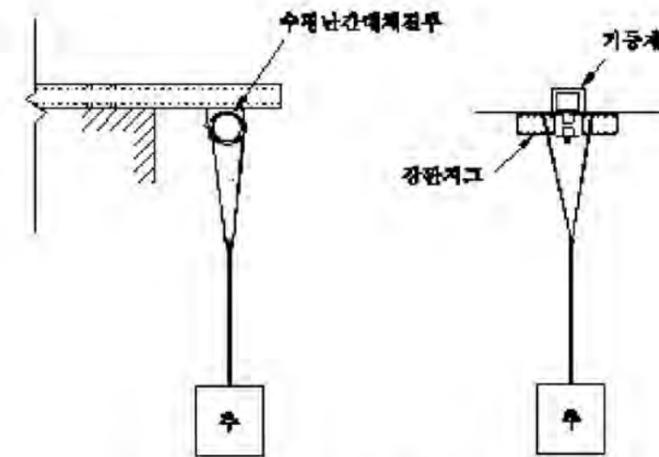
안전난간의 시험은 다음 각 목에 따른다.

가. 안전난간 기둥의 처짐 및 휨시험은 그림 2와 같이 체결두께가 최소인 경우에 대하여 고정대 A 및 고정대 B와 안전난간 기둥 사이의 간격이 10mm 이내가 되도록 안전난간 기둥을 고정시킨 후 상부의 수평 난간대 체결부 위치에 85kg의 추를 매달아 처짐량을 구하고 160kg의 추를 매달아 파괴유무를 조사한다. 다만, 꽃이용 안전난간 기둥은 제조자가 제출한 기둥재를 꽃을 수 있는 시험용 지그를 이용하여 시험한다. 이 경우 매다는 추에는 충격이 가해지지 않도록 해야 하며 체결 볼트 조임은 표 4의 값을 표준으로 한다.



[그림 98] 안전난간 기둥의 처짐 및 휨시험

나. 수평 난간대 체결부의 강도시험은 그림 3과 같이 상부의 수평 난간대 체결부에 적합한 강관 A를 연결하고 여기에 160kg의 추를 매달아 수평 난간대 체결부의 파괴유무를 조사한다. 이 경우 매다는 추에는 충격이 가해지지 않도록 해야 하며 수평 난간대 체결부를 나사로 조절하는 방식인 경우에는 볼트 조임을 표 4의 값을 표준으로 한다.

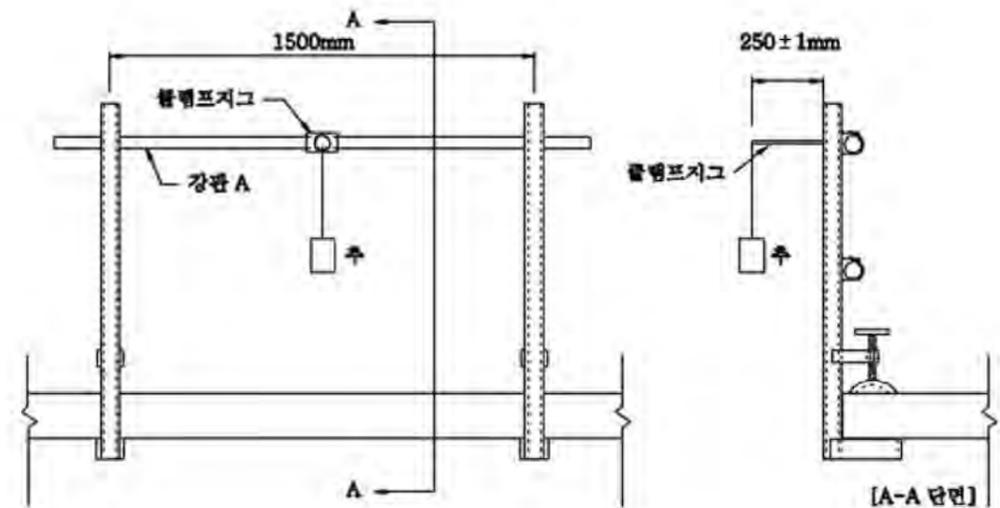


[그림 99] 수평 난간대 체결부의 강도시험

다. 수평 난간대 체결부의 회전방지 성능시험은 그림 4와 같이 2개의 안전난간 기둥을 1,500mm 간격으로 설치하고 상부 수평 난간대 체결부에 적합한 강관 A를 연결한 후 그 중앙에 클램프 지그를 고정한 다음 클램프 지그 끝에 추를 매달아 회전유무를 조사한다. 이 경우 매다는 추에는 충격이 가해지지 않도록 해야 하며 추의 질량(P)은 다음의 산식에 의하여 계산된 값으로 한다.

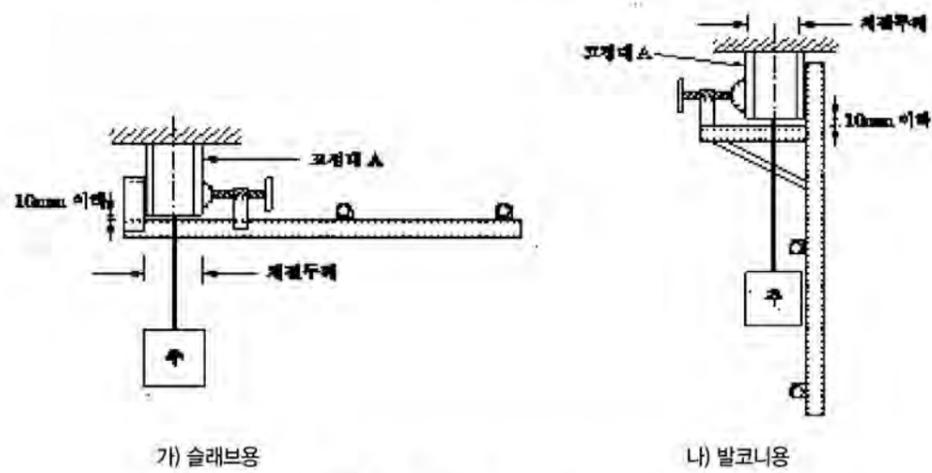
$$P = 0.3 \times D \text{kg}$$

여기서 D는 강관 A의 바깥지름(mm)이다.



[그림 100] 수평 난간대 체결부 회전방지 성능시험

라. 고정부 미끄러짐 시험은 그림 5와 같이 체결두께가 최소인 경우에 대하여 고정대 A와 안전난간 기둥 사이의 간격이 10mm 이내가 되도록 안전난간 간격을 고정시킨 후, 고정부의 체결두께 중심선상에 85kg의 추를 매달아 고정부의 미끄러짐을 조사한다. 다만, 꽃이용 안전난간 기둥은 고정부 미끄러짐 시험을 하지 않는다. 이 경우 매다는 추에는 충격이 가해지지 않도록 해야 하며 고정볼트의 조임은 표 4의 값을 표준으로 한다.

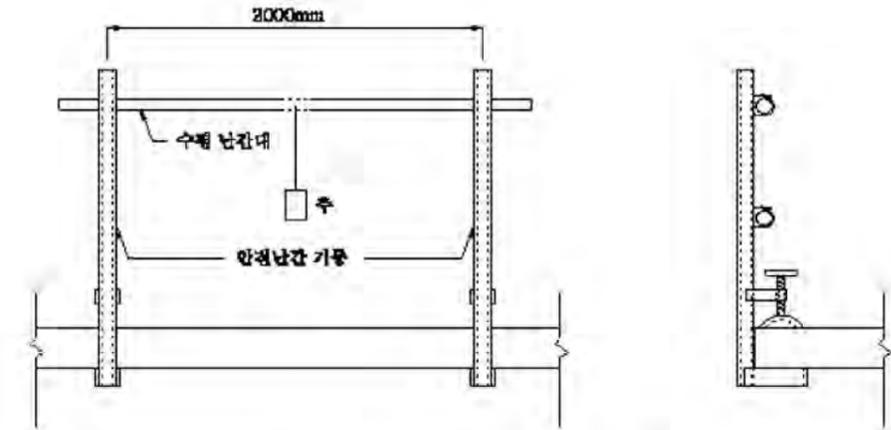


[그림 101] 고정부 미끄러짐 시험

〈표 63〉 고정볼트의 조임값

볼트 지름	볼트 조임	볼트 지름	볼트 조임
10mm 미만	25,000N · mm	16mm	40,000N · mm
10mm	26,000N · mm	18mm	44,000N · mm
12mm	31,000N · mm	20mm	49,000N · mm
14mm	35,000N · mm	22mm 이상	53,000N · mm

마. 수평 난간대의 강도시험은 그림 6과 같이 2개의 안전난간 기둥을 2,000mm의 수평 간격으로 설치하고 상부 수평 난간대 중앙부에 120kg 추를 매달아 수평 난간대의 처짐량을 구하고, 160kg의 추를 매달아 파괴유무를 조사한다. 다만, 꽃이용 안전난간 기둥은 제조자가 제출한 기둥재를 꽃을 수 있는 시험용 지그를 이용하여 시험한다. 이 경우 매다는 추에는 충격이 가해지지 않도록 해야 하며 고정볼트의 조임은 표 4의 값을 표준으로 한다.



[그림 102] 수평난간대의 강도시험

바. 이 시험에 사용하는 강관 A, 고정대 A, 고정대 B 및 클램프 지그는 별표 24 제17호, 제 23호 및 제24호의 규정에 따른다.

12. 추락 또는낙하 방지망

12-1. 안전방망

1) 재료

안전방망의 재료는 표 1에 적합하거나 이와 동등 이상의 물리적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

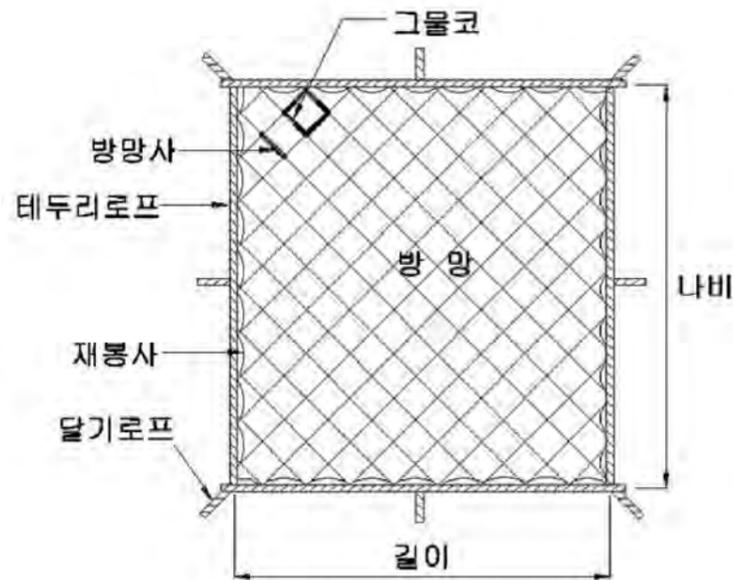
〈표 64〉 안전방망의 재료

구성 부분	재 질
방망사, 로프 및 재봉사	KS K 0104(인조 섬유 일반명칭)에서 정하는 나일론, 폴리에틸렌, 폴리에스테르 및 폴리프로필렌 등의 인조섬유

2) 구조

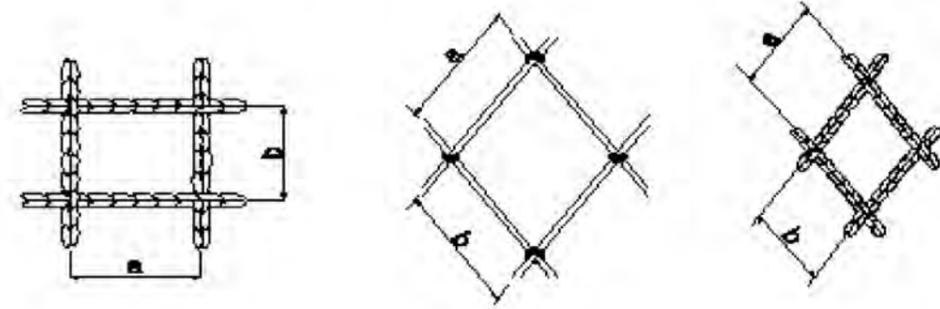
가. 안전방망은 끊어짐, 풀림, 뒤틀림, 얼룩, 벗겨짐, 일그러짐 등이 없는 구조이어야 하며 다음과 같다.

- 1) 안전방망은 그림 1과 같이 방망사, 테두리로프, 달기로프 및 재봉사 등으로 구성될 것(이 경우 재봉사는 필요에 따라 생략할 수 있다)



[그림 103] 안전방망의 구성

- 2) 방망의 종류는 그물코의 편성방법에 따라 구분하며, 그림 2와 같이 사각 또는 마름모 형상으로서 그물코 한 변의 길이(매듭의 중심간 거리)는 100mm 이하이어야 하며, a와 b가 다른 경우에는 큰 값을 적용할 것



가) 무매듭방망

나) 매듭방망

다) 라셀방망

[그림 104] 안전방망의 종류(참조그림)

- 3) 달기로프는 방망의 모서리에 설치해야 하며, 방망의 길이 및 나비가 3,000mm를 넘는 것은 3,000mm 이내마다 같은 간격으로 달기로프를 설치할 것
- 4) 달기로프 길이는 2,000mm 이상으로 한다. 다만, 1개의 지지점에 2개의 달기로프로 체결하는 경우 각각의 길이를 1,000mm 이상으로 할 수 있을 것
- 5) 방망의 처짐은 방망의 단변 길이의 12%이상 18%이하일 것

3) 성능

가. 안전방망의 방망사 인장강도는 표 2의 규정에 따른다.

〈표 65〉 안전방망의 방망사 인장강도

방망의 종류 및 성능 그물코 한 변의 길이	무매듭방망	라셀방망	매듭방망
100mm	2,400N 이상	2,100N 이상	2,000N 이상
50mm	1,310N 이상	1,150N 이상	1,100N 이상
30mm	860N 이상	750N 이상	710N 이상
15mm	460N 이상	400N 이상	380N 이상

- 비 고 1. 그물코 한 변의 길이에 따른 인장강도는 직선보간값 이상으로 할 것
2. 그물코 한 변의 길이가 15mm 이하는 15mm의 규정에 따를 것

- 나. 테두리로프 및 달기로프 인장강도는 15,000N 이상이어야 한다.
- 다. 안전방망의 낙추에 의한 시험성능은 표 3의 규정에 적합해야 한다.

〈표 66〉 낙추에 의한 시험성능기준

항 목	시험성능기준
감속도	15.0m/s ² 이하
상태	현저한 손상 및 관통이 없을 것

4) 시험

가. 안전방망의 인장시험은 다음과 같이 한다.

- 1) 방망사의 인장시험은 다음과 같이 하며 인장시험속도는 200 ±10mm/min로 할 것
 - 가) 시험편은 방망의 끝에서 500mm 이상, 양면에서 100mm 이상 떨어진 곳에서 채취한다. 이 때 이 원칙의 적용이 적절하지 않을 때에는 방망의 대표가 되는 부분에서 채취할 수 있음
 - 나) 무매듭방망의 방망사에 대한 인장시험은 방망사의 양단을 방망사 지름의 5배 이상 환봉에 감아서 시험하고, 이 때 시험편 파단 유효길이는 200 ±5mm로 할 것
 - 다) 라셀방망의 방망사 인장시험은 그림 4의 가)와 같이 2절로 된 1개의 시험편을 시험할 것
 - 라) 매듭방망의 방망사 인장시험은 매듭이 풀여지지 않은 상태이어야 하며 그림 4의 나)와 같이 로프 매듭이 시험편의 중심에 위치한 상태에서 시험하여 파단시의 값을 측정한다. 이 때 시험편 유효길이는 200 ±5mm할 것



[그림 105] 방망사 인장시험

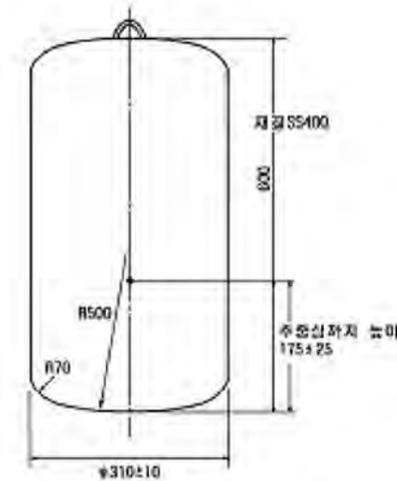
- 2) 안전방망의 테두리로프 및 달기로프 인장시험은 시험편 양끝을 아이스프라이스(엮어매는 식)로 하고, 그 고리 부분에 시험편 지름의 5배 이상인 환봉을 사용하여 인장 시험을 하여 파단하중 값을 측정한다. 이 경우, 시험편은 안전방망에 사용한 로프에서 절취

하고, 그 유효길이는 지름의 30배 이상으로 하며 인장시험속도는 200 ±10mm/min로 할 것

- 3) 안전방망의 인장시험시에는 KS A 0006(시험장소의 표준상태)에 따라 표준 온도·습도 상태[온도(20 ±15)℃, 습도(65 ±20)%]를 유지할 것

나. 안전방망의 낙추시험은 다음과 같이 한다.

- 1) 방망의 모서리 및 각 변의 중앙부 테두리로프에 연결된 달기로프를 낙추 시험 설비의 달기도구에 설치하고, 방망의 중앙부에 추를 낙하시켜 감속도 측정 및 손상 유무를 확인할 것
- 2) 시험편의 길이 및 나비는 3,000±10mm로 할 것
- 3) 1)에서 추의 낙하 높이는 낙추 시험 설비의 달기도구에 설치된 달기로프의 지지점 상단으로부터 상향 2,250 ±10mm로 할 것
- 4) 낙추시험에 사용하는 추의 형상은 그림 5와 같고 질량은 90kg이며, 추심상의 중심에 가속도계를 부착한다. 추는 낙하 후에도 제 형상을 유지할 수 있는 재질일 것



[그림 106] 낙추 시험용 추

12-2. 수직보호망

1) 재료

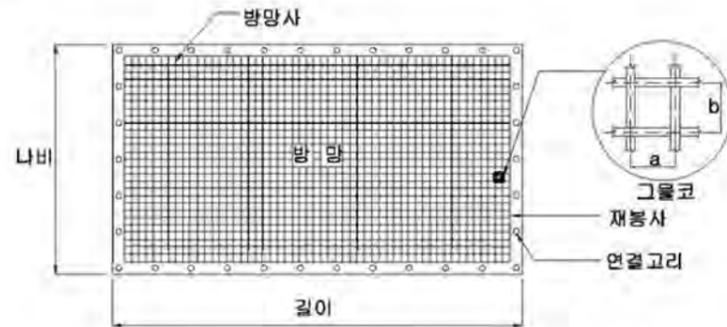
수직보호망의 재료는 표 4의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 물리적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

〈표 67〉 수직보호망의 재료

구성 부분	재 질
방망, 로프	KSK 0104(인조 섬유 일반명칭)에서 정하는 나일론, 폴리에틸렌, 폴리에스테르 및 폴리프로필렌 등의 인조섬유
금속고리	내식성 재료 또는 도금처리된 재료

2) 구조

- 가. 수직보호망은 끊어짐, 풀림, 뒤틀림, 얼룩, 벗겨짐, 변형 등이 없어야 한다.
- 나. 메시 시트형의 방망은 경사와 위사로 구성된 직물이어야 한다.
- 다. 그물망형의 방망은 위편 또는 경편의 편물이어야 한다.
- 라. 방망은 다음 각 세목과 같이 한다.
 - 1) 방망은 그물코 한 변의 길이가 12mm 이하이어야 하고, 그림 3에서 a와 b가 다른 경우에는 큰 값을 적용할 것
 - 2) 방망의 나비는 1,850mm 이하일 것
 - 3) 방망의 가장자리는 방망을 두 겹으로 겹친 구조로서 재봉사로 전 길이에 걸쳐서 충분히 봉합시킬 것



[그림 107] 메시 시트형의 구조(참조그림)

- 마. 연결부가 연결고리로 된 수직보호망은 다음과 같이 한다.
 - 1) 연결고리의 간격은 350mm 이하일 것
 - 2) 연결고리의 안지름은 10mm 이상일 것
 - 3) 방망 가장자리에서 연결고리 구멍 중심까지의 거리는 17mm 이상일 것
 - 4) 강관 등에 설치 사용 중 일 때 연결고리가 탈락하지 않는 구조일 것

바. 연결부가 연결고리 이외의 경우 수직보호망은 다음과 같이 한다.

- 1) 강관 등에 설치하는 지점의 간격은 350mm이하일 것
- 2) 설치시 연결부가 강관 등에서 쉽게 탈락하지 않는 구조일 것
- 3) 방망의 끝단에는 봉입로프가 있을 것

3) 성능

수직보호망의 시험성능기준은 표 5에 따른다.

〈표 66〉 수직보호망의 시험성능기준

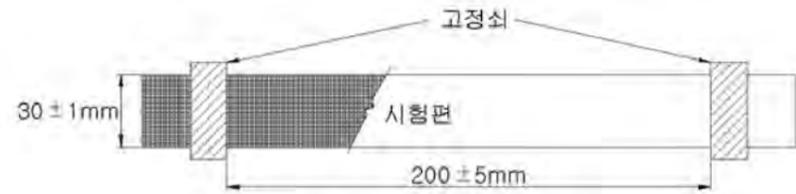
구성 부분		재 질	
방망의인장강도	인장강도	1,500N 이상	
	인장강도×늘어난 길이	70,000N·mm 이상	
연결부의 인장강도		500N일 때까지 탈락, 파괴 등의 이상이 없을 것 최대인장강도는 1,000N 이상	
낙하시험		낙하물인 강관이 방망을 관통하지 않을 것	
방염성	잔염시간	얇은 포	3초
		두꺼운 포	5초
	잔진시간	얇은 포	5초
		두꺼운 포	20초
	탄화거리	얇은 포	200mm
		두꺼운 포	200mm

- 비고 1. 얇은 포는 450g/㎡ 이하인 것
- 2. 두꺼운 포는 450g/㎡ 초과하는 것

4) 시험

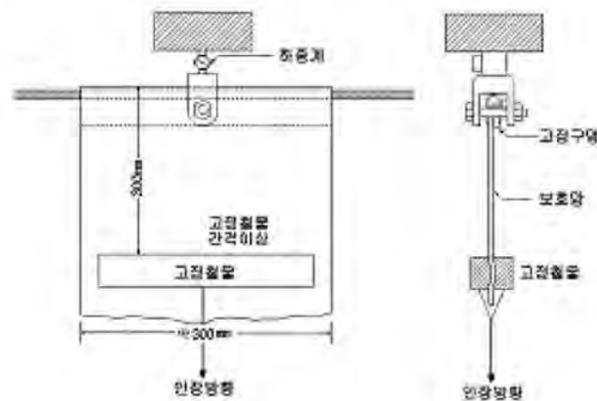
- 가. 방망의 인장시험은 다음과 같이 한다.
 - 1) 메시 시트형 시험편은 방망의 양변에서 전체 나비의 1/10 이상 떨어진 곳에서 채취하며 경사방향과 위사방향 각각에 대해서 채취할 것(손상이나 젖어있는 조짐이 보이는 것은 시료에 포함하지 않는다)
 - 2) 그물망형 시험편은 방망의 끝에서 500mm 이상, 양변에서 100mm 이상 떨어진 곳에서 방망의 중·횡방향으로 각각 채취할 것(이 원칙의 적용이 적절하지 않을 때에는 방망의 대표가 되는 부분에서 채취할 수 있다)

- 3) 방망의 인장시험은 그림 6과 같이 방망에서 채취한 나비 $30 \pm 1\text{mm}$ 의 시험편을 표점거리가 $200 \pm 5\text{mm}$ 가 되도록 심금 A를 연결한 고정쇠에 고정시켜 걸고 인장속도를 $200 \pm 10\text{mm/min}$ 으로 시험하여 인장강도 및 늘어난 길이를 구할 것

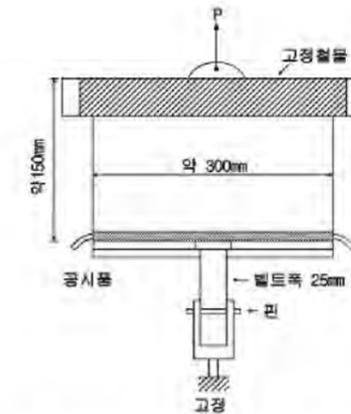


[그림 108] 메시 시트형의 인장시험

- 4) 방망의 인장시험시에는 KS A 0006(시험장소의 표준상태)에 따라 표준 온도·습도상태 [온도(20 ± 15) $^{\circ}\text{C}$, 습도(65 ± 20) %]를 유지할 것
- 나. 연결부의 인장시험은 다음과 같이 한다.
- 1) 연결부가 연결고리인 제품의 인장시험은 그림 7의 가)와 같이 연결고리가 있는 방망의 세로 및 가로 방향의 시험편 길이를 $300 \pm 5\text{mm}$ 가 되도록 하여 그 각각에 대해서 연결고리의 중앙부를 심금 A를 연결한 고정철물로 고정하고 $200 \pm 10\text{mm/min}$ 의 속도로 인장하여 고리 등이 탈락하거나 금속고리 주변 방망의 파단하중을 측정할 것
 - 2) 연결부가 연결고리 이외의 제품의 인장시험은 연결고리인 제품의 시험편 채취 방법을 준용하여 그림 7의 나)와 같이 하고 $200 \pm 10\text{mm/min}$ 의 속도로 인장하여 고리 등이 탈락하거나 연결고리 주변 방망의 파단하중을 측정할 것
 - 3) 연결부의 인장시험시에는 KS A 0006(시험장소의 표준상태)에 따라 표준 온도·습도상태 [온도(20 ± 15) $^{\circ}\text{C}$, 습도(65 ± 20) %]를 유지할 것

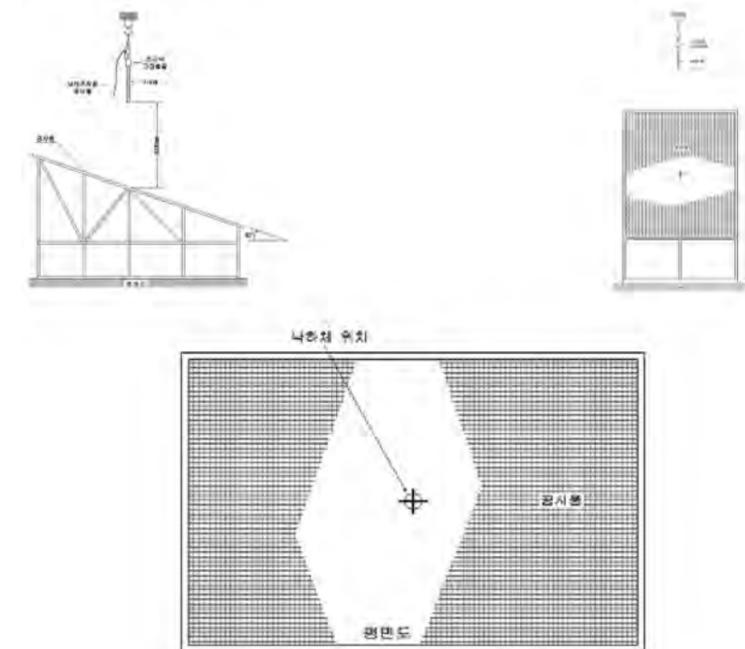


[그림 109 가] 연결고리의 인장시험



[그림 109 나] 연결고리의 이외의 설치부 인장시험

- 다. 이 시험에 사용하는 심금 A, 고정철물 및 고정쇠는 각각 별표 24 제3호, 제21호 및 제22호의 규정에 따른다.
- 라. 낙하시험은 그림 8과 같이 방망을 수평과 30° 의 경사진 틀에 고정하고 이 틀의 중앙에서 연직상방으로 $4,000 \pm 10\text{mm}$ 의 떨어진 위치에서 바깥지름 48.6mm, 질량 4.8kg의 강관을 연직상태로 낙하시킨다. 이 경우, 방망의 시험편은 나비 $1,800 \pm 10\text{mm}$, 길이 3,400mm 이상, 5,100mm 이하로 한다.



[그림 110] 낙하시험

- 마. 수직보호망의 방염성 시험은 KS F 8081(수직보호망)의 6.6에 따른다.

12-3. 수직형 추락방망

1) 재료

수직형 추락방망의 재료는 표 6에 적합한 것을 사용해야 한다.

〈표 67〉 수직형 추락방망의 재료

구성 부분	재 질
방망, 테두리 로프	KS K 0104(인조 섬유 일반명칭)에서 정하는 나일론, 폴리에틸렌, 폴리에스테르 및 폴리프로필렌 등의 인조섬유 또는 내식성 금속
연결부	내식성 재료 또는 도금처리된 재료

2) 구조

가. 수직형 추락방망은 메시시트형, 그물망형 또는 밴드형(교차하는 밴드를 재봉사 등으로 견고하게 결합시키는 구조)등으로 할 수 있으며, 그물망형의 경우 안전방망의 그물코 편성방법에 따른다.

나. 수직형 추락방망은 끊어짐, 풀림, 뒤틀림, 얼룩, 벗겨짐, 변형 등이 없어야 한다.

다. 수직형 추락방망의 전 테두리에 걸쳐 테두리 로프가 있어야 한다. 다만, 밴드 구조의 경우와 같이 별도의 테두리 로프가 없는 구조는 외곽 밴드를 테두리 로프로 본다.

라. 수직형 추락방망의 구조는 다음과 같이 한다.

- 1) 방망의 규격은 나비(수직으로 설치시 높이를 말함)는 1,500mm 이상, 길이는 5,000mm 이하일 것 다만, 300mm를 초과하는 발코니 등의 치켜올림부에 설치하는 방망의 나비는 1,200mm 이상으로 할 수 있으며, 안전인증표시 외에 "발코니 등 치켜올리부 300mm 초과 전용"의 문구를 표시해야 함
- 2) 달기로프는 방망의 끝단에 설치해야 하며 750mm 이내마다 고정할 수 있는 구조일 것(다만, 바닥면에는 3,000mm 이내)
- 3) 그물코 한변의 길이는 교차지점의 중심에서 중심간 거리로서 370mm 이내로 할 것
- 4) 수직형 추락방망의 연결부는 2,400N의 힘으로 양끝을 당겨 견고하게 고정할 수 있는 구조이고, 연결부의 장력설치하중을 제품에 명시할 것

3) 성능

가. 수직형 추락방망의 인장강도는 표 7에 따른다.

〈표 68〉 방망의 인장강도

그물코 형상 등	시험성능기준
메시시트형	1,500N 이상
그물망형	안전방망의 방망사 인장강도 기준에 따름
밴드형	10,000N 이상(다만, 그물코 한변의 길이가 370mm보다 작은 경우의 인장강도는 최소 5,000N 이상으로서 길이 감소율의 50%를 감함)

나. 수직형 추락방망의 테두리부 및 연결부(연결부품 포함), 그리고 연결부와 테두리부의 접속부 인장강도는 15,000N 이상이어야 한다.

다. 수직형 추락방망의 연결부는 제조자가 정한 정격설치하중(2,400N 이상)으로 설치하고 130시간 경과했을 때 그 하중의 감소율이 20% 이내이어야 한다.

4) 시험

가. 방망의 인장시험은 다음과 같이 한다.

- 1) 메시시트형의 인장시험은 수직보호망 시험방법에 따를 것
- 2) 그물망형의 인장시험은 안전방망 시험방법에 따를 것
- 3) 방망의 인장시험 시에는 KS A 0006(시험장소의 표준상태)에 따라 표준 온도·습도상태[온도(20±15)℃, 습도(65±20)%]를 유지할 것

나. 연결부의 인장시험은 방망의 끝단부에 위치한 연결부가 있는 테두리 로프의 일부를 절취하여 연결부 및 연결부와 결속된 테두리 로프를 시험기에 체결하고, 인장하중을 가하여 하중의 최대치를 측정한다. 다만, 테두리 로프가 연결부보다 우선하여 파단된 경우에는 그 값을 연결부의 인장강도로 한다.

다. 테두리 로프의 인장시험은 안전방망의 테두리로프 및 달기로프 인장시험 방법에 따른다.

라. 수직형 안전방망의 연결부 설치하중감소율 시험은 제조자가 정한 정격설치하중으로 시료를 설치(설치거리는 2,500mm)하고 130시간 경과 후 그 때의 하중을 측정하여 감소율을 측정한다.(이 경우, 설치하중 감소율 측정은 모든 연결부에 대하여 실시하고, 정격설치하중의 최소값은 2,400N 이상이어야 한다)

※ 자율안전확인 대상 (8종)

1. 선반지주

1) 재료

가. 선반지주의 재료는 표 1의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

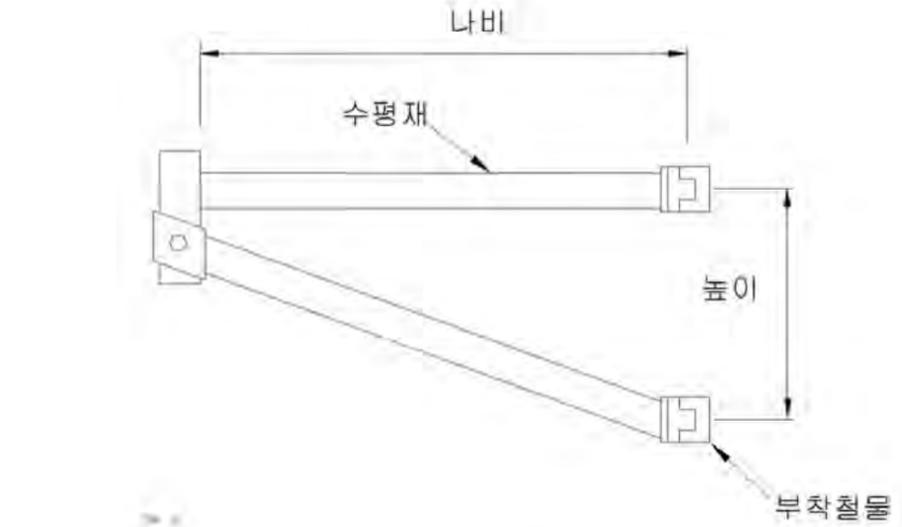
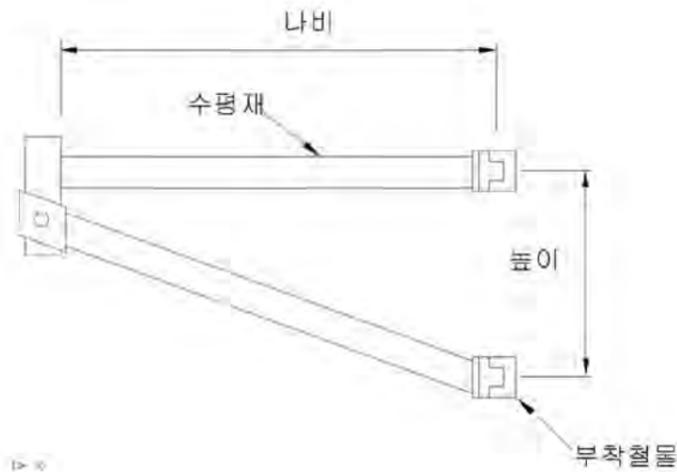
〈표 69〉 선반지주의 재료

구성 부분		재 질
수평재, 수직재 및 경사재		KS D 3507(배관용 탄소강관)의 SPP 또는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
부착 철물	볼트, 너트 및 핀	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
	기타부분	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHD

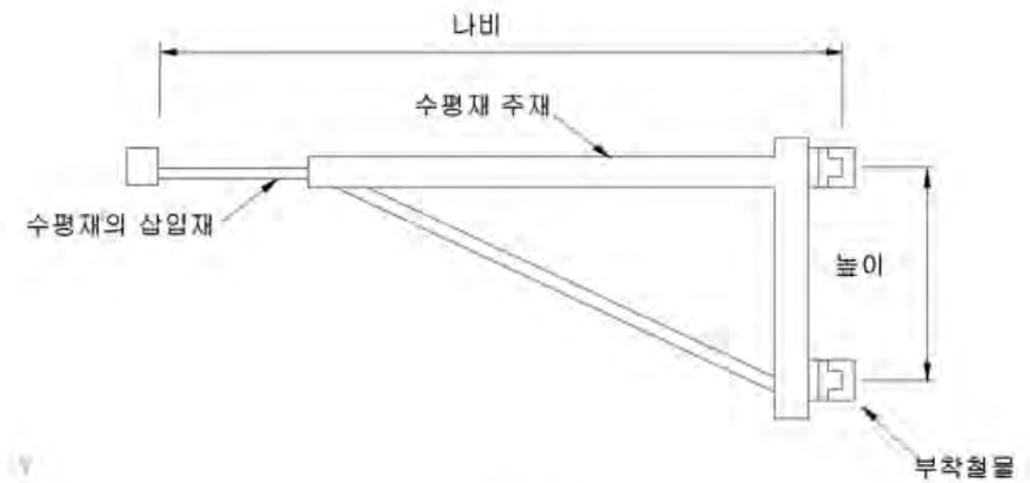
나. 선반지주의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

2) 구조

가. 선반지주는 그림 1과 같이 수평재, 수직재 및 경사재와 부착철물로 구성되며 다음 각 세목의 규정에 적합해야 한다.



가) 고정형



나) 조절형

[그림 111] 선반지주의 구조(참조그림)

- 1) 선반지주의 나비는 300mm 이상 1,150mm 이하일 것
- 2) 선반지주의 높이는 200mm 이상이고 또한 나비의 30% 이상일 것
- 3) 부착철물의 강관 두께는 3mm 이상이어야 하며 볼트 지름은 나사산을 포함하여 9mm 이상일 것
- 4) 부착철물은 바깥지름이 48.3mm 이상의 강관을 체결할 수 있을 것

- 5) 수평재의 끝단에는 비계판의 탈락을 방지하기 위하여 수평재 윗면에서 높이가 30mm 이 상의 탈락방지판 또는 난간기둥 받침이 있을 것
- 나. 조절형 선반지주는 수평재의 길이를 조절하였을 때 최소 또는 최대길이에서 가목의 규 정 외에 다음 각 세목의 규정에 적합해야 한다.
- 1) 수평재의 주재에서 삽입재가 탈락하는 것을 방지하는 기능이 있을 것
 - 2) 수평재의 길이를 최대로 하였을 때 수평재의 주재와 삽입재가 중복되는 부분의 길이가 50mm 이상일 것
 - 3) 수평재의 삽입재가 볼트, 핀 등에 의하여 주재에 고정할 수 있을 것

3) 성능

선반지주의 시험성능기준은 표 2의 규정에 따른다.

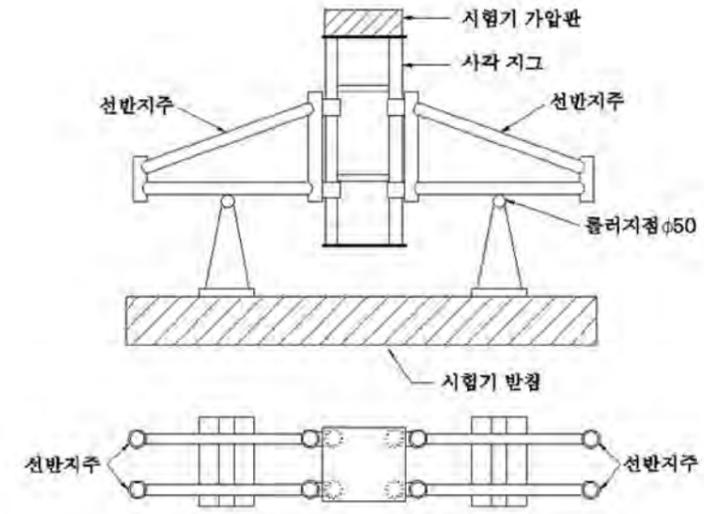
<표 70> 선반지주의 시험성능기준

부재	항 목	시험성능기준
선반지주	압축강도	36,000N 이상
	부착철물의 미끄러짐량	10mm 이하
돌출형 선반지주	압축강도	23,200N 이상

비고 : 돌출형 선반지주의 압축강도는 고정형의 선반지주로서 수평재 중 경사재에서 돌출한 부분의 길이가 수 평재 전체길이의 30% 이상인 것 및 조절형의 선반지주를 말함

4) 시험

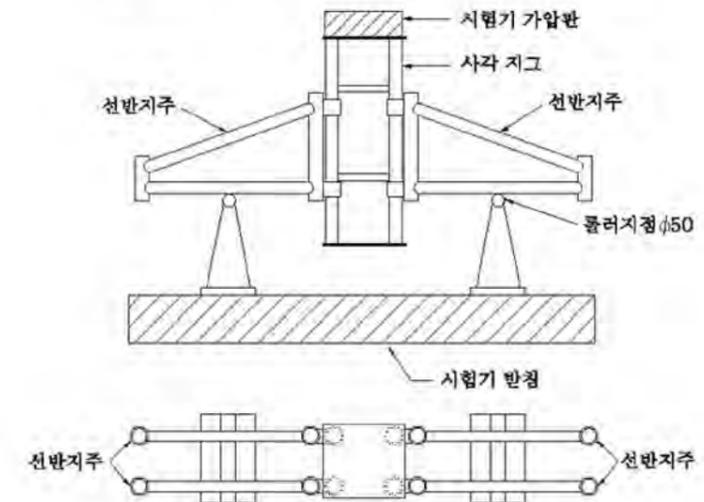
- 가. 선반지주의 시험방법은 다음 각 세목과 같이 한다.
- 1) 선반지주의 강도시험은 그림 1과 같이 선반지주 4개를 1개조로 하여 사각 지그에 부착 한 후 재하 속도를 $8 \pm 0.1 \text{ mm/min}$ 로 가력하여 하중(P)의 최대값을 측정할 것(롤러 지점 은 선반지주 나비의 중앙에 위치시키며 부착철물의 볼트 조임은 35,000N mm로 한다)



[그림 112] 선반지주의 강도시험

비고 : 조절형 선반지주에 있어서는 수평재의 길이를 최대의 상태로 해야 한다.

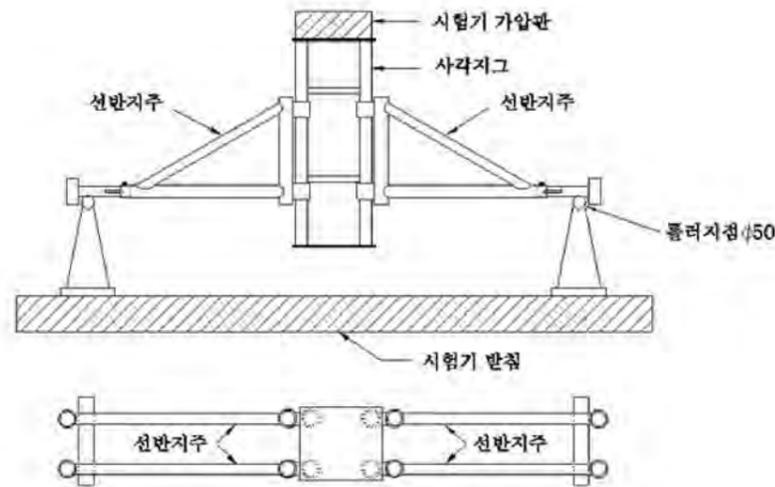
- 2) 부착철물의 미끄러짐 시험은 그림 2와 같이 선반지주 4개를 1조로 하여 사각지그에 부 착한 후 재하 속도를 $8 \pm 0.1 \text{ mm/min}$ 로 가력하여 하중(P)이 24,000N일 때의 부착 철물 의 미끄러짐량을 측정할 것(롤러 지점은 선반지주 나비의 중앙에 위치시키며 부착 철물 의 볼트 조임은 35,000N mm로 한다)



[그림 113] 부착철물의 미끄러짐 시험

비고 : 조절형 선반지주에 있어서는 수평재의 길이를 최대의 상태로 해야 한다.

- 나. 이 시험에 사용하는 사각지그는 별표 8의3 제5호의 규정에 적합해야 한다.
- 다. 돌출형 선반지주의 강도는 가목의 규정에 의한 강도 외에 다음 시험에 의한 강도를 가지고 있어야 하며 강도시험은 그림 3과 같이 선반지주 4개를 1조로 하여 사각지그에 부착한 후 하중을 가력하여 최대값을 측정해야 한다. (이 경우 부착철물의 부착나사의 토크는 35,000N·mm로 하며 재하 속도는 8±0.1mm/min 이어야 한다)



[그림 114] 돌출형 선반지주의 강도 시험

비고 : 조절형 선반지주에 있어서는 수평재의 길이를 최대의 상태로 해야 한다.

라. 나목의 규정은 다목의 시험에 사용하는 사각지그에도 따른다.

2. 단관비계용 강관

1) 재료

단관비계용 강관의 재료는 다음 각 목과 같이 한다.

- 가. 단관비계용 강관의 재료는 표 3의 기준에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

<표 71> 단관비계용 강관의 재료

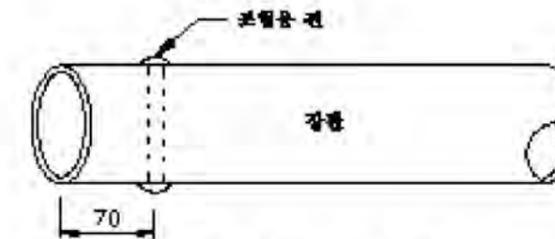
구성 부분	재 질
단관비계용 강관	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK500 또는 KS D 3506(용융아연도금 강관 및 강대)의 SGH490

나. 단관비계용 강관은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

2) 구조

단관비계용 강관의 구조는 다음 각 목과 같이 한다.

- 가. 단관비계용 강관은 그림 2와 같으며, 강관의 바깥지름은 48.3mm 이상이고 두께가 2.2mm 이상이어야 한다. 다만, 강관의 기계적 성질 및 강관조인트 사용 시 연결부위의 성능이 위 강관과 동등 이상일 경우에는 두께의 규정을 적용하지 아니할 수 있다.
- 나. 강관의 양 끝에는 조립용 핀이 있어야 하며 강관의 양 끝에서 조립용 핀과의 간격은 70mm이어야 한다.



[그림 115] 단관비계용 강관

3. 고정형 받침철물

1) 재료

고정형 받침철물의 재료는 다음 각 목과 같이 한다.

- 가. 고정형 받침철물의 재료는 표 4의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

〈표 72〉 고정형 받침철물의 재료

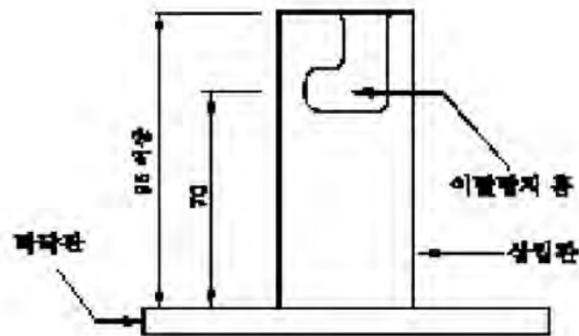
구성부분	재 질
삽 입 관	KS D 3507(배관용 탄소강관)의 SPP
바 닥 판	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330

나. 고정형 받침철물의 각 부는 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

2) 구조

고정형 받침철물은 그림 3과 같이 삽입관 및 바닥판으로 구성되며 다음 각 목과 같이 한다.

- 가. 삽입관의 두께는 2.2mm 이상이어야 하며 길이는 95mm 이상일 것
- 나. 고정형 받침철물의 삽입관은 강관에 체결될 때 이탈방지기능을 가지고 있을 것
- 다. 바닥판은 판두께가 5.4mm 이상이고 한 변의 길이는 120mm 이상일 것
- 라. 바닥판에는 물 빼기 구멍과 지름 4mm의 못 구멍이 2개 이상일 것
- 마. 바닥판에서 이탈방지 홈 또는 핀구멍과의 간격은 70mm일 것



[그림 116] 고정형 받침철물(참조그림)

4. 달기체인

1) 재료

달기체인의 재료는 다음 각 목과 같이 한다.

- 가. 달기체인의 재료는 표 5의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

〈표 73〉 달기체인의 재료

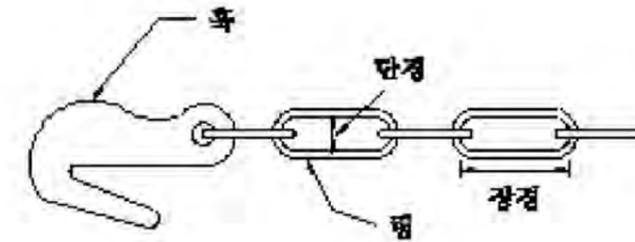
구성부분	재 질
링	KS D 3554(연강선재)의 규격
혹	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400

나. 달기체인의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

2) 구조

달기체인은 그림 4와 같이 링에 의하여 구성된 체인의 일단 또는 양단에 혹이 있고 각 부분은 다음 각 목과 같이 한다.

- 가. 링은 단경이 9mm 이상이고 장경이 36mm 이상, 42mm 이하일 것
- 나. 혹은 이탈방지 기능이 있을 것
- 다. 체인의 링 평행부 중앙에 용접해야 하고 용접 후 적절한 열처리를 실시할 것



[그림 117] 달기체인의 구조

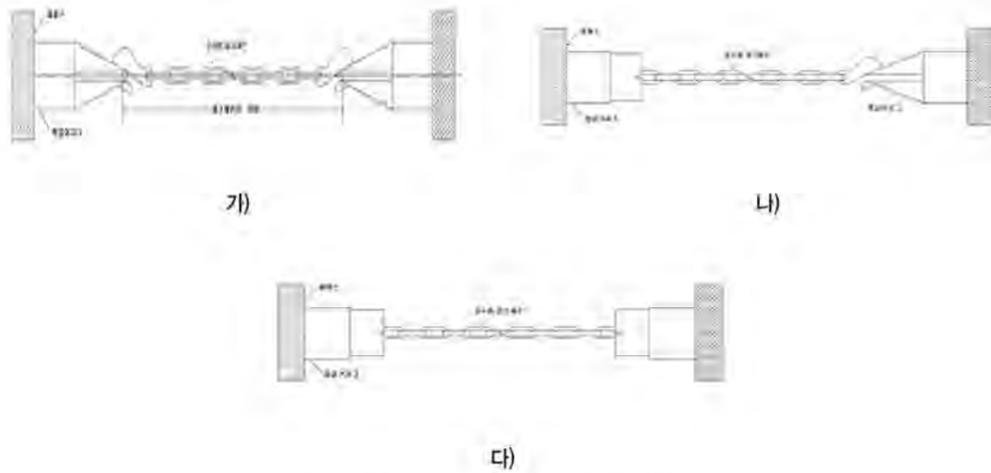
3) 성능

달기체인의 인장강도는 16,000N 이상이어야 한다.

4) 시험

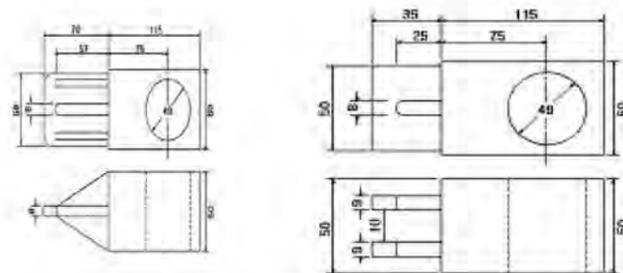
가. 달기체인인 인장시험방법은 다음 각 세목의 규정에 따른다.

- 1) 그림 4의가) 또는 나)에 나타난 바와 같이 혹걸기지그를 사용하거나 혹걸기지그 및 링걸기지그를 사용하여 달기체인을 시험기에 부착시켜 인장하중을 가하여 당해 각 부분의 하중의 최대값을 측정할 것(재하 속도는 8±0.1mm/min이어야 한다)
- 2) 달기체인을 둘 이상의 부분으로 구분하고 그림 4의 나) 또는 다)에 나타난 바와 같이 혹걸기지그 및 링걸기지그를 사용하거나 링걸기지그를 사용하여 구분된 각 부분의 전부를 순차대로 시험기에 부착시키고 인장하중을 가하여 당해 각 부분의 하중의 최대값을 측정할 것(재하 속도는 8±0.1mm/min이어야 한다)



[그림 118] 달기체인인 인장시험

나. 가목의 시험에 사용하는 혹걸기지그 및 링걸기지그는 재료가 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400에 적합한 강재로서 그림 5에 표시한 치수이어야 한다.



[그림 119] 혹걸기지그 및 링걸기지그

단위 : mm

5. 달기틀

1) 재료

가. 달기틀의 재료는 표 6의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

〈표 74〉 달기틀의 재료

구성부분	재 질
강관	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK400 또는 KS D 3568(일반구조용 각종 강관)의 SPSR400
강판	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHC
형강	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330

나. 달기틀의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

2) 구조

달기틀은 달대, 보 및 난간기둥이 용접 등에 의하여 일체화된 구조 이어야 하며 다음 각 목과 같이 한다.

- 가. 보에서 작업발판을 설치할 수 있는 부분의 길이는 400mm 이상 600mm 이하일 것
- 나. 난간기둥의 높이는 작업바닥면의 윗면에서 난간 기둥의 끝단까지로 하며 1,000mm 이상일 것
- 다. 난간 기둥에는 보의 윗면에서 중심간격 450mm 이내마다 난간 체결부가 있어야 하며 최상단의 난간 체결부는 보의 윗면에서 900mm 이상의 높이에 있을 것

3) 성능

달기틀의 시험성능기준은 표 7의 규정에 따른다.

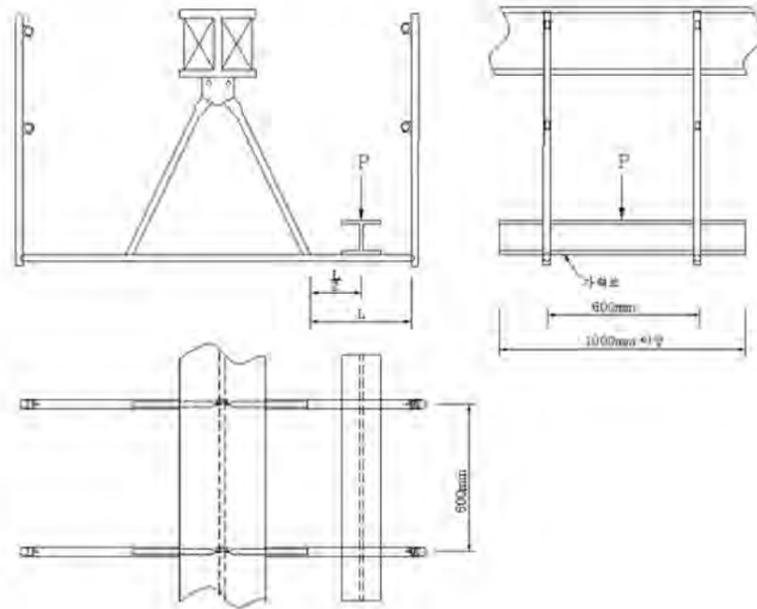
〈표 75〉 달기틀의 시험성능기준

항 목	시험성능기준
처짐량	30mm 이하
휨강도	10,000N 이상
수평이동량	100mm 이하

4) 시험

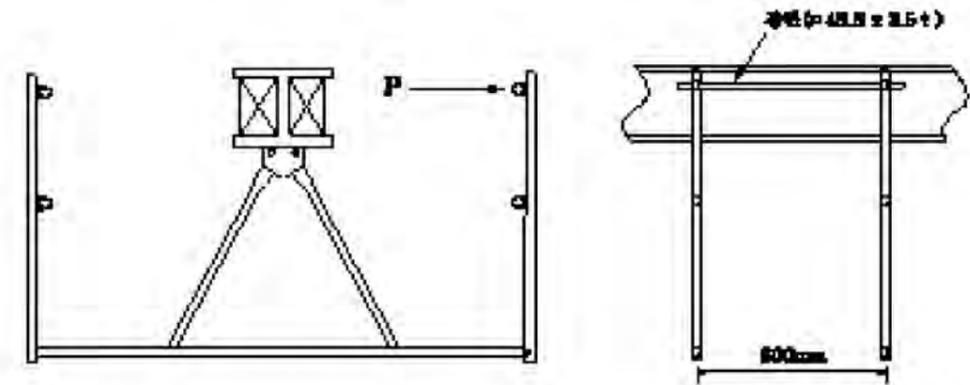
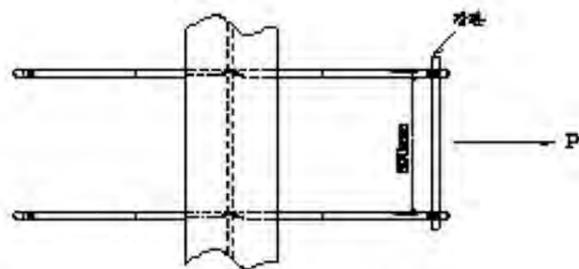
가. 달기들의 시험방법은 다음 각 세목과 같이 한다.

1) 달기들의 처짐 및 휨시험은 그림 6과 같이 2개의 달기들을 600mm의 간격으로 H형강에 부착시켜 2개의 달기들 유효부의 중앙에 걸친 가력보의 중앙에 4,000N의 수직하중을 가하여 달기들 유효부 중앙의 처짐량을 구하고 하중을 계속 가하여 하중의 최대값을 측정할 것 (재하 속도는 25~30mm/min 이하이어야 한다)



[그림 120] 달기들의 처짐 및 휨 시험

2) 난간기둥의 수평이동량 시험은 그림 7과 같이 2개의 달기들을 600mm의 간격으로 H형강 지그에 부착시켜 각각의 난간기둥의 난간체결부에 한 개의 강관을 부착하고 그 중앙에 보와 평행으로 외측방향에 800N의 수평하중을 가하여 각각의 난간기둥의 수평이동량을 측정할 것(재하 속도는 25~30mm/min 이하이어야 한다)

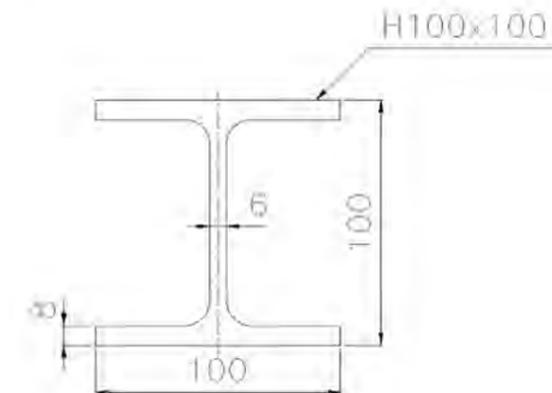


[그림 121] 난간기둥의 수평이동량 시험

나. 이 시험에 사용하는 가력보, 단관비계용 강관 및 H형강 지그는 다음 각 세목의 규정에 적합해야 한다.

1) 가력보

- 가) KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400에 적합한 강재일 것
- 나) 그림 8에 표시하는 치수일 것



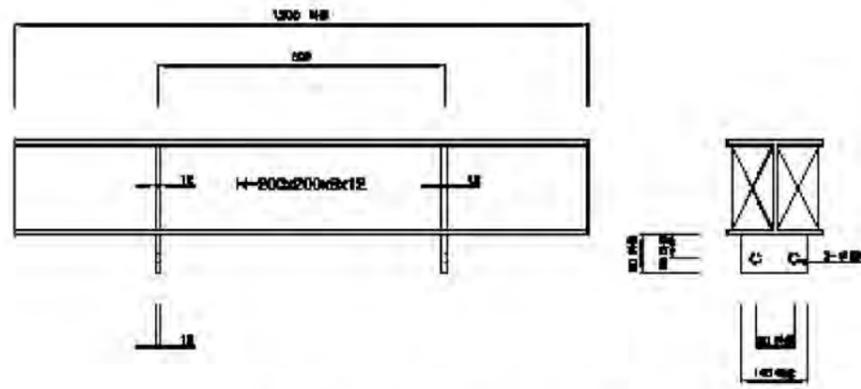
[그림 122] 가력보 구조

2) 단관비계용 강관

KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK500에 적합한 것일 것

3) H형강 지그

KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400에 적합한 강재일 것



[그림 123] H형강 지그의 구조

6. 방호선반

1) 재료

방호선반의 재료는 다음 각 목과 같이 한다.

- 가. 방호선반의 재료는 표 8의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

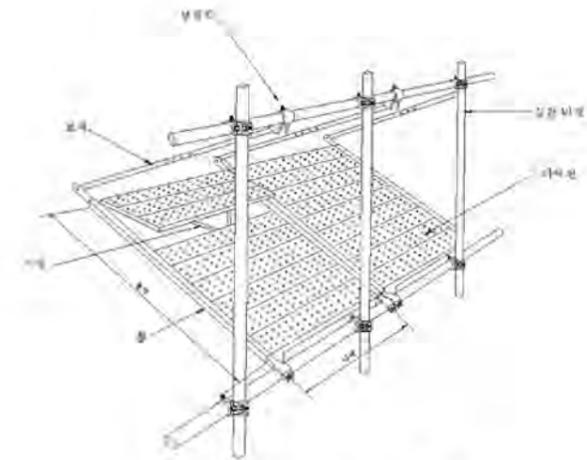
<표 76> 방호선반의 재료

구성 부분	재 질
바닥판	KS D 3506(용융아연도금 강판 및 강대)의 SGH400
틀	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHD
보재 및 가새	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330 또는 KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK500
상·하 브래킷	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHD

- 나. 방호선반은 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

2) 구조

방호선반은 그림 5와 같이 틀에 가새를 조립한 상태에서 바닥판을 끼워 만든 것으로 다음 각 목과 같이 한다.



[그림 124] 방호선반(참조그림)

- 가. 방호선반을 구성하는 부재는 표 9에 적합하거나 이와 동등 이상의 단면성능 이상이어야 한다.

<표 77> 방호선반 부재의 치수

구성 부분		치 수
틀	외형	길이 : 3,000mm 이상, 3,100mm 이하 나비 : 1,000mm 이상, 2,000mm 이하
	ㄷ 형강	65×65, 두께 3.2mm 이상
보재		Φ25, 두께 2.1mm 이상 또는 와이어로프 Φ9mm 이상
가새		Φ25, 두께 2.1mm 이상
바닥판		길이 : 1,000mm 이상, 2,000mm 이하 나비 : 250mm 이상, 500mm 이하
상·하 브래킷		철판 두께 4.5mm 이상

- 나. 틀은 ㄷ형이어야 하며 단변 중 1변은 바닥판을 끼울 수 있도록 열린 것이거나 이와 유사한 구조로 바닥판을 견고하게 고정시킬 수 있어야 한다.
- 다. 바닥판 전체에는 강풍, 돌풍에 안전하도록 지름 12mm 이하인 구멍이 뚫린 구조이어야 한다.
- 라. 각 부재는 조립이 가능한 구조이어야 한다.
- 마. 조립, 해체 시 방호선반 위에서 작업이 가능하도록 견고한 구조이어야 한다.
- 바. 가새는 방호선반에 대각선으로 설치되는 구조이어야 한다.

3) 성능

방호선반의 시험성능기준은 표 10의 규정에 따른다.

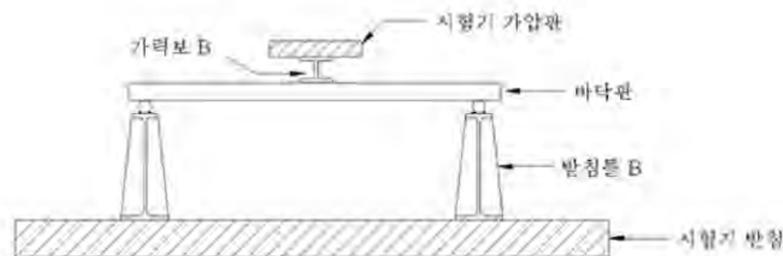
〈표 78〉 방호선반의 시험성능기준

항 목		시험성능기준
바닥판	수직처짐량	11mm 이하
	휨강도	나비(mm)×7N 이상

4) 시험

방호선반은 다음 각 목과 같이 한다.

가. 바닥판의 휨시험은 그림 10과 같이 받침틀 B를 사용하여 바닥판을 설치하고 가력보 B의 중앙에 나비(mm)×2N의 수직 하중을 가하여 바닥판 중앙부의 수직 처짐량을 측정한 후 계속하여 하중을 가하여 최대값을 측정해야 한다.(이 경우 지점 사이의 거리는 바닥판 길이의 90%로 하고 재하 속도는 8±0.1mm/min로 하며 가력보 B의 길이는 바닥판의 나비 이상이어야 한다)



[그림 125] 바닥판의 휨시험

나. 이 시험에 사용하는 가력보 B 및 받침틀 B는 각각 별표 8의3 제2호 및 제3호의 기준에 적합해야 한다.

7. 엘리베이터 개구부용 난간틀

1) 재료

엘리베이터 개구부용 난간틀의 재료는 다음 각 목과 같이 한다.

가. 엘리베이터 개구부용 난간틀(이하 “난간틀”이라 한다)의 재료는 표 11의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

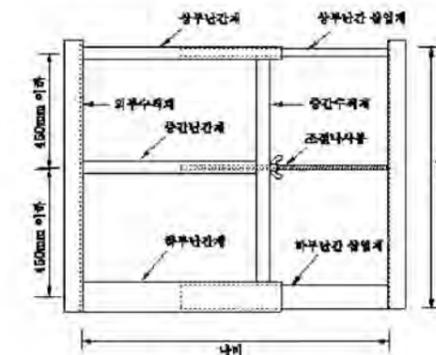
〈표 79〉 난간틀의 재료

구성 부분	재 질
외부수직재	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
중간수직재, 상부난간재, 하부난간재, 상부난간 삽입재, 하부난간 삽입재	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330 또는 KS D 3568(일반구조용 각형강관)의 SPSR400
중간난간재	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK400 또는 KS D 3568(일반구조용 각형강관)의 SPSR400
조절나사봉	KS D 3752(기계구조용 탄소강재)의 SM20C

나. 난간틀 각 부는 현저한 손상·변형 또는 부식이 없어야 한다.

2) 구조

난간틀은 그림 6과 같이 수직재, 난간재 등의 구성 부분이 용접 또는 절곡 가공 등에 의하여 일체화된 구조이어야 하며 다음 각 목의 규정에 적합해야 한다.



[그림 126] 난간틀

가. 난간틀을 구성하는 부분은 표 12의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 단면 성능을 가진 것을 사용해야 한다.

〈표 80〉 난간들의 치수

구성 부분	치 수
외부수직재	L - 50×50mm
중간수직재	ㄷ - 25×25mm 또는 L - 30×30mm
상부난간재	ㄷ - 25×25mm
상부난간 삽입재	ㄷ - 20×20mm
중간난간재	∅ 34mm 또는 ㄷ - 30×30mm
하부난간재	┌ - 110×25×20mm
하부난간 삽입재	ㄷ - 100×20mm 또는 ┌ - 100×20×20mm

- 나. 외부 수직재는 L형강 형태로 모서리부에 밀착 가능한 구조이어야 한다.
- 다. 난간들의 높이는 900mm 이상 1,500mm 이하이어야 하고 나비는 900mm에서 1,400mm까지 조절이 가능할 것이어야 한다.
- 라. 난간재 사이의 중심 간격은 450mm 이내일 것이어야 한다.
- 마. 조절나사봉의 바깥지름은 16mm 이상이어야 하며 중간 난간재에서 이탈되지 않을 것이어야 한다.
- 바. 상부 난간재와 하부 난간재의 길이는 750mm 이상일 것이어야 한다.
- 사. 난간들의 나비를 최대로 하였을 때 난간재와 난간 삽입관의 겹침길이는 100mm 이상일 것이어야 한다.

3) 성능

난간들의 시험성능기준은 표 13의 규정과 같이 한다.

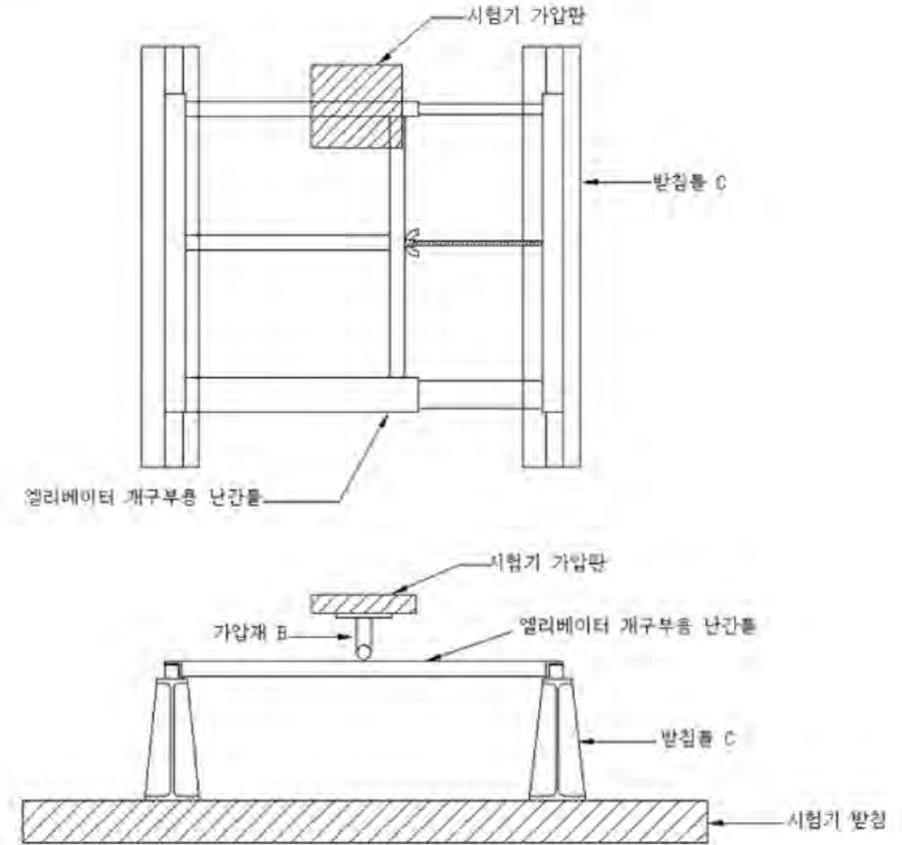
〈표 81〉 난간들의 시험성능기준

항 목	시험성능기준
처짐량	50mm 이하
힘강도	파괴되지 않을 것

4) 시험

가. 난간들의 처짐 및 휨시험은 그림 11과 같이 난간들을 최대나비로 조절한 후 받침틀 C 위에 설치한 상태에서 상부난간재의 중앙부에 1,000N의 집중하중을 가하였을 때의 수

직 처짐량을 구하고 1,600 N의 집중하중을 가하였을 때 파괴유무를 조사해야 한다.(이 경우 재하 속도는 8±0.1mm/min이어야 한다)



[그림 127] 난간들의 처짐 및 휨시험

나. 이 시험에 사용하는 받침틀 C 및 가압재 B는 각각 별표 8의3 제3호 및 제4호의 기준에 적합해야 한다.

8. 측벽용 브래킷

1) 재료

측벽용 브래킷의 재료는 다음 각 목과 같이 한다.

가. 측벽용 브래킷의 재료는 표 14의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

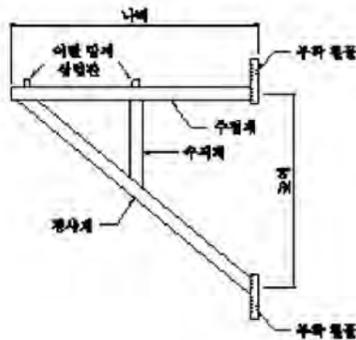
〈표 82〉 측벽용 브래킷의 재료

구성 부분		재 질
수평재, 수직재, 경사재		KS D 3568(일반구조용 각형강관)의 SPSR400 또는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
부착 철물	볼트, 너트, 핀 등	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
	기타의 부분	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHD

나. 측벽용 브래킷의 각 부분은 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다.

2) 구조

측벽용 브래킷은 그림 7과 같이 수평재, 수직재 및 경사재와 부착철물로 구성되며 다음 각 목의 규정과 같이 한다.



[그림 128] 측벽용 브래킷 구조(참조그림)

- 가. 측벽용 브래킷의 수평재 나비 및 높이는 900mm 이상, 1,200mm 이하이어야 한다.
- 나. 부착철물의 강판의 두께는 6.0mm 이상이어야 한다.
- 다. 부착철물의 볼트지름은 나사산을 포함하여 16mm 이상이어야 한다.
- 라. 수평재에는 강관비계 기둥재의 탈락을 방지하기 위한 이탈방지 삽입관이 있어야 하며, 삽입관의 높이는 30mm 이상이어야 한다

3) 성능

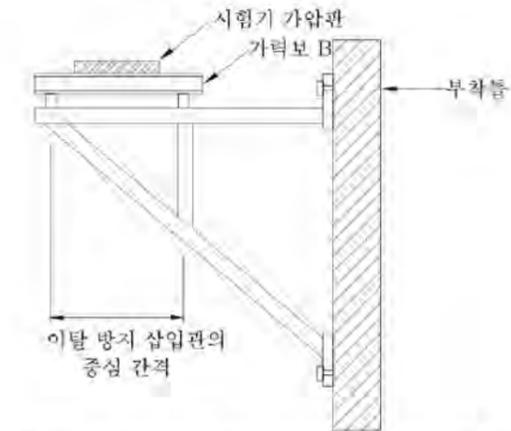
측벽용 브래킷의 시험성능기준은 표 15의 규정에 따른다.

〈표 83〉 측벽용 브래킷의 시험성능기준

항 목	시험성능기준
수직처짐량	10mm 이하
최대하중	52,800N 이상

4) 시험

가. 측벽용 브래킷의 처짐 및 강도시험은 그림 12와 같이 부착틀에 측벽용 브래킷을 부착시켜 두 점의 이탈방지 삽입관 위치를 지점으로 하여 가력보 B의 중앙을 가력하여 하중 (P)이 15,000N일 때 수평재 끝단 하부에서 수직 처짐량을 측정한 후 계속 가력하여 하중의 최대값을 측정해야 한다.(이 경우 재하 속도는 8±0.1mm/min이어야 한다)



[그림 129] 측벽용 브래킷의 처짐 및 강도시험

나. 이 시험에 사용하는 가력보 B 및 부착틀은 각각 별표 8의3 제2호 및 제6호의 기준에 적합해야 한다.

부록 B 가설무대 관련 법령 건축법

[시행 2014.11.29.]

[법률 제12701호, 2014.5.28., 일부개정]

국토교통부(건축정책과) 044-201-3763

제20조(가설건축물) ① 도시·군계획시설 및 도시·군계획시설예정지에서 가설건축물을 건축하려는 자는 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장의 허가를 받아야 한다. <개정 2011.4.14., 2014.1.14.>

② 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장은 해당 가설건축물의 건축이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우가 아니면 제1항에 따른 허가를 하여야 한다. <신설 2014.1.14.>

1. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제64조에 위배되는 경우
2. 4층 이상인 경우
3. 구조, 존치기간, 설치목적 및 다른 시설 설치 필요성 등에 관하여 대통령령으로 정하는 기준의 범위에서 조례로 정하는 바에 따르지 아니한 경우
4. 그 밖에 이 법 또는 다른 법령에 따른 제한규정을 위반하는 경우

③ 제1항에도 불구하고 재해복구, 흥행, 전람회, 공사용 가설건축물 등 대통령령으로 정하는 용도의 가설건축물을 축조하려는 자는 대통령령으로 정하는 존치 기간, 설치 기준 및 절차에 따라 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장에게 신고한 후 착공하여야 한다. <개정 2014.1.14.>

④ 제1항과 제3항에 따른 가설건축물을 건축하거나 축조할 때에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 제25조, 제38조부터 제42조까지, 제44조부터 제50조까지, 제50조의2, 제51조부터 제64조까지, 제67조, 제68조와 「녹색건축물 조성 지원법」 제15조 및 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제76조 중 일부 규정을 적용하지 아니한다. <개정 2014.1.14.>

⑤ 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장은 제1항부터 제3항까지의 규정에 따라 가설건축물의 건축을 허가하거나 축조신고를 받은 경우 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 가설건축물대장에 이를 기재하여 관리하여야 한다. <개정 2013.3.23., 2014.1.14.>

제111조(벌칙) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 500만원 이하의 벌금에 처한다. <개정 2009.2.6., 2014.1.14., 2014.5.28.>

1. 제14조, 제16조(변경신고 사항만 해당한다), 제20조제3항, 제21조제1항 또는 제22조제1항에 따른 신고 또는 신청을 하지 아니하거나 거짓으로 신고하거나 신청한 자

건축법 시행령

제15조(가설건축물) ① 법 제20조제2항제3호에서 "대통령령으로 정하는 기준"이란 다음 각 호의 기준을 말한다. <개정 2012.4.10., 2014.10.14.>

1. 철근콘크리트조 또는 철골철근콘크리트조가 아닐 것
 2. 존치기간은 3년 이내일 것. 다만, 도시·군계획사업이 시행될 때까지 그 기간을 연장할 수 있다.
 3. 전기·수도·가스 등 새로운 간선 공급설비의 설치를 필요로 하지 아닐 것
 4. 공동주택·판매시설·운수시설 등으로서 분양을 목적으로 건축하는 건축물이 아닐 것
- ② 제1항에 따른 가설건축물에 대하여는 법 제38조를 적용하지 아니한다.
- ③ 제1항에 따른 가설건축물 중 시장의 공지 또는 도로에 설치하는 차양시설에 대하여는 법 제46조 및 법 제55조를 적용하지 아니한다.
- ④ 제1항에 따른 가설건축물을 도시·군계획 예정 도로에 건축하는 경우에는 법 제45조부터 제47조를 적용하지 아니한다. <개정 2012.4.10.>
- ⑤ 법 제20조제3항에서 "재해복구, 흥행, 전람회, 공사용 가설건축물 등 대통령령으로 정하는 용도의 가설건축물"이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. <개정 2009.6.30., 2009.7.16., 2010.2.18., 2011.6.29., 2013.5.31., 2014.10.14., 2014.11.11.>
1. 재해가 발생한 구역 또는 그 인접구역으로서 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장이 지정하는 구역에서 일시사용을 위하여 건축하는 것
 2. 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장이 도시미관이나 교통소통에 지장이 없다고 인정하는 가설흥행장, 가설전람회장, 농·수·축산물 직거래용 가설점포, 그 밖에 이와 비슷한 것
 3. 공사에 필요한 규모의 공사용 가설건축물 및 공작물
 4. 전시를 위한 견본주택이나 그 밖에 이와 비슷한 것
 5. 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장이 도로변 등의 미관정비를 위하여 지정·광고하는 구역에서 축조하는 가설점포(물건 등의 판매를 목적으로 하는 것을 말한다)로서 안전·방화 및 위생에 지장이 없는 것
 6. 조립식 구조로 된 경비용으로 쓰는 가설건축물로서 연면적이 10제곱m 이하인 것
 7. 조립식 경량구조로 된 외벽이 없는 임시 자동차 차고
 8. 컨테이너 또는 이와 비슷한 것으로 된 가설건축물로서 임시사무실·임시창고 또는 임시숙소로 사용되는 것(건축물의 옥상에 축조하는 것은 제외한다. 다만, 2009년 7월 1일부터 2015년 6월 30일까지 공장의 옥상에 축조하는 것은 포함한다)

9. 도시지역 중 주거지역·상업지역 또는 공업지역에 설치하는 농업·어업용 비닐하우스로서 연면적이 100제곱m 이상인 것
 10. 연면적이 100제곱m 이상인 간이축사용, 가축분뇨처리용, 가축운동용, 가축의 비가림용 비닐하우스 또는 천막(벽 또는 지붕이 합성수지 재질로 된 것을 포함한다)구조 건축물
 11. 농업·어업용 고정식 온실 및 간이작업장, 가축양육실
 12. 물품저장용, 간이포장용, 간이수선작업용 등으로 쓰기 위하여 공장 또는 창고시설에 설치하거나 인접 대지에 설치하는 천막(벽 또는 지붕이 합성수지 재질로 된 것을 포함한다), 그 밖에 이와 비슷한 것
 13. 유원지, 종합휴양업 사업지역 등에서 한시적인 관광·문화행사 등을 목적으로 천막 또는 경량구조로 설치하는 것
 14. 「관광진흥법」 제2조제11호에 따른 관광특구에 설치하는 야외전시시설 및 촬영시설
 15. 그 밖에 제1호부터 제14호까지의 규정에 해당하는 것과 비슷한 것으로서 건축조례로 정하는 건축물
- ⑥ 법 제20조제4항에 따라 제5항에 따른 가설건축물을 건축하는 경우에는 법 제25조, 제38조부터 제58조까지, 제60조부터 제62조까지, 제64조, 제67조 및 제68조와 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제76조를 적용하지 아니한다. 다만, 법 제48조, 제49조 및 제61조는 다음 각 호에 따른 경우에만 적용하지 아니한다. <개정 2009.7.16., 2010.12.13., 2012.12.12., 2014.10.14.>
1. 법 제48조 및 제49조를 적용하지 아니하는 경우: 3층 이상의 가설건축물을 건축하는 경우로서 지방건축위원회의 심의 결과 구조 및 피난에 관한 안전성이 인정된 경우
 2. 법 제61조를 적용하지 아니하는 경우: 정북방향으로 접하고 있는 대지의 소유자와 합의한 경우
- ⑦ 법 제20조제3항에 따라 신고하여야 하는 가설건축물의 존치기간은 3년 이내로 한다. 다만, 제5항제3호의 공사용 가설건축물 및 공작물의 경우에는 해당 공사의 완료일까지의 기간을 말한다. <개정 2014.10.14., 2014.11.11.>
- ⑧ 법 제20조제3항에 따라 신고하여야 하는 가설건축물을 축조하려는 자는 국토교통부령으로 정하는 가설건축물 축조신고서에 관계 서류를 첨부하여 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다. 다만, 건축물의 건축허가를 신청할 때 건축물의 건축에 관한 사항과 함께 공사용 가설건축물의 건축에 관한 사항을 제출한 경우에는 가설건축물 축조신고서의 제출을 생략한다. <개정 2013.3.23., 2014.10.14.>
- ⑨ 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장은 제8항에 따른 가설건축물 축조신고서를 제출받았으면 그 내용을 확인한 후 국토교통부령으로 정하는 가설건축물 축조신고증명서를 신고인에게 발급하여야 한다. <개정 2013.3.23., 2014.10.14.>

⑩ 삭제 <2010.2.18.>

[전문개정 2008.10.29.]

제15조의2(가설건축물의 존치기간 연장) ① 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장은 법 제20조에 따른 가설건축물의 존치기간 만료일 30일 전까지 해당 가설건축물의 건축주에게 다음 각 호의 사항을 알려야 한다. <개정 2014.10.14.>

- 1. 존치기간 만료일
- 2. 존치기간 연장 가능 여부
- 3. 제15조의3에 따라 존치기간이 연장될 수 있다는 사실(공장에 설치한 가설건축물에 한정한다)

② 존치기간을 연장하려는 가설건축물의 건축주는 다음 각 호의 구분에 따라 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장에게 허가를 신청하거나 신고하여야 한다. <개정 2014.10.14.>

- 1. 허가 대상 가설건축물: 존치기간 만료일 14일 전까지 허가 신청
- 2. 신고 대상 가설건축물: 존치기간 만료일 7일 전까지 신고

[본조신설 2010.2.18.]

제15조의3(공장에 설치한 가설건축물의 존치기간 연장) 제15조의2제2항에도 불구하고 다음 각 호의 요건을 모두 충족하는 가설건축물로서 건축주가 제15조의2제2항의 구분에 따른 기간까지 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장에게 그 존치기간의 연장을 원하지 않는다는 사실을 통지하지 아니하는 경우에는 기존 가설건축물과 동일한 기간으로 존치기간을 연장한 것으로 본다. <개정 2014.10.14.>

- 1. 공장에 설치한 가설건축물일 것
- 2. 존치기간 연장이 가능한 가설건축물일 것

[본조신설 2010.2.18.]

건축법 시행규칙

[시행 2014.11.29.]

[국토교통부령 제147호, 2014.11.28., 일부개정]

국토교통부(건축정책과) 044-201-3763

제13조(가설건축물) ① 법 제20조제3항에 따라 신고하여야 하는 가설건축물을 축조하려는

자는 영 제15조제8항에 따라 별지 제8호서식의 가설건축물축조신고서(전자문서로 된 신고서를 포함한다)에 배치도·평면도 및 대지사용승낙서(다른 사람이 소유한 대지인 경우만 해당한다)를 첨부하여 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다. <개정 1996.1.18., 1999.5.11., 2004.11.29., 2005.7.18., 2006.5.12., 2008.12.11., 2011.6.29., 2014.10.15.>

② 영 제15조제9항에 따른 가설건축물축조신고필증은 별지 제9호서식에 따른다. <개정 2006.5.12.>

③ 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장은 법 제20조제1항 또는 제3항에 따라 가설건축물의 건축허가신청 또는 축조신고를 접수한 경우에는 별지 제10호서식의 가설건축물관리대장에 이를 기재하고 관리하여야 한다. <개정 1996.1.18., 1999.5.11., 2006.5.12., 2008.12.11., 2011.6.29., 2014.10.15.>

④ 가설건축물의 소유자나 가설건축물에 대한 이해관계자는 제3항의 규정에 의한 가설건축물관리대장을 열람할 수 있다. <신설 1998.9.29., 1999.5.11.>

⑤ 영 제15조제7항의 규정에 의하여 가설건축물의 존치기간을 연장하고자 하는 자는 별지 제11호서식의 가설건축물존치기간연장신고서(전자문서로 된 신고서를 포함한다)를 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다. <신설 1999.5.11., 2004.11.29., 2005.7.18., 2011.6.29., 2014.10.15.>

⑥ 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장은 제5항의 규정에 의한 가설건축물존치기간 연장신고서를 받은 때에는 그 기재내용을 확인한 후 별지 제12호서식의 가설건축물존치기간연장신고필증을 신고인에게 발급하여야 한다. <신설 1999.5.11., 2011.6.29., 2014.10.15.>

⑦ 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장은 가설건축물이 법령에 적합하지 아니하게 된 경우에는 제3항에 따른 가설건축물관리대장의 기타 사항란에 다음 각 호

의 사항을 표시하고, 제2호의 위반내용이 시정된 경우에는 그 내용을 적어야 한다. <신설
2011.4.7., 2011.6.29., 2014.10.15.>

1. 위반일자
2. 위반내용

부록 C 야외공연장 관련 미국 표준 (2006년판)

서문

(본 서문의 내용에는 의무 요건이 없으며 E1.21의 일부가 아님.)

그간 엔터테인먼트 산업에서는 가설 무대 지붕에 관한 구체적인 미국 표준이 없었다. 사용 및 용도에 따라서는 타 ANSI 표준이 적용될 수 있다는 점에 유의해야 한다. 업계의 안전 및 표준 개선의 일환으로 엔터테인먼트 서비스 기술협회(ESTA)는 표준안 마련을 위해 일련의 회의를 소집했다.

본 표준의 초안을 만드는 과정에서 설계 규정의 집행은 적절한 자격과 경험 있는 전문가들에게 위탁하고, 제작 및 이용은 자격 있고 적절한 경험 있는 사람들과 업체가 수행하는 것으로 하였다.

이 표준은 일련의 조정된 규칙을 제공하며 정부와 기타 본 표준의 대상이 되는 장비의 보호 및 검사를 책임지는 규제기관들과 시당국에 가이드 역할을 할 수 있다. 사고 예방 관련 제안은 의무 및 권고 규정으로 제시되어 있다. 고용주는 직원들에게 양 규정의 준수를 요구할 수 있다.

안전 규칙과 표준의 목적은 공공 안전 강화에 있다. 개정은 위원회가 기술 진보, 새로운 자료 발생, 변화하는 환경 및 산업 필요성과 같은 요인을 검토하여 이루어진다.

표준의 개정은 이전 판의 내용이 미흡함을 의미하는 것이 아니다.

본 표준을 준수하는 것이 법적 의무가 면제되는 것은 아니다. 본 문서는 부록에 주석을 이용하여 특정 항의 요건, 개념이나, 목적에 관한 참고 정보를 추가로 제공한다. 해당되는 부록 주석이 첨부된 내용은 별표(*) 부호로 식별되고 관련 참조 텍스트는 부록 A, 총평에서 볼 수 있으며, 참조 텍스트 항 번호로 식별된다. 예를 들어, 3.2항의 부록 주석은 부록 A, 총평에서 A.3.2로 식별된다. 부록의 주석은 정보용일 뿐이며 본 표준의 의무 요건을 가감하지 않는다.

1. 범위

본 문서는 최소한의 설계 수준과 야외 공연 연출 시 무대 공간 및 지원 장비 보호용 지반 지지용 고가 가설물의 설계, 제작, 사용 및 정비에 관한 성능 요소를 정한다.

본 표준 범위 내의 구조물은 구조 부재가 강철탑, 트러스 및 입체 골조인 구조물이다. 인장을 받는 다수의 구조 부재가 케이블과 같은 가요성 부재로 만들어진 막구조물과 기타 구조물은 본 표준의 범위에 포함되어 있지 않다. 본 문서는 이들 구조물의 강성과 구조적 신뢰성 보장을 위한 가이드를 제공하며 화재 안전 및 출구 문제는 다루지 않는다.

2. 정의

2.1 ASCE : 미국토목엔지니어협회.

2.2 허용 하중 : 지중(즉, 조명, 사운드, 시청각 장비, 지주, 무대 장치 등)외, 구조물에 가해지는 최대 정등가 하중

2.3 AWS : 미국용접협회.

2.4 베이스 플레이트 : 축하중을 현장의 지지재에 분산시키는 구조물의 구성품이나 부품.

2.5 장애물 : 구조물의 일부나 탑재물의 일부든 구조물 안팎의 기류를 막거나 변경시키는 물체.

2.6 좌굴 : 압축 부재가 대개 갑자기 축하중을 받는 원래의 중심선에서부터 영구 횡변위를 보이는 현상.

2.7 감독자 : 작업장 내에서 현존하며 예측 가능한 위험을 식별할 수 있는 능력이 있고 신속한 시정 조치를 취해 이를 제거할 권한이 있는 사람.

2.8 구성품 : 전체의 부분들.

2.9 소모재 : 사용하면서 고갈되는 공급품(예, 용접봉).

2.10 손상 : 구조 구성품의 사용에 악영향을 미치는 상태(대개 하중 지지력).

2.11 사하중 : 구조물 전체와 필요한 구성품 및 덮개의 자중.

2.12 디자이너 : 구조물의 도면을 만드는 사람.

2.13 경사재 : 메인 코드와 각을 이루는 트러스나 탑 모듈의 요소.

2.14 유효 풍역 : 바람에 노출된 표면적.

2.15 사건 : 일개 이상의 구조 부재에 가해지거나 가해질 수 있는 손상의 발생.

2.16 활하중 : 자중 외에 구조물이 지지하는 가변 하중이나 중량.

2.17 록 오프 : 리프팅 장치와는 별개로 구조물의 허용 하중을 고정된 위치에서 지지하는 수단.

2.18 제조업체 : 가설 무대 지붕 설비를 제작하는 사람이나 회사.

2.19 모듈 : 전체가 인장 및 압축 부재로 구축되어 하중 시에도 안정될 수 있게 패널로 배열된 개별 프레임 구조물.

2.20 MPH : 시간당 마일.

2.21 직교 : 직각으로 구성된.

2.22 탑재물 : 구조물이 지지하는 가변 하중이나 중량.

2.23 폰딩 : 표면에서 배수되지 않는 물의 축적 현상.

2.24 유자격자 : 공인 학위나 전문 면허를 보유하거나 폭넓은 지식, 교육 및 경험에 의해 현안과 작업 관련 문제를 성공적으로 해결하는 능력을 입증한 사람.

2.25 **상시 사용** : 통상의 반복적 사용

2.26 **반복적 사용** : 복수의 상황에서 조립, 해체된 지붕 구조물의 구성품.

2.27 **Shall** : 규칙은 의무적이며 따라야 한다는 점을 나타냄.

2.28 **Should** : 규칙은 권장 사항이며, 그 권장 가능성은 각 상황의 사실과 상태에 달려 있음을 나타냄.

2.29 **스킨** : 트러스 구조물의 덮개(통상 지붕 시스템 위).

2.30 **솔 플레이트** : 다른 부분들을 지지하거나 고정시키는 기초 프레임이나 부분.

2.31 **적재하중** : 비, 눈, 얼음 등과 관련된 하중.

2.32 **일시적** : 6주 미만인 기간.

2.33 **탑** : 주로 축하중(대개 사각이나 삼각의)을 지지하기 위해 연직으로 조립된 1개 또는 그 이상의 모듈.

2.34 **트러스** : 일정 거리(일반적으로 수평)에 걸쳐 주로 휨 상태로 하중을 지지하기 위해 조립된 1개 또는 그 이상의 모듈.

2.35 **사용자** : 사용자는 지붕 구조물을 조립하거나 사용하는 사람이나 회사로서 안전한 조립, 적절한 사용 및 안전한 해체 책임이 있음.

3. 설계와 엔지니어링

3.1 목적

이 표준 본 항의 목적은 일시적, 해체 가능한 구조물을 설계해야 하는 최소한의 기준을 제공하는 데 있다. 이 항에서는 본 표준과 함께 사용되는 다양한 표준들이 인용된다.

3.2 설계

3.2.1 설계는 확립된 엔지니어링 방식에 따라 수행되어야 한다.

3.2.2 일시적, 해체 가능한 지붕 구조물은 일정한 하중을 지지하도록 참조 표준에 따라 설계되어야 한다.

3.2.3 모든 관련 표준은 지붕 구조의 설계에 이용해야 하며 의도하는 사용 조건에 따라야 한다. 여기에는 다음 표준과 문서들의 최근 버전 등이 포함된다.

3.2.3.1 ASCE 7, "건물과 기타 구조물용 최소 설계 하중"

3.2.3.2 ASCE 37, "건축 중 구조물에 가해지는 설계 하중", 6항에 한함.

3.2.3.3 ANSI E1.2, 엔터테인먼트 기술 - 알루미늄 트러스와 탑의 설계, 제작 및 사용

3.2.3.4 ASCE 19 "건물용 스틸 케이블의 구조적 응용".

3.2.3.5 알루미늄협회, "알루미늄 구조물의 명세와 지침"

3.2.3.6 미국철강건설협회(AISC) - "구조강 건축물의 설계, 제작 및 조립 명세서".

3.2.3.7 미국철강건설협회, "철 건축물과 교량용 표준 이행 규정"

3.2.3.8 미국철강건설협회 "철강 건설의 허용 응력 설계 매뉴얼"

3.2.3.9 미국철강건설협회, "철강 건설의 하중 및 저항계수 설계 매뉴얼"

3.2.3.10 IBC, 국제건축법규,

3.2.4 용접은 적절한 AWS 표준의 최신 버전에 따라 설계, 세부 시공해야 한다.

3.2.5 첩쇠는 관련 표준에 따라 설계되어야 한다.

3.2.6 콘크리트 공사와 시험은 미국콘크리트협회(ACI) 301, "건축물용 구조 콘크리트 명세서 f"의 제반 요건을 따라야 한다.

3.2.7 설계 시 고려되는 모든 사용 조건은 엔지니어링 문서에 그 개요를 명확히 설명해야 한다.

3.2.8 개별 구성품이나 부속품들의 강도는 하중 계수 저항 설계나 허용 응력 설계 방식이나 물리적 시험을 이용하여 입증할 수 있다.

3.2.9 바람이나 사하중과 결합된 바람의 허용 응력 증대는 허용되지 않는다

3.3 분석

3.3.1 의도하는 하중 조건에 따른 지붕 구조의 분석은 계산, 모델링, 물리적 시험이나 이들 방식을 조합하여 수행할 수 있다.

3.3.2 분석은 사용 지침 내에서 있을 수 있는 최악의 조합, 적용 및 하중과 영향의 형상을 고려해야 한다. 하중 조합은 ANSI / ASCE 7이나 해당 건축법을 참고하여 결정해야 한다.

3.3.3 사용 지침 내 모든 응용을 위해서는 전반적인 구조적 안정성과 가새 요건을 고려해야 한다.

3.3.4 요소와 모듈 연결부 편심의 영향을 고려해야 한다.

3.3.5 설계 하중으로 인한 개별 구조 부재들의 변위와 지붕 구조의 전반적인 변위는 구조 계산 내에서 결정해야 한다.

3.3.6 구조 부재들의 허용 변위는 빗물의 폰딩이 발생하지 않을 정도가 되도록 해야 한다.

3.4 엔지니어링 문서

3.4.1 지붕 구조의 대체적인 배치 도면뿐 아니라, 구조 부재의 엔지니어링 도면을 작성하고 유지해야 한다.

3.4.2 엔지니어링 도면에는 치수, 구성품, 소조립품, 자재 종류, 첩쇠 종류와 규격, 용접 사이즈와 종류 및 용접 소모품들이 포함되어야 한다.

3.4.3 엔지니어링 계산, 설계 노트와/또는 시험 결과를 작성, 유지하여 의도하는 하중 조건과 사용에 있어 본 표준을 준수하는지 입증해야 한다.

3.4.4 사용자 정보에는 다음 등을 포함하여, 지붕 구조의 동작 한계에 관한 명확한 진술이 수록되어야 한다.

3.4.4.1 허용 탑재량

3.4.4.2 설계 풍속

3.4.4.3 구조물에 매달려 있거나 부착된 구조물과 장비를 포함한 추정 유효 풍역.

3.4.4.4 허용 횡하중

3.4.5 지붕 구조물의 모든 설계 하중과 동작 요소들을 보여주는 요약 시트를 작성하여 엔지니어링 문서의 일부를 구성하는 구조 계산과 함께 제공해야 한다.

3.4.6 엔지니어링 문서에는 다음이 포함되어야 한다.

3.4.6.1 캐노피(천개) 아래 장애물이 변동될 때 지붕 풍압 변동에 대한 의견.

3.4.6.2 측벽이나 배경을 추가할 경우 지붕 덮개의 풍압 변동에 대한 의견.

3.4.6.3 지붕 덮개와/또는 배경의 추가에 관한 구체적 제한 사항.

3.4.7 계획된 버팀줄 배치, 버팀줄의 힘과 짐쇠 요건은 각각의 지붕 구조와 함께 제공된 설계 계산에 보고해야 한다.

3.5 하중

3.5.1* 지진 하중

3.5.1.1 의도된 무대의 지진 활동과 관련한 하중을 고려해야 한다.

3.5.1.2 의도하는 사용 기간과 일치하도록 지진 하중을 줄이는 것은 허용될 수 있다.

3.5.2* 풍하중

3.5.2.1 트러스와 탑 섹션, 비계, 지붕 표면, 배경, 배너, 광고물과 현수 장비 등을 포함한 모든 노출 면의 풍하중을 고려해야 한다.

3.5.2.2 지반 앵커(또는 밸러스트)에 고정된 와이어 버팀줄, 가새, 탑 섹션에 사용한 밸러스트, 지붕 상부의 자중(사하중)과 활하중과 같은 수단을 사용하여, 전반적인 안정성 및 바람의 부상력과 전도력에 대한 저항이 제공되어야 한다.

3.5.2.3 본 문서에서 규정한 구조물의 설계 풍속은 ASCE 7에 규정된 기본 풍속의 0.75배가 되어야 한다.

3.5.2.4 태풍의 영향을 받기 쉬운 곳에 구조물이 조립되고, 해체와 같은 예방 조치가 취해질 수 있으며 태풍 정보 발령 시 충분히 고정시킬 수 있을 경우, ASCE 37, 6.2.1항에 따라 90mph의 기본 풍속, 3초 강풍이 허용되어야 한다.

3.5.2.5 해당 부재들이 5분 내에 철거될 수 있을 경우, 유효 풍역의 축소가 허용될 수 있다. 바람 모니터링과 장비 철거 방식은 작업 관리 계획에 명시되어야 한다.

전술한 사항에도 불구하고, 40mph의 설계 풍속과 관련된 모든 요소들에 가해지는 풍력에 저항할 수 있도록 구조물을 설계해야 한다.

3.5.3 작업 관리 계획

3.5.3.1 작업 관리 계획은 사용자와 그의 엔지니어링 자문자가 작성한다. shall be 본 문서의 5.2.3 조항을 참조할 것.

3.5.3.2 작업 관리 계획은 엔지니어링 문서 규정대로 철저한 엔지니어링 분석과 허용 하중에 기초해야 한다.

3.5.3.3 작업 관리 계획은 특히 풍하중을 고려하여, 규정된 하중 조건 아래서 구조물의 각 부분들과 피복재(해당 시)에 대해 취해야 할 조치를 규정해야 한다.

3.5.3.4 구조물의 전반적인 가로 안정성을 축소하는 조치를 취해서는 안 된다.

3.5.4* 하중 고려사항

3.5.4.1 지붕 구조가 조립되고 있고 탑재물이 가해지지 않을 때는 하중을 검토해야 한다.

3.5.4.2 설치 시 허용 풍속이 최대 설계 풍속 미만이면, 엔지니어링 문서의 일부를 형성하는 구조 계산서에 이 점을 명확히 기술해야 한다.

3.5.4.3 모든 하중 조합은 ASCE 7에 따라 검토해야 한다.

3.5.4.4 모든 하중 조합과 모든 안정성 계산 시에는 전도 및 미끄러짐에 대해 최소한 1.5의 안전율이 적용되어야 한다.
(1.5 x 전도 모멘트 < 1.0 x 복원 모멘트)

3.5.4.5 철저한 엔지니어링 원칙에 의해 입증되지 않으면 인접 구조물의 바람 차단 효과를 고려해서는 안 된다. 또한, 인접 구조물의 풍속 증대 효과로 인해 사이트별로 풍하중이 증대할 수 있다는 점을 고려해야 한다.

3.5.5* 비, 눈, 얼음 등, 적재 하중

3.5.5.1 모든 지붕 구조는 5 psf(24,4kg/m)의 최소 적재 활화중이 지붕 전체 면적에 균일하게 분배되도록 설계해야 한다. 이 하중을 탑재물과 함께 고려할 필요는 없다.

3.5.5.2 구조 부재들 사이 지붕 커버의 폰딩 방지 조치를 취해야 한다.

3.5.5.3 해체 가능한 임시 지붕 구조물은 일반적으로 얼음 및 눈과 관련한 하중을 지지하도록 설계되지는 않는다. 눈이 올 가능성이 없는 무대에 구조물을 사용할 경우에는 설하중을 고려할 필요가 없다.

3.6 리프팅 장치

3.6.1 리프팅 장치는 제조업체의 지침과 권장 사항에 따라 사용해야 한다.

3.6.2 리프팅 장치가 구조 조립용으로만 설계된 경우, 잠금 장치를 사용해야 한다.

3.7 시스템 조립

3.7.1 해당 시, 다음 설계의 경우 타워의 구조적 적정성을 점검해야 한다.

3.7.1.1 타워를 수평에서 수직으로 들어올릴 때.

3.7.1.2 타워는 수직, 지붕 그리드는 저수준이며 리프팅 장치로 지지될 때.

3.7.1.3 위와 같이, 지붕 그리드가 저수준에서 고수준으로 들어올려질 때.

3.7.1.4 위와 같이, 그리드가 잠금 장치로 지지될 때.

3.7.1.5 위와 같이, 버팀줄 와이어가 부착되어 있을 때.

3.7.2 일반적으로 인정되는 엔지니어링 역학에 의해 결정되는 구조 강도 결정 시 타워의 유효 강도를 고려해야 함.

3.7.3 압축 부재의 유효 길이 결정을 위한 요소에 대해서는 미국철강건설협회의 “철강 건설의 허용 응력 설계 매뉴얼”을 참고해야 한다.

3.7.4 버팀줄 없는 타워의 구조 강도 결정 시에는 스웨이를 고려해야 한다. 버팀줄 없는 타워는 타워 상단에서 2개의 직각 방향 중 어느 한쪽으로 작용하는 터워 내 0.75%의 수평 하중을 견딜 수 있어야 한다.

3.7.5 수직 타워와 함께 설계된 구조물에서는, 스웨이 힘이 연직성이 없어 발생할 수 있다. 최대 타워 높이 대 최대 기울기 비율은 15 미터(50 피트) 타워 높이에서 0.5%를 초과해서는 안 된다(즉, 탑은 75mm(3 인치) 이상 기울어진 상태가 되어서는 안 됨).

3.7.6 스크루 잭은 사용 시, 타워를 들어 고정하기 전후에 지면과 접촉되도록 조정해야 한다.

3.8 지반 조건 및 기초

3.8.1 개요

3.8.1.1 구조물은 엔지니어링 문서에 정의된 경우, 허용 지지 압력과 침하를 초과하지 않는 크기의 기초에서 지지되어야 한다.

3.8.1.2 수직 타워와 함께 설계된 구조에서는 3.7.5에 따라 타워가 기울어지는 부동 침하가 허용되어서는 안 된다.

3.8.1.3 스크루 잭의 요구되는 용량과 최대 연장은 엔지니어링 문서에 기술되어야 한다.

3.8.1.4 지지대는 충분한 간격으로 위치시켜 인접 기초 간 상호 작용이 없도록 해야 하며, 기초 간 상호 작용이 고려되지 않을 경우 최소 거리는 2 수평 미터(6.5 피트)가 되도록 해야 한다.

3.8.1.5 각 타워는 설계자의 정의대로 적절한 레벨의 지지층 위에 기초해야 한다.

3.8.2 타워 베이스

3.8.2.1 타워는 수직이 되도록 조립하고 타워 베이스의 모든 다리는 지표면과 동등하게 접촉되도록 하는 것이 필수이다.

3.8.2.2 스크루 잭과 같은 조절 가능한 다리를 사용할 경우, 지붕을 들어올리고 내릴 때마다 그리고 지붕이 일정 시간 한 곳에 남겨져 있었을 때는 필요 시 조절 가능한 다리들을 검사하고 조절해야 한다.

3.8.3 지반 지지력

3.8.3.1 설계 계산을 해서 하중이 기초 지층에 어떻게 전달되는지 보여주도록 해야 한다.

3.8.3.2 타워 베이스와 스크루 잭 아래에는 적절할 경우 충분한 스프레더 플레이트를 사용하여 허용 지내(地耐) 압력이 초과되지 않도록 해야 한다.

3.8.3.3 슬 플레이트와 베이스 플레이트는 설계 문서에 달리 표시되어 있지 않을 경우 하중 아래 중앙에 위치되도록 한다.

3.9 가로 안정성

3.9.1 개요

정확한 설치와 이들 구조물 유형의 사용은(제조업체가 정하는) 구조 설계와(사용자가 통제하는) 설치의 긴밀한 조정에 달려 있다. 구조물은 제조업체가 충분한 가로 안정성 수단을 갖고 설계해야 한다(현장별로 다른). 가로 안정성 설치 설계는 사용자의 책임이다.

3.9.2 버팀줄과 대각재 케이블 어셈블리

버팀줄과 대각재 케이블 어셈블리가 사용되는 경우에는 다음 조항이 적용된다.

3.9.2.1 버팀줄과 대각재 케이블 어셈블리는 필요 시 제공하여 지붕 구조에 가해지는 가로 힘이 지반에 전달되도록 해야 한다.

3.9.2.2 모든 케이블 부품은 설계 하중과 동일하거나 더 큰 안전한 작용 하중이 있어야 한다.

3.9.2.3 케이블은 각 단부에 용도에 맞는 커넥터가 달린 용도에 맞는 스틸 케이블이어야 한다. 와이어 로프 어셈블리는 ASCE 19에 따라 시공해야 한다. 타 자재는 적절한 표준 준수를 조건으로 허용될 수 있다.

3.9.2.4 버팀줄 케이블의 인장 조정 방법을 어셈블리의 일부로 제공해야 한다.

3.9.2.5 케이블 어셈블리의 안전한 작용 하중은 구조 계산에 정의된 바와 같아야 한다.

3.9.2.6 버팀줄 케이블 어셈블리는 설계 하중을 지지하도록 적절히 근거해야 한다.

3.9.3 지반 앵커

3.9.3.1 지반 앵커가 사용되는 경우에는 제조업체의 지침과 권장 사항에 따라 설계, 설치하고 구조물의 정착 시간과 지붕 구조물이 조립될 위치의 지반 상태를 고려해야 한다.

3.9.3.2 앵커는 파괴에 대한 적절한 안전율로 설계 하중을 지지해야 한다.

3.9.4 밸러스트 앵커

3.9.4.1 밸러스트 아래의 지반은 수평이어야 한다.

3.9.4.2 밸러스트의 양은 감독자가 결정해야 하며 현장별로 다르다. 각 버팀줄 케이블 어셈블리의 단부에 요구되는 밸러스트의 무게는 최소 안전율 1.5의 미끄러짐과 상향력을 지지하도록 충분해야 한다. 필요한 밸러스트는 지지 대상 힘, 지지 표면의 성격, 사용된 밸러스트 종류, 버팀줄 케이블과 그라운드 각도 및 밸러스트와 그라운드 간의 마찰계수 등, 다수의 요소에 달려 있다.

3.9.4.3 지진 활동이 있는 지역에서는 가로 안정성을 위해 마찰에 의존하는 점을 고려해야 한다.

4. 제조

4.1 목적

이 항의 목적은 모든 제조업체가 제조 공정을 통해 만족스러운 품질 수준을 유지하고 각 부품에 결함이 있을 경우 제조업체를 추적할 수 있도록 하는 데 있다.

4.2 자재

구조 부품 제조에 사용되는 자재는 본 문서 3.2.3항에 열거된 해당 자재 표준을 준수해야 한다.

4.3 조립

4.3.1 사용된 조립 기술은 구조물 설계자의 승인을 받아야 한다.

4.3.2 제조 과정에 고용된 개별 조립자들은 해당 적격 기준을 충족해야 한다.

4.3.3 모든 용접은 AWS 인증을 받은 용접공이 해야 한다.

4.4 검사

4.4.1 구조물의 개별 부품들은 제조 중 및 제조 후에 감독자가 검사하여 부품이 설계 도면에 따라 조립되어 있도록 해야 한다.

4.4.2 중요 부품의 상호 작용은 조립 후에 시험해야 한다.

4.5 확인

4.5.1 제조업체는 추적 가능한 인증 부품과 자재를 사용해야 한다.

4.5.2 제조업체는 부품과 자재 인증에 관한 적절한 기록을 유지하는 책임을 진다.

4.6 문서

지붕 시스템에 관하여 제조업체가 제공한 문서에는 다음 등이 포함되어야 한다.

4.6.1 완전 서명되고, 밀봉된 전체 시스템의 설계 계산과 도면

4.6.2 본 문서 3.4항에 약속된 엔지니어링 문서의 완전한 사본

4.6.3 피복재의 화재 인증

4.6.4 다음을 포함한 시스템 및 개별 부품의 적절한 사용 및 정비용 설명서. 해당 시 도면 포함

4.6.4.1 권장 예방 정비.

4.6.4.2 조립 및 해체 절차

4.6.4.3 검사 지침

4.6.4.4 비상 연락 정보

4.7 교육 훈련

제조업체는 다음 등을 포함, 시스템의 올바른 사용에 관한 교육을 실시한다.

4.7.1 구조물의 용도

4.7.2 최초 기초 현장 교육 훈련

4.7.3 작업 관리 계획

4.7.4 시스템 한계점

5. 사용과 관리

5.1 목적

표준에 관한 본 항의 목적은 사용자에게 가설 무대 지붕을 적절히 실행하고 유지하는 최소한의 기초를 제공하는 데 있다.

5.2* 사용 전

5.2.1 사용자는 지붕 구조물 현장에 대해 전반적인 책임을 갖는 감독자나 사람들을 지명해야 한다.

5.2.2 사용자는 사용 중인 지붕 구조물 형상에 관한 엔지니어링 문서에 대해 충분한 지식이 있어야 한다. 원래의 용도에서 벗어나면 엔지니어링 가이드 제공을 위해 소관 엔지니어의 참여가 필요하다.

5.2.3 사용자는 각 용도에 관한 본 문서 3.5.3 항에 기술된 대로 적절한 배치 도면, 엔지니어링 문서와 작업 관리 계획을 준비해야 한다.

5.2.4 사용자는 해당 지역 규칙, 표준 및 규정 준수 책임을 진다.

5.2.5 구조물은 본 문서 3.8항에 명시된 대로 적절한 기재에 기초해야 한다.

5.2.5.1 허용 지지 압력은 다음 기준 중 하나를 사용하여 결정해야 한다.

- 지역 건축법에 규정된 대로
- 관할당국과 합의한 대로
- 본 문서 부록에 있는 표 A2와 A3에 표시된 지침에 따라
- 적합한 부지 지반 보고서 참조

5.2.6 조립 시에는 구조요소들에 가새를 충분히 사용하여, 적절한 안정이 제공되도록 함으로써 부품의 좌굴이나 과하중을 방지한다.

5.2.7 사용자는 위험 평가 계획을 수립하고 모든 근로자들이 구조물의 조립, 사용 및 해체와 관련된 위험을 인식하도록 해야 함.

5.2.8 사용자는 고객과 협력하여 모든 중력 하중과 유효 풍역을 결정해야 한다.

5.2.9 지반 앵커와 벨리스트 포인트를 포함하여 타워나 기타 하중 지지 요소들이 자리잡기 전, 지하 서비스를 위한 지붕 구조의 위치를 점검하는 것은 사용자 책임이다.

5.2.10 필요한 안전 작용 하중 인증을 받은 케이블 어셈블리만을 사용해야 한다.

5.3* 사용 중

5.3.1 사용자는 환경 요소(예, 바람, 비, 눈) 모니터링을 포함하여, 작업 관리 계획에 기술된 지침을 준수해야 한다.

5.3.2 사용자는 모든 계약자들에게 작업 관리 계획에 명시된 계약자 책임에 대해 알려야 한다.

5.3.3 구조물에 접근하기 위해서는 충분한 안전 장비가 제공되어야 한다.

5.3.4* 사용자는 지붕 구조물 전체가 구조물에 부착된 전기 부품에 통전되기 전에 전기 접지가 되도록 해야 할 책임이 있다.

5.3.5 안전 작용 하중 요건 인증을 받은 케이블 어셈블리만을 사용해야 한다.

5.3.6 지붕이 조립된 상태인 경우, 사용자는 매번 사용 전 및 사용 시 일정한 간격으로 버팀줄과 대각재 케이블 어셈블리 및 정착구들을 점검해야 한다.

5.3.7 사용자는 그라운드와의 함수량이 크게 변동될 때 지반 앵커가 적당한지 점검해야 한다.

5.4 사용 후

사용자는 구조물을 사용한 후에는 매번 본 문서 6항에 따라 각 부품을 철저히 검사해야 한다.

6. 사용자 검사

6.1 목적

이 항의 목적은 사용자에게 최소한으로 필요한 일상적 검사와 지침을 정하는 데 있다. 상황과 검사 기준을 완전히 망라하기 위해 모든 노력을 기울였지만, 완전한 망라는 본 표준의 범위를 벗어나는 작업이다. 구체적인 일상 검사에 대해서는 제조업체나 유자격자에게 구체적인 자문을 구하는 것이 좋다.

6.2 검사 분류

6.2.1 수시 검사 - 외관 검사 기록을 유지할 필요는 없다. 6.4항에 따라 수시 검사를 실시해야 한다.

6.2.2 주기적 검사 - 외관 검사 기록은 유지해야 한다. 6.5항에 따라 주기적 검사를 실시해야 한다.

6.3 검사 간격

6.3.1 최초 검사 - 제조업체의 신제품이나 중고품을 사용하던 구입 및 취득한 모든 부품은 본 표준 6.4항에 따라 검사해야 하며, 기록은 부품 소유 기간 동안 보관, 유지해야 한다. 이러한 조치는 기록 유지 필요성의 기초가 되어야 한다.

6.3.2 일상 사용되는 구조물 - 일상 사용되는 구조물과 관련 부품들에 대해서는 본 표준 6.4항과 6.5항에 기술된 대로 수시 및 주기적 검사 모두 실시해야 한다.

6.3.3 일상 사용하지 않는 구조물 - 1개월이나 그 이상의 기간 동안 사용되지 않는 모든 구조물과 관련 부품들에 대해서는 수시 검사를 실시해야 한다. 1년 또는 그 이상 사용되지 않는 모든 트러스 모듈에 대해서는 주기적 검사를 실시해야 한다.

6.4 수시 검사 절차

수시 검사는 감독자가 사용자를 대신하여 실시하고, 매년 사용 전과 지붕 구조 일부가 파손됐을 수도 있는 사고 직후에 실시해야 한다.

6.5 주기적 검사 절차

주기적 검사는 유자격자가 소유자를 대신하여 실시하며, 최소한 연 1회 실시해야 한다. 검사 중 부품 사용은 중단해야 한다.

6.6 기록

리프팅 시스템의 부품을 포함, 구조물의 각 구성 부품에 대한 기록을 유지해야 한다. 기록에는 검사를 실시하는 사람이 날짜를 적고 서명해야 한다.

6.7 수리 및 사용 제외

6.7.1 부품의 육안 손상 정도가 크거나 가시적이든 아니든 손상된 요소가 있는 것으로 의심되면, 해당 부품은 사용에서 제외하고 적절히 표시해야 한다. A 유자격자는 해당 부품의 재사용이 적절할 것으로 판단하면 재사용 전에 부품 평가를 실시하고 이를 기록해야 한다.

6.7.2 수리가 불가능할 정도로 손상된 것으로 보이는 부품은 사용하지 말고 영구히 제외시켜야 한다.

6.7.3 손상된 부품은 그 상태가 명확히 가시적으로 표시되도록 영구 표시해야 한다.

6.7.4 수리는 유자격자의 관리 아래 감독자가 실시해야 한다.