

건설공사 표준안전시설 기준 연구

(단관비계를 중심으로)

1997. 12. 31



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

목 차

제 1 장 서 론

1. 연구 배경 및 필요성	3
2. 연구 목적	4
3. 연구 방법 및 범위	5

제 2 장 비 계

1. 가설 구조물	7
2. 비계의 종류 및 요구 조건	10

제 3 장 비계의 문제점

1. 중대재해 분석	18
2. 현장 조사	33

제 4 장 각국의 기준 비교 검토

1. 비계의 일반 요구조건	37
2. 부재 및 세부항목별 비교	43

제 5 장 표준 모델

1. 단관 비계	48
2. 실제 적용 모델	61
3. 단관비계 설치 및 작업기준(안)	68

제 6 장 결 론 82

참고문헌 85

부록 I 87

부록 II 95

부록 III 99

부록 IV 105

부록 V 121

여 백

제 1 장 서 론

1. 연구 배경 및 필요성

우리 나라는 수차례 걸친 경제개발 계획이 성공적으로 수행되어 비약적인 경제발전을 달성하였지만 근래에 외환 위기로 인하여 그 동안 쌓아올린 경제 발전이 위협을 받고 있는 실정이다. 이러한 현상은 어느 누구의 잘못도 아니고 우리 모두의 책임이라고 생각한다. 또한 이러한 경제 발전을 양적 팽창에만 치우친 결과 폐쇄한 환경 등 삶의 질에는 등한시한 것이 사실이다. 결국, 우리는 원하지 않는 여러 가지 현상을 경험하게 되었는데 그 중 하나가 산업재해와 직업병 문제이다. 최근에는 이 분야도 재해 발생률이 1.0% 이하를 기록함으로써 과거에 비하면 많은 성과를 거두었으나 경쟁 국가에 비하면 아직도 재해율이 높은 수준이다. 특히 사망 사고를 동반하는 중대재해는 줄어들지 않는 실정이다.

건설분야는 국가경제발전과 더불어 국내의 사회간접자본(SOC) 확충과 건설경기의 활황에 힘입어 공사 능력과 기술 정도가 세계적인 수준에 이르렀고 건설업은 국내의 산업 발달에 크게 기여한 것이 사실이다. 건설 산업의 비약적인 발달과 더불어 구조물이 날로 대형화, 고층화되어 위험 요인이 점차로 증가하고 있는 실정이며, 건설업의 중대재해는 날로 증가하고 있는 추세이다. 노동부 발행 '95 산업재해 분석에 의하면 건설업의 조사 대상 산업재해 1,040건 중 기인물에 따른 산업재해 발생 원인을 분석한 결과, 가설·건축 구조물에 의하여 발생한 재해가 537건으로 51.6%로 나타났다. 가설 구조물에 의한 산업재해가 차지하는 비중이 절반을 초과한다는 분석이다. 더욱이 이 중 비계에 의하여 사고가 유발된 경우가 107건으로 약 20%로 나타났다.

가설구조물은 공사 기간 중에는 필수적인 구조물이지만 공사가 완성되면 해체하여 필요 없는 구조물이 되는 속성을 가지고 있으므로 경제성을 강조하여 구조물의 안전성과 작업성은 등한시하는 경향이 있으므로 가설구조물에 의한 사고는 증가할 수밖에 없는 실정이다. 이와 같이 심각한 가설 구조물에 대한 문제점을 누구나 인식하고 있으나 정확한 문제점을 적출하여 적절한 대책을 제시하지 못함으로써 사고가 감소하지 않고 있는 실정이다. 그러나 한편으로 정부에서는 가설구조물을 제조, 임대, 사용하는 업체에 대

하여 규격 제품을 사용하고 보수 등을 철저히 하며 규정대로 사용하도록 법제화 또는 행정 지도·감독을 강화하는 등 많은 노력과 조치가 이루어지고 있으므로 앞으로 가설구조물에 의한 사고가 감소할 것으로 예상하지만 가설구조물에 의한 재해를 획기적으로 줄이기 위해서는 구조·규격에 관한 기술적인 검토와 기술적인 규정의 제정·시행이 시급하고 또한 공동 주택, 사무소 건물 등에 적용할 모델 개발이 시급한 실정이다.

비계에 관한 설치 및 사용 기준은 산업안전보건법 산업안전기준에 관한 규칙과 노동부 고시 제 1992-49호(가설공사 표준안전지침)에 포함되어 있으나 동 기준과 지침은 다른 가설구조물과 같이 적용되고 있는 실정이므로 구체적인 내용이 아니고 포괄적으로 규제하고 있다. 따라서 비계에 의한 산업재해를 줄이기 위해서는 보완 및 개정이 요청되고 있다.

2. 연구 목적

본 연구는 선진화기획단에서 계획한 사업의 일환으로 건설업에서 발생되고 있는 산업재해 중 강도와 빈도가 높은 가설구조물을 선정하여 연차적으로 기술적인 구조·규격을 포함한 설치 및 사용 기준(안)을 제시하고자 한다. 사업 계획에 의거 제 1차 년도는 외부 비계를 선정하였다.

외부 비계에 대하여 설치 및 사용 기준(안)을 제시하고자 다음과 같은 연구 사업을 추진하고자 한다.

본 연구에서는 건설 현장을 직접 방문하여 사용하고 있는 단판 비계에 대하여 재료의 결함, 구조의 결함, 작업 방법의 불량 및 조립 불량 등 사용 실태와 문제점을 파악하고 산업안전연구원에서 분석한 중대재해의 원인을 활용하여 비계의 문제점을 파악한다. 또한 문헌을 통하여 국내·외 각종 기준을 수집, 분석하여 우리 나라의 실정에 맞는 비계의 개발 모델을 선정하여 비계의 설치 및 사용 기준(안)을 작성하여 이를 현장에 적용한 후 문제점 등을 보완하고 공동 주택, 사무소 건물 등에 적용 가능한 모델을 개발하고 최종안을 제시하고 보고서를 작성하여 건설 현장에 보급하여 이를 활용할 수 있도록 지도함으로써 날로 증가하고 있는 가설구조물 특히 비계에 의한 산업재해를 획기적으로 줄이는 데 기여하기 위하여 본 연구를 수행하고자 한다.

이와 같은 목표를 달성하기 위하여 다음과 같은 내용으로 연구 사업을

추진하고자 한다.

(1). 현장을 방문하여 사용하고 있는 비계에 대하여 재료의 결함, 구조의 결함, 작업 방법의 불량 및 조립 불량, 구조 규격 등 설치 및 사용 실태와 문제점을 파악한다. 또한 산업안전연구원에서 수행한 중대재해의 원인 분석 결과등을 활용하여 비계와 관련한 사고의 정확한 원인과 사용상의 문제점을 정확히 파악하여 기준(안) 작성에 반영한다.

(2). 비계 관련 국내의 기준을 수집하여 분석한다.

(3). 선진 외국의 비계 설치 기준을 조사, 분석한다.

(4). 개발해야 할 모델을 선정한다.

(5). 우리 나라의 실정에 맞는 단판 비계(브라켓 비계 포함)의 설치 및 사용 기준(안)을 작성한다.

(6). 이를 현장에 적용한 후 문제점 등을 보완한다.

(7). 공동 주택 및 사무소 등 설치 적용 모델을 개발한다.

(8). 자문회의를 수시로 개최하여 문제점을 보완한다.

(9). 최종 보고서를 작성한다.

3. 연구 방법 및 범위

본 연구는 비계의 기술적인 구조·규격을 포함한 설치 및 사용 기준(안) 제시를 목표로 다음과 같이 단계별로 사업을 추진할 예정이다.

(1). 비계의 사용 실태와 문제점을 파악하기 위하여 공동 주택 등 현장 9개소를 방문하여 사용하고 있는 비계에 대하여 사용 재료의 결함, 비계 구조의 결함, 비계 작업방법의 불량 및 비계의 조립 불량 등과 기둥간의 거리 벽과 비계간의 간격 등을 조사하여 문제점을 정확히 도출한다. 또한 산업안전연구원에서 1993년부터 1996년까지 4년간 비계에서 발생한 중대재해 분석을 통해 사고 형태별, 불안정한 상태별, 기인물별 및 불안정한 행동별 결과를 활용하여 비계의 사고 원인을 파악한다. 현장 실태 조사와 중대 재해의 원인 분석 결과를 활용하여 사고의 정확한 원인을 적출한다.

(2). 문헌을 통하여 비계 관련 국내의 각종 법규, 지방서 및 KS 규격과 일본의 관련 법규와 JIS, 미국의 관련 법규와 ANSI, 독일의 관련 법규와 DIN 등 국외의 자료를 수집하고 이들을 상호 비교, 분석한다. 또한 국내 및 선진 외국의 비계 설치 기준의 조사 분석도 병행할 예정이다.

(3). 국내·외 기준을 참조하여 단관 비계 및 브라켓 비계를 우리 나라의 실정에 맞도록 수정하여 길이, 간격 및 높이 등 비계의 구조·규격을 포함하여 비계의 설치 및 사용 기준(안)을 작성한다.

(4). 작성된 기준(안)을 현장에 적용하기 위하여 공동 주택 등 건설 현장을 선정, 적용한 후 문제점 등을 적출, 보완하고 기준(안)을 제시한다.

(5). 자문회의를 개최하여 기준(안)에 대하여 자문을 받고 여기에서 발생한 문제점을 보완하고 최종(안)을 작성한다.

(6). 최종(안)을 활용하여 공동 주택, 사무소 건물 등에 설치할 수 있는 모델을 개발한다.

(7). 보고서를 작성한다.

제 2 장 비 계

1. 가설 구조물

가설 구조물은 본 구조물(또는 영구 구조물)이 작용하는 하중에 대하여 단독으로 지탱할 능력을 갖출 때까지 혹은 시공 기간 동안 이를 지지하기 위하여 임시로 축조되는 구조물을 의미한다. 일반적으로 의미하는 본 구조물은 콘크리트, 철근 콘크리트 또는 강재를 사용하여 외력에 견디도록 하는 것이다. 가설 구조물은 본 구조물 공사에는 필수적이지만 공사가 끝나면 해체, 철거되는 구조물로 보조 역할을 하는 구조물로 범위가 대단히 넓다. 토압, 수압을 받는 흙막이 지보공, 터널 지보공, 비계, 거푸집, 동바리, 가설 통로, 가설 울타리뿐만 아니라 현장 사무실, 근로자 숙소, 사무실 등이다.

가설 구조물은 공사 시공 중에는 필수적이지만 공사가 끝나면 철거되어야 하는 일시적인 구조물이므로 본 구조물에 비하여 외력에 견디는 정도가 약하며 설치하여 사용하는 기간도 본 구조물이 20년 혹은 100년을 보는데 반하여 수개월 또는 수년에 불과하기 때문에 수명이 대단히 짧은 뿐만 아니라 사용되는 재료도 한 공사에서 사용이 끝나면 버리는 것이 아니고 다른 공사장에서 재사용하는 특성을 가지고 있으므로 재료에 대한 철저한 검사가 이루어져야만 기능상 문제가 없다.

건설공사에 있어서 가설공사는 맨 먼저 시작되는 공사로써 건축물을 축조하는 데 필요한 임시 공사이다. 설계도나 시방서에 의하여 공사를 실시하기보다는 시공자가 현장에서 공사에 맞게 설치하므로 공기 단축, 공사비 절감 등의 이유로 소홀히 다루어지게 된다. 가설 구조물은 본질적으로 위험 요인을 안고 있으므로 추락, 도파·전도, 낙하물에 맞음 등의 사고가 빈발하여 근로자의 안전을 위협하고 있다.

가. 가설 구조물의 특성

가설 구조물은 종류도 다양하고 시공 방법도 다양하므로 그 특성을 함축성 있게 정리하면 다음과 같다.

- (1) 구조물으로써 사용 기간이 본 구조물에 비하여 훨씬 짧다.
- (2) 짧은 사용 기간과 낮은 안전을 적용으로 인한 조직적인 현장 관리가

이루어져야만 구조물에 실리는 하중 계산을 정확하게 예측할 수 있다.

(3) 설계 시에 고려해야할 여러 가지 인자를 착오로 누락시킴으로써 가설 구조물의 파괴 사고가 일어나므로 설계 시에 이를 고려하지 않으면 인명 피해 및 경제적 손실이 크다.

(4) 가설 구조물의 특성을 고려하기 위해서는 이를 사용하거나 경험이 풍부한 기술자가 설계, 시공하는 것이 바람직하다.

(5) 가설 구조물의 재료는 전용하기 마련이므로 관리 및 검사를 강화하여 기능 상 문제가 되는 재료는 선별하여 폐기 처분하는 것이 바람직하다.

(6) 가설 구조물이 갖는 어감 때문에 지나치게 경제성을 중시하여 안전성을 고려하지 않는 경우가 많다.

이상과 같은 가설 구조물의 특성을 고려할 때 계획과 설계가 잘 되어야만 합리적인 안전성과 경제성을 갖출 수 있다.

나. 가설 구조물의 문제점

가설 구조물은 임시로 축조하는 임시 시설물이라는 선입견으로 인하여 근로자의 안전을 위협하고 도괴나 파괴 또는 가설 구조물에서의 추락, 낙하물에 맞음 등 사고를 유발하므로 여러 가지 문제점을 내포하고 있는데 이를 요약하면 다음과 같다.

(1) 가설구조물의 도괴 및 파괴 사고를 유발한다. 가설 구조물을 지상에 설치할 경우에 기둥 등이 침하하지 않도록 밀받침 등을 철저히 하고 벽연결을 확실하게 하지 않으면 좌굴이 일어나고 이로 인하여 도괴, 전도 및 파괴가 일어난다.

(2) 가설 구조물은 추락 및 낙하물에 맞음 재해를 유발한다. 근래의 구조물은 높이가 높고 큰 경우가 많기 때문에 여기에서 작업하는 근로자가 추락하거나 낙하물에 의하여 맞음 사고가 많이 발생하고 있는데 가설 구조물 중 비계는 근로자 안전 확보를 위한 구조물인데도 비계 위에서 작업하다 추락하는 근로자가 많이 발생하고 있다.

(3) 가설 구조물은 본질적으로 구조 상 문제점이 많다. 가설 구조물은 경제성, 안전성, 작업성 모두를 갖추어야 하는데 이들은 서로 상반되는 면을 가지고 있다. 경제성을 갖추면 안전성이 떨어지고 안전성이 있으면 경제성이 떨어지는 이중성이 있으므로 경제성을 추구하다 보면 안전성이 떨어져 구조적으로 불안정한 구조가 된다. 가설 구조물 설치비용을 절감하면 구조가 불안정하여 도괴 재해를 유발한다. 결국 경제성도 갖고 안전성도

찾기 위해서는 이들을 어떻게 조화시키느냐가 가장 중요하다.

(4) 가설 구조물은 불안정한 구조가 많다. 가설 구조물의 부재는 결합이 간략하고 불완전한 결합이 많고, 과소 단면이거나 결합 재료를 사용하기 쉽고, 연결재가 부족하므로 불안정한 구조이다.

(5) 가설 구조물은 조립에 대한 정밀도가 낮다. 가설 구조물은 영구 구조물이라는 통상적인 개념이 정립되지 않고 사용한 후에는 해체해야 하는 특성이 있어서 조립에 대한 정밀도가 낮다.

가설 구조물이 영구 구조물과 구별되는 점은 가설 구조물의 문제점 중 여러 요인이 복합적으로 영향을 미치면 그 자체가 불안정한 구조가 되고 각 부재가 자체 응력을 발휘하기 전에 구조물 자체가 붕괴된다. 가설 구조물의 도파 사고는 여러 가지 이유에 의하여 나타난 결과인데 특히 부재의 강도도 중요하지만 구조물 전체의 안전성과 강성이 중요하다는 점을 가설 구조물을 취급하는 사람은 인식해야 한다. 가설 구조물은 구조 전체의 안정성과 강성의 검토에 있어서 영구 구조물과 같이 설계 계산 기준이나 조립도에 나타나 있지 않은 경우가 많으므로 그 자체적으로도 문제점이 많다고 할 수 있다.

다. 가설 구조물의 종류

가설 구조물은 가설 공사의 일 부분으로 그 의미가 매우 광범위하여 특별한 형식 또는 기능에 의한 분류 방법은 표준화된 것은 없지만, 사용 목적에 따라 분류하면 편의 상 하역운반설비인 공사용 도로, 가설 잔교, 임시 도로 등이 있고, 현장 사무실과 같은 가설 건물, 구조물로 볼 수 있는 흙막이 지보공, 거푸집, 비계, 지보공, 가설 전기 설비 등이다.

건설업에서 발생하는 산업재해의 1/3을 차지하고 있고 일반적으로 가설 구조물은 비계, 지보공, 거푸집 및 가설 통로 등인데 본 연구에서는 비계(飛階)에 국한하여 대상으로 하였다.

우리 나라는 가설 구조물의 표준화된 분류가 없으므로 설계의 정밀도를 요구할 만한 근거가 없다고 볼 수 있다. 다음은 영국의 가설구조물협회에서 설계의 정밀도에 따라 다음과 같이 등급별로 분류하고 있다.

(1) 제 1 등급

상세한 설계가 요구되며 모든 부재 및 연결재의 상세 설계를 설계도상에 표시해야 한다. 재료의 재질 규정과 작업 방법에 대한 시방을 포함시킨다. 또한 다음과 같은 조건에 해당하면 본 등급의 설계를 해야 한다.

- (가) 재하 하중의 확실한 산정 없이 개략 하중으로 계산할 경우
- (나) 가설 구조물의 정역학적 부정정 차수가 높은 경우
- (다) 가설 구조물로 사용되는 재료의 성질을 확실하게 알지 못하는 경우
- (라) 시공자가 재료의 성질을 확실하게 알지 못한 경우

(2) 제 2 등급

사용되는 모든 부재와 연결재가 설계되어야 하며, 작업 도면과 재료에 대한 간단한 규정 및 작업 방법이 제시되어야 한다. 부정정 차수가 낮으며 연속성이 없는 구조물일 경우와 사고 발생 시에 대형 사고를 일으킬 염려가 없는 경우에 본 등급을 적용한다. 대부분의 허부 거푸집이 이 등급에 해당된다.

(3) 제 3 등급

모든 주요 부재가 설계되어야 하며, 세부 사항이 언급되지만 작업 도면과 재료에 대한 규정은 간단히 제시되어야 한다. 가설 구조물의 구성이 힌지(hinge)로 연결되며 설치 기간이 짧은 경우가 이 등급에 해당된다.

(4) 기타

설치에 대한 일반적인 사항은 기술되지만 도면은 작성하지 않는다. 작업 반장의 경험에 맡기며 소규모 공사가 여기에 해당된다.

2. 비계의 종류 및 요구 조건

가설 구조물 중에서 사고도 많이 발생하고 구조적으로도 문제가 많은 비계에 대하여 표준(안)을 마련하기 위하여 비계의 종류 및 요구 조건을 정리하였다. 비계는 작업 장소가 높아서 손이 닿지 않는 고소(高所) 작업을 위하여 구조물 외곽에 설치하는 가설 구조물로 공사에 필요한 면적인 작업상(作業床)을 확보하기 위한 가설 구조물을 의미한다. 비계는 부재를 설치 또는 해체 작업, 도장 작업, 볼팅 작업, 용접 또는 용단 작업을 할 때 근로자가 작업장에 접근하여 작업할 수 있도록 설치하는 가설 작업대를 지지하는 구조물을 의미한다. 따라서 높은 장소에 조립되는 비계는 근로자가 안전하게 작업할 수 있도록 견고하게 조립되어야 근로자의 추락 등을 예방할 수 있다.

가. 비계의 종류

비계의 종류는 재료, 기능, 사용 목적에 따라 다양하고 나라마다 다소 차이가 있다. 미국의 산업안전보건법(OSHAct) 및 안전규정과 국가규격(ANSI) 그리고 국제노동기구(ILO) 등 기관에서는 대략 20여종으로 구분하고 있고 일본의 JASS2 가설공사 편에는 12가지, 우리 나라의 건축학회 표준 시방서에는 통나무 비계, 단관 비계, 틀조립 비계, 달비계, 이동식 비계, 특수 비계 등 6종으로 분류하고 있다.

비계의 주부재(主部材) 재질에 의하여 분류하면 통나무 비계, 강관 비계(단관 비계, 틀 비계), 경합금재 비계 등으로 분류할 수 있고, 기능에 의하여 분류하면 단관 비계(외줄 비계, 쌍줄 비계), 틀 비계, 이동식 비계, 까치발 비계(내민 비계, BRACKET 비계, 외쪽 비계), 달비계, 말비계(안장 비계, 각립 비계), 달대 비계, 곤돌라(GONDOLA) 등으로 분류할 수 있다.

(1) 단관 비계

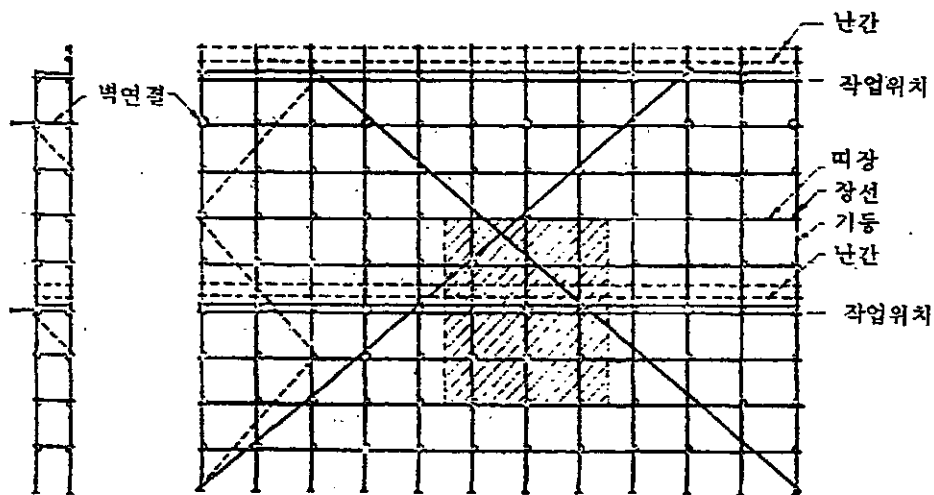
과거에는 소규모 공사에 통나무 비계가 많이 사용되었지만 근래에는 단관 비계가 많이 사용되고 있다. 단관 비계는 강관을 사용하여 클램프 등 연결 철물을 이용하여 시공자가 임의로 간격, 넓이 등을 정하여 조립하는 가설 구조물로 우리 나라에서 가장 많이 사용되고 있고 또한 사용 빈도가 높기 때문에 사고 또한 가장 많이 발생되고 있다. 단관 비계는 지반 또는 구조물의 바닥에 밀받침 철물이나 깔판, 깔목을 깔고 그 위에 기둥을 세우고 가로로 띠장으로 묶어 기둥이 좌우로 흔들리지 않도록 묶어두고 쌍줄 비계의 경우 앞 줄과 뒷 줄이 움직이지 않도록 장선으로 묶어서 그 위에 발판을 얹어 작업대로 사용할 수 있다.

단관 비계 중에서 외줄 비계는 간단한 구조물의 외장 공사를 하거나 작업자만 올라가는 비계로써 기둥의 배열을 1열로 하여 본 구조물과 적당한 간격으로 연결하여 세운 구조물이다. 쌍줄 비계는 우리가 일반적으로 비계라고 불리는 표준 비계로써 고층 건물 등 공사에 주로 많이 사용되는데 앞뒤로 기둥을 2열로 배열하여 여기에 띠장을 클램프로 연결하고, 그 위에 장선을 놓고 그 위에 작업 발판을 놓아 작업 공간으로 사용할 수 있으므로 공사장에서 필요로 하는 여러 가지 자재 등을 얹어 놓을 수 있다.

단관 비계는 시공자가 임의로 간격과 넓이 등을 정하여 시공하기 때문에 도괴 사고가 많이 발생되고 있는데 그 이유는 벽연결이 제대로 되지 않아서이고 또 하나는 밀받침 철물을 사용하여 위에서 작용하는 하중을 제대로 받쳐주어야 하지만 이를 제대로 지탱하지 못하기 때문이므로 전용 벽연결

철물과 밀받침 철물을 사용하여 정확하게 시공하여야 한다. 벽연결의 설치 간격은 수직방향 5.0m, 수평방향 5.0m이다.

단판 비계의 높이는 31m를 원칙으로 하고 다만 이 높이를 초과할 경우에는 기둥을 2분으로 하는 것으로 한다. 비계 기둥간의 간격은 보방향에서 1.5~1.8m, 간사이 방향에서 1.5m 이하로 해야 하고 지상에서 첫 번째 띠장은 2m 이하로 해야 한다. 비계 기둥 간의 적재 하중은 400kg을 초과해서는 안된다. 단판 비계의 구조 및 명칭은 그림 1과 같다.



〈그림 1 단판 비계의 구조 및 명칭〉

(2) 틀 비계

공장에서 강관을 전기 용접하여 강관 틀을 만들고 이를 현장에서 조립하여 사용하는 비계로써 조립 및 해체가 신속하며 비계의 전체 높이가 단관 비계보다 높게 사용할 수 있으며 틀 간격이 임의로 조정할 수 없으므로 단관 비계보다 안전하기 때문에 주로 중작업에 사용된다.

틀 비계는 최상층 및 5층 이내마다 띠장틀 등의 수평재를 설치해야 하며 보틀 및 내민 틀은 수평 가새 등에 의하여 옆 흔들림 방지 조치를 해야 한다. 높이가 20m를 초과하거나 중량물의 적재를 수반하는 작업을 하는 경우에는 주틀은 높이가 2m 이하인 것으로 하거나 주틀 간의 간격은 1.8m 이하로 해야 한다. 벽연결은 수직 방향 6m, 수평 방향 8m 이하로 해야 한다.

틀 비계는 단관 비계보다 고가이지만 설치가 편리하고 강도가 높으며 안전성이 우수한 것이 인정되어 요즘에는 건설 현장에서 많이 사용되고 있는 추세이다.

(3) 통나무 비계

통나무 비계는 과거에 소규모 공사에서 많이 사용하였으나 근래에는 거의 사용하지 않는 실정이며, 통나무 비계의 구조 및 명칭 등은 단관 비계와 같다. 다만 연결 철물이 클램프가 아닌 철선으로 조립하는 것이 다르다. 통나무 비계의 높이는 4층 이하 또는 12m 이하로 해야 한다. 비계 기둥간의 간격은 2.5m 이하로 하고 지상으로부터 첫 번째 띠장은 3m 이하의 위치에 설치해야 하는데 만약 이것이 불가능한 경우에는 쌓기둥으로 보강해야 한다. 비계의 기둥이 미끄러지거나 침하하는 것을 방지하기 위하여 기둥의 하단부를 묻고 민둥잡이를 하거나 깔판을 사용해야 한다. 통나무 비계 기둥의 이음이 겹침 이음일 경우에는 이음 부분에서 1m 이상을 서로 겹쳐서 2개소 이상을 묶고 이음이 맞댄 이음일 경우에는 기둥을 쌓기둥틀로 하거나 1.8m 이상의 덤땀목을 사용하여 4개소 이상을 묶어야 한다. 비계 기둥, 띠장, 장선 등의 접속부는 철선 기타 튼튼한 재료로 견고하게 묶고 교차 가새로 보강하여야 한다.

벽연결 간격은 수직 방향 5.5m, 수평 방향 7.5m 이하로 하고 재료는 통나무, 강관 등의 재료를 사용하여 견고하게 하고 인장재와 압축재로 구성되어 있는 경우에는 압축재와 인장재의 간격은 1m 이내로 해야 한다.

(4) 이동식 비계

이동식 비계는 단관 비계나 틀 비계의 강관을 이용하여 탑(tower)의 형태로 조립하여 정상부에 작업대를 설치하고, 높이 90cm 이상의 난간대를 설치하여 추락을 예방하며 비계 기둥 하단에는 이동이 쉽도록 바퀴를 부착한 구조로 이 위에서 작업할 수 있는 구조이다. 이동식 비계는 작업상 지지 틀조립 구조부, 바퀴, 사다리 등 승강 설비, 추락 방지용 난간대 등으로 구성된다. 이동식 비계의 형태가 틀 조립 구조이므로 높이는 용이하게 변경시킬 수 있고 인력으로 이동이 용이하므로 건물의 천정이나 외부 작업 시에는 비교적 낮은 위치의 작업 또는 작업 연장 길이가 긴 작업에 적절하다. 특히 동일 구조물이 연속 이어지는 작업장에는 바닥에 레일을 깔아 레일 위로 비계를 이동시키며 작업하면 작업도 수월하고 능률도 좋다. 재료는 강관의 경우, KS 규격 이상을 사용해야 하고 부식, 변형, 균열이 없어야 하고, 비계의 발판은 폭 40cm, 두께 3.5cm 이상을 사용해야 한다.

이동식 비계의 조립 시에는 다음 사항을 유의하여야 한다.

- (1) 작업상의 발판은 전체 면적에 빈 틈 없이 밀실하게 깔아야 한다.
- (2) 불시에 이동을 방지하기 위하여 제동 장치를 갖추어야 한다.
- (3) 비계의 최대 높이는 밑변의 최소 폭의 4배 이하여야 한다.
- (4) 발판 길이 30cm 이상, 발판 간격 30cm 이하의 승강 설비를 견고하게 부착해야 한다.
- (5) 최대 적재 하중을 명확하게 표시하고 표지판을 부착한다.
- (6) 부계의 접속부, 교차부는 확실하게 연결한다.
- (7) 작업상에는 추락을 방지하기 위하여 높이 90cm 이상 난간대와 45cm 이상의 중간대, 폭목(toeboard)을 설치해야 한다.

이동식 비계에서 작업할 때 주의 사항은 다음과 같다.

- (1) 작업 시에는 감독자가 작업을 지휘하여 작업을 실시한다.
- (2) 이동식 비계를 움직일 경우에는 비계의 발판 위의 장비나 물자를 아래로 내려놓은 상태에서 충분한 인력을 배치하여 무리하게 힘을 가하지 않도록 한다.

- (3) 근로자가 이동식 비계에 탄 채로 절대로 이동시켜서는 안된다.

이동식 비계의 적재 하중은 바닥 면적이 2㎡ 이상일 경우에는 250kg, 바닥 면적이 2㎡ 이하일 경우에는 $50 + 100 \times \text{바닥 면적(㎡)}(\text{kg})$ 으로 계산한다.

(5) 까치발 비계(내민 비계, BRACKET 비계, 외쪽 비계)

까치발 비계는 건물의 지하 공사가 지연되어 지상에 비계를 세울 수 없거나 공사장 인근에 가옥 또는 구조물 등이 있어서 지상에 쌍줄 비계를 세울 수 없거나 설치하기 곤란한 경우에 구조물에 수평보(앵카 위에 설치)를 설치하고 그 위에 단판이나 틀 조립 비계를 설치한 것을 의미한다. 까치발 비계는 설치하는데 많은 시간과 비용이 들고 또한 설치 방법에 따라서 철거 후에 재료가 못 쓰는 경우가 발생되므로 공사 진행 상 문제점을 충분히 검토한 후에 설치하여야 한다. 내민 부분은 트러스 구조로 된 것과 I형강, H형강 등과 같이 단일재를 사용한 것 등이 있으며 부재의 단면은 비계의 높이, 내민 부분의 재료의 간격, 구조 등에 따라서 다르다.

나. 비계의 요구 조건

비계는 건설공사에서 작업자가 지상 또는 바닥으로부터 손이 닿지 않는 위치의 시공을 위해 조립된 것으로서 작업대, 작업통로를 주목적으로 하는 가설구조물을 말한다. 이러한 비계는 일반적으로 다음과 같은 조건을 만족해야 한다.

- (1) 비계에 재하되는 사람과 재료 등 하중에 대하여 충분한 강도를 가질 것
- (2) 작업 또는 통행 중에 흔들리지 않고 안전하게 지탱해야 될 것
- (3) 작업하거나 통행하는 데 필요한 면적을 가질 것
- (4) 재료의 운반이 가능하고 그 일부를 임시 적재할 수 있을 것(쌍줄 비계의 경우에만 해당됨)
- (5) 작업자의 추락방지와 재료나 조각 등의 낙하방지 조치를 할 것
- (6) 작업과 통행을 방해하는 비계의 부재가 없는 구조일 것
- (7) 조립과 해체가 용이할 것
- (8) 현장가공을 필요로 하지 않는 것일 것
- (9) 공사 감리자가 시공검사를 위해서도 사용할 수 있게 할 것
- (10) 작업 목적물에 가능한 한 가까이 설치할 것
- (11) 전용 가능하게 할 것

상기의 내용을 요약하면 다음과 같은 3가지 항목으로 나타낼 수 있다.

- (1) 안전성: 파괴, 도괴에 대한 안전성, 흔들림에 대한 안전성, 추락에 대

한 안전성, 자재의 낙하에 대한 안전성

(2) 작업성: 작업대의 넓이, 작업 및 통행을 방해하는 비계의 부재가 없는 구조, 무리한 자세가 되지 않도록 적정 장소에 작업대를 설치

(3) 경제성: 가설 및 철거의 신속과 용이, 현장가공의 불필요, 내용 연수가 높은 재료 사용, 다양한 현장조건에 적용 가능

이 들 세 가지 항목에 대하여 구체적으로 검토하면 다음과 같다.

(1) 안전성

과피, 도피, 흔들림에 대한 안전성을 고려할 경우, 먼저 문제가 되는 것은 적재하중의 크기이다. 구미에서는 3~4등급으로 나누고 있지만 일본의 경우는 작업대에 자재를 일부 쌓아놓고 작업하는 重作業과 작업대에 자재를 쌓아서 안 되는 輕作業 등 2등급으로 분류하고 있다.

경작업의 하중의 재하 범위는 작업대의 면적에 대해 $120 \sim 150 \text{kg/m}^2$ 의 하중을 고려하며, 중작업의 경우는 $250 \sim 350 \text{kg/m}^2$ 의 하중을 고려한다.

여기에 비하여 미국의 경우는 ANSI와 OSHA의 설계기준에서 하중에 대해 3등급으로 구분하여 적용시키고 있다. 즉 輕荷重(Light-Duty Loading), 中荷重(Medium-Duty Loading), 重荷重(Heavy-Duty Loading)으로 구분하는데, 輕荷重은 작업대 위에 장비 및 자재를 저장하지 못하며 단지 작업인부와 간단한 도구만을 하중요소로 하는 것으로 최대하중을 $25 \text{lb/ft}^2 (122 \text{kg/m}^2)$ 로 규정하고 있다. 中荷重은 벽돌공사나 미장공사에 주로 해당되는 것으로서 인부와 자재에 의한 하중이 최대 $50 \text{lb/ft}^2 (244 \text{kg/m}^2)$ 인 하중 등급이며, 重荷重은 석재마감 공사 등에서 최대하중이 $75 \text{lb/ft}^2 (366 \text{kg/m}^2)$ 인 하중을 일컫는다.

재하 상태에 대해서는 상하 2개 층에서 동시에 적재할 경우를 고려할 필요는 있으나 전 지간에 걸쳐서 상하 2개 층에서 동시 재하되는 것으로는 고려할 필요가 없다. 이는 실제 경험에 의한 확률로 볼 때 거의 일어날 확률이 희박하기 때문이다.

(2) 작업성

작업성의 주요 변수는 작업대의 폭인데 이는 비계 기둥의 장선 방향 간격에 의해 결정된다. 일본의 경우에는 장선 방향 간격에 대해 노동안전위생규칙에서는 1.5m이하, JASS2에서는 0.9~1.5m로 규정하고 있다. 또한 작업대의 폭에 대한 별도의 규정에서는 경하중의 경우 40cm이상, 중하중의 경우 80cm이상을 최소폭으로 제한하고 있다. 미국에서는 ANSI와 OSHA의 규격과 규정에서는 똑같이 단판 비계의 장선 방향 폭을 6ft(180cm)이하

로 규정하고 있으며, 한국의 경우는 단관 비계의 장선 방향 간격에 대하여 가설공사 표준안전지침이 1.5m이하로 규정하고 있고, 건축공사표준시방서에서는 0.9~1.5m를 기준으로 하고 있다.

일반적으로 비계의 폭은 규정되어 있으나 작업대의 폭에 대해서는 대부분 언급이 되어 있지 않다. 그러나 작업도중 작업자가 추락하지 않도록 하기 위해서는 작업대의 폭과 비계의 폭을 일치시켜야 한다. 즉 비계의 작업대에 개구부가 있는 경우에는 추락 위험이 있으므로 발판을 작업대 폭과 일치시켜 개구부가 없어야 한다. 또한 작업대의 가장자리에 연목을 대어 발이 미끄러 나가지 않도록 하며 비계 외측면에 90cm 이상의 난간대를 대고 그 중간에 중간대를 대어 추락을 방지해야 한다.

이상은 추락방지에 대한 대책이며 낙하물에 대한 대책으로는 작업대 발판을 가능한 한 치밀하게 배치하여 낙하물이 빠져나가지 못하도록 한다.

(3) 경제성

적절한 형태의 비계를 선정하고 전용성이 좋은 부재를 선택하는 것은 비계의 경제성을 결정하는데 있어서 중요한 역할을 한다. 그러나 가설구조물이라는 편견 때문에 재하되는 하중을 등한시함으로써 과하중이 재하되어 비계의 도괴 및 파괴와 같은 사고를 일으키는 경우가 종종 있다. 가설구조물은 영구구조물에 비하여 사전에 조사를 충분히 실시하지 않는 것이 보통이므로 개략적인 예측 및 경험에 의한 시공이 되기 쉬워서 사고를 일으키기 쉽다.

재료의 취급에 있어서도 전용해서 사용하기 전에 철저히 검사하여 부재가 부식되었거나 문제가 될만한 재료는 제거해야 한다. 비계의 설계 시에는 적절한 안전율을 주어 안전을 확보해야 하는 데도 불구하고 경제성만을 고려하여 구조가 불안정하여 사고를 초래하는 일이 없도록 해야 한다. 구미에서는 안전율을 4, 일본에서는 2~2.5를 주고 있는데 어떠한 경우에도 확실한 근거에 의하여 안전율을 주는 경우는 없다.

제 3 장 비계의 문제점

우리 나라에서 현재 사용하고 있는 각종 비계의 문제점을 파악하기 위하여 한국산업안전공단의 각 지도원에서 비계의 중대재해를 조사한 것을 분석하고, 실제로 비계를 사용하고 있는 건설현장을 방문하여 비계의 설치, 해체, 사용 시의 문제점을 적출하여 본 연구에서 추진하고 있는 비계의 구조, 규격 개발에 참고하고자 한다.

1. 중대재해 분석

비계의 문제점을 파악하기 위하여 한국산업안전공단의 각 지도원에서 1993년부터 1996년까지 4년간 비계에서 발생한 중대재해 중 직원이 현장에 직접 출장을 나가서 조사한 144건을 미국의 ANSI Z 16.2를 참고하여 부록 I 과 같이 우리 나라의 실정과 건설 현장에 맞도록 수정하였으며 조사 양식은 부록II와 같이 작성하고 여기에 조사 결과를 기입하였다.

조사표에 기입하는 사항의 객관화를 위하여 자료에 대하여 객관성을 유지하였고 한 사람이 분석하였으며 그 결과에 대하여 조사표를 작성하였다. 정확한 분석을 위하여 컴퓨터를 이용하여 SPSS에 의하여 분석하였으며 분석 항목은 일반적인 사항과 사고에 관련된 항목만을 분석하였고 상해와 관련된 사항은 제외시켰다. 사망 사고의 경우 상해 부위가 여러 부위이고 치명적인 상해로 인하여 상해 형태와 부위를 파악하기 어렵고 이를 분석한 결과 또한 활용 가치가 없기 때문이다. 또한 사고와 관련된 사항은 보다 자세히 원인을 분석하기 위하여 항목이 서로 다른 항목끼리 상호비교(Cross-tabulation)표를 만들어 원인분석에 활용하였다. 이 표는 정확한 원인 분석에도 도움이 되지만 대책을 제시하는데 유용하게 사용할 수 있다.

가. 일반적인 사항

(1) 성별

비계에서 발생한 중대재해 피해자의 성별 현황은 표 1과 같이 남자가 139명으로 96.5%로 나타났으며 여자는 4명, 성을 모르는 경우가 1명으로 나타났는데 건설업 특성 상 힘든 일은 주로 남자 근로자가 담당하기 때문으로 풀이된다.

<표-1> 성별 현황

구 분	남 자	여 자	모 립
전 수(명)	139(96.5%)	4(2.8%)	1(0.7%)

(2) 연령별

비계에서 발생한 중대재해 피해자의 연령별 현황은 표 2와 같이 40~49세가 49명, 34.0%로 가장 높게 나타났으며 그 다음이 50~59세로 46명, 30~39세가 24명이고, 60세 이상도 7명이나 있다. 과거에는 사망자가 주로 젊은 층이었으나 요즘에는 건설 현장도 3D 업종이 되어 이제는 연령층이 점점 높아지고 있는 추세이기 때문으로 보여진다. 건설현장은 고소(高所) 작업이 많고 본래 위험 작업이 많으므로 앞으로는 연령이 많은 근로자에 대한 안전 대책이 시급하다고 할 수 있다.

<표-2> 연령별 현황

구 분	19세이하	20~29세	30~39세	40~49세	50~59세	60세이상	모 립
전수	2	14	24	49	46	7	2
구성비 (%)	1.4	9.7	16.7	34.0	31.9	4.9	1.4

(3) 근속기간별

비계에서 발생한 중대재해 피해자의 근속기간은 소속 현장에서 실제 근무한 기간으로 그 현황은 표 3과 같이 1주일 이하가 41명, 28.5%로 가장 높게 나타났고 그 다음이 1주~1개월로 38명, 16.4%, 1~3개월이 27명, 3~6월이 18명 순으로 나타났는데 근속기간이 짧을수록 피해자가 많이 발생된 것으로 나타났다. 결국 1개월 미만이 79명으로 차지하는 비중이 54.9%로 나타났으며 3개월 미만이 106명으로 73.6%를 차지하는 것으로 나타났다. 따라서 앞으로 건설현장에서는 새로 입직하는 근로자들에 대하여 작업에 투입하기 전에 안전교육을 철저하게 강화시키고 현장에 어느 정도 적응이 된 이후에 작업에 들어갈 수 있도록 해야 할 것이다.

<표-3> 근속기간별 현황

구 분	건 수	구 성 비 (%)
1주일 이하	41	28.5
1주 - 1월	38	26.4
1 - 3월	27	18.8
3 - 6월	18	12.5
6월 - 1년	7	4.9
1 - 2년	3	2.1
2 - 5년	1	0.7
5 - 10년	1	0.7
10년 이상	0	0.0
비 고	8	5.6
총 계	144	100.0

(4) 직종별

비계에서 발생한 중대재해 피해자의 직종별 현황은 표 4와 같이 일용 잡부 등과 같은 기타 직종이 45명, 31.3%로 가장 높게 나타났고 그 다음으로 비계공이 30명, 20.8%, 목공이 22명, 15.3%, 미장공이 16명, 11.1%, 도장공이 9명, 6.3%, 조적공이 8명, 5.6%의 순으로 나타났다. 비계에서 발생한 사망자는 당연히 비계공이 많아야 함에도 불구하고 기타 직종이 많은 이유는 비계 자체의 결함이라고 보아야 할 것이다. 비계의 발판 등을 규격대로 설치하지 않은 상태로 그 위에서 작업하다 사고를 당한 것으로 풀이할 수 있다.

<표-4> 직종별 현황

구 분	건 수	구 성 비 (%)
비 계 공	30	20.8
목 공	22	15.3
철 근 공	2	1.4
콘크리트공	2	1.4
조 적 공	8	5.6
미 장 공	16	11.1
도 장 공	9	6.3
용 접 공	2	1.4
배 관 공	2	1.4
철 구 조 물 공	3	2.1
기 타 직 종	45	31.3
비 고	3	2.1
총 계	144	100.0

(5) 작업 내역

비계에서 발생한 중대재해 피재자의 작업 내역별 현황은 표 5와 같이 정지상태의 작업 및 작업을 위한 이동이 38명, 26.4%로 가장 높게 나타났고 그 다음이 이동하는 작업이 34명, 23.6%, 비계 해체 작업이 22명, 작업과 관계없는 이동이 20명, 비계 조립 작업과 지상에서의 작업이 각각 6명의 순으로 나타났다.

<표-5> 작업 내역별 현황

구 분	건 수	구 성 비 (%)
비계조립작업	6	4.2
비계해체작업	22	15.3
작업을 위한 준비작업	16	11.1
이동하는 작업	34	23.6
정지상태의 작업 및 작업을 위한 이동	38	26.4
작업과 관계 없는 이동	20	13.9
지상에서의 작업	6	4.2
기타 작업	1	0.7
모 립	1	0.7
총 계	144	100.0

(6) 공정율

비계에서 발생한 중대재해 피해자의 공정율별 현황은 표 6과 같이 공정율을 50~69%가 39명, 27.1%로 가장 높게 나타났고 그 다음이 70~89%가 31명, 21.5%, 30~49%가 30명, 90%이상 이 25명, 10~29%가 12명, 10%미만이 4명의 순으로 나타났다. 공정율이 90% 이상인 경우에는 주로 비계의 해체작업시 사고가 난 경우이고, 공정율이 낮은 경우는 비계 등 조립 작업이며, 또한 공정율이 중간인 경우는 각종 작업, 거푸집 작업, 미장, 조적 등 작업 시에 비계공이 아닌 비계 위에서 실제로 작업하는 목공 또는 조적공 및 미장공이 비계의 불안정한 상태에서 무리하게 작업하다가 사고를 당한 것으로 풀이된다.

<표-6> 공정율별 현황

구 분 (%)	건 수	구 성 비 (%)
10 미만	4	2.8
10 - 29	12	8.3
30 - 49	30	20.8
50 - 69	39	27.1
70 - 89	31	21.5
90 이상	25	17.4
모 립	1	0.7
총 계	144	100.0

(7) 공사 규모

비재에서 발생한 중대재해의 공사 규모별 현황은 표 7과 같이 10억원 미만이 52명, 36.1%로 가장 높게 나타났고 그 다음이 100~300억 원 미만이 35명, 24.3%, 10~50억 원 미만이 22명, 500억원 이상이 12명, 50~100억원 미만과 300~500억원 미만이 각각 11명의 순으로 나타났다. 소규모의 공사인 50억원 미만이 차지하는 비중이 74건으로 51.4%로 나타났는데 결국 반 이상이 소규모 공사에서 발생되고 있음을 알 수 있다.

<표-7> 공사규모별 현황

구 분 (억원)	건 수	구 성 비 (%)
10 미만	52	36.1
10 - 50 미만	22	15.3
50 - 100 미만	11	7.6
100 - 300 미만	35	24.3
300 - 500 미만	11	7.6
500 이상	12	8.3
모 립	1	0.7
총 계	144	100.0

나. 사고의 원인

(1) 사고 형태

비계에서 발생한 중대재해의 사고 형태별 현황은 표 8과 같이 추락이 129명, 89.6%로 가장 높게 나타났고 그 다음이 낙하물 등에 맞음이 11명 7.6%, 끼임과 감전이 각각 2명의 순으로 나타났다.

<표-8> 사고 형태별 현황

구 분	전 수	구 성 비 (%)
부 딛 침	0	0.0
맞 음	11	7.6
추 락	129	89.6
전 도	0	0.0
끼임 (깔림 포함)	2	1.4
감 전	2	1.4
기 타	0	0.0
총 계	144	100.0

(2) 기인물

비계에서 발생한 중대재해의 기인물별 현황은 표 9와 같이 단판 비계 중 쌍줄 비계가 56명, 외줄 비계가 29명, 합계 85명, 59.0%로 가장 높게 나타났고 그 다음이 이동식 비계가 18명 12.5%, 달비계가 13명 9.0%, 틀비계가 12명, 8.3%의 순으로 나타났다.

<표-9> 기인물별 현황

구 분		건 수	구 성 비 (%)
단 관 비 계	합 계	85	59.0
	외줄비계	29	20.1
	쌍줄비계	56	38.9
이동식 비계		18	13.2
틀 비 계		12	8.3
달 비 계		13	9.0
달 대 비 계		0	0.0
말 비 계		3	2.1
통 나 무 비 계		2	1.4
브 라 켓 비 계		2	1.4
기 타		6	4.2
기 인 물 없 음		3	2.1
총 계		144	100.0

(3) 기인물 세부 부위

비계에서 발생한 중대재해의 기인물 세부부위별 현황은 표 10과 같이 목재 발판이 32명, 22.2%로 가장 높게 나타났고 그 다음이 원료, 재료가 21명, 14.6%, 띠장, 가새 등이 14명, 9.7%, 기타 발판이 13명, 9.0%, 난간대가 11명, 7.6%, P.S.P.가 10명, 6.9%, 기둥이 9명, 6.3%의 순으로 나타났다.

작업대 발판으로 사용하는 목재 발판, 철재 발판, PSP 및 기타 발판에서 사고가 난 건수가 57건, 39.6%로 나타났는데 결국 비계에서 발생한 중대 재해 중 1/2 이상이 발판의 결함에 의하여 추락 등 사고를 유발한 것으로 분석된다.

<표-10> 기인물 세부부위별 현황

구 분	건 수	구 성 비 (%)
기 등	9	6.3
떠 장 가 세 등	14	9.7
난 간 대	11	7.6
목 재 발 판	32	22.2
P.S.P	10	6.9
철 재 발 판	2	1.4
기 타 발 판	13	9.0
통 로 발 판 사 다 리	12	8.3
낙 하 물 방 지 망	4	2.8
원 료 재 료	21	14.6
전 기 설 비	5	3.5
차 량 하 역 운 반 기 계	1	0.7
기 타	7	4.9
기인물 없음	3	2.1
총 계	144	100.0

라. 불안전한 상태

비계에서 발생한 중대재해의 불안전한 상태별 현황은 표 11과 같이 대분류에 의하면 방호조치의 결함이 64건, 44.4%, 가해물체의 결함이 44건, 33.3%, 위험한 작업 방법, 공정이 25건, 17.4%, 보호구의 결손, 미지급이 4건, 2.8%의 순으로 발생하였다. 세분류에 의하면 가해 물체의 결함 중 조립의 결함이 27명으로 가장 높게 나타났고 그 다음이 방호조치의 결함 중 방호조치 없음이 18명, 방호조치의 결함 중 작업발판 미설치가 17명, 방호조치의 결함 중 안전 난간대 미설치와 위험한 작업 방법, 공정이 각각 16명, 가해 물체의 결함 중 부러짐이 13명, 방호조치의 결함 중 방호조치 불충분이 10명의 순으로 나타났다.

<표-11> 불안전한 상태별 현황

세 부 분 류		대 분 류		구성비 (%)
조립의 결함	27	가해물체의 결함	48	33.3
부 러 짐	13			
기 타	6			
보호구의 결손, 미지급	4	복장보호구의 결함, 미지급	4	2.8
정리정돈 불량	1	작업장의 결함	1	0.7
방호조치 없음	18	방호조치 결함	64	44.4
안전난간대 미설치	16			
작업발판 미설치	17			
방호조치 불충분	10			
출입금지조치 미설치	2			
기 타	1			
원래부터 위험한 방법	16	위험한 작업방법, 공정	25	17.4
무리한 힘사용	2			
상하동시작업	4			
작업원 탄체로 이동	2			
기 타	1			
분 류 불 능	1	분류불능	1	0.7
위험한 상태 아님	3	위험한 상태	3	2.1
총 계	144	총 계	144	100.0

마. 불안전한 행위

비계에서 발생한 중대재해의 불안전한 행위별 현황은 표 12와 같이 대
분류에 의하면 불안전한 작업이 46건, 31.9%, 부주의로 발을 헛디딤이 40

건, 27.8%, 기계, 장비의 잘못 사용이 23건, 16.0%, 손, 신체 부위의 잘못 사용이 14건, 9.7%의 순으로 발생하였다. 세분류에 의하면 불안정한 작업 중 기타가 21명, 불안정한 작업이 18명으로 나타났고 분류 불능이 12명, 손, 신체 부위의 잘못 사용 중 무리한 힘 사용이 11명, 보호구의 결함 또는 미사용이 8명, 기계 장비의 잘못 사용 중 기계 장비의 불안정한 상태의 방치가 6명의 순으로 나타났다.

<표-12> 불안전한 행위별 현황

세 부분 류		대 분 류		구성비(%)
개인보호구의 미사용	8	개인보호구의 미사용	8	5.6
부주의로 발을 헛디딤	40	부주의로 발을 헛디딤	40	27.8
통로 아닌 곳으로 내려옴	6	불안전한 작업	46	31.9
높은 곳에서 뛰어내림	1			
불안정한 속도속 작업함	18			
기 타	21			
비계조립, 해체지역에 들어옴	3	위험장소의 접근	4	2.8
기 타	1			
원료 등의 불안정한 적재	5	불안정한 적재, 적치	5	3.5
작업수칙 미준수	6	기계장비의 잘못사용	23	16.0
결함장비 수공구의 사용	2			
과적재	6			
기계장비의 불안정한 상태의 방치	7			
기 타	2			
물체를 꼭 잡지않음	1	손, 신체부위의 잘못 사용	14	9.7
수공구대신 손을 사용	1			
중량물의 잘못사용	1			
무리한 힘사용	11			
분류불능	12	분류불능	12	8.3
불안정한 행동아님	2	불안정한 행동아님	2	1.4
총 계	144	총 계	144	100.0

다. 상호 비교

사고의 원인들 중 두 가지를 서로 다른 축으로 하여 비교 분석하면 사고의 원인을 보다 정확하고 확실하게 파악할 수 있는 방법이 상호 비교(Cross-tabulation) 기법이다. 예를 들면, 사고 형태와 위험한 상태는 어떠

한 위험한 상태에서 어떠한 사고가 발생되는지를 파악하여 물리적/환경 상의 위험한 상태를 제거함으로써 동종의 사고가 발생되지 않도록 예방 대책을 수립하는데 활용할 수 있고, 사고 형태와 기인물은 사고를 일으킨 기인물에 따른 사고 형태를 파악하여 사고를 일으킨 기인물에 대한 사고 예방 대책을 수립할 수 있으며, 위험한 상태와 기인물은 가장 중요한 정보를 제공하는 항목으로 기인물이 어떠한 위험한 상태에서 사고를 일으켰는지를 파악할 수 있으므로 기인물에 대한 공학적, 기술적인 대책을 수립하기 위한 중요한 정보를 제공받을 수 있으며 사고 형태와 불안정한 행위는 근로자의 불안정한 행위에 따른 사고의 유형을 파악하여 이러한 행위를 하지 않도록 교육 자료로 활용할 수 있다.

(1) 기인물과 위험한 상태의 상호 비교

기인물과 위험한 상태의 상호 비교는 기인물이 어떠한 위험한 상태에서 사고를 일으켰는지를 파악할 수 있으므로 기인물에 대한 공학적, 기술적인 대책을 수립하기 위한 가장 중요한 정보를 제공받을 수 있다. 비계에서 발생한 중대재해의 기인물과 위험한 상태의 상호 비교 현황은 표 13과 같이 단관 비계의 방호조치의 결함이 46건, 가해물체의 결함이 22건 위험한 작업 방법, 공정이 11건으로 높게 나타났다. 이를 세부적으로 분류하면 단관 비계의 쌍줄 비계에서 방호조치의 결함이 29명, 외줄 비계의 방호조치의 결함이 17건, 쌍줄 비계의 가해 물체의 결함이 14건, 외줄 비계의 가해 물체의 결함과 쌍줄 비계의 위험한 작업 방법, 공정이 각각 8건으로 나타났다. 또한 달비계 가해 물체 자체의 결함이 10건, 틀 조립 비계의 가해 물체의 결함과 이동식 비계의 방호 조치의 결함이 각각 8건으로 나타났다.

<표-13> 기인물과 위험한 상태의 상호 비교 현황

구 분		가해물 체의 결합	복장보 호구의 결합	작업 장의 결합	위험한작 업방법, 공정	방호조 치의 결합	분류불 능	위험한상 태가 아님
단관 비계	외줄	8	1	0	3	17	0	0
	쌍줄	14	3	0	8	29	1	1
	계	22	4	0	11	46	1	1
이동식 비계		4	0	0	6	8	0	0
틀비계		8	0	0	3	1	0	0
달비계		10	0	0	1	2	0	0
말비계		1	0	0	0	2	0	0
통나무 비계		1	0	0	0	1	0	0
브라켓 비계		0	0	0	1	1	0	0
기타		0	0	1	2	3	0	0
기인물 없음		0	0	0	1	0	0	2

(2) 사고 형태와 위험한 상태의 상호 비교

사고 형태와 위험한 상태는 어떠한 위험한 상태에서 어떠한 사고가 발생 되는지를 파악하여 물리적/환경 상의 위험한 상태를 제거함으로써 동종의 사고가 발생되지 않도록 예방 대책을 수립하는데 활용할 수 있다. 비계에 서 발생한 중대재해의 사고 형태와 위험한 상태의 상호 비교 현황은 표 14 와 같이 방호 조치의 결합에 의한 추락이 60건, 가해물체의 결합에 의한 추락이 44건, 위험한 작업 방법, 공정에 의한 추락이 18건, 위험한 작업 방법, 공정에 의한 맞음이 6건 등으로 나타났다.

<표-14> 사고형태와 위험한 상태의 상호 비교 현황

구분	계	가해물 채의 결함	복장,보 호구의 결함	작업장 의 결함	위험한 작업방 법, 공정	방호조 치의 결함	분류불 능	위험한 상태가 아님
계	144	46	4	2	24	64	1	3
맞음	11	1	0	1	6	2	1	0
추락	129	44	4	0	18	60	0	3
끼임(칼럼포 함)	2	1	0	1	0	0	0	0
감전	2	0	0	0	0	2	0	0

(2) 사고 형태와 불안전한 행동의 상호 비교

사고 형태와 불안전한 행동의 상호 비교는 어떠한 위험한 행동을 취하여 어떠한 사고가 발생되는지를 파악하여 근로자가 같은 불안전한 행동을 취하지 못하도록 교육 자료로 활용함으로써 동종의 사고가 발생되지 않도록 예방 대책을 수립하는데 활용할 수 있다. 비계에서 발생한 중대재해의 사고 형태와 불안전한 행동의 상호 비교 현황은 표 15와 같이 부주의로 받을 현디덤에 의한 추락이 39건, 불안정한 작업에 의한 추락이 35건, 기계 장비의 잘못 사용에 의한 추락이 20건, 손, 신체 부위의 잘못 사용에 의한 추락이 13건 등으로 나타났다.

<표-15> 사고형태와 불안정한 행동의 상호비교

구 분	맞음	추락	끼임(깔림 포함)	감전	계
개인보호구의 미사용	0	8	0	0	8
부주의로 발을 헛디딤	1	39	0	0	40
불안정한 작업	1	35	0	0	36
위험장소의 접근	3	1	0	0	4
불안정한 적재	3	1	1	0	5
기계장비의 잘못사용	1	20	1	1	23
손, 신체부위의 잘못사용	1	13	0	0	14
분류불능	1	10	0	1	12
불안정한 행동이 아님	0	2	0	0	2
계	11	129	2	2	144

2. 현장 조사

비계를 사용하고 있는 건설 현장에서의 구조, 사용상의 문제점을 파악하기 위하여 비계를 가장 많이 사용하고 있는 아파트 현장을 중심으로 현장에 직접 출장, 조사 분석하였는데 조사 양식은 붙임 부록 Ⅲ과 같으며 이 양식을 가지고 현장에 출장하여 직접 조사하였는데 조사 건수는 9건이었고 분석한 결과는 다음과 같다.

가 비계의 재질 및 형식

비계의 재질과 비계의 형식에 대한 조사 결과 다음과 같은 결과와 문제점을 얻었다. 여기에서 도출된 문제점은 표준 모델을 위한 자료로 사용할 예정이다.

(1) 비계의 형식

비계를 사용하고 있는 현장의 대부분이 외줄과 쌍줄 비계의 단판 비계를 혼용하여 사용하고 있었으며 이동식 비계와 브라켓 비계를 같이 사용하고 있는 것으로 나타났다.

비계의 설계 및 시공 현황은 설계사의 경우 전문 Engineering사에서 설계한 경우는 없었으며 설계를 본사와 현장에서 자체 처리하는 경우가 대부분이었으며 시공사는 전문 Engineering사에서 시공한 경우는 없었고 대부분 하도급에 의해서 이루어지고 있는 실정이다.

(2) 비계의 재질

비계에 사용하는 기둥, 장선, 띠장 및 가새에 사용하는 강관은 대부분 규격품으로 직경이 4.86cm이며, 연결재로 사용하는 클램프도 규격품이었다.

재료의 전용 횟수(반복 사용 횟수)는 처음 사용하는 것부터 5회였는데 2~3회가 가장 많았다.

나. 비계의 구조

비계의 구조 및 성치 간격, 비계의 출입 방식 및 낙하물 방지망 등에 대한 조사 결과 다음과 같은 결과와 문제점을 얻었으며 나타난 문제점은 표준 모델을 위한 자료로 사용할 예정이다.

(1) 벽 연결 정착 방법

비계에 사용하는 벽연결 정착을 위하여 전용 벽연결 철물을 사용한 경우는 없었고 단판 비계와 브라켓 비계가 서로 다른 것으로 나타났다. 단판 비계는 form tie 구멍을 관통시켜 #8~10 구운 철선으로 비계를 벽체에 연결하는 방식을 사용하여 정착하였고, 브라켓 비계는 벽체에 앵카를 박아서 클램프로 기둥에 연결하는 방법을 사용하였다. 정착 깊이는 1.5~18cm로 표준화되지 않은 상태이며 정착 간격도 현장 시공자가 임의로 간격을 조절하기 때문에 수직과 수평 공히 5m 간격으로 해야 함에도 불구하고 수직방향으로는 5.0~6.0m 수평 방향으로는 5.0~6.2m 간격으로 정착하는 것으로 나타나 표준화가 시급한 실정이다.

(2) 비계의 설치 간격

비계의 설치 간격을 알아보기 위하여 기둥 간격, 띠장 간격, 가새 간격, 비계와 벽 사이의 간격, 작업대 발판 및 난간대 등을 조사하였다.

기둥 간격은 띠장 간의 간격은 1.5~1.8m, 장선 간격은 1.5m였는데 산

업안전보건법 안전기준에 관한 규칙과 건축공사 시방서에서 정한 간격을 초과한 경우는 없었다.

띠장 간격은 지상으로부터 첫 번째 띠장은 산업안전보건법 안전기준에 관한 규칙과 건축공사 시방서에서 규정한대로 2m 이하로 하여야 하는데 현장 조사 결과 1.5~2.2m로 나타났는데 1.5m가 가장 많았으며 나머지 띠장은 1.5~1.6m로 나타났는데 1.5m가 대부분이었다.

가새 간격은 다양하게 나타났는데 비계 전체에 45도 각도로 10m 내외로 기둥마다 클램프로 정착하여야 하는데 취약하다고 생각하는 부위에만 가새를 정착하였다.

비계와 벽면과의 사이 간격은 20~60cm 간격으로 매우 다양하게 나타났는데 간격이 넓은 경우에는 비계 기둥과 벽면 사이가 넓어서 그 사이로 작업자 빠질 가능성이 많으므로 간격이 좁은 것이 좋고 다만 작업 성격 상 불가피하게 넓은 경우에는 사이를 막아서 추락하지 않도록 해야 할 것이다.

작업대 발판은 steel 규격품, 목재, PSP 등을 사용할 수 있는데 작업대 발판을 거의 사용하지 않는 실정이다. 이는 과거처럼 작업자가 그 위에서 서서 작업하는 경우가 거의 없기 때문에 발판을 사용하지 않는 경우가 대부분이었고 작업을 해야 될 필요가 있을 경우에만 합판이나 나무 목재를 사용하는 것으로 나타났다.

난간대(guardrail)는 90cm 이상으로 하도록 되어 있는데 90cm~1m 간격으로 설치했는데 1m가 가장 많았으며 중간대(midrail)는 45cm가 대부분이었으며 폭목(toeboard)는 4~10cm로 나타났다.

(3) 비계의 출입 방식

비계의 출입 방식은 비계다리, 사다리, 계단 등을 이용할 수 있는데 비계다리를 설치하여 이용하는 현장은 9개 현장 중 두 개밖에 없었다. 이는 과거처럼 비계 위에 서서 작업하는 경우가 거의 없고 자재는 타워 크레인 을 이용하여 운반하므로 비계를 사용할 필요가 없기 때문으로 풀이된다. 또한 비계 위에서 작업하는 경우가 거의 없기 때문에 비계 다리를 별도로 설치할 필요가 없기 때문으로 풀이된다.

(4) 낙하물 방지망

낙하물 방지망의 설치 간격은 수직으로 9~10m 간격 또는 4개 층마다 설치하고 돌출 길이는 3.5~4m이며, 방망은 철선을 사용하였고 각도는 20~30도가 대부분이었다.

다. 하중 조사

비계에 재하되는 하중을 1 span 기준으로 작업원, 재료 및 기계 등에 대하여 조사하여 하중 등급을 부여하였는데 모두 경하중 수준이었다.

비계에 재하하는 하중은 작업원, 벽돌 시멘트 등 재료와 공구, 기계 등을 조사하였는데 비계 기둥에 재하되는 하중은 작업원 1~2 명의 하중만이 있는 것으로 조사되어 $70\text{kg} \times 2\text{인}$ 이 되어 140kg 으로 조사되어 경하중 수준이었다.

제 4 장 각국의 기준 비교 검토

1. 비계의 일반 요구 조건

비계에 대한 일반 요구 조건을 비교, 검토하기 위하여 미국의 ANSI와 OSHA 및 ILO의 기준 등 각국의 기준을 수집하여 상호 비교한 결과 다음과 같이 비계의 일반 요구조건을 정리하였다.

가. 작업대

작업대는 근로자가 이 위에서 작업하므로 강도와 구조적인 면에서 충분한 보호 조치가 선행되어야 한다. 작업대의 구조 해석을 대부분 단순 혹은 연속지지 형태로 된 보로 간주하여 다른 구조 요소와는 별개로 계산하고 여기에 알맞은 구조안전 요구조건을 수립한다. 이와 같이 작업대의 설계가 완료되면 작업대의 적재하중에 따라서 작업대를 지지하는 작업대 이외의 비계 시스템을 해석하는 것이 일반적이다.

작업대에서 일어나는 사고를 미국의 표준국(National Bureau of Standards: NBS)에서 조사한 결과에 의하면 목재 작업대의 경우 작업대의 구조적인 파괴에 의하여 일어난 사고가 전체의 7%를 차지하는 것으로 나타났다. 이와 관련하여 허용설계 하중은 각각 25, 50, 75 psf(lb/ft²) (122 kg/m², 244 kg/m², 366 kg/m²)로 3등급화 하여 규정하고 있으나 75psf(366 kg/m²)를 초과하는 하중에 대해서는 별도의 규정이 없다.

한편 구조적인 문제가 아닌 일반적인 사항으로 널빤지와 널빤지의 간격 틈에 대한 규정은 ANSI와 OSHA가 약간의 차이를 보이고 있는데 ANSI는 1 in(2.5cm)로 규정하지만 OSHA는 틈이 없도록 부재를 배치하도록 규정하고 있다.

작업대에 관한 일반 규정으로는 하중 등급에 따른 장선의 간격, 널빤지와 널빤지 사이의 간격, 널빤지의 고정 및 연속해서 설치할 경우에 겹이음의 길이, 작업대의 폭 등이 포함되어야 하는데 일반 요구조건에서는 생략하고 단판 비계의 부재 및 세부 항목에서 상세히 설명하기로 한다.

나. 지지 시스템

작업대를 지지하여 지반(또는 기초)에 하중을 전달하는 구조물 체계로써 부재와 부재의 연결, 구조체와 비계와의 정착 등 지지기능을 갖는 모든 요

소를 포괄적으로 의미하여 지지시스템이라 한다. 단관 비계가 안정성을 확보하기 위해서는 지지시스템의 개개요소가 구조적 역할에 미치는 영향이 중요한 문제이다.

전체적인 지지시스템이 가져야 할 하중 전달능력은 ANSI와 OSHA는 목재에 대한 최소 시공 등급으로 $1,500 \text{ lb/in}^2$ 을 지지할 수 있어야 한다고 규정하고 있으며, ILO는 매우 일반적인 사항만을 언급하고 있다.

지지시스템의 구조적인 안전에 영향을 미치는 중요한 문제는 자재의 전용과 자재의 외부환경 노출로 인한 강도의 점진적인 감소이다. 이는 목재 부재일 경우에 더욱 심각한 문제가 되는데 강도 감소 원인은 워핑(Warping), 보우잉(Bawing), 부식, 마모 또는 시공 중에 발생한 피해의 누적(흠, 균열, 얇은 피막박리, 못 따위에 의한 구멍)이다.

ANSI, OSHA 및 ILO의 기준에는 재료와 부속철물의 강도 감소에 대하여 감소분에 대한 보상을 위하여 설계를 수정하거나, 지지 부재의 부수 및 대체에 대하여 명확한 규정을 하지 않고 있다. 다만, OSHA에서는 손상되고 약해진 부분의 즉각적인 보수 혹은 대체를 규정하는 일반 조항이 있지만 대체를 요하는 손상 정도의 판단을 사용자에게 맡기고 있다. 일반적으로 공학적인 해석 및 물리적인 실험이 수반되지 않으면 재료의 재사용에 대한 타당성을 검증할 수 없으므로 재사용의 승인을 결정하기 위하여 따라야 할 간단하고 실질적인 규정이 있어야 한다. 이와 같은 내용은 통나무 비계뿐만 아니라 강재 비계에 대해서도 그대로 적용되며, 강재 비계의 경우에는 목재비계에 비해 상대적으로 단면이 작으므로 손상 및 부식 시에는 위험요소가 크게 작용할 수도 있다. 그럼에도 불구하고 ANSI, OSHA 및 ILO의 기준은 재료의 재사용 및 재사용 금지조항을 두지 않았다.

다. 연결 및 정착(벽 연결)

연결은 비계의 구성요소를 결속시켜 완전한 비계로서 역할을 할 수 있게 하는 것이며, 정착(벽 연결)은 비계시스템의 전체를 안정한 상태가 되도록 본 구조물에 접속하는 것이다.

비계의 연결방식에 있어서 단관 비계의 경우 미국과 일본 모두 편이나 커플러를 이용하는 방법이 보편적인 방법으로 제안되고 있다.

ANSI에서는 비계의 연결에 있어서 설계 강도를 유지할 수 있도록 튼튼하게 연결하도록 규정하고 있으나 OSHA는 일반 요구조건에 이러한 내용

을 포함시키지 않고 있다. 한편 ANSI와 OSHA에서는 비계의 전체적인 강도에 대하여 비계 부재와 부속 철물의 하중지지능력을 최대 예상하중의 4배로 규정함으로써 안전계수를 4로 명확하게 규정하고 있지만 최대예상 하중에 대한 명확한 정의가 없다.

정착은 비계 시스템의 일부 또는 전체를 지지하여 도괴되지 않도록 하는 기능을 가지므로 정착부가 파손되면 비계 시스템 전체가 붕괴된다. 그러므로 정착에 관한 규정 역시 중요하지만, ANSI와 OSHA 그리고 ILO에서 정착에 관한 내용은 비계가 본 구조물에 안전하게 고정되어 있어야 한다는 언급 이외에는 다른 규정이 없다.

비계와 관련된 사고 중에서 비계 전체가 도괴 혹은 파괴되는 사고의 대부분이 정착과 연결 부분이 파괴되어 일어난다. 따라서 연결 및 정착에 관한 규정은 보다 상세히 명시할 필요가 있다.

라. 기초

기초는 비계의 기둥 부재를 받치고 있는 지표면(또는 건물의 바닥)과 브라켓 비계의 경우에는 비계의 기둥을 매달기 위한 브라켓 또는 강제 보 등도 근본적인 기초 구실을 하므로 기초로 보아야 한다.

기초에 관한 규정도 다른 규정 조항과 마찬가지로 매우 빈약하게 규정되어 있어서 ANSI와 OSHA, ILO 모두가 기초와 잘 결속되어 견고하며 안전하게 최대 예상하중을 지반의 침하와 변위 없이 지지할 수 있어야 한다고 규정하고 있다. 이러한 규정은 비계를 실제 시공하는 데 있어서 수행 중에 발생할 문제점에 대해서만 규정한 것이므로 현실적으로 적용 가능하도록 적절한 안전계수를 두어야 할 것으로 판단된다.

또한 부분적으로 구조물이 완성되었거나 콘크리트의 양생이 완료된 구조물 위에 비계를 세울 때 기초의 적합성 여부에 관한 언급이 전혀 없다. 비계의 기초에 관한 규정은 ANSI, OSHA 및 ILO 어디에도 구조적인 안전성을 확보할 수 있는 적절한 규정조항이 없다.

마. 출입구

출입구는 비계 아래에서 작업대로 접근하는 수단으로 사다리 혹은 계단을 통하여 작업대에 오르내리도록 하는 구조물이다. 출입구는 그 자체가 파괴되지 않고 작업자가 안전하게 출입할 수 있는 구조이어야 하며 이러한

구조를 갖추지 못한 경우에는 작업 조건에 따라서 사고가 발생하므로 구조적인 측면도 대단히 중요하지만 이 보다는 안전하게 작업하기 위해서는 인간공학적인 측면에서 검토되어야 한다. 그럼에도 불구하고 ANSI, OSHA, ILO의 각 규정에는 모든 비계형식에 대하여 출입용 사다리 혹은 이와 동등한 수단이 준비되어야 한다는 일반 요구조건만 명시되어 있다.

출입구에 대한 규정을 상세히 하기 위해서는 ANSI와 OSHA의 형식-종류별 규정조항을 참조하여 사다리, 계단, 난간 등 조항을 자세히 기술하고 구조체와 작업대의 연결통로에 대한 별도의 규정을 두어야 한다.

바. 강도

강도에 관한 일반규정 조항은 ANSI와 OSHA에서는 비계 그 자체와 비계를 구성하는 각 부속품이 최대 예상하중의 4배까지 작용하여도 파괴되거나 도괴되지 않고 지지되어야 한다고 규정하고 있는데 이는 작업자가 비계 위에서 작업할 때 구조적으로 충분한 강도를 유지하라는 의미이다. 그런데 이 규정은 일반적이고 한계가 분명하지 않은 규정이므로 문제가 될 수 있는 가능성이 있다. 또한 ANSI와 OSHA에서 채택하고 있는 강도와 관련된 안전계수 4는 실질적으로 근거가 없으며 최근의 연구에 의하면 안전계수 채택에 있어서 모순점이 지적되고 있다.

실제로 하중 형태를 고려하지 않고 설계한 구조물의 안전성을 설명한다는 것은 비현실적이므로 설계자가 비계에 재하될 예상하중의 범위를 확실하게 예측할 수 있는 능력이 매우 중요하다. 비계 설계시 하중은 작업자의 체중, 비계 부재의 자중, 작업대에 적재되는 자재 및 장비 등 중량은 물론 바람에 의한 영향(횡방향 및 상향), 상층으로부터 낙하하는 낙하물에 의한 충격하중 혹은 하중의 변동(동하중) 등이 있으며 이들이 동시에 작용하거나 부분적으로 작용할 경우 이 들의 결합을 고려하여야 한다.

구조물의 저항계수를 결정하는 방법에는 두 가지가 있는데 설계자가 주어진 재료가 포함하고 있는 구성 요소에 대하여 규정된 허용 응력 범위 내에서 설계하거나 한계상태로 표현되는 극한강 개념을 이용하여 설계하는 방법이 있다.

허용응력 설계법은 작용하중(안전계수를 곱하지 않은 하중)이 구조부재를 결정하는 데 사용되며 계산한 응력이 주어진 재료의 허용응력을 초과하지 않는 범위에서 부재를 선택한다. 극한강 설계법은 재료가 파괴 혹은 구조물로서 구실을 하지 못하는 상태를 허용응력으로 보는데 허용응력은 재

료의 극한 한계상태에 코드에서 정한 안전계수를 적용하여 결정한다. 구조물의 파괴는 여러 측면으로 정의할 수 있는데 비계시스템(전체적) 혹은 부재(국부적)하나가 하중전달기능을 상실하는 두 가지의 경우로 볼 수 있다. 그런데 ANSI 규정에는 단순히 파괴하지 않고 지지되어야 한다고 규정하고 있으므로 명확하지 않다. 비계 파괴 사고가 하중 문제와 관련된 경우 대부분이 과도한 처짐 또는 진동, 예상하지 못한 비정상적인 하중, 화재 혹은 조립 또는 설치 시에 실책에 대한 적절한 강도에 대한 여유를 두지 않는 경우가 대부분이다.

사. 안전성

단관 비계는 다른 비계와 비교할 경우에 기본적인 안정 요구조건에는 차이가 있다. 단관 비계는 압축하중 하에서 구조적으로 불안정한 좌굴 현상이 일어날 수 있으나 달 비계는 지지요소가 케이블 또는 와이어로우프이므로 인장에 의하여 불안정을 초래한다.

압축하중만이 작용하는 단관 비계의 좌굴은 국부적인 개개 부재의 좌굴과 비계 시스템의 전체 좌굴이 있다. 개개부재의 좌굴은 통상 문제가 되지 않는데 비계의 구성도에서 작업공간에 맞게 각 부재를 배치하면 자연적으로 축방향력을 받는 부재의 길이가 짧아지고 상대적으로 부정정차수가 높아지기 때문이다. 그러나 전체 좌굴을 일으키는 경우에는 시스템의 붕괴를 초래하게 된다. 그러므로 구조적인 안전성을 확보하기 위해서는 여러 가지 다양한 형태의 가새의 배치와 벽연결 요구조건을 제시하여야 한다.

ANSI와 OSHA의 규정에는 모든 비계의 수직부재에 대하여 안전하고 견고하게 가새를 대어 흔들림과 변위를 방지해야 한다고 규정되어 있으며, 자주식 타워 (Free Standing Tower)는 기초부분(Base)과 높이의 비가 4:1 혹은 제한치 이하로 할 것을 요구하고 있다. 그런데 안전하고 견고하게 가새를 대어 흔들림과 변위를 방지하고 제한치 이하로 한다는 것은 다르게 해석될 수 있으므로 여러 형식의 비계에 대하여 각종 하중조건에 따른 이동(움직임)이 가져오는 영향을 분석함으로써 변위에 대한 허용치를 결정해 둘 필요가 있다.

하중을 안전하게 분산시킬 수 있는 크기와 강도의 기초 위에 지지될 것을 규정하고 있는 지지요소에 대한 규정 또한 비계가 안정된 상태로 지지되기 위하여 필요한 요구조건에 대한 구체적인 언급이 없다.

ANSI와 OSHA 그리고 ILO의 기준은 비계형식에 따라 부재가 각각 다

른 방식의 수평 및 수직 간격으로 안전하게 정착되어 있어야 한다고 기술하고 있다. 일반적으로 횡방향으로 비계가 안전성을 갖도록 하는 정착간격 요구조건은 작용하중의 크기와 분포와 마찬가지로 비계시스템의 구조적 특성 및 공간배치에 따라 달라진다. 그러나 현행 각 기준은 정착간격을 결정할 수 있는 내용에 이와 같은 영향을 고려하지 않고 있다.

아. 보호대책

현행 각 기준에는 난간, 안전벨트, 안전망 등 작업자의 추락에 대한 보호장치에 대한 별도의 요구조건을 명시하고 있으며, 이들이 사용되어야 할 장소 및 조건을 기술하고 있다. 그러나 이들 수치는 논리적인 설명이 어렵고 환경조건에 따라 근본적으로 약간의 차이가 있다. 예를 들어 난간에 관한 ANSI와 OSHA의 규정은 지면위 10 ft(3.1m) 이상 높이에 있는 작업대의 모든 끝단 및 개구부에 상부 난간대를 설치하도록 했고 다른 자료에서는 그 높이를 7.5 ft(2.3m)로 규정한 것도 있다.

OSHA에서는 추가로 45 in(1.1m) 이하의 최소 폭을 갖는 비계의 작업대에 대해서는 난간대의 최소높이를 4 ft(1.2m)로 규정하고 있는데 이는 작업대의 최소 폭에 근거를 둔 것이 아니라 작업대 위에 손수레나 다른 운반수단의 유무에 관계가 있다.

안전벨트(Safety Belt)와 생명선(Lifeline)에 관한 규정도 작업대의 난간에 관한 규정처럼 각 기준마다 약간의 차이가 있다. 생명선에 대한 OSHA의 규정은 독자적으로 사용하도록 할 것인지 작업자에게 작업 수행기간 동안 의무조항으로 착용할 것을 요구할 것인지에 대해서는 명백히 규정하고 있지 않다.

추락, 낙하물에 맞음 등 사고로부터 작업자를 보호하기 위해서는 안전보호장치를 반드시 갖추어야 하는 작업대의 높이이다. 이 문제의 해결을 위해서는 높은 곳에서 작업자의 추락에 따른 부상과 사망 등에 관한 통계자료 분석에 의하여 얻어질 수 있다.

자. 환경안전기준

가설 비계의 환경안전 항목은 낙하물체, 자연환경(바람, 눈, 비 등), 돌출물, 부식 및 화재의 5개 항목으로 대별된다. 비계의 안전을 위하여 각 기준은 상기 5개 항목 중 적어도 1개 혹은 2개 이상의 환경안전 규정을 두고 있으며, 실제 사고사례의 통계에 의해서도 이들 항목에 의하여 발생하는

사고가 많음을 알 수 있다. 특히 낙하물체와 돌출물에 의한 사고가 많으며, 지지형태의 균형 상실에 의한 작업자의 추락 사고도 많으므로 이러한 점을 고려하여 안전규정을 제시하여야 할 것이다.

ANSI, OSHA 및 ILO의 환경안전규정은 매우 포괄적이다. 이들 규정은 작업자의 머리 위에서 일어날 수 있는 위험한 상황과 눈, 비, 바람에 의한 작업환경, 작업대 위에 있는 연장, 자재 및 부스러기, 부식물질과 로우프의 접촉방지 등에 관한 것을 언급하고 있으나 실제로 그러한 상황에 처하게 될 경우의 대처방안이나 사전 준비작업에 대해서는 설명되어 있지 않다.

차. 특수규정

이 항목은 비계의 설계자나 사용자가 갖추어야 할 특별한 주의사항 및 고려사항에 대하여 규정하고 있으며 이를 필요로 하는 경우가 언제인지를 명확히 한다. 대부분의 특수규정 조항은 별도로 언급하지 않는 설계조건을 용역서비스의 측면에서 설명하는 것으로써, 본질적으로는 일반적인 사항이지만 사용자 및 설계자가 규정을 어기지 않고 지키도록 하기 위하여 규정을 명확히 한다. 즉 일반규정 혹은 형식-종류별 규정에서 별도로 언급하지 않은 기준에 명시되지 않은 제품의 사용, 설계 및 시공의 승인문제 등이 여기에 포함된다.

2. 부재 및 세부 항목별 비교

가. 강관 및 부속 철물 재료

단관 비계에 사용하는 강관은 강관의 종류와 관의 직경 및 두께, 표준중량이 필수적이며, 이외 실험치에 의한 인장, 압축, 휨, 전단강도 등의 기준치를 정하는 것이다.

강관의 재질규정은 우리 나라는 KS F 8002(강관 비계) 일본은 JIS로 규정하고 있어서 두 나라가 같고 미국은 ANSI와 OSHA 모두 직경 5cm(2 in)의 강관을 사용하도록 하였고 영국은 관의 두께가 두꺼워서 단면의 성질 및 강도가 다소 크게 나타나고 있다. 또한 영국은 강관 뿐만 아니라 알루미늄관도 비계용 관으로 사용하고 있는 데 강관과 알루미늄관의 제원 및 강도는 비슷하다. ILO는 도금한 강관과 같은 재료로 만들어 예상 하중의 4배

이상 안전계수를 갖도록 하였다.

비계의 구성부재로 사용된 강관은 한 작업장에서 작업이 끝나면 다른 작업장으로 전용하는 것이므로 전용에 따른 강도의 감소 등이 우려되기 때문에 여기에 대한 규정을 두는 것이 타당하다. 그 내용은 직선부재의 휨 정도, 균열, 흠 등 재료의 결함과 단부의 처리 등이 언급되어야 한다. 이 점에 대해서 우리 나라는 산업안전공단의 규정(KISCO CODE)으로 일본도 자체 규정으로 규제하고 있으며 영국은 일반사항과 구체적인 사항으로 1/600까지 만을 허용 휨에 대한 편차를 규정하고 있다. ILO는 녹이 슬지 않고 부식, 쪼아 들어간 곳, 기타 결함이 없도록 규정하고 있다.

한편 부속철물에 대한 것은 구조 및 성능이 한국과 일본이 거의 같다. 다만 조임 철물의 변형시험시의 회전각(10°)에 대한 하중 값이 직교형일 때 한국은 1000kg이상인데 반해 일본은 500kg이상, 자재형일 때는 한국이 750kg이상인 데 반해 일본은 350kg으로 다소 차이를 보이고 있다.

나. 부재별 기준

단관 비계의 각 부재별 기준은 우리 나라의 건축공사시방서, 일본의 건축학회표준사양서(JASS2), 미국의 ANSI A 10.8, OSHA 1926 및 ILO 규정을 상호 비교하여 기술하기로 한다.

(1). 비계 기둥

비계 기둥간의 간격은 우리 나라와 일본은 띠장 방향으로 1.5~1.8m, 장선 방향으로 0.9~1.5m로 하도록 하였고 미국의 ANSI와 OSHA는 경하중(light-duty: 등분포 하중 25 lb/ft^2 : 125 kg/m^2)은 띠장 방향으로 3.0m(10 ft), 장선 방향으로 1.8m(6 ft), 중하중(midium-duty: 등분포 하중 50 lb/ft^2 : 250 kg/m^2)은 띠장 방향으로 2.4m(8 ft), 장선 방향으로 1.8m(6 ft) 중하중(heavy-duty: 등분포 하중 75 lb/ft^2 : 375 kg/m^2)은 띠장 방향으로 1.8m(6 ft), 장선 방향으로 1.8m(6 ft) 이하로 하도록 하였으며, ILO는 중하중(heavy-duty: 350 kg/m^2)의 경우 1.8m 이하로 하도록 규정하고 있다.

우리 나라와 일본은 비계 기둥의 최고부로부터 측정하여 31m가 초과되는 밑부분은 2분의 강관을 묶어 세우도록 하였다. 미국의 ANSI와 OSHA는 높이가 37.5m(125 ft)를 초과한 비계의 기둥은 자격을 갖춘 전문 기술자가 설계하도록 하였고 이 도면의 복사본을 현장에 비치하여 검사에 대비하도록 하였으며 기둥은 적절한 기초 위에 정확한 간격으로 유능한 기능공이 가설하도록 하였으며 항상 수직을 유지하도록 하였다.

(2). 띠장

띠장의 간격은 우리 나라와 일본은 지상으로부터 첫 번째 띠장은 2m 이내에 설치하고 그 위의 띠장은 1.5m 이내로 하도록 하였고 미국의 ANSI와 OSHA는 지상으로부터 첫 번째 띠장은 가능한 한 기초에 가깝게 설치하고 그 위의 띠장은 1.98m(6 ft 6 in) 이하의 높이로 설치하도록 하였다. 미국의 ANSI와 OSHA는 띠장을 비계의 길이에 따라서 설치하며, 짝수 높이층마다 기둥의 내측 또는 외측에 설치하도록 하였으며, 비계의 외측에 상부 난간대와 중간대를 설치할 경우 이를 띠장 대용으로 사용할 수 있으며 띠장은 기둥에 고정시키고 거푸집에도 연결시키도록 규정하였다. ILO는 수직 부재(기둥) 외측으로 돌출시켜야 하고 기둥에 안전하게 고정시키도록 하였으며 띠장의 간격은 2m를 초과하지 않도록 하였으며 비계를 석조물에 연결시키려면 각쇠판 등으로 견고하게 매야 하며 작업대를 제거해도 띠장이 비계에 견고하게 부착되도록 규정하고 있다.

(3). 장선

장선의 간격은 우리 나라와 일본은 간격을 1.5m 이내로 하고 비계 기둥과 띠장의 교차부에서는 비계 기둥에 결속하고 그 중간 부분에서는 띠장에 결속하는 것으로 규정하고 있다. 미국의 ANSI와 OSHA는 장선을 기둥 사이에 설치하는데 띠장 위로 기둥에 안전하게 고정시키도록 규정하고 있다. 또한 ANSI는 장선의 길이를 기둥간의 길이보다 길어야 하며 까치발로 사용하는 돌출부를 갖는 장선은 까치발용 가새를 대지 않는 한 10 in의 널빤지를 2 개 이상 놓아서는 안되는 것으로 규정하고 있다. OSHA는 장선을 기둥 사이로 가로질러 설치하며 띠장 커풀러 위에 지지되는 안전하게 고정하고 띠장에 직접 고정할 때에는 기둥에 가능한 한 접근시키고 장선의 길이는 기둥 혹은 띠장 간격보다 4cm 이상 12cm 이하로 하도록 규정하고 있다. ILO는 장선을 기둥에 부착시키고 지간은 1.5m를 넘지 않도록 하고 중하중은 90cm, 경하중은 1.15m를 넘지 않도록 규정하였다.

(4). 가새

가새의 수평 간격은 우리 나라는 15m 내외 일본은 간격을 14m 내외로 하고 각도는 45도로 걸쳐 대고 비계 기둥과 띠장에 결속하는데 모든 기둥에 결속하고 수평 띠장은 필요에 따라서 설치할 수 있도록 규정하고 있다. 미국의 ANSI는 최소한 매 4개 층마다 비계의 끝단에 설치하는데 각도는 약 40~50도 각도로 비계의 기둥에 설치하는데 수평으로 18m(30 ft), 수직으로 7.9m(26 ft)를 초과하지 않도록 하였는데 이 규정은 OSHA에서도 같

이 규정하고 있으며 OSHA는 교차 가새를 수평으로 매 세 번째 기둥마다 수직으로 매 네 번째 기둥마다 설치하는데 첫 번째 외측 기둥의 바닥 근처에서 45도 각도로 설치하도록 규정하고 있다. ILO는 위험 방지가 필요할 경우 비계의 길이 방향과 교차 방향으로 적당한 간격을 두고 적절한 대각선 가새를 설치하도록 규정하였다.

(5). 벽 연결 간격

벽 연결은 우리 나라는 수직 및 수평 방향으로 5.0m 이내로 구조체에 견고하게 연결하거나 이에 대신하는 견고한 부속 기둥을 설치하도록 규정하였고 일본은 규정이 없다. 미국의 ANSI와 OSHA는 비계의 일반 요구 조건에서 못 혹은 볼트는 비계의 연결부에서 설계강도가 유지될 수 있도록 충분한 수와 적당한 크기여야 한다고 규정되어 있다. ILO는 기둥과 띠장의 접합부에서 비계면에 대하여 묶으며 구조물 안에 고정시키고 첫 번째와 마지막 번째 그리고 매 두 개마다의 띠장에 엇갈리게 고정용 파이프를 통하여 구조물에 정착시키도록 규정하고 있다.

(6). 밀받침

밀받침은 우리 나라와 일본은 비계 기둥의 맨 밑에 밀받침 철물을 사용하여 바닥에 설치하고 밀둥잡이를 하여 인접 기둥에 연결하도록 하고 연약 지반에서는 소요 폭의 깔판을 비계 기둥 3본 이상 연결되도록 깔아서 대는 데 만약 밀받침 철물을 사용한 경우에는 밀둥잡이를 생략할 수 있도록 규정하고 있다. 미국의 ANSI와 OSHA는 비계의 일반 요구 조건에서 기초는 예상 하중에 대하여 침하 또는 변위가 일어나지 않도록 안전하고 견고하도록 규정되어 있다. ILO는 별도의 규정이 없다.

(7). 부속 철물

부속 철물은 우리 나라와 일본은 그 부위에 걸리는 응력에 충분히 견딜 수 있는 것을 사용하도록 규정하고 있다. 미국의 ANSI에서는 연결재는 단조강, 가단철 혹은 구조용 알루미늄과 같은 재료여야 하며 회색 주철은 사용할 수 없도록 규정하고 있으며 OSHA는 별도의 규정이 없다. ILO는 연결용 고정장치는 단조강 혹은 이와 동등한 성질의 재료여야 하며 연결용 고정장치를 사용할 부재는 고정장치의 전체 지지표면에 걸쳐 정확하게 접합되어 있도록 규정되어 있다.

(8). 하중의 한도

하중의 한도는 우리 나라와 일본은 비계 기둥간의 길이가 1.8m일 때에

는 400kg을 한도로 하고 기둥 간격이 1.8m 미만일 때에는 역비율로 하중의 한도를 증가시킬 수 있으며, 작업 중인 바닥의 층수가 3층 이상일 때에는 비계 기둥 1본당 하중의 한도를 700kg으로 규정하고 있다. 미국의 ANSI와 OSHA는 경하중(light-duty: 등분포 하중 25 lb/ft^2 : 125 kg/m^2), 중하중(medium-duty: 등분포 하중 50 lb/ft^2 : 250 kg/m^2) 및 중하중(heavy-duty: 등분포 하중 75 lb/ft^2 : 375 kg/m^2)으로 규정하고 있다. ILO는 별도의 규정이 없다.

(9). 특수한 경우

우리 나라와 일본은 중량물을 비계 발판에 놓아두는 경우와 같이 특수한 용도와 출입구와 개구부 등은 각각 경우에 따라서 강도 계산을 하여 안전하도록 규정하고 있다.

제 5 장 표준 모델

1. 단관 비계

단관 비계는 우리 나라의 건설 현장에서 아직까지도 가장 많이 사용하는 비계로 강도와 안정성에 문제가 많이 있음에도 불구하고 현장에서 틀 비계보다 단관 비계를 선호하는 이유는 가격이 저렴하다는데 있다. 우리 나라 건설업의 중대 재해 중 비계 등 가설 구조물에서 일어난 사고가 차지하는 비율은 대략 1/3로 나타나고 있다. 가설 구조물 중에서도 단관 비계로 인한 사고가 높은 것으로 나타났는데 단관 비계는 사용하기 편리하고 가격이 저렴한 반면 사고 발생률이 높기 때문에 단관 비계에 대한 재료, 구조 규격 등을 엄격히 규제하여 사고를 줄여야 할 것이다.

단관 비계에 대하여 재료, 구조 및 규격을 제시하여 이를 준수토록 하여 여기에서 발생하는 사고를 예방하는데 목적이 있다.

가. 재료의 재질

비계를 조립하기 위하여 사용하는 재료는 기둥, 띠장, 장선 및 가새로 사용하는 강관, 밑받침 철물(baseplate), 작업대 받판, 연결 철물(clamp), 이음 철물, 벽 연결 철물 등이 있다. 이들에 대한 재료의 재질은 다음과 같다.

(1). 강관

우리 나라의 건설 현장에서 주로 사용하고 있는 단관 비계의 강관은 비계의 기둥, 띠장, 장선 및 가새의 재료로 사용하는데 관련 규격은 KS F 8002(강관 비계: Steel Pipe Scaffolding)에 규정되어 있다. 단관 비계의 강관에 대한 재질 규정은 KS D 3566(일반 구조용 탄소 강관)으로 그 구성 화학 성분 및 기계적 성질에 따라 5종류로 구분하고 있는데 1종 SPS 30, 2종 SPS 41, 3종 SPS 50, 4종 SPS 51, 5종 SPS 55로 구분하고 있다. 여기에서 숫자는 인장 강도를 의미하며 단위는 kgf/mm²이다.

KS F 8002에서는 5종류 모두를 단관 비계용 강관으로 사용할 수 있도록 규정하지 않고 그 중 4종 SPS 51만을 사용하도록 권고하고 있으나 외국의 규격에는 2종인 SPS 41도 사용할 수 있도록 규정하고 있다. 관의 외경 및 두께는 $\Phi 48.6 \times 2.4\text{mm}$ 로 제한하고 있으나 KS D 3566에서는 외경이

48.6mm인 경우 강관의 두께가 2.3, 2.5, 2.8, 3.2mm와 같이 4종으로 제한하고 있는데 이 규격에는 2.4mm가 없으나 두께가 3mm 미만인 강관의 경우 허용차는 이음매와 관계 없이 $\pm 0.3\text{mm}$ 이므로 $\Phi 48.6 \times 2.4\text{mm}$ 는 허용 오차 안에 있으므로 규격 상 문제는 없다. 따라서 앞으로 단관 비계의 강관 형식은 $\Phi 48.6 \times 2.4\text{mm}$ 를 원칙으로 한다.

관의 외관은 직선으로 1/600 이상 휘지 않은 곧은 관이어야 하며 균열이나 흠이 없고 관의 끝단이 변형 없이 축에 직각이어야 한다. 강관의 재질에 대한 외국 규격을 부록에 수록하였다.

강관의 재질은 KS 규격에 적합해야 하고 성능 검정에 합격한 제품만을 사용해야 한다.

(2). 작업발판

작업대 발판은 작업 인부, 소요 자재 및 기계 등 하중을 장선 위에서 받쳐주는 작업발판 또는 운반 및 통로를 만들기 위한 판재와 재질에 따라 널판과 합판 등 목재와 금속재가 있는데 어느 것도 재하되는 하중에 충분히 안전한 강도를 갖추어야 한다.

(가). 목재

작업대 발판으로 사용하는 목재의 재종은 소나무 판을 많이 사용하고 있는데 낙엽송(落葉松), 적송(赤松), 흑송(黑松) 등이 강도가 높고, 가문비나무, 분비 나무는 대체로 강도가 약하다. 이 밖에도 노송 나무, 미솔 송나무 등도 적합하고 삼목, 전나무, 미삼 나무는 강도가 약하다.

목재 작업대 발판이 갖추어야 할 일반적인 사항은 다음과 같다.

- ① 나무결이 고르고 경사가 1:15 이하인 것을 사용해야 한다.
- ② 함수율은 15~20%의 기건 상태(氣乾狀態)인 것을 사용해야 하는데 건조가 불충분한 경우에는 사용 중 변형, 균열 등이 발생하고 부식도 빠르기 때문이다.
- ③ 흠, 벌레 먹은 흠, 웅이 등 결점은 총 합계가 1/4 이하여야 한다.
- ④ 판재의 측면에 결점이 있는 경우에는 판 두께의 1/2 이하이고 중앙부에 결점이 있을 경우에는 판 두께의 1/5 이하여야 한다.
- ⑤ 목재의 끝부분(端部)에 발생한 갈라짐의 길이는 판폭의 1/2 이하여야 한다.
- ⑥ 판이 갈라진 부분과 흠 등은 부식하기 쉬운 부분에서 약간의 변색은 인정되지만 변색 여부의 식별이 곤란한 경우에는 방망이로 두드리거나 못을 박아서 시험하여 강도가 낮은 나무는 사용하지 않는 것이 좋다.

(4) 합판

최근에는 양질의 널판재를 구입하기가 수월하지 않기 때문에 합판을 사용하는데 합판은 비교적 균질의 강도를 유지할 수 있고 작업대에 알맞게 절단하기가 용이하고 자재의 소모가 적기 때문에 작업대 발판으로 많이 사용하고 있다. 그러나 합판은 널판재에 비하여 잘 갈라지고 빗물 등 습기에 강도가 떨어지기 때문에 관리에 있어서 세심한 배려가 필요하다. 우리나라는 비계의 작업대 발판용 합판에 대한 규정이 없고 국내에서 생산되는 합판에 대하여 KS규격으로 보통 합판(KS F 3101), 콘크리트 형틀용 합판(KS F 3110), 구조용 합판(KS F 3113)으로 구분하였고 일본은 농림성 고시로 보통 합판, 콘크리트 형틀용 합판과 비계 발판용 합판으로 구분하여 규격화하였다. 일본의 농림성 고시는 표 16과 같다.

〈표-16〉 작업대 발판용 합판의 규격

두께 (cm)	폭 (cm)	길이 (cm)	허용 휨응력도 (kg/cm ²)	영계수 (kg/cm ²)	단위 중량 (kg/m ²)
2.5	24	200	165 ⁽¹⁾	9×10 ⁴	630
2.8	30	300			
3.0	40	400			

(1) $660/4 = 165\text{kg/cm}^2$

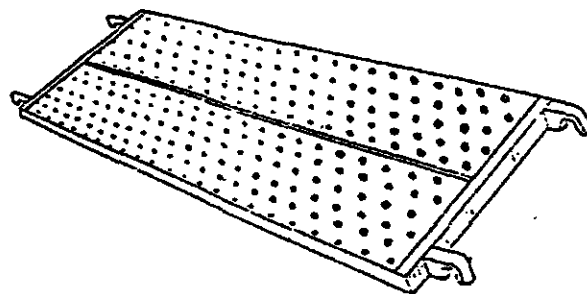
작업대 발판용 합판도 널판재와 마찬가지로 부식이 있거나 각종 결점(웅이, 갈라짐 등)이 없어야 한다.

(4) 강재 작업대 발판

강재 작업대 발판(아연도금 강판)의 일반적인 형상은 다음 그림과 같으며 여기에 대한 규격은 우리 나라는 물론 일본의 JIS 규격에도 없는 실정이다. 다만 일본의 경우 관련 협회에서 제시하는 규격이 있는데 제조업체별로 치수 등이 약간의 차이는 보이지만 일반적으로 표 17과 같다.

〈표-17〉 강재 작업대 발판의 규격

구 분	두께 (mm)	높이 (mm)	폭 (mm)	길이 (mm)	중량 (kg)	용 도
이 동 식	2.0	4.0	240	3600	22.5	외장작업대발판, 엘리베이터
작업대발판	2.0	4.0	240	3000	19.5	타워, 데크
띠장틀겸용 작업대발판	1.2	40	500	1800	17.0	기둥간격1800mm용 작업대발판
	1.2	40	500	1990	20.0	기둥간격 1800mm용 비계 다리
	1.2	40	500	1829	17.5	기둥간격1829mm용 작업대발판
	1.2	40	500	2022	21.0	기둥간격 1829mm용 비계 다리



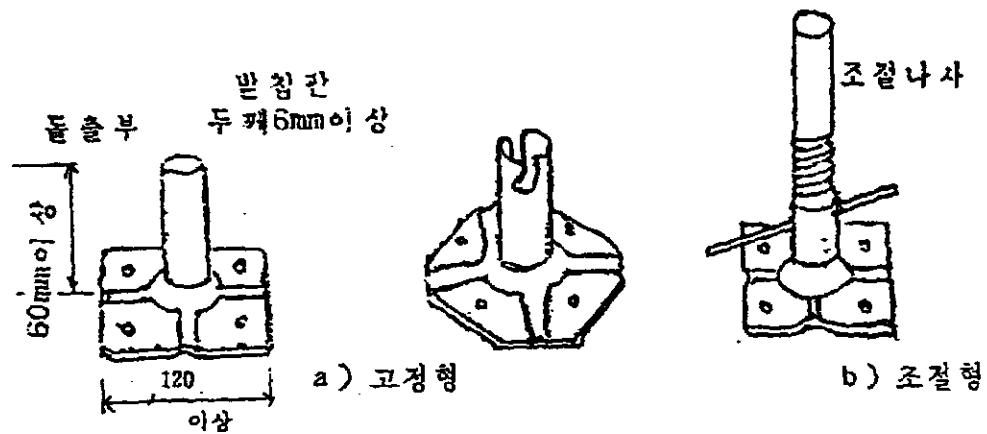
〈그림 2 강재 작업대 발판의 일반적인 형상〉

(3). 밑받침 철판

비계 기둥의 맨 끝부분에 부착시켜 기둥에서 지지하는 모든 하중을 지반에 전달하는 부재로 그림 3과 같이 형식에 의거 고정형과 조절형(재형)으로 구분한다.

고정형은 받침판의 두께는 6mm 이상이고 면적은 144cm² 이상(단변이 12cm 이상)으로 모양은 정방형 또는 장방형으로 지름 4mm 이상 구멍이 4개 이상으로 재질은 일반 구조용 압연 강재(SB41) 또는 이와 동등 이상의 것이어야 하고 돌출 부분은 두께 2.2mm 이상이고 돌출 길이는 6cm 이상으로 재질은 배관용 탄소강관 또는 이와 동등 이상의 것이어야 한다. 또한 받침판은 수직 하중 5,000kg의 하중이 작용할 때 잔유 변형이 발생되지 않아야 한다.

조절형은 틀비계용으로 받침판의 크기, 형상, 구멍 뚫기는 고정형과 같고 클램프 기타 다른 방법에 의하여 관에 부착시킨 상태로 관을 올리고 내릴 수 있는 구조여야 하며 받침판은 수직 하중 5,000kg의 하중이 작용할 때 잔유 변형이 발생되지 않아야 하고 높이는 10cm 이상 높이를 조절할 수 있어야 한다.



〈그림 3 밑받침 철물〉

(4). 연결 철물

연결 철물은 강관을 교차시켜 평행으로 연결시킬 때 사용하는 철물로 다음과 같이 직교형과 자유 자재형 및 특수형으로 구분한다. 연결 철물의 구조 및 성능은 표 18과 같다.

- 1) 직교형 : 관의 직각교차에 사용하는 철물
- 2) 자유자재형 : 관의 임의 각도를 교차시키는 데 사용하는 철물
- 3) 특수형 : 특수한 교차에 사용하는 철물로 자유자재형으로 대응할 수 있다.

<표-18> 연결 철물(Clamp)의 구조 및 성능

형 식	구 조	성 능 (최대하중:kg)			
		과파강도	변위강도	회전각 10도에 달할때	미끄럼 시험
직교형	연결 철물을 붙들어 매는 나사로 고정 한다. 관을 쥐는 부분 은 관의 바깥둘레의 75% 이상이고 관과 밀착하는 구조로 한다.	1500이상	500이상	1000이상	600이상
자유자재 형 및 특수형	관두께는 3mm이상 볼 트직경은 나사산을 포 함하여 9mm 이상이어 야 한다.	1000이상	350이상	750이상	600이상

연결 철물의 시험은 KS F 8002에 의하면 a)미끄럼시험과 b)변형시험이 있다. 미끄럼시험은 연직관의 위, 아래 2개소에 수평관 2개의 공시철물을 가지고 직각으로 조이고 수평관에 하중을 걸며 수평관의 간격은 15cm로 하고 조임부의 미끄럼량이 10mm 이상이 될 때까지의 최고하중을 성적으로 한다. 또, 변형시험은 밑 끝을 고정한 연직관에 공시철물을 가지고 직각으로 수평관을 연결하고 하중을 걸며 이때 공시철물과 고정관과의 간격을 5cm로 하고 적당한 미끄럼방지를 하여야 한다. 하중을 걸어서 수평관의 회전각이 10° 에 달할 때의 하중 및 급격한 변형을 일으킬 때까지의 최고하중을 성적으로 한다.

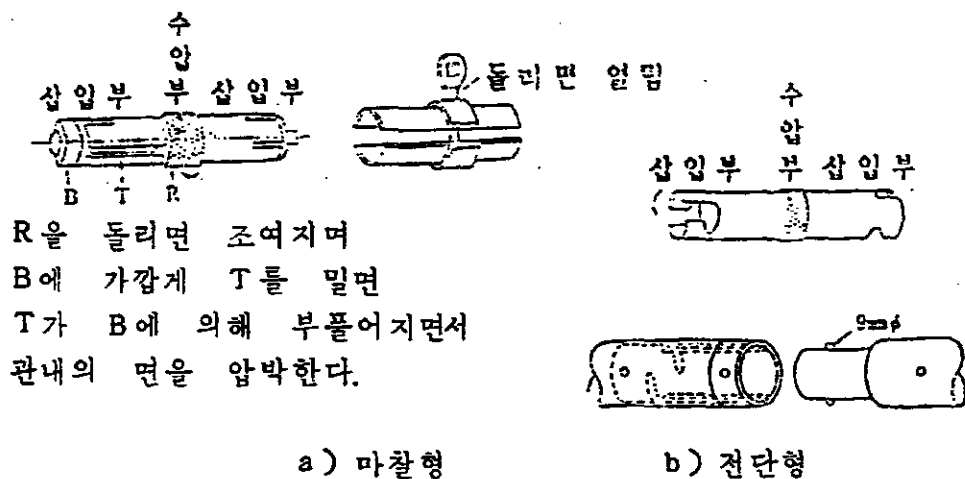
참고로 손의 힘과 스페너의 길이에 비례하는 연결 철물 나사의 조임 토크치에 대해 일본의 경우는 규격 250kg·cm, 가설공업회 350,450kg·cm로 규정하고 있지만 현장의 추천치는 300kg·cm-350kg·cm를 권장하고 있다.

(5). 이음 철물

단판 기둥의 길이방향(수직 방향) 일직선으로 이을 때에 사용하는 것으로 보통 이을 때 2개의 관 사이에 차입하는 방식을 이용하며 형식면에서 마찰력으로 결합하는 마찰형과 전단 저항력에 의하여 결합하는 전단형으로

구분한다.

이음 철물의 일반적인 예는 그림 4와 같고 형식에 따른 구조 및 인장 등 성능은 표 19와 같다.



<그림 4 이음 철물의 예>

이음 철물의 시험은 굴곡시험과 인장시험이 있다. 굴곡시험은 길이 1m의 관2개를 결합하고 1.8m 간격의 지지봉 위에 수평으로 실어서 중심부에 하중을 걸어 처짐량이 35mm에 달했을 때의 최고 하중을 성적으로 한다. 이 때 하중점의 누름 철물은 관의 중심각 10° 이상 접하고 폭은 20mm로 한다. 지지점의 로라는 30mm 이상으로 한다. 인장시험은 적당한 길이의 관2개를 결합하고 각기 파이프의 끝부분을 될 수 있는 한 변형을 일으키지 않도록 붙잡아 두고 인장력을 가하고 마찰형으로서는 이탈할 때에 전단형으로서는 급격한 변형을 일으킬 때까지의 각기 최고 하중을 그 성적으로 한다.

<표-19> 이음 철물의 구조 및 성능

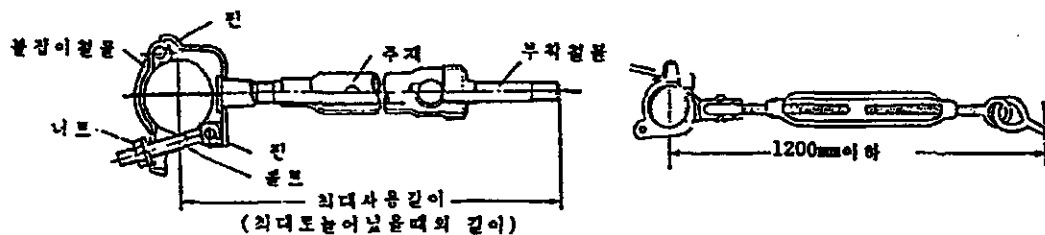
형식	구 조	성 능		
		인장 최대하중	압축 최대하중	처짐, 휨, 최대하중
마찰형	관의 끝면에 밀접하여 지지하는 받침부분과 수압부의 관 내부에 넣을 수 있는 부분이 있는 것을 말한다. 넣는 부분의 단면적은 관 단면적의 80% 이상이어야 하며 유효길이는 75mm이상 관에 들어가는 구조이다. *돌출부 및 목의 두께 : 2.2mm이상 *차입길이 : 각 95mm이상	500kg 이상		270kg
전단형	상기이외에 관의 끝부분을 클램프 혹은 핀 기타의 방법으로 결합하는 것으로 결합과 분해에 있어서 관을 회전하는 것은 적어도 60° 이상 회전하지 않으면 분해되지 않는 구조로 한다. *상기와 동일	1500kg 이상 *신장 길이 0.9mm 이하	*3800kg 이상	270kg *처짐 19mm 이하

(6). 벽연결 철물

앞절에서 언급한 받침, 연결, 이음철물과 같은 부속철물이 비계를 구성하는 데 필요한 부재라면 벽연결재는 비계의 안정을 유지해 주는 중요한 부재라 할 수 있다. 비계 작업에서 발생하는 사고의 유형중 인명의 보호와 경제적 측면에서 가장 손실이 많고 위험한 도괴 사고도 벽연결재의 재질 자체 및 시공불량으로 인한 것이 대부분이다. 최근에는 비계에 낙하물 방지망(Net Frame), 시트(휘장막: sheet)등이 사용됨에 따라 비계에 작용하는 풍압이 증대하고 또한 비계의 높이가 높아지면 비계 전체에 대한 휨 강성이 작아지므로 비계 기둥의 수직방향으로 변형이 일어난다. 따라서, 벽연결재는 주로 다음과 같은 목적으로 설치하며 적절한 간격마다 구조 및 강도가 적합한 전용 벽연결 철물을 부착하여 비계를 본구조체와 일체화 시켜야 한다. 벽연결 철물을 본구조체에 부착시켜 비계와 일치시키는 목적은 다음과 같다.

- ① 비계 전체의 좌굴 방지
- ② 연직하중이 양쪽 기둥에 대해서 불균등한 경우에 균등화시키는 것
- ③ 풍하중의 수평 반력을 부담

그러나 국내에서는 전용 벽연결 철물의 생산은 물론 설치 기준 등이 전무한 실정이라고 해도 과언이 아니다. 본 연구에서는 선진 외국에서 일반적으로 사용하고 있는 전용 벽연결 철물에 대한 구조, 강도, 부착 시 주의사항 등을 제시하는데 앵커볼트를 매입하는 방식을 중점적으로 살펴본다. 표-20은 길이를 조절할 수 있는 전용 벽연결 철물의 구조 및 강도를 수록한 것이고 그림 5는 표준 형식을 나타낸 것이다.



<그림 5 전형적인 벽 연결 철물>

<표-20> 벽연결 철물의 규격 및 강도

구 분	규 격
치 수	최대 사용길이가 1,200mm이하
주 재	길이조절이 가능하고, 빠지는 것을 방지하는 기능을 갖추어야 한다.
볼잡이 철물	판두께 3mm이상
부착 철물	1)주재와의 사이가 자유자재이다. 2)나사가 있는 것은 나사 직경 9.0mm이상
강 도	인장강도, 압축강도 모두에 900kg이상

철근 콘크리트건물의 경우 부착 시 유의사항은 다음과 같다.

- ① 벽면에 대해서 가능한 한 직각(부득이한 경우 경사각도 15° 이내)이 되는 위치에 부착한다.
- ② 기둥에서는 기둥과 띠장의 교차부 부근의 위치에 부착한다.
- ③ 앵커부에서 나사가 들어가는 길이는 나사직경의 2배로 한다.
- ④ 안전 방망의 부착개소, 리프트 설치개소 등 특히 큰 하중이 많이 걸리는 개소는 필히 벽연결 철물을 이용하여 기둥을 벽에 부착시켜야 하며 일반적인 부착 개수보다 증가시킨다.

나. 구조 및 규격

비계는 본 구조체보다 먼저 올라가므로 작업원(비계공)이 고소에서 지지물이 없이 작업해야 하므로 배치 간격을 충분히 확보하여 무리한 행동을 유발하지 않도록 해야 하고 또한 국내의 기준을 참고하여 적절한 간격을 제시하고자 한다.

(1). 띠장 방향 기둥 간격

비계공이 비계 위에서 작업할 경우에 작업에 방해가 되지 않기 위해서는 양 손으로 강관을 쥐었을 경우에 충분한 간격을 확보해야 한다. 양 손으로 강관을 잡고 있을 때 팔 넓이는 양쪽 손목 사이의 거리+(손목에서 강관 중심까지의 거리)×2로 구하면

$$(176.5-19 \times 2) + (15-4.86/2-2) \times 2 = 169.64\text{cm} \approx 160\text{cm} \text{가 된다.}$$

따라서 비계공이 비계 작업을 위해서는 띠장 방향의 기둥 간격은 160cm가 적절하다고 본다.

띠장 방향 기둥 간격은 산업안전보건법 안전 기준에 관한 규칙, 건축공사 표준 시방서 및 일본의 JASS 2에서는 1.5~1.8m로, KS F 8002에서는 1.2~1.8m로, ANSI A 10.8과 OSHA 1926에서는 하중을 경(輕), 중(中), 중(重)으로 나누어 6~10ft, 6~8ft, 6ft 이하로 규정하고 있으며 ILO는 경하중은 1.8m, 중(重)하중은 1.2m로 규정되어 있다.

표준 모델은 1.5~1.8m로 하는 것이 바람직하다.

(2). 띠장의 높이(간격)

사람의 어깨 높이가 141.5cm이고 신발의 뒷꿈치 높이가 3cm이고 띠장 위에 올라서서 강관(직경 4.86cm)을 어깨에 걸쳤을 경우에 띠장 중심 간격은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$(141.5 + 2 \times 4.86/2) = 149.36\text{cm} \approx 150\text{cm} \text{가 된다.}$$

따라서 띠장 높이는 150cm가 적절하다고 본다.

띠장의 높이(간격)은 산업안전보건법 안전 기준에 관한 규칙, 건축공사 표준 시방서, KS F 8002 및 일본의 JASS 2에서는 지상으로부터 첫 번째 띠장은 2m 이내로 하고 그 다음부터는 1.5m 내외로, ANSI A 10.8과 OSHA 1926에서는 6ft 6in 이하로 규정하고 있으며 ILO는 2m 이하로 하도록 규정되어 있다.

표준 모델은 지상으로부터 첫 번째 띠장은 2m 이내로, 그 다음의 띠장은 1.5m 내외로 하는 것이 바람직하다.

(3). 장선 방향 기둥 간격

비계 발판 위에서 작업할 수 있는 행동 반경이어야 하며 통행에 불편이 없어야 한다. 사람이 허리를 구부린 자세에서 머리 앞 끝까지의 거리가 88.5cm이고 사람 1인이 보행하기에 필요한 간격이 70cm이므로 최소한 이 폭보다 넓어야 하며 비계 다리 및 작업대 통로로 사용하는 널판, 합판 및 강재 작업 발판의 폭에 의하여 결정되는데 90~120cm 정도가 적당하다고 본다.

장선 방향 기둥 간격은 산업안전보건법 안전 기준에 관한 규칙에서는 1.5m로, 건축공사 표준 시방서, KS F 8002 및 일본의 JASS 2에서는 0.9~1.5m로, ANSI A 10.8과 OSHA 1926에서는 6ft 이하로 규정하고 있으며 ILO는 1.5m 이하로 하도록 규정되어 있다.

표준 모델은 1.5m로 하는 것이 바람직하다.

(4). 장선 간격

장선 간격은 모든 띠장마다 장선을 설치했을 경우에는 장선 방향 기둥 간격과 일치하지만 중간에 설치할 경우에는 이 규정이 필요하다. 산업안전보건법 안전 기준에 관한 규칙, 건축공사 표준 시방서, KS F 8002 및 JASS 2에서는 1.5m 이내로, ANSI A 10.8 및 OSHA 1926에서는 하중을 경(輕), 중(中), 중(重)으로 나누어 6~10ft, 6~8ft, 6ft 이하로 규정하고 있으며, ILO는 규정이 없다.

표준 모델은 1.5m 이내로 하는 것이 바람직하다.

(5). 벽 연결 간격

벽 연결 간격이 잘못 된 경우에는 비계가 좌굴이 일어나고 이러한 현상이 더욱 진행될 경우에는 비계의 도괴, 붕괴 사고가 일어나기 때문에 간격을 필히 준수해야 한다. 좌굴은 벽 정착 간격이 넓은 경우에 강관 자체가 휘어지는 경우로 기둥이 휘는 경우를 수직 좌굴, 띠장과 장선이 휘는 경우

를 수평 좌굴이라고 한다.

벽 연결 간격은 산업안전보건법 안전 기준에 관한 규칙, 건축공사 표준 시방서 및 KS F 8002에서는 수직 5m, 수평 5m로 규정하고 있으며 일본의 JASS 2, ANSI A 10.8, OSHA 1926에서는 규정되어 있지 않은데 이는 전문 기술자가 용력을 계산한 후에 설계를 하기 때문인 것으로 풀이되며, ILO는 첫 번째, 마지막 번째 그리고 떠장 간격 2개마다 엇갈리게 설치하도록 규정되어 있다.

표준 모델은 수직 간격은 5m 이내로, 수평 간격도 5m 이내로 하는 것이 바람직하다.

(6). 가새 간격 및 각도

가새는 비계의 안정성 및 좌굴에도 영향을 미치기 때문에 간격 및 각도를 필히 준수해야 한다. 가새의 간격 및 각도는 산업안전보건법 안전 기준에 관한 규칙에는 10m 이내마다 45도의 각도로 설치하도록 규정되어 있으며, 건축공사 표준 시방서에서는 수평 간격 15m 내외에서 45도 각도로 규정되어 있고, KS F 8002 및 일본의 JASS 2에서는 수평간격 14m 내외에서 45도 각도로 설치하도록 규정하고 있으며 ANSI A 10.8에서는 수평으로 30ft 수직으로 26ft 마다 40~50도 각도로, OSHA 1926에서는 수평으로 매 세 번째 기둥과 수직으로 매 네 번째 떠장 마다 설치하도록 규정되어 있으며, ILO는 규정이 없다.

표준 모델은 수평 간격 10m 이내마다 45도의 각도로 설치하고 수평 가새 및 보 방향 가새는 특히 필요한 경우에 설치하도록 하는 것이 바람직하다.

(7). 비계의 높이

비계의 높이에 대한 규정은 우리나라의 건축공사 표준 시방서 및 KS F 8002, JASS 2, ANSI A 10.8, OSHA 1926 및 ILO에서도 전혀 언급된 바가 없고 다만 산업안전보건법 안전 기준에 관한 규칙에 기둥의 높이가 31m 이상되는 그 밑 부분은 기둥을 2본으로 하도록 규정되어 있을 뿐이다.

표준 모델은 31m 까지 사용하는 것을 원칙으로 하되 필요한 경우에 31m를 초과하는 경우에는 초과되는 그 밑 부분을 기둥 2본으로 보강하는 것이 바람직하다.

(8). 낙하물 방지망

낙하물 방지망은 작업자가 상부에서 작업하는 동안 공구나 몰타르 등

재료가 낙하하여 아래에서 작업하는 작업자를 타격함으로써 중대 사고를 유발할 가능성이 있고 작업자가 작업 도중 추락할 경우 보호할 목적으로 설치하는데 산업안전보건법 안전에 관한 규칙 및 가설공사 표준 안전 작업 지침, 건축공사 표준 시방서, KS F 8002 및 일본의 JASS 2, ANSI A 10.8 및 ILO에도 규정이 없는 실정인데 다만 현장에서 사용하고 있는 실상과 연구 결과로는 10m 이내 또는 4개 층 이내마다 낙하물 방지망을 설치하고 있는 실정이다.

표준 모델은 수직 간격 10m 이내 또는 4개층 이내마다 낙하물 방지망을 설치하는 것이 바람직하다.

다. 브라켓 비계

우리 나라의 건설 현장에서 단관 비계를 많이 사용하고 있지만 안정성과 안전성에 문제가 많이 제기됨에 따라 단관 비계를 응용한 브라켓 비계를 많이 사용하고 있는 실정이다. 브라켓 비계는 맨 아래 기둥을 지상에 지지하지 않고 대략 1.5m~2.5m 높이에 브라켓을 주로 벽체에 앵카를 박아서 지지시키고 그 위에 강관을 위치시켜 단관 비계와 똑같은 역할을 하도록 한 구조이다. 따라서 브라켓 비계는 단관 비계에서 사용하는 재료를 그대로 사용하고 있으므로 전 절에서 사용하는 재료의 재질에 관한 내용을 그대로 적용할 수 있으며 구조 및 규격에 있어서 차이가 나는 점만 언급하고자 한다.

(1). 띠장 방향 기둥 간격

단관 비계에서는 띠장 방향 기둥 간격 1.5~1.8m로 하였으나 최대 간격 1.8m로 하고 가능한 한 1.5m 이하로 하는 것이 바람직하다.

(2). 띠장의 높이(간격)

띠장의 높이는 1.5m 내외로 하는 것이 바람직하다.

(3). 장선 방향 기둥 간격

장선 방향 기둥 간격은 1.5m 이하로 하는 것이 바람직하다.

(4). 장선 간격

장선 간격은 1.5m 이내로 하는 것이 바람직하다.

(5). 벽 연결 간격

벽연결 간격은 수직 간격은 5m 이내로, 수평 간격도 5m 이내로 하는

것이 바람직하다.

(6). 가새 간격 및 각도

가새는 수평 간격 10m 이내마다 45도의 각도로 설치하고 수평 가새 및 보 방향 가새는 특히 필요한 경우에 설치하도록 하는 것이 좋을 듯 하다.

(7). 비계의 높이

비계의 높이는 24m를 기준으로 이 높이를 초과할 경우에 브라켓을 대어 이 위에 24m 까지 강관을 설치하여 사용할 수 있다.

(3). 낙하물 방지망

낙하물 방지망은 수직 간격 10m 이내 또는 4개층 이내마다 낙하물 방지망을 설치하는 것이 바람직하다.

2. 실제 적용 모델

우리 나라의 건설 현장에서 가장 많이 사용하는 단관 비계에 대한 재료 및 구조·규격에 대한 사항을 앞 절에서 검토하였으며 이를 근거로 현장에서 사용할 수 있는 표준 모델을 다음과 같이 제시하고자 한다.

가. 재료의 재질

비계를 조립하기 위하여 사용하는 재료는 기둥, 띠장, 장선 및 가새로 사용하는 강관, 밀받침 철물(baseplate), 작업대 발판, 조임 철물(clamp), 연결 철물, 벽 연결 철물 등이 있다. 단관 비계에 사용하는 모든 재료는 노동부 검정 규격에 의하여 한국산업안전공단 이사장의 검정을 필한 재료로 성능 검정규격 이상의 것을 사용해야 하며, 변형·부식 또는 심하게 손상된 재료를 사용해서는 안된다 또한 재료를 재사용할 경우에는 한국산업안전공단 코오드(KISCO CODE)인 가설기자재 재사용 성능기준에 의하여 1~2 급은 재사용이 가능하고 3 급은 성능 검사를 받아서 합격품에 한해서 사용하고 4 급은 즉시 폐기 처분해야 한다.

(1). 강관

강관은 KS F 8002에 규정된 4종 SPS 51을 사용하는 것이 바람직하고 KS 규격에 맞는 강관을 사용해야 하며 한국산업안전공단 이사장의 검정을

받은 강관만을 사용해야 하며 재사용 시에는 가설기자재 재사용 성능기준에 의하여 합격된 제품만을 사용해야 한다.

(2). 작업대 발판

작업대 발판은 재하되는 하중에 충분히 견딜 수 있어야 하며 널판과 합판 등 목재를 사용해야 하며 기타 금속재(강재)를 사용할 경우에는 장선위에 견고하게 부착하거나 정확한 치수로 부착시켜 조립 후에 발판에 요철이 발생되지 않도록 해야 한다.

(가). 목재

작업대 발판으로 사용하는 목재의 종류는 낙엽송(落葉松), 적송(赤松), 흑송(黑松), 노송나무, 미송 송나무 등이 좋고, 가문비나무, 분비 나무는 대체로 좋으며 삼목, 전나무, 미삼 나무는 그다지 좋지 않다. 각 목재의 종류별 허용 응력은 <표 21>과 같으며 작업발판은 하중과 간격에 따라서 응력상태가 달라지므로 <표 21>에 나타난 허용응력을 초과하지 않도록 설계하여야 한다.

<표-21> 작업발판의 허용응력(목재)

단위 : kg/cm²

목재 종류 \ 허용 응력도	압	축	인장 또는 휨	전	단
적송, 흑송, 회목	120		120	10.5	
삼송, 전나무, 가문비나무	90		105	7.5	

목재 작업대 발판이 갖추어야 할 일반적인 사항은 다음과 같다.

- ① 나무결이 고르고 장섬유결의 경사가 1:15 이하인 것을 사용해야 한다.
- ② 목재의 함수율은 15~20%로 충분히 건조된 것을 사용해야 하며 변형, 갈라짐, 균열 등 결함이 있는 목재를 사용해서는 안 된다.
- ③ 발판의 폭과 동일한 길이 내에 홈, 벌레 먹은 홈, 웅이 등 결점 치수의 총 합계가 발판 폭의 1/4 이하이어야 한다.
- ④ 판재의 결점 개개의 크기는 측면에 결점이 있는 경우에는 발판 폭의 1/7 이하이고 중앙부에 결점이 있는 경우에는 발판 폭의 1/5 이하이어야 한다.

⑤ 발판의 갈라짐은 발판 폭의 1/2 이하이어야 하며 철선, 띠철로 감아서 보존해야 하며 목재의 끝부분(端部)에 발생한 갈라짐의 길이는 발판 두께의 1/2 이하이어야 한다.

⑥ 비계발판의 치수는 폭이 두께의 5~6배 이상 되어야 하며 발판 폭은 40cm 이상, 두께는 3.5cm 이상, 길이는 3.6m 이하이어야 한다.

⑦ 판이 갈라진 부분과 홈 등의 부위는 부식하기 쉬우므로 약간의 변색은 인정되지만 변색 여부의 식별이 곤란한 경우에는 방망이로 두드리거나 못을 박아서 시험하여 강도가 낮은 나무는 사용하지 않는 것이 좋다.

(나) 합판

① 비교적 균질의 강도를 유지할 수 있고 변형, 갈라짐, 부식 등 결함이 없는 자재를 사용해야 한다.

② 작업대 발판으로 사용하는 합판은 보통 합판(KS F 3101) 및 콘크리트 형틀용 합판(KS F 3110)을 사용해서는 안되며 구조용 합판(KS F 3113)을 사용해야 한다.

(다) 강재 작업대 발판

강재 작업대 발판(아연도금 강판)은 주로 틀비계와 같이 규격품에서는 조립하기가 수월한 경우에 걸쳐두는 형식에는 효율적이지만 단판 비계와 같이 조립 시에 현장에서 시공자가 높이, 간격 및 넓이를 임의로 조정할 수 있는 구조에는 적절하지 않으므로 가능하면 목재를 사용한 것이 좋다. 다만 강재를 꼭 사용해야 하는 경우에는 발판을 장선과 파장에 정확하게 부착할 수 있는 방법을 강구해야 한다.

(3). 밑받침 철물

비계 기둥의 맨 끝부분에 부착시켜 기둥에서 지지하는 모든 하중을 지반에 전달하는 부재로 KS 규격품을 사용하여 위에서 작용하는 모든 하중에 대하여 충분한 간도를 가져야 하며 고정형과 조절형(재형) 중 단판 비계는 어느 것을 사용해도 좋고 깔판이나 받침목 등을 아래에 대어 보강하여 침하하거나 이동하지 않도록 밑둥잡이를 설치해야 한다.

(4). 연결 철물

연결 철물은 강관을 교차시켜 평행으로 연결시킬 때 사용하는 철물로 일반적으로 클램프(clamp)라고 하는데 적교형, 자유 자재형 및 특수형이 있는데 어느 것을 사용하여도 좋으나 KS 규격품을 사용해야 한다.

(5). 이음 철물

단관 기둥의 길이방향(연직 방향) 일직선으로 이음 때에 사용하는 것으로 마찰형과 전단형으로 구분하는데 어느 것을 사용해도 좋으며 KS 규격품을 사용해야 한다.

(6). 벽연결 철물

벽연결 철물은 비계의 안정을 유지해 주는 중요한 부재로 전용의 벽연결 철물을 사용하는 것이 좋으며 KS 규격품을 사용해야 한다.

나. 구조 및 규격

(1). 띠장 방향 기둥 간격

띠장(보) 방향 기둥 간격은 표준 모델에서 1.5~1.8m로 제시하였는데 양손으로 장관을 쥐었을 경우 간격이 1.6m이므로 이 간격이 적당하다.

(2). 띠장의 높이(간격)

띠장의 높이는 지상으로부터 첫 번째 띠장은 2m 이내로, 그 다음의 띠장은 1.5m 내외로 한다.

(3). 장선 방향 기둥 간격

장선 방향 기둥 간격은 작업이 수월한 행동 반경이고 통행에 불편이 없어야 하므로 90~150cm 정도가 적당한데 표준 모델은 1.5m로 한다.

(4). 장선 간격

장선 간격은 모든 띠장마다 장선을 설치했을 경우에는 장선 방향 기둥 간격과 일치하지만 중간에 설치할 경우를 대비하여 규정하므로 표준 모델은 1.5m 이내로 한다.

(5). 벽 연결 간격

벽 연결 간격은 비계의 좌굴과 도괴 및 붕괴 사고의 직접적인 원인이 되므로 이 간격을 필히 준수해야 한다. 표준 모델은 수직 간격은 5m 이내로, 수평 간격도 5m 이내로 하는 것이 바람직하다.

철근 콘크리트 건물의 경우 벽연결 철물을 부착할 경우 유의사항은 다음과 같다.

① 벽면에 대해서 가능한 한 직각(부득이한 경우 경사각도 15° 이내)이 되는 위치에 부착한다.

② 기둥에서는 기둥과 띠장의 교차부 부근의 위치에 부착한다.

③ 앵커부에서 나사가 들어가는 길이는 나사직경의 2배로 한다.

④ 안전 방망의 부착개소, 리프트 설치개소 등 특히 큰 하중이 많이 걸리는 개소는 필히 벽연결 철물을 이용하여 기둥을 벽에 부착시켜야 하며 일반적인 부착 개수보다 증가시킨다.

⑤ 벽연결이 인장재와 압축재로 구성되어 있을 때에는 그 간격을 1.0m 이내로 설치하여야 한다.

(6). 가새 간격 및 각도

가새는 비계의 안정성 및 좌굴에도 영향을 미치기 때문에 필히 가새를 설치해야 한다. 표준 모델은 수평 간격 10m 이내마다 45도의 각도로 설치하고 교차하는 모든 비계기둥에 결속해야 하며 수평 가새 및 보 방향 가새는 특히 필요한 경우에 설치하도록 한다.

(7). 비계의 높이

단관 비계는 31m 까지 사용하는 것을 원칙으로 하되 필요한 경우 31m를 초과하면 비계기둥의 최고부로부터 31m되는 지점 아래 부분의 비계기둥은 2분의 강관으로 묶어 조립 한다.

(8). 낙하물 방지망

낙하물 방지망은 낙하물로부터 맞지 않도록 또는 작업자의 추락으로부터 보호를 목적으로 설치하는데 다음 사항을 준수해야 한다.

①. 낙하물 방지망과 수평면과의 각도는 20~30도 각도를 유지한다.

②. 낙하물 방지망의 내면 길이는 비계 외측으로부터 2m 이상 돌출시킨다.

③. 낙하물 방지망의 첫단의 높이는 지상으로부터 10m 이내에 설치하여야 하며, 설치 간격은 첫단의 위치로부터 매 10m 이내마다 설치한다.

④. 테두리 로우프가 부착된 방망 사용을 원칙으로 하며, 테두리 로우프가 없는 경우에는 테두리 로우프를 그물코 사이마다 엮어 단관 비계 등에 긴결한다.

⑤. 방망을 지지하는 지지점의 강도는 600kg 이상의 외력에 저항할 수 있는 강도를 보유 하여야 한다. 단, 연속적인 구조물이 방망 지지점인 경우에는 외력은 다음 식에 의해 산정한 값에 견딜 수 있는 것은 예외로 한다.

$$F = 200B$$

여기에서, F : 외력(kg)

B : 지지점 간격(m)

⑥. 방망의 지지점 간격은 방망의 주변이나 가장자리를 통해 낙하물이 떨어지지 않도록 충분히 확보한다.

⑦. 방망의 겹침 길이는 150mm 이상으로서, 방망과 방망 사이의 틈 간격이 없도록 설치한다.

⑧. 비계 외부에 수직 보호망(sheet)을 설치한 경우에는 낙하물 방지망을 설치하지 않아도 무난하지만 근로자, 보행자, 차량 등이 통행 시 낙하물에 의하여 재해가 발생할 우려가 있는 경우에는 최하단에 방호선반을 설치하는 등 별도의 방호 조치를 한다.

(9). 작업 발판

높이 2미터 이상의 고소(高所) 작업에 사용할 목적으로 조립하는 비계의 모든 층에는 작업발판을 설치해야 하며 다음 사항을 준수해야 한다.

① 발판의 폭은 40cm 이상이어야 하며 발판과 발판 사이의 틈 간격은 3cm 이하이어야 한다.

②. 발판의 겹침 길이는 20 센티미터 이상 이어야 한다.

③. 발판의 이음 위치는 겹침 길이의 중앙부가 장선의 상부에 위치하여야 한다.

④. 발판 1개당 지지물은 최소 2개소 이상 장선에 지지하여 전위하거나 탈락하지 않도록 설치하여야 한다.

⑤. 작업발판의 측면 등 추락의 위험이 있는 장소에는 표준안전난간을 설치해야 하며 동 난간을 설치하기 곤란하거나 작업의 형편상 부득이 표준난간을 해체한 경우에는 방망을 설치하거나, 안전대를 사용하는 등의 추락에 의한 위험방지를 하여야 하며 동 난간을 띠장 대응으로 사용해서는 안 된다.

⑥. 작업 발판의 측면에는 높이 10cm 정도의 폭목을 설치해야 하며, 발판과 폭목의 틈 높이 간격은 1cm 이하로 설치한다.

⑦. 작업발판을 이동시킬 때에는 위험방지에 필요한 조치를 하여야 한다.

00. 기타

①. 비계 기둥간의 적재하중은 400kg을 초과해서는 안된다.

②. 비계의 기둥과 본 구조물과의 틈 간격은 30cm 이하로 조립하여야 한다.

③. 비계의 기둥과 구조물 사이의 틈 간격에는 근로자의 추락을 방지하기 위하여 방망을 설치한다.

(10. 경사로(비계 다리))

①. 경사로의 발판 재료는 목재인 경우 미송·육송 또는 동등 이상의 재질을 가진 것으로 두께 3.5cm 이상을 사용하며, 철재인 경우 두께 6mm 이상의 철판을 사용한다.

②. 경사로의 폭은 최소 90cm 이상이어야 한다.

③. 경사로의 보가 되는 사재는 비계 기둥 및 장선에 전용 철물로 긴결하여야 한다.

④. 경사로의 발판 1개당 지지물은 최소 2개 이상이어야 하며, 발판이 이탈하거나 한쪽 끝을 밟으면 다른 쪽이 들리지 않도록 장선에 결속하여야 한다.

⑤. 경사로의 발판을 겹쳐서 이을 경우 겹침 길이는 20cm 이상이어야 하며, 발판의 이음은 겹침 길이의 중앙부가 장선의 상부에 위치하도록 한다.

⑥. 경사로의 높이 7m 이내 마다 폭60cm, 길이180cm 이상의 계단참을 설치한다. 계단참과 경사로의 연결부는 가능하면 단 높이의 차이가 없도록 설치한다.

⑦. 경사로의 바닥면으로부터 높이 2m 이내에는 장애물이 없도록 하며, 통로에 근접하여 고압전선 등이 있을 때에는 접촉에 의한 감전사고를 방지하기 위한 방호조치를 강구한다.

⑧. 경사각은 30° 이내로 하고 15° 이상인 경우는 미끄럼 막이를 설치해야 하는데 15° 이상 30° 미만일 경우 미끄럼 막이는 다음 표와 같이 일정한 간격으로 설치한다.

<표-22> 미끄럼막이 설치간격

경 사 각	설 치 간 격	경 사 각	설 치 간 격
30°	30cm	22°	40cm
29°	33cm	19° 20'	43cm
27°	35cm	17°	45cm
24° 15'	37cm	14°	47cm

⑨. 경사각이 15° 미만이면 미끄럼 막이를 설치하지 않아도 되지만 이 경우 강우·강설 시 미끄러지지 않도록 조치한다.

- ⑩. 추락 위험이 있는 곳에는 표준안전난간을 설치한다.
- ⑪. 작업장과 통하는 통로에는 불용품을 쌓아두지 않으며, 항상 그 주변을 깨끗이 정리정돈 하여 청결을 유지한다.
- ⑫. 경사로의 발판 면에는 연결용 못이나 철선이 걸리지 않도록 하며, 통로에는 정상적인 통행에 충분한 채광 또는 조명 시설을 한다.
- ⑬. 경사로의 발판에는 최대 적재하중 및 사용상의 주의사항 등의 안전표지판을 부착한다.

3. 단관비계 설치 및 작업기준(안)

1. 총 칙

제1조(목적) 이 기준은 산업안전보건법(이하 “법”이라 한다) 제27조에 의하여 단관비계 작업을 위한 준비와 조립·점검·해체과정에서의 재해방지를 위한 기준에 관하여 규정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 기준에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 법, 동법시행령(이하 “령”이라 한다), 및 산업안전기준에 관한 규칙(이하 “안전규칙”이라 한다)이 정하는 바에 의한다.

2. 준 비

제3조(준비) 1. 작업계획, 작업내용 등을 충분히 검토하여 이해하고 비계의 조립도를 바탕으로 다음 각목의 사항을 확인하여야 한다.

- 가. 비계에 사용하는 재료, 수량
- 나. 비계의 치수(높이, 길이, 폭)
- 다. 건조물의 상황과 건조물 외벽으로부터 비계까지의 간격
- 라. 출입구의 위치
- 마. 벽연결의 위치

- 바. 교차가새의 위치
- 사. 난간의 위치
- 아. 출입구 등의 보강방법
- 차. 승강을 위한 계단, 계단참의 위치, 사양
- 카. 단부의 보강과 작업발판, 난간 등의 사양
- 타. 기초주변의 상황등

2. 작업현장 및 주변의 상황 등 다음 각목의 사항을 확인하여야 한다.

- 가. 부지내 공지의 상황(다른 자재의 적치장소 등)
- 나. 재료반입의 출입구 위치, 넓이
- 다. 담, 수목, 우물 등 장애물의 유무
- 라. 가스, 수도, 전기 등의 배관 및 배선계통의 위치와 폐쇄의 확인 및 매립상황
- 마. 인접건축물, 담 등의 상황
- 바. 가공선로의 방호상황
- 사. 주변도로의 상황
- 아. 주·정차금지, 일방통행 등 각종 교통 규제 상황
- 차. 교통량, 도로의 폭, 통학로, 보도의 상황

3. 필요한 재료의 반입방법, 반입시기 및 적치장소 등을 다음 각목의 사항을 확인하여야 한다.

- 가. 작업계획, 작업내용에 적합 여부
- 나. 재료의 반입로 및 임시보관장소

4. 크레인 등의 운전자, 형틀공, 철근공, 도장공 등 관련 직종과 다음 각목의 사항을 확인하여야 한다.

- 가. 관련 직종의 작업위치, 상황의 확인 및 조정
- 나. 재료의 반입에 대한 운전자 등과 반입위치 등

제4조(관리) 1. 다음 각목의 사항을 고려하여 근로자를 배치하여야 한다.

- 가. 경험의 정도, 건강상태

나. 숙련자와 미숙련자를 적절한 편성

다. 고령자와 연소자 혹은 고·저혈압, 약시, 난청 등 건강에 이상이 있는자는 고소 작업 및 위험작업에 투입금지 등.

2. 사용하는 기기·공구 등은 정상 가동할 수 있도록 항상 점검하고, 불량공구는 사용을 금지하거나 정비한 다음 사용하여야 한다.

3. 복장, 안전모, 안전대 등의 부적당한 착용은 즉시 지시하여 수정하도록 하여야 한다.

4. 작업장소의 상황이나 작업순서 등은 가능한 그림 등을 사용하여 지시하여야 한다.

가. 재료의 보관장소, 취급 방법

나. 안전대의 사용방법, 사용장소

다. 그날의 작업내용과 방법

5. 출입금지 장소에는 울타리, 로우프, 표식 등 작업장소에 적절한 방법으로 표시하여야 하며, 필요에 따라 감시자를 배치한다.

3. 재 료

제5조(재료) 1. 조립도 등을 이용하여 필요한 부재의 반입 여부 등 다음 각목의 사항을 확인하여야 한다.

가. 조립에 필요한 부재와 수량이 반입여부.

나. 강판, 체결 및 이음철물, 고정형 Base 철물, 벽연결 철물, 받침널(받침판), 작업발판 등 조립에 필요한 부재와 못 등 필요한 부재의 반입여부.

2. 사용부재는 성능검정규격 제품 여부를 확인하여야 하며, 반입된 부재에 불량품이 혼입여부를 확인하여야 한다.

3. 재사용 부재는 한국산업안전공단의 「가설기자재 재사용 성능기준」을 참조하여 점검 및 보수하여야 한다.

제6조(비계) 단판비계의 재료(단판파이프, 클램프 벽연결 등)는 성능검정규격 이상의 것을 사용 하여야 하며, 변형·부식 또는 심하게

손상된 재료를 사용 하여서는 아니된다.

제7조(작업발판) 작업발판의 재료는 다음 각호의 규격에 적합하여야 한다.

1. 작업발판은 목재 또는 합판을 사용하여야 하며, 기타자재(강재)를 사용할 경우에는 별도의 안전조치를 하여야 한다.
2. 제재목인 경우에 있어서는 장섬유질의 경사가 1:15 이하이어야 하고 충분히 건조(습수율 15~20 퍼센트 이내)된 것을 사용하여야 하며 변형, 갈라짐, 부식 등이 있는 자재를 사용해서는 아니된다.
3. 재료의 강도상 결점은 다음 각목에 적합하여야 한다.
 - 가. 발판의 폭과 동일한 길이내에 있는 결점치수의 총합이 발판폭의 1/4을 초과하지 않을 것.
 - 나. 결점 개개의 크기가 발판의 중앙부에 있는 경우 발판 폭의 1/5, 발판의 갓부분에 있을 때는 발판폭의 1/7을 초과하지 않을 것.
 - 다. 발판의 갓면에 있을 때는 발판두께의 1/2을 초과하지 않을 것.
 - 라. 발판의 갈라짐은 발판폭의 1/2을 초과해서는 아니되며 철서, 띠철로 감아서 보존할 것.
4. 비계발판의 치수는 폭이 두께의 5~6배 이상이어야 하며 발판폭은 40센티미터 이상, 두께는 3.5센티미터 이상, 길이는 3.6미터 이내 이어야 한다.
5. 작업발판은 하중과 간격에 따라서 용력의 상태가 달라지므로 <표-23>에 의한 허용용력을 초과하지 않도록 설계하여야 한다.

<표-23>작업발판의허용용력(목재)

단위 :kg/cm²

목재 종류 \ 허용용력도	압 축	인장 또는 휨	전 단
적송, 흑송, 회목	120	120	10.5
삼송, 전나무, 가문비나무	90	105	7.5

4. 비계작업

제8조(근로자) 비계작업에 투입되는 근로자는 다음 각호의 기준을 준수하여야 한다.

1. 비계작업에 투입되는 근로자는 적절한 안전복의 착용 및 안전대, 안전모 등의 개인보호구를 착용 하여야 한다.
2. 지정된 안전담당자는 직무를 충실히 이행 하여야 하며, 근로자는 안전담당자의 지휘에 따라 작업 하여야 한다.
3. 비계에는 최대 적재하중 및 주의사항 등의 안전표식을 부착 하여야 한다.
4. 비계에서 근로자가 이동 할 때에는 반드시 지정된 통로를 이용 하여야 한다.
5. 비계에서 작업할 때에는 위험의 우려가 있는 동일 수직면상의 상·하 동시 작업을 금지 하여야 한다.
6. 폭풍·폭우 및 폭설 등의 악천후 작업에 있어 근로자에게 위험이 미칠 우려가 있을 때에는 당해 작업을 중지 하여야 한다.
7. 악천후로 인한 작업중지 또는 비계의 조립·해체·변경 후 그 비계에서 작업할 때에는 작업에 착수하기 이전에 비계의 이상유무를 점검하고, 이상이 있을 때에는 즉시 보수 하여야 한다.
8. 추락의 위험이 있는 장소에는 표준안전난간 및 방망을 설치하거나 안전대를 착용하는 등의 위험방지 조치를 하여야 한다.
9. 조립·해체 및 변경작업의 작업구역내에는, 당해 작업에 종사하는 근로자 외의 근로자는 출입을 금지시키고, 그 내용을 보기 쉬운 장소에 게시 하여야 한다.
10. 재료나 공구의 낙하방지를 위한 설비를 설치하고, 낙하물 재해 위험의 발생 우려가 있는 장소에는 낙하물 재해 방지조치를 하여야 한다.
11. 비계의 내부 작업에 투입되는 근로자가 비계기둥의 외측으로 신체의 일부가 돌출되는 작업(거푸집의 조립 및 해체, 낙하물 방지망의 조립과해체 작업 등)을 수행하는 경우 반드시 안전대를 착용하여

야 한다.

12. 비계내부에서 중량물(25kg이상) 또는 장척물을 운반하는 경우 장비의 사용을 원칙으로 하며, 부득이한 장척물의 인력 운반시 2인 1조로 작업하여야 한다

5. 조 립

제9조(기초) 비계의 기초는 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 지반은 비계기둥이 침하하지 않도록 충분히 다짐하여야 한다.
2. 되메우기를 한 장소나 연약지반에는 자갈 또는 콘크리트 등을 깔아 보강하여야 한다.

제10조(고정) 비계의 각부는 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 고정형 Base철물은 갈판(받침널), 받침목의 중심에 정해진 기둥 간격으로 배치하여 이동하지 않도록 못으로 2개소 이상 고정하여야 한다.
2. 고정형 Base철물의 설치간격은 1.8 m이하로 설치하여야 한다.
3. 기둥의 이동을 방지할 수 있도록 필요에 따라 밀동잡이를 설치하여야 하며 밀동잡이는 가능한 기둥의 하부에 설치하여야 한다.

제5조(기둥) 비계의 기둥은 다음 각호의 기준에 적합하도록 설치하여야 한다.

1. 기둥의 간격은 보(띠장)방향은 1.8m이하, 간사이(장선)방향은 1.5m이하로 설치하여야 한다.
2. 기둥의 보방향에는 기둥간격 10m(5SPAN) 마다 45도의 치마방향 가새를 설치 하여야 하며, 가새는 교차하는 모든 비계기둥에 결속하여야 한다.
3. 기둥은 수직도를 유지하도록 설치하여야 하며 필요한 경우 임시 가새를 설치하여야 한다.

4. 비계기둥의 최고부로부터 31m를 넘는 아래 부분의 비계기둥은 2본의 강관으로 묶어 조립하여야 한다.

5. 기둥의 연결은 전용 연결철물을 사용하여야 하며 연결위치가 일직선 또는 동일축 내에 집중되지 않도록 길이가 서로 다른 강관을 상호 사용하여 조립하여야 한다.

6. 비계기둥간의 적재하중은 400킬로그램을 초과하지 않도록 하여야 한다.

7. 비계의 기둥과 구조물 사이의 틈 간격은 30센티미터 이하로 조립하여야 한다.

8. 비계의 기둥과 구조물 사이의 틈 간격에는 근로자의 추락을 방지하기 위하여 방망을 설치하여야 한다.

제11조(띠장) 비계의 띠장은 다음 각호의 기준에 적합하도록 설치하여야 한다.

1. 띠장간격은 1.5미터 이하로 설치하여야 하며, 지상으로부터 첫 번째 띠장의 높이는 2미터 이하에 설치하여야 한다.

2. 기둥과 교차하는 띠장은 반드시 전용철물(직교형)로 체결하여야 하며, 체결 철물은 소정의 조임토크(약 300~350kgcm) 이상으로 균일하게 체결하여야 한다.

3. 띠장의 이음은 일직선이 되도록 설치하여야 하며, 동일 Span내에 이음위치가 집중되지 않도록 설치하여야 한다.

제12조(장선) 비계의 장선은 다음 각호의 기준에 적합하도록 설치하여야 한다.

1. 장선간격은 1.5미터 이하로 설치하고, 비계기둥과 띠장의 교차부에 설치하는 장선은 비계기둥에 결속하고, 그 중간에 설치하는 장선은 띠장에 결속하여야 한다.

2. 기둥과 장선의 체결은 반드시 전용철물(직교형Cramp)에 의해 소정의 조임토크(약 300~350kgcm) 이상으로 균일하게 체결하여야 한다.

3. 장선의 이음은 일직선이 되도록 설치하여야 하며, 동일 Span내에 이음매가 집중되지 않도록 설치하여야 한다.
4. 비계널을 맞붙여 깔 경우에는 장선은 비계널의 돌출부분이 10-20cm의 범위내가 되도록 간격을 정하여 설치하여야 한다.
5. 장선을 설치할 때의 간사이 간격은과 같이 설치하여야 한다.

제13조(가새) 비계의 장선은 다음 각호의 기준에 적합하도록 설치하여야 한다.

1. 가새는 비계의 외측면에 45° 정도로 교차하여 두방향에 설치하여야 하며, 교차하는 모든 비계기둥에 결속하여야 한다.
2. 기둥과 교차하는 곳은 자재형Cramp에 의해 소정의 조임토크(약 300-350 kgcm)이상으로 균일하게 체결하여야 한다.
3. 기울어짐을 방지하기 위해 비계가 몇층 조립된 시점에 임시 가새 또는 교차가새를 설치하여야 한다.
4. 간사이의 가새는 비계의 양 끝에 있는 비계의 각층마다 설치하여야 한다.
5. 수평 가새는와 같이 벽연결 철물을 설치한 Level면에 각Span마다 설치하여야 한다.

제14조(벽연결) 비계의 벽연결은 다음 각호의 기준에 적합하도록 설치하여야 한다.

1. 벽연결의 설치간격은 수직방향 5m(3층)이하, 수평방향 5m(3Span)이하마다 설치한다.
2. 벽연결의 설치위치는 기둥과 띠장의 결합 부근으로 하며, 벽면에 대해 직각이 되도록 설치하고, 비계의 최상단과 가장자리 끝에도 벽연결을 설치하여야 한다.
3. 벽연결의 설치장소에 기둥, 띠장이 없는 경우에는 추가로 띠장을 설치하여 이 띠장에 벽연결을 설치하되 이러한 경우라도 띠장의 중앙에는 벽연결을 설치하지 않도록 설치하여야 한다.

4. 벽연결을 설치하는 Anchor등은 구조본체 등에 확실히 매입한다.
5. 임시 벽연결을 설치한 경우에는 가능한 빨리 본벽연결로 교체하여 설치하여야 한다.
6. 외측에 공사용 Sheet 등을 붙일 경우에는 통상의 간격보다 더욱 조밀하게 설치하여야 한다.
7. 비계에 낙하물방지망을 설치할 경우에는 낙하물방지망의 본체 돌보재의 설치 장소에 압축력과 인장력이 작용하므로 벽연결을 설치하여야 한다.
8. 벽연결을 설치하는 Anchor는 전용철물을 사용하고, 철물시공의 양부가 인장강도에 영향을 미치므로 충분히 주의하여 설치하여야 한다.

제15조(작업발판) 작업발판의 조립은 다음 각호의 기준에 적합 하여야 한다.

1. 높이 2미터 이상의 고소작업에 사용 목적으로 조립하는 비계의 모든 층에는 작업발판을 설치하여야 한다.
2. 발판의 폭은 40 센티미터 이상 이어야 하며, 발판과 발판 사이의 틈 간격은 3 센티미터 이하로 설치하여야 한다.
4. 발판의 겹침 길이는 20 센티미터 이상 이어야 하며, 발판의 이음위치는 겹침길이의 중앙부가 장선의 상부에 위치하도록 설치하여야 한다.
6. 발판 1개당 지지물은 최소 2개소 이상 장선에 지지하여 전위하거나 탈락하지 않도록 설치하여야 한다.
7. 발판 끝 부분의 돌출길이는 10cm이상 20cm이하로 한다.
8. 작업발판의 측면등 추락의 위험이 있는 장소에는 표준안전난간을 설치하여야 한다.
9. 작업발판을 이동시킬 때에는 위험방지에 필요한 조치를 하여야 한다.

제16조(표준안전난간) 비계의 표준안전난간은 다음 각호의 기준에

적합하도록 설치하여야 한다.

1. 표준안전난간은 비계의 통로와 작업발판의 측면 비계의 끝단의 단부에 반드시 설치하여야 한다.
2. 표준안전난간은 작업발판에서 90cm 이상 높은 위치에 설치하며 중간대는 45cm 높은 위치에 설치하여야 한다.
3. 작업발판 등의 측면에는 높이 10cm 정도의 폭목을 설치하여야 하며, 발판과 폭목의 틈 높이 간격은 1cm 이하로 설치하여야 한다.
4. 표준안전난간의 설치가 곤란하거나 작업의 형편상 부득이 표준난간을 해체한 경우에는 방망을 설치하거나, 안전대를 사용하는 등의 추락에 의한 위험방지에 대하여 조치하여야 한다.

제17조(경사로) 비계에 설치하는 경사로는 다음 각호의 기준에 적합하도록 설치하여야 한다.

1. 경사로의 발판 재료는 목재인 경우 미송·육송 또는 동등 이상의 재질을 가진 것으로 두께 3.5cm 이상을 사용하며, 철재인 경우 두께 6mm 이상의 철판을 사용하여야 한다.
2. 경사로의 폭은 최소 90cm 이상 이어야 한다.
3. 경사로의 보가 되는 사재는 비계기둥 및 장선에 전용철판으로 결속하여야 한다.
4. 경사로의 발판 1개당 지지물은 최소 2개 이상 이어야 하며, 발판이 이탈하거나 한쪽 끝을 뺏으면 다른 쪽이 들리지 않도록 장선에 결속하여야 한다.
5. 경사로의 발판을 겹침이음하는 경우 겹침길이는 20cm 이상 이어야 하며, 발판의 이음은 겹침길이의 중앙부가 장선의 상부에 위치하여야 한다.
6. 경사로의 높이 7m 이내 마다 폭60cm, 길이180cm 이상의 계단참을 설치하여야 한다. 계단참과 경사로의 연결부는 가급적 단높이의 차이가 없도록 설치하여야 한다.
7. 경사로의 바닥면으로 부터 높이 2m 이내에는 장애물이 없도록 하며, 통로에 근접하여 고압전선 등이 있을 때에는 접촉에 의한 감

전사고를 방지하기 위한 방호조치를 강구 하여야 한다.

8. 경사각이 15° 이상 30° 미만이면 미끄럼방지 턱을 일정한 간격으로 설치하여야 한다.

<표-24> 미끄럼방지턱 설치간격

경 사 각	설 치 간 격	경 사 각	설 치 간 격
30°	30cm	22°	40cm
29°	33cm	19° 20′	43cm
27°	35cm	17°	45cm
24° 15′	37cm	14°	47cm

9. 경사각이 15° 미만이면 미끄럼 방지장치를 설치하지 않아도 되나 이 경우 강우·강설시 미끄러지지 않도록 조치하여야 한다.

10. 추락의 위험이 있는 곳에는 표준안전난간을 설치하여야 한다.

11. 작업장과 통하는 통로에는 불용품을 쌓아두지 않으며, 항상 그 주변을 깨끗이 정리정돈 하여 청결을 유지하여야 한다.

12. 경사로의 발판 면에는 연결용 못이나 철선이 걸리지 않도록 하며, 통로에는 정상적인 통행에 충분한 채광 또는 조명시설을 설치하여야 한다.

13. 경사로의 발판에는 최대 적재하중 및 사용상의 주의사항 등의 안전표식을 부착하여야 한다.

제18조(출입구 보강) 비계의 출입구 보강은 다음 각호의 기준에 적합하도록 설치하여야 한다.

1. 비계의 출입구 등은 사재에 의한 보강 및 기둥에 비계용 강관을 덧붙여 보강하여야 한다.

2. 비계의 높이가 15m정도 이상일 경우 출입구 양측의 기둥에 비계용 강관을 덧붙여 보강하여야 한다.

3. 출입구 상부 비계 전면과 후면에는 사재로 수평재를 보강하여야 한다.

제19조(코너부 보강) 비계의 코너부 보강은 다음 각호의 기준에 적합하도록 설치하여야 한다.

1. 코너부는 개구부를 없애기 위해 양변의 기둥을 근접하도록 배치하여야 한다.
2. 코너부는 2층마다 비계용 강관과 긴결철물(Cramp)로 긴결하여야 한다.
3. 코너부는 개구부로부터 추락방지를 위해 말판을 수평으로 설치하여야 한다.

제20조(낙하물방지) 비계의 낙하물방지를 위한 방호선반 또는 낙하물방지망은 다음 각호의 기준에 적합하도록 설치하여야 한다.

1. 방호선반의 설치는 다음 각호의 기준에 적합하도록 설치하여야 한다.

가. 방호선반의 널재는 두께 약1.2mm의 철판이나 그물코의 크기가 2cm이하의 와이어메쉬 등으로 하며 지지재는 강관 또는 동등이상의 강도를 갖는 강재 등으로 설치하여야 한다.

나. 방호선반의 설치 위치에는 비계기둥에 편심하중이 작용하므로 지지재를 설치하는 곳과 같이 벽연결을 설치하여야 한다.

다. 방호선반 최초의 설치높이는 지면으로부터 4-5m의 높이에 1단을 설치하고(방호선반 대신 낙하물방지망을 설치할 수 있다.) 2단부터는 선반위치로부터 10m이하의 간격으로 낙하물방지망을 설치하는 것이 좋다.

라. 방호선반의 돌출길이(수평길이)는 2m이상으로 하고 수평면에 대한 기울기는 20° 이상으로 한다.

2. 비계에 설치하는 낙하물 방지망의 조립 기준은 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다.

가. 망과 수평면 사이의 각도는 20도 내지 30도 이하의 각도를 유지 하여야 한다.

나. 망의 내민길이는 비계 외측으로 부터 2m 이상 돌출되어야 한다.

다. 망의 첫단 설치 높이는 지상으로 부터 10m 이내에 설치 하여야 하며, 설치 간격은 첫단 위치로부터 매 10m 이내 마다 설치 하여야 한다.

라. 테두리로우프가 부착된 망의 사용을 원칙으로 하며, 테두리로우프가 없는 경우 테두리로우프를 그물코 사이 마다 엮어 단판비계 등에 긴결 하여야 한다.

마. 망을 지지하는 지지점의 강도는 600kg 이상의 외력에 저항할 수 있는 강도를 보유 하여야 한다.

(단, 연속적 구조물이 방망 지지점인 경우의 외력은 다음 식에 의해 산정한 값에 견딜 수 있는 것은 예외로 한다)

$F = 200B$. 여기서, F : 외력(kg), B : 지지점 간격(m)

바. 망의 지지점 간격은 망의 주변이나 가장자리를 통해 낙하물이 떨어지지 않도록 하여야 한다.

사. 망의 겹침 길이는 150mm 이상 으로서, 망과 망사이의 틈간격이 없도록 설치 하여야 한다.

아. 비계 외부에 수직보호망을 설치한 경우 낙하물방지망 설치하지 아니 하여도 무난하나, 단 근로자·보행자·차량 등이 통행시 낙하물에 의한 재해 발생 우려가 있는 경우에는 최하단에 방호선반을 설치하는 등 별도의 방호 조치를 하여야 한다.

6. 점 검

제21조(점검) 조립 완료후 비계 전체를 점검하여야 하며, 점검시기는 매일, 악천후가 끝난 후에도 점검하도록 하여야 한다.

7. 해 체

제22조(해체) 1. 해체작업전에 작업발판 등에 부재, 공구 등이 없는 지 확인하여야 하며, 조립의 역순으로 해체하는 것을 원칙으로 한다.

2. 해체를 하기전에 비계의 벽연결, 작업발판의 설치 상태를 확인하고 정상적인 상태가 아닌 경우에는 해체순서를 검토, 변경하여 그 결과를 해체작업 근로자 전원에게 철저히 주지시켜야 한다.

3. 작업은 2명 이상의 공동작업을 원칙으로 수행하여야 한다.

4. 추락의 위험이 있는 곳에서는 반드시 안전대를 착용하여 작업하여야 한다.

5. 해체부재의 하역은 크레인 등의 장비사용을 원칙으로 하며,인력 하역인 경우 손으로 건네거나 땅, 포대 등을 사용하여 하역하고 투척하는 행위는 금지하여야 한다.

6. 벽연결, 가새는 가능한 나중에 해체한다. 필요에 따라 임시 가새, 버팀목 등을 설치하는 등 안전조치를 강구하여야 한다.

제 6 장 결 론

선진화기획단의 사업계획에 의하여 사고 다발 가설구조물에 대하여 연차적으로 표준안전시설 기준 제정을 위하여 '97에는 외부 비계를 선정하여 본 연구를 추진하였는데 '97 7월에 연구진과 공단 직원이 1차 회의를 거쳐 단관 비계와 브라켓 비계에 국한하기로 하였다. 동 기준에는 현장에 적용할 수 있는 모델이 포함되는데 이를 개발, 보급함으로써 단관 비계 및 브라켓 비계에서 발생하고 있는 중대재해를 줄이는데 기여하고자 한다.

본 연구는 단관 비계 사용 현장을 방문하여 사용 재료의 결함 및 기둥간의 간격 등을 조사하고 1993년부터 1996년까지 4년간 비계에서 발생한 중대재해에 대하여 산업안전연구원에서 분석한 사고 형태별 및 불안정한 상태별 현황을 참조하여 비계의 사고 원인과 문제점을 파악한다.

문헌을 통하여 비계 관련 국내외 각종 법규, 시방서 및 KS 규격과 일본의 관련 법규와 JIS, 미국의 관련 법규와 ANSI, ILO 등 국외의 자료를 수집하고 이들을 상호 비교, 분석하고 우리 나라의 실정에 맞도록 수정하여 구조·규격 등 비계의 설치 및 사용 기준(안)을 작성하고 이를 현장에 적용한 후 문제점 등을 적출, 보완하고 표준 모델을 제시한 다음 자문회의를 개최하여 최종(안)을 작성하였으며 여기에서 발생된 문제점을 보완하고 최종(안)을 작성하고 이를 활용하여 공동 주택, 사무소 건물 등에 설치할 수 있는 모델을 개발한다.

비계에서 발생한 중대재해 144건을 미국의 ANSI Z 16.2에 의거 분석하였는데 기인물별 현황은 단관 비계 중 쌍줄 비계가 56명, 외줄 비계가 29명, 합계 85명, 59.0%로 가장 높게 나타났으며 세부부위별 현황은 목재 발판이 32명, 22.2%로 가장 높게 나타났고 기타 발판이 13명, 9.0%, P.S.P.가 10명, 6.9%로 나타나 발판이 심각한 사고의 원인으로 나타났다. 사고 형태별 현황은 추락이 129명, 89.6%로 가장 높게 나타났으며, 불안정한 상태별 현황은 방호조치의 결함이 64건, 44.4%, 가해물체의 결함이 44건, 33.3%로 나타났으며 불안정한 행위별 현황은 불안정한 작업이 46건, 31.9%, 부주의로 발을 헛디딤이 40건, 27.8%로 나타났다.

현장 출장 조사 분석한 결과, 현장 대부분이 단관 비계와 브라켓 비계를 혼용하고 있으며 비계의 설계 및 시공은 전문 Engineering사에서 실시한 경우는 없었으며 본사와 현장에서 자체 처리하는 경우가 대부분이었으며

비계에 사용하는 강관, 연결재로 사용하는 클램프도 규격품이었으며 벽연결 정착을 위하여 전용 벽연결 철물을 사용한 경우는 없었으며 브라켓 비계는 벽체에 앵커를 박아서 클램프로 기둥에 연결하는 방법을 사용하였다. 기둥 간격, 장선 간격 및 띠장 간격은 대체로 규정대로 사용하고 있으나 가새 간격은 다양하게 나타났다. 작업대 발판은 규격품을 거의 사용하지 않았다.

비계에 대한 일반 요구 조건을 비교, 검토하기 위하여 미국의 ANSI와 OSHA 및 ILO의 기준 등 각국의 기준을 수집하여 상호 비교하여 작업대, 지지 시스템, 벽 연결 정착, 등을 검토한 결과 우리 나라와 큰 차이점은 없었다. 부재 및 세부 항목별 재질 비교를 위하여 우리 나라의 KS 일본의 JIS와 미국, 영국 및 ILO의 규격을 비교하였는데 구조 규격이 서로 달라서 약간의 차이는 있었지만 큰 차이점은 없는 것으로 나타났다.

비계에 사용하는 재료 중 강관은 KS 규격 제품을 사용하고 작업대 발판은 널판과 합판 등 목재와 금속재로 분류할 수 있는데 재하되는 하중에 충분히 안전한 강도를 갖추어야 한다. 밑받침 철물(baseplate)은 고정형과 조절형(잭형)으로 구분하는데 재하되는 하중에 충분한 강도를 발휘해야 한다. 연결 철물(clamp)은 직교형과 자유 자재형 및 특수형으로 구분하는데 규격품을 사용해야 한다. 이음 철물은 마찰형과 전단형으로 구분하는데 규격품을 사용해야 한다. 벽 연결 철물은 전용 벽 연결철물을 사용하여 벽에 정착시켜야 한다.

단관 비계의 구조, 규격은 다음과 같다.

- (1) 비계의 띠장 방향 기둥 간격은 1.5~1.8m로 하는데 1.6m가 적절하다.
- (2) 비계의 띠장의 높이는 지상으로부터 첫 번째 띠장은 2m 이내로, 그 다음의 띠장은 1.5m 내외로 하는 것이 바람직하다.
- (3) 비계의 장선 방향 기둥 간격은 1.5m로 하는 것이 바람직하다.
- (4) 비계의 장선 간격은 1.5m 이내로 하는 것이 바람직하다.
- (5) 비계의 벽 연결 간격은 수직 5m 이내, 수평 5m 이내로 하는 것이 바람직하다.
- (6) 가새는 수평 간격 10m 이내마다 45도의 각도로 설치하고 수평 가새 및 보 방향 가새는 필요한 경우에 설치하도록 하는 것이 바람직하다.
- (7) 비계의 높이는 31m 까지 사용하는 것을 원칙으로 하되 31m를 초과하는 경우에 초과되는 그 밑 부분을 기둥 2본으로 보강하는 것이 바람직하다.

다.

(8) 낙하물 방지망은 수직 간격 10m 이내 또는 4개층 이내마다 설치하는 것이 바람직하다.

브라켓 비계는 맨 아래 기둥을 지상에 지지하지 않고 대략 1.5m~2.5m 높이에 벽체에 앵커를 박아서 브라켓으로 지지시키고 그 위에 강관을 위치시켜 단판 비계와 똑같은 역할을 하도록 한 구조이므로 단판 비계에서 사용하는 재료를 그대로 사용하고 있으므로 단판 비계의 모델과 동일한 재료의 재질과 구조 규격을 적용할 수 있으며 브라켓 비계의 구조, 규격은 다음과 같다.

(1) 띠장 방향 기둥 간격은 최대 간격 1.8m로 하고 가능한 한 1.5m 이하로 한다.

(2) 띠장의 높이는 1.5m 내외로 하며, 비계의 높이는 24m를 기준으로 이 높이를 초과할 경우에 브라켓을 대어 이 위에 24m 까지 강관을 설치하여 사용하는 것이 바람직하다.

참 고 문 헌

1. 이 영섭외, "건설재해 예방을 위한 가설구조물 표준 모델 개발 연구- 제 2차년도: 비계의 표준 모델," 국립노동과학연구소, 1986
2. 안 병수, "건설재해 예방을 위한 가설구조물(비계)의 안전성에 관한 연구," 서울산업대학교 산업대학원 석사학위 논문, 1993
3. 이 영섭, "단관 비계의 구조 규격에 관한," 산업안전학회지, 제5권 제2호, 1990
4. 한국공업규격, KS F8002
5. 한국공업규격, KS F8003
6. 한국공업규격, KS D3566
7. 국립노동과학연구소, "건설안전 총람," 국립노동과학연구소, 1985
8. 국립노동과학연구소, "비계 작업의 안전," 국립노동과학연구소, 1986
9. 권 오석외, "건설공사 안전시공 핸드북(토목, 건축)," 동일출판사, 1988
10. 국립노동과학연구소, "건설안전," 국립노동과학연구소, 1982
11. 대한건축학회, "건축공사 표준 시방서," 대한건축학회, 1995
12. American National Standard Institute, "ANSI A 10.8: Safety Requirement for Scaffolding," ANSI, 1981
13. British Standard Institution, "BS 1139-Metal Scaffolding," BSI, 1982
14. S. G. Fattal, C. L. Mullen, B. J. Hunt and H. S. Lew, "Review of Current Codes and Standards for Scaffolds," NBS, Washington D. C. 1979
15. National Safety Council, "Accident Prevention Manual for Industrial Operations - Engineering and Technology 9th ed.," NSC, 1988
16. R. L. Peurifoy, "Construction Planning, Equipment, and Methods 3rd ed.," Mcgraw-Hill Book Co., 1979
17. R. T. Ratay, "Handbook of Temporary Structures in Construction," Mcgraw-Hill Book Co., 1984
18. OSHA, U.S. Dept of Labor, "OSHA Safety and Health Standards: General Industry," OSHA, 1983
19. OSHA, U.S. Dept of Labor, "OSHA Safety and Health Standards: Construction Industry," OSHA, 1985

20. 日本建築學會, “建築工事標準仕様書・同 解説-JASS 2,” 日本建築學會, 1995
21. 日本假設工業會, “足場工事實務매뉴얼,” 오무사, 1983
22. 建設業勞動災害防止協會, “足場組立解體工事의 作業指針,” 建設業勞動災害防止協會, 1972
23. 松崎 彬磨, “假設工事施工計劃便覽,” 近代圖書, 1981
24. 玉置 脩, “足場支保工・假棧橋의 設計計算法 및 實例,” 近代圖書, 1981
25. 日本工業規格, JIS A8951
26. 日本工業規格, JIS G3444

부 록 I

여 백

비계 중대재해 사고원인 분류표

(1) 성별

- (10) 남자
- (20) 여자

(2) 연령별

- (110) 19세 이하
- (115) 20세 - 29세
- (120) 30세 - 39세
- (125) 40세 - 49세
- (130) 50세 - 59세
- (135) 60세 이상

(3) 근속기간별

- (150) 1주일 이하
- (155) 1주 - 1개월
- (160) 1월 - 3월
- (165) 3월 - 6월
- (170) 6월 - 1년
- (175) 1년 - 2년
- (180) 2년 - 5년
- (185) 5년 - 10년
- (190) 10년 이상

(4) 직종별

- (210) 비계공
- (215) 목공
- (220) 철근공
- (225) 콘크리트공
- (230) 조적공
- (235) 미장공

- (240) 도장공
- (246) 용접공
- (247) 배관공
- (245) 철구조물공
- (249) 기타 근로자

(5) 작업내역

- 250 비계 조립작업
- 255 비계 해체작업
- 260 작업을 위한 준비작업(발판설치, 이동식 비계 조립, 해체작업 등)
- 265 근로자 스스로 이동하는 작업(동적인 작업)
- 270 정지상태의 작업 및 작업을 위한 이동(정적인 작업)
- 275 작업과 관계없는 이동, 휴식등
- 280 지상에서 작업
- 290 기타작업

(6) 공 정 율

- 310 10% 미만
- 315 10~30% 미만
- 320 30~50% 미만
- 325 50~70% 미만
- 330 70~90% 미만
- 340 90% 이상

(7) 공사규모별

- 350 10억원 미만
- 355 10억원~50억원 미만
- 360 50억원~100억원 미만
- 365 100억원~300억원 미만
- 370 300억원~500억원 미만
- 375 500억원 이상

(8) 사고형태

- 410 부딪침
- 420 맞음(낙하물, 날아오는 물체, 기타)
- 430 추락
- 440 전도
- 450 끼임(붕괴물질에 깔림 포함)
- 460 감전
- 490 기타

(9) 기인물

- 510 단관비계
- 513 외줄비계
- 515 쌍줄비계)
- 520 이동식 비계
- 530 틀 조립 비계
- 540 달비계
- 550 달대비계
- 560 팔비계
- 570 통나무 비계
- 580 Bracket 비계
- 590 기타
- 599 기인물 없음

(10) 기인물 세부부위

- 610 기둥(주틀)
- 620 띠장(수평재), 가새, 장선등
- 625 난간대
- 630 작업발판
- 631 목재 발판
- 632 P.S.P.
- 633 철재 발판(규격품)
- 639 기타 발판
- 640 통로발판(사다리 포함)

- 645 수직낙하물방지망
- 650 원료, 재료(강관비계, 섬유로우프, 와이어로우프, 클립, 유려폼등)
- 660 전기설비
- 670 차량계 하역운반기계
- 680 수공구
- 690 기타
- 699 기인물 없음

(11) 불안전한 상태

- 710 가해물체의 결함
 - 711 조립의 결함
 - 712 설계 불량
 - 713 미끄러움
 - 714 부러짐
 - 719 기타
- 720 복장, 보호구의 결함 또는 미지급
 - 721 보호구의 결손, 미지급
 - 722 작업복의 결함
 - 729 기타
- 730 작업장의 결함
 - 731 정리정돈의 불량
 - 732 불충분한 작업공간
 - 733 부적절한 조명
 - 739 기타
- 740 위험한 작업방법 또는 공정
 - 741 원래부터 위험한 방법 또는 공정의 이용
 - 742 무리한 힘 사용
 - 743 상하동시 작업
 - 744 작업원 탄 채로 이동
 - 749 기타
- 750 방호조치의 결함
 - 751 방호조치 없음

- 752 안전난간대 미설치
- 753 작업발판 미설치
- 754 방호조치의 불충분(미고정)
- 755 불충분한지지 또는 지지의 부족
- 756 출입금지조치 미 설치
- 759 기타
- 790 분류불능
- 799 위험한 상태가 아님

(12) 불안전한 행위

- 810 개인보호구의 미사용
- 820 부주의로 발을 헛디딤, 주변상황의 부주의
- 830 불안전한 작업
 - 831 통로 아닌 곳으로 오름, 내려옴
 - 832 높은 곳에서 뛰어내림
 - 833 손으로 전하는 대신 던짐
 - 834 불안정한 속도로 작업함
 - 839 기타
- 840 위험장소의 접근
 - 841 허가없이 비계조립, 해체 작업지역에 들어옴
 - 849 기타
- 850 불안전한 적재, 적치등
 - 851 원료 등을 불안전하게 묶음
 - 852 인양장비에 불안전한 적재
 - 853 원료등의 불안전한 적재
 - 859 기타
- 860 기계, 장비의 잘못 사용
 - 861 작업 수칙 미준수
 - 862 결함 장비, 수공구의 사용
 - 863 과적재
 - 864 기계, 장비의 불안전한 상태의 방치
 - 869 기타

- 870 손, 신체 부위의 잘못 사용
 - 871 물체를 꼭 잡지 않음
 - 872 물체의 손잡이 아닌 부분을 쥌
 - 873 수공구 대신 손을 사용
 - 874 중량물의 잘못 취급
 - 875 무리한 힘 사용
 - 879 기타
- 890 분류불능
- 899 불안전한 행동이 아님

부 록 II

여 백

비계 중대재해 분류표

[illegible]

여 백

부 록 Ⅲ

여 백

비계 현장 조사 양식

1. 비계의 재질 및 형식

구분	단 관 비 계		틀 비계	이동식 비계	달비계	브라켓 비계
	의 줄	쌍 줄				
형 식						

2. 비계의 설계 및 시공

시행 부문	설 계 사				시 공 사			
	전문Engi- neering	자체 처리		기 타	전문Engi- neering	현장 직영	하도 급	기 타
		본사	현장					
설 계								
시공·감독								
일 관								

3. 기초부 처리

Baseplate		구 조 물	깔판, 깔목	기 타
규 격 품	비 규 격 품			

4. 벽 연결 정착 방식

가. 정착 방식: 벽연결철물 사용, Form tie사용, 기타()

나. 정착 깊이: cm

5. 부재의 규격 및 크기

부재 구분	기 등	장 선	띠 장	가 새	연결재, coupler	와이어	기 타
규격(cm)							
제작사							

6. 비계의 반복 사용횟수: 약 회

7. 비계의 설치 간격

기둥 간격		띠장 간격		벽면최소정착 간격		가 새 간 격		
Length	Width	1층	2층이상	Horizon	Vertical	전 면	전면각 도	측 면
비계와 벽사이 간격	작 업 대 발 판							
	steel규 격	목재	P.S.P.	기 타	종류 내용	guard rail	midrail	toebo ard
					높이(cm)			
					간격(cm)			
					두께(cm)			

8. 비계의 출입 방식

비 계 의 출 입 방 식				폭(cm)	경 사 도			기타
비계다리	사다리	계 단	기타		길 이	높 이	각 도	

9. 낙하물 방지망

설 치 간 격	돌 출 길 이	방 망 처 리	각 도	기 타

10. 하중 조사(1 span을 기준으로 함)

내용 항목	수량 및 상세명칭	표준단 위중량	무게 (kg)	내용 항목	수량 및 상세 명칭	표준단 위중량	무게 (kg)
작업원				기기,장비			
공 구				골 재			
벽 들				철 근			
블 록				운반차			
석 재				기 타			

총 kg

11. 하중 등급

경등급(Light weight)	중등등급(Medium weight)	중등급(Heavy weight)	기 타

여 백

부 록 IV

여 백

비계와 일반요구조건

ANSI A 10.8

1. 작업대

1) 사용할 목적은 검사승인기관의 통급기준에 의하여 통상 사용되는 목적의 공칭두께는 2 in이다.

2) 2x10in (공칭치수) 혹은 2x9in (어림치수)의 널판지에 대한 최대 허용지간은 아래표와 같다.

재하하중 (lb/ft ²)	허용지간 (ft)
25	10
50	8
75	7

3) 1-1/4x9in 혹은 이 보다 더 넓은 널판지에 대한 최대 허용지간은 중하중 (medium duty weight)인 50 lb/ft²에 대해 4ft 이다.

4) 3) 에 의하지 않을 경우에는 최대 예상하중의 4배에 전하는 조립식 널판지를 사용할 수 있음.

5) 인접 널판지와의 통간격 또는 비계부재와 바로 옆에 위치한 널판지와의 통 간격은 1in미만이 되도록 널판지를 놓을것.

6) 널판지 혹은 작업대가 연속되어 설치될 경우에는 경이용 길이를 12in이상거나 이등이 없도록 고정시킬 것.

OSHA 1926

1. 작업대

1) ANSI와 같음

2) 2x10in 혹은 이 이상의 것에 대한 최대 허용지간은 다음표와 같다.

	마감하지 않은 목 재			공칭치수 목재	
하 중 (lb/ft ²)	25	50	75	25	50
허 간 (ft)	10	8	6	8	6

3) ANSI와 같음

4)

5)

6) ANSI와 같음.

ILO

1. 작업대

1) 일반요구조건의 규정조항에서는 작업대에 관해, 작업대를 지지하는 모든 부재와 부착물들이 안전한 구조이어야하며, 기초가 튼튼하고 견제구조를 안전한 상태가 되도록 적절한 가새와 받침대를 대야한다고 명시함.

2) ANSI A10.8 또는 OSHA 1926 과 달리 별도의 작업대항을 두고 있음.

7) 랑판이 구축되어 있지 않으면 양단 지지점 보다 6-18in 더 긴 널판지를 사용할 것.

2. 지지요소

- 1) 목재부재로 구성된 비제물의 하중전달능력을 최소시공 등급인 1500 lbf/in²임.
- 2) 탈비제 형식의 로우프는 예상하중의 6배를 지지할 수 있을 것.

3. 연결 및 정착

- 1) 못 혹은 볼트는 비제 인접부에서 일계강도반 유지할 수 있는 충분한 수와 적당한 크기 일것.
- 2) 비제는 열구 구조물에 고정시킬것. 이때 정착 방식으로 창문청소용 앵커볼트(Window cleaners' anchor bolt)의 사용을 금할것
- 3) 비제가 부분적으로 또는 전체적으로 완설되면 바람 및 "가우에 의한 하중중요요인에 의해 tie가 필요하게 되는데 이때 tie와 거기에 따른 부분을 검사할것.

4. 기 초

- 1) 기초(footing) 혹은 정착은 최대 예상하중을 침하 혹은 빈위없이 지지할 수 있도록 안정하고 견고한 것

5. 출 입 구

- 1) 작업대에 안전하게 출입할 수 있는 사다리 혹은 이와 동등한 수단을 준비할 것. 사다리와 작업대는 이동이 되지 않도록 할 것

2. 지지요소

- 1) ANSI와 같음.
- 2)

3. 연결 및 정착

- 1) ANSI와 같음
- 2)
- 3)

4. 기 초

- 1) ANSI와 같음.

5. 출 입 구

- 1) 이동에 대한 구축을 명시하지 않음.

2. 지지요소

- 1) 비제가 분리되는 것을 막기 위해 필요한 곳에 널판지를댈
- 2) 섬유로우프의 사용을 금함
- 3) 주철못의 사용을 금함.

4) 목재비제 조립시는 적절한 치수의 볼트, 섬유로우프, 못, 조일장치 혹은 기타의 것을 책임자가 승인한 것을 사용함.

3. 연결 및 정착

- 1) 비제구조는 견고한 기초위에 세워져야 함

4. 기 초

- 1) 안전한 용도로써 계단, 사다리, 경사로 등을 제공할 것.

5. 출 입 구

- 1) 독립구조물이 아닌 구조물에 적절한 수직 및 수평간격으로 견고하게 연결시킬 것

6. 강 도

1) 비계와 이를 구성하는 재료는 최대 예상하중의 4배까지 파괴되지 않고 지지 될 것.

7. 안 정 성

1) 비계의 기둥 및 수직재는 수직을 유지하고, 흔들림과 변위를 방지하기 위한 가새를 안전하고 견고하게 설치할 것.

2) 자주식 타워는 높이와 기초면의 비가 4:1 이상일때 버팀줄 또는 기타의 방법으로 경사되는 것을 방지할 것

8. 보호대책

1) 가드레일은 지면 혹은 건물 바닥층으로 부터 10ft 이상의 높이에 작업대가 있을때 모든 개구부와 가장자리에 설치할 것.

2) 예외 : a. 전구조물 풀때에 비계를 설치한 경우

b. 탈비계형식, 그러나 이 형식은 10ft이상의 높이에서 작업할 경우 안전벨트와 생명선을 갖추어야 함

3) 비계 아래에서 작업을 해야하는 경우 혹은 비계 아래로 사람이 통행해야 하는 경우에는 가드레일과 안전망이 동시에 준비되어야 함. 그러나 이 경우에도 탈비계 형식은 예외 임.

9. 환경안전기준

1) 머리 위쪽에서 생기는 위험에 대비한 방지책을 둘 것.

2) 폭동 혹은 강풍이 불면 작업을 중단하며, 비계위에 눈 또는 얼음이 있을시는 제거하거나 모래를 뿌려 미끄러지지 않도록 할 것.

6. 강 도

1) ANSI와 같음.

7. 안 정 성

1) ANSI와 같음.

2)

8. 보호대책

1) 수평최소치수가 45in미만이면 4-10ft의 높이에 대해서도 난간을 설치할것.

2) ANSI와 같음.

3) ANSI와 같음.

9. 환경안전기준

1) ANSI와 같음.

2) 미끄러질 수 있는 상태로 되면 즉시 이를 제거할 것을 추가함.

6. 강 도

1) 비계는 최대하중의 4 배를 지지 하는 안전계 수를 갖을것

7. 안 정 성

1) 적절한 가새를 낼것.

2) 비계는 가장 높은 점착개소 보다 높게 연장시키지 말것.

3) 부적합한 재료를 비계조립에 사용하거나 지지시키기 위해 사용하지 않을 것

8. 보호대책

1) 가드레일에 관한 사항이 있음.

2) 낙하물로부터 위험을 방지하기 위해 필요한 곳에 적절한 낙하 보호망을 설치할 것.

9. 환경안전기준

1) 적어도 1주일에 1회 검사할 것.

2) 악천후 혹은 작업중지후 다시 작업하는 경우에는 점검을 할 것.

- 3) 먼장, 자재 및 부스러기 등을 작업대 위에 쌓아두지 않을 것.
- 4) 부식 물질을 사용하려면 섬유로우르나 합성 섬유로우르를 적절히 처리하거나 보호조치를 할 것. 비계 위에서 산 혹은 부식물질을 다루고자 할 때는 제조업자의 승인을 받을 것.
- 5) 열을 발생하는 작업공정이 필요하면 비계부계, 와이어로우르, 섬유로우르를 보호조치할 것.

10. 특수규정

- i) 예상하중 이상의 하중을 비계에 재하시키지 않도록 할것.
- ii) 공장제붙은 생산자의 사용 안내지침에 따라 사용할것.
- iii) 예외적으로 집행기관의 승인되지 않은 한 본 규준에서 언급하거나 정의하지 않은 비계는 사용하지 않도록 할것.
- iv) 목재비계는 높이가 60ft 이상되거나 강판비계는 단판비계 혹은 틀비계 모두 125ft 이상의 높이가 되면 자격을 갖춘 기술자가 설계할 것.

3) ………

4) ANSI와 같음.

5) 섬유 또는 합성섬유로우르로 메달은 작업대위에서는 용접, 리벳작업, 불을 피우는 일련의 작업을 금지하는 조항을 추가함.

10. 특수규정

- 1) ………
- 2) ………
- 3) ………
- 4) ANSI와 같음.

3) 비계위의 하중은 고르게 분포시킬 것.

4) 재료의 저장을 목적으로 하지 않는 한 재료 적치를 하지 않을것.

5) 과중한 하중이 작용하지 않도록 계속 주의할 것.

10. 특수규정

- 1) 사용상의 편리를 위해 사용을 부분적인 분해를 하지 할것.
- 2) 볼 비계의 경우 서로 다른 형식의 물을 사용하지 않을것.
- 3) 비계위의 하중은 고르게 분포 시킬것
- 4) 재료의 저장을 목적으로 하지 않는 한 재료적치를 하지 않을 것.
- 5) 과중한 하중이 작용하지 않도록 계속 주의 할 것.

비계의 제철 규격 비교

한국 공업표준규격 KS F 8002, KS F 8003

1. 강판

1) 강판에 사용하는 재료는 KSD 3566 (일반 구조용 탄소강판)의 4종에 규정하는 것으로 한다.

2) 치수 및 표준 중량은 다음과 같다.

표 1

종류	바깥지름(mm)	두께(mm)	표준중량(kg/m)
4종	48.6	2.4	2.73

3) 판의 바깥지름 및 두께의 허용치는 KS D 3566에 규정하는 2호에 의한다. (JIS와 동일)

4) 판의 두께, 단면적, 단면 2차 모멘트, 회전반경 및 단면계수는 아래표와 같다.

표 2

판의 종류	판의 바깥지름 (cm)	두께 (cm)	단면적 (cm ²)	단면 2차 모멘트 $I_{xx} = I_{yy}$ (cm ⁴)	단면 2차 지름 $I_{xx} = I_{yy}$ (cm)	단면계수 $Z_{xx} = Z_{yy}$ (cm ³)	지표
4종 SPS 51	2.31	0.24	3.40	9.32	1.64	3.83	

5) 허용응력 및 허용전단응력은 표 3 및 표 4와 같다.

표 3

허용응력도	인장 f_t	압축 f_c	휨 f_b	전단 f_s	점속임(%)
판의종류	(t/cm ²)	(t/cm ²)	(t/cm ²)	(t/cm ²)	(%)
4종(SPS51)	2.40	2.40	1.90	1.20	1.75

주(1) 점속임이란 판상호의 교차 점속임을 말한다.

일본공업표준규격 JIS 8951

1. 강판

1) 단판비계용 강판은 JIS G 3444 (일반구조용 탄소강판)의 3종에 규정하는 것으로 한다.

2) 치수 및 표준중량은 다음과 같다.

표 1

종류	바깥지름(mm)	두께(mm)	표준중량(kg/m)
3종	48.6	2.3 2.5 2.8 3.2	2.63 2.84 3.16 3.58

3) 판의 외경 및 두께의 허용치는 각각 $\pm 0.25\text{mm}$ 및 $\pm 0.3\text{mm}$ 이다.

4) 판의 두께, 단면적, 단면 2차모멘트, 회전반경 및 단면계수는 아래 표와 같다.

표 2

외경 (mm)	두께 (mm)	단면적 (cm ²)	단면 2차 모멘트 (cm ⁴)	단면계수 (cm ³)	단면 2차반경 (cm)
48.6	2.3	3.345	8.99	3.70	1.64
	2.5	3.621	9.65	3.97	1.63
	2.8	4.029	10.6	4.36	1.62
	3.2	4.564	11.8	4.86	1.61

영국공업표준규격 BS 1139

1. 비계용 판

1) 강판의 외경 및 두께, 허용 오차는 다음표와 같다.

표 1

치수 및 중량	공차
외경 48.3mm	$\pm 0.5\text{mm}$
두께 4.0mm	용접강판 + 0.8mm이유에없는 $\pm 0.5\text{mm}$ - 0.4mm 강판 + 0.5mm
단위길이당 중량 4.37 kg/m (48.3mm x 4mm) 길이의 정확성	단일판의 최대감소율 7.5 % 150m이상의 길이에 대해 $\pm 4\%$

2) 합이합판의 외경 및 두께, 허용오차는 아래표와 같다.

표 2

치수 및 중량	공차
외경 48.3mm	$\pm 0.5\text{mm}$
두께 4.47mm	$\pm 0.56\text{mm}$
단위길이당 중량 1.667kg/m (48.30mm x 4.47mm)	단일판의 최대감소율 7.5 % 150 이상의 길이에 대해 + 5 %
길이의 허용오차	$\pm 6.0\text{mm}$

3) 강판의 인장강도, 휨복강도, 신장율은 다음과 같아야 한다.

표 4

단위: t

종류	인 장	전단형
마찰형 이음철물	0.30	—
전단형 이음철물	1.00	—
직교형 조임철물	—	0.30
자유자재형 조임철물	—	0.30

6) 부속철물의 구조 및 성능

4.3.1 이음철물 이음철물의 구조 및 성능은 이배표와 같다.

표 5

형식	구 조	인 장	전 단
		인장시험 의 최대 하중(kg)	굽힘시험 의 최대 하중(kg)
마찰형	관의 끝면에 밀접하여 지지하는 받침부분과 수압부의 관내부에 널을 수 있는 부분에 있는것 을 말한다. 널은 부분의 단면 적은 배의 단면적의 80% 이 상 이어야 하며 유효길이는 75mm이상 각 기관에 들어가 는 구조이다.	500이상	270이상
전단형	위에 적은 것 외에 관의 끝부 분을 크랭크 혹은 편 기타의 결합방법으로 결합하는 것 결 합과 분해에 있어서도 관을 회 전하는 것은 적어도 60도 이상 회전되지 않으면 분해될 수 없는 구 조로 한다.	1,500 이상	270 이상

5) 강관의 허용응력은 STK 51의 인장 항복점응력이 3.6t/cm²의
신장율이 15%이어야 한다.

인장강도: 310N/mm² □ 460N/mm²항복강도: 최소 210 N/mm²

신장율: 최소 22%

4) 알미늄판의 인장강도, 항복강도, 신장율은 아래와
같아야 한다.

인장강도: 최소 295 N/mm²항복강도: 최소 255 N/mm²

신장율(A): 최소 7%

6) 부속철물의 구조 및 성능

이음철물 및 받침철물의 구조 및 성능은 KS와 동일하며,
조임철물의 경우 변형시험시외전자 10도에 알맞게 하중이
적교정일때 500kg, 자재형 및 특수형일때 350kg으로 다소 차
이가 있다. 또한 미끄럼 시험의 최대하중에 대해서는 별도의
규정이 없다.

5) 강관 및 알미늄판은 직선으로 1/800 이상의 편차
가 없어야 하며, 균열 혹은 흠 등의 결함이 없고 판
의 단부는 판속과 직각을 이루어야 한다.

1) 바퀴 이외의 강제 부속물은 BS4360, BS970 또는
BS1449에 따라 제작되어야 한다.

볼트와 너트는 BS 918에 따른 품질규정에 의해 만들어
야 한다.

11) 알미늄계 부속철물은 본 규정 BS 1135와 5절
에 따라 제작된다. 알미늄 부속철물은 강제 부속철물과
호환성이 있어야 한다.

111) 부속물에 작용하는 최대하중은 생산자가 더 미
큰 하중에 대해서도 사용할 수 있다고 명시하지 않는
한 6.25KN을 초과하지 않아야 한다.

1v) 직교형 조임철물의 비틀림은 29.8KN의 하중을
가했을 때 비틀림이 일어나지 않아야 하고, 미끄럼에 대
해서는 12.4KN의 하중에 안전하게 저항해야 한다.

v) 자재형 조임철물은 회전면이 유선하고, 림용력을
받지 않도록 충분히 가볍게 설계되고 설치되어야 한다.

4.3.2 조임철물 조임철물의 구조 및 성능은 아래표 6과 같다. 다만, 내력상 중요하지 않은 조임부에 사용하는 것은 각각 사용 목적에 적합한 구조 및 성능의 것으로 할 수 있다.

표 6

형식	구조	성능		
		미끄럼시험 의 최대 하중(kg)	반침시험 최전각 10도에 달할때 하중(kg)	최대 하중 (kg)
직교형	조임철물을 볼트	600 이상	1,000 이상	1,500 이상
자유자재형 및 특수형	어 댈때는 나사로 고정한다. 관음 되는 부분은 원의 바깥둘레의 75% 이상이고 관과 밀 착하는 구조로 한다.	600 이상	750 이상	1,000 이상

4.3.3 받침철물 조임철물의 구조 및 성능은 아래표와 같다.

표 7

형식	구조	성능	
		높이의 조절 범위 (cm)	수직하중에 대한 내력 (cm)
고정형	받침판의 두께는 6mm 이상 면적 144cm ² (단면 12cm 이상) 으로하고 판의 끝면과 평면 으로 접촉하고 또는 판의 이 동을 방지하기 위해 중심부에 높이 6cm 이상의 뾰족부분을 갖는 구조로 한다. 또한 받 침판에는 4mm 이상의 구멍 4개 이상을 뚫는다.		받침판의 하중 5,000kg일 때 유이 생기지 않도록 한다.

최전 커플러의 두 부분을 연결하는 빔은 강재이어야 하며 직경이 15mm 이상이어야 한다. 또한 비틀림은 14.9 KN의 하중을, 미끄럼은 12.4KN의 하중을 각각 안전 하게 지지할 수 있어야 한다.

vi) 마찰형 이음철물은 유효길이 76mm 이상으로 연결부의 전단강도가 강판의 80% 이상 이어야 한다.

vii) 솔리브 이음철물은 연결되는 두판이 같은 길이로 삽입되도록 끝단을 평평하게 처리하고, 연결시 중심이 일치하여야 한다. 모든 방향의 휨에 저항할 수 있어야 하며 인장력에 대해서는 6.2KN에 미끄럼없이 저항해야 한다.

viii) 고정형 받침철물은 지지면적이 232cm² 이상이어야 하고 중심축이 비계기둥과 일치하여 전고하게 부착되어야 한다. 받침판의 자루부분의 길이는 50mm 이어야 하며, 재질이 연강이면 두께를 4.75mm 이상으로 한다. 알루미늄 받침철물이면 두께가 6.35mm 이상으로 한다. 받침철물에 구멍이 있을 때는 그 직경을 6.35mm 이하로 제한하고 받침판 중심에서 50mm, 가장자리에서 19mm 이상 떨어져 있어야 한다.

ix) 조절형 받침철물은 지지면적과 두께등의 사항을 전항과 같게하며 최대높이까지 자루를 높였을 때 59.7 KN에 뒤틀림없이 지지할 수 있어야 한다.

x) 바퀴의 자루길이는 50mm 이상, 바퀴의 직경은 127mm 이상으로 한다.

회전시 회전축의 비틀 중심선과의 편차는 64mm 이내로 한다.

조절형	박침판의 크기, 형상, 구멍 틀기는 고정형과 같이하고 크랩프 기타 방법에 의해 판의 불이는 상태로 판을 오르내릴 수 있는 구조로 한다.	10 이상	5,000 이상
-----	--	-------	----------

2. 강판물

- 1) 강판물비계에 사용하는 재료는 KS D 3566 (일본구조용 탄소강판)의 4종에 규정하는 것으로 한다.
- 2) 치수 및 표준중량은 아래표와 같다.

표 8

종 류	바깥지름 (mm)	두께 (mm)	표준중량 (kg/m ²)
4 종	48.6	2.4	2.73

- 3) 판의 바깥지름 및 두께의 허용치는 각각 D 3566에 규정한 2호에 따른다.
- 4) 판 이외의 치수는 아래 표와 같다.

표 9

단위 : mm

바깥지름	두께	용도
48.6	2.4	불 및 수령제 제작용
34.0	2.2	불의 보강재 제작용
27.2	1.9	불의 보강재 및 길이 250cm 이상의 교차 가새용
21.7	1.9	길이 250cm미만의 교차 가새용

2. 강판물

- 1) 불비계용 강판은 용도에 따라 JIS G 3444에 규정하는 2종(STK 41)또는 3종(STK 51)에 따른다.
- 2) 각 부재의 판경 및 두께치수와 허용치는 아래표와 같다.

표 3

용도	강판의 종류 (JIS G3444에 따름)	치수 mm		허용치수차 (mm)	
		외경	두께	외경	두께
선불 판 선불수령제	3종(STK 51)	42.7	2.3		
		34.0	2.3		
		27.2	2.0		
선불보강재		21.7	2.0		
교차가새 (길이 250cm이상) 교차가새 (길이 250cm 미만)	2종(STK 41)	27.2	2.0	±0.25	±0.3
	3종(STK 51)	21.7	2.0		

- 3) 불비계용 부재 및 부속철물의 성능은 아래표와 같다.

5) 기본틀의 치수 및 허용차는 아래 표와 같다.

표 10

단위 : mm

명 칭	폭	높이	허 용 차
표 준 틀	1200 900	1700 1600	± 0.5
목 수 틀	800이상	3400이하	± 0.5

주 * 폭이판 기둥사이의 중심거리를, 높이판 기본틀 선
대의 길이를 말한다.

표 4

구 분	성 능
선틀의 강도 등	수평재의 연직 휨 10.0mm이하 판의 휨 휨 2.5mm이하 판의 내압하중 (1) 800kgf 78452.8N이상
떠장물 및 바닥	연직휨 11.0 mm 이하
붙임 떠장물의 강도	내하중 550kgf 5393.7N 이상 붙잡류 (진결) 철물 부착부의 내압하중 2000kgf 19613.3 N 이상
틀의 강도	내하중 1000kgf 9806.6N 이상
베이스철물의 강도	
(조절성만 적용)	내하중 1000kgf 9806.6N 이상
벽연결용 철물	인장하중 1000kgf 9806.6N이상
의 강도	압축하중 1000kgf 9806.6N이상

4) 선틀의 치수

선틀의 치수 및 치수허용차는 아래표와 같다.

표 6

단위 : mm

치수 폭	높이	치수허용차	비 고
900 914 1200 1219	1600 1700		1. 폭 치수는 양다리 판 사이의 중심 거리 로 나타낸다. 2. 높이 치수는 다리판 의 길이로 나타낸다.

단관비계의 기본비교

〈건축공사표준시방서〉

〈일본건축학회표준시방서
JASS 2〉

ANSI A 10.8

OSHA 1926

ILO

가. 재료

부재 및 부속철물은 KS F 8002 (강관비계)에 합격한 것을 사용한다. 이 규정 이외의 것을 사용할 때는 담당원의 승인을 받는다.

나. 강관비계의 구성

1) 비계기둥

간격은 도리(띠장) 방향 1.5-1.8 m 간사이 받침 0.9-1.5 m로 하고, 비계 기둥의 최고부로부터 측정하여 31m 까지의 밑부분은 2분의 강관을 묶어 세운다.

2) 띠장

간격은 1.5 m 이내로 한다. 지상 제 1 띠장은 지상에서 2 m 이하의 위치에 설치한다.

3) 비계감선

간격은 1.5 m 이내로 한

1) 기둥의 간격은 띠장 방향으로 1.5-1.8 m, 장선 방향으로 0.9-1.5 m로 하며, 기둥의 최고 절점으로 부터 아래방향으로 측정하여 31 m 이하인 부분은 비계기둥을 세울때 2개를 1조로 하여 설치한다.

2) 띠장의 높이방향 간격은 1.5 m 내외로 한다. 지상으로 부터의 첫번째 띠장은 지상으로 부터 2.0 m 이하의 위치에 둔다

3) 장선의 간격은 1.5 m 이하의 간격으로 배치한다. 장선은 기둥과 띠장의 교차점에서는 기둥에 계속시키고, 그 중간부에서는 띠장에 간격 1.5 m 이하로 계속시킨다.

1) 경하중 (light-duty) 용 단관비계는 모든 기둥, 띠장, 받이재, 띠장 및 가새로 공칭외경 2in (1.90in) 인 튜브 혹은 파이프를 사용한다. 비계기둥 간격은 비계의 길이에 따라 6ft에서 10 ft 사이로 한다. 기타 구조철물을 사용할 때는 이 비계하중에 맞도록 설계되어야 한다.

2) 중하중 (medium-duty) 용 단관비계는 모든 기둥, 띠장 및 가새로 공칭외경 2in (실제 1.90 in) 인 튜브 혹은 파이프를 사용한다. 비계의 길이에 따라 6ft에서 8ft 이하로 배치한 비계기둥은 받이재로 공칭외경 2 1/2 in (실제 2.375 in)의 튜브 혹은 파이프를 사용한다. 기타 구조철물을 사용할 때는 이 비계하중에 맞도록 설계되어야 한다.

3) 중하중 (heavy-duty) 용 단관비계는 모든 기둥, 띠장 및 가새로 공칭외경 2in (실제 1.90 in) 인 튜브 혹은 파이프를 비계 길이에 따라 6ft에서 6ft 이하로 배치한 비계기둥에 사용한다. 기타 구조철물을 사용할 때는 이 비계하중에 맞도록 설계되어야 한다.

4) 인계재는 단조강 (drop forged steel), 가단철 (malleable iron) 혹은 구조용 알루미늄과 같은 구

1) ANSI 와 같음

2) "

3) "

4) ANSI 의 5)와 규정은 내용은 참고 표는 각각 다름

5) 4)에 주어진 표의 하중 혹은 원장의 유능한 작적을 갖춘 전문기술자가 언급한 하중에 대해 4배의 하중을 지지할 것.

• 본 항은 ANSI에서 는 일반 요구조건에 언급 하는 것으로 고침.

6) ANSI 의 7)와 같음

7) " 8)와 같음

8) 받이재는 기둥 사이를 가로질러 설치하며 띠장 커다란 위에 지지되는 기둥에 안전하게 고정시킨

1) 단관비계의 재료는 도금한 강관과 같은 재료로 만들어, 예상하중에 대해 4의 안전수준을 발휘하는 적절한 강도를 가져야 한다.

2) 단관비계의 모든 수직 및 수평부재는 서로 안전하게 묶어 놓아야 한다.

3) 위험방지용 해야할 필요가 있는 곳은 단관비계를 걸어 방향과 교차방향으로 적당한 간격을 두고 적절한 대각선 가새를 댄다.

4) 단관비계는 상부에 위치한 천막선 및 천막 장치에 위험스럽게 근접시키지 않아야 하며, 모든 경우 5 m 이상의 거리를 두거나 주무기간이 설정한 거리를 떠난다.

5) 비계용 파이프는 곧아야 하며 녹이 솔지 않고 부식, 조아물어간곳, 기타 결함이 없어야 한다.

6) 끈의 끝단은 연결 및 기타 이용에 있어서 진체단면적이 지지할 수 있도록 평행해야 한다.

다. 비제기둥과 띠장의 교차부에서는 비제기둥에 계속하고 그 중간 부분에서는 띠장에 계속한다.

4) 가 세

수평간격 약 15 m 내외, 각도 45로 걸쳐대고 비제기둥 및 띠장에 계속한다. 이때 가세는 모든 비제기둥과 계속되도록 한다. 수정가세는 필요에 따라 설치한다.

5) 구조체와의 연결 및 부속기둥

수직 및 수평방향은 5.0 m 내외의 간격으로 구조체에 견고하게 연결하거나 이에 대신하는 견고한 부속기둥을 설치한다

6) 밀받침 (base)

비제기둥의 밑둥에는 밀받침 철물을 사용하고 인접하는 비제기둥과 밀물잡이로 연결한다. 연락지반에서는 소요목

4) 가세는 수평간격으로 14 cm 내외, 각도 45로 배치하고 기둥 및 띠장에 계속한다. 이때 가세가 교차하지 않는 거동이 없도록 한다. 수정가세 및 장선방향 가세는 필요시에 설치한다.

5) 기초치리를 위해서는 기둥아래에 받침침목을 깔고 밀물잡이를 설치하여 서로 인접해 있는 기둥을 연결시킨다. 지반이 연약할 경우에는 지반위에 적당한 폭의 깔판을 비제기둥 3개 이상을 받치는 길이로 연속해서 깔아 놓는다. 단 이 깔판에 받침철목을 고정시킨 경우에는 밀물잡이를 생략할 수 있다.

6) 부속침함의 사용시에는 부속침함에 걸리는 용역 이상의 상도를 갖는 것을 사용한다.

7) 하중하도는 띠장에 대해

조세 이어야 한다. 회색 주철 (gray cast iron) 의 사용은 금한다.

5) 단판비계의 높이와 작업 높이는 표 7, 8, 9에 따른다. 표 7, 8, 9의 한계를 벗어난 모든 단판비계의 도면과 시방서는 자격을 갖춘 전문기술자가 설계하여야 하며, 복사본을 만들어 현장에서 검사 목적으로 이용하도록 한다.

6) 모든 단판비계는 유동한 측면공이 가설해야 한다.

7) 비제기둥은 정확한 간격으로, 적절한 기초위에 가설하여야 하며 수직이어야 한다.

8) 띠장은 비계의 길이에 따라 가설하며, 적수높이보다 내측 및 외측 기둥위에 설치한다. 단판과 연결재를 사용하여 외측 비제기둥에 난간과 난간 가로대를 설치할 때는 이들을 외측 띠장 대신 사용할 수 있다. 띠장은 길이 방향으로 기둥위에 고정시키며 각 비제기둥에 고정시켜야 한다. 바닥 띠장은 가능한 한 기초에 가깝게 설치해야 한다. 띠장은 중심부에서 6ft 6in 이하로 설치한다.

9) 반이재는 기둥사이를 가로질러 설치하며 띠장 연결재위에 지지되는 내측 연결재로 기둥에 안전하게 고정시켜야 한다. 난간과 난간 가로대를 설치하

다. 띠장에 직접 고정할 때는 커플러가 기둥에 가능한 근접해야 한다.

9) 반이재는 기둥간격 혹은 띠장간격 보다 적어도 4cm 이상 12cm 이하의 길이 이어야 한다.

10) 교차가세는 수평으로 매 3번째 기둥마다 수직으로는 매 4번째 띠장마다 설치한다. 이 가세는 내외측 띠장으로 부터 다음번 외내측 띠장까지 대각선으로 연결한다.

11) 내외측 기둥에 설치되는 세로 방향 대각선가세는 첫번째 외측기둥의 바닥 근처에서 비계의 맨 가장자리 상단을 향해 약 45도의 각도로 설치한다. 비계의 세로방향 길이가 길 때는 다섯번째 기둥에서 가세를 반복하여 설치한다.

7) 띠의 적경과 하중에 대한 강도는 재하에 대해 충분한 지지가 되는 것이어야 하며 적어도 외경이 8cm 이상이어야 한다.

8) 수직부재는 항상 수직을 유지해야 한다.

9) 수직부재의 이동은 침변위에 대해 구속 가능한 띠장 혹은 기타부재에 가깝게 두어야 하며, 인접 이동이 동일한 높이에 있지 않도록 이동을 엇갈리게 배치한다.

10) 비계의 수직재의 간격은 일반적으로 350 lb/ft를 지지할 때 1.8 m (중하중: heavy-duty)로 한다.

11) 띠장은 적어도 두 수직부재보다 길어야 하고 각 수직부재에 안전하게 고정시켜야 한다.

12) 띠장 사이의 이동은 수직부재가 사이에서 하고 자중 보다 서로 다른 위치에서 한다.

13) 띠장의 수직 간격은 2 m를 넘지 않아야 한다.

의 팔관을 비계기둥에 3본 이상 연결되도록 잡아 댈다. 다만, 이 팔관에 밀받침 철물을 고정했을 때에는 밀둥장이를 생략할 수 있다.

7) 부속철물

특수한 부속철물을 사용할 때에는 그 부위에 발생하는 용력에 충분히 견딜 수 있는 것을 사용한다.

다. 하중의 한도

띠장은 비계기둥의 간격이 1.8m일 때는 비계기둥 사이의 하중은 400kg을 한도로 하고 비계기둥의 간격이 1.8m 미만일 때는 그 역비율로 하중의 한도를 증가할 수 있다.

작업중인 바닥의 층수가 3층 이상일 때는 비계기둥 1본당의 하중 한도를 700kg으로 한다.

기둥간격이 1.8m인 경우 기둥사이의 하중을 400kg으로 한정시키고, 기둥간격이 1.8m보다 좁을 때에는 그 비율로 하중의 한도를 늘릴 수 있다. 작업하는 작업대가 3층 이상에 걸쳐 작업하게 되면, 기둥 한개당 700kg이하의 한도로 한다.

8) 특수한 경우 : 중량물을 비계위에 놓는등 비계가 본래 목적과 달리 특수한 용도로 사용할 때, 또는 출입구, 개구부 등에서는 강도 계산을 하여 안전하게 비계를 구상한다.

면 외측 띠장은 필요없다.

10) 만이재 길이는 연결재와 잘 접속할 수 있는 길이를 가져며, 비계 폭 간의 비계기둥 간격보다 길어야 한다.

경하중(light-duty) 및 중하중(medium) 용 비계의 까치발로 사용하는 돌출부를 갖는 만이재는 까치발을 가새(Knee brace)를 대지 않는 한 폭 10in의 널판자를 2개 이상 놓아서는 안된다.

11) 비계폭을 가로지르는 가새는 적어도 매 4층마다 비계 끝단에 설치한다. 이 가새는 이 작업층(높이) 위쪽의 외측기둥 혹은 띠장에서 시작하여 다음 작업층(높이)의 내측 기둥 혹은 띠장까지 대각선으로 연결시켜 설치한다.

12) 세로방향 대각선 가새는 처음 및 마지막 비계기둥의 기초 근처에서 비계의 상단 중심으로 약 40-50도의 각도로 기둥의 외측면 위에 설치한다. 만약 비계가 길면, 앞에서 언급한 대각선 가새를 반복해서 설치한다. 비계의 길이는 짧고 높이는 높을 경우에는 대각선 가새를 외측 처음 기둥의 기초에서 외측 마지막 기둥으로 방향을 바꾸어 가면서 비계의 상단으로 40-50도의 각도로 설치한다. 비계 기둥에 이와같은 가새를 접속할 수 있는 조건이 되지 못할 때는 띠장에 접속할 수도 있다.

같은 요령으로 세로방향 대각선 가새가 교차하도록 또 하나의 가새를 설치한다.

비계기둥에 이와같은 가새를 접속할 수 있는 조건이 되지 못하면 띠장에 접속할 수도 있다.

12) ANSI의 13)과 같음.

13) OSHA의 목재비계의 15)와 같음.

14) 단판비계를 석조물에 연결시키려면, 띠장은 벽석판 또는 다른 효과적일 수 있도록 벽에 견고하게 묶는다.

15) 적입대를 제거하려면, 모든 띠장은 비계가 견고하게 되도록 그대로 둔다.

16) 단판비계의 장선은 각 수직 띠재에 위치시킨다.

17) 단판비계의 장선지간은 1.5m를 넘지 않아야 한다.

18) 단판비계의 장선배치 간격은 중하중(heavy-duty)에 대해 90cm, 경하중(light-duty)에 대해 1.15m 이하로 되어야 한다.

19) ILO 목재 비계의 20)과 같음

20) 외측면 단판비계는 건물의 벽에 안전하게 고정시켜야 한다.

21) 그 고정방법은, 고정용 파이프를 수직부재와 띠장의 결합부에서 비계면에 대해 묶으며, 석조를 속에 고정시키고, 첫 번째와 마지막면에 그리고 매 2개마다의 띠장에 엇갈리게 고정용 파이프를 통해 건물에 정착시켜야 한다.

라, 복수한 경우

중량물을 비계발판에 놓아
두는 경우와 같이 복수한 용
도일때 또는 출입구 및 계
구부 등은 각각의 경우에 따
라 강도 계산을 하며 안전
하도록 한다.

13) 전 비계는 타이틀 대고 수평으로 30ft,
수직으로 26ft 이내가 되도록 간격을 잡아 진동
에 가해질 때 안전하게 한다.

14) 난간, 난간 가로대 및 연목은 일반 안전 요
구조건에 인준한대로 설치하며, 안전망 역시 일반 안
전 요구조건에 따른다.

15) 모든 조립 비계의 출입은 아래의 같은 수단
을 1개이상 채택한다.

- 목재 및 철재 사다리는 각각 이와 관련된
미국 표준규격에 따른다.
- 사용 위치에 놓인 출입용 사다리는 비계를 기
울어지게 하지 않는다. 출입용 사다리의 디딤
판 사이의 최대 간격은 16 1/2 in 이내로 한
다.
- 후크(hook) 또는 부속 가능한 철강 사다리
가 특별히 견대목히 형식의 비계와 사용하도
록 설계된 것.
- 견대목히 형식의 비계의 사용하도록 특별히 더
널판 부분 설계된 것. 교차가새(cross
brace)를 출입 수단으로 사용하지 않는다.

22) 연목은 볼트로 작업대 널판지에 고정하
거나 수직부재에 적절한 방법으로 고정 시킨다.

23) 가드레일은 적절한 연결 장치로 수직부에
고정시킨다.

24) 대각선·가새 "작업자 추락에 대한 보
호책"에서 별도로 규정하는 내용과 동등한 보
호 수단이 되지 못한다면 가드레일로써 사용
하지 않아야 한다.

25) 단판비계의 연결용 고정장치는 단조강
혹은 이와 동등한 성질의 재료로 만들고 연
결용 고정장치를 사용할 부재, 고정장치의 전체
지지표면에 걸쳐 정확하게 접합되어 있어야
한다.

26) 고정장치는 부재를 변형시키거나 자체
가 변형을 일으키지는 안된다.

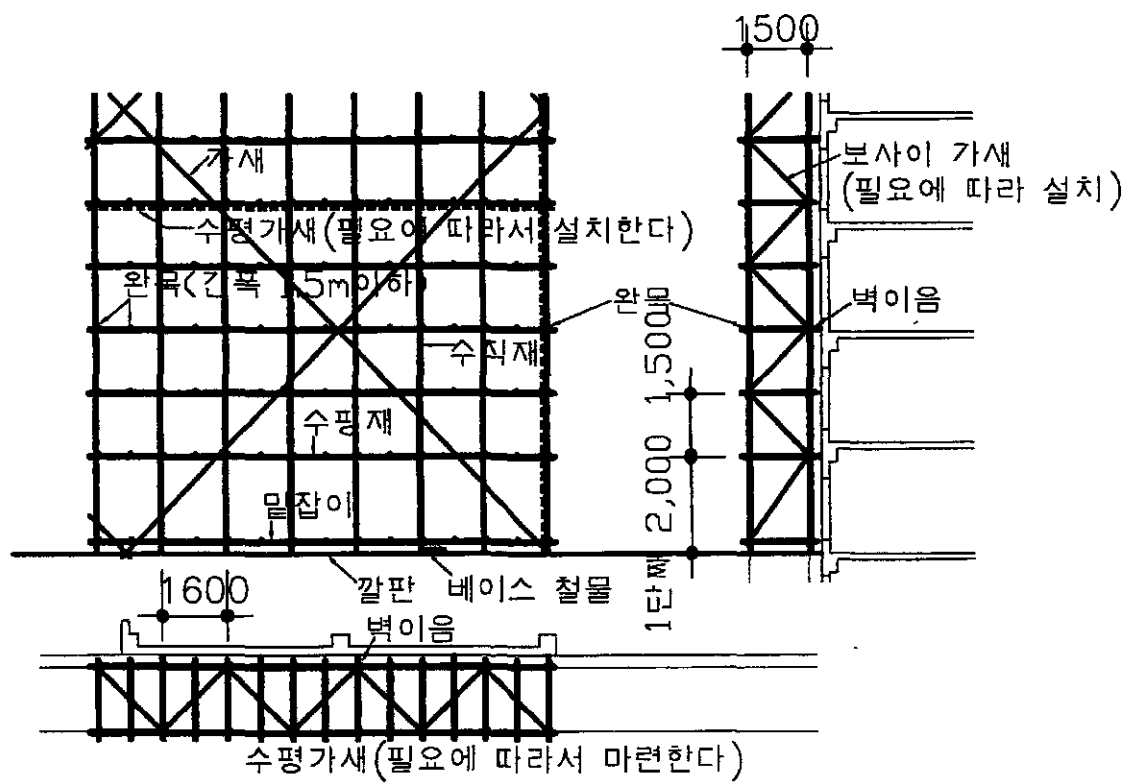
27) 고정장치가 마찰조임에 의해 그 힘을
발휘하는 것일때는 이 고정장치가 인장력을 받
지않게 해야 한다.

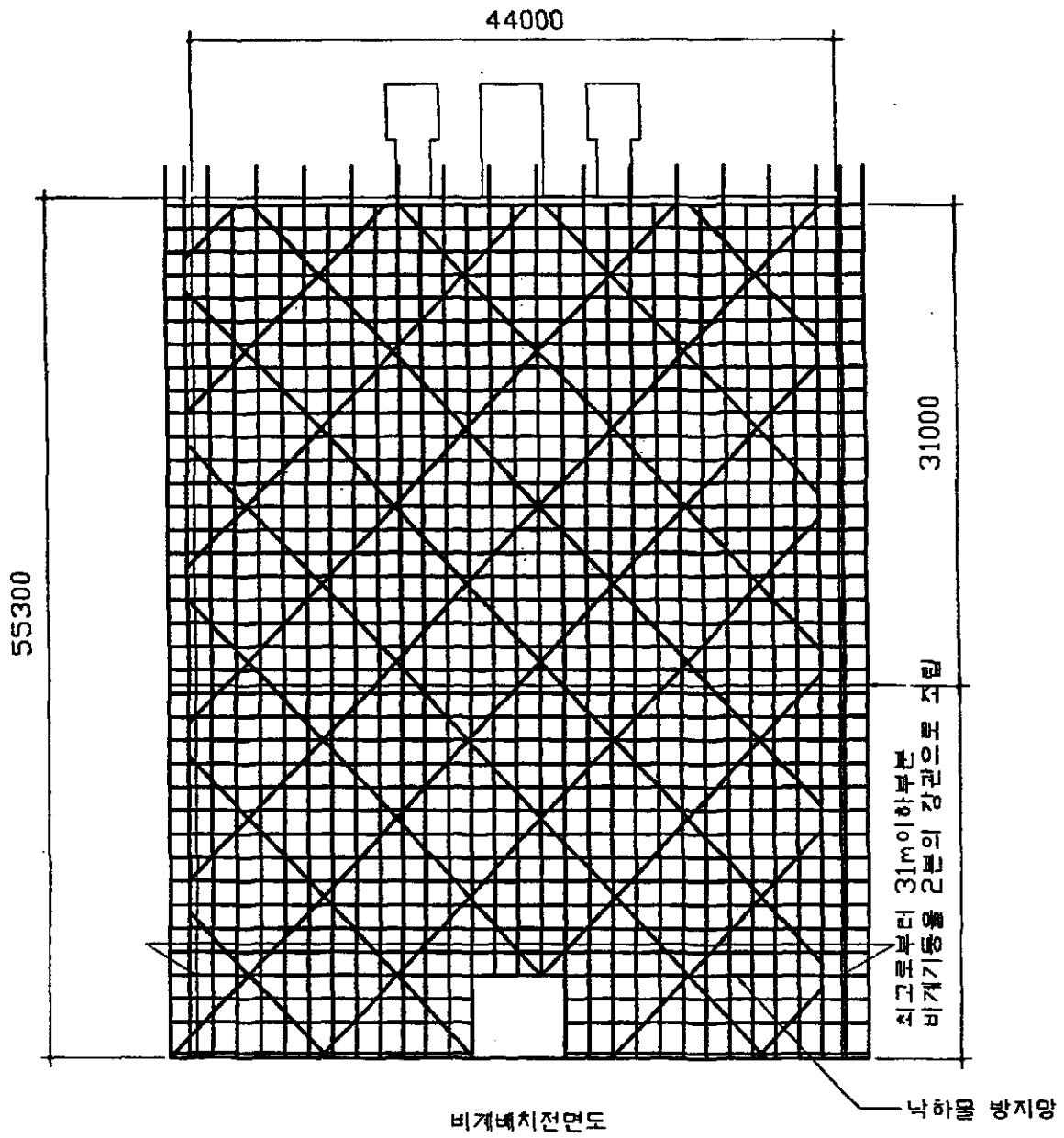
28) 나사식 부속품은 각각의 너트가 나사끝
에 완전히 잠기지 않을 경우 사용해서는 안
된다.

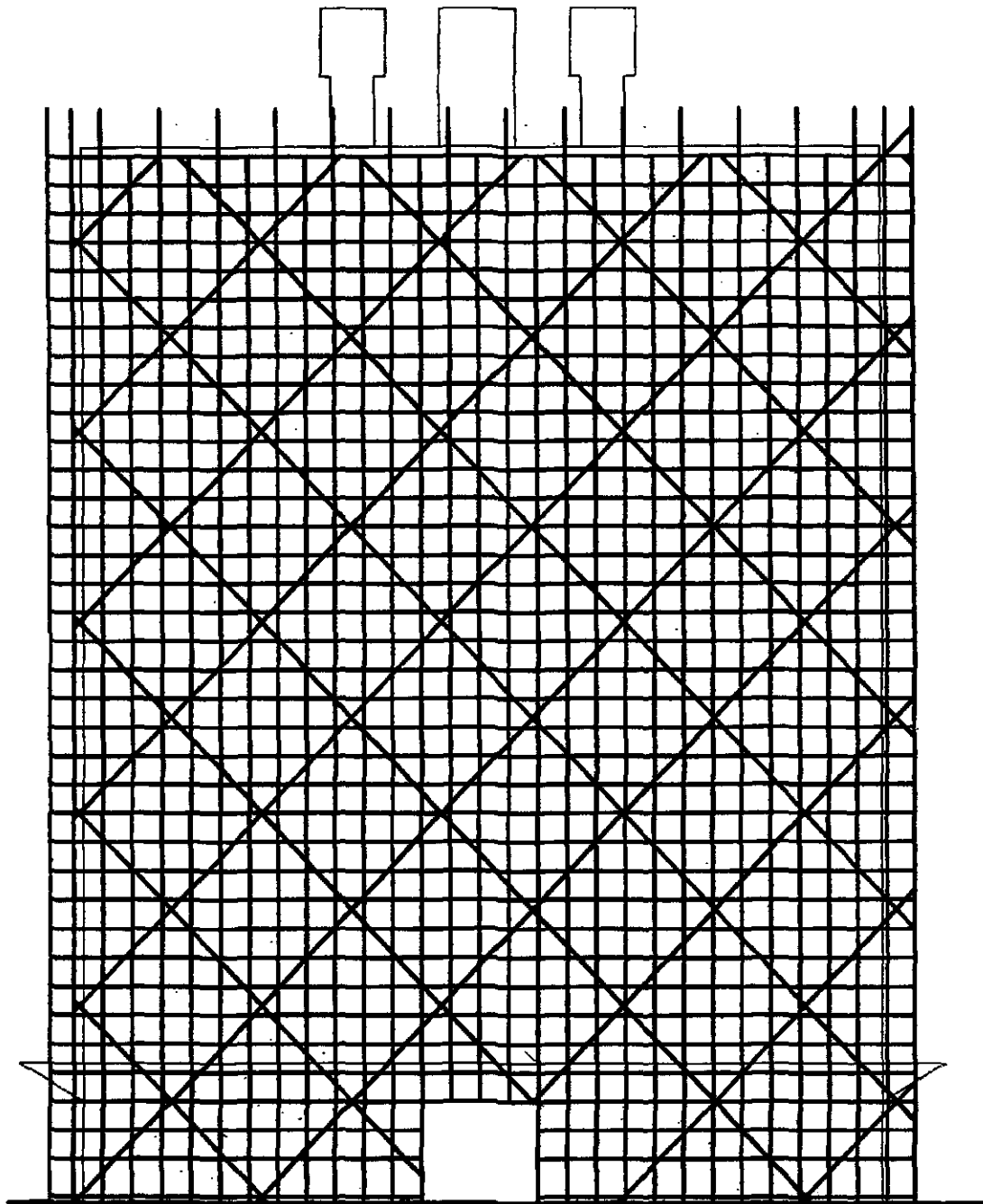
여 백

부 록 V

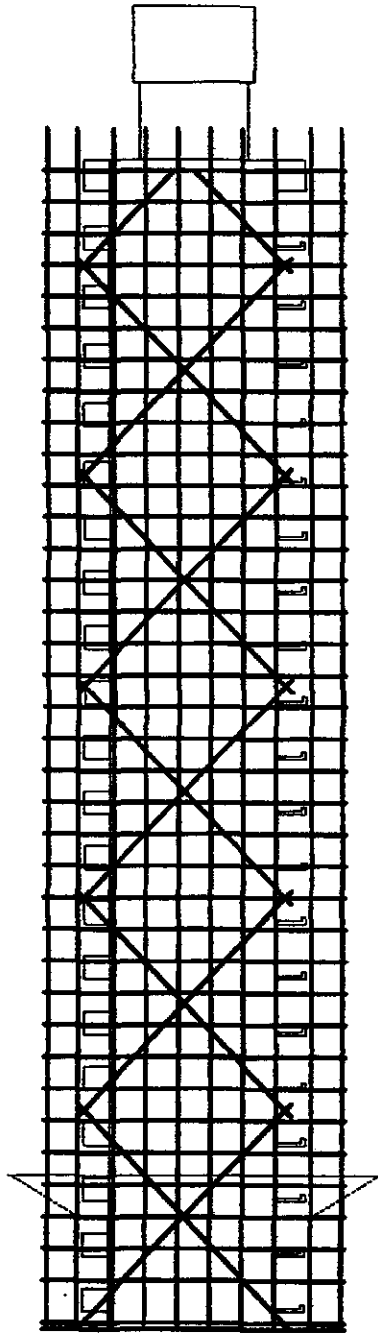
여 백



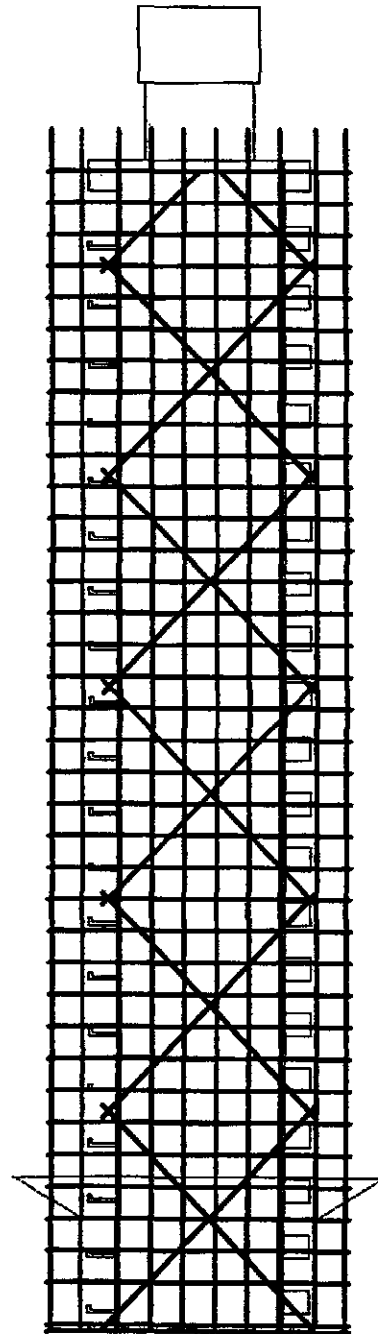




비계배치배면도



비계배치우측면도



비계배치좌측면도

건설공사 표준안전시설 기준 연구
(단관비계를 중심으로)
연구보고서 (안전연 97-16-37)

발 행 일 : 1997. 12. 31
발 행 인 : 원 장 이 한 훈
연구수행자 : 책임연구원 최 순 주
발 행 처 : 한국산업안전공단
산업 안전 연구원
건설 안전 연구팀
주 소 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4
전 화 : 032) 5100-848~852

인쇄 : 성문사 ☎(02)392-0520