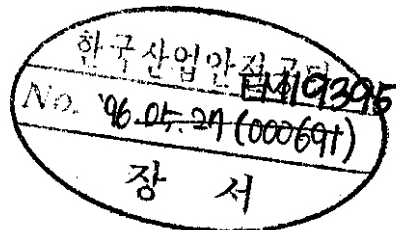


540.98
박797

연구보고서
토건92-1-28

工事用 假設通路 設置使用에 關한 研究

1992. 12. 31



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 “’92산업안전연구”사업의 일환으로 수행한 “지하철 공사 공정별 안전대책 연구 -공사용 가설통로 설치사용에 관한 연구-”의 최종보고서로 제출합니다.

1992. 12. 31

주관연구부서 : 산업안전연구원

토목건축연구실

연구수행자 : 책임연구원 박일철

머 리 말

가설구조물은 건축물을 완성시키기위하여 필요한 임시 설비로서 근년 건설 기술의 혁신에 수반하여 건축물이 고층화, 대형화, 복잡화됨에 따라 점차 그 중요성이 인식되고 있다.

또한 가설구조물의 적부는 건축물의 품질, 공기, 공사비등에 직접 관계가 될 뿐만아니라 당 공단 상반기 조사대상 189건의 중대재해를 발생형태, 기인물별로 살펴보면 개구부와 비계, 작업발판에서 추락한것이 80건으로 전체의 42.3%를 차지하고 있으며, 추락, 낙하비레, 붕괴, 도괴재해가 전체 재해의 83.1%를 차지함을 보이고 있으며 상기 재해 전체가 가설통로에 관계된 것은 아니나 가설공사에 관련된 재해로서 안전상에 있어서도 그 중요성을 알 수 있다.

그러나 가설 구조물의 계산은 임시로 설치하였다가 해체 한다는 그 본연의 성격상 도외시 되고 있는 것 이 사실이며 그에 반 하여 기술기준, 사용상의 지침등의 불비에 의해 구체적으로 어떻게 계산하면 좋은지 또는 그 적용방법을 모른다는 것이 실정일 것이다.

따라서 본 연구원에서는 노동부 및 산업안전공단의 산업재해 감소 특별 대책 중 중점사업인 추락재해 예방대책의 일환으로 “공사용 가설통로 설치 사용”에 관하여 연구를 수행하게 되었다.

본 고의 구성은 제 2~4장은 가설통로의 정의, 관련 국내·외 각종 법규, 기준등을 소개하고, 제 5장의 기성제품 조립구조는 산업안전기준에 관한 규칙과 노동부 고시 제 91-101호 “가설기자재 성능검정규격”의 규정에 맞추어 강관비계 및 강관틀비계의 조립사용에 따른 지침을 발췌 정리하였으며, 제 6장의 현장제작 조립구조에서는 현장에서 간단하게 적용할 수 있도록 벽체 접합 구조와 경사통로 구조를 구조해석을 통하여 제시하였고, 부록으로서 가설통로 구조해석 실 예와 사용자 측의 관점에서 본 기성제 조립사용에 따른 공사비를 현행의 법적 사용기준에 부합되는 실제 현장의 견적 품을 품셈 및 실

제 소요 물량 대비 공사비를 산출하여 경제성을 제시하였다.

본 고가 건설 관계자 제위 및 가설 가자체 생산이나 임대사업에 종사 하는 관계자 모두에게 널리 활용되어 가설공사 및 가설통로의 안전시공에 기여하길 바란다.

'92년 12월 31일

산업안전연구원장 서 상 학

工事用 假設通路 設置使用에 관한 研究

土木・建築 研究室

責任研究員 朴 一 哲

목 차

제 1 장 서론	7
1. 연구의 목적	7
2. 연구 기간	8
3. 연구 범위 및 방법	8
제 2 장 가설통로	11
1. 가설통로의 정의	11
2. 가설통로의 종류	11
제 3 장 가설통로 관련 지침	20
1. 국내 관련법규 및 지침	20
2. 외국의 관련법규 및 지침	22
3. 관련법규의 문제점 및 대책	24
제 4 장 가설통로 실태조사	25
1. 재해분석	25
2. 실태조사 개요	28
3. 설치 및 이용실태	29
4. 설치사용에 대한 개선방향	33
제 5 장 기성제품 조립구조	34
1. 가설기자재	34
2. 가설구조물의 설계	48
3. 유해·위험 방지계획서 심사제도	61
제 6 장 현장제작 조립구조	66
1. 벽체 접합구조	66
2. 경사통로구조	76
제 7 장 결 론	81
참고문헌	83
부 록	
1. 현장제작 가설통로 구조해석 사례	85
2. 강관비게시스템과 강관틀조립비계 조립 시스템의 공사비 비교예	95

제 1 장 서 론

1. 연구의 목적

근래 건설공사는 건축물이 고층화, 대형화와 더불어 동시다발적 집단화하는 추세에 따라 본 건설물의 설계, 공법 등은 상당한 기술적 진보가 이루어지고 끊임없는 연구개발이 이루어지고 있으나 이의 시공을 위한 가설구조물은 일시적인 사용을 위하여 축조, 해체되어지는 것으로 구조적인 면이나 비용면에서 낭비라는 관념으로 종래의 한정된 경험에만 의존하여 소홀히 하여온 것이 사실이다.

이러한 현실적 추세에 따라 건설현장의 재해발생 빈도는 상대적으로 급격히 증가되고 있는 실정에서 여러 분야의 대책이 강구되고 있으나 그중 가설구조물의 중요성은 공사효율 뿐만 아니라 재해예방 측면에서 절실하게 요구되고 있다.

이러한 가설구조물 중 가설통로는 건설공사 현장 내·외에 작업원, 자재, 장비 등의 작업위치로 이동등 현장통제 관리수단으로서 필수불가결한 것이지만 작업공정의 변동에 따라 수시로 설치, 해체를 반복하여 사용되어지는 가설설비이다.

이와 같은 가설통로는 가설공사의 설계, 시공계획 단계에서 위험성을 예상하고, 그것을 배제하기 위한 가설계획을 세우는 것이 필요하나 설계, 시공상의 무관심 또는 설치기준, 기술자료의 미흡등으로 설치사용의 부적절함에 따라 추락, 전락등의 재해가 다발하고 있는 것이 현실이다.

따라서 가설통로의 구조적 안전성을 구비한 설치사용 지침을 제시하므로써 소규모 건설공사로부터 대형 건설공사의 가설통로 설치사용 지침을 제시하고 산업안전보건법 제48조 유해·위험방지 계획서 심사 기준으로 활용하여 건설재해 예방에 기여코자 함을 목적으로 한다.

2. 연구기간

1992. 1~1992. 12. 30

3. 연구의 범위 및 방법

가. 연구 범위

공사용 가설통로는 가설구조설비로서 그 한계가 명확치 않으나 용도에 따라 현장내·외의 가설도로, 운반하역 설비와 현장내 근로자의 이동, 자재 및 장비의 운반, 적치사용에 따른 안전통로, 경사로, 계단, 비계발판, 사다리, 현장출입 시설등을 통칭한다.

본 연구에서는 철골공사를 제외한 건축, 토목공사현장, 터널공사 등에서 근로자등의 통행이나 소자재의 운반, 적치, 사용을 위하여 설치되는 가설통로에 한정하여 기성제품의 조립사용과 현장제작 설치에 따른 벽체접합구조, 경사통로 구조의 구조적 안전성 측면을 중심으로 고찰한다.

본문중 제5장 기성제품 조립설치에 관하여는 법 33조(유해·위험 기계기구 등의 방호조치등)에 의한 가설기자재 성능검정 등을 통하여 양질의 제품이 생산, 수입 사용되도록 지도, 감독하고 있으므로 구조적 안전성 측면의 고찰은 생략하고 현장의 기술자료로 쓰일 수 있도록 설치사용에 따른 기존의 기술자료를 종합, 고시 제91-101호 “가설기자재 성능검정규격”에 준하여 정리하였으며,

제6장 현장조립 설치사용에 관한 사항은 현장 실태조사를 통하여 문제점을 도출하고 이에 대한 구조적 안전성을 벽체접합구조, 경사통로구조로 나누어 고찰한 후 구조해석에 대한 예제를 들어 작업현장 기술자료 및 기술기준으로 활용될 수 있도록 하였다.

나. 연구 방법

(1) 추진계획

<표 1-1>

(단위 : 천원)

사 업 내 용	목표	사업비	1/4	2/4	3/4	4/4
지하철공사 공정별 안전작업 방법에 관한 연구		5,051				
○ 공사용 가설통로 설치 사용						
- 기초자료 문헌수집	수시		-	5	10	-
- 현장실태조사	15개소					
- 자료분석	수시		-	-	-	1
- 보고서 작성	1건					

(2) 연구 방법 및 순서

- 1) 기존의 문헌 및 현장 예비조사를 통한 연구범위를 정한다.
- 2) 기 연구된 문헌 및 국내·외 가설통로 안전지침 내용의 검토.
- 3) 통로용 가설기자재의 기성제품 조사 분석.
- 4) 현장실태조사를 통한 가설통로 설치사용 문제점 도출.
- 5) 현장제작 사용통로의 구조해석
- 6) 가설통로의 설치사용에 관한 지침 및 기술자료를 제시한다.

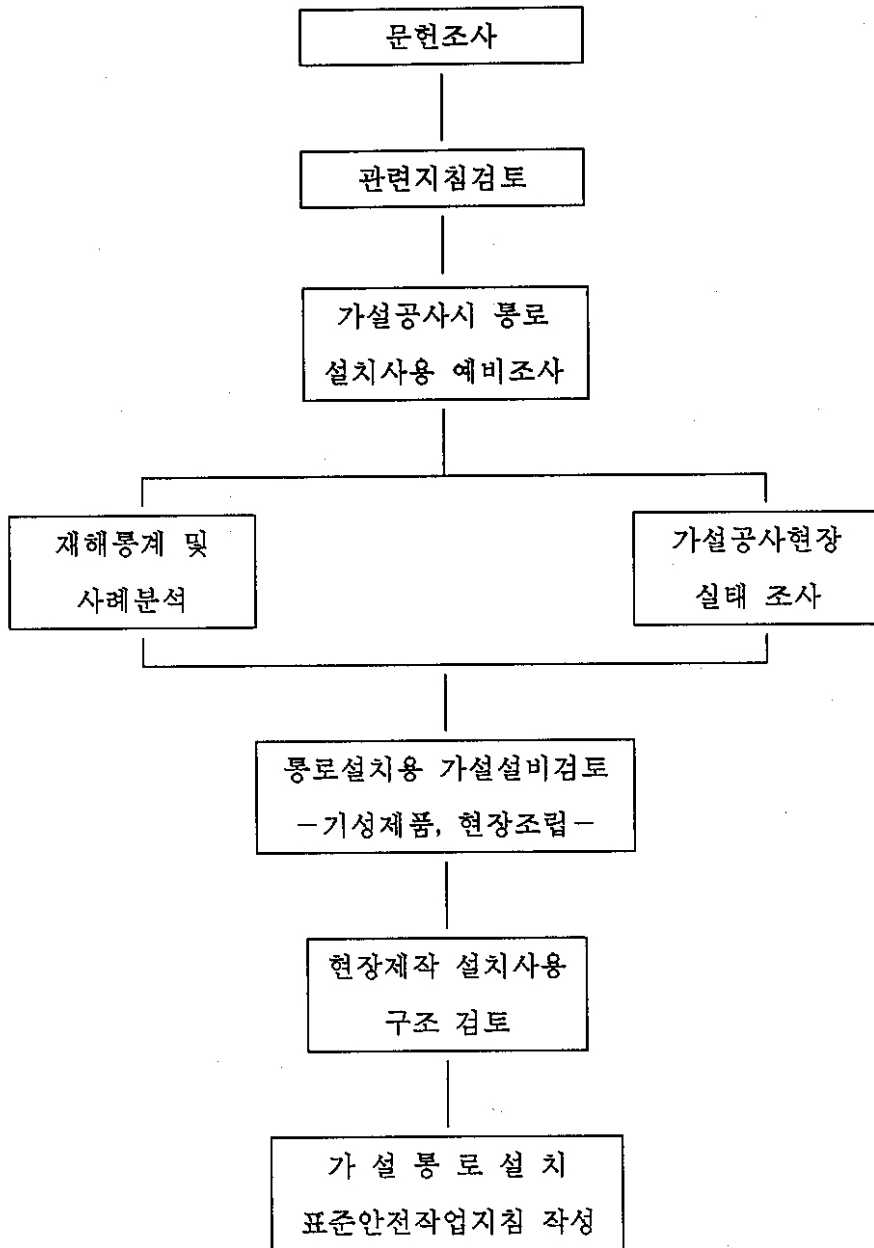


그림 1.1 연구 흐름도

제 2 장 가설통로

1. 가설통로의 정의

가설통로는 공사현장에서 공사목적이나 공정진행에 따라서 작업장에 자재 및 장비의 운반, 적치, 사용과 작업자의 통행, 현장관리의 수단으로 사용하기 위하여 임시로 설치하는 가설설비로서 그 한계가 명확치 않으나 사용되어지는 상태에 따라 다음과 같이 구분할 수 있다.

토목공사의 경우 댐공사, 도로공사, 교량공사등의 현장진입을 위한 진입도로, 가설철도 또는 자재, 장비등 자원의 반입 퇴출을 위한 운반하역설비와 토목건축 현장의 공통적으로 설치 사용되는 현장내 안전통로, 경사로, 계단, 작업발판, 사다리, 현장출입시설등을 통칭한다.

2. 가설통로의 종류

통상 가설통로라 함은 현장내 안전통로, 경사로, 계단, 비계발판, 사다리, 현장출입시설, 등으로서 작업자 이동이나 소규모 자재의 작업장 반입을 위하여 현장내에 설치되는 공통가설설비로서 안전성이 중시되고 또한 대부분 고소에 설치되는 경우가 많아서 구조상 결합이 있으면 추락, 전도, 도괴 등에 의해 중대재해가 유발될 우려가 크므로 작업자가 안전하고 쾌적하게 작업할 수 있도록 안정된 구조로 설치되어야 한다.

이 장의 가설통로 종류 및 각각의 구조일반 사항은 연구의 범위내에서 국내의 산업안전보건법상의 규정, ILO-CIS, OSHA, 미국 COE 규정외에 일본의 안위법, 각종 기술자료를 참조하여 공통적인 사항을 발췌하였다.

가. 안전통로

현장내에는 자재, 공구등을 내리는 개구부, 차량의 통행로등 복잡하게 되고, 더욱 적치된 자재와 내장재의 철거 등으로 난잡하게 된다. 이 때문에 작업장으로 통하는 장소와 작업장 내에는 작업자가 사용할 안전한 통로를 설치하여야 하며, 이는 작업의 안전과 작업능률의 면에서 작업장에서 매우 중요하다.

통로의 안전을 확보하기 위하여는 특히 다음 사항에 유의하여야 한다.

- (1) 용도에 따라 적당한 폭을 확보하며 주요한 통로에는 적당한 표시를 하고 통로에는 방해물과 불용품을 두지 않도록 항상 정리정돈을 하여 둔다.
- (2) 통로의 발판, 작업대등의 들뜸, 고정상태를 확인하여 둔다.
- (3) 통로면은 코너부딪침, 미끄러짐, 잘못 디딤 등이 없도록 정비하여 둔다.
특히 배근후의 슬라브위 등에서는 작업용 통로를 설치하도록 한다.
- (4) 목재의 형틀 판넬 등을 임시로 발판등에 사용해서는 안된다.
- (5) 통로면으로부터 높이 2m 이내에 장애물이 없도록 하여야 한다.
- (6) 통로상에 있는 개구부와 난간, 울타리, 덮개 등이 확실하게 설치되어 있는가를 확인하여야 하며, 추락의 위험이 있는 장소에는 높이 90cm 이상의 표준 안전난간을 설치해야 하고, 작업상 부득이할 때에는 필요한 부분에 한하여 이에 상응하는 안전조치가 선행되는 경우 임시로 이를 제거할 수 있다.
- (7) 통로에는 정상적인 보행에 지장이 없도록 채광 또는 조명의 방법을 강구하여야 하며, 최소한 70룩스이상이어야 한다. 다만, 갱도나 상시 통행에 사용되지 아니하는 통로등에서 통행하는 근로자에게 적당한 조명용구를 소지하게 하는 경우에는 예외로 한다.
- (8) 건설 현장에서는 조명이 필요한 장소와 등수가 공사의 진척에 따라서 변하므로 시공에 있어서는 공사초기부터 교체작업이 적고, 보수가 용이하게 되도록 회로의 구분이나 경로의 선정을 하여 둔다.
- (9) 통로에 근접해서 고압전선 등이 있는 경우는 접촉에 의한 감전사고를

방지하기 위한 방호방법이 강구되고 있는가를 확인한다.

- (10) 계도를 설치한 갯도, 수직갱 또는 교량 등에서 근로자가 보행하거나 작업을 할 때에는 적당한 간격마다 대피장소를 설치하여야 한다.
- (11) 원상장치 근처에는 칸막이, 격벽을 설치하여 접촉이 되지 않도록 한다.

나. 경사로

전설공사의 외부비계에 설치하여 사용되는 것으로서 경사 30도 이내의 작업개소 상부 또는 하부로의 재료운반이나 작업원이동 등 안전하게 통행할 수 있도록 경사지어 설치된 통로를 말한다. 경사로에는 통나무 또는 단관을 사용한 것, 혹은 유니트식으로 된 것 등이 있으며 시공하중 또는 폭풍, 진동등 외력에 대하여 안전하도록 설계되어야 한다.

또한 상부로부터의 낙하물에 의한 위험요소를 제거해야 하고 경사를 완만하게 하여 작업원 이동시 추락, 전도, 미끄러짐 등의 재해를 예방할 수 있는 대책이 강구되어야 한다.

경사로의 구조는 다음과 같다.

- (1) 경사로의 폭은 최소 75cm 이상으로 하고 높이 7m마다 충격채를 설치해야 한다.
- (2) 추락방지용 손잡이는 상부에 90cm 이상, 중간에 45cm 위치에 설치해야 한다.
- (3) 폭목의 사용은 10cm 이상의 판재를 사용하고, 강관파이프를 사용하는 경우 하단으로부터 3cm 이내에 설치한다.
- (4) 목재는 미송, 육송 또는 동등이상의 재질을 가진 것이어야 한다.
- (5) 경사로 지지 기둥은 3m 이내마다 설치해야 한다.
- (6) 철판은 6mm 이상의 철판을 바닥판으로 사용해야 한다.
- (7) 발판은 폭 40cm 이상, 간격은 3cm 이내, 3개 이상의 장선에 지지되어야 한다.

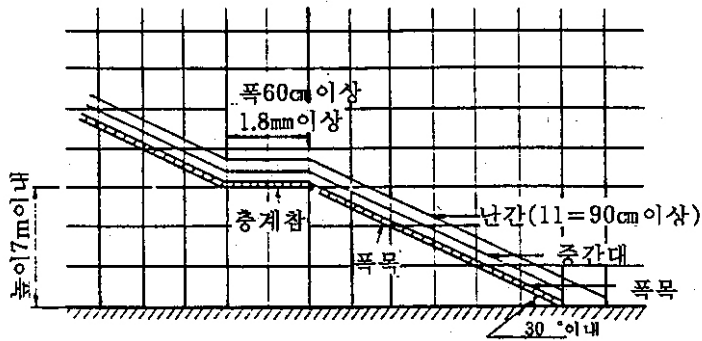
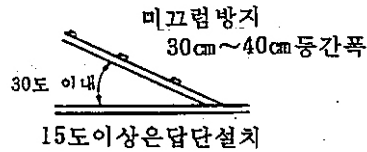


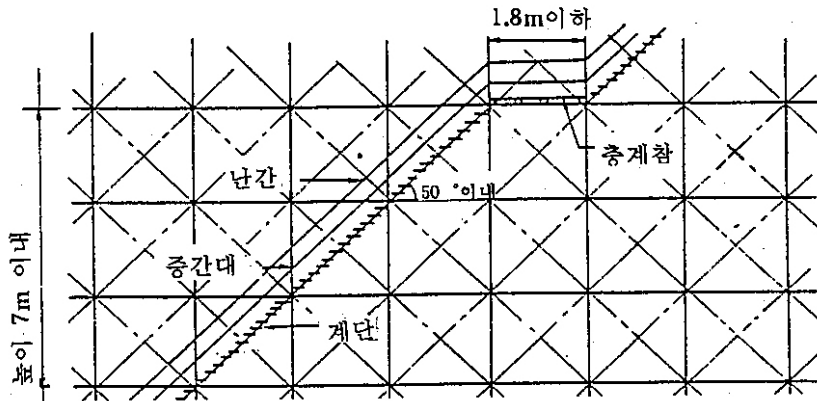
그림 2.1 경사로

다. 가설계단

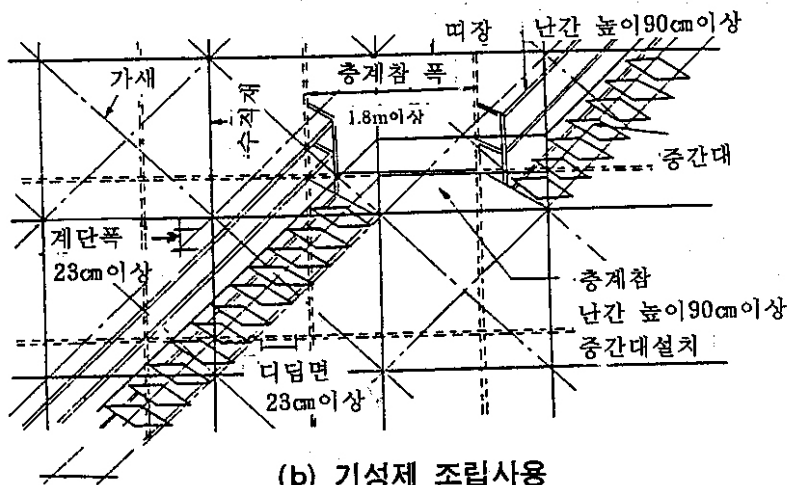
비계에 부설하는 계단은 경사 30도 이상 60도 이하의 상태에서 설치하여 사용하며 부지조건 등에 제약이 없으면, 비계의 골격에 따라서 수평방향은 3스팬 이상이고, 수직방향은 비계와 같은 수의 층에 고정시키고, 그 양끝의 스펜부분은 계단참으로 하고, 양끝 계단참 부분을 2분할하여 승강용 계단틀을 설치한다.

작업용 비계의 일부를 이용하여 설치하는 계획에서는 비계폭에 따라서 제약이 있는 것을 고려한다.

- (1) 계단의 철판은 23cm이내, 디딤면은 23cm 이상, 폭은 40cm 이상으로 한다.
- (2) 높이 7m 이내마다 계단참(길이 최저 1.8m)을 설치한다.
- (3) 디딤면에서 높이 90cm 이상의 표준안전난간을 설치한다.



(a) 강관사용



(b) 기성제 조립사용

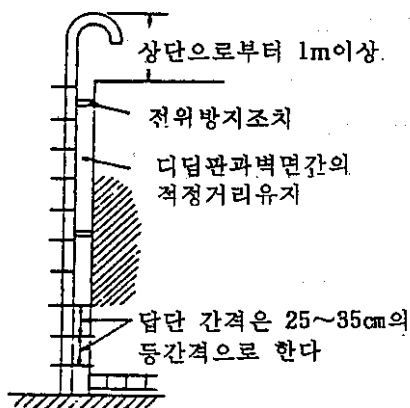
그림 2.2 가설계단

라. 사다리

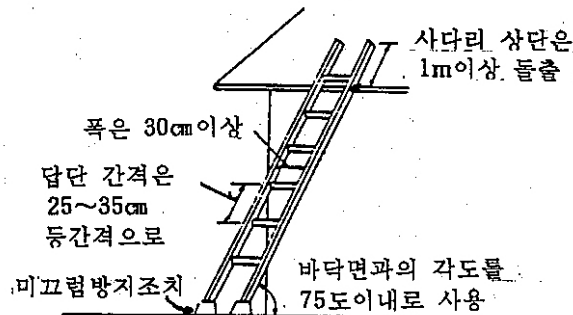
경사 60도 이상으로 작업장에 오르는 경사로나 계단을 설치하기 힘든 높은 장소에서의 작업이나 자재의 운반 및 통로의 수단으로, 또 비계를 설치하기 곤란한 곳이나 작업이 간단한 곳, 또는 실내에서의 작업에 편리하게 사용하기 위한 것으로 견고하고 안전하게 설계되어야 하며 사다리 사용상의 안전조치는 다음과 같다.

- (1) 사다리의 폭은 30cm 이상, 디딤간격은 35cm 이하의 등간격으로 한다.
- (2) 사다리는 높이 10m 이하마다 계단참을 설치한다.
- (3) 사다리의 상단은 작업장바닥에서 100cm 이상 돌출시킨다.
- (4) 사다리의 상단 및 하단은 비계에 확실하게 고정한다. 또, 사다리의 길이에 따라서 중간부분도 고정한다.
- (5) 수직갱내의 사다리식 통로의 경사는 80도 이내로 하여야 하며, 통로의 길이가 15m 이상인 때에는 10m마다 계단참을 설치해야 한다.
- (6) 이동사다리는 적절한 보강 등을 강구하지 않는 한 2개이상 이어서 사용은 금해야 한다.

사다리의 종류로는 목제사다리, 철제사다리, 이동용사다리 등이며, 기타 특수사다리로서 기계사다리, 연장사다리가 있다.



(a) 고정사다리



(b) 이동사다리

그림 2.3 사다리

마. 비계발판(작업대)

건축물의 외벽 마무리작업, 창호공사, 재료의 운반, 단시간 작업시의 재료의 저장 등에 이용되는 작업장이나 통로로서 구조 및 재료에 따라서 최대 적재하

중을 정하고 중하중용과 경하중용으로 구분 설계하여야 한다.

작업발판의 안전조치로서는 다음사항에 유의한다.

- (1) 근로자가 작업 또는 이동하기에 충분한 넓이가 확보되어야 한다.
- (2) 추락의 위험이 있는 곳에는 높이 90cm 이상의 난간이나 또는 철책을 설치하여야 한다.
- (3) 발판은 폭 20cm, 두께 3.5cm, 길이 3.6m이상의 것을 사용해야 한다.
- (4) 발판의 전체폭은 최소한 40cm 이상이 되어야 한다.
- (5) 발판을 겹쳐 이을 때는 장선위에서 이음을 하고 겹침길이는 20cm 이상으로 해야 하며 발판 1개에 지지물은 3개이상 이어야 한다.
- (6) 작업발판은 불량한 벽돌, 파이프 등으로 엉성하게 지지되어서는 안된다.
- (7) 재료를 저장할 때는 폭이 최소한 60cm이상 이어야 한다.
- (8) 작업발판의 최대폭은 1.6m 이내이어야 하며 작업판 위에는 돌출된 못, 용이, 철선 등이 없어야 한다.

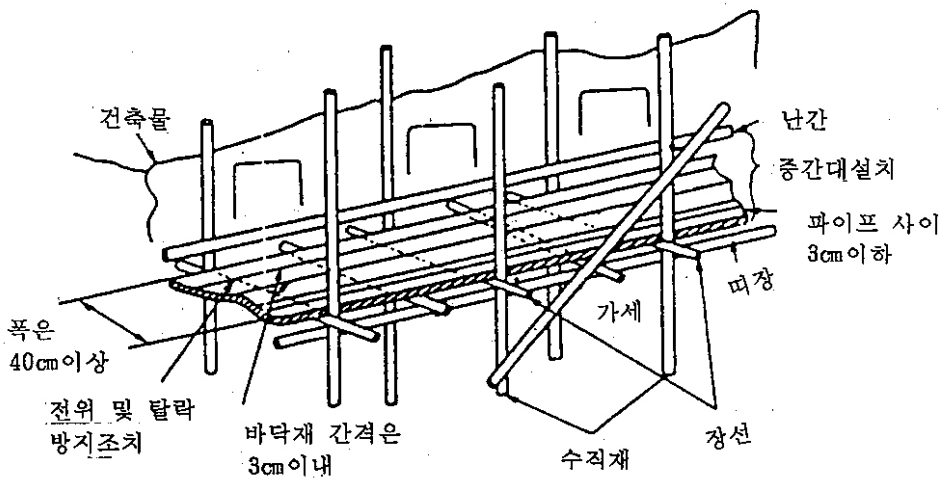


그림 2.4 비계발판

바. 브라켓 비계

브라켓(Bracket) 비계는 종래의 단관비계 기둥에 틀을 설치하고 그 위에 작업발판을 설치하여 작업이나 이동상의 통로로 사용되는 비계이다. 이 비계는 일렬의 기둥으로 연결되므로 자립이 곤란하고, 또한 기둥 위에 편심하중이 작용하여 적재하중이 크지 않아야 한다. 따라서 이 비계는 주로 틀 비계가 설치되지 않는 장소에서 또는 도장, 청소 등과 같은 경미한 작업에 사용된다.

브라켓 비계는 기둥, 띠장, 가세, 브라켓, 작업발판, 부속철물(단관 조인트, 연결철물, 고정형 베이스철물), 벽연결, 난간 및 승강설비 등으로 구성된다.

브라켓 비계의 안전조치로서는 다음사항에 유의한다.

- (1) 비계에는 최대적재하중을 표시한다.
- (2) 적재하중은 스펠에 건너서 연속 적재하지 않아야 하며 동일 스펠내에 대한 적재는 2층까지로 한다.
- (3) 시트는 원칙으로서 사용하지 않는 것으로 한다.
- (4) 비계부재의 교체는 임의로 하지 않는다.
- (5) 비계에 양중기기 등을 설치하지 않는다.
- (6) 부재를 긴결철물로 긴결하는 경우는 350kg.cm 정도의 토크크로 체결한다.
- (7) 비계의 사용높이는 원칙적으로 15m까지로 한다.

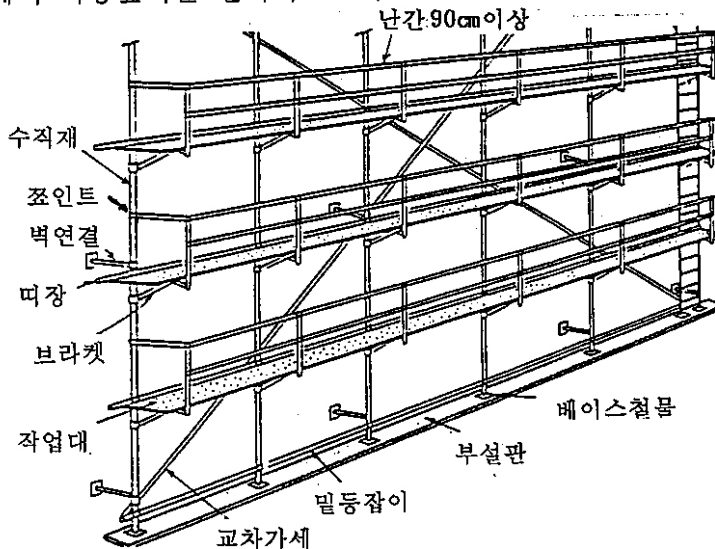


그림 2.5 브라켓 비계

사. 내민비계

내민비계는 건물의 지하공사가 지연되어, 비계를 세우면 공기에 영향을 주거나 인가와 도로등의 사정으로 밑에 비계를 세울 여유가 없는 경우에 사용되는 것으로 건물구체에 수평 보를 장치하고, 그 위에 비계를 조립한 것을 말한다.

내민비계는 설치하는데 많은 시간과 비용이 들고, 또한 설치 방법에 따라서 철거 후 쓸모없는 경우가 발생되므로 공사 진행상 문제점을 충분히 검토하여야 한다.

내민비계의 안전조치로서는 다음사항에 유의한다.

- (1) 설치, 떼어냄이 용이한 구조로 한다.
- (2) 내민재의 상현재는 수평이 되도록 설치한다.
- (3) 앵커볼트는 계산에 준하여 직경, 길이, 갯수를 구한다.
- (4) 내민재의 선단은 만일을 위해, 구체에서 와이어 등으로 매달아야 한다.
- (5) 내민부분의 선단부에는 낙하물 등의 방지를 위해 높이 10cm 이상의 폭 목재를 설치한다.
- (6) 내민재의 설치간격은 7.2m 이하로 한다.
- (7) 내민재는 수평방향의 하중에 대해 충분히 안전하도록 수평가새 등에 의해 보강한다.

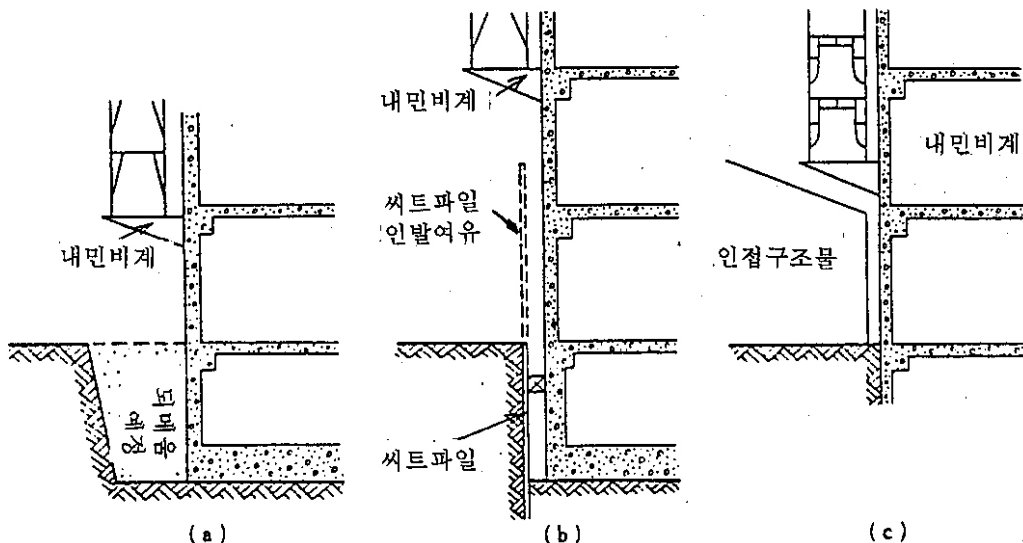


그림 2.6 내민비계

제 3 장 가설통로 관련 지침

1. 국내 관련법규 및 지침

산업안전보건법 제23조. (안전상의 조치. 이하 “법”이라 한다.), 법 제33조. (유해·위험 기계기구의 방호조치등), 법 제48조. (유해·위험방지 계획서 제출등) 및 산업안전기준에 관한 규칙 제2편 작업장등의 안전기준 제2절 통로 (제14조-제27조), 제6편 건설작업에 의한 위험예방, 제2장 비계(제368조-제881조)에 통로 및 가설통로, 비계의 재료, 조립, 각각의 비계의 구조등 안전상의 규정이 있으나 모든 작업에 대한 포괄적인 규정으로서 구체성이 없으며 가설공사 표준안전작업지침(노동부고시 제84-37호 1984.12.27)에 비계작업대, 경사로, 사다리등 가설통로의 종류별 안전대책이 제시되어 있으나 일반적으로 공사현장의 가설통로 설치사용이나 법 제48조의 시행을 위한 기준으로서는 무의미한 규정이다.

그밖에 가설기자재 성능검정규격(노동부고시 제91-101호, 1991.12.28.)이 있으나 주로 성능에 관한 사항과 재료에 대한 지침으로 현장에서 작업과정중에 활용하는데는 기술적 지침이 되지 못하고 있다. 또한 철골공사 표준안전작업지침(노동부고시 제85-11호 1985.3.30), 가설공사에 대한 기술자료로 추락재해방지편(1991.12.)과 철골공사편(1990.10.)이 있으며, 기타 건축공사 시방서 규정과, 지하철 공사 표준통로규정 및 도면등이 있으나 가설통로 설치사용에 관련된 기술지침이기 보다는 일반적인 안전관리규정으로 참고되고 있는 실정이다.

참고로 우리나라의 관련규정을 정리하면 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 국내의 가설통로 관련 규정 및 지침과 적용성

규정	주요내용
1) 산업안전보건법 제23조	안전상의 조치(포괄적 규정)
2) 산업안전보건법 제33조	유해·위험기계기구방호조치등
3) 산업안전보건법 제48조	유해·위험방지계획서 제출등
4) 산업안전기준에 관한 규칙(1992.3.21)	
제2편 작업장등의 안전기준 제2절	통로, 조명, 사다리, 가설통로의 구조
제6편 건설작업에 의한 위험예방	재료, 재질, 작업발판 최대 적재하중
제2장 비계	작업발판의 구조
제2절 조립	비계조립, 안전담당자, 점검보수
제3절 통나무비계	구조
제4절 강관비계	구조
제5절 달비계	구조, 사용금지
제4장 추락 또는 붕괴에 의한 위험방지	승강설비, 이동식 사다리, 사다리등
5) 가설공사표준안전작업지침	비계 및 가설통로의 안전기준
(고시 제84-37호)	
6) 가설기자재 성능검정규격	강관틀비계, 선반지주, 단판비계,
(고시 제91-101호, 1991.12.28)	작업대 및 지지철물 연결철물
7) 철골공사표준안전작업지침	철골공사의 가설설비중 발판, 통로
(고시 제85-11호 1985.3.30)	돌출작업장, 승강설비
8) 추락재해방지표준안전작업지침	비계작업대 설치 표준도
(고시 제85-14호, 1985.3.30)	안전대의 사용방법
9) 유해위험방지계획서 심사제도	건설업(가설계획)
(안전공단 기술자료)	
10) 건축공사 시방서	비계다리, 계단, 작업상
11) 지하철공사 기준	통로기준, 표준도

2. 외국 관련법규 및 지침

가. 일본

일본의 법적 체계는 우리나라와 대등 소이하여 전반적으로 포괄적인 내용을 규정하고 있다. 그러나 분야별로 위임되어진 각종 재해예방단체 즉 중앙재해방지협회, 건설재해방지협회, 가설공업협회, 콘설탄트등의 법정교육과 교육자료, 표준안전작업 텍스트등에 기존의 법적 미비된 사항이나 알기 어려운 내용 등에 대해 해설판등을 배포 지도하고 각종 현장의 실예를 통한 사례나 사용조건에 따른 실증적 연구가 수행되어 각종 기준에 반영되고 있다. 참고로 일본의 관련규정을 정리하면 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2> 일본의 가설통로 관련 규정 및 지침과 적용성

규 정	주 요 내 용
1) 안전위생법 제42조	양도등의 제한(포괄적 규정)
2) 안전위생법 제44조	개별점사, 성능점사, 대행기관의 지정
3) 안전위생법 제88조-제100조	계획의 제출, 심사, 제출등
4) 안전위생규칙	
제27조, 규격에 적합한 기계등의 사용	22항 (1) 형틀지보공용 씨포트, (2) 강
제28조-29조, 안전장치등 유효유지	관비계용 부재 및 부속 금구, (3) 달
5) 안전위생규칙 제10장 통로, 비계	비계용 체인 및 틀, (4) 합판 비계판
제1절 통로 제540조-558조	재료, 재질, 작업발판 최대 적재하중
제2절 비계 제559조-575조	
제1장 재료등	재료에 대한 강도, 재질
제2장 비계조립등의 위험방지	비계조립, 작업주임자, 점검보수
제3장 통나무비계	구조
제4장 강관비계	구조
제5절 달비계	구조, 사용금지
6) 노동성 고시 제101호	형틀지보공용의 파이프 씨포트 규격
7) 노동성 고시 제103호	강관비계용 부재 및 부속금구

나. 미국

(1) OSHA Part 1926 Construction Industry

(가) SUBPART L—Ladders and Scaffolding

1) Ladders (1926.450)

승강설비로서 계단, 경사로, 통로의 가설 및 영구적인 구조에 대한 사항.

사다리의 검사. 기성재(목재, 철재) 포타블 사다리, 고정사다리, 사다리의 일반적 사용지침, 난간의 설치, 각립사용과 연장사다리등의 제반 사용조건, 재질, 구조등의 규정.

2) Scaffolding (1926.451—452)

충척, 난간의 사용상의 지침, 근로자 안전수칙, 비계 및 Accessories의 보수 점검, 하중조건, 비계 및 Accessories의 구조적인 사항과 재질, 치수, 낙하물 방지, 용접 리벳팅등 접합구조, 가설통로 구조와 각종비계(RAMPS AND TRESTLES, WOOD FOLE SCAFFOLDS, OUTRIGGER SCAFFOLDS, METAL SCAFFOLDS AND TOWERS, FORM SCAFFOLDS, ELEVATING AND ROTATING WORK PLATFORMS, PLASTERERS, DECORATORS AND LARGE AREA SCAFFOLDS, INTERIOR HUNG SCAFFOLDS, JACK SCAFFOLDS, CARPENTER'S BRACKET SCAFFOLDS, SUSPENSION SCAFFOLDS 등 구조, 재질, 사용상의 안전지침등을 규정하고 있으며, 1926. 452에서는 상기 각 조문에 등장하는 36 항목의 용어를 정의하고 있다.

(나) Subpart M—Floors and Wall Openings, and Stairways

Guardrails, Handrails and Covers(1926. 500), Stairways(1926.501—502)

이 장에서는 바닥, 지붕, 개구부, 계단, 통로등에서의 근로자의 추락이나 재료의 비래낙하등 일시적이거나 비상상태에 적용할 수 있도록 사다리통로, 개구부, 단부개구부 방호계단의 방호 및 난간, 폭목등의 표준시방과 25항목의 용어의 정의에 대해 규정하고 있다.

(2) 미 육군 CDE 규정

(가) 제22부 경사로, 주로, 발판, 비계 및 공합

A. 총칙 GENERAL

B. 표준안전난간 STANDARD GUARDRAIL

D. 경사로 및 가대 RAMPS AND TRESTLES

E-R. 비계 SCAFFOLDS

S. 작업대 CARPENTER'S BRACKET SCAFFOLDS

E. 연결재 TUBE AND COUPLER SHORING

(나) 제30부 출입시설 ACCESS FACILITIES

A. 총칙 GENERAL

B. 사다리 LADDERS

C. 계단 STAIRWAYS

D. 통로 ROADS등

각 항목당 구조, 시방, 근로자 작업 안전수칙, 점검, 보수검사 등을 규정하고 있다.

3. 관련법규의 문제점 및 대책

이상과 같이 국내 및 국외(일본, 미국등)의 각 규정을 고찰하여 본 결과 포괄적인 규정으로서 일반적으로 사용되는 안전수칙이나 재료, 재질, 구조적 시방을 나열하고 있다. 반면 이와 같은 법규나 규정은 실제적인 사용에 따른 규정이나 기술지침으로서는 한계를 느끼게 된다.

따라서 각각의 규정에 따른 사용지침이나 표준안전작업지침을 사용여건에 맞도록 현실성 있는 실증적인 연구를 통하여 작업표준화 또는 보완이 필요하다고 사료된다.

제 4 장 가설통로 실태조사

1. 재해분석

본 연구에서는 과제의 선정당시 공사용 가설통로의 벽체접합시설, 경사통로 구조의 설치사용에 따른 구조해석에 한정하여 수행토록 범위가 설정되어 재해 분석이나 재해사례 분석이 큰 의미는 없으나 가설통로의 중요성을 부각시키는 의미에서 '92년 상반기 당 공단 건설안전부의 '92 중대재해분석 및 재해사례를 인용토록 한다.

가. '92년 상반기 사망재해 현황

(1) 업종별

<표 4-1> 업종별 사망 재해자 구성비

구 분	계	광업	제조업	건설업	전기가스	운수창고	기타
사망자 수	1,037	67	301	412	14	109	134
구성비(%)	100	6.5	29.0	39.7	1.4	10.5	12.9

'92년도 상반기 산업재해로 인한 1,037명의 사망자중 건설업에서 발생한 사망자가 412명으로 전산업의 약 40%를 점유하고 있다.

(2) 발생형태별 건설업 사망자수

<표 4-2> 발생형태별 사망자수

구 분	계	추락	비레낙하	도괴	감 전	전 도	기타
사망자 수	412	196	46	37	17	11	105
구성비(%)	100	47.6	11.2	9.0	4.1	2.7	25.5

412명의 건설업 사망자중 추락에 의한 사망자가 196명으로 전체 47.6%를

차지하고 있으며 그 다음은 물체의 낙하비례 11.2%, 도괴 9.0% 등으로 전체 재해의 약 70% 정도가 가설공사에 의한 재해임을 알 수 있다.

(3) 발생형태별 기인물

<표 4-3> 발생형태별 기인물별 구성비

구분 \ 발생형태	계	추락	비례 낙하	붕괴 도괴	충돌	감전	기타
계	189 (100)	102 (54.0)	28 (14.8)	27 (14.3)	6 (3.2)	10 (5.3)	16 (8.5)
개 구 부	42 (22.2)	42	0	0	0	0	0
비계작업발판	42 (22.2)	38	1	3	0	0	0
구 조 물 등	15 (7.9)	0	0	13	0	0	0
인 양 기 계	26 (13.8)	17	3	0	2	0	4
차 량 계 기 계	3 (6.9)	2	3	4	3	0	1
전 기 기 구	13 (6.9)	1	0	0	0	10	2
자재 및 물질	30 (15.9)	2	21	6	0	0	1
환경 및 폭발	5 (2.6)	0	0	0	0	0	5
기 타	3 (1.6)	0	0	1	1	0	1

- 1) 상반기 조사대상 189건의 중대재해를 발생형태, 기인물별로 살펴보면 개구부와 비계, 작업발판에서 추락한 것이 80건으로 전체의 42.3%를 차지하고 있으며
- 2) 추락, 낙하비레, 붕괴, 도괴재해가 전체 재해의 83.1%를 차지함을 보이고 있으며 상기 재해 전체가 가설통로에 관계된 것은 아니나 가설공사에 관련된 재해로서 그 중요성을 알 수 있다.

2. 실태조사 개요

가. 조사목적

본 조사의 목적은 공단의 중점추진사업의 하나인 추락재해 예방대책 연구의 일환으로 건설현장에서의 가설봉로 설치사용 현황을 실태조사를 통하여 문제점을 분석, 도출하고 이의 대책을 연구함에 있어 기초자료로서 활용코자 한다.

실태조사의 내용은 다음과 같다.

- (1) 건축공사 현장의 가설봉로.
- (2) 지하철공사 현장의 가설봉로.
- (3) 국내·외 기성 가설재 품목, 설치사용 및 생산현황.
- (4) 국내·외 가설봉로 설치사용에 따른 기준등의 조사.

나. 조사대상

실태조사 대상으로는

- (1) 분당, 일산, 중동, 평촌 등 신도시 아파트 건설현장
- (2) 서울시 지하철 공사중

서울 남·북부 지도원에서 수행중인 유해·위험방지계획서 확인검사 대상 현장을 선정하였다.

- (3) 기성가설재 품목 및 설치사용에 관하여는

(가) 국내 S사, D사의 안전관리 시범현장

(나) 가설기자재 성능검정 실시에 따른 검정합격품 내역, 국내의 가설기자재 생산업체인 W사, D사, K사의 생산담당자와의 면담, 카다록등을 조사하고

(다) 일본 제품의 경우 가설공업협회에서 제작한 매뉴얼, 리스업체에서 발행된 종합 카다록등을 조사하여 국내 실정에 맞는 사항에 대하여 검토하였다.

다. 조사내용 및 방법

본 조사에서는 가설통로 설치 현황, 설치방법, 설치기준 및 표준도, 재해사례 및 안전관리 전반에 걸쳐 조사하였으며 조사항목은 산업안전보건법, 시행규칙, 산업안전기준에 관한 규칙과 유해·위험방지계획서 확인검사 기준에 의해 시행하였다.

조사 방법은 서울 남·북부 지도원과 수원지도원 분당사무소의 확인검사 대상현장 및 일정에 따라 현장을 선정하고 또한 자체계획으로 대전 EXPO APT 현장과 EXPO 전시관 3개현장, 현업사의 안전관리 시범현장, 가설기자재 생산업체등 계획에 의해 방문하여 소장 및 안전관리자의 면담, 현장 실태점검등을 통하여 조사하였다.

3. 가설통로 설치 및 이용실태

APT 현장 11개소, EXPO 전시관 현장 3개소 지하철 공사현장 14개소, 가설기자재 생산업체 2개소, 전시관 1개소 등을 직접 조사하고 분당사무소, 서울남부지도원, 건설안전기술협회 등의 진단 및 점검보고서, 공단본부의 중대재해보고서 200여건 등 점검결과를 간접적으로 조사한 결과는 다음과 같다.

가. 제도적 문제

- (1) 입찰시 총액최저 입찰제의 채택으로 공사비의 여유가 없다.
- (2) 대형 건설공사는 대부분 정부 발주인 공공 공사로서 예산회계법상 집행면에서 동시다발 시공등 무리한 강행으로 공기의 확보가 어렵다.
- (3) 복잡한 다단계 하청계약이 관행으로 되어 있고 대부분이 성과급 제도이다.
- (4) 용지확보 및 환경 파괴에 대한 제약조건이 많다.
- (5) 설계가 품질 및 능률 위주로 됨.

나. 현장실태

(1) 신도시 APT 현장

가설통로, 통로발판이나 작업대로 주로 사용하고 있는 재료는 강관, 목재로는 해체 거푸집, 합판, 각재와 금속재인 P.S.P를 사용하고 있었으며 재질, 단면형상, 치수등 안전기준에 부합하는 재질과 시방을 고려하여 설치사용하는 현장이 거의 없었다.

(2) 현업사의 시범현장

기성제 조립용 가설기재를 주로 이용하여 설치사용하는 현장이었으나 검정을 받지않은 비검정품이거나 구조기준에 맞지 않는 제품을 조립사용하고 또한 부득이하다고는 하나 상기 (1)항과 같은 현상으로서 상당한 위험을 내재하고 있었다.

(3) 대전 EXPO 전시장

건설현장의 경우에는 국내·외 건설회사들이 혼재하여 공사를 하고 있었으나 그 설치사용이나 안전수준은 “로마에 가면 로마의 법을 따르라”는 말이 실감이 날뿐 그 사용실태는 기타 현장이나 다를 바가 없었다.

(4) 지하철공사 현장

그림 4.1과 같은 지하철 공사, 서울시 지하철본부 안전관리실의 지침과 표준도에 의해 가설통로를 설치하여 사용하고 있는 현장이 대부분이었으나 표준도등이 비치되어 참조되는 현장은 많지 않았고 재질이나 제작 시방의 규정은 표준도에 나타난 정도이며 안전조치 사항이나 제작에 따른 시방은 따로 없는 상태에서 현장책임자나 작업자 임의로 건설현장 주변에서 무작위로 구해 사용하고 있는 실정으로 많은 문제점을 내포하고 있는 실정이다.

(5) 가설기자재 생산업체 실태

가. 생산액 규모

50억원 이하	100억원 이하	200억원 이하	200억원 이상	계
46개사 정도	10개사	2개사	2개사	60개사 정도

나. 품목별 생산업체수

순서	생 산 품 목	생산업체수	비 고
1	단관비계류	25개사 정도	파 이 프
2	강관틀비계류	10 "	"
3	파이프써포트류	55 "	"
4	비계부품류	20 "	
5	판넬거꾸집류	15 "	금속거꾸집

다. 품목별 생산현황

(단위 : 억원)

순서	생 산 품 목	수 량	금 액	비 고
1	단관비계류	7,800천개	117	
2	강관틀비계류	1,100천개	191	
3	파이프써포트류	12,000천개	525	
4	비계부품류		68	
5	판넬거꾸집류	5,600천개	881	
			1,782	

* 내수용과 수출용의 생산비율은 87 : 13

안전통로(설치)

가. 작업시방

공사구간내 2단 버팀보 양측에 폭 1m
높이 0.9m의 안전통로를 설치 한다

나. 수량산출 토공발주연장×2배강관 $\phi 50\text{mm}$

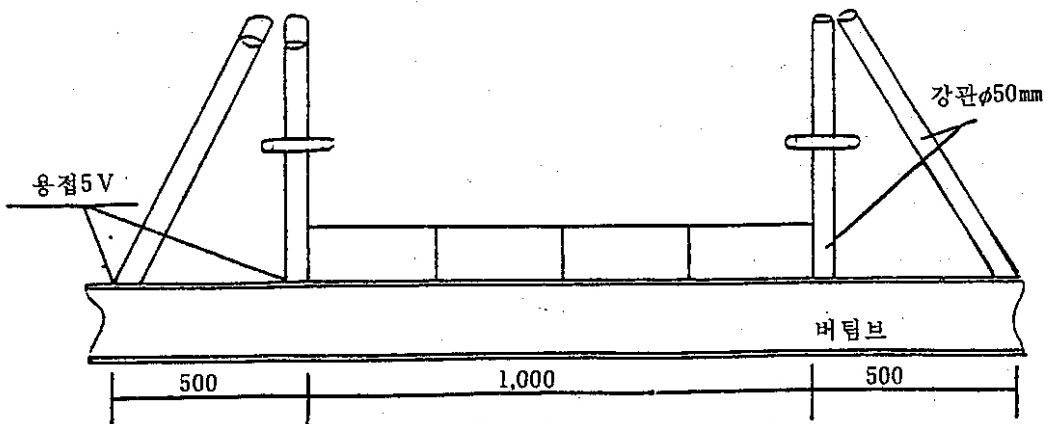
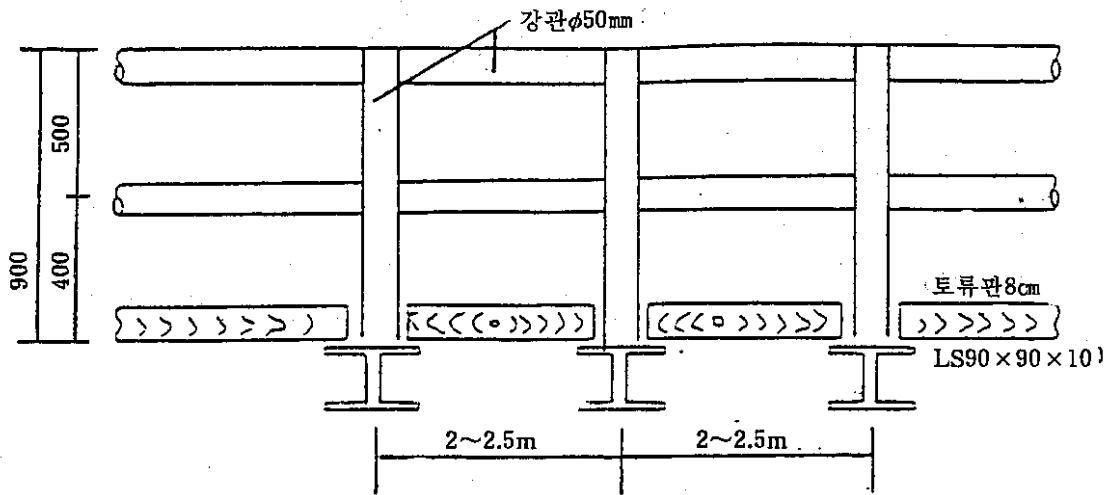


그림 4.1 지하철공사 가설통로 표준도

4. 설치사용에 대한 개선방향

본문에서는 제도적인 면의 개선방향은 다루지 않고 현장실태에 따른 문제에 대해 언급한다.

(1) APT 현장의 경우 가설통로, 통로발판이나 작업대로는 강판이나 해체 거푸집 목재, 합판, 각재와 금속재인 P.S.P등의 사용을 지양하고 공정이 진행되는 상황에 맞추어 미리 조립도등을 계획하여 작성하고 재질, 단면형상, 치수 등 안전기준에 부합하는 재질과 시방을 고려하여 설치 사용토록 한다.

(2) 가설구조의 계획, 설치, 사용, 해체에 따른 작업에 대하여 실증적인 연구와 더불어 실제 현장에서 설치사용에 지침이 되는 기준등의 개발이 이루어지고 또한 작업의 표준화가 이루어져야 할 것이다.

(3) 기성제 조립용 가설기재를 이용하여 설치사용하는 경우에 대하여서도 신제품의 개발은 물론, 성능검정 규격의 현실적인 보완과 합리적인 시행을 함으로서 불량 가설재의 유통을 방지하여야 한다.

(4) 양질의 기성제 조립용 가설기재의 사용을 조기에 정착시키기 위하여는 제도적인 뒷받침으로 값싸게 기성조립용 가설기자재를 구입 또는 임대하여 사용할 수 있도록 관련 산업을 육성 발전시켜야 한다.

(5) 지하철공사등 지하현장의 경우는 작업여건에 따라 기성제 조립용 가설재를 사용할 수 없는 경우가 대부분으로 각 작업여건과 공정의 진행에 대비한 사전계획에 의한 가설을 할 수 있도록 벽체접합구조, 경사통로구조등의 구조 검토를 통하여 가설작업 표준화를 이루도록 한다.

(6) 현장의 책임자나 안전관리자, 근로자의 안전의식 수준은 예전에 비해 많이 향상되었으나 아직도 선진각국에 비하면 미흡하므로 법정안전교육, 작업내용교육등을 강화하여 안전의식 수준의 향상을 꾀하여야 한다.

제 5 장 기성제품 조립구조

가설통로로서 기성제품의 조립사용의 경우 우선 가설구조물로서 비계의 조립 및 설치를 고려하게 된다. 비계는 건설공사에 있어서 작업자가 지상 또는 작업발판으로부터 작업이 불가능한 고소의 작업을 위해 조립되어진 작업발판이나 작업통로를 목적으로 하는 가설구조물(시공설비)이다.

이 장에서는

1. 가설기자재(비계)의 개요
2. 비계의 설계
3. 유해·위험방지 계획서 제출 등

가설통로 설치사용의 관점에서 산업안전보건법 제33조에 따른 고시 91-101호 “가설기자재 성능검정 규격”과 기존의 국내·외 기술자료를 종합정리하여 현장의 기술자료로서 사용할 수 있도록 하였다.

1. 가설기자재

가. 비계의 개요

일반적으로 건설공사에서는 기초시공 단계에서 구체의 세워짐, 외벽마무리의 단계까지 공사의 진척에 따라, 시공대상물에 근접작업을 안전하고 용이하게 펼 수 있도록 비계를 설치하는 것이 필요하다.

'80년대 중반 이전의 우리나라 비계는 통나무를 구조 주재료로 하는 통나무 비계가 주체이었는데, 현재는 '90년 산업안전보건법의 개정과 이에 따른 각종 고시의 제·개정작업 등의 일련의 조치와 특히 산업안전보건법 제33조의 규정에 따른 노동부 고시 제91-101호 “가설기자재 성능검정규격”, 노동부 고시 92-3호 “위험 기계·기구 방호장치 성능검정 절차에 관한 규정” 등이 고시되어 금속제의 각종 비계시스템의 부재에 대한 구조, 재질, 강도등을 성능검정

을 받은 제품에 한하여 유통과 설치사용이 되도록 되고, 통나무 비계는 일부 저층건축공사나 특수한 경우를 제외하고는 사용이 적게 되고 있다.

따라서 이장에서는 통나무 비계를 제외한 단판비계와 강관틀비계에 대하여 고찰한다.

비계의 종류를 구분하면, 비계용강관과 전용의 부속철물을 이용하여 치수를 자유로이 바꾸어 조립하는 것이 가능한 단판비계시스템과 비계의 구성부재를 미리 공장에서 생산하고 이것을 현장에서 조립하여 사용하는 강관틀비계 시스템으로 크게 분류된다.

“단판비계”는 스펜, 각층간의 높이, 폭, 전체의 높이 등이 자유로이 선택되는 것이므로 충분한 지식을 갖고 계획하지 않으면 오히려 안전성을 잃게 된다.

또, 단판비계는 시방에 의해 그림 5.1, 그림 5.2의 강관비계, 그림 5.3의 브라켓 비계, 그림 5.4의 선반비계, 그림 5.5의 내민 비계로서 조립되어 사용된다.

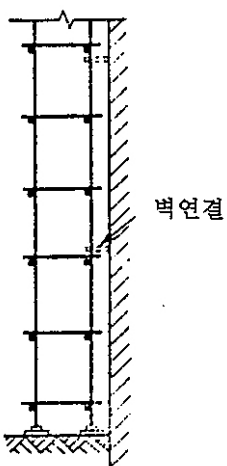


그림 5.1 강관비계

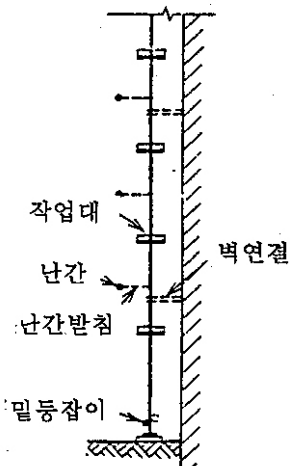


그림 5.2 작업대
부착 강관비계

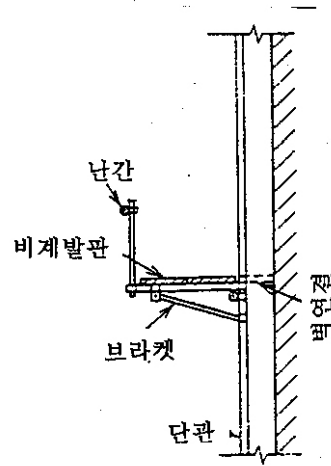


그림 5.3 브라켓비계

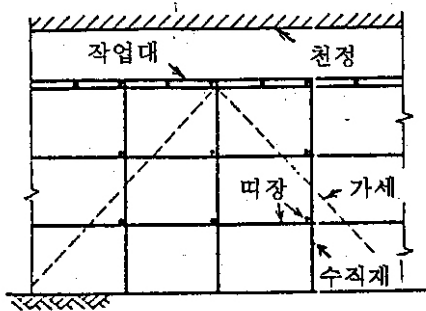


그림 5.4 선반비계

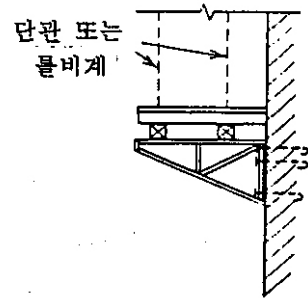


그림 5.5 내민비계

“강관틀비계”은 일반적으로 그림 5.6과 같이 외부비계, 내부비계로서 이용된다. 또 제1단계의 강관을 하단에 바퀴를 설치하고 이동하는 것이 가능한 그림 5.7과 같은 이동식비계도 있다.

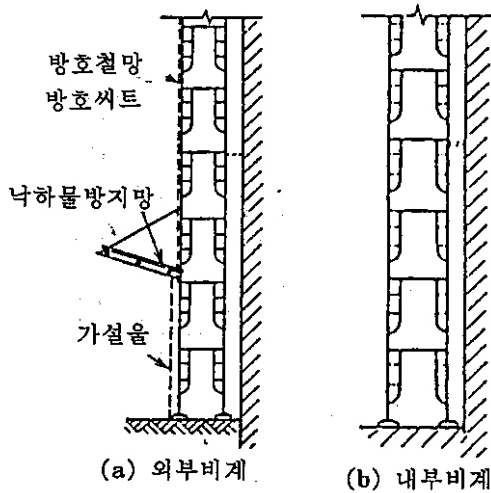


그림 5.6 강관틀비계

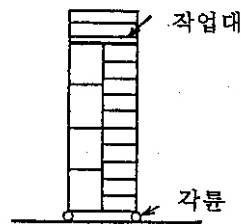
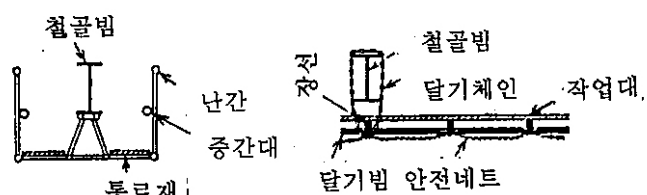


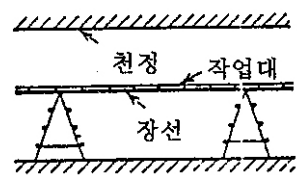
그림 5.7 이동식 비계

기타 비계로서 그림 5.8, 그림 5.9까지의 달비계, 달대비계, 접사다리비계, 말비계, 기계비계 등이 있다.

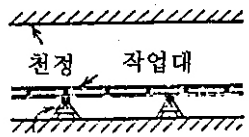


(a) 달대비계

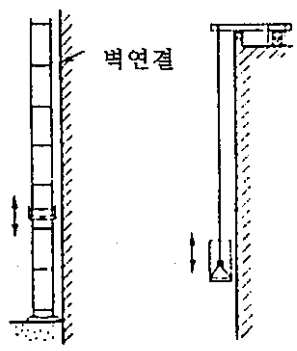
(b) 달비계



(c) 사다리비계



(d) 말비계



(a) 기계구동비계

(b) 곤도라

그림 5.8 기타 비계

그림 5.9 기계 비계

이상에서 비계의 용도별, 구조별에 대응되는 비계시스템을 종류별로 정리하여 보면 <표 5-1>과 같다.

<표 5-1> 비계의 용도별, 구조별 분류

용도별	구조별			달 비 계	기계비계	기 타
	본 비 계	일측비계	선반비계			
외벽공사용	강관틀비계 단관비계 내민비계	단관비계			기계구동식 비계 곤도라	브라켓비계
외장공사용			강관틀비계 단관비계			사다리비계 말비계 이동식비계
구체공사용	강관틀비계 단관비계	단관비계		달비계 달대비계		
보 수 용	강관틀비계	단관비계	강관틀비계 단관비계	달비계 달대비계	곤도라	이동식비계 사다리비계 말비계

각종 비계시스템에 사용되는 부재, 부속금구에 대해서는 사용되는 재료, 강도조건, 허용하중(지지력), 조립조건 등은 사업자 등이 강구해야 하는 조치의 무로서 산업안전기준에 관한 규칙 제6편 제2장 비계 제386조부터 제481조에 규정되고 있다.

또한 산업안전보건법 제33조(유해·위험기계기구의 방호조치) 3항과 이에 따른 노동부 고시 제91-101호 “가설기자재 성능검정규격”에 자세히 규정되고 있다.

나. 비계의 구비조건

비계가 갖추어야 할 조건은 여러가지가 있겠으나 가설통로로서의 작업발판인 점을 고려하여 설명하면 다음 3가지로 요약할 수 있다.

(1) 안전성

파괴, 도괴, 동요에 대한 안전성을 고려할 경우에 먼저 문제가 되는 것은 적재하중의 크기이다. 구미에서는 이것을 3~4계급으로 나누고 있는데, 우리나라의 경우는 다음 2가지로 분류하고 있다.

(가) 중작업용

건축자재의 일부 적치를 필요로 하는 작업으로 이 경우는 작업발판 바닥면적에 대해서 $250\sim300\text{kg/m}^2$ 의 하중을 고려할 필요가 있다.

(나) 경작업용

건축자재의 일부 가적치를 필요로 하지 않는 작업에 사용되는 것으로서 작업발판의 바닥면적에 대해서 $120\sim150\text{kg/m}^2$ 의 하중을 고려한다. 또 상기의 하중은 상하의 2층에 대해서는 동시에 적재될 경우를 고려할 필요가 있는데 실제 사용상태에서 보아, 2층 전스팬의 동시적재가 발생할 확률은 극히 작으므로 고려할 필요가 없다.

(2) 작업성

작업성의 관점에서 본 작업발판의 폭은 다음과 같이 2가지로 분류한다.

1) 중작업 80cm 이상

2) 경작업 40cm 이상

따라서, 비계라 칭하는 데는 적어도 상기의 작업발판이 설치되는 것으로서 비계의 폭이 80cm 정도는 필요하다.

비계를 추락의 위험성이 적은 것으로 하는 방책의 첫번째가 작업발판을 비계의 폭 가득히 되게 하여 개구부를 남기지 않는 것이다.

둘째, 작업발판의 가장자리에서 발이 빠지지 않도록 폭목을 설치하는 것이고,

셋째는 비계의 외측면에 표준안전난간을 설치하는 것이다.

다음 낙하물방지 대책으로 비계에서 자재등을 낙하시키지 않게 하기 위해서는 작업발판이 있는 바닥재의 간격을 가능한 한 적게 하는 것, 작업발판의 가장자리 변에 폭목을 설치하는 것 등이다.

(3) 경제성

경제적인 면에서는 비계 자체가 가설구조물로서의 하중을 고려하고 기존제품의 사양과 걸맞게 정해져야 한다는 점이다. 예를들면 좀처럼 발생되지 않는 과대하중이나 지진까지 고려하는 경우는 피해야 한다는 점이다. 따라서 비계의 경우는 하중을 확실하게 실은 것만으로 한정하고 여러 현장에서의 반복전용을 고려하고 있는 것등을 생각하면 안전률을 2~2.5정도로 하는 것이 바람직하다.

다. 강관 및 강관틀비계의 구성

(1) 강관비계 시스템

강관비계는 비계를 구성하는 비계용 강관의 접합위치와 설치각도를 전용철물에 의해 자유로이 설치되는 특징으로 다방면에 걸쳐 많이 사용되고 있지만 안전상의 문제등이 있으므로 특별한 경우외에는 사용하지 않는 것이 바람직하다.

강관비계의 주재인 강관비계용 강관의 단면특성, 기타에 대해서는 <표 5-2>에, 구성부재 등의 용도, 치수등에 대해서는 <표 5-3>에 각각 나타낸다.

<표 5-2> 강관비계용 강관(SPS 51의 예)의 단면특성, 화학성분, 기계적 성질

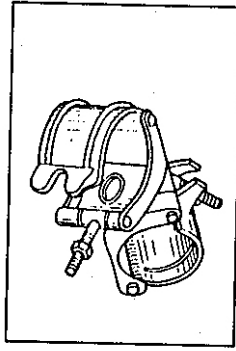
SPS 51	외경	두께	단면적	단면2차모멘트	회전반경	단면계수	비고				
	ϕ (cm)	t (cm)	A (cm ²)	I (cm ⁴)	i (cm)	z (cm ³)					
	4.86	0.25	3.62	9.65	1.63	3.97	외면, 내면 모두 녹방지 효과가 있는 도금을 실 시한 것일 것				
	화 학 성 분				인 장 시 험			힘 시 험		편평시험	
	C	Si	Mn	P	S	인장강 도(kg/ mm ²)	항복점 (kg/ mm ²)	신장 (%)	굽은 각도 (도)	내측반 경(D는 관외경)	평판간거 리(D는 관외경)
0.30	0.35	0.30	0.04	0.04	51	36	15	90	8D	7/8D	
이하	이하	1.00	이하	이하	이하	이상	이상				

<표 5-3> 강관비계의 구성부재 등의 용도, 치수 등

1) 강관비계용 강관(산안법 33조 3항에 따른 노동부 고시 91-101호 제31, 32조)

용 도	치수 및 허용차(단위 mm)	그 림 예
수직재, 작업대, 띠장, 가새, foot-post, 난간 재 등의 각부재	외경 : 48.3 이상 두께 : 2.2 이상 (표준중량 : 2.84kg/m)	

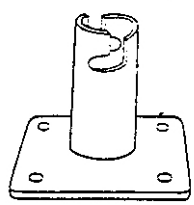
2) 긴결철물(산안법 33조 3항에 따른 노동부 고시 91-101호 제53, 54조)

용 도	치수 및 허용차(단위 mm)	그 립 예
수직재와 foot post, 수직재와 띠장, 장선과 띠장, 난간재와 수직재 등의 접합용 girder지주와 수직재 또는 띠장, 수평지주와 띠장, beam간 지주와 수직재 등의 접합용	덮개 및 본체의 판두께 : 3.0이상 볼트의 직경 나사산을 포함 9.0 이상	

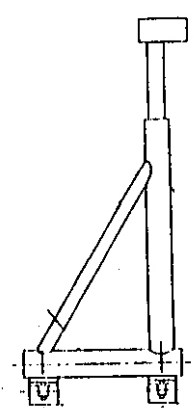
3) 강관조인트(산안법 33조 3항에 따른 노동부 고시 91-101호 제32조)

용 도	치수 및 허용차(단위 mm)	그 립 예
수직재, 띠장, 가새, foot post, 난간재 등의 강관의 이음매	삼입관 및 이음매의 두께 : 2.2이상 단관에 꽂을 수 있는 이음관의 길이 : 95 이상	

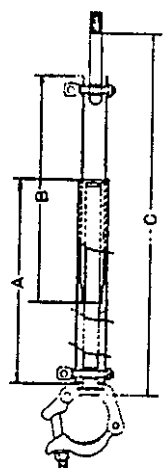
4) 고정형 받침 철물(산안법 33조 3항에 따른 노동부 고시 91-101호 제56, 57조)

용 도	치수 및 허용차(단위 mm)	그 립 예
견고한 지반 또는 부설판 등 수직재 위치에 설치하고, 이것에 수직재를 넣고 바닥재 하중을 부담시킨다.	받침판 두께 : 2.2 이상 단관에 넣는 것이 가능한 부분의 길이 : 95 이상 받침판 : 두께 5.4 이상, 각 변이 120 이상의 정방형이고, 또한 물땀구멍 및 못구멍 2개 이상을 갖을 것	

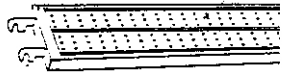
5) 브라켓 틀(선반지주)(산안법 33조 3항에 따른 노동부 고시 91-101호 제27, 28조)

용도	치수 및 허용차(단위 mm)	그림 예
작업대단과 구체와의 수평이격거리가 30cm가 넘는 것이 되는 개소의 수직재에 설치, 그 상부에 작업대 또는 소폭의 안전넷트를 치고, 상기 수평이격거리를 30cm 이하로 하기 위해 사용한다.	폭 : 300이상 1,150이하 높이 : 200이상, 또한 폭길이의 30%의 길이 이상 부착철물 판두께 : 3.0이상 부착철물 볼트직경 : 나사산을 포함 9.0이상 선단에 수평재 상면에서의 높이가 30이상의 탈락방지판 또는 난간기둥을 갖고 있을 것 (기타 생략)	

6) 벽 연결용 철물(산안법 33조 3항에 따른 노동부 고시 91-101호 제41, 42조)

용도	치수 및 허용차(단위 mm)	그림 예
공사대상 건축물, 공작물 기타 구조물과 비계와의 연결용으로서 법정기준이 상의 수준으로 설치지역의 지형, 예상되는 바람등의 영향을 고려하여 설치한다.	최대사용길이 : 1,200이하 조임철물 판두께 : 3.0이상 선단에 나사를 갖는 설치철물의 나사직경 : 나사산을 포함 9.0이상 주재에 대해서는 그 길이의 조절이 가능, 또한 이탈방지기능을 갖고 있을 것, 주재와 부착철물과의 사이가 자유구조일 것	

7) 강관비계용 작업대(산안법 제33조 3항에 따른 노동부 고시 91-101호 제33, 34조)

용도	치수 및 허용차(단위 mm)	그림 예
비계의 작업대용으로서, 단관비계의 띠장재 위에 비계쪽에 걸쳐서 충분히 겹치도록 하고, 또한 간격이 30mm이상 되지 않도록 배치하고, 밴드 등으로 고정하여 사용한다.	폭 : 250이상 300mm이하 바닥재 및 수평재의 판 두께가 1.1mm 이상 갈고리형 철물의 판두께 5.4mm 이상 지지철물의 판 두께 4.3mm 이상	 

(2) 강관틀비계 시스템

강관틀비계는 강관 등의 금속재료를 규정된 치수로 가공제품화한 최소 단위의 틀 구조로서 각종부재를 사용목적에 맞게 선택하여 조립 사용하는 비계시스템으로 좌굴에 대한 저항성이 크고, 조립, 해체가 신속·용이한 것 등 안전성, 작업성이 우수하여 많이 사용되고 있다.

강관틀비계에는 계단, 잔교 등의 승강설비를 설치하는 것이 필요하고, 틀비계의 내측 작업발판과 계단을 병설할 경우는 병설되는 작업발판의 폭이 40cm 이상, 계단은 폭이 35cm 이상이고, 또한, 계단설치의 기울기에 따라서 견고하게 난간이 설치되는 것이 필요하다.

강관틀비계의 주요구성부재인 강관틀에 대해서 <표 5-4>에, 교차가새에 대해서 <표 5-5>, 보형틀 <표 5-6>, <표 5-7>에 강관틀비계용의 구성부재 및 부속철물의 용도, 치수 등에 대해서 각각 나타낸다.

<표 5-4> 강관틀비계의 종류 구조

(산안법 33조 3항에 따른 노동부 고시 91-101호 제41, 42조)

1. 종 류		단위(mm)	
종 류	기둥재, 횡가재 지지재의 외경	구 조	
		폭 (상단가격)	높 이
표 준 틀	42.4 이상	900 이상	2000 이하
간 이 틀	42.4 이상	900 미만	1800 이하
擴 폭 틀	42.4 이상	600이상 1250이하	1800 이하

2. 구조

(1) 표준틀, 간이틀 및擴폭틀의 공통사항

- 1) 기둥재, 횡가재 및 광폭틀의 지지재 : 외경 42.4mm 이상, 두께 2.2mm 이상
- 2) 보강재 : 외경 26.9mm 이상, 두께 1.7mm 이상
- 3) 교차가새핀의 직경 13mm 이상
- 4) 교차가새핀은 이탈방지 기능을 갖고 있을 것
- 5) $1,300\text{mm} \leq$ 교차가새핀의 연직방향의 설치간격 : $C \geq 1,200\text{mm}$
- 6) 삼입관의 두께 1.7mm 이상, 삼입길이 95mm 이상
- 7) arm lock을 이용하지 않는 기둥재 조인트를 이용하는 강관틀에 있어서는 기둥재의 상단 및 하단에 기둥재 조인트의 이탈방지의 기능을 갖을 것.

(2) 표준틀

- 1) $1,250\text{mm} \geq$ 폭(양 기둥재의 중심간의 거리 : $b \geq 900\text{mm}$)
- 2) 높이(기둥재의 길이를 말한다, 이하 같음) : $h \leq 2,000\text{mm}$
- 3) 문형 보강재식(그림 5.9 참조)
 - a. 높이 h 가 1,800mm 이하의 표준틀의 경우
 $\ell_1 \geq 170\text{mm}$, $\ell_2 \geq 1,150\text{mm}$
 - b. $2,000\text{mm} \geq$ 높이 : $h > 1,800\text{mm}$ 의 표준틀의 경우

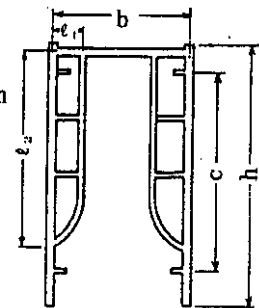


그림 5.10 문형주

$$\ell_1 \geq 170\text{mm}, \ell_2 \geq 1,500\text{mm}$$

(3) 간이틀(저충틀을 제외)

1) 900mm 이상 > 폭 : $b \geq 400\text{mm}$

2) 높이 : $h \leq 1,800\text{mm}$

3) 문형 보강재식(그림 5.9 참조)

$$\ell_1 \geq 110\text{mm}, \ell_2 \geq 1,150\text{mm 이상}$$

(4) 광폭틀(그림 5.10 참조)

1) 1,250mm $\geq$ 기둥재 상단에 대한 양기둥재의

중심간의 거리 $\geq 600\text{mm}$ 이상

또한, 기둥재하단에 대한 양기둥재의

중심간의 거리 $\geq 0.6 \times$ 기둥재 및 지지재의

상단부에 대한 양부재의 중심간 거리

2) 높이 $\leq 1,800\text{mm}$

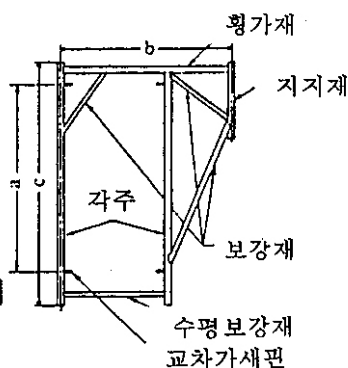


그림 5.11 광폭 틀

(5) 표시

제조자명, 제조년 및 상, 하반기 別, 강관틀비계용인 용도(틀), 점정합격 마크가 표시되어 있는 것을 확인할 것.

<표 5-5> 교차가새의 구조, 표시

1. 구조 (산안법 33조 3항에 따른 노동부 고시 91-101호 제17, 18조)

(1) 그림 5.11에 나타내는 가새재의 양단부에 설치되어 있는

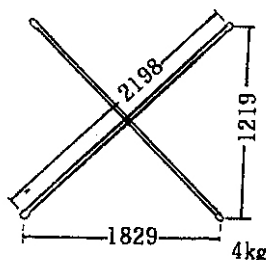
핀 구멍 중심간 거리

$$a = \sqrt{\ell^2 + h^2} \geq 2300\text{mm}$$

(2) 15mm $\geq$ 핀구멍 직경 $\geq 13.5\text{mm}$

(3) 힌지핀 직경 $\geq 6.8\text{mm}$

2. 표시



제조자명, 제조년 및 상·하반기 및 강관틀비계용의 것인 용도 점정 합격마크가 표시되어 있는 것을 확인할 것

<표 5-6> 보형틀의 구성부분별 치수

기 호	모 길이	단부너비	중앙너비	중량	최대 집중하중	최대등 분포하중
A-146A(146B)	8'	5"1/16	5"1/16	12.6kg	1.85 t	3.45t
A-145A(145B)	12'	5"1/16	5"1/16	18.4kg	1.25 t	2.3t
A-148	16'	5"1/16	16"	29.5kg	2.25t	2.9t
A-147	22'	5"1/16	16"	39.6kg	2.25t	2.7t

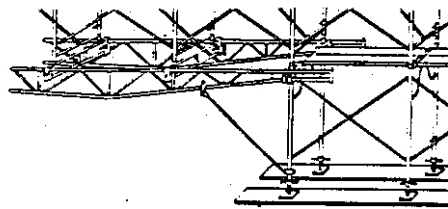


그림 5.12 보형틀

<표 5-7> 강판틀 비계용의 구성부재 및 부속철물의 용도, 치수 등

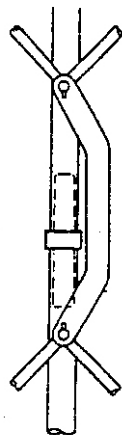
1) 상부수평틀(수안법 33조 3항에 따른 노동부 고시 91-101호 제32조)

용 도	치수 및 허용차(단위 mm)	그 린 예
강판틀비계, 강판틀면의 대향의 주틀 횡가재간에 놓아서 수평재를 겹하여 작업대로서 사용하는 것으로 일반용과 간이틀용이 있다.	1. 2이상 바닥재를 갖는 것 바닥재간의 간격 30이하 2. 조임철물 중심간의 긴쪽 방향에 대한 거리(우측 그림예의 상부 폭틀 길이) $\geq 1,850$ 3. $240 \geq$ 바닥재폭 ≥ 500 4. 강판재의 바닥재 사용하는 것의 두께 ≥ 1.1 5. 조임철물(일반용 단판형의 것) 판두께 ≥ 7.2 6. 조임철물(저층틀용 단판형의 것) 판두께 ≥ 5.4 7. 조임철물 박스형 판두께 ≥ 3.0	

2) 띠장틀(산안법 33조 3항에 따른 노동부 고시 91-101호 제20, 21조)

용 도	치수 및 허용차(단위 mm)	그 림 예
강관틀비계, 강관틀면의 대향 주틀의 횡가재 간에 놓아서 띠장재로 사용함과 더불어 장선재 간에 작업대를 얹어 결속하고 작업로 사용된다.	1. 조임철물 중심간 거리 (우측그림 띠장틀길이) 1,850 이상 2. $1,100 \geq$ 띠장지재 중심간 거리 ≥ 400 3. 띠장재(저충틀용 제외) : 외경 ≥ 42.4 두께 ≥ 2.2 4. 가로재 : 외경 ≥ 33.7 두께 ≥ 2.0 5. 조임철물(저충틀용 제외) : 판두께 ≥ 7.2	

3) 암록(Arm rock)(산안법 33조 3항에 따른 노동부 고시 91-101호 제47, 48조)

용 도	치수 및 허용차(단위 mm)	그 림 예
이탈방지기능을 갖지 않는 기동조인트를 사용하여 상충 및 하충 주틀을 이은 경우에 상충 및 하충 각각의 주틀, 교차가 새핀 간에 설치하고 이탈방지를 하기 위해 사용한다.	1. 판두께 ≥ 2.8 2. 판 폭 ≥ 38 3. 양단부에 직경 15mm 이상 핀구멍을 갖을 것	

4) 조절형 베이스 철물(산안법 33조 3항에 따른 노동부 고시 91-101호 제58, 59조)

용도	치수 및 허용차(단위 mm)	그림 예
견고한 지반 또는 부설판 혹은 수직재 위치에 설치 핸들을 조작하여 사용높이 를 조정하고, 이것에 주틀 의 기둥재를 삽입, 바닥재 하중을 부담시킨다.	1. 그림(예)에 나타내는 최대의 사용높이 ≤ 350 (저 층틀용의 최대의 사용높이 ≤ 250) 2. 주틀의 기둥재 삽입하는 것이 가능한 부분의 길이 ≥ 95 3. 작업대 두께 ≥ 5.4 각변길이 ≥ 120의 정사각형 또는 직사각형으로 못구멍을 2개이상 갖고 있는 것 등	

2. 가설구조물의 설계

가. 가설구조물의 계획

계획이란 가설구조물의 개요 및 관련하는 제반사항을 결정하는 것이고, 다음과 같은 것을 내용으로 한다.

- (1) 공사목적 및 공사조건에 가장 적합한 형식 및 규모(또는 구조)의 구조물을 선택한다.
- (2) 차량의 출입구, 간이크레인 등의 설치 등 그 가설구조물에 대한 조건을 결정한다.
- (3) 가설순서 및 스케줄을 결정한다.
- (4) 점검의 항목 및 스케줄을 결정한다.

(5) 해체순서 및 스케줄을 결정한다.

가설구조물의 개요를 결정하기 위해 검토하여야 할 사항을 들면 다음과 같다.

- (1) 비계용 자재 입수
- (2) 적재하중
- (3) 공 기
- (4) 건물높이
- (5) 기초공간
- (6) 인접지와외 공간
- (7) 벽연결의 설치 난이
- (8) 전면적 가설의 필요성

나. 가설구조물의 설계

여기에서 설계라는 것은 계획의 단계에서 개요의 결정을 한 가설구조물에 대해서 강도계산, 안정계산 등을 행하고, 세부의 검토를 행하는 것을 말한다. 비계의 설계에 있어서는 본구조물의 설계와 같이 상세한 계산이 필요없지만 합리적인 계산을 하는 것이 바람직하다.

따라서 합리적인 계산을 위해 다음 3가지 면의 검토를 한다.

- (1) 가설구조물에 대해 성능상 과대한 요구를 하지 않는다.
- (2) 계산 중점을 안정계산에 둔다.

이 점은 주재의 강도계산이 불필요하다는 것이 아니고 일반적인 도괴사고 예에서 알 수 있듯이 하중을 직접 부담하는 部材보다는 오히려 副材 즉 수평 연결재, 사재, 벽연결 등에 있는 것이고, 이들의 구성여하에 따라 가설구조물이 본래의 기능을 발휘할 수 있기 때문이다.

- (3) 안전률

어떠한 상태의 구조에서도 실제 계산과의 차이는 얼마든지 있을 수 있다. 따라서 가설구조물이라도 안전률을 갖는 것은 필요하다.

(1) 설계하중

일반적으로 가설구조물이 지지해야 하는 본래 목적의 하중으로서 연직하중과 수평하중으로 나뉜다.

(가) 연직하중

1) 비계의 하중

작업발판의 설치상황, 낙하물방호설비(보호철망, 낙하물 방지망 등)의 설치상황등 실정에 맞게 고려해야 하는데, 작업발판은 적어도 2층마다 비계의 폭전면에 걸쳐서 거의 간격없이 바닥재를 까는 것이 바람직하다.

2) 적재하중

적재하중은 작업자, 수공구, 공사재료 등인데, 이들을 총괄한 상태의 하중의 크기, 분포상태가 다종다양하여 한마디로 결정하기 어렵지만 아직도 표준하중이 설정되어 있지 않은 것이 현실이다.

구미에서는 대개 2~3종류로 나누고 작업발판에 등분포하는 하중으로서 표현하고 있으며 최소 $100\text{kg/m}^2 [98\text{IN/m}^2]$ 에서 크게는 $350\text{kg/m}^2 [3,433\text{N/m}^2]$ 로 나뉘어 분류되고 있다.

우리나라 경우 다음 2가지로 나누어 고려한다.

ㄱ. 중량급 — $250 \sim 300\text{kg/m}^2$, $[2,452 \sim 2,942\text{N/m}^2]$

본비계와 같이 재료의 가설치를 고려하는 경우

ㄴ. 경량급 — $125 \sim 150\text{kg/m}^2$, $[1,226 \sim 1,471\text{N/m}^2]$

간이비계와 같이 작업자 및 수공구만을 고려하는 경우

또, 이들의 하중을 동시에 적재하는 총수는 2이하로 한다.

(나) 수평하중

1) 설계수평하중

실제로 수평하중이 작용하지 않는 경우에서도 수평력에 대한 구조물의 안정성을 검토하기 위해 다음의 설계수평하중을 고려하여야 한다.

$$\text{설계수평하중} = 0.05 \times (\text{연직하중})$$

그리고 이 하중의 작용점은 각종 연직하중의 작용점과 같은 점으로 간주한다.

2) 풍하중

풍하중을 고려해야 한다고 생각되는 경우에는 다음 산정법에 의하여 풍하중을 결정하는 것이 바람직하다.

$$W = \frac{1}{16} V h^2 C A \quad (5-1)$$

단, W : 풍하중(kg)

Vh : 지상높이 h(m)에서의 풍속(m/sec)

C : 풍력계수

A : 작용면적(m²)(비계구면의 면적으로 나타낸다)

또, 상식중 V는 다음식에 의하여 구해진다.

$$V_h = K E V \quad (5-2)$$

단, K : 지상에서의 높이에 의한 풍속의 보정계수 <표 5-8>

E : 근접고층건축물에 의한 영향계수 <표 5-8>

V : 기준풍속(기준풍속은 재현기간 12개월의 기대풍속에서 <표 5-8>

로 나타내지는 것 외는 14m/sec)

<표 5-8> 보정계수 K 및 최소높이 hmin

지표조도 구 분	지표조도상태	최소높이 hmin(m)	지상에서의 높이 h(m)에 대한 K			
			h≤15	15≤h≤35	35≤h≤50	50≤h≤70
A	해안·해상	5	1.65	1.75	1.80	1.85
B	트인지역	10	1.55	1.65	1.75	1.80
C	교외(1~2층), 森	15	1.40	1.50	1.60	1.70
D	시가지(3층 이상)	30	1.35		1.45	1.55

<표 5-9> 영향계수

근접하는 고층건축물에서의 거리 r	E
$r \leq H_v - h_{min}$	1.2
$H_v - h_{min} \leq r \leq 2(H_v - h_{min})$	1.1
$2(H_v - h_{min}) < r$	1.0

H_v : 근접하는 고층건축물의 높이(m)

h_{min} : <표 5-9>에 나타내는 최소높이(m)

풍력계수 C 는 일반적으로는 바람을 받는 면의 상황에 따라 정해지는데, 비계에 대해서는 배후의 건물의 영향을 포함, 비계면에 낙하물 방호용 네트를 설치한 경우, 네트의 종류 및 네트의 충실률에 따라 <표 5-10>에 나타내는 값, 또 시트, 방음 판넬을 비계면에 설치한 경우, 설치위치에 따라 각각 <표 5-11>에 나타내는 값을 취하기로 한다.

<표 5-10> 방호네트를 설치한 강관비계의 풍력계수

네트 종류	충실률 ϕ	풍력계수 C	
		독립설치된 비계	건물의벽면 따라 설치된 비계
익스펜드 메탈	$0.36 \phi > 0.30$	0.70	0.65
	$0.30 \phi > 0.25$	0.55	0.45
	0.25ϕ	0.50	0.40
그린네트 및 龜甲網	$0.25 \phi > 0.20$	0.50	0.40
	$0.20 \phi > 0.15$	0.40	0.35
	$0.15 \phi > 0.10$	0.35	0.25
	0.10ϕ	0.30	0.20
방호재 없음	—	0.20	0.15

<표 5-11> 시트를 설치한 강관비계의 풍력계수

비계의 종류	풍력방향 ¹⁾	시트의 설치위치	풍력계수C
독립설치된 비계	正・負	전 부 분	1.3
건물의벽면에 따라 설치된 비계	正	상층 2층 부분	1.3
		기타 부분	1.7(1.3) ³⁾
	負	개구부근 및 돌출부 ²⁾	1.3
		隅角部에서 2스팬의 부분	1.0
		기타 부분	0.8

주1. 正풍력이란 시트등이 건물에 향하여 삽입된 경우를 말한다.

주2. 개구부부근이란 양생시트 등의 개구부에서 2스팬의 거리간으로 한다.

또, 돌출부란 건물頂部에서 돌출한 부분을 말한다.

주3. 비계의 일부분에 시트등을 설치한 경우는 C=1.3으로 할 수 있다.

(다) 하중의 조합

연직하중과 수평하중이 동시에 작용하는 경우에는 양자의 조합에 대해서 부재의 검토를 하여야 하는데, 部材중 副材는 원래 연직하중에 의한 응력은 없으므로 주재가 연직하중과 수평하중과의 조합에 대해 검토를 요하는 부재가 된다.

또, 수평하중중 설계수평하중은 실제로 작용하는 하중은 아니므로, 이 하중과 연직하중과의 조합을 고려할 필요는 없다. 따라서 연직하중은 주재의 강도계산용으로, 설계수평하중은 副材의 강도계산용, 즉 안정계산용으로 각각 나누어 사용할 수 있다.

(4) 안전률과 허용응력(허용하중)

일반적으로 안전률과 설계하중은 상반의 관계에 있다. 좀처럼 발생치 않는 하중조건까지를 고려할 경우는 안전률을 낮추어도 되지만 반드시 작용하리라고 생각되는 하중조건만을 고려하는 경우에는 높은 안전률을 예상할 필요가 있다.

안전률이 위에서 언급한 2~2.5정도이면 다음과 같은 조건에 대해서도 안전 측에 대응되는 것이라 생각된다.

- (1) 개개의 재료의 재질적, 치수적인 차이
- (2) 부재의 배치간격의 오차
- (3) 설계하중과 실제하중과의 차
- (4) 재료의 반복사용에 반하여 발생한 결함(결함이 현저한 경우는 배제)
- (5) 계산이론의 부정확성

이상의 결론을 구체적인 재료에 대해서 나타내면, <표 5-12> 및 <표 5-13>과 같이 된다.

<표 5-12> 강재의 허용응력

단위 kg, []내는 N

종 류	인 장	압 축	휘 어 짐	전 단	지 압
SHP SBC, SPP	1,200[11,767]			800[7,845]	1,800[17,651]
SS34	1,400[13,729]			900[8,825]	2,100[20,593]
SS41, SPS41 SPSR41, SBC41	1,600[15,690]			1,000[9,806]	2,400[23,535]
SBSR50	2,200[21,574]			1,400[13,729]	3,300[32,361]
SPS51	2,400[23,535]			1,600[15,690]	3,600[35,303]

<표 5-13> 목재의 허용응력

단위 kg, []내는 N

종 류	인 장	압 축	휘어짐	전 단	지 압
노송나무,적송	135[1,323]	120[1,176]	135[1,323]	21[205]	25[245]
삼목,가문비나무	105[1,029]	90[882]	105[1,029]	15[146]	18[176]
떡갈나무	195[1,912]	135[1,323]	195[1,912]	30[294]	45[441]
줄참나무,밤나무	150[1,470]	105[1,029]	150[1,470]	24[235]	36[352]
합판비계판	—	—	165[1,617]	—	—
통나무	상기의 4/3배				

* 허용전단응력의 값은 목재섬유와 직각방향의 값이다.

현재의 가설용기자재는 현장에서 조립이 간단용이하게 되도록 공장가공에 의하여 하나의 단위로 제품화되어 있다. 이른바 프리페브식인데, 이러한 프리페브식 부재의 허용하중은 실제의 사용상태에 근사한 시험조건으로 행한 파괴 시험의 결과에 대해서 2~2.5정도의 안전률을 같도록 허용하중을 결정하는 것이 바람직하다.

(2) 좌굴계산

(가) 단판비계의 좌굴

단판비계의 좌굴은 적재하중의 적재방법이나 벽연결의 간격에 따라 다르게 된다. 따라서 여기에서는 산업안전규칙에 정하고 있는 간격(즉, 수평방향에 5.5m, 연직방향에 5.0m인데, 이것은 3층 3스팬마다에 벽연결을 설치하는 것을 의미하고 있다.)에 벽연결이 있는 경우에 대한 수직재의 좌굴길이를 구하는 식을 나타내기로 한다.

1) 부분적재의 경우

$$\ell_k = 1.4h + 0.75 \ell \quad (5-3)$$

단, ℓ_k : 수직재의 좌굴길이(cm)

h : 비계의 층간격(cm)

ℓ : 비계의 스패길이(cm)

2) 전면적재의 경우

$$\ell k = 3h \quad (5-4)$$

(나) 강관틀비계 구조의 좌굴

강관틀구조는 조건에 따라서 여러가지 형태의 좌굴(그림 5.13 a, b, c 참조)이 발생하는데 여기에서는 그 중에서 가장 한계강도가 높게 되는 경우 즉, 전체좌굴에 대해서 계산식을 나타낸다. 이 경우의 좌굴에 있어서는 강관틀이 용접조립 구조이므로, 보강제도 기둥재의 좌굴에 협력하므로 그 효과를 고려한 결과는 다음 식과 같다.

$$\lambda = \frac{h_0}{I} \quad (5-5)$$

$$I^2 = i_0^2 + \frac{h_1}{h_0} \cdot \frac{I_1}{A_0} \quad (5-6)$$

단, λ : 각주의 細長比

h_0 : 각주의 길이(cm)

i : 각주의 등가적 단면이차반경(cm)

i_0 : 각주의 단면이차반경(cm)

h_1 : 보강재의 각주에의 射影길이(cm)

I_1 : 보강성의 단면이차모멘트(cm⁴)

A_0 : 각주의 단면적(cm²)

이상과 같이 하여 계산하고, 허용좌굴하중을 구하여도 좋지만, 강도 테스트에 준한 것이 발표되고 있으므로, 그것을 이용하는 것이 좋다.

(3) 가설구조물의 안정계산

(가) 지주군의 안정계산

그림 5.13과 같이 지주군을 수평재, 사재로 연계한 경우(또, 사재를 유효하

게 작용시키기 위해서는 사재는 되도록 지주와 수평재의 절점부근을 통과시키는 것이 필요하다), 상단에 작용하는 수평하중에 대한 안정성을 검토하여 본다.

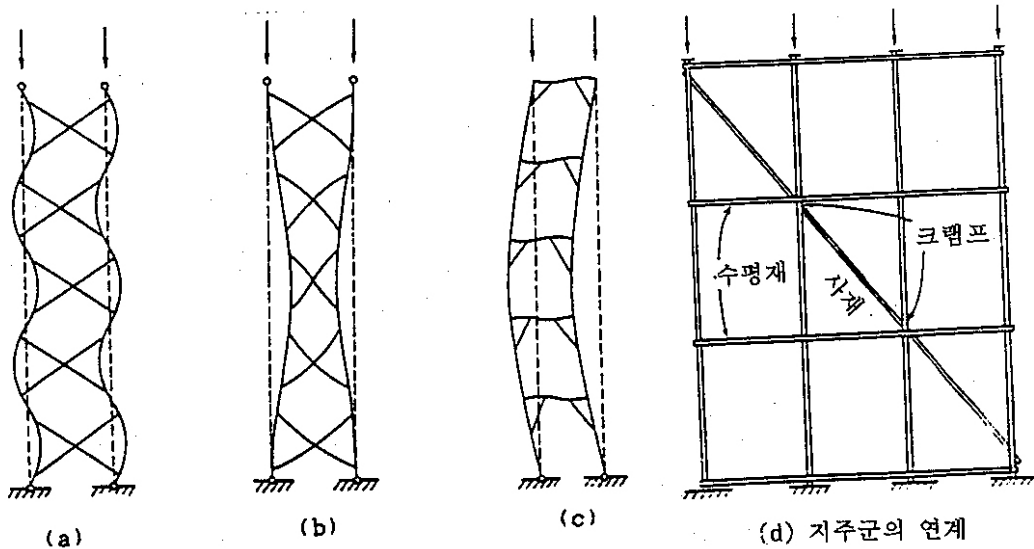


그림 5.13 강관틀비계의 좌굴

이 구조는 고차원의 不靜定구조로서 이것을 엄밀하게 푸는것은 의미가 없으므로 다음과 같이 단순하게 계산하는 것을 권한다.

$$FD = \frac{Q}{n \cdot \cos\phi} \quad FH = \frac{Q}{n} \quad (5-7)$$

단, FD : 사재 1개에 작용하는 축방향력(kg)

FH : 수평재 1개에 작용하는 축방향력(kg)

Q : 수평하중(kg)

n : 사재의 갯수

ϕ : 사재의 수평면에서의 경사각

상식에서 구해진 FD 및 FH에 대해, 그 부재의 좌굴, 인장(그 부재에 이음매가 있는 경우는 이음매에 대해)이 안전한가, 또한 그 부재의 설치부(절점)

가 안전한가를 검토하면 좋다.

또 상기의 경우에서 지주에도 축방향력이 발생하지만 不靜定구조이므로 수평하중 Q 는 그다지 큰 것이 아니라고 가정하면 수평하중에 의한 지주의 축력은 무시해도 좋다고 생각된다.

(나) 수평구조, 횡구조등의 계산

비계의 벽연결은 모든 수직재(또는 강관들의 각주)에 설치되는 것은 아니다. 따라서 벽연결이 설치되어 있지 않은 수직재에 작용하는 수평하중은 이것을 벽연결이 설치되고 있는 수직재까지 전달될 필요가 있고, 이 수평하중의 전달을 확실하게 행하기 위해 수평구조가 필요하게 된다.

수평구조의 구체적인 설치방법은 단관비계의 경우는 장선, 가로대 및 수평사재로 수평인 트러스를 구성하고, 강관틀비계의 경우는 발판틀(또는 상부수평틀)을 강관틀 간에 연속적으로 가로질러 놓는 방법을 취하는 것이다.

따라서 단관비계의 경우는 벽연결이 있는 수직재서 단순지지된 수평트러스로서 풀이 하면 좋다.

강관틀비계의 경우는 트러스 상태를 하고 있지 않으므로 간단하게 계산되지 않지만 수평틀의 폭이 강관틀의 폭에 거의 같은 경우에는 실험적으로 수평구조로서의 유효성이 인정되고 있으므로 특히 계산할 필요는 없다.

(4) 추락방지 및 낙하물재해 방지

(가) 추락방지

가설구조물에서의 추락을 방지하는 배치에 대해서 다음에 유의하여 설계한다.

- ① 작업대, 통로, 계단 등의 단부에는 추락방호 시설을 설치할 것.
- ② 작업대, 통로 등에서는 바닥재 간의 간격을 가능한한 작게할 것.
- ③ 작업대, 통로 등에 개구부를 설치한 경우, 판덮개를 하든가, 단부에 추락방호 시설을 설치할 것.
- ④ 가설구조물의 해체작업중의 추락을 방지하기 위해서는 구멍줄시스템(지주와 수평구멍줄)을 이용하는 등, 안전대의 사용을 용이하게

준비를 할 것.

- ⑤ ① 및 ②의 추락방호시설은 그림 5.14과 같이 결속기둥, 상부난간대, 중간대 및 폭목으로 구성되는 것으로 하고, 설치개소에 따라 제1종 및 제2종으로 나뉜다.

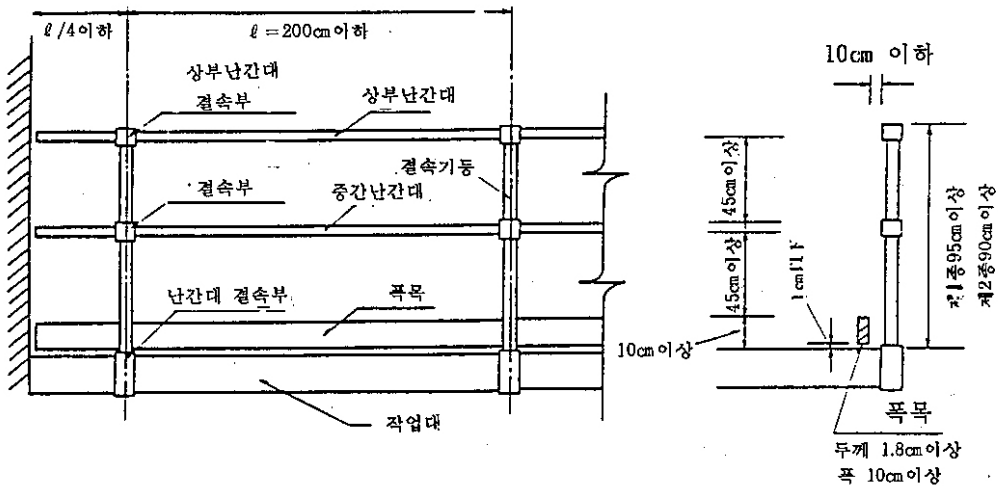


그림 5.14 추락방호시설

<표 5-14> 추락방호시설

종류	설치개소	방호공의 높이
제1종	하물승강용 개구부, 계단참	95cm 이상
제2종	작업대, 통로	90cm 이상

또 추락방호시설은 <표 5-14>의 값이 하중(방향은 상부난간대에 직각인 모든 방향)에 대해 안전율 1.9~2.3정도의 강도를 갖고, 또한 동하중에 대한 변위가 10cm이하가 되는 것일 것.

<표 5-15> 추락방호시설의 내력

종류	방 호 시 설 부 분	작업용위치	하중점
제1종	상부 난간대	스판의 중점	120kg[1,177N]
	결속부, 상부난간대 설치부	절점부분	85kg[834N]
제2종	상부 난간대	스판의 중점	50kg[491N]
	결속부, 상부난간대 설치부	절점	40kg[393N]

(나) 낙하물재해의 방지

가설구조물에 관계되는 낙하물 재해는 다음 2가지의 형태가 있다.

- 1) 가설구조물상의 작업자가 비레낙하물에 의하여 피재하는 것.
- 2) 가설구조물에서의 자재등의 낙하에 의하고, 아래쪽 작업자가 피재하는 것.

이상의 낙하물 재해를 예방하기 위해서는 작업대 등의 가장자리 부분에는 폭목을 포함하는 추락방호 시설을 설치하고, 작업대의 바닥재 간격은 되도록 작게하고, 외측 구체면을 시트, 낙하물 방지망등의 보호물을 기준에 의해 설치한다.

(5) 통로 및 계단 등

작업자가 작업장등으로 승강하기 위해서는 통로, 계단 등이 필요하다. 통로는 가설구조물과 거의 같은 층이거나 그 상부에 있는 구조물(해당공사에서 건조중의 것도 포함)로서 그 폭은 최저 40cm이상, 가능하면 60cm이상이 바람직하고, 또 그 양측 가장자리에는 전술한 추락방호 시설이 설치되어 있어야 한다.

한편 계단은 지상 혹은 고소에서 해당 가설구조물에 도달하기 위한 승강설비로서, 가장 많이 사용되는 것이다. 그 구조로는 공사대상의 교량 girder등의 구체의 작업개소 또는 작업용의 비계에 첨부되는 형식으로 세워지는 강관틀비계 내에 계단을 설치하는 방법으로 사용되고 있다. 이 경우의 계단참을 설치하기 위해 연속 3스판 구조로 하고, 필요한 계단폭을 확보하기 위해 주를 폭

이 1.2m이상인 것을 사용하고, 도괴사고가 일어나지 않도록 하기 위해 벽연결 등으로 지지되고 있어야 하며 설치간격은 수직방향으로 9m이하 이어야 하며 계단에는 반드시 난간을 설치해야 한다.

또 최근에는 승강거리가 상당히 긴 것이 늘어나고 이에 따라 인화공용 호이스트가 많이 사용되고 있다. 호이스트를 사용하는 경우는 도착장소에 대한 출입구의 관리가 매우 중요하고, 그 출입구에서 도아가 잘못 열리지 않도록 도아와 인터록되어 있는 것이 필요하다.

그의 승강설비로서는 사다리가 있는데, 안전상의 문제에서 승강거리가 너무 크지않은 즉 수m정도의 경우에 사용을 한정하는 것이 바람직하다.

3. 유해·위험방지계획서 심사제도

가. 필요성

건설공사의 안전을 확보하기 위해서는 공사의 시공중에 설비와 작업방법을 점검하고, 필요한 안전보건 대책을 강구하는 것도 효과가 있지만, 그것보다도 공사의 시공계획작성의 단계에서 채용되는 공법과 사용되는 설비, 기계, 작업 방법, 작업순서 등이 안전보건의 확보 관점에서 적절한가, 또 공사의 안전보건 관리를 효과적으로 원활하게 추진하기 위한 조직, 체제는 어떻게 구성되어야 하는가에 대해서 총합적으로 검토하고 대책을 강구하는 것은 건설재해를 미연에 방지하는데 극히 중요한 것이다.

이와같은 취지에서 산업안전보건법 제48조에서는 일정규모의 작업 및 특정 설비, 기계 등에 대해서 계획 등의 제출과 그 계획의 작성시에서 안전확보를 위한 충분한 검토(사전심사)를 하도록 의무화 하고 있다.

나. 계획의 제출을 요하는 작업

계획의 제출은 다음 작업에 대해서, 그 공사의 착공 30일전까지 노동부 장관에게 제출하여야 한다.(산업안전보건법 시행규칙 제120조 3항)

- 가. 지상 높이가 31m를 넘는 건축물 또는 공작물의 건설, 개조, 해체
- 나. 깊이가 10.5m이상인 굴착공사

다. 계획의 작성과 사전 안전성 심사

(1) 공사계획의 작성

공사계획은 사전에 충분한 조사가 행해지고, 그것에 준하는 시공성, 안전성 등에 대해서 충분한 검토가 되어야 한다.

공사계획작성에는 다음에 기재하는 내용을 검토한다.

- (가) 공사의 개요
- (나) 일반설계도(건축물의 위치 및 구조)
- (다) 공정표
- (라) 발판, 가설통로등의 가설계획
- (마) 매설물, 지질등의 조사
- (바) 흙막이 지보 계획
- (사) 構台의 계획
- (아) 철골건립 방법 및 매다는 발판 계획
- (자) 거푸집지보공 계획
- (차) 콘크리트 타설 계획
- (카) 주요기계 계획
- (타) 가설전기설비 계획
- (파) 안전위생관리 계획
- (하) 안전관리비 사용계획

(2) 작성자의 자격등

공사계획의 제출은 사업자 자신이 사전에 공사의 안전성을 확인하는 것이 필요하고, 사전에 공사장소의 지형, 지질등의 자연조건 및 주변의 환경등에 대해서 면밀한 조사를 하고, 그 조건에 적당하고, 안전이 확보되는 시공계획을

실시해야 한다.

그렇게하기 위해 산업안전보건법 시행규칙 제 123조에서는 계획을 작성하는 단계에서 그 작업에 의한 산업재해의 방지를 도모하기 위해, 설계, 시공관리에 충분한 경험이 있고, 또한 안전관리의 실무경험이 있는 유자격자를 참여시키는 것을 의무화하고 있다.

－ 건설안전기사 1급 자격취득후 당해업무에 7년이상 종사한 자 또는 건설안전 기술사

－ 산업안전기사 1급 취득후 당해업무에 3년이상 종사한 자

또한 작성자는 해당자격을 증명할 수 있는 서류사본을 계획서에 첨부하여야 한다.

(3) 건설공사 계획서류

<표 5-16> 제출서류 및 도면

종 별	제출사항 및 첨부도면
높이 31m를 넘는 건축물 또는 공작물 건설, 개조, 해체 또는 파괴작업	1. 주위상황, 사방 및 사방과의 관계 도면 2. 건설물등의 개요를 나타내는 도면 3. 공사용기계, 설비, 건설물등의 배치도면 4. 공법개요를 나타내는 서면 또는 도면
굴착의 높이, 깊이가 10.5m 이상의 굴착작업	5. 공정표 6. 안전관리비 사용계획서 7. 사전조사에 관한 사항 8. 안전보건관리계획 및 교육계획 9. 가설계획 10. 안전보건 계획

(4) 발판 및 가설통로의 제출내용 등

<표 5-17> 가설통로의 제출내용

사 항	첨부도면 및 기재사항	내 용
1. 공사개요	(1) 계획개요	
2. 발판, 가설통로의 종류, 구조	(1) 설치장소 주위상황을 나타내는 도면 (2) 조립도 및 배치도 가. 발판의 배치(평면도, 발판가설의 동서남북 각측면도) 나. 부재 조립치수 및 지반과의 관계 다. 접속부 및 교차부의 긴결방법 라. 비계의 기초 설치방법 마. 낙하물 방지망의 구조, 재료, 위치 및 설치방법 바. 벽연결 또는 Pile위치, 구조 및 설치방법과 강도계산 사. 수평재, 횡흔들림방지 설치방법 및 긴결방법 등 아. 거푸집발판 구석부분의 접속방법	(1) 구조, 재료, 용도 및 설치기간 (2) 최대적재하중의 설정 (3) 계획상의 재료 등 (4) 각부의 활동 또는 침하방지 (5) 부재, 이음매, 가새 등의 설치 및 보강 (6) 접속부 및 교차부의 긴결재 종류, 구조(거푸집비계의 격부를 포함) (7) 중작업 혹은 건면이 한면만의 강관비계 또는 높이가 20m를 넘든가, 중량물적재의 거푸집 비계를 짜맞추는 경우 (8) 달대비계는 상기의 다음사항 가. 달기로우프, 달기체인 등의 강도계산서 나. 달틀의 간격등 달기재의 설치방법

사 항	첨부도면 및 기재사항	내 용
	자. 크레인, 건설용리프트 등 위치 및 설치방법 차. 출입구 및 개구부 등 비계의 보강 카. 가설통로 위치 및 구조 방법과 발판 보강	다. 안전네트 등을 설치하는 경우, 그 강도와 설치방법 (9) 내민발판, 작업대 부착 외줄비계는 상기의 다음 사항 가. 브라켓등의 내민부 및 설치부의 강도계산 나. 작업대 부착 외줄비계는 수지재의 강도계산 (10) 가설통로(경사로, 계단 등) 가. 구조, 재료, 종류 및 주요치수 나. 부재, 상부의 조립방법과 강도 다. 발판의 설치방법, 발판강도
3. 추락방지 배치 등		(1) 추락재해,비레낙하재해 등의 근로자 및 공중재해방지 대책 (2) 벽연결 또는 Pile을 때낼 계획이 있을 때는 그 도파방지대책 (3) 간이크레인, 건설용리프트 등의 설치에 동반하는 보강방법 (4) 가공배전선 접촉감전 재해방지를 위한 이설 또는 절연방지 대책
4. 조립,변경 해체등 작업		조립,변경,해체등 작업에 대한 유의사항

제 6 장 현장제작 조립구조

1. 벽체접합구조

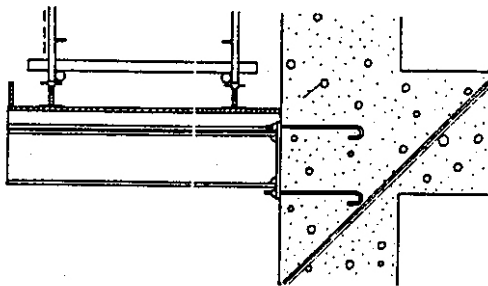
가. 내민재와 연결부

내민재와 base-plate는 용접으로 접합하는데 plate는 맞댄용접, web는 모살용접으로 한다.

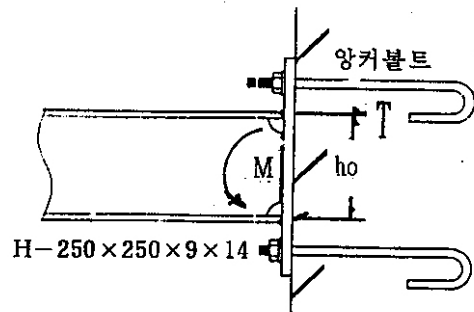
하중의 전달은 휨모멘트는 H-형강의 flange에, 전단력은 web에 각각 전달된다고 가정하며 flange의 맞댄 용접강도는 flange의 인장강도 이상이어야 한다.

(1) 휨모멘트에 대한 검토

휨모멘트 M 으로 인하여 상하 flange에 작용되는 인장 압축력을 T 라하고 우력팔의 길이를 h_0 라 하면 T 는 그림 6.1로부터 다음과 같이 얻어진다.



(a) 내민재 구조



(b) 내민재 응력

그림 6.1 내민재와 연결부

$$T = \frac{M}{h_o} \quad (6-1)$$

따라서 인장 압축력 T 로 인하여 상하 flange에 작용되는 인장 압축응력을 σ_b 라 하면 σ_b 는 다음과 같이 얻는다.

$$\sigma_b = \frac{T}{A_f} \quad (6-2)$$

여기서, $A_f = t_f \cdot b_f$: flange의 단면적

t_f : flange의 두께

b_f : flange의 폭

이때 용접부의 안전성은 용접부에 작용되는 인장응력 σ_b 가 용접의 허용인장응력 σ_t 보다 작아야 한다. 즉,

$$\sigma_b < \sigma_t \quad (6-3)$$

이다. flange와 plate의 연결은 flange로부터 plate에 전달되는 인장 및 압축력을 확실히 전달할 수 있도록 맞댄용접을 하여야 하며, 일반적으로 flange가 받을 수 있는 최대 인장력을 받을 수 있도록 용접하여야 한다.

(2) 전단에 관한 검토

그림 6.2에서 보는 바와 같이 web와 plate의 연결은 모살용접으로 하며 이때 용접부의 전단저항력 Q_R 은

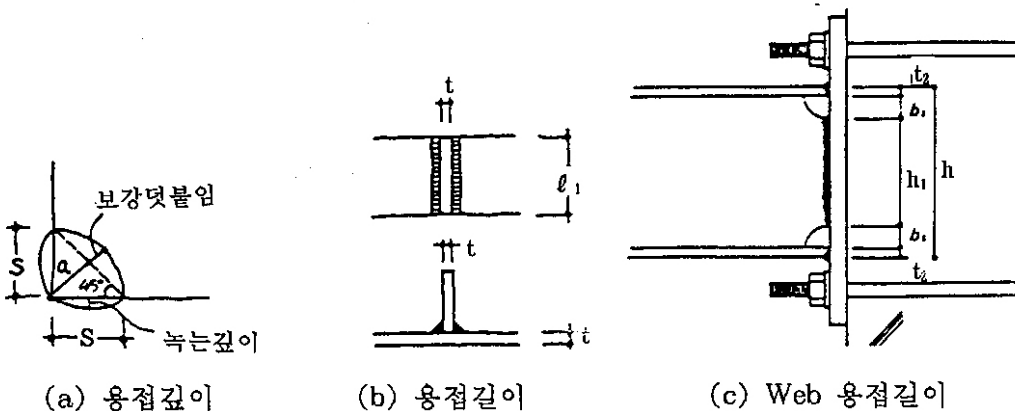


그림 6.2 Web와 Plate의 연결

$$Q_R = \sum a \cdot L_s \cdot \tau_{ss} \quad (6-4)$$

여기서 a 와 용접부의 유효길이 L_s 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$a = 0.707S \quad (6-5)$$

$$L_s = h - 2t_w - 2S \quad (6-6)$$

여기서, h : H-형강의 단면 높이

t_w : web의 두께

S : 용접다리 길이

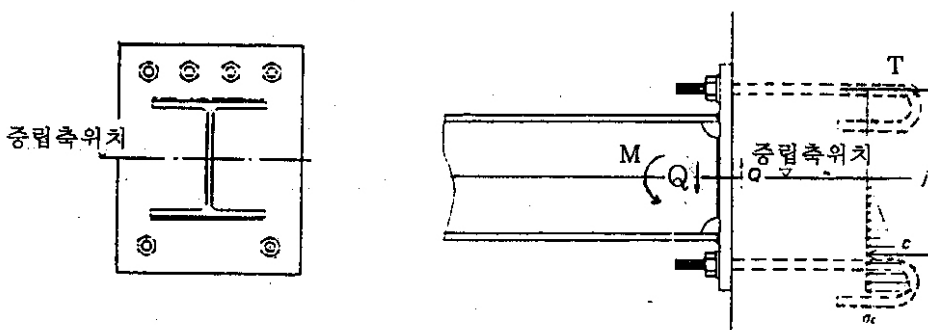
따라서 식(6-5)와 식(6-6)을 식(6-4)에 대입하고 web양쪽면을 용접하므로 식(6-4)는 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$Q_R = 0.707S(h - 2t_w - 2s)\tau_{ss} > Q \quad (6-7)$$

여기서 내민재에 작용하는 전단력 Q 보다 web용접부의 전단 저항력 Q_R 이 커야 한다.

나. 앵커(anchor) 볼트의 안전 검토

앵커볼트는 그림 6.3과 같이 인장축(상부)에 최소 4본 압축축(하부)에 2본을 설치한다. 앵커볼트는 앵커볼트에 작용하는 인장력과 전단력에 안전하여야 한다.



(a) 앵커볼트 설치

(b)의 앵커볼트의 응력

그림 6.3 앵커볼트 설치

(1) 인장력에 대한 검토

1개의 앵커볼트에 작용하는 인장응력 σ_{av} 는 그림 6.3에서 다음과 같이 계산할 수 있으며 다음 조건을 만족시켜야 한다.

$$\sigma_{av} = \frac{M}{n_1 \cdot j \cdot d \cdot A_{av}} < \sigma_{ea} \quad (6-8)$$

여기서 M : 내민재에 작용하는 최대 휨모멘트

n_1 : 상단 앵커볼트 수

j : 0.875(7/8)

d : 유효깊이(상부 앵커볼트의 도심으로부터 base-plate 하부까지의 거리)

A_{av} : 앵커볼트의 단면적

σ_{ea} : 앵커볼트의 허용인장응력

(2) 전단에 대한 검토

앵커볼트에 작용하는 전단응력 τ_{av} 는 전체 앵커볼트가 내민재에 작용하는 전단력이 각각의 앵커볼트에 동일하게 작용한다고 가정하여 그림 6.3으로부터 다음과 같이 계산할 수 있으며 다음 조건을 만족시켜야 한다.

$$\tau_{av} = \frac{Q}{n \cdot A_{av}} < \tau_{ea} \quad (6-9)$$

여기서 Q : 내민재에 작용하는 최대 전단력

n : 상하단 앵커볼트의 총수

A_{av} : 앵커볼트의 단면적

τ_{ea} : 앵커볼트의 허용전단응력

(3) 인장력과 전단력이 동시에 작용한다고 가정할 때

장력과 전단력이 동시에 앵커볼트에 작용한다고 가정할 때에는 식(6-8)에서 최 우변의 앵커볼트 허용인장응력 σ_{ea} 를 다음과 같이 수정하여 사용한다. 이 수정된 허용인장력 σ_a' 라 하면 σ_a 는 다음과 같이 얻는다.

$$\sigma_a' = 1.4\sigma_{oa} - 1.6\tau_{av} \quad (6-10)$$

단 여기서 $\sigma_a' < \sigma_{oa}$ 을 만족하여야 하며 $\sigma_a' < \sigma_{oa}$ 인 경우에는 $\sigma_a' = \sigma_{oa}$ 이다.

다. 앵커볼트와 벽체의 안전 검토

앵커볼트의 근입 길이 L_s 는 콘크리트의 강도, 앵커볼트의 周長 및 앵커볼트의 인장강도와와의 관계로부터 다음과 같이 구할 수 있다.

$$L_s = \frac{\sigma_{oa}\phi}{4\tau_{oa}} \quad (6-11)$$

여기서 σ_{oa} : 앵커볼트의 허용인장응력

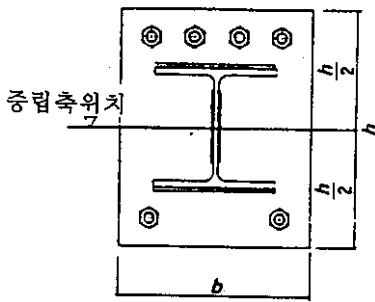
τ_{oa} : 앵커볼트와 콘크리트의 허용부착응력

ϕ : 앵커볼트 유효직경

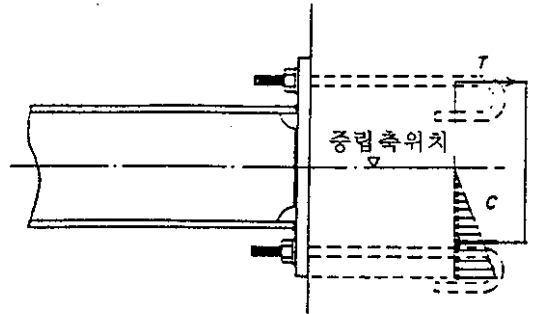
앵커볼트에 표준갈고리를 만들때에는 철근콘크리트 시방서기준에 따른다.

내민재에 발생하는 모멘트는 내민재의 길이가 일반적으로 짧으므로 큰모멘트를 발생시키지 못하므로 이 모멘트에 의하여 콘크리트 벽체에 발생하는 콘크리트의 휨압축응력은 상대적으로 적을 것이므로 이의 안전성을 검토한다는 것은 큰 의미가 없다할 수 있을 것이나 만약 콘크리트 벽체의 압축파괴가 발생되면 콘크리트 재료의 특성에 의하여 취성파괴가 되어 파괴의 초기 징조를 보이지 않고 갑자기 발생하게 되므로 안전에 많은 문제가 있다고 할 수 있다.

여기서 콘크리트 벽체에 대한 콘크리트의 압축응력은 그림 6.4에서와 같이 상부 앵커볼트를 인장철근으로 가정하고 base-plate를 콘크리트 단면으로 하는 단철근 콘크리트 보로 보면 콘크리트의 압축응력 σ_c 는 다음과 같이 계산할 수 있다.



(a) 앵커볼트의 설치



(b) 콘크리트의 압축응력

그림 6.4 앵커볼트와 벽체접합

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot d^2} < \sigma_{ca} \quad (6-12)$$

여기서 $K = np + [(np)^2 + np]^{1/2}$

n : 탄성계수비 (E_s/E_c)

p : 철근비 ($n_1 A_{av}/bd$)

M : 내민재에 작용하는 최대 휨모멘트

n_1 : 상단 앵커볼트 수

j : 0.875(7/8)

b : base-plate 폭

d : 유효깊이 (상부 앵커볼트의 도심으로부터 base-plate 하부까지의 거리)

A_{av} : 앵커볼트의 단면적

σ_{ca} : 콘크리트의 허용압축응력

라. Base-Plate의 안전 검토

Base-plate에는 상부에 인장력 하부에 압축력이 작용하므로 상하부로 나누어 검토하여야 하나 상부에 비하여 하부는 압축력이 바로 콘크리트벽체에 전달되므로 상부보다는 안전하다. 따라서 여기서는 상부 base-plate의 안전성만을 검토한다.

base-plate의 상부에 발생되는 최대휨모멘트의 정확한 계산은 거의 불가능하므로 여기서는 그림 6.5와 같이 상부 앵커볼트와 H-형강의 하부 flange를 고정단으로 보고 H-형강의 상부 flange에 모멘트로 인한 인장력 T가 작용한다고 근사적으로 가정하여 base-plate의 안정성을 검토한다.

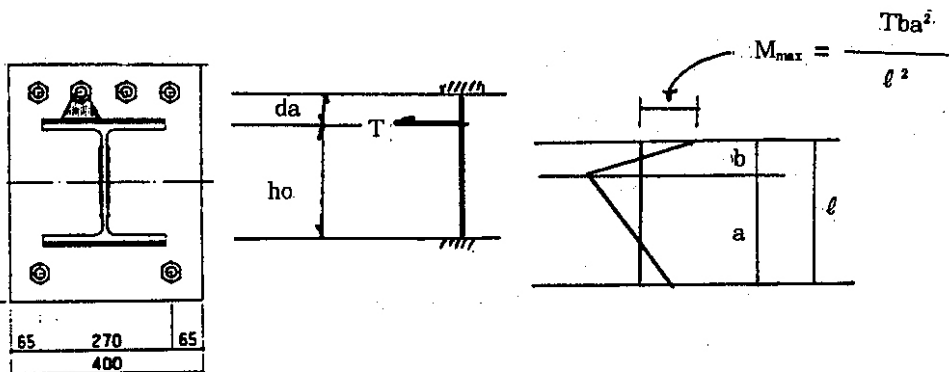


그림 6.5 Base-plate

그림 6.5에서 base-plate에 작용하는 최대휨모멘트 M_{max} 은 A점에서 발생되며 다음식으로 부터 구할 수 있다.

$$M_{max} = \frac{T \cdot d_a \cdot h_o^2}{(h_o + d_a)^2} \quad (6-13)$$

여기서, $T = M/h_o$

h_o : 상부 flange의 도심 거리

d_o : 상부 앵커볼트의 도심으로부터 상부 flange 도심까지의 거리

M : 내민재에 작용하는 최대 휨모멘트

이때 base-plate에 작용하는 최대휨응력 σ_p 는,

$$\sigma_p = \frac{6T \cdot d_o \cdot h_o^2}{bt^2(h_o + d_o)^2} \quad (6-14)$$

여기서, b : base-plate의 폭

t : base-plate의 두께

마. 내민재 자체의 안전 검토

내민재 자체의 안전 검토는 휨 모멘트에 대한 안전과 전단력에 대한 안전 및 처짐에 대한 허용처짐으로 나누어 검토할 수 있다.

내민재의 지점에 대한 최대 휨모멘트 M 은 그림 6.6을 참고하면 작용하는 여러 하중조건으로부터 다음 식으로 구할 수 있다.

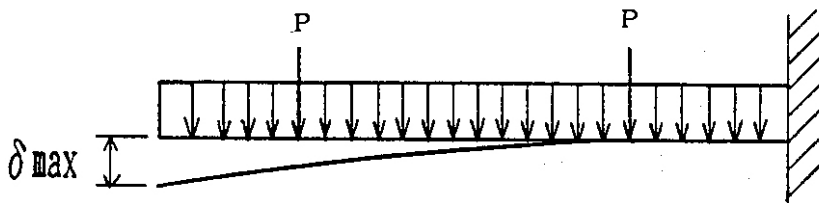


그림 6.6 내민재의 휨모멘트

$$M = \frac{wL^2}{2} + \sum PL_i \quad (6-15)$$

여기서, w : 내민재의 단위 길이당 중량

L : 내민재의 길이

P_i : 내민재에 작용하는 집중하중

L_i : P_i 의 작용점과 지점간 거리

이때 최대 휨응력 σ_s 는

$$\sigma_s = \frac{M}{Z} < \sigma_{sa} \quad (6-16)$$

이다. 여기서 Z : 내민재의 단면계수

σ_{sa} : 내민재의 단면계수 허용휨인장응력

그림 6.6에서 내민재의 지점에 대한 최대 전단력 Q 는 작용하는 여러 하중 조건으로 부터 다음식으로 구할 수 있다.

$$Q = wL + \sum P_i \quad (6-17)$$

이때 최대 전단응력 τ_s 는

$$\tau_s = \frac{Q}{4h \cdot t_w} < \tau_{sa} \quad (6-18)$$

여기서, h : H-형강의 단면 높이

t_w : web의 두께

τ_{sa} : 내민재의 단면계수 허용전단응력

그림 6.6에서 내민재의 선단의 최대 처짐 δ_{max} 은 작용하는 여러 하중 조건으로 부터 다음식으로 구할 수 있다.

$$\delta_{max} = \frac{1}{EI} \left[\frac{wL^4}{8} + \frac{1}{6} \sum PL_i^3 \right] < \delta_a \quad (6-19)$$

여기서, E : 내민재의 탄성계수

I : 내민재의 단면2차 모멘트

δ_a : 내민재의 허용처짐량

바. Wire-Rope를 설치하는 경우

내민재의 선단에 wire-rope를 설치하여 지지시키면 앞에서 검토한 내민재를 외팔보 형식으로 설치한 경우 보다 내민재가 구조적으로 안전성을 가지게 되므로 처짐량을 줄여 주고 내민재를 길게 또는 내민재의 재료를 절약할 수 있다.

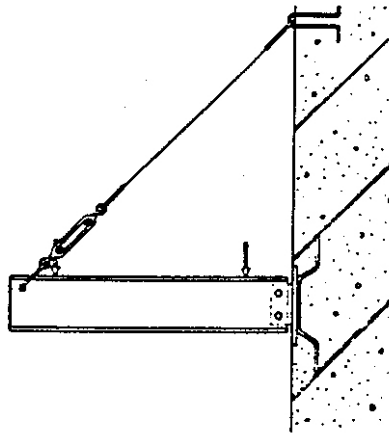


그림 6.7 wire rope 설치

Wire-rope에 발생하는 인장력 T 는 다음 식으로 부터 구할 수 있으며 이 값은 wire-rope의 허용인장력 F_u 보다 작아야 한다.

$$T = \frac{R_a}{\sin\theta} < F_u \quad (6-20)$$

여기서, R_a : 내민재 선단의 반력

θ : 내민재와 wire-rope의 각

내민재에 작용하는 하중이 대부분 정적하중이므로 Wire-rope의 안전율은 벋빔줄의 안전율인 4로 하며, 내민재 선단과 지점의 반력 R_a 와 R_b 는 내민재를 단순보로 가정하여 근사적으로 계산하며 각부의 안전 검토는 앞의 방법에 준용한다.

2. 경사통로구조

가. 가설계단 자체의 안전

가설계단을 본체(띠장 또는 H빔 말뚝 등)에 결합하여 설치하는 경우 대부분 용접하거나 볼트로 연결하여 고정단과 같이되나 현장에서는 실제로 이들 결합부가 확고하게 되지 못하므로 안전상 단순보로 지지된다고 보아 그림 6.8과 같이 설치된 것으로 가정한다.

가설계단에 작용하는 하중은 계단 및 난간의 자하중과 이동하중(근로자 및 짐)으로 나누어 생각할 수 있다. 후자의 이동하중은 집중하중이나 계산의 편의를 위하여 다음과 같이 등분포하중으로 나누어 생각한다. 즉 근로자의 체중(80kg)과 근로자가 운반하는 짐(40kg)으로 보고 이 이동하중이 최대 1m에 하나씩 작용한다고 보고 편의상 이들을 등분포하중으로 가정하여 계산한다. 이를 이동하중으로 계산할 수도 있으나 집중하중이 위치하는 점에 대하여 영향선도를 圖示하여 그로부터 하중효과(load effect)를 얻는다는 것은 복잡할 뿐 아니라 앞에서 가정한 등분포하중으로 계산한 결과와도 큰 차이를 보이지 않는다.

그림 6.8에서 가설계단을 단순보로 가정하면 지점의 반력과 최대 휨모멘트는 다음 식들로부터 얻는다.

$$R_a = \frac{1}{2} (wL + P) = R_b \quad (6-21)$$

여기서, $P = \sum p_i$

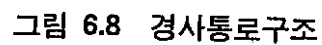
W : 가설계단의 분포하중

$$M_{max} = \frac{L^2}{8} \left[W + \frac{P}{L} \right] \quad (6-22)$$

따라서 최대 휨응력과 최대 전단응력은 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$\sigma_s = \frac{M_{max}}{Z} < \sigma_{sa} \quad (6-23)$$

$$(6-24)$$



나. 연결부의 안전 검토

가설계단을 구조물 본체에 연결할 때에는 부득이한 경우가 아니면 H-형강 말쪽에 직접 용접이나 볼트로 연결하지 않고 H-형강에 기설치된 띠장이 있으면 띠장에 걸쳐 고정시키며, 띠장이 없는 곳에 설치하고자 할 때에는 H-형강에 세로보를 설치하고 그 위에 고정시킨다.

(1) 가설계단 상부 결합의 안전 검토

그림 6.8에서 B부분은 띠장(또는 세로보)와 가설계단의 용접부로서 계단의 전도, 미끄러내림 방지 또는 가설계단의 진동을 줄이기 위한 목적으로 역학적으로는 큰 의미가 없다. 다만 전술한 바와 같은 위험이 있을 때에는 적당히 용접하거나 볼트로 고정시키면 된다.

A부분은 가설계단의 반력을 받는 곳으로 역학적인 계산은 다음 순서에 의하여 한다. 이때 띠장 하부의 결합부는 하중의 전달이 불확실하므로 안전 확보의 개념으로 생각하여 계산에 넣지 않는 것이 합리적이다. 다만 상부 결합부가 하중을 충분히 받을 수 없을 때에는 이부분을 부정적 라멘의 해석으로 보다 정확한 값을 얻을 수 있다.

A부분의 용접은 만دن 용접을 하고 용접길이 L_w 는 다음 식으로 얻을 수 있다.

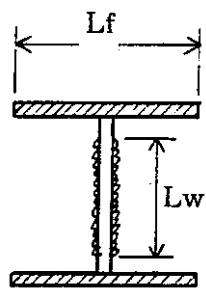
$$L_w = \frac{R_a}{t_w \cdot \tau_{aa}} \quad (6-25)$$

(2) 가설계단 연속부(계단참)의 안전

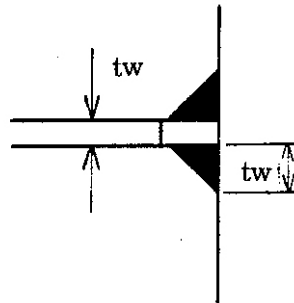
가설사다리 중간부는 상부 가설계단과 하부 가설계단의 하중이 동시에 작용하므로 이들 두하중에 대하여 검토하여야 한다. 그림 6.8에서 보는 바와 같이 가설계단이 설치되고 이에 작용하는 하중조건이 앞절에서와 같다고 가정하면 이 결합점에 작용하는 반력은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$R_b = \frac{1}{2} [W(L_1+L_2) + P_1 + P_2] \quad (6-26)$$

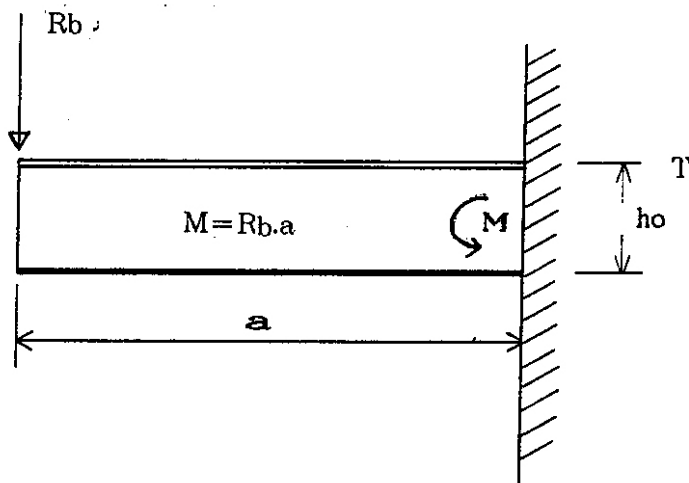
여기서, P_1, P_2 : 상, 하부 가설계단에 작용하는 총 이동하중
 L_1, L_2 : 상, 하부 가설계단의 길이



(a)



(b)



(c)

그림 6.9 내민재의 결합부

따라서 그림 6.9에서 H-형강 말뚝과 내민재의 결합부는 맞댄 용접으로 하며 이 결합부에 발생하는 최대인장응력과 전단응력은 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$\sigma_s = \frac{Rb \cdot a}{h_o \cdot t_f \cdot b_f} < \sigma_{sa} \quad (6-27)$$

$$\tau_{max} = \frac{Rb}{L_w \cdot t_w} < \tau_{sa} \quad (6-28)$$

제 7 장 결 론

가설통로는 가설공사의 설계, 시공계획 단계에서 위험성을 예상하고, 그것을 배제하기 위하여 구조적안전성을 구비한 설치사용 계획을 세우는 것이 필요하다.

본 연구에서는 가설통로 설치사용에 따른 재해를 예방하고자 현장 사용실태를 조사 분석하여 개선방향을 제시하였으며, 기성제품 조립구조의 계획, 설계 또한 산업안전보건법 제33조 및 고시 91-101호에 따른 가설기자재 중 가설통로 조립사용에 사용되어지는 가설기자재의 구조규격, 재질, 종류등을 정리하여 기술자료로서 활용토록 하였고, 현장제작 설치사용에 따른 통로재의 구조검토 및 계산예를 들어 실제 사용상의 지침으로 활용토록 하였으며 각각의 중요사항은 다음과 같다.

- (1) 토목, 건축현장의 경우 공정이 진행되는 상황에 맞추어 미리 조립도등을 계획하여 작성하고 재질, 단면형상, 치수등 산업안전보건법상의 안전기준, 표준안전 작업지침, 안전작업 기술자료등 국내의 안전기준에 부합하는 재질과 시방을 고려하여 설치사용토록 한다.
- (2) 가설구조의 계획, 설치, 사용, 해체에 따른 작업에 대하여 각 작업여건과 공정의 진행에 대비한 사전계획에 의한 가설을 할 수 있도록 실증적인 연구와 더불어 실제 현장에서 설치사용에 지침이 되는 기준등의 개발이 이루어지고 또한 작업의 표준화 이루어져야 할 것이다.
- (3) 기성제 조립용 가설기재를 이용하여 설치사용하는 경우에 대하여서도 신제품의 개발은 물론, 성능검정 규격의 현실적인 보완과 양질의 기성제 조립용 가설기재를 사용을 조기에 정착시키기 위하여는 제도적인 뒷받침으로 값싸게 구입 또는 임대하여 사용할 수 있도록 관련산업을 육성발전시켜야 하고 불량 가설재의 유통을 방지하여야 한다.

- (4) 현장의 책임자나 안전관리자, 근로자의 안전의식 수준은 예전에 비해 많이 향상되었으나 아직도 선진각국에 비하면 미흡하므로 법정안전교육, 작업내용교육등을 강화하여 안전의식 수준의 향상을 꾀하여야 한다.

참 고 문 헌

1. 勞勤部 國立勞勤科學研究所, 飛階作業의 安全, 1986.
2. (주)대우, 비계와 통로, 1990. 12.
3. 노동부 고시
 - 가설공사 표준안전작업 지침(고시 제84-37호)
 - 가설기자재 성능검정규격(고시 제91-101호, 1991. 12. 28)
 - 추락재해방지 표준안전작업 지침(고시 제85-14호, 1985. 3. 30.)
4. 韓國産業安全公團, 建設工事標準安全作業: 假說工事編, 1989.
5. 韓國産業安全公團, 건설공사 표준안전작업 기술자료: 추락재해방지편, 1991. 12.
6. 韓國産業安全公團, 중대재해조사보고서
7. 건설업체 재해사례집
8. 金祥坤 편지, 假說構造物 設計, 建設文化社
9. 宣炳澤 著, 建築施工學, 普文堂
10. 崔寅星, 劉承圭, 鐵骨構造 接合部の 設計, 施工, 大建社, 1991.
11. 장흥득 외, 가설공사 시공관리체크리스트 1, 2, 3, 태창출판사
12. 武井一夫의, 假說構造物 解説, 明文社
13. 建設業勞働災害防止協會, 足場組立等工事 作業指針-作業主任者技能講習.
14. 建設業勞働災害防止協會, 建設安全, 1988. 5 - 1992. 6.
15. 建設業勞働災害防止協會, 足組立解體工事 作業指針
16. 建設業勞働災害防止協會, 型及型支保工組立解體工事作業指針
17. 假說構造物安全施工, 假說工業會
18. 足場工事實務, 社
19. 假說工事協會, 型わく支保工・簇場工事 計劃作成參劃者研修 テキスト, 博文堂, 東京, 1992.

20. 建設業労働災害防止協会, ビル建築工事の安全, 東京, 1983.
21. 建設業労働災害防止協会 東京支部, 墜落防止のきぬ手, 東京, 1992. 5. 22.
22. 安全点検編集委員会, 建設工事 安全点検のしるべ, 建設安全センター, 東京, 1990.
23. Code of Federal Regulation Part 1926 Labor.
24. US Army Corps of Engineers, Safety and Health Requirement Manual, 1987. 10.
25. CIS 86-534 Construction Hazard and Safety Handbook

부록1. 현장제작 가설통로 구조해석 실예

1. 가설통로 설치사용에 따른 계산에

1. 벽체접합시설구조

가. 내민재의 안전성 검토 계산에

그림 6.8과 같이 달비계를 내민재에 설치했을 때 안전성을 검토한다. 내민재는 2개로 상부의 달비계를 지지하고 있다고 가정한다.

단, 내민재 재료의 물성, 단면, 단면의 성질, 하중조건은 다음과 같다.

단면 H-형강(H-250×250×9×14)

$$I = 10800\text{cm}^4$$

$$E = 2.1 \times 10^6 \text{kg/cm}^2$$

$$Z = 867\text{cm}^3$$

$$\sigma_{sa} = 2000\text{kg/cm}^2$$

$$\tau_{sa} = 1125\text{kg/cm}^2$$

$$W = 72.4\text{kg/m}$$

$$\sigma_{ck} = 210\text{kg/cm}^2$$

$$\text{리벳 직경} = 22\text{mm}$$

$$\text{리벳 단면적} = 3.8\text{cm}^2$$

$$\text{탄성계수비} : 8$$

$$\text{최대처짐제한 } L/250 \text{ 이하}$$

수평틀에 작용하는 하중 $N_1 = 593\text{kg} \times 2 = 1186\text{kg}$

비계 脚部, 발판의 수평틀의 스펜당 하중 $N_2 = 115\text{kg}$

보형틀(pecco-beam)의 자중 $N_3 = 68.8\text{kg}$

이들이 내민재에 작용하는 한 하중 작용점의 집중하중 P는

(1) 내민재 자체의 안전 검토

그림에서 집중하중 P는 다음과 같이 얻는다.

$$P = \frac{1}{2} (N_1 + N_2) \frac{6.0}{1.829} + \frac{1}{2} (2 \times N_3) = 2203\text{kg}$$

(가) 휨에 대한 검토

$$M_{\max} = \frac{wL^2}{2} + P(1.519 + 0.3) = 72.4 \times 1.8^2 / 2 + 2203 \times 1.819 = 4125 \text{ kg/m}$$

이때 최대 휨응력 σ_s 는,

$$\sigma_s = \frac{M}{Z} = \frac{4125 \times 100}{867} = 475.8 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{sa} \quad \text{O.K.}$$

여기서 횡좌굴에 대한 검토가 필요하나 내민재의 보 길이가 일반적으로 단면에 비하여 짧으므로 이의 검토는 의미가 없으므로 생략한다.

(나)의 전단에 대한 검토

최대 전단력 Q는 식(6-17)로 부터,

$$Q = 72.4 \times 1.8 + 2203 \times 2 = 4536 \text{ kg}$$

따라서 전단응력 τ_s 는 식(6-18)로 부터,

$$\tau_s = \frac{4536}{25 \times 0.9} = 201.6 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{sa} \quad \text{O.K.}$$

(다) 최대 처짐의 검토

최대 처짐 $\delta_{\max}$ 은 식(6-19)로 부터,

$$\begin{aligned} \delta_{\max} &= \frac{1}{2.1 \times 10^6 \times 10800} \left[\frac{1}{8} \times 0.724 \times 180^4 + \frac{1}{6} \times 2203 \times (151.9^3 + 30^3) \right] \\ &= 0.0614 \text{ cm} < 0.72 \text{ cm} = (180/250) \end{aligned}$$

따라서 내민재 자체는 안전하다.

(2) 용접부의 안전 검토

(가) Base-plate와 H-형강 flange 용접부의 인장응력

식(6-1)과 식(6-2)로부터 용접부의 인장응력 σ_b 는

$$\sigma_b = \frac{M}{h_o \cdot A_f} = \frac{4274100}{25 \times 1.4 \times (25 - 1.4)} = 517.4 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{sa} \quad \text{O.K.}$$

(나) 전단에 관한 검토

용접 다리의 길이 S를 0.9cm로 했을 경우 식(6-7)로 부터 용접부의 전단응력 τ 는,

$$\tau = \frac{Q}{0.707S(h-2t_w-2s)} = \frac{Q}{0.707 \times (25-2 \times 1.4-2 \times 0.9)}$$

$$= 174.7 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{ss} \quad \text{O.K.}$$

따라서 내민재와 base-plate의 용접 부위도 안전하다.

(3) 앵커볼트의 안전 검토

(가) 인장응력에 대한 검토

식(6-8)로 부터

$$\sigma_{av} = \frac{M}{n_l \cdot j d \cdot A_{av}} = \frac{4125(\times 100)}{4 \times 7/8 \times (50-6)}$$

$$= 704.9 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ss} \quad \text{O.K.}$$

(나) 전단응력에 대한 검토

$$\tau_s = \frac{Q}{nA_{av}} = \frac{4536}{6 \times 3.8} = 198.9 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{ss} \quad \text{O.K.}$$

(다) 인장응력과 전단응력이 동시에 받는 경우

식(6-10)에서

$$\sigma_{ss}' = 1.4\sigma_{ss} - 1.6\tau_s$$

$$= 1.4 \times 1500 - 1.6 \times 198.9 = 1781.8 \text{ kg/cm}^2$$

그런데 σ_{ss}' 가 σ_{ss} 보다 크므로 $\sigma_{ss}' = 1500 \text{ kg/cm}^2$ 이다. 따라서 계산 ①의 조건을 만족시킨다.

(4) 앵커볼트의 근입길이에 대한 검토

식(6-11)로 부터 근입길이 l_c 는

$$l_c = \frac{\sigma_{ss}\phi}{4\tau_{bs}} = \frac{1500 \times 2.2}{4 \times 0.8 \times 210^{0.5}} = 71.2 \text{ cm}$$

이 계산에서는 최소 근입길이 l_c' 는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$l_c' = \frac{\sigma_{av}\phi}{4\tau_{ba}} = \frac{704.9 \times 2.2}{4 \times 0.8 \times 210^{0.5}} = 33.44 \text{ cm}$$

벽체 압축 콘크리트의 안전은 식(6-12)로 부터 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\sigma_c = \frac{2M}{kjbd^2} = \frac{2 \times 412500}{0.309 \times 7/8 \times 40 \times 44^2} = 39.4 \text{ kg/cm}^2 < 0.5\sigma_{ck} \quad \text{O.K.}$$

$$\text{여기서 } k = -np + \sqrt{(np)^2 + 2np} = 0.309$$

n : 탄성계수비(8로 가정)

p : 철근비($4 \times 3.8 / (40 \times 44)$)

$j = 7/8$ 로 가정

(5) Base-Plate의 검토

Base Plate의 상부에 작용하는 최대휨응력은 식(6-14)로 부터

$$\begin{aligned} \sigma_{pmax} &= \frac{6Td_s h_o^2}{bt_2(h_s + d_s)} \\ &= \frac{6 \times \frac{412500}{(25-1.4)} \times 6 \times (25-1.4)^2}{40 \times 2.5^2 \times (25-1.4+6)^2} = 1600.0 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{bl} \end{aligned}$$

여기서 $T = M/h_o$

t : Plate의 두께로 2.5cm

Plate의 휨인장강도 $\sigma_{bl} = 2300$ 이므로 안전하다.

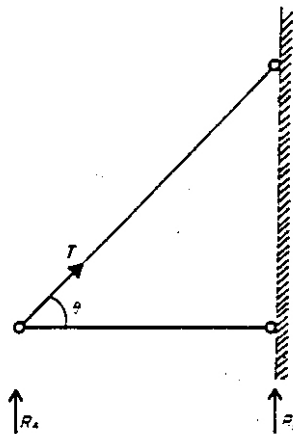
Base Plate의 하부응력은 의미가 없으므로 계산을 생략한다.

상부 Base Plate에 작용하는 응력이 1600 kg/cm^2 로서 비록 허용응력 내에는 들으나 다른 조건들의 검토에 비하여 안전성이 낮음을 알 수 있다. 여기서 중요한 것은 이 계산은 내민재가 두개 있는 경우 즉, 단순지지된 경우이다. 그러나 대부분 내민재는 연속되므로 최초의 내민재의 경우는 위의 계산에서 가능

하다. 연속되어 있는 경우 무시할 수 있을 정도로 적은 내민재의 자중을 제외한 모든 하중이 2배가 작용하게 된다. 위의 검토에서 각종 응력들이 대부분 허용응력의 1/2정도였으므로 이 경우에도 안전하다고 할 수 있으나 4)에서 부착강도와 5)에서 Base Plate의 휨응력에는 문제가 있음을 알 수 있다. 따라서 이 경우에는 달아내기 재의 간격을 좁히거나 앵커 볼트의 수를 늘리고 plate재를 보강하거나 하여야만 할 것이다. 이러한 단점들은 Wire rope를 사용 하므로써 쉽게 해결될 수 있다.

2. wire rope로 선단을 지지할 경우

wire rope로 선단을 지지했을 경우의 계산에 단면하중은 앞의 예제와 같다.



$$R_a = \frac{1}{180} (0.724 \times 180^2) \times \frac{1}{2} + 2203 \times (151.9 + 30) = 2292 \text{ kg}$$

$$R_b = 2245 \text{ kg}$$

식(6-15)에서 wire rope의 장력 T는

$$T = \frac{R_a}{\sin \theta} = \frac{2292}{\sin \theta} = 3241 \text{ kg}$$

이다. 이때 wire rope의 안전율은 rope에 재하되는 하중이 대부분 사하중이므로 4로 취한다. 따라서 사용 rope의 인장력은 다음 값 이상이어야 한다.

$$T_s = SF \cdot T = 4 \times 3241 \text{kg} = 12964 \text{kg}$$

(1) 내민재에 작용하는 최대 휨응력과 전단응력은

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{Z} = \frac{2203 \times 30 + \frac{1}{8} \times 72.4 \times 1.8 \times 180}{867} = 79 \text{kg/cm}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{Q}{h \cdot t_w} = \frac{2292}{25 \times 1.4} = 65.5 \text{kg/cm}^2$$

(2) Base-Plate와 H형강의 연결

이 경우에는 내민재가 안정되므로 H형강 web만을 볼트로 연결한다.

볼트가 받는 전단응력은 2개의 볼트로 연결하였다고 가정하면,

$$\tau = \frac{T}{2A_v} = \frac{2245}{2 \times 3.8} = 295.4 \text{kg/cm}^2 < \tau_{sa}$$

web판이 받는 지압응력

$$\tau_b = \frac{T}{2 \times 0.7 \times 2.2} = 566.9 \text{kg/cm}^2 < \tau_{ba}$$

(3) 지지점의 연결

B점은 앞의 예제와 달리 압축력을 받게되어 상당히 안정된다. 따라서 B점의 안전성 검토는 생략하며 C점의 안전에 대하여 검토한다.

C점에 작용하는 수평인장력은 T_h 는

$$T_h = 3241 \times \cos 45 = 2292 \text{kg}$$

따라서 연결 앵커의 지름은 2.2cm라 하면 앵커의 근입깊이 l_c 는 식(6-11)로부터

$$l_c = \frac{T}{2\tau_{sa} \cdot \pi \phi} = \frac{2292}{0.8 \times (210)^{0.5} \times 3.14 \times 2.2} = 14.3 \text{cm}$$

3. 경사통로 계산 예

그림 6.8과 같이 계단의 높이 7m, 경사각 30°, 계단의 단위중량 74kg/m, 등분포 활하중 120kg/m, 가설계단의 단면은 [-형강으로 [-100×50×5×7.5이며 단면 2차모멘트 $I=189\text{cm}^4$, 단면계수 $Z=38.7\text{cm}^3$ 이고, 띠장의 단면 H-250×250×9×14, H-형강말뚝의 단면 H-300×300×10×15, 내민재의 단면과 길이가 각각 H-250×250×9×14, 150cm일때 가설사다리의 안전을 검토한다. 단, 허용인장강도 $\sigma_{ss}=1300\text{kg/cm}^2$, 허용전단강도 $\tau_{ss}=1300\text{kg/cm}^2$ 이다.

(1) 가설계단 자체의 안전

A지점의 반력과 최대 휨모멘트는 식(6-21)과 식(6-22)에서

$$R_a = \frac{1}{2} (wL + P) = \frac{1}{2} \left(74 \times \frac{7}{\cos 60} + 120 \times \frac{7}{\cos 60} \right) = 1358\text{kg}$$

$$M_{\max} = \frac{L^2}{8} \left[W + \frac{P}{L} \right] = \frac{(7/\sin 60)^2}{8} \left[\frac{74}{\cos 60} + \frac{120}{\cos 60} \right] = 3168.7\text{kg/m}$$

따라서 최대 휨응력과 최대 전단응력은 식(6-23)과 식(6-24)로부터 다음과 같이 얻을 수 있으며 양쪽에 2개가 있음을 고려하면

$$\sigma_s = \frac{M_{\max}}{Z} = \frac{3168.7}{2 \times 38.7} = 40.94\text{kg/cm}^2 < \sigma_{ss}$$

$$\tau_{\max} = \frac{R_a}{h \cdot t_w} = \frac{1358}{2 \times 10 \times 5} = 135.8\text{kg/cm}^2 < \tau_{ss}$$

(2) 가설계단 상부 결합의 안전 검토

그림 6.8에서 띠장의 flange와 H-형강 말뚝의 접측면을 모두 용접한다고 가정하면 이때의 전단응력은,

$$\tau_{\max} = \frac{R_a}{b_f \cdot t_w} = \frac{1358}{2 \times 30 \times 1.4} = 16.2\text{kg/cm}^2 \ll \tau_{ss}$$

맞댄 용접의 최소 용접길이 L_w 는 식(6-5)로부터 얻을 수 있다.

$$L_w = \frac{R_a}{t_w \cdot \tau_{ss}} = \frac{1358}{0.75 \times 1000} = 1.9\text{cm}$$

(3) 가설계단 연속부(계단참)의 안전

가설계단 중간부는 상부 사다리와 하부 사다리의 하중이 동시에 작용하므로 이들 두하중에 의하여 작용하는 반력 R_b 는 식(6.26)에서 얻을 수 있으며 상하부 사다리 조건이 같으므로

$$R_b = 2 \times R_b = 2 \times 1358 = 2716 \text{ kg}$$

따라서 그림 6.9에서 H-형강 말뚝과 내민재의 결합부는 맞댄 용접으로 하며 이 결합부에 발생하는 최대인장응력과 전단응력은 식(6-27)과 식(6-28)로부터 얻을 수 있다.

$$\sigma_s = \frac{R_b \cdot a}{h_o \cdot t_f \cdot b_f} = \frac{2716 \times 150}{2 \times (25 - 1.4) \times 1.4 \times 25} = 246.6 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ss}$$

$$\tau_{\max} = \frac{R_b}{L_w \cdot t_w} = \frac{2716}{2 \times (25 - 2 \times 0.9 - 2 \times 1.4) \times 0.9 \times 0.707} = 104.6 < \tau_{ss}$$

여기서 안전여유가 상당히 많으므로 내민재의 최소 용접길이는 다음과 같이 계산할 수 있다.

(가) 한개의 내민재에서 상하 flange의 최소 용접길이 L_f 는

$$L_f = \frac{R_b \cdot a}{h_o \cdot t_w \cdot \sigma_{ss}} = \frac{2716 \times 150}{2 \times (25 - 1.4) \times 1.4 \times 1300} = 4.25 \text{ cm} < 5 \text{ cm}$$

(나) 한개의 내민재에서 web의 최소 용접길이 L_w 는

$$L_w = \frac{R_b}{t_w \cdot \tau_{ss}} = \frac{2716}{1.4 \times 0.707 \times 1000} = 4.3 \text{ cm} < 5 \text{ cm}$$

부록2. 강관비계시스템과 강관틀조립비계 조립시스템의 공사비 비교예

목 차

1. 개 요	99
2. 공사비 산출도면	100
3. 가설기자재의 규격	101
4. 표준품셈 산출근거	102
5. 실제 소요물량 산출	103
6. 실제 소요물량 대비 공사비	105
7. 표준품셈에 의한 공사비 비교	106
8. 소 결	107

1. 개 요

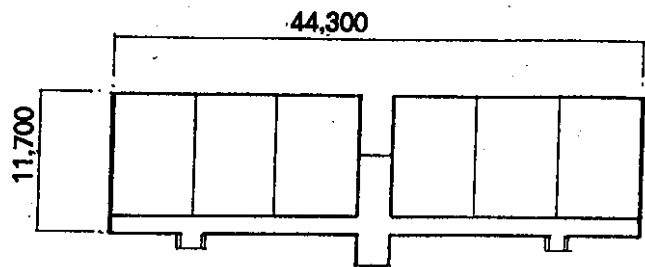
일반적으로 건설공사에서는 기초시공 단계에서 구체의 세워짐, 외벽마무리의 단계까지 공사의 진척에 따라, 시공대상물에 근접작업을 안전하고 용이하게 될 수 있도록 비계를 설치하는 것이 필요하다.

비계는 건설공사에 있어서 작업자가 지상 또는 작업발판으로부터 작업이 불가능한 고소의 작업을 위해 조립되어진 작업발판이나 작업통로를 목적으로 하는 가설구조물(시공설비)로서 그 종류를 구분하면, 비계용강관과 전용의 부속 철물을 이용하여 치수를 자유로이 바꾸어 조립하는 것이 가능한 강관비계시스템과 비계의 구성부재를 미리 공장에서 생산하고 이것을 현장에서 조립하여 사용하는 강관틀비계시스템으로 크게 분류된다.

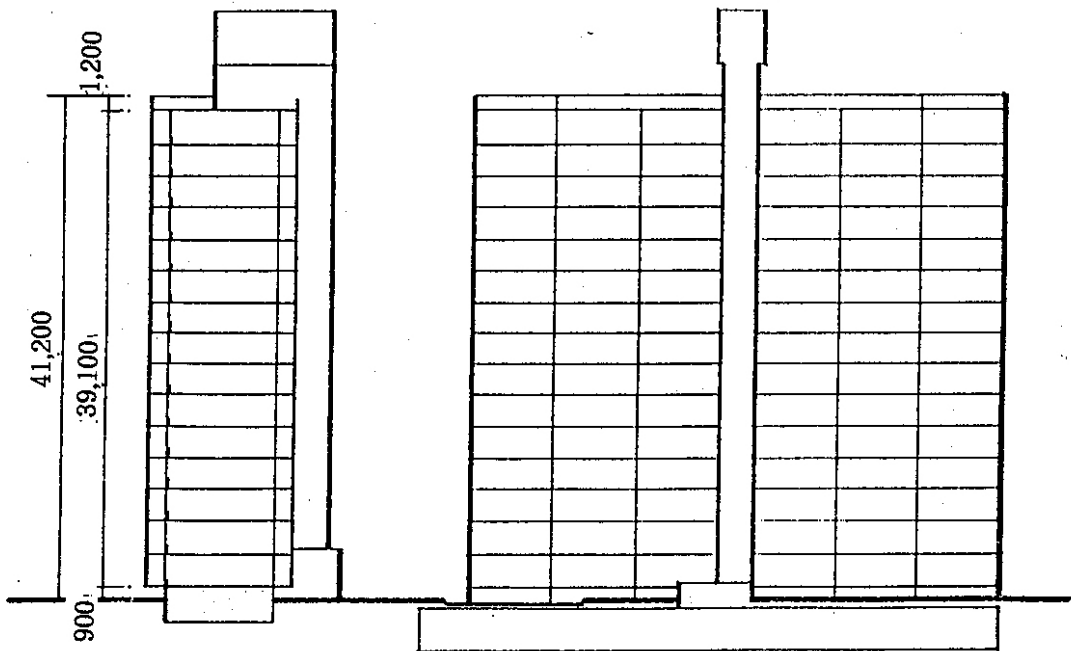
이 장에서는 사업자 등이 강구해야 하는 조치의무로서 산업안전기준에 관한 규칙 제 6편 제 2장 비계 제 386조부터 제 481조에 규정과 또한 산업안전보건법 제 33조(유해·위험기계기구의 방호조치)3항과 이에 따른 노동부 고시 제 91-101호 “가설기자재 성능검정규격”의 규정에 맞추어 사용자 측의 관점에서 강관비계 및 강관틀비계의 조립사용에 따른 공사비를 비교하여 보았다.

비교된 공사비는 실제 아파트 공사현장의 15층 아파트의 견적 품으로서 건설부 표준품셈표에 의해 산출하고 또한 실제 설계에서 소요되는 물량을 산출하여 보았으며 각각에 대한 공사비를 산출하여 강관비계, 틀비계를 비교하고, 틀비계에서는 백관 틀비계, 용융아연도 틀비계를 비교하였고 또한 가설 기자재의 구입사용과 임대사용에 따른 공사비를 비교하여 보았다.

2. 공사비 산출도면



평 면 도



좌 측 면 도

입 면 도

3. 가설기자재의 규격

노동부 고시 제 91~101호 “가설기자재 성능검정규격”의 규격

품 목	규 격			
	지 림	두 께	재 질	비고(당사)
1. 파이프써포트	내관48.3 ϕ 이상 외관60.2 ϕ 이상	2.2 ϕ 이상 2.2 ϕ 이상	SPS 51 SPS 51	2.4T이상 2.4T이상
2. 단관비계	48.3 ϕ 이상	2.1 ϕ 이상	SPS 51	"
3. 강관틀비계				2.3T이상
주틀(수직)	48.3 ϕ 이상	2.2 ϕ 이상	SPS 51	1.75이상
교차가세	21.4 ϕ 이상	1.7 ϕ 이상	SPS 41	2.3이상
띠장틀(수평)	띠장틀 42.3 ϕ 이상	2.2 ϕ 이상	SPS 51	2.1이상
버팀재	33.7 ϕ 이상	2.2 ϕ 이상	SPS 41	단관비계용도
작업발판			바닥재 SHPI $\times$ S42 수평재 및 보재 SHPI	같음
4. 선반지주 (BRACKET)		1.7 ϕ 이상	SS 34	
5. 연결철물 (JOINT)		2.2 ϕ 이상	SPP	
6. 받침철물 (BASE)		받침판2.2 ϕ 이상 받침판5.4 ϕ 이상	SPP SS 34	
7. 조임철물 (CLAMP)	볼트너트 및 핀 9.0 ϕ 이상	본체 및 덮개 3.0 ϕ 이상	SHPI 2 SS 34	
8. 벽연결철물			SS 34	

지름 및 두께는 명목상의 수치에 불구하고 실측에 의한 수치로 하며 본 내용과 별도로 제품의 성능시험에 합격하여야 함.

4. 표준품셈 산출근거

2-8 파이프 비계(강관비계)

(共) 1. 강관비계매기

(m² 당)

구 분	규 격	단위	수량	비 고
강관	48.6mm × 2.4mm	m	3.99	
이음철물		개	0.5	
조임철물	직교·자재	개	2.08	
받침철물		개	0.04	
철물	앵커용	개	0.04	
비계공	조립·해체	인	0.10	

(共) 2. 강관틀 비계매기

(m² 당)

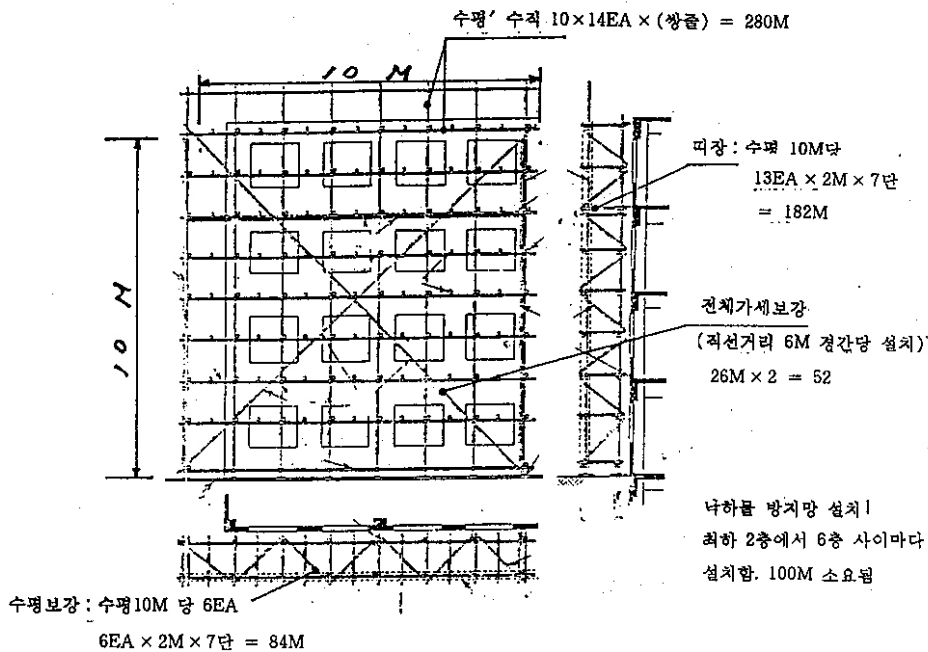
구 분	규 격	단위	수량	비 고
비계기본틀(기둥)	1.2m × 1.9m	개	0.36	
비계장선틀	1.0m × 1.9m	개	0.34	
가새	1.2m × 1.9m	개	0.68	
조절받침철물		개	0.04	
이음철물	삼입거리	개	0.68	
철물	앵커용	개	0.04	
비계공	인		0.06	

가설 및 철거품이 포함되어 있는 것이다.

5. 실제 소요물량 산출

가. 강관비계

1) 설치표준



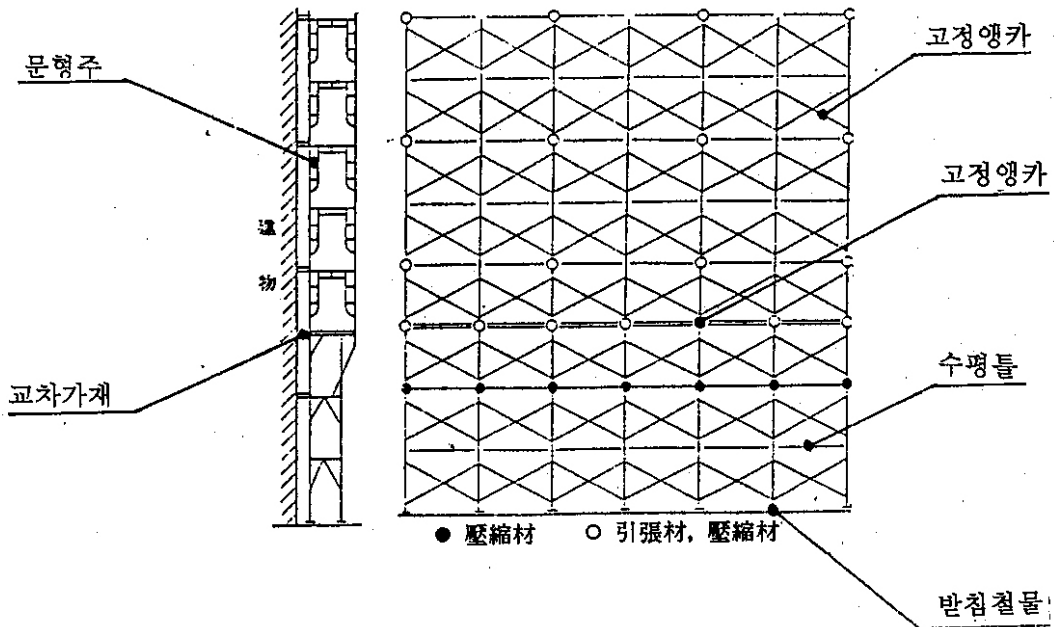
*** 단판은 $100m^2$ 당 700M가 소요됨.(따라서 $1m^2$ 당 7M) ***

2) 소요물량

품 목	m ² 당 소요물량	단위	면 적	필요물량	비 고
강 관	7	M	5,056m ²	35,392	
연 결 핀	0.5	EA	"	2,528	
클 램 프	2.08	"	"	10,517	
반 침 철 물	0.03	"	"	152	
고 정 앵 카	0.04	"	"	203	

나. 강관틀비계

1) 설치표준



*** 문형주 100m²당 30EA × 할증 1.07 = 32EA 소요(따라서 m²당 0.32EA)

2) 소요물량

품 목	m ² 당 소요물량	단위	면 적	필요물량	비 고
문 형 주	0.32	EA	5,056m ²	1,618	
수 평	0.31	"	"	1,568	
가 세	0.6147	"	"	3,108	
연 결 편	0.6147	"	"	3,108	
받 침 철 물	0.026	"	"	132	
고 정 앵 카	0.04	"	"	203	

6. 실제 소요물량 대비 공사비

공 정	품 목	단관 파이프		백관 볼비계		용융아연도 볼비계		비고
		수 량	금 액	수 량	금 액	수 량	금 액	
단관	강 관	35,392	48,840,960		15,829,020			
쌍줄	연 결 핀	2,528	1,607,808		14,635,540			
	클 램 프	10,517	7,361,900		8,174,040			
	받침철물	156	530,400		1,398,600			
	고정앵카	203	1,827,000		448,800			
	시 공 비	5,056	16,684,800		1,827,00			
					11,123,200			
	문 형 주			1,620			20,412,000	
	수 평			1,570			16,485,000	
	가 세			3,108			8,391,600	
	연 결 핀			3,108			1,864,800	
	받침철물			132			448,800	
	고정앵카			203			1,827,000	
	시 공 비			5,056			11,123,200	
			76,852,868		53,436,200		60,552,400	

7. 표준품셈에 의한 공사비 비교

공정	품목	단가 비교 (품세표 기준)										비고	
		단관 IPE		단관틀비계		용융아연도틀비계		임		대			
		수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액		
단관쌍줄	강관	20.174/M	27,840,120										
	연결핀	2,582/EA	1,643,200										
	클램프	10,517/EA	7,361,900										
	반침철물	203/EA	690,200										
	고정앵카	203/EA	1,827,000										
	시공비	5,056/㎡	16,684,800										
단관틀비계 용융아연도 틀비계 (임대)	문형주평			1,821/EA	17,792,991	⇨	22,944,600	⇨	12,685,086				
	수평			1,719/EA	16,024,518	⇨	18,049,500	⇨	8,825,346				
	가			3,439/EA	9,044,570	⇨	9,285,300	⇨	8,253,600				
	연결핀			3,439/EA	1,547,550	⇨	2,063,400	⇨	2,063,400				
	반침철물			203/EA	690,200	⇨	690,200	⇨	456,750				
	고정앵카			203/EA	1,827,000	⇨	1,827,000	⇨	1,035,300				
	시공비			5,056/㎡	11,123,200	5,056/㎡	11,123,200	5,056/㎡	11,123,200				
			56,047,220		58,050,019		65,983,200		44,442,682				

8. 소 결

비교된 공사비는 검토결과 강관비계의 사용이나 강관틀비계의 사용에 차이가 별로 없었으며, 임대사용의 경우는 실제 공사비면에서 구입사용에 비해 약 30%이상이나 공사비가 절감됨을 알 수 있다.

또한 상기 검토결과 공사비뿐만 아니라 현장에서의 가설재 관리, 설치해체에 따른 인건비등 제반 문제에 있어서도 강관비계보다는 강관틀비계의 구입사용이나 임대사용의 유리함을 보임으로서 가설비계의 설치사용에 따른 각종 안전사고 예방차원에서

첫째. 현장에서 강관비계의 사용보다는 법정 검정을 필한 강관틀비계의 사용을 적극 권장하여야 하고

둘째. 가설기자재 생산기업이나 임대사업, 관련단체를 제도적으로 육성 발전시켜야 하겠으며

셋째. 관련법규 또한 시대적 호응에 부합하여 연구개발을 거듭하며 보완 발전을 필요로 한다.

工事用 假設通路 設置使用에 關한 研究
(연구보고서 토건 92-1-28)

발행일 : 1992. 12. 31

발행인 : 원 장 徐 相 學

연구자 : 책임연구원 박일철

발행처 : 한국산업안전공단

산업안전연구원

토목·건축연구실

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4

전 화 : (032) 518 - 6484 / 6

비매품