

단관비계의 안전성에 관한 연구

안 병 수

(사)한국건설안전기술협회

건축진단부 과장

1. 서 론

건설업의 산업재해를 사고 유형별로 분류하면 추락, 진도, 낙하물과 날아오는 물체에 맞음 등이 가장 많은 비율을 차지하고 있으며 이들은 주로 가설구조물에서 발생한 것이며, 비계를 비롯한 가설구조물은 일시적인 사용을 위하여 조립, 해체되는 것으로 구조, 설계, 시공 측면에서도 소홀히 다루어져 안전성 확보에 문제점이 많다.

특히 비계 등 가설구조물은 계획 당시부터 세워져야 할 지반의 상태나 조건, 본구조물의 높이, 평면형태, 비계에서의 작업시 최대하중, 풍압, 벽연결 등 위험성을 예상하여 계획을 수립해야 함에도 불구하고 설계·시공상의 무관심, 설치기준의 미제정, 기술자료의 불비 등으로 인하여 설치, 사용 및 해체시 문제점이 많이 노출되어 추락, 진도 등 재래형(在來型) 산업재해가 빈발하고 있다.

따라서 본논문에서는 건축 현장의 주요 가설구조물인 비계에 대하여 설치, 사용되는 실태를 파악하고 잠재 위험성을 적출하여 보다 실질적으로 현장 근로자가 안전하게 작업할 수 있는 방안과

비계구조물을 보다 안전하게 조립, 유지하여 궁극적으로 건설업의 산업재해를 예방하는 데 필요한 기초자료를 제시코자 하였다.

2. 연구범위

공사용 가설구조물에서의 산업재해를 방지하기 위하여 실제 건설공사 현장에서 조립사용중인 가설구조물 중에서 비계에 대하여 현장을 조사하여 사용빈도가 가장 높은 비계형식을 파악하고, 설문 을 통해 이에 대한 하중 정도와 비계의 재질을 조사하여 구조계산을 위한 입력자료로 삼았다.

연구방법 및 순서는 다음과 같다.

- 1) 기존의 문헌 및 현장 예비조사를 통한 연구 범위 결정
- 2) 기 연구된 문헌 및 국내·외 가설비계 안전 지침내용 검토
- 3) 가설구조물상에서의 중대재해사례 분석
- 4) 현장 실태 조사를 통한 가설비계 설치 사용 문제점 도출
- 5) 구조계산을 통한 안전성 검토

3. 비계의 재질 및 시공상태 조사 결과

(1) 비계의 재질 및 형식

표 1. 비계의 재질 및 형식(현장조사)

재료	외 줄 형		쌍 줄 형	
	철 선 (비계연결재료)	커플러	철 선	커플러
목재비계	3(3.3%)	-	-	-
단관틀비계	-	37(42.2%)	-	44(48.9%)
강관틀비계	-	-	-	6(5.6%)

표 2. 비계의 재질 및 형식(설문조사)

재료	외 줄 형		쌍 줄 형	
	철 선 (비계연결재료)	커플러	철 선	커플러
목재비계	26(2.4%)	-	-	-
단관틀비계	-	536(49.5%)	-	464(42.8%)
강관틀비계	-	-	-	58(5.4%)

(2) 비계의 설계 및 시공

표 3. 비계의 재질 및 시공현황(현장조사)

구분	설 계 사		시 공 사		현장에서 임의로 시 행
	전문 ENG	기 타	전문 ENG	기 타	
설 계	-	-	-	2(2.2%)	7(7.8%)
시공, 감독	-	-	-	-	21(23.3%)
도 급	-	5(5.6%)	7(7.8%)	2(2.2%)	46(51.5%)

표 4. 비계의 설계 및 시공현황(설문조사)

구분	설 계 사		시 공 사		현장에서 임의로 시 행
	전문 ENG	기 타	전문 ENG	기 타	
설 계	-	-	-	10	92(8.5%)
시공, 감독	-	-	-	-	416(38.4%)
도 급	6(0.5%)	32(3.0%)	68(6.3%)	21(1.9%)	439(40.5%)

(3) 비계 밀받침부 처리

표 5. 비계의 밀받침 현황(현장조사)

구 분	Base Plate	구조물 바 닷	합판조각	브라켓으로 처 리	각형나무 조 각	P. S. P	기 타
계 (100%)	7 (7.8%)	16 (17.8%)	29 (32.2%)	18 (20.8%)	17 (18.9%)	-	3 (3.3%)

표 6. 비계의 밀받침 현황(설문조사)

구 분	Base Plate	구조물 바 닷	합판조각	브라켓으로 처 리	각형나무 조 각	P. S. P	기 타
계 (100%)	68 (6.3%)	18 (10.90%)	305 (28.1%)	184 (28.1%)	287 (26.5%)	2 (0.2%)	55 (5.1%)

(4) 비계의 설치간격(현장조사만 실시)

표 7. 기둥간격 조사 결과

구분 간격(m)	기둥간격	
	길이(장선 방향)	폭(띠장 방향)
~0.8m	—	12(13.3%)
0.9m	2(2.2%)	15(16.7%)
1.3m	13(14.4%)	21(23.3%)
1.5m	39(43.3%)	23(25.6%)
1.8m	28(31.1%)	14(15.6%)
1.8m 이상	7(7.8%)	5(5.5%)
계	90(100%)	90(100%)

표 8. 벽 연결간격 조사 결과

구분 간격(m)	벽면 최소정착간격(벽면질 앵커 설치간격)	
	수	평
5.0m 미만	—	5(5.6%)
5.0m	48(53.3%)	36(40.0%)
6~9m	25(27.8%)	41(45.6%)
10m 이상	17(18.9%)	8(8.9%)
계	90(100%)	90(100%)

표 9. 층간높이 및 장선간격 조사 결과

구분 간격(m)	층간높이		장선간격
	1층	2층 이상	
1.5m 미만	—	—	5(5.6%)
1.5m	36(30.0%)	46(51.1%)	71(78.9%)
1.8m	6(6.7%)	36(40.0%)	6(6.7%)
1.8m 초과	48(53.3%)	8(8.9%)	8(8.9%)
계	90(100%)	90(100%)	90(100%)

표 10. 가새의 설치 여부 조사 결과

구분 거리(m)	가새 설치 여부	
	전면(장선 방향)	측면(띠장 방향)
기둥간격 10m 이내	64(71.1%)	57(63.3%)
기둥간격 10m 초과	4(6.7%)	9(10.0%)
미 설치	18(20.0%)	24(26.7%)
계	90(100%)	90(100%)

(5) 비계의 성능검정품 사용 여부

비계의 성능검정품 사용 여부는 그림 2-12, 2-13과 같으며, 성능검정품이 아닌 재료를 사용하는

경우가 20.0%, 18.3%로 조사되었는데 이는 강도 등 문제점이 내포되어 있으므로 사고의 가능성이 높을 것으로 예상되므로 비계의 재료는 건축공사 표준시방서 또는 KS F8002에서 명시한 재질

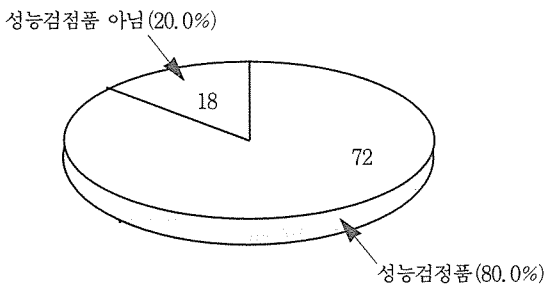


그림 1. 비계의 성능검정품 사용 현황(현장조사)

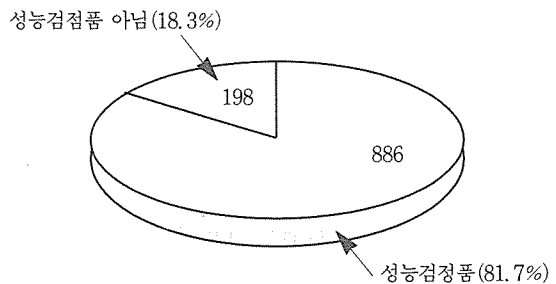


그림 2. 비계의 성능검정품 사용 현황(설문조사)

의 강관 및 부속철물을 사용해야 한다.

(6) 부적정재료 검사 시행 여부

대부분의 현장에서 현장소장, 안전관리자의 육안에 의해 검사를 하고 있으며 설문조사 대상자 중 0.7%만이 검사장비를 사용하는 것으로 나타났다.

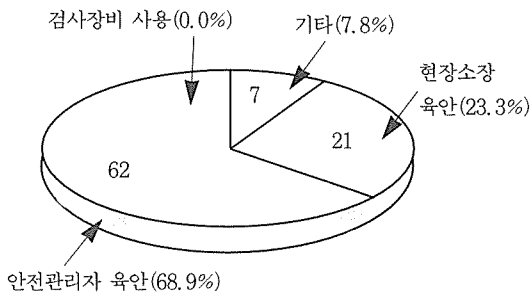


그림 3. 재료검사 현황(현장조사)

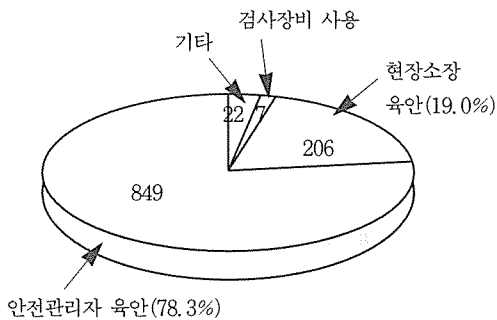


그림 4. 재료검사 현황(설문조사)

4. 단관비계 구조계산 검토 결과

단관비계에 대한 고정하중과 적재하중을 계산하고 이를 토대로 Computer 계산에 의하여 비계 구조에 대한 안전관계치를 도출하였다.

단관재질은 $\phi 48.6 \times 2.4$ (3종 STK51)과 발판재는 합판발판(24cm×3.0cm×400cm, 4개)에 200kg의 중앙집중하중과 자중(0.06kg/cm)가 작

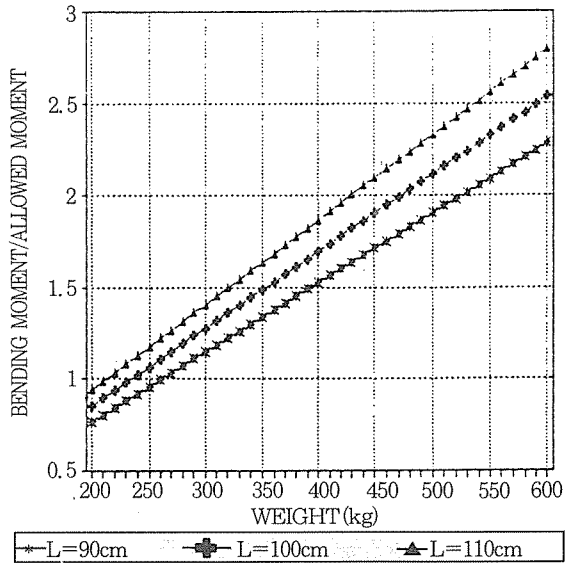


그림 4-1. 발판 간격 검토결과

용한다고 가정함.

발판가로대 간격 90cm이고 작업하중 260kg 이상일 때, 발판가로대 간격 100cm이고 작업하중 230kg 이상일 때, 발판가로대 간격 110cm 이고 작업하중 210kg 이상일 때, 발판가로대 간격

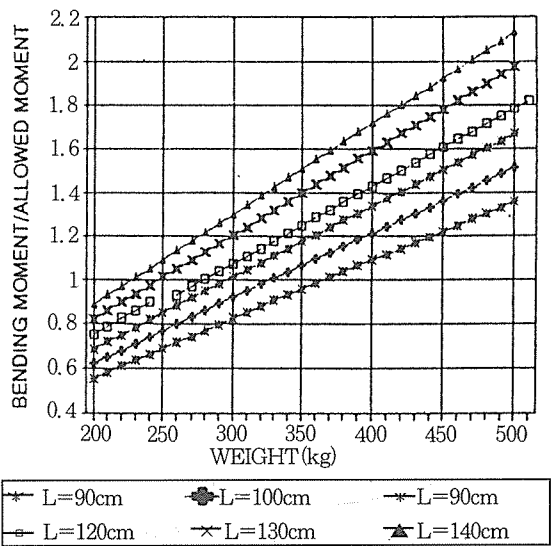


그림 4-2. 발판간격 검토 결과

110cm 이상일 경우, 200kg 이상의 하중일 때 안전성이 결여된다.

가로대 장선방향 간격 110cm 이상이고 작업하중 290kg 이상일 때, 가로대 장선방향 간격 120cm 이상이고 작업하중 260kg 이상일 때, 가로대 장선방향 간격 130cm 이상이고 작업하중 240kg 이상일 때, 가로대 장선방향 간격 140cm 이상이고 작업하중 220kg 이상일 때, 가로대 장선방향 간격 150cm 이상이고 작업하중 210kg 이상일 때 안전성이 결여된다.

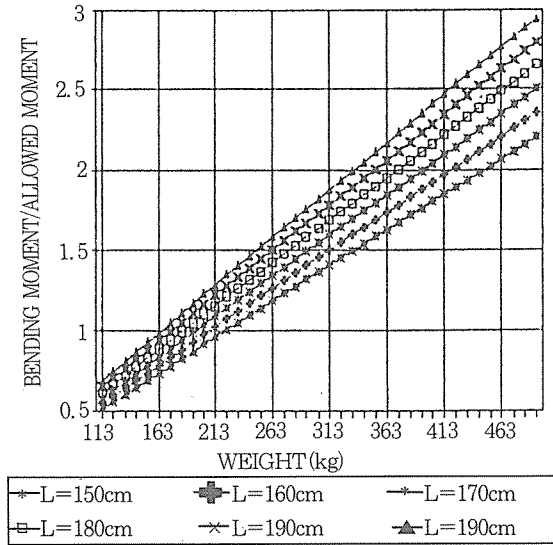


그림 4-3. 비계기둥간격 검토 결과

기둥간격 160cm이고 작업하중 203kg 이상일 때, 기둥간격 170cm이고 작업하중 193kg 이상일 때, 안정성이 결여된다.

5. 결 론

1993년도에 가설구조물에서 발생한 91건의 중대재해를 분석한 결과, 직종별로 재해발생 현황은 형틀목공과 비계공이 차지하는 비율이 53.84%로 가장 높게 나타나고, 가설구조물의 조립 해체 작

업시 발생한 재해가 차지하는 비율이 42.7%로 가장 높게 나타났으므로 여기에 관련된 안전방호조치와 안전교육이 절실히 요구된다.

가설구조물 중 비계의 실태와 문제점을 파악하기 위하여 90개 현장을 선정하여 직접 현장을 방문 조사하고, (사)한국건설안전협회의 안전관리자 양성과정 수강생 1,084명에게 설문조사한 결과 비계의 설계 시공은 80% 이상이 현장에서 임의로 시행되고 있으며, 비계의 밑받침 전용 철물인 BASE PLATE를 사용하는 현장이 6~7%에 불과하였고 비계의 설치간격 준수, 가새의 설치 및 성능검정품 사용 등 안전지침을 준수하지 않은 현장이 20% 이상 되는 것으로 조사 분석되었다. 따라서 사전 안전성 심사를 강화하고 관계자의 현장 확인 점검 등 사고가 발생하기 전 안전조치를 완료하고 작업할 수 있도록 사전 안전대책을 위한 제도적인 규제가 필요하다.

현장조사 결과와 설문조사 결과 단관비계의 설치시공상태가 안전성 확보에 문제점이 많은 것으로 나타나 본논문에서는 현장에서 주로 사용하고 있는 단관 $\phi 48.6 \times 2.4$ (3종 STK51) 사용과 합판 발판에 200kg의 중앙집중하중과 발판자중 ($W = 0.06\text{kg/cm}$)이 작용한다고 가정할 때 이를 컴퓨터 프로그램에 의한 구조계산을 통해 검토한 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 합판 발판 가로대간격이 110cm 이상일 때 안정성이 결여되며
- 2) 가로대 장선방향 간격 검토 결과 150cm 이상이고 210kg 이상 하중일 때 안전성이 결여된다.
- 3) 기둥간격 검토 결과 간격이 170cm 이상이고 200kg 이상의 작업하중일 때 안전성이 결여된다.

〈참고문헌〉

- [1] 이영섭 외 : 건설재해방지를 위한 가설구조물 표준모델 개발 연구(2차년도) 비계의 표준모델, 국립노동과학연구소 (pp. 60~68), (pp. 130~153) 1987. 9
- [2] 한국산업안전공단 : '93년도 중대재해사례 속보 건설안전부편
- [3] Robert T. Ratay, "Handbook of temporary Structures in Construction," McGraw-Hill, 1984
- [4] ANSI A 10. 8, "Safety Requirements for Scaffolding," 1981
- [5] 노동부 : 산업안전보건법 : 노동부 고시
- 가설공사 표준안전작업지침 (고시 92-49호)
- 추락재해방지 표준안전작업지침 (고시 92-50호)
- 가설기자재 성능검정규격 (고시 제 91-101호)
- [6] (주)대우 : 비계와 통로 (pp. 18~19, pp. 29~50) 1990. 12
- [7] 김상곤 편저 : 가설구조물 설계, 건설문화사 (pp. 62~67) 1990
- [8] 김규석 저 : 최신 철골구조학 (pp. 110~111) 기문당 1980. 3
- [9] 한국산업안전공단 : 건설공사 표준안전작업 : 가설공사편 1989.
- [10] 한국건설안전기술협회 : 제4회 건설안전세미나 1993. 7

눈길마다 안전확인
손길마다 안전점검