

철골작업 추락방지시설에 관한 연구

1992. 12. 31



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 “92산업안전연구사업”의 일환으로 수행한 “도심지 대형건축공사의 안전시공에 관한 연구 (철골작업 추락방지시설 및 철골작업안전대 부착시설)”의 최종보고서로 제출합니다.

1992. 12. 31

주관연구부서 : 산업안전연구원

토목건축연구실

연구수행자 : 책임연구원 안홍섭

머 리 말

최근의 建設産業은 新都市建設, 地下鐵工事 등 建設工事의 量的인 增加에 따른 建設勞動者의 不足現狀과 工事性格의 大規模化・複雜化・高層化로 政府의 강력한 施策과 産業安全公團을 비롯한 有關機關 및 一線業界의 努力에도 불구하고 産業災害가 急増하여 전제 産業災害의 1/3을 점하고 있으며, 災害率 및 災害強度에 있어서도 他産業은 大幅的인 減少趨勢임에 반하여 建設業은 아직도 增加 또는 停滯狀態에 있다.

또한 工事의 大規模화와 工期短縮에 대한 社會的 要請으로 建設構造物의 構造材로 鋼材가 一般化되어 建設作業에서 鐵骨作業이 차지하는 比重이 커지고 있으며 이에 따라 鐵骨作業中の 災害도 빈번하게 발생하여 우리 公團에서 집계한 건설업의 '92년도 상반기 職種別 重大災害 統計에서도 鐵骨工이 首位를 차지하였으며 災害형태는 대부분이 墜落이었다.

이러한 여건하에서 늦은 감이 있으나 鐵骨作業의 墜落防止對策을 다룬 본 報告書는 建設現場의 災害豫防에 기여가 클 것으로 보며, 報告書의 構成도 鐵骨作業現場의 指針書로 活用될 수 있도록 墜落防止를 위한 技術的 對策은 별도의 附錄으로 編輯하였으므로 關聯業界의 많은 活用이 있기를 기대한다.

1992. 12. 31

産業安全研究院長 徐 相 學

목 차

제1장 서론	7
1. 연구 목적	7
2. 연구 기간	8
3. 연구 방법 및 범위	8
제2장 철골작업분석	10
1. 철골공사 공정	10
가. 작업순서	10
나. 작업조직	10
2. 철골작업분석	11
3. 소결; 철골작업의 추락유발요인	16
제3장 관련 규정 및 기술지침	18
1. 우리나라의 관련 규정 및 지침	18
2. 외국의 철골작업 안전기준	19
가. 미국	19
나. 일본	21
3. 소결; 기술기준 보완방향	22
제4장 철골작업 추락재해요인	23
1. 재해통계	23
가. 철골작업의 재해비중	23
나. 공정별 추락재해 발생비율	24
2. 재해사례분석	24
가. 재해사례 개요	24
나. 재해사례 분석	25
3. 소결; 설비적 추락방지대책의 중요성	25

제5장 철골현장 추락방지설비 실태	27
1. 실태조사 개요	27
2. 철골작업 수행방식	27
가. 도급방식	27
나. 인력 및 건립장비	28
3. 추락방지설비 설치 및 이용실태	28
가. 가설비계	28
(1) 작업통로	28
(2) 작업발판	31
나. 안전대 및 안전대 부착설비	31
(1) 안전대의 착용 및 사용	31
(2) 안전대 부착설비	32
다. 추락방지용 방망	36
4. 추락방지설비 생산 및 유통 현황	36
가. 추락방지용 가설기자재	36
나. 안전대 및 보조설비	37
5. 추락방지설비의 문제점 및 개선방향	37
가. 문제점	37
나. 개선방향	38
 제6장 결 론	 41
 참고문헌	 43
 <부록> 철골작업 추락방지설비 기술지침	 45

표 목 차

표 1-1. 철골구조의 용도별 구분	8
표 2-1. 철골작업 내용	13
표 3-1. 우리나라의 철골작업 추락재해 관련 규정 및 지침	18
표 4-1. 건설업의 1992년 상반기 중대재해 직종별 피해자 분포	23
표 4-2. 철골작업의 추락재해사례 개요	26

그림목차

<그림 1-1>	연구흐름도	9
<그림 2-1>	일반적인 건축철골건립 순서	10
<그림 2-2>	철골공사 현장조직 및 인원편성 예	11
<그림 2-3>	철골작업 작업동작 단위	12
<그림 2-4>	철골작업 위험동작 예	15
<그림 4-1>	철골공사의 작업별 추락재해 발생비율(일본 : 1991)	24
<그림 5-1>	수직이동통로 예	30
<그림 5-2>	불안전한 현장간이제작 작업발판	33
<그림 5-3>	지지로우프 설치방법	35

제 1 장 서 론

1. 연구목적

강재는 화재나 부식에는 약하지만, 고강도, 균질성, 탄성, 내구성, 연성, 인성, 피로강도 등 구조재로서의 물성이 우수하고 소재생산 및 가공기술의 발달로 치수와 형상이 다양하여, 구조물의 주요구조재로 많이 사용되고 있다. 또한 강구조는 일반의 철근콘크리트구조에 비해 연결이 간단하고, 사전조립이 가능하며, 가설속도가 빠르고, 중설이 용이하다는 등 시공의 편리성으로 프리캐브에 의한 성력화(省力化)와 공기단축이 가능하여 고층화, 대형화로 장기의 공사기간이 소요되는 건축물의 구조재로 일반화되고 있다.

이에 따라 건축철골작업량도 증가하고 있는데 철골작업은 작업의 속성상 작업발판이 충분히 마련되지 않은 공중에서 양중설비에 의해 중량의 선형부재를 취급하는 작업이며, 작업발판이나 작업통로 등 안전시설의 효과적 설치 및 활용이 어렵고, 육체적·심리적 부담도 큰 작업으로서 추락재해 유발가능성이 높다.

한국산업안전공단의 1992년도 상반기 중대재해 조사결과에서도 직종별 사망자의 비율중 철골공이 전체사망자의 27%로 가장 높은 비중을 차지하여 철골작업에 대한 집중적 안전대책의 필요성을 입증해주고 있다.¹⁾ 따라서 본연구에서는 건축공사에서 철골조립작업시 발생가능한 추락재해에 대하여 발생원인을 규명하여, 안전한 작업이 이루어질 수 있는 가설설비의 활용을 위한 지침을 제시함으로써, 추락재해를 예방함과 동시에 현장작업조건의 개선에 기여하고자 한다.

¹⁾ 본문 제4장 '1. 재해통계' 참조

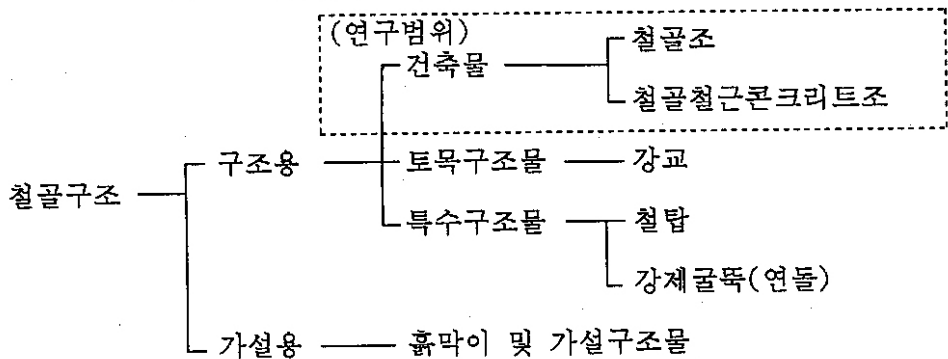
2. 연구기간

1992. 4. 1. - 1992. 12. 31.

3. 연구 방법 및 범위

철골구조물을 강재의 용도로 구분하면 가설용으로는 흙막이, 가설구조물 등이 있고 본 구조물로는 건축물의 철골구조, 철골철근콘크리트구조와 토목구조인 강교, 그리고 특수구조물로 철탑, 강제굴뚝(연돌) 등이 있다. 본연구에서는 주요구조재로 강재가 사용되는 철골조 및 철골철근콘크리트조인 건축물의 철골부재의 조립작업 및 조립을 위한 작업자의 이동중 발생가능한 추락재해의 방지를 위한 대책으로서 추락방지설비를 중심으로 기술한다.

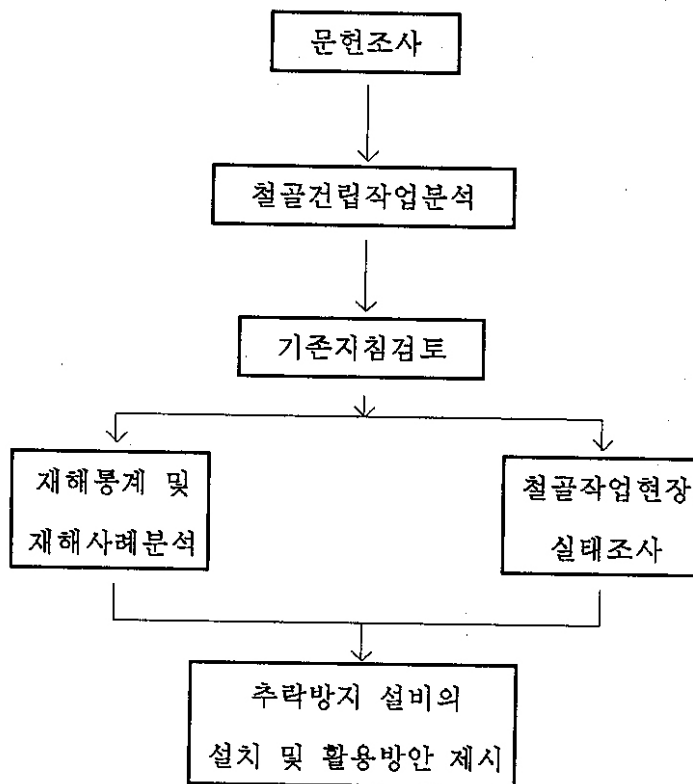
표 1-1. 철골구조의 용도별 구분 (연구범위)



앵커볼트매입, 기초상부처리 등 추락이 일어날 수 없는 지상작업과 철골의 현장도장작업은 연구범위에서 제외하며, 또한 트러스, 경량철골 등의 조립중에 철골구조자체의 도파에 의한 재해도 발생하고 있으나 안전설비에 기인한 문제라기보다는 공사단계에서의 구조적 안전성 문제로서 본연구에서는 논외로 한다.

연구의 방법 및 순서는 다음과 같다.

- (1) 작업분석을 통하여 철골건립작업의 특수성 및 위험성을 고찰한다.
- (2) 추락방지를 위한 국내외의 안전작업지침의 철골작업 적용성을 검토한다.
- (3) 재해통계 및 재해사례분석을 통하여 추락재해의 원인을 분석한다.
- (4) 현장실태조사를 통하여 추락방지시설의 문제점을 도출한다.
- (5) 추락방지시설의 설치 및 활용 개선방안을 제시한다.



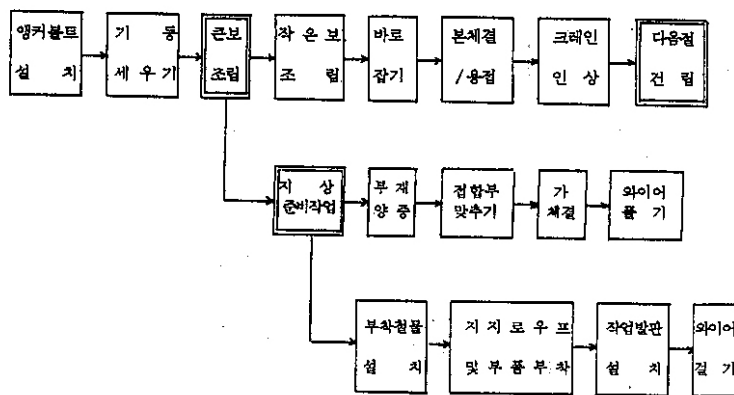
<그림 1-1> 연구흐름도

제 2 장 철골작업분석

1. 철골공사 공정

가. 작업순서

건축철골작업은 가구형식, 부재 접합방법, 건물의 형상 및 규모, 건립공법 등에 따라 차이는 있으나, 일반적으로 타워크레인 인상(Climbing)-설치작업(부재의 양중, 맞추기, 가조립, 절기와이어 풀기)-교정작업(바로세우기)-볼트체결-용접작업-검사-데크플레이트설치 순서로 진행된다(<그림 2-1> 일반적인 건축철골건립순서 참조). 데크플레이트설치까지의 모든 작업이 공중의 선형부재위에서 이루어지며, 특히 부재의 조립작업은 구조부재 자체를 이어나가는 최일선의 작업으로서 근로자가 추락할 위험이 대단히 높다.



<그림 2-1> 일반적인 건축철골건립 순서

나. 작업조직

철골공사현장의 조직은 현장소장을 정점으로 -공사부장-공사과장-담당기사의 관리조직을 갖고, 실제작업은 철골공사전문업체의 현장소장을 책임자로

하여 작업반장의 지휘하에 설치조, 교정조, 볼트조, 용접조, 제관조, 하역조, 사무실 간접원인 등의 인원편성으로 수행된다. 조별 인원수는 공사규모 및 작업 내용에 따라 달라지지만 철골작업은 규모나 작업량에 있어 다른 작업에 비해 사람보다는 장비나 기구가 많이 동원되는 소수정예의 작업수행방식으로, 작업 조내의 근로자사이뿐만 아니라 작업조사이의 협력이 작업능률과 안전의 관건이 된다.

소장-공사부장-공사과장-담당기사

전문건설업체현장책임자

작업반장

설치조	교정조	볼트조	용접조	제관조	하역조	사무실
16명	6명	16명	12명	4명	6명	6명

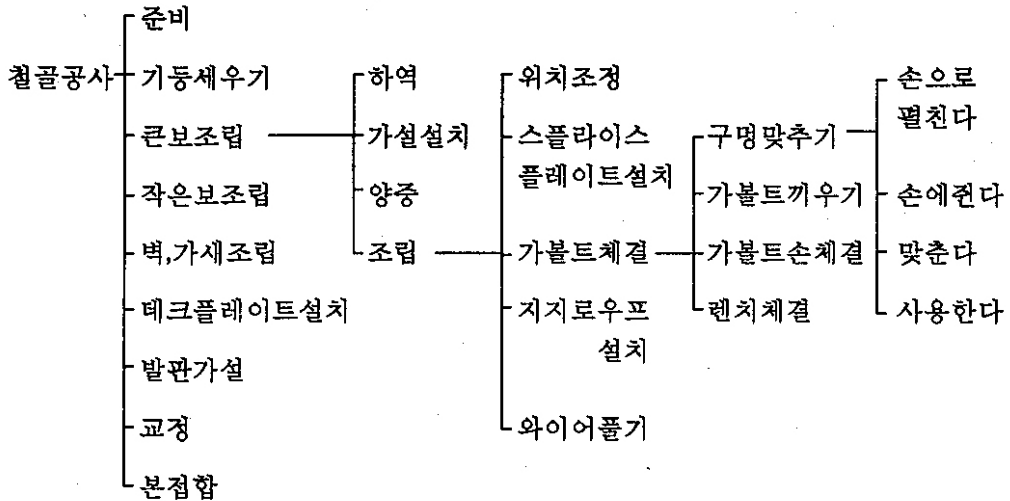
<그림 2-2> 철골공사 현장조직 및 인원편성 예

2. 철골작업분석

철골작업은 상세정도에 따라 공정, 단위작업, 요소작업, 단위동작, 요소동작으로 세분되며, 요소동작에 이르기까지 각 작업시의 근로자의 안전성에 대한 검토가 필요하다(<그림 2-3> 참조). 본연구에서는 작업의 종류별로 작업내용에 따라 구분하여 기술한다. 철골작업을 작업의 내용에 따라 분류하면, 부재를 양중하기 위하여 부속철물, 작업발판, 지지로우프, 가조립용 볼트 등을 부재에 부착시키는 지상의 준비작업, 조립을 위한 상부공간에서의 작업자의 이동

및 맞추기, 조립, 교정, 검사 등의 본작업으로 구분할 수 있다(표 2-1. 참조).

공사	전작업(공정)	단위작업	요소작업	단위동작	요소동작
----	---------	------	------	------	------



<그림 2-3> 철골작업 작업분석

지상에서의 준비작업은 작업자체는 추락의 위험이 없으나 준비작업의 양부가 상부의 이동 및 조립작업의 안전을 좌우하기 때문에 철저한 계획 및 확인이 필요하다. 접합에 필요한 철물과 작업발판 등을 부재의 양중전에 미리 설치하고, 지지로우프 등 필요한 안전설비를 지상에서 부착하여 상부에서의 설치 및 이용이 용이하도록 해야 한다.

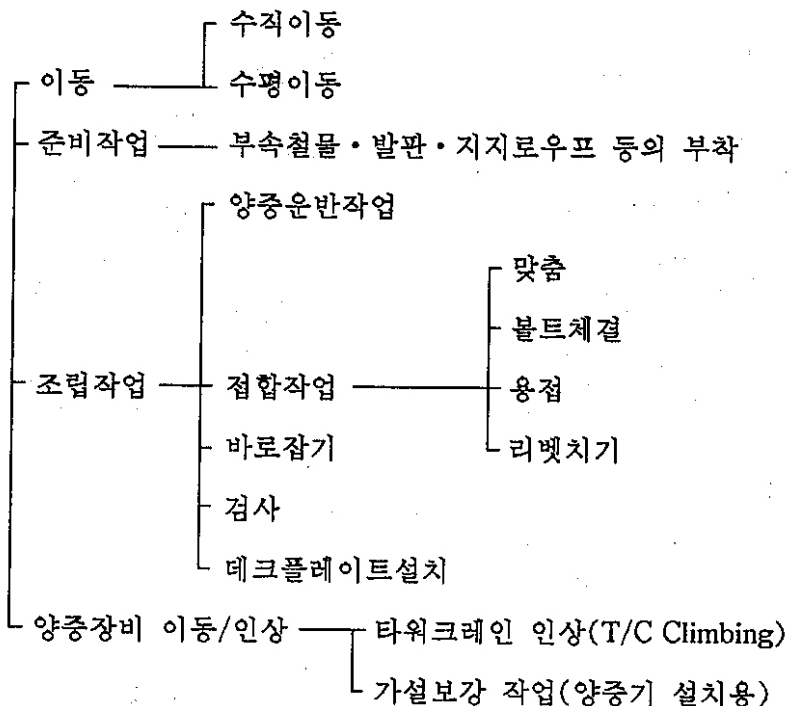
작업원의 이동은 상하방향의 수직이동과 수평방향의 이동으로 나뉘는데 이동동작은 안전한 가설통로가 거의 없는 상태에서 주로 철골구조물 자체를 작업통로로 사용하기 때문에 철골작업에서 추락위험이 가장 많이 내포된 단위동작이다. 특히 철골보 위에서의 이동은 지지로우프나 난간이 설치되지 않을 경우 불안정한 동작은 바로 추락으로 직결될 수 있다.

조립작업은 부위에 따라 기둥끼리의 수직부재 접합과 보와 보, 또는 보와

기둥이나 기둥의 브라켓과 접합되는 수평방향의 접합이 있다. 조립작업의 첫 번째 작업은 이미 고정된 부재에 새로이 양중한 부재를 접합면끼리 맞추기 위해 중량의 부재를 정확한 위치에 유도하는 작업으로 부재의 요동에 의한 재해가 빈발하는 단계이다.

부재의 단면이 맞추어지면 계속해서 접합면의 고정작업이 이루어지는데, 이 작업은 접합형식에 따라 맞추기, 볼트체결, 용접작업으로 이루어지며 한장소에서 일정시간 연속적으로 작업을 해야 하기 때문에 작업용 가설발판의 설치가 필요하며, 이동동작보다는 상대적으로 덜 위험한 동작으로 볼 수 있다. 이밖에 본구조물의 설치를 위한 부대작업으로 타워크레인 등 양중장비의 조립, 해체 및 인상작업과 이를 위한 보강재 설치작업 등이 있으나 본연구에서는 논외로 한다.

표 2-1. 철골작업내용





(1) 보위 보행



(2) 전립 와이어 풀기



(3) 기둥 승강



(4) 보위대기



(5) 부재 맞추기



(6) 로우프 풀기



(7) 보위 이동

<그림 2-4> 철골작업 위험동작 예

3. 소결; 철골작업의 추락유발요인

철골작업은 핵심작업인 조립작업이 작업발판이 없거나 협소한 공중에서 이루어지기 때문에 다른 현장작업에 비해 상대적으로 더 많은 추락위험을 내포하고 있어 사전에 작업의 위험성에 대한 충분한 검토 및 대책이 요구된다. 추락유발요인을 중심으로 고찰한 철골작업의 특수성은 다음과 같다.

(1) 작업공정의 대부분이 고소작업인데 작업장 전체가 개구부(틀구조)로서 완전한 방호설비의 설치가 곤란한 경우가 많다.

따라서 근로자의 배치, 추락방지설비(승강로, 작업대, 방망, 지지로우프 부착설비 등)의 계획 및 설치시기, 방호설비를 위한 고소작업의 경감(지상조립의 등) 등에 대한 검토가 필요하다.

(2) 본작업(부재맞추기, 가조립, 볼트체결, 용접 등)의 위치가 산재되어 있고, 이러한 작업위치(접합부)로 이동하는 동작이 많으며, 가설설비의 이설(移設)도 빈번하다.

(3) 중량의 장대물 취급작업(양중, 설치 등)이며 사람, 기계, 양중기구 등의 복합시스템작업으로 사고유발요인이 다양하다.

따라서 부재 반입시의 하역 및 임시적치, 크레인 등 양중기의 사용(능력, 가동범위 등), 조립중의 전도방지, 부재의 걸기방법 및 용구 등에 특별한 주의가 요구된다.

(4) 상하동시작업의 가능성이 많고 특히 공중에서의 부재, 부품의 취급이 많다.

따라서 상하작업의 지양(특히 부재의 양중, 조립중), 다른 작업 및 제3자의 위험방지를 위한 낙하물 방지설비(부품 등의 임시적치, 방호망 등)의 계획과 설치시기의 검토가 필요하다.

(5) 바람, 비 등 기후조건에 가장 직접적으로 영향을 받으며, 조절수단이 거의 없다.

따라서 기후조건에 따른 위험성이 높으며 작업가능일수의 제약도 크다.

이러한 특성으로 인하여 최근에는 용접 등 현장작업을 최소화한 프리패브화나 무용접구조, 용접작업의 (반)자동화, 절기와이어 자동해지장치 등이 개발되고 있으나 아직은 범용성이 없으며, 철골작업에는 추락을 비롯한 다양한 위험성이 상존하고 있다.

제 3 장 관련 규정 및 기술지침

1. 우리나라의 관련 규정 및 기술지침

철골작업의 추락방지에 관한 내용은 관련 법규 및 규칙, 고시, 안전작업지침, 기술자료 등에서 다루고 있다. '산업안전보건법' 및 '산업안전기준에 관한 규칙'은 안전에 관한 포괄적 규정으로서 고시나 지침의 기준이 되며 실제작업에는 고시가 주로 적용된다. 노동부 고시로는 '추락재해방지 표준안전작업지침', '철골공사 표준안전작업지침', '가설공사 표준안전작업지침', '가설기재 성능검정규격' 및 '보호구검정규격' 등이 있으나 재료, 강도, 구조 등 주로 성능에 관한 규정으로서 안전시설을 현장의 작업과정중에 설치, 활용하기 위한 기술지침으로는 미흡하다. 이중 '철골공사 표준안전작업지침'이 철골공사에 직접 관련된 규정으로서 철골공사의 고소작업을 위한 추락방지설비로 작업발판 및 승강설비가 제시되어 있으나 철골작업에 가장 긴요한 안전대 부착설비, 지지로우프 등에 관한 사항은 미흡한 편이다.

표 3-1. 우리나라의 철골작업 추락재해 관련 규정 및 지침

	규정	주요내용
1	산업안전보건법 제23조	안전상의 조치(포괄적 규정)
2	산업안전기준에 관한 규칙(1992.3.21) 제6편 건설작업에 의한 위험예방 제4장 추락 또는 붕괴에 의한 위험방지 제1절 추락에 의한 위험방지	난간의 설치, 안전대 착용(제440조) 안전대부착설비의 설치점검(제441조) 승강설비 설치(제445조)
3	철골공사표준안전작업지침 (고시 제85-11호, 1985.3.30)	철골공사의 가설설비중 고소작업에 따른 추락방지 설비
4	추락재해방지표준안전작업지침 (고시 제85-14호, 1985.3.30)	추락방지용 방망의 안전기준 안전대의 사용방법
5	가설공사표준안전작업지침 (고시 제84-37호)	비계 및 가설통로의 안전기준
6	보호구검정규격 (고시 제91-83호, 1991.12.7)	안전대의 규격 및 해설, 검사기준
7	가설기자재 성능검정규격	달비계용 달기체인, 달기틀의 규격

이밖에 기술지침으로 한국산업안전공단의 '건설공사 표준안전작업기술자료'로 '추락재해방지편'과 '철골공사편'이 있으나, 작업장의 안전설비에 관한 내용 등이 철골작업의 위험을 방지하기 위한 구체적 현장작업지침으로는 미흡한 편으로 추락재해의 예방을 위한 더욱 상세한 기술지침이 요구되고 있다.

2. 외국의 안전작업기준

가. 미국

미국의 경우는 법(OSHA Part 1926 Construction Industry)으로 방망의 설치요건, 철골 세우기충수의 제한, 난간의 설치요건 등을 구체적으로 규정하여 작업에 따른 위험을 최소화함과 동시에 안전시설의 설치기준을 엄격히 하고 있다.

(1) 방망의 설치요건 및 사용전 시험(1926. 105 Safety Nets)

- 바닥으로부터 높이가 7.5m(25') 이상으로 사다리, 비계, 상자발판, 가설 발판, 지지로우프 또는 안전대의 사용이 불가능한 작업장소에는 방망을 설치하여야 한다.
- 방망이 필요한 곳은 망이 제자리에 설치되어 시험이 끝나기 전에는 작업을 시작할 수 없다.

(2) 철골세우기작업의 건립충수제한 등(1926. 750-752 Steel Erection)

- 설계상으로 구조적 완전성이 유지되는 경우를 제외하고는 건립중인 층과 최상층의 본구조 슬라브와는 8개층 이상이 되지않도록 본구조의 바닥판을 설치하여야 한다.
- 볼트체결이나 리벳작업이 완료되지 않은 상태가 기초나 고정이 완료된 최상층의 바닥위로 4개층 또는 14.4m(48')를 초과하여서는 안된다.

(3) 난간의 설치 등

- 철골뼈대가 세워지는 동안에는 어떤 작업이 이루어지든 2개층 또는 9m (30')중 작은 쪽으로 각층보의 바로 아래에 견고하게 고정된 가설발판을 설치하여야 한다.
- 철골뼈대가 세워지는 동안 전항의 요건이 충족될 수 없을 때와 비계가 사용되지 않을 때는 언제든지 추락거리가 2개층 또는 7.5m(25')를 초과하지 않도록 방망이 설치, 유지되어야 한다.
- 철골의 조립중에는 12.5mm(1/2") 와이어로프 또는 이와 동등한 안전난간을 약 105cm(42")높이로 모든 건물가설바닥의 주위에 설치하여야 한다.
- 철골부재를 설치할 때는 부재가 각 접합부마다 최소한 2개이상의 볼트 또는 이와 동등한 것으로 죄여지기 전까지는 걸기 와이어로부터 중량이 해제되어서는 안된다.

(4) COE 규정

건설분야의 전문기관인 미육군공병단(COE)에서도 위와 유사한 규정을 가지고 있으며 주요 내용은 다음과 같다.

- 지상 또는 이와 유사한 곳에서 안전하게 작업할 수 없을 때 안전한 작업 발판을 설치하여야 한다(22.A.02.).
- 부득이 작업발판을 설치할 수 없는 경우로 지지로우프(dropline, lanyard, lifeline)를 개별적으로 설치하여 사용해야 할 작업; 위험한 경사에서의 작업, 철골이나 깃대 위의 작업, 방망의 설치 및 해체작업, 흔들리는 비계위의 작업, 기타 1.8m(6') 이상 높이의 불안정한 위치(unguarded locations)에서의 작업(07.A.13.).
- 방망은 전항의 작업으로 별도로 허가받지 않은 한 안전대나 지지로우프를 대체할 수 없다. 방망은 가능한 한 작업장소에 가깝게 설치해야 하며 어떠한 경우에도 7.5m(25') 이하여야 한다. 하부작업자의 보호가 목적

일 경우 작업면으로부터 보호망의 내민 길이는 2.4m(8') 이상이어야 한다(07.D.02-03.).

- 방망은 설치하여 시험한 후라야 작업이 가능하며 그물의 최대크기는 15cm×15cm(6"×6") 이하로 하여야 한다.

나. 일본

일본의 경우도 노동안전위생법 및 규칙에 고소작업의 안전기준과 추락위험 개소의 방호조치로서 높이 2m 이상의 작업장소로 작업발판이나 난간의 설치가 현저히 곤란하거나 작업의 필요상 임시로 철거하는 경우 반드시 방망을 설치해야 하며, 부득이 방망에 의한 방호방법을 택할 경우에도 작업중에는 원칙적으로 안전대를 사용하도록 규정하고 있다.

(가) 고소작업시의 관리

- 1) 안전대를 안전하게 부착하기 위한 설비 등을 설치할 것.
- 2) 안전대 및 안전대 부착설비 등의 이상여부를 수시 점검할 것.
- 3) 지지로우프 설치, 보, 기둥 또는 발판재 이용 등 안전대 부착설비에 대해서는 작업을 하고자 하는 개소마다 작업전 주지시킬 것.

(나) 방망의 설치

추락위험개소의 방호조치로서 높이 2m 이상의 작업장소로 추락위험을 방지하기 위한 방망을 설치해야 할 장소는 다음과 같으며, 부득이 방망에 의한 방호방법을 택할 경우에도 작업중에는 원칙적으로 안전대를 사용해야 한다.

- 1) 작업장소에 작업발판의 설치가 현저히 곤란한 경우
 - 2) 작업발판의 끝, 개구부 등에 난간을 설치하는 것이 현저히 곤란한 경우
 - 3) 작업발판의 끝, 개구부 등의 난간을 작업의 필요상 임시로 철거하는 경우
- 이밖에도 방망, 안전대 등의 사용조건에 따른 실험에 의한 실증적 연구가 수행되어 각종 기준에 반영되고 있다.

3. 소결; 기술기준 보완방향

우리나라의 기준도 잘 지켜지면 문제가 없겠으나 외국의 기준과 비교하면 안전시설의 설치 및 사용규정이 명확하지 못한 편으로, 작업조건에 따라 설치가 필요한 안전시설을 명확히 규정함으로써 현장에서 이를 준수하도록 독려하여야 하며, 기술적 측면에서 다음과 같은 보완이 필요하다고 사료된다.

1) 추락방지설비를 설치해야 할 작업요건의 구체화 및 강화

추락방지설비와 추락방호설비의 선택적 설치조건을 작업종류에 따라 구체적으로 규정하여 안전설비의 설치 및 사용을 독려한다.

2) 현장 설치규정의 단순화

추락방지용 방망의 설치기준은 우리나라는 지상에서 10m 이내 지점에 첫째 방망을 설치하고 그 위로는 매 10m마다 설치하고, 접친부분은 연결의 틈이 없도록 하여 접친 폭은 15cm 이상, 설치각도는 20도 정도, 돌출길이는 건물 외부비계로부터 수평투영길이가 2m 이상으로 되어 있으나, 작업면으로부터의 거리 제한(추락허용높이), 방망하부공간 등이 너무 복잡하게 규정되어 있어 현장에서 쉽게 알 수 있도록 2-3개층 높이로 단순화할 필요가 있다.

3) 다양한 추락방지시설에 대한 지침 제시

안전대의 경우 안전대 자체의 성능도 중요하지만 안전대를 올바르게 사용하기 위해서는 안전대를 걸 수 있는 부착설비가 필요한데 이에 대한 규정이나 기술지침이 부족한 편으로 보완이 필요하며, 특히 지지로우프의 설치 및 사용에 대한 상세한 지침이 요구된다.

4) 철골조립작업의 조립제한

철골작업 자체의 규정으로서 가조립 상태의 층수제한, 작업층으로부터 작업발판까지의 거리제한, 안전난간의 설치 규정 등과 작업책임자 및 근로자의 자격요건 등에 대한 보완도 필요하다.

제 4 장 철골작업 추락재해요인

1. 재해통계

가. 철골작업의 재해비중

우리나라 건설재해의 공식통계는工种별이나 작업별로는 집계되지 않고 있어 철골건설작업중 발생한 정확한 추락재해에 대한 통계는 얻기 어렵다. 최근 한국산업안전공단의 1992년 상반기 중대재해조사결과중 직종별 사망자를 보면 조사된 189건의 전체사망자 248명중 철골공이 67명으로 전체의 27%를 차지하였다. 철골공의 재해비중이 큰 이유는 건축물의 고층화·대형화로 철골구조물이 증가하는데 반하여 작업은 안전대 등의 안전시설을 착용하지 않고 위험한 재래식 작업방법을 답습한데 기인한 것으로 분석된다(표 4-1. 참조).

표 4-1. 건설업의 1992년 상반기 중대재해 직종별 피해자 분포

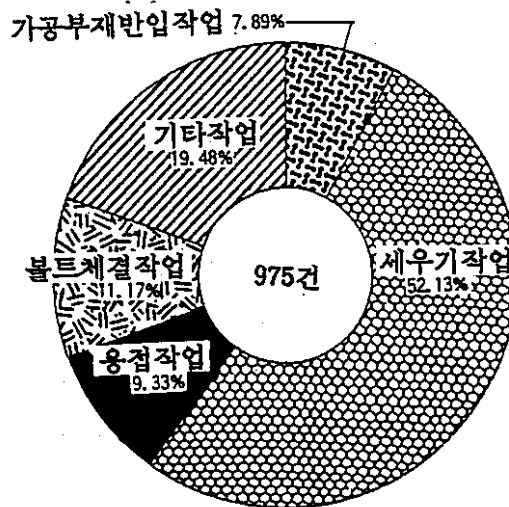
직 종	목 공	철골공	철근공	비계공	미장공	전 공	기 타	계
재 해 자 수	58	67	11	22	14	3	73	248
구성비(%)	23.4	27.0	4.4	8.9	5.7	1.2	29.4	100

주) 건설업 발생건수 401건중 조사건수 189건에 대한 집계임.

우리나라의 건설현장보다는 안전시설 등이 잘 구비되어 훨씬 안전한 조건에서 근로자의 작업이 이루어지는 일본의 최근통계에서도 철골공사는 건축공사에서 재해발생건수가 많은工种으로 나타나고 있으며 이중 추락이 반을 차지하고 있는데, 철골작업이 다른 작업에 비해 장비를 많이 사용하여 적은 인원으로 이루어지는 작업임을 감안한다면 다른 어느 직종보다 재해의 빈도율이 높다고 볼 수 있다(부록 '3.1 추락재해유형' 참조).

나. 공정별 추락재해 발생비율

철골공사중 발생하는 추락재해를 작업별로 보면 세우기작업이 전체 재해의 반이상을 차지하고 있으며, 그 다음이 볼트체결작업, 용접작업, 부재반입작업의 순으로 나타나고 있다(<그림 4-1> 참조).



<그림 4-1> 철골공사의 작업별 추락재해 발생비율(일본;1991)

2. 재해사례분석

가. 재해사례 개요

1991년 및 1992년의 중대재해기록 및 건설업체의 재해사례집에서 철골작업 중 발생한 추락재해사례 20건을 분석대상으로 하였다.

재해원인은 직접원인으로서 인적원인과 물적원인, 간접원인으로서 교육적 원인과 관리적 원인으로 대별되며 본 사례분석에서는 직접원인 중 안전시설측면의 물적원인을 중심으로 분석하였다(표 4-2. 철골작업 추락재해사례 개요 참조).

나. 재해사례분석

철골작업중 발생한 추락재해 20건을 발생유형별로 보면 8건은 작업을 위한 근로자의 이동중, 4건은 볼트체결이나 용접작업중에, 3건은 신호미숙으로 양중중인 부재나 훅크에 충돌하여, 2건은 부재해체를 위한 절단작업중에, 기타 타워크레인 해체작업중 타워크레인 부품자체의 이상 등으로 발생하였다.

추락방지설비의 설치상태를 보면 20건중 겨우 2건만이 추락방지용 방망을 설치하였는데 설치된 방망도 추락자를 저지시키지 못하였다. 이는 방망의 지지점 강도가 부족하고 설치위치가 추락허용높이를 초과하여 추락자가 방망을 통과하여 추락한 사고였다.

3. 소결; 설비적 추락방지대책의 중요성

철골작업중 발생한 재해는 추락재해가 대부분을 차지하고 있다. 상해정도도 추락자의 대부분이 사망한 중대재해였다. 추락재해의 원인은 간접적으로는 작업방법이나 훈련의 부족에서 오는 불안정한 행동에 기인한 교육적 측면도 무시할 수 없으나, 불안정한 행동은 인간의 과실유발특성으로서 근로자의 능력이나 주의력에 의존할 수 없으며 이에 대한 안전대책으로서 안전설비가 반드시 구비되어야 한다. 그러나 재해사례를 보면 직접원인중 물적원인은 모두가 작업통로나 안전대 사용을 위한 안전시설의 미비나 불량으로서 가설비계(작업발판), 안전대, 방망의 3단계의 추락방지대책중 한가지만 제대로 실시하였어도 재해를 미연에 방지 또는 경감시킬 수 있는 것으로 분석된다.

철골작업에는 작업발판과 같은 완전한 설비의 설치 및 해체가 곤란하므로, 설치 및 해체가 간단한 기성조립식 발판의 사용을 도모하되, 이동중의 안전대책으로 사용이 용이한 안전대와 안전대의 부착설비로서 지지로우프를 충분히 설치하여 이용하고, 여기에 2차적설비인 추락방지용 방망을 부가함으로써 설비적 대책의 완벽을 기해야 한다.

표 4-2. 철골작업 추락재해사례 개요

추락사고개요	구조물종류	작업원인/기인물	재해자			추락높이	발생시간	안전시설상태 ¹⁾	
			직종	연령	경력	근속기간	상해종류	작업복판	안전대
1 보 절단작업중	주차타워	철골보	철골공	-	7년	-	사망	X	X
2 트러스에 탑승 하강시	공장	트러스	철골공	23~45	-	2개월	부상	X	X
3 보위 이동중	체육관	철골보	용접공	27	-	-	사망	X	X
4 조립작업중 방망이에 추락	공장	턴버클	비계공	25	3년	1개월	사망	X	○ ²⁾
5 기둥 송강중 추락	사무소	철골기둥	철골공	-	-	-	사망	X	○ ³⁾
6 로우프 잡고 하강중	사무소	교정로우프	철골공	49	7년	2개월	사망	X	X
7 양중중인 부재에 충돌	사무소	T/C와이어	철골공	28	1개월	-	사망	X	X
8 보위 이동중	지하철	비빔보	비계공	40	1개월	10년	사망	X	X
9 T/C해체작업중	사무소	T/C부줄	비계공	33	-	-	사망	X	X
10 보 조립작업중	공장	철골보	철골공	31	4일	5년	사망	X	X
11 보위 용접작업중	공장	철골보	용접공	40	-	-	척추골절	X	X
12 부재요동으로	공장	철골보	비계공	29	-	-	다리골절	X	X
13 볼트작업 이동중	창고	철골앵글	비계공	24	-	-	사망	X	X
14 양중중인 부재에 충돌	공장	철골앵글	철골공	37	9년	-	골절	X	X
15 후크에 충돌	사무소	크레인후크	비계공	42	18개월	-	척추골절	X	X
16 이동중 캐이블에 걸림	사무소	캐이블	철골공	29	2년	-	다리골절	X	X
17 보위 이동중	공장	철골보	비계공	48	10년	4개월	사망	X	X
18 강제데크 설치중	사무소	개구부	철물공	34	-	4일	사망	X	X
19 기둥 절단작업중	공장	철골기둥	철골공	36	15년	23일	사망	X	X
20 보 맞추기작업중	공장	철골보	철골공	32	7년	20일	사망	X	X

¹⁾ 안전시설상태: ○=설치 또는 사용, ×=미설치 또는 불사용

²⁾ 테두리로우프 없고 망의 지지점 강도 부족

³⁾ 방망과 작업중과의 높이: 4개층

제 5 장 철골현장 추락방지설비 실태

1. 실태조사 개요

철골공사현장의 추락방지설비의 설치 및 사용실태를 통해서 재해사례분석에서 나타난 문제점을 확인하고 활용상의 장애요인을 파악하기 위해서 현장조사를 실시하였다. 조사대상현장은 건축현장이 밀집해 있는 서울 여의도 소재 증권단지현장을 중심으로 철골공사가 진행중인 13개현장으로서, 추락방지시설에 대한 설치 및 활용실태를 조사하고, 일부현장에서는 공사관리자 및 작업반장들과의 개별면담을 통하여 안전시설에 대한 의견을 조사하였다. 현장에서 사용되고 있는 추락방지시설은 작업발판(1차설비), 안전대와 안전대 부착설비(2차설비) 및 추락자를 받아주는 방망(3차설비)으로 구분하여 기술한다.

2. 철골작업 수행방식

가. 도급방식

철골공사 수행방식은 원청사 → 전문건설업체 → 설치하도업체 → 품하도급의 다단계하도급체계로 이루어져 있으며, 이중 철골공사 수행주체는 전문시공업체로서 특수공사중 철강재설치공사를 전문으로 하는 철강업체이며, 실제현장작업은 설치만을 전문으로 하는 품하도급업체에 의해 수행되었다. 1차하도급자는 철골제작사가 되고 설치는 설치전문업체에 재하도급함으로써 안전시설이나 사고발생시의 책임문제가 불분명하며 공사비의 대부분이 재료비로서 현장조립노무비비율도 낮아서 안전관리비 비율적용에 있어서도 별도의 고려가 필요한 것으로 조사되었다.

나. 인력 및 건립장비

(1) 인력

인력에 있어서도 철골의 경우는 대형현장인 경우가 많아 공중별 전담안전관리자가 필요하나 자질을 갖춘 기술자나 기능인력이 부족한 편으로 공사관리자 및 기능인력의 교육필요성이 제기되었다.

(2) 건립장비

건립장비는 대부분 타워크레인을 이용하고 있으며 형식별로는 기상형이 2개소, 그외는 모두 수평형이었으며 10층 이하의 저층일 경우는 타워크레인의 마스트를 기초저면에 고정시키나, 대부분의 현장은 높이가 20층 정도로서 타워크레인의 인상작업 및 설치부위에 대한 보강작업이 필요하였다.

3. 추락방지설비 설치 및 이용실태

추락방지설비는 재해의 물적측면의 방지대책으로서, 물적측면의 대책은 작업발판, 통로, 안전난간 등을 설치하거나 개구부의 방호로 추락이 일어나지 않도록 하는 추락방지설비와, 작업조건에 따라 추락방지설비의 설치가 곤란한 경우 안전대를 착용하거나 방망 등의 방호설비를 하여 추락해도 재해가 발생하지 않도록 하는 추락방호설비로 구분된다. 추락방지설비의 설치 및 이용실태는 추락방지설비로 가설비계(작업발판), 추락방호설비는 안전대 사용에 관련되는 시설을 포함한 안전대와 추락방지용 방망으로 나누어 기술한다.

가. 가설비계

(1) 작업통로

작업발판은 용도에 따라 작업자의 이동을 위한 작업통로와 본작업을 위한 작업대(발판)로 구분할 수 있으며, 철골작업에서는 작업대보다는 선형부재를 따라 이동하는 동작이 많기 때문에 수직 및 수평이동시의 안전설비가 더 문제가 된다.

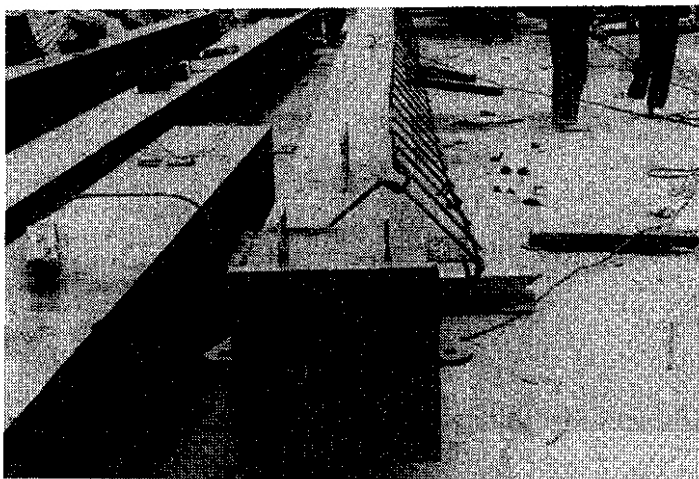
작업자의 이동을 위한 설비는 수직이동설비(승강로)와 수평이동설비(수평통로)로 구분할 수 있는데 트랩이나 간이사다리가 많이 사용되고 있으며, 트랩의

경우 기둥에 하나씩 용접할 시간이 부족할 경우 미리 철근 등으로 사다리를 제작, 부착시켜 사용하기도 하였으나 기둥마다 설치한 현장은 드물었다.

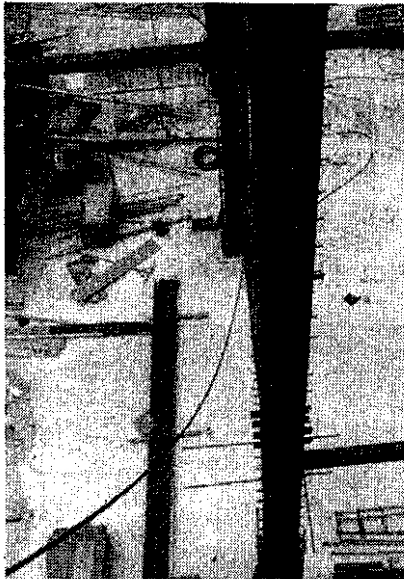
수평통로로 발판을 가설하는 경우는 드물고 데크플레이트를 설치하기 전까지는 철골보가 주로 이용되며, 이 경우 반드시 안전대의 부착 및 안전난간용으로 지지로우프를 설치해야 하나 대부분의 현장에서 지지로우프를 설치하지 않은 상태에서 근로자의 이동이 이루어지고 있었다.



(1) 기둥용접 트랩



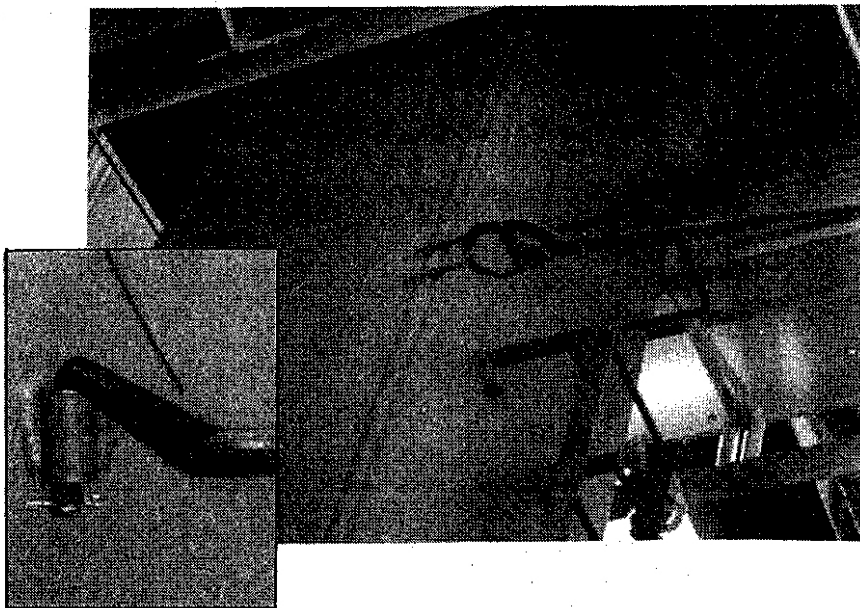
(2) 지상에서 부착중인 간이사다리



(3) 승강 볼트(Step bolt)



(4) 줄사다리



(5) 기성트랩 및 사다리

<그림 5-1> 수직이동통로 예

(2) 작업발판

조사대상현장의 대부분이 작업발판이 없는 상태에서 본구조물인 철골자체를 이용하여 작업을 실시하고 있었으며, 철골보 등의 높이가 커서 승마자세로 작업이 곤란한 경우에만 부분적으로 현장에서 철근 등으로 간이제작한 달비계가 이용되었다. 용접용 발판으로는 기둥에 철근이나 형강 등을 용접한 위에 합판 조각을 올려 사용하거나 가지발 형태의 간이발판을 이용하였다. 이러한 현장 간이제작품은 고정이나 해체 등 사용하기도 불편하지만 안전난간이 없고 재로나 형상도 불안정하여 안전성에 문제가 있는 것으로 사료된다.

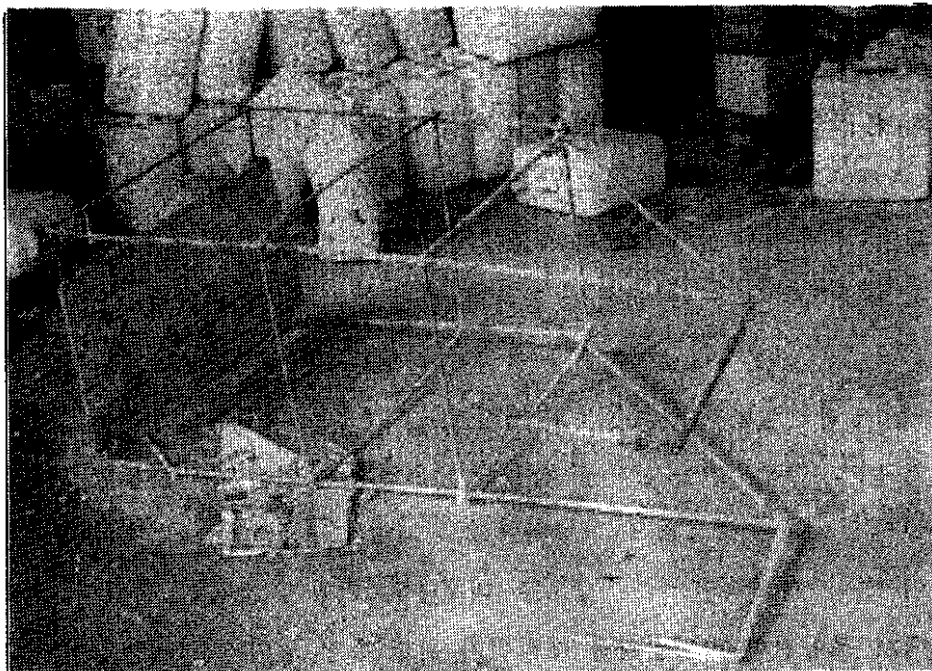
또한 기성 안전시설을 제대로 사용하기 위해서는 현장에서 사용할 가시설물을 위한 철물이 제작도면에 반영되어 공장제작시 본구조물에 미리 부착되어 있어야 하나 경제적인 이유 등으로 대부분의 현장이 소홀히 하였다. 따라서 현장에서 불안정한 작업발판을 제작하기 위한 용접 등의 현장작업량이 증가하여 세우기 속도에 미치지 못할 경우 안전시설이 없는 상태에서 작업을 감행할 우려가 높다.

나. 안전대 및 안전대 부착설비

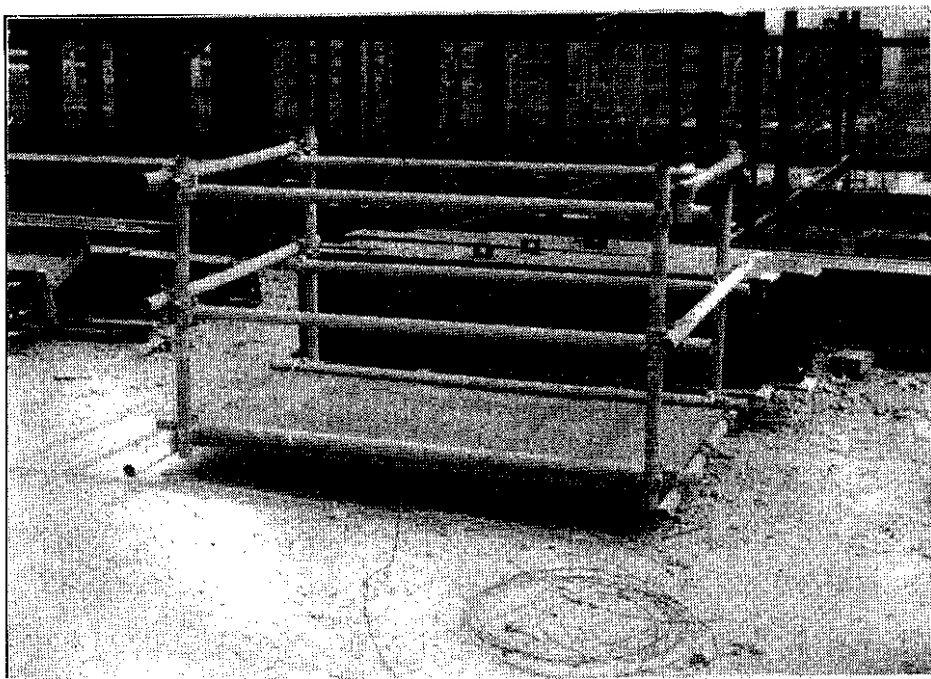
(1) 안전대(safety belt)의 착용 및 사용

안전한 작업발판이 불가능할 경우 작업자의 신체보호를 목적으로 한 2차적 설비가 안전대이다. 안전대는 철골작업의 필수설비이나, 조사현장 근로자의 대부분이 안전대를 착용하지 않았으며 일부 근로자가 착용한 안전대도 중량이 무겁거나 보조로우프 등의 유연성이 부족하여 사용에 불편을 느끼는 경우가 많았다. 안전에 대한 회사차원의 관심도가 높은 현장일수록 안전대의 착용빈도가 높았으나 이러한 현장에서도 주로 작업조장 등 책임있는 근로자만이 착용하고 일반근로자나 용접공은 대부분 착용하지 않고 있었다.

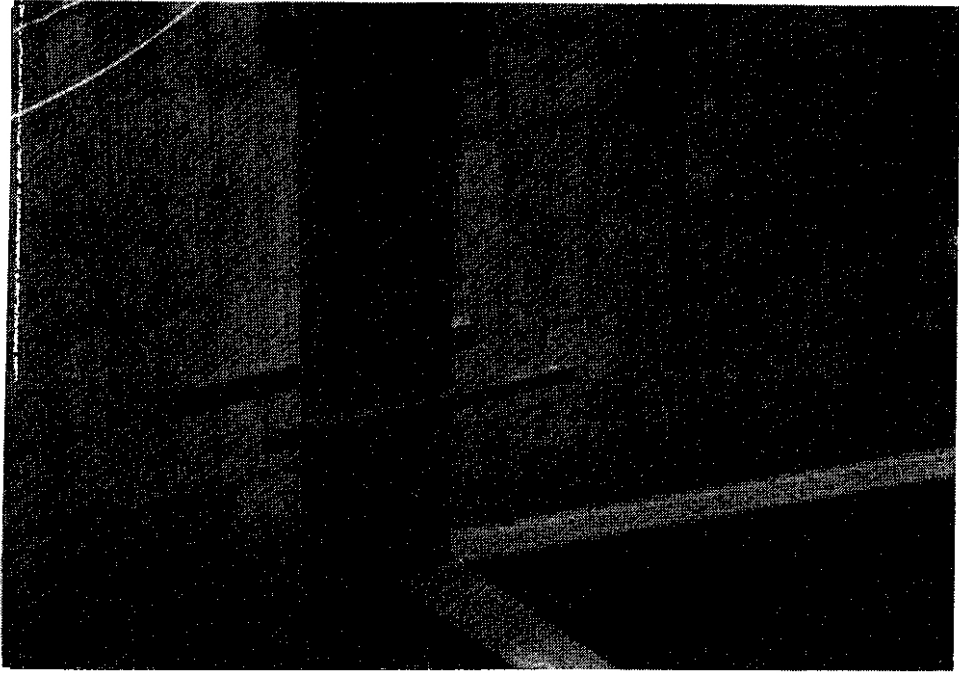
또한 추락에 따른 2차재해를 최소화하기 위한 부품들로 로프, 안전기 등이 있으나 이를 사용하는 현장은 없었다.



(1) 철근으로 제작한 상자형 간이 작업발판



(2) 강관으로 제작한 상자형 간이 작업발판



(3) 기둥용접작업용 앵글

<그림 5-2> 불안정한 현장간이제작 작업발판

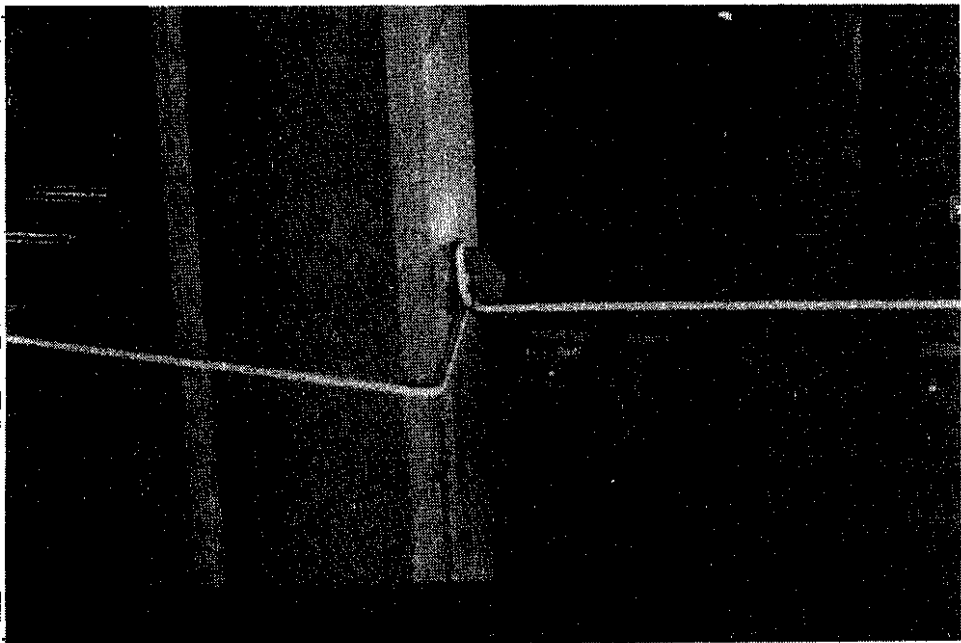
(2) 안전대 부착설비

안전대가 본래의 기능을 다하기 위해서는 안전대 부착설비가 반드시 필요한데 철골작업중 이용가능한 부착설비는 건립중인 구조체(철골), 전용 철물, 지지로우프 등으로, 가장 많이 이용되는 설비가 지지로우프(구명줄; lifeline)이다. 대형건설회사의 현장일수록 지지로우프를 설치한 현장이 많았으나 대부분의 현장이 로우프를 건물의 외주부에만 설치하였으며, 지지로우프의 긴장장치나 보조기구 등도 전무하여 지지로우프가 난간역할을 하고 추락시 근로자를 지지할 정도의 장력을 주어 제대로 설치한 현장은 2개 현장에 불과하였다. 이러한 어려움을 해결하고자 지지로우프를 지상에서 경간크기로 턴버클 등의 긴

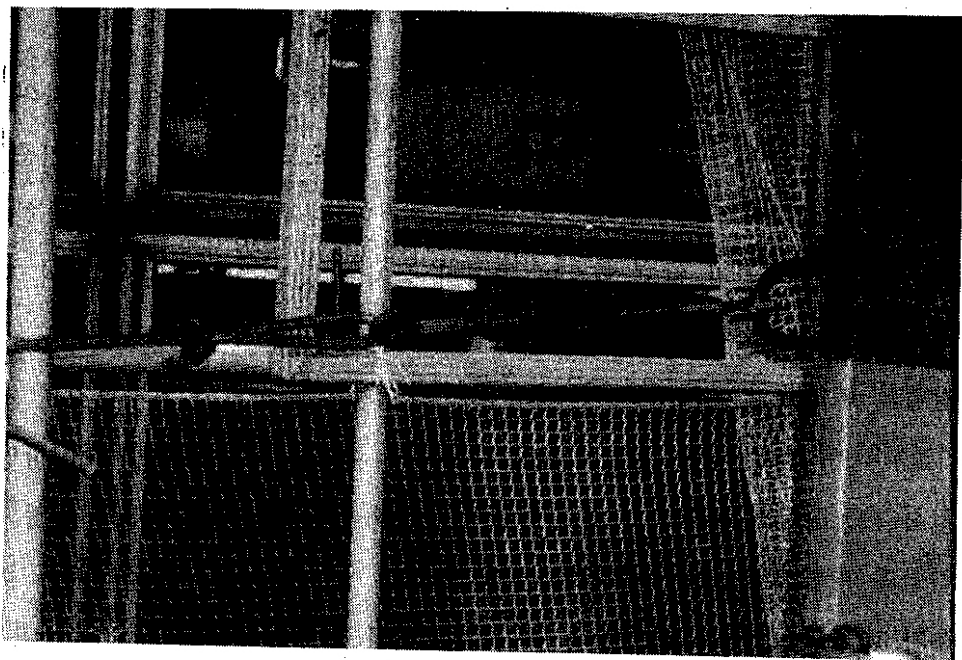
장장치를 미리 부착시켜 제작해두는 등 설치방법의 개선에 노력하는 현장도 있었으나 지지로우프의 설치 및 이용실태는 개선의 여지가 많다.

지지로우프의 설치시기도 철골보나 기둥 부재와 함께 인양하여 후크나 걸기 와이어의 해지시에 사용이 가능하여야 하나, 구조체의 조립이 완료된 다음에 설치하고 있어 지지로우프가 효율적으로 사용되고 있지도 못하였을 뿐만 아니라 지지로우프의 설치작업 자체에도 위험이 따르고 있다. 철골부재에 지지로우프 이외의 별도의 안전대 부착철물을 설치한 현장은 찾아보기 힘들었다.

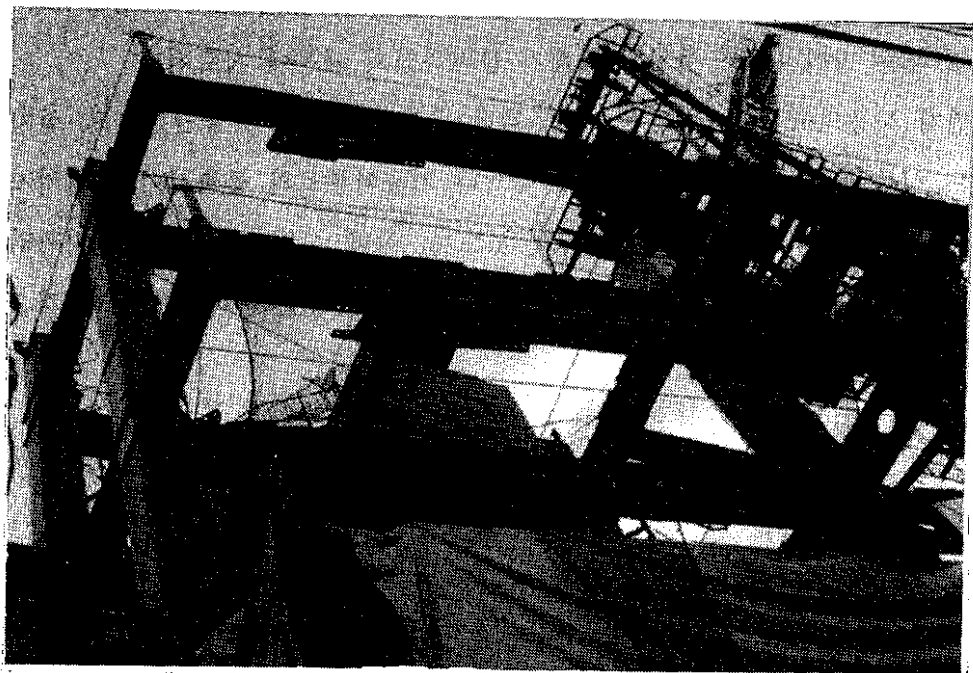
또한 지지로우프는 보통 기둥과 기둥사이에 설치함으로써 지지구조가 확실하지만, 기둥사이에 위치하지 않은 작은보나 외부로 내민 캔틸레버형슬라브의 보는 지지로우프의 설치가 곤란한 경우가 많다. 이러한 경우 지지로우프의 설치를 위한 가설지주가 필요한데 조사대상현장중에는 지지로우프용 지주를 설치하여 사용한 곳은 없었으며 기성제품도 안전난간용 지주로는 생산이 되고 있으나 지지로우프용은 찾아볼 수 없었다.



(1) 양중용 철물이용(×)



(2) 부착철물 및 턴버클 이용(○)



(3) 전용지주 이용(○)

<그림 5-3> 지지로우프 설치방법

추락방지용 방망

추락방지용 방망(safety nets)은 건설공사 등의 장소에 있어서 근로자의 추락을 방지하기 위해 수평으로 당겨서 사용하는 망으로 구조기준, 사용기준 및 설치기준이 노동부고시로 규정되어 있다. 그러나 대부분의 현장이 필요한 장소에 방망을 설치하지 않고 있으며 방망이 설치된 곳도 제반규정이 거의 지켜지지 않고 있어 추락자를 보호하는 기능을 다하고 있다고 보기 어렵다.

방망의 또하나의 문제점은 망 지지점의 강도가 부족하거나 지지점간의 거리가 멀어서 추락에 따른 충격하중을 지탱하기 어려운 것으로 보이며, 방망의 설치시기도 상부로 조립작업이 진행됨에 따라서 방망도 바로 상부로 이설되어 작업면과 방망의 거리가 허용낙하높이를 넘지 않아야 하나 이설시기가 늦는 경우가 많았다. 또한 거꾸집작업 등 하부에서의 자재반입을 위하여 방망을 일시 제거한 경우에도 재설치하지 않은 채로 방치하고 있었는데 고정방법이 끈으로 매는 방식이어서 설치나 해체가 불편하였기 때문에 사료된다.

현재 사용되고 있는 방망은 고정, 결속 등의 설치방법이 불안전하고, 설치시기도 상층부로의 작업속도에 비해 늦거나 건물외부로의 돌출길이가 지켜지지 않아 필요한 장소에 설치가 안되고 있으며, 이미 설치된 방망도 유지관리가 미흡하여 추락자나 낙하물을 정지시키는 본래의 기능을 다하기 어려운 것으로 사료된다.

4. 추락방지설비 생산 및 유통 현황

가. 추락방지용 가설기자재

건설용 가설기자재는 약 50여개 업체에서 생산, 유통되고 있는데, 직접공사와 관련된 콘크리트공사용 씨포트, 강관틀비계, 단판비계, 판넬거꾸집 등이 주

종을 이루고 있으며, 가설재의 임대회사들의 임대품목도 이러한 종류에 국한되어 있다. 안전용 가설기자재나 철골공사와 같은 작업의 특수성에 따른 가설 발판이나 지지로우프의 설치를 위한 보조자재는 거의 생산되지 않고 있다. 대부분의 현장이 안전설비의 필요성은 느끼고 있으나 용도에 맞는 적절한 기성 제품을 구할 수 없어서 현장에서 불안전하게 간이제작을 하거나 안전설비가 미비된 상태에서 작업을 감행하는 경우가 많다.

나. 안전대 및 보조설비

안전대는 1991년 말까지 10여개 업체에서 40여개의 모델을 생산하였다. 형식은 주로 1, 2종으로서 검정시험에는 대부분이 합격하여 강도상으로는 문제가 없으나 중량이 무겁거나 재질이 너무 딱딱하여 근로자들이 착용을 기피하는 경우가 많았다.

안전대를 지지하기 위한 가설지주, 추락시의 충격을 완화시키기 위한 로립이나 안전기, 안전대를 간단히 사용할 수 있는 보조기구 등은 거의 생산되지 않고 있어 공사현장에서의 사용은 기대하기 어려운 실정이다.

5. 추락방지설비의 문제점 및 개선방향

가. 문제점

철골작업 추락방지를 위한 안전작업기준이나 안전시설이 준수되지 않는 이유는 안전보다 공기를 우선하는 물량이나 속도 위주의 작업풍토에 공사관리자나 근로자의 안전의식이 미흡하여 재래의 공사방식을 답습하는데도 있으나, 원청사의 공사관리자의 영향력이 소속이 다른 하도급업체의 현장근로자들에게 미치지 못하는 다단계하도급체제, 현장에서 활용가능한 기성안전설비의 부족 등 여러가지 요인이 복합된 것으로 사료된다.

철골작업에서 추락방지시설의 설치 및 활용이 부진한 원인을 추락방지설비

자체가 가지고 있는 제약요인과 설치 및 활용상의 문제점으로 대별하면 다음과 같다.

(1) 추락방지설비 자체의 제약요인

- 일반가설설비에 비해 상대적으로 이용빈도가 낮다.
- 고소에서의 설치 및 이설이 용이하지 않다.
- 활용가능한 기성제품이 거의 없거나 사용이 불편하다.
- 안전시설을 위한 철물이 부재제작시 미리 부착되어 있지 않아 현장에서 안전시설을 설치, 사용하기에 불편하다.

(2) 설치 및 활용상의 문제점

- 공사참여자들의 미흡한 안전의식으로 기능공의 숙련도 및 주의력에 의존하여 추락의 위험을 감수한 상태에서 작업을 수행하는 상태로 추락방지 대책이 전반적으로 소홀하다.
- 안전보다는 공기와 공사비를 우선하는 공사관행과 성과위주의 품떼기 작업으로 추락방지시설을 설치하고 이용할 시간적 여유가 없다.
- 공작도(shopdrawing) 작성이나 부재의 공장제작시 사전에 준비가 없어 현장작업이 빈번하게 발생하고 있다.
- 다단계하도급체계의 공사구조로 안전대책의 실시가 어렵다.

나. 개선방향

이러한 문제점의 개선을 위해서는 사용가능한 추락방지설비의 보급, 사용의 독려, 공사관리자 및 근로자의 의식개선 등 대책이 종합적으로 추진되어야 하며 설비적 대책을 중심으로 보면 다음과 같다.

(1) 추락방지시설 생산 및 유통의 활성화

건설용 가설기자재는 직접공사와 관련된 가설재들만이 생산·유통되고 있고, 안전용 가설기자재나 철골공사와 같은 작업의 특수성에 따른 가설발판이나 지지로우프의 설치를 위한 보조자재는 거의 생산되지 않고 있다. 따라서

안전시설제조업체를 육성하여 다양한 가설기자재의 공급을 늘림과 동시에 안전시설의 설치사용에 대한 규정도 강화하여 수요를 유발시킴으로써 가설재의 생산 및 유통의 활성화를 위한 제도적 지원이 필요하다.

(2) 철골작업관련 기술기준의 보완 및 사전안전성심사 강화

철골의 가조립 상태의 충수제한, 작업층으로부터 작업발판까지의 거리제한, 안전난간의 규정, 방망의 사용전 시험 및 유지관리규정 등에 대한 보완이 필요하다. 안전대의 경우 안전대 자체의 성능도 중요하지만 안전대를 걸 수 있는 부착설비가 필요한데 이에 대한 규정이나 기술지침이 부족한 편이다. 사전안전성심사(유해위험방지계획서)시 추락방지 요건 및 방법을 명확히 하고 표준안전관리비 산정기준도 세분하여 철골공사의 경우 안전대 부착시설 및 추락방지시설에 소요되는 비용을 안전관리비에 계상토록 한다.

(3) 설계 및 부재제작단계에서의 철저한 사전준비 유도

철골부재의 현장조립 이전의 단계인 설계 및 공장에서의 부재제작단계에서의 작업의 검토 및 소요부품의 부착으로 철저한 사전준비를 유도한다. 전술한 바와 같이 철골공사 수행방식은 원청사 → 전문건설업체 → 설치전문업체 → 품하도급의 다단계하도급 체계로, 1차하도급자는 제작사가 되고 설치는 설치전문업체에 재하도급함으로써 안전시설이나 사고발생시의 책임문제가 불분명하며, 원청사의 안전대책이 하도급업체의 현장근로자까지 제대로 실시되기 어렵다. 또한 철골공사는 공사비의 대부분이 재료비로서 현장조립노무비 비율이 낮아서 안전관리비 비율적용에 있어서도 별도의 고려가 필요하다. 안전시설을 위한 보조철물을 공장에서 부재제작시 미리 부착시키는 것도 건설현장의 안전시설에 대한 인식과 공사비 증가를 꺼리는 풍토로 잘 시행되지 않고 있으므로 원·하도급계약시 책임한계를 명확히 할 필요가 있다.

(4) 추락방지시설의 연구 개발 촉진

현장에서 사용되고 있는 안전대, 가설구조물 등은 치수, 재료, 강도 등 물리

적인 성능에 대한 기준은 충분하나 사용성, 착용감, 시공성 등이 떨어져 근로자가 사용을 기피하는 경향이 많다. 안전대는 경량화 및 강도의 증가, 조작성 향상, 착용감 개선, 용접작업에 대비한 내열성 향상 등이 필요하다. 지지로우프도 현장에서 손쉽게 이용하기 위해서는 설치 및 해체가 간단히 이루어질 수 있는 보조기구의 개발도 필요하다. 방망의 경우도 설치나 해체가 용이한 고정 방법에 대한 상세연구가 필요하다.

이밖에 교육적 대책으로 안전설비를 직접 설치하고 이용해야 할 근로자들에 대한 의식개선 및 안전작업방법에 대한 교육이 필요하다. 건설업체의 직업훈련의무가 있지만 공사관리자들에 대한 교육에 비하면 근로자의 실기교육제도는 미흡한 실정이다. 아직도 대부분의 근로자가 보호구나 안전시설을 귀찮게 여기고 있으며, 올바른 설치 및 사용방법에 대해서도 모르는 경우가 많다. 따라서 의식개선교육과 아울러 안전설비를 위한 필요한 조치가 본작업중에 실시될 수 있도록 작업순서와 방법 등에 대한 체계적 교육 훈련이 필요하다.

제 6 장 결 론

건축구조재로서의 강재사용의 증가로 철골작업시 발생하는 재해의 비중이 커지고 있으며 추락재해가 대부분을 점하고 있다. 추락재해의 물적원인은 철골작업의 특수성에 기인한 안전시설의 미비로서 추락방지설비 자체가 가지고 있는 제약요인과 설치 및 활용상의 문제점으로 나누어 고찰하였다. 추락방지시설의 설치 및 활용을 촉진시키기 위한 개선방안은 다음과 같다.

- (1) 현장에서 쉽게 사용할 수 있는 기성제품이 유통, 사용될 수 있도록 가설물의 제조 및 임대업의 육성이 시급하다.
- (2) 지지로우프, 안전대 설치용 철물 등 추락방지설비를 위한 부품을 상세설계 및 공작도작성 단계에서 반영하여 제작공장에서 미리 부착되도록 한다. 또한 본구조물에 부착되는 안전시설용 철물에 대해서는 발주자와 원도급자가 책임을 지도록 하여 영세한 조립시공업체의 부담을 덜어줄 필요가 있다.
- (3) 기존의 추락방지에 관한 기준 및 작업지침을 보완하여 유해위험방지계획서 심사에 반영하고, 사용자 및 근로자에 대한 위반시의 벌칙도 강화하여 안전설비의 활용을 독려한다.
- (4) 비용이 최소화되는 가장 경제적인 방안으로 철제계단, 데크플레이트 등 본구조물을 조기에 설치하여 활용한다.

이외에도 현장입구에서 근로자의 안전대 소지여부를 확인하고 작업장 입구에 훈련대를 설치하여 안전대 착용 훈련 등 인적 측면의 교육적 대책이 병행 실시되어 안전작업이 일상화되도록 해야 하며, 안전대와 같은 보호구는 사업주가 지급하기 보다는 근로자 스스로가 자신에게 맞는 것을 구입하여 착용하도록 함으로써 안전시설에 대한 인식을 제고시키는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

철골작업의 추락재해방지를 위하여 필요한 연구분야는 다음과 같다.

- 안전대 등 추락방지시설의 사용성 및 성능개선을 위한 연구
- 방망, 지지로우프 등의 실제사용조건에 대한 실험을 통한 안전성 검증
- 고소작업의 최소화를 위한 시공법 및 위험작업의 자동화 연구 등

참 고 문 헌

1. 勞働部 國立勞働科學研究所, 鐵骨工事의 安全 1986.
2. 勞働部 國立勞働科學研究所, 飛階作業의 安全, 1986.
3. (주)대우, 비계와 통로, 1990.12.
4. 노동부 고시
 - 가설공사 표준안전작업 지침(고시 제84-37호)
 - 가설기자재 성능검정규격(고시 제91-101호, 1991.12.28.)
 - 보호구 검정규격(고시 제91-93호, 1991.12.7.)
 - 철골공사 표준안전작업 지침(고시 제85-1호, 1985.3.30.)
 - 추락재해방지 표준안전작업 지침(고시 제85-14호, 1985.3.30.)
5. 한국산업안전공단, 建設工事標準安全作業; 假設工事編, 1989.
6. _____, 건설공사 표준안전 작업기술자료: 철골공사편, 1990.10.
7. _____, 건설공사 표준안전 작업기술자료: 추락재해방지편, 1991.12.
8. _____, 保護具의 規格 및 解説, 1989.6.
9. _____, 1992년도 및 1993년도 중대재해조사보고서
10. 건설업체 재해사례집
11. 假設工業協會, 型わく支保工・足場工事 計劃作成參觀者研修テキスト, 博文堂, 東京, 1992.
12. 建設業勞働災害防止協會, 鐵骨の組立て等工事の作業指針(建築鐵骨・その他 編), 東京, 1983.
13. _____, 建設の安全, 1988.5-1992.6.
14. _____, ビル建築工事の安全, 東京, 1983.
15. 建設業勞働災害防止協會 東京支部, 墜落防止のきめ手, 東京, 1992. 5. 22.

16. 産業安全研究所研究報告； 安全ネットの性能向上， 労働省産業安全研究所，
東京，1971.11.
17. 産業安全研究所研究報告； 安全ネットの性能指針， 労働省産業安全研究所，
東京，1972.4.
18. 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.
19. 日本建築學會， 鐵骨工事技術指針； 工事現場施工編.
20. ANSI A10. 13-1989(Steel Erection) & A10. 11-1989(Safety Nets)
21. Toivo Niskanen & Esko Seppanen, Prevention of Accident Involving Falling
in the Construction Industry, Institute of Occupational Health, Finland.
22. Code of Federal Regulation Part 1926 Labor.
23. US Army Corps of Engineers, Safety and Health Requirement Manual,
1987.10.

[부록]

철골작업 추락방지설비 기술지침

목 차

1. 머리말	55
1.1 취지	55
1.2 용어	55
2. 철골작업 개관	55
2.1 철골구조형식 및 건립공법	55
(1) 철골구조형식	55
(2) 철골부재 접합방법	57
(3) 건립공법	58
(가) 층별건립공법 및 후진건립공법	58
(나) 리프트업공법	59
(다) 현장조립공법	59
(라) 지주공법	60
(4) 철골 공사용 기계	61
2.2. 철골작업 가설계획	63
(1) 가설계획의 의의	63
(2) 가설발판 계획	63
(가) 작업발판의 종류	63
(나) 작업발판의 선정조건	64
(3) 방호계획	65
(가) 내부방호	65
(나) 외부방호	65

2.3 철골건립작업	68
(1) 철골건립작업 검토사항	68
(가) 가설부품의 부착	68
(나) 철골건립계획 작성시 검토사항	68
(2) 작업시작전 준수사항	69
(가) 작업전 교육	69
(나) 점검 및 정비	69
(3) 지상준비작업 및 건립순서	69
3. 철골작업 추락방지설비	74
3.1 추락재해유형	74
(1) 추락의 정의 및 발생형태	74
(2) 철골작업 추락재해	78
(가) 건축공사의 공종별 추락재해 비중	78
(나) 공정별 추락재해 발생비율	79
(3) 철골작업 추락재해 유형	80
3.2 철골작업 추락방지설비	80
(1) 추락방지설비 구비요건	80
(2) 추락방지설비 종류	81
4. 통로 및 발판	82
4.1 비계의 종류	82
(1) 비계의 구분	82
(2) 전면발판과 부분발판	83

4.2 근로자의 이동을 위한 설비	85
(1) 수직이동설비	85
(가) 수직이동설비의 구분	85
(나) 설치방법	87
(2) 수평이동설비	88
(가) 수평통로	88
(나) 잔교	88
4.3 작업발판	90
(1) 달대비계	91
(가) 개요	91
(나) 치수, 중량 및 강도	91
(다) 결합 체인의 판정	93
(라) 설치방법	93
(2) 달틀비계	94
(가) 구조	95
(나) 설치방법	96
(다) 종류별 부착방법	97
5. 안전대 및 안전대 부착설비	101
5.1 안전대 및 보조설비	101
(1) 안전대의 기능 및 사용조건	101
(가) 안전대의 기능	101
(나) 안전대를 착용해야 할 작업	101
(2) 안전대의 종류 및 명칭	101

(3) 안전대 사용방법	103
(4) 안전대 보조설비	107
(가) 로ړ업	107
(나) 안전블록	107
(5) 안전대의 성능향상	108
(가) 경량화	108
(나) 사용성 및 안전성	110
(다) 보조부품의 개발 등	112
5.2 안전대 부착설비	112
(1) 필요성	112
(2) 철골작업 안전대 부착설비의 종류	113
(3) 지지로우프 및 부대설비	113
(가) 수평지지로우프	113
(나) 수직지지로우프	121
(다) 긴장기	121
(라) 지지로우프 통과장치 및 안전기	122
(4) 지지로우프용 지주	124
(가) 종류	126
(나) 구조 및 규격	126
(다) 지주의 허용응력	126
(라) 지주의 성능	127
(마) 설치방법	127
(바) 점검	128
(사) 사용시 유의사항	128

6. 추락방지용 방망	130
6.1 방망의 기능 및 명칭	130
(1) 방망의 기능	130
(2) 방망의 각부 명칭	130
6.2 방망의 안전기준	131
(1) 구조기준	131
(가) 구조	131
(나) 망사의 강도	132
(다) 테두리로우프 및 달기로우프의 강도	133
(2) 설치기준	133
(가) 허용낙하높이, 처짐 및 바닥면과의 높이	134
(나) 방망 지지점의 강도 및 거리	135
(다) 시험 및 보관	137
(라) 사용금지	137
(마) 표시사항	138
6.3 방망의 설치방법	138
7. 철골작업 추락방지 요점	142
7.1 철골작업 일반 안전수칙	142
7.2 철골작업 추락방지 요점	142

표 목 차

표 2-1. 첩골구조의 분류	56
표 2-2. 건축첩골의 부위별 접합방식	58
표 2-3. 첩골건립공법 및 특징	60
표 2-4. 첩골공사용 양중기계의 분류	62
표 3-1. 건축공사의 추락재해 발생률	78
표 4-1. 비계(작업발판 및 가설통로)의 용도별 분류	82
표 4-2. 부분발판의 종류	83
표 4-3. 수직이동설비의 종류	85
표 4-4. 수평이동, 조립·검사 작업용 설비의 종류	90
표 5-1. 안전대 부착설비의 종류	113
표 5-2. 지지로우프의 종류	114
표 6-1. 신폴 방망사의 인장강도	133
표 6-2. 폐기시 방망사의 인장강도	133
표 6-3. 방망의 허용낙하 높이	134
표 6-4. 지지재료의 따른 허용응력	137

그림 목차

<그림 2- 1>	철골구조의 가구형식별 분류	56
<그림 2- 2>	기둥-보의 접합형식	58
<그림 2- 3>	철골건립공법	61
<그림 2- 4>	철골공사용 양중기계	62
<그림 2- 5>	작업발판 및 방호계획 예	67
<그림 2- 6>	지상준비 작업	70
<그림 2- 7>	보와 기둥의 걸기작업	71
<그림 2- 8>	기둥의 고정	72
<그림 2- 9>	보의 조립	73
<그림 3- 1>	추락이 일어날수 있는 장소	77
<그림 3- 2>	건축공사의 공정별 재해발생건수(일본 : 1990년)	79
<그림 3- 3>	가공부재반입작업의 기인물별 재해	79
<그림 4- 1>	수직이동과 작업을 겸한 기계식 부분작업발판의 종류	84
<그림 4- 2>	수직이동통로	86
<그림 4- 3>	지주를 이용한 잔교	89
<그림 4- 4>	달대비계의 조합예	92
<그림 4- 5>	체인 상세도	93
<그림 4- 6>	달비계용 체인 사용방법	94
<그림 4- 7>	경량달틀비계	95
<그림 4- 8>	달틀비계(Ⅰ)	98
<그림 4- 9>	달틀비계(Ⅱ)	99
<그림 4-10>	용접용 달틀비계	100
<그림 5- 1>	안전대 사용조건 및 작업예	102

<그림 5- 2>	안전대의 명칭, 종류 및 사용예	104
<그림 5- 3>	안전대의 올바른 사용방법	106
<그림 5- 4>	로프와 수직지지로우프 사용법	107
<그림 5- 5>	안전블록의 종류 및 사용법	109
<그림 5- 6>	3중잠김방식 후크	110
<그림 5- 7>	평로우프식 충격흡수장치의 외관 및 충격흡수과정	111
<그림 5- 8>	안전대 결이용 전용철물	112
<그림 5- 9>	안전대 부착설비	114
<그림 5-10>	후크 및 카라비나 시험방법	115
<그림 5-11>	지지로우프 설치순서	116
<그림 5-12>	지지로우프 고정방법	119
<그림 5-13>	낙하거리에 따른 로우프의 충격하중과 모서리에 견디는 정도	120
<그림 5-14>	긴장기의 종류 및 사용법	123
<그림 5-15>	수평지지 로우프의 긴장상태에 따른 처짐	124
<그림 5-16>	지지로우프용 통과장치	125
<그림 5-17>	지지로우프 지주의 규격 및 사용방법	129
<그림 6- 1>	방망의 구조 및 각부 명칭	131
<그림 6- 2>	그물코의 매듭형태	132
<그림 6- 3>	방망의 허용낙하높이와 바닥면과의 높이	136
<그림 6- 4>	방망의 L과 A의 관계	136
<그림 6- 5>	방망의 고정방법	139
<그림 6- 6>	방망 설치용철물 및 망연결철물	139
<그림 6- 7>	방망설치도	140
<그림 6- 8>	이동식 수평안전망	141

1. 머 리 말

1.1 취지

본 기술자료는 주요구조재로 강재가 사용되는 구조물의 건설공사에서 철골부재의 조립작업중 발생가능한 추락재해의 방지를 위하여 작업전 준비사항과 사용가능한 안전설비를 가설비계(작업발판; 1차설비), 안전대 및 안전대 부착설비(2차설비), 추락방지용 방망(3차설비)의 3단계로 구분하여 철골작업현장에서 참고자료 및 기술지침으로 활용될 수 있도록 편집하였다.

1.2 용어

본 자료에서 사용하는 용어의 정의는 여기에서 지정하는 것과 특별한 규정에 있는 경우를 제외하고 산업안전보건법, 동시행령(이하 '령'이라 한다) 및 동법시행규칙(이하 '규칙'이라 한다)에 정하는 바에 의한다.

2. 철골작업 개관

2.1 철골구조형식 및 건립공법

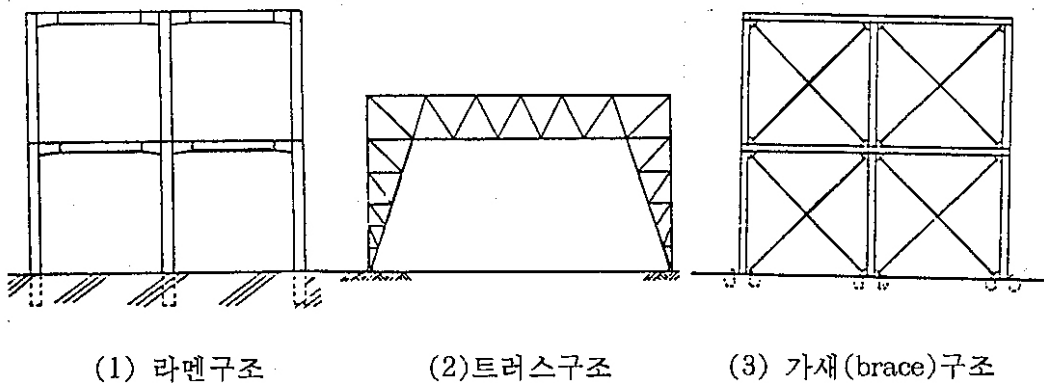
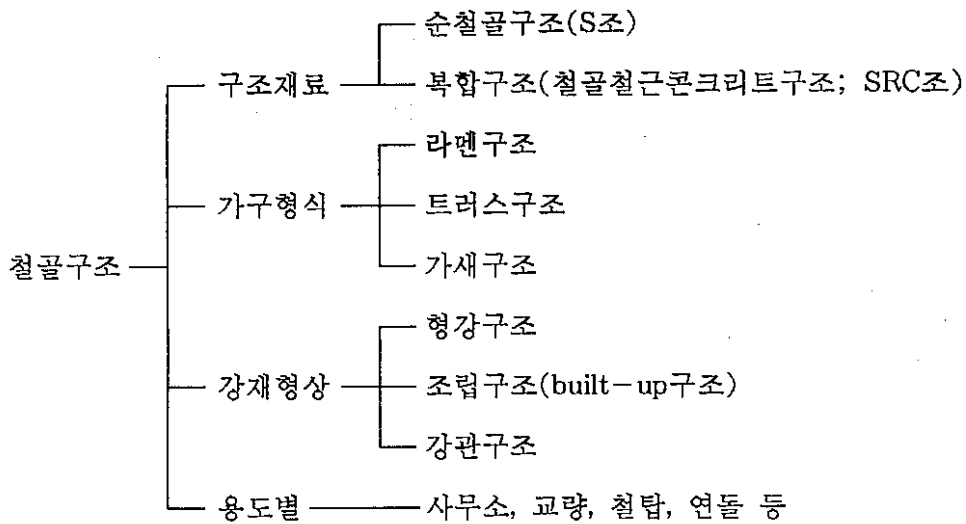
(1) 철골구조형식

철골구조는 구조물의 용도, 강재 형상, 가구형식, 재료의 조합 등 여러가지 관점에서 분류가 가능하나, 건축구조물은 구조적 관점에서 구조부재의 구성재료가 강재만으로 된 순철골조(S조)와 철골과 철근콘크리트가 복합된 철골철근콘크리트구조(SRC조)가 있다. 또 순철골구조는 부재의 가구형식과 절점의 접합상태에 따라 라멘구조, 트러스 구조 및 가새(brace)구조로 나눌 수 있다.

최근의 구조물은 서로 다른 재료가 한구조물의 구조재로 혼용되는 복합구조

(composite construction)화하고 있는데, 두가지 재료가 일체로 거동하는 합성 부재(composite member)와 재료의 성질에 따른 부재의 합리적 배치로 부재의 기능별로 서로 다른 재료가 역할을 분담하는 혼합구조(mixed construction) 등으로 구조적 성능뿐만 아니라 시공성도 발전하고 있다.

표 2-1. 철골구조의 분류



<그림 2-1> 철골구조의 가구형식별 분류

(2) 철골부재 접합방법

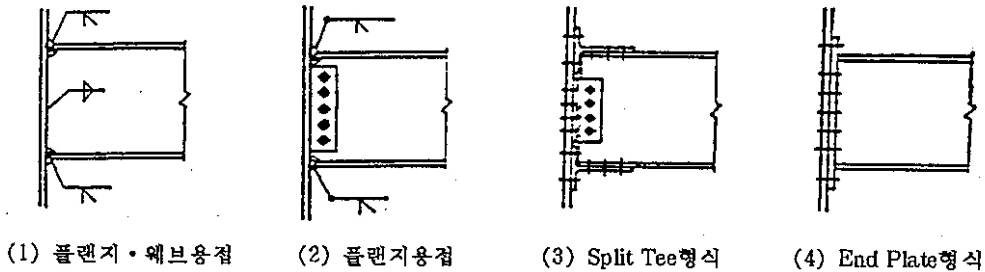
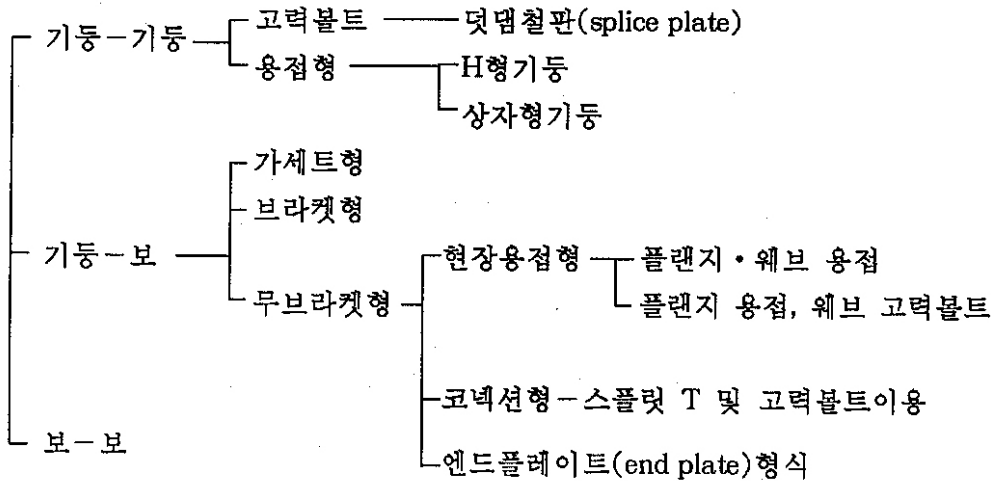
철골구조의 발전은 소재생산기술의 발달도 있지만 부재접합기술의 발전에 힘입은 바 크다. 접합부(joint)는 부재(member)와 함께 구조물의 2대 요소로서 충분한 힘 전달과 국부적 변형에 견딜 수 있는 강도, 공장에서의 가공성 및 현장의 시공성, 경제성 등이 요구되며, 현장철골작업도 결국은 접합부의 처리작업으로 볼 수 있다.

철골부재의 접합은 부재들을 연결(이음 및 맞춤)하여 하중을 지지할 수 있는 구조체를 조립하는 과정을 말한다. 철골구조물의 현장시공은 일련의 공장 생산된 부재의 운반 및 조립과정으로서, 현장작업의 핵심은 부재의 조립 즉, 부재간의 접합에 있다. 따라서 접합작업의 적절한 관리는 조립작업의 안정성 뿐만 아니라 구조물 자체의 안전성에도 영향을 미친다.

철골부재의 접합방법은 부재를 일체화시키는 야금학적 접합과 별도의 접합용 철물을 사용하는 기계적 접합으로 대별된다. 야금학적 접합은 열, 전기, 레이저 등의 에너지를 이용한 용접이 주로 이용된다. 기계적 접합에는 리벳접합과 볼트접합이 있는데 리벳은 볼트에 비해 시공관리가 어렵고 작업의 능률도 떨어져 최근에는 리벳은 거의 사용되지 않고 있다. 볼트접합에는 고강도의 고력볼트(high-tension bolt)가 주로 이용되는데 그립형볼트, 지압형볼트, 전단형볼트 등이 있다. 특히 고력볼트접합은 현장용접의 번거로움을 해결하기 위하여 TC볼트(tension control bolt) 등 우수한 체결력과 시공성을 갖는 형태의 볼트, 다양한 접합용 부품 및 체결기구의 개발로 최근의 철골구조는 현장용접이 거의 필요치 않는 무용접(non-weld) 구조화하고 있다.

건축철골구조의 현장접합부위는 기둥-기둥, 기둥-보, 보-보가 있으며 기둥간에는 용접이, 그외는 볼트가 주로 이용되고 있다(표 2-2. 건축철골의 부위별 접합형식 참조).

표 2-2 건축철골의 부위별 접합방식



<그림 2-2> 기둥-보의 접합형식

(3) 건립공법

(가) 층별 건립공법 및 후진건립공법

철골구조물의 건립공법(양중방법 및 건립순서)은 구조물의 형상·규모, 부지조건(주변의 여유등), 가구방식(트러스, 라멘, 대경간 등), 부재의 형상·수량·중량, 반입방법(반입구, 적치방법 등), 철골공사 공기 등을 고려하여 가장 적절한 공법을 선정하게 되며 경우에 따라서는 두가지 이상의 공법을 혼용하기도 한다.

층별건립공법은 고층건물에 가장 널리 이용되는 공법으로서 지상으로부터 수직방향으로 한절씩 완성시켜나가는 공법이며 상층부로 공사진행과 병행하여

추락방지시설도 계속하여 이설되어야 한다.

후진건립공법은 단층이나 저층으로서 면적이 넓은 공장, 체육관 등에 적합한 공법으로 축방향을 따라 기둥부터 건립해나가는 축별건립방식과 한경간씩 완성시켜나가는 폭단위건립방식이 있다.

(나) 리프트업(Lift-up) 공법

구조체를 지상에서 조립하여 잭(jack)으로 들어올려 고정하는 건립공법으로 장점은 지상에서 조립되므로 고소작업이 적고 작업이 안전하여 작업능률이 높고, 양중기 선정의 범위가 넓으며, 전체조립시 오차의 수정이 쉽다.

단점으로는 숙련을 요하는 공법으로 공법상 조립하여 리프트업하는 부재가 어느 정도의 강성이 없으면 채택할 수 없으며 좌굴을 방지하기 위한 보강재가 필요할 수도 있다. 또 리프트업이 완료될 때까지 하부작업을 할 수 없으며, 구조체를 리프트업시킬 때 집중적으로 인력 및 장비가 필요하다.

(다) 현장조립공법

부재의 길이, 폭, 중량 등이 커서 전체를 한꺼번에 조립하여 반입할 수 없는 경우 분할하여 반입하고, 건립장소와 가까운 곳에서 조립하여 양중하는 공법이다.

장점은 작은 부재로 분할하므로 운반이 용이하고, 부재의 길이가 긴 것, 폭이 넓은 것, 중량이 상당히 무거운 것도 양중가능하다. 현장조립장소를 계획, 설정하는데 따라 거의 이동이 없이 양중할 수 있으며, 큰 중량물도 양중할 수 있다.

단점으로는 현장에 조립공간과 조립용 가대 등이 필요하며, 현장조립으로 공기가 지연될 수 있다. 건립작업이 이동되는 경우 조립장소도 이동하여야 하며, 대형 또는 대중량을 달아 올려야 하기 때문에 계획상의 제약이 많다는 점 등이다.

(라) 지주공법

부재의 길이, 중량 등의 제한으로 전체를 일시에 양중하여 조립할 수 없는 경우, 그 접합부에 가설지주를 세우고, 지주위에서 조립을 완료한 후 지주를 철거하는 공법이다.

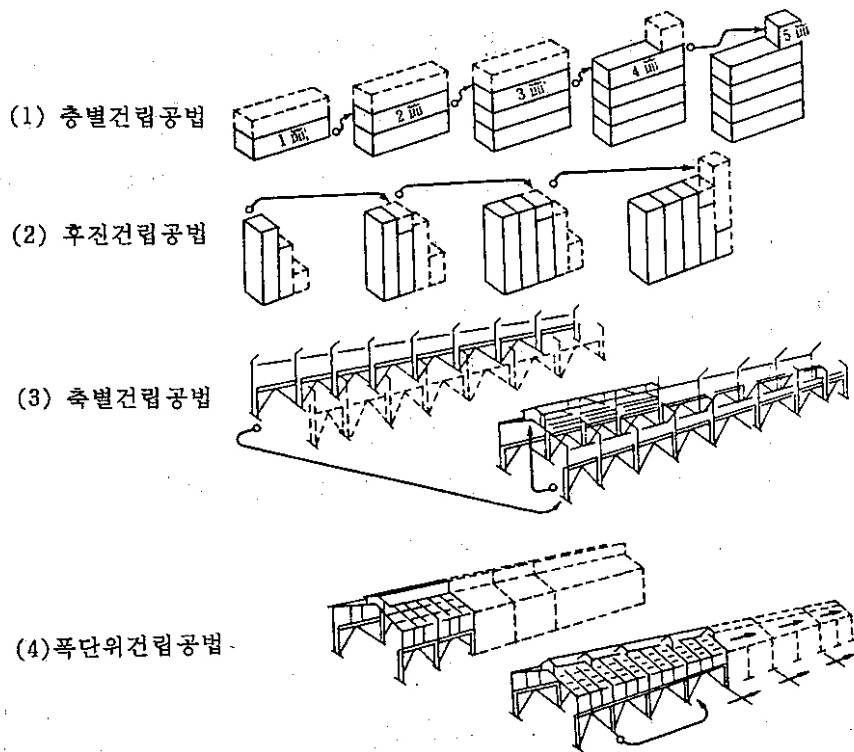
장점으로는 부재를 분할하기 때문에 운반취급 및 양중기의 사용계획이 용이하다.

단점으로는 지주의 조립 등으로 능률이 떨어지고, 접합부의 맞춤작업이 끝날 때까지는 지주를 해체하지 못하여 공정상 한 현장에서 지주를 재사용하기는 매우 어렵다.

건립공법별 특징 및 건립기계는 표 2-3.과 같다.

표 2-3. 철골건립공법별 특징

공 법	특 징	건립기계
축별건립공법	공장 등의 작은 건물과 저층의 폭이 좁고 긴 구조에 적합하며, 높은 건물에는 적합하지 않다. 작업능률이 좋고, 건립시의 안정성도 높다.	이동식크레인
폭단위건립공법	공장 등의 작은 건물과 저층의 폭이 좁고 긴 구조에 적합하며, 높은 건물에는 적합하지 않다. 건립시의 안정성이 부족하므로 보강이 필요하다.	이동식크레인
후진세우기공법	높이 40m정도의 건축물에 적당한 공법이다. 건립 기간이 짧고, 좁은 부지에서도 작업이 가능하지만, 건립시의 안정성에는 주의가 필요하다. 건축물, 특히 고층건축물에 유효하다.	이동식크레인 (주행식 타워크레인)
층별건립공법	좁은 부지내의 건립도 가능하다. 철골건립 공기는 길지만 데크플레이트를 바닥 형틀로 이용하면 철골공사와 병행하여 하층의 골조공사 추진이 가능하다. 건립시의 안정성도 높다.	타워크레인
슬라이드공법	대경간 작은건물의 지붕(입체트러스) 등의 건립에 적당하다. 슬라이드가 가능할 정도의 강성이 있어야 시공이 가능하며 안정성은 높다. 공사비는 비싸지만 공기단축 등의 장점이 있다.	이동식크레인 유압잭
리프트업공법	길고 큰 경간의 트러스지붕 등의 건립에 적당하다. 구조적으로 단순하고, 강성이 높은 것이 바람직하다. 공사비는 비싸지만, 노무비는 감소하며, 리프트업전에 지붕공사, 도장공사, 설비공사 등이 가능하다.	이동식크레인 유압잭

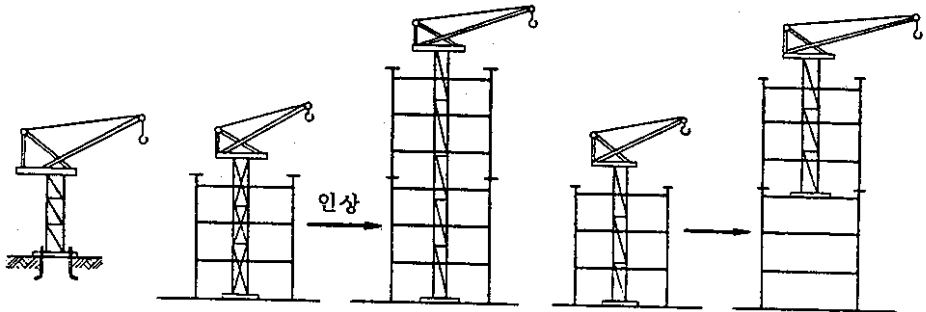
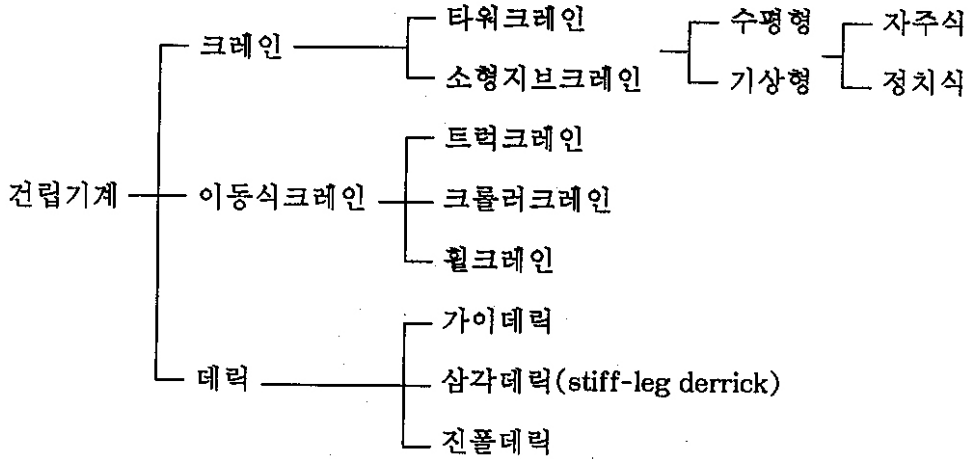


<그림 2-3> 철골건립공법

(4) 철골공사용 기계

철골공사용 건립기계는 대상 구조물의 형태(길이, 폭, 높이 등), 단위부재의 크기 및 중량, 건립장소 내외부의 조건과 건립공법을 종합적으로 검토하여 선정한다. 건립기계의 설치 및 사용은 관계법령의 기준을 준수해야 하며, 건립기계의 설치, 검사, 점검, 시험, 운전원의 자격 등도 이에 따른다.

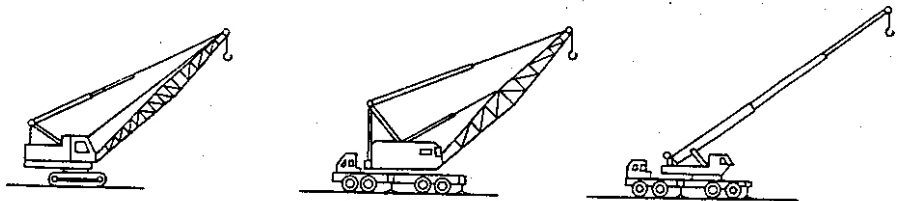
표 2-4. 철골공사용 양중기계의 분류



(1) 고정식 타워크레인

(2) 마스트인상식 타워크레인

(3) 베이스 인상식 타워크레인



(4) 크롤러 크레인

(5) 트럭 크레인

(6) 유압식 크레인

<그림 2-4> 철골공사용 양중기계

2.2 철골작업 가설계획

(1) 가설계획의 의의

철골공사의 안전성과 작업의 효율화를 위해서는 적절한 가설계획이 필요하다. 가설계획은 공사현장담당자에게만 맡길 것이 아니라 안전관리자와 근로자의 의견 및 공사내용을 충분히 반영하여, 가능한 한 세밀하게 계획해야 한다.

근로자의 입장에서 작업하기 쉬운 발판, 안전한 작업통로, 낙하물에 대한 방호시설 등이 확실하게 설치되어 있는 작업환경이라야 안심하고 작업할 수 있어 작업능률도 오르고 품질도 향상된다. 특히, 현장용접용 발판은 확실하지 않으면 불안정한 행동으로 재해를 유발할 가능성이 높으며, 용접 등에 있어 품질상의 결함도 발생하기 쉽다.

(2) 가설발판계획

(가) 작업발판의 종류

철골공사에 필요한 가설비계는 작업장소까지 이동을 위한 가설통로와 고력 볼트체결, 용접 등 본작업을 위한 작업발판으로 크게 나눌 수 있다.

1) 작업통로

수직이동에는 기둥의 승강용 트랩이 주로 이용된다. 설치방법은 철근이나 강봉을 트랩용으로 가공하여 용접하는 방법, 철제사다리를 설치하는 방법 등 간편한 방법이 취해지고 있다. 이 경우 철근트랩을 구부릴 경우 끊어지지 않도록 주의가 필요하다.

수평이동은 건립초기에는 철골보위를 보행하게 되므로 지지로우프를 조기에 기둥사이에 설치하여 보행안전을 도모한다. 이어서 통로를 확보하기 위해 슬라브가 데크플레이트인 경우는 최소한 2장폭으로 통로부분에 깎는다. 철골철근 콘크리트구조와 같이 슬라브가 데크플레이트가 아닌 경우는 발판 등으로 적당한 통로를 확보해야 한다.

2) 작업발판

작업발판이 필요한 부위는 기둥과 기둥의 접합부, 기둥과 보의 접합부, 보와 보의 접합부 등이 있으며, 건물의 내부, 외주부에 따라서 작업발판의 형상도 달라진다.

기둥과 기둥의 접합부용은 고력볼트 조임용과 현장용접용이 약간씩 다른데, 용접용은 상자형으로 짜여진 방풍을 겸한 발판을 선택하면 좋다. 또, 내부기둥에 대해서는 보를 이용하여 기둥의 둘레에 발판을 가설하는 정도로 끝내는 경우가 많다.

기둥과 보의 접합부 및 보와 보의 접합부에는 일반적으로 달비계가 가설되는데, 볼트체결작업은 단시일에 전면을 이동하기 위해 적어도 1절분, 3-4층분을 한꺼번에 가설해야 하므로 대량의 발판재료를 필요로 한다. 달비계는 작업장소마다 각각 달아매는데 한조의 중량이 60-70kg이므로 교체는 크레인으로 하는 것이 바람직하다. 행거식의 매다는 발판은 부재가 분해되므로 인력으로 교체할 수 있다. 달틀비계는 철골보의 하부플랜지 밑면에 설치용 철물을 미리 공장에서 용접하여 두고 여기에 비계의 본체를 설치하는 방식이다. 단, 발판의 교체는 보아래의 볼트를 빼내는 작업을 위해 하층에 작업대가 필요하므로 사전검토가 필요하다. 기둥에 설치하는 달비계도 적합성을 검토해 둔다.

달비계를 사용할 때는 외부발판, 수직방호 및 교정용 와이어와의 관계도 검토해야 한다. 데크플레이트 등을 보하부 플랜지에 내려걸어 작업발판으로 이용하는 방법도 간편하며 웨브는 고력볼트조임, 플랜지는 용접을 사용한다. 또, 접합부용발판 이외에도, 개축용발판, 도장용발판도 필요한데, 위의 발판을 겸용할 수 있다.

(나) 작업발판의 선정조건

작업발판을 계획할 때는 건립공법, 층높이, 경간크기 등을 검토해야 하며 계

획에는 사용재료, 설치방법, 해체시기 등을 기술하고 상세계획은 별도계획도로 작성한다. 작업발판 선정시 고려할 사항은 다음과 같다.

1) 작업의 안전성

우선 발판위에서의 작업이 안전해야 한다. 안전대책상 고력볼트체결에서는 볼트의 낙하방지가 가능하고, 용접작업용은 용접불꽃의 비산방지를 겸한 형태가 필요하다.

2) 교체작업

발판은 조립해체가 간단하고 이동이 용이한 구조로서 발판의 설치 및 해체시의 안전성이 중요하다. 발판의 교체작업공정은 철골건립공정중 비교적 큰 비중을 차지한다. 예를들면 크레인으로 교체를 할 경우는 크레인을 1-2일 점유하게 되므로 미리 교체일수를 계획에 포함시킨다. 또, 크레인을 사용하지 않고 인력에 의하여 발판을 교체할 경우는 경량으로 안전하게 운반이 가능한 발판이 필요하다.

3) 타공사와의 관련

발판의 가설시기와 타공사와의 관련은 사전에 충분히 검토하여 둔다. 예를들면 바닥판용 데크플레이트 깔기, 혹은 바닥판 형틀의 조립시기, 외벽공사나 지붕공사 등과의 관련, 설비기기의 설치작업 등과 착오없도록 계획한다.

(3) 방호계획

철공공사 기간중의 방호는 근로자의 추락을 저지하기 위한 지지로우프의 설치와 안전망 등을 사용한 수평방호와 내부방호가 주이며 외부로의 비산방지를 위한 외부방호가 있다.

(가) 내부방호

1) 지지로우프 설치

근로자는 철골건립중 충분한 작업통로가 설치되지 않은 초기상태의 보행시

항상 추락위험에 노출되어 있으므로 초기단계에서는 와이어로우프나 나일론 지지로우프를 신속하게 설치하여 보행의 안전을 도모한다. 또 양중하는 보에 미리 로우프를 가설하여 두었다가 보의 조립과 동시에 설치하고, 걸기와의 해지시에도 여기에 안전대를 걸어서 보의 중앙까지 보행이 안전하도록 한다.

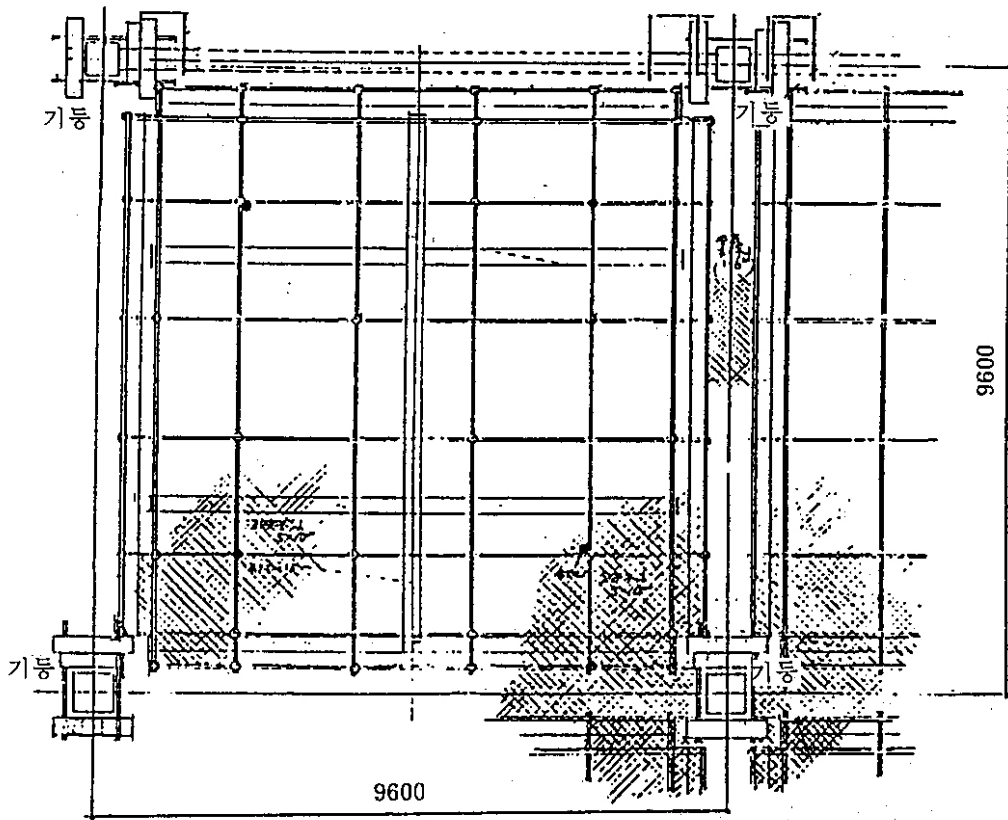
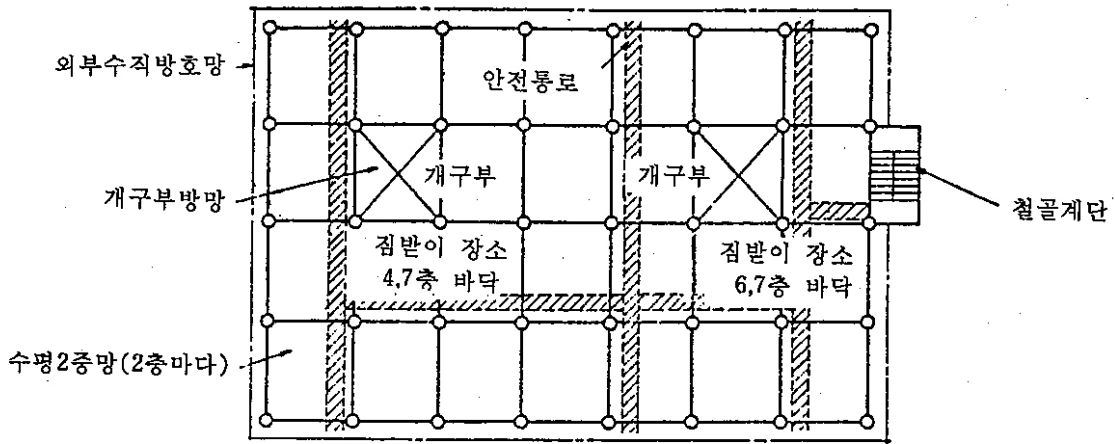
2) 수평안전망

수평안전망은 만일 근로자가 추락했을 경우의 보호와 볼트, 기타 자재의 낙하를 방지하기 위한 목적으로 설치한다. 철골구조에서 작업대로 데크플레이트를 설치할 경우 필요한 작업통로는 각층 또는 3층마다 1개층 정도 전면갈기로 수평방호를 대신할 수 있다. 보통 데크플레이트는 잘 사용되지 않으며 안전망이 주로 사용된다. 안전망은 건설공사 등에서 추락위험을 방지하기 위해 수평으로 당겨서 사용하는 망으로, 노동부 고시인 '추락재해방지 표준안전작업 지침'에서는 추락방지용 방망으로 부르고 있다.

규정상 높이 2m 이상의 추락위험개소에서 작업대를 설치하는 것이 곤란한 경우 혹은 작업대의 끝, 개구부 등에 난간, 울타리, 덮개 등을 설치하기 어려운 경우에는 의무적으로 '안전망'을 치는 등의 위험방지설비를 강구해야 한다. 이 경우의 '안전망'은 물체의 낙하에 의한 위험방지를 위한 방호망으로서 추락방지용 방망과는 설치목적이 구별된다.

(나) 외부방호

외부방호는 수직보호망과 외부로 돌출시킨 수평안전망에 의한다. 본 지침에서는 이중 수평방호망을 추락방지용 방망으로 설치할 경우만을 6장에서 기술한다.



<그림 2-5> 작업발판 및 방호계획 예

2.3 철팔건립작업

(1) 철팔건립작업 검토사항

(가) 가설부품의 부착

철팔의 건립후에 가설부재나 부품을 설치하는 것은 위험한 고소작업이 되므로 다음 사항은 가능한 한 사전에 계획하여 철팔공작도에 반영하여 공장에서 부재에 용접한 후 현장에 반입한다. 또, 공장용접이 충분하더라도 철팔의 적재, 하역, 운반 및 반입후의 선별 등의 단계에서 외력이나 충격이 가해지는 일이 많으므로 주의하여 확인한다.

- 지지로우프 설치용 철팔
- 기동 승강용 트랩, 발걸이 등
- 건립용 와이어고정 철팔
- 방망 설치용 철팔
- 철팔인양용 철팔
- 달비계 설치용 철팔
- 내민작업발판용 까치발

(나) 철팔건립계획 작성시 검토사항

철팔의 건립계획은 안전하고, 합리적인 작업을 위하여 실제 작업을 수행하는 협력업체의 의견도 충분히 작업계획에 반영시킨다.

1) 현지 상황조사

현장 주변의 환경, 반입도로의 상황, 인접건물, 전선, 전파장해 등에 대해서 충분히 조사한다.

2) 건립공정의 검토

전체공정, 전후의 관련공사, 철팔의 제작공정 등 건립공정에 영향을 주는 요소를 검토한다.

3) 주요 부재의 크기, 중량 및 형상의 확인

반입도로, 설치방법, 건립시의 안전성을 좌우하는 개개 철골부재의 크기, 중량, 형상을 확인하여 둔다.

4) 건립기계의 선정

건립기계는 종류에 따라서 각각 특성과 성능에 차이가 있으므로 입지조건, 주변상황, 건물의 형상, 건립공기, 건립순서 등을 고려하여 사용기계의 종류 및 대수를 정한다.

(2) 작업시작전 준수사항

(가) 작업전 교육

- 1) 작업범위, 공정, 작업분담과 적절한 작업지시
- 2) 적절한 복장과 안전도, 안전대의 점검과 사용
- 3) 작업순서 주지
- 4) 해당작업에서 예측되는 재해와 그 방지대책
- 5) 크레인 운전수와 신호방법에 대한 확인 및 통일
- 6) 악천후시의 작업중지

(나) 점검 및 정비

- 1) 현장 및 주의사항(고압선 등) 확인
- 2) 출입금지조치, 감시인의 배치
- 3) 크레인 등의 작업반경과 양중하중의 확인
- 4) 아웃리거와 지반의 확인
- 5) 걸기용구(걸기용 와이어로우프, 샤클 등)의 점검
- 6) 달비계, 승강트랩, 지지로우프 설치용 철물 등의 점검

(공장에서 설치한 경우, 반입시에 파손되는 경우도 있다.)

(3) 지상준비작업 및 건립순서

고소에서의 철골작업의 안전은 공작도 및 부재제작단계의 부착철물의 설치와 현장에서의 조립작업시 부재 인양전에 지상에서 실시하는 준비작업의 양부에 달려 있으므로 현장에서는 지상의 준비작업에 소홀함이 없어야 한다. 상부의 고소작업에 필요한 볼트 등 부품과 작업발판, 구명줄 등 지상에서 설치나 부착이 가능한 것들은 빠짐없이 견고하게 부착시켜야 한다. 일반적인 건축철골의 조립순서는 다음과 같으며 작업시 유의하여야 할 사항은 <그림 2-6>부터 <그림 2-9>와 같다.

(가) 지상에서 기둥, 보 등에 지지로우프, 작업발판, 승강설비, 와이어로우프를 부착시킨다(<그림 2-6>).

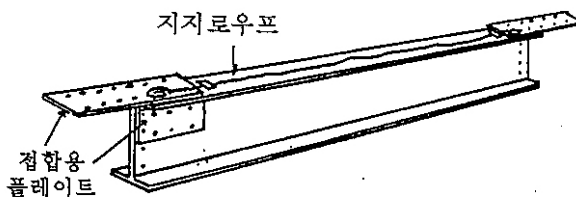
(나) 양중용 와이어를 건다(<그림 2-7>).

(다) 기둥을 일으켜 세운다(<그림 2-7>).

(라) 기둥을 와이어로 고정시킨다(<그림 2-8>).

(마) 보를 조립한다(<그림 2-9>).

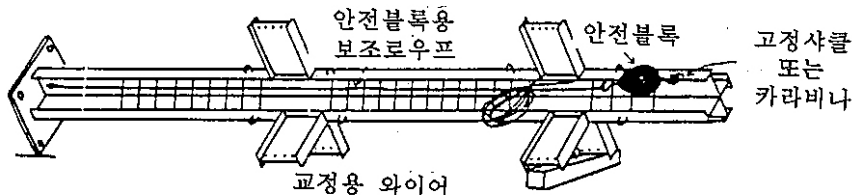
- 지상에서 보에 지지로우프를 부착시킨다.
(고무테이프를 이용한다)



- 고소작업을 줄이기 위해 지상에서 난간, 발판 등을 설치, 고정한다

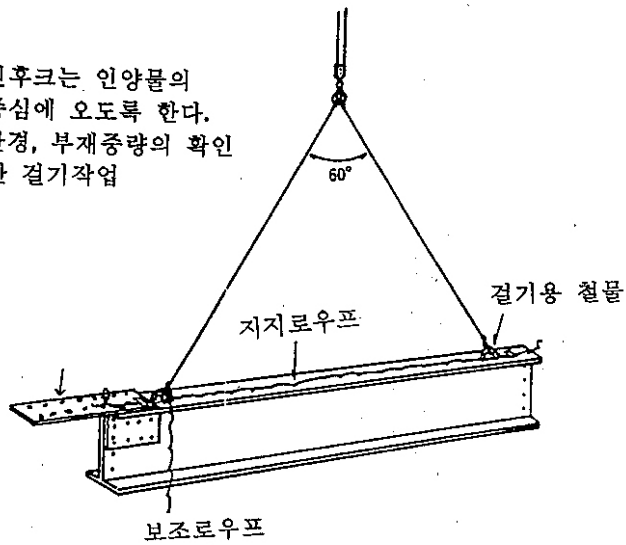


- 고정용와이어(전도방지겸용)를 지상에서 부착시켜둔다.
수직 지지로우프에는 안전블록을 설치해 둔다.

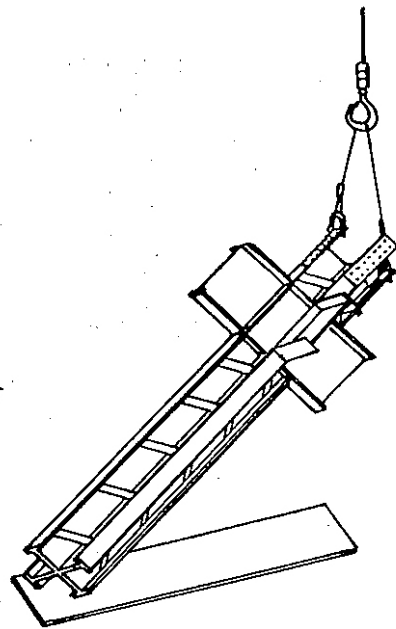
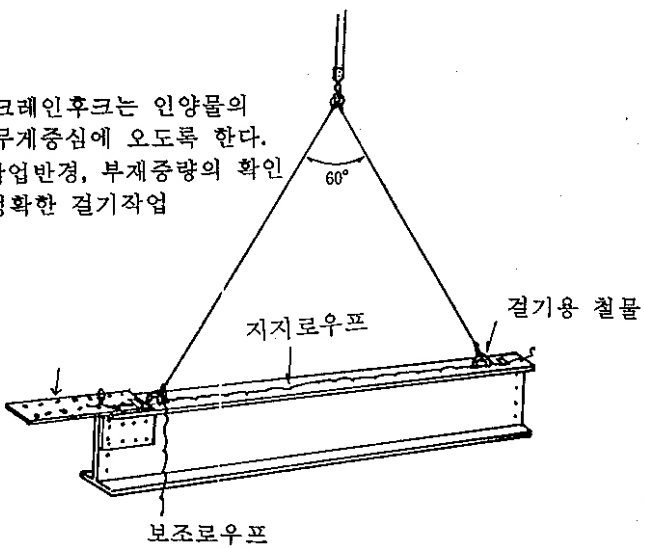


<그림 2-6> 지상준비작업

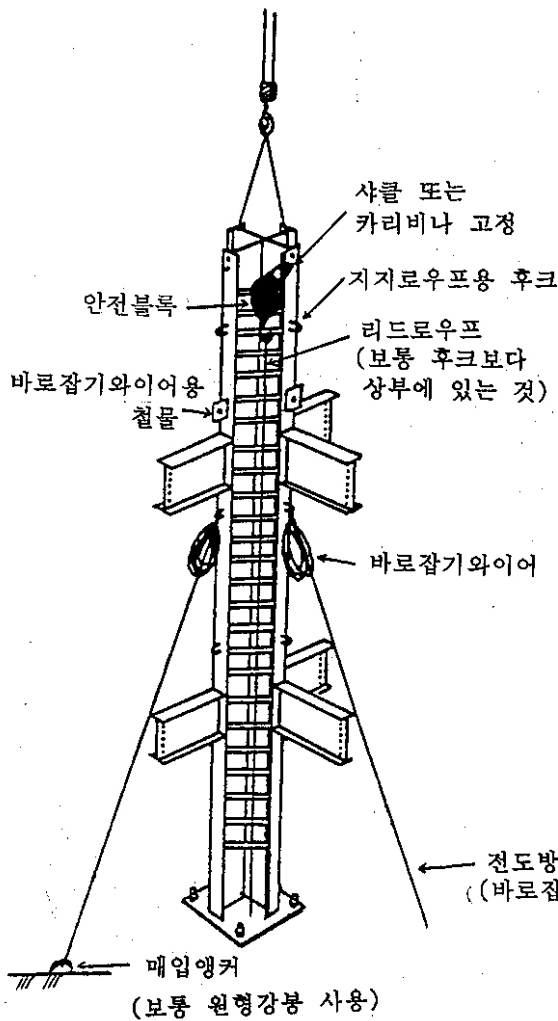
- 크레인후크는 인양물의 무게중심에 오도록 한다.
- 작업반경, 부재중량의 확인 정확한 절기작업



- 크레인후크는 인양물의 무게중심에 오도록 한다.
- 작업반경, 부재중량의 확인 정확한 절기작업

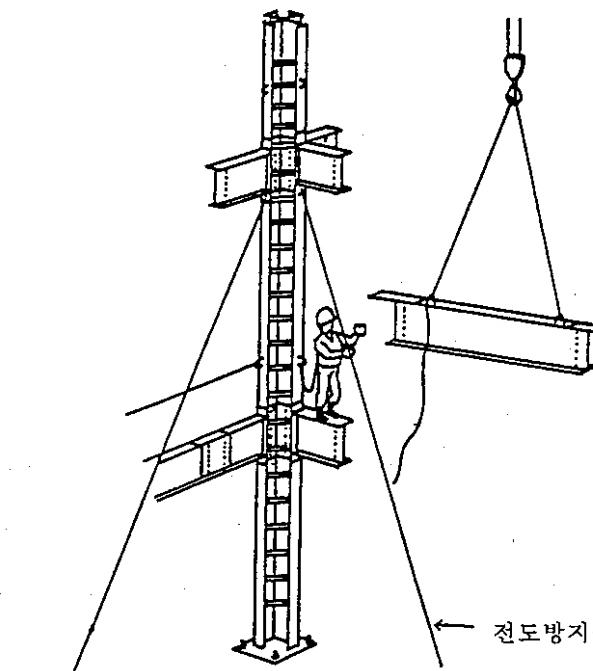


<그림 2-7> 보와 기둥의 절기작업

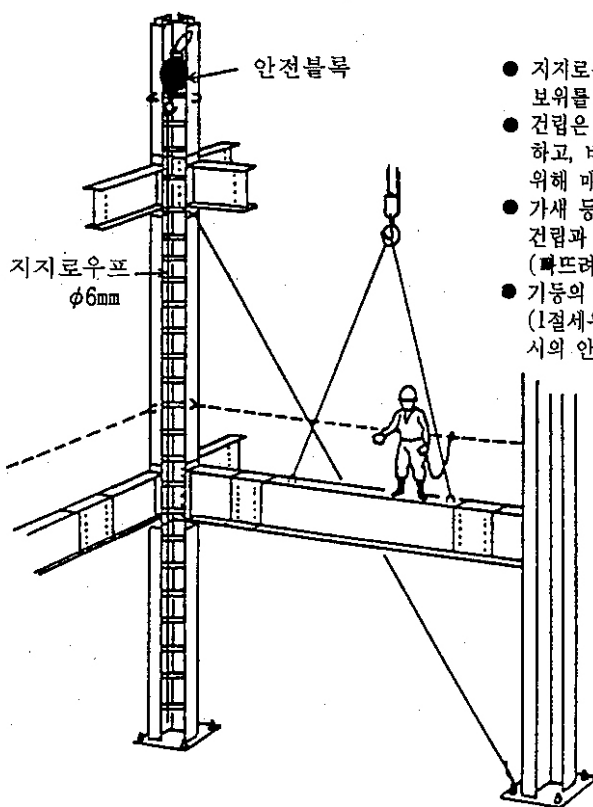


- 앵커볼트의 중심으로 유도한다.
 - 천천히 앉힌다(손, 발의 협착 주의).
 - 앵커볼트를 조인다(고정이 잘 되도록 전체 볼트를 확실히 조인다).
 - 절기 와이어를 푼다(안전대를 사용하고 승강시는 안전블록을 사용한다).
 - 기둥을 내려온다(지상에 착지할 때까지 주의력을 집중한다).
 - 이상을 반복한다.
 - 비, 바람, 눈 등 악천후시에는 작업을 절대 중단한다.
- (주의) 모서리기둥, 외측기둥에 양방향이나 세방향의 브라켓이 들출된 경우는 편심이 걸리므로 전도방지에 필요한 조치를 한다.

<그림 2-8> 기둥의 고정



- 철골을 소정의 위치에 볼트로 체결한다(안전대 사용)
- 지지로우프를 보의 바깥쪽으로 기둥의 설치용 철물 등에 설치한다.
- 가체결 볼트는 계획된 본수를 확실히 끼운다.



- 지지로우프에 안전대를 건 상태로 보위를 이동하여 걸기와이어를 끈다.
- 건립은 경간단위의 상자형으로 조립하고, 바로잡기와이어는 전도방지를 위해 매일 작업종료시에 긴장시켜둔다.
- 가새 등의 경사재가 있는 경우는 건립과 동시에 설치한다. (빠뜨려 남겨두지 않도록 한다).
- 기둥의 각절마다 방향을 설치한다. (1절세우기 완료시 설치하여 2절세우기 시의 안전대책으로 사용한다.

(그림 2 - 9) 보의 조립

3. 철골작업 추락방지 설비

3.1 추락재해유형

(1) 추락의 정의 및 발생형태

추락(墜落)이란 사람이 중간에서 다른 물체와 접촉없이 자유낙하하는 것이며, 유사한 용어로 전락(轉落)이 있는데 계단이나 경사면에서 굴러 떨어지는 것을 말한다. 동일하게 떨어지는 것이라도 물체의 경우는 낙하(落下)로 용어를 구분하여 사용한다. 산업재해조사규정(노동부 예규 제56호)에서는 추락의 발생형태를 “사람이 건축물, 비계, 기계, 사다리, 계단, 경사면, 나무 등에서 떨어지는 것”으로 하여 전락을 추락의 범주에 포함하여 분류하고 있으며, 여기서도 추락은 전락의 개념을 포함한 것으로 한다.

추락의 발생은 중력과 사물 위치의 고저차에 기인하며 역학적 의미에서는 위치에너지의 감소현상이다. 보통 사람은 추락의 존재를 경험적으로 이해하고는 있지만 항상 의식하고 있지는 않으며, 추락의 결과로서 사람이 물체에 부딪혀 사망하거나 부상함으로써 추락재해가 된다. 추락재해에 있어서 상해의 정도는 추락높이, 추락장소, 충격부위에 따라 다르며, 이제까지의 조사결과에 나타난 추락의 일반적 특징은 다음과 같다.

- 1) 충격부위가 다리인 경우는 상해가 적으나, 머리인 경우는 사망에 이르기 쉽다.
- 2) 충격장소가 부드러운 경우는 상해가 적고, 딱딱한 경우는 상해가 크다.
- 3) 대체로 추락높이가 높을수록 상해가 크지만, 2m 정도에서 사망한 경우와 30m 이상에서도 생존한 경우가 있다.
- 4) 고령자일수록 상해가 크고, 10세 이하 특히 3세 이하의 상해가 작다.
- 5) 체조선수나 유도선수와 같이 신체가 유연하고, 언제나 낙법 등으로 훈련하고 있는 사람들은 상해가 작다.

6) 자살이나 중독환자의 경우는 상해가 작다.

일반적으로 추락재해는 추락높이가 높을수록, 추락 장소가 콘크리트 등과 같이 딱딱할수록 또한 충격부위가 머리인 경우 상해가 커진다.

추락재해는 재해강도도 높지만 방지대책의 실시에도 건설현장은 다음과 같은 문제점이 있어, 현장에서 추락의 위험을 충분히 인식하고 대책도 철저히 실시하여야 한다.

1) 추락의 위험이 있는 고소작업은 임시작업이 많으며 상황에 따라 위험개소가 변화한다.

2) 작업에 따라 난간 등의 설치가 곤란하거나 설비측면의 대책을 강구하기가 곤란한 경우가 많다. 안전한 작업발판의 설치가 현저히 곤란한 경우 추락 방지대책으로서 안전대를 착용해야하는데, 활동성을 떨어뜨리기 때문에 근로자의 안전에 대한 의식이 낮은 경우에는 사용되지 않는 경우가 많고 이동시에 일시적으로 사용이 불가능할 때가 있다.

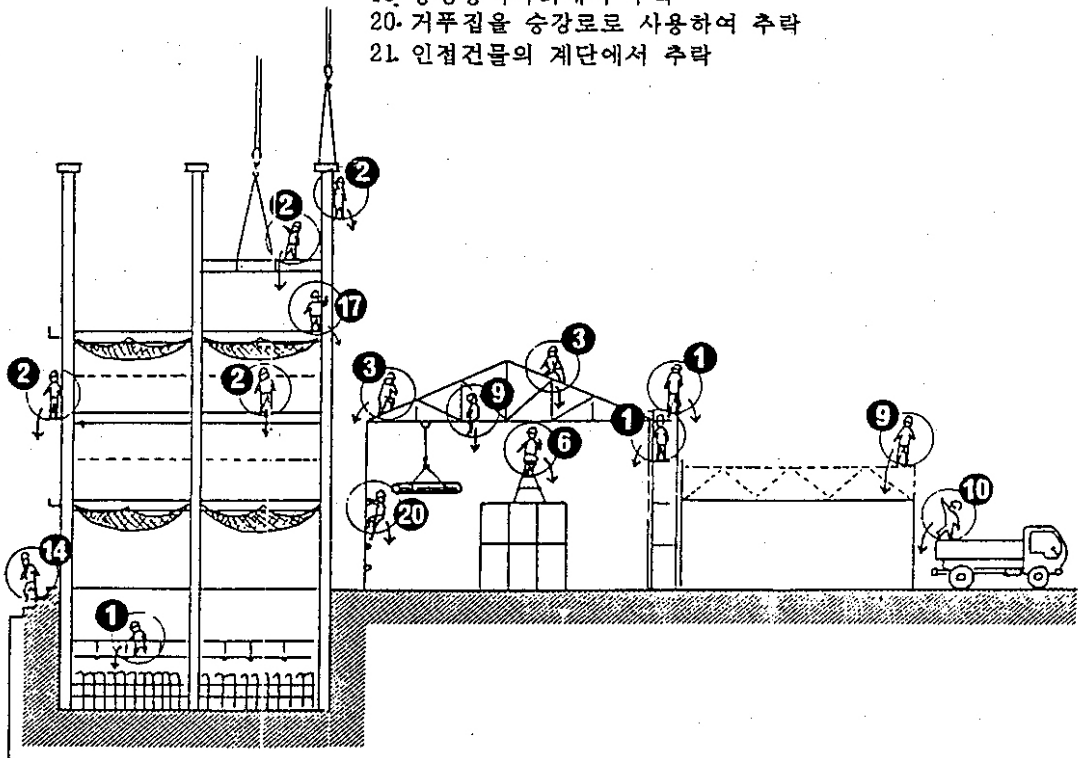
3) 근로자의 작업형태에 따라 보통의 안전대책으로는 불충분하여 특수한 대책을 강구할 필요가 있는 경우가 있다.

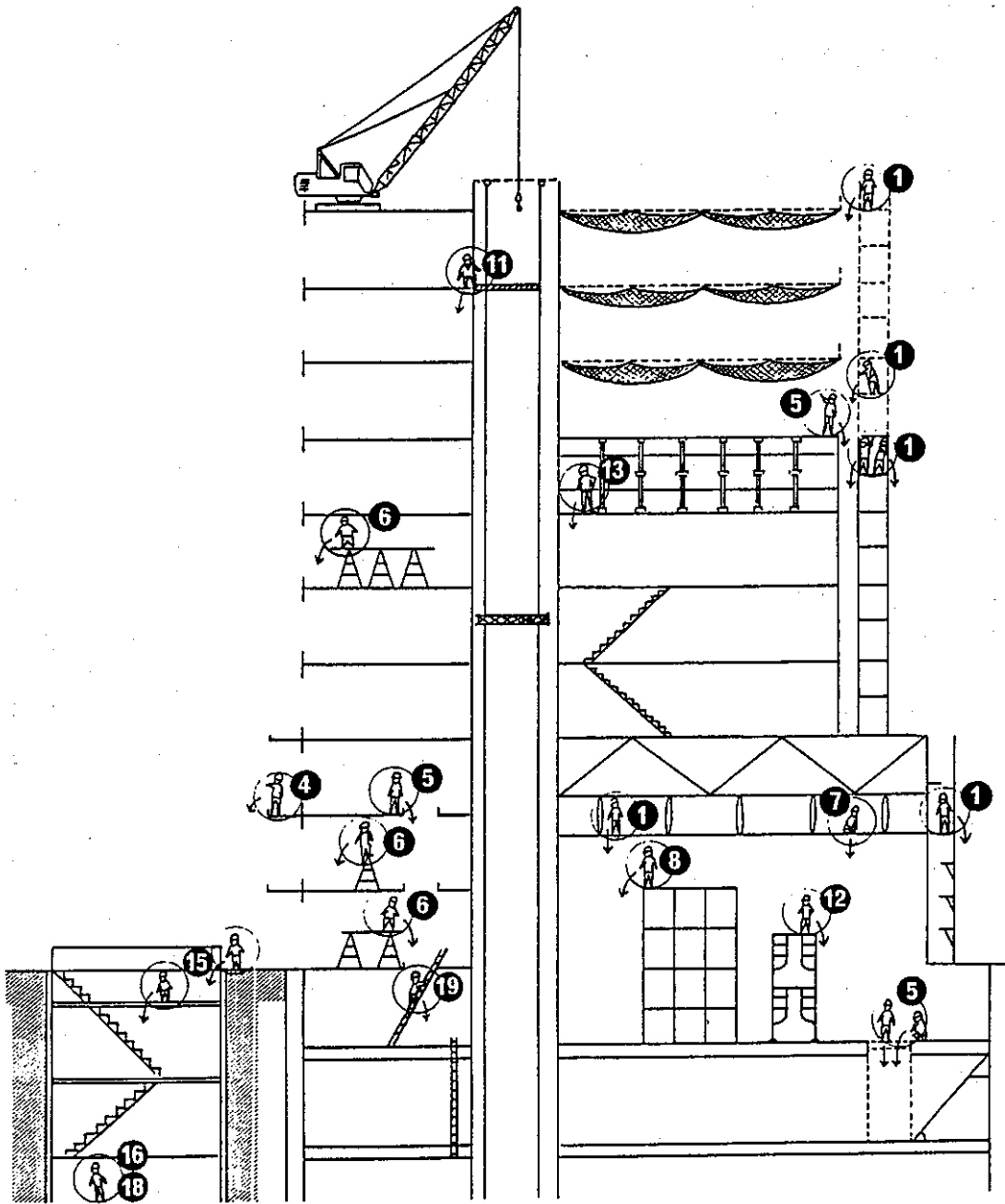
4) 비교적 낮은 장소의 작업은 안전대책이 경시되어, 안전확보가 불충분한 상태에서 말비계, 우마 등의 간단한 설비나 용구가 안이하게 사용되는 경우가 많다.

건설공사의 일반적인 추락형태는 다음과 같으며 본 지침에서는 철골구조의 조립 및 해체작업시의 추락에 관한 대책을 중심으로 기술한다.

- 1) 고소에서 추락
- 2) 개구부 및 작업대 끝에서의 추락
- 3) 비계에서 추락
- 4) 사다리 및 작업대에서 추락
- 5) 철골 등의 조립작업시 추락
- 6) 해체작업중 추락 등

1. 외부비계에서(이동중, 조립, 해체작업중) 추락
2. 철골세우기작업중(보, 기둥, 바닥판)추락
3. 지붕(슬레이트)에서 미끄러져 추락
4. 건물내부에서 외부로(내장, 외장공사중)추락
5. 개구부(바닥)로 (이동중, 작업중) 추락
6. 말비계에서 추락
7. 달비계(조립, 해체)에서 추락
8. 건물내부비계에서(발판위의 작업중) 추락
9. 철골해체작업중 추락
10. 트럭의 적재함에서 추락
11. 리프트에서 추락
12. 이동식 발판(rolling tower)에서 추락
13. 거꾸집작업중(조립, 해체) 추락
14. 외부계단에서 추락
15. 흙막이 지보공에서 추락
16. 콘크리트타설작업중 추락
17. 방망설치작업중 추락
18. 지하실 콘크리트타설작업중 추락
19. 승강용사다리에서 추락
20. 거꾸집을 승강로로 사용하여 추락
21. 인접건물의 계단에서 추락





<그림 3-1> 추락이 일어날 수 있는 장소

(2) 철골작업의 추락재해

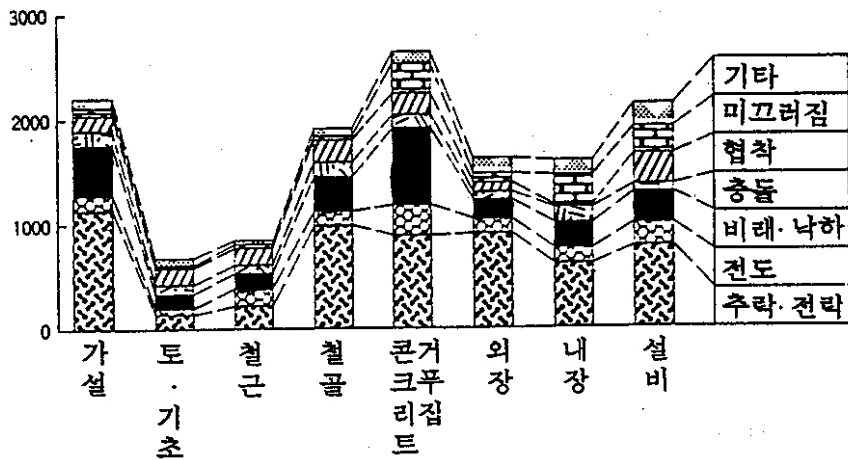
(가) 건축공사의 공종별 추락재해 비중

우리나라 건설재해의 공식통계는 공종별이나 작업별로는 집계되지 않고 있어 철골건설작업중에 발생하는 추락재해에 대한 정확한 통계는 얻기 어렵다. 외국의 통계로서 핀란드 통계에 의하면 건축공사중 골조공사(Frame structures)가 전체추락재해의 48%로서 집중관리가 필요함을 보여주고 있다 (표 3-1 참조).

표 3-1 건축공사의 추락재해발생률(핀란드 통계, 1974-1984)

작업구분	N	%
1. 해체공사(Demolition work)	13	3
2. 기초공사(Foundations)	9	2
3. 골조공사(Frame structures)	209	48
4. 지붕공사(Roof structures)	80	19
5. 골조 부대공사(Structure complementing the frame)	18	4
6. 외벽 및 외벽마감공사(Surface structure and coverings)	51	12
7. 건구 및 기기공사(Internal fittings and equipments)	2	1
8. 전기 및 설비공사(Heating, plumbing, electrical work)	43	10
9. 타워크레인 조립 및 해체(Dissambly and erection of T/C)	6	1
계	431	100

근로자들이 우리나라의 건설현장보다는 안전시설 등이 훨씬 완비된 조건에서 작업하는 일본의 최근통계에서도 철골공사는 건축공사에서 재해발생건수가 많은 대표적 공종이다. 철골작업이 다른 작업에 비해 장비를 많이 사용하여 적은 인원으로 이루어지는 작업임을 감안한다면 다른 어느 직종보다 재해빈도가 높다고 볼 수 있으며 재해의 유형은 추락재해가 대부분으로 추락방지시설의 중요성이 크다.

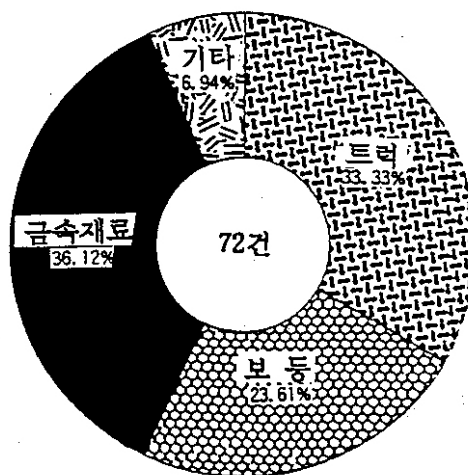


<그림 3-2> 건축공사의 공종별 재해발생건수(일본;1990년)

(나) 공정별 추락재해 발생비율

철골공사중 발생하는 추락재해를 공정별로 보면 세우기 작업이 전체의 반이상으로 안전대책의 중점대상임을 알 수 있다(본문 제4절 '1. 재해통계' 참조).

또한 철골과 같은 기성부재의 현장반입시 일어나는 재해의 비중도 높으며 기인물별로는 철골보 등의 재료와 트럭 등의 장비에 기인한 것이 대부분으로 부재취급작업시의 안전대책도 중요한 과제이다(<그림 3-3> 참조).



<그림 3-3> 가공부재반입작업의 기인물별 재해

(3) 철골작업 추락재해 유형

철골작업중 발생가능한 추락재해의 유형은 다음과 같이 다양한 형태가 있으며 대부분이 올바른 안전대 착용 및 사용만으로 예방이 가능한 사고이다.

- 1) 지지로우프가 없는 상태에서 추락
- 2) 안전대를 사용하지 않아 추락
- 3) 안전대를 사용하지 않은 상태에서 이동중 추락
- 4) 작업발판이 없는 상태에서 추락
- 5) 안전대의 후크를 해지하지 않은 상태에서 뛰어내리다 추락
- 6) 가적치된 작은보 부재로부터 추락
- 7) 지정통로를 이용하지 않아 추락
- 8) 작업발판외의 장소에 무리하게 올라가서 추락
- 9) 크레인 후크가 철골에 걸려 도피
- 10) 고가작업차의 바켓에서 보위로 이동시 추락
- 11) 조립순서를 무시하여 철골에 충돌
- 12) 승강중 주의부족으로 추락
- 13) 발판이 없는 상태에서 추락
- 14) 잘못된 안전대 사용방법으로 추락
- 15) 양중기 조작 잘못으로 철골부재에 충돌하여 추락
- 16) 데크플레이트를 잔교로 설치시 추락
- 17) 안전대의 후크를 지지로우프에 걸지 않아 추락
- 18) 철골보위에서 미끄러짐
- 19) 방망의 망테두리 고정전에 방망의 바깥쪽으로 추락

3.2 철골작업 추락방지설비

- (1) 추락방지설비 구비요건

가설용 시설은 설치 및 작업중의 안전성, 공정이나 인력의 이동에 따른 작업성, 공사비에 부담이 되지 않아야 하는 경제성의 세가지 구비조건을 갖추어야만이 일반건설현장에서 활용될 수 있으나 세가지 구비조건은 서로 상반된 조건들로서 안전설비의 어려움이 있다. 특히 철골공사용 가설물은 일반가설설비에 비해 상대적으로 사용빈도가 낮고 사용기간도 짧아서 소홀히 하기 쉬운 시설이며, 고소에서의 설치 및 해체가 용이해야 한다는 제약이 있다.

(2) 추락방지설비 종류

건설현장에서 이용되는 추락방지설비(fall protection system)는 기본적으로 수동적 설비(passive system)와 능동적 설비(active system)로 구분할 수 있다. 수동적 설비는 근로자가 자신을 위해 별다른 적극적 행위를 취할 필요가 없이 근로자를 보호해주며, 반면에 능동적 설비는 보호설비나 기구들로서 개개의 근로자에게 추락을 방지하기 위한 적극적인 행위가 요구된다. 즉, 안전대를 착용하고, 안전대나 지지로우프를 안전한 지지점에 연결하거나 안전모를 착용하는 등의 능동적 방어행위가 필요하다. 방망은 추락이 발생했을 경우 추락자를 보호해 2차재해를 경감시키는 예비적 부차적인 설비로서 추락자체를 직접 막아주지는 않는다.

본지침에서는 철골공사용 추락방지시설을 방호단계별로 수동적 설비로 안전한 작업을 가능케 해주는 작업발판(1차설비), 능동적 설비로 2차재해를 경감시켜주는 근로자의 신체를 보호하기 위한 안전대 및 부착설비(2차설비), 보조적 설비로 추락자를 받아주는 방망(3차설비)으로 구분하여 기술한다. 철골작업의 경우 원칙적으로 1,2차 설비중 하나는 필수적으로 해야 하며 3차설비는 이중의 안전장치로서 전자의 설비가 방호에 실패하였을 경우를 대비한 예비설비로 반드시 설치되어야 한다.

추락방지용 안전모(B, AB 및 ABE류)도 추락에 의한 위험을 방지 또는 경감시키기 위한 것으로 능동적 설비에 해당되나 현장의 근로자가 기본적으로 착용하여야 할 보호구로서 본자료에서는 별도로 기술하지 않는다(안전모에 관한 사항은 '추락재해방지 표준안전작업지침' 및 관련기술자료 참조).

4. 통로 및 발판

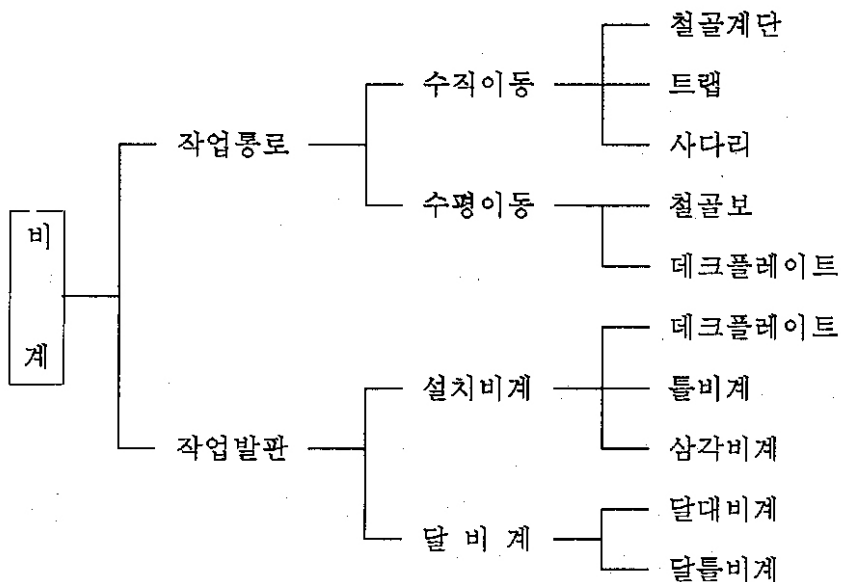
4.1 비계의 종류

(1) 비계의 구분

비계란 고소에 임시로 설치되는 작업발판과 지지구조물로서 구조, 형상, 재료, 용도 등에 따라 다양한 종류가 있다. 비계는 공사의 완료후에는 철거되는 임시시설물로서 소홀히 여기는 등 제약조건을 많이 내포하고 있어 철저한 계획과 관리가 필요한 시설이다.

본 지침에서는 비계를 용도에 따라 근로자의 이동을 위한 가설통로와 본작업을 위한 작업발판으로 구분한다. 따라서 여기에서 사용하는 비계의 의미는 가설통로 및 작업발판을 총칭하며, 작업발판이 가설통로의 기능을 겸하는 경우는 작업발판으로 기술하여 넓은 의미의 작업발판은 비계와 동일한 의미로 사용할 때도 있다.

표 4-1. 비계(작업발판 및 가설통로)의 용도별 분류

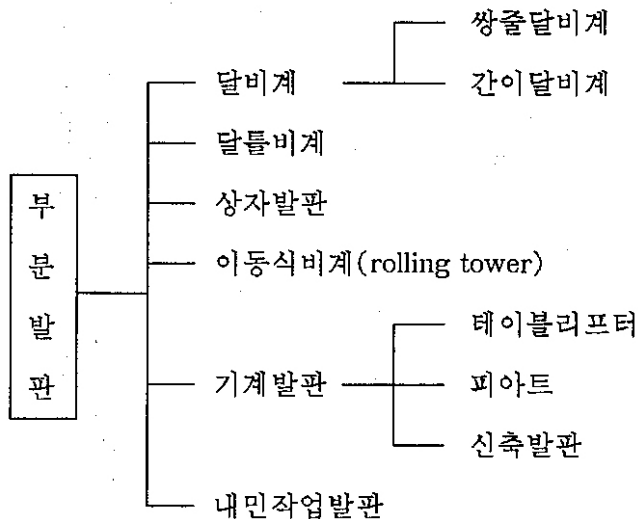


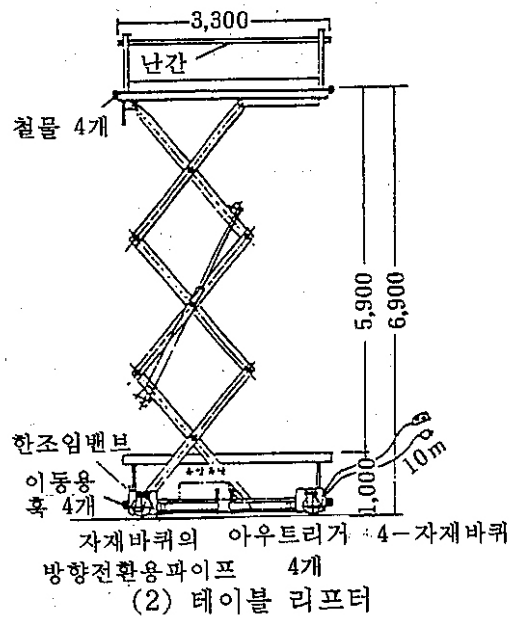
(2) 전면발판과 부분발판

작업발판은 비계의 높이가 2m 이상인 곳에 설치해야 하는데, 설치면적에 따라 전면발판과 부분발판으로 나눌 수 있다. 철골조립의 작업위치가 공간상의 몇 지점에 극히 제한되어 있으므로 특별한 입체구조 등을 제외하고는 전면발판을 설치하는 경우는 별로 없다.

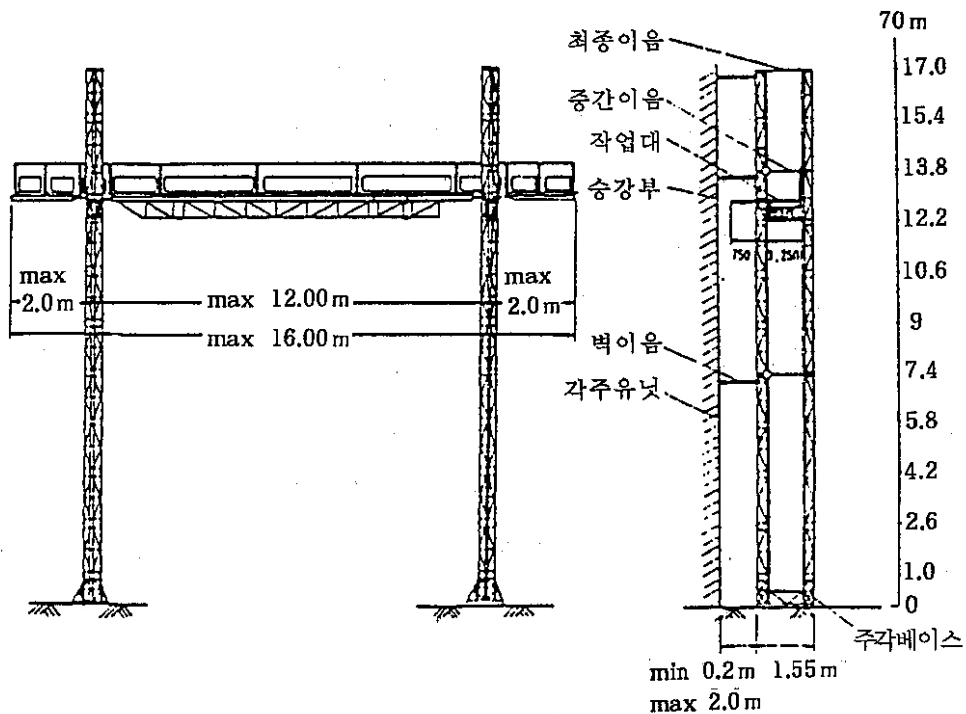
부분발판은 설치방법에 따라 매단발판(달비계)과 용접발판으로 구분할 수 있으며, 사용재료 및 현장조립의 정도에 따라 달대비계와 달틀비계로도 구분되는데 용도에 따라 다양한 형상이 있다(표 4-2. 참조).

표 4-2. 부분발판의 종류





(1) 신축발판



(3) 피아트

<그림 4-1> 수직이동과 작업을 겸한 기계식 부분작업발판의 종류

4.2 근로자의 이동을 위한 설비(작업통로)

(1) 수직이동 설비

(가) 수직이동설비의 구분

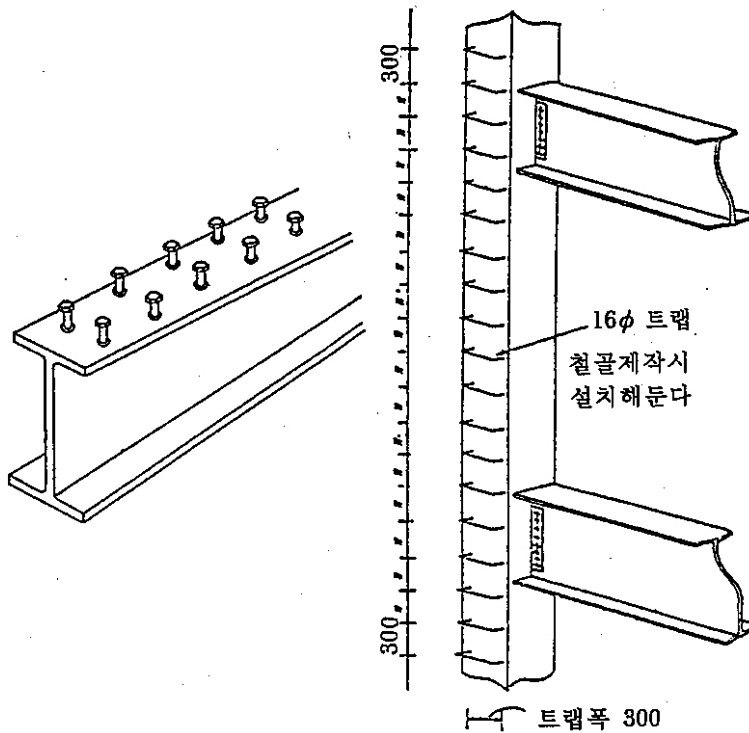
작업통로중에서 임시로 설치되는 통로를 가설통로라고 부르며 가설통로는 공사기간 중에 재료의 운반 및 근로자의 이동통로로 이용되는 가설구조물이다. 철골공사에서는 계단 등 본구조물이 통로로 이용되기도 하나 대부분 가설통로의 설치가 필요하다. 가설통로로는 경사로, 통로발판, 가설계단, 사다리, 승강로 등이 있으며 철골공사에서는 수직, 수평방향의 이동작업이 많은데 반해 사용상의 제약조건 또한 많아 설치 및 사용에 대한 사전계획이 필요하다.

발판은 보통 이동과 작업 모두에 이용되고 이동에만 이용되는 일반적인 통로로는 경사로와 통로발판이 있다. 그러나 이러한 일반적인 통로는 철골공사에는 부적합하여 거의 사용되지 않으며, 철골건립작업에서는 선형부재를 따라 이동하는 동작이 많기 때문에 작업발판보다는 수직 및 수평이동시의 안전설비가 제일 문제가 된다.

철골건립시 작업자의 수직이동에 이용되는 통로는 승강용 엘리베이터, 외부비계, 계단, 승강로(trap), 스텝볼트(step bolt), 철제 또는 줄사다리(걸침 또는 용접)와 이들을 변형시킨 것들이 있고 철골구조 자체[기둥, 큰보(girder) 및 작은보(beam)]를 통로로 이용할 수도 있으나 수직이동의 경우는 기둥에 별도의 설비가 필요한 경우가 대부분이다.

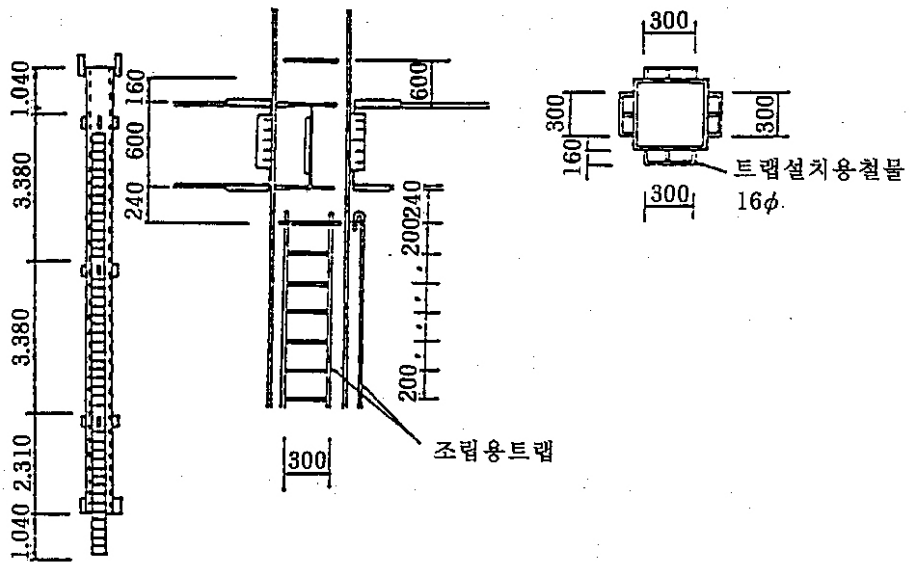
표 4-3. 수직이동설비의 종류

- 승강용 엘리베이터
- 외부비계
- 계단 : 가설계단 및 본계단
- 승강로 : 트랩(trap) 또는 스텝볼트(step bolt)
- 사다리(걸침 또는 용접) : 강재, 줄사다리
- 철골구조 자체(기둥)
- 잔교



(1) 승강볼트(Stud bolt)

(2) 트랩(trap)



(3) 사다리식 트랩

<그림 4-2> 수직이동봉로

(나) 설치방법

외부비계는 보호망이나 낙하물방지에 주로 이용되고 작업자의 이동에는 거의 사용되지 않는다. 승강용 엘리베이터나 본구조물의 일부인 강재계단도 작업위치까지 바로 통하지는 않기 때문에 기둥에 설치된 트랩과 기둥이나 보에 설치된 사다리가 주로 이용된다. 설치 및 이용방법은 다음과 같다.

- 1) 승강로는 반드시 기둥마다 설치한다. (승강로는 사고방지에도 필요하지만 근로자의 작업부하를 감소시켜 능률면에서도 20~30% 이상의 향상 효과가 있다).
- 2) 기둥에 하나씩 용접할 시간이 부족할 경우 미리 철근 등으로 사다리를 제작하여 두었다가 기둥 반입시 바로 부착시켜 사용할 수도 있으나, 가능한 한 부재의 공장제작시 고정철물을 미리 부착시켜 현장에서는 기성 제품을 바로 설치하여 사용할 수 있도록 한다.
- 3) 트랩과 유사한 것으로 철골부재와 콘크리트와의 부착력을 높이기 위한 스티드볼트(stud bolt; shear connector)도 이용가능하다. 스티드볼트는 H형강기둥보다 더 큰 하중을 받는 상자형 기둥(box)에 주로 설치되며, 콘크리트와 일체성을 높이기 위한 구조적 필요에 의해 간격이 결정되므로 설치간격이 승강로로 이용하기에 불편하지 않아야 한다.
- 4) 상자형 기둥이나 내화피복이 콘크리트가 아니고 뿔칠로서 제작공장에서 방청도장이 완료된 경우는 간이사다리나 줄사다리도 부착설비를 줄일 수 있어 바람직하다.
- 5) 다른 부위보다 철골계단이나 계단실 부분을 난간과 함께 다른 부재보다 먼저 조기에 설치하여 수직이동통로로 활용한다.
- 6) 추가비용이 거의 들지 않는 가장 경제적인 방안으로 강재계단 등의 본구조물을 최대한 조기에 설치하여 활용하고, 바닥판도 조기에 설치한다. 일반층에도 데크플레이트와 커튼월을 조기에 설치하여 작업의 안전을 도모한다.

- 7) 근로자가 기둥을 건너서 이동할 경우에 대비하여 기둥주위를 둘 때 헛디딤에 의한 추락을 방지하기 위하여 승강용 트랩부분 외에 기둥의 플랜지면에도 손잡이를 설치한다.

(2) 수평이동설비

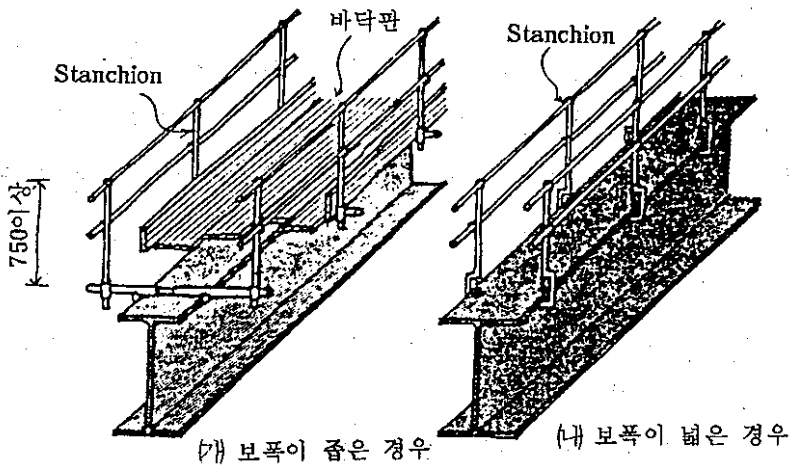
(가) 수평통로

수평통로로는 작업발판과 철골자체가 주로 이용된다. 수평이동에는 일반적으로 철골보자체가 통로로 이용되며 그외에는 대부분이 작업발판과 겸용되고 있으므로 다음의 조립 및 검사작업에서 기술한다. 철골보를 통로로 이용할 경우는 로우프나 난간용 지주 등을 이용하여 반드시 안전난간을 설치해야 하며 이들에 대한 상세한 내용은 작업발판과 구멍줄에서 기술한다.

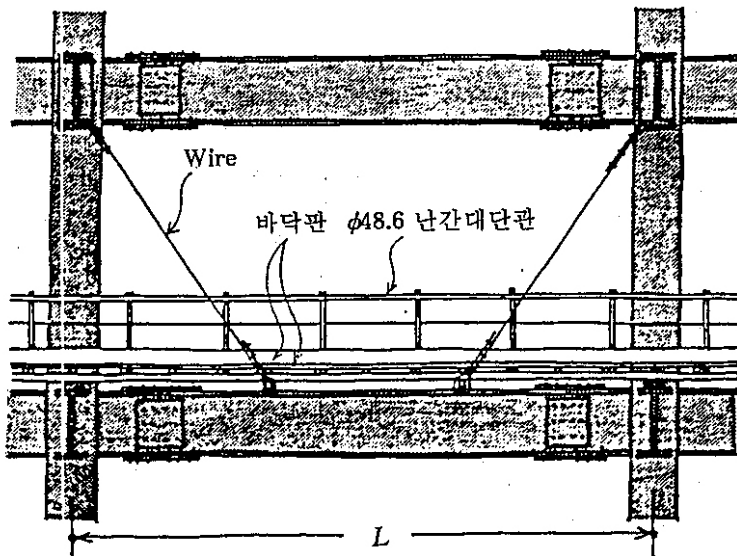
(나) 잔교

잔교는 자재를 적치장소로부터 작업장소에 소운반할 경우와 작업자의 통행을 위하여 가설한다. 지하공사에서는 흙막이용 버팀대나 띠장을 이용하여 설치하고 지상공사에서는 철골보를 이용하여 설치하는 경우가 많다. 잔교는 난간용 지주(stanchion)나 강관 등을 조립하여 가설하며 강교 등의 토목공사에 주로 사용되고 건축공사에서는 별로 사용되지 않는다.

잔교를 설치할 때는 잔교의 설치구조물 자체와 잔교의 사용에 따른 안전성을 충분히 검토하여 허용적재하중을 명시하여야 한다. 적재하중에 대한 검토 외에도 재료의 노후여부와 철골보의 지지점의 상태가 하중, 진동, 충격 등에 탈락할 위험이 없는지도 검토한다. 잔교폭은 1방향 통행일 경우 1.0m, 양방향 통행일 경우 2.0m 정도가 적당하다.



(1) 가설재(Stanchion) 이용



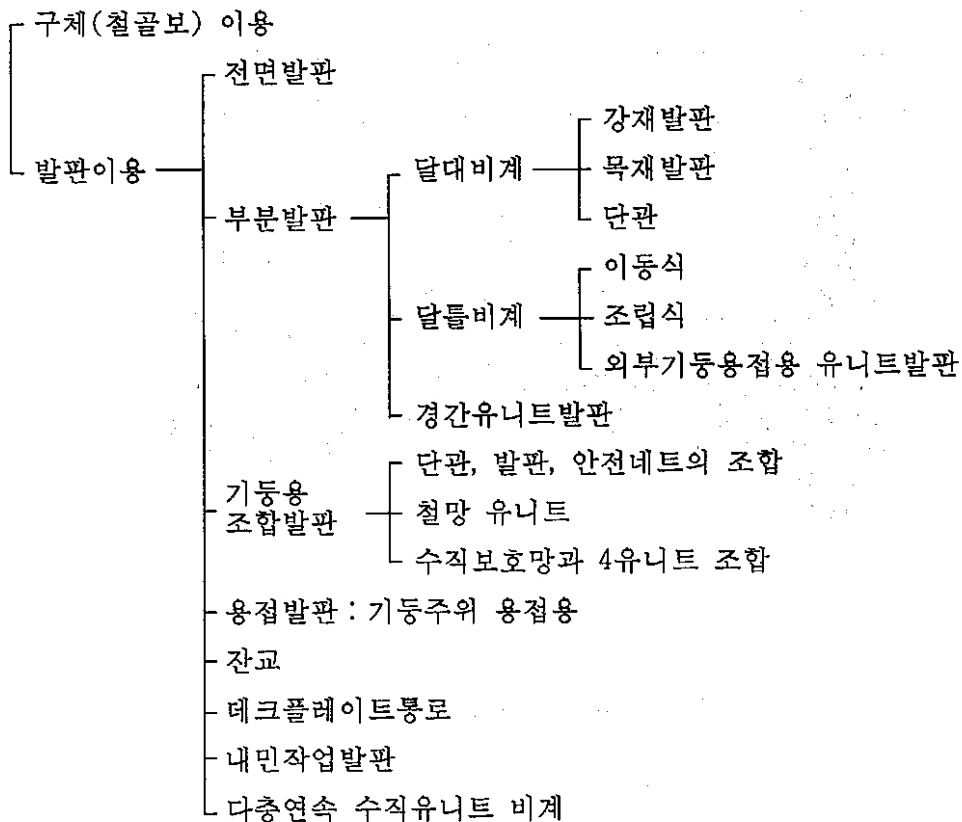
(2) 단관 등 비계이용

<그림 4-3> 지주를 이용한 잔교

4.3 작업발판

철골작업중 본작업은 양중, 부재맞추기, 볼트체결, 용접, 교정, 검사 등으로 이러한 작업용 발판에는 작업장 전체에 설치되는 전면발판과 필요한 개소만 설치하는 부분발판이 있다. 전면발판이 안전하기는 하지만 공기나 비용상으로 어려워 현실적으로는 거의 사용되지 않는다. 부분발판으로 재래식의 목재나 강재에 의한 달대비계 외에도 달대비계 형식의 조립기성제품이 다양하게 고안되고 있다. 부분발판의 종류로는 매단발판, 용접발판 등과 이들이 변형된 것으로 수개층이 연속된 수직유니트비계와 지상에서 조립한 경간 크기의 달비계를 보의 하부플랜지에 설치하는 유니트식도 있다.

표 4-4. 수평이동, 조립·검사작업용 설비의 종류



(1) 달대비계(현장가설 달비계)

달비계는 구조물에 달아내린 작업발판으로서 철골작업에 널리 사용될 수 있는 비계이다. 과거에는 체인, 단판, 클램프, 강재발판, 목재발판 등을 현장에서 조립 가설하여 이용하였으나 최근에는 현장에서 간단히 조립 및 해체가 가능한 기성제품들이 많이 이용되고 있다. 여기서의 달비계는 구조체에 직접 설치하여 이용하는 모든 비계를 총칭하는 것으로 하며, 단판의 가설재를 작업위치에서 직접가설하여 사용하는 달비계는 달대비계로, 기성제품으로서 사전조립하거나 조립된 완제품은 달틀비계로 구분하여 기술한다.

달비계의 재료는 목재 또는 강재가 주로 이용되며 최근의 기성제품은 중량을 줄이기 위하여 알루미늄이 많이 이용되고 있다.

(가) 개요

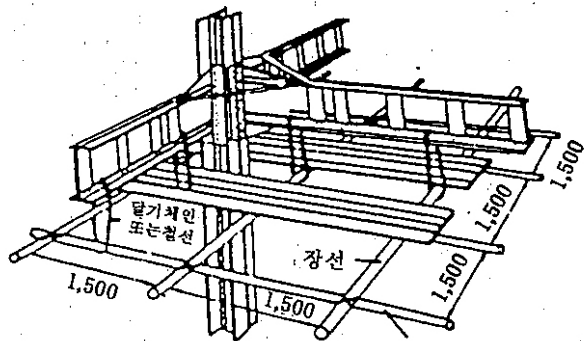
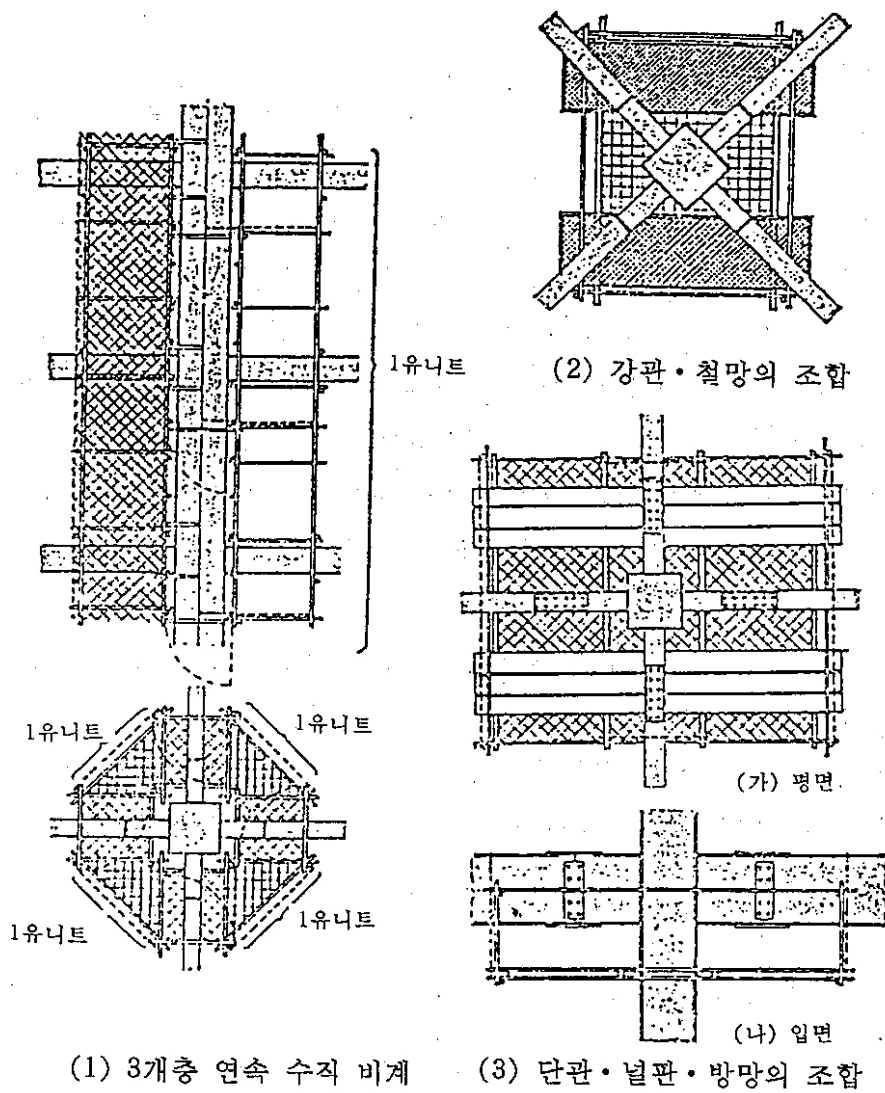
달대비계는 구조물의 일부에 매달아야 하는데 철골구조물에서는 주로 철골보, 철골기둥 등을 기본 지지물로 이용한다. 달대비계는 가체결한 철골에 체인 또는 와이어로우프 등을 이용하여 받침대로 통나무나 강관을 격자상으로 조립하고 그 위에 작업발판을 설치한다. 달대비계는 최대예상하중의 6배까지 지지할 수 있어야 한다.

(나) 치수, 중량 및 강도

1) 달비계의 치수 및 중량

표 4-5. 달대비계의 치수 및 중량

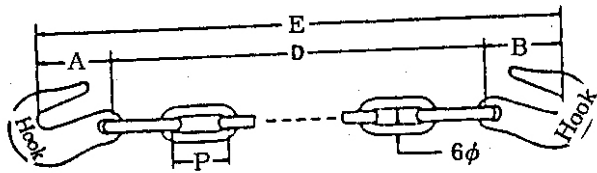
호	칭	HOOK			Chain			유효길이와 Tension 20kg Emm	정밀도 $\pm P$ 개	중량 kg	1대의 수량 개	색 상
		안길이 A, B mm	개 수	전 장 A+B mm	안길이 P mm	개 수	전 장 D mm					
Safety Chain	2.0	45	2	90	37	51	1,887	1,997	1P	1.32	25	황
"	3.0	45	2	90	37	79	2,923	3,013	1P	1.93	16	록
"	4.0	45	2	90	37	105	3,885	3,975	1P	2.54	12	무



(4) 체인을 이용한 달대비계
<그림 4-4> 달대비계의 조합예

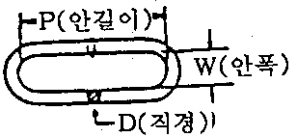
2) 체인(SC형)의 강도

파괴시험하중		2,200kg
내력시험하중		1,000kg
허용하중	1개 달기	240kg
	Loop 달기	430kg



<그림 4-5> 체인 상세도

3) 체인의 치수(SC형)

	D(직경)	P(안길이)	W(안폭)
	6mm (0.15mm)	37mm (0.30mm)	10mm (0.30mm)

(다) 결합 체인의 판정

1) 체인고리의 길이가 제조시보다 5%이상 늘어난 것.

체인 고리의 내경이 37mm인 것은 38.85mm 이상 늘어난 것은 사용할 수 없다.

2) 고리 단면의 직경이 10% 이상 감소한 것

직경이 6mm인 체인은 5.4mm 이하로 가늘어진 것은 사용할 수 없다.

3) 균열(crack)이 있는 것

(라) 설치방법

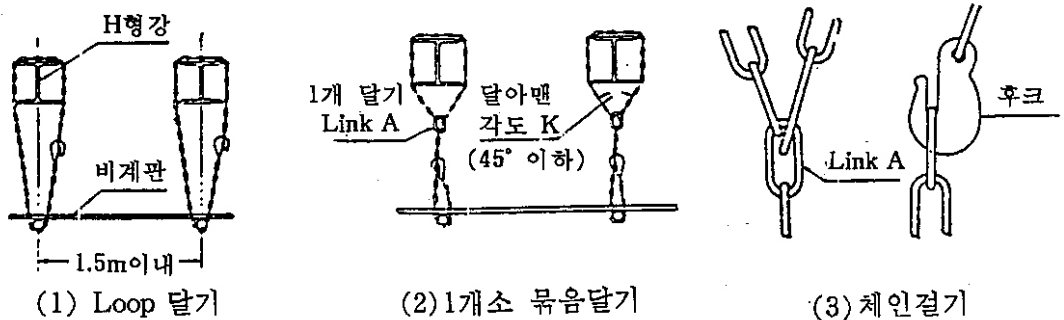
1) 비계를 달아매는 체인은 <그림 4-6>의 (1)과 같이 고리형을 사용하는 것이 가장 안전하며, 길이가 4m 이상의 여유있는 체인을 사용하는 것이 좋다.

2) 체인의 길이가 짧아서 부득이 <그림 4-6>의 (2)와 같이 사용할 때에는 고리(link A)에 옆으로 잡아 당기려는 하중이 작용하여 안전성이 떨어진다. 이 경우에는 달아맨 각도(K)가 작을수록 안전하므로 최대각도가 45도 이

하가 되도록 하여 사용하는 것이 좋다.

3) 후크를 거는 방법

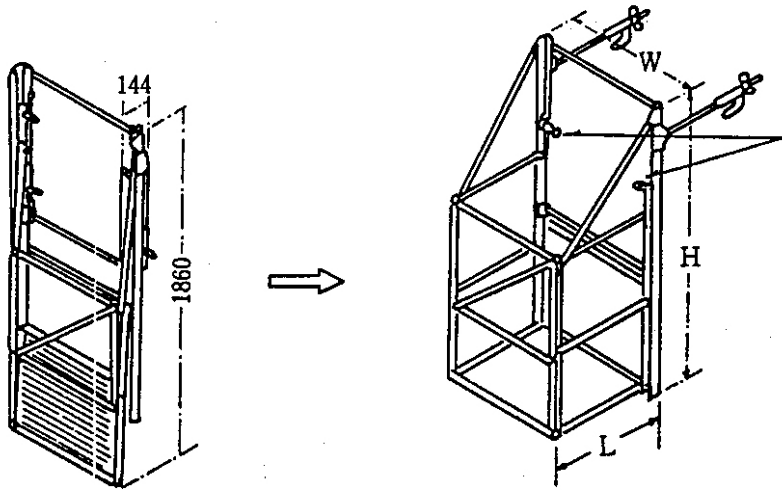
체인(Link)에 후크를 거는 방법에 따라 안전성이 좌우되므로 <그림 4-6>의 (3)과 같이 체인이 후크의 끝에 확실히 걸리도록 하여야 한다.



<그림 4-6> 달비계용 체인 사용방법

(2) 달틀비계(기성조립식달틀비계)

달틀비계는 현장에서 직접 제작한 간이 달틀비계와 공장에서 생산된 기성제품이 있다. 현장제작품은 강관, 철근 등으로 제작한 까치발 형태의 간이비계로 구조 및 안전상 문제가 있으므로 여기서는 기성 달틀비계에 대하여 기술한다. 이중 대표적인 유니트식 달틀비계는 지상에서 조립한 스패크기의 달틀비계를 보의 하부플랜지에 설치하여 보와 동시에 양중하여 사용하며, 안전성이 높고 후속작업의 조기착수가 가능하다. 달틀비계의 기성제품 중에는 소재를 알루미늄으로 접을 수 있도록 하여 중량(약 18kg정도)과 부피를 줄여서 운반 및 설치가 용이하도록 개량된 것도 있다(<그림 4-7> 참조).



<그림 4-7> 경량 달틀비계

(가) 구조

달틀비계는 철골작업의 리벳치기, 용접 등에 이용된다. 달틀비계는 현장의 고소작업을 줄이기 위해 공장에서 부재제작시 부착용 철물을 미리 부착시키고, 현장에서는 부재를 양중하기 전에 지상에서 비계를 조립하여 철골부재에 설치하여 철골과 함께 양중하여 사용하므로 설치가 쉽고 안전성도 높다.

표 4-6. 달틀비계와 철골보의 결합 볼트구멍직경

설치볼트재료	구멍직경(mm)
F8T 이상(고력볼트)	12이상
SS41 이상(일반볼트)	16이상

달틀비계의 설치요건 및 구조는 다음과 같다.

- 1) 비계를 설치하는 철골보의 높이는 400-600mm 이상이어야 한다.

- 2) 난간의 높이는 1,100mm 이상으로, 중간대로 로우프를 설치한다.
- 3) 비계틀은 철판보에 볼트로 고정한다.
- 4) 비계를 철판보에 설치하여 동요할 우려가 있는 경우는 진동방지 철판 또는 연결철물을 준비해야 한다.
- 5) 난간은 철판보와 직각으로 유지될 수 있는 구조이어야 한다. 다만, 발판을 지지하는 철물 또는 수평재를 구비한 경우는 제외한다.

(나) 설치방법

달뜰비계의 조립 및 부착작업은 모두 지상에서 실시하며 그 순서는 다음과 같다.

- 1) 철판제작공장에서 철판보의 계획된 위치에 부착철물(arm joint)을 용접으로 부착시킨다.
- 2) 비계를, 발판, 강관난간, 보조재 등을 철판조립 현장에 운반한다.
- 3) 지상에서 비계를 조립한다. 비계의 조립 및 설치에 가능한 한 전용가대를 이용한다. 난간은 강관을 사용한다.
- 4) 조립된 비계틀을 볼트로 철판보에 부착시키고, 설치용볼트는 확실하게 조인다.
- 5) 비계의 설치간격은 약 180cm로 하고 강제발판을 설치하면 간단하고 사용이 편리하다.
- 6) 비계의 이동시에는 부착된 발판, 보조재 등의 부착물이 낙하하지 않도록 견고하게 고정한다. 강재나 합판 등을 발판으로 사용할 경우는 고무패드 등으로 확실하게 고정시켜야 한다.
- 7) 하중은 한쪽이 200kg 이상 초과하지 않도록 하고 가능한 한 양쪽에 균등하게 재하한다.

- 8) 정기적으로 조임상태를 점검한다. 악천후시에는 작업을 중지하고 작업재개전에는 볼트, 클램프 등의 풀림여부를 점검한다.
- 9) 비계는 철골의 리벳치기, 용접, 철근배근작업이 완료된 후 해체한다.
- 10) 난간기둥부분에는 수평 또는 수직안전망을 설치해서는 안된다.

(다) 종류별 부착방법

달틀비계는 다양한 종류가 있으며, 설치방법과 용도에 따라 분류하면 핀고정형(pin hanger), 교차고정형(cross hanger), 스카이행거형(sky hanger), 상자형 기둥용접용, 빌더스테이지형(builder stage) 등이 있다. 이하에 각각의 형상 및 설치방법을 간략히 기술한다.

1) 핀고정형(pin hanger) 달틀비계(<그림 4-8> 달틀비계 (1) 참조)

부착철물은 공장에서 완전하게 용접한다. 부착간격은 1,800mm로 하고 발판은 강재발판을 사용한다. 기둥부분의 비계끼리 만나는 곳은 기둥으로부터 800mm 이상 거리를 둔다.

2) 교차고정형(cross hanger) 달틀비계(<그림 4-8> 달틀비계 (2) 참조)

ㄱ. 적정 플랜지의 두께는 35mm까지, 폭은 150, 175, 200, 250, 300mm 미만의 5종류가 있다.

ㄴ. 서스펜더(suspender)를 교차시켜 철골보의 플랜지에 고정클립을 건다.

ㄷ. 플랜지폭에 맞는 서스펜더의 구멍에 클립을 통과시켜 잠근다.

ㄹ. 교차위치에서 클립고정용 볼트4개를 조인다.

ㅁ. 발판, 난간 등을 부착하여 철골보를 양중, 설치한다.

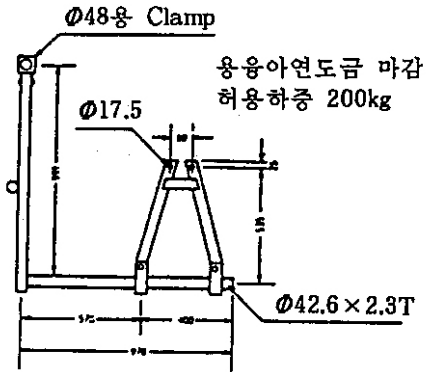
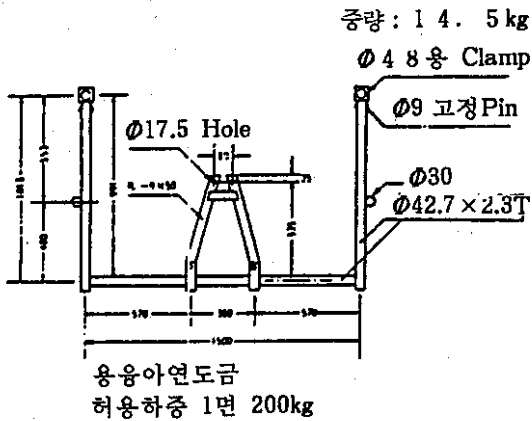
3) 상자형 기둥용(box column)(<그림 4-8> 달틀비계 (3) 참조) ㄱ. 지정된 위치에 부착철물을 공장에서 용접하여 붙인다.

ㄴ. 현장에서 부착철물을 발판부착용 구멍에 끼워넣고 구멍으로부터 돌출된 철물의 턱에 안전록(lock)을 걸어 90도 회전시켜 화살표 방향으로 방지로 쳐넣어서 타입 고정하고 후에 해체한다.

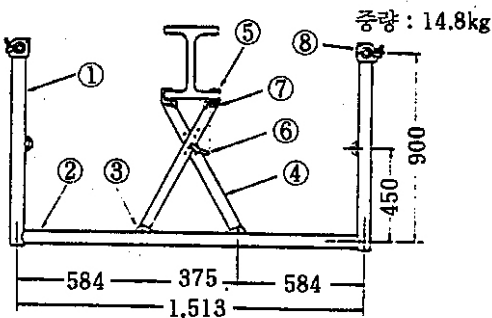
ㄷ. 난간대는 소켓(socket)에 삽입하여 조정한 후 핀으로 고정한다.

4) 빌더스테이지형(builder stage) 달틀비계(<그림 4-9> 달틀비계 (1) 참조)

설치방법은 캐치베이스(catch base)를 사용하거나 고정철물이 부착된 강관을 사용한다.



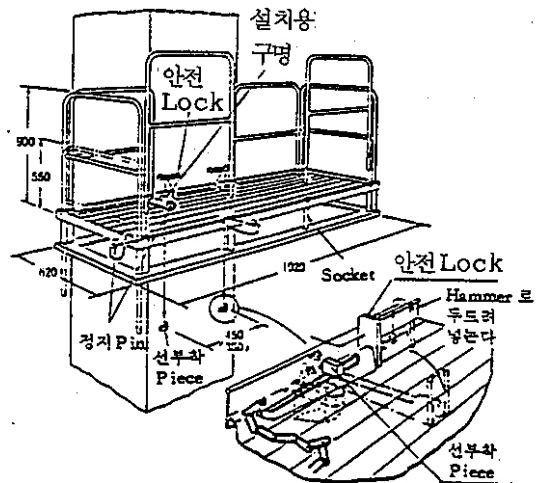
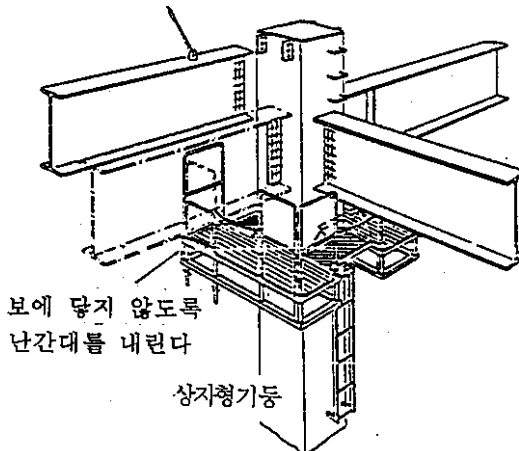
(1) 핀고정형 (Pin Hanger)



허용적재하중 한쪽당 200kg/SPAN

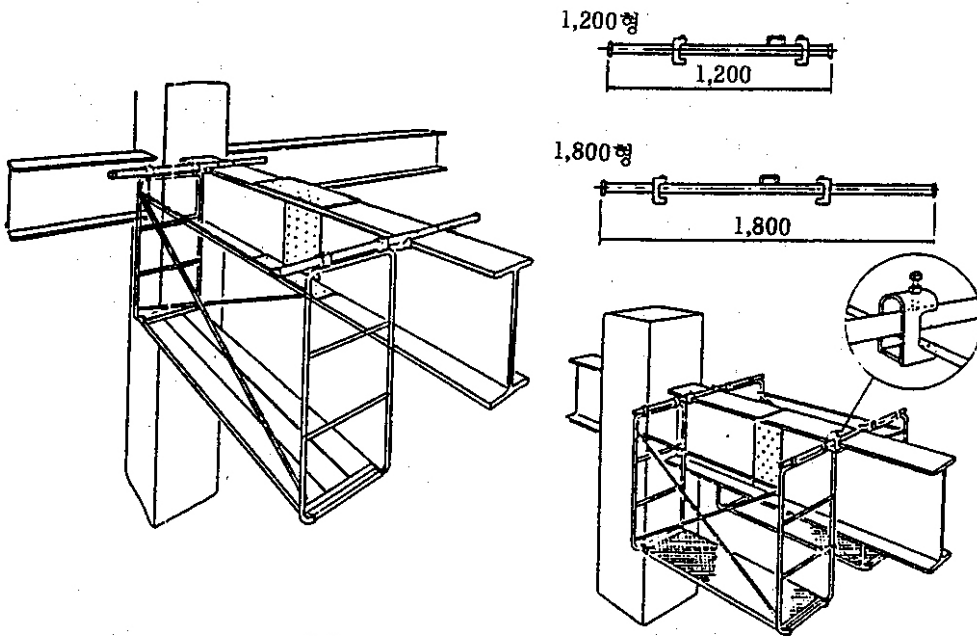
번호	명칭	재료	형상
1	Hand Rail Post	STK51	$\phi 42.7 \times 2.4$
2	Guard재	"	"
3	Neco Piece	SS41	Plate 6
4	Suspender	"	FB9 $\times$ 50
5	고정 Clip	"	FB6 $\times$ 75
6	회전판 Clip	SS41 BD	RB13
7	M10 $\times$ 50 Bolt	S45 C	
8	48.6단형 Clamp	SPHD	

(2) 교차고정형 (Cross Hanger)

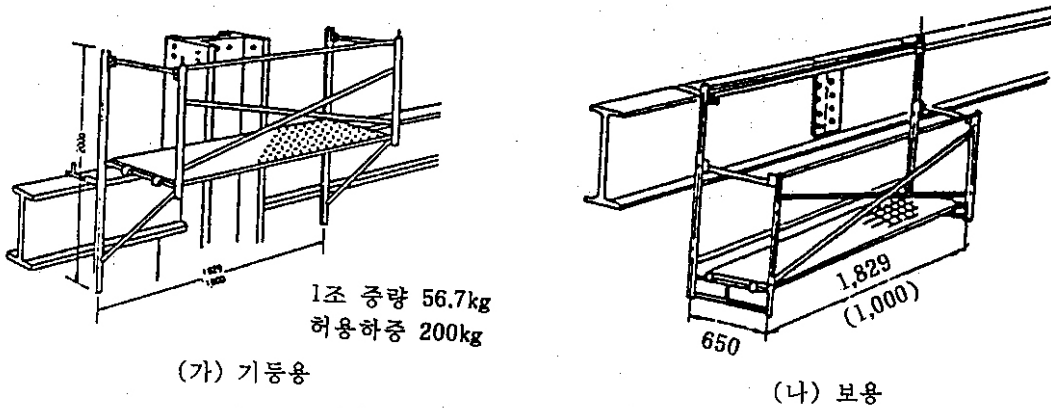


(3) 상자형기둥 (Box Column) 용

<그림 4-8> 달뜬비례 (I)



(1) 빌더 스테이지형(builder stage)



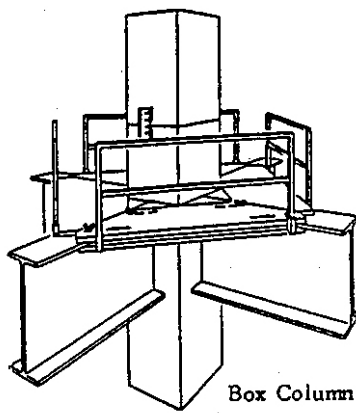
(2) 스카이 행거형(sky hanger)

<그림 4-9> 달틀비계 (Ⅱ)

5) 스카이행거형(sky hanger) 달틀비계(<그림 4-9> 달틀비계 (2) 참조)

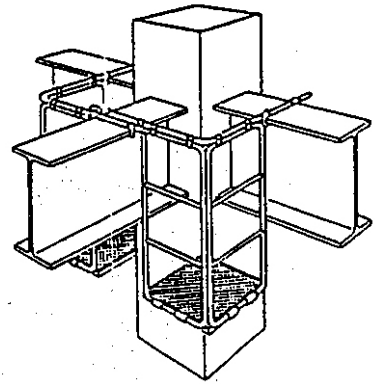
6) 용접용 달틀비계(<그림 4-10> 용접용 달틀비계 참조)

용접용 달틀비계는 기동·기동 용접용과 기동·보 용접용이 있다. 재질은 알루미늄과 강재로서 허용하중은 200kg이다. 비계의 부착 및 재설치는 양중장비를 이용한다. 현장조건에 따라서 주문제작할 수도 있다.

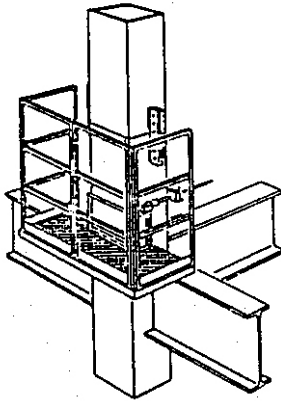


Box Column

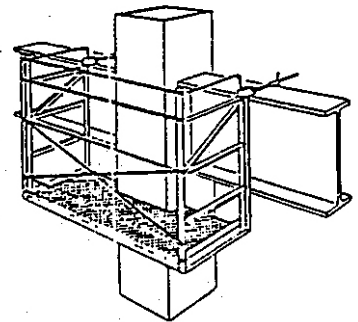
(가) 건물내부기둥(알루미늄제)



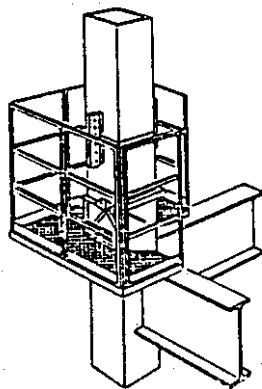
(가) 건물내부 Girder의 결침부용접



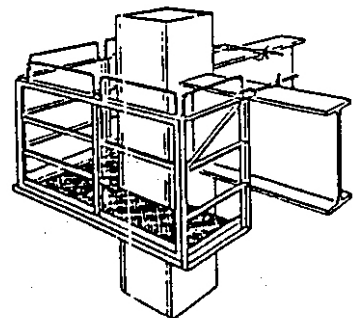
(나) 건물외부기둥(일반부)



(나) 건물외부주위 큰 Girder의 결침부용접



(다) 건물외부기둥(Corner부)



(다) 건물외부주위 큰 Girder(Corner부)의 결침부용접

(1) 기둥-기둥 용접용

(2) 기둥-보 용접용

<그림 4-10> 용접용 달들비계

5. 안전대 및 안전대 부착설비

5.1 안전대 및 보조설비

(1) 안전대의 기능 및 사용조건

(가) 안전대의 기능

안전한 작업발판의 설치가 현저히 곤란한 경우 근로자의 신체보호를 목적으로 한 2차적 설비가 개인 보호구인 안전대로서 건설작업용 안전대는 다음의 두가지 기능을 가지고 있다.

- 1) 추락시 신체를 붙잡아 준다.
- 2) 신체를 지지하여 두손으로 작업이 가능하도록 해준다.

위의 두가지 기능중 첫번째의 추락저지기능은 추락저지시 충격력에 안전하여야 하므로 내충격시험으로서 부품별 강도시험을 실시하며, 보조로우프의 길이 등에 제한을 받는다. 두번째 기능에는 U자걸이 안전대가 사용된다.

(나) 안전대를 착용해야 할 작업

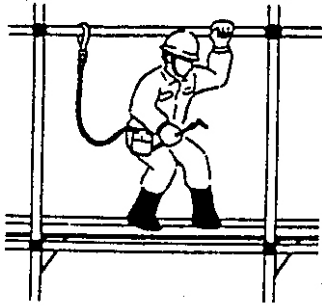
안전대는 높이 2m 이상의 추락위험이 있는 작업에는 반드시 사용하여야 하며, 추락의 위험이 있는 장소란

- 1) 작업발판(폭 40cm 이상)이 없는 장소의 작업
- 2) 작업발판이 있어도 난간대가 없는 장소의 작업
- 3) 난간대로부터 상체를 내밀어 작업하는 경우
- 4) 작업발판과 구조체사이의 거리가 30cm 이상의 장소로 수평방호시설이 없는 경우

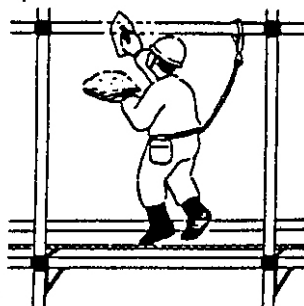
등으로서, 철골부재의 조립 또는 해체작업은 작업발판이 없거나 난간대가 없는 경우가 보통으로 작업시는 반드시 안전대를 착용하여야 한다.

(2) 안전대의 종류 및 명칭

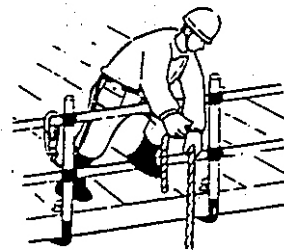
안전대는 벨트형식, 보조후크 유무, 안전대 사용조건 등에 따라 구분되며 기능상 크게 U자걸이와 1개걸이로 대별된다. 우리나라는 1, 2, 3, 4종으로 구분하고 있으



(가) 발판폭 $\leq 40\text{cm}$



(나) 안전난간 없는 경우



(다) 상체를 내밀어 하는 작업

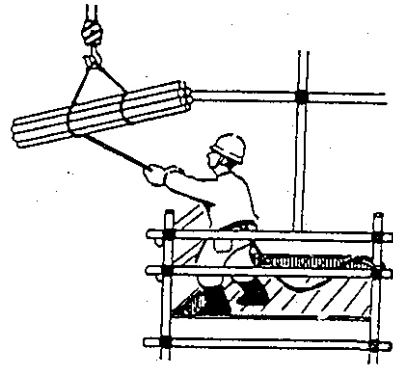
(1) 안전대 사용조건



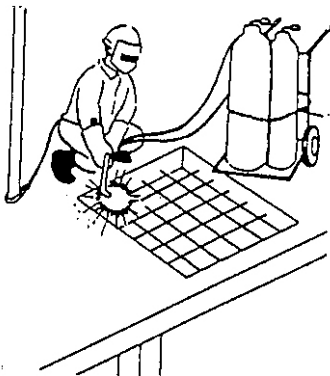
(가) 철골트랩승강



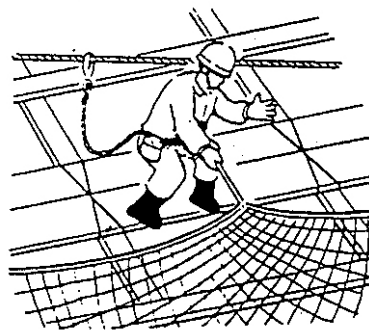
(나) 철골기둥 조립



(다) 작업대위 작업



(라) 개구부 철근 절단



(마) 안전망 설치

(2) 안전대 사용예

<그림 5-1> 안전대 사용조건 및 작업예

며 건설작업에는 2중(1개걸이 전용)이 주로 사용된다.

U자걸이 : 안전대의 로우프를 구조물 등에 U자모양으로 둘러뒤 혹은 D링에, 신축조절기를 각링에 연결하여 추락에 의한 위험을 방지하기 위한 방법을 말한다.

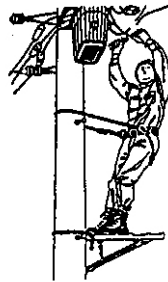
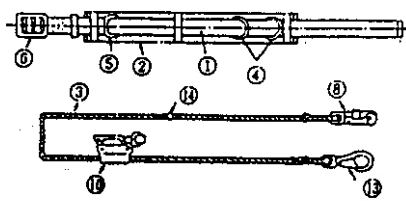
1개걸이 : 로우프의 한쪽 끝을 D링에 고정시키고 혹은 구조물에 걸거나 로우프를 구조물 등에 한번 둘러뒤 다시 혹은 로우프에 거는 등에 의해서 추락에 의한 위험을 방지하기 위한 방법을 말한다.

안전대의 구성부품으로는 신축조절기, 8자걸이(링), 후크, D링, 보조로우프 등이 있으며, 부품별 성능에 대한 기준이 별도로 규정되어 있어 성능검정시험에 합격한 제품만이 유통되도록 노동부 고시로 규제하고 있다.

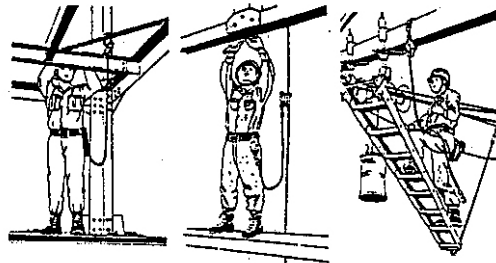
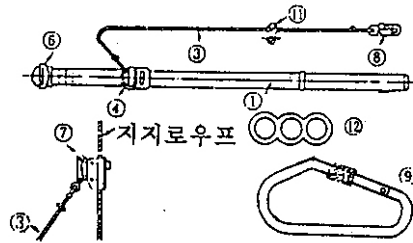
(3) 안전대 사용방법

안전대는 개인용 보호구로 착용하므로 작업범위는 좌우 1.5m 이내이며 활동성을 증가시키기 위해 로프, 활차, 가락지 등을 보조설비로 이용한다. 부속용구로서 승하강시의 안전용구인 역방향 낙하방지기능을 하는 로프가 있다. 안전대의 착용 및 사용요령은 다음과 같다.

- 1) 안전대의 로우프 길이는 종류에 따라 다르나 2.5~3.5m이내, 사용길이는 1.5m이내로 한다.
- 2) 몸체를 조이는 벨트는 버클로 통하는 순서에 따라서 바르게 장치하고 링의 위치는 신체의 양측보다 앞이 되지 않도록 착용한다.
- 3) 벨트는 가능한 한 골반 가까이 착용하고 낙하시에는 다리쪽으로 빠지지 않도록 맨다.
- 4) 후크는 추락시의 충격하중에 견딜 수 있는 지지력이 충분한 곳에 건다.
- 5) 로우프는 예리한 각이 있는 앵글 등의 구조물에 직접 감지 않는다.
- 6) 안전대의 후크는 지지로우프에 직접 거는 것이 바람직하다.
- 7) 와이어지지로우프에 안전대를 거는 경우는 안전대의 로우프가 지지로우프에 걸리지 않아야 한다.
- 8) 안전대는 본래 목적 이외의 용도로 사용할 수 없다.



(1) 1종 안전대

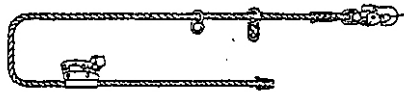
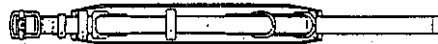


(2) 2종 안전대

- ① 벨트
- ② 동체대기벨트(U자걸이)
- ③ 로우프
- ④ D링
- ⑤ 각링(U자걸이)

- ⑥ 박클
- ⑦ 클립
- ⑧ 후
- ⑨ 카라비나
- ⑩ 신축조절기(U자걸이)

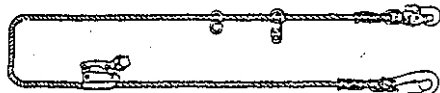
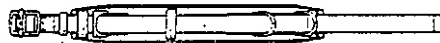
- ⑪ 8자형링(1개걸이)
- ⑫ 세개이음형고리
- ⑬ 보조후
- ⑭ 스톱퍼



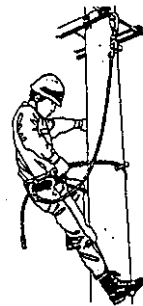
(3) 3종 안전대



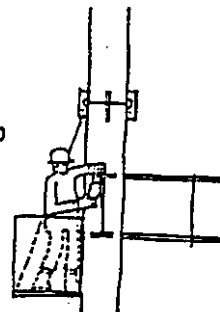
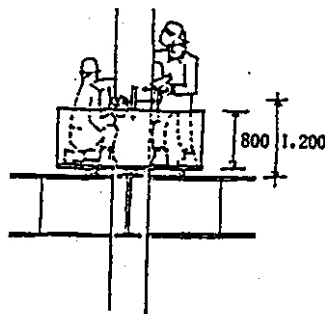
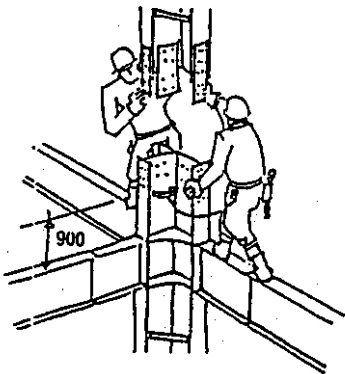
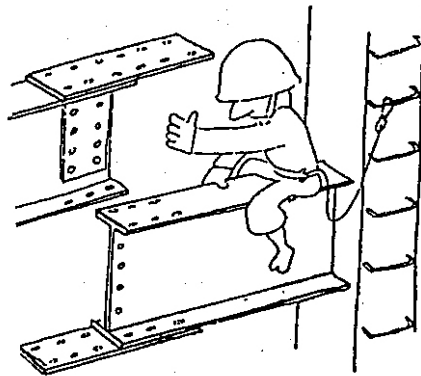
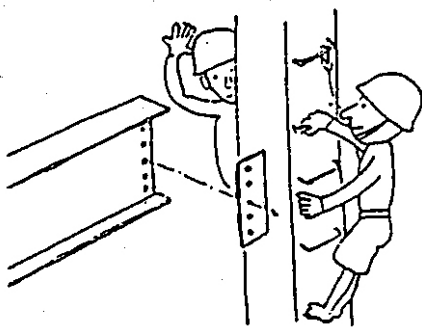
보조로우프



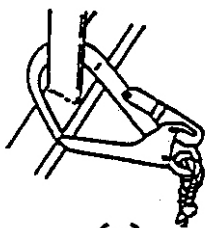
(4) 4종 안전대



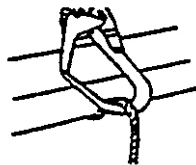
<그림 5-2> 안전대의 명칭, 종류 및 사용예



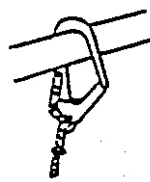
(1) 철골작업



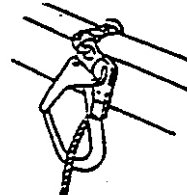
(X)



(X)

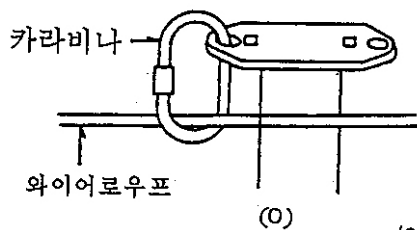


(O)

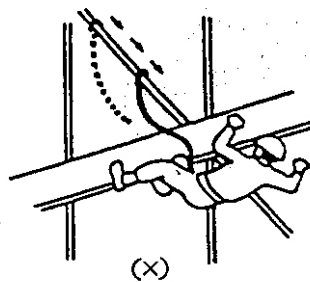
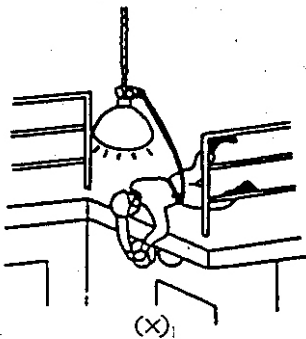
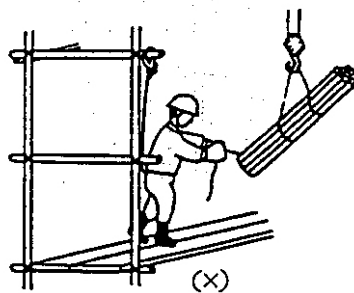
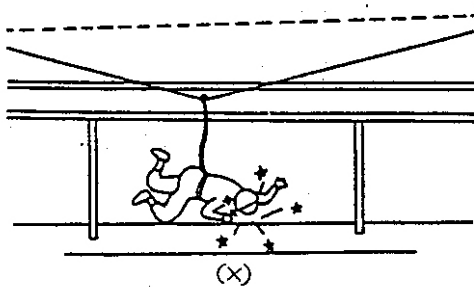
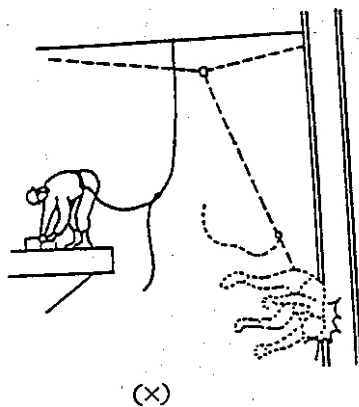
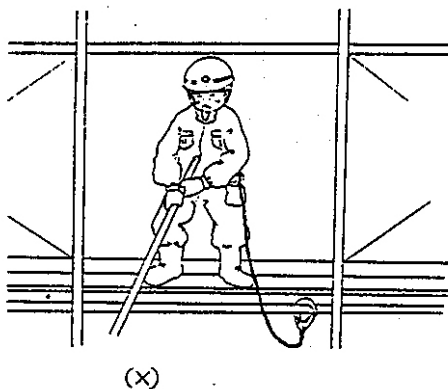
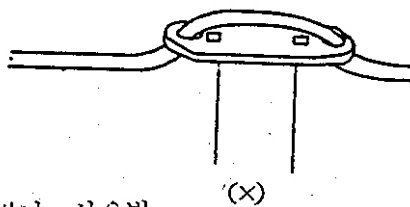


(O)

(2) 후크 거는 방법



(3) 카라비나 사용법



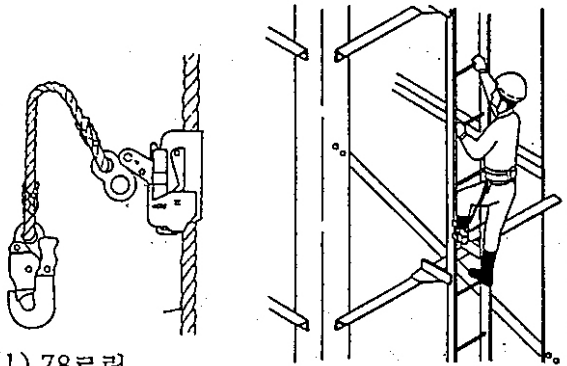
(4) 잘못된 로우프 결기방법

<그림 5-3> 안전대의 올바른 사용방법

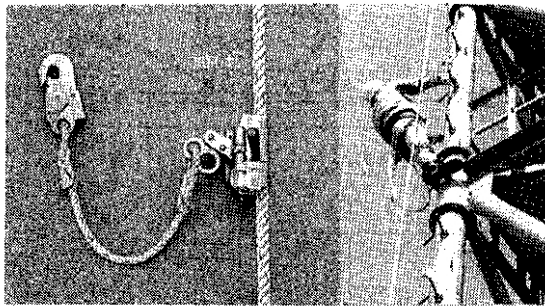
(4) 안전대 보조설비

(가) 로립

로립은 역방향 낙하방지의 기능을 하며 신축조절기, 나일론로우프, 후크, 스톱퍼(stopper) 등으로 구성된다. 기성제품의 종류로는 78로립과 SS로립이 있다. 78로립은 승강이동과 레바조작에 의해 정위치 작업의 추락을 방지하며, SS로립은 고소에서 승강작업자의 추락을 방지하는데 수직으로 늘어뜨린 지지로우프에 설치하여 안전대보조로우프의 말단의 후크를 안전기의 D링에 걸어 승강이동시에 사용한다.



(1) 78로립



(2) SS로립

<그림 5-4> 로립과 수직지지로우프 사용법

(나) 안전블록(fall arrest block)

안전블록은 추락의 위험이 있는 장소에 설치하여 와이어로우프의 후크를 안전대의 D링에 걸어 만일 근로자가 발을 헛디뎠을 경우 잠김기구(lock)가 작동하여 추락

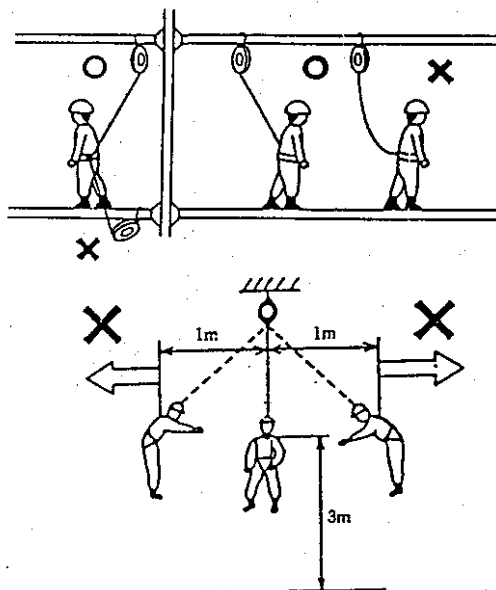
을 방지하는 안전기구이다. 안전블록은 짧은 낙하거리에서 정지시켜 근로자에게 가해지는 충격하중을 완화시켜줄 수 있다. 사용시는 작업현장의 최대이동거리에 맞는 로우프 길이의 안전블록을 선정하고, 설치위치는 신체의 상부에 걸어 사용하며 사용 중 로우프가 느슨한 경우에는 로우프를 당겨 팽팽한 상태에서 사용해야 한다.

(5) 안전대의 성능향상

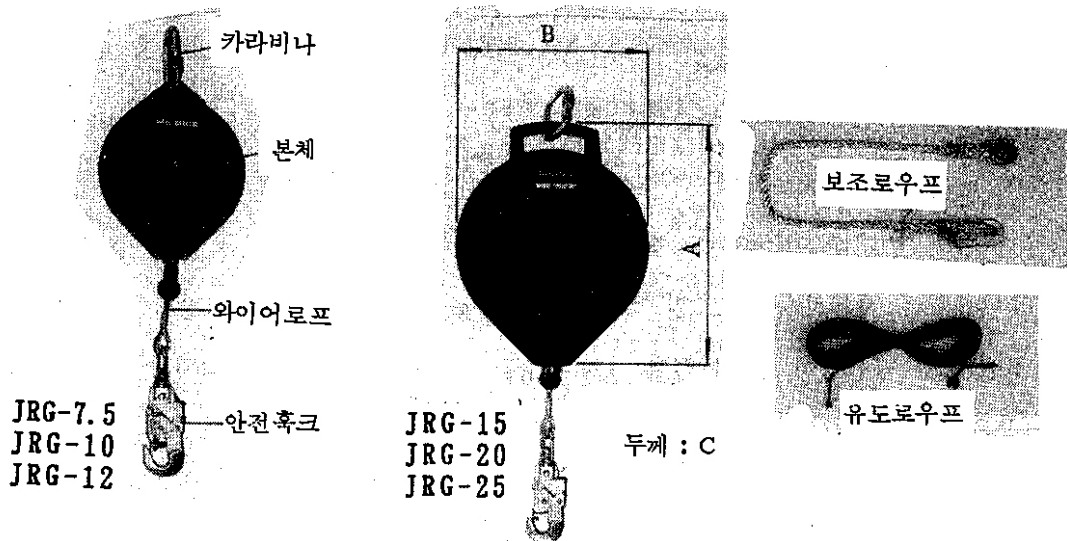
최근의 안전대는 성능향상을 위한 연구개발이 활발히 이루어지고 있는데 소형화, 강도의 증가, 조작성 향상, 착용감 개선 등이 이루어지고 있다.

(가) 경량화

후크의 소재를 티탄으로, 후크와의 고정장치, 신축조절기, 바클 등은 초고강도경량 합금 또는 알루미늄을 사용하여 중량이 로우프식의 경우 50mm 폭은 675 g, 60 mm 폭은 720 g 정도이며, 섬유로우프감기식의 경우는 50mm 폭이 885 g, 60mm 폭이 940 g 정도로 무게를 20-30% 정도 줄였다.



(1) 안전블록 사용법



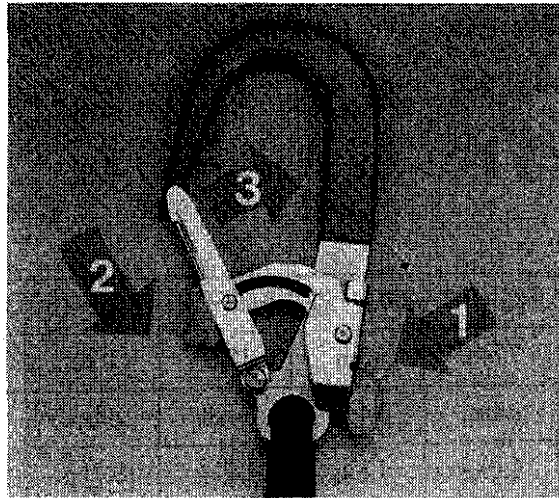
(2) 안전블록의 형상 및 종류

<그림 5-5> 안전블록의 종류 및 사용법

형 식		JRG-7.5	JRG-10	JRG-12	JRG-15	JRG-20	JRG-25
와이어로우프길이		7.5m	10m	12m	15m	20m	25m
와이어로우프직경		φ4mm	φ4mm	φ4mm	φ4mm	φ4mm	φ4mm
중 량		4.6kg	4.8kg	4.9kg	8.7kg	120kg	9.1kg
최 대 사 용 하 중		120kgf	120kgf	120kgf	120kgf	120kgf	120kgf
최 대 장 력		2.8kgf	3.0kgf	3.0kgf	4.5kgf	5.0kgf	5.5kgf
하락충격하중*	실험치 (X)	265kgf					
치 수	A(mm)	243	243	243	253	353	353
	B(mm)	192	192	192	268	268	268
	C(mm)	95	95	95	114	114	114

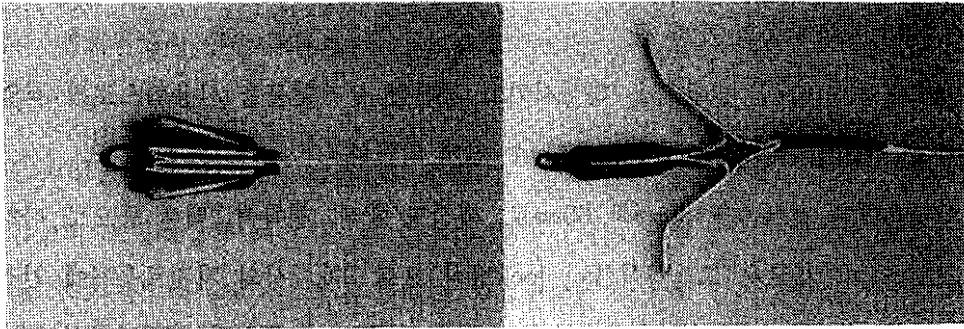
(나) 사용성 및 안전성

조작은 한번(one touch)으로 가능하며 한손만으로 간단히 걸 수 있다. 자동감기 형식(reel type) 로우프로 한번의 조작으로 로우프가 수납된다. 또한 후크부분과 조작부에는 합성수지를 입혀서 부착하는 설비나 손 등에 손상이 가지 않도록 고려하고 있다. 안전성도 많이 향상되었는데, 평벨트에 고강도, 내열성 신소재인 아라미드 섬유 등을 사용하여 강도 및 내열성이 좋아졌다. 후크도 3중잠김방식(triple locking)으로 안전성이 향상되었다. 1차잠김장치가 물체에 접촉해도 2차잠김장치로 후크의 해지가 방지되어 장착개소로부터 이탈되지 않는다.



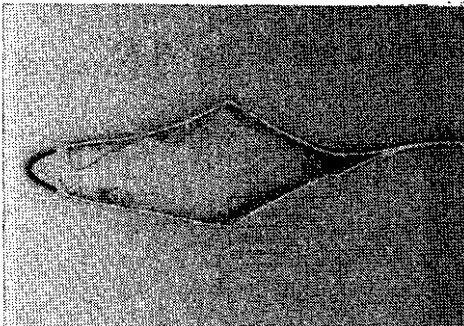
<그림 5-6> 3중잠김방식 후크

충격완충기(shock absorber)의 부착으로 인체의 내장장해 등 2차재해의 경감율도모하고 있다. 예로 평로우프로 만든 특수봉제사가 순차적으로 파단되도록 한 충격완충장치는 추락시 충격력의 약 50% 정도가 경감가능하다. 로우프의 길이가 최소 1.5m 용부터 3m, 5m 및 7m 용까지 생산되어 추락시 충격의 흡수뿐만 아니라 기존의 로우프길이의 제한에 따른 작업활동범위의 제한도 완화시켜줄 수 있다.

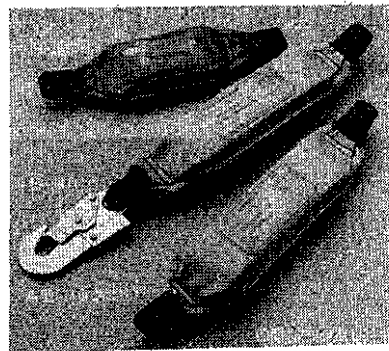


(1) 외피를 벗긴 상태

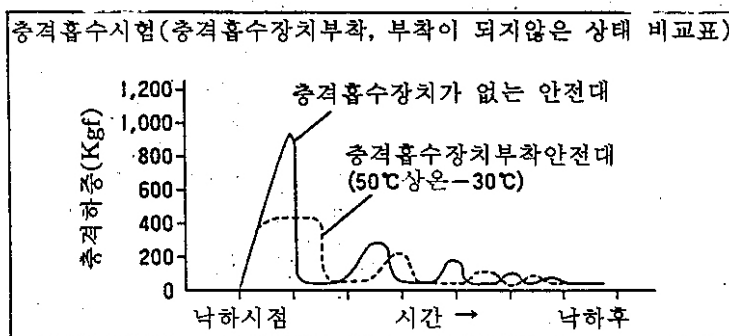
(2) 반이 분리된 상태



(3) 작동이 완료된 상태



(4) 충격흡수장치의 외관



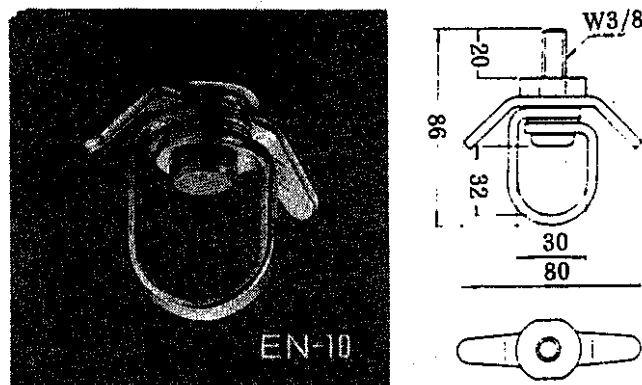
(5) 충격흡수 과정

〈그림 5-7〉 평로우프식 충격흡수장치의 외관 및 충격흡수과정

(다) 보조부품의 개발 등

안전대의 의장 및 착용감을 향상시키고 간단한 부착철물을 사용함으로써 작업조건에 관계없이 안전대를 쉽게 사용할 수 있게 되었다.

의장측면은 벨트폭을 50mm와 60mm로, 색상도 황색, 청록색, 백색 등으로 다양화해지고 있다. 새로운 고정방식(key lock방식)으로 2개이상의 지지로우프에 안전대를 지지시킬 수 있다. 건물내부작업시도 천정 등에 이미 매설된 기계기구설치용 인서트철물을 이용하여 안전대의 후크를 걸 수 있도록 개발된 안전대 걸이용 전용철물도 있어 철골부재에 미리 소정규격의 볼트구멍을 뚫어둔다면 별도의 지지부재를 마련하지 않고도 쉽게 안전대를 부착시킬 수 있다(<그림 5-8> 참조).



<그림 5-8> 안전대 걸이용 전용철물

5.2 안전대 부착설비

(1) 필요성

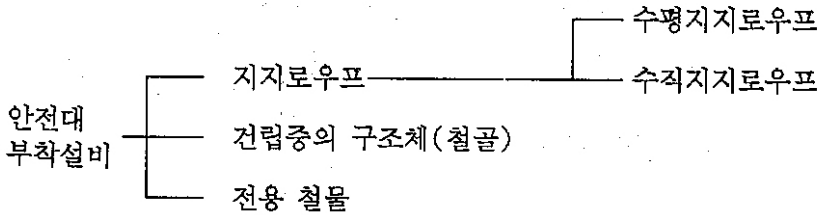
안전대는 근로자의 신체에 착용만으로는 의의가 없으며, 반드시 안전대를 걸 수 있는 부착설비가 수반되어 여기에 로우프를 걸어 신체를 지지시킬 수 있어야 한다. 일반작업에서는 대부분의 비계가 강관 또는 틀비계로서 안전대의 로우프를 쉽게 걸 수 있으나, 철골작업의 경우는 지지로우프나 별도의 철물의 부착이 필요한 경우가

많다. 철골작업시 안전대 본래의 기능을 다하는데는 안전대를 걸기 위한 부착설비의 적합여부가 안전대의 착용의 관건이 된다.

(2) 철골작업 안전대 부착설비의 종류

철골의 조립작업중 이용가능한 안전대 부착설비는 건립중인 구조체(철골), 전용 철물, 지지로우프 등이 있다. 안전대용 전용철물은 부재의 공장제작시 미리 부착시켜야 하며, 특히 철골작업의 경우는 작업발판을 별도로 설치하지 않은 상태에서 작업자의 이동이 이루어지기 때문에 지지로우프의 설치가 필수적이다. 따라서 현장에서 지지로우프의 설치 및 해체작업이 용이하도록 소요 철물들을 미리 철골부재 자체에 부착시켜야 한다.

표 5-1. 안전대부착 설비의 종류



(3) 지지로우프 및 부대설비

지지로우프는 생명선(lifeline)으로도 불린다. 철골작업에서 지지로우프는 근로자가 잡고 이동할 수 있는 안전난간의 기능과 안전대를 착용한 근로자가 추락시 추락을 저지시키는 기능을 한다. 지지로우프는 설치방향에 따라 수직 및 수평지지로우프가 있으며, 1인 1가닥 사용이 원칙이다.

(가) 수평지지로우프

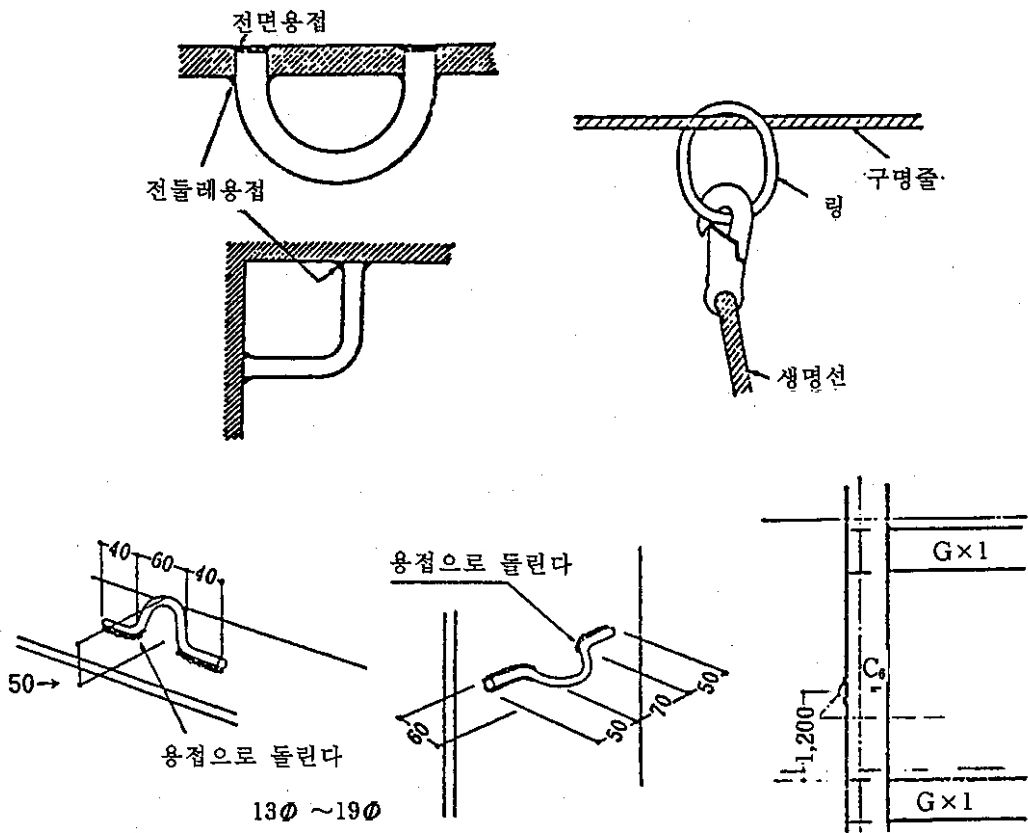
1) 로우프의 재질

지지로우프는 와이어로우프와 합성섬유로우프가 사용된다. 와이어로우프는 KS규격으로 직경이 9mm 또는 10mm의 것을 사용한다. 합성섬유로우프도 KS규격의 나일론로우프, 비닐론로우프 또는 이와 동등이상의 물리적 성질을 갖는 로우

프로서 직경이 나일론로우프는 12mm, 14mm 또는 16mm, 비닐론로우프는 16mm, 기타의 재질은 2340kg 이상의 인장력을 갖는 직경으로 한다. 폴리에스테르로우프는 비닐론 로우프와 동등이상의 물리적 성질을 갖는 것으로 간주한다.

표 5-2. 지지로우프의 종류

와이어 로우프(제1종) : 9-10mm	
합성섬유로우프(제2종)	- 나일론로우프 : 12mm 이상 - 비닐론로우프 : 16mm 이상 - 기타 로우프 : 내인장력이 2340kg 이상



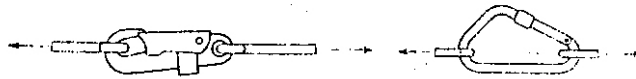
<그림 5-9> 안전대 부착설비

2) 로우프설치용 부속기구

와이어클립, 샤클은 KS합격품을, 클립, 카라비나 등은 KS(일반구조용 압연강재)에 정하는 2종(SS41)에 적합한 것, 또는 기계적 성질이 이와 동등이상의 것으로 한다.

클립, 카라비나의 고리부분은 이중탈락방지장치가 있어야 한다.

후크 및 카라비나는 다음 그림과 같이 고리부분과 로우프가 통과하는 구멍에 인장용 기구를 걸고 인장시험기에 의해 인장하중을 가하여 와이어 수평지지로우프의 후크는 2500kg 이상, 합성섬유 수평지지로우프의 후크 및 카라비나는 1250kg 이상의 강도로서 탈락방지기능이 있어야 한다.



<그림5-10> 후크 및 카라비나 시험방법

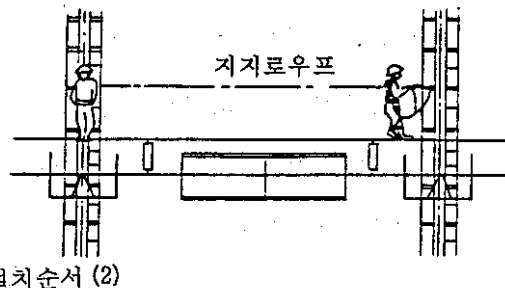
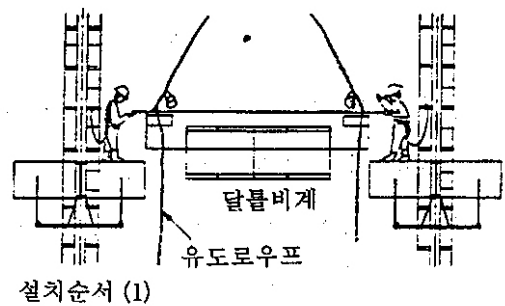
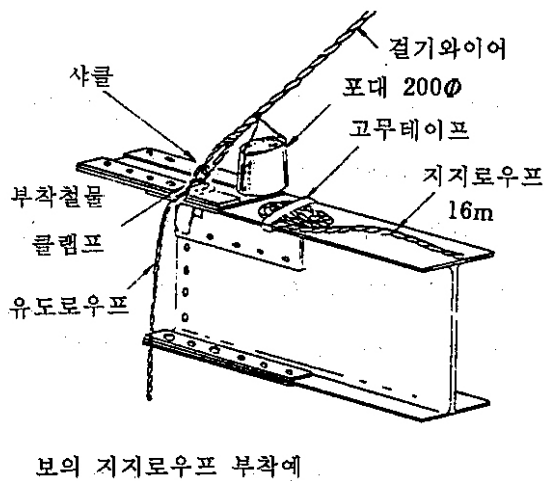
3) 로우프 단부의 가공

지지로우프 말단의 고리, 후크 또는 카라비나 등의 설치에 아이스플라이스(eyesplice), 압축방지 또는 이와 동등이상의 강도를 갖는 방법으로 한다. 이 경우 아이스플라이스방법은 크레인 등의 안전에 관한 규칙에 의한다. 로우프가 후크 또는 카라비나 등과 접촉하는 부분은 마모방지의 조치를 강구한다. 합성섬유로우프 단부의 아이스플라이스는 모든 소선(strand)을 3회 이상 엮는다.

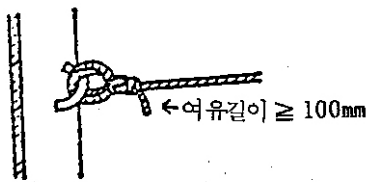
4) 로우프의 설치 및 사용

로우프는 16mm 직경의 나일론로프를 작업면에서 약 1.5 높이에 긴장기로 당겨 팽팽하게 설치하여야 하며 설치간격은 3m이내여야 한다. 설치간격이 클 경우 6-9mm 직경의 와이어로우프에 비닐코드 입힌 것을 사용한다. 지지로우프의 긴결에는 후크, 샤클, 대형샤클, 감기, 크래프, 아이걸기, 이중매듭, 와이어클립, 고리(ring) 등이 이용된다.

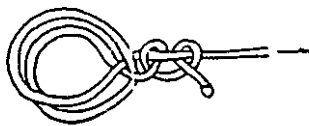
현장에서 지지로우프를 올바르게 이용하기 위해서는 공장에서 부재제작시 소요 부착철물에 대한 사전검토가 필요하다. 사고유형을 보면 안전시설의 미비로 발생한 사고가 대부분인데 이중에는 안전시설을 설치하기 직전에 발생한 경우도 많아 안전시설은 설치시기가 특히 중요하며 현장에서도 철골부재를 양중전에 설치를 위한 준비작업이 선행되어야 조기설치가 가능해진다. 즉, 기둥의 경우는 지상에서 로우프 1-2본을 기둥상부 볼트구멍에 설치하고 기둥의 하부에 소요길이의 수직로우프를 준비하여 기둥과 동시에 인양하여야 하며, 보의 경우도 지상에서 보의 양단에 소요길이의 지지로우프를 부착하여 보와 함께 인양하고 보의 조립전에 양단의 기둥이나 지지로우프 설치용 가설지주에 지지로우프부터 설치하여, 보의 조립뿐만 아니라 근로자가 훅크나 와이어의 해지를 위하여 보위를 이동할 때도 이용할 수 있어야 한다.



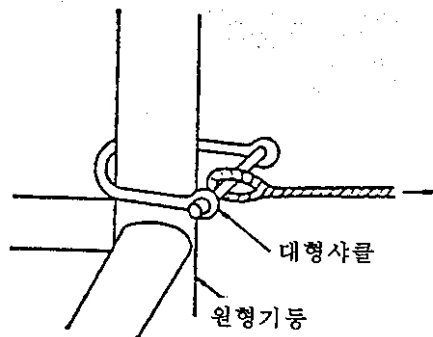
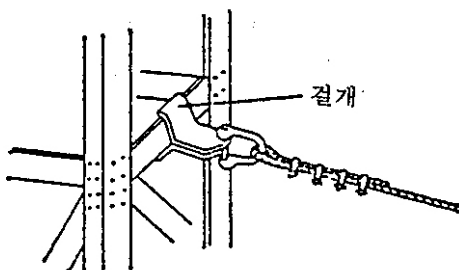
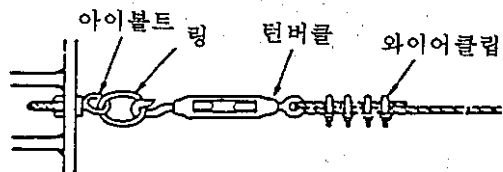
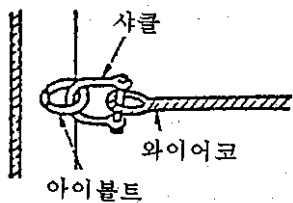
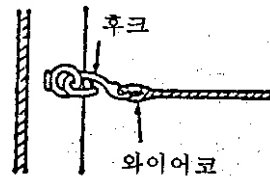
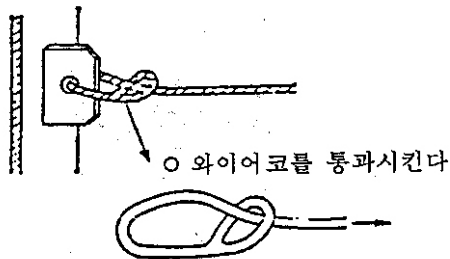
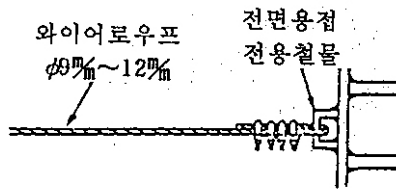
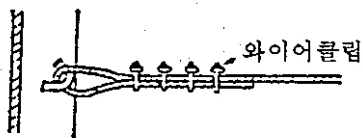
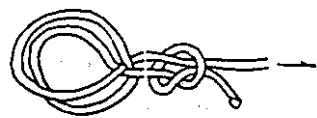
<그림 5-11> 지지로우프 설치순서



이중매듭묶기

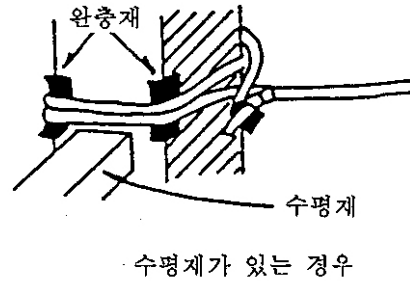
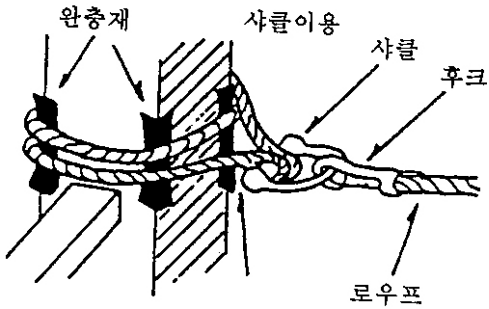


홀매듭묶기

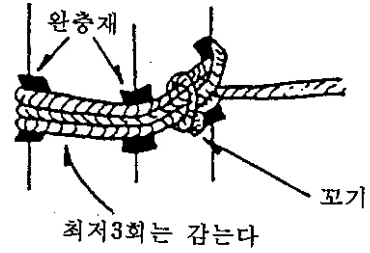
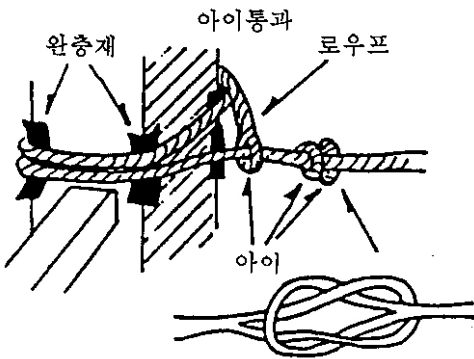


(1) 부착철물이용

완충재를 사용한다.

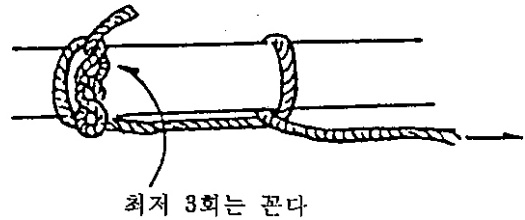
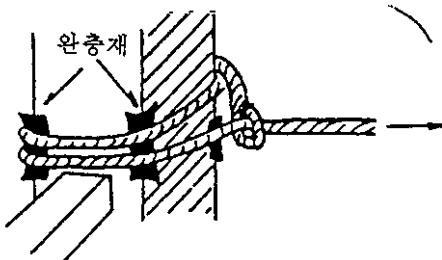


수평제가 있는 경우



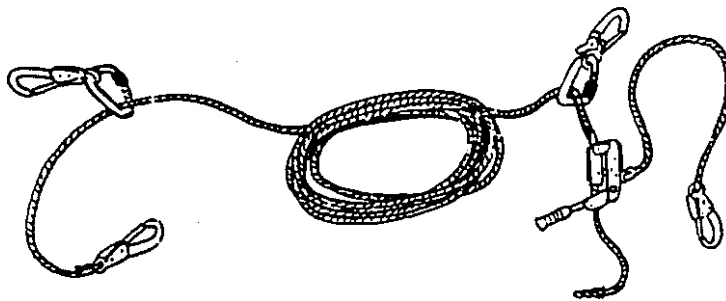
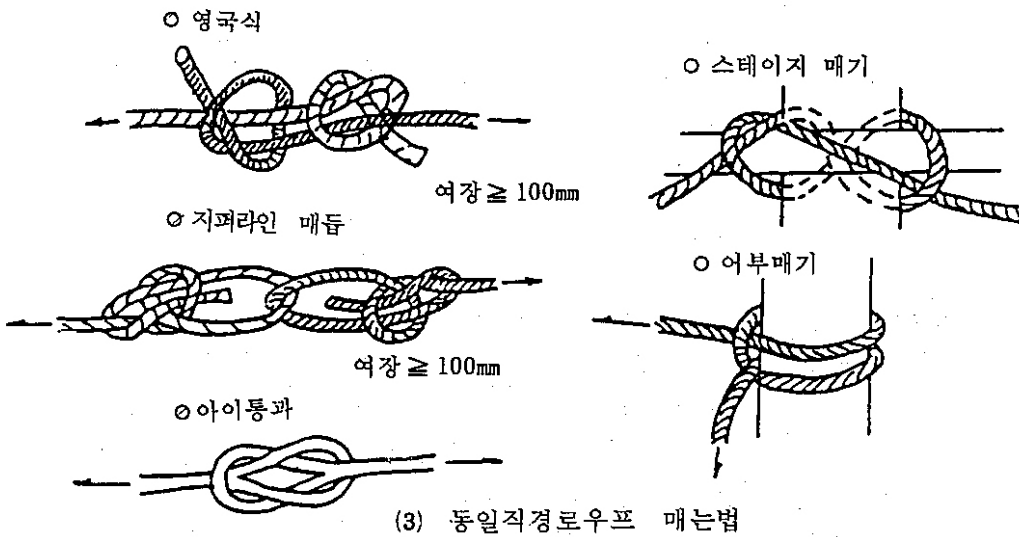
최저 3회는 감는다

수평제가 없는 경우



평행으로 설치하는 경우

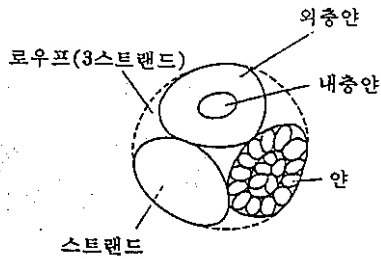
(2) 구조물 이용



(4) 용도에 맞게 미리 가공된 지지로우프

<그림 5-12> 지지로우프 고정방법

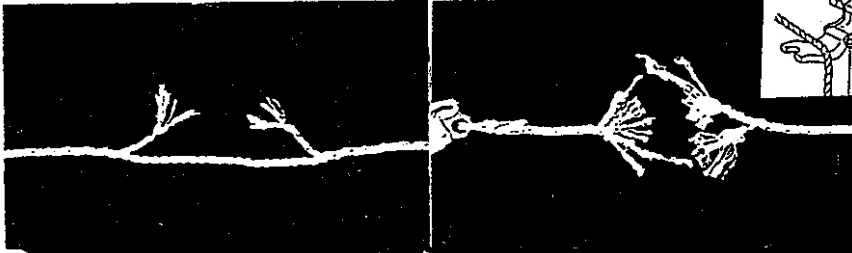
낙하거리에 따른 충격하중과 로우프의 모서리에 전되는 정도는 로우프가 설치된 모서리의 곡률반경이 작을수록 로우프의 절단하중이 급격히 감소한다. 또 일반안전대보다는 완충기를 부착시킨 안전대에 작용하는 충격하중이 훨씬 작는데 이는 완충기의 충격하중 흡수효과를 나타내고 있다(<그림 5-13> 참조).



(1) 로우프단면도



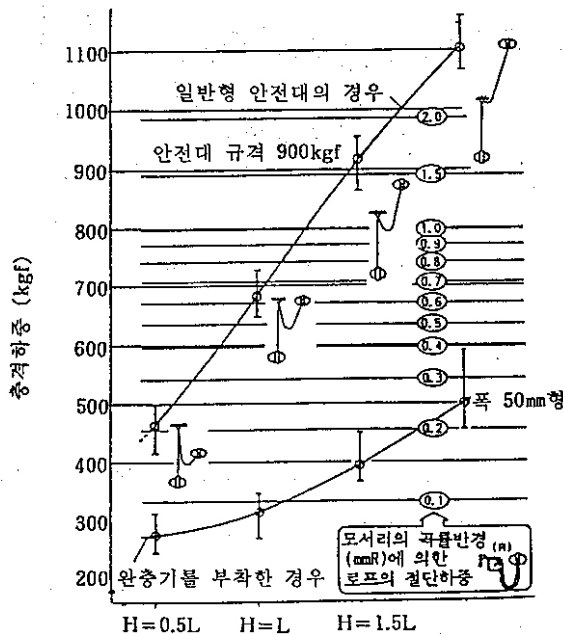
(2) 7안이 절단된 로우프



(가) 1스트랜드가 절단된 로우프

(나) 강관용 클램프에 의한 로우프의 절단

(3) 로우프 절단상태



(4) 로우프의 낙하거리와 충격하중 관계

<그림 5-13> 낙하거리에 따른 로우프의 충격하중과 모서리에 견디는 정도

(나) 수직지지로우프

수직지지로우프는 지상에서 기둥부재의 하부에 소요길이의 수직로우프를 준비하여 부재와 동시에 인양한다. 안전블록, 로립, 가이드링 등을 보조기구로 이용하며 로우프 등의 성능은 수평지지로우프에 준한다.

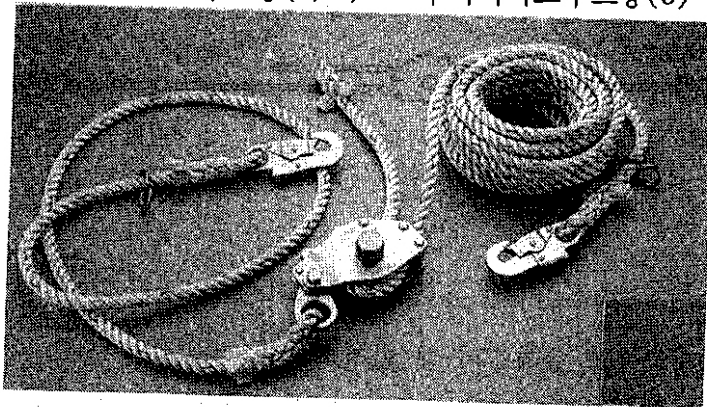
(다) 긴장기

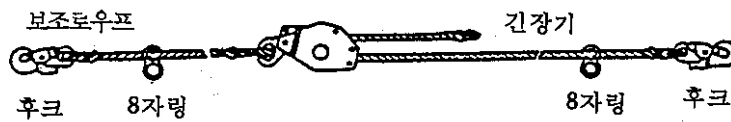
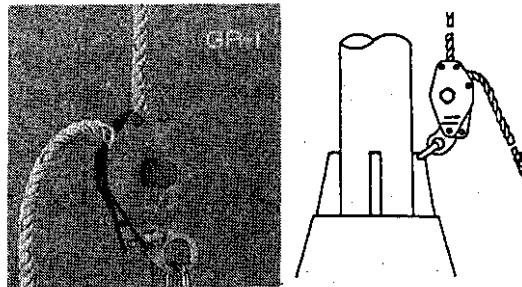
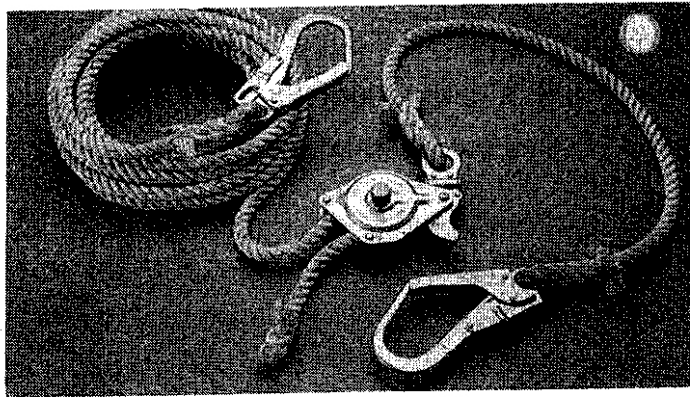
긴장기는 간단한 조작에 의해 수평지지로우프를 확실하게 긴장하고, 긴장한 후에는 이완되지 않는 성능이어야 한다. 해체시에도 로우프의 장력을 쉽게 해지할 수 있어야 한다.

긴장기를 사용할 경우 긴장기의 주요재료는 KS규정에 합격한 것 또는 기계적 성질이 이와 동등이상의 것으로 한다. 긴장기는 인장시험기에 의해 실제의 사용상태와 같은 상태에서 인장하중을 가하여 시험하며 성능은 후크 및 카라비나의 기준에 준한다.

지지로우프는 긴장시킨 힘에 반비례하여 처짐이 줄어들는데 긴장기는 수평지지로우프용과 수직지지로우프용이 있다. 근로자가 추락시 긴장된 지지로우프 상태가 추락높이를 줄일 수 있어 신체의 충격을 감소시킬 수 있다.

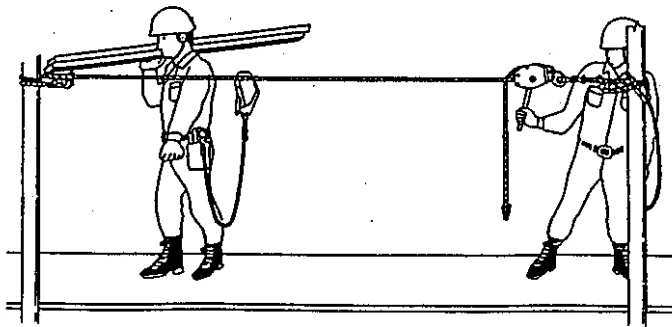
수평지지로우프용(1, 2) 수직지지로우프용(3)





(라) 지지로우프 통과장치 및 안전기

지지로우프 통과장치는 근로자가 안전대를 착용한 상태에서 이동시 지지로우프의 지지점을 지날 때마다 후크를 다시 걸어야 하는 번거로움을 덜어주어 이동의 용이함과 작업의 안전성을 높여준다. 이동용 안전기는 여기에 충격흡

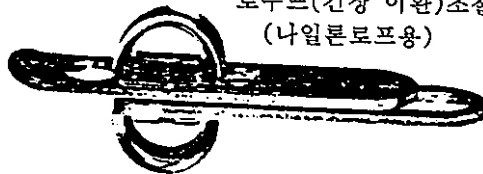


긴장내력 1250kg

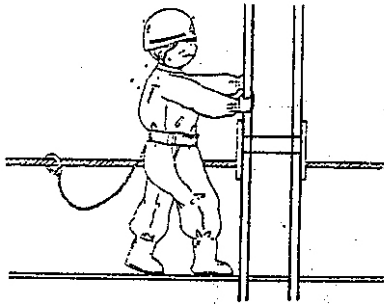


구멍줄
긴장용 활차

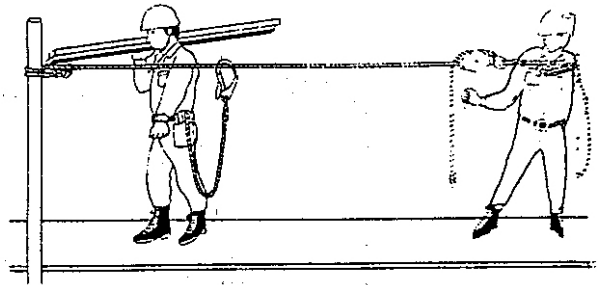
로우프(긴장 이완)조절기
(나일론로프용)



<그림 5-14> 긴장기의 종류 및 사용법



(1) 손으로 긴장시킨 상태



(2) 긴장기를 사용하여 장력을 준 상태

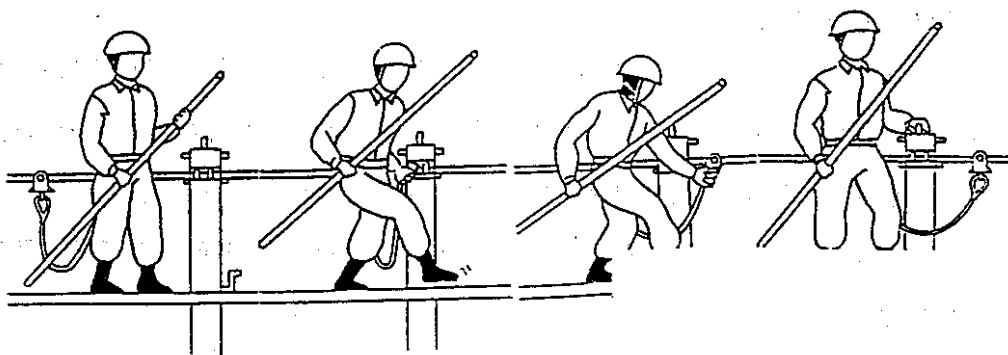
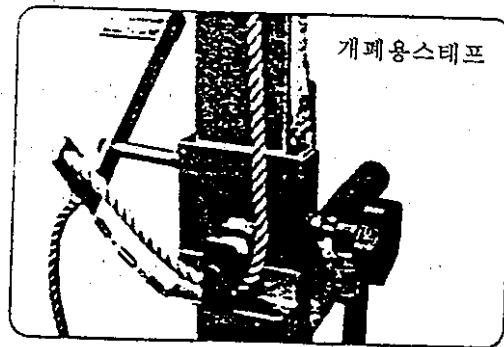
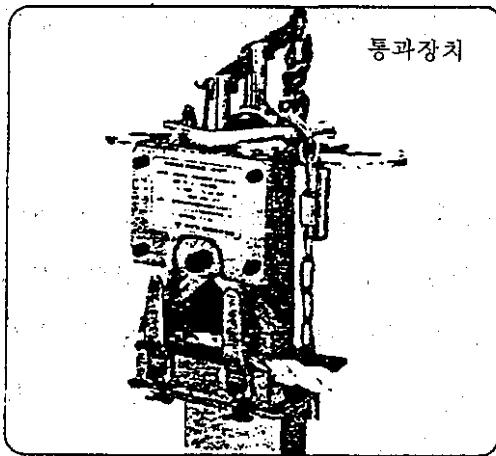
지지로우프의 장력 (kgf)	포대의 상태 (시험전)	지지로우프 상태(중앙부)	
		시험전	시험후
10	최대 5.2m낙하	0.4m처짐	최대 2.6m처짐
10	최대 4.2m낙하	수 평	최대 1.5m처짐

<그림 5-15> 수평지지로우프의 긴장상태에 따른 처짐

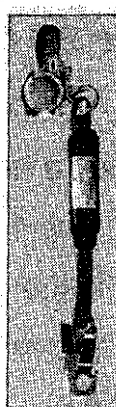
수장치가 부착된 것으로 수평용 안전기는 후크를 안전기에 걸어서 지지로우프의 지지부를 통과할 때 후크를 다시 걸 필요가 없으며, 수직용은 근로자가 추락시에도 지지로우프를 확실하게 붙잡아서(grip) 바닥에 충돌하는 것을 방지한다. 무게는 약 600 g에서 1100 g 정도이다.

(4) 지지로우프용 지주

기둥의 간격이 멀거나 보의 위치가 기둥의 중심에서 벗어나 있을 때 지지로우프를 기둥에 직접 설치하여 사용할 수 없으며, 이 경우 지지로우프를 설치하기 위한 별도의 가설지지대가 필요하다. 지지로우프용 지주는 안전난간용 지주와 유사한 형상 및 기능을 가지고 있으며 본래는 틀비계의 조립 및 해체 시에 안전대를 사용하기 위해 해당비계에 설치하는 수평지지로우프 구성요소



(1) 지지로우프 통과장치



개 수평지지로우프용 내 수직지지로우프용 대 경사로우프용

(2) 안전기

<그림 5-16> 지지로우프 통과장치

의 하나였다. 여기서는 철골조립작업에 필요한 지지로우프용 지주(이하 '지주'라 한다)에 대하여 기술한다.

(가) 종류

지지로우프용 지주는 틀비계용, 철골작업용이 있으며 지지로우프로는 와이어로우프와 합성섬유로우프가 사용된다. 수평지지로우프시스템은 수평지지로우프, 지지로우프용 지주, 고정와이어 및 로우프부속기구로 구성된다. 단, 지지로우프용 지주가 충분히 큰 휨강도를 갖는 경우는 고정와이어가 없어도 가능하다.

(나) 구조 및 규격

지지로우프용 지주는 철골에 설치하는 기구(설치 기구) 및 지지로우프를 지지하는 기구(지지로우프 지지기구)를 갖추어야 하며 고정와이어를 사용하는 것은 고정와이어유지기구를 갖추어야 한다. 설치 기구는 지주의 설치 및 해체작업이 신속·용이하게 가능하고 충격하중에 대해 지주가 탈락하지 않는 구조여야 한다.

지지로우프지지기구 또는 고정와이어 지지기구는 지주의 상단부근에 지지로우프 또는 고정와이어가 탈락하지 않는 구조여야 한다.

(다) 지주의 허용응력

지지로우프용 지주, 설치기구, 지지로우프지지기구 및 고정와이어지지기구에 사용하는 강재는 KS규격 또는 기계적 성질이 이와 동등이상의 것으로 현저한 손상, 변형 또는 부식이 없어야 한다. 지주의 가공은 비틀림 등에 대한 강도저하가 없어야 하며, 강재의 용접은 원칙적으로 아크용접, 전주위용접으로 하며 녹방지효과가 있는 도금 또는 도장을 한다.

지주, 설치기구, 지지로우프지지기구 또는 고정와이어 지지기구의 강도를 검토할 경우의 허용응력도는 다음식에 의해 산출된 값 이하로 한다.

$$\sigma_t = \sigma_c = \sigma_b = f \quad \sigma_s = 0.6f \quad \sigma_d = 1.4f$$

$$\lambda \leq \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.75f}} \text{ 인 경우} \quad \sigma_k = f - \frac{0.375f^2}{\pi^2 E} \cdot \lambda^2$$

$$\lambda > \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.75f}} \text{ 인 경우} \quad \sigma_k = f - \frac{\pi^2 E}{1.5} \cdot \frac{1}{\lambda^2}$$

단, 식중의 기호는 다음과 같다.

f : 강재의 항복점 (kg/cm²)

σ_t : 강재의 허용인장응력도(kg/cm²)

σ_c : 강재의 허용압축응력도(kg/cm²)

σ_b : 강재의 허용휨응력도(kg/cm²)

σ_s : 강재의 허용전단응력도(kg/cm²)

σ_d : 강재의 허용지압응력도(kg/cm²)

λ : 유효세장비

E : 종탄성계수(kg/cm²)

(라) 지주의 성능

와이어 수평지지로우프를 사용하는 지지로우프용 지주는 10kg/mm이하의 탄성을 갖고, 다음의 충격력에 대해 충분한 강도가 있어야 한다.

단, h (단위 m)는 지지로우프지지점의 비계바닥으로부터 높이이며 $0.9 \leq h \leq 2.0$

(마) 설치방법

- 1) 지지로우프용 지주의 설치간격은 다음표의 값 이하로 한다. 단, 안전대 로우프의 길이가 1.0m 이하인 것을 사용하는 등의 조치를 한 경우는 제외한다.
- 2) 지지로우프의 설치위치는 작업면에서 0.9m 이상 2m 이하의 높이로 한다.
- 3) 와이어로프는 점검하여 양호한 것을 사용하도록 하고 하나의 마디에 소선의 수가 10% 이상 파단된 것이나, 공칭직경의 감소가 7%를 넘는 것,

꼬여 터진 것(kink), 현저하게 변형 또는 부식된 것은 사용할 수 없다.

- 4) 합성섬유의 경우에도 사전에 점검하여 소선(stand)이 파단된 것, 현저하게 손상 또는 부식된 것, 지지로우프로 사용중 충격을 받은 이력이 있는 것은 사용할 수 없다.
- 5) 지지로우프는 지주에 느슨하지 않게 긴장시킨다. 필요시는 긴장기를 사용하여 긴장시키되 긴장작업시는 작업원이 위험한 위치가 되지 않도록 해야 할 뿐만 아니라 설치위치도 안전대의 사용에 방해가 되지 않는 곳이어야 한다.
- 6) 지지로우프의 말단은 전용의 로우프 기구 등을 이용하여 지주의 지지기구에 확실하게 고정한다.

(바) 점검

지주의 설치직후 또는 교체 직후에 다음 항목에 대해서 점검하고, 이상이 발견된 경우는 즉시 수정, 보수 또는 교체한다.

- 1) 비계의 지주를 설치한 부분
 - 2) 지지로우프를 긴장하는 기구
 - 3) 지지로우프, 고정와이어의 설치부 및 지지부
- 합성섬유지지로우프는 사용중 충격을 받은 경우는 즉시 교체한다.

(사) 사용시 유의사항

1) 작업시작전 점검

작업착수시마다 보울트의 체결상태, 로우프가 제대로 긴장되어 있는지 확인한다.

2) 설치높이

지상에서 5m 이상의 고소에 사용한다.

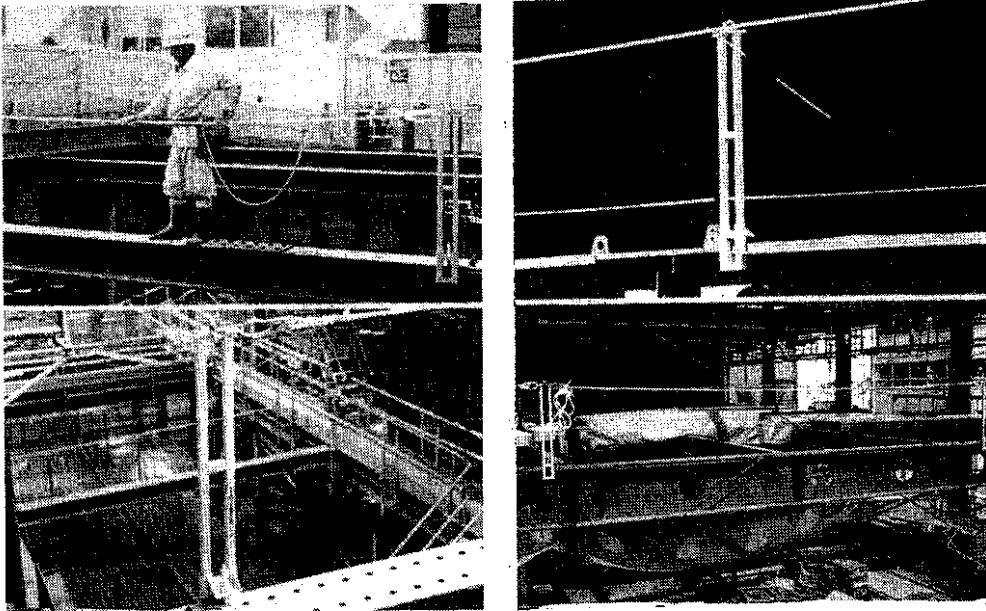
3) 지주간격

최대 10m 이내로 한다.

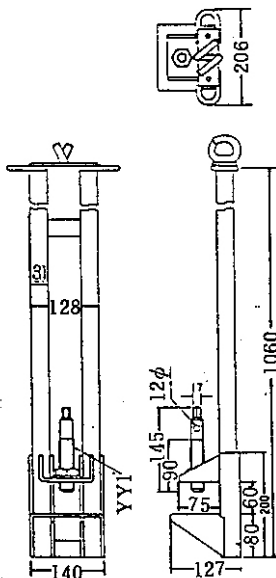
4) 지주사이의 근로자

5) 추락충격후의 지주

추락의 충격을 받은 지주 및 로우프는 재사용할 수 없다.



(1) 흙막이공사 및 철골공사 사용예



(2) 지주의 규격

(3) 설치 및 긴장

<그림 5-17> 지지로우프용 지주의 규격 및 사용방법

6. 추락방지용 방망

6.1 방망의 기능 및 명칭

(1) 방망의 기능

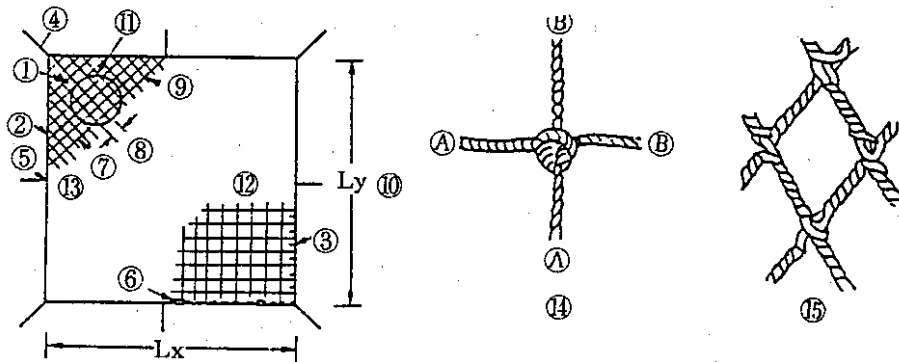
방망이란 건설공사 등의 장소에 있어서 근로자의 추락을 방지하기 위해 수평으로 당겨서 사용하는 망으로, 기존의 고시에서는 상부로부터 낙하물에 의한 위험을 방지하기 위한 낙하를 방지망과 구별하여 추락방지용 방망으로 부르고 있다. 따라서 안전망(safety nets)은 이 두가지를 모두 포괄하는 것으로 하며, 이하에서는 추락방지용 방망은 줄여서 방망으로 기술한다.

건설현장에서 사용하는 방망은 '추락재해방지 표준안전작업지침(노동부 고시 제85-14호)'에 추락재해 방지를 위하여 사용하는 방망의 구조, 사용 및 관리, 시험 및 보관상의 안전지침 등에 관하여 규정하고 있고, 본장에서는 기존의 지침에 공사현장에서의 설치 및 사용을 위한 방법을 보완, 기술한다.

(2) 방망의 각부 명칭

방망은 망의 조합여부에 따라 단체망과 복합망으로 나뉘며, 설치위치에 따라서는 구조물의 내부에 설치하는 내부용 방망과 외부로 돌출시켜 설치하는 외부용 방망으로 구분할 수 있다. 방망의 각부 명칭은 다음과 같다.

- 1) 방망 : 그물코가 다수 연속된 망
- 2) 매듭 : 그물코의 정점을 만드는 방망사의 매듭
- 3) 테두리로우프 : 방망주변을 형성하는 로우프
- 4) 재봉사 : 방망사와 동일한 재질의 것으로서 테두리로우프와 방망을 일체화하기 위한 실
- 5) 달기로우프 : 방망을 지지점에 부착하기 위한 로우프
- 6) 시험용사 : 방망사와 동일한 재질의 것으로서 등속인장시험에 사용하기 위한 것



- | | | |
|------------|----------|-------------|
| 1. 방망사 | 6. 시험용사 | 11. 방망 |
| 2. 테두리로우프 | 7. 그물코 | 12. 사각그물코 |
| 3. 재봉사 | 8. 그물코치수 | 13. 마름모그물코 |
| 4. 달기로우프 | 9. 매듭 | 14. 매듭방망 |
| 5. 중간달기로우프 | 10. 재봉치수 | 15. 매듭없는 방망 |

<그림 6-1> 방망의 구조 및 각부 명칭

6.2 방망의 안전기준

방망의 안전기준은 구조기준과 설치기준이 있다. 구조기준은 재료, 망테두리, 망테두리와 달기로우프와의 접속 등을 규정하고 있으며, 설치기준은 낙하 높이, 방망의 처짐, 방망과 바닥면과의 높이(방망하부의 공간), 지지점의 강도 및 응력, 정기시험, 사용의 금지, 방망의 표시사항 등을 규정하고 있으며 세부 사항은 다음과 같다.

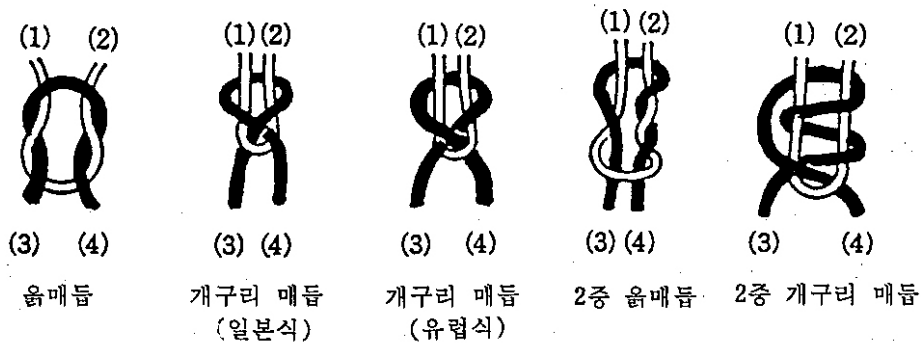
(1) 구조기준

(가) 구조

방망은 망(그물), 망테두리, 재봉사, 달기로우프 및 시험용사로 구성되며 시

험용사에 의한 시험에 합격한 제품만을 사용하여야 한다. 방망의 구조 및 치수는 다음과 같다.

- 1) 소재 : 합성섬유 또는 그 이상의 물리적 성능을 갖는 것이어야 하며 나일론, 비닐론, 폴리에틸렌 등이 사용되고 있다.
- 2) 그물코 : 사각 또는 마름모꼴로서 한변의 크기는 10cm 이하로 한다.
- 3) 방망의 종류 : 매듭방망으로서 매듭은 빠져나가지 않도록 되어있어야 하며, 원칙적으로 흘매듭(개구리매듭)으로 한다.
- 4) 테두리로우프와 방망의 재봉 : 테두리로우프는 주변의 각 그물코를 관통시켜, 서로 중복됨이 없이 재봉사로 결속하여 그물코로 빠져나가지 않아야 한다.
- 5) 테두리로우프 상호의 접합 : 테두리로우프를 중간에서 결속할 때는 충분한 강도를 갖는 구조로 마무리한다.
- 6) 달기로우프의 결속 : 달기로우프는 3회이상 감아 묶거나 이와 동등이상의 강도를 갖는 확실한 방법으로 테두리로우프를 결속하여야 한다.



<그림 6-2> 그물코의 매듭형태

(나) 망사의 강도

망사의 강도는 방망의 성능을 결정하는 가장 중요한 요소로서 추락에 의한

충격시의 완충 및 망에 작용하는 힘 등에 대해서 충분한 강도를 필요로 한다. 표 6-1.은 신품망사의 소요강도이다. 망사의 소재에 따라서는 내후성이 부족하거나 강도저하가 빠른 것도 있으며, 사용빈도와 사용방법에 따라서도 다르므로 망의 폐기시기도 문제가 된다. 따라서 망사의 강도는 일정 기준을 설정하여 시험용사에 대한 인장시험으로 기준에 미달되는 것은 폐기해야 한다. 폐기시의 망사강도는 표 6-2에 의한다.

표 6-1. 신품방망사의 인장강도

그물코의 크기 (cm)	망의 종류(kg, []는 N)	
	매듭없는 방망	매듭방망
10	240[2,354]	200[1,962]
5		110[1,079]

표 6-2. 폐기시 방망사의 인장강도

그물코의 크기 (cm)	망의 종류(kg, []는 N)	
	매듭없는 방망	매듭방망
10	150	135[1,324]
5		60[589]

(다) 테두리로우프 및 달기로우프의 강도

테두리로우프 및 달기로우프는 방망에 사용되는 로우프와 동일한 시험편의 양단을 인장시험기로 점검하나, 이와 유사한 방법으로 인장속도가 매분 20cm 이상 30cm 이하의 등속인장시험을 실시하여 신품인 경우 1,500kg이상의 내력이 있어야 한다.

(2) 설치기준

전항의 강도규정은 다음 사용조건에서의 소요강도로서, 방망이 제 기능을

다하기 위해서는 일차적으로 방망의 강도가 낙하높이에 따른 충격하중에 견뎌야 하며 2차적으로는 방망에 처짐이 발생했을 경우 처진 망의 저면이 구조물이나 바닥에 닿지 않는 조건이라야 한다.

(가) 허용낙하 높이, 처짐 바닥면과의 높이

1) 낙하 높이

방망은 낙하높이가 가능한 한 작을수록 좋으나 망사의 강도와 추락재해방지 설비로서의 경제성도 있으므로 망의 허용낙하높이를 정해둘 필요가 있다. 낙하높이는 작업면과 방망설치위치와의 수직거리로서 낙차가 커지면 충격하중은 높이의 제곱비례로 증가하여 망이 파괴되어 추락자의 정지기능을 상실하게 되므로 다음표의 값 이하로 한다(<그림 6-3> 및 <그림 6-4> 참조).

예를 들면 단체망으로 크기가 6m×6m인 경우 낙하높이는 $H_1=0.75 \times 6.0=4.5\text{m}$ 이하여야 한다. 복합망은 조합망으로서의 안전도를 고려하여 낙하높이를 단체망보다 작게 규정하고 있다.

표 6-3. 방망의 허용낙하높이

망의 종류 조 건	낙하높이(H_1)		방망의 바닥면 높이(H_2)		방망의 처짐 길이 (S: 최대값)
	단체방망	복합방망	10cm그물코	5cm그물코	
$L < A$	$\frac{1}{4}(L+2A)$	$\frac{1}{5}(L+2A)$	$\frac{0.85}{4}(L+3A)$	$\frac{0.95}{4}(L+3)$	$\frac{1}{15}(L+2A) \times \frac{1}{3}$
$L \geq A$	$\frac{3}{4}L$ 이하	$\frac{3}{5}L$ 이하	0.85L이상	0.95L이상	$\frac{3}{4}L \times \frac{1}{3}$

2) 방망의 처짐

방망은 늘어짐이 없어야 하며, 충분히 넓은 범위에 걸쳐 설치하여 필요한 기능을 다하도록 해야 한다.

인체에 영향이 없는 낙하높이는 3.4~5m 정도로서 방망의 처짐은 방망을

설치했을 때 망의 최저부와 설치위치와의 수직거리S(m)를 말하며 최대값으로 규정하고 있다.

예를 들면 크기가 6m×6m인 방망의 처짐은 $S=0.75 \times 6/3=1.5\text{m}$ 이하로 해야 한다.

3) 바닥과 방망의 거리

바닥면으로부터 방망까지의 높이는 방망하부의 공간으로서, 방망의 설치위치에서 바닥 또는 장애물(기계설비 등)까지의 수직거리, 즉 방망의 매다는 높이(H₂)를 말한다. 천정이 낮은 건물의 천정위치에서 큰 방망을 설치하면 추락자를 받을 때 처짐이 커서 방망이 바닥에 닿게 되므로 방망하부의 공간을 규정된 높이 이상으로 유지해야 하며 보통 방망 1변 길이의 1/2-1/6 정도가 된다.

6m×6m 크기의 그물코 5cm인 방망의 경우 하부의 공간은 $H_2=0.95 \times 6.0=5.7\text{m}$ 이상으로 해야 한다.

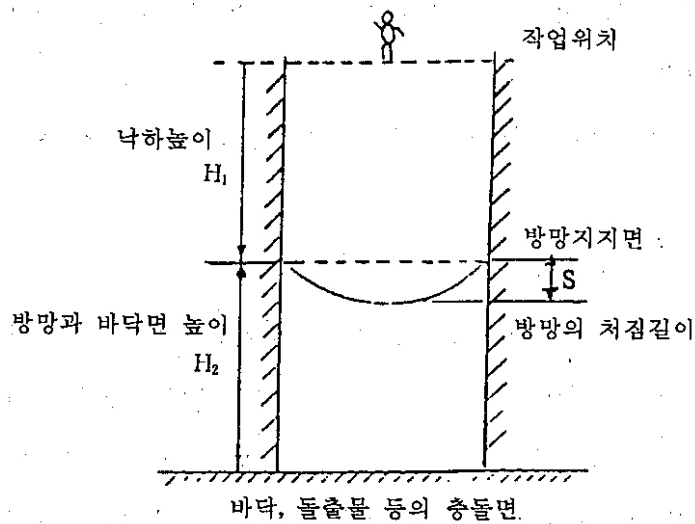
(나) 방망 지지점의 강도 및 거리

1) 지지점의 강도

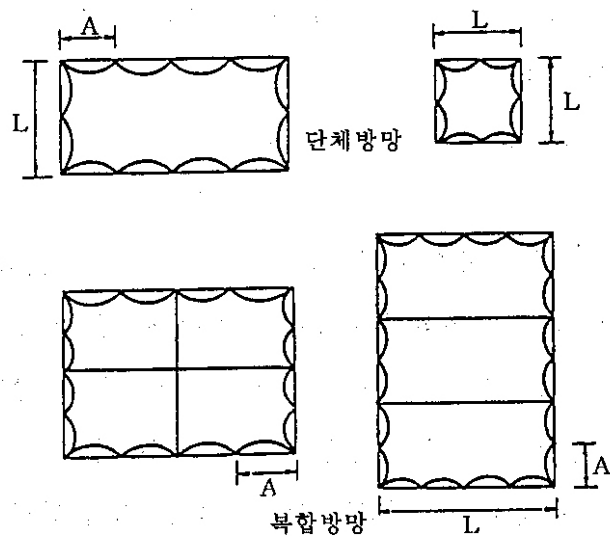
망의 지지점에 작용하는 하중은 지지점간의 거리에 따라 달라질 수 있으나 실험에 의하면 망에 인체가 위의 높이에서 낙하할 때 달기로우프에 작용하는 충격력은 600kg 정도로서 달기로우프가 고정된 구조물은 이 충격력에 대해서 안전해야 한다. 단, 건물의 보 등에 망을 설치하는 경우와 같이 지지점이 연속적인 구조물인 경우로 지지점에 걸리는 외력이 다음 값에 전될 수 있는 것은 제외한다.

$$F=200B(\text{단, } F\text{는 외력 : 단위 kg, } B\text{는 지지점 사이의 거리 : 단위 m})$$

지지점의 구성재(일반구조용 강재 또는 콘크리트)는 다음에 정하는 허용응력 이상으로 한다.



<그림 6-3> 방망의 허용낙하높이와 바닥면과의 높이



L- 단변방향길이(단위 : 미터)

A-장변방향 방망의 지지간격(단위 : 미터)

<그림 6-4> 방망의 L과 A의 관계

표 6-4. 지지재료에 따른 허용응력 (단위 : kg/cm²)

지지재료 \ 허용응력	압 축	인장	전단	휨	부 착
일반구조용강재	2,400	2,400	1,350	2,400	
콘 크 리 트	4주 압축강도의 2/3	4주 압축강도의 1/15			14(경량골재를 사 용하는 것은 12)

2) 방망 지지점의 거리

방망의 주위에 추락의 우려가 있는 경우는 가능한 한 방망주변의 틈이 없도록 지지간격을 좁혀서 방망의 주변을 통해 추락할 위험이 없어야 하며, 지지구조물에 확실히 긴결하여야 한다.

(다) 시험 및 보관

1) 시험

방망의 시험은 사용개시전 시험용사로 시험하고 사용개시후는 1년 이내에, 그 이후에는 6개월마다 정기시험을 한다. 다만 사용상태가 비슷한 다수의 방망에 대한 실험용사는 무작위 추출한 5개 이상을 인장시험할 경우 다른 방망에 대해서는 생략할 수 있다.

방망이 마모가 현저한 경우나 유해가스에 노출된 경우에도 사용후 시험용사에 대하여 인장시험을 해야 한다.

2) 보관

방망은 창고에 보관하기 전에 오염이 심한 망은 세척하고 용접에 의한 망사 파손부도 보수한다. 방망은 깨끗한 상태로 자외선, 기름, 유해가스 등이 없는 건조한 곳에 보관하여야 한다.

(라) 사용금지

다음 방망은 사용할 수 없다.

1) 망사의 강도가 표 6-2의 값 이하가 된 방망

- 2) 인체 또는 이와 동등이상 무게의 낙하물에 충격을 받은 방망
- 3) 강도가 명확하지 않은 방망
- 4) 파손된 부분이 보수되지 않은 방망
- 5) 용접, 용단작업 등 불꽃을 받는 장소의 사용

(마) 표시사항

방망에는 쉽게 볼 수 있는 곳에 제조자명, 제조년월일, 재봉치수, 그물코크기, 신폴시 망사의 강도, 방면처리 여부 등을 표시한다.

6.3 방망의 설치방법

방망은 원칙적으로 2단으로 설치하여 상부 1단(그물코크기 10cm×10cm)은 추락자를 보호하는 추락방지용 방망으로, 하단망(그물코크기 2.5cm×2.5cm)은 하부작업자를 낙하물로부터 보호하는 방호망으로 사용하는 것이 바람직하다.

방망을 설치할 경우 낙하높이는 가능한 한 작게, 망의 처짐 및 하부공간은 인체가 추락하여 망에 충돌시 충돌할 우려가 있는 장애물이 없도록 충분한 여유를 두어야 한다.

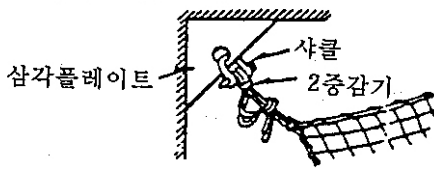
현장에서 방망 전체를 일시에 설치할 경우는 타워크레인을 이용하여 중앙부를 인양후 양단의 보조로우프로 이동중에 펴서 가설하며 인력으로 설치할 경우에도 지지로우프 등 안전시설을 설치한 후라야 한다.

망과 망의 연결은 전용연결철물을 이용할 경우는 연결간격을 30cm 이하로 하여 망테두리 사이의 틈이 없도록 한다. 로우프로 망테두리를 연결할 경우는 망사 이상의 강도가 있는 로우프를 사용하여 그물코를 따라서 꿰매야 한다. 방망을 겹쳐서 연결할 경우는 겹치는 넓이가 1m 이상으로 긴결해야 하며 철선 등에 의한 긴결은 충격시 파단가능성이 높아서 바람직하지 않다.

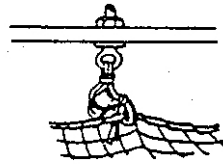
방망의 고정은 클램프나 강관을 이용하여 달기로우프로 망테두리와 함께 고정시켜야 하며 가능한 한 부재의 양중전에 지상에서 방망설치용 철물을 부착해둠으로써 상부에서의 방망의 설치 및 해체가 용이하도록 한다.

방망설치작업은 공동으로 해야 하며 설치작업중에는 반드시 안전대를 착용한다.

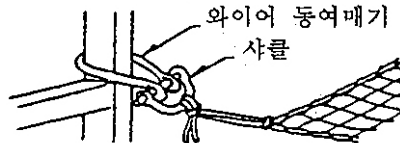
방망설치용 철물에 이중으로 묶는다.



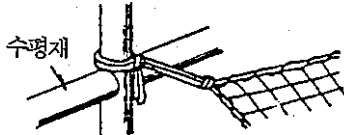
망의 중간도 매다는 망과 동일한 요령으로 고정한다.



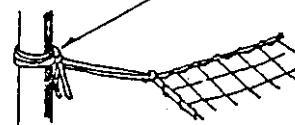
예각부가 있는 부재에는 와이어로 동여맨 후 고정한다.



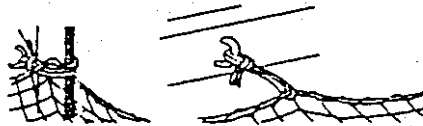
수평걸침대가 있고 예각부가 없는 부재에는 이중감기로 묶는다.



수평걸침대가 없고 예각부가 없는 경우는 적어도 3중으로 묶는다.

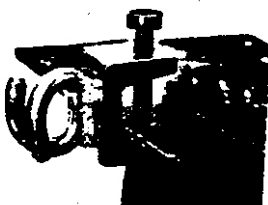


망의 중간이 아닌 경우는 모서리와 동등 이상의 품질 구조인 별도의 로우프로 중간과 동일하게 묶되, 전용철물을 이용하여 고정한다.

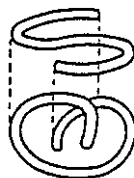


<그림 6-5> 방망의 고정방법

또한 설치부재나 후속공정에 필요한 자재의 양중 등을 위하여 방망을 제거해야 하는 경우도 빈번히 발생하므로 일시적 철거가 필요한 부분은 슬라이드식, 이동식, 탈착식 등으로 제작하고 이를 위해서는 S자 걸고리, 경간크기에 맞는 규격화 등으로 일시 제거후에도 재설치가 용이하도록 방망설치용 전용철물을 사용한다.



(1) 안전망 설치용 전용철물



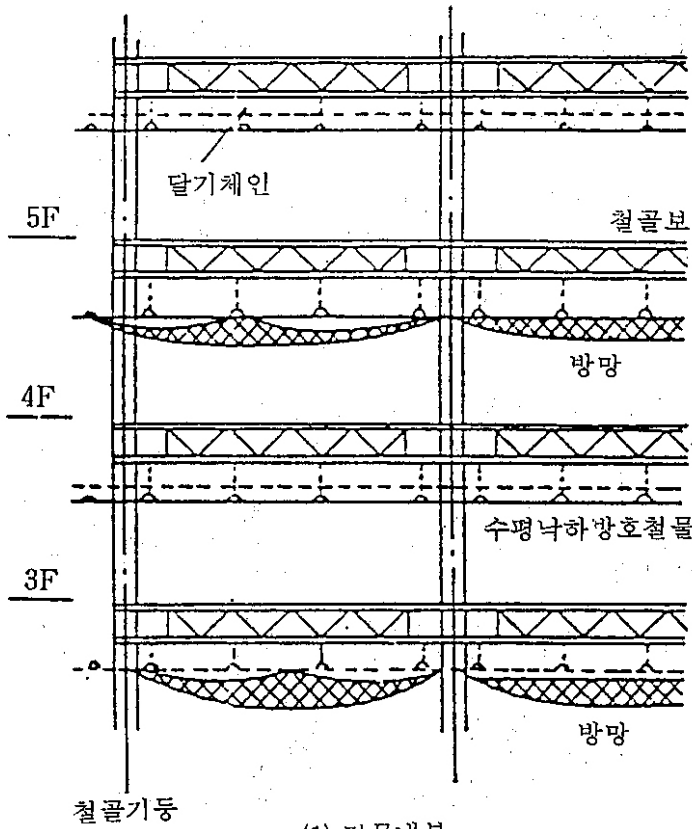
C후크



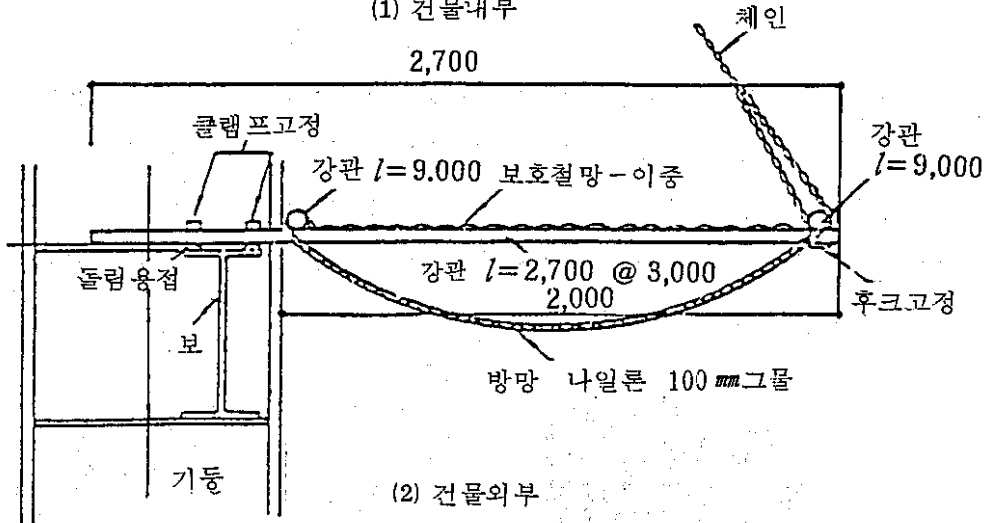
나선후크

(2) 망연결철물

<그림 6-6> 방망 설치용철물 및 망연결철물

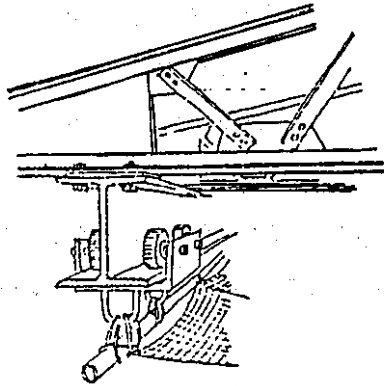


(1) 건물내부



(2) 건물외부

〈 그림 6 - 7 〉 방망 설치도



〈 그림 6 - 8 〉 이동식 수평안전망광

7. 철골작업 추락방지 요점

7.1 철골작업 일반 안전수칙

- (1) 작업구역내에는 관계자 이외의 출입을 금지하고 양중하는 부재의 아래 및 중기의 회전반경내에 들어가지 않는다.
- (2) 표지를 착용한 선임된 작업담당자가 작업을 직접 지휘한다.
- (3) 안전대를 철저히 착용 및 사용한다.
- (4) 기계, 공구 등은 취급책임자가 매일 점검하고, 불량품은 제거한다.
- (5) 재료, 기구, 공구 등은 달줄, 달포대 등을 사용한다.
- (6) 고소작업에는 작업원을 적정배치한다.
- (7) 작업분담 및 순서를 정하고 전원에게 주지시킨다.
- (8) 강풍, 우천 등의 악천후시는 작업을 중지한다.
- (9) 차량의 반출입 때는 유도를 확실히 하고 제3자에게 피해가 되지 않도록 한다.
- (10) 작업장 준수사항을 엄수한다.

7.2 철골작업 추락방지 요점

철골작업 중 발생가능한 근로자의 추락을 방지하기 위한 요점을 단계별로 정리하면 다음과 같다.

- (1) 현장작업 이전단계의 검토 및 준비철저 : 공작도 작성 및 부재의 공장 제작시 소요설비를 검토하여 공장에서 부착되도록 한다.
- (2) 철골계단 등 수직승강용 통로를 우선적으로 설치, 확보한다.
- (3) 달틀비계 등 안전한 기성작업발판의 가설을 도모하고, 가능한 한 부재를 양중하기 전에 지상에서 부재에 부착시킨다.
- (4) 근로자 전원이 반드시 안전대를 착용하고 사용한다.
 - 안전대 부착설비, 특히 지지로우프를 철저히 설치한다.
 - 지지로우프 설치시 부재와 함께 인양하여 부재의 가조립과 동시에 실시한다.

- 작업장 입구에 안전대 착용 훈련대를 설치하여 안전대 사용을 독려한다.
- (5) 구명줄의 활용에 도움이 되는 지주, 안전블록 등의 보조기구를 최대한 활용한다.
- (6) 보조설비로 방망을 조기에 지지구조물에 확실히 설치한다.
 - 방망의 고정은 전용철물을 이용하여 설치, 일시제거 및 해체가 용이하도록 한다.
 - 설치상태를 수시로 점검하여 보수한다.

철골작업 추락방지시설에 관한 연구
(연구보고서 토건 92-2-29)

발행일 : 1992. 12. 31

발행인 : 원 장 徐 相 學

연구자 : 책임연구원 안홍섭

발행처 : 한국산업안전공단

산업안전연구원

토목·건축연구실

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4

전 화 : (032) 518 - 6484 / 6

비매품