

건설분야 - 연구자료
연구원 2002-09-09
S-RD-I-2002-01-07

철골공사 안전관리 매뉴얼 개발

A Development on the Safety Management Manual
for Steel Construction

한국산업안전공단
산업안전보건연구원

건설분야 - 연구자료
연구원 2002-09-09
S-RD-I-2002-01-07

철골공사 안전관리 매뉴얼 개발

A Development on the Safety Management Manual
for Steel Construction

한국산업안전공단
산업안전보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 『철골공사 안전관리 매뉴얼 개발』에 대한 최종
보고서로 제출합니다.

2001年 11月 30日

주관연구부서 : 산업안전보건연구원 안전공학연구실

연구책임자 : 책임연구원 최 순 주

요 약 문

1. 과 제 명 : 철골공사 안전관리 매뉴얼 개발

2. 연구기간 : 2001. 1. 1 ~ 2001. 11. 30

3. 연 구 자 : 책임연구원 최순주

4. 연구목적

- 철골공사는 선형의 부재 접합에 의해 공사가 진척으로 안전시설의 설치가 곤란으로 최근 철골공사에서의 중대재해가 증가하는 경향을 보일 뿐만 아니라 향후 철골공사 물량의 증가가 예상되고 있음.
- 철골공사의 특성상 잠재적인 재해 발생의 위험성이 매우 높으나, 기존의 철골공사 안전관리 매뉴얼은 체계적이지 못한 실정으로 현장에서의 적용에 어려움이 있음
- 철골공사 안전관리 매뉴얼을 개발, 건설현장에 보급하여 현장내에서 수행되는 작업단계에 따라 위험성, 안전수칙, 점검, 안전시설의 설치 등에 활용케 하여 건설재해 예방에 기여하고 아울러 건설기술자의 기술자료 및 교육자료로 활용코자 함.

5. 연구내용

- 철골공사의 특수성과 철골공사 작업 분석
- 철골공사 재해예방을 위한 국내외 관련규정 비교
- 철골공사 실태조사 및 재해현황과 분석
- 철골공사 작업단계별 잠재 위험성 도출
- 철골공사 안전관리 매뉴얼 개발
 - 안전대, 와이어로프, 수직이동통로, 수평이동통로, 작업발판(달대비계), 방망, 반입 및 운반작업 걸이 및 양중작업, 건립작업.

6. 활용계획

- 철골현장에서 수행되는 모든 작업단계의 안전계획 수립과 안전시설의 선정, 점검, 설치 등 안전관리 활동 자료로서 활용
- 철골현장 유해위험방지계획서 작성과 심사에 활용
- 기술지도원의 사업장 기술지도 및 교육자료 활용

7. 연구개요

1. 철골공사 재해는 최근 3년간 증가하는 경향을 보였으며, 중소규모의 공장건축물

의 개보수 공사에서 가장 많은 재해가 발생하였다.

2. 재해자의 최종 작업 위치는 수평부재인 철골보에서 가장 많이 발생하고 있으며, 지붕, 지면, 기둥, 구조물 바닥의 순으로 나타났다.
3. 재해자의 현장내 활동중 이동과정에서 재해가 가장 높게 나타났으며, 운반, 조립, 해체의 순으로 나타났다.
4. 수평이동에서의 재해가 가장 많이 발생하였고, 수직이동에서는 하향이동이 상향이동보다 재해가 높게 나타났다. 또한, 운반작업에서는 수평보다는 상하운반의 재해비중이 매우 높게 나타났으며, 조립작업에서는 볼트조립이 용접보다 높은 재해를 보였다.
5. 안전매뉴얼은 재해분석 결과를 토대로 개인보호구, 와이어로프, 수평이동통로, 수직이동통로, 방망, 반입과 운반, 지상준비, 걸이 및 양중작업, 건립작업으로 구분하여 제시하였으며, 매뉴얼에 누락된 사항은 부록에서 철골공사 안전작업에 필요한 점검사항을 작업단계에 따라 제시하였다.

8. 중심어

철골공사, 매뉴얼, 안전대, 와이어로프, 수직이동통로, 수평이동통로, 작업발판, 방망, 반입, 운반, 걸이, 양중(인양), 조립

목 차

제 1장 서 론	1
1. 연구목적	1
2. 연구기간	3
3. 연구방법 및 범위	3
가. 연구방법	3
나. 연구범위	4
제 2장 철골공사의 공정과 안전계획	5
1. 철골공사의 공정	5
2. 철골현장의 사전계획	6
3. 철골부재 조립계획	8
제 3장 안전관리규정과 안전시설	11
1. 안전관리규정	11
가. 우리나라	11
나. 미국	13
다. 일본	15
라. 안전관리규정의 비교	16
2. 안전시설 설치실태	17
가. 가설비계	17
나. 안전대와 안전대 부착시설	19
다. 추락방지용 방망	20
3. 철골현장 안전시설	21

제 4장 철골공사 재해분석	24
1. 재해현황	24
2. 재해분석	28
가. 시설물과 재해	28
나. 재해자의 작업장소	29
다. 근로자 행위와 재해	30
3. 재해원인과 안전대책	32
가. 재해원인	32
나. 예방대책	33
제 5장 철골공사 안전작업 매뉴얼	37
1. 안전대	37
2. 와이어로프	42
3. 수직이동통로	47
4. 수평이동통로	48
5. 작업발판	50
6. 방망	52
7. 부재의 반입과 운반	55
8. 조립작업준비(지상작업)	55
9. 걸이 및 양중	56
10. 조립준비	58
제 6장 결 론	64
참 고 문 헌	65
부록 1. 철골공사 재해사례 개요와 재해분석	67
부록 2. 철골공사 안전작업을 위한 주요 점검사항	87

표 목 차

<표 2-1> 사전계획에서 검토할 주요 내용	7
<표 2-2> 조립계획에서 검토할 주요 내용	9
<표 3-1> 철골작업 산업재해예방 관련 규정 및 지침	11
<표 3-2> 철골현장 필요 안전시설	22
<표 4-1> 년도별 철골구조물공사 사망재해자 현황	24
<표 4-2> 공사종류에 따른 재해현황	25
<표 4-3> 재해당시의 근로자 행위 및 작업	31
<표 5-1> 안전대의 종류와 사용구분	39

그 립 목 차

[그림 1-1] 연구의 흐름도	3
[그림 2-1] 현장에서의 철골공사 단계	5
[그림 2-2] 사전계획 절차	6
[그림 2-3] 일반적인 철골부재 조립순서	8
[그림 3-1] 기둥 부재 승강통로	8
[그림 3-2] 보 부재 승강통로	8
[그림 3-3] 용접용 작업발판과 방풍막	9
[그림 3-4] 안전대 부착설비	9
[그림 3-5] 부실한 방망의 유지관리	12

[그림 4-1] 공사 종류에 따른 재해자 현황	5
[그림 4-2] 철골공사 재해발생 현황	6
[그림 4-3] 근로자 직종별 재해발생 현황	6
[그림 4-4] 기인물별 재해발생 현황	7
[그림 4-5] 시설물과 재해건수	8
[그림 4-6] 재해장소와 재해건수	9
[그림 4-7] 작업종류와 재해건수	10
[그림 5-1] 안전대 종류	11
[그림 5-2] 혹의 올바른 걸이	11
[그림 5-3] 혹의 올바른 걸이 높이	11
[그림 5-4] 와이어로프 직경 측정	11
[그림 5-5] 와이어로프의 마모, 부식, 단선상태 예	11
[그림 5-6] 와이어로프의 형상변형 상태 예	11
[그림 5-7] 와이어로프의 마모와 단선	11
[그림 5-8] 승강설비 예	11
[그림 5-9] 수직지지로프	11
[그림 5-10] 수평지지로프	11
[그림 5-11] 안전대 사용 예	11
[그림 5-12] 수평 이동통로 설치 예	11
[그림 5-13] 작업발판 설치 예	11
[그림 5-14] 수평지지로프 걸이시설 예	11
[그림 5-15] 보에서의 이동 예	11
[그림 5-16] 보에서 볼트체결 예	11
[그림 5-17] 달대비계 작업모습과 안전대 부착 걸이시설 현상	11

[그림 5-18] 달대비계의 형상	15
[그림 5-19] 달대비계의 설치 유형	15
[그림 5-20] 달대비계 설치 예	15
[그림 5-21] 달대비계 지상조립	25
[그림 5-22] 달대비계 작업 예	25
[그림 5-23] 추락·공간높이와 처짐길이	53
[그림 5-24] 테두리로프가 없는 방망 설치 예	45
[그림 5-25] 방망의 결속 방법	45
[그림 5-26] 지상준비작업	65
[그림 5-27] 인양작업(그림교체)	75
[그림 5-28] 지상 준비작업	16
[그림 5-29] 보 부재 유도 예	25
[그림 5-30] 안전대 부착시설(수평지지로프)설치 예	25
[그림 5-31] 보 부재 조립 예	25
[그림 5-32] 기둥 조립의 예	35
[그림 5-33] 철골현장의 예	35

제 1장 서론

1. 연구목적

건설공사에서 강재는 흙막이 등의 가설용과 창고, 공장, 고층빌딩, 격납고 등의 건축물 그리고 교량, 철탑, 굴뚝 등의 산업구조물 등에서 주요 구조재로 많이 사용하고 있다. 강재는 공장 생산에 의한 재료의 균질성을 확보할 수 있어 품질의 신뢰성 확보가 용이하며, 강도와 비중의 비가 높기 때문에 고층구조나 대스팬 구조에 적합할 뿐만 아니라 내진적으로도 유리하다.

철골구조는 철근콘크리트구조와 함께 현대사회의 대표적인 구조형식이며, 공장에서 철골 부재를 제작(fabrication)하여 현장에서 조립(erection)할 수 있어 공사기간의 단축과 구조물의 품질관리 용이성 등 많은 장점을 가지고 있어 그 수요가 증가될 것으로 예측된다.

철골공사는 가구형식, 부재, 접합방법, 형상 및 규모, 조립공법 등에 따라 차이가 있으나 일반적인 공사진척은 기획→설계→제작→운반→시공의 단계로 수행된다. 또한, 철골공사는 공장에서 생산된 규격화된 재료를 사용하여 설계도서 및 제작도에 따라 철골부재를 가공·제작하는 「공장제작」공정과 현장에서 부재를 조립하는 「현장시공」공정으로 크게 대별할 수 있다.

「현장시공」공정에 직접 투입되는 근로자는 철골공사의 특성으로 다양한 재해발생 위험에 노출되게 된다. 특히 중량물인 철골 부재의 운반과 양중 및 용접 등에 필요한 건설장비를 사용하는 작업, 작업발판·작업통로 등 안전시설

의 효과적 설치 및 활용이 어려운 작업조건에서의 고소작업, 고소에서 미설치 또는 불량 설치된 안전시설로 작업과정에서 철골부재를 이용한 근로자의 이동, 불안정한 상태의 고소장소에서의 중량이고 장척인 조립부재의 고소취급 등에서 많은 위험요인이 산재하고 있으며 실제 많은 재해가 발생하고 있는 실정이다. 이는 한국산업안전공단(이하 “공단”이라 한다.)에서 발행한 「안전점검 및 재해사례 편람(강구조물 공사편)」의 재해지표를 참고하면, 1998년부터 2000년까지 공단에서 직접 조사한 중대재해 사망자 1,252인중 11.7%인 147인의 사망자가 철골공사에서 발생한 사실이 철골공사의 위험정도를 나타내 주고 있다. 그러나, 이는 순수 철골공사에 대한 재해지표이며, 흙막이 등의 가설공사와 개·보수 공사 및 철근콘크리트공사에서의 부분적 철골공사 등 철골부재 취급이나 조립·해체작업의 재해자를 포함하면 더 높은 재해비중을 차지할 것으로 판단된다.

철골공사에서 재해자들의 직종과 재해유형 및 기인물 등이 다양하게 나타나고 있으며, 이는 일반적으로 철골공사 현장에서 수행되는 작업이 부재 반입, 설치(부재 양중, 맞추기, 가조립, 걸기 와이어 풀기), 교정(바로세우기), 접합(볼트 또는 용접), 검사, 데크플레이트 설치 등 작업과 작업에 따라 투입되는 근로자의 직종, 작업에 필요한 건설장비나 도구들이 다양하기 때문이다.

따라서, 철골공사의 현장작업에 투입되는 근로자들에게 발생할 우려가 있는 잠재적인 위험요인을 도출하여 이들의 제거에 사용할 수 있는 안전관리 매뉴얼의 개발이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 기존의 연구, 중대재해사례와 현장실태 조사 분석을 통해 철골구조인 빌딩공사의 현장작업 잠재위험요인을 도출하여 국내·외의 철골공사 안전관련 규정과 지침 등에 근거한 철골공사 안전관리 매뉴얼을 개발하여 건설현장에 보급함으로써 건설재해의 예방과 감소에 기여코자 한다.

2. 연구기간

2001. 1. 1 ~ 2001. 11. 30

3. 연구방법 및 범위

가. 연구방법

철골구조의 빌딩공사 안전관리 매뉴얼 개발이라는 본 연구의 근원적 목표 달성을 위한 연구방법은 다음과 같고 이를 도식화하면 [그림 1-1]과 같다.



[그림 1-1] 연구의 흐름도

- (1) 문헌을 통해 철골공사의 위험성과 특수성을 고찰한다.
- (2) 재해방지를 위한 국·내외의 안전관련 규정과 작업지침 등을 검토하여 철골작업에 대한 적용성을 검토한다.
- (3) 재해통계 및 중대재해사례 분석을 통하여 철골공사의 재해원인과 원인

에 따른 안전대책을 제시한다.

- (4) 현장실태조사를 통하여 재해방지시설의 설치시태를 파악하여 문제점과 개선점을 도출한다.
- (5) 철골공사 안전관리 매뉴얼을 제시한다.

나. 연구범위

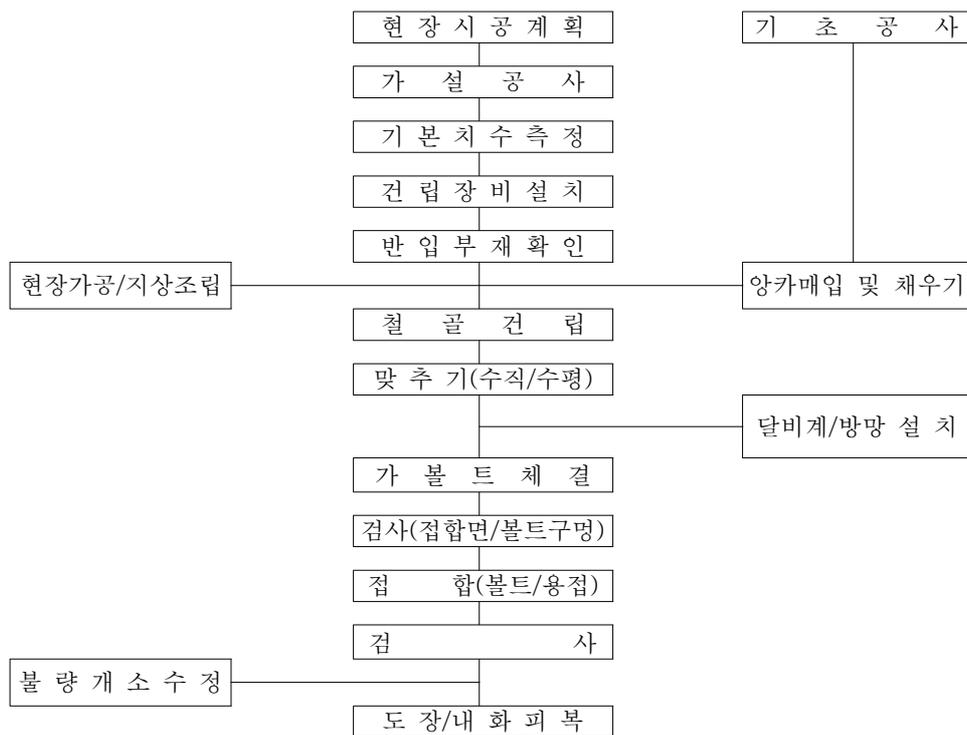
건설공사는 일반적으로 건축공사와 토목공사로 대별할 수 있으며, 건설공사에서 철골의 용도는 가설용과 구조용으로 구분할 수 있다. 가설용은 주로 흙막이와 가설구조물, 구조용은 철골구조와 철골·철근콘크리트구조의 빌딩, 공장, 창고 등의 건축물과 강교 등의 토목구조물, 철탑, 안테나 굴뚝 등의 특수구조물 등의 건설이 철골공사로 수행된다. 그리고 철골공사는 설계도서의 작성, 설계도서에 의한 부재의 제작, 제작된 부재의 반입, 철골 건립 등의 단계를 거치나 건설현장에서는 부재의 반입과 건립작업이 수행된다. 그러나, 빌딩공사의 터파기 공사에서 토압에 의한 흙막이 가시설이나 토사의 붕괴에 의한 붕괴재해 등이 발생하고 있으나 이는 토질역학적 문제이며, 철골의 트러스와 경량철골 등의 조립과정의 철골구조 자체의 도괴로 인한 도괴재해가 발생하고 있으나 안전설비에 기인한 문제라기보다는 작업방법과 구조적 안전성 문제이므로 본 연구의 범위에서는 제외한다.

따라서, 본 연구에서는 철골구조와 철골·철근콘크리트 구조의 업무용 빌딩의 신축공사 철골작업을 대상으로 하였으며, 현장에서 수행되는 부재의 반입과 운반, 부재 조립작업에서 발생하는 재해방지에 필요한 철골공사 안전관리 매뉴얼의 제시를 연구범위로 국한하였다.

제 2장 철골공사의 공정과 안전계획

1. 철골공사의 공정

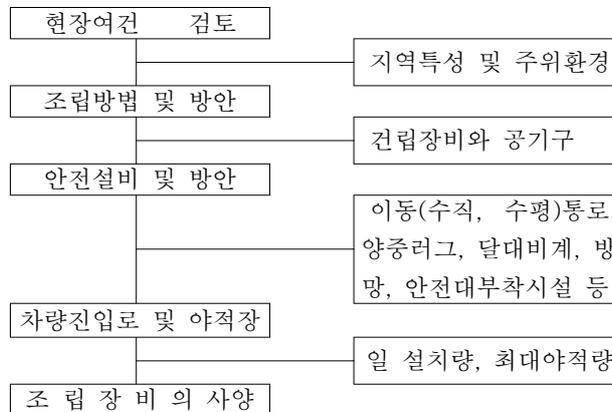
철골공사는 기획→설계→제작→운반→시공의 순으로 공사가 진척되나 현장에서 일반적인 공사 순서는 [그림 2-1]과 같다.



[그림 2-1] 현장에서의 철골공사 단계

2. 철골현장의 사전계획

철골조의 빌딩공사는 대부분 도심지 건설공사로서 현장의 위치, 규모 및 주변환경 등에 영향을 받는다. 따라서 현장의 진출입, 운반, 부재적치, 양중, 조립방법과 장비, 안전설비 등에 대하여 충분한 사전계획이 필요하며 일반적인 계획의 수립 절차는 [그림. 2-2]와 같다.



[그림. 2-2] 사전계획의 절차

또한, 철골공사는 중량물, 장척물을 취급하는 작업으로 안전시설이나 설비의 설치 어려운 고소에서의 작업으로 수행되기 때문에 항상 추락과 낙하 등의 재해 발생 우려가 높다. 또한 부재의 운반과 인양 등에서의 협착, 충돌, 낙하 등의 재해 발생 우려와 투입되는 건설장비 운전 등에서도 낙하, 감전 등의 재해가 발생할 우려가 있다. 철골현장의 안전작업을 도모하기 위하여 충분한 사전 안전계획이 수립되어야 하며, 수립된 안전계획에 따른 철저한 이행(안전점검, 안전관리활동)이 요청된다.

따라서, 쾌적한 작업환경 조성 및 재해의 예방과 방지라는 목표의 달성을 위해서는 사전계획은 매우 중요하다고 판단된다. 충분한 사전계획의 수립은 안전은 물론 공기단축과 최종 생산품질의 성패를 좌우할 수 있다고 사료되며, 사전계획에서 검토할 주요 점검요인을 정리하면 <표 2-1>과 같다.

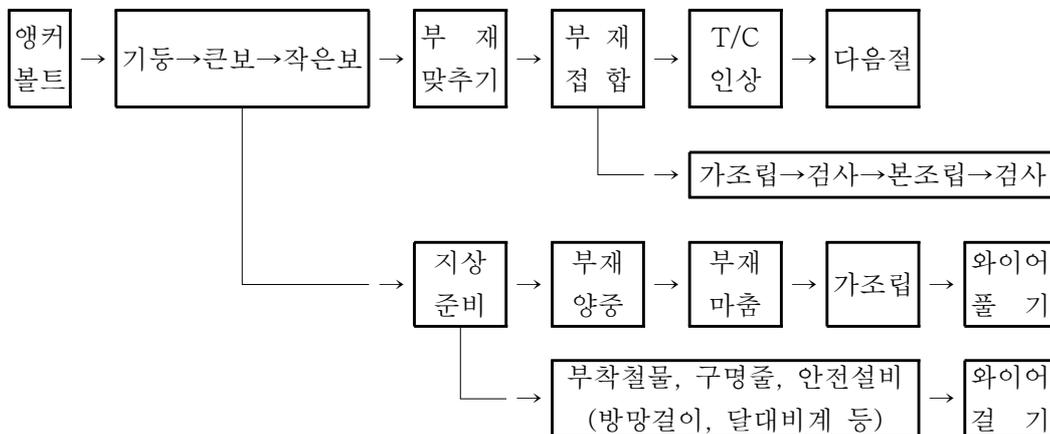
<표 2-1> 사전계획에서 검토할 주요 내용

점검분야	점검항목	주요 점검 요소
주변환경	도로상황	폭, 인도, 전주, 전선, 고도제한, 대형간판
	교통상황	통행량(사람, 차량), 교통 제한
	매설물	가스, 상·하수도, 통신 및 지하 고압선
	지반	건립장비와 소운반 장비 진입로의 지반상태 및 내력
	기타환경	학교, 병원, 철도, 작업시간 제한, 전파장애
야적장	부지활용	건축외 타공정과 관계 파악(야적장 배분)
	적치물량	1일 설치량, 최대 적치물량
자재반입	운송	차량계획, 소요시간 및 정보전달(제작공장과 현장), 부재의 운반순서(설치), 하역시간,
전기		소요 최대 전력량(용접기 등 장비, 현장 사무실, 기타 공기구 등), 분전반 위치, 전선(삼상) 등
투입계획	공기구	용접기(ARC, CO ₂), 측량기(Transit, Level), 공구함, Impact Wrench, Chain Block, Dry Oven(대형, 휴대용), Compressor, Grinder, Wire Rope, Shackle 등
	인력	T/C 1대에 대한 팀 인력(설치, 교정, 볼트, 용접, 선별 등)
양중	설비	양중용 러그와 구멍 및 가설 플레이트의 위치, 단면 등
	방법	T/C의 최대하중 및 최대거리에 따른 부재(기둥, 큰보, 작은보, 가새)의 양중량과 방법
	W/R 등	W/R와 샤클의 선정(파단하중과 양중물의 중량), 클립 조임 방법 등

점검분야	점검항목	주요 점검 요소
공구함	활용	보관(볼트, 용접기, 산소통 등), 낙하방지(공기구), 수량
건립장비	선정	부재의 최대 단위중량, 작업반경, 투입대수 등
	위치	작업반경(하역, 양중, 설치)을 고려한 장비배치도
	활용	활용계획(H/C과 T/C)

3. 철골부재 조립계획

철골부재의 조립작업은 가구형식, 부재, 접합방법, 건물의 형상 및 규모, 건립공법 등에 따라 차이가 있다. 일반적인 철골 건립작업은 Tower Crain(이하 'T/C' 라 한다.)을 이용한 부재 인상(Climbing)→설치(양중, 맞추기, 가조립, 와이어 풀기)→교정(수직, 수평)→접합(볼트, 용접)→검사→데크플레이트의 설치 순으로 빌딩공사에서의 철골부재 건립의 1 Cycle은 [그림. 2-3]과 같다.



[그림 2-3] 일반적인 철골부재 조립 순서

또한 철골작업의 근로자의 작업위치를 기준으로 구분하면 지면과 고소작업으로 구분할 수 있다. 지면작업은 부재의 반입, 하역, 운반, 부재의 적치 및 조립 준비작업이 있으며, 이들 작업에서는 협착, 충돌, 장비의 전도 등의 재해 발생 우려가 높다. 고소작업은 맞추기, 교정 및 검사, 접합(볼트, 용접) 등이 있으며, 이들 작업에서는 추락과 낙하 등의 재해발생 우려가 매우 높다. 이는 고소작업의 경우 근로자의 재해방지를 위한 안전시설이나 설비의 설치가 작업공정에 앞서 설치한다는 것은 매우 어렵기 때문이다. 또한, 고소작업의 원활한 수행을 위해 지면에서 수행되는 안전시설과 설비의 부착 등은 매우 중요하며, 지면(바닥)과 고소에서 동시 작업이라 할 수 있는 걸이와 인양작업에서는 걸이기구인 와이어로프와 샤클의 선정과 사전점검의 오류, 부재 결속과 작업방법 불량 등에 기인한 협착과 낙하재해의 발생 우려가 매우 높다.

따라서, 상기와 같은 다양한 재해의 발생 우려가 잠재하고 있는 조립작업의 안전을 위해 조립의 계획단계에서 검토하여야 할 주요한 점검요소를 정리하면 <표 3-1>과 같다.

<표 2-2> 조립계획에서 검토할 주요 내용

주요작업	예상재해	주요 점검 요소
자재반입	협착 충돌 낙하·비래 장비전도 등	진입 도로 정리 차량 유도자 배치 하역 및 적치 장소 적치방법(적치 높이, 종류와 규격, 조립순서) 하역작업 <ul style="list-style-type: none"> - 작업지휘자 배치, 장비 운전자의 운전면허 - 출입제한조치 - 적정장비, 전도방지 Outrigger, 과부하와 권과방지장치 등의 안전장치, W/R와 샤클 점검

<표 2-2> 조립계획에서 검토할 주요 내용(계속)

주요작업	예상재해	주요 점검 요소
부재 조립	추락 협착 낙하·비래 충돌 등	근로자 배치(고령 근로자) 개인보호구 근로자 이동(승강트랩과 작업발판) 안전대 부착시설 설치(수평과 수직 지지로프) 방망과 낙하물방지망 설치 인양(장비점검, W/R, 샤클, 인양방법, 출입금지 등), 신호수 배치 악천후 대비
용접 및 볼트 체결	낙하·비래 감전 충돌 화재 등	개인보호구(안전모, 안전대, 보안경, 절연장갑) 안전가시설(작업대, 달대비계, 안전난간 등) 용접불티 비산 방지(이동용 방풍막 등) 자동전격방지(교류 ARC 용접기) 자재적치(보 또는 스트러트 적치 금지) 볼트와 너트의 낙하방지조치(달포대 또는 공구함)

제 3장 안전관리규정과 안전시설

1. 안전관리규정

가. 우리나라

철골공사에 대한 안전관리 규정은 타 건설공사와 차이가 있는 것은 아니며, 그에 관련된 주된 규정 내용은 산업안전보건법, 산업안전에 관한 규칙, 노동부 고시 등으로 이를 정리하면 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 철골작업 산업재해예방 관련 규정 및 지침

규 정	주요 조문과 내용
산업안전보건법 제23조	안전상의조치
산업안전기준에 관한 규칙(1997. 1. 11) 제2편 작업장등의 안전기준 제3편 기계·기구 기타설비에 의한 위험예방 제5편 전기로 인한 위험방지 제6편 건설작업에 의한 위험예방 제2장 비계 제4장 추락 또는 붕괴에 의한 위험방지 제1절 추락에 의한 위험방지 제4장의 2 철골작업 제5장 해체작업 제7편 중량물 취급시 안전작업 제8편 하역작업등에 의한 위험방지 제1장 화물취급 작업등	작업장, 통로 보호구 등, 크레인, 리프트, 차량계 하역 운반기계, 와이어로프 등 제327조 ~ 제358조 제380조의2 제439조 ~ 제451조 제456조의2 ~ 제456조의5 제457조 ~ 제461조 제462조 ~ 제468조 제469조 ~ 제479조

규 정	주요 조문과 내용
가설공사 표준안전작업지침 (고시 제92-49호, 1992.12.29)	가설공사에서 재해방지를 위한 비계작업, 가설통로, 가설도로의 설치와 관리에 필요한 재료와 작업에 필요한 안전지침 규정
추락재해방지 표준안전작업지침 (고시 제92-50호, 1992.12.29)	추락재해방지를 위해 사용하는 방망, 안전대, 지지로우프, 표준안전난간의 설치 및 관리에 필요한 재료와 작업장 안전기준에 관하여 규정
철골공사 표준안전작업지침 (고시 제94-3호, 1994.1.15)	철골공사 작업에서의 재해방지를 위한 안전지침에 관하여 규정
크레인작업 표준신호지침 (고시 제94-27, 1994.6.18)	크레인을 사용한 작업에서 신호자가 운전자에게 취하는 표준신호 방법 규정
운반하역 표준안전작업지침 (고시 제94-28, 1994.6.18)	건설현장에서의 인력 및 기계 운반하역 안전작업지침
방호장치성능검정규격 제15편 가설기자재 성능검정규격 (고시 제2000-16호, 2000.5.18)	30종 가설기자재의 재료·구조·강도 등의 성능검정규격기준
보호구성능검정규격 (고시 제2000-15호, 2000.5.18)	안전화, 안전모, 안전대, 보안경, 절연장갑 등 개인보호구 11종에 대한 재료·구조·성능기준 및 시험방법 등의 성능검정규격

또한 노동부 고시와 함께 현장에서 활용 빈도가 높은 기술자료는 공단에서 생산하여 보급하고 있는 KOSHA CODE와 안전작업 매뉴얼 및 안전작업지침 등 각종 기술자료가 있다.

‘산업안전보건법’은 산업재해예방을 위한 각종 제도를 설정하고 그 시행근거를 확보하며, 정부의 산업재해예방정책 및 사업수행의 근거를 설정한 포괄적 규정이며, ‘산업안전기준에 관한 규칙’은 사업주가 행할 안전상의 조치에 관한 기술적 사항을 규정하고 있다. 고시는 일반적이고 객관적인 사항을 널리 알려 실제 활용할 수 있도록 수치적·표준적 내용으로 구성되어 실제 현장에서 주

로 활용된다. 노동부 고시로는 ‘추락재해방지 표준안전작업지침’, ‘철골공사 표준안전작업지침’, ‘가설공사 표준안전작업지침’, ‘가설기자재 성능검정규격’ 및 ‘보호구검정규격’등이 있으나 재료, 강도, 구조 등 주로 성능에 관한 규정으로, 안전시설을 현장의 작업과정에서 설치, 활용하기 위한 기술지침으로는 미흡한 측면이 있다. ‘철골공사 표준안전작업지침’이 철골공사에 직접 관련된 규정으로서 철골공사의 고소작업을 위한 추락방지설비로 작업발판 및 승강설비 등에 대해 규정하고 있으나 철골작업에 가장 주요한 안전대 부착설비, 지지로우프 등에 관한 사항은 ‘추락재해방지 표준안전작업지침’에서 규정하고 있으며, 철골작업에서의 부재의 운반 하역에 관한 사항은 ‘운반하역표준안전작업지침’에서 규정하고 있다. 또한 한국산업안전공단에서 개발한 기술지침으로 ‘추락재해방지편’과 ‘철골공사편’이 있으며, 철골작업의 위험을 방지하기 위한 ‘건설안전작업 매뉴얼’ 속에 철골공사에 필요한 매뉴얼이 개발되어 현장에서 많이 활용되고 있는 실정이다. 실제 상기의 안전관련 규정과 지침들을 철골현장에서 수행되는 작업에 적절한 규정의 내용을 적절히 적용한다면 철골현장의 안전관리에 큰 어려움은 없다고 판단되나, 현장에서 수행되는 다양한 작업에 대응하기 위해 분산 제정되어 있는 안전작업 관련 규정을 현장에서 활용하는데 어려움이 있다.

따라서, 철골현장에서 수행되는 다양한 작업에 적절히 대응할 수 있는 종합적이고 체계적인 철골현장의 특성을 고려한 안전관리 매뉴얼이 요구되고 있다.

나. 미국

1) OSHA

미국의 경우는 법(OSHA Part 1926 Construction Industry)으로 방망의 설치, 철골 세우기 층수의 제한, 난간의 설치요건 등을 구체적으로 규정하여 작

업에 따른 위험을 최소화는 물론 안전시설의 설치기준을 엄격히 하고 있다.

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

·바닥으로부터 높이가 7.5m(25')이상으로 사다리, 비계, 달대비계, 가설발판, 지지로프 또는 안전대의 사용이 불가능한 작업장소에는 방망을 설치하여야 한다.

·방망이 필요한 곳은 방망을 설치하여 시험이 끝나기 이전에는 작업을 시작할 수 없다.

(2) 철골 세우기 작업에서 조립 층수 제한 등(1926. 750-752 Steel Erection)

·설계상으로 구조적 안전성이 유지되는 경우를 제외하고는 조립중인 층과 최상층의 본 구조 바닥과는 8개층이 넘지 않도록 본 구조의 바닥판을 설치한다.

·볼트체결이나 리벳작업이 완료되지 않은 상태가 기초나 고정이 완료된 최상층의 바닥위로 4개층 또는 14.4m(48')를 초과할 수 없다.

(3) 난간의 설치 등

·철골뼈대를 조립하는 동안의 모든 작업에서는 2개층 또는 9m(30')중 작은 쪽으로 각층의 보 바로 아래에 견고하게 고정된 가설발판을 설치한다.

·철골뼈대가 조립하는 동안 전향의 요건이 충족되지 못하거나 비계를 사용하지 않는 경우 항상 2개 층 또는 7.5m(25')를 초과하지 않도록 방망을 설치하고 유지한다.

·철골의 조립중에는 12.5mm(1/2")의 와이어로프 또는 이와 동등한 안전난간을 약 105cm(42")높이로 모든 건물가설바닥의 주위에 설치하여야 한다.

·철골부재를 설치할 때는 부재가 각 접합부마다 최소한 2개 이상의 볼트 또는 이와 동등한 내력이 확보되기 이전에는 걸기 와이어로프를 부재에서 해제할 수 없다.

2) 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 지지로프(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')이하하여야 한다. 또한, 하부작업자의 보호가 목적인 낙하물 방지망의 내민길이는 작업면으로부터 2.4m(8')이상으로 한다(07.D.02-03.).
- 방망은 설치하여 시험이 종료된 다음 작업이 가능하며 그물코의 최대크기는 15cm×15cm(6"×6")이하로 하여야 한다.

다. 일본

일본은 노동안전위생법 및 규칙에 고소작업의 안전기준과 추락위험개소의 방호조치로서 높이 2m 이상의 작업장소로 작업발판이나 난간의 설치가 현저히 곤란하거나 작업의 필요상 임시로 철거하는 경우 반드시 방망을 설치해야 하며, 부득이 방망을 설치한 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) 지지로프 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.

라. 안전관리규정의 비교

우리나라와 외국의 기준을 비교하면 관련 규정에 차이는 없으며, 국내의 관련규정을 어떻게 준수하는가에 따라 충분히 재해를 예방하고 방지할 수 있다고 판단된다. 그러나, 전술한 바와 같이 철골현장의 특성을 고려한 작업지침이 없는 현실에서 적절하고 충분한 안전관리 활동에는 제약이 따른다. 또한 안전시설의 설치 및 사용 규정을 명확하게 파악하고 있다 하더라도 작업공정에 적절히 대응하지 못하면 안전시설에 대한 설치시기의 지연과 조기 해체로 인한 재해가 발생할 수 있다.

따라서, 철골현장에서 수행되는 단위 작업 각각에 대하여 안전관리를 위한

계획과 단위작업에 필요한 안전시설의 종류, 설치와 해체 시기 등이 작업순서에 적합한 안전관리 매뉴얼 개발이 요청된다.

2. 안전시설 설치 실태

철골공사에서의 안전시설은 물적 측면의 재해예방대책이며 작업발판, 작업통로가 필요하며, 덩개, 안전난간, 안전대 부착시설, 방망 등과 같은 추락방지용 설비와, 안전대와 같은 개인보호구로 구분된다. 가설비계(작업발판), 안전대와 안전대 부착시설, 방망의 설치 및 이용에 대한 실태는 다음과 같다.

가. 가설비계

(1) 이동통로

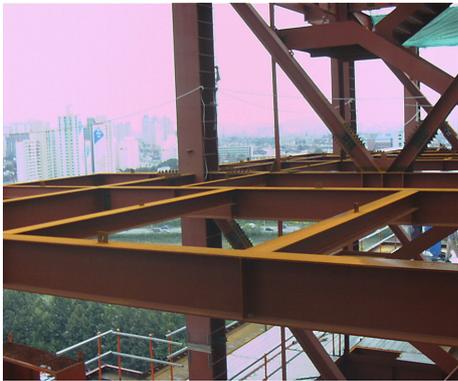
작업발판은 용도에 따라 근로자의 이동을 위한 이동통로와 조립 등의 작업을 위한 작업발판으로 구분할 수 있으며, 철골작업에서는 작업발판 뿐만 아니라 안전설비를 설치하지 않은 철골부재를 이용한 근로자의 이동이 많기 때문에 수직 및 수평이동에서의 안전설비가 재해예방에 관건이 될 수 있다.

근로자의 이동을 위한 설비는 수직과 수평 이동설비로 구분할 수 있으며, 수직 이동 설비는 기둥 부재에 승강용 트랩을 설치하거나, 사다리를 대부분 이용하고 있다. 또한 수평 이동설비는 작업발판을 설치하는 것이 원칙이나, 작업발판 설치의 어려움으로 대부분 데크 플레이트를 설치되기 이전에는 보부재를 이용하고 있는 실정이다.

그러나, 모든 기둥부재에 승강 트랩이나 사다리를 설치하는 경우는 거의 없으며, 트랩에서의 미끄러짐 발생을 고려한 수직지지로프를 설치한 현장 역시 드문 실정이다. 그리고, 보 부재를 이용한 수평이동에서는 수평지지로프에 안전대를 부착한 다음 이동하여야 하나, 비교적 큰 보는 수평지지로프를 많이 설치하고 있으나 작은보는 아직도 대부분 설치하지 않고 있는 실정이다.



[그림 3-1] 기둥부재의 승강통로



[그림 3-2] 보부재의 이동 통로

(2) 작업발판

조사현장의 대부분은 작업발판을 별도로 설치하지 않고 있으며 보통 구조물의 철골부재를 이용하여 작업을 수행하고 있었다. 보 부재의 높이가 큰 경우 현장에서 철근 등으로 자체 제작 또는 기성제품을 구매하여 달대비계를 일부 이용하고 있는 실정이다. 그리고, 일부 현장에서는 용접작업에서 사용하기 위하여 특별히 방풍 및 용접 불꽃의 비산을 방지하기 위한 [그림 3-3]과 같은 안전한 발판을 자체 제작하여 사용하는 경우도 있었다.

그러나, 대부분 기둥 부재에 철근이나 형강 등을 용접하고, 그 상부에 합판 등

을 올려놓아 까치발 형태의 간이발판을 이용하는 경우도 있다. 이러한 현장에서의 불안정한 작업발판은 설치나 해체 등의 어려움과 주변에 안전난간의 설비가 없어 재해발생의 우려가 크며, 사용이 불편하고 불안정을 초래함으로써 반드시 사전 안전성을 검토하여야 한다고 판단된다.



[그림 3-3] 용접용 작업발판 및 방풍막

나. 안전대와 안전대 부착설비

(1) 안전대

안전한 작업발판이 불가능한 경우 근로자에게 추락재해가 발생하는 경우 신체보호를 목적으로 안전대를 착용하여야 하며, 최근 건설현장에서의 안전의식의 제고와 원청사의 독려로 대부분 근로자는 안전대를 착용하고 있다.



[그림 3-4] 안전대 부착 설비 설치 예(사진교체)

(2) 안전대 부착설비

안전대 착용의 본래 목적 달성을 위해서는 안전대 부착설비가 반드시 설치되어야 한다. 안전대 부착설비는 건립중인 구조부재, 전용 철물, 지지로프 등이 있으나, 안전대를 지지할 부착철물이나 지지로프가 설치하지 않는 경우가 많이 있다. 특히 안전대 부착설비로 가장 많이 이용되는 지지로프는 대부분의 현장이 로프를 건물의 외곽 기둥과 큰 보에만 설치하는 경우가 일반적이며 작은보에는 대부분의 현장에서 설치하지 않는 경우가 많다. 또한 지지로프의 긴장정도는 근로자의 이동에 크게 영향을 미치나, 현장에서는 턴버클 등의 긴장장치를 부착하는 경우가 그리 많지는 않은 실정이다.

지지로프의 설치시기도 철골 부재와 함께 인양하여 후크나 걸기와이어의 해체에 사용할 수 있어야 하나, 부재 조립이 완료된 다음 후속 작업으로 지지로프를 설치하고 있어 사용이 비효율적이며, 지지로프의 설치작업 자체 역시 재해발생 위험이 잠재하고 있다. 또한 지지로프는 보통 외곽의 기둥사이에 설치하는 경우에는 지지점의 내력이 충분하다. 그러나 작은보, 캔틸레버형 보는 지지로프의 설치가 곤란한 경우가 많으며, 이러한 장소에는 지지로프의 설치를 위한 난간지주가 필요하다. 난간지주를 이용한 지지로프를 설치하는 경우 안전난간의 지지력은 근로자 추락의 경우 발생하는 충격하중 등에 대한 안전성 여부의 검토가 반드시 선행된 다음 설치하여야 한다.

다. 추락방지용 방망

건설공사 도중에 생성되는 수평 개구부에 설치하여 근로자의 추락 방호를 목적으로 설치하는 추락방지용 방망(safety nets)은 검정규격, 구조기준, 사용기준 및 설치기준 등이 산안법령에서 규정하고 있어 대부분 설치하고 있다. 그러나 대부분의 현장에서 방망의 성능검정 합격여부 확인과 설치기준과 유지관리 등의 사용기준이 엄격하게 지켜지지 않는 경우가 많다. 또한, 방망의 설치시기도 공사의 진척에 따라 이동 설치되어야 하나 공정보다 늦게 설치되는 경우가 흔히 발생하고 있으며, 자재반입 등을 위해 방망의 제거가 필요한 경우 일시적으로 해체하고 작업이 종료와 동시에 재설치 하여야 함에도 방치하는 등의 사례가 있다.



[그림 3-5] 부실한 방망의 유지관리

3. 철골현장의 안전시설

철골공사에서의 작업은 지상작업과 고소작업으로 대별할 수 있으며, 현장에서 취급하는 부재는 대부분 중량이고 길이가 길다.

지상작업은 중량이고 길이가 긴 부재를 고소에서의 작업을 위한 준비로 부재의 운반과 양중 그리고 필요 안전설비의 부착과 용접작업 등이 수행된다. 고소작업은 지상에서 준비한 부재를 작업통로와 작업발판 등의 안전설비의 설치가 어려운 작업여건에서 중량부재의 취급, 볼트체결, 용접, 교정과 검사작업 등이 수행된다. 또한 철골 건립을 위해서 조립, 검사, 교정 등의 작업에 투입되는 근로자의 작업장소까지의 이동과정은 기조립된 철골부재를 이용하여 수직과 수평으로 이동하는 경우가 대부분이다.

지상작업자는 자재의 반입과 현장내에서의 자재운반 그리고 건립을 위한 부재의 인양을 위한 준비 등의 작업에서 운반장비의 전도와 운전 부주의에 의한 교통재해, 부재취급에서의 협착과 충돌재해, 인양과정에서 낙하·비래 재해 등의 발생 우려가 있다. 고소작업자는 작업장소까지의 수직과 수평이동 및 부재 조립과정에서 추락,

협착, 충돌 등의 재해 발생우려가 높다. 그리고, 모든 건설현장 특히 철골현장에서는 용접작업에서의 화재발생에 의한 근로자 재해와 용접 및 진동기구의 사용에 의한 감전재해의 발생 우려가 매우 높다. 따라서, 철골공사의 많은 작업은 유해 위험 작업으로 직접 작업에 투입된 근로자는 다양한 재해의 위험에 노출되어 있다고 할 수 있다. 상기와 같이 많은 위험작업을 수행하는 철골공사에 투입된 근로자의 안전 작업을 위하여 재해 예방과 방지를 위한 안전계획을 수립하고 계획에 따른 철저한 이행(안전교육, 안전점검, 안전활동)이 요청되며, 그리고 안전작업을 위한 안전설비 역시 재해예방의 중요한 하나의 수단이 된다.

따라서, 철골현장의 쾌적한 작업환경 조성 및 재해의 예방과 방지라는 목표를 달성에 필요한 안전설비를 정리하면 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2> 철골현장의 필요 안전설비

시설물명	부착 위치	주의사항	
		계획	작업
러그(LUG)	기동용	형태에 따른 부착위치(BOX, H형강) 양중 및 하역과 가조립 겸용 제작 제작사양 - 구멍직경(Φ): 50mm정도 - 강판두께(T): 일반적으로 20mm정도 (단, 중량 15TON 이상과 샤키의 종류에 따라 검토, 마이티 샤키 25mm이하)	제작; 부재 제작과 동시 설치; - 부재 적치시 러그의 방향은 건립을 고려, 지면의 수직방향으로 적치 - 조립후 수직도 조종과 수직 지지 로프 설치용으로 활용
	보용	길이에 따른 부착위치 - 원칙; 부재를 4등분하여 평형을 유지할 수 있도록 2개 설치 - 일반적; 6m이하 중앙부 1개 설치 제작사양 - 구멍직경(Φ): 40mm정도 - 강판두께(T): 10ton이하 16mm, 5ton이하 12mm, 2ton이하 9mm.	제작; 부재 제작과 동시 설치; - 부재 적치시 러그의 방향은 건립을 고려, 지면의 수직방향으로 적치. - 지하 스트러트구조에 보, 가설용 보가 있는 경우의 러그는 1개 설치

시설물명	부착 위치	주의사항	
		계획	작업
조립(손잡이), 수평지지로프 설치용 부착철물	기둥	형태와 안전대 부착시설 설치 높이에 따른 부착위치 - 형태; BOX, H형강. - 높이; 안전대 부착시설 설치 높이 (약, 1500mm 이하) - 장소; 모든 층의 기둥. 제작사양 - 철근직경(Φ); 16mm정도 - 폭; 90mm 이상 - 높이; 250mm 정도	제작; 부재 제작과 동시 설치; - 부재 조립시 손잡이나 당김줄 걸 이 철물로 활용. - 조립후 수평지지로프 설치 철물 로 활용
수평지지로프 및 부착철물	보	설치 부재와 부착위치 - 부재; 모든 보(큰보와 작은보) - 위치; 큰보→기둥, 작은보→보 제작 및 구입시 고려사항 - 지지점의 강도와 이탈방지	제작 및 구입; 부재 제작과 동시 큰보 설치; - 큰보 수평지지로프 또는 방망 설 치 후 - 양중→가조립→지지로프설치→걸 이용 후크해지 작은보 설치; - 큰보 안전시설 및 방망 설치후
승강트랩	H형강 기둥	위치; 건물 안쪽으로 배치	가능한 부재 제작과정에서 설치
사다리	BOX 기둥	위치; 건물 안쪽으로 배치	고정식; 양중 이전의 지상 준비작업
지지로프 (수직)	기둥	승강트랩의 보조 기능으로 가능한 모 든 기둥에 설치	지상에서 가조립 양중→가조립→지지로프설치→걸이 용 후크해지
방망철물	보	기둥 각절의 최상부 바닥 보 전체에 방망 걸이용 철물 부착 - 건물내부 보; 양면 부착 - 건물외곽 큰보; 건물 안쪽 방향의 한쪽만 부착. - 부착위치; 하부 프랜지	가능한 부재 제작과정에서 설치
달대비계	기둥	치수; 현장의 작업조건 확인 후 설계 외곽; 비닐 방풍막 설치	

제 4장 철골공사 재해분석

1. 재해현황

공단에서 직접 조사하여 분석한 안전점검 및 재해사례 편람(강구조물공사편)에 의하면, 철골 구조물 공사에서 최근 3년(1998 ~ 2000) 동안 중대재해로 사망한 근로자가 147명이나 되었다.

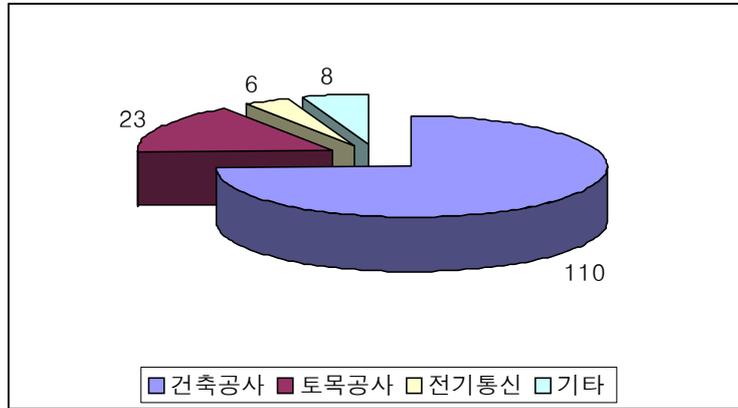
이는 공단에서 직접 조사하여 분석한 건설재해 중대재해 사망자 1,252명의 11.7%를 차지하고 있으며, 강구조물 공사에서의 재해자는 <표 4-1>과 같이 매년 증가하는 경향을 보이고 있다.

<표 4-1> 년도별 강구조물공사 사망재해자 현황

구 분	년도			
	재해자수	1998	1999	2000
전체건설재해	1,252	449	394	409
강구조물공사	147	46	47	54
백 분 율(%)	11.7	10.2	11.9	13.2

강구조물공사를 공사종류에 따른 재해자 분포는 [그림 4-1]과 같이 건축공사에서 74.8%인 110명의 재해자가 발생하였으며, 토목공사, 전기통신공사에 비해 건축공사에서의 재해발생 위험이 현저히 높게 나타났다. 또한, 공사종류에 따른 재해발생 현황은 <표 4-2>와 같고, 건축공사의 건축물 용도에 따른 재해자

분포는 플랜트, 빌딩, 병원 및 상가의 순으로 발생하였으며, 토목공사의 시설물에 따른 재해자 분포는 교량, 도로·터널의 순을 보였다.

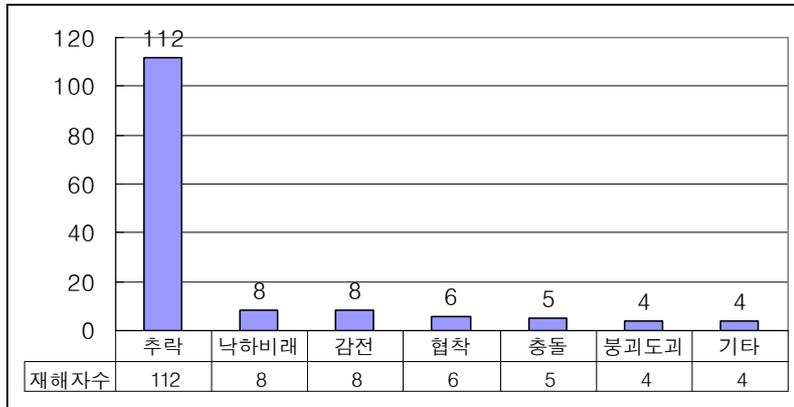


[그림 4-1] 공사종류에 따른 재해자 현황

<표 4-2> 공사종류에 따른 재해현황

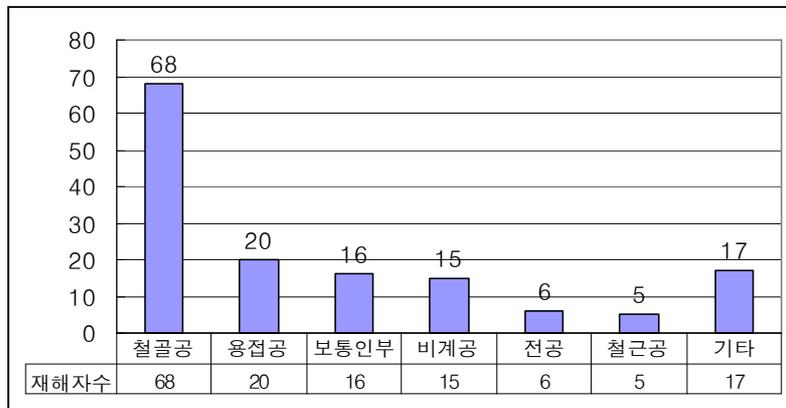
구분	계	건축구조물					토목구조물					전기통신	기타
		플랜트	빌딩	병원 상가	APT 주택	기타	교 량	도로 터널	지하철	수처리	기 타		
재해 자수	147	56	22	10	7	15	7	4	4	2	6	6	8
백분율 (%)	100	38.1	15.0	10	4.8	10.2	4.8	2.7	2.7	1.4	4.1	4.1	5.4

철골공사재해의 발생 형태는 [그림 4-2]와 같이 추락(112명/76.2%), 낙하·비래(8명/5.4%), 감전(8명/5.4%), 협착(6명/4.1%), 충돌(5명/3.4%), 붕괴·도괴(4명/2.7%), 기타(4명/2.7%)재해의 순으로 발생하고 있어, 철골공사 안전의 성패는 추락재해의 방지에 달려있다고 판단된다.



[그림 4-2] 철골공사의 재해발생 현황

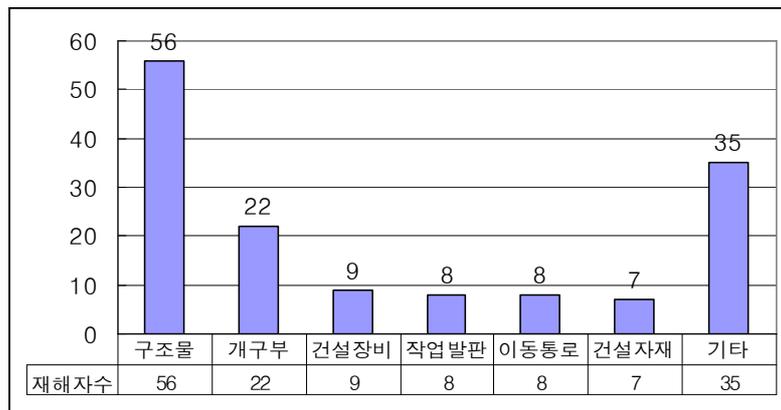
철골공사 투입 근로자의 직종에 따른 재해자는 [그림 4-3]과 같이 철골공(68명/46.3%), 용접공(20명/13.6%), 보통인부(16명/10.9%), 비계공(15명/10.2%)의 순으로 철골공이 가장 많은 재해를 입고 있음을 보여주고 있다.



[그림 4-3] 근로자 직종별 재해발생 현황

철골공사에서 발생한 재해의 근본적 원인을 제공한 기인물에 따른 재해자는

[그림 4-4]와 같이 지붕·보·기둥과 같은 구조물(56명/38.1%), 채구부(22명/15.0%), 인양기계기구 등의 장비(9명/6.1%), 작업발판(8명/5.4%), 사다리 등의 통로(8명/5.4%), 자재류(7명/4.8)의 순으로 나타났으며, 기인물을 알 수 없는 기타(37명/ 25.2%)를 차지하고 있다.



[그림 4-4] 기인물별 재해발생 현황

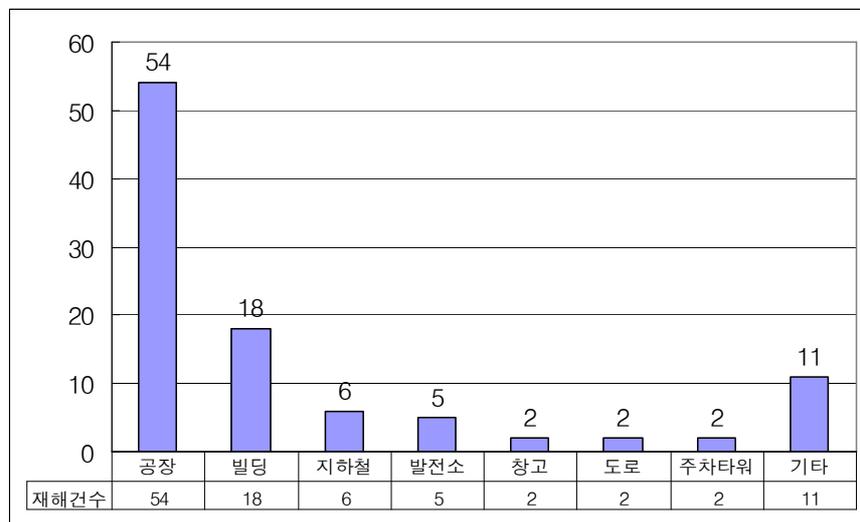
공단에서 분석한 재해현황으로 보아 건설재해의 11.7%가 철골공사에서 발생하고 있으며, 철골공사의 종류를 시설물 용도로 세분하면 공장과 빌딩 공사에서 재해비중이 크게 나타나고 있다. 또한, 근로자 직종별 재해에서는 철골공이 가장 많은 재해를 입고 있으나, 다양한 직종의 근로자들이 재해를 입고 있으며, 재해발생형태는 추락재해가 대부분을 차지하고 있으나 어떤 이유에서 추락하였는지 알 수 없다. 그리고, 재해발생의 원인을 제공한 기인물은 구조물이 가장 높게 나타나고 있으나, 구조물의 어느 부재, 어떤 작업에서 재해가 발생하였는지 알 수 없다. 따라서, 철골공사의 안전을 도모하기 위해서는 철골공사의 재해사례를 보다 면밀하게 분석할 필요가 있다고 판단된다.

2. 재해분석

공단에서 1993년부터 2000년까지 조사한 중대재해 조사 보고서에서 철골공사 중대재해 100건에 대해 재분석하였다. 재해사례는 무작위로 추출하였으며 철골구조물의 종류, 재해장소, 재해작업에 대해 분석하였다. 100건 중대재해 사례의 현황과 재해분석 결과는 부록 1-1과 같다.

가. 시설물과 재해

시설물과 재해건수를 분석한 결과는 [그림 4-5]와 같으며, 공장, 빌딩, 지하철, 발전소의 순으로 발생하였다. 특히 공장에서 52%의 재해가 발생하였으며, 신축보다는 보수공사에서 재해가 많이 발생하고 있다. 이는 재해현황에서 분석된 공사종류에 따른 재해건수와 동일한 재해 발생의 경향을 보이고 있다.



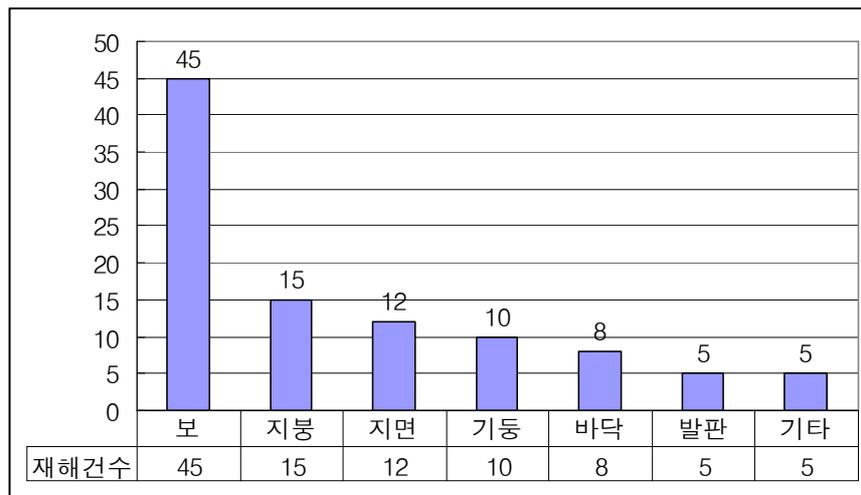
[그림 4-5] 시설물과 재해건수

이와 같이 공장건물에서 많은 재해가 발생하는 이유는 소규모 공장의 신축과 개·보수공사의 건수가 많기 때문이다. 또한, 개·보수공사는 공사의 속성상 행정력의 영향을 신축에 비해 덜 받고, 공사기간이 짧으며, 기존의 구조물을 이용하여 공사가 진척되므로 안전시설이나 설비에 대한 계획의 부재에서 나타나는 현상으로 사료된다.

따라서, 향후 소규모의 공장건물의 신축은 물론 개·보수 공사에 적용할 수 있는 안전대책에 관한 연구가 필요하다고 판단된다.

나. 재해자의 작업장소

철골공사에 투입된 근로자들이 재해가 발생한 작업장소를 분석한 결과는 [그림 4-6]과 같으며, 보, 지붕, 지면, 기둥, 바닥, 발판의 순을 보였다.



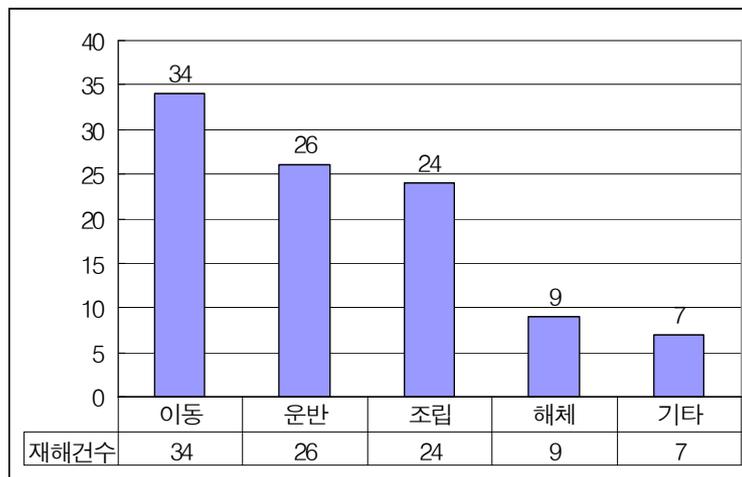
[그림 4-6] 재해장소와 재해건수

보에서 45%의 재해가 발생하는 이유는 보의 조립과 흠막이 공사에서의 버팀보와 띠장의 설치와 해체, 보 부재 상부에서의 자재운반과 조립을 위한 이동

등 수평부재인 보를 이용한 철골공사의 작업량과 작업을 위한 근로자 이동으로 추락, 협착 등의 재해의 발생빈도가 높기 때문으로 판단된다. 지붕에서의 재해는 작업발판, 안전대 부착시설, 안전난간 등 안전시설의 설치가 곤란한 지붕형태인 경사지붕이 많고, 노후한 공장지붕의 지붕재 교체공사에서 스테이트 자체가 편칭파괴 및 붕괴하거나, 노후한 지붕 띠장의 도괴와 붕괴에 의한 추락 재해 발생 빈도가 높기 때문이다. 또한 지면에서는 하역, 지상준비, 인양, 조립 작업 및 상하동시 작업과 근로자 이동에서 협착, 낙하, 충돌 등의 재해가 주로 발생하고 있으며, 기둥에서는 승강트랩 등의 안전설비가 없는 기둥의 승강과 조립, 그리고 안전대 미착용 상태에서의 기둥과 보의 접합부 이동에서 추락 재해가 주로 발생하고 있으며, 구조물의 바닥에서의 재해는 개구부를 통한 추락과 낙하물에 의한 재해가 주로 발생한다.

다. 근로자 행위와 재해

철골작업에서 재해당시 근로자의 행위에 대한 분석결과는 [그림 4-7]과 같으며, 이동, 운반, 조립, 해체작업 순으로 재해가 발생하고 있다.



[그림 4-7] 작업종류와 재해건수

또한 이들 작업이나 근로자 행위를 세분하면 <표 4-3>과 같다. 이동과정에서의 재해는 작업장소까지의 기둥부재에서의 상·하 이동과 보 부재에서의 수평이동 및 지면과 구조체의 바닥에서의 근로자 이동과정에서 재해 발생 비율이 가장 높게 나타나고 있다. 이와 같이 이동과정에서 재해가 높게 나타나는 이유는 추락방지를 위한 설비의 미설치, 불량설치, 미사용 등에 의한 추락에 의한 재해발생이 높기 때문이다. 또한 운반작업에서의 재해는 중량이고 길이가 긴 부재, 또는 단면이 큰 부재의 운반으로 평행 운반 보다는 상·하 운반에서 많은 대해가 발생하고 있다. 이는 부적절한 걸이도구의 사용에 의한 인양작업에서의 자재낙하에 의한 재해가 발생하기 때문이다. 특히 상·하 동시 작업공정이 많은 건설공사는 이 경우 철저한 출입제한 조치가 선행되고 인양작업이 수행되어야 하나 이를 소홀히 함으로써 이동 또는 하부 근로자가 재해를 입고 있기 때문이다. 그리고 조립작업중에 발생하는 재해는 이동과정에서의 재해와 마찬가지로 추락방지 설비의 부실에 기인하며, 해체과정에서의 재해는 대부분 가설구조물의 해체작업중 발생하는 경우가 많다.

따라서, 재해사례를 통해본 철골공사의 안전작업 매뉴얼은 현장내 근로자의 안전한 이동과 조립작업에 필요한 추락방지 설비와 자재운반에 사용하는 걸이용 도구와 인양 방법 등에 대한 매뉴얼의 개발이 요구되고 있다.

<표 4-3> 재해당시의 근로자 행위 및 작업

구분	이동			운반		조립		해체	콘크리트	준비	자재검수	측량	시공점검	도장	휴식
	평행	하향	상향	평행	상하	볼트	용접								
재해	24	8	2	5	21	22	2	9	1	1	1	1	1	1	1
자수	34			26		24		9	1	1	1	1	1	1	1

3. 재해원인과 안전대책

철골공사 재해 100건의 재해사례의 개요와 재해분석에서 분석된 철골공사의 재해원인과 예방대책을 요약하면, 철골재해의 발생 원인은 안전시설의 불량설치 또는 미설치, 근로자의 불안정한 행동, 작업방법 불량, 관리감독의 소홀 등에 의한 복합적인 결과에 기인하여 재해가 발생하고 있다고 판단된다.

따라서, 부록 1의 철골공사 재해사례 분석을 통한 재해원인과 예방대책을 정리하면 다음과 같다.

가. 재해원인

근로자 이동, 철골의 조립, 해체작업에서의 가장 많은 재해원인은 추락방지 조치의 미흡과 미설치 등에 대하여 공통적으로 지적하고 있으며 지적된 주요 사항은 다음과 같다.

- 작업발판 및 작업대 미설치(달대비계)
- 작업통로 미설치(사다리, 트랩) 및 불량설치(작업장소에서 40m의 원거리)
- 강관틀 비계 상부, 달대비계 외측, 개구부 주변의 안전난간 미설치 및 불량 설치
- 추락방지용 방망과 낙하물방지용 방망의 미설치 및 불량설치
- 안전대 부착시설 미설치

그리고, 재해원인으로 지적되는 주요 사항은 다음과 같다.

- 안전의식 결여에 인한 필요 개인보호구 미착용과 근로자의 불안정한 행동(안전통로 외의 장소 이동)
- 안전작업 계획 미수립(특히 가시설의 해체, 개·보수공사)

- 작업방법 불량(미 고정 상태에서의 작업강행, 동시 해체, 작업순서 위반 등)
- 상·하 동시작업과 출입제한 조치 미실시
- 부적절한 근로자 배치(고령근로자)

자재의 운반과 인양작업에서의 재해원인은 부적절한 장비와 도구의 사용과 결이방법 및 인양방법 등에 대하여 지적하고 있으며 지적된 주요 사항은 다음과 같다.

- 하역작업에서 운반차량과 하역장비의 연약지반 정착에 의한 차량 및 하역장비의 전도.
- 운반작업에서 부적절한 용도의 굴삭용 건설기계인 백호우 등에 의한 운반
- 중량이고 장척인 부재를 인력에 의한 운반
- 중량물인 철골부재(특히 H형강)의 인양작업에서 클램프(하카)사용으로 이탈에 의한 낙하
- 부재의 적치(과적)나 적재방법 불량
- 인양작업에서 결이용 와이어로프, 섬유로프, 벨트 등의 사전점검 소홀에 의한 인양중 결이줄의 파단에 의한 자재 낙하
- 장척의 부재 인양작업에서 1점 지지에 의한 부재 이탈에 의한 낙하
- 유도자 및 신호수 미배치 및 유도 및 신호자 위치 부적절
- 출입제한 조치 미실시 및 인양 작업반경내 상·하 동시작업
- 작업반경내의 고압선로 근접한 작업에서의 감전재해 방지 조치 미실시 등과 같이 작업에 따라 다소 차이는 있으나 상기와 같이 다양한 재해원인에 의해 철골공사에서 재해가 발생하고 있음을 알 수 있다.

나. 예방대책

- 1) 필요 개인보호구 지급과 사용전 점검 및 올바른 사용
 - 시공회사는 철골현장 뿐만 아니라 모든 건설현장에 종사하는 근로자에게

안전화, 안전모, 안전대를 반드시 지급하여야 하며, 용접작업에 투입되는 근로자에게 지급하는 보안경, 보안면, 용접용 절연장갑과 같은 해당작업과 직종에 적절한 개인보호구는 반드시 추가 지급한다. 또한, 현장 근로자 이외의 출입자의 안전을 위한 개인보호구는 추가로 준비하여 출입구에서 지급한다.

- 시공회사는 지급된 개인보호구에 대한 점검과 사용 방법을 교육하고, 근로자는 지급 받은 개인보호구를 수시 점검하여 안전성을 확인하고, 올바른 방법으로 착용하여 사용한다.
- 시공회사는 근로자의 개인보호구 착용을 독려하고 그 상태를 항상 감시한다.

2) 자재의 반입, 하역, 운반작업의 안전수칙 준수

- 사전에 안전계획을 수립하여 계획에 따라 작업한다.
- 지반을 점검하여 연약지반은 침하방지 조치 및 보강을 실시하여 안전성을 확보한다.
- 하역 및 운반장비와 도구를 사전 점검 등을 통해 적적성과 안전성 여부를 확인, 탑재된 자재의 상태 전라공에 대한 위험성 확인하며, 운반 차량의 서행 운전, 이동식 크레인 등을 사용한 하역과 운반은 급작스런 선회 금지 등 운반작업 안전수칙을 준수한다.
- 장비의 전도 방지조치(아우트리거의 설치)를 실시하고, 크레인 등의 장비는 정격하중을 초과한 인양을 금지한다.
- 작업지휘자, 유도자, 신호수 등을 배치하고, 해당 근로자를 제외하고 작업반경내의 출입을 통제한다.

3) 자재의 적치작업의 안전수칙 준수

- 사전에 안전계획을 수립하여 계획에 따라 작업하며, 특히 조립 순서와 적치 부재의 상관 관계를 고려한다.
- 자재 적치 장소의 안전성을 확인하며, 특히 데크플레이트나 개·보수공사에서의 구조물 바닥 상부에 과다 적치를 금지하고, 이를 근로자에게 교육한다.

4) 부재 조립전 준비작업

- 양중용 리그, 승강트랩, 안전시설 설치용 철물(방망, 낙하물 방지망, 안전대 부착시설 설치용) 등의 설치여부 및 적정성 여부를 확인하여 누락 부재는 설치한다.
- 조립후 근로자 이동이나 작업에 반드시 필요한 안전시설은 가급적 지상에서 조립하여 부재와 동시에 인양한다.

5) 인양작업 준수사항

- 사전에 인양용 와이어로프, 섬유로프, 섬유벨트 및 후크와 샤클 등의 걸이 도구의 안전성 여부를 확인한다.
- 양중 리그의 부착상태와 소요개수 장척물의 평형 유지에 필요한 적정 리그 간격 등을 확인한다.
- 인양 장비의 정격하중과 양중 부재의 하중을 고려하여 정격하중 이하를 인양한다.
- 작업지휘자, 신호수를 배치하며, 신호수와 인양장비 운전자는 상호 신호 방법을 협의하고, 해당 근로자를 제외한 작업반경내 출입을 통제한다.

6) 철골 조립작업 준수

- 철골의 부재조립은 설계도서, 건축공사 표준시방서, 시공계획에 따라 조립한다.
- 조립장소까지의 근로자 이동에 필요한 통로 등의 안전시설과 설비의 설치 유·무 및 안전성 여부를 확인하고, 근로자는 지정된 안전통로와 설비를 이용하여 이동한다.
- 조립장소의 안전시설과 설비의 설치 유·무 및 안전성 여부를 확인하고, 안전대는 안전대 부착시설에 설치하는 등의 안전한 작업자세를 확보한 다음 양중 부재를 유도로프 등을 이용 천천히 조립위치로 유도한다.
- 가체결 볼트와 가용접은 건축공사 표준시방서와 당해 현장 시공계획에 따라 접합한다.
- 가조립된 부재는 본 접합 이전까지 전도방지를 위한 조치와 지상작업에

서 준비되어 인양된 안전설비의 부착상태를 확인하고 수직 또는 수평 지지로프를 설치한 다음 양중결이 등을 해체한다.

7) 추락위험 방지조치 철저한 이행과 유지관리

- 추락의 위험이 있는 고소작업 장소에는 비계 등을 이용하여 작업발판을 설치하고, 작업발판의 개방된 측면에는 표준안전난간을 설치한다.
- 작업발판의 설치가 곤란한 경우에는 추락방지용 방망을 설치하거나 안전대 부착시설을 설치하고 근로자는 안전대를 착용후 작업한다.
- 철골기둥에서 수직방향으로 이동하는 경우 기둥부재에 일정간격으로 고정 설치된 승강트랩을 사용하도록 하여야 하며, 이동시 실족 또는 이탈시 발생에 대비한 기둥의 승강로에 수직지지로프를 설치하고 승·하강시 추락방지대 또는 안전대를 착용한 후 이동한다.

8) 기타 안전 수칙 준수

- 충전선로의 이설 또는 절연 등 방호조치, 기계 기구의 점검, 전선의 피복상태 점검 등의 감전재해방지 안전수칙을 준수한다.
- 현장의 조도를 통로나 고소작업장소 등 재해발생 우려가 있는 위험부위에는 적정조도(보통작업 : 150Lux 이상, 기타작업 75Lux 이상)를 확보한다.
- 외부인의 출입통제를 위한 가설울타리 설치 및 인접 도로의 통행인과 차량의 보호를 위한 방호선반을 설치한다.
- 고소작업 등 위험작업에는 작업지휘자를 배치하고, 근로자의 개인보호구 착용상태와 작업방법 등을 항상 점검하고 관리한다.

제 5장 철골공사 안전작업 매뉴얼

철골공사의 작업 속성에서 나타나는 재해발생 위험과 재해사례 분석을 통해 도출된 재해원인을 제거하고, 철골현장에서 수행되는 부재의 반입, 운반, 조립작업 등과 근로자 이동에서의 재해를 방지에 기여할 수 있는 안전관리 매뉴얼을 제시하였다. 개인보호구인 안전대, 운반과 인양작업 및 안전대 부착을 위한 지지로프로 사용하는 와이어로프, 수직과 수평 이동통로, 방망, 조립작업 등에 대해 안전관리 매뉴얼은 제시하였으며, 매뉴얼에는 위험요인을 제시하였으며, 재해방지를 위한 안전수칙 등으로 구성하였다.

1. 안전대

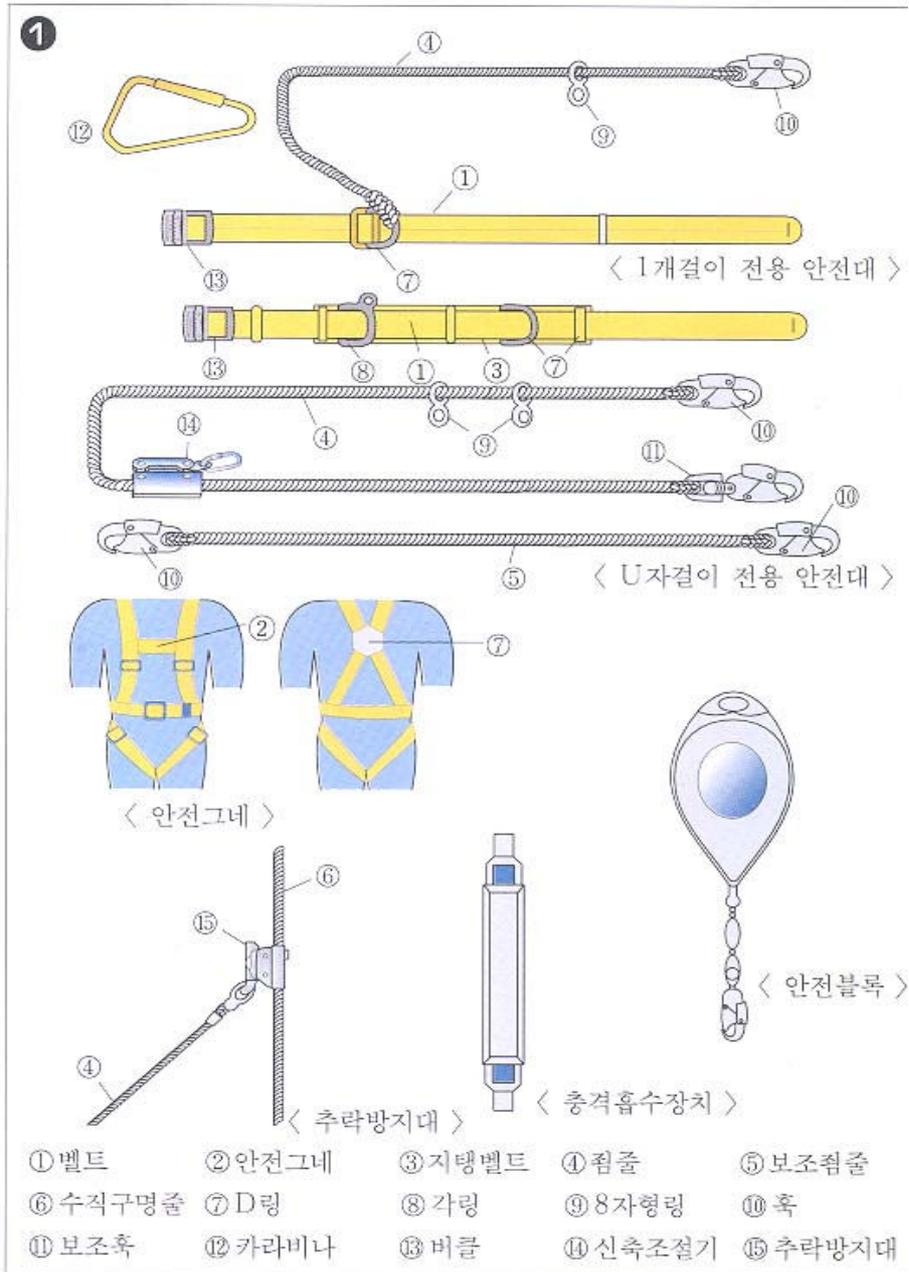
구분	안전점검 및 준수사항	비고
위험 요인	<ol style="list-style-type: none"> 1) 고소작업과 이동에서 추락재해의 발생 위험 2) 안전대의 바르지 않은 선정은 추락재해 발생 위험 3) 안전대의 바르지 않은 착용에 의한 추락재해 발생 위험 	
작업 수칙	<ol style="list-style-type: none"> 1) 안전대는 성능검정시험에 합격여부를 확인하여 선정한다. 2) 안전대는 사용목적에 적합한 것을 선정한다 3) 안전대는 추락위험이 있는 고소작업에는 반드시 착용한다. 4) 안전대의 점검, 보수, 보관 및 폐기는 책임자를 정하여 정기 점검하고 관리대장을 작성 비치한다. 	
사용 방법	<ol style="list-style-type: none"> 1) 안전대의 줍줄 길이는 종류에 따라 차이가 있으나 2.5m 이내, 사용길이는 1.5m 이내로 한다. 2) 벨트는 버클로 통하는 순서에 따라서 바르게 조이고 버클은 신체의 전면에 위치하여야 하며, 링의 위치는 신체의 양측보다 앞이 되지 않도록 착용한다. 	

구분	안전점검 및 준수사항	비고
사용 방법	<p>1) 벨트는 가능한 골반 가까이 착용하며 추락하는 경우 다리 방향으로 빠지지 않도록 착용한다.</p> <p>2) 안전대의 쥘줄을 지지하는 설비나 구조물의 위치는 반드시 D링의 위치보다 높아야 하며, 가능한 높은 위치에 선정한다.</p> <p>3) 신축조절기를 사용하는 경우 쥘줄의 길이는 가능한 짧게 사용한다.</p> <p>4) 수직구조물이나 경사면에서 작업하는 경우 미끄러지거나 마찰에 의한 위험이 발생할 우려가 있으므로 설비를 보강하거나 구멍줄을 설치한다.</p> <p>5) 추락 억제 후 늘어지는 매달림이 발생되지 않도록 하고, 추락한 상태에서 하부의 물체에 충돌하지 않도록 안전대를 설치한다.</p> <p>6) 안전대는 본래의 목적 이외의 용도로 사용하지 않는다.</p> <p>7) 자유 낙하거리는 가능한 60cm 이하가 되도록 짧게 설치한다</p> <p>8) 가능한 지속적이고 완전한 방호가 되도록 한다.</p> <p>9) 혹은 추락시의 충격하중에 견딜 수 있는 지지력이 충분한 장소에 올바른 방법으로 건다.[그림]</p> <p>10) 안전대의 혹은 구멍줄에 직접 거는 것을 원칙으로 한다.11) 안전대의 혹은 지지물에 직접 걸지 않도록 한다.</p> <p>11) 쥘줄은 예리한 각이 있는 앵글 등의 구조물에 직접 감아 걸지 않는다.</p> <p>12) 와이어로프로 설치한 구멍줄에 안전대를 거는 경우는 안전대의 쥘줄이 와이어로프에 걸리지 않아야 한다.</p> <p>13) 안전대의 혹은 거는 높이는 어깨에서 허리 높이 사이가 되도록 한다.[그림]</p> <p>※ 참고; 안전대의 혹은 발의 높이에 거는 경우와 허리에 주는 충격하중은 어깨 높이에 거는 경우에 비해 약 2배정도의 큰 충격하중이 작용함.</p>	

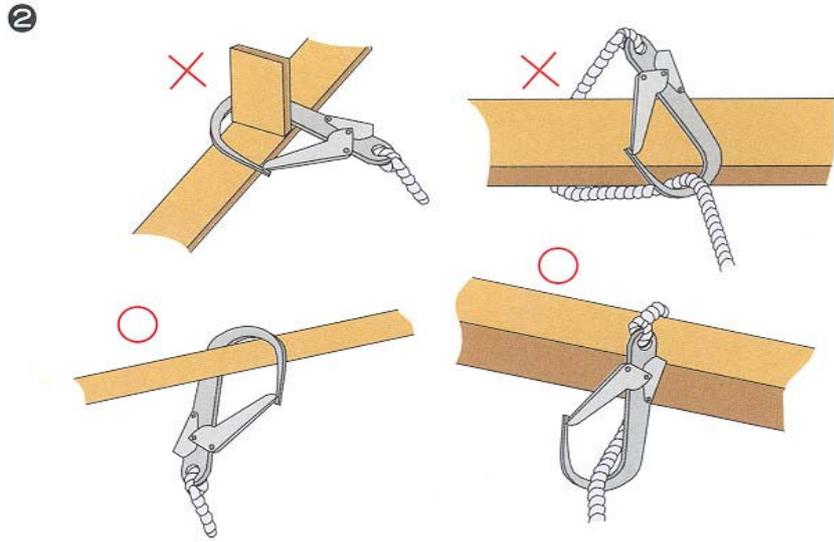
구분	안전점검 및 준수사항	비고
사용 방법	14) 폭이 수평부재의 위에 걸리는 경우 폭이 절단되는 경우가 있으므로 주의한다. 15) 작업책임자는 작업전 안전대를 거는 위치를 결정하고 작업에 임하도록 한다. 16) 폭을 거는 지지물의 안전성 여부를 사전에 확인한다.	

〈표 5-1〉 안전대의 종류와 사용구분

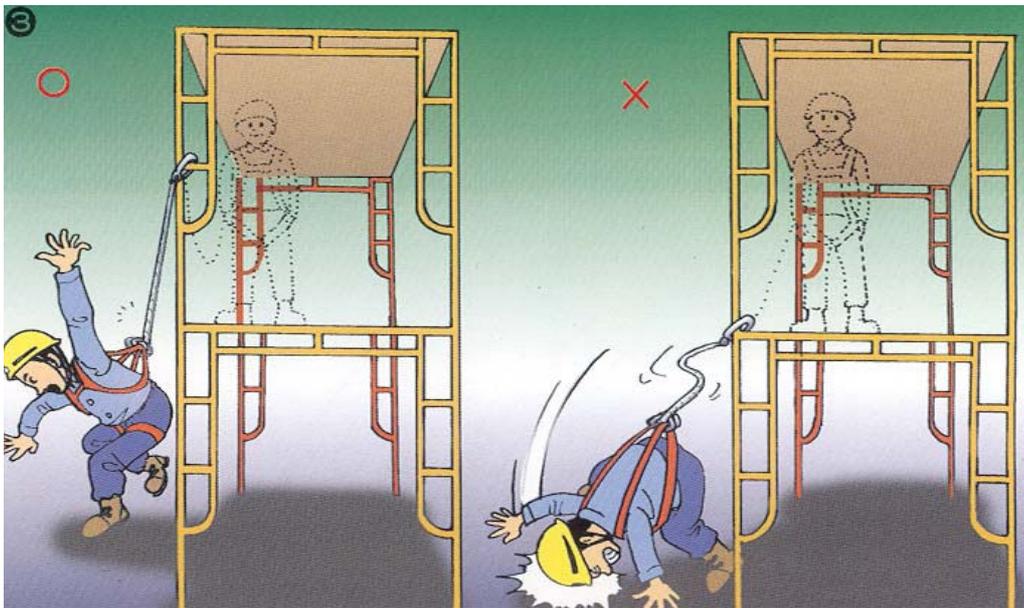
등급	사 용 구 분	
1종	U자걸이 전용으로 발받침은 확보되어 있으나 불완전하여 체중의 일부를 U자로 지탱하여야 하는 경우(예, 전신주)	
2종	1개걸이 전용으로 작업을 할 수 있는 작업발판이 확보된 경우(건설현장)	
3종	1개걸이와 U자걸이를 겸용하는 경우	
4종	안전블럭으로 안전대와 연결하여 사용하며, 자동잠김 장치가 있어 줌줄이 자동적으로 수축되어 작업범위가 넓어 근로자의 이동이 큰 경우에 사용하며, 경량안전대(안전그네)를 착용	
5종	추락방지대로서 자동잠김장치가 있으며, 줌줄과 수직 지지로우프에 연결된 금속 장치로서 승·하강의 이동에 사용(예, 철골기둥, 철탑, 굴뚝, 고층 사다리 등)하며, 경량안전대(안전그네)를 착용	
기타	수직이동장치	추락방지대와 유사하며, 높이에 영향이 적어 수직이동에 사용(예, 철탑, 굴뚝 등)하며, 경량안전대(안전그네)를 착용
	수평이동장치	코너 또는 브라켓 등의 장애물에 관계없이 수평이동에 사용(예, 교량 철골보, 옥상 등)
	난간 보조대	수평지지로우프로서 로우프, 긴장기, 폭으로 구성되며, 좁은 통로의 수평이동에 사용(철골보 등)



[그림 5-1] 안전대의 종류



[그림 5-2] 훅의 올바른 걸이

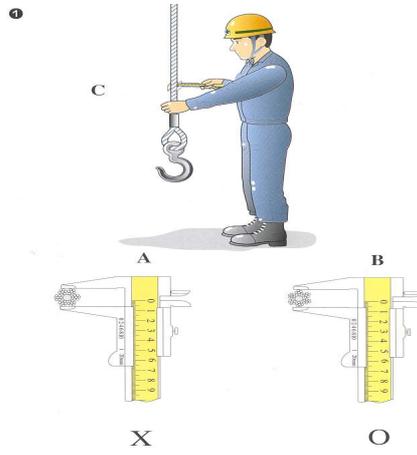


[그림 5-3] 훅의 올바른 걸이 높이

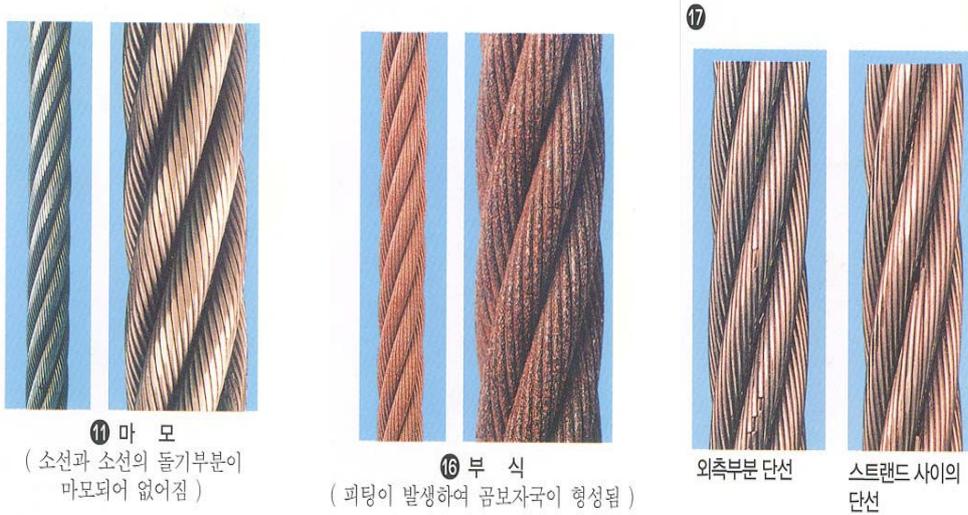
2. 와이어로프

구분	안전점검 및 준수사항	비고
위험 요인	1) 형상의 변형에 의해 와이어로프의 파단 위험이 있다. 2) 마모, 부식, 단선에 의한 와이어로프의 파단 위험이 있다.	
작업 수칙	1) 점검대상 와이어로프의 종류 및 구성에 대하여 충분히 파악한 상태에서 점검한다. 2) 와이어로프의 구조 및 각부 명칭인 소선(Wire), 스트랜드(Strand), 심강(Core) 등에 대하여 이해하고 점검한다. 3) 와이어로프의 지름 측정은 올바른 방법으로 측정한다.[그림] 4) 와이어로프의 점검은 시브와 접촉이 많은 부분을 중심으로 점검하고, 고소 점검은 안전대 등을 착용하여 추락을 방지한다. 5) 크레인 등의 권상작업용 와이어로프 등을 점검은 반드시 작동을 정지시킨 상태에서 점검한다. 6) 와이어로프에는 그리스 또는 오일 등이 도포되어 있으므로 취급에 충분한주의가 필요하며, 점검중 미끄러짐 등에 주의한다.	
작업 방법	<형상변형점검> 1) 스트랜드의 소선 이탈 여부를 점검한다.② 2) 갑작스런 장력변화로 내·외부의 길이 변화를 발생하는 스트랜드의 외부에 들어있는 심강의 불거짐(빠져나옴) 여부를 점검한다.③ 3) 과하중 또는 중심의 파손시 일어나는 스트랜드의 함몰 여부를 점검한다.④ 4) 1~2개의 스트랜드 꼬임이 불균형할 때의 잉여길이인 스트랜드 이탈 여부 점검한다.⑤ 5) 설치시 중량물 통과 및 감김드럼에서의 충격시 발생하는 압착 여부를 점검한다⑥	

작업 방법	<형상변형점검>	
	6) 국부적인 꼬임의 발생으로 국부적으로 꼬임의 길이가 줄어든 플러스 킹크 여부를 점검한다.⑦	
	7) 국부적인 꼬임의 발생으로 국부적으로 꼬임의 길이가 늘어난 마이너스 킹크 여부를 점검한다.⑧	
	8) 제조상의 결함 및 스트랜드의 부분적인 하중부가로 발생하는 물결모양(나선) 변형 여부를 점검한다.⑨	
작업 방법	9) 갑작스런 장력변화로 내·외부 길이 변화에서 발생하는 부풀림(바구니형으로 부풀어 오른 형상) 여부를 점검한다.⑩	
	<마모·부식상태점검>	
	1) 로프의 표면이 마모되어 광택이 나는지를 먼저 점검하고 외측부분의 소선과 소선의 돌기 부분이 마모되어 없어졌는지를 점검한다.⑪	
	- 로프가 표면의 원주방향으로 일정하게 마모되는 동심마모의 발생 여부를 점검한다.⑫	
	- 로프가 지속적인 부분마찰에 의하여 한 방향으로만 마모가 일어나는 편심 마모의 발생 여부를 점검한다.⑬	
	- 로프가 지면 등에 스쳐서 소선의 지름이 감소한 탄성마모의 발생 여부를 점검한다.⑭	
	- 로프가 외부의 압력을 받아 소성변형을 일으킨 점성마모의 발생 여부를 점검한다.⑮	
	2) 로프의 표면에 있는 그리스나 오염물질을 제거하고 부식(피팅)이 발생하여 곰보자국이 형성되었는지를 점검한다.⑯	
	<단선상태점검>	
	1) 와이어로프의 외측부에 발생한 단선여부를 점검한다.⑰	
2) 만약 단선이 발견되면 단선 주변의 기름과 오염물질을 제거한 후 다시 점검한다.		
3) 점검결과 발견된 단선수가 와이어로프의 폐기기준에 도달하면 즉시 폐기한다.		



[그림 5-4] 와이어로프 직경 측정



[그림 5-5] 와이어로프의 마모, 부식, 단선상태 예



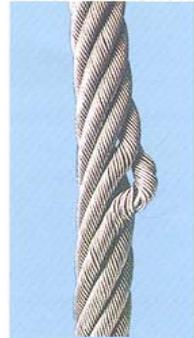
② 소선의 이탈



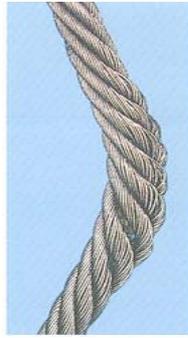
③ 심강의 불거짐



④ 스트랜드의 함몰



⑤ 스트랜드의 이탈



⑥ 압착
(국부적인 압착 손상에 의해 편평해짐)



⑦ 플러스 킱크
(꼬임의 길이가 국부적으로 줄어들음)



⑧ 마이너스 킱크
(꼬임의 길이가 국부적으로 늘어남)



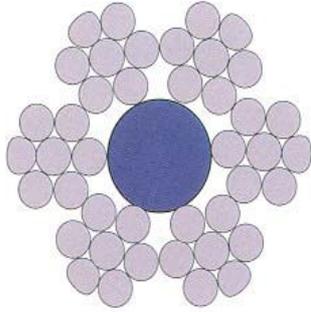
⑨ 물결모양 변형
(나선형)



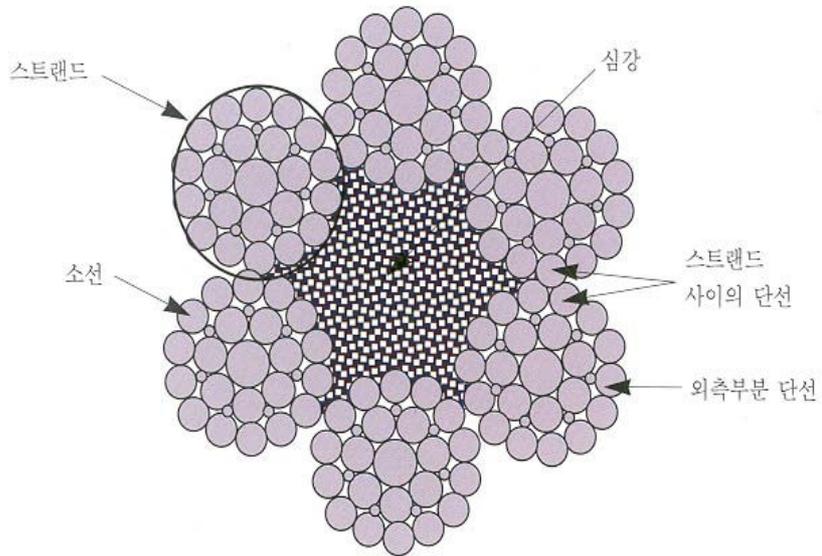
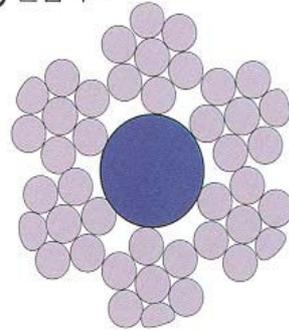
⑩ 부풀림
(바구니형으로 부풀어 오름)

[그림 5-6] 와이어로프의 형상변형 상태 예

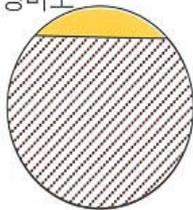
12 동심마모



13 편심마모



14 탄성마모



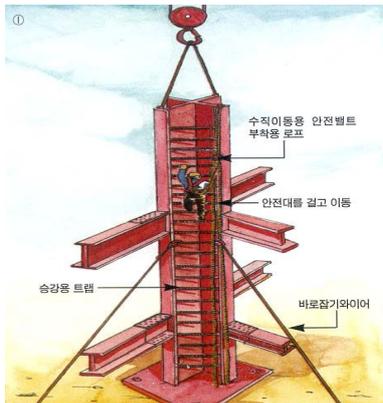
15 점성마모



[그림 5-7] 와이어로프의 마모와 단선

3. 수직이동통로(철골기둥)

구분	안전점검 및 준수사항	비고
위험 요인	1) 조립 등의 작업을 위한 수직 승강 이동에서 미끄러짐, 헛디딤 등으로 중심을 잃는 경우 추락 위험	
안전 대책	1) H형강 기둥은 후렌지를 이용하여 으로 D16 이상의 철근 등으로 승강 트랩을 설치한다.① 단, BOX형 기둥은 안전한 사다리를 이용하여 승강 통로로 사용할 수 있다. 2) 승강 트랩은 모든 기둥에 설치한다. 3) 트랩의 설치는 답단의 간격 20cm 이내, 폭은 30cm 이상으로 한다. 4) 승강 트랩의 설치는 부재 제작단계에서 공장설치가 원칙이나, 늦어도 건립이전의 지상작업을 원칙으로 한다. 5) 승강용 트랩의 보조장치로 안전대 부착설비(수직지지로프)를 설치한다.② 6) 근로자는 상·하 이동시 반드시 안전대 부착설비에 안전대를 걸고 이동한다. 7) 안전대 부착설비는 지상조립을 원칙으로 한다. 8) 철골계단은 타공정에 우선하여 설치하여 통로로 이용한다.	



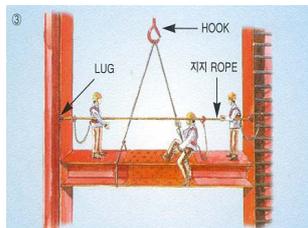
[그림 5-8] 승강설비 예



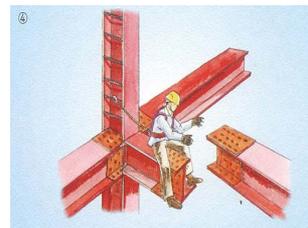
[그림 5-9] 수직지지로프

4. 수평이동통로(철골보 또는 트러스 보)

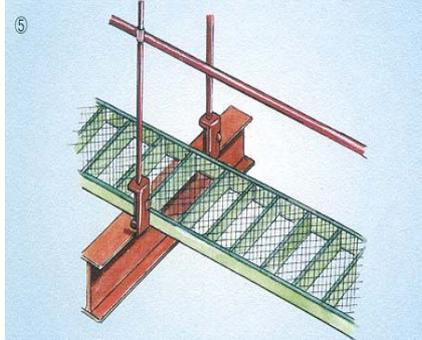
구분	안전점검 및 준수사항	비고
위험 요인	1) 조립 등의 작업을 위한 수평 이동에서 미끄러짐, 헛디딤 등으로 중심을 잃는 경우 추락 위험	
안전 대책	1) 철골보 또는 트러스 보에는 수평 이동통로의 설치를 원칙으로 한다.⑤⑥ 2) 철골공사의 수평부재에는 수평지지로프를 설치한다. 3) 수평지지로프는 와이어로프, 폴리에틸렌로프, 마닐라로프 등을 사용한다.③ 4) 수평지지로프에는 안전한 걸이장치와 로프 재질에 따른 긴장기가 반드시 부착된 것을 사용한다. 5) 수평지지로프는 지상에서 보 부재 상부에 가설치하여 보 부재와 동시에 인양하고, 가조립 볼트 체결 즉시 설치한다. 6) 수평부재의 조립과 이동에는 안전대를 걸고 작업한다.④ 7) 철골기둥에는 공장에서 기둥부재 제작과정에서 수평지지로프 부착을 위한 부착철물을 부착한 상태에서의 반입을 원칙으로 하고, 늦어도 기둥 건립 이전에 지상에서 설치한다.⑦ 8) 기둥에 설치하는 수평지지로프 부착철물의 설치높이는 보 부재의 상부로부터 근로자의 어깨높이 이하에 부착한다. 9) 기둥이 없는 작은보에 수평 지지로프를 설치하는 경우에는 조립식 난간지주 등을 사용하며, 이때 충분한 지지점의 안전을 고려한다.	



[그림 5-10] 수평지지로프 설치 예



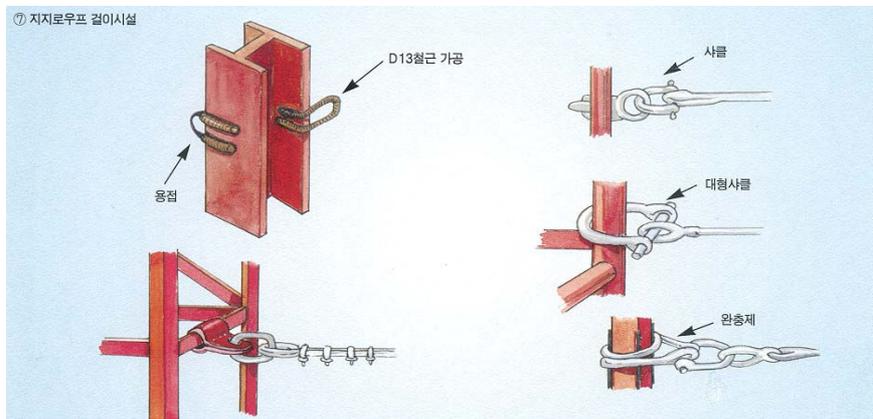
[그림 5-11] 안전대 사용 예



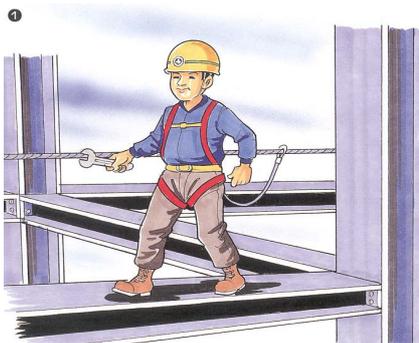
[그림 5-12] 수평 이동통로 설치 예



[그림 5-13] 작업발판 설치예



[그림 5-14] 수평지지로프 걸이시설 예



[그림 5-15] 보에서의 이동 예



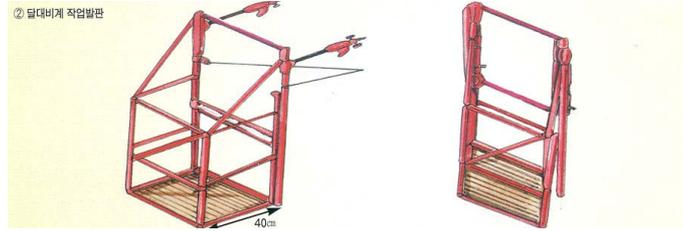
[그림 5-16] 보에서 볼트체결 예

5. 작업발판(달대비계)

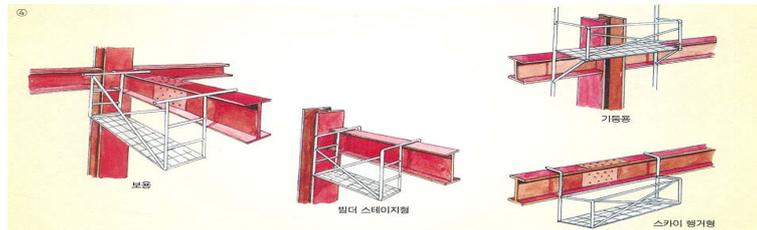
구분	안전점검 및 준수사항	비고
위험 요인	1) 작업발판 없이 안전대를 착용하지 않은 상태로 보 부재에 걸터앉아 볼트조립, 용접작업에서 추락 위험	
안전 대책	1) 고소장소에는 작업발판의 설치를 원칙으로 하나, 발판의 설치가 곤란한 경우에는 볼트체결, 용접, 검사 등을 위한 작업장소에는 안전한 달대비계를 설치한다.① 2) 달대비계는 가급적 안전성이 확보된 기성제품을 사용하고, 현장에서 제작하는 경우 안전하중을 고려하고, 사용재료는 변형·부식·손상이 없는 재료를 사용한다. 3) 달대비계의 발판 폭은 40cm 이상으로 하며, 발판재료의 틈 간격은 가능한 틈이 없도록 하되, 최대 3cm 이하를 원칙으로 한다. 4) 달대비계에는 안전대 부착설비를 설치할 원칙으로 하며, 설치가 곤란한 경우에는 비계를 설치한 부재 주변에 설치한다. 5) 달대비계는 최대적재하중과 안전표지판을 설치한다. 6) 설치장소까지의 달대비계 운반은 적절한 양중장비를 이용하여 안전대를 착용하는 등 안전한 작업방법으로 설치한다. 7) 보 부재에 설치하는 달대비계는 지상에서 보 부재에 조립하여 보 부재와 동시 인양을 원칙으로 한다. 8) 달대비계 작업발판의 유형 및 설치예는 그림 ④,⑤,⑥과 같다.	



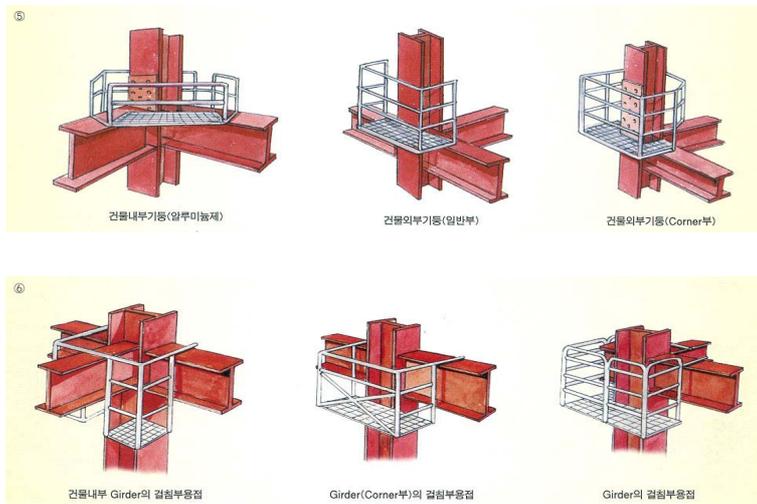
[그림 5-17] 달대비계 작업모습과 안전대 부착 걸이시설 형상



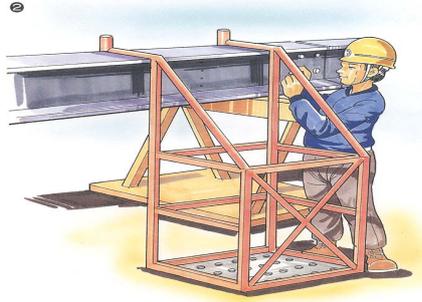
[그림 5-18] 달대비계의 형상



[그림 5-19] 달대비계의 설치 유형



[그림 5-20] 달대비계 설치 예



[그림 5-21] 달대비계 지상조립

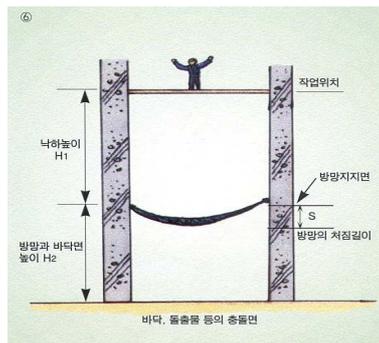


[그림 5-22] 달대비계 작업 예

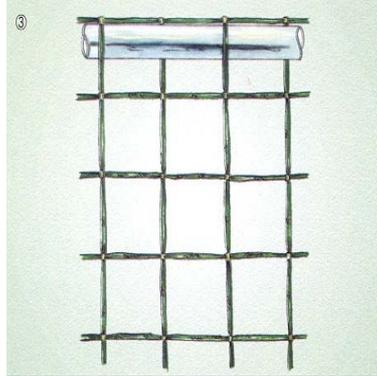
6. 방망

구분	안전점검 및 준수사항	비고
위험 요인	1) 고소장소에서의 작업, 근로자 이동과정 등에서 추락 위험 2) 공구나 접합볼트 등의 낙하로 인한 비래·낙하 위험 3) 방망의 불량선정, 불량설치 등으로 추락, 비래·낙하, 충돌 위험	
안전 대책	4) 방망은 가설기자재 성능검정규격기준시험에 합격 여부를 확인하여 선정한다. 5) 방망은 가능한 추락방지와 낙하물 방호를 동시에 만족할 수 있는 방망으로 선정한다. 6) 방망 설치를 위한 철물의 부착은 보 부재 제작단계에서 부착하되 늦어도 건립이전의 지상작업을 원칙으로 한다. 7) 방망은 지상에서 부착하여 보 부재와 동시 인양을 원칙으로 하며, 보 부재와 별개로 인양할 때에는 양중장비를 이용한다. 8) 방망의 설치는 보 부재를 조립한 다음 즉시 설치하고, 해체는 상부 층의 데크플레이트 설치가 완료된 다음 해체한다.	

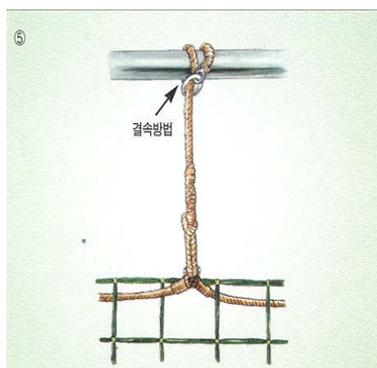
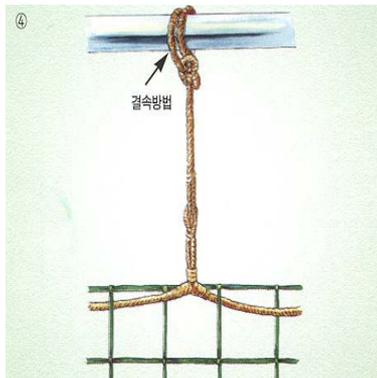
구분	안전점검 및 준수사항	비고
안전 대책	<p>9) 방망의 설치 및 해체작업에 투입되는 근로자는 비계 및 작업발판을 설치하는 등의 안전조치를 선행한 다음 설치를 원칙으로 하며, 안전시설의 설치가 곤란한 경우에는 반드시 안전대를 착용한 상태에서 설치한다.</p> <p>10) 방망을 설치하는 지지점의 강도는 추락시의 충격력에 안전 여부를 확인한다(최소 600kgf이상).</p> <p>11) 방망 설치에 사용하는 테두리로프와 달기로프는 성능검정규격 기준의 강도 이상으로 한다.</p> <p>12) 방망 한변의 길이가 3m 이상인 경우에는 보강로프를 설치하며, 보강로프는 테두리 로프와 동등한 로프를 사용하고 격자모양의 양방향으로 설치한다.</p> <p>13) 보강로프는 각각의 그물코를 관통하는 방법으로 설치하며, 설치간격은 3m 이하의 동일한 간격으로 설치한다.</p> <p>14) 방망을 설치한 부재와 방망 사이의 간격은 그 틈 사이로 추락을 방지할 수 있도록 설치한다.</p> <p>15) 방망의 허용처짐길이, 허용추락높이, 허용공간높이 등에 관한 기타 설치기준은 노동부 고시 제 1992-50호와 KOSHA CODE C-15-1999를 참고하여 설치한다.</p> <p>16) 보강재를 이용한 방망의 설치사례와 결속 사례의 예는 그림과 같다.</p>	



[그림 5-23] 추락·공간높이와 처짐길이



[그림 5-24] 테두리로프가 없는 방망 설치 예



[그림 5-25] 방망의 결속 방법 예

7. 부재의 반입과 운반

구분	안전점검 및 준수사항	비고
위험 요인	<ol style="list-style-type: none"> 1) 반입차량의 진입로, 운반장비(지게차 등) 통행로 등의 불충분한 도로 폭과 불안정한 노면 등에 의한 장비 전도, 부재 낙하, 공기지연에 따른 위험 2) 편심 적치한 부재의 운반은 부재의 낙하에 의한 위험 3) 부적절한 하역 및 운반장비, 걸이기구, 와이어로프 사용과 부적절한 부재적치에 의한 위험 	
안전 대책	<ol style="list-style-type: none"> 1) 반입차량 진입로의 도로 폭을 충분히 확보하고, 장애물 및 노면을 정리한다. 2) 하역장소 지반의 안전을 확보하고, 현장 내의 운반로 및 부재 적치 장소를 정리정돈 한다. 3) 하역 및 운반장비, 걸이기구, 와이어로프, 적치장소의 지반 등의 적격여부와 안전성을 점검한다. 4) 하역작업은 안전 담당자를 지정하여 탑재된 부재의 적치상태 확인 및 작업반경내 출입을 금지한다. 5) 중량물, 장척물의 하역은 인력하역을 금지하며, 크레인 등의 장비를 사용할 때에는 신호수를 배치한다. 6) 부재의 적치는 철골 조립의 역순으로 재료를 적치한다. 7) 야간의 하역 및 운반작업은 작업장 및 운반로의 조명을 충분히 확보한 다음 실시한다. 	

8. 조립작업 준비(지상작업)

구분	안전점검 및 준수사항	비고
위험 요인	1) 철저히 하지 못한 지상준비는 안전시설의 설치 지연을 초래하여 고소작업과 근로자 이동에서 추락 위험	
안전 대책	1) 양중, 건립에 필요한 적정 가조립 볼트 수 등을 확인 점검한다.	

구분	안전점검 및 준수사항	비고
안전 대책	1) 고소작업에 필요한 안전시설은 가능한 지상에서 부착하여, 부재와 함께 양중한 다음 부재 조립 즉시 안전시설을 설치하여 사용할 수 있도록 한다. 2) 기둥 부재에는 가능한 승강트랩, 안전블럭 또는 수직지지로프, 전도방지용 와이어로프 등의 안전시설을 설치한다. 3) 보 부재에는 가능한 수평지지로프, 작업발판, 와이어로프, 달대비계, 방망, 교정용 로프 등을 설치한다.②	

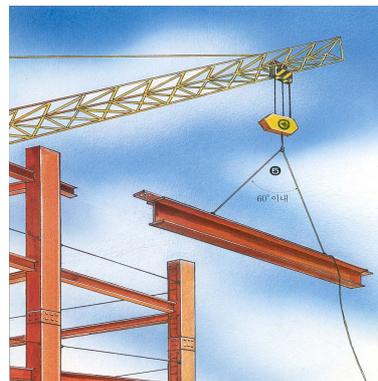
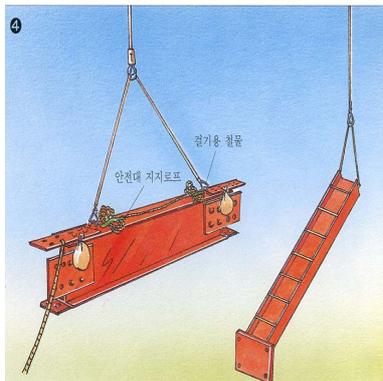


[그림 5-26] 지상준비작업

9. 걸이 및 양중작업

구분	안전점검 및 준수사항	비고
위험 요인	1) 불안정한 체결과 걸이 기구 사용으로 양중작업에서 낙하 위험	
안전 대책	2) 걸이 및 양중작업은 안전 담당자를 지정 및 신호수를 배치한다.	

구분	안전점검 및 준수사항	비고
안전 대책	<ol style="list-style-type: none"> 1) 걸이기구(와이어로프, 샤클, 후크 등)를 점검한다. 2) 인양장비의 정격하중과 인양물의 중량, 와이어로프의 허용 파단하중 등의 안전성을 검토한다. 3) 작업반경내에는 해당 작업 근로자 외에는 출입을 금지한다 4) 인양장비의 후크는 항상 인양물의 무게중심에 위치하도록 한다. 5) 세장한 재료나, 기계 및 공구 등의 인양은 달포대를 이용한다. 6) 장척물(보 부재, 트러스 등의) 양중은 밸런스 빔을 이용하거나, 2점을 지지하는 등 평형을 유지하는 방법을 강구한다. 7) 인양한 다음 인양장소로부터 높이 50cm 이내에서 일단 멈추어 인양물의 평형상태를 확인한다. 8) 인양 장비 운전자는 신호수의 신호에 따라 장비를 천천히 운전하여 인양하며, 약천후시에는 작업을 중지한다. 9) 기타 인양에 필요한 안전조치는 산업안전기준에 관한 규칙과 노동부 고시 제1994-28호에 따른다. 	



[그림 5-27] 인양작업(그림교체)

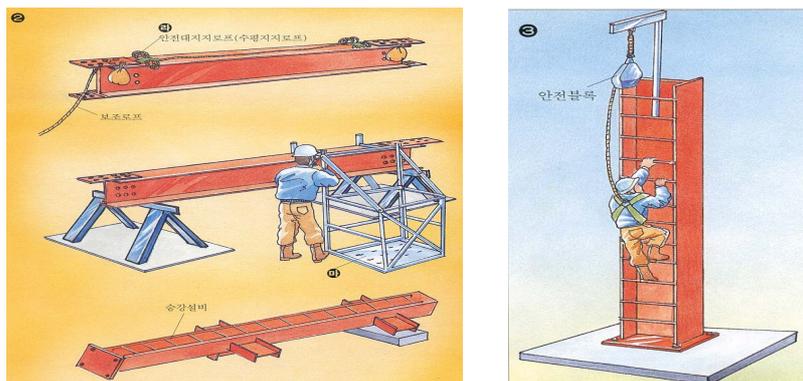
10. 조립작업

구분	안전점검 및 준수사항	비고
위험 요인	1) 고소에서 부재 취급, 건립, 근로자의 이동과정에서 추락 위험	
안전 대책	<일 반>	
	1) 고소작업자는 개인보호구(특히 안전대)를 반드시 착용하고 안전대 부착시설에 확실히 안전대를 걸고 작업한다. 2) 기둥의 승강 통로는 지상설치를 원칙으로 하나, 승강 통로가 누락된 기둥은 승강용 사다리를 이용하여 승강로를 확보하고, 수직지지로프를 설치한다. 3) 지상에서 부착되어 부재와 동시에 인양된 안전시설은 부재의 가조립과 동시에 설치하고, 부재에 부착된 달대비계 등은 안전성 여부를 확인한다. 4) 안전설비가 누락된 부재를 확인하고, 발견시에는 즉시 안전한 방법으로 필요한 안전시설을 설치한다. 5) 추락 및 낙하물방지망의 설치는 설치기준의 적합여부를 확인한다. 6) 부재의 양중, 볼트체결, 용접작업의 작업반경내에는 해당 작업 근로자 외에는 출입을 금지한다. 7) ARC용접기 등 전력을 사용하는 기계기구의 접지, 자동정격방지기의 부착 등 감전재해 방지시설이나 설비의 부착여부를 확인한다. 8) 현장 내에서의 사용 전선은 수시 점검하여 감전재해를 방지한다. 9) 용접 작업장 주변의 인화 또는 발화물질을 정리정돈하여 화재 예방하고 적당한 장소에 소화기를 비치한다. 10) 강풍, 폭우, 폭설 등의 악천후시에는 작업을 즉시 중지하며, 작업장 주변의 부재나 공구 등이 비래하거나 낙하할 우려가 없도록 정리정돈 한다.	

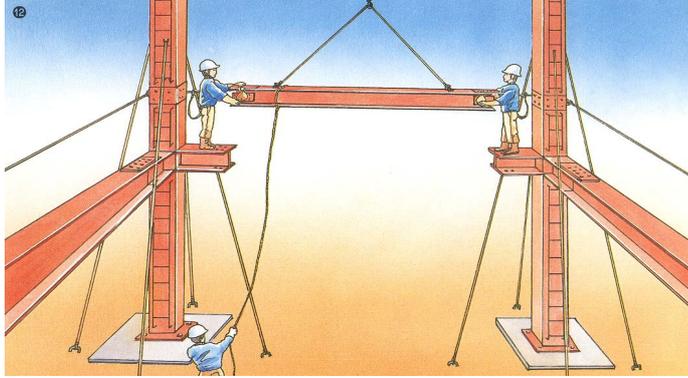
구분	안전점검 및 준수사항	비고
안전 대책	<일 반>	
	1) 작업장 내에는 근로자를 위한 휴식장소, 이동용 간이 화장실, 급수대 등의 편의시설을 설치한다. 2) 용접 작업장 주변의 인화 또는 발화물질을 정리정돈하여 화재 예방하고 적당한 장소에 소화기를 비치한다. 3) 강풍, 폭우, 폭설 등의 악천후시에는 작업을 즉시 중지하며, 작업장 주변의 부재나 공구 등이 비래하거나 낙하할 우려가 없도록 정리정돈 한다. 4) 작업장 내에는 근로자를 위한 휴식장소, 이동용 간이 화장실, 급수대 등의 편의시설을 설치한다.	
안전 대책	<기둥조립>	
	1) 기둥 조립은 다음의 작업순서를 준수한다. <ul style="list-style-type: none"> - 건립위치(지면; 앵커볼트, 지상; 연결기둥)의 중심으로 기둥을 유도 - 손과 발의 협착에 주의하면서 천천히 맞춤 - 가조립(지면; 앵커볼트, 지상; 건립러그) - 전도방지용 로프로 고정 - 수직지지로프에 안전대를 걸고 올라가 걸기 와이어를 해체한 다음 하강 2) 기둥에 임시로 설치하는 수직사다리 등의 승강설비 설치방향은 가능한 건물의 내부 방향으로 설치한다. 3) 기둥을 조립할 때에는 가조립이 완료되기 이전에 와이어로프를 해체해서는 아니 된다. 4) 전도방지용 와이어로프는 보 부재의 접합이 완료되기 이전에 해체해서는 아니 된다. 5) 기둥과 기둥사이에는 반드시 안전대 부착시설을 설치한다. 6) 보와 기둥 접합부를 이동하는 근로자는 수평지지로프나 안전대 부착철물 등에 반드시 안전대를 체결하고 이동한다.	

구분	안전점검 및 준수사항	비고
안전 대책	<보 조립>	
	<p>1) 보 조립은 다음의 작업순서를 준수한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 조립위치(브라켓)에서 안전대 착용후 보 부재 유도 - 큰 보 가조립 - 안전대 부착시설(수평지지로프) 설치 - 수평지지로프에 안전대를 걸고 이동하여 걸기 와이어 해체 - 큰보 사이에 추락 및 낙하물 방지용 방망 설치 - 큰보 및 작은보 조립 - 작은보에 안전대 부착시설 설치 - 큰보 사이 설치한 방망 수정 설치(필요시)하고 하강 <p>2) 보 부재의 조립을 위하여 유도할 때에는 유도부재의 흔들림에 대비하기 위하여 반드시 유도로프를 사용한다.</p> <p>3) 보 부재의 조립은 큰 보를 먼저 조립하고 작은 보를 조립한다.</p> <p>4) 가체결 볼트는 계획된 볼트 수를 확실히 체결하고, 가체결이 완료되기 이전에는 보 상부의 이동과 일체의 작업은 금지한다.</p> <p>5) 인양 결이시설은 가 체결이 완료되기 이전에 해체하여서는 아니 된다.</p> <p>6) 춤이 큰 보는 반드시 작업발판 또는 보의 웨브에 발 받침을 지상에서 부착한다.</p> <p>7) 지지로프의 재질에 적합한 긴장기를 이용하여 수평지지로프를 충분히 긴장하여 설치한다.</p> <p>8) 보의 상부로 이동하는 근로자는 반드시 안전대를 착용하고 돌출물 등에 주의하며 이동한다.</p>	
	<볼트체결 및 용접>	
	<p>1) 볼트의 체결은 달대비계 등의 작업발판을 확보하고, 반드시 안전대를 착용한다.</p>	

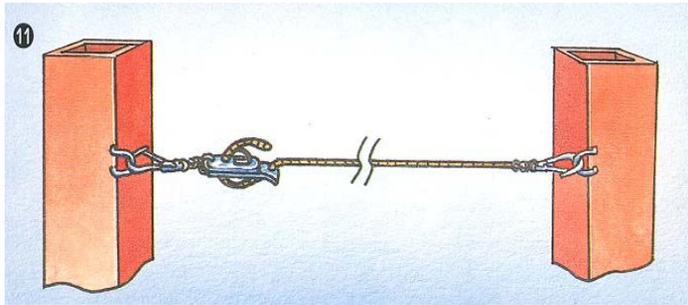
<볼트체결 및 용접>	
안전 대책	<ol style="list-style-type: none"> 1) 용접공의 자격 여부를 확인하고, 숙련정도와 건강상태 등을 확인하여 근로자를 배치한다. 2) 용접공은 보안면, 보안경 등 용접작업에 적합한 개인보호구를 착용하여야 한다. 3) 용접 설비는 감전과 전격 등에 대한 안전성을 점검한다. 4) 용융금속의 낙하 또는 아아크로 인한 화재를 방지하기 위하여, 가능한 방풍 및 불티의 비산을 방지할 수 있는 작업대를 사용한다. 5) 작업대가 구비되지 못한 경우에는 불티의 비산 범위에 있는 인화 및 발화물질은 정리정돈과 하부의 방망 보호조치를 선행한다. 6) 밀폐장소 및 협소한 장소에서의 용접은 사전에 산소농도 측정 및 환기시설의 설치 등 필요한 조치를 취하여 가스에 의한 질식과 중독을 방지한다. 7) 고소 작업자는 작업공구나 볼트 등의 보관을 위한 공구함 등을 사용하고, 항상 낙하물이 발생하지 않도록 작업장 주변을 정리정돈한다. 8) 볼트와 용접 작업은 상·하 동시작업은 원칙적으로 금지하며, 해당 근로자 외에는 출입을 금지한다.



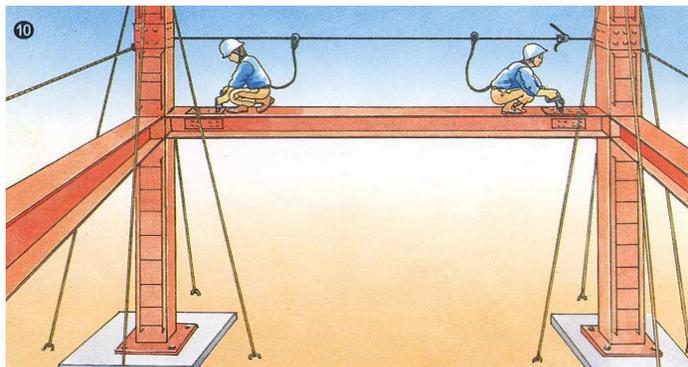
[그림 5-28] 지상 준비작업



[그림 5-29] 보 부재 유도 예



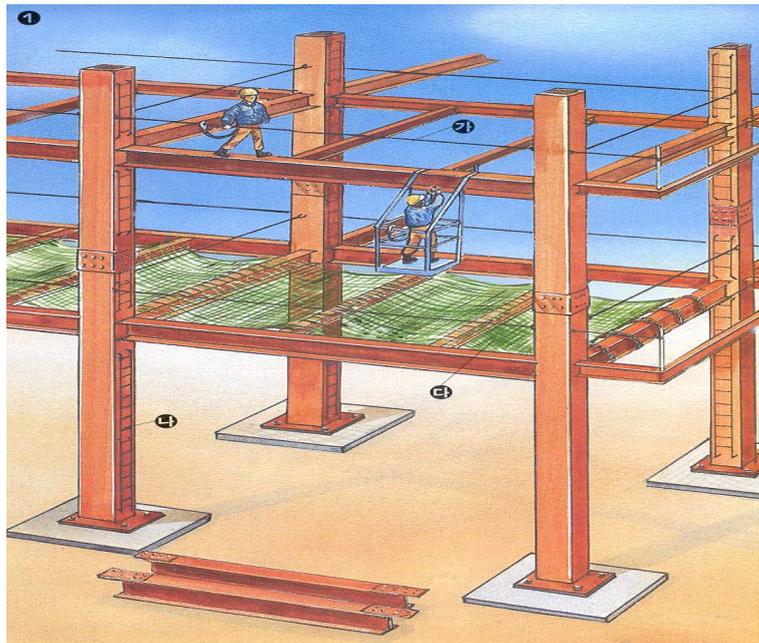
[그림 5-30] 안전대 부착시설(수평지지로프) 설치 예



[그림 5-31] 보 부재 조립 예



[그림 5-32] 기둥 조립의 예



[그림 5-33] 철골현장의 예

제 6장 결 론

철골공사는 공사의 속성상 안전시설의 설치가 곤란으로 건설업의 타 공사에 비해 재해 발생 빈도가 높은 공사이다. 따라서, 본 연구에서는 문헌 및 기존의 연구, 현장실태조사, 재해사례의 분석을 통해 철골공사의 수행과정에 잠재되어 있는 위험요인들을 도출하였으며, 위험요인과 재해방지에 필요한 안전관리 매뉴얼을 제시하였으며, 본 연구 수행과정에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 철골공사 재해는 최근 3년간 증가하는 경향을 보였으며, 중소규모의 공장건축물의 개·보수 공사에서 가장 많은 재해가 발생하였다.
2. 재해자의 최종 작업 위치는 수평부재인 철골보에서 가장 많이 발생하고 있으며, 지붕, 지면, 기둥, 구조물 바닥의 순으로 나타났다.
3. 재해자의 현장내 활동중 이동과정에서 재해가 가장 높게 나타났으며, 운반, 조립, 해체의 순으로 나타났다.
4. 수평이동에서의 재해가 가장 많이 발생하였고, 수직이동에서는 하향이동이 상향이동보다 재해가 높게 나타났다. 또한, 운반작업에서는 수평보다는 상하 운반의 재해비중이 매우 높게 나타났으며, 조립작업에서는 볼트조립이 용접보다 높은 재해를 보였다.
5. 안전매뉴얼은 재해분석 결과를 토대로 개인보호구, 와이어로프, 수평이동통로, 수직이동통로, 방망, 반입과 운반, 지상준비, 결이 및 양중작업, 건립작업으로 구분하여 제시하였으며, 매뉴얼에 누락된 사항은 부록에서 철골공사 안전작업에 필요한 점검사항을 작업단계에 따라 제시하였다.

참 고 문 헌

1. 勞動部 國立勞動科學研究所, 鐵骨工事의 安全 1986.
2. 勞動部 國立勞動科學研究所, 飛階作業의 安全, 1986.
3. (주)대우, 비계와 통로, 1990.12.
4. 노동부 고시
 - 가설공사 표준안전작업 지침(고시 제92-49호, 1992.12.29)
 - 추락재해방지 표준안전작업 지침(고시 제92-50호, 1992.12.29)
 - 철골공사 표준안전작업 지침(고시 제94-3호, 1994.1.15.)
 - 크레인작업 표준신호 지침(고시 제94-27호, 1994.6.18)
 - 운반하역 표준안전작업 지침(고시 제94-28호, 1994.6.18)
 - 보호구 검정규격(고시 제2000-15호, 2000.5.18.)
 - 방호장치성능검정규격(고시 제2000-16호, 2000.5.18.)
5. 한국산업안전공단, 建設工事安全作業; 暇設工事編, 1989.
6. 한국산업안전공단, 건설공사 표준안전 작업기술자료(철골공사편), 1990.10.
7. 한국산업안전공단, 건설공사 표준안전 작업기술자료(추락재해방지편), 1991.12.
8. 한국산업안전공단, 보호구의 규격 및 해설, 1989.6.
9. 안홍섭, 철골작업 추락방지시설에 관한 연구, 1992.12.
10. 한국산업안전공단, 중대재해조사보고서,(1992 ~ 2000)
11. 한국산업안전공단, KOSHA CODE,
 - 철골공사 표준안전작업 지침, 1998.1.15
 - 안전대 사용지침, 1999.5.15
 - 추락재해방지를 위한 안전방망의 설치 및 사용지침, 1999.5.15
 - 건설기계 표준안전 작업지침, 1999.5.15.
12. 한국산업안전공단, 건설안전작업 ONE SHEET 매뉴얼,

13. 한국산업안전공단, 안전점검 및 재해사례 편람(강구조물공사편), 2001.11
14. 假設工業協會, 支保工·足場工事 計劃作成參劃者研修 博文堂, 東京, 1992.
15. 建設業勞動災害防止協會, 鐵骨 組立 等 工事 作業(建築鐵骨·地 編), 東京, 1983.
16. _____, 建設 安全, 1988.5-1992.6.
17. _____, 建築工事 安全, 東京, 1983.
18. 建設業勞動災害防止協會 東京支部, 墜落防止 , 東京, 1992. 5. 22.
19. 産業安全研究所研究報告; 安全 性能向上, 勞動省産業安全研究所, 東京, 1971.11.
20. 産業安全研究所研究報告; 安全 性能, 勞動省産業安全研究所, 東京, 1972. 4.
21. 安全點檢編集會, 建設工事 安全點檢 , 建設安全, 東京, 1990.
22. 日本建築學會, 鐵骨工事技術 ; 工事現場施工編.
23. ANSI A10. 13-1989(Steel Erection) & A10. 11-1989(Safety Nets)
24. Toivo Niskanen & Esko Seppanen, Prevention of Accident Involving Falling in the Construction Industry, Institute of Occupational Health, Finland.
25. Code of Federal Regulation Part 1926 Labor.
26. US Army Corps of Engineers, Safety and Health Requirement Manual, 1987.10.

부록 2. 철골공사 안전작업을 위한 주요 점검사항

점 검 사 항	결 과	개선내용
■ 안전교육 사항		
1) 교육계획은 수립되어 있는가?		
2) 채용시 안전교육은 실시하는가?		
(1) 교육의 내용은 적합한가?		
(2) 신규 채용한 근로자의 교육은 1시간 이상 실시하는가?		
3) 작업내용이 변경되는 경우 안전교육은 실시하는가?		
(1) 교육내용은 적합한가?		
(2) 교육은 1시간 이상 실시하는가?		
4) 특별 안전·보건 교육은 실시하는가?		
(1) 교육목적 및 내용은 적합한가?		
(2) 교육은 작업전 2시간 이상 실시하는가?		
5) 정기안전교육은 실시하는가?		
(1) 교육내용은 적합한가?		
(2) 교육은 월 2시간 이상 실시하는가?		
6) 신호, 표식 및 경보는 통일되고 잘 인식되어 있는가?		
(1) 크레인, 리프트 등의 운전시 신호는 통일되어 있는가?		
(2) 신호표시는 운전자 및 관계작업자가 보기 쉬운 장소에 부착되어 있는가?		
7) 비상대책과 훈련은 잘 되어 있는가?		
■ 정리정돈 상태		
1) 작업장내		
(1) 작업장은 항상 정리정돈이 되어 있는가?		
(2) 통로는 자재 등의 적치로 통행에 지장을 주지 않는가?		
(3) 필요한 장소에 쓰레기통 또는 폐자재 또는 잔재 등의 회수를 위한 용기가 설치되어 있는가?		
(4) 통로의 바닥은 요철이 있거나 물이 고여 있지 않으며, 이의 발견시 즉시 보수하고 있는가?		

점 검 사 항	결 과	개선내용
(5) 배수구는 물이 잘 흐를수 있도록 조치되어 있는가?		
(6) 도랑, 맨홀, 기타의 개구부에는 덮개가 설치되어 있으며 유지관리는 잘 되고 있는가?		
2) 자재의 적치 및 관리		
(1) 자재, 잔재 등은 일정한 장소에 정돈되어 있는가?		
(2) 자재의 적재는 안전한 방법으로 적치되어 있는가?		
(3) 소화전, 화재경보기, 도로표지 등의 주변에 자재 등을 적치하고 있지 않은가?		
(4) 인화성 또는 폭발성 물질은 소정의 장소에 보관 및 관리되고 있는가?		
(5) 자재 등은 종류 및 규격별로 분류하여 적재하고 있는가?		
(6) 사용용도, 반출순서, 장척의 부재부터 짧은 부재, 무거운 것부터 가벼운 것 등으로 적재되어 있는가?		
(7) 품질과 수량은 항상 파악할 수 있도록 정리하고 있는가?		
(8) 공구류는 필요한 장소에 정리되어 있는가?		
3) 가설건물		
(1) 사무실, 작업실 및 숙소 등의 주변은 청소되어 있는가?		
(2) 유리창, 전등은 먼지 등으로 어두워져 있지 않은가?		
(3) 우의, 신발, 세탁물은 정해진 자리에 정리되어 있는가?		
(4) 쓰레기통 및 재떨이는 비치되어 있는가?		
(5) 소화기 및 구급용기는 찾기 쉬운 곳에 두고 항상 사용 가능한 상태에 있는가?		
(6) 창고의 물품은 정리정돈이 잘 되어 있는가?		
■ 복장 및 보호구 상태		
1) 작업복은 다음사항이 잘 갖추어져 있는가?		
(1) 작업내용에 적합할 것		
(2) 통기성이 있고 움직임이 쉬울 것		
(3) 소매나 바지 가랑이를 조일 것		
(4) 머리카락이나 허리에 수건 등을 늘어뜨리지 않을 것		

점 검 사 항	결 과	개선내용
(5) 주머니에 유해 위험물을 넣지 말 것		
2) 안전화는 작업내용 및 작업장소에 적합하며 안전화의 바닥과 끈의 상태는 좋은가?		
3) 장갑의 사용 및 불가 작업을 구별하고 있으며 장갑착용 금지작업에는 이를 명시하고 있는가?		
4) 안전모의 턱끈은 매고 규격품이며 다음 사항이 준수되고 있는가?		
(1) 전기설비 인접 작업자는 내전성의 것을 사용		
(2) 모체 내부와 머리끈 간격이 25mm 일 것		
5) 안전대는 규격품이며 작업조건에 적합하고 다음 사항에 적합한가?		
(1) 바르게 착용할 것		
(2) 로프가 마모 또는 손상되지 않을 것		
(3) 장식들은 작동이 정상이고 부식, 마모되지 않을 것		
(4) 로프가 길거나 짧지 않을 것		
(5) 부착 설비에 이상이 없을 것		
6) 기타 검정에 합격한 보호구는 준비되어 있으며 필요 작업에 착용하는가?		
7) 보호구의 점검은 실시하는가?		
■ 철골부재 건립작업		
1) 일반사항		
(1) 현장건립 순서와 공장제작 순서는 일치하는가?		
(2) 2층 이상을 한번에 세우고자 할 경우는 1개층 이상 조립할 수 있도록 계획하여 도괴방지에 대한 대책을 강구하였는가?		
(3) 건설장비의 작업반경과 진행방향을 고려하여 먼저 세운 것이 방해가 되지 않도록 계획하였는가?		
(4) 기둥을 2분 이상 조립할 때에는 기둥을 조립할 때마다 보를 조립하고 안전성을 검토하면서 조립을 진척시키고 있는가?		
(5) 조립중 도괴 방지를 위하여 가볼트 체결 시간을 가능한 단축할 수 있도록 후속공사를 계획하였는가?		

점 검 사 항	결 과	개선내용
(6) 기둥의 기둥밀판(Base Plate)은 중심선 및 높이를 정확히 설치하고 앵커볼트는 확실한 조임을 하였는가?		
(7) 조립한 부재에 달아 올리는 부재는 서로 충돌하지 않도록 계획하고 있는가?		
(8) 데릭을 설치하는 철골부재의 볼트조임은 확실히 하고 필요할 때에는 그 부분을 보강하도록 하였는가?		
(9) 지붕 트러스 등 부재를 달아 올릴 때는 변형되기 쉬운 것은 보강하거나, 지주를 세워 대고 조립하는가?		
(10) 앵커볼트는 전체를 균등한 조임을 하였는가?		
(11) 기둥밀판은 모르타르 채움공법을 사용할 때 모르타르가 경화되기 전 진동, 충격을 주지 않도록 하였는가?		
(12) 기둥조립시 가조립 볼트가 체결되기까지 인장 와이어로프를 긴장하도록 하였는가?		
(13) 보의 조립이 불가능한 경우 기둥을 버팀줄 또는 버팀대로 보호하였는가?		
(14) 기둥의 밀둥 부분이 편일 때는 버팀대를 설치한 후 인장 와이어로프를 철거하는가?		
(15) 브라켓(Bracket), 커버플레이트(Cover Plate) 등을 탈락하지 않도록 확실하게 부착하였는가?		
2) 인양작업		
(1) 인양부재의 무게중심을 확인하고 달아 올리는가?		
(2) 기둥 인양시는 기둥의 꼭대기 볼트구멍을 이용해 인양용 철판을 덧대어 하중에 충분히 견디도록 하였는가?		
(3) 인양용 덧댐 철판에 와이어로프를 설치할 때는 샤펀을 사용하도록 하였는가? (와이어로프를 볼트구멍에 직접 걸어 사용하는 것은 금지)		
(4) 브라켓(Bracket) 아래 부분에 와이어로프를 걸 경우에는 보호용 껌재를 넣어 인양하도록 하였는가?		
(5) 기둥을 일으켜 세울 때는 밀부분이 미끄러지지 않게 서서히 들어올리도록 하였는가?		
(6) 기둥 밀부분에 무리한 하중이 실리지 않도록 하였는가?		
(7) 인양 와이어로프를 제거할 때는 샤펀이나 로프가 손상 여부를 확인하였는가?		

점 검 사 항	결 과	개선내용
■ 철골부재 접합작업		
1) 전기용접작업		
(1) 용접기의 외함을 접지하였는가?		
(2) 용접부의 접지는 하였는가?		
(3) 케이블의 절연상태는 완전한가?		
(4) 절연 호울더(Holder)를 사용하는가?		
(5) 사용전압기의 전압은 높지 않는가?		
(6) 작업중단시 스위치는 껐는가?		
(7) 우천, 폭설시 작업을 하지 않는가?		
(8) 용접 작업장 부근에 가연물이나 인화물은 없는가?		
(9) 접지의 부착상태는 양호한가?		
(10) 교류아크용접기는 자동전격방지장치를 사용하였는가?		
(11) 어스의 부착을 완전하게 하였는가?		
(12) 케이블의 접속을 완전하게 하였는가?		
2) 아세틸렌 용접방법		
(1) 작업장 가까이는 소화설비 또는 소화기를 준비하여 놓았는가?		
(2) 인화물을 제거한 뒤 작업을 하는가?		
(3) 가스용기 취급은조심해서 하며, 던지거나 충격을 주지 않도록 하는가?		
(4) 압력계, 꼭지쇠는 수시 검사를 받아 완전한 것을 사용하는가?		
(5) 인화성 또는 폭발성·재료를 넣은 용기를 용접 또는 절단하는 경우 용기를 깨끗하게 씻고나서 작업하는가?		
(6) 작업전에 취관, 호스, 감압밸브를 점검하였는가?		
(7) 동결 우려가 있을 때는 용기를 비에 젖은 곳이나 습기가 많은 곳에 놓아두지 않도록 하는가?		
(8) 환기상태가 나쁜 좁은 실내에서 작업하는 경우에는 가스누출에 주의하도록 하는가?		

점 검 사 항	결 과	개선내용
(9) 용기의 온도는 40℃ 이하로 유지하는가?		
(10) 용기는 전도 우려가 없도록 지지하였는가?		
(11) 비워진 용기와 채워진 용기는 구분하고 표시하여 보관하는가?		
(12) 용기는 전기장치 접지선의 부근에 두지 않도록 하였는가?		
3) 볼트 작업		
(1) 진동, 충격 또는 반복 응력을 받는 접합부에는 볼트를 사용하지 않도록 조치하였는가?		
(2) 볼트 구멍지름은 볼트의 공칭 축지름에 0.5mm를 더한 것 이하로 하였는가?		
(3) 볼트로 체결하는 환의 총두께는 지름의 5배 이하로 하였는가?		
(4) 볼트와 너트는 진동 등에 의하여 풀리지 않도록 2중 너트, 스프링 와셔 등의 조치를 하였는가?		
■ 이동식 크레인		
1) 설 비		
(1) 검사증을 비치하고 있는가?		
(2) 붐의 경사각은 보기 쉽게 표시되고 제한 각도를 명시하고 있는가?		
(3) 붐의 경사각도에 따른 정격하중은 보기 쉬운 곳에 표시되어 있는가?		
(4) 접속부의 고정은 확실하며 회전체는 덮개가 설치되어 있는가?		
(5) 연약지반은 침하방지 조치를 충분히 하고 있는가?		
(6) 아우트리거 및 작키의 지지는 수평을 유지하고 있는가?		
(7) 붐의 이동범위내에 전선 등 위험물은 없으며 방호조치는 되어있는가?		
2) 운 전		
(1) 운전자는 자격소지자인가?		
(2) 작업을 시작하기 이전에 다음 사항은 점검하는가?		

점 검 사 항	결 과	개선내용
① 권과방지장치 및 기타 안전장치, 브레이크, 클러치 및 컨트롤러의 이상 유·무		
② 와이어로프의 손상 유·무		
③ 후크, 와이어로프 등 달기기구의 이상유무		
(3) 신호는 통일되어 있고 운전자는 이것을 준수하는가?		
(4) 양중작업의 작업반경 내에 신호자, 작업원 등이 들어가지 않는가?		
(5) 화물을 매단 상태에서 운전자가 운전위치를 이탈하고 있지 않은가?		
(6) 주행상태에서 후크를 고정시키고 있는가?		
(7) 경사지에 화물을 쌓아 두거나 화물을 매단 상태로 이동하지 않는가?		
■ 타워크레인		
1) 조립·해체작업		
(1) 조립, 해체작업의 작업 책임자는 선임되어 있으며, 이들의 지시에 따라 작업이 수행하는가?		
(2) 불량 자재와 기구는 없는가?		
(3) 근로자들은 조립 및 해체순서를 숙지하고 있으며, 작업순서를 준수하는가?		
(4) 강풍, 폭우, 폭설 등의 악천후에는 작업을 중지하는가?		
(5) 상·하 동시작업에서 표준신호를 사용하고 이를 준수하고 있는가?		
(6) 재료, 기구 등의 양중작업에서 달줄, 달포대를 사용하고 제한하중의 표시는 있으며, 안전수칙은 준수하고 있는가?		
2) 운전작업		
(1) 근로자가 탑승상태에서 이동하고 있는가?		
(2) 재료 및 공구를 올리고 내릴 때에는 포대나 로프에 묶어서 사용하는가?		
(3) 고압전선이 있을 경우 보호조치를 강구한 다음 작업을 수행하고 있는가?		
(4) 상·하 동시작업은 관련 근로자 상호간 충분한 협조를 취하면서 작업하는가?		

점 검 사 항	결 과	개선내용
■ 전기적인 사항		
1) 분전함의 고나리는 다음 사항을 준수하는가?		
(1) 규격품으로 되어 있는가?		
(2) 전선의 인입, 인출구의 고정은 확실한가?		
(3) 문짝의 개폐, 부착위치는 좋은가?		
(4) 접지선의 굵기, 시공은 튼튼히 되어 있으며 접지 저항 값은 측정하는가?		
(5) 사용부하기 및 회로명칭은 표시가 되어 있는가?		
(6) 스위치		
① 안전덮개의 파손, 결함은 없는가?		
② 접촉면이 녹아 접촉불량이 되지 않는가?		
③ 전선 연결부분의 나사 등의 조임은 확실한가?		
④ 과대한 용량의 퓨즈를 사용하고 있지 않는가?		
⑤ 퓨즈는 충분히 조여져 있는가?		
(7) 설치한 감전방지용 누전차단기는 원활히 작동되는가?		
2) 이동전선은 다음 사항을 준수하고 있는가?		
(1) 가설전기기기에 사용된 전선은 캡타이어케이블을 사용하는가		
(2) 3상일 때 4심 케이블, 단상일 때는 3심 케이블을 사용하며 1심은 접지선으로 사용하고 있는가?		
(3) 피복이 손상된 케이블을 사용하지 않는가?		
(4) 접지선의 피복은 녹색인가?		
(5) 접지선은 접지극에 확실하게 접속되어 있는가?		
(6) 케이블의 접속은 케이블 콘넥터를 사용하였는가?		
(7) 케이블 콘넥터는 칼날측을 전원측으로 사용하였는가?		
(8) 통로를 차단하는 케이블은 보호조치가 되어있는가?		
3) 조명설비		
(1) 기구		

점 검 사 항	결 과	개선내용
① 핸드램프 가설 전등, 투광기의 본체에 파손은 없는가?		
② 본체는 충분한 고정조치가 되어있는가?		
③ 전등의 보호장치는 설치되어 있는가?		
④ 전선의 연결부 손상은 없는가?		
⑤ 파손된 전구는 교체하였는가?		
(2) 배선		
① 조명용 배선은 공중에 가설되어 있는가?		
② 전등을 이설한 다음 충전부분의 노출은 없는가?		
③ 통로의 바닥에 노출되어 있지 않은가?		
(3) 조명		
① 작업에 지장이 없는 충분한 밝기를 확보하고 있는가?		
② 투광기는 확실히 부착되어 있는가?		
③ 근로자의 눈에 직접 조명되지 않도록 설치하고 있는가?		

철골공사 안전관리 매뉴얼 개발

(안전분야연구자료 연구원 2002-09-09)

발 행 일 : 2001. 12. 31.

발 행 인 : 원 장 정 호 근

연구책임자 : 책임연구원 최 순 주

발 행 처 : 한국산업안전공단 안전보건연구원

주 소 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4

전 화 : 032) 510-0851

F A X : 032) 518-0867

인 쇄 : 성 문 사 ☎(02)2268-0520

종류	용도	주 설치위치	설치시기	활용계획
러그	기둥	기둥	제작	양중
	큰보	큰보	제작	양중
	작은보	작은보	제작	양중
지지로프	수직	기둥	양중직전	수직이동(마닐라,w/r)
	수평	보	양중직전	수평이동
	전도방지	기둥	양중직전	부재의 전도방지(w/r)
작업통로	승강트랩	기둥	조립이전	수직이동
	사다리	기둥	조립이전	수직이동
	작업발판	보	조립이전	이동 및 조립
	안전난간	보	조립이전	수평이동
작업대	달대비계	보		볼트체결 및 용접
	방풍막	필요장소		용접불꽃 비산방지
방망	걸이 철물	보	제작	방망 체결
	방망	보		추락방지
	낙하물방지망	보		낙하물 방지
자동전격방지 기	자동전격방지	용접기 등	구입시	감전재해방지
	역화방지	용접기	구입시	
안전난간 간지주	안전난간지주	작은보, 단부		수평지지로프 설치
긴장기		지지로프		지지로프의 긴장
w/r	와이어로프			인양 및 지지로프
	샤클			양중
	석면포			비산방지, 낙하방지
	공구띠			낙하방지
	소화기			위험물 저장소 등