

철도차량 옥상 작업시 추락사고
예방에 관한연구
A Study on the Prevention of Fall
Accident for on the Roof in Rail road Vehicle

안종곤 원봉의 김동민
An, Jong- Gon. Won, Bong-Eui. Kim, Dong-min

maintenance team
Chi-Chuk vehicle office
Seoul Metro

ABSTRACT

Thorough preparations and investigations must be done in order to prevent the hazards which will happen when workers work on the roof of the rolling stocks.

Some industrial disasters can be prevented by solving the risks involved in the working of the work processes.

Falling accidents tend to happen from the roof of the trains when workers work in the high position.

So through the analysis of the 4M(Man, Machine, Media, Management), this paper analyzed the risk factors among the roof works and all problems of the maintenance.

Also this paper suggests new devices or new methods to prevent falling disasters and to relieve the mental senses of uneasiness.

국문 요약

철도차량 옥상 정비시 산업재해를 방지하기 위해서는 안전성을 확보한 철저한 준비 및 검토가 선행 되어야한다.

차량의 정비시 공정별 위험요소 및 제반 문제점을 도출하여 해결함으로써, 산업 재해를 방지 할수 있다.

차량의 중 정비시 추락 재해는 옥상 작업인 차량의 옥상에서 발생한다.

정비의 특성상 차량을 분리하고, 차량의 대차를 분리 한후, 받침대 위에 차량을 올려놓은 상태에서, 옥상 작업은 안전 시설의 효과적인 설치 및 활용이 어렵다.

4M 에 의한 분석을 통하여, 옥상 작업시 차량의 지붕에 안전 난간을 설치하여, 추락 재해를 방지 하고, 심리적 불안감을 해소하여, 안전하게 작업할 수 있는 방안을 연구 하였다.

* 안종곤 서울 메트로 지축차량
E-mail :332350@hanmail.net HP 016-790-6643.
Tel (02) 381-0496 Fax(02) 381-0560

** 원봉의 서울 메트로 지축차량

*** 김동민 서울 메트로 지축차량

1. 서론

첨단산업시대로 접어들면서 오늘날 산업 설비들은 자동화 및 복잡화가 되어가고 있는 추세이다. 따라서 국내 철도산업은 지속적인 기술발전으로 고속화가 진행되어 가고 있으며 또한 고장 발생이 비교적 적은 반면에 산업재해의 발생의 파급 효과는 그 어느때 보다 높은 것으로 나타나고 있다.

재해의 발생을 미연에 방지하려는 개념의 보전 정책을 도입하여야 하며, 시스템의 가변성과 작업공정의 시스템 전체의 안전 확보 및 종합적인 안전대책이 절실히 필요하게 되었다. 특히 철도 차량의 정비 분야에서 재해의 발생율이 크다고 생각 된다

차량의 옥상 작업중 고소작업으로 인하여 작업자의 정신적 육체적으로 불안한 심리를 가져올 수 있어 추락발생의 요인을 분석하여 작업자의 추락재해를 방지하기 위하여 연구 하였다.

연구범위는 철도차량의 옥상 작업시 작업장의 안전성 확보를 위한 기술적 관리적인 지식을 연구 하며, 시스템 안전관리측면에서 차량정비의 불안정한 상태와 행동을 방지하여 정비와 안전을 동시에 성취할 수 있는 방안을 모색하고자 한다.

그래서 시스템내의 위험성을 적시에 찾아서 그 예방과 제어에 필요한 안전조치를 도모하기 위해, 선행 연구로서 철도 차량의 옥상작업과 같은 범위인 건설업의 고소작업 산업재해 사고원인별 분석과 실태 조사 분석을 통하여 그 원인을 분석하였다.

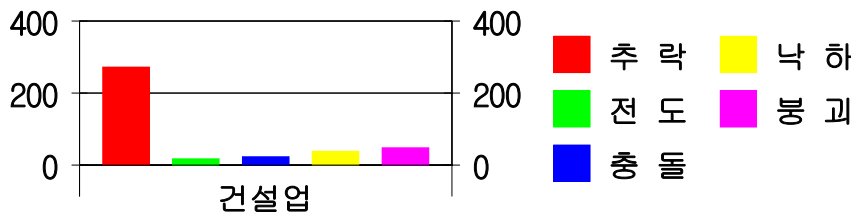
이 원인분석을 바탕으로 생산과 안전의 효율화를 위하여 이상 상태에 대하여 신속히 그 결함 원인을 찾고, 그와 동시에 안전하고 합리적으로 보수 하는 조치를 취할 수 있도록 연구 하였다.

2. 산업 재해 현황

2-1 . 발생형태별

표2 사망 재해 원인분석

발생형태	사망 재해 원인분석							
	추락	전도	충돌	낙하	붕괴	협착	--	계
건설업	272	17	23	38	48	19	---	609



그래프3 기인별 원인분석

2-2 산업 재해 분석

안전시설을 설치하지 않고 위험한 재래식 작업을 답습한데 기인한 것으로 분석된다.

추락 사고는 작업발판, 안전대, 및 부착설비, 안전난간, 추락 방지망, 등의 한가지의 조건만 이루어져도 추락 사고를 예방 할 수 있다고 사료된다.

3. 연구방법

3-1. 차량정비 계획 분석

중정비 검사는 중량물 진장품을 취급하는 작업으로써 안전설비와 위험한 고소에서 작업이 수행되므로 추락과 낙하의 재해발생우려가 높다.

재해의 예방과 방지 차원에서 사전계획은 매우 중요하다고 판단 되며.

정비계획 수립절차 및 안전 설비를 공정에 맞게 적절히 설치 하여야한다.

3-2. 작업공정 분석

그림1은 철도 차량의 중정비 공정 상황이며 지상에서 수선 작업은 추락의 위험이 없으나 옥상에서 상하의 이동 및 조립 작업이 시행되기 때문에 추락의 위험이 가장 많이 내포된 작업이다 그러므로 안전

설비를 설치하고 작업을 시행 하여야한다.

3-3 옥상작업 공정의 특수성

- 1) 협소한 공간에서 시행되고 있다.
- 2) 작업공정이 고소 작업인데 완전한 방호설비 설치가 없다
- 3) 옥상 작업기기의 위치가 산재되어 있으므로 이동하는 작업이 많다.
- 4) 중량의 기기를 취급하는 작업으로 사고유발 요인이 다양하다.
- 5) 옥상에서 기기의 상하 좌우 이동의 취급이 많다.

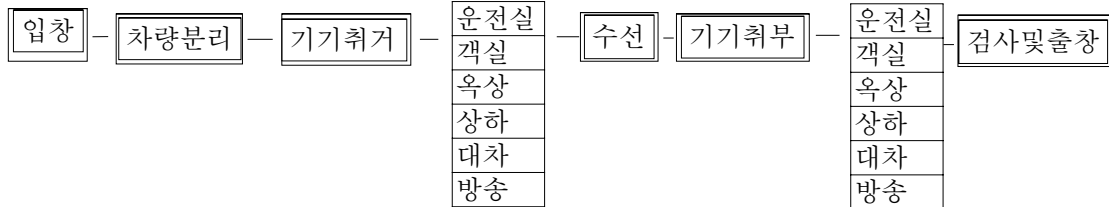


그림1 작업 공정도

3-4. 안전 시설물 실태조사 분석

1) 이동통로

옥상작업 작업자의 이동을 위한 이동 통로와 조립 등의 작업은 위험 작업시 작업발판을 설치하는 것이 원칙이나 사진1, 사진2 에서 작업 공정상 어려움으로 설치가 되지 않는 상태이다. 이동시는 안전대를 부착한 다음 이동하여야 하나 설치하지 않고 있는 실정

2) 작업발판

옥상 작업시 작업 발판을 사용 하여야하나 사진1, 사진2에서 차량의 지붕을 이용하여 작업을 수행하고 있다. 이러한 옥상에서의 불안정한 작업을 해소하기 위해서는 차량의 설계 단계에서부터 검토 되어야 한다.

3) 안전대 및 부착설비

안전한 작업 발판이 불가능한 경우 작업자의 추락제해 방지를 위해 안전대를 착용하여야 하나 사진1, 사진2에서 사용 하지 않고 있다.

안전대 착용의 목적을 달성하기 위해서는 안전대 부착설비가 반드시 설치되어야 하며 차량의 설계 단계에서부터 검토 되어야 한다.

4) 안전난간

차량의 옥상에 사진1, 사진2에서 안전 난간 설치가 되어 있지 않다

옥상작업시 발생하는 차량의 단부 측면 등에는 추락방지 표준 안전 난간대를 설치하여야 한다
표준 안전난간은 상부난간 90cm이상 120cm이하 중간대 45cm이상으로 설치하고 발끝막이판은 10cm 이상의 높이로 난간기둥은 2m간격으로 설치하도록 되어있다.

안전 난간이 설치 되지 않아 위험 요인이 방치되고 있으며 차량의 설계 단계에서 부터 검토 되어야 한다



사진1 차량 분리후 중정비 상태



사진2

중정비 상태

4. 분석 및 고찰

분석대상은 철도차량 중정비중에 차량의 옥상작업을 대상으로 4M으로 분석하였으며 또한 분석에 앞서 그림2에 재해발생 과정을 분석 하였으며 표3에서 4M은 인간이 작업하는 모든 재해 경우에 해당되며 표3에서 재해의 기본원인을 살펴보았으며 4M의 구체적인 내용을 각각의 작업에 알맞도록 안전 시설물에 대한 문제점들을 표4 Man 인간적 요인 분석, 표5 Machine 설비적요인, 표6 Media 작업적요인, 표7에 Management 관리적요인 으로 분석 하였으며 그리고 옥상 작업자들에게 설문 조사를 시행하여 분석 하였다.

4-1 4M에 의한 재해 발생과정

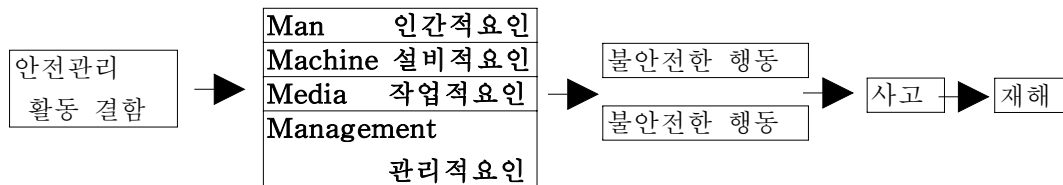


그림2

재해 발생과정

4-2 4M에 의한 재해의 기본원인

표3

4M에 의한 재해의 기본원인

구분	기본원인	내용
Man 인간적요인	1.심리적 원인	망각,고민,무의식, 착오등
	2.생리적 원인	피로,수면부족등
	3.직장적 원인	의사소통,통솔력
Machine 설비적요인	1.차량 설계상 결함	작업공간 불량
	2.점검 정비불량	조임,취부불량
	3.안전시설 미비	추락,충돌
Media 작업적요인	1.작업 정보의 미흡	작업공정 지연
	2.작업환경조건 불량	추락,충돌
Management 관리적요인	1.안전관리 계획 미수립	사고 발생
	2.안전교육 부족	사고 발생
	3.지도 감독 부족	사고 발생

4-2-1 인간적 요인 분석

표4 인간적 요인 분석

기본원인	원인내용	대책
심리적	안전대 착용 불편	안전난간설치로심리적 불안함 해소
생리적	피로,수면 부족 안전대 착용감 불편	충분한 휴식 안전난간 설치로 대체
직장적	책임자의 지시 불이행	작업전에 안전교육 및 지도 감독

4-2-2 설비적 요인 분석

표5 설비적 요인 분석

기본원인	원인내용	대책
차량 설계상의 결함	지붕 곡면 급경사	곡면 완화. 안전난간 및 이동통로 설치
.	지붕바닥 미끄러움	미끄럼 방지판 설치
점검 정비불량		

4-2-3 작업적 요인 분석

표6 작업적 요인 분석

기본원인	원인내용	대책
작업정보 부적절	작업공정 설명 불충분	작업공정 설명
작업자세 부적절	지붕곡면으로 불안정한 자세	곡면 완화. 안전난간 및 이동통로 설치
작업공간불량	옥상기기 산재	곡면 완화. 안전난간 및 이동통로 설치

4-2-4 관리적 요인 분석

표7 관리적 요인

기본원인	원인내용	대책
안전관리 조직의 결함	안전관리자 부족	공정별 감독자 안전교육철저
안전관리 규정의 불비	안전시설물 설치부족	안전시설물 설치검토
안전관리 계획의 미수립	공정별 안전시설물 설치부족	공정별 안전계획수립
안전교육, 지도감독	안전교육 지도감독 소홀	안전교육 지도감독 철저

4-2-5 설문 조사 분석

설문지는 전동차 중정비 또는 경정비 시에 전동차 옥상작업의 작업환경에 관한 설문조사를 하였으며 결과를 표8 표9 표10에 나타내었다.

설문지

옥상작업의 작업환경에 관한 설문입니다. 간단한 내용의 설문입니다. 협조를 부탁드립니다.

근무지: 서울 메트로 지축기지 정비팀 옥상 작업자 (20명)

1. 옥상에서의 작업 시 고소 공포증을 느끼십니까?

- ① 매우 느낀다 ② 대체로 느낀다 ③ 보통이다 ④ 느끼지 않는다.
- ⑤ 전혀 느끼지 않는다.

2. 현재 운행 중인 전동차의 옥상은 둥근형모형으로 작업 시 추락 및 미끄러짐에 대한 우려의 정도는 어떠하십니까?

- ① 매우 느낀다 ② 대체로 느낀다 ③ 보통이다 ④ 느끼지 않는다
- ⑤ 전혀 느끼지 않는다.

3. 현재의 전동차의 옥상의 구조를 옥상 작업 시 심리적 안정감을 갖도록 변경하는데 대해서 어떻게

생각하십니까?

- ① 매우 필요성을 느낀다 ② 대체로 필요성을 느낀다 ③ 보통이다
 ④ 필요성을 느끼지 않는다. ⑤ 전혀 필요성을 느끼지 않는다.

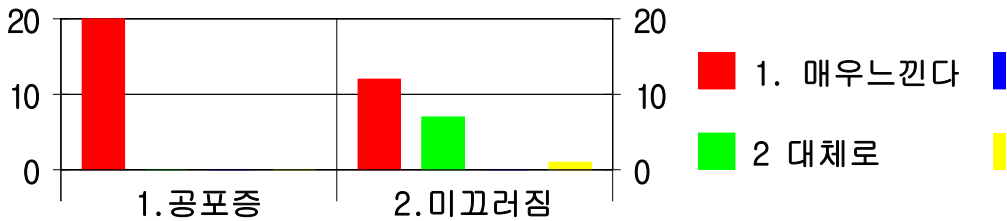
4. 옥상 작업시 안전 설비를 한다면 어느 방법이 좋다고 생각하십니까

- ① 안전 로우프 ② 안전 난간 ③ 이동 작업대 ④ 추락 보호망
 ⑤ 작업 발판

5. 옥상 작업 시 안전 대책에 대해 귀하가 생각 하는점을 말씀 해주세요?

표8 옥상작업시 공포증 느낌상태

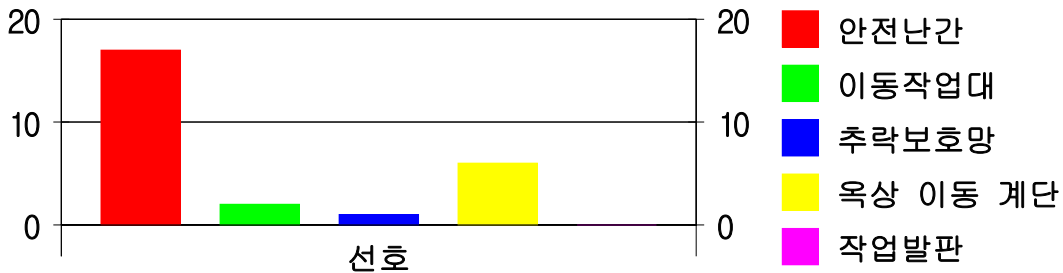
구분	1.매우느낀다	2 대체로	3 보통	4 느낌없음	5.전혀 느낌없음
1.공포증	20				
2.미끄러짐	12	7		1	



그래프4 옥상작업시 공포증 느낌상태

표9 옥상작업시 안전설비 선호도

구분	안전난간	이동작업대	추락보호망	옥상 이동 계단	작업발판
선호	17명	2	1	6	



그래프5 옥상작업시 안전설비 선호도

표10 기타 요구사항

구분	요구사항	대책
공정시스템	작업 공정도 개선 1명	작업장 환경 개선
상하 이동	높이 조절 사다리 6명	신조 차량시 설계 및 검토
안전로우프 안전난간 설치	옥상설치 필요 3명	신조 차량시 설계 및 검토

표11 추락방지 설비 설치시 준수사항 (산업안전보건법제23조 산업안전 기준에관한 규칙제8조)

구분	기능	용도,장소,조건	대책
추락 방지	안전한 작업이 가능한 작업대	높이 2m 이상의 장소 추락의 우려가 있는작업	안전 난간대
	추락자를 보호할수 있는것	작업대,난간 설치기 어려운곳	추락 방지망
	추락의 우려가 있는 위험장소에서 작업자의 행동제한	개구부, 작업대끝	안전난간
	작업자의 신체 유지 시키는것	작업대,난간 설치기 어려운곳	안전대 및 부착설비

5. 분석 결과

일반작업에서는 안전대, 로우프 등으로 작업자의 추락을 보호 할 수 있으나 고소작업인 차량의 지붕이 곡면인 상태에서는 몸의 균형을 잡기가 어려우므로 안전난간 설치가 최적이다.

4M, 설문조사 분석결과 안전난간은 작업자의 추락방지를 위해서는 반드시 설치되어야 함을 발견 하였다.

5-1 Men 인간적 요인분석

망각,무의식 행동,착오,피로, 및 의사소통 미흡, 통솔력 부족 등으로 인한 차량 옥상 작업시 추락 재해를 방지 할수 있는 방법 으로 안전대와 안전난간이 필요함을 발견하였다.

5-2 Machine 설비적 요인분석

차량 설계 및 제작시 차량 지붕의 곡면완화와 작업발판등 안전 시설물 설비가 검토가 필요함을 발견 하였다 .

5-3 Media 작업적 요인분석

작업자 스스로 안전의식을 생활화하고 안전수칙을 철저히 이행 해야함을 발견 하였다 .

5-4 Management 관리적 요인분석

안전관리 조직의 확대와 안전 교육, 훈련, 지도,감독등을 통하여 안전 시설물에 대한 중요성을 인식 할수 있도록 하여야 함을 발견 하였다.

5-5 설문 조사분석

옥상 작업자의 100%가 고소 공포증을 느끼며 60 %가 지붕의 미끄러짐을 느껴 곡선 완화를 원하며 안전 설비중 안전난간의 장 단점을 비교한 결과 80.5 %가 필요성을 선호 하는 것을 발견 하였으며 사진3.사사진4에 작업자가 옥상 오르내리는 계단의 너무 협소하고 한 줄 계단으로 내려올시 실족의 우려가 있고 공포증을 느끼며 불안한 자세로 이동하므로 계단을 넓게 하거나 두 줄로 설치해서 위험요소의 제거 필요성을 발견하였다.



사진3 전동차 상하이동 계단 1.



사진4 전동차 상하이동 계단 2.

6. 개선방안

6-1 문제점

- 1). 안전 시설물이 차량 설계시 부터 검토되지 않아 기 운용중인 차량의 옥상에 현장에서 안전난간을 설치 하기에 부적합
- 2). 작업자의 숙련도와 주의력에 의한 작업으로 안전의식 미흡함

6-2 개선 대책

- 1). 관리자 와 작업자의 안전의식 개선
- 2). 신조 차량 제작시 추락방지 시설 설계 검토 그림3,그림4
- 3). 추락.방지 시설(안전난간)설치 사진5.사진6. 사진7.사진8 사진9
- 4). 지붕곡면 경사도 완화
- 5). 지붕에 이동통로 설치

6-3. 스크린 셔터 안전난간

- 1).파이프를 절곡하여 만든 물결무늬의 셔터
- 2).스테인레스 파이프를 그물망처럼 상하좌우로 견고하게 결속
- 3).훼손이 쉽지않고
- 4).모터와 구동축 및 셔터 자체의 강한 고정력
- 5).효과가 높습니다.

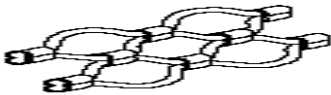


사진5 스테인레스 절곡 파이프



사진6 스크린 셔터 그물망

6-4. 파이프식 안전난간



사진7 파이프식 안전난간 및 조립도

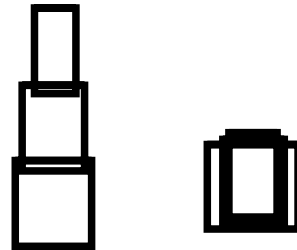


그림3

높이 조정

6-5 안전난간 종류 및 장단점

안전난간 종류 및 장단점을 표12 표13에 나타내었다

표12 스크린식 안전난간 종류 및 장단점

방법	종류	스크린식		비고
		장점	단점	
좌우 슬라이드	0.자동,수동 개폐	0.작업자,공구 추락방지	0.본체와 기둥이 고정	
	0.미관상 불량			
상하 슬라이드	0.자동,수동 개폐	0.작업자,공구 추락방지	0.본체와 기둥이 고정	
	0.미관상 불량			
고정식	0.자동,수동 개폐	0.작업자,공구 추락방지	0.본체와 기둥이 고정	
	0.미관상 불량			
접이식	0.자동,수동 개폐	0.작업자,공구 추락방지		

표13

파이프식 안전난간 종류 및 장단점

방법	종류	파이프		비고
		장점	단점	
좌우 슬라이드		0.작업자, 추락방지	0. 기둥이 고정 0.미관상 불량	
상하 슬라이드		0.작업자, 추락방지 0.높이의 1/2 조정	0. 기둥이 고정 0.미관상 불량	
고정식		0.작업자, 추락방지	0.기둥이 고정 0.미관상 불량	
접이식		0.작업자, 추락방지 0.자동, 수동 개폐		

6-6 안전난간 설치

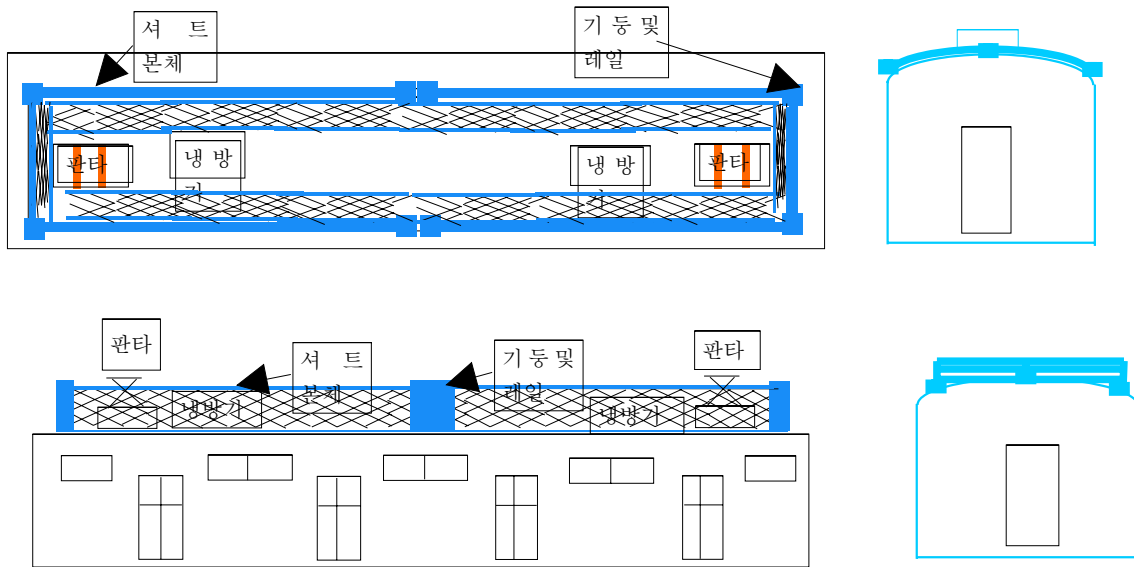


그림4

스크린식 설치도)

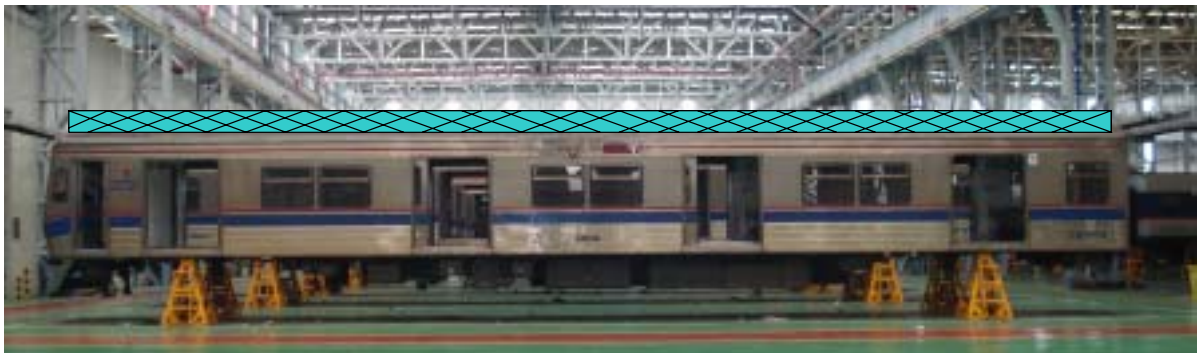


사진8

안전난간 설치 상태1



사진9

안전난간 설치 상태2

7. 결론

추락재해는 많은 업종의 작업 과정에서 발생하기 때문에 추락 방지 대책도 상황에 따라 적절하게 추락 방지대책 설비를 설치 하여야 한다

차량의 옥상 작업중 발생한 재해는 추락한 재해가 대부분을 차지하고 있다. 상해 정도도 추락자의 대부분이 사망하는 경우다

추락 재해의 원인은 간접적으로 작업 방법이나 교육의 부족에서 오는 불안정한 행동이 있으나 안전 대책으로서 안전 설비가 반드시 구비 되어야 하며 다음과 같은 효과가 있다.

1). 안전성

안전난간 설치로 작업자의 불안 심리를 해소하여 안전한 작업을 할 수 있다 그러나 작업자 스스로가 안전에 대한 인식을 제고 시키는 것이 바람직한 것으로 사료 된다.

2). 경제성

인적 재해와 물적 재해를 방지하여 경제적 손실을 방지 할수 있다.

3). 정확성

산업 재해방지와 차량정비에 만전을 기할수 있다.4). 신속성

작업시간 단축과 인공절감의 효과가 있다.

옥상 작업시 지붕의 곡면으로 인하여 이동중 불안전하며 또한 불안한 심리가 발생되어 작업시 불안정한 자세로 균형을 유지하기가 어렵다

4M 및 설문결과 안전난간 설치로 인하여 불안심리 해소로 작업자의 정비의 완벽함을 기할 수 있으며 추락을 미연에 방지 또는 경감 시킬 수 있는 것으로 사료된다.

참고 문헌

- 1). 정성용 『건설 현장의 철골 작업시 추락사고 예방에 관한연구.』 2003
인천 대학교 산업 대학원 석사 논문
- 2) 『건설공사 안전 작업절차서 개발에 관한연구』 한국 산업 안전공단 1997
- 3). 『2005년도 상반기중대 재해 원인분석,한국 산업 안전공단, 2005,
- 4) 『추락재해방지』,한국산업안전공단,1992
- 5) 『2005 연구 보고서 철골공사 안전관리 매뉴얼 개발』,한국 산업 안전공단,2005,
- 6) 『추락재해방지 표준안전작업지침』,노동부,고시
제92-50호,1992
- 7) 『철골공사 표준안전작업지침』,노동부,고시
제2001-14호,2001
- 8) 『가설공사 표준안전작업지침』,노동부,고시
제2001-11호,2001
- 9) 『표준안전작업지침』,한국산업안전공단,2000.
- 10)한경보, 『건설안전기술론』,세진사,
1998.p379~413
- 11) 『추락재해예방대책에 관한 연구』,건설연구사,1992
- 12)이복영, 『소규모 건설현장의 추락 재해예방에 관한연구』,
서울산업대학교 산업대학원 석사학위논문,1998,12
- 13) 『건설안전공학』,기문당,1997