

타워크레인 재해예방대책

(주)한국산업안전 기술본부장 강 신 준 전무이사

2017년 06월 19일



타워크레인 재해예방대책 Process

T/C 재해사례분석

01

T/C 재해사례

02

T/C 재해예방대책

03

T/C 설치 작업 시 주의사항

04

T/C 해체 작업 시 주의사항

05

재해사례
분석



재해사례



재해예방
대책



설치 작업



해체 작업

KISCO 기술본부장 강 신 준 전무이사 소개

- 現 (주)한국산업안전 기술본부장(CTO / 전무이사)
- 산업안전보건공단 전북 지도원장
- 산업안전보건교육원 교수실장
- 산업안전보건교육원 교수
- 건설기계기술사 / 기계안전기술사
- 산업안전지도사 (제 0121호)

1. 타워크레인 재해사례 및 예방대책

재해예방대책

- T/C 재해현황분석
- T/C 재해사례
- T/C 재해예방대책

100.0%

교육 컨설팅

1) 타워크레인 재해현황분석

2) 타워크레인 재해사례

3) 타워크레인 재해예방대책

■ 최근 5년 간 타워크레인 재해현황 분석

기준: 2012년 ~ 2016년

(단위 : 건, 명)

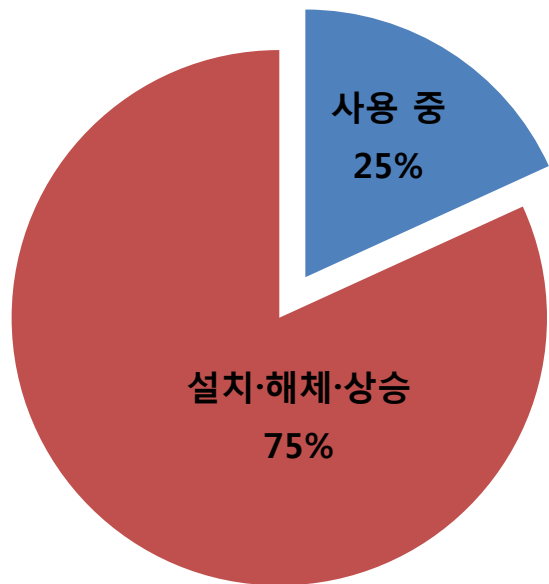
구분	계	2016	2015	2014	2013	2012
재해발생건수	20	9	1	5	5	0
사 망 자 수	22	10	1	5	6	0
부 상 자 수	7	1	0	3	3	0
합 계	29	11	1	8	9	0

※ 조사대상 중대재해 기준임

- 지난 5년간 총20건의 재해발생으로 29명의 재해자 발생
·22명이 사망하고 7명이 부상을 당함
- 2017년 2건 재해발생으로 36명의 재해자 발생(삼성중공업 6명사망 25명부상 남양주 3명사망 2명부상)
·9명이 사망하고,27명이 부상을 당함

■ 최근 5년 간 작업내용별 재해현황 분석

기준: 2012년 ~ 2016년



※ 전체 20건의 재해 중

- 설치/해체 작업중의 재해가 15건으로 75% 차지
- 중대재해 사망자 22명중 16명이 설치·해체 작업 중 사망

■ 타워크레인 재해사례(2014년)

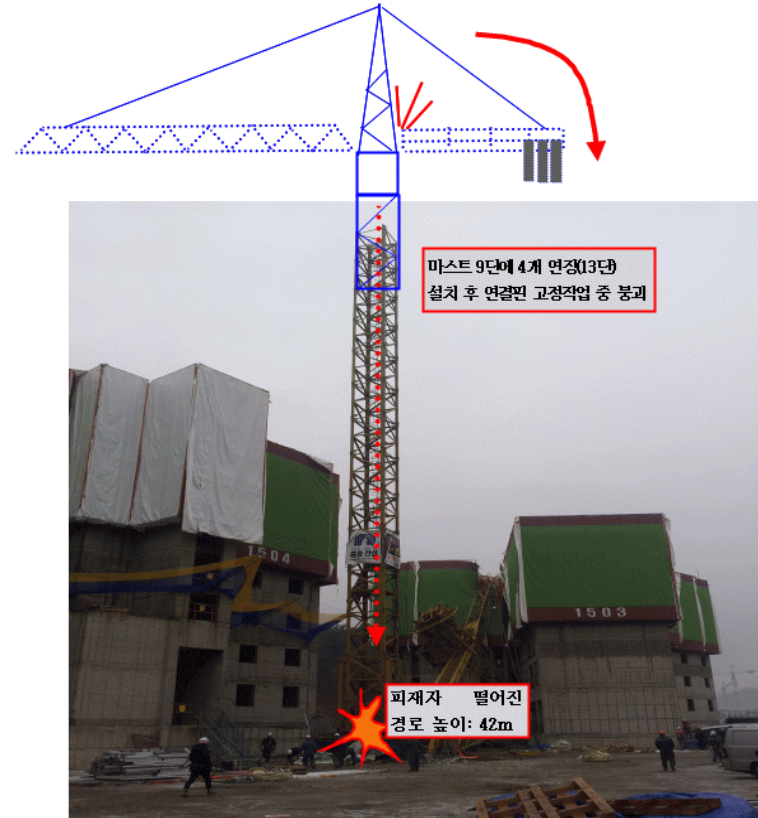
3) T/C 턴테이블과 마스트 핀 체결 중 사고

1. 재해개요

- 재해 일시: 2014. 00. 00.

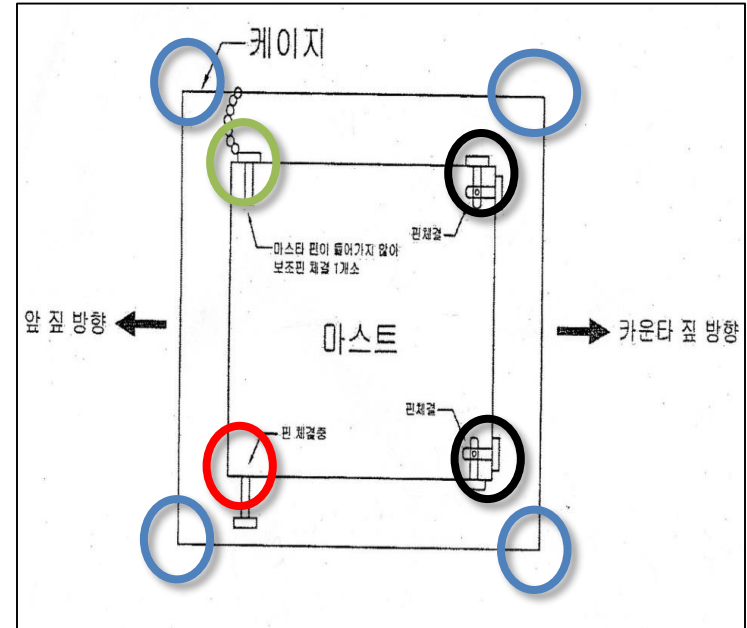
- 재해 내용: 세종시 00 현장에서 작업 팀이 타워크레인(HT380, 14Ton)

인상작업을 완료한 후 턴테이블과 마스트를 연결한 보조핀을 메인 핀으로 교체하는 과정에서 타워크레인 본체가 균형을 잃고 카운터 지브 방향으로 붕괴되며 그 충격으로 텔레스코픽 케이스가 지상으로 낙하, 작업자 2명이 약30M 높이에서 추락하여 중상을 입은 재해임



2. 사고발생 상황

- 1) 그림과 같이 마스트 부재 4개소 중 카운터지브 방향 쪽 후면 2개소 (1개소 마다 마스트핀 2개 끼움 구조)에 마스트 핀을 끼운 후
- 2) 메인,지브 방향 쪽 전면 2개소에 마스트핀 끼움,작업을 하는데 지브방향이 옆으로 틀어져 있어 마스트 상부와 피봇조인트부위, 메인지브 방향 쪽 전면 핀 구멍이 일치하지 않아 마스트,핀을 망치로 박으려 했으나
- 3) 핀이 들어가지 않아, 텔레스코픽 케이스가 망치질하는 데 지장이 있어 망치작업에 용이할 만큼 텔레스코픽 케이스를 아래로 내려놓기 위하여 텔레스코픽 케이스와 마스트상부와 피봇 조인트의 고정된 케이스 핀 4개 모두 분리하였음
- 4) 트롤리를 이용한, 무게 균형이 유지되지 않았거나 흔들린 상태에서 카운터 지브쪽 핀 고정 2개소가 힌지 역할을 하면서 텔레스코픽 케이스가 하강 중 가이드롤러의 진동으로 잘 끼워지지 않은 보조 핀이 빠져 상부구조가 카운터지브 방향으로 회전하면서 붕괴됨

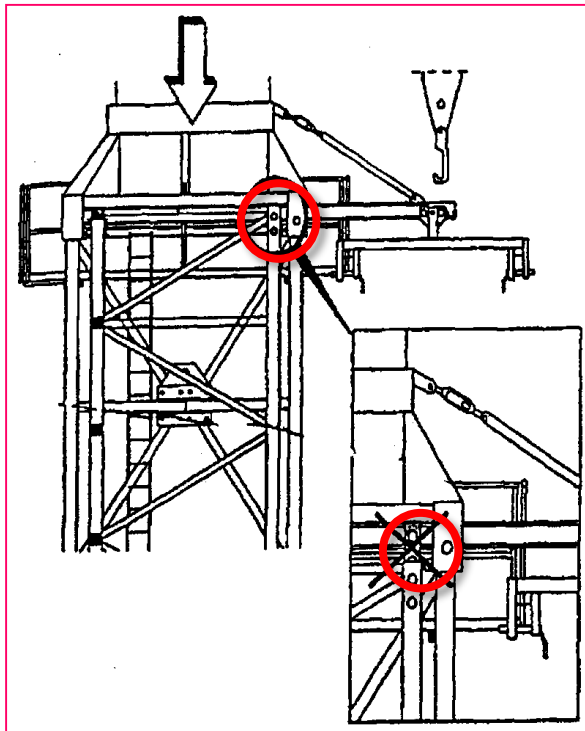


0 케이스 핀 4개 모두 분리함

■ 타워크레인 재해사례(2014년)

3) T/C 턴테이블과 마스트 핀 체결 중 도괴

2. 사고발생 상황 - 마스트 부재 4개소 중 카운터지브 방향 쪽 후면 2개소(1개소마다 마스트 핀 2개 끼움)



텔레스코픽케이지 핀

마스트 핀

텔레스코픽케이지 핀(상상) 마스트 핀(상상)



- 텔레스코픽핀
- 마스트핀
- 보조 핀

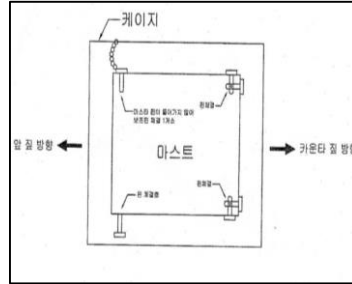


- 변형된 마스트 핀

■ 타워크레인 재해사례(2014년)

3) T/C 턴테이블과 마스트 핀 체결 중 도괴

2. 사고발생 상황 - 마스트 부재 4개소 중 카운터지브 방향 쪽 후면 2개소(1개소마다 마스트 핀 2개 끼움)



3. 사고원인

- 연장설치 중 타워크레인 상부구조의 균형이 유지되지 않은 상태에서 턴테이블 피봇 조인트와 최상부 마스트가 연결 핀으로 고정되기 전에 턴테이블 피봇 조인트와 텔레스코픽 케이지의 연결 핀을 제거함으로 붕괴

1) 타워크레인 Balance용 균형 웨이트 미 사용

2) 핀 홀 조정 시 레버 블럭 미 사용

4. 재해예방대책

1) 턴테이블과 최 상단 마스트 핀 체결 시 안전수칙 준수

- 균형추를 사용하여 타워크레인의 균형 유지
 - 핀 홀이 안 맞아 핀이 잘 들어가지 않을 경우 레버블럭을 사용하여 조절
 - 프론트 지브를 회전하거나 유압 실린더를 조작하여 핀 홀 조절 금지
- ** 핀 홀 조정 시 레버(체인) 블럭을 사용

2) 매뉴얼에 의한 작업방법 및 작업순서 준수

■ 타워크레인 재해사례(2013년)

4) 타워 지브 조립작업 중 지브가 넘어지면서 협착

1. 재해개요

- 재해 일시: 2013. 00. 00.
- 재해 내용: 타워크레인 설치 작업을 하던 중, 이동식크레인으로 지면에서 FRONT JIB(60m)을 조립하는 과정에서, #6 JIB을 지면에 안착시킨 뒤 줄걸이 슬링 벨트를 다시 체결하기 위하여 JIB에서 해지한 줄걸이 로프를 상승시키는 순간 줄걸이 로프의 단부가 #6 JIB의 일부분에 걸리면서, #6 JIB가 균형을 잃고 이동식크레인 방향으로 전도되면서, 옆에 있던 근로자가 JIB에 깔려 사망한 재해

* 참고 장비개요

- 모 델 명 : 315HC-L(24TON)
- 제 작 사 : LIEBHERR(독일)

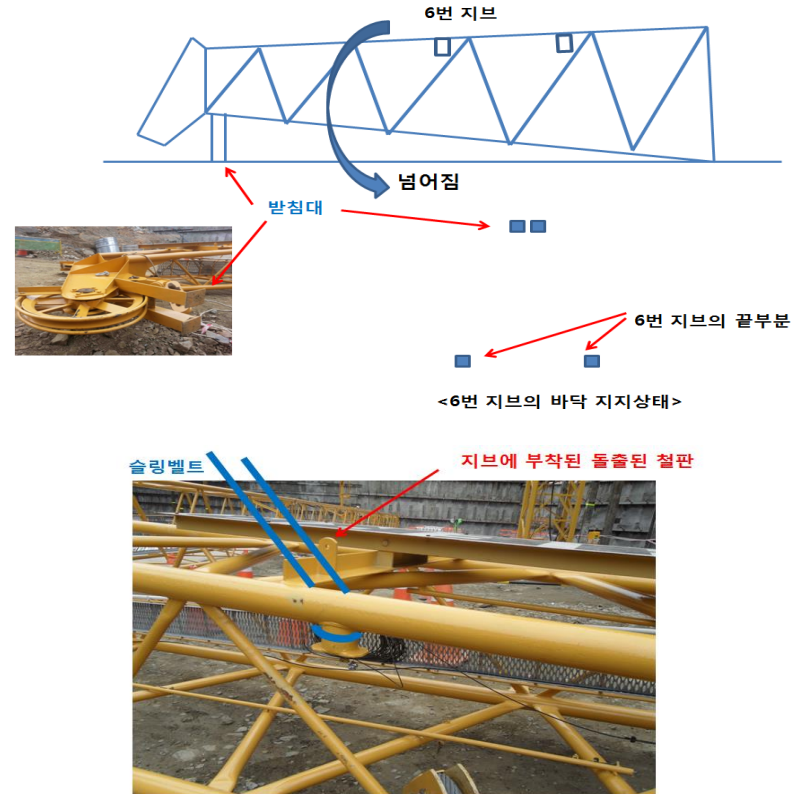


■ 타워크레인 재해사례(2013년)

4) 타워 지브 조립작업 중 지브가 넘어지면서 협착

2. 사고 발생 원인

- 5개의 지브를 지상 조립한 후 마지막 6번째 지브를 이동식크레인으로 인양한 후 지브를 연결하기 위하여 바닥에 내려놓고 슬링벨트를 제거하는 순간 6번째 지브가 넘어지면서 재해자가 깔려 사망한 재해임
- 재해발생 당시 이동식 크레인의 줄걸이 로프(슬링벨트)를 올리는 순간 지브의 돌출부(지브에 부착된 철판 등)에 슬링벨트가 걸리면서 지브가 넘어지면서 사고가 발생한 것으로 추정됨
- 이동식크레인 운전원은 슬링벨트를 올리라는 신호에 의해서 크레인을 조작하였다고 진술하였으나, 신호한 근로자는 정확히 알고 있지 못한 상태임



■ 타워크레인 재해사례(2013년)

4) 타워 지브 조립작업 중 지브가 넘어지면서 협착

3. 재해 발생 상황도

- 작업자가 지브에서 줄걸이 로프를 완전히 풀고 슬링벨트가 걸리지 않도록 조치한 후 일정한 신호방법에 의해 이동식크레인 운전원이 크레인을 조작 (슬링벨트를 올림)하여야 하나, 작업자가 지브 내에서 슬링벨트를 풀고 나오려고 하는 순간 슬링벨트가 올라가면서 지브의 돌출부에 걸리면서 지브가 넘어진 것으로 판단됨



■ 타워크레인 재해사례(2013년)

4) 타워 지브 조립작업 중 지브가 넘어지면서 협착

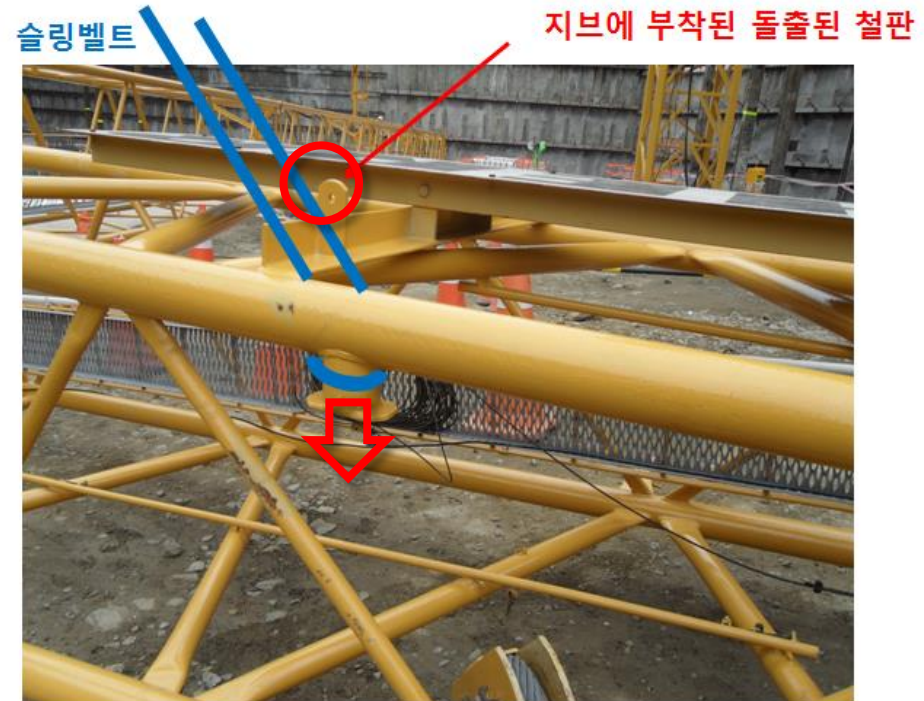
4. 재해 예방 대책

1) 지브 전도방지조치 철저

- 지브 지상조립 작업 시 작업장의 상태(지반경사 및 평평함, 장애물 등) 확인
- 운전자에게 신호자를 명확하게 해야 함
- 당 현장처럼 지브의 3점 지지형태로 전도위험이 있는 경우에는, 외부의 충격에 의한 넘어질 위험이 없도록 전도방지조치를 실시하여야 함

※참고: 슬링벨트가 걸린 것으로 추정되는 돌출된 철판

러그에 체결된 슬링벨트가 풀리면서 돌출부에 걸리면서 지브가 넘어감



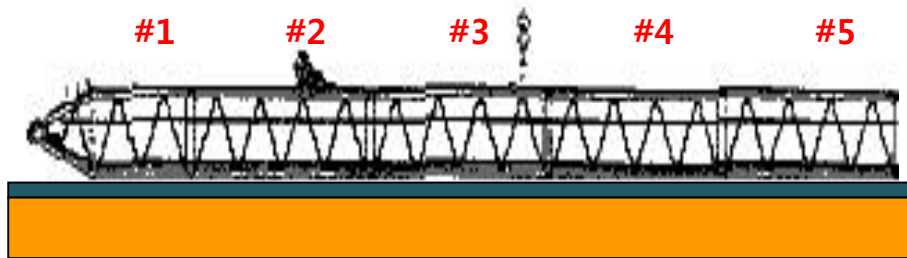
■ 타워크레인 재해사례(2013년)

4) 타워 지브 조립작업 중 지브가 넘어지면서 협착

4. 재해 예방 대책

1) 지브 조립 작업

- #1~#5 Front Jib 조립 진행
- 지면에서 Front Jib 조립 작업 실시
- #1~#5 Jib 조립 완료함



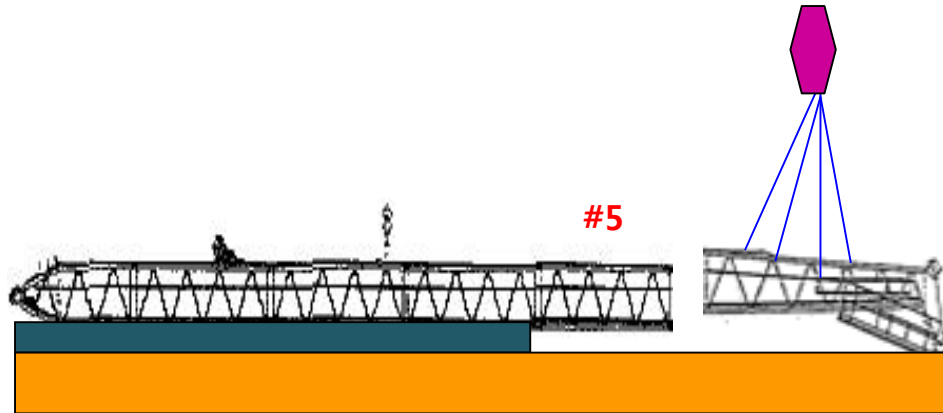
■ 타워크레인 재해사례(2013년)

4) 타워 지브 조립작업 중 지브가 넘어지면서 협착

4. 재해 예방 대책

2) #6 Jib 조립 진행

- 기조립 되어 있던 Jib(#1~#5)와 연결하기 위하여 경사지에 있던 #6 Jib
를 인양하여, #5 Jib과 연결하려 하였으나 #6 JIB의 호이스트 시브 쪽이
지면에 닿는 관계로 연결,핀의 체결이 안됨



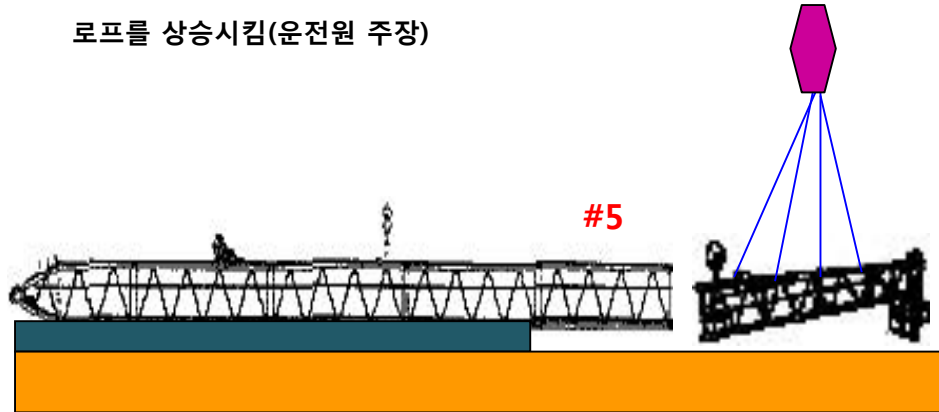
■ 타워크레인 재해사례(2013년)

4) 타워 지브 조립작업 중 지브가 넘어지면서 협착

4. 재해 예방 대책

3) #6 Jib 지면 안착 및 줄걸이 재 체결

- 줄걸이 로프를 재 체결(기울기 조정) 하기 위하여 #6 JIB을 #5 JIB과 일렬로 지면에 안착 시키고 러그에 체결된 줄걸이 로프를 풀상태에서 이동식크레인 운전원이 신호(미확인: 무전, 수신호)에 의하여 줄걸이 로프를 상승시킴(운전원 주장)



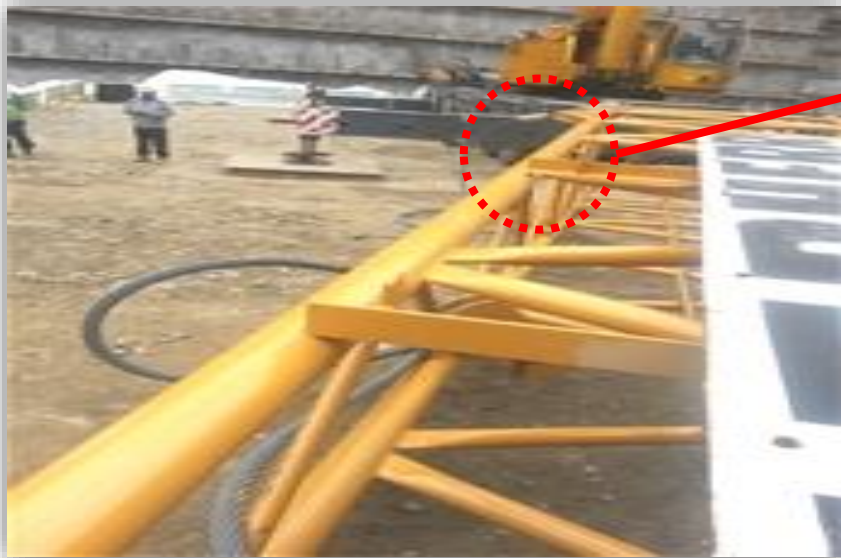
■ 타워크레인 재해사례(2013년)

4) 타워 지브 조립작업 중 지브가 넘어지면서 협착

4. 재해 예방 대책

4) 상승하던 줄걸이 로프가 #6 Jib에 걸림

- 상승 과정에서 줄걸이 로프의 단부가 Jib의 LIEBHERR 로고 간판 브라켓에 걸림 줄걸이 로프가 걸린 것을 신호수(작업자)가 발견하고 상승 중지를 신호였다고 함



■ 타워크레인 재해사례(2013년)

4) 타워 지브 조립작업 중 지브가 넘어지면서 협착

4. 재해 예방 대책

5) #6 Jib 전도 및 작업자 협착

- 걸려 있던 줄걸이 로프의 단부가 브라켓에서 이탈됨과 동시에 그 충격으로 #6 Jib가 균형을 잃고 이동식크레인 방향으로 전도됨
- Jib 위에 있던 작업자는 Jib과 같이 넘어 졌으나 무사하였고, Jib가 전도되는 방향에 있던 재해자는 미처 피하지 못하고 협착되어 사망함



■ 타워크레인 사고발생 주요 유형 / 원인 / 대책

사고 발생유형	사고 발생원인	안전대책
1. 본체 붕괴	- 기초앙카 부실 시공 - 텔레스코핑 작업 시 케이지 핀 미 체결 - 텔레스코핑 작업 시 마스트 볼트 先 해지 - 과부하 작업에 의한 충격하중 발생 - 턴테이블 볼트, 마스트 볼트 불량 파단 - 텔레스코픽 케이지 낙하로 인한 붕괴	- 기초앙카 구조검토 실시 - 텔레스코핑 작업 시 케이지 핀 체결 확인 - 텔레스코핑 작업 시 마스트 볼트 체결 확인 - 과부하 작업 금지, 안전장치 해제 금지 - 볼트류 비파괴검사 정례화 - 텔레스코픽 케이지 멤버 안착상태 확인
2. 지브 낙하, 파단	- 과부하 작업에 의한 지브 파단 - 지브 각도 불량에 의한 강풍 시 파단 - 타 장비와 충돌(펌프카, 이동식크레인, 인접 T/C)	- 과부하 작업 금지, 안전장치 해제 금지 - 매뉴얼에 의한 지브 각도 준수 - 충돌방지장치, 반경 내 타 장비작업 지양
3. 작업자 추락	- 고소에서 이동(상,하,좌,우) 중 실족 - 고소에서 작업 중 안전벨트 미 착용 - 케이지 작업발판 탈락으로 추락	- 이동 중 생명줄 설치 - 고소작업 시 안전벨트 필히 착용 - 케이지 작업발판 상태 점검
4. T/C 부재 낙하 및 전도	- Guide레일 위 마스트 낙하로 협착, 추락 - T/C 설치, 해체 중 줄걸이 로프 파단으로 부재 낙하 - 지면불량으로 세워놓은 부재 전도	- Guide레일 위 마스트 Lock 체결 확인 - 줄걸이 로프 상태 확인, 과부하 금지 - 지면상태 확인 후 부재 하역
5. 인양작업 중 인양물 낙하	- 줄걸이 방법 불량으로 자재 낙하 - 와이어로프 줄걸이로프 파단으로 인양물 낙하	- 줄걸이 체결방법 준수, 양중박스 활용 - 와이어로프 점검, 과부하 금지

■ 타워크레인 재해예방대책

타워크레인 재해예방대책 제시

1. 타워크레인 설치.해체작업자 교육의 강화 (고용노동부, 안전보건공단)

- 취업제한규칙에 의거 36시간 교육과정으로 자격 부여함

2. 타워크레인 검사기관의 검사원 교육강화 (국토교통부)

- 검사기관 : 6개기관

3. 타워크레인 설치 전 안전점검 실시 (건설현장 및 타워업체)

- 해체한 현장에서 바로 설치현장으로 운반하여 설치한 경우가 대부분임

4. 건설현장에서 타워크레인 점검강화 (건설현장)

- 현장 타워크레인 점검 Check List에 의한 점검강화

■ 타워크레인 재해예방대책

1) 국토교통부 및 고용노동부, 안전보건공단 법 강화

1. 타워크레인 설치·해체작업자 교육의 강화(고용노동부, 안전보건공단) - 취업제한규칙에 의거 36시간 교육과정으로 자격부여

작업명	작업범위	자격·면허·기능 또는 경험
21. 타워크레인 설치(상승작업을 포함한다)·해체작업	-	1) 「국가기술자격법」에 따른 제관기능사 또는 비계기능사의 자격 2) 이 규칙에서 정하는 해당 교육기관에서 교육을 이수하고 수료시험에 합격한 사람

2. 타워크레인 검사기관의 검사원 교육강화 (국토교통부) - 검사기관: 6개기관

검 사 명	내 용
1) 신규 등록검사	건설기계를 신규로 등록할 때 실시하는 검사
2) 정기검사	건설공사용 건설기계로서 3년의 범위에서 국토교통부령으로 정하는 검사유효기간이 끝난 후에 계속하여 운행하려는 장비에 대해 실시하는 검사
3) 구조변경검사	건설기계의 주요 구조를 변경하거나 개조한 경우 실시하는 검사
4) 수시검사	성능이 불량하거나 사고가 자주 발생하는 건설기계의 안전성 등을 점검하기 위하여 수시로 실시하는 검사

1. 타워크레인 검사유효기간 단축 (2년 ⇒ 6월) 및 검사기준 강화(2017.07.01)

- 타워크레인의 정기검사 유효기간을 2년에서 6개월로 단축 “산업안전보건법”에 따른 안전검사 주기와 일치시킴

2. 타워크레인 검사기준의 강화(신설)

- 1) 타워크레인에 대하여 검사를 하는 경우 건설기계기술사 등이 발행한 현장 구조검토서를 제시하도록 함
- 2) 기초앵커를 별도로 제작·설치하는 경우에는 기초앵커 제작증명서 등을 제시하도록 함
- 3) 2017년 7월 1일 이후 수입되는 중고 타워크레인은 신규등록검사 전에 비파괴 검사를 받아 그 결과를 제출하도록 함

■ 타워크레인 재해예방대책

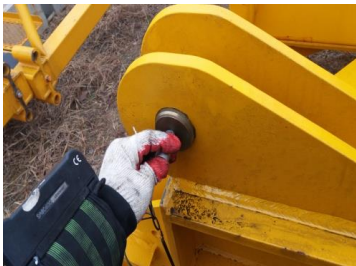
3) 타워크레인 설치 전 안전점검 실시 - 비파괴검사

검사종류	검사항목	
비파괴검사	1) 마스트 용접부 (기본 자립고전 물량)	자분탐상 검사 (Magnetic Particle Test : MT)
	2) 메인 지브 용접부 전체	
	3) 턴테이블 상·하부, 마스트 연결 부	
	4) 멤버 슈	
	5) 캐헤드 타이바 연결 부	
	6) Count, Front Jib 연결핀, 마스트핀 전량	초음파탐상 검사 (Ultrasonic Test : UT)
	7) 호이스트 감속기 메인 축	

검사종류	검사항목
육안, 계측검사	1) 구조부분 : 마스트 및 지브 - 외형검사 (비틀림, 휨, 균열여부)
	2) 권상 기계장치
	① 트롤리 주행장치 : 장착볼트 풀림 여부, 각종 스위치 상태 등
	② 시브 베어링 및 핀 : 시브 홈 및 압, 보스 부 마모, 균열여부 등
	③ 혹 및 와이어로프 : 손상 및 균열, 파단, 부식상태 등
	④ 기타 장치의 균열 및 마모상태 등 점검
	3) 선회장치
	4) 전기장치

■ 타워크레인 재해예방대책

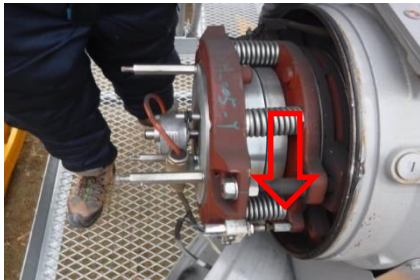
3) 타워크레인 설치 전 안전점검 실시 - 검사대상품 리스트(예 MC-310)

순위	품명	수량	참고 사진
1	Basic Mast	2EA	
2	Mast	6EA	
3	Turn Table	1EA	
4	Cabin	1EA	
5	Tower Head	1EA	
6	Main Jib	8EA	
7	Main Jib Tie Bar	6EA	
8	Counter Jib	2EA	
9	Counter Jib Tie Bar	6EA	
10	Mast Pin	52EA	
11	Turn Table Bolt	116EA	
12	Telescopic Cage	1EA	
13	Telescopic Cage Pin	EA	
14	Main Jib Pin	16EA	
15	Main jib Tie Bar Pin	8EA	
16	Counter Jib Pin	4EA	
17	Counter Jib Tie Bar Pin	16EA	
18	And others	-	

■ 타워크레인 재해예방대책

3) 타워크레인 설치 전 안전점검 실시 - 육안 / 계측검사(예)

검사항목	장비형식	검사부분	등록 번호 및 명판
검사내용	건설 장비등록증 및 명판과 일치함		
검사사진	 		
조치요구 사항	등록번호; 경기27가7082 / 차대번호; 604958		

검사항목	호이스트 브레이크	검사부분	간극, 조정 스프링
검사내용	간극, 조정스프링, 케이블접속상태		
검사사진	 		
조치요구 사항	브레이크패드 마모로 인한 분진이 다량 있음		

검사항목	Basic Mast	
검사내용	표면균열, 기공, 언더컷 및 오버랩 결함 유무	
검사사진		
조치요구사항	검사 기준에 적합(결함 검출되지 않음)	

검사항목	Jib Pin	
검사내용	내부균열 등 유해결함 존재 유무	
검사사진		
조치요구사항	검사 기준에 적합(결함 검출되지 않음)	

■ 타워크레인 점검강화 (건설현장)

4) 타워크레인 현장점검 Check List

구분	순번	점검항목	점검내용
타워크레인 의 성능·유지 관리	1	안전인증	안전인증(KC S)을 받았는지 여부 - 동력으로 구동되는 정격하중 0.5톤 이상 크레인(호이스트 포함)을 제조·설치·이전하거나 주요 구조부분을 변경하려는 자는, 법 제34조에 따른 안전인증을 받아야 하고, 사용자는 법 제34조의2에 따라 안전인증을 받은 제품을 사용해야 함(다만, 「건설기계관리법」의 적용을 받는 기중기는 비대상임) <산업안전보건법 제34조, 제34조의4, 위험기계·기구 안전인증 고시 제2016-29호>
	2	안전검사	안전검사를 받았는지 여부 - 동력으로 구동되는 정격하중 2톤 이상 크레인(호이스트 포함)을 사용하는 사업주는, 법 제36조에 따른 안전검사를 받아야 함. - 안전검사 주기는 크레인 설치가 끝난 날부터 3년 이내 최초 안전검사 실시, 이후 매2년마다 정기적으로 실시(건설현장에 사용되는 것은 최초 설치한 날부터 6개월마다)<산업안전보건법 제36조, 안전검사 고시(고용노동부) 제2016-43호>
	3	와이어로프 또는 체인 상태	와이어로프 또는 체인 손상 여부 - 이음매가 있는 와이어로프, 지름의 감소가 공칭지름의 7퍼센트를 초과하는 와이어로프 등은 사용해서는 아니 됨 - 제조된 때의 길이의 5퍼센트를 초과하는 체인은 사용해서는 아니 됨<안전보건규칙 제166조, 167조>
	4	줄걸이 용구	줄걸이 용구 손상 여부 - 혹·샤클·클램프 및 링 등의 철구로서 변형되어 있는 것 또는 균열이 있는 것을 사용해서는 아니 됨 - 고임이 끊어진 것, 심하게 손상되거나 부식된 섬유로프 또는 섬유벨트를 사용해서는 아니 됨<안전보건규칙 제168조, 제169조>
	5	혹 해지장치	혹 해지장치 부착 여부 - 혹 걸이용 와이어로프 등이 혹으로부터 벗겨지는 것을 방지하기 위한 해지장치를 구비한 크레인을 사용하여야 함<안전보건규칙 제137조>
	6	방호장치 부착 및 정상작동	방호장치 정상작동 여부 - 과부하방지장치, 권과방지장치[0.25미터 이상(직동식은 0.05미터 이상)], 비상정지장치 및 제동장치가 정상적으로 작동될 수 있도록 미리 조정해 두어야 함<안전보건규칙 제134조>
	7	지지방법 검토내용 및 적용여부 확인	자립고 이상에서 벽체 지지방법 준수 여부 - 서면심사(형식승인) 서류 또는 제조사의 설치작업 설명서 등에 따라 설치 - 서면심사(형식승인) 서류 등이 없거나 명확하지 않은 경우 건축구조·건설기계기술사 등의 확인을 받아 설치하거나 기중별·모델별 공인된 표준방법에 따라 설치 - 콘크리트 구조물 고정시 매립, 관통 등 방법으로 충분히 지지 - 건축물인 시설물에 지지하는 경우 시설물의 구조적 안정성에 영향이 없도록 할 것<안전보건규칙 제142조>

■ 타워크레인 점검강화 (건설현장)

4) 타워크레인 현장점검 Check List

구분	순번	점검항목	점검내용
작업 관리상태	1	관리감독자 업무	관리감독자의 안전보건상의 업무 수행 - 작업방법, 근로자 배치결정, 작업지휘, 재료의 결함유무·기구·공구의 기능 점검 - 작업계획서 작성 유무 확인, 작업지휘자 지정 및 신호 등 준수여부<산업안전보건법 제14조, 안전보건규칙 제35조, 38조>
	2	취업제한에 관한 규칙	타워크레인 조종사의 타워크레인 운전기능사 자격증 취득 - 크레인 조종작업(조종석이 설치되어 있는 것에 한정) 시 필요 자격 등 - 타워크레인운전기능사(조종석이 설치되지 않은 정격하중 5톤 이상 무인타워크레인 포함) 등 타워크레인 설치(상승)·해체작업자의 자격 - 제관기능사 또는 비계기능사 자격 - 해당 교육기관에서 교육을 이수하고 수료시험에 합격한 사람<산업안전보건법 제47조, 취업제한에 관한 규칙 제3조, 안전보건규칙 제141조>
	3	추락 등의 방지시 설	수리·설치·해체 작업시 추락방지조치 여부 - 추락에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 장소에는 안전난간·울 또는 덮개를 설치하거나 안전대를 착용하게 하는 등 추락위험 방지 - 보호구 지급 · 물체가 떨어지거나 날아올 위험 또는 근로자가 추락할 위험이 있는 작업 : 안전모 · 높이 또는 깊이 2미터 이상의 추락할 위험이 있는 장소에서 하는 작업 : 안전대 · 물체의 낙하·충격, 물체에의 끼임 : 안전화 <안전보건규칙 제32조, 42조>
	4	정격하중 및 신호 방법	정격하중 등의 표시 유무 - 운전자 또는 작업자가 보기 쉬운 곳에 정격하중, 경고 표시 부착 여부 확인 신호방법 선정 및 주지 - 신호방법을 정하고 작업종사 근로자에게 신호를 준수하도록 주지<안전보건규칙 제40조, 133조>
	5	타워크레인 설치· 조립·해체 작업시 조치사항	타워크레인 조립 등의 작업 시 조치사항 준수 여부 - 작업순서를 정하고 순서에 따라 실시 - 작업구역내 관계근로자 외 출입금지 및 그 취지를 보기 쉬운 곳에 표시 - 비·눈 등 기상상태 불안정시 작업중지 - 충분한 공간확보, 장애물이 없도록 조치 - 들어올리거나 내리는 기자재 균형 유지 - 충분한 응력을 갖는 구조로 기초설치 및 침하방지조치 - 규격품 볼트사용, 대칭되는 것을 순차적으로 조립·해체<안전보건규칙 제141조>

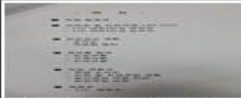
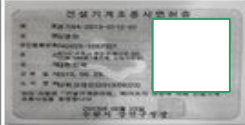
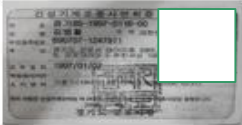
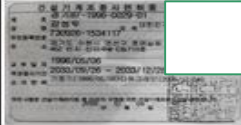
■ 타워크레인 점검강화 (건설현장)

4) 타워크레인 현장점검 Check List

구분	순번	점검항목	점검내용
작업 관리상태	6	작업계획서 작성 등	타워크레인 설치·조립·해체작업 시 작업계획서에 포함된 내용 확인 및 준수 여부 - 종류 및 형식, 설치·조립 및 해체순서 - 작업도구·장비·가설설비 및 방호설비 - 작업인원 구성 및 역할범위, 지지방법 작업계획서 내용에 대한 근로자 교육 여부<안전보건규칙 제38조> 작업계획서에 따른 작업지휘자 지정 여부 - 중량물 취급 작업계획서를 작성한 경우 작업지휘자 지정 및 지휘<안전보건규칙 제39조>
	7	강풍 시 작업중지	약천후 시 작업절차 확인 - 순간풍속 10m/s 초과 시 설치·수리·점검·해체작업 중지 - 순간풍속 15m/s 초과 시 운전작업 중지<안전보건규칙 제37조>
	8	크레인 작업기준 준수	크레인 작업 시의 조치 준수 여부 및 근로자 교육 실시 여부 확인 - 인양물을 바닥에서 끌거나 미는 작업금지 - 유류드럼 또는 가스통 등 폭발, 누출 위험이 있는 위험물용기의 보관함에 따라 안전하게 운반 - 고정된 물체를 직접 분리·제거 작업금지 - 인양중인 하물의 작업자 머리위 통과금지 - 인양할 화물이 보이지 않는 경우 작업금지(신호수 배치하여 작업하는 경우 예외) - 규격품 볼트사용, 대칭되는 것을 순차적으로 조립·해체<안전보건규칙 제146조>
	9	특별안전 보건교육	크레인 작업 특별안전보건교육 실시 - 1톤 이상의 크레인을 사용하는 작업 또는 1톤 미만의 크레인 또는 호이스트를 5대 이상 보유한 사업장 · 방호장치의 종류, 기능 및 취급에 관한 사항 · 걸고리와이어로프 및 비상정지장치 등의 기레기구 점검에 관한 사항 · 화물의 취급 및 작업방법에 관한 사항 · 신호방법 및 공동작업에 관한 사항 등<산업안전보건법 제31조>
	10	기타	기타 안전보건상의 조치 미 실시

■ 타워크레인 점검강화 (건설현장)

4) 타워크레인 현장점검 Check List에 의한 현장점검 (예)

구분	번호	점검내용	점검결과 및 대책			
			1호기	2호기	3호기	4호기
관리감독자 업무	1	관리감독자의 안전보건상의 업무 수행 - 작업방법, 근로자 배치결정, 작업지휘, 재료의 결함유무, 기구, 공구의 기능 점검 - 작업계획서 작성 유무 확인, 작업지휘자 지정 및 신호 등 준수여부 <산업안전보건법 제14조, 안전보건규칙 제35조, 38조>	 관리감독자 업무수행 양호	 관리감독자 업무수행 양호	 관리감독자 업무수행 양호	 관리감독자 업무수행 양호
취업제한에 관한 규칙	2	타워크레인 조종사의 타워크레인 운전기능사 자격증 취득 - 크레인 조종작업(조종석)이 설치되어 있는 것에 한정) 필요 자격 등 - 타워크레인운전기능사(조종석)이 설치되지 않은 정격하중 5톤이상 무인타워크레인 포함) 등 타워크레인 설치(상승),해체작업자의 자격 - 안전관리기능사 또는 비계기능사 자격 - 해당 교육기관에서 교육을 이수하고 수료시험에 합격한 사람 <산업안전보건법 제47조, 취업제한에 관한 규칙 제3조, 안전보건규칙 제141조>	 T/C 설치해체 교육이수 확인서 -작업계획서 첨부	 T/C 설치해체 교육이수 확인서 -작업계획서 첨부	 T/C 설치해체 교육이수 확인서 -작업계획서 첨부	 T/C 설치해체 교육이수 확인서 -작업계획서 첨부
추락등의 방지시설	3	수리·설치·해체 작업시 추락방지조치 여부 - 추락에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 장소에는 안전난간, 울 또는 덮개를 설치하거나 안전대를 착용하게 하는 등 추락위험 방지 보호구 지급 - 물체가 떨어지거나 날아올 위험 또는 근로자가 추락할 위험이 있는 작업 : 안전모 - 높이 또는 길이 2미터 이상의 추락할 위험이 있는 장소에서 하는 작업 : 안전대 - 물체의 낙하충격, 물체에의 끼임 : 안전화 <안전보건규칙 제32조, 42조>	 안전난간 설치 및 작업전 그네식 안전벨트 착용 관리감독자 상주 관리	 안전난간 설치 및 작업전 그네식 안전벨트 착용 관리감독자 상주 관리	 안전난간 설치 및 작업전 그네식 안전벨트 착용 관리감독자 상주 관리	 안전난간 설치 및 작업전 그네식 안전벨트 착용 관리감독자 상주 관리
정격하중 및 신호방법	4	정격하중 등의 표시 유무 - 운전자 또는 작업자가 보기 쉬운 곳에 정격하중, 경고 표시 부착 여부 확인 신호방법 선정 및 주지 - 신호방법을 정하고 작업종사 근로자에게 신호를 준수토록 주지 <안전보건규칙 제40조, 제133조>	 정격하중 14 TON 1호기 CH-7 T/C운전원 안역민 010-8732-0923	 정격하중 12 TON 2호기 CH-9 T/C운전원 안역민 017-313-4146	 정격하중 16 TON 3호기 CH-11 T/C운전원 안역민 010-3711-8973	 정격하중 12 TON 4호기 CH-13 T/C운전원 안역민
타워크레인 설치,조립,해체 작업시 조치사항	5	타워크레인 조립 등의 작업 시 조치사항 준수 여부 - 작업순서를 정하고 순서에 따라 실시 - 작업구역내 관계근로자와 출입금지 및 그 취지를 보기 쉬운 곳에 표시 - 비는 등 기상상태 불안정시 작업중지 - 충분한 공간확보, 장애물이 없도록 조치 - 들어올리거나 내리는 기차재 균형 유지 - 충분한 용력을 갖는 구조로 기초설치 및 철하방지조치 - 규격을 불투사용, 대칭되는 것을 순차적으로 조립·해체 <안전보건규칙 제141조>	- 타워크레인 작업시 조치 사항 준수 - 한국산업안전(KISCO) 관리감독자 배치하여 관리, 상술관리감독 보고서 작성 및 보관	- 타워크레인 작업시 조치 사항 준수 - 한국산업안전(KISCO) 관리감독자 배치하여 관리, 상술관리감독 보고서 작성 및 보관	- 타워크레인 작업시 조치 사항 준수 - 한국산업안전(KISCO) 관리감독자 배치하여 관리, 상술관리감독 보고서 작성 및 보관	- 타워크레인 작업시 조치 사항 준수 - 한국산업안전(KISCO) 관리감독자 배치하여 관리, 상술관리감독 보고서 작성 및 보관

2. 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

T/C 설치 / 해체 시

- T/C 텔레스코핑 시
- T/C 마스트 설치 시
- T/C 마스트 해체 시



- 1) 텔레스코핑 시 사전 점검사항
- 2) 마스트 설치 및 해체 시 점검사항

■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

1) 텔레스코핑 시 사전 점검사항

점 검 항 목	적 용 기 준	비 고
작업계획서	- 작업계획서 제출(작업자 보험, 유자격자 확인)	
마스트 구조부 변형상태	- 구조부 원형을 유지하고 있을 것	
월 타이 변형상태	1. 월 타이 수평 체결 및 변형 확인 2. 전용프레임 규격품 반입 확인 3. 프레임 규격품 반입 확인	고장력 볼트
마스트 볼트 확인	- 용도에 맞는 형식과 규격의 볼트 또는 핀으로 탈락이나 풀림이 없이 체결되어 있을 것	고장력 볼트, 핀
텔레스코픽 유압장치 정상 작동 확인	1. 펌프 및 유압실린더 작동 확인 2. 기능이나 안전에 영향을 미칠 가능성이 있는 부위의 누설은 미세 누유라도 수리 후 작업진행	텔레스코핑게이지 유압실린더
작업자 안전수칙 준수 관리 감독	1. 상부작업자와 하부작업자의 신호통일 확인 2. 작업자간 수신호 작업 절대 금지 3. 상부 작업자 이동 시 안전고리 체결 확인 4. 기상악화에 따른 풍속 확인, 순간풍속10 m/sec이상 작업중지	

■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

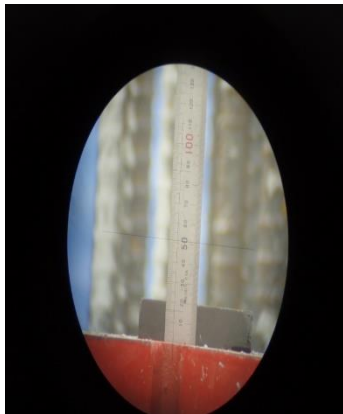
1) 텔레스코핑 시 사전 점검사항 - 작업 전 준비사항

1. 현장 준비 사항

점 검 항 목

1. 시공방법에 따른 구조계산을 하여 철골업체와 보강 방법을 준비
2. 타워 크레인 비 가동으로 인한 타 공종의 영향을 최소화 시킴
3. 준비된 보강자재로 보강작업 실시
4. 철골조의 확실한 레벨을 잡음
5. 철골조의 높이 등을 감안 타워상승 높이를 산출

점 검 사 진



■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

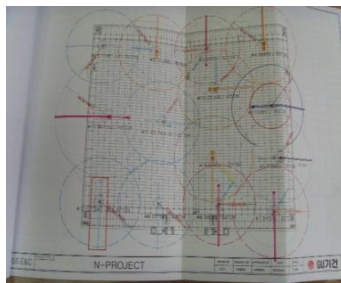
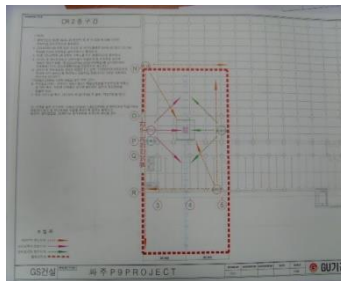
1) 텔레스코핑 시 사전 점검사항 - 작업 전 준비사항

2. 설치업체 준비 사항

점 검 항 목

1. 철골조의 레벨,볼팅,용접이 완료되었는지 또는 각부 체결 상태를 확인
2. 해당장비의 Telescoping 유압장치의 이상 유무를 검사
3. 보강재의 규격 및 시공방법의 적합성을 체크
4. 작업 공기구를 점검
5. 현장 진입로와 타워크레인 주변에 자재를 하차할 장소와 설치에 필요한 작업공간과 인원 통제인원을 준비

점 검 사 진



■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

1) 텔레스코핑 시 사전 점검사항 - Telescoping 상승 작업

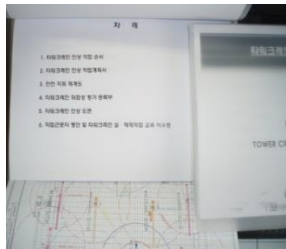
1. 일반관리 사항

점 검 항 목

◇ 타워 전도사고 중 80~90% 이상 발생율이 높은 상승작업시 사고"0"화를 위한 밀착 관리

1. 작업 절차서의 적정성, 안전성 검토
2. 작업 전 특별안전교육 (작업자는 안전보건공단 취업제한규칙 교육 이수자)
3. 작업 발판 등 안전시설물 재확인 점검
4. 작업현장 작업자에 밀착하여 위험포인트 지적
5. 상승작업 중 선회금지 감독
6. 각 체결부 완료 확인 후, 다음작업 진행(작업자 서두름 배제)
7. 풍속 10m/sec 이내에서만 작업실시
8. 작업구역 내 구역통제 확보 및 하부 통제자, 감독자 배치 철저
9. 상부작업시 모든 작업자는 안전벨트고리를 체결하며 필요시 2중고리를 사용

점 검 사 진



■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

1) 텔레스코핑 시 사전 점검사항 - Telescoping 상승 작업

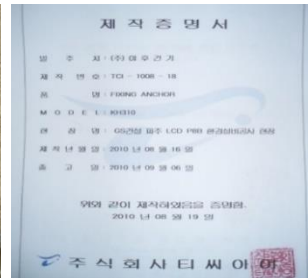
2. 세부 관리 사항

점 검 항 목

◇ 불량 마스트 재료 확인(강도결함) - 입고시 재 검수

- 마스트의 변형 발생 검사
- 핀,볼트 구멍의 변형(헐거움) 검사
- 비 규격 제작품 확인
- 마스트 용접부 Crack 검사
- 체결볼트, 핀부위 Crack, 표면결함 검사 (육안, PT/MT 필요시 UT검사 병행)
- 마스트 본체 도색상태 확인
- 제작증명서, 장비이력, 수입면장 등 서류 확인

점 검 사 진



■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

1) 텔레스코핑 시 사전 점검사항 - Telescoping 상승 작업

2. 세부 관리 사항

점 검 항 목

점 검 사 진

- ◇ Main Jib 방향과 Telescoping Cage 유압장치
방향 확인
- 모델과 장비특성 파악 후 재확인

1. 메인 지브 방향에 마스트 준비자재를 비치
2. Telescoping작업 시작함과 동시, 선회동작은 절대하지 않음
3. 작업구역확보는 메인 지브방향 뿐 아니라 후면 카운터 지브
구간까지 작업통제로 충분한 작업 구역을 확보



■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

1) 텔레스코핑 시 사전 점검사항 - Telescoping 상승 작업

2. 세부 관리 사항

점 검 항 목

- ◇ **텔레스코핑 케이지 고정 핀 체결 확인 - 작업진행**
 - 케이지는 4개의 보조핀으로 체결(일반적인 장비 사양)
 - 제작사 및 모델에 따라 볼트형도 있음
 - 보조핀은 텔레스코핑 시에만 사용(상승작업이 종료되면 정상핀으로 교체)
 - **정상핀으로 교체하기 전에는 작업금지**
- 1. 텔레스코핑 케이지를 고정 전에 유압장치를 상승, 하강동작을 확인
- 2. 케이지의 요크부(마스트와 케이지 결속)이상여부를 확인하고 케이지를 고정작업
- 3. 준비된 마스트를 인입 발판 상부에 안착
- 4. 마스트와 턴테이블 체결볼트를 해체

점 검 사 진



■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

1) 텔레스코핑 시 사전 점검사항 - Telescoping 상승 작업

2. 세부 관리 사항

점 검 항 목

점 검 사 진

◇ 텔레스코핑 케이지 가이드롤러의 간격 - 작업진행

- 각 위치에 부착된 Guide Roller는 마스트와 일정간격을 유지할것

1. 준비된 Balance Weight로 Jib의평형작업 실시

2. 텔레스코핑 케이지와 마스트의 안내가이드 롤러의 간격이 모두 일정하도록 트롤리를 이동시켜 평형상태를 유지

3. Jib의 평형이 이루어지면 Turn-Table하단과 Mast 상부체결 볼트를 해체

***현 시점부터는 선회작업 절대 금지!!**



■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

1) 텔레스코핑 시 사전 점검사항 - Telescoping 상승 작업

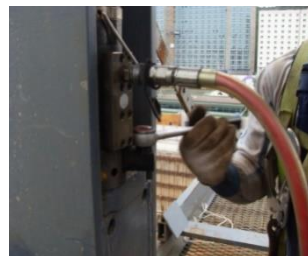
2. 세부 관리 사항

점 검 항 목

점 검 사 진

◇ 텔레스코핑 케이지 상승작업 - 작업진행

1. 유압장치를 이용 마스트상승작업을 진행하며 실린더부 누유, 또는 유압오일 정상상태를 상시 체크
2. 마스트 인입 시 롤러의 상태가 불량하면 체인블록이나 레버블록을 이용하며 작업자의 무리한 행동으로 T/C균형 상실로 붕괴재해를 방지
3. 마스트 인입 후 하부에서 상부 체결볼트를 누락 개소 없이 체결 후 다음 마스트를 인입 발판에 인양
4. 상승작업시 주 전원 케이블 및 기타 필요 전선의 부족분이 없도록 점검,체크
5. 반복작업으로 필요개수의 마스트를 상승



■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

1) 텔레스코핑 시 사전 점검사항 - Telescoping 상승 작업

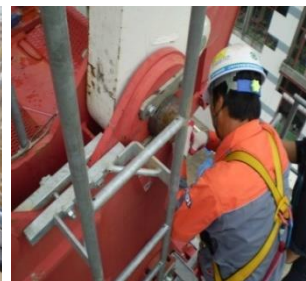
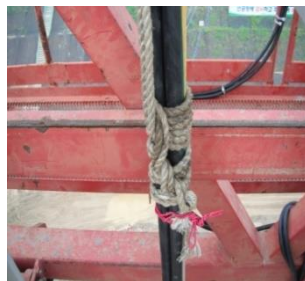
2. 세부 관리 사항

점 검 항 목

점 검 사 진

◇ 텔레스코핑 케이지 상승작업 - 작업종료

1. 계획된 높이의 상승작업이 종료되면 텔레스코핑용 보조핀을 일반 체결핀으로 교체
2. 작업 시 분해된 부품이나 공구는 상부에 방치하지 말고 하부로 이동시킴 (이동시 규정된 양중박스를 이용한다)
3. 작업종료 후 누락된 체결부나 미 체결 개소가 없는지 확인, 점검 실시
4. 상승된 주 전원 케이블을 일정구간에 결속하여 강풍이나 주위 간섭물과의 꼬임을 방지
5. 작업이 종료되면 각 안전장치를 확인하여 정상여부를 점검
6. 각 동작을 수 회 작동시켜 작업 전, 후 이상여부를 재확인
7. 모든 확인이 종료되면, T/C의 양중작업을 정상적으로 실시



3. 작업종료 후 안전조치 사항 - 안전조치

점 검 항 목

점 검 사 진

1. 운전자는 훅크로 인양한 화물을 지상에 내리고 Hook을 가능한 한 높이 올림
2. 바람에 의하여 지브가 흔들려 훅크가 건물과 충돌우려가 있으므로 지브 최소작업반경이 유지되도록 함
 - 트롤리를 가능한 운전석으로 위치
 - Luffing Boom은 규정각도 준수
3. 풍압의 영향으로 구조부에 직접적으로 부가응력을 발생 시키지 않도록 제조자가 허용되지 않는 광고판 부착을 금지
4. 운전자가 이석시에는 항상 선회기어 브레이크를 풀어 놓아 자유선회가 될 수 있도록 함
 - 운전종료시 컨트롤 레버가 "0"점 또는 중립에 위치 시킴
 - 모든 동력을 차단하고 운전석은 잠금 장치를 함

3. 작업종료 후 안전조치 사항 - 풍속

점 검 항 목

점 검 사 진

▶ 타워크레인 사용 중지 풍속 기준 비교

- 최대순간풍속이 매초당 10m를 초과시 설치,점검,수리 ,해체작업 중지
- 최대순간풍속이 매초당 15m를 초과시 타워크레인의 운전작업을 중지

국제표준

유럽기준

영국기준

독일기준

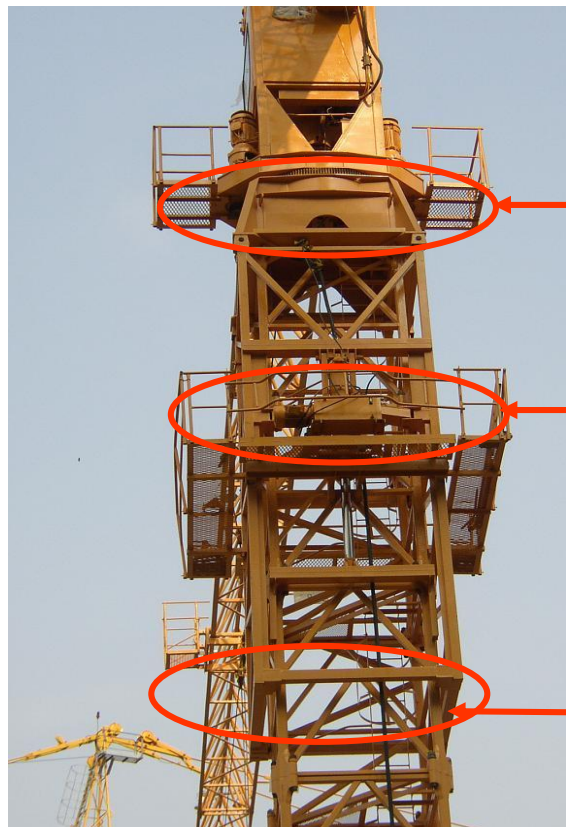
20m/s

▶ 기상청의 폭풍주의보 및 폭풍경보

- 폭풍주의보: 최대풍속 14m/s 이상 또는 최대순간풍속이 20m/s이상
- 폭풍경보: 최대풍속이 18m/s이상 또는 최대순간풍속이 26m/s이상일 때

■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

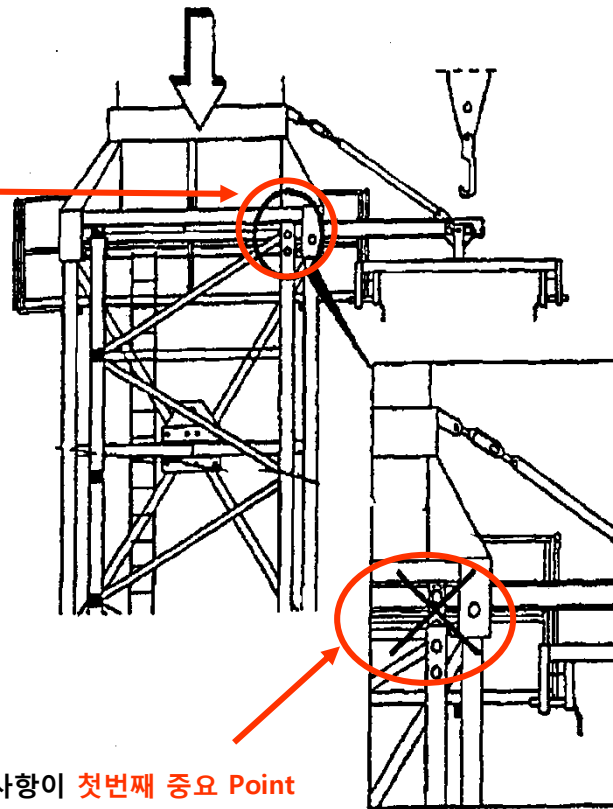
1) 마스트 설치 / 해체 작업 시 중요 Point 1



연결핀 & 볼트 체결상태 확인

텔레스코픽 케이지

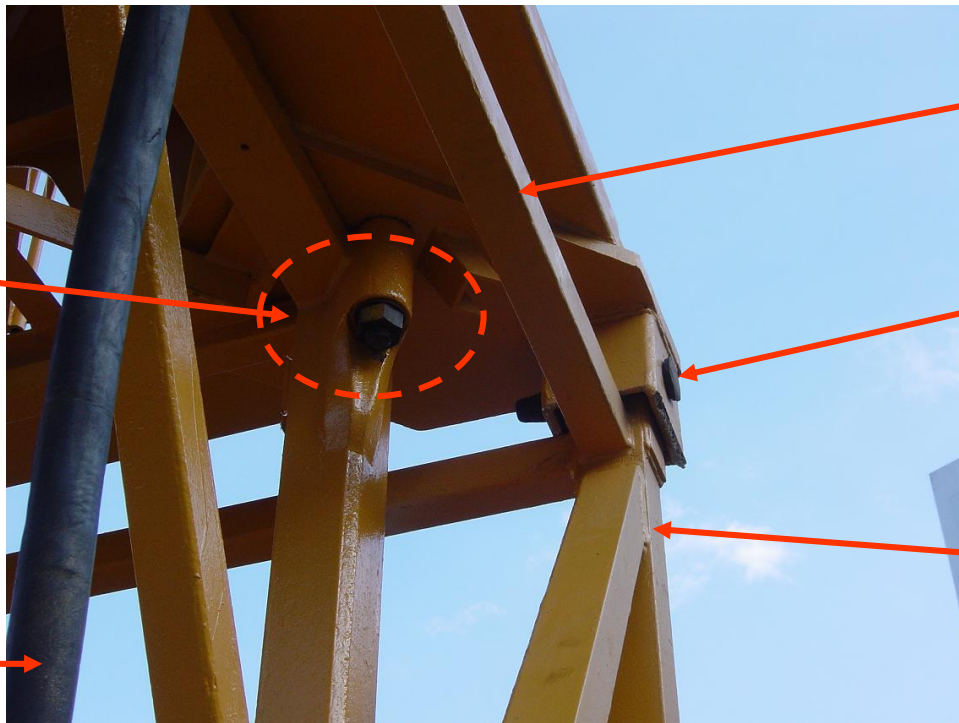
마스트



#. 연결핀 볼트의 확인사항이 첫번째 중요 Point

■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

1) 마스트 설치 / 해체 작업 시 중요 Point 1-1



턴 테이블

턴 테이블과 텔레스코핑
케이지를 연결하는 핀

텔레스코핑 케이지

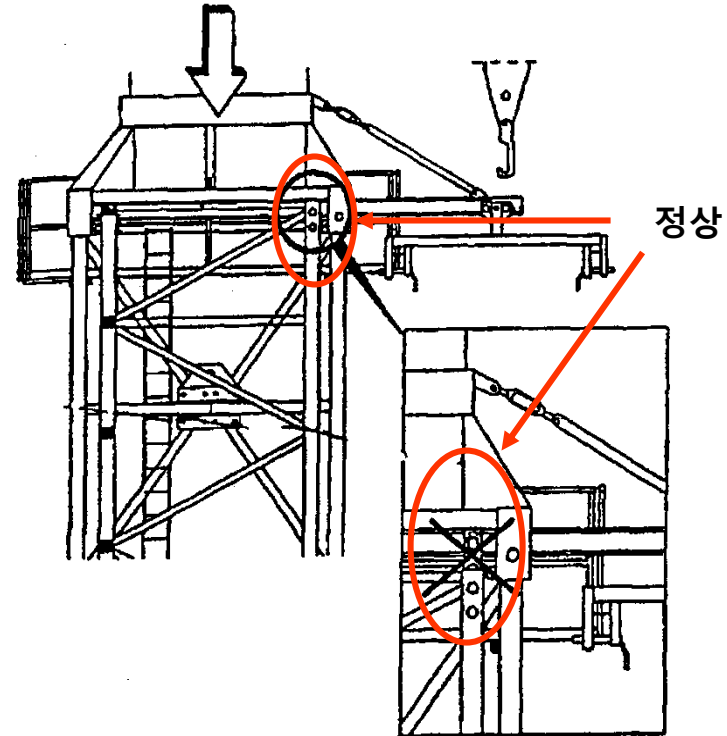
마스트

턴 테이블과 상부 마스트
연결하는 핀 & 볼트

■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

1) 마스트 설치 / 해체 작업 시 중요 Point 1-2

- 타워크레인 마스트 연장 작업시 턴테이블 하부와 텔레스코핑 케이지 상부가 4개의 Support Pin으로 체결되어야 하나, 미 체결된 상태(사진)와 턴테이블 하부와 상부마스트 연결핀, 볼트가 미 체결된 상태(도면)



■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

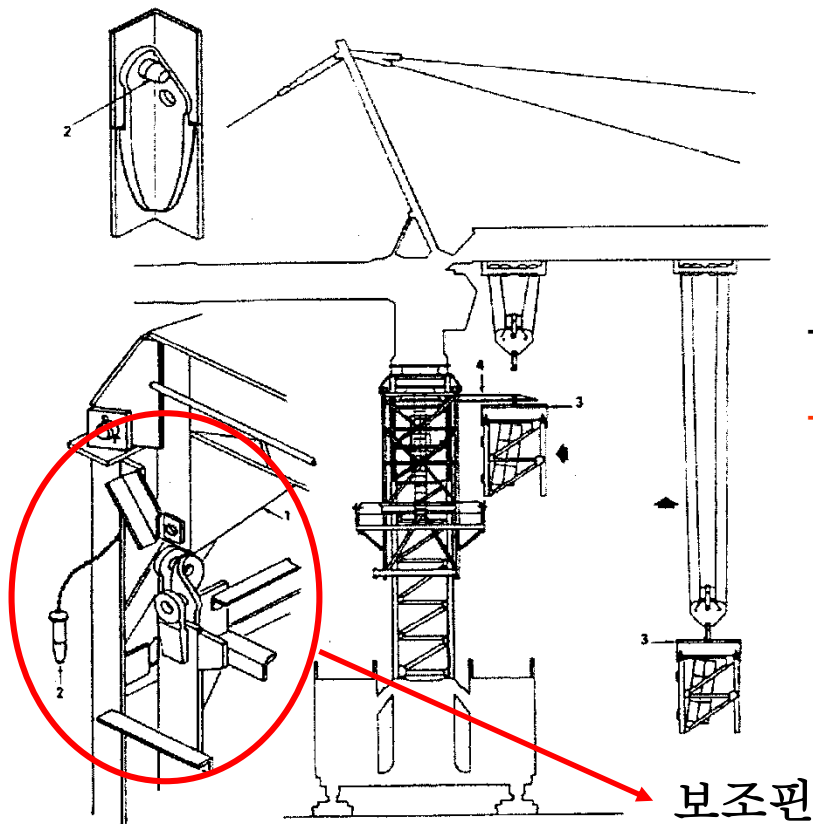
1) 마스트 설치 / 해체 작업 시 중요 Point 1-3



#. 마스트 연장작업 시 텐테이블 하부와 텔레스코픽 및 마스트 연결핀,볼트가미 체결된 상태에서 타워크레인 상부의 움직임으로 붕괴된 사진

■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

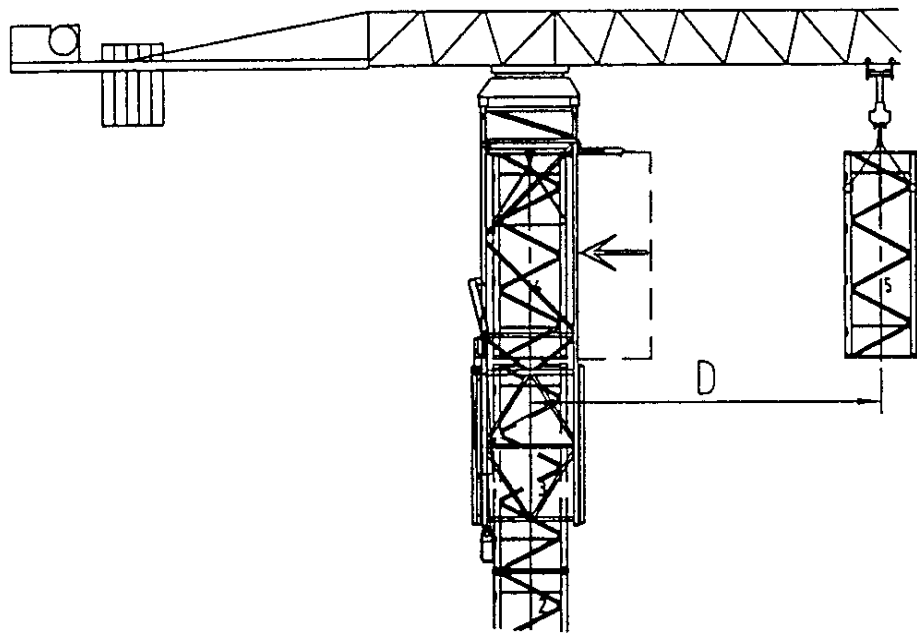
1) 마스트 설치 / 해체 작업 시 중요 Point 1-4



- 마스트 상부 연결 핀, 볼트 체결이 곤란 할 경우는?
- 최소한 보조 핀으로 마스트 상부를 고정해야 한다.

■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

2) 마스트 설치 / 해체 작업 시 중요 Point 2

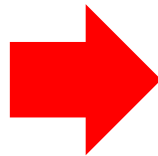
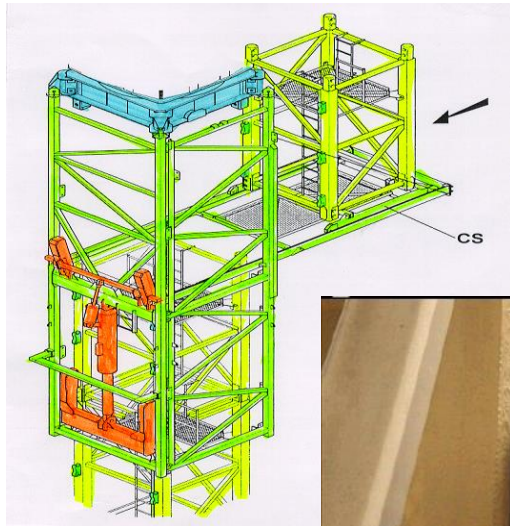
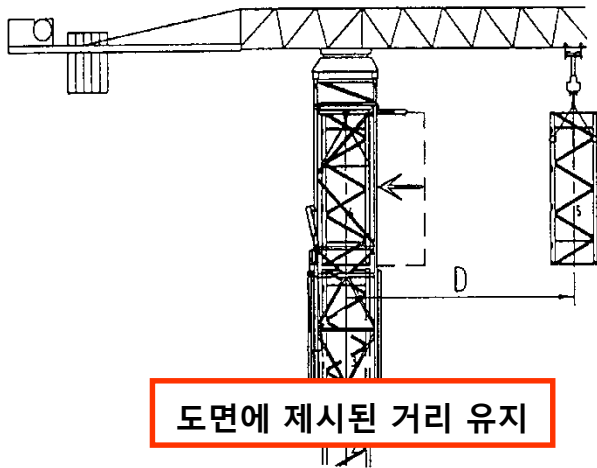


#. 설계도서 및 매뉴얼에서 제시한 발란스 웨이트 등으로 좌.우 균형 유지를 확인
(두 번째 중요 Point)

(가이드 레일위에 마스트를 올려 놓은 상태)

■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

2) 마스트 설치 / 해체 작업 시 중요 Point 2-1



좌.우 발란스의 최종 확인은 텔레스코픽 케이지의 롤러와 마스트의 가이드레일과 각 방향의 간격으로 확인

■ 타워크레인 설치 / 해체작업 안전

2) 마스트 설치 / 해체 작업 시 중요 Point 2-2



상부가 붕괴



#. 마스트 연장작업 시 **밸런스 웨이트로 좌우균형을 유지하지 않은 채** 유압 장치 상승으로 타워크레인이 붕괴 된 현장(흑크에 웨이트가 없는 상태의 사진)

THANK YOU

감 사 합 니 다

이메일 : ksj0131@kisco.or.kr

휴대폰 : 010-3319-2868

기술본부장 (전무) 강 신 준