

조선업 직종별 안전보건 기술력 향상을 위한

크레인 안전관리모델

산업재해예방

안전보건공단



목 차

I . 조선업에서의 크레인 1

1. 크레인 개요 2
2. 크레인 종류 4
3. 주요 장치 11
4. 줄걸이용 작업용 도구 26
5. 주요 작업 유형 30
6. 크레인 작업자 35
7. 관련 제도 42

II . 크레인 재해 사례 49

1. 일반재해 사례 50
2. 중대재해 사례 60

III . 크레인 작업 위험성평가 70

1. 위험성평가 개요 71
2. 중량물 운반작업 위험성평가 72
3. 점검 및 수리작업 위험성평가 78
4. 사업장에서 실시한 위험성평가(예시) 79

IV . 크레인 안전관리 84

1. 크레인 설비 안전 85
2. 크레인 작업 안전 114
3. 기타 안전 조치 133

I

조선업에서의 크레인

1. 크레인 개요

최근 우리나라 조선업이 어려움을 겪고 있지만 조선 기술 수준은 전 세계 최고라 자부할 수 있다. 지금의 조선(操船) 강국의 자리에 올라설 수 있었던 많은 요인들이 있겠지만 그 중에 하나로 현장에서 수족(手足)과 같은 역할을 하고 있는 크레인(CRANE)이라 할 수 있다. 모든 공정마다 적합한 크레인을 배치하여 작업능률을 높였고, 메가·기가블록 등 대형 블록을 제작하여 조립함으로써 제작기간을 보다 단축할 수 있었던 것은 크레인이 있기 때문이라 가능하다.

아울러 크레인의 발전은 조선 산업 발전과 함께 해왔다. 조선업은 철판을 주재료로 하여 선박이나 해양구조물을 만드는 산업으로 모든 공정에서 중량물을 취급하기 때문에 크레인이 필수적이면서 각 공정마다 요구되는 크레인 사양이 다르다. 이렇기에 크레인 제조자는 현장의 요구사항에 맞추기 위해 크레인 형태, 하중 능력, 속도 등 다양한 사양의 크레인을 제작해오면서 크레인 기술도 함께 발전되었다.

그러면 조선 현장에서 사용되는 크레인 작업의 특징은 무엇인가?

우선 모든 작업공정에서 크레인 의존도가 아주 높다. 철의 비중은 $7.85(\text{Ton}/\text{m}^3)$ 으로 작은 부재도 사람의 힘으로 들 수 없는 무게이기에 크레인 사용빈도가 높다. 또한 크레인이 운반하는 중량물의 하중이 정격하중의 60% 이상을 차지하는 중부하 작업이 많아 작업 강도가 다른 업종에 비해 높은 편이다. 이러한 이유로 부품교체 등 유지·보수 작업이 많고 크레인 교체 주기가 상대적으로 짧다.

두 번째로 다양한 종류와 사양의 크레인을 사용한다. 조선업 현장에서는 거의 모든 종류의 크레인을 볼 수 있을 정도로 다양하며, 같은 크레인이라도 정격하중, 양정, 스펠(또는 작업반경) 등 사양이 다양하다. 공장 내에는 천장크레인을 주로 사용하고 옥외 현장에서는 갠트릭레인(골리앗크레인), 지브크레인, 타워크레인이 공정을 지원하고 레일이 없는 곳에서는 이동식크레인이 투입된다.

또한 작업특성에 따라 특별한 형식의 크레인이 사용되기도 한다. 철판 운반에 적합한 마그네트 크레인(Magnet Crane), 대형블록의 운반과 탑재작업에 적합한 골리앗 크레인(Goliath Crane), 인양물의 수평인입이 가능한 레벨러핑 지브크레인(Level Luffing Jib Crane), 블록의 뒤집기 작업에 적합한 턴오버 크레인(Turn over Crane) 등이 대표적이다.

작업조건에 따른 크레인 속도와 제어방법도 다양하다. 크레인의 속도는 보통 중량물을 들어올리는 권상속도와 크레인이 움직이는 주행속도를 말하는데 작업환경이나 작업 방법에 따라 요구되는 속도가 다르다. 강제 적치장의 경우 작업 공간이 넓고 작업자 없이 마그네트 크레인을 사용한 운반작업이므로 주행속도가 약 60~90m/min으로 빠르다. 조립 공장이나 도크에서의 조립 및 탑재작업은 정밀한 권상·권하 동작이 요구되므로 미세 제어가 필요하다.

세 번째로 크레인 혼재 작업 또는 연동 작업이 많이 이루어진다. 혼재 작업이란 같은 작업 장소에서 2대 또는 그 이상의 크레인들이 작업하는 것을 말하고, 연동 작업은 중량물의 운반이나 턴오버 작업에 2대 이상의 크레인이 함께 사용되는 작업을 말한다. 옥내 작업장에서 일반적으로 같은 주행레일에 여러 대의 크레인이 병렬로 운행하고 있고, 대조립공장과 같은 규모가 큰 공장에서는 높이가 다른 2단으로 주행레일을 설치하여 위아래 크레인들의 혼재 작업이 이루어진다. 옥외 작업장에서는 대형 블록을 주로 운반하는 콜리앳크레인과 부품이나 장비 운반을 위한 지브크레인과 (고정식 또는 주행식)타워크레인이 같은 작업장에서 설치되어 사용되고 있다.



< 조선소 크레인 >

이러한 작업 환경은 크레인 안전에도 많은 영향을 주고 있다. 실제로 조선업종에서 크레인 사고 위험도는 다른 업종에 비해 대단히 높는데, 이는 많은 크레인들이 배치되어 높은 사용 빈도, 대형 중량물 운반 그리고 크레인 혼재작업 등이 이루어지고 있기 때문이다. 이에 사업장마다 크레인 유지보수를 위한 조직운영과 안전작업을 위한 작업표준 강화, 신호수 등의 자격 제도 운영, 근로자 교육

강화 등 법적 사항보다 높은 안전 기준을 세우고 노력을 하고 있다. 다만, 이러한 노력에도 매년 크고 작은 크레인 사고들이 발생되고 있어 안타까움과 아직까지 보완해야 할 부분이 없지 않음을 인식하게 된다.

크레인은 중량물을 취급하는 기계로 위험요인을 완전히 제거하거나 대체하는 것은 불가능하지만, 주기적인 점검과 유지보수를 통해 크레인의 불안정한 상태를 제거하고, 중량물 작업과 유지보수 작업에 대한 안전작업절차를 강화하여 근로자가 준수하는 환경을 조성하여 불안정한 행동을 최소화함으로써 위험을 관리할 수 있는 정도로 낮추는 노력이 필요하다.

이러한 노력의 과정에서 「크레인 안전관리모델」이 도움이 되었으면 한다.

2. 크레인 종류

선박이나 해양구조물 제조 공정을 지원하는 크레인은 공정 효율성과 작업 안전성을 향상시키기 위해 다양한 형식과 성능을 가지고 있다. 또한 같은 조선업이지만 작업환경이 사업장별로 다르기 때문에 이에 적합한 작업공정에 맞춰 크레인의 종류나 배치 방법에 특색이 있다. 법에서 크레인은 산업안전보건 기준에 관한 규칙 제132조에 따라 양중기에 속한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙

제 132조(양중기)

1. 크레인[호이스트(hoist)를 포함한다]
2. 이동식 크레인
3. 리프트(이삿짐운반용 리프트의 경우에는 적재하중이 0.1톤 이상인 것으로 한정한다)
4. 곤돌라
5. 승강기(최대하중이 0.25톤 이상인 것으로 한정한다)

크레인의 종류는 한국산업표준 KS B ISO 4306-1(크레인-용어-제1부)나 위험기계 기구 안전인증고시 제6조(정의)를 참고하면 된다. 여기서는 세세하게 다룰 수 없기 때문에 현장에서 주로 사용하는 크레인을 다루고자 한다.

가. 천장크레인(Over Head Crane)

천장크레인 또는 천장주행크레인(Over Head Travelling Crane)은 건물 상부에 설치되는 형식으로 가장 보편적인 형식의 크레인이다.

건물의 폭과 높이에 따라 작업 범위에 해당되는 스패ن(span)과 양정(lift)이 정해지고, 건물은 크레인 중량(정격하중과 크레인 자중)을 지지하기에 충분한 구조이어야 한다.

크레인의 주요 부분으로는 중량물을 인양하는 권상장치와 좌우로 움직이는 형

행장치가 있는 크래브(또는 트롤리) 또는 호이스트와 권상장치와 인양물을 지지하는 거더(girder), 주행레일 위에 설치되어 거더를 지지하고 주행장치로 주행하는 새들(saddle, 크레인 중량이 높으면 보기(bogie) 형식으로 설치)로 이루어져 있다.



< 천장 크레인 >

일반적으로 크레인은 거더가 2개로 구성된 더블거더(Double girder) 형태이며, 거더 1개로 권상장치가 매달리는 구조의 싱글거더(Single girder) 크레인도 있는데 이는 정격하중이 10톤 이하의 크레인에 사용된다.

일반 천장크레인과 달리 주행레일이 건물구조상 설치할 수 없는 경우 I-beam을 건물 천장에 달아내려 주행레일로 사용하여 크레인이 주행레일에 매달린 구조의 서스펜션(Suspension) 크레인도 있다.



< 서스펜션 크레인 >

권상장치는 크래브(또는 트롤리)식과 호이스트식이 있는데, 크래브식은 사용자 요구 조건에 맞춤식 권상장치로 정격하중, 속도, 양정, 제어방식 등이 작업 환경에 맞춰 설계·제작할 수 있다. 주로 큰 중량물을 취급하고 작업강도가 높은 조선소 현장에 적합하며, 주문 생산 방식이다. 호이스트식은 제조사가 대량 생산의 목적으로 정격하중, 속도, 양정 등을 일정 기준에 따라 표준화 생산품으로 작업 강도가 높지 않은 환경에 적합하다.



크레브식



호이스트식

< 권상장치 >

나. 마그네트 크레인(Magnet Crane)

철판(또는 형강) 운반 전용 크레인으로 리프팅 빔(Lifting beam)에 전자석 포트(Magnet Pot)를 여러 개 설치하여 전원이 투입되면 자력이 발생하여 철판을 인양할 수 있다. 정전보상장치가 추가로 설치되어 있어 정전이 되더라도 자석 성질을 10분이상 유지할 수 있다.



전자석 포트(Electric Magnet Pot)

< 마그네트 크레인 >

다. 갠트리 크레인(Gantry Crane)

일반적으로 옥외 현장에서 중량물 작업을 위해 사용하는 크레인 형태로 건물이 없기 때문에 주행레일을 바닥에 설치하고 레그(Leg)를 거더와 새들 사이에 설치하여 일정 높이의 작업 공간을 만드는 구조의 크레인이다.

건물이 옆에 있는 경우에는 레일 한쪽은 바닥에 다른 쪽은 건물 위에 설치하여 레그가 한쪽만 있는 세미 갠트리카레인(Semi Gantry Crane)도 있다. 정격하중이 300톤 이상의 대형 갠트리카레인을 보통 골리앗크레인(Goliath Crane)이라고 하는데 이는 대형 블록을 운반하거나 탑재하는 용도로 주로 사용한다.



< 갠트리 크레인 >

라. 지브크레인(Jib Crane)

천장크레인과 갠트릭레인이 거더를 양끝에서 지지하는 양단지지 구조의 크레인이라면, 지브크레인은 거더 대신 지브(Jib)가 설치된 외팔보 구조의 크레인이다. 지브의 길이에 따라 작업반경이 정해지고, 지브 높이에 의해 작업높이(양정)가 형성되는 구조이다. 조선소 현장의 대부분의 지브크레인은 지브가 위 아래로 기복하는 러핑(luffing)형 구조이고 주행이 가능한 형식으로 이루어져 있다. 또한 지브 상하로 움직이더라도 인양물이 일정 높이로 유지되어 조립 작업 시 유용한 레벨러핑(Level Luffing) 지브크레인을 사용하기도 한다.

주요구동장치는 중량물을 인양하는 권상장치, 지브 기복동작을 하는 기복장치와 회전시키는 선회장치, 그리고 주행장치로 구성된다. 중량물 인양 능력은 지브 반경에 따라 달라지기 때문에 작업 시 주의가 필요하다.

사용 장소는 주로 야드나 도크 주변에 설치되어 부재나 조립물 운반을 하며, 폴리앗크레인이 없는 환경에서는 2대 이상의 지브크레인 연동작업으로 블록 운반도 가능하다. 고정형 지브크레인도 있는데 바닥이나 건물 벽에 설치하여 무게가 작은 부재나 장비 운반에 사용되며, 작업 반경이나 양정이 낮은 편이다.



월(wall) 지브크레인

< 지브 크레인 >

마. 타워크레인(Tower Crane)

타워크레인은 지브크레인과의 같은 구조의 크레인으로서 크레인 자중을 낮추기 위해 트러스(Truss) 구조로 제작되어 있다. 텔레스코픽(Telescopic) 설비를 통해 외부 도움 없이 상승작업을 통해 크레인 높이 조절이 가능하고, 자립고는 일반적으로 50m 내외이며, 벽체지지 등을 통해 100m 이상의 작업 높이도 가능하기 때문에 주로 건설 현장에서 사용한다. 조선소 현장의 타워크레인은 작업환경이 정해져 있어 높이 조절을 하지 않고 주로 30~50m로 높이로 고정하여 사용한다.



< 타워 크레인 >

구조부분은 고정형 타워크레인의 경우 마스트(Mast), 지브(Jib), 카운터지브(Counter Jib), 기초부(Base)로 구성되어 있고, 이동설치 필요 시 기초를 바닥에 매립하는 구조가 아닌 콘크리트나 물탱크(water tank) 형태의 중량물을 기초 프레임에 얹혀 고정하는 포탈(Portal)형식을 사용한다. 주행레일을 설치하여 주행이 가능한 주행형 타워크레인(TTC, Travelling Tower Crane)도 사용한다.



< 포탈형식의 타워크레인 기초 >

지브 가동범위에 따라 고정되어 있는 T형 타워크레인과 기복이 가능한 L형 러핑 타워크레인으로 구분되며, 지브크레인과 마찬가지로 지브 반경에 따라 정격하중이 달라지는 구조이다.

바. 모노레일 호이스트(monorail hoist)

모노레일 호이스트는 I-beam의 횡행레일에 호이스트를 매달아 좌우로 움직이는 구조의 크레인이다. 대부분 작은 용량이며, 좌우로만 움직이기 때문에 작업 범위가 제한되어 설비의 유지보수 목적으로 사용한다. 횡행장치가 없이 천장이나 구조물에 고정되어 권상동작만 하는 정치식 호이스트도 있다.



< 크레인 기계실 내에 설치된 모노레일 호이스트 >

사. 이동식크레인(mobile crane)

이동식크레인은 바퀴나 무한궤도로 불특정 장소로 움직일 수 있는 차량장치와 크레인 장치가 결합된 구조의 크레인이다. 이동에 제한이 없다는 장점이 있으며, 조선소 모든 현장에 레일을 설치할 수 없기 때문에 안벽 등 일부 장소에서 사용되고 있다.

법 적용에 따라 이동식크레인은 두 가지 형태로 구분하며, 일반적으로 이동식크레인으로 불리는 크롤라크레인이나 하이드로 크레인은 건설기계관리법에 적용을 받으며 기중기라고 한다. 또한 화물차량에 크레인을 장착한 차량탑재형 이동식크레인은 산업안전보건법에 적용을 받고 있다.

일반적인 크레인의 동력원은 공장에서 공급하는 전기를 사용하나, 이동식크레인은 차량엔진을 통해 유압펌프를 구동하여 유압을 동력원으로 하여 권상, 선회, 기복동작이 이루어진다. 지브는 트러스 구조가 있고 사각 박스 형태의 붐(boom) 구조가 있는데 붐은 유압 실린더에 의해 인출·인입이 가능하여 기복동작과 붐 인출 동작을 통해 작업 반경을 조절할 수 있다.

크레인 안전성을 유지하기 위해 크레인 뒷면에 균형추를 설치하거나 아웃트리거를 설치하여 사용하며, 지브크레인과 같이 작업 반경에 따라 정격하중이 달라지는 구조이기 때문에 작업 시 주의가 필요하다.



기중기(크롤러타워크레인)



기중기(하이드로크레인)



차량탑재형 이동식크레인

< 이동식 크레인 >

아. 해상크레인

해상크레인은 부선 위에 크레인을 장착하여 바다에 떠서 중량물을 운반하는 크레인으로 일반적으로 조선소 안벽에서 블록이나 중량물 운반을 지원하는 용도로 사용된다.



< 해상크레인 >

3. 주요 장치

크레인 은 기계장치와 전기장치, 안전장치로 구분할 수 있는데, 기계장치는 하중을 지지하는 구조부와 하중을 들어 올리는 권상장치와 횡행 및 주행(선회 또는 기복) 장치로 구분한다. 전기장치는 구동장치 전원을 공급하는 부분과 동작을 제어하는 제어장치로 이루어져 있다. 안전장치는 위험상황을 제한하는 장치로 과부하방지 장치가 이에 해당된다.

가. 기계장치

1) 구조부

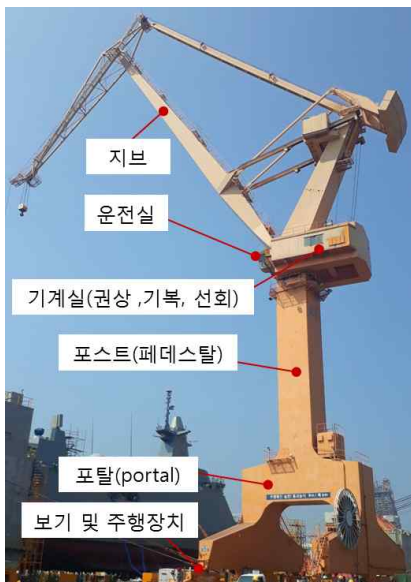
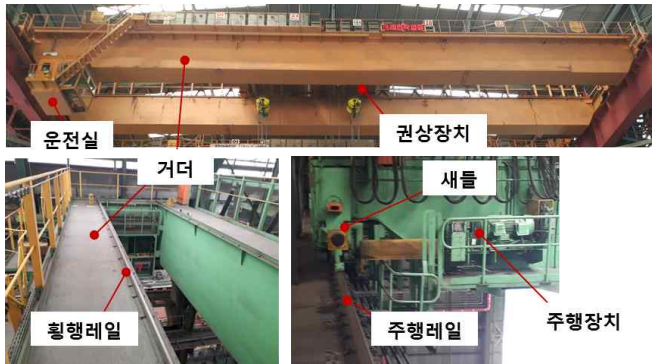
크레인 은 중량물을 들어 운반하는 기계설비로 구조부에서는 인양물과 크레인 중량을 견딜 수 있는 구조이어야 한다. 또한 크레인 은 중량물을 운반하기 위한 기계로 중량물 권상·권하 동작이나 이동 시 가감속으로 인한 관성력·충격력이 추가적으로 발생되며, 옥외 설치되는 크레인 은 바람에 의한 풍하중이 고려되어야 하고 타워크레인 등 옥외 단독 크레인 의 경우 지진하중에 의한 영향도 검토된다.

구조부 설계 시 무게는 줄이고 강도는 커야 하기 때문에 박스, 원통, 트러스 등의 구조로 이루어진다. 구조물에 사용되는 철은 탄성이 있어 외력이 가해지면 늘어나고 제거되면 원래 상태로 돌아가지만, 탄성범위를 벗어나는 외력이 가해지면 영구적으로 변형이 발생되어 원래상태로 돌아가지 않는데 이를 소성변형이라 한다. 크레인 구조부는 인양하중에 의해 소성변형이 발생되지 않아야 하므로 하중이 제거되면 복귀되는 탄성범위 내에서 사용하도록 안전율을 고려하여 설계한다.

안전율을 적용하는 방식은 2가지로 소성변형이 발생하는 재질의 항복점(Yield point)을 기준으로 안전계수를 정하는 방식과 재질이 파단되는 파단강도를 기준으로 안전계수를 정하는 방식이 있다. 전자는 거더 등의 구조부 설계 시 적용하고, 후자는 와이어로프(체인) 등에서 적용하고 있다.

크레인 의 주요 구조부는 다음과 같다.

- ▶ 천장크레인 : 거더, 새들
- ▶ 갠트릭레인 : 거더, 레그, 새들(보기)
- ▶ 지브크레인 : 지브, 포스트(페데스탈)
- ▶ 타워크레인 : 지브, 카운터지브, 마스트, 기초부
- ▶ 이동식크레인 : 붐, 선회부, 차대, 아웃트리거



< 크레인의 주요 구조부 >

2) 권상장치, 횡행 및 주행장치

권상장치는 중량물을 들 수 있는 기계장치로서 크레인의 크래브(또는 트롤리)나 호이스트라 부른다. 권상장치는 전동기, 브레이크, 감속기, 드럼, 와이어로프, 시브, 혹은 구성되어 있는데, 전동기에 전원이 들어오면 전동기가 회전이 감속기로 이어지고 드럼이 와이어로프를 감는 동작을 통해서 훅에 걸린 중량물이 권상되어 진다. 크레인의 동작이 멈추면 자동적으로 브레이크가 닫히면서 정지되는 작동 구조이다.

대형 크레인의 권상장치는 주문 사양 방식의 크래브를 선호하며, 프레임 베드 (frame bed) 위에 ‘ㄷ’ 자 형태로 배열·설치하는 구조로 각 부분의 점검·수리가 용이하다. 소형 크레인의 권상장치는 호이스트를 주로 사용하는데 부피와 무게를 줄이기 위해 전동기, 감속기, 브레이크, 드럼을 일자형으로 배열하여 제작한다.

권상브레이크는 보통 전동기 토크(Torque)의 1.5배 이상 성능을 가진 브레이크를 사용하며, 일반적으로 드럼식이나 디스크형식의 전자식 브레이크를 사용한다.

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

브레이크(13호)

가. 권상장치 및 기복장치(이하 "권상장치"이라 한다)는 화물 또는 지브의 강하를 제동하기 위한 브레이크를 설치해야 한다.

나. 가목의 브레이크는 각각 다음과 같이 한다.

- 1) 제동토크(torque) 값(권상 또는 기복장치에 2개 이상의 브레이크가 설치되어 있을 때는 각각의 브레이크 제동 토크 값을 합한 값)은 크레인의 정격하중에 상당하는 하중을 권상시 해당 크레인의 권상 또는 기복장치의 토크 값(당해 토크 값이 2개 이상 있을 때는 그 값 중 최대의 값)의 1.5배 이상일 것

브레이크(14호)

가. 크레인은 주행을 제동하기 위한 브레이크를 설치해야 한다. 다만, 인력으로 주행되는 크레인에는 적용하지 않는다.

나. 주행을 제동하기 위한 제동토크 값은 전동기 정격토크의 50% 이상이어야 한다.

다. 크레인은 횡행을 제동하기 위한 브레이크를 설치해야 한다. 다만, 횡행속도가 매분당 20m 이하로서 옥내에 설치되거나 인력으로 횡행되는 크레인에는 적용하지 않는다.

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

드럼(15호)

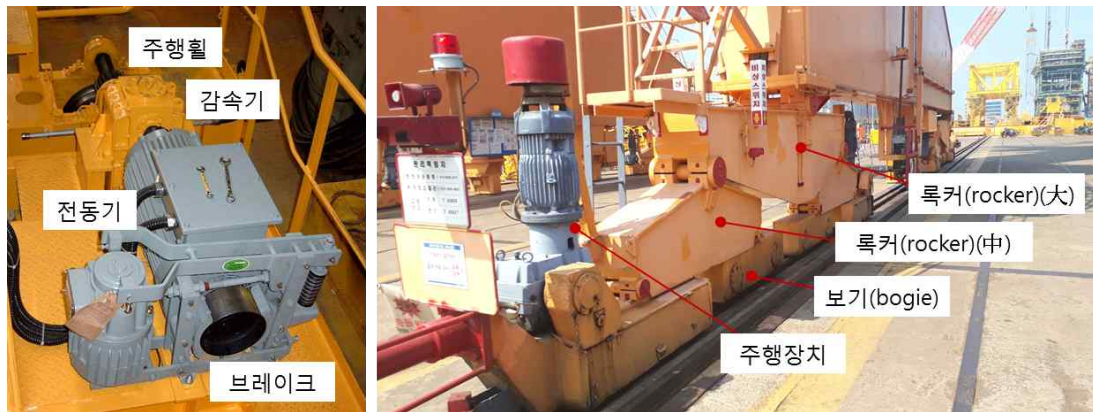
마. 드럼은 축의 위치가 가장 낮은 곳에 위치할 때 클램프 고정이 되지 않은 로프가 드럼에 2바퀴 이상 남아 있어야 하며, 축의 위치가 가장 높은 곳에 위치할 때 해당 감김 층에 대하여 감기지 않고 남아있는 여유가 1바퀴 이상인 구조여야 한다.

횡행장치는 권상장치에 함께 부착되어 거더 상부에 설치된 횡행레일을 따라 움직이면서 권상장치에 매달린 인양물을 좌우로 횡행동작을 하는 구동장치로 전동기, 브레이크, 감속기, 차륜(휠)으로 구성되어 있다.



< 권상장치(크래브) >

주행장치는 크레인 좌·우측에 각각 설치되어 크레인 전체를 주행레일을 따라 전·후로 움직이게 하는 구동장치이다. 구성요소는 횡행장치와 동일한 전동기, 브레이크, 감속기, 차륜으로 구성되며, 보통 50톤 이상의 크레인에는 주행 휠에 작용하는 하중을 줄이기 위해 주행 휠 개수를 늘려 하중을 분산시킨다.



< 주행장치 >

이동식크레인에서 구동장치는 권상장치, 기복장치, 선회장치, 아웃트리거 장치가 있는데, 동력원이 전기가 아닌 유압으로 작동이 이루어진다. 엔진에서 P.T.O (power take off)장치를 통해 동력을 전달받아 유압펌프를 구동시킨다. 이는 유압 회로를 통해 유압모터와 유압실린더에 전달됨으로써 각 동작들이 가능해진다.

나. 전기장치

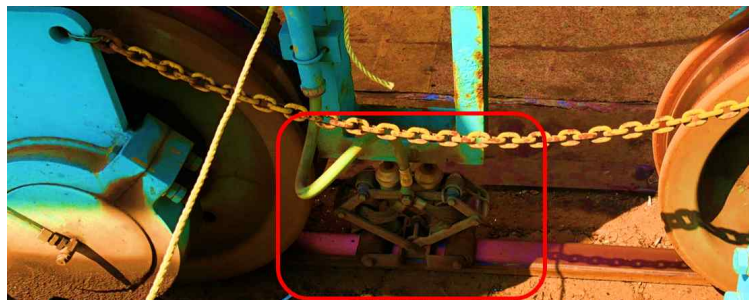
크레인의 전기장치는 권상이나 횡행, 주행을 구동시키는 동력원과 이를 제어하는 장치로 이루어져 있다. 크레인 전원은 3상 380V 또는 440V를 주로 사용하나, 골리앗 크레인의 경우 6,600V나 11,000V의 고압 전기를 사용하기도 한다. 크레인에 전기를 공급하는 방법은 주로 주행레일 하부에 레일과 평행하게 설치한 트롤리바 (trolley bar)를 통해 공급되어지며, 갠트리크레인에는 바닥으로 설치된 케이블을 통해 연결된다.



< 전원공급장치 >

크레인 구동을 위한 전기장치의 주요 부품은 전원을 차단하는 차단기(MCCB), 제어 신호에 따라 공급과 차단이 이루어지는 전자접촉기(MC)와 이를 신호하는 릴레이(Relay) 등으로 이루어져 있다.

전기장치에 의한 감전사고 위험을 방지하기 위해서 접지를 해야 한다. 전원공급선 중 한 선은 접지선(녹색 또는 녹·황색 조합)으로 구성되고 전기판넬 접지단자대를 통해 각 전동기 등에 연결된다. 또한 옥외에 설치되는 20m 이상의 크레인의 경우 피뢰접지설비를 추가로 설치하도록 한다.



[사진] 옥외 지브크레인 피뢰용 접지

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

접지(56호)

가. 전기장치 외함접지는 접지단자를 이용하여 설치해야 하며, 다음과 같아야 한다.

- 1) 400볼트 미만일 때 100옴 이하일 것
- 2) 400볼트 이상일 때는 10옴 이하일 것

다. 외함 접지선의 최소 단면적은 <표 2-13>에 표시된 것 이상이어야 한다.

<표 2-13> 접지선의 최소 단면적

전원 공급용 전선의 단면적[S(mm ²)]	접지선의 최소 단면적[S(mm ²)]
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

마. 옥외에 설치되는 지상높이 20미터 이상의 타워, 지브 또는 갠트리 크레인 등으로서 마스트 철 구조물의 단면적이 300mm² 이내일 때에는 피뢰침 및 도선 등을 설치하여 접지해야 하며, 300mm² 이상이고 마스트의 연결상태가 전기적으로 연속적일 경우에는 다음과 같이 피뢰용 접지공사를 해야 한다.

전기판넬은 문을 개방하는 경우 전원이 차단되는 구조이거나 충전부 접촉이 되지 않도록 덮개를 설치하는 등의 IP2x이상(손가락이 충전부에 닿을 수 없는 구조)의 보호등급을 요구하고 있다. 또한 사람이 조작하는 버튼 등에 공급되는 전압도 150V 이하가 되도록 하고 있다.

이동식크레인은 유압구동장치로 동작이 이루어므로 별도의 전기장치는 필요가 없다. 다만, 권과방지장치 등의 안전장치와 유압밸브 연동에 필요한 전기회로용 장치가 설치되며, 전기는 차량의 배터리로부터 공급받아 보통 DC 24V이다.



전기판넬 외함



전기판넬 내부



구동 드라이버

< 전기판넬 >

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

감전사고방지(58호)

가. 전기장치는 직접접촉이나 간접접촉으로 인한 감전사고가 일어나지 않도록 설치되어야 한다.

나. 전기장치의 직접접촉방호는 다음과 같이 한다.

- 1) 접근방지를 위하여 전용의 외함내부에 내장하거나 방호망을 설치하고 작업자와 충분한 이격거리를 둘 것
- 2) 개방형 외함의 구조는 다음과 같을 것
 - 가) 고정식 덮개의 구조이거나 임의로 외함을 개방할 수 없도록 키 등을 부착할 것
 - 나) 외함 개방 시 충전부분이 차단되도록 하거나, 외함 개방 후 충전되어 있는 부분의 보호등급은 IP2X 이상의 직접 접촉방호가 되어 있을 것

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

경고표지(73호)

전기장치로 인한 감전위험이 있는 곳에는 경고표지를 부착하여야 한다.



크레인 제어방법으로 최근에는 대부분 인버터를 사용하고 있다. 인버터의 장점은 주파수(Hz)와 전압을 변환(VVVF, Variable Voltage Variable Frequency)시켜 제어가 다른 방법에 비해 우수하다. 다만 고조파, 노이즈(noise), 서지(surge)에 취약하기 때문에 노이즈, 절연처리를 잘해야 한다. 이 외에도 2차저항 방식, 사이리스터(Thyristor) 등으로 속도 제어를 하기도 하며, 정격하중이 낮고 권상속도가 낮은 호이스트의 경우 직입기동 방식으로 사용하기도 한다. 주행구동방식도 속도 제어를 통해 작동이 부드럽게 이루어지도록 하는데, 권상장치와 마찬가지로 인버터 방식이 증가하고 있다.

크레인 조작은 운전실, 무선 리모컨, 펜던트 스위치에 의해 주로 이루어진다. 대형 크레인의 경우는 크레인 상부에 설치된 운전실에서 조작하여 시야 확보가 용이하다. 무선 리모컨이나 펜던트 스위치나 지상에서 조작하며, 펜던트 스위치 방식은 크레인에 붙어서 작업하기에 불편함과 중량물의 간섭의 위험이 있을 수 있어 무선 리모컨 조작을 선호하고 있다. 또한 무선 리모컨 조작이나 펜던트 조작

시 주행 속도 제한이 있는데 45m/min이하에서만 가능하고 이를 초과한 경우에는 운전실 조작방식만 가능하다.

크레인 제어기는 손을 떼면 작동을 정지하는 위치로 복귀해야하고, 레버형 타입은 정지위치에서 기계식 잠금장치(레버를 누르거나 스위치를 당겨야 레버가 움직임)나 무인 작동 방지회로(버튼을 누르고 레버를 움직여야 작동가능) 등의 오작동 방지장치가 설치되어야 한다. 다만, 운전실 제어기는 안전인증기준이 권고사항으로 하고 있어 개정이 필요 하며, 이와 관계없이 안전을 위해 준수하는 것이 적절하다.



운전실



리모컨



펜던트

< 조작장치 >

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

컨트롤러(34호)

- 가. 운전실이 있는 크레인은 운전자가 보기 쉬운 위치에 제어하는 크레인의 작동종류, 방향, 비상정지 등에 관한 내용을 표시해야 한다. 다만, 운전자가 제어기에서 손을 떼면 자동적으로 크레인의 작동을 정지하는 위치로 복귀하는 경우에는 그러하지 않다
- 나. 크레인의 무선 원격제어기의 구조는 다음과 같이 한다.
 - 4) 운전실 또는 펜던트 스위치와 무선 원격제어기를 겸용 시 선택스위치를 부착하여 동시조작에 의한 불의의 크레인 작동이 일어나지 않도록 할 것
 - 5) 무선 원격제어기는 관계자 이외의 자가 취급할 수 없도록 잠금장치 등이 설치될 것
- 11) 무선원격 제어기는 손을 떼면 자동적으로 정지위치(off)로 복귀되는 각각의 작동종류에 대한 누름버튼 또는 스위치 등이 비치되어 정상적으로 작동되어야 하며, 레버형 스위치는 정지위치에서의 기계식 잠금장치 또는 무인작동 방지회로(deadman's handle circuit) 등 오작동을 방지할 수 있는 기능을 갖출 것

다. 안전장치

크레인에 설치되는 안전장치의 기본 개념은 크레인에 무리를 가하거나 손상을 일으킬 수 있는 위험 구간에 도달하기 전에 동작을 차단함으로써 근로자의 피해를 막는데 있다. 다시 말하면 안전장치를 통해 크레인의 안전성을 유지하면 근로자의 보호가 이루어진다는 것을 의미한다. 이는 안전장치는 크레인에서 발생하는 모든 사고를 예방하는데 한계가 있음을 의미한다. 왜냐하면 중량물의 끼임 사고 등 크레인 안전성과는 별개로 작업방법 상에 문제로 발생하는 사고가 많은 부분을

차지하고 있기 때문이다. 다만 크레인 안전장치의 적절한 유지는 크레인 사고 예방을 위한 기본적인 조치이다.

1) 비상정지장치

크레인의 모든 동작을 즉시 중지시키는 안전장치이다. 또한 크레인 안전장치 중 유일하게 자동으로 감지하여 작동되지 않고 운전자나 작업자가 위험을 감지하는 경우 직접 조작하는 장치이기도 하다. 적색 버튼의 돌출형으로 수동 복귀되는 구조이다.

비상정지버튼은 크레인 조작 스위치가 있는 제어반에 필수적으로 설치하며, 갠트리크레인(골리앗크레인)이나 주행형 타워크레인, 지브크레인의 경우에는 신호수나 주변 작업자가 비상시에 크레인을 정지시킬 수 있도록 양측 주행장치 주변에 설치한다.



< 비상정지장치 >

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

비상정지장치(69호)

- 가. 비상정지장치는 각 제어반 및 그 밖의 비상정지를 필요로 하는 개소에 설치하되, 접근이 용이한 곳에 배치되어야 한다.
- 나. 비상정지장치는 작동된 이후 수동으로 복귀시킬 때까지 회로가 자동으로 복귀되지 않는 구조여야 한다.
- 라. 누름버튼형 비상정지장치의 액추에이터는 적색이고 주변의 배경색은 황색이어야 한다.

2) 권과방지장치

와이어로프가 드럼에 지나치게 감기는 것을 방지하기 위한 안전장치이다. 지나치게 감기는 경우 혹 블럭(Hook Block)이 드럼과 부딪혀 끼이면서 와이어로프가 파단되어 혹 블럭과 인양물이 함께 떨어지는 위험이 발생할 수 있다.

권과방지장치의 종류에는 혹 블럭과 직접 접촉하는 레버에 의해 스위치가 작동하는 레버식이 있고, 매달린 추가 혹 블럭에 닿으면 작동되는 간접 접촉방식인

중추식이 있고, 드럼 축 끝에 설치하여 회전수를 감지하여 작동하는 캠(Cam)식이 있다.

권상장치인 호이스트는 레버식을 대부분 설치하고, 트롤리의 경우 중추식 또는 중추식과 캠식을 병행하여 사용한다. 타워크레인이나 지브크레인은 혹 블록이 지브 끝단에 닿는 구조이므로 드럼 회전수 감지하는 캠식을 주로 사용한다. 다만 이동식크레인의 경우는 붐 끝에 중추식 권과방지장치를 사용하고 있다.



< 권과방지장치 >

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

권과방지장치의 성능(25호)

가. 권과방지장치의 기능은 다음과 같이 한다.

- 1) 권과를 방지하기 위하여 자동적으로 전동기용 동력을 차단하고 작동을 제동하는 기능을 가질 것
- 2) 혹 등 달기기구의 상부(해당 달기기구의 권상용 시브를 포함)와 드럼, 시브, 트롤리프레임, 기타 해당 상부가 접촉할 우려가 있는 것의(경사진 시브를 제외) 하부와의 간격이 0.25m 이상(직동식 권과방지장치는 0.05m 이상)이 되도록 조정할 수 있는 구조일 것

3) 과부하방지장치

크레인을 안전하게 사용할 수 있도록 최대로 인양할 수 있는 하중을 정하고 있는데 이를 정격하중(rated load)이라 한다. 천장크레인이나 갠트리크레인 등은 정격하중이 하나로 변하지 않지만, 타워크레인이나 이동식크레인은 작업반경에 따라 정격하중이 다르며, 권상속도에 따라 정격하중을 다른 경우도 있다.

작업자는 정격하중 범위 내에서 중량물 작업을 하는 경우 크레인에 손상을 주지 않고 안전하게 작업할 수 있다. 하지만 이를 무시하고 작업하거나 부지중에 과하중 작업을 하는 경우 와이어로프 파단이나 권상장치나 구조부에 부담을 주거나 손상을 입히므로 인해 크레인 고장이나 사고로 이어질 수 있다. 이러한 과하중 작업을 방지하기 위해 과부하방지장치를 설치하여 제한하도록 법에서는 규정하고 있다. 과하중 작업으로 인해 과부하방지장치가 작동하는 경우 중량물을 내리는 동작 외의 다른 조작이 제한되도록 회로가 구성된다.

과하중을 감지하는 방식으로는 하중에 따른 기계적 변형을 감지하는 기계식 과부하방지장치, 하중에 따른 스트레인 게이지 변형에 따른 저항을 감지하는 로드셀(Load cell)을 이용한 전자식 과부하방지장치, 권상용 전동기의 소요 전류를 감지하는 전기식 과부하방지장치 3종류가 있다. 아울러 타워크레인이나 이동식 크레인과 같이 작업 반경에 따라 정격하중이 달라지는 경우 작업반경을 측정하는 장치가 추가되어 반경에 따른 과하중을 방지하는 과부하방지장치인 모멘트리미터가 있다.



전자식



전기식

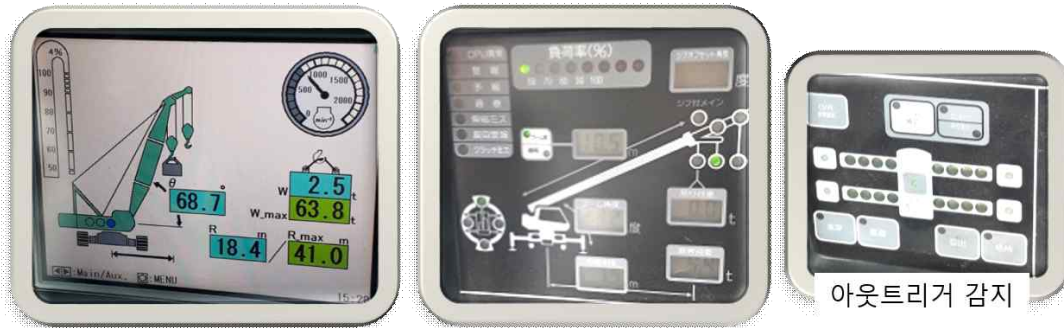


기계식

< 과부하방지장치 >

기계식 과부하방지장치는 타워크레인에 모멘트리미터로 사용되나 일반 크레인에는 잘 사용되지 않는다. 전기식 과부하방지장치는 가격이 저렴하여 호이스트 타입의 권상장치에 대부분 적용되고 있으나, 정확도가 떨어지고 과부하 감지를 위해서는 일정 작동시간이 필요한 구조적인 문제점이 있어 작업자가 이를 악용하여 과하중 작업을 하는 경우가 있다. 로드셀을 이용한 전자식 과부하방지장치는 하중 감지구조로 감지 즉시 작동하므로 과부하방지장치로서 우수하며, 크레인 하나에 권상장치가 2개 이상의 경우에도 각각의 하중을 감지하고 이를 통합하여 제어할 수 있는 이점이 있다. 또한 타워크레인과 같이 작업 반경별 정격하중이 다른 경우에도 이를 제어하기에 용이하다. 다만 민감한 장치이기에 충격에 약하고 시간이 지남에 따라 오차가 발생할 수 있기에 지속적인 관리가 필요하다.

아웃트리거가 있는 이동식크레인의 경우 아웃트리거 설치상태에 따라 크레인 안정성이 달라진다. 작업 공간 부족 등의 사유로 아웃트리거가 완전히 펼친 상태가 되지 못할 경우 작업 반경별 정격하중은 더 낮아져야 크레인 전복을 방지할 수 있다. 건설기계로 분류되는 이동식크레인의 아웃트리거가 있는 경우 과부하방지장치인 모멘트리미터 외에도 아웃트리거 설치 상태를 감지하여 정격하중을 추가적으로 제한하는 안전장치가 설치되어 있다.



< 이동식크레인의 과부하방지장치 >

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

과부하방지장치(27호)

가. 크레인에는 다음과 같은 과부하 방지장치를 부착해야 한다.

- 1) 법 제34조제1항에 따른 안전인증품 일 것
- 2) 정격하중의 1.1배 권상시 경고와 함께 권상동작이 정지되고 횡행, 주행동작 및 과부하를 증가시키는 동작이 불가능한 구조일 것. 다만, 지브형 크레인은 정격하중의 1.05배 권상시 경고와 함께 권상동작이 정지되고 과부하를 증가시키는 동작이 불가능한 구조일 것
- 3) 임의로 조정할 수 없도록 봉인되어 있을 것
- 4) 시험시 풍속은 8.3m/s를 초과하지 않을 것
- 5) 접근하기 쉬운 장소에 설치해야 하며, 과부하시 운전자가 용이하게 경보를 들을 수 있을 것
- 6) 과부하 방지장치는 한번 작동이 될 경우 과부하가 제거되고 해당 제어기가 중립 또는 정지위치로 돌아갈 때까지는 2)의 동작 상태를 유지할 것

4) 횡행 및 주행 전기적 정지장치(리미트 스위치)

횡행 및 주행 전기적 정지장치는 크레인이 횡행 또는 주행 동작을 하다 끝단부에 이를 경우 제어 신호를 차단시켜 정지하도록 하는 안전장치로 일반적으로 터치바(Touch bar)와 접촉되는 방식의 리미트 스위치를 주로 사용한다.

타워크레인의 경우 트롤리를 와이어로프 장치로 이동하게 하므로 드럼에 캠리미트 스위치를 부착하여 드럼의 감감이나 풀림 회전 수를 감지하여 작동하게 된다.



< 횡행 및 주행 전기적 정지장치 >

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

레일의 정지기구(36호)

- 다. 크레인의 주행레일에는 차륜정지기구에 도달하기 전의 위치에 리미트스위치 등 전기적 정지장치가 설치되어야 한다.
- 라. 횡행 속도가 매 분당 48m 이상인 크레인의 횡행레일에는 차륜정지 기구에 도달하기 전의 위치에 리미트스위치 등 전기적 정지장치가 설치되어야 한다.
- 마. 타워크레인 등은 트롤리 기구가 지브의 최대 바깥쪽과 안쪽에 접근시 작동이 정지되는 트롤리 이동한계 스위치 등의 정지장치를 갖추어야 한다.

5) 횡행 및 주행스토퍼

스토퍼(Stopper)는 의미 그대로 멈추게 하는 장치를 말한다. 레일을 따라 횡행이나 주행을 하다 끝단에 이르면 크레인이 이탈할 수 있다. 스톱퍼에 앞서 리미트장치를 통해 작동을 정지시키도록 하나, 리미트의 고장 등으로 불가능할 경우 스톱퍼에 부딪힘으로써 이탈을 방지하도록 한다. 스톱퍼와 부딪힘은 충격으로 크레인에 손상을 줄 수 있기 때문에 고무버퍼 등 완충재를 설치하지만 되도록 부딪히지 않도록 한다.



< 횡행 및 주행 스톱퍼 >

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

레일의 정지기구(36호)

- 가. 크레인의 횡행레일에는 양끝부분 또는 이에 준하는 장소에 완충장치, 완충재 또는 해당 크레인 횡행 차륜 지름의 4분의 1 이상 높이의 정지 기구를 설치해야 한다.
- 나. 크레인의 주행레일에는 양끝부분 또는 이에 준하는 장소에 완충장치, 완충재 또는 해당 크레인 주행 차륜 지름의 2분의 1 이상 높이의 정지 기구를 설치해야 한다.

6) 충돌방지장치

크레인 간의 충돌을 방지하는 장치이다. 안전인증 기준에는 동일 주행레일에 여러 대의 크레인이 있는 경우에 운전실 조작 방식의 크레인에는 충돌방지장치를 설치하여 주행 중 부딪히는 사고를 예방하도록 규정하고 있다. 대부분의 조선소에서는 무선원격제어기(리모컨) 조작 방식에도 안전을 위해 충돌방지장치를 설치하고 운용하고 있다. 다만 동일 주행로는 아니지만 옥내에서 천장크레인이 상하로 설치된 경우나, 옥외에서 골리앗크레인, 지브크레인, 타워크레인이 혼재된 상태에서 작업하는 경우에서 충돌 방지장치 설치 의무는 아직 없다.



< 충돌방지장치 >

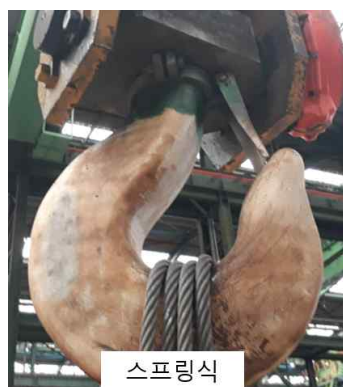
안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

병렬 설치된 크레인의 충돌방지장치 (37호)

- 가. 동일한 주행로 상에 2대 이상 병렬 설치된 것(작업바닥 면에서 펜던트 및 무선원격제어기 등을 조작하며 화물과 운전자가 함께 이동하는 것은 제외)은 크레인이 대면하는 끝 부분에 두 크레인의 충돌을 방지할 수 있는 장치를 설치해야 한다.
- 나. 가목의 충돌방지장치는 두 크레인을 접근시켰을 때 설정된 거리에서 자동으로 경보가 울리면서 정지해야 한다.

7) 혹 해지장치

중량물을 크레인으로 운반하기 위해서는 와이어로프나 체인, 슬링벨트 등으로 줄걸이하여 혹에 걸게 되는데, 줄걸이가 임의로 혹에서 빠지지 않도록 하는 것이 혹 해지장치이다. 혹 해지장치는 개방된 혹 입구 부분을 닫히게 하는데, 스프링을 사용한 스프링식과 해지장치의 무게로 중력에 의한 중추식이 있다.



< 혹해지장치 >

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

해지장치(32호)

혹에는 와이어로프 등이 이탈되는 것을 방지하는 해지장치가 부착되어야 한다. 다만, 전용 달기기구로서 작업자의 도움 없이 짐 걸이가 가능하며 작업경로에 작업자의 접근이 없는 경우는 예외로 할 수 있다.

8) 미끄럼방지장치(Storm anchor)와 전도방지장치(Tie down)

옥외에 설치된 갠트릭크레인이나 지브크레인 등은 보통 초당 16m의 풍속까지 안전하게 사용할 수 있도록 설계 시에 반영하여 제작한다. 이보다 높은 풍속으로 인해 크레인이 주행레일을 따라 미끄러질 위험이 있는 경우에는 미끄럼방지장치를 사용하여 고정하도록 하고 있으며, 태풍 등의 강한 바람에 의해 넘어질 위험이 있는 경우에는 전도방지장치를 설치하여 쓰러지지 않도록 조치해야 한다. 다만 타워크레인과는 같은 고정형 크레인은 설계 시에 태풍 등의 강한 바람에 견딜 수 있도록 기초를 크게 하거나 자립고 높이를 제한 또는 지지를 하도록 하고 있다.



< 미끄럼방지장치(Storm anchor) > < 전도방지장치(Tie down) >

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

미끄럼방지 고정장치(38호)

가. 옥외에 설치된 주행크레인에는 미끄럼방지를 위한 고정 장치를 설치해야 하며 다음 식에 따라 계산된 풍하중 값에 견딜 수 있어야 한다. $W = 120 \times \sqrt[4]{h} \times C \times A$

안정도(11호)

다. 옥외에 설치하는 크레인의 안정도 계산에 있어서 하물을 싣지 않은 정지상태에서 풍하중이 걸렸을 때 당해 크레인의 전도지점의 안정모멘트 값은 그 전도지점에서 전도 모멘트 값 이상이어야 한다.

9) 정전보상장치

마그네트 크레인은 철판 등을 운반하기 편리하도록 특화된 크레인이다. 달기구를 전자석 포트를 여러 개 설치하여 포트에 전기가 통하면 자석 성질이 되고 전기가 차단되면 자석성질이 사라진다. 전자석은 정격하중의 2배 이상의 자력을 가진 것을 설치하도록 규정하고 있다. 마그네트 크레인으로 철판을 운반 도중 정전 등으로 인해 전기가 공급이 차단되면 마그네트가 자력을 잃어버리기 때문에 철판이 떨어지는 위험이 발생한다. 따라서 이를 방지하기 위해 크레인에는 정전 보상장치로서 배터리(Battery)를 설치하여 정전 발생 시 마그네트 포트에는 자력이 유지될 수 있도록 최소 10분 이상 전원 공급이 가능해야 한다.



< 정전보상장치 >

안전인증고시 별표 2(크레인 제작 및 안전기준)

리프팅 마그넷(33호)

- 가. 리프팅 마그넷 부착 크레인은 정전 등 비상시에 최소 10분 이상의 흡착력을 유지하기에 충분한 용량의 충전기, 전지 등의 정전보상 장치를 갖출 것
- 나. 달기기구 구조부분의 내구력은 항복강도를 기준하여 흡착력의 2배 이상일 것
- 다. 리프팅 마그넷의 제작 및 설치는 다음에 적합할 것
 - 1) 리프팅 마그넷 등에 부착된 이름판에는 정격하중을 표시할 것
 - 2) 조작 마그넷 등의 조작스위치나 핸들에는 운전형식 및 방법을 표시할 것
 - 3) 정전시 배터리에서 전원이 공급될 경우 운전자에게 전원공급이 배터리에서 공급됨을 경보하기 위한 음향신호를 가지고 있고, 화물을 바닥에 안전하게 내릴 수 있는 구조일 것

4. 줄걸이 작업용 도구

줄걸이 작업(rigging)은 크레인으로 하물 인양 작업 시 줄걸이 용구 등을 사용하여 하물과 혹을 연결하여 인양 및 유도하여 원하는 목적지로 안전하게 운반한 후 하물을 혹에서 분리하기까지의 일련의 작업이다. 이러한 줄걸이 작업에 사용하는 줄걸이 용구, 보조용구, 인양용 지그 등이 있는데 인양하는 중량물의 종류, 형상, 무게에 따라 작업방법이 달라진다.

가. 줄걸이 용구(rigging tool)

1) 와이어로프 슬링

와이어로프 슬링은 가장 일반적인 줄걸이 용구로 체인슬링에 비해 가볍고 동하중 및 충격하중을 흡수하는데 적합하다.



2) 체인 슬링

와이어로프에 비해 내부식성, 내온도성이 뛰어나고 변형이 잘 일어나지 않는 장점이 있어 고온물질의 고리걸이와 특수한 작업에 사용된다.



3) 슬링 벨트

와이어로프나 체인보다 가볍고 취급하기 쉬우며, 하물의 손상이 적은 장점이 있다.



4) 라운드 슬링

하중을 지지하는 원사로 구성된 심이 직조된 외피로 완전히 둘러싸여진 유연성이 있는 슬링이다. 라운드슬링의 소재는 폴리에스터, 폴리프로필렌 및 폴리아미드이다. 동일 강도의 와이어로프 슬링보다 무게가 1/10정도 가벼워 취급하기 편리하고 하물의 손상이 적다.



나. 줄걸이 보조용구(rigging assistance tool)

줄걸이 용구의 체결용 또는 하물을 체결하기 위해 보조적으로 사용되는 용구로서 샤클, 클램프, 링, 해커, 아이볼트 등이 있는데, 현장에서는 주로 샤클과 클램프를 사용한다.

1) 샤클(Shackle)

샤클은 와이어로프 또는 링크 체인 등을 연결하거나 고정시키는데 사용하며, 굽은 샤클(보우 또는 오메가 샤클)과 곧은 샤클(D 샤클)이 2종류가 있다.



2) 클램프(Clamp)

클램프는 철판이나 빔 등을 줄걸이 작업할 때 사용되며, 철판을 수직으로 들어올릴 때 사용하는 수직용과 수평으로 들어올릴 때 사용하는 수평용이 있다.



3) 해커(Hacker)

해커는 철판, 철재파이프, 철재형강 등을 줄걸이 작업할 때 양 끝에 걸어 사용된다.

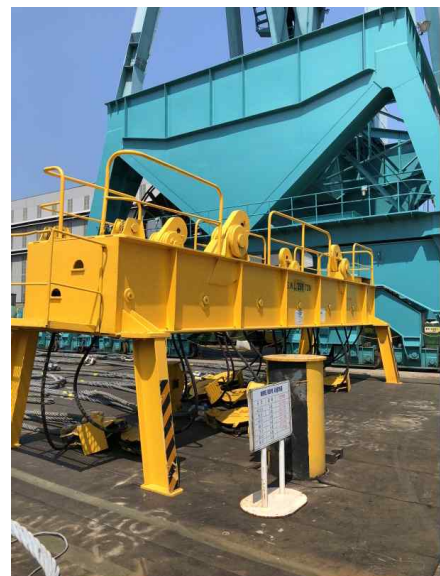


다. 인양 지그(Lifting Jig)

인양용 지그는 중량물의 부피가 크레인 혹은 직접 줄결이 하는데 어려움이 있어 중량물 인양작업의 안정성을 높이기 위해 사용하는 구조물이다.



< 리프팅빔(Lifting beam) >



< 블록로더(Block loader) >



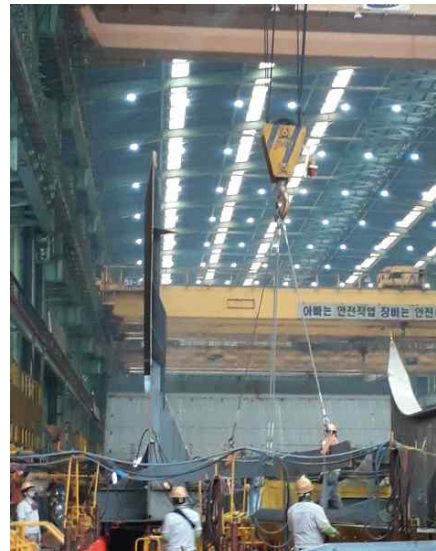
< 리프팅 마그네트(영구자석) >

5. 주요 작업 유형

크레인의 주 작업은 중량물 운반(또는 탑재)이며, 이 외에도 작업 공정에 따라 턴오버(Turn over) 작업이 있고 간헐적인 탑승작업이 있다.

가. 중량물 운반(탑재)작업

조선소에서의 중량물은 철판이나 형강 소재, 조립물(소조립, 중조립, 대조립), 블록 그리고 장비들과 원료 등이 있다.



< 마그네트크레인의 철판운반과 천장크레인의 소재운반 >



< 지브크레인을 이용한 장비나 재료 운반 >



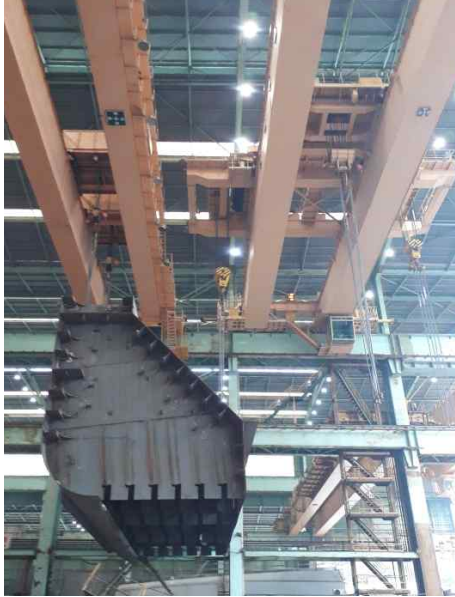
< 타워크레인을 이용한 가설기자재나 부품 운반 >



< 이동식크레인을 이용한 부품 운반 >



< 골리앗크레인을 이용한 모듈 운반 >



< 연동작업- 천장크레인 2대를 이용한 블록 운반 >



< 연동작업- 지브크레인 3대를 이용한 대형블록 운반 >



<연동작업- 이동식크레인 2대를 이용한 블록 탑재 >



< 연동작업- 골리앗크레인 2대를 이용한 대형블록 운반 >

나. 턴오버(Turn over) 작업

턴오버 작업은 철판의 이음용접을 앞뒤에 실시할 경우나 탑재 작업을 위해 상하부 위치 변동이 필요한 경우 크레인 1대 또는 2대 이상을 사용하여 뒤집는 작업을 말한다.



< 천장크레인을 이용한 철판 턴오버 작업 >



< 골리앗크레인을 이용한 블록 턴오버 작업 >



< 골리앗크레인과 이동식크레인을 이용한 블록 턴오버 작업 >

다. 탑승작업

크레인에 탑승작업은 원칙적으로 금지되어 있으나, 접근이 불가능한 선박 벽면이나 블록 상부에 접근하기 어려운 부분에서의 작업 등 작업 여건 상 불가피한 경우 전용 탑승설비를 사용하여 작업이 간헐적으로 이루어진다.



< 탑승작업 및 전용 탑승설비 >

6. 크레인 작업자

크레인 작업을 위해서는 작업계획을 수립하고 지휘하는 작업지휘자, 크레인을 조종하는 운전수 그리고 줄걸이작업과 신호를 담당하는 신호수가 있다.

가. 작업지휘자(줄걸이 작업 책임자)

줄걸이 작업 계획을 수립하여 관계자(크레인 운전사, 신호수, 줄걸이 작업자 등)에게 작업에 필요한 정보를 제공하며 작업 전반을 통제하는 책임자로 통상 관리감독자 역할을 맡은 자이다.

작업지휘자는 역할은 다음과 같다.

- 크레인 작업 전 중량물 취급작업에 대한 작업계획서를 작성
- 작업 전 회의(T.B.M, Tool Box Meeting)에서 작업방법과 안전사항에 대해 작업자들에게 전달
- 작업 전 크레인과 줄걸이 용구 등에 대한 점검

나. 크레인 운전수

크레인 조작은 운전실이나 무선 리모컨, 펜던트 조작 3가지 중 하나의 방법으로 이루어진다. 크레인 운전수는 해당 크레인의 법적 자격 및 사내자격 교육을 이수하고 크레인 장비/운전에 관한 전문적 지식을 갖추어야 한다.

1) 운전수 자격

유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙에 따라 운전실이 있는 크레인의 경우 관련 자격을 가진 자에 한해 운전이 가능하다.

<크레인 운전 자격·면허 등>

작업명	작업범위	자격·면허·기능 또는 경험
4. 「건설기계관리법」에 따른 건설기계를 사용하는 작업	면허를 가진 사람이 취급해야 하는 업무	「건설기계관리법」에서 규정하는 면허
11. 천장크레인 조종작업(조종석이 설치되어 있는 것에 한정한다)	조종석에서의 조종작업	1) 「국가기술자격법」에 따른 천장크레인운전기능사의 자격 2) 「근로자직업능력 개발법」에 따른 해당 분야 직업능력개발 훈련 이수자 3) 이 규칙에서 정하는 해당 교육기관에서 교육을 이수하고 수료시험에 합격한 사람

12. 타워크레인 조종작업(조종석이 설치되지 않은 정격하중 5톤 이상의 무인타워크레인을 포함한다)		「국가기술자격법」에 따른 타워크레인운전기능사의 자격
--	--	------------------------------

위 대상에 포함되지 않는 크레인(무선리모컨이나 펜던트 조종크레인, 차량탑재형 이동식크레인)에 대해서는 크레인 작업에 대한 특별교육만 받으면 법적으로 문제가 없다. 다만, 향후 차량탑재형 이동식크레인은 운전자 자격제도가 제정될 예정으로 있다.

조선소의 크레인 작업은 대형 중량물 취급이나 혼재작업, 연동작업 등 다양하고 위험한 작업이 대부분으로 위 자격 조건만 유지하는 것으로 크레인 안전을 확보하기에는 부족하다.

따라서 크레인 운전수에 대한 사내 자격 관리절차를 제정하여 법적인 자격 조건을 만족하면서 크레인 종류별 적합한 사내자격 제도를 통해 크레인 작업이 안전하고 원활하게 이루어질 수 있도록 한다.

조선소에서는 일반적으로 크레인별 운전수 자격조건을 다음과 같이 하고 있다.

크레인 종류	자격
천장크레인, 갠트리크레인(골리앗크레인)	천장크레인 운전기능사
타워크레인(고정식, 주행식)	타워크레인 운전기능사
지브크레인(러핑지브, 레벨러핑지브)	기중기 면허
기중기	기중기 면허

자격을 취득한 운전수는 자체 관리하여 자격표시(안전모에 스티커 등)하며, 정기적인(년1회 등) 보수교육을 실시한다.

2) 운전수 역할

크레인 운전수의 역할은 다음과 같다.

- 작업 전 크레인 점검하여 작업지휘자에게 결과 보고
- 크레인 운전
- 크레인 이상 발견 시 상황 보고

다. 신호수

신호의 의무를 맡은 자로서 정해진 신호방식(구두(말, 무전기), 수신호, 기신호, 호루라기 등)으로 크레인 운전자와 원활한 작업이 될 수 있도록 유도하는 자이며 줄걸이 작업을 함께 수행한다.

산업안전보건법에서 신호수의 자격에 대해 구체적으로 명시하지는 않고 있으며, 크레인 관련 작업자이므로 특별교육 대상이다. 또한 산업안전보건기준에 관한 규칙 제40호(신호)에 따라 양중기 작업 시 일정한 신호방법을 정하여 운전수와 신호하도록 하고 있다.

크레인 작업의 안전을 위해 크레인 운전수와 같이 사내 자격 관리절차를 제정하여 관리가 필요하다.

1) 신호수 자격

사내 자격 기준에 따른 자격을 이수한 자만 크레인 운전자에게 신호를 전달하는 작업과 줄걸이 작업을 할 수 있도록 한다. 신호수는 크레인 신호와 줄걸이 작업에 대한 교육(자격)을 받아야 하며, 정기적인(년1회 등)인 보수교육이 필요하다.

2) 신호수 역할

- ① 신호수는 법규 및 규정을 준수하고 지정된 개인보호구를 착용한다.
- ② 운전수와 무전기를 사용하여 신호체계를 확립한다. 단, 운전수가 신호수를 육안으로 확인할 수 있는 경우 수신호로 할 수 있다.
- ③ 권상작업 전 아래 이상 유무를 확인 후 신호를 전달한다.
 - 러그(Lug) 용접상태(러그 보강용접, 이면 용접)
 - 러그 도면에 준해 중량에 맞는 줄걸이 실시
 - 모든 달기구가 정확히 체결 또는 해체되었는지
 - 해체된 달기구가 운반물에 걸리는지
 - 운반물 작업자나 낙하물
 - 크레인 주행통로, 작업반경 내 위험요인 확인
- ④ 권상 시 사용하지 않는 달기구는 폭에서 제거하거나 끝단부를 폭에 체결하여 간섭되지 않도록 조치
- ⑤ 운반물에 보조로프 설치
- ⑥ 신호수가 여러 명인 경우 주신호수를 1명 지정하고 타 크레인과의 혼재작업 시 통합신호수를 지정한다.

- ⑦ 현장 여건에 따라 작업부서 지원자의 도움을 받을 수 있으며, 신호수가 작업내용을 주지시키고 신호수 책임하에 확인 후 작업을 진행한다.

3) 신호수 배치 기준

조선소마다 크레인 안전을 위해 크레인별 신호수를 배치하여 운영하고 있다.

< 크레인 종류별 신호수 배치 >

사업장	굴리앗크레인	지브크레인	타워크레인	천장크레인 (운전실)	리모컨/팬던트
A사	8명 (레일감시 2명포함)	2명	1명	1명	운전자
B사	9명 (레일감시 2명포함)	4명	2명	1명	운전자
C사	8명 (레일감시 2명포함)	2명	2명	1명	운전자

※ 레일감시자 : 크레인 작업 중 주행레일의 간섭 여부 확인

※ 붐간섭 신호수 : LLC(Level Luffing Crane) 연동 작업 시 붐간 간섭거리 확인 및 통제 업무를 수행

신호수 배치인원 수를 정할 때 크레인 종류, 중량물 크기, 작업환경이나 작업 방법을 고려해야 하는데, 기본적으로 작업상황이나 이동상황 중에 신호수가 육안으로 확인할 수 없는 지역이 있는 경우 안전을 확보하기 위해 추가 배치가 필요하다.

4) 신호수 안전보호구 등

신호수의 안전보호구는 일반 작업자와 동일하며, 사내 안전규정에 따라 안전모, 보안경 등 기본적인 보호구를 착용해야 한다. 추가적으로 크레인 운전수와 신호전달을 위한 무전기, 주변 통제 등을 위한 호루라기, 줄걸이 작업을 위한 보호장갑을 착용해야 한다.

5) 신호방법

크레인 신호수(운전수 포함)는 신호방법을 숙지하고 작업 중 무전기 또는 수신호를 통해 의사소통을 한다.



(가) 무전기 신호방법

※ 사업장에서 사용하고 있는 신호방법(예시)

① 작업 시작 및 종료 시

작업명	무전기 신호
시작	"○호기 운전실 감도", 운전실 응답 : "준비완료" 반복 구호
종료	"○호기 종료하겠습니다", 운전실 응답 : "수고했습니다"

② 작업 시

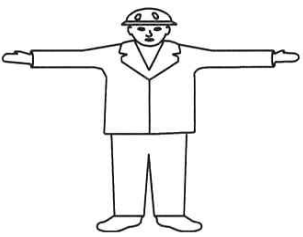
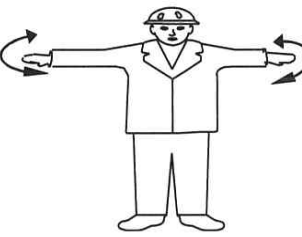
작업명	무전기 신호
주행 시	"○호기 남쪽(북쪽)으로 주행"
와이어 권상 작업 시	"○호기 와이어 올리고(or 내리고)"
와이어 권상 작업 시(천천히)	"○호기 와이어 천천히 올리고(or 내리고)"
와이어 권상 작업 시(미세작업)	"○호기 와이어 살짝 올리고(or 내리고)"
붐 선회 시(운전수 기준)	"○호기 붐 좌측(or 우측)으로"
트롤리 이동 시	"○호기 트롤리 밀고(or 당기고)"
작업 정지 시	"작동 스톱"

※ 신호 시 운전수는 복명 복창 실시

(나) 수신호

※ 출처: KS B ISO 16715:2014 (크레인-수신호)

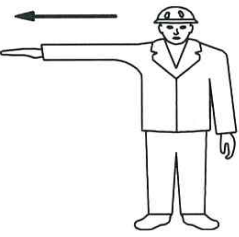
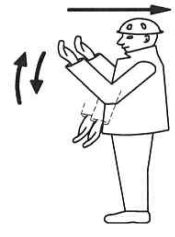
① 일반 수신호

 그림 1 작업 시작 (나의 지시를 따르시오) 두 팔을 수평으로 뻗고 손바닥은 펴서 정면을 향하게 한다.	 그림 2 멈춤 (보통 멈춤) 한 팔을 수평으로 뻗고서 손바닥은 바닥을 향하게 하고, 팔은 수평을 유지하며 앞뒤로 움직인다.	 그림 3 비상 멈춤 (긴급 멈춤) 두 팔을 수평으로 뻗고, 손바닥은 바닥을 향하게 하고, 팔은 수평을 유지하며 앞뒤로 움직인다.
--	---	---

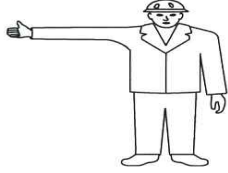
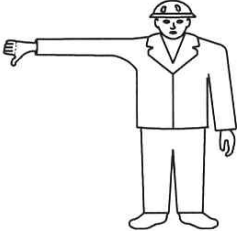
② 수직 동작

 그림 6 수직거리 표시 두 팔을 몸 앞쪽으로 뻗고, 두 손바닥을 마주하여 한 손을 다른 손 위에 둔다.	 그림 7 하물을 일정한 속도로 올리기 한 팔을 위로 올리고, 주먹을 쥔 상태에서 검지는 위쪽을 가리키며 팔뚝으로 작은 평면 원을 그린다.	 그림 8 천천히 올리기 한 손은 올리기 신호를 하고, 다른 한 손바닥은 신호를 하는 손 위에 올려놓은 후 움직이지 않는다.
 그림 9 하물을 일정한 속도로 내리기 한 팔을 몸과 거리를 두고서 아래로 내리고, 주먹을 쥔 상태에서 검지를 아래쪽으로 가리키며 팔뚝으로 작은 평면 원을 그린다.	 그림 10 천천히 내리기 한 손은 내리기 신호를 하고, 다른 한 손바닥은 신호를 하는 손 아래에 내려놓은 후 움직이지 않는다.	

③ 수평동작

 그림 11 주행/선회 방향 표시 한 팔을 수평으로 뻗으며 손은 펴고, 손바닥은 아래로 향하게 하여 원하는 방향을 가리킨다.	 그림 12 주행 (나에게서 멀어지시오) 두 팔을 앞쪽으로 펴서 벌리고 두 손은 펴서 손바닥을 아래쪽으로 유지한 상태에서, 두 팔뚝을 위아래로 반복하여 움직인다.	 그림 13 주행 (나에게로 오시오) 두 팔을 앞쪽으로 펴서 벌리고 두 손은 펴서 손바닥을 위쪽으로 유지한 상태에서, 두 팔뚝을 위아래로 반복하여 움직인다.
---	--	---

④ 장비 관련 동작

 그림 18 메인 호이스트 사용하기 머리 위에 한 손을 두고, 다른 한 손은 몸 측면에 둔다. 이 신호 이후의 수신호는 메인 호이스트에만 적용한다. 하나 이상의 메인 호이스트가 존재하는 경우, 신호수는 크레인 번호로 표시하거나 손가락으로 가리킨다.	 그림 19 보조 호이스트 사용하기 한쪽 팔뚝을 수직으로 유지하며 주먹을 쥔다. 다른 한 손으로 팔꿈치를 움직인다. 이 신호 이후의 수신호는 보조 호이스트에만 적용한다.	 그림 20 붐 올리기 한 팔을 수평으로 뻗고서 엄지손가락을 위로 향하게 한다.
 그림 21 붐 하강 한쪽 팔을 수평으로 뻗고서 엄지손가락을 아래로 향하게 한다.	 그림 22 붐 확장 또는 트롤리 확장 양손을 앞쪽으로 뻗고(주먹을 쥔 상태) 엄지손가락을 서로 반대 방향으로 유지한다.	 그림 23 붐 축소 또는 트롤리 축소 양손을 앞쪽으로 뻗고(주먹을 쥔 상태) 엄지손가락을 마주 보는 방향으로 유지한다.
 그림 24 붐 상승과 동시에 하물 인상 한 팔은 수평으로 뻗고서 엄지손가락을 위로 향하게 하고, 다른 한 팔은 몸과 거리를 두고서 아래로 향하게 하여 팔뚝으로 작은 평면 원을 그린다.	 그림 25 붐 하강과 동시에 하물 인상 한 팔은 수평으로 뻗고서 엄지손가락을 아래로 향하게 하고, 다른 한 팔은 위쪽으로 올려 손가락으로 작은 평면 원을 그린다.	

7. 관련제도

가. 검사 제도

1) 안전인증

산업현장에서 사용하는 기계설비 중 위험성이 있다고 판단되는 기계설비는 안전 인증제도를 통해 제조 시 안전성을 확인받도록 되어 있다. 산업안전보건법 제34조(안전인증)에서는 크레인을 포함한 프레스, 리프트 등 11종류가 이에 해당된다.

크레인의 경우 정격하중이 0.5톤 이상인 경우 안전인증 기준에 따라 설계 시에 안전장치, 기계, 전기, 구조적 강도의 적정성을 확인받는 서면심사와 제작·설치 시 성능이나 안전성 여부를 확인하는 제품심사에 적합해야 안전인증을 통과해야 사용 가능하다.

이동식크레인의 경우에는 차량탑재형 이동식크레인만 해당되고, 나머지는 건설 기계관리법에 따라 기중기로 분류되어 관리되고 있다. 크롤러크레인이나 하이드로 크레인 등의 기중기는 건설기계관리법 제18조(건설기계형식의 승인 등)에 따라 형식승인을 받아야 한다.

타워크레인의 경우에는 산업안전보건법과 건설기계관리법 둘 다 적용을 받도록 되어 있는데, 일반적으로 제조 현장에서는 산업안전보건법에 따라 안전인증, 안전검사가 이루어지고, 건설 현장에서는 건설기계관리법에 따라 형식승인과 정기검사를 받고 있다.

2) 안전검사

안전인증을 받은 크레인이라도 사용과정에서 유지·관리가 적절하게 되지 않으면 사고 발생 위험이 높아질 수 있다. 따라서 산업안전보건법 제36조(안전검사)를 통해 안전장치나 성능의 적정성 여부를 검사받아야 한다.

안전검사 대상은 정격하중이 2톤 이상인 크레인이 해당되며, 안전인증을 받고 3년이 지나기 전에 안전검사를 받고 이후 매 2년마다 받도록 되어 있다. 참고로 산업안전보건법 제36조의 2(자율검사에 다른 안전검사)에 따라 자율검사 프로그램을 실시하면 안전검사를 받은 것과 같다.

기중기는 건설기계관리법 제13조(검사 등)에 따라 일정 기간마다 정기검사를 받도록 되어 있다.

< 건설기계관리법 시행규칙 제22조(정기검사의 유효기간) 별표7 >

기 종	구 분	검사유효기간
5. 기중기	타이어식, 트럭적재식	1년
13. 그 밖의 건설기계	-	3년

나. 자격제도

산업안전보건법 제47조(자격 등에 의한 취업제한)에 따라 크레인 조종작업에 대해 자격을 가지도록 규정하고 있다. 유해·위험작업의 취업제한에 관한 규칙 별표 1에 따른 자격이 필요한 크레인에 관련된 작업은 다음과 같다.

- 천장크레인 조종작업(조종석이 설치되어 있는 것에 한정)
- 타워크레인 조종작업(조종석이 설치되지 않은 정격하중 5톤 이상의 무인타워 크레인을 포함)
- 건설기계 조종작업(건설기계 면허)
- 차량탑재형 이동식크레인 조종작업 (시행 예정)

천장크레인 외에 조종석이 있는 갠트리카레인이나 지브크레인의 조종작업에 대해서는 법에서 명확하게 규정해 놓지 않고 있으나, 천장크레인 운전기능사와 같은 자격이 있는 것이 적절하다. 참고로 한국산업표준 KS B ISO 4306-1(크레인-용어-제1부)에서는 천장크레인 범주 안에 갠트리카레인이 포함되어 있다.

크롤러크레인이나 하이드로크레인은 건설기계관리법에 따른 면허를 보유하면 적절하고 차량탑재형 이동식크레인(일명 ‘카고크레인’)은 현재까지 자격이 불필요하나 개정 예정이다. 또한, 운전실(조종석)이 없이 무선 리모컨이나 펜던트를 통해 크레인을 조작하는 크레인에 대해서는 운전자에 대한 어떤 자격조건이 없다.

다. 교육제도

산업안전보건법 제31조(안전보건교육)에는 크레인 작업자가 받아야 하는 교육에 관해 규정하고 있다. 모든 근로자는 분기별 6시간(매월 2시간)의 정기교육을 받지만 크레인 작업을 수행하는 근로자는 해당 작업에 대한 특별교육(16시간)을 받도록 되어 있다.

작업명	교육 내용
1톤 이상의 크레인을 사용하는 작업	○ 방호장치의 종류, 기능 및 취급에 관한 사항

또는 1톤 미만의 크레인 또는 호이스트를 5대 이상 보유한 사업장에서 해당 기계로 하는 작업	☐ 걸고리·와이어로프 및 비상정지장치 등의 기계·기구 점검에 관한 사항 ☐ 화물의 취급 및 작업방법에 관한 사항 ☐ 신호방법 및 공동작업에 관한 사항 ☐ 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항
---	---

라. 기타 안전조치 사항

산업안전보건기준에 관한 규칙에는 크레인 작업에 대한 안전조치 사항들에 대해 추가적으로 정하고 있다. 이 조항들은 크레인 사용 및 유지·보수 시 조치사항과 금지사항, 관리자의 역할, 달기구 등에 대한 사항을 언급하고 있는데 이에 대한 주요 조항은 다음과 같다.

1) 제36조(사용의 제한)

크레인이 안전인증기준이나 안전검사기준에 적합하지 않은 상태로 사용해서는 안된다. 안전장치가 고장난 상태로 사용하거나 기계장치의 마모가 안전검사 기준을 초과하였거나, 변형 등의 손상이 있는 경우를 말한다.

2) 제35조(관리감독자의 유해·위험 방지업무)

관리감독자가 크레인 작업 시에 수행해야 하는 업무에 대한 조항으로 작업시작 전 점검사항과 작업 시 조치 사항들에 대해 언급하고 있다.

a. 작업 시작 전 점검사항(별표3)

작업의 종류	점검내용
4. 크레인을 사용하여 작업을 하는 때 (제2편제1장제9절제2관)	가. 권과방지장치·브레이크·클러치 및 운전장치의 기능 나. 주행로의 상측 및 트롤리(trolley)가 횡행하는 레일의 상태 다. 와이어로프가 통하고 있는 곳의 상태
5. 이동식 크레인을 사용하여 작업을 할 때(제2편제1장제9절제3관)	가. 권과방지장치나 그 밖의 경보장치의 기능 나. 브레이크·클러치 및 조정장치의 기능 다. 와이어로프가 통하고 있는 곳 및 작업장소의 지반상태
8. 양중기의 와이어로프·달기체인·섬유로프·섬유벨트 또는 혹·샤클·링 등의 철구(이하 "와이어로프등"이라 한다)를 사용하여 고리걸이작업을 할 때(제2편제1장제9절제7관)	와이어로프등의 이상 유무

b. 작업 시 조치사항(별표2)

작업의 종류	직무수행 내용
3. 크레인을 사용하는 작업(제2편제1장 제9절제2관·제3관)	가. 작업방법과 근로자 배치를 결정하고 그 작업을 지휘하는 일 나. 재료의 결함 유무 또는 기구 및 공구의 기능을 점검하고 불량품을 제거하는 일 다. 작업 중 안전대 또는 안전모의 착용 상황을 감시하는 일

3) 제37조(악천후 및 강풍 시 작업 중지)

비·눈·바람 또는 그 밖의 기상상태의 불안정으로 인하여 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우 작업을 중지해야 하는 조항이다.

크레인의 경우 일반적으로 최대 사용 풍속은 16m/s이고, 태풍 시에는 45m/s에 견딜 수 있도록 설계한다. 이 조항에서는 타워크레인 순간풍속을 15m/s를 초과한 경우 운전작업을 중지하도록 하고, 10m/s를 초과한 경우 설치, 점검, 수리작업을 금지하고 있다.

풍속의 기준은 순간풍속이며, 작업장 바닥이 아닌 크레인 상부에서 측정한 풍속이 적절하기에 타워크레인이나 골리앗크레인 상부에 풍속계를 설치하여 모니터링하는 것이 적절하다.

4) 제38조(작업계획서의 작성 등), 제39조(작업지휘자의 지정), 제40조(신호)

이 조항은 중량물 취급 작업 시 작업계획서를 작성하여 근로자에게 알리고 계획서에 따른 작업을 하도록 규정하고 있다. 또한 해당 작업 시 작업지휘자를 지정하고 신호방법을 정해 운전자와 신호수 간의 신호작업을 정하고 있다.

< 작업계획서 내용(별표4) >

작업명	사전조사 내용	작업계획서 내용
11. 중량물의 취급 작업	-	가. 추락위험을 예방할 수 있는 안전대책 나. 낙하위험을 예방할 수 있는 안전대책 다. 전도위험을 예방할 수 있는 안전대책 라. 협착위험을 예방할 수 있는 안전대책 마. 붕괴위험을 예방할 수 있는 안전대책

5) 제86조(탑승의 제한)

이 조항은 크레인을 이용하여 탑승작업을 원칙적으로 금지하고 있는 조항으로 불가피한 상황인 경우 아래의 추락위험 방지조치를 한 경우에는 인정하고 있다.

다만 이동식크레인에는 어떠한 경우에도 금지하고 있다.

- a. 탑승설비가 뒤집히거나 떨어지지 않도록 필요한 조치를 할 것
- b. 안전대나 구명줄을 설치하고, 안전난간을 설치할 수 있는 구조인 경우에는 안전난간을 설치할 것
- c. 탑승설비를 하강시킬 때에는 동력하강방법으로 할 것

6) 제93조(방호장치의 해체 금지)

이 조항에서는 크레인의 방호장치를 해체하거나 사용을 정지해서는 아니 된다고 규정하고 있어 임의로 방호장치를 끄거나 조정하여 작동이 되지 않도록 해서는 아니 된다.

7) 제139조(크레인의 수리 등의 작업)

산업안전보건기준에 관한 규칙

- ① 사업주는 같은 주행로에 병렬로 설치되어 있는 주행 크레인의 수리·조정 및 점검 등의 작업을 하는 경우, 주행로상이나 그 밖에 주행 크레인이 근로자와 접촉할 우려가 있는 장소에서 작업을 하는 경우 등에 주행 크레인끼리 충돌하거나 주행 크레인이 근로자와 접촉할 위험을 방지하기 위하여 감시인을 두고 주행로상에 스톱퍼(stopper)를 설치하는 등 위험 방지 조치를 하여야 한다.
- ② 사업주는 갠트리 크레인 등과 같이 작업장 바닥에 고정된 레일을 따라 주행하는 크레인의 새들(saddle) 돌출부와 주변 구조물 사이의 안전공간이 40센티미터 이상 되도록 바닥에 표시를 하는 등 안전공간을 확보하여야 한다.

이 조항에 크레인 수리·조정 및 점검 등의 작업 시 주행로 상에 스톱퍼 추가 설치 등의 위험 방지 조치를 하고 감시인을 두도록 하고 있으며, 갠트리카레인은 주행레일이 바닥에 있어 주행 시 새들과 부딪힘 사고위험이 있으므로 새들 양끝에서 최소 40cm 이상의 안전공간을 두고 바닥에 페인트 색상 등으로 표시하도록 하고 있다.

8) 제146조(크레인 작업 시 조치)

이 조항은 크레인 작업 시 주의해야 할 사항으로 가장 중요한 조치사항은 인양 작업 시 주변 통제와 인양물 하부에 출입을 통제하는 것이다.

산업안전보건기준에 관한 규칙

1. 인양할 하물(荷物)을 바닥에서 끌어당기거나 밀어내는 작업을 하지 아니할 것
2. 유류드럼이나 가스통 등 운반 도중에 떨어져 폭발하거나 누출될 가능성이 있는 위험물 용기는 보관함(또는 보관고)에 담아 안전하게 매달아 운반할 것
3. 고정된 물체를 직접 분리·제거하는 작업을 하지 아니할 것
4. 미리 근로자의 출입을 통제하여 인양 중인 하물이 작업자의 머리 위로 통과하지 않도록 할 것
5. 인양할 하물이 보이지 아니하는 경우에는 어떠한 동작도 하지 아니할 것(신호하는 사람에 의하여 작업을 하는 경우는 제외한다)

9) 제163조(와이어로프 등 달기구의 안전계수)

이 조항은 달기구(줄걸이 용구 등)의 안전계수를 규정하는 조항으로 와이어로프 등은 안전계수가 5이상이고, 리프팅 빔 등은 3이상이다. 또한 줄걸이 용구에는 최대허용하중 표식이 있어야 한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙

1. 근로자가 탑승하는 운반구를 지지하는 달기와이어로프 또는 달기체인인 경우: 10 이상
2. 화물의 하중을 직접 지지하는 달기와이어로프 또는 달기체인인 경우: 5 이상
3. 혹, 샤클, 클램프, 리프팅 빔의 경우: 3 이상
4. 그 밖의 경우: 4 이상

10) 제166조(이음매가 있는 와이어로프 등의 사용 금지), 제167조(늘어난 달기체인 등의 사용 금지), 제169조(꼬임이 끊어진 섬유로프 등의 사용금지)

이 조항은 와이어로프, 체인, 섬유벨트(로프)의 손상 등에 대한 사용금지 조항이다.

< 와이어로프 >

- a. 이음매가 있는 것
- b. 와이어로프의 한 꼬임[(스트랜드(strand)를 말한다. 이하 같다)]에서 끊어진 소선(素線) [필러(pillar)선은 제외한다]의 수가 10퍼센트 이상(비자전로프의 경우에는 끊어진 소선의 수가 와이어로프 호칭지름의 6배 길이 이내에서 4개 이상이거나 호칭지름 30배 길이 이내에서 8개 이상)인 것
- c. 지름의 감소가 공칭지름의 7퍼센트를 초과하는 것
- d. 꼬인 것
- e. 심하게 변형되거나 부식된 것
- f. 열과 전기충격에 의해 손상된 것

< 체인 >

- a. 달기 체인의 길이가 달기 체인이 제조된 때의 길이의 5퍼센트를 초과한 것
- b. 링의 단면지름이 달기 체인이 제조된 때의 해당 링의 지름의 10퍼센트를 초과하여 감소한 것
- c. 균열이 있거나 심하게 변형된 것

< 섬유벨트(로프) >

- a. 꼬임이 끊어진 것
- b. 심하게 손상되거나 부식된 것

11) 제168조(변형되어 있는 혹·샤클 등의 사용금지 등)

이 조항은 글자 그대로 변형 등의 손상이 있는 혹,샤클의 사용을 금지하고 있고, 리프팅빔(스프레더) 등의 중량물 취급용구를 제작 또는 구매 시 안전율은 3 이상이고 MT 등의 비파괴 검사를 실시해야 함을 규정하고 있다.

12) 제143조(폭풍 등으로 인한 이상 유무 점검)

이 조항은 태풍이나 지진이 발생한 이후 크레인 작업을 개시하기 전에 크레인의 구조부부분이나 작동 상태 적정 여부를 점검해야함을 규정하고 있다.

산업안전보건기준에 관한 규칙

사업주는 순간풍속이 초당 30미터를 초과하는 바람이 불거나 중진이상 진도의 지진이 있을 후에 옥외에 설치되어 있는 양중기를 사용하여 작업을 하는 경우에는 미리 각 부위에 이상이 있는지를 점검하여야 한다.

2016년 9월경 경주에서 발생한 지진으로 우리 나라도 지진에 안전하지 않다는 인식이 생겼고, 이에 대한 대비가 필요함을 알게 하였다. 안전인증 기준에 따르면 옥외 단독 설치되는 크레인의 경우(타워크레인, 갠트리크레인, 지브크레인 등)에 설계 시 내진 기준에 대한 검토를 하고 있다.

여기서 중진(中震)이라함은 일본기상청(JMA) 진도계급으로는 IV등급에 해당되며, 수정메르칼리 진도계급표(MMI)으로는 VI 급으로 규모 5이상을 의미한다.

안전인증기준 별표2(크레인)

7호 풍하중 및 지진하중

마. 제6호사목의 지진하중은 옥외에 단독으로 설치되는 크레인에 한하여 적용하여야 하며, 이 경우 지진하중은 다음 각 목의 어느 하나에 해당하여야 한다.

- 1) 크레인 자중(권상화물 제외)의 15%에 상당하는 수평하중

안전인증기준에 따라 내진 검토 시 가장 취약한 크레인 기종은 타워크레인으로 양정이 높고 크레인 상부 중량(자중)이 높을수록 지진에 취약해지는 구조가 된다.

추가적인 자체적인 안전조치 사례로 아래 사진은 지진 시 권상장치(트롤리)의 이탈을 방지하도록 이탈 방지가드를 트롤리 하부 양쪽에 설치한 경우이다.



< 지진 시 권상장치 이탈 방지가드 설치 >

Ⅱ 크레인 재해 사례

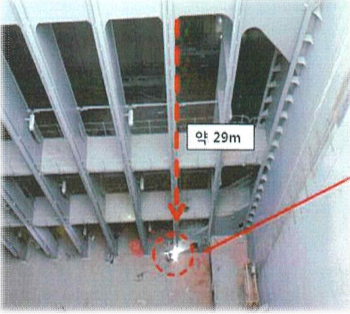
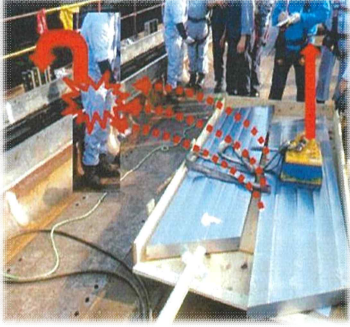
크레인 사고 Zero!

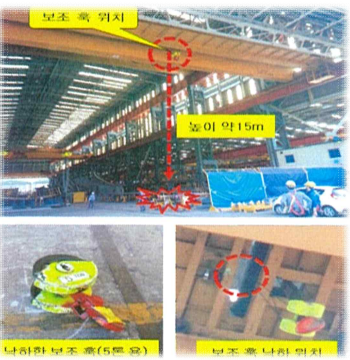
전거복철(前車覆轍) [앞 전 · 수레 거 · 뒤집힐 복 · 바퀴자국 철]

앞에 간 수레가 뒤집힌 바퀴자국이라는 뜻으로
앞의 실패(사고)를 본보기 삼아 주의함을 이르는 말

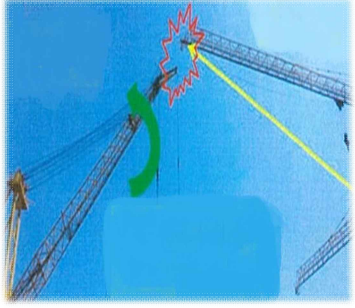
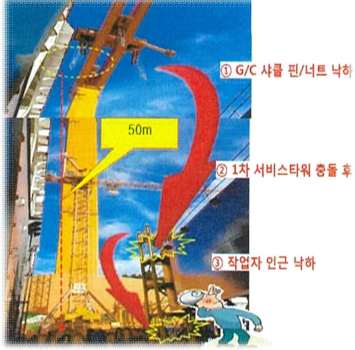
1. 일반재해 사례(최근 5년간)

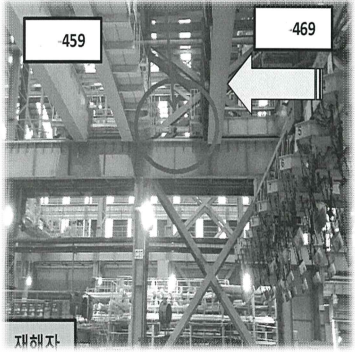
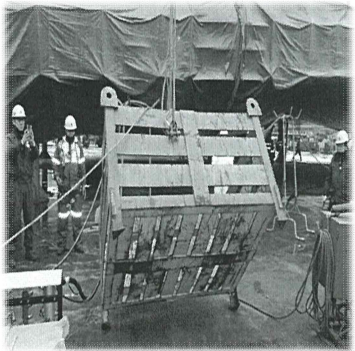
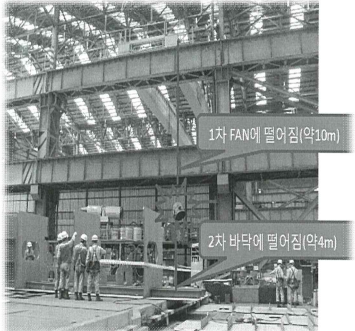
발생형태	내용	사진
훅에 손가락 끼임 (1)	천장크레인으로 잔재 수거용 파레트를 이동한 후 와이어로프에 연결된 스위벨 훅을 해체하던 중 크레인 운전자가 훅을 다 해체한 것으로 판단하고 권상하여 스위벨 훅과 파레트 러그 사이에 손가락이 끼임	
부재가 넘어져 발목에 맞음 (2)	T-론지 턴오버 위해 받침대 설치 후 클램프를 빼내던 중 받침대가 클램프에 부딪혀 빠지면서 T-론지가 좌측 발목부위를 충격함	
샤클이 걸려 튕겨 맞음 (3)	천장크레인을 이용하여 파이프를 옮기고 해체한 샤클(4개)을 권상하던 중 하부 파이프 사이에 끼어있던 샤클 1개가 튕겨 올라오면서 안면부를 충격	

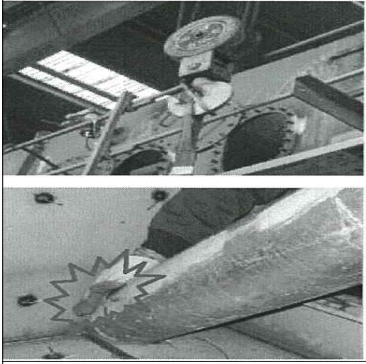
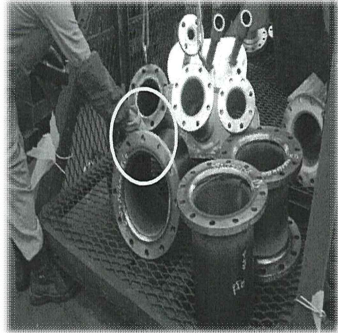
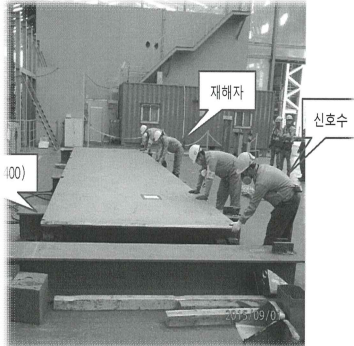
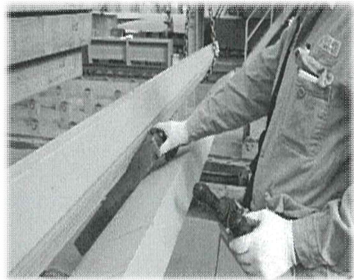
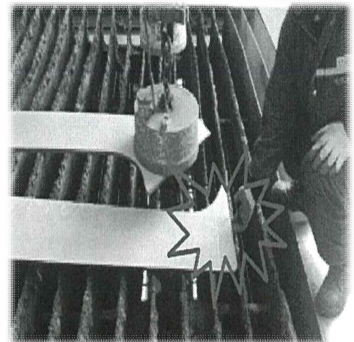
발생형태	내용	사진
강풍에 크레인 이탈 (4)	크레인(50톤)이 강풍에 의해 서편으로 약 30미터 밀려 스토퍼에 부딪히고 레일에서 약 2.5m 이탈 ▶ 사고 당시 순간풍속 : 약 20m/s ▶ 강풍에 안전 조치 대처가 늦음	
크레인 과 대차 충돌 (5)	캐리지 용접 대차를 끌고 갠트릭레인 레일 위를 넘어가다 주행중인 갠트리 크레인 완충장치 부분에 용접 대차가 충돌하면서 대차를 끌고 가던 작업자의 하반신이 끼임 ▶ 접근중인 크레인을 확인하였으나, 대차 충돌을 방지하려고 무리하게 밀다가 사고 발생	
훅에서 줄걸이 와이어 이탈하여 맞음 (6)	사다리 운반을 위해 훅을 하강하던 중 호선 상부 핸드레일에 줄걸이 와이어로프가 닿으면서 훅에서 이탈하여 약 29m 높이에서 떨어져 아래에서 용접작업을 하던 작업자가 목, 어깨부위에 맞음 ▶ 훅 해지장치가 헐거워 이탈함	
권상 중량물이 쏟리면서 밀려 떨어짐 (7)	TTC크레인(20톤)을 이용하여 중량물을 권상하던 중 중량물이 쏠리면서 줄걸이 작업자도 함께 밀려 보드레일 안쪽(1.9M)으로 떨어짐 ▶ 권상 전 수직도 확인하지 않고 상승 ▶ 작업자 위험지역 위치	
크레인 거더 위에서 떨어짐 (8)	재해자가 정비작업 후 크레인 거더 횡행 레일 위에서 10.5m 아래 바닥으로 떨어짐 ▶ 안전통로를 이용하지 않고 거더 상부로 이동한 것으로 추정	

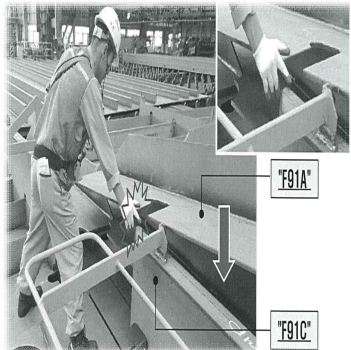
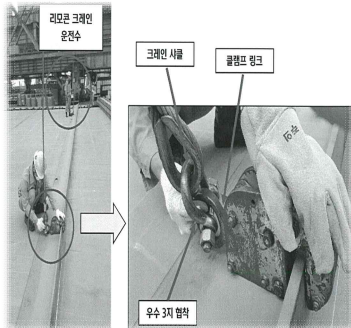
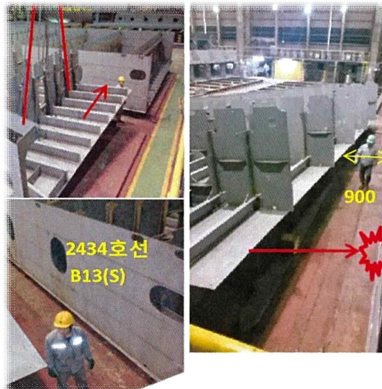
발생형태	내용	사진
운반물과 부재 사이 발목끼임 (9)	조립부재 운반 중 크레인 주행 방향에 위치하여 리모컨으로 조작하던 재해자가 운반 중량물과 주변 부재 사이에 발목이 끼임 ▶ 크레인 주행방향에 위치하여 리모컨 조작	
제품 고정이 잘못되어 떨어짐 (10)	턴오버 작업을 위해 블록을 인양한 상태에서 뒤집으려는 순간 블록 내에 설치되어 있던 본선용 천장크레인(3톤) 고정장치가 탈락되어 천장크레인이 12m 아래로 떨어짐 ▶ 블록 내 설치된 천장크레인 고정하기 위해 번선(철선)으로 클램프와 크레인을 고정시킴	
크레인 호선 핸드레일 부딪힘 (11)	크레인을 이용하여 의장자재를 PE장에서 데크 상부로 탑재하기 위해 지브크레인을 선회하던 중 플랫폼 핸드레일과 지브크레인 카운터 웨이더와 부딪힘 ▶ 상하부 신호수 상호 확인 미흡	
훅 블록 떨어짐 (12)	크레인 보조 훅을 권상시키다가 권과방지장치 (캠 리미트) 고장으로 훅이 계속 상승되면서 그라브(Crab)에 접촉되어 와이어로프가 파단되면서 훅이 약 15m 아래로 떨어짐 ▶ 1차 캠 리미트 고장 및 2차 중추 리미트 미작동	
목 통증 (근골격계 질환) (13)	오랜 기간 크레인 운전으로 어깨와 목 통증 (디스크) 발생	

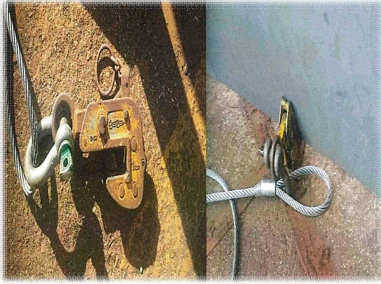
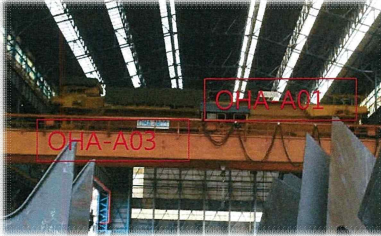
발생형태	내용	사진
권상와이어로프 흘러내려 중량물 떨어짐 (14)	50톤 블록 제작 후 트래슬에 상차하기 위해 갠트리 크레인 50(25+25)톤으로 인양하여 이동 중 과부하가 발생하여 2번 축의 와이어로프가 흘러내려 블록 한쪽 끝이 지면에 낙하 ▶ 50톤 블록을 50톤 크레인으로 무리하게 인양 ▶ 과부하방지장치 임의 조정	
크레인 지게차 부딪힘 (15)	마그네트 크레인이 주행 중 지게차를 확인하지 못해 마그네트와 지게차 백미러가 부딪힘 ▶ 천장크레인 주행 시 확인 미흡	
유도로프 에 감겨 떨어짐 (16)	크레인으로 중량물 운반 중 설치된 유도로프 (10.5m)의 끝단 약 2m 지점을 잡고 따라가다 유도로프 끝단이 재해자의 좌측 다리에 감기면서 지상에서 약1.8m 달려 올라가다 떨어짐 ▶ 유도로프 위험성 인지부족 ▶ 잡는 위치 부적절	
블록 권상 중 떨어짐 (17)	블록 턴오버 작업 중 한쪽 H빔 용접 부위가 터지면서 블록 떨어짐 ▶ 신호수 리프팅 도면 미준수 (메인 트롤리와 보조 트롤리 반대로 샤클 체결)	
러그 용접부 터져 블록 떨어짐 (18)	턴오버 작업 중 블록에 설치된 러그 1개가 파단되면서 블록이 한쪽 방향으로 기울어지면서 2m 정도 낙하 ▶ 파단된 러그는 4군데 가접 상태였으며, 작업 전 러그 용접상태 미확인	

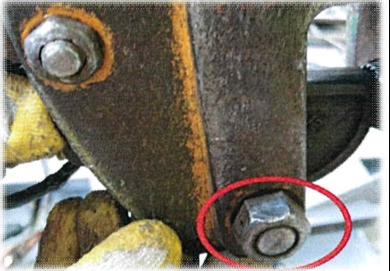
발생형태	내용	사진
타워 크레인 붐끼리 부딪힘 (19)	크레인 붐을 선회 중 안벽에 있던 타워크레인 붐 끝단부와 부딪힘 ▶ 크레인 운전자 임의 운전(신호 요청 미실시)	
샤클핀 떨어짐 (20)	강풍 발생으로 골리앗크레인 트롤리에서 샤클핀과 너트 1개가 50m 하부로 작업자 근처에 떨어짐 ▶ 샤클 핀 체결 미흡	
슬링벨트 간섭으로 파단 (21)	250A 파이프(250kg)를 슬링벨트(1톤)로 감아 탑재 작업 중 슬링 벨트가 블록 개선부에 부딪혀 파단되자 바닥(1.2m높이)으로 뛰어 내리다 넘어짐 ▶ 벨트 확인 미흡	
훅이 걸리면서 튀겨 맞음 (22)	권상 중 크레인에 달린 체인블록 훅크가 격자정반에 걸리면서 텐션을 받아 튕겨 재해자 얼굴에 맞음 ▶ 체인블록 훅을 처진 상태로 권상	
클램프에 손가락이 끼임 (23)	피봇 클램프를 빔에 체결하던 중 옆에 있던 신호수가 크레인 운전수에게 훅을 조금 올리라고 신호함으로써 클램프를 잡고 있던 재해자 손가락이 끼임 ▶ 확인하지 않고 크레인 신호 실시	

발생형태	내용	사진
크레인 발이 끼임 (24)	크레인 월간 정기점검 시 주행 충돌방지 센서 작동 유무를 확인하는 과정에서 재해자가 리모컨을 이용하여 주행하던 중 주행 새들과 지면 사이에 발이 끼임 ▶ 근접센서 확인 중 본인 발위치 인식 못함	
권상으로 당김줄에 손가락이 끼임 (25)	당김줄(유도로프)이 집진기 바닥에 끼여 재해자가 빼내려 우측손으로 감아 당기는 순간 크레인이 갑자기 권상되면서 손이 끼임 ▶ 신호수가 임의 판단하고 권상 신호를 함	 우측손에 당김줄을 감아 당기는 사진
크레인간 충돌로 손등 부상 (26)	크레인이 주행하던 중 인근에서 작업중인 크레인과 충돌하면서 하부에서 슬링벨트 체결작업을 하던 재해자 손등이 슬링벨트에 충격을 받음 ▶ 충돌방지센서 감지거리 부족	 재해자
러그함 밖으로 떨어짐 (27)	러그함에 들어가 절단된 러그에서 샤클을 해체하고 권상신호를 하던 중 샤클이 러그함에 걸리면서 들려 안에 있던 재해자가 밖으로 떨어짐 ▶ 러그함 안에서 크레인 신호 ▶ 샤클 걸림 방지 조치 미 실시	
크레인 위에서 떨어짐 (28)	천장크레인 운전자인 재해자가 이동 중 주행 레일 위에서 떨어짐	 1차 FAN에 떨어짐(약10m) 2차 바닥에 떨어짐(약4m)

발생형태	내용	사진
슬링벨트 이탈로 손 끼임 (29)	파이프를 크레인으로 매달아 넣는 과정에 혹 해지장치 손잡이가 핸드레일에 걸리면서 해지장치가 개방되고 슬링벨트가 이탈되어 매달린 파이프가 미끄러지면서 손이 끼임	
손가락 끼임 (30)	플랜지관(60kg)을 크레인으로 권상하여 파레트에 내려 놓는 과정에서 플랜지 하부를 잡고 조정 중 관과 관 사이에 손가락이 끼임 ▶ 이동 방향 부위에 손 위치	
권하시 부재 사이에 손가락 끼임 (31)	철판부재를 H-beam 상부에 내리는 중 재해자가 철판부재 하부를 잡고 있는 상태에서 신호수가 내림 신호를 하여 손가락 끝이 부재와 H-beam 사이에 끼임 ▶ 부재 손잡는 방법 미흡	
부재 사이에 손가락 끼임 (32)	대차로 운반된 론지 묶음(5톤)을 크레인으로 한쪽 끝단부를 들어 고임목을 설치하고 크레인을 내리던 중 손가락이 끼임 ▶ 고임목을 잡고 크레인 조작	
부재가 떨어져 손 끼임 (33)	마그네트 크레인으로 운반하기 위해 부착하던 중 부재 한쪽 끝만 붙자 반대쪽을 마그네트 포트에 붙이려고 손으로 부재를 드는 순간 부재가 떨어져 정반과 부재사이에 손이 끼임 ▶ 마그네틱에 손으로 부재 부착	

발생형태	내용	사진
부재에 손가락 끼임 (34)	크레인으로 운반한 부재를 적치하기 위해 부재를 오른손으로 잡고 왼손으로 리모컨으로 미세 조정하면서 내려 놓다가 오른손 검지가 부재 사이에 끼임 ▶ 부재 미세조정 시 손 위치 부적절	
손가락이 러그 사이에 끼임 (35)	크레인으로 운반한 부재에 샤클을 해체하던 중 1개는 해체되고 나머지 1개를 풀고 있는 중에 리모컨 크레인 운전원이 권상동작을 하여 재해자의 손가락이 너트와 러그 사이에 끼임 ▶ 샤클 해체가 완료되지 않은 상태에서 권상	
클램프와 샤클 사이에 손가락 끼임 (36)	론지에 체결된 클램프를 해체하던 중 리모컨 크레인 운전자가 권상하여 재해자 손가락이 클램프 링크와 샤클 사이에 끼임 ▶ 확인하지 않고 크레인 권상	
크레인 하부에 발이 끼임 (37)	주행 중인 크레인의 하부 공구박스에서 로프를 꺼내려다 주행감속기와 바닥사이에 발이 끼임 ▶ 주행 중인 크레인 하부에 들어감	
끼임 (협착) (38)	권상하던 블록이 밀리면서 권상 블록과 옆에 있던 블록 사이에 신호수의 골반 부위가 끼임 ▶ 신호수 샤클 체결 후 수직도 확인하지 않았고, 위험구역(블록 사이)에 위치	

발생형태	내용	사진
부딪힘 (충돌) (39)	동일 주행로에 지브크레인이 후진하면서 정지해 있던 지브크레인과 충돌 ▶충돌방지장치 작동안함 ▶신호수 확인 미흡 ▶운전수 확인 미흡	
떨어짐 (낙하) (40)	길이 15m 철판을 수평클램프 2개와 수직 클램프 1개를 체결하여 이동중 수평클램프 1개가 빠지면서 철판이 떨어짐 ▶수직부재에 수평 클램프 체결	
맞음 (비래) (41)	상/하부 크레인이 설치된 작업장에서 상부 크레인의 부재 고정작업 중 하부 크레인이 주행하여 상부 크레인의 와이어로프와 부딪히면서 부재가 튕겨 맞음 ▶운전수가 확인하지 못함	
슬링벨트 파단 (42)	장비를 슬링벨트 체결하여 운반중 슬링벨트가 절단되면서 떨어짐 ▶손상된 슬링벨트 사용	
와이어로프 파단 (43)	블록 턴오버 작업 중 와이어로프가 블록 모서리의 날카로운 부분에 접촉되면서 4가닥이 파단 ▶작업절차 미준수- 잘못된 와이어로프 체결	
크레인 충돌 (44)	지브크레인 주행 중 주행레일에 놓여진 부재와 부딪힘 ▶신호수 주행레일 미확인 ▶운전수 미확인	

발생형태	내용	사진
러그 탈락 (45)	블록 턴오버 중에 러그 4개중 1개가 용접부가 터지면서 출렁함 ▶ 러그가 가용접 상태에서 체결됨 ▶ 용접상태 확인 소홀	
크레인 부딪힘 (46)	지브크레인 주행 중 주행레일 주변에 방치한 곤로라 설비와 부딪힘 ▶ 주행레일 구간 내 장비 적치 ▶ 신호수 확인 소홀	
철 판에 끼임 (47)	마그네틱을 이용하여 부재 권상 중 받침목 위에 원손이 놓여있는 상태에서 부재가 탈락되면서 손가락이 끼임 ▶ 부재가 길어 마그네틱에 완전히 밀착되지 않음 ▶ 인양물 하부에 손을 집어 넣음	
클램프 걸려 튀김 (48)	크레인에 클램프를 연결하여 부재를 운반하는 과정에 클램프의 돌출부(볼트)가 부재에 걸리 면서 튕겨 작업자의 눈 분위기를 가격 ▶ 클램프 돌출부가 부재걸림 미인지	
크레인 충돌 (49)	지브크레인 주행 중 주행레일 상에 정지해 있던 트레일러 후미와 충돌 ▶ 크레인 운전수와 신호수 신호 불 일치	

2. 중대재해 사례

중량물 운반 중 계단식 사다리와 충돌하여 넘어지는 사다리에 맞음(A1)

재해 개요

2018.7.24.(화) 15:26분경 ○○○공장에서 동료작업자가 30톤 천장크레인으로 중량물을 권상하여 이동하던 중 근처 계단식 사다리와 충돌하면서 넘어지는 사다리에 재해자가 맞음

재해 상황도



재해발생 원인

- 크레인으로 중량물 운반 시 주변 통제 미흡
 - 크레인으로 중량물 운반 시 이동 경로 주변(인양 높이의 반경)에 작업자 통제 미흡
- 중량물 권상 높이 미흡
 - 중량물 권상 시 이동경로 상에 충돌위험이 발생하지 않는 충분한 높이로 권상한 후 이동해야 하나 미흡

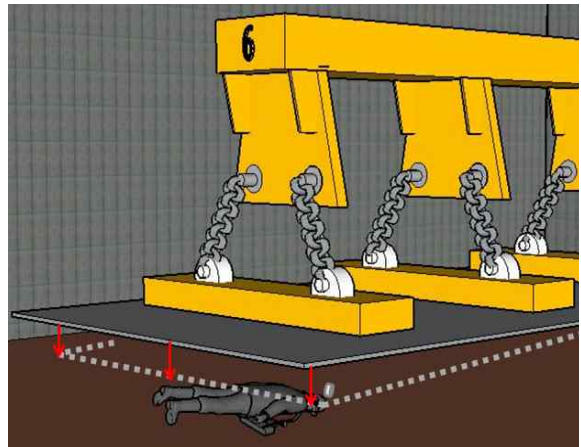
마그넷 크레인으로 인양한 철판 하부에 들어가 볼캐스팅 제거 중 철판이 떨어져 깔림 (A2)

재해 개요

2017년 10월 24일(화) 22시 20분경 경남 거제시 소재의 ○○○의 조립공장 내에서 재해자가 리프팅 마그넷 크레인으로 철판을 인양한 상태에서 철판 하부에 들어가 정반에 용접되어 있던 볼캐스팅이 떨어져있는 것을 제거하는 과정에 마그넷에 부착된 철판이 떨어져 재해자가 철판에 깔려 사망한 사고임

* 볼캐스팅 : 철판 배열을 용이하기 위해 철판하부에 설치된 볼이 들어가 있는 지지물

재해 상황도



재해발생 원인

○ 마그네크레인으로 인양중인 철판 하부에 들어감

마그넷 크레인이 인양한 철판하부에 볼캐스팅을 제거하기 위해 리모콘을 목에 걸고 높이 약 80cm인 철판하부로 들어갈 때 리모콘의 목걸이대가 길어 리모콘이 바닥에 끌릴 수 가있어 이를 방지하기 위해 오른손으로 리모콘을 가슴 쪽으로 감싸는 과정에서 오른손 손가락이 리모콘의 마그넷 6번, 7번 스위치를 off 동작시킴으로서 마그넷에서 부착된 철판이 재해자에게 떨어진 것으로 추정

골리앗크레인과 지브크레인과의 부딪힘(A3)

재해 개요

2017년 5월 1일(월) 14:50경 경남 거제시 소재 ○○○ 내 7안벽에서 골리앗크레인이 모듈 주변에 있는 엘리베이터를 운반하기 위해 남쪽에서 북쪽방향으로 이동하던 중 골리앗크레인의 거더부위에 지브형크레인의 타이바(Tie Bar)가 부딪혀 기복형 와이어로프가 파단되고, 이어 지브형크레인의 메인지브 및 와이어로프가 낙하하여 아래 모듈 메인데크의 간이화장실 주위 등에 있던 근로자를 덮친 사고임

재해 상황도



재해발생 원인

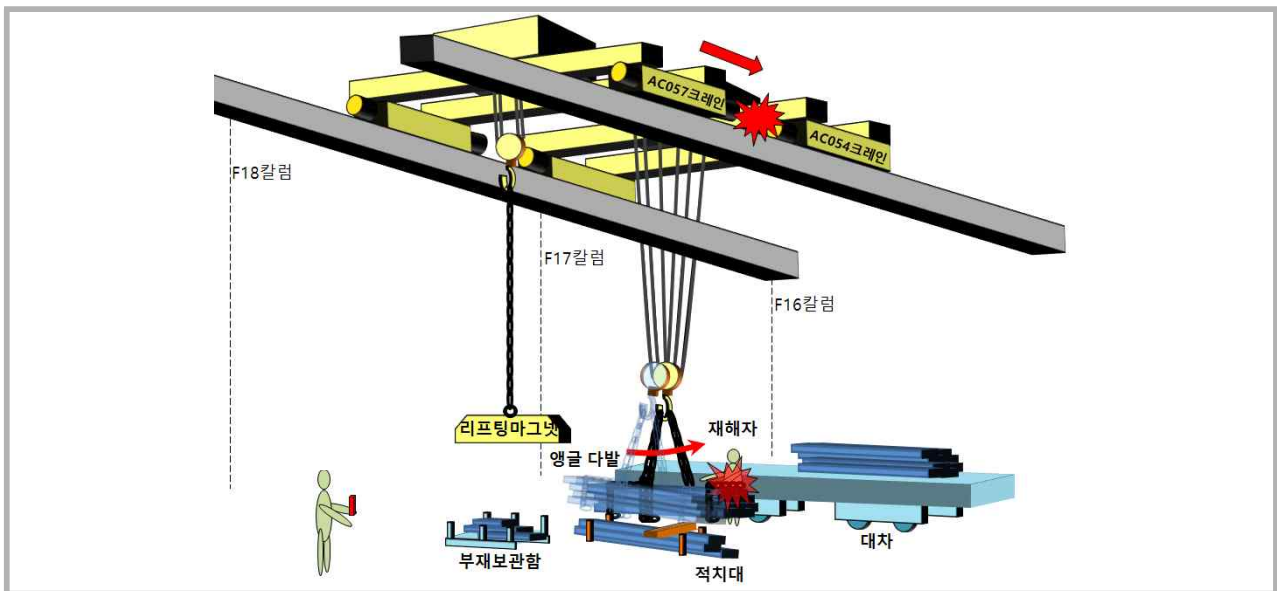
- 크레인 신호수 배치 잘못 및 감시 소홀
골리앗크레인을 운행함에 있어 지브형크레인 메인지브가 골리앗크레인에 닿는 높이이나 메인지브의 접근을 가장 잘 볼 수 있는 곳에 신호수를 배치하지 않음
- 크레인간 충돌대비 구체적인 조치방법 미결정
교육자료 및 작업표준에 크레인 간 충돌대비 구체적인 조정 신호방법이 포함되어 있지 않음
- 크레인 운전자 전방주시 소홀
골리앗크레인 운전자는 주변의 크레인들이 골리앗크레인 레그, 거더 등에 닿을 수 있는 것을 알면서도 주행 시 전방, 측방감시를 소홀히 함

천장크레인 충돌로 밀리면서 인양물과 설비 사이에 끼임 (A4)

재해 개요

2016. 10. 12(수) 08:27경 울산광역시 동구 소재 ○○○ 가공 소조립공장에서 재해자가 천장크레인(20톤)을 이용하여 대차에서 앵글 다발(약 7톤)을 적치대로 내리는 작업 중, 동일 레일 상에서 이동 중인 천장크레인(20톤)의 충돌로 인한 충격을 받아 하역작업 중이던 천장크레인이 밀리면서 재해자가 대차와 앵글 다발 사이에 끼어 병원으로 후송하였으나 사망한 재해임.

재해 상황도



재해발생 원인

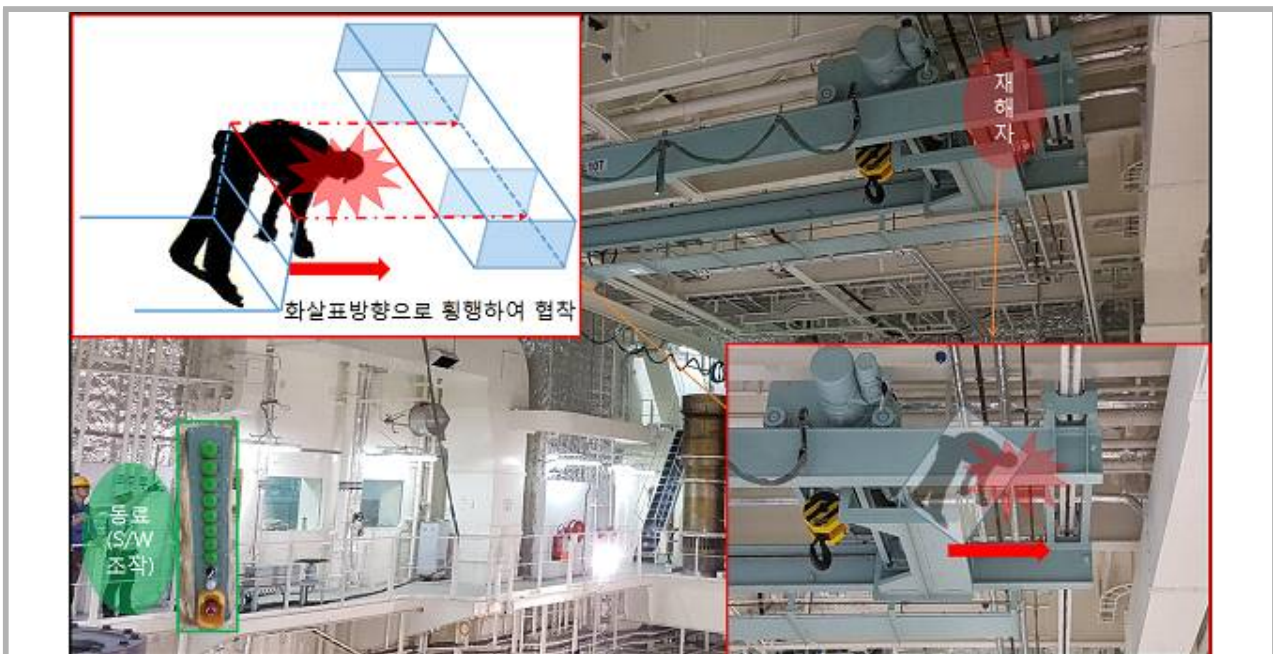
- 크레인 주행 시 전방 미확인
 - 크레인 주행시 운전자가 동일 레일 상의 주행방향에 타 크레인이 있는지 여부에 대한 확인을 소홀히 하여 충돌하였음.
- 크레인 주행속도 부적합
 - 크레인의 주행속도가 분당 53.7m로 안전검사 기준(분당 45m)을 초과하여 크레인의 충돌방지용 포토센서에 주변 크레인이 감지되더라도 제동거리가 길어져 동일레일 상에 있는 크레인과 충돌하였음.

크레인 점검대 탑승하여 도장 작업 중 점검대 상부난간과 크레인 새들 사이에 끼임(A5)

재해 개요

2016. 9. 23(금) 10:32경 경남 거제시 소재 ○○○) 안벽 호선 엔진룸 내부에서 재해자가 엔진룸 벽면의 덕트를 붓으로 도장작업을 하기 위해 본선용 천장크레인의 호이스트 점검대에 탑승하고 동료작업자가 팬던트 스위치로 점검대를 횡행시키던 중 재해자의 상체가 점검대 상부난간과 크레인 새들(Saddle) 하부 사이에 끼여 사망한 재해임

재해 상황도



재해발생 원인

○ 작업방법등 위험방지조치 미실시

천장크레인의 호이스트 점검대에서 도장 수정작업을 실시할 때 근로자가 점검대 상부난간과 새들하부에 끼일 우려가 있으나 적절한 작업방법 및 교육 등 위험방지조치 미실시

○ 신호수 미배치

근로자가 점검대 안전난간과 새들 하부에 끼일 우려가 있으나 위험을 확인하고 이를 관리할 신호수를 배치하여야하나 신호수를 배치하지 않음

주변 통제 미실시된 상태에서 크레인 동작으로 인양물에 밀려 도크바닥으로 떨어짐 (A6)

재해 개요

2015. 9. 2(수) 22:10분경 울산시 동구 소재 ○○○내 4도크 북쪽야드 P.E장에서 지브크레인을 이용하여 D블록(Deck Block)의 권상작업을 준비하던 중, 탑재팀 주신호수가 블록 내 작업자가 모두 철수 한 것으로 오인하여 블록을 권상토록 신호하여 D블록 측면으로 이동하던 피재자가 회전하는 블록 모서리에 밀려 12m 아래 도크바닥으로 떨어지면서 머리를 다쳐 사망한 재해임

재해 상황도



재해발생 원인

- 탑재작업장 크레인 작업 시 작업자 통제 미흡
 - 크레인으로 블록 이동작업 시 주변에 작업자의 출입을 통제하지 않음
- 크레인 축의 권상위치 잘못 설정 및 신호수 이석
 - 도면에 표시된 블록의 중심(C/G)에 축을 위치시키지 않아 권상작업 시 블록이 회전 하면서 밀림
 - 권상 작업 시 담당 신호수가 인근에서 작업의 이상유무를 파악하지 않고 블록을 설치할 곳으로 이동해버려 축의 위치를 재조정 하지 못함

줄걸이가 완전히 해체되지 않은 상태에서 크레인 신호로 권상동작하여 떨어짐(A7)

재해 개요

2015년 2월 12(목) 15:43분경 거제시 소재 ○○○ 도크 호선에서 재해자등 5명이 지브 크레인을 이용하여 랏싱브릿지(lashing bridge) 지지대를 가용점중, 지지대를 운반하기 위해 결속했던 벨트슬링 3개중 1개를 해체하지 않은 상태에서 지브크레인 훅을 권상으로 지지대의 가용접부위가 파단되면서 지지대 상부에 있던 재해자가 35m 도크바닥 아래로 떨어져 사망한 사고임.

재해 상황도



재해발생 원인

- 안전대 미체결
 - 안전난간 또는 안전망 설치가 곤란한 지지대 상부에 출입하여 슬링 해체작업을 함에 있어 휴대한 안전대를 견고한 구조물에 체결하지 않음.
- 신호수의 착각에 의한 권상신호
 - 신호수가 가용접 완료를 연락받지 않은 상태에서 슬링이 완전히 해체된 것으로 착각하였으며, 지지대에 묶인 슬링을 해체하고 해체 작업자가 안전한 곳으로 대피하지 않은 상태에서 신호수가 지브크레인 운전자에게 권상신호를 함.

중량물 운반 작업 중 과하중 발생으로 이동식크레인 붐이 파손되면서 맞음 (A8)

재해 개요

2014. 3.18(화) 19:20경 경남 고성군 동해면 소재 SPP조선(주)내에서 바지선 위에 있는 해상 부표(31톤)를 정격하중 35.2톤인 이동식크레인을 이용하여 플로팅도크 (FLOATING DOCK)로 옮기는 과정에서 이동식크레인의 지브(JIB)가 부러지면서 플로팅도크에 있던 재해자가 지브에 맞아 사망한 재해임.

재해 상황도



재해발생 원인

○ 이동식크레인 설계기준 미준수

이동식크레인을 이용하여 부표인양작업을 할 때 제조자가 제공하는 매뉴얼에는 풍속이 10m/s초과하는 경우에는 작업을 중지토록하고 있으나 풍속이 13~14m/s에서도 매뉴얼을 준수하지 않고 작업을 수행함.

○ 근로자 출입금지 조치 미흡

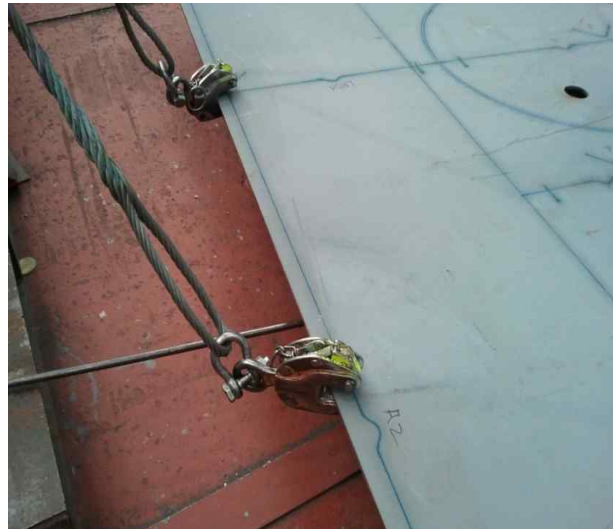
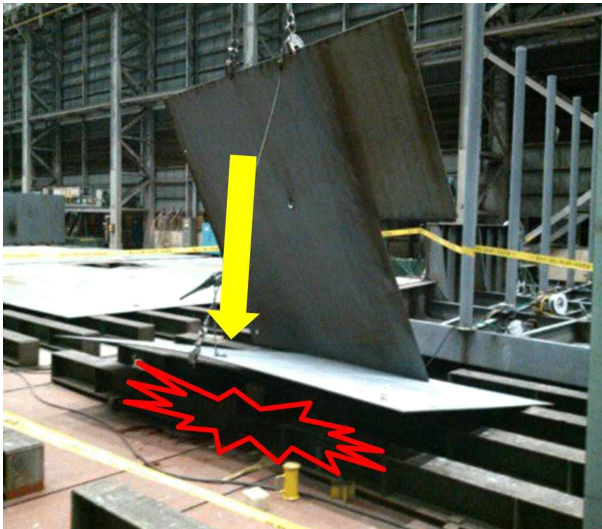
이동식크레인을 이용하여 부표 인양작업을 수행할 때, 지브가 붕괴되어 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 플로팅도크 등에 근로자 출입금지조치가 이루어지지 않음.

두 장의 철판을 클램프에 물려 운반 중 낙하(A9)

재해 개요

2014년 3월 7일(금) 00:10경 전남 영암군 삼호읍 소재 ○○○ 내 선박용 데크하우스 작업장 내에서 피재자가 천장크레인(50/25톤)을 이용하여 클램프 한 개에 철판 두 장을 물려 운반하던 중 철판 한 개가 클램프로부터 떨어져 측면에서 크레인을 운전(리모트 콘트롤)하던 피재자를 덮쳐 사망한 재해임.

재해 상황도



재해발생 원인

○ 클램프 사용 안전수칙 미준수

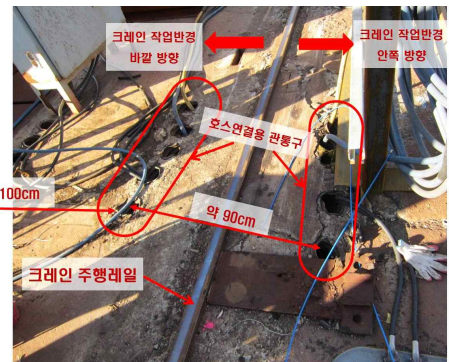
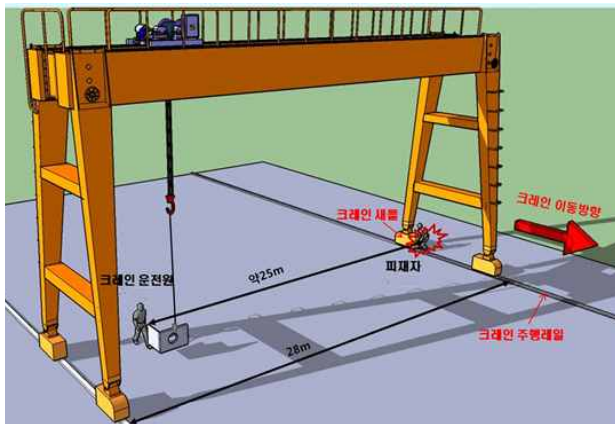
중량물(부재)이송 작업시 불시 탈락을 예방하기 위해 한 개의 클램프에 두개의 부재를 체결하지 않도록 되어 있으나, 클램프 한개에 두장의 철판을 물려서 운반하던 중 철판이 빠짐.

레일 주변에서 작업 중 주행하는 갠트릭레인 새들에 끼임(A10)

재해 개요

2013.11.30.(토) 08:20분경 ○○○공장 내 사상 작업자인 재해자가 갠트릭레인 (Gantry Crane) 레일 상에 있는 것을 인지하지 못하고 크레인 운전자가 크레인을 작동 시켜 크레인 새들에 끼여 사망한 사고임.

재해 상황도



※ 분기관에서 연결한 호스를 크레인 작업반경 바깥쪽에 있는 호스연결용 관통구 밑으로 넣어 크레인 작업반경 안쪽 호스연결용 관통구로 빼어내서 사용함

재해발생 원인

- 크레인 운전을 정지시키는 등 필요한 안전조치 미실시
 - 크레인 통로 또는 주행궤도 상에서 작업을 하는 경우 그 작업에 종사하는 근로자가 주행하는 크레인에 접촉될 우려가 없도록 크레인 운전을 정지시키는 등 필요한 안전 조치를 실시하지 않음
- 크레인의 새들 돌출부와 주변구조물 사이의 안전공간 미확보
 - 크레인의 새들 돌출부와 주변구조물 사이에 근로자의 끼임 재해 예방을 위한 안전 공간을 확보하지 않음

Ⅲ 크레인 위험성 평가

1. 위험성 평가 개요

크레인 위험성 평가는 크레인 작업에서 발생하는 각종 유해위험요인에 대해 위험성평가를 실시하여 개선함으로써 사고를 예방하고 위험을 관리하는 것을 목적으로 한다.

이 장에서는 일반적인 크레인작업과 점검 및 수리작업의 위험성평가를 실시하였다. 주요 유해위험요인은 2장의 크레인 재해사례로 실제 사업장에서 최근 5년간 발생하였던 크레인 사고(물적·인적) 사례를 기반으로 작성하였다.

위험성평가 방법은 작업안전분석(Job Safety Analysis) 기법으로 이 기법은 특정한 작업을 주요 단계로 구분하여 각 단계별 유해위험요인(Hazards)과 잠재적인 사고(Accidents)를 파악하고, 유해위험요인과 사고를 제거, 최소화 및 예방하기 위한 대책을 세우는데 적용할 수 있다.

아울러, 작업안전분석 기법은 표준운전절차(SOP, Standard Operating Procedure) 및 안전작업허가제도(PTW, Permit To Work)에도 적용할 수 있다.

이 장에서 실시한 위험성평가에는 리스크 평가(Risk Assessment)는 고려하지 않고, 작업단계, 유해위험요인, 대책(또는 안전작업방법)에 대해서만 실시하였다. 사업장에서는 해당 사업장의 작업환경을 고려하여 리스크 평가를 실시할 수 있다.

해당 기법의 자세한 설명은 KOSHA GUIDE P-140-2013 「작업안전분석 기법에 관한 기술지침」을 참고하면 된다.

[크레인 작업 단계]

작업계획 수립 ▶ 작업시작 전 준비 ▶ 중량물 확인 ▶ 줄걸이 용구 설치
▶ 권상작업 ▶ 크레인 이동 ▶ 중량물 하강(탐재) ▶ 해체 및 마무리

2. 중량물 운반작업 위험성평가

※ 유해위험요인 항목의 괄호()는 재해사례 번호임

작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책(안전작업방법)
작업 계획 수립	크레인 작업 책임자는 작업 전 다음의 내용이 포함된 작업계획서를 작성한다. -작업 대상 중량물 제원 -크레인 제원 -줄걸이 용구 선정 -작업 내용, 방법 및 순서 -작업자 배치	①무리한 작업 일정 -야간작업 포함, 혼재작업 심화 ②작업에 필요한 장비, 인원 확보 미흡 ③블록 등의 무게 중심이나 러그 설치 위치를 육안으로 확인하기 어려운 중량물의 운반	▶작업 일정을 확인하고 조정① ▶중량물 운반 방법 계획 작성② -중량물 대비 크레인 정격하중 확인 및 작업 지휘자, 운전수, 신호수 배치 계획 작성 ▶설계 담당자를 통한 전산 시뮬레이션을 통한 검토 요청 및 작업 도면 지원받음③
작업 시작 전 준비	1)회의실에서 작업 시작 전 회의 (TBM) 실시 -작업내용 및 안전사항 2)크레인 작업 전 점검 실시	①작업 내용을 알지 못함 ②작업자(운전수)의 몸 상태가 좋지 못함(13) -전날 음주, 질병 등 ③보호구 착용이 제대로 되지 않음 ④바람이 강하게 부는 상황에서 크레인 고정작업을 하지 않음(4) ⑤크레인 점검 및 이동 시 추락 위험(8) ⑥크레인 이상발생 -크레인 작동이 원활하지 않고 이상음 발생 -권상 와이어로프 손상 -흑 해지장치 고장 -브레이크 작동 이상	▶작업내용과 방법, 안전사항 전달① ▶작업자 건강상태 확인 ② -휴가, 업무변경, 치료 ▶작업자별 보호구 착용 상태 확인③ -기본 보호구: 안전모, 보안경, 안전대, 안전화 -신호수: 무전기, 호루라기 -운전수: 무전기 ▶작업 기준 풍속을 초과한 경우 작업 중지 및 고정장치 설치 ④ -타워크레인 및 지브크레인 선회브레이크 해제 ▶권상장치 점검 시 안전대 걸이 설치 및 이동 시 정해진 안전통로 이용⑤

작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책(안전작업방법)
		-권과방지장치 미작동(12) -비상정지장치, 횡행리미트 등 손상 -주행레일 주변 장애물 -경보음, 계기판 이상 -CCTV 및 무전기 작동문제	▶운전수 및 신호수가 작업 전 점검을 실시하고 이상 발생 시 사용중지하고 해당 부서에 보수 요청 ⑥ -권상,횡행(선행,기복), 주행 작동으로 확인 -권상와이어로프 육안 확인 -흑 및 해지장치 확인 -권상, 주행브레이크 패드 상태, 작동상태 확인 -권과방지장치 작동 확인 -비상정지장치, 횡행리미트 등 확인 -레일상태 및 장애물 여부 확인 -경보음, 계기판 작동상태 확인 -CCTV 확인 및 무전기 테스트 ▶통로 조명 및 야간작업용 조명 확인
중량물 확인	1)중량물의 형상, 중량, 무게 중심을 확인 2)러그(Lug)가 부착된 경우 러그 규격 및 용접상태 확인	①사용크레인 보다 중량이 초과(14) ②러그 용접 불량(18),(45)	▶정격하중이 큰 크레인으로 작업 변경① ▶러그 규격 및 용접 확인②
줄걸이 용구 설치	1)줄걸이 용구 체결 작업 전 간이 점검 실시 2)중량물 확인 후 줄걸이 방법 및 사양을 결정하고 체결 방법	①슬링벨트 등 줄걸이가 손상된 채 사용(42) ②철판 등 긴 부재 인양시 인양각도가 120도 초과 ③사용이 맞지 않는 줄걸이 용구 사용이나 체결방법 미준수	▶줄걸이 용구 손상여부 육안 확인① ▶리프팅 빔 사용② ▶줄걸이 용구 작업방법 및 안전수칙 준수③

작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책(안전작업방법)
	준수 3)작업도면이 있는 경우에 도면에 따라 설치 4)유도로프(당김줄) 설치 (또는 수공구 사용)	-마그네트 인양 철판 하부 접근(A2),(33),(47) -수평/수직클램프 바꿔 사용(40) -클램프나 샤클을 완전히 체결하지 않음 ④다발의 자재(가설기자재, 배관등) 운반을 슬링벨트로 줄 걸이 작업 ⑤줄걸이와 중량물 모서리부 간섭으로 손상 ⑥작업도면 설치 방법을 준수하지 않음(17),(43) ⑦체결 위치가 고소공간으로 추락의 위험이 있음 ⑧중량물 내 부재의 고박 상태 불량으로 인양 시 낙하 사고(10) ⑨체결 작업을 위해 혹의 위치 조정이 필요한 경우 신호수가 줄걸이 작업자 안전을 확인하지 않고 크레인 신호(23) ⑩유도로프(수공구) 없이 손으로 접촉하여 중량물 조정이나 안착작업 ⑪유도로프를 줄걸이 로프에 설치하여 사용함으로 줄걸이 체결에 영향을 끼침	-마그네트 하부 출입금지 등 -수직클램프는 수직 물림/수평클램프는 수평 물림에만 체결 -샤클과 클램프는 완전히 체결 ▶운반 용구 사용④ ▶줄걸이 보호대 사용⑤ ▶작업도면에 따른 설치방법을 숙지하고 작업 지휘자는 현장에서 감독⑥ ▶체결 작업이 고소공간으로 추락의 위험이 있는 경우 고소차 이용 또는 안전대를 착용 및 걸이 후 작업⑦ ▶운반이나 턴오버작업 시 중량물 내 부재나 공구가 낙하하지 않도록 고박하거나 제거⑧ ▶체결 작업을 위해 혹의 위치 조정이 필요한 경우 신호수는 반드시 줄걸이 작업자 안전을 확인한 후 신호⑨ ▶유도로프(수공구) 사용⑩ ▶중량물에 직접 설치⑪
권상작업	1)작업 공간 내 근로자 출입을 통제 2)신호수의 신호에 따라 크레인을 조작	①권상작업 지역에 작업자 접근(A6) ②신호수와 운전수 신호 혼선으로 오작동	▶신호수의 주변 통제① -턴오버 작업장이나 이동식크레인 작업장에는 안전펜스 설치

작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책(안전작업방법)
	3)2단계 정지·확인 후 권상 실시	③신호수(줄걸이작업자)가 위험공간에서 권상 -권상 시 중량물 쏠림위험 공간 (7),(38) -권상 시 신호수(줄걸이작업자)가 줄걸이를 손으로 잡는 행동으로 줄걸이와 인양물 사이에 끼임 ④중량물을 바로 권상하여 수직도가 맞지 않아 쏠림발생 또는 샤클 꺾임 등 줄걸이 상태 불량으로 사고위험 (7),(38) ⑤권상 높이가 낮아 이동경로상의 장애물과 충돌 위험 (A1)	▶신호수의 신호 시 운전수는 복명복창 후 조작② ▶운전수는 신호수(줄걸이작업자)가 안전한 위치에 있는지 확인 후 권상③ -손으로 줄걸이 조정이 필요할 경우 로프(벨트)를 잡지 말고 손바닥으로 조정 ▶하중의 80% 미만 및 바닥에서 20cm이내에서 정지하여 줄걸이 상태나 편하중 및 수직도 확인④ ▶권상 위치는 이동 경로상의 장애물과의 간섭이 발생되지 않는 충분한 높이로 권상⑤
크레인 이동	1)신호수(펜던트 또는 리모컨 크레인 조작자)는 통제 및 장애물 유무 확인 2)주행(횡행, 선회 등) 신호에 따라 크레인 이동 3)유도로프(수공구)를 사용하여 인양물 조정	①운전수(펜던트 또는 리모컨 크레인 조작자)가 이동경로 확인을 소홀(통제 미실시)하거나, 배치된 신호수의 신호 없이 임의로 조작하여 사람, 중량물 또는 설비(크레인 등)와 부딪힘 (A1),(A4),(A5),(9),(15),(19),(26),(41) ②신호수가 이동경로 확인 소홀로 사람, 중량물 또는 설비(크레인)와 부딪힘 (A3),(5),(11),(37),(39),(44),(46) ③신호수와 운전수 신호 혼선으로 오작동 (49) ④유도로프(수공구)를 사용하지 않아 인양물이 회전하여 주변물과 부딪힘 또는 유도로프에 취급 부주의로 걸림 사고 (16)	▶운전수(펜던트 또는 리모컨 크레인 조작자)는 이동경로를 확인(주변통제)한 크레인 이동① -운전수의 시야 확보가 어려운 경우 신호수 배치 -신호수의 신호 없이 임의 조작 금지 ▶인양물 및 크레인 규모에 따른 신호수 인원 배치, 이동경로 확인 철저② -신호수는 주행경로 및 주행레일 주변 확인 철저 -크레인 혼재 작업구역에서는 통합신호수를 정하고 통합신호수가 전체 크레인 작업 통제 ▶신호수는 인양물보다 먼저 목적지까지 유도 해 하물의 안착 위치를 지시

작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책(안전작업방법)
			▶ 신호수의 신호 시 운전수는 복명복창 후 조작③ ▶ 유도로프(수공구)를 사용하여 인양물 조정 ▶ 유도로프가 몸에 감기지 않도록 주의④
인양물 하강(탑재)	1) 신호수 통제, 위치 확인 후 하강 신호 2) 중량물의 흔들림이 멈춘 후 하강 3) 지면에 가까울수록 속도를 줄이고 닿기 전 정지·확인 후 안착 4) 유도로프(수공구)를 사용하여 안착 위치 조정	① 인양물 안착 위치에 작업자 또는 설비 간섭 ② 하강 시 흔들림이나 운전 부주의로 주변 설비와의 부딪히거나 걸림 (6),(21),(29) ③ 하강속도를 줄이지 않은 상태에서 지면과 부딪힘 ④ 하강하는 인양물 바로 밑에서 받음 - 유도로프가 없이 손으로 인양물 아래에서 받음 - 인양물 아래로 들어가 유도로프를 잡거나 조종 ⑤ 하강 작업 중 손으로 취급하여 손 끼임 - 하강 방향으로 손이 들어감 (30),(31),(34) ⑥ 하강 작업 중 고임목 설치로 끼임 (32)	▶ 신호수가 주변을 통제하고 설비와의 간섭이 발생하지 않도록 조치한 후 하강 ① ▶ 인양물이 흔들림이 멈춘 후 천천히 하강② - 필요 시 유도로프(수공구)로 조종 ▶ 지면에 가까울수록 속도를 줄이고 닿기 전 정지·확인 후 안착③ ▶ 인양물 아래에 들어가는 행위 절대금지④ - 유도로프 사용 필수 - 수공구를 추가로 사용하여 인양물 아래에 들어가지 않고 유도로프를 잡도록 함 ▶ 안착과정에 손으로 잡는 행동 최소화하고 유도로프(수공구) 사용⑤ - 손으로 잡는 작업이 필요한 경우에는 인양물이 움직이는 방향으로 손 등 신체부위가 들어가지 않도록 함 ▶ 고임목 설치할 경우에는 사전에 고임목을 설치하거나 고임목 길이를 길게 하여 끼임위험이 없도록 함⑥

작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책(안전작업방법)
해체 및 마무리	1)인양물이 안전하게 안착(탑재) 됨을 확인한 후 해체 2)해체된 줄걸이 용구(샤클, 클 램프)가 권상 시 걸림 발생하 지 않도록 조치 3)해체완료된 것을 확인 후 권상 4)줄걸이 용구 보관 5)작업 종료 -정해진 위치에 크레인 주차 -운전수는 정해진 안전통로로 내려옴	①불안정한 위치에 인양물이 안착되거나 수직부재가 고정 되지 않은 상태에서 줄걸이 해체(2) ②해체된 샤클, 클램프, 혹 등이 부재에 걸려 권상 시 튕 겨 맞음(3),(22),(48) ③해체작업이 끝나지 않은 상태이거나 작업자가 안전한 위치로 이동하기 전에 권상(신호)(1),(25),(27),(35),(36) ④작업완료 후 혹에 매달린 샤클들이 바람에 흔들려 부딪 히면서 핀이 빠져 떨어짐(20) ⑤이동 통로가 정해지지 않아 이동 중 추락(28)	▶인양물 안착 상태 확인 후 해체① -수직부재 설치 작업인 경우에는 수직부재 고정장치(라싱) 및 하부 취부용접이 완료된 후 해체 신호 ▶해체된 샤클 등이 걸리지 않도록 서로 묶거나 위로 거는 등 안전 조치② ▶해체작업이 완료된 것을 확인 및 작업자가 안 전한 위치로 이동한 후 권상(신호)③ ▶바람에 서로 부딪히지 않도록 서로 엮어 체결④ ▶해체한 줄걸이 용구는 간이 점검 후 사용하기 편리하도록 정해진 보관 장소에 정돈 ▶정해진 정지 구역 내 주차 ▶크레인 전원 OFF ▶운전수는 안전통로로 내려옴⑤

3. 점검 및 수리작업 위험성 평가

작업단계	세부 작업 내용	유해위험요인	개선대책(안전작업방법)
크레인 점검	1)크레인 점검 계획 2)크레인 운영 부서에 작업 일정 및 협조 요청 3)크레인 정지 4)크레인 점검(수리)	①크레인 운영부서에 알리지 않고 사용 중인 상태에서 임의로 점검(수리) 중 위험에 노출 ② 거더 상부 등 추락 위험 장소에서 작업을 하나 안전대, 안전모 착용 등 보호구 착용을 하지 않음 ③점검절차서에 따르지 않고 임의 방법으로 점검함에 따라 위험에 노출 ④주행레일 상에서 점검(수리)이 있어 다른 크레인과 부딪힐 위험이 있는데, 임시 스톱퍼 설치(감시인배치) 등 안전조치 미실시로 부딪힘 ⑤전기장치 수리작업 시 전원차단을 하지 않아 충전부 접촉 위험	▶크레인 정기점검 계획 작성 -6개월 주기로 설비부서에서 정기점검 실시 ▶크레인 운영부서에 크레인 점검 협조 요청① -수리할 경우에도 동일 ▶점검(수리)작업자 보호구 착용② ▶크레인 점검 -점검대상 및 방법에 대한 절차서에 따라 실시③ [수리 작업] ▶수직 사다리 통로 이동 시 달줄 설치로 공구(부품) 운반 ▶크레인을 안전하고 점검이 용이한 위치에 정지④ -감시인 배치 -사용중지(수리중) 표시 게시 -시동키 또는 조작장치(펜던트, 리모컨) 관리 -주행레일 상에서 점검(수리) 등 다른 크레인에 의한 부딪힘 위험 시 임시 스톱퍼 설치 ▶전기장치 수리 시 크레인 전원 차단⑤ -활선 상태에서 작업 시에는 절연보호구 착용 ▶크레인 수리

4. 사업장에서 실시한 위험성평가(예시)

① 작업명 : 블록 탑재작업

작업순서	유해위험요인	빈도	강도	평점	개선대책
1. 블록 입고 방향 러그, 도장완료 여부 으장품 선행상태, 족장선행, 탑재위치 확인한다.	1) 사다리 전도로 추락사고 위험 2) 추락 및 전도사고 위험 3) 장비 확인 미비 시 장비 파손 사고 위험	1 2 1	2 2 1	2 4 1	▶블록 승하선 시 A형 사다리 이용 철저 ▶안전통행로 확보 ▶장비 확인 철저
2. 와이어 조양하고 블록 입고 위치로 이동하여 샤크 체결 후 톤수를 조정하여 미속으로 올린 후 안전 유무 확인후 안전할 시 고속으로 올려 지주장으로 이동	1) 와이어 이탈로 인한 블록 전도사고 2) 와이어 및 샤클 불량에 의한 블록 전도사고 위험 3) 인양 시 블록 흔들림으로 인한 압착사고 4) 골리앗 크레인 레일 장애물로 인한 사고 및 지브 크레인, 타워크레인과의 충돌사고 위험	1 2 2 1	2 2 2 2	2 4 4 2	▶블록 로더 시브 와이어 이탈 여부 점검 ▶와이어 및 샤클 노후 상태 점검 철저 ▶신호수 전원 안전위치 확보, 주위 작업자 통제 ▶골리앗 크레인 주행 시 동서레일 감시원 배치하여 레일 및 지브, 타워크레인 확인 작업 철저/신호수 권상블록 주시 철저
3. 도면 턴오버 방법으로 서서히 턴오버 후 웨이트 체결 지주 설치 탑재장소로 이동하여 정위치 탑재한다.(레벨조정, 지주 및 반목은 10m/m 높여서 고임)	1) 턴오버 시 낙하물에 의한 사고 위험 2) 반목 낙하 위험/지주 체결 시 지주 낙하위험 3) 운전미속으로 인한 사고 위험 4) 블록 전도로 인한 사고 위험	1 1 1 1	2 2 1 1	2 2 1 1	▶안전펜스 설치로 인한 통제 실시 (블록 턴오버 전 낙하물 제거 철저) ▶타워 조정 시 반목 낙하 주의/지주체결 시 낙하주의 ▶스키드로다는 자격증 소지자 운전 ▶안착 시 서서히 중량 줄임/탑재 후 구속 용접 철저
4. 중량물 줄이고 지주 수직상태 확인하고, 고정피스를 용접 후	1) 구속용접 완료 후 전원차단 시 감전 위험	1	2	2	▶전원 차단 시 절연장갑 착용을 철저히 한다.

작업순서	유해위험요인	빈도	강도	평점	개선대책
샤클을 해체한 후 다음 탑재 블록으로 이동	2) 블록 전도 사고 발생 위험	2	2	4	▶ 고정피스 용접 시 튼튼히 구속한다. ▶ 샤클해체 시 안전벨트 활용 철저히 한다. (2인1조 작업실시 및 손 위치 확인 철저)
	3) 고소 위치 샤클 해체 시 떨어짐 및 손끼임 사고 위험	2	2	4	

② 작업명 : 턴오버 작업

작업순서	유해위험요인	빈도	강도	평점	개선대책
1. 1,2,3번 기본 와이어에 3번에 50톤 샤클 4개 체결, 1,2번에 50톤 샤클 2개씩 각각 체결하여 올릴 준비하여 이동한다.	1) 손가락 압착 및 충돌 사고 위험	1	2	2	▶ 와이어 및 샤클 조양시는 손가락 압착에 주의하고 이동시는 레일을 철저히 확인 ▶ 장애물 확인 점검 ▶ 골리앗 크레인 주행 시 동서레일 감시원 배치/레일 및 지브, 타워크레인 확인 작업 철저
	2) 장애물과 충돌로 인한 사고 위험	2	2	4	
	3) 골리앗 크레인 레일 장애물로 인한 사고 및 지브 크레인, 타워크레인과 충돌사고 위험	1	2	2	
2. 라다 센터 맞춰 1,3번이나 2,3번 동시에 내려서 메인쪽에 3번을 체결하고 보조쪽에 1,2번 방향 맞춰 한쪽만 내려서 샤클 체결한다(3번 시브 돌게 체결)	1) 중량 편중으로 인한 전도사고 위험	1	2	2	▶ 후크별 센터 맞추고 이동 ▶ 샤크 및 러그 상태 확인 점검 철저
	2) 샤클 및 러그 불량으로 인한 전도사고 위험	2	2	4	
3. 족장은 사전에 상부는 선행하고 구속용 와이어는 사전에 해당 작업반에서 준비하여 동시에 올린 후 에어 턴오버 실시한다.	1) 족장 및 사다리 낙하로 인한 사고 위험	1	2	2	▶ 선행 족장 및 사다리 상태 확인 점검 철저 ▶ 샤클 및 러그 상태 확인 점검 철저 ▶ 인양물 주위에는 작업자 이동 통제 및 신호수는 안전한 위치에서 신호
	2) 샤클 및 러그 불량으로 인한 전도사고 위험	1	2	2	
	3) 손가락 압착사고 위험	1	2	2	

작업순서	유해위험요인	빈도	강도	평점	개선대책
4. 에어 턴오버하여 3번 단독으로 들고 다른 쪽에는 대차들어 설치할 수 있도록 준비 후 이동하여 대차를 설치, 대차위에 라다를 정확히 맞추고 톤수를 줄여 와이어 설치하여 해체	1) 턴오버 시 낙하물로 인한 사고 위험	1	2	2	▶ 안전펜스 설치로 인원 통제 실시 (턴오버 전 낙하물 제거 철저) ▶ 라다 탑재완료까지 주 신호수가 작업을 주도
	2) 신호 체계불량으로 인한 사고 위험	1	2	2	

③ 작업명 : 중량물 운반 작업

단위작업 내용	평가 구분	유해위험요인 및 재해형태	현재 안전조치	빈 도	강 도	위 험 도	개선대책	개선 기한	빈 도	강 도	위 험 도
작업준비	인적	1) 크레인 운전수와 신호수간 신호 불일치에 의한 주변 적재물과 충돌	1)복명복창	4	1	4	90%이상 적재금지		2	3	6
작업착수		2) 러그 파단에 의한 추락	2)조양 전 러그상태 확인	2	1	2					
작업마무리		3) 조양 Box Door Open으로 내용물 추락	3)조양 전 도어 상태 확인	1	1	1					
		4) 용량 초과 선적으로 인한 자재 추락	4) 적정 용량만 선적	3	3	9					
		5) 목도리 타입 조양 시 자재 낙하/벨트 파단	5)벨트 체결방법 교육	1	3	3					
		6) 협소한 장소 작업으로 손가락 협착	6)2인1조 작업	1	3	3					
	기계적	1) 크레인 와이어 원치 브레이크 풀림에 의한 낙하	월간정비	1	3	3					

단위작업 내용	평가 구분	유해위험요인 및 재해형태	현재 안전조치	빈 도	강 도	위 험 도	개선대책	개선 기한	빈 도	강 도	위 험 도
		2) 전기적 오류에 의한 급제동 및 과속 3) 무게중심이 맞지 않아 자재 전도 위험	월간 정비 도면에 준한 작업	1 1	4 3	4 3					
	물질/ 환경 적	1) 크레인 조양 시 사이렌 소음에 의한 청력감소 2) 강풍에 의한 흔들림으로 주변 물품 충돌	1) 귀마개 사용 2) 강풍 시 작업중단	2 2	2 1	4 2					
	관리 적	1) 슬링벨트 파단에 의한 추락 2) 간섭물 사전 미제거로 충돌/협착 3) 불안정한 장소 신호로 충돌/협착/추락	1) 작업 전 일일 와이어 점검 2) 사전 조치 후 작업 3) 사전 조치 후 작업	1 3 3	2 3 3	2 9 9	안전교육 실시 실험조회 실시		2 2	3 3	6 6

④ 작업명 : 크레인 2대 병렬작업

단위작업 내용	평가 구분	유해위험요인 및 재해형태	현재 안전조치	빈 도	강 도	위 험 도	개선대책	개선 기한	빈 도	강 도	위 험 도
크레인 이동 샤클체결	인적	1) 크레인 이동 시 타 장비와 충돌 2) 샤클과 러그 사이 손가락 협착 3) 1.3.1 조양원칙 미준수	1) 주행 전 레일 확인 2) 근거리에서 신호 3) 지속적인 교육	2 3 2	2 2 3	4 6 6					

단위작업 내용	평가 구분	유해위험요인 및 재해형태	현재 안전조치	빈 도	강 도	위 험 도	개선대책	개선 기한	빈 도	강 도	위 험 도
리프팅(턴오버)		4) 크레인 병렬작업 시 붐 충돌위험 5) 블록주변 타 작업자 미통제 6) 신호수 원거리에서 신호	4) 블록 주변 통제 5) 정위치에서 신호	2 2 2	4 2 2	8 4 4	크레인 붐 간섭 사전 확인 및 간섭 예상 지역 바닥 마킹		2	2	4
보조 크레인 해체	기계 적	1) 무전기 송수신 상태 불량 2) 크레인 호이스트 브레이크 미작동 3) 오버웨이트 발생 4) 고소차 탑승 시 안전벨트 미착	1) 무전기 확인 2) 월별 계획정비 3) 중량 사전 확인 4) 지속적 교육	2 1 4 2	3 4 1 2	6 4 4 4					
탑재장소로 이동		1) 협소한 장소에서 작업(주변 장애물) 2) 고소차 대기 시 시동 작동	1) 넓은 장소 확보 2) 시동 off	2 2	2 1	4 2					
탑재	물질/ 환경 적										
샤클해체	관리 적	1) 작업 전 작업방법 상호이해 부족 2) 와이어 파단 3) 샤클 체결 해체 시 와이어 끌려감	1) 작업 전 정보공유 2) 일일 점검 후 태핑 3) 블록 하부 통제	2 1 2	3 4 3	6 4 6					

IV 크레인 안전관리

하인리히의 사고발생 연쇄성이론에 의하면 사고는 불안정한 상태와 불안정한 행동에 의해 발생하며, 앞장의 재해 사례를 통해 알 수 있듯이 크레인 사고를 예방하기 위해서는 크레인 설비의 불안정한 상태와 작업자들의 불안정한 행동을 최소화되도록 체계적으로 관리하는 것이 필요하다.

1. 크레인 설비 안전

크레인 설비의 안전관리란 크레인과 줄걸이 용구 등에 대한 이상유무를 정기적으로 점검하고 유지·보수함으로써 중량물 작업 시 최적의 상태를 제공함으로써 설비 불량에 의한 재해 발생을 최소화하는데 있다.

가. 크레인 설비에 대한 관리 규정 제정

크레인 설비의 체계적인 관리를 위한 회사에서 규정(지침서, 가이드 등)을 제정하며, 관련 내용은 되도록 아래 사항들이 포함되도록 한다.

- ① 크레인 관리주체(조직)의 책임과 권한
 - 크레인 설비를 관리(점검과 유지·보수)할 담당 부서(사외 협력사 포함)
 - 담당부서(담당자)의 세부 역할과 그에 따른 권한부여
- ② 업무처리 절차
 - 점검 및 유지·보수 작업에 대한 업무 처리 절차
- ③ 크레인 점검 종류와 주기
 - 사업장 형편에 따라 점검 종류와 주기를 설정
예) 작업시작 전 점검(일일점검), 주간·월간·반기 점검 등
- ④ 점검 등의 방법
 - 점검종류에 대한 점검대상과 점검사항, 점검방법
 - 유지·보수 방법
- ⑤ 관리(점검) 결과에 대한 기록과 표시
 - 점검 완료된 크레인과 줄걸이 용구 등에 대해 기록관리 및 표시
 - 유지·보수에 대한 기록관리

나. 크레인 관리주체의 책임과 권한

크레인 설비의 실제적인 안전관리를 위해서는 관리 주체에 대해 명확하게 규정된 책임과 권한이 명시되어야 한다. 관리주체는 크레인 사용부서나 정비부서(또는 협력사), 안전(환경)팀이 담당하며 담당부서별 책임과 권한은 다음과 같다.

① 크레인 사용부서

- 장비 사용과 운영관리를 책임
- 작업시작 전(일일)·주간·월간 점검 등을 실시
 - ※ 점검 종류에 따라 정비부서에서 실시
- 크레인 이상 발생 시 즉시 가동 중지하고 정비부서에 신고
- 기타 추가 필요사항

② 정비부서(또는 협력사)

- 크레인 고장 신고 시 점검 및 수리
- 정기 점검

③ 안전(환경)팀

- 크레인의 점검·사용·정비에 대한 감시
- 크레인 사고 발생 시 사고조사 권한

다. 크레인 점검 종류와 주기

크레인 및 줄결이 용구 등을 최상의 상태로 유지하기 위해 점검이 필요하다. 다만 점검의 횟수 보다 실제적으로 도움이 될 수 있는 방법으로 사업장 형편에 맞게 정하는 것이 필요하다. 다만 법적으로 요구하는 것은 준수해야 한다.

1) 법에서 요구하는 점검 등

(가) 최초검사(안전인증) : 0.5톤 이상의 크레인을 제작·설치하는 경우에 산업안전보건법 제34조(안전인증)에 따라 안전인증(서면심사 및 제품심사)을 득해야 한다.

(나) 작업시작 전 점검 : 안전보건기준에 관한 규칙 제35조 및 별표3에 따라 반장 등 관리감독자로 하여금 작업 전 점검을 해야 한다. 법에서 점검에 대한 기록 여부를 언급하고 있지 않지만, 점검사항을 체크리스트 형태로 작성하고 점검일자와 점검자를 기록하는 것이 적절하다.

(다) 사용 중 검사(안전검사) : 2톤 이상의 크레인을 사용하는 경우에 산업안전

보건법 제36조(안전검사) 또는 제36조의2(자율검사프로그램)을 받아야 한다.

2) 자체적으로 정하는 점검

법적으로는 작업시작 전 점검(“일일점검”) 외에는 규정화된 점검은 없지만, 작업 시작 전에 잠시 점검하는 수준으로 크레인 설비를 최상의 상태로 유지하기에는 미흡하다. 고장 발생 전에 유지보수를 실시하는 것이 고장발생으로 인한 작업 손실과 안전사고를 예방할 수 있어 예방보전(PM, Preventive Maintenance)이 필요하다.

이에 일일점검 외에 사업장 여건에 맞게 자체적인 점검주기(주간·월간·분기·반기)를 정할 수 있다. 다만 크레인의 적정 상태 유지와 안전성 확보를 위해 월간점검과 6개월마다 실시하는 반기점검을 실시하는 것이 적절하다.

라. 점검 방법

조선소에서 사용하는 크레인은 천장크레인, 갠트리(콜리엇)크레인, 지브크레인, 타워크레인, 이동식크레인 등 형식이 다양하고 같은 형식의 크레인이라도 구조 부분, 기계장치(구동 및 제동장치), 전기(제어)장치 등이 다를 수 있다.

1) 점검표 작성 시 참고 자료

사업장에서 점검표 작성 시 사내 안전기준과 함께 아래 기준서 및 기술자료를 참고한다.

- ① 안전검사 기준(고용노동부 고시 제2018-33호) 별표2 크레인의 검사기준
- ② 크레인(부품) 및 줄걸이 용구 제조사 매뉴얼
- ③ KOSHA GUIDE
- ④ 한국산업표준(KS규격)
- ⑤ 한국조선소 안전표준화(KSSS) 권상표준 또는 기타 기준·기술자료 등

2) 점검 수행자

일일점검이나 월간점검은 관리감독자의 지시에 따라 해당 크레인 운전수를 통해 이루어질 수 있다. 크레인 점검 수행자는 점검을 실시하고 모든 점검표를 작성

할 수 있는 충분한 교육과 지식 및 경험을 가지고 있어야 한다. 또한 설치된 안전 장치의 종류와 중요성을 잘 알고 있고 장비에 결함이 발생했을 때 이를 이해하고 설비보수 부서에 문제를 전달할 수 있어야 한다.

6개월 마다 점검(반기점검)은 설비보수 부서 담당자를 통해 정밀한 점검이 이루어져야 한다. 점검자는 장비의 중대한 결함 발견이나 인지가 가능해야 하며, 설치된 안전장치의 유형과 중요성에 대해서도 잘 알고 있어야 한다. 또한 장비의 유지보수를 위해 장비 수리에 대해서는 충분한 지식이 있어야 한다.

3) 점검 종류별 주요 점검 내용

(가) 작업시작 전 점검(일일점검)

검사구분	점검 내용	점검 결과
구동장치 및 작동	1. 권상장치의 동작 상태와 권상브레이크 작동 상태 확인(공통) 2. 주행 및 횡행 동작 상태와 브레이크 작동 상태 확인(해당 기종) 3. 선회(기복) 동작 상태와 브레이크 작동 상태 확인(해당 기종) 4. 크레인 동작 시 이상음/진동(충격) 여부 확인	
방호장치	1. 권과방지장치 작동상태 확인(공통) 2. 비상정지장치 작동상태 확인(공통) 3. 과부하방지장치, 주행 및 횡행 리미트, 주행 충돌방지센서의 외관상태 확인(해당기종) 4. 기복 제한 스위치 외관상태 확인 (해당 기종) 5. 주행 동작 시 경보음/경광등 작동 여부 확인(해당 기종)	
구조부 및 와이어로프	1. 거더, 새들, 지브, 마스트 등 주요 구조부 손상여부 확인 2. 혹 블록 손상여부 및 혹 해지장치 부착상태 확인(해당 기종) 3. 마그네트 포트 작동상태(해당 기종) 4. 횡행/주행레일 상태 및 주변 간섭물 확인(해당 기종) 5. 와이어로프 손상여부 육안 확인(공통) 6. 와이어로프 드럼(시브) 이탈여부 확인(공통)	
제어장치	1. 조작장치(운전실, 리모컨, 펜던트) 및 계기판 상태 확인(공통)	
줄걸이 용구 등	1. 사용할 보조 달기구 및 줄걸이 용구 상태 확인(공통) (블록로더, 리프팅빔, 영구자석, 와이어로프, 슬링벨트, 라운드 슬링, 샤클, 클램프 등)	

※ 참고자료 : 사업장에서 사용하고 있는 일일점검 리스트

<A 조선포>

검사구분	점검 내용	점검 결과
공통	1. 주요 구조부, 사다리, 플랫폼 파손여부 육안 점검 2. 비상스위치 작동 상태 3. 호이스트 권과방지장치 작동상태 4. 후크 해지장치 이상 유무 5. 호이스트 시브측 상/하부 와이어 탈선 유무 (LM-Crane : Cable고임 여부) 6. 주행구간 간섭물 점검 7. 권상/주행/횡행/선회 제동장치 점검 8. 주행, 횡행 리미트/센서 작동상태 9. 주행 경광등 및 경고음 작동상태 10. 로드 디스플레이, 각종 모니터 상태(중량, 풍속 등)	
리모컨	1. 리모컨 사용 전 충전상태 2. 리모컨 방향 표시 및 외관 상태 3. 리모컨 비상 스위치 작동상태 4. 리모컨 비상 모터 사이렌 작동상태 5. 조작 레버 S/W 임의해제 확인	
LLC	1. LLC 크레인 러핑장치 리미트 점검	
기타	1. 각종 부착물 부착상태 확인 2. 정기안전검사 필증 부착, 유효기간 확인	

<B 조선포>

a. 폴리아트크레인

	점검 내용	점검 결과
폴리아트 크레인	1. 보기파트 기계장치 주행 중 소음상태 확인	
	2. 운전석 내 조작반의 조작기가 원활하게 조작되고 모든 기기상태가 정상인지 확인	
	3. 브레이크의 설치상태와 제동거리 확인 - 호이스트 브레이크의 미끌림(SLIP) 상태 확인 - 주행 브레이크 제동거리 확인	
	4. 로딩빔(블록 로더) 상태점검 - 스넛치블록, 와이어로프, 시브의 회전상태 등	
	5. 와이어로프의 손상부분 확인 점검 - 변형, 소손, 킥크, 부식, 단선, 마모 등 확인점검 - 이상 발견 시 즉시 정비원에게 연락하여 필요조치	

	6. 각종 방호장치(리미트 스위치)의 작동 상태를 점검 - 권과방지장치, 과부하방지장치, 비상정지장치 등	
	7. 케이블 피복상태 육안 확인점검	
	8. 레일클램프 체결 작동상태 확인점검	
	9. 전,후방 주행 카메라 상태 확인 점검	

b. 주행타워크레인

점검 내용		점검 결과
주행 타워 크레인 (TTC)	1. 볼트, 너트 체결 상태 확인 - 주행, 호이스트, 횡행오픈기어 누유상태 확인 - 주행레일 이물질 확인	
	2. 운전석 내 조작반의 조작기가 원활하게 조작되고 모든 기기상태가 정상인지 확인	
	3. 브레이크의 설치상태와 제동거리 확인 - 호이스트 브레이크의 미끌림 상태 확인 - 주행 브레이크의 제동거리 확인	
	4. 와이어로프의 손상부분 확인 점검 - 변형, 소손, 킁크, 부식, 단선, 마모 등 - 이상 발견 시 즉시 정비원에게 연락하여 필요조치	
	5. 안전장치 점검 이상 유무 확인 및 방호장치의 작동상태를 점검 - 권과방지장치, 과부하방지장치, 비상정지장치 등	

c. 지브크레인

점검 내용		점검 결과
지브크레인 (TC)	1. 주행, 호이스트, 횡행 오픈기어의 누유 상태 확인	
	2. 운전석 내 조작반의 조작기가 원활하게 조작되고 모든 기기상태가 정상인지 확인	
	3. 브레이크의 설치상태와 제동거리 확인 - 호이스트 브레이크의 미끌림 상태 확인 - 주행 브레이크의 제동거리 확인	
	4. 선회부의 윤활상태 - 주간단위 주유, 페그리스 제거와 청소실시	
	5. 와이어로프의 손상부분 확인 점검 - 변형, 소손, 킁크, 부식, 단선, 마모 등 - 이상 발견 시 즉시 정비원에게 연락하여 필요조치	

(나) 월간 점검

검사구분	점검 내용	점검 결과
구동장치 및 작동	1. 권상장치의 동작 상태와 권상브레이크 작동 상태 확인(공통) 2. 주행 및 횡행 동작 상태와 브레이크 작동 상태 확인(해당 기종) 3. 선회(기복) 동작 상태와 브레이크 작동 상태 확인(해당 기종) - 브레이크 패드 마모, 갭(gap) 상태 확인 4. 크레인 동작 시 이상음/진동(충격) 여부 확인 5. 구리스 급유 및 급유 상태 확인 6. 감속기 오일상태(레벨 및 누유) 확인	
방호장치	1. 권과방지장치 작동상태 확인(공통) 2. 비상정지장치 작동상태 확인(공통) 3. 과부하방지장치 작동상태 확인(공통) - 시험 버튼(Test button)이 있는 경우 4. 주행 및 횡행 리미트 작동상태 확인(해당기종) 5. 주행 충돌방지센서 작동상태 확인(해당기종) 6. 기복 제한 스위치 작동상태 확인 (해당 기종) 7. 주행 동작 시 경보음/경광등 작동 여부 확인(해당 기종)	
구조부 및 와이어로프	1. 거더, 새들, 지브, 마스트 등 손상 및 볼트풀림여부 확인 2. 훅 블록 손상여부 및 훅 해지장치 부착상태 확인(해당 기종) 3. 마그네트 포트 작동상태(해당 기종) 4. 와이어로프 손상여부 육안 확인(공통) 5. 와이어로프 드럼(시브) 이탈여부 확인(공통)	
전기장치	1. 전기판넬 확인 - 부품의 열화/이상음(진동) 발생여부 확인(공통) 2. 트롤리바 /컬렉터 설치상태 확인 3. 전선 피복손상 확인	
제어장치	1. 조작장치(운전실, 리모컨, 펜던트) 및 계기판 상태 확인(공통)	
기 타	1. 크레인 명판, 경고표지 등 부착물 상태 확인	

※ 참고자료 : 사업장에서 사용하고 있는 월간(분기)점검 리스트
 <A 조선포>

검사부분	검사항목/점검내용	검사/조치내용	기록사항/세부점검내용
훅크	1. 캡너트와 각 체결부의 풀림방지상태 확인점검		풀림방지 장치 확인
	2. 훅의 회전과 윤활상태 확인		
	3. 훅 해지장치 부착상태 확인점검		
	4. 훅 마모, 크랙, 변형상태 확인		필요 시 비파괴검사
마그네트 빔	1. 달기구 등의 마모상태 확인		소켓,클립,샤클,링크,스위블
	2. 댐퍼 코일스프링의 정상기능 상태 확인점검		정상 작동 상태 확인
	3. 스윙기어의 회전상태와 볼트 조임상태 확인		
와이어 로프	1. 1피치당 소선 단선 수 확인		총 소선수의 10%이내
	2. 킥, 형 붕괴, 부식, 풀림 상태확인		
	3. 마모상태 측정(버니어캘리퍼스 직경측정)		공칭경의 7%이상
	4. 단말부 연결 처리상태 확인		소켓샤클링크,클립스위블
제동장치	1. 라이닝의 마모, 탈락, 편마모 발생여부 확인		두께:
	2. Air Gap 측정 및 제동 스트로크 확인		간격:
	3. 드럼과 디스크의 마모, 열화변형, 크랙 등 상태 점검		볼트 체결 상태
	4. 구조의 변형, 핀, 링크 등 주요부 기능상태 점검		마모,변형,크랙,조립부 헐거움
구동장치	1. 동력 전달부(커플링, 클러치)의 결합상태 점검		결합부위 개방검사/육안확인
	2. 회전축 고정베어링의 진동, 마모, 윤활상태 확인		베어링 내부 소음,진동확인
	3. 오픈기어의 상태(소음,진동,발열,마모,변형)점검		주기적인 도유 실시
	4. 감속기의 누유부 확인과 오일 상태점검		오염,기포,수분침투,함량미달
시브/ 드럼	1. 시브의 균열, 변형, 와이어에 의한 홈자국 발생확인		윤활, 회전상태 확인
	2. 드럼의 홈 깊이 마모상태 확인		
	3. 드럼후렌지, 클램프 부식/베어링의 상태확인		
레일부분	1. 클립볼트의 풀림/파손상태 확인점검		용접클립의 경우 크랙/
	2. 용접부 및 답면부 크랙 점검		단락발생 확인
	3. 마모, 형붕괴, 부식, 변형, 굴곡 상태 확인점검		레일의 폭:
	4. 레일과 휠 플렌지의 간섭 확인, 마모치 측정		휠 후렌지 치수
안전/방 호장치	1. 완충장치의 압축력 보존 상태확인		충돌 압축 시 복원력 유지
	2. 스톱앵커, 타이다운, 레일클램프의 상태점검		작동 테스트 실시
	3. 회전부위에 커버 또는 방호장치의 설치상태확인		
	4. 각종 안전 표지판 부착유무와 보존상태		번호판,정격하중 표지판 등
	5. 주행/횡행 스톱퍼 보존과 베이스 고정상태 확인		

구조물	1. 구조물의 마모, 이상변형, 크랙발생 등 점검		
	2. 도장상태,부식,녹발생,오염현상,청소상태 확인		내/외관 점검
안전장치	1. 권과방지장치 작동/조정상태 점검 확인		
	2. 과부하방지장치 작동/ 조정상태 점검		
	3. 각 리미트 스위치 작동/ 조정상태 점검		
	4. 비상정지 스위치, 충돌방지장치 작동상태		
	5. 경광등, 싸이렌, 작업등 작동/점멸상태 점검		
	6. 스톱앵커, 타이다운, 레일클램프 상태점검		록킹장치 확인
	7. 각종 안전 표지판 부착유무와 보존상태		번호판, 정격하중 표지판
제동장치	1. 스러스트 동작상태 점검		
	2. 권선 절연저항, 단자대 풀림		
마그네트 빔	1. 배터리 충전, 정전 시 마그네트 작동여부 테스트		월 1회 테스트
	2. 마그네트 흡착(자력세기) 상태		
	3. 마그네트 알람 작동상태 점검		
	4. 마그네트 케이블 피복 절연상태		
전동기	1. 권선 절연저항 및 열화상태 점검		소음과 온도상승 상태점검
	2. 브러쉬 접촉과 피그테일 단선상태 점검		
	3. 외부점검과 내/외부 분진오염상태 점검		조인트박스,단자대,커버
저항기	1. 저항편 단락과 단선상태 점검		
	2. 단자대 볼트 풀림 점검		
전기판넬	1. 외함의 파손, 고정상태와 부속품 점검		시건장치, 손잡이
	2. 내/외부 부품고정, 배선의 정리정돈 확인		
	3. 내부 단자대 조임, 열화 및 파손상태 확인		
	4. 퓨즈와 차단기의 정격사용 여부, 점핑 확인		
집전장치	1. 콜렉타 브러쉬 마모 상태 점검		스프링의 장력조정과 접촉상태
	2. 콜렉타 헤드와 U-support 비틀림 상태 점검		
	3. 점검대의 적합성과 출입구 상태 점검		
조작 스위치 (무선포함)	1. 레버와 푸쉬버튼 작동상태 점검		파손 확인
	2. 동작방향 표시상태, 표시판과 조작기와 일치확인		동서남북 표시판 확인
	3. 키스위치와 비상 스위치 작동상태 점검		

(다) 정기점검(반기)

검사부분	점검내용	점검결과
강구조 부분		
구조부	<천장(갠트리)크레인> 가. 거더 및 새들 구조부의 부재는 이상변형 및 전체의 비틀림이 없고, 균열, 부식이 없을 것 나. 조립에 사용되는 볼트·너트는 풀림, 탈락, 균열 또는 현저한 부식이 없고, 볼트의 길이는 너트 등을 조립 후 2산 이상의 여유 나사산을 가질 것 <지브(타워)크레인> 가. 마스트(mast) 및 지브(jib)의 전 길이에 걸쳐 비틀림, 굴곡, 휨 등이 없을 것 나. 타워 및 지브의 조립연결용 볼트는 풀림이 없고, 너트 등을 조립 후 2산 이상의 여유 나사산을 가질 것 다. 마스트, 지브 및 기초앵커용 구조물 등의 용접부위는 균열 등 결함이 없을 것 라. 선회장치의 비틀림 또는 균열이 없을 것 마. 기초 바닥 면은 부등침하가 없을 것 <이동식크레인> 가. 붐(지브)는 전 길이에 걸쳐 이상 변형, 비틀림, 균열, 부식, 굴곡, 휨 등이 없을 것 나. 구조물 등의 조립연결용 볼트는 풀림, 탈락, 균열 또는 현저한 부식이 없고, 너트 등을 조립 후 2산 이상의 여유 나사산을 가질 것 다. 아웃트리거는 다음 각 목과 같이 할 것 1) 아웃트리거의 발판 및 부재는 비틀림, 굴곡, 휨 등이 없을 것 2) 아웃트리거의 용접부위는 균열 등 결함이 없을 것 3) 유압장치의 누유가 없고 작동이 정상일 것	
주행 및 횡행 레일 등		
레일	가. 주행 및 횡행레일은 균열, 변형 및 측면의 이상마모가 없을 것 나. 레일부착 볼트는 풀림 및 탈락이 없을 것	
정지기구 등	가. 레일의 양끝 또는 이에 준하는 장소에 설치된 차륜 정지기구는 균열, 손상, 탈락이 없을 것 나. 정지기구는 주행차륜 지름의 2분의1 이상, 횡행차륜 지름의 4분의1 이상 높이로 설치되고, 완충장치는 손상 및 어긋남이 없고, 부착볼트의 풀림 및 탈락이 없을 것 다. 횡행 및 주행레일에는 차륜정지기구에 도달하기 전의 위치에 리미트 스위치 등 전기적 정지기구가 설치되고 정상적으로 작동될 것 라. 옥외에 설치되는 주행크레인에는 고정장치(미끄럼방지 고정장치, 레일 클램프, 타이다운 등)가 정상적으로 작동되고 균열, 손상 및 탈락이 없을 것	
주행 및 횡행 기계장치		

전동기 등	가. 전동기는 이상소음, 이상발열이 없을 것 나. 전동기의 절연저항 값은 $\text{절연저항 [M}\Omega\text{]} \geq \frac{\text{사용 전압 (V)}}{1000 + \text{출력 (KW)}} \text{ 일 것}$ 다. 전동기 고정부는 균열이 없고, 부착 볼트, 너트는 풀림, 탈락이 없을 것 라. 커플링의 키는 풀림, 변형이 없고 키 홈은 균열 또는 변형이 없을 것 마. 커플링을 회전 시 흔들림이 없을 것	
브레이크	가. 브레이크는 작동 시 이상음, 이상냄새가 없고 작동이 원활할 것 나. 라이닝은 편 마모가 없고, 마모량은 원치수의 50퍼센트 이내일 것 다. 디스크(드럼)는 손상, 균열이 없고 마모량은 원 치수의 10퍼센트 이내일 것 라. 유압브레이크는 기름이 누설되지 않을 것	
감속기 등 치차류	가. 치차는 이상음, 이상발열 또는 이상진동이 없을 것 나. 치면은 파손, 균열 등 손상이 없을 것 다. 치차는 급유가 적정하고 키의 풀림, 빠짐, 변형이 없을 것	
베어링	가. 베어링은 균열, 손상이 없고 급유가 적정하게 유지할 것 나. 베어링은 이상음이나 이상진동 등이 없을 것	
차륜	가. 차륜 플랜지는 균열, 손상 등이 없고, 마모가 원치수의 50%이내 일 것 나. 차륜 표면이나 웨브는 균열, 변형, 손상이 없을 것	
권상기계장치		
전동기 등	가. 전동기는 이상소음, 이상발열이 없을 것 나. 전동기의 절연저항 값은 $\text{절연저항 [M}\Omega\text{]} \geq \frac{\text{사용 전압 (V)}}{1000 + \text{출력 (KW)}} \text{ 일 것}$ 다. 전동기 고정부는 균열이 없고, 부착 볼트, 너트는 풀림, 탈락이 없을 것 라. 커플링의 키는 풀림, 변형이 없고 키 홈은 균열 또는 변형이 없을 것 마. 커플링을 회전 시 흔들림이 없을 것	
브레이크	가. 브레이크는 작동 시 이상음, 이상냄새가 없고 작동이 원활할 것 나. 라이닝은 편 마모가 없고, 마모량은 원치수의 50퍼센트 이내일 것 다. 디스크(드럼)는 손상, 균열이 없고 마모량은 원 치수의 10퍼센트 이내일 것 라. 유압브레이크는 기름이 누설되지 않을 것 마. 스트로크, 토크 조정기구 조정 양이 적정할 것 ※ 제조사 매뉴얼에 따라 조정	
감속기 등 치차류	가. 치차는 이상음, 이상발열 또는 이상진동이 없을 것 나. 치면은 파손, 균열 등 손상이 없을 것 다. 치차는 급유가 적정하고 키의 풀림, 빠짐, 변형이 없을 것	
베어링	가. 베어링은 균열, 손상이 없고 급유가 적정하게 유지할 것 나. 베어링은 이상음이나 이상진동 등이 없을 것	

드럼	가. 드럼본체는 균열, 변형 또는 마모가 없을 것 나. 드럼 홈 부위의 사용마모 한도는 용접제 드럼의 경우 로프지름의 20퍼센트 이내일 것 다. 클램프 등 와이어로프 부착부는 풀림이 없을 것 라. 드럼 축 및 베어링은 균열, 마모가 없고, 급유가 적정할 것 마. 볼트, 너트는 풀림 또는 탈락이 없을 것									
시브	가. 시브 홈은 이상마모가 없고, 마모의 한도는 와이어로프 직경의 20퍼센트 이하 나. 축 및 베어링은 시브를 회전시켜 흔들림 및 편심이 없고, 급유가 적정할 것 다. 로프의 벗겨짐 방지장치(시브 커버)의 탈락, 변형이 없을 것									
와이어로프	가. 달기기구 등이 가장 아래쪽에 위치할 때 드럼에 2바퀴 이상 감기어 남아 있을 것 나. 와이어로프 등의 사용금지 대상 1) 이음매 있는 것 2) 와이어로프 한 꼬임(스트랜드)에서 소선 수가 10%이상 끊어진 것 (비자전로프의 경우 끊어진 수가 호칭지름 6배 길이 이내에서 4개 이상 이거나 호칭지름 30배 길이 이내에서 8개 이상) 3) 지름 감소가 공칭지름 7% 초과 4) 꼬인 것 5) 심하게 변형되거나 부식된 것 6) 열과 전기충격에 의해 손상된 것 다. 와이어로프 단말 고정장치의 손상, 풀림, 탈락 등이 없을 것 라. 클립에 의한 와이어로프 단말고정은 표 따를 것 <단말고정 클립 수> <table border="1" style="margin: auto;"><tr><td>로프 직경(mm)</td><td>클립 수</td></tr><tr><td>16 이하</td><td>4개</td></tr><tr><td>16 초과 28 이하</td><td>5개</td></tr><tr><td>28 초과</td><td>6개 이상</td></tr></table> 단, 클립간의 간격은 로프 직경의 6배 이상 마. 와이어로프는 드럼에 정확하게 감기어야 하며 급유가 적정할 것	로프 직경(mm)	클립 수	16 이하	4개	16 초과 28 이하	5개	28 초과	6개 이상	
로프 직경(mm)	클립 수									
16 이하	4개									
16 초과 28 이하	5개									
28 초과	6개 이상									
체인	가. 연결된 5개의 링크를 측정하여 연신율이 제조당시 길이의 5퍼센트 이하일 것(습동면의 마모량을 포함한다) 나. 링크 단면의 지름 감소가 해당 체인의 제조시보다 10퍼센트 이하일 것 다. 균열이 없을 것 라. 심한 부식이 없을 것 마. 깨지거나 홈 모양의 결함이 없을 것 바. 심한 변형 등이 없을 것									
훅 블록 (달기구)	가. 훅 본체는 균열, 변형, 마모가 없고, 국부마모는 원치수의 5퍼센트 이내일 것 나. 훅 회전은 원활하고 훅 나사부는 흔들림이 없을 것 다. 훅 개구부의 증가가 없을 것. 라. 훅 블록 또는 달기기구에는 정격하중이 표기되어 있을 것									
프이탈 방지장치	가. 이동식크레인의 붐 등에 부착된 시브의 로프 이탈방지 가이드는 손상이 없고, 로프가 이탈되지 않을 것									

선회장치		
선회장치	가. 선회프레임 및 브래킷은 균열, 변형이 없을 것 나. 선회장치의 작동 시 이상음 또는 이상발열이 없을 것 다. 상부회전체의 각 부분 연결핀, 볼트 및 너트가 풀림 또는 탈락이 없을 것	
카운터 웨이트	가. 카운터 웨이트는 규정된 무게를 유지할 것 나. 설치 볼트 및 너트는 풀림이 없을 것	
이동식크레인 붐 구동장치		
유압장치	가. 실린더, 호스 등 유압장치는 누유가 없고 작동이 정상일 것	
인입/ 인출용 와이어로프	가. 와이어로프 사용금지 기준에 적합할 것 나. 로프가 이완되더라도 폴리에서 이탈되는 것을 방지하는 장치가 설치되어 있을 것 다. 와이어로프 고정부는 파손이 없을 것	
컨트롤러		
운전실	가. 운전 조작장치 및 조작용 개폐기는 원활하게 작동하여야 하며, 제로노치 스톱퍼 및 핸들은 정지 위치에 정확하게 로크될 것 나. 작동방향의 표시판은 손상이 없고 표시가 선명할 것	
펜던트스 위치	가. 펜던트스위치를 사용한 크레인 및 호이스트는 조작반에 표시된 크레인의 작동방향과 동일한 방향의 표지판을 크레인의 운전자나 조작자가 보기 쉬운 위치에 붙어 있을 것 나. 펜던트 스위치에는 크레인의 비상정지용 누름버튼과 손을 떼면 자동적으로 정지위치(off)로 복귀되는 각각의 작동종류에 대한 누름버튼 또는 스위치 등이 비치되어있고 정상적으로 작동될 것 다. 펜던트스위치에 접속된 케이블은 꼬임이나 무리한 힘이 가해지지 않도록 보조와이어로프 등으로 지지될 것 라. 펜던트스위치는 조작위치에서의 바닥면에서 0.9미터에서 1.7미터 사이에 위치할 것 마. 펜던트를 사용하여 작업바닥 면에서 조작하며 화물과 운전자가 함께 이동하는 크레인의 주행속도는 매 분당 45미터 이하일 것	
무선원격 제어기	가. 크레인의 작동종류, 방향과 일치하는 표시가 되어있고, 정해진 작동위치가 아닌 중간위치에서는 작동되지 않을 것 나. 운전실 또는 펜던트스위치와 무선 원격제어기를 겸용 시에는 선택스위치를 부착하여 동시조작에 의한 불의의 크레인 작동이 일어나지 않을 것 다. 무선 원격제어기는 관계자 이외의 자가 취급할 수 없도록 잠금장치 등이 설치될 것 라. 제어기는 해당 크레인 마다 갖추어야 하며 각각의 제어기에는 제어 대상 크레인이 표기되어 있을 것 마. 무선원격 제어기에는 손을 떼면 자동적으로 정지위치(off)로 복귀되는 각각의 작동종류에 대한 누름버튼 또는 스위치 등이 비치되어 정상적	

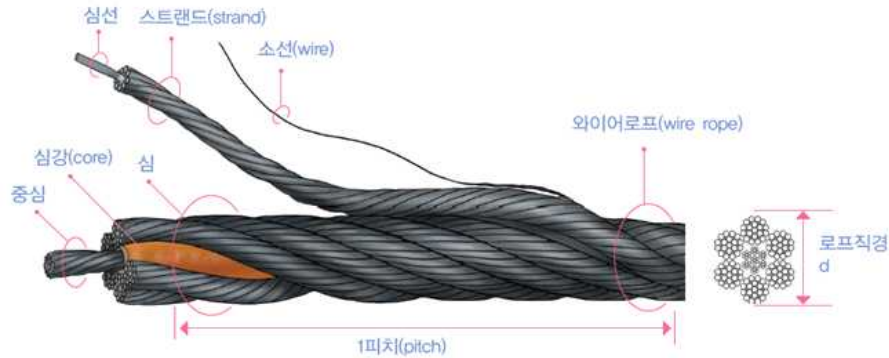
	으로 작동되어야 하며, 레버형 스위치는 정지위치에서의 기계식 잠금 장치 또는 무인작동 방지회로(deadman's handle circuit)가 구비될 것 바. 무선원격제어기를 사용하여 작업바닥 면에서 조작하며 화물과 운전자가 함께 이동하는 크레인의 주행속도는 매 분당 45미터 이하일 것	
전기장치		
전기부품	가. 계전기의 스프링은 절손, 변형, 피로에 의한 열화 등이 없을 것 나. 내부배선은 전용의 단자를 사용하고 접촉단자 체결 나사의 풀림, 탈락, 손상, 열화 등이 없고, 전선인입구 피복의 손상 또는 열화가 없을 것 다. 외함의 구조는 충전부가 노출되지 아니하도록 폐쇄형으로 잠금장치가 있고 사용 장소에 적합한 구조일 것	
저항기	가. 저항기 단자의 체결부분은 풀림이 없을 것 나. 그리드는 다음 각 호와 같이 할 것 1) 그리드는 균열, 손상 및 이상이 없고, 고정 부분은 풀림이 없을 것 2) 절연물 위에 분진 등이 쌓여있지 않을 것 3) 단자 부근 부속배선부분 및 절연피복의 과열 등에 의한 열화가 없을 것	
집전장치	가. 트롤리선은 마모, 변형, 손상이 없고, 집전장치는 체결상태가 균일하며 집 전자와의 접촉 불량률이 없을 것 나. 절연피복은 손상이 없을 것 다. 급전케이블의 안내기구는 작동이 원활할 것	
배선	가. 배선의 피복상태는 손상, 파손, 탄화 부분이 없을 것 나. 배선의 단자체결 부분은 전용의 단자를 사용하고 볼트 및 너트의 풀림 또는 탈락이 없을 것	
접지	가. 전동기 외함, 제어반의 프레임 등은 접지되고 그 접지저항은 400볼트 미만일 때 100옴, 400볼트 이상일 때는 10옴 이하일 것	
리프팅 마그넷	가. 리프팅 마그넷은 비상시 최소한 10분 이상의 흡착력을 유지할 것 나. 부착된 이름판에는 정격하중이 명기되어 있을 것 다. 정전 시 배터리에서 전원이 공급될 경우 배터리에서 공급됨을 알리기 위한 경보가 울리고, 화물을 바닥에 안전하게 내릴 수 있는 구조일 것	
안전장치		
권과방지 장치	가. 혹 등 달기기구의 상부와 트롤리프레임 등 접촉할 우려가 있는 것의 하 부와의 간격을 측정하여 0.25미터 이상(직동식 권과방지장치는 0.05미터 이상)이 되어야 하며 정상적으로 작동할 것 나. 레버 등은 변형 또는 마모가 없을 것	
비상정지 장치	가. 해당 크레인의 비상정지스위치를 작동한 경우에는 작동중인 동력이 차단될 것 나. 스위치의 복귀로 비상정지 조작 직전의 작동이 자동으로 되지 않을 것	

	다. 비상정지용 누름버튼은 적색으로 머리부분이 돌출되고 수동 복귀되는 형식일 것	
과부하방지장치	가. 과부하방지장치는 정격하중의 1.1배(타워크레인 1.05배) 권상 시 경보와 함께 권상 시 횡행 및 주행 동작이 불가능할 것 나. 법 제34조에 따른 안전인증품이고, 임의로 조정할 수 없도록 봉인되어 있을 것	
충돌방지장치	가. 병렬크레인을 접근시켜 결정된 거리에서 원활하게 정지하고 경보가 울릴 것 나. 검출기 구성부분의 균열, 변형, 손상 등이 없을 것	
혹 해지장치	가. 혹 해지장치는 원활하게 작동될 것	
회전부분 의 방호	가. 기어, 축, 커플링 등의 회전부분에 덮개나 울을 설치할 것	
선회각도 제한스위치	가. 작업범위를 제한하기 위하여 선회각도 제한스위치가 설치된 경우에는 해당 장치가 정상적으로 작동할 것	
경사각지 시장치	가. 지브가 기복하는 장치를 갖는 크레인 등은 운전자가 보기 쉬운 위치에 해당 지브의 경사각 지시장치를 구비할 것	
윤회 장치		
윤회유 주입장치	윤회유 주입장치의 상태는 적정히 할 것	
윤회유 펌프 등	가. 윤회유 급유펌프는 회전 중 이상음, 이상진동, 이상발열 등이 없을 것 나. 유면계의 유면 높이는 적정지시 범위에 있을 것 다. 배관 등은 손상이 없고 연결부는 누설이 없을 것	
기타 사항		
이름판	가. 크레인에는 정격하중 및 형식표시, 제작연월, 제작자 등이 표시된 이름판이 부착되어 있을 것	
조명	가. 계기 및 조작부에 있어서 충분한 조명이 확보될 것 나. 운전실로 접근하는 통로에는 충분한 조명이 확보될 것 ※ 75럭스 이상의 채광 또는 조명시설<규칙 제21조(통로의 조명)>	
통로	가. 크레인 거더 또는 수평 지브위에 설치된 트롤리 및 그 밖에 장치의 횡행 및 수평지브의 선회에 설치된 통로의 안전난간은 손상이 없을 것 나. 바닥면은 미끄러지거나 넘어지는 등의 위험이 없을 것 다. 갠트릭레인 새들 측면과 주변 구조물 사이가 40cm 이상되도록 바닥에 표시를 하는 등 안전공간 확보	
안전대 부착설비	가. 크레인이나 주행레일 점검 시에는 떨어짐 사고 예방을 위해 안전대 고리를 걸 수 있는 와이어 등의 부착설비가 정상적으로 설치되어 있을 것	

4) 줄걸이 용구 등에 대한 점검

(가) 와이어로프

① 와이어로프 구조



[와이어로프 각부의 명칭]

스트랜드(strand)는 심선 둘레에 여러 소선을 꼬아 놓은 선을 말하고, 심강 둘레에 스트랜드를 꼬아 만든 것을 와이어로프라 한다. 로프의 종류는 구성, 꼬임 방법, 도금, 파단 하중 등에 따라 다양하다.

MILL TEST CERTIFICATE

THIS IS TO CERTIFY THAT THE MATERIAL DESCRIBED BELOW WAS MANUFACTURED
IN ACCORDANCE WITH KISWIRE LTD SPECIFICATION AND APPLICABLE SECTIONS

OF KSD 3514 - 2002 (B Grade)

TO MESSRS a

MATERIAL DESCRIPTION UNGALVANIZED STEEL WIRE ROPE
06 X 29 (FI) + IWRC 210 M X 2 REEL

EX NO. 2W4073 b

ORDER NO. REEL NO. 1 ~ 2 SAMPLING NO. 1

d DIAMETER OF ROPE 28.000 mm c TYPE OF CORE IWRC

e SPECIFIED BREAKING LOAD 531.00 kN SAMPLE BROKE AT 558.50 kN

WT. OF ZINC COATING OF OUTER WIRE MIN. 0.000 g/m²

f ROPE LAY RHRL LAY LENGTH 177.11 mm

LUBRICATION A-3

< 와이어로프 성적서 >

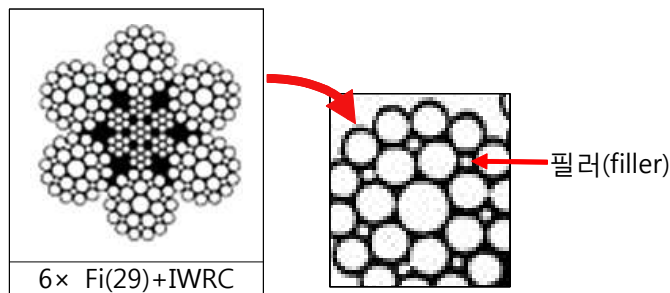
- a. “B Grade“ 는 와이어로프를 구성하는 소선의 공칭 인장강도에 따라 구분이며, “B Grade“는 파단하중이 $1,770N/mm^2$ 이고, 종별 구분은 다음과 같다.

종별	파단하중(공칭인장강도)
E종	$1,320 N/mm^2$
G종	$1,470 N/mm^2$
A종	$1,620 N/mm^2$
B종	$1770 N/mm^2$

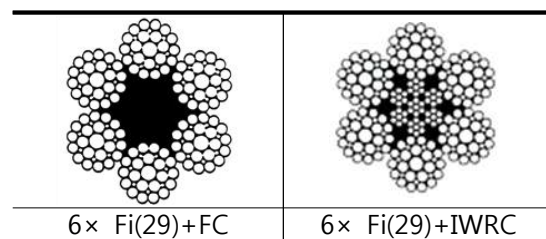
< 와이어로프 종별 파단하중 >

- b. “06 X 29(FI) + IWRC”는 아래 그림과 같이 와이어로프가 29가닥의 소선으로 이루어진 스트랜드 6가닥이 꼬여져 만들어진 로프이다.

- Fi(필러, Filler) : 내외층 소선 사이의 빈틈을 채우고 있는 소선



- c. IWRC(강심, Independent Wire Rope Core) : 로프의 심강(Core) 재질에 따라 강심(IWRC)과 섬유심(FC)으로 나눌 수 있는데 강심은 섬유심에 비해 절단하중이 높고 신율이 적으며, 형태변형이 적고 열에 잘 견딘다. 반면에 섬유심은 유연성이 높다.

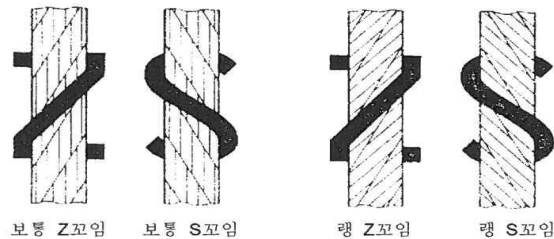


- d. “DIAMETER OF ROPE” : 로프 직경이며 여기서는 지름이 28mm이다.
- e. “SPECIFIED BREAKING LOAD(지정된 파단하중)” 과 “SAMPLE BROKE(샘플 파단하중)” : 지정된 파단하중은 KS규격에 명시된 파단하중을 말하며, 최소 파단하중이 이 값 이상을 의미한다. 또한 샘플 파단하중은 해당 제품의 시험값을 말한다. 설계 시 로프의 안전을 계산에 사용되는 파단하중은 지정된 파단하중값을 사용하는 것이 적절하다.
- f. “ROPE LAY” : 로프 꼬임을 말하며 로프와 스트랜드 꼬임 조합에 따라 보통 꼬임과 랭 꼬임으로 나뉜다.

- (a) 보통꼬임 : 로프의 꼬임방향과 스트랜드의 꼬임 방향이 반대 방향인 꼬는 방법
 (b) 랭 꼬임 : 로프의 꼬임방향과 스트랜드의 꼬임 방향이 동일 방향인 꼬는 방법

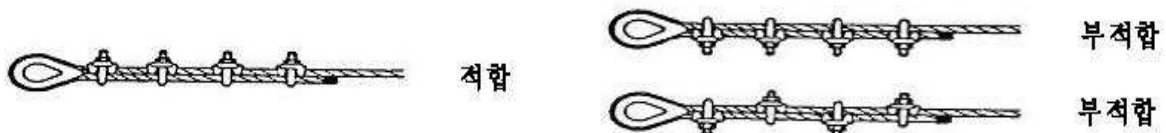
※ 꼬임방향은 Z꼬임(오른쪽 방향)과 S꼬임(왼쪽 방향)이 있다.

여기서, “RHRL“은 Right Hand Regular Lay로 오른쪽 꼬임방향의 보통꼬임을 말하며, RHOL(Right Hand Ordinary Lay)라고도 한다.



② 와이어로프의 연결 고정법

- a. 클립(Clip) 고정법 : 클립의 새들(Saddle)은 와이어로프의 힘이 걸리는 쪽에 있어야 하고, 클립과의 간격은 와이어로프지름의 6배 이상



- 클립 체결 시 너트의 방향은 위의 그림처럼 단말처리부와 반대방향으로 한다.
- U볼트의 너트부에 조임 전에 윤활유로 도포하고 녹이 발생하지 않는 것을 사용한다.
- 클립을 체결한 후 장력을 걸은 직후에는 로프가 수축함으로 슬립여부를 확인한다.

[클립 체결법에서 단말고정 클립 수]

로프지름(mm)	클립 수
16 이하	4개
16 초과 28 이하	5개
28 초과	6개 이상

- b. 소켓(socket) 가공법 : 연결부에 금형 또는 소켓을 부착하여 용융금속을 주입하여 고착
 c. 꼬아넣기법(Eye Splice) 고정법 : 와이어로프의 모든 스트랜드를 3회 이상 끼워 짚 후 스트랜드 소선의 절반을 절단하고 남은 소선을 다시 2회 이상 끼워 짜서 제작. 다만, 모든 스트랜드를 4회이상 끼워 짚 때에는 1회 이상 끼워 짜야 함
 d. 록(Lock) 가공법 : 파이프형태의 슬립(Slip)에 와이어로프를 넣고 압착하여 고정

- e. 웨지소켓(Wedge Socket) : 소켓에 와이어로프를 결합하여 단말부를 조임(Wedging)시켜 제작함. 체결 시 장력이 걸리는 쪽 로프의 중심선과 핀 홀의 수직 중심선이 일치하도록 체결하며, 클립은 장력이 걸리지 않는 쪽 로프 단말에 체결함.



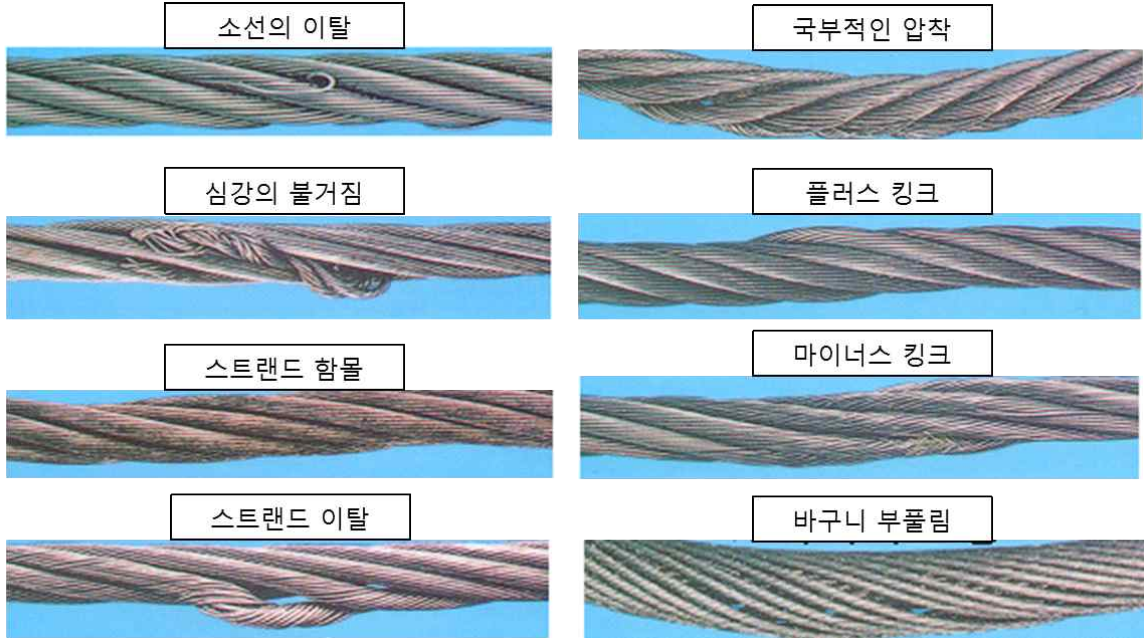
< 와이어로프 단말 가공법 >

③ 와이어로프 점검리스트

구분	점검 내용
와이어로프 상태	1. 이음매나 꼬임(킹크) 부위 유무
	2. 와이어로프의 한 피치가 끊어진 소선(한 꼬임의 스트랜드를 말하며, 필러선 제외)의 수가 10% 이상
	3. 지름의 감소가 공칭지름의 7%를 초과
	4. 심하게 변형 또는 부식
기타	5. 안전하중 표시



< 와이어로프 손상 >



< 와이어로프 변형 >



< 안전하중 표시 >

④ 점검주기 및 표시 방법

정기적으로 점검기준에 따라 점검하고 점검여부를 사용자가 확인할 수 있도록 페인트나 밴드, 테이프 등으로 표시한다. 불량품은 즉시 폐기하며, 즉시 폐기가 불가능한 경우 사용품과 구분하여 사용금지 표시를 한다.

◆ 슬링 와이어로프 점검 수칙

1. 매월 착수전에 점검을 해야 한다.
2. 매월 1회 일제 점검을 한 후에 일제 테이프를 끊어 두어야 한다.
*월별 색상 표시: 황색(형색) 적색(3가지 색으로 1월부터 순환 표시함)
3. 슬링 와이어로프 점검 기준
가. 와이어로프의 한 가닥 (한 스트랜드)에서 소선의 수가 10% 이상 결손된 것은 사용하지 못한다.
나. 와이어로프의 공칭경(지름: 피아)이 7% 이상 미모란 것은 사용하지 못한다. (늘어나서 가늘어진 상태를 말함)
다. 와이어로프가 갑자기 팽창한 것은 사용하지 못한다.
라. 심하게 부식된 것은 사용하지 못한다.
4. 와이어로프의 안전 계수는 6이다.
5. 와이어로프의 절단하중 계산 방법
* 피아 X 피아 X 0.05 =

점검 기준과 월별 표시

월 별	점검 색상
1월	(황색)
4월	
7월	
10월	
2월	(형색)
5월	
8월	
11월	
3월	(한색)
6월	
9월	
12월	

*월 별 점검완료 후 색상을 표기한 가능

페인트 표시

테이프 표시

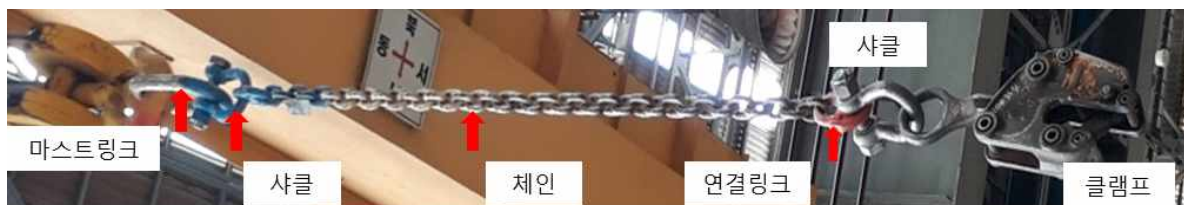
< 와이어로프 월간 점검 >



< 와이어로프 일일 점검 >

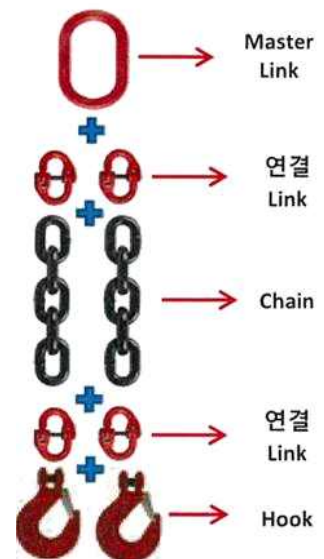
(나) 체인 슬링

① 체인 슬링 구조



② 체인슬링 점검리스트

구분	점검 내용
체인	1. 체인의 길이가 제조 당시보다 5% 초과하여 늘어남
	2. 링의 단면 지름이 10%초과 감소
	3. 균열이 있거나 심한 변형
링크	4. 링크가 수평, 수직방향으로 5% 초과 변형
	5. 링의 단면 지름이 10%초과 감소
	6. 균열이 있거나 심한 변형
훅 (부착 시)	7. 제조 당시보다 10%이상 벌어짐
	8. 해지장치 고장
기타	9. 안전하중 표시



③ 점검주기 및 표시 방법

와이어로프 점검주기와 동일하게 한다.



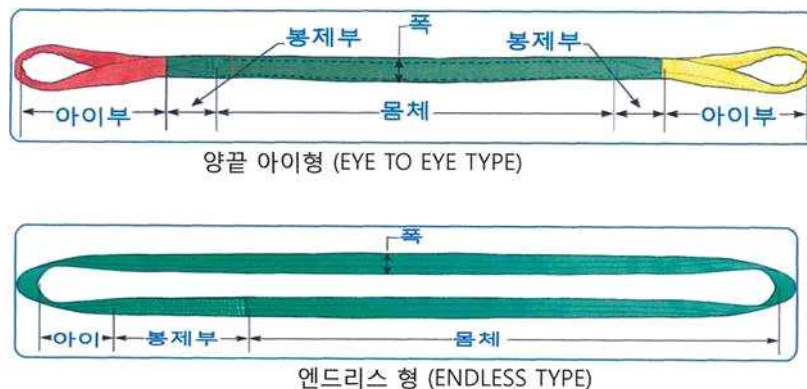
페인트 표시

< 체인슬링 월간점검 표시 및 안전하중 표시 >

(다) 슬링 벨트

① 슬링 벨트 구조

섬유(폴리에스테르)로 만들어진 줄걸이용 벨트이다.



② 슬링벨트 점검리스트

구분	점검 내용
아이부	1. 외부형태가 알 수 없을 정도로 보풀이 일어났거나 두께 쪽의 손상이 확인된 경우 2. 심한 손상 등이 확인된 경우 3. 재봉사가 절단되어 아이의 형태가 유지되지 않음
봉제부	1. 심한 손상 등이 확인된 경우 2. 재봉사가 절단되어 벨트의 분리가 조금이라도 확인된 경우
본체	1. 본체에 걸쳐 재단부가 알 수 없을 정도로 손상되어 두께쪽의 손상이 인정된 경우 2. 폭 방향으로 폭의 1/10 또는 두께 방향으로 두께의 1/5에 상당하는 손상이 발생한 경우 3. 재봉사가 절단되어 폭 이상의 길이에 걸쳐서 분리가 일어난 경우
기타	사용기간- 실내 7년, 실외 3년 경과

※ 출처: JIS B 8818:2007 (벨트슬링)



< 슬링벨트 손상 사례 >

③ 점검주기 및 표시 방법

와이어로프 점검주기와 동일하게 한다.



[슬링벨트 점검 표시]

(라) 라운드 슬링

① 라운드 슬링 구조



② 라운드 슬링 점검리스트

구분	점검 내용
라운드 슬링 상태	1. 고리부분 및 본체의 표면이 닳아서 내부의 흰색 코어가 보일 때
	2. 고열에 손상되었거나 오일 등에 오염이 심한 경우

	3. 봉제부분의 봉제실이 끊어짐 또는 상처가 여러 곳에 있을 때
	4. 본체의 섬유율이 안보일 정도로 닳아서 털이 많이 일어나 있을 때
	5. 본체 두께의 1/3 정도에 각종 상처(찍힘)가 있을 때
기타	6. 제조사(사용자)가 정한 사용기간이 지난 경우
	7. 안전하중, 제조일자 표시



< 라운드슬링 손상 사례 및 이름표 >

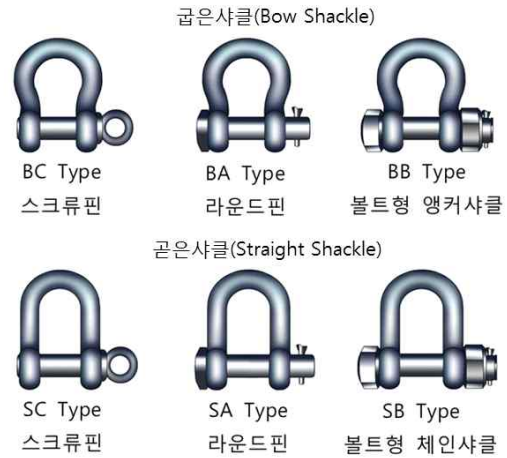
③ 점검주기 및 표시 방법

와이어로프 점검주기와 동일하게 한다. 다만, 라운드슬링 속심 손상여부 점검이 어렵기 때문에 제조사에 의뢰하여 정기적(연1회정도)으로 개봉하여 점검을 권고한다. 점검 후 표시는 페인트를 이용한 색상표시는 유기용제에 의한 손상을 일으킬 수 있으므로 테이핑 등으로 한다.

(마) 샤클(Shackle)

샤클은 와이어로프, 체인 등과 연결하여 들거나 고정시키는데 사용하며, 샤클 모양에 따라 굽은 샤클(Bow Shackle)과 곧은 샤클(Straight Shackle)이 있다. 체결방법에는 스크류핀·라운드핀·볼트 타입이 있는데 조선소에서는 스크류핀과 볼트 타입을 주로 사용한다.

① 샤클 구조



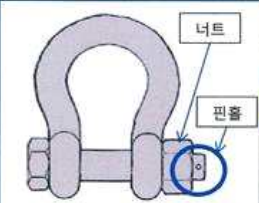
< 샤클 구조와 종류 >



< 체결방법에 따른 구분 >

② 샤클 점검리스트

구분	점검 내용
외관 상태	1. 샤클(몸체, 핀, 볼트)의 변형과 결함유무 확인 - 샤클 몸체 변형에 따라 볼트를 완전히 장착 가능한지 확인 - 나사산이 훼손되어 완전히 장착 가능한지 확인 - 분할핀이 부착 가능한지 확인
	2. 단면지름 감소가 5% 이상인 것은 사용 불가
기타	3. 사용하중, 규격이 확인가능한지 확인

정상				
	너트 체결 시 핀홀이 완전 돌출되어 있는 때		핀 체결 시 볼트 돌출 / 몸체와 일직선 일 때	
불량				
	너트 체결 시 핀홀이 반이상 돌출되지 않을 때		핀 체결 시 나사산이 1산이상 미 체결될 때	
폐기사항				

< 샤클 변형 사례 >

③ 점검주기 및 표시 방법

와이어로프 점검주기와 동일하게 한다. 다만, 육안 및 치수 점검과 함께 정기적으로(통상 6개월)으로 균열여부를 자분탐상(MT) 등 비파괴검사를 통해 확인이 필요하다.

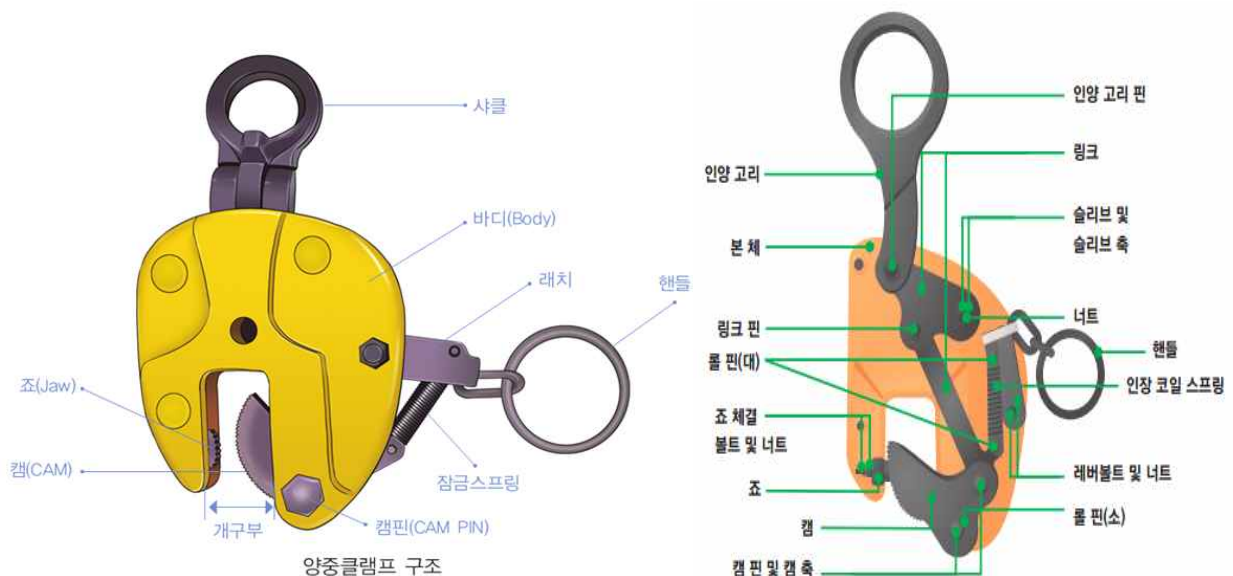


< 샤클 월간 점검 및 반기별 비파괴 검사 >

관련 법조항 및 기준
○ 산업안전보건기준에 관한 규칙 - 제163조(와이어로프 등 달기구의 안전계수) - 제164조(고리걸이 혹 등의 안전계수) - 제168조(변형되어 있는 혹·샤클 등의 사용금지 등) ○ 한국산업표준 KS B 1333:2012(새클)

(바) 클램프

① 클램프 구조



② 클램프 종류

● 클램프의 종류 ●

부재의 형상(Steel Plate, Steel Structure, H-Beam)에 따라 수직형 클램프, 수평형 클램프, 스크류형 클램프로 나뉜다.



수직형 클램프

주로 철판, 철구조물 등 수직 인양에 사용되는 클램프로 턴오버(Turn over) 등을 해서는 안된다.



수평형 클램프

주로 철판, 철구조물 등 수평 인양에 사용되는 클램프로 수직인양을 해서는 안된다.



스크류형 클램프

선박건조 작업 시 레버블력의 축의 길이로 사용되는 클램프로 일명 피벗클램프(Pivot clamp)로도 불린다.

③ 클램프 점검 리스트

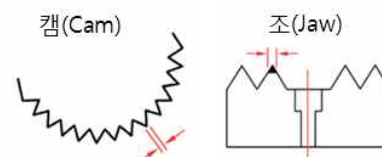
구분	점검 내용
외관 상태	○ 개구부 내부 흠집이나 크랙 여부 확인 ○ 개구부 벌어짐 확인 - 물림상태에서 캠(Cam)의 끝단이 조(Jaw) 중심보다 내려오는지 - (또는) 개구부 변형량 5% 이내일 것 ○ 캠핀(Pin),홀(Hole)의 변형, 마모는 없는지 확인 - 핀과 홀의 간격이 1mm 이상 마모 - (또는) 마모가 5% 이내일 것 ○ 샤클 핀(Pin), 홀(hole)의 변형, 마모는 없는지 확인 - 핀과 홀의 간격이 1mm 이상 마모 - (또는) 마모가 5% 이내일 것 ○ 캠, 조 이빨의 마모는 없는지 확인 - 1mm 이상 마모 또는 아래 표의 마모한도 적용 ○ 매주 1회이상 윤활유 주유 확인
기타	○ 안전하중 표시 확인



개구부 벌어짐



핀(Pin) 마모



캠&조 이빨 마모 한도					
규격(톤)	0.5	1	2	3	5
마모폭(mm)	0.5	0.8	0.8	1	1.2



< 분할핀 파손으로 캠 핀(Pin) 빠짐 >

④ 점검주기 및 표시 방법

와이어로프 점검주기와 동일하게 한다.



(사) 리프팅빔(Lifting Beam)

① 리프팅빔(블록로더와 스프레드 빔) 구조

리프팅빔은 안전계수가 3이상이어야 한다.



② 점검 리스트

구분	점검 내용
블록 로더	○훅(Hook)과 연결하는 훅 샤프트(블록로더) 및 핸들 상태 확인 ○몸체의 크랙이나 변형 등의 손상여부 확인 ○시브(블록로더)의 마모나 크랙 및 시브 회전상태(베어링) 확인 ○와이어로프 상태 확인 ○스내치블록 상태 확인
스프레드 빔	○스프레드빔의 경우 와이어로프와 샤클 상태 ○몸체의 크랙이나 변형 등의 손상여부 확인 ○와이어로프 상태 확인 ○클램프, 샤클 등의 상태 확인
기타	○안전하중 표시 확인

③ 점검주기

와이어로프 점검주기와 동일하게 한다. 다만, 육안 및 치수 점검과 함께 정기적으로(통상 6개월)으로 균열여부를 자분탐상(MT) 등 비파괴검사를 통해 확인이 필요하다.

2. 크레인 작업 안전

크레인 작업 안전은 크레인 작업 시 필요한 안전조치나 안전작업절차를 준수함으로써 불안정한 행동에 의한 재해발생을 최소화하는데 있다.

가. 크레인 작업 순서

일반적인 크레인 작업과정은 다음과 같다.

[크레인 작업순서]

작업계획 수립 ▶ 작업시작 전 준비 ▶ 중량물 확인 ▶ 줄걸이 용구 설치
▶ 권상작업 ▶ 크레인 이동 ▶ 중량물 하강(탑재) ▶ 해체 및 마무리

나. 작업 순서별 안전 조치 사항

1) 작업계획 수립

작업 계획서는 크레인 작업을 수행하기 전에 작업 관계자들이 숙지해야 할 사항을 요약한 것으로 안전을 위해 사전 확인이 필요하다.

크레인 작업 책임자는 작업계획서를 작성하기 위해 3가지 사항을 확인해야 한다.

- i) 작업 중량물 확인 : 하물의 종류, 크기, 무게 등
- ii) 크레인 제원 : 크레인 정격 하중
- iii) 작업현장 확인 : 주변 장애물 등의 위험요인, 날씨, 풍속 등

위 사항들을 확인하고 작업계획서를 작성 시 포함되어야 할 내용은 다음과 같다.

- ▶ 작업 대상 중량물 제원
- ▶ 크레인 제원
- ▶ 줄걸이 용구 선정
- ▶ 작업 내용, 방법 및 순서
- ▶ 작업자 배치

▶ 위험 예방 대책 사업장에서 일반적으로 사용하는 중량물 취급 작업계획서는 다음과 같다.

중량물취급 안전작업계획서

1. 중량물의 종류 및 형상

종류 : 형상 : 직사각형·원통형·구형·기타()	크기 : ()cm × ()cm × ()cm	중량 : kg
--------------------------------	----------------------------	---------

2. 취급방법 및 순서(해당작업에 표시)

□가. 차량계하역운반기계 사용(종류: 지게차) 능력: 톤)

- 작업전 점검 실시
- 지정운전자의 운전 금지
- 견인등이 생기지 않도록 운반·적재
- 운행중 과속 금지

□나. 양중기 사용(종류: 크레인·호이스트) 능력: 톤)

- 작업전 점검 실시
- 물길아물 로프는 확실하게 체결 한다
- 지정근로자와 운전자를 교한다
- 낙하·충돌위험지역 접근을 금한다

□다. 인력운반

- 물건을 몸 가까이 하고 허리를 굽게 편 상태로 취급한다.
- 운반거리를 고려하여 운반보조구를 활용하거나, 어깨위로 올려 운반한다.
- 공동운반시 들리고 내리는 것을 동시에 행하여야 한다.
- 공동운반시 신호는 한 사람만 하여야 한다.

3. 작업장소의 넓이 및 지형

넓이 : ()m × ()m 지형 : 평지·경사로·요철 비포장·포장

4. 안전조치사항

가. 경사면 : 구름양측에 쇠파 등을 사용하고 구름방향에 근로자의 출입을 제한 할 것
 나. 신호 : 2인이상 공동작업시에는 신호방법을 정하고 신호에 따라 작업 할 것
 다. 보호구 : 안전화나 안전모 등 필요 보호구를 착용 할 것

5. 운반 경로(아래 참조)

6. 작업지휘자 및 근로자

작업지휘자 및 업무	성명 : 직위 : 1. 작업순서 및 그 순서마다의 작업방법을 정하고 작업을 지휘 할 것 2. 기구 및 공구를 점검하고 불량품을 제거 할 것 3. 양해작업을 행하는 장소에 관계근로자 외의 자의 출입을 금지시킬 것 4. 로프를 풀거나 당겨올 때는 작업할 때에는 적재함의 화물이 낙하할 위험이 없음을 확인한 후에 당해작업을 하도록 할 것
근로자 교육	근로자는 위 사항을 숙지하고 작업지휘자의 지시에 따라 안전하게 작업 할 것 (인) (인) (인) (인) (인) (인) (인) (인) (인) (인)

*아래:운반 경로(간략히 작성)

20 년 월 일 작성자 : (인)

중량물 취급 작업계획서

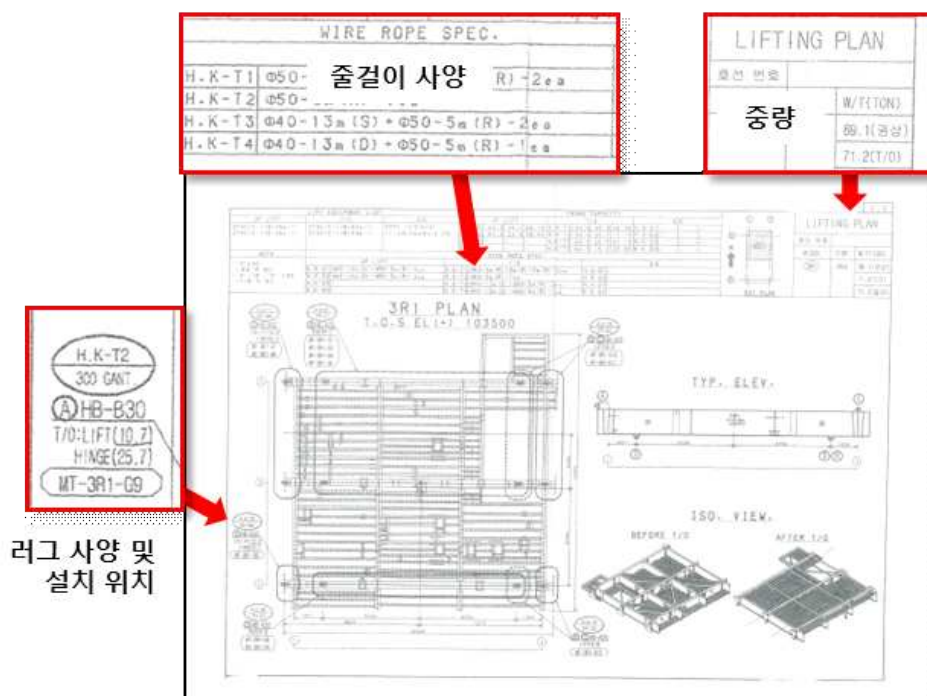
작업 일시	08:00 ~ 17:00	작업 부서	
중량물 종류	외장	작업 지휘자	
장비제원	장비명 C/Crane 장비능력 400 ton	인양	최대 170 ton 최소 13.5 ton
중량물의 가로	15 m	중량물의 세로	10 m
중량물의 높이	7 m	중량물의 중량	70 ton
중량물의 형상			
중량물의 취급 방법	기구 및 공구를 점검하고 불량품을 제거할 것		
중량물의 취급 순서	작업순서 및 그 순서마다의 작업방법을 정하고 작업을 지휘할 것		
작업 장소의 넓이	(가로 × 세로 × 높이) 70 m × 150 m × m		
작업 장소의 지형	(경사, 요철유무 등)		
구분	점	감	내용
자세, 복장			중량물 취급시의 올바른 자세인가? ☐ 중량물 취급시의 복장은 단정한가? ☐ 풍고, 낙하 위험이 있는 화물을 견고하게 묶었는가? ☐ 위험을 비산에 따른 보호구를 착용하였는가? ☐
보호구 착용			중량물의 낙하, 전도의 위험은 없는가? ☐ 낙하물에 의하여 다칠 위험이 없는가? ☐
위험 중량물			하역운반기계의 적절한 사용방법을 알고 있는가? ☐
하역운반기계			교육일시 교육장소 교육자 작업자(피교육자)
작업자 안전교육	2018. 11 B-112 이정민 김민준		
안전교육내용	외관 Tower 점검시 낙하 위험을 사전에 인지하여 안전을 확보		
(작업자 준수사항)			

작성 일자 2018 년 월 일; 작성자

1. 중량물 취급 장소에는 관계근로자의 자의 출입을 금지시킬 것
 2. 로우프를 풀거나 당겨올 때는 작업을 행하는 때에는 적재함의 화물이 낙하할 위험이 없음을 확인한 후에 당해작업을 하도록 할 것

< 중량물 취급 작업계획서 >

작업방법이 복잡하여 중량물 취급 작업계획서에서 나타내기 어려운 대조립 공정이나 탑재 공정에서 블록을 운반하거나 턴오버할 경우 작업방법은 작업도면을 통해 제시할 수 있다.



< 권상 작업 도면 >

2) 작업시작 전 준비

작업시작 전 회의(TBM, Tool Box Meeting)를 통해 작업계획서의 내용을 포함한 아래 사항들에 대해 협의한다.

- ▶ 작업내용, 방법 및 순서 확인
- ▶ 작업관계자의 임무 및 배치확인
- ▶ 작업자 건강상태
- ▶ 복장 및 보호구 착용 확인
- ▶ 신호 방법 확인(무전기 상태 확인 등)
- ▶ 작업 시 안전 사항

크레인운행은 작업지휘자의 지시에 따라 운전수와 신호수에 작업 전 점검을 실시한다.

- ▶ 작업 시작 전 점검과 작동상태 확인
- ▶ 작업장 및 주행레일 주변 점검

이동식크레인은 작업장에 이동 후 크레인을 설치하고 점검을 실시한다.

- ▶ 지반 상태와 전선이나 구조물의 간섭 여부 확인
- ▶ 아웃트리거를 완전히 펼쳐 설치하고 필요시 깔판 사용
- ▶ 이동식크레인 접근 통제를 위한 안전펜스 설치



< 안전펜스 설치 >

3) 중량물 확인

중량물의 줄결이 작업 전 다음 사항을 확인한다.

- ▶ 중량물의 형상, 중량, 무게중심
- ▶ 러그(Lug)가 부착된 경우 러그 사양이나 용접상태
 - 러그 취부 작업 시 용접상태(러그 이면 용접 상태 포함)를 상세히 확인하고, 줄결이 작업 전 재확인
 - 용접 건전성을 확인하기 위한 비파괴검사(MT) 실시(필요시)



4) 줄결이 용구 설치

- ▶ 줄결이 용구 사용 전 간이(육안) 점검 실시
 - 매월 정기 점검을 통해 표식이 된 줄결이 용구 사용
- ▶ 중량물 확인 후 줄결이 방법 및 사양을 결정하고 체결 방법 준수
 - 하중과 인양 각도를 고려하여 안전하중이 충분한 줄결이 사용
 - 인양각도는 120도 초과 금지
 - 필요시 리프팅 빔 사용
 - 줄결이 작업은 2줄 또는 4줄결이를 원칙
 - 배관 등은 휘감기나 조이기를 통해 줄결이가 미끄러지지 않도록 함
- ▶ 블록 인양작업의 경우 작업도면에 지시한 내용에 따라 해당 사양의 와이어 로프, 샤클 등을 체결

- ▶ 접근 불가 구역은 고소차 탑승하여 접근
 - 기타 추락 위험이 있는 장소에서 체결 작업 시에는 안전대 결이 실시
- ▶ 중량물의 모서리 부분에 간섭 발생 시 보호대를 사용
- ▶ 다발의 중량물 묶임 상태와 블록(Block) 내 낙하물 여부나 부재 고박상태 확인
- ▶ 중량물과 안전거리 유지 및 조정을 위해 유도로프(보조로프, 당김줄) 설치
 - 설치는 운반물에 직접 설치



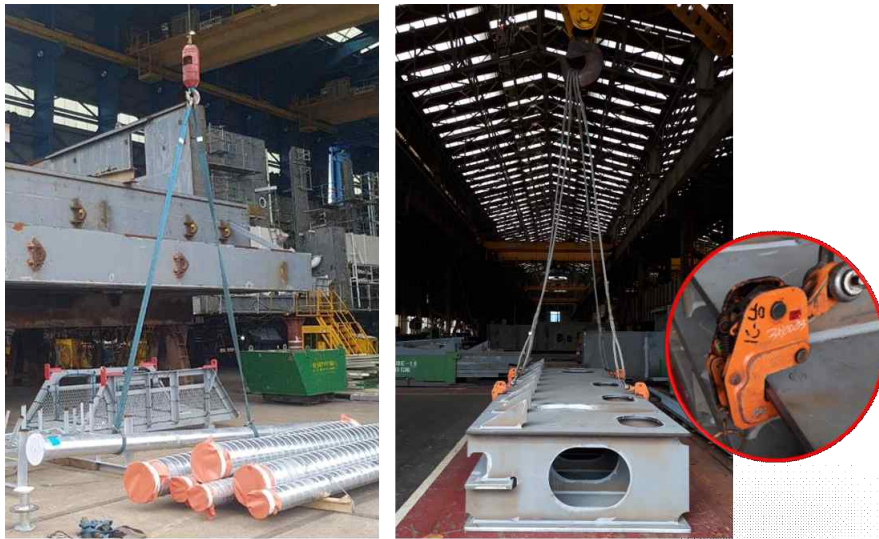
<리그에 샤클 체결>



< 고소차 이용한 줄걸이작업 >



<리프팅 빔을 이용한 줄걸이 >



<슬링벨트나 클램프를 이용한 줄걸이>

5) 권상작업

- ▶ 신호수는 작업 공간 내 근로자 출입을 통제
- ▶ 신호수의 신호에 따라 운전수는 크레인을 동작
 - 신호수의 신호에 따라 운전수는 복명복창 후 조작
- ※ 펜던트 조작이나 리모컨 조작 크레인은 조작자가 작업상황을 확인 후 크레인 조작 가능
- ▶ 신호수는 운전수가 확인 가능한 안전한 위치에서 신호 실시
 - 운전수는 신호수가 안전한 위치에 있는지 확인 후 조작

▶ 2단계 정지·확인 후 권상 실시

- 하중의 80% 미만 및 바닥에서 20cm이내에서 정지하여 줄걸이 상태나 편하중 및 수직도 확인

※ 현장에서 적용하고 있는 정지·확인절차

예시1) (3단계 정지 확인) 하중의 10% 및 80%에서 정지, 바닥 20cm이내 권상 2차 확인

예시2) (조양1.3.1 안전수칙) 1분이상 권상 전 안전점검, 30cm 높이 권상 후 멈추고 1분 동안 안전점검 후 권상

▶ 권상 위치는 이동 경로상의 장애물과의 간섭이 발생되지 않는 충분한 높이



권상시 줄걸이 상태, 편하중 확인



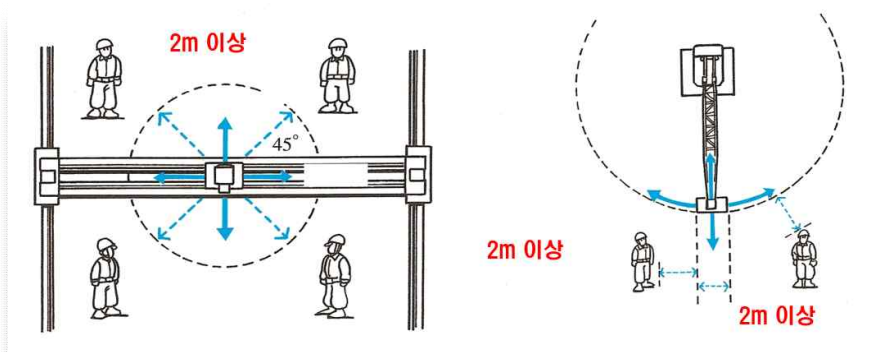
간섭이 없도록 충분한 높이로 권상

<블록 권상 작업>

6) 크레인 이동

▶ 신호수는 주행 경로 내 출입 통제하고 주변에 장애물 유무를 확인

- 주행이나 횡행 방향의 45° 방향으로 인양 하물의 끝에서 2m이상, 또는 인양 하물 높이가 2m 이상인 경우 매달린 하물 높이에 해당하는 거리 이상 통제





<주변 통제>

- ▶ 신호수 적정위치에서 확인 후 주행 신호
 - 운전수는 신호수의 안전을 확인 후 작동
- ▶ 운전수는 주행 경로 확인 후 운전
 - 주행 경로에 다른 크레인과 간섭 확인
- ▶ 타 크레인과 혼재작업 시 통합신호수에 의한 작업 통제 실시
 - 충돌 위험이 있는 장소에서 동시 작업은 원칙적으로 금지
 - 크레인 충돌방지 시스템 구축(권고사항)
- ※ 동일 주행레일 위의 크레인 중 운전실 조작 크레인은 충돌방지장치를 설치해야 하나, 이외의 경우에는 현재 의무사항은 아님
- ▶ 신호수는 인양물보다 먼저 목적지까지 유도해 하물의 안착 위치를 지시
- ▶ 2m이내 높이에서 운반 시 유도로프를 사용하여 조정

7) 인양물 하강(탑재)

- ▶ 중량물 하강 시 주변 통제
- ▶ 신호수가 위치 확인 후 하강 신호
 - 운전수는 신호수의 안전을 확인 후 작동

- ▶ 중량물의 흔들림이 멈추고 난 뒤에 하강
 - 지면에 가까울수록 속도를 줄이고 닿기 전 정지·확인 후 안착
- ▶ 인양물 아래에서 받는 행동 금지



< 위험한 작업 방법 >

- ▶ 유도로프(수공구)를 사용하여 안착 위치 조정
 - 인양물 아래에서 유도로프 잡고 조정하는 행위 금지



- ▶ 받침목(트레슬, 서포터, 핀지그 등) 설치할 경우에는 사전에 설치
 - 인양물 아래에 들어가 설치하는 행위 금지

8) 해체 및 마무리

- ▶ 신호수는 인양물이 안전하게 안착(탑재)된 것을 확인 후 해체 신호
 - 수직부재 설치 작업인 경우에는 수직부재 고정장치(라싱) 및 하부 취부 용접이 완료된 후 해체 신호

- ▶ 접근 불가 구역은 고소차 탑승하여 접근
 - 기타 추락 위험이 있는 장소에서 체결 작업 시에는 안전대 걸이 실시
- ▶ 해체된 줄걸이 용구(샤클, 클램프)가 권상 시 걸림 발생하지 않도록 조치
- ▶ 여러 명이 해체할 경우 완전히 해체 완료된 것을 확인 후 권상 신호
- ▶ 작업자와 부딪힘이 발생하지 않는 높이까지 권상
- ▶ 사용한 줄걸이 용구는 정해진 장소에 보관

다. 줄걸이 용구 등의 안전 조치

1) 와이어로프 슬링(Wirerope sling)

- ▶ 곡면이 없는 날카로운 모서리나 각진부가 있는 경우에는 보호대 사용
- ▶ 크레인 등으로 줄걸이 로프를 잡아 당기지 말 것
- ▶ 1줄걸이 인양 금지
- ▶ 와이어로프 두 줄 사이각 120도 초과 사용 금지
- ▶ 모든 줄걸이의 안전계수는 반드시 5 이상 이어야 함

$$W = \frac{F \cdot \eta_R \cdot n}{S \cdot C} \quad \text{여기서 } W : \text{최대사용하중(톤)} \quad S : \text{안전계수}$$

F : 와이어로프 파단하중(톤) C : 하중계수(장력계수)
 n : 줄 수 η_R : 단말고정 이음효율

※ 줄걸이 제조사에서 로프의 안전하중 값을 제공하는 경우

$$W = \frac{F_S \cdot n}{C} \quad \text{여기서 } F_S : \text{와이어로프 안전하중}$$

종류	형태	효율
아이 스플라이스 (Eye splice) 가공법		6mm: 90% 9mm: 88% 12mm: 86% 18mm: 82%
소켓 (Socket) 가공법		100%
록(Lock) 가공법		24mm: 95% 26mm: 92.5%
클립(Clip) 체결법		75 ~ 80%
웨지(Wedge) 가공법		75 ~ 90%

< 와이어로프 단말고정 이음효율(KOSHA GUIDE M-186-2015) >

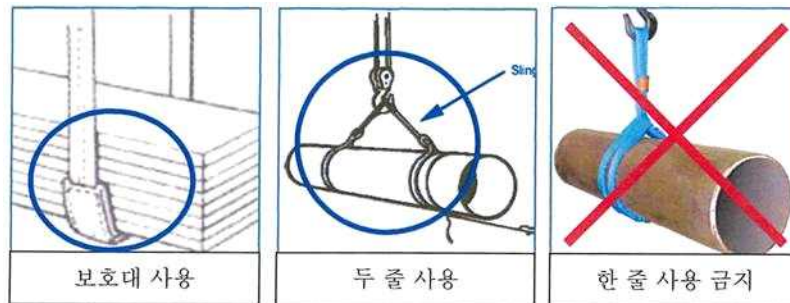
2) 체인슬링(Chain sling)

- ▶ 체인이 비틀리거나 꼬인 채로 사용금지
- ▶ 높은 곳에서 떨어뜨리는 등 충격 금지
- ▶ 체인이 직접적으로 열에 닿아서는 안 된다.
- ▶ 하물 아래에서 체인을 크레인으로 빼지 않아야 한다.



3) 슬링벨트(Sling belt)

- ▶ 곡면이 없는 날카로운 모서리나 각진부, 샤클핀에 끼여 절단될 위험이 있는 경우에는 보호대 사용
- ▶ 올가미(홀쳐매기 또는 초크걸기) 형태로 사용 시 외줄걸이 금지
 - 초크걸기 사용 시 깊이 묶어야 함



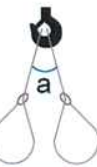
- ▶ 슬링벨트 사이각 최대 120도 초과 사용 금지
- ▶ 슬링벨트 혹은 체결 시 벨트끼리 겹쳐지지 않도록 체결



- ▶ 슬링벨트를 서로 엮어서 사용금지
- ▶ 사용 전, 후 슬링을 끌면서 당겨 빼지 말 것
- ▶ 물/기름 등에 젖으면 미끄러지기 쉽기 때문에 주의
- ▶ 화기/열 주변이나 화학약품(산이나 알카리)에 접촉할 수 있는 곳에서 사용금지

- ▶ 햇빛, 열, 약품 등의 영향을 받지 않는 곳에 보관 (폴리프로필렌으로 만든 슬링벨트는 자외선에 비교적 약하므로 실외에서 계속적 사용 금지)

달기 방법에 따른 구분	한 줄							
	일자	원형초크	사각초크	원형U걸이	사각U걸이	원형바스켓	사각바스켓	
각도	-	-	-	-	-	a<90° 90°<a<120°	a<90° 90°<a<120°	
허용하중계수	1	0.8	0.4	2	1	1.4 1	0.7 0.5	

두 줄				세 줄, 네 줄			
2줄걸이		2줄초크		3줄	4줄		
							
-	$a < 90$	$90 < a < 120$	$a < 90$	$90 < a < 120$	$a < 90$	$90 < a < 120$	
2	1.4	1	1	0.8	2.1	1.5	



2줄걸이 초크 권상에서 각도별 사용하중 계수

< 줄걸이 방법에 따른 허용하중 계수 >

4) 라운드 슬링(Round sling)

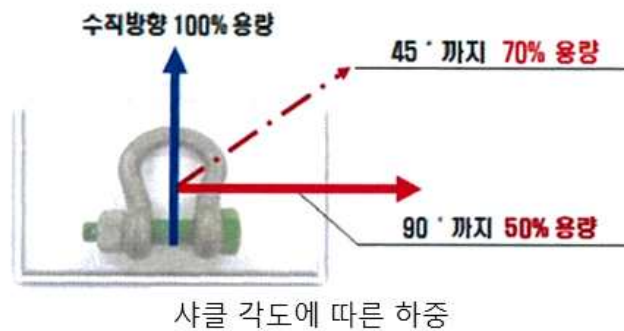
- ▶ 라운드슬링 작업 최소화
 - 라운드슬링 없이 작업을 할 수 없는 경우에만
예) 러그시공 불가, 와이어로프 사용 불가 등
- ▶ 라운드슬링 줄걸이 시 중량물의 날카로운 부위 등의 손상 위험 부위에는 전용 보호대 또는 철제 라운드바를 덧댄다.
- ▶ 샤클핀에 라운드슬링 체결 금지
 - 단, 샤클핀에 체결할 수 밖에 없는 경우에는 핀보호대를 사용



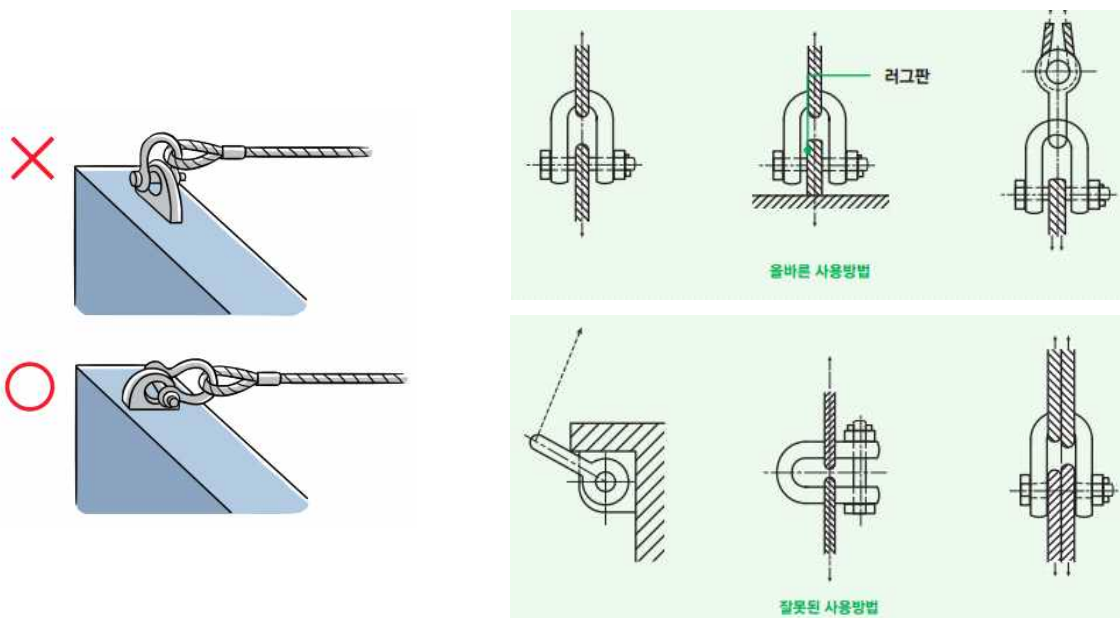
- ▶ 샤클 1개에 라운드슬링 2개 이상 체결 금지
- ▶ 라운드슬링끼리 연결하여 사용 금지
- ▶ 라운드슬링 2줄 걸이 시 최대 120도 초과 사용 금지
- ▶ 사용 전·후 슬링을 끌면서 당겨 빼지 말 것

5) 샤클(Shackle)

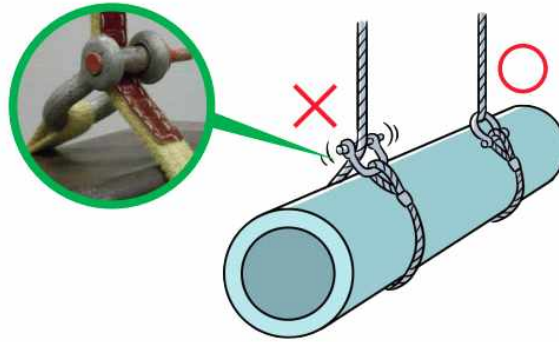
- ▶ 샤클 2줄 걸이 시 최대 120도 초과 사용 금지



- ▶ 샤클과 샤클 연결은 크라운 부위끼리 연결 사용
- ▶ 하중 방향과 리그·샤클 방향이 되도록 일치하도록 하며, 크라운 및 핀 중앙에 하중이 걸리도록 함



- ▶ 샤클핀이 회전하는 조건으로 인양해서는 안된다.



- ▶ 줄걸이 로프(벨트)에 달린 샤클들이 바람에 흔들려 서로 부딪힘으로 핀이 풀려 빠질 수 있으므로 작업 후 로프(벨트)를 샤클로 서로 묶어 놓을 것



줄걸이 로프를 샤클로 묶음

- ▶ 샤클을 리그에서 분리하고 권상 시 샤클이 부재에 걸리면서 튕기는 사고가 발생하지 않도록 분리 후 가운데로 모으는 등 걸림 방지조치 실시

6) 클램프(Clamp)

- ▶ 부재 물림방향에 따른 올바른 타입의 클램프(수직형, 수평형)를 선택
예) 수직클램프로 수평체결 금지
- ▶ 1m 이상의 부재 이동 시 2개 이상의 클램프 사용
 - 와이어 각도는 되도록 60도 이내로 권상
 - 30cm 이내 권상하여 편하중이나 체결상태 확인 후 권상 이동

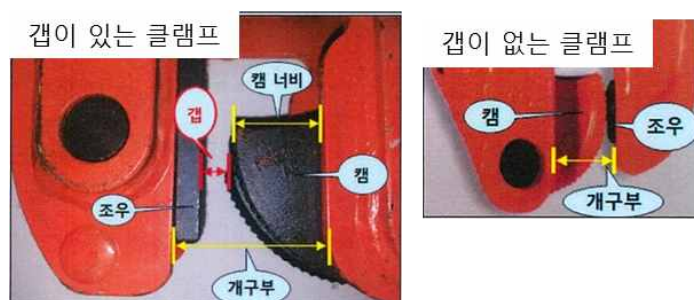


- ▶ 부재를 클램프 개구부 안쪽까지 삽입(5mm 이내)
- ▶ 1개의 클램프로 2장 이상 부재 집기 금지
- ▶ 부재를 권상하기 전 클램프의 물림과 안전장치(스프링) 체결상태 확인
- ▶ 클램프 용량의 1/5이하인 부재 중량 사용 금지

예) 3톤 클램프의 최소 사용부재 용량 0.6톤($3\text{톤} \div 5 = 0.6$)



- ▶ 두께가 클램프 개구부에 1/4이하의 강판 권상 금지(갭이 없는 클램프)
 - 개구부 갭이 있는 클램프는 +10mm 적용



클램프에 물릴 수 있는 최소 두께				갭이 있는 클램프		갭이 없는 클램프	
구분	갭이 있는 클램프	갭이 없는 클램프		갭	최소 철판두께	개구부	최소 철판두께
클램프 표시 예)	30-70	0-70					
표시 설명	30 : 갭의 너비 70 : 개구부 너비 40 : 갭의 너비 (70-30)	0 : 갭이 없음 70 : 개구부 및 갭 너비		30mm	40mm	30mm	7.5mm
물릴 수 있는 철판의 최소 두께	$30 + 10 = 40\text{mm}$	$70 \div 4 = 17.5\text{mm}$ (개구부 너비 1/4이상)		40mm	50mm	40mm	10mm
				50mm	60mm	50mm	12.5mm

▶ 1줄로 2점 권상 사용 금지



라. 크레인 점검 시 및 유지보수 시 안전조치

크레인 상태를 점검하거나 유지보수를 위해 크레인 상부 또는 내부에 들어갈 경우 떨어짐(추락)의 위험이나 끼임 위험, 감전 위험이 있기 때문에 이에 대한 안전절차를 마련하고 지키는 것이 중요하다.

작업 시 안전조치는 다음과 같다.

▶ 크레인 사용중지 조치

- 크레인 운영부서 및 운전수에게 작업대상, 시간, 조치내용 공지
- 임의로 작동하지 않도록 제어기 관리(LOTO 등)
- 사용중지에 대한 푯말(현수막) 게시 등

※ 안전장치나 구동장치 작동 상태 점검 시에는 예외

▶ 고소 작업 시 기본 보호구 착용(안전모, 안전대 등)

- 크레인 상부와 주행레일 상부는 기름, 먼지 등으로 인해 미끄러우며, 떨어짐 위험이 높으므로 안전대를 건 후 작업
- 크레인 거더 상부와 주행레일 측면에 안전대 부착 설비 설치



<거더와 주행레일 구간에 안전대 걸이 로프 설치>

▶ 조명 확보

- 이동 통로나 크레인 기계실 내부의 조명이 기본적으로 확보
- 개인용 조명등 구비

▶ 전기장치 점검이나 유지보수 시 전원 차단

- 충전부가 살아있는 경우에는 절연장갑 착용
- 크레인 전원은 일반적으로 380V나 440V를 사용하며, 폴리앗 크레인의 경우 인입측 전압이 6,600V나 11,000V인 것도 있어 취급 시 주의 필요



<크레인 전원 및 전기 장치>

마. 태풍 등 강풍 시 안전조치

옥외에 설치된 크레인은 날씨에 영향을 받을 수 밖에 없다. 특히 바람에 의한 크레인에 풍하중이 작용하여 크레인 주행이나 선회동작에 부하를 받거나 인양물이 흔들림으로 작업에 어려움과 사고의 위험이 될 수 있다.

태풍 등의 강한 바람은 높은 풍하중에 의해 타워크레인 등의 안정도에 영향을 끼쳐 바람으로 인해 쓰러지는 사고로 이어질 수 있어 주의가 필요하다.

1) 법적 기준

안전인증 기준에 따르면 옥외에 설치되는 크레인의 작동 시 풍속을 16m/s 기준으로 하여 설계·제작하고 있고, 강풍으로 인한 정지 시 풍속을 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙에 따라 최고 45m/s 기준에서 안정도를 유지하도록 하고 있다. 그

러나 갈수록 태풍이나 건물 사이의 순간적으로 부는 강풍의 세기가 커지고 있어 안정도 기준을 상향시킬 필요가 있다.

산업안전보건기준에 관한 규칙에 따르면 순간풍속이 15m/s를 초과하면 타워 크레인 운전작업을 중지해야 하고, 타워크레인 설치·수리·점검 또는 해체 작업은 순간풍속 10m/s를 초과하면 할 수 없도록 규정하고 있다. 또한 순간풍속이 30m/s를 초과하면 주행크레인에 대해서는 이탈방지장치를 사용하도록 하고 있다.

산업안전보건기준에 규칙

제37조(악천후 및 강풍 시 작업 중지)

- ① 사업주는 비·눈·바람 또는 그 밖의 기상상태의 불안정으로 인하여 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우 작업을 중지하여야 한다. 다만, 태풍 등으로 위험이 예상되거나 발생되어 긴급 복구작업을 필요로 하는 경우에는 그러하지 아니하다.
- ② 사업주는 순간풍속이 초당 10미터를 초과하는 경우 타워크레인의 설치·수리·점검 또는 해체 작업을 중지하여야 하며, 순간풍속이 초당 15미터를 초과하는 경우에는 타워크레인의 운전작업을 중지하여야 한다.

제140조(폭풍에 의한 이탈 방지)

사업주는 순간풍속이 초당 30미터를 초과하는 바람이 불어올 우려가 있는 경우 옥외에 설치되어 있는 주행 크레인에 대하여 이탈방지장치를 작동시키는 등 이탈 방지를 위한 조치를 하여야 한다.

2) 풍속계 설치

크레인 상부에서의 풍속이 지상에서의 풍속보다 크며, 크레인 작업 기준을 판단하는 풍속기준은 크레인 상부에서 측정값이 적합하다.

풍속계는 크레인별 또는 가장 높은 크레인에 설치하고 운전실과 담당부서(크레인 운영부서 또는 안전부서)에서 실시간으로 풍속을 확인할 수 있도록 모니터링 시스템이 구비되어야 한다. 풍속이 작업 기준을 초과하였을 경우 작업 중지 등 안전조치가 시행되어야 한다.



<풍속계 및 모니터링 시스템>

3) 강풍 시 안전조치

옥외에 설치된 갠트리(콜리앗)크레인과 지브크레인, 타워크레인은 작업기준 풍속 이상의 강풍 시에서는 크레인 작업을 중지해야 하며, 크레인의 이탈방지나 안정도를 유지하기 위한 다음의 안전조치가 필요하다. 상세한 안전조치 사항은 기종별 매뉴얼에 따라 실시한다.

- ▶ 미끄럼방지 고정장치(Storm anchor) 설치
- ▶ 지브크레인이나 타워크레인의 경우 선회 브레이크(Slewing brake) 해제
 - 지브가 바람 방향에 따라 자유롭게 회전하여 풍하중을 최소화
- ▶ हु에 걸린 줄걸이를 제거하고 최대한 권상하여 바람에 날림 최소화
- ▶ 레일 클램프(Rail clamp) 설치 (설치된 경우)
- ▶ 전도방지장치(Tie down) 설치 (설치된 경우 : 안정도 유지 목적)

자립고 이하의 고정식 타워크레인의 경우는 선회 브레이크 해제만 실시하면 되고 필요 시 와이어로프를 이용하여 추가 지지할 수 있다.



<미끄럼방지장치와 전도방지장치, 레일클램프>

3. 기타 안전 조치

가. 운전실 이동 통로 안전

크레인을 운전을 위해 운전수는 운전실까지 매일 최소 2회 이상 오르내리게 되는데, 적절한 통행로와 조명 확보는 기본적인 안전조치이다.

크레인에는 기본적으로 통로를 설치하여 이동 시 안전을 유지할 수 있도록 되어 있다. 이와 함께 건물측 계단 또는 사다리를 이용하고 일부 주행레일 구간을 지나가야 하는 천장크레인의 경우에는 추가적인 통로 안전이 필요하다.

건물측 통로나 골리앗크레인이나 지브크레인과 같이 크레인 내부 통로에는 안전하게 통행할 수 있도록 적절한 조도(75럭스 이상의 채광 또는 조명시설) 유지가 필요하다.



<안전한 이동통로 및 조명>

나. 추락방지를 위한 안전블록 설치

중량물의 줄걸이나 해체 작업 시 체결 부위가 추락의 위험이 높은 장소일 경우 줄걸이 작업자의 안전을 확보하기 위해 안전대 착용과 걸이가 필요하다.

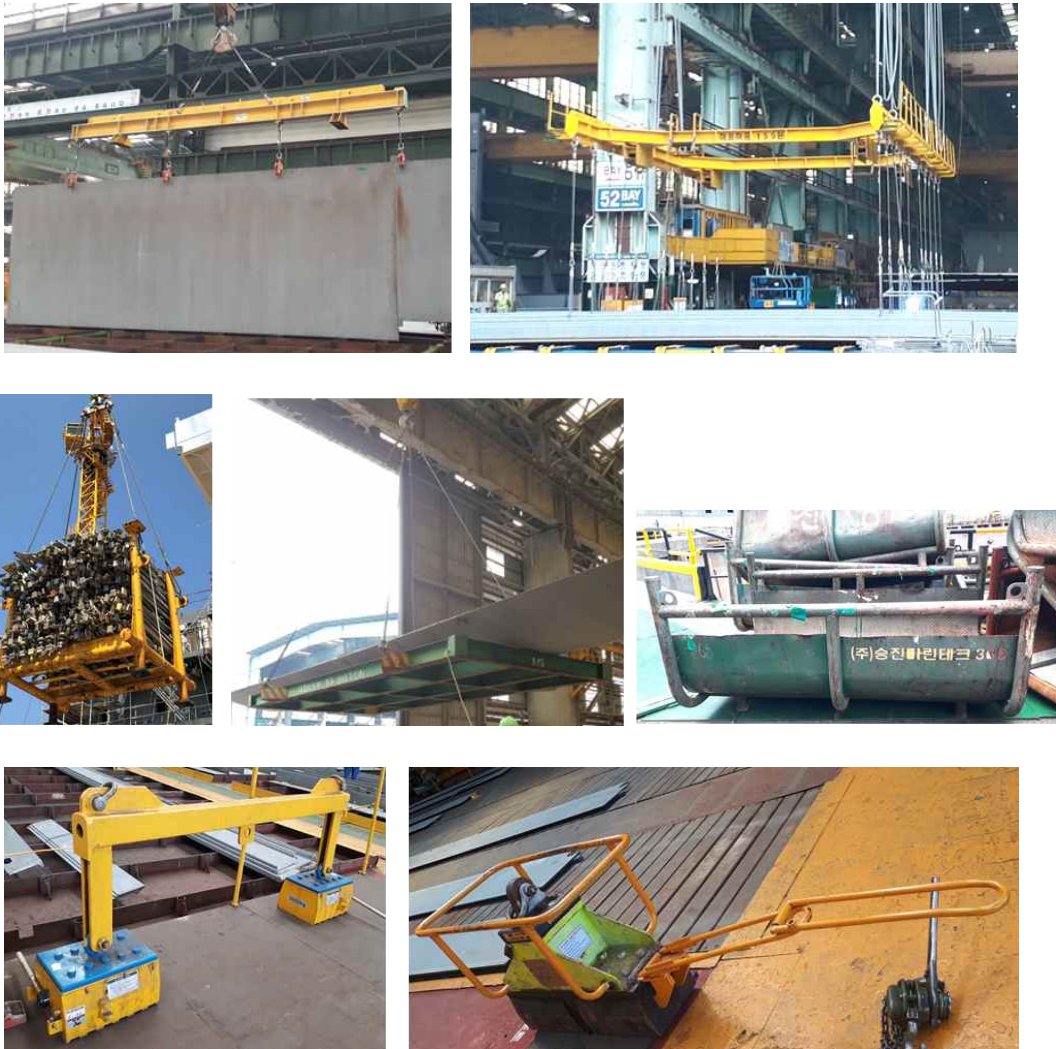
중량물의 안전대 고리를 걸 수 있는 부위가 없는 경우를 대비하여 훅블럭에 안전블록을 설치하여 안전대를 걸어 안전한 작업을 수행할 수 있다.



< 안전대 걸이용 안전블록 >

다. 다양한 운반용구 제작

긴 철판이나 다수의 기자재 운반 등 단순한 줄걸이 용구로 운반하기에는 방법상이나 안전상 문제가 있을 수 있어 다양한 인양 지그를 제작하여 사용한다.



< 작업의 편리성.안전성을 고려한 운반용구들>

라. 탑승설비 안전조치

크레인 원칙적으로 근로자를 운반하거나 근로자를 달아 올린 상태에서 작업해서는 아니 된다. 하지만 작업발판 설치가 불가능하고 고소차 진입이 불가하거나 작업 반경이 닿지 않는 곳에 작업이 불가피한 경우 크레인 전용 탑승설비를 크레인에 매달아 제한적으로 사용할 수 있다.

탑승설비에는 다음의 안전조치가 필요하다.

- ▶ 탑승설비에 뒤집히거나 흔들림을 최소화하기 위해 4줄의 와이어로프 설치

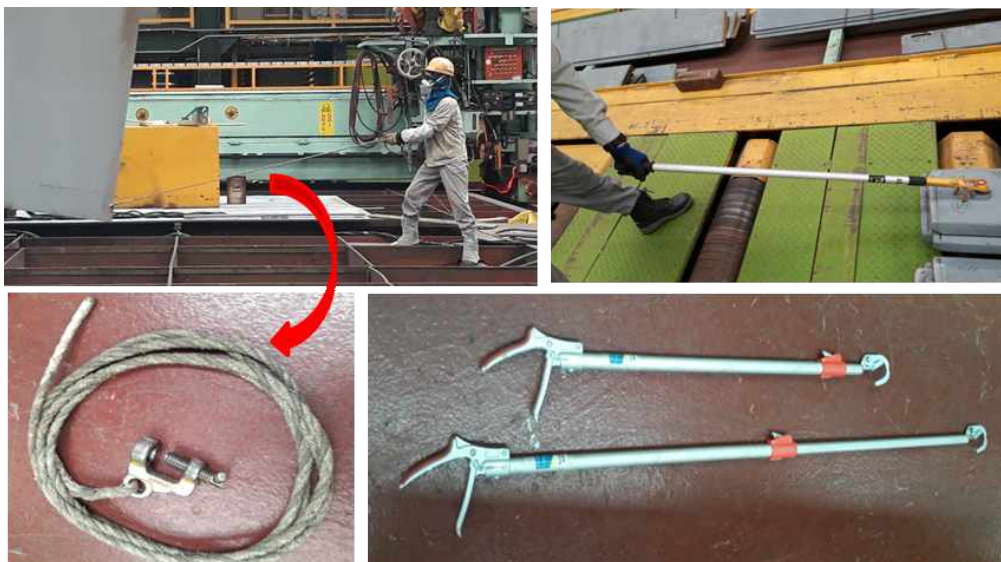
- ▶ 와이어로프 안전율은 10이상 (탑승설비 및 작업자 무게 대비)
- ▶ 안전대를 걸 수 있는 보조 와이어 1가닥(또는 안전블록)을 후에 추가 설치
- ▶ 탑승인원 및 안전하중 표시
- ▶ 정기적 점검 실시



<크레인 전용 탑승설비>

마. 수공구 사용

크레인 작업 시 가장 중요한 안전수칙은 인양물과의 안전거리를 확보하는 것이다. 중량물을 운반하거나 안착할 때 유도로프(당김줄)를 사용하거나 핸드툴 (Hand tool)을 사용하여 안전거리를 유지하는 것은 좋은 방법이다.



<인양물 조정 수공구>

바. 임시 스톱퍼 설치

크레인 주행레일 양끝에는 크레인 주행 시 이탈을 방지하기 위한 기계적 조치 사항으로 스톱퍼(Stopper)를 설치하고 있다.

다음의 경우에는 안전을 위해 주행레일 임의 구간에 스톱퍼를 설치해야 한다.

- ▶ 주행레일 일정 구간에 점검 등의 작업이 있는 경우
- ▶ 크레인 혼재 작업공간에서 크레인의 주행 범위를 제한해야 하는 경우
- ▶ 주행레일 상에 적재물 등이 있어 이동이 제한되어야 하는 경우



<임시 스톱퍼 설치>

사. 크레인 충돌방지 시스템

폴리앗크레인, 지브크레인, 타워크레인 등 여러 크레인들이 같은 장소에서 작업이 이루어지는 혼재작업 장소에서는 크레인 간 부딪힘 위험에 대단히 주의가 필요하다.

운전수의 시야는 운전실 내에서 육안 또는 CCTV로 확인하기에는 제한적이기 때문에 신호수와의 소통이 중요하다.

아울러, 각 크레인을 맡고 있는 신호수 사이에도 의사소통이 필요한데, 충돌 위험 지역에서 크레인 한 대가 움직이면 다른 크레인의 움직임을 제한해야 한다. 효과적인 크레인 통제를 위해 신호수 중에 통합신호수를 정하는 것이 바람직하다.

이와 더불어 충돌방지 시스템 구축은 휴먼 에러에 의한 사고 위험을 낮추고 운전수가 충돌 위험을 감지하여 예방을 할 수 있는 향상된 방안이라 할 수 있다.

크레인의 위치와 움직임을 GPS 시스템을 통해 추적하고 크레인간 거리를 계산하여 위험범위 내에 진입하였을 때 운전수에게 경고 신호를 발신하거나 크레인을

정지시킴으로써 충돌 사고를 예방하게 한다. 다만, GPS를 통해 위치를 확인할 수 없는 구조물과의 간섭여부는 확인할 수 없다.



<크레인 충돌방지 시스템>

현행 안전인증 기준에는 동일 주행레일에서 운전실 조종 크레인에 한 해 충돌 방지장치를 해야 하나, 향후 설치 대상 범위를 크레인 사이에 충돌 위험이 발생할 수 있는 모든 경우로 확대하는 것이 필요하다.

아. CCTV(Closed Circuit Television) 설치

크레인 작업 시 운전수의 시야 확보는 안전상 중요하다. 권상작업이나 선회동작, 주행동작 시에 주변 작업자나 구조물에 부딪히는 사고를 예방하기 위해서는 우선적으로 운전수가 볼 수 있어야 한다. 하지만 현실적으로 운전수의 시야 확보는 제한적일 수밖에 없으며, 이에 신호수를 배치하여 신호수의 확인과 작업 신호에 따라 크레인 동작을 해야 한다.

운전수 시야 확보를 향상시키는 추가적인 방법으로 주행 장치 상부나 지브 끝단 등에 고화질 CCTV를 설치하고 운전실에 모니터를 통해 주행 구간이나 혹은 주변의 상황을 실시간 확인하여 크레인 작업의 안전성을 높일 수 있다.



<CCTV로 운전수 시야 확보>

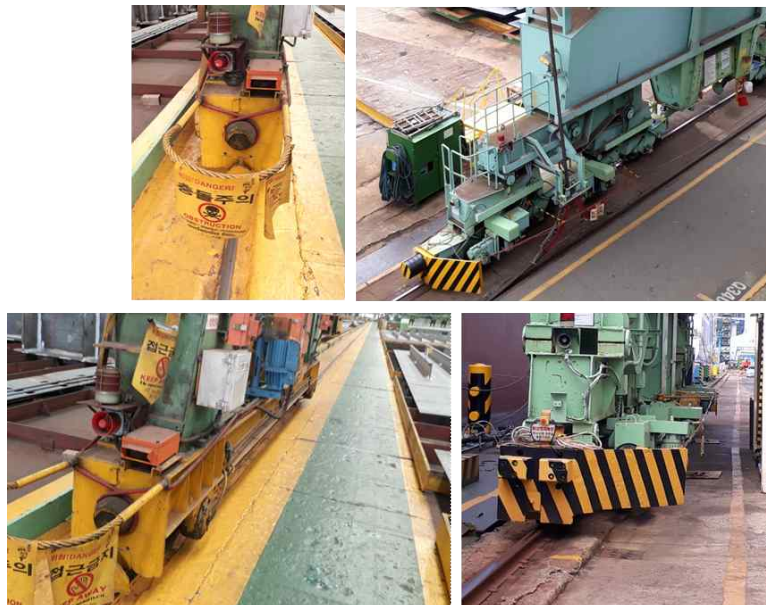
자. 갠트리카레인 등의 주행장치와의 안전공간 확보

갠트리(폴리앗)크레인, 지브크레인, 주행행 타워크레인은 작업장 바닥에 설치된 주행레일을 따라 이동하는 구조의 크레인이다. 주행레일 가까운 곳에 작업자나 설비 등이 접근하는 경우 부딪히는 위험이 발생할 수 있기 때문에 크레인의 새들 돌출부로부터 40cm이상의 안전공간을 확보해야 한다.

산업안전보건기준에 규칙

제139조(크레인의 수리 등의 작업)

- ② 사업주는 갠트리 크레인 등과 같이 작업장 바닥에 고정된 레일을 따라 주행하는 크레인의 새들 돌출부와 주변 구조물 사이의 안전공간이 40센티미터 이상 되도록 바닥에 표시를 하는 등 안전공간을 확보하여야 한다.



< 주행장치와의 안전공간 확보 >

참고 자료 출처

먼저 크레인 안전관리모델을 개발함에 있어 현장 방문과 자료 협조에 도움을 주신 6대 조선사 관계자 분들께 감사드리며, 추가적으로 모델 개발에 다음의 자료들을 참고하였습니다.

- 산업안전보건법 및 산업안전보건기준에 관한 규칙
- 크레인 안전인증 기준 및 안전검사 기준
 - 고시 제2016-29호 및 제2018-33호
- 크레인- 줄결이 작업- 일반 요구사항
 - KS B 6600:2017
- 크레인- 크레인 조종사, 줄결이 작업자, 신호수 및 평가자의 자격 요구사항
 - KS B ISO 15513:2000
- 크레인-안전한 사용-제1부: 일반
 - KS B ISO 12480-1:1997
- 크레인-수신호
 - KS B ISO 16715:2014
- 권상작업 표준
 - 한국조선소안전표준화(KSSS, Korean Shipyard Safety Standardization)
- 작업안전분석(Job Safety Analysis) 기법에 관한 기술지침
 - KOSHA GUIDE P-140-2013
- 크레인 달기기구 및 줄결이 작업용 와이어로프의 작업에 관한 기술지침
 - KOSHA GUIDE M-186-2015
- 인조섬유 라운드슬링 사용에 관한 기술지침
 - KOSHA GUIDE M-94-2011
- 크레인 작업시 수공구 사용에 관한 기술지침
 - KOSHA GUIDE M-84-2011
- 줄결이 용구의 안전한 사용과 관리
 - 2015-교육미디어-755
- 벨트슬링 - JIS B 8818:2007
- 줄결이 작업 안전 - 안전보건공단 교육원 강의 교재

크레인 안전관리모델

2018년 10월 00일 인쇄

2018년 10월 00일 발행

발행인 : 김 병 진

발행처 : 안전보건공단 부산지역본부

주 소 : 부산광역시 금정구 중앙대로 1763번길 26

전 화 : 051-520-0635

작성자 : 이 용 석

비매품