

곤돌라 안전난간 제거 등으로 인한 추락재해 감소방안

변 형 식*·임 중 국**·양 원 백***

*한국산업안전보건공단 서울지역본부 지역2부 부장**한국교통대학교 안전공학과

***승실사이버대학교 산업안전공학과

Reducing the Falling Accident due to the Removal of Safety Fence from Gondola

Hyung Shik Byun*·Jong kuk Rhim**·Won Beak Yang***

*KOSHA, Seoul Regional Headquarters, Head of Area 2 Department

**Department of Safety Engineering, Korea National University of Transportation

***Department of Industrial Safety Engineering, Korea Soongsil Cyber University

Abstract

Gondola is widely used as a construction facility to perform external finishing work without using scaffolding at a construction site. However, since 2000, there have been 17 deaths from now so these risks associated with work can not be ignored. Therefore, it is expected that it will contribute greatly to prevent related disasters if introducing necessary measures to prevent repeated related disasters and installing additional safety devices. In order to eliminate the risk factor according to the operation of the gondola, it is necessary for the operator to use it while the examination of each product is completed, and to use the over load Dangerous arbitrary measures such as arbitrary operation of the prevention device, removal of the safety fence for convenience of work, installation of the wire rope installed in the air, falling out of the wire rope and falling to the ground Do not perform such sealing measures so that any operation of the overload prevention device can not be done so as not to take such arbitrary measures, or wire the power supply wire to the safety fence so as not to delete the safety fence. Then, when the safety fence is removed, so that it does not become a gondola operation, or when replacing the wire rope in the air, to prevent the wire rope from coming off, Additional measures such as installing falling down prevention device may be necessary.

Keywords : Gondola Safety, Gondola Fence, Gondola Falling Accident

1. 서론

“곤돌라”란 달기발판 또는 운반구, 승강장치, 그 밖의 장치 및 이들에 부착된 기계에 의하여 구성되고, 와이어로프 또는 달기강선에 의하여 달기발판 또는 운반구가 전용 승강장치에 의하여 오르내리는 설비를 말한다. 최근 건설 현장의 공사는 그 규모가 고층화·대형화·복잡화 추세에 있으며, 외부 비계를 설치하지 않는 공법을 많이 사용하므로 비계 없이 외부 마감 작업을 효과적으로 수행하기 위하

여 곤돌라와 같은 가설설비의 사용이 보편화 되어 있다. 그러나 2000년 이후 현재까지 17건의 사망 재해가 발생하는 등 작업에 따른 위험성을 무시할 수 없다.

지금까지의 수많은 곤돌라관련 연구는 곤돌라를 고정하는 지지대에 관련된 연구가 대다수이나 대부분의 사고는 지지대 보다는 운영하는 과정에서 발생하고 있으며 지지대의 설치, 이동, 해체는 작업근로자가 아닌 곤돌라 업체의 전문가가 하도록 하여 안전성을 확보할 필요가 있다.[1] (곤돌라 안전작업에 관한 연구, 2006)

†Corresponding Author Jong kuk Rhim, Department of Safety Engineering, Korea National University of Transportation, 50 Daehak-ro, Chungju-si, Chungbuk, 27469, Korea, E-mail: jkrhim@ut.ac.kr
Received March 27, 2019; Revision June 10, 2019; Accepted June 10, 2019

곤돌라의 경우는 설비자체의 결함에 의한 사고 위험과 함께 개별현장의 설치조건이 안전에 지대한 영향을 미치게 되므로 개별기계의 성능확보를 위하여 개별제품심사를 하게된다.[2] (제품별 인증기준 개발에 관한 연구, 2006)

그러나 개별제품심사를 득한후 현장에서 사용하는 과정에서 작업의 편리성으로 안전난간을 제거하거나, 더 많은 하중을 적재하기 위하여 과부하방지장치를 임의 조작하는 등 안전성이 확보되지 않은 채 사용하는 것이 문제이다. 따라서 개별제품심사시 확보된 성능이 유지될 수 있도록 필요한 조치 등을 소개하고 추가적으로 필요한 안전장치를 부가하여 설치한다면, 관련된 재해를 예방하는데 크게 기여할 것으로 기대한다.

일반적으로 곤돌라는 도장, 유리설치, 판넬설치 등의 일부공종에서 가설식 곤돌라를 일정기간 동안만 설치하고 사용하는 것이 대부분이고, 상설식 곤돌라는 건물 준공후 청소, 유지보수, 피난용 등의 용도로 많이 사용되는 것으로, 본 감소방안에서는 추락재해가 주로 발생하는 전동식 가설곤돌라를 대상으로 국한하여 실시하였다.

아울러 기존의 법령에서 정해지거나 이미 연구되어 알려진 안전장치나 방호장치가 있음에도 추락 등의 재래형 재해가 반복되는 것을 막기 위해서 추가적인 안전대책을 위하여 본 감소방안을 제시 하게 되었다.

2. 현실태 분석 및 고찰

본인이 2013년부터 곤돌라가 강제인증 대상으로 편입된 이후 매년 100여대 이상의 서면심사 및 개별제품심사를 실시하면서 발견된 주요 불합격사례 및 중대재해사례 분석을 통한 연구결과 개선점을 도출하여 해결방안을 제시하여 관련재해 감소에 도움이 되고자 하였다.

2.1 개별제품심사 주요 불합격사례 분석 및 고찰

가. 제품의 최종 인증을 받기 위하여는 서면도서부터 인증을 받아야 한다. 이때 재료에 대한 도면을 제출받는데, 이와 실제로 만들어진 제품의 재료가 동일하여야 한다. 예를 들어 서면도서에는 지지대의 철판두께를 3.2t철판을 쓰기로 하였는데 현장에 설치된 대차의 철판 두께를 초음파두께측정기로 측정해 본 결과 2.08t가 측정되어, 실제 도면과 일치하지 않게 설치된 경우가 적발되기도 하였다. 서면도서는 기술사의 구조제산에 의하여 요구되는 재료의 두께가 제시되는데 재료의 가격을 줄이고자 제시된 두께보다 얇은 철판을 사용하게 강도 측면에서 설계의도대로 중량

을 들지 못하게 되어 지지대가 파손될 수도 있을 것이다.

나. 개별제품심사를 받기전 현장에 곤돌라를 설치하여 놓고 시운전을 하기도 한다. 또한 현장의 근로자들이 곤돌라의 작동상태를 확인하기 위하여 작동을 해보기도 한다. 이러한 과정에서 현장에 이미 설치된 비계파이프 등 돌출물에 곤돌라 작업대가 하강하게 되면 합판으로 구성된 작업대의 바닥이 파손되기도 한다. 이렇게 파손된 작업대 바닥을 방치된다면 파손된 바닥의 구역이 점점 넓어져 결국에는 탑승 근로자가 빠질 수 있기 때문에 파손된 바닥재가 발견되는 즉시 교체 설치하여 안전하게 사용되어야 한다.

다. 곤돌라 작업대의 상승·하강 버튼의 방향이 명확하게 표시되어 조작자가 정확하게 조작하도록 하여야 하나, 건설현장의 특성상 방향표시 버튼이 탈락되거나, 명칭부위에 이물질 등으로 훼손되어 인식하기 어려운 경우가 자주 발생하게 되며, 이로 인하여 오조작에 의한 재해발생의 우려가 발생하게 된다.

라. 양중기의 필수 방호장치 중의 하나인 권과방지장치는 곤돌라가 과도하게 상승하지 않도록 일정 높이에 도달하면 자동적으로 동력을 차단하고 작동을 제동하는 기능을 가져야 하나, 일부 곤돌라는 설치하거나 이동설치하는 과정에서 권과방지장치인 원형추를 설치하지 않거나, 와이어로프에서 이탈되게 설치하는 등 제기능을 하지 못하도록 설치되는 경우가 발생하기도 한다. 이렇게 권과방지장치가 잘못 설치되어 제기능을 하지 못하게 된다면 최상단에 도달하여도 멈추지 않고 와이어로프가 계속 감기게 되어 결국에는 와이어로프의 파단으로 이어지게 되어 작업대의 떨어짐 재해로 이어지게 된다.

마. 곤돌라의 주요구조부의 하나인 지지대를 고정하는 파라렛 등에도 지지대와 동등하거나 유사한 강도를 유지하여야 하나 그렇지 않아 파손된다면 곤돌라의 작업대의 떨어짐으로 이어질 수 있다. 따라서 지지대를 고정하는 건물의 파라렛 등도 구조검토결과를 확보하여 지지대의 강도와 유사하거나 동등이상인지를 확인하고 설치하여야 한다. 이를 무시하고 설치할 경우 파라렛 등에서 앙카볼트가 뺏혀 나오는 등 심각한 사태가 발생할 우려가 있어 불합격을 피할 수 없다.

바. 곤돌라 작업대의 안전난간의 높이는 90~120[cm]로 하도록 되어있으나 작업의 편리성 및 상설식곤돌라의 경우 보관장소에 간섭 등의 이유 등으로 낮게 설치되는 경우도 있으나, 안전난간은 작업자의 신체의 절반 이상의 높이로 되어야 떨어짐을 방지할 수 있으므로, 최소한 90[cm]이상의 높이가 되도록 하여야 함.

사. 곤돌라 작업대 양끝단에 설치된 권상용 와인더의 전동기는 0.5[kW]이상이므로 전기적 과부하방지장치를 설치하여야 하나, 이를 설치하지 아니하거나, 결선을 하지 않은 경우, 지연시간을 지나치게 길게 설정하여 작동을 무

력하게 만든 경우 불합격처리하게 된다.

아. 절연저항은 곤돌라의 전원을 차단한 후 전원측과 외함접지 회로사이에 직류전압 500[V]를 인가하여 측정된 절연저항 값이 1[MΩ]이상 측정되어야 하나, 본인의 수년간의 경험으로는 50대에 1대꼴로 절연저항이 1[MΩ]미만으로 측정되기도 한다. 절연저항이 1[MΩ]이하로 측정될 경우 당장은 문제없을 수도 있겠으나 방치될 경우 누전에 의한 감전재해의 우려가 있으므로 누전되는 부분을 찾아내어 배선이나 부품을 교체하는 등의 조치를 하여야 한다.

차. 비상정지장치는 작동과 동시에 구동부 동력이 차단되는 「0」 정지방식이어야 한다. 「0」 정지방식이란 회로의 구성이 직접배선으로 구성되는 「하드와이어드」 방식이며, 다시 말해 구동부인 모터의 전원을 직접 차단하는 방식이다. PLC등을 통하여 프로그램상으로 비상정지회로를 구성하게 되면 불합격사유가 된다. 비상정지는 사고 등 이상 발생시 즉시 작동을 멈출 수있도록 하는 최후의 안전장치이므로 프로그램식으로 간단하게 제거시킬 수 없도록 하고자 함이다. 서면심사시 많은 논쟁이 생기는 부분이기도 하다.

2.2 곤돌라 주요재해 원인분석 및 고찰

곤돌라와 관련된 중대재해는 2000년이후 현재까지 17건의 재해가 발생하였으며, 유사하거나 동일한 종류의 재해가 반복되고 있다. 유사하거나 동일한 형태의 재해 별로 소개를 하고 재해분석을 통하여 어떤 부분을 더 보강하여야 재해를 감소시킬 수 있는지 고찰을 하보고 결론을 내과자 한다.

가. 안전난간 제거후 작업중 떨어짐 재해

곤돌라재해중 가장 많은 부분을 차지하는 재해로 최초로 곤돌라를 설치하고 개별제품심사를 받을 때 까지는 안전난간 등의 방호장치가 완벽하게 설치되어 있다. 그러나 사용하는 과정에서 건물의 유리작업, 판넬작업 등의 벽체 작업시 안전난간이 설치되어있어 작업의 불편함이 따르다 보니 전면부의 안전난간을 제거하고 작업에 임하게 된다. 물론 작업자들도 곤돌라 작업대의 흔들림을 방지하기 위하여 작업대를 건물의 구조물에 섬유로프 등으로 묶어 놓기도 한다. 작업하는 과정에서 작업대는 두 개의 와이어로프에 매달려 있다보니 작업자가 곤돌라의 전면부, 후면부를 이동하면서 작업대가 기울어지게 되며 건물과 발판사이에 틈새가 벌어지기도 한다. 이러한 과정에서 묶어놓은 섬유로프가 풀리게 되면 심한 흔들림이 오게되고 중심을 잃은 작업자가 발을 헛딛어 떨어지게 되는 것이다. 이때 난간이 있었다면 난간을 잡아 중심을 즉시 잡을 수 있

나 불행하게도 이미 제거되어 바닥으로 떨어지게 되는 것이다. 아울러 안전대라도 착용을 하였다면 지상으로 떨어지지 않고 매달려 있게 되어 목숨을 구할 수 있었을 것이다.

이러한 재해를 예방하기 위하여 구명줄부착설비가 준비되지 않은 현장에는 곤돌라 안전인증서를 발급하지 않고 있으며, 또한 안전난간이 제거되면 곤돌라 작동이 되지 않도록 하는 방안을 고찰하였다.

나. 와이어로프가 와인더에서 빠지면서 작업자 떨어짐 재해

건물 외벽의 돌출부에서 와이어로프를 갈아끼우기 위하여 보조와이어로프도 빠져있는 상태에서 작업대를 하강하던중 공중에 매달려있는 메인와이어로프가 빠지면서 작업대에서 작업하던 작업자가 떨어진 재해임. 이 또한 종종 발생하는 재해로 공중에 매달려있는 와이어로프의 끝단에 클립을 설치하여 와이어로프가 와인더에서 빠지는 것을 방지하는 방안을 고찰해 보았다.

다. 공중에 매달려있는 2대의 작업대 사이를 옮겨타기 위하여 이동중 떨어진 재해

곤돌라의 작업대를 옮겨타는 경우에는 바닥에 내려와 옮겨타 후 상승하여야 하나 이는 시간도 걸리는 등 귀찮다고 생각하고 공중에 매달려있는 상태에서 작업대 사이를 건너가던 중 발을 헛딛어 바닥으로 떨어진 재해임.

라. 작업발판 파손으로 떨어짐 재해 발생

곤돌라 작업대의 발판은 무게감소를 위하여 합판이나 강화플라스틱을 사용하며, 적재하중은 300~400[kg] 정도로 작업자 및 도구 등만을 적재하도록 되어있다. 그러나 재해가 발생한 현장에서는 수 톤의 중량물을 곤돌라 작업대에 싣고 이송하던중 목재발판이 파손되면서 작업자가 떨어진 재해이다. 재해예방대책은 적재하중을 초과하여 적재하여서는 아니되며, 작업자는 안전대 등의 개인보호구 착용을 철저히 하여야 한다.

마. 와이어로프 연결부위 풀림으로 떨어짐 재해 발생

곤돌라의 작업대를 연결하는 후크 체결나사가 풀리면서 작업대가 떨어진 재해로, 이 곤돌라는 강제인증제도 이전의 곤돌라이며, 강제인증제도 이전의 자율안전확인신고도 되어있지 않은 제품임. 재해예방대책으로는 안전인증을 받은 안전이 최소한으로 확보된 정상적인 제품을 사용하여야 하고, 작업전후 주요구조부에 대한 점검을 실시하여 풀림유무를 확인하고, 안전대 등의 개인보호구 착용을 철저히 하여야 하겠다.

<Table 1> Analysis of Accidents

During year 2000~2017, according to Gondola accident, 17 serious death accident, and analysis result is below.

발생형태 Type of Accidents	건수 #of accidents	업종 Type of Business	작업자형태 Type of Working
계	17	17	18
안전난간을 제거하고 작업중 떨어짐 Removed safety fence and fell out of work	9	건설업 9 Construction	유리작업7 Glass worker 미장작업1 Plasterer 외벽작업1 Wall worker 조적공1 Masonry worker
과부하장치 임의 조작 Arbitrary Manipulation of Overload Limit Devices	2	전기업1 Electric 건설업1 Construction	전기공1 Electrician 철골공1 Steel Worker
와이어로프 빠짐 Wire rope dropout	2	건설업 2 Construction	곤돌라설치공1 Gondola Assembler 조적공1 Masonry worker
작업대 불시 낙하로 끼임 Crushing by Working Platform Falling down	1	제조업1 Manufacturing	생산직1 Manufacturing Worker
곤돌라 옮겨타던중 떨어짐 Falling down by Cross Over between Gondolas	1	조선업1 Shipbuilding	도장공1 Painter
작업대 연결부 이탈로 떨어짐 Falling down by Joint Removed	1	건설업 1 Construction	비계공1 Scaffold Worker
트롤리 이탈로 작업대 떨어짐 Falling down by Trolley Breakaway	1	조선업1 Shipbuilding	도장공1 Painter

바. 주행트롤리에서 지지대가 이탈하여 작업대에 탑승 중인 근로자 떨어짐 재해 발생

조선소에서 발생한 재해로, 제작중인 선박 상부에 레일을 설치하고 지지대 하부에 바퀴를 설치하여 레일위를 손쉽게 이동할 수 있는 구조의 곤돌라임.

레일 끝부분을 지나쳤지만 멈추질 않아 레일에서 이탈하면서 지지대가 넘어지면서 지지대에 매달린 작업대가 떨어지면서 탑승중인 피재자가 지상으로 떨어진 재해임. 예방대책으로는 곤돌라 레일 양끝부에는 곤돌라 주행차륜 직경의 50%이상의 길이에 해당하는 높이의 차륜 정지기구를 설치하여야 하며, 또한 곤돌라의 레일에는 차륜정지기구에 도달하기전의 위치에 리미트스위치 등 전기적 정지장치가 설치되어야 하며, 안전대 등의 개인보호구 착용을 철저히 하여야 하겠다.

앞에서 실시한 재해사례 분석결과 및 주요 불합격사항의 대부분이 방호조치를 임의로 제거하거나, 무효화한 결과로 나타났으며, 유사하거나 동일한 재해가 반복적으로 발생되고 있음에 따라 방호조치를 임의로 제거하거나 무효화하지 못하도록 제작되어야 한다는 결론이 도출되었다.

또한 모든 사례에서 공통적으로 개인보호구인 안전대 만이라도 철저히 착용하였다더라면 목숨을 잃지는 않았을 것이다. 실제로 앞의 사례에서도 동일한 위치에서 작업중 안전대를 착용하지 않은 작업자는 떨어져 사망하였으나, 착용한 작업자는 목숨을 구하기도 하였다.

3. 결론

본인이 매년 백여건 이상의 곤돌라와 관련된 서면심사, 개별제품심사를 진행하면서 발견되는 불합격사항, 중대재해조사 등을 수행하면서 법에서 정한사항 및 지금까지 발표된 논문 등의 문헌이 있음에도 반복적으로 발생하는 위험요인, 현장에서 지켜지지 않는 요인 등을 분석하고, 개선대책인 추가적인 안전조치를 제시함으로써 반복되는 재해와 불합격사항을 감소시켜나가고자 한다.

곤돌라의 구성품중 가장 주요한 부분은 지지대로 볼 수 있다. 주로 건설현장이나 조선소에서 외벽작업 등에서 사용되는 가설식 곤돌라는 지지대 설치가 부실할 경우 대형사고의 발생가능성이 높아지므로 곤돌라 설치업체에서 가

장 신경을 많이 쓰는 부분이며, 따라서 이와 관련된 사고는 많지 않다.

지지대의 설치, 이동, 해체는 사용근로자가 아닌 곤돌라 업체의 전문가가 하도록 규정하여 안전성을 확보하도록 하는 것도 바람직하다.[1]

사용하는 과정에서 자주 발생하는 안전난간 임의제거, 과부하방지장치 임의조정, 안전대 등 개인보호구 미착용에 따른 사고가 다수 발생되므로 이 부분은 관리자나 근로자가 철저히 준수하여야 하겠다.

따라서 다음과 같은 추가적인 안전조치를 제시하고 이것이 지켜진다면 많은 부분의 재해가 예방될 것이다.

3.1 난간이 제거되지 못하도록 하는 조치 필요

기존의 곤돌라 작업대의 안전난간 조립시 공구가 들어가지 않도록 하는 등의 조치로 안전난간을 조립하고 있음에도 사용자가 안전난간을 파손하면서까지 안전난간을 제거하고 있음에 따라, 안전난간에 전원회로를 배선하여 난간이 제거되거나 훼손될 경우 곤돌라가 작동되지 않도록 제작한다면 안전난간의 제거는 불가능 함에 따라 관련 재해는 감소할 수밖에 없다.

또한 안전난간을 조립식이 아닌 일체형으로 제작한다면 4면의 안전난간 전체를 떼어내기 전에는 제거를 하지 못하도록 하는 조치도 좋은 방안이다.

3.2 권하방지조치 필요

산업안전보건법에 따르면 곤돌라 작업대의 상승 및 하강용 와이어로프의 끝단은 지상에 닿도록 되어 있으나, 최근의 건축물은 돌출물이 많아 지지대에서 지상까지 설치

하기 어려운 경우도 있을 수 있다. 이러한 경우 건물 돌출부에 곤돌라를 내려놓고 와이어로프를 갈아끼우게 되는데, 돌출부위 부근의 와이어로프에 클립을 체결하여 작업대가 과도하게 하강하지 않도록 조치할 필요가 있겠다.

이러한 권하방지조치를 함으로써 와이어로프가 작업대에서 급작스럽게 빠져나가면서 발생될 수 있는 떨어짐 재해를 예방할 수 있다.

3.3 과부하방지장치의 확실한 봉인조치 필요

곤돌라 개별제품심사시 부하시험을 실시하여 과부하방지장치 작동을 확인하고, 곤돌라 설치업체에서 과부하조작구에 설치하는 납봉을 확인하나, 작업의 편의성을 위하여 납봉을 옆으로 제끼고 임의조정하여 과적하기도 한다. 따라서 심사즉시 봉인지를 조작구에 확실하게 부착하여 훼손될 경우 인증이 취소되도록 하는 등 임의조작에 따른 과부하를 못하도록 하여 과부하에 의한 발판의 파손, 와인더의 파손 등에 의한 재해를 예방할 수 있다.

4. References

- [1] Korea Occupational Safety and Health Agency (2008), "Gondola safety work instructions." KOSHA CODE, C-39-2008
- [2] Korea Occupational Safety and Health Agency (2006), "Study on Safety Work of Gondola." OSHIRI
- [3] Korea Occupational Safety and Health Agency (2006), "Study on Development of Certification Criteria for Each Product." OSHIRI
- [4] Industrial Safety and Health Act(2018)

저자 소개



변형식

단국대학교 전기공학과 공학사 취득, 교통대학교 산업안전공학과 석사취득, 현재 교통대학교 산업안전공학과 박사과정중, 현재 한국산업안전보건공단 서울지역본부 부장으로 재직중
 관심분야 : 위험기계, 드론운영 등
 주소 : 서울시 영등포구 버드나루로 2길 8



임종국

한국교통대학교 안전공학과 교수, 공학박사
 전공분야 : 컴퓨터프로그래밍, 재료역학, 파괴역학 등
 연구분야 : 재료파괴 및 비파괴, 각종센서개발, 수소저장합금, 광촉매재료 등
 주소 : 충북 충주시 대학로 50



양원백

승실사이버대학교 산업안전공학과 학과장
 교통대학교 공학박사 안전공학(화공안전)
 관심분야 : 정성적위험성평가, 방화 방폭공학, 화공안전개론, 중대산업사고조사론