

하네스형 안전대시스템 개발에 관한 연구

정성윤*

*한국건설기술연구원, ICT융합연구실
e-mail:syjeong@kict.re.kr

A study on the development of Harness safety belt system

Seong-Yun Jeong*

*ICT Convergence and Integration Research Division, Korea Institute of Construction Technology

요 약

건설현장에서 가장 빈번하게 발생하는 추락사고는 작업자의 부주의와 안전장구의 불량으로 발생한다. 추락사고 예방을 위해 의무적으로 착용해야 하는 종래의 안전대는 수동적인 방식이기 때문에 사고 예방에 한계가 있다. 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위한 일환으로서 종래의 하네스식 안전대에 상 황인식센서와 USN 등 ICT융합기술을 접목한 새로운 안전대시스템 개발 방안을 마련하였다.

1. 서론

건설산업은 3D업종으로 인식될 정도로 안전사고율이 타 업종보다 높다. 건설현장에서 발생하는 안전사고의 종류로는 추락, 전도, 충돌, 낙하·비래, 붕괴·도괴, 감김·끼임, 절단, 감전, 폭발, 무리한 동작, 교통사고 등이 있으며 표1에서 보듯이 작업자의 부주의와 안전장구의 불량 등이 원인이 되어 발생하는 경우가 많다[1].

<표 1> 고속도로 건설공사의 안전사고 유형별 발생 현황

구분	추락	전도	건설 기계	낙하 비래	붕괴 도괴	협착	교통 사고	기타
작업자 부주의	69	19	5	18	0	22	1	29
작업방법 불량	36	6	5	7	1	29	0	14
안전장구 불량	49	0	0	1	0	0	0	2
안전시설 불량	15	4	0	1	1	3	0	2
신체적 결함	0	0	0	0	1	0	0	7
가시설 불량	2	0	0	0	0	2	0	0
기계 결함	7	0	3	2	0	1	0	0
설계 불량	0	0	0	0	1	0	0	0
기타	0	0	0	0	30	0	0	1

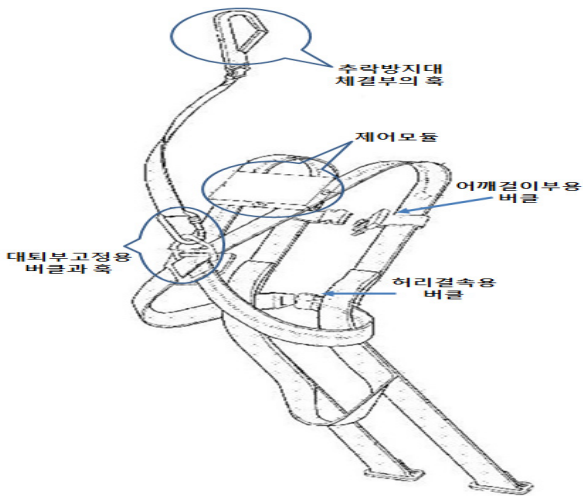
표 1에서 보듯이 건설현장에서 가장 빈번하게 발생하는 안전사고는 추락사고이다. 추락사고는 높은 곳에서 떨어져 발생하는 상해를 말하며 보호구 미착용, 위험방지설비 미설치, 비계 및 작업발판의 하중지탱, 전도 및 뒤틀림, 걸침 고리·고정핀의 파손 등의 원인으로 재해가 발생한다. 본 연구는 건설현장에서 빈번하게 발생하는 추락사고의 발생 원인 중 하나인 작업자의 부주의와 안전장구의 불량 상태를 사전에 인식하여 작업자에게 경고해줌으로서 추락사고를 미연에 방지하기 위한 하네스형 안전대시스템(Harness safety belt system) 개발 방안을 마련하였다.

2. 안전대의 기술 수준

건설현장에서는 예기치 못한 사고를 예방하기 위하여 다양한 개인보호구들을 사용하고 있다. 개인보호구들 중 안전대는 작업자의 작업위치가 지면이나 바닥면보다 높은 곳에서 발판 등을 이용하여 작업할 경우에 추락 등으로 인해 발생할 수 있는 안전사고를 미연에 방지하기 위해 사용하는 안전장구를 말한다. 안전대의 종류로는 벨트식, 상체식, 전체식(하네스형), 조끼식 등이 있다. 하네스형 안전대는 교량이나 고층건물에서 작업을 하는 사람의 추락 사고를 방지하기 위하여 구조물 등과 같은 고정지대에 쥘줄의 일측을 연결하고 작업자가 착용하는 안전대의 연결부에 연결하여 작업자가 안전하게 작업에 임할 수 있도록 벨트, 버클, 대(소)구경축, 로프쥘줄 등 4개의 부품으로 구성되어 있다. 안전대는 작업자의 생명과 직결하는 개인 보호구로써 어떤 기술보다 고급 기술이 필요하나 현실은 그렇지 못하다. 대부분 안전대 제조업체는 영세하기 때문에 신기술 개발의 필요성은 인식하나 무한경쟁에서 살아 남기 위해 제조원가를 낮추는 방식으로 안전대를 생산하고 있다. 이러한 이유 때문에 안전대에 야광 띠(테이프)나 LED를 부착하는 등 수동적인 방식으로 안전대를 개발하고 있다. 이와 같은 수동적인 개인보호구를 가지고서 추락 사고를 예방하는데 한계가 있다. 물론 일부 학계와 산업계에서는 추락재해를 예방하기 위해 적외선 센서, 경고등, 초음파 센서 등 복합 센서의 효용성을 실험[3]하였으나 선진국에 비교해서는 아직까지 초보적인 수준에 머물러 있다. 한편 건설현장에서 사용하는 건설사업관리시스템(Project Management Information System) 내에 있는 안전관리기능은 주로 안전계획, 안전교육, 안전관리비, 사고보고 등 현황데이터를 관리하는 기능위주로만 구성되어 있다.

3. 하네스형 안전대시스템 개발 방안

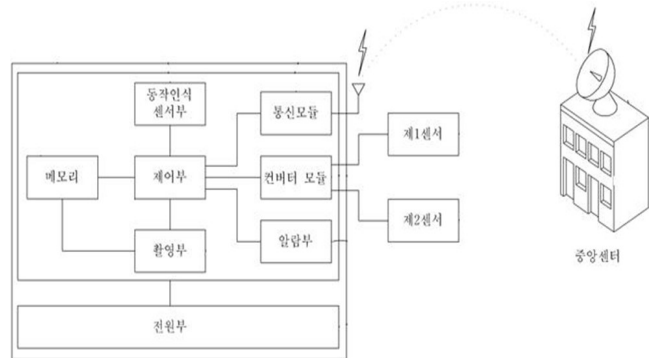
건설현장의 작업자들은 의무적으로 개인보호구를 착용하도록 제도화가 되어 있으나 종래의 개인보호구로는 무의식중에서의 작업자의 태만이나 개인보호구의 불량으로 인한 추락사고를 예방하는데 한계가 있다. 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위한 일환으로써 상태인식, 동작인식, 무선통신 등의 ICT융합기술을 접목한 안전대시스템 개발 방안을 마련하였다. 종래의 안전대는 작업자의 무의식 또는 실수로 인하여 안전대의 혹이나 버클 등이 탈착하여 추락사고가 발생할 수 있다. 본 연구에서 제시하는 안전대시스템은 혹과 버클에 마그네틱 센서를 내장하여 혹과 버클이 정확하게 결속을 하였는지를 감지하고 만약 탈착상태 시에는 센서를 통해 검출된 감지신호를 제어모듈을 통해 경보음으로 작업자에게 알리도록 설계하였다. 또한 탈착상태를 지속적으로 유지하거나 추락사고가 발생하였을 경우에 신속하게 대응할 수 있도록 경보음과 상태감지정보를 중앙센터에 전송하는 기능을 포함한다. 다음 그림 1은 본 연구에서 고안한 하네스형(Harness type) 안전대를 나타낸 것이다.



(그림 1) 하네스형 안전대의 구성

본 연구에서 고안한 하네스형 안전대는 양 어깨에 거는 어깨걸이부와 작업자의 양 대퇴부를 각각 감싸 고정하는 한 쌍의 대퇴부고정부, 작업자의 허리에서 서로 결속하는 체결부, 추락방지대의 체결부에 있는 혹과 버클 내에 마그네틱 센서를 탑재한다. 이 마그네틱 센서는 접촉식으로 검출대상 물체간의 결속상태여부를 판별하는 감지신호를 검출하여 하네스형 안전대 후면에 부착된 제어모듈에 전송하는 기능을 한다. 안전대의 제어모듈은 그림 2와 같이 마그네틱 센서의 감지신호를 검출하는 제어부와 제어부의 명령에 따라 경보음을 발생하는 알람부와 제어부의 검출신호를 중앙센터로 송수신하는 통신모듈로 구성한다. 그리고 동작인식 센서부는 안전대 착용자의 앞·뒤의 움직임을 감지하는 음파센서와 좌·우의 움직임을 감지하는 수평 초음파센서와 상·하의 움직임을 감지하는 수직 초음파센서와 기울기 및 가속도를 감지하는 자이로센서로 구성한다.

동작인식 센서부는 작업자의 위치정보를 실시간으로 통신모듈을 통하여 중앙센터로 전송하며 중앙센터는 수신된 데이터를 분석하여 작업자에게 알람부를 통하여 위험경고신호를 전달한다. 전송된 위치신호를 토대로 지도 또는 건물설계도와 매칭하여 작업자가 어느 위치에 있는지를 확인한다. 또한 제어모듈 내에 작업자의 주위를 녹화하는 다수 개의 카메라를 구비하는 촬영부와 촬영부로부터 녹화된 주위의 영상을 저장하는 메모리와 혹이나 버클에 탑재된 센서들로부터 얻어진 감지신호를 디지털신호로 변환시키는 컨버터 모듈 그리고 제어모듈 내의 구성요소들을 구동시키기 위해 전기를 제공하는 전원부로 제어모듈을 설계하였다.



(그림 2) 안전대시스템의 제어모듈 구성

끝으로 중앙센터로부터 얻어진 작업자의 상태정보들은 기존의 건설사업관리시스템(PMIS)에 전송한다. 건설사업관리시스템은 작업자별로 불안정한 안전장비의 상태와 작업자의 무리한 행동 등 안전수준의 이력정보를 DB로 관리하도록 안전관리기능을 구성하였다.

4. 결론

건설산업은 3D로 인식할 만큼 안전사고가 빈번하게 발생하는데 안전사고 중 추락사고는 무의식중 작업자의 부주의한 행동과 불안정한 안전장구로 인하여 가장 높은 안전사고율을 차지하고 있다. 종래의 수동적인 안전장구로는 추락사고 예방에 한계가 있다. 본 연구는 건설현장의 안전사고 Zero-down 기술 구현의 일환으로서 상황인식센서와 USN 등 ICT융합기술을 접목한 하네스형 안전대시스템 개발 방안을 마련하였다. 본 연구결과를 응용하면 다양한 개인보호구 개발에 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] 김정룡, 윤상용, 유석원, 이승주, 감완열, 서강현, 김유식, “건설현장 작업 오류 예방을 위한 안전관리시스템 구축을 위한 인지심리학적 접근방법(SMaSHE)”, 대한인간공학회 2008 춘계 학술대회, 2008, pp.2-7
 [2] 김주현, 이용균, 조훈희, 강경인, “복합형 센서를 이용한 추락제해 예방 장비의 효용성 실험”, 대한건축학회 2007 학술발표대회 논문집-구조계 제27권제1호, 2007, pp.753-756