

컨베이어 사고 예방을 위한 풀 코드 스위치 적용기준 개선

서재민* · 박지훈** · 백종배***†

Improvement of Application Criteria of Pull Code Switch for Conveyor Accident Prevention

Jae Min Seo* · Ji Hoon Park** · Jong-Bae Baek***†

†Corresponding Author

Jong-Bae Baek

Tel : +82-43-841-5337

E-mail : jbaek@ut.ac.kr

Received : July 8, 2019

Revised : August 8, 2019

Accepted : September 17, 2019

Abstract : It is estimated that about 2,515 persons have been injured by conveyor for the past five years(2013 ~ 2017). Conveyors used in various industrial sites for transporting iron ore, coal, courier goods, etc., have various incidents such as a worker putting on or pulling a part of the body or work clothes on the driving part during maintenance. It is necessary for preventing similar accidents to conduct various researches. In order to propose the basis for revising laws and standards for the safety standards of the full cord switch to prevent conveyor accidents, this study compares Korea's Industrial Safety and Health Law (KISHL) with those of IEC, EN, Canada, and Australia. In addition, surveys of conveyor use plant and full cord switch domestic and foreign manufacturers was conducted. In this study, domestic and overseas related laws and technical standards compare and analyze to prevent conveyor accidents. In addition, we propose extension of safety certification for full code switch, establishment of safety inspection standard, and improvement of working method regulation through actual working condition investigation. It can be used as a basis for revising the occupational safety and health regulation and related notices, and thus contributing to enhancing the safe atmosphere of the conveyor business and improving the safety consciousness of the concerned persons.

Key Words : conveyor, pull cord switch, safety standards, KISHL, conveyor accidents

Copyright©2019 by The Korean Society of Safety All right reserved.

1. 서론

최근 노동환경의 변화로 컨베이어, 산업용 로봇 등을 활용한 생산설비의 자동화가 급격히 발전하고 있다. 더 나아가, 고도화된 컨베이어, 로봇, 사물간 초지능화 연결망(IoT, Internet of Things), 인공지능(AI, Artificial Intelligence) 등을 활용한 스마트 팩토리 구축이 제4차 산업혁명의 핵심이 될 것으로 예상되고 있다¹⁾. 이러한 시대의 흐름으로 산업현장에서 사용하고 있는 컨베이어 등 위험기계들도 대형화, 고속화되는 등 노동환경의 변화에 대응하기 위한 기술적, 시스템적인 산업재해예방 활동 노력이 요구되고 있다. 이러한 노동환경 변화에 대응하기 위해 정부에서는 2012년에

사고가 많이 발생하는 컨베이어 등을 자율안전 확인 신고 대상에 포함하였다. 그리고 2016년에는 안전검사 대상에 컨베이어 등을 포함하는 등 기계로 인한 제조, 사용단계에서의 사고 예방에 많은 노력을 기울이고 있다²⁾.

그러나 국내 산업재해 발생 현황을 살펴보면, 일터에서 발생한 사고로 연간 천 여명이 사망하는 등 노동자 만 명당 사고사망자수는 주요 선진국의 2~3배 수준에 이르는 상황이다³⁾. 특히 정부에서 발표한 2018년 산업재해 통계에 따르면 사고사망만인율은 0.51‰로 사망자수는 2,142명, 재해자는 102,305명이 발생하였고, 사고 유형별 전체 사고 사망자는 971명으로 이 중 추락, 끼임 등 재래형 재해의 사망자는 약 60%(580명)를

*한국교통대학교 안전공학과 박사과정 (Department of Safety Engineering, Korea National University of Transportation)

**한국산업안전보건공단 차장 (Korea Occupational Safety and Health Agency)

***한국교통대학교 안전공학과 교수 (Department of Safety Engineering, Korea National University of Transportation)

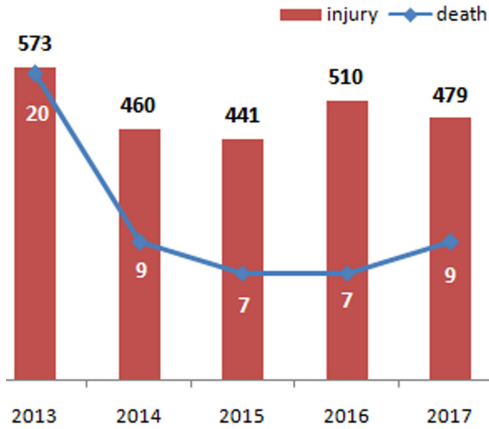


Fig. 1. The Number of fatal injuries by conveyor accident for the period 2013~2017.

차지하는 실정이다⁴⁾. 이 중 끼임 재해를 유발하는 기인물 중 컨베이어의 경우 최근 5년간(2013~2017) 재해자는 약 2,515명으로 매년 평균 약 500명이 재해를 입은 것으로 Fig. 1과 같이 조사되었다⁵⁾. 특히, 지난 해 12월에는 태안소재 발전소에서 컨베이어를 점검하던 노동자가 컨베이어 벨트에 협착되어 사망하는 사고가 발생되었고, 정부에서는 사망사고 원인 규명, 안전관리 시스템 및 구조적 문제 개선을 위한 ‘석탄화력 발전소 특별 산업안전조사위원회’를 운영하는 등 컨베이어 안전 사고에 대한 국민의 관심과 예방이 더욱 강조되고 있는 상황이다⁶⁾.

컨베이어의 사고예방을 위해 최기흥 외의 연구에서 이동형 기계, 설비의 전체 비중에 비해 재해건수 또는 재해강도를 고려한 컨베이어의 안전인증과 안전검사 제도도입 방안을 제안하였다⁷⁾. 또한 이준석의 연구에서는 작업자가 보이지 않는 사각지대의 재해를 예방하기 위해 리모트(Remote) 비상정지장치를 개발하고자 하였다⁸⁾.

이와 같이 컨베이어 사고예방을 위한 선행연구가 있었다. 그러나 철광, 석탄, 택배 물품 등을 운반하는 다양한 산업현장에서 사용되는 컨베이어는 작동 중인 상태에서 유지, 보수, 청소 등의 작업 중 구동부에 신체 일부나 작업복이 끼이거나 말려들어가는 등 다양한 사고가 발생되고 있어 재해예방을 위한 다각적인 연구가 필요한 실정이다.

현재 컨베이어를 보유한 대부분의 사업장은 컨베이어가 수 킬로미터에 설치된 경우 비상정지장치로 풀 코드 스위치(pull-cord switch)를 설치하고 있다. 그러나 풀 코드 스위치에 대한 별도 안전기준이 규정되어 있지 않아 유해위험한 상황 발생 시 해당 스위치가 정상적으로 작동되지 않는 경우에는 재해의 발생 우려가 매우 높다.

이 연구에서는 풀 코드 스위치의 안전기준에 대해 우리나라 산업안전보건법과 해외의 IEC, EN, Canada, Australia의 기준 비교분석을 통해 법령 및 기준 개정을 위한 근거를 제시하고자 한다. 그리고 이를 위해 컨베이어 사용 사업장, 국내외 풀 코드 스위치 제조업체, 전문가 의견수렴을 통해 법령 및 기준 등에 대한 개선방안을 제안하고자 한다.

2. 국내 · 외 제도 및 기술규격 비교 분석

산업안전보건법령에서 컨베이어는 제작·수입단계의 자율안전확인신고 제도와 사용단계의 안전검사 제도를 통해 안전성을 확인받고 있으며, 수시로 작업 전에는 정상적인 작동 상태에 대한 안전성을 사업주 스스로 확인하고 사용하도록 규정하고 있다.

또한, 「안전검사 고시」에서 “컨베이어”란 재료, 반제품 화물 등을 동력으로 단속 운반 또는 연속 운반하는 기계장치를 말하며, 구동장치, 벨트, 체인 등 이송장치, 지지기둥 또는 지지대를 주요 구조부분으로 정의하고 있다. 컨베이어 종류는 벨트 또는 체인, 나사(screw), 버킷(bucket), 롤러(roller), 트롤리(trolley) 컨베이어로 구분하며, 벨트 컨베이어 구조는 Fig. 2와 같다¹⁴⁾.

컨베이어에 설치되는 풀 코드 스위치(Pull cord switch)는 비상정지장치의 한 종류로 「산업안전보건기준에 관한 규칙」제192조에 “사업주는 해당 근로자의 신체의 일부가 말려드는 등 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우 및 비상시에는 즉시 컨베이어등의 운전을 정지시킬 수 있는 장치를 설치하여야 한다. 다만, 무동력상태로만 사용하여 근로자가 위험해질 우려가 없는 경우에는 그러하지 아니하다.”고 규정되어 있다.

컨베이어 사용 중 위험상황 발생 시 작업자가 운전을 정지시킬 수 있도록 비상정지장치를 설치하는 것은 사용단계의 안전성 확보를 위해 반드시 필요한 안전장치 중의 하나이다. 비상정지장치는 돌출형(누름) 버튼을 일반적으로 사용하지만 대부분의 사업장은 원료 운반 및 물류 등의 이송 설비의 컨베이어가 수 킬로미터

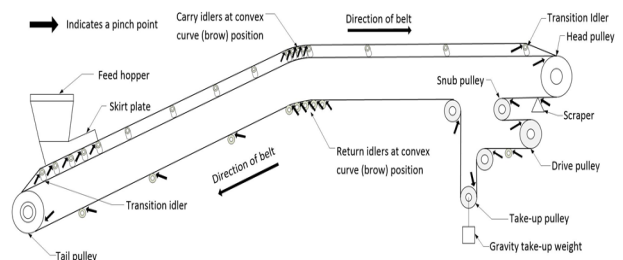


Fig. 2. Process outline of belt conveyor system.

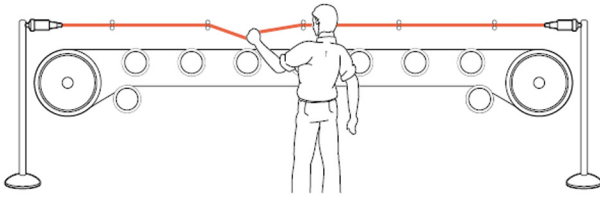


Fig. 3. Illustration of Pull-cord switch of conveyor.

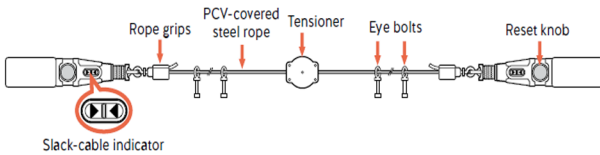


Fig. 4. Example of two pull cord switches.

에 설치된 경우 돌출형 버튼을 모두 설치하지 못하기 때문에 풀 코드 스위치(pull-cord switch)를 Fig. 3과 같이 설치하고 있으며, 풀 코드 스위치는 풀 코드 스위치, 로프 또는 와이어, 로프 그립(Rope grips) 아이 볼트(Eye bolt), 텐서너(Tensioner) 등 Fig. 4와 같이 구성된다⁹⁾.

또한, 「산업안전보건법」 제35조 및 제36조와 「위험기계·기구 자율안전확인 고시」 및 「안전검사 고시」에 컨베이어 풀 코드 스위치의 기능은 액추에이터 전원의 즉각적인 차단에 의한 정지를 할 수 있는 0정지방식이거나, 관성 등에 의해 급정지 시 추가적인 위험을 초래할 수 있는 경우 1정지방식으로 할 수 있도록 규정하고 있다. 또한, 각 제어반 및 그 밖의 비상정지를 필요로 하는 장소에 설치하되, 접근이 용이한 곳에 배치하도록 규정하고 있으며, 컨베이어의 운반 아이들러(벨트의 화물 운반 면을 지지하는 아이들러) 및 회귀 아이들러(벨트의 회귀 면을 지지하는 아이들러)에는 풀 코드 스위치가 설치되어 정상적으로 작동되는 경우에 덮개, 울 등의 설치를 예외하도록 규정하고 있어 적정 장력이 어느 정도로 유지되어야 하는지 여부가 명확히

규정되어 있지 않아 컨베이어를 사용하는 노동자와 안전검사를 수행하는 안전검사기관에서도 위험성 여부를 확인하기 어려운 실정이다.

해외의 경우 Table 1과 같이 제어회로장치 및 전기에 대한 요구사항을 규정하는 IEC 60947 5-5 규격¹⁰⁾에서는 풀 코드 스위치의 기능은 국내와 동일하게 0정지방식 또는 1정지방식을 적용하도록 규정하고 있으며, 제어실과 위험성 평가를 통해 해당 장치의 배치 여부를 결정하도록 하고 있으며, 풀 코드 스위치의 로프 장력은 200 N 미만, 처짐(Deflection)은 400 mm보다 작아야 한다고 규정하고 있다.

또한, 컨베이어 안전 및 EMC 요구사항을 규정하는 BS EN 620 규격¹¹⁾과 산업기계의 전기표준을 규정하는 NFPA 79 규격¹²⁾에서도 풀 코드 스위치의 기능을 0정지방식 또는 1정지방식을 적용하도록 규정하고 있으나, EN 620에서는 적재점, 하역점, 작업 위치 등의 위치에 배치하도록 하고, 장력은 125 N, 처짐은 300 mm보다 작아야 한다고 규정하고 있는 한편, NFPA 79에서는 제어실과 작업자가 접근가능한 위치에 배치하도록 규정하고 있다.

Canada의 광산관리규정(Regulation for Mines and Mining Plants)^{13,14)}에서는 풀 코드 스위치 정지 시 수동 조작, 자동장금 및 수동 재설정 가능하여야 하고, 해당 장치의 목적은 컨베이어를 정지하는 것으로 울타리(fence)나 바리케이트(barricade)를 대신할 수 없으며 임의의 방향으로 잡아 당기고 200 N 미만의 장력으로 400 mm보다 작은 수직 편향이 발생되도록 하고, 풀 코드 스위치는 작업자가 컨베이어에 접근이 용이할 수 있는 위치에 설치하여야 하며, 안전보건위원회 또는 안전 대표자와 협의 하에 결정하도록 규정하고 있다.

Australia의 컨베이어 안전 요구사항인 AS 1755 규격¹⁴⁾에서도 풀 코드 스위치 정지 시 수동조작, 자동장금 및

Table 1. Comparison of the Safety standards of pull cord switch

Category	Korea	IEC	EN	NFPA	Canada	Australia
Legal base	OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ACT	IEC 60947 5-5	BS EN 620	NFPA 79	Regulation for Mines and Mining Plants (Regulation 854)	Standard 2.7.9 AS 1755
Emergency stop function	Category 0~1	Category 0~1	Category 0~1	Category 0~1	a) manually operated b) automatic lock-off c) manual reset	a) manually operated b) automatic lock-off c) manual reset
Installation Location	Actuator or other location	a) operator control station b) risk assessment	a) loading point b) unloading point c) working position	Operator control station or other location	Consultation with a workplace's Joint Health and Safety Committee(JHSC) or health and safety representative(HSR)	All areas of access(nip or shear points etc.)
Pulling Force(N)	-	200	125	-	200	230
Deflection(mm)	-	400	300	-	400	300

수동 재설정이 가능하도록 규정하고 있으며, 모든 접근이 가능한 위험 장소에 배치하도록 하고, 장력은 125 N, 처짐은 300 mm보다 작아야 한다고 규정하고 있다.

따라서, 컨베이어 풀 코드 스위치 안전기준에 대해 해외에서는 장력 및 처짐 기준을 별도 규정하고 있는 반면, 국내에서는 명확한 기준이 없는 것을 확인하였다.

3. 풀 코드 스위치 사용기준 실태조사

이 연구에서는 2019년 5월 22일부터 6월 14일까지 벨트 컨베이어에 설치되는 풀 코드 스위치 사용기준의 실태조사를 실시하였다. 실태조사는 풀 코드 스위치가 설치된 사업장(15개소)과 풀 코드 스위치를 제작하는 국내의 사업장(2개소)을 방문하여 풀 코드 스위치의 설치상태, 장력 및 처짐 기준을 Fig. 5와 Fig. 6과 같이 측정하고, 제작·사용단계의 안전기준 적용에 대해 관계자를 면담하는 방법으로 실시하였다.

풀 코드 스위치는 제조 사업장에서 제작하여 주문자에게 택배 등으로 배송하며, 로프 또는 와이어, 아이볼트 등의 추가 구성품의 경우 주문자 요청 시 판매되고 있는 실정이다. 해당 스위치의 설치·설치·제조 사업장 등이 컨베이어 사용 사업장에 방문하여 설치하고 있으나, 풀 코드 스위치 설치 및 사용 규정이 없어 사용 사업장의 요구 또는 설치 사업장 임의대로 설치, 사용하고 있는 실정으로 장력 측정기와 줄자를 활용하

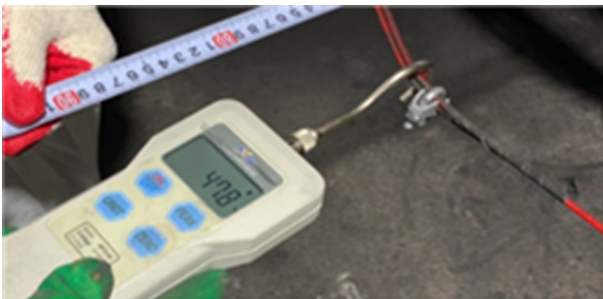


Fig. 5. Photograph of Pulling force measurement.

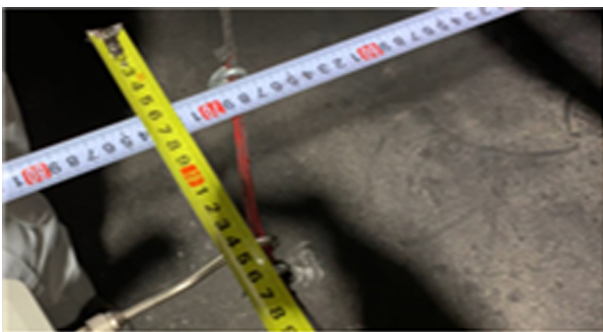


Fig. 6. Photograph of Deflecting measurement.

Table 2. Pulling force and Deflection of measurement result

Workplace	Pulling force(N)	Deflection(mm)	Standard type
A	47.8	390	IEC, Canada
B	20.5	320	IEC, Canada
C	44	290	ALL
D	61.7	140	ALL
E	40.4	350	IEC, Canada
F	38.9	374	IEC, Canada
G	37.2	300	IEC, Canada
H	36.9	235	ALL
I	24.9	280	ALL
J	55	200	ALL
K	195.9	132	IEC, Canada, Australia
L	27.3	230	ALL
M	41.2	210	ALL
N	41.5	130	ALL
O	49	390	IEC, Canada

여 15개 사업장에 설치된 풀 코드 스위치에 대한 장력 및 처짐 기준을 측정하였다.

풀 코드 스위치가 설치된 사업장(15개소)에 대한 장력 및 처짐 측정 결과는 Table 2와 같으며, 장력 기준은 14개소에서 IEC, Canada, Australia 기준을 만족하였으나, 1개소에서 EN기준을 만족하였고, 처짐 기준은 11개소에서 IEC, Canada 기준을 만족하였으나, 4개소에서 EN, Australia 기준을 만족하는 것으로 확인되었다.

또한, 일부 사업장에서는 풀 코드 스위치를 연결하는 로프의 훼손이나 끊어진 부분을 테이프로 감는 등 관리가 미비한 것으로 나타났으며, 컨베이어는 여러대가 연결되어 연속적인 공정으로 연계되는 특성상 풀 코드 스위치 등 비상정지장치를 사용하는 경우 전체 공정이 중단되어 원료 운반 및 물류 등을 원활하게 공급하지 못하게 되므로 컨베이어를 사용하는 사업장의 입장에서 경제적 비용 부담이 발생된다는 의견이 있었다.

국내에서 풀 코드 스위치를 약 20년 이상 제작하는 제작업체에서는 약 49N을 장력 기준으로 제작하고 있었으나, 별도의 처짐기준을 제공하지 않는 것을 확인하였으며, 풀 코드 스위치의 장력 유지는 장거리와 단거리 구간의 아이볼트를 적절하게 설치해야하고, 이송되는 제품, 컨베이어 진동, 외부충격 등으로 인해 풀 코드 스위치 고장 원인이 될 수 있으므로 정기적인 점검을 하는 것이 필요하다는 의견이 있었다.

해외에서 약 70년이상 안전 제품을 개발·제작하는 제작업체에서는 다양한 국가에 풀 코드 스위치 등의 안전 제품을 제작하여 수출하고, 수입국가 또는 고객

이 원하는 요구에 맞춰 IEC, EN 등의 안전성 확인을 받은 폴 코드 스위치를 납품을 하고 있으며, 비상 상황 시 비상정지장치를 사용하기 힘든 사업장 환경에서 폴 코드 스위치를 과감하게 사용할 수 있는 분위기 조성 과 안전검사기관이 컨베이어 안전검사 시 폴 코드 스위치 정상 작동 여부의 확인이 불가능 할 경우 PLC (Programmable Logic Controller)를 통해 폴 코드 스위치 작동 이력이 안전검사 전에 있었는지 여부의 확인이 필요하다는 의견이 있었다.

상기의 실태조사를 통해 폴 코드 스위치의 장력과 처짐기준은 해외 규격을 만족하는 것으로 확인되었으나, 실태조사한 사업장은 안전검사기관을 통해 안전검사를 받은 사업장으로 안전검사 불합격 시 사용중지 등의 행정처분을 예방하기 위해 장력에 대한 기준을 조정했을 가능성이 있는 것으로 보였으며, 컨베이어는 크레인, 프레스 등의 기계와 달리 작동 중단이 발생하여도 다른 공정에 영향을 주지 않는 단독 설비가 대부분이나, 컨베이어는 연속 공정이 중단되는 경우 사업장의 부담이 발생된다는 인식 전환의 필요성을 확인하였으며, 비상 상황 시 작업자의 안전을 확보해야 하는 폴 코드 스위치 사용, 설치 및 점검 필요성에 대해 관계자들이 공감하는 것으로 확인되었다.

4. 결론 및 고찰

컨베이어 사고 예방을 위해 국내외 관련 법령 및 기술규격을 비교분석하고, 실태조사를 통해 폴 코드 스위치에 대한 안전인증 대상 확대, 안전검사기준 마련, 작업방법 규제개선 내용을 다음과 같이 제안하였다. 이를 통해 산업안전보건법령 및 관련 고시 개정 시 근거 자료로 활용되어 컨베이어 사업장의 안전한 분위기 조성 과 관계자 안전의식 향상에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

4.1 안전인증 대상 확대 필요

산업현장에서 사용되는 위험기계의 안전성이 확보되지 않는 경우 작업자 부상 또는 사망, 작업자를 고용한 사업주에게도 경제적 손실이 발생한다¹⁵⁾. 이에, 「산업안전보건법」제34조 및 같은 법 시행령 제28조에서는 제조·수입단계에서 안전성 확인을 통해 제조, 판매하도록 하는 안전인증 대상 기계기구, 방호장치, 보호구를 규정하고 있으며, 안전인증 대상 방호장치 대상에 폴 코드 스위치를 포함하여 제작(수입)단계에서 근원적 안전성 확보를 통해 안전한 제품이 유통되도록 안전인증 제도로 관리될 필요가 있다.

그러나, 폴 코드 스위치는 국내 제조사가 약 90% 점유하고 있으므로 안전인증 대상에 포함하기 전에 자율안전확인신고 대상으로 포함하여 국내 제조사의 기술력을 향상 시키고 단계적으로 안전인증 대상에 포함하는 것이 필요하다. 그러나, 폴 코드 스위치를 안전인증 대상 또는 자율안전확인신고 대상에 포함시키기 위해서는 「산업안전보건법 시행령」을 개정해야 하는데 최소 6개월 정도가 소요된다. 그러므로 현행 자율안전확인신고 대상에 포함되어 있는 컨베이어 자율안전확인신고 시 제조사가 제공하는 사용설명서에 폴 코드 스위치 설치 위치, 구성품, 사용 및 점검 시 유의사항 등에 대한 정보를 포함하여 컨베이어 사용자에게 제공하는 것이 필요하다.

4.2 안전검사기준 마련 필요

현행 법령에서는 폴 코드 스위치 안전기준에 대한 규정이 없었다. 그러므로 컨베이어 제작·사용단계에 대한 안전기준인 「위험기계·기구 자율안전확인 고시」와 「안전검사 고시」에 규정을 IEC 또는 EN 규격을 참고하여 장력기준과 처짐기준을 포함하는 것이 필요하다. 실태조사한 15개 사업장에서는 해외 규격의 처짐, 장력기준에 모두 만족하는 것으로 나타났다. 그리고 「위험기계·기구 자율안전확인 고시」의 자율안전기준과 「안전검사 고시」의 안전검사 기준에 IEC 또는 EN 규격 등의 기준을 포함하는 것은 컨베이어를 사용하는 산업현장에서 준수할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 보다 객관적이고 신뢰성을 높이기 위해 폴 코드 스위치 설치상태, 다양한 구간에서의 측정 등의 연구가 더 필요할 것으로 판단된다.

또한, 해당 기준은 벨트, 폴리 등에 작업자의 협착위험을 예방하기 위해 덮개, 울 등을 폴 코드 스위치로 대신할 수 있도록 하고 있다. 그러나 Canada의 광산관리규정(Regulation for Mines and Mining Plants)과 같이 폴 코드 스위치를 울타리(fence)나 바리케이트(barricade)를 대신할 수 없도록 하는 것이 필요하다. 폴 코드 스위치 설치 컨베이어 사업장 작업환경 등의 특성으로 설치 위치가 제각각 다르다. 그러므로 컨베이어 사업장에서 참고할 수 있는 폴 코드 스위치의 설치 가이드라인을 권고적인 사항인 안전보건기술지침으로 제정하여 모든 사업장이 참고할 수 있도록 하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

4.3 작업방법 규제 강화 필요

지난 해 12월 태안소재 발전소의 사망사고를 계기로 정부에서는 운전중인 석탄운반 컨베이어 등 위험

설비 점검 시 2인 1조 근무를 시행하고, 낙탄제거 등 위험한 설비와 인접한 작업을 해당 설비가 반드시 정지한 상태에서 시행되도록 한다는 내용을 발표한 바 있다. 이 사고와 같이 컨베이어 비상 상황 시 단독으로 일하는 작업자가 컨베이어 물림점에 협착되는 경우에 풀 코드 스위치 등 비상정지장치를 누르지 못하는 상황이 발생할 수 있다. 그러므로 『산업안전보건기준에 관한 규칙』 제38조 개정을 통해 컨베이어 정비, 보수 및 점검 시 사업주는 사전에 작업환경을 조사하고, 작업에 필요한 작업 인원, 작업량, 작업 순서, 작업 방법 및 위험요인에 대한 안전조치 방법을 포함한 작업계획서를 작성하여 그 계획에 따라작업할 필요가 있다.

정부에서는 컨베이어 사용 작업자의 사고 예방 및 안전작업 분위기를 조성하기 위해 위험상황 발생 시 풀 코드 스위치를 작동시킬 수 있도록 관계자 교육, 매뉴얼 등을 마련하는 등 안전의식 제고 방안이 필요하다. 컨베이어 사고는 대부분 사용 중 점검과 유지 보수가 발생되므로 유해위험한 작업의 자격·면허·경험 또는 기능을 가진 근로자가 작업을 하도록 하는 「유해·위험작업의 취업제한에 관한 규칙」 개정을 통해 컨베이어 점검 및 유지·보수 자격자에 대한 자격을 마련하여 작업자의 안전의식과 전문성을 향상시키는 것이 필요하다.

References

- 1) J. B. Baek, "A Study On the Development of Safety Factory Safety Model", KOSHA Occupational Safety and Health Research Institute, 2018.
- 2) Ministry of Employment and Labor of Korea, Occupational Safety and Health Act, 2019.
- 3) Ministry of Employment and Labor of Korea, Employment and Labor Notice, pp. 289-304, 2018.
- 4) Ministry of Employment and Labor of Korea, Industrial Accidents Statistics Report, 2019.
- 5) KOSHA, Yearly Industrial Accident Analysis Report, 2013-2017.
- 6) Ministry of Employment and Labor of Korea, Taean Thermal Power Plant Accident Related Department Joint Measures, December, 2018.
- 7) G. H. Choi, "A Study on the Actual Condition for Conveyor Disaster Prevention", KOSHA Occupational Safety and Health research Institute, 2010.
- 8) J. S. Lee, "A Development and Characteristics of Remote Emergency Stop Device for Conveyors", J. Korean Soc. Saf., Vol. 26, No. 4, pp. 14-19, 2011.
- 9) WORK SAFE BC, "Safeguarding Machinery and Equipment", 2017.
- 10) IEC, "Low-voltage Switchgear and Controlgear", IEC 60947-5-5, 1997.
- 11) BS EN, "Continuous Handling Equipment and Systems Safety and EMC Requirements for Fixed Belt Conveyors for Bulk Materials", BS EN 620, 2002.
- 12) NFPA, "Electrical Standard for Industrial Machinery", NFPA 79, 2007.
- 13) Ministry of Labour of Ontario, Occupational Safety and Health Act, Regulation for Mines and Mining Plants, 2018.
- 14) Ministry of Labour of Ontario, "Conveyor Guarding", 2017.
- 15) AS 1755, "Conveyors-Safety Requirements", Australian Standard, 2000.
- 16) H. G. Choi and B. G. Loh, "Risk Assessment of Industrial Machines and Devices and Appropriateness of Their Safety Certification and Self-Declaration of Conformity", J. Korean Soc. Saf., Vol. 31, No. 1, pp. 1-6, 2016.