

KOSHA GUIDE

M - 57 - 2020

압출기의 안전작업에 관한 기술지침

2020. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 서울과학기술대학교 이근오
- 개정자 : 안전연구실
- 개정자 : 김기식, 김정수

- 제 · 개정경과
 - 2010년 11월 기계안전분야 제정위원회 심의
 - 2012년 4월 기계안전분야 제정위원회 심의(개정)
 - 2020년 10월 기계안전분야 표준제정위원회 심의(개정)

- 관련규격 및 자료
 - KOSHA CODE M-06-2005 「사출성형기 방호조치에 관한 기술지침」
 - PPS-7 : Safety at extruder with caterpillar, belt or roller haul-offs
 - PPS-7 : Safety at extruder line(Revision 1)

- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제87조(원동기·회전축 등의 위험 방지)

- 기술지침의 적용 및 문의
 - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr)의 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
 - 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 교정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2020년 12월

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

압출기의 안전작업에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제87조 (원동기·회전축 등의 위험 방지)에 의거 압출성형기의 사고원인과 상세한 방호조치기준, 안전점검과 안전상 주의점 등에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 플라스틱 산업에서 사용되는 압출성형기 작업 시 및 점검 시에 적용한다. 이 기술지침은 KS B ISO 12100:2016의 발행 이전에 생산된 압출기와 케터필러, 벨트 또는 롤러 인취기에 대한 상당한 위험에 대해 일반적으로 수용되고 실행 가능한 방호조치에 대한 정보를 제공한다. KS B ISO 12100:2016은 압출기의 최신 기술을 포함한다. 이 기술지침은 1996년 이후에 제조된 압출기가 요구되는 최소 보호 수준을 충족하는지 확인하기 위한 점검용으로 사용될 수 있다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “압출기(Extruder)”라 함은 호퍼를 통하여 공급된 펠릿(pellet)상, 또는 분말상의 고체재료를 용융시킨 후 이것을 다이를 통해 압출하는데 필요한 압력을 발생시켜 파이프, 막대, 프로파일, 시트, 필름, 섬유, 피복전선 등과 같은 제품을 연속적으로 제조하는 기계를 말한다.

(나) “인취기(Haul-off)”라 함은 적당한 인장력과 맥동을 하지 않은 인장속도로 인출된 파이프나 시트 등의 치수를 균일하게 유지하여 인취하는 기계를 말한다.

(다) “절단장치”라 함은 인취로울러에 의하여 보내지는 시트를 필요한 크기로 자르는 장치를 말한다.

(라) “가동유지장치(Hold to run)”라 함은 수동으로 버튼을 누를 때에만 작동되고 버튼을 놓으면 자동으로 정지되는 조작 장치를 말한다.

(마) “위험요인(Hazard)”이라 함은 신체의 손상이나 상해를 초래할 수 있는 근원을 말한다.

(바) “가드”라 함은 기계의 일부로서 방호기능을 수행하는 물리적 방벽이며 케이싱, 덮개, 스크린, 문, 울타리(방호울) 등을 말한다.

(사) “고정식 가드(Fixed guard)”라 함은 가드가 특정위치에 용접 등으로 영구적으로 고정되거나 고정 장치(스크류, 너트 등)로 부착된 구조로서, 공구를 사용하지 아니하고는 가드의 제거 또는 개방이 불가능한 구조의 가드를 말한다.

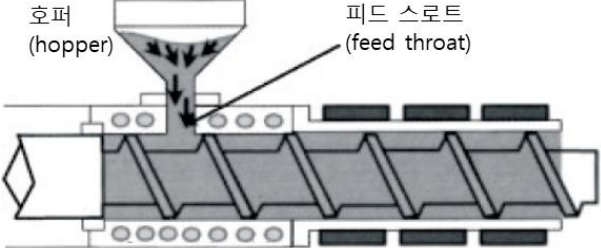
(아) “연동식 가드(Interlocking guard)”라 함은 기계의 위험한 부분이 가드로 방호되어 가드가 닫혀야만 작동될 수 있고 가드가 열리면 정지명령이 주어지는 연동장치와 조합된 가드를 말한다. 단, 가드가 닫혔을 때 기계의 작동이 초기화되는 방식을 의미하는 것은 아니다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 안전보건규칙 및 고용노동부 고시에서 정하는 바에 따른다.

4. 압출기의 방호조치

<표 1>에는 압출기에 적용할 수 있는 실질적인 방호조치가 나와 있다. 현재의 표준은 허용 가능한 안전 수준을 나타내기 위해 인용된다. 표준의 발행일이 기계 제조일 이후인 경우, 제조 당시의 최신 표준이 충족되는지 확인해야 한다. 1995년 이전 기계의 경우, PD 5304:2005를 충족하는 방호조치는 보다 최근의 KS B ISO에 대한 허용 가능한 대안이 된다.

<표 1> 압출기에 대한 실질적인 방호조치

위험 요인	방호 조치
<p>정상작동(즉, 시동과정/송급과정 제외) 중 송급부의 물림점에서 협착</p>	<p>KS B ISO 13857:2016에 제시된 안전한 거리에 적합한 호퍼 구조로 설치하여 회전 스크류(전체 구동장치 및 송급 구동장치)에 대한 접근을 방지해야 한다. 다른 대안으로 개구부에 고정형 가드(예: 그릴망)를 제공할 수 있다. 호퍼 및/또는 피드 슬롯을 분리할 수 있는 구조인 경우, 스크류 구동장치와 연동하거나 고정형 가드로 스크류에 접근을 방지해야 한다.</p> 
<p>배럴(Barrel)에 있는 다른 개구부에서 협착</p>	<p>스크류(Screw)의 위험한 움직임에 접근할 수 있는 경우, 설계를 통해 스크류에 접근할 수 없도록 하거나 고정 또는 연동형 가드로 스크류에 대한 접근을 막아야 한다.</p>
<p>고온면에 의한 화상</p>	<p>80℃ 이상의 고온부에는 불시 접촉을 예방하기 위한 가드나 단열재 사용하거나 금형과 같이 노출될 수밖에 없는 고열면이 있는 경우 경고표시</p>
<p>용융분출물에 의한 화상 특히, 배럴에 원재료가 남아 있는 상태에서 시동할 경우</p>	<p>가능하다면 금형(Die)에 분출물 방지용 가드를 사용할 것. 또한 작업자는 화상 예방을 위해 개인 보호장구(PPE)도 착용해야 한다. 압출기를 가동할 때 다른 사람들이 위험한 영역에 들어가는 위험을 줄이기 위해 펜스(Fence)나 차단벽을 치거나 또는 기타 조치를 할 필요할 수 있다.</p>
<p>크래머(Crammer)¹⁾ 송급장치의 구성요소에 의한 협착</p>	<p>설계에 의해 원천적으로 위험영역이 보호되거나, 고정 또는 연동형 가드로 위험 영역을 보호할 것. 크래머 송급장치의 이동에 의해 노출된 배럴의 개구부는 주 공급 개구부로서 보호되어야 한다.</p> <p>주1) 크래머 송급장치 : 호퍼에 수직으로 스크류가 달린 형태로 분체를 압출기의 배럴 이송하는 장치</p>

기계식 스크린 자동 교환 장치(Screen changer) ¹⁾ 에 접근하는 경우	고정형 및/또는 연동형 가드를 설치해야 한다. 주1) 스크린 체인저 : 용융수지가 필터 스크린을 통 과할 때 오염물질은 걸러져서 스크린 외부에 남게 된다. 오염물은 목재나 종이 부스러기와 같은 고형 물질뿐 아니라 수지가 고온가공 되는 과정에서 생기는 고분자 및 가교화된 폴리머도 포함되어 있다. 이 러한 스크린을 공압 또는 유압으로 측면방향으로 빼 서 교환할 수 있도록 하는 장치
---	---

5. 인취기(케터필러형, 벨트형 또는 롤러형)의 방호조치

<표 2>에는 인취기에 적용할 수 있는 실질적인 방호조치가 나와 있다.

<표 2> 인취기에 대한 실질적인 방호조치

위험 요인	방호 조치
정상작동(즉, 시동과정/송급과정 제외) 중 송급부의 물림점에서 협착	<p>다음과 같은 방식으로 컨베이어 형태의 송급장치로 인한 눌림점에서의 접근을 예방할 것.</p> <p>(1) 위험 구역 접근을 막는 보호 구조물의 형태로 고정된 가드(BS EN 953 및 KS B ISO 14120: 2003 참조)</p> <p>(2) 제품 라인을 따라 입구로부터 연장되는 터널 가드. 터널 가드의 길이는 가장 큰 제품을 수용하는 데 필요한 구멍에 의해 결정되어야 한다. 즉, 구멍의 치수가 크면 길이가 길어져야 손이 들어갈 안전거리가 확보되기 때문에 KS B ISO 13857을 사용하여 필요한 최소 도달 거리를 결정할 수 있다.</p> <p>(3) 위의 사항이 실행 불가능한 경우, BS EN 1088에 따른 연동형 가드를 사용하여 개방 시 인취기의 모든 움직임을 중지시킬 수 있다.</p> <p>(4) 위의 (1)~(3) 중 실행 가능한 선택사항이 없는</p>

	<p>경우에만 조정 가능한 가드를 사용할 수 있다.</p> <p>이 경우 가드가 압출되는 제품의 외형 크기에 맞게 적절히 조정되었는지 정기적으로 점검하여야 한다(다음 체크리스트 참조).</p>
시동작업/설정작업 중 끼임	<p>송급(Feeding) 중, 다음과 같은 방식으로 인취기의 위험한 움직임에 접근하는 것을 방지할 것</p> <p>(1) 인취기의 정지</p> <p>인취기가 정지된 상태에서 송급, 즉 압출물을 손이나 원치기구로 인취기 내로 당김</p> <p>(2) 인취기의 작동(상기 방호조치가 적절한 상태)</p> <p>(가) 방호조치가 적절히 유지된 상태에서 '로프' 또는 제품의 여분의 길이를 사용하여 압출기 출구의 압출물에 연결하고 인취기를 통해 당겨질 수 있도록 할 것</p> <p>(나) 몇몇 형상은 자체적으로 지지되지 않아(형상이 유지되지 않아) 작업자가 위험한 구역에 접근할 필요가 있을 수 있다(즉, 만일 형상이 인취기 내에서 꼬여지는 경우). 그러한 제품의 경우 작업자의 가드를 일시적으로 해제할 수 있지만, 다음과 같은 추가적인 안전장치가 제공될 경우에만 가능하다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 작업자가 위험 구역 쪽으로 잡아 당겨질 경우 인취기의 이동을 정지시킬 수 있는 장치로 작동 중인 물림점 앞에 위치한 압력 민감 가장자리(막대, 로프 등) 또는 원거리 협착 감시장치와 같은 협착 방지 장치 - 가동유지장치(페달 또는 대체 장치로 작동할 수 있음) 이때 압출기는 제품을 생산할 수 있는 가능한 최대 느린 속도로 작동되어야 한다. <p>만일 인취기로 양쪽에서 송급되는 경우, 모든 송급 위치에서 비상 정지에 접근할 수 있는지 확인해야 한다.</p> <p>고정된 물림점(즉, 멈추었을 때 물체를 배출하지 않는 곳)을 가진 인취기의 경우, 이러한 위험부위에는</p>

	전체적으로 방호해야 한다.
배출부에서 끼임	<p>(1) 배출부 즉, 벨트 및 롤러 사이와 같은 부위에서 배출 시 기계적 위험이 있는 경우 고정형 또는 연동형 가드로 이를 보호할 것</p> <p>(2) 인취기가 역방향으로 주행할 때만 협착점이 발생하는 경우, 위험한 영역이 명확히 볼 수 있을 때만 작업자가 저속으로 가동유지장치를 사용할 수 있다.</p>
압축기 측면에서 기계적 위험성	고정형 또는 연동형 가드 사용
절단기구 (톱날, 길로틴, 레이저)	<p>(1) KS B ISO 13857:2016에 따라 적절한 안전거리를 가진 고정되거나 연동된 가드 또는 터널 가드 사용할 것.</p> <p>(2) 수동으로 조절 가능한 가드는 허용되지 않는다.</p> <p>(3) 가드가 열려 있을 때 블레이드로부터 보호 필요</p> <p>(4) 장착되어 있다면, 톱날 이송장치에 의해 만들어진 협착 지점이 있는 경우, 이 영역을 방호되어야 한다.</p>
고온면에 의한 화상	80℃ 이상의 고온부에는 불시 접촉을 예방하기 위한 가드나 단열재 사용하거나 금형과 같이 노출될 수밖에 없는 고열면이 있는 경우 경고표시
불안정/전복	압출기가 움직이지 않도록 고정할 것.

6. 설정과정 동안 안전

상당수의 사고는 압출기에서는 청소작업(Purging; 기존의 원재료를 밀어내어 새로운 제품을 생산하기 위해 준비하는 단계)과 금형교체 작업에서 발생하고 인취기에서는 송급과정에서 발생한다. 다음 사항에 근거하여 작업자와의 협의하여 공구 교환 및 설정을 위한 안전 작업 시스템을 고안해야 한다.

6.1 압출기 안전

- (1) 청소작업 시 속도와 압력을 낮추어 작업할 것
- (2) 고온 기계 부품이나 압출 플라스틱을 취급하는 동안 내열성 장갑/보호용 장갑을 사용하고, 필요한 경우 팔을 보호할 수 있는 장치를 사용할 것
- (3) 용융 플라스틱으로 인한 위험이 있는 모든 작업에 대해 보안면과 안전모를 착용할 것
- (4) 금형을 제거하거나 새로운 압출물은 점검하기 위해 압출기가 작동하는 동안 금형 바로 앞에 서지 말 것
- (5) 압출기로 작업하는 구역 내에 인원을 최소화할 것
- (6) 금형을 위한 적절한 양중장치가 있는지 확인할 것

6.2 인취기 안전

- (1) 멈추었을 때, 인취기에 대해서는 모든 사전 조정(즉, 인취기와 생산라인의 장치(톱이나 길로틴)와의 정렬)을 할 것
- (2) 작업 시작 전 생산라인에 있는 모든 요소를 조정할 것
- (3) 재료의 온도가 낮아 장갑을 낄 필요가 없는 경우, 인취기에 압출물을 감을 때 장갑을 끼지 말 것. 소재의 온도가 장갑을 착용해야 할 경우 끼임 위험을 줄이기 위해 밀착형 장갑을 선택할 것
- (4) 만일 현실적인 이유로, 인취기가 멈춘 상태에서 재료의 송급이 불가능할 경우, 새로운 압출물을 당기기 위해서는 “로프”나 기존 생산품의 여유 부분을 사용할 것
- (5) 만일 움직이는 인취기의 위험지역에 접근해야 할 경우, 추가 안전조치를 취할 것(표 2의 '시동/설정 작업 중 협착' 위험요소에 대한 안전조치 참조)
- (6) 필요한 경우 공구를 사용하지 않고 크기별 블럭을 이용해 프로파일(특정 형상을 갖는 제품)을 회전시킬 것

- (7) 변형된 프로파일이 톱날/길로틴을 통과하면 절단할 수 있는 안전한 방법을 제공할 것

7. 작업자 안전 체크리스트

작업자에 의한 정기적인 안전점검은 압출기 사용 시 안전한지 확인하는 것뿐만 아니라 발생할 수 있는 문제를 확인하는 좋은 방법이다. 작업자의 점검은 매일 또는 금형이 변경된 후에 정기적으로 수행할 것을 권장한다.

다음은 작업자가 정기적으로 수행해야 하는 권장 최소 점검을 포함하고 있다. 작업자가 추가적으로 수행하여야 할 점검사항이 필요한지 여부는 제조업체의 지침을 참조할 수도 있다.

- (1) 고정형 가드와 연동형 가드는 모두 제자리에 있고 양호한 상태 및 단단히 고정되어 있어야 한다.
- (2) 모든 연동 장치가 올바르게 정렬되고 가드에 단단히 부착되어 있어야 한다.
- (3) 연동형 가드를 열면 보호되어야 할 부분이 즉시 멈추어야 한다.
- (4) 연동형 가드가 열려 있을 때 작동 버튼을 누를 경우 모든 위험한 부위가 정지 상태로 유지되어야 한다.
- (5) 시간 지연 연동장치가 장착된 경우 위험한 부품의 회전이 멈출 때까지 접근을 방지하여야 한다.
- (6) 해체할 수 있는 전용공구로써 필요한 고정형 가드를 제자리에 고정시키고 있어야 한다.
- (7) 압력 감지 매트가 장착된 경우, 매트를 밟을 때 압력 감지 매트 표시기가 작동하여야 한다.
- (8) 끼임예방 장치가 올바르게 작동하여야 한다.

- (9) 모든 제어반이 닫히고 잠기고 키가 제거되어있어야 한다.
- (10) 양수기동식 장치가 설치된 경우, 두 버튼을 함께 눌렀을 때 작동하여야 한다.
- (11) 가동유지장치가 설치된 경우, 버튼을 놓으면 기계가 정지하여야 한다.
- (12) 조정 가능한 가드가 장착된 경우, 조정 가능한 가드가 올바르게 조정되어 있어야 한다.
- (13) 안전장치, 연동장치 및 가드에는 손상의 증거가 없어야 한다.

9. 월간 압출기/인취기 점검

매월 압출기/인취기를 점검하는 것이 권장된다. 다음의 체크리스트는 제안된 최소 점검 목록을 제공하지만, 추가 유지보수 검사를 수행해야 하는지 여부는 제조업체의 매뉴얼을 참조해야 한다.

- (1) 공구를 사용해야만 해체할 수 있는 고정형 가드가 단단히 제자리에 잘 설치되어 있는지 여부
- (2) 모든 연동장치가 정확하게 연결되고, 가드에 단단히 부착되어 있는지 여부
- (3) 위험한 부분을 방호하는 연동형 가드가 열리면 즉시 정지하는지 여부
- (4) 가드가 열린 상태에서 위험한 부분이 가동되는지 여부
- (5) 시간지연연동장치가 장착된 경우 위험한 부품의 회전이 멈출 때까지 접근을 방지하는지 여부
- (6) 비상정지장치가 압출기 라인의 모든 연속적인 움직임을 막을 수 있는지 여부
- (7) 비상 정지 버튼이 눌러지고 버튼이 재설정될 때까지 모든 압출기라인의 이동이 정지된 상태로 유지되는지 여부

- (8) 협착방지용 와이어로프 구동식 안전장치가 압출기라인을 즉시 멈추게 하는지 여부
- (9) 제어함이 단쳐 잠겼으며, 지정된 사람이 키를 제거하고 보관하고 있는지 여부
- (10) 육안 검사를 통해 전기 배선의 상태가 양호하고 손상이 없지 여부
- (11) 안전장치, 연동장치 및 가드에는 손상된 흔적이 있는지 여부
- (12) 양수기동식 장치가 설치되어 있는 경우, 압출기라인이 작동하려면 두 버튼을 함께 눌러야 하는지 여부
- (13) 가동유지장치가 설치되어 있는 경우, 버튼을 놓으면 기계가 정지하는지 여부
- (14) 연동형 가드의 움직임이 관련된 유압, 공압 또는 전기로 구동되는 센서를 작동시키지 여부(시각적 점검)
- (15) 고압의 연성호스는 양호한 상태이며 고압호스를 고정하는 장치가 제자리에 고정되어 있는지 여부
- (16) 단열재 상태가 양호하고 온도 경고 표지판이 제자리에 있는지 여부
- (17) 인취기가 안정적인지 여부(인취기만 해당)
- (18) 모든 온도 제어기가 올바르게 작동하고 있는지 여부(압출기만 해당)
- (19) 조정 가능한 가드가 장착된 경우 적절히 조정할 수 있는지 여부(인취기만 해당)