

KOSHA GUIDE

M - 142 - 2012

고압 금속 다이캐스팅기의 안전작업에
관한 기술지침

2012. 6.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국산업안전보건공단 우 종 권
- 개정자 : 안전연구실
- 제 · 개정경과
 - 2009년 9월 기계안전분야 제정위원회 심의
 - 2009년 11월 총괄제정위원회 심의
 - 2012년 4월 기계안전분야 제정위원회 심의(개정)
- 관련규격 및 자료
 - The European Standard EN 869:1988
- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건 기준에 관한 규칙 제2편 제1장 제8절 제121조 (사출성형기 등의 방호장치)
- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2012년 6 월 20 일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

고압 금속 다이캐스팅기의 안전작업에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제1장 제8절 제121조 사출성형기 등의 방호장치)의 규정에 따라 고압다이캐스팅기의 안전성을 확보하기 위하여 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 고압 다이캐스팅기의 관련 작업 등에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

(가) “다이캐스팅(Diecasting)”이란 용융된 금속을 형틀 안으로 사출하고, 완전히 응고될 때까지 고압 상태로 유지하는 공정을 말한다.

(나) “다이캐스팅기(Diecasting machine)”란 용융된 금속에 압력을 가하여 기계의 플레이트에 부착된 분할 형틀 안으로 사출하는 전동기계를 말한다.

(다) “다이캐스팅 장비(Diecasting unit)”란 한 개의 제품 단위를 이루는 보조 장치와 다이캐스팅기로 구성된 장비를 말한다.

(라) “보조 장치(Ancillary equipment)”란 다이캐스팅기에 금속 주입, 주물 제거, 형틀분사와 같은 부가적인 공정 단계를 수행하는 자동장치를 말한다.

(마) “금속(Metal)”이란 주조에 사용되는 금속을 말한다.

(바) “고온 챔버 다이캐스팅기(Hot-chamber diecasting machine)”란 샷 슬리브 및 플런저가 보온 노 내의 용융 금속면보다 밑에 있는 다이캐스팅기를

말하며 그림 1과 같다.

(사) “저온 챔버 다이캐스팅기(Cold-chamber diecasting machine)”란 용융 금속이 별도의 보온 노에서 측정된 양만큼 샷 슬리브로 보내지는 다이캐스팅기를 말한다.

(아) “수평저온 챔버 다이캐스팅기(Horizontal cold-chamber diecasting machine)”란 샷 슬리브가 수평으로 장착된 저온 챔버 다이캐스팅 기를 말하며 그림 2와 같다.

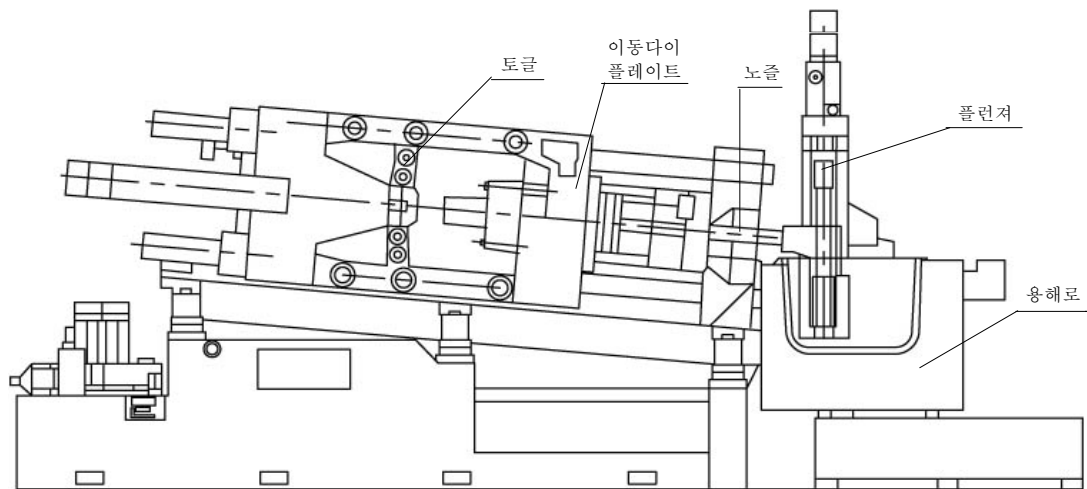
(자) “수직저온 챔버 다이캐스팅기(Vertical cold-chamber diecasting machine)”란 샷 슬리브가 수직으로 장착된 저온 챔버 다이캐스팅 기를 말하며 그림 3과 같다.

(차) “고정 플레이트(Fixed platen)”이란 고정된 형틀 반쪽과 금속 사출 시스템이 부착된 플레이트를 말한다.

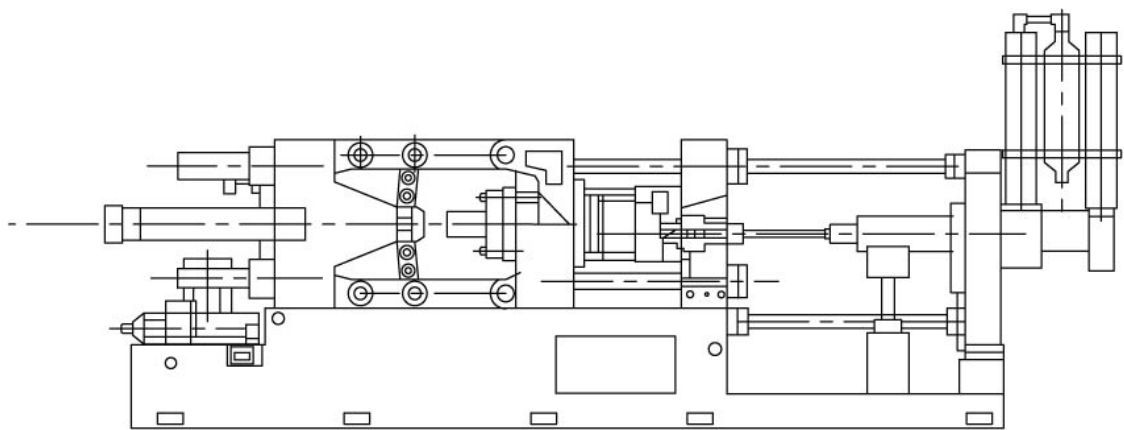
(카) “이동 플레이트(Moving platen)”이란 움직이는 형틀 반쪽이 부착되는 플레이트를 말한다.

(타) “샷 슬리브(Shot sleeve)”란 내부에서 용융 금속에 압력이 가하여 지는 원통형 용기를 말한다.

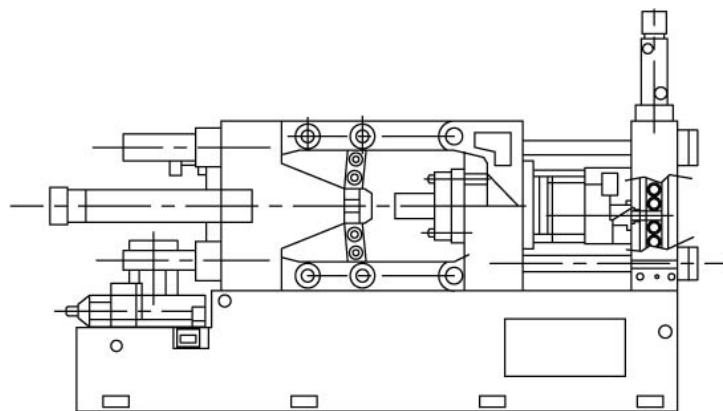
(파) “플런저(Plunger)”란 샷 슬리브에서 형틀로 용융금속에 힘을 가하고 응고 중에 압력을 가하는 피스톤을 말한다.



<그림 1> 고온 챔버 다이캐스팅기



<그림 2> 수평 저온 챔버 다이캐스팅기



<그림 3> 수직 저온 챔버 다이캐스팅기

- (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 의한다.

4. 위험요인

4.1 일반사항

다이캐스팅기의 위험요인은 작업자의 위험 동작(압착 또는 끼임), 위험 방출물질(열 방출, 금속 분무 및 튀, 분사 압력 유체) 또는 소음, 가스, 증기, 전기 등에 의한 것이다.

4.2 기계적 위험요인

- (1) 다이캐스팅기 및 그 보조 장치의 기계적 위험요인은 기계설비자체에 의한 위험(걸려 넘어지거나 부딪힐 위험) 및 위험 동작(압착, 끼임) 때문에 발생할 수 있으며, 위험 동작에는 다음과 같이 구분할 수 있다.

- (가) 다이의 동작
- (나) 코어 풀러의 동작
- (다) 이젝터의 동작
- (라) 보조 장치의 동작
- (마) 사출 시스템의 동작
- (바) 가드의 동작
- (사) 토글, 다이 클램핑 장치, 췌기의 동작
- (아) 공구 고정 장치의 동작

- (2) 가압 유체가 들어있는 저장실, 파이프라인, 호스의 파열 위험요인이 있다.

4.3 전기 및 제어 시스템 위험요인

- (1) 다이캐스팅기의 전기적 위험요인은 다음에 의하여 발생할 수 있다.

(가) 직접 또는 간접적인 전기 접촉

(나) 전기 장비에 의한 영향

(2) 예상치 못한 기계 고장 또는 오작동에 의하여 전기, 전자 제어 시스템 및 유압 또는 공압 제어 시스템에서 발생할 수 있다.

4.4 열적 및 폭발 위험요인

(1) 다이캐스팅기에서는 다음과 같은 열적 위험요인이 있을 수 있다.

(가) 다이의 분리선 밖으로, 샷 슬리브 및 플런저 사이에서, 노즐과 다이 사이에서 용융 금속의 분사 또는 넘침

(나) 슬래그 터짐

(다) 공정상 가열된 기계의 구조부와 접촉

(라) 가공 물질 또는 도구를 가열하는데 사용되는 보조 장치와 접촉

(마) 고온의 작동 유체가 유출

(사) 용융로 또는 용해로에서 방출되는 열

(2) 다이캐스팅 작업에서는 용해로 등에 물 등이 유입되어 수증기 폭발이나 마그네슘 등 첨가물이 이상현상 또는 혼합금지물질 등과 접촉 등으로 폭발 위험이 있을 수 있다.

4.5 화재 위험요인

화재 위험요인은 배관 파열시 용융금속, 가열장치, 고온부위 및 가연성 물질 등이 복합적으로 작용하여 발생할 수 있다.

4.6 추락 등

작업자가 정상적인 작업 중이거나 유지, 보수 작업 등을 위하여 지면보다 높은 곳에서 또는 기계 위에서 작업하고 있을 경우, 다이캐스팅기에서 추락하는 위험이 발생할 수 있다.

4.7 소음 위험요인

(1) 다이캐스팅 기계에서 다음과 같은 소음 발생원이 있을 수 있다.

(가) 주조 공정

(나) 기계의 움직이는 부품 및 이러한 부품의 동력원

(다) 기계를 설치한 방법

(라) 다이 분사

4.8 가스, 증기, 흠, 분진에 의한 위험요인

다이캐스팅기에서 윤활제 사용, 방출제 사용, 특정종류의 금속(납합금 등) 및 청소 중에 위험 가스, 증기, 흠에 의한 위험요인이 발생할 수 있다.

4.9 근골격계 질환 등의 위험요인

(1) 다이캐스팅기의 설치 및 유지관리, 주물을 수작업으로 제거 시, 무거운 하중을 부적절하게 들어 올리는 과정에서 발생하는 요통 또는 반복동작으로 인하여 근골격계 질환 등의 재해가 발생할 수 있다.

(2) 다음과 같은 부적절한 작업 자세로 인한 요통 등이 발생 할 수 있다.

(가) 작업 패널의 높이가 부적절

- (나) 작업 패널의 위치가 부적절
- (다) 설치의 방법 및 유지관리의 부적절

5. 안전 작업을 위한 방호장치

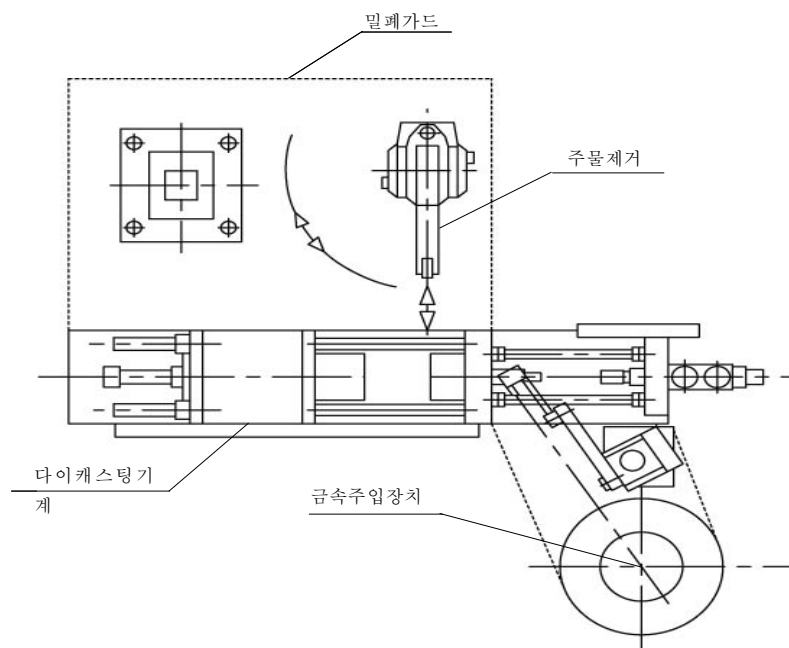
5.1 일반사항

- (1) 다이캐스팅기를 설계할 때에는 위험요인에 따른 방호조치를 고려하여야 한다.
- (2) 보조 장치가 다이캐스팅기와 일체형이 아닌 경우, 다이캐스팅 기계의 설계자, 제조자, 공급자는 보조 장치를 다이캐스팅에 안전하게 연결할 수 있는 방법을 제공하여야 한다.
- (3) 설계상 위험요인을 없앨 수 없는 경우에는 다이캐스팅기나 그 주위에서 작업하는 사람들을 보호하기 위하여 특별한 안전장치(안전방책, 연동제어장치, 절차서)가 요구된다.

5.2 기계적 안전조치

- (1) 다이캐스팅기의 안전장치는 기계 자체의 위험요인에 의한 재해가 발생하지 않도록 설계되어야 하며, 가드형 동력 조작식인 경우, 가드사이의 틈(Trap)이 발생되지 않도록 하여야 한다.
- (2) 작업자가 위험공간에 있는 경우라도 앞쪽 모서리에 안전 트립 장치를 설치하여 안전 트립 장치가 작동하면 움직이는 가드가 운동을 멈추거나 운동 방향이 반대가 되도록 하여야 한다.
- (3) 가드가 닫힐 때 가드와 기계 프레임 사이에 사람이 위치하지 않도록 하여야 한다.
- (4) 움직이는 가드에서 그 가드와 기계 프레임 사이의 거리가 가드 전체 길이의 100 mm를 넘지 않도록 하며, 가드 자체의 구성물에 의하여 작업자의 보호가 이루어져야 한다.

- (5) 가드가 움직이거나 점검문이 닫혀 있을 경우에만 작업을 하여야 하며, 다이를 보호하는 가드가 열리면 그 즉시 다이가 동작을 멈춰야 한다.
- (6) 주조 공정은 다이를 위한 움직이는 가드 또는 점검문이 닫혀 있고, 다이가 밀폐되어 있거나 잠겨있을 경우에만 진행되어야 한다.
- (7) 유압식 밀폐 작동기가 있는 기계의 경우, 밀폐 실린더가 작동하고 있는 중에도 다이 밀폐 동작이 끝나지 않을 수 있으므로 다이가 적절히 닫히도록 추가적인 조치를 취하여야 한다.
- (8) 다이캐스팅기, 로봇 장비와 같은 보조 장비 사이의 상호 작용으로 움직이는 가드를 이용할 수 없는 경우 <그림 4>와 같이 밀폐 가드를 설치하여야 한다.



<그림 4> 다이캐스팅기의 밀폐가드

- (9) 밀폐가드 내에 비상 정지 장치를 다음과 같이 적절하게 설치하여야 한다.
 - (가) 밀폐가드의 점검문은 안으로 열리지 않도록 설계하여야 한다.

(나) 이 문은 두 개의 기계적 리밋 스위치로 다이캐스팅기 및 그 보조 장치의 제어 장치와 연결하여야 한다.

(다) 리밋 스위치는 점검문이 닫혀 있고, 장치 시작 명령(리셋에 의한 재가동)이 작동된 후에만 다이캐스팅기 및 그 보조 장치를 시작할 수 있도록 연결하여야 한다.

(라) 재 가동장치는 밀폐가드 밖에서만 작동시킬 수 있도록 위험 구역 밖의 문 근처에 설치하여야 한다.

(마) 리밋 스위치의 신호는 안전 측면에서 다이캐스팅기 및 그 보조 장치의 전자 제어 시스템과 독립적이어야 한다.

5.3 전기 및 제어 시스템에 관한 안전조치

(1) 전기 리밋 스위치를 이용하여 유압밸브 등을 작동시키는 경우, 리밋스위치 신호가 안전 측면에서 전기 및 전자 기계 제어 시스템과 독립적이어야 한다. 리밋 스위치의 전기 시스템은 다음을 따라야 한다.

(가) 전기/전자 제어 시스템의 케이블과 별도이고, 독립적인 전기 케이블로 리밋 시스템을 작동시켜야 한다.

(나) 유압 보조 밸브와 배선 연결되고, 그 밸브에 직접 작용하여야 한다.

(2) 전기 리밋 스위치의 기능은 리밋 스위치에서 발생한 고장이 자동으로 감지되어 다음 사이클이 시작되지 않도록 기계의 각 사이클 또는 최소한 움직이는 가드의 각 사이클에서 모니터링 되어야 하며, 모니터링 회로에 대한 다음의 요구조건을 만족시켜야 한다.

(가) 리밋 스위치 신호의 정확한 논리적 연관성 여부가 모니터링 되어야 한다.

(나) 움직이는 가드의 각 사이클에서 리밋 스위치의 스위칭 위치의 변화가

모니터링 되어야 한다.

(다) 가드 스위치의 반대 신호가 모니터링 되어야 한다.

(라) 제어 회로의 동작 신호가 발생하여야 한다.

(마) 모니터링 회로는 보조 유압 밸브를 위한 제어 신호를 발생하여서는 아니 된다.

(3) 다이의 위험한 동작에 영향을 주는 다이캐스팅기 제어 시스템의 부품과 연결되고, 안전에 영향을 미치는 보조 장치의 제어 시스템 부품은 고장이 발생하였을 때 항상 안전 기능이 실행되도록 설계하여야 한다.

(4) 위험 동작이 다른 보호 장치(전자 반응 보호 장치 등)와 연동되어 있는 경우, 가드가 열려 있을 때에만 보조 장치의 동작이 허용되도록 하여야 한다.

5.4 열적 및 폭발예방 안전조치

(1) 고정 및 이동가드, 밀폐가드는 용융물 등 고온의 분사 금속으로 인한 작업자를 보호할 수 있는 구조이어야 한다.

(2) 다이캐스팅 작업과 관련된 용해로 등에 물 등이 유입되어 수증기 폭발이 발생하지 않도록 하여야 하며, 마그네슘 등 첨가물이 혼합금지물질 또는 가연성물질 등과 접촉하지 않도록 폭발예방을 위한 안전조치를 고려하여야 한다.

5.5 화재 등에 대한 안전조치

(1) 다이캐스팅 장비의 유압 시스템은 내화성 유체를 사용할 수 있도록 제조하여야 한다. 파이프라인은 예상되는 기계적, 열적 하중을 견디고 우발적으로 발생하는 기계적 또는 열적 파손으로부터 보호되도록 설계하여야 한다.

(2) 가압 가연성 방출물질을 사용할 경우, 파이프가 파손되었을 때 유체가 분사

되는 것을 자동으로 막는 보호 조치를 하여야 한다. 적절한 조치의 예로는 펌프 차단 장치 및 라인 파손 안전장치가 있다.

- (3) 열 교환기를 위한 연결 조인트 및 파이프라인은 열 교환기 매개물이 누출 되더라도 발화될 수 없도록 설치하여야 한다.
- (4) 움직이는 부분(문 등)의 개폐는 사람이 가까이 가는 경우 갑작스런 추락이나 전도의 원인이 되지 않도록 한다.
- (5) 고정힌지, 고정점, 지지부와 장착은 충분한 강도와 안전성이 보증되어야 한다.

5.6 추락재해 예방

정상적인 운전, 셋업, 유지관리 중에 추락하지 않도록 보호하기 위하여 적절한 작업 플랫폼과 접근 사다리를 설치하여야 한다.

5.7 소음에 대한 조치

- (1) 다이캐스팅기에 대한 소음대책으로 다음 사항을 고려한다.

(가) 펌프는 저소음 펌프를 선택한다.

(나) 불필요한 공압 에너지의 방출을 막아야 한다. 소음기 또는 배기 필터의 사용을 고려한다.

(다) 울려서 소음이 발생하는 파이프라인에 소음을 줄이도록 특별히 설계된 체결 장치를 사용하여 안정화시킨다.

(라) 소음을 줄이기 위한 보강판 또는 소음 감쇠 재료를 설치하여 패널의 진동을 예방한다.

(마) 실행 가능하다면 소음 발생 장비를 작업자가 위치하는 구역과 멀리 떨어진 곳에 설치한다.

- (바) 소음 문제를 일으킬 수 있는 부품의 소음 배출을 제한하기 위한 장치의 사용을 권장한다.

5.8 가스, 증기, 흙, 분진 등 유해물질에 대한 조치

가스, 증기, 흙, 분진으로 인한 위험은 처리하는 재료(알루미늄, 아연 등)에 따라 결정되기 때문에 사용자의 적절한 유해·위험방지 조치가 요구된다.

5.9 근골격계질환 예방대책

- (1) 반자동 작동 다이캐스팅기의 수동 조작은 인체공학 원리에 따라 설계하여야 한다.
- (2) 다이캐스팅기는 셋업 및 유지관리 작업을 적절한 자세에서 실시할 수 있도록 설계하여야 한다. 작업의 특성에 따른 리프팅 장비, 금속 주입 장치, 주물 제거 장치의 적합한 설치를 고려하여야 한다.

6. 사용정보 및 설명서

6.1 정보표시

다음의 정보를 잘 알아볼 수 있고, 지워지지 않도록 다이캐스팅기에 표시하여야 한다.

- (1) 제조자 이름과 주소
- (2) 시리즈 명칭 또는 형식
- (3) 규제 필수 내용 표시

(4) 일련기계 번호

(5) 제작년도

(6) 공칭 체결력

(7) 무게

(8) 전기 특성

6.2 사용 설명서

- (1) 제조자는 모든 보조 시스템을 포함해 각 기계마다 사용 설명서를 제공하여야 하며, 설명서에는 다이캐스팅기의 고유한 특성과 방법을 명시하여야 한다.
- (2) 유지관리 설명서에는 위험요인에 관한 보호 조치를 포함하여 표시해야 하는 시험에 관한 지침, 유지관리 및 수리 작업을 위한 지침을 설명하여야 한다.
- (3) 또한, 유지관리 설명서에는 안전장치의 작동 여부를 정기적인 점검 계획에 따라 확인하여야 한다. 이러한 안전 점검의 주기는 신뢰도와 장치의 특성 및 중요도에 따라 설계 단계에서 규정하여야 하며, 운전 과정 중에 변경할 수 있도록 하여야 한다.