KOSHA GUIDE
M - 135 - 2016

고무 또는 합성수지 가공용 롤러기 방호조치에 관한 기술지침

2016. 12

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 한국산업안전보건공단 이융희
○ 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전실

○ 제·개정 경과

- 2002년 11월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
- 2002년 12월 총괄기준제정위원회 심의
- 2012년 4월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(개정)
- 2016년 12월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료

- BS EN1417(Rubber and Plastics Machines - Two roll mills - Safety requirements)

○ 관련 법규·규칙·고시 등

- 위험기계·기구 안전인증 고시 제6장(롤러기)

○ 기술지침의 적용 및 문의

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

공표일자 : 2016년 12월 27일
제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

KOSHA GUIDE
M - 135 - 2016

고무 또는 합성수지 가공용 롤러기의 방호조치에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제1장 제8절 제123조(롤러기의 울 등 설치) 및 위험기계·기구 안전인증 고시 제6장(롤러기)의 규정에 따라 롤러기에 의한 재해를 예방하기 위하여 롤러기의 방호조치에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 고무 또는 플라스틱 가공용 롤러기에 대하여 적용한다. 다만, 근로자에게 위험을 미칠 우려가 없을 경우 또는 롤러기 공급자에 의하여 이 지침에서 제시하는 방호조치와 동등 이상의 성능을 가지는 방호조치가 되어 있을 경우에는 그러하지 아니한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “롤러기”라 함은 2개 이상의 롤러를 한 조로 해서 각각 반대 방향으로 회전하면서 가공재료를 롤러 사이로 통과시켜 롤러의 압력에 의하여 소성변형 또는 연화시키는 기계를 말한다.

(나) “급정지장치”라 함은 롤러기의 전면에서 작업하고 있는 근로자의 신체일부가 롤러 사이에 말려들거나 말려 들어갈 우려가 있는 경우에 근로자가 손, 무릎, 복부 등으로 급정지기 조작부를 동작시켜 롤러기를 급정지시키는 장치를 말한다.

(다) “정지각”이라 함은 급정지장치를 작동시킨 후 롤이 멈출 때까지 회전한 각도를 말한다.

(라) “안전한계”란 정지봉의 작동 없이 운전자가 접근 시 안전하지 않은 지역을 구별한 수직 평면을 말하며 급정지기구가 설치되는 롤러에만 적용한다.

(마) “스톡가이드”란 롤러의 끝단 이상으로 재료가 밀려나는 것을 막기 위한 부품을 말한다.

(바) “스트립 컷팅기”란 롤러로부터 재료의 스트립을 잘라내기 위한 회전 또는 고정 칼날이 장착된 기구를 말한다.<그림 1a>

(사) “스톡 블랜더”란 롤러의 길이를 따라 왕복운동으로 재료를 골고루 퍼뜨리고 균일한 혼합을 얻기 위하여 재료를 지속적으로 재순환 시키는데 사용되는 장치를 말한다.

(아) “밀트레이”란 롤러 아래로 떨어지는 재료를 받기 위한 용기를 말한다.

(자) “재순환 컨베이어”란 롤러 아래로 떨어지는 재료를 재순환 시키는 장치를 말한다.<그림 1c>

(차) “필로우”란 재료를 뒤집고 잘라내기 위하여 롤러 방향으로 움직일 수 있고 들어갈 수 있는 기구를 말한다.<그림 1b>

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

4. 위험의 종류

(1) 롤러기에 관련된 기계적 위험

(가) 정상운행 중에 롤러 사이에서 협착, 분쇄될 수 있는 위험[그림 1a (1)가]
(나) 역회전 중에 롤러 사이에서 협착, 분쇄될 수 있는 위험[그림 1a (1)나]

(다) 스톡가이드와 롤러 사이에서 협착, 분쇄될 수 있는 위험[그림 1a (1)다]
(라) 브레이크 성능의 저하로 초래될 수 있는 위험

(2) 기타 부속설비와 관련된 위험

(가) 스트립 컷팅기의 칼날로부터 잘릴 수 있는 위험[그림 1a (2)가]
(나) 기계 프레임과 스톡 블랜더 운반구 사이에서 분쇄위험[그림 1a (2)나]
(다) 스톡 블랜더롤 사이에서 협착, 분쇄될 수 있는 위험[그림 1a (2)다]
(라) 롤러가 역회전 상태에 있을 때 롤러와 재순환 컨베이어 벨트 사이에서 협착, 분쇄될 수 있는 위험[그림 1c (2)라]
(마) 밀트레이의 배출에 기인한 충돌의 위험[그림 1a (2)마]
(바) 롤러와 필로우 사이에서 협착과 분쇄의 위험[그림 1b (2)바]

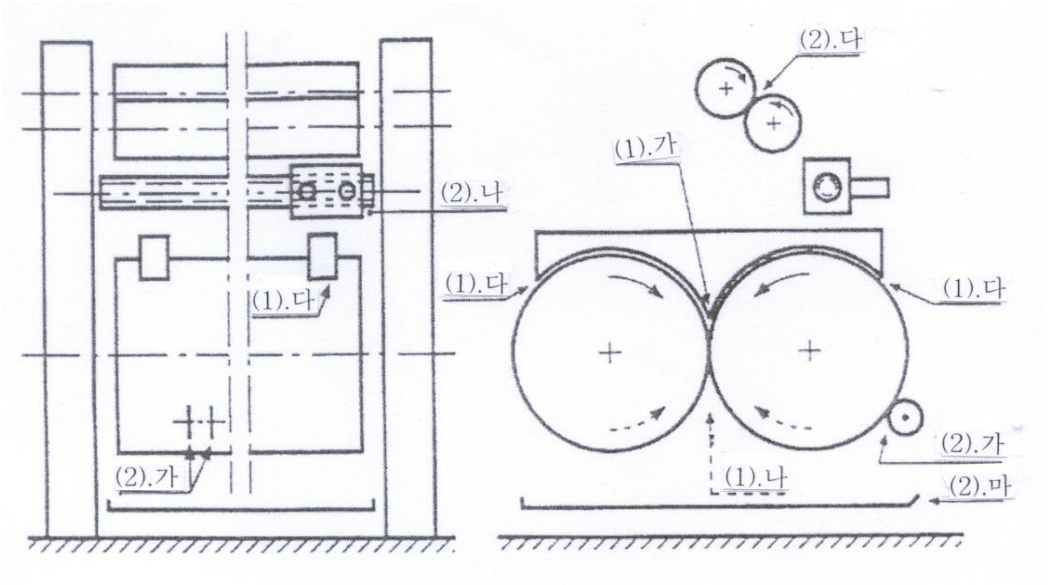
(3) 컨트롤 시스템의 고장 및 오작동에 기인한 위험

(4) 전기적 위험

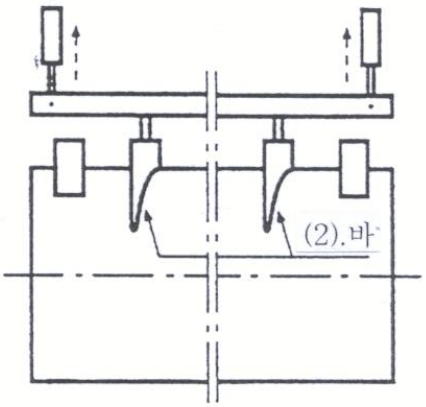
(5) 고열재료 또는 고열 기계부품에 접촉에 의한 화상

(6) 가스, 분진, 증기에 의한 건강장해 위험

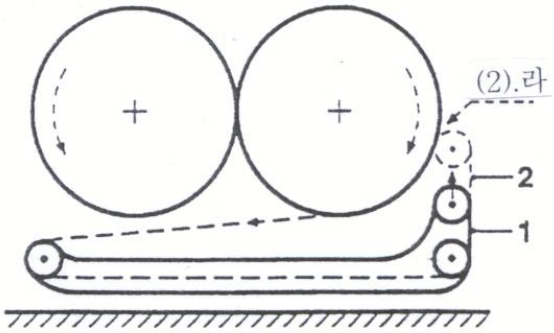
(7) 소음에 의한 위험
모터 및 구동 부분과 운전 중 재료 속에 있는 공기 방울의 터짐 등에 의한 소음 위험



<그림 1a> 스트립 컷팅기와 스톡 블랜더가 설치된 롤러기의 위험



<그림 1b> 필로우가 설치된 롤러기의 위험



1. 휴지위치
2. 작업위치

<그림 1c> 재순환 컨베이어가 설치된 롤러기의 위험

5. 안전 요구사항

5.1 기계적 위험예방

정상운전 중 위험(협착, 분쇄)지역에 접근되는 것을 막기 위하여 다음 사항 중 하나 이상의 예방조치를 취하여야 한다.

5.1.1 고정식가드

고정식가드는 위험지역에 접근되지 않도록 개구부 등이 완전히 격리될 수 있도록 <그림 2>와 같이 설치되어야 하며, <부록 1>의 기준에 맞도록 설계되어야 한다.

5.1.2 연동식 가드

잠금장치의 유무 여부와 상관없이 이 가드는 작동시 롤러를 정지시켜야 한다.

5.1.3 경첩식 가드 등 기계적으로 작동되는 정지기구

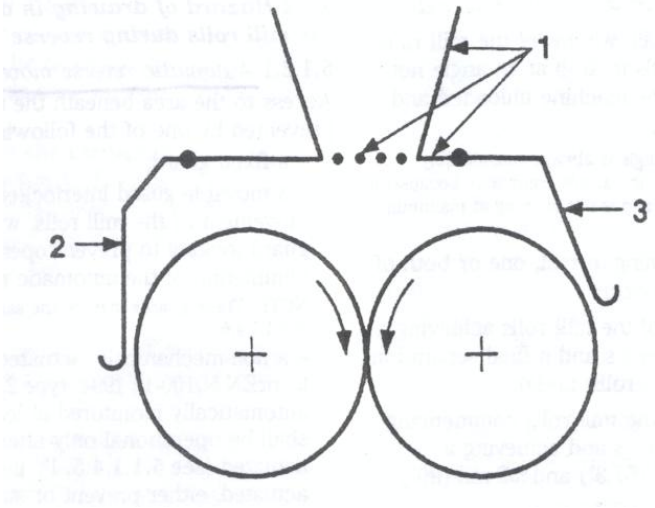
(1) 롤러의 전체 길이를 방호해야 한다.

(2) 작동시 롤러의 움직임을 멈추어야 하며, 멈추는 시간이 위험 지역에 접근 가능한 시간보다 짧아야 한다.

(3) 이 정지기구가 열려져 있어도 주 분쇄구역으로 접근이 허용되는 것은 아니다.

(4) 정지기구를 움직이는데 필요한 힘은 25N 이하이어야 한다.

(5) 정지기구의 동작이 롤러를 이격시키거나 역회전시키는 원인이 되서는 안된다.



1. 고정식가드
2. 연동식 가드
3. 경첩식 형태의 기계적으로 작동되는 정지기구

<그림 2> 가드와 경첩식 가드형 정지기구의 예

5.1.4 봉 또는 로프 형태의 급정지장치 조작부

(1) 설치 선행조건

(가) 기계의 설치

롤러의 상부 높이는 바닥에서부터 1,300mm 이상이어야 한다.

(나) 브레이크 시스템

① 최대 정지각은 1 rad(57.3°) 이하로 한다.
② 명시 정지각은 최대 정지각을 초과하지 않아야 한다.
③ 롤러는 정지봉의 동작 후에 명시 정지각(α°)이내의 각도에서 멈추어야 한다.

(다) 측정기구

롤러는 정지각을 측정하기 위한 장치를 구비해야 한다.

(2) 정지봉 또는 로프의 위치

(가) 정지봉 또는 로프는 롤러의 전 길이를 방호하여야 한다.

(나) 정지봉 또는 로프는 다음과 같이 위치해야 한다.

① 종류에 따른 설치높이

종 류	설치높이	수평거리
손으로 조작하는 것	밑면으로부터 1,800mm이내	앞면롤 끝단으로부터 50mm이내
복부로 조작하는 것	밑면으로부터 800-1,100mm	②참조
무릎으로 조작하는 것	밑면으로부터 400-600mm	

※ 손조작식은 봉 이외의 와이어로프 또는 섬유로프를 사용할 수 있다.
※ 복부조작식은 봉만 사용하여야 한다

② 복부로 조작하는 정지봉의 수평거리(출처: BS EN1417)

$$\text{수평거리} > b = \frac{D}{2}\left[1 - \cos\left(\alpha + \arccos\frac{D-8}{D}\right)\right] + 802$$

b : 최소 수평거리 (mm)
D : 전면롤러의 지름 (mm)
α : 명시 정지각 (rad)

※ 단, 수평거리는 최소 850mm 이상이고, α는 π/6 rad 이상으로 계산되어야 함.

(3) 정지봉 또는 로프의 동작

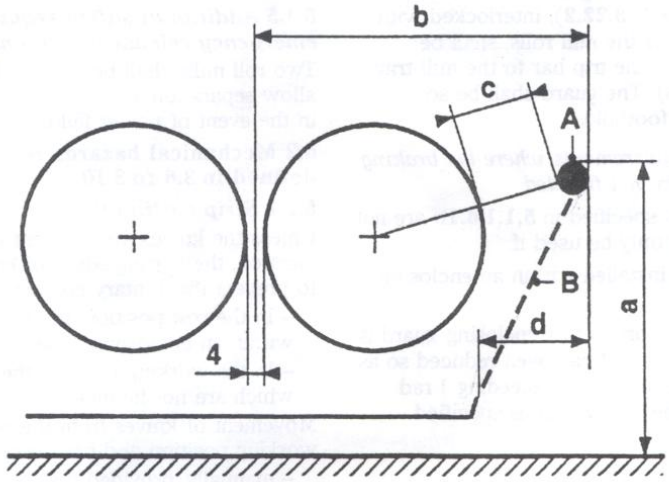
정지봉 또는 로프는 다음 요구조건을 만족해야 한다.

(가) 정지봉은 롤러를 향하거나 멀어지는 방향으로 10mm 이내 범위에 의하여 동작되어져야 한다.

(나) 정지봉은 20N 이하의 힘에서 작동되어야 한다.

(다) 각 끝단에 1개 이상의 센서를 구비해야 한다.

(라) 이 센서의 신호는 유선시스템에 의해 전송되어져야 하고, 조작회로는 유선으로 된 전기 기계적인 부품으로 제조되어져야 하며 정지봉이 원위치로 복귀되어도 롤러를 재가동할때까지 재동작 되어서는 안된다.



a : 지면에서 정지봉까지의 높이
b : 협착점과 정지봉 동작위치까지의 거리
c : 전면롤과 정지봉 사이의 최단거리
d : 정지봉과 트레이 사이의 수평거리
A : 정지봉
B : 보조가드

<그림 3> 정지봉의 위치와 보조가드

(마) 정지봉 또는 로프 동작의 효과

정지봉 또는 로프의 작동시 롤러의 어떤 동작중에라도 기계가 최고의 무부하 속도일 때의 명시정지각(α) 이내의 각도에서 멈추어야 하며, 멈춘 후 아래의 동작이 적어도 1가지 이상 일어나야 한다.

① 롤러의 자동적 분리가 5초 후에 25mm 발생하고, 최종적으로 50mm 정도의 분리가 되어야 한다.
② 롤러의 자동 역회전이 2초 이내에 개시되고, 57.3°와 90° 사이의 회전을 얻어야 한다.

(바) 기타 동작 효과

정지봉 또는 로프의 동작으로 아래와 같은 기타 동작효과가 있어야 한다.

① 스톡 블랜더 운반구를 멈추어야 한다.

② 90° 이하에서 스톡 블랜더의 롤을 멈추거나 자동 역회전 기구를 갖춘 기계에서 스톡 블랜더의 롤을 역회전 시켜야 한다.
③ 롤러의 자동 역회전을 갖춘 기계에서는 재순환 컨베이어 벨트를 정지 위치로 되돌려야 한다.

(사) 보조 가드

정지봉과 롤러 사이 또는 정지봉과 롤러 사이의 고정부품 간격이 400mm 이상이면, 고정가드 또는 롤러 방향의 움직임으로 연동되는 이동 가드는 정지봉과 밀트레이까지 확장되어야 한다. 또한 가드는 발판으로 사용되지 않도록 설계되어야 한다.

(아) 브레이크 시스템 필수조건이 만족되지 않는 경우의 부가적인 조건

브레이크 시스템 필수조건이 만족되지 않으면 다음 조건 하에서만 사용되어져야 한다.

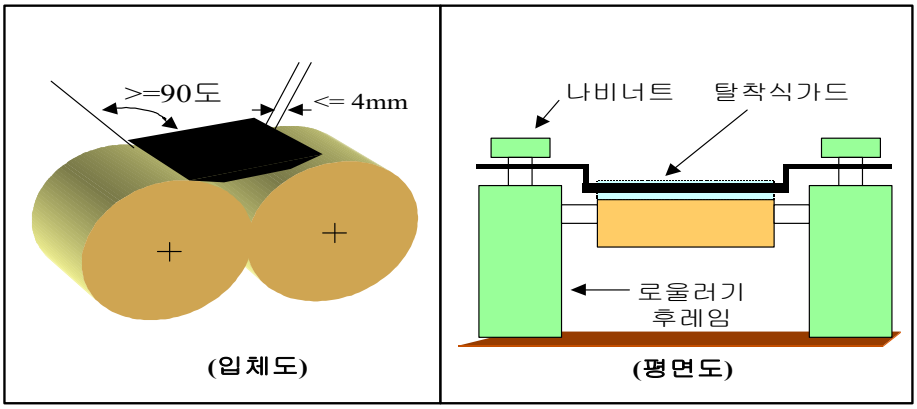
① 롤러는 밀폐가드안에 설치되어져야 한다
② 밀폐가드에서 진입도어는 명시정지각 이하, 57.3°를 초과하지 않는 정지 각이 얻어질 수 있는 속도까지는 열리지 않아야 한다.

(차) 조작부에 로프를 사용하는 경우

조작부에 와이어로프를 사용할 경우는 한국산업표준 KS D 3514(와이어 로프)에 정한 규격에 적합한 직경이 4mm 이상의 와이어로프 또는 직경이 6mm 이상이고 절단하중이 2,940N(300kgf) 이상의 합성섬유로프를 사용하여야 한다

(차) 청소 시 발생할 수 있는 위험예방

청소 시 발생할 수 있는 위험예방을 위하여 청소용 탈착가드를 설치 사용하여야 한다.<그림 4>



<그림 4> 청소용 탈착가드

(카) 역회전 중 롤러에서의 협착과 분쇄 위험예방

롤러 밑면으로의 접근은 다음 사항 중의 하나에 의하여 예방될 수 있다.

① 고정식가드
② 자동 역회전이 끝날 때까지 가드의 열림을 방지할 수 있는 가드 잠금장치가 있고 롤러 방향으로 연동된 움직일 수 있는 가드

(타) 인위적인 역회전시의 안전

롤러의 인위적인 역회전은 누를 때에만 동작되는 조정기구에 의해서만 가능해야 한다.

(파) 롤러와 스톡가이드 사이의 협착과 분쇄의 위험

롤러와 스톡가이드 사이의 간격은 4mm를 초과하지 않아야 한다.

(하) 브레이크 능력 상실로 인해 초래되는 위험에 대한 안전

① 브레이크 시스템은 전원 상실 시 브레이크 동작이 롤러를 자동적으로 멈추도록 설계되어져야 한다.

② 브레이크 시스템이 기계적인 마찰 브레이크로 구성된다면 브레이크 동작에 의하여 생성된 열은 충분히 분산되어야 한다.

(거) 사람의 비상구출을 위한 안전 요구사항

롤러는 전원 상실시에도 밀의 역회전 또는 분리가 가능한 기계구조로 되어 있어야 한다.

5.2. 기타 부속설비가 관련된 위험예방

5.2.1 스트립 커팅기

(1) 칼의 위치 때문에 본질적으로 안전하지 않다면, 칼날은 우발적인 접촉을 예방하기 위하여 보호되어져야 한다.

(가) 정지 위치에서 칼날은 덮개에 들어가 있어야 한다.

(나) 컷팅에 필요치 않은 칼의 부분들은 작업 위치에서 덮혀 있어야 한다.

(2) 정지위치에서 작업위치로의 칼의 움직임과 그 반대 움직임은 다음과 같아야 한다.

(가) 칼로부터 적어도 2m 거리에 위치한 “누를 시에만 동작되는 조작 기구(Hold to Run Control Device)”에 의하여 동작되거나

(나) 양수조작식에 의하여야만 동작되어야 한다.

5.2.2 스톡 블랜더 운반구

(1) 스톡 블랜더 운반구와 기계프레임 사이의 틈새는 충분하게 유지하여야 한다. (<부록 1>2. (3), (라) 방호망의 간격 참조)

(2) 분쇄 위험은 다음 사항에 의해 예방되어져야 한다.

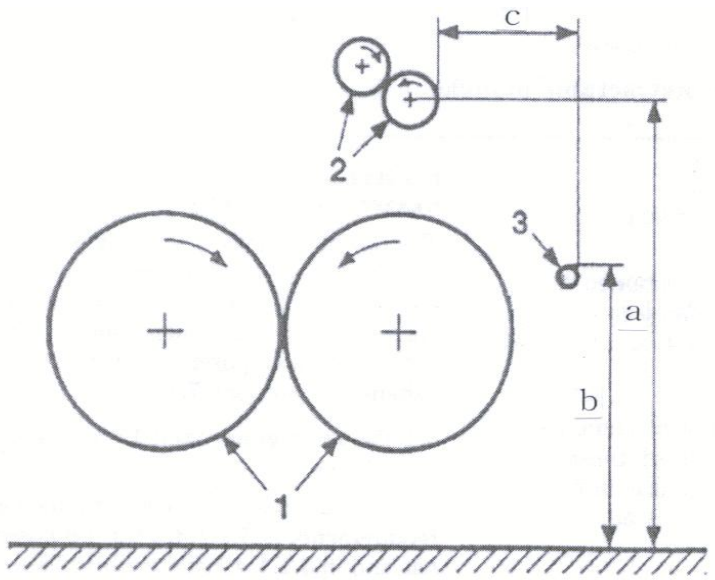
(가) 최소 틈새를 유지하기 위한 운반구 이동의 한계 유지

(나) 기계적으로 작동되는 정지기구

5.2.3 스톡 블랜더롤

(1) 스톡 블렌더롤은 정지봉의 동작 없이는 접촉될 수 없는 곳에 위치해야 한다.

(2) 위치는 <그림 5>에 따른다.



1. 밀롤
2. 스톡 블랜더롤
3. 정지봉

a : 지면으로부터 밀 블랜더롤까지의 높이
b : 정지봉까지의 높이
c : 정지봉과 밀블랜더롤 까지의 거리

※ a. b. c는 부록 “<표 1> 방호벽의 설치기준”에 따른다.

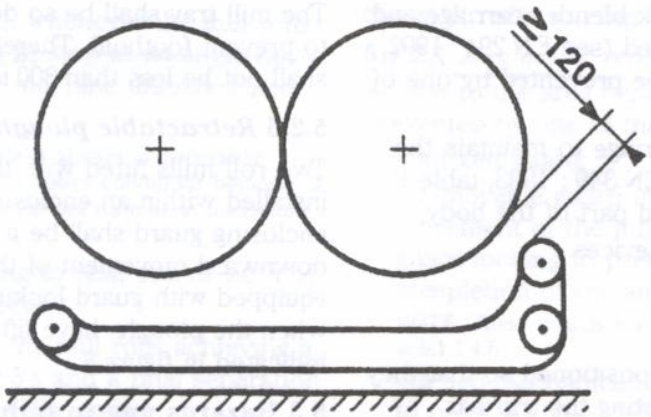
<그림 5> 스톡 블랜더롤의 위치

5.2.4 재순환 컨베이어

(1) 자동 또는 수동 역회전이 장치된 롤러에 있어서, 정지 위치시 전면롤과 재순환

컨베이어 사이의 거리는 적어도 120mm가 되어야 한다.<그림 6>

(2) 재순환 컨베이어는 롤 역회전이 시작되면 정지위치로 되돌려져야 한다



[단위 : mm]

<그림 6> 재순환 컨베이어

5.2.5 밀트레이

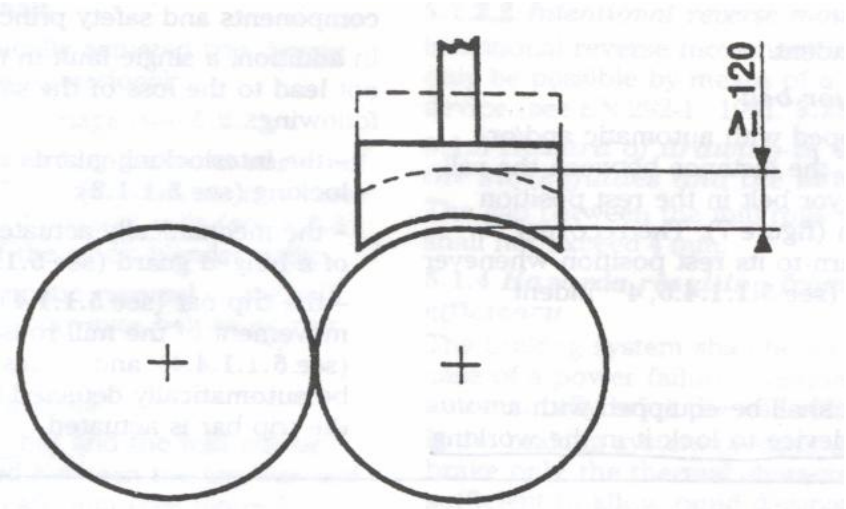
(1) 트레이가 움직일 수 있다면 작업 위치에 트레이를 고정하기 위한 기계적 자동 기구를 장착해야 한다.

(2) 밀트레이가 발판이 되지 않도록 구성되고 설계되어져야 한다.
이를 위해 <그림 3>의 정지용과 트레이 사이의 수평거리 d는 300mm 이상이어야 한다.

5.2.6 필로우

(1) 이 장치를 적용한 롤러는 밀폐가드내에 설치되어져야 한다. 밀폐가드에 있어서 문은 필로우의 아랫방향 움직임과 연동되어져야 한다.

(2) <그림 7>에서와 같이 적어도 120mm 이상 필로우가 들려질 때 접근하는 것이 허용되도록 연동되어져야 한다.



<그림 7> 필로우

5.3. 컨트롤 시스템의 실패에 기인한 위험

컨트롤 시스템의 안전 관련 부품과 부속품은 물론 안전장치는 예측되는 영향을 견딜 수 있도록 공인된 것으로 설계되고, 선택되고, 조립되고, 조합되어져야 한다.
잘 만들어진 안전 부품과 안전 원칙이 적용되어져야 한다. 컨트롤 시스템의 작동이 실패하더라도 다음 기구는 안전기능을 상실하지 않아야 한다.

(1) 연동가드

(2) 경첩식 가드 형태에 있어서 기계적으로 작동되는 정지기구

(3) 정지봉(단, 밀롤의 움직임이 관련되는 경우)

5.4. 전기적 위험

고용노동부고시 제2016조-29호(위험기계 · 기구 안전인증 고시) 별표5 롤러기 제작 및 안전기준을 따른다.

(1) 전기회로

(가) 정전 후에 롤러기 주 전동기에 전기가 통하게 되는 때에는 기동장치를 재조작 하지 않으면 주 전동기가 가동하지 않아야 한다.

(2) 전동기

(가) 전동기는 사용장소의 온도조건 및 기타 사용조건에 적합한 구조의 것이어야 한다.
(나) 축동력에 대하여 충분한 정격출력을 가져야 한다.
(다) 전동기는 이상소음, 이상발열이 없어야 하고, 절연저항의 값은 다음 계산식을 만족하여야 한다

$$\text{절연저항}[\text{M}\Omega] > \frac{\text{사용전압(V)}}{1{,}000 + \text{출력(KW)}}$$

(3) 조작용 전기회로의 전압

롤러기의 조작용 전기회로 및 방호장치 조작용 전기회로의 전압은 대지전압 150V 이하의 것이어야 한다.

(4) 접지상태

(가) 전동기, 제어반, 프레임 등은 접지하여 그 접지저항이 사용전압 400V 미만인 경우에는 100Ω이하, 400V 이상인 경우에는 10Ω 이하이어야 한다.
(나) 접지선은 당해 전기기계·기구에 충분한 용량 및 전기적, 기계적 강도를 가져야 한다.

(5) 인입개폐기

인입개폐기는 당해 부하정격전류 용량이상, 전동기 정격전류의 3배에 기타 부하전류를 합한 값 이하이어야 한다.

(6) 시동방식

전동기의 용량에 따라 시동방식 및 과부하 보호장치 등의 사용이 적절한 것이어야 한다.

(7) 전자접촉기

전자접촉기 등의 조작회로는 전자접촉기 등의 한끝이 접지 되었을 때 전자접촉기 등이 폐로될 경우가 있는 것은 다음 각 호에 정하는 바에 따른다.

(가) 코일의 한 끝은 접지측 전선에 접속할 것
(나) 코일의 한 끝과 접지측 전선과의 사이에는 개폐기 등이 없을 것

5.5. 고열 위험

롤러기가 밀폐되지 않아 고열부분에 접촉이 있을 수 있는 경우 이런 부분은 단열되어져야 한다.

5.6. 건강에 해로운 증기, 가스, 분진에 기인한 위험

유해물질이 방사될 때 유해물질의 제거를 위해 배기 시스템이 기계의 구조변경 없이 설치될 수 있도록 설계되어져야 한다.

5.7. 소음에 의하여 발생되는 위험

기계가 소음이 적도록 저소음 부품을 사용하는 것이 최선의 방법이며 재료 속의 공기방울이 터지는 소음은 제거될 수 없으므로 귀마개 등 보호구를 착용해야 한다.

6. 안전요구조건의 확인과 측정

다음 〈표 1〉에 의하여 안전요구 조건을 확인하고 측정한다.

〈표 1〉 확 인 표

연번	항 목	육안검사	기능검사	측정	계산
1	고정가드	○		○	
2	인터록가드	○	○	○	
3	기계식 정지기구	○	○	○	
4	정지봉 또는 로프의 설치조건	○	○	○	
5	정지봉 또는 로프의 위치	○		○	○
6	정지봉 또는 로프 동작	○	○	○	
7	정지봉 또는 로프 효과		○	○	
8	정지봉 또는 로프의 기타동작 효과		○	○	
9	보조가드	○	○	○	
10	브레이크 성능	○	○	○	
11	로프의 강도	○		○	
12	청소용 탈착가드	○		○	
13	롤러의 역회전	○	○		
14	인위적 역회전	○	○		
15	스톡가이드와 밀롤 사이의 간격			○	
16	브레이크		○		
17	비상구출	○	○		
18	스트립 컷팅기	○	○	○	
19	스톡 블랜더 운반구	○	○	○	
20	스톡 블랜더롤		○	○	
21	재순환 컨베이어		○	○	

연번	항 목	육안검사	기능검사	측정	계산
22	밀트레이	○	○	○	
23	필로우	○	○	○	
24	콘트롤 시스템		○		
25	전기적 위험요인	○	○		
26	열의 위험요인	○		○	
27	건강에 해로운 전기, 가스, 분진의 위험요인	○		○	
28	소음	○		○	

7. 사용정보

7.1 사용설명서

(1) 일반

사용 설명서는 다음 정보와 지침을 포함해야 한다.
(가) 작업중에 재료, 밀롤의 고온에 사용하기에 적합한 보호구
(나) 국소배기 시스템의 설치 사용방법
(다) 소음에 대처하기 위한 보호구

(2) 정지봉이 설치된 롤러

아래 정보와 지침을 포함해야 한다.
(가) 롤러의 상면이 작업자가 서 있는 위치에서 1,300mm 이상 위치에 설치 되어야 한다.
(나) 안전한계에 관한 설명과 경고 및 주의
(다) 명시 정지각도 값
(라) 정지봉의 시험주기와 방법
(마) 브레이크 시스템의 조정
(바) 정지각을 측정하기 위한 기구의 사용법

7.2 표지

(1) 일반

(가) 제조자와 공급자의 이름
(나) 형식명
(다) 모델명
(라) 생산 일련번호
(마) 제조년도

(2) 정지봉이 있는 롤러

(가) 안전한계가 확실하고 영구적인 방법으로 기계프레임 상에 표시되어야 한다.
(나) 기계에는 정지봉의 작동 없이 안전한계에 접근하면 안전하지 않음을 표시해야 한다.

〈부록 1〉

가드의 설치방법

1. 가드의 분류(구조상 분류)

가드 ┌ 고정형 가드(Fixed guard) - 완전밀폐형, 작업점용
　　├ 자동형 가드(Automatic guard) - 이동형, 가동형 - 기계, 전기, 유공압활용
　　└ 조절형 가드(Adjustable guard) - 작업여건에 따라 조절하여 사용

2. 가드의 설치

(1) 재료

강철망, 환봉, 타공망, 투명프라스틱, 목재 등

(2) 설치조건

① 충분한 강도를 유지할 것
② 구조가 단순하고 조정이 용이할 것
③ 작업, 점검, 주유 등에 장애가 없을 것
④ 위험점이 잘 방호될 것
⑤ 개구부 등의 간격이 적정할 것

(3) 설치

(가) 개구부 간격

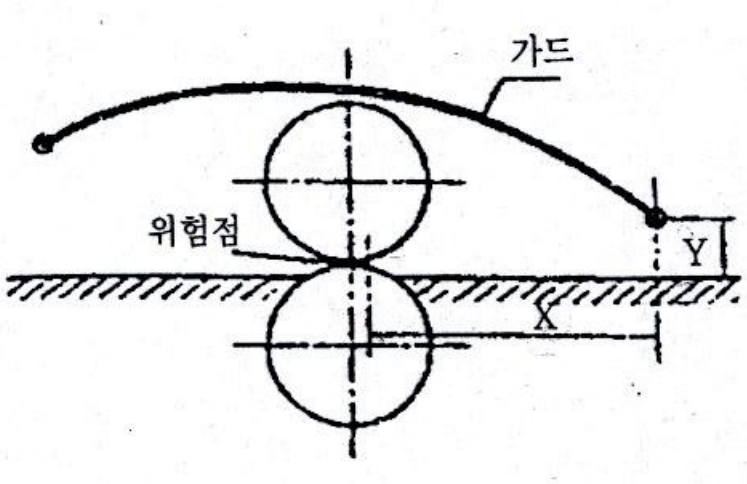
가드를 설치할 때 일반적인 개구부의 간격은 다음의 수식으로 계산한다.

y = 6 + 0.15 x (x < 160mm)

(단: x ≧ 160mm 이면 y=30)

여기서 x : 개구부에서 위험점까지의 최단거리(mm)

y : 개구부의 간격(mm)



<그림 1> 안전개구부

다만, 위험점이 전동체인 경우 개구부의 간격은 다음식으로 계산한다.

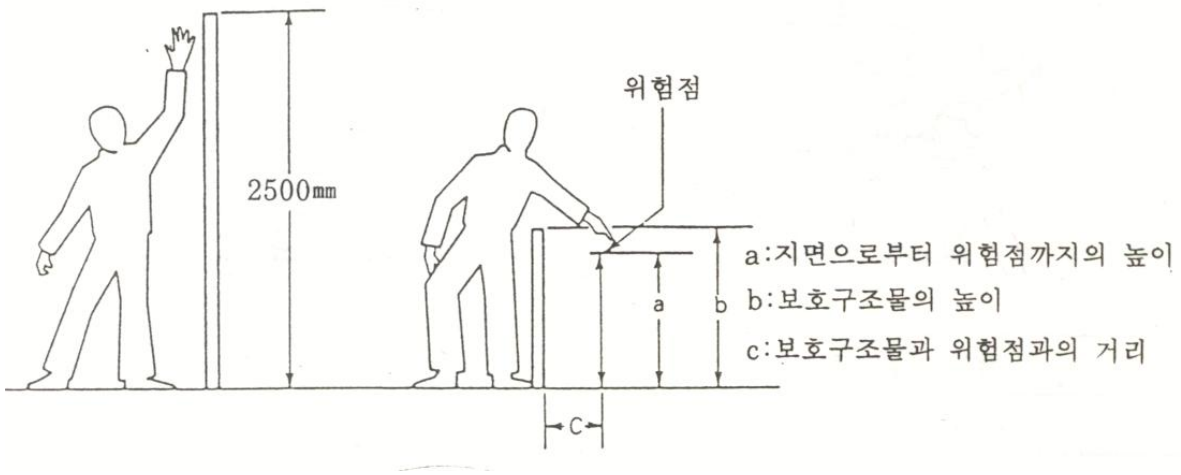
y = 6 + x/10 (단, x < 760mm에서 유효)

여기서 x : 개구부에서 전동대차 위험점까지의 최단거리(mm)

y : 개구부의 간격(mm)

(나) 방호거리 계산

위험지역에 접근을 방지하기 위하여 고정방호벽을 설치하는 경우는 2,500mm 이어야 하나 그러하지 못하는 경우는 아래와 같이 한다.



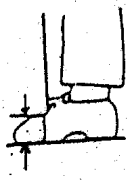
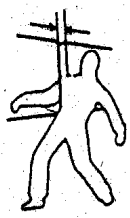
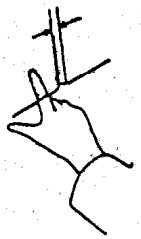
<그림 2> 수직방호벽 높이 계산

<표 1> 방호벽의 설치기준

위험점의 높이 a(㎜)	보호구조물의 높이 b(㎜)							
	2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000
	보호구조물과 위험점간의 거리 c(㎜)							
2400	-	100	100	100	100	100	100	100
2200	-	250	350	400	500	500	600	600
2000	-	-	350	500	600	600	900	1100
1800	-	-	-	600	900	900	1000	1100
1600	-	-	-	500	900	900	1000	1300
1400	-	-	-	100	800	900	1000	1300
1200	-	-	-	-	500	900	1000	1400
1000	-	-	-	-	300	900	1000	1400
800	-	-	-	-	-	600	900	1300
600	-	-	-	-	-	-	500	1200
400	-	-	-	-	-	-	300	1200
200	-	-	-	-	-	-	200	1100

(다) 보호가드에 필요한 공간

안전한 작업공간에서 사고를 일으키는 공간함정(Trap)을 막기 위해 최소한 확보해야 할 틈새는 다음 그림과 같다.

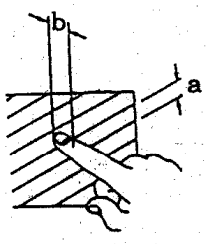
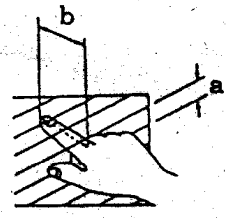
신체부위	몸	다 리	발	팔	손 목	손가락
최소틈새	500㎜	180㎜	120㎜		100㎜	25㎜
트 랩						

<그림 3> 필요한 가드의 공간

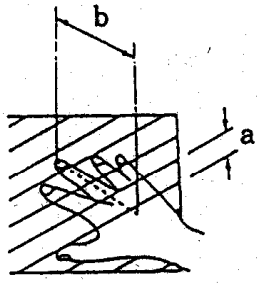
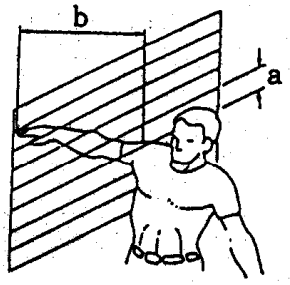
(라) 방호망의 간격

① 가로형 방호높이

[단위 : mm]

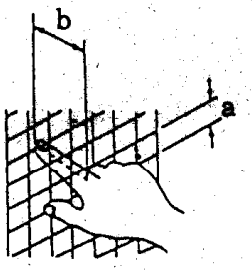
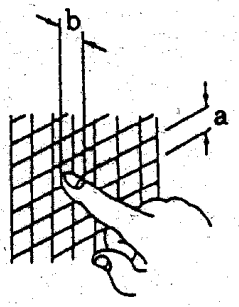
손 끝	손 가 락	
		
4 < a ≤ 8	8 < a ≤ 12	12 < a ≤ 20
b ≥ 15	b ≥ 80	b ≥ 120

[단위 : mm]

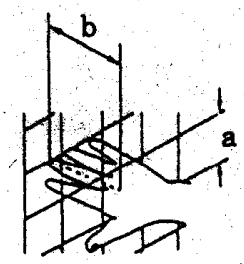
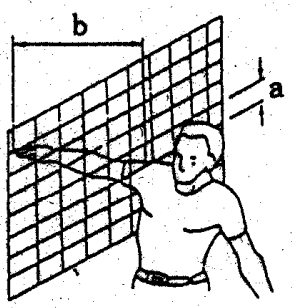
손 두 께 → 손 끝	겨드랑이 → 손 끝
	
20 < a ≤ 30	30 < a ≤ 150
b ≥ 200	b ≥ 850

② 가로형, 세로형 방호망

[단위 : mm]

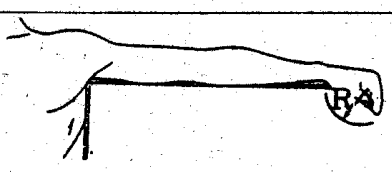
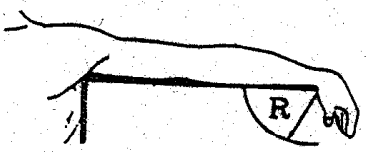
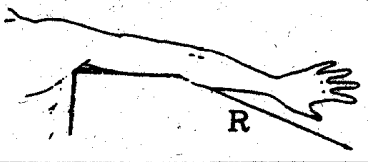
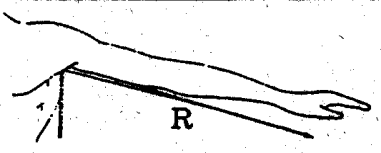
손 끝	손 가 락	
		
4 < a ≤ 8	8 < a ≤ 12	12 < a ≤ 25
b ≥ 15	b ≥ 80	b ≥ 120

[단위 : mm]

손 두 께 → 손 끝	겨드랑이 → 손 끝
	
25 < a ≤ 40	40 < a ≤ 150
b ≥ 200	b ≥ 850

③ 수평방호 거리

[단위 : mm]

선 체	안전거리	예 시
손가락끝 → 손끝	R ≥ 120	
손 목 → 손끝	R ≥ 230	
팔 굽 → 손끝	R ≥ 550	
겨드랑이 → 손끝	R ≥ 850