

끼임재해 예방을 위한 롤러기 축 이격장치 개발

최진우 · 이광길 · 박재석

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



요 약 문

1. 연구 필요성 및 목적

롤러기는 고무 또는 고무화합물, 플라스틱류 등을 가공하는 기계로 작업·점검·청소·보수 작업 시 롤 사이에 협착 되어 근로자가 사망하거나 또는 신체장애 재해가 발생하는 등 위험성이 높은 기계이다. 특히, 롤러기의 작업특성 상 협착점이 상시 개방되어 작업자와 인접해있고 구조 특성상 롤의 급정지가 어려울 뿐만 아니라 협착이 발생될 경우 구조가 용이하지 못하다.

산업안전보건법 제33조에는 롤러기를 유해하거나 위험한 기계·기구의 범주에 포함하고 방호장치의 설치를 의무화하고 있다. 하지만 방호장치가 설치되었다 하더라도 작업방식의 특성 상 신체 접근을 감지하여 자동으로 작동하는 센서를 부착하는 등의 방법으로 방호장치를 가동할 수 없는 한계가 있어 사고발생 시 피재자 본인이 급정지장치와 같은 방호장치를 직접 가동시켜야 한다는 문제가 있다. 작업방식 역시 단독으로 작업하는 경우가 대부분이어서 사고발생 시 신속하게 타인의 도움을 받을 수 없어서 즉각적인 대처가 어려워 피해가 커지는 것이 현실이다. 더군다나 롤러기는 동력의 힘이 큰데 비하여 끼임재해가 발생하는 롤 사이의 간격은 좁게 설정되어 있어 피해가 커지고, 국내의 대부분 롤러기가 롤 사이의 간격 조정이 원활하지 않아 구조도 용이하지 않은 실정이다.

위와 같은 롤러기의 단점을 고려해 볼 때 끼임재해를 예방하는 가장 좋은 방법은 작업자가 롤러기에 접근하여 작업하는 방식을 지양하고, 작업이 진행되는 동안 접근을 금지하는 것이 가장 좋은 방식이라고 할 수 있다. 하지만 아직 대부분의 롤러기는 이러한 조건을 적용하기 어렵게 제작되어 있어 롤러기 끼임 사고 예방 및 그 피해를 최소화할 수 있고, 현재 롤러기의 사용실태에 적합한 방호장치의 개발이 필요하다.

2. 연구내용 및 방법

- 롤러기 종류 및 특징·용도 등 파악하여 연구 대상 확인
- 국내·외 문헌 및 안전기준 조사·비교
- 국내 법규 및 기준과 연구 성과를 조사하여 본 연구와 관련성 분석
- 국내 롤러기의 방호장치 설치상태 등 실태조사 및 분석
- 실태조사에 의한 문제점 도출 및 대책 제시
- 재해사례 분석을 통해 방호장치 조건 도출
- 앞선 분석 및 결과를 바탕으로 축 이격장치 개발

3. 연구결과

국내 294개 사업장에서 사용되고 있는 422대의 롤러기를 대상으로 방호장치 부착상태 등 실태조사를 진행하여 결과를 분석하였다. 조사결과 대부분의 롤러기가 작업 시 롤 갭의 크기가 10cm 미만으로 유지된 상태로 회전하여 끼임재해가 발생할 가능성이 있었으며, 롤 갭의 최대 이격거리도 12cm 미만이 대부분으로 KS에서 제시하는 협착재해를 예방할 수 있는 간격에 미치지 못했다.

롤러기의 방호장치로 사용되는 급정지장치의 경우, 조작용 스위치가 1곳에 부착된 기계가 28%이고 2곳에 부착된 기계가 40%로 조사되었다. 롤러기를 이용한 고무배합 등의 작업이 단독작업으로 이루어지는 경우가 많다는 것을 고려하면 1개소나 2개소에 설치된 기계는 위험상황에 처한 작업자가 효과적으로 대처하기에 어려움이 있을 것으로 생각된다. 따라서 복부식 스위치 등으로 보완하여 사용할 것을 유도하고 향후 안전검사에도 이러한 내용이 반영되는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

2008년부터 2010년까지 최근 3년간 고무제품제조업에서 발생한 재해사례를 조사한 결과, 총 1,893건의 재해 중 롤러기와 직접적인 관련이 있는 재해는 140

건으로 약 7.4%의 점유율을 차지하는 것으로 나타났다. 또한 140건의 재해 중 롤 사이에 신체의 일부가 끼이는 재해는 106건으로 전체 재해에서 약 5.6%를 차지하여 재해건수로는 비중이 크지 않은 재해로 조사되었다. 하지만 재해강도를 짐작할 수 있는 근로손실일수를 살펴보면 끼임재해로 인한 근로손실일수의 평균이 334.3일로 타 재해의 229.2일보다 월등히 높아 끼임으로 인한 재해의 심각성을 유추해볼 수 있다.

앞서 조사된 롤러기 끼임재해를 예방하고 피해를 최소화할 수 있는 장치로 롤의 축 이격장치를 개발하였다. 경제성 등 여러 가지 조건을 만족 시키는 장치를 개발하였으며 급정지장치의 스위치와 연동하여 작동이 가능하도록 개발되었다. 작동하는 원리는 공기압을 이용하여 축을 이격시키는 장치와 웜기어를 활용하여 축을 이격시키는 두 가지 방식이 적용되었다.

4. 활용 및 기대효과

본 연구의 실태조사를 통하여 국내에서 사용되는 롤러기의 방호장치 설치상태 등이 분석되었다. 현재 안전검사를 통과한 롤러기의 경우에도 방호장치의 작동 스위치의 위치와 방식 및 개수를 종합적으로 고려했을 때 실제 위험상황에서 효과적으로 대처할 수 있을지에 대한 근본적인 검토가 필요한 것으로 판단된다. 또한 본 연구에서 개발된 축 이격장치는 저렴한 비용으로 부착이 가능한 방호장치로 재해강도가 타 재해에 비해 큰 롤러기 끼임재해를 예방하고 피해를 최소화하는 효과를 기대할 수 있다.

5. 중심어

롤러기(Mixing Mill), 끼임(협착)재해, 급정지장치, 롤 갭(roll gap)

차 례

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적 및 방법	2
II. 롤러기 개요	4
1. 롤러기 정의 및 형태	4
2. 롤러기 작업방식	7
3. 롤러기 방호장치	8
4. 롤러기 검사 관련 규정	11
III. 롤러기 실태조사	17
1. 조사개요	17
2. 조사내용 분석	18
IV. 롤러기 재해분석	31
1. 고무제품제조업 재해 현황	31
2. 재해강도 분석	34
V. 롤러기 축 이격장치 개발	37
1. 필요성	37

2. 개발조건 및 방안	37
3. 축 이격장치	39
 VI. 결론 및 고찰	 44
참고문헌	47
Abstract	48
 부 록	
[부록 1] 롤러기 실태조사지	50

표 차 례

<표 1> 용도에 의한 롤러기 분류	5
<표 2> 급정지장치 조작부의 종류 및 위치	10
<표 3> 롤러기의 검사기준	12
<표 4> 롤러기 사용 실태조사	17
<표 5> 사업장 규모별 조사대상 현황	18
<표 6> 사업장 규모에 따른 롤 직경	19
<표 7> 사업장 규모별 롤 갭 조절방식	20
<표 8> 비상정지장치 스위치 1개소 부착부 상세 내용	25
<표 9> 롤 역회전 가능 여부	27
<표 10> 롤 갭 최대 이격거리	28
<표 11> 롤러기 최선 및 최악 조합 분류	29
<표 12> 최근 3년간 전체 및 고무제품제조업 재해자수	31
<표 13> 제조업종 재해자수 분포	31
<표 14> 고무제품제조업 재해 유형 분류	33
<표 15> 롤러기 관련 재해 현황	34
<표 16> 고무제품제조업 재해 근로손실일수 현황	35

그 립 차 례

[그림 1] 믹싱 밀(Mixing Mill)	6
[그림 2] 캘린더(Calender)	6
[그림 3] 롤러기 주요부 명칭	6
[그림 4] 롤러기 작업방식	7
[그림 5] 대형 사업장 반자동화 롤러기	8
[그림 6] 가드와 경첩식 가드형 정지기구의 예	9
[그림 7] 사업장 규모에 따른 롤 직경	20
[그림 8] 사업장 규모별 롤러기 제작연도	21
[그림 9] 사업장 규모별 작업용 롤 갭 크기	22
[그림 10] 사업장 규모별 급정지장치 조작 방식	23
[그림 11] 비상정지장치 스위치 위치	24
[그림 12] 50인 미만 사업장 급정지장치 스위치 수	25
[그림 13] 사업장 규모별 롤 갭 최대 이격거리	29
[그림 14] 췌기형 구조를 이용한 축 이격장치 및 구동 과정	40
[그림 15] 공압방식 축 이격장치 구동 개념도	41
[그림 16] 공압방식 축 이격장치 조감도	41
[그림 17] 원기어방식 축 이격장치 구동 개념도	42
[그림 18] 원기어방식 축 이격장치 조감도	43

I. 서 론

1. 연구의 필요성

롤러기는 고무 또는 고무화합물, 플라스틱류 등을 가공하는 기계로 작업·점검·청소·보수 작업 시 롤 사이에 협착 되어 근로자가 사망하거나 또는 신체장애 재해가 발생하는 등 위험성이 높은 기계이다. 특히, 롤러기의 작업특성 상 협착점이 상시 개방되어 작업자와 인접해있고 구조 특성상 롤의 급정지가 어려울 뿐만 아니라 협착이 발생될 경우 구조가 용이하지 못하다.

따라서 산업안전보건법 제33조에는 롤러기를 유해하거나 위험한 기계·기구의 범주에 포함하고 방호장치의 설치를 의무화하고 있다. 하지만 방호장치가 설치되었다 하더라도 작업방식의 특성 상 신체 접근을 감지하여 자동으로 작동하는 센서를 부착하는 등의 방법으로 방호장치를 가동할 수 없는 한계가 있어 사고 발생 시 피해자 본인이 급정지장치와 같은 방호장치를 직접 가동시켜야 한다는 문제가 있다. 작업방식 역시 단독으로 작업하는 경우가 대부분이어서 사고발생 시 신속하게 타인의 도움을 받을 수 없어서 즉각적인 대처가 어려워 피해가 커지는 것이 현실이다. 더군다나 롤러기는 동력의 힘이 큰데 비하여 끼임재해가 발생하는 롤 사이의 간격은 좁게 설정되어 있어 피해가 커지고, 국내의 대부분 롤러기가 롤 사이의 간격 조정이 원활하지 않아 구조도 용이하지 않은 실정이다.

위와 같은 롤러기의 단점을 고려해 볼 때 끼임재해를 예방하는 가장 좋은 방법은 작업자가 롤러기에 접근하여 작업하는 방식을 지양하고, 작업이 진행되는 동안 접근을 금지하는 것이 가장 좋은 방식이라고 할 수 있다. 하지만 아직

대부분의 롤러기는 이러한 조건을 적용하기 어렵게 제작되어 있어 롤러기 끼임 사고 예방 및 그 피해를 최소화할 수 있고, 현재 롤러기의 사용실태에 적합한 방호장치의 개발이 필요하다.

2. 연구의 목적 및 방법

일반적으로 고무배합에 사용되는 롤러기는 두 개의 롤 사이에 고무 및 배합물을 집어넣어 이기면서 반죽이 되도록 만들어진 기계이다. 이 과정에서 대다수 사업장이 롤 사이에 배합물을 투입하는 작업을 자동으로 진행하지 못하고, 작업자가 직접 롤 사이로 내려오는 배합물을 손으로 옮겨 상부에 다시 투입하는 방식으로 해나가고 있다.

이러한 작업방식은 기계에 근접하여 이루어질 수밖에 없으므로 끼임 등의 재해에 노출되기가 쉽고, 사용하는 롤 사이의 간격이 좁은데 비해 기계동력의 크기가 커서 대형재해로 이어질 수 있다는 것이 큰 문제점으로 지적된다.

이와 같은 위험성에도 불구하고 현재 국내에는 롤러기에 대한 연구가 거의 전무한 실정이며, 박재범(2002)이 역회전장치를 이용하여 안전성을 확보하는 방안을 내놓았을 뿐이다. 하지만 이 연구는 사고 발생 시 롤을 역회전시켜 피해를 최소화하고자 하는 생각에서 고안되었지만 근로자가 손이나 팔이 끼었을 경우에는 역회전으로 인한 2차 피해의 우려가 있다.

따라서 본 연구에서는 롤러기에 작업자의 신체 끼임을 예방하고 불가피하게 끼임 재해가 발생했다 하더라도 끼인 부위를 제거하는데 발생할 수 있는 2차피해를 최소화 할 수 있는 적절한 방법론을 제시하는 것을 주요 목표로 다음의 범위와 방법으로 연구를 수행하고자 한다.

(1) 국내에서 사용되는 롤러기의 종류를 조사하고, 각 종류별 특징 및 용도 등을 파악한다. 파악된 롤러기 중 본 연구대상인 끼임재해 발생 가능성 여부를

확인하여 대상을 선정한다.

(2) 국내 및 주요 선진외국의 롤러기 관련 설치 및 안전기준을 조사하여 서로간의 주요 차이점을 분석하고, 국내에 적용되고 있는 법규 및 기준을 파악한다. 또한 문헌조사를 실시하여 현재까지 진행된 연구 성과 및 본 연구와 관련성 여부를 확인한다.

(3) 전국 사업장에 설치·사용되고 있는 롤러기 중 안전검사를 수행한 기계를 대상으로 방호장치 설치상태 등 사용실태를 조사하여 현황을 파악한다. 실태조사를 통한 결과를 분석하여 국내 롤러기의 안전성 정도를 파악하고 문제점을 도출한다.

(4) 롤러기를 사용하는 사업장에서 발생한 3년간의 재해를 분류하여 롤러기 관련사고가 차지하는 비중을 파악하고 재해강도 등을 분석한다. 또한 재해사례를 통하여 재해예방에 적합한 방호장치에 대한 조건을 도출한다.

(5) 앞서 분석된 자료 및 결과를 토대로 롤러기에서 발생 가능한 끼임재해를 예방할 수 있는 축 이격장치를 개발하여 제시한다.

II. 롤러기 개요

1. 롤러기 정의 및 형태

롤러기¹⁾는 고용노동부 고시²⁾에 ‘2개 이상의 롤러를 한 조로 해서 각각 반대 방향으로 회전하면서 가공재료를 롤러 사이로 통과시켜 롤러의 압력에 의하여 소성변형(plastic deformation) 또는 연화(softening)시키는 기계를 말한다’고 정의되어 있다. 고시에서 말하는 롤러기는 고무·고무화합물·합성수지 등과 같은 비금속재료를 통과시켜 가공하는데 주로 사용되는 기계로 믹싱 밀(Mixing Mill)로 불린다. 하지만 캘린더(Calender)로 불리는 합판·종이·천·금속박 등을 가공하는데 사용되는 기계를 포함하여 롤러기로 통칭하는 것이 일반적이다.

통상 롤러기는 크게 믹싱 밀(Mixing Mill)과 캘린더(Calender)로 구분된다. 믹싱 밀은 고무·합성수지 등을 소련·혼련·분쇄하는 기계로 2~3개의 롤을 1조로 수형하게 구성되며, 캘린더는 고무·합성수지 등을 성형 작업하는 가공기계로 성형작업 내용 및 재료 등에 따라 롤의 구성숫자와 배열을 달리하는 것이 일반적이다.

다른 문헌³⁾을 찾아보면 롤러기란 원통상의 물체 2개 이상을 일조로 하여 적은 간격을 두고 각기 반대방향으로 회전하여 금속 또는 비금속 재료를 간격으

1) 사전에 수록된 명칭을 살펴보면 ‘롤기’ 또는 ‘압연기’, ‘롤링 밀’이 정확한 표기라 할 수 있으나, 본 보고서는 산업안전보건법을 기준으로 ‘롤러기’로 표기한다.

2) 노동부고시 제1997-36호 ‘로울러기제작기준·안전기준및검사기준’

3) 산업안전공학, 임준식·최태준, 일진사 2010.3

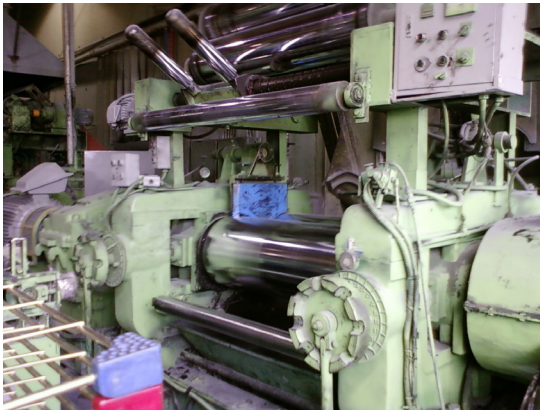
로 통하게 하여 압축, 분쇄, 성형, 평활, 광택, 인쇄 또는 압연작업을 하는 기계로 정의하고 있으며 분류는 위와 마찬가지로 믹싱 밀과 캘린더로 세분하고 있다. 박재범⁴⁾의 정의도 유사하며 다만 믹싱 밀을 좀 더 세분하여 분류하고 있다.

〈표 1〉 용도에 의한 롤러기 분류

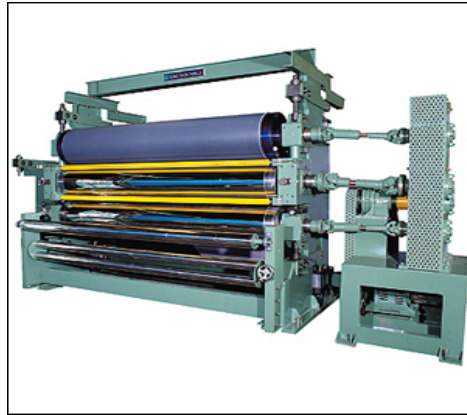
분 류	정 의
믹싱 밀 (mixing mill)	고무, 고무화합물, 또는 플라스틱 등과 같이 점성이 있는 비금속재료를 소련(素煉), 혼련(混鍊), 분쇄(粉碎)하는 가공기계로 소련은 고무 등의 원료 한가지만 믹싱하여 시트화하는 작업, 혼련은 고무 등의 주원료와 약품 등을 첨가하여 작업하는 것을 말함
압연 밀 (rolling mill)	상온 또는 고온의 금속재료를 회전하는 롤 사이에 통과시켜 소성을 이용하여 판재, 띠모양의 판재, 형재, 관재 등을 성형하는 기계
캘린더 (calender)	고무, 합성수지를 박통, 성형하여 장판이나 비닐과 같은 일정폭을 가지면서 길이가 긴 제품을 만드는 롤러기로 대체로 다단 롤과 롤이 연속적으로 구성되어 동작되는 롤러기이며, 이외에도 철강공업, 섬유공업, 제지공업 등에서도 여러 형태의 롤러기가 사용

믹싱 밀은 [그림 1]과 같이 롤이 수평으로 설치된 형태가 대부분이고 캘린더의 경우에는 그 용도에 맞게 롤 수와 설치되는 형태가 다양하다. [그림 2]는 캘린더의 한 형태를 나타낸 것으로 여러 변형이 가능하다.

4) 박재범, 역회전장치를 이용한 로울러기의 안전화 방안, 충북대 산업대학원 석사학위논문, 2002

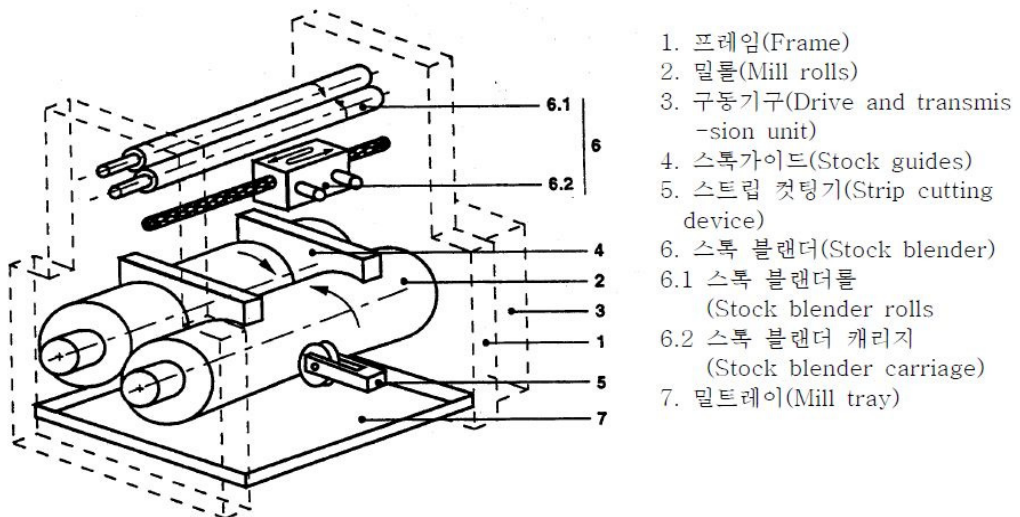


[그림 1] 믹싱 밀(Mixing Mill)



[그림 2] 캘린더(Calendar)

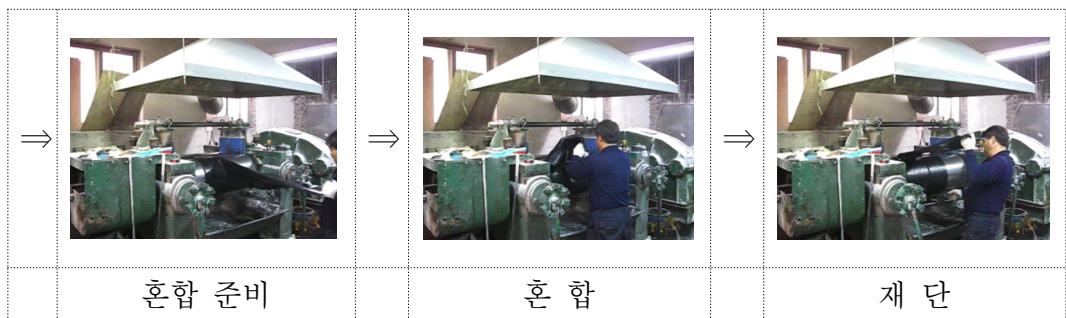
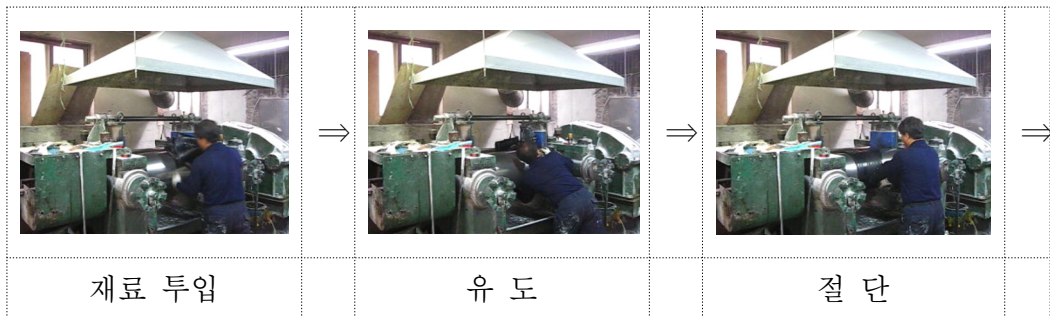
각 부분에 대한 명칭 및 기능은 KOSHA CODE M-53-2002 ‘고무 또는 합성 수지 가공용 롤러기 방호조치에 관한 기술지침’에 소개되어 있으며 이를 정리한 것이 [그림 3]이다.



[그림 3] 롤러기 주요부 명칭

2. 롤러기 작업방식

고무와 같은 가공재료를 롤러의 압력에 의해 소성변형 또는 연화시키기 위해서는 두 개의 롤 사이로 가공재료를 반복적으로 투입해야만 한다. 이와 같은 반복 작업은 자동화된 기계의 경우에는 작업자가 최소한의 접근으로 작업이 가능하나, 대부분의 롤러기는 작업자가 가공재료를 롤 사이로 투입해주는 등의 행동이 필요하다. 따라서 끼임 등의 재해에 그만큼 많이 노출된다고 할 수 있다. 아래의 [그림 4]는 일반적인 중소규모 사업장에서 롤러기를 활용하여 작업을 진행하는 방식을 정리한 것이다.



[그림 4] 롤러기 작업방식

중소규모 사업장에서 사용되는 롤러기와는 달리 대형 사업장에서 사용되는 롤러기는 어느 정도 배합된 재료를 롤러기를 통해 반죽하여 완성하는 방식을 취하고 있다. 배합기를 통해 배합된 재료를 원형으로 만들어 [그림 3]에서 설명된 롤과 스톱 블랜더를 반복하여 자동 회전하게 하면서 배합이 완성되는 방식이다. 따라서 인력으로 반복해서 재료를 유도해야 하는 기계에 비해서는 안전한 방식이라고 할 수 있지만 이러한 방식도 작업자의 접근을 근본적으로 차단할 수는 없다. 하지만 중소규모 사업장에 비해 대형 사업장은 급정지 시 롤의 회전거리를 줄이기 위한 장치를 개발하는 등 다양한 재해예방 노력이 진행 중이다.



[그림 5] 대형 사업장 반자동화 롤러기

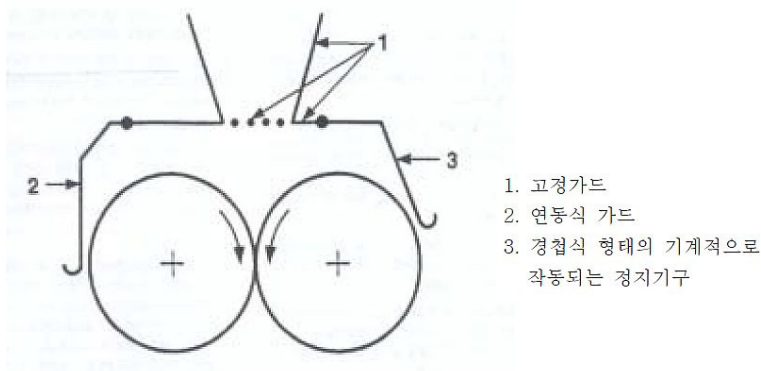
3. 롤러기 방호장치

근로자의 끼임 등 재해를 예방하기 위해 롤러기에 부착하여 활용이 가능한 방호장치를 확인할 수 있는 문헌은 국내의 KOSHA CODE M-53-2002 '고무 또는 합성수지 가공용 롤러기 방호조치에 관한 기술지침'과 유럽의 EN 1417

‘Rubber and Plastic Machines-Two Roll Mills-Safety Requirement’가 있는데, KOSHA CODE M-53-2002가 EN 1417을 참조하여 작성된 기준으로 내용은 대동소이하다. 두 기준에 소개된 안전장치를 정리하면 가드, 급정지장치, 역회전장치로 요약할 수 있다.

1) 가드

가드는 위험지역에 접근되지 않도록 개구부 등이 완전히 격리될 수 있게 설치되는 것을 말한다. 가드는 구조 상 고정형과 자동형, 조절형 가드로 분류되는데 [그림 6]에서 나타나는 바와 같이 위험부위에 접근할 수 없도록 설치되어야 한다. 하지만 대부분의 롤러기 작업이 근로자가 근접하여 작업이 이루어지므로 가드의 설치로 인한 간섭으로 작업이 곤란하여 실제 설치되는 경우는 드물다.



[그림 6] 가드와 경첩식 가드형 정지기구의 예

2) 급정지장치

급정지장치는 산업안전보건법에서 설치를 의무화한 안전장치이며 일반적으

로 롤러기에 부착되어 작업 중 비상사태가 발생하면 급정지장치 스위치나 로프를 조작함과 동시에 전동기의 전원을 차단하고 브레이크가 동작하여 롤의 회전을 멈추게 하는 장치이다. 여기에 사용되는 브레이크 시스템은 최대 정지각이 $1\text{rad}(57.3^\circ)$ 이하로 되어야 한다고 KOSHA CODE는 규정하고 있으며, 급정지장치 조작부의 종류 및 위치는 <표 2>와 같다.

〈표 2〉 급정지장치 조작부의 종류 및 위치

급정지장치 조작부의 종류	위 치
손으로 조작하는 것	밀면으로부터 1.8m 이내
복부로 조작하는 것	밀면으로부터 0.8m 이상 1.1m 이내
무릎으로 조작하는 것	밀면으로부터 0.4m 이상 0.6m 이내

그런데 일반적인 롤러기 작업은 단독작업이 대부분이고 작업방식의 특성 상 자동센서의 부착이 곤란하여 비상사태가 발생하였을 때 급정지장치를 인위적으로 작동을 시켜야하는 한계가 있다. 따라서 끼임 사고가 발생하면 사고를 당한 본인이 스위치를 누르는 등의 행동을 통해 급정지장치를 동작시켜야 하고, 그렇지 못하면 동료 근로자의 도움을 기다려야 하는 상황이 되어 상당한 시간의 지체를 유발하여 사고로 인한 피해가 커지는 상황이 된다.

3) 롤 역회전장치

롤 역회전장치는 안전장치(비상정지, 급정지장치)를 조작하면 회전하는 롤을 즉시 정지시키고 롤의 회전방향을 반대로 하여 구동되도록 하는 안전장치이다. 작동원리는 롤러기의 설비프레임 또는 조작반에 설치되어 있는 비상정지 스위치 또는 급정지장치를 작동시키면 자동으로 주 전동기의 전원차단과 함께 롤의

회전이 멈추고 일정시간 내에 롤이 역회전 한 후 정지하는 원리이다.

박재범(2002)이 역회전장치의 필요성에 대해 언급한 내용을 살펴보면 롤 표면에 묻어 있는 이물질 등은 제품의 품질에 영향을 미치고 이를 제거하기 위한 청소작업 또는 롤 사이로 통과되어 나오는 제품을 상부의 블랜더로 재투입 작업 시 작업자의 신체가 회전하는 부위 협착점에 협착될 수 있으므로 위험을 사전에 예방하고 사고 발생 시 재해강도를 최소화시키기 위하여 역회전장치가 필요하다고 주장하고 있다. 이는 일정부분 타당한 주장이라고 할 수 있으나 롤 사이의 간격을 넓히지 않은 상태에서 역회전장치만을 작동시킬 경우에는 재해강도를 최소화하기 보다는 롤 역회전을 이용해 협착된 부위를 빼내는 과정에서 다시 한 번 협착되는 2차 피해가 발생한다. 따라서 역회전장치는 협착부위의 재해강도를 최소화하는 장치라기보다는 협착된 부위를 단지 용이하게 빼내는 장치라 할 수 있다.

4. 롤러기 검사 관련 규정

롤러기는 산업안전보건법 시행령 제28조 의무안전인증대상 기계·기구 등에 프레스 및 전단기 등과 함께 법 제34조와 제36조의 적용을 받는 기계기구로 분류되어 안전검사를 받도록 규정하고 있다. 그리고 롤러기의 급정지장치는 시행령 제28조의 2에 해당되어 자율안전확인대상 방호장치로 분류된다.

롤러기 안전검사에 관한 기준은 <표 3>과 같다.

〈표 3〉 롤러기의 검사기준

번호	구 분	내 용
외관 및 설치상태		
1	외관 상태	롤러기의 외관 상태는 다음 각 목과 같을 것 가. 롤러기 주변에 물건의 적치 등 안전작업에 방해되는 요인이 없을 것 나. 날카로운 모서리나 돌출부가 없을 것(프레임 및 주요부품의 균열, 손상 유무) 다. 본체 표면의 도장상태가 양호할 것
2	이름판	가. 롤러기에 부착된 이름판은 손상 없이 정확하게 부착되어 있어야 하고 식별이 용이할 것 나. 이름판에는 다음 사항이 표시되어 있을 것 1) 롤러의 치수 2) 급정지장치의 제동토오크 3) 형식번호 및 제조번호 4) 제조자명 5) 제조연월
3	볼트 및 너트체결	볼트·너트는 풀림이 없고 스톡 가이드, 급정지장치 등 주요 구조부는 풀림방지 조치가 되어 있을 것
4	회전부 방호조치	주전동기와 감속기 사이의 커플링부위 및 급정지장치용 브레이크 부위 등 회전부위에는 덮개 등이 견고히 설치되어 있고 균열·손상·변형이 없을 것
5	롤러의 표면 및 진동상태	롤러의 표면은 마모·균열 또는 손상 등이 없어야 하며, 이상음 및 이상 진동이 없이 원활하게 작동될 것

6	작업용 발판	롤러기의 전면에 작업용 발판이 설치되어 있고 작업높이가 적정하며 근로자가 쉽게 미끄러지거나 넘어지지 않는 구조로써 균열·변형·부식이나 체결부의 풀림이 없을 것
7	베어링부	적정량의 오일이 공급되어 있고 이상음·이상진동·발열이 없을 것
주요 기계구조부		
8	밴드식 브레이크	롤러기의 밴드식 브레이크는 다음 각 목과 같이 할 것 가. 풀림이 없을 것 나. 마모·손상 및 균열이 없을 것 다. 마모량은 제작사가 정한 범위이내(또는 원형의 50%이내)이고, 균열이나 심한 편마모가 없을 것 라. 브레이크가 원활하게 작동할 것
9	유·공압 식 브레이크	롤러기의 유·공압식 브레이크는 다음 각 목과 같이 할 것 가. 정상적인 압력이 유지되고 압력의 누출이 없을 것 나. 마모량은 제작사가 정한 범위이내(또는 원형의 50%이내)이고, 균열이나 심한 편마모가 없을 것 다. 브레이크가 원활하게 작동할 것
10	감속기	롤러기의 감속기는 다음 각 목과 같이 할 것 가. 이상음·발열 또는 진동이 없을 것 나. 고정볼트·너트의 풀림 및 탈락이 없을 것 다. 누유가 없을 것
11	축	축(키)의 풀림, 빠짐 또는 변형이 없어야 하며 회전 시에는 과도한 진동이 없을 것
안전장치		
12	급정지 장치	가. 롤러기의 급정지장치는 자율안전확인 신고를 한 제품을 사용할 것 나. 무부하에서 최대속도로 회전시킨 상태에서도 <표 3-1>

과 같이 앞면 롤러의 표면속도에 따라 규정된 정지거리 내에서 해당 롤러를 정지시킬 수 있을 것

<표 3-1> 롤러기 급정지장치의 정지거리

앞면 롤러의 표면속도(m/min)	급정지 거리
30 미만	앞면 롤러 원주의 1/3
30 이상	앞면 롤러 원주의 1/2.5

다. 급정지장치의 조작부는 그 종류에 따라 <표 3-2>와 같이 설치되고 정상적으로 작동될 것

<표 3-2> 급정지장치 조작부의 종류 및 위치

급정지장치 조작부의 종류	위 치	비 고
손으로 조작하는 것	밀면으로부터 1.8m 이내	위치는 급 정 지 장 치 조 작 부 의 중 심 점 을 기 준 으 로 함
복부로 조작하는 것	밀면으로부터 0.8m 이상 1.1m 이내	
무릎으로 조작하는 것	밀면으로부터 0.4m 이상 0.6m 이내	

라. 급정지장치가 작동된 경우에는 롤러기의 기동장치를 재조작하지 않으면 가동되지 않도록 할 것

13

안전캡

과부하시 롤러 보호장치인 안전캡이 롤러 박스와 롤러 조절나사 사이에 정상적으로 설치되어 있고 균열 및 파손이 없을 것 (다만, 믹싱밀에 한정됨)

14

비상
정지장치

롤러기의 비상정지장치는 다음 각 목과 같이 할 것
가. 비상정지스위치 작동시 동력이 차단되어 롤러기가 정지될 것

		나. 비상정지스위치가 복귀되었을 때 최초 시동상태에서 재조작하여야 롤러기가 회전하는 구조일 것 다. 비상정지용 누름버튼은 적색이며 머리부분이 돌출되고 수동으로 복귀되는 형식일 것
15	덮개 · 울의 적합성	외관상 이상이 없고 정위치에서 확실하게 고정되어 있어야 하며 덮개 ·울 개폐에 따라 전기적 연동장치의 작동상태가 원활할 것
전기기계 · 기구 및 설비		
16	표시램프 및 스위치	표시램프 및 스위치의 이름 표시상태가 양호하여야 하며 운전가능상태, 작동가능상태 및 고장표시가 정상적으로 동작할 것
17	전동기	가. 전동기는 이상소음, 이상발열이 없을 것 나. 전동기의 절연저항의 값은 $\text{절연저항 [M}\Omega\text{]} \geq \frac{\text{사용전압(V)}}{1000 + \text{출력(KW)}}$ 이어야 할 것
18	주전동기 관련 전기회로	가. 작동 중 전원 차단 후 전기가 통하게 될 때 기동장치를 재조작하지 않으면 주전동기가 자동으로 재기동하지 않을 것 나. 역회전 회로 전환시 롤러의 구동이 원활할 것
19	접지상태	가. 접지단자의 풀림 · 부식 · 변형이 없고 견고히 고정되어 있을 것 나. 전동기, 제어반, 프레임 등은 접지하여야 하며 그 접지저항의 값이 400V 미만인 경우에는 100Ω 이하, 400V 이상인 경우에는 10Ω 이하일 것
20	제어반 및 배선상태	가. 케이블 및 배선의 피복은 갈라지거나 손상 등이 없을 것 나. 인입개폐기(차단기 및 퓨즈)의 정격용량이 적정할 것 다. 단자부는 손상 · 변형 · 부식이 없어야 하며 연결부는 풀림이 없을 것 라 전선은 견고히 접속되어 있고 열화 또는 손상이 없을 것

	마. 배선의 절연저항은 대지전압이 150V 이하인 경우 0.1MΩ, 대지전압이 150V를 넘고 300V 이하인 경우 0.2MΩ, 사용 전압이 300V를 넘고 400V 미만인 경우 0.3MΩ, 사용전압이 400V 이상인 경우 0.4MΩ 이상일 것 바. 전자접촉기는 손상이나 마모가 없어야 하며 1/3 이상 마모시는 교체할 것 사. 조작용 전기회로 및 방호장치 조작용 전기회로의 전압은 교류 대지전압 150V 이하 또는 직류 300V 이하일 것
--	---

III. 롤러기 실태조사

1. 조사개요

국내에서 사용 중인 롤러기의 실태파악을 위하여 조사를 진행하였다. 조사대상은 2009년 및 2010년에 안전검사를 받은 롤러기를 대상으로 하였으며, 대상 사업장은 총 754개 업체이었다. 한국산업안전보건공단에서 안전검사를 받은 업체가 211개 사업장이고 대한산업안전협회에서 검사를 수행한 사업장이 321개 업체, 대한위험기계검사협회에서 검사를 받은 사업장이 222개였다. 조사를 진행한 방식은 실태조사지를 대상 사업장에 우편으로 발송하여 Fax와 우편으로 회신 받았으며, 구체적인 작업방식 등을 확인하기 위해서 규모별로 일부 사업장은 방문조사를 병행하였다. 이에 대한 조사개요는 <표 4>와 같다.

〈표 4〉 롤러기 사용 실태조사

조사대상	2009~2010년 롤러기 안전검사 대상 총 754개 사업장 -한국산업안전보건공단 211개 사업장 -대한위험기계검사협회 222개 사업장 -대한산업안전협회 321개 사업장	
조사기간	2011. 6. 7~2011. 6. 20	
회신율	40.5%(305개 사업장에서 422부 회신)	
검사주체별 회신지 수	한국산업안전보건공단	82개 사업장 86부
	대한위험기계검사협회	87개 사업장 116부
	대한산업안전협회	136개 사업장 220부

정확한 비교는 될 수 없겠지만 2009년도 조사보고서⁵⁾에 의하면 롤러기를 사용하는 업체가 905개 사업장이고 보유대수가 2,703대로 조사된 것으로 추정하자면 이번 실태조사는 전체 사업장의 약 67%가 참여하고 약 15%의 롤러기에 대한 조사가 진행된 것으로 추정할 수 있다. 실태조사 회신율에 비해 롤러기 조사비율이 저조한 것은 검사를 받지 않은 소규모 사업장이 존재하기 때문으로 생각된다.

2. 조사내용 분석

롤러기 실태조사 내용 분석은 50인 미만 사업장과 50인 이상 사업장으로 분류하여 분석하였다. 이러한 분류는 사업장의 규모에 따라 사용하는 롤러기의 형태 및 작업방식에 차이가 있을 것이라는 생각에서 구분하였으며, 두 분류에 대한 개요는 아래 <표 5>와 같다.

〈표 5〉 사업장 규모별 조사대상 현황

	50인 미만		50인 이상	
	사업장	대수	사업장	대수
한국산업안전보건공단	78	86	-	-
대한위험기계검사협회	67	85	19	31
대한산업안전협회	76	87	54	133
계	221	258	75	164

5) 2009 전국 산업체 작업환경실태 일제조사 보고서, 한국산업안전보건공단, 2009. 12

1) 일반사항 조사 내용

롤러기의 기초적 형태를 파악하기 위해 롤의 직경과 롤 갭 조절방식 등을 조사하였다.

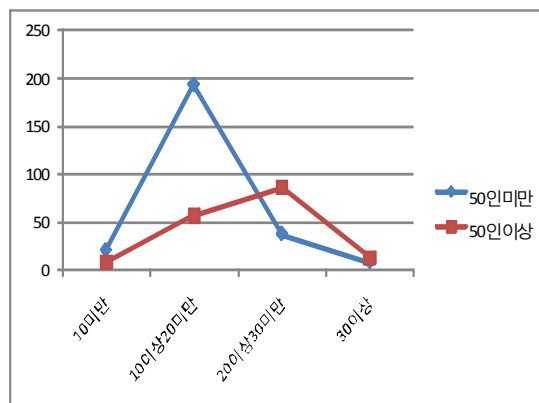
(1) 롤의 직경과 길이

롤의 직경과 길이에 대해 조사하여 그룹별로 <표 6>에 정리하였다.

<표 6> 사업장 규모에 따른 롤 직경

	50인 미만 사업장	50인 이상 사업장
10cm 미만	20 (7.8%)	8 (4.9%)
10~20cm 미만	193 (74.8%)	57 (34.8%)
20~30cm 미만	37 (14.3%)	86 (52.4%)
30cm 이상	8 (3.1%)	13 (7.9%)
계	258 (100%)	164 (100%)

<표 6>과 같이 50인 미만 사업장은 10~20cm 미만의 롤 직경을 가지고 있는 롤러기가 대다수(74.8%)를 차지하는 것으로 나타났으며, 50인 이상 사업장의 경우에는 20~30cm 미만의 규격이 가장 많고(52.4%) 10~20cm 미만의 규격을 가진 롤러기가 다음으로 많은 부분(34.8%)을 차지하고 있다. 일반적으로 큰 사업장에서 대형 장비를 사용할 것이라는 생각이 조사결과 롤러기 사용에도 통용되는 것으로 볼 수 있다.



[그림 7] 사업장 규모에 따른 롤 직경

(2) 롤 갭(roll gap) 조절방식

롤러기는 일반적으로 두 개의 롤이 수평으로 구성되어 회전하면서 롤 사이 (롤 갭)로 고무 등 재료를 투입하여 배합이나 성형 등을 하는 기계장치이다. 언급된 롤 갭은 한쪽의 롤을 조절하여 작업에 적합한 간격을 유지하게 되는데, 주로 쓰이는 방식은 나사식 조절장치에 연결된 손잡이를 수동으로 돌려 간격을 조절하는 방식이며 유압식 조절장치는 편리성과 안전성에서 유리하지만 설치비가 고가여서 잘 적용되지 않는다.

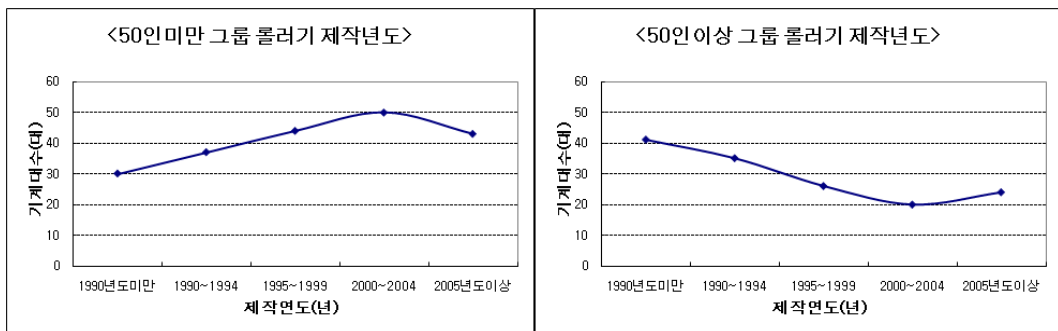
〈표 7〉 사업장 규모별 롤 갭 조절방식

	50인 미만 사업장	50인 이상 사업장
수동방식	239 (92.6%)	129 (77.2%)
유압방식	6 (2.3%)	27 (16.2%)
기타	13 (5.0%)	11 (6.6%)
계	258 (100%)	167 (100%)

<표 7>에 나타난 바와 같이 50인 미만 사업장은 대부분 수동방식을 사용하고 있으며, 50인 이상 사업장 역시 수동식이 대부분(77.2%)을 차지하고 있으나 유압식을 채택한 사업장도 50인 미만 사업장에 비해서는 많은 편이다. 롤 갭 조절방식으로 수동식에 비해 월등히 안전한 유압식을 채택하지 않는 것은 비용이 과다하여 설치에 경제적 부담을 느끼기 때문으로 안전성을 확보하기 위해서는 적은 비용으로 설치 가능한 장치의 개발이 필요하다고 볼 수 있다.

(3) 롤러기 제작연도

50인 미만 사업장에서 사용되는 롤러기는 1990년도 이전부터 꾸준히 증가하는 추세를 보이다가 2005년도 이후부터 감소하는 추세를 보이고 있다. 이와는 반대로 50인 이상 사업장에서 제작된 롤러기는 1990년부터 지속적인 감소세를 보이다가 2005년 이후부터 조금 증가하는 추세를 보임으로써 50인 미만 사업장과 정반대인 추세를 보이고 있다.



[그림 8] 사업장 규모별 롤러기 제작연도

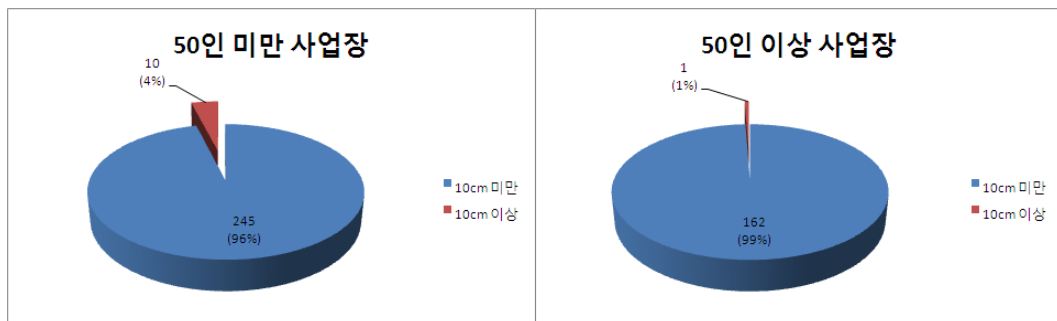
2) 끼임재해 발생 가능성 분석

롤러기가 제작된 기초형태와 사용되는 조건을 조사하여 분석하면 끼임재해가 발생할 가능성 여부를 확인할 수 있다. 기계적 조건에도 불구하고 작업자가

롤러기에 접근하지 않는다면 재해가 발생할 가능성이 없겠지만, 이러한 롤러기는 검사대상에서 제외되기 때문에 안전검사를 받은 롤러기는 작업자가 접근할 가능성이 있는 기계라 할 수 있다. 롤 갭의 간격 등을 조사하여 끼임재해가 발생할 가능성을 확인해 보았다.

(1) 작업용 롤 갭(roll gap) 크기

롤러기의 작업 중 롤 갭의 크기는 원하는 결과물을 고려하여 일정하게 고정된 후 사용하는 것이 일반적이다. 작업 중 롤 갭의 크기가 끼임재해가 발생할 가능성이 없을 정도로 넓다면 문제가 되지 않지만 대부분 손 두께보다 작은 크기로 작업이 진행되며, 여기에 고무라는 쉽게 변형되지 않는 재료와 함께 끼임이 발생한다면 그 피해가 커질 것은 쉽게 예측할 수 있다. 작업 중 롤 갭의 크기가 끼임재해를 유발할 정도의 크기인지 확인하기 위해 조사한 결과 다음과 같다.



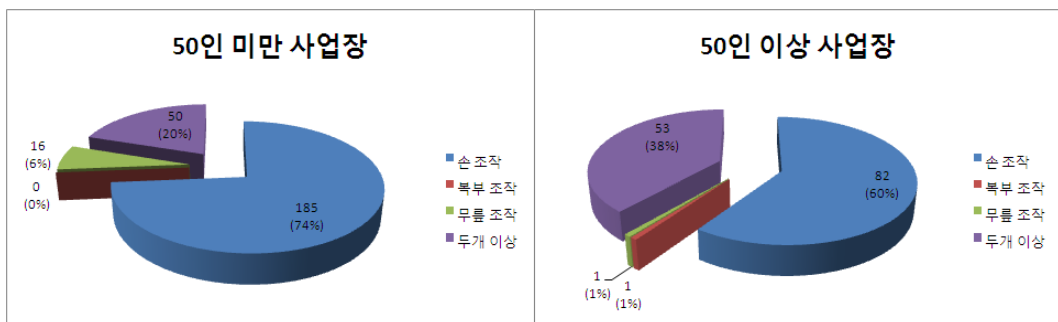
[그림 9] 사업장 규모별 작업용 롤 갭 크기

위 결과와 같이 대부분의 롤러기는 작업 중 10cm 미만으로 롤 갭이 조정되어 사용 중이므로 끼임재해가 일어날 가능성이 있다는 것을 확인할 수 있으며, 10cm 이상으로 사용된다 하더라도 고무와 함께 손과 같은 신체부위가 롤 사이로 들어간다면 피해가 없을 것으로 기대하기는 어렵다.

(2) 급정지장치 조작방식

롤러기에 가장 많이 사용되는 방호장치는 급정지장치이다. 앞서 소개한 방호장치 중 가드는 자동화 시스템으로 제작되지 않은 롤러기의 경우 작업에 걸림돌이 되므로 설치를 기피하는 것이 현실이다. 따라서 작업에 방해가 되지 않고 쉽게 설치가 가능한 급정지장치를 대부분 선호한다.

급정지장치를 작동하는 방식은 크게 세 가지로 분류된다. <표 2>에 소개한 바와 같이 손 조작 방식과 복부 조작 방식, 무릎 조작 방식이 그것인데 많은 기계에 손 조작 방식이 채택되어 사용되고 있다. 손이 롤에 끼이는 등의 갑작스런 대처상황에는 복부 조작 방식이나 무릎 조작 방식이 더욱 효과적일 수 있겠으나, 이 두 방식은 작업자가 의식하지 못하는 행동으로 인해 접촉함으로써 기계가 멈출 수 있기 때문에 손 조작 방식에 비해 선호되지 못한다. 하지만 손 조작 방식은 작은 비상 스위치 하나로 구성되어 설치가 간편하고, 의식적으로 스위치를 누를 경우에만 작동할 수 있기 때문에 의도하지 않은 작동을 줄일 수 있는 강점이 있다. 하지만 대부분 1인 작업으로 진행되는 롤러기 작업에서 작업자의 신체가 롤에 끼이는 경우 본인이 의식적으로 손을 뺀 후 스위치를 작동시키는 행동이 용이한가는 검토해볼 문제로 생각된다.



[그림 10] 사업장 규모별 급정지장치 조작 방식

급정지장치 조작 방식에 대한 조사 결과를 살펴보면 대부분의 사업장이 손 조작 방식을 채택하고 있음을 알 수 있다. 특히 50인 미만 사업장의 경우에 약 74%의 사업장이 손 조작 방식만을 채택하고 있고, 50인 이상 사업장은 이 보다 적은 약 60%의 사업장이 손 조작 방식만을 설치하고 있다.

두 개 이상의 방식을 조합하여 사용하는 것이 사고를 예방하는데 가장 바람직한 방식이라 할 수 있으므로 이에 대한 교육 및 전파가 필요할 것으로 사료된다.

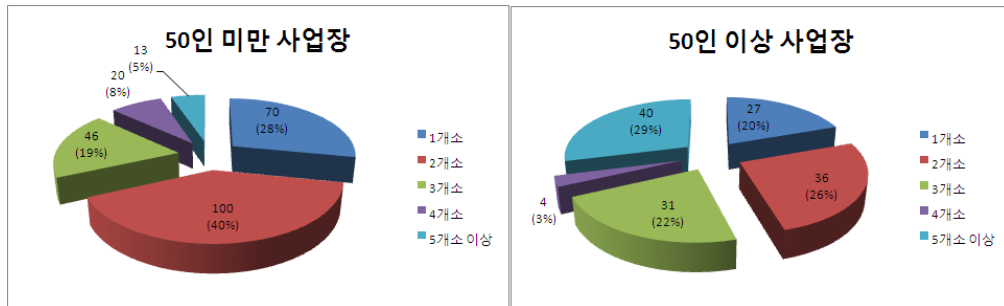
(3) 급정지장치 스위치 수와 위치 분석

급정지장치를 작동할 수 있는 스위치는 많을수록 위험상황에 대처하기 용이하기 때문에 다수를 설치하는 것이 바람직하다 할 수 있다. 실태조사 항목 중 급정지장치 스위치 위치와 수량에 대한 문항을 포함하여 조사하였다.



[그림 11] 비상정지장치 스위치 위치

50인 이상 사업장에서 사용되는 롤러기에 부착된 비상정지장치 스위치의 개수는 5개소 이상인 경우가 가장 많은 것으로 조사된 것에 비해, 50인 미만 사업장에서 사용되는 롤러기의 비상정지장치 스위치 수는 2개소에 부착한 경우가 가장 많았으며, 그 다음이 1개소라는 답이었다.



[그림 12] 급정지장치 스위치 수

50인 미만 사업장의 조사결과 중, 1개소에 비상정지장치 스위치가 부착되어 있다고 응답한 70대의 내용을 세부적으로 정리하면 다음 <표 8>과 같다.

<표 8> 비상정지장치 스위치 1개소 부착부 상세 내용

손 조작 방식						무릎 조작 방식	계
스위치 위치	①	②	③	④	⑤		
대수	14	11	8	6	18	13	70

비상정지장치 스위치가 1개소에 부착되어 있다고 응답한 70대의 롤러기 중 손 조작 방식은 57대로 약 81.4%이다. 앞서 설명한 바와 같이 손 조작 방식의 경우 위급상황 시 피해자가 신속하게 대응할 수 있는지가 의문점이긴 하지만 스위치가 중앙에 위치한 경우에는 어느 정도 대처가 가능하다고 인정한다 할지라도 기계의 양측에 스위치가 부착되어 있는 49대(약 70%)의 롤러기는 더 큰 문제라고 볼 수 있다. 사용되는 롤의 길이가 대부분 1m가 넘는데 만약 스위치가 설치된 반대편에서 끼임재해의 위험을 느끼고 작업자가 스위치를 작동시키려 한다면 정확한 동작을 통해서 급정지장치를 가동시키기를 기대하기는 어려

을 것으로 보인다. 따라서 비상정지 스위치를 1개만 설치하는 롤러기의 경우에는 가능한 무릎 조작 방식이나 복부 조작 방식을 사용할 것을 권장하고, 이 방식의 설치가 곤란한 경우에는 손 조작 방식의 스위치는 중앙부에 위치하도록 유도해야 할 것으로 생각된다.

비상정지장치 스위치가 2개소에 부착된 롤러기의 상세 내용을 살펴보면 100대의 롤러기 중 20대가 무릎 조작 방식과 혼용하여 사용되고 있고, 나머지 80대는 손 조작 방식으로만 설치된 것으로 조사되었다. 손 조작 방식으로만 설치된 롤러기 80대는 대부분 양 측면에 스위치를 부착한 상태였으며, 아주 소수는 한쪽 측면 위아래로 스위치를 설치한 기계도 있었다. 따라서 비상정지장치 작동의 적정성과 더불어 실제 위급상황에 대처할 수 있는 작동 스위치의 위치를 확인하고, 무릎 조작 방식이나 복부 조작 방식의 사용을 유도하면 끼임재해 예방에 좀 더 효과적일 것으로 판단된다.

3) 가중피해 가능성 분석

안전에 대한 최선의 조치는 사고가 발생하지 않도록 예방하는 것이다. 하지만 이와 더불어 사고가 발생했을 경우에도 그 피해가 최소화 되도록 조치를 취하는 것 역시 중요하다 할 것이다. 롤러기의 경우에도 기계의 설치 및 조립상태에 따라서 사고피해를 최소화할 수 있는지 여부를 역회전장치나 롤 갭의 최대 이격거리 등으로 판단할 수 있다. 이를 조합하고 분석하여 피해를 최소화할 수 있는 방안을 정리했다.

(1) 역회전장치 설치

역회전장치는 위험발생 시 비상정지와 더불어 작동하면서 끼임재해 예방을 기대하는 목적으로 설치하는 장치다. 하지만 현실적으로 큰 동력을 사용하여 한 방향으로 회전하던 롤을 버튼을 누름과 동시에 즉각 반응하여 반대 방향으

로 회전시킨다는 것은 아직까지 불가능하다고 할 수 있다. 따라서 역회전 장치는 신체가 협착된 상태라면 추가적인 사고 상황의 진행을 막아내는 의미와 사고발생 이후에 구조가 용이하도록 도움을 주는 장치로 이해해야 할 것이다. 이러한 역회전장치가 설치된 현황을 <표 9>로 정리했다.

〈표 9〉 롤 역회전 가능 여부

	50인 미만 사업장	50인 이상 사업장
역회전 가능	109 (42.4%)	91 (53.2%)
역회전 불가능	148 (57.6%)	80 (46.8%)
계	257 (100%)	171 (100%)

역회전장치의 설치여부는 사업장의 규모와 상관없이 비슷한 분포를 보이고 있다. 역회전장치가 재해를 예방하는 장치라고 보기는 어렵지만 사고발생 시 구조를 용이하게 할 수 있다는 점에서 필요한 장치라 볼 수 있다.

(2) 롤 갭(roll gap) 최대 이격거리

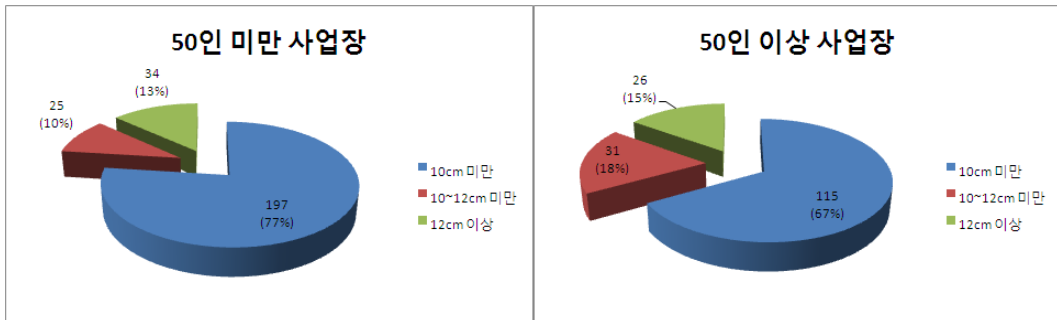
국내에서 사용되는 롤러기는 대부분이 한 개의 주동력이 두개 롤의 맞물린 기어를 돌려 구동하는 방식이다. 따라서 거리조절이 가능한 롤러기의 경우에도 맞물린 기어가 빠지는 상황을 방지하기 위하여 롤의 이격거리를 제한하고 있다. <표 10>은 롤의 최대 이격 가능거리를 표시한 것이다.

〈표 10〉 롤 갭 최대 이격거리

	50인 미만 사업장	50인 이상 사업장
10cm 미만	197 (77.0%)	115 (66.9%)
10~12cm 미만	25 (9.8%)	31 (18.0%)
12cm 이상	34 (13.2%)	26 (15.1%)
계	256 (100%)	172 (100%)

대부분 롤러기의 최대이격거리는 10cm 이내로 만들어져 있다. 이는 인체의 협착방지를 위한 안전거리에 관한 KS 규격⁶⁾에 명기된 손·손목·주먹이 협착되지 않는 최소 간격 기준에 미치지 못하는 거리이다. 또한 팔의 협착을 예방하는 간격인 12cm를 적용하면 적정 간격을 유지하는 롤러기의 비율은 더욱 떨어진다. 전체 롤러기의 약 14%만이 KS 규격을 만족하는 롤러기라고 볼 수 있는 것이다. 하지만 14%의 롤러기는 협착사고가 발생했을 경우 즉각적인 정지와 롤의 이격이 가능하다는 가정 하에 피해를 최소화할 수 있다는 것이며 현실적으로 대응조치에 걸리는 시간동안 발생하는 피해는 피할 수 없으며, 나머지 86%의 롤러기는 사고에 의한 피해는 물론이고 피해자를 구제하는 상황에서 추가피해가 불가피하다는 것이다.

6) KS B ISO 13854:2002 기계안전 - 인체 부분의 협착을 방지하기 위한 최소 틈새(Safety of machinery - Maximum gaps to avoid crushing of parts of the human body)



[그림 13] 사업장 규모별 롤 갭 최대 이격거리

(3) 조합분석

앞서 언급한 롤러기 실태를 종합해보면 사고에 효과적으로 대처할 수 있는 상태와 그렇지 못한 상태의 롤러기의 분류가 가능하다. 조사된 내용을 토대로 최적의 상태인 롤러기를 가정하면, 최대 롤 갭의 크기가 12cm 이상이고 롤 갭을 조절하는 방식이 유압방식이며 롤의 역회전이 가능한 장비라고 할 수 있다.

〈표 11〉 롤러기 최선 및 최악 조합 분류

		50인 미만 사업장	50인 이상 사업장
최선 조합	최대 롤 갭 12cm 이상 유압식 롤 갭 조절 역회전 가능	1/258 (0.4%)	5/172 (2.9%)
최악 조합	최대 롤 갭 10cm 미만 수동식 롤 갭 조절 역회전 불가능	116/258 (45.0%)	57/172 (33.1%)

이와 반대로 최악의 조합은 최대 롤 갭의 크기가 10cm 미만에 롤 갭 조절이 수동방식이고 롤의 역회전이 불가능한 장비로 가정할 수 있다. 이러한 조건에

해당하는 롤러기를 분류하면 다음의 <표 11>과 같다.

위 <표 11>과 같이 최적의 상태로 조합된 롤러기는 극히 일부이며 50인 미만 사업장은 약 절반의 롤러기가 최악의 상태로 제작되어있으며, 50인 이상 사업장에서 사용하는 롤러기 역시 1/3 정도가 최악의 조합으로 설계되어 있다. 물론 여기에는 롤러기에 작업자의 접근을 최소화할 수 있는 시스템으로 구성된 롤러기도 포함되어 있다고 볼 수 있으나 그 수가 극히 미미하므로 현재 우리나라에서 사용되는 롤러기는 사고예방 조치 및 사고발생 후 대처에 어려움을 겪을 수 있는 롤러기가 대부분인 것으로 파악된다.

IV. 롤러기 재해분석

1. 고무제품제조업 재해 현황

롤러기에서 발생한 재해 유형 및 특징을 분석하기 위하여 2008년에서 2010년까지 최근 3년간 고무제품제조업에서 발생한 재해를 분석하였다. 최근 3년간 고무제품제조업에서 발생한 재해는 전체 재해의 약 0.65%를 차지하며 이를 정리하면 <표 12>와 같다

〈표 12〉 최근 3년간 전체 및 고무제품제조업 재해자수

	2008년	2009년	2010년
전체 재해자	95,806	97,821	98,645
고무제품제조업 재해자	829 (0.87%)	648 (0.66%)	689 (0.70%)

고무제품제조업이 속한 제조업종의 재해자수에 대한 비율을 살펴보면 총 32개로 분류된 업종에서 아래 <표 13>와 같은 분포를 보이고 있다.

〈표 13〉 제조업종 재해자수 분포

	2008년	2009년	2010년
비금속광물제품및금속제품제조업또는금속 가공업	5,876(1)	5,509(1)	5,468(1)
기계기구제조업	5,491(2)	4,886(2)	5,218(2)
화학제품제조업	2,911(3)	2,925(3)	2,900(3)

수송용기계기구제조업(갑)	2,600(4)	1,383(8)	1,429(8)
선박건조및수리업	2,375(5)	2,413(4)	2,122(6)
식료품제조업	2,342(6)	2,271(5)	2,475(4)
수송용기계기구제조업(을)	2,280(7)	1,922(6)	2,238(5)
기타제조업	1,762(8)	1,663(7)	1,640(7)
목재품제조업	1,201(9)	1,214(9)	1,137(9)
금속재료품제조업	1,156(10)	936(10)	1,024(10)
섬유또는섬유제품제조업(을)	946(11)	849(11)	971(11)
전기기계기구제조업	920(12)	839(12)	947(12)
전자제품제조업	854(13)	715(13)	817(13)
고무제품제조업	829(14)	648(16)	689(15)
펄프및지류제조업및제본또는인쇄물가공업	699(15)	668(14)	757(14)
요업또는토석제품제조업	507(16)	540(17)	516(17)
도금업	483(17)	474(19)	507(18)
섬유또는섬유제품제조업	433(18)	481(18)	445(19)
인쇄업	399(19)	398(20)	374(20)
유리제조업	384(20)	341(21)	370(21)
제재업및베니어판제조업	342(21)	268(23)	290(23)
계량기·광학기계·기타정밀기구제조업	279(22)	306(22)	329(22)
신문·화폐발행,출판업및경인쇄업	217(23)	163(25)	174(24)
수제품제조업	191(24)	180(24)	173(25)
의약품및화장품향료제조업	152(25)	143(26)	148(26)
금속제련업	73(26)	75(27)	125(27)
도자기제품제조업	69(27)	45(28)	66(28)
시멘트제조업	46(28)	32(29)	32(29)
연탄및응집고체연료생산업	29(29)	30(30)	22(30)

담배제조업	4(30)	14(31)	7(32)
코크스및석탄가스제조업	2(31)	7(32)	8(31)
자동차및모터사이클수리업	0(32)	663(15)	653(17)
제조업 계	35,852	33,001	34,071

※ ()안의 수치는 해당 연도의 재해자수 순위

<표 13>에 나타난 바와 같이 고무제품제조업의 재해자수는 제조업종에서 14~16번째에 위치하여 재해자 수로 순위를 매긴다면 중간정도에 위치하고 있으며, 점유율로는 약 2% 정도를 차지하는 것으로 조사되었다. 이와 같이 전체 재해건수와 제조업종에서 차지하는 고무제품제조업의 점유율로는 타 업종에 비교하여 크다고 볼 수 없을 것이다.

고무제품제조업에서 발생한 재해를 본 연구의 대상인 롤러기에서 발생한 재해와 롤러기와 관련 없는 일반적인 작업 등에 의한 재해로 분류하면 아래의 <표 14>와 같이 분류가 가능하다.

〈표 14〉 고무제품제조업 재해 유형 분류

	롤러기 관련	일반 작업	기타	계
2008년	50 (7.3%)	420 (61.7%)	211 (31.0%)	681
2009년	39 (6.6%)	400 (68.1%)	148 (25.2%)	587
2010년	51 (8.2%)	431 (69.0%)	143 (22.9%)	625

고무제품제조업에서 발생한 재해 중 롤러기와 직간접으로 관련된 재해의 점유율은 그다지 높은 편은 아니다. 고무제품제조업에서 발생한 재해의 다수는 롤러기와 관련 없는 일반적인 작업에 의해 발생하는 것으로 나타났으며, 직업

병 등을 포함한 기타 재해가 그 다음으로 높은 점유율을 보이고 있다. 이에 반해 롤러기와 관련된 재해의 점유율은 10%를 넘지 않아 빈번히 발생하는 재해는 아님을 알 수 있다. 또한 롤러기 관련 재해라 하더라도 본 연구의 대상이라고 할 수 있는 롤 사이에 작업자 신체가 끼이는 재해가 전부를 차지하는 것은 아니며 이를 다시 세분해 보면 다음과 같다.

〈표 15〉 롤러기 관련 재해 현황

	롤 사이 끼임 재해	끼임 이외 재해	계
2008년	35 (70.0%)	15 (30.0%)	50
2009년	29 (79.5%)	10 (20.5%)	39
2010년	42 (82.4%)	9 (17.6%)	51

2. 재해강도 분석

고무제품제조업 재해 현황 분석에서 나타난 바와 같이 롤러기에서 발생한 끼임재해가 빈번하게 발생하는 유형의 재해는 아니다. 그럼에도 불구하고 끼임재해를 예방하기 위한 방호장치를 개발해야 하는 이유는 재해의 강도 때문이라고 할 수 있다.

롤러기 실태조사를 통해 확인한 것과 같이 국내에서 사용되는 대부분의 롤러기가 작업 중 롤 갭의 크기가 10cm 이내로 유지된 채 작동되어 끼임재해의 위험에서 벗어날 수 없으며, 대형 롤 사이에 손과 같이 신체의 일부가 끼인다면 그 피해는 심각해지는 것이다. 또한 앞서 살펴본 바와 같이 롤러기가 제작된 형태도 대부분의 기계가 롤 갭을 최대한 이격시킬 수 있는 크기가 12cm 미

만이기 때문에 사고 후 처리 과정에서도 그 피해가 가중될 수 있다는 것은 예상이 가능하다. 이에 본 절에서는 롤 사이에 신체가 끼이는 재해가 다른 재해와 비교하여 어느 정도 강도를 나타내고 있는지 분석해 보고자 한다.

재해강도를 측정하는 방식은 여러 가지가 있겠지만 근로복지공단에서 제공하는 자료에서 재해로 인해 산정된 근로손실일수를 적용하는 것이 신뢰할 수 있으며 객관성을 확보하는 것으로 판단되어 이를 기준으로 강도를 분석한다.

고무제품제조업에서 발생한 재해 중 롤 사이에 신체가 끼이는 재해와 이를 포함하지 않은 재해를 분리하여 각각의 근로손실일수 평균을 구하면 아래 <표 16>과 같다.

<표 16> 고무제품제조업 재해 근로손실일수 현황

	롤 사이 끼임 재해 근로손실일수 평균	끼임 이외 재해 근로손실일수 평균
2008년	340.9	253.6
2009년	326.4	204.7
2010년	172.0	217.3
평균	270.0	226.6

끼임 재해로 인한 3년간 근로손실일수의 평균은 270.0일로 타 재해로 인한 근로손실일수 평균인 226.6일보다 약 40여일 많은 수치를 보이고 있다. 이는 끼임 재해가 타 재해보다 피해가 심하다는 것을 나타내는 수치로 분석할 수 있다.

하지만 좀 더 세밀하게 분석하면 그 피해가 위의 수치보다 더욱 심각하다는 것을 확인할 수 있다. 롤 사이 끼임 재해의 경우에 근로손실일수 평균이 2008년에 340.9일과 2009년에 326.4일로 나타나는 것에 비해 2010년도 평균은 172.0

일로 갑자기 평균치가 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 이는 2008년에서 2009년의 평균이 300일을 넘는 것으로 유추하면, 끼임 재해의 대부분이 장기요양 및 치료를 필요로 하는 재해이기 때문에 2010년의 경우 그 해에 발생한 재해는 요양 및 치료가 끝나지 않은 상태임이 반영되지 않아서 그러한 수치가 나타난 것으로 분석할 수 있다. 실제로 2010년도에 발생한 재해를 직접 조사한 결과, 대부분의 피해자가 병원에 입원하여 치료를 받는 중인 것으로 확인되었다. 따라서 재해강도를 정확하게 비교하기 위해서는 2008년과 2009년에 발생한 재해의 근로손실일수의 평균 비교가 좀 더 적합하다고 할 수 있다.

2008년과 2009년의 끼임 재해에 의한 근로손실일수 평균은 334.3일이고 타 재해에 의한 평균은 229.2일이다. 따라서 끼임 재해에 의한 근로손실일수 평균이 약 100일 이상 타 재해에 비해 큰 수치를 보임으로써 끼임 재해에 의한 피해가 얼마나 심한지 짐작할 수 있다.

V. 롤러기 축 이격장치 개발

1. 필요성

고무제품 성형 및 제조에 사용되는 롤러기는 롤 사이 간격이 10cm 미만으로 유지된 채 작업이 진행되고, 고무의 배합 및 성형에 적합한 큰 마력의 장비를 사용하여 끼임 재해가 발생할 경우 심각한 피해로 이어진다. 여기에 사고발생 이후에도 롤 사이 간격을 12cm 이상으로 이격시킬 방법이 강구되지 않아 구조도 곤란하여 피해가 가중되는 상황이다.

따라서 본 연구에서는 롤러기 작업 중 급정지장치 등 방호장치의 작동과 동시에 롤러기의 축을 이격시켜 끼임재해를 예방할 수 있는 장치를 개발하여 재해예방을 도모하고, 혹 발생할 수 있는 사고로 인한 추가 피해도 최소화하는 장치를 개발한다.

2. 개발조건 및 방안

1) 개발조건

롤러기 축 이격장치는 고무성형 및 제조작업 중 발생하는 끼임 재해를 예방하기 위한 장치이다. 따라서 롤러기에 특성과 작업방식에 적합한 장치가 되어야 하기 때문에 다음의 조건을 만족해야 하는 것으로 조사되었다.

- ① 기존에 설치된 방호장치와 동시에 작동하여야 한다. 현재 사용 중인 롤러기의 작업방식은 센서 등으로 감지하여 자동으로 작동하는 방호장치는 부착이 곤란하다. 또한 급정지장치를 작동시키는 스위치 역시 실제 위험상황

발생 시 작업자 본인이 스스로 누를 수 있는지 여부가 의문인 경우가 많다. 따라서 추가적인 작동방식으로 개발된 방호장치를 구동하는 것은 불가능하다고 볼 수 있다.

- ② 롤 갭의 최대 이격거리가 최소한 12cm 이상으로 유지되도록 장치가 개발되어야 한다. KS에서 제시하는 팔의 협착재해를 예방하는 간격이 12cm이므로 그 이상이 유지되어야 한다.
- ③ 장치의 부착비용이 저렴해야 한다. 실제로 선진국에서 제작된 일부 제품에 유압으로 작동하는 유사 장치가 있지만, 그 부착비용이 롤러기 제작비용의 30~40%에 달하여 보편화되기 어렵다.
- ④ 축 이격장치 부착으로 인한 흔들림이나 롤 갭의 크기 변화가 없어야 한다. 롤러기는 큰 마력으로 작동하는 기계이기 때문에 힘을 지지할 수 없는 구조의 장치는 기계고장이나 제품의 품질저하를 유발하여 실제 사용이 어려울 수 있다.

2) 개발방안

위에 언급된 조건을 만족시키기 위해 마련된 개발방안은 다음과 같다.

- ① 기존에 설치된 방호장치와 동시에 작동하도록 하기 위해서 대부분의 롤러기에 사용되고 있는 급정지장치의 스위치에 연동하여 작동하도록 개발한다.
- ② 롤 갭의 이격거리를 12cm 이상으로 만들기 위해서는 롤러기에 부착된 두 개의 롤 중에서 후면 롤의 축을 이격하는 장치가 되어야 한다. 전면 롤의 경우에는 제품의 두께 등을 조절하기 위한 기능이 부착되어 축 이격장치를 추가로 설치하거나 많은 거리를 이동시키기 곤란하다.
- ③ 장치의 제작 및 부착비용을 절감하기 위해서 공압과 워기어를 활용한 장

치를 개발한다. 두 방식 모두 적은 비용으로 제작이 가능하고 동시에 공압은 순간적인 힘의 전달에서 유리하고, 뮴기어는 안정적인 작동을 기대할 수 있다.

- ④ 큰 힘으로 작동하는 롤의 안정성을 확보하기 위해서 특수한 형태의 지지 방식을 개발한다. 작업 중에는 움직임이 없이 롤을 지지하다가 비상 스위치 작동으로 순간적인 축 이격을 할 수 있는 방식으로 개발한다.

3. 축 이격장치

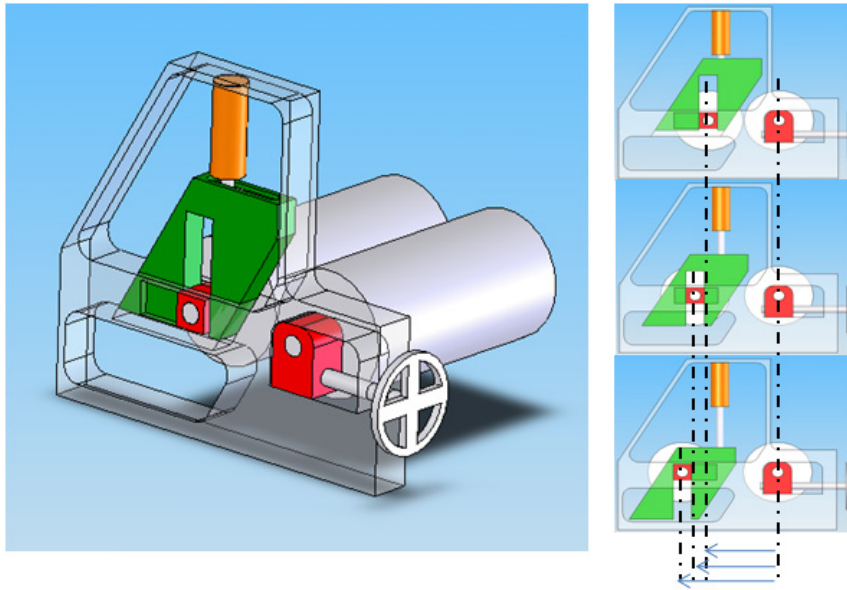
앞선 절에서 검토한 이격장치의 조건과 이를 만족시킬 수 있는 방안을 고려하여 축 이격장치를 개발하였다. 기본 구조는 켜기형태로 롤 축을 지지하고 이를 이동하여 이격이 가능하도록 고안하였으며, 켜기를 이동하는 방식은 공압과 뮴기어를 활용하였다.

1) 축 이격방식

롤러기는 변형 및 가공이 쉽지 않은 고무를 다루는 기계로 큰 동력으로 롤을 회전시킨다. 따라서 축 이격장치를 개발하는데 걸림돌 중 하나가 위험상황 시 움직이게 되는 롤의 축을 작업 시 어떻게 고정하는가 하는 것이었다. 물론 유압식 구조 등을 이용하면 쉽게 해결될 수도 있는 문제이지만 앞서 언급한 바와 같이 이러한 구조는 비용의 과다로 롤러기에 적용하는데 어려움이 있다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하고자 켜기형태의 구조로 이격장치를 개발하였다. 롤 축을 움직임이 가능한 켜기에 고정하고 작업 시에는 이 켜기가 움직이지 않도록 지지한 상태로 사용하다가 위험상황 시에는 켜기가 움직이도록 하여 여기에 고정된 롤 축도 같이 이동이 가능하도록 하는 방식이다.

이에 대한 개념도와 이동방식은 [그림 14]와 같다.



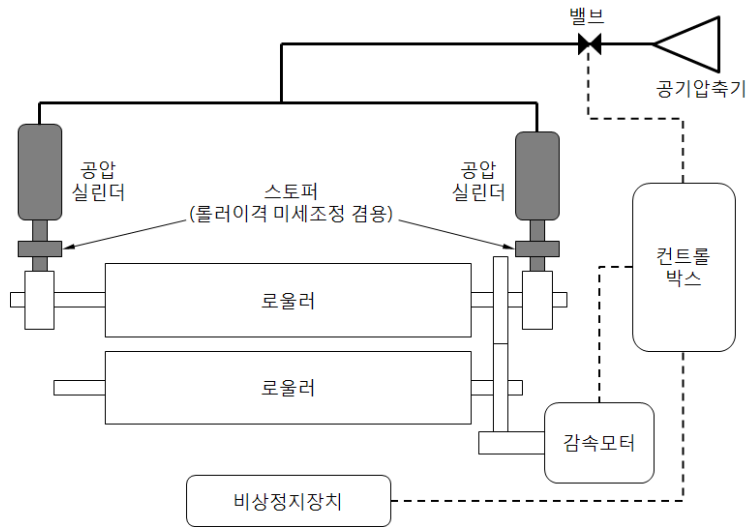
[그림 14] 썰기형 구조를 이용한 축 이격장치 및 구동 과정

2) 축 이격장치 구동방식

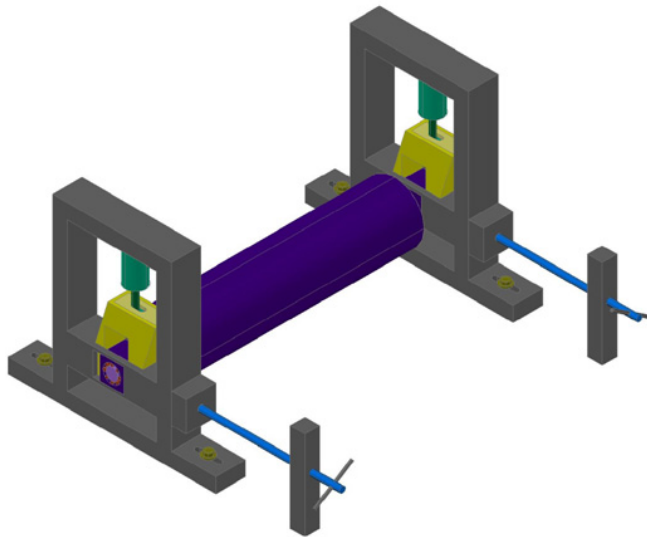
썰기 형태의 축 이격장치를 구동하기 위해서 공압방식과 원기어방식의 두 방식으로 장치를 개발하였다. 두 방식 모두 적은 비용으로 부착이 가능한 방식으로 실제 사업장에서 활용이 가능할 것으로 판단된다.

(1) 공압방식

공압방식의 구동장치는 순간적인 장치의 작동에 유리한 방식으로 판단되어 축 이격장치에 적용하게 되었다. 급정지장치 스위치와 연동되어 스위치를 작동할 경우 공압 실린더가 즉시 축 이격장치의 썰기를 밀어내어 롤의 축을 이격시키는 방식으로 구동 개념과 장치의 조감도는 아래의 그림과 같다.



[그림 15] 공압방식 축 이격장치 구동 개념도

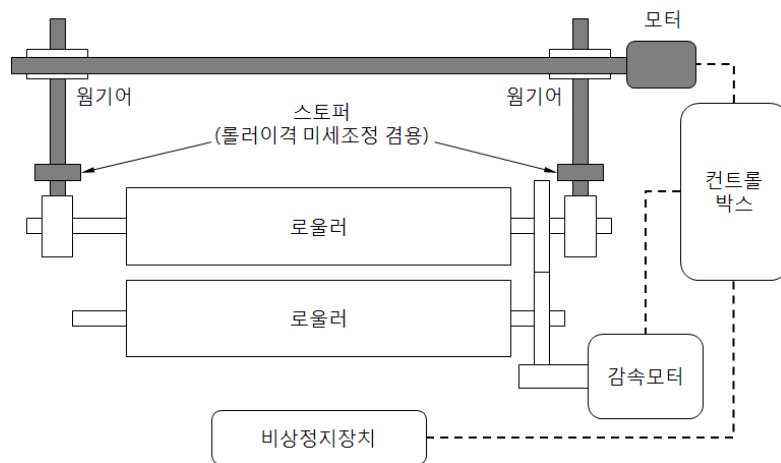


[그림 16] 공압방식 축 이격장치 조감도

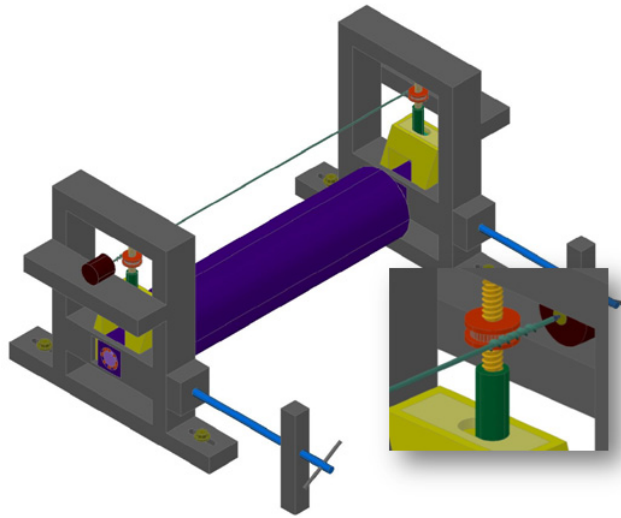
(1) 웜기어(worm gear)방식

웜기어(worm gear)를 이용한 구동방식은 공압방식에 비해 즉각적인 반응에서 분리할 수 있지만 안정적인 작동을 기대할 수 있어 개발되었다. 또한 공압방식에 비해 설치도 용이하고 고장의 위험이나 유지관리 측면에서도 유리할 것으로 기대된다.

웜기어방식의 구동 방식 및 조감도는 아래와 같다.



[그림 17] 웜기어방식 축 이격장치



[그림 18] 월기어방식 축 이격장치 조감도

VI. 결론 및 고찰

1. 결론

고무제품제조업에서 사용하는 롤러기는 고무배합·청소 등 작업 시 롤 사이에 협착 되어 근로자가 사망하거나 신체장애가 발생할 가능성이 큰 위험성이 높은 기계이다. 따라서 본 연구는 국내에서 사용되는 롤러기의 방호장치 부착 등 실태조사를 진행하고, 조사에 근거하여 끼임재해를 예방할 수 있는 축 이격장치를 개발하였다. 본 조사 및 연구에서 얻어진 결론은 다음과 같다.

- (1) 국내 294개 사업장에서 사용되고 있는 422대의 롤러기를 대상으로 방호장치 부착상태 등 실태조사를 진행한 결과 대부분의 롤러기가 끼임재해 발생 가능성이 큰 것으로 조사되었다. KS에서 제시하는 기준에 의하면 손 협착을 방지하기 위해서는 10cm 이상의 크기가 필요하고, 팔의 협착을 예방하기 위해서는 12cm 이상의 크기를 요구하고 있지만 롤러기가 작업하는 롤 갭의 크기는 대부분 10cm 이하를 유지하고 있다.
- (2) 작업 중 롤 갭의 크기는 물론이고 롤러기의 최대 롤 갭이 12cm 미만으로 제작된 기계가 대부분을 차지했다. 이는 팔이 롤에 끼이는 재해가 발생했을 경우에 피해자를 구조하는 상황에서도 2차적인 추가 피해를 피할 수 없는 상황이 발생하는 것이다.
- (3) 롤러기의 방호장치로 사용되는 급정지장치의 경우, 상대적으로 안전관리가 취약한 50인 미만 사업장에서 조작용 스위치가 1곳에 부착된 기계가 28%이고 2곳에 부착된 기계가 40%로 조사되었다. 롤러기를 이용한 고무

배합 등의 작업이 단독으로 이루어지는 경우가 많다는 것을 고려하면 1개 소나 2개소에 스위치가 설치된 기계에서 위험상황이 발생하였을 때 효과적인 대처가 가능할지 장담할 수 없다. 따라서 복부식 스위치 등으로 보완하고 스위치의 위치나 개수에 대한 기준을 정하는 등의 보완책 마련이 검토되어야 할 것이다.

(4) 2008년부터 2010년까지 최근 3년간 고무제품제조업에서 발생한 재해사태를 조사한 결과, 총 1,893건의 재해 중 롤러기와 직접적인 관련이 있는 재해는 140건으로 약 7.4%의 점유율을 차지하는 것으로 나타났다. 또한 140건의 재해 중 롤 사이에 신체의 일부가 끼이는 재해는 106건으로 전체 재해에서 약 5.7%를 차지하여 재해건수로는 비중이 크지 않은 것으로 조사되었다. 하지만 재해강도를 짐작할 수 있는 근로손실일수를 살펴보면 끼임재해로 인한 근로손실일수의 평균이 334.3일로 타 재해의 229.2일보다 월등히 높아 끼임으로 인한 재해의 심각성을 유추해볼 수 있다.

(5) 롤러기 끼임재해를 예방하고 피해를 최소화할 수 있는 장치로 롤의 축이격장치를 개발하였다. 경제성 등 여러 가지 조건을 만족 시키는 장치를 개발하였으며 급정지장치의 스위치와 연동하여 작동이 가능하도록 개발되었다. 작동하는 원리는 공기압을 이용하여 축을 이격시키는 장치와 웜기어를 활용하여 축을 이격시키는 두 가지 방식을 적용하여 개발하였다.

2. 고찰

본 연구는 끼임재해 발생 위험성이 높은 고무제품 성형제조업에 사용되는 롤러기에 부착 가능한 방호장치를 개발하는 것이 목적이다. 본 연구에서 개발

한 방호장치를 통해 롤 사이에 손이나 팔이 끼이는 재해를 예방하고 피해를 경감하는 것이 가능할 것으로 예상되지만 이는 근본적인 해결방법이라고 보기 어렵다. 가장 근본적인 재해예방법은 고무제품을 성형하고 제조하는 작업방식을 근본적으로 개선하여 작업자가 롤러기의 위험범위 안에 접근하지 않은 상태로 작업이 진행되는 것이라고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에 후속으로 진행되어야 할 과제는 작업자의 접근을 근본적으로 차단한 작업방식이나 롤러기의 개발이라고 볼 수 있다.

위의 방안이 가장 바람직한 방향이라고 볼 수 있지만 실현되기 위해서는 많은 연구와 시간이 뒤따라야 할 것이다. 지금 시점에서 우선적으로 조치되어야 할 부분은 실태조사에서 문제점으로 드러난 비상정지장치를 작동시키는 스위치의 형태와 개수, 위치라고 볼 수 있다. 비상정지장치 작동 스위치를 1개나 2개를 부착한 롤러기에서 위험상황이 발생했을 때 작업자가 효과적으로 대처하기를 기대하기는 어렵다. 따라서 적절한 비상정지장치 스위치의 형태와 개수 및 위치에 대한 연구가 후속연구로 진행되어 검토되어야 할 것으로 생각된다.

향후 위와 같은 내용들이 반영된 연구가 진행되어 고무제품 성형제조업에서 더 이상의 끼임재해가 발생하지 않는 작업환경을 기대해본다.

참 고 문 헌

- 노동부고시 2010-14. 안전검사 절차에 관한 고시. 2010
- 박재범. 역회전장치를 이용한 롤러기의 안전화방안. 충북대학교 생산공학과 석사학위논문 2002
- 박재범, 강동규, 김두현. 산업용 로울러기의 협착재해 감소방안. 산업안전학회지 2003;18(2):22-27
- 임준식, 최태준. 산업안전공학. 일진사 2010
- 최기흥. 위험기계·기구 안전성확보 선진화 방안 연구. 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 2009
- 최혜선, 김은경. 국내 장갑 제조업체의 실태조사 및 치수체계에 관한 연구. 한국복식학회지 2005;55(2):116-12
- 한국산업안전보건공단. 2009 전국 산업체 작업환경실태 일제조사 보고서. 2009
- 한국산업안전보건공단. 안전인증·안전검사 절차 및 기준 가이드. 2010
- 한국산업안전보건공단. 위험기계·기구 및 설비 안전검사 체크 포인트. 2009
- KOSHA CODE M-53-2002. 고무 또는 합성수지 가공용 롤러기 방호조치에 관한 기술지침
- KS B ISO 13854. 기계안전:인체부분의 협착을 방지하기 위한 최소틈새. 2002

Development of axis movement device for rollers for preventing for jamming accidents.

Jin-Woo Choi, Gwang-Gil Lee, Jae-Suk Park

*Department of Safety Engineering & Ergonomics Research,
Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA
34-4, Gusan-Dong, Bupyeong-Ku, Incheon, 403-711, Korea*

<Abstract>

The purpose of this study is development of axis movement device for rollers for preventing for jamming accidents. The axis movement device was based on the results of survey about the actual conditions of protective devices on 422 rollers in 296 plants.

This survey revealed that most rollers have a danger of jamming accidents because they work maintaining their roll gap size below 10cm. And their maximum roll gap sizes are below 12cm suggested minimum distance for preventing jamming accident by KS(Korean Standard).

It surveyed that 28% rollers have one switch and 40% rollers have two switches operating emergence stop equipment. It is difficult that laborer in danger pushes the switches because most works using roller are individual works.

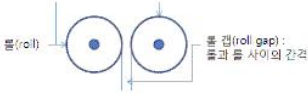
There are 109 cases of jamming accidents at rollers in the past three years. They are small percentage as 5.7% of total accidents in factory using

rollers, but their loss days are longer than other cases. Loss days average of jamming accidents are 334.4 days as against 229.2 days. It means that jamming accident like hands or arms caught between rolls is fatal.

This study developed the axis movement device for rollers for preventing for jamming accidents. It is linked the switches which operating emergence stop equipment with air compressor or worm gear. It has economical advantage, etc.

Key words : Roller, Mixing Mill, jamming accident, emergence stop equipment, roll gap

[부록 1]

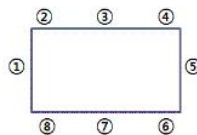
롤러기 실태조사지		ID																												
안녕하십니까? 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원은 우리나라에서 사용되는 롤러기(Mixing Mill)에 의한 재해를 예방하고자 기초적인 사용실태를 조사하고 있습니다. 아래 설문항목에 대한 응답과 의견을 기초로 재해예방사업이 추진될 예정이오니 적극적인 참여 부탁드립니다. 귀하께서 작성하신 모든 자료와 정보는 통계법 제 33조에 의거 본 설문 목적외로만 사용될 것임을 약속드립니다.																														
☉ 롤러기 제원에 대해 응답해 주시기 바랍니다. 문1. 롤 규격(직경)과 길이는 얼마입니까? <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">롤 규격(직경)</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">_____ 인치</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">롤 길이</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 10%;">_____ cm</td> </tr> </table> 문2. 롤러기 용량 및 제작사(제작연도)는 언제입니까? <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">롤러기 용량</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">_____ 마력</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">제작사(제작연도)</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 10%;">_____ (_____ 년)</td> </tr> </table> ▷ 다음 그림을 참조하여 응답해 주시기 바랍니다.  문3. 보유하신 롤러기의 롤 갭(roll gap)의 최소 및 최대거리는 얼마입니까? <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">롤 갭</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 70%;">최소 _____ cm ~ 최대 _____ cm</td> </tr> </table> 문4. 작업 시 일반적으로 사용하는 롤 갭(roll gap)은 어느 정도입니까? <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">롤 갭</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 70%;">_____ cm</td> </tr> </table> 문5. 롤 갭(roll gap)을 조정하는 방식은 무엇입니까? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">수동 나사조정 방식</th> <th style="width: 33%;">유압 조정 방식</th> <th style="width: 34%;">기타</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 문6. 보유하신 롤러기는 역회전이 가능합니까? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">역회전 가능</th> <th style="width: 33%;">역회전 불가능</th> <th style="width: 34%;">기타</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							롤 규격(직경)	_____ 인치	롤 길이	_____ cm	롤러기 용량	_____ 마력	제작사(제작연도)	_____ (_____ 년)	롤 갭	최소 _____ cm ~ 최대 _____ cm	롤 갭	_____ cm	수동 나사조정 방식	유압 조정 방식	기타				역회전 가능	역회전 불가능	기타			
롤 규격(직경)	_____ 인치	롤 길이	_____ cm																											
롤러기 용량	_____ 마력	제작사(제작연도)	_____ (_____ 년)																											
롤 갭	최소 _____ cm ~ 최대 _____ cm																													
롤 갭	_____ cm																													
수동 나사조정 방식	유압 조정 방식	기타																												
역회전 가능	역회전 불가능	기타																												

㉠ 롤러기 방호장치에 대해 응답해 주시기 바랍니다.

문7. 급정지장치 조작은 어떤 방식입니까?

손 조작 방식	족부 조작 방식	무릎 조작 방식

문8. 비상정지장치 부착 위치는 어디입니까?



문9. 한국산업안전보건공단이 앞으로 개선해야 하거나 또는 고객님께서 한국산업안전보건공단에 바라시는 점이 있다면 자유롭게 말씀해 주시기 바랍니다.

※ 설문에 응해 주셔서 감사드립니다. 설문지는 [403-711 인천광역시 부평구 무네미로 478 산업안전보건연구원 안전시스템실]로 보내주시거나 Fax : 032) 518-0867로 전송해 주시면 감사하겠습니다. 설문과 관련하여 문의사항이 있으시면 032) 510-0797 (담당자 : 최진우 과장)로 전화주시기 바랍니다.

〈〈연 구 진〉〉

연 구 기 관 : 산업안전보건연구원

연구책임자 : 최진우 (연구원)

연 구 원 : 이광길 (연구위원)

박재석 (연구원)

〈〈연 구 기 간〉〉

2011.1.1 ~ 2011.11.30

본 연구보고서에 기재된 내용은 연구책임자의 개인
적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있
음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

끼임재해 예방을 위한 롤러기 축 이격장치 개발

2011-연구원-1455

발 행 일 : 2011년 12월 31일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 강 성 규

연구책임자 : 안전시스템연구실 최진우

발 행 처 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

주 소 : 인천 부평구 무네미로 478(구산동 34-4)

전 화 : (032) 5100-797

F A X : (032) 518-0867

Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>
