

KOSHA GUIDE

P - 79 - 2011

기계공장에 대한 위험과
운전분석기법(M-HAZOP)

2011. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 김 구 중

o 개정자 : 이 근 원

o 제 · 개정 경과

- 1999년 11월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
- 1999년 12월 총괄기준제정위원회 심의
- 2011년 12월 화학안전분야 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)

o 관련 규격 및 자료

- EN 292-1 : 기계류의 안전 - 기본개업, 설계일반원칙
- EN 292-2 : 기계류의 안전 - 기계안전전기술원칙과 사양
- SA-0005-1999 : 기계의 위험성 평가 원칙에 관한 안전인증지침

o 기술지침의 적용 및 문의

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

공표일자 : 2011년 12월 29일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

기계공장에 대한 위험과 운전분석기법(M-HAZOP)

1. 목 적

이 가이드는 기계공장의 위험요소를 평가하기 위한 위험과 운전분석기법을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

기계공장의 특성을 위험요소별로 본다면 공정에 필요한 유해·화학물질을 취급하는 부분에서의 화재·폭발·독성물질누출 위험과 이송·가공·조립 공정에서의 충돌, 협착, 절단, 물림위험 등 크게 두 가지로 나눌 수 있다.

유해·화학물질을 취급하는 부분의 위험성평가는 화학공장 위험성평가에 사용되는 KOSHA GUIDE 위험과 운전분석(HAZOP)기법을 활용하여 수행하면 가능하나 이송, 가공, 조립 공정에서는 화학공장에서 사용되는 것과 같은 공정변수와 가이드워드를 적용할 경우 바람직한 위험성평가가 되지 못하므로 적합한 변수와 가이드워드의 개발이 필요하다. 본 기법은 기계공장중 기존의 위험과 운전분석(HAZOP)기법의 적용이 불합리한 공정에 대한 위험성평가를 수행하는 데 적용한다.

3. 평가절차

3.1 평가팀의 리더는 평가의 개요와 목적을 팀구성원에게 충분히 설명하여 평가를 원활히 할 수 있도록 한다.

3.2 도면에 표기된 모든 공정라인에 대한 목적과 특성을 설명하고 간단한 토의를 한다.

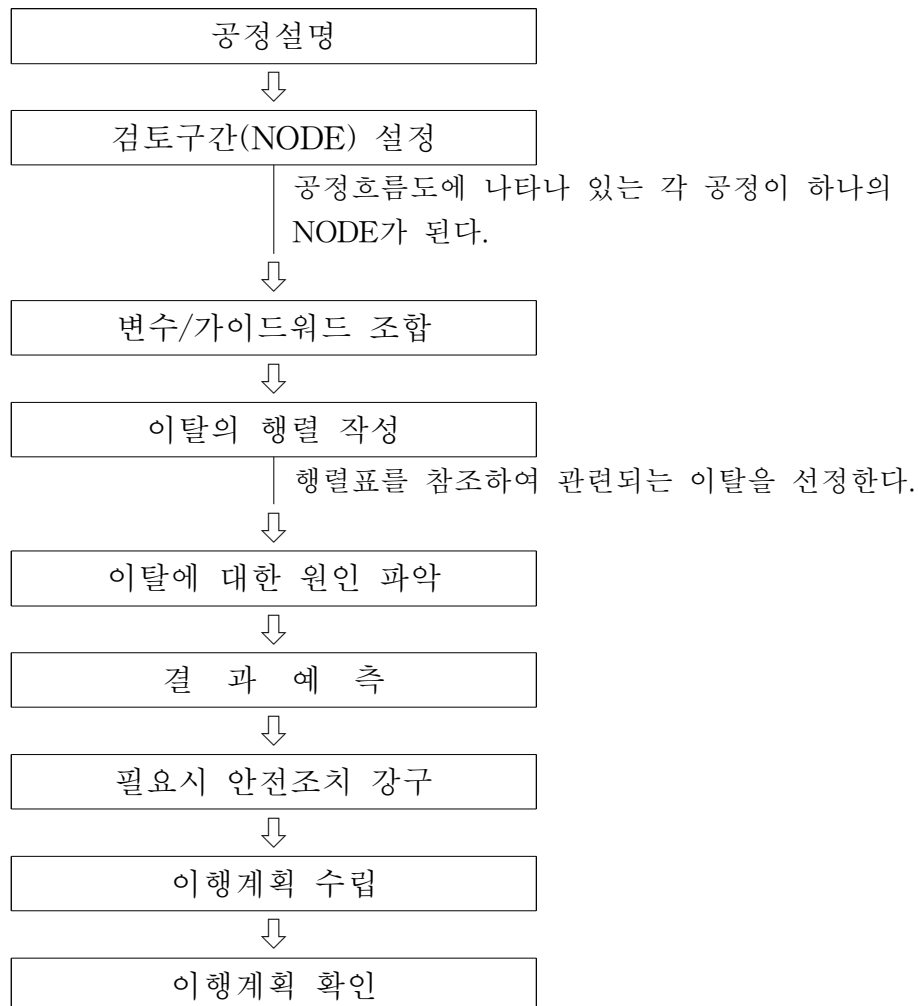
3.3 전체 배치도 및 공정흐름도에서 유해물질 취급공정과 이송, 가공, 조립공정부분을 구분한 뒤 유해물질 취급 부분은 KOSHA GUIDE 위험과 운전분석(HAZOP)기법에 따라 위험과 운전분석(HAZOP)을 진행하고 이송, 가공, 조립공정 부분은 본 지침에 따라 각 구간별로 이탈을 찾아 위험성평가를 진행한다.

3.4 검토결과 설계에 수정이나 변경이 필요한 사항은 서류에 적색으로 표시하고 검토가 끝난 구간은 녹색으로 표시한다.

3.5 공정상의 모든 라인에 대한 검토가 완료되면 서류에 검토를 완료하였다는 서명을 한 후 다음 공정을 검토한다.

3.6 M-HAZOP 수행절차

M-HAZOP의 수행절차는 위험과 운전분석기법의 절차와 동일하다.



<그림 1> M-HAZOP의 위험과 운전분석 수행 흐름도

4. 가이드워드 및 변수

4.1 가이드워드

M-HAZOP에서 사용되는 가이드워드는 위험과 운전분석기법에서 사용되는 것과 같이 사용할 수 있다.

가이드워드	정 의	예 또는 코멘트
없음, 못함 (NO, NOT, NONE)	설계의도 표준안전작업방법·안전조치(방호조치)와 달리 변수가 없는 상태	속도 없음으로 표현할 경우 : 검토구간내에서 운송속도가 없는 경우(정전 등으로 인하여), 적정 안전조치가 없는 경우
있음, 발생 (SOMETHING ELSE)	설계의도 표준안전작업방법·안전조치(방호조치)의 기준에 맞지 않는 변수가 발생함.	정전기 있음으로 표현할 경우 : 검토구간내에서 정전기가 발생한 경우, 적정안전조치가 없는 경우, 작업방법이 옳지 않은 경우
증가 (MORE, HIGH, LARGE)	변수가 양적으로 증가되는 상태	소음 증가로 표현할 경우 : 검토구간내에서 소음이 설계의도보다 많을 경우
감소 (LESS, LOW, SMALL)	변수가 양적으로 감소되는 상태	증가의 반대이며 감소가 아주 적은 경우에 NO라고 표현될 수도 있음.
반대, 역행 (REVERSE)	설계의도 표준안전작업방법·안전조치(방호조치)에 반대되어 변수가 발생함.	역이송으로 표현할 경우 : 검토구간내에서 역으로 이송
부가 (AS WELL AS)	설계의도 표준안전작업방법·안전조치(방호조치)와 관계없는 변수가 추가로 나타나는 상태	오염 등과 같이 설계의도외에 부가로 이루어지는 상태를 뜻함.
부분 (PART OF)	설계의도 표준안전작업방법·안전조치(방호조치)가 완전히 이루어지지 않는 상태	부분조립으로 표현한 경우 : 공정에서 완전한 조립이 되지 못하고 다음 공정으로 이송되는 경우
기타 (OTHER THAN)	설계의도 표준안전작업방법·안전조치(방호조치)로 설치되지 않거나 운전 유지되지 않은 상태	기계설치 잘못, 나쁜자세(인적 에러 포함)

4.2 변수

기계공장에서 사용되는 변수는 화학공장에서 사용되는 변수와 그 성격이 틀린 데 그 종류로는 이송속도(컨베이어), 소음, 조작, 진동, 냄새, 분진, 작업자세, 정전, 정전기, 추락점, 감전 등이 있다.

온도와 힘(압력)같은 변수는 공정성격에 따라(용융 및 성형공정, 프레스공정 등)적절히 사용될 수 있다. (부록 2 참조)

기계공장에서는 화재·폭발 등의 중대산업사고의 발생빈도는 적으나 손가락 절단 등 부상사고의 발생이 우려되는 바 이탈로 전개될 수 있는 가능한 모든 변수를 찾아야 되며 특이한 점은 다양한 변수를 적용함으로써 안전뿐만 아니라 작업절차 또는 품질개선의 방법으로서 M-HAZOP이 활용될 수가 있다.

5. 이탈 및 가능한 원인

이탈은 가이드워드와 변수의 조합으로서 만들어 진다. 기계공장의 특성중 하나는 운전이 단계별로 이루어지며 각 단계에서 조립 등이 완전히 이루어지지 않은 상태에서 다음 단계로 넘어가면 결국 불량품을 만들게 되므로 절차와 관련된 표1과 같은 이탈을 적용하게 한다. 그리고 기계제조 과정에서 많이 발생하는 위험요인 도출을 위해 표2와 같은 일반적 이탈을 적용한다.

표 1. 절차(SEQUENCE)관련 이탈

이 탈	정 의
조작지연 (STEP TOO LATE)	허용범위(시간, 조건)내에서 시작하지 못함.
조기조작 (STEP TOO EARLY)	계획보다 조기에 조작함.
조작생략 (STEP LEFT OUT)	조작을 생략함.
역행조작 (STEP BACK WARDS)	단위공정이 부정확하게 전단계 단위공정으로 역행함.
부분조작 (PART OF STEP MISSED)	한단계 조작내에서 하나의 부수조치가 생략됨.
다른조작 (EXTRA ACTION INCLUDED)	한단계 조작중 불필요한 다른 단계의 조작을 행함
틀린조작 (WRONG ACTION TAKEN)	예측불가능한 기타 틀린조작

표 2. 일반이탈

협착, 폭발, 화재, 충돌, 파열, 감전, 유해물질 누출/접촉, 이상온도 접촉, 소음, 유해광선, 전도, 추락, 낙하·비래, 붕괴·도괴, 무리한 동작, 물림, 기타

5.1 이탈의 행렬표 (DEVIATION CHART)

검토구간이 정해지면 구간내에서 이탈을 손쉽게 도출할 수 있도록 기계공장에서 발생할 수 있는 이탈을 정리하여 부록1과 같은 이탈의 행렬표와 부록2와 같은 이탈의 가능한 원인표를 만들어 활용한다.

이때 주의점은 각 구간에서 이탈을 찾을 때 선입견을 버리고 가능한 많은 이탈을 가정하는 것이 좋다. 이렇게하여 그 원인과 결과를 도출할 때 뜻하지 않은 개선점(안전 및 품질향상)을 찾을 수가 있다.

운전을 오랜기간 동안 사고없이 했다하여 검토구간내에서 극소수의 이탈만 선택하면 바람직한 HAZOP 수행이 되지 못한다.

5.2 가능한 원인

이탈의 가능한 원인은 이탈의 성격에 따라 여러 가지가 나올수가 있으며 이를 부록2에 정리하였다.

6. 기록

6.1 위험성평가 검토결과 기록지(부록 3 참조)의 작성방법은 다음과 같다.

- (1) 첫째 칼럼의 이탈란에는 공정흐름도에서 검토구간을 정한 뒤 이곳에 가이드워드와 변수를 적용하여 이탈을 만들어 기록한다.

- (2) 원인란에는 이탈이 일어날 수 있는 원인들을 열거한다. 한가지 이탈에 대하여 한가지 이상의 원인이 있는 경우에는 이들 원인 모두를 기록한다.
 - (3) 결과란에는 앞에서 연구된 모든 원인 각각에 대하여 예상되는 결과를 기록한다. 예상되는 결과도 원인과 마찬가지로 한가지 원인에 대하여 2개 이상의 결과가 예상되는 경우에는 이들 모두를 기록한다. 또한 각각의 서로다른 원인에 의해 같은 결과가 예상되는 경우에도 원인별로 예상되는 결과를 각각 기록하여야 한다.
 - (4) 현재 안전조치란에는 각각의 예상되는 결과를 방호하기 위한 안전장치가 어떻게 반영되었느냐를 기록한다.
 - (5) 위험등급란에는 예상되는 원인과 결과에 따른 위험등급을 기록한다. 위험등급을 구분하는 방법은 결과의 치명도와 발생할 수 있는 빈도를 조합하여 1에서 5까지 구분할 수 있으며 위험등급표(부록4)는 회사의 실정에 맞도록 규정한다.
 - (6) 개선권고사항란에는 추가적으로 조치가 필요하다고 평가자들이 추천하는 안전설비 등의 조치내용을 기록하는 곳으로써 기존의 안전조치 사항은 기록하지 아니한다.
- 6.2 위험성평가결과 조치계획(부록5 참조)에는 권고사항들을 정리하여야 하며 책임부서와 조치일정 등을 명확히 표기하고 개선사항이 제대로 이행되었는지 조치부서가 아닌 제삼자가 확인할 수 있도록 하여야 한다.

부록 1.

이탈의 행렬표

공정변수	가이드 워드							
	증가	감소	없음	있음 · 발생	반대 · 역행	부분	부가	기타
이송/회전속도	속도증가	속도감소	속도없음		반대이송/회전			
조작(STEP)	조작지연	조기조작	조작생략		역행조작	부분조작	다른조작	틀린조작
소음	소음증가							
진동	진동증가							
온도 · 열	온도증가	냉동		고온 · 고열				
유해광선				유해광선발생				
유해냄새	유해냄새증가							
분진	분진증가							
힘 · 무게(압력)	힘증가	힘감소		붕괴 · 도괴				
정전기				정전기발생				
감전				감전발생				
정전				정전발생				
충돌				충돌발생				
불균형	불균형증가			전도				
자체절단				낙하 · 비레				
파열				파열발생				
부식	부식증가							
미끄럼				미끄럼발생				
개구부 · 추락점				추락발생				
협착점				협착발생				
물림점				물림발생				
절단점				절단발생				
끼임점				끼임발생				
회전말림점				말림발생				
작업자세	무리한동작							나쁜자세

부록2.

이탈의 가능한 원인

변 수	이 탈	가 능 한 원 인
이송/회전속도	속도증가 속도감소	컨베이어나, 지게차 등의 이송/회전속도가 규정보다 빠르거나 늦음, 조작패널의 고장
조작	조작지연	운전의도보다 늦게 조작
	조기조작	운전의도보다 빠르게 조작
	역행조작	조작이 전단계로 역행함
	부분조작	행위가 부분적으로 이루어짐
	부가조작	규정된 행위 이외의 조작이 추가로 이루어짐
	틀린조작	규정된 행위와 틀린 조작이 이루어짐
소음	소음증가	소음이 규정치를 초과
진동	진동증가	진동이 규정치를 초과
온도·열	온도증가	연료과잉공급, 냉각불량
	냉동	냉동부위 발생
	고온·고열	고온·고열부위 발생
유해광선	유해광선발생	용접으로 유해광선 발생
유해냄새	유해냄새증가	유해냄새가 운전원에 영향을 줄 정도로 발생
분진	분진증가	분진이 규정치 초과
힘·무게(압력)	힘증가	규정된 힘보다 큰힘 발생
	힘감소	규정된 힘보다 적은힘 발생
	붕괴·도괴	과도한 적재 등으로 붕괴·도괴 발생
정전기	정전기발생	운전중에 정전기 발생
감전	감전발생	접지잘못, 도선노출 등으로 감전발생
정전	정전발생	운전중에 정전발생

KOSHA GUIDE
P - 79 - 2011

변 수	이 탈	가 능 한 원인
충돌	충돌발생	운반구 등과 충돌
불균형	불균형증가	지반침하, 설치불량, 잘못된 적재
	전도	불균형상태 지속으로 전도 발생
자체절단	낙하·비래	와이어로프 절단, 칩의 비래
파열	파열발생	과도한 회전, 체결력부족, 결합부위 등으로 파열
부식	부식증가	부식분위기 하에서 부식이 증가
미끄럼	미끄럼발생	기름누출, 마모 등으로 미끄럼 발생
개구부·추락점	추락발생	개구부, 난간설치 불량으로 추락발생
협착점	협착발생	크레인과 기둥사이에서 협착발생
물림점	물림발생	롤러의 개구부에서 물림발생
절단점	절단발생	전단기, 동근톱날에서 절단발생
끼임점	끼임발생	회전부와 고정부 사이에서 끼임발생
회전말림점	말림발생	회전부위에 작업복 등의 말림발생
작업자세	무리한동작	중량물을 인력운반, 과도한 체결
	나쁜자세	적절한 운전자세가 불가능한 상태의 운전

부록 3.

위험성평가 검토결과 기록지

단위공정 : _____

도면번호 : _____

검토구간 : _____

검토일 : _____ 페이지 : _____

설계의도 : _____

이 탈	원 인	결 과	현재안전조치	위험등급	개선권고사항

부록 4. 위험등급

위험등급의 구분 (예)			
치명도 \ 빈도	(1) 상	(2) 중	(3) 하
(1) 치명적	I	I	III
(2) 보통	II	III	IV
(3) 경미	III	IV	IV
(4) 무시	IV	IV	IV

위험등급 : I 등급 - 인적·물적 손실이 치명적 위험
 II 등급 - 인적·물적 손실이 상당한 위험
 III 등급 - 인적·물적 손실이 한정적 위험
 IV 등급 - 인적·물적 손실이 무시가능 위험

발생빈도의 구분 (예)	
빈도	내용
(1) 상	설비 수명기간에 한 번 이상 발생
(2) 중	설비 수명기간에 발생할 가능성이 있음
(3) 하	설비 수명기간에 발생할 가능성이 없음

치명도의 구분 (예)	
치명도	내용
(1) 치명적	사망, 다수부상, 설비파손 1000만원 이상, 설비운전 정지기간 5일 이상
(2) 보통	부상 1명, 설비파손 200만원 이상 1000만원 미만, 설비운전 정지기간 1일 이상 5일 미만
(3) 경미	부상자 없음, 설비파손 200만원 미만, 설비운전 정지기간 1일 미만
(4) 무시	안전설계, 운전성 향상을 위한 변경

부록 5

위험성평가결과 조치계획

사업명 : _____

번호	단위공정	위험등급	개선권고사항	책임부서	조치일정	조치진행결과	확인

부록 6.

조선작업공정의 이탈

작업공정	변 수	이 탈
중량물 취급	충돌 자체절단 협착점 힘·무게 불균형	충돌발생 낙하비래 협착발생 붕괴·도괴 전도
강재 가공 및 절단	분진 소음 유해냄새 온도·열 협착점 자체절단 충돌 불균형 유해광선 압력	분진증가 소음증가 유해냄새증가 고온·고열 협착발생 낙하비래 충돌발생 전도 유해광선발생 압력증가
용접	온도·열 분진 유해광선 감전 개구부·추락점	고온·고열 분진증가 유해광선발생 감전발생 추락발생
선체 및 블록조립	작업자세 자체절단 개구부·추락점 협착점 분진 소음 유해광선	무리한동작 낙하·비래 추락발생 협착발생 분진증가 소음증가 유해광선발생

작업공정	변 수	이 탈
선체 및 블록조립	온도 · 열 압력 감전	고온 · 고열 압력증가 감전발생
도장	유해냄새 개구부 · 추락점 소음 분진 온도 · 열 압력	유해냄새증가 추락발생 소음증가 분진증가 고온 · 고열 압력증가
선체블록 탑재	분진 소음 작업자세 온도 · 열 협착점 자체절단 충돌 개구부 · 추락점 유해광선 감전	분진증가 소음증가 무리한동작 고온 · 고열 협착발생 낙하비래 충돌발생 추락발생 유해광선발생 감전발생
엔진설치 의장공사	작업자세 개구부 · 추락점 협착점 충돌 소음 분진 온도 · 열 압력 자체절단 온도 · 열	무리한동작 추락발생 협착발생 충돌발생 소음증가 분진증가 고온 · 고열 압력증가 낙하비래 고온 · 고열

KOSHA GUIDE
P - 79 - 2011

작업공정	변 수	이 탈
진수	작업자세 자체절단 협착점 충돌 감진	무리한동작 낙하비래 협착발생 충돌발생 감진발생
의장공사	작업자세 자체절단 협착점 충돌 개구부·추락점 온도·열 소음 압력 분진	무리한동작 낙하비래 협착발생 충돌발생 추락발생 고온·고열 소음증가 압력증가 분진증가
시운전·인도	소음 진동 불균형 충돌	소음증가 진동증가 전도 충돌발생

부록 7.

플랜트 · 해양공정의 이탈

작업공정	변 수	이 탈
강재하역	협착점 자체절단	협착발생 낙하 · 비래
전처리	소음 분진 온도 · 열 압력	소음증가 분진증가 고온 · 고열 압력증가
가공	자체절단 온도 · 열 분진 작업자세	낙하 · 비래 고온 · 고열 분진증가 무리한동작
조립	협착점 충돌 개구부 · 추락점 불균형 자체절단 작업자세	협착발생 충돌발생 추락발생 전도 낙하 · 비래 무리한동작
용접	온도 · 열 분진 유해광선 감전 개구부 · 추락점	고온 · 고열 분진증가 유해광선발생 감전발생 추락발생

KOSHA GUIDE
P - 79 - 2011

작업공정	변 수	이 탈
도장	유해냄새 온도 · 열 압력 개구부 · 추락점 소음 분진 압력	유해냄새증가 고온 · 고열 압력증가 추락발생 소음증가 분진증가 고압수위험
작업자세	시운전 · 인도 온도 · 열 소음 진동 불균형 충돌	무리한동작 고온 · 고열 소음증가 진동증가 전도 충돌발생

부록 8.

기계작업공정의 이탈

작업공정	변 수	이 탈
이송	이송/회전속도 조작(STEP) 소음 진동 힘 · 무게 충돌 불균형 자체절단 미끄럼 협착점 회전말림점 작업자세	속도증가(과속발생) 반대이송/회전 조작지연 조기조작 역행조작 소음증가 진동증가 붕괴 · 도괴 충돌발생 전도 낙하 · 비래 미끄럼 발생 협착발생 말림발생 무리한동작
가공	회전속도 조작 소음 진동 온도 · 열	속도증가 반대회전 조기조작 역행조작 틀린조작 소음증가 진동증가 고온 · 고열

작업공정	변 수	이 탈
가공	유해광선 분진 감전 정전 충돌 자체절단 파열 미끄럼 협착점 물림점 절단점 끼임점 회전말림점 작업자세	유해광선발생 분진증가 감전발생 정전발생 충돌발생 낙하·비래 파열발생 미끄럼발생 협착발생 물림발생 절단발생 끼임발생 말림발생 무리한동작
열처리	온도·열 유해광선 유해냄새 분진 파열	고온·고열 유해광선발생 유해냄새증가 분진증가 파열발생
수공구작업	분진 감전 파열 미끄럼 개구부·추락점 회전말림점 작업자세	분진증가 감전발생 파열발생 미끄럼발생 추락발생 말림발생 무리한동작

작업공정	변 수	이 탈
조립	<p>이송/회전속도</p> <p>조작</p> <p>힘 · 무게</p> <p>감전</p> <p>충돌</p> <p>불균형</p> <p>미끄럼</p> <p>개구부 · 추락점</p> <p>작업자세</p>	<p>속도증가</p> <p>반대이송/회전</p> <p>조작지연</p> <p>조기조작</p> <p>조작생략</p> <p>틀린조작</p> <p>붕괴 · 도괴</p> <p>감전발생</p> <p>충돌발생</p> <p>전도</p> <p>미끄럼발생</p> <p>추락발생</p> <p>무리한동작</p> <p>나쁜자세</p>
세척	<p>온도 · 열</p> <p>유해냄새</p> <p>정전기</p> <p>미끄럼</p> <p>개구부 · 추락점</p>	<p>고온 · 고열</p> <p>유해냄새증가</p> <p>정전기발생</p> <p>미끄럼발생</p> <p>추락발생</p>
적재	<p>힘 · 무게</p> <p>충돌</p> <p>불균형</p> <p>부식</p> <p>작업자세</p>	<p>붕괴 · 도괴</p> <p>충돌발생</p> <p>전도</p> <p>부식증가</p> <p>무리한동작</p>

부록 9.

기계공장의 위험성평가 적용 사례

1. 위험성평가 적용개요

본 위험성평가의 적용목적은 이송, 가공, 조립공정이 주를 이루고 있는 기계공장에 잠재하고 있는 유해·위험요인을 분석하여 이와 관련된 문제점을 발견하고 이에 따른 체계적인 대처 방안을 수립하여 설계, 설비, 안전작업수칙에 반영함으로써, 설비의 결함이나 운전상의 실수 등에 의하여 발생할 수 있는 중대 산업사고 및 비계획 가동정지의 가능성을 최소화하는데 목적을 두고 기계공장에 대한 위험과 운전분석기법(M-HAZOP)을 활용하여 위험성을 평가하였다.

위험성평가 결과 다음 사항이 사업장 안전대책 수립에 도움이 되었다.

- (1) 조직적인 공정검증을 통한 근원적인 안전성 확보
- (2) 정상운전상태를 벗어난 갑작스런 비정상 상태의 안전을 위한 안전수칙 제정
- (3) 신규운전자, 공정기사에 대한 교육 훈련

2. 적용사업장 개요

사업장명	○○○ 제지(주)	근로자수	○○○ 명
소재지	(526-890) ○○○도 ○○군 ○○읍	생 산 물	신문용지
업 종	펄프 및 지류제조업	전화번호	-

3. 제조공정개요

공정흐름	근로자수 (남/여)	공 정 설 명	유해위험요인 및 기계기구, 설비
고지·해리	9/0	0 종이원료가 되는 폐지를 지게차로 공정에 투입해서 물과 약품을 사용해서 섬유입자를 풀어 준다.	0 지게차 : 협착 0 드럼필퍼 : 협착 0 와이어코일러 : 협착
정 선	3/0	0 원료가 되는 섬유질을 고르고 이물질 제거한다.	0 정선기, 컨베이어 - 협착, 소음 0 스크류컨베이어 - 협착
탈 목	3/0	0 종이원료에서 잉크입자를 제거한다.	0 탈목기, 컨베이어 - 소음, 협착 0 체이스탱크 - 질식
표 백	3/0	0 탈목된 원료를 약품 등을 사용해 백색도를 높여준다.	0 표백설비, 크레인 - 소음, 유기용제, 협착
탈수·압착	6/0	0 종이원료와 물을 분리한다. 0 탈수된 습지를 기계적으로 재탈수한다	0 탈수·압착기 - 물 협착, 전도 - 추락, 소음 0 와이어 스트FP처 -협착
건조·광택	6/0	0 습지에 함유된 수분을 증발시킨다. 0 종이 표면에 광택을 갖도록 한다.	0 건조기, 크레인 - 추락, 전도, 협착, 소음, 고열
재 권 취	15/0	0 종이를 규격에 따라 다시 감는다.	0 권취기, 컨베이어, 크레인 - 협착, 소음
포 장	6/0	0 규격화된 제품을 포장한다.	0 포장기, 컨베이어, 크레인 - 협착
출 고	24/0	0 포장된 제품 수송	0 지게차 - 제품붕괴, 협착

4. 유해 · 위험공정실태

공 정 명	원질공정	위험기계	지게차, 정선기, 펄퍼
근로자수	〇〇 명	유해인자	협착, 붕괴, 질식, 소음
<p>○ 원질공정 : 고지→ 해리 →정선 → 탈묵 →표백</p> <p>○ 작업내용별 문제점</p> <ol style="list-style-type: none"> 고지창고 : 1) 지게차에 의한 협착, 충돌위험 2) 적재된 고지에 의한 낙하, 붕괴 위험 3) 컨베이어에 의한 협착 펄퍼 : 1) 소음에 의한 청력손실 2) 드럼펄퍼 회전부 협착위험 3) 교반기 수리후 협착위험 탈묵실 : 1) 회전체에 의한 협착 2) 소음에 의한 청력손실 3) 체스트 탱크내 점검중 질식위험 			
공 정 명	초지공정	위험기계	초지기, 크레인
근로자수	〇〇 명	유해인자	롤에 협착, 추락, 전도, 소음
<p>○ 초지공정 : 탈수→ 압착 → 건조</p> <p>○ 작업내용별 문제점</p> <ol style="list-style-type: none"> 와이어 프레스 및 건조기 점검 · 정비시 1) 고소작업으로 인한 추락 및 전도 2) 크레인의 중량물 낙하 지절시의 종이연결작업 1) 롤 사이에 협착 2) 소음으로 인한 청력손실 3) 건조기 접촉시의 화상 			

KOSHA GUIDE
P - 79 - 2011

공 정 명	포장공정	위험기계	포장지, 재권취기(WINDER)
근로자수	○○ 명	유해인자	협착, 소음
<p>○ 포장공정 : 권취→ 포장</p> <p>○ 작업내용별 문제점</p> <p>1. 권취 공정</p> <p>1) 롤 사이에 협착위험</p> <p>2) 소음으로 인한 청력손실</p> <p>3) 운반대차에 협착위험</p> <p>2. 포장작업</p> <p>1) 자동포장 설비가동부에 의한 협착</p> <p>2) 소음으로 인한 청력손실</p>			
공 정 명	제품적재 및 출하	위험기계	지게차, 호이스티
근로자수	○○ 명	유해인자	충돌, 낙하, 붕괴
<p>○ 작업내용별 문제점</p> <p>1. 제품적재 작업</p> <p>1) 지게차에 의한 충돌, 협착, 전도, 발생위험</p> <p>2) 적재된 제품의 낙하</p> <p>2. 제품 출하작업</p> <p>1) 상차중 제품에 협착위험</p> <p>2) 상차작업중 손의 협착위험</p> <p>3) 지게차에 의한 충돌위험</p>			

5. 제지공정의 이탈 (예시)

작업공정	변 수	이 탈
고 지	힘, 무게 온도, 열 절단점 *협착점 충돌 불균형	붕괴, 도괴 화재발생 절단발생 협착발생 충돌발생 전도
해 리	추락점 산소 소음 *협착점 불균형	추락발생 산소결핍 소음증가 협착발생 전도
탈 목	추락점 작업자세 *유해가스 *압력 협착점	추락발생 무리한 동작 유해가스 발생 압력증가 협착발생
탈 수	*협착점 추락점 *물림점	협착발생 추락발생 물림발생
건 조	*온도 *물림점 불균형 충돌	온도증가 물림발생 전도 충돌발생
권 취	*협착점 *충돌 물림점	협착발생 충돌발생 물림발생
포 장	협착점	협착발생
지게차	충돌 *협착점 *조작 *불균형	충돌발생 협착발생 역행조작 전도
용 접	감전 추락점 온도	감전발생 추락발생 온도증가

주) “*”로 표시된 변수 : 위험성평가 검토결과 (예시)

위험성평가 검토결과 기록지(예시)

단위공정번호 : 고지

검 토 일 : 0000년 0월 0일 페이지 : 1/14

도 면 번 호 : BH-P-013

설계의도 : 고지를 해리공정으로 자동 운반

검 토 구 간 : 컨베이어

이 탈	원 인	결 과	현재 안전조치	위험등급	개선 권고사항
협착발생	o 컨베이어 가동중 청소, 이물질 제거 수리등 작업	o 컨베이어 구동부에 접촉되어 협착재해 발생	o 컨베이어 구동부에 방호덮개 부착 o 컨베이어 구동부에 낀 이물질 제거시 운전 중지 o 비상정지 스위치 부착 o 컨베이어 가동시 경고음으로 가동개시를 알림	II	o 이물질 제거시 도구사용 o 위험한 가동부분에 접근하지 않고 급유가 가능한 장치부착 o 청소, 수리 이물질 제거시 전원 스위치에 “수리중” 표지판 부착
	o 와이어 코일러에서 권취된 철사 더미 배출작업	o 배출작업중 와이어 코일러가 가동되어 협착재해 발생	o 운전실과 무전으로 기계가동, 정지지시	II	o 와이어 코일러 배출구를 열었을 때 가동정지 되는 구조의 연동설비 설치 o 현장스위치 설치

※ 위험등급 적용기준 : KOSHA GUIDE P-34-98 (기계공장에 대한 위험과 운전분석기법)의 위험등급 설정기준

위험성평가 검토결과 기록지 (예시)

단위공정번호 : 해리

검 토 일 : 0000년 0월 0일 페이지 : 2/14

도 면 번 호 : BH-P-014, BH-P-022

설계의도 : 고지를 물과 약품을 사용하여 풀어줌

검 토 구 간 : 펄퍼

이 탈	원 인	결 과	현재 안전조치	위험등급	개선 권고사항
협착발생	o 드럼펄퍼 가동중 회전부위에 접근	o 드럼회전부에 접 촉되어 협착 재 해 발생	o 드럼회전 반경내에 접 근금지용 구획 설치 o 드럼펄퍼 가동전 작업 자 유무 확인 o 가동시 운전실과 교차 확인 실시 o 드럼펄퍼 가동개시전 경보음 발신	IV	
	o 드럼펄퍼 수리중 타작업자가 스위 치 조작	o 드럼내 교반기가 회전되어 작업 자 협착재해 발 생	o 드럼내부 수리작업시 전원차단 o 전원스위치에 “수리 중” 표지판 부착	I	o 드럼펄퍼 상부 해치 개방시 펄퍼 가동이 정지되는 구조의 인터록 설비 설치 o 드럼내부 작업시 감시인 배치 o 현장스위치 설치

위험성평가 검토결과 기록지 (예시)

단위공정번호 : 정선

도 면 번 호 : BH-P-025

검 토 구 간 : 정선기

검 토 일 : 0000년 0월 0일 페이지 : 3/14

설계의도 : 해리된 원료의 이물질 제거

이 탈	원 인	결 과	현재 안전조치	위험등급	개선권고사항
전도발생	○ 크레인을 이용한 콘교체 작업시 무게중심의 불일치	○ 운반중인 콘이 불균형으로 전도되어 재해 발생	○ 콘 운반시 슬링을 팽팽하게 유지한 다음 권상작업 실시 ○ 셔클, 후크등의 부식 손상여부 사전확인 ○ 인양중인 콘 주위에 접근금지	Ⅲ	○ 와이어로프, 인양보조기구 점검 및 폐기기준 제정
추락발생	○ 베어링, 임펠러 해체, 조립 작업중 몸의 균형을 잃음	○ 콘 하부로 추락하여 재해 발생	○ 안전대 착용	Ⅲ	○ 안전대걸이 부착

위험성평가 검토결과 기록지 (예시)

단위공정번호 : 탈목

검 토 일 : 0000년 0월 0일 페이지 : 4/14

도 면 번 호 : BH-P-026

설계의도 : 부유, 잉크성분 제거

검 토 구 간 : 부유기

이 탈	원 인	결 과	현재 안전조치	위험등급	개선권고사항
유해가스 발생	o 탱크내부 유해가스 발생	o 탱크내부 상태점검 및 청소작업시 유해가스 중독 발생	o 탱크내부 점검시 보호구착용 (방독마스크, 보안경, 보호의, 고무장갑) o 내부청소시 탱크를 완전히 비우고 치환 및 냉각 후 진입	I	o 탱크해치 개방시 내부압력 확인 o 탱크내부 유해가스, 산소농도 측정후 진입 o 내부작업시 감시인 배치 (2인1조 이상) o 드레인 밸브를 제외한 모든 라인의 밸브 하단 o 비상시 구조용 안전장구 비치
압력증가	o 배출측 밸브 미작동으로 내부압 증가	o 증기압의 증가로 인한 폭발 재해 발생	o 입출구 밸브 작동상태 1일 확인	III	o 안전밸브 부착

위험성평가 검토결과 기록지 (예시)

단위공정번호 : 탈수

검 토 일 : 0000년 0월 0일

페이지 : 5/14

도 면 번 호 : BH-P-001

설계의도 : 종이원료와 물의 분리 및 기계적탈수

검 토 구 간 : 탈수압착기

이 탈	원 인	결 과	현재 안전조치	위험등급	개선권고사항
물림발생	<ul style="list-style-type: none"> ○ 롤의 물림부위에 접촉 <ul style="list-style-type: none"> - 헬트와 로울인 입지점 - 자동샤워작동부분 - 스피들, 인장기 요동부 - 작업섹션 롤의 선회부 - 가이드롤의 선회부 - 프레스 롤의 물림부위 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기계작동중 정비 청소, 오물제거 작업을 실시하다가 롤의 넘(NIP) 부위에 물림 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물림점에 방호덮개 부착 ○ 운전범위내 출입금지용 구획설비 ○ 정비, 청소, 오물제거시 기계작동 정지 ○ 운전중 횡단통로에 출입금지 	I	<ul style="list-style-type: none"> ○ 헬트 교체작업시 물림부위에 접근 방지용 난간대 부착 ※정비작업시 불편이 없도록 회전식 또는 조립식 난간대 설치

위험성평가 검토결과 기록지 (예시)

단위공정번호 : 탈수

검 토 일 : 0000년 0월 0일 페이지 : 6/14

도 면 번 호 : BH-P-001

설계의도 : 종이원료와 물의 분리 및 기계적탈수

검 토 구 간 : 탈수압착기

이 탈	원 인	결 과	현재 안전조치	위험등급	개선 권고사항
물림발생	o 청소, 파지 제거 작업시 인칭운전	o 인칭운전시 작업 자가 위험지역 안에 들어가 재 해 발생	o 기동전 위험지역 내에 작업자 유무 확인 o 기동전 경보음 신호 o 인칭운전시 기동을 위 한 다른 명령 유니트 는 모두 차단	II	o 청소작업시 롤의 회전 반대방향에 위치 o 인칭운전시 수신호에 의한 기계작 동 (소음작업장)
협착발생	o 와이어 스트레처 브레스트롤 조정 홈와이어 인입박 스 조정시 불시 기동	o 불시기동으로 정 비작업자 협착 재해발생	o 접속드라이브의 마스 터 스위치를 잠금 o 내부 유압, 공압, 잔압 제거	II	o 접속드라이브 마스터 스위치를 정 비작업자가 보관 o 전원 스위치에 수리중 표찰 부착 후 조정작업 실시

위험성평가 검토결과 기록지 (예시)

단위공정번호 : 건조

검 토 일 : 0000년 0월 0일 페이지 : 7/14

도 면 번 호 : BH-P-002

설계의도 : 습지의 수분증발

검 토 구 간 : 건조기

이 탈	원 인	결 과	현재 안전조치	위험등급	개선 권고사항
온도증가	o 건조기 내부 온도 상승	o 규정온도 이상으로 상승하여 화재발생(170℃)	o 일정온도(195℃) 이상 온도상승시 과압으로 안전밸브 작동	IV	o 안전밸브 작동상태 정기점검
물림발생	o 파지제거시 건조기에 접근	o 건조기의 롤 부위에 접촉되어 재해발생(절단, 화상)	o 파지제거시 전용도구 사용(나무, 플라스틱, 대나무, 공기호스) o 정지간 작업이 불가능시 인칭모드에서 작업	IV	o 인칭모드에서 작업시 작업자와 신호일치(소음작업장이므로 수신호 또는 경보음으로 신호)

위험성평가 검토결과 기록지 (예시)

단위공정번호 : 재권취

검 토 일 : 0000년 0월 0일

페이지 : 8/14

도 면 번 호 : BH-P-004

설계의도 : 종이를 규격대로 감는작업

검 토 구 간 : 권취기

이 탈	원 인	결 과	현재 안전조치	위험등급	개선권고사항
협착발생	○ 권취기 정비 작업 중 불시가동	○ 회전롤사이의 넙부위, 벨트, 레인 이송설비에 협착재해 발생	○ 기동전 기계운전범위 내에 작업자 유무 확인 ○ 기동전 경보음 신호 ○ 권취기 운전범위내 접근금지용 구획 설비	Ⅲ	○ 권취기 주위 구획설비 출입구에 게이트 가드식 연동 설비를 설치하여 작업자 임의 출입시 기계가동이 정지되도록 함
충돌발생	○ 롤 반대차 이동 범위내 작업자 통행	○ 롤 운반 대차 운전자가 작업자 미 확인시 대차와 충돌재해 발생	○ 대차 운전자 주위확인 후 대차 가동 ○ 경광등 부착	Ⅲ	○ 대차와 작업자가 충돌시 대차가 급정지되도록 대차 전후면에 센서를 부착하여 비상정지장치 부착

위험성평가 검토결과 기록지 (예시)

단위공정번호 : 포장

검 토 일 : 0000년 0월 0일 페이지 : 9/14

도 면 번 호 : BH-P-005

설계의도 : 포장된 완제품 이송

검 토 구 간 : 포장기

이 탈	원 인	결 과	현재 안전조치	위험등급	개선 권고사항
협착발생	o 포장장치 청소, 내부 점검, 수리 작업중 불시가동	o 포장장치가 하강 하여 작업자 협 착재해 발생	o 기계운전중 출입금지	I	o 포장장치에 게이트 가드식 출입문 설치

위험성평가 검토결과 기록지 (예시)

단위공정번호 : 전공장

검 토 일 : 0000년 0월 0일

페이지 : 10/14

도 면 번 호 :

설계의도 : 원료, 반제품 이송

검 토 구 간 : 지게차운전작업

이 탈	원 인	결 과	현재 안전조치	위험등급	개선권고사항
충돌발생	o 과속, 전방주시 불량, 정비불량	o 작업자와 지게차 충돌 o 지게차 전도	o 유자격자 운전 o 구내 제한속도 규정 o 작업전 경보장치, 제동장치, 조 정장치등 기능유지 상태 점검 o 전조등, 후조등, 후사경, 헤드가 이드, 백레스트 등 안전장치 기 능유지 o 각진통로, 경광등 설치 o 지게차운전자 특별안전교육 실시	I	o 지게차 일일안전점검표 작 성활용 (기록유지) o 과속운전자 스티커 발부제도 이행

위험성평가 검토결과 기록지 (예시)

단위공정번호 : 전공장

검 토 일 : 0000년 0월 0일 페이지 : 11/14

도 면 번 호 :

설계의도 : 원료, 제품 이송

검 토 구 간 : 지게차운전작업

이 탈	원 인	결 과	현재 안전 조치	위험등급	개선 권고 사항
협착발생	o 지게차 유압호스 교체중 포크 불시 하강	o 포크가 이동하는 바깥쪽 레일과 안쪽레일 사이에 협착	o 지게차 이상시 임의 보수 금지	I	o 지게차 유압계통 수리시 포크를 최하부에 위치
	o 지게차 하부수리작업중 받침목 (각목)이 무너짐	o 지게차 하부와 지면 사이에 협착	o 고임목, 받침목 체결시 붕괴되지 않도록 설치	I	o 정비작업시 작업지휘자를 선정하여 작업순서 결정 안전상의 조치 교육 o 정비·보수시 핸드브레이크를 완전히 채움 o 경사로에서 정비작업금지 o 지면의 상태 사전 확인

위험성평가 검토결과 기록지 (예시)

단위공정번호 : 전공장

검 토 일 : 0000년 0월 0일 페이지 : 12/14

도 면 번 호 :

설계의도 : 원료, 반제품 이송

검 토 구 간 : 지게차운전작업

이 탈	원 인	결 과	현재 안전 조치	위험등급	개선 권고 사항
협착발생	o 지게차 수리중 유압잭 이탈	o 지게차 하부와 아스팔트 사이에 협착	o 유압잭을 사용한 정비작업시 지정된 장소에서 정비작업 실시(콘크리트 바닥) o 유압잭 사용시 무게 중심 일치	II	o 불시하강에 대비한 안전지주 또는 안전블럭 설치
역행동작	o 제품을 싣고 후진하려다가 오조작으로 전진기어 작동	o 전방작업자 지게차와 벽에 끼어 재해 발생	o 지게차 운전자 특별 교육 실시		o 제품전방에서 작업자가 위치시에 는 작업자 측면으로 접근하여 적재(교육실시)

위험성평가 검토결과 기록지 (예시)

단위공정번호 : 전공장

검 토 일 : 0000년 0월 0일 페이지 : 13/14

도 면 번 호 :

설계의도 : 원료, 반제품, 제품이송

검 토 구 간 : 지게차운전작업

이 탈	원 인	결 과	현재 안전조치	위험등급	개선권고사항
전 도	o 지게차를 이용하여 전기판넬 운반중 판넬이 전도	o 전도된 판넬에 협착되어 사망	o 전도위험이 있는 운반물은 로프 등으로 고정 후 운반	I	o 전도위험이 있는 화물 적재시에는 마스터쪽으로 완전밀착하고 뒤로 기울린 상태에서 고정
	o 허용적재 하중을 초과하여 하역작업 중 지게차 전도	o 전도된 지게차에 운전자 협착	o 허용하중 내에서 화물적재 작업 실시	III	o 운반물이 전도될 경우에 대비하여 사각지대내 출입금지 o 지게차 뒷편에 균형유지용 중량물 적재 금지

위험성평가 검토결과 기록지 (예시)

단위공정번호 : 전공장

검 토 일 : 0000년 0월 0일 페이지 : 14/14

도 면 번 호 :

설계의도 : 원료, 반제품이송

검 토 구 간 : 지게차운전작업

이 탈	원 인	결 과	현재 안전 조치	위험등급	개선 권고 사항
충돌발생	o 조명이 낮은 창고 내 또는 야간작업 중 운행중인 타지 게차가 식별하지 못함	o 지게차와 지게차가 충돌	o 후조등 부착	Ⅲ	o 지게차 후면과 바퀴에 야광페인트로 도색하여 식별이 용이하도록 함
낙 하	o 지게차 상부에서 물체낙하	o 지게차 운전자 머리부위에 낙하하여 재해발생	o 헤드가드 부착	Ⅲ	o 헤드가드의 간격을 10mm 이내로 유지 o 지게차 운전석에 안전모를 비치할 수 있도록 안전모 보관함을 설치하여 운전중 착용을 습관화

위험성평가결과 조치계획 (예시)

사업장명 : ○○○제지(주)

번호	단 위 공 정	위험등급	위험작업내용	개 선 권 고 사 항	책임부서	조치일정
1	고 지	Ⅲ	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고지를 규정높이 이상으로 불균형하게 적재 ○ 창고내 빗물이 유입 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 창고내부에 물기 유입방지조치 <ul style="list-style-type: none"> - 창고천정에서 누수되지 않도록 사전점검 및 보수 	생산팀	00년 0월 0일 ~ 0월 0일
2	고 지	Ⅱ	<ul style="list-style-type: none"> ○ 컨베이어 가동중 청소, 이물질제거 수리 등 작업 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이물질 제거시 도구사용 ○ 위험한 가동부분에 접근하지 않고 급유가 가능한 장치부착 ○ 청소, 수리 이물질 제거시 전원 스위치에 “수리중” 표지판 부착 	”	00년 0월 0일 ~ 0월 0일
3	해 리	I	<ul style="list-style-type: none"> ○ 드럼펄퍼 수리중 타작업자가 스위치 조작 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 드럼펄퍼 상부 해치 개방시 펄퍼 가동이 정지되는 구조의 인터록 설비 설치 ○ 드럼내부 작업시 감시인 배치 ○ 현장스위치 설치 	”	00년 0월 0일 ~ 0월 0일

번호	단 위 공 정	위험등급	위험작업내용	개 선 권 고 사 항	책임부서	조치일정
4	해 리	I	<ul style="list-style-type: none"> ○ 드럼체스트 내부 점검·수리작업시 산소, 유해가스 농도 미측정 (과산화수소, 규산나트륨, 가성소다 사용) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 탱크내부 출입전 산소농도 유해가스 농도 사전 측정 ○ 비상시 대비 안전장구 준비 <ul style="list-style-type: none"> - 호흡용 보호구, 랜턴, 구명줄 등 ○ 탱크내 드레인 밸브를 제외한 모든 라인의 밸브 차단 	생산팀	00년 0월 0일 ~ 0월 0일
5	해 리	II	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스크루 컨베이어에 낀 이물질 제거 작업 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스크루 컨베이어 방호덮개 개방시 컨베이어 가동이 정지되는 구조의 연동설비 설치 	생산팀	00년 0월 0일 ~ 0월 0일
6	탈 목	I	<ul style="list-style-type: none"> ○ 탱크내부 유해가스 발생 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 탱크해치 개방시 내부압력 확인 ○ 탱크내부 유해가스, 산소농도 측정 후 진입 ○ 내부작업시 감시인 배치 (2인1조 이상) 	생산팀	00년 0월 0일 ~ 0월 0일

번호	단 위 공 정	위험등급	위험작업내용	개 선 권 고 사 항	책임부서	조치일정
7	탈 수	I	<ul style="list-style-type: none"> ○ 롤의 물림부위에 접촉 <ul style="list-style-type: none"> - 헬트와 롤인입지점 - 자동샤워작동부분 - 스펀들, 인장기요동부 - 작업섹션 롤의 선회부 - 가이드 롤의 선회부 - 프레스 롤의 물림부위 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 헬트 교체작업시 노출부위에 접근방지용 난간대 부착 ※정비작업시 불편이 없도록 회전식 또는 조립식 난간대 설치 	생산팀	00년 0월 0일 ~ 0월 0일
8	건 조	IV	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건조기 내부 온도 상승 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 안전밸브 작동상태 정기점검 	"	00년 0월 0일 ~ 0월 0일
9	재 권 취	III	<ul style="list-style-type: none"> ○ 권취기 정비 작업중 불시가동 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 권취기 주위 구획설비 출입구에 게이트가드식 인터록 설비를 설치하여 작업자 임의 출입시 기계가동이 정지되도록 함 	공무팀	00년 0월 0일 ~ 0월 0일
10	포 장	I	<ul style="list-style-type: none"> ○ 포장장치 청소, 내부점검, 수리 작업중 불시가동 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 포장장치에 게이트가드식 출입문 설치 	공무팀	00년 0월 0일 ~ 0월 0일
11	지게차운전작업	I	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과속, 전방주시 불량, 정비 불량 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지게차 일일안전점검표 작성활용 (기록유지) ○ 과속운전자 스티커 발부제도 이행 ○ 각진통로에, 경광등 설치 	구매팀	00년 0월 0일 ~ 0월 0일

번호	단 위 공 정	위험등급	위험작업내용	개 선 권 고 사 항	책임부서	조치일정
13	지게차운전 작업	Ⅲ	○ 지게차 유압호스 교체중 포크 불시 하강	○ 지게차 유압계통 수리시 포크를 최하부에 유지 ○ 정비작업시 작업지휘자를 선정하여 작업순서 결정 안전상의 조치 교육	구매팀	00년 0월 0일 ~ 0월 0일