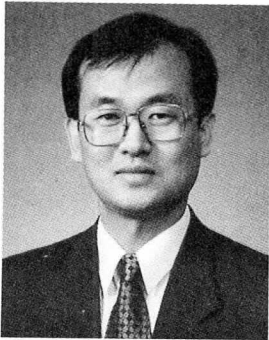


기계설비 위험관리



이 장 환

〈현대해상화재보험(주) 위험관리부장〉

1. 머리말

최근 각종 기계 설비 및 장치의 대규모화와 자동화에 따라 기계·설비에 의한 사고(기계 재해)사례가 증가하고 있는 바, 이번 호에서는 기계 사고 사례와 그 대책에 관하여 알아보려고 한다.

기계 사고는 기계 파손에 의한 직접 손실은 물론, (기계에 과부하가 걸려 있을 때에 발생하는 경우가 대부분인 관계로) 가동 중지로 인한 이익 상실과 같은 간접 손실도 막대하다.

〈표 1〉 및 〈표 2〉에서 우리는 직접손실(MB Cover)과 간접손실(MLOP Cover)규모가 심대하다는 점을 알 수 있다.

2. 사례

1986년 10월 A사의 B공장에

〈표 1〉 기계보험 사고 사례 (국내)

(단위 : 백만원)

계약자	업종	사고년월	사고원인	담보위험	지급보험금
C사	화학공장	88.7.	변압기 절연파괴	MB, MLOP	3,300
D사	"	87.12.	Air Compressor 파손	"	517
E사	"	87.10.	파손	MB	103
F사	"	87.3.	제작결함	MB, MLOP	65
G사	"	86.10.	Piston/plunger 파열	"	1,790
I사	시멘트공장	86.9.	파손	MB	148
J사	운송	86.6.	충돌 파손	"	149
K사	화학공장	86.4.	취급 및 작업 부주의	MB, MLOP	814
L사	"	85.4.	진동에 의한 파손	"	825
M사	금속공장	84.3.	디젤 발전기 파손	MB	211
N사	"	83.12.	Conveyer Belt 및 Air Compressor	"	703
L사	화학공장	83.3.	보일러 용수 부족	MB, MLOP	404
P사	시멘트공장	83.2.	Conveyer Belt	MB	346
"	"	82.10.	주조, 열처리 결함	"	159
Q사	제지공장	82.5.	기계파손	MB	115

서 정상 가동 중이던 저밀도 폴리에틸렌 제조 공장의 2차 압축기에서 이상한 소리가 들리고, 조정실의 Plunger축 정렬 모니터에 위험 경보가 울리면서 폭음과 함께 압축기가 파손되었다. 동시에 파손된 압축기로부터 에틸렌 가스가 누출되면서 화재가 발생하여 2차 압축기 및 주변 기기가 손상되는 사고가 발생하였다.

사고가 발생한 저밀도 폴리에틸렌 공장은 인접 K사로부터 에틸렌을 공급받아, 1차 압축기를 통

해 200기압까지 가압하고, 2차 압축기로 2,500기압까지 승압한 후, 촉매를 투입하여 반응시킴으로써 저밀도 폴리에틸렌을 생산하는 공장이다.

동 사고의 원인은 Drive Yoke에 Plunger를 고정하기 위한 Set Screw가 풀림에 따라 축정렬이 틀리지면서 Pressure Packing과 Plunger의 마찰에 의해 이상음이 발생하였고, Set Screw가 완전히 풀려 Plunger의 축정렬의 편차가 심해지자 Plunger가 휘어지면서

전단력을 견디지 못하여 파손되었다. 파손된 Plunger는 Yoke Shoe 및 Cylinder 사이 등에 끼어 Drive Yoke의 위치를 벗어나게 하여 Drive Rod 및 Stud 등을 파손시킨 것으로 판명되었다.

파손된 기계를 새로 수입하여 설치하는데 6억원 이상이 소요되었으며, 사고 복구를 위하여 46일간 가동이 중단되는 바람에 간접 손실이 21억원에 달하는 등 A사는 물론, A사로 부터 원료를 공급받는 관련 산업체에도 막대한 지장을 초래하였다.

이 사례에서 우리는 기업체의 기계 사고가 물적 손해는 물론, 가동 중단으로 인한 이익 손실도 막대하다는 점. 해당 기업만이 아니고 관련 산업체에도 커다란 지장을 준다는 점. 따라서, 관련 보험에 전액 부보할 필요가 있다는 점. 그리고 사용자 과실(Human Failure), 운전상 결함(Operational Fault), 제작상 하자(Product Fault)에 대한 대책 마련이 시급하다는 점을 알 수 있다.

3. 기계 설비의 위험 관리 대책

일반적으로 기계 설비에 의한 재해(기계 재해) 발생 원인은 기계·설비 자체의 불안전 상태와 기계·설비 취급중의 불안전 행동에 있다. 따라서 기계·설비의 안전화(安全化)를 도모하려면, 기계·설비의 계획·설계·제작·건설·설치·사용에서 폐기에 이르기까지의 관리에 관여하는 각 계층의 담당자들이 자기 위치에서 다음 사항을 유의하면서 방호 조치를 강구할 필요가 있다.

〈표 2〉 해외 주요 기계보험 사고 사례

(US \$ 1 = ₩ 800, 단위 : 억원)

지역	사고년월	사고원인	손해액	사고내용
U.S.A. El Segundo	'88. 4.	Refinery oil leak	688	MB, MLOP
" Norco	5.	Explosion in refinery	1,600	MB
France, St. Avold	5.	Explosion in petrochemical plant	430	MB, MLOP
Canada, Mississauga	'87. 6.	Explosion in refinery	519	"
Belgium Zwijndrecht	7.	Explosion in petrochemical plant	640	MB
U.S.A. Texas	11.	Explosion in chemical plant	2,912	MB, MLOP

① **설치단계에서의 배려** : 기계·설비의 계획·설계·제작·건설·설치 단계까지 본질적 안전(Intrinsic Safety)을 도모하기 위해서 구조·강도·기능·조작성·보수성·신뢰성 및 레이아웃 등의 면에서 안전을 위한 기본을 배려한다.

② **가동단계에서의 배려** : 가동 단계에서는 시방 조건 및 작업 표준에 따라 사용하며, 보수 점검을 확실히 이행하고 이상시에는 즉시 기준에 따라 조치한다. 또한 기계·설비가 노후화됐거나 개선 불가능한 때는 폐지 기준에 따라 처리한다.

③ **라인(Line)의 의견 반영** : 라인의 관리·감독자는 사용 단계에서 현장의 경험이나 의견을 반영하고, 기계 설비 담당자들에게 의견 품신을 행한다.

특히, 기계·설비의 설계·제조 단계에서 본질적 안전화(本質的 安全化)를 도모하는 것이 중요하다.

본질 안전화는 기계나 설비에 이상 상태가 발생하더라도 안전쪽으로 이행하고 (Fail-safe), 작업자가 조작을 잘못하더라도 사고나 재해를 유발하지 않도록 기계·설비쪽에서 인간의 조작성 과오를 보정하도록(Fool-proof) 하는 것을 지향하는 것이다.

구체적으로 기계 설비의 안전 조건을 언급하면 다음과 같다.

① **외형의 안전화** : 기계·설비 안전의 최우선은 기계 외부로 나

타나는 회전체 돌출부의 위험 부분을 제거하는 일이다.

② **구조의 안전화** : 이는 설계상의 결함, 재료의 결함, 가공상의 결함을 없애는 일이다.

③ **작업의 안전화** : 기계·설비의 작업 환경과 작업 방법을 검토하고 작업 위험 분석을 하여 표준 작업을 할 수 있도록 운전 기법의 향상 발전에 주력한다.

④ **작업점(作業點)의 안전화** : 기계·설비에 의하여 제품이 직접 가공되는 부분은 특히 위험성이 크므로 자동 제어 및 원격 제어 장치 또는 방호 장치를 설치하는 등의 안전 조치를 행한다.

⑤ **보전 작업(保全 作業)의 안전화** : 기계·설비의 보전 작업시 분해를 하거나 방호 장치를 해제할 경우 위험성이 갑자기 드러나는 경우가 있는데, 이러한 것을 배제하는 조치를 말한다.

⑥ **기능의 안전화** : 최근의 기계는 반자동 또는 자동화 장치를 갖추고 있어 에너지 변동(사용 압력 변동, 전압 강하, 정전시 등)에 따른 오동작이 발생하므로 Fail Safe 혹은 회로의 개선으로 오작 방지 등의 조치를 행한다.

한편, 기계·시설의 적절한 배치도 작업 능률과 안전을 위해 매우 중요하다. 제품을 제조할 때 가공 작업과 운반 작업이 연속적으로 행해지며, 사고는 보통 이 두가지

작업 도중에 발생한다. 기계·시설의 배치는 운반 작업의 효율화를 위하여 제품의 공정, 운반거리 등을 고려하여 결정해야 하는데, 유의할 점은 다음과 같다.

회전 부분(기어, 벨트, 체인, 로프 등)은 위험하므로 통로에 노출되지 않도록 배치하고, 커버를 씌운다.

발전기, 아크 용접기, 가솔린 엔진 등 소음이 나는 기계는 각 기계마다 격벽으로 분리시켜 배치한다.

주물 공장, 열간 압연 공장 등 고열물을 취급하는 작업장에서는 화재나 화상에 대비하여 안전 장치 및 관리를 철저히 한다.

작업장의 통로는 근로자나 통행자가 안전하게 다닐 수 있도록 정리, 정돈을 철저히 한다.

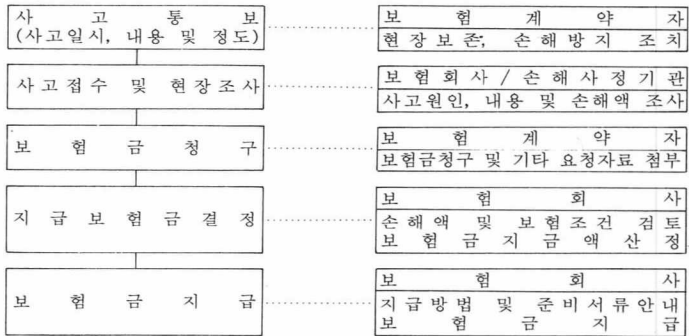
작업장 바닥이 미끄러워 보행에 지장을 주지 않도록 조치한다.

그런데, 최근에 공장에서의 기계 재해가 증가하고 있으나 관련 보험에 미가입 또는 일부 가입되어 이제 발생시 충분한 보상을 받지 못해 어려움에 직면하는 경우가 많은 바, 관련 보험에 전액 가입할 필요가 있다.

기계 보험은 가동중인 기계나 기계 설비가 기계적, 전기적 사고 또는 물리적 폭발 등으로 손해를 입고 수리나 대체하지 않으면 가동 상태로 복구할 수 없는 경우 손해 발생 직전의 상태로 복구하는데 소요되는 비용을 보상하는 보험이다.

모든 종류의 기계, 설비, 장비 및 기구가 이 보험에 가입될 수 있다. 예를 들면, 발전 설비(보일러·터빈·발전기 등), 송배전

〈표 3〉 사고 발생시 통보 및 보상 절차



설비(변압기·배전반 등), 생산 설비 및 부속 설비(방직기·초지기·펌프·압축기·배관 등) 등이다. 가능한 한 공장 설비 전체 또는 단위 공정의 모든 기계 설비가 일괄적으로 보험 가입되어야 하는데 위험도가 높은 기계만 선별적으로 보험 가입되는 경우에는 높은 보험 요율이 적용된다.

또한, 기계 보험은 다음과 같은 예기치 못한 돌발적인 사고로 입은 물적 손해를 보상한다.

- 구조 또는 재질의 결함
- 설계·제작 또는 조립의 결함
- 종업원의 취급 잘못, 기술 부족, 부주의
- 보일러의 급수 부족
- 물리적 폭발, 파열 또는 원심력에 의한 파손
- 단락, 과전류 등 전기적 현상
- 폭풍 등

한편, 기계 보험의 이익 손실 보험(MLOP Machinery Loss of Profits)은 기계 사고에 따라 복구 기간 동안의 영업의 중단 또는 휴지로 인한 손해를 보상해 주는 보험이며, 간접 기업 휴지 보험(Contingency Business Interruption)은 피보험자에게 원료를 공급하는 업체의 휴지로 인하여 피보험자의 기업이 휴지하여 생긴

기업 손실 또는 피보험자가 원료를 공급하는 입장일 경우, 수요자의 재산이 손해를 입어 공급할 수 없게 됨에 따라 피보험자에게 필연적으로 야기된 기업 휴지로 인한 손실을 보상해 드리는 보험인바, 이의 가입이 바람직하다고 본다.

앞의 사고 사례에서 A사 B공장은 기계 자체 손실과 화재로 인한 주변 재산 손실, 가동 중단에 의한 간접 손실을 입은 것은 물론이고, 원료를 공급받지 못한 관련 산업체에도 막대한 지장을 초래하였는바, 기계 보험, 화재 보험, MLOP, CBI 등에 가입함으로써 이제 발생시 충분한 피해 보상을 받을 수 있다.

기계 사고 발생시의 보상 절차는 〈표 3〉과 같다.

4. 맺는 말

아무튼, 각종 기계 설비의 대규모화와 자동화에 따라 이들 대규모 생산 기계 설비들도 기업의 자산과 소득에 막대한 손실을 초래할 수 있으므로 상기 사항들을 참조하여 손해 예방과 피해 보상 업무에 적극적으로 대처할 필요가 있다. ☞