

사고형태 영향분석에 대한 연구

- A Study of Accident Mode and Effects Analysis -

김 건 호 *, 권 상 면 **, 강 경 식 ***

1. 서 론

현대 산업사회는 점점 다양화되고 대형화되어 발전하고 있다. 이에 따라 사고유형도 작업/생산 활동이 일어나는 제한된 범위뿐만 아니라 자연환경에 까지 영향을 미칠 정도로 다양하게 발생되고 있다. 오늘날 안전/보건/환경에 대한 관심이 점점이 높아졌고, 국제적으로 환경관세 등의 국제규제도 대두되고 있다. 기업활동에 의해 발생하는 사고에 대한 미연방지 활동을 함으로써 재해 및 환경오염을 줄일 수 있다.

본 연구에서는 공정시스템의 공정의 원리를 이용하여 결과물(Output)을 사고로 했을 때, 투입물인 4M1E{Man(사람), Machine(기계), Method(작업), Material(재료), Environment(환경)}를 사고의 기본원인으로 놓았다. 이를 바탕으로 FMEA의 틀을 활용하여 사고유형과 4M1E의 관계성에 따라 심각도, 발생도, 검출도로 구하고, 이에 따라 사고에 대한 위험순위를 결정해 주는 위험성 평가방법을 제시하고자 한다.

2. 이론적 고찰

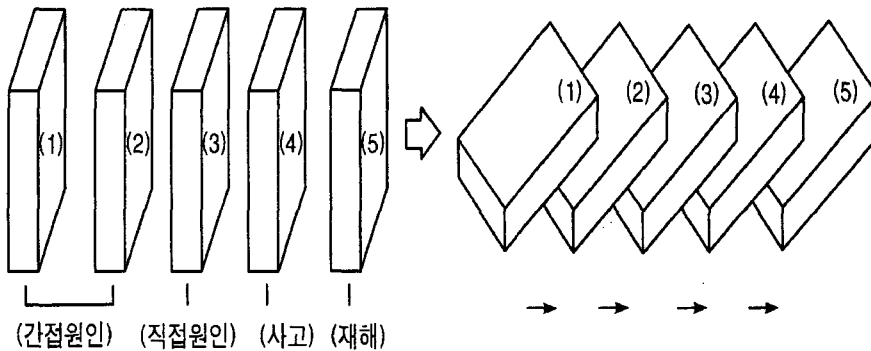
2.1. H.W.Heinrich 이론

Heinrich 이론은 사고 발생의 연쇄성을 강조한 이론으로서 산업재해의 발생은 언제나 사고 요인의 연쇄반응의 결과로서 초래되며, 사고의 발생은 항상 불안정한 행동 또는 불안정한 상태에 기인되는 것이며, 불안정한 행동과 상태를 개인의 결함에 의한 것이고 개인의 결함은 환경이나 유전에 의하여 얻어지며 도미노 놀이처럼 서로 맞닿는 연속성을 가지고 있어 연속적인 상호작용의 산물로 산업재해가 발생된다는 것이다.

* 안산공과대학 공업경영학과

** 명지대학교 산업대학원

*** 명지대학교 산업공학과 교수



<그림 1> 도미노에 의한 사고발생의 연쇄과정

Heinrich이론에서 중요한 것은 불안정한 행동과 불안정한 상태로서 직접적인 사고원인이 된다. 불안정한 행동의 원인으로 생리적원인, 심리적원인, 교육적원인, 환경적원인으로 나누며 물리적 요소로는 환경과 조건으로 대별할 수 있다.

2.2. 그로스의 다중요인이론

그로스(Grose)는 사고를 야기시킬 수 있는 4개의 M으로 대표되는 다중요인이론을 제창하였다. 이 4개의 M요인은 기계(machin), 환경(media), 사람(man) 그리고 경영(management)이다. 여기서 미디어란 보행표면이나 기후조건과 같은 사고를 둘러싼 환경조건을 고려하는 것이다. 경영은 장비를 선택하고, 근로자를 교육시키고, 비교적 위험이 적은 환경을 만드는 방법에서 다른 3가지의 M요소를 고려하는 것이다.

다중요인이론은 종종 숨어 있거나 내재되어 있는 사공의 원인을 밝힐 수 있는 특정 작업장의 특성을 파악하는데 사용되며 또한 작업시에 존재하는 위험한 상황을 찾아내는 데 이용된다.

2.3. 고장형태와 영향분석(FMEA)

고장형태와 영향분석(FMEA : Failure Modes and Effects Analysis)은 부분요소의 고장형태를 서비스시스템에서 시스템으로 고장의 요인을 예측하는 수법으로, 시스템을 구성하는 기기 혹은 부품등이 어떤고장(고장모드)을 발생하였을 때, 그 고장이 시스템에 어떠한 영향을 주는가를 해석하여, 큰 영향을 미치는 기기 혹은 부품에서 추출하는 기법이다.

FMEA의 해석수준에 대해서는 시스템의 영향해석을 시스템을 구성하는 낮은 수준에서부터 높은 수준에 해석을 진행하는 정성적, 귀납적 기법이다. 고장형태를 예측하고 기능 블록도에 따라 차례로 고장의 영향을 검토하여 문제점을 추출하고, 문제점이 발생되지 않도록 설계의 구상단계부터 발생 가능한 결함을 사전에 예측하고 이를 미연에 방지하기 위하여 활용하는 것이다. FMEA를 활용한 고장의 미연방지 활동을 함으로서 제품에 대한 신뢰도를 높여 나갈 수 있다.

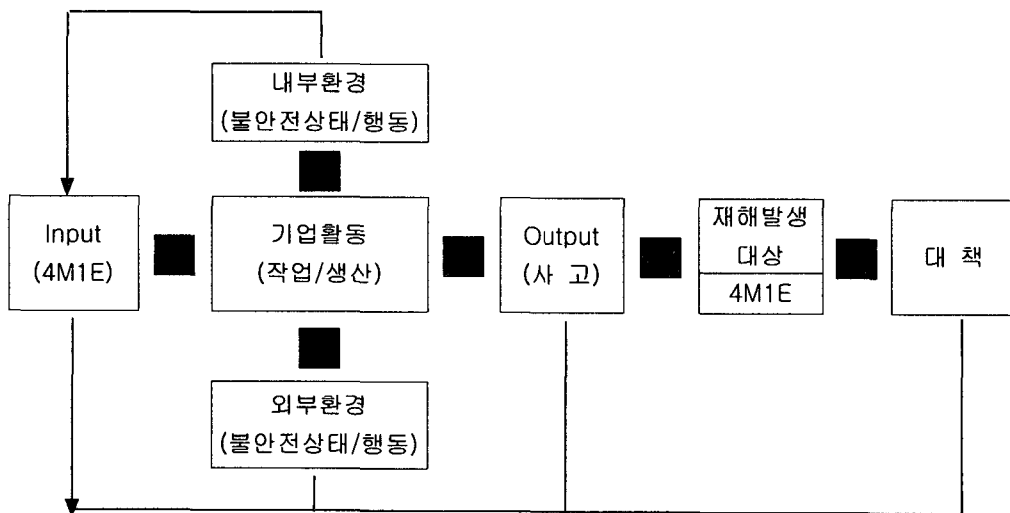
3. 사고형태영향분석

3.1 기업활동에 따른 사고

본 연구에서는 공정시스템의 공정의 원리를 이용하여 결과물(Output)을 사고로 보고, 사고의 결과 재해발생대상을 공정에서의 투입물(Input)과 같이 보았다. 사고는 기업활동에 의해서 발생하고 있고, 이러한 사고로 인하여 피해가 나타나는 것은 공정에서의 투입물(Input)인 4M1E이라고 볼 수 있다.

즉, 공정에서의 투입물인 4M1E는 기업활동을 통해서 사고로 나타나고 있으며, 곧 재해발생 대상이 된다.

본 연구에서의 사고의 기본원인으로 그로스의 재해발생의 기본원인인 4M을 바탕으로 공정에서의 투입물과 재해발생대상으로 4M1E를 적용하여 사고의 피해로 나타날 수 있는 부분을 재료와 환경을 포함하여 4M1E(Man(사람), Machine(기계), Method(작업), Material(재료), Environment(환경))로 본다.



<그림 2> 4M1E를 통한 사고발생원인

Material(재료)에 있어서 부적합한 재료의 사용, 재료의 취급부주의, 재료의 저장불량 등으로 인해서도 사고가 발생 할 수 있고, 부적합한 재료의 사용으로 기업활동을 중단시키거나 해당 설비물을 파손 및 정지시키며, 설비물의 상호작용으로 인해 사람에게 상해를 일으킬 수 있다. 이러한 사고는 대형사고로 발전할 수 있기 때문에 재료에 관해서도 안전대책을 강구하기위해 위함이다. Environment(환경)은 기업활동중에 발생할 수 있는 내부환경과 외부환경을 포함하고 있다. 내부환경에는 작업환경 조건의 불량, 독성물질의 사용, 유해성물질의 사용 등으로 일어날 수 있는 사고를 나타내고 있으며, 외부환경으로는 작업/생산 활동으로 인해 주변환경 및 자연환

경에 영향을 미쳐 발생 할 수 있는 사고를 발생 할 수 있다. 이렇게 발생한 사고는 대부분 대형사고로 자연환경에 영향을 미쳐 생태계의 변화 및 불특정 다수의 대중에게 피해를 일으키고 있어 현대사회에서는 그 중요성이 강조되고 있다. 작업/생산 활동 안에서의 사고 및 작업/생산 활동 밖에서의 사고에 대해서 지역주민과 연관하여 사고예방에 관한 프로그램이 개발되어 시행되고 있다. 이렇듯 현대사회에서의 사고는 더욱 다양해지며, 다양한 유해물질 등의 사용으로 인한 사고의 범위가 확대되어 질 수 있다. 여러 이유로 사고의 원인으로서는 환경의 중요성은 사람들의 인식변화와 그 사고가 대형화가 된다는 점에서 사고의 기본원인에 환경도 포함하여야 한다.

그러므로 사고에 따른 재해발생대상으로 재료, 환경을 포함한 4MIE를 사용하고자 한다.

3.2. 사고형태 영향분석 도입

FMEA를 활용해서 사고에 대한 위험성평가방법으로 사고유형영향분석(AMEA : accident mode and effects analysis)을 제안하고자 한다. 이를 AMEA이라 명명 하겠다.

AMEA는 가능한 범위까지 잠재적 사고형태와 이에 연관된 원인.메커니즘이 고려되고 지정된다는 것을 보장하는 수단으로 엔지니어 또는 팀에 의해 활용되어질 수 있다. 모든 연관된 시스템, 작업, 설비물, 재료, 환경과 더불어 인간의 행동까지 평가되어야 한다. 사고 유형을 통해서 사고발생의 원인/메카니즘을 추정하고 안전관리에 요구되는 사항을 포함한다.

AMEA SHEET				공정명칭	실시완료일	개정번호								
				해당공정	양산적용일	작성일								
					담당부서	작성자								
장소 내용	잠재적 사고유형	4M+IE	사고의 잠재적 영향	심각도	발생도	현안전관리	검출도	위험우선순위	권고 조치사항	책임 및 목표 완료예정일	조치결과			
											조치내용	심각도	발생도	위험우선순위
추락 전도 충돌 낙하비래 붕괴도괴 협착 감전 폭발 파열 화재 무리한동작 이상온도접촉 유해물질접촉	인간	사망 영구전노동상실 영구일부 노동상실 일시전노동상실 일시일부 노동상실 응급조치상해	부족의 .자업미숙지 .무리한동작 .보호구미착용 .작업방법불량 .의사소통불안	.안전교육 .직무교육 .보호구착용 .안전의식강화 활동										
	설비물	설비파손	.기계정비불량	.설비이력관리										
	작업	생산활동 중단	.표준화되지 않은 작업방법	.작업표준										
	재료	재료의 손실	.재료의 불량	.수입검사										
환경	공장외부의누출	.환경유해물질 사용	.방지설비적정 가동											

<표 1> 사고유형영향분석(AMEA)표

4. 결 론

산업재해의 원인이 되는 사고를 예방하기 위해서는 사고의 기본원인을 파악이 필요로 한다. 시스템의 결과물(Output)을 사고로 했을 때, 투입물인 4M1E(Man(사람), Machine(기계), Method(작업), Material(재료), Environment(환경))를 사고의 기본원인으로 놓은 시스템의 모형을 제시하였다. 이를 FMEA에 활용하여 사고유형과 4M1E의 관계성에 따라 심각도, 발생도, 검출도로 구하고, 이에 따라 사고에 대한 위험순위를 결정해 주는 위험성 평가방법을 제시하였다.

5. 참고문헌

- [1] 권호영외, 「(신편)산업안전관리론」 선학출판사, 2000
- [2] 김병석, 「신산업재해방지론」 형설출판사, 2001
- [3] 김병석 나승훈, 「시스템안정공학」 형설출판사, 2002
- [4] 박성현 박영현 이명주 「통계적공정관리」 민영사, 1998
- [5] 박필수, 「산업안전관리론」 중앙경제사, 1999
- [6] 이내우, 이진우, 「안전성평가」 동화기연, 1997
- [7] 정국삼, 이병곤, 박재학, 신창섭, 임현교, 김두현, 한상훈, 「최신안전공학개론」 동화기술, 2002
- [8] 허성관, 「안전관리론」 진성각, 1995
- [9] 현창중, 「산재보상실무」 중앙경제사, 1996
- [10] 대한산업안전협회, 「산업안전보건법」 노문사, 2002
- [11] 한국품질환경인증협회, 「잠재적 고장형태 및 영향분석(FMEA)」, 1997
- [12] 김맹용, 「산업재해예방이 기업의 경영성과에 미치는 영향연구」 숭실대학교대학원 박사학위 청구논문, 2002
- [13] 성호경, 「제조업에 대한 안전성평가 시스템 모델 구축에 관한연구」 명지대학교대학원 박사학위 청구논문, 2002
- [14] 윤석범, 「도금공정의 안전성평가」 호서대학교대학원 석사학위 청구논문, 2001