論文 14-1-20

사고 형태별 접근을 통한 건설 프로젝트에서의 인적 요인 분석

Analysis of Human Factors Involved in Construction Projects by Accident Types Approach

이 상 영* · 정 병 호*

Sang-Young Lee · Byung-Ho Jeong

(1998년 8월 25일 접수, 1999년 2월 18일 채택)

ABSTRACT

Developed in the study is the analysis of human factors involved in accidents of Korean Construction Projects. The 556 cases are sampled from a survey material 'Serious Accident Cases in the Construction Projects' edited by Korea Industrial Safety Corporation in 1995 through 1997. The analysis of these cases shows that existing classification system is not good for practical applications in real spots since they are difficult for engineers to understand. In this paper, human factors are classified into three groups by extracting the analysis and arrangement of the cases. Futhermore, We'll propose here a new type of accident which is subdivided. If engineers use this type of accident, they will be probably able to analyze efficiently human factors which are involved in accidents and relatied with how it happen.

In the case of fall and upset accidents, personal factors seem to be critical when workers are horizontally moving in an unstable manner, and vertically moving without boarding facilities. Futhermore work environmental factors are important when workers release some materials and are performing building and dismantling tasks.

1. 서 론

인적 요인이 수많은 대형 사고의 주요 원인이 된다는 사실은 과거에 발생한 여러 분야에서의 사고에 대한 분석 결과에서 쉽게 알 수 있다. 1987년 미국 상업 원전에서의 사고에 대한 NRC(nuclear regulatory committee)의 분석 결과[1]를 보면 전체 사고의 약 65%정도가 인적 요

* 전북대학교 산업공학과

인에 의한 사고라고 규정하고 있다. 그리고 Rouse와 Rouse[2]는 항공, 선박, 전력 생산 등의 산업에서 주요 사고의 70%~90% 정도가, Salminen과 Tallberg[3]는 핀란드에서 일어난 중대 사고의 84%~94% 정도가 인적 요인에 의해서 발생한 사고라고 하였다. 이외에도 여러 연구자들이 주요 사고의 상당 비율이 인적 요인에 기인된다고 주장한 바 있고, 국내에서도 여러 사고에 대한 정확한 분석 결과는 없지만 사고의 상당 부분이 인적 요인에 의하여 발생 되었으리라 추정된다[4].

이와같이 인적 요인은 많은 대형 사고의 원인이 되고 이를 방지하려면 이에 대한 분류 및 분석이 반드시 필요하다. 이러한 인적 요인 및 오류 분류·분석에 관한 연구로는 Swain과 Guttman[5], Reason[6] 등의 독립 행동에 의해 분류한 연구가 있고 Rouse와 Rouse, Norman[7], Rasmussen[8] 등의 인간의 정보 처리 과정에 의해 분류한 연구가 있다. 그러나, 위와 같은 분류는 실제 사고에 적용하기 어려운 인지적인 사항에 치우쳐 있고 분석자의 주관적인 판단이 개입될 우려가 있다. 이와 같은 단점은 과거의 오류 사례를 분석하여 분류하는 것으로 보완할 수 있다. 더욱이 대부분의 오류는 발생했던 곳이나 비슷한 형태로 재발하는 경향이 있고 이들 사고의 교훈을 통해 미래의 유사한 사고를 예방할 수 있기 때문이다[9]. 이와 같은 구체적인 사례 분석을 통해 분류한 연구로는 Hauser[10], Rasmussen[11] 등의 연구가 있다. 이러한 연구들은 주로 의학, 원자력, 항공, 선박, 전력 계통 등의 분야에서만 이루어져 왔으나 본 연구에서는 업종 특성상 타 업종에 비해 인적 요인으로 인한 사고가 많을 것이라 생각되는 건설 업종에서의 안전 사고 사례를 중심으로 분석하고자 한다. 일반적으로 건설 업종에는 업종 특성상 폭넓은 위험 요소들이 산재해 있으며 더구나 이러한 위험 요소들은 현장 조건과 불안정한 구조 등 주위 환경 조건에 의해서 더욱 나빠질 수 있다[12]. 더구나 근간의 건설업을 보면 신 기술, 신 공법의 도입으로 인해 공정 및 작업이 다양해지고 새로운 방법들이 많이 시도되고 있는 등 대형화, 다양화, 복잡화되어 가는 추세에 있다. 이에 따라 자연히 현장에서의 불안정 요소가 증대됨에 따라 작업상의 사고 위험성이 높아지고 있는 실정이다. 건설업체들도 이러한 점들을 감지하여 안전 관리에 보다 큰 관심을 기울이고는 있다. 그러나, 현장에서의 안전 활동은 아직도 전근대적인 범주를 크게 벗어나지 못하고 있으며 보다 구체적인 안전 사고 절감을 위한 개선 기법 등이 시급한 실정이다.

본 논문에서는 1995년부터 1997년까지 발간된 건설 중대 재해 사례집[13]에 수록된 사례중 556건을 추출하여 분석하였다. 여기서 중대 재해란 사망 사고를 일컫는데, 중대 재해 중심으로 분석한 이유로는 국내에서 발생한 산업 재해율의 연도별 추이를 보면 도수율 등은 감소하는 경향이 있으나 만인율(사망율), 강도율 등은 그렇지 않고 더욱이 다른 국가에 비해 이러한 만인율, 강도율 등이 월등히 높은 수준이기 때문에 중대 재해 중심으로 조사, 분석하였다[14,15]. 그리고, 부적절한 인적 행위로 인해 기인된 사고를 인적 요인에 의한 사고라 판단하였으며 이를 기준으로 총 556건의 사고 사례중 488건의 사고가 인적 요인이 개입된 것으로 판단하였다. 따라서, 본 연구에서 분석한 총 사고 사례중 87.7% 정도가 인적 요인 개입 사고인 것으로 산출되었다. Fig. 1은 년도별로 사고 건수중 인적 요인이 개입된 사고 발생율을 보여준다.

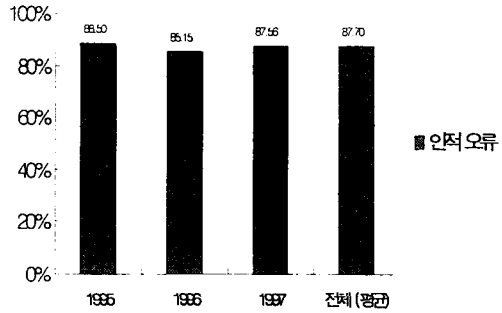

Fig. 1 Human factors involved in accidents rates (by years)

아울러 추출된 인적 요인 개입 사고를 보다 효율적으로 분석하기 위해 안전 사고 형태별 분류를 사용하였으며 그리고 이를 더욱 세분하여

인적 요인이 개입된 사고가 작업 수행의 어디에서 발생했으며 발생 과정이 어떠했는지를 분석하는 방법을 사용했다. 만약 작업 수행 과정 중에서 어떤 부분에 개입된 것인가를 사전에 파악할 수만 있다면, 효과적인 교육이나 관리를 통한 재해 예방 효과가 높아지게 될 것은 자명한 일이기 때문이다[16]. 그리고 인적 요인 유형별 분류에서는 기존의 인적 요인 유형별 분류 방법을 사용하여 분석하여 보았고 아울러 건설 업종에서의 실제 사고를 분석하면서 정리한 인적 요인 유형별 분류를 적용시켜 보았다.

2. 인적 요인 분류

2.1 건설 업종 사고 형태별 분류 적용

2.1.1 사고 형태별 분류

위와 같이 추출한 사례를 효율적으로 분석하기 위해 사고 형태별 분류에 적용하여 분석하였다. Table 1은 본 연구에서 사용한 분류이며 노동부 및 산업 안전 공단의 형식을 따랐다.

Table 1 Clasification of accident types

사고 형태별	추락·전도
	낙하·비래
	붕괴·도괴
	협착·충돌
	화재·폭발
	감 전
	질 식
	기 타

해당 사고 형태별로 인적 요인으로 인한 사고가 차지하는 비율을 분석한 결과는 Fig. 2와 같으며 인적 요인으로 인한 사고가 차지하는 비율이 큰 것은 추락·전도, 감전, 질식 등의 형태 순이었다. 여기서는 전통적인 사고 다발 형태인 추락·전도의 경우가 다른 형태에 비해 인적 요인으로 인한 사고의 비율이 높게 나타남을 알 수 있다.

2.1.2 사고 형태별 세부 분류

본 논문은 대응책을 강구하기 위해서 인적 요

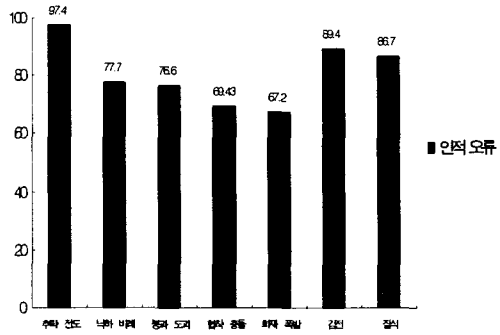

Fig. 2 Human factors rates by accident types

인이 작업 수행의 어디에서 발생했으며 발생 과정이 어떠했는지를 분석하기 위하여 사고 형태별 분류를 더욱 세분하여 분석하였다. Table 2는 분석에 사용한 세부 분류와 각각에 대한 빈도수를 보여준다. 빈도수를 보면 추락·전도 형태 중 불안정한 구조물에서 정지해서 설치 작업 중이 41건으로 가장 많았고 그 외 협착·충돌 형태의 건설 기계 사용 인양 작업중 이 35건, 붕괴·도괴 형태의 설치 작업 중이 30건 등의 순이었다.

2.2 인적 요인 유형별 분류

먼저 기존의 인적 요인 및 오류 유형별 분류 체계를 이용해 분석하여 보았으나 이들 분류 체계는 작업 내용과는 독립적인 일반적 오류 유형을 구분하고 있거나 실제 사고에 적용하기 어려운 인지적인 사항에 치중하고 있는 등 건설 업종의 인적 요인을 분석하기란 부적합하였다. 또한 인적 요인을 다루는데 있어서 아래의 두 가지 관점을 고려해야 하는데, 첫번째는 인적 요인은 인간에게나 시스템에 대한 의도하지 않은 영향이나 잠재적인 관점에서 규정되어야 한다. 두번째는 어떤 인간의 행위가 직접적으로 시스템이나 인간의 사고를 유발시키지 않는다 하더라도 간접적인 영향을 미치는 행위도 인적 요인 관점에서 다루어져야 한다[17]. 예를 들어 작업자 뿐 아니라 작업에 관련된 모든 사람 즉 설계자, 관리자, 감독자 등도 오류를 유발시킬 수 있기 때문에 작업자에 국한되어 다룰 것이 아니라 시

Table 2 Classification of accident types subdivision

사고 형태	세부 형태				
추락·전도	이동 중	수평	불안정한 구조물에서 이동		10
			불안정한 자세로 이동		2
			안전 장치없이 이동		1
		수직	승강 통로 이동		6
			승강 통로 아닌 곳에서 이동		5
			리프트등 장비 이용 이동		6
	정지 중	작업 중	설치 작업중	불안정한 구조물에서 작업	41
				무리한 동작	3
			해체 작업중	불안정한 구조물에서 작업	16
				무리한 동작	2
			지상으로 투하		7
			매달려 작업		12
		비 작업 중			2
	기 타				2
낙하·비래	천공 작업 중				1
	해체 작업 중				10
	설치 작업 중				11
	인양 작업 중				16
	인하 작업 중				4
	운반 작업 중				6
	청소, 자재 정리 작업 중				2
	지상으로 중량물을 투하				10
	기 타				1
붕괴·도괴	터 파기 작업 중	굴착 면 붕괴			27
		외벽 거푸집(토류판) 설치			4
	설치 작업 중				30
	해체 작업 중				10
	설치물 붕괴				5
	기 타				10
협착·충돌	구조물 붕괴				20
	건설 기계 사용 작업 중	운전 중	전 진		20
			후 진		21
		인양 중			35
	기 타				0
화재·폭발	발파 작업 중				6
	화학 탱크 작업 중				1
	천공 작업 중				2
	정화조 작업 중				2
화재·폭발	용접 작업 중				4
	기 타				5
감전	전기 작업 중	변전실 작업			3
		전주에서 작업			26
		전선연결 작업			8
		전기 드릴 사용			7
	용접 작업 중				4
	운반 중				14
	양수 작업 중				8
	점검 작업 중				6
	충전부에 감전				14
	기 타				6
질식	방수 작업 중				1
	맨홀 작업 중				8
	용접 작업 중				1
	기 타				2

스템 전체 관점으로 다루어야 한다는 것이다. 기존의 인적 요인 분류 연구에서는 인간의 인지적 과정에 중점을 둔 나머지 시스템이나 환경 등의 문제와 결합하여 설명하지 않고 있다. 그러나, 실제 작업 현장에서 발생하는 오류들은 시스템과 환경 등의 문제와 결합되어 발생한다. 따라서 인적 요인을 분석하는 방법도 작업자의 인지 과정은 물론 환경 및 시스템 전체와 결부지어 분석해야 한다고 판단하였다. 그래서 건설업종에서 발생한 사고 사례를 분석하면서 얻어진 3가지 요인 유형으로 분류하여 분석하였다. 여기서는 분석자가 용이하게 사용할 수 있는 유형 분류 체계를 구성하고자 노력하였다. 즉 본 논문에서는 Table 3과 같이 건설 업종의 인적 요인을 크게 1차 요인과 2차 요인으로 나누어 분류하였는데 먼저 1차 요인을 개인적, 상호적 요인으로 구분하여 분류하였다. 먼저 부주의, 긴장, 억측 판단, 나쁜 습관 및 습성 등에서 오는 것을 개인적 요인으로 구분하고 무리한 요구, 불충분한 지식(교육훈련 부족), 잘못된 작업 방법, 감시·확인 불량, 정보 전달의 부정확 등에서 오는 것을 상호적 요인으로 구분하였다. 그리고, 작업 환경적 요인 즉 불안정한 작업(장비, 설비의 미비), 작업장 분위기(오류에 대해 무관심한) 그리고 낮은 연대 의식에서 오는 것을 2차 요인

으로 구분하였다.

Table 3 Human factors classification

1차 요인 (직접적 요인)	개인적 요인	부주의 긴장 억측 판단 나쁜 습관 및 습성 등
	상호적 요인	무리한 요구 불충분한 지식(교육훈련 부족) 잘못된 작업 방법 및 부적합 재료 사용 감시·확인 불량 정보 전달의 부정확 등
2차 요인 (간접적 요인)	작업 환경적 요인	불안정한 작업(장비, 설비의미비) 작업장 분위기(오류에 대해 무관심한) 낮은 연대 의식 등

이상의 분류 방법은 실제 사고를 분석하면서 작성하였으며 개인적인 불안정한 행동, 상호적인 불안정한 행동 그리고 불안정한 환경에서 기인한 요인으로 분류하였다. 먼저 1차 요인으로는 독립적으로 발생하더라도 사고를 발생시킬 수 있는 개인 생리, 심리적 오류에 기인한 것은 개인적 요인으로 분류하고 상호적인 오류에 기인한 것은 상호적 요인으로 분류하였다. 그리고, 작업 환경적 요인에 관계되어 사고를 유발시키는 것은 2차 요인으로 분류하였다. 여기서는 산업 안전 보건법 등에서 규정하고 있는 장비·설비등을 구비하지 않아서 발생한 사고 등을 2차 요인 즉 작업 환경적 요인으로 분류하였다. 법 준수 여부로 인적 요인으로 분류하는 이유는 현실적인 이유와 규명적인 이유에서이다. 첫째, 현실적인 이유는 현재 건설 사업장 현실로 볼 때 법을 지키기에도 급급한 실정이고 그렇지 못한 작업장도 많기 때문에 또한 현재의 안전 관리 규정들이 대체로 양호하다고 판단하였기 때문이다. 물론 현장 안전관리자나 이를 연구하는 입장에서는 불합리할 수도 있으나 장비 및 장치의 한계가 명확치 않고 현실을 외면할 수 없기 때문에 이렇게 분류하였다. 둘째, 규명적인 관점에서는 법을 준수하지 않는다는 것은 근본적으로 인적 요인에 해당되고 인적 요인의 범위를 보다 명확히 할 수 있기 때문이다. 이를 바탕으로 안전 사고 사례에 적용하여 분류하였다. Table 4는 이러한 분석 결과의 예를 보여준다. 예를 들어 철골작업시 이동중에 일어난 사고는 철골공이 무리하게 승강통로 아닌곳으로 내려오다 발생한 사고이므로 개인적 요인으로 분류하였다.

그리고, 위와 같은 유형 분류를 통해 분석한 인적 요인 유형별 발생율은 Fig. 3과 같다.

Fig. 3에서와 같이 2차 요인(43.2%), 상호적 요인(41.0%), 개인적 요인(15.8%) 순이었다. 여기

Table 4 Example of human factors cases analysis

발생일	제 목	공사 종류별	사고 형태별	작업 내용	인적 요인 유형
95.4.6	철골 작업 이동중	공장, 창고, 발전소	추락 · 전도	가스터빈 공장 철골 공사중 철골공이 승강 통로가 아닌 보조 기둥 찬넬걸이 브라켓을 잡고 내려오다 20m 아래로 추락 사망	개인적 요인 (1차 요인)
95.7.15	2.5t 화물차에서 자재 하역중	아파트, 주택, 학교, 근린생활 시설	추락 · 전도	2.5t 더블캡 차량에서 고령인 작업자가 조급하게 던지는 등 작업방법이 불량한 상태에서 하역작업중 몸의 중심을 잃고 파렛트와 함께 노면으로 떨어져 사망	상호적 요인 (1차 요인)
95.8.24	용접 작업중 감전되어	공장, 창고, 발전소	감전	공장내 전기집진기 제작 설치 공사 현장에서 추락 방지 조치가 없는 상태에서 용접 작업시 자동전격 방지기가 미부착된 용접기로 절연 피복손상 부위가 팔에 접촉 감전되어 5m아래로 추락 사망	작업 환경적 요인 (2차 요인)

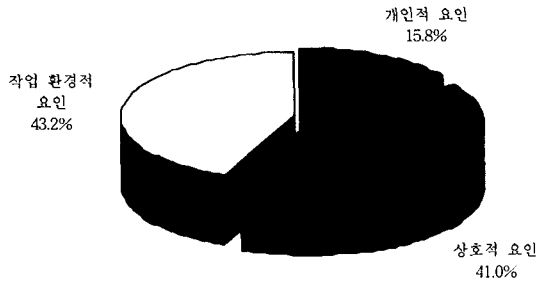

Fig. 3 Distribution of human factors types

서는 2차 요인 즉 작업 환경적 요인이 사고에서 차지하는 비율이 크다는 것을 알 수 있는데 이는 열악한 건설 작업 환경으로 인해 안전 제반 시설 등 작업 환경적 요소에 대한 미비가 사고로 직결될 위험이 크다는 것을 알 수 있다, 즉 반드시 이를 구비해야만 사고를 예방할 수 있음을 알 수 있다.

3. 분석 결과

3.1 사고 발생 형태와 인적 요인 유형별 간의 교차 분석

인적 요인이 작업 수행의 어디에서 발생했으며 발생 과정이 어떠했는지를 분석하기 위해 Table 2에서와 같이 사고 형태별 분류를 더욱 세분한 것과 인적 요인 유형과의 유의성을 통계 프로그램(SPSS WIN)을 사용하여 분석하였다.

분석 절차는 독립성 검정을 하여 우선 사고 형태(추락·전도, 낙하·비래 등)와 인적 요인 유형(개인적, 상호적, 작업 환경적)과의 유의성을 알아보고 아울러 사고 형태 세부 분류와 인적 요인 유형과의 유의성이 있는지를 알아 보았다.

먼저 Table 5에서와 같이 사고 형태와 인적 요인 유형과의 관계를 검정한 결과 (x_0^2=60.333) > (x^2(12 ; 0.05)=21.03)였으며 각각의 사고 형태와 인적 요인 유형과는 독립적이지 못한 것으로 분석되었다.

아울러 어떻게 독립성의 가정이 맞지 않는가를 분석한 결과 추락·전도, 감전 등의 사고 형태에서는 작업 환경적 요인이 많았고 낙하·비래, 붕괴·도괴, 협착·충돌, 질식 사고 등의 사고 형태인 경우에는 다른 요인에 비해 상호적인 요인이 많았다. 그 외 나머지 사고 형태들은 거의 비슷한 결과를 보였다.

Table 5 Cross-tablulation for accident types and human factors classification

오류 유형 / 사고 형태	개인적	상호적	작업 환경적	계
추락·전도	21	13	81	115
낙하·비래	7	33	21	61
붕괴·도괴	6	58	24	88
협착·충돌	22	54	20	96
화재·폭발	8	7	5	20
감 전	21	26	58	96
질 식	1	9	2	12
계	77	200	211	488

위와 같은 방법으로 사고 형태를 더욱 세분하여 추락·전도 사고 형태를 이동 중, 정지 중, 기타로 나누어 분석한 결과(x_0^2=30.20145) > (x^2 (4 ; 0.05)=9.49)였으며 움직임과 인적 요인 유형 간에 독립적이지 못한 것으로 분석되었다. 아울러 개인적 요인은 이동중일 때 상대적으로 많았고 작업 환경적 요인은 정지중일 때 많았다. 더욱 세분하여 동일한 방법으로 분석한 결과를 정리하면 추락·전도 형태의 사고의 경우 불안정한 자세로 수평 이동 중과 승강 통로 아닌 곳으로 수직 이동시는 개인적인 요인이 많았고 설치 및 해체 작업 중에서와 지상으로 투하하는 작업 중에 작업 환경적 요인이 상대적으로 많았다. 그 외의 형태는 인적 요인 유형간 비슷한 결과를 보였다.

그리고, 낙하·비래 사고 형태인 경우도 같은 방법으로 분석한 결과(x_0^2=38.913431) > (x^2 (16 ; 0.05)=26.30)였으며 사고 형태 세부 항목과 인적 요인 유형 간에 독립적이지 못한 것으로 분석되었다. 아울러 해체 작업과 설치 작업 등에서 작업 환경적 요인이 많았고 물건을 인하하는 작업 및 인양 작업에서 상호적 요인이 상대적으로 많았다.

아울러 붕괴·도괴의 경우에도 위와 동일한 방법으로 분석한 결과 터파기 작업 중에서도 굴착면 붕괴에 의한 사고에서 상호적 요인이 많았다.

협착·충돌의 경우에는 건설 기계를 운전 중일 때 상호적 요인이 많았다. 또한, 화재·폭발의 경우에는 천공 작업에서 개인적 요인이 많았고 용접 작업에서 상호적 요인이 상대적으로 많았다. 감전 사고인 경우에는 작업 환경적 요인이 주로 많았는데 특히 전기 작업 중에서도 전선 연결 작업과 전기 드릴 사용 작업에서 작업 환경적 요인이 상대적으로 많았다. 마지막 질식의 경우에는 사고 형태 세부 항목과 인적 요인 유형간에 유의적인 관련성이 없는 것으로 분석되었다.

3.2 인적 요인에 대한 대응책

사고 형태와 인적 요인 유형별 분류간의 분석한 결과를 바탕으로한 인적 요인 대응책은 다음과 같다.

인적 요인 유형중 먼저 개인적 요인에 의한 사고는 특히 추락, 전도에서도 승강통로 아닌 곳으로 수직 이동시와 불안정한 자세로 수평 이동시 많았다. 그러므로 승강 통로가 아닌 곳에서의 통행은 반드시 금하는 등 작업장내 통행은 반드시 지정된 통로를 이용해야 한다.

상호적 요인에 의한 사고는 낙하·비래, 협착·충돌, 붕괴·도괴, 질식 등의 형태에서 많았다. 특히 낙하·비래에서도 물건을 인하하는 작업과 인양하는 작업에서 많았다. 협착·충돌에서는 건설 기계 등을 운전 중에 그리고 붕괴·도괴에서는 터파기 작업 중에 굴착면 붕괴에 의한 사고에서 질식의 경우에는 거의 모든 세부 형태에서 많았다. 또한 화재·폭발에서는 용접 작업을 할 때 특히 많았다. 이러한 상호적 요인에 의한 사고를 방지하기 위해서는 이러한 작업 시는 반드시 감시인을 배치하여 모든 작업은 이들에 의해 지휘, 감독을 받으며 작업을 해야만 하고, 모든 개인 행동은 삼가하도록 해야 한다.

작업 환경적 요인에 의한 사고는 대부분의 형태에서 많았으나 특히 추락·전도, 감전 등의 형태에서 많았다. 추락·전도에서는 정지해서 하는 설치·해체 작업 중과 지상으로 투하하는 작업 중에 많았다. 감전 사고에서는 전선 연결하는 형태의 전기 작업과 전기 드릴 사용 작업 등에서 많았다. 우선 추락·전도 사고를 예방하기 위해서는 안전모, 안전화 및 안전대 착용은 물론 작업 시에 반드시 작업 발판, 안전 난간등 주변 환경적 요소를 구비 한 다음에 작업을 수행해야 겠다. 또한 감전 사고 역시 충전 선로에 방호 설비, 접지, 전기 누전 방지 설비 등을 반드시 구비하고 작업에 임해야만 인적 요인을 유발시키는 것을 방지 할 수 있겠다.

4. 결 론

국내 건설업에서 발생한 중대 재해를 사고 형태별 접근 방법을 통해 분석해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 개인적 요인에 의한 사고는 특히 추락, 전도에서도 승강통로 아닌 곳으로 수직 이동시와 불안정한 자세로 수평 이동시 많았다.
2) 상호적 요인에 의한 사고는 먼저 낙하·비래에서 인하, 인양하는 작업에서 많았고 협착·충돌에서는 건설 기계 등을 운전 중에 많았다. 그리고 붕괴·도괴에서는 터파기 작업 중 질식의 경우에는 거의 모든 세부 형태에서 많았다. 또한 화재·폭발에서는 용접 작업을 할 때 특히 많았다.
3) 작업 환경적 요인에 의한 사고는 대부분의 형태에서 많았으나 특히 추락·전도에서 정지해서 하는 설치·해체 작업 중과 지상으로 투하하는 작업 중에 감전 사고에서는 전선 연결하는 형태의 전기 작업과 전기 드릴 사용 작업 등에서 많았다.

참 고 문 헌

1) 한국전력공사, 원자력발전소 인적 행위 개선 시스템(K-HPES) 개발(I), 1993.
2) Rouse, W.B., and Rouse, S.H, "Analysis and Classification of Human Error", IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics, Vol. 13, pp. 539~549, 1983.
3) Salminen, S., and Tallberg, T, "Human Error in Fatal and Serious Occupational Accidents in Finland", Ergonomics, Vol. 39, pp. 980~988, 1996.

4) 박영환, "구조물의 사고와 그 원인", 건설기술 정보, Vol. 10, pp. 7~17, 1995.
5) Swain, A., and Guttman, H, Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Application, Nuclear Regulatory Commission, 1983.
6) Reason, J, Human Error, Cambridge University Press, 1990.
7) Norman, D.A, "Categorization of Action Slips", Psychological Review, Vol. 88, pp. 1~15, 1981.
8) Rasmussen, J, "Skills, Rules and Knowledge : Signals, Signs and Symbols and Other Distinction in Human Performance Models", IEEE Trans. on System, Man and Cybermetics, Vol. 13, pp. 157~166, 1983.
9) ACI, "Avoiding Faillures in Concrete Construction", ACI SCM-19, pp. 150~236, 1989.
10) Hauser, R, "Lessens from European Failures", Concrete International, Vol. 12, pp. 21~25, 1979.
11) Rasmussen, J, What can be earned from Human Error Reports? Changes in Working life, London, Wiley, 1980.
12) Covan, J, Safety Engneering, John Wiley & Sons Inc, 1995.
13) 한국산업안전공단, 건설 중대 재해 사례와 대책, 1995~1997.
14) 통계청, 국제 통계 연감, 1997.
15) 노동부, 95년 산업 재해 분석, 1996.
16) 임현교, "반도체 공장의 위험물 교체 작업시 인적 과오에 대한 정량적 분석", 산업안전학회지, Vol. 12, pp. 161~168, 1997.
17) Sander, M.S., and McCormick, E.J, Human Factors in Engineering and Design, McGraw Hill, 1987.