

AHP를 이용한 불안전행동 배경요인 평가에 대한 연구

A Study on Evaluating Background Factors of the Unsafe Behavior using AHP

류시욱*·허덕규*

Abstract

Most industrial accidents occur when the workers' unsafe behavior and the unsafe situation of workplace take place at the same time. Although human's unsafe behavior is indispensable to work field, the evaluation scheme to detect the causes for the accident resulted from human's unsafe behavior and counterplan should be prepared to prevent and reduce accident.

To do this, we first classify the specific background factors in terms of human inner factor and environment factor and then develop the AHP (Analytic Hierarchy Process) model to analyze the background factors that affect the worker's unsafe behavior. We also develop a checklist to be able to evaluate the occurrence possibility of individual worker's unsafe behavior.

Keywords: 불안전행동, AHP, 체크리스트

1. 서론

안전사고는 불안전한 행동과 불안전한 상태가 결합된 상태에서 발생하는 경우가 많다. 불안전한 행동은 인간이 관여하는 작업에서 필수불가결하게 발생할 수밖에 없는 요인으로서 사고를 방지하기 위해서는 이에 대한 보다 명확한 원인을 파악할 수 있는 체계와 대책의 마련이 시급하다.

†이 논문은 2005년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음. (KRF-2005-050-D00021)

* 한중대학교 공과대학 공학부

인간의 불안전행동에 대한 연구를 보면, 먼저 Chapanis[1]는 불안전행동은 연락에러, 작업공간에러, 지시에러, 시간에러, 예측에러, 연속응답에러로 나누고 관리자나 작업자의 실수를 심리적인 측면에서 분류하였다. Swain[3]은 생략에러, 시간적 에러, 수행에러, 순서에러, 불필요한 수행에러로 분류하고 영향을 준 인자를 외적인자, 내적인자, 스트레스 인자로 나누어 분류하였다.

그러나 작업자를 포함한 인간의 에러 혹은 불안전행동에 대한 원인의 배경을 분석하는 체계적인 방안에 대한 연구와 불안전행동에 주요한 영향을 미치는 행동수행 인자를 평가하고 대응방안을 마련하는 연구가 부족한 실정이다.

본 연구에서는 인간의 행동특성에 영향을 미치는 인적요인과 환경요인을 구분하고 이에 따른 세부 배경요인을 관리할 수 있는 분류체계를 개발한다. 먼저, 개발된 분류체계를 이용하여 배경요인을 분석하기 위해 AHP(Analytic Hierarchy Process) 모형을 개발하고 분석을 시도한다. AHP에서 불안전행동의 에러요인은 Swain의 분류법을 사용하여 계층적인 모형을 개발한다. 그리고 관리자의 입장에서 불안전행동요인을 평가할 수 있는 체크리스트를 개발하여 실제 현장에서 사용될 수 있는 가능성을 보이고자 한다.

2. 불안전행동 배경요인 평가

2.1 AHP의 개요

AHP 기법은 의사결정 문제가 다수의 평가기준으로 이루어져 있는 경우 평가기준들을 계층화하고 계층에 따라 중요도를 정하는 다기준 의사결정 방법이다.(Saaty[2]) 복잡한 문제를 유기적 관계를 갖는 계층구조로 파악한다는 것은 문제를 단순화시킬 뿐만 아니라 높은 적응력을 갖게 하는 장점이 있다. 또한, AHP는 양적 평가는 물론 다루기 곤란하면서도 반드시 고려하지 않으면 안 되는 질적 평가에 있어서도 의사결정자의 경험과 직관을 바탕으로 비교적 쉽게 평가할 수 있도록 해준다. AHP의 의사결정 해결과정은 다음과 같은 5단계를 거쳐 진행된다.

- ① 의사결정 문제를 계층화(Hierarchy of decision problem)
- ② 평가항목의 쌍대비교(Pairwise comparison of decision elements)
- ③ 가중치의 추정(Estimation of relative weights)
- ④ 논리적 일관성 검증(Verification of logical consistency)
- ⑤ 가중치의 종합(Aggregation of relative weights)

AHP는 평가항목의 쌍대비교들에 대한 논리적 일관성을 검증하기 위해 일관성비율(consistency ratio: CR)의 개념을 사용하는데, CR은 다음과 같이 정의된 일관성 지수(consistency index: CI)를 무작위지표(random index: RI)로 나눈 값을 의미한다.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

(단, λ_{\max} 는 비교 행렬의 최대 고유행렬 값, n 은 쌍대비교 개수)

이 일관성비율이 0.1이내인 경우, 쌍대비교로 도출된 서수적 순위가 신뢰할 수 있는 결과로 인정하고 있다. 본 연구에서는 CR 값이 0.1 이내의 쌍대비교 행렬에 대하여 데이터의 기하평균을 구하고, 이를 다시 정규화하는 과정을 거쳐 요인별 중요도를 구하였다.

2.2 불안전행동 배경요인 분류체계

본 연구에서 불안전행동의 배경요인은 인적특성요인의 영역을 5개로 나누고 각 영역별로 세부적인 배경요인을 개발한 류시욱[4]의 결과를 기본으로 하였다. 본 연구에서는 5개의 영역을 인적요소의 내부요인으로 볼 수 있는 특성들과 외부요인의 특성으로 볼 수 있는 것으로 나누어 분류하여 내부요인과 외부요인으로 나누어 분석할 수 있도록 하였다. 내부요인은 인적요소와 관련된 것이므로 작업자 그 자체의 교육이나 작업자의 심리적, 육체적 특성과 같은 안전관리가 가능한 영역인데 반해, 외부요인은 안전관리시스템의 개선이나 재정비, 클린 팩토리(clean factory) 실현과 같은 보다 정책적 지원이나 전사적인 수행이 필요한 영역임을 의미한다.

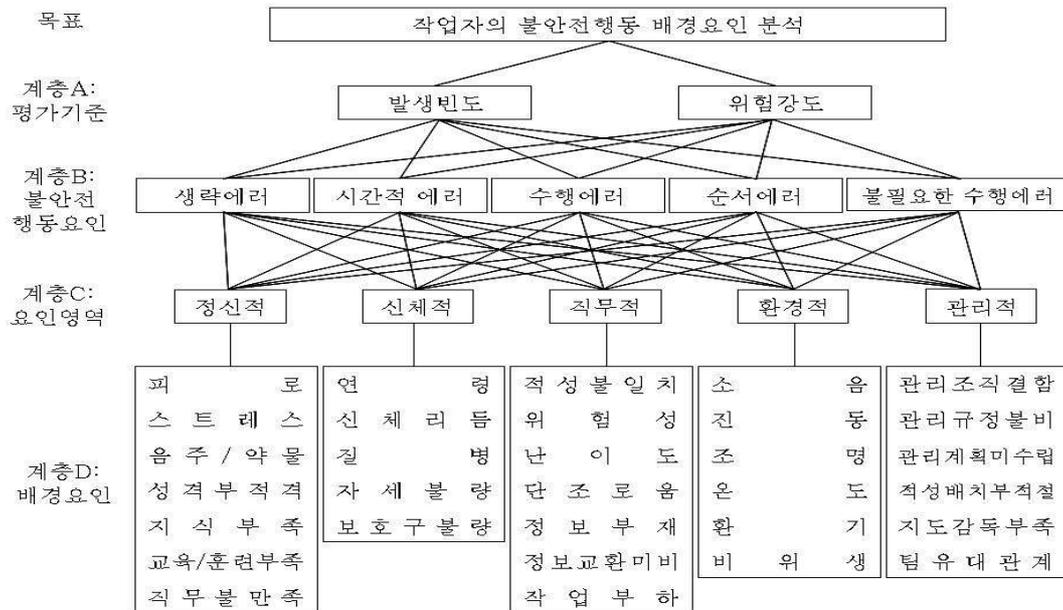
<표 1> 불안전행동 영역별 배경요인 분류체계

인적특성요인		배경요인		인적특성요인		배경요인	
내적	정신적 C1	C1D1	피로	외적	직무 적 C3	C3D5	정보부재
		C1D2	스트레스			C3D6	정보교환미비
		C1D3	음주/약물			C3D7	작업부하
		C1D4	성격부적격		환경 적 C4	C4D1	소음
		C1D5	지식부족			C4D2	진동
		C1D6	교육/훈련부족			C4D3	조명
		C1D7	직무불만족			C4D4	온도
	신체적 C2	C2D1	연령			C4D5	환기
		C2D2	신체리듬			C4D6	비위생
		C2D3	질병		관리 적 C5	C5D1	관리조직결함
		C2D4	자세불량			C5D2	관리규정불비
		C2D5	보호구불량			C5D3	관리계획미수립
	직무적 C3	C3D1	적성불일치			C5D4	적성매치부적절
		C3D2	위험성			C5D5	지도감독부족
		C3D3	난이도			C5D6	팀유대관계
		C3D4	단조로움				

2.3 평가모델 구축

작업자의 불안전행동의 요인을 평가하는 문제는 비구조적인 유형의 대표적인 경우 중 하나이다. 불안전행동의 요인들을 평가할 수 있는 정량화된 지표를 개발하는 일은 매우 어려운 일이다. 따라서 본 연구에서는 작업자의 불안전행동의 배경요인을 평가자의 주관적 판단을 정량화하여 평가할 수 있는 AHP 모형을 개발하고자 한다.

먼저, 앞에서 개발된 불안전행동의 배경요인 분류체계를 이용하여 <그림 1>과 같이 AHP 계층구조 모형을 개발하였다. 본 모형에서도 인적오류 연구에서 주로 평가기준으로 많이 사용하는 발생빈도와 위험강도를 선정하였고 다음 평가계층으로는 불안전행동요인으로 생략에러, 시간적 에러, 수행에러, 순서에러, 불필요한 수행에러로 나누었다. 세 번째 계층으로는 배경요인과 관련된 요인별 계층으로 구성하였고 마지막 계층은 각 요인별 세부요인들 즉, 불안전행동의 배경요인들로 구성하였다.



<그림 1> 불안전행동 배경요인 평가를 위한 AHP 계층구조 모형

2.4 불안전행동요인 평가검토를 위한 체크리스트

체크리스트는 각 배경요인에 대해 적합한 정도를 체크하도록 개발되었다. 각 배경요인에 대해 어느 한 배경요인에 적합한 척도로 평가하면 서로 맞지 않는 배경요인이 발생하기 때문에 각 배경요인의 현 상태가 작업이나 업무에 적합하지 않은 정도에 따라 1점에서 5점의 점수를 부여할 수 있도록 하였다. 예를 들면, 피로항목은 피로로 현 업무가 매우 적합하지 않으면 1점, 피로도가 낮아 매우 적합하면 5점을 주는 방식이

다. 연령의 경우에도 작업자의 연령이 현 작업에 적합한 정도에 따라 점수를 부여하면 된다. 만일 특정 작업이 30대, 40대, 50대, 20대, 60대 순으로 적합하다면 30대에 해당하는 작업자는 5점을 부여하고 60대이면 1점을 부여하면 된다.

전체 31개 세부 배경요인에 대해 체크를 하였다면, 점수를 합산하여 평균 3점의 총 합측, 39점과 비교하여 이보다 높으면 작업의 불안전행동을 야기할 가능성이 적다고 판단할 수 있고 이보다 낮다면 해당 작업자에게 적절한 조치가 취해져야 할 것이다. 특히 각 영역에 대해 평균보다 낮게 평가된 영역과 그 세부 배경요인은 우선적인 조치가 필요하다 할 것이다. 예를 들어, 직무의 위험성 요인이 매우 낮다면 해당 작업자에게 그 작업은 위험성이 높으므로 현재의 작업을 다른 작업으로 교체하는 방안을 강구해야 함을 의미한다. 만일, 외적인 요인에서 평균보다 낮다면 조직의 전반적인 작업 환경을 개선해야 할 것이다.

<표 2> 불안전행동요인 평가검토를 위한 체크리스트

행동특성요인	영역	배경요인	체크					
			1	2	3	4	5	
불안 전 행 동	내적	정신적	피로					
			스트레스					
			음주/약물					
			성격부적격					
			지식부족					
			교육/훈련부족					
			직무불만족					
		신체적	연령					
			신체리듬					
			질병					
			자세불량					
			보호구불량					
			적성불일치					
			위험성					
	직무적	난이도						
		단조로움						
		정보부재						
		정보교환미비						
		작업부하						
		작업부하						
	외적	환경적	소음					
			진동					
			조명					
		온도						
		환기						
		비위생						
	관리적	관리조직결함						
		관리규정불비						
		관리계획미수립						
		적성배치부적절						
		지도감독부족						
팀유대관계								

3. 분석도구의 개발

본 연구에서 개발한 AHP 모형은 일반적인 작업장에서 활용할 수 있는 가능성을 가지고 있다. AHP에 대한 분석은 Expert Choice와 같은 패키지를 이용할 수 있지만 본 연구에서는 스프레드시트 환경에서 보다 쉽게 AHP 가중치를 입력하고 그 결과를 분석하여 민감도분석까지 수행할 수 있는 분석도구를 <그림 2>와 같이 개발하였다.

안전 관리자는 개발된 분석도구를 이용하여 쉽게 조직 전반적인 차원의 불안전행동 배경요인을 분석할 수 있고 개별 작업자에 대해서는 체크리스트를 통해 주기적으로 체크하여 안전한 작업장이 되도록 활용하면 된다.

AHP기법: 작업자 불안전행동 배경요인					계산과정													
	표준화	행렬	가중치	PW	CR													
1	AHP기법: 작업자 불안전행동 배경요인																	
2																		
3	(기준)	생략에러	시간에	수행에	순서에	불필요	수행에	표준화	행렬	가중치	PW							
4	생략에러	1	2	4	1/4	5		0.17	0.3	0.32	0.13	0.24	0.23	1.25	5.38	0.06		
5	시간에러	1/2	1	3	1/3	4		0.08	0.15	0.24	0.17	0.19	0.17	0.88	5.21			
6	수행에러	1/4	1/3	1	1/4	3		0.04	0.05	0.08	0.13	0.14	0.09	0.45	5.02			
7	순서에러	4	3	4	1	8		0.67	0.46	0.32	0.51	0.38	0.47	2.59	5.53			
8	불필요 수행	1/5	1/4	1/3	1/8	1		0.03	0.04	0.03	0.06	0.05	0.04	0.22	5.21			
9															5.27			
10	A1B1																	
11	(영역간)	정신적	신체적	직무적	환경적	관리적		표준화	행렬	가중치	PW							
12	정신적	1	2	4	1/4	5		0.17	0.3	0.32	0.13	0.24	0.18	0.96	5.23	0.07		
13	신체적	1/2	1	3	1/3	4		0.08	0.15	0.24	0.17	0.19	0.17	0.93	5.51			
14	직무적	1	1/3	1	1/4	3		0.17	0.05	0.08	0.13	0.14	0.11	0.6	5.23			
15	환경적	4	3	4	1	8		0.67	0.46	0.32	0.51	0.38	0.47	2.5	5.33			
16	관리적	1/5	1/4	1/3	1/8	1		0.03	0.04	0.03	0.06	0.05	0.04	0.22	5.17			
17															5.3			
18	A1B2																	
19	(영역간)	정신적	신체적	직무적	환경적	관리적		표준화	행렬	가중치	PW							
20	정신적	1	2	4	1/4	5		0.17	0.3	0.32	0.13	0.24	0.23	1.25	5.38	0.06		
21	신체적	1/2	1	3	1/3	4		0.08	0.15	0.24	0.17	0.19	0.17	0.88	5.21			
22	직무적	1/4	1/3	1	1/4	3		0.04	0.05	0.08	0.13	0.14	0.09	0.45	5.02			
23	환경적	4	3	4	1	8		0.67	0.46	0.32	0.51	0.38	0.47	2.59	5.53			
24	관리적	1/5	1/4	1/3	1/8	1		0.03	0.04	0.03	0.06	0.05	0.04	0.22	5.21			
25															5.27			
26	A1B3																	
27	(영역간)	정신적	신체적	직무적	환경적	관리적		표준화	행렬	가중치	PW							
28	정신적	1	2	4	1/4	5		0.17	0.3	0.32	0.13	0.24	0.23	1.25	5.38	0.06		
29	신체적	1/2	1	3	1/3	4		0.08	0.15	0.24	0.17	0.19	0.17	0.88	5.21			
30	직무적	1/4	1/3	1	1/4	3		0.04	0.05	0.08	0.13	0.14	0.09	0.45	5.02			
31	환경적	4	3	4	1	8		0.67	0.46	0.32	0.51	0.38	0.47	2.59	5.53			
32	관리적	1/5	1/4	1/3	1/8	1		0.03	0.04	0.03	0.06	0.05	0.04	0.22	5.21			

<그림 2> AHP를 이용한 불안전행동 배경요인 평가를 위한 스프레드시트

4. 결론

본 연구에서는 먼저 산업현장에서 일하는 작업자의 불안전행동의 배경이 될 수 있는 요인들을 기존의 연구들을 활용하여 작업자를 중심으로 내적요인과 외적요인의 개념을 추가하여 분류하였다. 이러한 분류체계를 이용하여 안전관리자가 전사적이고 중

합적인 차원에서 분석할 수 있도록 AHP 모형과 그 분석도구를 개발하였고 개별 작업자 차원에서 불안전행동 요인을 평가할 수 있는 체크리스트를 개발하였다. 따라서, 안전관리자는 먼저 AHP 모형을 통해 전반적인 상황을 파악하고 개별 작업자는 체크리스트로 관리해 나간다면 사고를 미연에 방지할 수 있는 영역을 찾고 필요한 안전활동이 무엇인지 파악하는데 도움을 얻을 수 있을 것이다.

본 연구에서 개발한 AHP 분석은 기업들이 중기계획을 수립하는 시점에 그리고 체크리스트는 보다 짧은 주단위의 단기계획을 수립하는 시점에 동시에 수행한다면 일반적인 생산계획과 병행하여 안전계획도 수립하고 생산과 안전을 동시에 관리하는 통합적인 방안이 될 수도 있을 것이다.

향후에는 본 연구에서 개발한 AHP 모형과 체크리스트를 이용하여 실제 현장에 적용하여 활용가치가 검증될 수 있도록 노력하고자 한다.

5. 참 고 문 헌

- [1] Chapanis, A., "Theory and Method for Analyzing Errors in Man-Machine Systems", *Annals of the New York Academy of Science*, Vol. 51, pp.1179-1203, 1951.
- [2] Saaty, T.L., "The Analytic Hierarchy Process", MacGraw-Hill Inc., pp.1-77, 1980.
- [3] Swain, A.D., "A Method for Performing a Human Reliability Analysis", Monograph SCR-685, Albuquerque, N.M.: Sandia National Laboratories, 1963.
- [4] 류시욱, "AHP를 이용한 철도인적오류 특성요인과 배경요인의 평가에 관한 연구", *대한설비관리학회지*, 제12권, 제2호, pp.17-26, 2007.