

☒ 응용논문

AHP를 이용한 기계사고의 원인분석과 대책마련에 관한 연구

-A Study on the Analysis for the Mechanical Injuries using the AHP-

박 배 진*

Park, Bai Jin

김 영 민*

Kim, Young Min

Abstract

This paper applies the Analytic Hierarchy Process(AHP) to analyzing the causes and countermeasures of the accidents by the dangerous machines. The AHP is the decision supporting tool considering several objectives and criteria, and synthesizing a number of decision makers' opinions to find the best alternative. It has the merit to be able to consider not only quantitative factors but also qualitative factors. Because this paper focuses the thoughts of the workers about the dangerous factors in working space including machines, work environment and tools, the AHP is the most suitable method for this study.

This study using the AHP can be used as useful tool analyzing the important causes of the accidents by the dangerous machines and deciding the urgent countermeasures.

1. 서론

산업사회가 발전함에 따라 대규모 기업에서의 이러한 산업재해의 발생건수는 점차적으로 줄어들고 있으나 신체장해자의 발생은 줄지 않고 있다. 이는 작업공정이 다양화, 복잡화되어 대형설비를 도입, 설치하는 경우가 늘어남에 따라 산업재해의 건수는 줄어들고 있는 반면 산업재해는 점차 대형화되고 재해강도도 점차로 높아지고 있음을 의미한다. 본 연구에서는 산업재해중에서도 가장 많은 재해를 유발하고 재해의 강도 또한 심각한 위험기계사고에 대해 기존의 사고자료를 바탕으로 하는 분석에 초점을

* 인하대학교 산업공학과

맞추기보다는 '실제로 작업자들이 생각하는 위험기계의 위험요소들에 대한 조사를 통하여 사고의 원인을 분석하고, 이에 대한 대책을 마련하는데 초점을 맞추고 있다.

위험기계란 유해 또는 위험방지를 위하여 방호조치가 필요한 기계, 기구로서 산업안전보건법에서는 프레스 또는 전단기, 롤러기, 연삭기, 목재가공용 등근톱, 동력식 수동 대패, 아세틸렌용접장치 또는 가스집합용접장치, 방폭용 전기기계·기구, 교류아크 용접기, 크레인, 승강기, 곤돌라, 산업용 로봇 등을 위험기계·기구로 정의하고 있다[3].

본 연구의 목적은 각 회사가 자체적으로 회사내의 위험기계에 대한 사고유발가능성이 있는 원인을 진단하여 그에 대한 대책을 마련할 수 있는 객관적인 분석의 틀을 제공하는 것이며, 나아가서는 여러 회사의 분석결과를 종합하여 산업계 전반에 걸친 위험기계에 대한 위험요소를 분석하고 시급한 대책을 마련하는 것이다. 이러한 분석을 위하여 본 연구에서는 계층화 의사결정법(Alytic Hierarchy Process : AHP)을 이용하였다. 수치로 표현될 수 있는 정량적 요소들뿐만 아니라 수치로 표현될 수 없는 정성적 요소들도 쉽게 고려할 수 있는 AHP는 정성적인 데이터인 위험기계사고의 주요 원인들에 대한 작업자들의 생각을 정량화 함으로써 주요원인들 사이의 가중치와 이에 대한 대책들사이의 가중치를 산정할 수 있게 해주며, 또한 여러 작업자들의 의견을 종합하여 산업계 전반에 걸친 위험기계사고의 주요원인과 이에 대한 대책들의 분석을 가능하게 해준다.

2. 계층화 의사결정법(AHP)

계층화 의사결정법(Alytic Hierarchy Process : AHP)은 1971년 T. L. Saaty에 의해 개발되었으며, 그 후 이 기법에 대한 이론과 응용분야의 연구가 계속 진행되어 오고 있다[9][12].

의사결정문제의 목표는 다수의 목적과 기준들, 그리고 그 외의 중요한 여러 요인들을 고려하여 최적의 대안 또는 대안의 집합을 찾는 것이다. AHP는 의사결정문제를 계층적 또는 네트워크 구조로 표현하고, 이 구조에 대한 의사결정자의 판단에 근거한 대안들의 가중치 또는 우선순위를 구하는 다기준 의사결정 방법이다[10]. 이 기법은 의사결정자의 판단시 상위계층의 한 요소의 관점에서 직계 하위계층의 두 요소(또는 기준)들 사이의 쌍별비교를 통해서 요소들의 중요도(또는 가중치)를 도출해 낸다. 여러개의 요소들을 한꺼번에 고려하여 각 요소들의 중요도를 구하는 것은 어렵기 때문에, 두 개의 요소들 사이의 쌍별비교를 통해 각 요소들의 중요도를 구하는 것은 의사결정자가 판단을 보다 쉽고 편하게 할 수 있도록 해 준다.

또한, AHP는 의사결정자의 오랜 경험이나 직관 등을 평가의 바탕으로 하고 있기 때문에 수치로 표현될 수 있는 정량적인 요소들 뿐만 아니라 수치로 표현될 수 없는 정성적인 요소들도 쉽게 고려할 수 있으며, 의사결정자가 한 계층의 요소들에 대해 여러 번에 걸친 쌍별비교를 할 때 발생할 수 있는 비일관성을 인정한다는 장점이 있다[11]. 이러한 장점들 때문에 AHP는 최근 가장 많이 사용되는 의사결정기법들 중의 하나로 평가받고 있다[12].

의사결정문제의 해결에 AHP를 적용하기 위해서는 일반적으로 다음의 4단계를 거친다[7]. 첫 번째 단계에서는 의사결정문제를 계층구조로 분해하며 두 번째 단계에서는 상위계층의 한 요소의 관점에서 직계 하위계층의 요소들을 대상으로 쌍별비교를 행한다. 세 번째 단계에서는 쌍별비교를 통해 만들어진 쌍별비교 행렬로부터 쌍별비교된 요소들의 상대적 중요도를 추정하며 마지막으로 각 계층에서 추정된 요소들의 상대적 중요도를 종합하여 최하위 계층에 있는 대안들의 상대적 중요도를 구한다.

3. AHP를 이용한 위험기계사고의 원인분석 및 대책마련

3.1 AHP적용을 위한 새로운 계층구조와 보정가중치의 제안

AHP를 이용한 위험기계사고의 원인분석과 대책마련에서 계층구조는 다음과 같이 구성된다.

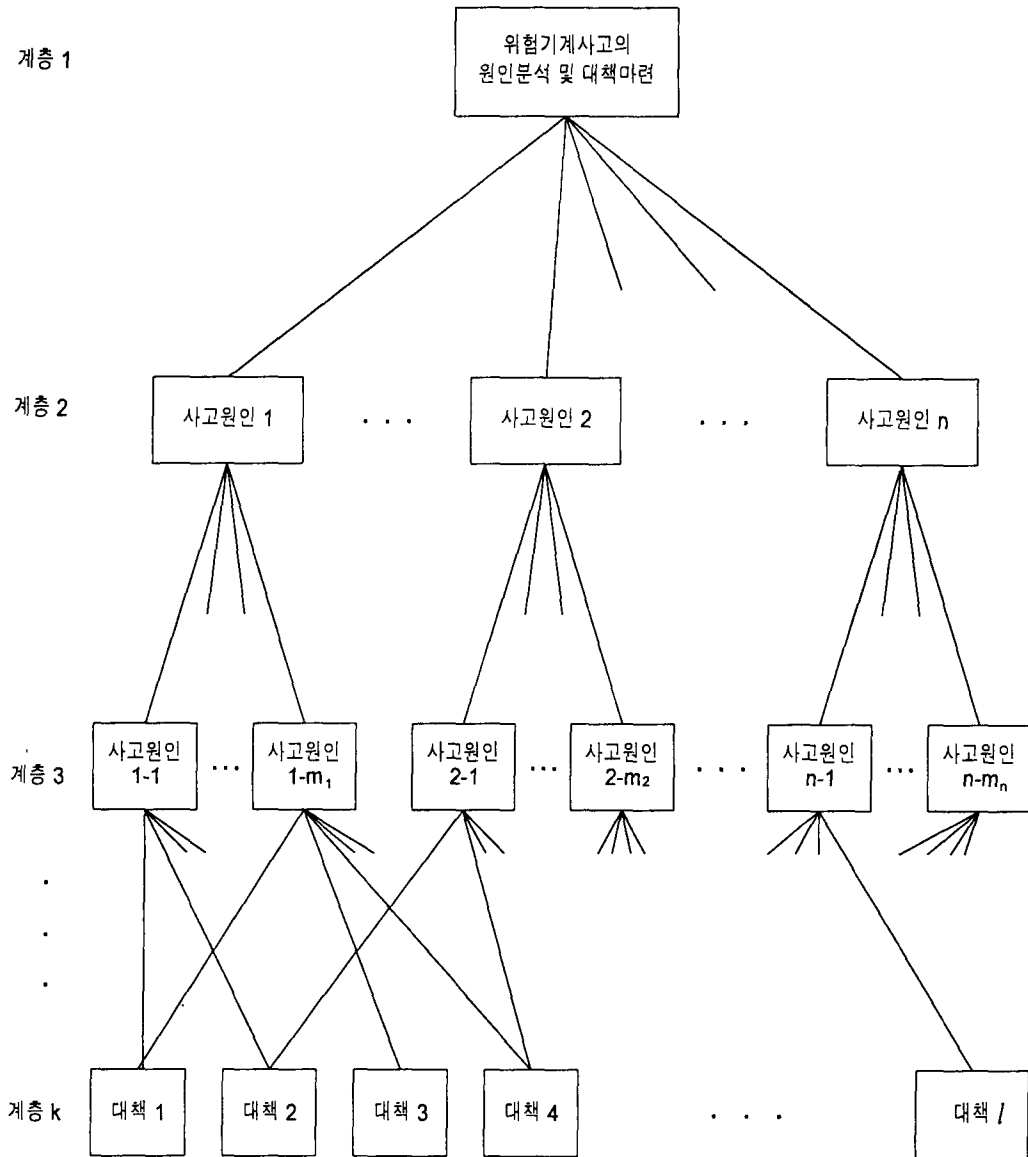
- 최상위 계층(목표) - 위험기계사고의 원인분석 및 대책마련
- 중간 계층(평가기준) - 위험기계사고의 세부원인
- 최하위 계층(대안) - 위험기계사고의 원인별 대책

이러한 계층구조가 기존의 계층구조와 다른점은 기존의 AHP의 계층구조는 각각의 최종평가기준에 모든 대안들이 속하고 대안의 가중치 산정시 각각의 평가기준들에 대해 모든 대안들이 쌍별비교되나, 위험기계사고의 원인분석과 대책마련에 AHP를 적용할 때에는 각각의 최종평가기준에 모든 대안들이 속하지 않는다는 점이다. 즉, 각각의 최종평가기준들에는 공통된 대안들이 속할 수도 있고 또한 서로 다른 별개의 대안들이 속할 수도 있다. 이러한 이유는 위험기계사고의 각각의 최종원인들은 다른 최종원인들과 공통된 대책들을 포함할 수도 있고, 서로 다른 대책들을 포함할 수도 있기 때문이다. 다음의 <그림 1>는 위험기계사고의 분석에 AHP를 적용하기 위한 계층구조이다.

위의 계층구조는 중간계층과 최하위계층사이의 관계가 기존의 AHP의 계층구조와는 다르기 때문에 기존의 분석방법을 이용할 경우 아무리 높은 가중치를 갖는 중요한 사고원인에 대한 대책이라도 대책들의 수가 많으면 그들의 평균가중치는 다른 사고원인의 대책들의 평균가중치에 비해 자연히 낮아지게 된다. 이는 고려되는 대책들의 수에 따라 대책들의 가중치가 크게 영향을 받게 됨을 의미한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 위험기계사고의 최종원인들에 대한 대책들간의 가중치를 산정하는 방법으로 보정가중치의 이용을 제안한다.

보정가중치는 하나의 원인에 대한 여러 대책들에 대해 쌍별비교와 고유치방법을 이용하여 대책들의 가중치를 산정한 후, 이들 중 가장 높은 가중치를 갖는 대책(가장 중요한 대책)에 가중치 1을 부여하고 나머지 대책들의 가중치를 가장 높은 가중치를 갖는 대책의 가중치의 증가율만큼 증가시키는 보정과정을 거쳐 얻어진다.

각 세부원인들의 하위 대책들간의 보정가중치를 산정하는 과정은 다음과 같다.



< 그림 1 > AHP의 적용을 위해 수정된 계층구조

- 1) 쌍별비교와 고유치방법을 이용하여 각 원인들에 대한 하위 대책들간의 가중치를 산정한다.
- 2) n번째 원인에 대한 대책들이 k개가 있고, n번째 원인의 하위대책들에 대한 1)에서 구한 가중치 행렬을 $P_n = (p_1, \dots, p_k)$ 이라 하고, p_1, \dots, p_k 중에서 가장 큰 가중치를 p_{\max} 라 할 때

$$p_i' = p_i / p_{\max} \quad i = 1, \dots, k$$

이때 p_i' : i 번째 대책의 보정가중치

p_i : i 번째 대책의 1)에서 구한 가중치이다.

이러한 보정가중치를 이용하면, 각 세부원인들에 대해 가장 우선되어야 할 대책의 가중치가 1이 되며, 이에 비해 비교적 중요도가 떨어지는 가중치는 0에서 1사이의 값을 갖게 된다. 따라서 하나의 원인에 대한 대책들간의 중요도가 대책들의 개수에 의해 받게 되는 영향을 줄일 수 있으며, 중요하게 평가된 세부원인의 대책들은 그 개수에 관계없이 시급한 대책으로 선정될 것이다.

3.2 위험기계사고의 원인분석 및 대책마련을 위한 계층구조의 구성

첫 번째 단계는 계층구조화 하려는 의사결정문제의 목표를 결정하는 단계로 결정된 목표는 계층구조의 최상위 계층에 위치하게 된다. 본 연구에서의 목표는 “위험기계사고의 원인분석을 통한 대책 마련”이다.

두 번째 단계는 재해의 원인을 구성하는 단계로 여러 제조업체의 방문 및 설문조사와 문헌조사를 거친후 재해의 원인을 아래와 같이 세부항목으로 구분하였다[1],[3],[4].

재해의 원인은 총 3단계로 세분화되었으며, 첫 번째 단계에는 4개의 세부원인이, 두 번째 단계에는 13개의 세부원인이, 마지막 단계에는 42개의 세부원인이 존재한다. 위험기계사고의 원인분석 및 대책마련을 위한 계층구조에서 최상위계층에 위치하는 목표와 중간계층에 위치하는 세부원인들에 대한 부분은 <그림 2>와 같다.

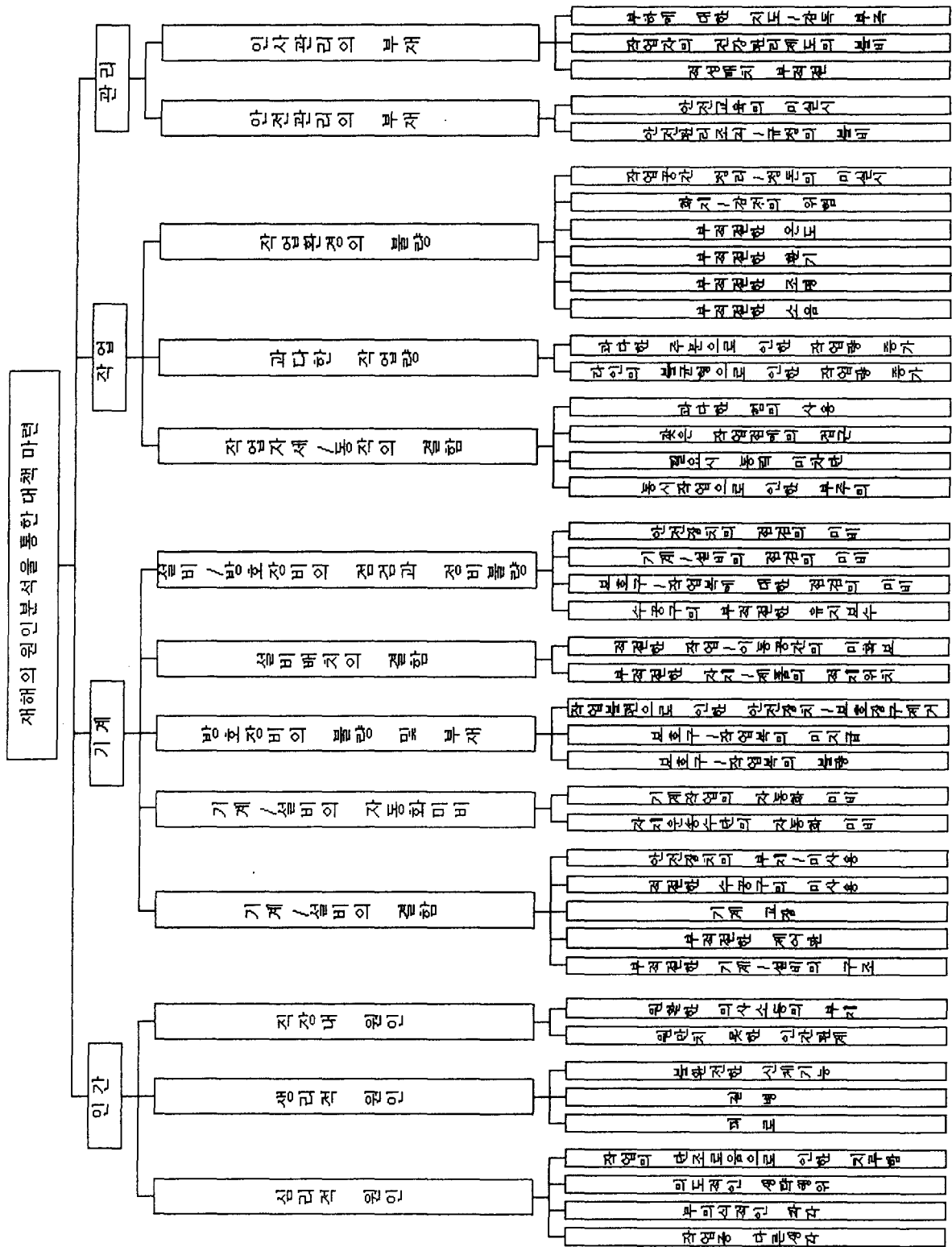
마지막 단계는 재해의 각각의 원인에 대한 대책을 구성하는 단계로 이전의 위험기계사고의 원인을 분석할때와 마찬가지로 여러 제조업체를 방문·조사한 결과와 문헌조사, 그리고 산업안전관리공단의 여러 자료를 참고하여 결정하였다 [1],[2],[4],[5],[6],[7],[8].

총 42개의 세부원인에 대한 대책들은 <표 1>에서 사례연구의 세부원인별 대책에 대한 종합가중치와 함께 나타나 있다.

4. 사례연구

4.1 설문조사를 통한 원인과 대책들간의 쌍별비교

기존의 AHP 계층구조의 경우 일반적으로 한 명의 의사결정자가 전체 계층구조에 대해 쌍별비교를 모두 행하는 것이 보통이나, 본 연구에서는 보다 전문적인 의사결정자들의 견해를 수렴하기 위해 위험기계사고에 대한 주요 원인의 분석을 위해서는 실제 위험기계작업에 종사하는 작업자를 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 위험기계사



< 그림 2 > 산업재해의 원인분석을 위한 의사결정 계층도

고의 각 세부원인에 대한 대책들간의 중요도를 산정하기 위해서는 산업안전에 대한 전문가라고 할 수 있는 산업안전관리대행업체 직원들을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

먼저 원인들간의 가중치와 순위를 산정하기 위해 21개의 중소기업체의 21명의 작업자들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문지는 각 평가기준들을 2개씩 비교하여 모든 쌍을 비교하는 쌍별비교 형식으로 구성되었으며, 척도로는 9점척도를 사용하였다. 설문대상으로는 인천과 안양, 안산소재 21개업체에서 업체당 1명씩의 작업과 관리의 경험이 풍부한 중간관리자를 선정하여 설문조사를 실시하였다.

각각의 세부원인별 대책들간의 가중치와 순위를 산정하기 위해서는 중소기업체의 안전관리업무를 대행하는 산업안전관리대행업체 종사자 41명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문지의 형식과 척도는 원인들간의 쌍별비교때와 같이 쌍별비교 형식과 9점척도를 사용하였다. 각 원인별 대책들의 가중치는 41명의 설문조사결과를 그룹의사결정방법을 이용하여 종합한 후 보정가중치 산정방법을 이용하여 최종가중치를 산정하였다.

41명의 안전관리대행업체 종사자들로부터 얻은 각 원인별 대책에 대한 최종가중치는 다음과 같다

그룹의사결정에 의해 21개 조사업체들의 결과를 종합한 결과 상위 10개 원인과 대책들의 종합가중치는 다음과 같다.

순위	원인	가중치
1	원만치 못한 인간관계	0.135
2	작업중 다른 생각	0.099
3	안전교육의 미실시	0.088
4	안전관리조직/규정의 불비	0.057
5	원활한 의사소통의 부재	0.051
6	무의식적인 착각	0.044
7	의도적인 생략행위	0.043
8	작업의 단조로움으로 인한 지루함	0.041
9	라인불균형으로 인한 작업량 증가	0.037
10	피로	0.027

< 표 2 > 모든 조사업체들의 상위 10개 원인

위험기계사고의 세부원인	각 세부원인에 대한 대책	가중치
1. 작업중 다른생각	카운셀러의 양성 또는 채용	0.639
	지속적인 교육을 통해 작업의 위험성을 주지	1.000
2. 무의식적인 착각	지속적인 교육을 통해 작업의 위험성을 주지	1.000
	올바른 작업순서나 작업방법을 규정	0.711
3. 의도적인 생략행위	생산성보다는 안전의 중요성을 작업자들에게 주지	0.921
	지속적인 교육을 통해 작업의 위험성을 주지	1.000
	정기적인 작업의 변경	0.667
4. 작업의 단조로움으로 인한 지루함	지속적인 교육을 통해 작업의 위험성을 주지	1.000
	작업자가 작업시 서거나 앉는 것을 선택하도록	0.417
	충분한 휴식시간을 부여	1.000
5. 피로	교육을 통해 올바른 작업자세를 유도	0.852
	작업자들의 정기적인 건강검진을 시행	1.000
6. 질병	작업자의 건강상태를 수시로 체크하여 적당한 종류와 양의 작업을 배분	0.923
	불완전한 신체기능을 보완할 수 있는 적절한 장비 사용	1.000
7. 불완전한 신체기능	많은 회식자리와 소모임 등의 활성화	1.000
8. 원만치 못한 인간관계	노사간의 혹은 작업자간의 정기적인 회의 개최	1.000
9. 원활한 의사소통의 부재	적절한 구조로 기계·설비의 설계와 제조를 개선	0.600
	Recall 제도의 도입	0.300
10. 부적절한 기계·설비의 구조	위험기계의 기종별 특성을 고려한 최적의 안전장치를 제작하도록 기술의 연구와 개발을 지원	0.767
	검사필한 위험기계제조업체의 기계·설비를 사용	0.667
	기계·설비 제작시 안전장치를 설치후 출고 권장	1.000
	제어판의 설계, 제조를 개선	0.976
11. 부적절한 제어판	Recall 제도의 도입	0.463
	검사필한 위험기계제조업체의 기계·설비를 사용	1.000
	정기적인 기계·설비의 점검	1.000
12. 기계고장	Recall 제도의 도입	0.447
	검사필한 위험기계제조업체의 기계·설비를 사용	0.500
	노후설비의 대체나 폐기처리시 용자금이나 보조금 지원	0.684
13. 적절한 수공구의 미사용	적절한 수공구를 지급하여 사용토록 함	1.000
14. 안전장치의 부재/미사용	기계·설비에 적절한 안전장치를 부착하여 사용	0.528
	안전장치를 부착할 수 있도록 용자금이나 보조금 지원	0.340
	기계·설비의 제작시 안전장치를 설치후 출고 권장	1.000
15. 자재 운송 수단의 자동화 미비	자재의 운송수단을 자동화	1.000
	자재운송수단을 자동화하도록 용자금이나 보조금 지원	0.605
	자재취급시 유의사항을 교육	0.721
16. 기계작업의 자동화 미비	기계·설비의 자동화	1.000
	기계·설비를 자동화하도록 용자금이나 보조금 지원	0.683
17. 보호구·작업복의 불량	보호구·작업복을 정기적으로 점검	0.923
	검정품의 보호구·작업복을 사용	1.000
18. 보호구·작업복의 미지급	보호구·작업복을 지급하여 사용하도록 함	1.000
19. 작업불편으로 인한 안전장치·보호장구의 제거	작업시 반드시 안전장치·보호장구를 사용하도록 함	1.000
	안전장치·보호장구를 제거하지 않고 작업의 숙련을 통해 생산성을 높이도록 권장	0.852
20. 부적절한 자재·제품의 적재 위치	설비배치를 조정하여 자재·제품의 적재위치 확보	1.000
21. 적절한 작업·이동공간의 미확보	설비배치를 조정하여 충분한 작업·이동공간 확보	1.000
22. 수공구의 부적절한 유지 보수	수공구의 정기적인 점검 및 유지보수	1.000

23. 보호구·작업복에 대한 점검의 미비	보호구·작업복의 정기적인 점검	1.000
24. 기계·설비의 점검의 미비	정기적인 기계·설비의 점검	1.000
25. 안전장치의 점검의 미비	안전장치의 정기적인 점검	1.000
26. 동시작업으로 인한 부주의	가능한 한 동시작업을 피하도록 작업을 배분	1.000
	동시작업시 해당작업이나 기계에 대해 책임자를 선정 동시작업자들은 잦은 작업변경을 하지 않도록 작업배분	0.769 0.769
27. 필요시 동력 미차단	동력을 차단하고 작업을 해야 할 때는 반드시 동력차단후 작업을 하도록 권장	1.000
	동력을 미차단하고 작업할 때 발생 가능한 사고를 방지할 수 있는 적합한 안전장치의 개발	0.574
	동력차단을 보다 손쉽게 함	0.574
28. 잦은 작업점에서의 접근	기계·설비에 적절한 안전장치를 부착하여 사용	0.614
	올바른 작업순서나 작업방법을 규정	0.386
	잦은 작업점 접근의 원인이 되는 재료의 공급과 취출을 자동화	1.000
	잦은 작업점 접근의 원인이 되는 칩, 스크랩 제거시 반드시 수공구를 사용하도록 권장	0.273
29. 과도한 힘의 사용	적합한 수공구나 기계를 사용	1.000
30. 라인 불균형으로 인한 작업량 증가	Line Balancing을 통해 작업자의 수를 적정배치	1.000
	병목작업을 자동화	0.556
31. 과도한 주문으로 인한 작업량 증가	임시고용인을 이용	0.213
	기계·설비의 자동화	1.000
	적절한 교대근무(2·3교대 등)를 이용	0.426
32. 부적절한 소음	귀마개 착용의 의무화	0.245
	소음원인 기계·설비를 격리	1.000
	소음원인 기계·설비주위에 소음흡수방벽을 설치	0.660
33. 부적절한 조명	작업의 종류에 따라 적합한 조명을 설치	1.000
	작업장내의 벽, 천정, 바닥의 색깔을 빛의 반사등을 고려하여 색칠	1.563
34. 부적절한 환기	적절한 개수의 환기통을 적절한 위치에 설치	1.000
35. 부적절한 온도	작업자의 마스크 착용을 의무화	0.205
	적절한 냉·난방장치를 설치	1.000
36. 화재·감전의 위험	화재·감전의 위험이 있는 기계·설비에 안전관리자 배치	0.327
	화재·감전의 위험이 있는 기계·설비를 정기점검	0.615
	화재·감전사고를 예방할 수 있는 안전장치를 설치	1.000
37. 작업공간의 정리·정돈의 미 실시	5S 운동의 추진	1.000
	작업장을 정기적으로 정리·정돈하는 시간을 마련	0.712
38. 안전관리조직·규정의 불비	안전관리조직을 구성하고 안전관리규정을 제정	1.000
39. 안전교육의 미 실시	작업자의 신규채용시, 작업내용 변경시, 새로운 방호장비의 설치시, 새로운 기계·설비의 도입시 안전교육 실시	1.000
	사업주와 관리자에 대해 정기적인 안전의식교육 실시	0.730
	비전문가가 아닌 안전관리자 통한 제대로 된 교육 실시	0.973
40. 적성배치의 부적절	작업자 신규채용시 작업자의 적성을 파악하여 적성에 맞는 작업에 배치	1.000
	신규채용전 의무적인 법정교육을 받은후 사업장에 배치	0.613
41. 작업자의 건강관리 제도의 불비	작업자들의 정기적인 건강검진을 시행	1.000
42. 부하에 대한 지도·감독의 부족	사업주와 관리자에 대해 정기적인 안전의식교육 실시	0.961
	노사간의 혹은 작업자간의 정기적인 회의 개최	1.000

< 표 1 > 세부원인별 대책에 대한 종합가중치

4.2 결과

순위	대책	가중치
1	지속적인 교육을 통해 작업의 위험성을 주지	0.226
2	많은 회식자리와 소모임 등의 활성화	0.135
3	작업자의 신규채용시, 작업내용 변경시, 새로운 방호장비의 설치시, 새로운 기계/설비의 도입시 안전교육의 실시	0.088
4	비전문가가 아닌 안전관리자를 통해 공식적인 교육을 실시	0.085
5	사업주와 관리자에 대해 정기적인 안전의식교육 실시	0.084
6	노사간의 혹은 작업자간의 정기적인 회의 개최	0.072
7	카운셀러의 양성 또는 채용	0.063
8	안전관리조직을 구성하고 안전관리규정을 제정	0.057
9	생산성보다는 안전의 중요성을 작업자들에게 주지	0.039
10	올바른 작업순서나 작업방법을 규정	0.038

< 표 3 > 모든 조사업체들의 상위 10개 대책

모든 조사업체들의 그룹의사결정 결과 세부원인들중에서 원만치 못한 인간관계를 가장 중요한 원인으로 선정되었으며, 그 다음으로 작업중 다른생각, 안전교육의 미실시, 안전관리조직/규정의 불비, 원활한 의사소통의 부재 등의 순으로 중요한 원인들이 선정되었다.

또한 가장 시급한 대책으로는 지속적인 교육을 통해 작업의 위험성을 주지가 선정되었으며, 그 다음으로 많은 회식자리와 소모임 등의 활성화, 작업자의 신규채용시·작업내용 변경시·새로운 방호장비의 설치시·새로운 기계/설비의 도입시 안전교육의 실시, 비전문가가 아닌 안전관리자를 통해 공식적인 교육을 실시, 사업주와 관리자에 대해 정기적인 안전의식교육을 실시 등의 순으로 시급한 대책들이 선정되었다.

5. 결론

본 연구에서는 계층화 의사결정법(AHP)을 이용하여 위험기계사고의 원인을 분석하고 이에 대한 대책을 마련하였다. AHP를 이용한 위험기계사고의 원인분석 및 대책마련과정은 사고자료를 바탕으로 하는 기존의 재해원인분석과 대책마련의 과정과는 다른 관점의 분석과정을 제시하였다. 본 연구에서는 실제로 작업자들이 생각하는 위험기계의 위험요소들에 대한 조사를 통하여 사고의 원인을 분석하고, 이에 대한 대책을 마련하는데 초점을 맞추었다.

또한 본 연구에서는 이처럼 AHP를 이용하여 위험기계사고의 원인을 분석하고 대책을 마련하는 과정에서 불가피하게 발생하는 계층구조의 변형과 이러한 변형된 계층구조하에서 대안의 가중치를 구하는 새로운 보정가중치 방법을 제안하였다.

그리고 본 연구를 실제 현장에 적용시켜 보는 사례연구를 통하여 본 연구의 유용성을 검토해 보았으며, 사례연구결과 위험기계사고의 중요한 원인으로 원만치 못한 인간관계와 작업중 다른생각 등이 선정되었으며, 시급한 대책으로는 지속적인 교육을 통한 작업의 위험성 주지와 많은 회식자리와 소모임 등의 활성화 등이 선정되었다. 그 외에도 원인으로서는 주로 인간적인 측면중에서도 심리적인 원인과 직장내 원인의 세부원인들이 중요한 원인으로 선정되었으며, 대책으로는 여러종류의 많은 교육실시와 노사 혹은 작업자간의 관계개선 등이 시급한 대책으로 부각되었다.

각각의 최하위 기준에 속하는 대안들이 다를 경우에 대해서는 이전에 연구된 바가 없었으며, 본 연구에서는 이러한 상황에서 사용할 수 있는 보정가중치를 제안하였다. 이것은 최선의 방법이라기 보다는 하나의 해결방향을 제시한 것이며 이에 대해서는 앞으로 보다 많은 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] 박필수, 산업안전관리론, 중앙경제사, 1994.
- [2] 이근희, 인간공학-이론과 실제, 상조사, 1994.
- [3] 이진식, 산업안전관리공학론, 형설출판사, 1996.
- [4] 한국산업안전관리공단, 신체장해예방 간담회 자료, 1996.
- [5] 한국산업안전관리공단, 프레스 재해예방대책, 1996.
- [6] 한국공업표준협회(譯), 도해 에르고노믹스, 1991.
- [7] Corlett, E.N. and Clark, T.S., *The Ergonomics of Workspaces and Machines*, Taylor & Francis, 1995.
- [8] Helander, M., *A Guide to the Ergonomics of Manufacturing*, Taylor & Francis, 1995.
- [9] Saaty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
- [10] Saaty, T.L., "Rank Generation, Perservation, and Reversal in the Analytic Hierarchy Process," *Decision Sciences*, Vol.18, No.2, 1987, pp.157-177.
- [11] Wabalickis, R.N., "Justification of FMS with the Analytic Hierarchy Process," *Journal of Manufacturing Systems*, Vol.7, No.3, pp.175-182.
- [12] Zahedi, F., "The Analytic Hierarchy Process - A Survey of the Method and its Applications," *Interfaces*, Vol.16, No.4, Jul.-Aug. 1986. pp.96-108.

◆ 김영민 : 현재 인하대학교 산업공학과 교수로 재직중이다. 미국 Bridgeport 대학교 전기공학과를 졸업(1970), 동 대학 산업공학과에서 공학석사(1972)를 취득하였다. 주요 연구관심분야는 금융공학, 경제성공학 등이다.