

재해 감소를 위한 작업 실수 방지에 대한
5M 요인 평가 연구
- A Study on 5M Factor Evaluation about
Work Blunder Preventive for Decreasing
calamity -

양 광 모 *

Yang Kwang Mo

Abstract

If done under this circumstances, then labor force can work comfortably and safely without nervousness and tiresome. The productivity and quality can increase ultimately and even foreign labor, imbecile child, old-aged labor can participate in work, which can reduce shortage of labor source. Therefore, in this study, it would be researched how to manage work blunder system by domestic small and medium enterprises and would be examined work blunder system was developed to fully meet the worker satisfaction. Through this 5M factor evaluation system by AHP(Analytic Hierarchy Process) all analyzed.

Keywords : Preventive management, AHP, work blunder system

1. 서 론

작업 실수 방지 시스템이란 인간의 과오나 실수를 인정하고 이를 제거 시키려는 시스템으로 규제 장치, 정지장치, 신호 장치를 이용하여 이상이 발생되었을 때 예지해 주거나 검지하여 즉시 조치함으로써 안전사고를 없애려는 것을 말한다[3, 5, 9].

* 유한대학 산업시스템경영과 전임강사

2006년 9월접수; 2006년 10월 수정본 접수; 2006년 10월 게재확정

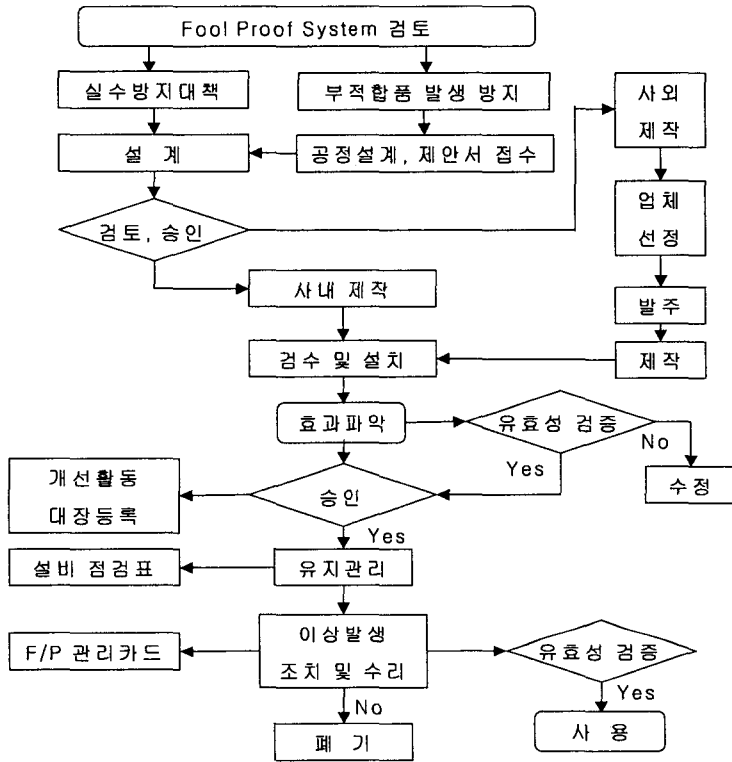
사고를 없애기 위해서 작업 실수 방지 시스템의 지속적인 발전을 추구하고자 조사에 의거하여 기업별로 5M으로 분류하여 작업자 실수 방지 시스템을 활용하고 최적 요인을 선정하여 기업들이 더 큰 효과를 얻을 수 있도록 하고자 한다. 따라서 본 연구는 중소 제조업체를 중심으로 작업 실수 방지 시스템이 활용되고 있는 현황을 살펴 안전과 작업 실수와의 상호 관련성을 찾고 올바르게 정착될 수 있도록 5M(Man, Machine, Material, Method, Management)을 중심으로 문제점을 찾아 개선방향을 제시하여 중소제조기업체가 작업 실수 방지 시스템을 활용 및 정착할 수 있도록 하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 작업 실수방지의 이론적 고찰

2.1 작업 실수방지의 전개

Shigeo Shingo[1, 2, 7]가 제창한 이론으로 인간의 착오·실수 등 이른바 인간과오(Human Error)를 방지하는 아이디어나 자동장치이다. 자칫 잘못하면 범하는 miss나 과실을 방지하는 혹은 그로 인해 일어나는 불이익을 줄이기 위한 연구·실수예방장치로 흔히 Fool Proof(FP)라고 부르기도 한다. 본래는 안전관리분야에서 생긴 언어이며, 벨트·기어·프레스 등에 자칫 잘못하여 손이나 신체 등에 부상당하지 않도록 안전한 커버를 부착하거나, 설비의 파손이 생기지 않는 Fail-safe, Fail-soft 등의 구성을 뜻했다. 그러나 지금은 품질불량 방지나 신뢰성 향상 면에서도 인적인 실수로 인한 불이익을 철저히 없애기 위하여 많은 생산현장에서 사용되고 있다.

기본적인 사고방식으로는 다음의 2가지가 있다. 첫째, 누가 하더라도 절대로 잘못되는 일이 없는 자연스러운 작업으로 한다. 둘째, 만일 잘못되어도 그것을 깨닫도록, 그리고 영향이 나타나지 않도록 한다. 예를 들어 부품조립 시 누락이 없도록 리스트를 만들어 두는 것은 1에 해당하고 조립하는 동작을 리미트 스위치가 달린 세트렌치로 검출해서 횃수가 부족하면 경보기(벨)가 울리거나 혹은 라인이 멈추는 것은 두 번째에 해당한다. 주의하고 있으면 작업미스는 없어지겠으나 바쁘니까, 힘드니까 실수를 범하는 것은 어쩔 수 없다는 사고방식을 갖는다면 작업미스는 줄지 않는다. 철저한 작업자 실수 방지의 실시로 실수의 확실한 재발방지를 하여야 한다<그림 1>.



<그림 1> Fool Proof System의 업무 흐름도

2.2 작업 실수방지의 구조

Fool Proof System의 구조는 검출장치, 규제장치, 신호장치의 순서로 생각하여 나뉘 볼 수 있고 검출구조에는 Contact방식, All together방식, Action step방식이 있다. 이러한 실수에 대처를 하기 위하여 다음과 같은 장치가 필요하다.

- ① 작업에 실수가 있으면, 물건이 치구에 부착되지 않는 장치
- ② 물건에 불합리한 부분이 있으면, 기계가 가공을 시작하지 않는 장치
- ③ 작업에 실수가 있으면, 기계가 가공을 시작하지 않는 장치
- ④ 작업 실수, 동작실수를 자연스럽게 수정하고 가공을 진행시키는 장치
- ⑤ 전공정의 불합리를 후공정에서 조사하여 불량을 밝혀내는 장치
- ⑥ 누락된 작업이 있으면, 다음 공정이 시작되지 않는 장치 및 그 외의 장치를 고려할 수 있다.

또한 작업 실수방지 시스템의 종류는 품목특징 방식, 공정 Check 방식, 숫자방식으로 분류할 수 있으며, 그 내용은 <표 1>, <표 2>, <표 3>와 같다.

<표 1> 품목 특징 방식

| 방식 | 내용 |
|------|---|
| 중량방식 | <ul style="list-style-type: none"> · 양품을 놓고 중량기준을 설정하고 그것에 의해 불량품을 발견 · 좌우의 중량 balance에 의한 불량품을 판별 |
| 치수방식 | <ul style="list-style-type: none"> · 가로, 세로, 높이, 두께 경등의 치수를 기초로 하여 기준을 설정 · 그 기준과의 차이에 의해 불량품을 구별 |
| 형상방식 | <ul style="list-style-type: none"> · 구멍, 각, 요철, 돌기, 굽은 것 등 재료나 부품의 형상의 특징을 이용 · 양품을 놓고 기준을 설정하고 그것과의 차이에 의해 불량품을 판별 |

<표 2> 공정 Check 방식

| 방식 | 내용 |
|-----------------|--|
| 공정 Sequence 방식 | <ul style="list-style-type: none"> · 공정 간에 작업자의 동작과 기계와의 연합동작이 기준작업으로 결정 · 작업 수순에 따르지 않을 경우 그 이하는 작업할 수 없게 한다. |
| 공정간 Sequence 방식 | <ul style="list-style-type: none"> · 일련의 공정 중에 정해진 공정수순에 따라야 하는데 공정잘못을 일으켰을 경우 작업을 할 수 없다. |

<표 3> 숫자방식

| 방식 | 내용 |
|---------------|---|
| 카운터 방식 | <ul style="list-style-type: none"> · 작업의 횟수나 부품의 개수 등을 미리 결정해 놓을 경우 그 기준치와의 차이가 발생되었을 시 이상을 알려준다. |
| 잔여 수 Check 방식 | <ul style="list-style-type: none"> · 몇 개의 부품을 조립하는 경우 한 Set 수만큼만 부품수를 준비해 놓고 Set 완료 후 부품이 남으면 이상이 발생된 것을 확인할 수 있다. |
| 정수 검출 방식 | <ul style="list-style-type: none"> · 압력, 전류, 온도, 시간 등을 미리 결정해 놓을 경우 치수를 검출 시 그 수치를 초과할 시 작업을 할 수 없게 한다. |

3. 작업 실수에방을 위한 5M 평가

3.1 요인 중요도 산정을 위한 방법

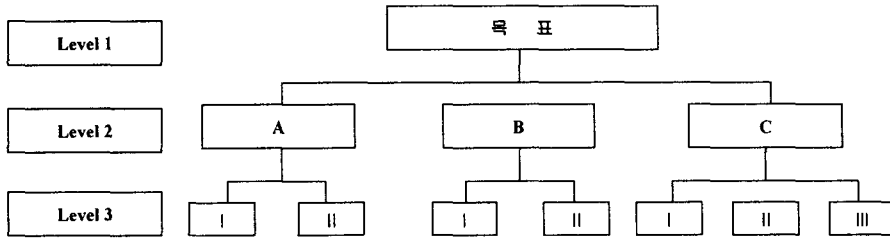
일반적인 사회과학 분야에서 설문에 의한 통계조사의 경우 리커트(Likert)의 5점 척도가 대중적으로 사용되고 있다. 본 논문은 이러한 리커트의 5점 척도의 경우 매우 좋음, 좋음, 보통, 나쁨, 매우나쁨으로 정도의 분류가 Satty[4, 6, 7]의 쌍별비교 선호도

조사보다 분류 영역이 약하기 때문에 본 논문에서는 9점 척도를 사용한다.

선호도 결정 방법은 다음과 같다[8].

- 1) 1단계 : 데이터들의 변수를 정의하고 목표를 결정한다.
- 2) 2단계 : 변수들에 대한 계층구조를 만든다.

Identify Decomposition의 원리를 적용하여 <그림 2>와 같이 목표에 대한 세부 계층구조를 세운다.



<그림 2> 계층 구조도

- 3) 3단계 : 각 변수에 대한 비교 행렬을 만든다. level 1, 2의 모든 항목에 대해 <표 4.4>와 같이 비교 행렬을 만든다.

<표 4> 비교행렬

| Factor | A | B | C |
|--------|---|---|---|
| A | | | |
| B | | | |
| C | | | |

- 4) 4단계 : 3단계에서 만들어진 행렬들에 주관적으로 m 개의 변수를 갖는다고 할 때 대각 행렬을 기준으로 $\frac{m(m-1)}{2}$ 회의 비교를 하여 상대적 중요도를 평가한다.

아래의 <표 5>는 상대적 중요도는 임의 선호도를 기준으로 할 때 대각 행렬을 기준으로 역수의 상태를 보여주고 있다.

<표 5> 상대적 중요도

| Factor | A | B | C |
|--------|-----|-----|---|
| A | 1 | 7 | 5 |
| B | 1/7 | 1 | 3 |
| C | 1/5 | 1/3 | 1 |

| Factor | A | B | C |
|--------|-----|---|-----|
| A | 1 | 3 | 1/2 |
| B | 1/3 | 1 | 1/7 |
| C | 2 | 7 | 1 |

- ▶ 2 단계의 각각의 모든 대안의 매트릭스를 만든다.
- ▶ 쌍별 대안의 모든 항목에 대해서 비교를 한다.

5) 5단계 : 상대적 중요도를 합성하고 아이겐 값(Eigenvalues), 일관성 지수(C.I ; Consistency Index), 비일관성 지수(I.I ; Inconsistency Index), 그리고 일관성 비율(C.R ; Consistency Rate)을 구한다. 계산과정이 복잡하므로 대개의 경우 같은 컴퓨터 프로그램이 이 과정을 대신해준다 <그림 3>.

```

Frm_AHP.Lamda = FormatNumber((((Cdbl(Frm_AHP.H_1_1.Text)
+ Cdbl(Frm_AHP.H_2_1.Text)
+ Cdbl(Frm_AHP.H_3_1.Text)
+ Cdbl(Frm_AHP.H_4_1.Text)
+ Cdbl(Frm_AHP.H_5_1.Text)
+ Cdbl(Frm_AHP.H_6_1.Text)) / Count_Chk), 3)
Frm_AHP.CI = FormatNumber((((Cdbl(Frm_AHP.Lamda) - Count_Chk)
/ (Count_Chk - 1))), 3)
Frm_AHP.CR = FormatNumber((Cdbl(Frm_AHP.CI) / Cdbl(1.24)), 3)

```

<그림 3> 선호도 가중치 결정 계산과정

다음 식(1)와 (2)는 쌍별 비교 매트릭스를 구하기 위한 것이다.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{m} \sum \frac{(\Pi\delta)_i}{\delta_i} \quad (1)$$

$$\Pi * \delta = \lambda_{\max} * \delta_{\max} * \delta \quad (2)$$

단, Π 는 쌍별 비교 매트릭스이고 δ 는 목적 우변의 아이겐벡터이다. 식(2)로부터 각 변수의 가중치를 구하기 위해 식(3)을 사용하고 비일관성 지수의 계산은 식(4)을 사용하여 구한다.

$$\delta_i = \sum_{j=1}^n k_{ij} \delta_{ij} / \lambda_{\max} \quad (3)$$

$$I.I = \frac{(\lambda_{\max} - m)}{(m - 1)} \quad (4)$$

어떤 기준에 대한 요소나 활동의 우선순위를 설정하는데 있어서 정확한 결과를 얻기 위하여 일관성의 정도는 확실해야 한다. AHP는 식(5)로 일관성 비율의 판단에 대한 일관성을 측정한다. 일관성 비율의 값은 10% 이내여야 한다. 3×3 매트릭스에서는 5%, 4×4 매트릭스에서는 9%, 그 이상의 매트릭스에서는 10%로 규정하고 10%보다 크면 그 판단은 다소 무작위적인 것으로 간주되어 수정되도록 요구한다.

6) 6단계 : 3, 4, 5 단계를 계층 구조의 최고 수준의 우선순위 벡터를 구할 때까지 반복한다.

7) 7단계 : 최종 수준의 행렬에서

$$C.R = \frac{C.I}{R.I} \leq 0.1 \quad (5)$$

이때 이 분석을 인정하고 그렇지 않으면 3 단계에 부터 다시 반복한다. 단, R.I 는 m 값에 따라 주어지는 상수로 R.I 값은 아래의 <표 6>에 의해 구한다.

<표 6> n 변화에 따른 RI 값

| n수 | RI 값 | n 수 | RI 값 |
|----|------|-----|------|
| 2 | 0 | 7 | 1.32 |
| 3 | 0.58 | 8 | 1.41 |
| 4 | 0.90 | 9 | 1.45 |
| 5 | 1.12 | 10 | 1.51 |
| 6 | 1.24 | | |

쌍별비교는 요소들 간의 종속성을 측정하기 위한 간단하면서도 효과적인 수단을 제공한다. 종속성이 어디에 존재하든 간에 기준 하나 하나가 목적이 되고, 모든 기준은 각 기준에 대한 공헌도에 따라 비교된다는 점이 기본적인 개념이다.

이를 통하여 모든 데이터에 대한 각 변수의 상대적인 종속성을 나타내는 종속성 우

선순위의 집합이 도출된다. 이러한 우선순위는 계층으로부터 얻어진 각 관련된 독립성 우선순위에 가중되고 그 결과는 각 행에 대해 종속성 가중치를 허용하면서 더해진다. 평가를 위해 상승적 종속성과 함께 상호작용의 속성을 나타낼 수 있는 또 다른 기준을 도입할 필요가 있다. 중복되는 요소는 그 구성요소로부터 분리시켜야 한다. 그리고 그 중복되는 요소의 영향이 더해져서 전체적인 영향을 얻게 된다.

따라서 본 연구에서는 이러한 AHP를 활용하여 기본 기능을 man, machine, material, method, management의 5M으로 선정하고 <표 10>에서 처럼 각 회사의 설문지에서 결정된 선호도 평균의 값을 작업 실수 방지의 중요도 값으로 선정 된다.

3.2 조사 데이터 분석

설문의 결과에 따르면 업체에서 안전개선을 위한 노력의 정도는 91%로 상당한 부분을 차지하고 있었다. 구체적인 방법으로는 예방 자주검사, 전수검사, 수입검사, 공정검사, 설비와 작업방법 개선, 회의, 6시그마, 100PPM, 3정5S, TPS, 교육, 컨설팅, 간이자동화, ISO 9000, Fool Proof System 적용, 즉실천 개선활동 등으로 다양한 응답을 하였고 그 중에서도 모든 공정에 작업실수 방지를 적용한다는 업체는 상당히 적은 부분을 차지하고 있었다. 작업실수방지 중 가장 많이 활용하고 있는 장치에 관해 살펴본 결과 <표 7>과 같이 나타났다. 순서를 정하여서 답변한 설문지의 경우에는 가중치를 주어 계산하였다.

<표 7> 작업 실수방지 시스템 활용도

| 종류 | 가이드 판 | 램프 부자 | 전용치구 | 카운터 | 체크시트 |
|----|-------|-------|------|------|------|
| 합계 | 186 | 218 | 238 | 103 | 259 |
| % | 18.5 | 21.7 | 23.7 | 10.3 | 25.8 |

체크시트의 사용비율이 가장 높게 나타났으며 이는 어느 업종에서나 쉽게 적용할 수 있고 작업자도 간단히 사용할 수 있다는 장점 때문으로 사료된다. 다음으로는 전용치구, 램프나 부자 순으로 나타났다. 업종별 작업 실수방지 시스템 활용에 관해 살펴본 결과는 <표 8>과와 같이 기계요소 및 장비를 제조하는 업체는 전용치구와 램프, 부자를 많이 활용하고 자동차 부품 제조업체는 전용치구와 체크시트를 가장 많이 활용하는 것으로 나타났다. 상세한 현황은 <표 8>에 업종별 가중치에 차이가 나지 않도록 비율로 맞추어서 나타내었다.

<표 8> 업종별 작업 실수방지 시스템의 활용 현황

(단위: %)

| | 가이드 판 가이드 핀 | 램프 부자 | 전용치구 | 카운터 | 체크시트 | 합 계 |
|--------------|----------------|--------|--------|-------|--------|-----|
| 기계요소 및 장비 | 18.75 | 28.75 | 30.00 | 1.25 | 21.25 | 100 |
| 자동차 부품 | 19.14 | 21.30 | 25.00 | 10.19 | 24.38 | 100 |
| 전기전자 제품 | 22.56 | 20.43 | 22.56 | 8.23 | 26.22 | 100 |
| 금속가공 및 제품 | 8.89 | 21.11 | 27.78 | 24.44 | 17.78 | 100 |
| 화학약품 | 16.22 | 31.08 | 12.16 | 0.00 | 40.54 | 100 |
| 섬유제품 | 8.57 | 20.00 | 25.71 | 42.86 | 2.86 | 100 |
| 기타제조 | 13.11 | 16.39 | 21.31 | 0.00 | 49.18 | 100 |
| 합 계 | 107.24 | 159.06 | 164.53 | 86.97 | 182.21 | 700 |

안전전문가의 수에 따른 작업 실수방지 시스템 활용 후 불량률 감소 성과에 대해 상관분석을 실시해 보니 상관계수 값은 0.072로 나타났다. 상관계수에 대한 귀무가설 H_0 에 대한 p-값은 0.521로 유의수준을 0.1로 해도 유의수준보다 매우 크므로 귀무가설은 기각되지 않는다. 그러므로 안전전문가의 수에 따른 작업 실수방지의 활용성과와는 아무런 상관관계가 나타나지 않았다는 것을 알 수 있다. 그러므로 작업 실수방지 시스템은 안전관리자가 아닌 비전문가들에 의해서도 많은 효과를 볼 수 있는 장치라는 것을 확인할 수 있다.

3.3 작업자 실수 대한 5M 요인 평가

앞 절에서 제시 했듯이 Satty의 쌍별비교 선호도 조사보다 분류 영역이 약하기 때문에 본 논문에서는 9점 척도를 사용하여 선호도 조사를 수행한다. 선호도 조사는 설문지의 회수 이후 각 기업의 품질관리 부서 대리급 이상의 응답자를 대상으로 우선으로 조사한 선호도의 평균치를 논문 수행의 데이터로 제시한다.

<표 9>선호도 가중치

| 선호도 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 가중치 | 0.035 | 0.068 | 0.134 | 0.260 | 0.503 |

<표 10> 5M의 중요도

| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-----|--------|-------|---------|----------|--------|------------|
| 1 | 5M | 구성 (%) | Man | Machine | Material | Method | Management |
| 2 | 중요도 | 1.00 | 0.507 | 0.173 | 0.213 | 0.054 | 0.053 |

위의 <표 9>는 계산된 선호도 가중치를 표시하고, <표 10>은 설문으로부터 얻은 5M에 대한 수치로 AHP 중요도로 표시한 것이다. 기능전개를 통하여 기본 기능을 Man, Machine, Material, Method, Management의 5M으로 선정하고 <표 9>에서 처럼 각 회사의 설문지에서 결정된 선호도 평균의 값을 이 장에서 문제 해결의 선호도 값으로 선정한다.

선정된 각 선호도는 선호도 가중치 <표 9>와 같은 선호도가중치 값을 적용하여 변환 시킨다. 문제 전개는 설문지에서 얻어진 5M의 영향도 비율을 중요도로 하여 계산을 시작한다. 또한, <표 11>은 각 기능(5M)대 작업자 실수의 선호도 표를 제시하였다.

<표 11> 기본기능 대 작업자 실수의 선호도표

| 구분 | 위치실수 | 방향실수 | 양의실수 | 부정확한 동작 | 회피 |
|-----|------|------|------|---------|----|
| 사람 | 9 | 9 | 7 | 9 | 3 |
| 설비 | 7 | 5 | 9 | 5 | 9 |
| 원재료 | 3 | 7 | 7 | 7 | 5 |
| 방법 | 3 | 7 | 5 | 9 | 7 |
| 경영 | 1 | 3 | 1 | 3 | 5 |

위에서 얻어진 선호도를 가중치로 변환하고 기본기능(5M)의 중요도를 계산한 값은 <표 12>와 같다. 이러한 분석은 연구에서 작업자 실수에 따른 중점대상을 5M 중에서 찾기 위한 방안으로 실시되었다.

<표 12> 5M 대비 사고 원인의중요도 분석

| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
|----------|------|-------|----------|----------|----------|----------------|-------|--------|-----------------|
| | 품질특성 | 중요도 | 위치 실수 | 방향 실수 | 양의 실수 | 부정 확한 동작 | 회피 | Σ 행 | 불량 영향 (%) |
| 1 | 사람 | 0.507 | 0.255 | 0.255 | 0.132 | 0.255 | 0.035 | 0.932 | 62.51 |
| 2 | 설비 | 0.173 | 0.045 | 0.023 | 0.087 | 0.023 | 0.087 | 0.265 | 17.77 |
| 3 | 원재료 | 0.213 | 0.015 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.029 | 0.209 | 14.02 |
| 4 | 작업방법 | 0.054 | 0.004 | 0.014 | 0.007 | 0.027 | 0.014 | 0.066 | 4.43 |
| 5 | 경영 | 0.053 | 0.002 | 0.004 | 0.002 | 0.004 | 0.007 | 0.019 | 1.27 |
| 합 계 | | 1.00 | 0.321 | 0.351 | 0.283 | 0.364 | 0.172 | 1.491 | |
| 관계매트릭스 % | | | 21.53 | 23.54 | 18.98 | 24.41 | 11.54 | | |

위에서 나타나듯이 5M기능을 작업자 실수원인과 비교하면 5M 기본기능에서 사람 즉 인적요소에 대한 영향이 62.51 %를 차지하여 설문에서의 데이터와 동일하게 관리자나 생산자 모두 사고 요인 중 인적 요인이 가장 크다는 것을 보여주며 인적요인에 의한 작업 실수 요인으로 부정확한 동작, 방향실수, 위치실수 대한 작업자 실수특성 요인을 이끌고 있음을 알 수 있다. 결과에서 보듯이 작업자의 동작분석에 의한 표준작업은 실수를 제거하고 안전작업을 하는데 필수임을 알 수 있다.

4. 결 론

과거에 대한 기억을 못하거나, 잘못된 작업이 이루어졌음에도 그것을 인정하지 않고 이를 정당화하기 위해 또 다시 잘못된 작업을 반복한다면 실수는 점점 증폭되고 결국 균형점에 도달할 수 없게 된다. 따라서 본 연구에서는 사람은 완전한 기억을 할 수 없기 때문에 그에 수반되는 당연히 발생하는 실수를 인정하고 제조업에 종사하는 작업자가 실수를 하더라도 이에 따른 영향을 최소화하는 방안에 관하여 모색해 보았다.

본 연구의 결과 5M 기본기능에서 인적요소에 대한 영향이 60 % 이상을 차지하여

사고 요인 중 인적 요인이 가장 크다는 것을 보여주며 인적요인에 의한 작업 실수 요인으로 부정확한 동작, 방향실수, 위치실수 대한 작업자 실수특성 요인을 이끌고 있음을 알 수 있다. 이는 작업자의 동작분석에 의한 표준작업은 실수를 제거하고 안전작업을 하는데 필수임을 알 수 있다.

본 연구에서 제조업을 운영함에 있어 기본기능(5M)의 중요도를 계산한 값의 분석은 작업자 실수에 따른 중점대상을 5M 중에서 찾기 위한 방안으로 실시되었다. 따라서 앞으로 작업자 실수 예방을 위해서 최종 목표가 될 수 있는 시스템 안전성, 수행 실용성, 공정 지속성, 인간 신뢰성 및 제품 원가성의 가중치 중요도를 얻을 수 있는 방안을 계속적으로 연구해야 한다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 나고야 QS 연구회, 『작업실수방지』, 한국표준협회, 2002
- [2] 나고야 QS 연구회, 『작업표준』, 한국표준협회, 2002
- [3] Ashok Mukherjee, Will Mitchell and F. Brian Talbot, "The Impact of New Manufacturing Requirement on Production Line Production and Quality at a Focused Factory", *Journal of Operations Management* 18 (2000) 139-168
- [4] Cecile Arondel, Philippe Girardin, "Sorting Cropping Systems on the Basic of Their Impact on Groundwater Quality", *European Journal of Operational Research* 127(2000) 467-482
- [5] Frohner K. D., "Some designing principles of production systems based on field research in Europe and Japan", *Int. J. Prod. Econ.*, 23, (1991): p99-103.
- [6] G. Boothroyd and P. Dewhurst, "Product Design for Assembly", 3rd ed. Wakefield, RI: Boothroyd Dewhurst, (1991)
- [7] P. C. Bayers, "Using Poka Yoke(Mistake Proofing Devices) to Ensure Auality", pp201-204, (1994)
- [8] Roger G. Schroeder & Barbara B. Flynn, *High performance manufacturing*, John Wiley & Son, Inc, PP201-203
- [9] S. Greenspan and Shoultz, "Why mentally retarded adults lose their jobs: Social competence as a factor in work adjustment", *Appl. Res. Mental Retardation*, Vol. 2, No. 10, (1981): pp23-38.

저 자 소 개

양 광 모 : 명지대학교 산업공학과 박사, 현재 유한대학 산업시스템경영과 전임강사
관심분야는 작업관리, 안전관리, 생산관리

저 자 주 소

양 광 모 : 경기도 부천시 소사구 괴안동 185-34 유한대학 산업시스템경영과