

# 안전성 평가를 위한 제품요소

## - Product elements for the safety assessment -

박 지 영\* · 조 암\*  
Ji Yong Park\* · Am Cho\*

### Abstract

In this study has investigated and considered product planning methods at the existing product design process and being used the safety evaluation methods at the product planning stage, and has deduced the 16 safety evaluation elements to have to be considered for executing the safety evaluation at the product planning stage.

When the safety evaluation is executed from the product planning stage, more safe products will be designed.

**Keywords :** Product Development, Product planning method, Safety assessment, Evaluation element

## 1. 서 론

기술의 발달과 사용자(소비자)의 요구 조건이 다양해짐에 따라 신제품 개발의 속도는 더욱 빨라지고 있다. 2002년 7월 제조물 책임법이 시행되면서 제조사 및 사용자들의 제품 안전에 대한 관심도 증가하고 있다. 과거에는 제품 사용시 발생하는 사고와 손해를 사용자가 직접 입증하여야만 손해보상이 되었으나, 이제는 그 책임이 제조사에게 지워지게 되어 제조사가 제품의 결함이 없음을 입증하여야 한다. 따라서 기업은 사용자의 사고와 손해에 대한 근본적인 안전대책이 필요하다. 기존의 안전성 평가 방법은 각 기법마다 적용시기, 적용범위, 수행방법 등이 상이하여 적절한 기법 선택에도 어려움이 있으며, 대부분 전문가의 참여가 필요하다. 그러나 대부분의 기업, 특히 중·소기업에서는 제품개발시 안전성 평가의 비용이나 전문 인력 확보가 어렵다.

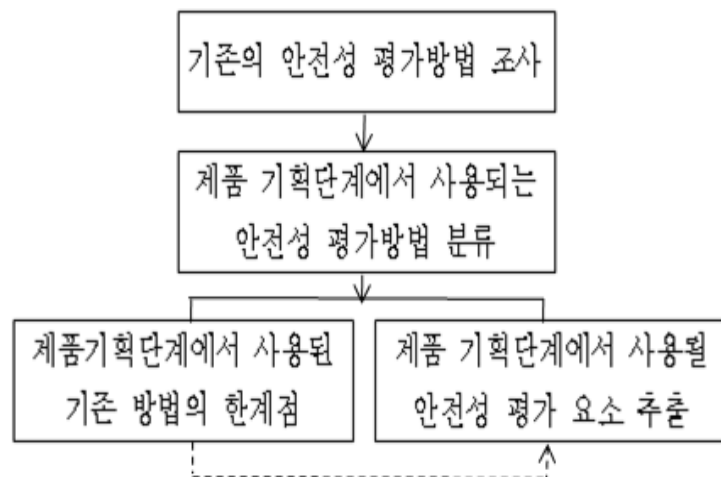
또한 사용자의 요구조건이 다양해지고, 변화가 빨라 기업은 이러한 측면을 고려하여, 사용자의 요구를 충족시키면서 안전한 제품을 생산해야 한다.

---

\* 동국대학교 산업시스템공학과

제품 개발 단계를 살펴보면 제품기획, 세부설계, 제조 및 생산으로 크게 나누어 볼 수 있다. 제품 기획단계는 제품개발단계의 가장 초기단계로서 제품에 대한 사용자의 요구조건 등을 파악하여 어떤 형태로 설계할 것인가를 결정하는 단계이다. 제품수명주기 상의 각 단계별 불확실성 및 비용 발생 정도를 살펴보면, 제품 개발 과정에서 초기 단계일수록 기획 및 제약 요인에 관한 불확실성은 높으나, 재조정에 따르는 시간과 비용은 작아지는 반비례 모양으로 나타났다. Oh, S-J(2006)는 제품 기획 단계는 제품원가의 70~80%에 이른다고 하였다. 따라서 기업에서는 제품 생산시 제품 기획 단계에서부터 보다 신중히 생산할 제품을 결정하여야 한다. 제품기획단계는 대부분 러프한 스케치를 통하여 여러 가지 대안 중 세부 설계를 실시할 제품을 결정하게 된다. 따라서 이 단계에서 좀 더 안전성을 고려하여 세부 설계를 실시할 제품을 선정한다면 사용자는 보다 안전한 제품을 사용할 수 있으며, 기업은 안전성 결여로 인한 제품 재설계에 들어가는 시간과 비용을 줄일 수 있을 것이다. 또한 제조물 책임법에 대한 근본적인 대응 방안을 마련할 수 있을 것이다. 그러나 제품기획단계에서 실시되는 기존의 평가방법은 제품이나 환경 등에 따라 일정한 항목 없이 실시되는 정성적 평가가 대부분이다. 제품 기획 단계에서부터 보다 체계적인 안전성 평가를 실시하게 될 경우 이후 단계인 세부설계단계에서도 보다 안전한 제품을 설계할 수 있을 것이다. 또한 안전성 평가 전문가를 확보하기 어려운 중·소기업에서 제품의 안전성 평가 및 세부 설계단계로 진행될 제품선정에 도움을 줄 수 있을 것이다.

따라서, 본 연구는 기존의 제품 디자인 프로세스에서 제품기획방법과 제품 기획 단계에서 사용된 안전성 평가방법들을 조사·고찰하고, 제품 기획 단계에서 안전성 평가를 실시하기 위하여 고려되어야 할 안전성 평가 요소를 추출하고자 한다. 연구의 흐름은 [Fig 1]과 같다.



[Fig 1] flow chart of study

## 2. 기존 연구

### 2.1 디자인 프로세스 및 제품 개발 프로세스에서의 안전성 평가

기존의 디자인 프로세스나 제품개발 프로세스를 살펴보면 연구자나 제품, 상황에 따라 여러 단계로 진행되고 있다. 그러나 각 프로세스를 크게 분류해보면 3단계로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 계획 및 개념설계(concept design)에 해당하는 제품기획단계, 둘째, 세부설계가 이루어지는 상세설계(detail design) 단계, 셋째, 제조 및 생산(production) 단계로 나누어 볼 수 있다.

제품의 안전성평가를 위해 사용된 기법으로 일반적으로 FMEA(Failure Mode and Effects Analysis)와 FTA(Fault Tree Analysis)가 많이 사용되고 있다. 이외에 PHA(Preliminary Hazard Analysis), FHA (Fault Hazard Analysis), What-if, Checklist Analysis, QFD(Quality Function Development), MORT (Management Oversight and Risk Tree), ETA(Event Tree Analysis), MMEA(Misuse Mode and Effects Analysis), THERP (Technique for Human Error Rate Prediction), HAZOP(Hazard & Operability Study), SASA(Systematic Approach to Accident Analysis) 등이 있다.

제품기획단계에서는 최근 다양화된 사용자의 요구조건을 만족시키기 위한 평가방법에 대한 연구가 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 조사된 사용자의 요구조건에서 안전성의 문제가 포함되어 있는 경우도 있으나, 최근 사용자가 제품을 선택할 때 사용자의 개성을 중시하여 제품에 대한 감성적인 요인의 요구 조건을 더 많이 요구하고 있다. 따라서 제품의 생산형태는 대량생산체제에서 다품종 소량생산체제로 바뀌고 있으며, 제품개발주기가 더욱 빨라지고, 기업은 이러한 사용자의 욕구를 충족시켜기 위하여 보다 빨리 신제품을 개발하기위해 노력하고 있다. 그러나 제품 사용에 있어서 사용자의 기본적인 욕구인 안전에 대한 사용자의 인식도 향상되었으며, 기업은 2002년 실시된 PL법에 대한 대응방안으로 제품개발 및 생산시 안전성 평가는 반드시 실시되어야 한다. 그리고 안전성 평가는 제품개발 초기단계에서 시행될수록 시간과 비용의 절약이 이루어 질 수 있을 것이다.

### 2.2 기존의 제품기획단계에서의 안전성 평가 방법

앞 절에서도 설명한 바와 같이 기존의 안전성 평가 방법의 대부분은 세부설계가 이루어진 이후에 실시할 수 있다. 따라서 개발 초기단계, 즉 아직 구체적인 설계가 이루어지지 않은 단계에서는 적용하기 힘들다. 기존의 안전성 평가방법 중 제품개발 초기단계인 제품 기획 단계에서 사용될 수 있는 대표적인 방법으로는 PHA, what-if, check list, Relative Ranking 등이 있다. 본 절에서는 기존의 방법을 분석하여 제품 기획 단계에서 안전성 평가에 고려되어야 할 사항에 대하여 조사하고자 한다.

제품이나 시스템의 초기단계에서 사용되는 PHA (Preliminary Hazard Analysis)는 모든 시스템 안전 분석에서 제일 첫 번째 단계에서 사용 가능한 분석방법으로 시스템 내의 위험 요소가 어떤 상태에 있는가를 정성적으로 평가하는 것이다. PHA의 목적은 위험의 효과적인 통제가 아니라 실행되고 있는 상태를 인식하는 것이며, 개발 단계에서 고유의 위험 상태를 식별하여 예상되고 있는 사고의 위험 수준을 결정하는 것이다.

PHA에서는 입수할 수 있는 최선의 자료에 기준하여 계획된 설계, 기능에 관련된 위험 상태를 평가하는 것이나, 혹은 그것들을 배제 또는 제어하기 위한 안전대책, 대체 방법에 대한 고려사항이 필요하다.

What-If 분석 방법은 제품을 생산하고 사용함에 있어서 발생할 수 있는 여러 가지 사건이나 상황을 가정하여 그 결과 초래될 수 있는 위험을 평가하고 개선 대안을 모색하는 것이다. 가장 단순한 분석 기법들 중의 하나라고 할 만큼 특별한 정량적인 방법이나 사전 계획을 필요로 하지 않는다. 분석은 제품 사용에 관련된 여러 가지 변수들의 영향을 검토하는 귀납적 방법으로서, “만약 ... 한다면 (what-if ...)?”이라는 질문과 응답으로 이루어진다. 따라서 제품 개발 전 과정에서 쉽게 사용될 수 있으나, 경험 등에 의해 평가를 실시하는 비정형화 되어 있는 정성적인 평가방법이다.

체크리스트법은 미리 준비된 체크리스트에 의해 최소한의 위험도를 인지하는 방법으로 미숙련 기술자도 적용 가능하고 이용하기 쉬우며 상대적으로 빨리 결과를 제공해 준다는 장점이 있으나 주로 경험에 의한 지식에 의해 작성되므로 주기적으로 체크리스트를 검사하고 보완해야 한다. 체크리스트의 각 항목에 대해 양호, 적정, 보완 필요 등으로 분류하고 위험등급과 발생빈도 및 영향도를 구분하여 관리한다.

Relative Ranking은 사고에 의한 피해정도를 나타내는 상대적 위험순위와 정성적인 정보를 얻을 수 있는 방법이다. 직접적으로 상대위험의 순위를 파악하게 해주는 지표를 상황에 따라 별점과 상점으로 부여한다. 즉, 별점은 사고를 일으킬 수 있는 조건에 대해 부여하며 상점은 사고의 영향을 완화시킬 수 있는 요소에 대해 부여한 후 별점과 상점을 조합하여 상대위험순위를 결정하는 지표로 사용한다.

QFD는 소비자의 요구조건에 가장 영향을 미치는 제품 설계 요소를 찾아내어 요구조건을 만족시킬 수 있도록 해준다.

[Table 3]은 기존의 제품기획단계에서 사용된 안전성 평가 방법의 장점 및 한계점에 대하여 정리한 것이다.

### 3. 제품기획단계의 안전성 평가를 위한 평가요소 개발

기존 연구에서 현재 사용되고 있는 제품기획단계의 안전성 평가 방법을 이용하여 사례분석을 해 본 결과, 제품기획단계에서는 단계 특성상 제품의 세부설계요소가 결정되어 있지 않으므로 평가자에 따라 같은 방법의 평가를 실시하더라도 다르게 나타날 수 있다. 또한 기존의 방법으로는 경험이 풍부한 전문가가 평가를 실시해야하므로, 일반 중·소기업이나 전문가가 확보되지 않은 기업에서는 제품기획단계에서 안전성 평가를 실시하는 것이 쉽지 않다.

기존의 안전성 평가 방법들은 대부분 제품의 자체 결함에 대하여 중점을 두는 반면, 사용자의 오작동에 대한 대비가 미약하다. 따라서 제조사가 고려하지 못한 사용자의 오작동에 의한 사고는 사전에 방지 할 수 있도록 하여야한다. 최근 사용자에 따라 같은 기능의 제품이라도 다르게 설계 되는 경우가 많다. 따라서 누가, 언제, 어디서, 어떻게 사용할 것인가에 대한 세부적인 분석이 이루어져야 할 것이다.

기존연구에서 제품평가를 위해 추출한 평가 요소에 대해 분류하면 크게 다음의 네 가지 형태로 나누어 볼 수 있다.

첫째, 제품을 사용하는 사용자의 생리적 특성, 심리적 특성, 인체의 구조, 둘째, 제품에 대한 Physical, Logical, Functional, 셋째, 개인이나 그룹의 기능적 한계 및 능력에 대한 평가로 인구통계학적 변수, 라이프스타일 변수, 인간특성변수를 사용하여 인간요소그룹, 사용자 유형, 행위요소, 제품요소에 따라 분류한 방법, 넷째, 기존 사고분석을 통해 견고성, 정확성 등의 감성으로 표현하여 설문조사하고 다차원적도법을 실시한 후 요소를 축약하여 해당하는 구성부품요소를 찾아 재설계하는 방법으로 나누어 볼 수 있다.

위의 연구에서 제시된 요소들을 정리하여 제품기획단계에서 안전성을 평가하기 위해 필요한 요소에 대하여 브레인스토밍을 실시하였다. 기존연구에서는 하나의 카테고리에서 주요 요소를 추출하였으나, 본 연구에서는 사용자의 특성, 어디서 사용하게 되는가, 언제 사용하게 되는가, 어떤 방법으로 사용하게 되는가를 고려하여 기존에 추출한 요소들을 바탕으로 하여 요소를 추출하였다. 또한 제품기획단계에서는 세부적인 제품요소가 결정되어있지 않고, 제품에 대한 컨셉이 주가 된다는 것을 주의하였다. 추출된 요소는 성별, 연령, 가족구성원, 직업, 라이프스타일, 시각, 청각, 운동능력, 인체치수, 인지능력, 보조도구 사용유무, Output display, Input control, Documentation, Functional allocation, Operation protocol의 16개의 요소를 추출하였다. 추출된 요소는 제품의 종류에 따라 추가 또는 가감의 약간의 변화가 필요할 수 있으나, 위의 16개의 요소는 대부분 제품의 기획단계에서 고려되어야 할 것으로 판단된다.

#### 4. 고 찰

제품 사용에 있어 안전에 대한 사용자의 기본적인 욕구를 충족시키며, 기업은 제조물 책임법에 대한 근본적인 대응 방안 마련과 함께 재설계 요구에 따른 시간과 비용 절감을 위하여 제품개발초기단계부터 사용될 수 있는 보다 효과적인 안전성 평가방법이 필요하다.

기업의 제품개발 프로세스와 Design Process를 분석해 본 결과, 제품개발초기단계인 제품기획단계는 제품 Concept결정 및 세부설계로의 진행을 결정하기 위하여 평가를 실시하고 있으며, 평가내용은 대부분 사용자의 요구조건을 만족시키고 있는가, 제조가 용이한가, 사용하기 편리한가, 미(美)적 인가 등에 대한 것이었다.

제품기획단계에서 이루지고 있는 안전성 평가는 정성적인 방법이 주를 이루고 있다.

형식이나 기준이 정해져있지 않은 정성적인 평가 방법은 평가자들의 마인드나 기준에 따라 평가 내용이 달라질 수 있다. 따라서 이러한 것을 보완하고자 본 연구에서는

제품기획단계에서 평가되어야 할 안전성 요소를 추출하여 어느 평가자가 안전성 평가를 실시하더라도 같은 요소에 대하여 평가 할 수 있도록 제안하였다.

기존의 안전성 평가방법은 사용자에게 대한 평가 또는 제품의 구성요소에 대한 평가로 나누어 질 수 있다. 제품기획단계는 단계특성상 제품의 세부설계가 이루어지지 않은 컨셉단계로서 제품구성요소에 대한 정량적인 평가가 어렵다. 따라서 제품을 사용하는 주체가 누구인가를 주요요소로 하여 어떤 상황에서 어떻게 사용하는 가를 고려하여 제품기획단계에서 안전성을 평가하기 위한 요소를 추출하였다. 제품기획단계부터 제품사용시 안전성에 대한 고려가 이루어지면, 세부설계에서도 보다 안전한 제품을 설계하기위한 노력을 할 수 있으며, 제품이 생산된 후 사고 발생에 대한 손해와 비용에 대하여 대비할 수 있을 것이다.

## 5. 결 론

본 연구는 기존의 제품 디자인 프로세스에서 제품 기획 방법과 제품 기획 단계에서 사용된 안전성 평가방법들을 조사·고찰하여, 기존의 안전성 평가에 대한 한계점에 대하여 분석하였다. 기존의 제품기획단계에서의 안전성 평가 방법은 정성적인 평가 방법으로 평가자의 마인드나 기준에 따라 평가의 결과가 달라질 수 있으며, 평가자에 따라 평가되는 요소가 다를수 있어 여러 평가자가 평가를 실시하였을 경우 비교가 어려울 경우가 많다. 또한 대부분의 방법이 경험이 풍부한 전문 평가자가 실시해야하므로 전문가를 확보하기 어려운 중·소기업에서는 평가를 실시하는 것이 쉽지 않다. 따라서 여러 평가자들이 평가를 실시하여도 같은 요소에 대하여 평가할 수 있으며, 전문가가 아니어도 제품기획단계에서 안전성을 고려해 볼 수 있도록 제품기획단계에서 사용할 수 있는 안전성 평가 요소를 추출하였다. 추출된 요소는 제품의 다양성으로 제품의 종류에 따라 추가되거나 삭제되어야할 요소가 있지만, 기본적으로 제시한 요소에 대한 평가는 이루어져야 할 것으로 판단된다. 추출된 요소는 성별, 연령, 가족구성원, 직업, 라이프스타일, 시각, 청각, 운동능력, 인체치수, 인지능력, 보조도구 사용유무, Output display, Input control, Documentation, Functional allocation, Operation protocol의 16개의 요소이다. 세부설계 단계에서도 이런 요소를 숙지하고 제품설계를 실시하게 되면 보다 안전한 제품을 설계 할 수 있을 것이다. 또한 제조물책임법의 도입으로 기업은 제품 생산 이후 발생하는 사용자의 손해에 대하여 반드시 책임을 져야함으로, 그에 대한 근본적인 대응 방안을 마련할 수 있을 것으로 판단된다.

## 6. 참고 문헌

- [1] Dowlatshahi, S.(2001), The role of product safety and liability in concurrent engineering, *Computers & Industrial Engineering*, Vol.41, 187-209.
- [2] Hsiao, S-W(2002), Concurrent design method for developing a new product, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol.29, Issue.1, 42-55.
- [3] Jung, W., and Kim, J-H.(2006), Practical Application of AMSAA Model in the Product Development Process, *IE Interfaces*, vol.19, No.1, pp.19-25.
- [4] Jung, W., and Lee, I-S.(2001), Applying QDRD for Products Safety Design, *Journal of Management Science*, No.10, 57-65.
- [5] Kim, K-H., Cho, J-R.(2002), A Study on the Development of New Product for Customer -Oriented Quality Improvement, Fall Conference of Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers.
- [6] Lee, J-S.(2003), The research about improvement design process for increasing quality of small-medium enterprises, Sejong University.
- [7] Nunzia, C. and Barbara, S.(2006), Cognitive maps to analyze new product development processes, *Technovation*, Volume 26, Issue 11, November, 1233-1243.
- [8] Oh, S-J(2006), Cost reduction, Concentrate to the product development phase, *LGWeekEconomy*.
- [9] Park, K-C.(2006), A Study of Function-oriented Product Design Process Using DFSS, Chungang University.
- [10] Raid, H., Alain, B., Joseph, C., and Patrick, M.(2003), Integrating safety into the design process: elements and concepts relative to the working situation, *Safety Science*, Volume41, Issues2~3, 155-179.
- [11] Sandra, B., David, N., and Philippe, P.(2005), Complexity of Design in Safety Critical Interactive Systems, 2nd Workshop on Complexity in Design and Engineering. Glasgow, Scotland. UK 10th-12th, 45-58.
- [12] Shahrikhi, M. A., and Bernard, A. C.(2004), Risk assessment/prevention in industrial design process, *IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics*, 2592~2598.
- [13] Vollmer, T., Borchering, K., Hellriegel, G., and Penzhorn, R.-D.(2000), Process control under safety aspects, *Fusion Engineering and Design*, Vol. 48, No. 1, 57-61.
- [14] Yun, W-Y. and Kim, H-S.(2004), A Case Study for a Process of Design for Reliability, Fall Conference of Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers.