

고장나무분석을 이용한 금형 품질 영향 인자 분석에 관한 연구

A study of Quality Influence Factor Analysis using Fault Tree Analysis in Mold Development Process

*정홍진¹, #남성호¹, 최영재¹, 백재용¹, 김보현¹

*H. J. Jeong¹, #S. H. Nam(goddad@kitech.re.kr)¹, Y.J.Choi¹, J.Y.Baek¹, B.H.Kim¹

¹한국생산기술연구원

Key words : Quality Influence Factor, Fault Tree Analysis, Mold Development Process, Injection Mold

1. 서론

금형에서 관리되는 불량 유형과 이에 영향을 미치는 품질 영향 인자는 다양하다. 또한 상호 간의 연관 관계에 따라 직접적인 영향을 미친다. 특히 금형은 공정 시 그 변수의 설정에 따라 다양한 품질 결과가 나타난다. 따라서 금형에서는 제품의 품질이 일관성이 있게 생산하는 것이 이슈다. 이는 숙련된 작업자의 경험을 바탕으로 다양하게 설정된다. 따라서 미숙련 작업자의 경우 성형 조건 설정에 어려움을 느낀다.

이로 인해 금형 개발 프로세스에서 발생하는 정보들을 쉽게 접근할 수 있게 하기 위하여 금형 관련한 IT 시스템(지식 관리 시스템 등) 등이 개발 및 관련된 연구가 활발히 진행되고 있다.

제품의 불량 분석은 QC 7가지 도구 등 여러 가지 방법을 활용하고 있다. 그 중 제품 품질에 영향을 미치는 원인과 결과를 분석할 수 있는 도구는 고장 모드 영향 분석(FMEA : Failure Mode & Effect Analysis)와 고장나무분석(FTA : Fault Tree Analysis)가 대표적이다. 이들은 상반된 시스템이나, 상호 운영이 가능하다. FMEA는 제품 및 공정 설계 단계에서 사용되며, FTA는 제품 생산 후의 품질 결과를 기반으로 사용된다.

금형의 성형 조건 설정 같은 경우는 금형 시사출 및 초도 양산 결과 바탕으로 성형 조건을 재설정 가능하다. 따라서 금형 품질 영향 인자 분석에 적합한 도구는 FTA라 볼 수 있다.

따라서 본 연구는 금형 개발 프로세스에서 발생하는 품질 영향 인자들을 나열하고 상호 연관 관계를 분석한다. 그리고 이를 통해 FTA에 적용하며, 구성된 FTA는 축적을 통해 정보를 언제든지 활용할 수 있도록 DB로 구성한다.

2. 고장나무분석

고장나무분석(FTA : Fault Tree Analysis)란 시스템의 신뢰성 또는 안정성에 좋지 않은 사상(Event)가 발생했을 때, 논리 기호를 사용하여 그 발생 경과를 거슬러 올라가 수형도(Tree)로 전개한 후 발생 경로, 발생 원인 그리고 발생 확률을 분석하는 기법이다. 시스템에서 사상이 발생했을 때 이를 기본 사상이라 정의하며, 기본 사상을 상위 사상(Top event)으로 설정한다. 상위 사상을 바탕으로 수형도를 Top-down 방식으로 전개하며, 전개 시 상위 사상, 하위 사상(Low rank event) 그리고 최하위 사상 간(Lowest event)의 관계는 논리 기호를 사용하여 정의한다. Fig. 1은 FTA의 기본 구조를 나타낸다.

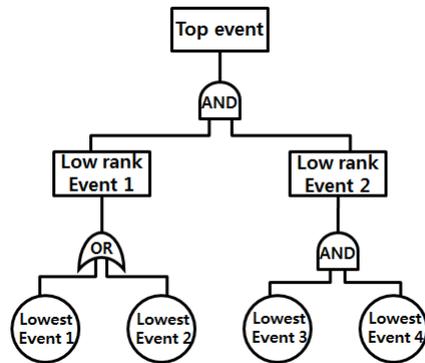


Fig. 1 Example of Fault Tree Analysis

3. 금형 개발 프로세스의 품질 영향 인자 분석

금형 개발 프로세스는 크게 5 단계로 분류된다. 디자인 검토, 성형 해석, 금형 가공, 금형 조립, 사출/양산 단계로 이루어지며 각 단계는 세부 프로세스로 이루어진다. Fig. 2는 금형개발 프로세스를 나타낸다. 금형 개발 프로세스에서 발생하는 품질

영향 인자(QIF : Quality Influence Factor)는 다양하다. 그중에서도 제품의 품질에 직접적으로 영향을 미치는 단계가 사출/양산 단계이다. 사출/양산 단계에서는 제품을 생산하기 전에 미리 시험 사출하는 단계로 성형 조건을 설정하여 제품의 품질을 안정화한다.

이에 사출/양산 단계를 중심으로 발생하는 불량 유형과 이에 관련되는 품질 영향 인자를 나열하고 이들 간의 상호 연관 관계를 정리하였다. Table 1은 불량에 따른 품질 영향 인자의 상호 관계를 나타낸 예이다.

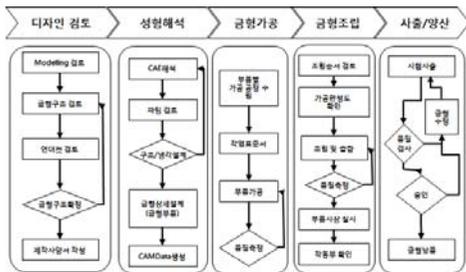


Fig. 2 Mold development process

Table 1 Relationship of failure mode & QIF

Failure mode	QIF
혹출	수지온도
	게이트 크기
	배압
싱크마크	수지량
	냉각시간
	치수
미성형	사출속도
	보압
	금형온도
	수지온도

4. FTA를 이용한 금형 품질 영향 인자 분석

금형과 관련된 품질 영향 인자는 다양하며, 성형 조건 설정에 따라 불량 유형이 다양하게 나타난다. 이에 3절에서 불량 유형에 따른 품질 영향 인자의 관계를 분석하였다. 하지만, 이러한 정보는 대부분 작업자의 경험에서 나오며, 이러한 정보들의 공유는 하기 어렵다. 따라서 불량 유형과 품질 영향 인자의 관계를 FTA에 적용한다. FTA는 시스템의 고장 원인을 분석할 수 있는 기법이다. 따라서 본

연구에서는 상위 사상을 제품(Item)으로 정의하였으며, 하위 사상은 불량 부위, 불량 유형, 공정으로 정의하였으며, 최하위 사상은 품질 영향 인자로 FTA를 구성한다. 구성된 FTA는 어떤 작업자들이 쉽게 정보를 파악할 수 있도록 DB로 구성하였다. Fig. 3은 구성된 FTA의 구성을 나타낸다.

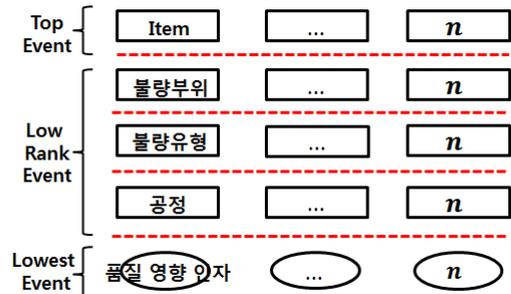


Fig. 3 Form of FTA

5. 결론

금형 개발 프로세스에서의 발생하는 품질 영향 인자는 다양하며, 이들의 상호 연관 관계에 따라 그 양의 정도는 무수히 많다. 또한 이러한 정보들은 숙련된 작업자의 경험에서 나오며, 이들 정보의 공유는 어려운 실정이다.

따라서 본 연구는 금형 개발 프로세스에서 발생한 품질 영향 인자를 FTA에 적용하였다. 적용된 FTA는 정보 공유를 위해 DB로 구성하였다.

후기

본 연구는 지식경제부에서 추진하는 산업원천기술개발 사업에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Chung, S. C., Yeon, K. H. and Song, I. H., "Web-based Draft Verification System for Injection Mold Design," Transactions of the KSME, A, Vol. 29, No. 10, 1353-1360, 2005.
2. Nam, S. H., H. J. Jeong, Y. J. Choi, J. H. Shin, and B. H. Kim, "A study on Integrated of Technique-Quality Information based product development process", Proceedings of the Fall Conference of The Korean Society for Precision Engineering, 2011.