

CCM 인라인 조립장비의 신뢰성 예측

*이석우¹, 남성호¹, 최영재¹, 홍원표¹, 최헌중¹
¹ 한국생산기술연구원 e가공공정팀

Reliability Prediction of CCM Inline Assembly

*S.W.Lee¹, S.H.Nam¹, Y.J.Choi¹, W.P.Hong¹, H.Z.Choi¹
¹e-Machining Process Team Korea Institute of Industrial Technology
 Key words : Reliability Prediction, CCM, Bonding Machine, ACF

1. 서론

품질기술은 제품을 초기에 제작한 시점에서의 품질을 확보하는데 초점이 맞추어져 있다면, 신뢰성 기술은 제품을 사용하고 있는 시간동안에 발생할 수 있는 문제를 컨트롤 하는데 초점을 가지고 있다. 시스템에서의 신뢰성 평가 기술은 글로벌 경쟁력을 강화하는 가장 큰 목표를 두고 있다.

신뢰성 예측은 아래의 그림1과 같이 신뢰성 평가를 하기 위한 시스템의 설계 단계에서 각 부품의 신뢰성 예측을 하도록 되어 있다. 신뢰성 예측은 각 요소부품의 설계 Spec을 기준으로 하여, 신뢰성 규격인 MIL-HDBK 217 (미국방성 신뢰성 규격) 및 NPRD/EPRD (미국 신뢰성 센터) 규격을 사용하여 각 요소부품별로 신뢰성 예측을 수행하였으며, 각 요소부품별로 신뢰성 예측을 수행시에 각 요소부품별 FMEA (고장모드분석) 및 FTA (고장나무분석)를 수행한다.



Fig. 1 Reliability Prediction & Evaluation Process

신뢰성 예측을 수행할 경우 여러 방법을 통하여 신뢰성을 예측할 수 있다.

그림 2는 신뢰성 예측을 위한 방법을 개략적으로 표시한 그림으로 보통 신뢰성 예측시 신뢰성 예측의 정확도를 높이기 위해서는 시스템을 현장에서 시험한 데이터를 이용하여 시스템의 신뢰도를 예측하는 방법이 있다. 이 경우 신뢰성 예측의 정확도는 높아지나, 실제 시스템의 사용조건이 다를 경우가 많고, 현장에서의 고장 모드도 고객의 요구사항에 따라서 많이 다르다. 또한 새로운 시스템을 설계할 때는 사용이 불가능하며, 정확도는 높아지는 반면, 예측을 하는데 걸리는 시간과 경제적인 비용이 많이 드는 단점이 있다. 또, 한가지 방법의 경우는 시스템을 수리적 모델로 정의가 가능한 경우에 사용하는 방법으로 현장에서 사용하는 부품을 FEM, Fatigue Analysis을 하여 사용하는 경우가 있다. 이러한 방법 또한, 시스템의 수리적 모델이 있어야 가능하기에 설계시 대상부품 전체를 행하는 경우는 거의 없으며, 수리적 모델이 가능한 몇 개의 부품을 대상으로 하여 수행한다.

마지막으로 현재 가장 많이 사용하고 있는 시스템의 신뢰성 예측기법으로는 시스템에 사용된 유사 부품의 유사한 운동 특성과 고장모드를 가지고 있는 데이터 베이스를 이용하여 신뢰성 예측을 수행하는 경우가 있다. 이 경우 NSWC, NPRD, EPRD를 이용하여 신뢰성 예측을 수행한다. (NSWC (Naval Surface

Warefare Center), NPRD (Nonelectronic part Reliability Data) ,EPRD (Electronic parts Reliability data))

본 과제에서 수행하는 신뢰성 예측은 설계의 초기 단계에 신뢰성 예측을 수행하여 신뢰성에 취약한 부품 및 서브 시스템을 선정하는 목적과 신뢰성 향상에 기본적인 목적을 두고 있으며, 설계의 초기단계이므로 원하는 현장의 신뢰성 데이터가 없다. 본 과제에서는 신뢰성 예측 및 분석 소프트웨어인 릴렉스(relex)를 사용하여, 신뢰성을 예측하여다.

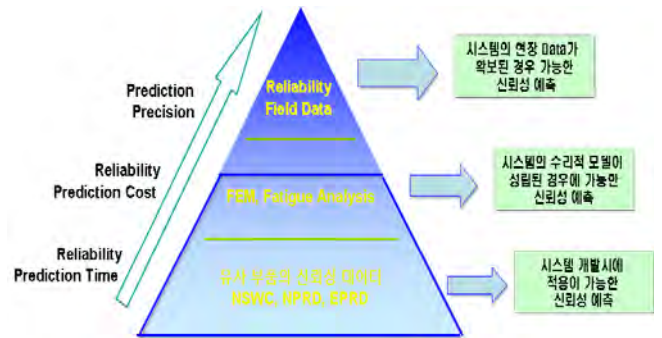


Fig. 2 Reliability Prediction Method

신뢰성 예측시에는 그림 3과 같이 시스템을 계층 구조화하여 분석한 이후 각 부품의 신뢰성 데이터를 이용하여 시스템의 신뢰성을 예측한다.

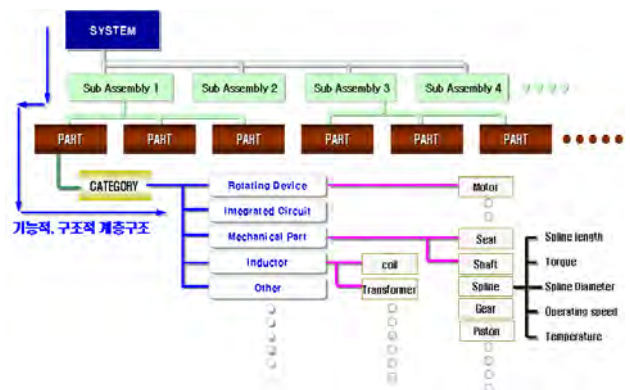


Fig. 3 System Hierarchy of Reliability Prediction

2. 신뢰성 예측

Liner/Rotation (Zθ) 기구는 아래의 그림 4와 같이 반도체 칩을 취부하여 이송하여 원하는 위치에 정렬을 할 수 있도록 되어 있다. 본 신뢰성 예측에서는 Liner/Rotation의 기구부의 신뢰성 예측을 수행하였다. 그림 5와 같이 Liner/rotation 기구를 기능적 계층구조로 나누면 프레임을 형성하고 있는 Main 부와 회전을 주로 담당하게고 있는 Rotation Motor와 회전 부의 동력 전달과 구조를 지지해 주는 부인 Rotation Motion부 그리고 Liner 모션을 제어하고, 지지하는 Liner motion 부로 특징을 지을수 있으며, 이러한 서브 시스템을 기반으로 하여 각 부품이 계층화 되어 있다.

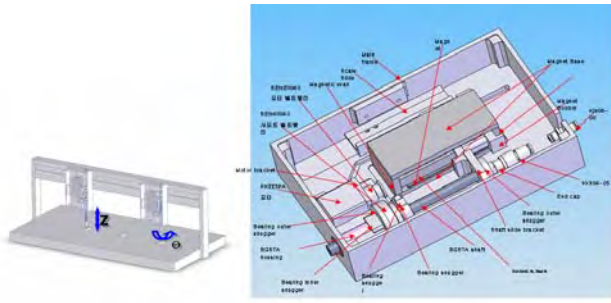


Fig. 4 Liner/Rotation Sub-System of CCM Packaging Process

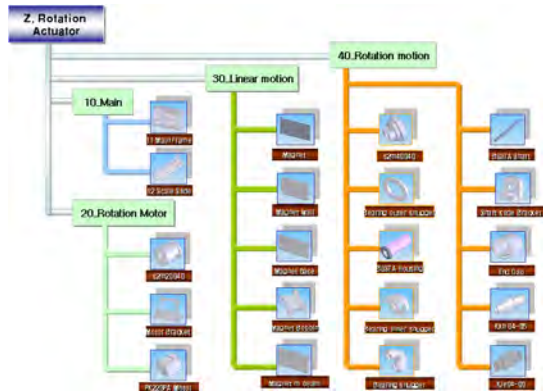


Fig. 5 Liner/Rotation Hierarchy of Liner/Rotation

KXH 04-05, 진공 연결 Fit와 같은 경우 신뢰성 예측을 할 경우 Pressure, Leakage, Viscosity, Flow Rate, Spool Diameter등 11개 이상의 예측 파라미터를 포함하여 신뢰성 예측을 수행하였다.

또한, FMEA 분석을 위하여 각 부품의 경우 고장모드가 발생하는 위치와 영향을 주는 End effect 부품을 명시하고, 고장 모드별 Severity, Occurrence, Failure mode ration등을 데이터 베이스에서 추출하거나, 예측하여 분석한다. 또한, 각 부품은 고장의 연관 관계 및 확률을 추출하고, 논리적인 도표를 통하여 분석함으로써 고장 모드의 발생 빈도를 분석 할 수 있는 FTA를 수행하였다.

Liner/Rotation 기구의 신뢰성 예측의 결과를 종합하면 시스템의 신뢰성 예측 결과 아래의 그림 6과 같이 시스템의 MTBF는 31409 시간으로 매우 안정적인 시스템으로 판단이 되었으며, 각 서브 시스템별로는 Rotation motor의 경우 MTBF가 61,032시간, Rotation의 경우 MTBF가 65,973으로 분석이 되었다.

신뢰성 예측결과 가장 신뢰도가 낮은 부품으로는 진공용 Fitting 및 폴리를 들수 있으며 이에 대한 수명 설계해야 할 필요성이 제기 되었다.

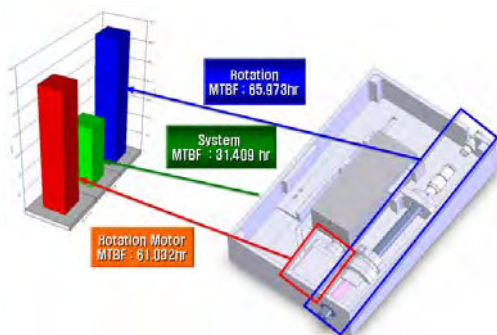


Fig. 6 MTBF of System

또한 FMEA 및 FTA 분석을 통하여 고장 모드의 빈도수 및 치명도에 따라 위험도를 분석하면 아래의 그림 7과 같다.

분석 결과 빈도수가 높은 고장 모드의 경우 치명도는 상당히 낮은 것을 알 수 있으며, 치명도가 높은 고장 모드의 경우는 빈도수가 상당히 낮아 시스템이 전체적으로 안정적으로 설계가 되었음을 알 수 있다. 또한 FMEA Risk 분석을 통한 결과를 살펴보면, 위험도가 중간 수준이하로 모드가 집중되어 있어, 안정적인 시스템을 판단 할 수 있다.

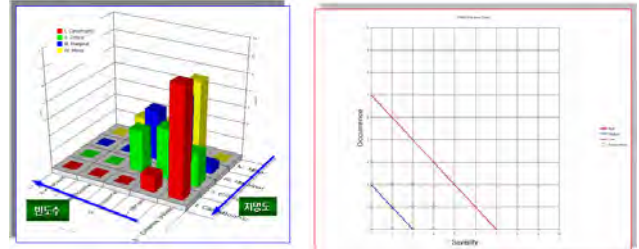


Fig. 7 System Risk & Rate of Fatal

3. 결론

CCM 인라인 시스템의 설계 단계에서 ACF 성형/절단 시스템과 Liner/Rotation 기구의 신뢰성 예측 방법론을 정립하여, 신뢰성 예측 방법론으로 기능별, 모듈별로 Sub-Ass'y 단위로 구분하여 분류한 후 각 시스템을 기능별로 계층구조를 구성하고, 기구의 기능 블록도를 작성하여 기능상, 구조상의 문제점을 분석하였다. 신뢰성 예측 수행한 결과 Liner/Rotation 기구의 MTBF를 31408hr으로 선정되어 안정된 신뢰도를 만족하였다.

후기

본 연구는 산업자원부에서 주관하는 중기거점 사업인 “CCM 공정품질 및 장비의 신뢰성 평가 기술개발”의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Garvin, D. A., "What Does Product Quality Really Means?," Sloan Management Review(Fall 1984), Harvard University Press (1984), pp. 25-43.
2. Kapur, K. C. & L. R. Lamberson, Reliability in Engineering Design, McGraw-Hill (1977), pp. 33-35, 226-228.
3. Kececioglu, D., Reliability Engineering Handbook(Vol. 1, 2), Prentice Hall (1991), pp. 43-57
4. O'connor, Patric. D. T., Practical Reliability Engineering(3rd. ed.), John Wiely & Sons. (1991), p. 3
5. Omdahl, T. P., Reliability, Availability and Maintainability (RAM) Dictionary, ASQC Press (1988), p. 180
6. Shooman, M. L. Probabilistic Reliability : An Engineering Approach, McGraw-Hill (1968).
7. 박경수, 신뢰성개론, 영지문화사 (1994).
8. 이상용, 신뢰성공학, 형설출판사 (1995).