

# 특 집

## 고속·지능형 가공시스템의 신뢰성 평가기술



이 승 우

□한국기계연구원  
지능형정밀기계연구부 선임연구원  
□lsw673@kimm.re.kr



송 준 업

□한국기계연구원  
지능형정밀기계연구부 책임연구원  
□sjy658@kimm.re.kr



□한국기계연구원  
지능형정밀기계연구부 책임연구원  
□hyepark@kimm.re.kr

관심 분야 ■신뢰성 평가  
■생산정보관리 및 정보체계 설계

■신뢰성 평가(C.R.E)  
■반도체 공정장비 지능화

■신뢰성 분석  
■지능생산시스템 설계/구축

### 1. 서 론

방산 혹은 전자산업 분야와 같은 특정 분야의 성능 평가(품질)척도인 신뢰도가 공작기계 분야를 포함한 기계 산업에까지도 요구되어 단순한 생산/안전 계수를 바탕으로 한 기존의 설계/생산에서 설계단계에서부터 신뢰성 개념을 도입하여 사용자가 요구하는 고신뢰성 제품의 생산으로 변화되고 있다.

여러 과정을 통하여 국내에서 개발된 국산화 제품이 외국에서는 물론 국내 사용자조차 사용을 기피하는 가장 큰 이유는 국산 개발품의 신뢰성에 대한 불확실성(Uncertainty) 때문이다. 이러한 불확실성을 신뢰성 예측과 시험 등의 과학적 방법을 이용해 제거하는 것이 신뢰성 평가기술이다.

공작기계와 같은 기계시스템 및 구조물은 1만 여종의 요소부품들로 구성되어 있으며, 개개 부품이 서로

연계되어 전체 시스템의 기능을 발휘하게 되므로 각 부품의 신뢰성이 곧 전체 시스템의 신뢰도를 결정하게 된다. 기계시스템을 대표하는 공작기계는 향후 발전방향이 고속화, 지능화를 추구하고 있기 때문에 기술의 복합화 및 융합화의 산물로서 표출되고 있지만 상품성을 확보되기 위해서는 품질보증이 우선적으로 검토되어야 할 것으로 사려된다. 따라서 기계시스템은 설계단계에서부터 신뢰성 개념을 도입한 신뢰성 설계기술을 도입시키고, 개발단계에서 필요한 품질보증(Quality Assurance : QA) 결과를 정량화할 수 있는 신뢰성 평가과정을 거치면서 품질검증을 시도하며, 최종 양산단계에서는 개발단계에서 준비한 신뢰성(품질) 데이터를 Feedback하여 제품의 경쟁력을 확보하는 기술들의 도입이 필요하다고 할 수 있다. 본고에서는 앞에서 거론된 신뢰성 관련기술들이 기계류품의 개발단계에 도입, 적용되고 있는 기술사

례에 대해서 소개하고, 향후 추진 방향에 대해서 기술코자 한다.

## 2. 신뢰성 평가기술의 패러다임

신뢰성 평가기술이란 포괄적인 의미를 가지고 있으며, 세부 기술적 접근을 위해서는 품질기능전개(Quality Function Deployment), 설계심사(Design Review), 신뢰성 설계, 신뢰성 시험 및 신뢰도 예측 등의 다양한 방법들이 개발되어 적용되고 있다. 기존의 산업현장에서 신뢰성 평가기술이 도입되고 있는 사례를 살펴보면 대부분이 사내 혹은 국제 품질기준에 국한시킨 성능시험에 집중한 사후관리적인 모습을 보이고 있지만, 최근에는 과거의 고장이력 사례분석을 통한 설계심사 방법을 도입시켜 설계단계, 즉 사전관리적인 신뢰성 기술 활용도 확대시켜 나가고 있다. 이러한 사전 검증단계(설계심사)는 신제품 개발에 따른 투자비용 측면에서 고려해볼 때 개념 설계단계에서부터 신뢰성 평가를 통한 기술적 보완/보정이 수명비용(Life Cycle Cost)에 영향을 가장 적게 미치는 것으로 분석되었기 때문이다. 따라서 기술 및 제조환경도 신뢰성 설계에 기반을 두고 전개시켜 나갈 것을 모색하고 있으며, A/S 클레임, 성능평가 등을 통한 품질데이터 피드백과 신뢰성 확보방안이 절실히 필요한 것으로 분석되고 있다.

고속·지능형 가공시스템과 같은 신규모델의 개발프

로세스 상에서 고려될 수 있는 신뢰성 평가기술을 살펴보면 그림 1에 제시된 것처럼 설계단계에서는 기존 혹은 유사모델의 벤치마킹 및 고장모드 탐색 등에 의한 품질기능전개(즉 요소부품이나 서브유닛의 취약부 규명, 고장모드 및 빈도분석 등을 통하여 신규모델의 개념설계에 반영시키고 최종적인 설계안을 제시하는데 필요한 지원기술), 설계심사 방법이 활용될 수 있다. 그 다음 단계에서는 상세설계안 하에서 구성부품들에 대한 환경조건, 사양 등을 감안한 개개의 신뢰도 부여에 의한 대상(서브)시스템의 신뢰도 예측평가 및 목표수명의 조정과정을 들 수 있다. 여기서 개개 부품의 신뢰도는 미국 RAC(Reliability Analysis Center)에서 공인하여 제공하고 있는 NPRD(Non electronic Part Reliability Data)와 EPRD(Electronic Part Reliability Data)를 이용하고 있다. 하지만 국산부품에 대해서는 이러한 신뢰도 데이터가 전무하기 때문에 개발조건 등을 감안한 신뢰성 시험기 개발과 가속수명시험을 통한 수명데이터의 확보과정(신뢰도 Database 구축)이 동반적으로 이루어져야 한다.

따라서 본 연구팀에서는 전기/전자 부품류에 비해 상대적으로 신뢰도 정보가 부족한 기계류품, 특히 공작기계 부품들을 대상으로 신뢰도정보를 확보하고, 개발시스템의 품질보증 측면에서 지원할 수 있는 현실적인 신뢰성 평가기술을 제안, 개발하고자 한다.

이하에서는 본 연구팀에서 일련의 개발과정에서 실

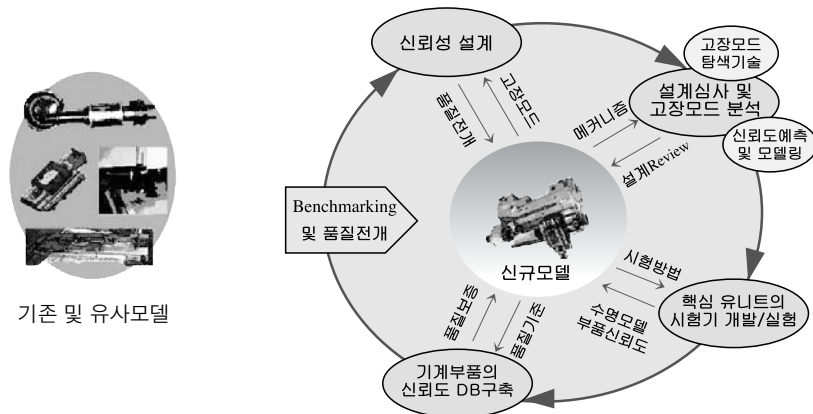


그림 1. 개발프로세스 기반의 신뢰성 평가 패러다임

시한 대표적인 신뢰성 관련기술의 적용사례를 소개한다.

### 3. 설계심사(DR) 및 신뢰도 예측기술

설계심사는 설계의 각 과정에서 설계안들을 다양한 각도에서 분석, 개선하는 것으로 제품의 최종 신뢰도(수명) 부여를 위해 설계단계에서부터 신뢰성을 확보할 수 있도록 설계안을 평가하고, 분석된 내용을 설계자와 분석자가 함께 설계에 반영하는 활동이다. 설계심사의 목적은 기업 내의 집단적인 전문지식과 경험을 토대로 제품에 의도된 품질이 달성될 수 있도록 설계단계에서 구현될 수 있도록 보증하는 것으로, 제품개발의 특성상 제품의 생산 후에는 재설계에 의한 변경이 불가능하거나 가능하더라도 막대한 경제적 비용이 소요되므로 제품의 품질은 설계단계에서 결정되기 때문이다.

신뢰도 예측은 설계된 시스템의 신뢰성을 정량적으로 파악하여 설계단계에서 정한 목표치와의 비교를 통해 개선점을 찾는 활동이며, 실제 제품이 제작되기 전에 실시하는 것이 효과적이다. 신뢰성 예측을 위한 방법으로는 FMEA(Failure Modes & Effects Analysis), FTA(Fault Tree Analysis), Worst Case Analysis, 고장률 데이터베이스 사용법, A/S 데이터 사용 등이 있다. 본 연구에서는 사용 부품의

고장률 정보를 사용하여 시스템 혹은 서브 유닛의 신뢰성을 예측하는 방법을 사용하였다. 그림 2는 신뢰도 예측을 위한 일반적인 절차를 나타낸 것으로 대상 제품의 계층구조 분석을 통하여 분석대상 및 방법을 선정하고 설계도, 조립도, 부품구성도(BOM) 및 부품리스트 등을 이용하여 제품에 사용되는 구성품들의 기능, 특성, 환경에 근거하여 적절한 고장률을 선택한다. 동시에 사용 부품들의 블록 다이어그램을 작성하여 전체 시스템의 신뢰도를 예측하게 된다. 이와 같은 작업을 위하여 분석자와 개발자는 분석결과를 공동으로 검토하여 목표한 신뢰도가 나올 때까지 반복 작업을 수행한다. 이러한 예측기법들을 현재 개발 중인 고속·지능형시스템을 구성하고 있는 서브유닛을 대상으로 신뢰성 예측기술을 적용해 보았다.

적용대상인 금형센터에서는 24본의 Magazine pot와 air cylinder, LM guide를 이용한 이동메커니즘을 채용한 ATC를 적용하고 있다.

시스템 트리의 구성은 시스템의 구성을 계층적 기능전개 및 BOM정보에 근거하여 도식한 것으로 예측수준에 따라 표현 계층이 정해지며, ATC의 경우 3레벨 5개 서브시스템 92개 품목으로 구성된다. 신뢰성 정보(부품 고장률)검색은 기계류 부품의 대표적 고장률 DB인 NPRD를 기반으로 각 부품의 Part Type, Part Sub Type, 사용 환경 등을 기준으로 설계사양에 대한 고장률을 선택한다.

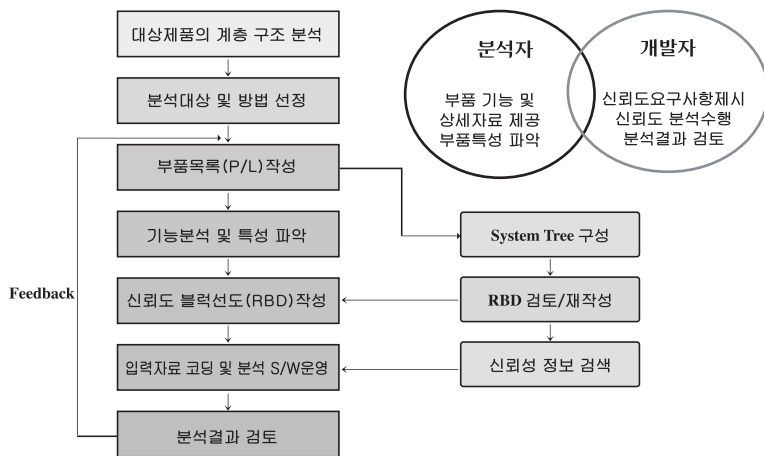


그림 2. 신뢰도 예측을 위한 단계별 평가절차

그러나 기계류 부품에 대한 신뢰성 정보는 전기/전자류 부품에 비해 다양하지 않고 한정되어 있으므로 정확한 부품이 존재하지 않으면 가장 유사한 부품의 고장률을 사용하는 유사부품 비교법을 사용하였다. 그림 3은 ATC 부품 중 Servo 모터에 대한 NPRD기반의 고장률 검색 예를 나타내고 있다.

Quantity	Environment	Data Source	Failure Rate	Mark
Unknown			7.3657	
Unknown	A - Airborne	1-182-001	15.59	
Unknown	AJF - Airborne Jet/tailed Fighter	18499-000	29.1944	
Unknown	ARW - Airborne Rotary Winged	18499-000	12.2568	
Unknown	AJF - Airborne Jet/tailed Fighter	18499-000	15.3299	
Unknown	G - Ground	1-182-001	0.368	
Unknown	GF - Ground Fixed	18499-000	14.0034	
Unknown	GM - Ground Mobile		5.0127	
Unknown	GM - Ground Mobile	1-182-001	0.292	
Unknown	GM - Ground Mobile	18499-000	31.7063	
Unknown	NZO - Naval Submarine	1-182-001	12.512	
Unknown	NZ - Naval Unhelicopt	18499-000	46.7967	

그림 3. NPRD기반의 신뢰성 정보 검색

일반 기계시스템에 사용되는 부품의 사용 환경이 G(Groun), GF(Ground Fixed)이나, 고속 지능시스템의 경우 설계상 보다 높은 신뢰성을 요하는 부품일 경우 GM(Ground Mobile) 환경의 고장률을 선택토록 하였다. 사용 환경 G, GF는 이동성이 한정되어 있고 유지보수가 용이하고 제한적인 스트레스를 받는 조건이며, GM은 충격, 진동, 온도 등에서 GF보다 심한 조건과 더욱 제한된 관리와 스트레스를 받는 조건

을 의미한다. 다음 단계에서는 시스템의 예측 신뢰도 및 고장률의 시간변화에 따른 변화 분석을 위해 신뢰도블록다이어그램(Reliability Block Diagram : RBD)을 작성한다.

RBD는 구성된 시스템 트리와 시스템의 구조분석에서 나타난 부품을 기능특성을 중심으로 기능전개, 즉 물리적, 에너지 전달과정 등에 대한 연계성을 고려하여 작성한다. 각 블록들은 물리적인 부품그룹 혹은 기능적인 독립개체로 구성시키고 서로 독립적인 고장분위기를 제공하는 것으로 구성하였다.

구성부품의 고장데이터와 RBD를 기준으로 하여 대상시스템의 신뢰도 지수, 즉 고장률, MTBF, 신뢰도 등을 산출한다. 일반적으로 공작기계시스템의 경우 시스템 레벨의 MTBF는 선반이 7,200시간, 머시닝센터의 경우 5,000시간 정도이다. 그러나 앞에서 제시된 전체 시스템이 신뢰도 목표가 달성되기 위해서는 구성되는 서브시스템의 신뢰도는 전체 시스템이 목표로 하는 신뢰도보다 높아야 한다.

ATC의 경우 MTBF가 9,200시간 정도로 분석, 예측되어 서브시스템 레벨에서의 목표치를 확보하고 있는 것으로 보인다. 그러나 검토된 결과에 의하면 최종단계에서 고속 가공시스템 개발사양(주축 : 70,000rpm급)에 접근시키기 위해서는 MTBF 10,000시간 이상을 확보할 필요가 있다고 사료되었다. 현재 설계된 사양이 1 단계 개발목표

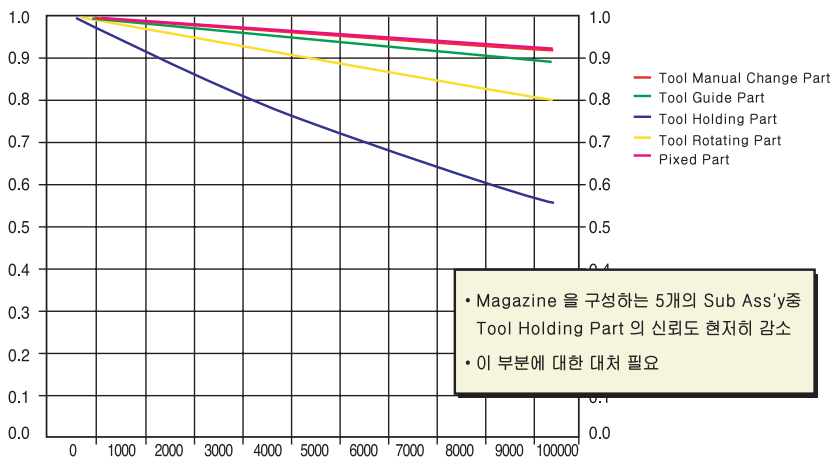


그림 4. 시간흐름에 따른 ATC 서브시스템의 신뢰도 변화

• Magazine 을 구성하는 5개의 Sub Ass'y중 Tool Holding Part 의 신뢰도 현저히 감소  
• 이 부분에 대한 대처 필요

30,000rpm에 준하여 준비된 것으로 상기 신뢰도 예측결과를 토대로 개발팀과 설계심사 과정을 거치면서 최종목표치를 수용할 수 있는 설계안 보정작업을 준비할 예정이다. 또한 상기 예측결과가 기계류 부품의 경우 유사 부품비교법을 사용한 결과나 선정부품의 신뢰도 정보 부족 등에 의한 예측결과와 신뢰도 문제 등을 재검토하여 결과의 지속적인 보완 및 피드백 과정을 진행시킬 예정이다.

그림 4는 시간흐름에 따른 Magazine & ATC Ass'y의 서브 구성품들의 신뢰도 변화를 나타낸 것으로 Tool Holding부의 신뢰도가 다른 서브 구성품에 비해 신뢰도 저하가 심각한 것으로 나타나므로 이 부분에 대한 설계 재검토와 함께 기술적 검토를 통해 전체 시스템의 신뢰도를 향상시킬 수 있다는 의견을 개진하였다.

#### 4. QFD 분석과 신뢰성 시험

고속 가공시스템의 경우 공통적으로 다량으로 강하게 공급되는 절삭유와 다량으로 배출되는 칩 등으로 인해 일반 공작기계에 비해 보다 가혹한 환경에서 운전된다. 이러한 환경은 기존의 신뢰성 정보 데이터베이스가 제공하는 고장률 데이터와는 많은 차이가 있을 것으로 예상되며, 고속 가공환경 하에서의 서브

유닛의 고장률 데이터 확보를 위해서는 품질기능 전개(QFD)에 근거한 추가적인 신뢰성 시험이 필요하다.

동사업에서 개발하고 있는 고속·지능형 가공시스템들과 핵심유닛을 살펴보면 그림 5에 도식된 것처럼 주축계, 이송계, 제어계 등으로 개발시스템에서 활용할 수 있도록 준비되어야 한다. 그러나 상기 핵심유닛들이 시스템에 도입되기 위해서 성능(신뢰성) 문제를 사전에 검증할 수 있는 방안이 모색되어야 한다는 필요성이 대두되고 있어, 일차적으로 앞장에서 기술한 소프트웨어적인 평가를 시도하려 하였으나 관련부품의 신뢰도 지수가 전무한 관계로 간접적인 평가가 불가능하게 되었다. 따라서 개발완료 전까지 관련 핵심부품들에 대한 신뢰성 시험을 실시하여 독자적인 신뢰성 정보를 확보하도록 기획하게 되었다.

그래서 1차 검토대상으로 고속화 대응 핵심부품들의 부속품 중에서 직접적인 기술검증이 필요한 Sliding cover류, 전기장 유도부 등을 선정하고, 대응 전략으로 신뢰성 시험기를 제작하여 가속수명시험 등을 통해 부품신뢰도를 확보할 수 있도록 하였다. 다음에는 그 일환으로 진행하고 있는 대표적인 사례를 소개한다.

동사업에서 준비하고 있는 개발사양에 준하면 Sliding guide cover는 가혹 환경에서 습동부를 보

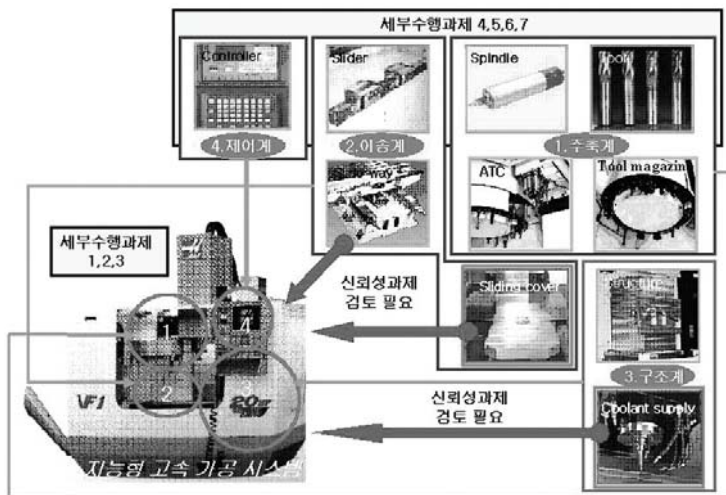


그림 5. 지능형 고속가공시스템과 핵심부품의 연계 및 평가대상

호하기 위해 120m/min급의 급속이송에서도 시스템을 보호할 수 있는 능력이 필요하다. 기존 공작기계 시스템에 도입되어 사용되고 있는 Sliding guide cover, 특히 C-plate의 구조를 살펴보면 싱글 자바라식으로 표 1에 제시된 고장모드(규약부)가 존재하는 것으로 분석되었다.

따라서 시험기를 설계, 제작하기 전에 QFD기법을 활용하여 가동분위기와 고장모드와의 관계를 규명하고, 시험기 설계사양에 반영시키기 위한 작업을 실시하였다. Sliding cover는 반복운동성, 진동충격, 과속, 과부하, 과열, 내환경성, 절삭유 오염 등의 가동분위기 하에서 성능저하, 소음, 진동, 마모, 파단, 부식 등의 고장모드가 복합적으로 산재되어 있음이 파악되었다. 그러나 이상의 고장모드는 대부분이 내구

성 측면에서의 성능(신뢰성)으로서 소음, 진동, 밀봉성이란 평가항목으로 귀착되어 신뢰성 시험을 통해 신뢰도 지수를 확보할 수 있도록 준비하게 되었다.

이와 같은 분석결과를 토대로 고속 운동 환경에서 Sliding cover류(C-plate, Bellows cover)의 성능(신뢰성)을 시험, 평가할 수 있는 시험기(그림 6 참조)를 구축하였다.

개발된 시험기는 공압 실린더를 이용하여 급속 이송운동을 반복적으로 수행할 수 있으며, 양 끝단에서의 진동충격을 흡수하기 위하여 스프링 쿠션에 의한 댐퍼를 적용하였다. 이와 함께 공압 실린더에 의한 작용력의 불균형 문제를 차단하고 효율적인 밸런싱을 추구하기 위하여 더블 바 형태의 가이드와 다양한 형태의 sliding cover에 대한 적용 실험을 위하여

표 1. Sliding Cover의 가동 분위기 인자와 고장모드

(Unit score: ☆ 9, ○ 3, △ 1)

가동분위기 \ 고장모드	성능저하	소음	진동	마모	파단	부식
반복운동성	☆	○	○	☆	○	-
진동 충격	○	○	☆	△	☆	-
과속	☆	☆	△	△	○	-
과부하	○	△	△	△	☆	-
과열	△	-	-	△	△	○
내환경성	○	△	○	○	△	☆
절삭유 오염	△	-	-	-	-	○

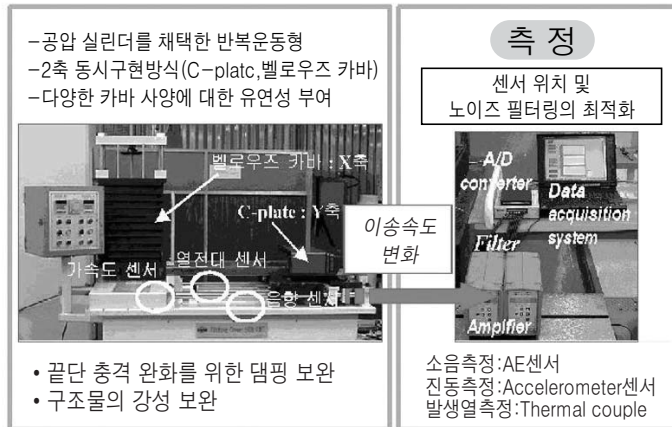
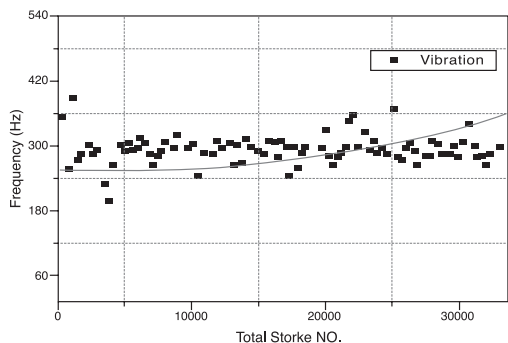
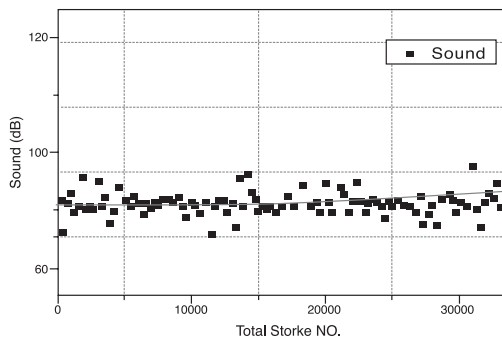


그림 6. Sliding Cover류 신뢰성 시험을 위한 Test-bed





(a) 왕복행정수의 증가에 따른 진동성분 경향



(b) 왕복행정수의 증가에 따른 소음성분 경향

그림 7. 시험시간 누적에 따른 성능인자의 분석결과

flexible guide를 구성하여 행정길이 변화가 가능하도록 되어 있다. 이 시험기는 AE 센서 혹은 Sound level tester를 사용하여 소음을 측정하고 Accelerometer를 이용하여 진동을 In-Situ 방식으로 측정하여 관련 기초정보를 확보하고, 고장(수명)을 판단할 수 있다.

그림 7은 개발된 신뢰성 시험기를 이용하여 약 1개월간의 연속운전(이송속도 : 120m/min) 시험결과로서 진동과 음향성분 모두 초기대비 10% 이상 증가하고 있는 경향을 보이고 있다. 특히 시험에 사용된 C Plate는 약 3.5개월의 작업시간에 해당하는 운전기간에 파단이 발생하였으며, 가혹 조건하에서의 하중을 견디기 위해서는 후판의 구조를 더블 자바라 링크 및 리브 구조로 개선하는 의견을 개진하여 개발 시스템에 반영시키는 것으로 개발팀과 협의하였다.

## 5. 신뢰성 평가 · 지원S/W

인터넷 기술의 발전으로 off-line에서 서비스되던 많은 정보가 on-line으로 이동하고 있으며, 이는 사용자에게 시간과 공간적인 제약을 최소화 시켜주고 있다. 따라서 본 연구팀에서는 고속 지능시스템의 효율적인 신뢰성 평가 및 지원시스템을 Web 상에서 구현하여 보다 많은 정보를 보다 많은 사용자에게 신뢰성 관련정보를 제공하는 시스템을 구축하였다.

그림 8은 개발 중인 웹기반 신뢰성 평가 및 지원시스템의 구조로서 신뢰성 정보를 제공하는 RDB(Reliability DataBase) Service, 각종 표준규격에서 제공하는 신뢰성 평가, 예측, 설계, 분석 등에 관한 신뢰성 Document, 고장시간과 고장항목을 바

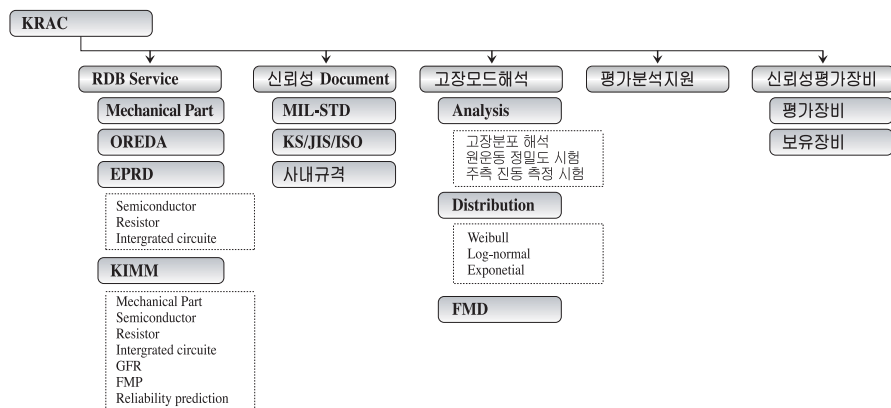


그림 8. 신뢰성 평가 및 지원시스템의 서비스 구조

탕으로 고장모드 해석기능, 웹상에서 고장률 정보를 이용하여 설계한 부품 및 시스템에 대한 신뢰도를 산출, 검토할 수 있는 평가분석 지원과 신뢰성 평가 장비의 공유에 정보 서비스 기능을 포함하고 있다.

신뢰성 데이터베이스 정보는 크게 Mechanical Part, EPRD(Electrical Part Reliability Data) 및 KIMM에서 개발한 신뢰성 시험기를 통해 얻어진 기계류 부품과 전자류 부품 신뢰성 데이터로 분류된다. 현재 구축된 정보는 Mechanical Part의 경우 453개 품목 13,188개 Item, EPRD 11,000 여종 Item으로, 구축된 시스템 하에서 Mechanical Part의 신뢰성 정보 검색을 실시한 결과화면이 그림 9이다. 또한 신뢰성 정보의 사전단계로 메이커 측에서 제공되는 GFR(General Failure Rate) 89개 항목 247개의 Item, FMP(Failure Mode Percentage) 26개 항목 106개의 Item, Reliability prediction이 14개 항목 138개의 Item 정보 등 총 30,000여종의 Database를 확보하고 있다.

신뢰성 Document 모듈은 신뢰성 평가 테스트 방법 및 환경을 기술하는 문서를 MIL-Standard Handbook, KS, JIS, ISO, 사내규격 등을 기반으로 PDF 형식으로 제공한다. MIL-Standard는 미국의 군사표준에 관한 신뢰성 문서로 prediction, analysis and engineering, testing, program management and organization, design 등 총 26개 항목 203개의 문서를 제공한다. 사내규격의 경우 표준규격을 포함한 각 사의 연구소 및 현장에서 사용되고 있는 신뢰성 평가 테스트 방법 및 환경을 기술

하는 문서를 공유하는 기능이다.

고장모드해석모듈은 신뢰성 모델을 선정하는 기준을 제공한다. 시험 제품에 대한 시간별 고장 횟수 또는 고장발생 시간을 입력받아 평가 대상제품에 가장 적합한 신뢰모델 및 분포도를 제공한다. 또한 신뢰성 데이터 중 고장부품, 고장이력 데이터와 해당고장에 대한 고장모드를 수집하여 부품의 고장률과 평균고장시간(MTBF)을 예측하고, 고장모드의 빈도분석을 한 후 그 결과를 데이터베이스화하여 FMD(Failure Mode Distribution)로 전환할 수 있는 기능이다.

신뢰성 평가분석 지원 서비스 모듈은 사용자 혹은 설계자가 구축된 신뢰성 데이터베이스를 이용하여 대상 제품의 신뢰도를 산출하는 기능을 제공하는 것으로 고장률 데이터는 현재 기계류 부품의 필드 데이터를 활용하며, 각 단품들의 구성형태에 따라 다른 신뢰도를 산출할 수 있다. 단품의 연결형태로는 직렬 연결, 병렬연결, 대기결합연결, 브리지 연결 등을 사용하고 있으며, 그림 10과 같이 블록 다이어그램 구성과 같은 방법으로 사용자가 쉽게 구조도를 구성시키고, 본 시스템에서 구축한 신뢰도 Database와 연계되어 평가대상의 신뢰도 예측, 평가할 수 있도록 준비시켜 놓고 있다.

현재 상기 지원시스템은 한국기계연구원 지능 생산 시스템 그룹 KRAC Server(URL <http://ips.kimm.re.kr/RAC>)에 탑재되어 일부 기능을 서비스 받을 수 있으며, 향후에는 콘텐츠시스템으로 발전시켜 수익 모델화하는 작업을 미국 RAC 및 국내 (주)모아소프트사와 준비 중에 있다.



그림 9. Mechanical Part 신뢰성 정보의 검색결과



그림 10. 신뢰도 평가분석 지원모듈





## 6. 결론 및 기대효과

신뢰성이란 장기간의 관점에서 측정, 평가되어야 하는 장기간의 품질(Long-Term Quality)로서 지금까지 활용되었던 성능이라는 단기간의 품질(Short-Term Quality)과는 다른 기술적 접근을 요구한다.

본 기고에서는 고속 지능시스템의 개발에 있어 개발단계에서부터 신뢰성 개념을 도입하고자 현재 개발되었던 기존모델 혹은 유사모델의 품질기능전개를 통한 신뢰성 설계개념을 도입시키고, 이를 바탕으로 설계심사(설계예측) 및 고장모드를 분석할 수 있는 Design Review 기술을 실제 시스템에 적용토록 하였다. 또한 이 단계에서 발견된 문제의 해결책으로 QFD-FMEA 연계분석을 통해 트러블 요인의 체계적인 분석평가를 실시하거나 기 확보되지 못한 부품 혹은 서브유닛에 대해서는 개발환경, 내구성 등을 테스트할 수 있는 추가적인 시험기 개발과 장기적인 신뢰성 시험을 실시하여 부품별 수명모델과 신뢰도를 예측할 수 있는 관련기술 등을 개발하는 과정 등을 기술하고 있다.

이러한 과정을 통해 얻어진 연구결과는 기계시스템에 사용되는 부품류 혹은 서브유닛의 제품설계, 개발 및 제작(양산)에 걸친 전주기적인 신뢰성 평가체계를 구축할 수 있으며, 이는 바로 기계시스템의 안전성, 품질, 신뢰성 향상과 고장률 저하요인을 사전에 차단할 수 있는 기반을 제공할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 기계시스템의 신뢰성 향상으로 인한 수출 증대와 수입대체 효과뿐만이 아니라 우주항공, 원자력, 초정밀 기계 산업 등의 고신뢰성이 요구되는 산업분야에 기술적 파급효과를 기대할 수 있다. 이는 곧 국산 공작기계의 고장 및 파손저감으로 인한 보수, 유지비용 절감으로 직결되어 국내 공작기계 제조업체의 경쟁력에 기여할 것이며, 공인기관에서의 신뢰성 보증으로 인한 공신력이 증대되어 개발제품에 대한 성능평가 기간 및 제품화(양산준비) 기간의 단축으로 이어질 수 있기를 기대하고 있다.

향후 신뢰성 평가기술은 전산업에서 필요요소가 될 것이며, 국내에서의 신뢰성 인증이 곧 국제인증이 되

기 위해서는 이번과 같은 연구사업을 통하여 국내의 신뢰성 관련기술의 수준을 향상시키고, 독자적이며 글로벌한 신뢰성 평가네트워크 시스템을 구축, 서비스할 수 있다면 국제적인 품질인증기관 혹은 국가로서 승격될 수 있을 것으로 고대하고 있다.

### 참 고 문 헌

- [1] 윤상운, "신뢰성분석," 자유아카데미, 1996.
- [2] 이치우, 이성우, "응용신뢰성공학," 구민사, 1996.
- [3] 김원경, "시스템 신뢰도공학," 교우사, 1999.
- [4] (주)모아소프트 신뢰성기술연구소, "신뢰성에 추가이드," 교우사, 2002.
- [5] 이승우, 송준엽, 박화영 외, "공작기계 핵심 Unit의 신뢰성 평가방법 및 활용에 관한 연구," 한국정밀공학회 추계학술대회, p43~46, 2001
- [6] 한국기계연구원, "고속·지능형 시스템의 신뢰성 평가기술 개발," 산업자원부, 2002.
- [7] Reliability Analysis Center, "Nonelectronic Parts Reliability Data Document," 1995.
- [8] Department of Defence, USA, "MIL-HDBK-217F N2," 1995.
- [9] Reliability Analysis Center, "Failure Mode/Mechanical Distribution Document," 1997.
- [10] H. Paul Barringer, David P. Weber, "Where is my data for making reliability improvements?," 4th International Conference of Process Plant Reliability, 1995.
- [11] H. E. Blanton, R.M. Jacobs, "A Survey of Technique for Analysis and Prediction Equipment Reliability," Trans. IRE RQC, 18, 1961.
- [12] Yiqiang, Yazhou Jia, "Failure Probabilistic Model of CNC Lathes," Reliability Engineering and System Safety, Vol 65, 1999.