



• 특집 • 뿌리산업 제조혁신 모바일 앱 개발 플랫폼 및 서비스

뿌리산업 제조현장 체계분석 및 데이터 기반 설비보전 환경구축

Equipment Maintenance Environment Based on Field-Data of Root Industry by Manufacturing-Field Analysis

김동훈^{1,2,#}, 송준엽¹

Dong-Hong Kim^{1,2,#} and Jun-Yeob Song¹

¹ 한국기계연구원 초정밀시스템연구실 (Department of Ultra Precision Machines and Systems, Korea Institute of Machinery and Materials)

² 과학기술연합대학원대학교 나노메카트로닉스전공 (Department of Nano-Mechatronics, University of Science and Technology)

Corresponding Author | Email: kdh680@kimm.re.kr, TEL: +82-42-868-7148, FAX: +82-42-868-7150

KEYWORDS: Root industry (뿌리산업), Equipment maintenance (설비보전), Feedback process (피드백 공정), Aging test (마모도 시험), Environment implementation (환경구축)

This paper describes the efficient equipment maintenance that can offer the exact time for repair and change of component in root industry. A conventional method offered the fixed time for repair and change of component because the method is based on early guarantee specification of the component. However the operating condition of manufacturing field is often under worse condition than early guarantee condition for high productivity. So, most components can't use until early guarantee time due to the operation of various different condition. Therefore we suggest the useful method for efficient equipment-maintenance by manufacturing-field analysis and feedback database. For this, the classification of root industry and related equipment is performed and then the detail classification of the process and component for equipment maintenance. And the monitoring module is also designed to gather data for feedback process and the environment is basically implemented for aging and reliability test.

Manuscript Received: October 14, 2016 | Accepted: November 28, 2016

1. 서론

본 연구에서는 궁극적으로 뿌리산업의 공정에서 현재 활용하고 있는 분야별 장비를 분류 및 세분화 하여 이에 대한 체계적인 장비분석을 수행하며,¹⁻³ 분석되어진 장비 부품의 설비보전 단계와 유지보수 단계를 구분하여 신뢰성테스트를 진행하고자 한다. 테스트 수행으로 얻어진 데이터는 추후 기반공정 작업시 발생할 수 있는 문제점에 대한 사전예측 프로그램의 데이터 베이스로 활용할 계획이다.^{4,7} 이를 위하여 본 논문에서는 선형연구의 일환으로 뿌리산업장비 설비보전 체계분석과 피드백 모듈 설계 등 기반환경 구축에 대한 기반 연구에 대해서 언급하고자 한다.

2. 뿌리산업장비 체계분석

우선 뿌리산업의 공정에서 현재 활용하고 있는 분야별 장비를 분류 및 세분화 하여 이에 대한 체계적인 장비분석을 수행하며, 분석되어진 장비 부품의 설비보전 단계와 유지보수 단계를 구분하여 신뢰성테스트를 진행하고자 한다. 테스트 수행으로 얻어진 데이터는 추후 기반공정 작업시 발생할 수 있는 문제점에 대한 사전예측 프로그램의 데이터 베이스로 활용할 계획이다.

Fig. 1은 뿌리산업을 구성하는 제품의 형상제조공정과 소재에 특수기능 부여공정 등을 포괄적으로 포함하게 되는 금속가공기술을 중심으로 세부 기술분야별 핵심공정을 나타낸 것으로, Fig. 2와 같이 첨단기술에 해당하는 열처리공정, 플라스틱 금형기술에

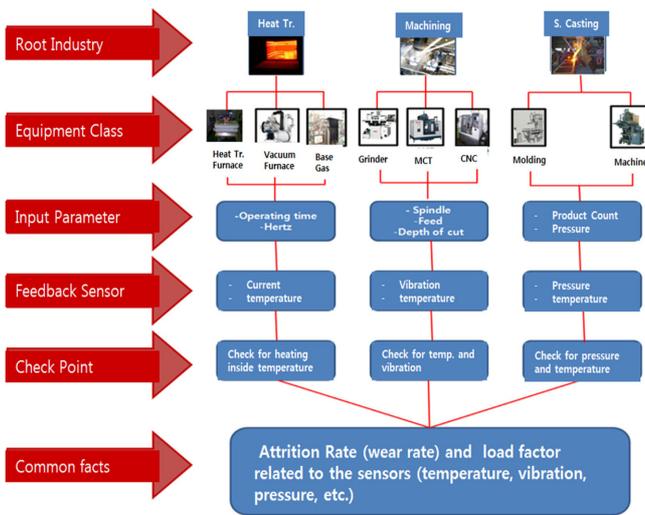


Fig. 1 Classification of root industry contents

(1) Heat treatment	(2) Sand casting	(3) Metal machining
Maintenance	Maintenance	Maintenance
-	Carrier pin, Busch, Strip bar, Posting ring	P/X chain, Ball screw, Limit, Clamping, Sensor
Replacement of components	Replacement of components	Replacement of components
Thermo couple, Nozzle, Overhaul	Bearing, Cylinder packing, Busch, Head packing	Principal-axis bearing, Sub-bearing, Timing belt

Fig. 2 Component classification of equipment maintenance

해당하는 사출금형공정 및 공정을 위해 필요한 부품과 장비에 대한 작업을 수행하는 금속가공공정에 대하여 세분화 분석 및 DB화를 수행하고자 하였다.

3. 유지보수 및 설비보전용 부품 분류

먼저, 대표적 3가지 공정에 대해서 시범적으로 유지보수할 부품과 교체할 설비보전용 부품으로 몇가지 예시를 도출해 보았다. Fig. 2의 첫번째 이미지는 열처리산업 중 전기로에서 열처리작업 진행시 발생할 수 있는 부품 분류 항목이며, 두번째는 사출산업 중 조형기에서 제품 사출작업 진행시 발생할 수 있는 부품 분류 항목이며 3번째는 금속가공에 대한 항목이다. 이와 함께 열처리, 사출금형 및 금속가공 등 뿌리산업 핵심공정에 대하여 현재 산업별 사용되어지고 있는 장비에 대한 장비분류 적용으로 유지보수와 설비보전 부품을 세분화 진행하였다.

Fig. 3(a)는 열처리산업 중 전기로에서 열처리작업 진행시 발생할 수 있는 부품 세분화 항목이며, Fig. 3(b)는 사출산업 중 조형기에서 제품 사출작업 진행시 발생할 수 있는 부품 세분화 항목이다. Fig. 3(c)는 금속가공산업 중 일반적으로 가장 많이 사용하고 있는 범용선반에 대한 부품 세분화 항목이며, Fig. 3(d)는

Parts (Compo.)	Maintenance	Replace(Change)	Parts (Compo.)	Maintenance	Replace(Change)
Thermo couple	O	O	Pin busch	-	O
Nozzle	O	O	Strip bar	O	O
Overhaul	-	O	Bearing	-	O
			Squeeze packing	-	O
			Piston Ring	-	O
			Oilless busch	-	O
			Multi-head pcking	-	O

(a)

(b)

Parts (Compo.)	Maintenance	Replace(Change)	Parts (Compo.)	Maintenance	Replace(Change)
Spindle bearing	-	O	Main-axis Bearing	-	O
Nut (Left/Right)	-	O	Sub Bearing	-	O
Nut (Back/For.)	-	O	Timing Belt	-	O
Hub Nut	-	O	Chain	O	O
Start Switch	-	O	Oil Sensor	-	O
Break Pad	-	O	X/Y Screw	O	O
			Axis Limit	-	O
			Proximity Sensor	-	O

(c)

(d)

Fig. 3 Detail classification (Heat/Casting/Lathe/MCT)

금속가공산업 중 범용밀링을 자동으로 제어하게 되는 머시닝센터(MCT)에서 가공작업 진행시 부품에 대한 유지보수 및 설비보전이 발생할 수 있는 세분화 항목을 나타낸 것이다. 이는 일반적인 중소기업 이하의 영세기업을 중심으로 작성되었으며, 추후 뿌리산업기업의 생산품목 및 사용장비에 따라 새로운 세분화가 이뤄져야 할 것이다.

4. 금속절삭가공에서의 설비보전 시범적용 장비구축 및 모니터링 모듈 설계

뿌리산업을 구성하는 제품의 형상제조공정과 소재에 특수기능 부여 공정 등을 포괄적으로 포함하게 되는 금속가공산업 장비 중 현재 영세 임가공업체에서 일반적으로 많이 사용하고 있는 장비로 범용선반 모델을 채택하여 유지보수 및 설비보전 부품으로 세분화하였다. Fig. 4는 금속가공산업 적용장비인 범용선반 세분화 부품에 대하여 데이터 베이스화를 목적으로 특성을 분석하는 내용으로 초기 부품기준값을 3차원 측정기를 통하여 측정된 값을 나타낸다. 측정을 통해 교체되어진 부품의 활용기간 및 부하변화별 마모도 백레쉬를 체크한 것으로, 세분화 부품별 사용주기 및 교체주기까지는 지속적인 측정과 체크를 통한 데이터베이스화가 이루어진다. 이는 추후 조건별 부하율에 따른 부품의 동특성 마모도 및 신뢰성 데이터의 사용조건으로 적용하고자 한다.

Fig. 5는 각 산업 및 장비별 부품에 대한 초기 측정을 통한 데이터베이스에 주기적 사용으로 인해 발생하게 되어지는 마모율

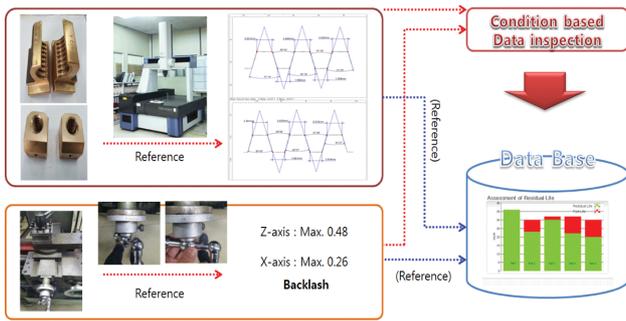
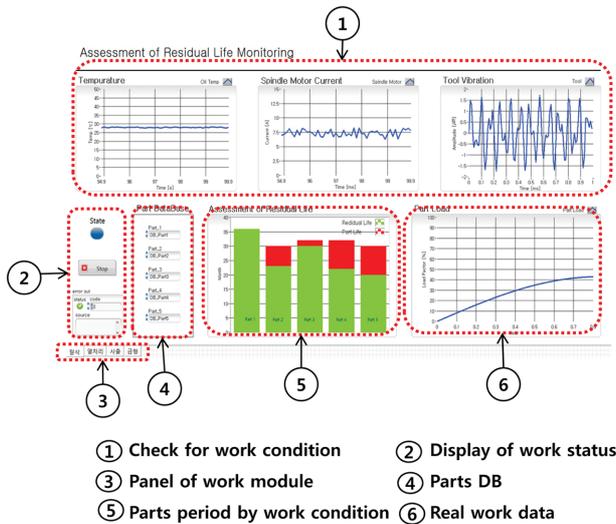


Fig. 4 Prototype machine and unit classification



- ① Check for work condition
- ② Display of work status
- ③ Panel of work module
- ④ Parts DB
- ⑤ Parts period by work condition
- ⑥ Real work data

Fig. 5 Design of feedback monitoring program

Root Industry	Input parameter	Sensors	Sensor Spec.	Check point
Heat treat.	-Operating time -Hertz	Temperature, Current	Name : Current Sensor Maker : F100CE Model : J4005 W : 100,000 Range : 0.5A~400A Accuracy : ±0.03A	Check for heating inside temperature
Sand casting	-Product Count -Pressure	Temperature, Pressure	Name : Infrared Temp. S. Maker : OMEGA Model : ST-150-2 W : 1,000,000	Check for pressure and temperature
M. Machining	-Spindle Feed -Depth of cut	Temperature, Vibration	Name : Pressure sensor Maker : OMEGA Model : PX137.3 W : 100,000 Range : 50 psi Accuracy : ±0.5% Name : Vibration sensor Maker : MM Goodell Model : K378-10 W : 100,000 Range : 500 g Accuracy : 1000 µg/100g Name : Thermo Couple Maker : OMEGA Model : ST-090-K1 W : 40,000 Range : 480°C Accuracy : ±0.1°C	Check for temperature and vibration

Fig. 6 Definition of sensing unit for data gathering

과 부하율 측정값을 피드백 데이터로 적용하여 부품별 데이터를 비교하여 실시간으로 유지보수 및 설비보전 시기를 모니터링하는 프로그램이다. ①은 초기 특성 데이터를 기준으로 실 작업시 발생하게 되는 부하량(조건변화)을 나타내며, 이때 부하량(조건 변화)은 데이터베이스 공간에 실시간으로 저장되어진다. ②는 현재의 작업상태표시를 나타내는 부분이고, ③은 세분화 공정별 패널을 선택할 수 있게 해놓은 부분이다. ④는 부품에 대한 데이터베이스 값을 불러들여 실시간 작업시 변화되는 조건을 비교하게 되고, ⑤는 비교된 데이터를 기반으로 부품별 유지보수 및 설

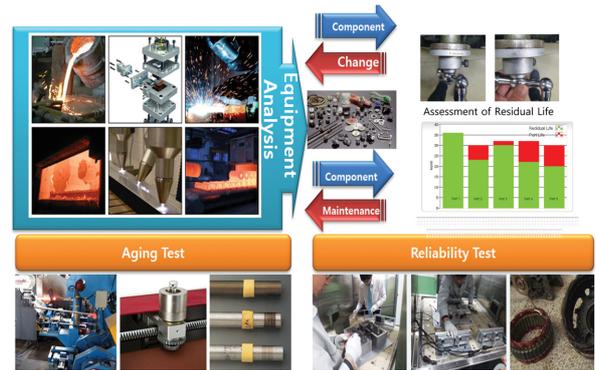


Fig. 7 Environment implementation of equipment maintenance

비보전 시기를 표시해주게 된다. ⑥은 실제 작업시간(량)을 실시간으로 나타내면서 이 또한 데이터베이스화 하게 된다.

세분화 부품에 대한 초기 특성 데이터를 기반으로 조건별 작업을 진행하면서 발생하게 되어지는 부하율 측정을 위한 센서부 유닛을 Fig. 6처럼 선정 도출하여 마모도 테스트와 신뢰도 테스트 환경을 Fig. 7처럼 구성하였다.

5. 결론

본 연구에서는 칩탄기술에 해당하는 열처리공정, 플라스틱 금형기술에 해당하는 사출금형공정 및 뿌리산업을 구성하는 제품의 형상제조공정과 소재에 특수기능 부여공정 등을 포괄적으로 포함하게 되는 금속가공기술을 중심으로 세부 기술분야별 핵심 공정을 분석하였으며, 공정을 위해 필요한 부품과 장비에 대한 작업을 수행하는 금속가공공정에 대하여 세분화 분석 및 DB화를 수행하였다. 제조 데이터 피드백 기반의 유연성 있는 설비보전 환경구축을 위하여 우선적으로 금속가공산업의 적용장비인 범용선반을 대상으로 세분화 부품에 대한 특성분석 자료를 데이터 베이스화 하였으며 관련하여 기반 환경구축을 하였다. 향후에는 조건별 부하율에 따른 부품의 동특성 마모도 및 신뢰성 테스트를 시험할 것이며 본 연구 결과를 시험 데이터의 초기 조건 및 레퍼런스로 활용 예정이다.

ACKNOWLEDGEMENT

이 논문은 정부재원(산업부 산업핵심기술개발사업비)으로 한국산업기술평가원의 지원을 받아 연구되었음(10052927).

REFERENCES

1. Kim, D.-H. and Song, J.-Y., "Ubiquitous-Based Mobile Control and Monitoring of CNC Machines for Development of U-Machine," Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 20, No. 4, pp. 455-466, 2006.

2. Kim, D.-H. and Song, J.-Y., "Knowledge-Evolutionary Intelligent Machine-Tool - Part 1: Design of Dialogue Agent based on Standard Platform," *Journal of Mechanical Science and Technology*, Vol. 20, No. 11, pp. 1863-1872, 2006.
3. Cheah, R. S.-S., Lee, B.-S., and Lim, R. L., "Design and Implementation of an MMS Environment on ISODE," *Computer Communications*, Vol. 20, No. 15, pp. 1354-1364, 1997.
4. Kim, D.-H., Kim, S. H., and Koh, K. S., "CNC-Implemented Fault Diagnosis and Web-based Remote Services," *Journal of Mechanical Science and Technology*, Vol. 19, No. 5, pp. 1095-1106, 2005.
5. Wright, P. K., "Principles of Open-Architecture Manufacturing," *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 14, No. 3, pp. 187-202, 1995.
6. Yellowley, I. and Pottier, P., "The Integration of Process and Geometry within an Open Architecture Machine Tool Controller," *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 34, No. 2, pp. 277-293, 1998.
7. Budak, E. and Altintas, Y., "Analytical Prediction of Chatter Stability in Milling - Part1: General Formulation," *Journal of Dynamic System, Measurement and Control*, Vol. 120, No. 1, pp. 22-30, 2002.