

건조로에서 RF센서에 의한 온도제어 신발공정 시스템개발

권 장우*, 노 기현**, 송 재용***, 김 천식**, 길 경석***

*동명정보대학교 컴퓨터공학과, **한독전산(주), ***한국해양대학교 전기전자공학부

Development of Temperature Control System with RF sensor for Shoes Dry Process

Jang-Woo Kwon*, Ki-Hun Lho**, Jae-Yong Song***, Chun-Sik Kim**, Gyung-Suk Kil,***

*Dept. of Computer Eng., Tongmyong Univ. of Info. & Tech., **Handok Inc.,

***Division of Electrical and Electronics Engineering, Korea Maritime University

E-mail : jwkwond@tit.ac.kr

요 약

본 연구는 신발 소재 접착 과정에서 접착면에 가해지는 열의 비율을 측정하기 위한 온도 측정 장치와 이를 응용한 건조로에서 RF 센서에 의한 온도제어 신발공정 시스템 개발을 목적으로 하고 있다. 개발된 시스템은 신발 생산중 건조 공정의 과학적, 체계적 관리로 품질향상을 물론 불량률을 극소화하기 위한 데이터를 제시하였다.

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop temperature measurement system with RF sensors on shoes dry process. The experimental results showed that the developed system successfully could be applied on real dry process to reduce defective shoes caused from insufficient dry with scientific data management.

키워드

RF 센서, 신발, 건조, 온도

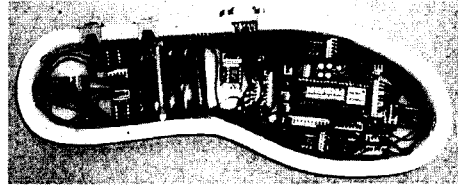
1. 서 론

현재 신발제조 공정관리 시스템은 유럽국가에서 조립공정 자동화 기술이 상용화 되어 있다. 일례로 영국의 USM사는 Rink System을 개발하여 다품종 소량 생산에 대응하며 적은 인원으로 높은 생산성을 확보하고 있으며, 프랑스는 ACTIS라인을 개발하여 조립 완전 자동화를 목표로 하고 있는 수준에 있다. 이태리나 일본의 경우 효율적인 자동화와 관리를 접목시켜 유연하면서도 생산성이 높은 제조라인을 개발하여 운영 중에 있지만 선진국에서 개발된 이러한 유연 생산 시스템은 제화의 제조를 기준으로 개발 되었으며 조립라인을 중심으로 개발되어 부품생산 및 전공정의 유연화와는 연계되어 있지 않은 시스템으로 운동화 분야에는 적용이 어렵고 효율적인 측면에서 효율성이 떨어지는 단점이 있다. 국내의 경우 신발 제조 설비 업체는 20여

개 정도로 대부분 영세하고 고부가 설비 개발에 매우 취약하여 세계 최고의 신발 생산 기술을 가지고 있는 우리나라가 고가의 제조 설비의 경우 오히려 수입하고 있는 실정으로 효율적 신발공정관리 시스템 개발을 통해 신발 제조 설비 산업의 도약이 절실이 요구되고 있다 신발 제조공정상 소재를 접합시키는 작업은 신발의 내구성을 결정짓는 중요한 공정이다. 일반적으로 소재를 접합시킬 때에는 일정량의 열을 직접 소재에 가하여 접착제가 소재에 균일하게 도포 되도록 하며, 접착제 도포 후 접착력이 강해지도록 재건조함으로써 소재와 소재가 균일하게 접합되도록 하고 있다. 소재에 접착제를 도포하기 전 소재의 표면에 일정 비율의 열을 가함으로써 접착제가 소재에 보다 쉽게 도포될 수 있도록 소재의 적정한 온도를 유지시키는 것은 신발 제조 공정상 매우 중요하며, 제품의 품질향상 및 불량률 저하에 미치는 영향은 대단히 크다.

따라서 본 기술개발에서는 신발 소재 접착 과정에서 접착면에 가해지는 열의 비율을 측정하기 위한 온도 측정 장치를 개발하고, 이를 응용한 건조로에서 RF 센서에 의한 온도제어 신발공정 시스템 개발을 목적으로 연구를 수행하였다.

내장 배터리 충전용 충전단자가 있다.



(a) 내부 사진



(b) 외부 사진

그림 2 온도측정모듈의 사진

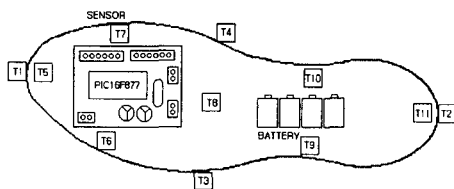
II. 본 론

1. 신발공정 건조로용 온도 측정 장치의 개발

작업 중인 컨베이어에서 건조로를 통과함과 동시에 건조로내의 온도를 측정하기 위하여 신발 밑창과 같은 형상으로 두가지 형태의 온도측정모듈을 구성하였다. 두 가지의 온도측정 모듈은 온도 측정 후 온도확인이 가능한 유선모드와 고주파(RF, Radio Frequency) 무선통신 방식을 이용하여 온도 측정과 동시에 측정값 확인이 가능하도록 한 무선 모드 형태이다.

1.1 유선용 온도측정 장치

이동하는 컨베이어 위에서 건조로의 온도를 측정하기 위하여 그림 1과 같이 신발 밑창 모양으로 온도 측정모듈을 설계하였다. 건조로내의 온도 측정에는 앞절에서 소개한 델러스사의 IC화 온도센서 DS1620을 사용하였으며, 온도센서의 구동 및 측정값 저장 등의 프로세서 처리에는 원칩 마이크로 프로세서인 PIC16F877를 사용하였다. 신발모양의 온도측정 모듈은 11개의 온도센서를 설치하였는데 측면에 4개, 윗면에 7개의 센서를 배치하고, CPU 및 배터리를 내장하였다.



T1 - T11 : DS1620, T1, T2, T3, T4 : 측면에 설치된 센서, T5 - T11 : 윗면에 설치된 센서

그림 1 유선용 온도 측정 장치

CPU는 메인칩인 PIC16F877과 주변회로로 구성되는데 주변회로는 온도센서 11개와 시간정보를 제공하는 리얼타임클럭(RTC DS1302), 온도측정값 저장을 위한 32k EEPROM(24LC256), 통신을 위한 RS-232로 구성하였다.

그림 2에는 온도측정모듈의 사진을 나타내었다. 그림 1의 구성도와 동일하게 온도측정회로를 구성하였으며, 온도가 높은 건조로를 통과해야하므로 그림 2의 (b)와 같이 온도 측정 센서부를 제외하고는 밀폐된 구조가 되도록 하였다.

외부 구조상으로는 전원스위치인 적색스위치, 측정모드의 녹색 스위치와 통신 케이블 연결단자,

전원 공급 후 녹색의 측정 스위치를 누르면 스위치 아래에 LED가 점등되면서 측정이 시작되고, 다시 녹색 스위치를 누르면 LED가 꺼지면서 측정이 종료된다. 컨베이어를 따라 진행하면서 건조로내의 온도를 측정하고, 순차적으로 내부에 내장된 EEPROM에 저장되게 된다. 이때 순차적 시각 정보는 내장된 리얼타임 클럭에 의해 제공되므로 측정 후 데이터를 다운로드 및 저장하더라도 정확한 측정 시각을 알 수 있다. 온도 측정이 종료되면 그림 3의 형태로 짜여진 모니터링 프로그램에서 온도 측정값을 불러내어 확인하고 저장할 수 있다. 측정이 종료된 온도 측정 모듈에 RS-232 통신용 시리얼 케이블을 접속하면 자동적으로 데이터 송신 모드로 전환되고, 모니터링 프로그램 통해 측정 데이터를 다운로드하여 확인하고, 저장은 텍스트 파일로 저장되어진다. 전체적인 온도 측정은 그림 4의 순서도에 따라 순차적으로 진행된다.

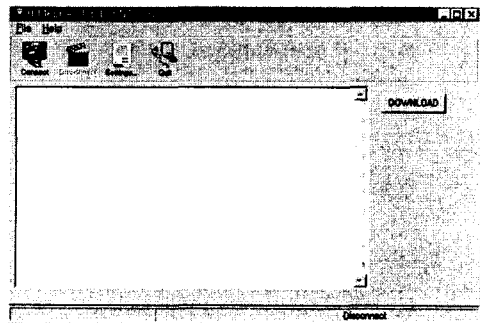


그림 3 유선용 모니터링 프로그램

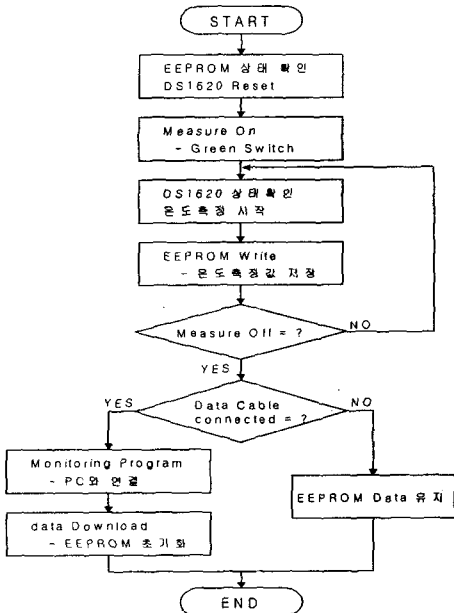


그림 4 온도 측정 순서도 1

1.2 무선용 온도측정 장치

소재에 도포된 접착제를 최대의 접착효과를 낼 수 있도록 최적의 조건에서 가열건조해야 하는데 유선의 경우에는 건조로내의 온도 변화 또는 일시적인 온도 측정에만 그치는 문제점을 가지고 있다. 따라서 실제 건조로의 상태를 실시간으로 측정 관리하기 위해서는 실시간으로 온도를 측정하여 파악하고, 온도변화에 대처할 필요가 있다. 실시간 측정을 위해서는 RF 무선통신 모듈을 적용한 무선용 온도측정 장치 개발이 필요하다.

RE무선통신 모듈을 적용하는 경우에는 온도 측정 값을 저장하기 위한 EEPROM 및 시각정보를 표시하는 이얼타임 클럭의 사용이 불필요하게 된다. 그러므로 RF 통신을 적용한 온도 측정 모듈은 그림 5와 같이 CPU 및 무선통신 모듈, 온도센서만으로 회로를 구성할 수 있다. 유선용 온도 측정 장치와 마찬가지로 CPU로는 PIC16F877를 사용하고, RF통신 모듈을 내장해야 하는 이유로 온도센서는 9개만을 사용하였다.

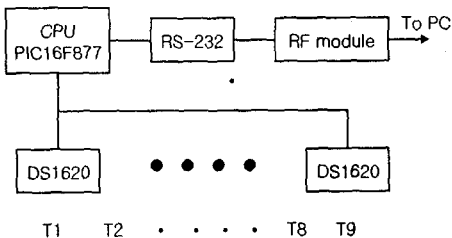


그림 5 마이크로프로세서 구성도

무선용 온도 측정 장치에 사용한 RF통신 모듈은 RS-232 타입으로 제작된 이나티움사의 Promi SD102 모델을 사용하였다. RF통신 모듈은 그림 6과 같이 기존의 RS-232 타입으로 제작되어 별도의 부가장치 없이 RF통신 방식을 이용할 수 있다. 특히 통신 주파수가 2.4 GHz 대역을 사용하기 때문에 RF통신을 이용하는 다른 장치와의 간섭 문제가 없으며, 기존의 RS-232 통신을 사용하는 장치에 별도의 공사 없이 사용이 가능하다.

또한 무선 통신의 가장 큰 장점으로 케이블 설치에 따른 추가적인 비용 발생이 없고, 케이블 설치가 힘든 장소에서도 사용할 수 있다. 만약 통신간의 문제가 발생하더라도 보수 및 유지관리가 용이하다. 기존에 케이블을 접속하여 사용하던 방식에서는 통신거리가 약 100 m 정도이지만 무선모듈을 사용하는 경우에는 기본 안테나 사용시 30 m 정도이고, 안테나를 교체하면 최장 1.2 km 까지 실시간 통신이 가능하다.



그림 6 RF통신 모듈(Promi SD102)의 사진

무선용 온도측정모듈에 적용함에 있어서도 기존에 사용하던 유선용에서 온도측정 후 EEPROM에 저장하고, 측정이 종료된 이후에 케이블을 접속하여 모니터링 하던 것을 별다른 통신 프로토콜 변화 없이 실시간으로 측정값을 전송하고 확인 할 수 있도록 하였다. 무선용 온도측정 장치는 그림 7과 같이 기존의 유선용에서 단순히 온도센서 두 개를 제거하고 외부케이스를 제거한 기판타입의 통신 모듈을 내장함으로써 건조로내의 온도변화를 실시간으로 측정 할 수 있도록 하였다. 만일 온도센서를 2개 줄인 상태에서 사용한다면 온도측정 장치 및 모니터링 프로그램의 변경만으로 하나의 온도측정 장치로 유선 및 무선 겸용으로 사용하는 것도 가능하다.



그림 7 무선용 온도측정장치의 사진

무선용 온도측정 장치를 사용하게 되면 컨베이어

어를 따라 이동하면서 작업장내의 온도는 물론 건조로내의 온도 측정도 가능하며, 온도측정 장치와 제어 컴퓨터간의 거리가 멀더라도 실시간 측정 및 모니터링이 가능하다. 그러므로 건조로내의 온도를 원격지에서 제어할 수 있는 경우에는 건조로내의 온도를 측정함과 동시에 제어가 가능하므로 소재에 도포된 접착제를 최적의 접착력을 발휘할 수 있도록 가열 건조하는 것이 가능하다. 이것은 신발 품질관리에 있어서도 품질향상에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 온도측정에는 그림 8에 나타난 순서도에 의해 순차적으로 진행된다. 전체적인 회로 구성에 있어서 유선용 및 무선용 모두 CPU를 비롯한 주변회로는 거의 같으며, EEPROM 및 리얼타임 클럭은 통신 모드에 따라 조금씩 다르게 된다.

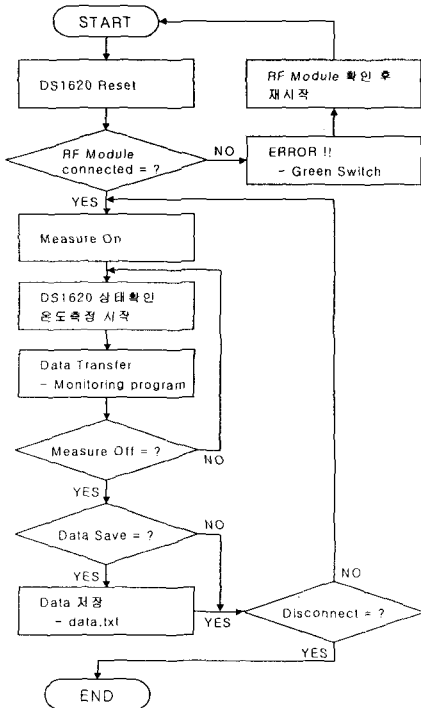


그림 8 온도측정 순서도 II

2. 온도 분포 분석용 S/W 의 개발

그림 9는 개발된 시스템의 구성도를 나타낸 것으로 센서 부착형 패렛, RS232 프로토콜을 이용한 DATA수집 소프트웨어, DATA 분석용 소프트웨어를 내장한 단말기, 분석용 DATA와 통계 자료를 저장하는 DB SYSTEM, 출력용 장치인 프린터 등으로 구성되어 있다.

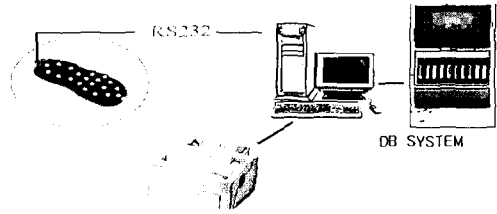


그림 9 FPCS 시스템 구성도

개발된 시스템은 윈도우 프로그램의 표준을 따르고 있으며, 화면과 마우스를 통한 프로그램의 제어 역시 마찬가지이다. 소프트웨어의 구성은 사용자 측면에서 관리자와 일반 유저 사용 폼으로 구성되어 있으며, 기초 정보를 수집하기 위한 기초정보관리, 기초정보를 기반으로 분석처리부로 구분되어 있다.

2.1 FPCS 화면 구성

그림 4-3은 기본 화면을 나타낸 것으로 분석을 위한 조건입력 영역, 과 분석 DATA 그래프 표시를 위한 VIEW영역으로 이분화 되어 있다.

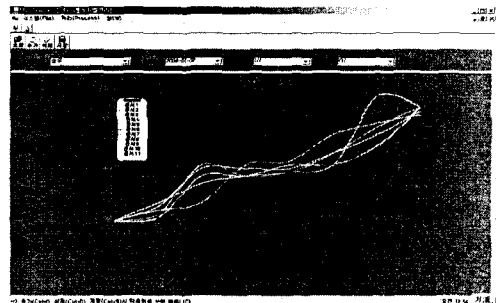


그림 10 FPCS 화면

1) FPCS 분석 처리 구성

FPSC 프로그램은 크게 기초DATE 처리 부분과 분석 부분으로 구성되어 있다. 기초 DATA 처리 부분은 사용자 로그인 부분, 코드관리 부분, 파일 통신부분, DATA DB 컨트롤 부분으로 구성되어 있으며, 분석 부분은 개별 분석 부분, 통합 분석 부분으로 구성되어 있다. 파일 통신부분은 센서 부착형 패렛에서 RS232프로토콜을 사용해 전송된 DATA를 실시간으로 화면에 표시 하는 방법과 이미 생성된 DATA를 로드 하여 화면에 표시 하는 방법 2가지 방법을 사용한다. DATA DB 컨트롤 부분은 DB SYSTEM 컨트롤 부분과 VIEW 컨트롤 부분으로 구성되어있다. 분석부분은 개별 분석 부분과 통합 분석 부분으로 구성되어있다. 그림 11은 프로세스 처리 구성도 이다.

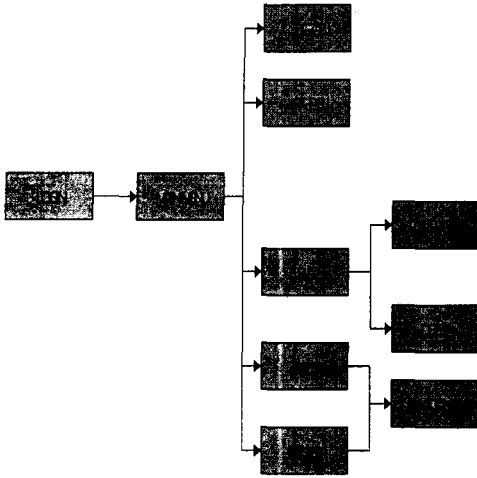


그림 11 프로세스 구성도

2.2 FPCS DATA 분석 처리 부분

DATA 분석 처리 부분에서는 기초 DATA 처리 부분에서 생성된 DATA를 기반으로 개별, 통합 분석 처리하여 소재에 따른 가장 적절한 온도 수치를 측정하고 공정관리 시스템에 대한 온도 측정치를 전송하는 부분이다.

1) 통합 분석 부분

통합 분석 부분에서는 기초 DATA에서 생성된 정보를 기반으로 소재별 분석치를 계산하여 최적의 수치를 계산 처리하는 부분이다.

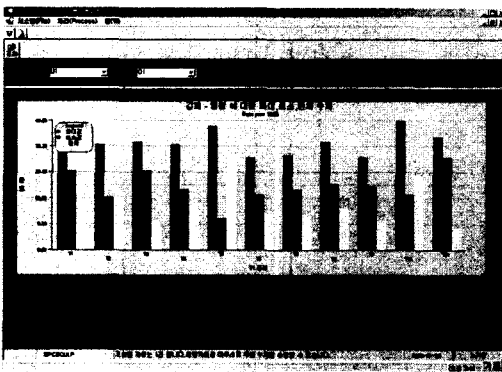


그림 12 통합 분석 부분

2) 개별 분석 부분

개별 분석 부분에서는 기초 DATA에서 생성된 정보와 통합분석에서 측정된 적정치를 사용하여 실시간으로 진행 중인 작업에 대한 온도 측정치를 그래프로 표시하여 모니터링 하는 부분과 적정치를 이용한 작업 스케줄링 부분으로 구분 되어 있다.

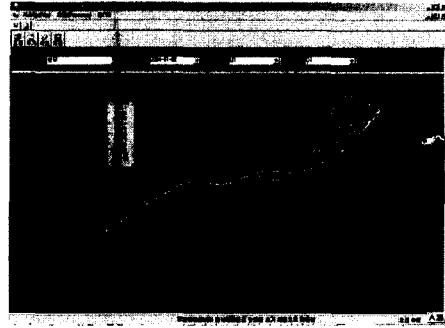


그림 13 개별분석 모니터링 부분

그림13은 현재 진행 중인 작업에 대해 센서 부착형 패킷에서 RS232프로토콜을 사용해 전송된 DATA를 실시간으로 그래프를 표시하는 화면이다. 각 11개의 센서에서 추출된 DATA를 전송받아 화면에 표시함으로써 현재 작업 진행 정도를 관측할 수 있다. 최종 결과 DATA는 DB로 전송한다.

3. 실험

실험은 제작된 데이터 취득장치를 이용하여 건조로 상에서 건조조건을 검출하기 위하여 수행되었다. 데이터 취득은 제작된 유선 장치를 이용하여 1차적으로는 유선데이터 취득장치를 제작된 건조로의 컨베이어에 위치시키고 실제 생산 공정과 마찬가지로 조건에서 실험을 수행하였으며 2차적으로는 동일한 환경에서 무선데이터 취득 장치를 이용하여 실험을 수행하였다.

1) 유선 데이터 취득장치를 이용한 실험 결과 데이터에서 행은 건조로상에서 일정시간 간격으로 샘플링된 순서를 나타내며 열의 T1~T11은 데이터 취득장치내에 부착된 온도센서 각각을 나타낸다. 시간에 따른 온도의 변화를 데이터 취득장치에 부착된 부분별 온도센서를 통하여 알 수 있고 건조로 내부에서의 건조열 분포에 대한 데이터를 얻을 수 있다. 그림 14는 실험 데이터중 삼우 1차 C/V2 모델에 대한 온도 평균 분포도를 그림 15는 시간별 온도 변화를 나타내고 있다.

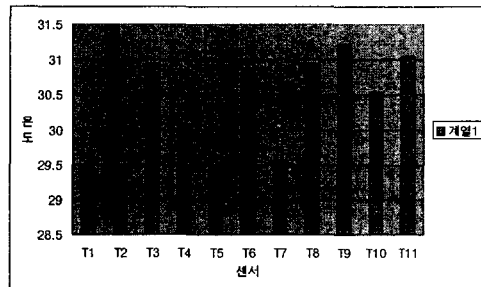


그림 14 삼우 1차 C/V2의 온도 평균 분포도

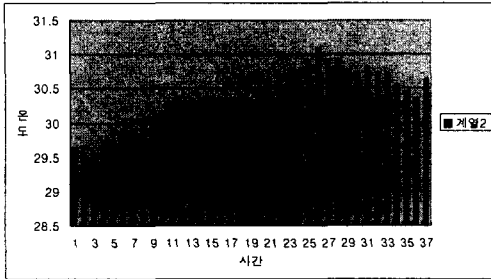


그림 15 삼우 1차 C/V2 의 시간별 온도변화

2) 무선 데이터 취득장치를 이용한 실험 결과 데이터에서 행은 건조로상에서 일정시간 간격으로 샘플링된 순서를 나타내며 열의T1~T11은 데이터 취득장치내에 부착된 온도센서 각각을 나타낸다. 시간에 따른 온도의 변화를 데이터 취득장치에 부착된 부분별 온도센서를 통하여 알 수 있고 건조로 내부에서의 건조열 분포에 대한 데이터를 얻을 수 있다. 그림 16은 실험 데이터중 삼우 2차 C/V2 모델에 대한 온도 평균 분포도를 그림 17은 시간별 온도 변화를 나타내고 있다.

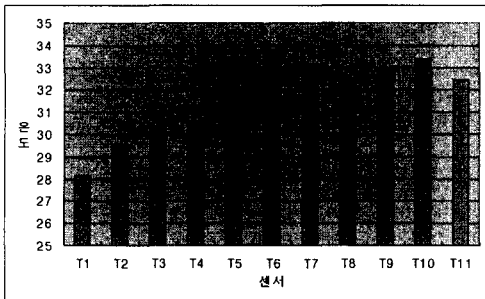


그림 16 삼우 2차 C/V2 의 온도 평균 분포도

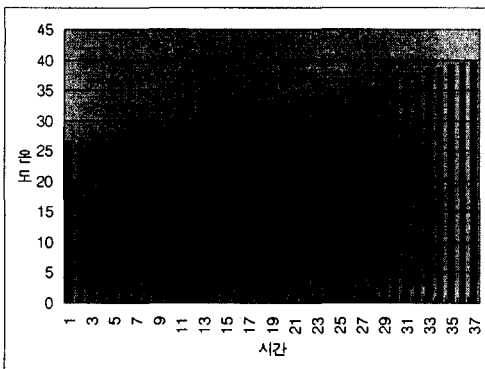


그림 17 삼우 2차 C/V2 의 시간별 온도변화

III. 결 론

우리 나라의 신발 산업은 1970년대의 성장기를 거쳐 1980년대에는 수출 주도형 산업으로 최절정기를 구사하였으나 1990년대에 들어 신발 생산라인의 해외 이전에 의해 생산량이 급감하였는데 실제로 1990년 661개 신발 생산라인이 1995년도에 227개로 감소되었으며 현재도 생산 기지의 해외 이동은 계속되고 있다. 특히 제조의 자동화 및 공정 기술 향상으로 인한 원가 절감 및 품질 향상은 가격 경쟁력 상실의 주요 원인인 고 인건비를 상쇄시켜 제조라인의 해외 이전을 방지 또는 역 이전시킬 수 있는 대책으로서 앞으로 우리나라 신발 산업의 흥망의 관건이 되는 중요한 부분이다. 특히 첨단기술 개발을 통한 인건비 절감과 품질 향상을 통한 생산성 증가는 절대적으로 필요하다. 이러한 시대적 환경에서 개발된 효율적 신발공정관리 시스템 은 고 인건비를 상쇄할 수 있는 경쟁력 있는 자동화 기술의 확보를 가능케 하여 국내의 신발 산업이 국제 경쟁력을 다시 갖출 수 있는 발판을 마련할 수 있다. 국내 신발 제조 설비 산업은 규모, 인적구조, 기술수준 등에서 매우 취약하여 선진국의 설비를 모방하는 형태가 많았으나 제안한 신발공정관리 시스템 개발의 개발로 선진국과 경쟁할 수 있는 기술 수준의 향상이 가능하며 신발 제조 설비 산업 분야의 매출 및 수출의 증대가 예상된다. 즉, 개발된 시스템은 신발 생산중 건조 공정의 과학적, 체계적 관리로 품질향상을 물론 불량률을 극소화하기 위한 데이터를 제시하였다. 제작된 센서 부착형 패렛트는 효율적 건조 조건에 대한 객관적 데이터를 취득하도록 하여 건조로에서의 온도제어 신발공정 시스템의 효율성을 기할 수 있으며 무선으로 데이터를 취득하는 분야에서도 활용가능하다.

참고문헌

- [1] 최규정, 권희자 "보행용 전문 신발과 일반 운동화의 운동역학적 비교 분석" 한국운동역학회지, Vol.13, No.2, pp161-172, 2002
- [2] 박대회, 문덕환, 이채연 "신발제조업체에서 사용되는 점착제에 관한 연구"한국산업위생학회지, Vol.1, No.2, pp 200-213,1991
- [3] 방세운 등, "광센서를 이용한 레이저용접공정 모니터링", '96년도 한국정밀공학회 추계학술대회논문집, pp.474-478, 1996. 11