

# 안정적인 소각재 재활용을 위한 데이터 모니터링 시스템 설계 및 구축

김귀정<sup>1\*</sup>, 한정수<sup>2</sup>

## Design and Construction of Data Monitoring System for Stable Cinder Reuse

Gui-Jung Kim<sup>1\*</sup> and Jung-Soo Han<sup>2</sup>

**요약** 본 연구는 국내에서 발생하는 소각재를 재활용하여 벽돌 생산을 하는 공장에서의 이원화된 작업현황을 일원화 할 수 있는 데이터 모니터링 시스템 구축을 목적으로 한다. 모니터링 시스템은 상태관리 프로세스, 위치관리 프로세스, 불량관리 프로세스, 상황관리 프로세스 등의 데이터 관리 프로세스를 이용해 데이터를 자동 관리하도록 설계하였다. 본 연구에서는 RFID 태그를 이용하여 각 공정의 상황 정보를 수집하고 수집된 정보를 가공하여 데이터 모니터링 시스템에 전송한다. 이러한 시스템을 통해 분석된 데이터는 소각재를 재활용하여 벽돌 생산을 하는 공장에서 공정 자동화, 불량률 최소화, 실시간 모니터링, 적재 관리를 통해 생산 공정을 효율적으로 관리할 수 있다.

**Abstract** This research has a purpose of constructing the data monitoring system that makes two-tier work state in the brick production factory to unification by reusing cinder. Monitoring system automatically manages data by using data managing processes such as a state managing process, a location managing process, a badness managing process, a circumstances managing process. In this research, the data management monitoring system manufactures state information of each processes received from RFID and transmits them to data monitoring system. Analyzed data through this system reuses the cinder, so it can effectively manage the production process of the factory which produces bricks through processing automation, faulty-ratio minimization, real-time monitoring and loading managing.

**Key words** : 데이터 모니터링 시스템, RFID, 소각재 재활용, 벽돌 생산

### 1. 서론

소각재를 이용한 벽돌 생산과정은 선별처리과정, 파쇄과정, 혼합과정, 숙성(발효)과정, 풍화과정, 제조과정 등 6가지의 처리 공정으로 나누어진다. 그러나 거의 대부분 사업장에서는 사무실과 현장의 이원화된 구조에서 작업이 시행되고 있기 때문에 현장에서의 오류를 무시했을 때 많은 불량제품과 인체에 피해를 줄 수 있는 부적격 제품들이 생산될 우려가 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 공정을 사무실에서도 그 진행과정과 결과를 실시간으로

로 알 수 있도록 인터넷(유/무선)을 이용한 데이터 모니터링 시스템을 구축하였다.

본 연구에서는 RFID 태그를 이용하여 각 공정의 상황 정보를 수집하고 수집된 정보를 가공하여 데이터 모니터링 시스템에 전송한다[1]. RFID를 이용한 최적의 모니터링 시스템 개발을 위해 주파수 대역을 선택하고 선택된 주파수 대역에 효과적인 태그와 리더를 관리하는 프로세스를 설계하였다. 이러한 시스템을 통해 분석된 데이터는 소각재를 재활용하여 벽돌 생산을 하는 공장에서 공정 자동화, 불량률 최소화, 실시간 모니터링, 적재 관리를 통해 생산 공정을 효율적으로 관리할 수 있다.

본 연구는 2006년 산학협동재단의 학술연구비 지원사업에 의해 수행되었음.

<sup>1</sup>건양대학교 의공학과

<sup>2</sup>백석대학교 정보통신학부

\*교신저자: 김귀정(gjkim@konyang.ac.kr)

### 2. 연구 배경

네트워크에 RFID를 이용한 센싱 기능을 추가한 것이

USN(Ubiquitous Sensor Network)이다. 기존의 시스템은 기계에 의존적이며, 수작업을 통하여 작업하는 경우가 많다. 하지만 수작업은 언제든지 Human Error를 발생할 가능성이 있다. 특히 환경 변화에 매우 민감한 소각재 재활용 공정에 RFID 기술을 적용한 데이터 모니터링 시스템을 이용한다면, 정확한 데이터를 사용할 수 있을 뿐만 아니라 일원화된 시스템으로 작업할 수 있기 때문에 불량률이 적어 생산성을 높일 수 있다. 또한 공정상에서의 데이터 이동 경로나 사용 결과를 실시간으로 확인할 수 있다. RFID 기술을 접목한 데이터 모니터링 시스템은 PDA 인터페이스를 통해 데이터를 관리감독 할 수 있다. 기계나 수작업의 공정에 불량이 발생하면 관리자가 직접 공정에 투입하여 데이터를 관리하여야 한다. 이는 시간과 비용을 증가시켜 업체의 부담을 증가시킨다. 하지만 모니터링 시스템에 웹서비스를 도입하면 언제 어디서나 모니터링이 가능하여 공정에 직접 투입하지 않고도 데이터를 관리할 수 있다. 따라서 이러한 데이터를 실시간으로 감시하고 즉시 처리할 수 있도록 하는 시스템의 도입이 절실하다. 이에 본 연구는 국내에서 발생하는 소각재를 재활용하여 벽돌을 생산하는 공장에서의 이원화된 작업을 일원화 할 수 있는 데이터 모니터링 시스템의 설계 및 구축을 목적으로 한다.

### 3. 모니터링 시스템 구조

#### 3.1 벽돌 제조공정 모니터링 시스템 구조

그림 1은 RFID를 이용한 벽돌 제조공정 모니터링 시스템의 구조를 보여주고 있다. 여기서 데이터 모니터링 시스템은 6개의 공정에 부착된 태그로부터 정보를 입력 받는다. 태그는 433.92MHz 대역을 사용하여 긴 이식 거리를 통한 실시간 추적 및 내부 습도, 충격 등의 센서로 이용된다. 이때 태그로부터 인식된 정보는 2가지 방법으로 입력이 가능하다[3][4]. 첫째는 태그로부터 데이터가 자동으로 고정형 RFID 리더로 직접 읽혀져 모니터링 시스템으로 전송된다. 고정형 RFID와 태그와의 거리는 50m~100m이내 이다. 두 번째는 사용자가 휴대용 단말기로부터 태그를 인식하고 데이터를 입력받아 무선통신을 통하여 모니터링 시스템으로 전송되는 방법이다. 수집된 정보는 DB로 각 공정별 특성에 맞게 구성된 데이터 형태로 데이터베이스에 저장된다. 이렇게 저장된 데이터는 데이터베이스로부터 인터페이스를 통해 검색될 수 있다. 이때의 데이터 추출방법은 시소르스를 이용한 데이터 검색 추출방법을 사용하였다[5][6].

데이터 종류는 공정의 상태 데이터, 기계에 투입되는 라인 밸런스 데이터, 공정의 진행 상황 데이터, 불량 제품을 추출하는 불량 관리 데이터 등이 있다[7]. 이러한 데이터를 관리하기 위해 상태관리 프로세서, 위치관리 프로세서, 불량관리 프로세서, 상황관리 프로세서를 설계하였다. 데이터를 데스크톱에서만 관리되는 것이 아니라 사용자가 언제 어디서든 관리할 수 있도록 휴대 단말기에서도 제공된다. 휴대 단말기는 모니터링 시스템에 접근하여 이러한 데이터를 송/수신한다[8]. 모니터링 시스템은 웹 서비스를 할 수 있도록 JAVA와 XML을 이용하여 네트워크에 연결된 컴퓨터라면 간단한 사용자 인증을 거쳐 모니터링 할 수 있도록 하였다[9].

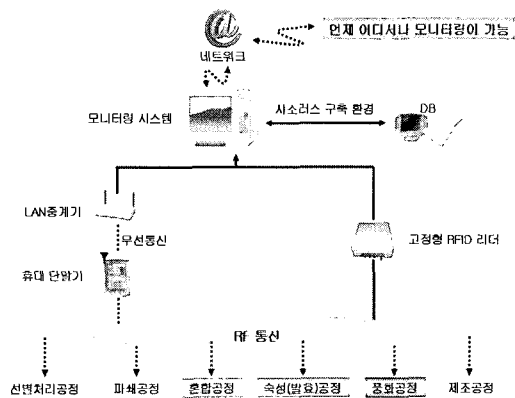


그림 1. RFID를 이용한 벽돌제조공정 구조

모니터링 데이터는 각 공정에 대한 정보를 담고 있고 사용자는 이러한 데이터를 가지고 사무실 또는 집에서 현장의 제조 공정 상황을 제어할 수 있게 된다.

#### 3.2 데이터관리 프로세서

그림 2는 각 공정에서의 데이터 관리 프로세서 영역을 나타낸다. 상태관리 프로세서, 위치관리 프로세서, 불량관리 프로세서, 상황관리 프로세서의 4개의 프로세서가 데이터관리를 담당한다.

상태관리 프로세서는 선별처리공정, 파쇄공정에서 RFID 센서들이 공정에 부착되어 실시간으로 모니터링 시스템에 데이터를 전송한다. 센서들은 각 공정에서 재료의 재활용 대상과 비재활용 대상에 대한 정보를 제공한다. 선별처리 공정에서는 자석을 이용한 선별작업을 수행한다. 자석을 이용한 선별은 재료에 있는 철 조각을 분리하여 재료에 이물질을 제거하는 과정이다. 이 과정에서 RFID 센서는 재료에 이물질을 감지하고 이물질의 정도

를 파악하는 용도로 사용된다. 센서가 모니터링 시스템에 데이터를 전송하면 모니터링 시스템은 이물질 정도에 따라서 자석에 의한 선별 작업을 다시 시도하거나 다음 단계의 공정으로 이동하도록 명령한다. 이때 데이터는 모니터링 시스템의 데이터베이스에 시소러스 방법을 이용하여 처리되게 된다. 파쇄 공정에서는 파쇄의 정보를 RFID 센서가 측정하게 된다. 재료의 파쇄 정도를 파악하여 모니터링 시스템에 데이터를 보내면 모니터링 시스템은 재료의 종류에 따라 파쇄율을 계산한다. 계산된 결과에 따라 재파쇄를 할 것인지 혹은 다음 공정으로 이동할 것인지를 명령한다.

선별공정과 파쇄공정을 통하여 혼합공정으로 이동한 재료들을 혼합하는 과정에서 재료들 사이의 혼합비율을 정하는 일은 매우 어렵고 중요한 작업이다. 혼합비율은 재료의 종류와 파쇄 정도에 따라 차이를 보인다. 혼합비율에 조그마한 오차가 발생하더라도 최종 산출물에는 커다란 영향을 미치게 된다. 즉, 혼합비율의 오류에 따라 불량률에 차이가 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 불량관리 프로세서가 재료의 종류를 파악하고 혼합비율을 자동으로 조절하는 역할을 담당한다. 불량관리 프로세서는 재료의 종류를 파악하여 모니터링 시스템에 데이터를 보내면 이를 모니터링하여 혼합비율을 계산하고 공정에서 이 데이터를 입력하여 정확하고 안정적인 혼합비율을 제공한다.

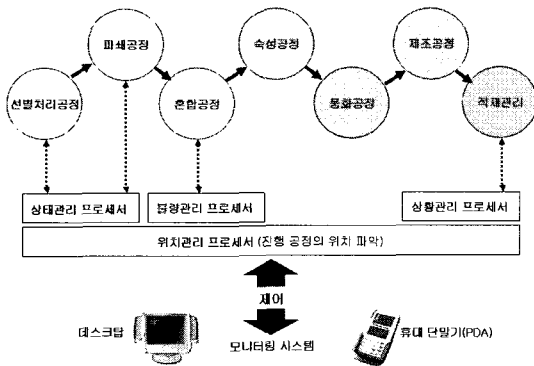


그림 2. 데이터 관리 프로세서들의 영역

상황관리 프로세서는 적재 데이터를 가지고 공정의 속도를 제어하는 프로세서이다. 적재율에 따른 공정속도 제어는 원활한 재료의 공급과 산출물의 출고를 가능하게 한다. 만약 적재율이 높는데 공정 속도를 높게 유지하면 적재장소의 부족과 업체의 원활한 재무 및 자재 유통에 영향을 미치게 된다. 따라서 적재율이 높으면 공정속도를 늦추고 적재율이 낮으면 공정속도를 높임으로써 적재관

리에 효율적인 모델을 제공한다. 이를 위해 적재율 감지 RFID 센서가 적재율을 감시하고 이 데이터를 모니터링 시스템에 전송하면 모니터링 시스템은 전송된 데이터를 가공하여 공정 시스템에 속도제어 데이터를 보내 속도를 조절할 수 있도록 한다.

#### 4. 소각재 재활용 데이터 모니터링 시스템 구축

모니터링 시스템의 인터페이스는 자재관리, 속성설정, 제조관리, 적재관리 등을 처리할 수 있다. 데이터는 저장번호, 생성날짜, 관리자, 폐기물량, 고철, 60mm이하량, 25mm이하량, 소각잔재물, 자석선별기량, 수작업량, 제품원료량으로 구분된다.

The screenshot shows the '자재관리' (Inventory Management) interface. It includes a search form with '일련번호' (Serial Number) set to '211-451' and a '검색' (Search) button. Below the search form are several data entry fields: '전체회기물량' (Total Volume) 1000kg, '4차 소각잔재물' (4th Stage Residue) 550kg, '1차 고철' (1st Stage Scrap) 300kg, '자석선별기' (Magnetic Separator) 10kg, '2차 25mm이하' (2nd Stage 25mm or less) 100kg, '수작업량' (Manual Work) 10kg, '3차 60mm이하' (3rd Stage 60mm or less) 50kg, and '제품원료량' (Product Raw Material) 530kg. There is a '파쇄' (Crushing) button. Below the form is a table with columns for serial number, date, manager, volume, and other metrics.

211-834	2006-12-27	김동원	1000kg	500kg	20kg
211-730	2006-12-26	김동원	900kg	150kg	100kg
211-462	2006-12-29	김동원	1000kg	500kg	30kg
211-897	2007-01-02	김동원	1500kg	150kg	30kg

그림 3. 자재관리

The screenshot shows the '혼합물 관리' (Mixture Management) interface. It includes a search form with '일련번호' (Serial Number) set to '211-451' and a '검색' (Search) button. Below the search form are three data entry fields: '제품원료량' (Product Raw Material) 530kg, '성토재' (Soil) 500 kg, and '분말분' (Powder) 20 kg. There is a '확인' (Confirm) button. Below the form is a table with columns for serial number, date, manager, volume, and other metrics.

211-758	2006-12-23	김동원	1500kg	100kg
211-443	2006-12-23	김동원	700kg	150kg
211-530	2006-12-26	김동원	1500kg	400kg
211-834	2006-12-27	김동원	1000kg	500kg
211-730	2006-12-26	김동원	900kg	150kg
211-462	2006-12-29	김동원	1000kg	500kg
211-897	2007-01-02	김동원	1500kg	150kg

그림 4. 혼합물 관리

자재관리에서는 해당 일련번호(RFID Kit)에 따른 전체 폐기물량과 1차부터 4차(고철, 25mm, 60mm, 소각잔재물) 까지의 선별처리 과정을 거친다. 4차에서 걸러진 소각 잔재물은 최종제품원료를 얻어내기 위하여 자석선별기와 수작업을 통한 추가적인 선별처리 과정을 거친다. 그림 3은 각각의 선별과정에 따른 선별량과 이에 추출된 제품원료량을 나타낸 것이다. 제품원료량을 확인한 후 파쇄를 선택하면 파쇄공정과 혼합공정을 거친다. 파쇄와 혼합공정을 거친 폐기물은 성토제라는 혼합물을 생성하게 되는데, 이때 불량품이 함께 섞일 수 있기 때문에 그림 4와 같이 혼합물 관리를 통해 성토제와 불량품의 양과 비율을 구분한다.

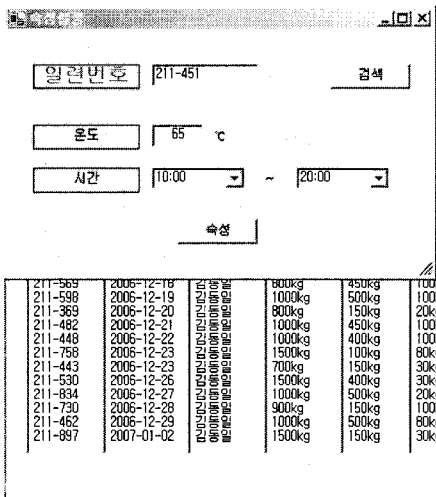


그림 5. 숙성 공정

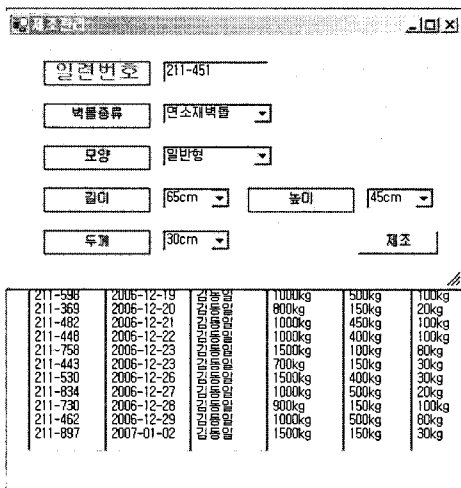


그림 6. 제조 공정

해당 일련번호의 혼합된 성토제를 온도와 시간을 설정한 후 숙성 버튼을 누르게 되면 해당 성토제를 숙성하게 되며, 숙성공정을 완료하게 된다. 숙성된 성토제의 해당 일련번호를 입력하고 만들고자 하는 벽돌의 종류와 모양 그에 따른 길이, 높이, 두께를 설정한다. 설정 후에 제조 버튼을 누르면 제조를 진행하게 되고 완료메시지가 뜬다. 그림 5와 그림 6은 숙성 공정과 제조 공정을 보여준다.

이렇게 제조가 완료되게 되면, 그림 7과 같이 적재관리에서 만들어진 날짜와 생산된 생산량을 확인할 수 있다. 또한 사전에 PDA나 PC에서 입력한 입출고 현황을 실시간으로 확인할 수 있다. 데이터는 저장번호, 생산날짜, 관리자, 생산량, 출하량, 출하장소, 적재량으로 구분된다. 그림 8에서처럼 해당 일련번호를 검색하여 그에 해당하는 생산량, 출하량, 출하장소, 재고량을 파악할 수 있으며, 출하를 누르게 되면 해당장소에 출하되었다는 메시지 창이 출력한다.

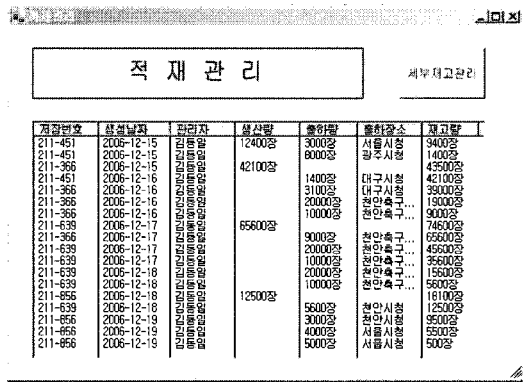


그림 7. 적재 공정

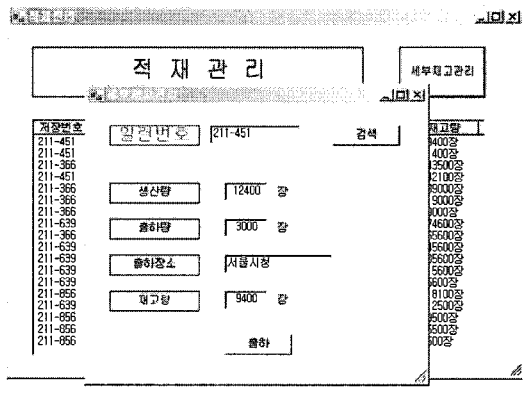


그림 8. 세부 재고 관리

## 5. 결론

본 연구에서는 RFID를 도입하여 소각재 재활용 모니터링 시스템을 설계구현하였다. 한 업체 내의 데이터 모니터링을 위해 상태관리 프로세서, 위치관리 프로세서, 불량관리 프로세서, 상황관리 프로세서를 설계하였다. 단순 데이터 입력이 아닌 프로세서에 의해 가공된 데이터 처리는 선별공정과 파쇄공정에서 수작업으로 수행되던 공정을 자동화할 수 있다. 혼합공정에서 혼합비율을 얻기 위한 재료의 정보 수집과 자동 비율 계산을 통해 불량률을 최소화 할 수 있었다. 적재관리에 있어 산출물을 무작정 생산하던 비효율적인 처리를 없애고 정확한 계산에 의해 공정 속도를 조절하므로 과적재에 의한 업체의 부담을 현저히 감소할 수 있었다.

안정적인 소각재 재활용을 위한 데이터 모니터링 시스템은 산업체 전반에 걸쳐있는 수작업화 된 공정을 실시간 자동화 공정으로 발전시키는 효과적인 방법이 될 것이다. 관리자는 데이터 모니터링에서 제공하는 데이터를 언제 어디서든지 확인할 수 있으므로 관리자의 노력을 현저히 감소시키면서 산출물의 결과를 신뢰할 수 있다.

## 참고문헌

- [1] Jim Del Rossi, "Distributed Considerations for RFID Deployment", 정보처리학회지, 제12권, 5호, 9, 2005.
- [2] [http://www.dgeic.or.kr/establish/establish\\_17.htm](http://www.dgeic.or.kr/establish/establish_17.htm)
- [3] Fleisch, Elgar and Christian Tellkamp, "Business Perspectives on ubiquitous computing", M-Lab Working Paper No.4, University of St. Gallen, 2001.
- [4] K. Romer, T., "Schoch Infrastructure Concepts for Tag-Based Ubiquitous Computing Applications", Workshop on Concepts and Models for Ubiquitous Computing at Ubi-comp 2002, Goteborg, Sweden, September, 2002.
- [5] E. Damiani, M. G. Fugini, and C. Belletini, "A Hierarchy-Aware Approach to Faceted Classification of Object-Oriented Component s", ACM Transaction on Software Engineering and Methodology, Vol. 8, No. 4, October 1999, PP. 425-472.
- [6] Gui-Jung Kim, Jung-Soo Han, "Thesaurus Construction using Class Inheritance", Proceedings of the Computational Science and Its Application, LNCS 3482, Springer, pp.748-757, 2005.
- [7] Klaus, F., "RFID Handbook", John Wiley & Sons, Ltd, 2003.

- [8] M. F. Wiesmann, A. Schiper, B. Kemme and G. Alonso, "Understanding Replication in Databases and Distributed Systems," In Proc. of the 21st International Conference on Distributed Computing Systems, pp464-474, 2000.
- [9] 송영재, "객체지향모델링과 CBD 중심의 소프트웨어공학", 이한출판사, 2004.

### 김 귀 정(Gui-Jung Kim)

[정회원]



- 1994년 2월 : 한남대학교 전자계산공학과(공학사)
- 1996년 2월 : 한남대학교 전자계산공학과(공학석사)
- 2003년 2월 : 경희대학교 전자계산공학과(공학박사)
- 2001년 9월 ~ 현재 : 건양대학교 의공학과 교수

<관심분야>

S/W 재사용, CASE 도구, 컴포넌트 검색

### 한 정 수(Jung-Soo Han)

[정회원]



- 1990년 2월 : 경희대학교 전자계산공학과(공학사)
- 1992년 2월 : 경희대학교 전자계산공학과(공학석사)
- 2000년 2월 : 경희대학교 전자계산공학과(공학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 교수

<관심분야>

CBD, 컴포넌트 관리, CASE 도구