

## 공장자동화를 위한 신발갑피 Fuse공정 표준화 설계 연구

### A Study on the Standardization of Fuse Process for Automation of Manufacturing

김현희<sup>1</sup>, 이경창<sup>2\*</sup>

Hyun-Hee Kim<sup>1</sup>, Kyung-Chang Lee<sup>2\*</sup>

#### 〈Abstract〉

The shoe manufacturing process is very low compared to other industries due to the labor-intensive process. As automation and smart factories are becoming more and more automated, changes in the shoe manufacturing process are also needed.

In this paper, we want to standardize the fuse manufacturing process by modularizing it. First, we defined the terms of shoeupper and fuse process, the shoe upper fuse process by function and classified it as a modular process. The fuse process can be modularized with pattern supply module, pattern recognition module, pattern laminate module, pattern waiting module, adhesion module, heat pressing module, transmission module, etc.

*Keywords* : FUSE, no-sew, shoe-upper, manufacturing process, standardization

---

1 정희원, 부경대학교 산업과학기술연구소  
2\* 정희원, 교신저자, 부경대학교 제어계측공학과  
E-mail: gcllee@pknu.ac.kr

1 Industrial Science & Technology Institute, Pukyong National University  
2\* Corresponding Author, Department of Control and Instrumentation Engineering, Pukyong National University

## 1. 서론

4차 산업혁명 시대의 스마트 공장은 공장자동화 수준을 넘어선 디지털 신기술과 제조기술이 접목된 지능화된 공장을 의미한다. 한 생산라인에서도 다양한 제품이 생산가능하며 모듈화를 통해 유연생산체제로 변화할 수 있는 생산 환경이 가능할 것으로 보고 있다[1].

이러한 4차 산업혁명 시대에 대응하기 위해서는 공장자동화가 필수적이다. 하지만, 국내 중소 제조 기업은 여전히 수작업을 통한 노동집약적 제조환경이거나 제한적 자동화만이 가능한 곳이 많다.

그림 1과 같이, 신발제조 공정은 노동집약적 공정으로 인해 타 산업분야에 비해 자동화 수준이 매우 낮다. 신발은 전 세계에서 연간 약 220억 켤 생산되며, 한국, 중국 등 동남아에서 150억 켤 이상이 현장 작업자의 수작업에 의해 생산되고 있다. 그 중에서 NIKE, ADIDAS, New Balance 등 글로벌 브랜드도 약 10% 정도의 저가 대량 생상품 중심으로 반자동화 또는 자동화 라인에서 생산하고 있다. 이는 신발제조 공정이 기계부품 조립과 같은 조립 자동화에 비해 생산 환경(온도, 습도 등)에 민감하고 유연한 소재의 특성으로 인해 자동화가 매우 어렵기 때문이다[2].



Fig. 1 Environment of shoe manufacturing company

스마트공장과 인터스트리얼 4.0으로 인해, 신발 제조공정 자동화는 국내외적으로 많은 관심을 받

게 되었다[3]. 특히, 아디다스의 ‘스피드 팩토리’의 혁신적 연구개발 성과로 인해 신발제조공정 자동화에 대한 관심이 전 세계적으로 증대되었다. 따라서, 신발산업의 국제 경쟁력 확보를 위해 신발 제조공정 자동화 및 표준방안에 대한 연구개발이 필요한 시점이다.

본 논문의 목적은 신발제조공정 자동화의 표준화를 통해 산학연에 유용한 정보를 제공하고, 향후 바람직한 제조공정의 모듈화된 표준을 제시하는 것이다. 따라서 본 논문에서는 신발제조 공정 자동화를 위해 신발갑피 fuse공정 자동화의 모듈화 표준화 설계 방안에 대하여 제시하고자 한다.

## 2. 신발제조공정의 표준화 동향

국제 표준은 산업용 로봇, 스마트 공장 등 자동화 분야 표준화와 산업 전반에 관한 표준을 다루는 공적 국제기구인 ISO(International Organization for Standardization)와 전기적 안전을 다루는 IEC(International Electrotechnical Commission)가 있다[4][5]. 이러한 공적 국제기구의 특징은 각종 결정시에 각국이 하나의 표를 행사하여 결정하게 되어 있으며, 우리나라는 기술표준원이 대표기관이다. ISO와 IEC에서 국제표준으로 제정이 되면, 회원국들은 이에 근거하여 국가별로 표준을 정하게 되며, 우리나라는 KS를 제정하게 된다[6].

우리나라의 신발 관련 표준은 표 1에서와 같이, 신발 용어, 시험방법 관련 표준 4종만이 제정된 상태이며, 제조공정에 대한 표준은 전무한 상태이다. 신발제조공정 자동화에 필요한 산업용 로봇에 대한 표준화도 국외 ISO 표준을 국내 실정에 맞게 번역 제정한 것이 대부분이었다.

Table 1. KS standard - industrial robot, shoe

순번	규격번호	규격명
신발 표준	1 KS M ISO 17701	신발 - 갑피(upper), 안감(lining) 및 깔창(insole)의 시험방법 - 색 이형(colour migration)
	2 KS M ISO 09986	신발 깔창용 복합 용크
	3 KS M ISO 19952	신발 - 용어
신발용 로봇 제조 공정 표준	4 KS M ISO 20877	신발 - 신발완제품 시험 방법 - 단열성
	1 KS B 0068:2011	산업용 로봇 기호
	2 KS B 7084:2011	산업용 로봇의 조작 장치 등에 관한 기호 식별 기호 및 식별 색
	3 KS B 7086:2011	산업용 로봇의 모듈화 설계 원칙
	4 KS B 7096:2011	산업용 로봇 - 전기 장치
	5 KS B 7097:2011	산업용 로봇 - 프로그래밍 언어 SLIM
	6 KS B ISO 10218-1:2012	로봇 및 로봇 장치 - 산업용 로봇의 안전에 관한 요구사항 - 제1부 : 로봇
	7 KS B ISO 10218-2:2012	로봇 및 로봇 장치 - 산업용 로봇의 안전에 관한 요구사항 - 제2부 : 로봇 시스템 및 통합
	8 KS B ISO 11593:2011	산업용 미니플래이팅 로봇 - 핸드 어댑터 자동 교환장치-용어 및 특성의 표시방법
	9 KS B ISO 14539:2011	산업용 미니플래이팅 로봇 - 결합 그리퍼 - 용어 및 특성 표시
	10 KS B ISO 8373:2012	산업용 미니플래이팅 로봇 - 용어
	11 KS B ISO 9283:2011	산업용 로봇의 특성 가능 측정 방법
	12 KS B ISO 9409-1:2011	산업용 미니플래이팅 로봇 - 메커니컬 인터페이스 - 제1부: 원형틀장치형(형식 A)
	13 KS B ISO 9409-2:2011	산업용 미니플래이팅 로봇 - 메커니컬 인터페이스 - 제2부:축(형식A)
	14 KS B ISO 9787:2014	로봇 및 로봇장치 - 좌표계 및 운동기호
	15 KS B ISO 9946:2014	산업용 미니플래이팅 로봇 - 특성 표시방법
	16 KS B ISO TR 13309:2011	산업용 미니플래이팅 로봇 - ISO 9283에 따른 로봇 성능 평가를 위한 시험 장비 조작 및 측정 방법
17 KS C ISO 6210-1:2011	로봇 저항 용접 전용 실린더 - 제1부: 일반 요구 사항	

### 3. 공장자동화를 위한 신발제조공정 자동화

우리나라의 신발 산업을 다시 부흥시키기 위해서는 숙련된 작업자의 기술능력도 중요하지만, 4차 산업혁명 시대에 맞춰 표준화된 제조공정 개선을 통해 안정적 생산 환경을 구축하는 것이 보다 중요해졌다. 이를 위해서는 제조공정을 세부 기능별로 모듈화하여 표준화할 필요가 있다.

본 논문에서는 신발제조공정 자동화를 위해, 신발갑피 fuse공정의 모듈화된 표준화 설계 방안을 제시하고자 한다. 이를 위해 신발갑피 용어 및 fuse공정 용어를 정의하고, fuse공정을 기능별로 모듈화하고자 한다.

#### 3.1 신발갑피 용어의 표준화

신발 용어는 KS M ISO 19952:2006에서 표준화되어 있고[7], 이 표준은 영어, 프랑스어, 스페인어 및 이탈리아어로 사용되는 용어에 대하여 정

의하고 있다. KS M ISO 19952:2006은 가죽신, 모카신, 실내화 등 신발 전체 분야에 대하여 정의하고 있어서, fuse공정에 적합한 용어로 재정의할 필요가 있었다. 그래서 신발과 갑피의 구조를 그림 2와 같이 나타내고 간략하게 용어를 정의하였다.



Fig. 2 Structure of shoe

- 갑피(upper)
 

신발의 바깥 표면을 구성하는 재료, 갑피의 기능은 발을 감싸면서 고정시키는 역할

신발갑피 fuse공정 자동화에서는 외피 패턴 위에 서브패턴(이지, 부착물 등)을 적층하여 갑피를 구성할 수 있음
- 외피 패턴(external pattern)
 

갑피의 기본 주재료. 갑피는 주재료인 외피 패턴과 신발의 디자인을 결정하는 서브 패턴으로 구성. 신발 디자인에 따라 외피 패턴 1장으로 구성된 갑피도 있음
- 서브 패턴(sub pattern)
 

신발 갑피에서 외피 패턴을 제외한 재료. 서브 패턴은 갑피 라벨, 기타 조각 패턴 재료 등을 통칭

서브 패턴은 갑피의 디자인을 위한 장식물로 이지 장식, 부착물, 장식물 이라고 함

- 선포(vamp)  
발의 앞부분을 보호하기 위한 재료. 발을 감싸주어 고정시키는 역할을 하면서 발가락 부분에 적당한 공간도 확보하여 발가락이 편안하게 움직일 수 있도록 하는 역할
- 로고(logo)  
신발의 측면부분에 상품의 인지도를 높이기 위하여 브랜드를 표시하는 재료. 측포 마크라고도 함
- 코싸개(toe cap)  
외피패턴의 앞부분에 위치하면서 선포를 보강해 주는 재료
- 구목(eyestay)  
신끈을 낄 수 있도록 장치된 재료
- 설포(tongue)  
신발 끈 아래에 위치하며 끈의 조임에서 오는 압박이나 발등 부분에 가해질 수 있는 외부 충격으로부터 발을 보호하기 위한 재료
- 내패딩(internal collar)  
발목 부분 안쪽에 스폰지를 넣어 갑피와 발과의 밀착감을 높여, 착화감을 좋게하고 발목을 지지해주는 재료
- 뒷상단보강(back top), 힐 탑(heel top)  
뒤꿈치 아킬레스건을 보호하는 재료
- 뒷패치(back patch)  
갑피의 뒤축을 잡아주어 발의 안정성을 높여주는 재료. 딱딱한 재질의 소재를 넣어 충격이나 뒤틀림을 방지
- 측포(quarter)  
발의 측면부분을 보호해 주면서 각종 부품이 놓이는 밀받침 역할의 재료
- 갑피 라벨(upper mark)  
신발의 측포 또는 설포 내에 상표를 인식할 수 있도록 부착하는 상표 라벨

- fuse공정(fuse process)  
신발갑피 fuse공정은 재봉공정 없이, 핫멜트된 갑피의 원단과 원단을 녹여서 갑피를 제작하는 공정. 재봉공정이 없어서 노소(no sew)공정, 무재봉공정이라고도 함  
fuse공정은 다른 성질의 원단과 접착제를 멜팅, 용해시키는 일종의 합포 형식의 기술로 개발되었고, 열용착 공정이기에 원단의 특성, 온도, 압력, 시간이 공정의 주요 변수
- 핫멜트(hot melt) 접착제  
열가소성 수지를 주성분으로 하는 접착제. 섬유, 플라스틱을 포함한 광범위한 재질의 접착에 사용 가능
- 핫멜트 필름(hot melt film)  
얇은 시트(필름) 형태의 핫멜트 접착제
- 합포(lamination)  
여러 개의 재료, 소재를 적층한 후, 접착제 또는 열용착법 등의 방법으로 접착하여 한장의 재료로 가공하는 작업
- 열 프레스(heat press)공정, 압착 공정  
압력과 열을 가하는 공정. 열 프레스공정은 원단의 특성을 고려하여 온도, 압력, 시간을 설정해야 함

### 3.2 신발갑피 fuse공정 자동화 모듈 표준화

신발갑피 fuse공정의 표준화를 위해 각 공정들을 모듈화 하였다. 신발갑피 제조공정은 신발의 종류(조깅화, 테니스화 등), 갑피 디자인, 재봉/무재봉(no-sew) 기법 등에 따라 다양하게 구성할 수 있다. 그렇기 때문에, 신발갑피 fuse공정의 세부 공정을 모듈화하여 표준화 연구를 진행하였다.

신발갑피 fuse공정은 재봉공정 없이 열용착공정을 통해 갑피를 만드는 공정이다. 그림 3에서 나타나듯이, 핫멜트 필름으로 코팅된 원단을 적층한

후, 적층된 여러 개의 패턴을 열융착하여 하나의 갑피로 만든다. 여기서 핫멜트는 재봉공정에서의 소재별 체결요소인 실을 대신하는 역할을 한다.

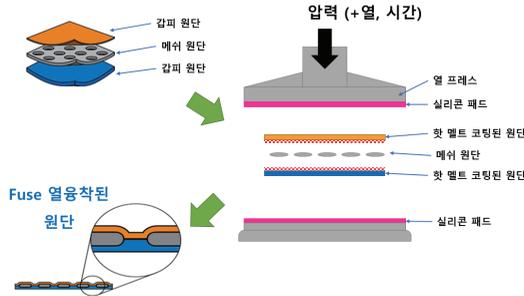


Fig. 3 Example of a Fuse manufacturing process

Fuse공정을 세분화하여 모듈화하면, 패턴공급 모듈, 패턴인식 모듈, 패턴적층 모듈, 패턴적층대기 모듈, 가접합 모듈, 압착 모듈 등으로 나눌 수 있다. 여기서, 하나의 모듈은 하나의 기능뿐만 아니라 복수의 기능을 함께 가질 수 있다. 예를 들어, 패턴적층 모듈과 이송 모듈을 일체화하여 두 가지 기능을 통합하여 구성할 수 있다.

### 3.2.1 패턴공급 모듈

신발갑피패턴 공급 모듈은 갑피패턴을 생산공정에 맞춰 후단 자동화 공정에 공급하는 모듈이다. 공급되는 갑피패턴은 핫멜트 필름으로 합포되어 신발 디자인에 맞춰 재단된 원단(외피 패턴, 서브 패턴 등)이다.

패턴공급 모듈은 공정에 필요한 갑피 소재를 순차적으로 배출하여 이송 모듈로 전달할 수 있어야 한다.

### 3.2.2 이송 모듈

각 공정간 갑피패턴을 이송해주는 모듈이다. 이송 모듈은 컨베이어벨트, 픽앤플레이스, 갑피 팔레트 등을 이용하여 구성할 수 있다.

### 3.2.3 패턴인식 모듈

패턴인식 모듈은 갑피패턴의 형상, 크기, 색상 등을 인식하여 구별하고 적층된 갑피패턴의 배열 위치를 측정 확인하는 모듈이다.

Fuse공정 자동화에서 패턴인식 모듈은 사람의 눈을 대신하여 공정 상태를 관리할 수 있어야 함으로 패턴의 구별, 갑피의 상태 검사가 가능해야 한다. 이를 위해, 패턴인식 모듈은 갑피공정 계획, 소재공급 모듈로부터 이송되는 소재의 종류, 완성된 갑피의 패턴 배열 위치 정보를 자동 인식할 수 있어야 한다.

### 3.2.4 패턴적층 모듈

패턴적층 모듈은 그림 4와 같이 신발갑피 디자인에 맞춰 갑피패턴을 정위치 배열하여 적층하는 모듈이다. 적층 모듈은 패턴의 정위치 배열을 위해 패턴이송 모듈을 포함할 수 있고, 순차적층을 위해 적층대기 모듈도 포함할 수 있다.

패턴의 적층공정은 갑피가 완성될 때까지 패턴 인식공정, 적층공정, 가접합공정, 적층대기공정을 반복하여 수행한다.

### 3.2.5 패턴적층 대기 모듈

패턴적층 대기 모듈은 다음 패턴이 이송되어 적층되기 전까지 임시 대기하는 모듈이다. 패턴적층대기 모듈은 모듈 간 이송을 위해 패턴이송 모듈을 포함할 수 있다.

공정설계에 따라 패턴적층 대기 모듈은 생략될 수 있다.

### 3.2.6 가접합 모듈

가접합 모듈은 갑피의 최종 합포 전, 적층된 갑피패턴의 형상유지를 위해 가접합하는 모듈이다. 가접합 모듈은 열융착, 접착제, 초음파 융착 등을 사용하여 패턴의 위치를 임시 고정하도록 설계할

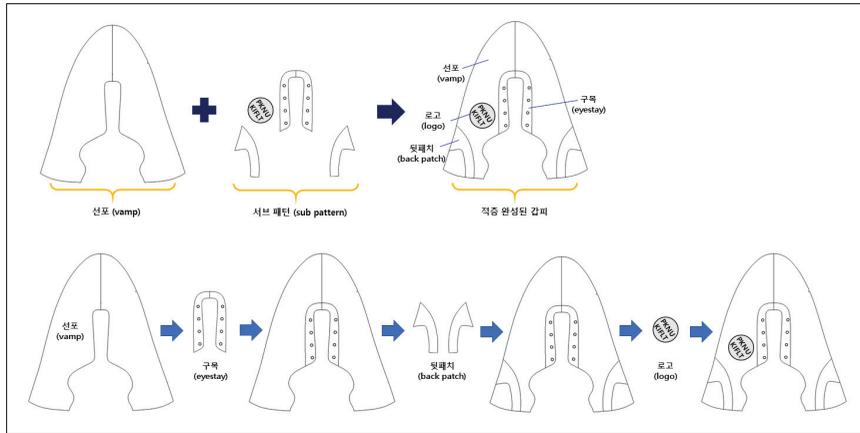


Fig. 4 Shoe-upper laminated process

수 있다.

가접합 공정은 갑피가 완성될 때까지 패턴인식 공정, 패턴적층 공정, 가접합 공정, 패턴적층 대기 공정을 반복하여 수행할 수 있다.

### 3.2.7 압착 모듈

압착 모듈은 적층 완료된 갑피패턴을 열융착하여 완성된 갑피패턴을 만드는 모듈이다. 압착 모듈은 갑피패턴에 고온과 고압을 가하여 원단을 합포하기 때문에 갑피패턴에 손상이 생길 수 있다. 갑피의 손상을 최소화하기 위해, 압착 모듈의 상판과 하판에 보호 패드(실리콘 패드)를 부착할 수 있다.

신발갑피 fuse공정은 패턴공급 모듈, 패턴인식 모듈, 패턴적층 모듈, 패턴적층대기 모듈, 가접합 모듈, 압착 모듈 등의 공정을 거쳐 자동화할 수 있다. 신발갑피 fuse공정은 그림 5와 같이 구성할 수 있으며, 신발의 디자인에 따라 공정 모듈을 추가, 삭제할 수 있다.

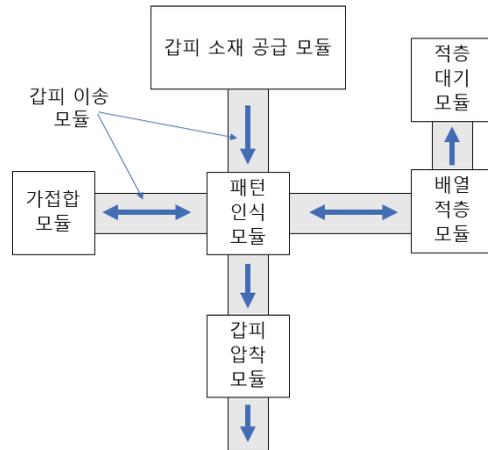


Fig. 5 Example of Modularization of the Fuse Process in Shoes

## 4. 결론

우리나라의 신발공정 자동화에 대한 표준화는 거의 전무한 상태이며, 산업용 로봇을 이용한 제조공정 표준화도 20여개 내외가 존재할 뿐이다. 신발산업의 미래와 생산성 향상을 위해서는 규격화된 제조공정이 필요하며 이를 위해 제조공정 표

준 제정이 동반되어야 할 것으로 판단된다. 이를 위해, 공장자동화를 위한 신발갑피 fuse공정 자동화의 모듈화된 표준화 설계 방안이 제안하였다.

이를 위해, 신발갑피 fuse공정에 필수적인 신발 용어와 제조공정 용어에 대하여 정의하였다. 또한, 신발갑피 fuse제조공정을 모듈화하여 유연성 있는 제조공정 구성이 가능하도록 정의하였다.

향후에는 신발갑피 공정뿐만 아니라 제화공정 표준화도 진행하여 신발제조공정 전체에 대한 표준화를 진행하고자 한다.

[6] <https://standard.go.kr/KSCI/portalindex.do>

[7] KS M ISO 19952:2006, “Footwear –Vocabulary”

(접수: 2018.12.07. 수정: 2019.02.28. 게재확정: 2019.03.14.)

## 사 사

이 연구는 2018년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT)연구비 지원에 의한 연구임.(No. 10063365)

## 참고문헌

- [1] J.H. Bak, “Trends in Domestic and Foreign Standardization of Smart Factory,” Industrial Engineering Magazine Vol.23, No.1, 29-36, (2016)
- [2] A Report on the Improvement of Shoe Process and Automation Consulting, Footwear industrial promotion center, (2014)
- [3] Seung-Bin Moon, Soon-Geul Lee, Sung-Soo Rhim, Yun-Koo Chung, Kwang-Ho Park, Yong-Deuk Kim, Heun-Chan Park, Jae-Kyoung Joo, “International and Korean Standards on Intelligent Robots,” Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers, Vol.26, No.4, pp.79-88, (2008)
- [4] [www.iso.org](http://www.iso.org)
- [5] [www.iec.org](http://www.iec.org)