

노출감시체계 구축을 위한 작업환경측정 정보 표준화

최상준* · 정지연¹ · 임성국² · 임대성³ · 고동희⁴ · 박동욱⁵ · 박윤경 · 김소연⁵ · 정은교⁶

대구가톨릭대학교 산업보건학과, ¹용인대학교 산업환경보건학과, ²대한산업보건협회 본부 환경위생팀,
³한성보건안전기술원(주), ⁴가톨릭관동대학교 성모병원, ⁵한국방송통신대학교, ⁶한국산업안전보건공단

Standardization of work environment measurement information for constructing exposure surveillance system

Sangjun Choi* · Jee Yoen Jeong¹ · Sungguk Im² · Daesung Lim³ · Dong-Hee Koh⁴ ·
Donguk Park⁵ · YunKyung Park, Soyeon Kim⁵ · Eunkyo Chung⁶

Department of Occupational Health, Daegu Catholic University

¹Department of Occupational and Environment Health, Yong In University

²Occupational and Environmental Hygiene Division, Korean Industrial Health Association

³Hansung Health and Safety Technology Co., Ltd.

⁴Department of Occupational and Environmental Medicine, International St.Mary's Hospital, Catholic Kwandong University

⁵Department of Environmental Health Systems, Graduated School of Korea National Open University

⁶Occupational Safety and Health Research Institute

ABSTRACT

Objectives: The goal of this study is to standardize industry, process, and job within work environment measurement information.

Methods: We selected 180 work environment measurement reports on 30 industries from a database monitored from 2014 to 2016 by the Korea Industrial Health Association. Ten industrial hygienists, each with over five years of experience in measurement, conducted a primary standardization of 180 reports. Two professional industrial hygienists with more than 20 years of experience each reviewed and revised the results of the primary standardization. We also examined the validity on the usefulness of the standardized database by the two industrial hygienists.

Results: The final standardization results were classified into eight major categories, 23 sub-major categories, 39 minor categories, 53 unit categories and 70 sub-unit categories in the Korean Standard Industrial Classification (KSIC) 10th revision. A total of 161 processes were standardized, and there were 148 processes with K2B codes. Standard job was coded into 13 job groups including operator, automobile maintenance, nurse, maintenance, manager, excavating machine operator, forklift driver, radiologist, clinical pathologist, signer, researcher, kitchen assistant, and concrete reinforcement ironworker.


Conclusions: Although the standardized information in this study may be only a part of the total information, it can be useful for improvement of the K2B system. Additional research is needed for an ongoing clean-up of data in the K2B and re-calibration and reclassification of standard processes until the future national exposure monitoring system is fully established.


Key words: Job, process, standardization, work environment measurement


*Corresponding author: Sangjun Choi, Tel:053-850-3738, E-mail: junilane@gmail.com


Department of Occupational Health, Daegu Catholic University, 13-13, Hayang-ro, Gyeongsan-si, Gyeongbuk, 38430


Received: July 9, 2019, Revised: August 15, 2019, Accepted: August 30, 2019


 Sangjun Choi <http://orcid.org/0000-0001-8787-7216>


 Sungguk Im <http://orcid.org/0000-0002-0728-9164>


 Donghee Koh <http://orcid.org/0000-0002-2868-4411>


 Yunkyoung Park <https://orcid.org/0000-0002-4068-3745>

 Eunkyo Chung <http://orcid.org/0000-0001-7899-7081>

 Jeeyeon Jeong <http://orcid.org/0000-0003-3414-7425>

 Daesung Lim <http://orcid.org/0000-0003-4190-0390>

 Donguk Park <http://orcid.org/0000-0003-3847-7392>

 Soyeon Kim <http://orcid.org/0000-0001-8080-3126>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서 론

국가가 필요한 안전보건 정책을 수립하고 효과적으로 집행하기 위해서는 국가 차원에서 안전보건 현황을 지속적으로 감시하고 확인할 수 있는 적절한 지표가 필요하다. Rantanen et al.(2001)은 이러한 국가 감시 지표(national surveillance indicators)로 작업환경(working condition)과 건강영향(health outcome)에 대해 파악할 수 있는 지표가 필요하다고 주장하였고, 직업적 노출을 감시할 수 있는 작업환경 감시(hazard surveillance or work environment surveillance) 체계와 유해한 건강영향을 감시할 수 있는 근로자 건강 감시(worker health surveillance) 체계를 직업보건 감시체계의 중요한 요소로 보았다.

뉴질랜드 국가직업보건안전위원회(National Occupational Health and Safety Advisory Committee, NOHSAC)와 호주 안전보상위원회(The Office of the Australian Safety & Compensation Council, OASCC)는 2005년에 8가지 직업성 질환에 대한 관리를 위해 직업성 질환 및 노출 감시체계(surveillance system)에 대한 국제적 고찰 연구를 실시하였다(VIOSH, 2006). 고찰 결과 북미, 유럽 및 아시아의 12개 국가에서 정량적 노출 평가자료 뿐만 아니라, 설문조사 등의 서베이(survey)를 통한 자료, 산재 및 사망통계 등 안전보건등록 자료, 전문가들의 판단 자료 등을 활용하여 국가차원에서 주요한 노출원과 노출대상의 규모, 노출크기 등을 감시하고 평가할 수 있도록 자료를 구축하여 총 24개의 노출 감시체계가 활용되고 있었다.

가장 오래된 국가노출감시체계를 구축해 오고 있는 핀란드 산업보건연구원(Finnish Institute of Occupational Health, FIOH)은 1945년부터 직무노출매트릭스인 FINJEM(Finnish job-exposure matrix)을 구축하여 활용해 오고 있다. Kauppinen et al.(2014)은 FINJEM의 활용영역을 직업역학, 유해성 감시, 유해성 예방, 질병위험 및 부담 평가, 타 국가의 직무노출매트릭스(job-exposure matrix, JEM) 개발을 위한 자료원, 미래 노출의 예측 및 기타 다른 안전보건 사업에 활용될 수 있는 기초자료 제공 등 총 7개 영역에서 활용가능하다고 밝히고 있으며, 특히 유해성 감시에 매우 유용하게 활용될 수 있다고 하였다.

우리나라의 경우 산업안전보건법에 의해 작업환경측정 및 특수건강진단 등 근로자의 보건관리를 위한 안전

보건 활동을 통해 매년 안전보건 정보가 생산되고 있으나, 이 정보들을 국가 작업환경 및 건강감시 체계를 위해 활용할 수 있는 체계가 미흡하다. 특히 노출감시체계에 활용 가능한 작업환경측정 자료의 경우 고용노동부 지정 측정기관으로 등록되어 있는 180여개 작업환경측정기관에 의해 위탁 측정을 통해 자료가 수집되고, 각 측정기관은 한국산업안전보건공단(이하 안전보건공단)에서 구축한 전산 시스템인 K2B(<https://k2b.kosha.or.kr/>)를 통해 안전보건공단에 2002년부터 측정결과를 보고하고 있다.

Park et al.(2017)은 안전보건공단 산업안전보건연구원의 위탁 연구로 '작업환경측정 대상정보에 대한 표준화 연구'를 수행 한 바 있고, 이 연구 결과 작업환경측정 결과를 입력하는 K2B 시스템의 개선이 필요하다고 제안하였다. 특히 개선이 필요한 내용은 측정대상 사업장에 대한 업종 및 주요 측정대상 공정에 대한 표준화된 분류체계가 마련되어야 한다는 점이었다. 동일한 업종과 동일한 공정에 대해서 각 사업장별로 사용하는 명칭이 다르고, 각 사업장에 대한 측정정보를 입력할 때 업종, 공정에 대한 분류 체계가 표준화되어 있지 못해서 서로 다른 명칭으로 입력되기 때문에 이렇게 모아진 자료를 국가 차원에서 노출 감시체계에 활용하기 힘든 한계점이 있기 때문이다. 예를 들어 현재의 K2B 시스템에서는 자동차 제조 사업장의 조립 공정에 대한 측정결과가 A 사업장 측정결과는 '조립1부'라고 입력되고 B 사업장의 측정결과는 '어셈블리1공장'이라고 입력될 수 있는데, 이런 경우 모아진 두 사업장의 자료를 통합 분석하기 힘들어진다. 그러나 입력 단계에서 두 사업장 모두 공정 내용에 기초하여 '조립'이라는 표준화된 공정 명칭으로 입력될 수 있도록 한다면 서로 다른 사업장에서 모아진 측정 자료를 표준화된 공정에 대해 통합 분석이 가능할 것이다.

이에 본 연구에서는 작업환경측정이 실시되어 온 주요 업종을 대상으로 K2B에 입력된 업종, 공정 정보에 대한 표준화 방법을 검토하여 표준화 하고 향후 표준화된 업종 및 공정 정보의 활용 방안을 제시하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상 자료 특성

작업환경 측정 자료가 갖고 있는 정보들 중 업종(industry), 공정(process), 직무(job)를 표준화 대상 정

보로 선정하였다. 이들 정보는 향후 국가 노출감시체계 활용을 위해 가장 우선적으로 필요한 정보이기 때문이다.

본 연구에서는 대한산업보건협회에서 2014년 상반기 기부터 2016년 하반기까지 측정 자료 중 물리적 인자(소음) 측정결과를 제외한 화학적 인자 측정 자료를 최종 활용 하였고, 한국표준산업분류(Korean Standard Industrial Classification, KSIC)에 따른 세세분류 업종명으로 분류하였다. 세세분류 업종명으로 분류가 모호한 경우 제외하였으며, 자료의 구성은 업종명, 업종코드, 사업장명(코드화), 주생산품, 공정코드, 공정 또는 부서명, 물질코드, 물질명, 측정농도, 노출기준으로 되어 있다. 총 분석 대상 자료는 699개의 세세분류 업종을 대상으로 18,736개 사업장 수(중복제거)가 측정되었고, 특별관리물질을 한 건이라도 측정이 실시된 사업장 수는 2,304개, 특별관리물질 측정건수는 총 10,343건이었고, 화학적 유해인자의 총 측정건수는 339,355개 였다.

2. 표준화 대상 업종 선정

표준화 대상 업종 30개를 선정하기 위한 기준으로 유해성이 높은 물질에 노출 가능한 업종과 측정된 유해인자 수가 많은 업종을 고려하였다. 구체적인 선정방법으로 1) 특별관리물질에 대해 측정을 실시한 사업장이 많은 업종, 2) 특별관리물질 측정 건수가 많은 업종, 3) 측정실시 사업장수가 많은 업종을 고려하여 각각 가중치를 5:3:2로 두어 식 (1)과 같이 평가점수를 계산한 후 상위 30개 업종을 선정하였다.

$$\begin{aligned} \text{평가점수} = & \quad (1) \\ & \{(\text{업종별 특별관리물질 측정사업장수 비율}(\%) \times 0.5) + \\ & (\text{업종별 특별관리물질 측정건수 비율}(\%) \times 0.3) + \\ & (\text{업종별 측정실시 사업장수 비율}(\%) \times 0.2)\} \end{aligned}$$

3. 표준화 방법

작업환경 측정 정보 표준화는 1차 표준화 → 2차 전문가 검토 및 자료 클리닝 → 3차 표준화 결과에 대한 활용도 검증의 3단계로 실시하였다. 각 단계별 세부 내용은 다음과 같다.

1) 1차 표준화

1단계는 1차 표준화 과정으로 먼저 표준화 대상으로 선정된 30개 업종별로 최근 3년(2014년~2016년) 이내 작업환경측정이 실시된 6개 사업장을 선정하여 총

180개 사업장의 측정결과 자료를 추출하였다. 사업장을 선정 할 때 고용규모(<50인, 50인~300인, 300인 이상), 지역(A-서울, 경기도, 강원도; B-충청도, 대전; C-대구, 부산, 광주, 경상도, 전라도), 주 생산품 등을 고려하였다. 선정된 대상 사업장의 측정을 실제 실시한 산업위생전문가들 중 측정경력이 최소 5년 이상인 10명을 선정하여 1차 표준화를 실시하도록 하였다. 총 10명의 산업위생전문가들이 최대한 객관적이고 통일된 방법으로 각 사업장의 정보를 표준화 할 수 있도록 '표준화 지침서(이하 지침서)'를 만들고 공유하였다. 지침서는 업종, 공정, 직무에 대한 표준화 원칙과 방법으로 구성되었다.

- (1) 업종 표준화 : 업종은 2017년 1월 13일에 개정 시행된 한국표준산업분류 제10차 개정분류(통계청 고시 제2017-13호) 내용에 따라 표준화 하는 것을 원칙으로 하였다. 한국표준산업분류의 분류구조는 대분류(1자리, 영문대문자), 중분류(2자리 숫자), 소분류(3자리 숫자), 세분류(4자리 숫자), 세세분류(5자리 숫자)의 5단계로 구성되는데 가장 자세히 분류된 세세분류 코드까지 분류하는 것을 원칙으로 하였다. 측정실시 사업장의 정확한 업종 분류를 위해 공장등록증명서의 업종코드를 확인하도록 하였고, 사업장의 주 생산품 등의 정보를 종합하여 통계청에서 제공하는 한국표준산업분류 제10차 분류기준 설명서의 업종별 설명 및 <예시> 정보와 비교하여 판단하도록 하였다.
- (2) 공정 표준화 : 공정을 표준화된 명칭으로 분류하고 정의하는 원칙은 건강 유해인자 노출에 대한 유사성을 기준으로 한다. 즉 같은 공정분류에 속한 근로자 그룹은 유사한 유해요인에 노출되는 그룹으로 평가할 수 있다. 공정 표준화는 작업환경측정 보고서의 조사된 정보를 기초로 하여 실시함을 원칙으로 하였다. 현재 산업안전보건법에 의해 규정되어 있는 작업환경측정 결과 보고서 작성 양식에는 작업공정별 유해요인 분포 실태, 공정별 화학물질 사용상태 등을 포함한 예비조사결과를 작성하도록 하고 있다. 또한 측정 결과표에는 '부서 또는 공정', '단위작업장소' 등의 정보를 기록하도록 하고 있다. 이상의 조사된 정보를 활용하여 공정명을 표준화하도록 하였다. 이때 표준화된 공정 명칭과 코드는 기존에 K2B에서 활용하고 있는 공정 코드 정보 중

선택하는 것을 원칙으로 하였다. 현재 K2B에 있는 공정코드 정보는 매우 많은 유사 공정명들이 있으나 각 공정에 대한 정의 혹은 설명이 부족한 상태이다(1392개 코드 중 공정 설명이 있는 코드 수는 356개). 따라서 표준화 과정에서는 선택한 공정명에 대한 설명을 충분히 제시하도록 하였다.

- (3) 직무 표준화 : 직무는 공정이 실질적으로 가동되도록 현장에서 장비, 기계, 기구 등을 조작하거나 운전하는 운전원(operator), 해당 공정의 운영 전반을 관리하고 책임지는 관리원(manager), 공정 운영 중 생기는 문제를 수정하고 보수하는 정비원(maintenance)을 기본 직무로 정의하였고, 이에 해당되지 않는 직무는 한국표준직업분류(Korea Standard Classification of Occupation, KSCO) 7차 개정안(통계청 고시 제2017-191호) 코드에서 가장 가까운 세세분류 코드로 할당하도록 하였다.

2) 2차 전문가 검토 및 자료 클리닝

1차 표준화 결과는 JEM 및 표준화 정보 연구 경험이 많은 산업위생전문가 2인(산업위생 경력 20년 이상)에 의해 표준화 결과가 노출감시체계의 활용도를 고려할 때 타당한지를 중심으로 검토하고, 자료의 클리닝 및 유사 명칭의 재분류 등을 수행하여 완성도를 높였다.

3) 3차 표준화 결과에 대한 활용도 검증

2차 전문가 검토까지 완료된 표준화 자료를 측정경력이 각각 5년, 2개월 된 산업위생 실무자 2인에 의해 활용도를 검증하였다. 검증 방법은 최종 표준화 결과가 포함되어 있는 세세분류 표준화 업종에 해당되는 사업장

중 2명의 산업위생 실무자가 직접 측정을 수행한 사업장을 10곳씩 선정하도록 하였다. 그리고 각 사업장의 측정 결과보고서에 기록한 부서 및 단위작업장소의 정보를 최종 표준화 공정 정보를 참고하여 표준화 지침서를 보고 표준공정으로 전환하도록 하였다. 표준화 과정에서 표준화가 어려운 경우 그 이유를 기록하도록 하였다. 최종 표준공정으로 전환된 결과를 2차 전문가 검토를 수행했던 산업위생 경력 20년 이상 산업위생전문가들에게 표준화가 적절하게 이루어졌는지 검토하였고, 표준화 대상 공정 수 중 적절히 표준화가 이루어진 공정 수의 분포로 표준화율(%)을 계산하여 활용도를 평가하였다.

III. 연구결과

1. 1차 표준화 대상 업종, 사업장 및 전문가 선정 결과

2014년 상반기부터 2016년 하반기까지 대한산업보건협회에서 측정한 화학물질에 대한 측정자료를 대상으로 특별관리물질 측정 사업장 수, 특별관리물질 측정 건수, 측정 실시 사업장 수 등을 고려하여 표준화를 위한 30개 상위 업종을 한국표준산업분류 9차 개정 세세분류 중 선정하였다. 각 업종별 사업장의 고용규모, 지역, 주 생산품 등을 고려하여 6개의 표준화 사업장을 선정하여 총 180개 사업장을 선정하였다(Table 1). 고용 규모별 분포는 50인 미만 사업장이 119개(66.1%)로 가장 많았고, 50~300인(55개, 30.6%), 300인 이상(6개, 3.3%)의 순으로 나타났다.

1차 표준화를 담당할 10명의 산업위생전문가는 측정 실무 경력과 지역을 고려하여 선정하였으며, 선정된 전문가들의 측정실무 경력은 평균 12년(7~19년), 할당된

Table 1. Industries and workplaces selected for primary standardization of work environment monitoring information

| Rank | KSIC* 9 th sub-unit category | KSIC code | No. of workplaces monitored | No. of workplaces monitoring SMSs ⁺ | No. of samples for SMSs | No. of workplaces selected for standardization by employment size | | | |
|------|--|-----------|-----------------------------|--|-------------------------|---|--------|------|-------|
| | | | | | | <50 | 50-300 | 300≤ | Total |
| 1 | General repair services of motor vehicles | 95211 | 954 | 208 | 601 | 4 | 2 | | 6 |
| 2 | Manufacture of other parts and accessories for motor vehicles n. e. c. | 30399 | 1587 | 120 | 391 | 3 | 2 | 1 | 6 |
| 3 | Medium hospitals | 86102 | 208 | 154 | 499 | 1 | 4 | 1 | 6 |
| 4 | Other manufacturing n.e.c. | 33999 | 1115 | 98 | 496 | 4 | 2 | | 6 |
| 5 | General hospitals | 86101 | 96 | 91 | 778 | 1 | 3 | 2 | 6 |
| 6 | Manufacture of other electronic valves, tubes and electronic components n.e.c. | 26299 | 691 | 85 | 261 | 3 | 3 | | 6 |
| 7 | Manufacture of all other chemical products n.e.c. | 20499 | 240 | 72 | 478 | 4 | 2 | | 6 |
| 8 | Manufacture of synthetic resin and other plastic materials | 20202 | 298 | 33 | 269 | 4 | 2 | | 6 |
| 9 | Manufacture of finished medicaments | 21210 | 49 | 31 | 310 | 2 | 3 | 1 | 6 |
| 10 | Other human health activities n.e.c. | 86909 | 56 | 36 | 143 | 1 | 5 | | 6 |

Table 1. Continued

| Rank | KSIC* 9 th sub-unit category | KSIC code | No. of workplaces monitored | No. of workplaces monitoring SMSs [†] | No. of samples for SMSs | No. of workplaces selected for standardization by employment size | | | |
|-------|--|-----------|-----------------------------|--|-------------------------|---|--------|------|-------|
| | | | | | | <50 | 50~300 | 300≤ | Total |
| 11 | All other personal service activities n.e.c. | 96999 | 115 | 24 | 193 | 6 | | | 6 |
| 12 | Repair services of motor vehicles specializing in parts | 95212 | 113 | 36 | 88 | 6 | | | 6 |
| 13 | All other professional, scientific and technical services n.e.c. | 73909 | 28 | 16 | 207 | 2 | 4 | | 6 |
| 14 | Steel foundries | 24312 | 61 | 26 | 113 | 5 | 1 | | 6 |
| 15 | Manufacture of plastics synthetic leather | 22214 | 30 | 20 | 142 | 4 | 2 | | 6 |
| 16 | Manufacture of other general-purpose machinery n.e.c. | 29199 | 406 | 16 | 31 | 6 | | | 6 |
| 17 | Manufacture of general paints and similar products | 20411 | 41 | 13 | 167 | 4 | 2 | | 6 |
| 18 | Research and experimental development on other engineering | 70129 | 14 | 10 | 193 | 1 | 4 | 1 | 6 |
| 19 | Other civil engineering construction | 41229 | 248 | 15 | 63 | 3 | 3 | | 6 |
| 20 | Manufacture of other fabricated and processed metal products n.e.c. | 25999 | 333 | 14 | 34 | 6 | | | 6 |
| 21 | Plating and anodizing of metals | 25922 | 189 | 20 | 35 | 5 | 1 | | 6 |
| 22 | Manufacture of sections for ships | 31114 | 280 | 12 | 53 | 4 | 2 | | 6 |
| 23 | Manufacture of other unclassified non-metallic minerals n. e. c. | 23999 | 104 | 18 | 70 | 6 | | | 6 |
| 24 | Gray and malleable iron foundries | 24311 | 50 | 20 | 74 | 5 | 1 | | 6 |
| 25 | Manufacture of other basic organic chemicals | 20119 | 34 | 16 | 108 | 5 | 1 | | 6 |
| 26 | Manufacture of other plastic products n.e.c. | 22299 | 254 | 13 | 44 | 5 | 1 | | 6 |
| 27 | Manufacture of other medical and surgical equipment and orthopedic appliances n.e.c. | 27199 | 65 | 22 | 40 | 4 | 2 | | 6 |
| 28 | Other research and experimental development on social sciences and humanities | 70209 | 14 | 9 | 155 | 5 | 1 | | 6 |
| 29 | Manufacture of all other textiles n.e.c. | 13999 | 130 | 15 | 67 | 5 | 1 | | 6 |
| 30 | Manufacture of moulding patterns, moulds and industrial patterns | 29294 | 395 | 7 | 26 | 5 | 1 | | 6 |
| Total | | | 8198 | 1270 | 6129 | 119 | 55 | 6 | 180 |

*KSIC : Korean Standard Industrial Classification, †SMSs : Specially Managed Substances

Table 2. Industrial hygienists selected for primary standardization of work environment monitoring information

| Industrial hygienists | Career, yrs | No. of industries | No. of workplaces* | | | |
|-----------------------|-----------------|-------------------|--------------------|----------|----------|-------|
| | | | Region A | Region B | Region C | Total |
| IH1 | 16 | 5 | 12 | | | 12 |
| IH2 | 8 | 7 | | 9 | | 9 |
| IH3 | 14 | 17 | | | 35 | 35 |
| IH4 | 14 | 13 | | 17 | | 17 |
| IH5 | 10 | 5 | 7 | 1 | | 8 |
| IH6 | 10 | 14 | 28 | | 1 | 28 |
| IH7 | 13 | 15 | | | 30 | 30 |
| IH8 | 7 | 12 | 19 | 1 | | 20 |
| IH9 | 19 | 5 | | | 7 | 7 |
| IH10 | 12 | 8 | | | 14 | 14 |
| Total | 12 [†] | 30 | 65 | 28 | 87 | 180 |

*Workplaces : Region A-Seoul, Gyeonggi, Gangwon; B-Chungcheong, Daejeon; C-Daegu, Busan, Gwangju, Gyeongsang, Jeolla

[†]12 : average career of 10 industrial hygienists

업종 종류는 평균 10종(5~17종), 담당 사업장 수는 평균 18개(7~35개)였다(Table 2).

2. 최종 표준화 결과

총 10명의 산업위생전문가에 의해 1차 표준화된 결과

Table 3. Summary of final standardization results

| Category | | Number |
|-----------------|---------------|--------|
| Workplaces | | 180 |
| Total records | | 1112 |
| Standardization | | |
| Industry | Major | 8 |
| | Sub-major | 23 |
| | Minor | 39 |
| | Unit | 53 |
| | Sub-unit | 70 |
| Process | With K2B code | 148 |
| | New | 13 |
| Job | | 13 |

를 2명의 경력 20년 이상의 산업위생전문가에 의해 업종명, 업종코드, 공정명 등에 대한 재분류 및 자료 클리닝을 거쳐 최종 표준화 하였다. 최종 표준화된 결과는 Table 3과 같이 총 1,112개의 자료가 업종별로는 대분류 8, 중분류 23, 소분류 39, 세분류 53, 세세분류 70개의 업종으로 구분되었다. 표준화 공정은 총 161개였으며 기존에 K2B 코드가 부여된 공정 수는 148개, 기존 K2B 코드에 해당되지 않는 신규 공정명은 13개였다. 대분류 업종별 표준화 결과를 요약하면 Table 4와 같으며, 총 161개의 표준화 공정명과 정의는 Appendix 1에 제시하였다.

직무군은 총 13개 군으로 표준화 되었으며, 각 표준화 직무군별 공정 수의 분포는 Figure 1과 같이 오퍼레

이터가 153개 공정으로 총 161개 공정 중 95%의 공정에 분포하고 있었고, 자동차 수리업에 종사하는 자동차 정비원이 12개 공정, 다음으로 간호사, 메인テナンス, 관리원 등이 4개 공정으로 분류되었다.

3. 최종 표준화 결과의 활용도 검증

총 16개 업종에 대해 20개 사업장 76개 공정에 대한 표준화 검정을 실시한 결과 58개 공정이 표준화되어 표준화율은 76.3%였다(Table 5). 측정 경력이 짧은(2개월) 산업위생 실무자의 표준화율은 73.8%로 5년 경력자의 79.4% 보다 낮게 나왔다.

IV. 고 찰

본 연구는 유해인자에 노출되는 사업장에 대해 주기적으로 정량적인 노출평가를 실시하고 있는 작업환경측정 결과 자료들을 활용하여 국가노출감시체계를 구축하고자 하는 궁극적인 목표를 갖고 진행되었다. 우리나라의 작업환경측정 제도는 개선이 필요한 점들이 있지만(Choi, 2008; Jeong et al., 2017), 매년 4만 여개의 사업장을 대상으로 정량적인 노출 실태가 파악된다는 장점이 있고, 2002년부터 안전보건공단(KOSHA)의 K2B 시스템을 통해 전산데이터베이스로 저장되고 있다는 장점이 있다. 그러나 이러한 자료를 국가노출감시체계로 활용하기 위해서는 업종, 공정, 직무 등이 표준화된 명칭으로 입력되어야 비교 분석이 가능하다. 이를 위해 본 연구에서는 작

Table 4. Summary of standardized processes and jobs by major industries

| Industry(KSIC 10th rev. code) | Number of process | Number of jobs | Jobs |
|---|-------------------|----------------|--|
| Construction(F) | 21 | 4 | Excavating machine operator, Signer, Operator, Concrete reinforcing worker |
| Human health and social work activities(Q) | 11 | 5 | Nurse, Radiologist, Operator, Clinical pathologist, Kitchen assistant |
| Manufacturing(C) | 140 | 5 | Manager, Maintenance, Researcher, Operator, Forklift driver |
| Membership organizations, repair and other personal services(S) | 12 | 1 | Automobile maintenance |
| Mining and quarrying(B) | 1 | 1 | Operator |
| Professional, scientific and technical activities(M) | 6 | 3 | Maintenance, Researcher, Operator |
| Transportation and storage(H) | 1 | 1 | Operator |
| Water supply; sewage, waste management, materials recovery(E) | 6 | 1 | Operator |

Table 5. Evaluation of the degree of utilization on the standardization for process

| Industry(KSIC 10 th rev. code) | Industrial hygienist (career; 2 months) | | | Industrial hygienist (career; 5 years) | | | Total | | |
|--|--|-----------------------------|--------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| | Number of process | Standardi zed process | Standardiz ation rate, % | Number of process | Standardi zed process | Standardiz ation rate, % | Number of process | Standardi zed process | Standardiz ation rate, % |
| Steel foundries(24312) | 6 | 6 | 100 | 6 | 6 | 100 | 12 | 12 | 100 |
| Treatment and disposal of construction and demolition waste(38230) | | | | 4 | 2 | 50 | 4 | 2 | 50 |
| Quarrying, crushing and breaking of stone for construction(07121) | 3 | 2 | 66.7 | | | | 3 | 2 | 66.7 |
| Manufacture of other fabricated and processed metal products n.e.c.(25999) | 2 | 2 | 100 | | | | 2 | 2 | 100 |
| Manufacture of other chemical products n.e.c.(20499) | 3 | 3 | 100 | | | | 3 | 3 | 100 |
| Manufacture of other general-purpose machinery n.e.c.(29199) | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 100 | 5 | 3 | 60 |
| Manufacture of electronic tubes, interface cards and other electronic components n.e.c.(26299) | | | | 2 | 2 | 100 | 2 | 2 | 100 |
| Manufacture of other plastic products n.e.c. (22299) | 8 | 5 | 62.5 | 2 | 2 | 100 | 10 | 7 | 70 |
| Manufacture of other new parts and accessories for motor vehicles n.e.c.(30399) | | | | 7 | 5 | 71.4 | 7 | 5 | 71.4 |
| Manufacture of other structural metal products (25119) | 5 | 3 | 60 | 2 | 2 | 100 | 7 | 5 | 71.4 |
| Other service activities incidental to water transportation(41229) | | | | 3 | 2 | 66.7 | 3 | 2 | 66.7 |
| Apartment building construction(41112) | 10 | 7 | 70 | | | | 10 | 7 | 70 |
| Intermediate care hospital(86105) | | | | 1 | 1 | 100 | 1 | 1 | 100 |
| General repair services of motor vehicles(95211) | 2 | 2 | 100 | | | | 2 | 2 | 100 |
| Engraving, cutting and similar processing of metals(25924) | 1 | 1 | 100 | | | | 1 | 1 | 100 |
| Manufacture of curtains and similar goods(13223) | | | | 4 | 2 | 50 | 4 | 2 | 50 |
| Total | 42 | 31 | 73.8 | 34 | 27 | 79.4 | 76 | 58 | 76.3 |

업환경 측정이 실시된 자료를 주요 업종별로 표본 추출하여 해당 측정을 수행한 산업위생전문가들에 의해 업종, 공정, 직무를 표준화하도록 하고 표준화된 정보를 향후 K2B 시스템의 입력단계에서 활용 하고자 하였다. 따라서 가장 좋은 표본 선정 대상 자료는 전국의 작업환경 측정결과가 보고되어 현재까지 축적된 안전보건공단 K2B 데이터베이스이다. 그러나 K2B 데이터베이스는 자료의 정제(cleaning)와 업종에 대한 분류 표준화 등이 실시되지 않은 상태이기 때문에 표본 선정에 활용할 수 없었다. 이에 본 연구에서는 전국 각 지역에 걸쳐 작업환경 측정 기관을 지정받아 운영하고 있는 대한산업보건협회에서 측정한 자료를 활용하였는데 대한산업보건협회 자료는 몇 가지 장점을 갖고 있다. 첫째, 대한산업보건협회는 2018년 현재 전국에 총 15개 센터와 한 곳의 연구원을 두고 총 23,940개 사업장을 측정할 수 있는 지정

한계 규모를 갖고 있기 때문에 측정 자료가 지역적으로 다양하게 분포되어 있다. 둘째, 대한산업보건협회에서는 2014년 상반기부터 2016년 하반기까지 측정한 자료에 대해 한국표준산업분류 제9차 개정(2017년 12. 28. 고시)에 의해 표준분류 검토가 수행되어 있어 업종별 대상 자료 선정이 가능한 상태였다.

표준화 대상 자료는 총 30개의 업종에 대한 180개의 사업장에 대한 작업환경측정보고서를 대상으로 하였다(Table 1). 그러나 실제 업종 표준화를 실시한 결과 70개의 세세분류 업종으로 재분류되었다(Table 3). 이렇게 업종 수가 늘어나게 된 이유는 다음과 같다. 한국표준산업분류는 2017년 7월 1일부터 제10차 개정안이 시행되었는데(통계청 고시, 2017-13), 본 연구에서 표준화 대상을 선정하는데 활용한 대한산업보건협회 자료는 9차 개정안에 근거하여 분류되어 있었다. 따라서 1

차 표준화 작업에서는 10차 개정판을 활용하여 재분류를 하였고, 9차 개정안과 10차 개정안의 분류 차이 때문에 최종 표준화된 세세분류 업종수가 30개에서 70개로 증가하게 되었다. 한국표준산업분류 제10차 개정안은 미래 성장산업, 국가 기간산업, 동력산업 등의 지원·육성정책에 요청되는 통계작성을 위해 관련 분류를 신설, 세분화된 특징을 갖고 있다. 따라서 기존 9차 개정분류보다 좀 더 세분화된 분류를 나타낸 경우가 있어 10차 개정안으로 분류할 경우 업종수가 늘어나게 되었다. 예를 들어, 9차 개정안에서 '그 외 기타 분류 안된 섬유제품 제조업(13999)'는 10차 개정안에서는 '섬유제품 기타 정리 및 마무리 가공업(13409)', '직물, 편조, 원단 및 의복류 염색 가공업(13402)', '커튼 및 유사 제품 제조업(13223)'으로 보다 세분류 되었다. 9차 개정안의 '그외 기타 자동차 부품 제조업(30399)'의 경우도 10차 개정안에서는 '자동차용 신품 조향장치 및 현가장치 제조업(30391)', '자동차용 신품 제동 장치 제조업(30392)', '그 외 자동차용 신품 부품 제조업(30399)', '자동차 재제조 부품 제조업(30400)' 등으로 세분류 되었다.

표준공정 분류는 기존 K2B 시스템에서 활용해 온 공정 코드를 가능한 그대로 활용하며 기존 코드 데이터베

이스가 갖고 있는 한계점을 개선하는데 초점을 두었다. 기존 K2B 시스템의 공정 코드 활용에는 2가지 제한점이 있는데, 첫째, 총 1,392개의 공정 코드로 매우 자세히 분류되어 있고, 유사공정이 너무 많아 지정측정기관에서 측정자료를 K2B에 입력할 때 적절한 코드를 선택하는데 어려움이 있다. 예를 들어, '도장'공정과 유사한 공정명이 전착도장, 자동도장, 기타도장, 프라이머도장, 중간도장, 상도도장, 내화도장, 방청도장, 기타도장, 옥내도장, 옥외도장, 프레임도장, 도장도포, 칠솔도장, 분무도장, 스프레이도장, 액체도장, 정전도장, 침지도장, 롤러도장, 부동도장, 분체도장, 도장준비 등 23개로 세분화 되어 있다. 둘째, 각 공정 코드명에 대한 명확한 정의와 설명이 부족하다는 점이다. 총 1,392개의 공정 코드 중 356개 코드만이 공정 설명이 있었다. 따라서 본 연구에서는 가능한 기존 K2B 공정 코드 중 선택하여 분류하고, 해당 공정코드명에 대한 자세한 설명과 공정 정의를 기술하도록 하였다. 각 표준화 전문가 마다 동일한 공정명에 대한 설명이 같지 않았기 때문에 초기 설명 자료들을 취합하여 가장 일반화된 공정설명으로 재정리 하였다. 공정 코드를 소분류부터 좀 더 큰 그룹으로 묶을 수 있다면 중, 대 분류까지 하고자 하였으나, 자료의 클리닝 과정에서 소분류 공정까지만 정리하였

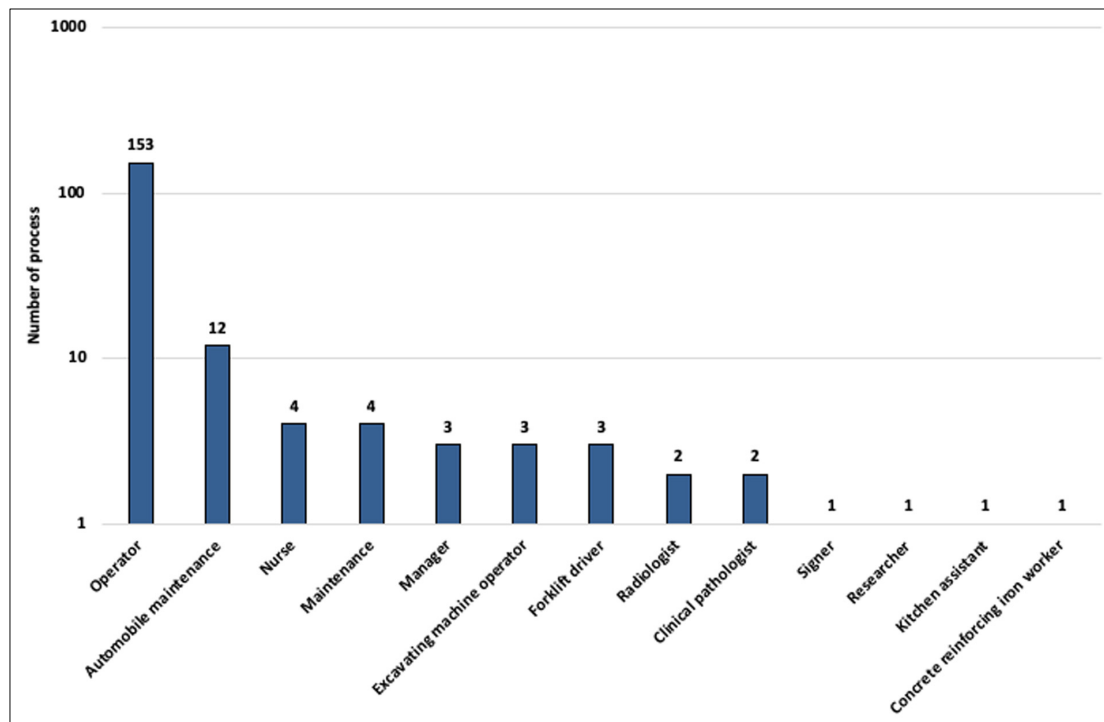


Fig. 1. Comparison of number of process by 13 standardized jobs.

다. 이후 유사 소분류 공정을 중, 대 분류로 묶어내어 향후 K2B 시스템에 표준공정을 선택하여 입력할 때 보다 쉽게 표준화된 정보가 입력되도록 할 필요가 있다.

직무에 대한 표준화는 기본 직무로 운전원(operator), 관리원(manager), 정비원(maintenance)으로 구분하고 코딩하였다. 초기 코딩 결과에서는 거의 대부분 운전원으로만 코딩이 되었다. 이는 현재 작업환경측정의 주요 대상이 각 공정의 운전원들이기 때문인데, 해당 공정을 가동시키는 주요 역할을 운전원으로 정의했으나 업종에 따라서는 일반인들이 이해하기 어려운 직무명이기도 했다. 예를 들어, 병원의 간호사가 내시경실에서 포름알데히드 용액에 생체 시료를 고정하는 작업을 할 때, '운전원'의 정의에 따라 이 경우 간호사는 내시경실의 운전원으로 분류하게 된다. 이는 일반적으로 이해하기 쉽지 않은 분류여서, 직업명이 분명한 경우(예; 자격제도에 따른 직업)에는 해당 명칭으로 재 코딩하였다. 이렇게 재 코딩 한 결과 총 13개의 직무군으로 구분되었다(Fig. 1). 유해인자에 대한 작업자의 노출 특성을 이해하는데 있어 직무(무슨 일을 하는지?)는 매우 중요한 정보이다. 그러나 현재 산업안전보건법 시행규칙 제94조에 의거하여 별지 서식으로 규정되어 있는 작업환경측정보고서 양식에는 직무 혹은 직업에 대한 정보가 누락되어 있다. 따라서 표준화 과정에서 산업위생전문가들이 가장 어려워 했던 부분이 직무 표준화였다.

우리나라와 유사하게 정량적 작업환경측정 자료를 국가노출감시체계로 활용하고 있는 대표적인 국가인 독일의 시스템은 향후 우리나라의 국가노출감시체계 구축을 위해 많은 시사점을 준다. 독일 사회보험의 산업안전보건연구소(Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, IFA)에서는 1972년부터 정량적 노출평가 자료를 MEGA (Messdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz" in German)로 불리는 데이터베이스를 구축하여 국가 노출감시체계로 활용하고 있다(Stamm, 2001). MEGA는 독일 산재보험조합(Berufsgenossenschaften, BG)과 BG 산하의 산업안전보건연구소(Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz, BGIA)에 의해 관리되는 화학적인자에 대한 노출평가 데이터베이스이다. BG는 민간조직이지만 산업재해 및 질병자의 보상, 치료, 재활에 대한 실질적 업무를 담당하고 있고, BG 감독관은 각 사업장의 기술감독 권한을 갖고 있으며 BG 산하 사업장에 대해 작업환경측정을 실시하고 산재예방을 위한

기술지원을 실시한다(Park et al., 2003). BG 감독관들이 측정한 시료는 모두 BGIA로 표준화된 측정정보와 함께 보내지고 최종 농도가 산출된다. BG 감독관들에 의해 현장에서 시료채취가 될 때 관련정보들이 체계적으로 수집되기 위해 "OMEGA"라고 하는 소프트웨어를 사용하여 관련정보를 기입하고 있으며, 동 정보는 BGIA에 의해 활용되어 시료분석 결과 농도를 계산하고 그 결과를 해석할 때 사용되어진다(Gabriel, 2006; BGIA, 2009). 측정 후 BGIA에 수집되는 주요 정보는 사업장 정보(업종), 공정 정보, 직무정보(activity), 작업물질, 투입제품, 작업공간적인 조건, 기후 조건, 환기 조건, 개인보호 조치, 노출조건 등을 포함하며, 우리나라의 작업환경측정 보고서에서 수집하고 있는 정보 중 누락되어 있는 직무정보에 대해 자세히 보고하고 있다는 점이 특징적이다. 직무정보에는 피 측정자의 직업(profession), 직무(job) 또는 구체적으로 수행한 업무(task) 등이 포함된다. 이러한 정보는 유럽 노출정보등록에 관한 작업그룹(The Working Group on Exposure Registers, WGER)에 의해 제안된 "화학물질에 대한 작업장 측정보고서에 반드시 제공되어야 할 핵심정보 카테고리"의 내용을 포함하는 것이다. WGER은 화학물질에 대한 작업자의 노출측정과 관련하여 작업환경측정 정보에 담겨야 할 10가지의 핵심정보 카테고리를 다음과 같이 제시하고 있다(WGER, 1996). ① 사업장 정보(premises): 위치, 업종 등의 정보, ② 작업장소(공정)에 대한 정보(workplaces): 시료채취가 이루어지는 작업장소에 대한 정보, ③ 작업자 직무(worker activity): 측정되는 작업자의 직업(profession), 직무(job), 업무(task) 정보, ④ 생산품(products) 정보: 측정되는 유해인자를 포함하는 제품, 중간화학물질, 또는 부산물에 대한 정보, ⑤ 화학인자(chemical agents), ⑥ 노출관여 요인(exposure modifiers): 노출측정치 수준에 영향을 미치는 작업장 요인(workplace factors), ⑦ 측정전략(measurement strategy): 시료채취 전략, ⑧ 측정과정(measurement procedure): 시료보관 및 이송을 포함한 시료채취 및 분석에 관한 정보, ⑨ 측정결과(results), ⑩ 참고문헌(reference). 따라서 향후 우리나라의 작업환경측정 결과 보고서의 입력 자료 내용 중 직무를 포함한 작업내용에 대한 기술을 할 수 있도록 개선함으로써 개별 사업장 내에서의 노출관리 뿐만 아니라 국가노출감시체계로서의 활용도를 높일 수 있을 것이다.

본 연구결과를 활용할 때 몇 가지 제한점이 고려되어야 한다. 첫째, 작업환경측정이 실시되고 있는 전체 업종과 사업장에 대한 표준화가 실시되지 못한 표본조사라는 제한점이 있다. 전체 측정이 실시되고 있는 사업장수(매년 4만 여개)의 규모와 비교할 때, 본 연구에서는 70개 세세분류 업종에 해당되는 180개 사업장의 측정정보를 이용하여 표준화 작업이 진행되었다. 둘째, 조사된 업종의 모든 공정에 대한 표준화가 실시되지 못한 점이다. 이는 작업환경측정이 이미 이루어진 결과 보고서의 정보를 대상으로 표준화 작업을 실시하였기 때문에 해당 업종이 가지고 있는 모든 공정 중 측정이 실시되지 못한 공정에 대해서는 표준화 할 수 없었기 때문이다. 그러나 이러한 제한점을 고려하더라도 본 연구결과를 현재의 K2B 시스템의 기초 데이터베이스로 추가함으로써 각 측정기관에서 업종, 공정, 직무에 대한 정보 입력시 표준화율을 높여 나가는데 기여할 수 있을 것이다. 본 연구에서 표준화 결과와 지침내용을 활용하여 2명의 경력이 다른 산업위생 실무자에게 활용도를 검증해 본 결과 측정 경력이 짧은(2개월) 산업위생 실무자의 표준화율은 73.8%로 5년 경력자의 79.4% 보다 낮게 나왔으나, 70% 이상의 표준화율을 나타내고 있어 향후 각 측정기관 담당자들을 대상으로 표준화 지침서를 배포하고 입력 교육 실시 등을 통해 활용도를 높일 수 있다고 판단된다.

V. 결 론

본 연구에서는 180개 사업장의 측정정보와 해당 사업장 측정을 실시한 작업환경측정 경력이 많은 산업위생전문가들에 의해 총 70개의 한국표준분류 제10차 개정안에 따른 세세분류 업종과 161개 공정, 13개 직무로 표준화하였다. 본 연구결과를 작업환경측정 경력 2년과 5년 된 산업위생 실무자에 의해 공정 표준화 활용도 검증결과 평균 76.3%로 나타났다. 따라서 향후 본 연구에서 실시된 업종, 공정, 직무의 표준화 정보를 현재 작업환경측정 결과 정보를 수집하고 있는 K2B에서 활용할 수 있도록 함으로써 향후 작업환경측정 정보를 국가노출감시체계로 활용할 수 있는 기초 자료가 될 것이다.

감사의 글

본 연구는 2018년 한국산업안전보건공단 산업안전보

건연구원 학술용역 지원 사업에 의해 수행되었으며, 측정정보 표준화에 참여해 준 산업위생전문가분들께 감사드립니다.

References

- BGIA(Institute for occupational safety and health). BGMG, measurement system for exposure assessment of the German social accident insurance institutions. DGUV.; 2009. p. 23-26
- Choi S. Assessment on work environment monitoring program in Korea. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2008;18(4):282-292
- Feldman D. English public law. Oxford University Press; 2004. p. 1241-1252
- Gabriel S. The BG measurement system for hazardous substances(BGMG) and exposure database of hazardous substances(MEGA). Int J Occup Safety and Ergonomics 2006;12(1):1014-104
- Jeong JY, Kang TS, Lee SG, Park HD, Kim KY. An improvement plan for a workplace monitoring system through random selection of workplaces and unnoticed measurement inspection. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2017;27(2):105-114
- Kauppinen T, Uuksulainen S, Saalo A, Mäkinen I, Pukkala E. Use of the Finnish information system on occupational exposure (FINJEM) in epidemiologic, surveillance, and other applications, Ann Occup Hyg 2014;58(3):380-396
- Park DU, Goh DH, Ahn JS, Lee KH, Jeong JY et al. Standardization study on work environment measurement information. The Occupational Safety and Health Research Institute.; 2017. p. 126-132
- Park DY, Shin CS, Kim BY, Yoon JG, Kim SG et al. Study on Institutional and Operational Status of the Unified and Integrated OSH System and Coverage of the OHS legislation in Some Developed Countries - USA, UK, Germany, Japan -. The Ministry of Labor.; 2003. p. 179-185
- Rantanen J, Kauppinen T, Toikkanen J, Kurppa K, Lehtinen S, et al. Work and health country profiles: country profiles and national surveillance indicators in occupational health and safety. People and Work-Research reports 44. Finnish Institute of Occupational Health.; 2001. p. 8-19
- Stamm R. MEGA-Database: one million data since 1972. Appl Occup and Environ Hyg 2001;16(2):159-163
- VIOSH Australia at the University of Ballarat. International review of surveillance and control of workplace

exposures : NOHSAC Technical Report5: Wellington.; 2006. p. 36-69

Wald PH, Jones JR. Semiconductor manufacturing: an introduction to processes and hazards. Am J Ind Med 1987;11:203-21

WGER(The Working group on exposure registers in Europe). Occupational exposure databases - a proposal for core information for workplace exposure measurements on chemical agents. European

foundation for the improvement of living and working conditions.; 1996. p. 17-27

<저자정보>

최상준(교수), 정지연(교수), 임성국(박사), 임대성(박사), 고동희(교수), 박동욱(교수), 박윤경(대학원생), 김소연(연구원), 정은교(박사)

Appendix 1. Standardized process name and definition written in Korean*

| No. | 공정 code | 표준공정(소) | 공정설명 |
|-----|---------|----------|--|
| 1 | 10003 | 마킹 | 잉크, 희석제를 사용하여 날인 혹은 표시하는 작업 |
| 2 | 10007 | 레이저마킹 | 제품에 레이저를 이용하여 새기는 작업 |
| 3 | 10010 | 원료입고 | 원재료를 입고하는 작업 |
| 4 | 10014 | 공무 | 공장 설비에 관한업무로써, 수리 및 보수를 하는 작업 |
| 5 | 10017 | 보일러실 | 보일러실을 관리하는 작업 |
| 6 | 10021 | 기계실 | 기계실을 유지 및 관리하는 작업 |
| 7 | 10022 | 제어실 | 자동으로 운전되는 공정을 컨트롤룸에서 상주하며 관리하는 작업 |
| 8 | 12000 | 투입 | 원료를 공정 라인에 공급하는 작업 |
| 9 | 12008 | 주입 | 원료, 재료 등을 일정 공간, 용기, 장치 등에 투입하는 작업 |
| 10 | 12011 | 가스주입 | 작업을 위해 가스를 주입하는 작업 |
| 11 | 12026 | 충전 | 용기에 원료, 재료 등을 채우는 작업 |
| 12 | 13000 | 용해 | 물질을 액체 상태에서 균일하게 녹게 만드는 작업 |
| 13 | 14003 | 금형주조 | 금형을 제작, 가공하는 작업 |
| 14 | 14016 | 조형(기계작업) | 주물사를 이용하여 기계를 이용하여 일정한 조형틀을 만드는 작업 |
| 15 | 14017 | 조형(수작업) | 주물사를 이용하여 수 작업으로 일정한 조형틀을 만드는 작업 |
| 16 | 14021 | 합형 | 조형틀을 합치는 작업 |
| 17 | 14022 | 탈형 | 주물제품의 조형틀제거작업 |
| 18 | 14026 | 탈사 | 모래를 털어내는 작업 |
| 19 | 14027 | 가우징 | 제품표면의 흠을 파거나 매우기 위한 작업 |
| 20 | 15007 | 압출 | 소성 상태의 재료를 강한 압력을 가하여 다이에 통과시켜 원하는 모양으로 만드는 작업 |
| 21 | 16001 | 가스절단 | 제품의 모양에 맞게 가스로 절단하는 작업 |
| 22 | 16020 | 고무판재단 | 고무를 원하는 크기로 절단하는 작업 |
| 23 | 16032 | 재단 | 용도에 맞게 일정한 크기로 치수를 재어 절단하는 작업 |
| 24 | 16039 | 절곡 | 금속철판을 원하는 형태로 자동 타공기기 및 절곡기를 이용하여 가공하는 작업 |
| 25 | 18000 | 연마 | 제품의 내, 외 표면을 그라인더로 갈아내는 작업 |
| 26 | 18002 | 사상 | 제품의 표면 및 가장자리의 연마작업 |
| 27 | 18006 | 호우닝 | 절삭가공 및 끝마무리 연삭 후 원통내면과 외면을 정밀도 높은 치수와 기하학적 형상을 갖도록 하는 연삭가공의 일종 |
| 28 | 18008 | 샌딩 | 핸드그라인더를 이용하여 가공제품 표면을 매끈하게 다듬는 작업 |
| 29 | 18009 | 줄작업 | 줄질을 하여 가공물의 표면을 다듬질하는 작업 |
| 30 | 18012 | 광택연마 | 가공물의 표면을 솔을 이용하여 매끄럽게 하는 작업 |
| 31 | 18015 | 버핑 | 버프의 원돌레 또는 측면에 연마재를 바르고 금속 표면을 연마하는 작업 |
| 32 | 18025 | 쇼트블라스팅 | 샷트기기에서 쇼트볼을 투사하여 제품의 표면처리작업 |
| 33 | 19000 | 성형 | 용도에 맞게 제품의 형태를 만들어가는 작업 |
| 34 | 19001 | 발포 | 발포제를 사용하여 플라스틱을 성형하는 작업. |
| 35 | 19007 | 제관 | 철판, 봉, 관 등의 재료를 설계도면에 맞게 가공하여 구조물을 만드는 작업 |

| No. | 공정 code | 표준공정(소) | 공정설명 |
|-----|---------|---------|---|
| 36 | 19013 | 절삭 | 가공기를 이용한 제품의 절삭가공 작업 |
| 37 | 19017 | 평면연삭 | 평면연삭기로 금속재료의 표면을 연삭하는 작업 |
| 38 | 19022 | 선반가공 | 선반(lathe)을 이용하여 공작물을 회전시키면서 바이트로 가공하는 기계가공 작업 |
| 39 | 19024 | 밀링 | 원판 또는 원통체의 외주면이나, 단면에 다수의 절삭날로 평면, 곡면 등을 절삭하는 기계 가공 작업 |
| 40 | 19035 | 방전기 | 전기의 양극과 음극이 부딪힐 때 일어나는 스파크로 가공하는 작업 |
| 41 | 19037 | CNC가공 | 컴퓨터수치제어(CNC) 기계를 이용하여 설계된 수치대로 금속을 가공하는 작업 |
| 42 | 19038 | N/C가공 | 수치제어를 할 수 있는 정보를 기록한 테이프를 이용하여 설계된 수치대로 금속을 가공하는 작업 |
| 43 | 19081 | 압축성형 | 성형재료를 금형(mold)의 캐비티(cavity)에 넣고 압력과 열을 가하는 작업 |
| 44 | 19082 | 압출성형 | 플라스틱 성형의 일종. 압출기를 사용하여 압출 다이로 부터 열가소성 수지를 가열 연화해서 가공하는 작업 |
| 45 | 19083 | 사출성형 | 플라스틱 성형법의 하나로, 가열한 실린더 속에 열가소성 수지를 가열 유동화하여 이것을 사출실린더에 의해 사출시키는 성형 작업 |
| 46 | 19084 | 카렌더가공 | 서로 반대방향으로 회전하는 2개 이상의 롤 사이에 원료를 압연시켜 시트 또는 필름을 연속적으로 제조하는 성형 작업 |
| 47 | 19085 | 트랜스퍼성형 | 압축 성형의 금형에 작은 구멍의 유로를 내고 성형 재료(열경화성 수지)를 금형 윗부의 포트에 넣고 가열하여 연화시킨 다음 플런저로 금형 속에 압입하는 작업 |
| 48 | 19086 | 적층성형 | 겔코트면에 유리섬유를 적층시켜면서 수지도포작업 |
| 49 | 19096 | 프레스성형 | 프레스 기계를 이용하여 성형을 원하는 제품을 넣고 절단 및 성형 하는 작업 |
| 50 | 19106 | 천공 | 천공기 운전 |
| 51 | 19108 | 리벳팅 | 리벳의 머리나 금속판의 이음새의 기밀을 유지하기 위해 끝이 뭉뚝한 정을 사용하여 두들겨서 마감하는 작업 |
| 52 | 19110 | 드릴링 | 공작물에 회전하는 드릴을 돌려대어 구멍을 뚫는 작업 |
| 53 | 19119 | 권선 | 모터에 코일을 감는 작업 |
| 54 | 21000 | 용접 | 고체와 고체를 전기, 압력 등의 에너지를 이용하여 접합하는 작업 |
| 55 | 21001 | 납땜 | 납땜 인두를 이용하여 땀납을 녹여 금속을 접합하는 작업 |
| 56 | 21019 | TIG용접 | 텅스텐과 불활성 가스를 이용한 용접 |
| 57 | 21026 | 아르곤용접 | 아르곤가스를 이용하여 제품의 접합을 위한 용접작업 |
| 58 | 21028 | 스폿용접 | 고체와 고체를 전기, 압력 등의 에너지를 이용하여 접합하는 작업 |
| 59 | 21035 | 취부 | 용접하기전 도면대로 쇠를 조립하고 가용접하는 작업 |
| 60 | 21037 | 로봇용접 | 로봇용접기를 이용하여 용접하는 작업 |
| 61 | 22000 | 접착 | 접착제를 이용하여 두개의 제품을 한데 붙이는 작업 |
| 62 | 22016 | 부착 | 제품에 자동패드기를 사용하여 알루미늄 패드를 붙이는 작업 |
| 63 | 23000 | 조립 | 각종 부품들을 조합하여 완성된 제품을 만드는 작업 |
| 64 | 23001 | 골조조립 | 건축물의 뼈대 형성을 위한 철근 조립 및 콘크리트 타설 작업 |
| 65 | 24000 | 열처리 | 금속재료(주로철강재료)에 요구하는 기계적, 물리적 성질을 부여하기 위해 가. 열과 냉각을 시행하는 열적 조작 작업 |
| 66 | 25000 | 도금 | 제품에 원하는 금속을 입히기 위해 처리하는 작업 |
| 67 | 25029 | 아노다이징 | 알루미늄의 색을 입히는 도장의 구분으로 표면 산화를 막고 내구성을 높이기 위해 산화피막을 형성하는 작업 |
| 68 | 26000 | 도장도포 | 도료를 이용하여 색을 입히는 작업 |
| 69 | 26001 | 도형제 도포 | 주물 제품의 표면에 도형제를 도포하는 작업 |
| 70 | 26002 | 칠솔도장 | 칠솔을 이용하여 도장하는 작업 |
| 71 | 26003 | 분무도장 | 압축 공기를 써서 도료를 안개모양으로 분무하여 물품을 도장하는 방법 |
| 72 | 26007 | 침지도장 | 제품을 도료가 들어있는 통에 담가서 도장하는 작업 |
| 73 | 26011 | 분체도장 | 분체도료를 이용한 도장작업 |
| 74 | 26012 | 전착도장 | 수용성 수지 도료를 집어 넣은 탱크 속에 금속제의 피도장물을 넣고, 피도장물에 전류를 흘려 그 표면에 도막을 형성시켜 외판과 내부까지 균일하게 도장하는 작업 |
| 75 | 26023 | 방수도포 | 지하, 욕실, 물탱크실 등 방수제 도료를 벽체 및 바닥에 도포하는 작업 |

| No. | 공정 code | 표준공정(소) | 공정설명 |
|-----|---------|---------|--|
| 76 | 26026 | 수지도포 | 피혁제품 생산을 위한 코팅제 도포 |
| 77 | 26033 | 기타도포 | 자동화된 기기 내부에서 접착제가 도포된 금속박판에 돌가루를 뿌려 붙이는 공정 |
| 78 | 26037 | 코팅 | 제품 표면에 특정 재료를 부착하여 마모나 부식 방지 혹은 특정 기능 향상 등을 위해 실시되는 작업 |
| 79 | 27001 | 방청 | 제품의 녹방지를 위한 처리 작업 |
| 80 | 27004 | 식각 | 산 조에 제품을 투입하여 표면처리하는 작업 |
| 81 | 28017 | 이물질제거 | 제품의 이물질을 제거하는 방법 |
| 82 | 28027 | 탈지 | 화학제품을 이용하여 생산 제품에 표면의 기름기, 이물질을 제거하는 작업 |
| 83 | 28029 | 탈피 | 구리선의 코팅부분을 벗겨내는 작업 |
| 84 | 28031 | 정제 | 석유화학공정에서 화합물의 순도를 높이는 공정 |
| 85 | 28040 | 분사 | 자동화된 기기 내부에서 금속 박판에 붙여지지 않은 돌가루를 고압 에어로 불어 내는 공정 |
| 86 | 28045 | 세척 | 제품에 묻은 이물질을 제거하는 작업 |
| 87 | 28047 | 산세척 | 산을 이용하여 오염물질을 세척하는 작업 |
| 88 | 28048 | 알칼리세척 | 알칼리 물질을 이용하여 세척하는 작업 |
| 89 | 28049 | 물세척 | 오염물질 및 산, 알칼리 성분 등을 물로 세척하는 작업 |
| 90 | 28052 | 유기용제세척 | 신너와 같은 유기용제를 이용하여 세척하는 작업 |
| 91 | 28054 | 초음파세척 | 초음파 세척기를 이용하여 세척하는 작업 |
| 92 | 28058 | 세병 | 용기를 세척하는 작업. |
| 93 | 28065 | 후처리 | 주물 제품의 표면을 다듬는 그라인딩, 절단 등의 작업 |
| 94 | 28066 | 전처리 | 다음 공정을 시작하기 전 그 조작에 알맞은 조건 상태로 준비하는 작업 |
| 95 | 28067 | 산처리 | 제품 표면에 산을 이용하여 반응시키는 작업 |
| 96 | 29000 | 검사 | 검사를 위한 시료를 준비하거나, 육안이나 기타 장비를 활용하여 이상유무를 확인하는 작업 |
| 97 | 29005 | 계량 | 원재료 및 부재료를 용도에 맞게 무게를 재는 작업 |
| 98 | 29015 | 시험 | 제품의 품질 체크 혹은 일정 지표값을 확인하거나, 기술향상을 위해 시도하는 각종 테스트 작업 |
| 99 | 29016 | 분석 | 물질의 화학적 조성을 구하는 조작, 정성분석과 정량분석으로 구성됨 |
| 100 | 29017 | 점검 | 외부탱크에서 자동투입되는 탱크를 점검 |
| 101 | 29042 | 보수 | 설비 유지 보수 |
| 102 | 30002 | 교반 | 원재료 및 부재료를 용도에 맞게 무게를 재는 작업 |
| 103 | 30004 | 혼합 | 2가지 이상의 재료 혹은 물질을 섞는 작업 |
| 104 | 30010 | 조색 | 원하는 색을 얻기 위해 각종 염료, 약품 등을 투입하는 작업 |
| 105 | 30011 | 조제 | 약제를 혼합하여 처방에 맞는 약을 만드는 작업 |
| 106 | 30012 | 분산 | 용제와 부재료를 반응시켜 연화시키는작업 |
| 107 | 31000 | 반응 | 화학물질들 사이에 일정한 상호작용에 의해 화학변화를 일으키는 작업 |
| 108 | 31001 | 합성 | 두가지 이상의 물질을 이용하여 새로운 물질을 만드는 작업 |
| 109 | 32001 | 냉각 | 제품의 온도를 식히는 작업 |
| 110 | 32014 | 농축 | 제품의 농도를 진하게 만드는 작업 |
| 111 | 32037 | 여과 | 고체와 액체 또는 기체와 혼합물을 다공질의 물체를 통과시켜 분리하는 조작. |
| 112 | 32053 | 선별 | 가려서 골라내거나 추려내는 작업 |
| 113 | 32064 | 침강 | 현탁중의 이물질이 원심력, 또는 중력에 의하여 아래로 가라 앉는 것 |
| 114 | 33000 | 건조 | 습기, 액체 성분을 기화시켜 제거하는 작업 |
| 115 | 34000 | 분쇄 | 외력이나 내부 응력 등으로 고체를 잘게 부스러뜨리는 작업 |
| 116 | 34003 | 파쇄 | 광석, 기타 고체원료를 적당한 크기로 분쇄하는 것 |
| 117 | 36001 | 살균 | 각종 기구, 도구를 멸균 소독 하는 작업 |
| 118 | 36006 | 방사선조사 | 이온화 방사선(엑스레이, 감마레이 등)을 조사하는 작업 |
| 119 | 37000 | 저장 | 제품이 변질되지 않도록 모아서 간수하는 공정 |
| 120 | 37002 | 적재 | 제품, 반제품, 중간소재, 자재, 재료 등의 중량물을 필요한 위치와 목적에 따라 저장하기 위해 쌓는 작업 |
| 121 | 38000 | 포장 | 제품을 일정한 용기에 담거나 적재하고, 묶는 작업 |

| No. | 공정 code | 표준공정(소) | 공정설명 |
|-----|---------|---------|---|
| 122 | 39000 | 운반 | 재료, 제품 등을 이동하는 작업 |
| 123 | 39007 | 차량운반 | 차량을 이용하여 각종 자재 및 물건을 운반하는 작업 |
| 124 | 39011 | 출하 | 제품 운반 혹은 배송을 위해 이동수단(차량, 선박, 기차 등)에 선적하는 작업 |
| 125 | 40006 | 발파 | 폭약의 폭발력으로 고형 광물을 파괴 분리시키는 작업 |
| 126 | 41001 | 가열 | 추가적으로 열을 가함 |
| 127 | 41007 | 예열 | 다음 공정을 위해 일정한 열을 가하여 온도를 올리는 공정 |
| 128 | 42027 | 가호 | 섬유원사에 풀을 입히는 작업 |
| 129 | 42028 | 비밍 | 호부처리된 섬유원사를 직기빔에 감는작업 |
| 130 | 42035 | 염색 | 염료를 원단과 섞어 색을 입히는 작업 |
| 131 | 42036 | 정련 | 분순물을 제거하는 작업 |
| 132 | 42037 | 모소 | 직물 표면에 나와 있는 잔털을 깎아 울을 뚜렷하게 하는 모직물 공정 |
| 133 | 42048 | 텐타 | 염색이완료된 원단을 탈수 후 열을 가하여 펴주는 공정 |
| 134 | 42054 | 기모 | 원단의 표면을 굽어서 보풀이 일게 하여 천의 감촉을 부드럽게 하거나 보온력을 높이는 공정 |
| 135 | 42056 | 방축가공 | 세탁 등에 의해 천의 수축을 방지하는 가공 작업 |
| 136 | 42082 | 모피가공 | 가죽을 원하는 형태로 만드는 가공 작업 |
| 137 | 42088 | 세이빙 | 가죽을 원하는 균일한 두께로 조절하는 작업 |
| 138 | 42093 | 검사/포장 | 제품의 이상유무를 확인하고 출하를 위한 마무리 작업 |
| 139 | 42119 | 크릴 | 섬유원사의 장력조절 및 균일하게 배열하는 작업 |
| 140 | 42124 | 해포 | 정련투입전과 염색 후 작업이 용이하도록 원단을 풀어 미싱기를 이용하여 일정한 길이와 폭으로 연결하는 공정 |
| 141 | 43003 | 햇프레스 | 생고무를 얇게 펴서 만든 '생지'를 만들고 그 위에 '가다(발형)'을 올려놓고 고열 압축성형을 하여 신발창을 만드는 작업 |
| 142 | 44002 | 그라비아인쇄 | 구리로 도금한 동판 표면에 오목하게 회선부를 만들어 그 안에 잉크를 채워 강판제의 닥터로 여분의 잉크를 닦아내고, 고무롤 감은 압동과의 사이에 인쇄물을 끼워서 강압을 가해 인쇄하는 방식 |
| 143 | 44003 | 스크린인쇄 | 섬유 인쇄기, 벽지 인쇄기 등을 조작하는 작업 |
| 144 | 44017 | 현상 | 사진필름 및 인화지 제조기를 조작하며, 노출된 사진필름을 가공하고 인화 하는 작업 |
| 145 | 44018 | 자동현상 | 방사선장비 가동후 필름현상및정착 |
| 146 | 44029 | 접지 | 포장용기에 들어갈 문헌을 접지하는 작업 |
| 147 | 44037 | 접합 | 판이 겹치는 가장자리나 판을 맞댄 부분을 매우고 붙이는 작업 |
| 148 | 46001 | 폐수처리 | 폐수를 일정 기준에 맞게 정화 처리하는 작업 |
| 149 | New | 가설공사 | 본 공사의 진행을 위하여 임시로 설비를 설치하는 작업 |
| 150 | New | 개착 | 지표면의 흙과 돌을 파서 길을 내는 작업 |
| 151 | New | 거푸집제거 | 콘크리트를 충분히 양생한 후 거푸집 및 지주를 제거한다 |
| 152 | New | 굴착 | 땅이나 암석 따위를 뚫고 들어가는 작업 |
| 153 | New | 금속가공 | 금속소재를 가공하는 작업 |
| 154 | New | 미장 | 건설현장에서 흙손등을 이용하여 시멘트 몰탈 등을 펴서 바르거나 부치는 작업 |
| 155 | New | 샌드블라스팅 | 모래를 압축공기를 이용하여 제품 표면에 분사하여 이물질 제거하는 작업 |
| 156 | New | 자동차 정비 | 자동차의 각종 부품 교환 및 작동 불량 문제를 해결하는 수리 작업 |
| 157 | New | 중자 | 중자모래, 수지, 경화제를 사용하여 코어(내형)를 제작하는 작업 |
| 158 | New | 직조 | 원사를 이용하여 직물을 생산하는 공정 |
| 159 | New | 철근가공 | 절단기를 사용하여 규격대로 자르고, 수동공구와 철근공구로 철근의 적절한 부위를 휘거나 지시된 각도로 구부리는 작업 |
| 160 | New | 터파기 | 건물을 대지에 올리기 위해 바닥을 평평하게 만드는 기초 작업 |
| 161 | New | 표면처리 | 접착, 코팅, 도장 등의 작업 전 표면을 다듬는 작업 |

* Standardized process names are listed in Korean because they are intended to be used in Korean databases.