

# Comparison of Occupational Accidents and Illnesses in Shipbuilding Industry

Woon Shik You<sup>1</sup>, Byung Yong Jeong<sup>1</sup>, Dong Kyung Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hansung University, Department of Industrial and Management Engineering, Seoul, 02876

<sup>2</sup>Woosong University, School of Fire Protection and Safety Engineering, Daejeon, 34606

## 조선업종 사고재해자와 질병재해자의 특성 비교

유운식<sup>1</sup>, 정병용<sup>1</sup>, 이동경<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한성대학교 산업경영공학과

<sup>2</sup>우송대학교 소방안전학부

### Corresponding Author

Dong Kyung Lee

Woosong University, School of Fire Protection and Safety Engineering, Daejeon, 34606

Mobile: +82-10-8736-0783

Email: dong0783@hanmail.net

Received: September 03, 2019

Revised: September 16, 2019

Accepted: September 24, 2019

Copyright©2019 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

© 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.

**Objective:** This study compares the characteristics of occupational accidents and illnesses in the shipbuilding industry.

**Background:** Korea's shipbuilding industry has developed into a powerful shipbuilding country but has a lot of occupational injuries and illnesses.

**Method:** This study analyzed 1,908 injured persons registered for occupational injuries and illnesses in 2017.

**Results:** The results show that 45.7% of the total injuries and illnesses were deaths or disabilities. The proportion of illnesses increased with age and accounted for 55.2% of injured workers aged  $\geq 60$ . While 57.4% of occupational accidents occurred during the first year of work experience, 63.3% of illnesses occurred in workers with over 20 years of work experience. Also, 67.6% of illnesses occurred in companies with  $\geq 2,000$  employees, while 59.0% of occupational accidents occurred in companies with  $< 100$  employees. The most common accident type is a fracture, while the proportion of hearing loss and musculoskeletal disorders are high in the case of occupational illnesses.

**Conclusion:** The injuries accounted for 64.1% of those over 50 years old, and workplaces with  $\geq 2,000$  employees were most common (46.2%). Also, there was a significant difference in the distributions between injuries and illnesses in the shipbuilding industry.

**Application:** The results of this study can be used for developing injury prevention policies in the shipbuilding industries.

**Keywords:** Injury prevention, Accident analysis, Hearing loss, Musculoskeletal disorders, Industrial accident

## 1. Introduction

한국표준산업분류(KSIC)에 의하면 조선업은 제조업(대분류 A)-기타운송장비제조업(중분류

31)-선박 및 보트 건조업(소분류 311)으로 분류되며, 선박 제조수리시설을 갖추고, 화물 및 여객 운송용, 어업 및 어획물 가공용, 군사용 선박 및 보트를 건조수리하는 산업활동을 말한다(Statistics Korea, 2017). 한편, 산업재해보상의 기준이 되는 산업재해보상보험의 사업분류에 따르면, 선박 건조 및 수리업은 여객 화물 등을 운송하는 선박 또는 각종의 특수 선박을 제조하는 사업과 이를 수리 또는 해체하는 사업을 의미한다(Ministry of Employment and Labor, 2019). 본 연구에서 조선업은 한국표준산업분류의 소분류에 해당하는 선박 및 보트 건조업과 산업재해보상보험의 사업분류에서의 선박 건조 및 수리업을 포괄하는 의미로 사용한다.

조선업은 무거운 중량물 취급과 함께 작업 위치에 따라 무릎을 굽힌 자세에서 목을 뒤로 젖히고 위를 보면서 작업하는 자세 등의 불편한 작업 자세가 많이 존재하게 된다(Jeong et al., 2012). 조선업 작업자들은 수평 또는 수직 공간을 이동하며 작업을 수행할 뿐만 아니라, 블록의 외벽을 포함한 야외 작업을 수행하는 경우에 추위나 더위 등의 날씨의 영향을 받을 뿐만 아니라, 고소차나 발판을 이용한 고소 작업이 존재하고, 블록 내부는 조명을 설치하여 작업을 해야 하기 때문에 어두운 곳에서의 작업이나, 밀폐된 공간에서의 작업이 존재할 수 있다(Jeong et al., 2012; Pyo and Jeong, 2007). 조선업은 넘어짐, 떨어짐, 기계적 위험, 화학적 위험, 밀폐 공간 작업 위험, 화재 위험 등 다양한 위험이 존재한다(OSHA, 2018). 그 뿐만 아니라 선박은 바다에서 오랜 기간 내구성을 유지해야 하기 때문에, 작업자들이 도료를 많이 취급하여 유기용제에 대한 노출도 관리 대상이다(Choi et al., 2012).

2016년도 8,236개의 선박 건조 및 수리업 사업장에서 근무하는 229,899명의 근로자 중에서 산업재해보상법에 의해 승인된 재해자는 1,911명으로 나타났으며(Ministry of Employment and Labor, 2017), 선박 건조 및 수리업의 재해자 천인율은 8.31로 전체 제조업에서 발생한 재해자의 천인율 6.17의 1.347배로 높게 나타났다(Ministry of Employment and Labor, 2017).

국가의 기반산업으로 성장한 조선산업은 종합 조립 및 장치산업으로 제품의 질적 향상과 함께 생산성 향상이 중시되는 산업이며, 노동 및 기술집약적 산업으로 평가 받고 있다. 한국의 조선업은 조선 강대국으로 발전하였지만, 선박 제작에 사용되는 재료, 제작공법 및 노동 집약적인 산업 특성 때문에 안전보건상에 많은 문제를 안고 있다(Pyo and Jeong, 2010). 조선업종에 관한 연구로는 유해요인조사와 인간공학적 개선(Oh and Jeong, 2005), 조선업종 인간공학 프로그램의 효과(Pyo and Jeong, 2007), 안전보건부서의 역할과 미래 방향(Choi et al., 2012), 위험성 평가(Jeong et al., 2012), 건강진단과 직무스트레스 평가 및 근골격계 유해요인조사의 결과 등을 종합하여 안전보건 지수간의 상호관련성을 분석한 연구(Pyo and Jeong, 2010) 등이 있었다. 그러나, 조선업종 재해의 체계적인 분석 연구는 부족한 편이다.

본 연구에서는 조선업종에서 발생한 사고재해자 특성과 질병재해자들의 발생 특성을 비교하여 재해예방에 관한 기초자료를 제공하는 데 있다.

## 2. Methods

### 2.1 Data collection

본 연구에서는 2017년도에 조선업종에서 산업재해로 인정된 1,953명의 재해자 중에서 재해 특성에 관한 자료가 불분명하거나 재해 원인이 없는 재해자를 제외한 1,908명의 재해자 자료를 직업병자와 산업재해자로 구분하여 발생 특성을 비교하고자 한다.

연구 대상인 1,908명의 재해자 중에서 사고재해자가 895명(46.9%), 질병재해자가 1,013명(53.1%)로 나타났다. 재해강도 측면에서 분류하면 사망자가 31명(1.6%), 장해자 842명(44.1%), 부상/질병재해자가 1,035명(54.2%)으로 나타났다.

### 2.2 Research variables

본 연구에서는 재해자의 특성(재해강도, 연령, 근속년수, 회사 규모)과 사고/질병 특성(발생형태, 상해형태, 상해부위) 측면에서 질병재해자와 사고재해자의 특성을 비교하고자 한다. 본 연구에서는 전체 재해자와 사망자의 사고재해자와 질병재해자의 특성을 독립변수인 연령, 근속년수, 회사 규모, 발생형태, 상해형태, 상해부위에 따라 차이가 있는가를 분석하고자 한다. 독립변수에 따라 종속변수의 분포에 차이가 있는가를 검정하기 위하여 유의수준 0.05에서  $\chi^2$  검정을 하였다. 통계패키지는 SPSS 18.0이 이용되었다.

### 3. Results

#### 3.1 Characteristics of injured workers

##### 3.1.1 Distribution of injured persons by severity and age

Table 1은 재해강도와 연령대별 사고재해자와 질병재해자의 분포를 나타낸다. 1,908명의 재해자 중에서 사망자가 31명(1.6%), 장해자가 842명(44.1%), 부상/질병재해자가 1,035명(54.2%)으로 나타나, 전체 승인된 재해자의 45.7%가 사망 또는 장애가 남는 재해자이어서 조선업종의 재해강도가 심각한 것으로 나타났다. 사고재해자와 질병재해자의 분포는 재해강도에서 차이가 존재하였다( $\chi^2 = 362.4, p < 0.001$ ). 사고재해자가 사망자(2.5%)와 부상자(76.4%)로 높은 반면, 질병재해자는 장해자(64.5%)의 비율이 높게 나타났다.

연령별로 보면, 40세 미만인 17.6%, 40대가 18.3%, 50대가 26.7%, 60세 이상이 37.4%로 나타나 50세 이상이 전체 재해자의 64.1%로 나타났다. 연령대별 사고재해자와 질병재해자의 분포에는 차이가 존재하였다( $\chi^2 = 347.8, p < 0.001$ ). 사고재해자는 50대까지 전 연령대에서 발생한 반면, 질병재해자는 40대에서 50대, 60세 이상으로 연령대가 올라갈수록 질병재해자의 점유율이 증가하였으며, 60세 이상에서 37.4%로 제일 높게 나타났다.

**Table 1.** Distribution of injured persons by severity and age

Type	Severity						Age								Total	
	Death		Disability		Injury		<40		40~49		50~59		≥60			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Accident	22	2.5	189	21.1	684	76.4	252	28.2	233	26.0	256	28.6	154	17.2	895	100.0
Illness	9	0.9	653	64.5	351	34.6	83	8.2	117	11.5	254	25.1	559	55.2	1,013	100.0
Total	31	1.6	842	44.1	1,035	54.2	335	17.6	350	18.3	510	26.7	713	37.4	1,908	100.0

##### 3.1.2 Distribution of injured persons by work experience

Table 2는 근속년수에 따른 사고재해자와 질병재해자의 분포를 나타낸다. 근속 기간별로 보면 20년 이상의 근로자가 38.9%로 가장 높게 나타났으며, 1년 미만의 근로자가 31.8%로 높게 나타났다. 근속 기간별 사고재해자와 질병재해자의 분포에는 차이가 존재하였다( $\chi^2 = 685.603, p < 0.001$ ). 사고재해자는 1년 미만의 근속 기간의 근로자가 57.4%로 높게 나타났으며 연령대가 증가함에 따라 점유 비율이 감소하는 경향을 보였다. 반면, 질병재해자는 20년 이상의 근속자가 63.3%를 차지하여 높게 나타났으며, 연령 증가에 따라 점유 비

**Table 2.** Distribution of injured persons by work experience

Type	Work experience (years)								Total	
	<1		1~5		5~20		≥20			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Accident	514	57.4	159	17.7	120	13.4	102	11.4	895	100.0
Illness	93	9.2	131	12.9	148	14.6	641	63.3	1,013	100.0
Total	607	31.8	300	15.2	268	14.0	743	38.9	1,908	100.0

율이 증가하는 경향을 보였다.

### 3.1.3 Distribution of injured persons by company size

Table 3은 회사 규모에 따른 사고재해자와 질병재해자의 분포를 나타낸다. 회사 규모별로 보면 전체 재해자 중에서 2,000명 이상의 근로자수인 회사에서 46.2%의 재해자가 발생하여 대기업에서 재해자의 점유 비율이 높은 것을 볼 수 있다. 회사 규모별 사고재해자와 질병재해자의 분포에는 차이가 존재하였다( $\chi^2 = 510.923, p < 0.001$ ). 사고재해자는 15인 미만의 사업장에서 35.1%로 점유 비율이 가장 높고, 100인 미만의 사업장에서 23.9%가 발생하여, 100인 미만의 사업장에서 전체 재해자의 59.0%가 발생하였다. 반면, 질병재해자는 회사 규모가 2,000명 이상인 대형 조선소에서 67.6%가 발생한 것으로 나타났다.

**Table 3.** Distribution of injured persons by company size

Type	Company size								Total	
	<15		15~99		100~1,999		≥2,000			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Accident	314	35.1	214	23.9	171	19.1	196	21.9	895	100.0
Illness	38	3.8	117	11.5	173	17.1	685	67.6	1,013	100.0
Total	352	18.4	331	17.3	344	18.0	881	46.2	1,908	100.0

## 3.2 Characteristics of accident and illness

### 3.2.1 Distribution of injured persons by accident and illness type

Table 4는 사고의 발생형태별 사고재해자의 분포를 나타낸다. 전체 사고재해자 895명 중에서 '맞음, 부딪힘'에 의한 사고가 점유 비율이 29.5%로 제일 높게 나타났으며, '넘어짐'(22.3%), '떨어짐'(19.6%), '끼임'(13.4%) 순으로 발생하였다. 사고에 의한 사망재해자는 33명의 재해자 중에서 6명이 사망하여 사망률이 18.2%로 나타난 '폭발, 화재' 사고가 제일 높게 나타났으며, '교통사고'(4.5%), '맞음, 부딪힘'(3.0%), '떨어짐'(2.3%), '끼임'(1.7%) 순으로 나타났다.

**Table 4.** Distribution of the injured persons by accident type

	Struck by	Slip	Fall	Caught in	Cut/bruise	Explosion	Crash	Others	Total
Accident	264	200	175	120	40	33	44	19	895
%	29.5%	22.3%	19.6%	13.4%	4.5%	3.7%	4.9%	2.1	100.0%
Death	8	0	4	2	0	6	2	0	22
Rate (%)	3.0%	0	2.3%	1.7%	0	18.2%	4.5%	0	2.5%

Note: %\* = (No. of injuries / Total no. of row) × 100

Rate (%) = (No. of deaths / No. of accident injuries) × 100

Table 5는 질병재해자의 직업병 승인 유형별 분포를 나타낸다. 전체 1,013명의 직업병 승인자 에서 '청력 손실'로 인한 질병재해자가 점유 비율 54.6%로 가장 높게 나타났으며, '근골격계질환'(42.1%), '직업성 암'(1.2%) 순으로 나타나 전체 직업병승인자의 96.7%가 청력

손실과 근골격계질환자로 나타났다.

질병에 의한 사망재해자는 6명의 질병재해자 중에서 2명이 사망하여 사망률이 33.3%로 나타난 '진폐'가 제일 높게 나타났으며, '직업성 암'(25.0%), '뇌진탕/뇌출혈'(22.2%) 순으로 나타났다.

**Table 5.** Distribution of the injured persons by illness type

	MSDs	Pneumoconiosis	Hemorrhage	Hearing loss	Cancer	Other	Total
Illness	426	6	9	553	12	7	1,013
%*	42.1%	0.6%	0.9%	54.6%	1.2%	0.7%	100.0%
Death	0	2	2	0	3	2	22
Rate (%)	0	33.3%	22.2%	0	25.0%	28.6%	2.5%

Note: %\* = (No. of injuries / Total no. of row) × 100

Rate (%) = (No. of deaths / No. of injuries) × 100

### 3.2.2 Distribution of injured persons by injured part of the body

Table 6은 재해자의 상해/질병 부위를 나타낸다. 1,908명 재해자의 상해/질병 부위 중에서 안면부가 34.1%의 점유 비율을 차지하여 제일 높게 나타났으며, 다리/발 부위(19.0%), 팔/손(18.8%), 몸통(14.7%), 목/어깨(12.5%) 순으로 나타났다.

상해/질병 부위별 사고재해자와 질병재해자의 분포에는 차이가 존재하였다( $\chi^2 = 711.244, p < 0.001$ ). 사고재해자는 팔/손 부위가 35.5%의 점유 비율로 제일 높게 나타났으며, 다리/발(30.8%), 몸통(16.0%), 안면부(10.1%) 순으로 나타났다. 반면, 질병재해자는 안면부가 55.4%의 점유 비율로 제일 높게 나타났으며, 목/어깨(17.8%), 몸통(13.6%), 다리/발(8.5%), 팔/손(4.0%) 순으로 나타났다.

**Table 6.** Distribution of the injured persons by injured part of the body

Type	Head/face		Neck/shoulder		Trunk		Arm/hand		Leg/foot		Others		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Accident	90	10.1	59	6.6	143	16.0	318	35.5	276	30.8	9	1.0	895	100.0
Illness	561	55.4	180	17.8	138	13.6	41	4.0	86	8.5	7	0.7	1,013	100.0
Total	651	34.1	239	12.5	281	14.7	359	18.8	362	19.0	16	0.8	1,908	100.0

### 3.2.3 Distribution of injured persons by injury type

Table 7은 재해자의 상해/질병 유형을 나타낸다. 1,908명 재해자의 상해/질병 유형 중에서 청력 손실이 29.2%로 가장 높은 점유 비율을 나타냈으며, 골절(27.3%), 파열(18.3%), 추간판탈출증(8.4%), 염좌(6.5%) 순으로 나타났다. 상해/질병 유형별 사고재해자와 질병재해자의 분포를 살펴보면 사고재해자는 골절이 58.0%로 가장 높게 나타났으며, 파열(15.3%), 절단(9.6%), 폭발/노출(8.6%) 순으로 나타났다. 반면, 질병재해자는 청력 손실이 54.7%로 가장 높게 나타났으며, 파열(20.9%), 추간판탈출증(15.2%), 염좌(5.7%) 순으로 나타났다.

**Table 7.** Distribution of the injured persons by injury type

Type	Fracture/ crusher		Rupture		Herniated disc		Sprain		Cut/bruise		Exposure/ explosion		Hearing loss		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Accident	519	58.0	137	15.3	7	0.8	66	7.4	86	9.6	77	8.6	3	0.3	895	100.0
Illness	2	0.2	212	20.9	154	15.2	58	5.7	0	0.0	33	3.3	554	54.7	1,013	100.0
Total	521	27.3	349	18.3	161	8.4	124	6.5	86	4.5	110	5.8	557	29.2	1,908	100.0

#### 4. Discussion

본 연구에서는 2017년도 조선업종에서 발생한 사고재해자와 질병재해자를 비교 분석하였다. 연구결과에 의하면, 전체 승인된 재해자의 45.7%가 사망 또는 장애가 남는 재해자이어서 조선업종의 재해강도가 심각한 것으로 나타났으며, 연령별로 보면 50세 이상이 전체 재해자의 64.1%로 나타났다. 회사 규모별로 보면 전체 재해자 중에서 2,000명 이상의 근로자수인 회사에서 46.2%의 재해자가 발생하여 대기업에서 재해자의 점유 비율이 높은 것을 볼 수 있다.

본 연구결과에서는 사고재해자와 질병재해자의 작업자 관련 발생 특성에서 차이가 존재하는 것으로 나타났다. 질병재해자는 연령대가 올라갈수록 점유율이 증가하였으며, 60세 이상에서 발생 비율이 제일 높게 나타났다. 사고재해자는 1년 미만의 근속 기간의 근로자가 57.4%로 높게 나타난 반면, 질병재해자는 20년 이상의 근속자가 63.3%를 차지하여 높게 나타났다. 사고재해자는 100인 미만의 사업장에서 전체 재해자의 59.0%가 발생한 반면, 질병재해자는 회사 규모가 2,000명 이상인 대형 조선소에서 67.6%가 발생한 것으로 나타났다.

사고/질병 관련 특성에서도 사고재해자와 질병재해자는 특성에 차이가 있는 것으로 나타났다. 전체 사고재해자는 '맞음, 부딪힘', '넘어짐', '떨어짐' 순으로 발생한 반면, '청력 손실'과 근골격계질환이 전체 직업병 승인자의 96.7%로 나타났다. 사고재해자는 팔/손 부위(35.5%)와 다리/발(30.8%) 부위의 발생 비율이 높은 반면, 질병재해자는 안면부(55.4%)의 점유 비율이 제일 높게 나타났다. 사고재해자는 골절이 58.0%로 가장 높게 나타났으며, 반면 질병재해자는 청력 손실이 54.7%로 높게 나타났다.

본 연구의 결과는 조선업종의 재해예방 정책에서 초점을 모아야 하는 방향을 제시하고 있다. 첫 번째 청력 손실과 근골격계질환의 다발이다. 특히, 대기업을 중심으로 20년 이상의 장기 근속자들의 청력 손실 질환자들을 예방하기 위한 청력 보존 프로그램이 적극적으로 운영되는 것이 필요하다. 조선업종에서의 작업자들은 용접과 사상, 소지, 취부, 도장, 의장 작업 등에서 소음에 노출되어 있다. 이들 청력 손실 질환자들은 대부분이 장해자로 승인된 점을 고려하면 피해의 심각성을 시사하고 있다. 또한, 근골격계질환자들을 예방하기 위하여 인간공학 프로그램의 운영도 체계적으로 이루어져야 함을 시사한다. 특히, 이들 직업병은 대기업과 정규직이 대부분을 차지한다. 생산직의 근속년수가 늘어나는 경향을 감안하면 앞으로 고령 작업자들의 난청과 근골격계질환자의 증가로 인한 근로자의 삶의 질 문제와 보상과 관련한 문제는 조선업종에 예측되는 약점으로 대책이 시급하다.

두 번째는 사고재해자들의 대다수를 차지하는 '맞음, 부딪힘', '넘어짐', '떨어짐', '끼임' 사고는 1년 미만의 초보자들이 50% 이상을 차지하여, 입사 후 작업환경에 익숙해지기까지 교육과 훈련이 필요함을 시사한다. 또한, 이들 사고들은 100인 미만의 사업장에서 50%이 발생하여 소규모 사업장의 작업환경 개선이 지속적으로 이루어져야 함을 알 수 있다.

세 번째는 조선업종에서의 재해는 장해자나 사망자가 차지하는 비율이 상대적으로 높다는 점이 조선업 작업환경의 위험요인의 심각성을 의미한다. 높고, 무겁고, 날카로운 곳이 많고, 소음이 심한 제한된 공간에서 불편한 자세로 일하는 조선업의 특성 상 재해를 당하면 강도가 높은 재해가 높아지므로 조명을 밝게 제공하고, 위험한 환경을 줄이고자 하는 노력이 지속적으로 요구된다.

본 연구는 조선업종의 사고자와 질병자를 체계적으로 특성을 분석하였다는데 의의가 있다. 본 연구의 결과는 조선업종의 재해 및 질병예방을 위한 기초자료로 의미가 있을 것으로 여겨진다.

## Acknowledgement

This research was financially supported by Hansung University for Byung Yong Jeong. Also, this work was financially based on the support of 「2019 Woosong University Academic Research Funding」 for Dong Kyung Lee.

## References

- Choi, Y., Oh, S.Y. and Jeong, B.Y., Roles of health and safety department and its future directions in the shipbuilding industry. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 31(1), 203-209, 2012.
- Jeong, B.Y., Kim, W.J. and Jeong, Y.S., Risk assessment in the shipbuilding industry: Present and the future. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 31(1), 143-149, 2012.
- Ministry of Employment and Labor, Industrial Accident Statistics 2016. 2017. [cited 2019 Apr 14]. Available from: [http://www.moel.go.kr/info/public/publicDataView.do?bbs\\_seq=20171200138](http://www.moel.go.kr/info/public/publicDataView.do?bbs_seq=20171200138)
- Ministry of Employment and Labor, Industrial accident insurance rate by business type. 2019. [cited 2019 Apr 14]. Available from: [http://www.moel.go.kr/info/public/publicDataView.do?bbs\\_seq=20190300992](http://www.moel.go.kr/info/public/publicDataView.do?bbs_seq=20190300992)
- Oh, S.Y. and Jeong, B.Y., Risk Factor Analysis and Ergonomics Improvements in a Shipbuilding Industry, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 24(1), 27-35, 2005.
- OSHA, Maritime Industry. 2018. [cited 2019 Apr 14]. Available from: <https://www.osha.gov/dts/maritime/index.html>
- Pyo, Y. and Jeong, B.Y., An implementation case of ergonomics program at a shipbuilding company. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 26(3), 45-52, 2007.
- Pyo, Y. and Jeong, B.Y., Correlation analysis between safety and health indices in a shipbuilding industry. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(6), 897-905, 2010.
- Statistics Korea, Korean standard industrial classification (KSIC). [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2017. [cited 2019 Apr 24]. Available from: [http://kssc.kostat.go.kr/ksscNew\\_web/ekssc/main/main.do#](http://kssc.kostat.go.kr/ksscNew_web/ekssc/main/main.do#)

## Author listings

**Woon Shik You:** antony70@hanmail.net

**Highest degree:** MS, Hansung University

**Position title:** PhD student, Department of Industrial and Management Engineering, Hansung University

**Areas of interest:** Ergonomics, Safety and Health Management

**Byung Yong Jeong:** byjeong@hansung.ac.kr

**Highest degree:** PhD, Department of Industrial Engineering, KAIST

**Position title:** Professor, Department of Industrial and Management Engineering, Hansung University

**Areas of interest:** Ergonomics, Safety and Health Management

**Dong Kyung Lee:** dong0783@hanmail.net

**Highest degree:** PhD, Department of Industrial Engineering, Hansung University

**Position title:** Professor, School of Fire Protection and Safety Engineering, Woosong University

**Areas of interest:** Ergonomics, Safety and Health Management, Accident Investigation