한국의류산업학회지
제20권 제6호, 2018
<연구논문>

pISSN 1229-2060
eISSN 2287-5743
Fashion & Text. Res. J.
Vol. 20, No. 6, pp.704-712(2018)
https://doi.org/10.5805/SFTI.2018.20.6.704

OWAS 기법을 활용한 건설업 근로자의 작업 자세 분석

엄란이 · 이예진†
충남대학교 의류학과

Analysis of Working Posture for Construction Workers Using OWAS Method

Ran-i Eom and Yejin Lee†
Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University; Daejeon, Korea

Abstract: This study analyzed working postures using the Ovako Working Posture Analysis System (OWAS) to improve work clothes for construction workers. A video taken at a construction work site was stopped at regular intervals and the postures of relevant body parts proposed by OWAS was recorded. Additionally, based on analysis of the working postures code, the level of work action for each postures was classified from stage I to IV. General workers frequently straightened or bent forward at the waist, and used their legs to stand, bend, or walk. Wood workers moved extensively from the waist, keeping their legs relatively straight and their arms held below their shoulders, repeatedly tapping with a hammer weighing less than 10.0kg. Rebar bending workers mainly bent forward at the waist, with both legs bent or standing with one leg bent. Rebar transport and fixing workers walked with the waist straight, and occasionally one or both hands held above the shoulders. Their work also involved holding a hook, which weigh less than 10.0kg, in their hands, and the difficult task of lifting and placing long rebars, which weigh from 10.0 to 20.0kg or more. Concrete pouring workers bent or twisted their back to the side. Therefore, this study suggests that design goals should be different when developing workwear for each type of worker.

Key words: ergonomic evaluation (인간공학적 평가), OWAS (작업 자세 분석), working postures (작업 자세), construction worker (건설 근로자), construction safety clothing (건설복)

1. 서 론

건설업은 공사의 종류가 다양하고 주로 옥외에서 이루어지며 공사 수주에 따라 현장이 이동되는 분산적인 특징이 있다. 또한 건설업은 건설업자가 자체적으로 모든 생산 수단과 노동력을 갖출 수 없기 때문에 노동조합이나 인력 공급업자로부터 근로자를 고용하여 충당하는 실정이며, 건축 시공을 위한 기계 장치 사용이 다른 산업에 비해 상대적으로 적어 노동력에 의존하는 비중이 높은 산업이다(Lee, 2017). 따라서 건설업 근로자는 건설 공사의 품질과 생산성 등에 큰 영향을 미치고(Kim & Kim, 2010), 동시에 산업 재해 및 기타 안전사고의 위험에 노출된다. 2014년 건설업의 산업 재해자 수는 전체 업종 산업 재해자 수의 26.0%나 차지했으며 건설업 산업 재해 발생 형태는 떨어짐과 넘어짐, 부딪힘, 업무상 질병 등으로 다양하게 나타났다. 뿐만 아니라 여러 가지 재해 중, 업무상 질병은 근골격계 질환이 76.2%를 차지하고 있어 건설업 근로자들의 작업 환경이 매우 열악함을 짐작할 수 있다(Lee, 2015). Ki(2003)는 근골격계 질환의 원인이 중량물 취급과 무리한 힘 발휘(29.2%), 장기간의 단순 반복 작업(24.7%), 좋지 못한 작업 자세(22.5%) 때문이라고 지적하였고, Kim(2012)은 건설 업종에서 산재 승인을 받은 근골격계 질환자의 질병 발생 원인이 과도한 힘과 동작(84.2%), 부자연스러운 자세(8.7%), 반복 동작(5.3%)이라고 발표해 건설업 근로자들에게 나타나는 근골격계 질환의 원인은 작업 자세가 주요한 요인임을 알 수 있었다.

한편, Ahn and Park(2006)은 업무의 육체적 부담이 클수록 안전 행동이 낮아지고 지나친 과업 부담은 안전사고로 연계될 가능성이 있다고 언급하였다. 그러나 현재까지 건설업에서 근로자의 작업 자세를 작업 종류별로 분석한 사례는 경량 철골벽 설치 작업(Chae, 2006)과 절곡 작업장에서의 작업(Kim & Song, 2007), 초고층 코어월 공사 시의 작업(Lee et al., 2016a), 석공 작업(Seo et al., 2015) 등으로, 작업 자세가 근골격계 질환의 가장 큰 원인임에도 불구하고 적은 수의 연구가 진행되어 왔었다. 물론 건설업 근로자들의 질병 예방 및 안전 대책을 위한 건

†Corresponding author; Yejin Lee
Tel. +82-42-821-6824, Fax. +82-42-821-8887
E-mail: yejin@cnu.ac.kr
© 2018 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

설업 재해 특성을 분석한 연구들(Kim, 2010; Kim et al., 2017; Lee et al., 2016b)과 건설안전보건 교육 실태를 파악하고 개선 방안을 제시한 연구(Yun et al., 2017), 건설 현장 근로자의 안전 의식을 분석하여 방안을 모색한 연구(Lee & Won, 2015)들도 있었지만, 실제 작업 시 직접적으로 근골격계를 보호하고 작업 자세를 보조해주는 차원의 해결책을 제시하는 연구는 찾아보기 어려웠다. 의류학에서도 건설업 근로자의 작업복 착의 실태에 대한 연구의 일환으로 작업 자세를 분석한 연구들(Chang & Choi, 2006; Choi & Park, 2007; Kim & Kim, 2006)이 있었지만 설문지만을 통해 도출하였기 때문에 근골격계 예방 또는 작업 자세에 대응하여 동작기능성을 개선시킨 작업복 개발을 위해서는 근로자의 대표 작업 자세를 실제 관찰을 통해 분석할 필요가 있었다. 앞에서도 언급하였지만 선행연구의 작업 자세 분석 결과를 보면 대부분 근로자의 작업 동작은 단순하지만 반복적인 특징이 있어, 통증을 수반할 수밖에 없는 것이 현 상황이다. 그러므로 최대한 반복 동작 시 인체에 하중이 가해지지 않는 작업복을 착용하는 것이 중요하며, 작업 종류에 따라 적절한 형태로 구성된 작업복을 착용하는 것이 필요하다.

2012년 호주에서는 작업장의 건강 및 안전에 대한 법규(The Work Health and Safety Act) 신설로 광산, 제조업 근로자에 대한 적절한 작업복 및 보호장비 제공이 의무화되었고(Hong, 2014a), 일본대성건설에서는 정전기에 의한 재해 발생이 예측되는 작업에서는 정전기 장해 방지복을, 갱내작업에서는 경량으로 통기가 좋은 것을 선택하여 착용할 것을, 야간작업에서는 보호모에 10.0mm 폭의 은색 반사테이프를 붙여서 착용할 것을 규정하였다(Kim, 2004). 뿐만 아니라 미국 노동부의 작업안전과 건강당국(OSHA)에서는 다양한 작업 환경으로부터 근로자를 보호하는 장비 착용은 필수적이라고 법으로 규정하고 있다. 즉, 세계적으로 여러 국가에서 근로자들의 작업 환경을 고려하여 작업복 착용 권장에 대한 지침을 법적으로 언급하고 있는 실정이었다. 한국에서는 돌관작업 시, 공종별 또는 교대 근무조별로 식별이 용이하게 작업복과 안전모의 색을 달리하여 착용하도록 지침하고 있다(Korea Occupational Safety Health Agency, 2010). 그러나 건설업과 관련하여 작업 특징에 따른 적절한 작업복 구성에 대해서 상세하게 제안되고 있지는 않다. 사실 근로자들의 입장을 고려하여 작업장의 환경을 변화시키는 것은 사업자의 입장에서 쉬운 일은 아니기 때문에 근로자가 작업 시 착용하는 작업복의 역할이 더욱 중요한 요인 중에 하나라고 할 수 있다. 즉, 근로자가 반복되는 작업 동작에 대응하지 않는 작업복을 지속적으로 착용한다면 동작기능성과 쾌적성 및 착용감이 떨어져 작업 동작을 방해할 수 있고, 이는 근로자에게 스트레스를 가중시키면서 작업 능률 저하로까지 영향을 미쳐 사고 유발 가능성이 커질 수 있다.

한편, 작업 자세는 인간공학적인 평가기법들에 의해 정의될 수 있으며 그 중에서 OWAS(Ovako Working-posture Analysis System) 기법은 현장 적용이 용이하여 철강공장과 기계공장, 정비공장, 건축업 등의 작업장에서 많이 이용되고 있다(Oh, 2008). 이 기법은 부적절한 작업 자세를 정의하고 평가하기 위해 개발된 방법으로 간병인을 대상으로 연구된 바 있으며(You & Lee, 2011) 보육교사(Kim, 2011)와 농업인(Bae et al., 2011), 119구급대원(Hong, 2014b) 등 작업 관련성 근골격계질환에 노출된 다양한 직업군의 근로자들에게도 적용되고 있다.

따라서 본 연구에서는 건설업 근로자의 작업 자세 분석 결과를 근거로 작업복 설계를 위한 기초자료를 마련하기 위해 건설업 작업 종류에 따른 근로자들의 작업 자세를 OWAS 기법을 사용해 분석하고자 하였다.

2. 연구 방법

2.1. 연구 대상 및 비디오 촬영

본 연구의 대상은 2017년 2월 25일 대전에 있는 건축 현장에서 전체공종의 30.0~40.0%를 차지하여 중요한 부분에 해당하는 골조공사(철근콘크리트 공사)(Ha et al., 2012) 단계에 투입된 인력을 대상으로 하였다. 그 대상은 구체적으로 일반 인부와 목공, 철근공, 콘크리트 타설공이었고, 철근공은 작업 종류가 다양하여 절곡 작업, 운반 작업, 철근 배치 및 고정 작업으로 나누어 분석하였다. 그리고 연구 대상자는 총 6명으로, 각 작업 분야마다 1명씩을 선정하였다. 이들은 모두 50대 남성으로 경력 5년 이상의 경험을 가지고 있었으며, 사이즈코리아에서 제공하는 2010년 50대 남성의 평균치수 내에 해당하였다. 작업 종류별로 피험자를 1명씩만 선정한 이유는 자세를 정확하게 취할 수 있는 전문가만을 촬영함으로써, 자세에 따른 개인 간의 편차를 최소화하여 정확한 측정을 하기 위함이었다(Son & Kim, 2011). 일반 인부를 포함한 각 근로자들의 대표 작업 사진은 Fig. 1에 제시하였다. 연구 대상자들의 촬영된 시간은 일반 인부와 목공은 약 10분, 절곡 근로자와 철근 운반자, 콘크리트 타설공은 약 5분, 철근 배치 및 고정 근로자는 약 30분이었다.

그리고 핀란드의 철강회사인 Ovako사와 FIOH(Finnish institute of Occupational Health)가 개발한 OWAS 기법의 절차에 따라(Karhu et al., 1977) 비디오 촬영을 하고 근로자들의 작업 자세를 2번 반복하여 기록하였다. 촬영된 장면은 작업 종류별로 일정한 시간 간격으로 정지시키며, OWAS에서 제시하는 신체 부위별 자세 코드를 정리하였다. Table 1에서 보는 바와 같이 등, 팔, 다리로 나누어 각각 어떤 주요 동작을 하는지 분석하였으며, 작업 시 다루는 자재의 하중도 분석에 포함하였다.

2.2. 작업 자세 분류 및 분석 방법

데이터 분석은 근로자에 따라 작업 시간에 차이가 있어 동영상을 촬영한 시간이 달랐으므로 분석 간격을 차별화하여 실시하였다. 일반 인부를 포함한 근로자들은 촬영 작업 장면을 5초 간격으로 분석하였고, 비교적 작업 지속 시간이 길었던 철근 배치 및 고정 근로자는 10초 간격으로 화면을 정지시켜 작업 자세 코드의 빈도를 분석하였다. 그리고 작업 자세 코드 분석 결과를 토대로 각 자세별 작업 조치 수준을 Table 2에 나타낸 바

Fig. 1. Examples of work tasks of subjects by job group.

Table 1. OWAS codes for different body parts (Lee & Park, 2001)

Body parts	Description	Code
Back	Straight	1
	Bent	2
	Twisted	3
	Bent and twisted	4
Arms	Both below shoulder level	1
	One above shoulder level	2
	Both above shoulder level	3
Legs	Sitting	1
	Both straight	2
	One straight	3
	Both bent	4
	One bent	5
	Kneeling	6
	Working	7
Working load/effect	≤ 10kg	1
	10–20kg	2
	≥ 20kg	3

와 같이 I~IV 단계로 분류하였다. 철근공 작업 자세 분석의 한 예를 Table 3에서 나타내었다. 정지된 화면 속의 근로자는 허리는 구부리고 두 팔은 어깨 아래로 하며, 두 다리는 구부리면서 손에는 10.0kg 이하의 도구를 쥐고 있다. 따라서 Table 1에서 보이는 바와 같이 자세 코드는 '2141'이 되고, 작업 조치

Table 2. Work postures level (Lee & Park, 2001)

Level	Description
I	No actions are needed to change work posture.
II	Light stress, no immediate action is necessary, but changes should be considered in future planning.
III	The working methods involved should be changed as soon as possible.
IV	Immediate solutions should be found to change this posture.

수준은 Karhu et al.(1977)의 방법을 따라 III 단계가 된다. 최종적으로 신체부위별 작업 자세 코드의 비율과 작업 조치 수준의 비율을 직군별로 SPSS Statistics 24.0을 이용하여 정리하였다.

3. 결과 및 논의

3.1. 비디오 촬영에 의한 근로자별 작업 자세

근로자들의 작업현장을 비디오로 촬영하여 관찰된 작업 자세를 시간에 따라 정리하면 Table 4와 같았다. 근로자별 작업 자세를 살펴보면, 일반 인부는 건조각재를 정리하고 이를 운반하며 기능공의 보조로써 건조각재를 고정하고 땅을 다지는 작업을 하였다. 목공은 거푸집을 설치하는 작업으로써 서있거나 긴 각목에 한쪽 다리를 의지한 상태로 배척(굵고 큰 못을 뽑는 연장)과 망치를 들고 두드리는 작업을 하고 있었다. 철근공 중, 절곡 근로자는 철근을 들어 올려 절곡기계에 철근을 올리고 구부리는 작업을 하였다. 철근 운반자는 철근을 어깨에 올려서 운

Table 3. Example of work postures of the worker using the OWAS method

Screen capture	Time	Back	Arms	Legs	Working load/effect	OWAS category
	50 sec.					
	1 min. 00 sec.					
	1 min. 10 sec.	2	1	4	1	III
	1 min. 20 sec.					

Table 4. Work position and activity of construction workers

Worker	Description
General worker	
	· Arrangement and transportation of building materials, · Square timber fixing and hardening the ground
Wood worker	
	· Formwork installation
Rebar bending worker	
	· Bending the rebar
Rebar transport worker	
	· Moving the rebar over the shoulder
Rebar placement & fixing worker	
	· Placed rebar, · Fixing rebar
Concrete pouring worker	
	· Holding a rubber hose and pouring concrete

반하거나 배 높이보다 아래에서 들고 운반하였다. 철근 배치 및 고정 근로자는 철근을 작업 공간의 주변에 준비되어 있는 긴 철근을 들고 철근을 적절한 위치에 배치해, 근로자의 가슴 아래 높이와 무릎 높이, 발목 높이에서 철근을 고정시켰다. 철근을 고정시키는 동일한 작업을 반복적으로 수행하고 있었으며, 철근을 고정하는 위치의 높이 변화에 따라 각기 다른 작업 자세를 취하고 있는 것을 관찰할 수 있었다. 이 근로자는 작업 공간이 다소 협소하여 철근을 엮을 때 앉거나 쪼그려 앉는 자세는 취할 수 없었기 때문에, 허리와 다리를 반복적으로 구부리는 작업을 할 수 밖에 없는 것으로 보였다. 마지막으로 콘크리트 타설공은 걸으면서 호스를 잡고 콘크리트가 수직으로 잘 낙하할 수 있도록 작업을 하고 있었다.

3.2. OWAS를 사용한 작업 자세 분석

OWAS를 이용한 근로자들의 작업 자세 평가에 대한 결과를 부위별로 정리한 결과, 근로자의 작업 종류별로 신체 부위에 따라 작업 코드별로 나타나는 빈도가 다름을 알 수 있었다. 먼저 허리 부위 코드를 작업 종류별로 살펴보면(Fig. 2), 일반 인부는 허리를 곧바로 편 자세(34.3%)와 허리를 앞으로 굽힌 자세(31.4%), 허리를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세(25.7%)가 많았고, 목공은 곧바로 편 자세(31.0%)와 서서 허리를 옆으로 비튼 자세(24.1%), 허리를 구부리거나(20.7%) 비트는 자세(24.1%)가 다소 비슷한 비율로 나타나 목공은 허리 부위에서 하나의 자세만을 반복적으로 취하고 있지 않음을 알 수 있었다. 반면, 철근공 중, 절곡 근로자는 허리를 앞으로 굽힌 자세(66.7%)의 빈도가 매우 높았는데 이는 절곡 작업대가 낮았기 때문으로 생각된다. 그러나 철근 운반자는 허리를 곧바로 편 자세(54.6%)가 많았다. 철근 배치 및 고정 근로자는 허리를 앞으로 굽힌 자세(53.7%)와 곧바로 편 자세(22.8%), 허리를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세(17.9%)의 순으로 나타났는데, 허리를 앞으로 굽힌 자세의 비율이 50.0% 이상으로 매우 높았다. 허리를 구부리는 작업 동작은 작업 부하 증가에 가장 직접적인 영향을 미치는 자세이므로(Lee & Park, 2001; Yang et al., 2001) 허리 부위의 스트레스를 줄여주기 위한 개선이 매우 시급함을 시사한다. 콘크리트 타설공은 허리를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세(86.1%)의 비율이 매우 높았다.

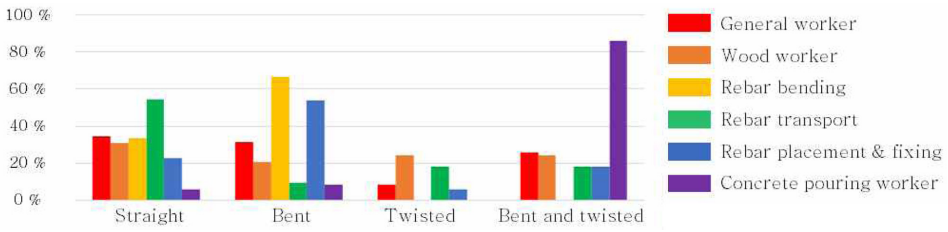

Fig. 2. Percentage of back code.

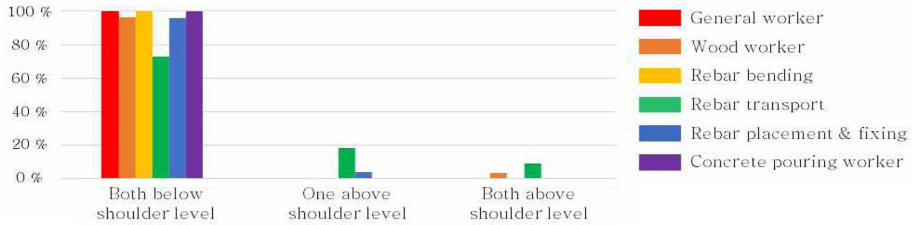

Fig. 3. Percentage of arms code.

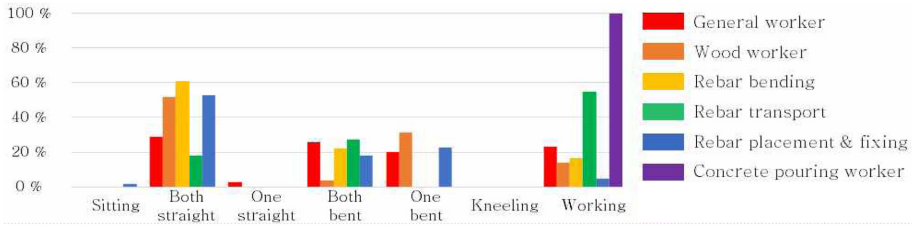

Fig. 4. Percentage of legs code.

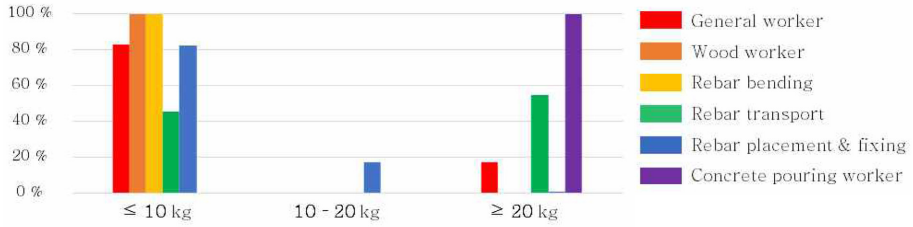

Fig. 5. Percentage of working load/effort code.

팔 부위 코드를 작업 종류별로 살펴보면(Fig. 3), 모든 작업에서 대체로 두 팔을 어깨 아래로 하여 작업하였다. 철근 운반자는 때때로 한 손 또는 두 손이 어깨 위로 올라갔는데 이는 철근을 어깨에 지고 있기 때문이었다. 철근 배치 및 고정 근로자도 두 팔을 어깨 아래로 하여 작업하였는데, Lee(2009)는 철근공이 양 팔을 치켜들고 작업하는 비율이 낮다고 하여 본 연구의 결과와 일치하였다. 석판 설치 높이에 따라 작업 자세를 분석한 연구(Seo et al., 2015)에 의하면 설치 높이에 의해 팔을 올리는 것이 특징이었는데, 본 연구에서 분석된 근로자들의 경우에는 철근 운반자 외에는 팔을 거의 올리지 않는 것으로 나타났다.

한편, 다리 부위 코드를 작업 종류별로 살펴보면(Fig. 4), 일반 인부는 두 다리를 펴고 서 있거나 다리를 구부리며, 걷기를 함으로써 활동량이 다른 기능공에 비해 많은 편이었다. 일반 인부는 자재 운반 작업과 청소 및 정리정돈 작업 등을 수행함으로써 여러 가지 공정의 작업을 지원해야 하는 직종의 속성을 가지므로(Lee & Lee, 2008) 다른 기능공들에 비해 다리의 자세가 다양한 편이었다. 목공은 두 다리를 곧게 펴거나(51.7%) 한쪽 다리만 구부리면서 서 있는 자세(31.0%)를 주로 취하였다. 절곡 근

로자는 두 다리를 펴고 선 자세(51.7%)와 한 다리로 서서 구부린 자세(31.0%)가 주로 나타났다. 이는 낮은 절곡 작업대로 인해 다리를 펴거나 구부리면서 허리를 굽히기 때문이었다. 철근 운반자는 철근을 나르는 자세이기 때문에 걷는 자세(54.6%)가 빈번하였다. 철근 배치 및 고정 근로자는 두 다리를 펴고 선 자세(52.9%), 한 다리로 서서 구부린 자세(22.7%), 두 다리를 구부린 자세(17.9%) 순으로 나타났으며, 다리를 구부리는 자세의 비율을 총 40.6%로 나타나 바르게 선 자세와 무릎을 구부리는 자세를 많이 취하고 있었다. 콘크리트 타설공은 콘크리트를 부으면서 걷는 자세(100.0%)가 작업 자세의 대부분이었다.

마지막으로 무게/힘에 대한 코드를 작업 종류별로 살펴보면(Fig. 5), 일반 인부는 건조각재를 고정하는 작업을 위해서 10.0 kg 이하의 곡괭이 도구를 사용하거나 때때로 건조각재를 3개씩 운반하여 20.0kg 이상의 자재를 다루고 있었다. 목공은 매 작업마다 10.0kg 이하의 배척과 망치를 들고 작업을 하였다. 선행연구(Lee & Cho, 2007)에 의하면 목공 근로자는 손과 손목에 통증이 많이 발생한다고 언급하기도 하였는데, 본 연구의 목공도 망치를 들고 계속 두드리는 작업을 하였기 때문에 손 부위를 보호해 줄 수 있는 보호대가 필요한 것으로 보여졌다. 절곡 근로자는 절곡작업을 위해 10.0kg 이하의 짧은 철근을 잡고 있었다. 철근 운반자는 20.0kg 이상이 되는 8.0m 길이의 철근 3개를 어깨에 올려서 운반하거나 배 높이보다 아래에서 들고 운반하였다. 철근 배치 및 고정 근로자는 10.0kg 이하(82.1%)의 갈고리와 니퍼를 손에 쥐고 작업을 수행하였으며, 철근을 배치하기 위해 10.0kg 이상(17.1%) 또는 20.0kg 이상(0.8%)의 긴 철근을 드는 작업을 동반하고 있었다.

결과적으로 건설업의 작업 종류에 따라 작업 자세의 특징이 많이 다른 것을 알 수 있었고, 각 작업의 형태에 따라 근로자의 반복 동작을 방해하지 않으면서도 효율적으로 인체를 보호하고, 근력을 보조해 줄 수 있는 작업복과 보호대가 절실함을 확인하였다. 종합적으로 본 연구에서 분석된 근로자의 대표적인 작업 자세 및 취급 도구를 정리하여 Table 5에 나타내었다.

Table 5. Results of worker's postures analysis according to OWAS

Worker	Representative photos	Back motions	Arms motions	Legs motions	Working load/effort
General worker (*N*=1)		Straight, bent, bent and twisted	Both below shoulder level	Both straight, both bent, working, one bent	≤ 10kg (Pickax), ≥ 20kg (Square timber)
Wood worker (*N*=1)		Straight, twisted, bent, bent and twisted	Both below shoulder level	Both straight, one bent	≤ 10kg (Crowbar, hammer)
Rebar bending worker (*N*=1)		Bent, straight	Both below shoulder level	Both straight, both bent	≤ 10kg (Rebar)
Rebar transport worker (*N*=1)		Straight, twisted, bent and twisted	Both below shoulder level, one above shoulder level	Working, both bent, both straight	≤ 10kg (Rebar)
Rebar placement & fixing worker (*N*=1)		Bent, straight, bent and twisted	Both below shoulder level	Both straight, one bent, both bent	≤ 10kg, 10-20kg (Hook, rebar)
Concrete pouring worker (*N*=1)		Bent and twisted	Both below shoulder level	Working	≥ 20kg (Hose)

Table 6. Percentage of work posture level

Level	General worker	Wood worker	Iron worker			Concrete pouring worker
			Rebar bending	Rebar transport	Rebar placement & fixing	
I	34.3%	37.9%	27.8%	63.6%	21.1%	5.6%
II	17.1%	34.5%	55.6%	-	42.3%	-
III	25.7%	13.8%	16.7%	9.1%	27.6%	8.3%
IV	22.9%	13.8%	-	27.3%	8.9%	86.1%

3.3. OWAS를 이용한 작업 수준 평가

OWAS를 이용한 작업 자세 수준 평가 결과는 Table 6에 정리하였다. 일반 인부는 수준 I의 '개선은 불필요하다(34.3%)'가 가장 높게 나타났다. 또한 목공의 작업 자세에서도 수준 I의 '개선은 불필요하다(37.9%)'가 가장 높게 나타났다. 그러나 일반 인부와 목공의 작업 자세 수준에서 II, III, IV의 빈도도 제법 높은 것을 볼 때, 때때로 무리한 작업 자세를 취한다는 것을 알 수 있었다. 다음으로 철근공 중, 절곡 근로자의 작업 자세는 수준 III의 '가까운 장래에 개선이 필요하다(55.6%)'가 가장 높게 나타났으며, 수준 IV에 속하는 자세는 없었다. 철근 운반자의 작업 자세는 수준 I의 '개선은 불필요하다(63.6%)'가 가장 높게 나타났으나 수준 IV의 '즉각적으로 작업 자세 해결책을 찾아야 한다(27.3%)'도 높은 편이었다. 이는 운반하는 철근의 무게가 작업 자세에 무리를 줄 수 있음을 시사한다. 철근 배치 및 고정 근로자의 작업에서는 수준 II의 '가까운 장래에 개선이 필요하다(42.3%)'가 가장 높았으며, 다음으로 수준 III의 빈도도 높아 일반 인부와 목공의 작업 자세처럼 때때로 무리한 작업 자세를 취하고 있음을 알 수 있었다. 콘크리트 타설공의 작업 자세는 수준 IV의 '즉각적으로 작업 자세 해결책을 찾아야 한다(86.1%)'가 가장 높게 나타났다. 콘크리트를 붓기 위해 호스를 계속 잡고 걷는 반복적인 작업 자세는 매우 개선이 필요함을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 연구는 건설업 근로자의 작업복을 기능적으로 개선시키기 위한 연구의 일환으로 건설업 근로자의 작업 종류별 작업 자세를 OWAS 기법을 이용해 분석하였다. 건설업 근로자들을 대상으로 분석한 결과는 다음과 같았다.

첫째, 건설업 근로자의 작업 자세를 작업 종류에 따라 분류하여 분석한 결과, 일반 인부는 기능공의 보조 역할로써 주변의 건조각재를 운반하거나 땅을 다지는 등 다양한 작업 자세를 취하고 있는 것을 알 수 있었다. 목공은 거푸집을 설치하기 위해 서있거나 긴 각목에 한쪽 다리를 의지한 상태로 배척과 망치를 들고 두드리는 작업을 주로 하였다. 철근공은 세 가지 작업 형태로 나누어 분석하였는데, 그 중에서 절곡 근로자는 철근을 들어 올려 절곡기계의 높이에 맞춰 허리를 구부리는 자세로 작업을 많이 하였다. 그리고 철근 운반자는 8.0m 길이의 철근을 어깨에 올리거나 배 높이보다 아래에서 들어 올리는 작업 자세가 빈번하였다. 반면, 철근 배치 및 고정 근로자는 긴 철근을 들고 철근을 배치한 후, 근로자의 가슴 아래 높이와 무릎 높이, 발목 높이에서 철근을 고정시키는 작업을 주로 하고 있었다. 콘크리트 타설공은 걸으면서 호스를 잡고 콘크리트가 수직으로 잘 낙하할 수 있도록 하는 작업 자세를 많이 취하고 있었다.

둘째, OWAS를 이용한 작업 자세 평가에 대한 결과, 일반 인부는 허리를 곧게 펴거나 앞으로 구부리는 작업 자세를 많이 취하였고, 다리 부위에서는 서 있거나 구부리기, 걷기 자세를 주로 취하였다. 목공은 허리 곧게 펴기, 허리 옆으로 비틀기, 허리를 구부리면서 비틀기 자세가 많이 나타났고, 다리 부위에서는 두 다리를 곧게 펴거나, 한쪽 다리만 구부리며 서있는 자세를 주로 취하였다. 철근공 중, 절곡 근로자는 허리를 앞으로 굽힌 자세와 두 다리를 펴거나 한쪽 다리로 서서 구부린 자세를 주로 취하였다. 그리고 철근 운반자는 허리를 펴고 걷는 자세를 주로 하였고, 때때로 한 손 또는 두 손이 어깨보다 위로 올라갔다. 철근 배치 및 고정 근로자는 허리를 앞으로 굽히거나 곧게 편 자세, 앞으로 구부리며 옆으로 비튼 자세가 많았고, 두 다리를 펴고 서거나 한쪽 다리로 서서 구부린 자세, 두 다리를 구부린 자세를 주로 취하였다. 콘크리트 타설공은 허리를 앞으로 구부리면서 옆으로 비틀고 걷는 자세를 하였다. 즉, 허리에서 작업부하가 크게 나타나는 자세(Code 3, 4)의 비율이 많은 직종은 콘크리트 타설공으로 조사되었으며, 목공은 모든 자세에서 골고루 비율이 나타났다. 팔 부위에서는 대체로 모든 직종에서 작업부하가 작은 자세(Code 1)의 비율이 높았다. 다리 부위에서는 작업부하가 큰 자세(Code 4~7)의 비율이 많은 직종은 일반 인부와 철근 운반자, 콘크리트 타설공으로 조사되었으며, 목공과 철근 배치 및 고정 근로자는 작업부하가 낮은 자세와 작업부하가 높은 자세의 비율에서 골고루 높게 나타났다. 하중에 대해서는 10.0kg 이상(Code 2, 3)의 비율이 높은 직종이 콘크리트 타설공과 철근 운반자인 것으로 조사가 되었다.

셋째, 작업 자세 수준 평가 결과, 수준 III~IV의 비율은 콘크리트 타설공(94.4%) > 일반 인부(48.6%) > 철근 배치 및 고정 근로자(36.6%) > 철근 운반자(36.4%) > 목공(27.6%) > 절곡 근로자(16.7%)의 순으로 높게 나타났다. 그러나 비율에 상관없이 모든 근로자들은 근골격계에 유해한 작업 자세를 포함하여 일을 하기 때문에 작업 종류에 따른 작업 자세와 작업 환경, 작업복 등에 대한 다양한 대책이 매우 필요한 실정임을 알 수 있었다.

본 연구의 결과를 통해 건설업 작업 종류에 따른 개선방안이 달라져야 함을 알 수 있었다. 이를 작업복 설계시의 기초자료로 사용 시, 다음과 같은 제안을 해볼 수 있다. 일반 인부는 건설현장의 보조적인 역할로 여러 가지 일을 하므로 일부 기능공보다 더 노동 부담이 크게 나타났다. 일반 인부에게는 대체로 작업조끼만을 지급하거나 또는 작업복을 지급하지 않는 실정이기 때문에 고용업체에서는 일반 인부를 위한 안전한 작업복 또는 보호대를 제공하는 것이 의무화되어야 할 것이다. 또한 목공에게는 부자연스러운 허리 동작을 도와줄 수 있는 형태의 작업복 또는 허리 보호대, 망치 작업 시 착용할 수 있는 통증 예방용 손목 보호대 등을 개발하여 제공한다면 작업의 효율성을 높여 줄 것으로 판단된다. 절곡 근로자에게는 작업대의 높이를 높여 허리를 구부리지 않아도 작업할 수 있도록 해야 하며, 작업대 높이의 개선이 어렵다면 반복적으로 허리를 구부리는 작업에 무리가 가지 않는 작업복 또는 허리 보호대를 제공해야 할 것이다. 철근 운반자에게는 자재 운반 시 도움을 주는 어깨 보호대 등 부위별 최적의 작업복 일체 개발이 필요하다고 생각된다. 철근 배치 및 고정 근로자에게는 다른 근로자들에 비해 반복적으로 구부리는 허리를 보호해줄 수 있는 작업복과 무거운 장비로부터의 보호를 위한 손목 보호대를 개발해 줄 필요가 있었다. 콘크리트 타설공은 무게감이 있는 호스를 들고 허리를 옆으로 비튼 자세에서 콘크리트를 부으면서 걷는 작업 자세가 매우 무리가 있는 작업 자세였다. 이 근로자에게는 작업복의 개선보다는 작업 환경의 개선이 더 필요한 것으로 사료된다. 작업 종류에 따른 작업 자세 분석 결과, 모든 근로자들이 비슷한 동작을 하는 것 같아도 세부적으로는 차이가 크기 때문에 각 직종별로 작업복 개발 시 디자인의 방향성이 달라져야 함을 시사한다. 또한 반복적으로 사용되는 신체 부위는 실제로 통증이라는 증상을 보이므로, 각 작업 종류에 따른 반복적인 작업에 대응할 수 있는 기능적인 작업복을 개발한다면 통증 유발을 완화시키거나 개선시킬 수 있을 것이라고 기대된다.

본 연구에서는 실제 작업 현장을 통해 건설업 근로자들의 작업 자세를 종류별로 나누어 관찰하고 분석하여 그 결과를 도출함으로써, 각 작업 환경에 맞는 작업복에 대한 필요성을 인식시킬 수 있는 기반이 되었다. 후속연구에서 근로자의 작업 자세가 작업복 착용에 미치는 영향에 대하여 분석하고자 한다. 향후, 이 연구 결과는 건설업 근로자들을 위한 인간공학적으로 우수한 작업복 개발 시 기초자료로 활용될 예정이다. 이는 산업체에서 작업 자세를 개선시키기 위해 작업장을 바꾸기는 어려운 상황에서 근로자들의 안전과 작업능률을 향상시키는데 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 성과는 2016년도 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.NRF-2016-1956).

이 논문은 충남대학교 연구비로 지원되었음.

References

Ahn, K. Y., & Park, R. G. (2006). The relationship between safety climate and safety participation in construction industry. *Journal of the Korea Safety Management & Science*, *8*(6), 41-53.

Bae, K. J., Lee, K. S., Kong, Y. K., Oh, G. J., & Lee, S. J. (2011). The prevalence of musculoskeletal symptoms and the ergonomic risk factors among oriental melon-growing farmers. *Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine*, *23*(1), 1-8.

Chae, S. H. (2006). Analysis of workload in steel partition work using OWAS method. *Journal of The Architectural Institute of Korea Structure & Construction, 22*(2), 155-162.

Chang, S. O., & Choi, H. S. (2006). Development of work clothing for the construction site. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, *30*(7), 1090-1102.

Choi, J. W., & Park, J. H. (2007). Working clothes and working environment of workers at a construction site in summer. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, *31*(11), 1520-1529. doi:10.5850/JKSCT.2007.31.11.1520

Ha, G., Choi, M., & Ha, M. (2012). Analysis on the present work manpower in process of apartment house frame work. *Proceedings of the Conference on The Regional Association of Architectural Institute of Korea, Winter Conference*, Korea, pp. 465-466.

Hong, H. S. (2014a, June 26). Australian personal safety equipment market trend. *KOTRA*. Retrieved September 19, 2018, from http://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/21/globalBbsDataView.do?setIdx=252&dataIdx=133062

Hong, S. G. (2014b). The evaluation of musculoskeletal symptom and patient transport work of 119 EMTs by ergonomics tools. *Fire Science and Engineering*, *28*(4), 81-88. doi:10.7731/KIFSE.2014.28.4.081

Karhu, O., Kansi, P., & Kuorinka, I. (1977). Correcting working posture in industry: A practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, *8*(4), 199-201.

Ki, D. H. (2003). Investigation on status of musculoskeletal disorders for industrial safety manager. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, *22*(4), 79-90.

Kim, G. (2004). *A safe guide to night work at a construction site*. Ulsan: Korea Occupational Safety Health Agency.

Kim, H. J. (2012). Prevention of work-related musculoskeletal disorders. *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, *60*(6), 130-134.

Kim, J. H. (2010). A study on the rationalization of safety management through the analysis of accident cause and occurrence principles for safety accidents in the construction industry-focused on burial, conflagration, explosion, burn. *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, *10*(3), 99-111. doi:10.5345/JKIC.2010.10.3.099

Kim, J. (2011). Analysis of risk factors of musculoskeletal disorder for child-care teachers' job. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, *30*(3), 409-418. doi:10.5143/JESK.2011.30.3.409

Kim, K., & Kim, G. (2010). Questionnaire study on the current status of the construction labor force. *Proceedings of the Conference on the Korean Institute of Building Construction*, *Spring Conference*, Korea, pp. 95-97.

Kim, S. S., & Kim, H. E. (2006). A research study on construction field worker's working uniform. *Fashion & Textile Research Journal*, *8*(2), 203-208.

Kim, Y. J., Lee, H. D., & Won, J. H. (2017). Accident characteristic of female construction worker by analyzing industrial accident date from 2013 to 2015. *Journal of the Institute of Construction Technology*, *36*(2), 1-4.

Kim, Y. H., & Song, Y. W. (2007). Musculoskeletal disorders risk assessment of a small steel plate shop. *Natural Science Research Institute Catholic University of Daegu*, *5*(1), 7-11.

Korea Occupational Safety Health Agency. (2010). *Construction rush work safety work instructions.* Ulsan: Author.

Lee, D. (2017). The state and analysis of construction workers' grave industrial accident based on human dignity. *Kyoungpook National University Law Journal*, *57*, 169-198.

Lee, H. D., Song, K. J., & Won, J. (2016b). Accident characteristic evaluation of Korea construction workplace by analyzing industrial accident data from 2010 to 2014. *Journal of the Institute of Construction Technology*, *35*(1), 1-7.

Lee, J. B., & Cho, C. Y. (2007). A study on workload evaluation of hand-intensive tasks of carpenters and structural steel workers. *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, *8*(3), 134-141.

Lee, J., Kim, T., Cho, H., & Kang, K. (2016a). Working posture analysis using OWAS method of core wall construction in high-rise building. *Proceedings of the Conference on The Korea Institute of Building Construction*, *Spring Conference*, Korea, pp. 72-73.

Lee, J. C., & Lee, C. S. (2008). Accident characteristics of aged construction workers. *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction, 24*(5), 201-208.

Lee, J. W., & Park, B. J. (2001). Analysis of working posture using OWAS in forest work. *Journal of Korean Forest Society*, *90*(3), 388-397.

Lee, W. J., & Won, J. H. (2015). Analysis of safety consciousness of small construction workers in Chungbuk. *Journal of Industrial Science and Technology Institute*, *29*(2), 45-50.

Lee, Y. (2009). *Musculoskeletal disorders symptoms and risk factors exposure characteristic of construction workers.* Ulsan: Occupational Safety & Health Research Institute.

Lee, Y. (2015). *「Health manager's role of construction industry」 Occupational Safety & Health Guideline.* Ulsan: Occupational Safety & Health Agency.

Oh, Y. (2008). *A study on improvement and investigation of MSD for construction workers.* Unpublished master's thesis, Seoul National University of Science and Technology, Seoul.

Seo, B., Lim, T., & Lee, D. (2015). OWAS and EMG-based mason's physical workload measurement. *Proceedings of the Conference on The Korea Institute of Building Construction*, *Spring Conference*, Korea, pp. 194-195.

Son, S. M., & Kim, Y. J. (2011). Analysis of REBA, RULA, OWAS of wearing and Taking off skinscuba equipment for prevention of musculoskeletal injuries. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, *23*(1), 67-74.

Yang, S. H., Kim, D. S., & Choi, J. W. (2001). The ergonomic investigation and analysis of epidemiological evidence for work-related musculoskeletal disorders. *Productivity Review*, *15*(1), 205-227.

You, Y. Y., & Lee, B. H. (2011). Investigation of musculoskeletal disorders among mid-old aged woman caregiver at a long-term hospital. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, *30*(2), 349-356. doi:10.5143/JESK.2011.30.2.349

Yun, J. M., Park, S. Y., & Lee, D. H. (2017). The actual condition and improvement plans of construction safety and health education. *Asia-Pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, *7*(8), 569-576. doi:10.14257/ajmahs.2017.08.43

(Received 10 August, 2018; 1st Revised 19 September, 2018; 2nd Revised 8 October, 2018; 3rd Revised 10 October, 2018; Accepted 26 October, 2018)