

## 돌수로공의 작업시간 및 작업자세 분석에 관한 연구

염인환<sup>1</sup> · 최윤호<sup>1</sup> · 김명준<sup>1</sup> · 권형근<sup>1</sup> · 이준우<sup>2</sup> · 김재수<sup>3</sup> · 박범진<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 대학원, <sup>2</sup>충남대학교 산림환경자원학과, <sup>3</sup>충북대학교 산림학과

### Analysis of work times and postures occurring relating to stone channel work in forest engineering

In-Hwan Yeom<sup>1</sup>, Yeon-Ho Choi<sup>1</sup>, Myeong-Jun Kim<sup>1</sup>, Hyeong-Keun Kweon<sup>1</sup>, Joon-woo Lee<sup>2</sup>, Je-su Kim<sup>3</sup>, Bum-Jin Park<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate School, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Environment and Forest Resources, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Forest Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

Received on 6 February 2011, revised on 1 March 2011, accepted on 9 March 2011

**Abstract** : In forest work, working conditions are very hard to improve. The proper distribution of work time and good posture is believed to bring about direct improvements such as accident prevention. On this, this study has analyzed forest workers' posture and their working hours in order to improve their working conditions in stone channel work. Authors has chosen several core elements of stone channel work to focus on, which include stone masonry, excavation of bed, moving stone, directing work, choosing stone, and breaking stone. The ratio of real working time over total working time was shown as 84.6%. As for the time ratio of each elemental work over the real working time, the stone masonry was 60.4%, the directing work was 15.1%, moving stone was 12.1%, choosing stone was 7.1%, breaking stone was 3.3%, and excavation of bed was 2.0%. According to the analytical results provided by OWAS, the ratio of category III (Work posture has a distinctly harmful effect on the musculoskeletal system) has shown that moving stone turned out 65.2%, choosing stone was 61.5%, stone masonry was 46.1%, breaking stone was 14.3%, excavation of bed was 12.5% and directing work was 6.8%. Furthermore, the ratio of category IV (Work posture with an extremely harmful effect on the musculoskeletal system) has shown that excavation of bed turned out 37.5%, breaking stone was 28.6%, stone masonry was 27.3%, choosing stone was 7.7%, moving stone was 6.1% and directing working was 4.5%. These results are expected to be utilized for the improvement with respect to both working methods in the stone channel work and the workers' working posture.

**Key words** : Forest Manual Work, Construction estimate, MMH, Work load, OWAS

## I. 서론

소산업현장에서 이루어지는 작업 평가는 해당 작업이 근로자에게 부과하는 작업 부하를 측정·평가하여 근로자에 대한 작업의 유해도를 알아보기 위한 목적으로 수행된다. 또한 이를 위해 수많은 인간공학적 방법들이 개발되어 사용되고 있다(Park, 2010). 산림작업에서 인간공학적 연구는 크게 세 가지로 구분할 수 있다. 첫째는 작업원이 도구와 기계를 사용함에 있어 편리하도록 설계하는 것이며, 둘째

는 기계를 사용하는 작업원의 작업방식을 분석하여 불필요한 동작을 억제하고 작업원의 에너지소비가 최소가 될 수 있는 동작을 개발, 교육하고 생산성이 극대화되도록 작업 시간을 안배하는 것이다. 셋째는 작업안전에 관한 것으로 기계의 개발이나 작업동작을 교육할 때 사고를 유발할 수 있는 동작이나 기계구조를 피하고, 작업원이 느끼는 작업 강도를 파악하여 무리한 작업에 따른 사고의 위험 없이 안정된 상태에서 능률적으로 작업할 수 있는 여건을 조성해주는 것이다(Lee 등, 1998).

작업연구에는 작업원의 동작연구, 각각의 동작에 대한 시간연구, 작업부하에 대한 작업강도연구가 있다(Lee and

\*Corresponding author: Tel: +82-42-824-5746

E-mail address: bjpark@cnu.ac.kr

Park, 2001). Tayler(1881)는 스톱워치를 이용하여 세계 최초의 작업시간연구를 실시하였고, Gilbreth(1920)는 필름분석법을 이용하여 과학적인 작업연구를 시작하였다.

임업분야에서는 Puzyr(1919)가 최초로 시간조사를 통하여 벌목작업의 작업능률 조사를 실시하였다. 임업분야의 작업은 작업원이 직접 물건을 들고, 옮기고, 밀고, 당기는 작업이 대부분을 차지하고 있는데, 소위 인력물자취급(Manual Material Handling Tasks; MMH)이라고 부르는 이러한 작업은 매우 비효율적이고도 위험한 작업이므로 작업에 따른 에너지 손실뿐만 아니라 여러 가지 사고들과 재해로부터 야기되는 손실은 사회적 측면과 경제적 측면에서 매우 크다고 할 수 있다(Kee와 Chung, 1995). 다른 산업과 비교해 보면, 임업은 야외에서 행해지는 작업으로 조명, 온도, 습도, 지형 등의 작업장 환경 조절이 불가능하며, 실내 작업장에서 이루어질 수 있는 작업부담 감소를 위한 작업대의 높이 조절과 같은 작업조건의 조절 등도 불가능하다. 오랜 기간 동일한 작업에 종사한 작업원이 자신의 경험에 의해 같은 작업조건에서 같은 신체조건을 가지고 있는 비숙련자 보다 높은 작업능률을 보이는 것은 여러 가지 측면에서 해석이 가능하지만 오랜 경험을 통하여 노동부하를 감소시키는 합리적인 작업자세를 습득한 것이 가장 큰 원인이라고 할 수 있다. 이러한 관점에서 보면 작업자세 측면의 부하 감소는 임업의 작업능률 향상을 위한 효과적인 방법이라고 말할 수 있다(Lee와 Park, 2001).

임업분야의 역사는 오래되었지만 1차 산업이고 건설업에 비해 사업규모가 미미한 관계로 아직까지 체계적으로 표준품셈이 제정되지 않았다. 현재 우리나라에서 사용하고 있는 '표준품셈'은 정부 등 공공기관에서 시행하는 각종 공사의 적정한 예정가격을 산정하기 위한 일반적인 기준(어떤 일에 소요되는 재료의 수량과 노무 공량)을 제시할 목적으로 만들어진 자료이다(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2010). 산림청 개청이후 지금까지 많은 분야의 산림사업을 하면서 산림사업분야 기술자 및 기능인 등 관련종사자가 늘어남에도 불구하고 임업분야에서 표준품셈 정립은 미진한 실정이다. 따라서 1980년대 후반부터 시작한 자연휴양림과 임도설계에는 평지에서만 실행되는 건설분야의 품셈을 적용하다보니 문제점이 일부 제기되고 있다.

우리나라 산림이 녹화된 이래 대규모 황폐지의 감소로 산지 및 야계사방 면적은 계속 감소하여 왔으나 최근 집중

호우 피해 증가로 사방댐 조성 면적이 증가하고 있다(Korea Forest Service, 2010). 급경사지에서 토사의 유출이 많고 침식이 현저한 경우, 규모가 큰 붕괴지에서 속도량으로부터의 배수 또는 용수 등 항상 유수가 있는 경우, 붕괴비탈면에 자연유로가 발생하여 이를 따라 항시 유수가 있을 때 자연유로가 있는 자리에 수로를 내는 경우가 있다. 채석지에서는 잔벽면의 경사와 퇴적지의 경사가 급하고 잔벽 주변과 잔벽의 하부에 강우에 의한 침식이 많은 경우에 수로를 낸다. 특히 채석지의 폐석을 이용하는 돌수로로는 다른 사방댐 공법에 비해 경제성을 높일 수 있으며 비교적 주변 경관과 조화를 이룬다는 장점이 있다(Korea Forest Service, 2000).

본 연구는 야외에서 중량물을 취급하는 돌수로공 돌쌓기 작업에 대하여 작업원을 대상으로 작업시간 및 작업자세 연구를 실시하여 작업원에 대한 작업부담을 분석함으로써 현재 실시되고 있는 돌수로공 돌쌓기 작업조건의 개선방향을 제시하고, 작업품을 산정하는 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구 대상지와 작업원 선정

조사지는 경남 김해시 상동면 매리에 위치한 지역으로 국지성 집중호우의 빈도가 높고 대형 태풍의 피해가 우려되는 지역이다. 작업단의 구성은 작업반장 외 41명이며 작업은 4~5명이 한조를 이루어서 수행된다. 작업원의 연령은 50~70세로 작업원의 대부분이 고령자이나 작업원의 평균 작업 경력은 20~30년으로 작업능력이 숙련되어 있다. 작업측정의 표준시간은 숙련된 작업자가 할당된 작업내용을 정상속도로 수행할 시 소요되는 시간을 산출한다. 본 연구에서 연구대상으로 선정한 작업원은 41명을 총괄하

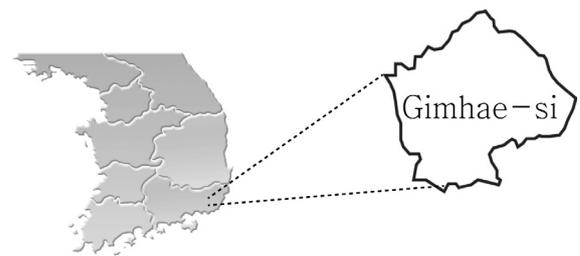


Fig. 1. Location of experimental area.

는 작업반장으로 다른 작업원들에 비해 숙련도가 검증되었기 때문에 표준작업 대상자로 선정하였다. 표준 작업원 선정 후 작업시간과 작업자세를 8명이 분석하여 야장에 기입하였다.

## 2. 요소작업의 구분

### 1) 작업시간 조사

시간연구를 수행하기 위해서는 작업을 요소작업으로 구분하고 요소작업시간에 영향을 미치는 중요한 작업조건들에 대한 분석을 필요로 한다. 작업분석에는 사람을 대상으로 하는 작업분석과 사물을 대상으로 하는 공정분석이 있다. 공정분석이란 완만하게 움직이는 대상물이 움직이는 전 과정을 청취, 기록하는 등의 간접적인 방법으로 이루어진다. 따라서 특정 작업공정에 대하여 작업을 분석하고 세부적인 연구를 진행하기 위해 앞서 공정분석을 통해 먼저 전반적인 작업방법과 작업순서를 검토하여야 한다. 시간연구는 현재의 우리나라 여건상 가장 적용이 용이한 작업분석 방법으로서 견적법이나 실적자료법과 같이 이미 수행된 산림작업에 관한 작업연구자료를 요구하지 않으며, 동작시간 표준법과 같이 동적요소(therblig)를 분석할 전문인력을 요구하지도 않는다.

작업요소의 구분은 예비조사를 통하여 Table 1에서 보는 바와 같이 크게 실작업시간(Real working time)과 여유시간(Allowance)으로 구분하였고, 실작업시간을 다시 돌옮기기(Ms), 터파기(Eb), 돌쌓기(Sm), 작업지시 및 확인(Dw), 돌고르기(Cs), 돌깨기(Bs)로 구분하였다.

- ① 돌옮기기(Ms; Moving Stone) : 수로의 재료가 되는 주 돌을 선정함과 동시에 옮기기가 실시되며 돌을 옮기면서도 다른 돌을 고르기 작업
- ② 터파기(Eb; Excavation of bed) : 돌이 잘 지지될 수 있게 터를 파는 작업

- ③ 돌쌓기(Sm; Stone masonry) : 옮겨진 돌을 수직으로 들거나 회전시키며 수로의 형태로 쌓는 작업
- ④ 작업지시 및 확인(Dw; Directing work) : 주작업원이 보조작업원에게 돌의 크기에 따른 작업 위치 지정 및 기타(측정 등) 사항을 지시하는 작업
- ⑤ 돌고르기(Cs; Choosing stone) : 작업에 사용할 큰 돌과 킴돌을 고르는 작업
- ⑥ 돌깨기(Bs; Breaking stone) : 채석지에서 가지고 온 돌을 필요한 크기에 맞게 깨는 작업
- ⑦ 휴식(Rw; Rest between work) : 휴식 등을 포함한 여유 시간

본 연구에서는 초시계를 이용한 연속시간관측법으로 작업시간연구를 실시하였다. 또한 조사자의 과실이나 작업현장의 갑작스런 상황변화 등의 요인으로 누락되는 부분을 보완하기 위하여 계곡부 상부에 8mm 비디오 카메라를 설치하고, 작업의 모든 장면을 촬영하여 필요에 따라 실내에서 녹화된 화면을 분석하는 방법을 병행하였다.

### 2) 작업자세 조사

#### ① 작업자세 평가방법의 선정

작업자세가 근골격계에 주는 부하를 평가하기 위해서 다양한 방법들이 개발되어 사용되고 있다. 1991년 미국의 국립산업안전보건원(National Institute for Occupational Safety and Health; NIOSH)에서 제시한 들기작업 지침은 주어진 작업조건에서 인력운반 작업을 수행할 경우, 특히 들기작업시 안전하게 작업할 수 있는 작업물의 중량을 계산하기 위한 지침이다. 이 평가 기법은 인체역학적 작업부하, 작업자세로 인한 부하, 생리적 측면의 작업부하를 모두 고려하였다는 장점을 가지고 있으나, 들기작업에만 적용할 수 있기 때문에 반복적인 작업자세, 밀기, 당기기 등과 같은 작업이 발생하는 사방분야의 작업에 대한 평가에는 어려움이 있다.

Table 1. Division of sub-operation.

Total working time						
Real working time						Allowance
Ms	Eb	Sm	Dw	Cs	Bs	Rw
Ms : Moving stone			Cs : Choosing stone			
Eb : Excavation of bed			Bs : Breaking stone			
St : Stone masonry			Rw : Rest between work			
Dw : Directing work						

OWAS(Ovako Working Posture Analysis System)기법은 육체작업에 있어서 부적절한 작업자세를 구별해낼 목적으로 핀란드의 철강회사인 Ovako사와 FIOH(Finnish Institute of Occupational Health)가 1970년대 중반에 개발한 방법이다(Karhu et al., 1977). 이 기법은 작업자세 측면의 작업 부하에 초점을 맞춘 것으로, 현장 작업장에서 쉽게 이용할 목적으로 특별한 기구 없이 관찰에 의해서만 작업자세를 평가할 수 있도록 개발된 방법이다. 또한 현장 적용이 용이한 장점 때문에 철강 공장, 기계 공장, 정비 공장, 간호사, 어업, 건축업 등 많은 작업장에서 작업자세를 평가하기 위한 방법으로 이용되었다. OWAS기법은 다른 방법과 비교해 볼 때 상대적으로 분석방법이 간단하고 현장 적용성이 강하면서도 상지와 하지의 작업분석이 가능하며, 작업대상물의 무게를 분석요인에 포함시킴으로써 입업 분야의 적용성이 매우 높은 것으로 판단된다(Lee와 Park, 2001). 이에 따라 본 연구에서는 OWAS기법을 이용하여 작업자세 분석을 실시하였다.

② 작업자세 분석을 위한 돌쌓기 작업의 비디오 촬영

현장에서 작업자세를 동영상으로 촬영하는 것은 촬영된 영상을 보면서 작업자세의 조사 및 분석을 실시하기 하기 위함이다. 현장에서 직접 조사하는 방법과 달리 동영상 촬

영을 통한 조사 및 분석은 예비조사 단계에서 동일한 영상을 보면서 조사를 실시하고 각각의 조사자가 기록한 작업자세 코드의 결과를 비교·토의하는 과정에서 여러 명의 조사자가 작업자세 코드를 기록할 경우 발생할 수 있는 오차를 최소화할 수 있는 장점이 있다. OWAS분석기법을 이용하여 여러 작업자세를 현장에서 실작업시간이 20분 이상이 되도록 동영상을 촬영하였다. 촬영시에는 가급적 관절의 움직임을 잘 볼 수 있도록 하기 위하여 측면 45° 위치에서 촬영하였다.

③ 작업의 자세 코드 측정

OWAS기법의 분류 체계에서는 허리, 팔, 다리의 신체 부위에 대한 작업자세와 작업대상물의 무게 및 힘을 Table 2와 같이 코드화하여 분류하고 있다. 이 분류체계가 가지는 다른 분류체계와의 차이점은 작업 자세 이외에도 취급하는 작업물의 하중 및 힘(Effort)도 고려하고 있는 점이다.

허리, 상지, 하지, 작업대상물의 무게(힘)에 대한 코드의 측정간격은 작업의 특성에 따라 달라질 수 있다. 작업의 특성상 작업 자세가 자주 변경되는 작업의 경우에는 5~10초 이내의 짧은 측정 간격을 이용하는 것이 바람직하며, 작업자세가 자주 바뀌지 않고 지속시간이 긴 경우에는 10초 이상의 상대적으로 긴 측정 간격을 설정하는 것이 좋다. 그리고 작업시간이 짧은 경우에는 측정 간격을 짧게 해서 데이터 수를 증가시키는 것이 좋으며, 작업시간이 긴 경우에는 측정 간격을 길게 하여 데이터 규모를 적절하게 유지하는 것이 좋다.

본 연구에서는 전체 분석시간을 고려하여 30초 간격으로 작업자세를 측정하였다.

④ 조사자료의 분석

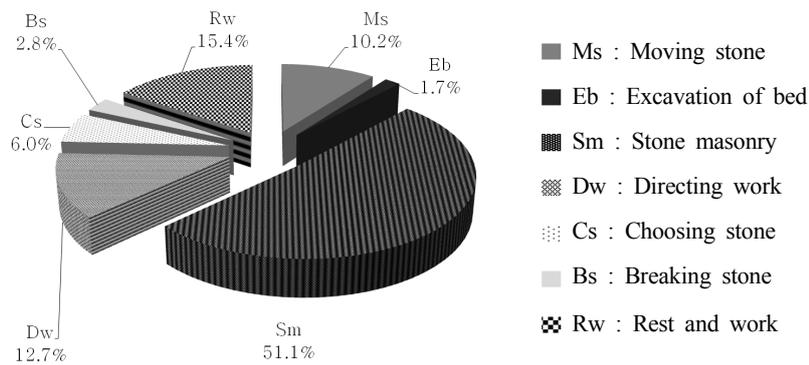
분석은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 먼저 신체부위 별로 각 코드의 비율을 조사한다. 이는 각 신체부위별로 자세의 특성을 파악하기 위한 것이며, 이를 바탕으로 노동부하에 영향이 큰 신체부위를 판단할 수 있다. 둘째로는 각 작업자세를 I~IV까지의 작업수준으로 나눈 기준에 따라 분류하는 것이다. OWAS기법은 Table 3과 같이 전체 작업자세를 근골격계에 미치는 영향에 따라 크게 네 수준으로 분류하고 있다. 이들 4가지 작업자세 수준에서 작업수준 III과 IV는 근골격계에 나쁜 영향을 미치는 자세로 시급한 조정이 필요한 것이다. 따라서 작업수준 III과 작업수준 IV의 비율이 많

Table 2. OWAS codes for different body parts.

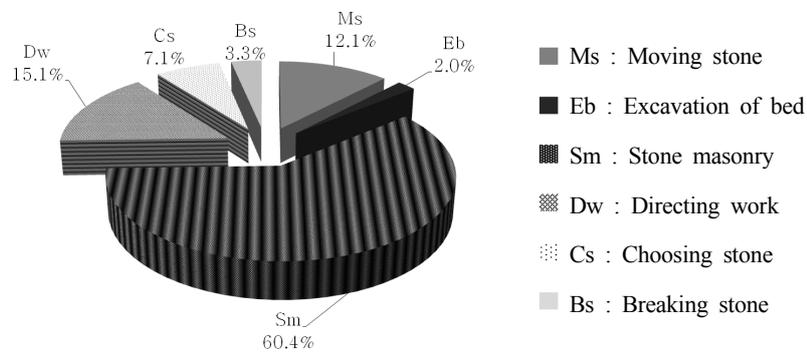
Body Part	Description	Code
Back	straight	1
	bent	2
	twisted	3
	bent and twisted	4
Arms	both below shoulder level	1
	one above shoulder level	2
	both above shoulder level	3
Legs	sitting	1
	both straight	2
	one straight	3
	both bent	4
	one bent	5
	kneeling	6
	working	7
Working Load /Effect	≤ 10 kg	1
	10~20 kg	2
	≥ 20 kg	3

**Table 3.** The OWAS action categories for evaluation working posture.

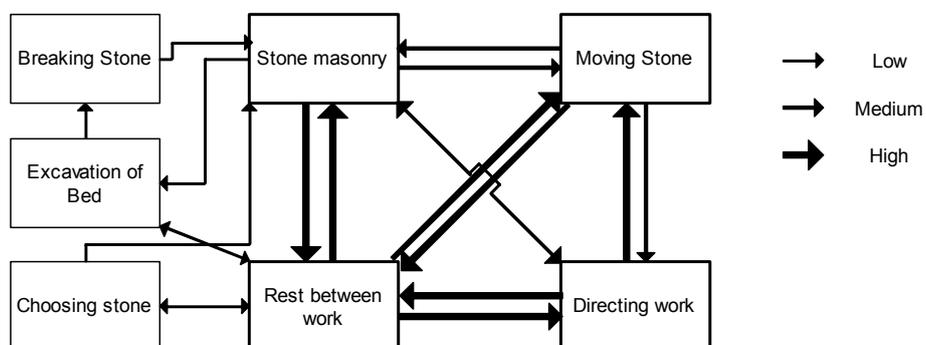
OWAS Categories	Description
Actions categories I	Work posture are considered usually with no particular harmful effect on the musculoskeletal system. No actions are needed to change work posture.
Actions categories II	Work posture have some harmful effect on the musculoskeletal system. Light stress, no immediate action is necessary, but changes should be considered in future planning.
Actions categories III	Work posture have distinctly harmful effect on the musculoskeletal system. The working methods involved should be changed as soon as possible.
Actions categories IV	Work posture with an extremely harmful effect on the musculoskeletal system. Immediate solutions should be found to change these posture



**Fig. 2.** Composition of the elemental work time in the total working time.



**Fig. 3.** Composition of the elemental work time in the real working time.



**Fig. 4.** Process chart showing process of stone masonry in study area.

은 작업에 대해서는 적절한 개선책이 요구되어야 한다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 작업시간의 분석

작업시간의 구성을 Fig. 2에서 나타내었다. 총작업시간 중, 여유시간의 비율은 총 작업시간의 15.4%로 조사되었다. 또한 휴식 등을 포함한 여유시간과 실작업시간에 대한 비율인 여유율은 18.2%로 나타났다. Ji 등(1997)에서 낙엽송 임분에 대한 벌목조재작업시 휴식시간은 2.2%로 나타났다. 또한, Lee와 Park(1998)에서 임도공사시 굴삭기를 이용한 토공작업에서 여유는 4.3%, Park 등(1997)이 체인톱을 이용한 벌목작업시 휴식시간의 비율 14.2%과 비교해 보면 비교적 큰 값을 보이고 있어 대상작업이 노동부담이 큰 작업임을 짐작케 한다.

Fig. 3에 순수작업시간 중 요소작업의 비율을 나타내었다. 각 요소작업의 비율은 돌쌓기(Sm) 60.4%, 작업지시(Dw) 15.1%, 돌옮기기(Ms) 12.1%, 돌고르기(Cs) 7.1%, 돌깨기(Bs) 3.3%, 터파기(Eb) 2.0%의 순으로 조사되어 돌수로공의 대부분이 돌쌓기 요소에 집중되어 있음을 알 수 있었다.

Fig. 4에 돌수로공의 작업과정 순서를 나타내었다. 그림 중의 화살표는 작업의 진행 방향을 나타내며 그 빈도가 높을수록 선을 더 두껍게 표시하였다. 연구 대상지에서 돌수로공의 과정은 주로 돌옮기기→돌쌓기→작업지시 및 확인→휴식의 순환적 사이클을 이루고 있으며, 작업의 중간에 터파기, 돌고르기, 돌깨기가 불규칙적으로 발생하고 있었다.

또한, 작업원은 '돌옮기기→돌쌓기→작업지시 및 확인'의 작업 일련작업 후에 휴식을 취하였지만 일련작업이 진행중인 돌쌓기, 돌옮기기에도 휴식을 빈번하게 취하고 있다는 사실을 확인할 수 있었다. 이 결과는 돌쌓기와 돌옮기기 작업이 야외에서 중량물을 다루는 작업이며, 그 작업부하가 크기 때문에 작업원이 각각의 작업후에 짧은 휴식을 취한 것으로 판단된다.

#### 2. 작업자세 분류

OWAS기법의 분류 체계에서는 허리, 팔, 다리의 신체 부위에 대한 작업자세와 작업대상물의 무게 및 힘을 코드화하여 분류하고 있다. 이 분류체계가 가지는 다른 분류체계

와의 차이점은 작업 자세 이외에 취급하는 작업물의 하중 및 힘(Effort)도 고려하고 있는 점이다. OWAS기법은 전체 작업자세를 근골격계에 미치는 영향에 따라 크게 네 수준으로 분류하고 있는데, 이들 4가지 작업자세 수준 중, 작업수준 III과 IV는 근골격계에 나쁜 영향을 미치는 자세로 시급한 조정이 필요한 것이다. 이에 따라, 돌수로공 돌쌓기 작업에 대하여 신체부위 및 하중별 작업코드를 작업수준 III과 작업수준 IV로 나누어 분석하였다.

돌쌓기(Sm)의 작업수준 III의 비율은 46.1%이고, 작업수준 IV의 비율은 27.3%이다. 돌옮기기(Ms)의 작업수준 III의 비율은 65.2%이고, 작업수준 IV의 비율은 6.1%이다. 돌고르기(Cs)의 작업수준 III의 비율은 61.5%이고, 작업수준 IV의 비율은 7.7%이다. 터파기(Eb)의 작업수준 III의 비율은 12.5%이고, 작업수준 IV의 비율은 37.5%이다. 돌깨기(Bs)의 작업수준 III의 비율은 14.3%이고, 작업수준 IV의 비율은 28.6%이다. 작업지시(Dw)의 작업수준 III의 비율은 6.8%이고, 작업수준 IV의 비율은 4.5%로 나타났다.

이와 관련하여 Lee and Park(2001)이 산림작업에서 OWAS기법을 이용한 작업자세 분석의 주요 산림작업의 작업자세 수준별 코드 비율 연구에서 작업 코드 III과 작업 코드 IV의 합계 중 덩굴제거 64.3%, 어린나무 가꾸기 35.3%, 피해목 벌채작업 23.8%, 간벌작업 12.5%, 임내정리 4.0%, 가지치기 0.6%로 보고한 바 있다. 이와 비교해 볼 때, 돌수로공 돌쌓기는 작업 코드 III과 작업 코드IV의 비율이 46.1%, 27.3%로 조사되어, 산림작업보다 작업강도가 다소 큰 작업임을 알 수 있다. OWAS 작업 분류에서 작업 코드 III과 작업 코드 IV의 비율이 높으면 근골격계에 매우 심각한 해를 끼치는 것으로 즉각적인 작업자세의 교정이 필요하다. 근골격계질환은 근속기간의 경우 비사고성 요통과 신체부담작업은 10년 이상의 장기근속자 비율이 가장 높게 나타난 반면, 사고성 요통은 6개월 미만의 초심자 비율이 높게 나타나 차이를 보이고 있다. 질환 원인 중 비사고성 요통은 MMH(Manual Material Handling) 45.6%, 부자연스러운 자세 20.7%, 반복동작 5.4%, 과도한 힘 3.1%로 나타났고, 신체부담작업은 반복동작 26.4%, MMH 25.9%, 부자연스러운 자세 13.5%, 과도한 힘 9.0% 순으로 높게 나타났다(Kim 등, 2009). 이와 비교해 볼 때 돌쌓기 작업은 숙련자가 작업할 때에도 신체부담작업이나 비사고성 요통이 나타날 우려가 있다. 또한, 일반적으로 돌은 중량물로서 다루기가 쉽지 않기 때문에 수작업을 통해 이루어지므

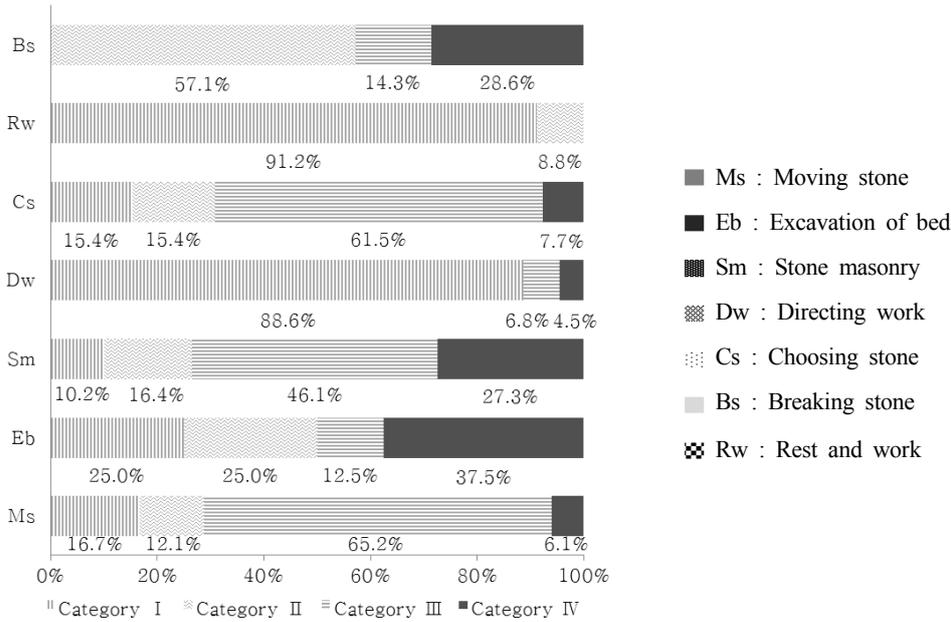


Fig. 5. Element task working posture rate.

로 작업효율이 낮아 굴삭기를 이용한 돌쌓기 장치를 개발한 사례도 있다(Kwon 등, 2008).

#### IV. 결론

이 연구는 돌수로공 돌쌓기 작업시 작업원의 작업시간 및 작업자세를 분석함으로써 돌수로공 돌쌓기 작업방법을 개선하여 작업방법 개선에 필요한 자료를 제시할 목적으로 수행하였으며, 본 연구에서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

돌수로공의 전체적인 과정은 기본적으로 돌옮기기, 돌쌓기, 작업지시 및 확인, 여유의 순환적 사이클을 이루고 있다. 시간분석 과정에서 작업지시 돌쌓기와 여유간의 과정과 돌옮기기와 여유간의 과정, 작업지시 및 확인과 여유간의 과정이 가장 많이 이루어진 것을 알 수 있었다. 또한, 순수작업시간 중 돌쌓기 60.4%, 작업지시 15.1%, 돌옮기기 12.1%, 돌고르기 7.1%, 돌깨기 3.3%, 터파기 2.0%로 나타났다.

작업자세 분석에서 근골격계에 약간의 해를 끼침으로 가까운 시일 내에 작업자세의 교정이 필요한 수준(수준 III)의 비율은 돌옮기기(Ms) 65.2%, 돌고르기(Cs) 61.5%, 돌쌓기(Sm) 46.1%, 돌깨기(Bs) 14.3%, 터파기(Eb) 12.5%, 작업

지시(Dw) 6.8%로 나타났다. 또한, 근골격계에 매우 심각한 해를 끼침으로 즉각적인 작업자세의 교정을 필요로 하는 수준(수준 IV)의 비율은 터파기(Eb) 37.5%, 돌깨기(Bs) 28.6%, 돌쌓기(Sm) 27.3%, 돌고르기(Cs) 7.7%, 돌옮기기(Ms) 6.1%, 작업지시(Dw) 4.5%로 나타났다.

최근 산업현장에서는 과도한 중량물의 취급이나, 반복적으로 발생하는 몸통의 굽힘(flexion)과 펴(extension) 동작들은 요통을 일으키는 주요 원인이 되고 있다. 허리를 이용하여 중량물을 취급하는 들기(lifting), 내리기(lowering) 작업으로 인하여 발생하는 요통(low back pain) 및 기타 상해들은 작업원의 안전과 건강에 관한 중요한 문제로 다루어지고 있다(Anderson, 1981). Korea Occupational Safety & Health Agency(2010)의 임업재해 중 작업별 재해 내용 분석을 살펴보면 집재 및 운재 중 나무, 돌 등에 충돌은 28.2%, 집재·운재·상하차 중 협착 충돌 등이 16.1%로 나타났다. 이는 임업의 작업특성이 지형, 기상조건에 영향을 많이 받는다는 점, 산악지의 장애물과 경사지로 인해 미끄러지기 쉽다는 점, 장소가 넓어 계속 옮겨 다니느라 안전관리가 어렵다는 점, 구르는 돌 등에 피해를 받기 쉽다는 점을 가지기 때문에 사고 위험이 높다는 사실을 잘 나타내고 있다.

따라서, 돌수로공 돌쌓기 작업이 노동부담이 큰 작업이라는 점을 인식할 필요가 있으며, 노동부담이 큰 작업일수

록 안전사고의 발생 가능성도 증대된다는 사실을 감안해야 한다. 이 연구의 결과를 이용하여 돌수로공 돌쌓기 작업을 할 때 작업난이도에 따른 적정 작업임금의 산정, 객관적·합리적인 작업능률표의 산정, 작업방법의 개선 등에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

이 논문은 산림청의 '사방사업의 표준품셈 개발'(과제번호; S110910L040110)연구의 지원에 의해서 연구되었음.

## 참고 문헌

1. Anderson GBJ. 1981. Epidemiological aspects on low-back pain in injury. Spine 6: 53-60
2. MLTM (Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs). 2009. 2009 Standard of Construction Estimate. pp. 43-45. [in Korean]
3. Ji BY, Choi IH, Cha DS. 1997. A Time Study on Felling and Bucking of Larix leptolepis Stands. Proceedings of the 1997 Annual Meeting of the Korean Forestry Society: 95-96. [in Korean]
4. Karhu O, Kansu P, Kuorinka I. 1977. Correctiong working postures in industry: A practical method for analysis. Applied Ergonomics 8(4): 199-201.
5. Kee DH, Chung MK. 1995. Comparioson of Three existing Methods for Predictiong Compressive Force on the Lum-bosacral Disc. Korea institute of Industrial Engineers 21(4): 581-591. [in Korean]
6. Kim HH, Park HJ, Park KH, Kim W, Yoo CY, Kim JH, Park JS. 2009. An Analysis of Characteristics of Muscu-loskeletal Disorders Risk Factors. Journal of the Ergonomics Society of Korea. 28(3): 17-25. [in Korean]
7. Kim JW 2003. Analysis on Workload and Performance of Timber Harvesting Operations. Seoul National University doctoral thesis. 136 pp. [in Korean]
8. Korea Forest Service. 1998. Erosion Technology Textbook. 515 pp. [in Korean]
9. Korea Forest Service. 2010. Statistical Yearbook of Forestry. 491 pp. [in Korean]
10. Korea Occupational Safety & Health Agency. 2010. Forestry disaster prevention education. 48 pp. [in Korean]
11. Kwon SK, Kim YS, Lee DY, Lee CD, Yang SY. 2008. Development of stone piling-up device for an excavator. The Korea Fluid Power Systems Society 5(3): 9-14. [in Korean]
12. Lee JW, Park BJ. 1998. Performance analysis of earth work using excavator in the case of forest road construction. Journal of Korean Forest Society 87(1): 82-89. [in Korean]
13. Lee JW, Park BJ, Kim JW, Song TY. 1998. Work load of felling work using chain saw in Japanese larch plantation site. Journal of Korean Forest Society 87(2): 121-130. [in Korean]
14. Lee JW, Park BJ. 2001. Analysis of working posture using OWAS in forest work. Journal of Korean Forest Society 90(30): 388-395. [in Korean]
15. Park JH. 2010. A survey on the workload evaluation methods and their applications to WMDS D work in Industries. Journal of the Ergonomics Society of Korea 29(4): 435-444. [in Korean]