

건축현장작업의 Human Factors 적용에 관한 연구

A Study on the Application of Human Factors in Construction Work

박 일 철* · 박 종 권** · 김 상 렬** · 박 종 근*** · 이 영 섭****

P.I. Cheol · J.K. Park · S.R. Kim · C.K. Park · Y.S. Yi

(1997년 12월 13일 접수, 1998년 2월 27일 채택)

ABSTRACT

In current domestic construction field, several factors influencing the safety for field workers are various due to the size and complexity of construction works involved. Among the factors, the age is the important one, because the average age of workers is getting older due to the 3D phenomena in construction fields. The safety for workers of all ages is important, but especially safety for the old, is more important. Thus, the fundamental techniques for placement of field workers with adequate safety corresponding to complexity and hard works are investigated through analyzing fatigue and heart rate of individual worker, especially for the old.

1. 서론

1.1 연구의 목적

최근 국내 건축현장의 대형화, 복잡화로 인하여 현장 근로자의 안전에 위협을 주는 위험 요소가 다양한 형태로 현장에 산재되어 있는 실정이다. 더욱이 건설현장의 3D 기피현상으로 현장

인력이 점차 저연령층에서 고령화 추세로 이어가고 있는 실정이므로 일반 청장년층 근로자의 안전 확보는 물론이고 신체적으로 적응력이 뒤떨어지는 고령근로자의 안전확보가 사회적으로도 중요한 과제가 되어 있어 이들에 대해서는 특별히 사전 예방관리 측면에서 다루어야 할 상태에까지 이르렀다고 볼 수 있다. 건축현장 중에서도 작업부하가 비교적 많고 고소작업이 이

* 시설안전기술공단 수석연구원

** 안동전문대학 산업안전과

*** 벽성전문대학 건설안전과

**** 서울산업대학교 안전공학과

루어지고 있으며, 작업범위가 넓은 거푸집 작업은 자재의 운반·조립·해체 작업이 동시에 이루어지고 거푸집의 조립 대상 건물이 부위별로 다양하기 때문에 사고의 위험은 항상 산재되어 있다. 본 연구에서는 거푸집 작업을 대상으로 하여 현장근로자 특히 고령근로자(50세이상)의 안전을 확보하기 위하여 신체 자각적 피로 부위와 피로 부위의 증상을 조사 분석하고 심박수를 측정 분석하여 작업의 난이도에 상응한 작업배치의 적정화를 시도하고자 기초 연구를 실시하였다. 본 연구의 진행도는 Fig. 1과 같다.

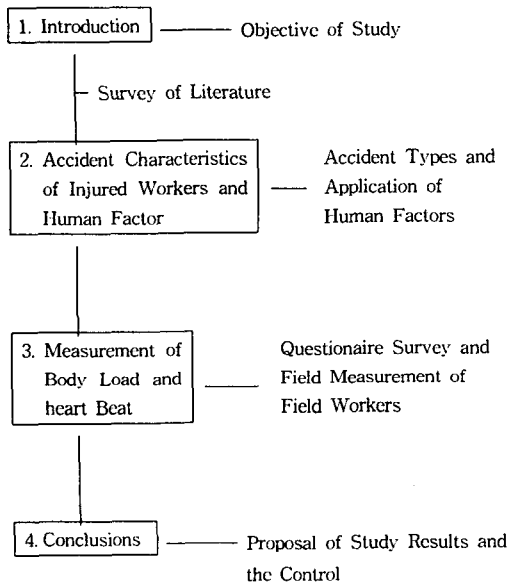


Fig. 1 Flowchart of study

1.2 연구의 범위 및 방법

근로자의 효율성 있는 작업배치를 위해서는 현장근로자 개인의 생체리듬이 고려되어야 되기 때문에 본 연구에서는 근로자 개인의 피로부위, 피로증상 및 심박수 측정을 수행하였다.

조사 및 측정대상은 일반 건축현장의 거푸집 조립에 관련된 건축 목공으로 제한하였다. 측정 및 분석을 위하여 편의상 개인의 연령, 작업, 비작업, 작업부위, 작업시간 별로 분류하였고 이중 연령군의 분류는 20~29세, 30~39세, 40~49세, 50~59세, 60세 이상의 다섯 블록으로 하였

다.

심박수의 측정은 전용 심전도 기기인 휴대형 데이터 레코더를 사용하였고 얻어진 심전파형의 R 파의 간격을 연속적으로 하여 평균심박수(박/분)를 분석하였다.

피로부위조사는 현장근로자를 대상으로 신체 피로부위조사표 및 자각증상 조사표를 배포하여 연령별 생체부담을 분석하였다.

측정 및 평가의 flowchart는 Fig. 2와 같다.

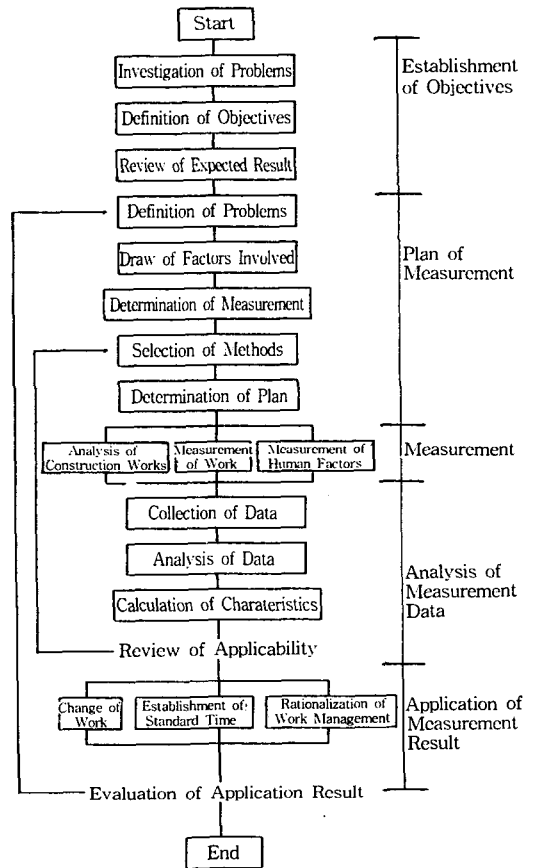


Fig. 2 Flow Chart of measurement and Evaluation

2. 근로자의 재해특성과 Human Factors

2.1 기존 재해발생 재해의 유형

본 장에서는 「양극영의 5인, 건설현장의 작업 측정법을 통한 근로자 안전대책에 관한 연구보고서」¹⁾ 자료 중 “산재요양 신청서”를 중심으로 재해의 유형과 특성이 조사 분석되어 이미 통계 처리된 Spread sheet를 대상으로 하였다. 이는 서울 근교의 신도시 지역에 소재하고 있는 건설 현장에서 발생한 산업재해에 대한 데이터로서 모두 454건이다.

2.1.1 연령별 재해유형 분포

피재자의 연령분포는 Table 1과 같이 30대와 40대가 58%로 주류를 이루고 있으나 상대적으로 20세 미만의 연령이 낮은 연소자와 50세 이상 연령이 높은 고령자가 포함되어 있는 것으로 나타났다.

Table 1 Age Distribution of Injured Workers

| Age | Samples | % |
|----------|---------|-----|
| Under 20 | 21 | 5 |
| 20~29 | 83 | 18 |
| 30~39 | 146 | 32 |
| 40~49 | 121 | 26 |
| 50~59 | 67 | 15 |
| Over 60 | 16 | 4 |
| Total | 454 | 100 |

Table 2 Distribution of Accidents by the Kind of Occupations

| Occupation | Samples | % |
|------------------|---------|-------|
| Form Workers | 253 | 87.2 |
| Concrete Workers | 12 | 4.1 |
| Bar Workers | 25 | 8.6 |
| Total | 290 | 100.0 |

2.1.2 직종별 재해유형 분포

피재자 454명 중에서 비교적 많은 비중을 차지하고 있는 거푸집공·철근공·콘크리트공이 290명으로 나타났는데 Table 2 거푸집공이 253명, 87.2%로서 가장 높게 나타났으며 콘크리트공, 철근공의 순으로 나타났다. 특히 거푸집공이 차지하는 비율이 높은 이유는 거푸집의 제작, 조립, 해체라는 다소 복잡한 과정의 작업이며 작업부위가 일정하지 않아 위험요소가 산재되어 있는 경우가 많고, 작업형태 역시 기계화 작업

보다는 단순한 노동력에 의존하는 작업이기 때문으로 판단된다.

2.1.3 고령근로자 연령별 유형분포

건설현장 작업 시 50~59세의 고령근로자가 차지하는 비율은 Table 3과 같이 71건인데, 거푸집목공이 차지하는 비율이 38.0%이고 다음으로 일용잡부가 31.0%를 차지하고 있음을 알 수 있다. 여기에서 일용잡부란 거의가 거푸집목공을 중심으로 한 조력공이라 생각되어 거푸집목공이 차지하는 비율이 크다는 것을 알 수 있다. 또한 60~64세의 경우에도 표본수는 적으나 이미 언급한대로 비슷한 분포였다.

Table 3 Classification of occupations for injured workers between age 50 and 59

| Occupation | Samples | Percentage(%) |
|---------------------|---------|---------------|
| Form Carpenters | 27 | 38.0 |
| General Workers | 22 | 31.0 |
| Water-proof Workers | 6 | 8.5 |
| Plasterers | 4 | 5.6 |
| General Carpenters | 2 | 2.8 |
| Electrical Workers | 1 | 1.4 |
| Bar Workers | 4 | 5.6 |
| Concrete Workers | 2 | 2.8 |
| Talc Workers | 3 | 4.2 |
| Total | 71 | 100 |

2.1.4 고령근로자 사고유형별 분류

본 연구에서 고령자를 50~59세, 60~64세, 65세 이상의 세부류로 분류하고 사고의 유형을 Table 4와 같이 분류하였는데 전체적으로는 추락사고가 가장 많고 연령군별로 보면 50~59세는 표본수 71건 중 전도가 28.2%에 달하고 있고 추락, 낙하·비래 순으로 나타났다. 60세 이상에서는 표본수가 상대적으로 적으나 추락, 낙하·비래, 전도의 순으로 비슷한 양상을 보여주고 있다. 이것은 고령층이라는 특수연령이라는 점에서 젊은 연령층보다 사전 안전 예방 차원에서 고찰해야 할 과제라 할 수 있다.

2.2 Human Factors 적용에 관한 고찰

육체 근로자의 안전관리는 개개인의 육체적 능

Table 4 Classification of Accident Type of All Injured Workers

| Accident Types | All Accidents | | Age 50~59 | | Age 60~64 | | Over Age 65 | |
|--------------------------------------|---------------------|------|-----------|------|-----------|------|-------------|------|
| | No. | % | No. | % | No. | % | No. | % |
| | Fall from elevation | 24 | 25.8 | 17 | 23.9 | 4 | 22.2 | 3 |
| Fall on Same Level | 23 | 24.7 | 20 | 28.2 | 2 | 11.1 | 1 | 12.5 |
| Struck by Falling/ Flying Objects | 21 | 22.6 | 15 | 21.1 | 5 | 27.8 | 1 | 12.5 |
| Caught in | 7 | 7.5 | 6 | 8.5 | 0 | 0 | 1 | 12.5 |
| Struck by Collapse | 3 | 3.2 | 1 | 1.4 | 1 | 5.6 | 1 | 12.5 |
| Overexertion | 2 | 2.2 | 2 | 2.8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Struck against | 2 | 2.2 | 1 | 1.4 | 1 | 5.6 | 0 | 0 |
| Explosions | 1 | 1.1 | 1 | 1.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rupture | 1 | 1.1 | 1 | 1.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| the others | 9 | 9.7 | 7 | 9.9 | 1 | 5.6 | 1 | 12.5 |
| Total | 93 | 100 | 71 | 100 | 18 | 100 | 8 | 100 |

력과 한계를 충분히 인지하여 능력 범위 내에서 작업을 해야 하는데 육체적 능력은 개인에 따라서 상당한 차이가 있기 때문에 이를 정량화하는 것은 대단히 어려운 문제이다. 더욱이 육체적인 능력의 한계를 벗어나면 정신적, 심리적 압박으로 인하여 비정상적인 행위를 하게 됨으로 사고를 유발하게 된다. 특히 고령근로자에게는 비정상적인 작업에 있어서 스스로 작업에 수반되는 위험을 인지할 수 있는 능력이나 위험에 대한 대처능력이 젊은 층에 비하여 떨어지므로 위험에 노출되어 사고를 일으키기 쉽다. 이는 신체적, 정신적 기능의 저하에 기인하는 것으로서 고령근로자 개인의 신체, 이를테면 손, 발, 허리 등을 이용하여 작업을 수행하는데 있어서 주변 상황에 둔감하고 조명, 소음, 열악한 작업장 등 주변환경에 민첩하게 대처하지 못하므로 젊은 근로자에 비하여 안전한 작업에 적절하게 배치해야 할 것이다.

2.2.1 고령화와 기능

신체기능면에서 고령의 현장근로자들은 각각의 기능간에 평형을 이룰 수 없다. 西島茂²⁾은 고령의 현장근로자를 일반적으로 55세에서부터 59세 전후로 보았을 때 20세에서부터 24세까지의 최고기와 비교하여 어느 정도 기능이 저하

되는가를 그림으로 제시하였는데 고령근로자는 감각기능과 평형기능, 어깨 관절의 가동도, 신장력, 동작조절능력, 지능, 항병회복기능 등이 현저히 떨어진다고 발표했으며 감정의 억제력, 창조력 등의 저하도 일부 보여주고 있다.

고령근로자의 기능저하를 극복하기 위하여 일의 양 조절, 분담 배치 및 근무시간대의 조정, 근로시간의 단축, 작업환경의 개선을 통하여 작업에 대한 적응성을 증대시켜야 한다.

2.2.2 생리적 고찰

현장작업에서 건강한 성인남자(일반적으로 신장 173 cm, 체중 73 kg) 을 기준으로 할 때 개인에 따라서는 신체치수나, 휴식관계는 섭취에너지 차이에 따라 가변적일 수 있다. 인간은 1분 동안에 5 kcal의 에너지의 변환능력과 25 kcal의 축적능력을 갖는다. 기초대사(생명유지)에 약 1 kcal/분이 필요하고 나머지 4 kcal/분은 작업을 위해 사용된다. 이것은 에너지 4 kcal/분 이하의 작업이면 장시간 작업을 계속할 수 있음을 말해 주고 있다. 그러나 4 kcal/분 이상을 요하는 작업을 할 경우에는 축적 에너지가 소비되기 때문에 추가로 축적이 없을 때는 휴식이 필요하다. 25 kcal의 축적 에너지의 보충속도는 3.5 kcal/분이다. 이는 4 kcal/분 즉 에너지 변환능력의 잉여분보다 0.5 kcal/분이 적다. 따라서 1분 동안에 최대 29((4×1)+25) kcal를 소비할 수 있고 휴식이 요할 때까지의 일에 대하여는 10분 동안에 65((4×10)+25) kcal가 필요하다.

이 경우에는 7분간 (25/3.5=7.01)의 휴식이 필요한 셈이다.

3. 근로자의 생체부담

3.1 심박수 및 피로도 고찰

생체부담이란 작업에 의한 생체의 반응 또는 부담으로, 육체적, 정신적으로 느끼는 변동의 추이를 평가하여 신체에 가해지는 부하로부터 생체부담의 크기를 평가할 수 있다. 이 때에 생체부담의 특성치를 구해야 하는데 기준치는 통상 작업 전 혹은 작업 후 안정상태에서 측정, 평가를 통해서 얻을 수 있다.

3.1.1 심박수 고찰

독일의 Max Plank 연구소의 E, A, Muller의 인간공학연구소에서는 일반적으로 1분당 6박의 심박증가는 인간이 장기간 작업한 상태에서 육체의 피로 측면에서 위험신호라고 지적하고 있다. Muller는 일시적 심박증가에서 회복하는 신체능력을 측정하기 위한 지표를 제안하고 있다. 예를 들면 안정시의 심박수가 80박/분, 작업시의 심박수가 120박/분이면 작업종료후 120박/분에서 80박/분으로 되돌아가기까지의 심박수 증가분의 누계가 총 심박수가 된다고 한다. 이러한 수치가 100이상이면 작업레벨이 허용한도를 넘는다고 평가할 수 있다.

3.1.2 피로도 고찰

피로 자각증상 조사는 신체자각 피로부위조사와 자각적 피로증상의 조사 등 두 가지로 나눌 수 있다. 피로에는 육체적 피로, 정신적 피로 및 권태가 있다. 에너지를 공급하는 육체적 능력에는 한계가 있기 때문에 육체적 피로가 가장 보편적으로 거론될 수 있다. 정신적 피로는 장시간 높은 집중력을 유지하지 못하는 상태이고 권태는 일에 대한 집중력의 저하를 초래하는 것으로 육체적, 정신적 피로가 아닌 상태를 말한다.

보편적으로 이해되는 육체적 피로 가운데 피로부위, 피로증상과 함께 개별 호소와 전체 호소(신체 각 부위 및 신체의 전체부위에 대한 호소)에 대한 샘플의 비율로서 파악될 수 있다. 이것은 작업으로 인하여 신체에 발생하는 부담을 기준으로 하여 안정상태와 비교하여 측정치를 산출하기도 한다. 생체부담의 측정치 종류로는 ① 작업시 평균 심박수 및 안정시에 대한 증가율 ② 에너지 대사율(RMR) ③ 체중당 에너지 소비량 ④ 프랙키치의 일간 및 주간 저하율 ⑤ 피로자각증상 호소율 등이다.

3.2 심박수 측정

심박수의 측정은 일반현장 근로자의 심박수 상태의 정도를 파악하기 위함이다. 심박수 측정 대상자의 연령을 22세에서부터 43세까지의 거꾸집 목공으로 하였다. 심전도 기기는 전용 휴대

형 데이터 레코더를 사용하였다. 조사방법으로는 심전파형의 R파의 수를 카운터로 계수하고 R파의 간격을 연속으로 하여 평균심박수(박/분)로 표시하는 형식을 취하였다.

건설업은 비교적 이른 아침에 출근하는 것이 관행이므로 측정시간은 07시를 시작으로 근로자들의 간식(새참)이 끝나고 11시 직후 그리고 오후 간식시간인 15시 전후로 하였다.

7명의 근로자 평균연령은 29세이며 평균신장은 174.3 cm, 평균체중은 70 kg의 비교적 건강한 근로자들이었다. 현장 심박측정은 시간별 작업 직후로 하였고 1분간의 휴식 후 같은 방법으로 측정하였다. 심박수 증가율은 다음 식(1)로 나타낼 수 있다.

심박수 증가율(%)=

$$\frac{\text{작업시평균심박수} - \text{안정시평균심박수}}{\text{안정시평균심박수}} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

측정치를 식(1)로 환산한 결과 07:00시에는 심박수증가율이 약 -1.5%, 11:00시에는 0%로 보이다가 15:00시에 약 -1.4%를 보이고 있어 점심전후에 증가하는 경향을 나타내었다.

이러한 마이너스 수치는 작업 직후와 안정시가 아닌 작업이 진행중 휴식으로 이어지므로 안정시의 평균심박수와는 개념을 달리할 수 있다고 생각된다.

Table 5 Measurement of Workers' Heart Beat

| Time | 07:00 | | 11:00 | | 15:00 | | Age |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------------|
| | After Work | After Rest | After Work | After Rest | After Work | After Rest | |
| Heart Beat (Beat/min) | 60 | 62 | 67 | 72 | 64 | 63 | 22 |
| | 64 | 64 | 65 | 66 | 64 | 66 | 22 |
| | 75 | 79 | 50 | 50 | 68 | 62 | 22 |
| | 63 | 63 | 69 | 66 | 62 | 67 | 23 |
| | | | 65 | 65 | 75 | 75 | 28 |
| | 60 | 60 | 52 | 52 | 60 | 65 | 42 |
| | 65 | 65 | 65 | 65 | 79 | 79 | 43 |
| Average Heart Beat | 65 | 66 | 62 | 62 | 67 | 68 | 29 ¹¹⁾ |

Note (1): Average Age

3.3 신체자각 피로 부위 조사

신체자각 피로부위 조사는 현장근로자들이 곧바로 알아볼 수 있는 신체피로부위조사표를 작성하여 배포하였다. 총 400매의 설문지 중 232매를 회수하여 분석하였다.

연령 군의 분류는 4군으로 분류하였는데, 20~

29세는 6명 Table 7, 30~39세는 61명 Table 8, 40~49세는 128명 Table 9, 50~59세는 36명 Table 9에 대하여 분석하였고 60세 이상은 1명인데 숫자가 작아서 삭제하였다.

Table 6 Fatigued Body Part of Form Workers for All Ages

| Fatigued Body Part | Palm | Sole | Back of Hand | Back of Foot | Shoulder | Thigh | Waist | Chest | Head | Wrist | Side Trunk | Elbow | Knee | Neck | Total |
|--------------------|------|------|--------------|--------------|----------|-------|-------|-------|------|-------|------------|-------|------|------|-------|
| Number | 36 | 12 | 29 | 21 | 33 | 6 | 27 | 7 | 9 | 9 | 3 | 18 | 16 | 6 | 232 |
| Percent (%) | 15.5 | 5.2 | 12.5 | 9.1 | 14.2 | 2.6 | 11.6 | 3.0 | 3.9 | 3.9 | 1.3 | 7.8 | 6.9 | 3 | 100 |

Table 7 Fatigued Body Part of Form Workers Aged Between 20~29

| Fatigued Body Part | Palm | Back of Hand | Chest | Side Trunk | Total |
|--------------------|-------|--------------|-------|------------|-------|
| Number | 2 | 2 | 1 | 1 | 6 |
| Percent(%) | 33.33 | 33.33 | 16.67 | 16.67 | 100 |

Table 8 Fatigued Body Part of Form Workers Aged Between 30~39

| Fatigued Body Part | Palm | Sole | Back of Hand | Back of Foot | Shoulder | Thigh | Waist | Chest | Head | Wrist | Side Trunk | Elbow | Knee | Neck | Total |
|--------------------|------|------|--------------|--------------|----------|-------|-------|-------|------|-------|------------|-------|------|------|-------|
| Number | 10 | 5 | 7 | 4 | 6 | 2 | 7 | 3 | 6 | 2 | 1 | 4 | 3 | 1 | 61 |
| Percent (%) | 16.4 | 8.2 | 11.5 | 6.6 | 9.8 | 3.3 | 11.5 | 4.9 | 9.8 | 3.3 | 1.6 | 6.6 | 4.9 | 1.6 | 100 |

Table 9 Fatigued Body Part of Form Workers Aged Between 40~49

| Fatigued Body Part | Palm | Sole | Back of Hand | Back of Foot | Shoulder | Thigh | Waist | Chest | Wrist | Side Trunk | Elbow | Knee | Neck | Total |
|--------------------|------|------|--------------|--------------|----------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|------|------|-------|
| Number | 21 | 6 | 16 | 16 | 19 | 3 | 15 | 2 | 3 | 6 | 10 | 10 | 1 | 128 |
| Percent(%) | 16.4 | 4.7 | 12.5 | 12.5 | 14.8 | 2.3 | 11.7 | 1.6 | 2.3 | 4.7 | 7.8 | 7.8 | 0.8 | 100 |

Table 10 Fatigued Body Part of Form Workers Aged Between 50~59

| Fatigued Body Part | Palm | Sole | Back of Hand | Back of Foot | Shoulder | Thigh | Waist | Chest | Head | Wrist | Side Trunk | Elbow | Knee | Total |
|--------------------|------|------|--------------|--------------|----------|-------|-------|-------|------|-------|------------|-------|------|-------|
| Number | 3 | 1 | 4 | 1 | 8 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 36 |
| Percent(%) | 8.3 | 2.8 | 11.1 | 2.8 | 22.2 | 2.8 | 11.1 | 5.6 | 2.8 | 2.8 | 11.1 | 5.6 | 11.1 | 100 |

전체근로자 232명 가운데 특성치를 순위별로 보면 손바닥, 어깨, 손등, 허리 순으로 나타났다. 여기에서 특이한 것은 손등이 아프다고 한 작업자가 의외로 많았는데 망치질 할 때 손등에 부하

가 많이 걸리기 때문인 것으로 풀이된다.

연령별로 보면 20~29세에서는 손바닥, 손등 순으로, 30~39세에서는 손바닥, 손등과 허리의 순으로, 40~49세에서는 손바닥, 어깨, 손등, 발

등 순으로, 50~59세에서는 어깨, 허리, 손등, 손바닥 순으로 나타났는데 저연령층은 손이, 고연령층일수록 어깨가 피로한 것으로 나타났다.

3.4 자각적 피로증상의 조사

자각적 피로증상의 조사는 자각적 증상조사표를 작성하여 현장근로자를 대상으로 조사하였으며 총 400매의 설문중 232매를 회수하여 분석하였다.

연령군의 분류는 신체자각 피로부위 조사와 마찬가지로 4군으로 20~29세, 30~39세, 40~49세, 50~59세로 하였다.

Table 11 Subjective Symptoms of Fatigue Aged between 20~29(%)

| Subjective Symptoms | Degree of Fatigue | Subjective Symptoms | Degree of Fatigue |
|-------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| Vertigo | 0 | Headache | 0 |
| Dyspnea | 0 | Pain in Shoulder | 5.88 |
| Heart Problem | 0 | Pain in Waist | 17.65 |
| Anxiousness | 0 | Pain in Extremities | 5.88 |
| Feel Heavy in Head | 0 | Thirst in Mouth | 0 |
| Tiredness in Whole Body | 11.76 | Yawning | 5.88 |
| To Lie in His Bed | 5.88 | Hoarse in Voice | 0 |
| Weakness in Feet | 0 | Drowsy | 11.76 |
| Weariness in Body | 11.76 | Awkard Manner | 5.88 |
| Lose Strength | 5.88 | Wink in Eyelids | 5.88 |

Table 12 Subjective Symptoms of Fatigue Aged between 30~39(%)

| Subjective Symptoms | Degree of Fatigue | Subjective Symptoms | Degree of Fatigue |
|-------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| Vertigo | 2.92 | Headache | 4.68 |
| Dyspnea | 2.92 | Pain in Shoulder | 9.94 |
| Heart Problem | 6.43 | Pain in Waist | 9.36 |
| Anxiousness | 2.92 | Pain in Extremities | 4.09 |
| Feel Heavy in Head | 3.51 | Thirst in Mouth | 6.43 |
| Tiredness in Whole Body | 4.09 | Yawning | 7.02 |
| To Lie in His Bed | 3.51 | Hoarse in Voice | 4.68 |
| Weakness in Feet | 3.51 | Drowsy | 5.58 |
| Weariness in Body | 5.26 | Awkard Manner | 4.68 |
| Lose Strength | 4.09 | Wink in Eyelids | 4.09 |

Table 13 Subjective Symptoms of Fatigue Aged between 40~49(%)

| Subjective Symptoms | Degree of Fatigue | Subjective Symptoms | Degree of Fatigue |
|-------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| Vertigo | 5.11 | Headache | 5.11 |
| Dyspnea | 4.22 | Pain in Shoulder | 8.67 |
| Heart Problem | 5.56 | Pain in Waist | 7.78 |
| Anxiousness | 5.11 | Pain in Extremities | 4.44 |
| Feel Heavy in Head | 3.33 | Thirst in Mouth | 4 |
| Tiredness in Whole Body | 5.11 | Yawning | 4.42 |
| To Lie in His Bed | 5.11 | Hoarse in Voice | 4.67 |
| Weakness in Feet | 3.78 | Drowsy | 4.22 |
| Weariness in Body | 4.67 | Awkard Manner | 5.11 |
| Lose Strength | 5.56 | Wink in Eyelids | 4.22 |

Table 14 Subjective Symptoms of Fatigue Aged between 50~59(%)

| Subjective Symptoms | Degree of Fatigue | Subjective Symptoms | Degree of Fatigue |
|-------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| Vertigo | 5 | Headache | 4 |
| Dyspnea | 1 | Pain in Shoulder | 13 |
| Heart Problem | 4 | Pain in Waist | 8 |
| Anxiousness | 3 | Pain in Extremities | 6 |
| Feel Heavy in Head | 6 | Thirst in Mouth | 6 |
| Tiredness in Whole Body | 6 | Yawning | 3 |
| To Lie in His Bed | 7 | Hoarse in Voice | 3 |
| Weakness in Feet | 5 | Drowsy | 5 |
| Weariness in Body | 5 | Awkard Manner | 5 |
| Lose Strength | 5 | Wink in Eyelids | 0 |

근로자의 자각 증상을 분석한 결과 20대에서는 '허리가 아프다', '몸이 나른하다'의 순으로 나타났고, 30대에서는 '허리가 아프다' '어깨가 뻣근하다'의 순으로, 40대에서는 '어깨가 뻣근하다', '허리가 아프다'의 순으로, 50대에서는 '어깨가 뻣근하다' '허리가 아프다'의 순으로 나타났다. 저연령의 경우에는 '허리가 아프다' '어깨가 뻣근하다'의 순으로 고연령의 경우에는 '어깨가 뻣근하다' '허리가 아프다'의 순으로 나타났는데 신체자각 피로부위 조사에서와 비슷한 결과를 보였으며 특히 고령자일수록 어깨의 통증이 심함을 알 수 있다.

이상의 분석 결과와 西島茂一의 연구 결과에서와 같이, 20대의 최고기를 기준으로 하고 55~59세 연령자의 각종 기능수준의 상대관계표에서 나타난 “고령자의 경우 어깨관절의 가동능력이 최고기의 70% 밖에 되지 않는다”는 점을 고려할때 고령자를 거푸집 작업에 배치하는 것은 피하는 것이 재해예방에 효과적이라는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

건축 공사에서 비교적 작업부하가 큰 거푸집 목공을 대상으로 측정과 조사를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 건축현장에서 골조공사에 투입되는 거푸집목공, 콘크리트공, 철근공 중에서 산업재해가 많이 발생하는 직종은 거푸집목공인데 이들의 안전을 확보하기 위해서는 거푸집목공사의 프로세스를 세분화하여 노령자는 가능하면 심한 육체노동에 배치하지 않는 방법을 고려해야 할 것이다.
- 2) 고연령층 근로자의 사고 형태는 추락이 가장 높은 것으로 나타났는데 이들의 안전을 확보하기 위해서는 거푸집 작업 시에 위험한 고소작업은 젊은 연령층을 배치하고 부득이한 경우에 고연령층을 배치할 경우에는 안전교육 등 철저한 주의가 필요하다.
- 3) 비교적 건강한 근로자를 대상으로 작업부하에 따른 생체부담을 측정한 결과, 작업 전에는 특성치는 두드러지게 나타나지는 않았으나 시간대별로는 심박수 증가율이 점심시간 전후에 높은 것으로 나타났으므로 점심시간 전후에는 생체 부담이 큰 작업에 배치하지 않는 것이 좋을 것 같다.
- 4) 근로자의 자각적 피로 신체부위의 조사 분석에서 저연령의 경우에는 손바닥, 손등, 허리가

피곤하다고 나타났고, 고연령의 경우에는 어깨가 아프다고 나타났는데 고연령 작업자는 어깨를 덜 사용하는 작업에 배치하는 것이 안정적인 작업을 할 수 있을 것이다.

- 5) 근로자의 자각적 피로증상의 조사 분석에서 저연령의 경우에는 ‘허리가 아프다’ ‘어깨가 빠근하다’의 순으로 고연령의 경우에는 ‘어깨가 빠근하다’ ‘허리가 아프다’의 순으로 나타났는데 이는 망치를 많이 사용하기 때문에 어깨가 아프고 무거운 거푸집 등을 운반하는 작업으로 인하여 허리가 아픈 것으로 판단되므로 심한 육체노동은 줄일 수 있는 방법을 강구해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) 양극영외, 건설현장의 작업측정을 통한 근로자안전대책에 관한 연구, 노동부, 1992.
- 2) 西島茂一, 此れからの 安全管理, 中央労働災害防止協會, 平成 2 年.
- 3) 손기상, 건설공사안전해석론, 기문당, 1990.
- 4) 이순요, 작업관리, 박영사, 1992.
- 5) 이진규, 동작 및 시간연구, 녹원출판사, 1986.
- 6) 한국건설안전기술협회, 건설안전관리, 1991.
- 7) 양극영외, 건축공사의 안전관리 개발에 관한 연구, 원광대논문집, 1995.
- 8) 양극영외, 거푸집공사의 발생재해 및 안전대책에 관한 조사연구, 원광대논문집, 1994.
- 9) 日本建築學會, 作業測定指針, 日本建築學會, 1990.
- 10) 橋本邦衛, 安全人間工學, 中央労働災害協會, 平成 2年.
- 11) BAKER, B. N., Introduction to PERT/CPM, IRWN INC-1964.
- 12) O' BRIEN, CPM in Construction Management, McGRAW-HILL, 1971.