

안전난간유형에 따른 작업자 안전의 상관관계에 대한 실험적 연구

손기상

서울산업대학교 안전공학과
(2000. 5. 24. 접수 / 2001. 6. 22. 채택)

An Experimental Study on the Correlation Between Highrised Safetyguard and Workers' Safety

Ki-Sang Son

Department of Safety Engineering, University of Technology
(Received May 24, 2000 / Accepted June 22, 2001)

Abstract : Work stress and health are very important factors related to workers' condition and work safety. Author has conducted a couple of tests to check up three people's pulses before they work, during their work, for three types of safety guard in construction site. Work type, age, weight, sex, experience year, ambient temperature were recorded as variables in this study. These are checked and asked by the author directly, before their pulse check. Also, workers' pulses were measured at height H-0 and H-9.0m to understand psychological the degree of psychological nervousness degree. POLAR protrainer NVTM HRM system(wrist recorder and sensor) was used for the site test. There are three(3) different types of construction safety guard which have been used for this study. They are usually or frequently used and found in the site. Four different ranges of age groups(20's, 30's 40's, 50's) carpenters are assigned to the test sites with wearing pulse recorder and sensor respectively. All three types of safety guards have the same height 90cm, even though they are different types. On top of five(5) stories tublar framed scaffolding is fabricated, similar to the one in site, where those safety guards are installed. The older(=more experienced) the workers are, the more stable they are, it is shown. Also, It is verified that visually uncomfortable rail type can cause workers to psychologically be unstable.

Key Words : safety rail, psychological instability, expertise

1. 서론

건설현장에서 사고는 특히 인명사고는 각 현장마다 조직이 구성되어 부단히 방지노력을 하고 있음에도 불구하고 근절되지 않고 경영악화를 야기시켜 더 큰 문제가 되고 있다.

최근의 IMF 경제악화로 인하여 안전조직의 위상 약화는 물론 조직해체까지 볼 수 있다. 많은 관련자, 기술자들은 결국 회사 경영에 치명적 손실을 줄 우려를 금하지 못하고 있다.

정부에서는 본사에 안전관리조직, 즉 안전과 단위 이상으로 편성하여 3인 이상 안전인원 배치를

하고 있을 경우 표준안전관리비 2%를 이 비용으로 5억 미만까지 사용토록 개정되어 IMF체제하의 건설현장에서도 안전확보가 건설사, 정부 모두의 관심 사임을 증명해 주고 있는 확실한 증거라고 본다.

주지의 사실과 같이, 이들 사고의 주체는 직접 건설현장에서 일하고 있는 작업자 자신들에 대한 안전이 가장 중요한 사항이기 때문에 이들에 대한 안전시설에 초점을 맞추고 있다. 그러나 건설현장에서 이들에 대한 안전시설이 어느 곳에서나 규정대로 되어 있는 것이 아니라, 현장상황에 따라서는 규정대로 설치하고 싶은 의지가 있어도 설치할 수 있는 상황이 되지 못하는 특수한 경우도 있다. 그렇다고 그대로 방치된 상태에서, 작업배치가 이루어지지 않는 상태에서 작업되어서는 안됨에도 불구하고 방치

되는 것이 현실이다. 이러한 불안정한 상황이 작업자들에게 미치는 영향은 어떻게 될 것인가를 여러 원인 중에서 심장박동수를 측정하여 실험적으로 증명하기 위해서 안전난간유형별로 비교하는 것이 본 논문의 핵심이라 할 수 있다.

실험을 위해 먼저 설문서를 2종으로 제작하였다 (Table 1). 스트레스 심리불안 테스트를 위해, 직종, 몸무게, 성별, 연령, 경험년수, 테스트 시간, 악력, 공사현장 주변온도, 지상에서 맥박수, 실험대에서 시작된 지상 9.0m(GL; Ground Level) 고소에서 맥박수, 세가지 난간유형을 각기 다르게 규정대로 갖추어진 형태, 중간형태, 간단히 표시만 한 형태 등으로 현장에서 흔히 볼 수 있는 유형들을 설치해 놓고 3m전방 수평거리에서 작업시 걷는 것과 같은 형태로 견도록 하였다. 이때 심장부위에 벨트형 센서를 착용하고 여기서 감지되는 심장박동수가 손목시계형 기록장치에 기록 저장되는 시스템을 갖추었다. 물론 이 기록계를 프린터에 연결하여 출력시켰다.

2. 본 론

2.1. 현장실험도

조사현장에서 통용되고 있는 틀비계를 그림과 같이 수평 5단, 수직 5단, 깊이 2단으로 구성하여 맨위에 발판을 설치하고, 난간유형을 S1, S2, S3 3가지 형태로 다르게 설치하였다.

(1) 현장작업비계

S1형은 p.p로오프 등 가는줄 $\phi 8\text{mm}$ 로 매어놓은 상태로 역시 일부현장에서 규정위반인 채로 사용되는 유형으로 본 실험대상에서는 가장 위험한 상태이다.

S2형은 철선과 각재를 사용한 것으로 강관조립형보다는 불안정한 상태임에도 불구하고 현장에서 자주 사용되고 있다.

S3형은 산업안전보건법에 규정하는 규격을 준수하는 난간대를 의미하며 주로 $\phi 2"$ 강관비계용파이프로 조립된 것이며, 안전망까지 부착된 최적상태로 현장에서 가장 일반적으로 사용되는 유형이다.

2.2. 실험방법

센서, 기록계, 출력 시스템은 핀란드 Polar Electro Oy사, Model Polar Protrainer NVTM HRM을 사용하였다.

심장박동센서를 몸에 부착하기 전에 직종별 체력

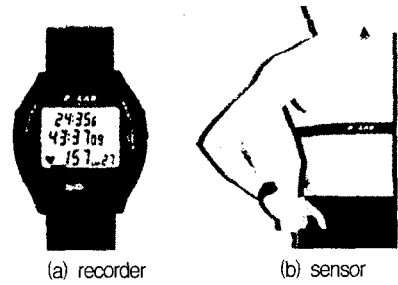


Photo 1. Recorder and sensor

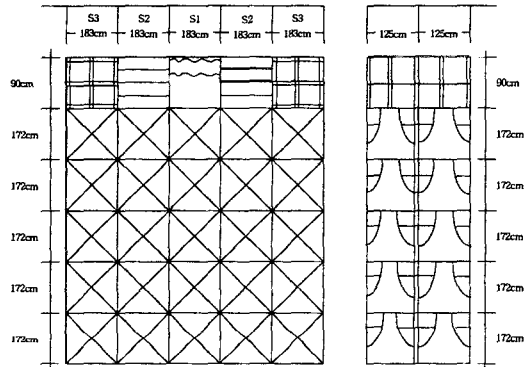


Fig. 1. Elevation and side view of tubular scaffold for experimental use

을 측정하기 위하여 악력 테스트를 먼저 실시하였다.

이는 악력계를 잡고 편안한 평상시 상태에서 시작하도록 사전에 인지시켜 실험하였다.

Fig. 1의 작업자 레벨에 20대 3명, 30대 3명, 40대 3명, 50대 3명씩을 같은 높이에서 3가지 유형의 난간쪽으로 3m 전방에서 걸어가도록 하였다. 물론 이때 심장박동센서를 착용한 상태였고, 이 값은 GL+0.0에서 1회, GL+9.0m에서 1회씩 실험시작 전에 맥박수를 측정하고, 걷기시작 신호와 함께 9.0m 높이에서 각각 다른 유형의 난간대를 향하여 견도록 하고, 240초까지 10초마다 기록되도록 하여 목표지점에 접근되어 가는 시간에 따른 변화를 기록하였다. 연령별로는 20대, 30대, 40대, 50대로 나눈 것은 40, 50대가 보통이지만 최근 경제여건 악화로 20대의 현장투입도 적지않을 것으로 판단하여 연구의 변수로 계획하였다.

3. 실험결과

가장 추락위험이 큰 난간대 유형인 S1을 연령대별로 본 결과 Fig. 2, Table 1에서 20대 연령층은 전

Table 1. Test detail of workers pulses and the other results

Work type	checking Height-0m	Checking Height-9.0m	Guard type	Pulse(sec)				weight	age	experience	grabbing power
				1	10	15	20				
A20K	73	74	S1	76	88	57		68	21	1	52
			S2	80	82	81					
			S3	77	84	86					
A20L	72	73	S1	76	85	88		66	22	2	55
			S2	80	84	83					
			S3	75	80	82					
B20M	74	74	S1	78	87	90		60	20	2	50
			S2	81	83	84					
			S3	74	79	80					
A20N	72	74	S1	77	88	89		68	22	2	56
			S2	79	82	83					
			S3	78	86	88					
B20O	73	74	S1	77	88	90		67	23	2	56
			S2	82	83	85					
			S3	75	80	81					
A20P	72	75	S1	78	88	90		65	21	2	58
			S2	79	82	84					
			S3	77	87	88					
A30K	73	73	S1	92	92	92		70	31	2	62
			S2	85	89	92					
			S3	84	89	90					
B30L	76	75	S1	79	96	96	96	53	35	1	44
			S2	91	90	93					
			S3	90	90	90	90				
B30M	74	73	S1	85	86	87	87	77	34	5	61
			S2	84	84	84					
			S3	83	85	84					
A30N	73	74	S1	91	93	93		72	32	3	60
			S2	86	90	93					
			S3	85	90	90					
B30O	74	75	S1	80	96	97	97	58	33	1	50
			S2	90	90	93	94				
			S3	90	91	91	92				
B30P	72	73	S1	85	87	87	88	70	35	3	61
			S2	84	85	85	86				
			S3	83	85	85	85				
C40K	75	76	S1	88	96	96		76	47	15	61
			S2	89	89	89	89				
			S3	83	83	83	83				
B40L	74	75	S1	76	86	92	92	75	42	10	60
			S2	73	80	88	86				
			S3	74	84	84	84				
B40M	74	74	S1	77	85	90	91	74	48	10	59
			S2	88	89	89	89				
			S3	82	82	28	82				
C40N	73	74	S1	89	96	96	97	73	47	15	60
			S2	89	90	90	91				
			S3	84	84	85	85				
B40O	73	74	S1	77	86	93	93	76	44	12	60
			S2	74	81	87	87				
			S3	75	84	85	85				
B40P	74	75	S1	78	85	81	92	75	48	16	62
			S2	88	89	90	90				
			S3	82	83	84	84				
C50K	75	75	S1	72	78	76	79	82	56	10	46
			S2	73	76	76					
			S3	71	74	73	73				
C550L	76	75	S1	78	79	76	78	55	54	13	50
			S2	72	74	74					
			S3	73	73	72	73				
B50M	75	76	S1	70	73	89	89	50	52	15	54
			S2	65	73	73					
			S3	66	66	66	66				
C50N	60	76	S1	73	77	77	79	54	55	10	48
			S2	72	77	77	78				
			S3	71	72	73	73				
C50O	73	75	S1	78	79	80	79	58	56	15	53
			S2	73	74	75	74				
			S3	74	74	73	73				
H50P	74	75	S1	71	73	90	90	60	53	15	56
			S2	66	74	74	73				
			S3	66	67	69	69				

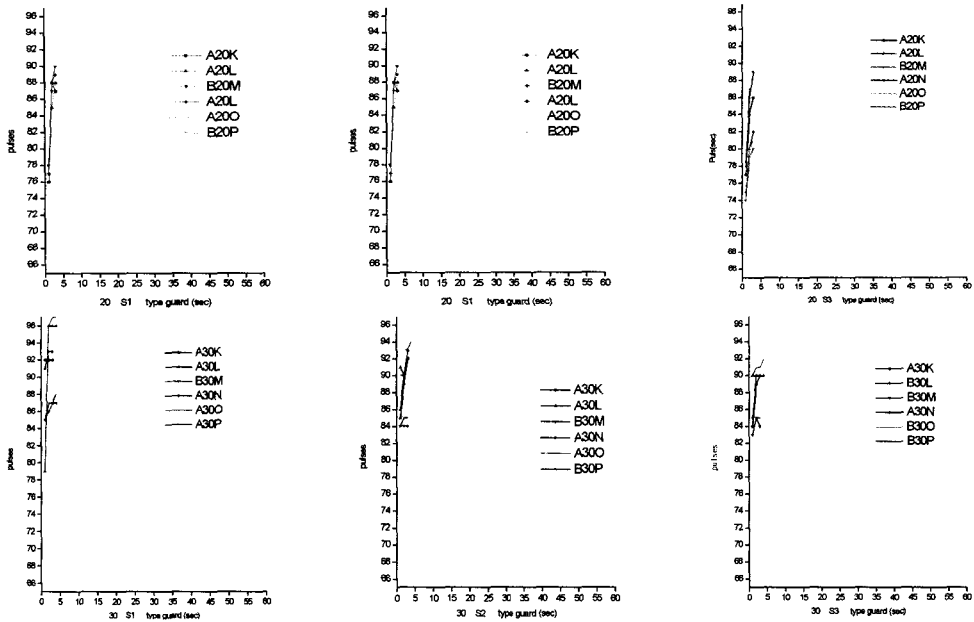


Fig. 2. Comparison between pulse and each variable

기 2명, 잡역인부 1명, 총 3명으로 구성되었고, 5초 간격으로 체크된 기록을 고찰하면, 난간대 가장자리에 도달할수록 심장박동이 높아짐을 알 수 있다.

20대 연령층 작업자들은 전공 2명, 잡역인부 1명, 총 3명으로 구성되었고, S1에 대해서 가장 높게 심장박동수를 나타냈다.

30대 연령층 작업자들은 전공 1명, 잡역인부 2명, 총 3명으로 구성되었고, S1에 대해서 80이상 증가된 값을 나타냈다.

40대 연령층 작업자들은 목공 1명, 잡역인부 2명, 총 3명으로 구성되었고, S1에 대해서 최고 96까지 기록되었다.

50대 연령층 작업자들은 목공 2명, 잡역인부 1명, 총 3명으로 구성되었고, S1에 대해서 최고 89까지 기록되었다.

산업안전보건법 규정대로 준수하여 조립설치된 난간대 유형인 S3에 대해서는, 전 연령층에 걸쳐서 고저없이 평균적으로 기록되었다.

중간상태의 현장유형인 S2에 대해서도 S3 유형 난간대와 대체로 큰 차이를 보이지는 않고 있다.

전체적으로 제일 높은 50대 연령층에서 경험년수가 많게 나타났다. 각 연령층별로 실시된 악력은 30대, 40대에서 가장 높고, 다음이 20대 그리고 50대 순으로 나타났다.

20대 실험대상자들의 악력이 52, 55, 50으로 나타나 최저 50, 최고 55로 나타났다. 차이가 거의 없는 것으로 보이며 일반 인부가 50으로 최저이고 전기공은 52, 55로 비슷하였다. 전기공은 작업특성상 펜치등을 쥐고 작업하여 악력이 평소 강화되는 것으로 보여진다(Table 1).

30대에서는 악력이 최저 44, 최고 62로 나타났는데 바 44는 너무 낮은 특수한 경우(실험상의 오류 또는 특히 연약한 대상자의 결과)로 보여진다. 연령이 제일 높은 대상자가 최저이지만 35세이므로 연령 때

직종별/안전난간 평균 심박수 변화

	S1	S2	S3
목공	82.9	79.6	76.4
인부	86.0	83.5	80.7
전공	86.8	84.1	84.2

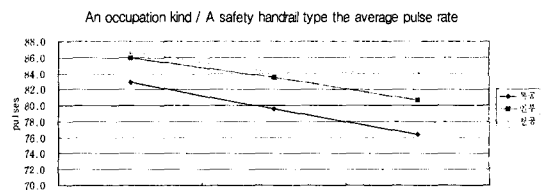


Fig. 3. Average pulse rate varying with safety hand rail type and occupation kind

숙련도별/안전난간 평균 심박수 변화

	S1	S2	S3
1년	89.3	88.0	87.8
2년	85.8	83.3	81.8
3년	89.5	87.3	86.4
5년	86.3	84.0	84.0
10년	81.3	80.4	77.1
12년	87.3	82.3	82.3
13년	77.8	73.3	72.8
15년	85.6	79.0	74.0
16년	84.0	89.3	83.3

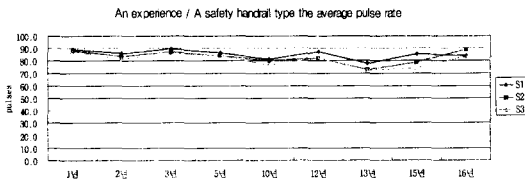


Fig. 4. Average pulse rate, varying with safety hand rail and experience

문으로 볼 수는 없을 것으로 보여진다.

4. 분석 및 고찰

연령이 많을수록 현장경험이 많은 것으로 나타났고, 가장 위험한 S1 유형난간에 대한 심장박동이 통계적 비교에서 목공, 인부, 전공 등 직종별로 난간유형에 따른 반응이 일관성 있게 목공 82.9 // 79.6 // 76.4 // 로 나타났다.

30대 중에서 경험 1년차의 경우 S1에 대해서 96까지 심장박동된 것으로 나타나 20대보다 높은 결과로 경험이 영향을 미친 것으로 나타났다. 경험 1년~16년까지에 걸친 상대비교에서 난간대 유형에 따른 박동수 양상은 직종별로 일관성 있게 나타났다. 연령층이 같은 50대일지라도 경험이 10년인 목공보다 15년인 잡역인부가 10% 더 높은 심장박동수를 나타냈다. 직종에 따른 평소 고소작업 유·무가 영향을 미친 것으로 나타났다.

직종구분없이 20대 최고평균 88, 30대 최고평균 90, 40대 최고평균 93, 50대 최고평균 82로 각각 나타났다으며, 30, 40대에서 높았다.

체중이 가장 높은 40대 연령층은 악력과 경험이 많음에도 불구하고 심장박동이 높게 나타났다. 30대,

40대 연령층의 체중이 50대보다 15% 높은 조건에서 심장박동수는 다른 연령층보다 더 높게 나타났다.

체크된 악력, 주변온도는 거의 일정하고 악력의 경우 인부 30대에서 1명만 낮은 값이고 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

5. 결론

이상과 같은 실험 및 결과분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 건설현장에 인습적으로 설치된 난간대와 관련된 직종특성상 고소작업에 많이 투입되는 목공 2명이 포함된 50대 심장박동이 상대적으로 낮은 점은 유의할 점이며 평균박동수로 비교해서도 30, 40대에 비해 약 10% 낮음을, 즉 심리불안이 적은 비교적 안정된 상태에서 작업할 수 있으나, 난간유형별로 차이를 보이고 있다.

2) 체중은 작업자의 심리불안 요인 가능성이 현장 경험 등 다른 요소보다 더 큰 것으로 판단된다. 불안전 난간 유형의 경우 체중큰 작업자가 더 큰 불안상태가 되기 쉽다.

3) 시설미비로 시각적 불안을 줄 수 있는 난간대 유형은 심리불안 요소가 되어 작업자 불안전으로 연결될 수 있다.

4) 본 실험결과 분석을 통하여 작업자 연령, 경험, 직종 등에 기초한 고소작업 배치를 위한 기준으로 기여할 수 있을 것으로 확인되었다.

앞으로, 실험대상자의 혈액채취 및 분석등 의학적인 연구를 진전시켜 보건측면의 분석이 이루어지고 작업자 심리불안 스트레스 감소방안을 건설현장에 적용토록 하는 것은 저비용 고효율 건설안전이 될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글 : 이 논문은 서울산업대학교 학술연구비의 지원에 의하여 수행되었음.

참고문헌

- 1) 江川義正, 河尻義正, “高所作業に及ぼす心理的負擔要因の解明と作業改善に關する研究”, 日本労働省産業安全研究所報, p. 27, 1995.