

기후요소가 건설안전사고에 미치는 영향에 관한 연구

손창백[†] · 김상철

세명대학교 건축공학과 · 세명대학교 안전공학과
(2005. 1. 17. 접수 / 2005. 5. 10. 채택)

A Study on the Influence of Climate Factors on Construction Accidents

Chang-Baek Son[†] · Sang-Chul Kim

Department of Architectural Engineering, Semyung University
Department of Safety Engineering, Semyung University
(Received January 17, 2005 / Accepted May 10, 2005)

Abstract : The purpose of this study is to provide basic data for establishment of prevention counterplan against construction accidents in preparation for variation of climate conditions. In order to execution of this study, it was analyzed relations of climate factors and cases of construction accident occurred construction sites. In occurrence of construction accidents inducing death upon variation of climate factors, precipitation and wind velocity were not related directly to construction accidents inducing death. On the other hand, the more temperature and humidity are high, the more construction accidents inducing death occurred. Especially, when temperature and humidity are above 24°C, 70% respectively, field managers must pay attention to safety management of construction sites.

Key Words : climate factor, construction accident, temperature, humidity

1. 서 론

1.1. 연구배경 및 목적

건설공사는 제조업과는 달리 다양한 물리적 환경속에서 수행된다. 제조업은 대부분 옥내작업으로 온도, 습도는 물론, 공장내의 내벽색상 등에 대해서도 작업자의 생산성 향상을 위한 관리가 가능하다. 그러나, 건설공사는 옥외작업으로 인해 하절기의 높은 온도, 동절기의 낮은 온도, 강우, 높은 습도, 강한 바람, 소음 등 다양한 기후환경의 영향을 받는 것이 일반적이다.

이러한 기후요소가 작업생산성에 미치는 영향은 지역 및 사람에 따라 다르지만, 큰 영향을 미치고 있다는 것에는 의심의 여지가 없다. 특히, 작업자는 기후요소의 변화에 따른 피로도의 차이로 작업효율에 변동이 크고, 경우에 따라서 예기치 않은 위

험을 초래할 수도 있다.

건설업은 제조업과 달리 인력의존생산, 다공종 복합생산, 대형장기생산, 옥외이동생산 등 여러 가지 특징을 가지고 있으며, 특히 옥외이동생산이라는 특징은 건설공사가 기후와도 밀접한 관계가 있다는 것을 의미한다¹⁾. 즉, 노동집약적 산업인 건설업에서 기후조건 변화는 근로자들의 육체적, 정신적 뿐만 아니라 건설관련 중대재해의 발생에도 큰 영향을 미친다고 할 수 있다.

따라서, 본 연구는 기후요소와 건설공사 현장에서 발생되었던 안전사고사례와의 관련성 분석을 통하여, 기후조건 변화에 효과적으로 대응할 수 있는 건설현장의 안전사고 예방을 위한 대책수립의 기초자료를 제시함을 목적으로 한다.

1.2. 연구범위 및 방법

본 연구를 위한 예비연구로서, 먼저 기후요소가 작업에 미치는 영향에 관한 외국의 연구자료를 수집·분석하였다.

[†] To whom correspondence should be addressed.
cbson@semyung.ac.kr

그리고, 본 연구는 기후요소와 건설안전사고와의 관련성 분석에 목적을 두었으므로, 안전사고관련 자료는 관련성 검토에 유효하다고 판단되는 1998년~2000년(3개년)동안 한국산업안전관리공단에 접수된 건설공사 사망재해 조사결과^{2,3)}를 활용하였고, 기후자료는 1971년~2000년(30년간)동안의 기상청의 국내 기상통계자료^{4,5)}를 활용하였다.

우리나라에서 발생하는 건설 사망재해 중 한국산업안전관리공단에 접수된 1186건의 사례에 대해 다양한 기후요소 중, 온도, 습도, 바람, 강수량 등의 변화에 따른 사망재해의 변동에 대한 분석을 수행하였으며, 특히 국내 기후여건상 다른 기후요소들보다 계절별로 변동의 폭이 큰 온도와 습도에 중점을 두어 분석하였다.

2. 이론 고찰

2.1. 작업자의 육체적 한계

피로란 단기적으로는 에너지를 과잉소비한 상태를 말하고, 장기적(일간)으로는 신체가 휴식을 요하고 있는 상태를 가리킨다.

일정작업량이 정해진 작업에는 단기적인 피로가 크고 적정작업속도가 문제가 된다. 또 1일의 노동시간이라든가 주간의 노동시간의 경우에는 장기적인 피로가 문제가 된다.

피로에 따른 작업능력의 저하에 관해서는 과학자, 기술자, 의사 등의 의견이 거의 일치하고 있다.

독일 Max Plank 연구소의 Müller⁶⁾는 작업자의 심박수를 이용하여 피로의 지표를 제시하였으며, 1분당 6박의 심박수 증가는 인간이 장기간 작업하는데 육체피로상 위험신호라고 주장하였다.

인간의 피로원인을 아는 것도 중요하지만, 피로의 영향을 아는 것도 필요하다. 피로는 인간의 기능을 저하하고, 행동 및 사고 능력을 감퇴시켜 품질저하 또는 안전사고를 유발하기 쉬운 상태를 만든다.

2.2. 기후요소의 영향

생산성저하를 유발하는 제 환경요소에는 크게 강우, 바람, 온도, 습도 등과 같이 사전에 통제할 수 없는 자연적 요소와 소음, 진동, 분진 등과 같이 사전에 통제가 가능한 인위적 요소로 나눌 수 있다.

본 연구에서는 사전 통제가 불가능한 자연적 요소인 기후요소를 연구대상으로 하여, 먼저 각 기후요소들의 작업에 미치는 영향에 관한 외국의 연구

결과들에 대한 고찰을 통해 기후요소와 작업과의 관련성을 검증하고, 다음으로 국내의 경우 어떠한 관련성이 있는가를 분석하고자 한다.

2.2.1. 강수

비와 눈은 건설공사에 가장 큰 영향을 미치는 기후요소이다. 이 요소들은 건설공사의 터파기, 콘크리트작업, 외부도장 등과 같은 작업의 작업중단을 유발하므로, 이들에 대한 예측과 대처방안의 수립에 대한 능력은 시공자의 이익에 크게 관계된다.

그러므로, 이 요소들은 현재 현장관리자들에 의해 과거의 기상청 기상통계자료를 기초로 하여 다른 기후요소들에 비해 공기연장 요소로서 공정계획에 비교적 잘 반영하고 있다.

2.2.2. 바람

바람은 옥외생산이라는 특성을 가진 건설공사에 큰 영향을 미친다. 외국의 연구결과⁷⁾에 따르면, 특히 풍속이 세고 회오리바람(돌풍)일수록 작업에 더 악영향을 미친다.

우리나라의 경우, 국토의 면적이 좁아 풍속은 계절별로 큰 차이가 없이 1~3m/s정도의 낮고 일정한 수준을 보이고 있다.

2.2.3. 온도

극한(極限) 기온은 사람에게 나쁜 영향을 미치며, 때로는 위험요소로 작용하기도 한다.

사람이 고온에 장기간 노출될 경우, 지각과 조절 능력이 상실되고 더 나아가 의식을 잃게 된다. 저온은 사람의 신체가 열을 생산하므로 고온만큼 사람에게 위험한 요소는 아니지만 건설작업자에게는 무시할 수 없는 영향을 미친다.

일반사람이 통상 작업 중 견딜 수 있는 온도와 한계는 약 23ET(Effective Temperature)이다. 23ET는 온도 23℃-상대습도 100% 또는 온도32℃-상대습도 50%와 온도 38℃-상대습도 10%에 상당한다. 이들 온도와 상대습도 이상의 조건에서 작업하는 경우, 각별한 주의를 요하며 자주 휴식을 취할 필요가 있다.

몇몇 실험결과에 의하면, 고온하에서 중노동하는 경우의 발한속도는 1시간당 2L이상인 것으로 나타났으며, 독일의 Müller⁶⁾는 신체에 발생한 1.5L 이상의 탈수는 심박수를 10박/분 증가시켜 8℃의 온도 상승에 상당하는 생리적 스트레스를 유발한다고 지적하고 있다.

이러한 고온에 의한 스트레스는 신체기능을 저하시키고 더 나아가 의식불명상태를 야기할 수 있으며, 허용한계가 초과된 조건하에서는 작업능률의 저하뿐만 아니라 안전사고가 많이 발생한다는 보고가 있다.

온도와 안전사고의 관련성에 관한 외국의 연구 결과^{8,9)}를 보면 Fig. 1과 같다. 온도와 안전사고의 관계를 살펴보면, Fig. 1에 나타난 바와 같이 온도가 약 16~22°C 정도일 때, 안전사고가 가장 적게 발생하는 것으로 나타났다.

2.2.4. 습도

습도는 옥외작업을 하는 건설근로자에 있어서는 또 하나의 중요한 기후요소이다. 심박수에 대한 작업강도, 기온, 상대습도의 영향에 관한 외국의 실험 결과^{10,11)}를 Fig. 2에 나타내었다.

Fig. 2에 나타난 바와 같이 습도는 인간의 작업 피로에 대한 측정지표인 심박수에 큰 영향을 미칠 수 있다. 비록 건설근로자의 작업에 대한 습도의 영향을 정확하게 정량화하기는 어렵다하더라도 습도가 근로자의 작업에 부정적인 영향을 미친다는 것에는 의심의 여지가 없다.

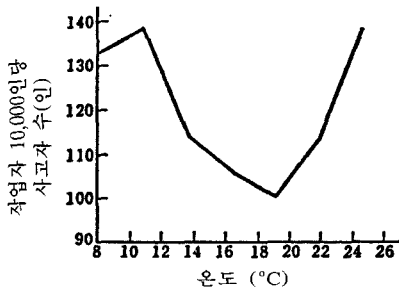


Fig. 1. Relation of temperature and accident

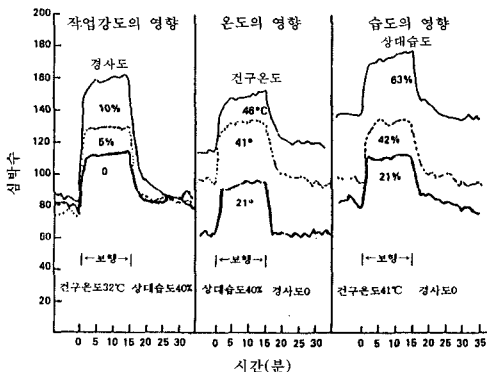


Fig. 2. Effect of humidity on heart rate

3. 기후요소-사망재해 분석

3.1. 국내 기상통계 분석

기후요소별 건설 사망재해건수를 분석하기에 앞서, 먼저 국내 기상통계자료를 분석해 보는 것이 중요하다. 이는 우리나라의 온도, 습도, 풍속, 강수량 등 기후요소에 대한 평균 기상조건 및 1년 중 평균 발생일수를 알아야 기후요소의 변화에 따른 사망재해의 변동상황을 이해하기 쉽기 때문이다.

Table 1은 최근 30년간의 우리나라 전국 및 서울의 기상통계자료이다.

우리나라의 30년 평균 월별 온도는 -1.0°C~25°C, 습도는 60~85%, 풍속은 1~3m/s, 강수량은 30~260mm 정도의 범위를 가지는 것으로 조사되었으며, 월평균 온도는 12.4°C, 습도는 69.8%, 풍속은 2.0m/s, 강수량은 108.1mm인 것으로 조사되었다.

그리고, 서울지역의 기상통계 역시 이와 비슷한 경향을 보이고 있다. 이는 우리나라는 국토면적이 좁아 지역별로 큰 차이가 없기 때문으로 판단된다.

참고로, 서울지역에 대한 각 기후요소별 30년 연평균 발생일수를 보면, 온도의 경우 0°C이하가 가장 많고 1°C~28°C까지의 각 온도대별 발생일수는 거의 비슷하며 28°C이상은 없는 것으로 나타났다. 습도의 경우는 60-65%가 가장 많은 발생일수를 차지하고 있으며, 85% 이상은 거의 발생하지 않는 것으로 조사되었다. 강수량의 경우는 2mm이하의 발

Table 1. Domestic weather conditions data in the last 30 years
최근 30년 국내 기상통계 (1971년 - 2000년)

구분	전국				서울			
	온도 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)	강수량 (mm)	온도 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)	강수량 (mm)
1월	-0.1	65.1	2.4	32.2	-2.5	62.6	2.5	21.6
2월	0.7	63.2	2.4	37.4	-0.3	61.0	2.7	23.6
3월	5.6	64.3	2.3	61.0	5.2	61.2	2.9	45.8
4월	11.9	63.3	2.3	93.3	12.1	59.3	2.9	77.0
5월	16.8	66.9	2.1	103.8	17.4	64.1	2.6	102.2
6월	20.9	74.2	1.8	165.5	21.9	71.0	2.3	133.3
7월	24.3	79.7	1.8	258.2	24.9	79.8	2.3	327.9
8월	24.9	78.2	1.8	258.4	25.4	77.4	2.1	348.0
9월	20.1	75.7	1.7	149.7	20.8	71.0	1.9	137.6
10월	14.1	70.8	1.7	56.5	14.4	66.2	2.0	49.3
11월	7.5	69.1	2.0	52.6	6.9	64.6	2.3	53.0
12월	1.5	66.9	2.1	27.8	0.2	63.8	2.3	24.9
평균	12.4	69.8	2.0	108.1	12.2	66.8	2.4	112.0

Table 2. Occurrence days of each Climate factor for year of Seoul in the last 30 years

온도(°C)	일수	습도(%)	일수	강수량(mm)	일수	풍속(m/s)	일수
0 이하	58	40 이하	0	0-2	191	0-1	0
1-2	29	40-45	0	2-4	71	1-2	38
2-4	18	45-50	0	4-6	30	2-3	300
4-6	19	50-55	2	6-8	19	3-4	28
6-8	18	55-60	43	8-10	16	4-5	0
8-10	9	60-65	135	10-12	13	5-6	0
10-12	23	65-70	86	12-14	9	6 이상	0
12-14	11	70-75	32	14-16	7	계	366
14-16	24	75-80	49	16-18	6		
16-18	23	80-85	19	18-20	3		
18-20	25	85-90	0	20-22	0		
20-22	21	90-95	0	22-24	1		
22-24	37	95-100	0	24-26	0		
24-26	31	계	366	26-28	0		
26-28	20			28-30	0		
28 이상	0			30 이상	0		
계	366			계	366		

생일수가 전체의 50%이상 차지하는 것으로 나타났으며, 20mm이상은 거의 없는 것으로 나타났다. 풍속의 경우는 2-3m/s가 절대적인 일수를 차지하고 있으며, 4m/s이상은 없는 것으로 조사되었다.

3.2. 기후요소별 사망재해 분석

3.2.1. 강수량별 분석

강수량별 사망건수를 서울지역의 강수량별 30년 연평균 발생일수를 기준으로 분석해 보면, 강수량이 0-2mm인 일수가 전체의 약 52%를 차지하고 있으며 사망건수 또한 이 범위에 전체의 약 42%가 집중되어 있다.

따라서, 강수량은 건설공사의 사망재해 발생과 직접적인 관련성은 크지 않은 것으로 판단된다.

3.2.2. 풍속별 분석

풍속별 사망건수를 분석해 보면, 우리나라의 연평균 풍속은 앞에서 기술하였듯이 1-3% 범위에 있으며, 사망재해 또한 이 범위에 집중되어 발생하는 것으로 분석되었다.

따라서, 풍속은 강수량과 마찬가지로 건설공사의 사망재해 발생과 직접적인 관련성은 크지 않은 것으로 판단된다.

3.2.3. 온도별 분석

온도별 사망건수를 분석해 보면, Table 5에서 알 수 있듯이 20°C를 넘어 고온이 될수록 사망건수가 대체적으로 많이 발생하고 있음을 알 수 있다.

그리고, 26°C 이상에서 사망건수가 다소 감소하는 것으로 나타난 것은 우리나라의 기상조건상 평균 26°C를 넘는 일수가 극히 적기 때문이다.

따라서, 고온의 경우 안전관리에 특별한 주의를 기울일 필요가 있다.

3.2.4. 습도별 분석

습도별 사망건수를 분석해 보면, 우리나라의 연평균 습도는 앞에서 기술하였듯이 60~85% 범위에 있으며 사망건수 또한 이 범위에 집중되어 있다.

Table 3. The number of cases of death classified by precipitation

강수량(mm)	1998년	1999년	2000년	계
0-2	29 (29.6%)	34 (40.0%)	52 (55.9%)	115 (41.7%)
2-4	14 (14.2%)	11 (12.9%)	12 (12.9%)	37 (13.4%)
4-6	7 (7.1%)	7 (8.2%)	5 (5.3%)	19 (6.9%)
6-8	3 (3.1%)	5 (5.8%)	2 (2.1%)	10 (3.9%)
8-10	4 (4.1%)	3 (3.5%)	1 (1.1%)	8 (2.9%)
10-12	0	0	5 (5.4%)	5 (1.8%)
12-14	6 (6.1%)	0	3 (3.2%)	9 (3.3%)
14-16	3 (3.1%)	4 (4.7%)	1 (1.1%)	8 (2.8%)
16-18	4 (4.1%)	7 (8.2%)	0	11 (3.9%)
18-20	4 (4.1%)	0	2 (2.1%)	6 (2.2%)
20-22	1 (1.0%)	3 (3.5%)	0	4 (1.4%)
22-24	2 (2.0%)	0	0	2 (0.7%)
24-26	0	4 (4.7%)	1 (1.1%)	5 (1.8%)
26-28	3 (3.1%)	1 (1.2%)	0	4 (1.4%)
28-30	2 (2.0%)	0	1 (1.1%)	3 (1.1%)
30 이상	15 (15.3%)	6 (7.1%)	8 (8.6%)	29 (10.5%)
계	97 (100%)	85 (100%)	93 (100%)	275 (100%)

Table 4. The number of cases of death classified by wind velocity

풍속(m/s)	1998년	1999년	2000년	계
0-1	47 (11.4%)	82 (22.0%)	76 (19.2%)	205 (17.3%)
1-2	190 (46.1%)	150 (36.4%)	154 (38.9%)	494 (41.6%)
2-3	104 (25.2%)	93 (24.6%)	106 (26.8%)	303 (25.5%)
3-4	40 (9.7%)	36 (9.5%)	40 (10.1%)	116 (9.8%)
4-5	14 (3.4%)	12 (3.2%)	16 (4.0%)	42 (3.5%)
5-6	8 (1.9%)	2 (0.5%)	2 (0.5%)	12 (1.0%)
6 이상	9 (2.2%)	3 (0.7%)	2 (0.5%)	14 (1.1%)
계	412 (100%)	378 (100%)	396 (100%)	1186 (100%)

Table 5. The number of cases of death classified by temperature

온도(℃)	1998년	1999년	2000년	계
0 이하	14 (3.4%)	26 (6.8%)	30 (7.6%)	70 (5.9%)
0-2	15 (3.6%)	13 (3.4%)	18 (4.5%)	46 (3.9%)
2-4	22 (5.3%)	17 (4.5%)	16 (4.0%)	55 (4.6%)
4-6	15 (3.6%)	15 (3.9%)	18 (4.5%)	48 (4.0%)
6-8	18 (4.3%)	14 (3.7%)	22 (5.6%)	54 (4.6%)
8-10	26 (6.3%)	21 (5.6%)	24 (6.1%)	71 (5.9%)
10-12	10 (2.4%)	25 (6.6%)	27 (6.8%)	62 (5.2%)
12-14	12 (2.9%)	22 (5.8%)	20 (5.1%)	54 (4.6%)
14-16	28 (6.7%)	23 (6.1%)	29 (7.3%)	80 (6.7%)
16-18	19 (4.6%)	18 (4.7%)	26 (6.5%)	63 (5.3%)
18-20	34 (8.2%)	23 (6.1%)	23 (5.8%)	80 (6.7%)
20-22	44 (10.6%)	36 (9.5%)	37 (9.3%)	117 (9.8%)
22-24	48 (11.6%)	42 (11.1%)	15 (3.8%)	105 (8.8%)
24-26	69 (16.7%)	57 (15.1%)	32 (8.1%)	158 (13.3%)
26-28	35 (8.5%)	21 (5.6%)	43 (10.8%)	99 (8.3%)
28-30	3 (0.7%)	5 (1.3%)	16 (4.0%)	24 (2.0%)
계	412 (100%)	378 (100%)	396 (100%)	1186 (100%)

그러나, 서울 지역의 습도별 30년 연평균 발생일수를 기준으로 분석해 보면, 평균 습도가 60~70%인 일수는 1년 366일중 221일로 약 60%를 차지하고 있으나 사망건수는 약 23%에 불과하며, 습도가 70% 이상인 일수는 100일로 전체의 약 27% 정도이나 사망건수는 약 49%를 차지하고 있어 습도가 높을수록 사망건수가 증가하는 것으로 추정된다.

따라서, 고온의 경우와 마찬가지로 습도가 높은 경우도 안전관리에 많은 주의가 필요할 것으로 사료된다.

3.2.5. 온도-습도별 분석

앞에서 분석한 온도 및 습도별 사망건수에 대한 분석 결과, 온도가 높을수록 그리고 습도가 높을수록 사망건수가 증가하는 경향을 보이는 것으로 판단된다. 이는 고온·다습한 경우 사망재해가 많이 발생함을 의미한다.

따라서, 본 절에서는 온도-습도 분석을 통해 이를 검증하였다. Table 7에서 알 수 있듯이 온도가 24-28℃이고 습도가 70-85%인 온도-습도 구간의 경우가 다른 동일한 크기의 온도-습도 구간보다 사망건수가 월등히 많이 발생한 것으로 조사되었다.

따라서, 온도가 24℃이상이고 습도가 70%이상인 기상조건에서는 안전사고의 발생위험이 높게 되므로 현장관리자들의 특별한 관리가 요구된다.

Table 6. The number of cases of death classified by humidity

습도(%)	1998년	1999년	2000년	계
40 이하	5 (1.2%)	12 (3.2%)	25 (6.3%)	42 (3.5%)
40-45	19 (4.6%)	10 (2.6%)	24 (6.1%)	53 (4.5%)
45-50	19 (4.6%)	14 (3.7%)	30 (7.6%)	63 (5.3%)
50-55	14 (3.4%)	37 (9.8%)	29 (7.3%)	80 (6.7%)
55-60	27 (6.6%)	37 (9.8%)	35 (8.8%)	99 (8.3%)
60-65	35 (8.5%)	39 (10.3%)	37 (9.3%)	111 (9.3%)
65-70	60 (14.6%)	56 (14.8%)	46 (11.6%)	162 (13.7%)
70-75	61 (14.8%)	57 (15.1%)	71 (17.9%)	189 (15.9%)
75-80	68 (16.5%)	44 (11.6%)	52 (13.1%)	164 (13.8%)
80-85	53 (12.9%)	30 (7.9%)	20 (5.1%)	103 (8.7%)
85-90	37 (8.9%)	32 (8.5%)	19 (4.8%)	88 (7.4%)
90-95	10 (2.4%)	10 (2.6%)	8 (2.0%)	28 (2.4%)
95-100	4 (0.9%)	0	0	4 (0.3%)
계	412 (100%)	378 (100%)	396 (100%)	1186 (100%)

Table 7. The number of cases of death classified by temperature-humidity

습도 온도	40 이하	40- 45	45- 50	50- 55	55- 60	60- 65	65- 70	70- 75	75- 80	80- 85	85- 90	90- 95	95- 100	계
0 이하		13	5	7	13	8	6	8	2	5	2	1		70
0-2	1	5	2	4	11	9	7	2	1	1	2	1		46
2-4	8	3	3	5	3	5	5	13	7	3				55
4-6	6	3	4	5	7	4	1	9	3	1	2	3		48
6-8	6	8	4	9	7	6	6	6		2				54
8-10	7	7	10	11	13	4	6	8	2	1	2			71
10-12	9	6	7	8	7	7	4	3	5	2	3	1		62
12-14	1		4	7	4	5	10	11	5	2	4	1		54
14-16		2	7	5	5	5	18	12	9	6	9	2		80
16-18	1	2	1	4	5	8	8	8	14	6	3	3		63
18-20	1	2	6	6	4	11	13	10	16	5	6			80
20-22	1	1	4	7	7	12	17	22	21	11	9	5		117
22-24		1	1		5	9	24	20	12	11	17	1	4	105
24-26	1		4	2	4	12	19	25	39	27	18	7		158
26-28					2	3	11	27	26	16	11	3		99
28-30			1		2	3	7	5	2	4				24
계	42	53	63	80	99	111	162	189	164	103	88	28	4	1186

4. 발생시점별 분석

4.1. 월별 및 계절별 분석

월별 사망건수를 분석해 보면, 1년 중 가장 고온 현상을 보이는 8월의 사망건수가 전체의 약 12%로 가장 많은 것으로 나타났다.

Table 8. The number of cases of death classified by month

월	1998년	1999년	2000년	계
1월	10 (2.4%)	16 (4.2%)	19 (4.8%)	45 (3.8%)
2월	25 (6.1%)	9 (2.4%)	19 (4.8%)	53 (4.5%)
3월	30 (7.3%)	39 (10.3%)	29 (7.3%)	98 (8.3%)
4월	22 (5.4%)	38 (10.0%)	29 (7.3%)	89 (7.5%)
5월	35 (8.5%)	24 (6.4%)	35 (8.8%)	94 (7.9%)
6월	40 (9.7%)	37 (9.8%)	31 (7.8%)	108 (9.1%)
7월	38 (9.2%)	42 (11.1%)	44 (11.1%)	124 (10.5%)
8월	55 (13.3%)	38 (10.1%)	48 (12.1%)	141 (11.9%)
9월	47 (11.4%)	37 (9.8%)	33 (8.3%)	117 (9.9%)
10월	40 (9.7%)	38 (10.1%)	41 (10.4%)	119 (10.0%)
11월	38 (9.2%)	32 (8.5%)	41 (10.3%)	111 (9.4%)
12월	32 (7.8%)	28 (7.4%)	27 (6.8%)	87 (7.3%)
계	412 (100%)	378 (100%)	396 (100%)	1186 (100%)

Table 9. The number of cases of death classified by season

계절	1998년	1999년	2000년	계
겨울 (12~2월)	67 (16.3%)	53 (14.0%)	65 (16.4%)	185 (15.6%)
봄 (3~5월)	87 (21.1%)	101 (26.7%)	93 (23.5%)	281 (23.7%)
여름 (6~8월)	133 (32.3%)	117 (31.0%)	123 (31.1%)	373 (31.5%)
가을 (9~11월)	125 (30.3%)	107 (28.3%)	115 (29.0%)	347 (29.2%)
계	412 (100%)	378 (100%)	396 (100%)	1186 (100%)

Table 10. The number of cases of death classified by time

시간	1998년	1999년	2000년	계
06시 이전	13 (3.2%)	4 (1.1%)	3 (0.8%)	20 (1.7%)
06시-08시	14 (3.4%)	20 (5.3%)	20 (5.1%)	54 (4.6%)
08시-10시	65 (15.8%)	72 (19.0%)	67 (16.9%)	204 (17.2%)
10시-12시	88 (21.4%)	92 (24.3%)	72 (18.2%)	252 (21.2%)
12시-14시	45 (10.9%)	40 (10.6%)	54 (13.6%)	139 (11.7%)
14시-16시	76 (18.4%)	68 (17.9%)	84 (21.2%)	228 (19.2%)
16시-18시	85 (20.6%)	60 (15.8%)	74 (18.7%)	219 (18.5%)
18시 이후	26 (6.3%)	22 (5.8%)	22 (5.5%)	70 (5.9%)
계	412 (100%)	378 (100%)	396 (100%)	1186 (100%)

계절별로 분석해 보면, 12-2월인 겨울철과 3-5월인 봄철, 9-11월인 가을철에 비해 고온·다습한 여름철인 6-8월에 사망재해가 가장 많이 발생함을 알 수 있다.

4.2. 시간대별 분석

시간대별 사망건수를 분석해 보면, 10-12시에 가장 많이 발생하는 것으로 나타났다. 12-14시에 사망건수가 적게 나타난 것은 12-13시까지는 점심시간으로 작업을 하지 않기 때문인 것으로 판단되며,

8-10시와 14-16시 시간대는 오전과 오후 새참시간이 있어 다른 시간대에 비해 실제 작업시간이 짧기 때문에 다소 적게 발생한 것으로 판단된다.

참고로, 12시를 기준으로 오전과 오후로 구분하여 사망재해 발생건수를 비교해 보면, 오후의 사망건수는 총 656건으로 전체의 약 55%를 차지하고 있어 오전에 비해 사망재해가 약 10%정도 많이 발생한 것으로 조사되었다.

이는 오전에 비해 고온·다습한 오후의 기상조건과 작업시간의 누적에 따른 작업피로로 인해 작업집중도가 떨어져 사망재해가 많이 발생하는 것으로 사료된다.

5. 결론

국내 건설업에 있어서 공정계획 수립 시 기후요소에 대한 고려는 주로 직접적인 요소인 경우에 초점이 맞추어져 왔으며, 작업자의 작업효율 및 품질, 안전사고에도 큰 영향을 미치는 간접적인 요소인 온도 및 습도, 특히 고온·다습에 대해서는 소홀히 해 온 것이 사실이다.

본 연구에서는 기후요소의 영향에 관한 자료를 검토하고, 이를 기초로 기후요소 특히 온도와 습도의 변화에 따른 건설근로자들의 안전사고발생에 대해 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 기후요소에 따른 건설 사망재해 발생에 있어, 강수량과 풍속은 사망재해와 직접적인 관련성이 크지 않은 것으로 조사되었다.

둘째, 온도가 높을수록, 그리고 습도가 높을수록 사망재해는 많이 발생하는 것으로 조사되었다.

셋째, 사망재해 발생시기는 1년 중 가장 고온현상을 보이는 8월에 가장 많이 발생하였고, 특히 고온·다습한 여름인 6~8월에 집중되는 것으로 분석되었다.

넷째, 사망재해의 발생시간대는 하루 중 온도가 높고 작업피로가 축적되는 오후가 오전에 비해 사망재해가 많이 발생하였다.

다섯째, 국내의 기상조건상 가장 고온·다습한 여름철과 오후작업에 안전상의 철저한 관리가 필요하며, 특히, 온도가 24℃이상이고 습도가 70%이상인 기상조건의 경우 안전사고발생의 위험이 매우 높으므로 현장관리자들의 특별한 관리가 요구된다.

참고문헌

- 1) 손창백, 건설근로자의 동기부여를 통한 가동을 증진방안에 관한 연구, 중앙대학교 박사학위논문, 1992. 12.
- 2) 한국산업안전공단, 건설중대재해 사례와 대책, 1993~2000.
- 3) 노동부, 1993~2000년 산업재해분석, 1994~2001.
- 4) 기상청, 기상월보, 1960~1990, 994.
- 5) 기상청, 일별기상통계표, 1994.
- 6) Müller, E. A., "Ein Leistungs-Pulsindex als Mass der Leistungsfähigkeit", *Arbeitphysiologie*, Vol. 14, pp. 271~284, 1950.
- 7) Hunt, J. J, Mumford, J. C., and Poulton, J., *The Mechanical Disturbance Produced by Steady and Gusty winds of Moderate Strength : Skilled Performance and Semantic Assessments*, *Ergonomics*, 1975.
- 8) Parker, H. W., and Oglesby, C. H., *Method Improvement for Construction Managers*, McGraw-Hill, Inc., 1972.
- 9) 田村 恭 監譯, *建設技術改善の手法*, 彰國社, 1979.
- 10) Smith, P., and Brouha, L., *The Role of Humidity in the Evaluation of the Stress Imposed on Men Working in Hot Environments*, New York, Reinhold, 1972.
- 11) Adrian, James J., *Construction Productivity Improvement*, Elsevier, 1987.