

# 철강회사에 있어서 교대작업과 산업재해의 관련성

서유진<sup>†</sup> · Matsumoto Kazuya\* · 문세근\*\* · 정민상\*\*\* · 김명일\*\*\*\*

경남대학교 건강스포츠학과 · \*廣島文教女子大學 心理學科 · \*\*한국철강(주) 환경안전팀

\*\*\*경남대학교 대학원 산업공학과 · \*\*\*\*경남대학교 체육교육학과

(2005. 5. 10. 접수 / 2005. 7. 25. 채택)

## Relationships between Shift Work and Occupational Accidents in a Steel Company

Yoo-Jin Seo<sup>†</sup> · Matsumoto Kazuya\* · Se-Keun Moon\*\* · Min-Sang Jung\*\*\* · Myung-Il Kim\*\*\*\*

Department of Exercise and Sport Science Studies, Kyungnam University

\*Department of Psychology, Hiroshima Bunkyo Women's University, Japan

\*\*Environment and Safety Team, Korea Iron & Steel Company

\*\*\*Department of Industrial Engineering, Graduate School, Kyungnam University

\*\*\*\*Department of Physical Education, Kyungnam University

(Received May 10, 2005 / Accepted July 25, 2005)

**Abstract** : Accident reports from 1991 to 2000 of a steel company were used to analyze which factors induce industrial accidents. The subjects were 8,311 blue-collar workers, who sustained 114 occupational injuries and work on a continuous full-day 3-team 3-shift system of backward rotation (mornings to afternoons to nights). With respect to marital status, the occupational injury rate (OIR) on the married workers was significantly higher compared to unmarried workers. With respect to age, the OIR of those in their early 20s was significantly higher when compared to other age groups. The OIR of highly educated workers showed a reduction when compared with lower educated workers. The OIR of shift workers were significantly higher compared with the daytime workers. The OIR of type of work decreased across the steel manufacturing process, rolling process, machine maintenance section, forwarding products section, to the field management section. With respect to the block of shift work (morning, afternoon, and night shifts) by the type of work, the OIR of the night shift was higher than those of the morning shift in the steel manufacturing process or forwarding products section. The OIR of the machine maintenance section was slightly higher in the morning shift than those of the night shift. The OIR of the time of day of the shift workers reached a peak between 09:00 and 11:00. The OIR of a slight injury to shift workers decreased across the night, afternoon, to morning shifts whereas the OIR of a serious injury tended to decrease across the night, morning, to afternoon shift. The body parts most commonly injured were the arm and the crus.

**Key Words** : occupational injury rate, shift work, steel company, blue-collar workers

### 1. 서 론

우리나라에서 2003년도에 산업재해보상보험법이 적용되고 있는 1,006,549개소의 사업장에 종사하고 있는 근로자 10,599,345명 중, 4일 이상 요양을 필요로 하는 재해자는 사망 2,923명, 부상 84,261명, 업

무상질병 요양자 7,740명으로 총94,924명(0.90%) 이 었다. 그리고 근로손실일수는 59,135,167일이며, 산 업재해로 인한 산업재해보상금은 2,481,814백만 원 이고, 직간접손실을 포함한 경제적 손실 추정액은 12,409,070백만 원에 이르고 있다<sup>1)</sup>. 노동부의 2003 년도 산업재해 현황분석에 의하면, 업종별 산업재 해 평균 천인율은 광업(104.53), 제조업(14.16), 운수/ 창고/통신업(8.72), 건설업(8.61), 전기/가스 및 상수

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.  
yoojin@kyungnam.ac.kr

도업(2.82)의 순으로 높게 나타났다. 이 가운데 광업 다음으로 산업재해 천인율이 높은 제조업 중 철강 산업에 해당되는 금속재료제품제조업은 제조업 평균 천인율보다 훨씬 높은 23.38을 보이고 있다<sup>2)</sup>.

철강업 근로자는 주로 가스폭발, 주조나 광제의 주입, 지게차나 크레인운전, 용광로와 쇳물취급과 중량물 취급 등 유해위험인자가 상당히 많은 직장에서 종사하고 있으므로 다른 업종에 비해서 조금만 부주의하면 산업재해가 발생할 가능성이 매우 높은 업종이나<sup>3,4)</sup>, 철강업만을 대상으로 하여 10년 동안 장기간에 걸쳐서 재해발생률이나 상대위험도를 검토한 연구는 전혀 없다. 그래서 본 연구에서는 K 철강회사를 대상으로 하여, 개인의 신상에 관한 항목인 내적요소(Endogenous factors)와 작업조건에 관한 항목인 외적요소(Exogenous factors)에 대한 상세한 기록을 중심으로 산업재해를 유발시킬 수 있는 제반 요인을 중심으로 검토하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 대상자

본 연구는 1991년 1월부터 2000년 12월까지 K 철강회사의 사무직을 비롯한 제강업무, 압연업무, 출하업무, 정비업무, 현장관리업무 등에 종사하는 현장직 근로자 가운데 4일 이상 요양을 요하는 산업재해자 114명을 포함한 전체 남성근로자 연인원 8,311명을 대상으로 하였다. 정비업무는 기계·기기의 일상적인 유지관리와 고장 발생 시 긴급 대응하는 업무로 대별되며, 여기에는 공무나 전기업무 등도 포함되어 있다. 출하는 제품을 출하할 때에 행하는 계량작업이나 제품 적재작업 및 제품을 적재하기 위해 공장 내에서만 운행하는 차량 운전작업 등이 포함되어 있으며, 현장관리에는 재료의 성분 검사나 제품의 규격검사업무, 안전순찰 업무 등이 포함되어 있다. 한편, 전체 근무자 중 교대근무에 종사하고 있는 근무자는 평균 72.81%이며, 교대근무편성은 연조전일 3조3교대(Continuous full-day 3-team 3-shift system)이고, 아침근무(07:00-14:00) 7시간, 저녁근무(14:00-22:00) 8시간, 야간근무(22:00-07:00) 9시간이다. 교대방식은 원칙적으로 동일한 교대일주기 내의 소주기가 5일간 계속되는 역순환, 즉 NNNNN/EEEE/DDDDD (N=야간근무, E=저녁근무, D=아침근무)의 순으로 순환되는 형태로서 교대일주기는 15일간이다. 아침근무와 저녁근무 중 식사와 휴식

시간은 전체 근로자가 3분의 1씩 교대로 60분씩 취하고 있지만, 야간근무 중 야식 및 휴식시간은 근로자의 3분의 1씩 교대로 30분씩 취하고 있다. 회사 내규로 야간근무 중 가면을 취하는 것을 인정되고 있지 않지만, 오랫동안의 직장의 관행으로서 작업에 지장이 없는 한 가면을 취하는 것을 묵시적으로 어느 정도는 인정하고 있는 실정이다.

### 2.2. 조사

K철강회사에서는 모든 근로자를 대상으로 매년 1회씩 정기건강검진을 실시하고 있으며, 그 결과를 본인에게 통지함과 동시에 산업간호사가 이 기록을 파일로 보관·관리하고 있다. 특히 산업재해자의 경우에는 재해조사보고서(성명, 연령, 학력, 부서, 직종, 근속년수, 재해원인·경위·대책·시간·부위·장소, 조사자, 목격자)와 의사진단서가 첨부된 요양신청서를 작성하여 관리하고 있다. 본 연구에서는 재해조사보고서와 요양신청서를 중심으로 하여, 내적요소인 결혼유무, 연령, 학력과 외적요소인 근무편성, 근속년수, 직종으로 대별하여 조사하였다.

### 2.3. 자료처리

산업재해의 천인율을 분석함에 있어서는 전체 대상자 8,311명 중에서 현장의 산업재해와 직접적으로 관련성이 적다고 판단되는 사무직 근로자 810명을 제외한 7,501명을 대상으로 하였다. 한편, 내·외적 요소는 결혼유무, 연령(5세 간격 7개 군), 학력(4개 군), 근무편성(상일근과 교대근무), 근속기간(5년 간격 5개 군), 그리고 근무부서는 인원이 적은 직종을 보다 효율적으로 처리·분석하기 위하여 13개 직종을 5개 직종(제강, 압연, 정비, 출하, 관리)으로 묶어서 정리하였다. 자료의 통계적 처리는 SPSS 10.1을 이용하여 각각의 재해요인을  $\chi^2$ 분석과 로지스틱 회귀분석을 통한 승산비(Odds ratio)를 구하였으며, 교대 소주기(아침근무, 저녁근무, 야간근무)에 따른 직종별 산업재해 천인율과 상해정도 및 상해부위는 윌콕슨 부호순위검정(Wilcoxon signed rank test), 상일근자와 교대근무자의 시간대별 산업재해 천인율은 프리드만의 검정(Friedman's test)을 이용하여 분석하였다.

## 3. 결 과

### 3.1. 인구통계학적 특성

Table 1. Sociodemographic characteristics of the whole workers (n=8,311).

Year		1991	1962	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Number of workers		1,037	1,037	973	956	929	836	793	720	486	478
Endogenous											
Marital status(%)	Non-married	27.2	27.9	26.0	24.6	19.7	20.9	13.5	23.1	32.7	12.6
	Married	72.8	72.1	74.0	75.4	80.3	79.1	86.5	76.9	67.3	87.4
Age(y)	20-24	6.8	4.2	2.8	2.1	1.5	1.4	0.8	1.0	0.8	0.6
	25-29	18.6	17.7	14.6	13.7	10.0	8.3	6.3	4.9	2.5	2.7
	30-34	19.9	19.2	19.7	18.3	18.0	18.3	17.5	14.7	13.4	11.7
	35-39	16.9	16.1	17.9	18.2	18.0	20.0	20.2	20.3	22.0	19.2
	40-44	18.3	19.2	17.9	17.5	19.3	17.5	18.8	18.9	23.9	19.7
	45-49	12.1	14.4	16.8	17.2	18.4	19.9	19.8	18.2	18.5	23.4
	≥ 50	7.5	9.2	10.4	13.1	14.9	14.7	16.6	22.1	18.9	22.6
	Mean	36.5	37.4	38.3	39.0	40.0	40.3	40.9	42.0	41.9	43.1
SD	8.5	8.5	8.3	8.4	8.2	8.1	7.8	8.1	7.2	7.6	
Education(y)	≤ 6	17.9	17.6	17.8	16.7	17.1	14.5	14.1	13.9	8.6	8.6
	7-9	42.8	42.6	42.5	42.4	42.1	42.1	41.9	44.2	41.2	41.2
	10-12	33.2	33.5	32.6	33.8	33.8	35.6	36.8	34.7	40.1	40.8
	≥ 13	6.2	6.4	7.1	7.1	7.0	7.8	7.2	7.2	10.1	9.4
Exogenous											
Work schedule(%)	Day work	25.5	24.7	25.4	24.8	24.5	27.2	26.1	25.0	34.6	34.1
	Shift work	74.5	75.3	74.6	75.2	75.5	72.8	73.9	75.0	65.4	65.9
Work period(y)	≤ 4	34.1	22.0	16.0	13.6	1.7	2.9	2.4	2.9	1.4	1.0
	5-9	33.1	39.3	40.4	35.0	39.4	34.7	24.5	18.2	11.5	4.2
	10-14	18.1	20.3	21.3	27.1	32.6	31.5	38.6	38.9	39.5	40.2
	15-19	12.0	14.7	16.6	16.5	16.1	17.6	20.3	21.0	27.4	29.9
	≤ 20	2.7	3.7	5.7	7.7	10.1	13.4	14.2	19.0	20.2	24.7
	Mean	7.9	8.9	9.8	10.6	11.5	12.3	13.0	14.1	14.9	15.9
SD	5.4	5.4	5.4	5.5	5.3	5.4	5.3	5.5	5.0	5.5	
Type of work(%)*	SMP	9.7	8.2	9.6	9.4	8.9	10.9	10.7	12.4	17.9	16.5
	RP	38.1	37.3	37.6	38.9	39.4	31.2	32.0	35.8	16.3	16.3
	MMS	14.1	14.8	14.9	14.5	14.9	17.5	16.9	15.1	21.0	21.5
	FPS	21.6	21.6	21.3	20.3	20.5	22.1	23.1	17.8	22.0	23.4
	FMS	16.6	17.2	16.6	16.8	16.4	18.3	17.3	18.9	22.8	22.2

\*SMP: Steel Manufacturing Process, RP: Rolling Process, MMS: Machine Maintenance Section, FPS: Forwarding of products Section, and FMS: Field Management Section.

Table 1의 인구동태학적 요소 중 내적요소에서 보는 바와 같이, 10년 동안 산업재해자를 포함한 전체 근로자 8,311명 가운데 기혼자(6,384명)가 미혼자(1,927명)보다 많았다( $\chi^2_9 = 133.81, p < 0.001$ ). 전체 근로자의 평균연령은 39.47±8.38세 이었으며, 1991년 평균연령이 36.45세에서 2000년에는 43.06세로 크게 증가하였다. 그리고 년도가 증가함에 따라 20-34세 사이는 대체로 감소하고 있는 추세를 보인 반면, 45세 이상은 증가하는 경향을 보이고 있으며( $\chi^2_{54} = 570.75, p < 0.001$ ), 특히 25-29세는 년도가 증가함에 따라 급격하게 감소하는 경향을 보이고 있다. 학력은 년도와 무관하게 중졸, 고졸, 초등졸, 대졸의 순으로 많았으며( $\chi^2_{27} = 70.94, p < 0.001$ ), 특히 초등졸은 년도가 증가함에 따라서 큰 폭으로 감소하였다. 그리고 외적요소인 근무편성에서는 년도에 관계없이 교대근무자(6,117명)가 상일근자(2,194명)보다 약 2.8배 많으며( $\chi^2_9 = 37.77, p < 0.001$ ), 교대근무자는 년도가 증가함에 따라서 점진적으로 감소

하는 경향을 보였다. 근속기간이 5년 미만인 근로자는 1995년부터 급격하게 감소하며, 근속기간이 5-9년 미만인 경우는 1997년부터 큰 폭으로 감소하는 경향을 보이고 있다. 근속기간이 10년 이상인 경우의 근로자는 년도가 증가함에 따라서 서서히 증가하는 경향을 보이고 있다( $\chi^2_{36} = 1840.13, p < 0.001$ ). 직종에 있어서는 평균적으로 압연, 출하, 현장관리, 정비, 제강직종에 종사하는 순으로 많은 경향을 보였다( $\chi^2_{36} = 216.61, p < 0.001$ ).

### 3.2. 내·외적 요소별 산업재해

Table 2는 내적요소인 결혼여부, 연령, 학력과 외적요소인 근무편성, 근속기간, 직종을 독립변수로 사고유무를 종속변수로 하여 근로자의 산업재해에 대한 위험요소를 승산비로 나타낸 것이다.

Table 2에서 보는 바와 같이, 산업재해 발생은 미혼자에 비해서 기혼자가 조OR(Crude OR)에서 1.81배 유의하게 많았으며, 조정OR(Adjusted OR)에서도

Table 2. Risk of injury in relation to sociodemographic and work factors

Risk factor	Cases	Controls	Crude OR (95% CI)	p	Adjusted OR (95% CI)	p
<b>Marital status</b>						
Non-married	15	1,643	1.00		1.00	
Married	96	5,858	1.81(1.05 to 3.13)	*	2.55 (1.17 to 5.56)	*
$\chi^2$ trend			4.64			
p value			0.031			
<b>Age(y)</b>						
20-24	6	141	1.00		1.00	
25-29	9	811	0.25 (0.09 to 0.72)	†	0.20 (0.09 to 0.46)	‡
30-34	11	1,293	0.19 (0.07 to 0.53)	‡	0.18 (0.07 to 0.49)	‡
35-39	23	1,353	0.39 (0.16 to 0.97)	*	0.24 (0.08 to 0.72)	*
40-44	28	1,431	0.45 (0.18 to 1.10)	n.s.	0.25 (0.08 to 0.78)	*
45-49	22	1,355	0.37 (0.15 to 0.93)	*	0.21 (0.06 to 0.68)	†
≥ 50	12	1,117	0.24 (0.09 to 0.66)	†	0.15 (0.04 to 0.54)	†
$\chi^2$ trend			n.s.			
<b>Education(y)</b>						
≤ 6	23	1,286	1.00		1.00	
7-9	56	3,510	0.91 (0.56 to 1.48)	n.s.	0.89 (0.56 to 1.41)	n.s.
10-12	29	2,703	0.60 (0.34 to 1.03)	n.s.	0.71 (0.40 to 1.25)	n.s.
≥ 13	3	601	0.27 (0.08 to 0.92)	*	0.63 (0.13 to 2.97)	n.s.
$\chi^2$ trend			n.s.			
<b>Work schedule</b>						
Day work	15	1,385	1.00		1.00	
Shift work	96	6,116	1.46 (0.84 to 2.52)	n.s.	1.30 (0.76 to 2.22)	n.s.
$\chi^2$ trend			n.s.			
<b>Work period(y)</b>						
≥ 4	23	814	1.00		1.00	
5-9	19	2,311	0.29 (0.15 to 0.53)	‡	0.22 (0.12 to 0.40)	‡
10-14	39	2,212	0.62 (0.37 to 1.04)	n.s.	0.32 (0.17 to 0.58)	‡
15-19	24	1,373	0.61 (0.34 to 1.09)	n.s.	0.30 (0.15 to 0.61)	‡
≥ 20	6	791	0.26 (0.11 to 0.65)	†	0.16 (0.06 to 0.43)	‡
$\chi^2$ trend			n.s.			
<b>Type of work*</b>						
FMS	6	669	1.00		1.00	
SMP	21	899	2.64 (1.06 to 6.59)	*	2.51 (1.09 to 5.76)	*
RP	48	2,841	1.90 (0.81 to 4.46)	n.s.	1.33 (0.61 to 2.92)	n.s.
MMS	21	1,324	1.78 (0.72 to 4.43)	n.s.	1.44 (0.63 to 3.25)	n.s.
FPS	15	1,768	0.95 (0.37 to 2.45)	n.s.	0.80 (0.34 to 1.85)	n.s.
$\chi^2$ trend			10.55			
p value			0.001			

Adjusted for all the other covariates in multivariate logistic regression analyses. \* p < .05, † < .01, ‡ < .001, and n.s., non significant. \*SMP: Steel Manufacturing Process, RP: Rolling Process, MMS: Machine Maintenance Section, FPS: Forwarding of Products Section, and FMS: Field Management Section.

2.55배 높은 경향을 보이고 있다. 연령별에 따른 산업재해 발생의 조OR은 20-24세에 비해서 25-29세와 30-34세와 50세 이상에서는 각각 4.00배, 5.26배, 4.16배 유의하게 큰 폭으로 감소하였으나, 35-39세와 45-49세에서는 각각 2.56배와 2.70배로 상기의 연령층에 비해서는 조금 감소하는 경향을 보였다. 학력에 따른 산업재해 발생의 조OR은 초등학교에 비해서 대졸은 3.70배 유의하게 감소하였고, 중졸과 고졸에서는 각각 1.10배, 1.67배 감소하였으나 유의하지는 않았다. 근무편성에 따른 산업재해 발생율은 조OR과 조정OR 모두 교대작업이 상일근보다 각각 1.46배와 1.30배 증가하였으나 양쪽 모두 유의하지는 않았다. 근

속년수에 따른 산업재해 발생의 조OR은 근속년수가 4년 이하인 것에 비해서 5-9년과 20년 이상은 각각 3.45배와 3.85배 유의하게 감소하였으며, 10-14년과 15-19년에는 1.61배와 1.64배 감소하는 경향을 보였으나 유의하지는 않았다. 그러나 조정OR에서는 전체 연령에서 3.13-6.25배 정도 유의하게 감소하였다. 그리고 현장관리 직종의 산업재해의 조OR에 비해서 제강직종은 2.64배 유의하게 증가하였고, 압연이나 정비직종도 각각 1.90배와 1.78배 증가하는 경향을 보였으나 유의하지는 않았다. 그리고 조정OR에서도 조OR과 유사한 경향을 보이고 있으나, 제강직종을 제외하고는 유의하지는 않았다.

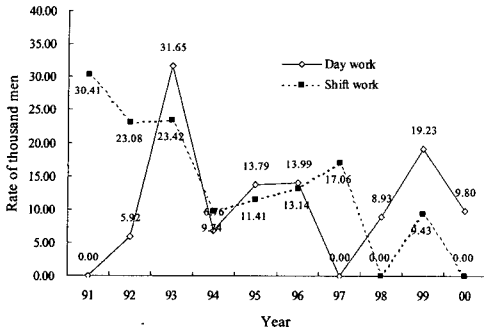


Fig. 1. Rate of thousand men by year.

### 3.3. 상일근자와 교대근무자의 산업재해 천인율

Fig. 1은 상일근자와 교대근무자의 연도별 산업재해 천인율을 나타낸 것이다. 상일근자는 1991-1993년 사이에는 천인율이 큰 폭으로 증가한 후, 1993-1997년 사이에는 큰 폭으로 감소하는 경향을 보이다가, 그 후 2000년까지는 다시 증가하는 경향을 보이고 있다. 한편, 교대근무자는 1991-1994년 사이에 천인율이 서서히 감소한 후, 1994-1997년 사이에는 다시 서서히 증가하는 경향을 보이다가, 그 후 2000년까지는 다시 감소하는 경향을 보이고 있다( $\chi^2_9 = 30.37$ ,  $p < 0.001$ ).

### 3.4. 교대근무의 소주기에 따른 직종별 산업재해 천인율

Fig. 2는 교대근무자의 교대근무의 소주기에 따른 직종별 산업재해 천인율을 나타낸 것이다. 제강 직종에서는 야간근무, 저녁근무, 아침근무의 순으로 천인율이 높게 나타났으나(Wilcoxon test :  $p < 0.01$ ), 압연직종에서는 3가지 근무 모두 유사한 경향을 보였으나 유의하지는 않았다. 정미직종에서는 아침근무가 저녁근무와 야간근무에 비해서 조금 높게 나

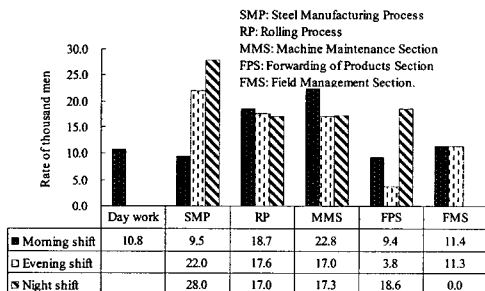


Fig. 2. Rate of thousand men by the block of shift for type of work.

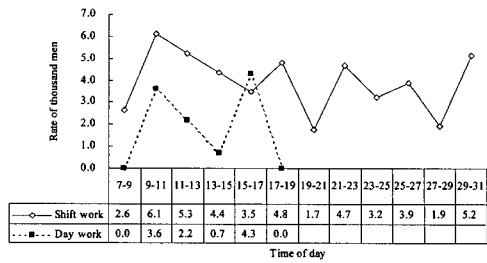


Fig. 3. Rate of thousand men by the time of day.

타났다(Wilcoxon test :  $p < 0.01$ ). 현장관리에서는 야간근무를 할 때에는 재해가 전혀 없는 것으로 나타났으나 유의하지는 않았다. 한편, 출하에서는 아침근무, 저녁근무보다도 야간근무를 할 때에 높은 경향을 보였다(Wilcoxon test :  $p < 0.05$ ).

Fig. 3은 상일근자와 교대근무자의 시간대별 산업재해 천인율을 나타낸 것으로, 교대근무자는 15-17시를 제외하고는 상일근자의 동일 시간대의 재해율보다도 높은 것이 특징이었다(Friedman's test :  $p < 0.001$ ). 상일근자는 15-17시와 9-11시 2곳에 재해율의 정점이 있으며, 교대근무자의 재해율은 상일근자의 시각에 해당되는 오전 9-11시에 정점을 보였다.

Fig 4는 상일근자와 교대근무자의 교대근무의 소주기에 따른 상해의 정도(증상과 경상)를 천인율로 나타낸 것이다. 상일근에서는 경상과 증상이 유사한 비율을 보였으나 통계적으로 유의한 차를 보이지는 않았다. 한편, 교대근무에서는 모든 교대근무의 소주기에 있어서도 경상자가 증상자보다 많았으며, 특히 저녁근무에 있어서 이러한 현상이 현저하게 나타났다(Wilcoxon test :  $p < 0.001$ ). 경상과 증상을 합한 재해율은 교대근무자의 어떤 교대근무의 소주기보다도 상일근자에서 그 재해율이 낮았으며, 교대근무자는 저녁근무나 아침근무보다도 야간근무에서 유의하게 높았다(Wilcoxon test :  $p < 0.001$ ). 증상자의 재해율은 야간근무와 아침근무에서 많은 것이 특징이었다.

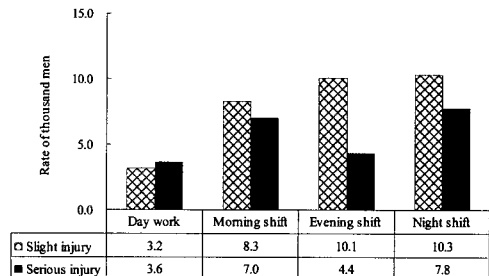


Fig. 4. Rate of thousand men by the severity of injuries.

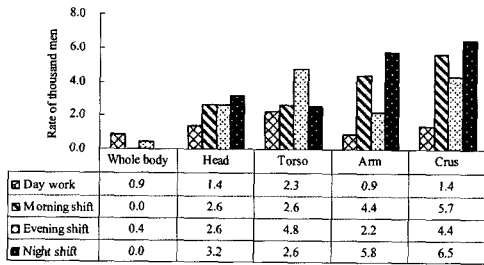


Fig. 5. Rate of thousand men by the region of injury.

Fig 5는 상일근자와 교대근무자의 교대근무의 소주기에 따른 상해부위를 천인율로 나타낸 것이다. 상일근자는 모든 부위에서 교대근무자보다 상해부위가 상대적으로 적은 경향을 보였다(Friedman's test:  $p < 0.001$ ). 한편, 교대근무자에 있어서는 교대근무의 소주기에서 저녁근무를 제외하고는 다리가 가장 많으며, 팔, 몸통부위, 머리부위, 전신의 장해 순으로 감소하는 경향을 보였다(Wilcoxon test:  $p < 0.001$ ). 이 중에서 야간근무 중에는 머리부위, 팔, 다리의 장해가 아침근무나 저녁근무보다도 많은 특징을 보이고 있다(Wilcoxon test:  $p < 0.001$ ).

#### 4. 토의 및 결론

본 연구는 1991년부터 2000년까지 10년간 K철강회사에서 발생한 산업재해와 관련된 내·외적요소의 기록을 이용하여, 지금까지 명확하게 밝혀지지 않았던 철강업에 종사하는 상일근자와 연조전일 3조3교대에 종사하는 교대근무자의 산업재해의 요인과 형태에 대해서 명확하게 규명하고자 하는데 그 목적이 있으며, 그 주요한 결과는 다음과 같다.

산업재해와 결혼여부에 있어서는 기혼자가 미혼자보다 산업재해율이 높은 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 철강업에 관한 선행연구와 유사한 경향을 보이고 있다<sup>3)</sup>. 이러한 현상이 나타나는 이유는 기혼자는 불규칙적인 교대근무로 인하여 가족에 대한 책임감이나 부양의무 등과 같이 일상생활에서 발생할 수 있는 여러 가지 애로사항이 수반되기 때문인 것으로 추측된다. 교대근무는 불규칙적인 근무 이외에 결혼생활이나 부모로서의 역할 및 자식에 대한 교육문제에도 부정적인 영향을 미칠 수 밖에 없을 뿐만 아니라<sup>3)</sup>, 선행연구에 의하면 교대근무자의 이혼율이 상일근자에 비해서 최대 6배 높고<sup>6)</sup>, 성생활에서도 상일근자보다 문제가 많다<sup>7)</sup>라는 것 과도 관련이 있을 것으로 생각된다. 역으로 미혼자

는 기혼자에 비해서 가족을 배려하지 않아도 될 경우가 많으며, 야간근무 등으로 인하여 피로할 경우에는 개인의 대응노력으로 수면이나 휴식을 자유시간 내에서 언제나 조절할 수 있기 때문에 피로 회복이라는 면에서도 유리하기 때문에 근무자체의 부담이 적어서 산업재해가 낮은 것으로 추측된다.

Barsky 등<sup>8)</sup>은 20-65세 사이의 근로자를 대상으로 교대근무와 연령에 따른 산업재해에 관한 연구에서 산업재해의 위험성은 30-45세 사이가 청년군이나 고령자군 보다 높다는 것을 지적하고 있다. 이러한 결과는 본 연구의 결과와도 대체로 유사한 경향을 보이고 있으나, 본 연구에서는 특히 20대 초반에 산업재해가 많은 특징을 보였다. 20대 초반 연령층 가운데 다른 직종보다 제강이나 압연직종에서 산업재해가 많은 하나의 이유로서는 과거에 비해서 자동화가 많이 진행되어 왔고, 작업을 수행하는 동안에 일정한 기술을 필요로 하는 작업도 아직 남아있기 때문에, 이 기술을 습득하고 있지 못한 젊은 근무자는 잠깐 동안의 작업실수로 인하여 산업재해로 연결되기 쉬운 측면을 지니고 있는 것 과도 관련이 있는 것으로 생각된다.

한편, 학력과 산업재해와의 관련성에 관한 본 연구의 결과에서는 고학력으로 갈수록 재해율이 감소하는 추세를 보이고 있다. 철강업에 종사하는 작업자를 대상으로 연구한 Barreto 등<sup>9)</sup>도 동일한 경향을 보고하고 있다. 이러한 이유에 대해서 그는 고학력자일수록 직장의 관리직에서 주로 근무하고 있기 때문에 육체적 스트레스(Stressor)에 노출되는 경우가 적다는 것을 지적하고 있으며, Parkes<sup>9)</sup>는 고학력으로 인하여 직무에 대한 적응도가 높기 때문인 것으로 보고하고 있다. 그러나, 현실적으로는 위험도가 높은 직종에는 학력이 낮은 근무자가 배치되는 것이 일반화 되어 있기 때문에, 학력이 낮은 근무자일지라도 충분히 이해할 수 있는 다양한 안전 위생교육과 안전한 환경대책을 강구함으로써, 전체적으로 산업재해를 감소시킬 수 있을 것으로 판단 된다.

Garbarino 등<sup>10)</sup>이 경찰관 중 교대근무자와 상일근자를 대상으로 수면과 졸음으로 인한 사고발생율을 연구한 결과, 교대근무자(10%)는 상일근자(6.7%)에 비해서 사고발생율이 높다는 것을 보고하고 있다. 그리고 Smith 등<sup>11)</sup>도 자동차 제조업체를 대상으로 연구한 결과, 야간근무자는 주간근무자에 비해서 상대적 사고 위험도가 23% 높다는 것을 지적하

고 있다. 이러한 결과는 본 연구에서의 근무편성(상일근자와 교대근무자)의 결과와 거의 유사하다. 교대근무자가 상일근자보다 산업재해율이 높은 것은 교대근무자는 상일근자에 비해서 동일한 직종에서 종사한다고 할지라도 주야가 바뀐 생활을 어쩔 수 없이 할 수 밖에 없으며, 불규칙적인 근무로 인하여 수면이나 휴식시간을 변경해야만 하기 때문에 필연적으로 휴식의 부족에서 오는 만성피로 상태가 지속되어 인간실수를 유발하기 쉽고<sup>5)</sup>, 근무 중에도 주의력을 지속하기가 어려우며<sup>12)</sup>, 갑자기 졸음이 엄습해 오는 경우가 있기 때문이다<sup>13)</sup>. 특히 교대근무자 중 야간근무자는 휴식부족으로 인하여 직무 만족감이 저하되어<sup>14)</sup>, 사고가 유발되기 쉬운 체내 상태가 전개되기 때문인 것으로 판단된다.

직종에 따른 산업재해발생율은 제강이 가장 많으며, 다음으로 압연, 정비, 현장관리, 출하의 순으로 감소되고 있지만, 이러한 차이는 직종간의 업무내용과 관련이 있는 것으로 생각된다. 즉 현장관리의 경우에는 순찰이나 검사가 주된 업무이기 때문에 업무자체가 주로 아침근무를 하는 경우가 많고 야간근무를 하는 경우는 적기 때문에 야간근무 중에 가면을 비교적 길게 취할 수 있는 특징이 있다. 출하업무의 경우에도 제품의 출하업무 자체가 아침근무나 저녁근무에 집중되어 있고, 야간근무 중에 출하업무를 하는 경우는 거의 없으며, 출하업무가 있는 경우라도 야간근무의 전반부에 주로 행해지므로 가면을 비교적 길게 취하기 쉬운 직종이다. 그러나 제강이나 압연직종의 경우에는 열효율을 높이기 위하여 용해로가 항상 가동되고 있는 상태이며, 원료나 고철을 투입해 가면서 용해로관리를 행하며, 용해된 원재료를 일정한 형태로 제조하기 위한 압연작업을 계속해야만 한다. 이와 같이 기계장치를 항상 가동 및 조작을 계속해야 하는 제강과 압연직종은 출하직종이나 현장관리직종과는 달리 작업을 중단한 후에 휴식을 취해야 하며, 가면을 취하기가 어려운 직종인 것을 문세근 등<sup>15)</sup>은 액티그라프를 이용한 철강업 교대근무자의 수면-각성행태의 연구에서 보고하고 있다. 원래 인간의 휴식기에 해당되는 야간근무 중에 비교적 긴 가면을 취할 수 있는가의 여부는 피로축적의 촉진여부에 대한 결정적인 조건이 된다고 보아도 과언은 아니다. 야간근무 중에 비교적 긴 가면을 취할 수 없는 제강이나 압연직종에서는 야간근무를 하는 동안뿐만 아니라, 교대근무를 계속하고 있는 동안에도 수면부족에 의한 만성적인 피로 상태가 지속되기 때문에 산업

재해를 유발시키기 쉬운 것으로 추측 된다.

정비직종의 산업재해도 압연직종과 거의 유사한 비율을 나타내는 특징을 보이고 있다. Hartung<sup>16)</sup>은 철강업에 있어서 정비직종을 대상으로 산업재해를 연구한 결과, 정비직종의 재해율이 수송산업의 재해율을 초과하고 있을 뿐만 아니라, ME(micro electronics)기기의 발전과 더불어 정비업무가 대단히 복잡화 되고 있기 때문에 많은 직장에서 예상할 수 없는 산업재해가 발생할 수 있음을 지적하고 있다. 철강업에 있어서 산업재해를 가능한 한 감소시키기 위해서는 먼저, 아주 열악한 교대근무 제도를 개선함으로써 근무자의 휴식부족을 가능한 완화시키는 것이 중점 과제가 될 것이다. 이와 더불어, 정비직종에 재해발생이 많기 때문에 안전하게 작업할 수 있는 정비작업 순서나 철저한 안전교육 등과 같은 대책이 필요할 것으로 판단된다.

교대근무자의 재해발생율은 대체로 매년 감소하는 경향을 보이고 있는 이유는 다음과 같을 것으로 생각된다. 1990년까지의 교대근무제도는 연속조업 2조2교대이었지만, 그 이후는 연속조업 3조3교대로 변경 됨으로 인하여 연속작업시간과 총 근로시간이 단축되었다. 즉 근무간격시간(근무종료시점부터 다음 근무개시시점까지의 시간)이 연장되어 근무자의 휴식조건이 개선된 것이 산업재해발생율의 급격한 감소와 관련이 있을 것으로 추측된다. 한편, 상일근자의 경우에는 조사기간 중에 행해진 작업 방법이나 작업시간은 1990년 이전과 비교할 때 동일하지만, 상일근의 고유업무 외에 지금까지는 저녁근무나 야간근무에서도 행한 기계의 정비업무를 주로 주간에 행함으로써, 이러한 정비업무는 매년 점차적으로 증가하고 있다. 이러한 정비업무의 증가와 더불어 상일근자의 산업재해율은 93년과 97년을 제외하고는 증가하는 경향을 보이고 있는 것으로 판단된다. 특히 93년에 산업재해율이 높은 것은 제강 공장에서 정기보수를 하는 동안에 연속주조(Continuous casting)의 강편(Steel billet) 유압절단기의 실린더 교환작업을 하기 위해 작동유 배관 플랜지볼트를 가스절단기로 절단하던 중에 고압절단유가 누출됨으로 인하여 폭발이 발생하여 동시에 상일근자 4명이 사망하고 1명이 부상을 입었기 때문이다. 한편, 97년에 산업재해가 전혀 없는 것으로 나타났으나, 실제로는 3건의 산업재해가 발생하였다. 그러나 이 3건의 재해에 대해서는 산업재해로서 사무처리를 처리하지 않고 자체공상으로 처리하였기 때문이다. 97년도 이후부터 다시 산업재해

발생이 증가하는 것은 현재 공장을 다른 공장과 합병 시키는 과정에서 주로 상일근자를 중심으로 구조조정을 하고자 하는 회사 방침이 알려짐으로 인하여 상일근자는 본인의 신분유지에 대한 불안감이 증폭되는 등 여러 가지의 불안심리가 영향을 미쳤기 때문인 것으로 판단된다.

교대근무자의 직종별 및 교대근무의 소주기에 따른 산업재해율은 제강과 출하직종에서는 Smith 등<sup>11)</sup>과 Wagner<sup>17)</sup>의 결과와 유사하게 아침근무보다 야간근무가 높았다. 정비의 재해발생율은 아침근무에서 야간근무보다 약간 높은 경향을 보이고 있는 이유는 정비업무 자체가 하루의 작업이 시작되기 전인 아침에 주로 기계의 점검이나 보수작업이 일정한 시각에 집중적으로 행해지기 때문인 것으로 생각된다. 그리고 천천히 점검이나 보수작업을 하면 통상의 낮 시간대의 작업시간이 지연되어 버리기 때문에, 일정하게 정해진 시간 내에 가능한 빠른 속도로 점검이나 보수작업을 완료해야 할 뿐만 아니라, 시간적으로도 쫓김으로써 상식적으로 생각할 수 없는 작업실수나 사고가 발생하기 쉬운 상황이 전개되기 때문인 것으로 판단된다.

산업재해의 발생에 대해서 하루주기리듬을 중심으로 지금까지 검토된 선행연구의 결과에 의하면, 그 발생의 정점시각은 한밤중에 가장 많고, 다음으로 오후 2-3시경에 작은 정점이 나타난다는 것이 많은 연구자에 의해서 보고되고 있으나, 그 정점이 발생하는 시각에 대해서는 직장에 따라서 다르다. 이 점에 대해서는 여러 가지 직업을 대상으로 하여 산업재해에 관해서 연구한 Rutenfranz 등<sup>7)</sup>도 동일한 내용을 서술하고 있다. 즉 철강업의 산업재해의 정점시각은 야간근무보다도 주로 아침근무를 할 때 발생하며, 아침근무를 할 때 산업재해의 정점시각은 9:30, 11:45, 14:00의 3시점에서 발생 한다는 것을 보고하고 있다. 한편, Ong 등<sup>4)</sup>은 철강업에서 산업재해가 발생하는 최대정점시각이 2곳(09:00-10:00, 14:00-15:00)이며, 최저 발생시각은 19:00-20:00인 것을 보고하고 있다. 그리고 Adams 등<sup>18)</sup>도 철강업을 대상으로 조사한 결과, 저녁근무와 야간근무에 비해서 아침근무(09:30-11:00, 14:00-15:30)에서 사고율이 높다는 것을 지적하고 있으며, 버스운전사를 대상으로 한 선행연구에서도 아침근무가 저녁근무보다는 교통사고가 발생할 가능성이 높다는 것을 지적하고 있다<sup>19)</sup>. 본 연구의 교대근무자의 시간대별 산업재해 발생율에 있어서도 선행연구와 유사하게

9-11시 사이에 최고치의 재해발생율을 보였다.

상일근자의 상해의 정도는 교대근무자보다 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. 그리고 교대근무자의 경상 발생율은 야간근무에서 가장 많으며, 다음으로 저녁근무, 아침근무의 순으로 감소하는 경향을 보였다. 한편, 중상의 발생율은 야간근무에서 가장 많으며, 다음으로 아침근무, 저녁근무의 순으로 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 Smith 등<sup>11)</sup>이 조립라인에서 작업을 하면서 부상을 당한 4,250명의 교대근무자를 대상으로 한 중상의 산업재해 발생율에 관한 선행연구 결과와 유사하다. Ong 등<sup>4)</sup>의 연구결과와 마찬가지로 한 밤중에 사고가 발생하는 경우에는 큰 사고이면서도 그 정도가 심하다는 것이 본 연구 결과에서도 나타났다. 야간근무 시에 중상과 경상이 많은 이유는 역시 연속적으로 야간근무를 할 때에는 하루주기리듬의 혼란이 발생할 뿐만 아니라, 수면부족이 축적되는 것과 관련이 있을 것으로 추측된다. 수면부족에 대해서는 지금까지 다원검사기에 의한 연구나 수면일지를 이용한 연구에서도 밝혀진 바와 같이, 야간근무를 연속적으로 행할 때에는 수면부족이 축적된다는 것이 여러 연구에 의해서 입증되고 있다<sup>20~22)</sup>. 이러한 수면부족 현상은 일상적인 하루주기와는 반대로 야간에 작업을 해야만 하기 때문에, 야간근무와 다음 야간근무 사이에 취하는 수면의 질과 양은 어쩔 수 없이 악화될 수 밖에 없다.

교대근무의 소주기별, 상해부위별의 재해발생율에 있어서 머리부위는 선행연구의 결과와 동일하게 야간근무에서 가장 많았으며, 팔과 다리부위에서도 야간근무에서 가장 많았다<sup>4)</sup>. 이러한 결과는 상기에서 언급한 산업재해의 중상과 경상별로 분석한 결과와도 잘 부합되고 있는 것으로 판단된다. 머리부위에 상해가 발생한 경우에는 중상자의 비율이 높고, 팔과 다리부위의 경우에는 중·경상자 모두 많기 때문에, 전체적으로 야간근무 시에 재해발생율이 높은 것으로 추측된다.

향후 과제로서는 본 대상직장과 동일한 다른 철강업에 대한 사례를 더욱 많이 조사하여, 철강업에 있어서의 산업재해의 특징을 보다 명확하게 함과 동시에 지금까지 공상으로 처리되어 감독관청에 보고하지 아니한 산업재해에 대해서도 검토함으로써, 철강업 전체의 산업재해의 요인을 정확하게 밝힘과 동시에 산업재해를 감소시킬 수 있는 구체적인 대책연구를 해야 할 것으로 생각된다.



감사의 글 : 본 연구는 2005년도 경남대학교 학술연구비 지원에 의해 작성되었음.

### 참고문헌

- 1) 한국산업안전공단, <http://www.safety.or.kr>, 2005.
- 2) 노동부, 2003 산업재해 현황분석, 2004.
- 3) Barreto, S.M., Swerdlow, A.J., Smith, P.G., and Higgins, C.D., "A nested case-control study of fatal work related injuries among Brazilian steel workers", *Occupational and Environmental Medicine*, Vol. 54, No. 8, pp. 599~604, 1997.
- 4) Ong, C.N., Phoon, W.O., Iskandar, N., and Chia, K.S., "Shiftwork and work injuries in an iron and steel mill", *Applied Ergonomics*, Vol. 18, No. 1, pp. 51~56, 1987.
- 5) Costa, G., "Shift work and occupational medicine: an overview", *Occupational Medicine*, Vol. 53, No. 2, 83~88, 2003.
- 6) Harrar, S., "Night shift's hidden dangers", *Prevention*, Vol. 56, No. 5, pp. 42, 2004.
- 7) Rutenfranz, J., Colquhoun, W.P., Knauth, P., and Ghata, J.N., "Biomedical and Psychosocial Aspects of Shift Work", *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, Vol. 3, No. 4, pp. 165~182, 1977.
- 8) Barsky, I. and Dutta, S.P., "Age, shiftwork and industrial Accidents-a longitudinal study", In: Kumar, S. (eds.) *Advances in industrial ergonomics and safety IV*, Taylor & Frances, London, pp. 113~120, 1992.
- 9) Parkes, K.R., "Shiftwork and environment as interactive predictors of work perceptions", *Journal of Occupational Health Psychology*, Vol. 8, No. 4, pp. 266~281, 2003.
- 10) Garbarino, S., Nobili, L., Beelke, M., Balestra, V., Cordelli, A., and Ferrillo, F., "Sleep disorders and daytime sleepiness in state police shiftworkers", *Archives Environmental Health*, Vol. 57, No. 2, pp. 167~173, 2002.
- 11) Smith, L., Folkard, S., and Poole, C. J. M., "Increased injuries on night shift", *THE LANCET*, Vol. 344, No. 8930, pp. 1137~1139, 1994.
- 12) Johnsona, M.D. and Sharitb, J., "Impact of a change from an 8-h to a 12-h shift schedule on workers and occupational injury rates", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol., 27, No. 5, pp. 303~319, 2001.
- 13) Akerstedt, T., "Shift work and disturbed sleep-wakefulness", *Sleep Medicine Reviews*, Vol. 2, No. 2, pp. 117~128, 1998.
- 14) Furnham, A. and Hughes, K., "Individual difference correlates of nightwork and shift-work rotation", *Personality and Individual Differences*, Vol. 26, No. 5, pp. 941~959, 1999.
- 15) 문세근, 서유진, Matsumoto, K., 하태영, "액티그라프를 이용한 철강업 교대근무자의 수면-각성행태", *대한산업공학회지*, Vol. 30, No. 2, pp. 181~189, 2004.
- 16) Hartung, P., "Maintenance Accidents: Studies of Work Safety in the Iron and Steel Industry", *Zeitschrift fur Arbeitswissenschaft*, Vol. 41, No. 3, pp. 142~146, 1987.
- 17) Wagner, J.A., "Time-of-Day Variations in the severity of injuries suffered by mine shiftworkers", *Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meeting*, pp. 24~28, 1988.
- 18) Adams, N.L., Barlow, A., and Hiddlestone, J., "Obtainingergonomics information about industrial injuries: a five year analysis", *Applied Ergonomics*, Vol. 12, No. 2, pp.71-81, 1981.
- 19) Pokorny, M.L.I., Blom, D.H.J., and Leeuwen, V. P., "Shifts, duration of work and accident risk of bus drives", *Ergonomics*, Vol. 30, No. 1, pp. 61-88, 1987.
- 20) Akerstedt, T., "Sleepiness as a consequence of shift work", *Sleep*, Vol. 11, No. 1, pp. 17-34, 1988.
- 21) Rutenfranz, J., Knauth, P., and Colquhoun, W.P., "Hours of work and shiftwork", *ergonomics*, Vol. 19, No. 3, pp. 331~340, 1976.
- 22) Portela, L.F., Rotenberg, L., and Waissmann, W., "Self-reported health and sleep complaints among nursing personnel working under 12 h night and day shifts", *Ergonomics*, Vol. 21, No. 6, pp. 859~870, 2004.