

작업환경관리 전산화에 관한 연구

포항종합제철(주) 포항제철소 보건관리실

이송권 · 이영세 · 김영수 · 김용래

— Abstract —

A Study of Computerized Industrial Hygiene Control System

Song Kwon Lee, Young Sei Lee, Young Su Kim, Yong Lae Kim

Health Care Center. Pohang Steel Works. POSCO

Some of the important and vital roles performed by the Health Care Center of Pohang Iron & Steel Co., Ltd.(POSCO) are the periodic monitoring of the work sites as well as regular medical check-ups for each workers to ensure both pleasant and safe working conditions and to protect employees' health.

Pohang Steel Works, which has 42 plants, 26 facilities and 12,000 employees, has an annual crude steel production capacity of 9,670,000 using 24,500,000 ton of raw materials. We have measured lots of areal and personal working environment according to Occupational Safety and Health Law semiannually.

All data collected on industrial hygiene is stored and managed by personal computer. The developed of a computerized industrial hygiene control system linked to the company's main computer system will provide efficient evaluation of the working environment as well as critical informations on employees' health. Development of this system had begun in May, 1992 and was completed in March, 1994.

The computerized industrial hygiene control system can;

1. store industrial hygiene data, providing key pertinent to the diagnosis of occupational related illnesses, and if necessary, the basis for improving the working environment,
2. decide type and time of medical examination of each work for exposure to specific agents, and supply proper protection periodically,
3. prevent occupational related illnesses through evaluation of environmental and biological monitoring, and performance of epidemiological surveillance,
4. facilitate proper job placement through linking of industrial hygiene control and personnel information systems,
5. monitor job processes. levels of chemical agents used, and new agents introduced,

6. and increase productivity by saving time resulting from the implementation of the computerized sysyete,

Key Words : computerized industrial hygiene control system

I. 서 론

산업장에서 근로자들의 건강을 잘 보존 유지하기 위해서는 정확하면서 일정주기로 작업환경을 측정하여 작업환경의 문제점을 파악하고 작업환경개선을 비롯한 제반조치를 취하는 것이 필수적이다. 그런데 작업환경측정 Sample이 많을 경우에 수작업처리를 하게 되면 처리과정상의 오차가 발생하고 또 작업장이나 개인별 측정결과를 지속적으로 저장해 두고 비교 분석할 수가 없다. 그리고 산업장에서 직업병 예방을 보다 효율적으로 하기 위해서는 Environmental Monitoring과 Biological Monitoring(이하 B.M)이 동시에 이루어져야 한다.

이는 작업자 개인에 따라 보호구 착용 습관도 다르고 환경요인별 감수성도 개인에 따라 차이가 있기 때문에 작업환경으로서는 별 문제가 되지 않으나 B.M을 할 경우에 문제가 있을 수 있기 때문이다. 따라서 작업환경 Monitoring 결과와 개인별 B.M을 동시에 실시할 경우 비교 분석과 장기간의 Monitoring은 더욱 어렵다는 것을 인지하고 이에 대한 대책이 필요하게 된 것이다. 뿐만 아니라 특수건강진단을 통하여 직업병 유소견자를 조기발견하기 위해서도 개인별 작업환경에 노출된 기록과 특수검진 기록을 동시에 비교하므로써 작업환경으로 인한 문제를 조기에 발견코자 하여 본 작업환경관리의 전산화를 시도하게 된 것이다.

작업환경관리 시스템의 구성에 있어서 작업환경측정방법은 산업안전보건법(산업안전보건 관리수첩, 1992 작업환경측정 실시규정, 1992)을 근거로 했으며, 유해물질의 허용농도 기준 산정은 노동부 고시(유해물질 허용농도, 1991)를 이용했으며, 유해물질별 측정 및 분석방법은 NIOSH법(NIOSH, 1984)을 참고하였다.

또한 시스템의 개발효과를 높이기 위해 관련된 부서에서 개발하여 사용중인 각종 시스템(COBO-L연습, 1991)을 활용하여 서로 정보교환이 가능하도록 설계하였다. 예를들면 인사부서의 인사관리 시스템에서는 근로자 개인의 인적정보를 제공하고 자재부서의 자재관리 시스템에서는 위생 보호구 및 화학물질에 대한 정보를 제공하고, 환경 관리부서의 환경관리 시스템에서는 기상 및 일기현황을, 근로자 건강관리 시스템에서는 근로자 각 개인의 건강정보를 상호교환하여 작업환경관리 시스템의 효율을 높일 수 있도록 설계하였다.

II. 연구방법

작업환경관리 시스템은 그림 1에서 보는 바와 같이 관련되는 타 시스템과 필요한 정보를 상호교환을 할 수 있도록 하였으며, Host에서는 정형화된 기본관리 화면과 장표를 출력하고, P.C를 통해서 비정형화된 각종 요구에 신속하게 적용시킬 수 있도록 STRACT(대화형 전략정보 시스템 : Strategic Interactive Information System)를 이용하여(STRACT Manual, 1991)host의 부담을 줄이고 P.C를 최대한 활용할 수 있도록 개발하였다. 각 시스템별 특징에 관해서 살펴보면 다음과 같다.

1. 인사관리 시스템 (Personnel Management System)

근로자 각 개인의 정확한 인사정보 자료 즉 개인 기본자력(직번, 성명, 입사일자, 생년월일 등) 및 신상변동사항(부서이동, 직무변경, 휴직, 복직 등)을 작업환경관리 시스템에 제공하고, 작업환경관리 시스템으로부터 개인별 또는 직무별로 작업환경 및 보호구 지급현황등을 제공받도록 하였다.

2. 건강관리 시스템(Occupational Health Surveillance System)

작업환경관리 시스템과 가장 관련이 깊은 시스템으로 작업환경 Data와 근로자 개인별 건강진단 결과, 작업환경측정 결과에 의한 특수건강진단 대상자 선정 및 이상자에 대한 작업환경 참조 및 개인별 작업환경을 조회하거나 건강진단결과를 조회 할 때 상호 정보를 교환하는 등 제반 업무를 효율적으로 처리하기 위한 interface 기능을 확대 하였다.

3. 환경관리 시스템 (Environment Control System)

포항제철소내 2개소에 설치된 기상관측망과 연결되어 작업환경측정일의 기상 정보를 측정시간 대 별로 작업환경관리 시스템에 제공토록 하였다.

4. 자재관리 시스템(Materials Control System)

작업장에서 각 공정별, 단위작업별로 사용하는 위생보호구 및 각종 화학물질의 재원 수급현황, 수급계획등의 정보를 수신하여 이용할 수 있도록 하였다.

5. 작업환경관리 시스템(Industrial Hygiene Control System)

상기의 4개 시스템에서 연결된 정보와 P.C로 입력된 작업환경측정결과를 data 처리기준에 의하여 화면과 장표로서 원하는 형태로 출력할 수 있도록 menu drive 방식으로 시스템을 구축하였다.

작업환경관리 시스템의 개발을 위해 FACOM 컴퓨터 기종과 COBOL언어를 사용하여 전체 system을 설계하였다.

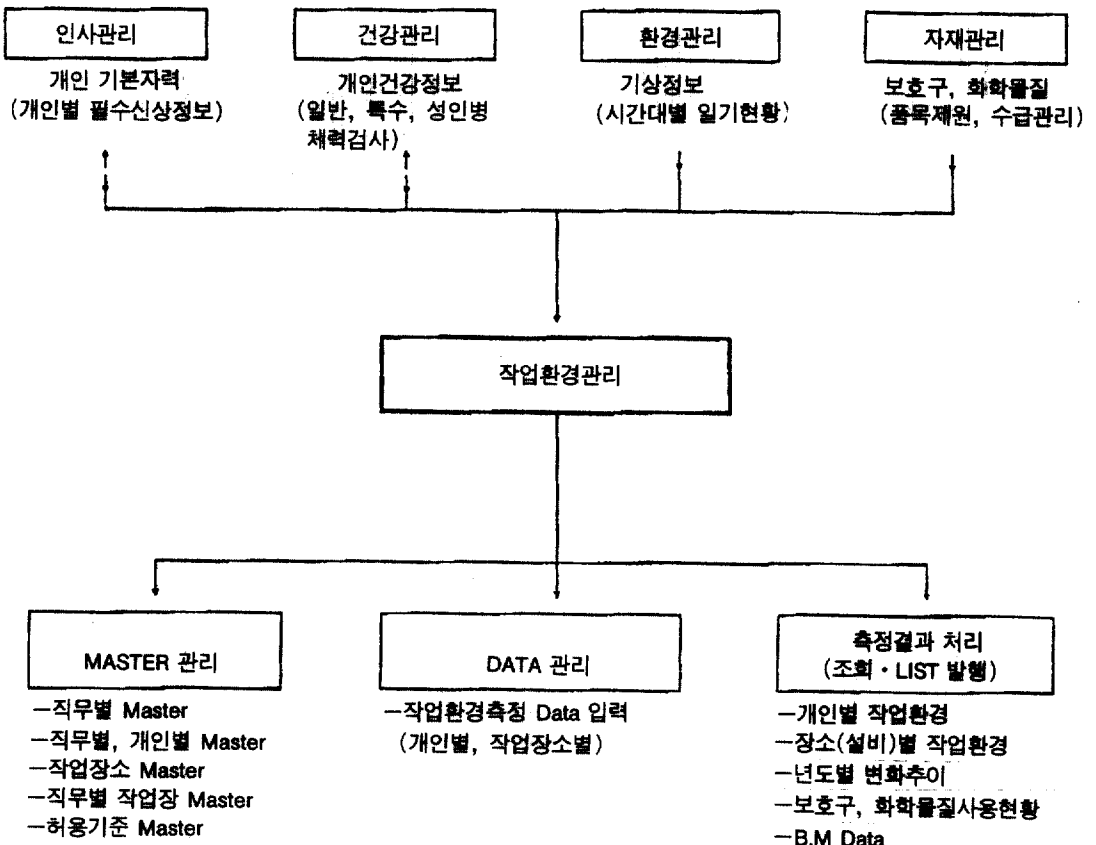


Fig. 1. Components of Industrial Hygiene Control System

III. 연구결과

1. 작업환경관리 시스템 흐름도 해설

인사관리 시스템의 정보를 활용하여 개인별 master를 구축하고, 직무별 master를 이용하여 작업장·직무 Master를 생성시켜 이것을 환경관리 System과 연결시킨다. 다음은 유해물질의 허용농도 master와 평가기준 master를 연결하여 P.C로부터 입력된 data를 처리하여 통계관리와 측정년도, 차수별 이력관리 Data base(이하 D/B)를 생성한다.

또한 자재관리 시스템의 정보를 이용하여 보호구 지급실적과 개인별 지급 이력관리 D/B를 생성

한다. 완성된 작업환경관리 시스템은 Host에서 제공하는 정형화된 정보와 STRACT를 이용한 가변적 정보를 활용하여 필요한 정보를 P.C를 통해 list out한다.

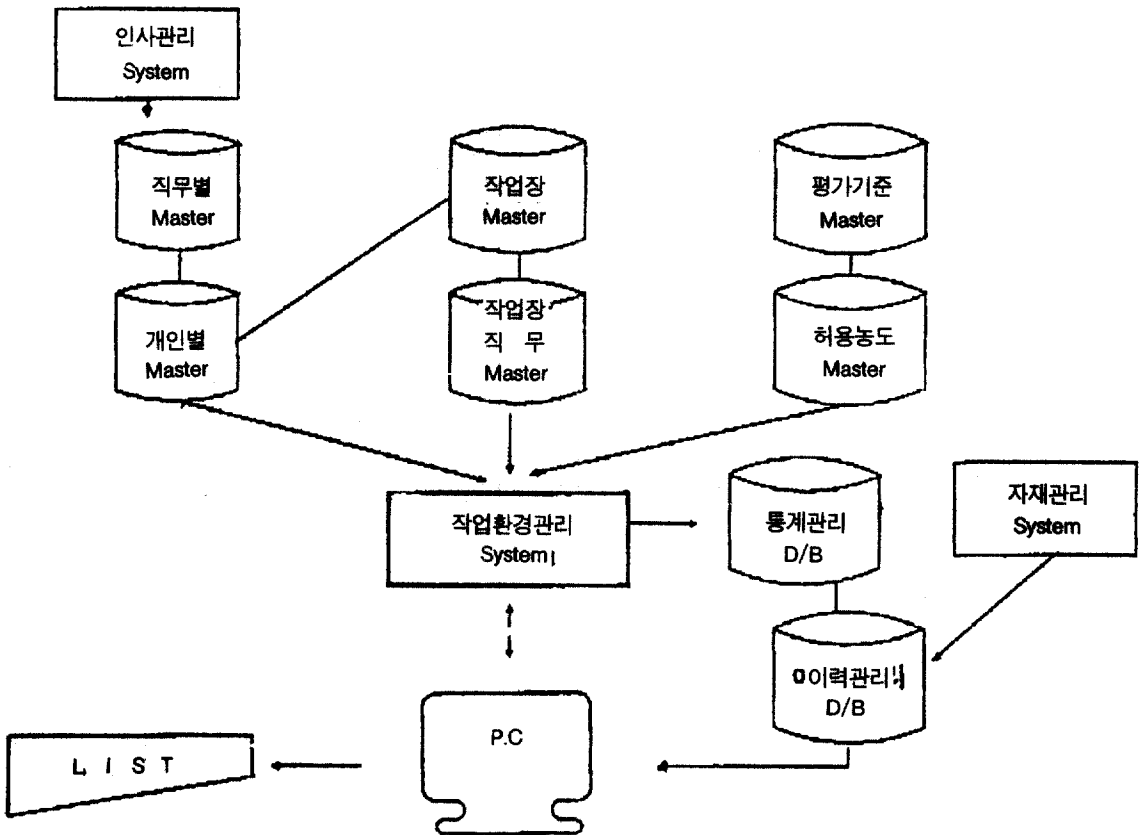
그림 2는 작업환경관리 시스템의 흐름도를 보여주는 것이다.

2. 작업환경관리 시스템 설계

작업환경관리 시스템의 설계를 위해서는 입력항목별 코드체계 및 data의 처리기준에 관한 정의가 필요하며 그 내용별로 세부적으로 살펴보도록 하자.

1) 입력항목별 코드체계 설계

측정장소, 유해물질 종류, 측정기기, 측정방법, 분석방법, 유해물질 발생형태에 따라 구분하



DATA의 입력, 수정, 조회

Fig. 2. Flow of Industrial Hygiene Control system

여 설계하였으며 세부내용을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 측정장소 코드

총 6자리로 구성되며 각 자릿수의 위치에 따라 작업환경측정 대상 작업장소 별 소속부서와 그 작업장에서 근무하는 근로자의 직무가 나타나도록 하였다.

첫째 자리는 부단위, 둘째자리는 과(공장)단위, 셋째자리는 계단위, 넷째자리는 반단위, 다섯째자리는 직무단위로 구성되며 마지막 자리는 일련번호를 부여토록 하였다. 또한 설비 증설, 단위작업장 변경등 변동사유가 발생할 때에는 신규 등록으로 창성되며 수정하거나 삭제된 작업장 코드는 측정 data의 이력관리를 위하여 영구 보존토록 하였다.

(2) 유해물질 코드

총 3자리로 구성되며 유해물질 허용농도 master를 기본으로 일괄 등록하며 신규 유해물질은 새로이 등록하고 그 허용농도가 변경시 수시 수정토록 하였다.

첫째자리 : 유해물질을 대분류한다(소음, 분진, 유기용제, 특정화학물질.....)

둘째자리 : 유해물질을 중분류한다(1중분진, 2중분진, 1종유기용제, 2류특정화학물질.....)

셋째자리 : 유해물질을 소분류한다(중분류 물질에 대한 일련번호)

(3) 측정기기 코드

1자리로 구성되며 각 유해물질별로 측정시 사용한 기기를 입력화면에서 대화식으로 선택하여 입력토록 하였다.

(4) 측정방법 코드

1자리로 구성되며 개인별과 설비별 측정방법을 선택하여 입력하고 측정결과 평가시 반영토록 하며 입력화면에서 대화식으로 입력할 수 있도록 하였다.

(5) 분석방법 코드

1자리로 구성되며 A.A.S, G.C, H.P.L.C, U.V 등의 작업환경분석 방법을 평가기준 Master에서 선택하여 입력하고 측정결과 평가시 반영토록 하였다.

(6) 유해물질 발생형태 코드

1자리로 구성되며 측정결과 입력시 유해물질의 발생형태를 평가기준 코드집에서 선택하여 입력하고 측정결과 이력관리시 참조할 수 있도록 하였다.

2) 출력 Data 처리기준 설계

출력data의 처리기준 설계는 개인별(personal), 설비별(areal), 측정차수별 구분하여 설명하도록 하였다.

(1) 개인별(Personal)평가

6시간 이상 측정된 결과치는 그대로 반영하여 직무(duty) 또는 반단위로 평가하고 평가지수는 작업환경 측정치와 허용농도를 기준으로 평가지수를 자동 산정하며 각 개인별 측정농도는 이력관리 하도록 하였다.

(2) 설비별(Areal) 평가

설비별 측정값들과 각 설비별 작업자 노출시간을 산정하여 8시간 시간가중 평균농도(TLV-TWA) 산정공식에 의하여 계산, 평가하도록 하였다.

작업환경측정 data를 직무 또는 개인과 연계하는 것은 동일 반단위 직무 및 개인에 공통으로 적용하고 반원(班員)중 작업환경측정결과 data의 적용이 곤란한 작업자는 개인별로 수정하여 입력하도록 하였다.

(3) 측정차수 관리

상, 하반기로 분류하여 부서·개인별로 연계하고, 기간중 신규 보임자는 당해 신규보임부서의 측정치와 연계될 수 있도록 하였으며 측정결과 조회 및 장표 발생시 최근 5년간의 data를 처리할 수 있도록 하였다.

3. 화면 및 장표 해설

1) 입력 화면 해설

입·출력은 menu drive 방식으로 화면에서 제공하는 항목을 선택하여 작업하며 입력된 data는 P.C를 통하여 화면에서 출력된다. 입력형태는 master입력과 측정결과 입력이 있다. Master입력은 초기 설정외에는 변동사항을 수정하거나 신규로 발생한 사항을 추가하는 작업이다.

측정결과 입력은 입력사항을 화면에서 제공토록 하고 측정결과와 측정 및 분석방법등을 대화형식으로 입력한다.

(1) 입력화면 해설

(가) 작업환경관리 MENU 화면

그림 3은 작업환경관리 menu화면을 나타낸 것으로 각 선택 NO별 해설은 다음과 같다. NO 01~05와 13은 관련정보를 이용하여 master D/B를 구축하고 형성된 내용을 등록, 조회, 수정, 삭제 또는 list 발행시 선택하며, NO 06은 작업환경측정 data 입력시 선택한다. NO 07~11은 작업환경평가결과 조회, 출력(화면, 장표)을 원할때 선택한다. NO 12는 B.M data 조회 및 출력을 원할 때 선택하며, NO 14~16는 위생보호구 및 화학물질의 지급 및 사용현황 조회시 선택한다.

(나) 작업환경 측정관리 기초화면

그림 3의 번호 06을 선택하게 되면 그림 4와 같은 작업환경측정관리 기초화면이 나타나게 되며 각 항목별 내용을 설명하면 다음과 같다.

맨처음에 나타나는 차수는 측정년도(상, 하반기)로 구성되며 가동시 자동으로 생성되고, 측정방법은 선택하여 입력하며, 측정대상 부서의 인사코드를 입력하며 시스템에서 제공하는 측정반과 직무를 선택하여 번호를 입력한다.

측정자의 직번을 입력하면 성명이 생성되고, 측정일자에서 습도까지는 측정 일시를 입력하면 측정동안의 일기현황이 기상화일로부터 수신되어 출력된다. 작업장 내의 온도도 및 기류는 측정결과에 영향을 줄 수 있으므로 별도로 선택적으로

입력할 수 있도록 하였으며, 일기현황은 코드입력순으로 생성되는데 예를들어 1을 선택하면 맑음이 되고 132를 선택하면 맑은 후 비오고 흐림이 된다.

(다) 유해물질별 입력화면

그림 4의 화면선택 3을 선택 하게 되면 그림 5와 같은 화학물질별 입력화면이 나타나게 되며 주요 항목별 내용을 설명하면 다음과 같다.

작업환경 측정관리 화면(그림 4)에서 입력된 자료와 master에서 제공된 자료에 의해 부서명에서 측정방법까지의 내용이 화면에 나타나며, 측정물질명에서 작업구분까지는 내용을 선택하여 입력한다.

결과 1~3까지는 개인별 3명까지의 측정결과를 입력하고, 설비별 측정시는 측정 횟수별로 결과를 입력한다.

평균에서부터 TWA까지는 평가기준에 의하여 자동 생성되며 분석방법, 발생형태, 취급형태는 코드로 입력한다.

노출시간은 설비에서의 노출시간을 분(Min)단위로 입력하며, 측정시 작업내용은 작업환경측정 결과에 영향을 미치는 특이사항을 기록하여 이력조회시 참고토록 한다.

2) 출력설계 해설

출력은 크게 화면출력과 장표출력으로 구분되는데, 화면출력은 사용빈도가 높은 data를 정형화

<작업환경 MENU 화면>
 DATA : 94/03/09
 TIME : 09 : 18 : 04

선택 NO : _____

NO	업 무 명	NO	업 무 명
01	작업장 MASTER 입력	09	작업환경 현황 분석(부서별)
02	직무별 MASTER 입력	10	작업환경 현황 분석(평가자수)
03	직무별 작업장 MASTER 입력	11	개인별 근무이력 및 작업환경현황
04	직무별 개인별 MASTER 입력	12	Biological Monitoring DATA
05	허용기준 MASTER 입력	13	보호구, 화학물질 MASTER
06	작업환경 측정관리	14	보호구 지급기준 관리
07	작업환경 현황(개인별)	15	보호구 지급현황(개인, 직무)
08	작업환경 현황(작업장별)	16	보호구, 화학물질 지급현황(부서)

<PF-KEY> ENTER : 실행 PF12 : 업무종료 PF05 : 초화면
 MESSAGES : _____

**선택 NO를 입력후 처리하세요! **

Fig. 3. The First menu industrial hygiene control system

<개인별 작업환경 현황>

차 수 : _____ 성 명 : _____ 생 년월 일 : _____
 직 번 : _____ 부 서 명 : _____
 직 무 명 : _____ 임 사 일 자 : _____ 현 보 일 일 자 : _____

유해물질명칭	단위	허용기준			년도 상·하반기			
		TWA	STEL	C	평균	최저	최고	TWA

ENTER : 실행 PF01 : 종료 PF02 : 초화면 PF03 : 이전화면 PF04 : 다음화면
 MESSAGES:

Fig. 6. Personal working environment data

<작업장별 작업환경 현황>

차 수 : _____ 부 서 명 : _____
 부서코드 : _____
 측정반 : _____ 선 택 : _____
 측정장소 : _____ 선 택 : _____
 측정장소(설비)명 : _____

유해물질명칭	단위	허용농도			년도상·하반기			
		TWA	STEL	C	평균	최저	최고	TWA

ENTER : 실행 PF01 : 종료 PF02 : 초화면 PF03 : 다음반 PF04 : 다음설비
 PF08 : 이전요인 PF09 : 다음요인
 MESSAGES:

Fig. 7. Areal working environment data

된 포맷으로 출력하며 장표출력은 P.C에서 STRACT 또는 down load를 이용한 가변적 포맷으로 사용자의 목적에 따라 어떤 형태의 자료라도 출력되도록 하였다.

(1) 화면출력

화면출력으로는 개인별 작업환경현황(그림 6)과 작업장별 작업환경현황(그림 7)등으로 구성되며 세부내용은 다음과 같다.

차수란에 조회하려는 해당년도(상, 하반기)를 구분하여 입력하고 직번란에 해당 근로자의 직번

을 입력시키면 성명~현보임일자까지의 data는 개인별 master에서 제공되어 출력되며, 개인별 결과는 이력관리 D/B에서 유해물질별로 분류되어 출력된다.

(2) 장표출력

STRACT를 이용하여 출력한 각종 출력장표(STRACT manual, 1991)중에서 부서별, 개인별 작업환경측정 결과표(표 1)와년도별 개인별 작업환경측정 결과표(표 2)와 유해물질 종사자 B.M 건강조사표(표 3)를 예로 들었다.

Table 1. Personal working environment data sheet semiannually

부 서 명	반	명 성 명	측정항목	단 위	평균	측 정 결 과		TWA
						최저	최고	
소결공장 소결1계	1소결반	김길동	소음	dB(A)	92	88	95	91
			분진	mg/m ³	4.0	3.1	4.3	3.8
		
	2소결반	홍길동	소음	dB(A)	85	88	82	84
			분진	mg/m ³	2.5	1.5	3.2	2.1
			아연	mg/m ³	0.05	0.01	0.18	0.03
.		

직 번 : 성 명 : 직 무 명 :
 생년월일 : 입사일자 : 현보임일 :
 근무부서 :

Table 2. Annual personal working environment data sheet

구 분	단 위	94상반기	93하반기	93상반기	92하반기	92상반기	.
소 음	dB(A)	84	83	87	86	88	
분 진	mg/m ³	2.0	2.5	2.9	2.6	2.8	
벤 젠	ppm	0.01	0.02	0.04	0.02	0.03	

유해물질 명칭

검색기준 :

부 서 명 :

Table 2 Working environment biological monitoring data sheet

성 명	년 령	입사일자	현 보임일	작업환경 현황 및 건강진단 결과				
				작업환경	마노산	노단백	WBC	RBC
김길동	38	78.10.11	87.04.01	10ppm				

IV. 결 론

본 연구는 1992년 5월에 시작하여 1994년 3월까지 약 22개월간에 걸쳐 산업위생 전문가 및 전산 전문요원 그리고 인사관리 담당부서의 협조로 개발하여 운영하게 되었으며 본 작업환경 관리 시스템은 관련 부서에서 제공된 각종 정보와 자체 생성한 data를 근거로 다음과 같은 다양한 산업위생관리 정보를 사용자에게 제공할 수 있게 되었다.

근로자 각 개인과 작업장별 작업환경 data의 누적관리가 가능해져 근로자 건강관리 및 작업환경 개선에 적극 활용하며, 직업성질병 여부 판정시 기초자료로 활용이 가능하며, 유해환경 요인별 특수검진대상자 선정의 정확성 유지가 가능해졌으며, 위생보호구 적기, 적량지급 및 지급계획과 실적관리업무의 신속 정확한 추진과, 작업환경과 Biological Monitoring data의 종합관리로 직업병 예방효과를 높이고, 특수검진 결과와 작업환경 data의 비교출력으로 정밀한 직업병 감시기능을 갖출 수 있으며, 작업환경 data의 인사시스템 연계로 건강상 적성배치가 용이하고, 유해물질 사용 현황을 수시로 감시할 수 있게 되므로써 신규 화학물질사용과 사용공정을 조기에 발견하여 대책 수립이 가능하게 되었다.

작업환경관리에 필요한 전반적인 내용을 전산화 처리하므로써 업무시간이 단축되어 사무 생산

성을 향상하는데 크게 도움이 되는 등 작업환경 관리수준을 한 단계 더 Level Up 시키는 계기가 되었다.

참 고 문 헌

- 김광종 등 : 산업위생관리, 서울, 신광출판사, 1987
- 서경석 : 산업안전·보건관리수첩, 서울, 노문사, 1992
- 조규상 : 산업보건학, 서울, 노문사, 1984
- 이동우 : 보건통계학방법, 서울, 신광출판사, 1983
- 노동부 : 유해물질 허용농도, 서울, 노동부 고시 제 91-21호, 노동부, 1991
- 노동부 : 작업환경측정 실시규정, 서울, 노동부 고시 제 92-17호, 1992
- 한국산업안전공단 : 화학물질 유해성 편람, 서울, 성문사, 1990
- ACGIH : Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices For 1991-1992
- ACGIH : Air Sampling Instruments for Evaluation of Atmospheric Contaminants. 7th ACGIH, 1989.
- Phillip L.Williams, James L.Burson Industrial Toxicology, New York, Lifetime Learning Publication, 1985.
- NIOSH : NIOSH manual of analytical methods Cincinnati, 1984.
- Nick H.Proctor, Ph.D 등 : Chemical Hazards of the Workplace, U.S.A, J.B Lippincott Company, 1988.
- U.S Department of Health, Education, and Wealfare : The Industrial Environment, U.S.A, U.S Government Print Office, 1979.
- FACOM Company:STRACT Manual, Japan, Fusitsu, 1991
- 성기수의 2 : COBOL연습, 서울, 대연출판사, 1990