

특수강 등 금속재료 제조 사업장의 내마연마공정 작업환경 개선 사례

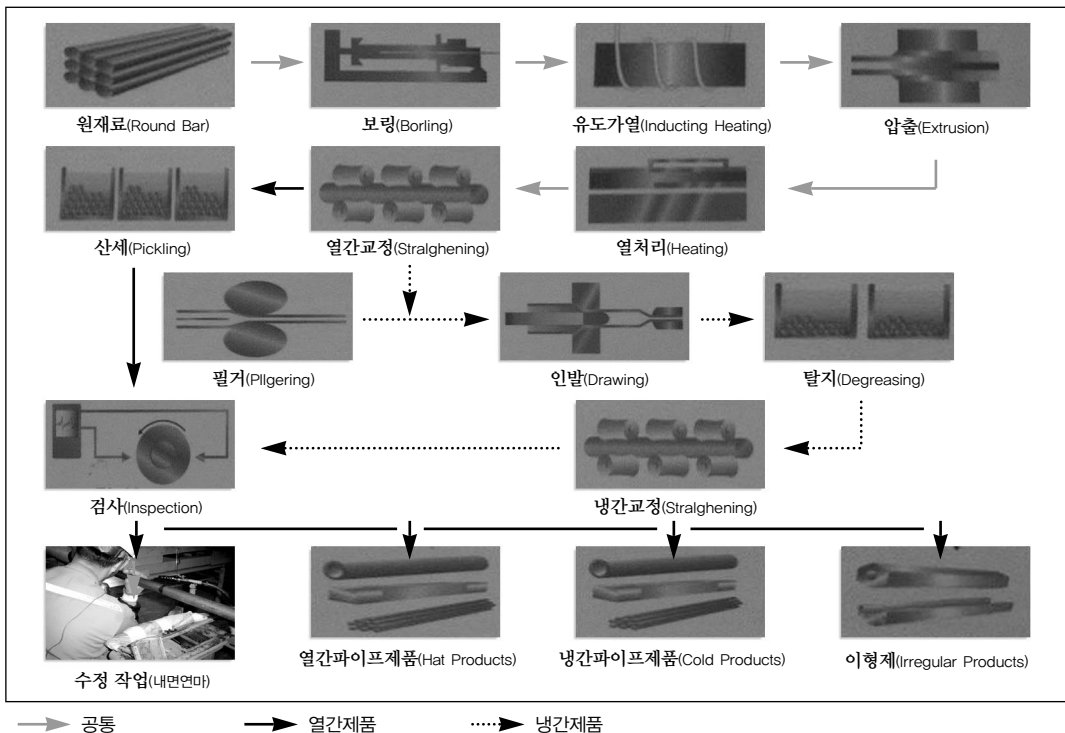
대한산업보건협회 마산산업보건센터 / 조 규 영

1. 사업장 현황

가. 사업장 개요

사업장명	○○특수강(주)	대표자	김○○
소재지	창원시 ○○동 ○○번지	업종	금속재료 제조업
근로자수	1,200명	주생산품	특수강 강봉, 강대

나. 작업공정 흐름도



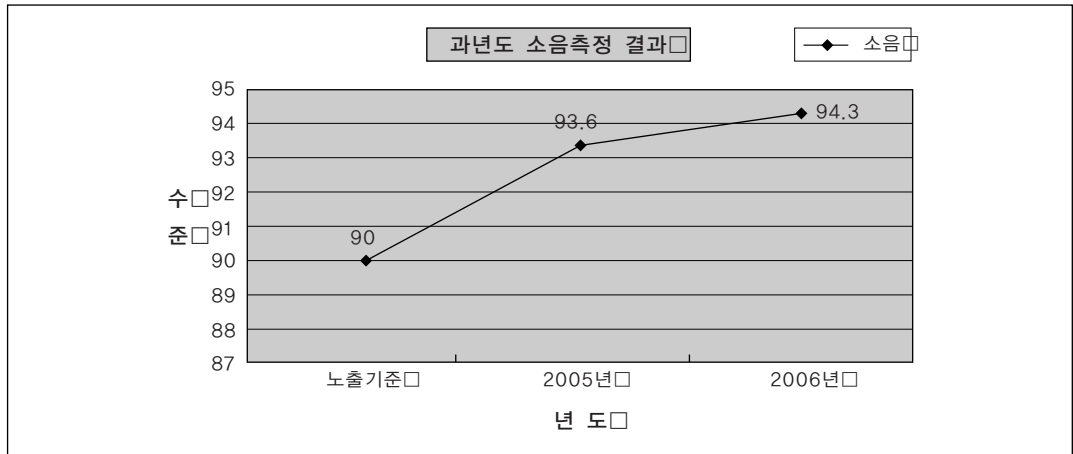
2. 개선을 위한 동기 도출 배경 및 선정동기

가. 과년도 내면연마공정 작업환경측정 결과

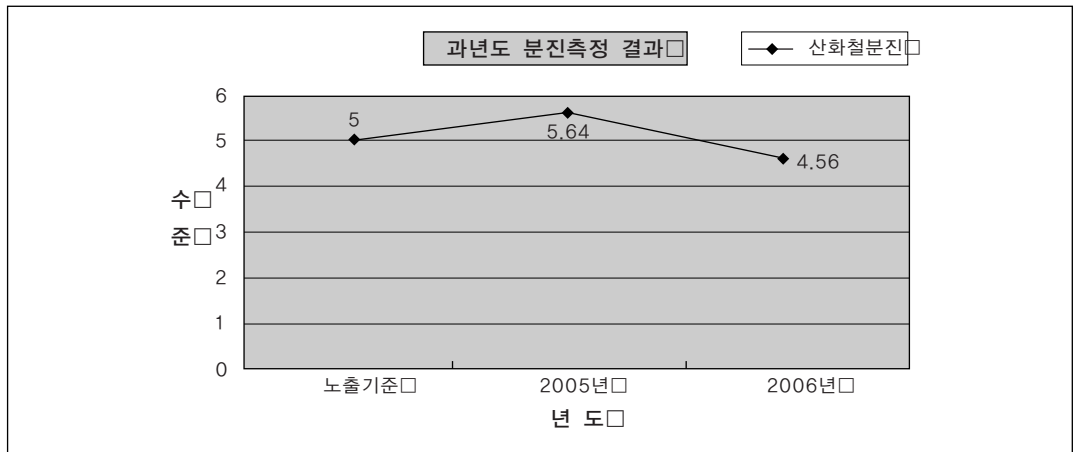
유해인자	년도별	2005년	2006년	노출기준	비고
소음		93.6dB(A)	94.3dB(A)	90dB(A)	
산화철분진		5.64mg/m ³	4.56mg/m ³	5mg/m ³	

※상반기, 하반기 측정치 평균

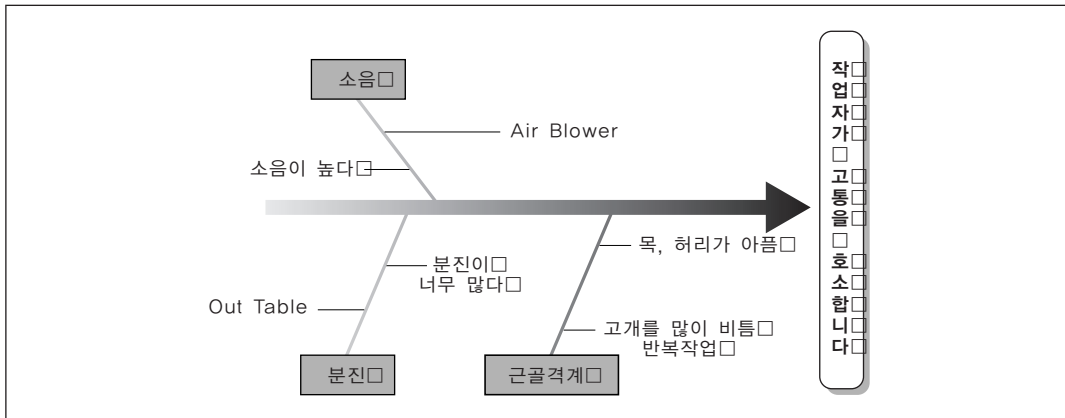
단위: dB(A)



단위: mg/m³



나. 작업자 면담 결과(내면 연마과정)



다. 개선 선정 동기

검사(Inspection)작업 후 파이프 내경에 불량이 발생할 경우, 내면연마기를 이용하여 수정작업(파이프내면연마)을 실시하고 있다. 이 경우, 연마작업 시 발생하는 산화철 분진이 파이프내부에 퇴적되는 것을 방지하기 위해 사용하는 고압의 Air Blower로 인하여 노출기준을 초과하는 소음과 노출기준

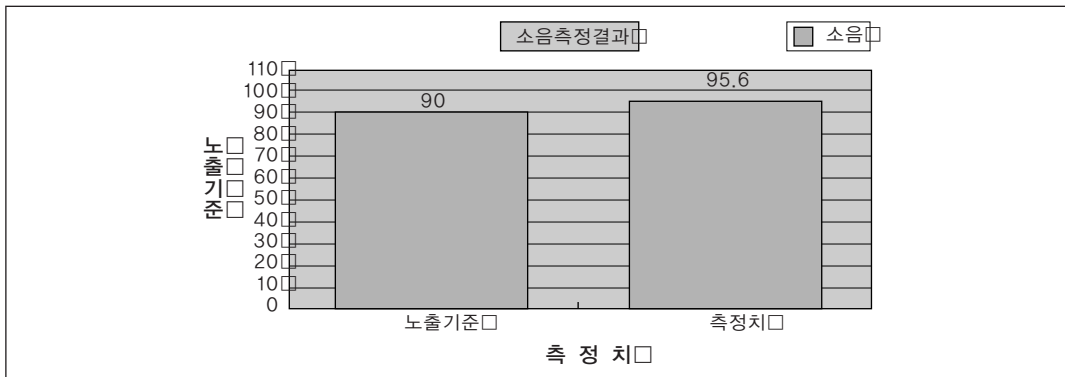
대비 80% 이상의 산화철분진에 노출되고 있는 실정이다. 또한 과도하게 구부리거나 같은 동작을 반복하는 등의 불안정한 작업 자세로 장시간 작업하여 어깨 통증, 요통 등을 호소하는 근골격계질환 증상을 보이고 있어 이의 공정 개선이 시급하기에 개선 목표로 선정하였다.

3. 2007년도 작업환경측정 결과

가. 측정 결과(개인 노출)

1) 소음

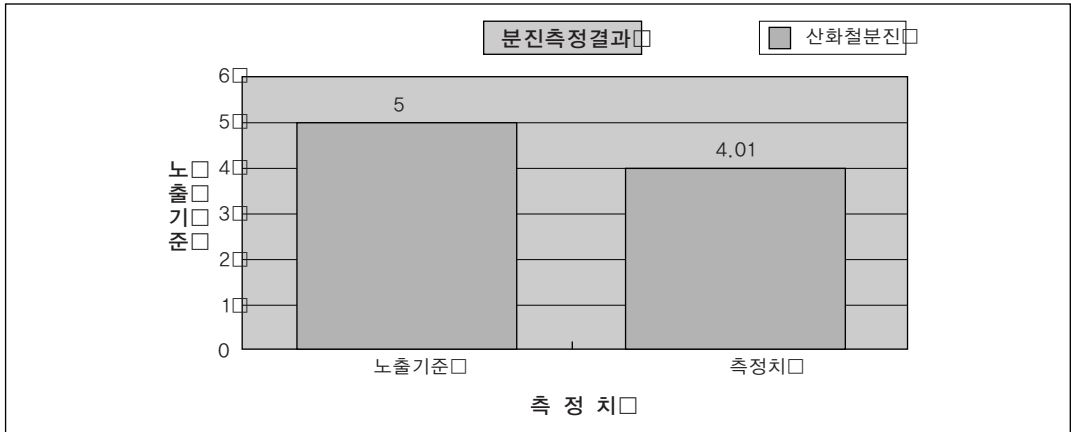
단위: dB(A)



※상반기, 하반기 측정치 평균

2) 산화철분진

단위: mg/m³



※상반기, 하반기 측정치 평균

3) 근골격계질환

▶ RULA 작업부하 수준에 따른 평가

팔, 손목 분석		목, 몸통, 다리의 위치분석	
RULA Componet	RULA Score	RULA Componet	RULA Score
윗팔의 위치	3	목의 위치	2
어깨가 올라갔다	1	목을 옆으로 굽힘	1
윗팔이 몸에서 벌어졌다	0	목을 좌우로 회전	0
팔이나 몸을 기대고 있다	0	몸통의 위치	2
아래팔의 위치	2	몸통을 옆으로 굽힘	1
아래팔에 대한 추가사항	1	몸통의 회전	0
손목의 위치	3	다리의 위치	1
손목이 옆으로 굽혀졌다	1	근육사용정도	1
손목의 회전상태	2	무게에 대한 점검사항	0
자세	1		
무게에 대한 점검사항	2		

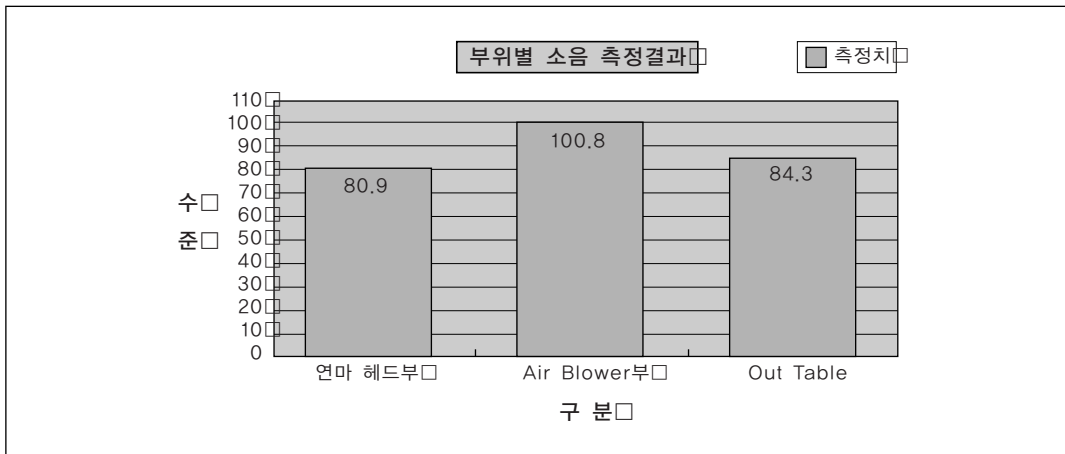
Final Score	작업부하수준 (Action Level)	평 가 내 용
1~2점	1	<ul style="list-style-type: none"> • 작업이 지속적이고 반복적으로 장시간 이루어지지 않는 한 작업자세에 별 문제가 없음 • 적절한 작업
3~4점	2	<ul style="list-style-type: none"> • 작업자세를 바꾸는 게 나음 • 작업자세에 대한 추적관찰 필요
5~6점	3	<ul style="list-style-type: none"> • 작업자세를 가능한 빨리 바꾸는 게 나음 • 작업전환 고려
7점	4	<ul style="list-style-type: none"> • 작업자세를 즉시 바꾸어야 함 • 즉시 작업전환이 필요

평가점수: Final Scores 7점

4. 내면연마기 부분별 측정결과

가. 소음 발생 분포도

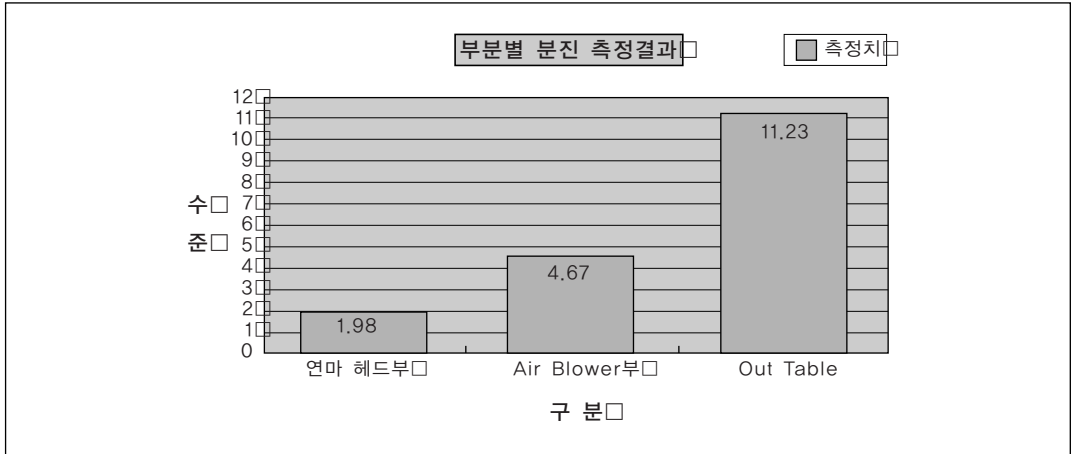
단위: dB(A)



-소음의 경우 개선, 우선 순위를 판단하기 위해 내면 연마기를 연마헤드부, Air Blower부, Out Table 등으로 구분하여 각 부문에서 소음 발생 수준을 측정한 결과, Air Blower부분에서 100.8dB(A)로 측정되어 개선 대상으로 선정

나. 산화철분진 분포도

단위: mg/m³



-산화철분진의 경우는 개선 우선 순위를 판단하기 위해 내면 연마기를 연마헤드부, Air Blower부, Out Table 등으로 구분하여 각 부문에서 산화철분진 발생 수준을 파악(측정)한 결과, Out Table의 파이프 끝부분에서 11.23mg/m³로 측정되어 개선 대상으로 선정

다. 근골격계질환 평가



● RULA 작업부하 평가 ●

- 분석도구 : RULA
- 분석사항 : 과도하게 구부리고 같은 동작 반복 작업
- 분석결과 : ACTION LEVEL 4
- 평가점수 : Final Scores 7점
- 조치사항 : 작업자세를 즉시 바꾸어야 함 또는 작업전환 필요

5. 개선 활동 내용

가. 개선팀 구성(8월)

팀	인원(명)	분담업무
보건관리자	1	개선 방향 설정
기계정비팀	3	설비개선
작업환경측정팀	1	유해인자 측정 및 조언

나. 개선팀 활동

단계	일정	토론내용	결과
1단계	'07. 8. 2	<ul style="list-style-type: none"> • 팀구성 • 현장 답사 	<ul style="list-style-type: none"> • 작업자 면담 <ul style="list-style-type: none"> -소음 높다 -분진이 많다 -목, 허리가 많이 아프다
2단계	'07. 8. 9	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 토론 <ul style="list-style-type: none"> -과년도 작업환경측정결과 노출기준 초과 ▷소음 연속 초과 ▷분진 노출량은 다소 변동되나 노출기준 근접 ▷근골격계 유해요인 조사 미실시 	<ul style="list-style-type: none"> • 파이프내경연마 공정 정밀 측정 <ul style="list-style-type: none"> -소음 부분별 정밀측정 -분진 부분별 정밀측정 -근골격계 부담작업 유해요인 조사 실시
3단계	'07. 8. 16	<ul style="list-style-type: none"> • 2차 토론 <ul style="list-style-type: none"> -유해인자 목표설정 -개선 방향 설정 	<ul style="list-style-type: none"> • 개선 목표 설정 <ul style="list-style-type: none"> -소음 : 노출기준 미만 -분진 : 노출기준 대비 50% 감소 -근골격계 : 근원적 문제 해결 • 개선 방향 <ul style="list-style-type: none"> -개선 목표를 달성하기 위해 설비 자동화로 변경 타진

다. 유해인자별 노출수준 저감 목표 설정

구분	현 상태	저감 목표
소음	95.6dB(A)	90dB(A) 이하
분진	4.01mg/m ³	노출기준 대비 50%이하
근골격계 질환	평가점수 7점	근원적인 문제점 해결

6. 원인분석에 따른 개선안

분류	원인분석	개선안
파이프내면 연마기	<ul style="list-style-type: none"> • 소음 <ul style="list-style-type: none"> -고압의 Air Blower 사용으로 높은 소음 발생 • 분진 <ul style="list-style-type: none"> -분진 발생원에 국소배기장치가 설치되어 있지 않음 • 근골격계 질환 <ul style="list-style-type: none"> -몸 받침대가 없는 의자에 앉아 장시간 작업 -근골격계 예방을 위한 개인 보호구 미지급 	<ul style="list-style-type: none"> • 소음 <ul style="list-style-type: none"> -설비 자동화한 후 Air Blower에 소음기 부착 • 분진 <ul style="list-style-type: none"> -파이프 끝의 분진 토출 부분에 국소배기장치 설치 • 근골격계 질환 <ul style="list-style-type: none"> -설비 자동화로 근골격계 부담 작업을 근원적으로 해소

7. 예산 소요 경비 산출


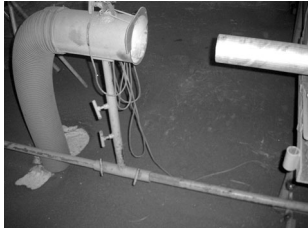
가. 소요 예산

단위: 원

분류		원인분석	개선안
파이프 내경연마	소음	<ul style="list-style-type: none"> • 연마 헤드부 자동화 설비 <ul style="list-style-type: none"> - 헤드 이송 레일 자동화 - 모터 - 체인 	<ul style="list-style-type: none"> - 6,000,000 - 3,500,000 - 500,000
	분진	<ul style="list-style-type: none"> • 파이프 끝부분 국소배기장치 - 이동식 국소배기장치 	- 사용하지 않는 유휴 설비 사용
	근골격계질환	<ul style="list-style-type: none"> • 연마 헤드부 자동화 설비 	
		합계	10,000,000

8. 설비개선 내용

가. 개선 전

	<ul style="list-style-type: none"> • 검사(Inspection) 작업 후 파이프 내경에 불량이 발생할 경우 내면연마기를 이용하여 수정작업(파이프내면연마)을 실시 - 고압 Air Blower를 사용 시 소음 노출기준 초과 - 과도하게 구부리고 작업하거나 같은 동작을 반복 작업함으로써 근골격계 증상 호소 - 국소배기장치를 설치하지 않아 파이프 끝부분으로 산화철분진이 확산되어 분진의 개인 노출량이 노출기준 대비 80%이상 노출
	

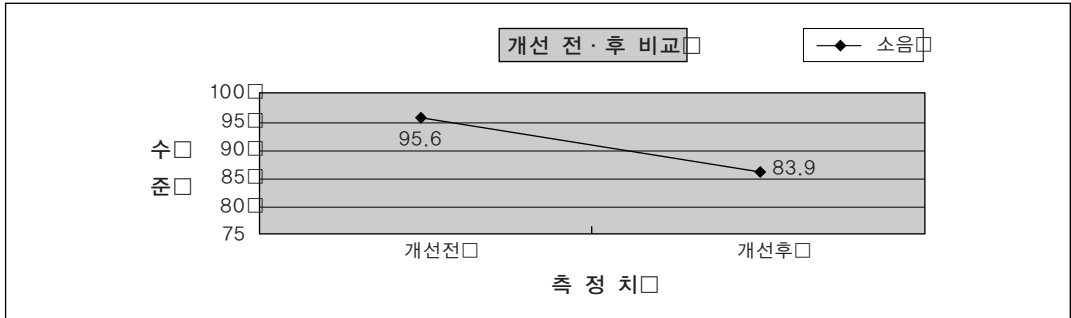
나. 개선 후

	<p>1단계 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> • 내면 연마기 헤드부를 자동화 설비로 개선
	<p>2단계 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> • 내면 연마기 헤드부의 파이프에 나선형 연마석 부착
	<p>3단계 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> • 파이프 입구 측에 기 설치 활용중인 고압의 Air Blower에 저소음형 에어 노즐 부착
	<p>4단계 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> • 파이프 끝부분의 분진 토출 부분에 이동식 국소배기장치 설치
	<p>5단계 최종 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> • 파이프 내면 연마기를 자동화설비로 개선한 후 작업자는 작업이 진행되는 과정만 관찰

9. 개선 전·후 유해인자별 효과 분석

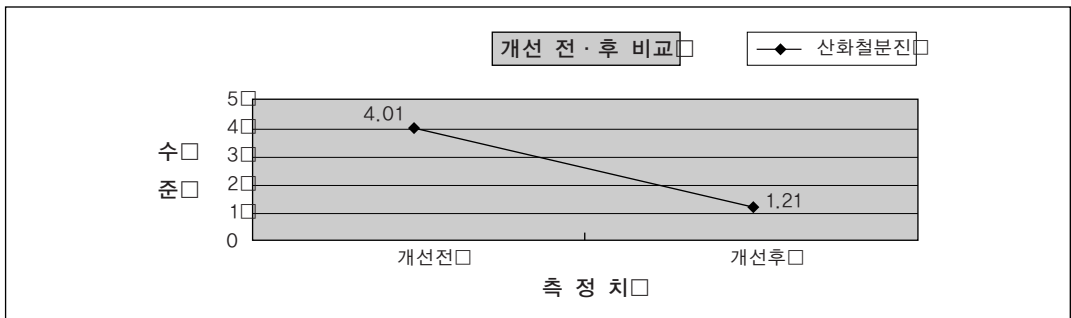
가. 개선 전·후 소음 노출량 비교

단위: dB(A)



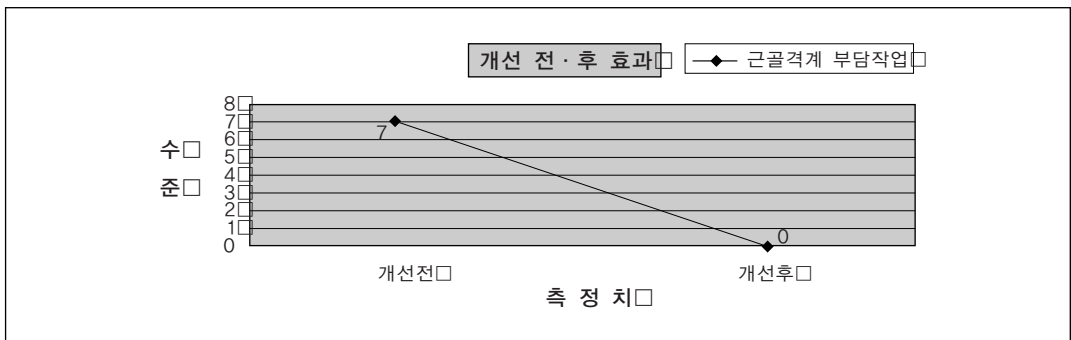
나. 개선 전·후 산화철분진 노출량 비교

단위: mg/m³


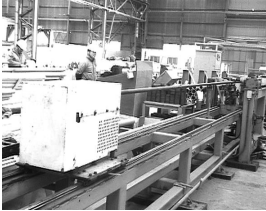


다. 개선 전·후 근골격계 부담작업 효과 비교

단위: RULA Score



10. 개선 전 · 후 비교

개선 전 작업	개선 후 작업
	
<p>-개선 전에는 수작업으로 파이프 내면 연마작업을 실시하여 강렬한 소음과 노출기준 대비 80% 이상의 산화철분진에 노출되었고, 또한 과도하게 구부리며 작업하거나 같은 동작을 반복하는 등의 불안정한 작업자세로 장시간 작업하여 어깨 통증, 요통 등을 호소하는 근골격계 질환의 증상을 보이고 있는 실정이었다.</p>	<p>-파이프 내면 연마기 개선 결과 소음의 경우, 95.6dB(A)에서 83.9dB(A)까지 저감시켰고, 분진의 경우도 4.01mg/m³에서 1.21mg/m³까지 저감하는 효과를 보고 있으며, 특히 근골격계 부담 작업을 근원적으로 해결하는 획기적인 개선효과가 나타난 것으로 보인다.</p> <p>-개선 후에는 파이프 내면 연마설비를 완전 자동화 설비로 개선하여 직업성질환을 예방하는 효과가 클 뿐만 아니라 작업환경측정기관의 신뢰성 향상에도 도움이 될 것으로 기대된다.</p>

11. 개선 전 · 후의 효과분석

유형의 효과	무형의 효과
<ul style="list-style-type: none"> • 파이프 내면연마기 특허 출원 -시가 1억원 정도 추산 	<ul style="list-style-type: none"> • 파이프 내면연마기 자체개발 기술 보유 • 소음성 난청, 근골격계 질환 등의 직업성 질환 예방 • ISO 14001 환경시스템 실천 • 작업환경개선으로 생산 능력 향상