

티타늄 합금 주방용 칼 공정 안전시스템 개발

박노국, 김태성

상지대학교 시스템경영공학과

1. 서론

MY 합자회사에서는 티타늄 주방용 칼을 가공하여 일본에 수출하는 중소기업이다. 티타늄 주방용 칼은 아래 그림과 같은 형상을 가지며, 가공은 연마작업으로 주로 진행된다. 일반적인 철 가공 관련 작업이 그러하듯이 연마기에 소재(티타늄 칼)를 공급하고 연삭 후 가공품을 탈착하는 과정을 수작업으로 진행하다 보니 작업자가 기피하는 경향이 있어 인력수급의 불균형을 초래하고 있다.

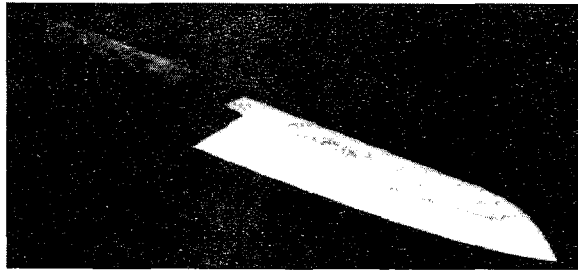


그림 1. 티타늄 주방용 칼

제품 가공 공정을 개선하고, 연마 과정에서 발생하는 작업환경 문제를 해소하여 작업자의 근무기피 요인을 해결하여 인력유입을 촉진할 수 있는 생산시스템의 개발이 필요하다. 이를 통해 가공제품의 안정적 품질유지와 생산성 향상을 기대할 수 있어, 매출 증대에 따른 인력채용 증가를 예상할 수 있다.

본 과제에서는 아래와 같이 제품 가공 공정상 발생할 수 있는 기피요인을 해소하기 위한 블로어 시스템과 작업자 건강보호와 작업환경 개선을 위한 수증기, 철 분진 억제시스템을 개발하고자 한다.

(1) 티타늄 주방용 칼 연삭시 블로어 자동화 시스템

티타늄 주방용 칼 가공은 연마 가공이 주를 이루게 되며, 처킹, 가공, 탈거, 검사 공정을 거친다. 가공저체는 NC가공에 의해 이루어지기 때문에 가공에 의

한 작업자의 기피요인은 없다고 할 것이나, 연마을 위해 소재를 공급하고, 가공된 제품을 수거하는 과정에서 작업자는 '소재를 손으로 집어 들' → 'CND 터릿선반 도어 열' → '소재를 척에 물림' → '도어닫음' → '가공개시 스위치 작동' → '가공 개시' → '다시 도어를 열' → '가공품 탈거' → '가공결과 수거 검사' 로 이어지는 동작을 반복하게 된다. 소재의 크기가 크지는 않아 중량물은 아닐지라도 단순한 동작을 1m 정도의 공간 내에서 수행해야 하므로 단순 반복 작업에 해당한다. 한국산업안전공단의 자료에 의하면 발, 허리, 목, 어깨, 손가락 등을 주로 사용하는 단순반복작업은 각 부위에 영향을 크게 주어 질환을 유발할 수 있는 근골격계 부담작업 중 한 가지로 규정되어 있고 오염된 수증기 및 철 분진은 작업자에게 치명적이다.

이러한 소재를 공급하고 가공 후 탈착하는 과정에서 나타나는 과도한 단순 반복 작업과 오염으로 인해 작업자의 업무 기피현상이 심하게 발생하고 있다. 이 때문에 현장에서 작업할 수 있는 인력을 확보하기 쉽지 않아, 이에 대한 대책으로 작업자의 동작을 최소화 할 수 있도록 오염된 수증기 및 철 분진 강제 배출 블로어 시스템 개발이 시급한 상황이다. 이 경우 완전 자동화 시스템은 초기투자비가 너무 커 중소기업 입장에서는 실현이 불가능한 상황이므로, 적절한 인력활용을 통한 고용증대를 유도할 수 있으며, 투자비가 상대적으로 저렴한 오염된 수증기 및 철 분진 강제 배출 블로어 간이 자동화시스템으로 개발할 필요가 있다.

(2) 오염된 수증기 및 철 분진 비산억제 시스템

정밀도유지 및 냉각을 목적으로 사용되는 물(H₂O)가 사용되고 있는데, 이때 물 분사에 따른 수증기 날리는 현상이 발생한다. 수증기는 곧바로 기계 옆에 있는 작업자에게 영향을 주게 되어 흡입에 의한 건강 저해 우려와 작업장 바닥 및 기계를 오염시키게 된다. 동시에 바닥에 쌓인 물과 철 찌꺼기는 막을 형성하여 작업자가 미끄러지는 등 작업환경 악화와 사고의 원인이 될 수 있다.

따라서 생산 공정과 작업환경 개선에 따른 작업자의 근무기피 요인을 해소하고 제품의 품질 안정성과 생산성 향상에 따른 매출증대와 그에 상응하는 인력수요를 촉진할 수 있도록 오염된 수증기 및 철 분진 비산억제 시스템을 구축할 필요가 있다.

1.1 국내외 관련기술 현황

현재 국내외에서 각종 기계가공업체에서는 거의 유사한 상황에 처해 있다고 할 것이다. 가공에 있어서는 CNC 공작기계를 사용하는 추세로 가고 있기 때문에 과거에 비해 가공 공정 중 발생하는 재해는 줄어들고 있는 것으로 볼 수 있다. 그러나 티타늄 칼 가공 소재를 공급하고 연마하는 과정은 수작업에 의존할 수밖에 없다. 자금력에 여력이 있는 대형업체에서는 자동화 시스템을 구축하여 활용할 수 있겠으나, 대부분의 임가공업체는 규모가 영세하여 설비에 투자할 여력이 거의 없는 것이 현실이다.

오염된 수증기 및 철 분진 비산억제 자동화 시스템은 공장규모나 내용에 따라 다양하므로 각 업체 별 상황에 따라 유효적절하게 설계하여 활용해야 한다.

1.2 개발시 예상되는 파급효과

기계가공을 위한 소재 연마를 위해 사용되는 물(H₂O)는 작업자의 작업 환경과 건강, 안전을 해치는 요인이다. 그러므로, 발생요인을 최소화하고 작업환경 개선에 따른 업무기피요인을 해소함으로써 인력의 생산현장 이탈을 억제하는 효과를 기대할 수 있다.

본 과제가 성공하면, 기존의 노동 집약적이고 단순 반복적인 제조공정의 한계를 극복하고, Clean사업장, 무재해운동과 같은 노동환경개선에 동참할 수 있으며, 각종 인증사업에 능동적으로 대처할 수 있는 효과가 있다.

본 과제에서 개발된 오염된 수증기 및 철 분진 비산억제 자동화시스템 구축관련 기술은 기계 가공 업체 전반에 걸쳐 응용이 가능하므로, 규모가 영세한 소규모 가공업체에 기술이전을 통한 작업장 환경개선은 물론 직무기피요인 해소에 적극 활용할 수 있다.

2. 현장실태 및 개선효과

아래 그림 2는 작업장 사진이다. 작업공간의 폭은 약 1m 이다. 그림 3은 가공에 사용되는 연마 선반이다.

- 작업 현장 전경(그림 2 - 그림 3)

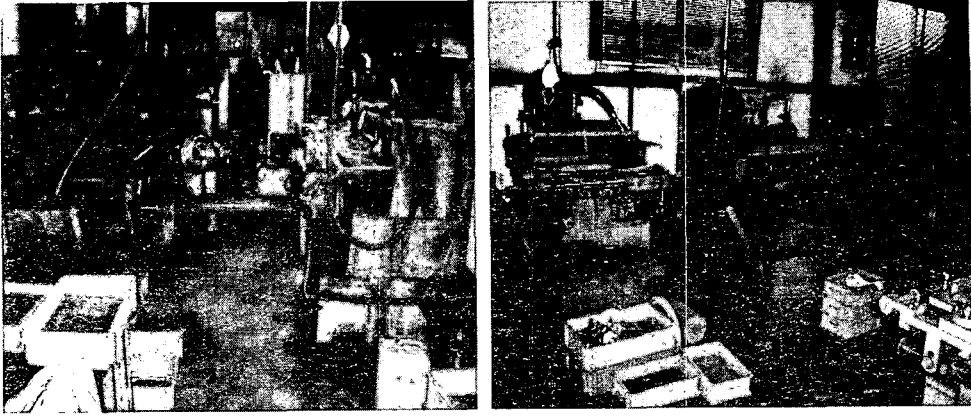


그림 2. 작업 현장 전경

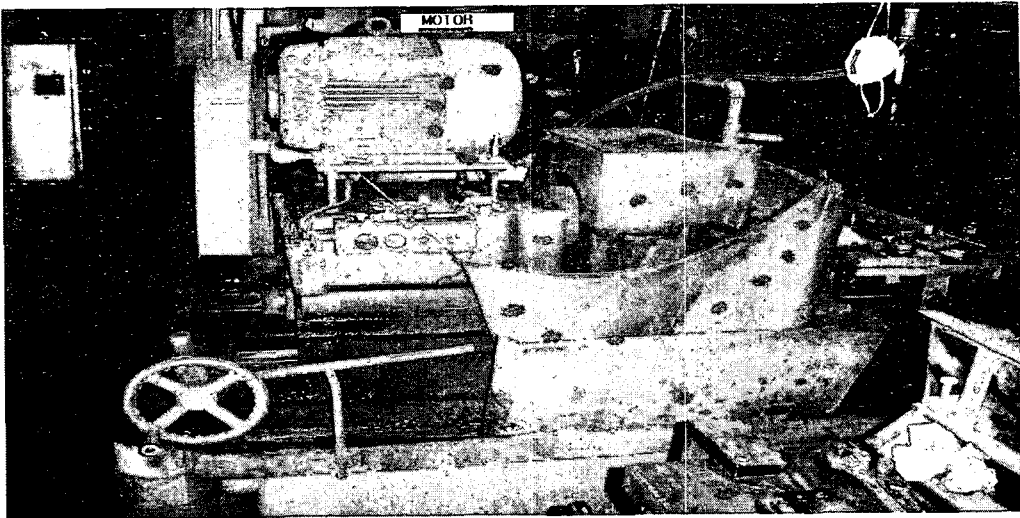
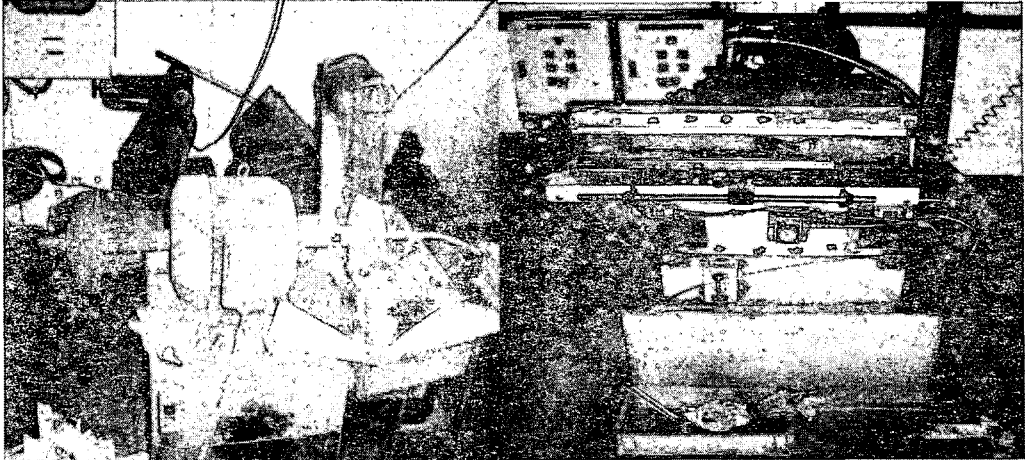


그림 3. 티타늄 칼 연마기 선반

작업자는 여러대의 연마기 사이에 서서 좌우로 돌아가며 작업을 하게 된다. 사진을 통해 작업과정을 몇 가지 간략히 살펴보면 다음과 같다.

- 1차 연마 작업 연마기(그림 4)



물, 철 분진 및 모터

그림 4. 연마기 선반 - 분진 및 모터에 수증기 인가로 인한 잦은 고장

- 덕트 (DUCT) 시스템(SYSTEM)의 덕트 방식(흡입구1,2,3) 부위
- 덕트 (DUCT) 시스템(SYSTEM)의 덕트 방식 구성 도면(방식1, 방식2)

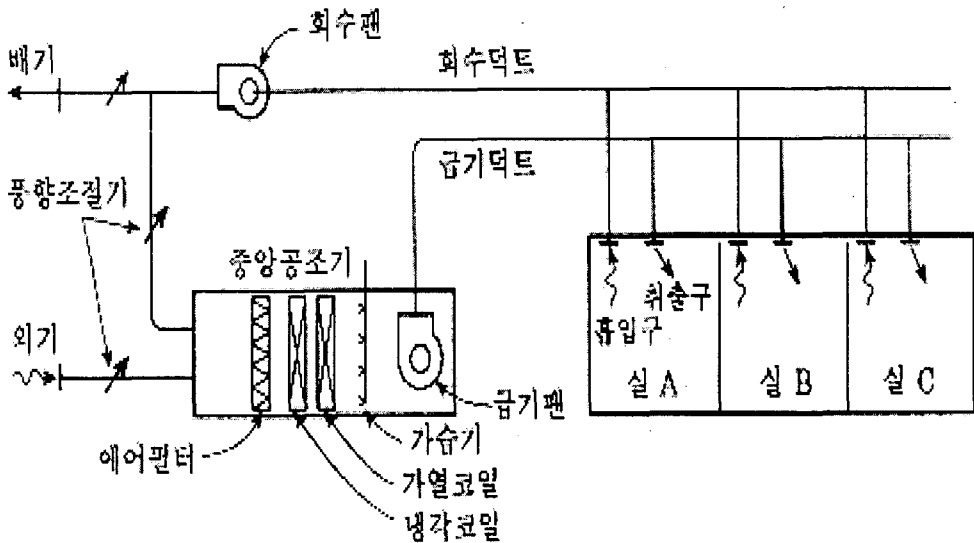


그림 5. 덕트 방식 1 구성 도면

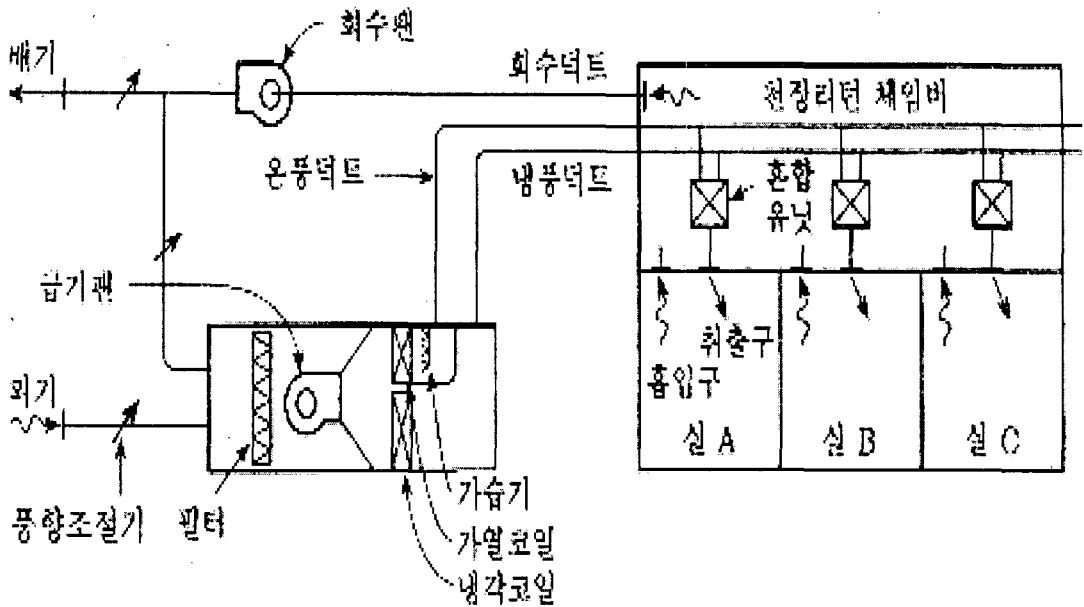


그림 6. 덕트 방식 2 구성 도면

그림 4~10까지 살펴볼 때 가공품을 연마하기 위해 약 30가지 이상의 동작을 취하게 된다. 시간 당 평균 10개를 가공하며, 작업자 1인당 하루당 80개가 기본으로 추가작업까지 포함할 경우 최대 1,10개를 생산한다. 따라서 작업자는 피로감을 느끼며, 무릎과 허리의 통증을 호소하고, 호흡기 등의 불편을 호소하는 경우가 계속 발생하고 있다.

동시에 연마 공정 중에 취해지는 물 공급 시 그림과 같이 물이 비산하고, 이 물 중 일부가 바닥에 흘러내려 작업장 환경을 오염시키는 원인이 되고 있다. 그리고 앞 그림에서와 같은 에어 세척 과정 중 공기압에 의해 발생하는 물 분진은 곧바로 작업자의 피부에 묻게 되어 작업 후 손에서 냄새가 발생하는 원인을 제공하고 있다. 또한 물 분진은 작업자의 호흡기를 통해 인체 내로 흡입될 우려가 있다.

작업 후에는 공작기계 바닥부에 물이 쌓이게 되는데, 작업자는 수시로 이를 제거하기 위해 허리를 숙이게 된다. 아직까지 사고가 발생한 사례는 없었지만 물에 의해 작업장 바닥이 미끄러울 경우 넘어지거나 기계에 부딪히는 경우가

발생할 수 있는 위험이 항상 존재하고 있다고 할 것이다.

이를 종합해 볼 때 현재와 같이 수작업에 의한 소재 연마 작업은 거의 모든 경우의 작업자들의 기피요인이 될 수 있는 것으로 판단된다.

(2) 동종 업계의 기업현황

중대형 부품업체에 연마 가공 납품하는 동종 유사업체의 경우에도 이와 비슷한 상황인 것으로 알려져 있다.

2.1 연구성과 활용계획

(1) 활용분야

본 과제가 선발되어 성공적으로 수행되면, 물을 사용하는 연마 가공을 주로 수행하는 유사업종의 생산라인(자동차 부품, 반도체 부품, 가전부품 등)의 작업환경 개선 및 공정개선을 통한 기피요인해소에 적용할 수 있다.

(2) 활용방안

공장 내 생산라인에 곧바로 적용하여 호흡기 질환 및 주변 기기(예: 전기 모터) 고장 등의 유발 요인을 80%이상 감소할 수 있도록 효율적으로 운영한다. 운영결과에 대한 자료를 분석하여 업종 연합회 회원사를 중심으로 기술 이전 방안을 먼저 강구할 것이다.

2.2 개선효과

(1) 개선 시 예상되는 효과

과제수행을 통해 소재 연마 자동화 시스템과 물(수증기), 철 분진 비산 억제 시스템을 개발하여 적용할 경우 작업자가 공작 기계 근처에서 작업시 기피 요소가 해소되어, 불필요한 동작을 80%이상 감소시킬 수 있으며 거의 직립 상태에서 작업 감시 역할만 담당하게 되어 오염으로 인한 호흡기 질환과 주변 기기 고장을 요인을 상당수 감소시킬 수 있다. 동시에 물 분체에 노출되는 상황도 대부분 해소할 수 있어 작업환경을 크게 좋아질 수 있다. 생산량은 15% 정도 늘어날 수 있어, 그만큼 작업시간을 단축할 수 있게 된다. 이에 따라 작업

자는 정규업무시간 외 추가작업을 해야만 하는 경우를 줄일 수 있어 노동 강도를 낮출 수 있게 된다. 예상되는 효과를 정리하면 다음과 같다.

① 환경개선효과

평가항목	단위	전체항목에서 차지하는 비중 (%)	환경 기준치	개선전	개발 목표치	평가방법
1. 소음	dB	5	90	85	80 이하	누적소음계에 의한 작업자 위치 소음측정
2. 악취		20		가공기 근방에서 직접 흡입	악취원에서 떨어짐	감각
3. 분진		20	5.0	0.33	0.2 이하	여과포집법
4. 노동강도		50		심한 피로	피로해소	작업자 설문조사
5. 산업재해	건	5	0	0	0	

② 경제적 예상효과

구 분	개선전	개선후	절감효과	절감금액(천원)
인력유입효과	12	12	산업인력 이탈억제	-
인건비절감	-	-	신규인력 채용을 위한 부대경비 감소	5,000
1인당 월평균 연장근무 시간	40시간	34시간	작업자 여가시간 확대	5,000
원 가 절 감	20,000	10,000	초과근무시간단축으로 인한 운영비 절감	10,000
환경처리비용	5,000	2,000	바닥청소비 절감	3,000
생산성효과	평균생산능률 70%	평균생산능률 85%	15%	60,000
연간대체효과				83,000

3. 현장개선 내용

3.1 최종목표 및 평가방법

(1) 최종목표(구체적으로 작성)

- 작업자 이탈 최소화
- 제품 정밀도 유지, 불량률 저감
- 오염으로 인한 호흡기 질환과 주변 기기 고장 유발요인이 되는 불필요한 동작 80% 이상 감소
- 작업생산능률 15% point 향상
- 재해발생 건수 0건 유지
- 작업환경 관련 인증 획득

(2) 개발과제의 평가방법 및 평가항목

평가항목 (주요성능 Spec ¹⁾)	단위	전체항목 에서 차지하는 비중 ²⁾ (%)	세계최고 수준, 보유국/보유기업 (/)	연구개발전 당사수준	개발목표치		평가방법 ³⁾
			성능수준	성능수준	1차 년도	2차 년도	
1. 주변기기 고장	회	20		불만점수 연3회	2회 이내		작업자 상담
2. 작업피로도	점수	30		피로호소	70점 이상		상담설문지
3. 오염 물 피폭	시간	20		8시간	2시간 이내		피폭시간
4. 분진흡입노출	시간	20		8시간	2시간 이내		흡입환경 노출시간
5. 소음노출강도	dB	5		85	80이내		작업자 착용 누적소음계
6. 산업재해	건	5		0	0		

3.2 개발내용 및 개발범위

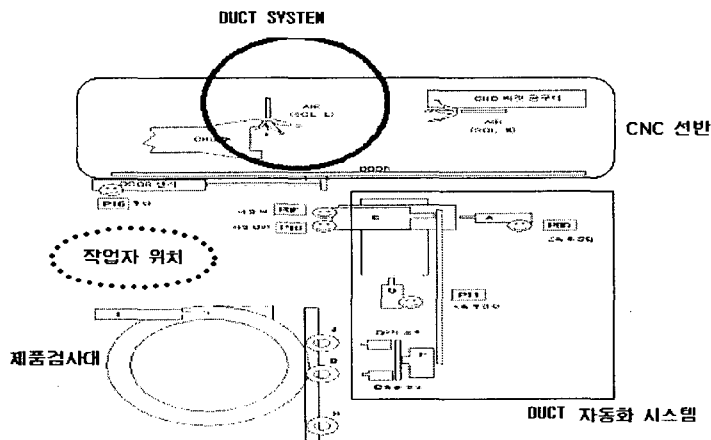
① 개발목표

본 과제에서 목표로 하는 것은 티타늄 주방용 칼 연마시 오염물질 강제 배출 자동화 시스템을 개발하여 적용함으로써 작업자의 단순 반복 작업에 의한 현장기피를 줄일 수 있도록 하는 것이다. 동시에 작업자 건강위해 요인이 되는 물, 철 분진 노출을 방지할 수 있는 비산억제시스템을 개발하여 설치한다.

작업자의 단순 반복 작업은 최소화 하되 기피요인을 줄임과 동시에 적절한 인력활용의 확대는 품질 및 생산성 증대, 산업재해예방이라는 측면에서 필요한 것이다.

② 개발내용 및 개발범위

- 작업장 내 불필요한 이동요인을 제거하기 위한 오염물질 강제 배출 자동화 시스템 설치
- 오염물질 강제 배출 자동화 시스템은 자동화 시스템으로 개발하되, 당사 실정에 적합하도록 자체 제작
- CNC 선반의 수증기 및 분진 자동 배출 장치 제작, 설치
- 물 비산억제 시스템 개발, 설치



DUCT 시스템(DUCT system)