

## 기계 및 중자 제조작업장에서 발생하는 유해인자의 측정

### Measurement of harmful factors occurring in Machinery and Core workshop

안 승 두\*·박 근 호\*

Sung-Doo Ahn · Keun-Ho Park

(1996년 1월 19일 접수, 1996년 9월 20일 채택)

#### ABSTRACT

This study is a survey on the effect of working security and worksite environment connected to the worst case of noise and dust which was generated in the manufacturing workshop of machinery and casting.

The noise intensity of the manufacturing process tends to increase up to the limited strength of 90dB (A) or the higher during the last 4~5 years in 1990~1994.

This result requires a significant improvement of worksite environment of unit workshop.

The concentration of dust in the gouging process tends to increase to a significantly high level compared with other worksite, which also requires a local ventilation method to reduce the dust diffusion.

Organic solvents used most frequently in the manufacturing process machinery were the aromatic hydrocarbons, but were gradually diversified in recent years.

#### 1. 서 론

산업사회가 발전함에 따라 산업재해의 위험은 날로 증가하며 산업사회에 종사하는 근로자들은 생산조직이 복잡화, 기계화, 대규모화됨에 따라 생산과정에서의 근로자 재해발생은 불가피한 현상이 되었다. 그러므로 근로자의 작업과정에서 발생

하는 질병이나 부상 또는 생명의 상실이라는 위험에 항상 직면하고 있다<sup>1,2)</sup>.

특히 쾌적한 작업환경의 형성 및 유지는 작업자의 안전, 보건을 위한 필수조건이나 많은 사업장에서는 작업환경이 유해하여 근로자의 근로조건에 부적당한 경우가 흔히 있다. 유해한 작업환경은 근로자들의 건강을 위협하고, 근로의욕을 감퇴시

\* 창원대학교 공업화학과

키므로 유해한 작업환경이 근로자의 안전, 보건에 미치는 영향은 대단히 커다고 할 수 있다. 또한 작업시간, 작업장도, 작업자세, 작업방향, 작업빈도 등이 인체에 미치는 영향의 정도는 작업환경에 의한 작업조건과도 밀접한 관계가 있다<sup>3)</sup>. 지금까지는 환경적인 불안전 상태의 개선목표를 치사 및 업무상 질병의 예방에 두고 있었다. 그러나 산업안전을 달성하기 위한 목표로는 불충분하다<sup>4,5)</sup>.

기계, 기구제조 밀집공단의 작업환경은 각 작업공정에 따라 유해한 작업환경에 직면하는 경우가 많기 때문에 개선이 요구되는 작업환경과 안전의 확보는 커다란 과제로서 그 중요성이 지적되고 있다<sup>6~9)</sup>.

따라서 본 연구에서는 기계, 기구제조업에서 작업환경을 저해하는 주된 유해요소인 소음, 분진, 유기용제, 분해가스 등이 작업환경과 산업안전에 어떠한 영향을 미치는가를 검토하였다.

## 2. 실험방법

### 2.1 측정기기

본 측정에 사용된 단위작업장의 소음측정 기기는 정밀 소음계(RION사, NA-20, Japan)와 소음조사량 측정기(QUEST사, M-28, U.S.A)이고, 분진측정은 개인시료포집기(SKCS사, 224-PCXR7, U.S.A)와 지역시료포집(SIBATA사, 8014-051, Japan)를 사용하였다. 그리고, 유기용제의 측정에는 gas chromatography(GL-SCIENS사, GC-380, Japan)를 사용하였다. 분해가스의 성질을 알기 위해 사용한 기기로, TG-DTA는 STA 1500, DSC는 ASC 700을 사용하여 분석하였다.

### 2.2 실험방법

대상 사업장에 대한 단위작업장의 소음, 분진, 유기용제의 농도측정은 과거 5년간(1990~1994) 연2회 봄, 가을에 측정하였으며, 중자체작에 사용되는 여러가지 주형재료에 대한 분해가스 등의 실험 방법은 다음과 같다. 소음측정은 작업시간 1시간 후에 정밀소음계(sound level meter)와 소음조사량측정기(noise dosimeter)를 사용하였다. 정밀소음계는 작업자가 작업에 방해받지 않는 귀 옆

에서, 소음조사량 측정기의 본체는 허리에, 마이크로센서는 옷깃에 부착하여 측정하였다. 또한 근로자의 움직임이 심한 곳은 작업공간에서 근로자의 귀 위치와 동일하다고 판단되는 지점에서 측정하고 바람이 심하게 부는 곳은 바람에 의한 기존소음의 방지를 위해 방풍막을 부착하였다. 그리고 분진의 농도는 총분진의 개인폭로농도를 측정하였다. 개인폭로농도는 설정유량의  $\pm 3\%$  이내로 일정하게 유량을 유지하는 자동보정기능을 지닌 개인공기시료 채취기를 이용하였다. 작업시 총분진폭로량을 코를 중심으로 개인시료포집 위치에서 측정하였으며, 이때 사용된 여과지는 직경 37mm, 공극  $0.8\mu\text{m}$ 의 유리섬유 여과기이고, 시료채취 유량은 2L/min이었다. 이때 여과지는 데시케이터에서 24시간 건조시킨 후  $20^\circ\text{C}$ , 상대습도 50%의 항온항습실에서 천칭을 이용하여 사용된 여과지 무게를 5회 이상 칭량하였다. 개인공기시료 채취기의 본체는 허리에, 여과기가 들어 있는 홀대는 작업자의 옷깃에 부착하여 1일 6시간 연속 측정하였다. 작업시작후와 작업종료전 각 1시간은 측정에서 제외시켰다. 그러나 개인공기시료 채취기의 조작으로 중식시간만 자동 정지되는 기능을 추가하였다. 포집된 여과지는 포집전과 마찬가지로 5회 이상 반복 칭량하였다.

또한 유기용제는 활성탄(activated carbon)을 설정유량의  $\pm 3\%$  이내로 일정하게 유지하는 자동유량 보정기가 부착된 저유량포집기(S. K. C사, 224-PCXR7, USA)에 끼워서 본체는 허리에, 활성탄은 코를 중심으로 개인시료포집 위치에 부착하여 측정하였다. 유량은 0.2L/min으로 하고 측정횟수는 오전 4회, 오후 4회로 나누어 1일 8회, 1회 측정시간은 오차를 방지하기 위해 20분을 넘기지 않았다. 포집된 활성탄을 4mL의 유리관에 넣고 여기에 탈착이 용이한 1ml  $\text{CS}_2$ (HPLC grade)를 넣어 활성탄에 있는 유기용제를 탈착시켰다.  $\text{CS}_2$ 를 넣은지 약 30분 후 10 $\mu\text{L}$ 의 micro syringe(HAMILTON사, S-10, U.S.A)로 채취 후 GC를 이용 정성분석하였다. 이때 측정의 조건은 주입기 온도  $225^\circ\text{C}$ , 검지기온도  $250^\circ\text{C}$ , 오븐온도  $70^\circ\text{C}$ , 운반기체( $\text{N}_2$ ) 유량; 0.3L/min, 수소유량; 200L/min, 공기유량; 20L/min, 검지기는 FID(flame ionization detector), 충전관의 길이는 30m로 규조토를 충전하였다. 또한 시료 공기를 통과

시키지 않은 활성탄을 공시료용으로 하여 모든 시료와 동일하게 처리하여 농도계산시 보정용으로 사용하였다.

한편, TG-DTA는 시료 78.2mg을 칭량하여 넣고 시료주입율은 2.0sec/pt, 승온속도 10.0°C/min, 공기분위기 하에서 초기온도 26°C에서 최종온도 1400°C까지 관찰하였다.

DSC의 분석은 시료의 특성에 따라 38.0~84.0mg을 칭량하여 넣고, 시료주입율은 2.0sec/pt, 승온속도 25.0°C/min, 공기분위기 하에서 초기온도 26°C에서 최종온도 500°C로 관찰하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 소음

일일 작업시간을 8시간으로 기준할 경우 청력에 손상을 주는 소음의 범위는 90dB(A) 또는 그 이상으로써<sup>10,13)</sup> 많은 종류의 작업장에서 90dB(A) 이상의 소음 정도를 나타내고 있다. 이러한 소음 수준에 하루 8시간 이상 노출이 계속되면 청력 장애를 초래할 위험이 있으며, 소음의 차단작용에 의해 위험한 상황을 알리는 경고와 다른 신호를 인지하지 못함으로써 산업재해 발생의 원인이 되기도 한다.

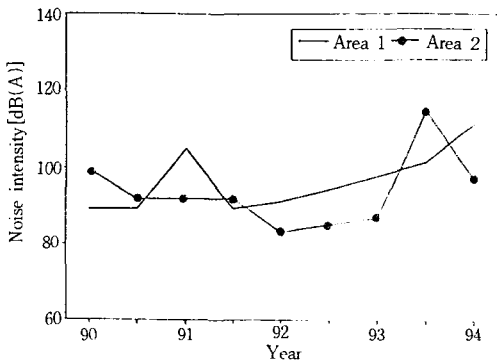


Fig. 1 Noise intensity by measuring at the highest noisy area

본 연구에서는 철구조물 및 주물제조 작업장을 선정하여 각 단위공장에서 발생하는 소음을 '90년~'94년까지 측정하였으며 소음강도가 가장 높은 값을 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에서 보면 소음의 강도변화가 일정하지 않기 때문에 개선대책 수

립에 어려움이 있음을 알 수 있으나 다음과 같은 방안을 강구하여야 할 것으로 사료된다. 소음원의 제거 및 억제에는 기계의 노후, 불안정한 공정 및 마찰 등의 요소들을 제거하는 것인데 소음기의 부착, 진동 부분의 구조 개량과 완충물을 이용한다. 그리고 실내의 흡음은 실내의 내벽에 음향재료를 부착하고, 피해자 측의 차음은 피해자를 차음체에 넣는 것으로 공장 안에 있는 사무실등이 예이다. 한편 개인보호구의 사용은 ear plug와 ear muff의 2종이 있는데 120dB(A) 이상의 소음작업에서는 동시에 사용하는 것이 바람직하다.

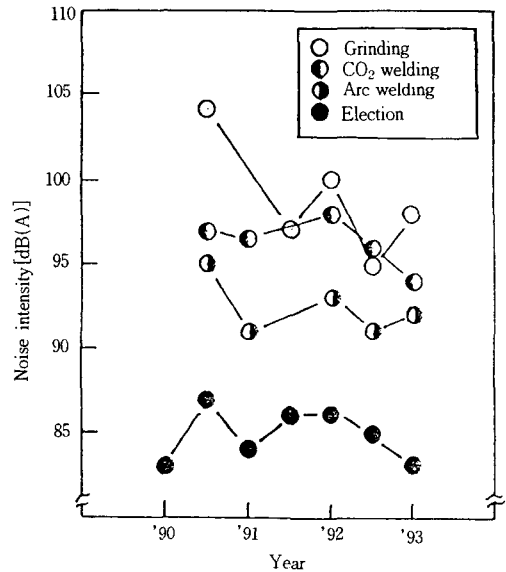


Fig. 2 Noise intensity measured in the steel structure process

Fig. 2는 철구조물 제조공정에서 발생하는 소음을 '90년~'93년도 상반기까지 4년간 측정하여 년도별 소음강도를 역시 작업별로 가장 소음강도가 높은 경우를 골라본 것이다. Fig. 2에서 보면 조립을 제외한 연마, CO<sub>2</sub> 및 아크용접에서 발생하는 소음강도는 허용기준치인 90dB(A) 수준을 초과하는 경향을 나타내고 있다.

Fig. 3는 주물제조공정에서 발생하는 소음을 '90~'93년도 상반기까지 역시 년도별 소음강도를 작업별로 측정하여 가장 소음강도가 높은 경우를 나타낸 것이다.

Fig. 3에서 보는 바와 같이 arcing과 sandtreatment를 제외한 연마, 절단 및 몰당에서 발생하는

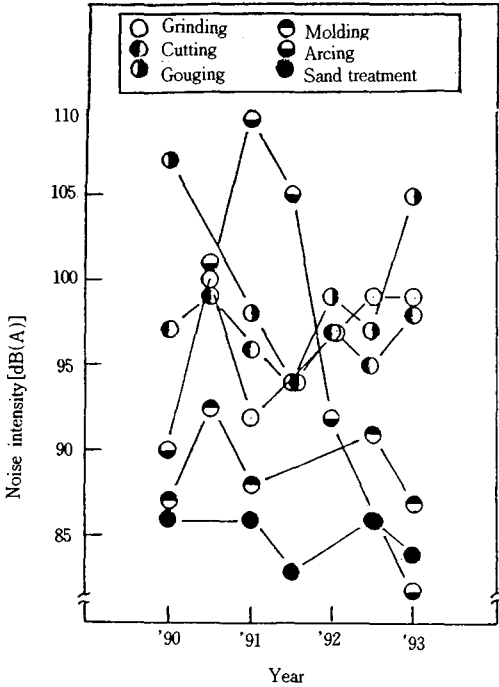


Fig. 3 Noise intensity measured in the casting process

소음강도는 허용기준치인 90dB(A) 수준을 초과하는 경향을 나타내고 있으며, 이는 주물 제조공정이 철구조물 제조공정의 작업환경보다 더 열악한 것을 쉽게 알 수 있다.

따라서 주물 제조공정과 철구조물 제조공정의 작업환경은 모두 80dB(A)을 훨씬 초과하므로 소음을 감소시키기 위한 조치를 취하여야 한다. 이를 위해 소음원 주위에 일종의 방음 설비와 같은 기계실의 설치나 설비를 갖추어야 한다. 기계전체나 특히 기계소음이 크게 나는 부분을 감싸서 차단하거나 기계상태를 정기적으로 점검수리 하여 좋은 상태로 유지시켜 소음을 줄이며 귀 덮개를 사용하여 소음을 감소시킨다. 개인 청력보호구를 사용하는 것보다는 가능한 소음원 주위에 방음장치나 그 유사한 것을 설치하여 차음 및 흡음 등의 대책을 강구하는 것이 훨씬 바람직하다.

### 3.2 분진

분진의 크기는 0.001~1.000 $\mu$ m로 넓게 분포 되어 있다. 이중 인체에 미치는 호흡성 분진은 주로 직경이 수  $\mu$ m로 흡입시에는 진폐증등 많은 직업병을 유발시키므로 작업환경 개선이 중요한 문제로

대두되고 있다<sup>14)</sup>. 기계, 기구제조업의 작업장 내에서 발생하는 분진은 연마, 절단, 금속분진 및 용접 흄의 발생이 주원인이며, 작업의 특수성에 따라 알루미늄 흄, 모래 등도 있다.

대상 사업장의 단위공장을 선정하여 '90년~'94년까지 연도별 분진농도의 경향을 실제근로시간 6시간을 기준으로 하여 단위공장에서 가장 분진농도가 높은 값을 플롯하여 Fig. 4에 나타내었다.

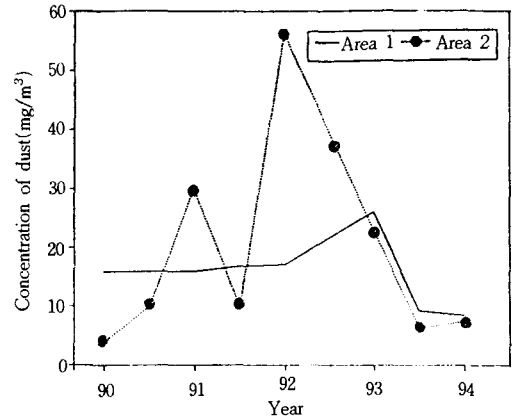


Fig. 4 The concentration of dust by measuring at the same area every six months

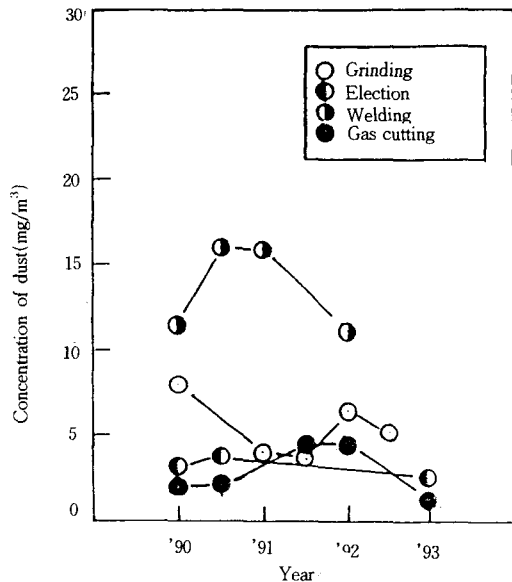


Fig. 5 The concentration of dust measured in the crane manufacturing process

Fig. 4에서 보면 발생하는 분진의 농도는 90년 하반기는 허용농도인 5mg/m<sup>3</sup>을 약간 초과하는 경

향을 나타내었으며, 92년 상반기에는 급격히 증가한 것을 볼 수 있고 area 1에서는 허용농도 보다 최고 11.2배, area 2에서는 3.4배 높게 나타났다.

Fig. 5는 크레인 제조공정에서 발생하는 분진을 '90년~'93년 상반기까지 측정하여 년도별 분진농도 경향을 역시 근로시간 8시간을 기준하여 작업별로 측정하여 분진농도가 최대치인 것을 나타낸 것이다.

Fig. 5에서 보면 발생되는 분진농도는 허용농도인  $5\text{mg}/\text{m}^3$ 을 연마와 용접작업에서는 훨씬 초과하고 있음을 알 수 있으며, 91년도 용접작업에서는 허용농도의 3.2배에 달했으나 이후로 점차 감소하는 경향을 나타내고 있으나 여전히 허용치를 초과하고 있음을 알 수 있다. Fig. 6은 철구조물 제조공정에서 발생하는 분진을 '90년~'93년 상반기까지 측정하여 년도별 분진농도를 역시 작업별로 측정하여 그 최대치를 플롯한 것이다.

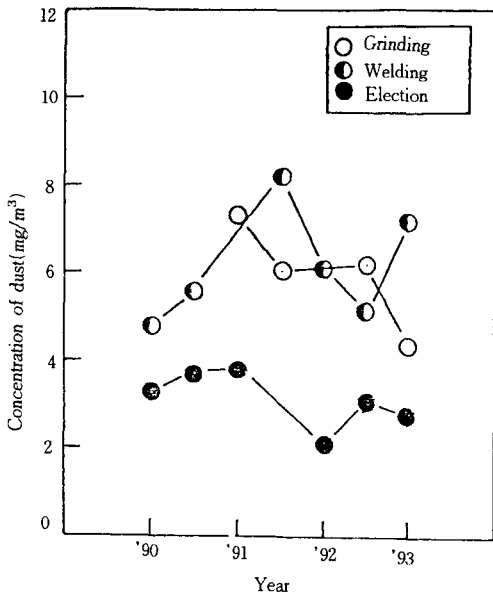


Fig. 6 The concentration of dust measured in the steel structure process

Fig. 6에서 보는 바와 같이 조립을 제외한 연마 및 용접작업에서 발생되는 분진농도는 허용치를 초과하는 경향을 나타내고 있으며 이는 철구조물 제조공정의 작업환경이 상대적으로 열악한 것을 단적으로 나타내고 있다.

대체로 분진은 허용농도를 초과하는 경향을 보

이고 있으므로 분진농도를 허용농도 이하로 감소시키기 위한 다음과 같은 작업환경 개선이 바람직하다. 모래의 이송에 사용되는 콘베이어에 천막을 이용한 분진의 비산을 억제하고, 인력에 의한 작업장 문의 개폐를 자동화 함으로써 전체환기를 용이하도록 한다. 그리고 부스 시설이 된 gouging, 연마작업장에 배기량을 증가시키기 위해 흡입능력을 기준치인  $0.5\sim 1\text{m/s}$  보다 높은  $2\text{m/s}$  이상으로 하여야 하며, 부스 시설이 설치되지 않은 연마, 절단 등은 작업공정을 개선하고, 주기적인 교육과 설비를 점검하여야 할 것으로 사료된다.

### 3.3 유기용제

유기용제의 공정에 따른 유해성은 신너 및 페인트를 사용하는 도장작업이 주류를 이루고 있다. 따라서 이들 유기용제는 주로 톨루엔 및 크실렌 등의 방향족 탄화수소계가 주류를 이루고 있다. 이들 유기용제의 독성을 보면 톨루엔 및 크실렌 등의 유도체들은 자극작용, 마취작용이 강하고 심장 및 신장에 영향을 준다<sup>15,16</sup>. 대상사업장의 경우 도장작업시 이들 유기용제를 사용하므로 동일장소를 선정하여 '90년~'94년까지 유기용제의 농도를 실제근로시간 8시간을 기준으로 동일 작업장소에서 측정하여 가장 농도가 높은 것을 플롯하여 Fig. 7에 나타내었다.

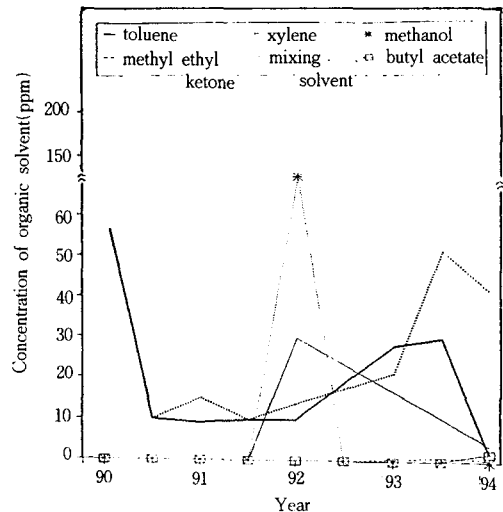


Fig. 7 The concentration of organic solvents by measuring at the same area every six months

측정된 유기용제의 농도는 산업안전보건법 노동부고시 91-21호 규정에 의거 허용농도(toluene; 100ppm, xylene; 100ppm, methanol; 200ppm, methyl ethyl ketone; 200ppm, butyl acetate; 150ppm) 이하를 유지하고 있음을 볼 수 있다. 이와 같은 경향은 국소배기장치 등 제반시설의 적절한 사용과 유기용제의 위험성을 관리자 및 작업자 공히 인식하고 있음을 알 수 있다. 따라서 지속적으로 허용농도 이하의 작업환경을 유지하기 위해서는 다음과 같은 개선 방안이 바람직하다. 도장부스가 설치되어 있거나 국소 배기장치가 없는 시설에 국소배기장치를 설치하여야 하며, 구조물 내부에서의 도장작업은 산소 부족에 의한 중독의 위험이 있으므로 이동식 환기장치를 사용하는 것이 바람직하다. 그리고 작업조건에 따라 노출농도가 높아질 수 있으므로 작업위치선정을 지도하고 교육시켜야 하며, 교육을 통한 보호구의 착용과 적절한 작업시간으로 노출시간을 줄여야 할 것으로 사료된다.

### 3.4 분해 가스

#### 3.4.1 점결제

주형 제작시 사용되는 주형재료로는 모래와 이를 결합시켜 주는 점결제등을 섞어 성형성을 좋게 하며 이 실험에서는 무기 점결제 및 고정밀도가 요구되는 유류 점결제와 페놀수지<sup>17)</sup>, 요수수지 등의 열경화성이 있는 합성수지를 액체나 분말상으로 원료사와 섞어 사용하는 수지류 점결제를 중심으로 온도 변화에 따른 반응을 살펴보았다. 수지류 점결제를 혼합한 모래의 TG-DTA 분석결과 400~500℃간의 피크가 두드러지며 473℃가 최대가 됨을 알 수 있었고 수지류 점결제를 혼합한 모래는 600℃ 이하의 온도에서 분해가 되었고 800℃ 이상에서는 반응이 일어나지 않음을 알 수 있었다. 따라서 주물주입 직후 바로 분해되어 가스로 방출되므로 주입공정에서 분해가스의 발생량이 많음을 추정할 수 있다.

#### 3.4.2 생형

생형사는 주형표면, 이면, 주입구 등에 사용되는 것으로 그 구성요소는 Table 1에 표시하였다. G1은 α-starch의 분해가스가 방출되는 것으로 추정되어진다. 이 분해가스의 생성을 알아보기

위하여 표면사, 이면사 및 특수사의 DSC 분석결과 300~400℃에서 피크가 가장 높게 나타남을 볼 수 있었으며, G1의 열 흐름이 -222.21mcal/sec mg임에 비해 G2의 열흐름은 -73.31mcal/sec mg을 나타내고 있으므로 표면사를 사용한 G1의 경우 열흐름이 -149.90mcal/sec mg이 크며, 이것은 α-starch가 온도의 상승에 따라 분해되어 방출하는 것으로 추정되어 진다. 또한 GS1과 GS2의 DSC 곡선이 220~450℃에서 피크가 가장 높게 나타남을 볼 수 있었다. 이것은 GS1의 열흐름이 -165.01mcal/sec mg임에 비해 GS2의 열흐름이 -101.8mcal/sec mg을 나타내고 있으므로, 특수사 I을 사용한 GS1의 경우 열흐름이 -63.21mcal/sec mg이 크며, 이것 역시 α-starch의 영향으로 사료된다.

Table 1 The component of green sands

Classification	sand name	Australia sand	zircon sand	regenerative sand	total (wt%)	bentonite (wt%)	α-starch (wt%)
G1	surface sand			100	100	0.2	0.9
G2	background sand			100	100	1.0	
GS1	special sand I	30		70	100		1.2
GS2	special sand II	30	70		100		0.7

#### 3.4.3 Alpha 중자

Alpha 중자는 쇳물을 주입할 경우 모래와 쇳물이 응고되는 것을 방지하는 부분에 사용되는 것으로 그 구성요소는 Table 2에 표시하였다. alpha 중자는 페놀수지, 경화제, 목분의 분해가스가 방출되는 것으로 추정이 되어진다. 이 분해가스의 생성을 알아보기 위하여 alpha 중자의 DSC 분석결과 250~450℃에서 피크가 높게 나타남을 볼 수 있었다. 이것은 R1의 열흐름이 -338.54mcal/sec mg, R2의 열흐름이 -111.6mcal/sec mg, R3의 열흐름이 -254.54mcal/sec mg을 나타내고 있으므로 재생사를 이용한 열흐름이 지르콘사를 이용한 열흐름보다 -142.94mcal/sec mg이 큰데 이것은 재생사에 있는 불순물과 수지의 영향으로 사료된다.

#### 3.4.4 Shell 중자

Shell 중자는 주입컵의 제작시 사용되는 것으로 그 구성요소는 Table 3에 표시하였다. shell 중자

Table 2 The component of alpha cores

Classification	sand name	zircon sand	regenerative sand	total (wt%)	phenolic resin (wt%)	hardener (wt%)	remarks (wt%)
R1	general sand		100	100	1.65	20/resin	
R2	special sand III	100		100	1.0	20/resin	
R3	special sand IV		100	100	2.0	20/resin	wood meal : 1.0 steel sand : 2.0

중 일반사의 DSC 분석결과 250°C부터 발열반응이 진행되는 것으로 추정되는데 S1의 열흐름이 -72.27mcal/sec mg이고, S11의 열흐름은 -1.25mcal/sec mg이므로 S1의 열흐름이 -71.02mcal/sec mg 크다. 한편 S2의 열흐름은 -53.31mcal/sec mg이고 S12의 열흐름은 -26.39mcal/sec mg을 나타내어 S2의 열흐름이 -26.92mcal/sec mg 크게 나타났으며, S3의 열흐름은 -5.81mcal/sec mg이고 S13의 열흐름이 3.60mcal/sec mg을 나타내어 S3의 열흐름이 -2.21mcal/sec mg 크게 나타났다. 이것은 페놀수지, 경화제, Ca의 온도가 상승함에 따라 분해되어 방출되는 것으로 사료된다.

Table 3 The component of shell cores

Classification	sand name	Australia sand (wt%)	phenolic resin (wt%)	hardener (wt%)	Ca (wt%)
S1	general sand	100	3.1	15/resin	0.1
S11	general sand	100			
S2	general sand	100	2.4	15/resin	0.05
S12	general sand	100			
S3	special sand	100	2.6	15/resin	0.05
S13	special sand	100			

3.4.5 Oil 중자

Oil 중자는 neck core용으로 사용되는 것으로 그 구성요소는 호주사 100wt%를 기준으로 벤토나이트 1.5wt%, 아마인유 1.5wt%, 텍스트린 1.5wt%로 되어 있으며, 아마인유의 증발과 텍스트린의 분해가스가 방출되는 것으로 추정된다. 이 분해가스의 생성을 알아보기 위하여 oil 중자의 DSC분석

결과 온도가 증가하여도 계속해서 흡열되고 있음을 볼 수 있으며 열흐름이 75.75mcal/sec mg으로 200~230°C, 360°C 정도에서 흡열 피크가 나타남을 볼 수 있다. 이것은 아마인유 등, 즉 linolic acid (b. p 229~230°C)와 oleic acid(b.p 360°C)의 불포화 지방산이 증발되어 지는 것으로 사료된다.

4. 결 론

기계 및 중자 제조공정에서 '90년~'94년까지 5년간에 동일 장소에서 가장 많이 발생하는 소음, 분진, 유기용제 및 배합모래의 분해 등에 대한 작업환경 및 안전에 대한 영향을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 소음은 5년간의 추이를 보면 일정한 경향성을 나타내지 않고 있고 전 공정에서 최고치가 90dB(A)에 접근 또는 그 이상이 되므로 단위 작업 공정에 대한 개선이 필요하다.
- 2) 분진의 발생농도는 gouging 작업시 타 작업에 비해 월등히 높기 때문에 국소 배기 장치를 이용한 확산억제의 대책이 필요하다.
- 3) 유기 용제는 방향족 탄화수소계가 주류를 이루었으나 최근에는 사용하는 유기용제가 점차로 다양화되고 있다.
- 4) 주물사에 대한 분해가스의 발생은 쇳물 주입 직후에 가스의 발생량이 가장 많음을 추정할 수 있다.

참 고 문 헌

- 1) 이근희, 안전관리총람, 성원안전연구소, p. 45, 1993.
- 2) 김두환, 안전관리실무론, 중앙경제사, p. 83, 1987.
- 3) 산업안전기술원, 산업안전 기술편람, p. 92, 1990.
- 4) 박필수, 산업안전관리, 중앙경제사, p. 208, 1986.
- 5) L.A. Miller and J.C Thomas Jr., Int. J. Man-Machine Studies, Vol. 5, p. 509, 1977.
- 6) 박근호, 안승두, 민병철, 창원대학교 환경문제연구소 논문집, Vol. 1, p. 151, 1992.
- 7) 산업안전보건연구원, 산업인간공학, 문원사, pp. 43~44, 1990.

- 8) 산업안전보건연구원, 소음방지법, 문원사, p. 24, 1990.
  - 9) 한국산업안전공단, 산업재해 예방기술에 관한 연구보고서, 1989.
  - 10) Se Dong Kim, A survey on working process and the status nosiy working environments in metal products manufacturing industries in Changwon industrial comples, Inje University, Master Sc, 1991.
  - 11) 대한산업보건협회, 산업보건세미나, p. 35, 1990.
  - 12) 한국산업안전공단, 산업안전보건과 작업조건들, pp. 42~50, 1991.
  - 13) 노동부, 유해물질의 허용농도, 노동부 고시 제91~21호.
  - 14) Chan Ho Kim, Comparison environmental and personal exposure concernment of dust, Inje University, Master Sc, 1992.
  - 15) 한국산업안전학회, 특정화학물질작업안전, p. 15, 1988.
  - 16) 국립노동과학연구소, 복합유기용제의 작업 환경 공기중 농도와 건강 장애에 관한 조사연구, 연보-29호(84-9호), 1984.
  - 17) R. T. Conley, J. Appl. Polymer, Sci. Vol. 9, p. 117, 1965.
-