

최종
연구보고서

667.75
L2937
C-2

정제 옷칠의 생산기술개발

Development of Refining Technique for Raw lacquer

전국대학교

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “정제옷칠의 생산기술 개발에 관한 연구”
과제의 최종 보고서로 제출합니다.

1998. 12. .

주관연구기관명 : 건국대학교

총괄연구책임자 : 송 홍 근

연 구 원 : 서 문 호

연 구 원 : 한 영 호

협동연구기관명 : 한남대학교

협동연구책임자 : 강 철 신

여 백

요 약 서

옷칠은 동양에서는 예전부터 생활용구의 장식이나 보존을 위한 도료로서 널리 이용하여 왔으며, 특히 한국과 중국, 일본에서는 독특한 칠기 문화를 형성시킨 우량한 천연도료로 오늘날까지 널리 이용되고 있다. 그러나 우리 나라 전통적인 옷칠 정제 기술은 전수가 되지 않아서 옷칠의 정제 기술은 단절되었었다. 현재에 와서는 단절된 기술을 복원하고 그 위에 새로운 기술을 발전시키는 것이 우리의 칠기문화를 계승 발전시키는데 중요하다.

생칠은 옷나무에서 채취한 천연 원료이기 때문에 생산지, 채취시기, 채취자의 숙련도에 따라 그 물리적·화학적 성질이 달라진다. 옷칠의 정제 기술에서 가장 중요한 것은 이런 다양한 물성을 갖는 천연물(생칠)을 원료로 하여 균등한 질의 제품을 생산하는 것이다. 생칠의 다양성을 극복하기 위해서는 생칠의 원료특성을 파악하고 그에 따른 정제 방법을 사용해야 한다. 또한 그 정제를 위해서는 그 방법에 알맞는 기계가 필요하다.

또한 생칠이나 옷칠을 도료로 사용하기 위해서는 생산과정이나 생산 후 생칠이나 옷칠에 들어가 있는 여러 불순물을 제거해야 되고 또 이 용도에 알맞는 여과기가 필요하다.

그래서 본 연구는

- 1) 생산지별·생산시기별 생칠의 특성파악 및 정제기술 확립,
- 2) 생칠의 산지에 관계없이 조성분비에 따라 균질한 품질의 옷칠을 생산할 수 있는 기술,
- 3) 교반, 온도조절, 종료 시점 등을 자동으로 조절할 수 있는 자동화 정제기 제작,

- 4) 점도가 높은 옷칠을 효과적으로 여과 할 수 있는 여과기 개발.
- 5) 규격화된 옷칠의 양산체계 개발 등과 같은 목적을 달성하기 위하여 수행하였다.

연구는 크게 네 분야로 나뉘 진행되었는데 그 분야는 다음과 같다.

1. 생칠의 정제기술 확립분야
2. 옷칠 여과기 개발 분야
3. 자동화 정제기 제어 시스템 구축 분야.
4. 자동화 정제기 설계 분야.

이들의 시험 방법 및 결과는 다음과 같다.

1.정제 특성 및 옷칠도막의 물성 시험 분야

시험에 사용한 생칠은 국내 원주산 생칠, 중국 섬서성산 생칠, 귀주성산 생칠, 안휘성산 생칠이었다.

정제특성 실험은 실험실용 정제기에 의하여 수행하였으며 이 정제기에 의해서 생산된 옷칠은 도막의 건조시간, 인장강도, 도막의 균일성등과 같은 물리적 성질을 시험하였다. 도막은 자동도포기(Film applicator)로 두께 11.43 μ m로 피복한 후 건조장(RH 70~90% , 25~30 $^{\circ}$ C)에서 건조하여 만들었다.

만들어진 도막은 크기 0.5cm \times 10cm로 전단한 후 만능재료시험기를 이용하여 인장강도를 시험하였다. 도막의 균일성은 주사전자현미경과 공초점 현미경에 의하여 2차원 및 3차원 화상을 얻어 판정하였다.

이들에 대한 연구결과는 다음과 같다.

- 가. 채취시기에 따른 정제조건 변이는 없었으나 생산된 옷칠의 점도는 시기에 따라 크게 변함을 알 수 있었다.

나. 흑칠제조 시 철분의 굵기에 따라 혼합시기를 다르게 함으로서 이 흑칠의 점도를 조절할 수 있다.

다. 산지별에 따라서는 정제시간의 길이, 점도, 인장강도 등이 크게 달라짐을 알 수 있다.

라. 생철의 조성분배함에 따라서 정제시간의 단축 및 옷칠의 물리적 성질이 달라짐을 알 수 있었다.

추출된 다당류를 소량 첨가하였을 때, 정제시간은 첨가하지 않았을 때 보다 약 1/3정도 단축되는 경향을 보였고 건조시간도 1/3~1/2정도 짧아지는 경향을 보였다. 우루시올을 첨가하였을 때는 투명성이 향상되는 경향을 보였으나 뚜렷하지 않았다. 다만 알맞은 양을 첨가하였을 때 인장강도가 크게 향상되는 경향을 보였다. 우루시올과 다당류를 첨가하였을 때는 건조시간의 단축 및 인장강도의 향상이 뚜렷하게 나타남을 알 수 있었다

마. 제작된 자동화 정제기의 재연성 시험은 아주 우수하게 나타났다.

2. 옷칠여과기 분야

미적인 관점에서, 옷칠 표면의 매끄러움은 그것의 품질에 가장 중요한 요인이다. 왜냐하면 그것은 각각의 입자들의 크기, 옷칠의 두께를 더욱 작게 유지하는 것이기 때문이다. 이러한 목적을 달성하기 위해 두 가지의 옷 여과 기구를 고안하였고, 최종 점도의 측정에 기초하여 만들었다.

정제의 어려움은 여과지의 재료의 결정이다, 그러나 폭넓은 연구를 통하여서, 효과적인 여과시스템을 - 직물로 짜여진 여과 시스템 - 고안하였다.

첫 번째 모형은 조밀하고 얇게 짜여진 평평한 여과지에 의한 공기압 옷칠 여과시스템이다.

이 시스템으로 미리 여과된 옷칠은 요구되어진 각각 입자의 크기보다 훨씬 작아 여과가 쉽게 된다. 따라서 이것은 개인적인 또는 작고 정밀한 여과를 위해서 적당한 시스템이다.

두 번째 모형은 생칠정제 공장과 같은 좀더 많은 양의 생칠이나 옷칠을 여과하는 것을 목적으로 한 공정이다. 이 시스템은 원심력을 사용하고, 여과지들은 실린더의 원주위의 스테인레스 스크린에 구멍이 난 곳 위에 있다. 이 여과 시스템에서도 복합적인 여과시스템을 사용했다. 그 여과직물은 생칠이나 옷칠의 품질에 또는 점성, 요구된 입자의 크기에 따라서 다양하게 조절할 수 있다.

3.자동화 정제기 제어 시스템 구축 분야

가. 연구개발의 목적 및 중요성

옷칠의 정제 기술에서 가장 중요한 것은 다양한 물성을 갖는 천연물(생칠)을 원료로 하여 균등한 질의 제품을 생산하는 것이다.

종래의 수동식 정제기를 사용하여 정제할 경우, 생칠의 온도, 가열시간, 생칠의 수분함량 등을 육안으로, 또는 경험적으로 대충 판단하여 정제하였기 때문에 균등한 생칠을 정제하기 어려운 단점이 있었다.

따라서 이러한 단점을 보완하기 위하여 본 협동연구에서는 보다 정교하게, 그리고 일정하게 생칠을 정제할 수 있는 자동화 정제기를 조

절할 수 있는 조절 시스템을 설계하였다. 그러므로, 본 협동연구에서 개발된 자동화 정제기의 제어시스템을 사용할 경우 기존의 수동식 정제기에서는 경험에 의존하여 어렵짐작으로 하였던 생칠의 일정온도 유지, 교반 횟수의 조절, 생칠의 가열시간, 정제 종료시점을 위한 수분 함량판단 등의 모든 정제기의 작동을 모두 자동화하여 균등한 양질의 정제를 실현시킬 수 있다.

나. 연구개발의 내용 및 범위

생칠의 정제기술 연구에서 확립된 결과를 바탕으로 온도조절, 정제 무게 측정에 의한 정제 완료 조절 기능 및 교반 속도 조절 기능 등에 대한 제어 시스템 설계 및 개발

자동화 정제기 제작

생칠 정제 시 요구되는 기능들인 온도 조절, 교반속도 조절, 생칠 속의 수분 함량 측정 등의 기능들이 자동으로 수행되는 자동화 정제기 제작

4. 자동화 정제기 제작 및 설계 분야

가. 정제기 기본 사양 결정 요인

정제기 설계 시 고려되어야 할 교반속도 조절기능, 미세틈새 조절 기능, 가열방식 등에 대하여 고려하였다.

나. 정제기 기본 사양

정제용량, 정제기 속의 생칠 높이, 교반속도 조절 범위, 정제시 가

열 온도, 교반날개 높낮이 조절기, 용기 높낮이 조절기 등에 대하여 상세히 고려하여 설계하였다.

다. 정제기 부품 용량 계산

정제기의 전체 외형 치수, 정제 용기 치수, 교반모터 용량 등을 역학적으로 계산하였다.

SUMMARY

Refined lacquer has been widely used as paint for furnitures, wooden life materials and weapons since the dawn of history in Asia. Especially, East asian countries, Korea, China and Japan have been developed unique and remarkable culture of lacquer which is excellent natural lacquer in East asia.

Unfortunately refining technique of raw lacquer has been no longer hand down in Korea.

Since raw lacquer are natural materials which are collected from lacquer tree, their physical and chemical properties are varied by the producing place (country), the producing season and skill of collector.

The most difficult thing for refining the raw lacquer is to make homogeneous lacquer by overcoming diversity of the raw lacquer.

To overcome diversity of raw lacquers is to know these specific quality of raw lacquer and to use unique refining technique for each raw lacquer.

This kind of refining method also needs special machine for the purpose. To use the raw lacquers and refined lacquers as paint, several kinds of impurity in lacquer must be filtered out. Because the raw lacquer and refined lacquer has high viscosity it is necessary to use a special filter equipment.

In this study, we focused several aims to achieve our purpose as follows.

- 1) To find specific quality of raw lacquer depended on the collecting place (country) and collecting season.
- 2) To study refining techniques for various kinds of raw lacquers.
- 3) To establish refining techniques which may produce homogeneous refining lacquer by combining amount of components in raw lacquers.
- 4) To make refining machine which can control the speed of agitating, temperature of lacquer during the refining, and finishing time of refining.
- 5) To make filtering equipment to fit for high viscosity lacquers.
- 6) To set a method which can produce refining lacquer as pilot scale.

The study fields are divided into four parts to attain our purpose.

The experiments and results of each part are as follows.

1. Refining techniques of raw lacquers.

The drying time of refining lacquers, tensile strengths of dried films and uniformity of films are measured. The refined lacquers are prepared by experimental refining scaled equipment except the refined lacquer which was produced by automatic refining machine.

Films of lacquers were applied on glasses by film applicator with 11,43 μ m thickness. The drying condition of films was set 70~90% of relative humidity and 25~30°C of temperature.

The samples of tensile strength test were made with $0.5 \times 10\text{cm}$ and tested by universal strength test machine.

The dried films were pictured by scanning electron microscopy and confocal microscopy, and these pictures were used to define the uniformity of them.

The results are as follows.

- 1) The condition of refining method were not different among three different kind of raw lacquers which were different their collecting time. But the viscosity of them were quite different.
- 2) When black refined lacquer is made with iron powder the adding time of iron powder is critical to control the viscosity of it.
- 3) The period of refining, viscosity and tensile strength of refined lacquer were quite different depend on the place of collecting of raw lacquer.
- 4) When percentage of the component in raw lacquer was changed by adding each component, that are urushiol, polysaccharide and glycoprotein, the physical properties of refined lacquer were changed and the period of refining also were changed.

When polysaccharide component which was extracted from raw lacquer was added in raw lacquer the period of refining was shortened about $1/3$ times and this refined lacquer film was dried faster than the film of without adding

polysaccharide component about 1/3~1/2 times.

When urushiol which are extracted from raw lacquer was added in raw lacquer the transparency of dried film was better than the transparency of dried film without adding urushiol and the tensile strength of dried film was significantly improved.

When urushiol and polysaccharide both were added in raw lacquer, the drying time of refined lacquer was shortened and the tensile strength of them also were improved.

- 5) The reproductiveness of automatic refining machine was excellent.

2. Designing of Prototype Filtration System.

For the aesthetic point of view, surface smoothness of the painted lacquer is the most important affecting factor for its quality. Therefore, it is essential to control particle size under control and keep them smaller than the layer thickness of the lacquer paint. For this purpose, two prototype lacquer filtration equipments were designed and made based upon the measured viscosity results. The key difficulties has been decision of the filter media. However, through an extensive search a very efficient filter system has been designed with woven filter systems.

The first prototype model is a pneumatic pressure lacquer filter system with compact combination filter disk package. with this system preliminarily filtered lacquer can be easily filtered to allow

much smaller particle the required particle size. However, this model has relatively small filtering area and can contain low pressure system. Thus it is an appropriate system for personal or small fine filter process.

The second prototype model is aimed to operate rather large filter operation as a lacquer factory. This system uses centrifugal force as filter pressure source, and filters are located on the perforated stainless screen at the circumference of the cylinder. For this filter system, we also used composite woven filter systems. The filter combination can be varied upon the lacquer quality, or viscosity, desired particle size. Both of our prototype system worked successfully on the tests.

3. Development of Automatic Refining Control Program and Controller

In the conventional refining system, the decision of temperature of the raw lacquer, heating time duration control, measure of raw lacquer's water potential has been based on the intuition of the human(user of the system). Consequently, there has been a difficulty to make a uniform quality of refining.

In this research project, to overcome the problems of the conventional refining system, an automatic refining system is designed. In the automatic refining system designed in the research, the temperature of the raw lacquer and moisture content of raw lacquer are measured and reported to the controller

automatically by using a temperature sensor and an weight measuring sensor. Based upon the information from the sensors, the controller decides and maintains the heating time duration, speed of agitation, and terminates the refining processes. Therefore, the uniform quality of refining is realized by the automatic refining control system.

1) Scope of the Research

- Design of a control program for the temperature sensing, weight sensing, and motor velocity control. The program also can calculate the change of moisture content in the raw lacquer to decide an appropriate time to terminate the refining processes.

- Development of an automatic refining control system in which temperature of the raw lacquer, moisture content of raw lacquer are measured and the heating time duration, speed of agitation, and termination of the refining processes are controlled automatically .

2) Research Results and Comments

- The research results of this project can be utilized in other control systems.

4. Development of a Automatic Refining Machine for Raw Lacquer

A automatic refining machine for the raw lacquer with the processing capacity of 10 or 20-liter was developed. To refine effectively at the optimal condition it has been equipped with the controllers for the agitating speed, heating temperature, and gap control between the blade and container. Factors essential to the design of a refining machine such as the refining capacity, lacquer height, agitating speed, heating temperature, gap height, and container lifting were carefully considered and specific data such as motor capacity and container dimensions were determined through mechanical analysis and calculation.

Content

Chapter 1. Introduction

1. What is refined lacquer?
 2. Components of raw lacquer.
 3. The mechanism of drying of refined lacquer film.
 4. Why the dried refined film has good durable property.
 5. Why raw lacquer is necessary to refined ?
 6. Excellency of refined lacquer.
 7. Future use of refined lacquer.
1. The purposes of this research and scope

Chapter 2. To establish the refining technique of raw lacquer.

1. Introduction
2. Experiment
 1. Sample
 2. experimental method.
 - a. Analysis of physical properties of raw lacquers
 - b. The refining technique of raw lacquers which are depended on their producing places and the

producing seasons.

- c. The refining technique for black lacquer.
- d. Hand controlled refined machine.
- e. The refining techniques of raw lacquer which was combined their component.
- f. The tensile strength and uniformity of dried refined lacquer film.
- g. Reproductiveness test of automatic refined machine.

3. result and discussion

- 1. The refining condition of raw lacquer.
- 2. The refining condition of black lacquer.
- 3. Hand controlled refining machine.
- 4. The combination korean raw lacquer and china raw lacquer
- 5. Combination of each component of raw lacquer.
- 6. Reproductiveness test of automatic refining machine

Chapter 4. Development of Automatic Refining Control Program and Controller

1. Introduction

2. Design of circuits and boards for the automatic refining system

1. External view of the designed boards
2. Circuit Diagram
3. Input/Output Circuits
4. Temperature Input Circuit
5. Weight Input Circuit

3. Functions of the automatic Refining System

1. Functions of the automatic Refining System
2. Preparations for Power ON
3. Input Sequences

4. Automatic Refining Control Program

1. Flow Diagram of Temperature Control
2. Flow Diagram of Weight Control

5. Conclusion

Appendix 1. Description of the Controller

Appendix 2. Automatic Refining Control
Program List

Chapter 5. Development of a Automatic Refining Machine for raw lacquer

1. Determination of the basic specifications

1. Essential factors

2. Specifications of the refining machine

1. Processing capacity

2. Depth of raw lacquer

3. Control range of the agitating speed

4. Maximum heating temperature

5. Gap control between the blade and container

6. Height control of the container

7. Heating method

8. Agitating blade

9. Agitating motor shaft

3. Specifications of the components

1. Overall configuration

2. Refining container

- a. Inner vessel

- b. Outer vessel

- c. Vessel assembly

3. Capacity of the agitating motor

목 차

제 1 장 서론	24
1. 옷칠이란 무엇인가	24
2. 생칠 구성 성분	29
3. 옷칠도막의 형성 기작	31
4. 왜 옷칠도막의 내구성이 우수한가?	32
5. 생칠을 정제하는 이유는 무엇인가	35
6. 옷칠의 우수성	36
7. 옷칠의 미래	37
제 1 절 연구개발의 목적과 범위	38
제 2 장 생칠의 정제 기술 확립 분야	42
제 1 절 서설	42
제 2 절 재료 및 방법	43
1. 공시 재료	43
2. 시험 방법	44

가. 생철의 물리적 특성분석	44
나. 산지별.채취시기별 정제 특성	45
다. 흑철의 제조특성	47
라. 수동식 정제기의 제작특성	48
마. 조성분 배합에 따른 정제특성	49
바. 생산된 옷철의 인장강도 및 도막의 균일성	51
사. 자동화 정제기의 정제실연시험	52
제 3 절 결과 및 고찰	53
1.원주산생철과 중국산 생철의 정제조건	54
2.원주산 생철을 이용한 흑철의 정제 조건	56
3.수동식 정제기	57
4.중국산 생철과 원주산 생철의 혼합시 정 제조건	57
5.생철의 조성분 배합에 따른 정제기술	58
6.자동화 정제기 정제실연시험	62

제 3 장 옷칠 여과기 개발 분야	97
제 1 절 서설	97
제 2 절 이론적 배경	98
제 3 절 옷칠점도의 온도 및 전달 속도 의존성	99
제 4 절 옷칠통 여과소재의 선정	102
제 5 절 옷칠 여과기의 설계 및 제작	104
1.97년도의 여과장치 연구	104
2.98년도의 여과장치 연구	106
제 6 절 옷칠 시제품 여과기의 시험	110
제 4 장 자동화 정제기 제어 시스템 구축 분야	113
제 1 절 서설	113
제 2 절 자동화 정제기 회로 및 보드의 설계	114
1.제작된 보드의 외형도	115
2.주요 회로도	125

3.입출력 회로도	129
4.온도 입력 회로	132
5.무게 입력 회로	133
제 3 절 자동화 정제기의 기능	134
제 4 절 자동화 정제기 제어 프로그램	137
제 5 절 결론	140
제 6 절 부록	141
제 5 장 자동화 정제기 설계 분야	228
제 1 절 서설	228
제 2 절 정제기 기본 시방 결정	229
제 3 절 정제기 기본 시방	230
제 4 절 정제기 부품동량 계산	233
제 5 절 부록. 정제기 도면도	239

제 1장 서론

1. 옷칠이란 무엇인가 ?

가. 칠의 역사

중국 shansi(산서성)에서 기원 : 기록상으로 칠의 사용은 2만 8천년 전에 중국Jin(산서성 내지)에 칠이 있다는 기록이 가장 오래된 것이며, 만년 전에 가죽 위에 칠로 그림을 그렸다는 기록이 있다. 그리고 구석기시대에 칠이 몽고리안의 대이동 때 베링 해협을 건너갔는데, 이 사실은 1991년 뉴욕근처의 Mohawk강에 있는 Otstuniovilce 마을에서 약 8,000년 전에 만들어 졌다고 추정되는 가죽 위에 칠로 그림을 그린 유적이 발굴되므로서 확인된 사실이다. 탕왕가(Shang Dynasty 6th BC~11th BC)때 점차적으로 널리 쓰이기 시작하여 은·주시대에 한국과 일본에 전파되었다. 우리 나라 유물로는 가야시대(BC 100경)의 자생칠기 유물이 경남 의창군 다호리에서 출토된 것이 가장 오래된 것이며, 이 유물은 이때 이미 중국과는 별도로 우리 나라만의 독특한 칠기문화가 형성된 것으로 추정할 수 있는 자료이다. 그 외에 한사군 시대(주로 낙랑)의 유물이 많이 보존되어 있다.

기록에 의하면 약 10,000년 전부터 건조장을 만들어 온도와 습도를 조절하여 칠 도막을 형성시킨 것으로 추정되며 이것은 이때부터 현재에 쓰이는 방법, 즉 천연건조에 온도와 습도가 관여한다는 사실을 인식한 것으로 생각되고 있다.

나. 옷나무

옷나무는 3천만년 전부터 지구상에 존재한 것으로 추정되며 중국으

로부터 우리 나라에 도입된 활엽소교목으로 수고 12m, 직경 40cm까지 크는 나무로 주로 단목(單木)으로 야산에 자란다. 현재 남한에서 가장 많이 자라는 지역은 강원도 원주지역이며 80년대 말부터 옷칠의 인식이 높아짐에 따라 많은 양이 인공 식재 되고 있다.

다. 옷나무 수지 생성

자연에 존재하는 모든 생물은 외부의 공격에 방어할 수 있는 자위 본능이 있다. 움직일 수 없는 식물은 외부의 침입에 대하여 자신을 보호하기 위하여 독성물질을 생성하거나 상처를 치유할 수 있는 물질을 배출하는 능력이 있다. 옷나무는 외부의 힘에 의하여 상처를 입으면 유백색의 액체를 만들어 방출하는데 이 수지는 동물의 피부에 닿으면 알러지를 일으키는 성질이 있는 화합물이 함유되어 있고 또 이 물질은 자연히 단단하여져 상처부위를 보호할 수 있는 기능이 있다. 그래서 이는 개체를 유지하기 위한 자연의 섭리라 볼 수 있다. 우리의 선조들은 옷나무가 상처를 입었을 때 옷나무 수지가 방출되어 자체 경화되는 과정을 보면서 자연적으로 생성되는 천연 고분자 물질을 도료로서 이용하는 방법을 발견하였을 것이다. 이 천연의 도료는 옷나무 수피가 벗겨져 목부가 노출되면 그 부위를 보호하기 위하여 유백색 액체를 분비하는데 이 유백색 액체는 분비세포에 의하여 만들어진다. 이 분비세포가 생성되는 부위는 내피에 살아 있는 정상세포가 상처를 입으면 상처 gum canal(상처검구)이 세포 간극이 벌어지면서 형성되고 그와 동시에 그 주위의 세포들은 분비 세포로 전환되어 진다.

이와 같은 과정이 일어나는 시간에 빛과 물과 이산화탄소를 이용하여 광합성을 하여 자체 중합을 할 수 있는 우루시올과 락카제 등을 형성시켜 분비 세포를 통하여 상처 부위로 이동시킨다. 상처 부

위의 분비 세포는 이를 검구로 방출하여 상처 부위를 감싸도록 한다. 이와 같은 분비 세포와 상처검구는 내피에 형성되기 때문에 수목의 활동이 왕성한 시기에 상처를 주면 상처검구와 분비 세포의 형성이 현저해지므로 이 시기를 택하여 수지를 채취하는 방법을 개발한 것이다.

라. 생질의 채취 이론과 방법

1) 생질의 채취 이론

상기 항에서 언급하였듯이 수지는 내피에서 생성되는 분비 세포와 상처검구에서 분비되므로 상처는 내피를 주안점으로 내야 된다. 만약 목부 형성층에 상처를 주면 윗나무는 활엽수이기 때문에 설령 이 부위가 분비물에 의하여 감싸진다고 하여도 그 형성층의 파괴에 의하여 수세는 약화될 것이고 그러므로서 분비되는 양은 감소되기 때문에 채취기술 중에 상처를 주는 기술이 가장 어려운 과정이다. 또 수지의 분비는 나무 내의 온도와 외부의 기온차에 의하여 생기는 압력의 영향을 받으므로 한 낮보다는 새벽 일찍이 채취하는 것이 좋다. 우리나라 일본의 경우는 오전 3시부터 12시전 대기가 가열되기 전에 채취하고 대만의 경우는 자정부터 오전 10시경까지 채취하는 것이 일반적이다. 그래서 그날의 기후에 따라서 채취 기술자는 경험에 의하여 채취시간을 정하곤 한다. 윗나무는 소나무류와는 달리 정상분비세포가 적기 때문에 상처를 만들었을 때 수지를 바로 분비하지 않는다. 지금까지 발표된 글을 근거로 하면 수지를 채취하는 것은 상처를 입히고 4일이 경과된 5일째 채취하는 것이 가장 좋다고 하였다. 이는 내피의 정상세포가 외부에 노출되면 상기 항에서 기술한 바와 같이 상처검구가 형성되는 동시에 상처분비세포가 형성되어 생합성에 의하여 외에

서 생성되는 생리기능물질은 상처부위로 이동시키는데 필요한 시간이라고 사료된다. 그래서 상처를 입고 그에 따라 분비세포가 형성되고 생합성이 되어 분비되는데 필요한 시간은 약 3일이 걸려 외부로 방출되는데 이 수지는 외부에 방출되면 약 6-12시간에 표면이 경화되기 시작하고 내부까지 경화되는데 약 2-3일이 걸리므로 방출된지 약 10시간 이내에 채취되어야 한다.

웃나무에 한번 상처를 내어 채취하는 수지의 양은 0.5~1.0ml 정도이다. 한 나무에(10년생 기준) 5일에 한번 8~10개소에 상처를 낸다고 하고 한해에 150일을 작업한다고 하면 이론적인 생산량은 다음과 같이 계산 할 수 있다.

$150\text{일} - 30\text{일} = 120\text{일}$. (30일은 비오는 날을 제외한 것).

$120\text{일} \div 5\text{일} = 24\text{일}$. 1본의 나무에 상처를 입히는 일 수.

$24\text{일} \times 9\text{개소} = 226\text{개소}$. 1본의 나무에 낸 총 상처수.

$226\text{개소} \times 0.6\sim 0.7\text{ml} = 135.6\sim 158.2\text{ ml}$. 1본의 나무에서 채취 가능한 평균 생칠의 양.

이상에서 언급하였듯이 웃나무 수지는 나무가 살아 있을 때 생기는 생리작용물질이므로 수목이 생리활동이 활발한 성숙목에서 활동이 왕성한 6~10월중 채취하는 것이 좋다.

2) 생칠의 채취방법

생칠의 채취는 나무의 생리활동이 왕성한 6~10월중에 실시되는데 우리 나라의 원주지방에서는 6월 중순에 첫눈을 뜬 뒤 10월말 또는 11월초에 끝낸다. 채취 방법은 살소법, 생소법, 화철법 등이 있다.

살소법은 살아 있는 나무에 5일 간격으로 8~10개소에 상처를 내어 약 150일간 작업을 한 후에 나무를 베어 내는 방법이다. 이렇게 베어

낸 옷나무는 자연 맹아 갱신되어 다시 6~7년 후에 채취한다.

생소법은 상처를 내는 것은 살소법과 같으나 상처를 내는 위치의 수는 나무의 상태에 따라서 다소간 차이는 있으나 적다. 이 방법의 차이점은 채취 후에 나무를 베지 않고 계속 채취한 다는 것이다.

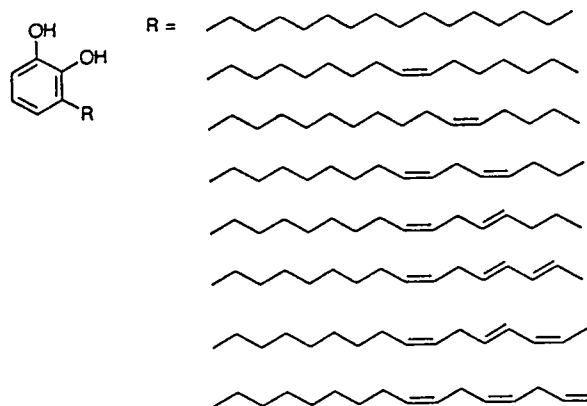
화철법은 주로 살소법에서 베어 낸 나무의 큰 가지를 갖고 하는데 큰 가지에 간격을 약 0.5~1cm정도로 환상 박피하여 불에 구운 후 거기에서 나온 칠을 모으는 방법이다. 일본에서 개발되어 우리 나라에 전수된 살소법은 현재 우리 나라에서 쓰이는 방법이다. 6월 중순경에 첫 눈뚫을 하는데 그 크기는 0.5~1cm정도의 크기로 수간을 따라 나선형으로 올라가면서 8~10개를 뜬다. 5일 후에 전에 만든 상처에서 수지를 채취하고 그 위에 전보다 조금 길게 약 0.5~1cm간격 높이에 수평으로 상처를 낸다. 이런 과정을 반복하여 10월말이나 11월초에까지 약 20~30개의 상처를 8~10개소에 내는 방법이다. 입목에서 칠의 채취가 끝나면 이 나무를 베어 내는데 굵은 가지는 화철을 내는 사람에게 매각하는 것이 보통이다. 현재 우리 나라에서 화철은 주로 산청-함양지역에서만 채취하고 있다. 1인이 작업할 수 있는 본수는 입지 조건과 작업환경에 따라 달라지나 일반적으로 400본이 표준이다. 작업 요령은 전체면적을 4등분하여 그 1/4를 1일 작업구로 나눠 순차적으로 순회하면서 작업한다. 그래서 4개의 작업구를 다 돌고 최초의 작업구로 돌아오면 5일째가 되도록 하여 계속작업을 할 수 있도록 하는 것이 효과적이다. 채철을 할 때 어려운 점 중의 또 하나는 수지를 긁어모을 때 완전히 긁어모으는 것이 아니라 얇은 피막이 형성할 수 있어 그 상처의 검구가 막히도록 하는 기술이다. 그렇지 않으면 새로운 상처부위에서 나오는 수지의 양이 분산되어 작업의 효율과 채철의 양이 감소한다.

이와 같이 아주 숙련된 기술이 필요한 채취는 작업이 힘들고 어려워 채취 기술자의 감소가 현저한 실정이다. 앞으로 옷나무의 수가 증가하나 그 채취 기술자의 수는 감소하는 경향이 있어 새로운 채취 기술자의 양성이 시급한 실정이다. 그리고 생칠의 가격이 높은 이유는 이와 같이 생칠의 채취가 어렵고 인력부족 및 인건비의 상승에 기인된다.

2. 생칠 구성 성분

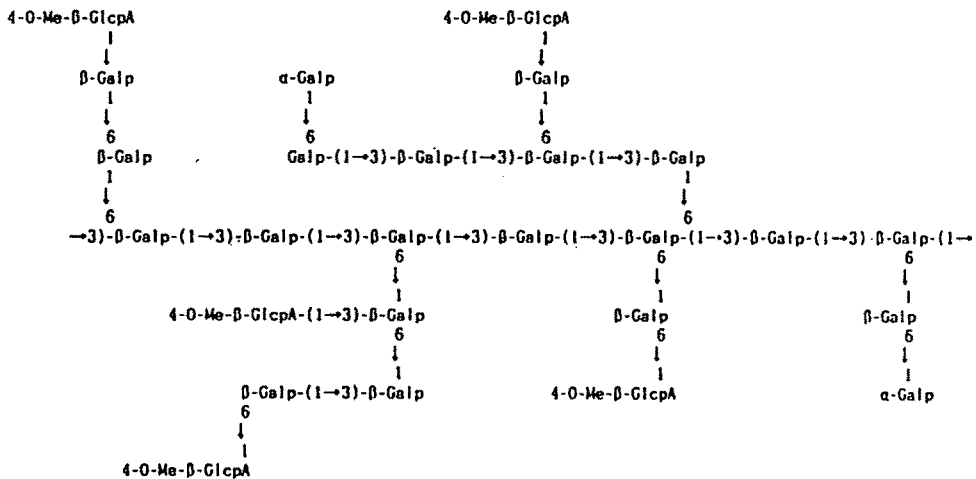
생칠의 조성분은 그 생산지에 따라 함량이 다른데 각 성분들의 함량은 우루시올(urushiol)이 55~65%, 물이 25~30%, 단당·다당류가 5~10%, 합질소물질(glycoprotein)이 3~5%이며 소량의 효소-락카제(laccase), 스텔라시아닌(stellcyanin), 퍼옥시다제(oxidase)가 함유되어 있다.

이중 주성분인 우루시올은 카테콜의 3번 위치에 탄소가 15개인 곁가지가 붙은 구조를 갖는 여러 화합물을 총칭한다. 지금까지 밝혀진 우루시올 성분의 화학 구조는 다음 그림과 같다.



< 우루시올성분의 화학구조 >

아직까지는 다당류의 완전한 화학 구조식이 밝혀지지 않았으나 지금 까지 밝혀진 바에 의하면 분자량이 22,000과 77,000이고 이들 중 80%정도는 결가지가 많은 산성다당류이며 칼슘, 마그네슘, 나트륨염을 구성한다. 그 구조는 아래의 그림과 같고 이들을 구성하고 있는 단당류의 종류와 함량은 다음과 같다. D-galactose가 65~67%로 주성분을 이루며 그 외 4-O-methyl glucuronic acid가 24~25%, L-rhamnose가 2.0~4.1%, L-arabinose가 4.8~5.2%로 구성되어 있다. 나머지 20%는 단당류, 다당류와 우론산류가 함유되어 있다. 합질소물질은 10%의 당류와 90%의 단백질로 구성되어 있는 거대분자로 그 화학 구조식은 아직 밝혀지지 않았으나 분자량 7,800인 소구성 단위가 복합적으로 결합되어 있다고 알려지고 있다.



< 다당류의 화학구조식 >

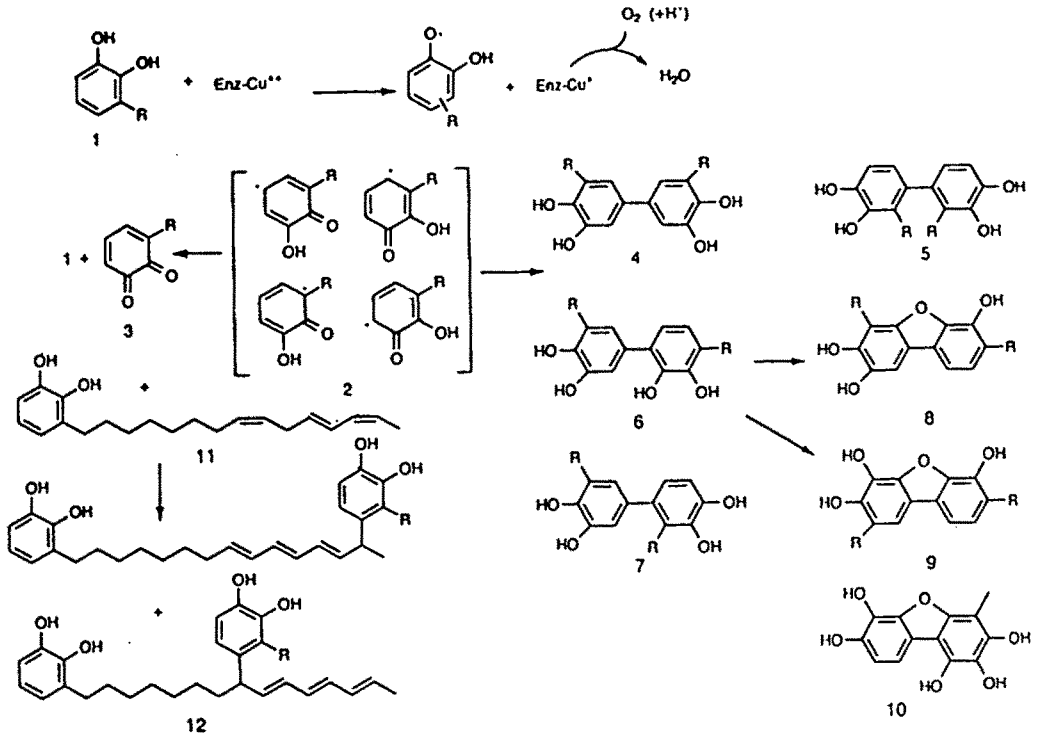
락카제는 4개의 구리 이온을 포함한 분자량 120,000인 당단백이다. 이들 성분은 그 구조에서 알 수 있듯이 각각의 화학적 특성이 다르기 때문에 생칠은 물과 기름이 섞여있는 상태의 성상을 갖고 있다. 우루

시올은 물을 싫어하는 성질(소수성)을 갖고 있는 반면 다당류는 물을 좋아하는 성질(친수성)이며 합질소물질은 친수성과 소수성을 다 갖고 있다. 그래서 생칠은 우루시올(소수성)내에 효소와 다당류가 물방울에 포함되어 점점이 흩어져 있는 상태로 되어 있으며 합질소물질은 함수율이 높을 때는 우루시올과 친화되어 있는 상태로 존재한다.

3. 옷칠도막의 형성기작

도막은 생칠이나 옷칠을 소지에 칠한 후 온도 25~30℃, 상대습도 70~80%의 건조장에 보관하면 락카제에 의한 산화작용과 공기중의 산소에 의한 산화작용에 의하여 고분자화(polymerization)와 가교결합(cross-linking)이 일어나면서 형성된다. 건조시간은 락카제의 작용이 우수한 경우 표면경화가 2~3시간이 걸리고 전체가 고화(固化)되는데는 7~8시간이 소요된다. 그러나 이 반응은 지속적으로 진행되어 시간이 지날수록 도막의 구조는 치밀하여지며 투명성이 증가된다. 이 과정을 칠기분야에서는 발색기간이라 하는데 그 이유는 시간이 지남에 따라 도막이 투명하여지며 그 색깔이 점차 순화되어 자연색을 띠기 때문이다.

옷칠도막을 형성하는 기본 성분은 우루시올인데 이 우루시올이 효소 락카제에 의하여 산화되면서 인접 우루시올 분자와 결합하므로써 점차 거대분자를 형성하므로써 도막이 형성된다. 이들의 기본 반응은 다음 그림과 같다.



< 도막형성의 기본반응 >

그러나 실질적인 옷칠도막은 다른 합성도료와 같이 순수한 우루시올 고분자만으로 형성되는 것이 아니라 생칠 구성 성분인 다당류와 합질소물질이 같이 참여하여 도막을 형성하므로써 자연이 만들어 주는 천연복합재료이다. 그러면 이들이 어떻게 결합에 참여하고 옷칠의 도막의 성질에 어떤 영향을 주는가 ?

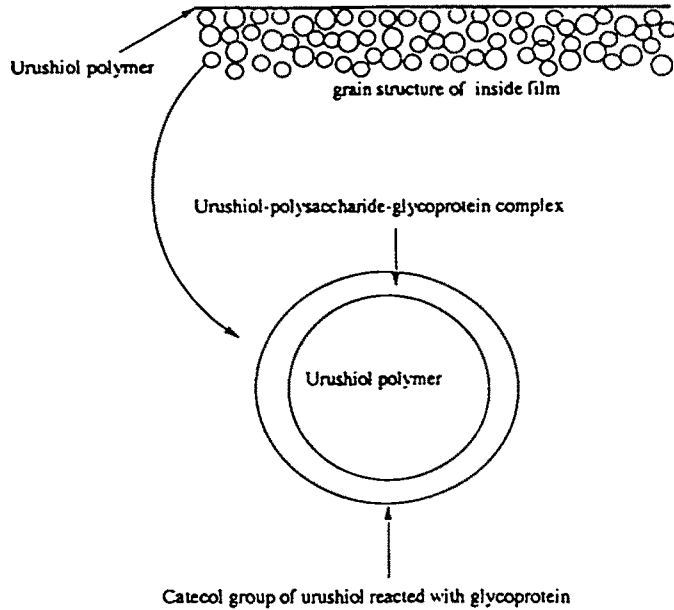
4. 왜 옷칠도막의 내구성이 우수한가 ?

우리가 몇 천년 전에 옷칠을 이용하여 만든 유품이 동양 곳곳에서 출토되고있고 그 도막이 파괴되지 않고 우수하게 보존되어 있다는 사실은 잘 알고 있다. 그리고 이 도막은 물, 유기용매, 강산 등에 저항성이 높아 부식되거나 썩지 않는다. 그러면 무엇이 이런 높은 내구성을

줄까? 이것을 이해하기 위해서는 두 가지를 먼저 알 필요가 있다. 첫 번째로는 옷칠도막이 어떻게 형성되는가 이고 두 번째는 그 도막의 물리적 구조이다.

옷칠도막은 우리가 일반적으로 쓰고 있는 페인트나 다른 합성도료와 같이 화학적으로 우루시올이 고분자 물질을 형성한다는 것은 같다. 다른 것은 우루시올이 고분자화하는 것은 락카제라는 효소에 의하여 반응이 촉매되므로서 일어난다는 것과 다른 합성도료와는 달리 도막을 구성하는 물질이 단일 화합구조를 갖는 것이 아니라 우루시올 고분자와 다당류, 함질소물질들이 함께 작용하여 복합물질을 구성한다는 것이다. 이들 개개의 화학적 성상이 다른 성분들이 단순히 물리적으로 혼합되어 도막을 형성하는 것이 아니라 이들 성분들이 화학적인 작용에 의하여 강한 결합이 되기 때문이다.

옷칠도막은 타 도료와 달리 다음 그림에서 보듯이 미세한 입자들이 층층이 쌓여 있는 구조로 되어있다. 개개의 입자의 크기는 몇백 Å ($0.1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$)의 크기를 갖고 있으며 옷칠이 건조되는 동안에 다음 그림과 같은 구조로 형성된다.



〈옷칠도막의 물리적 구조〉

입자가 형성하는 동안 즉 건조됨에 따라 락카제와 우루시올이 반응하므로서 생성되는 물분자가 외부로 빠져 나오는데 물과 친화력이 좋은 다당류와 함수율이 적어짐에 따라 친수성을 띄는 합질소물질이 물분자와 함께 입자의 표면으로 이동이 되어 쌓인다. 또한 최외각은 우루시올 고분자가 분포되어 있는데 카테콜 그룹이 외부로 노출되고 결가지는 안쪽으로 배열된 형태로 되어 있다. 이와 마찬가지로 도막전체에서도 유사한 현상이 일어나게 되어 도막의 가장 바깥쪽은 카테콜 그룹의 바깥쪽으로 배열된 우루시올 고분자층이 있고 그 바로 안쪽으로는 다당류와 합질소물질이 내부보다 높은 농도로 되어 있다. 그래서 화학적으로는 최외각에 배열되어 있는 우루시올 고분자는 수분의 침투를 막아주고 고분자를 분해시키는 라디칼을 먼저 흡수하므로서 라디칼 연쇄반응을 차단시켜 내부를 보호하며 그 바로 안쪽에 있는 다당류는 산소의 침투를 막아 내부가 산화분해되는 것을 차단해 주는

역할을 해서 내구성이 높다. 물리적으로는 입자가 층층이 쌓여 있어 외각의 입자층이 닳거나 분해되어 파괴된다고 하여도 그 다음 입자층이 노출되므로 그 원래의 성질을 그대로 유지 할 수 가 있다. 그래서 마지막 입자층이 파괴될 때까지 원래의 특성은 그대로 유지되기 때문에 그 내구성이 우수하다.

5. 생칠을 정제하는 이유는 무엇인가 ?

생칠 자체도 도막을 형성하는데 왜 정제 과정이 필요할까?

생칠에 함유되어 있는 물방울의 크기는 그 크기가 다양하다. 생칠을 정제하는 과정은 위가 열린 원형통에 넣고 20~45℃에서 2~3시간 계속 저어준다. 그러면 함수율이 3~4% 정도가 되면 투명한 옷칠이 형성된다. 지금까지 본인과 다른 연구자들이 연구한 바에 의하면 이 과정에서 함수율이 15~20% 정도까지 감소되는 동안 물방울의 크기가 감소되고 우루시올 액체내에 고르게 분포하면서 물방울에 녹아 있는 다당류가 수소결합에 의하여 흡착된 다분자층 물분자를 잃어버리면서 칠액의 점도가 감소한다. 그러므로서 이 다당류 분자는 기계적인 작용에 의하여 함질소물질에 함유되어 있는 당류와 수소결합을 하게 된다. 동시에 우루시올은 자체중합을 일으킬 뿐 아니라 함질소물질과 반응하게 된다. 이 반응은 함수율이 감소됨에 따라 그 기회가 많아지므로서 더 촉진되는데 이런 반응이 진행됨에 따라 위에서 언급하였듯이 내구성이 우수한 입자를 형성할 수 있게 된다. 실제로 생칠로 만든 도막을 분석해 본 결과 입자의 크기는 10 μ m 이상의 크기로 형성되고 잘 정제된 옷칠도막은 입자의 크기가 0.1 μ m이하로 형성된다. 이와 같은 입자의 크기 때문에 같은 두께의 도막이라면 그 내구성은 옷칠도막이 훨씬 높게 된다. 또한 표면의 매끄러움을 비교해 봐도 생칠 도막보다

옷칠도막이 3배 이상 매끄러운 표면을 형성한다. 그래서 옷칠도막은 도막을 형성시킬 때 옷칠은 칠하는 물질과의 친화성이 생칠보다 우수하여 작업 회수도 적게 요구되며 갈아주는 작업도 훨씬 쉽다. 또한 갈아내는 양이 적어져 원료의 소모도 더 적으며 가장 중요한 미적 감각과 내구성이 훨씬 우수하다.

6. 옷칠의 우수성

옷칠도막은 위에서 언급한 바와 같이 우루시올-다당류-합질소물질의 복합물질로 되어 있기 때문에 타 합성도료와 다른 여러 성질을 갖게 된다. 또한 그 물리적인 구성이 타 합성도료와는 다르게 독립된 입자가 밀착되어 쌓여 있는 형태이기 때문에 또한 일반 단일 구성 물질보다 우수한 성질을 갖게 된다.

그 우수성이란 이미 앞에서 설명한 높은 내구성과 우수한 미적 감각을 갖고 있으며 수축팽윤이 자유로워 소지와외의 부착력이 뛰어나다. 일반적으로 고분자 합성물질에서 3차원 가교결합(망상구조)를 갖는 수지는 수축팽윤이 자유롭지 못하여 소지와외의 부착이 문제가 된다. 그러나 옷칠도막의 경우는 우루시올, - 다당류, - 합질소물질의 복합물질로 되어 있기 때문에 그 신축이 훨씬 자유롭고 또한 입자들이 쌓여있는 형태로 배열되어 있으므로 그 신축이 여타 가교결합된 합성도료와는 달리 신축성이 뛰어난 도막을 형성한다.

또한 화학적으로도 극성과 비극성을 부분적으로 모두 가지고 있기 때문에 다양한 다른 성질을 갖는 소지에 모두 사용할 수 있는 장점이 있다. 그 예로 옛부터 지금까지 가죽, 각종섬유, 금속, 비금속, 목재등 그 화학적 성상이 완전히 다른 물질들에 모두 사용되어 왔었다.

또한 원료의 생성부터 건조까지 자연적으로 이루어지기 때문에 여

타 도료와는 달리 공해를 유발하지 않는다. 즉 여타 합성도료는 원료의 확보에서부터 건조될 때까지 많은 에너지를 사용하며 또한 그 공정에서 많은 화학물질을 사용하기 때문에 대기오염, 수질오염등과 같은 공해를 유발한다. 또한 그 물질들이 인체에 해로울 수도 있다. 그러나 옷칠은 정제과정에서 적은 양의 에너지를 사용(단지 30~40℃까지 가열해 주는 데 필요한 열량과 제어주기 위한 최소량의 동력)하며 건조도 거의 자연상태(25~30℃, 상대습도 70~80%)에서 건조되므로 전혀 공해를 유발하지 않는다. 또한 몇 천년 동안 사용된 결과로 보아 인체에 전혀 해가 없다는 것을 알고 있다. 오히려 한방에 의하면 복통, 구충, 여인생리에 예방 혹은 치료효과가 있다고 하였다.

7. 옷칠의 미래

현대과학이 옷칠의 장점에 대하여 정립함에 따라 최근 동양 3국에서 재평가되고 있다. 그 이유는 옷칠 자체의 독특한 효소반응체계가 환경문제에 하나의 해결책으로 인식되면서 효소 반응형 도료의 개발이 검토되고 있기 때문이다. 그 일환으로 옷칠의 주성분인 우루시올과 유사한 카테콜-옥타페카트리에닐과 옥타데카에닐을 합성하여 생칠에서 분리한 아세톤에 녹지 않은 물질을 첨가하여 30℃ 상대습도 80%에서 건조시킨 옷칠과 유사한 도막을 얻는 실험도 계속 연구되고 있으며 또한 같은 기작에서 미생물에서 분리한 락카제에 의한 합성방법도 계속 연구되고 있다. 이러므로서 용매의 휘발이나 건조에 필요한 에너지를 절약시키는 효과를 얻을 수 있다. 최근에 다양한 원료를 바탕으로 복합재료의 개발(신소재)이 각광을 받고 있는데 자연에서 얻어지는 다양한 복합재료 중 가장 많은 것은 목재이며 또한 수목에서 얻어지는 복합재료는 앞에서도 언급하였듯이 옷칠의 도막이다. 앞으로

이들의 복합재료로서의 물성을 이해하고 밝히므로써 새로운 소재의 개발에 필요한 이론을 정립할 수 있을 것이다. 그 외 현재 응용되고 있는 옷칠분야로 옷칠이 가지고 있는 여러 문제점을 보완하기 위하여 여러 건조 촉진제가 사용되고 있으며 그러므로써 작업성을 개선시키므로써 스프레이(spray) 도포방법에 의한 대량 생산체제를 구축하고 있다. 다만 건조를 촉진시키기 위하여 첨가되는 건조촉진제가 옷칠도막 자체의 독특한 구조를 유지할 수 있을지는 아직 밝혀지지 않았다. 또한 도포작업성을 향상시키기 위하여 옷칠박막 필름을 만든 후 접착제 기질에 부착시킨 2층(layer)구조로 만든 것은 손쉽게 금속이나 기타 소지에 부착시키므로써 도포시키는 공법이 개발되고 있다. 또 다른 분야로 우루시올이 쉽게 2가의 금속과 착염을 형성시키는데 이와 같은 화학적 특성을 이용하여 그 물리적 성질을 개량하므로써 내화성·내열성을 증가시키는 연구가 진행되므로써 고부가가치 원료로서의 가능성을 제시하고 있다.

이상의 연구 경향은 옷칠이 더 이상 생활 도구나 예술 자료로서만의 인식에서 벗어나 그 용도가 공산품이나 공업용 재료로서의 이용 가능성을 암시한다.

제 1 절 연구 개발의 목적과 범위

옷칠을 생산한다는 것은 생칠을 효과적으로 정제하여 사용자가 생칠보다 손쉽게 효과적으로 사용하게 하는 작업을 의미한다. 서론에서 언급하였듯이 생칠은 옷나무에서 채취한 천연 원료이기 때문에 생산지, 채취시기, 채취자의 숙련도 등에 따라서 그 물리적·화학적 성상이 달라진다. 이와 같은 상이성을 최소화하여 비교적 높은 품질의 옷

철을 생산할 필요가 요구되고, 또한 원료의 다양성을 최대한으로 살려 그 다양한 원료의 특성을 더욱더 높임으로서 최고의 품질을 갖는 옷철을 생산하므로써 최대의 부가가치를 높이는 것 또한 중요하다. 그러기 위해서는 생철의 원료특성을 파악할 필요가 있으며, 산지별·채취시기별 생철의 특성을 파악할 필요가 있다. 그리고 채취된 생철은 사용자가 사용하기 쉽게 제품화할 필요가 있는데 이때 사용하는 기술을 생철을 정제한다고 한다. 이 정제는 크게 세 가지 의미를 갖고 있는데 그것들을 설명하면 다음과 같다.

첫 번째로 생철은 채취할 때 그 기간이 길고 직접 옷나무 수피에서 긁어모으기 때문에 이물질이 함유되어 있는 경우가 대부분이다. 그래서 이 이물질을 제거할 필요가 있다. 이물질이 제거된 생철은 정제 생철이라 하고 이는 사용자에 따라서는 바닥철이나 눈메꿈에 사용되며 때로는 예술품 창작시 모든 철 공정을 이 정제 생철을 사용하기도 한다.

두 번째는 교반작업이다. 생철은 서론에서도 언급하였듯이 우루시올이라는 소수성물질이 55~65%차지한 상태에 물이 25~30% 그리고 친수성인 다당류와 효소가 5~10% 조건에 따라서 양성적인 성질을 갖는 당단백이 (3~5%) 혼합된 에멀전이다. 그렇기 때문에 도막을 형성할 때 일어나는 화학적 반응에서 물과 우루시올간의 분포는 도막의 품질을 결정하는데 매우 중요한 인자가 된다. 그래서 우루시올 바탕에 되도록 작고 균일한 물입자가 분포되도록 하는 것이 필요하게 되는데, 이와 같은 목적을 달성하기 위한 작업이 교반 작업이다.

세 번째로는 교반작업과 가열작업을 동시에 실시하는 작업이다. 우루시올이 고분자화 되기 위하여는 그 화학적 특성상 높은 온도나 또는 촉매가 필요한데 일반적으로 옷철은 낮은 온도에서 고분자화 되는

것을 요구한다. 다행히 생칠에는 낮은 온도에서도 우루시올이 고분자화 할 수 있도록 촉매역할을 하는 효소들이 천연적으로 함유되어 있으며, 이 효소들은 수용성으로서 물입자에 용해되어있다. 그렇기 때문에 우루시올이 고분자화되기 위해서는 물입자의 표면이 우루시올과 접촉해야 되고 그 접촉면적이 크면 클수록 고분자화가 빠르고 균일하게 일어나게 된다. 그래서 또한 교반작업이 필요하게 되며 앞에서 언급하였듯이 가열은 그 반응을 빠르게 진행시킨다.

그러나 촉매작용을 하는 효소들 중 대다수를 차지하는 락카제는 그 활성이 45℃정도에서부터 떨어지기 시작하여 50℃에서는 그 활성을 잃어버린다. 만약 효소가 활성을 잃어버리면 생산된 옷칠은 천연건조가 되지 않는 불건성칠이 되어버리기 때문에 가열하면서 반응을 촉진시키는 작업은 45℃이하에서 실시되어야만 한다. 그래서 세 번째에서는 교반을 계속하면서 45℃이하의 낮은 온도에서 가열해 주므로서 부분적인 고분자화를 시키는 작업을 의미한다.

이와 같은 정제작업을 수행하기 위해서는 기 파악된 생칠의 특성을 감안하며 알맞은 정제기술을 사용해야한다. 그 알맞은 정제기술은 사용하기 위해서는 그에 알맞은 정제기계가 필요하다. 그러나 불행하게도 유리 나라에서는 몇 천년이라는 칠기문화의 역사를 갖고 있었으면서도 현재에 와서 이 정제기술이 단절되는 불운을 안게 되었다. 해방 이후 지금까지 우리 나라에서 사용된 옷칠은 일본에서 수입하였다. 그렇기 때문에 정제에 필요한 기술 및 기계에 대한 기술 축적은 전무한 실정이다.

그러나 그 기본적인 이론은 서론과 본 서설의 앞에서 언급한 내용과 같은 지식이 여러 문헌 및 연구에서 알려지게 되므로서 실질적인 기술을 개발하기 위해서는 어떤 연구가 필요하고 무엇이 필요한가를

알게 되었다.

위에서 언급한 작업들을 수행하여 생산된 옷칠은 그 도막의 특성상 불순물의 크기가 $50\mu\text{m}$ 이상의 것은 제거되어야한다. 왜냐하면 일반적으로 도막이 형성된 후 그 도막의 물성을 시험해보면 입자상의 물질이 연속적으로 붙어 있는 형태로 만들어지는데 (서론 그림 참조), 그 크기가 가장 큰 경우 (생칠의 경우) $10\mu\text{m}$ 정도이며, 1회 도포한 후의 도막 두께가 일반적으로 $100\mu\text{m}$ 정도이기 때문에 $50\mu\text{m}$ 이상의 불순물은 도막 표면에 흔적을 나타내기 때문이다.

그렇기 때문에 생산된 옷칠은 정제중에 들어간 먼지 등과 같은 이물질을 제거해 줄 수 있는 여과작업이 필수적이다. 이 여과 작업은 사용자의 경우는 일반적으로 특수하게 만들어진 칠지라는 여과지로 여과하나 대량으로 취급하는 생산자의 경우에는 이를 보조할 수 있는 장치가 필요하다.

그러나 이 옷칠은 정제 과정 중에 점도가 높게 상승하기 때문에 일반적인 여과장치로는 그 수행이 어렵거나 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 그래서 옷칠에 맞는 여과장치가 꼭 필요하다.

그래서 본 연구에서는 상기 기술한 여러 문제점을 해결하기 위하여

1. 생산지, 생산시기별 생칠의 특성과약 및 정제기술에 관한 연구
2. 생칠의 산지에 관계없이 조성분비에 따라 균질한 품질의 옷칠을 생산할 수 있는 기술.
3. 교반 및 가열을 자동으로 조절할 수 있는 자동화 정제기 제작
4. 점도가 높은 옷칠을 효과적으로 여과할 수 있는 여과기 개발.
5. 규격화된 옷칠의 양산체계개발

등과 같은 항목을 설정하여 연구를 수행하였다.

제 2 장 생칠의 정제기술 확립 분야

제 1 절 서설

옷칠은 동양에서는 예전부터 생활용구의 장식이나 보존을 위한 도료로서 널리 이용하여 왔으며, 특히 한국과 중국, 일본에서는 독특한 칠기문화를 형성시킨 우량한 천연도료로 오늘날까지 널리 이용되고 있다.

그러나 우리 나라 전통적인 옷칠정제기술은 물론이고, 일제시대에 일본의 정제기술마저 전수가 안되어 순수한 옷칠의 정제기술은 일제시대 이후 단절되어 작금에까지 이르렀다. 그래서 현재 사용하고 있는 정제옷칠은 전량 일본에서 수입되고 있는 실정이다.

또한 우리 나라 옷칠을 다루는 업체는 우수한 문화적 전통에도 불구하고, 그 기술 및 규모가 영세성을 면치 못하고 순수한 옷칠을 사용하기 보다 값싸고 작업이 쉽다는 이유로 카슈나 옷칠과 유사한 합성도료를 마치 옷칠인양 사용하여 진정한 옷칠의 우수성을 매도함으로써 스스로 그 기술 및 시장을 잠식시키고 있다. 이를 개선하기 위하여 옷칠의 정제기술의 보급 및 정제기의 제작은 꼭 필요한 사항이다.

옷칠의 정제기술에서 가장 어려운 점은 다양한 물성을 갖는 (생칠) 천연물을 원료로서 균질의 제품을 생산한다는 것이다.

생칠은 채취시기, 채취장소, 채취자의 기술 등에 따라서 그 물리적, 화학적 성상이 달라지기 때문에 일정 수준의 옷칠을 생산하기 위해서는 그 원료적 특성을 일반화 할 필요가 있다.

또한 옷칠의 우수성은 여타 합성도료와는 달리 천연물로서 구성되

며 그 도막을 형성하는데는 도막을 형성하는 기본물질(우루시올)뿐 아니라 그 안에 함유되어 있는 당단백, 다당류 등이 같이 참여 하므로서 자연적으로 합성 시 필요한 계면활성 역할 및 도막의 강도를 향상시키는 reinforced fiber 등과 같은 역할을 하고 있다. 그래서 이들의 성분이 어떤 배합이 되는가에 따라 그 옷칠에서 생성되는 도막의 물리적, 화학적 성질이 달라진다. 그렇기 때문에 양산체제의 정제기술을 개발하기 위하여 그 조성분의 특성을 파악 할 필요가 있다. 이를 위하여 인위적인 조성분의 혼합에 따른 정제조건과 또한 국내 우수한 생칠의 특성을 살릴 수 있고 생산시기에 따른 정제 조건의 규명 등이 절대적으로 요구된다.

그래서 본 연구분야에서는

1. 생산지, 생산시기별 생칠의 특성 파악 및 정제기술에 관한 연구
 2. 생칠의 산지에 관계없이 조성분비에 따라 균일한 품질의 옷칠을 생산할 수 있는 기술.
 3. 규격화된 옷칠의 양산체제개발
- 등과 같은 연구 항목을 설정하여 연구를 수행하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 공시재료.

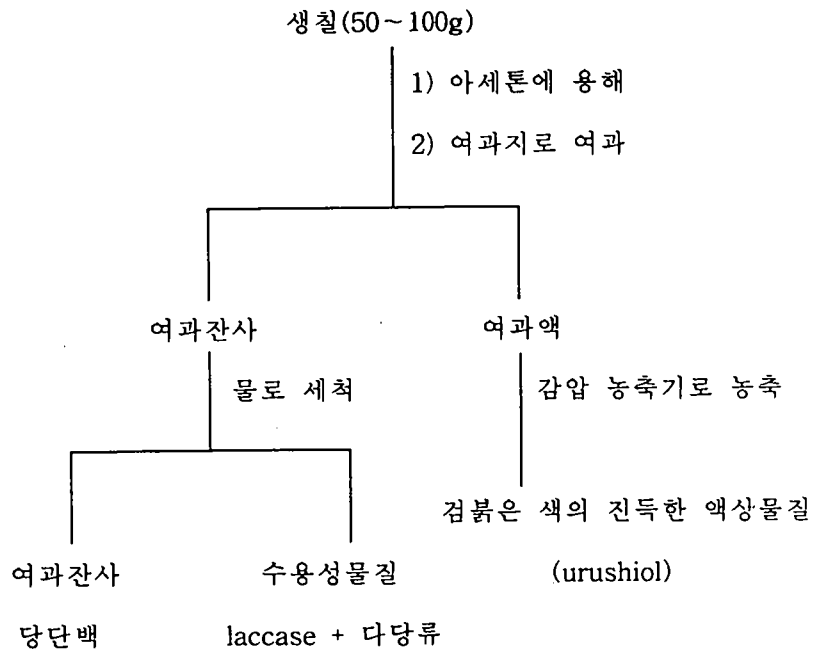
국내산은 95년도에 원주지역에서 시기별로 채취한 생칠을 구입하여 사용하였다. 중국산은 생칠을 섬서성 서안지역에서 생산된 것을 3개년(96~98년)에 걸쳐 구입하였으며, 그 외 97년도에 귀주성에서 생산된 생칠과 안휘성산 생칠을 구입하여 시험재료로 사용하였다.

2. 시험 방법.

가. 생칠의 물리적 특성 분석.

생칠의 산지, 시기별에 따른 물리적 변이를 측정하기 위하여 조성분의 양, 점도 등을 분석하였다.

조성분의 양을 분석하기 위하여 아래 흐름도와 같이 각 조성분들을 분리하였다.



점도는 Brookfield B형 점도계를 이용하였고, 사용한 Spindle의 번호는 5와 6이고, 회전 속도는 RPM 20이었다.

이와 같이 얻어진 화합물은 우루시올의 경우, 함수율을 측정하여 배낸 실질무게를 정량하였고, 다당류는 감압농축기로 농축시킨 후 동결 건조하여 그 무게를 측정하였다. 당단백은 여과지의 무게를 알기 위해 사용하기 전에 건조하여 무게를 측정하여 단 다음, 여과지를 사용하였

다. 그 다음 여과지위에 남아있는 당단백의 무게를 측정하기 위하여 105℃로 조절된 건조기에 넣고, 일정한 무게가 계속될 때까지 건조한 후 무게를 측정하였다.

나. 산지별 · 채취시기별 정제 특성.

생칠의 정제조건이 규명이 필요한 이유는 앞서서도 언급하였듯이 생칠은 그 채취시기, 장소, 채취자의 숙련도 등에 따라서 그 조성분비가 달라진다. 이와 같이 조성분비가 다르면 그 정제 조건이 달라지는데 이런 원료적인 특성 때문에 정제를 하는데 어려움이 따른다.

또한 이렇게 원료적인 특성이 다르고 정제조건이 달라짐에 따라 거기에서 생산되는 옷칠의 특성이 달라진다. 그래서 그 조성분의 비율을 알고 일정 정제 조건하에서 생산되는 옷칠이 어떤 특성을 갖는가는 많은 경험으로만이 알 수 있다.

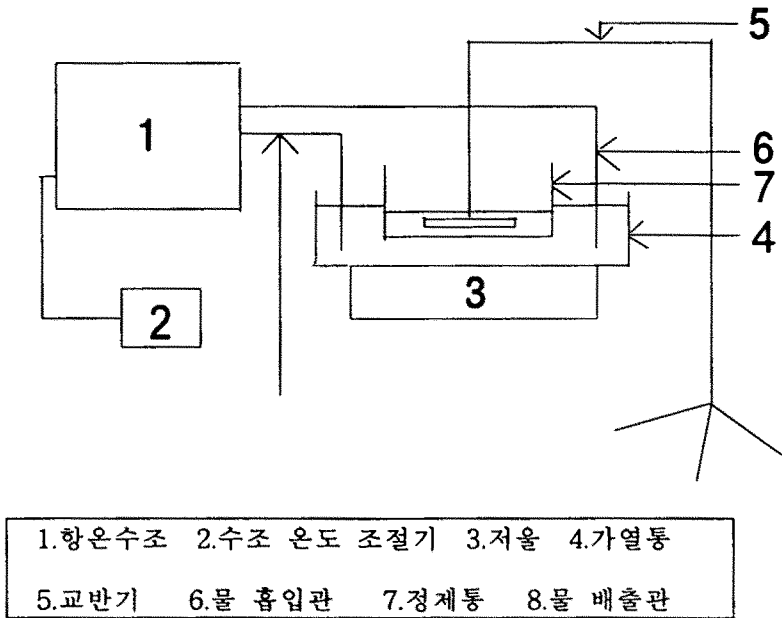
이런 점을 보완하기 위하여 먼저 시기, 장소 등이 다른 생칠을 확보하고, 그 물리적 화학적 특성을 분석하고 그에 따른 정제조건 별 생산되는 옷칠의 특성을 파악하므로써 그 연구결과를 자료화하여 약간의 기본적인 지식만 있으면 정제할 수 있도록 하는 실험을 수행하였다.

먼저, 산지별 · 채취시기별 정제 특성을 규명하기 위해 각각 산지별 · 채취시기별 생칠의 조성분의 비율을 측정하였다.

그 측정방법으로는 우루시올, 당단백, 다당류는 위의 조성분 분리방법에 따라 분리하여 그 무게를 측정하였다. 그리고 함수율은 유리판에 생칠을 놓고 무게를 측정한 후, 건조기에 넣어 건조를 시킨 후 무게를 측정하여 그 함수율을 측정하였다.

생산지별, 채취시기별, 조성분 배합에 따른 정제조건을 규명하기 위

하여 사용된 실험실용 정제기는 합수율을 무게의 비로 예측하기 위한 저울, 정제시 50℃이하로 온도를 가열하기 위한 항온 수조 , 그리고 교반을 시켜 주기 위한 교반기로 구성되어 있으며, 그 기본모식도는 아래 그림과 같고, 사진 28은 실물의 모습이다.



< 실험실용 정제기 >

1) 산지별 정제특성 규명

이 실험을 위해 우리 나라 생칠(원주산 생칠)과 중국산 생칠(안휘성 산, 귀주산, 섬서성산 생칠)을 이용하였다.

그 시험방법으로는 정제기에 생칠500g을 넣고 최초의 점도와 온도를 측정하고, 합수율 측정을 위해 정제중간에 유리판에 정제중인 생칠을 덜어서 건조기에 넣어 건조시킨 후 무게를 측정하였다. 정제기는 50℃의 물을 공급하여 가열하였으며 정제에 따른 변화는 15분마다 50cc 비이커에 정제중인 생칠을 채취하여 합수율 측정을 위한 시료를

덜어낸 후 점도를 측정한다. 다음 다시 정제기에 넣어 혼합하였다. 함수율은 건조기에 시료를 넣은 후 24시간 후에 무게를 측정하여 함수율을 산출하였다. 그리고 Brookfield B형 점도계를 이용하여, 그 옥칠의 점도를 측정하였다.

2) 채취시기별 정제특성규명

이 실험을 위해서 원주산 생칠을 이용하였으며, 채취시기별(초칠, 성칠, 말칠)로 나누어 시험하였다.

그 시험방법으로는 정제기에 생칠500g을 넣고 최초의 점도와 온도를 측정하고, 함수율 측정을 위해 정제중간에 유리판에 정제중인 생칠을 덜어서 건조기에 넣어 건조시킨 후 무게를 측정하였다. 정제기는 50℃의 물을 공급하여 가열하였으며 정제에 따른 변화는 15분마다 50cc 비이커에 정제중인 생칠을 채취하여 함수율 측정을 위한 시료를 덜어낸 후 점도를 측정한다. 다음 다시 정제기에 넣어 혼합하였다. 함수율은 건조기에 시료를 넣은 후 24시간 후에 무게를 측정하여 함수율을 산출하였다.

다. 옥칠의 제조 특성.

옥칠을 만드는 방법은 총 3가지종류가 있는데 여기서 행해진 방법은 철분을 첨가시켜 검은 색을 띄게 하는 방법에 대해 시험하였다.

철분을 첨가하는데는 굵은 철분을 정제 전일 혼합하여 시험한 경우, 굵은 철분을 정제 당일 혼합하여 시험한 경우, 가는 철분을 정제 전일 혼합하여 시험한 경우, 그리고 가는 철분을 정제당일 혼합하여 시험한 경우 등 4가지 방법으로 나누어 시험하였다. 그 시험 방법은 위의 나. 산지별 · 채취시기별 정제특성규명의 2)의 시험 방법과 동일하다.

라. 수동식 정제기의 제작특성.

생칠을 정제하는 것은 이론적으로 일정한 공정을 거쳐 균질의 도막을 형성시킬 수 있도록 하는 과정이다. 이런 과정들이 필요한 이유는 생칠의 조성분이 독특하기 때문이다.

또한 도막을 형성하는 반응에서 우루시올이 친수성 효소인 락카제에 의하여 산화되어 중합반응이 일어나게 되는데 이 과정에서 단순히 우루시올만이 중합되는 것이 아니라 다른 조성분인 당단백과 다당류가 반응에 참여하게 된다. 이런 반응이 일어날 때 그 고분자화 되는 물질은 쇠상 또는 평면적 구조의 도막을 형성하는 것이 아니라 구상의 입자가 연속적으로 형성되는 독특한 구조를 갖게 된다.

이 때 입자의 크기는 물입자의 크기와 비례적이 되므로 생칠의 경우 우루시올 상에 불균일한 입자들이 불규칙하게 배열되어 있으므로 도막이 형성된 후의 입자의 크기도 다양하게 되어 불균질한 도막이 형성되게 된다.

그래서 생칠을 정제한다는 것은 일차적으로는 물입자의 크기를 되도록 균일한 크기로 만들고 또한 그 분포도 균일(homogenized)하게 하는 과정이다. 또한 이렇게 하는 동안에 우루시올 - 당단백 - 다당류의 복합물질이 어느 한성분이 치우치지 않도록하여 입자가 균질의 화학적 배열을 하게 하므로써 도막이 형성된 후의 여러 가지 우수한 성질을 나타나도록 하는 것이다.

이와 같은 이유로 정제기는 물입자를 균일하게 분포하도록 하면서 되도록 미세하게 만들 수 있는 장치가 필요하며 또한 균질한 반응이 진행되도록 할 수 있어야 한다. 이런 화학적인 반응이 균일하게 일어나게 하고 그러므로써 우수한 특성을 갖는 균질한 도막이 형성되도록 하는 것 또한 정제 과정 중에서 일어나게 해야한다.

또한 옷칠은 상온 고습한 곳에서, 용매의 휘발에 의해서 도막이 형성되는 것이 아니라, 성분들이 화학반응을 하여 경화되는 특성이 있다. 이 때 화학반응이 일어나기 위해서는 꼭 락카제가 필요한데 이 때에 또한 필요한 것이 수분이다. 만약 함수율 3% 이하인 정제된 옷칠을 경화시키려고 하면 건조가 되지 않거나 또는 긴 시간을 요한다. 일반적으로 잘 정제된 옷칠은 작업을 할 수 있도록 경화되는 시간이 8~12시간이다. 그래서 정제의 종료 시점이 중요한데 지금까지 이 시점은 경험적으로만 알 수 있었다. 그래서 정제하기 전 간단히 함수율을 측정된 후 함량이 감소되고 무게를 중량계로 측정하여 쉽게 종료점을 알게 할 필요가 있다.

또한 위와 같은 반응이 진행되기에는 락카제가 필요한데 이 락카제는 50℃ 이상에서는 불활성으로 변하며 이 이하의 온도에서는 온도에 따라 활성이 다르게 나타난다. 그래서 용도에 따라서 정제 조건이 달라질 필요가 있어 가열 할 수 있는 장치가 필요하다.

이상과 같은 이론적인 근거를 바탕으로 정제기에 필요한 능력 1) 회전교반조절 2) 가열조절 3) 정제종료점 자동감지 등을 수행 할 수 있는 수동식 정제기를 제작하였다. 이와 같은 제작된 수동식 정제기의 실험은 2차년도에 계획된 자동화 정제기 제작에 필요한 여러 기본 자료의 축적을 위하여 기본 실험을 실시하였다.

마. 조성분 배합에 따른 정제특성.

조성분 배합에 따른 정제특성을 규명하기 위해 각 산지별 생칠 도막, 옷칠 도막, 그리고 조성분을 일정비율로 첨가한 후 정제한 옷칠 도막을 만들어 조성분을 첨가하였을 때의 정제특성을 시험하였다. 그 시험 방법은 다음과 같다.

먼저, 각각 산지별 생칠을 원심 분리형 여과기를 사용하여 여과를 하였다.

그 후 첫 번째로, 생칠 도막은 원심분리형 여과기로 여과한 생칠을 다시 여과지로 여과한 후 도막제작에 사용하였다.

두 번째로, 옷칠 도막은 원심 분리형 여과기로 여과한 생칠 200g을 실험용 정제기에 넣고, 열을 가하지 않은 상태에서 1시간 30분 동안 교반을 한 후, 50℃의 열을 가하여 함수율이 3~6%가 될 때까지 정제를 실시한다. 이렇게 만들어진 옷칠을 도막 제작에 사용하였다.

세 번째로, 인위적으로 조성분을 첨가한 옷칠도막은 여과기로 여과한 각 산지별 생칠 200g을 실험실용 정제기에 넣고, 생칠의 조성분을 우루시올, 다당류, 당단백으로 분류하여 이들 성분을 농축하거나 냉동건조시켜 시험시료로 사용하였다. 우루시올은 감압농축기로 농축시켰으며 이 우루시올의 함수율은 7~8% 였다. 다당류 및 당단백은 냉동 건조시킨 후 미세 분말(120mesh 이하)로 분쇄한 후 가용성인 다당류는 물에 용해시켜 첨가하였고 당단백은 용해가 불가능하여 직접첨가 하였다

생칠에 조성분을 혼합한 비율은 다음과 같다.

우루시올의 경우 : 5%, 10% 첨가 (무게백분률)

다당류의 경우 : 0.4%, 0.81% 첨가 (무게백분률)

당단백의 경우 : 0.4%, 0.81% 첨가(무게백분률)

우루시올과 다당류를 함께 첨가한 경우:

우루시올 10%와 다당류 0.4%첨가,(무게백분률)

우루시올 10%와 다당류 0.81%첨가,(무게백분률)

우루시올 20%와 다당류 0.4%첨가,(무게백분률)

우루시올 20%와 다당류 0.81%첨가.(무계백분률)

위와 같은 비율로 조성분을 첨가한 후, 열을 가하지 않은 상태에서 1시간 30분 동안 교반을 하고, 그 후에 수조내 물의 온도를 50℃로 하여 가열하면서 같은 속도로 교반을 계속하였다. 함수율이 3~6%가 될 때까지 정제를 실시한다. 이렇게 만들어진 옷칠을 도막제작에 사용하였다.

네 번째로, 일본에서 시판되는 생칠과 옷칠의 도막은 시판되는 상품 그대로의 옷칠을 도막제작에 사용하였다.

이와 같이 만들어진 생칠과 옷칠은 20×20×0.2cm의 크기의 유리 표면에 자동 도포기 (Tester Sankyo Co, PI-1210 Film Coarter)를 사용하여 11.43 μ m의 두께로 도막을 제작하였다.

이렇게 만들어진 도막들은 습도 70~98%, 온도 25~30℃의 건조장에 넣어 건조를 하였다.

바. 생산된 옷칠의 인장강도 및 도막의 균일성.

1) 도막의 강도 시험

위의 방법에 의해 만들어진 도막을 도포진행방향 (machine direction)과 도포진행수직방향 (cross machine direction)으로 구분하여 0.5cm×10cm (폭×길이)크기의 시편을 각각 5개씩 만들고, 이를 만능재료시험기 (H.T.H England, Universal testing machine, H-25KM, 20N/cm)로 인장강도를 시험하였다.

2)도막의 균일성 시험

위의 방법에 의해 만들어진 도막을 2×2cm (가로×세로)크기의 시편

을 만들어 SEM(Scanning electron microscopy, Hitachi Model S-4700) 사진을 찍어 그 균일성을 2차원적인 측면에서 시험하였으며, 또한 5×5cm(가로×세로)크기의 시편을 만들어서 공초점 현미경(confocal microscopy)을 이용하여 3차원 입체 화상도로 그 균일성을 시험하였다. 이때 사용된 공초점 현미경은 Meridian Ultima Z이고, 각 시편은 Acridine Orange에 30분 정도 침지하여 염색하였다.

화상을 얻을 때 사용된 레이저는 25mW Argon laser이고, Zeiss Axiovert 135 현미경에 장착된 Plan Achromatic 100X oil immersion lens를 이용하였다.

3차원 topography를 얻을 때 사용된 프로그램은 Kontron Elektronik사의 KS400(Ver3.0)이고, 적용된 매개 변수는 grid size 10, XY factor 0.7, Z(height)factor 0.3으로 일괄 적용하여 표면의 3차원 map을 얻었다.

3)도막의 투명성 시험

위의 방법에 의해 만들어진 도막을 5×5cm(가로×세로)크기로 시편을 만들어서 The glassine association transparency meter 와 B&L opacimeter를 사용하여 그 투명성을 측정하였다.

사. 자동화 정제기의 정제실연시험

98년도에 구입한 중국 섬서성산 생칠을 사용하여 본 연구에서 제작된 자동화 정제기의 정제 실연시험을 하였다.

먼저, 섬서성산 생칠을 원심분리형 여과기를 사용하여 여과를 시킨 후, 그 생칠을 각각 12kg, 14kg, 16kg, 18kg, 20kg, 22kg, 23kg, 26kg씩을 제작되어진 자동화 정제기에 넣고, 정제시 가해지는 온도 40℃, 초

기 함수율 40%, 최종 함수율 5%로 설정을 하고 정제를 함으로 자동 정제기의 정제 실연 시험을 하였다. 이렇게 만들어진 옷칠을 가지고 20×20×0.2cm의 크기의 유리표면에 자동 도포기 (Tester Sankyo Co, PI-1210 Film Coarter)를 사용하여 11.43 μ m의 두께로 도막을 제작하였다.

이렇게 만들어진 도막들은 습도 80~98%, 온도 25~30℃의 건조장에 넣어 건조를 하였다.

위의 방법에 의해 만들어진 도막을 도포진행방향 (machine direction)과 도포진행수직방향 (cross machine direction)으로 구분하여 0.5cm×10cm (폭×길이)크기의 시편을 각각 5개씩 만들고, 이를 만능재료시험기 (H.T.H England, Universal testing machine, H-25KM, 20N/cm)로 인장강도를 시험하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

지금까지 생칠을 도료로서 사용하기 위해서는 정제를 해야 된다는 의미가 계속 전해져 왔으나, 정제가 무엇을 의미하며 어떤 효과가 있는지는 아는 사람도 설명하는 사람도 없었던 것이 사실이다. 본 연구에서는 정제를 어떻게 하는 것인가 하는 문제뿐 아니라 생칠을 정제하면 어떤 특성이 나타나는가를 약간의 과학적인 방법으로 규명하는 점에도 초점을 두었다.

국어적 의미로 칠의 정제란 생칠을 여과하여 불순물을 제거한 경우도 포함되어, 이때는 정제 생칠이라는 용어를 사용하고 또한 생칠을 기계적 또는 강제적인 방법으로 지속적으로 교반하거나 또는 교반과

동시에 가열하므로서 일정한 바라는 상태의 철로서 만드는 과정을 의미한다. 본 연구에서 사용하고 있는 정제의 의미는 마지막에 정의한 내용으로 사용하고 있다.

1. 생철의 정제조건

생철은 앞의 서론에서 언급하였듯이, 채취지역, 시기에 따라서 그 구성성분의 비율이 달라지는 천연원료이다. 그래서 본 연구에서 정제 기술을 확립하기 위하여 그 변이가 정제 시 어떤 영향을 주고 있는가를 시험해 보았다. fig 1~2에서 보여주듯이 정제시간은 동일 온도에서는 초기 함수율이 일정할 때는 같은 시간이 소모되었고 이는 fig 2에서도 알 수 있듯이 시기별에 따른 함수율 감소량은 거의 일정하였다는 것을 의미한다. 그러나 fig 1에서 보여주듯이 정제완료시 점도의 차이는 크게 나타나고 있다.

채취시기에 따라서 정제할 때 주어지는 외부조건 변화는 없었으나, 내부의 물리적 성질이 달라진다는 것을 보여주고 있다. 그 물리적인 변화 중 정량적으로 보여주는 것은 점도의 변화로 초철의 경우 함수율이 10%전후에서 성철이나 말철보다 급격히 점도가 높아지는 경향을 보여주었으며, 또한 말철의 경우에도 초철보다는 낮은 점도를 보여주지만 성철보다는 높은 점도를 보여주고 있다. fig 2는 조성분 배합 비율로 보았을 때, table 1과 같이 차이가 있는 점으로 보아 이들의 영향이 아닌가 생각한다.

table 1. 채취시기별 원주산 생칠의 조성분비.

	우루시올		당 단 백		당 류		수 분	
	무게(g)	%	무게(g)	%	무게(g)	%	무게(g)	%
초 칠	12.34	61.7	0.63	3.15	1.43	7.25	5.6	28
성 칠	14.62	73.1	0.83	4.2	0.75	3.85	3.8	19
말 칠	11.73	58.7	0.62	3.1	1.25	6.3	6.4	3.2

즉, 우루시올의 함량이 높아지면 정제중이나 후에 점도가 낮게 나타나는 반면 당류나 당단백의 함량이 높아지면 점도가 높아지는 경향을 보여준다.

또한 도막이 형성된 후 도막 색의 농담을 육안으로 식별하였을 때 초칠로 정제한 후 형성된 도막의 색이 가장 짙은 색(짙은 적갈색으로 거의 검게 보임)을 띄었으나 말칠의 경우에는 그보다 옅은 색을 보여주었다.

이와 같은 사실들은 생칠을 생산 할 때 채취시기 별로 다르게 보관하여 판매하면 옷칠의 용도에 맞게 사용할 수 있을 것으로 보이며, 또한 후술할 조성분 배합에 의한 정제 기술 분야에서 설명되겠지만 조성분의 획득 및 배합시 참조가 될 수 있을 것으로 사료된다.

또한 중국산 생칠은 섬서성산, 안휘성산, 귀주성산 세 종류를 구입하여 실험하였다.

이들의 정제 조건은 원주산 생칠과 차이가 없이 정제온도가 30~42℃ 사이에서 높은 온도에서는 정제시간이 단축되는 경향을 보였으며 함수율 감소 경향도 동일하였다.

다만 산지별로 정제 후의 점도가 다소 차이가 있었는데 귀주산이 가장 높았으며 이들 세 종류 모두 원주산 생칠을 정제하였을 때보다 높은 경향을 보였다. 안휘성산은 상해에서 제품화된 것을 구입하였는

데 용매가 섞여 있어 여기 비교에서는 제외하였다.

생산지별 정제조건이 어떻게 다르게 나타나는가, 즉 외부정제조건이 다른가 아니면 내부의 물리적 성질이 달라지는 가인데 국내산(원주산)과 중국산(섬서성산, 귀주성산, 안휘성산) 생철을 실험 비교한 결과 중국산이 전체적으로 정제시간이 같은 크기의 용기에 같은 용량으로 비교하였을 때, 15%~25%정도 짧게 걸렸다. 이는 생철에 함유된 락카제의 영향으로 판단되는데, 본 실험에서는 락카제의 함량에 대한 실험은 실시하지 않아 정확하게 단정하기 어렵다. 다만 조성분 배합을 달리한 실험 - 뒤에 나오는 5의 가 - 에서 이를 보완할 수 있는 자료가 있는데, 다당류를 첨가하였을 때 정제시간이 약 33% 감소되는 경향으로 보아서 락카제가 함유된 다당류의 함량이 증가하면 정제시간이 단축되는 것으로 생각된다.

또한 내부 물리적 성질도 산지 별로 차이점을 보였는데, 귀주산의 경우에는 정제 종료 후 점도가 Brookfield B형 점도계로 측정이 불가능 할 정도로 높았으며 전체적으로 중국산이 국내산 보다 높게 나타난 것과 정제시간이 짧은 것으로 보아 우루시울의 함량이 낮은 반면 다당류의 함유량이 높은 것으로 사료된다. 이는 첫번째의 경우와도 일치되는 결론이다.

2. 원주산 생철을 이용한 흑철의 정제 조건 변이

원주산 생철의 정제 조건을 기준으로 하였을 때 철분의 종류와 혼합시기가 정제 후 흑철의 점도에 영향을 주는 것으로 나타났다.

Fig 3에서 보여주듯이 원주산 생철에 철분을 혼합하였을 때는 정제 후 점도가 상승되는 것으로 나타났으며 수분의 감소 변이는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. (Fig 4)

Fig 3와 4에서 알 수 있듯이 정제 시 수분 감소의 경향은 첨가하지 않았을 때나 큰 차이가 없었으나 점도의 변이는 크게 차이가 났다. 철분의 종류의 영향으로, 가는 철분이 굵은 철분보다 점도의 상승률이 높았다.

또한 철분 혼합시기에 따라서 그 차이가 있었는데 가는 철분의 경우 정제 전에 혼합한 것이나 정제 시작 직전에 혼합한 것이나 똑같이 정제 종료 후의 점도가 높아지는 경향을 보였으나, 굵은 철분의 경우에는 정제 전 전일에 혼합한 것이 정제 직전에 혼합한 경우보다 점도가 낮았다. 이런 점들을 종합하여 보면 철분의 굵기에 따라 혼합시기를 결정하는 것이 타당하다고 사료된다.

3. 수동식 정제기.

수동정제기의 설계를 전문가의 도움으로 작성. 그 설계에 따라 삼양정공에서 기본 본체를 제작하였다. 이 본체는 바로 시험에 응용할 수 있으며, 온도센서에 의한 칠액의 온도 조절을 가능하게 했으며, 저울에 의한 함수율 측정기를 추가 설치하여, 자동정제장치의 예비실험을 실시하였다. 즉 정제의 완료상태를 생칠의 함수율 변화로 찾아낼 수 있는 방법을 얻을 수 있을 것으로 생각되며, 수동정제기의 정제를 통한 옷칠의 정제는 도막형성을 통한 육안검사결과 만족할 만한 결과를 가져왔다.

4. 중국산 생칠과 원주산 생칠의 혼합시 정제 조건.

중국산 생칠과 원주산 생칠을 혼합하여 정제하였을 때의 정제 조건이 변하는가 하는 실험은 생칠의 혼합비율에 관계없이 외부 정제조건 변이는 없었고, 다만 내부 변이가 있었는데 정제시간의 변이는 거의

차이가 없는 반면 점도의 상승이 있어, 이 연구는 다음 실험에서 제외시켰다.

5. 생칠의 조성분 배합에 따른 정제 기술.

생칠의 조성분 배합이 달라지면 옷칠의 물리적 성질이 달라지고 정제시간의 단축이 일어나는 현상이 보임에 따라 조성분을 인위적으로 변이를 시키면 어떤 결과를 얻는가를 실험하였다.

그 실험 결과는 다음 아래와 같다.

가. 외부적 정제특성의 변이

먼저 조성분을 인위적으로 첨가하였을 때 나타나는 외적 요인의 변화는 생칠에 우루시올이나 당단백을 첨가하였을 때와 첨가 안한 경우와 차이가 없었다.

그러나 다당류를 첨가하였을 경우에는 그 변화가 두드러졌는데, 산지에 관계없이 모두 정제시간이 소요시간의 약 1/3 정도가 단축되는 경향을 보였고, 또한 건조 시 첨가하지 않았을 때의 지문건조 시간보다 첨가 시 지문 건조시간이 약 1/3~ 1/2 정도 빠르게 건조되는 경향을 보였다. 이런 점들은 옷칠을 이용하여 제품을 만들 때 작업조건을 향상시킬 수 있는 점을 고려할 때 큰 장점이 될 것으로 기대되어진다.

나. 내부적 정제특성의 변이

또한 위 실험에서 외부적인 조건의 변이 외에 내부적인 물리적 성질이 달라지는 것을 비교 평가하기 위하여 생칠 과 옷칠간의 건조전 물입자의 크기 및 분포비교, 건조 후 도막입자의 균일성, 도막의 인장강도, 도막의 투명성 등을 비교하였다.

우루시올을 첨가하였을 때의 변이는 외적, 내적요인의 변화가 첨가되지 않았을 때와 큰 차이가 없었으나 육안으로 보았을 때, 투명도가 향상되는 경향을 보여 종이의 백색도를 측정하는 방법과 동일한 방법으로 비교치를 비교한 결과 수치상으로는 큰 차이가 없고 다만 우루시올을 10%첨가하였을 때, 약간 향상되는 경향을 보였다.

그러나 이 투명도는 옷칠의 특성상 시간의 함수로서 도막 형성 후 시간의 경과함에 따라 그 투명도가 증가한다. 본 실험에서 우루시올을 첨가하였을 때가 첨가하지 않았을 때 보다 투명도가 증가되는 기간이 육안으로 보았을 때 짧아지는 경향을 보였다.

본 연구결과에서는 짧은 연구시간 관계상 시간의 변이에 따른 투명도의 변화를 측정하지 못하여 수치화 하지 못하였지만 지금까지의 경험상 육안적으로 투명도가 증가한다고 판단하였다.

1) 생칠과 옷칠간의 건조전 물입자의 크기 및 분포비교

지금까지 수행한 정제조건별 도막의 물리적인 변화를 비교한 실험들로서 1차로 생칠과 옷칠간의 건조 전 물입자의 크기 및 분포는 원주산 생칠과 옷칠의 사진 1(생칠)과 사진 2(옷칠-정제후)와 같은데, 생칠의 경우는 물입자의 크기가 균일하지가 않고 그 분포가 제멋대로이다.

그러나 옷칠의 경우에는 물입자의 크기가 아주 미세하고 그 분포가 비교적 균일한 것이 뚜렷하게 보인다. 건조 후 도막의 균일성은 사진 3,4에서 보여주는 바와 같다.

또한 도막입자의 균일성은 원주산 생칠과 옷칠(사진 3과4), 중국 섬서성산 생칠과 옷칠(사진 9와10)의 경우 모두 입자의 크기 및 분포가 크게 차이나는 점을 알 수 있다. 이와 같은 점은 공초점 현미경에 의

해서 얻은 삼차원 해상도를 한 사진에서도 뚜렷하게 나타나고 있다.(사진 15,16)

즉 정제를 함으로서 물입자를 균일하게 해주면 건조 시 반응이 일어나, 건조후 도막을 형성한 입자의 크기는 그 영향에 의해서 균일하거나 균일하지 않게 나타나는 것을 알 수 있다. 정제를 한다는 것은 이와 같이 도막입자의 형성에 영향을 주는 인자들인 우루시올, 다당류, 당단백, 물을 골고루 섞어주며 그 섞인 성분들 중 우루시올이 있는 곳에 물에 용해된 다당류가 고르게 분산되게 하므로써 고른 도막을 형성하게 하는 것이다.

2) 조성분 첨가시의 도막의 균일성

조성분을 첨가하였을 때의 도막입자의 영향을 파악하기 위하여 도막을 SEM과 공초점 현미경으로 이차원 해상도와 삼차원 해상도를 얻었다.

도막의 사진들을 보면 이와 같이 조성분(우루시올이나 다당류)를 인위적으로 첨가시키면 입자의 크기가 커지고 균일성이 낮아지는 것을 볼 수 있다. (원주산 사진 5~8, 섬서성산 사진 17,18)

그러나, 이를 보완하기 위하여 조성분을 첨가한 후 가열하기 전에 일정시간 교반을 시켜 준 후 가열하여 정제한 결과 도막입자의 크기가 커지고 균일성이 낮아지는 점을 개선할 수 있었다 (중국 섬서성산 사진 11~14). 섬서성 이외의 안휘성산, 귀주성산 생철과 옷칠도 같은 결과를 얻었으며, 그 결과는 사진 20~27과 같다.

3) 도막의 인장강도

도막의 인장강도는 fig 5~11의 결과와 같다.

2년차 시 도막의 두께를 3종으로 하여 실험한 결과 도막의 두께가 두꺼울수록 강도가 높아지는 경향을 보였으며 또 도막 두께가 두꺼우면 건조시 도막표면이 우는 경향이 많아 도막의 강도 비교 실험에 사용한 도막은 두께 11.43 μ m 필름만을 대상으로 하였다.

2차년도에서 당단백을 첨가하는 시험을 해 본 결과, 강도, 정제시간, 건조, 투명도 등과 같은 특성이 전혀 변화가 없고, 용해성이 아니기 때문에 투명해진 후에 찌꺼기로 남는 단점이 있어 최종결과에서는 제외시켰다.

먼저 정제를 한 것과 하지 않은 것과의 차이는 산지에 관계없이 모두 생칠보다 옷칠의 강도가 훨씬 높게 나타났다. 또한 옷칠의 강도도 산지별로 크게 차이가 나타나고 있다.

산지별 조성분 첨가 시 인장강도에 미치는 영향을 fig 5, 7, 9, 10에 서 볼 수 있는데, 조성분을 인위적으로 첨가하였을 때 전반적으로 강도가 낮아지는 경향을 보였다.

그러나, 원주산의 경우 다당류를 0.4% 첨가하였을 때 강도가 향상되었고, 섬서성의 경우, 다당류를 0.81% 첨가하였을 때 첨가하지 않은 옷칠과 거의 비슷하였고, 또한 섬서성산 생칠에 우루시올과 다당류를 함께 첨가하였을 때, 첨가하지 않은 경우나 또는 한가지만을 첨가한 경우보다 그 인장강도가 높아지는 경향을 보였다.(Fig 7) 귀주산은 우루시올을 10%첨가한 경우나 다당류를 0.81%첨가한 경우 강도가 향상되는 점으로 보아 산지별로 조성분 비율중 부족한 부분을 보충하면 강도가 향상되는 것을 알 수 있었다.

또한 일본에서 정제한 옷칠과를 비교하기 위하여 일본산 생칠, 일본산 생칠을 사용하여 만든 옷칠, 중국산 생칠을 사용하여 만든 옷칠을 구입하여 이들의 도막을 동일한 조건하에서 제작 건조시킨 후 본 연

구에서 제조된 옷칠의 도막과 강도 비교 실험을 하였다. 그 결과는 fig 6, 8, 와 같다.

Fig 6과 8에서 볼 수 있듯이 일본산 옷칠과 원주산을 비교하여 보았을 때 전반적인 강도는 원주산이 높았다. 중국 섬서성산 생칠의 경우도 일본에서 중국산 생칠로 정제한 옷칠의 강도와 거의 유사하였다. 이와 같은 결과는 단지 강도만을 비교하였을 때 본 연구에서 개발된 방법이 일본에서 기존 사용되는 정제 방법에 버금간다고 평가된다.

6. 자동화 정제기 정제실연시험.

자동화 정제기로 대량생산의 실연시험을 통하여 정제기의 작동여부, 1회 정제하려는 생칠의 량에 따른 정제시간의 변이, 시간과 정제량에 따른 1회 최적 생산량 등을 파악하였다.

그 결과는 자동화 정제기의 작동을 반복실험을 통하여 실시하였는데 기계적인 분야에 있어서 온도의 조절, 정제용기의 상하이동방법, 무게의 감지 등을 유의하였다. 또한 같이 연결된 제어기에 의하여 처리되는 사항들이 올바르게 제어되는가를 시험하였다.

그 결과 다른 사항들은 모두 의도한 바대로 되었으나 무게의 감지에서 정제 종료 후 최종 함수율을 측정해본 결과 예상 함수율과 최종 함수율간에 약간의 오차가 발생하였다.

생칠을 정제하는 것 중에서 가장 어려운 부분 중의 하나는 정제 종료 시험인데 이 정제 종료시험은 작업조건에 가장 크게 미치는 건조상태에 큰 영향을 끼친다. 옷칠의 건조는 함유되어 있는 락카제가 촉매가 되어 그들 구성 성분들(우루시올 다당류, 당단백)이 서로 물리적, 화학적으로 반응함으로서 도막이 형성하는 자연건조 방식으로서 여기에 가장 크게 미치는 영향인자는 옷칠내의 함수율과 건조장내의

함수율이다. 예를 들어 옷칠내의 함수율이 3% 이내로 되면 건조장 조건이 최적 상태라 할지라도 건조 시간이 정상적인 경우보다 훨씬 길거나 또는 건조가 되지 않는 경우가 생긴다. 그렇기 때문에 정제 종료시 함수율이 3%이상 되어야 한다. 또 어려운 점은 함수율이 너무 높으면 건조속도가 너무 빠르게 되거나 정제시 생기는 다른 조건 들, 예를 들어 앞에 항에서 언급한 도막입자의 균일성, 강도의 저하 등이 나빠질 수 있게 되기 때문에 이들 정제 시간과 함수율의 관계는 직접적인 정제에 미치는 요인들이다. 그렇기 때문에 정제시 종료시점은 전통적으로 옷칠의 최종 함수율은 5% 내외로 알려지고 있다.

그래서 본 실험에서 정제시 제어기의 최종 함수율을 5%로 설정한 후 정제해 본 결과 실질적인 최종 함수율이 7% 내외로 나타났다. 그 원인을 분석한 결과 정제제어장치 중 무게의 변이에 따른 함수율 측정시 교반날개에 의해서 생기는 유동무게가 측정됨으로서 과대치가 나타나는 것을 알 수 있었다. 그래서 이와 같은 점을 보정하기 위하여 정제하는 동안 감소되는 무게를 설치된 무게 측정기능으로 시간당 감소되는 량을 측정하고 종료후 최종 무게에 의한 함수율과 실질적인 함수율을 계산하였다. 그 결과 평균 0.9% 정도의 함수율이 적게 감소됨을 알 수 있었다. 그래서 실질적으로 5%의 최종 함수율을 갖는 옷칠을 정제하고 싶은 경우 입력수치는 4.1%로 하여 정제를 하면 바라는 수치를 얻을 수 있었다.

또한 이 자동화 정제기로 정제한 옷칠의 도막을 만들어 그 도막의 SEM 사진을 찍고 또한 강도시험을 하였다.

그 결과는 사진 10과 fig 12와 같다. 사진 19와 섬서성산 옷칠과 비교하였을 때 물입자가 미세하게 세분되어 분포되는 기능이 떨어지는 것으로 판단되므로 이와 같이 대량으로 정제할 때는 가열에 의하여

정제를 하기전에 교반을 먼저 일정기간 실시하고 그 후에 가열하면서 정제해주는 방법을 사용하는 것이 타당하다고 사료된다. 또한 fig 12에서 보여주듯이 자동화 정제기에서 생산되는 옷칠의 인장강도는 오히려 소형정제기에 의해서 정제된 옷칠보다 높게 나타났다.

또한 1회 Loading되는 양에 따른 정제 시간과의 관계는 fig13과 같다. 이를 기초로 1회 최적 생산량을 계산 해본 결과 가장 생산성이 높은 1회 Loading 량은 13Kg이었다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 본 실험에서 제작된 자동화 정제기는 장시간 작업해야 되는 상황에서 작업자가 조건을 설정한 후 기계 옆에서 항상 지켜보지 않아도 되는 편리함과 자동적으로 정제 종료점을 알 수 있는 장점을 갖고 있으며 여기에서 생산되는 옷칠의 품질은 우수한 상태로 재연성이 뛰어난 기계로 본 연구의 목적에 합당하게 제작되었다고 판단하였다.



사진 1. 원주산 생철의 도막(건조 전)

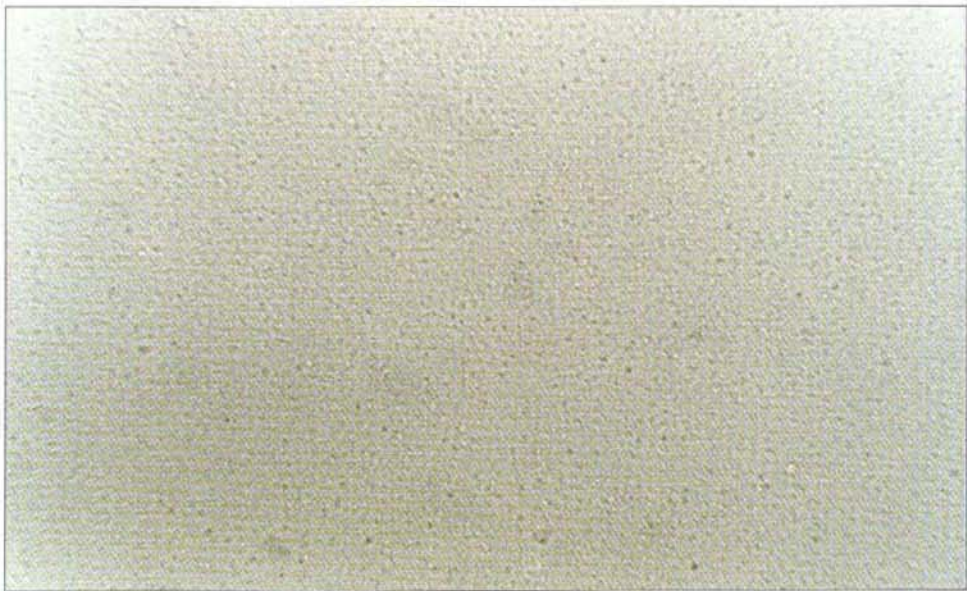


사진 2. 원주산 옷철의 도막(건조 전)

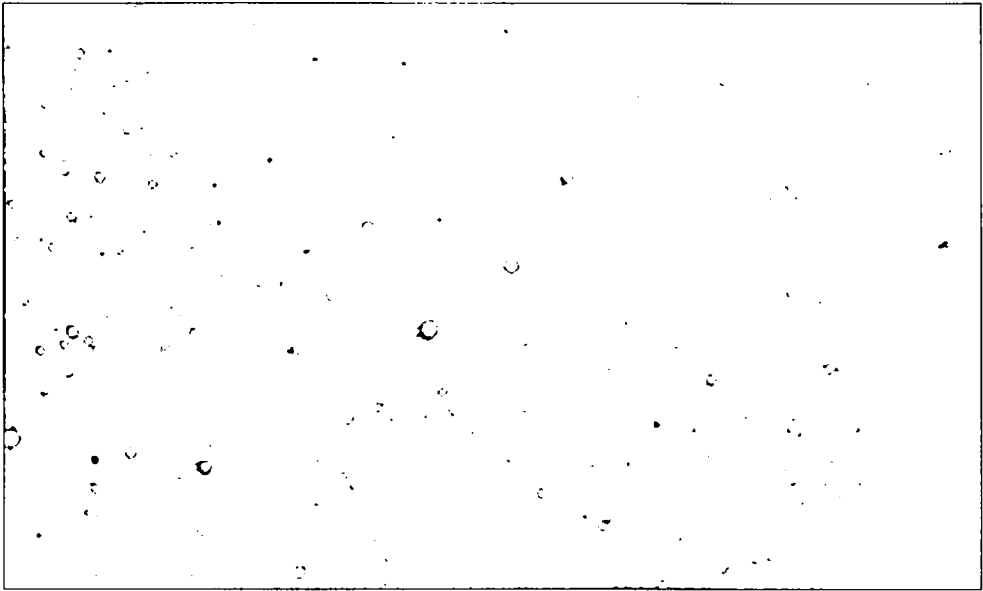


사진 1. 원주산 생칠의 도막(건조 전)

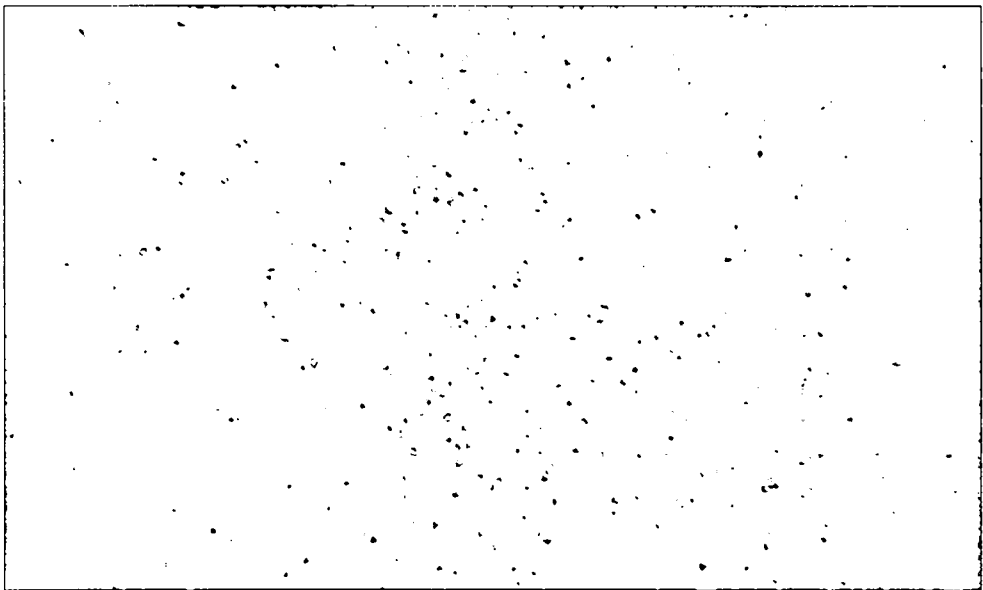


사진 2. 원주산 옷칠의 도막(건조 전)

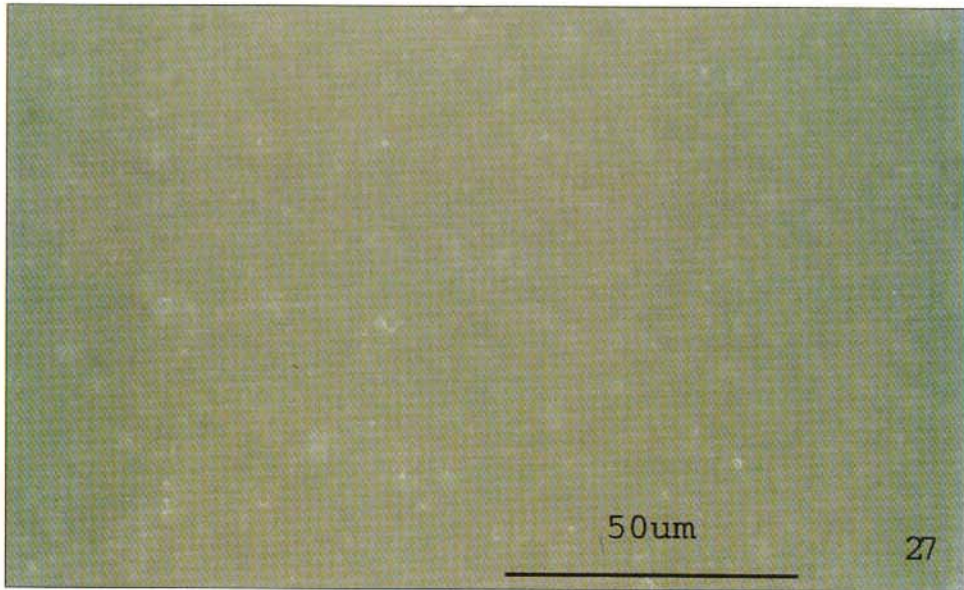


사진 3. 원주산 생칠의 도막(건조 후)

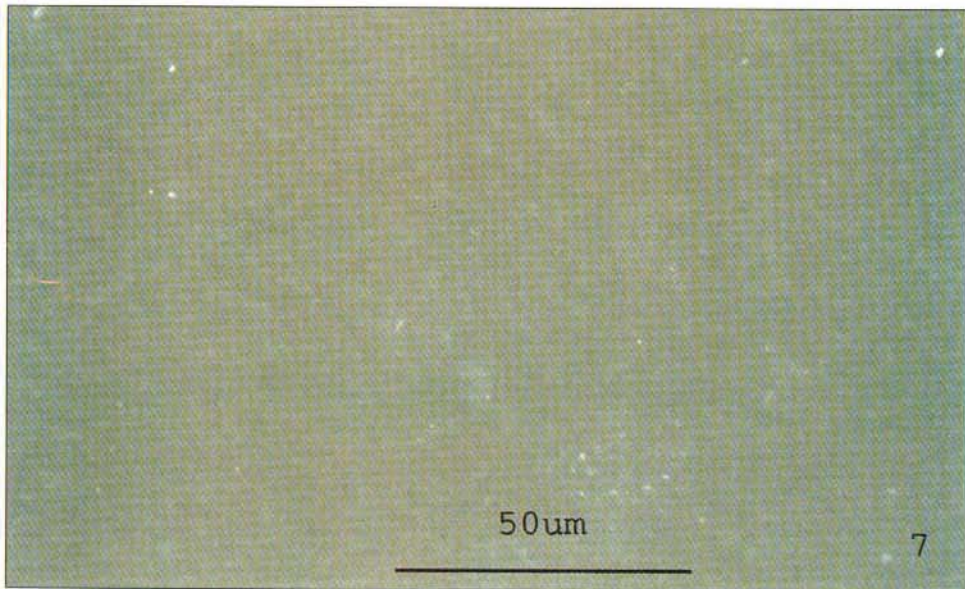


사진 4. 원주산 옷칠의 도막(건조 후)

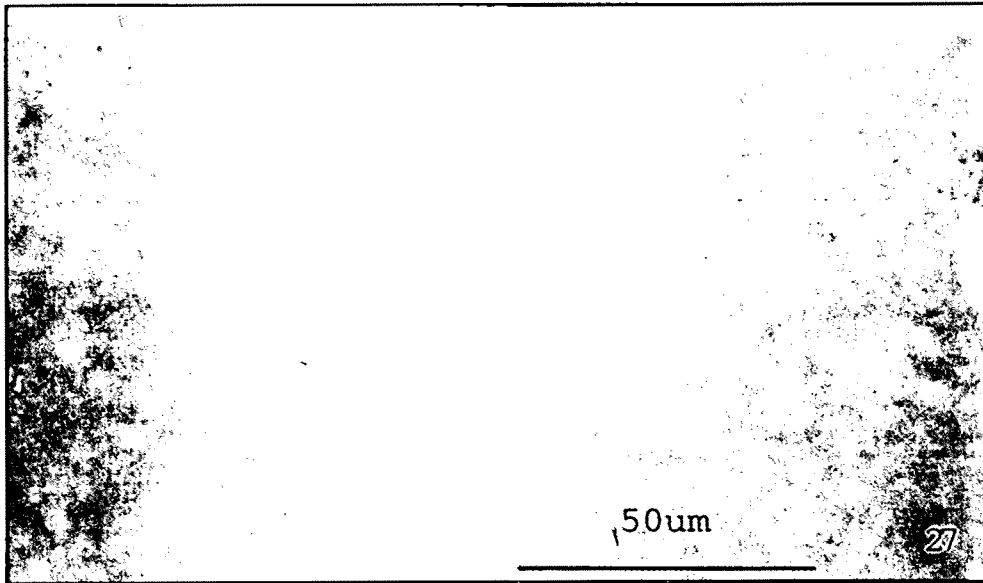


사진 3. 원주산 생철의 도막(건조 후)

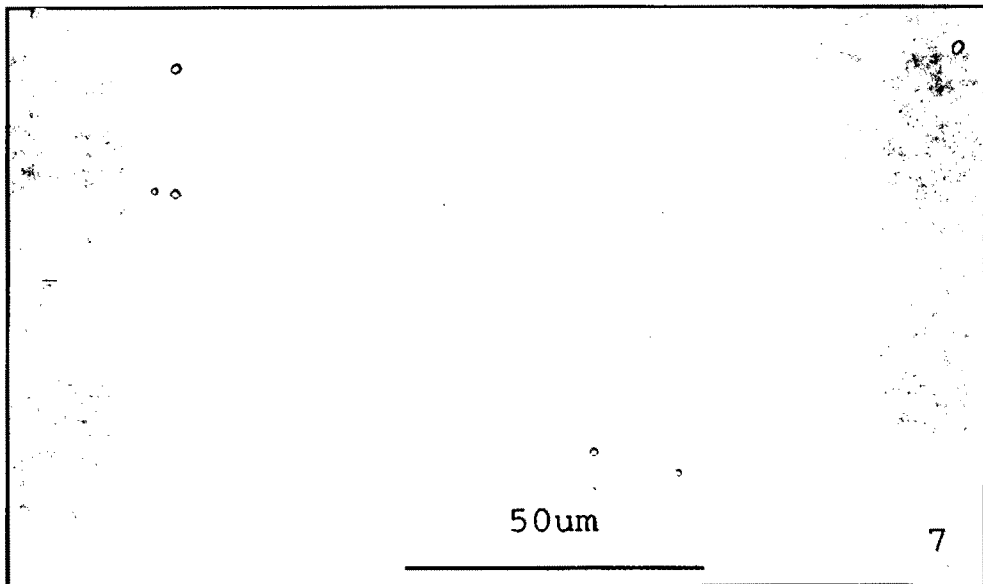


사진 4. 원주산 옷철의 도막(건조 후)

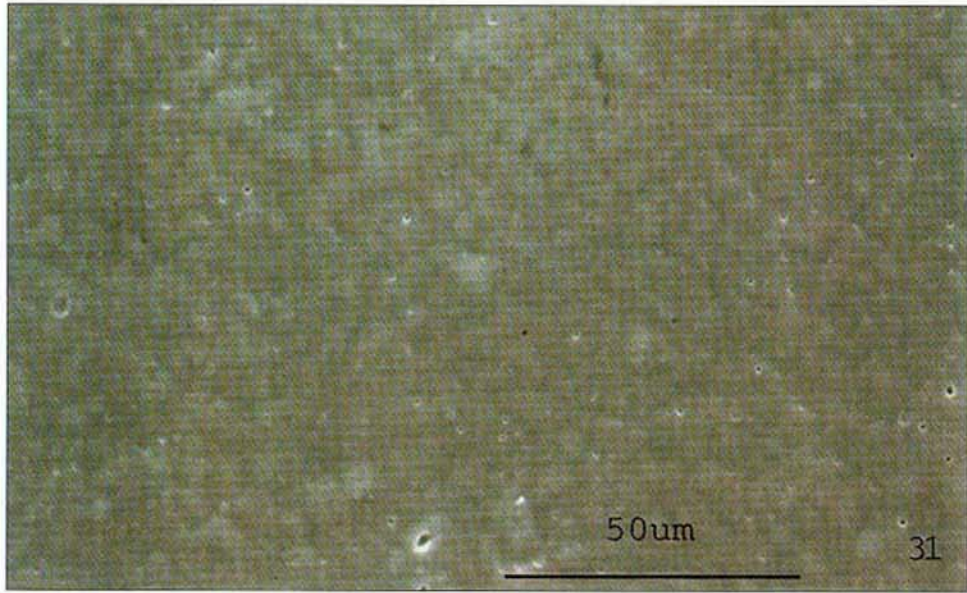


사진 5. 원주산 생철에 우루시올 5% 첨가하여 정제한 옷철의 도막.

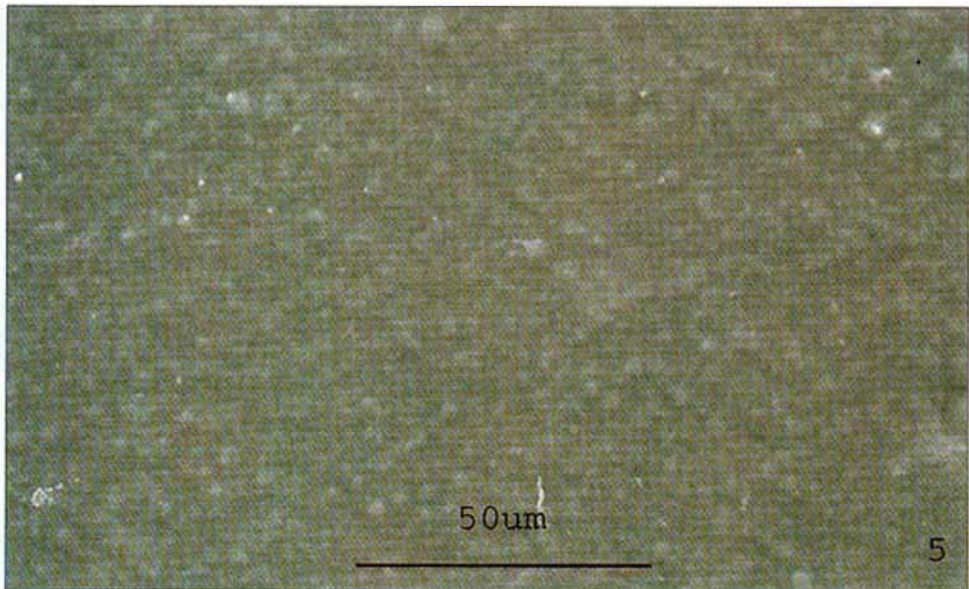


사진 6. 원주산 생철에 우루시올 10%첨가하여 정제한 옷철의 도막

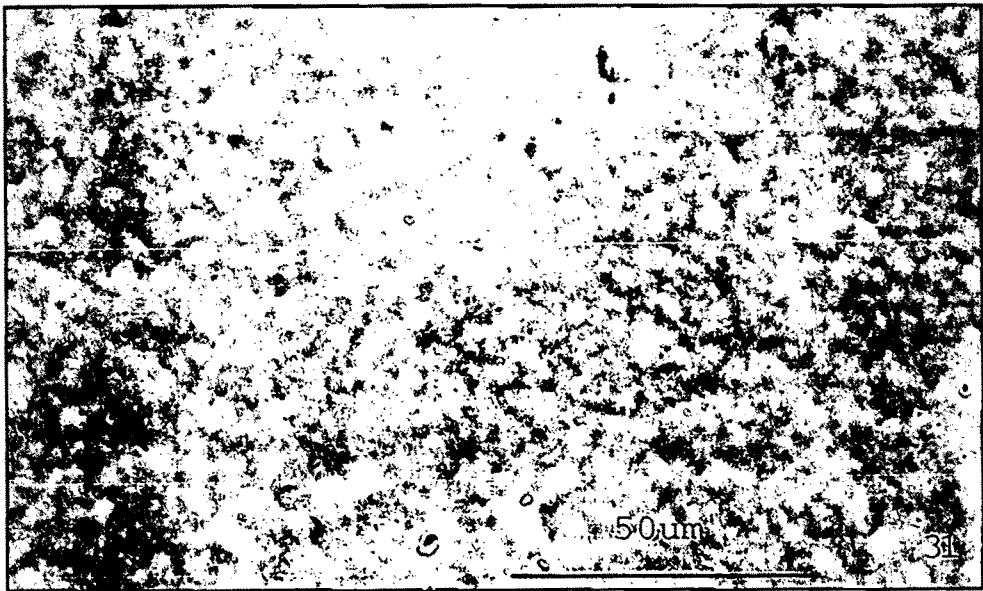


사진 5. 원주산 생철에 우루시올 5% 첨가하여 정제한 옷칠의 도막.

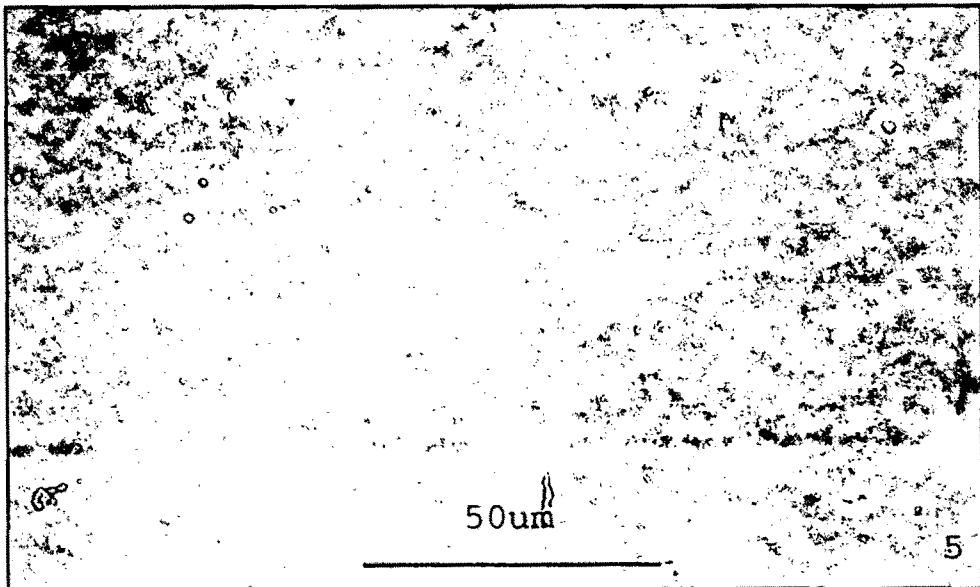


사진 6. 원주산 생철에 우루시올 10%첨가하여 정제한 옷칠의 도막

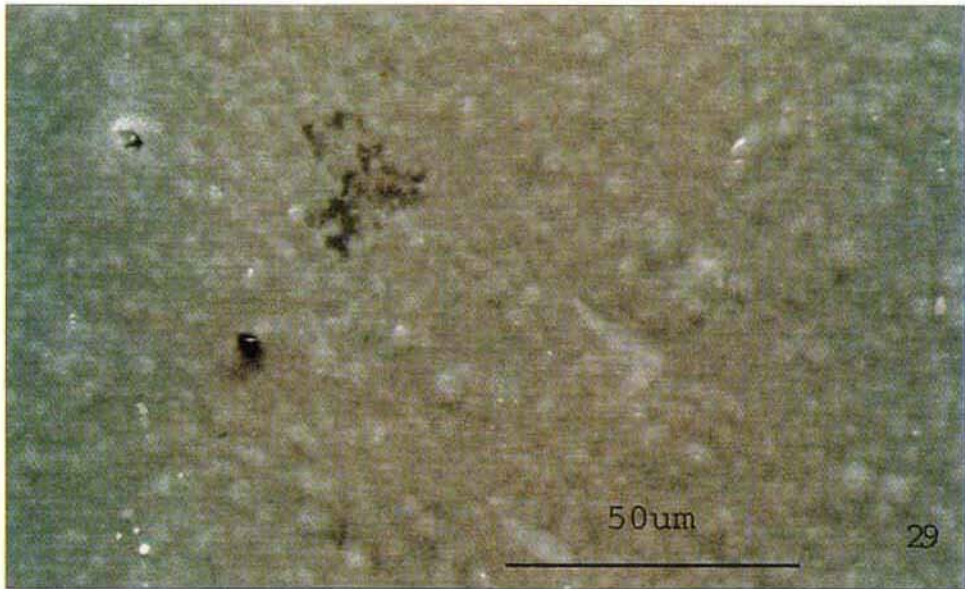


사진 7. 원주산 생칠에 당류 0.4% 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

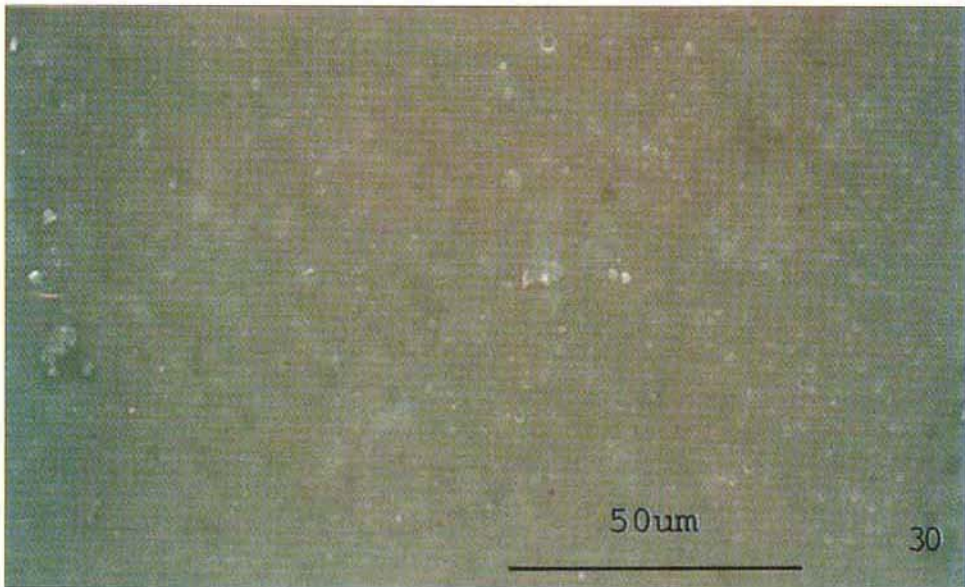


사진 8. 원주산 생칠에 당류 0.81% 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

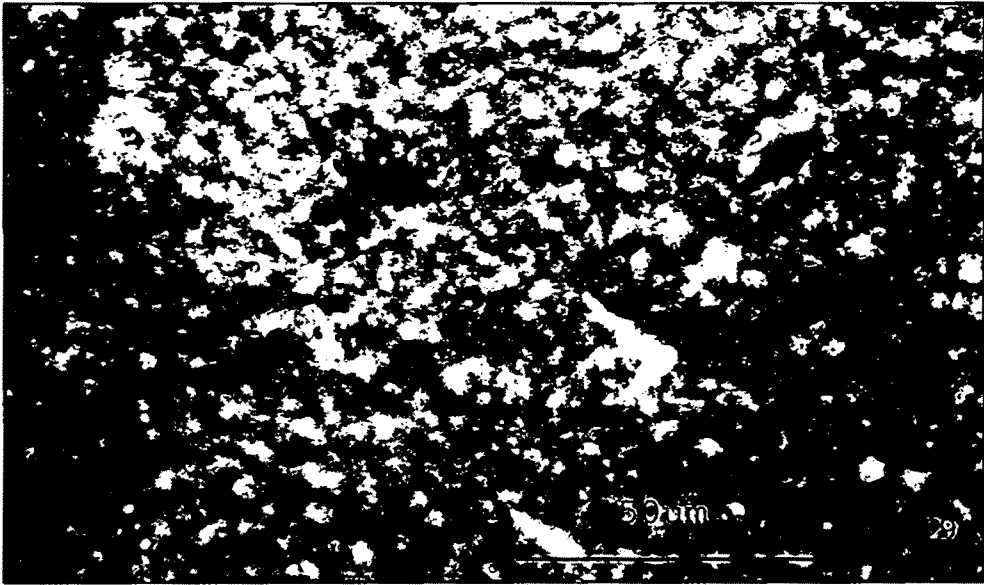


사진 7. 원주산 생칠에 당류 0.4% 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

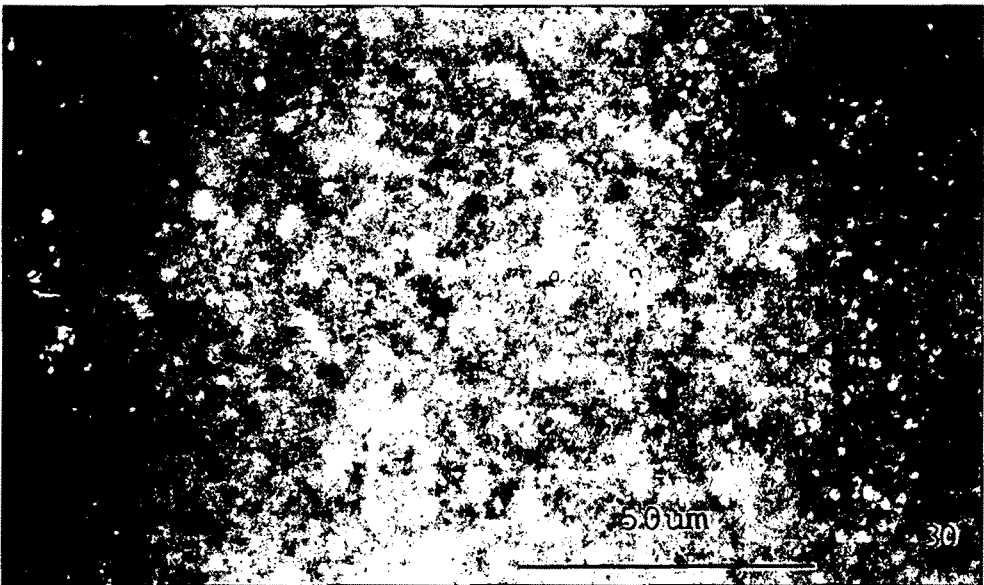


사진 8. 원주산 생칠에 당류 0.81% 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

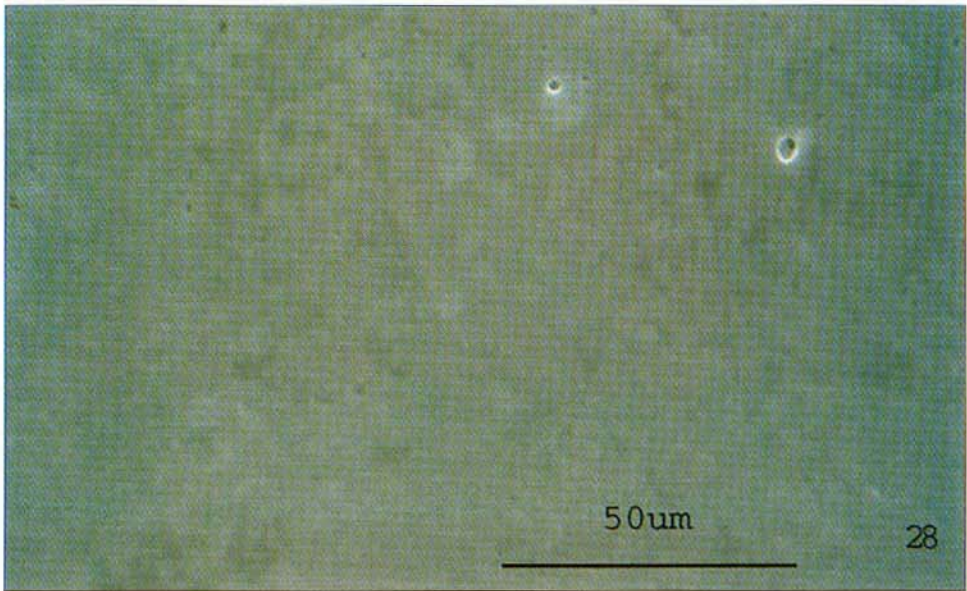


사진 9. 섬서성 생철의 도막

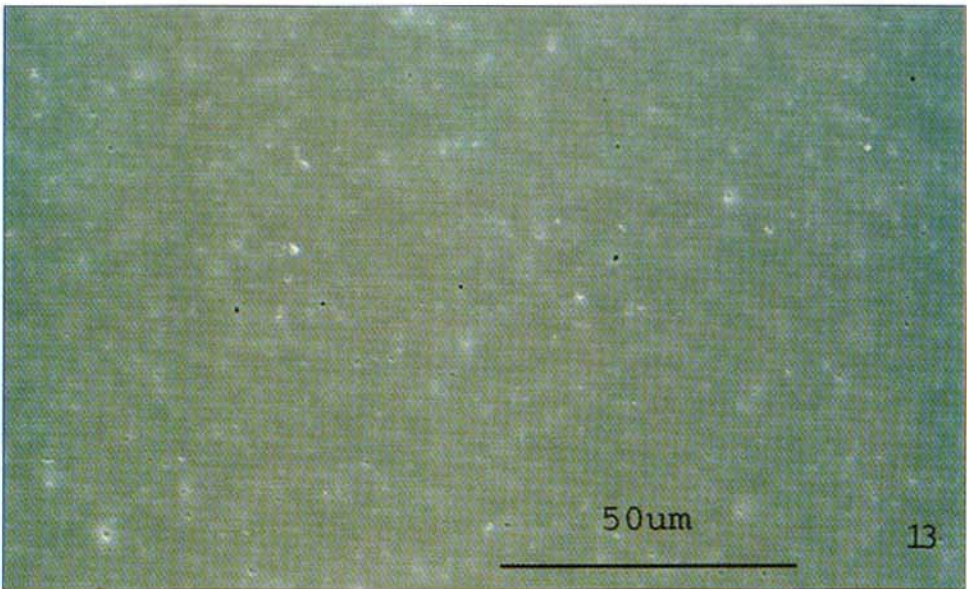


사진 10. 섬서성 옷철의 도막

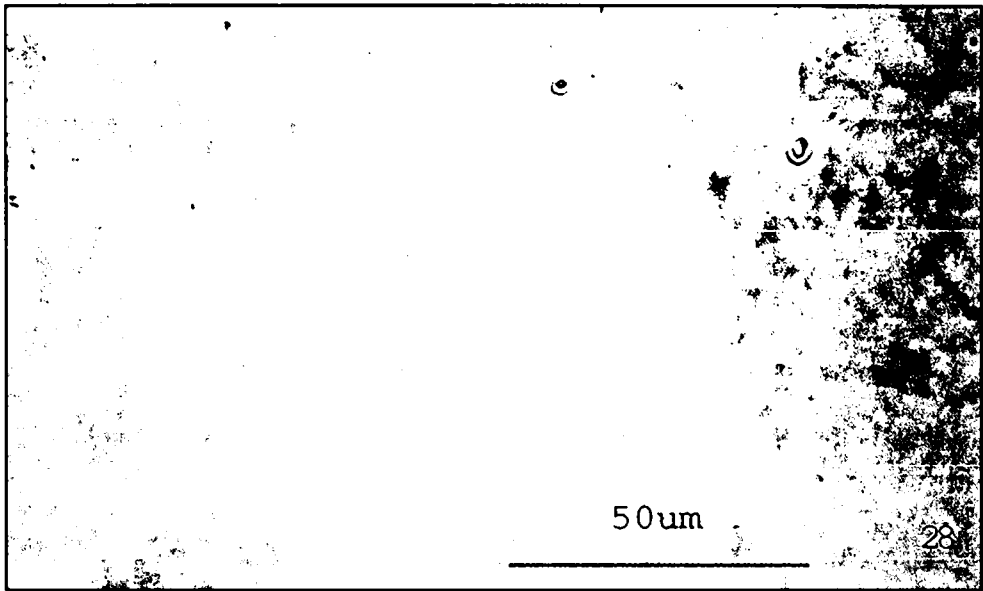


사진 9. 섬서성 생철의 도막

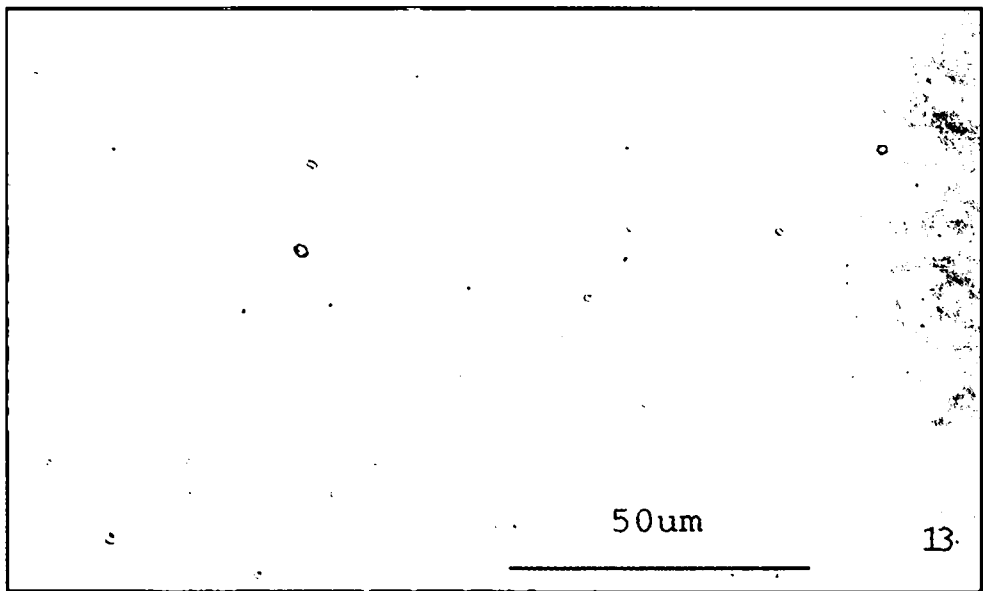


사진 10. 섬서성 옷칠의 도막

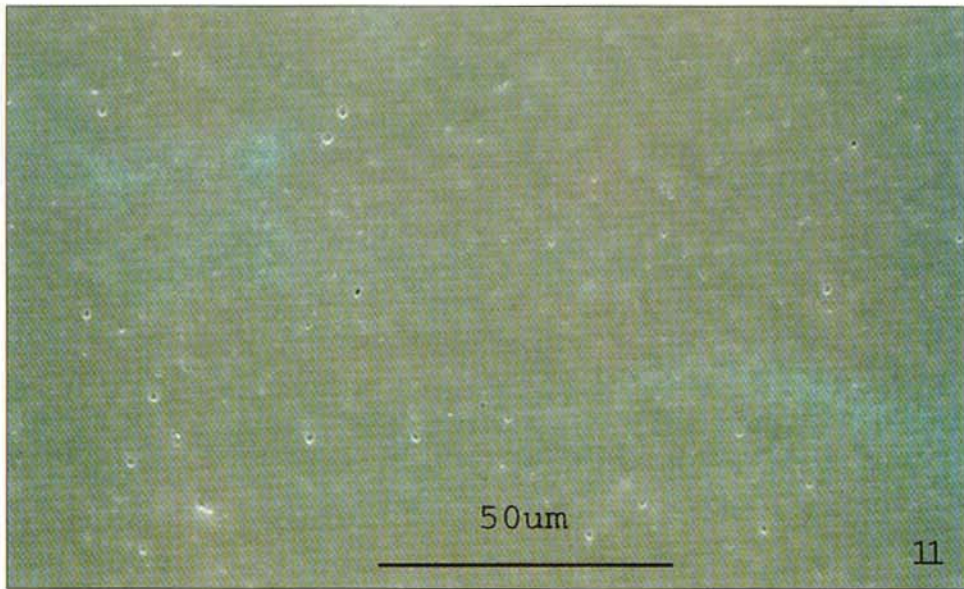


사진 11. 섬서성 생칠에 우루시올 5% 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

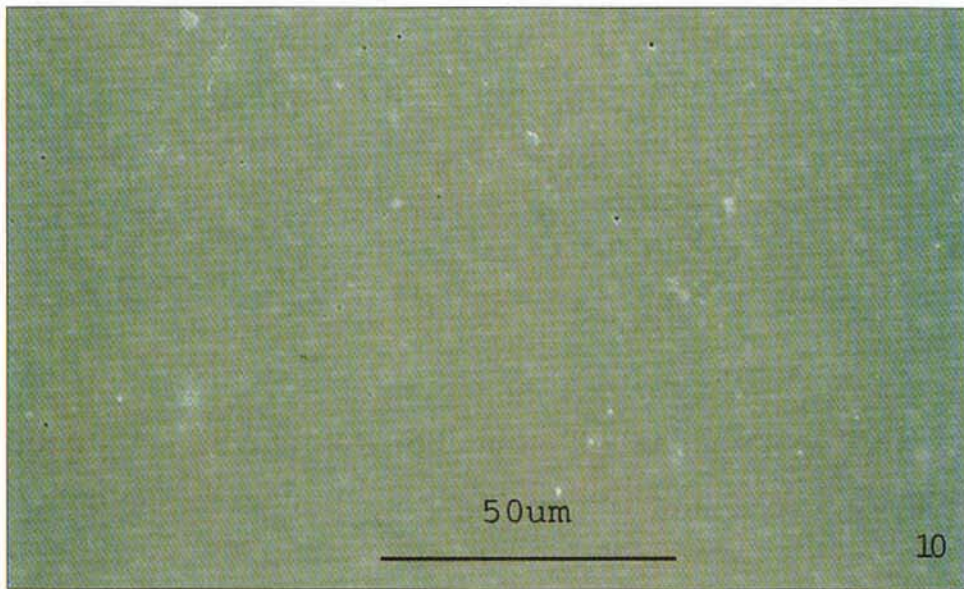


사진 12. 섬서성 생칠에 우루시올 10% 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

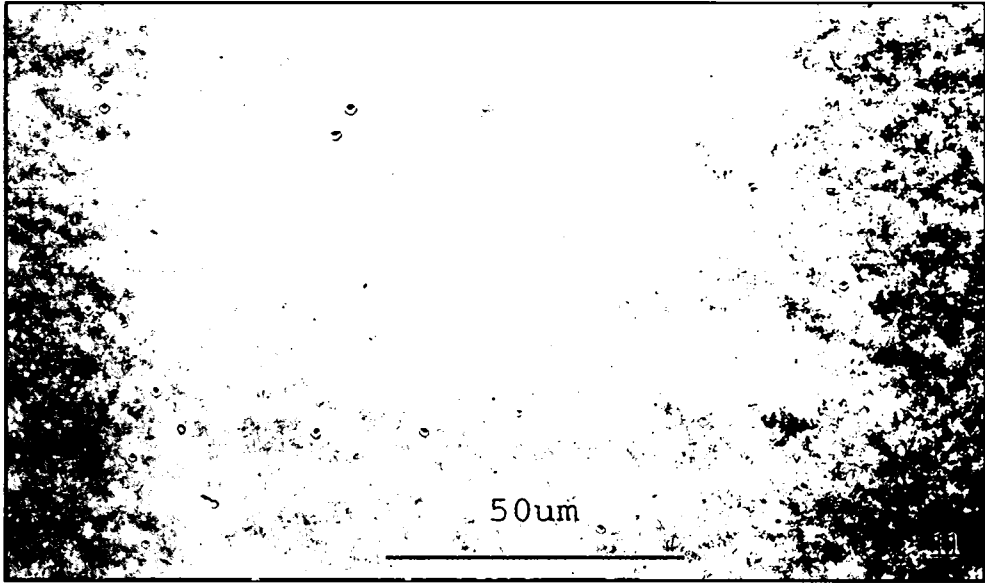


사진 11. 섬서성 생칠에 우루시올 5% 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

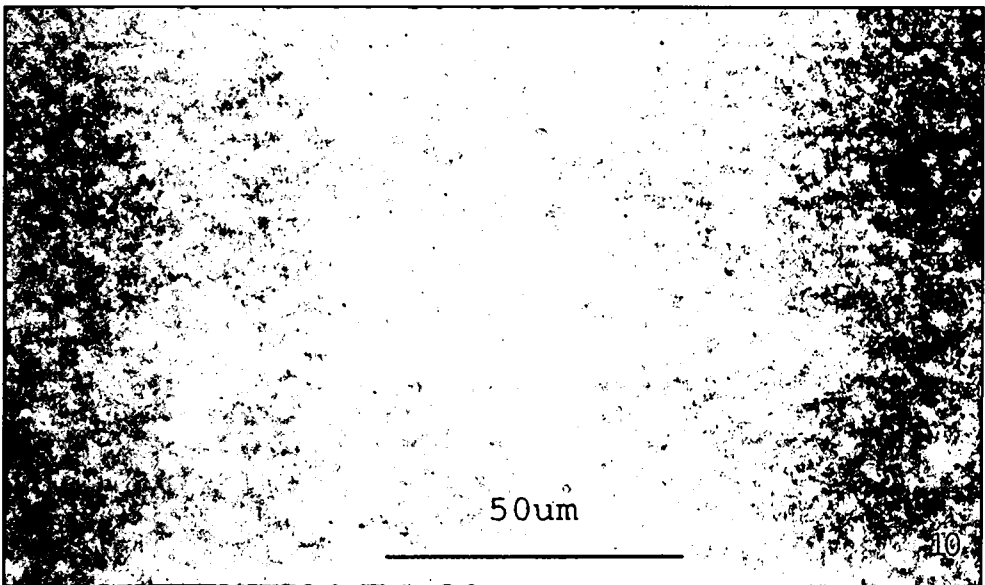


사진 12. 섬서성 생칠에 우루시올 10% 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

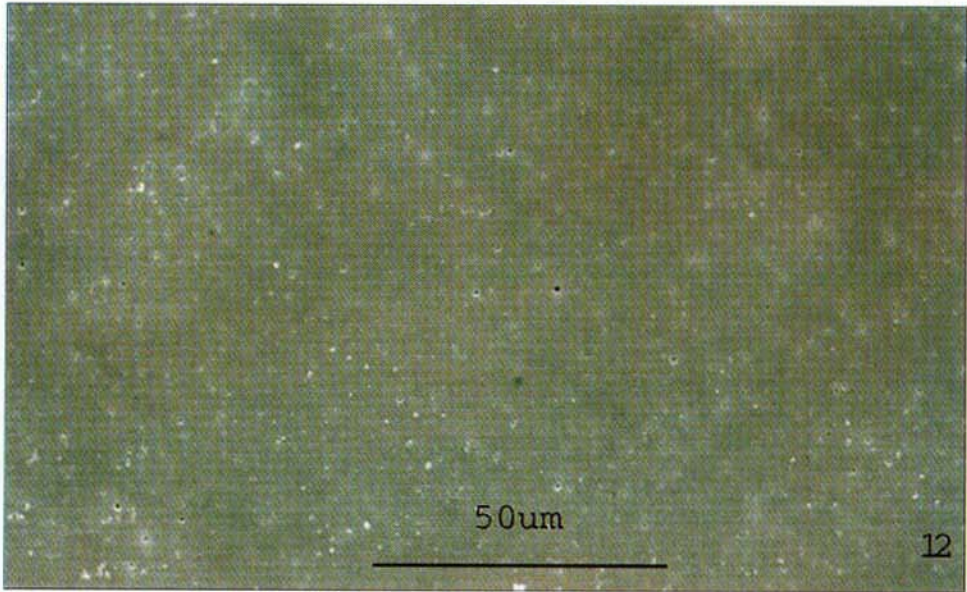


사진 13. 섬서성 생철에 당류 0.4%첨가하여 정제한 옷칠의 도막

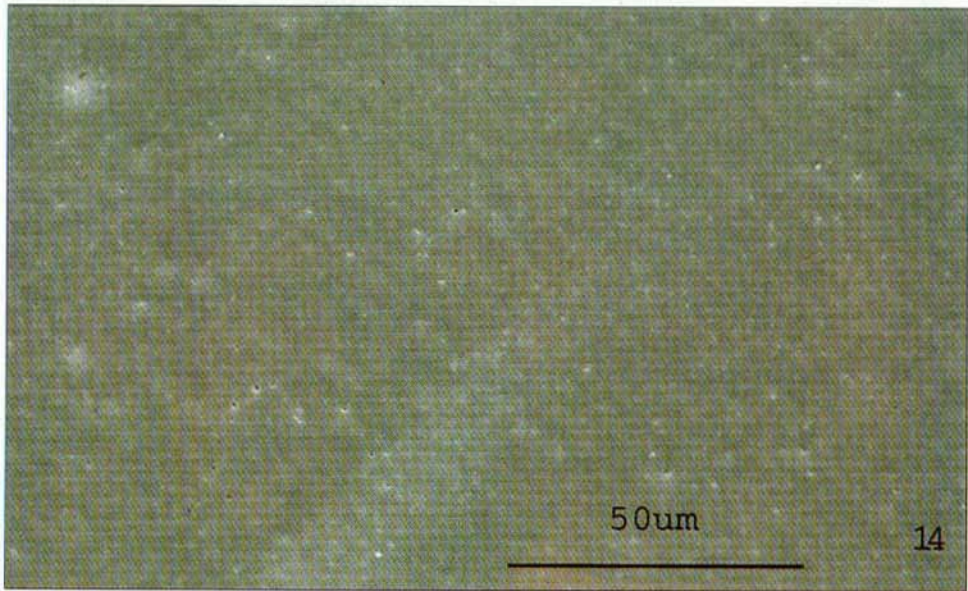


사진 14. 섬서성 생철에 당류 0.81%첨가하여 정제한 옷칠의 도막

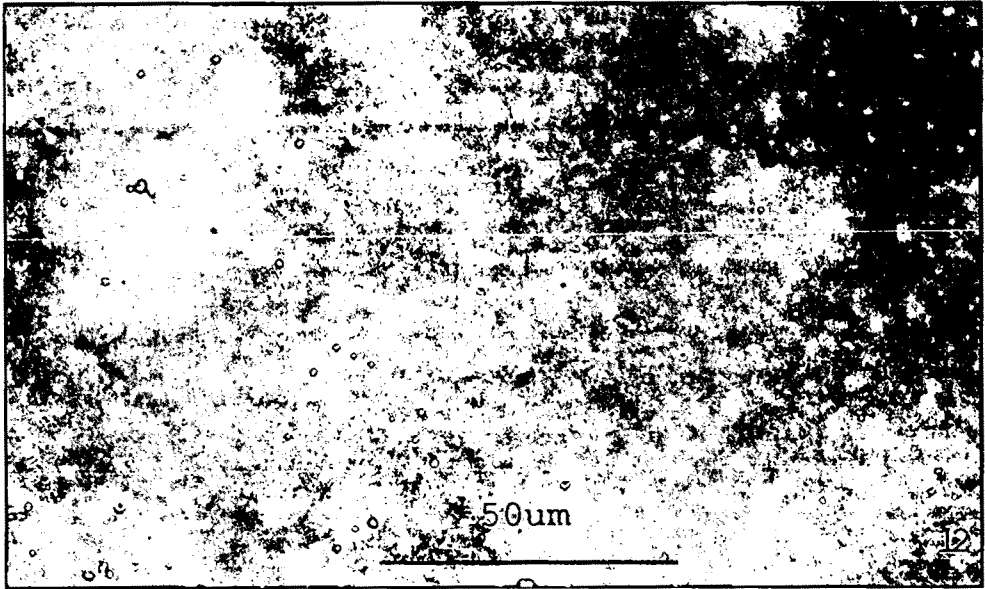


사진 13. 섬서성 생칠에 당류 0.4%첨가하여 정제한 옷칠의 도막

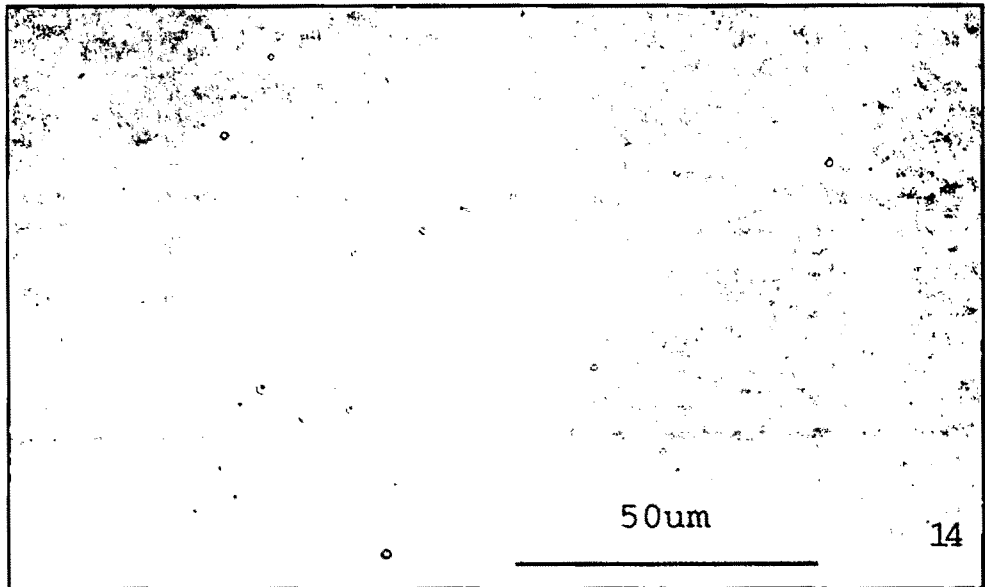


사진 14. 섬서성 생칠에 당류 0.81%첨가하여 정제한 옷칠의 도막

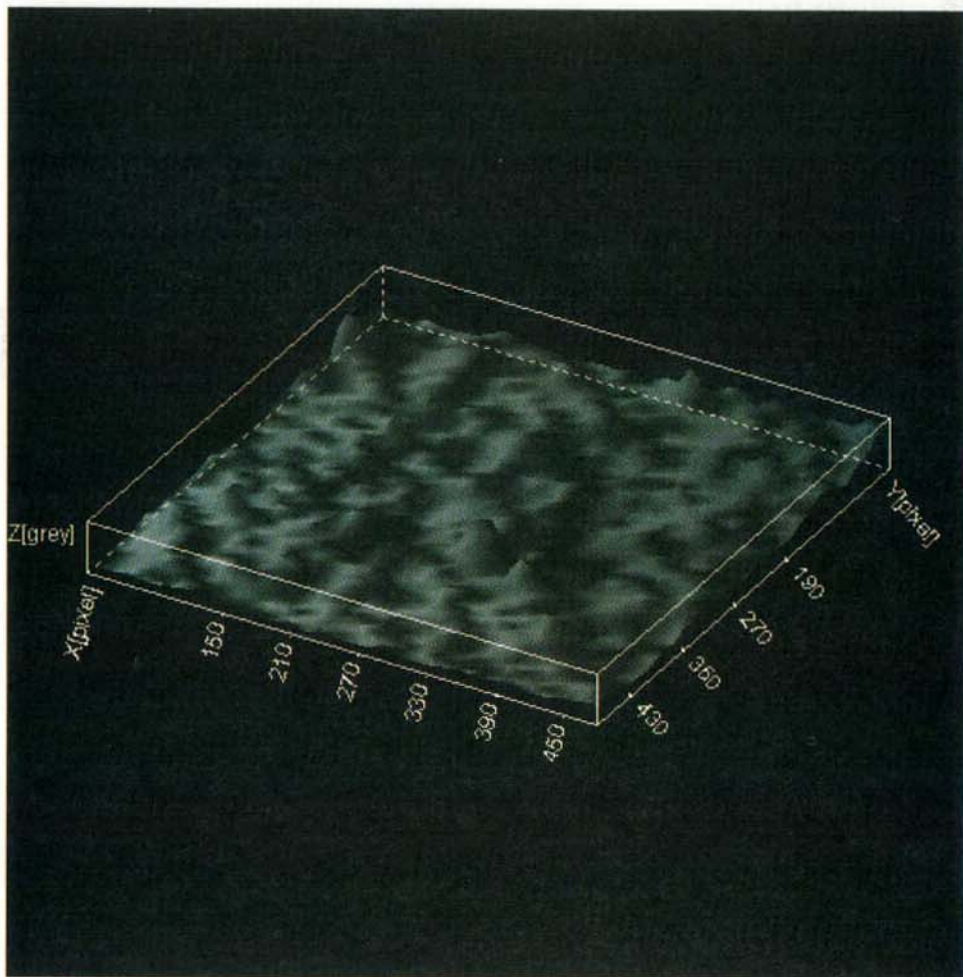


사진 15. 심서성 생철 도막의 3차원 사진.

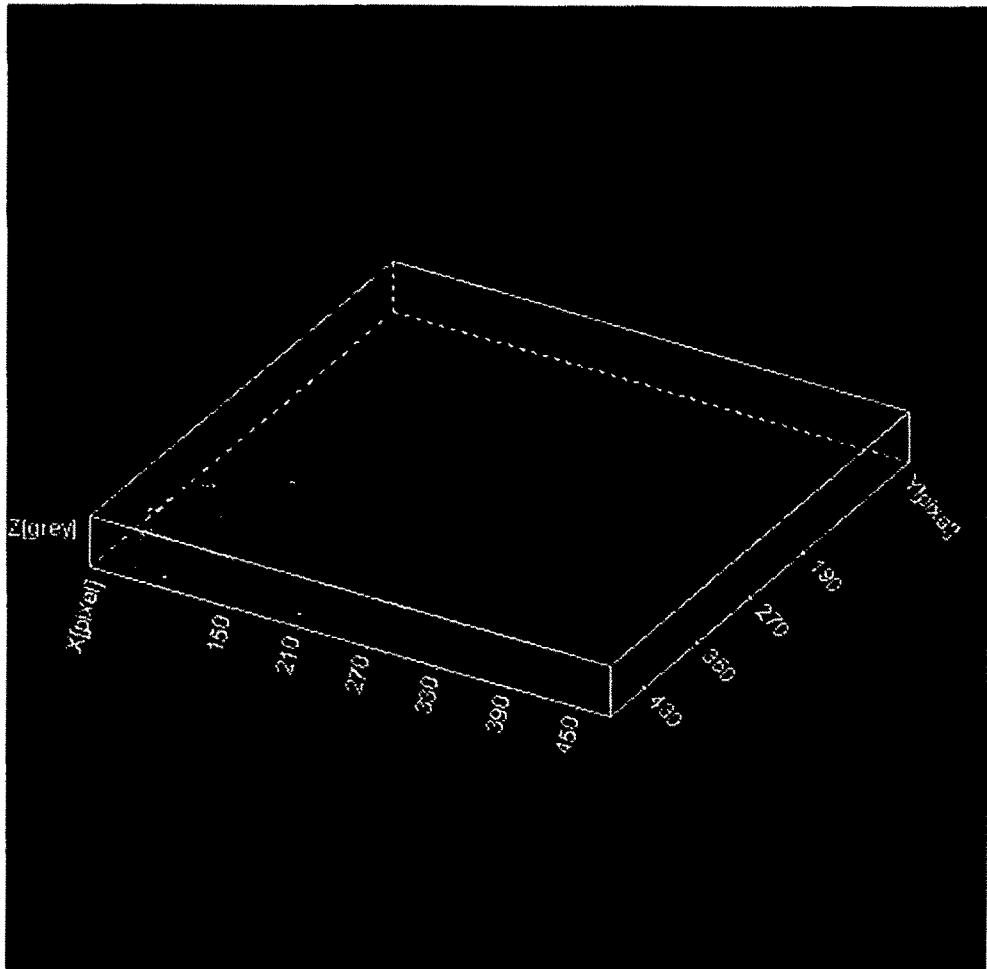


사진 15. 섬서성 생칠 도막의 3차원 사진.

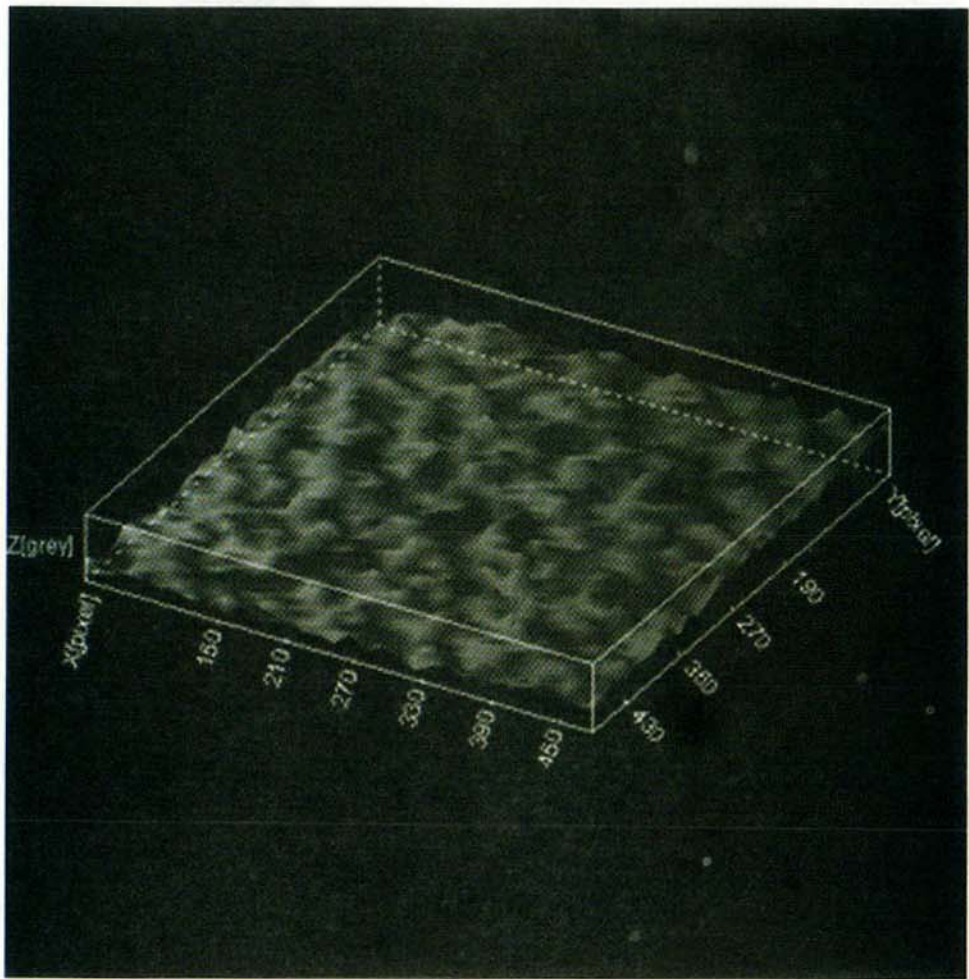


사진 16. 섬서성산 옷칠 도막의 3차원 사진.

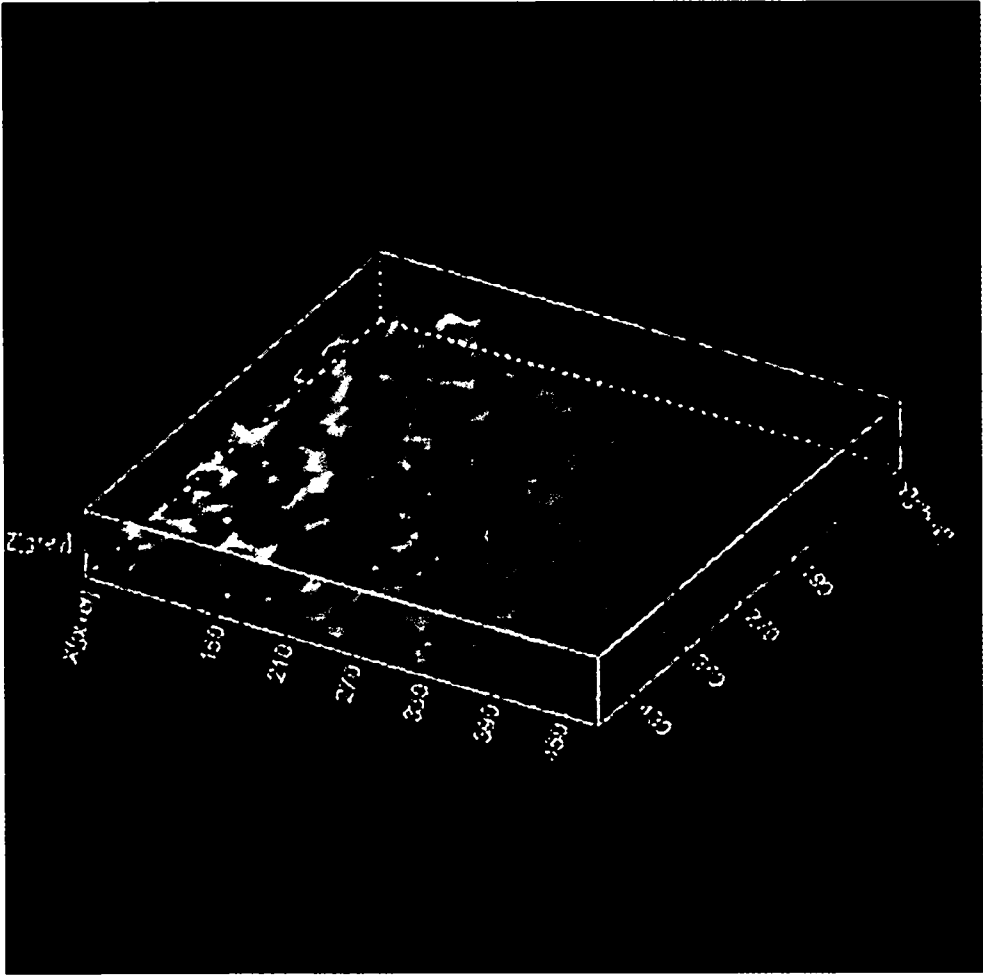


사진 16. 섬서성산 옷칠 도막의 3차원 사진.

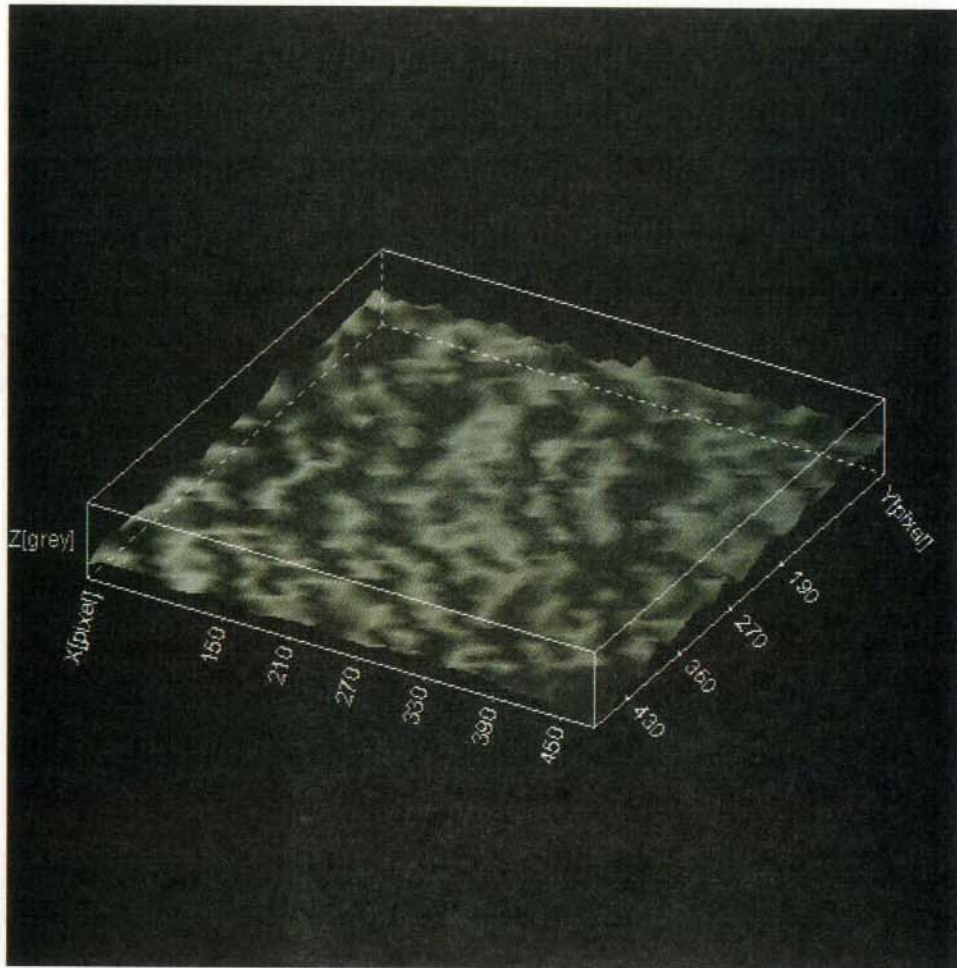


사진 17. 심서성산 생칠에 우루시올 10%를 첨가해 정제한
웃칠 도막의 3차원 사진.

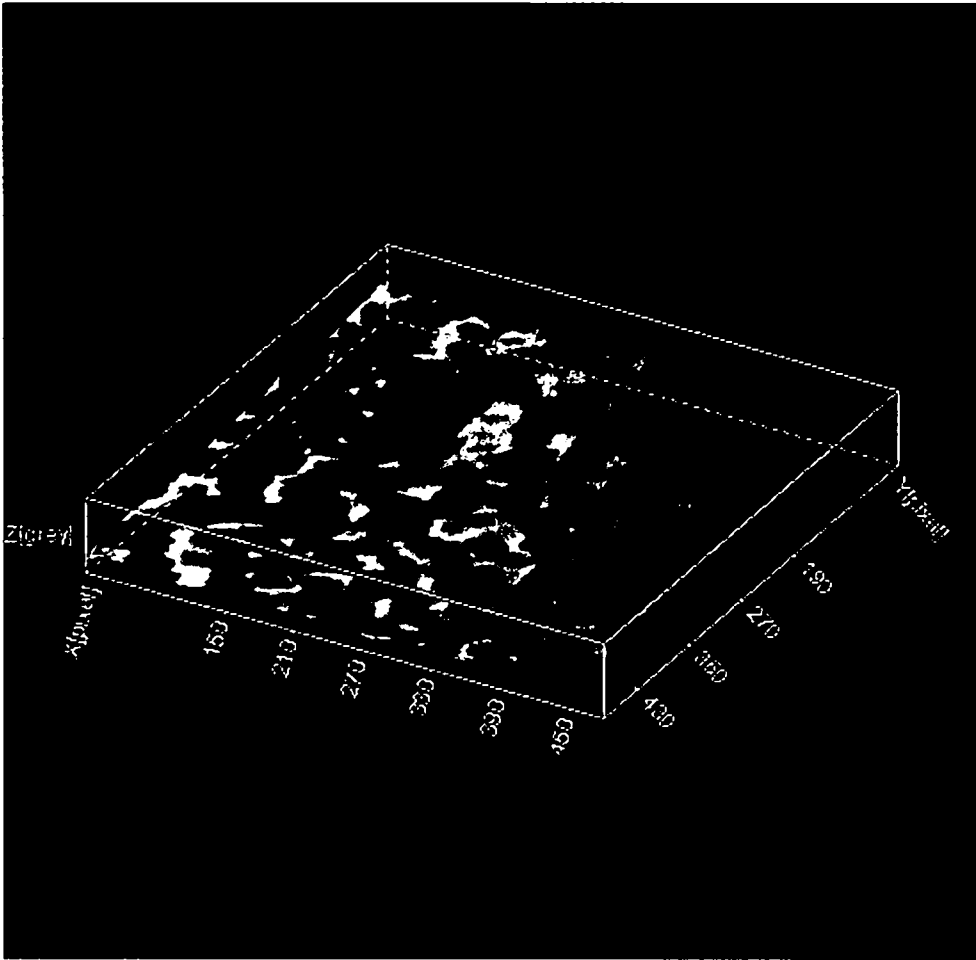


사진 17. 섬서성산 생철에 우루시올 10%를 첨가해 정제한
옷철 도막의 3차원 사진.

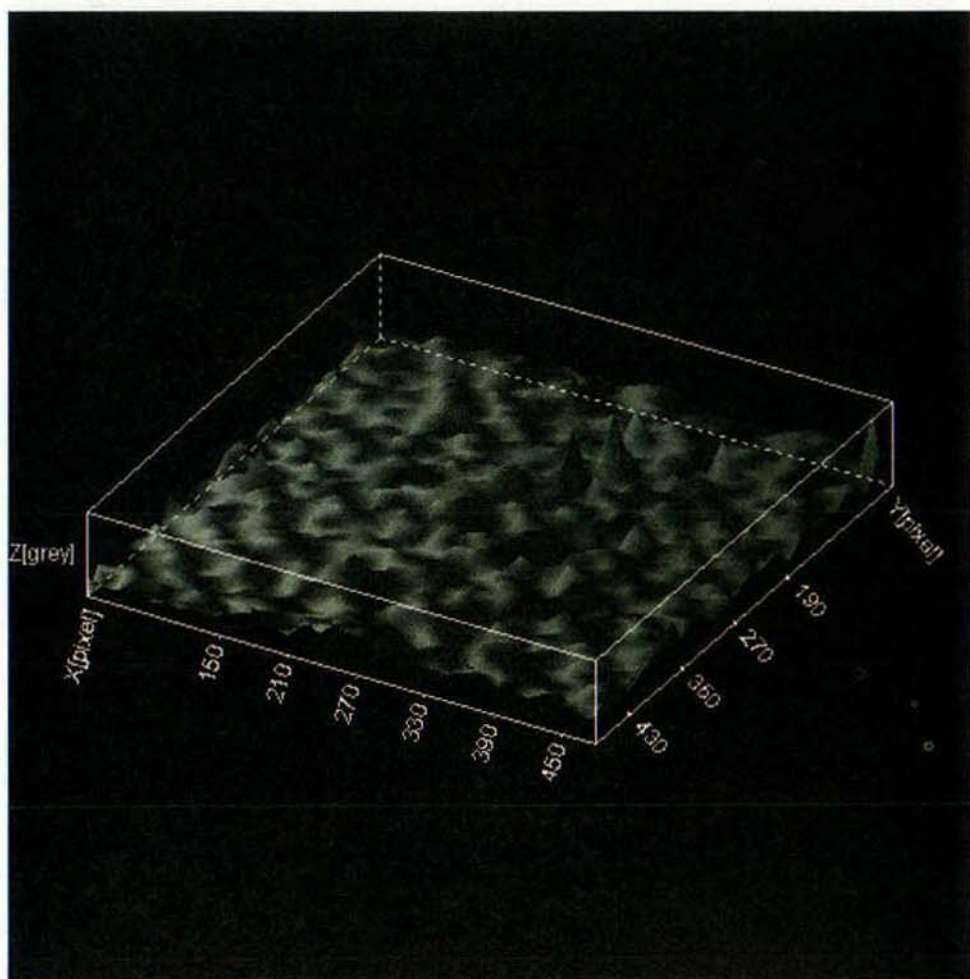


사진 18. 섬서성산 생칠에 당류0.81%를 첨가해 정제한
웃칠 도막의 3차원 사진

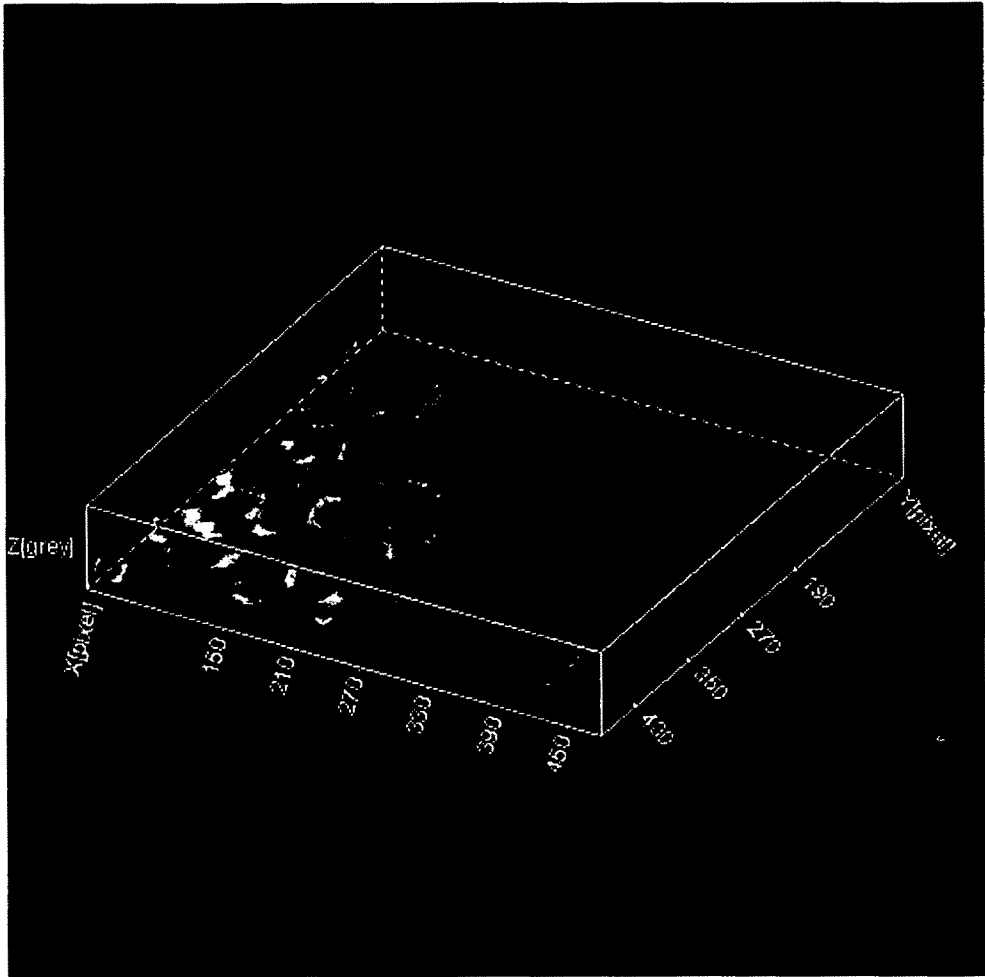


사진 18. 섬서성산 생칠에 당류0.81%를 첨가해 정제한
웃칠 도막의 3차원 사진

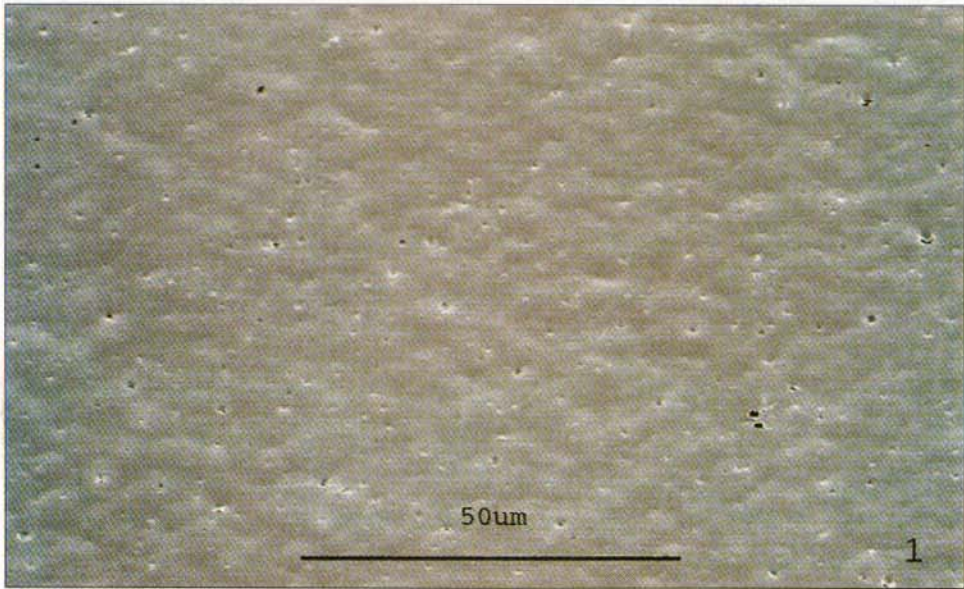


사진 19. 자동화 정제기로 정제한 섬서성 옷칠의 도막

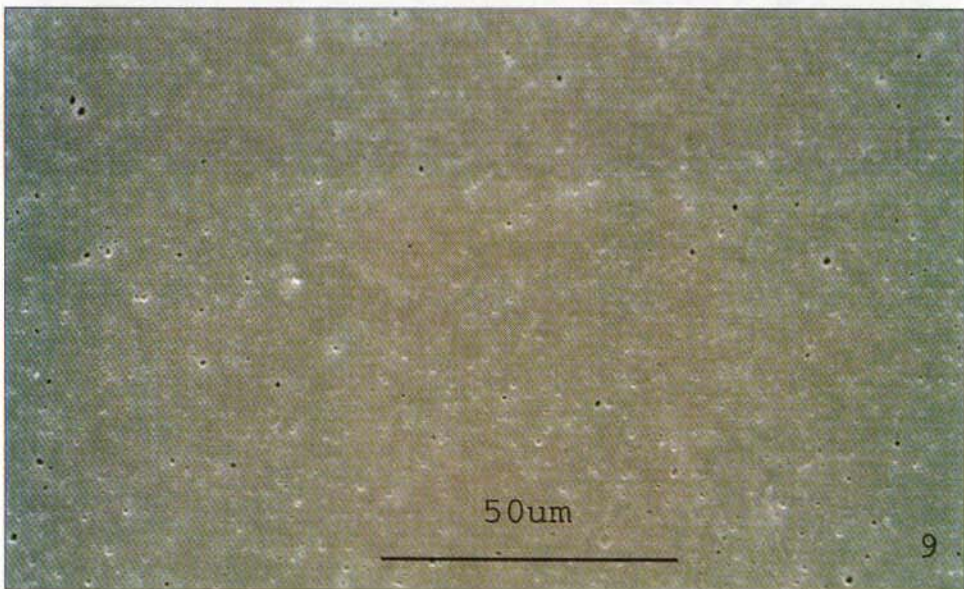


사진 20. 안휘성산 옷칠의 도막

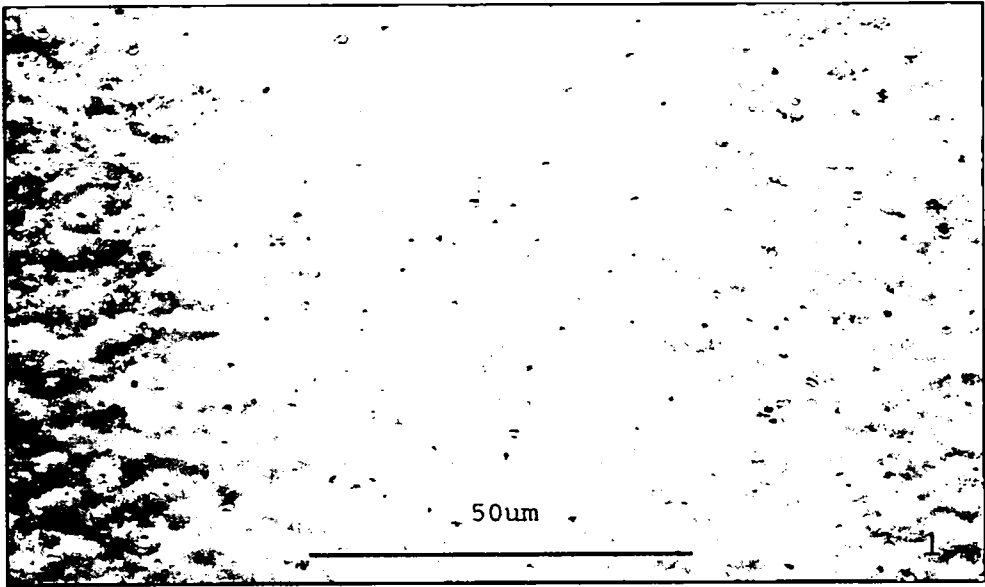


사진 19. 자동화 정제기로 정제한 섬서성 옷철의 도막

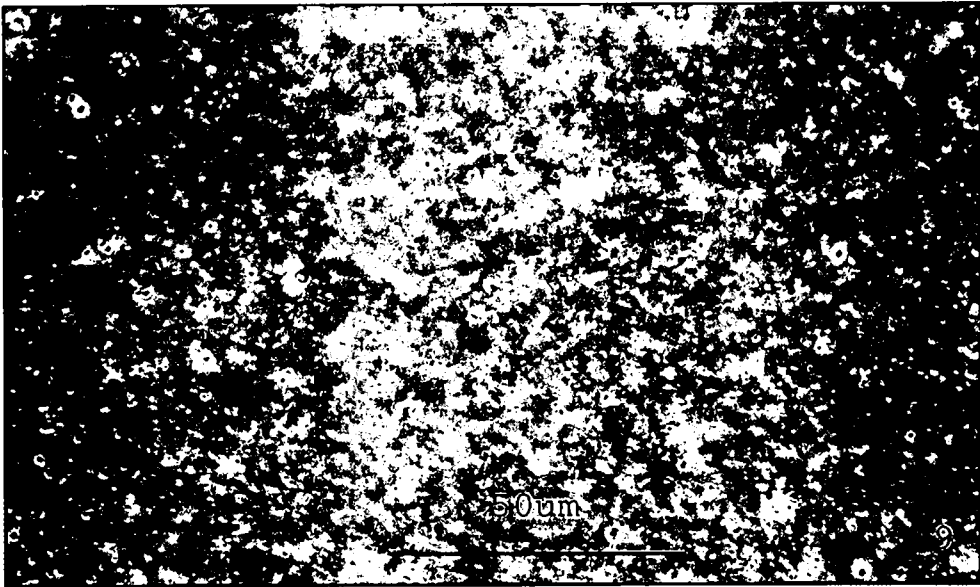


사진 20. 안휘성산 옷철의 도막

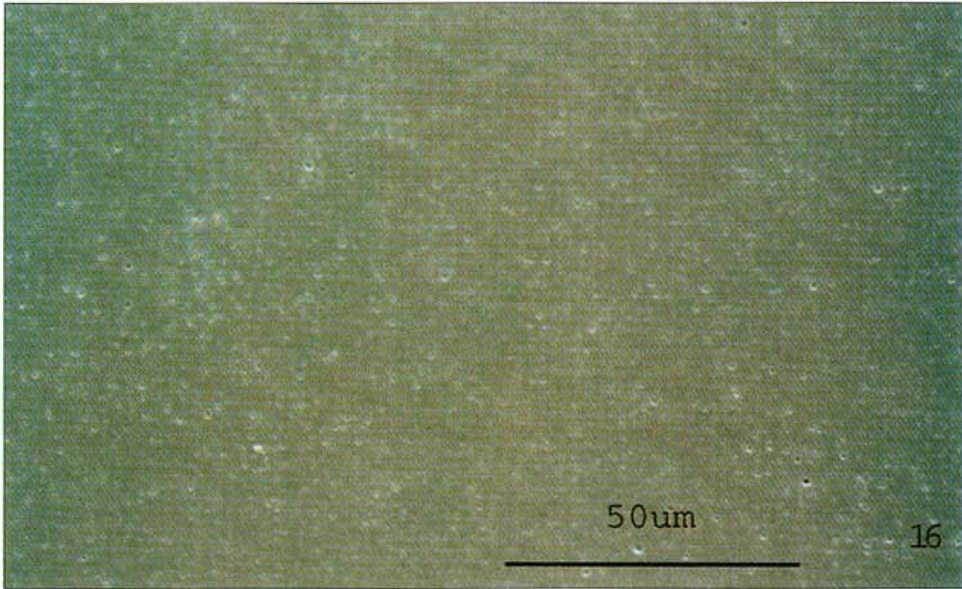


사진 21. 안취성산 생칠에 당류 0.4%를 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

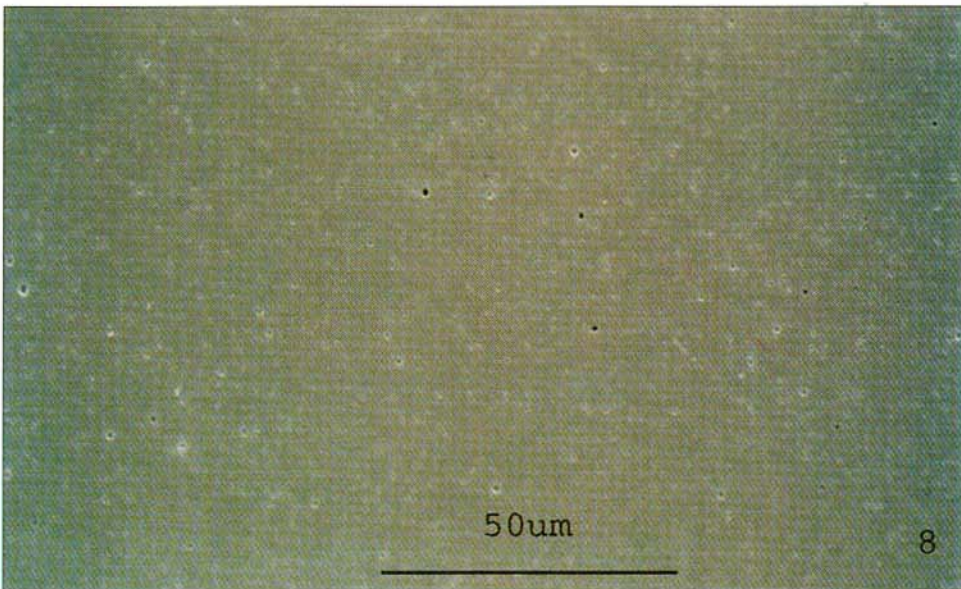


사진 22. 안취성산 생칠에 당류 0.81%첨가하여 정제한 옷칠의 도막

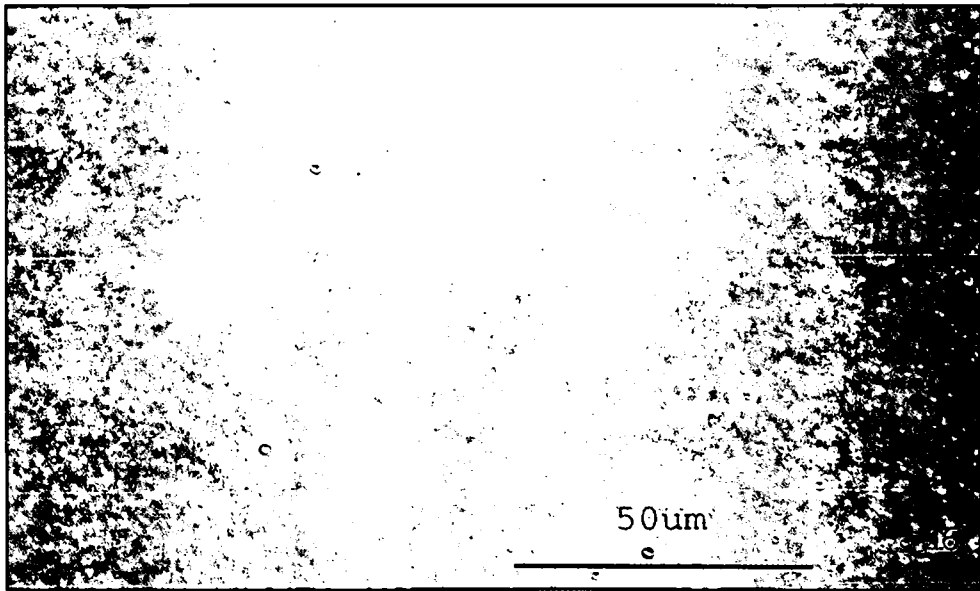


사진 21. 안취성산 생칠에 당류 0.4%를 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

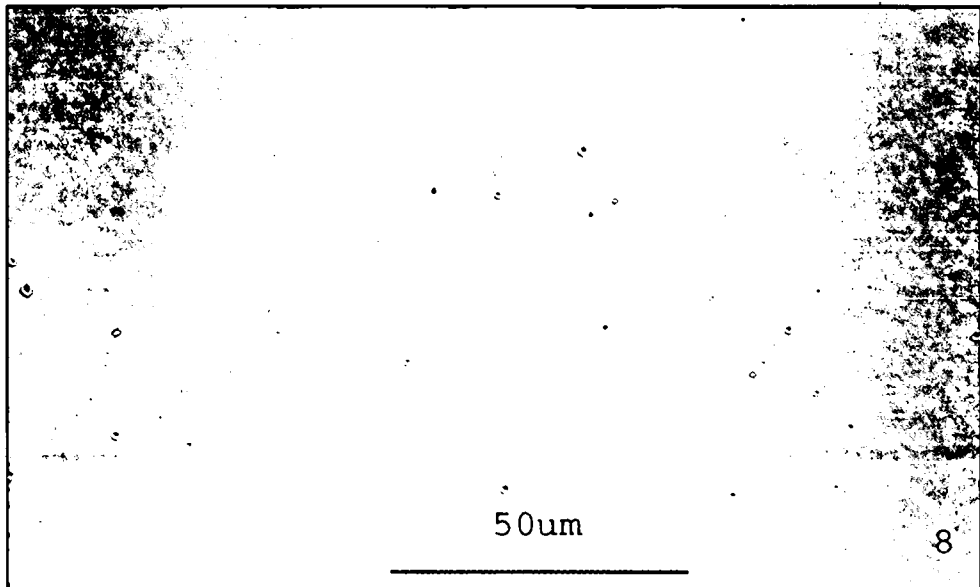


사진 22. 안취성산 생칠에 당류 0.81%첨가하여 정제한 옷칠의 도막

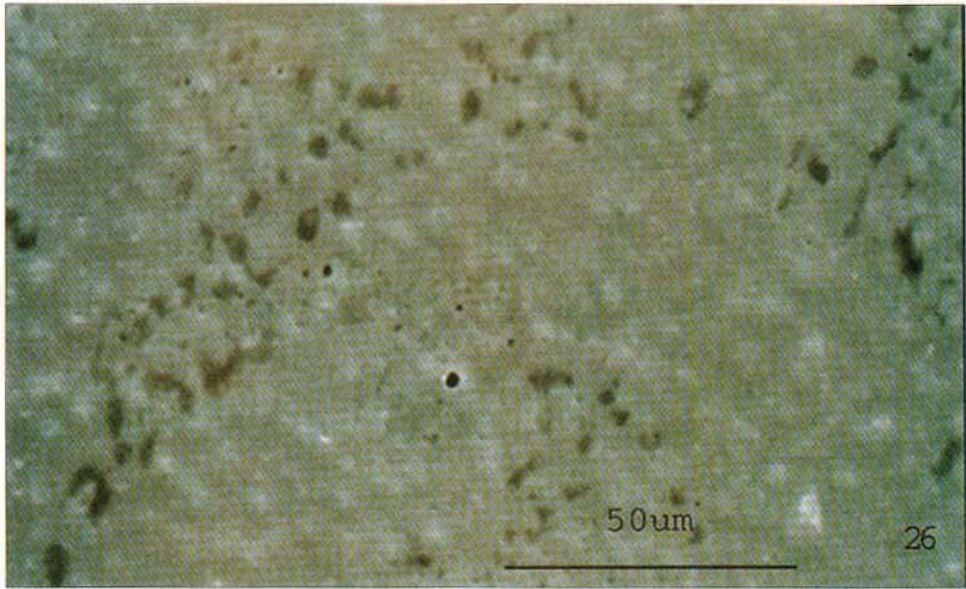


사진 23. 귀주산 생칠의 도막

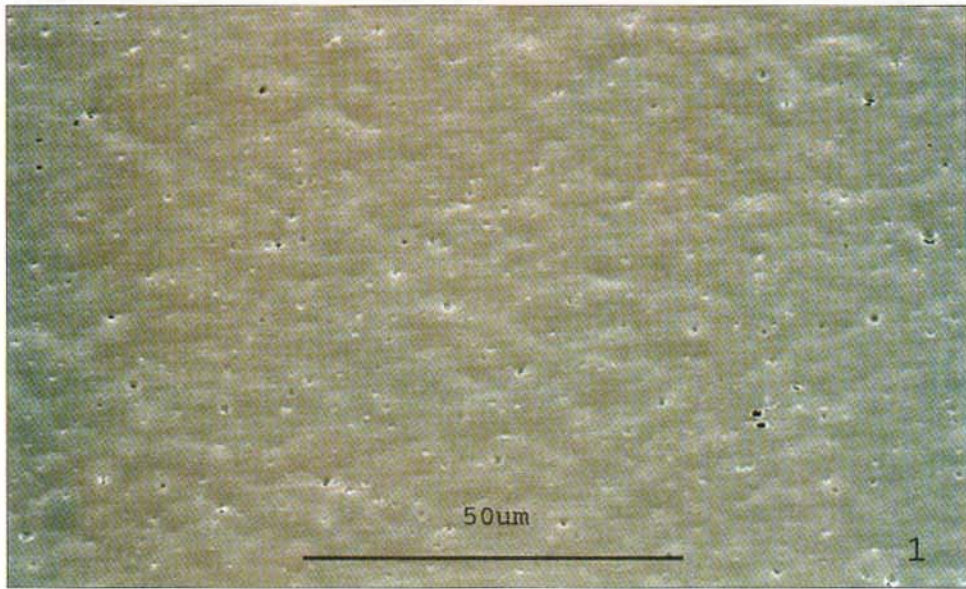


사진 24. 귀주산 생칠에 우루시올 5%를 첨가하여 정제한 옷질의 도막

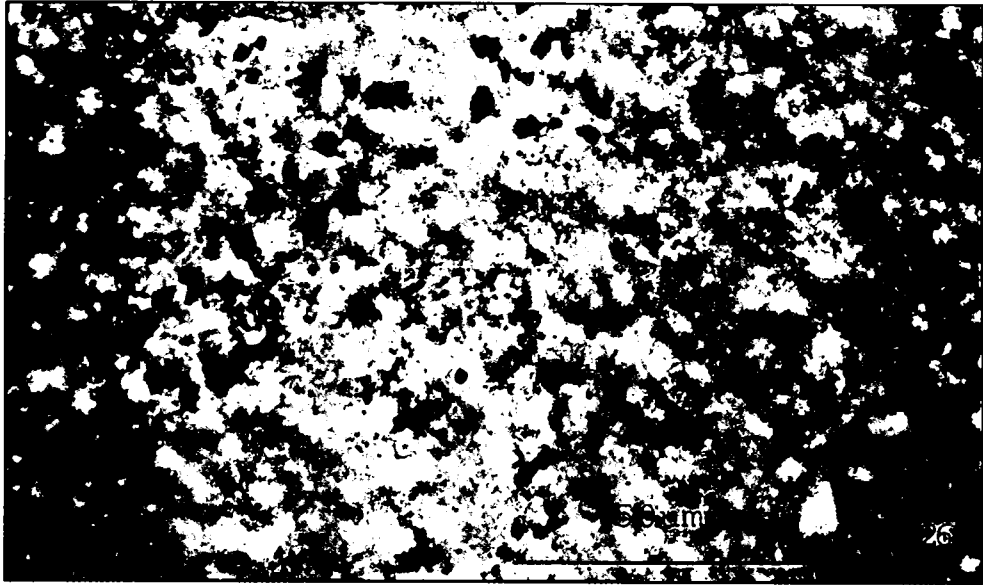


사진 23. 귀주산 생칠의 도막

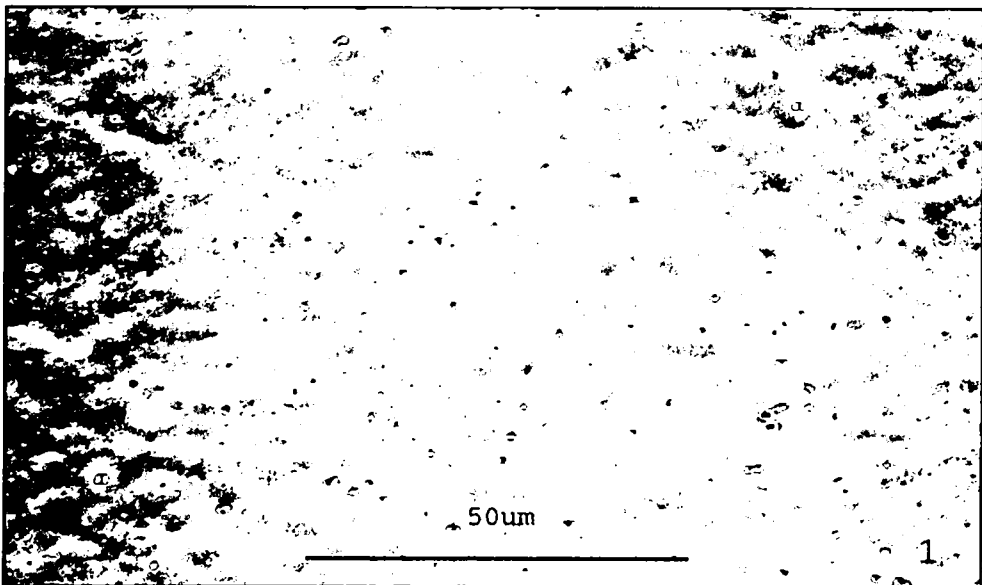


사진 24. 귀주산 생칠에 우루시올 5%를 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

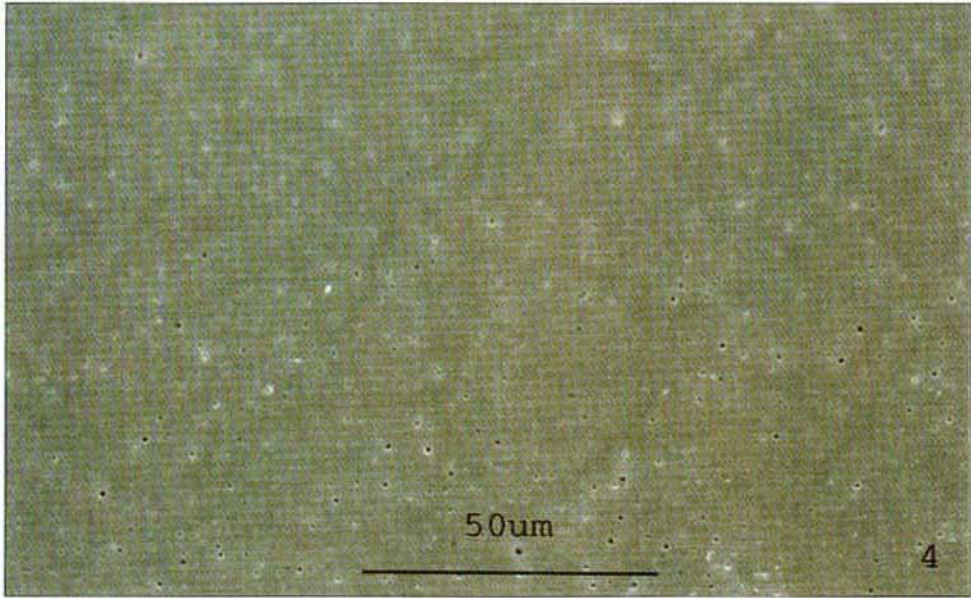


사진 25. 귀주산 생칠에 우루시올 10%를 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

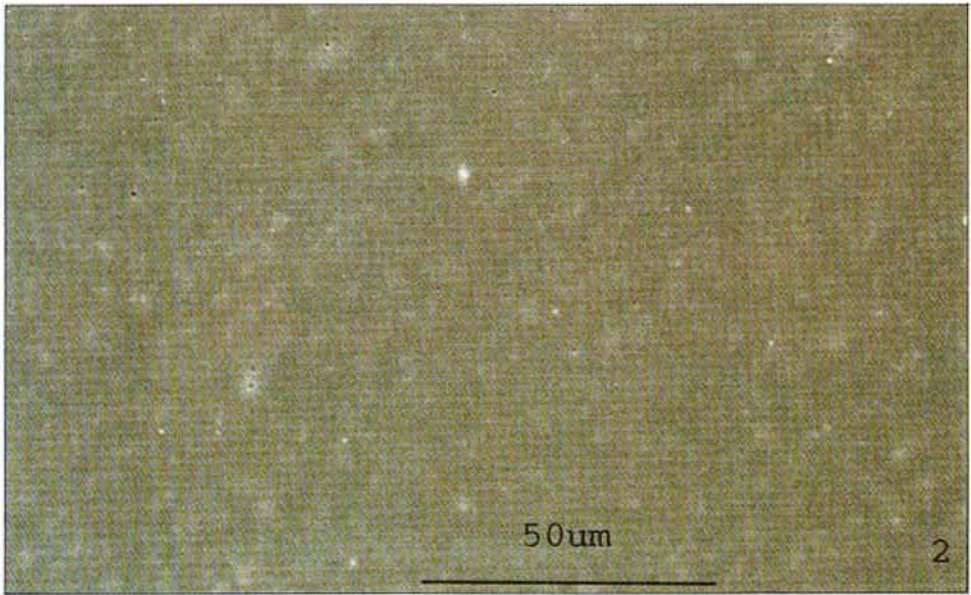


사진 26. 귀주산 생칠에 당류 0.4%를 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

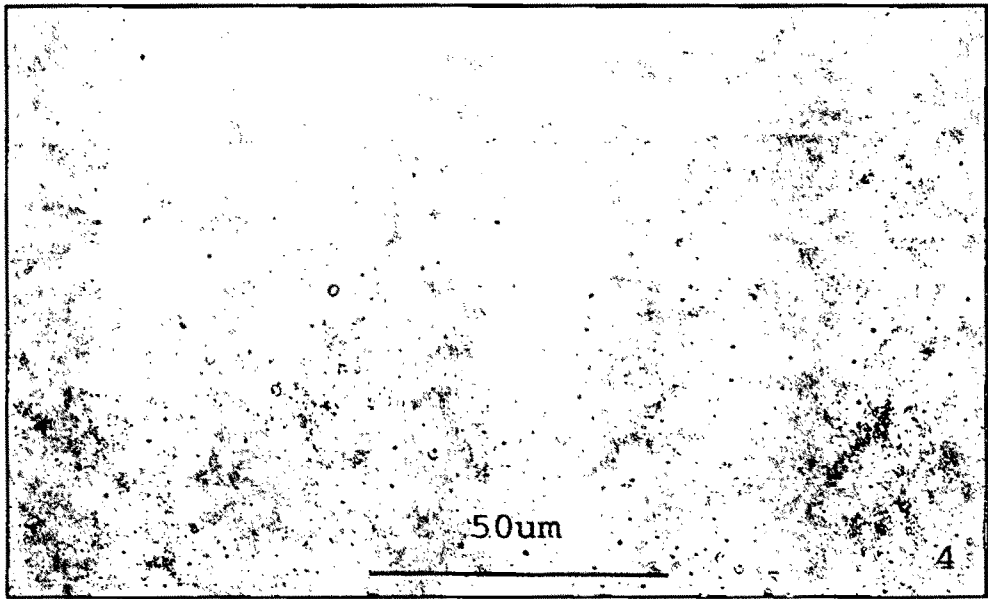


사진 25. 귀주산 생칠에 우루시올 10%를 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

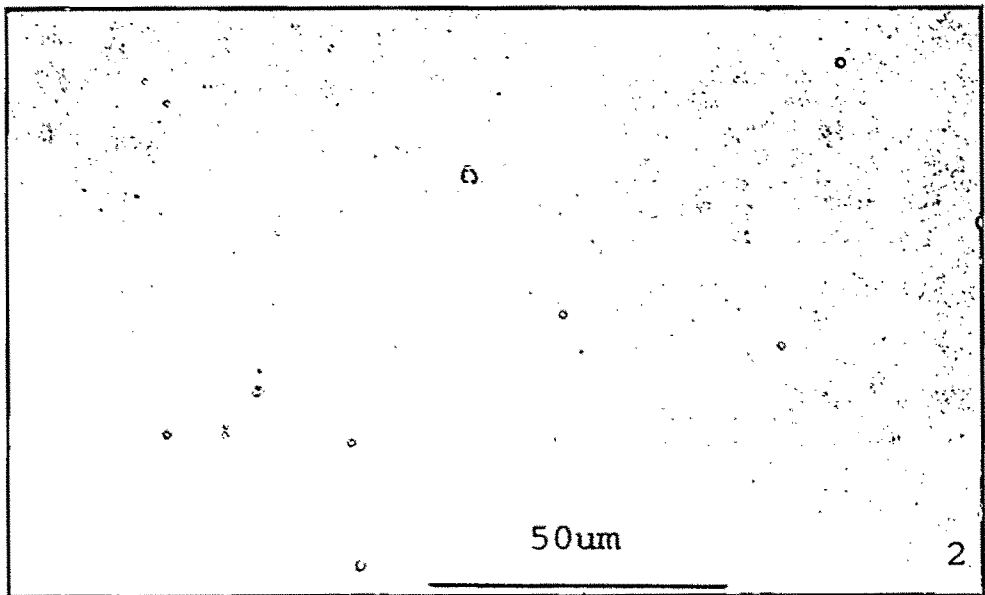


사진 26. 귀주산 생칠에 당류 0.4%를 첨가하여 정제한 옷칠의 도막

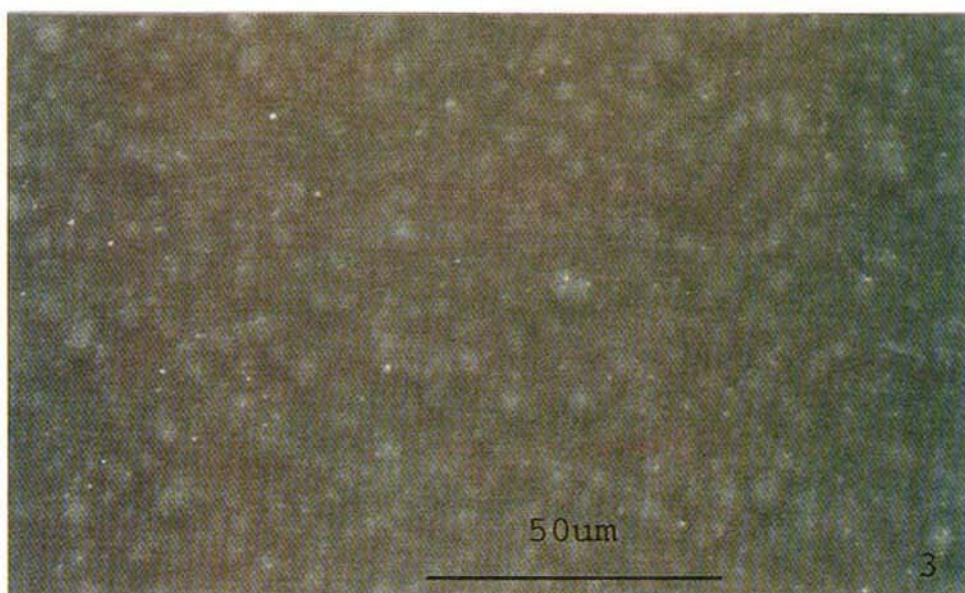


사진 27. 귀주산 생칠에 당류 0.81% 첨가하여 정제한 옷질의 도막

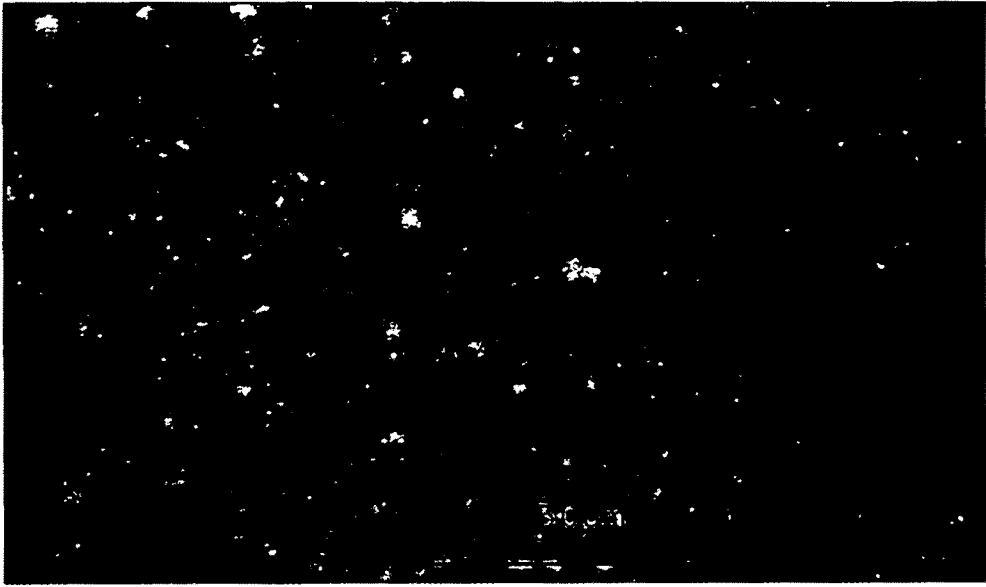


사진 27. 귀주산 생철에 당류 0.81% 첨가하여 정제한 옷철의 도막



사진 28. 수동식 정제기



사진 29. 자동화 정제기



사진 28. 수동식 정제기

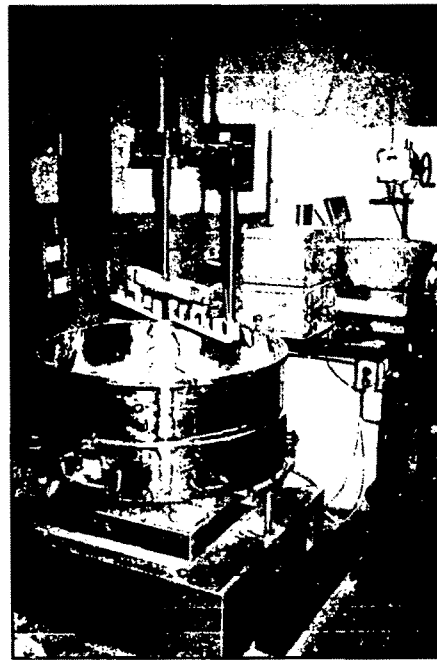


사진 29. 자동화 정제기



사진 30. 공기압을 이용한 여과기



사진 31. 원심분리력을 이용한 여과기

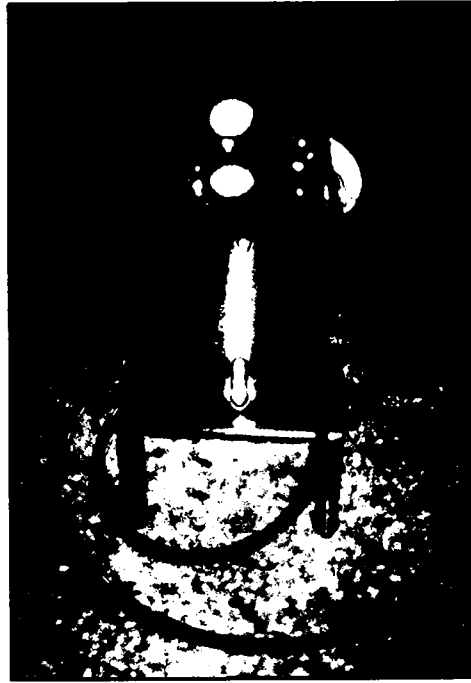


사진 30. 공기압을 이용한 여과기



사진 31. 원심분리력을 이용한 여과기

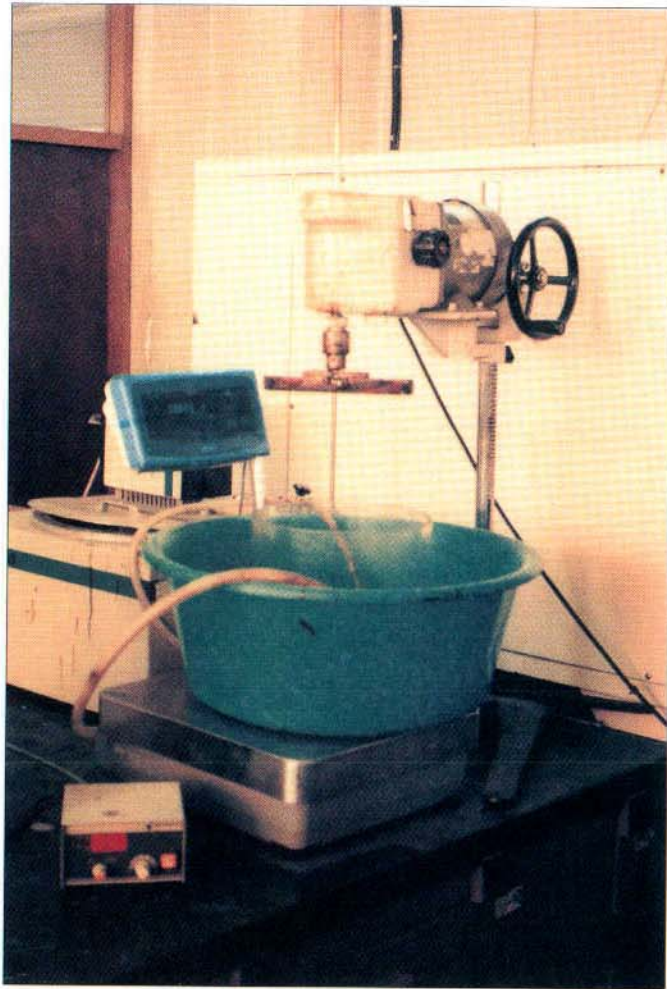


사진 32. 실험실용 정재기

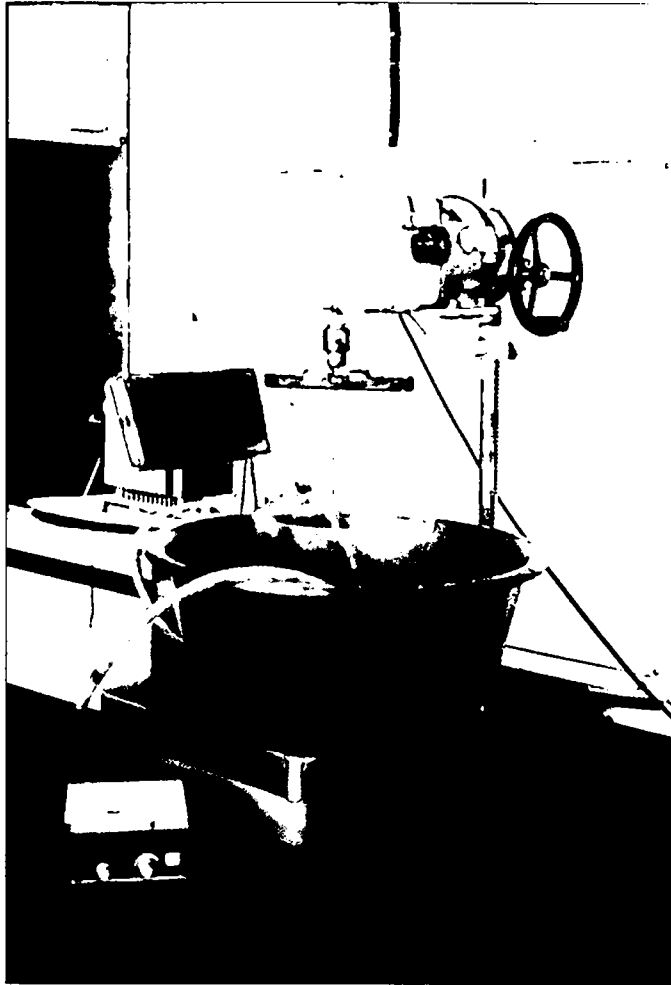
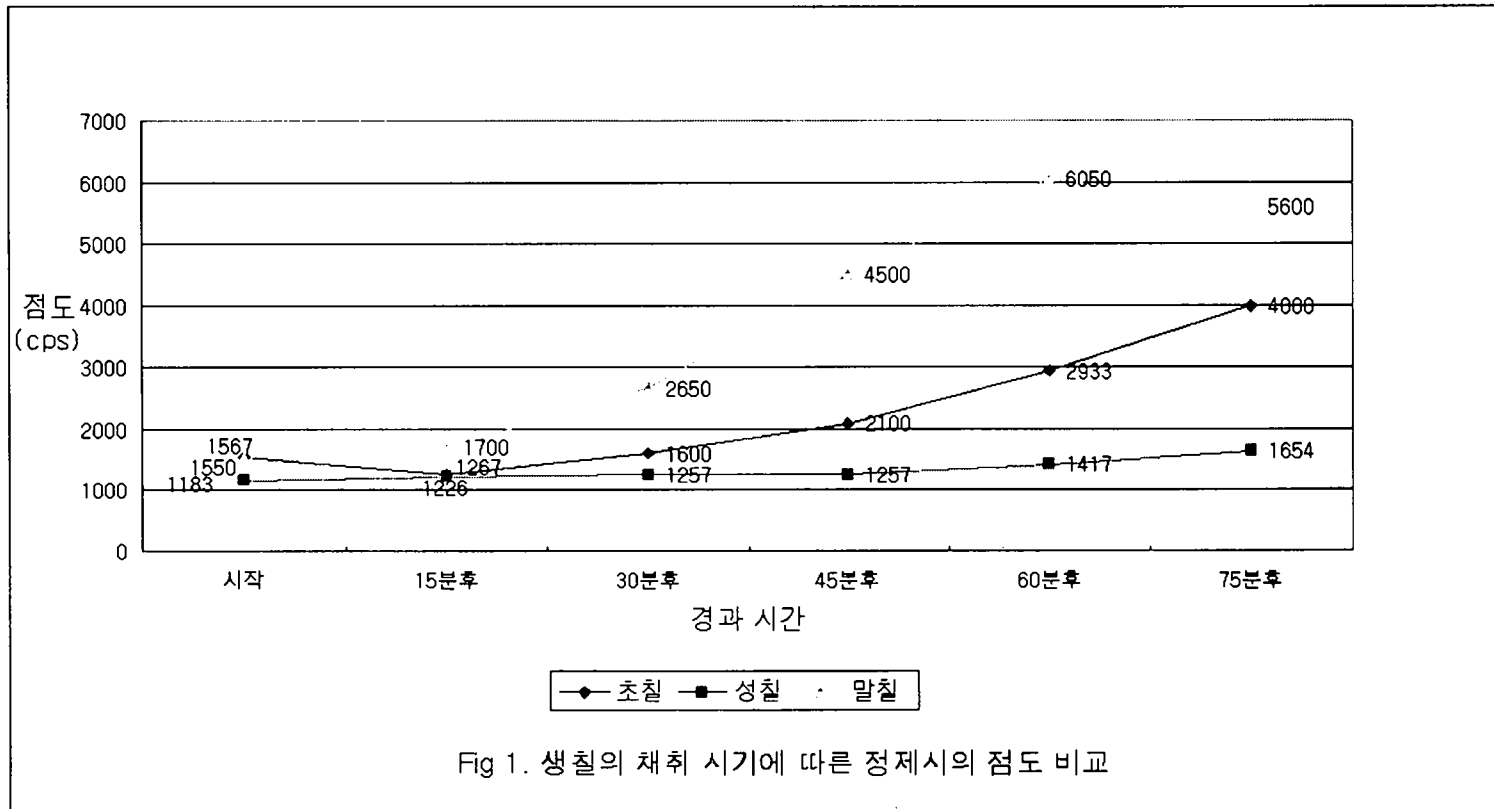


사진 32. 실험실용 정재기



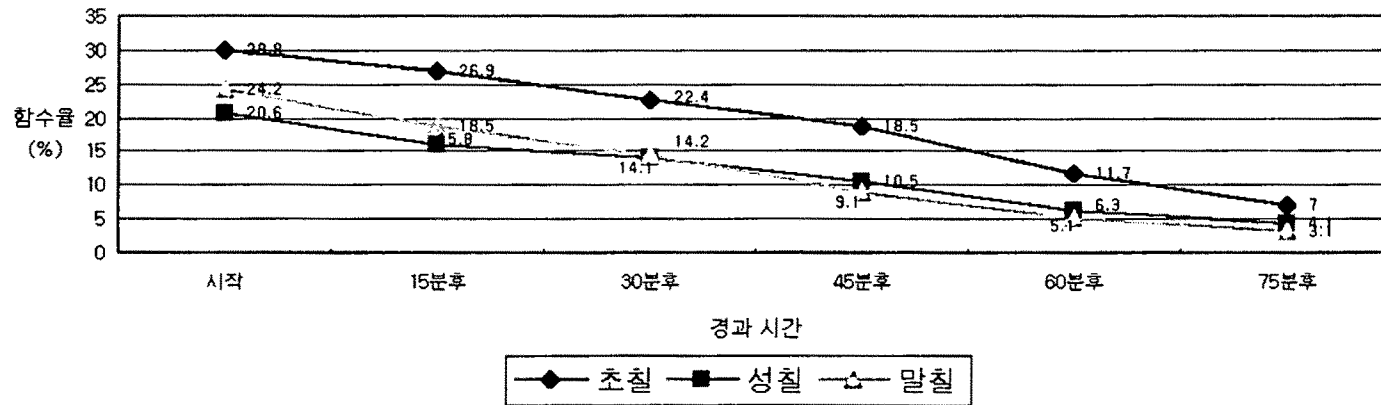
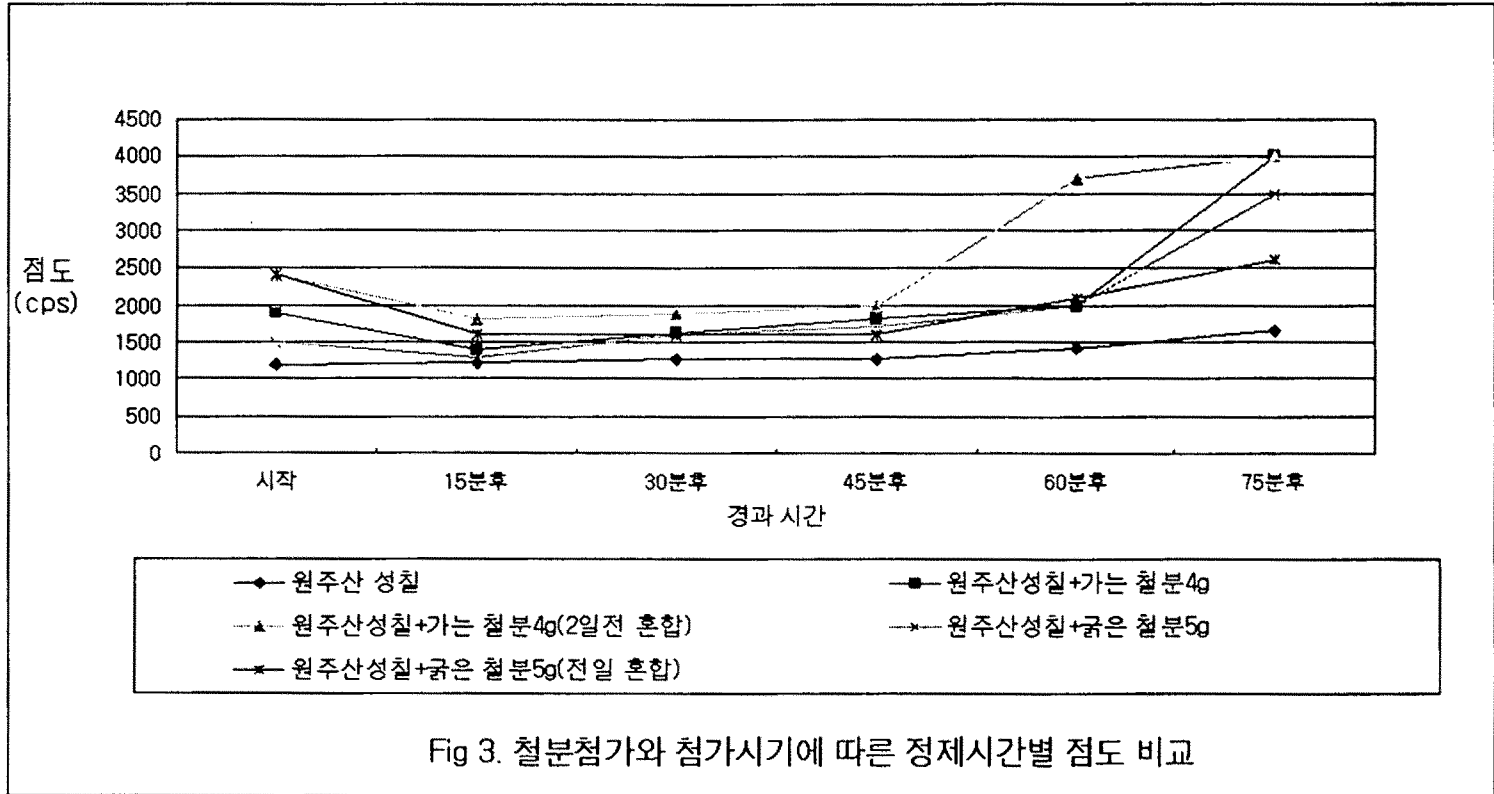


Fig 2. 생칠의 채취시기에 따른 정제시 함수율 비교



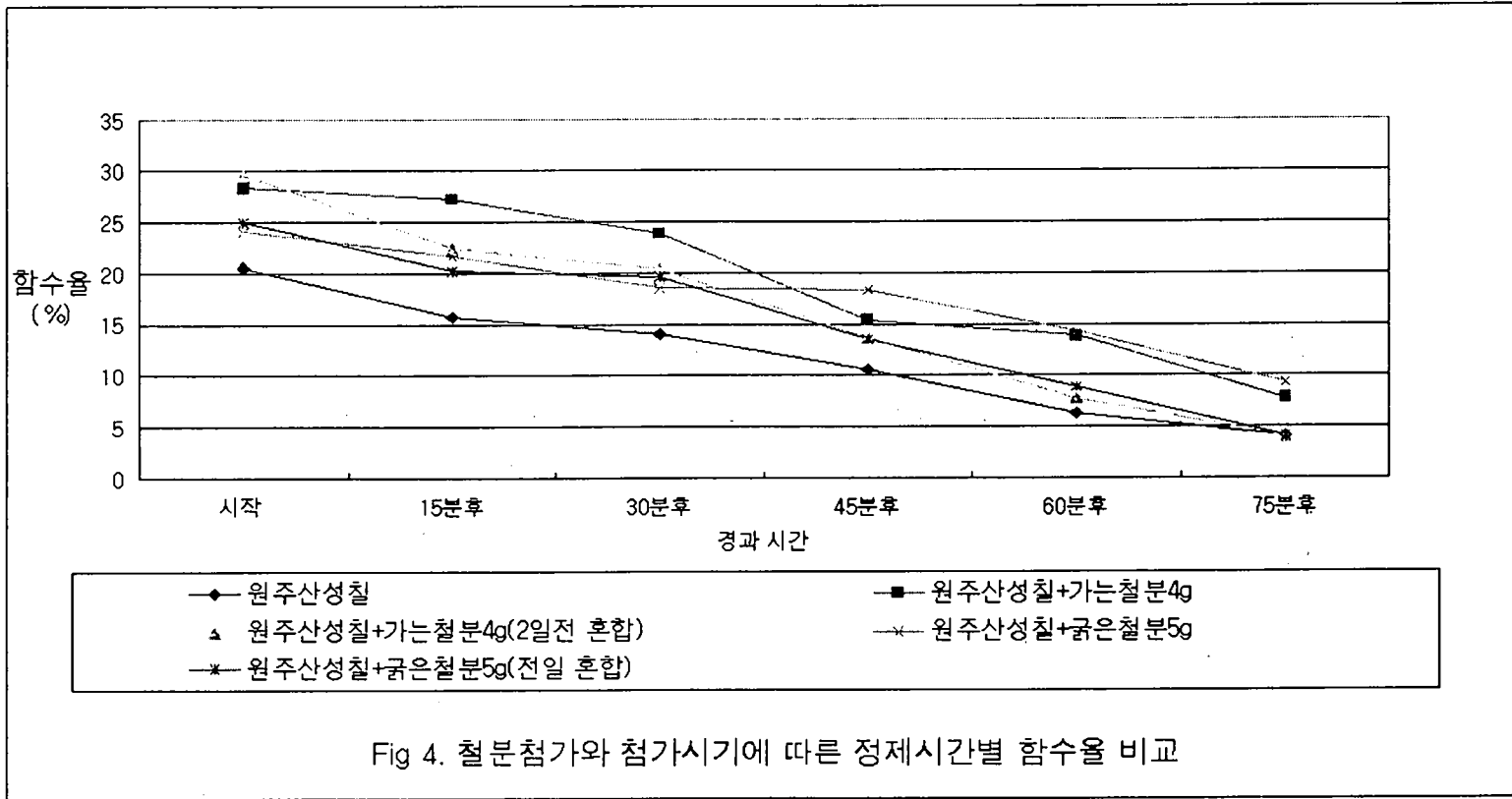
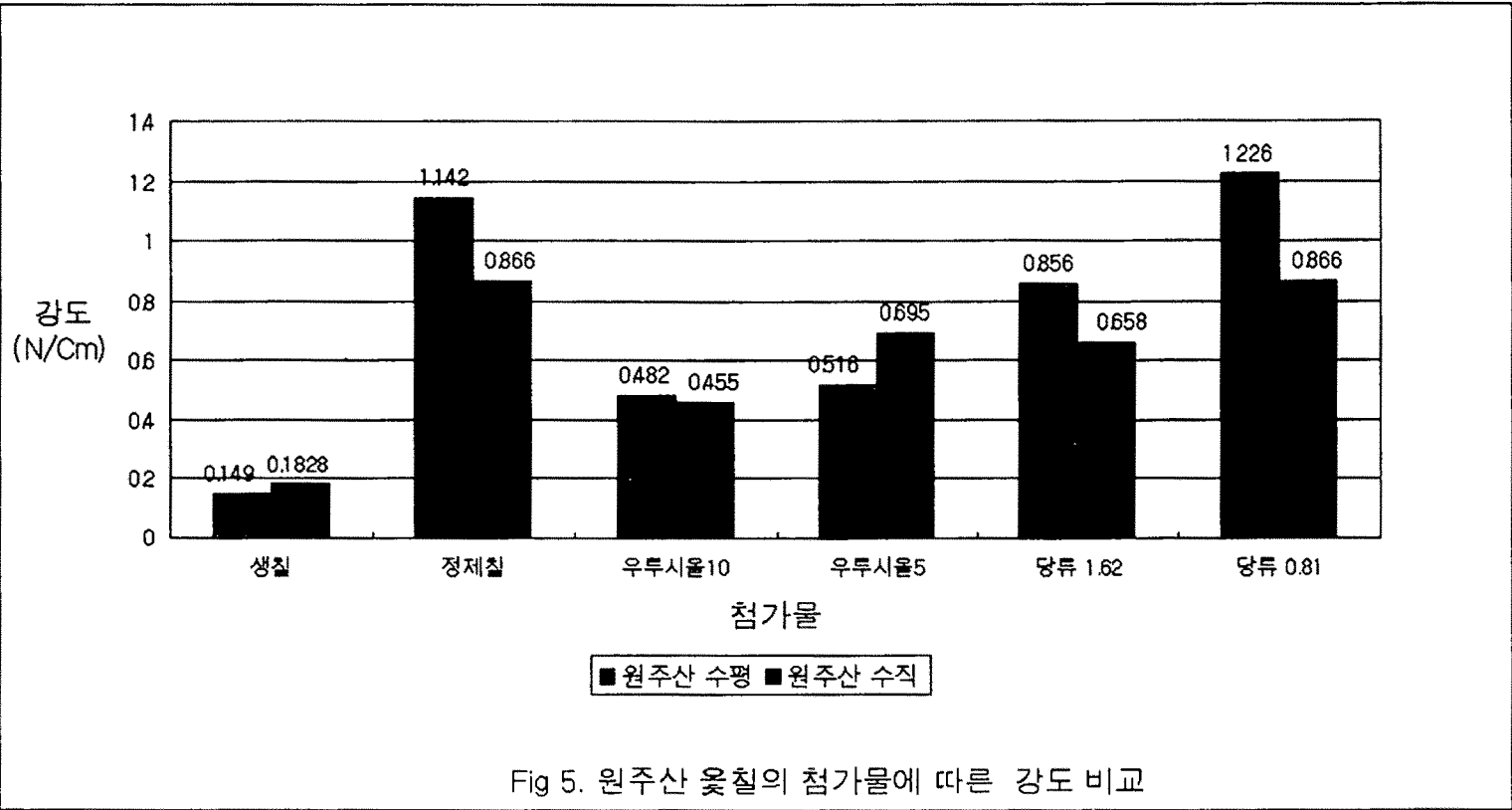
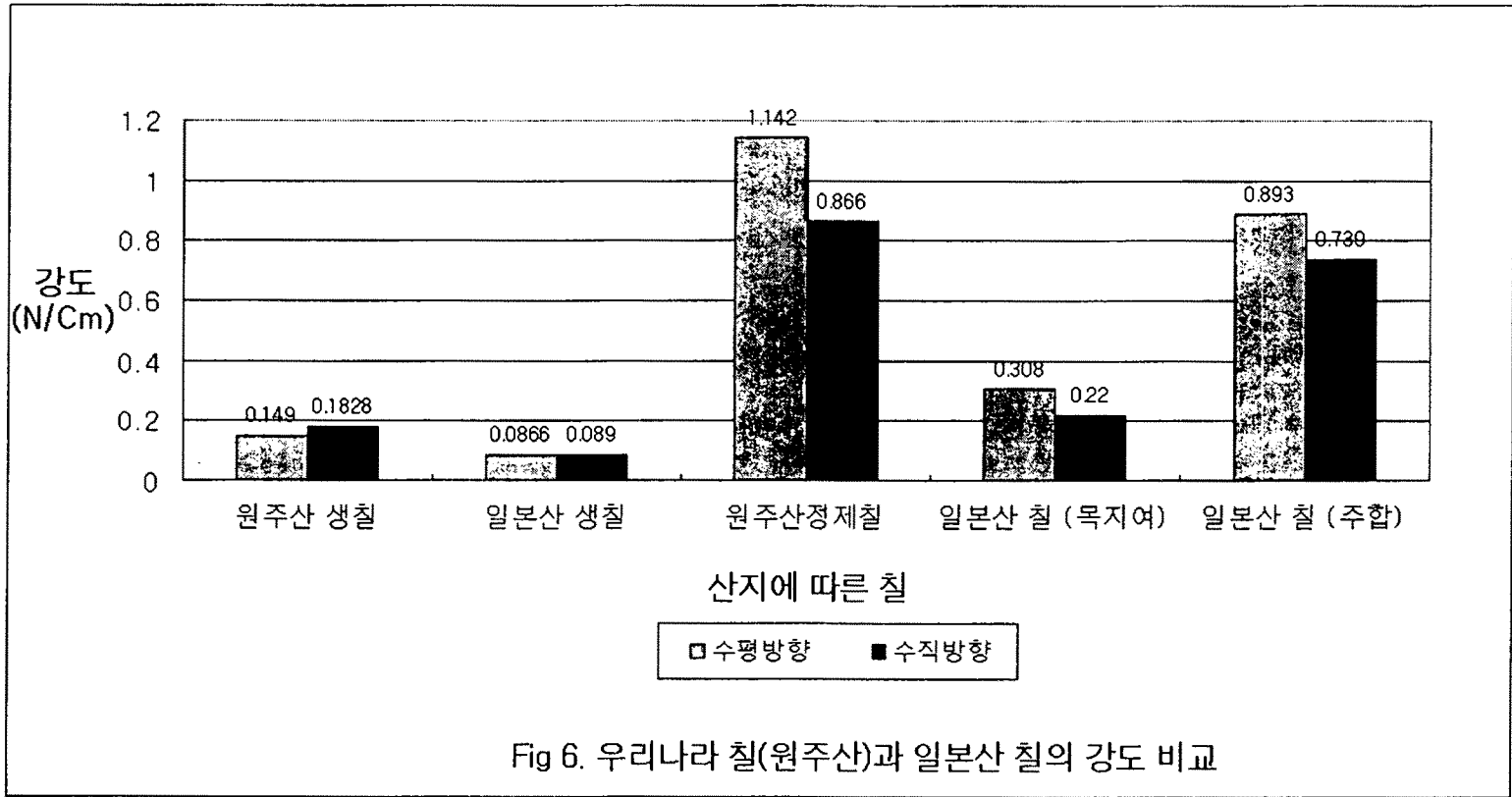
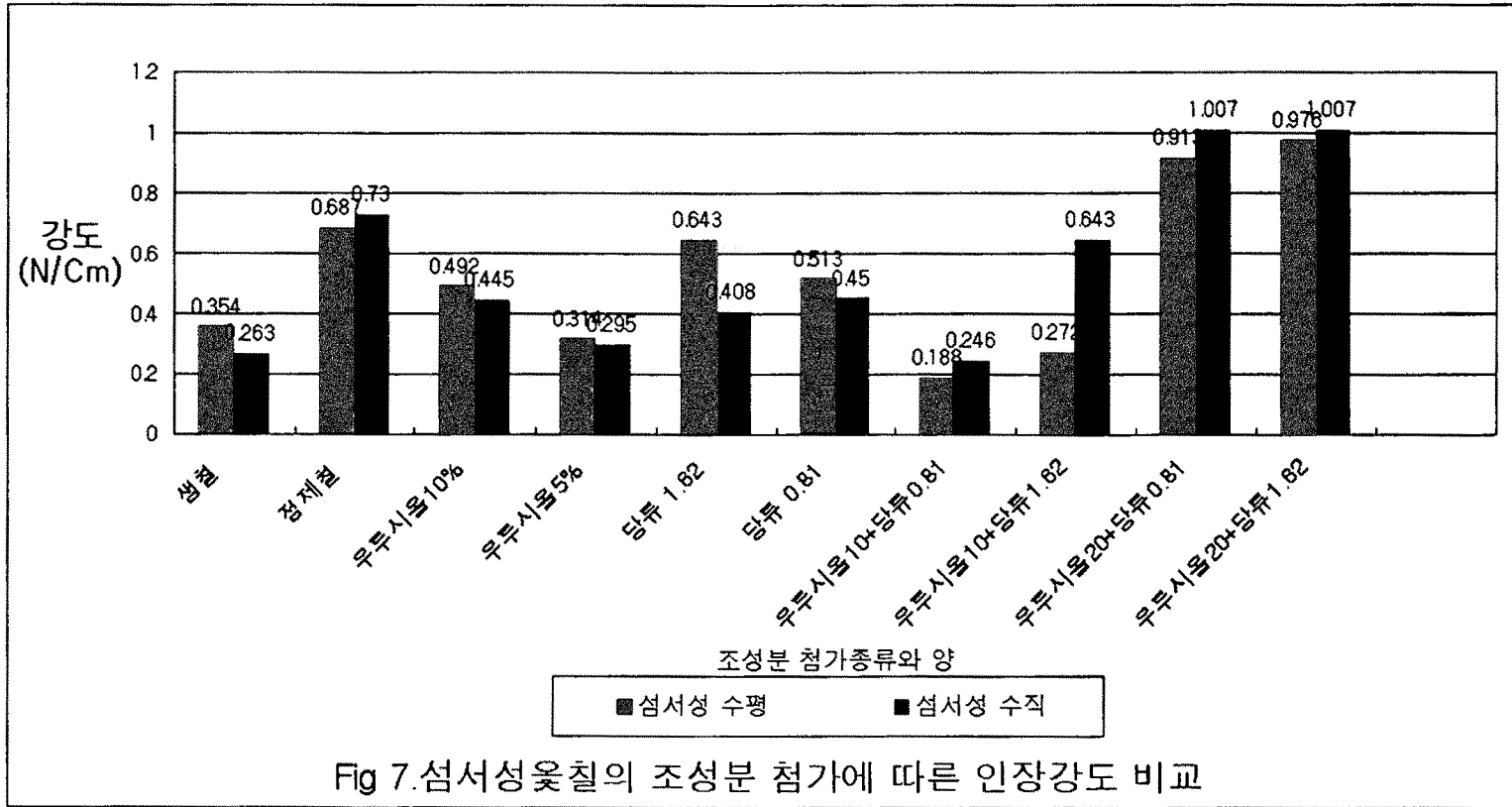


Fig 4. 철분첨가와 첨가시기에 따른 정제시간별 함수율 비교







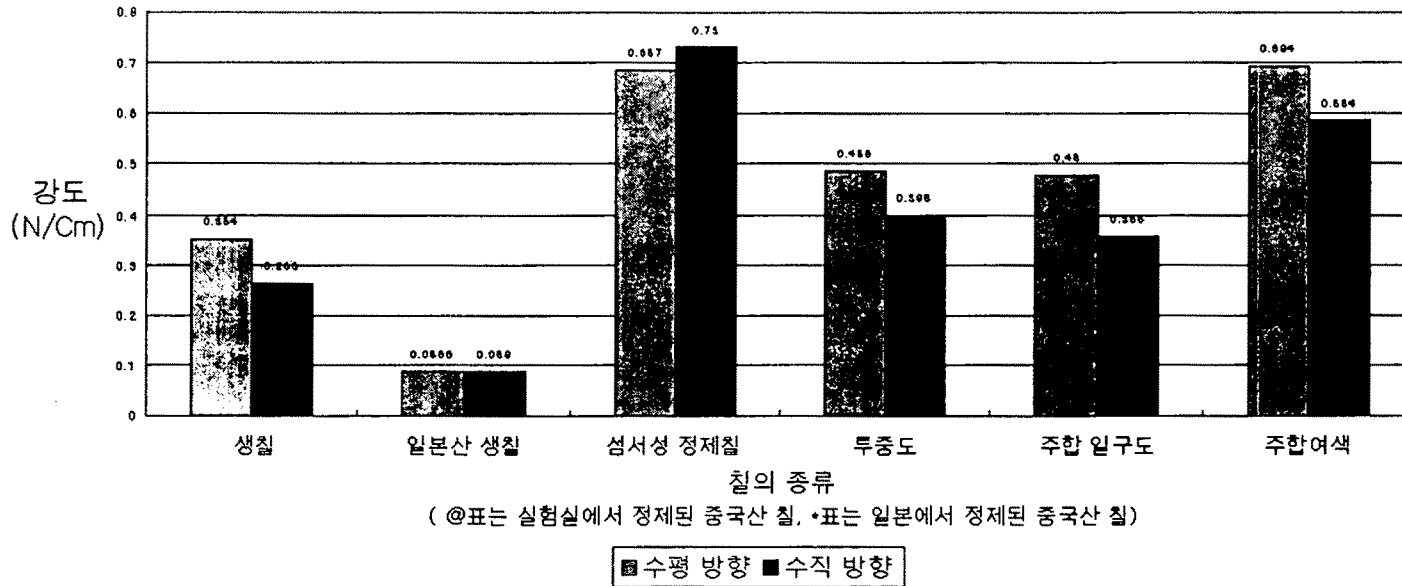
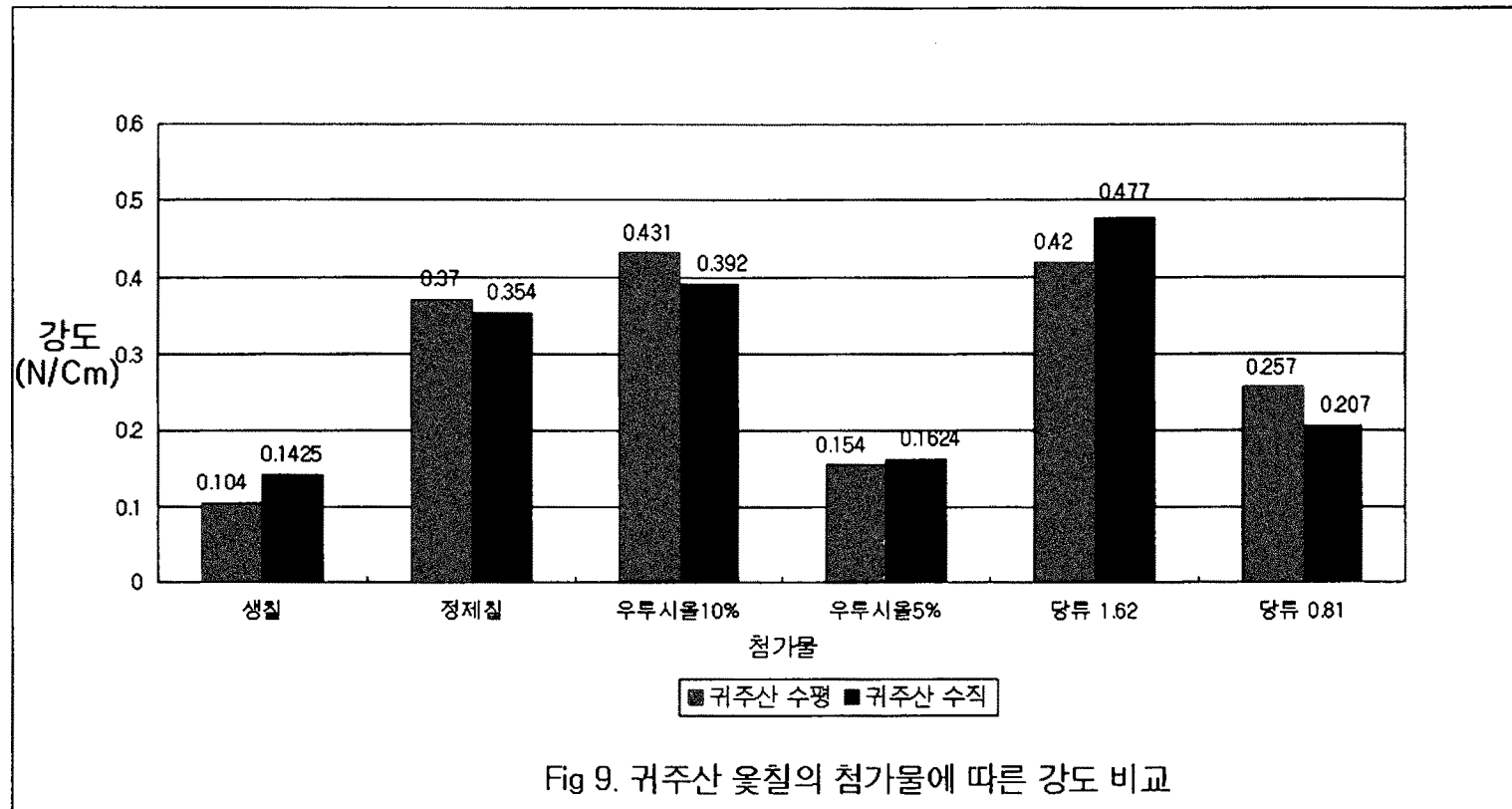


Fig 8. 일본에서 정제된 중국산철과 실험실에서 정제된 중국산철의 강도비교



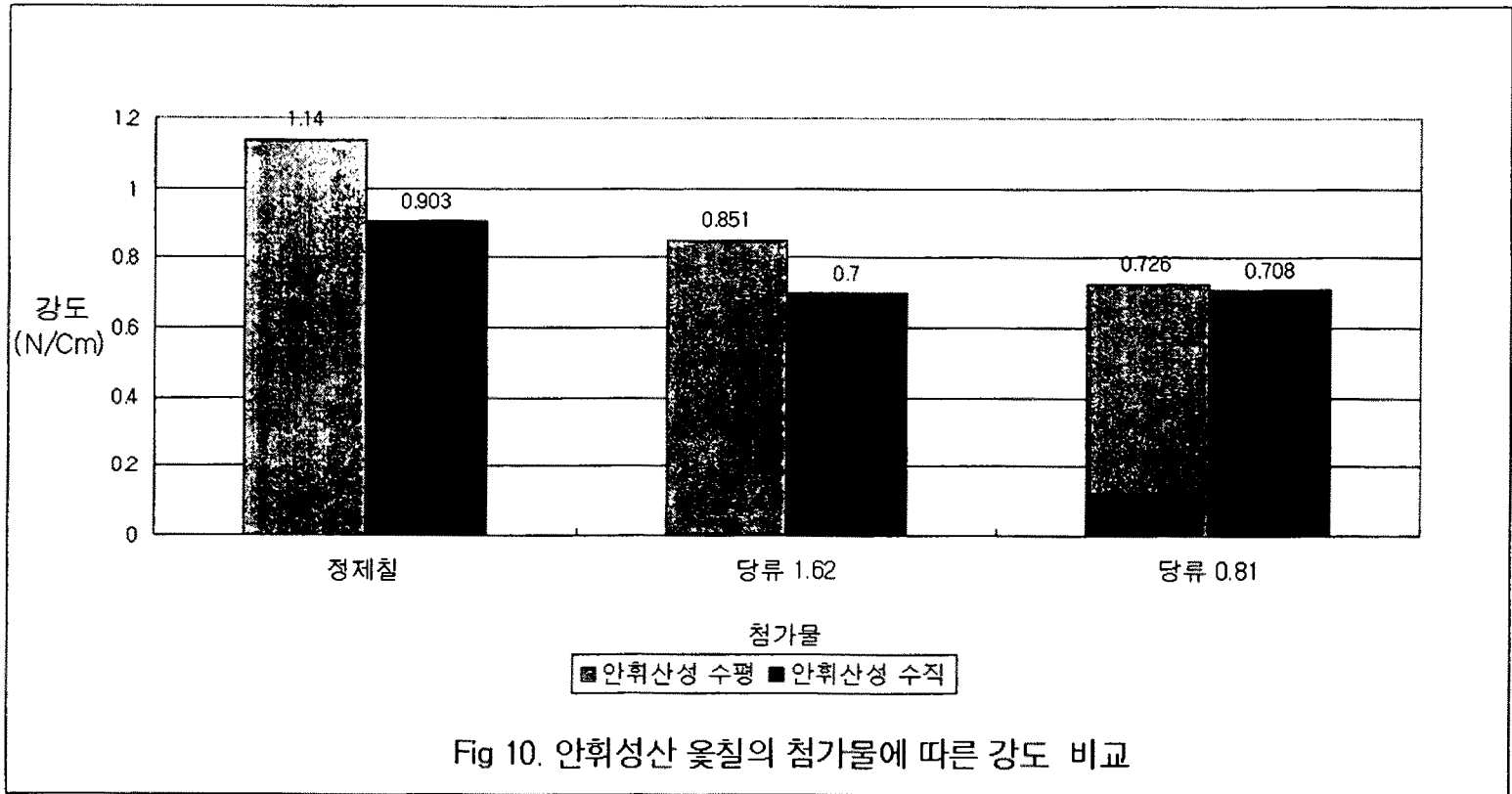
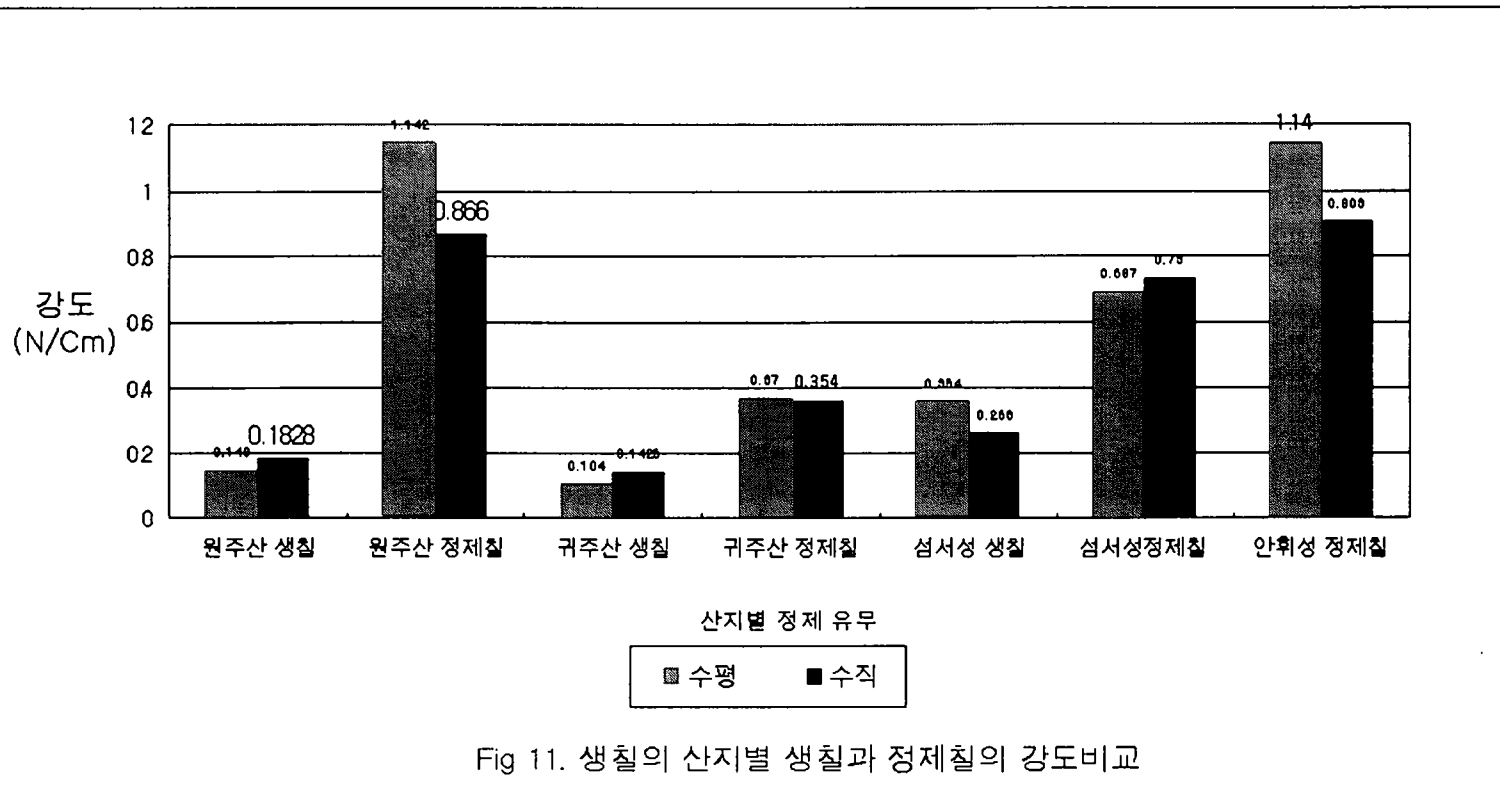
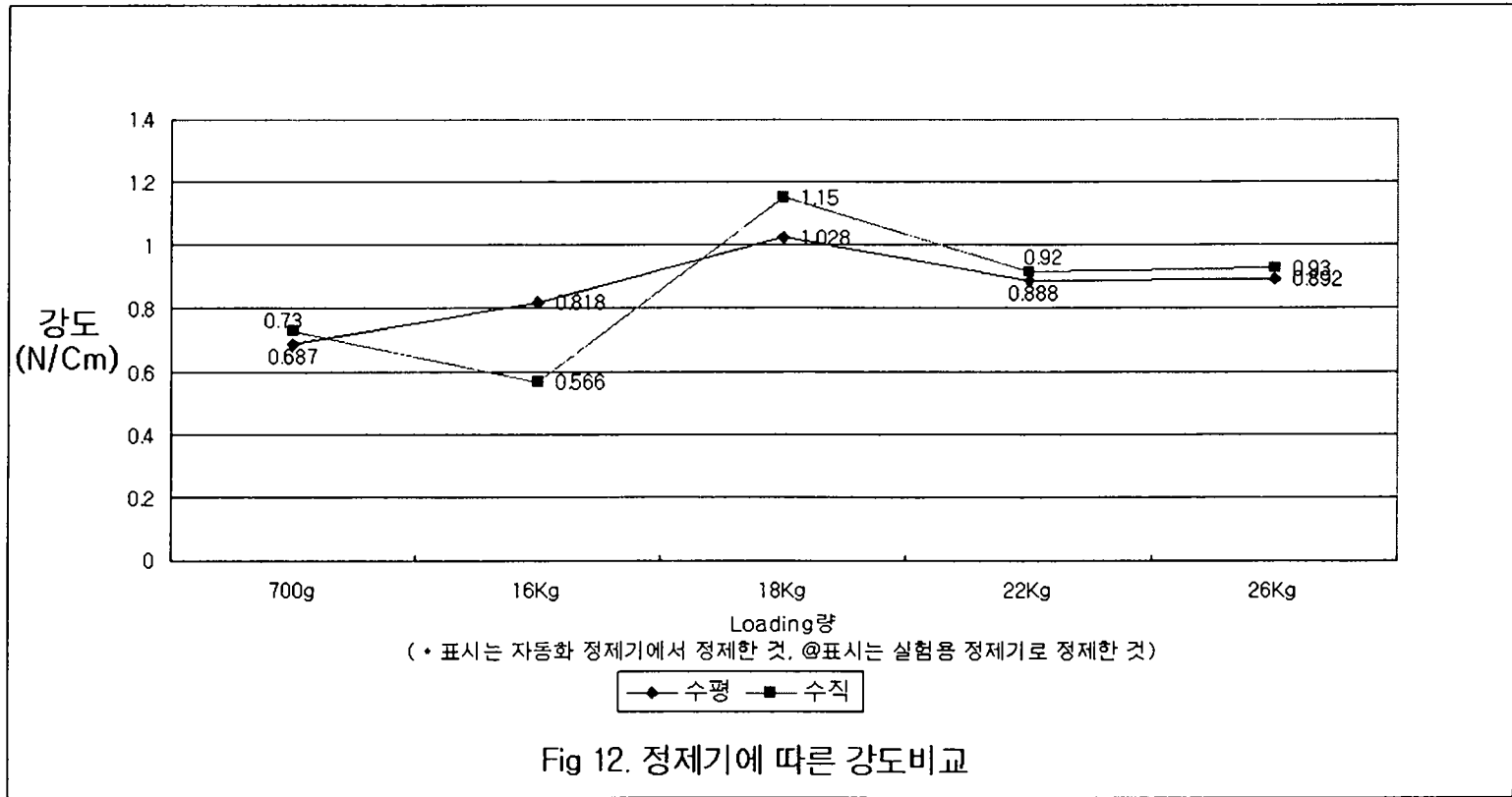
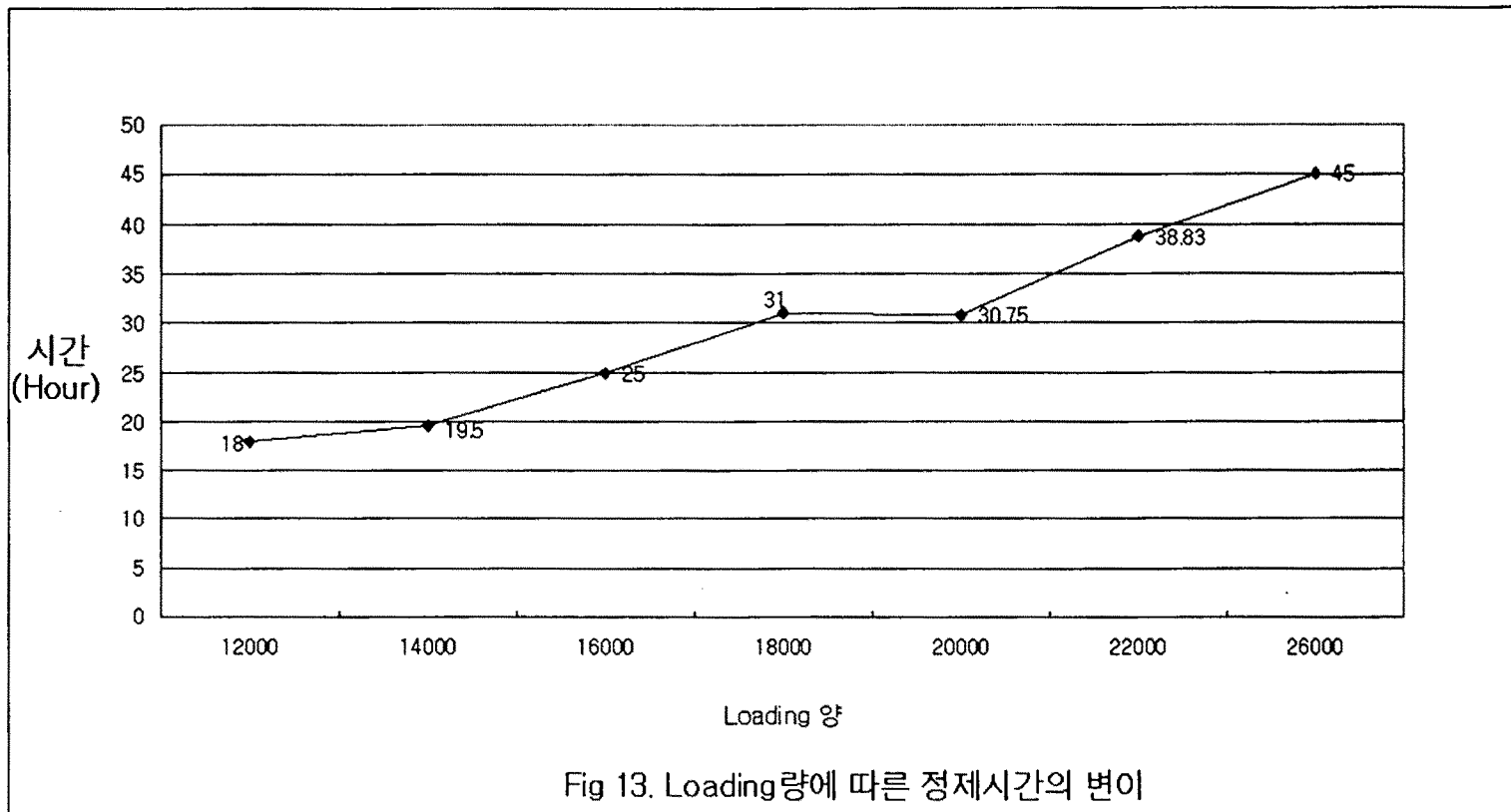


Fig 10. 안취산성 옷칠의 첨가물에 따른 강도 비교







제 3 장 옷칠여과기 개발 분야

제 1 절 서 설

옷칠을 비롯한 장식적인 칠의 가장 중요한 두 가지 특성은 표면의 색상 특성 및 광택 특성으로 볼 수 있다. 본 세부과제 연구는 옷칠의 표면 광택제어를 위하여 숙성시킨 옷칠의 구성입자의 크기를 제어하고자 하는 것이다. 즉 옷칠에 포함된 입자의 크기를 원하는 범위로 제어하여 옷칠 표면의 평활도를 원하는 정도로 얻을 수 있도록 하는 공정이다. 옷칠에 포함된 입자들이 옷칠의 도막 두께보다 두꺼우면 도막의 표면보다 돌출하여 그 평활도를 해쳐서 불규칙하게 보일 뿐만 아니라 입자부분의 두께가 두꺼워 색상도 훨씬 짙어 보이게 된다. 이러한 결과 한정된 수의 입자들만으로도 옷칠 도막의 품위가 훨씬 떨어지게 된다. 이러한 이유에서 옷칠의 입자 여과과정이 필수적이 된다.

옷칠은 그 채취과정에서 불순물이 투입될 가능성도 있으며 옷칠의 색상을 조절하기 위한 방법으로 금속가루를 투입하여 이 자체가 불순물이 되기도 한다. 예를 들어 옷의 성능을 높이기 위해 투여되는 첨가철분성분을 그 역할이 지난 후 제거해야 하므로 여과공정은 옷칠의 필수적인 조건이다. 이러한 외부 불순물뿐만 아니라 보관도중 생기는 옷칠 표면의 도막 그 자체가 부서져서 굵은 입자가 되기도 하며 옷칠 자체에서 분자 구조적 특성에 의해 분자 클러스터를 형성하여 옷칠의 유동상태에서 하나의 굵은 입자로 작용하기도 한다. 옷칠의 여과는 다양한 원인에 의해 옷칠에 포함될 수 있는 입자들을 원하는 크기보다

큰 입자들을 제거하는 것이 주목적이다.

옷칠은 또한 그 분자 구조적 특징에 의해 인체에 알레르기를 유발시키는 특성이 강하여 그 취급이 극히 불편하므로 여과기의 개발에는 작업자가 옷칠에 노출될 위험을 최소화하여야 한다. 본 여과기 개발에 서는 이러한 점도 감안하도록 노력하였다. 실제로 이 연구개발의 과정에서 본인을 포함한 연구원들이 심한 알레르기를 경험하였으며 한 연구보조원은 15일 정도를 입원할 정도로 심한 알레르기를 경험하였다.

제 2 절 이론적 배경

옷칠 여과는 허용치보다 큰 입자를 걸러 내고 작은 입자들을 유동상과 같이 통과시키는 과정이므로 이러한 것은 한정된 입자만 통과할 수 있는 다공성 매질을 통한 유체의 흐름이다. 다공성 물질을 통한 흐름에 대해서는 압력차와 유량의 관계를 나타내는 d'Arcy의 법칙[1]이 있다.

$$Q = \frac{k_D A \Delta P}{L} \quad \dots\dots\dots (1)$$

단 여기서

Q : 단위시간당 투과하는 유량 ($[\frac{m^3}{sec}]$)

ΔP : 압력차 ($[Pa]$)

A : 유체의 흐름에 수직한 단면적 ($[m^2]$)

L : 유체투과 길이

k_D : 투과계수

위의 식은 유체가 동일한 단면적으로 흐를 경우에 적용된다. 여기서 투과계수와 유체의 점성, η 를 곱한 값을 비투과계수, K_D 라 하며 다음과 같이 정의 된다.

$$K_D = k_D [m^4/N \cdot \text{sec}] \times \eta [Pa/m^2] = k_D \eta [m^2]$$

이며 $1 \cdot 10^{-12} [m^2]$ 를 1 d'Arcy 라고 정의 한다. 위의 d'Arcy 경험식을 점성유체의 흐름과 기공도 및 여과매체의 체적 당 표면적의 함수로 나타낼 수 있는 Blake-Kozeny 식이 있다.

$$Q = \left(\frac{k \omega^3}{L \eta S_o^2 (1-\omega)^2} \right) A \Delta P \quad \text{----- (2)}$$

단 여기서

η : 유체의 점도 [$Pa \cdot \text{sec}$]

S_o : 다공성매질의 체적 당 비표면적 [$1/m$]

k : 다공성매질의 고유투과계수(1/4.2)

ω : 공극률, 기공도

즉 이 식은 여과량은 여과되는 유체의 점도가 작으면 작을수록 많아지고 그 비 표면적이 커지면 작아지고 공극률이 거지면 커지는 것을 알 수 있다.

제 3 절 옷칠 점도의 온도 및 전단속도 의존성

식 (2) 보인 것처럼 옷칠과 같은 점성물질의 여과에서는 여과되는

물질의 양은 점도에 결정적으로 의존한다. 따라서 여과되는 유체의 점도는 여과매체의 치수결정에 중요하다. 많은 고분자 용액이나 용융체의 경우 점도는 점도의 측정시의 온도와 이때 가해지는 전단변형속도 (shear rate)에 따라 점도가 달라진다. 그러나 옷칠의 경우 그 속성 정도에 따라서도 점도의 변화하므로 옷칠 중 칠지의 여과를 거친 중 점도의 옷칠소재의 점도를 서로 다른 두 온도에서 전단변형속도를 바꾸어 가며 측정하여 본 결과가 Fig.1과 같다. 이 결과를 보면 옷칠의 점도는 온도의 상승에 의해 점도가 크게 저하하는 것을 볼 수 있다. 즉 Fig.1의 결과를 보면 전단변형속도가 1.0(1/s)일 경우 섭씨 26도에서의 옷칠의 점도는 7200cP이나 섭씨 50도의 경우 2600cP정도로써 24도의 증가에 의해 점도가 1/3 가량 감소하는 결과를 보이며 전단변형속도 10(1/s)의 경우 26도에서 측정한 점도는 3000cP인데 비해 50도에서 측정한 값은 1000cp로서 약 1/3정도 낮아지고 단변형속도 50(1/s)의 경우 26도에서 측정한 점도는 2700cP인데 비해 50도에서 측정한 값은 600cp로서 1/4.5정도로 낮아지는 것을 보이고 있다. 이러한 점도의 하락은 식 (2)에 의해 동일한 조건에서는 여과되는 유량이 점도하강의 역수 배만큼 증가하게 된다. 따라서 이 결과는 옷칠의 여과에서 온도를 상승시키면 여과효율이 점도 배만큼 커지는 것을 말해준다. 이러한 원리를 원용하면 여과공정중 점도가 커서 필요한 압력이 가압가능 수준이상으로 커질 경우는 여과기의 온도를 어느 정도 상승시켜 옷칠의 온도를 올려서 점도를 하강시키면 무리 없이 여과할 수 있을 것으로 온도조절 시스템이 필요하다.

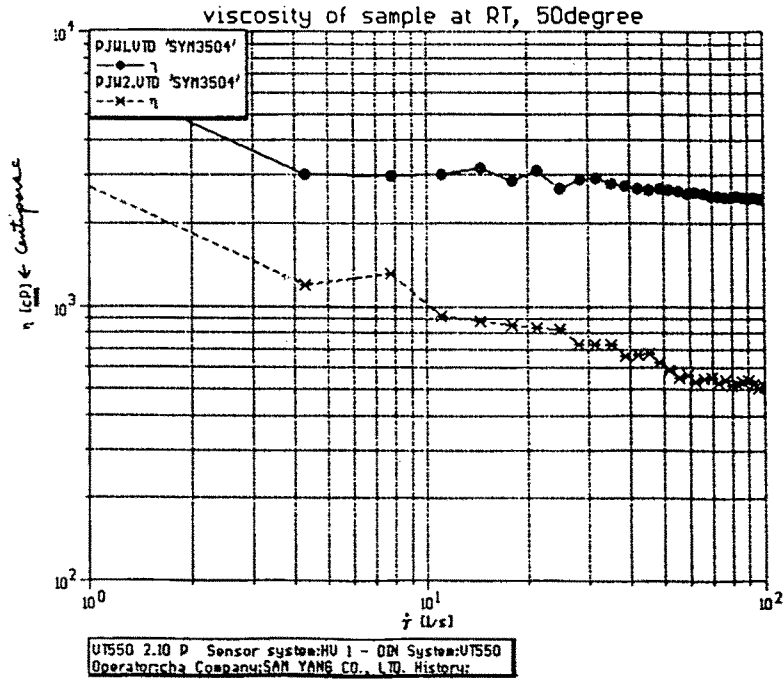


Fig. 1 26도와 50도에서의 옷칠 점도와 전단변형속도와의 관계

옷칠 점도에 또 하나의 중요한 인자는 전단속도이다. 두 측정온도에서 모두, 전단변형속도가 커지면 점도가 지수함수적으로 감소하는 결과들을 보인다. 특히 이 전단속도 의존성은 온도가 높을수록 심하다. 예를 들어 전단속도 10(1/s)에서 26도의 경우 3000cp를 보이다가 전단속도 100(1/s)에서는 2400cP정도로 20%정도 낮아지나 50도의 경우 전단속도 10(1/s)에서 26도의 경우 1000cp를 보이다가 전단속도 100(1/s)에서는 500cP정도로 50%이상 감소하는 것으로 나타나 고온에서의 전단속도 의존정도가 훨씬 크다. 그러나 점도하강에 대한 상대적인 역할은 온도가 훨씬 커 보인다.

제 4 절 옷칠용 여과소재의 선정

옷칠의 여과소재는 2절의 이론적인 배경에서 검토한 조건들과 옷칠 소재와의 무반응조건, 여과매체로서 압력, 등 역학적 특성이 맞아야 한다. 이 들 중 가장 중요한 조건들은 다음과 같다.

- ① 여과되는 물질의 입자크기를 제어할 수 있어야 하며 그 분포가 작아야 한다.
- ② 옷칠성분과 반응하지 않아야 한다.
- ③ 충분한 압력 차를 견디도록 하여야 한다.
- ④ 여과매체가 여과 중 부서져서 오염시키지 않아야 한다.
- ⑤ 내구성이 있어야 한다.

유동성 액체의 여과매체로는 합성섬유 부직포, 원형 실린더 상으로 단단하게 권취한 실이나 필라멘트, 실린더 상으로 단단하게 권취한 직물, 마이크로 포어를 가진 멤브레인, 긴 섬유장을 가진 필라멘트로 만든 종이, 중공 벽에 마이크로 필라멘트 본 연구에서의 여과매체의 선택에서 가장 중요한 인자는 위의 항 ①에서 강조한 바와 같이 여과되어야 하는 입자의 목표치이다. 이에 대한 기준으로는 불순물의 입자 크기가 옷칠의 층의 두께보다 크면 옷칠표면의 평활도가 떨어지므로 입자의 크기는 도포될 때의 1층의 두께가 최대 입자의 크기가 되어야 한다. 본 연구에서는 이러한 이유를 근거로 50마이크론을 최대 통과 입자로 하였다.

이러한 범위의 여과는 마이크로 여과(microfiltration)보다는 굵은 입자의 여과이며 그 여과매체는 다음의 표 1에서 보이는 바와 같이 직물이나 섬유제품 필터, 예를 들어 부직포나 칠지(漆紙)등의 종이들

이 있고 그 아래에 보인 바와 같이 스크린이 있다. 스크린은 섬유고분자 모노필라멘트나 금속 모노필라멘트를 사용하여 제직(製織)한 직물상의 2차원 매체이다. 본 연구에서는 이러한 조건에 맞는 소재로서 여러 가지 조합의 여과매체를 검토한 결과 제 1의 조건인 입자크기를 제어하면서 여과압력을 감당할 수 있는 소재이면서 입자 분포조건을 만족시킬 수 있는 매체로는 스테인리스스틸 모노필라멘트 스크린 직물들을 선택하였다. 이와 더불어 대형입자를 초별로 거르기 위한 여과 매체로는 대형입자들과 상용성이 좋은 비스코스 레이온 부직포를 사용하였다.

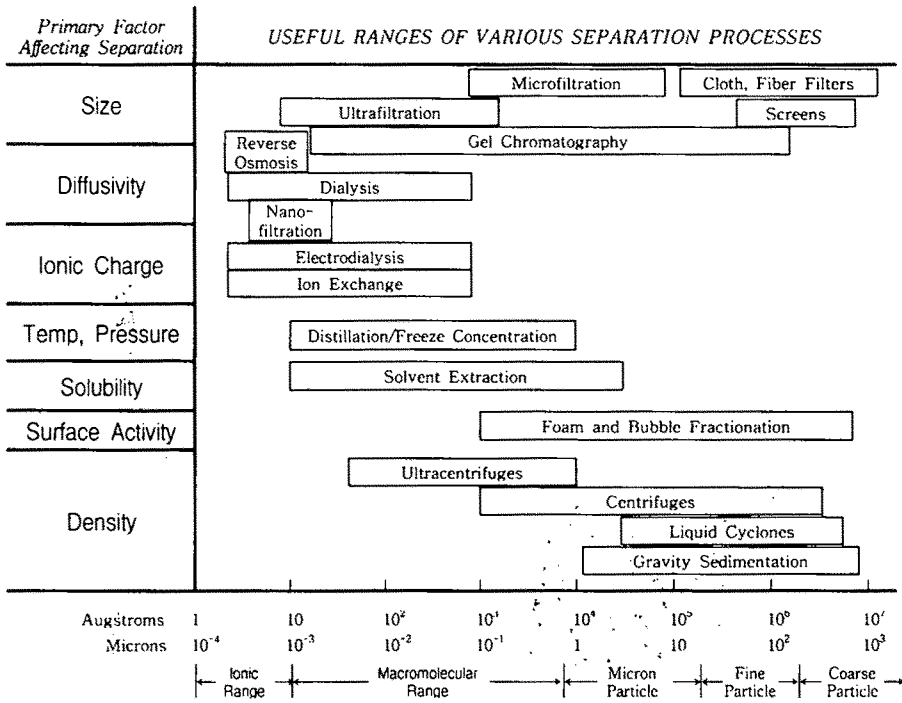


표 1 여과원리와 여과입자의 크기에 따른 여과방법의 분류[1]

제 5 절 옷칠 여과기의 설계 및 제작

1. 97년도의 여과장치 연구

위의 여과소재 선정에서는 SS 스크린이 가장 타당하다고 결론 지었다. 이러한 스크린을 소량용 여과기에 사용하기 위해서는 Fig. 2에 보인 바와 같이 아크릴 튜브 모델을 사용하여 예비실험을 해 본 결과 완전히 실링(sealing)할 수 있도록 여과필터를 파지 해야 한다는 점이 큰 문제점이 됨을 알고 이를 조합하여 Fig. 3에 보인 것처럼 다층 원반형 여과디스크를 제작하였다.

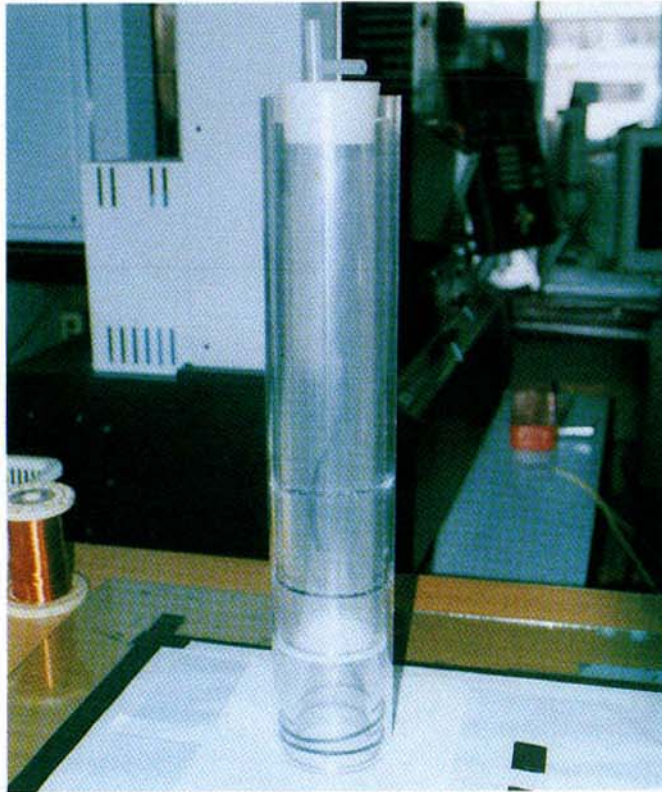


Fig. 2 아크릴로 제작한 여과기 모형

제 5 절 옷칠 여과기의 설계 및 제작

1. 97년도의 여과장치 연구

위의 여과소재 선정에서는 SS 스크린이 가장 타당하다고 결론 지었다. 이러한 스크린을 소량용 여과기에 사용하기 위해서는 Fig. 2에 보인 바와 같이 아크릴 튜브 모델을 사용하여 예비실험을 해 본 결과 완전히 실링(sealing)할 수 있도록 여과필터를 파지 해야 한다는 점이 큰 문제점이 됨을 알고 이를 조합하여 Fig. 3에 보인 것처럼 다층 원반형 여과디스크를 제작하였다.

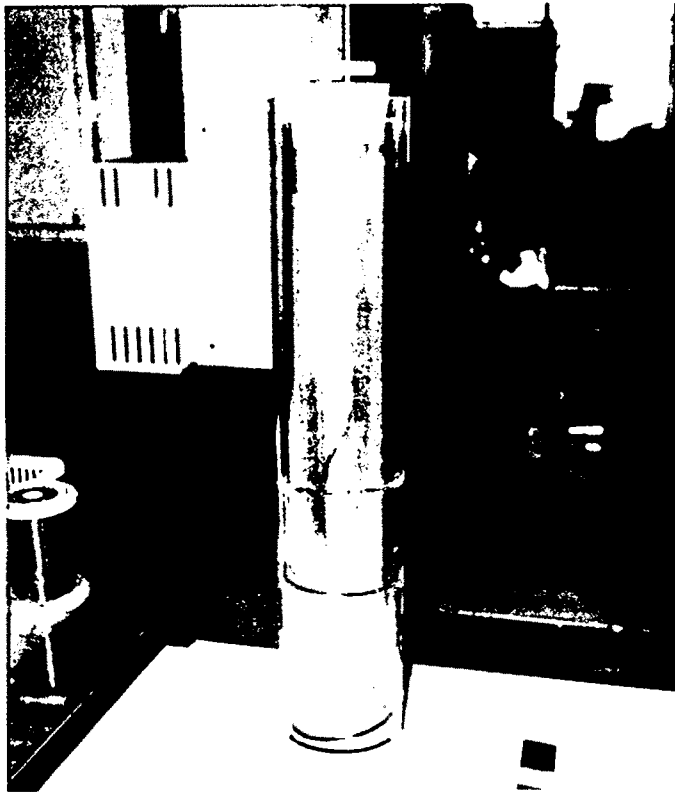


Fig. 2 아크릴로 제작한 여과기 모형

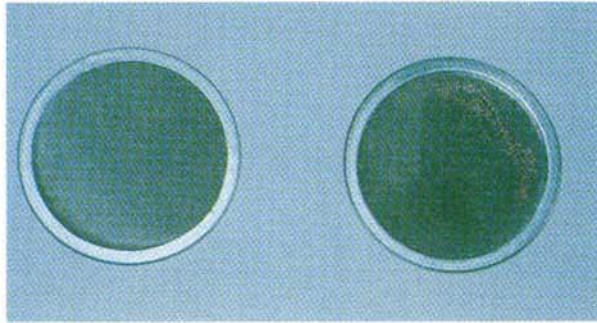


Fig. 3 원반형 다층 필터

97년에 시제작한 여과기는 다층 여과 필터상부에 Fig. 4와 같이 공기의 압력을 가할 수 있는 옷칠탱크를 설치한 여과장치를 스텐레스 스틸로 제작하여 여러 조건하에 실험해 본 결과 중 정도의 균일한 점도의 경우 소량 여과에서는 아주 우수하였다.



Fig 4 공압법에 의한 옷칠 여과장치

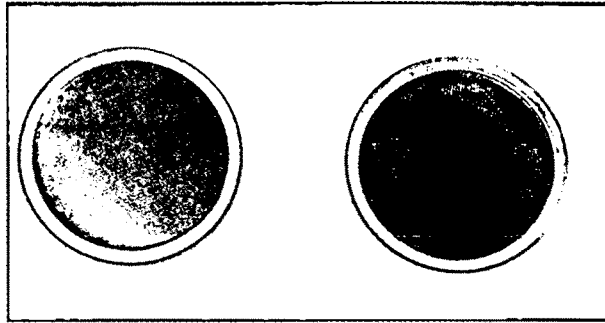


Fig. 3 원반형 다층 필터

97년에 시제작한 여과기는 다층 여과 필터상부에 Fig. 4와 같이 공기의 압력을 가할 수 있는 옷칠탱크를 설치한 여과장치를 스텐레스 스틸로 제작하여 여러 조건하에 실험해 본 결과 중 정도의 균일한 점도의 경우 소량 여과에서는 아주 우수하였다.

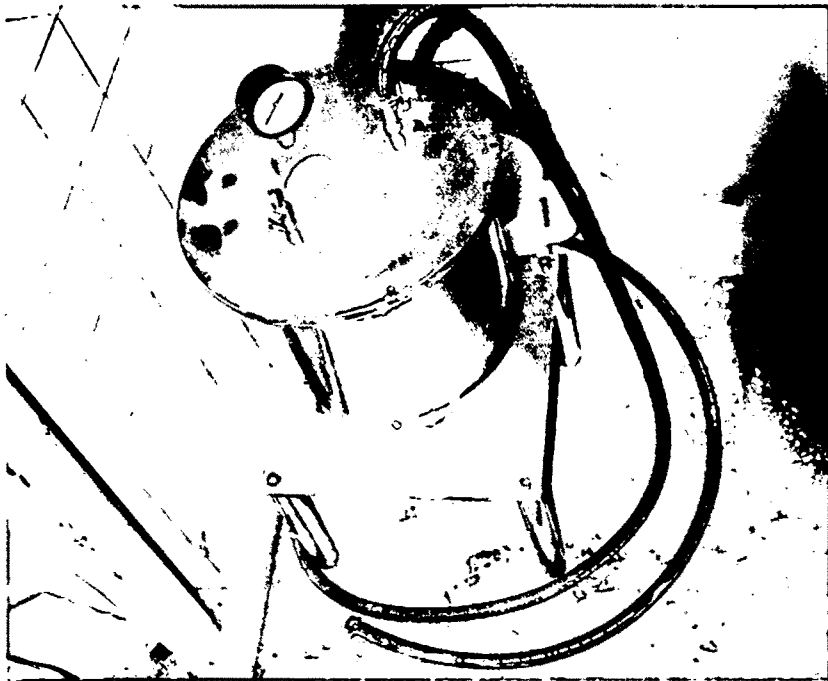


Fig 4 공압법에 의한 옷칠 여과장치

그러나 이 장치로서 여러 가지 실험을 한 결과 다음과 같은 문제점이 발생하였다.

가. 여과매체의 성능은 아주 우수하나 옷의 특성상 재생이 불가능하여 생산량 당 가격이 너무 높다.

나. 다량의 불순물이 투입된 시료를 사용할 경우 불순물이 여과구멍을 막아서 여과속도가 급격히 저하한다.

다. 이 기계 디자인에서는 여과 매체 전체의 크기가 작아서 대량생산에 투입할 경우 단위시간당, 단위면적당의 투과량이 커서 불순물이 상대적으로 적을 경우에도 전 불순물의 양이 커지므로 장기사용이 불가능하다.

라. 가할 수 있는 공기의 압력의 한계가 있어서 고 점도의 경우는 사용이 어렵다.

마. 동일한 배취(batch)내의 점도의 불균제도가 클 경우 공기의 통로가 점도가 작은 물질을 위주로 형성되어 여과매체에 공기의 유동 관이 생길 수 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 상대적으로 큰 입자들의 제거를 먼저 한 다음 이 시스템을 이용하는 것이 적절하다고 결론지었다. 그러나 이러한 두 단계를 거치는 공정은 대량생산에서는 경제적인 타당성이 낮다. 따라서 이 여과기 디자인은 몇 가지 점을 개량하여 초별 여과를 거친 옷칠을 최종의 사용자가 옷칠 바로 전에 소량으로 여과할 수 고급 전문가용 여과장치로 발전시킬 수 있다.

2. 98년도의 여과장치 연구

대량생산의 관점에서 보면 중요한 점은 단위시간당의 투과량 Q ,

즉 생산량이 커야한다. 이렇게 되어야 생산단가가 싸지고 동일 물량의 여과에 들어가는 시간이 줄어들어 작업자의 노출위험 가능성이 줄러 든다. 98년도에서는 이러한 점을 감안한 대량의 생산장치를 디자인하여 시제작품을 제작하였다.

대량생산을 감안하여 식 (2)를 고찰하면 동일한 시간에 가장 많은 량을 얻기 위해서는 면적, A을 크게 하고 압력차이를 크게 해야 한다. 최소의 기계의 부분도 접촉으로 동일한 면적에서 압력을 가할 수 있는 방법으로는 97년의 디자인에서 사용한 공압에 의한 가압방법 이외에 가능한 것은 회전원심력을 사용하는 방법이다. 회전에 의한 가속도, a는 아래의 식 (3)으로 나타낼 수 있다.

$$a = R\Omega^2 \quad \text{----- (3)}$$

이 가속도장에 있는 물질은 이 가속도와 질량의 곱에 해당하는 힘을 받게 되며 밀도 ρ , 유체의 반경방향 두께 l 인 유체의 원심력에 의한 압력차이는 식(4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta P = \rho l R \Omega^2 \quad \text{----- (4)}$$

단 여기서

Ω : 각속도(rad/sec)

R : 반경

l : 시료의 반경방향 두께

ρ : 시료의 밀도

이식을 (2)식에 대입하면

$$Q = \left(\frac{k_D \rho}{L} \right) L A R \Omega^2 \quad \text{----- (5)}$$

이 식을 요약하면 여과되는 유량은 회전 반경에 비례하고 각속도의 제곱에 비례하며 물질의 양, l 이 많으면 커진다. 원심분리기의 특성상 만약 반경이 커지면 여과 면적 A 도 커진다. 그러나 이에 따른 부대 효과로는 여과매체의 소모량이 커지는 단점이 있다.

오탁의 여과성능을 높이기 위해서는 식(1)에서 보이는 바와 같이 세 개의 항을 조정하여야 한다. 즉

- 1) $\left(\frac{k_D}{L} \right)$: 여과매체의 고유투과계수/두께.
- 2) A : 여과매체의 단면적.
- 3) ΔP : 여과될 물질이 여과매체의 두께에 걸쳐 걸리는 압력차.

이 세 가지 중 첫 번째 항의 k_D 는 여과매체와 여과입자의 한계 치에 의존하는 상수이므로 변경의 여지가 별로 없으나 L 항은 여과매체의 두께를 결정하는 일이므로 매체의 선택에 따라 달라진다. 두 번째 항인 단면적 A 는 원심분리기 여과 단면적에 해당하므로 원심분리기의 반경이 크면 클수록 비례해서 커지고 높이가 높을수록 커지나 이들 두 항은 원심분리기의 안정성과도 밀접하기 때문에 가능한 한 실험을 거친 구조를 선택하여야 한다. 세 번째 항은 식(4)으로 구해지는 양이며 이 중에서 l 항은 실린더형 원심분리기에서는 초기에는 반경과 같다가 여과가 진행되면서 작아진다 따라서 여과기의 반경이

될 수 있으면 크고 각속도가 높고 물질의 양이 많으면 압력차이가 클
을 알 수 있다. 만약 반경이 커지면 여과 면적 A도 커진다. 그러나
이에 따른 부대 효과로는 여과매체의 소모량이 커진다.

반지름이 충분히 크면서 고속의 원심력을 발휘할 수 있는 여과기를
제작하기 위하여 기존의 공장형 고속탈수기를 개작하였다. Fig. 5는
제작된 실물사진이다.



Fig 5 고속 원심분리기형 옷칠 여과장치

여과장치는 디지털 속도제어기로 제어되는 AC모터로 구동되며 그
최대 각 속도는 1500rpm까지 가능하다. 이 값을 가속도치로 환산하면
중력의 1259배정도가 된다. 이 값을 압력 차로 바꾸면

$$\Delta P = 1.23 \times 10^7 \text{ l [Pa]} \text{ ----- (4')}$$

될 수 있으면 크고 각속도가 높고 물질의 양이 많으면 압력차이가 클
을 알 수 있다. 만약 반경이 커지면 여과 면적 A도 커진다. 그러나
이에 따른 부대 효과로는 여과매체의 소모량이 커진다.

반지름이 충분히 크면서 고속의 원심력을 발휘할 수 있는 여과기를
제작하기 위하여 기존의 공장형 고속탈수기를 개작하였다. Fig. 5는
제작된 실물사진이다.

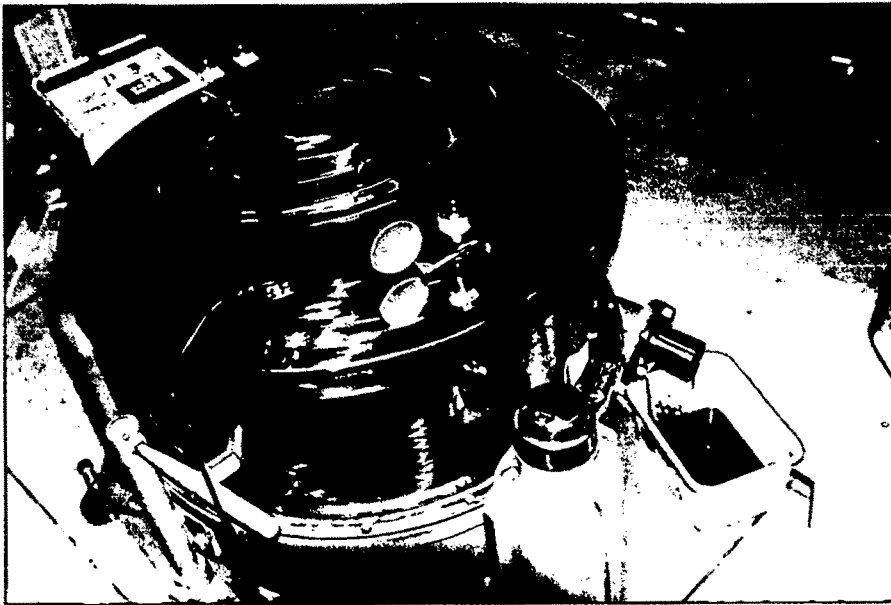


Fig 5 고속 원심분리기형 옷칠 여과장치

여과장치는 디지털 속도제어기로 제어되는 AC모터로 구동되며 그
최대 각 속도는 1500rpm까지 가능하다. 이 값을 가속도치로 환산하면
중력의 1259배정도가 된다. 이 값을 압력 차로 바꾸면

$$\Delta P = 1.23 \cdot 10^7 l [Pa] \quad \text{-----} (4')$$

이 되어 여과될 액의 양이 많을수록 압력 차가 커서 여과의 효율이 높음을 알 수 있다.

여과기의 구조는 회전 실린더 최외곽에 직경 6mm인 작은 구멍이 조밀하게 뚫려 있는 스텐리스스틸판이 있고 이 안쪽으로 여러 조합의 스크린 필터를 Fig. 6와 같이 장착하도록 되어 있다.

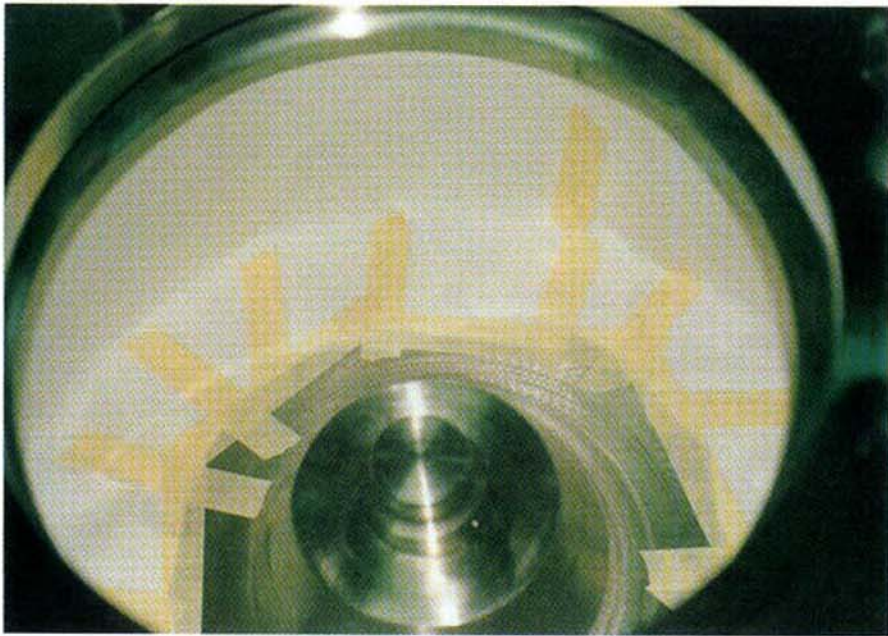


Fig 6 고속 원심분리기형 옷칠 여과장치의 내부

제 6 절. 옷칠 시제품 여과기의 시험

위에서 제작한 원심분리기형 대량 여과용 옷칠여과기의 시험을 위해서 다음과 여과매체의 조합을 사용하여 두 가지 점도의 옷칠 2000cc 정도를 여과 시험하여 보았다.

이 되어 여과될 액의 양이 많을수록 압력 차가 커서 여과의 효율이 높음을 알 수 있다.

여과기의 구조는 회전 실린더 최외곽에 직경 6mm인 작은 구멍이 조밀하게 뚫려 있는 스텐리스스틸판이 있고 이 안쪽으로 여러 조합의 스크린 필터를 Fig. 6와 같이 장착하도록 되어 있다.



Fig 6 고속 원심분리기형 옷칠 여과장치의 내부

제 6 절. 옷칠 시제품 여과기의 시험

위에서 제작한 원심분리기형 대량 여과용 옷칠여과기의 시험을 위해서 다음과 여과매체의 조합을 사용하여 두 가지 점도의 옷칠 2000cc 정도를 여과 시험하여 보았다.

여과매체조합

가장 안쪽 -- 두 번째 --- 세 번째 -- 네 번째 -- 최외곽

비스코스 -- 20 mesh --- 비스코스 -- 100 mesh - 400 mesh

부직포 SS스크린 부직포 SS스크린 SS스크린

본 시험에서는 최대 회전속도를 1300rpm 정도로 시험하였다. 이 결과 여과는 성공적으로 이루어 졌다. 단지 여과매체 수집통로의 경사가 낮아 수집시간이 오래 걸리는 문제가 있었다. 그러나 기기 전체의 수준을 경사지게 하고 운전을 계속시킨 결과 고점도의 경우 2시간 정도, 저점도의 경우 30분 정도의 운전으로 충분히 여과할 수 있었다. 더구나 이 시간의 많은 부분이 수집통로에 머무는 기간인 점을 감안하면 대량 생산에서는 수집통로의 유동량이 커서 이러한 시간소모는 훨씬 줄어들 것이다. 한가지 결점은 부직포의 표면에 함침되어 잔류하는 옷의 경우는 식(4')의 l 항의 크기가 작아서 원심분리기로 여과될 수 없다는 한계가 있다.

아래의 Fig. 7는 여과 후 여과기의 안쪽 표면으로 부직포 표면에 남아 있는 큰 불순물 입자를 볼 수 있으며 Fig. 8는 수집구의 토출 장면이다. 결과를 종합하면 본 여과장치는 비스코스 부직포 여과층에 의한 흡수로 생기는 어느 정도의 손실과 한정된 시간에 회수할 수 없는 기기 자체에 표면에 붙은 옷칠을 제외한 전량을 여과시킬 수 있었다. 이 여과장치의 단점은 계속적인 여과에서는 이 여과매체를 연속적으로 이용할 수 있으나 1회 여과 뒤 긴 시간동안 이용하지 않을 경우에

는 스크린매체의 구멍이 막힐 수 가 있고, 잔류된 옷칠이 고화하여 그 자체가 불순물로 되어 여과의 기능을 소실하게 된다. 따라서 이 여과기를 사용한 옷칠의 여과에서는 1회에 충분한 량의 옷칠을 수집하여 여과하여야 고가의 스크린을 효율적으로 이용할 수 있을 것이다.

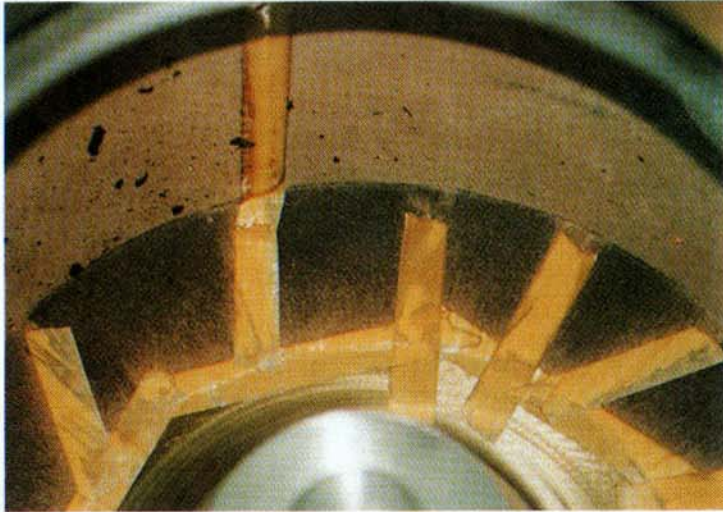


Fig. 7 여과후 부직포필터 표면에 남아 있는 큰입자 불순물

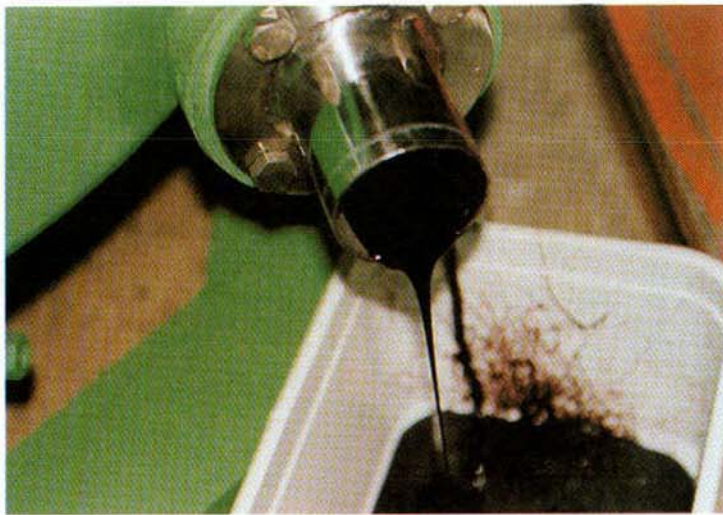


Fig. 8 토출구에서 수집되고 있는 여과된 옷칠

는 스크린매체의 구멍이 막힐 수 가 있고, 잔류된 옷칠이 고화하여 그 자체가 불순물로 되어 여과의 기능을 소실하게 된다. 따라서 이 여과기를 사용한 옷칠의 여과에서는 1회에 충분한 량의 옷칠을 수집하여 여과하여야 고가의 스크린을 효율적으로 이용할 수 있을 것이다.

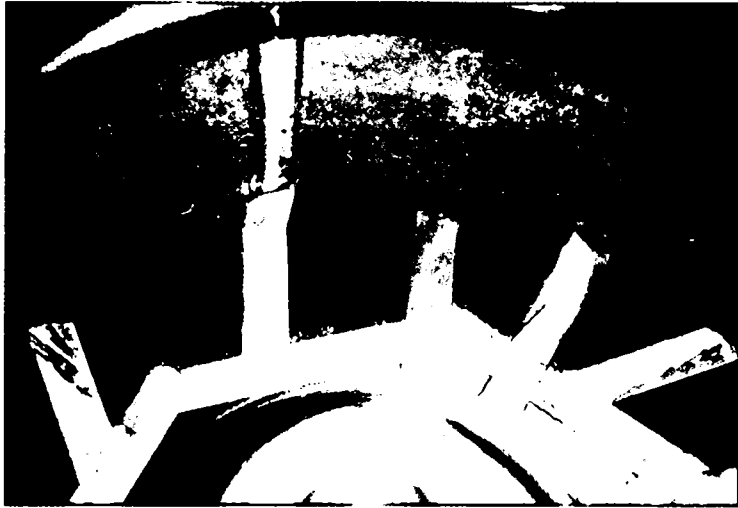


Fig. 7 여과후 부직포필터 표면에 남아 있는 큰입자 불순물



Fig. 8 토출구에서 수집되고 있는 여과된 옷칠

제 4장 자동화 정제기 제어시스템 구축분야

제 1 절 서설

본 연구에서는 제 1차년도에서 설계, 제작된 수동 정제기를 발전시켜 온도 센서에 의한 침액의 온도 자동 조절 기능, 무게 센서에 의한 자동 무게 측정, 그리고 자동 정제기에서 필요한 1) 회선 교반 조절, 2) 가열조건, 3) 정제 종료점 자동 감지 등의 기능들을 수행할 수 있는 자동 정제기를 다음 그림과 같이 제작하였다. 그림 1-1은 본 연구에서 제작된 자동 정제기의 블록다이어그램을 보여주고 있다.

본 연구보고서에는 상기의 연구를 위하여 수행한 연구 결과를 다음과 같이 정리한다. 제 2절에서는 자동화 정제기 회로 및 보드를 설계하였다. 제 3절에서는 자동화 정제기의 사용자 인터페이스를 사용하여 입력하는 순서 및 기능에 대하여 살펴 본다. 제 4절에서는 제 3절그림의 기능을 수행하기 위한 자동화 제어 프로그램을 설계하며, 제 5절에서는 결론을 맺는다.

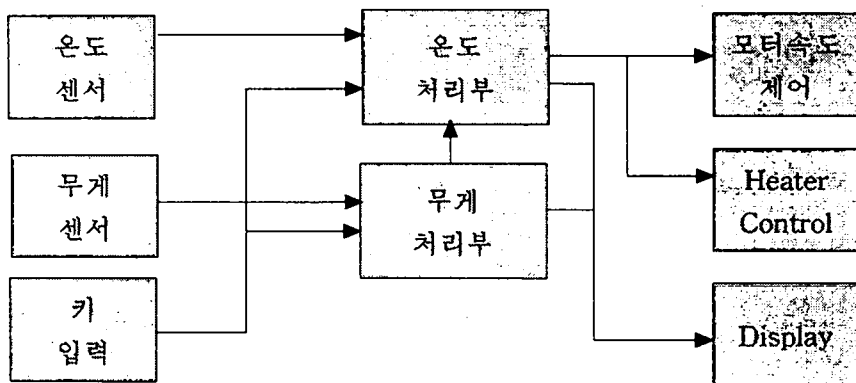


그림 1-1. 자동 정제기의 블록 다이어

제 2 절 자동화 정제기 회로 및 보드(board)의 설계

자동화 정제기의 제어부(controller)에서 수행하여야 하는 기능들을 고려하여 볼 때, 입출력의 수가 많지 않고 요구되는 연산 기능도 비교적 단순하다. 따라서, 본 연구에서는 자동화 정제기의 제어부(controller)를 위해서 비교적 안정적인 Z-80 마이크로 프로세서를 중앙처리기(central processing unit: CPU)로 사용하여 단일보드 제어기(on-board computer)를 제작하였다. 연산의 수는 비교적 적지만 시간을 체크하고, 온도와 무게를 감시하고, 모터의 속도를 유지하며, 사용자에 의해서 입력되는 정보를 받아들이는 병렬(parallel) 입출력이 요구되므로, Intel사에서 제작한 입출력 처리기(input/output processor) 8255를 두개 사용하여 많은 입/출력을 동시에 처리할 수 있도록 설계하였다. 제 1절에서는 보드의 설계 및 외형의 설계에 관해서 설명하였으며, 제 2절에서는 주요 회로를 설계하였다.

1. 제작된 보드의 외형도

가. 메인 보드(Main Board)

그림 2-1은 본 연구에서 제작된 메인 보드의 외형도를 보여주고 있다.

이 메인보드는 온도 처리부와 무게 처리부에 각각 사용되었으며 온도 처리부의 메인보드가 Master가 되어 전체적인 흐름을 책임지고 무게 처리부는 무게의 퍼센트 계산과 계속적으로 무게를 검출하여 최종 목적 무게와 비교하여 목표 무게와 같아지면 Master(온도 처

리부)에 신호를 보내어 작업이 끝났음을 알린다. 또한 Master에서 열판의 온도와 모터의 속도를 조절한다. 따라서 작업 종료 신호가 무게 처리부로부터 들어오면 Master는 열판과 모터에 정지신호를 보냄으로 작업을 중단한다.

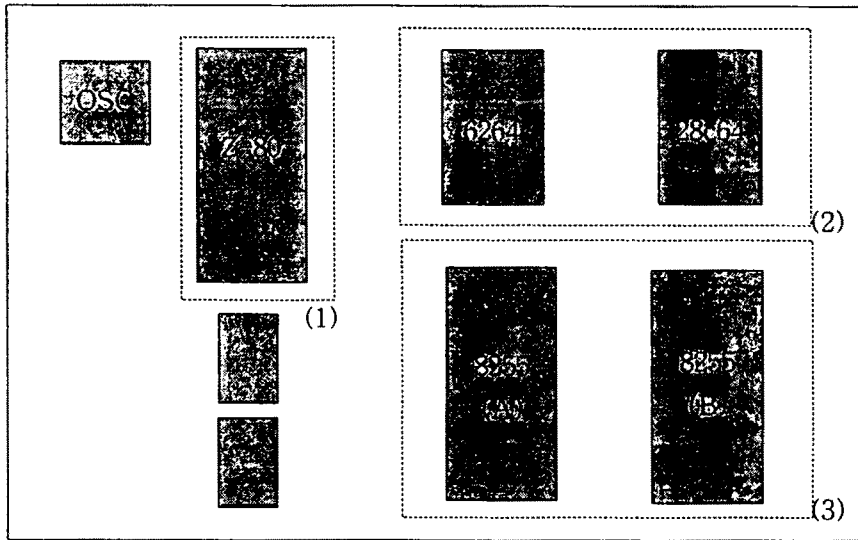


그림 2-1. 메인 보드의 구성도

1) 중앙처리장치(CPU)

메인 보드의 중앙처리장치(CPU)로 Z-80을 사용하였다. Z-80 CPU는 외부에 각종 신호를 위한 40개의 핀을 가지고 있다. Z-80 CPU의 각 신호를 기능별로 분류하면 어드레스선, 버스선, 메모리와 I/O 제어신호, CPU제어신호, 그리고 CPU버스 제어신호들로 구분할 수 있다.

Z-80의 40개의 핀은 그 기능별로 다음과 같다:

가) 어드레스 버스(Address bus)

Z-80 CPU의 어드레스 버스는 16개의 line으로 구성되어 있으며, 메모리와 주변장치의 주소를 지정한다. 주소를 지정할 수 있는 범위는 어드레스 버스가 전부 0일때(0번지)에서 전부 1일 때 ($2^{16}-1=65535$ 번지)까지 총 65536개의 번지를 직접 지정할 수 있다. 어드레스의 하위 8비트는 입출력 장치의 주소를 지정할 수 있다. 주소를 지정할 수 있는 범위는 (A0~A7)로 총 256개의 입출력 장치를 직접 지정할 수 있다. 이 버스는 단방향성 데이터(어드레스) 통신 기능을 제공한다.

나) 데이터 버스 (Data Bus)

데이터 버스는 Z-80 CPU에서 메모리나 주변장치로 데이터를 보내는 경우와 반대로 데이터를 받아들이는 경우에 사용된다. 이 버스는 데이터의 양방향성 통신 기능을 제공한다.

다) 메모리와 입출력 제어신호 (Memory and I/O Control Signal)

Machine Cycle One 신호는 CPU로부터의 출력신호로써 LOW(0)일 때가 동작 상태이다. 값이 0일때 동작 상태가 되는 신호를 active low라고 하며 신호를 표시하는 기호 위에 '-' 를 붙인다. 또 입출력 요구 신호와 함께 인터럽트(interrupt)를 요구한 주변장치에 대해 인터럽트 확인신호로도 사용된다.

라) 메모리 요구 신호(Memory Request Signal)

메모리 요구 신호인 MREQ는 tri-state 출력 신호로써 LOW일 때가 동작 상태이다.

마) 메모리 읽기(Read) 신호

메모리 읽기 신호는 RD바로 LOW일 때가 동작상태이다. 이 신호는 CPU가 메모리나 주변장치로부터 데이터를 읽고자 할 때 사용된다. 특정한 메모리 번지의 내용을 읽고자 할 경우 CPU는 어드레스 버스에 읽고자 하는 메모리 번지를 싣고 곧이어 어드레스 버스의 값이 안정되면 MREQ바 신호를 LOW상태로 한다. 다음 메모리 읽기 신호인 RD바를 LOW상태로 하면 해당되는 메모리는 MREQ바 신호와 RD바 신호를 사용해서 메모리칩을 enable 시키고 해당되는 메모리 번지의 내용을 데이터 버스로 출력시킨다.

바) 메모리 쓰기(Write) 신호

메모리 쓰기 신호는 메모리 읽기 신호와 같은 동작이다.

사) 입출력 요구신호 (I/O request signal)

입출력 요구신호 IORQ바는 tri-state 출력신호로써 LOW일 때가 동작상태이다. CPU가 메모리가 아닌 주변장치와 데이터를 주고받으려 할 때 먼저 CPU는 주변장치의 주소를 어드레스 버스의 하위 8비트로 출력한다. 이때 IORQ바 신호는 어드레스 버스에 실린 주변장치의 주소가 안정된 상태이고 유효한 값임을 나타낸다. 이와 같이 IORQ바 신호에 의해서 메모리를 선택하는 경우와 주변장치를 선택하는 경우를 구분할 수 있게 된다.

아) 메모리 리프레쉬 신호 (Memory Refresh Signal)

RFSH바는 다이내믹 램을 사용할 경우에 리프레쉬(refresh) 동작에 필요하다. 본 연구에서 구현된 하드웨어에서는 사용하지 않는다.

자) CPU 제어신호 (CPU Control Signal)

(1) CPU Reset 신호

CPU Reset 신호인 RESET는 CPU를 reset 상태로 만들기 위해 사용되며 LOW일 때가 동작상태이다. CPU가 리셋될 때 발생하는 동작은 다음과 같다.

- 프로그램 카운터(PC) 값이 0으로 된다.
- 인터럽트 벡터 레지스터(I)의 값이 0으로 된다.
- 리프레쉬 레지스터(R)의 값이 0으로 된다.
- Interrupt enable flip-flop(IFF)이 disable 상태로 된다.
- Interrupt mode가 mode 0 상태로 된다.
- 리셋(reset) 신호가 LOW 상태로 있는 동안에는 CPU의 각종 출력 신호는 비동작 상태로 된다.

(2) CPU Halt

CPU가 HALT 명령어를 수행하면 Halt핀은 LOW상태로 된다. 이때는 CPU의 모든 동작이 중지되지만 다이내믹램의 리프레쉬를 위해서 NOP 명령어만은 계속 수행한다. 이 상태를 벗어나려면 CPU 외부에서 non-maskable interrupt나 maskable interrupt를 걸어 주어야 한다.

(3) CPU Wait 신호

일반적으로 CPU의 데이터 처리속도는 메모리나 입출력 장치의 처리속도에 비해 빠르다. 그렇기 때문에 WAIT는 CPU가 저속의 메모리나 입출력 장치와 함께 동작할 수 있도록 하기 위해 사용된다. WAIT바 신호는 입력신호가 LOW일 때 동작한다. 그

래서 저속의 메모리나 주변장치를 별도의 버퍼가 필요없이 CPU에 연결시킬 수 있다.

(4) 인터럽트 요구신호 (Interrupt Request Signal)

INT는 maskable 인터럽트를 요구하는 주변장치가 발생하여 CPU로 입력시키는 신호로써 주변장치가 maskable 인터럽트를 요구하려면 이 신호를 LOW 상태로 해주면 된다. CPU는 interrupt enable flip-flop(IE)이 enable 상태이고 BUSRQ바 신호가 High 상태이면 현재 수행중인 명령어의 마지막 클럭 사이클에서 maskable 인터럽트 요구를 받아들인다. IE가 reset 상태이거나 BUSRQ바 신호가 LOW 상태 즉, DMA 동작중일 때는 인터럽트 요구가 CPU에서 무시된다.

(5) Non-maskable 인터럽트 요구신호 (Non-maskable Interrupt Request Signal)

NMI는 주변장치가 non-maskable 인터럽트를 요구할 때 LOW로 된다. 주변장치가 non-maskable 인터럽트를 요구할 경우 BUSRQ바 신호가 HIGH상태이면, interrupt enable flip-flop (IE)의 상태에 관계없이 현재 수행중인 명령어의 마지막 사이클에서 항상 인터럽트가 받아들여진다. CPU가 인터럽트를 받아들이면 현재 프로그램 카운터의 값을 스택에 저장하고 자동적으로 메모리 66H 번지부터 프로그램을 수행한다. 사용자는 66H 번지에 인터럽트 처리루틴을 저장해 두거나 처리루틴으로 점프하기 위한 JUMP 명령어를 들 수 있다.

(6) CPU 버스 요구신호 (CPU Bus Request Signal)

CPU 버스 요구신호인 BUSRQ바는 CPU의 입력신호로써 LOW가 동작 상태이다. 이 신호는 주변장치가 CPU 버스를 사용하고 자 할 때 이용되며 보통 DMA(direct memory access) 동작에 사용된다. DMA controller가 BUSRQ바 신호를 LOW로 하면 CPU는 현재 수행중인 머신 사이클이 끝나자마자 CPU 외부의 어드레스 버스와 데이터 버스 그리고 tri-state 출력상태를 갖는 제어신호 (RD바, WR바, IORQ바, MREQ바, 그리고 RFSH바)들을 HIGH 임피던스 상태로 한다. 이 때 DMA를 요구한 주변장치는 CPU를 거치지 않고 DMA Controller가 제공하는 각종 제어신호와 address bus 및 data bus를 이용하여 메모리와 직접 데이터를 주고 받을 수 있게 된다.

(7) CPU 버스 확인신호 (CPU Bus Acknowledge Signal)

BUSAK바는 CPU의 출력 신호로써 LOW가 동작상태이다. BUSAK바 신호는 CPU 버스를 요구한 주변장치에 대해서 현재 CPUDML 어드레스 버스와 데이터 버스와 tri-state 출력 신호들이 HIGH 임피던스 상태에 있어 주변장치가 이들 버스와 신호들을 사용할 수 있음을 알려준다.

2) 기억장치 (Memory: RAM and ROM)

주 메모리는 8 kbyte 용량을 갖고 있는 ROM 28C64를 사용하였다. 보조 메모리(program memory)는 76C88를 사용하는데 이것 또한 4 Kbytes의 용량이다. 이들은 각각 8 kbyte의 다른 종류의 ROM, RAM 과 교체가 가능하다.

3) 입출력 포트(Input/Output port)

입출력 포트로는 8255를 사용하였다. 8255는 마이크로프로세서 시스템에서 다양한 인터페이스 기능을 수행하도록 고안된 40핀의 DIP, LSI 장치이다. 8255는 처음부터 Z80과 함께 사용하도록 고안되지는 않았다. 이것은 8080과 함께 사용되도록 인텔사에 의해 처음 생산되었다. 입출력(I/O) 포트는 포트A(PA), 포트B(PB), 포트C(PC)의 3개가 있다. 또 여기서 포트C는 두 개의 4비트 포트 구성되어 있다.

가) 8255IC의 핀 설명

- . D0~D7 : 데이터 입력과 출력선이다.
- . CS바 : 칩선택 입력으로 논리 0일 때 쓰거나 읽을 수 있다.
- . RD바 : 읽기 입력으로 논리 0일 때 8255의 데이터는 시스템 데이터 버스로 들어간다.
- . WD바 : 쓰기 입력으로 논리 0일 때 시스템 데이터가 8255에 썬진다.
- . A0~A7 : 어드레스 입력으로 데이터 입력 또는 출력을 위한 내부 레지스터를 선택한다.
- . RESET : 입력선이 논리 1일 때 8255를 리셋시키고 포트는 입력상태로 된다.
- . PA0~PA7 : 입출력 포트 A
- . PB0~PB7 : 입출력 포트 B
- . PC0~PC3 : C포트 하위 입출력 포트

- . PC4~PC7 : C포트 상위 입출력 포트
- . VCC : 5V 입력
- . GND : 접지 0V

나) 제어워드 쓰기

제어워드는 8비트로 다음을 이용하여 8255를 제어한다.

[D7][D6][D5][D4][D3][D2][D1][D0]

- . D7 -> 모드 고정 플래그 (1 = 능동)
- . D6 ->
- . D5 -> 모드 선택 (00 = 모드0, 01 = 모드1, 1X = 모드2)
- . D4 -> 포트 A (1 = 입력, 0 = 출력)
- . D3 -> 포트 C 상위 4비트 (1 = 입력, 0 = 출력)
- . D2 -> 모드 선택 (0 = 모드0, 1 = 모드1)
- . D1 -> 포트 B (1 = 입력, 0 = 출력)
- . D0 -> 포트 C 하위 4비트 (1 = 입력, 0 = 출력)

다) 모드들의 설명

- 모드 0

입출력 포트 4개를 단순히 입력 혹은 출력으로 사용할 수 있고, 출력 데이터는 보존되지만 입력 데이터는 보존되지 않는다. 입출력을 독립해서 나눌 수 있다.

- 모드 1

핸드셰이크(Handshake) 모드로 포트 A, B는 8비트 데이터 포트인 반면 포트 C의 상위 4비트는 포트 A를 위

한 핸드셰이크선으로, 하위 4비트는 B포트를 위한 핸드셰이크선으로, 하위 4비트는 B포트를 위한 핸드셰이크선으로 각각 사용된다. 핸드셰이크기술은 외부장치가 마이크로시스템보다 느릴 때 매우 유용하다.

- 모드 2

포트 A를 양방향성 데이터 포트로 사용하고, 포트 C의 상위 5비트는 컨트롤 포트로 구성된다.

나. 사용자 인터페이스 보드(User Interface Board)

그림 2-2는 사용자 인터페이스 패널의 외관을 보여주고 있으며, 7-Segment 표시기(Display), 각종 입력 키(Key), 그리고 전원 스위치로 구성되어 있다.

1) 모터 속도와 Heater level LED

이는 각각 모터의 회전 속도와 Heater의 level을 표시해준다. 각각의 LED는 각각의 릴레이(Relay)와 연결되어 있으며 각각의 릴레이는 가변저항이 연결되어 있어 TPR에 각각 다른 저항값을 신호로서 전해준다. 각각의 릴레이에 보내지는 신호는 온도 처리부 Z-80의 8255 신호의 3bit값을 74ls138을 통하여 각각의 레벨로 표시하여 준다.

2) 7-Segment 표시기(Display)

각각의 Segment는 위로부터 현재 온도와 설정 온도 표시, 수분 함율표시, 그리고 현재의 무게 표시 열로 구성되어 있다. 수분 함수열은 좌측 두자리는 초기의 수분 함량이고 우측의 두자리는 최종 목표로 하는 수분 함량을 표시해 준다. 그리고 이 열은 동작을 개시하

면 최종 목표 무게를 표시하여 준다.

마지막 열은 현재의 무게를 표시해 준다. 현재의 무게와 온도표시는 온도의 입력과 무게의 입력을 위해 사용한 온도 컨트롤러와 저울에서 Display되는 것을 직접 연결하여 사용하므로 밝기가 다른 것들에 비해 다를 수 있다.

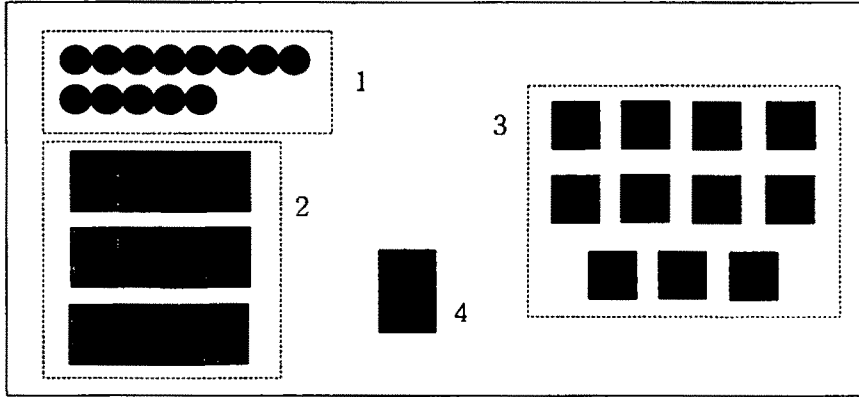


그림 2-2. 사용자 인터페이스 패널

3) 숫자 입력 버튼(Key) 및 기능 입력 버튼(Key)

Key 입력은 되도록 간단하게 설계하였으며 각 열은 각각 다른 기능을 수행하도록 되어 있다. 각각의 키입력은 디코더를 이용하여 16진수로 바뀌고 이는 각각의 8255를 통하여 Z-80으로 전달된다. 첫 줄에 위치한 온도 설정과 모터 속도 설정 버튼은 온도 처리부의 입력으로 들어가며 두 번째줄의 무게 설정에 관계된 버튼은 무게 처리부의 입력으로 들어간다. 마지막줄의 무게 0점 조절 키는 무게 AD변환 회로(저울)에 직접 연결되어 입력 자체를 0으로 보상하여 주며 각각의 온도와 무게 초기화 버튼은 온도처리부와 무게처리부의 Z-80 reset키와 연결되어 시스템을 완전히 다시 시작하게한다. 위에서 언급한 바와 같이 온도와 모터속도처리부 그리고 무게처리

부가 분리(서로 다른 메인보드 사용) 되어 있으므로 무게를 세팅하지 않은 상태에서 온도와 무게를 세팅하더라도 모터와 Heater는 동작하게 된다. 하지만 일단 한번 무게가 동작을 시작하였다 완료하면 모터와 Heater는 동작하지 않는다.

4) 전원 스위치

이 박스에만 해당하는 전원을 차단해 주는 스위치 이다.

2. 주요 회로도

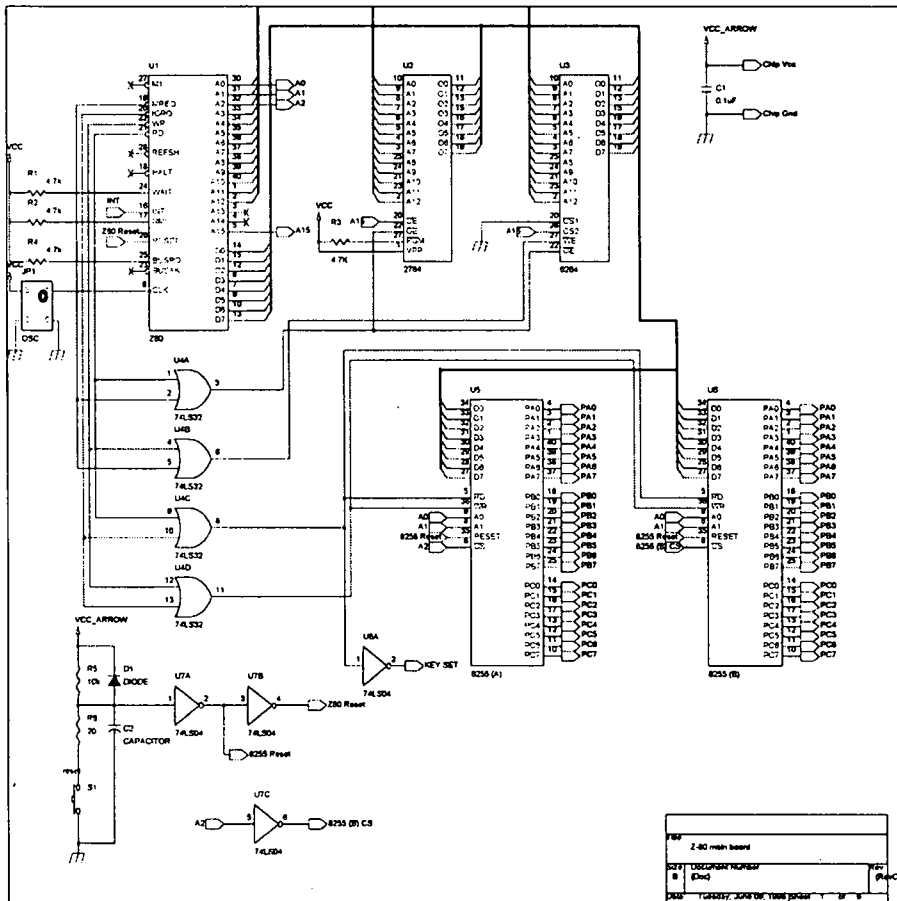


그림 2-3. 메인 회로도

본 연구에서 설계된 그림 2-3의 메인회로들은 전형적인 Z-80 one board 시스템으로서 다른 시스템 설계에도 용이하게 적용될 수 있도록 설계 되었다.입출력 포트가 6개라는 점과 메모리에 Decoder를 사용하지 않고 직접 access하는 것이 장점이다.

가. 중앙처리장치(CPU)

CPU는 Z-80으로써 2MHz clock(Z-80의 종류에 따라 4MHz clock 사용 가능)을 사용하고 있으며 메모리로는 RAM과 ROM을 사용하여 ROM은 0000H-7FFFH 번지까지, RAM은 8000H-FFFFH 번지까지 디코딩을 하며, I/O mapped I/O방식을 사용하여 두개의 B225를 제어할 수 있다.

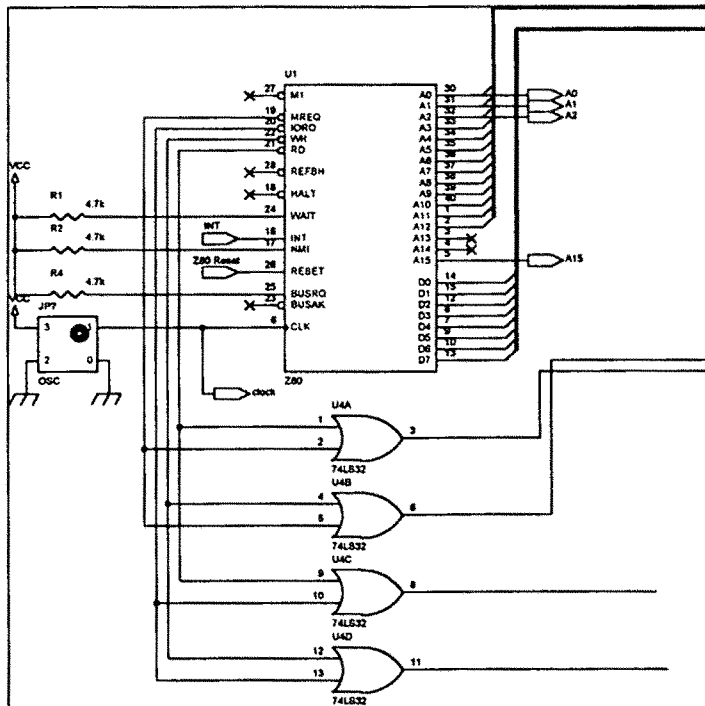


그림 2-4. 중앙처리장치부 회로도.

나. 기억장치(Memory: RAM and ROM) 부

그림 2-5의 회로는 메모리부 회로로써 2764는 ROM이다. 이 ROM은 8Kbyte의 저장능력이 있으며 6264는 RAM이다. Z-80의 address pin인 A15로 RAM과 ROM을 구별하며(0000번지 - ROM, 8000번지 - RAM) 별도의 Decoder를 사용하지 않기 때문에 Time table상 오차가 적다.

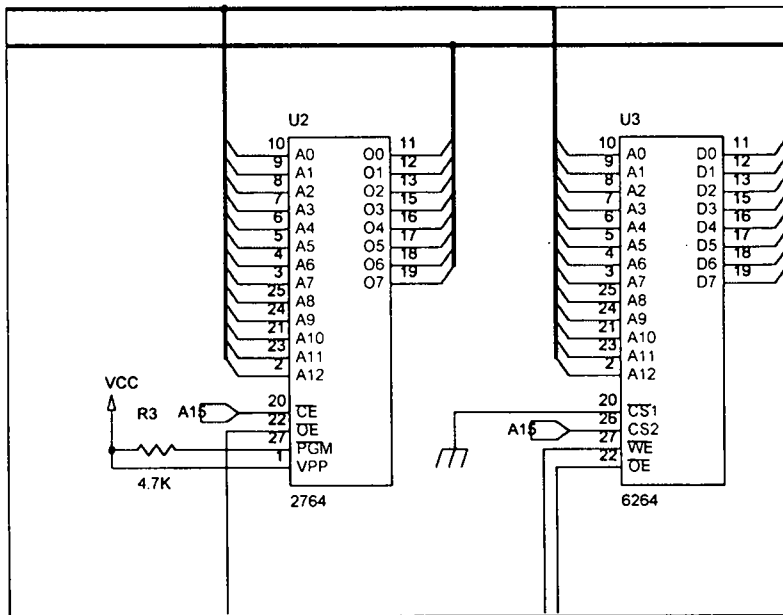


그림 2-5. 메모리부 회로

다. 입출력 (Input/Output) 부

그림 2-6의 입출력(I/O)부 회로는 두개의 8255로 구성되는데 각각의 구별은 A3 pin으로 하여 8255(A)는 00H-03H 까지 8255(B)는 04H-06H까지 사용되며 각각의 온도 처리부와 무게 처리부에

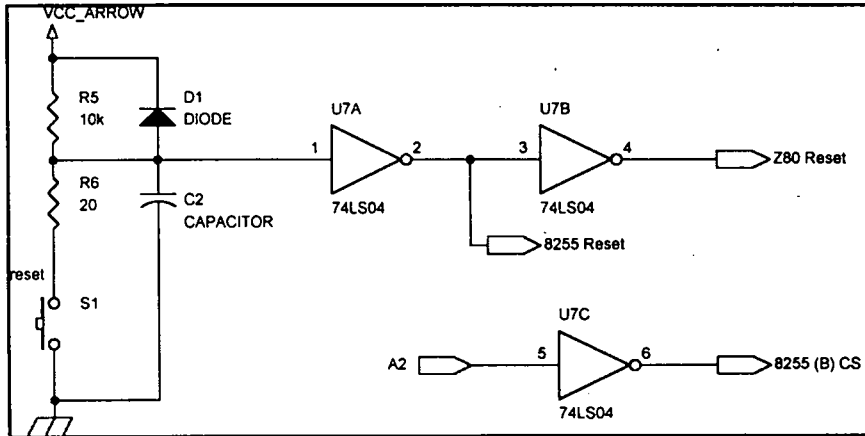


그림 2-8. Reset부 회로

3 입출력 회로도

가. 7-segment 부 회로

그림 2-9는 7-segment부의 회로를 보여주고 있다.

다음에서 보는 것과 같이 현재의 온도와 현재의 무게를 나타내는 부분은 도입한 상용 회로의 부분을 그대로 사용하여 각 7-segment를 순차적으로 구동시켜 눈의 잔상 효과로 표시 하는 다이내믹 방식을 취하고 있으며 나머지 설정 온도와 설정 무게 표시 부분은 고정된 값을 계속 보내어 표시하는 스테틱 방법을 채택하고 있다. 현재 온도와 무게는 각각의 처리부 입력과도 연결되어 있어 이 표시의 불분명 여부로 처리부의 입력 정확성을 알수 있다. 처리부는 이 신호를 일정 프로그램 경로를 통하여 10진수로 변환하여 사용하게 된다.

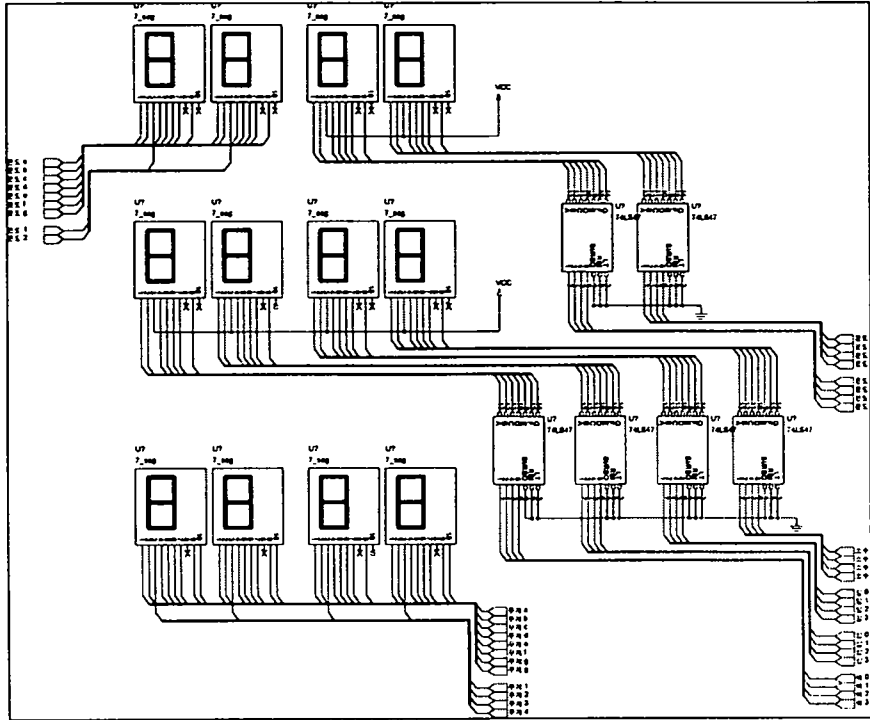


그림 2-9. 7-segment 회로도

나. 키 입력부 회로도

그림 2-10의 키 입력부 회로에서, 키 입력은 되도록 간단하게 설계하였으며 온도 처리부와 무게 처리부에 각각 이와 같은 회로가 하나씩 연결되어 있다. 이 키 입력부는 아주 간단하게 이루어져서 각각의 키에 하나의 16진수를 대비시킨 것과 같아서 프로그램상으로 해석하기가 매우 용이하다.

이회로의 출력 즉 각각의 키에 대한 16진 신호는 온도처리부에서는 첫 번째 8255의 C port에 하위 4bit로 연결되어 있으며 무게처리부에서도 첫 번째 8255의 B port에 하위 4bit로 연결되어 있다.

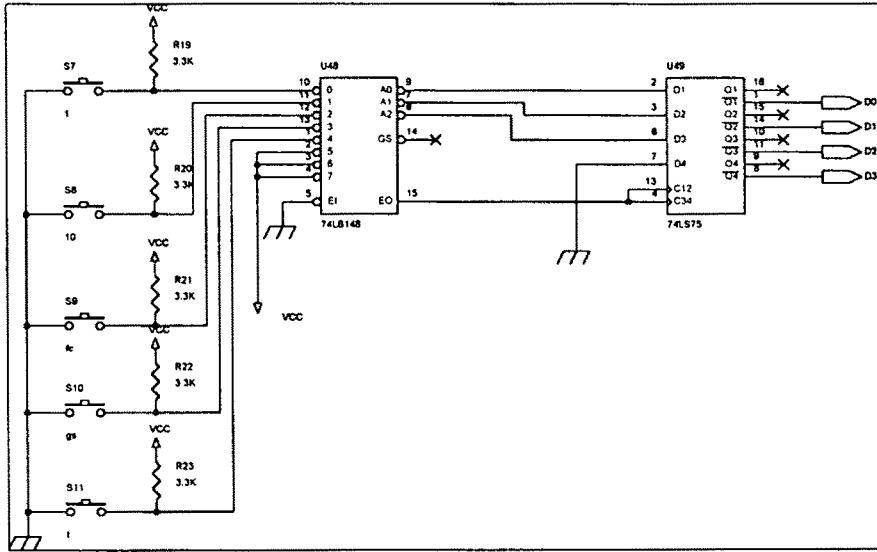


그림 2-10. 키 입력부 회로도

다. 릴레이 구동회로

그림 2-11은 릴레이 구동회로도이다. 이는 온도 처리부의 두번째 8255 C port의 출력과 연결되어 있다. 각각에서 0 부터 7 혹은 4 까지의 출력이 나오면 74LS138을 통하여 디코딩된 후 각각의 릴레이를 구동하게 된다. 각각의 릴레이에는 가변저항이 연결되어 있어 이 가변저항의 값들이 모터와 히터에 들어가는 전압 조정 장치인 TPR의 입력으로 들어간다.

각각의 저항값은 실험을 통하여 각각 적당한 값으로 세팅한 후 테이프 로 봉인하여 그 설정 값이 변하지 않도록 하였다.

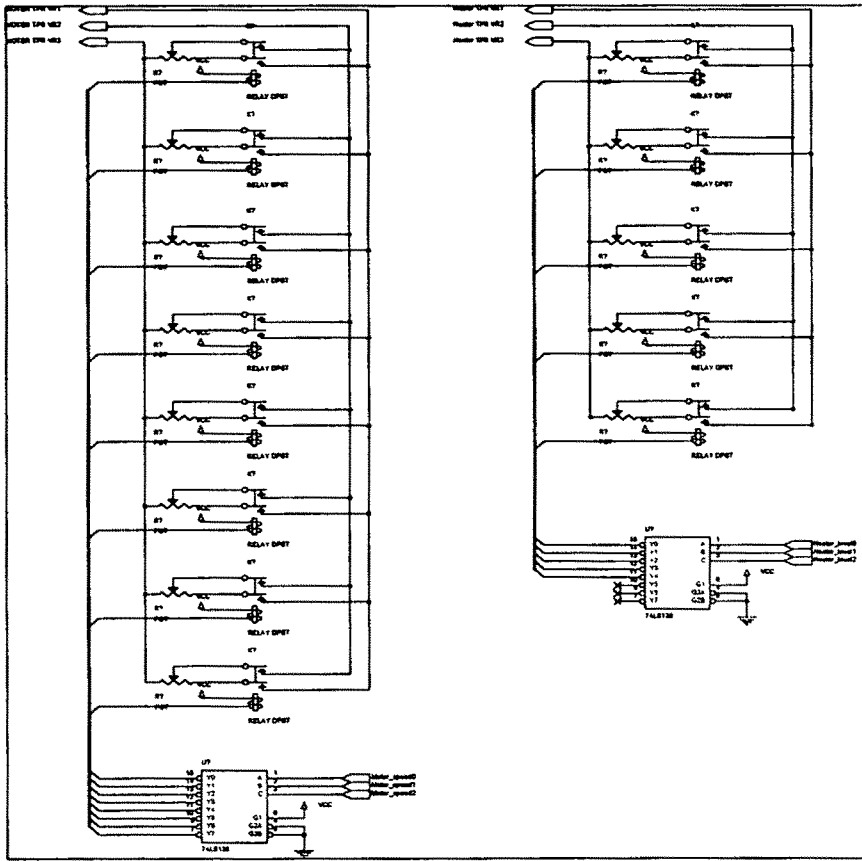


그림 2-11. 릴레이 구동 회로도

4 온도 입력 회로

온도 입력부는 1)한영(Hanyoung)에서 생산 판매하고 있는 온도 컨트롤러 가운데 DX9 DMWNER 모델을 사용하고 온도 센서로는 시중에서 흔히 구할 수 있는 Pt100(Ω)을 사용하였다. 이 컨트롤러는 이 자체만으로도 온도에 따라 TPR에 입력되는 전류량을 조정할 수 있지만 이는 옷칠정제기에 사용하고자 하는 목적에 맞게 사용

1(주)한영전자 서울 영등포구 문래동 2가 40-11 TEL:(02)679-0941

할 수 없기 때문에 단순히 현재의 온도만을 나타내도록 세팅을 하고 7-segment로 나오는 출력을 이용하여 현재의 온도를 나타내고 또 이를 온도 제어부로 보내어 온도제어를 하는데 사용한다. 이는 일정한 프로그램의 경로를 통하여 10진수로 변환되어 사용된다. 여기에 사용한 컨트롤러는 ASIC을 내장하고 있기 때문에 이 방법이 가장 가능하고 정확한 방법이라 할수 있겠다.

5. 무게 입력 회로

무게 입력부 역시 상용화 회로를 사용 하였는데 이는 2)A&D라는 회사에서 제작한 저울을 사용 하였고 여기에도 여러 가지 기능을 갖고 있지만 단순히 무게의 표시와 0점을 조정하는 기능만을 사용 하였다.

무게의 입력은 온도와 같은 방법을 사용하였고 0점의 조정은 저울에서 사용하는 0점 조정 버튼을 이용하였다. 이 저울의 특성상 전원을 넣을 때 저울에 기준 이상의 무게(1kg이상)가 올려져 있으면 초기화가 되지 않아 동작하지 않기 때문에 기계적 방법으로 옷을 담은 용기를 상승 시킨 후 전원을 켜고 용기를 올려 놓은 후 0점을 조정해야 한다.

온도와 무게의 입력에서 상용화 회로를 도입한 것은 저울과 온도계의 제작에는 많은 노력과 시간이 필요하며 제작된 회로에서의 출력 값이 정확한 온도와 무게라는 보장이 없기 때문에 상용화된 제품에서 그 일부 회로를 삽입하여 제작하였다.

제 3 절 자동화 정제기의 기능

1. 자동 정제기의 기능

가. 온도 처리부와 무게 처리부가 따로 동작한다. 즉 Heater와 모터 제어부와 무게의 입력과 비교하는 부분이 따로 동작하기 때문에 유사시 서로 별개로 초기화시킬 수가 있는 장점이 있다.

나. 온도 처리부에서는 온도센서에서 들어온 입력값과 key_in한 입력값의 차이를 비교하여 설정 온도를 유지할 수 있도록 한다. 여기에서 전류 제어를 사용하지 않고 가변저항을 이용하여 각각의 값을 설정 하였기 때문에 각 레벨간 조정이 가능하고 전류 제어보다 안정하다.

다. 무게 처리부에서는 처음 입력한 무게에 대하여 초기 수분과 최종 수분 함수율을 입력 시켜 넣으면 그 값을 처리하여 최종 산출해야 하는 무게의 값으로 변환하고 최종적으로 두 무게가 같아지면 온도 처리부에 작업종료 신호를 보내어 작업을 종료 하게 된다.

라. 온도 센서와 저울은 시중에 판매 되고 있는 것을 사용하였기 때문에 여러 측정 온도 범위와 무게 범위에 따라 약간의 회로의 변환을 통해 교체 및 교환 할 수가 있다.

2. 사용자가 처음 정제기를 ON 하기위한 준비

본 연구에서 사용된 저울의 특성 때문에 정제기 제어부에 전원을 넣기 전에 옷 용기를 상승시켜야 한다. 그렇지 않으면 저울의 초기 입력 한계치를 넘기 때문에 현재 무게표시부에 '8888'이라 나타나며 동작을 하지 않게 된다.

용기를 상승 한후 전원을 켜고 용기를 하강시키면 용기에 대한 무게가 나타나는데 무게 0점 키를 눌러 0점을 조정후 옷을 용기에 넣고 사전 준비를 한다.

3. 정제기로 사용할 때의 입력 순서

가. 함수울을 입력하여 최종 무게를 계산 한다.

먼저 초기 함수울을 입력해야 하는데 처음 입력 되는 부분(최종 무게 표시부의 왼쪽 두자리) 에 십의 자리와 일의 자리 버튼을 이용하여 입력하고 자리 바꿈 버튼을 누르면 나머지 오른쪽 두자리에 최종 함수울을 입력할 수 있다. 여기에서 자세히 보면 초기화 최종 함수울을 나타내는 부분에서 현재 입력되고 있는 자리가 흐리게 '00'이라고 겹쳐서 나타난다. 최종 함수울을 입력 한후 변환 버튼을 누르면 최종 목표하는 무게로 변환되어 표시된다. 이 정제기는 현재의 무게가 최종무게와 동일하게 질 때 까지 계속 동작을 하게 된다.

나. 작업중 유지될 온도를 입력한다.

함수울의 입력과 마찬가지로 십과 일의 버튼을 눌러 입력한다. 온도가 설정되면 히터의 히팅레벨은 목표온도치와의 온도차를

기준으로 자동 조정된다.

다. 모터 속도를 설정 한다.

모터 속도 버튼을 누르면 저속에서 고속으로 모터가 회전하며 동작을 한다.

라. 작업중 다른 작업을 요하는 경우 무게의 설정치를 변화하지 않고 모터와 히터를 멈추려면 일시정지 버튼을 사용하여 모터와 히터가 일시 정지시킬 수 있다. 다시 동작을 재개할 경우 일시정지 버튼을 한번 더 누르면 다시 동작을 계속한다.

마. 작업중 과부하나 기타 외적인 원인으로 시스템이 다운 되었을 경우, 온도 처리부와 무게 처리부가 분리되어 있어 각각 초기화가 가능하기 때문에 초기의 무게 설정을 변환하지 않고 온도 초기화 버튼을 눌러 온도 처리부를 초기화 하므로써 재부팅(booting)을 할 수 있다.

바. 온도처리부는 무게처리부와 별개의 동작을 하므로 무게 입력을 하지 않고 온도와 모터속도의 입력 만으로 동작 한다. 즉 기존의 수동 정제기에서와 같은 방법으로 무게를 눈으로 감시하며 동작 시킬 수 있다.

제 4 절 자동화 정제기 제어 프로그램

본 연구에서 개발된 프로그램은 부록으로 삽입하였다. 본 연구에는 온도 제어부와 무게 제어부가 각각의 보드에서 각각의 프로세서로 동작하므로 두 종류의 프로그램이 각각의 보드에서 구동된다.

1. 온도 제어부의 흐름도

온도 제어부의 흐름도는 다음과 같다.

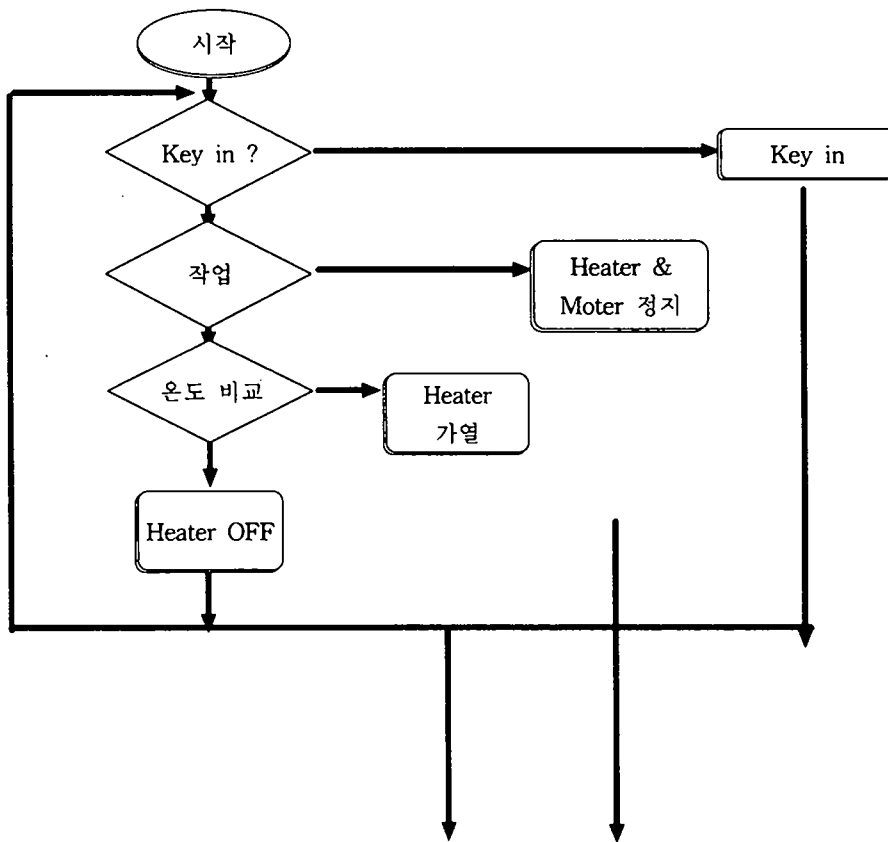


그림 4-1 온도 제어부 흐름도

2. 무게 제어부의 흐름도

무게 제어부의 흐름도는 다음과 같다.

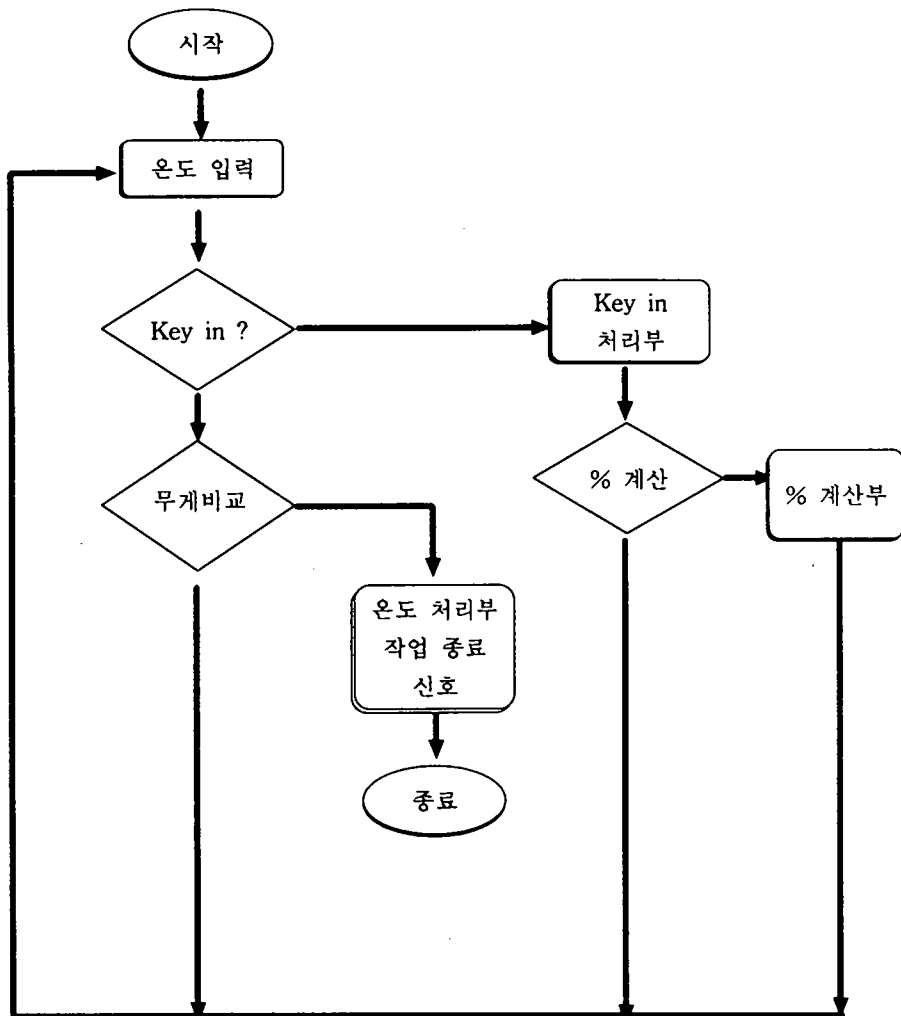


그림 4-2 무게 제어부 흐름도

가. %계산 알고리즘

본 연구에서 사용된 Z-80에는 곱셈에 대한 명령어가 없기 때문에 %의 계산을 하는데 많은 어려움이 있다. 더하기 명령을 입력된 수 만큼 루프를 통하여 곱하기함수로 사용할 수 있지만 이 방법은 계산하는 시간도 오래 걸리고 계산값도 정확하지 않다. 따라서 본 연구에서 개발된 자동 정제기에서는 효과적인 %계산을 위하여 원하는 %만큼 자리를 낮추어 더하는 방법을 사용하였다. 즉 어떤 수의 23%를 계산 하려면 그림 4.3과 같이 하여 정확한 값을 가장 짧은 시간내에 계산할 수 있다.

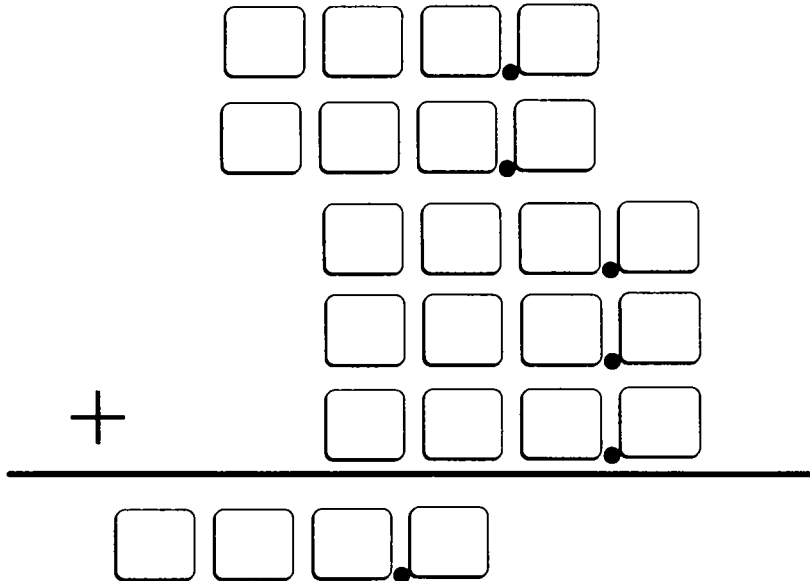


그림 4-3 % 계산 방법 모식도

제 5 절 결 론

본 연구에서는 제 1차년도에서 설계, 제작된 수동 정제기를 발전시켜 온도 센서에 의한 침액의 온도 자동 조절 기능, 무게 센서에 의한 자동 무게 측정, 그리고 자동정제기에서 필요한 회선 교반 조절, 가열 조건, 정제종료점 자동 감지 등을 수행할 수 있는 자동 정제기를 제작하였다.

현재 무게와 온도를 센싱하여 원하는 목표까지 자동적으로 가열을 하고 회전을 하는 자동 정제기를 설계 제작 하였다.

그러나 현재 사용중에 문제가 제시된 초기 무게의 저장과 용기 바닥의 온도를 감지하여 하여 용기내부의 센서에서 감지한 값과 자동적으로 비교하여 선형적으로 Heater를 동작시켜 자동적으로 온도 유지를 하는 기능을 추가하면 좀더 완벽한 정제기를 완성할 수 있을 것이다.

부록:

1.제어기에 대한 실제 사진설명

2.자동화 정제기 프로그램 리스트

부록 1.

제어기에 대한 실제 사진 설명

1.1 제어기의 앞 패널

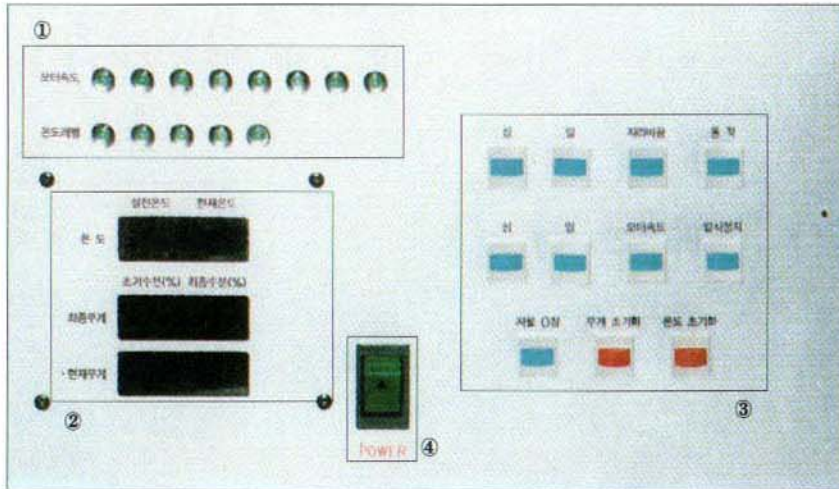


사진 1. 제어기의 앞면 패널

① 히터와 모터 속도 레벨

이는 현재의 온도와 모터의 속도를 나타내주며 왼쪽부터 저속에서 오른쪽 고속으로 하나씩 점등되어 각각의 레벨을 나타낸다.

② 온도와 무게 표시부

위로부터 온도와 설정무게 현재무게를 나타내며 현재 온도 줄에는 왼쪽 두자리는 현재온도를 오른쪽 두자리는 설정온도를 나타낸다. 설정 무게 줄은 초기 세팅시에는 수분의 함수율을 나타내며 왼쪽의 두자리는 현재의 수분을 오른쪽 두자리는 작업종료시의 수분의 함수율을 입력할수 있다.

③ 입력 키패드

이부분은 제어기를 사용하는데 모든 작동을 하는 곳으로 맨 윗줄의 십과 일 버튼은 함수율의 일의 자리와 십의자리를 입력하기 위한 것이고 자리바꿈은 현재의 함수율과 최종 함수율의 자

1.1 제어기의 앞 패널

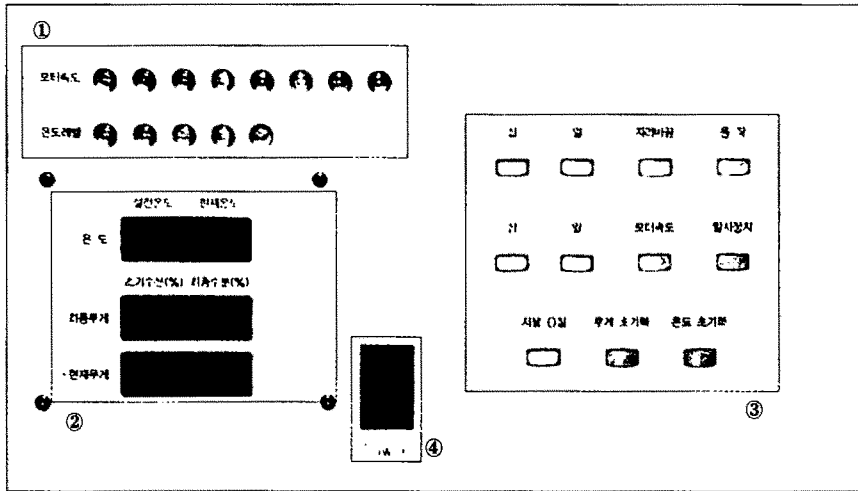


사진 1. 제어기의 앞면 패널

① 히터와 모터 속도 레벨

이는 현재의 온도와 모터의 속도를 나타내주며 왼쪽부터 저속에서 오른쪽 고속으로 하나씩 점등되어 각각의 레벨을 나타낸다.

② 온도와 무게표시부

위로부터 온도와 설정무게 현재무게를 나타내며 현재 온도 줄에는 왼쪽 두자리는 현재온도를 오른쪽 두자리는 설정온도를 나타낸다. 설정 무게 줄은 초기 세팅시에는 수분의 함수율을 나타내며 왼쪽의 두자리는 현재의 수분을 오른쪽 두자리는 작업종료시의 수분의 함수율을 입력할수 있다.

③ 입력 키패드

이부분은 제어기를 사용하는데 모든 작동을 하는 곳으로 맨 윗 줄의 십과 일 버튼은 함수율의 일의 자리와 십의자리를 입력하기 위한 것이고 자리바꿈은 현재의 함수율과 최종 함수율의 자

리를 바꾸기 위한 것이고 변환 버튼은 입력해준 함수율과 현재의 무게를 가지고 연산하여 작업 완료시의 무게로 계산하여 ②의 설정무게 자리에 표시해 주며 이 값과 현재무게의 값이 같아지면 작업이 종료된다.

두 번째 줄의 십과 일 버튼은 설정 온도를 입력하기 위한 것이고 모터속도는 작업진행 동안 회전할 모터의 속도를 설정해주는 버튼이고 일시정지 버튼은 작업 중 이상으로 모터와 히터의 동작을 잠시 멈추고자 할 때 사용한다. 다시 작업을 계속할 경우 이를 다시 눌러주면 된다. 맨 아래 줄의 무게0점 버튼은 현재에 나타난 무게를 기준인 0으로 변환하여준다. 온도 초기화와 무게 초기화버튼은 각각의 제어부를 초기화 할 때 사용한다.

④ 전원 스위치

제어부의 전원 스위치이다.

1.2 제어기의 내부

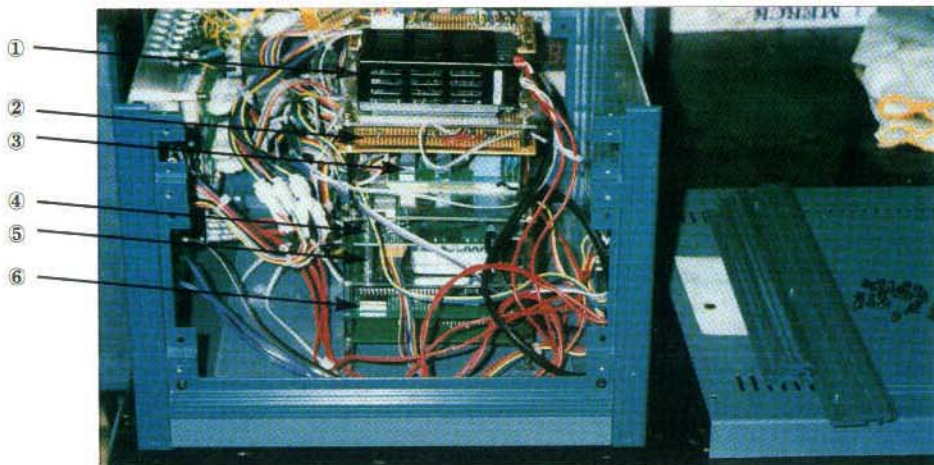


사진 2. 제어기의 내부 모습

리를 바꾸기 위한 것이고 변환 버튼은 입력해준 함수율과 현재의 무게를 가지고 연산하여 작업 완료시의 무게로 계산하여 ②의 설정무게 자리에 표시해 주며 이 값과 현재무게의 값이 같아지면 작업이 종료된다.

두 번째 줄의 십과 일 버튼은 설정 온도를 입력하기 위한 것이고 모터속도는 작업진행 동안 회전할 모터의 속도를 설정해주는 버튼이고 일시정지 버튼은 작업 중 이상으로 모터와 히터의 동작을 잠시 멈추고자 할 때 사용한다. 다시 작업을 계속할 경우 이를 다시 눌러주면 된다. 맨 아래 줄의 무게0점 버튼은 현재에 나타난 무게를 기준인 0으로 변환하여준다. 온도 초기화와 무게 초기화버튼은 각각의 제어부를 초기화 할 때 사용한다.

④ 전원 스위치

제어부의 전원 스위치이다.

1.2 제어기의 내부



사진 2. 제어기의 내부 모습

- ① 내부 전원 변환기 & 키 패널 처리 기판.
- ② 릴레이 기판.
- ③ 온도 입력 기판.
- ④ 무게 입력 기판.
- ⑤ 온도 제어 메인 기판.
- ⑥ 무게 제어 메인 기판.

1.3 내부 전원 변환기

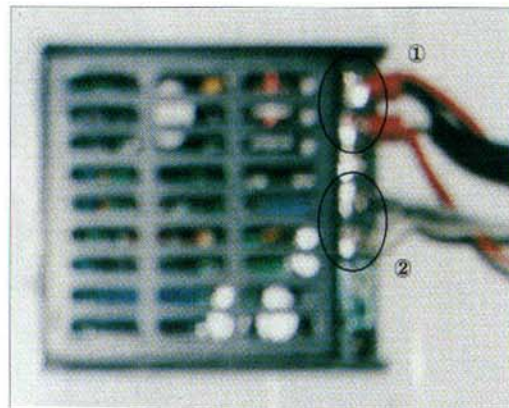


사진 3. 내부 전원 변환기

① 220 - 100V 전원 입력

메인 스위치와 연결된 전선으로 전원이 공급된다.

② 9V 출력

이 전원은 무게 입력기판에 직접들어가고 7805 레귤레이터를 통하여 5V로 낮추어 온도와 무게 입력 기판을 제외한 모든기판에 전원으로 사용.

- ① 내부 전원 변환기 & 키 패널 처리 기관.
- ② 릴레이 기관.
- ③ 온도 입력 기관.
- ④ 무게 입력 기관.
- ⑤ 온도 제어 메인 기관.
- ⑥ 무게 제어 메인 기관.

1.3 내부 전원 변환기

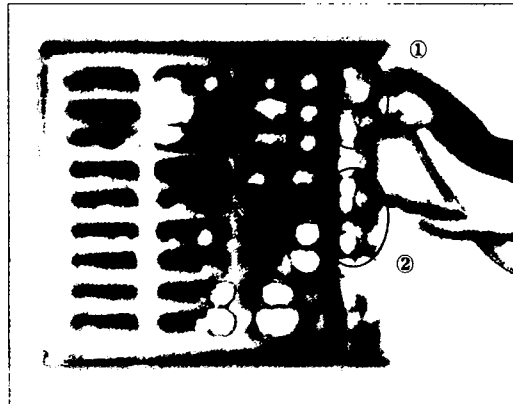


사진 3. 내부 전원 변환기

- ① 220 - 100V 전원 입력
메인 스위치와 연결된 전선으로 전원이 공급된다.
- ② 9V 출력
이 전원은 무게 입력기관에 직접들어가고 7805 레귤레이터를 통하여 5V로 낮추어 온도와 무게 입력 기관을 제외한 모든기관에 전원으로 사용.

1.4 릴레이 기판

① 릴레이 출력

릴레이에서 나오는 출력으로 각각의 가변 저항의 저항값이 출력으로 나오며 이는 히터와 모터에 공급되는 전압을 제어하는 TPR의 입력으로 사용된다.

② 전원 공급용 레귤레이터

내부전원 공급장치에서 공급되는 9V를 7805 레귤레이터를 사용하여 5V로 낮춘다. 3개를 사용한 것은 많은 전류를 소비하기 때문에 레귤레이터에 걸리는 부담을 덜어주기 위해서이다.

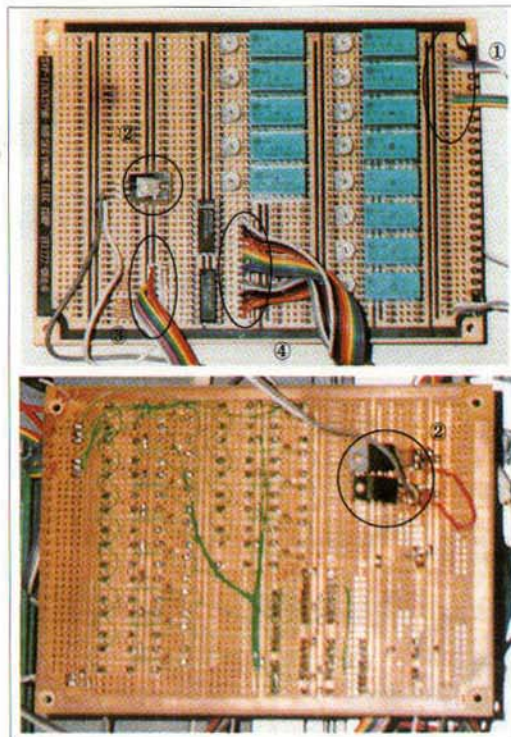


사진 4. 릴레이 기판

1.4 릴레이 기판

① 릴레이 출력

릴레이에서 나오는 출력으로 각각의 가변 저항의 저항값이 출력으로 나오며 이는 히터와 모터에 공급되는 전압을 제어하는 TPR의 입력으로 사용된다.

② 전원 공급용 레귤레이터

내부전원 공급장치에서 공급되는 9V를 7805 레귤레이터를 사용하여 5V로 낮춘다. 3개를 사용한 것은 많은 전류를 소비하기 때문에 레귤레이터에 걸리는 부담을 덜어주기 위해서이다.

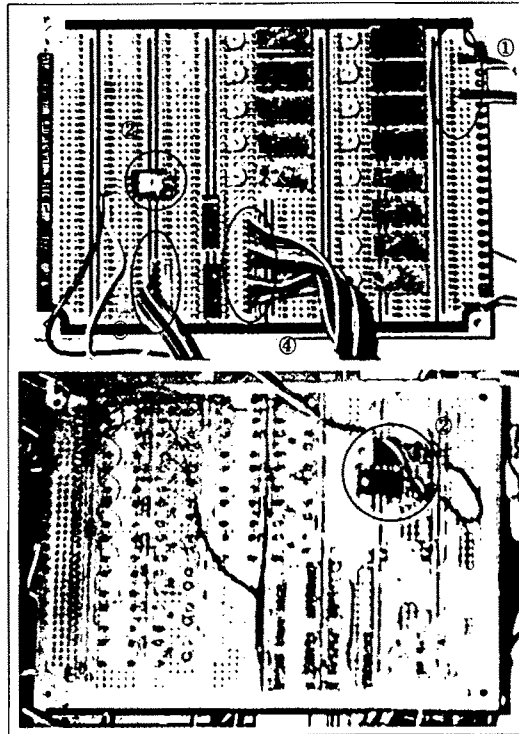


사진 4. 릴레이 기판

③ 릴레이 기판 입력선

온도 와 무게 제어 기판으로부터 나오는 모터 회전 속도와 히팅 레벨이 이 선을 통하여 릴레이 기판으로 연결되어 있다. 각각이 4bit로 이루어져 있으며 이 신호는 74LS138을 통하여 변환되어 릴레이를 구동시킨다.

④ LED 출력

릴레이를 구동하는 신호가 바로 연결되어 있다. 각각이 온도레벨 과 모터 속도레벨 LED와 연결되어 있다.

1.5 키패널 기판

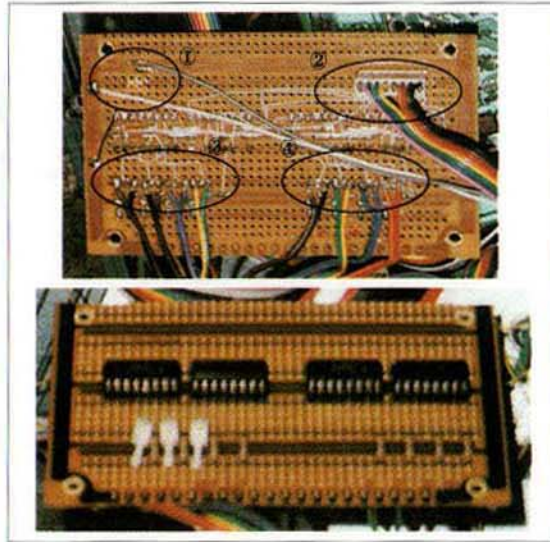


사진 5. 키패널 기판

① 전원

5V 전원이 입력으로 들어간다.

③ 릴레이 기판 입력선

온도와 무게 제어 기판으로부터 나오는 모터 회전 속도와 히팅 레벨이 이 선을 통하여 릴레이 기판으로 연결되어 있다. 각각이 4bit로 이루어져 있으며 이 신호는 74LS138을 통하여 변환되어 릴레이를 구동시킨다.

④ LED 출력

릴레이를 구동하는 신호가 바로 연결되어 있다. 각각이 온도레벨과 모터 속도레벨 LED와 연결되어 있다.

1.5 키패널 기판

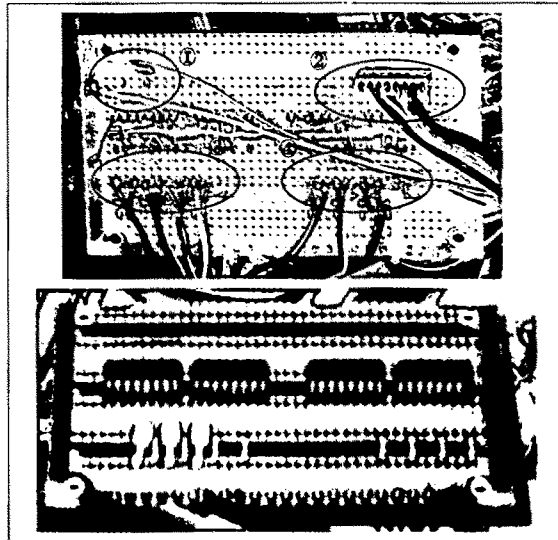


사진 5. 키패널 기판

① 전원

5V 전원이 입력으로 들어간다.

② 키 패널 출력

키 패널로부터 온도와 무게 제어부에 들어가는 출력으로 각각의 키에 대하여 16진수로 변환한 값을 각각 제어부에 제공한다.

③ 온도 제어부 관련 스위치 입력

온도의 일, 십 버튼과 모터속도, 일시 정지 버튼이 연결되어 있다.

④ 무게 제어부 관련 스위치 입력

무게의 일, 십 버튼과 자리바꿈, 변환 버튼이 연결되어 있다.

1.6 7-segment 표시 기판

① 온도 입력 기판에서의 출력

외부에서 채용한 기판의 현재 온도 표시 신호를 그대로 나타낸다

② 온도 제어 메인기판에서의 출력

온도 제어 메인기판에서의 7-segment 출력이 연결되어 있다.

③ 무게 제어 메인기판에서의 출력

무게 제어 메인기판에서의 7-segment 출력이 연결되어 있다.

④ 무게 입력 기판에서의 출력

외부에서 채용한 기판의 현재 무게 표시 신호를 그대로 나타낸다

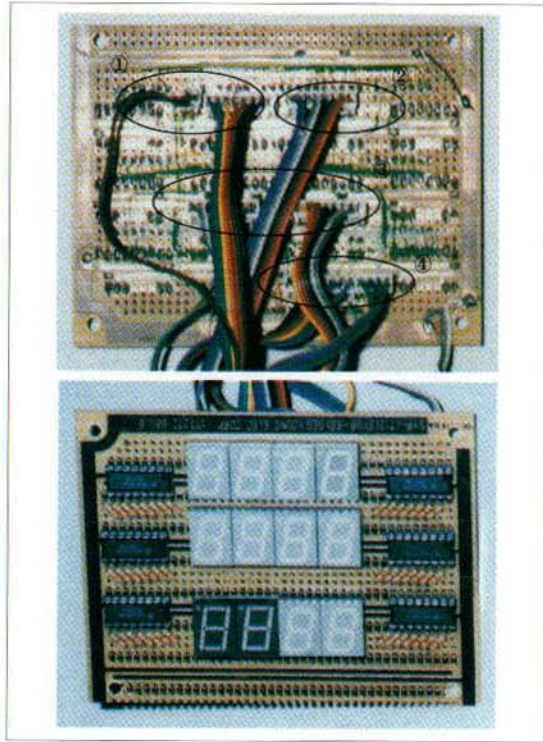


사진 6. 7-segment 표시 기판

1.7 온도 입력 기판

온도 입력 기판은 총 두장으로 구성되어 있으며 사진 6.에서 위에 기판은 제어부 이며 아래 기판은 온도입력 자체의 전원부로 그 구성은 다음과 같다.

① 전원

온도 입력 기판 자체 전원 선으로 110 - 220V가 공급되며 내부 전원 공급 장치에서 전원선이 같이 연결되어 있다.

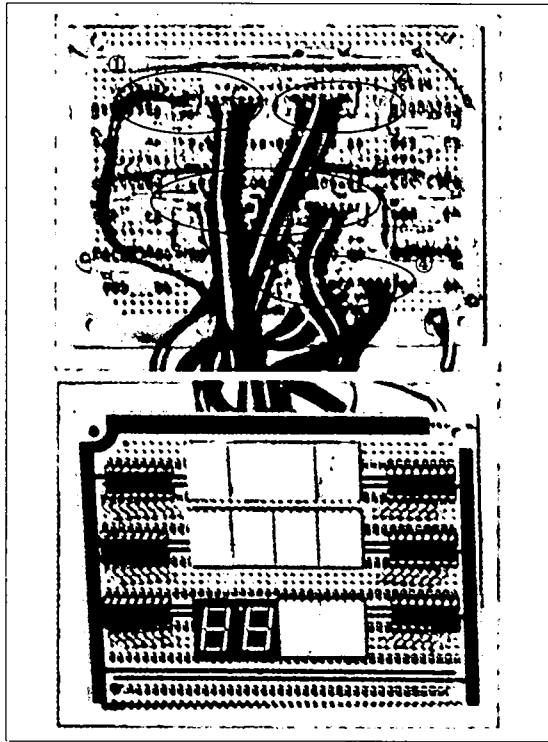


사진 6. 7-segment 표시 기판

1.7 온도 입력 기판

온도 입력 기판은 총 두장으로 구성되어 있으며 사진 6.에서 위에 기판은 제어부 이며 아래 기판은 온도입력 자체의 전원부로 그 구성은 다음과 같다.

① 전원

온도 입력 기판 자체 전원 선으로 110 - 220V가 공급되며 내부 전원 공급 장치에서 전원선이 같이 연결되어 있다.

② 센서 입력

온도 입력 기판으로 들어가는 센서 입력으로 PT-100 Ω 과 연결되어 있다.

③ 온도 신호 출력

온도 제어 메인 기판으로의 온도입력으로 AISC에서 직접 신호선을 뽑아 사용하고 있다.

④ 7-segment 신호 출력

온도 입력 기판에서 사용하는 7-segment표시 신호로서 7-segment 표시 기판으로 연결되어 있다.

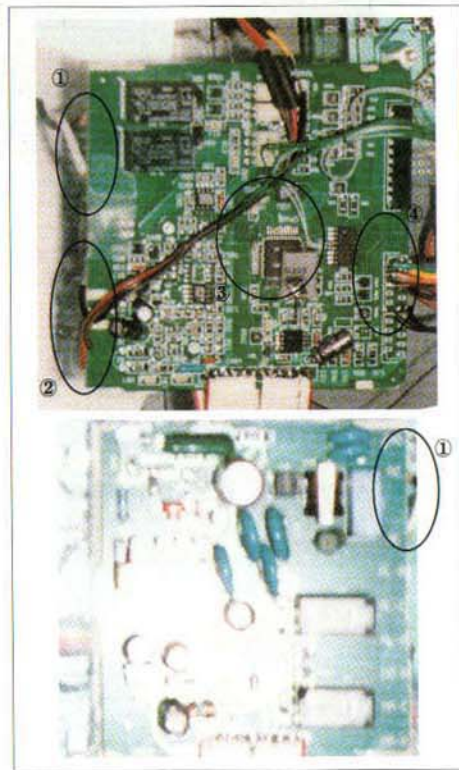


사진 7. 온도 입력 기판

② 센서 입력

온도 입력 기판으로 들어가는 센서 입력으로 PT-100 Ω 과 연결되어 있다.

③ 온도 신호 출력

온도 제어 메인 기판으로의 온도입력으로 AISC에서 직접 신호선을 뽑아 사용하고 있다.

④ 7-segment 신호 출력

온도 입력 기판에서 사용하는 7-segment 표시 신호로서 7-segment 표시 기판으로 연결되어 있다.

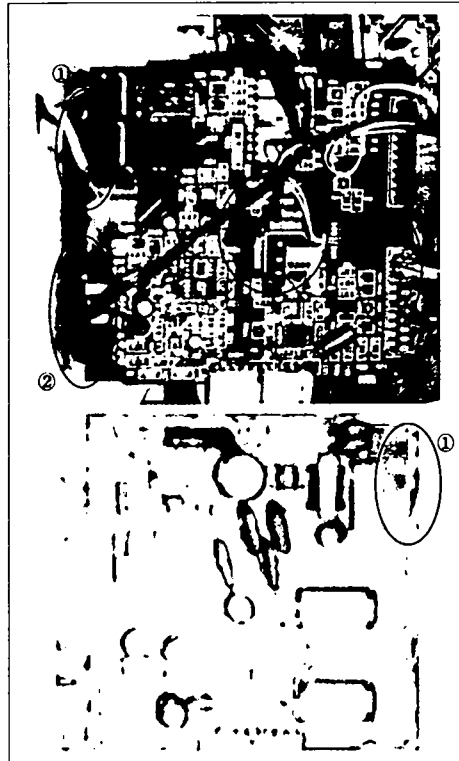


사진 7. 온도 입력 기판

1.8 무게 입력 기관

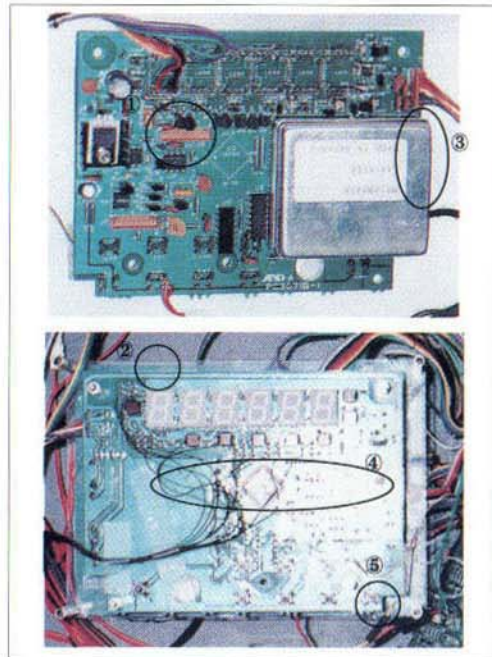


사진 8. 무게 입력 기관

① 7-segment 신호 출력

무게 입력 기관에서 사용하는 7-segment 표시 신호로서 7-segment 표시 기관으로 연결되어 있다.

② 무게 0 점 버튼

무게 0점을 잡을 때 사용하는 키 패널의 무게 0점 버튼 신호선이 연결되어 있다.

③ 무게 센서 입력

무게 센서 즉 저울에서 무게 입력 기관으로 신호를 제공 해주는 신호선

④ 무게 신호 출력

1.8 무게 입력 기판

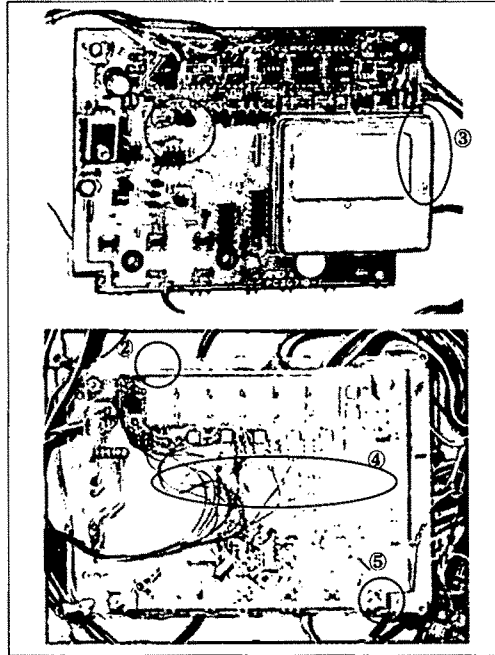


사진 8. 무게 입력 기판

① 7-segment 신호 출력

무게 입력 기판에서 사용하는 7-segment 표시 신호로서 7-segment 표시 기판으로 연결되어 있다.

② 무게 0 점 버튼

무게 0점을 잡을 때 사용하는 키 패널의 무게 0점 버튼 신호선이 연결되어 있다.

③ 무게 센서 입력

무게 센서 즉 저울에서 무게 입력 기판으로 신호를 제공 해주는 신호선

④ 무게 신호 출력

무게 제어 메인 기판으로의 무게 입력으로 AISC에서 직접 신호 선을 뽑아 사용하고 있다.

⑤ 전원선

사진 상으로는 구별이 어려우나 내부 전원 공급 장치로부터 9V 의 전원이 공급된다.

1.9 메인 제어 기판

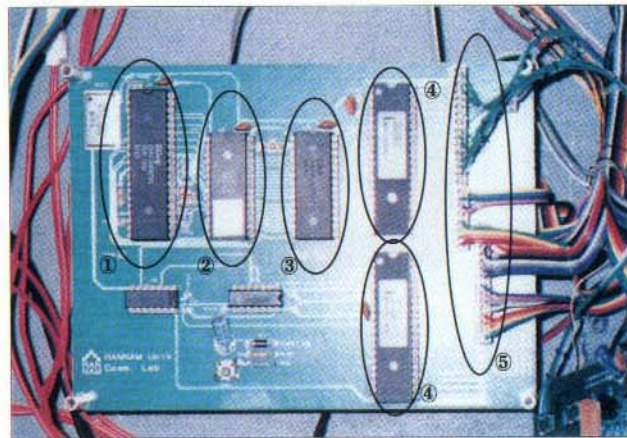


사진 9. 메인 제어 기판

메인 제어 기판은 온도 처리와 무게 처리에서 사용되는 것이 같다. 그 구성은 본문에 설명하였으므로 여기서는 간단히 요약 하겠다.

- ① CPU (Z-80)
- ② ROM (28C64)
- ③ RAM (6264)
- ④ PORT (18255)
- ⑤ 외부와의 신호선

외부와의 신호선은 각각이 앞에 설명한 부분들과 연결이 되어 있다.

무게 제어 메인 기판으로의 무게 입력으로 AISC에서 직접 신호 선을 뽑아 사용하고 있다.

⑤ 전원선

사진 상으로는 구별이 어려우나 내부 전원 공급 장치로부터 9V의 전원이 공급된다.

1.9 메인 제어 기판

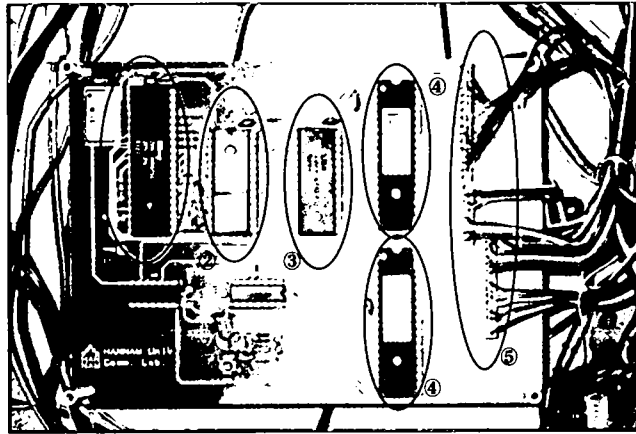


사진 9. 메인 제어 기판

메인 제어 기판은 온도 처리와 무게 처리에서 사용되는 것이 같다. 그 구성은 본론에 설명하였으므로 여기서는 간단히 요약 하겠다.

- ① CPU (Z-80)
- ② ROM (28C64)
- ③ RAM (6264)
- ④ PORT (I8255)
- ⑤ 외부와의 신호선

외부와의 신호선은 각각이 앞에 설명한 부분들과 연결이 되어 있다.

부록 2.

자동화 정제기 프로그램 리스트

2.1 온도 제어부

```
-----  
;---- 온도 4BIT변화 ----  
-----
```

```
-----  
;--- 초기치 설정 ---  
-----
```

```
FIR_PORT EQU 03H ; ---- NO.1 8255 CONTROL REG  
SEC_PORT EQU 07H ; ---- NO.2 8255 CONTROL REG
```

```
MTEN EQU 8010H ; 메모리 저장 10의 자리  
TEN EQU 8015H ; 입력 10의 자리  
MONE EQU 8020H ; 메모리 저장 1의 자리  
HEX_TEM EQU 8030H ; 16진 온도  
KHEX_TEMEQU 8025H
```

```
KEY_TEN EQU 8035H ; 키 입력 -> 십의자리  
KEY_ONE EQU 8040H ; 키 입력 -> 일의자리  
KEY_MS EQU 8045H ; 키 입력 -> 모터 속도  
KEY_HOLD EQU 8050H ; 키 입력 -> 홀드
```

```

KEY_GO      EQU    8055H ; 키 입력 -> 시작
HEATER     EQU    8060H ; 키 입력 -> 히터 레벨

KEY_TO     EQU    8065H
MS_HE      EQU    8075H

KEY_HEX EQU    8080H

```

```

;-----
;--- MAIN PROGRAM ----
;-----

```

```

ORG    0000H

JP START          ; ---- START ADDRESS JUMP
;*****
START:  DI        ; ---- START !! DISABLE INT
        LD A,9BH  ; ---- NO.1 A,B,C PORT INPUT
        OUT (FIR_PORT),A

        LD A,80H  ; ---- NO.2 A,B,C PORT OUTPUT
        OUT (SEC_PORT),A

        LD SP,9000H ; ---- STACK POINT ==> 9000H

```

INITAIL:LD A,00H ; ---- MEMORY INITAIL CONDITION

LD B,00H

LD C,00H

LD D,00H

LD (KEY_TEN),A

LD (KEY_ONE),A

LD (KEY_MS),A

LD (KEY_HOLD),A

LD (KEY_GO),A

LD (KEY_TO),A

LD (HEATER),A

LD (MS_HE),A

LD (KEY_HEX),A

COM: IN A,(00H) ; 십의자리 판별

LD B,A

CP 0FFH

JP Z,COM

LD A,10000000B

AND B

```
JP Z,COM
CALL TIMER
LD A,B
CALL SEG_SEL
LD (MTEN),A
CALL CAL_TEN
```

```
COM2:    IN A,(01H)                ; 일의자리 판별
```

```
LD C,A
CP 0FFH
JP Z,COM2
LD A,10000000B
AND C
JP Z,COM2
CALL TIMER
LD A,C
CALL SEG_SEL
LD (MONE),A
CALL CAL_ONE
```

```
COM3:    IN A,(02H)                ; KEY입력 판별
```

```
LD D,A
```

```
LD A,0F0H                ; 일의 끝 판별
```

AND D
CP 0F0H
JP Z,FINISH

LD A,0FH
AND D

CP 08H
JP Z,K_ONE

CP 09H
JP Z,K_TEN

CP 0AH
JP Z,K_HOLD

CP 0BH
JP Z,K_MS

CP 0CH
JP Z,K_GO

JP DIFF

FINISH: LD A,(KEY_TO)

OUT (04H),A

LD A,(HEX_TEM)

OUT (06),A

LD A,00H

OUT (05H),A

IN A,(02H)

LD D,A

LD A,0FH

AND D

CP 0CH

JP Z,K_GO1

JP FINISH

DIFF: LD A,(KEY_TEN)

LD B,A

LD A,00H

SIN: ADD A,0AH

DEC B

JP NZ,SIN

```
LD C,A
LD A,(KEY_ONE)
ADD A,C
LD (KEY_HEX),A
```

```
LD A,(HEX_TEM)
LD C,A
```

```
LD A,(KEY_HEX)
SUB C
LD C,A
```

```
SUB A,09H
JP P,HEA_4
LD A,C
SUB A,06H
JP P,HEA_3
LD A,C
SUB A,03H
JP P,HEA_2
LD A,C
SUB A,01H
JP P,HEA_1
LD A,C
SUB A,00H
```

JP P,HEA_0

JP HEA_0

HEA_4: LD A,10H

LD (HEATER),A

JP MS_HEA

HEA_3: LD A,20H

LD (HEATER),A

JP MS_HEA

HEA_2 LD A,30H

LD (HEATER),A

JP MS_HEA

HEA_1: LD A,40H

LD (HEATER),A

JP MS_HEA

HEA_0: LD A,00000000B

LD (HEATER),A

JP MS_HEA

K_ONE: LD A,(KEY_HOLD)

BIT 0,A

JP NZ,HOLD

LD A,(KEY_ONE)

INC A

CP 0AH

JP NZ,K_ONE1

LD A,00H

K_ONE1: AND 0FH

LD (KEY_ONE),A

LD B,A

LD A,(KEY_TEN)

CALL ROLL

ADD A,B

LD (KEY_TO),A

JP OUTPUT

K_TEN: LD A,(KEY_HOLD)

BIT 0,A

JP NZ,HOLD

LD A,(KEY_TEN)

INC A

```

CP 0AH
JP NZ,K_ONE2
LD A,00H
K_ONE2:  AND 0FH
LD (KEY_TEN),A
CALL ROLL
LD B,A
LD A,(KEY_ONE)
ADD A,B
LD (KEY_TO),A
JP OUTPUT

K_HOLD:  LD A,(KEY_HOLD)
INC A
LD (KEY_HOLD),A

LD A,(KEY_HOLD)
BIT 0,A
JP NZ,HOLD

JP OUTPUT

HOLD:    LD A,(KEY_TO)
OUT (04H),A

```

LD A,(HEX_TEM)

OUT (06),A

LD A,00H

OUT (05H),A

JP COM

K_MS: LD A,(KEY_MS)

INC A

LD H,A

LD A,0FH

AND A,H

LD (KEY_MS),A

JP MS_HEA

MS_HEA: LD A,(KEY_MS)

CALL ROLL

LD H,A

LD A,(HEATER)

ADD A,H

LD (MS_HE),A

LD A,(KEY_HOLD)

BIT 0,A

JP NZ,HOLD

JP OUTPUT

K_GO1: LD A,(KEY_GO)

INC A

LD (KEY_GO),A

K_GO: LD A,(KEY_GO)

INC A

LD (KEY_GO),A

JP OUTPUT

OUTPUT: LD A,(KEY_TO)

OUT (04H),A

LD A,(HEX_TEM)

OUT (06),A

LD A,(MS_HE)

OUT (05H),A

LD A,(KEY_GO)

```
; BIT 0,A
; JP Z,BF_GO
```

```
JP COM
```

```
BF_GO: LD A,00H
      OUT (05H),A
      JP COM
```

```
;=====
```

```
ROLL: RLC A
      RLC A
      RLC A
      RLC A
      RET
```

```
CAL_TEN: LD A,(MTEN)
        LD B,A
        LD A,00H
```

```
MARK: ADD A,0AH
      DEC B
      JP NZ,MARK
      LD (TEN),A
      RET
```



```
CAL_ONE: LD A,(TEN)
          LD B,A
          LD A,(MONE)
          ADD A,B
          LD (HEX_TEM),A
          RET
```

```
SEG_SEL: CP 1100000B
          JP Z,CON_0
```

```
          CP 11111000B
          JP Z,CON_1
          CP 11111001B
          JP Z,CON_1
```

```
          CP 10100100B
          JP Z,CON_2
          CP 10100101B
          JP Z,CON_2
```

```
          CP 10110000B
          JP Z,CON_3
          CP 10110001B
          JP Z,CON_3
```

CP 10011001B

JP Z,CON_4

CP 10011000B

JP Z,CON_4

CP 10010010B

JP Z,CON_5

CP 10010011B

JP Z,CON_5

CP 10000010B

JP Z,CON_6

CP 10000011B

JP Z,CON_6

CP 11011000B

JP Z,CON_7

CP 11011001B

JP Z,CON_7

CP 10000000B

JP Z,CON_8

CP 10000001B

JP Z,CON_8

```

        CP 10010000B
        JP Z,CON_9
        CP 10010001B
        JP Z,CON_9

CON_0:  LD A,00H
        RET
CON_1:  LD A,01H
        RET
CON_2:  LD A,02H
        RET
CON_3:  LD A,03H
        RET
CON_4:  LD A,04H
        RET
CON_5:  LD A,05H
        RET
CON_6:  LD A,06H
        RET
CON_7:  LD A,07H
        RET
CON_8:  LD A,08H
        RET
CON_9:  LD A,09H

```

RET

;=====

TIMER: LD E,0FFH

J_1: LD D,0FFH

J_2: DEC D

 JP NZ,J_2

 DEC E

 JP NZ,J_1

 RET

 END

2.2 무게 제어부

```
;-----  
;---- 무게 변화 ----  
;-----
```

```
;-----  
;--- 초기치 설정 ---  
;-----
```

```
FIR_PORT EQU 03H ; ---- NO.1 8255 CONTROL REG  
SEC_PORT EQU 07H ; ---- NO.2 8255 CONTROL REG
```

```
MHUN EQU 8010H  
MTEN EQU 8020H  
MONE EQU 8030H  
MPON EQU 8040H
```

```
MHUN_D EQU 8012H  
MTEN_D EQU 8022H  
MONE_D EQU 8032H  
MPON_D EQU 8042H
```

MHUN_TEN	EQU	8050H
MONE_PONEQU		8060H
MDIG_KEY EQU		8015H
KM_ONE1	EQU	8025H
KM_TEN1	EQU	8035H
KM_POSIT EQU		8045H
KM_REW	EQU	8055H
KM_CAP	EQU	8065H
KM_TO1	EQU	8070H
KM_TO2	EQU	8075H
KM_ONE2	EQU	8080H
KM_TEN2	EQU	8085H
KM_ONE	EQU	8087H
KM_TEN	EQU	8088H
KM_O1	EQU	8110H
KM_T1	EQU	8120H
KM_O2	EQU	8130H
KM_T2	EQU	8140H

KM_TEON1 EQU	8115H
KM_TEON2 EQU	8125H
HEX_TEM	EQU 8100H
PON_1	EQU 8150H
PON_2	EQU 8151H
PON_3	EQU 8152H
PON_4	EQU 8153H
PON_5	EQU 8154H
PON_6	EQU 8155H
PON_7	EQU 8156H
PON_8	EQU 8157H
RES_1	EQU 8161H
RES_2	EQU 8162H
RES_3	EQU 8163H
RES_4	EQU 8164H
RES_5	EQU 8165H
RES_6	EQU 8166H
C_1	EQU 8170H
C_2	EQU 8171H
C_3	EQU 8172H
C_4	EQU 8173H

C_5	EQU	8174H
C_6	EQU	8175H
C_7	EQU	8176H
C_8	EQU	8177H
RES1_1	EQU	8181H
RES1_2	EQU	8182H
RES1_3	EQU	8183H
RES1_4	EQU	8184H
RES1_5	EQU	8185H
RES1_6	EQU	8186H
RES2_1	EQU	8191H
RES2_2	EQU	8192H
RES2_3	EQU	8193H
RES2_4	EQU	8194H
RES2_5	EQU	8195H
RES2_6	EQU	8196H
RESD_1	EQU	8201H
RESD_2	EQU	8202H
RESD_3	EQU	8203H
RESD_4	EQU	8204H
RESD_5	EQU	8205H
RESD_6	EQU	8206H


```
MH          EQU    8207H
MT          EQU    8208H
MO          EQU    8209H
MP          EQU    820AH
```

```
HIDEN          EQU    8178H
```

```
-----
;--- MAIN PROGRAM ----
-----
```

```
ORG    0000H
```

```
JP START          ; ---- START ADDRESS JUMP
```

```
*****
*****
```

```
START:  DI          ; ---- START !!  DISABLE
```

INT

LD A,92H ; ---- NO.1 A,B,C PORT INPUT
OUT (FIR_PORT),A

LD A,80H ; ---- NO.2 A,B,C PORT OUTPUT
OUT (SEC_PORT),A

LD SP,9000H ; ---- STACK POINT ==> 9000H

INITAIL:LD A,00H ; ---- MEMORY INITAIL CONDITION

LD B,00H

LD C,00H

LD D,00H

LD (KM_ONE1),A

LD (KM_TEN1),A

LD (KM_ONE2),A

LD (KM_TEN2),A

LD (KM_POSIT),A

LD (KM_REW),A

LD (KM_CAP),A

LD (MHUN),A

LD (MTEN),A

LD (MONE),A

LD (MPON),A

LD (MHUN_D),A

LD (MTEN_D),A

LD (MONE_D),A

LD (MPON_D),A

LD (PON_1),A

LD (PON_2),A

LD (PON_3),A

LD (PON_4),A

LD (PON_5),A

LD (PON_6),A

LD (PON_7),A

LD (PON_8),A

LD (RES_1),A

LD (RES_2),A

LD (RES_3),A

LD (RES_4),A

LD (RES_5),A

LD (RES_6),A

LD (RES1_1),A

LD (RES1_2),A

LD (RES1_3),A

LD (RES1_4),A

LD (RES1_5),A

LD (RES1_6),A

LD (RES2_1),A

LD (RES2_2),A

LD (RES2_3),A

LD (RES2_4),A

LD (RES2_5),A

LD (RES2_6),A

LD (RESD_1),A

LD (RESD_2),A

LD (RESD_3),A

LD (RESD_4),A

LD (RESD_5),A

LD (RESD_6),A

LD (C_1),A

LD (C_2),A

LD (C_3),A

LD (C_4),A

LD (C_5),A

LD (C_6),A

LD (C_7),A

LD (C_8),A

LD (HIDEN),A

INPUT: IN A,(00H)

LD B,A

IN A,(01H)

LD C,A

LD (MDIG_KEY),A

LD A,1000000B

OR B

LD B,A

CP 80H

JP Z,KEY_IN

```
LD A,0FH
AND C
LD C,A
    CP 00H
    JP Z,KEY_IN
JP COM1
```

```
;*****
;*****
```

```
COM1:    LD A,C
        CP 0000001B
        JP Z,HUN
        CP 0000010B
        JP Z,TEN
        CP 0000100B
        JP Z,ONE
        CP 00001000B
        JP Z,PON
        JP KEY_IN
```

```
HUN:    LD A,B
        CALL SEG_SEL
        LD (MHUN),A
        JP KEY_IN
```

TEN: LD A,B

CALL SEG_SEL

LD (MTEN),A

JP KEY_IN

ONE: LD A,B

CALL SEG_SEL

LD (MONE),A

JP KEY_IN

PON: LD A,B

CALL SEG_SEL

LD (MPON),A

JP KEY_IN

KEY_IN: LD A,(MDIG_KEY)

LD C,A

LD A,0F0H

AND C

CP 80H

JP Z,K_ONE

CP 90H

JP Z,K_TEN

CP 0A0H

JP Z,K_POSIT

CP 0B0H

JP Z,K_REW

CP 0C0H

JP Z,K_CAP

JP CONV

K_ONE: LD A,(KM_POSIT)

BIT 0,A

JP Z,K_ONE1

JP K_ONE2

K_TEN: LD A,(KM_POSIT)

BIT 0,A

JP Z,K_TEN1

JP K_TEN2

K_ONE1: LD A,(KM_ONE1)

INC A


```

CP 0AH
JP NZ,O_TEN1
LD A,00H
O_TEN1: LD (KM_ONE1),A
CALL TIMER
JP CONV

K_TEN1: LD A,(KM_TEN1)
INC A
CP 0AH
JP NZ,T_TEN1
LD A,00H
T_TEN1: LD (KM_TEN1),A
CALL TIMER
JP CONV

K_ONE2: LD A,(KM_ONE2)
INC A
CP 0AH
JP NZ,O_TEN2
LD A,00H
O_TEN2: LD (KM_ONE2),A
CALL TIMER
JP CONV

```

K_TEN2: LD A,(KM_TEN2)

INC A

CP 0AH

JP NZ,T_TEN2

LD A,00H

T_TEN2: LD (KM_TEN2),A

CALL TIMER

JP CONV

K_POSIT:LD A,(KM_POSIT)

INC A

LD (KM_POSIT),A

CALL TIMER

JP CONV

K_REW: LD A,(KM_REW)

INC A

LD (KM_REW),A

CALL TIMER

JP CONV

K_CAP: LD A,(KM_CAP)

INC A

LD (KM_CAP),A

LD A,(HIDEN)

CP 00H

JP Z,CONV

INC A

LD (HIDEN),A

CALL TIMER

JP CONV

CONV: LD A,(MHUN)

CALL ROLL

LD E,A

LD A,(MTEN)

ADD A,E

LD (MHUN_TEN),A

LD A,(MONE)

CALL ROLL

LD E,A

LD A,(MPON)

```
ADD A,E
LD (MONE_PON),A
```

```
LD A,(KM_TEN1)
CALL ROLL
LD E,A
LD A,(KM_ONE1)
ADD A,E
LD (KM_TO1),A
```

```
LD A,(KM_TEN2)
CALL ROLL
LD E,A
LD A,(KM_ONE2)
ADD A,E
LD (KM_TO2),A
```

```
JP OUTPUT
```

```
;*****
;*****
```

```
OUTPUT: LD A,(KM_CAP)
```

```
BIT 0,A
JP NZ,TRANS1
```

LD A,(HIDEN)

BIT 0,A

JP NZ,INPUT

LD A,(KM_POSIT)

BIT 0,A

JP Z,TO1

JP TO2

TO1: LD A,00H

OUT (04H),A

JP DIS

TO2: LD A,00H

OUT (05H),A

JP DIS

DIS: LD A,(KM_TO1)

OUT (04H),A

LD A,(KM_TO2)

OUT (05H),A

LD A,(MONE_PON)

OUT (06H),A

LD A,00H

OUT (02H),A

JP INPUT

TRANS1: LD A,(HIDEN)

INC A

LD (HIDEN),A

LD A,(MTEN)

LD (PON_1),A

LD (PON_5),A

LD A,(MONE)

LD (PON_2),A

LD (PON_6),A

LD A,(MPON)

LD (PON_3),A

LD (PON_7),A

LD A,(MHUN)

LD (PON_4),A

LD (PON_8),A

LD A,(KM_ONE1)

LD (KM_ONE),A

LD A,(KM_TEN1)

LD (KM_TEN),A

CALL PONF_1

LD A,(RES_1)

LD (RES1_1),A

LD A,(RES_2)

LD (RES1_2),A

LD A,(RES_3)

LD (RES1_3),A

LD A,(RES_4)

LD (RES1_4),A

LD A,(RES_5)

LD (RES1_5),A

TRANS2: LD A,(KM_ONE2)

LD (KM_ONE),A

LD A,(KM_TEN2)

LD (KM_TEN),A

CALL PONF_1

LD A,(RES_1)

LD (RES2_1),A

LD A,(RES_2)

LD (RES2_2),A

LD A,(RES_3)

LD (RES2_3),A

LD A,(RES_4)

LD (RES2_4),A

LD A,(RES_5)

LD (RES2_5),A

LLL: LD A,(HIDEN)


```
BIT 0,A
JP Z,INPUT
```

```
*****
*****
```

```
CIB1:    LD A,(RES2_4)
```

```
LD B,A
```

```
LD A,(RES1_4)
```

```
SUB A,B
```

```
LD B,A
```

```
LD A,0FH
```

```
AND A,B
```

```
CP 0AH
```

```
JP M,RE_1
```

```
SUB 06H
```

```
LD B,A
```

```
LD A,0FH
```

```
AND A,B
```

```
LD B,A
```

```
LD A,(RES2_3)
```

```
INC A
```

```
LD (RES2_3),A
```

```
LD A,B
```

RE_1: LD (RESD_4),A

CIB2: LD A,(RES2_3)

LD B,A

LD A,(RES1_3)

SUB A,B

LD B,A

LD A,0FH

AND A,B

CP 0AH

JP M,RE_2

SUB 06H

LD B,A

LD A,0FH

AND A,B

LD B,A

LD A,(RES2_2)

INC A

LD (RES2_2),A

LD A,B

RE_2: LD (RESD_3),A

CIB3: LD A,(RES2_2)

LD B,A

LD A,(RES1_2)

SUB A,B

LD B,A

LD A,0FH

AND A,B

CP 0AH

JP M,RE_3

SUB 06H

LD B,A

LD A,0FH

AND A,B

LD B,A

LD A,(RES2_1)

INC A

LD (RES2_1),A

LD A,B

RE_3: LD (RES2_2),A

CIB4: LD A,(RES2_1)

```
LD B,A
LD A,(RES1_1)
SUB A,B
LD B,A
LD A,0FH
AND A,B
CP 0AH
JP M,RE_4
```

```
SUB 06H
LD B,A
LD A,0FH
AND A,B
```

```
RE_4:    LD (RESD_1),A
```

```
*****
*****
```

```
DIF1:    LD A,(RESD_4)
```

```
LD B,A
LD A,(MHUN)
SUB A,B
LD B,A
LD A,0FH
```

```
AND A,B
CP 0AH
JP M,DI_1
```

```
SUB 06H
LD B,A
LD A,0FH
AND A,B
LD B,A
LD A,(RESD_3)
INC A
LD (RESD_3),A
LD A,B
```

```
DI_1:    BIT 0,A
        JP Z,DI_11
        ADD A,01H
DI_11:   LD (MH),A
```

```
DIF2:   LD A,(RESD_3)
        LD B,A
        LD A,(MPON)
        SUB A,B
        LD B,A
        LD A,0FH
```

```
AND A,B
CP 0AH
JP M,DI_2
```

```
SUB 06H
LD B,A
LD A,0FH
AND A,B
LD B,A
LD A,(RESD_2)
INC A
LD (RESD_2),A
LD A,B
```

```
DI_2:    LD (MP),A
```

```
DIF3:    LD A,(RESD_2)
LD B,A
LD A,(MONE)
SUB A,B
LD B,A
LD A,0FH
AND A,B
CP 0AH
```

JP M,DL_3

SUB 06H

LD B,A

LD A,0FH

AND A,B

LD B,A

LD A,(RESD_1)

INC A

LD (RESD_1),A

LD A,B

DL_3: LD (MO),A

DIF4: LD A,(RESD_1)

LD B,A

LD A,(MTEN)

SUB A,B

LD B,A

LD A,0FH

AND A,B

CP 0AH

JP M,DL_4

SUB 06H

LD B,A

LD A,0FH

AND A,B

DL_4: LD (MT),A

INPUT1: CALL TIMER1

IN A,(00H)

LD B,A

IN A,(01H)

LD C,A

LD (MDIG_KEY),A

LD A,1000000B

OR B

LD B,A

CP 80H

JP Z,DEF1


```
LD A,0FH
AND C
LD C,A
    CP 00H
    JP Z,DEF1
JP COMS
```

```
COMS:    LD A,C
        CP 0000001B
        JP Z,HUNS
        CP 0000010B
        JP Z,TENS
        CP 0000100B
        JP Z,ONES
        CP 0000100B
        JP Z,PONS
        JP DEF1
```

```
HUNS:    LD A,B
        CALL SEG_SEL
        LD (MHUN_D),A
        JP DEF1
```

```
TENS:    LD A,B
        CALL SEG_SEL
```

```
LD (MTEN_D),A
JP DEF1
ONES:   LD A,B
        CALL SEG_SEL
        LD (MONE_D),A
        JP DEF1
PONS:   LD A,B
        CALL SEG_SEL
        LD (MPON_D),A
        JP DEF1
```

```
;*****
```

```
;*****
```

```
DEF1:   LD A,(MT)
        CALL ROLL
        LD B,A
        LD A,(MO)
        ADD A,B
        OUT (04H),A

        LD A,(MP)
        CALL ROLL
        LD B,A
        LD A,(MH)
```

```
ADD A,B
OUT (05H),A
```

```
LD A,(MHUN_D)
LD B,A
LD A,(MH)
```

```
CP B
JP NZ,INPUT1
```

```
LD A,(MPON_D)
LD B,A
LD A,(MP)
```

```
CP B
JP NZ,INPUT1
```

```
LD A,(MONE_D)
LD B,A
LD A,(MO)
```

```
CP B
JP NZ,INPUT1
```

LD A,(MTEN_D)

LD B,A

LD A,(MT)

CP B

JP NZ,INPUT1

LD A,0FFH

OUT (02H),A

JP ROP

ROP: NOP

NOP

NOP

NOP

JP ROP

;*****

;*****

ROLL: RLC A

 RLC A

 RLC A

 RLC A

 RET

;*****

;*****

TIMER: LD H,0FFH

J_1: LD L,0FFH

J_2: DEC L

 JP NZ,J_2

 DEC H

 JP NZ,J_1

 RET

TIMER1: LD H,0AAH

J_11: LD L,0AH

```
J_21:    DEC L
         JP NZ,J_21
         DEC H
         JP NZ,J_11
         RET
```

```
*****
*****
```

```
PONF_1: LD A,00H
         LD (RES_1),A
         LD (RES_2),A
         LD (RES_3),A
         LD (RES_4),A
         LD (RES_5),A
         LD (RES_6),A

         LD (C_1),A
         LD (C_2),A
         LD (C_3),A
         LD (C_4),A
         LD (C_5),A
         LD (C_6),A
         LD (C_7),A
         LD (C_8),A
```

LD A,(KM_ONE)

LD B,A

LD A,(PON_8)

LD C,A

LD A,(RES_6)

LD D,A

CALL TIMER

MAK11: LD A,B

CP 00H

JP Z,PONF_2

DEC B

LD A,D

ADD A,C

MAK10: LD D,A

CP 0AH

JP M,MAK12

ADD A,06H

LD D,A

LD A,(C_1)

INC A

LD (C_1),A

JP MAK12

MAK12: LD A,0FH

AND A,D

LD D,A

LD (RES_6),A

JP MAK11

PONF_2: LD A,(KM_ONE)

LD B,A

LD A,(PON_7)

LD C,A

LD A,(RES_5)

LD D,A

MAK21: LD A,B

CP 00H

JP Z,PONF_3

DEC B

LD A,D

ADD A,C

MAK20: LD D,A

CP 0AH

JP M,MAK22

ADD A,06H

LD D,A

LD A,(C_2)

INC A

LD (C_2),A

JP MAK22

MAK22: LD A,0FH

AND A,D

LD D,A

LD (RES_5),A

JP MAK21

PONF_3: LD A,(KM_ONE)

LD B,A

LD A,(PON_6)

LD C,A

LD A,(RES_4)

LD D,A

MAK31: LD A,B

CP 00H

JP Z,PONF_4

DEC B

LD A,D

ADD A,C

MAK30: LD D,A

CP 0AH
JP M,MAK32

ADD A,06H
LD D,A

LD A,(C_3)
INC A
LD (C_3),A

JP MAK32

MAK32: LD A,0FH
AND A,D
LD D,A
LD (RES_4),A

JP MAK31

PONF_4: LD A,(KM_ONE)
LD B,A

LD A,(PON_5)

LD C,A

LD A,(RES_3)

LD D,A

MAK41: LD A,B

CP 00H

JP Z,PONF_5

DEC B

LD A,D

ADD A,C

MAK40: LD D,A

CP 0AH

JP M,MAK42

ADD A,06H

LD D,A

LD A,(C_4)

INC A

LD (C_4),A

JP MAK42

MAK42: LD A,0FH

AND A,D

LD D,A

LD (RES_3),A

JP MAK41

PONF_5: LD A,(KM_TEN)

LD B,A

LD A,(PON_4)

LD C,A

LD A,(RES_5)

LD D,A

MAK51: LD A,B

CP 00H

JP Z,PONF_6

DEC B

LD A,D

ADD A,C

MAK50: LD D,A

CP 0AH

JP M,MAK52

ADD A,06H

LD D,A

LD A,(C_5)

INC A

LD (C_5),A

JP MAK52

MAK52: LD A,0FH

AND A,D

LD D,A

LD (RES_5),A

JP MAK51

PONF_6: LD A,(KM_TEN)

LD B,A

LD A,(PON_3)

LD C,A

LD A,(RES_4)

LD D,A

MAK61: LD A,B

CP 00H

JP Z,PONF_7

DEC B

LD A,D

ADD A,C

MAK60: LD D,A

CP 0AH

JP M,MAK62

ADD A,06H

LD D,A

LD A,(C_6)

INC A

LD (C_6),A

JP MAK62

MAK62: LD A,0FH

AND A,D

LD D,A

LD (RES_4),A

JP MAK61

PONF_7: LD A,(KM_TEN)

LD B,A

LD A,(PON_2)

LD C,A

LD A,(RES_3)

LD D,A

MAK71: LD A,B

CP 00H

JP Z,PONF_8

DEC B

LD A,D

ADD A,C

MAK70: LD D,A

CP 0AH

JP M,MAK72

ADD A,06H

LD D,A

LD A,(C_7)

INC A

LD (C_7),A

JP MAK72

MAK72: LD A,0FH

AND A,D

LD D,A

LD (RES_3),A

JP MAK71

PONF_8: LD A,(KM_TEN)

LD B,A

LD A,(PON_1)

LD C,A

LD A,(RES_2)

LD D,A

MAK81: LD A,B

CP 00H

JP Z,CARRY_1

DEC B

```
LD A,D
ADD A,C
```

```
MAK80: LD D,A
```

```
CP 0AH
JP M,MAK82
```

```
ADD A,06H
LD D,A
```

```
LD A,(C_8)
INC A
LD (C_8),A
```

```
JP MAK82
```

```
MAK82: LD A,0FH
```

```
AND A,D
LD D,A
LD (RES_2),A
```

```
JP MAK81
```

```
CARRY_1: LD A,(RES_5)
          LD B,A
          LD A,(C_1)
          ADD A,B
          CP 0AH
          JP M,CARRY_11
```

```
          ADD A,06H
          LD C,A
```

```
          LD A,(C_2)
          INC A
          LD (C_2),A
          LD A,C
```

```
CARRY_11: LD C,A
           LD A,0FH
           AND A,C
           LD (RES_5),A
           JP CARRY_2
```

```
CARRY_2: LD A,(RES_4)
          LD B,A
          LD A,(C_2)
          ADD A,B
          CP 0AH
          JP M,CARRY_21
```

```
          ADD A,06H
          LD C,A
```

```
          LD A,(C_3)
          INC A
          LD (C_3),A
          LD A,C
```

```
CARRY_21: LD C,A
           LD A,0FH
           AND A,C
           LD (RES_4),A
           JP CARRY_3
```

```
CARRY_3: LD A,(RES_3)
          LD B,A
          LD A,(C_3)
```

```
ADD A,B
CP 0AH
JP M,CARRY_31
```

```
ADD A,06H
LD C,A
```

```
LD A,(C_4)
INC A
LD (C_4),A
LD A,C
```

```
CARRY_31: LD C,A
LD A,0FH
AND A,C
LD (RES_3),A
JP CARRY_4
```

```
CARRY_4: LD A,(RES_2)
LD B,A
LD A,(C_4)
ADD A,B
CP 0AH
JP M,CARRY_41
```

ADD A,06H

LD C,A

LD A,(C_8)

INC A

LD (C_8),A

LD A,C

CARRY_41: LD C,A

LD A,0FH

AND A,C

LD (RES_2),A

JP CARRY_5

CARRY_5: LD A,(RES_4)

LD B,A

LD A,(C_5)

ADD A,B

CP 0AH

JP M,CARRY_51

ADD A,06H

LD C,A

LD A,(C_6)

INC A

LD (C_6),A

LD A,C

CARRY_51: LD C,A

LD A,0FH

AND A,C

LD (RES_4),A

JP CARRY_6

CARRY_6: LD A,(RES_3)

LD B,A

LD A,(C_6)

ADD A,B

CP 0AH

JP M,CARRY_61

ADD A,06H

LD C,A

LD A,(C_7)

INC A

LD (C_7),A

LD A,C

CARRY_6i: LD C,A

LD A,0FH

AND A,C

LD (RES_3),A

JP CARRY_7

CARRY_7: LD A,(RES_2)

LD B,A

LD A,(C_7)

ADD A,B

CP 0AH

JP M,CARRY_7i

ADD A,06H

LD C,A

LD A,(C_8)

INC A

LD (C_8),A

LD A,C

```
CARRY_71: LD C,A
          LD A,0FH
          AND A,C
          LD (RES_2),A
          JP CARRY_8
```

```
CARRY_8: LD A,(RES_1)
          LD B,A
          LD A,(C_8)
          ADD A,B
          LD (RES_1),A
          RET
```

```
*****
*****
```

```
SEG_SEL: CP 1011111B
          JP Z,CON_0

          CP 10000110B
          JP Z,CON_1

          CP 11011011B
          JP Z,CON_2
```

CP 11011010B
JP Z,CON_2

CP 11001111B
JP Z,CON_3

CP 11001110B
JP Z,CON_3

CP 11100110B
JP Z,CON_4

CP 11100111B
JP Z,CON_4

CP 11101101B
JP Z,CON_5

CP 11101100B
JP Z,CON_5

CP 11111101B
JP Z,CON_6

CP 11111100B
JP Z,CON_6

CP 10000111B
JP Z,CON_7

CP 10000110B

JP Z,CON_7

CP 11111111B

JP Z,CON_8

CP 11111110B

JP Z,CON_8

CP 11101111B

JP Z,CON_9

CP 11101110B

JP Z,CON_9

LD A,33H

RET

CON_0: LD A,00H

RET

CON_1: LD A,01H

RET

CON_2: LD A,02H

RET

CON_3: LD A,03H

RET

CON_4: LD A,04H

```
RET
CON_5: LD A,05H
RET
CON_6: LD A,06H
RET
CON_7: LD A,07H
RET
CON_8: LD A,08H
RET
CON_9: LD A,09H
RET
```

```
*****
```

```
END
```

제 5 장 자동화 정제기 설계 분야

제 1 절 서설

생칠 자체로도 충분히 도막을 만들 수 있음에도 불구하고 정제가 필요한 이유는 생칠의 조성분이 독특하기 때문이다. 일반적으로 도막을 형성하는 성분은 그 상(相)이 서로 다른 유상성분인 우루시올과 물이 혼합된 emulsion상으로 되어 있다. 그래서 함량의 55~60%를 차지하는 우루시올상에 15~30%의 함량을 갖는 물입자가 흩어져 있는 상황이 된다. 또한 도막을 형성하는 반응에서 우루시올이 친수성 효소인 락카제에 의하여 산화되어 중합반응이 일어나게 되는데 이 과정에서 단순히 우루시올만이 중합되는 것이 아니라 다른 조성분인 당단백과 다당류가 반응에 참여하게 된다. 이런 반응이 일어날 때 그 고분자화 되는 물질은 쇄상 또는 평면적 구조의 도막을 형성하는 것이 아니라 구상의 입자가 연속적으로 형성되는 독특한 구조를 갖게 된다.

이 때 입자의 크기는 물입자의 크기와 비례적이 되므로 생칠의 경우 우루시올 상에 불균일한 입자들이 불규칙하게 배열되어 있으므로 도막이 형성된 후의 입자의 크기도 다양하게 되어 불균질한 도막이 형성되게 된다.

그래서 생칠을 정제한다는 것은 일차적으로는 물입자의 크기를 되도록 균일한 크기로 만들고 또한 그 분포도 균일(homogenized)하게 하는 과정이다. 또한 이렇게 하는 동안에 우루시올 - 당단백 - 다당류의 복합물질이 어느 한 성분이 치우치지 않도록 하여 입자가

균질의 화학적 배열을 하게 하므로서 도막이 형성된 후의 여러 가지 우수한 성질을 나타나도록 하는 것이다. 이와 같은 이유로 정제기는 물입자를 균일하게 분포하도록 하면서 되도록 미세하게 만들 수 있는 장치가 필요하며 또한 균질한 반응이 진행되도록 할 수 있어야 한다.

이러한 이유 때문에 생칠 정제시 요구되는 기능들인 온도조절, 교반 속도 조절, 생칠 속의 수분 함량 측정등이 올바르게 작동되는 정제기를 기계적으로 수행할 수 있는 정제기를 설계제작하는데 그 목적이 있으며 설계 제작시 정제 용기의 치수 결정, 교반 모터 용량 결정, 정제 용기의 가열방법, 정제용기의 상하 이동 방법등을 고려하여 제작하였다.

제 2 절 자동화 정제기 기본시방 결정

1. 정제기 설계시 고려 사항

천연상태의 생칠은 유상인 우루시올 성분(55~70%)과 수용성 다당류와 락카제, 그리고 양성적인 당단백, 물입자(20~30%) 등이 혼합된 상태로 존재한다. 이 생칠을 정제하지 않고 그대로 도포할 경우에는 균일한 도막을 형성하지 못하므로 칠 제품에 미려한 특성을 제대로 나타내지 못한다. 옷칠의 정제는 이러한 생칠로부터 균일한 도막을 낼 수 있는 상태로 옷칠을 변화시키는 과정이다. 정제의 첫 단계는 서로 용해되지 않는 우루시올 성분과 물입자를 섞어 균질 분포시키면서 물입자의 크기를 균일화하는 것이며, 그 다음 단계는 물입자의 크기를 줄이는 작업이다. 두 과정 모두 생칠의 교반과 가

열 속에서 이루어지나 가열온도가 다르고 교반속도에도 차이가 있다. 균질화 과정 동안은 약간 빠른 교반이 필요하고, 후단계에서는 저속으로 교반하며 가열하여 공기와 반응을 촉진시키되 45 °C 이상으로 과열되지 않아야 한다. 이러한 정제과정동안 옷칠의 함수량이 목표치로 줄어들면 정제를 멈추어야 하므로 생칠 중의 수분이 얼마나 감소되었는지를 지속적으로 측량할 수 있어야 한다. 이러한 근거로 옷칠 정제기는 교반속도, 가열온도의 조절기능 뿐만 아니라 교반 날개와 용기 사이의 틈새를 조절할 수 있어야 하고, 아울러 정제중에 정밀한 무게 계량이 용이하여야 한다.

제 3 절 자동화 정제기 기본 시방

1. 정제 용량

옷칠 정제기의 1회 정제 처리는 최대 20ℓ의 생칠을 최대 5시간 이내에 정제 가능하도록 하였다. 정제 용량이 증가하면 정제시간이 길어지며, 시간 경과에 의하여 정제된 옷의 특성 등이 상당히 달라질 수 있으므로 이러한 점을 고려하여 이 정도의 처리 용량이 가장 적절한 용량인 것으로 결정하였다.

2. 정제기 속의 생칠 높이

정제중 함수율을 낮추는 작업은 가열과 교반에 의하여 공기중의 산소와 반응을 촉진하므로써 이루어진다. 따라서 생칠의 액면이 높으면 교반을 하더라도 위치에 따라 온도차가 커질 수 있고 또 공기와의 접촉이 제한될 수 있으므로 액면의 깊이는 정제용량이 20ℓ일

때를 기준으로 정지상태에서 4 cm로 정하였다.

3. 교반 속도 조절 범위

우루시올 성분과 물입자를 섞어 균질분포시키는 균질화 과정에서는 교반속도가 빠르지만 물 입자의 크기를 줄이는 함수율 조절과정에서는 회전속도가 60 rpm 전후의 느린 교반이므로 저속범위에서 속도조절이 용이하여야 한다. 속도조절 범위의 최대값은 120 rpm이며, 정제기에 붙어있는 속도조절기에 의한 직접적인 조절과 제어기에 의한 간접적인 조절방법이 있다.

4. 정제중 최대 온도

정제된 옷칠이 도막을 형성하는 반응에서 우루시올이 친수성 효소인 락카제에 의하여 산화되며 중합반응을 일으킨다. 이 락카제는 50℃ 이상에서는 불활성으로 변할 뿐만 아니라 이 이하에서도 온도에 따라 활성이 다르게 나타나므로 가열하되 정제 중인 옷칠의 최대온도가 40℃를 넘지 않도록 온도를 조절하여야 한다.

5. 교반날개 높낮이 조절기능

균질화 및 함수율 조절을 통한 정제과정에서 용기와 교반날개 사이의 틈새는 옷칠의 정제 결과에 상당한 영향을 나타내는 것으로 추정되므로 이 틈새를 조절하기 위한 기능으로써 부가되어 있다. 바닥과 용기의 최소틈새는 2 mm로 날개 고정대와 날개사이의 조절나사로 미세틈새까지 조절이 가능하도록 되어 있다.

6. 정제용기 높낮이 조절기능

정제용기의 무게와 크기 및 생철의 무게를 감안하면 성인1인이 용기를 들어 올릴 수 없으므로 이를 용이하도록 용기 아래에 리프터 장치를 제작하여 손쉽게 들어 올릴 수 있도록 하였다. 리프터의 상승 높이는 약 25cm이고 정제가 끝난 후 용기를 상승시킨 후 추출구를 통해 손쉽게 정제용액을 뽑아 낼 수 있음과 동시에 재정제시 용기의 센터를 다시 맞추는 데에도 용이하다.

7. 정제기 가열 방식

정제 과정에서 수분을 제거하기 위하여 약 40℃로 일정하게 유지하도록 가열 니크롬 coil을 정제기의 내부 용기와 받침대 사이에 나선형으로 부착하였다. 바닥의 열손실을 없애기 위하여 용기의 측면과 바닥에 단열을 하였으며 온도조절은 온도 센서로 감지되어 디지털 표시기로 나타나며 정제 과정중에 전자 저울을 통해 무게를 측정하여 적정 함수율을 계산한 후 적정 온도가 되도록 controller로 조절한다.

8. 교반날개 및 날개고정대 (교반기)

가. 날개

옷 원액과 친화성이 없는 Plastic재질로 선택하였으며 용기벽과 5mm의 틈새간격을 유지하면서 교반시 정제 용액의 흐름이 원활히 이루어지도록 설계하였다.

나. 날개고정대

정제시 부하지지, 교반시 강성 유지를 위해 알루미늄으로 제작하였으며 날개의 착탈 및 미세틈새 조절이 가능하도록 제작하였다.

다. 교반 날개

정제과정에서 중요한 수분제거의 효율을 높이기 위해 날개의 윗부분에 홈을 가공하였으며 교반시 날개면에 작용하는 유동저항을 견딜 수 있도록 설계하였다. 날개 끝의 곡면처리는 교반시 옷의 유동이 자유롭게 일어남으로써 수분증발 및 공기와의 혼합이 용이하도록 유도하기 위함이다. 또한 날개고정대와 조립되었을 때 용기 벽과 최소 틈새 2 mm, 용기 바닥과의 최소 틈새 1 mm가 되도록 설계하였다.

9. 교반기 모터축

교반시 발생하는 부하에 충분히 견딜 수 있는 직경 20 mm의 심봉을 사용하였으며 길이는 약 30 cm이다. 날개 고정대 및 모터와의 결합이 용이한 착탈식으로 제작하였다.

제 4 절 자동화 정제기 부품 용량 계산

1. 정제기의 전체 외형치수

부하에 의한 모터의 진동과 정제 과정중에 일어날 수 있는 용기의 흔들림이 없도록 설계하였으며 전체 외형이 1060 × 1322 × 1500 mm의 크기로 일반성인의 평균키를 고려하여 작업시 무리가 되지 않는 자세에서 작업할 수 있도록 설계하였다.

2. 정제 용기 치수

처리 최대 부피는 (원주율/4) × (직경)² × 액면 높이이므로

$$\text{직경} = \sqrt{\frac{4 \times 20,000}{\pi \times 4}} = 80 \text{ cm}$$

용기의 높이는 최고 속도로 교반 중에도 옷칠이 넘쳐나지 않도록 하기 위하여 정지상태에서 생칠이 갖는 최대깊이의 7~8배로 한다. 따라서 용기는 직경 80 cm, 높이 30 cm의 치수를 갖는다.

가. 내부용기

1회 정제량 20 l를 하루 5시간 내에 정제 할 수 있도록 직경을 정하였고 용기 재료는 옷과 화학적 친화력이 없으며 열전달이 용이한 두께 1 mm의 스테인레스로 제작하였다. 바닥의 두께는 처짐량을 최소화하여 정제시 교반날개와 바닥 사이의 틈새가 균일하게 유지되고 강성이 유지되도록 용기 받침대로 보강하였다.

나. 외부용기

가장자리가 지지된 원판의 처짐량은 다음 식으로 계산된다.

$$\delta = \frac{M}{EI} = \frac{p_0 d^2}{2Eh^3}$$

$$\text{여기서 } p_0 = \frac{W}{A} = \frac{20 \times 9.8}{\pi \times 0.4^2} = 390 \text{ N/m}^2$$

$$I = \frac{dh^3}{12}, \quad M = \frac{p_0 d^3}{24}$$

이므로

$$\delta = \frac{p_0 d^2}{2Eh^3} = \frac{390 \times 0.8^2}{2 \times 2.1 \times 10^{11} \times 0.003^3} = 0.022 \text{ m}$$

- 단 p_0 : 용기 바닥의 분포하중 = 390 N/m²
 W : 생울의 무게 = 20 kg
 M : 용기에 작용하는 모멘트
 E : Young's Modulus = 2.1×10^{11} N/m²
 h : 용기 바닥의 두께 = 0.003 m
 d : 용기 직경 = 0.8 m

생울 20 l 는 약 20kg에 해당하는 무게로 이로 인해 위의 계산에서 처럼 용기바닥에 처짐이 발생하여 교반 날개와 바닥과의 틈새 간격이 증가하여 정밀한 교반 틈새를 보장할 수 없으며 정제이후 용기의 이동시 비틀림을 막기 위해서라도 내부용기를 지지해 줄 외부용기가 필요하다. 이를 보강하기 위하여 내부용기의 받침대 역할을 하는 외부용기를 설계하였고 받침의 밑에 철재보강재를 대어 처짐을 막아주었으며 용기의 옆면에 고리를 달아 손잡이 역할도 할 수 있도록 설계하였다.

다. 내외부 용기 조립

가와 나에서 설명한 것과 같이 설계된 두 용기를 부착하여 전체 용기가 완성된다. 이때 내부 용기와 받침대 사이에는 용기 바닥 전체가 고르게 가열이 되도록 가열용 니크롬선이 나선형으로 부착되었다. 전체 용기의 무게는 전자저울의 정밀도를 고려하여 최대 25kg이 넘지 않도록 고려하였다.

3. 교반 모터 용량 계산

가. 교반날개와 용기의 틈새에서 작용하는 점성토크

운동하고 있는 유체에 있어서 서로 인접하고 있는 층 사이에 미끄럼이 생기면 마찰이 발생한다. 이것을 유체마찰이라고 하며, 유체의 점성에 기인한다. 평행한 두 평판 사이에 점성유체가 있을 때, 윗 평판을 일정한 속도 u 로 운동시키는데 필요한 힘 F 는 Newton의 점성법칙에 의하면 윗 평판의 넓이 A 와 속도 u 에 비례하고, 두 평판 사이의 수직거리에 반비례한다. 즉

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{u}{h}$$

이것을 미분형으로 나타내면 다음과 같다.

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$

여기서 τ : 전단응력, μ : 점성계수, $\frac{du}{dy}$: 속도구배이다. 옷은 이 법칙을 따르는 유체이므로 이 식을 통해 용기바닥과 날개, 날개와 용기벽 사이에서 점성에 의한 저항 토크 T 를 다음 식으로 구할 수 있다.

$$T = \int \tau r dA$$

1) 바닥과 날개 사이에서의 점성저항 토크

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} = \mu \frac{\omega r}{c_B}$$

$$dA = \pi r dr$$

$$T_{\text{바닥}} = 2 \int_0^R \mu \frac{\omega r}{c_B} t dr \cdot r$$

2) 날개와 용기 벽 사이에서의 점성저항 토크

$$T_{1\text{벽}} = 2\mu \frac{\omega R}{c_r} t h \cdot R$$

3) 용기와 날개사이에 걸리는 총 점성저항 토크

$$\begin{aligned} T_1 &= 2 \int_0^R \mu \frac{\omega r}{c_B} t dr \cdot r + 2\mu \frac{\omega R}{c_r} t h \cdot R \\ &= 2\mu \omega R^2 t \left(\frac{R}{3c_B} + \frac{h}{c_r} \right) \end{aligned}$$

단 이 식에 사용된 각 부호의 물리적 의미와 값은 다음과 같다.

μ : 윗철의 점도 : 200 cps = $2 \cdot 10^{-1} \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$

ω : 교반각속도 : 최대 120 rpm = 2 rev/s = $4\pi \text{ rad/s}$

R : 교반날개의 반경 = 0.40 m

t : 교반날개의 두께 = 0.02 m

c_r : 교반날개와 용기의 바깥면 사이의 최소틈새 = 0.001 m

c_B : 교반날개와 용기의 바닥면 사이의 최소틈새 = 0.001 m

h : 교반날개의 높이 = 0.06 m

따라서 점성저항 토크에 해당하는 교반모터의 용량은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} P_1 &= T \cdot \omega \\ &= 2(2 \cdot 10^{-1} \text{ Ns}/\text{m}^2)(0.40\text{m})^2(0.02\text{m})(4\pi\text{rad/s})^2 \left(\frac{0.40}{3 \cdot 0.001} + \frac{0.06}{0.001} \right) \\ &= 39.0 \text{ Nm/s} = 0.04 \text{ kW} \end{aligned}$$

나. 교반날개면에 작용하는 유동저항

날개모양이 평판과 유사하므로 이에 따른 유동저항 압력은

$$p = C_D \frac{\rho v^2}{2}$$

이며, 교반시 날개유동에 작용하는 저항 토크는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} T_2 &= 2 \int_0^R \frac{C_D}{2} \rho (r\omega)^2 h dr \cdot r \\ &= \frac{1}{4} C_D \rho \omega^2 h R^4 \end{aligned}$$

단 ρ : 옷칠의 밀도 = 910 kg/m^3

C_D : 사각형판의 유동저항계수 = 1.2 (단 $Re \geq 10^4$ 일 때)이다. 따라서 유동저항 토크에 해당하는 교반 모터의 용량은 다음과 같다.

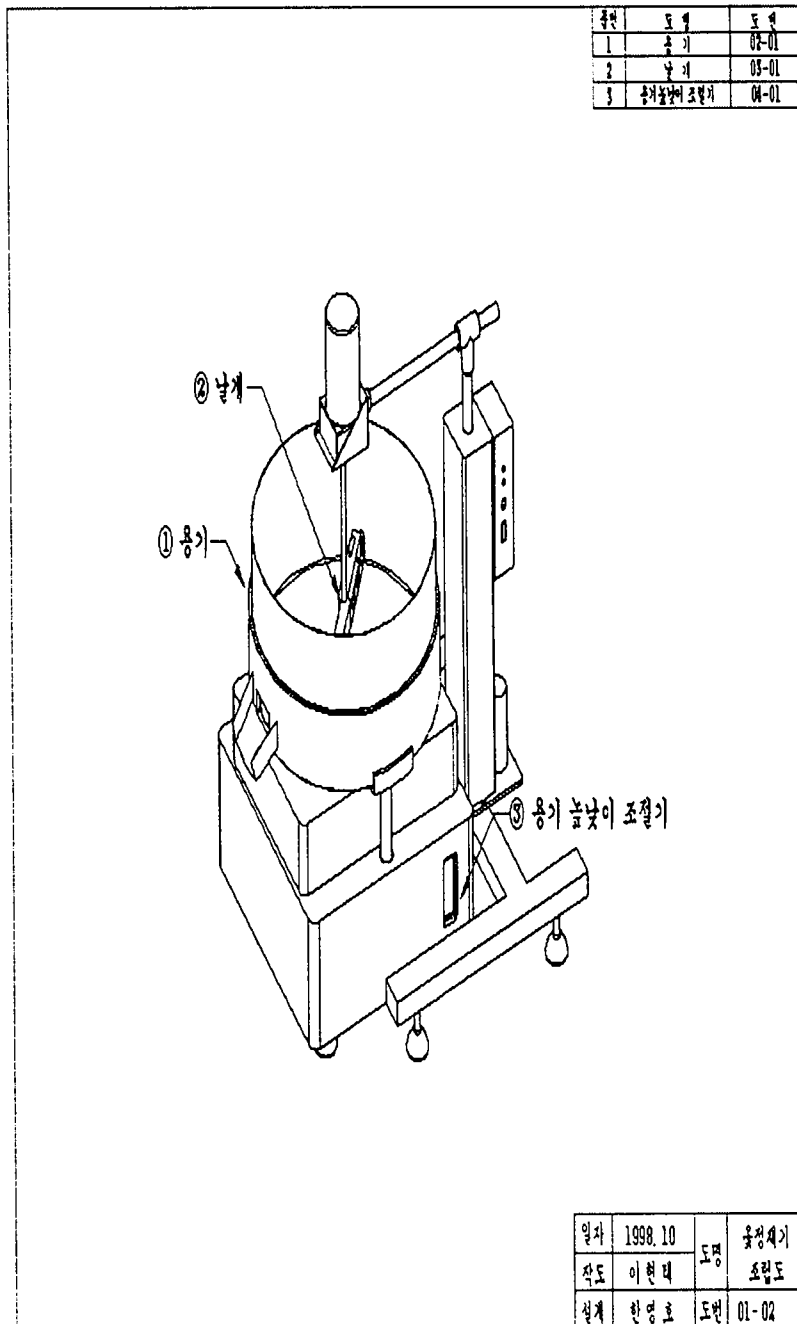
$$\begin{aligned} P_2 &= T_2 \cdot \omega \\ &= \frac{1}{4} (1.2) (910 \text{ kg/m}^3) (4\pi \text{ rad/s})^3 (0.06 \text{ m}) (0.40 \text{ m})^4 \\ &= 832 \text{ N m/s} = 0.83 \text{ kW} \end{aligned}$$

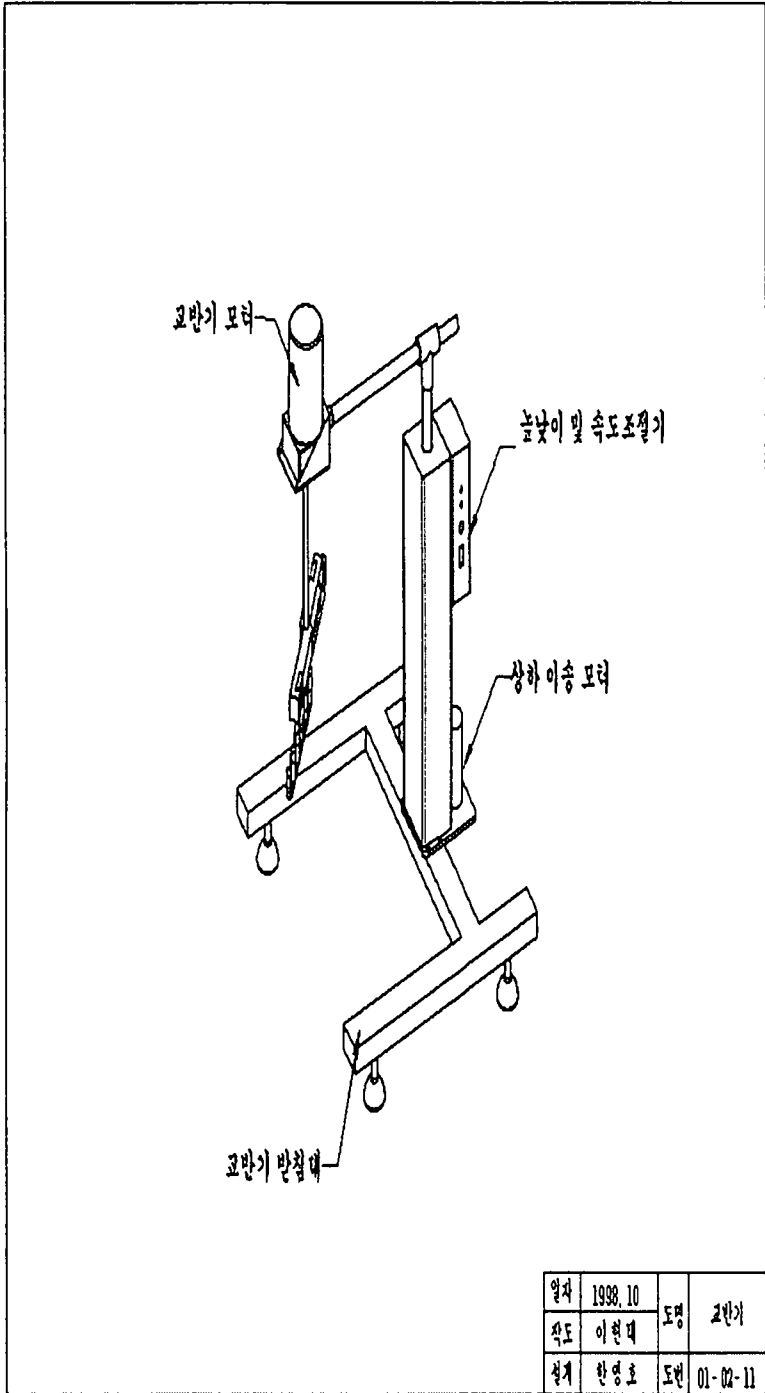
그러므로 교반에 필요한 모터의 용량은 다음과 같다.

$$P_1 + P_2 = 0.87 \text{ kW} = 1.16 \text{ HP}$$

교반용 모터는 속도조절이 용이한 V/S(Variable Speed) 모터이며 정격 용량은 1 HP이나 가변식 모터의 특성상 약 1.5 HP까지 낼 수 있다. 균질화 과정과 함수율 조절 과정에서의 속도를 알 수 있도록 속도 표시기가 부착되고 속도 제어는 감속기를 통하여 이루어진다.

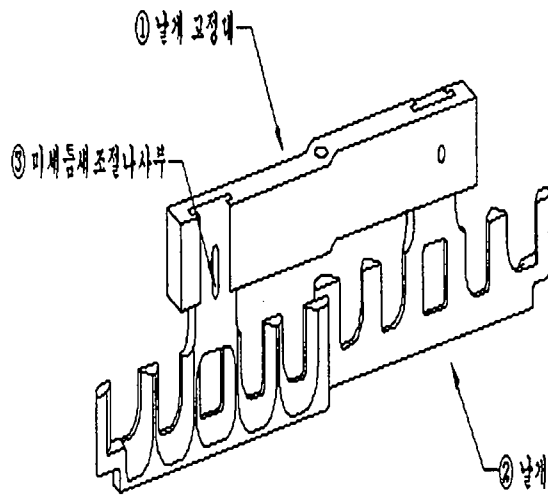
부록. 정제기 도면도



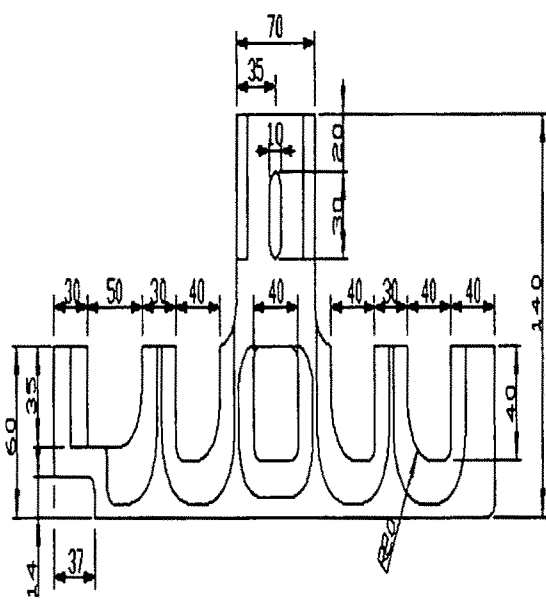
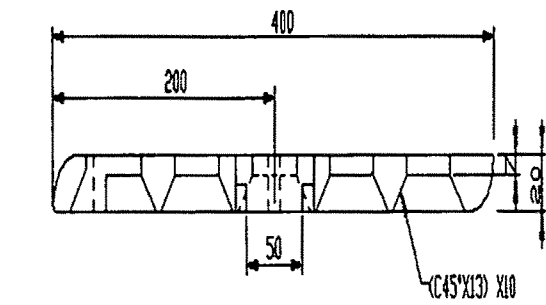


일자	1998. 10	도명	교반기
작도	이현태	도번	01-02-11
설계	한영호	도번	01-02-11

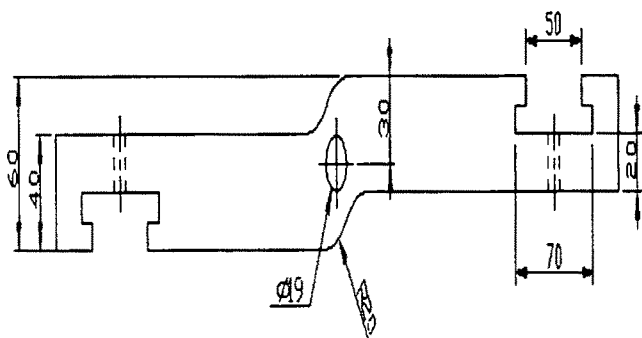
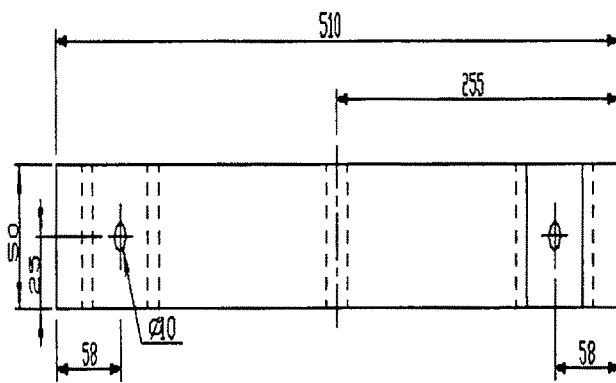
구분	도명	도번
1	날개 고정대	03-01-11
2	날개	03-01-12
3	미세습서조절나사부	03-01-12



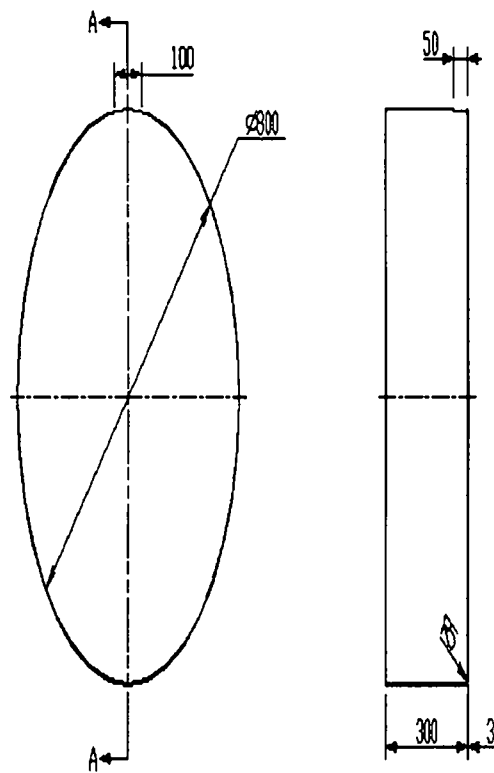
일자	1998. 10	도명	교번기
작도	이현태		
실제	한영호	도번	03-01



일자	1998. 10	도명	날개
작도	이현태	도번	03-01-12
실제	한영호		

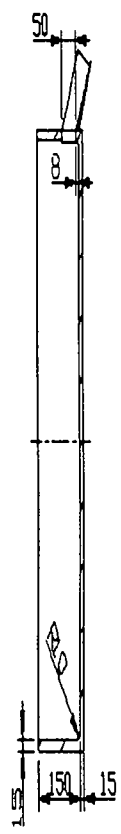
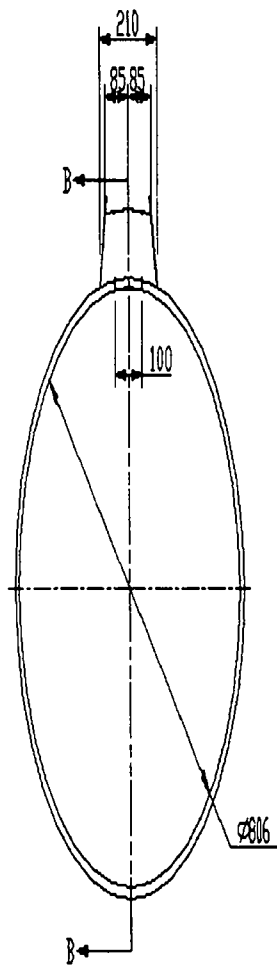


일자	1998. 10	도명	날개 고정대
작도	이현태	도번	05-01-11
설계	한영호		



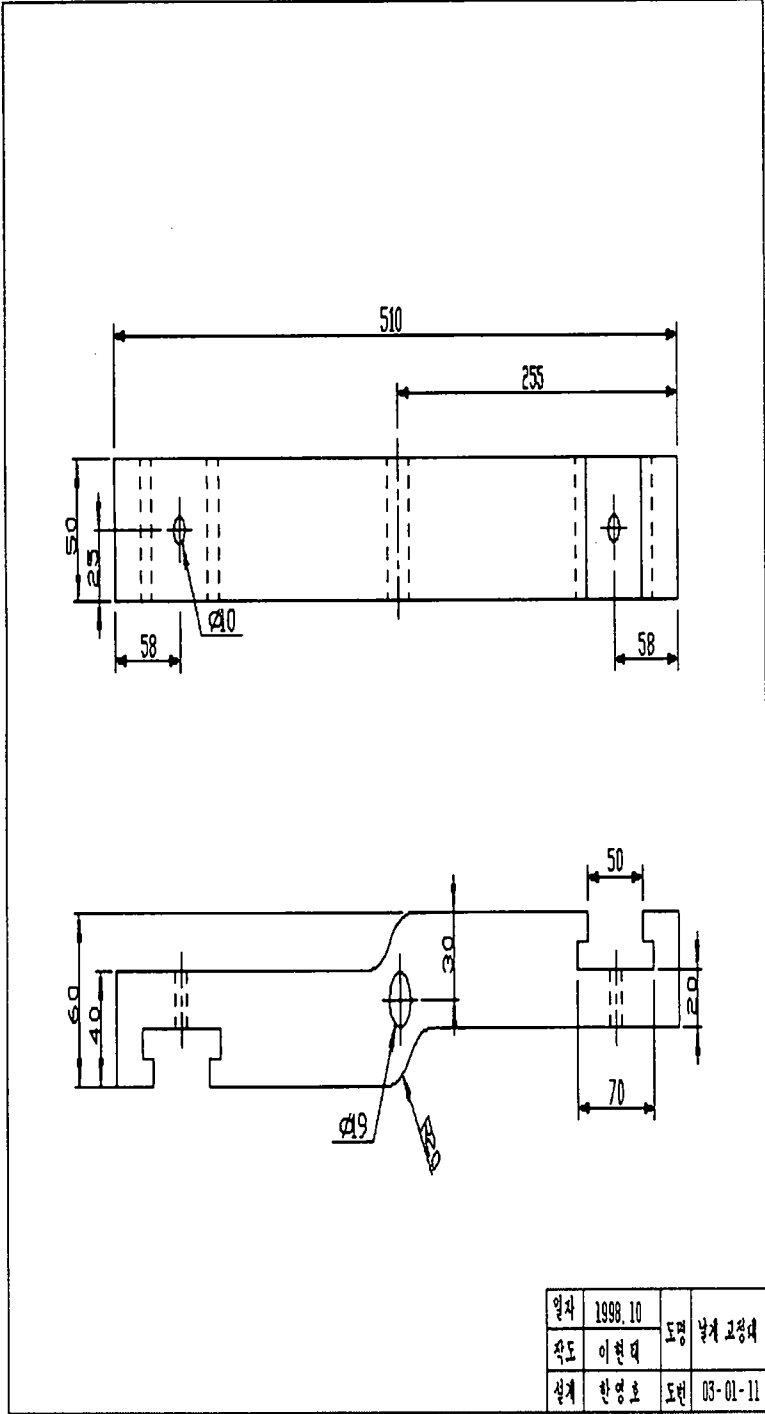
SECTION A-A

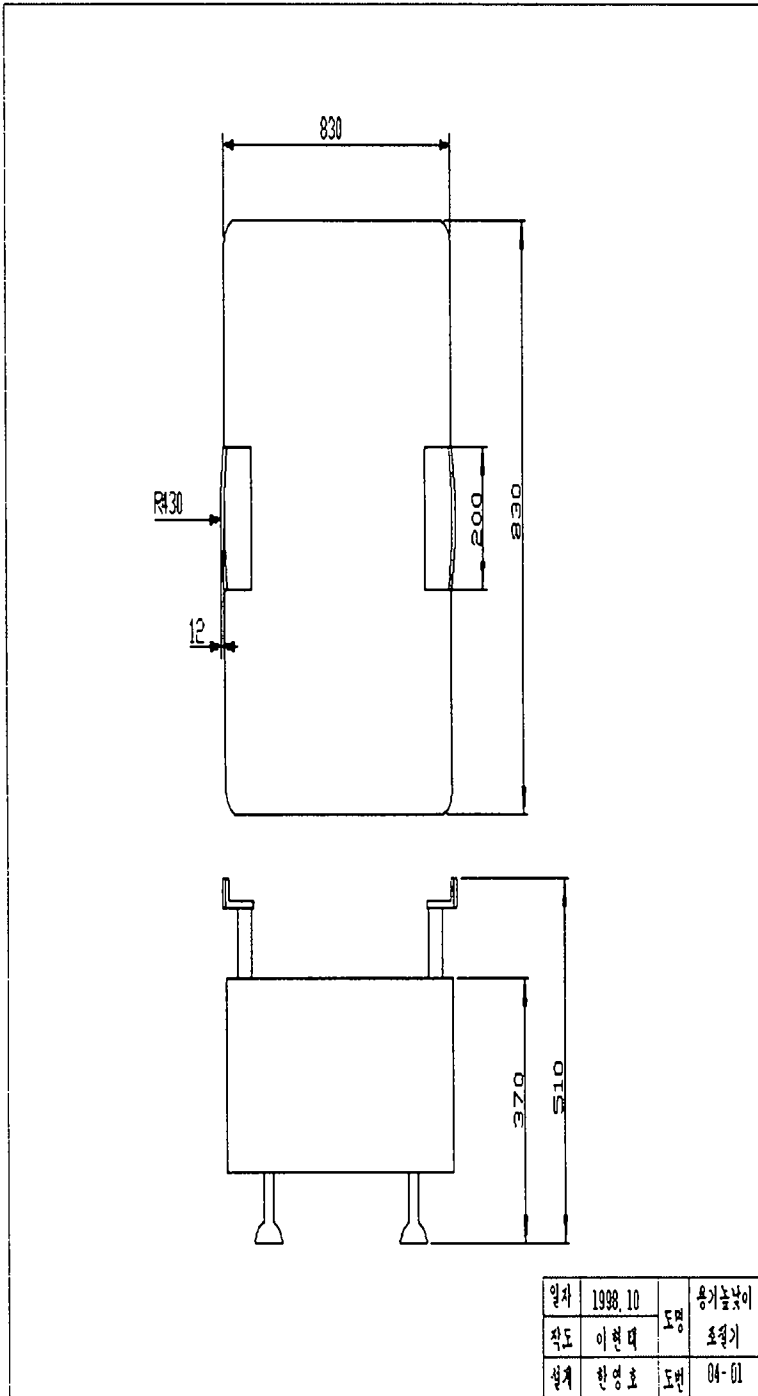
일자	1998. 10	도명	내부용기
작도	이현택	도번	02-01-11
설계	한영호	도번	02-01-11

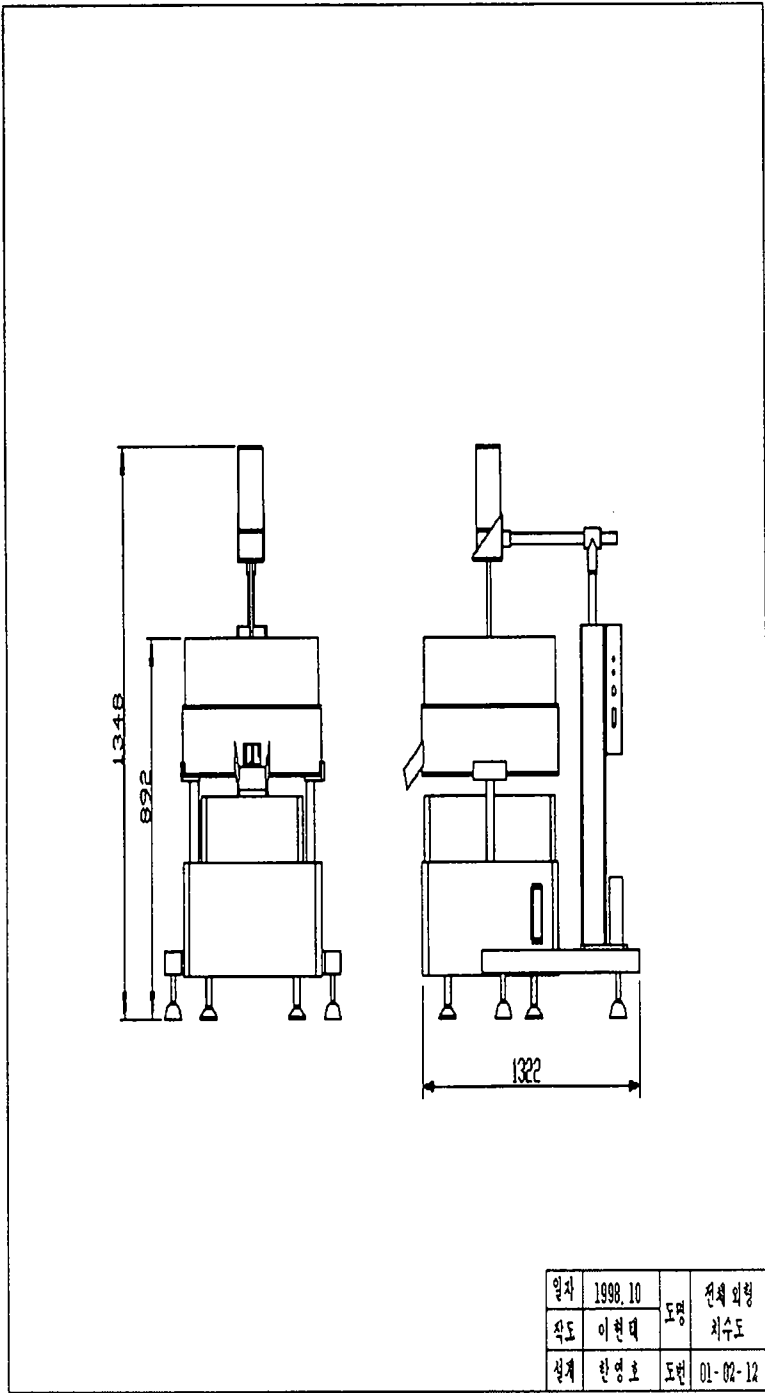


SECTION B-B

일자	1998. 10	도명	외부용기
작도	이현태	도번	02-01-12
설계	한영호	도번	02-01-12







일자	1998. 10	도명	전체 외형
작도	이현택		치수도
실제	한영호	도번	01-02-12