최 종
연구보고서

과실용 무공해 내포장재의 제조 기술 개발에 관한 연구

The Development of Production Technology of Environmental-protection Type Package Materials for Fruit Container

연 구 기 관
경 북 대 학 교

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “과실용 무공해 내포장재의 제조 기술 개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 11. .

주관연구기관명 : 경북대학교

총괄연구책임자 : 이 종 윤

연 구 원 : 서 창 민

연 구 원 : 양 재 경

연 구 원 : 임 부 국

연 구 조 원 : 이 호 철

요 약 문

Ⅰ. 제 목

과실용 무공해 내포장재의 제조 기술 개발에 관한 연구

(The Development of Production Technology of Environmental-protection Type Package Materials for Fruit Container)

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 중요성

현재 인구의 도시 집중화와 현대 문명의 발달에 더불어 각종 폐기물량은 급속히 증가되고 있는 현실에 있다. 이러한 시대적 배경에 즈음하여 전 세계적으로 환경 친화형 소재 개발에 박차를 가하고 있으며, 선진각국에서는 자국의 환경보호 정책에 따라 수출입 상품의 포장을 환경친화형 소재로 전환하고자 하는 노력이 진행 중이다.

현대 사회에서 포장의 개념은 단순히 상품의 보호성만을 의미하는 것이 아니라 포장의 기능성에 부가하여 지구 환경을 해치는 원인이 되어서는 안 된다는 점이다. 한편 현재 상품의 포장에 주로 사용되고 있는 소재의 경우 비닐, 스티로폼, Polyethylene, Polypropylene 등이 있으며, 이러한 소재로 포장된 상품은 선진각국에서 수입규제대상이 되는 경우가 있어 환경친화형 포장재료의 개발은 필연적인 연구 대상이 되었다. 본 연구에서는 용수의 사용이 없어 폐수에 의한 공해 유발이 없고, 건조 에너지 소비가 거의 없는 건식 펄프몰드 제조 공정을 개발하여 농산물 포장 재료의 대체 소재 개발과 농가의 실질적인 소득증대 효과를 도모하기 위해 시행하였다.

폐지류를 원료로 하는 종이재생공장은 폐지류를 동급·동질의 폐지로 분류하는데는 많은 인건비가 소요되므로 그 생산단가의 한계로 인해 점차 재생지 생산업체가 줄어드는 현실에 있다.

이러한 현실에서 혼합폐지류의 이용방안은 반드시 선결되어야 할 과제이고 본 연구과제는 혼합폐지류의 이용이 가능하기 때문에 심각한 도시쓰레기의 처리방안을 새로운 각도로 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구 개발의 최종 목표는 농산물 중 과실류의 상품가치를 극대화시키는 포장재로서 미이용 도시쓰레기 중 폐지 및 농산 폐기물을 재활용 사용하여 공해가 없으며, 경량화된 기능성 지류 포장재료를 제조하는 기술을 개발함으로써 과실류의 유통, 저장성을 극대화시켜 농민의 소득을 증대시키는 것을 최종 목표로 하고 있다.

산림자원 보호 및 도시쓰레기 중 폐지를 이용하여 도시쓰레기의 분리수거, 감량화 및 자원재활용 방안으로써 환경을 보호하고 저중량이므로 운반, 수송상의 취급 편의성을 추구함과 동시에 외포장재의 압축강도, 내수성, 통기성, 미끄럼 방지 등의 기능을 부여하여 농산물의 보호, 신선도 유지 및 상품의 가치 향상을 통한 농민들의 실질적인 소득증대 및 향후 농산물의 수출증대를 최종 목표로 하고 있다.

III. 연구개발 내용 및 범위

도시의 생활쓰레기 중에서 신문지, 인쇄용지, 골판지 등의 잡종 폐지류를 이용하여, 환경친화형의 과실용 내포장에 이용할 수 있는 포장재료의 개발에 본 연구의 목적이 있다. 본 연구의 연구내용 및 범위는 표 1에 요약하였다.

표 1. 과실용 무공해 내포장재 연구개발 내용 및 범위

연 구 개 발 목 표	연구개발내용 및 범위
펄프몰드 시장 및 현황조사	· 국내외 시장조사 · 규격 및 문제점 조사
건식 해리기의 해리조건 설정	· 건식 지류해리기의 운전 조건 조정 · 각 지류별 건식 지류해리기의 운전 조건
건식 펄프몰드 성형기 제작	· Press의 압력 및 크기 설정 · 금형 및 주형 제작 · 성형형태의 범위조사
건식 펄프몰드의 성형기술 개발	· 시료의 지류별 혼합 조건 검토 · 접착제 및 첨가제 혼합조건 검토 · 지류별 혼합조건 및 밀도 측정
건식 펄프몰드의 제조조건 개발	· 성형온도, 압력에 따른 성형상태 검토 · 접착제 및 첨가제의 조정 · 지류별 혼합조건 및 밀도 측정 · 지류와 농산폐기물의 혼합조건 검토
건식 펄프몰드의 성형조건 고찰	· 성형온도, 압력 등의 재조정 · 접착제 및 첨가제의 종류 및 양의 조절 · 시료 투입량에 따른 성형형태의 고찰
건식 펄프몰드의 물리적 특성(강도, 밀도 등) 조사	· 성형온도 및 압력에 따른 몰드의 물리적 특성 조사 · 접착제 및 첨가제의 종류 및 양에 따른 몰드의 물리적 특성 조사 · 시료 투입량에 따른 몰드의 물리적 특성 조사
몰드의 착색처리 및 방균처리 방법의 탐색	· 착색약품의 선택 및 방법의 선택 · 방균처리 약품의 선택 및 방법의 선택
기존 과실용 내포장재와 건식 펄프몰드의 비교 검토	· 과실 관련 종사자와 몰드 사용업자의 설문지 조사 및 제품 평가 · 통합 검토

본 연구과제 수행방법은 대학 실험실의 연구인력에 의해 면밀히 조사·검토된 기본적인 사항들을 근거로 신제품의 새로운 길을 연구·모색하며, 종합적인 검토결과 얻어진 자료로서 산업체에 적용실험을 하고, 건식 펄프몰드 최적 제조공정 설정과 용도개발 및 재활용을 촉진시키도록 본 연구를 추진하였다. 본 연구과제의 최종 목표를 달성하기 위하여 열압프레스 및 금형을 제작하였으며, 실제로 폐지류 및 접착제를 사용하여 건식 펄프몰드를 제조하였다.

Ⅳ. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

<연구개발결과>

연구개발된 결과는 보고서 본문에 상세히 서술하였으며, 중복을 피하고자 아래에는 간단 명료하게 요점만 기록하였다.

1) 건식 펄프몰드의 원료가 되는 폐지는 분리수급되지 않고 여러 성상의 지류가 혼재해 있는 혼합폐지를 사용하였다.

2) 건식 펄프를 제조하기 위한 건식 해리기의 해리 조건은 5,000rpm, 10분간이 적합하다.

3) 과실 내포장용 건식 펄프몰드의 성형에 있어서 양호한 제품의 생산과 대량생산에 적합한 공정의 개략적인 윤곽을 표 2와 그림 1에 나타내었다.

4) 건식 몰드의 착색은 5% 농도의 염료액의 스프레이 도포법이 적합하다.

5) 건식 펄프몰드의 상업화를 위해서는 정부차원에서의 관련산업체 지원 및 환경친화형 포장재 적용으로 환경오염부담금 경감, 세제혜택 등의 정부의 적극적인 개입 및 과감한 투자가 이루어져야 하겠다.

표 2. 건식 펄프몰드의 성형조건

시료	혼합지류
건식 해리조건	5,000 rpm, 10분
수분첨가량(시료기건중량기준 %, g)	80 %
접착제첨가량(시료기건중량기준 %, g)	EVA수지 10%
혼합시간(호바트형 믹서기)	5분
성형압력	60 kgf/cm2
성형온도	100 ℃
성형시간	7 분
열압방식	순간배기 없이 연속적 일정 압력으로 가압

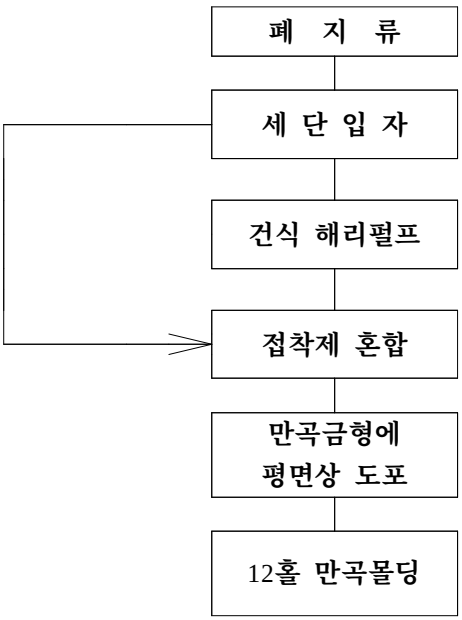


그림 1. 과실용 건식 펄프몰드 제조 최적 공정도

본 연구에 의해 아래와 같은 기대효과가 창출되리라고 예상한다.

1) 폐자원 재활용에 따른 폐기물처리 효과 및 환경보전에 기여
2) 환경친화형 포장재료의 개발로 선진국의 환경보호규제 정책에 대처
3) 폐자원으로 경제적 가치 창출
4) 재생산업의 활성화
5) 농산물의 상품가치를 극대화시켜 농민들의 소득증대에 기여

따라서 최종적으로 건식 펄프몰드 제조에 관한 특허권을 취득 및 재생산업화의 길을 모색하고, 얻어진 기술력을 바탕으로 새로운 제품생산의 관련 연구를 지속적으로 추진한다.

<활용에 대한 건의>

본 연구를 통해서 많은 관련 분야의 연구자 및 대학원생의 참여를 통해서 연구방법 및 재활용품의 이용 방법에 관한 개변을 인식시킴으로서 장래의 인재를 양성함과 동시에 환경오염 방지에 관한 중요성을 일반인에게 인식할 수 있도록 연구결과를 충분히 활용하고 관련 산업체에 대한 정부차원의 적극적인 지원과 투자가 있어야 하겠다.

SUMMARY

Ⅰ. Project Title

The Development of Production Technology of Environmental-protection Type Package Materials for Fruit Container

Ⅱ. Research Objectives and Necessities

In the modern century, according to the cityward drifting of population and development of modern civilization, all kinds of waste materials have been rapidly increased. Then, recognition to limitation of petroleum-chemicals and environmental pollution from originated these products are recognizing to serious social issue, and interest about environmental affinitive materials have been enhanced. Therefore, by these background of the age, studies on development of environment protection type materials is been performing in advanced country.

In the present, the package conception is not only the protect of goods but these materials are not become environmental pollution materials. On the other hand, packing materials are vinyl, styreneform, polyethylene, polypropylene, etc in nowdays. But these materials are the object of import restriction in advanced country. Therefore, development of environmental protection type packing material is

necessary.

Because of using dry-process, used manufacturing process in this study is not caused environmental pollution by waste water and we develope manufacturing process of dry defibrated paper mold to substrate for using packing material of agricultural products.

Paper recycling process must be required classification with the same grade and quality in the paper recycling. Because these process has no choice but to use unit waste paper. But these cases were required high cost therefore, the paper recycling mills were growthed smaller by increasing the unit of production.

By these phenomenon, that problems must be solved in the application of mixed waste paper. This study will propose that waste paper of serious waste problem can be reduced by new operating system of mixed waste paper.

Ultimate object in this study is follows ;

- Maunfacture of new functional material with waste paper and waste of agriculture product in unused waste materials to maximize value of fruit
- Development of technique for pollution-control and manufacturing new functional lightweight materials
- Increasing peasant's income by maximizing fruit of distribution and storage

We can preserve our environment with protect of forestry resource and recycling of resource with collection of waste material and achieve conventient for distribution and storage with accomplishing increase of

compress strength, water-resistance, air-permeability, prevention of sliding in packing material(corrugated container box, etc).

According to these result, we can accomplish to increasing peasant's income and export of agriculture products

Ⅲ. Contents and Scope of the Research

The accomplishment of this study proposed that new method based on through research and examination to laboratory worker. Also we applicated to industry from synthetic data. We studied on the best operating condition to use development and promote resource recycling.

The substances and extents of this research are follows ;

■ Scale Investigation on Pulp Mold Market

- Investigation of pulp mold market in the domestic and foreign area
- Investigation of pulp mold standard and defect

■ The Setting up Operation Condition of Dry Defiberator

- Control of operation condition in dry defibrator
- Moisture content of dry defibrated waste paper

■ Manufacture of Hot Press for Making Pulp Mold

- Pressure and dimension of hot press
- Design and manufacture of mold for making pulp mold
- Standardization of pulp mold dimention

■ Development of forming Technology for manufacturing pulp mold by Dry Process

- The mixing condition of various waste paper
- The mixing condition of adhesive and addition
- Adhesive for making of pulp mold
- The forming of curve pulp mold

■ Development of Manufacturing Condition for Manufacturing Pulp Mold by Dry Process

- Effect of temperature and pressure on the mold forming
- Control of adhesive and additive
- Investigation of plasticity of mixing condition on paper and agricultural product waste

■ Consideration of Forming Condition for Manufacturing Pulp Mold by Dry Process

- Comparison of forming condition on manufacturing method
- Comparison of forming condition on kind of wastpaper
- Selection of optimum forming condition by kind of adhesive and additive amount in pulp mold by dry process

■ Investgation of Physical and Mechanical Characteristic for Manufacturing Pulp Mold by Dry Process

- Measurement of physical property and degree of strength for manufacturing pulp mold by dry process
- The Physical property of pulp mold on forming pressure and pressure

- The physical property and degree of strength on kind and amount of adhesive and additive in pulp mold
- The physical property and degree of strength on wastepaper amount in pulp mold

■ Investigation of Coloring Treatment Method for Manufacturing Pulp Mold by Dry Process

- Selection of color
- Selection of coloring chemicals
- Selection of coloring method
- Experiment on coloring property

■ Investigation on Anti-fungal Treatment Method

- Analysis of extracting component on wastepaper
- The general rule of food vessel, instrument and packing
- Selection of preservative and method
- The anti-fungal experiment for manufacturing pulp mold by dry process

■ Comparison Between known Package Materials for Fruit Container (polystyrene type) and Dry Process Pulp Mold

- Questionaire and estimation of businessman concerned in fruits and mold user
- Discussion

■ Suggestion on Application

Ⅳ. Results and Suggestions

1. Results of research and development

The following results were obtained from the two years research to Develop of Production Technology of Environmental-protection Type Package Materials for Fruit Container.

1) Waste papers weren't cellected and used with mixed state.
2) Operating condition for dry process defibrater were 5000rpm, 10min..
3) Table 1 and scheme. 1. show operation condition for manufacturing product and mass production.
4) Spray method is fitted to staining on mold and 5% dye-stuff is fast

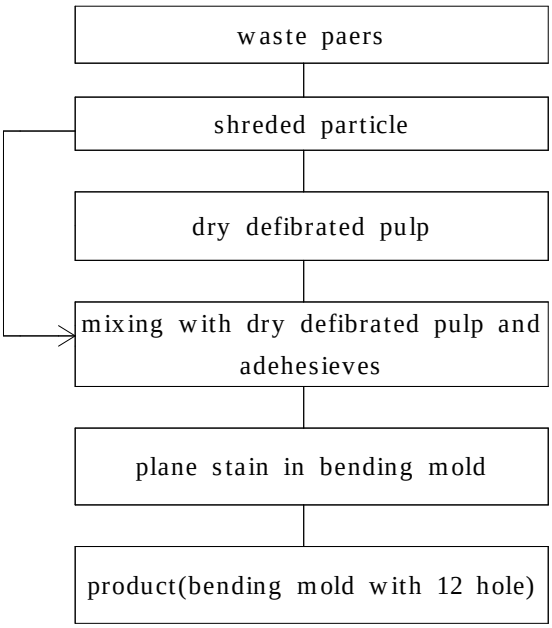
The presumption of expectant effect :

1) The effect of waste treatment and safeguard of environment by waste resource recycling
2) The disposal of environmental protect policy by environmental -protection type package materials
3) The promotion of economical value for waste resource
4) The prospering of recycling industry
5) The increasing peasant's income from maximizing value of agriculture products

Table 1. Optimal operating condition on dry defibrated pulp mold

materials	mixing waste papers
operating condition	5000 rpm, 10 min.
Water content (based on air-dry weight of sample %, g)	80 %
Adhesive content (based on air-dry weight of sample %, g)	EVA resin, 10 %
Molding pressure	60 kgf/cm2
Molding temperature	100 ℃
pressing time	7 min.
hot-pressing method	pressurization continually with the same pressure without exhaustion of steam

Scheme 1. Manufacture procedure for dry defibrated pulp mold



2. Suggestion

1) With recognizing of graduated students and researcher in this field for research method in this study and recycling method of waste materials
2) Training agents in future
3) Application of study results to prevent against environmental pollution
4) Public support and investment for related industry

CONTENTS

목 차

< 사 진 목 차 >

제 1 장 서 론

현재 인구의 도시 집중화와 현대 문명의 발달에 더불어 각종 폐기물량은 급속히 증가되고 있는 현실에 있다. 이러한 시대적 배경에 즈음하여 전 세계적으로 환경친화형 소재 개발에 박차를 가하고 있으며, 선진각국에서는 자국의 환경보호 정책에 따라 수출입 상품의 포장을 환경친화형 소재로 전환하고자 하는 노력이 진행 중이다.

현대 사회에서 포장의 개념은 단순히 상품의 보호성만을 의미하는 것이 아니라 포장의 기능성에 부가하여 지구 환경을 해치는 원인이 되어서는 안된다는 점이다. 한편 현재 상품의 포장에 주로 사용되고 있는 소재의 경우 비닐, 스티로폼, Polyethylene, Polypropylene 등이 있으며, 이러한 소재로 포장된 상품은 선진각국에서 수입규제대상이 되는 경우가 있어 환경친화형 포장재료의 개발은 필연적인 연구 대상이 되었다.

본 연구에서는 용수의 사용이 없어 폐수에 의한 공해 유발이 없고, 건조 에너지 소비가 거의 없는 건식 펄프몰드 제조 공정을 개발하여 농산물 포장 재료의 대체 소재 개발과 농가의 실질적인 소득증대 효과를 도모하기 위해 시행하였다.

현재 각국의 환경보호규제정책과 더불어 수입물품의 포장재료도 환경친화형 포장재료를 요구하는 국가가 점차 많아지고 있는 현실에 있다. 이는 선진각국의 의식수준 향상과 개도국의 모방에 인한 것으로 생각된다.

전년도에 비해 도시 폐기물 중 생활쓰레기는 쓰레기 분리·수거에 의해 잠시 줄어드는 경향을 보이다가 다시 그 배출량이 증가하고 있으며, 이것은 분리수거된 쓰레기의 효율적인 이용방안이 없기 때문에 다시 소각 및 매립에 의해 처리되고 있기 때문이다. 한편 폐지류를 원료로 하는 종이재생공장은 폐지류를 동급·동질의 폐지로 분류하는데는 많은 인건비가 소요되므로 그 생산단가의 한계로 인해 점차 재생지 생산업체가 줄어드는 현실에 있다.

이러한 현실에서 혼합폐지류의 이용 방안은 반드시 선결되어야 할 과제이고 본 연구과제는 혼합폐지류의 이용이 가능하기 때문에 심각한 도시쓰레기의 처리방안을 새로운 각도로 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

현재 일본의 경우 강력한 지방자치제로서 각 현마다 조례, 조항을 증가하는 폐기물의 대처방안으로 해마다 개정신설을 반복하고 있으며, 폐자원의 처리문제 및 유효방안에 관해서 매우 적극적으로 대처하고 있는 나라 중 하나라고 할 수 있으며, 현재 분리수거된 폐지류를 위해 건식 해리기의 개발 등 그 이용방안을 강구 중에 있다고 한다.

미국의 경우에 있어서도 폐지류 및 농산 폐자원을 이용하여 포장완충재료를 개발하여 제품으로 생산을 추진하고 있으며, 폐지류와 고분자재료를 합성하는 기술을 개발 중에 있어 점차 폐지류의 용도개발이 진행 중에 있다. 물론 이러한 연구정보는 인터넷 등을 통해 국제적으로 폐지류의 활용법에 대해 세계 각국의 관련 연구자들과 정보를 교환하고 있다.

본 연구 개발의 최종 목표는 농산물 중 과실류의 상품가치를 극대화시키는 포장재료로서 미이용 도시쓰레기 중 폐지 및 농산 폐기물을 재활용 사

용하여 공해가 없으며, 경량화된 기능성 지류 포장재료를 제조하는 기술을 개발함으로써 과실류의 유통, 저장성을 극대화시켜 농민의 소득을 증대시키는 것을 최종 목표로 하고 있다.

구체적인 내용으로서는 내포장용 공해성 완충재인 스틸렌폼 대체용 무공해 지류 완충재로서 폐지 및 농산 폐기물을 원료로 한 건식 펄프몰드의 개발과 재활용 가능한 물질인 폐지의 재활용 기술을 개발하여 폐지의 이용효율을 높이고, 외포장재인 판지 및 보드를 제조하는데 대량으로 사용하여 폐품을 이용한 무공해 포장재를 만드는 일석이조의 효과를 노리고 있다.

산림자원 보호 및 도시쓰레기 중 폐지를 이용하여 도시쓰레기의 분리수거, 감량화 및 자원재활용 방안으로써 환경을 보호하고 저중량이므로 운반, 수송상의 취급 편의성을 추구함과 동시에 외포장재의 압축강도, 내수성, 통기성, 미끄럼 방지 등의 기능을 부여하여 농산물의 보호, 신선도 유지 및 상품의 가치 향상을 통한 농민들의 실질적인 소득증대 및 향후 농산물의 수출증대를 최종 목표로 하고 있다.

본 연구에 의해 아래와 같은 기대효과가 창출되리라고 예상한다.

1) 폐자원 재활용에 따른 폐기물처리 효과 및 환경보전에 기여
2) 환경친화형 포장재료의 개발로 선진국의 환경보호규제 정책에 대처
3) 폐자원으로 경제적 가치 창출
4) 재생산업의 활성화
5) 농산물의 상품가치를 극대화시켜 농민들의 소득증대에 기여

최종적으로는 건식 펄프몰드 제조에 관한 특허권을 취득 및 재생산업화

의 길을 모색하고, 얻어진 기술력을 바탕으로 새로운 제품생산의 관련연구를 지속적으로 추진한다.

본 연구를 통해서 많은 관련 분야의 연구자 및 대학원생의 참여를 통해서 연구 방법 및 재활용품의 이용방법에 관한 개변을 인식시킴으로써 장래의 인재를 양성함과 동시에 환경오염 방지에 관한 중요성을 일반인에게 인식할 수 있도록 본 연구결과를 충분히 활용한다.

본 연구과제 수행방법은 대학 실험실의 연구인력에 의해 면밀히 조사·검토된 기본적인 사항들을 근거로 신제품의 새로운 길을 연구·모색하며. 종합적인 검토결과 얻어진 자료로서 산업체에 적용실험을 하고, 건식 펄프몰드 최적 제조공정 설정과 용도개발 및 재활용을 촉진시키도록 본 연구를 추진하였다. 본 연구과제의 최종 목표를 달성하기 위하여 열압프레스 및 금형을 제작하였으며, 실제로 폐지류 및 접착제를 사용하여 건식 펄프몰드를 제조하였다.

제 2 장 펄프몰드 시장 및 현황조사

제1절 국내·외 시장 조사

1. 국내 시장 조사

표 2-1와 표 2-2에서 보는 바와 같이 펄프몰드 제조업은 현재까지 다른 기타 제조업에 비해 사업체 수, 생산액, 각 사업체의 종사자 수 등이 비교적 소규모 업체들로 구성되어 있음을 알 수가 있었다.

표 2-1. 사업체별 생산현황 통계 비교표 (단위 : 개, 백만원, 1994년 기준)

사 업 체 (제 조 업)	사업체 수	생산액	연간 출하액	주요 생산비	부가가치
• 펄프성형제품	8	14,025	13,495	8,360	5,665
• 골판지	82	584,829	585,071	358,734	226,095
• 포장용판지상자 관련품	1,067	1,207,751	1,206,973	749,298	458,453
• 기타골판지 및 종이용기	55	50,493	49,858	26,087	24,406

자료 : 광공업 통계 조사보고서

표 2-2. 펄프성형품 제조업 생산현황 (단위 : 개, 백만원, 1994년 기준)

사업체 규모 (종사자수)	사업체 수	생산액	연 간 출 하 액			주 요 생산비	부가 가치
			합 계	제 품 출하액	임가공 수입액		
5 - 9	4	889	891	741	150	323	566
10 - 19	-	-	-	-	-	-	-
20 - 49	3	9,339	8,985	8,985	-	6,548	2,851
50 - 99	1						
합 계	8	14,025	13,495	13,345	150	8,360	5,665

자료 : 광공업 통계 조사보고서

한편, 펄프몰드 포장재를 평가할만한 구체적이면서 객관적인 자료가 절대적으로 부족한 실정이므로 향후 제품에 대한 용도개발, 포장재의 기능성을 발휘할 수 있는 객관적인 데이터의 축적이 요구된다.

2. 국외 시장 조사

본 연구자의 국외(일본 현지) 출장에서 일본은 폐지를 지방 자치단체에서 보조금을 지급하여 회수하고 있기 때문에 폐지가 과잉 회수되는 경향이 있으며, 이러한 폐지의 이용도가 명확하지 않아 오히려 큰 문제가 되고 있었다.

한편 일본의 건식 펄프몰드 포장 충진재는 아직까지 상품화되어 있지는 않지만 각 방면에서 다각도로 연구·추진 중에 있었다. 이외 폐지로부터 새

로운 용도의 재생상품을 개발하려는 움직임이 있었고, 폐지를 이용한 신용도 개발에 연구를 추진 중에 있었다.

일본의 경우 폐지 이용에 따른 기계설비는 현재 우리나라에 비해 많이 개발되어 있었으며, 그 중 건식 해리장치 등은 그 기능이 탁월함을 알 수가 있었다. 한편 일본의 폐지 이용 연구는 포장재 외에도 고분자와 합성시킨 복합재료까지 다양한 연구를 검토 중에 있었다.

따라서 본 연구자는 폐지의 이용도 방안에 관해 좀 더 구체적인 사례들을 배우게 되었고, 차후 본 연구과제 외에도 폐지의 이용방안에 관해 여러 가지의 연구방안들을 검토할 예정에 있다.

제2절 펄프몰드의 규격 및 문제점 조사

1. 펄프몰드의 정의 및 사용의의

펄프몰드란 섬유상 지류를 원료로 사용하여 용도에 따라 여러 가지 형상과 기능성을 부여하기 위해 첨가제를 첨가하여 성형·건조시킨 것을 말하며, 전세계적으로 환경보호 인식이 높아짐에 따라 환경공해 문제를 일으키는 EPS(Expanded Polystyrene, 발포스티로폼) 등의 포장소재를 사용하는데 규제를 강화하고 있다. 우리나라의 경우에도 95년 2월 6일 환경부 고시 '제품의 포장방법 및 포장재의 재질 등의 기준에 관한 규칙'에 의하면, 3만 ㎤ 이하 용적물의 포장에는 합성수지계 포장완충재 사용을 금지하고, 그 이상의 제품에 대한 포장에는 96년 12월 31일까지 자체 감량계획을 수립 시행되도록 의무화하였다. 한편 전세계적으로 선진각국에서는 자국의 환경보호 정책에 따라 수출입 상품의 포장을 환경친화형 소재로 전환하고자 하는 노력이 진행되고 있다.

포장분야에서도 그 중요성이 새로이 인식되어 연구개발이 활발히 진행되

고 있는 것이 셀룰로오스 펄프의 압축성형물인 펄프몰드이며, 발포 폴리스틸렌의 대체품으로 주목받고 있다. 사용된 펄프몰드 제품은 회수해서 리사이클링도 가능하다.

이러한 현실에 즈음하여 펄프몰드의 사용의의는 공해문제를 줄이고 자원을 재활용하며 수출입시의 무역마찰을 줄여 실질적인 소득증대에 기여하는 데 있다고 할 수 있겠다.

2. 펄프몰드의 제조법 및 그 특성

펄프몰드의 제조법은 일반적으로 습식법과 건식법으로 대별되며, 습식 펄프몰드의 경우 제조시 다량의 용수가 필요하며, 건조시간 및 비용이 많이 소요되는 등 많은 문제점을 내포하고 있다. 특히 습식 펄프몰드는 건조시 수분 감소에 따른 수축으로 왜곡, 변형 등이 발생하는 단점이 있다. 그러나 건식 펄프몰드는 그 공정이 간단하고 용수문제, 에너지문제, 건조시 결함 등을 해소할 수 있어 제품의 두께 조절이 가능하며, 치수 정밀도를 조절할 수 있는 장점이 있다.

그림 2-1과 그림 2-2는 습식 펄프몰드와 건식 펄프몰드의 제조 공정을 나타낸 것이다.

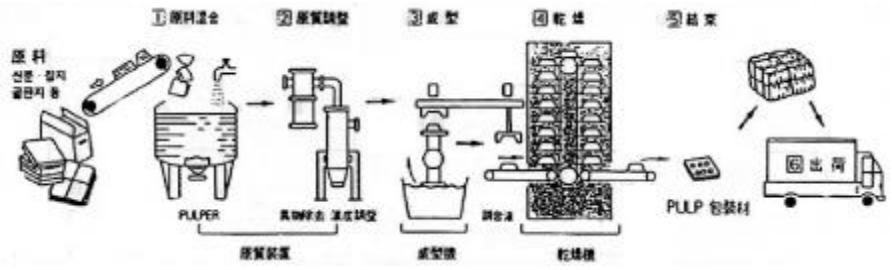


그림 2-1. 습식 펄프 몰드 제조공정도

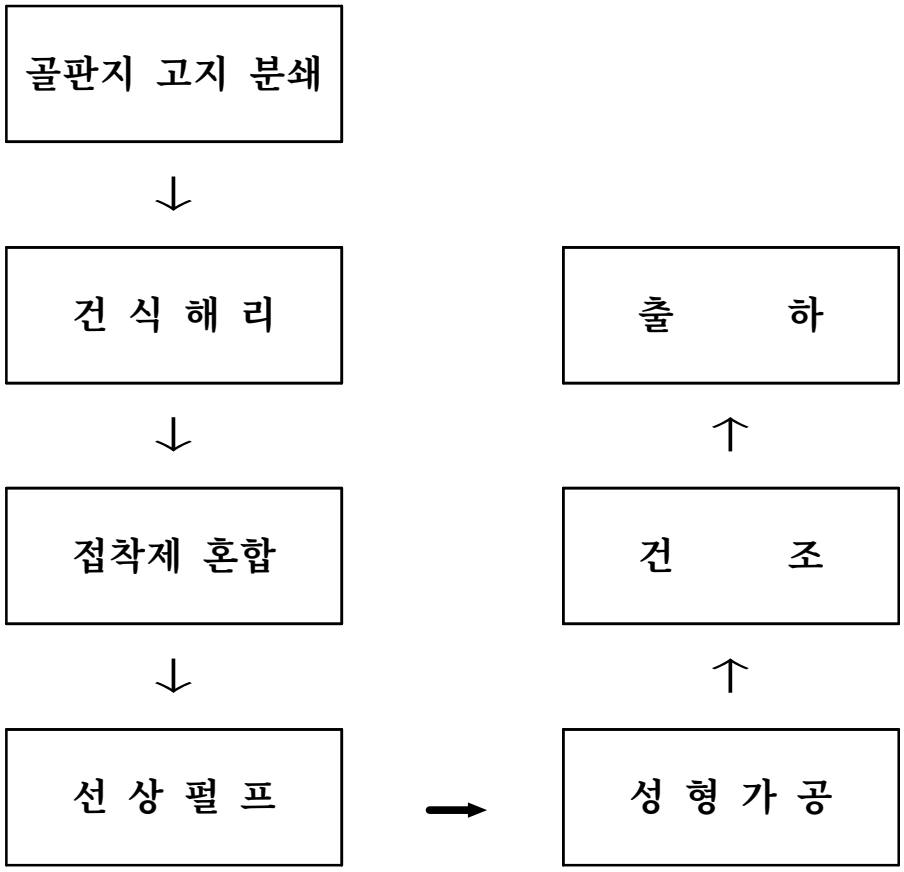


그림 2-2. 건식 펄프몰드 제조공정도

3. 펄프몰드의 종류와 사용용도 조사

펄프몰드는 제조방법에 따라 표 2-3과 같이 soft mold, hi-mold, TEX, 건식 펄프몰드로 구분되어지며, soft mold와 hi-mold는 습식법 중 진공성형 방식에 의해 제조되고, TEX는 습식법 중 프레스식에 의해 제조된다. 한편 습식 펄프몰드의 경우 그 제조법에 따라 적용될 수 있는 제품류가 구분되어지며, 건식 펄프몰드는 1차 식품류로부터 공산품 포장에 이르기까지 그 사용범위가 광범위함을 알 수가 있었다.

표 2-3. 펄프몰드 종류에 따른 사용용도

구분 / 특성		적용중량	적 용 제 품	비 고
습식펄프몰드	Soft Mold	1-5 kg	형상이 간단한 제품 1차 식품류	청과물, 계란팩 농업용 자재
	Hi-Mold	1-20 kg	형상이 복잡한 제품	공업용 제품 가전제품
	TEX	10-1000 kg	중량물에 적합 운반용 파레트	모터, 엔진, 자동차 부품 변기 등 전 상품의 고정재
건식 펄프몰드			1차 식품류 공업용	과일용기, 접시 병원용기, 도시락

4. 잡종고지의 현황 및 용도

가. 잡종고지의 현황

현대 문명사회의 발전과 더불어 종이의 용도는 실로 다양하게 사용되고 있으며, 생활수준의 향상과 더불어 종이의 소비량은 날로 증가하고 있다. 현재 우리나라의 경우 종이 생산원료의 약 70%를 회수고지로 충당하고 있으며, 고지의 회수율도 50.5%라는 모범적인 회수율을 보이고 있다. 현재 고지의 재활용은 주로 재생지의 원료로 사용되는 경우가 대부분이며, 이러한 재생지의 원료로 사용되는 경우 고지가 동일 지종으로 구성되어 있어야만 재생지로써 생산이 가능하다. 그러나 현재 종이는 미국의 경우 51종류로

일본의 경우 26종류로 분리할 만큼 그 종류가 다양하기 때문에 회수된 고지의 경우에도 재생지의 원료로서 이용하기 위해서는 다시 동종의 고지로 분리해야 하는 단점이 있다.

표 2-4에는 국내 종이 생산량과 고지회수율 및 수입 고지의 사용량을 나타내었으며, 종이의 생산량의 경우 계속적인 증가 추세를 보이고, 종이의 소비량은 2000년에는 1,000만톤으로 국민 일인당 년간 220kg으로 예상하고 있다. 현재 우리나라의 경우 폐지 재활용 수준이 세계 최고 수준인 것으로 분석되었다.

표 2-4. 국내고지 및 지류통계자료

년 도	1인당 지류 판지 소비량 (kg)	지류 생산량 (천톤)	고지 사용량 (천톤)	고지 사용율 (%)	고지 회수량 (천톤)	고지 회수율 (%)	고지 수입량 (천톤)	국내 고지 자급율 (%)
1990	101.1	4,524	3,342	69.6	1,874	43.4	1,467	56.1
1991	112.5	4,922	3,643	70.3	2,094	43.0	1,549	57.5
1992	121.0	5,503	3,932	69.0	2,324	44.0	1,608	59.1
1993	127.5	5,803	4,242	68.8	2,701	46.3	1,541	63.7
1994	137.3	6,434	4,703	68.4	3,304	50.5	1,399	70.3
1995	144.8	7,341	4,945	65.7	3,662	53.2	1,283	74.1
1996	150.2	7,681	5,391	66.0	3,944	54.7	1,447	73.2

미국의 민간환경연구소인 월드워치연구소가 최근 발간한 지구환경현황 자료집 “바이탈 사인(vital sign) - 1998년”에 따르면 우리나라는 95년 기준으로 제지산업규모 상위 10개국 중에 재활용 종이 비율이 72%로 가장 높다고 밝혔다. 우리나라에 이어 독일은 58%, 일본 53%, 이탈리아 50% 순으로 나타났다. 또 국내 폐지회수율은 56%로 독일 67%, 스웨덴 58%에 이어 3위를 차지했다. 우리나라는 지난 95년 36억 6천 2백만 톤의 폐지를 수집, 미국, 일본, 독일, 중국, 프랑스에 이어 6번째로 많았다. 한편 이 자료집에서는 우리나라를 미국, 독일, 캐나다 등과 함께 정부가 음식물 쓰레기 등 유기성 폐기물의 퇴비화에 적극 나선 국가로 분류했다.

한편, 환경부가 98년 2월 한달을 폐자원 집중 수거기간으로 정하고 집중 캠페인을 벌인 결과 한달동안 약 1700억원어치의 폐자원이 수거된 것으로 집계됐다. 환경부는 이달 중 전국에서 수거된 폐자원은 모두 95만 2천톤으로 이를 경제적인 가치로 환산하면 1697억원어치에 달하고, 수입대체효과는 1억 2천 1백만달러에 달하는 것으로 잠정 집계됐다고 28일 밝혔다. 환경부는 이달 초 하루 평균 3만 5천톤이 수거되었으나, 전 국민적인 캠페인으로 확산되면서 수거량이 하루 4만 5천톤으로 늘어났다고 설명했다. 품목별로는 고철류가 48만 9천톤(54.9%), 폐지류 29만 8천톤(33.4%), 유리병 3만 8천톤(4.2%), 플라스틱류 3만 5천톤(4.0%), 기타 3만 1천톤(3.5%)순이었다. 환경부는 이번 집중 수거 운동을 벌인 결과 재활용에 대한 국민적 관심이 크게 높아졌고, 수거운동 주체가 지방 자치단체에서 새마을 부녀회, 지역 단체, 공공기관, 군부대, 학교, 농협, 백화점, 기업체 등으로 확산되어 범국민적 운동으로 발전되는 효과를 거두었다고 설명했다. 환경부에서 이러한 범국민적 폐자원 수거운동과 더불어 수거된 폐자원이 제대로 재활용 되도록 분리수거 방침도 재점검할 방침이다.

그러나 이러한 폐자원의 국민적인 관심에도 불구하고 수거된 폐자원의

적절한 용도가 개발되어 있지 못해 사실상 분리수거된 폐자원이 다시 소각 및 매립에 의해 처리되는 현실에 있다. 특히 종이류의 경우 위에서 언급한 바와 같이 재생지의 원료로 재사용 되는 것이 가장 바람직하지만 동종의 지류로 분리가 되어야지만 재생지의 원료로 이용이 가능하기 때문에 잡종고지의 용도개발은 실로 시급한 연구과제라 할 수 있다.

나. 잡종고지의 용도 및 분류

고지의 이용방안 중 경제적·환경적 측면에서 재생지의 생산이 가장 바람직한 방법이라고 언급할 수 있다. 그러나 재생지의 생산은 동일 지종으로 분리가 되어야만 그 원료로써 사용이 가능하기 때문에 혼합되어 배출되는 고지의 용도개발은 자원절약 및 환경보호측면에서도 반드시 선결되어야 할 연구과제라 할 수 있다.

한편 쓰레기 종량제 실시 이후, 폐지가 분리수거되지 않는 가장 큰 이유는 혼합된 폐지의 사용처 및 이용도가 없어 분리수거된 폐지를 다시 소각 및 매립에 의해 처리하고 있기 때문에 분리수거에 대한 국민의 호응도가 저하되고 있다. 따라서 혼합된 고지의 용도 개발은 시급한 연구과제라고 할 수 있으며, 최근 선진각국의 혼합고지 용도개발에 관한 이용방안을 살펴보면 다음과 같다.

1) 폐지를 이용한 연료용 알콜생산

폐지류는 cellulosic biomass 자원의 하나이며, 이러한 폐지류는 당화 공정 및 발효공정을 거쳐 연료용 알콜의 생산이 가능하다. 현재 이러한 연구는 미국, 일본 등지에서 많은 연구가 시행되고 있으며, 미해군 NATIC자원연구소의 폐 cellulose의 당화 process가 시험가동 되고 있는 것으로 알려져 있다.

폐지를 물리적·화학적 전처리를 행한 후 당화 및 발효공정을 거쳐 연료용 알콜을 생산할 수 있는 system을 구축하였으며, 현재에는 생산 cost의 문제와 발효시 발생되는 50%이상의 폐기물이 문제시 되어왔고, 이러한 문제점을 개선하기 위한 연구를 시행 중에 있다.

2) 폐지로부터 용액화법에 의한 고분자물질의 제조

폐지의 용액화는 용액화시 폐지성분의 저분자화로 석유화학공업 원료의 대체소재로 그 이용이 가능하며, 리그노 셀룰로오스 물질의 생분해성을 이용하여 고분자제품을 제조함으로써 환경친화형 고분자소재의 개발이 가능하다. 한편 그 용도로는 접착제, 발포제, 탄소섬유, 도료, 생분해성 고분자 원료 등 여러 가지 이용방안이 있다.

3) 폐지로부터 건식 펄프몰드(포장완충재)의 제조

펄프몰드란 섬유상 지류를 원료로 사용하여 용도에 따라 여러 가지 형상과 기능성을 부여하기 위해 첨가제를 첨가하여 성형·건조시킨 것을 말하며, 전세계적으로 환경보호 인식이 높아짐에 따라 환경공해 문제를 일으키는 EPS(Expanded Polystyrene, 발포스티로폼), polyethylene, polypropylene 등의 포장소재를 사용하는데 규제를 강화하고 있다.

따라서 우리나라의 경우에도 95년 2월 6일 환경부 고시(제품의 포장방법 및 포장재의 재질 등의 기준에 관한 규칙)에 의거 3만 cm^3이하의 용적물 포장에는 합성수지계 포장소재의 사용을 금지하고 있다. 한편 기존에 제조되고 있는 습식 펄프몰드의 제조시에는 용수문제, 에너지 문제, 건조시 결함, 두께조절의 불가능 등 많은 문제점이 있다. 따라서 현재 선진각국에서는 이러한 습식법의 문제점을 개선하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있고, 다량의 혼합폐지 사용으로 혼합폐지 이용방안의 획기적인 시금석이 될 것으로

기대된다.

4) 폐지류를 이용한 건축 내장재 및 공산패널의 제조

환경친화형 신소재의 경우 지류 셀룰로오스의 완충성과 복원력 등의 성질을 이용하여 고분자와의 합성을 통해 건축 내장재, 가전제품, 사무용기, 공산품 등에 응용이 시도되고 있으며, 미국의 경우 자동차 내장재의 사용이 시도되어 현재는 상품화가 이루어져 있다. 한편 일본의 경우에도 지류·합성수지 복합체(PASCO)를 개발하여 폐지펄프와 합성수지 복합소재의 산업화를 추진 중에 있다. 그러나 현재 가공작업적성, 자동화 및 성형기술향상 등 아직 많은 선결과제가 남아있기 때문에 향후 좀더 심도 있는 연구가 진행될 것으로 생각된다.

5) 폐지류를 이용한 단열 내장재의 개발

기존 건축 단열재로 사용되고 있는 스티로폼이 폐기시 처리문제와 제조 및 소각시 등에서 환경유해물질로 그 가치가 점차 하락하고 있고, 건축외벽과 내벽사이의 단열효과는 지류가 스티로폼에 비해 매우 우수한 것으로 판명되었다. 따라서 현재 일본의 경우 지류 단열재의 연구가 활발히 진행되고 있다.

국내에서도 지류의 특성을 감안한 단열재에 관한 연구가 국내에서도 활발히 진행되고 있다. 한편 본 연구과제의 경우 폐지의 건식 해리기술, 폐펄프의 접착기술, 분사기술 등 단열재의 사용을 가능케 할 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

6) 폐지류를 이용한 건축바닥소재의 개발

최근 황토에서 세라믹계 물질에 의한 원적외선의 방출로 건축내실 바닥

재로 황토 바닥재의 인기가 급상승 중이다. 하지만 황토 바닥재의 경우 가공적성이 매우 떨어지는 단점이 있어 시공에 있어 많은 애로점이 있다. 특히 이러한 문제점으로는 황토 바닥재 가공시 균열, 수축 등이 문제시 되어 왔으며, 최근 폐건식 해리섬유를 부재료로 이용하여 황토 바닥의 가공시 균열과 수축을 방지하는 연구성과를 거두었다.

한편 시멘트 바닥 또한 폐건식 해리섬유를 부재료로 혼합하여 겨울철에 발생하는 시멘트 crack을 방지할 수 있는 기술을 개발하였으며 폐건식 해리섬유의 건축 부소재로의 사용이 기대된다.

7) 그 외의 이용방안

고지를 이용한 제품과 원료로 사용되는 고지를 표 2-5에 나타내었다.

표 2-5. 고지이용 제품과 원료

이용분야	제품	원료고지
포장재료	시트팰릿 목질발포제	신문, 잡지, 골판지 골판지
토목·건축	외층용 벽재 콘트리트 거푸집 고지혼입 모르타르	신문, 잡지 고지 고지
농업자재	재생 멀치재 육모용 종이포트 농업용 멀치재	재생지 고지(펄프몰드) 신문(건식분쇄고지)
연료	고형연료	종이찌꺼기, 목재 파편

제 3 장 건식 해리기의 해리조건 설정

건식 펄프몰드 성형을 위해서는 먼저 폐지의 입자크기를 결정해야만 한다. 폐지의 입자 크기에 따라 접착제 투입량, 수분 첨가량, 성형시 가공성 등에 영향을 미치기 때문에 폐지의 건식 해리조건은 건식 펄프몰드 가공시 반드시 선결되어야 할 중요인자라 하겠다.

제1절 건식 지류해리기의 운전 조건 조정

1. 해리시간에 따른 폐지의 입자 크기 변화

본 연구실에서 배출되는 신문용지(ONP), 전산용지(CPO), 골판지(OCC)를 엄선하여 본 연구 수행 중에 구입한 문서파쇄기(HI CUT-4000, 신도리코사 - 사진 3-1)에 통과시켜 2×25mm 크기로 절단된 시료를 원료로 하였다.

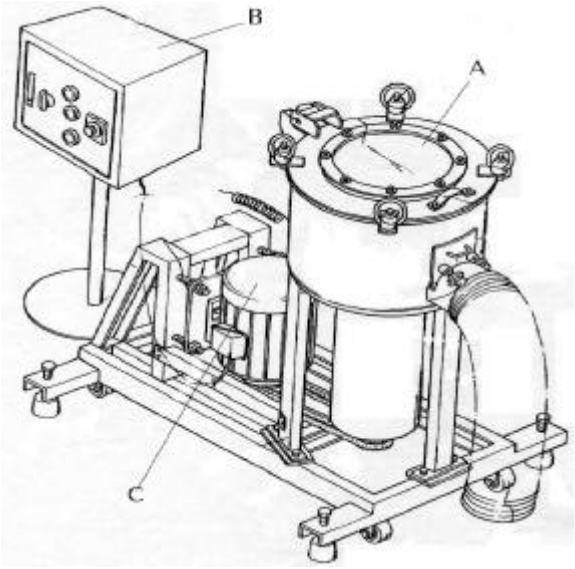
본 연구실에서 설계·제작한 단속식 건식지류해리기(그림 3-1)를 사용하여 표 3-1의 조건과 같이 해리하였다.

표 3-1. 각종 폐지의 건식 해리 조건

구 분	해 리 조 건
시 료	신문용지, 전산용지, 골판지
시 료 중 량(g)	150
회전속도(rpm)	5000
해리시간(분)	2, 4, 6, 8, 10, 15, 20

해리시간에 따른 폐지의 해리상태의 변화를 사진 3-2와 3-3에 나타내었다. 해리시간이 가장 짧은 폐지와 해리시간이 가장 긴 폐지를 비교하였을 때 해리시간이 2분인 폐지는 입자가 굵고 커서 문서파쇄기에서 통과한 형태를 그대로 지니고 있으며, 해리시간이 20분인 폐지는 입자가 작고 미세하여 솜털같은 형태로 되었음을 육안으로 확인할 수 있었다. 따라서 신문용지와 전산용지, 골판지 모두 해리시간이 길어질수록 입자와 크기가 점점 작아졌음을 알 수 있었다.

(사진 3-1 참조)



A: 원료투입드럼 B:제어기 C:모터

그림 3-1. 본 연구에 사용된 건식지류해리기의 모식도

(사진 3-2 참조)

(사진 3-3 참조)

2. 건식 해리한 폐지의 함수율 측정

각 조건별로 해리된 폐지의 함수율은 전건법에 의해 측정하였다.

표 3-2. 해리시간에 따른 폐지의 함수율(%)

폐 지	평균함수율 (%)	해 리 시 간 (분)						
		2	4	6	8	10	15	20
신문용지	6.1	6.9	6.3	6.0	6.7	5.8	5.7	5.6
전산용지	4.9	4.8	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	4.7
골 판 지	6.6	6.8	6.9	6.4	6.6	6.4	6.4	6.3

표 3-2에 해리시간에 따른 폐지의 함수율을 나타내었다. 전산용지, 신문용지, 골판지 모두 해리시간에 따라 함수율의 분포는 경량치가 없는 것으로 나타나 해리시간이 폐지의 함수율에 영향을 미치지 않는다는 것을 알았으며, 신문용지의 경우는 평균함수율이 6.1%, 전산용지의 경우는 4.9%, 골판지의 경우는 6.6%로 골판지의 함수율이 더 높게 나타났다. 이것은 여러 가지 복합적인 요인이 있다고 생각되나 특히, 전산용지와 신문용지, 골판지의 원

료의 차이에서 기인된 것이라 생각된다.

제2절 각 지류별 건식 지류해리기의 운전 조건

1. 건식 해리 조건에 따른 각 지류별 섬유장의 측정

각 해리시간별로 건식 해리된 시료를 소량 취해 시험관에 넣고, scuhrz 용액을 첨가하였다. 이를 60℃의 water bath에서 20분간 중탕하고 교반하여 섬유를 해리한 후, 해리된 섬유를 침전시켜 상등액을 제거하였다. 이를 충분히 세척한 후 현미경으로 관찰하여 평균섬유장을 측정하였다.

해리시간별로 건식 해리한 폐지로부터 측정한 평균섬유장은 그림 3-2에 나타내었다. 평균섬유장은 전산용지의 경우 건식 해리기에서의 해리시간이 2분일 때 172.8㎛, 20분일 때 74.5㎛로써 해리시간이 길수록 평균섬유장이 점점 짧아진다는 사실을 알 수 있었다.

신문용지의 경우는 해리시간이 2분일 때 152.9㎛, 20분일 때 71.2㎛로 시간이 길어짐에 따라 평균섬유장이 짧아지기는 하나 전산용지만큼 현저한 차이는 보이지 않는다. 이렇게 신문용지의 원료가 전산용지에 비해 섬유장이 짧게 나타나는 원인은 신문용지는 고지펄프(탈묵펄프)로 대부분 구성되었기 때문으로 생각된다.

골판지(OCC)의 경우는 해리시간이 2분일 때 193.2㎛, 20분일 때 69.8㎛로 시간이 길어짐에 따라 가장 현저하게 평균섬유장이 짧아지는 것을 나타내고 있다. 이것은 골판지의 라이너지의 원료가 되는 크라프트 펄프가 대부분 장섬유이고 이 장섬유가 건식 해리공정에서 손상을 많이 받은 것으로 생각된다.

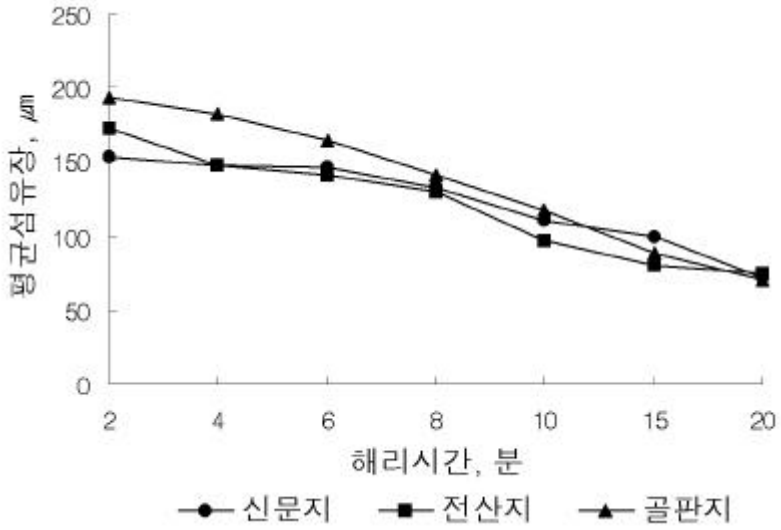


그림 3-2. 해리시간에 따른 폐지의 평균섬유장 변화

평균섬유장이 해리시간 10분 기점으로 하여 단섬유화되는 정도가 완만해진다는 점과 입자의 상태, 함수율 등을 고려해 볼 때 최적 건식 해리조건은 10분간(5,000rpm)이 적당할 것으로 판단되었고, 이 조건으로 건식 해리한 지류의 섬유장 현미경 사진을 사진 3-4에 나타내었다.

사진 3-4에 보는 바와 같이 건식 해리된 신문용지의 섬유는 전산용지에 비해 두껍고, 섬유장이 짧음을 알 수 있다. 그리고 골판지의 경우 라이너지에서 기인하는 두껍고 긴 섬유의 분포가 높음을 육안적으로 식별할 수 있다.

(사진 3-4 참조)

2. 건식 해리한 폐지의 입자크기별 분급

건식 해리된 펄프는 물을 매개로 하여 지류가 개개의 섬유상으로 분리되는 방식인 습식법에 의해 고지를 해섬하는 것과는 달리 기건상태의 지류를 임펠러에 의해 잘게 분쇄되기 때문에 입자가 개개의 섬유상으로 분리된 것과 종이가 잘게 파쇄된 형상인 지류파편, 미세하게 분쇄된 섬유상이 혼존해 있다.

따라서, 신문용지(ONP), 전산용지(CPO), 골판지(OCC)를 문서파쇄기(HI CUT -4000)에 통과시켜 세단된 입자를 전 항에서 얻어진 최적조건인 건식 해리기 운전조건 5,000rpm, 10분간으로 각각 건식 해리하여 제조된 시료를 기건상태에서 20 100 mesh로 분급시켜 중량별 분포를 살펴 보았다.

각 폐지의 입자크기별 중량 분포를 그림 3-3에 나타내었다.

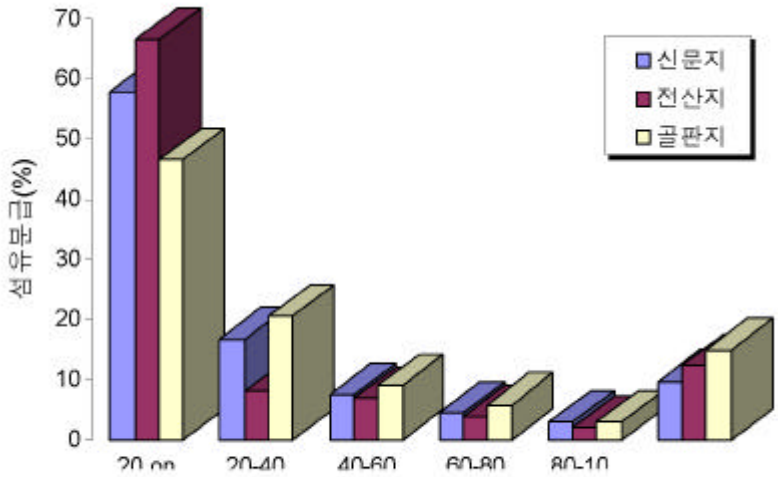


그림 3-3. 입자크기에 따른 섬유분포

그림 3-3 에서와 같이 전산지의 경우 20 mesh를 통과하지 않은 입자가 타 폐지에 비해 높게 나타나는 반면 100 mesh를 통과하는 미세분 함량은 더 높은 것으로 나타난다. 이것은 전산지가 신문지와 골판지에 비해 초지공정에서 첨가되는 무기물 함량이 높고 고인쇄성을 위한 첨가제가 많이 첨가되어 지류원료의 성상차이에 의한 것으로 판단된다. 골판지의 경우 입자의 분포가 가장 고르게 나타나고 있다. 따라서 전산지 단독으로 건식 해리할 경우 해리시간을 다소 연장할 필요성이 있고 여기에 수반되어 미세분 함량이 증가되므로 원료의 손실 및 접착제와 혼합 공정에서 혼합상의 문제를 초래할 가능성이 있다.

사진 3-5, 3-6, 3-7은 신문지, 전산지, 골판지의 각 크기별로 분급된 입자를 소량 취해 광학 현미경에 디지털 카메라를 부착하여 촬영한 동일 배율의 섬유사진이다.

(사진 3-5 참조)

(사진 3-6 참조)

(사진 3-7 참조)

그림 3-4는 신문지, 전산지, 골판지를 동일한 비율로 혼합하여 문서파쇄기로 세단입자를 제조한 다음 5000rpm, 10분간의 조건으로 건식 해리기로 해리한 폐지섬유를 기건상태에서 20 100 mesh로 분급시켜 폐지의 입자크기별 중량 분포를 나타낸 것이다.

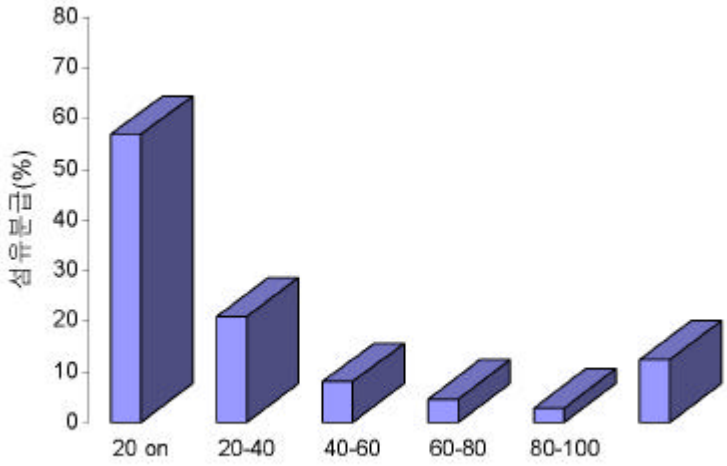


그림 3-4. 혼합폐지 건식 해리펄프의 입자크기에 따른 중량분포

각 입자크기별로 분리된 섬유의 중량 분포는 각각의 폐지에서 얻어진 입자크기별 중량 분포와 비교해 볼 때 대체로 평균값을 나타내었다. 따라서 전산지의 중량 분포 경향에서 나타나는 입자크기의 과대치와 과소치를 다른 폐지류에서 상호적 작용에 의해 보정되어 각 지류별 중량 분포 특성이 평균화된다는 것을 알 수 있다.

본 연구에서 최종적으로 과실용 내포장재용 펄프몰드의 제조에 투입되는 원료가 되는 폐지는 분리수급되지 않은 혼합성 폐지를 활용하는 것이고 또 혼합된 각 지류의 분포비가 일정하게 나타나지는 않기 때문에 본 항에서 최적조건으로 정한 건식 해리기 해리조건 (임펠러 회전 속도 5000 rpm, 해리시간 10분)이 적합할 것으로 판단된다.

제 4 장 건식 펄프몰드의 성형기 제작

제1절 Press의 압력 및 크기 설정

본 연구에 수행된 열압프레스기의 제작 사양은 표 4-1과 같다.

표 4-1. 열압프레스기의 제작 사양

사 양	세 부 내 용
- 총 압 력	50 TON
- 전열판 면적	600×600mm
- 전열판 재질	STS-304
- 가 압 판	1단
- 온 도	350±3℃
- 압 력	전자비례변에 의한 압력 조정
- 시 린 다	ϕ200×700mm
- 냉 각 방 식	수냉식
- safety beam 설치	

그림 4-1은 본 연구수행에 적합하게 설계제작한 열압프레스의 모식도를 나타낸 것이고 사진 4-1과 4-2는 열압프레스기의 실물사진과 기존에 보유하고 있던 소형 열압프레스의 실물사진을 나타낸 것이다.

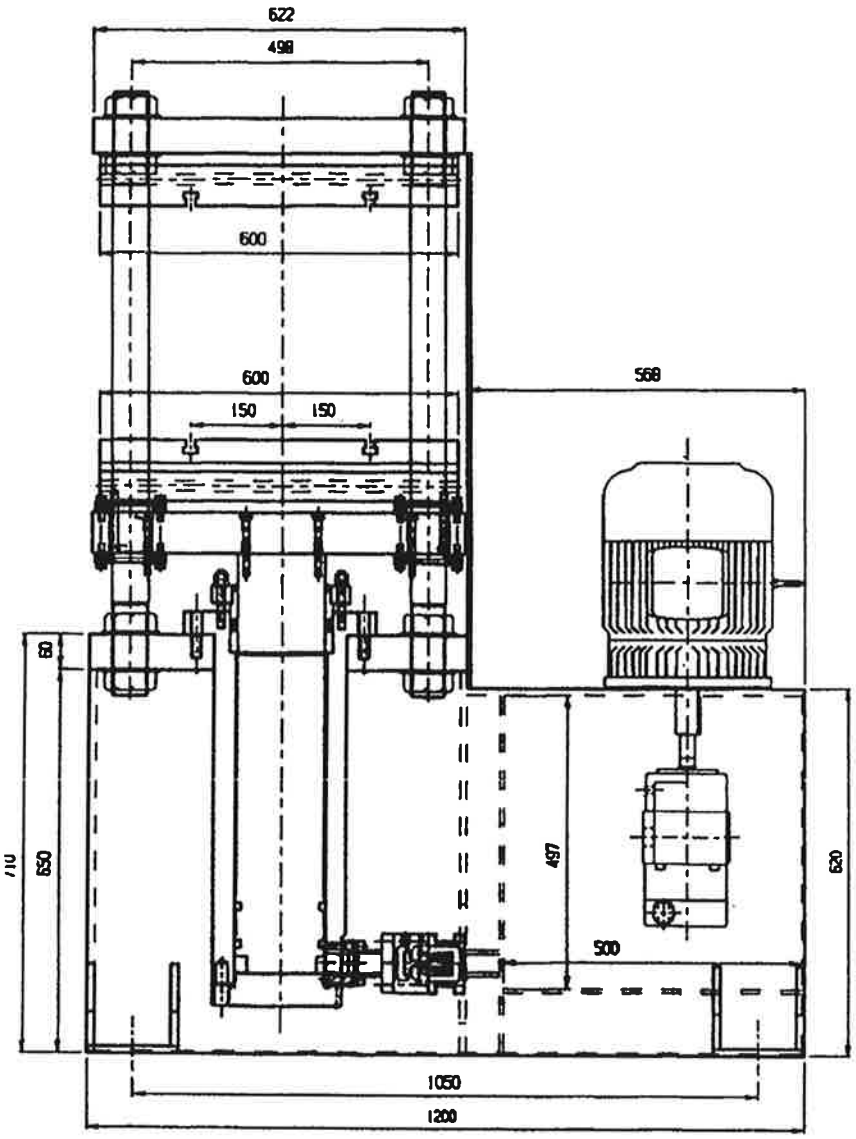


그림 4-1. 열압프레스 모식도

(사진 4-1 참조)

(사진 4-2 참조)

제2절 금형 및 주형제작

사진 4-3은 본 연구에서 사용되었던 단홀 만곡금형과 과실용 내포장재 규격에 맞게 제작된 12홀 만곡금형을 나타낸 것이다.

(사진 4-3 참조)

제3절 펄프몰드 금형 성형 형태의 범위 조사 (펄프몰드 규격 조사)

현재 과실용 내포장재의 규격에 관해 조사한 결과 정부에서 공시된 규격은 없었지만, 내포장재 제조업계와 농가 사이에서 통상적으로 480×340 mm의 크기의 과실용 내포장재가 통용되고 있다.

펄프몰드의 금형 성형 형태의 범위조사는 본 연구에서 추진 중에 있는 과실용 내포장재의 규격을 먼저 조사하고 이에 따라 규격에 준한 금형을 제조하

기 위해 시행하였다. 과실용 내포장재의 규격 조사는 한국 공업 규격과 농림수산부 등에 조사·문의 결과 정부에서 공시된 규격은 없었다. 따라서 본 연구진은 현재 유통되고 있는 과실용 내포장재의 조사와 생산업체, 농가의 직접 조사로 현재 480×340 mm의 과실용 내포장재가 통상적으로 사용되고 있었고, 과실류의 종류 및 크기에 따라 9 25홀 까지의 내포장재가 사용되고 있었다.

따라서 본 연구에서는 먼저 단홀의 금형을 제작하여 펄프몰드 내포장재 제조기술 개발의 최적 성형조건을 규명하고 현재 시중에 가장 많이 유통되고 있는 12홀 만곡금형을 제작하여 실제 통용되는 과실용 내포장재를 제조하였다.

제 5 장 건식 펄프몰드의 성형기술 개발

제1절 시료의 지류별 혼합 조건 검토

1. 적정 수분 함량 검토

건식 펄프몰드는 건식지류 해리기와 Hot Press를 이용하여 표 5-1의 조건으로 성형하였다.

표 5-1. 건식 펄프몰드 성형조건

시 료	해리시간 (분)	투입량 (g)	수분 첨가량 (폐지기건중량 기준 % , g)	압 력 (kgf/cm 2)	가압시간 (분)	온 도 (℃)
전산용지 신문용지 골 판 지	10	300	60 - 140	10 - 30	1	실온

건식 펄프몰드 제조원리에 따라 폐지, 물, 전분, 접착제 등을 원료로 실험을 행하였다. 최적량의 접착제와 전분 등의 투입량을 조사하기 위해 수분함량을 변화시켜 가장 성형상태가 좋고 수분배출이 되지 않는 최적의 수분함량과 압력조건을 탐색하였다. 압력과 함수율을 변화시켜 성형시킨 펄프몰드의 성형상태와 수분배출 정도를 표 5-2에 나타내었다.

전산용지의 경우 기건시료 중량에 대한 수분 첨가량을 100, 120%로 첨가했을 때 수분이 다량으로 유출되었다. 그러나 신문용지의 경우에는 수분을 100, 120%로 첨가하였을 때 전산용지만큼 많은 수분은 배출되지 않았다. 그것은 전산용지가 신문용지와 달리 제지공정상에 있어 코팅처리가 되어 있

기 때문에 신문용지보다 흡수성이 낮기 때문이라고 생각된다.

전산용지의 경우에는 수분을 기건중량에 대해 80% 이상 첨가하였을 때 수분과다로 인한 수분배출현상이 일어났으며, 60%를 첨가하였을 때에는 성형품의 표면에 수분이 균일하게 분배되지 않는 수분부족현상이 일어났다. 따라서 전산용지는 수분을 기건중량에 대해 70% 정도 첨가하는 것이 가장 적당하다고 생각된다.

표 5-2. 수분함량에 따른 건식 펄프몰드의 성형상태 및 수분배출

시료	압력 (kgf/cm²)	수분함량 (%, g/g)									
		60		70		80		100		120	
		수분배출	성형상태	수분배출	성형상태	수분배출	성형상태	수분배출	성형상태	수분배출	성형상태
신문용지	10	-	△	-	△	△	△	＋	△	＋	
	15	-	△	-	△	△	×	＋	×	＋	△
	20	-	△	-	○	△	△	＋	△	＋	
	25	-	○	-	○	△	△	＋	△	＋	△
	30	△	○	△	○	＋	○	＋	○	＋	○
전산용지	10	-		△		＋	△	＋		＋	
	15	-	○	△	○	＋	○	＋		＋	
	20	-	○	△		＋		＋		＋	
	25	-	○	△	○	＋	○	＋		＋	
	30	△	○	＋	○	＋		＋		＋	
골판지	10	-	△	-	△	△	△	＋	△	＋	
	15	-	△	-	△	△	×	＋	×	＋	△
	20	-	△	-	○	△	△	＋	△	＋	
	25	-	○	-	○	△	△	＋	△	＋	△
	30	△	○	△	○	＋	○	＋	○	＋	○

- : 수분부족　　△ : 적정수분　　＋ : 수분과다

○ : 우수　　△ : 보통　　× : 불량

신문용지의 경우에는 수분을 60% 첨가하였을 때 수분의 부족현상이 나타났다. 그리고 수분을 100, 120% 첨가하였을 때는 수분이 배출되었다. 따라서 기건중량에 대한 수분의 첨가는 80%가 적당하다고 생각된다.

또한 건식 펄프몰드를 성형 후 육안으로 관찰하였을 때 압력이 20 kgf/cm2 이상일 때 제품이 가장 평활하고 균일하며 견고하였다. 따라서 건식 펄프몰드 제조시 압력은 20 kgf/cm2, 수분첨가는 전산용지의 경우 70%, 신문용지의 경우 80%가 가장 적당하다고 생각된다.

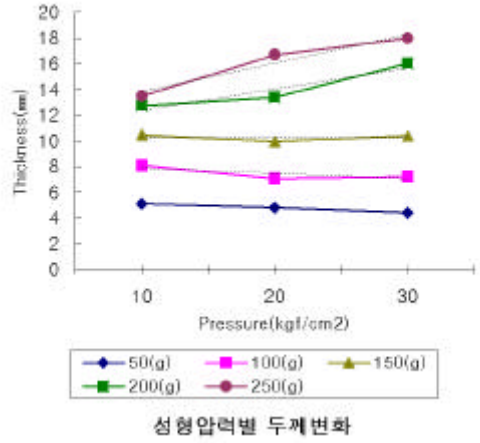
2. 적정 성형압력 검토

건식 펄프몰드의 제조에 있어 시료함량 및 성형압력의 변화에 따른 펄프몰드의 두께 변화를 검토하기 위하여 표 5-3의 조건으로 성형하였다.

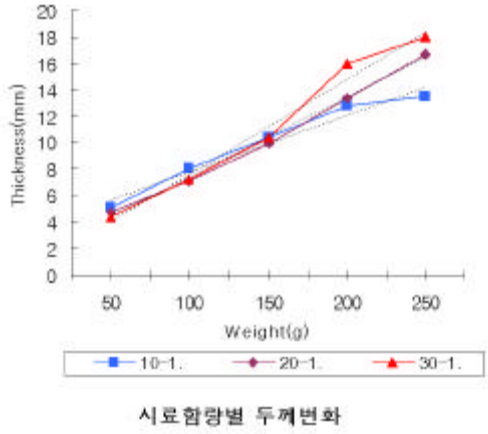
표 5-3. 시료함량 및 성형압력별 두께 변화에 관한 실험조건

No.	시료 펄프량 (g)	수분량 (g)	성형압력(kgf/cm2)
1	50	40	10
2	100	80	
3	150	120	
4	200	160	
5	250	200	
6	50	40	20
7	100	80	
8	150	120	
9	200	160	
10	250	200	
11	50	40	30
12	100	80	
13	150	120	
14	200	160	
15	250	200	

이에 따라 본 연구자가 원하는 대로 건식 펄프몰드의 두께 조정이 가능한 것으로 판단된다. 적정 성형압력의 검토는 각 펄프의 기건중량에 대해 수분함량을 80%로 고정하여 시행하였고, 성형시간은 1분, 성형온도는 실온에서 시행하였다.



성형압력별 두께변화



시료함량별 두께변화

그림 5-1. 시료함량 및 성형압력별 두께 변화 그래프

그림 5-1은 표 5-3의 조건으로 실험을 행했을 때 얻어진 결과를 성형압력별 두께 변화와 시료함량별 두께변화를 나타낸 것으로 시료함량에 따른 두께 변화와 성형압력에 따른 두께변화의 이론식을 정립하였다.

시료량에 따른 두께 변화식에서 압력 20kgf/cm2 일 때 가장 안정된 직선식이 얻어지며 압력에 대한 두께 변화 그래프에서 기건펄프 150g까지는 압력의 증가에 따라 두께가 감소하는 경향을 나타내고 그 이상에서는 별다른 두께의 변화가 나타나지 않았다. 기건펄프량에 대한 두께 변화식에서 보면 전체적으로 압력이 높을수록 두께가 얇은 경향을 나타낸다. 성형압력 10에서 20kgf/cm2의 두께변화는 높지만 20에서 30kgf/cm2일때는 압력증가에 대한 두께감소의 정도가 약하다.

따라서, 성형압력의 선택에 있어서 20kgf/cm2 이상의 압력이면 제품의 성상과 압체에 영향이 없는 것으로 생각된다.

3. 적정 성형시간 검토

건식 펄프몰드의 제조에 있어 적정 성형시간을 검토하기 위해 표 5-4의 조건으로 성형실험을 행하였다. 이때 시료의 함량은 50g, 수분함량은 펄프 기건중량에 대해 80%, 성형압력은 20kgf/cm2, 성형온도는 실온에서 시행하였다.

표 5-4. 성형시간에 따른 건식 펄프몰드의 육안적 성형상태

No.	압력 (kgf/cm2)	열압시간 (min)	성형상태
1	20	1	△
2		2	○
3		3	○

성형시간에 따른 건식 펄프몰드의 성형상태를 살펴보면 성형시간에 관계없이 전체적으로 성형시간 1분보다 3분에서의 성형상태가 좋았고 3분과 5분은 가시적으로 별 차이가 없었다.

4. 성형온도에 따른 건식 펄프몰드의 두께 변화 검토

표 5-5. 성형온도별 두께 변화에 관한 실험조건

No.	시료 펄프량 (g)	수분량 (g)	성형 압력 (kgf/cm²)	성형 온도 (℃)	No.	시료 펄프량 (g)	수분량 (g)	성형 압력 (kgf/cm²)	성형 온도 (℃)
1	50	40	10	실온	16	50	40	10	100
2	100	80			17	100	80		
3	150	120			18	150	120		
4	200	160			19	200	160		
5	250	200							
6	50	40	20	실온	20	50	40	20	100
7	100	80			21	100	80		
8	150	120			22	150	120		
9	200	160			23	200	160		
10	250	200							
11	50	40	30	실온	24	50	40	30	100
12	100	80			25	100	80		
13	150	120			26	150	120		
14	200	160			27	200	160		
15	250	200							

표 5-5는 건식 펄프몰드의 성형시 성형온도에 따른 두께 변화를 검토하기 위한 실험조건을 나타내고 있으며, 실험조건은 표 5-6과 같다.

표 5-6. 건식 펄프몰드 성형 실험조건

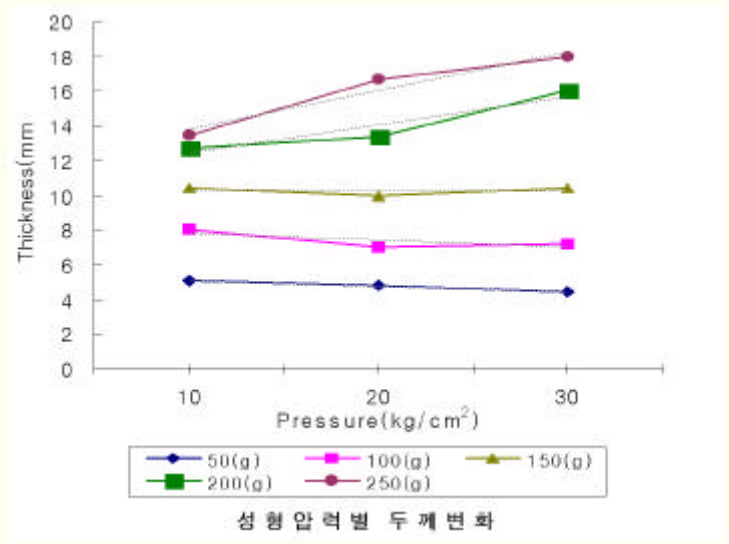
구 분	내 용
펄프함량(기건)	50, 100, 150, 200, 250g
수분함량 - 각 펄프 기건중량에 대해 함수율	80%
성형압력	10, 20, 30kg/cm2
성형시간	1 분
성형온도	실온, 100℃

표 5-7과 그림 5-2, 그림 5-3에서 보는 바와 같이 성형시 온도가 높은 경우 두께가 약 2mm 가량 낮게 나타나고 있다. 이것은 성형시 온도가 높은 경우 성형단계에서 수분증발현상이 발생하고 이러한 수분증발현상으로 인해 건식 펄프몰드내 수분으로 팽창되어 있던 부분이 감소되기 때문으로 생각된다. 한편 그림 5-2와 그림 5-3에서 성형온도에 따른 펄프함량과 두께와의 관계를 이론식으로 정립하였다.

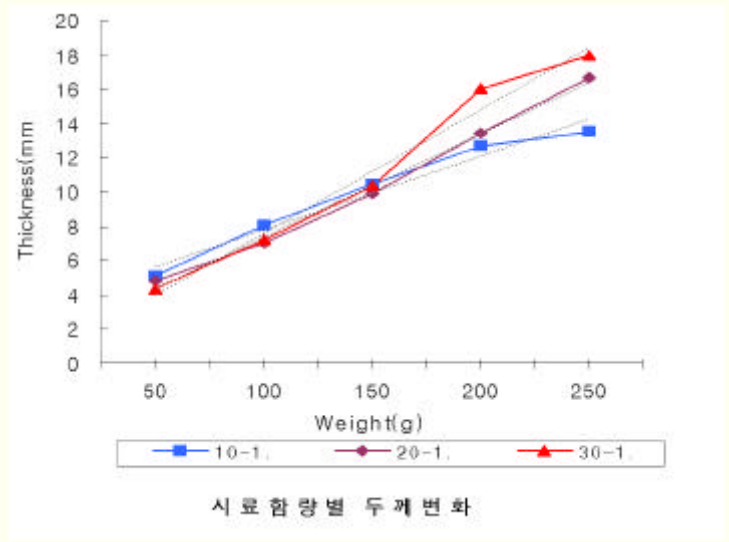
실온에서의 시료중량에 따른 두께변화 그래프와 100℃에서의 그래프를 비교해 보면 두 그래프 모두 직선식으로 나타낼 수 있음을 알 수 있다. 성형압력 20kg/cm2에서 비교적 안정적인 직선을 나타내므로 성형압력 20kg/cm2을 기준으로 펄프량과 두께와의 관계식을 구하면 다음과 같다.

표 5-7. **성형온도별 두께 변화**

No.	두께(mm)					No.	두께(mm)				
	I	**II**	**III**	**IV**	**평균**		**I**	**II**	**III**	**IV**	**평균**
1	5.00	4.90	5.35	5.10	5.09	16	2.90	3.35	3.10	3.00	3.09
2	6.20	8.40	9.60	8.00	8.05	17	7.00	6.00	6.15	6.40	6.39
3	10.70	10.85	9.80	10.40	10.44	18	8.80	8.85	8.75	9.20	8.90
4	11.85	12.65	12.40	14.00	12.73	19	13.00	13.25	13.05	13.35	13.16
5	10.05	13.60	16.00	14.25	13.48						
6	5.20	4.75	4.85	4.30	4.78	20	3.10	2.75	2.85	2.85	2.89
7	7.00	7.60	6.35	7.25	7.05	21	5.75	6.20	5.90	5.85	5.93
8	9.20	9.55	10.00	11.00	9.94	22	7.90	9.00	8.85	8.90	8.66
9	14.80	14.10	10.50	14.15	13.39	23	12.20	12.80	11.95	12.55	12.38
10	17.55	17.55	16.10	15.50	16.68						
11	4.05	4.45	4.60	4.45	4.39	24	2.70	3.10	2.95	2.70	2.86
12	7.15	6.50	7.50	7.65	7.20	25	5.45	5.70	6.00	5.65	5.70
13	10.45	10.45	10.20	10.45	10.39	26	8.90	9.00	8.75	8.85	8.88
14	15.30	15.80	16.40	16.55	16.01	27	12.25	12.00	12.35	12.25	12.21
15	16.20	17.30	16.65	14.05	16.05						

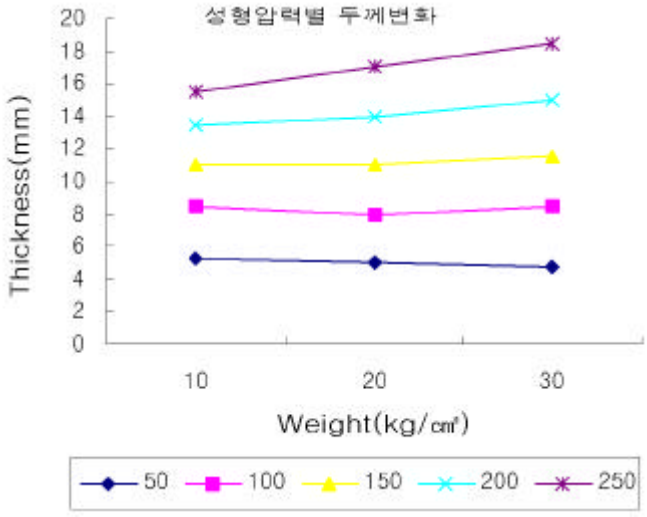


성형압력별 두께변화

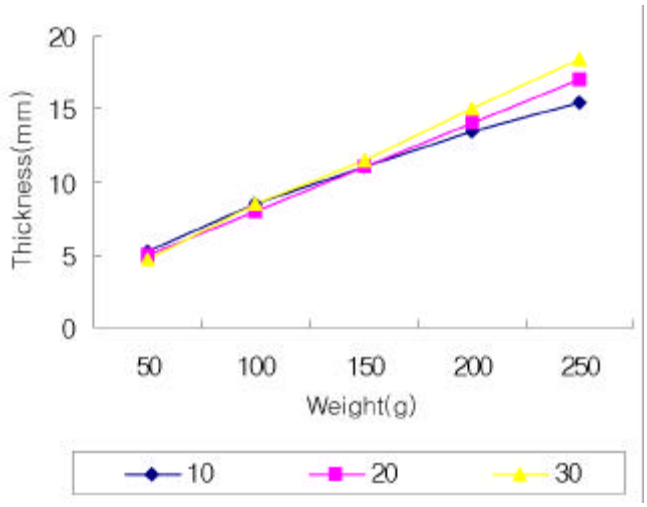


시료함량별 두께변화

그림 5-2. 성형온도별 두께 변화(실온)



성형압력별 두께변화



시료함량별 두께변화

그림 5- 3. 성형온도별 두께 변화(100℃)

$$y = 0.0577\ x + 0.005 \quad (x : \text{펄프함량},\ y : \text{두께})$$

이 식에 의하여 1, 2, 3 mm 두께의 단판을 얻기 위해서는 기건펄프 17.24, 34.58, 51.91g이 요구됨을 이론식에서 알 수 있다.

제2절 접착제 및 첨가제 혼합조건 검토

1. 접착제의 선정

접착이란 접착제에 의한 유동체의 고화현상을 이용하여 고체사이를 붙이는 조작을 말하며, 본 연구에서 폐지를 이용한 과실용 내포장재의 경우 어떠한 접착제를 선정하는가에 따라 건식 펄프몰드의 특성에 지대한 영향을 미치기 때문에 접착제의 선정 및 성능 평가는 반드시 선결되어야 할 중요한 사항이라 할 수 있다. 접착제가 피착제인 폐지류 섬유 상호간을 강하게 붙이기 위해서는 접착제 분자와 피착체 분자간에 강한 접착력을 생기게 함과 동시에 고화되는 접착제 자체가 강한 응집력을 가져야 한다. 따라서 목질섬유인 폐지류 섬유간의 결합은 건식 펄프몰드 제조분야에 있어서 그 품질을 개선하는데 있어서 없어서는 안 될 중요한 중추기능을 담당하고 있다고 할 수 있다.

폐지류를 이용한 과실용 무공해 내포장재용 건식 펄프몰드의 제조에 있어서 어떤 종류의 접착제를 사용할 것인가는 요구되는 강도성능, 몰드제조시의 작업성(경화온도, 퇴적시간, 저장수명, 가격)과 같은 사항을 고려하여 선정하는 것이 원칙이라 할 수 있다.

건식 펄프몰드 성형을 위해 준비된 성형틀 안에 원료인 잡종고지 해리섬유와 접착제를 섞은 혼합물을 넣어 일정압력으로 판상제품을 제조하는 경

우, 일정압력을 가한다. 이때 압력의 크기는 접착제 인자와는 무관하며 피착체인 목재섬유 자체의 밀도가 압력과 직접적으로 관계가 있다. 압력은 성형되는 제품의 품질에 따라 조정되어야 할 것으로 생각된다. 이외에도 접착제의 선정에 있어서 압력지속시간, 즉 가압시간을 고려해야 하며, 가압온도 역시 접착제가 피착체를 접합하는데 있어서 접합반응이 활발하도록 유도해야 한다. 따라서 열압방식에 따라서 건식 펄프몰드의 성능에 많은 차이가 생길 것으로 판단되므로 열압성형조건을 변수로 한 접착제의 선정도 이루어져야 할 것으로 판단된다.

그리고 식료품용으로 사용될 제품이기 때문에 인체에 대한 무해성이 특히 강조되어야 할 사항이다.

2. 건식 펄프몰드 제조시 사용가능한 접착제

현재 잡종고지 해리섬유를 포함한 목질자원의 접착제로 사용되고 있는 접착제의 특성에 관해 표 5-8에 나타내었다.

3. 접착제 종류별, 접착제 함량별 건식 펄프몰드의 성형성 검토

가. 수용성 전분 첨가에 따른 건식 펄프몰드의 성형

수분함량에 따른 건식 펄프몰드의 성형에서 신문용지의 경우 수분함량이 80%일때가 가장 적당한 수분함량으로 나타났다. 또한 수용성 전분 접착제의 고형분 함량은 14.3%로 나타났다. 따라서 수분함량은 80%, 성형압력은 30kgf/cm2, 성형온도는 실온, 가압시간은 1분으로 하여 성형하였으며 수용성 전분 접착제의 투입량은 표 5-9과 같다.

표 5-8. 목질자원의 접착제로 사용되고 있는 공업용 접착제의 특성

구 분		형 상	용 제	퇴적시간		경 화 시 간		특 성				
				개방	폐쇄	압력	시간	내수	내노화	내부후	접착	내열
열경화성수지	요소계	액상 분말	물	20	40	7~15	25℃(12~24hr) 100℃(10~20hr)	◎	△	◎	◎	C
	멜라민계	액상	물	20	30	5~15	60℃(60m) 100℃(10m)	○	◎	◎	○	◎
	페놀계	액상	알콜,캐톤	10	20	5~20	25℃(12hr) 100℃(20m) 150℃(5hr)	○	○	○	○	○
	레조르시놀계	액상	알콜,캐톤	30	60	3~15	25℃(12hr) 50℃(3hr)	○	○	○	○	○
	불포화 폴리S계	액상	스티몰	-	-	-	25℃(16hr) 100℃(5hr)	○	○	○	○	◎
	폴리우레탄	액상	지방산S	-	-	-	25℃(36hr) 50℃(5hr)	○	○	○	○	○
	에폭시수지	액상 ,고상	알콜,캐톤	-	-	-	25℃(36hr) 50℃(5hr) 130℃(30m)	○	○	○	○	○
열가소성수지	폴리비닐알콜	분말	물,알콜	-	-	-	25℃(3hr) 100℃(5m)	×	○	○	△	×
	폴리초산비닐	액상	물,알콜	15	20	3~7	25℃(2hr) 100℃(5m)	-	○	○	○	×
	아크릴수지	액상	케톤, 지방산S	-	-	-	100℃(5m)	○	○	○	◎	◎
	니트로 셀롤로오스	액상	케톤, 지방산S	-	-	-	25℃(15m)	◎	○	○	△	×
	알키드수지	액상	지방산S	-	-	-	140℃(15m)	◎	○	○	◎	×
고무	네오프렌	라덱스	염소화CH, 케톤	-	-	-	100℃(20m)	○	◎	○	○	◎
단백질	카제인	분말	물	40	120	5~10	25℃(12hr)	-	-	-	◎	△
	탈지대부분	분말	물	-	-	-	25℃(12hr)	×	×	×		-
	동물성접착제	고상	온수(60℃)	-	-	-	25℃(12hr)	×	◎	×	△	△
전분	전분	분말	물	30	60	5~10	25℃(2~12hr)	×	×	×	△	△

표 5-9. 폐지의 기건중량에 대한 수용성 전분 접착제의 투입량

폐 지	전 분 함 량(%)	전분접착제투입량(g)	수분 첨가량(ml)
신문용지 300g	3.34	10.02	180
	6.68	20.04	120
	10.01	30.03	60
	13.35	40.05	0

표 5-10. 전분 함량에 따른 건식펄프몰드의 성형상태 및 배합상태

전 분 함 량 (%)	성 형 상 태	배 합 상 태
3.34	△	○
6.68	△	○
10.01	△	○
13.35	△	○

성형상태 ○ : 우수 △ : 보통 × : 미흡

배합상태 ○ : 균일 △ : 보통 × : 불균일

수용성 전분 접착제의 함량에 따른 건식 펄프몰드의 성형상태와 배합상태를 표 5-10에 나타내었다. 표 5-10에서 보듯이 성형상태와 배합상태는 모두 우수한 것으로 나타났다. 그러나 전분 함량이 10% 미만인 경우 건식 펄프몰드 제조 후 취급시 쉽게 부스러지는 경향이 있어 강도적인 문제점이 내포되어 있었다. 따라서 건식 펄프몰드 제조시 수용성 전분을 접착제로 사용하는 경우 성형상태는 모두 우수하지만 강도적인 면을 고려하여 전분 함량이 10% 이상일 때가 적정한 것으로 생각된다.

나. 수용성 PVA(PolyVinyl Alcohol)접착제의 첨가에 따른 건식 펄프 몰드의 성형

건식 펄프몰드 성형시 접착제로 사용할 수용성 PVA접착제(분말형) 투입량에 물을 첨가한 후 가열교반, 용해시켜 접착제로 사용하였다. 표 5-11에 접착제의 투입량을 나타내었다. 수용성 전분 접착제의 첨가와 마찬가지로 수분함량은 80%, 성형압력은 30kg/cm2, 성형온도는 실온, 가압시간은 1분으로 하였다.

표 5-11. 폐지의 기건중량에 대한 수용성 PVA접착제의 투입량

폐 지	PVA 함량(%)	PVA 투입량(g)
신문용지 300g	5	15
	10	30
	20	60
	30	90
	40	120

PVA를 첨가했을 경우 성형상태는 원만하게 나타나지만, 폐지와 수분 또는 PVA와의 배합이 불균일하다는 것을 알 수 있었다. 또한 실험상에 PVA를 가열하여 용해시킬 때 열과 직접 접촉하는 부분에서 PVA의 경화가 일어나 용해가 쉽지 않은 장애가 있었고, 용해시키기 위해 가열, 교반하였을 때 다량의 거품이 발생하여 용해정도의 판단이 곤란하였다. 따라서 PVA 접착제를 사용하여 건식 펄프몰드를 제조할 경우 PVA의 취급상 문제점과 적정함량을 투입하기 곤란하기 때문에 건식 펄프몰드 제조에 대한 접착제로써 부적합한 것으로 판단되었다.

건식 펄프몰드 성형에서 PVA를 첨가하여 성형한 몰드의 성형상태 및 배합상태를 표 5-12에 나타내었다.

표 5-12. PVA 함량에 따른 건식 펄프몰드의 성형상태와 배합상태

P V A 함 량 (%)	성 형 상 태	배 합 상 태
5	○	×
10	○	×
20	○	△
30	○	△
40	○	△

성형상태 ○ : 우수 △ : 보통 × : 미흡

배합상태 ○ : 균일 △ : 보통 × : 불균일

다. 수용성 EVA(Ethylene Vinyl Acetate)접착제의 첨가에 따른 건식 펄프몰드의 성형

수용성 접착제인 EVA를 펄프의 기건중량에 대해 일정 농도로 희석한 후 접착제로 사용하였다. 표 5-13에는 EVA 접착제 투입량을 나타내었다.

표 5-13. 폐지의 기건중량에 대한 수용성 EVA 접착제의 투입량

폐지	EVA 함량(%)	EVA 투입량(g)
300 g	1	3
	5	15
	10	30
	20	60

건식 펄프몰드 성형에서 EVA함량에 따른 건식 펄프몰드의 성형상태와 배합상태를 표 5-14에 나타내었다.

표 5-14. EVA 함량에 따른 건식 펄프몰드의 성형상태와 배합상태

EVA 함량(%)	성형상태	배합상태
1	×	○
5	△	○
10	○	○
20	○	○

성형상태 ○ : 우수 △ : 보통 × : 미흡

배합상태 ○ : 균일 △ : 보통 × : 불균일

EVA 접착제를 첨가해 성형한 경우 배합상태는 모든 조건에서 양호했지만, EVA 농도가 낮은 1%, 5%의 경우 성형상태 및 강도적 성질은 좋지 못했다. 따라서 EVA 접착제를 건식 펄프몰드 제조시 사용할 경우에 최소 10% 이상의 농도로 사용하는 것이 바람직하다고 판단된다.

최종적으로 수용성 접착제를 사용하는 경우 전분의 경우는 전체적으로 배합상태는 우수하였지만, 성형성이 나쁜 단점이 있었고 PVA 접착제 경우에는 PVA 용해시 가열에 따른 경화 등 여러 가지 문제점이 발생하였다. 따라서 수용성 접착제를 검토한 결과 건식 펄프몰드의 성형성 및 배합성은 EVA 접착제가 가장 우수하였고, 그 농도는 10% 이상이 바람직할 것으로 판단된다.

4. 만곡 건식 펄프몰드 성형

본 연구과제에서는 과실용 내포장재의 제조를 위해 알루미늄 합금으로 실제 사과 규격에 맞는 금형을 제작(거성 정밀)하였으며, 평면 건식 펄프몰드에서 검토되어진 사항들을 기초로 하여 만곡 펄프몰드의 성형을 시행하였다.

만곡펄프몰드의 성형은 4가지 방법으로 시행하였으며, 구체적인 방법은 그림 5-4와 같다.

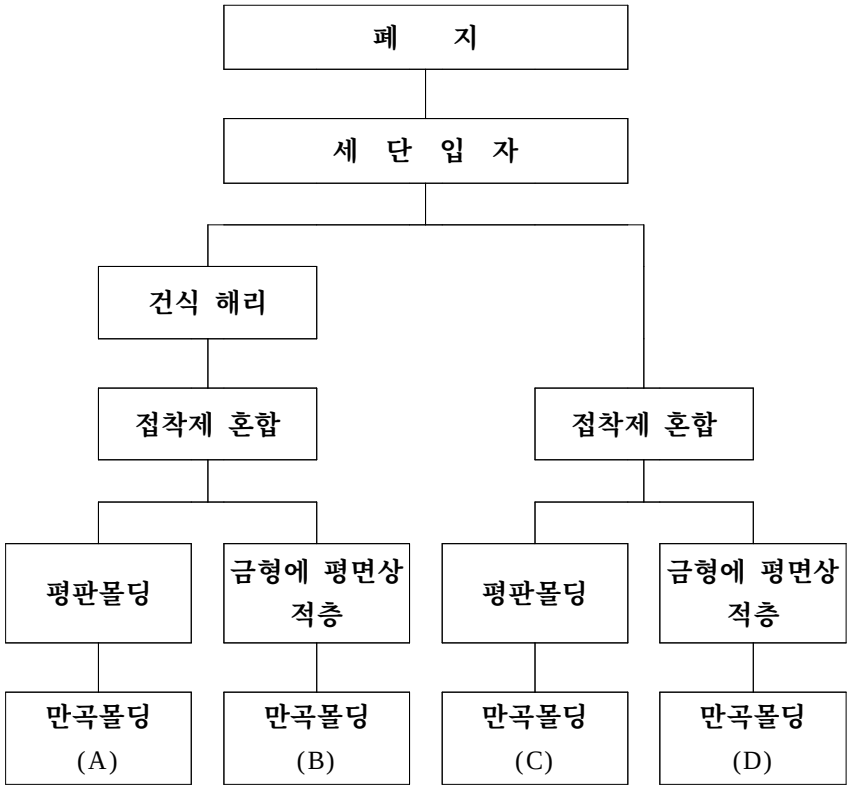


그림 5-4. 만곡펄프몰드 제조를 위한 4가지 시행방법

만곡 펄프몰드의 공정은 일차로 투입되는 시료를 문서세단기에서 파쇄되어 나온 입자와 이것을 건식 해리기로 해리한 입자로 구분하여 원료성상에 따른 성형성과 이차로 공정상 평판성형 후 제조된 몰드로 만곡성형하는 방법과 금형에 시트를 평면상으로 깔고 그 위에 시료를 적층하는 방법으로 구분하여 성형해 보았다.

가. (A)방법에 의한 만곡몰딩 성형

표 5-15는 A방법에 의해 만곡몰딩한 실험조건을 나타낸 것이다. 이 때 유연성 부여를 위해 resin fiber(日本 Kuraray 사)를 첨가하여 실험을 행하였으며, 평판 펄프몰딩 시 성형압력은 20kg/cm², 성형시간은 3분, 성형온도는 페놀수지의 경우 75℃, EVA 접착제의 경우 100℃로 성형하였다. 한편 만곡몰딩시 성형조건은 성형압력 40kg/cm², 성형온도 150℃, 성형시간 15분으로 하였다.

표 5-15. (A)방법에 의한 만곡몰딩 성형조건 및 성형상태

펄 프 (g)	접 착 제	접착제 함량 (%)	resin fiber 함량 (%)	성형 상태
50	EVA	5	0	×
			10	×
		10	0	×
			10	△
		15	0	○
			10	○
		20	0	○
			10	○
	페놀	5	0	×
			10	×
		10	0	△
			10	○
		15	0	○
			10	○
		20	0	○
			10	○

○ : 우수 △ : 보통 × : 나쁨

(사진 5-1 참조)

표 5-15와 사진 5-1에서 보는 바와 같이 접착제 함량이 높아질수록 성형 후 강도적 성질은 향상되었지만, 건식 펄프몰드의 유연성이 낮아지는 경향이 있었다. resin fiber의 첨가에 따른 비교에서 resin fiber가 첨가되었을 때 파열현상이 감소하였고, 인장력 및 유연성은 향상되는 것을 확인하였지만, resin fiber의 단가를 감안한다면 좀더 값싼 첨가제를 검토하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

한편 EVA 접착제에 비해 페놀수지 접착제를 사용한 경우 강도적 성질은 향상되었지만, 유연성이 저하되는 경향을 나타내었다. 따라서 (A)방법에 의한 만곡 몰딩시는 대량 생산시 예상되는 공정상의 복잡성 및 생산단가의 향상이 우려되며, 접착제 종류는 EVA 접착제를 사용하는 것이 바람직하다고 판단된다.

(사진 5-2 참조)

나. (B)방법에 의한 만곡몰딩 성형

(B)방법에 의한 만곡몰딩 성형은 (A)방법과는 달리 펄프를 접착제와 혼합하여 금형상에 분산시킨 후 만곡몰딩을 처리한 것으로 만곡몰딩 성형조건은 표 5-15에 나타낸 것과 동일하게 시행하였다.

(사진 5-3 참조)

(B)방법에 의한 만곡몰딩 성형은 방법에 비해 접착제 함량에 따라 파열되는 시료도 없었고 그 성형성도 우수하였지만, EVA 접착제 함량이 5%인 경우 강도가 약해 취급하기가 곤란하였으므로 EVA 접착제 함량은 최소한 10% 이상이 되어야 할 것으로 판단된다. 한편 (B)방법은 A방법과 달리 금형 위에 접착제와 혼합된 펄프를 분산시키기 때문에 그 성형성은 우수하였다. 하지만 실제 대량생산 체제에 돌입했을 때 접착제와 혼합된 펄프를 금형 위에 분산시키는 문제가 선결되어야 할 것으로 생각된다.

(사진 5-4 참조)

다. (C)방법에 의한 만곡몰딩 성형

(C)방법에 의한 만곡몰딩 성형은 (A)방법, (B)방법과 달리 건식 해리공정을 거치지 않고 문서파쇄기에서 분쇄된 지류를 원료로 하여 표 5-15와 같은 조건으로 만곡몰딩 성형을 한 것이다.

(C)방법에 의한 만곡몰딩 성형물을 사진 5-5에 나타내었다.

(사진 5-5 참조)

(C)방법에 의한 만곡몰딩 성형은 A방법과 B방법과는 달리 건식 해리공정을 거치지 않았기 때문에 표면의 평활성은 (A), (B)방법에 비해 떨어지지만 문서파쇄기에서 분쇄된 지류의 입자가 긴 섬유상이기 때문에 인장력은

더 우수한 것으로 판명되었다. 한편 접착제와 혼합하는 공정에서 (A), (B) 방법에 비해 배합성이 떨어지는 경향이 있어 접착제 배합시간을 다소 조정해야 할 필요성이 있었다. 인장성이 더 우수해진 이유로 만곡몰딩 성형은 파열없이 이루어졌으므로 접착제 배합시간의 조정만 고려한다면 인장성, 유연성은 (A), (B)방법에 비해 우수한 것으로 판단된다.

(사진 5-6 참조)

라. (D)방법에 의한 만곡몰딩 성형

(D)방법에 의한 만곡몰딩 성형은 (C)방법과 달리 세단입자를 접착제와 혼합하여 금형상에 분산시킨 후 만곡몰딩을 처리한 것으로 만곡몰딩 성형조건은 (C)방법과 동일하게 시행하였다.

(D)방법에 의해 만곡몰딩된 실물사진은 사진 5-7에 나타내었다.

(사진 5-7 참조)

(C)방법과 (D)방법에 의한 만곡몰딩 성형을 비교해 볼 때 (C)방법과 (D)방법은 공정상의 차이를 보일 뿐 인장성, 유연성 등은 모두 (A), (B)방법에 비해 우수한 것으로 판단된다.

최종적으로 (A)방법과 (B)방법 건식 해리공정을 거쳐 시료가 단섬유화되어 있는 펄프를 사용하기 때문에 (C)방법과 (D)방법에 비해 인장성이나 유연성 등이 저하되는 단점이 있었지만 배합성 및 표면 평활성이 우수한 장점을 보유하고 있으며, (C)방법과 (D)방법은 접착제와 배합하는 시간이 긴 단

점이 있지만 (A)방법과 (B)방법에 비해 공정이 간단하고 인장성, 유연성이 우수한 장점이 있다.

(사진 5-8 참조)

제3절 지류별 성형조건 및 밀도 측정

각 지류별 건식 펄프몰드 제조시 성형조건 및 특성을 살펴보기 위하여 신문용지, 전산용지, 골판지, 광택지를 중심으로 열압성형시 온도, 압력, 시간 등 동일한 성형조건에서의 각 시료의 성형성을 검토하였다.

건식 펄프몰드 제조의 성형조건은 표 6-1과 같다.

표 5-16. 건식 펄프몰드의 성형조건

시료	신문지, 전산지, 골판지, 광택지
시료상태	건식 해리펄프, 세단입자
건식 해리조건	5,000 rpm, 10분
시료투입량(기건중량)	120 g
수분첨가량(시료기건중량기준 %, g)	80 %
접착제첨가량(시료기건중량기준 %, g)	EVA수지 10%
성형압력	40 kgf/cm2
성형온도	120 ℃
성형시간	10 분

표 5-16에 보는 바와 같이 신문지, 전산지, 골판지, 광택지에 동일한 조건으로 성형한 건식 지류몰드의 각 지류별 그리고 지류상태별 성형성을 표 5-17에 나타내었다.

표 5-17. 시료종류에 따른 건식지류몰드의 성형상태

시료	시료상태	제품 성형성			
		혼합성	표면평활성	유연성	인장강도
신문용지	건식 해리 펄 프	○	◎	△	1.06
전산용지		○	◎	△	0.68
골판지		△	○	△	0.41
광택지		○	-	-	-
신문용지	세단입자	○	○	◎	8.03
전산용지		○	○	○	7.35
골판지		△	○	○	4.84
광택지		○	-	-	-

신문용지, 전산용지, 골판지의 경우에는 12홀 만곡몰드 제조상 문제점은 없었지만 광택지의 경우 시료와 접착제 혼합 후 프레스기로 열압하는 과정에서 광택지 내부의 바인더의 영향으로 금형과의 분리가 용이하지 않아 제조 자체가 불가능하였다.

신문용지를 중심으로 하여 전산용지와 골판지의 몰딩 성형성을 비교해 보면, 전산용지의 시료와 접착제를 혼합하는 과정에서 수분 흡수성이 낮아 접착제와 시료와의 혼합은 신문용지에 비해 용이하였으나 몰딩 후 제품의

유연성은 낮았다. 골판지의 경우 골심지와 라이너지의 접착으로 인한 공극과 종이자체의 두께로 인하여 접착제와 수분의 혼합은 신문용지에 비해 떨어지고 유연성도 낮았다.

건식 해리펄프로 제조된 몰드와 세단입자로 제조된 몰드는 지류에 관계없이 공통적인 특성을 나타내었다. 표면 평활성은 건식 해리펄프를 사용하여 제조한 것이 세단입자로 제조된 것에 비해 우수하였지만 인장성은 세단입자 쪽이 월등히 우수하였다. 그리고 접착제와 혼합하는 공정에서는 세단입자가 건식 해리펄프에 비해 배합성이 떨어지는 경향이 있어 접착제 배합시간을 다소 조정해야 할 필요성이 있었다.

인장성과 제품 유연성은 모두 신문용지, 전산용지, 골판지 순으로 우수함을 나타내었다.

제 6 장 건식 펄프몰드의 제조조건 개발

본 연구에서는 과실용 내포장재의 제조를 위해 알루미늄 합금으로 실제 사과규격에 맞는 12홀 금형을 본 연구진과 거성정밀과의 합작으로 제작하였으며, 평면 펄프몰드와 단홀 만곡금형으로 제조한 건식 펄프몰드에서 검토되어진 사항들을 기초로 하여 12홀 만곡지류몰드의 성형을 시행하였다.

제1절 성형온도, 압력에 따른 성형상태 검토

1. 지류상태에 따른 몰드의 제조

건식 펄프몰드의 제조에 있어 시료의 구성비 즉 세단입자와 건식 해리펄프 혼합비에 따른 건식 펄프몰드의 품질의 변화를 검토하여 적정 혼합비를 하기 위하여 표 6-1의 조건으로 몰드를 성형하였다.

몰드 제조시 재료로 사용된 신문용지의 건식 해리펄프와 세단입자의 혼합비에 따라서 제조된 몰드의 성형성과 물성의 차이를 검토하여 최적품질의 차이를 검토하기 위하여 조건별로 제조된 몰드의 성형성을 물성의 차이를 비교 검토하기 위해 성형하였다.

몰드 제조시 성형조건은 표 6-1에 나타내었고 제품의 성형성 및 물성검토 결과는 표 6-2에 나타내었다.

표 6-1. 건식 펄프몰드의 성형조건

시료	신문용지
시료상태	건식 해리펄프, 세단입자
시료혼합비(건식 해리펄프 : 세단입자)	10:0, 9:1, 7:3, 5:5, 3:7, 1:9, 0:10
시료투입량(기건중량)	120g
수분첨가량(시료기건중량기준 %, g)	80%
접착제첨가량(시료기건중량기준 %, g)	EVA수지 10%
성형압력	40 kgf/cm2
성형온도	120℃
성형시간	10분

표 6-2. 신문용지 건식 해리펄프와 세단입자 함량비에 따른 성형성 및 물성 검토

펄프:세단 혼합비	표면평활성	인장성 (kgf/cm2)	유연성	시료혼합성
10 : 0	◎	1.06	△	○
9 : 1	◎	1.22	△	○
7 : 3	○	1.98	△	△
5 : 5	○	3.67	○	△
3 : 7	○	7.38	○	△
1 : 9	○	8.00	◎	△
0 : 10	○	8.03	◎	△

건식 해리펄프의 함량이 증가할수록 강도와 유연성은 떨어지나 제품의 표면 평활성과 시료와 집착제의 혼합성은 양호해진다.

제품의 표면성과 유연성, 인장성을 종합해 볼 때 두 입자의 혼합사용시에는 세단입자와 건식 해리펄프의 혼합비를 7 : 3으로 하는 것이 최종 제품의 특성을 향상시킬 것으로 예상된다.

2. 성형온도, 압력에 따른 건식 펄프몰드의 특성

표 6-3은 건식 펄프몰드의 성형시 성형온도 및 압력에 따른 두께 변화를 검토하기 위한 실험조건을 나타내고 있다.

표 6-3. 건식 펄프몰드 성형 실험조건

구 분	내 용
몰드크기(cm)	19×19
펄프함량(기건)	50, 100, 150, 200, 250g
수분함량 - 각 펄프 기건중량에 대해 함수율	80%
성형압력	10, 20, 30kg/cm2
성형시간	1 분
성형온도	실온, 100℃

그림 6-1, 그림 6-2에서 보는 바와 같이 성형시 온도가 높은 경우 두께가 약 2mm 가량 낮게 나타나고 있다. 이것은 성형시 온도가 높은 경우 성형단계에서 수분증발현상이 발생하고 이러한 수분증발 현상으로 인해 펄프몰드내 수분으로 팽창되어 있던 부분이 감소되기 때문으로 생각된다.

실온에서의 시료중량에 따른 두께변화 그래프와 100℃에서의 그래프를

비교해 보면 두 그래프 모두 직선식으로 나타낼 수 있음을 알 수 있다. 성형압력 20kgf/cm2에서 비교적 안정적인 직선을 나타낸다.

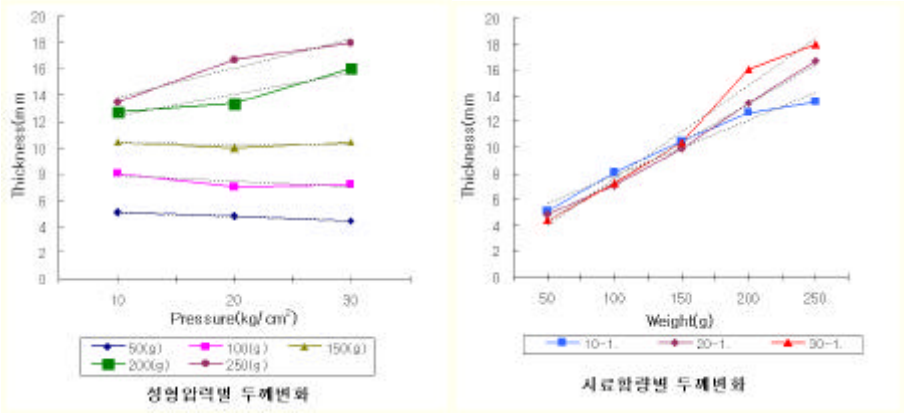


그림 6-1. 성형온도별, 시료함량별 두께 변화(실온)

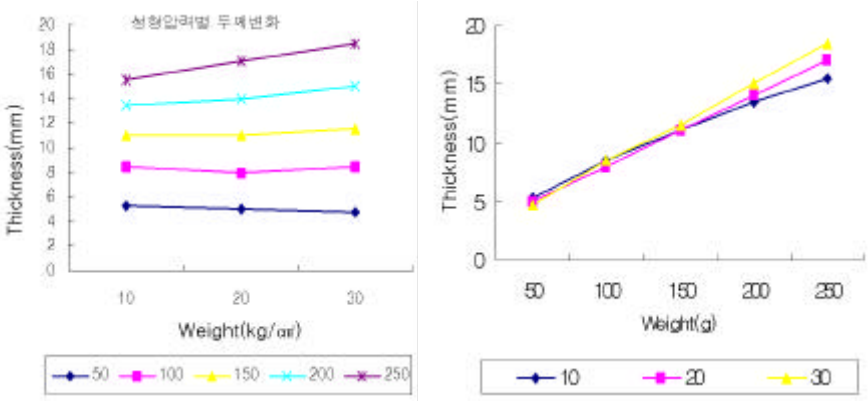


그림 6-2. 성형온도별 시료함량별 두께 변화(100℃)

제2절 접착제 및 첨가제 조정

본 연구 수행에 사용된 접착제의 종류는 수용성 전분, PVA, EVA 등을 사용하였으며, 펄프몰드의 유연성 향상 등을 위해서 resin fiber 등의 첨가등을 검토하였다.

표 6-4. 접착제 및 첨가제의 조정

구분	종 류	최적 투입량	장 점	단 점
접착제	수용성 전분	10	· 가격이 싸다 · 성형 및 배합상태 우수 · 취급이 용이 · 재회수 이용이 가능	· 강도적 성능이 작다
	PVA	5	· 강도적 성질 우수 · 성형상태 우수 · 성형 및 배합상태 우수	· 고가 · 취급 곤란 · 배합상태 불량
	EVA	10	· 가격이 싸다 · 강도적 성질이 우수 · 성형 및 배합상태 우수	· 고온, 저온에서 변성이 있어 취급이 곤란
첨가제	resin fiber		· 유연성 기능이 부가 · 강도적 기능 향상	· 고가 · 재회수 이용이 불가능함

위의 표에서 보는 바와 같이 건식 펄프몰드를 제조하기 위한 최적의 접착제는 비교적 가격이 저렴하고 강도적 기능과 성형 및 배합성이 우수한

EVA 접착제의 사용이 가장 적합한 것으로 판단되며, 첨가제의 경우 resin fiber 첨가시 강도적 성질 및 유연성이 우수해지기는 하지만, resin fiber는 전량 일본에서 수입하고 있기 때문에 그 가격이 고가이므로 단가적인 문제에서 첨가하는 것이 부적절한 것으로 판단된다. 따라서 resin fiber를 대체할 수 있는 새로운 기능성 첨가제의 검토가 요망된다.

제3절 지류와 농산 폐자원의 성형성 및 혼합조건 검토

농산 폐자원으로 소각 또는 매립되는 볏짚의 활용방안으로 건식 펄프몰드의 시료로서의 가능성을 검토하였다.

시료로 사용된 볏짚은 평균길이 3 cm로 절단된 볏짚과 이것을 건식 해리기로 10분간 해리한 볏짚을 시료로 사용하였다.

신문지 세단입자와 볏짚 입자(평균길이 30mm)로 제조한 몰드와 신문지 세단입자와 볏짚 미세입자(길이 3mm)로 제조한 몰드를 중심으로 몰드제조 공정상의 특성과 품질을 검토하였다.

제조된 몰드의 성형조건은 표 6-5와 같다.

표 6-5. 건식 펄프몰드의 성형조건

신문지 세단입자 : 볏짚 입자(30mm)	9.5:0.5, 9:1, 8:2, 7:3, 5:5, 0:10
신문지 세단입자 : 볏짚 미세입자(3mm)	9.5:0.5, 9:1, 7:3, 5:5, 0:10
EVA	시료 기건중량에 대한 10%
수분	시료 기건중량에 대한 70%
성형온도	120℃
성형압력	40 kg/cm2
성형시간	10분

순수 볏짚으로 제조된 몰드의 경우 볏짚과 접착제와 혼합과정은 신문용지에 비해 양호하였고 배합시간도 단축되나 볏짚과 볏짚간의 접착력은 매우 약해 성형 후에 잔사가 몰드 표면에 많이 돌출되는 문제점이 있다. 볏짚 펄프를 혼합한 몰드는 표면성과 재질감촉은 뛰어났으나 볏짚 미세입자가 묻어 나오는 문제점이 있었다.

따라서 볏짚을 활용한 몰드는 과실용 뿐만 아니라 식료품 운반용 몰드의 재료로서는 부적합한 것으로 판단되며, 볏짚을 과실용 무공해 내포장재의 재료로 사용할 경우 접착력의 개선과 표면박리에 대한 문제의 해결이 선행되어야 할 것이라고 판단된다.

사진 6-1은 본 공정에 의해 볏짚과 지류를 혼합하여 제조된 건식 지류몰드를 나타내고 있다.

(사진 6-1 참조)

제 7 장 건식 펄프몰드의 성형조건 고찰

제1절 제조방법에 따른 성형조건 비교(성형온도, 압력 등의 재조정)

과실용 12홀 건식지류 만곡몰드의 제조법은 크게 3가지 공정으로 구분되어지며 그 전체적인 공정도를 그림 7-1에 나타내었다.

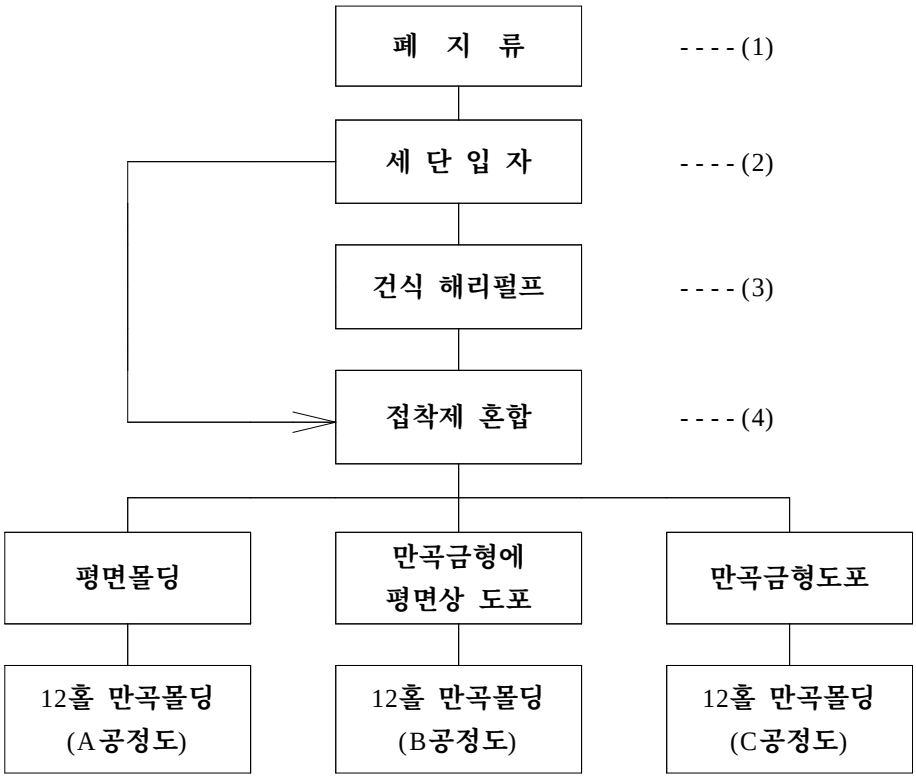


그림 7-1. 과실용 건식 펄프몰드 제조 공정도

(1)세부공정은 몰드의 성형에 사용될 폐지류를 선별하는 공정으로 본 연구에서는 신문용지, 전산용지, 골판지, 광택지의 4가지 폐지를 사용하였다.

(2)세부공정은 선별된 폐지를 세단하는 공정으로 문서세단기를 사용하여 폐지를 2×25mm 크기로 절단한다. 세단된 입자는 몰드성형의 시료로 사용되거나 건식 해리펄프 제조시 재료로 사용된다. 세단입자가 몰드성형의 시료로 사용될 경우 건식 해리공정을 거치지 않기 때문에 공정이 한단계 감소되고 문서파쇄기에서 분쇄된 지류의 입자가 긴 섬유상이기 때문에 인장력은 더 우수하다는 장점이 있는 반면 표면의 평활성이 떨어지고 종이에 인쇄된 문자가 몰드표면에 드러나는 단점이 있다.

(3)세부공정은 건식 지류해리기를 사용하여 세단된 지류입자를 해리하여 펄프화하는 공정으로 본 연구에서는 5000rpm, 10분의 최적조건으로 제조한다.

(4)세부공정은 시료와 접착제를 혼합하는 공정으로 접착제를 적정농도로 수분에 분산시켜 호바트형 믹서기로 접착제와 시료가 충분히 혼합될 때까지 교반시켰다. 세단입자와 접착제의 혼합의 경우 배합성이 떨어지는 경향이 있어 접착제 배합시간을 다소 조정해야 할 필요성이 있다.

1. (A)공정에 의한 만곡몰드성형

(A)공정에 의한 만곡몰드 성형은 1차로 20 kg/cm^{2}의 성형압력으로 평판몰드를 제조한 후 만곡금형 위에 적층하여 열압성형한 것으로 1차 단계에서 접착제의 고형화가 이루어지며 재질 특성상 신축성의 결여로 만곡부위에서 균열 및 비대칭적 함몰이 발생되기 쉽고 1차성형 후 몰드의 함수율이 균열

의 정도에 민감한 영향을 끼쳤다. 또한 2단계 가압공정(평판제조→만곡성형)이 이루어져야 함으로 대량생산시 공정상의 복잡성 및 생산단가의 증가가 예상된다.

2. (B)공정에 의한 만곡몰드성형

(B)공정에 의한 만곡몰드 성형은 A공정과는 달리 시료를 접착제와 혼합하여 만곡금형 위에 시료와 금형의 분리용 시트를 평면상으로 깔고 혼합된 시료를 평면상으로 분산시켜 적층한 후 만곡몰딩을 한 것이다. (B)공정에 의한 만곡몰딩 성형은 (A)공정에 비해 균열되는 시료도 없었고 그 성형성도 우수하였다. 하지만 시트 위에 접착제와 혼합된 펄프를 분산시키기 때문에 압체시 시트가 만곡부로 삽입되면서 적층된 시료가 말려 들어가는 현상에 의해 몰드의 면적이 불규칙적으로 축소되는 문제점을 나타내었다. 그리고 실제 대량생산 체제에 돌입했을 때 접착제와 혼합된 펄프를 금형 위에 평면상으로 분산시키는 문제가 선결되어야 할 것으로 생각된다.

3. (C)공정에 의한 만곡몰드성형

(C)공정에 의한 만곡몰드 성형은 (B)공정과는 달리 금형 위에 시료를 분산시켜 바로 열압시키는 방법으로 공정이 간단하다는 장점을 가지나 시료적층 두께의 불균일로 인하여 평면부위 및 함몰부에 일정압력을 받아 강도를 유지하기 위해서는 (A)·(B)공정에 비해 고압으로 열압성형을 하여야 한다. 두께 불균일에 의한 고압성형으로 인하여 골부분과 평면부분의 밀도의 차가 생기지만 만곡지점의 강도를 유지시킬 수 있는 방법으로 판단된다. 따라서 공정의 단순화를 추구하고 제품의 품질을 유지시킬 수 있는 공정은 (C)공정이 적절한 것으로 판단된다.

제2절 시료종류에 따른 성형조건 비교(시료량 및 종류에 따른 성형형태의 고찰)

신문용지, 전산용지, 골판지, 광택지의 각 지류별로 과실용 12홀 만곡몰드 제조시 성형조건을 해리시간, 수분량, 접착제 첨가량, 혼합시간을 중심으로 하여 최적 성형 조건을 선정하여 표 7-1에 나타내었다.

표 7-1. 각 지류별 최적 성형조건

시료	시료상태	최적성형조건			
		해리시간 (분)	수분첨가량 (%)	접착제 첨가량 (%)	혼합시간
신문용지	건식 해리 펄 프	10	80	20	5
전산용지		10	70	20	5
골판지		10	80	20	5
광택지		10	80	-	5
신문용지	세단입자	-	80	10	7
전산용지		-	70	10	7
골판지		-	80	10	7
광택지		-	80	-	7

각 지류별로 시료 배합시 공정은 큰 차이가 없었다. 전산용지의 경우 낮은 흡습성으로 인해서 접착제와 시료의 혼합공정에서 요구되는 수분의 함량이 다소 떨어진다는 점과 세단입자와 접착제의 균일한 혼합을 위해서는 혼합시간이 길어진다는 조건의 차이가 있다.

제3절 최적성형 조건 선정(접착제 함량 및 종류의 조절)

본 연구의 수행 결과로 수용성 전분, PVA, EVA 등의 접착제를 사용하여 건식 펄프몰드를 제조한 결과 가격, 기능, 취급성 등을 고려할 때 EVA 접착제가 가장 우수하였으며, EVA 접착제의 경우 본 연구에서 추진한 과실용 12홀 건식 펄프몰드의 성형에 있어서 양호한 제품의 생산과 대량생산에 적합한 공정의 개략적인 윤곽을 표 7-2와 그림 7-2에 나타내었다.

표 7-2. 건식 펄프몰드의 성형조건

시료	혼합지류
건식 해리조건	5,000 rpm, 10분
수분첨가량(시료기건중량기준 %, g)	80 %
접착제첨가량(시료기건중량기준 %, g)	EVA수지 10%
혼합시간(호바트형 믹서기)	5분
성형압력	80 kgf/cm2
성형온도	100 ℃
성형시간	7 분
열압방식	순간배기 없이 연속적 일정 압력으로 가압

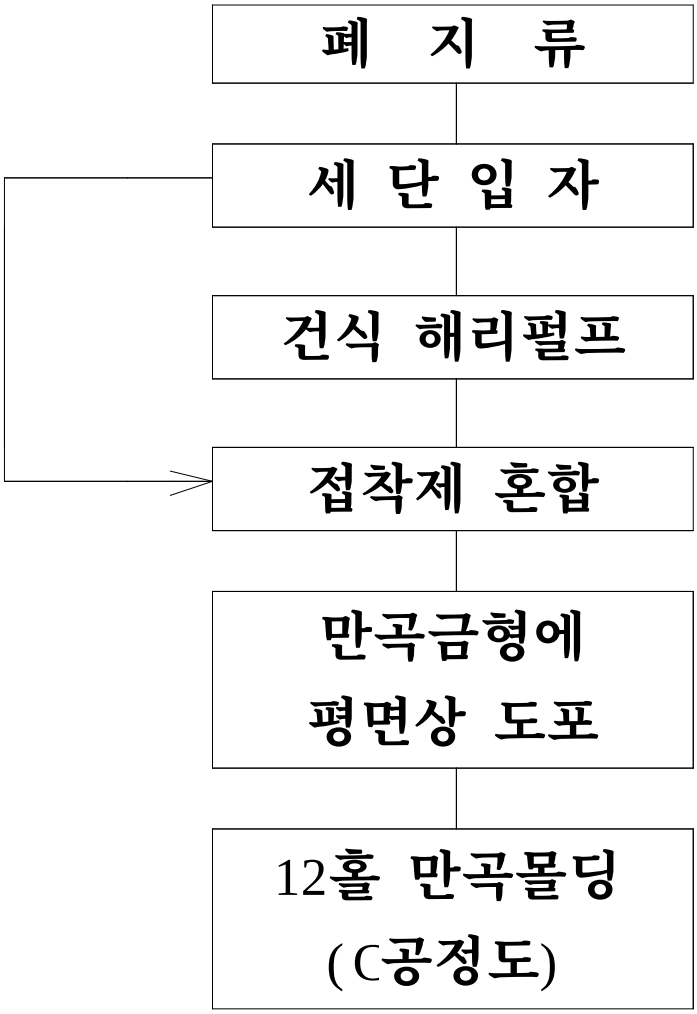


그림 7-2. 과실용 건식 펄프몰드 제조 최적 공정도

제 8 장 건식 펄프몰드의 물리적·기계적 특성 검토

성형온도, 성형압력, 접착제 함량, 첨가제, 시료 투입량 등 다양한 조건하에서 제조된 몰드의 물성과 기계적 특성을 검토함에 있어서 먼저 원료로 사용되는 폐지류의 함수율을 살펴보고 이어서 몰드의 비중, 두께 팽창율, 인장강도 등의 항목으로 분석하였다.

제1절 건식 펄프몰드의 물성 및 강도 측정법과 그 결과

1. 함수율

각 조건별로 제조된 몰드의 수분함량을 측정하기 위해 측정용 시편은 5×5㎝로 절단된 시편을 사용하였으며, 제조 후 1주일간 대기 중에 방치 후의 중량을 기건중량으로 하여 전건법에 의해 측정하였다.

$$\text{함수율}(\%) = \frac{\text{기건상태의 몰드}(g) - \text{전건상태의 몰드중량}(g)}{\text{기건상태의 시편중량}(g)} \times 100$$

표 8-1. 지종별 건식 펄프몰드의 함수율

구 분	신문지		전산지		골판지		광택지	
	펄프	세단입자	펄프	세단입자	펄프	세단입자	펄프	세단입자
함수율	8.5	8.8	7.1	6.5	8.6	8.2	5.2	5.2

2. 비중

5×5㎝크기의 시편의 평균두께를 측정하고 기건상태의 중량을 체적으로 나누어 비중을 구하였다. 단, 비중은 무차원이나 계산단위는 g/㎤이다.

표 8-2. **성형압력별, 시료 첨가량별**

No.	시료량 (g)	수 분 (g)	접착제	성형압력 (kgf/cm2)	비 중	비 고
1	150	120	-	10	0.36	
2	150	120	-	15	0.37	
3	150	120	-	20	0.42	
4	150	120	-	25	0.39	
5	150	120	-	30	0.39	
6	100	80	-	30	0.38	
7	200	160	-	30	0.36	
8	250	200	-	30	0.39	
9	300	240	-	30	0.40	

표 8-3. 접착제 첨가량

No.	시료량 (g)	수 분 (g)	접 착 제		성형압력 (kgf/cm2)	비 중	비 고
			g	%			
10	150	0	140	13.4	30	0.57	전 분
11	150	30	105	10.0	30	0.56	
12	150	60	70	6.7	30	0.52	
13	150	90	35	3.4	30	0.48	
14	150	69	111	40	30	0.60	EVA-706
15	150	82	83	30	30	0.55	
16	150	94	56	20	30	0.49	
17	150	107	28	10	30	0.46	
18	150	69	111	40	30	0.60	EVA-709
19	150	82	83	30	30	0.55	
20	150	94	56	20	30	0.53	
21	150	107	28	10	30	0.49	

표 8-2와 8-3에서 보는 바와 같이 접착제를 첨가하지 않은 조건에서 성형압력을 10 30 kgf/cm2으로 변화시켜면 몰드의 비중은 0.36 0.39로 변화하고 수분함량을 조절하면 비중은 크게 달라지지 않는다.

그러나 접착제를 혼합하여 제조할 경우 접착제 함량이 10 40%로 증가하게 되면 비중은 0.49 0.60으로 변화한다. 이와 같은 변화로 판단해 볼 때 접착제 함량은 몰드의 비중을 증대시키는 요인이 되며 저비중 저경량의 몰드를 제조함에 있어서 접착제 함량의 선택이 생산cost적인 측면 뿐만 아니라 품질에도 영향을 끼침을 알 수 있다.

3. 두께 변화율

각 몰드에서 절단한 5×5cm의 시험편을 기건상태에서 버니어 캘리퍼스로 두께를 측정한 후 24시간 물에 침지하여 그 두께 변화율을 측정하였다. 이 때 두께 팽창율은 아래와 같은 식으로 구하였다.

$$\text{두께 팽창율}(\%) = \frac{\text{침지후 두께 - 기건상태의 두께}}{\text{기건상태의 두께}} \times 100$$

접착제 함량이 높은 몰드에서 치수변화가 적게 나타났으며 비교적 EVA수지만으로 접착한 몰드가 조금 더 높게 나타났고, 저온에서 열압된 보드가 고온에서 열압된 보드보다 더 높게 나타났음을 알 수 있다.

입체 메카니즘을 생각해 보면 접착제가 섬유다발과 분말상의 넓은 원료 표면에 고르게 도포된다는 것은 사실상 어려우나, 고온에서 열압체에 의해 접착제 성분의 원료간 침투 이동이 이루어진 것으로 생각된다. 이것은 종이류의 통기성 및 투과성이 우수하기 때문에 압체성형에 별 문제가 생기지 않은 것으로 생각된다.

표 8-4. 몰드물성

구분	중 량 (g)	부 피 (cm^3)	침지후중량 (g)	침지전두께 (mm)	침지후두께 (mm)
세단	6.23	8.48	16.16	0.16	2.8
펄프	8.03	10.05	22.16	0.16	3.0

4. 각 지류별 인장강도

세단입자로 제조된 12홀 만곡몰드는 종이 고유의 강도와 종이간 접착력이 몰드의 강도에 영향을 미치게 된다. 따라서 시료로 사용될 각 지류의 인장강도를 측정하였다.

지류강도 측정법에 의거하여 인장강도 측정기(H5000M, Hounfield Co.)를 사용하여 인장강도를 측정하였다. 이때 측정용 시편은 길이 120mm, 폭 1.5 ±0.1mm로 재단하였다. 신문용지, 전산용지, 아트지의 경우 섬유배열방향과 섬유배열 직각방향을 구분하여 각각 7개의 시험편을 만들어 그 평균값을 얻었으며 골판지의 경우, 골심지와 라이너지로 구분하여 동일한 방법으로 측정하였다. 측정결과는 표 8-5에 나타내었다.

표 8-5. 각 지류의 인장강도 단위 : kg/cm2

지류방향	신문용지	전산용지	골판지		광택지
			골심지	라이너지	
섬유배열	4.82	8.58	7.78	11.35	9.79
섬유배열수직	0.86	3.74	4.02	8.35	5.32

지류 전반적으로 섬유배열방향과 섬유배열 수직방향의 인장강도의 차이는 확연히 나타났다. 신문용지의 경우 3.96 kg/cm2, 전산용지의 경우 4.84 kg/cm2, 골심지의 경우 3.76 kg/cm2, 라이너지 경우 3.00 kg/cm2, 광택지의 경우 4.47 kg/cm2의 강도차이가 나타났고, 타 지류에 비해 신문용지의 인장강도는 특히 낮게 나타났다. 세단입자를 시료로 하여 건식 펄프몰드 제조시에는 불규칙적 입자가 배열함으로 인하여 몰드의 강도에 미치는 종이의

인장강도는 섬유배열방향과 섬유배열 직각방향의 중간영역을 가질 것으로 생각된다.

5. 각 지류별 건식 펄프몰드의 인장강도

각 지류별로 건식 해리펄프와 세단입자를 시료로 하여 제조된 몰드의 인장강도를 측정하였다. 측정결과는 표 8-6에 나타내었다.

표 8-6. 각 지류별 건식몰드의 인장강도 단위 : kgf/cm2

시료상태	신문용지	전산용지	골판지	비 고
건식 해리펄프	8.03	7.35	4.84	
세단입자	1.06	0.68	0.41	

건식 해리펄프몰드의 인장강도에 미치는 요인은 섬유간 결합이다. 건식법에 의해 제조된 몰드는 섬유간 결합을 거의 접착제에 의존할 수 밖에 없으므로 접착제의 고른 분산과 접착제 고유의 강도적 특성이 몰드의 강도 특성에 중요한 영향을 미친다. 반면에 세단입자로 제조된 몰드의 경우 접착제에 의한 섬유간 결합력과 더불어 종이 고유의 강도와 종이간 접착력이 몰드의 강도에 영향을 끼치므로 건식 해리펄프로 제조된 몰드와 세단입자 몰드의 강도차이를 나타나게 하는 요인이다.

제2절 성형온도 및 압력에 따른 몰드의 물리적 특성

본 연구에서 제조된 건식 펄프몰드의 물리적 특성을 성형온도 및 압력

에 따라 어떤 연관성이 있는지 검토해 보았다.

건식 펄프몰드 제조시 성형온도를 변화시켜 비중 및 강도적 성질을 비교해 보았을 때 성형온도에 따라서 건식 펄프몰드의 경화성이 달라지기 때문에 생산능력에 영향을 미칠 수는 있었지만 비중 및 강도적 성질에는 어떤 영향도 미치지 않음을 확인하였다. 성형온도의 경우 100℃ 이상일 경우는 위의 설명과 같이 온도와 물리적 특성에 큰 연관성이 없었지만, 100℃ 미만인 경우에는 건식 펄프몰드 제조시 접착제의 경화가 완전하게 일어나지 않기 때문에 강도적 성질이 저하되는 경우가 있었다. 따라서 건식 펄프몰드의 제조시 성형온도는 100℃ 이상이 될 경우에는 몰드의 물리적 특성에 영향을 미치지 않으므로 생산단가를 감안한다면 100℃가 최적온도로 판단된다.

한편, 건식 펄프몰드 제조시 성형압력이 몰드의 물리적 특성에 미치는 영향을 검토하였다. 성형압력을 10, 20, 40, 60 kgf/cm2 변화시켜 몰드의 물리적 특성을 검토한 결과 성형압력이 증가될수록 비중은 비례적으로 향상되었으며, 강도는 미비한 증가 추세를 나타내었다. 성형압력이 증가함에 따라 펄프몰드의 체적이 감소되므로 비중은 증가하였으며, 펄프몰드의 체적 감소시 섬유간 결합력이 향상되고 치밀도가 높아지므로 강도는 향상되는 경향이 있었다. 성형압력의 경우 시료 첨가량에 따라 다소 차이가 발생하기는 하지만 성형압력이 60 kgf/cm2이상이 될 경우 비중 및 강도적 성질은 큰 변화가 없었다. 따라서 성형압력의 경우 60 kgf/cm2의 경우가 최적의 성형압력으로 판단된다.

제3절 접착제 및 첨가제의 종류 및 양에 따른 몰드의 물성 및 강도 특성

건식 펄프몰드 제조시 접착제 및 첨가제의 종류, 양에 따른 몰드의 강도 특성을 검토하기 위해 접착제의 종류, 첨가량을 변화시켜 강도 변화를 검토했다.

접착제의 경우 우선 취급이 곤란하고, 고가인 PVA는 제외시키고 EVA와 수용성 전분의 첨가량을 변화시켜 강도시험을 행한 결과, 수용성 전분의 경우 저가이며, 취급이 용이하여 건식 펄프몰드 원료 배합시 효율적이었으며, 그 성형성 또한 우수하였다. 수용성 전분의 첨가량은 5, 10, 20%로 증가시켜 시험한 결과 첨가량이 10% 이상이 될 경우 강도적 성질이 더 이상 향상되지 않았으므로, 수용성 전분의 경우 최적 첨가량은 10%로 판단되었다. EVA의 경우 또한 접착제의 첨가량이 증가할수록 강도적 성질은 향상되었으며, EVA 첨가량이 10% 이상에서 강도적 성질이 level off되는 경향을 나타내어 EVA 접착제의 최적 첨가량도 10% 정도로 나타났다. 그러나 수용성 전분과 EVA 접착제의 첨가량을 10%로 고정하여 두 시료의 강도변화를 검토한 결과 인장강도의 경우 EVA 접착제를 첨가한 시료가 다소 높게 나타났고, 유연성을 검토한 결과 전분 접착제를 첨가한 몰드에 비해 EVA를 첨가한 몰드가 약 2.2배 정도 우수함을 알 수 있었다. 본 연구에서 첨가제로 검토한 resin fiber의 경우 전량 현재 일본에서 수입되고 있으며, 이러한 이유로 상당히 고가로 판매되고 있기 때문에 건식 펄프몰드의 유연성을 부가하기 위한 재료로써는 생산단가의 절감을 위해 사용이 불가함을 알 수 있었다. 한편 resin fiber를 첨가한 경우 건식 펄프몰드의 유연성과 강도는 매우 증가됨을 확인하였기 때문에 저비용의 첨가제를 검토해야 할 필요성이 있었다.

최종적으로 건식 펄프몰드를 제조함에 있어 접착제의 경우 EVA 접착제가 가장 우수함을 알 수 있었고 최적 첨가량은 10% 정도임을 확인하였다.

한편 첨가제의 경우는 resin fiber의 유연성과 복원력을 대체할 수 있는

새로운 저가의 첨가제를 검토해야 할 필요성이 있다고 사료되고 연구가 종료된 후에라도 현재 막대한 양이 발생되고 있는 폐타이어를 이용하여 고무계 물질이 보유하고 있는 유연성과 복원력을 이용하여 좀 더 심도있는 검토를 할 계획에 있다.

제4절 시료 투입량에 따른 몰드의 물성 및 강도 특성

건식펄프몰드 제조시 시료 투입량에 따른 몰드의 물성변화를 검토하였다. 시료 투입량은 80g, 100g, 120g, 140g, 160g으로 변화시켜 제조한 건식 펄프몰드의 밀도, 강도, 두께 변화율, 두께 팽창율을 검토한 결과 밀도 및 두께 팽창율은 거의 영향을 미치지 못하였으며 두께는 시료 투입량에 대해 비례적으로 증가하였다. 한편 시중에서 유통되고 있는 폴리스틸렌계 내포장재의 경우 약 1 2㎜정도의 두께로 유통되고 있다. 따라서 본 연구에서 시료함량이 100g, 성형압력이 60㎏f/㎠으로 성형한 몰드의 두께가 약 1.5㎜정도로 제조됨에 따라 최적 시료함량은 약 100g정도로 판단된다. 그리고 시료량이 증가됨에 따라 강도는 다소 증가하는 추세를 나타내지만, 그것 또한 시료함량에 대한 영향으로 판단하기에는 부적절하다고 생각된다. 한편 시료량이 과다하게 첨가될 때에는 건식 펄프몰드의 중량이 비례적으로 증가하기 때문에 차후 운송비 등의 2차적인 문제점 발생이 예상되기도 한다. 따라서 본 연구에 최종적인 목표로 예상하고 있는 건식 펄프몰드의 강도, 유연성, 밀도, 중량, 두께 등을 고려한다면 성형온도의 경우 100℃, 성형압력 60㎏f/㎠, 접착제 EVA, 접착제 첨가량 10%, 시료 투입량 100g, 성형시간 7분으로 제조한 건식 펄프몰드가 가장 본 연구의 목적에 부합되는 건식 펄프몰드라고 생각된다.

제 9 장 건식 펄프몰드의 착색처리 방법의 탐색

제1절 색의 선택

건식 펄프몰드의 용도에 따른 기능성 부여 측면에서 감각특성을 고려한 적절한 착색은 재료의 질감향상 및 이용자의 마음을 컨트롤하기 위해 필요한 공정이다. 과실용 내포장재로 건식 펄프몰드의 사용에 있어서 소재가 되는 폐지류는 사람들에게 친근감을 줄만큼 화려하거나 시각적인 친근감을 얻기란 매우 어렵다. 따라서 건식 펄프몰드에 적절한 색상의 부여가 반드시 필요하다고 생각된다.

색상에 관한 지금까지의 연구결과에 의하면 파란색 또는 녹색은 황색이나 적색계통보다 따스한 느낌이 떨어지나 깨끗하고 산뜻한 느낌을 주는 것으로 알려져 있다. 따라서 적색이나 황색 계통의 과실에 대한 보색으로 과실에 신선한 느낌을 가중시키는 청색이나 녹색계통의 착색이 무난한 것으로 생각된다.

제2절 착색약품의 선택

색의 발현을 위한 방법으로는 몰드표면에 착색성 물질을 코팅하는 방법과 착색성 물질을 내부에 완전히 침투시켜 소재의 완전 착색의 두가지 방법으로 크게 구분할 수 있다. 착색제로 사용되는 약품은 크게 안료와 염료로 구분된다. 안료는 희석제에 용해되지 않고 콜로이드 상태로 존재하기 때문에 표면착색에 적합하고 염료는 희석제에 완전히 용해되기 때문에 소재의 완전 착색에 적합하다.

본 실험에 사용된 착색제는 안료로 수성 페인트를 사용했으며 염료로는 인조잔디의 착색에 사용되는 Malachite-green을 선정하여 착색방법별 효과를 검토하였다.

제3절 착색방법의 선택

건식 펄프몰드의 착색에 적용될 수 있는 착색방법은 크게 브러쉬 도포, 스프레이 도포, 함침 처리로 구분될 수 있으며 각 방법의 특징 및 용도는 아래와 같이 요약할 수 있다.

1. 브러쉬 도포

몰드에 연속적으로 착색제를 솔로 칠하는 것과 같은 원리로 행하는 방법이다. 현재는 조작이 복잡하고 도포속도가 느리며 브러쉬의 마모가 빠른 점 등의 단점이 많아서 거의 사용하지 않는 추세이다.

브러쉬는 편평한 벳드에 직모의 것을 사용한다. 벳드브러쉬는 지필을 옆방향으로 일정한 스트로오크로 흔들어서 도포를 행한다. 회전벳드의 경우는 지지대에 다른 속도로, 지지대의 진행방향과 반대 방향으로 회전시킨다. 털은 천연 또는 합성섬유가 쓰인다.

적용대상은 최대 도포속도 90m/min, 최대 고형분 농도 40%, 점도 15 300cP, 최대도포량 40g/m^{2}으로 조작한다.

2. 스프레이 도포

스프레이 코터를 이용한 도포로 지지대의 연속도포에는 한계가 있다. 현재 스프레이 도포는 여러 가지 문제점으로 인해 거의 사용되지 않고 있다.

우선 Baracewell 스프레이 코터는 고속으로 돌고 있는 로울에 스프레이 도포액을 뿌리고 제2의 로울에 도포액을 이전시킨 후 지지대에 도포하는 것으로 입자 도포면에 지름을 감소시킬 수 있다.

건타입은 이동대 위에 몇 개의 스프레이 건을 늘어놓고 그 밑을 통과시켜 지지대상에 직접 스프레이하는 것이다. 고공속도 최대 150m/min, 최대 고형분 55%, 점도는 150 100cP, 도포량은 50g/m2이다.

3. 함침처리

함침처리는 종이, 천, 그 밖의 다공질 기재를 약제를 함유하는 액 중에 침지하여 약제를 구조 중에 침투시키는 가공법이다.

① 함침기

다공질체에 약제를 주입하는 장치로 수직형과 수평형이 있다. 수직형은 액속에서의 기재의 체류시간 또는 통과를 길게 잡고 싶을 때 쓰이며, 수평형은 체류시간이나 또는 통과시간을 비교적 짧게 하고 싶을 때 쓰인다.

② 진공증착법

원지의 표면에 금속도금 또는 금속화는 수단의 하나이다. 원리는 약 10-4Torr의 진공장치 안에서 임의의 금속을 융점이상으로 가열하면 금속증기가 되고 약 10cm 정도 날아서, 냉각된 피착기재 위에 분자 또는 원자 상태로 응결되어 다량체 피막이 생긴다.

제4절 건식 펄프몰드의 착색성 실험

건식 펄프몰드에 적합한 착색방법을 선정하기 위해 염료 스프레이 도포, 원료 혼합시 염료 첨가, 안료 브러쉬 도포의 3가지 방법을 검토하였다. 본 실험에서는 안료로 수성 페인트를 사용했으며 염료로는 인조잔디의 착색 등

다용도로 사용되는 Malachite-green을 선정하여 착색방법별 효과를 검토하였다.

1. 염료 희석액 스프레이 도포법

염료는 안료에 비해 소량으로도 우수한 착색 특성을 가진다. 본 실험에서는 0.01%, 0.1%, 0.5%, 1.0% 농도의 염료용액을 제조하여 1회, 2회, 3회의 3단계로 반복 스프레이 도포하였으며 착색된 각 시편들은 사진 9-1과 9-2에 나타내었다.

(사진 9-1 참조)

(사진 9-2 참조)

사진 9-1과 9-2에서 보는 것과 같이 열압성형하여 제조된 몰드 표면의 인쇄얼룩과 입자결을 어느정도 보완할 수 있는 색상의 농도는 육안적으로 관찰할 때 염료 농도 0.5%가 적절한 것으로 판단되고, 도포 회수에 의한 색상의 차는 동일 염료 농도에서는 그다지 크게 나타나지 않음을 알 수 있었다.

염료 농도별, 도포회수별 착색성의 변화를 객관적으로 구분하기 위하여 Hunter Lab 시스템을 도입하여 색도계(Minolta Chroma Meter CR-200, 일본)를 사용하여 색도를 분석하였다. 이 시스템은 CIE 시스템으로부터 유도된 것으로 이해하기 쉽고 해석하기도 용이하기 때문에 널리 이용되고 있다.

L, a, b의 3 자극치를 이용하여 색을 표현하기 때문에 Hunter L, a, b 3 자극치 시스템으로 불리고 삼차원 도표로 나타낼 수 있다. L은 희고 검은 정도를 나타내는 것으로 완전히 흰색의 L값은 100, 완전히 검은색의 L값은 0으로 표시된다. a+값은 적색, a-값은 초록색을 나타내며, 적색이 강해 질수록 0 +100으로 증가하고 녹색이 강해질수록 0 -80으로 감소한다. b+값은 노란색, b-값은 파랑색을 나타내는 것으로 황색이 강할수록 0 +70으로 증가, 청색이 진할수록 0 -70으로 감소한다.

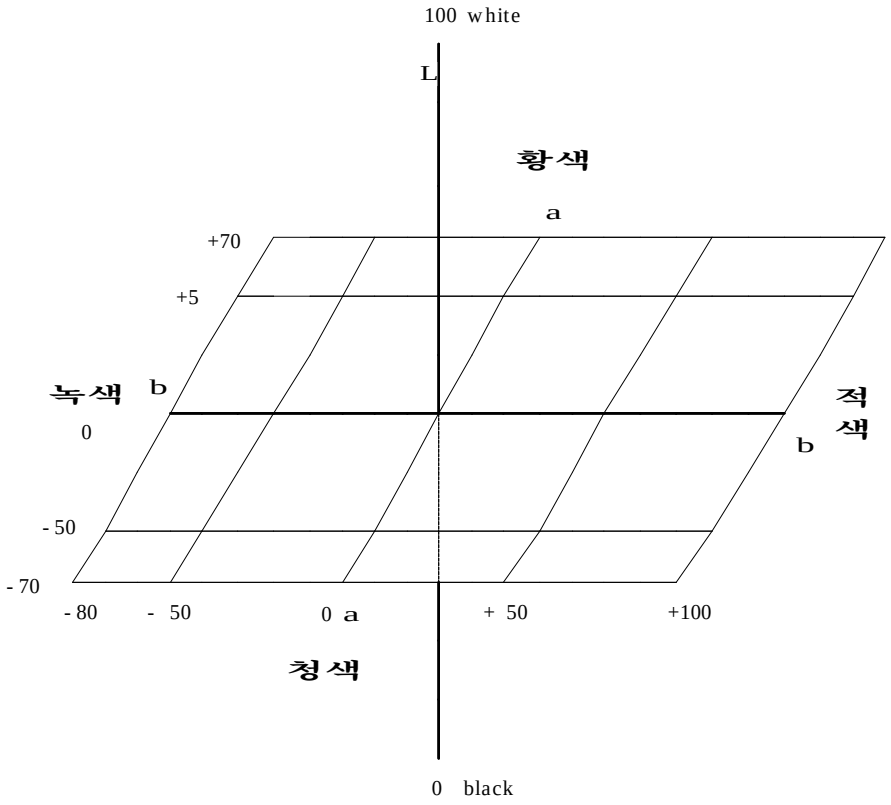


그림 9-1. Hunter Lab 시스템의 3차원 입체색상도

표 9-1. 건식지류몰드 염료 착색 Lab 분석 결과

시 료	염료 농도 (%)	색차 분석치								
		1회도포			2회도포			3회도포		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b
혼합폐지 펄프	0	58.63	+0.45	+7.64	58.63	+0.45	+7.64	58.63	+0.45	+7.64
	0.01	54.04	- 9.12	+0.26	52.16	- 11.16	- 1.13	51.43	- 12.40	- 2.59
	0.1	43.00	- 15.83	- 6.88	40.96	- 15.80	- 8.38	42.75	- 15.80	- 7.89
	0.5	37.74	- 13.75	- 10.57	36.22	- 14.02	- 9.45	35.57	- 13.37	- 9.78
	1.0	33.04	- 12.28	- 10.62	33.51	- 12.29	- 9.66	33.54	- 11.75	- 10.13
혼합폐지 세단입자	0	72.45	+0.70	+7.32	72.45	+0.70	+7.32	72.45	+0.70	+7.32
	0.01	60.94	- 11.60	- 2.70	61.76	- 13.18	- 3.54	62.36	- 15.92	- 5.22
	0.1	49.40	- 18.01	- 10.24	48.54	- 18.50	- 8.76	46.98	- 18.08	- 10.17
	0.5	41.67	- 14.35	- 12.00	38.46	- 14.52	- 12.41	37.40	- 13.95	- 11.73
	1.0	35.55	- 11.81	- 12.19	38.70	- 15.15	- 11.85	31.36	- 8.91	- 10.92

표 9-1에 나타난 바와 같이 색도계에 의한 L, a, b 색차분석을 한 결과 건식지류몰드에 1회 스프레이 도포한 수치를 기준으로 판단해 볼 때, 염료 농도가 증가할수록 L값은 감소하는 반면 a값은 염료 농도 0.1%에서 최고치를 나타내었고, b값은 염료 농도 0.1 0.5% 농도를 기점으로 최고치를 나타내었다.

즉, 염료 농도가 증가할수록 색은 어두워지며 염료 농도 0.1 0.5% 사이에서 청록색의 색상이 강하게 나타남을 알 수 있다. 따라서 적정 염료 농도는 몰드 표면의 얼룩결점을 보완하면서 최대의 색상을 발현하는 염료 농도 5%가 적절한 농도로 판단된다.

1회에서 3회까지의 반복 스프레이 도포에 의한 L, a, b 색차 분석값은 그다지 큰 변화를 나타내지 않은 것으로 볼 때 공정을 단순화시킨다는 측면에서 스프레이 도포는 1회가 적절한 것으로 생각된다.

2. 원료 혼합시 염료 첨가법

기건시료 100g에 대하여 EVA 수지 20g, 염료 분말 0.8g을 공통조건으로 하여 수분 첨가량을 80, 160, 240, 320g으로 변화를 주어 혼합을 한 후 40 kgf/cm2, 120℃, 10분의 동일 성형조건으로 열압성형하여 착색된 몰드 시편을 사진 9-3에 나타내었다. 염료 분말은 시료와 혼합되기 전에 투입될 적정 수분에 미리 용해시켰다.

사진 9-3은 원료 혼합시 염료 첨가법에 의해 착색된 몰드 시편의 사진을 나타내고 있다.

(사진 9-3 참조)

사진 9-3에서 보는 것과 같이 이 방법에 의해 착색된 몰드는 부분적으로 색이 발현되어 청록색의 얼룩반점 형태로 몰드 표면에 나타나는 것이 특징이다. 이러한 현상은 종이가 다공질성 섬유라는 특성에 기인되는 것으로 착색성분이 원료와 혼합시 특정 섬유에 집중적으로 흡수되어 나타나는 결과

이다. 혼합시 시료에 대한 수분의 비율 240% 이상이 되면 착색 반점이 약한 것으로 나타나지만 몰드 제조시 적정 수분함량을 크게 초과하는 양이므로 몰드 제조에 부적합하다. 따라서 본 공정에 의한 착색은 몰드 표면에 균일한 색상발현이 곤란하며 건식 펄프몰드의 착색법으로는 부적합하다고 판단된다.

3. 안료 브러쉬 도포법

안료는 염료와는 달리 용제에 용해되지 않고 콜로이드 상태로 존재하기 때문에 염료 착색과는 다른 특성을 가진다. 즉 염료는 섬유의 세포벽에 침투하여 색을 발현시키는 반면 안료는 섬유표면에 정착하여 얇은 코팅층을 형성해 색을 발현시킨다는 차이점이 있다.

따라서 본 안료 브러쉬 도포법은 안료를 물에 분산시킨 후 침전되지 않도록 수시로 교반시켜 주고 이 안료 분산액을 몰드 시편에 브러쉬로 도포한 후 건조시켜 몰드에 도포된 고형분 함량을 측정하고 여기에 상응하는 Hunter Lab 색차 분석값을 비교하여 연관성을 파악하는데 초점을 맞추었다. 그리고 시편 한 종류에 대하여 침지회수를 5회까지 브러쉬로 도포하는 방법으로 고형분 함량을 변화시켜 보았다. 몰드 표면에 도포된 안료는 다음과 같은 식에 의하여 안료 단위면적당 도포량을 측정하여 색상과 도포량과의 관계를 비교 검토를 하였다.

$$\text{안료 도포량 } (g/cm^2) = \frac{\text{몰드 표면에 정착된 안료 고형분량}}{\text{표면적 + 이면적}} \times 100$$

사진 9-4은 안료 브러쉬 도포법에 의해 착색된 결과를 나타내고 있다. 단계별 착색변화를 육안적으로 구분할 수 있다.

(사진 9-4 참조)

사진 9-4에 보는 바와 같이 건식 해리펄프로 제조된 몰드의 안료 착색인 경우 3회 도포에서 안료의 색상이 안정적으로 나타나고 세단입자의 경우 지표면에 인쇄된 얼룩이 강하게 나타나 있으므로 4회 정도에서 안료의 색상이 안정적으로 나타나고 있다.

사진 9-4은 본 방법에 의해 안료 착색된 몰드 시편을 보여주고 있다.

표 9-2. 안료 도포량(g) (시료 7㎝×7㎝)

펄프	도포 회수	도포량			비고
		No.1	No.2	No.3	
펄프	1	0.24	0.20	0.25	
	2	0.47	0.45	0.43	
	3	0.59	0.39	0.41	
	4	0.53	0.65	0.47	
	5	0.67	0.68	0.92	
세단입자	1	0.14	0.17	0.11	
	2	0.35	0.31	0.20	
	3	0.33	0.37	0.40	
	4	0.47	0.36	0.35	
	5	0.61	0.38	0.38	

표 9-3. 안료 단위면적당 도포량 (g/㎡)

구분	도포회수	도포량			비고
		No.1	No.2	No.3	
펄프	1	2.4	2.0	2.5	
	2	4.8	4.6	4.4	
	3	6.0	4.0	4.2	
	4	5.4	6.6	4.8	
	5	6.9	6.9	9.4	
세단입자	1	1.5	1.7	1.1	
	2	3.5	3.2	2.1	
	3	3.4	3.7	4.1	
	4	4.8	3.7	3.6	
	5	6.2	3.9	3.9	

표 9-2는 도포회수에 대한 안료 도포량의 변화를 나타내고 있고, 표 9-3은 단위 면적에 대하여 도포회수와 단위면적당 도포량의 관계를 나타내고 있다.

건식 해리펄프로 제조된 몰드의 경우 3회 도포시 단위 면적당 도포량은 평균 5.5 g/cm2이고 세단입자의 경우 4회 도포시 단위 면적당 도포량은 3.9 g/cm2이다.

침지 회수와 도포량과는 상관관계가 높게 나타나지 않는데 이것은 침지 시간의 불일치와 안료의 불균일성 때문인 것으로 생각된다. 단위면적에 대한 도포량이 4 g/cm2 %이상인 경우에는 Hunter Lab 색차 분석치가 비슷한 값을 나타낸다. 이것은 몰드 표면에 안료가 충분히 몰드 표면에 도막층을 이루어 몰드의 색상에서 안료의 색상을 발현사는 시점으로 판단된다. 따라서 안료 도포시 적절한 고형분량 4 g/cm2 가 몰드의 착색에 적절한 것으로 판단된다.

제 10 장 건식펄프몰드의 방균처리 방법의 탐색

건식펄프몰드는 일반 합성수지계통의 소재와는 달리 균, 곰팡이에 대한 분해성이 높은 지류를 소재로 사용하기 때문에 과실용 내포장재로 개발되는 지류몰드는 과실 즉, 식품과 직접 접촉하여 비교적 장시간 보관되는 부분이므로 그 위생처리가 중요하다 하겠다. 따라서 본 항에서는 몰드 자체의 식품에 대한 저해성을 파악하고 방균처리에 관한 일반적인 대책에 관해 탐색하였다.

제1절 고지 해리시의 추출성분 분석

본 실험 공정에 의해 제조된 건식 펄프몰드의 인체 유해성 검토를 위해 고지 해리시의 추출성분을 분석하였다.

본 연구에 사용된 고지를 신문용지, 골판지, 전산용지, 잡지 등으로 분리하여 그 구성성분 및 추출성분을 분석하였으며, 그 분석결과를 표 10-1에 나타내었다.

표 10-1. 각종 폐지의 성분 분석 결과

	탄수화물(%)	리그닌(%)	무기물(%)	S : H 비*
신 문 용 지	76.0	19.4	4.1	74 : 26
골 판 용 지	80.0	14.3	5.7	68 : 32
전 산 용 지	81.1	5.3	13.6	16 : 84
잡 지	72.0	9.5	18.5	26 : 74

Notes : S : H 비* - 침엽수(S)펄프와 활엽수(H)펄프의 구성비

위의 결과에서 신문용지의 경우 기계펄프화에 의해 제조되었고, 골판용지는 미표백화학펄프로 구성되어 있음을 나타내고 있으며, 전산용지와 잡지의 경우 표백화학펄프로 구성되어 있음을 추측할 수 있었다. 한편, 현미경 관찰에 따른 각 시료의 섬유비율 측정결과를 보면 신문지와 골판지의 경우 주로 침엽수재 섬유로 구성되어 있으며, 전산용지와 잡지의 경우 주로 활엽수재 섬유로 구성되어 있음을 알 수 있었다.

무기물 함량은 잡지의 경우가 18.5%로서 가장 높게 나타났고, 신문지의 경우 4.1%로 가장 낮게 나타났다. 통상적으로 무기물은 초지공정 중 로딩제로 사용되는 탈크, 크레이 등 기타 무기물질에 기인하는 것으로 알려져 있으며, 종이제조 과정동안 그 용도에 따라 다량의 피그먼트 등이 함유되어진다.

특히 본 연구에 사용되는 고지의 경우 대부분이 인쇄되어진 용지임을 감안한다면 상당량의 잉크가 함유되어 있을 것으로 판단된다. 한편 보통 코팅되지 않은 종이의 경우 무기물 함량이 2-5%이며, 전산용지와 잡지의 경우 안료의 충전과정이나 코팅과정 중에서 다량의 무기물 첨가가 이루어 진 것으로 사료되지만 본 연구에 사용되는 경우 인체에 유해한 추출성분들은 발현되지 않았기 때문에 원료에 대한 문제점은 고려하지 않아도 될 것으로 판단된다.

제2절 식품용기·기구 및 포장에 대한 일반 기준

기구 및 포장·용기에서 「기구」는 음식기를 비롯하여 식품 또는 식품첨가물의 채취, 제조, 가공, 조리, 저장, 운반, 진열, 수수 또는 섭취에 사용되는 것으로서 식품 또는 식품첨가물에 직접 접촉되는 기계, 기구, 기타 물건을 말하므로 기구라 함은 식품이나 식품첨가물이 사람의 입으로 들어가기

바로 직전까지 접촉되는 것으로 용기·포장을 제외한 모든 무생물인 것으로 총칭하는 것으로 해석하여도 무리가 없을 정도로 매우 포괄적인 개념을 갖고 있다.

그리고 「용기」와 「포장」은 법적으로 따로 구분하지 않고 「용기·포장」으로 묶어서 정의하고 있다. 「용기·포장」은 식품 또는 식품첨가물을 넣거나 싸는 물품으로서 식품 또는 식품첨가물을 주고받을 때 함께 인도되는 물품을 말한다.

이들 기구, 용기·포장에 대하여 정해진 기준·규격은 기구나 용기·포장을 구성하고 있는 재질에 대한 기준·규격으로서 식품이나 식품첨가물과 직접 접촉하는 부분의 재질로 한정하고 있다.

현재 식품공정에 등재된 기구 및 용기·포장의 기준·규격은 10개의 일반적 기준·규격과 시험방법에 따른 13종 재질의 개별 기준·규격이 있다. 식품공정은 기구 또는 용기·포장에서 사용하는 대표적인 재질인 합성수지제, 염화비닐수지제, 셀로판제, 종이 또는 가공지제, 금속제, 고무제, 도자기제, 옹기류 또는 법랑 도포, 유리제, 에틸렌수지제 및 프로필렌수지제, 스틸렌수지제, 염화비닐리덴 수지제, 에틸렌테레프탈레이트 수지제, 금속제 등에 대한 기준·규격 및 시험방법을 수록하고 있으며, 기구 또는 용기·포장에 관련된 유해물질 함유기준은 중금속(납, 카드늄, 비소 등), 페놀, 포름알데하이드, 색소 등을 다루고, 이를 검사하기 위한 용출시험, 재질시험 등에 대한 시험방법이 정해져 있다. 시험방법은 95년 9월 식품 등의 기준·규격 개정시 시험방법 부분이 대폭 개정되었다.

식품공전에 등재된 기구 및 용기·포장의 기준은 다음과 같다.

1. 기준 및 규격

1) 기구 및 용기·포장은 물리적 또는 화학적으로 내용물이 오염되기 쉬

운 구조여서는 아니된다.

2) 납을 10% 이상, 안티몬을 5% 이상 함유한 금속으로 기구 및 용기·포장을 제조하거나 수리하여서는 아니된다.

3) 도금용 주석은 납을 5% 이상 함유하여서는 아니된다.

4) 기구 및 용기·포장의 제조 또는 수리에 쓰이는 땜납은 납을 20% 이상 함유하여서는 아니된다. 다만, 통조림용 관의 외부에 쓰이는 땜납에 있어서는, 위생관의 경우에는 납 98%, 위생관 이외의 관에 있어서는 납을 60%까지 함유하여도 된다.

5) 기구 및 용기·포장은 2. 시험방법에 규정되어 있는 각 항목의 시험방법에 의한 시험에 적합하여야 한다. 다만, 전분 등 식용물질이 식품과 접촉하는 면에 접착되어 있는 용기·포장에 대하여는 증발 잔류물의 시험을 제외한다.

종이 또는 가공지제 기구 및 용기·포장의 시험방법은 비소, 중금속, 포름알데히드에 대한 검출유무를 중심으로 하고 있으나 건식 해리시 추출성분 분석에서 보는 바와 같이 검출되지 않았고 제조공정 측면에서 검토해 볼 때 본 연구에서 개발된 소재는 100℃이상에서 적정시간 열압하는 과정에서 살균효과가 발생하고 균의 생육 3대 요소 중 수분을 제거시키기 때문에 별다른 약품처리 없이 균에 대한 문제점은 완벽히 해소된다고 판단된다.

제3절 방균처리 약품의 선택 및 방법의 선택

국내 식품위생법 식품용기·기구에 대한 일반기준을 중심으로 검토해 볼 때 건식 펄프몰드의 과실용 내포장재로 사용될 때의 규제는 없는 것으로 판단된다. 그러나 방균성을 특별히 강조되어야 할 물품에 본 소재를 적용

시킬 경우를 대비하여 건식 펄프몰드의 균에 대한 내후성 및 방부처리 후의 내균성 등에 관해 검토하였다.

제조된 몰드의 방균성을 검토하기 위하여 무처리제와 몰드 제조시 방균제를 접착제와 함께 혼합하여 처리한 방균처리제로 구분하여 평가하였다. 이때 사용된 방균제는 목질재료의 방부 방균제로 널리 이용되고 있는 40%의 IPBC AF 1을 사용하였으며, 유상인 방균제와 몰드 제조시 혼합되는 수용성 접착제와의 반발성을 제거하기 위하여 Tween #20의 계면활성제를 사용하였다.

목질계 재료에 대한 방균성을 평가하는 방법에는 일본 목재보존협회에서 규정하고 있는 규격 제2호인 「목재용 방미제의 방미효력 시험방법」과 규격 제7호인 「도포, 분무, 침지용 목재방부제의 성능기준」의 평가방법과 국내의 경우, 임업연구원에서 이용하고 있는 「목재용 방미제의 방미효력 시험방법」등이 있다.

본 연구에서는 이러한 방법들 중에서 임업연구원에서 이용하고 있는 방법에 따라 제조된 몰드에 대한 균류의 침투 및 식해정도를 아래의 평가방법에 따라 평가하였으며, 이를 바탕으로 몰드의 방균성을 검토하였다.

1. 방균효과와 평가방법

가. 평가치

표 10-2. 균체의 발육상황

평가치	균체의 발육상황
0	시험체에 곰팡이의 발육이 전혀 나타나지 않는다.
1	시험체에 측면에만 곰팡이의 발육이 나타난다.
2	시험체의 윗면 1/3이하에 곰팡이의 발육이 나타난다.
3	시험체의 윗면 1/3이상에 곰팡이의 발육이 나타난다.

나. 평균 평가치

$$\text{평균평가치}\ (A) = \frac{a_1 + a_2 + \cdots + a_6}{6}$$

다. 피해치

피해치는 아래의 식을 이용하여 구하였다.

$$D = \frac{A}{S} \times 100$$

A : 평균평가치　　S : 무처리시험체의 평균평가치

제4절 건식 펄프몰드의 방균성 실험

제조된 몰드의 방균성을 알아보기 위하여 공시균류로 임업연구소에서 분양받아서 사용하였다. 본 실험에서는 목재부후균류 중 백색부후균류에 속하는 구름버섯(*Coriolus versicolor* ,COV)을 사용하여 균류에 의한 침투 및 식해정도를 측정하였으며, 스프레이도포법에 의해 안료를 도포하여 착색된 몰드와 착색을 되지 않은 몰드를 사용하였다.

또한 방균제를 처리한 것과 하지않은 것으로 나누어 실험하였으며, 방균제를 처리한 처리제와 방균제를 처리하지 않은 미처리제의 방균성을 비교하였다.

먼저, 방균성 실험을 하기 위하여 공시균류를 배양하였다. 균류의 배양에는 한천배지(Potato dextrose agar, PDA)를 사용하여 10일간 배양하였으며, 균류의 배양은 습도 70 80%, 온도 27±2℃의 조건이었다. 균류가 배양된 페트리디쉬에 일정크기의 시험편을 올려놓고 균류에 의한 침투 및 식해정도를 알아보기 위하여 방균실험을 1개월간 행하였다. 몰드의 방균효과는 육안적 관찰 후 평가하였다.

1. 몰드의 방부성 평가

(**사진** 10-1 **참조**)

(**사진** 10-2 **참조**)

표 10-3 **미착색재에 대한 균류의 침투정도**

샘플No.	**미처리재**	**방부처리재**
1	0	0
2	1	0
3	1	1
4	1	0
5	0	0
6	1	0
평균	0.67	0.17
피해치	-	25.4

미착색 몰드에서 방부제를 처리하지 않은 몰드와 방부제를 처리한 몰드의 방균성을 육안으로 관찰하고 평가결과를 표 10-3**에 나타내었다**.

표 10-3**에 나타난 결과를 보면 방부제를 처리하지 않은 몰드의 경우에 몰드의 측면에서 일부 균류의 침투가 발견되었지만 예상한 바와 같이 몰드**

제조공정 중 열압시 고온처리에 의해 몰드에 잔존하는 수분이 거의 없어지고 고온에 의한 멸균이 이루어져 균류의 생육환경이 만들어지지 않아 균류의 성장이 거의 나타나지 않은 것으로 생각된다.

또한 방부제를 처리한 몰드의 경우, 6개의 샘플 중 하나의 샘플에서만 샘플측면에서의 균류 성장이 나타나 피해치가 25.4로 경미하고 방균제를 처리하지 않은 몰드와 비교해보면 방균성이 약간 향상됨을 알 수 있었다.

위의 결과들을 종합해 보면, 몰드의 제조시 방균제를 사용하지 않고 제조하여도 몰드자체의 방균성에 의하여 방균효과가 나타나며, 음식물의 보관 및 수송에 사용하여도 문제가 없을 것으로 생각된다.

(사진 10-3 참조)

(사진 10-4 참조)

표 10-4. 착색재에 대한 균류의 침투정도

샘플No.	미처리재	방부처리재
1	0	0
2	1	0
3	0	0
4	1	0
5	1	0
6	1	0
평균	0.67	0
피해치	-	0

안료를 착색한 몰드에서 방부제를 처리하지 않은 몰드와 방부제를 처리한 몰드의 방균성을 육안으로 관찰하고 처리결과에 대한 비교 및 방균결과를 표 10-4에 나타내었다.

표 10-4에 나타난 결과를 보면 방부제를 처리하지 않은 몰드의 경우, 미착색 몰드에서와 마찬가지로 균류침투의 평균치가 0.67이였으며, 측면에서 일부 균류의 침투가 발견되었지만 균류의 성장이 거의 나타나지 않았다.

또한 방부제를 처리한 몰드의 경우, 6개의 샘플 모두에서 균류의 침입이 발견되지 않았으며, 피해치가 0이었으며, 착색을 하지 않은 경우와 비교해 보면 착색한 몰드가 방균성이 더 우수함을 알 수 있었다.

이러한 결과는 안료의 착색이후 균류가 침입할 수 있는 공간이 상당히 감소하였고 제조후 수분의 침착도 거의 이루어지지 않아 균류가 생육할 수 없음을 나타낸다.

위의 결과들을 종합해 보면, 몰드의 제조시 방균제를 사용하지 않고 제조하여도 몰드자체의 방균성에 의하여 방균효과가 나타나며, 착색을 하지 않은 몰드보다 착색한 몰드가 방균성이 더 우수함을 알 수 있었다. 그리고 고도의 방균성을 필요로 하는 제품의 포장에는 약간의 방균처리로 우수한 방균성을 나타낼 수 있다고 생각된다.

제 11 장 기존 과실용 내포장재와 건식 펄프 몰드의 비교 검토

제1절 과실 관련 종사자와 몰드 사용업자의 설문지 조사 및 제품 평가

1. 설문지 조사

본 연구에서 최종적으로 제조된 펄프 몰드의 시장성 및 경제적 가치성을 검토하기 위해 구매자에 해당하는 농민과 판매자에 해당하는 생산업체용을 구분하여 제조된 펄프몰드의 설문지 조사를 행하였다. 설문지는 먼저 기존 과실용 내포장재로 사용되고 있는 폴리스티렌계 포장재에 비해 본 연구진이 제조한 건식펄프몰드의 선호도, 색상, 취급상의 문제점 등에 관해 조사하여 구매자의 선호도 조사를 행하였고, 생산업체의 설문지에서는 시장성, 상품화 추진 가능성 및 상품화에 따른 문제점을 검토하였다.

먼저 본 연구에서 조사한 설문지 내용은 그림 11-1에 나타내었다.

가. 본 연구에서 제조된 4종의 펄프몰드 선호도

본 연구에서 제조된 4종의 펄프 몰드는 사진 11-1과 같다. 건식해리펄프로 제조하여 착색처리를 행하지 않은 것을 A type, 건식해리 펄프로 제조하여 착색처리한 것을 B type, 세단입자로 제조하여 착색처리를 행하지 않은 것을 C type, 세단입자로 제조하여 착색처리 한 것을 D type로 구분하여 펄프몰드의 선호도 조사를 행하였으며, 사진 11-1은 본 연구에서 제조한 4종의 펄프몰드를 나타낸 것이다.

본 설문서는 1998년도 농림수산기술개발사업에 의해 수행한 과실용 무공해 내포장재의 제조 기술 개발 연구과제에 의해 수행되어 신기술을 도입한 몰드제품입니다. 개발된 제품의 소비자 만족도와 시장성, 경제성 등을 파악하여 향후 개발지원사업에 반영 개선코자 하오니 꼭 작성하여 주십시오. 이울러 본 설문내용은 개발 지원 사업 개선용으로만 사용되며 절대 비밀이 보장됨을 알려드립니다.

본 제품은 폐지를 이용하여 건식법에 의해 제조된 지류몰드로써 폐지의 재활용과 폐수의 감소를 가지는 장점을 가지는 몰드입니다.

소비자에 해당되시는 분은 A항을 생산업체 종사자에 해당되시는 분은 B항의 문항에 대하여 기록하여 주십시오

<A항> 구매자용	<B항> 생산업체 종사자용
1. 4종의 몰드를 보시고 마음에 드는 것부터 순번을 매기면? ( ) - ( ) - ( ) - ( )	1. 기존의 스티로폼제 제품과 본 연구개발된 몰드를 비교해 볼 때 다음 항목 중 장점이라고 생각하는 항목에 체크하여 주십시오. ☐통기성 ☐색상 ☐운반성 ☐강도 ☐질감 ☐보관성
2. 착색된 색상은 마음에 드십니까? ☐예 ☐아니요 마음에 들지 않는다면 원하는 색상은? ( )	2. 본 기술을 도입하여 기업이 생산할 제품의 시장성은 있는가? ☐충분 ☐약간불충분 ☐불충분 ☐기타
3. 사용해 보신 후 취급상의 애로점이 있다면 해당항목에 체크하여 주십시오.	3. 본인이 기업주라고 가정했을 때 본 기술을 활용하여 상품화를 추진할 생각이 있는가? ☐예 ☐아니요

□습기에 약하다
□운반시 균열이 생긴다
□중량이 많이 나간다.
□강도가 약하다
□과실에 이물질이 묻어난다.
□기타(

4. 기존의 플라스틱 제품과 본 연구개발된 몰드의 제품가격이 동일하다면 새 제품을 구입하시겠습니까?
□예 □아니요
아니라면 그 이유를 말씀하여 주십시오.
□폐지를 이용한다는 거부감
□색상이 마음에 안 든다.
□중량이 많이 나간다.
□강도가 약하다
□소재의 질감이 마음에 안 든다
□기타 (_____)

5. 제품을 사용해 보신 후 느낀 기타 의견이나 문제점이 있으면 간단히 기술해 주십시오.
_____
_____

4. 본 소재를 활용하여 다른 용도로 제품을 개발한다면 어느 방향으로 추진하겠느냐?
_____
_____

5. 기존의 플라스틱 제품과 본 연구개발된 몰드의 생산가격이 동일하다면 새 제품을 상품화하시겠습니까?
□예 □아니요

아니라면 그 이유를 말씀하여 주십시오.
□폐지를 이용한다는 거부감
□색상이 마음에 안 든다.
□중량이 많이 나간다.
□강도가 약하다
□소재의 질감이 마음에 안 든다
□기타 (_____)

6. 제품을 보신 후 느낀 기타의견이나 문제점이 있으면 간단히 기술해 주십시오.
_____
_____

직 업	
연 령	
주 소	
성 명	

- 감사합니다 -

그림 11-1. 과실용 내포장재 건식해리펄프몰드 설문내역

(사진 11-1 참조)

한편 그림 11-2는 4종 펄프몰드의 선호도 조사를 행한 그림을 나타낸 것이다.

4종 펄프몰드의 선호도 조사 결과 우선 건식해리 펄프로 제조된 A, B type이 세단입자로 제조된 C, D type에 비해 약 10배 정도의 높은 선호도를 보였다. 이러한 이유로는 A, B type으로 제조된 펄프 몰드는 미세 펄프입자로 제조되었기 때문에 그 평활성이 C, D type에 비해 월등히 우수하고, 촉감이 우수하기 때문으로 조사되었다. 한편 착색처리된 B, D type이 A, C type에 비해 약 3 4배 정도 높은 선호도를 보였는데 이것은 폐지로 제조된 펄프몰드의 경우 색상이 어둡고, 인쇄된 잉크의 잔여로 인하여 과실용 내포장재로 사용될 경우 실소비자들이 거부 반응을 일으킬 수 있기 때문에 착색처리된 것의 선호도가 높은 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서 행해진 펄프몰드의 제조는 반드시 착색처리가 필요한 것으로 판단된다. 소비자의 이러한 착색처리 요구에 따라 펄프몰드의 색상에 대한 선호도 조사를 행하였으며, 그 결과를 그림 11-3에 나타내었다.

그림 11-3에서 보는 바와 같이 펄프몰드에 착색된 색상은 백색이 50%로 가장 높게 나타냈으며, 다음이 녹색 30%로 나타나 밝은 색계통의 색상 선호도가 높음을 알 수 있었다. 이러한 이유로는 밝은 색계통의 색상이 사과 등의 과실류를 포장했을 때 시각적인 상품가치 향상을 도모할 수 있기 때문으로 조사되었다.

최종적으로 펄프몰드의 선호도 조사에서 B type으로 제조된 펄프몰드에 백색으로 착색된 것이 선호도 조사 결과 가장 좋은 평가를 받았다.

나. 본 연구에서 제조된 펄프 몰드의 취급시 예상되는 애로점 및 구입 선호도 조사

기존 시중에 유통되고 있는 폴리스틸렌계 내포장재를 대체하여 본 연구에서 제조된 건식펄프몰드를 사용한 경우 취급시 예상되는 문제점을 조사하였다.

취급시 예상되는 애로점은 그림11-4에 나타내었다.

그림 11-4의 결과에서와 같이 건식펄프몰드를 사용할 경우 기존 폴리스틸렌계 내포장재에 비해 중량이 과다하다는 의견이 68%로 가장 높았고, 기타 운반시 유연성의 부족으로 균열이 발생할 가능성이 높다는 지적이 있었다. 따라서 건식펄프몰드를 사용화 할 경우 저비중의 펄프몰드, 유연성을 부가시킨 펄프몰드를 제조하는 것이 중요한 것으로 조사되었다. 한편 기존의 폴리스틸렌계 내포장에 대해 동일한 가격으로 건식 펄프몰드가 공존된다면 폴리스틸렌계 내포장을 대체하겠느냐는 질문(구입 선호도)을 했을 때 본 제품의 구입 선호도가 70%로 압도적으로 높게 나왔으며, 이러한 이유로는 환경오염 문제 및 자원재활용 등을 고려하기 때문으로 생각된다.

한편 구입하지 않는다는 의견이 30% 정도 나왔기 때문에 본 제품을 구입하지 않은 이유에 관해 조사한 결과 색상에 대한 불만족이 62%, 중량이 과다하다는 의견이 36%, 폐지를 사용하였기 때문이 3%로 나와 앞으로 건식펄프몰드의 착색기술 및 중량 감소 기술이 개발될 필요성이 있다고 판단된다. 본 제품의 구입 선호도에 관해 조사한 결과를 그림 11-5에 나타냈다.

다. 건식펄프몰드의 시장성 조사

포장관련 업체 종사지들을 대상으로 행한 건식펄프몰드의 시장성에 대하여 분석하였다.

한편 본 제품을 구입하지 않는 이유를 그림 11-6에 나타냈다.

위의 결과와 같이 시장성은 있음 20%, 보통 50%, 없음 30%로 나타나 생산업체 종사자들은 본 제품의 시장성에 관해 확실한 확신이 없는 것으로 나타났다. 이러한 이유로는 정확한 경제성 평가가 이루어지지 않았고, 기존 폴리스틸렌계 내포장재에 비해 건식펄프몰드는 재활용 제품이기 때문에 실소비자의 구매심리가 저하될 것이라는 예상 때문인 것으로 판단된다.

한편 본 제품의 장점에 관해 조사한 결과를 그림 11-8에 나타냈다.

그림 11-8의 결과에서 건식 펄프몰드의 장점으로는 강도가 60%로 가장 높았고, 통기성이 30%로 나타났다. 따라서 기존 폴리스틸렌계 내포장재에 비해 건식 펄프몰드의 강도 향상에 높은 평가를 하고 있음을 알 수 있었다.

그림 11-9, 11-10은 생산업체 종사자들에게 본 제품의 상품화 추진 의향을 조사한 결과를 나타낸 것이다.

위의 결과에서 포장 관련 생산업체 종사자의 경우 상품화를 추진하겠다는 의견이 약 40%에 불과했다. 이러한 이유는 앞에서 언급한 바와 같이 정확한 경제성 평가가 이루어지지 않았고, 실소비자의 구매 욕구가 가장 큰 문제점으로 나타났고, 이러한 이유와 그림 11-10과 같이 생산속도, 과다한 중량, 색상 등이 문제점으로 나타나 이러한 문제점 보완이 반드시 해결되어야 할 것이다.

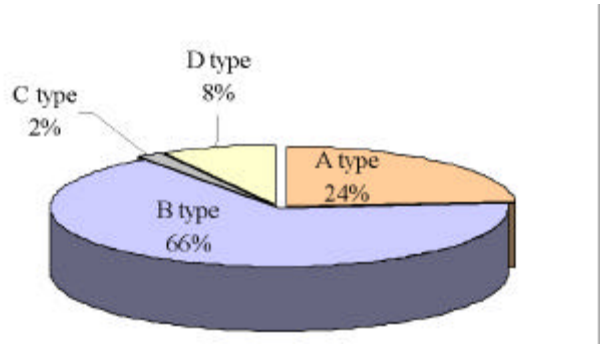


그림 11-2. 4종 펄프몰드의 선호도 조사

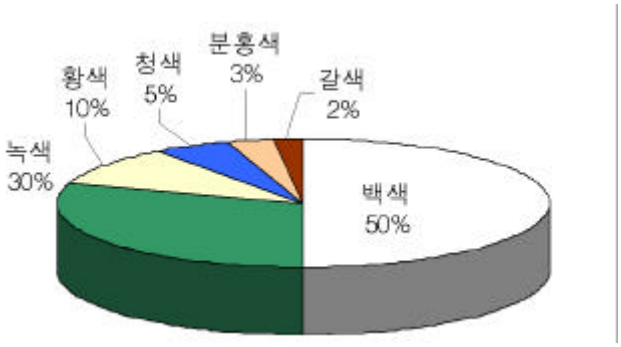


그림 11-3. 펄프몰드의 색상에 대한 소비자의 선호도

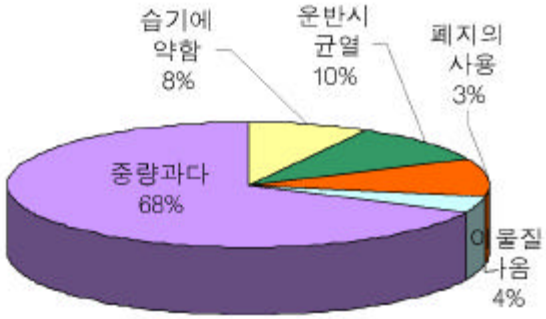


그림 11-4. 건식펄프몰드 취급시 예상되는 애로점

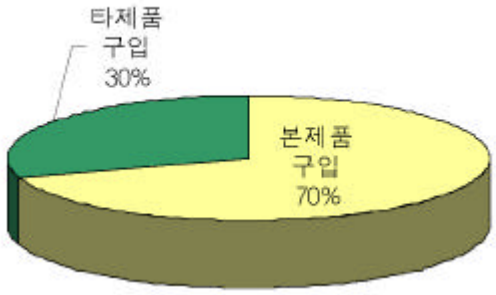


그림 11- 5. **건식펄프몰드의 구입 선호도 조사**

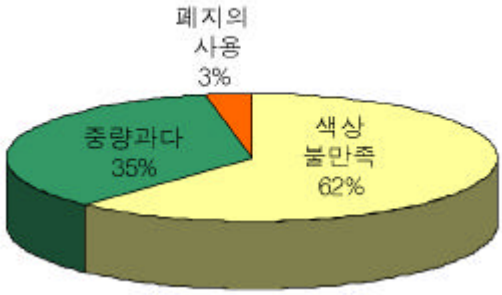


그림 11- 6. **건식 펄프몰드를 구입하지 않는 이유**

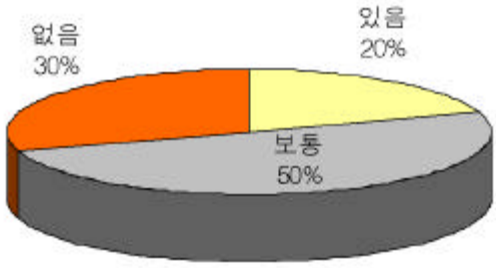


그림 11- 7. **건식 펄프몰드의 시장성 전망**

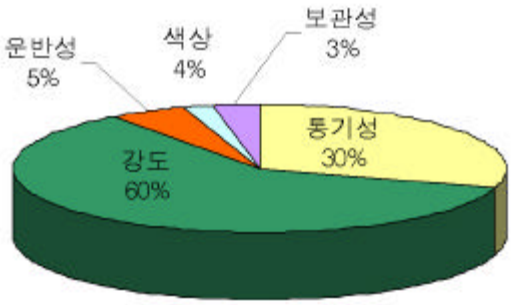


그림 11-8. 건식 펄프몰드의 장점

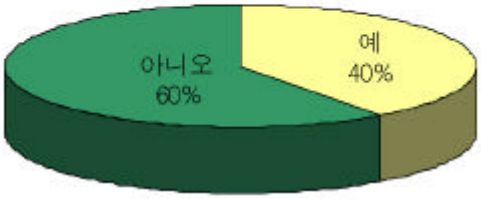


그림 11-9. 상품화 추진 의사가 없을 경우 그 사유 조사

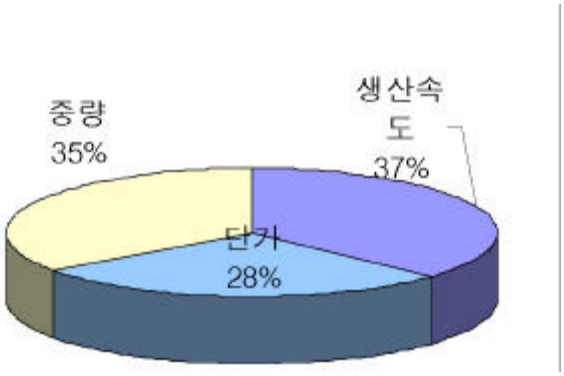


그림 11-10. 건식 펄프몰드 상품화 추진 의향 조사

제2절 통합 검토

1. 기존 폴리스틸렌계 내포장재와 건식 펄프 몰드의 비교 분석

가. 지류와 합성 플라스틱 소재의 장·단점 비교

현재 상용화되어 시판되고 있는 지류 포장재와 합성 플라스틱 소재의 장·단점을 비교·검토한 결과를 표 11-1에 나타내었다.

표 11-1. 지류와 합성플라스틱제 소재의 장·단점 비교

재 질	장 점	단 점
종 이	·재활용 가능 ·인쇄적성 우수 →선전효과 상품의 이미지제고가 큼 ·위생적 ·환경친화적 →매립, 소각, 폐기 용이 →매립시 자연분해(2 5개월)	·성형성의 한계 ·고가
스티로폴	·내수, 단열, 완충성 우수 ·가공성 우수 ·가격이 다소 저렴	·환경에 유해함 →매립시 썩지 않음(약500년) →소각시 유해가스 발생 (CO_2, 염화수소) ·비위생적 ·재활용 비율이 낮음 ('93년 14%)

표 11-2는 플라스틱 포장재와 지류포장재의 특성을 비교·검토한 결과를 나타낸 것이다.

표 11-2. 플라스틱포장재와 골판지상자의 비교

구 분	플라스틱포장재	골판지상자
<재료의 특성> ·내 수 성 ·흡 수 성 ·미생물에 의한 부패 ·먼지의 발생	 우 수 약 함 없 음 없 음	 약 함 있 음 있 음 약간 있음
<성분재료> ·주원료 ·재활용 가능성 ·냄 새 ·연소시 공해성 ·국내 재활용설비	 석유계 합성물질 높 음 있 음 높 음 영세업체부터 다양함	 천연계 셀룰로오스 매우 높음 없 음 낮 음 충분한 설비
<제조상 특성> ·제조공정상 공해성 ·치수 정확도 ·평면성 ·날카로움	 있 음 정확함 매우 좋음 있 음	 없 음 부정확함 대체로 좋음 없 음
<사용시 특성> ·강 도 ·재사용횟수	 매우 좋음 10회 정도	 좋 음 2-3회 정도

2. 본 연구에서 개발된 건식펄프 몰드의 최적 성형 조건

본 연구의 수행 결과로 수용성 전분, PVA, EVA 등의 접착제를 사용하여 건식 펄프몰드를 제조한 결과 가격, 기능, 취급성 등을 고려할 때 EVA 접착제가 가장 우수하였으며, EVA 접착제의 경우 본 연구에서 추진한 과실용 12홀 건식 펄프몰드의 성형에 있어서 양호한 제품의 생산과 대량생산에 적합한 공정의 개략적인 윤곽은 다음과 같다.

시료	혼합지류
건식 해리조건	5,000 rpm, 10분
수분첨가량(시료기건중량기준 %, g)	80 %
접착제첨가량(시료기건중량기준 %, g)	EVA수지 10%
혼합시간(호바트형 믹서기)	5분
성형압력	60 kgf/cm2
성형온도	100 ℃
성형시간	7 분
열압방식	순간배기 없이 연속적 일정 압력으로 가압

본 연구에 최종적인 목표로 예상하고 있는 건식 펄프몰드의 강도, 유연성, 밀도, 중량, 두께 등을 고려한다면 성형온도의 경우 120℃, 성형압력 60 kgf/㎠, 접착제 EVA, 접착제 첨가량 10%, 시료 투입량 100g, 성형시간 7분으로 제조한 건식 펄프몰드가 가장 적절한 조건으로 판단된다.

열압방식은 시료의 특성상 다단계 가압 보다는 연속적 압체로 소재를 형성시킴이 절절하고 혼합된 원료를 금형에 바로 적층 시킴이 공정 단순화와 제품의 품질을 유지시킬수 있는 것으로 사료된다.

3. 시장성 평가 및 제조된 건식 펄프몰드의 평가

건식 펄프몰드의 장점으로는 강도, 통기성 등의 순으로 나타났다. 따라서 기존 폴리스틸렌계 내포장재에 비해 건식 펄프몰드의 강도 향상에 높은 효과를 얻은 것으로 판단된다.

설문 탐방 결과 생산업체 종사자들은 본 제품의 시장성에 관해 확실한 확신이 없는 것으로 나타났다. 이러한 이유로는 정확한 경제성 평가가 이루어지지 않았고, 기존 폴리스틸렌계 내포장재에 비해 건식펄프몰드는 재활용 제품이기 때문에 실소비자의 구매심리가 저하될 것이라는 예상 때문인 것으로 판단된다.

건식펄프몰드는 기존의 폴리스틸렌계 내포장재에 비해 비록 제품 단가적인 측면에서 열악하더라도 환경적인 측면에서 반드시 선결되어야 할 연구과제이므로 상용화시킬 필요성이 있다. 관련 산업체에는 세제 혜택과 융자 등의 적극적인 정부 지원이 필요할 것으로 생각된다. 이에 정부의 지속적인 정책이 이루어진다면 폐지를 이용한 과실용 내포장 소재로의 전망은 밝고 최종적으로 우수함을 알 수 있다.

제 12 장 활용에 대한 건의사항

현재까지 지류 펄프몰드(습식 펄프몰드)는 이미 생산단계에 있으며, 상용화되어 있다. 그러나 현재 건식 펄프몰드의 제조에 관한 연구는 전무한 현실에 있으며, 이에 따라 본 연구에서는 건식 펄프몰드 제조 기술을 위한 최적 제조 조건을 검토하였으며, 그 제조 특성 및 기초물성 평가를 통해 건식 펄프몰드 제조 기술을 확보하는데 그 목적을 두고 연구를 진행하여 상기의 결과를 획득하였다.

이 연구결과를 실용화시키기 위해서는 앞으로 현장 적용 가능성에 관한 검토가 이루어져야 될 것으로 생각되며, 폐자원을 이용한 재활용품의 소비촉진을 위한 정부의 적극적인 지원이 필요하다고 생각된다.

기존의 과실용 내포장재의 경우 대부분 폴리스틸렌계 수지가 그 원료로 사용되고 있고, 이러한 플라스틱계 수지를 원료로 한 내포장재의 경우 환경오염의 주된 원인이 되고 있어 많은 환경문제를 발생시키고 있다. 따라서 현재 2년간의 본 연구결과 기존 습식 펄프몰드의 문제점인 폐수문제를 해소할 수 있고 폐기 처분되고 있는 폐지를 이용할 수 있는 건식 펄프몰드의 개발이 가능하며, 산업 및 생활 폐기물의 효율적인 재활용이라는 당초의 목적을 달성할 수 있었다고 판단된다. 현재 그 사용용도가 개발되지 못해 무분별하게 폐기되고 있는 폐지를 이용한 제품이 생산된다면 상당한 산업·경제적·사회 환경적 차원에서 막대한 이익 추구 효과를 창출할 수 있을 것으로 기대되며, 폐지 처리시 소각에 의해 발생하는 다이옥신의 방지에도 일조할 수 있는 효과와 가치가 있을 것이다.

최종적으로 건식 펄프몰드 제품 생산에 관한 특허권 취득 및 산업화의 방법을 모색하고, 얻어진 기술로써 타 산업 건축 내장재 등의 개발에 관한

관련 연구를 지속적으로 추진할 계획에 있다. 본 연구 과제의 결과를 활성화하여 관련 폐기물의 처리 및 활용 방안과도 연계하여, 추가적으로 매우 큰 산업·경제적·사회 문화적 기대 효과 뿐만 아니라, 우리의 후손에게 길이 물려 줄 수 있는 환경을 남겨주어야 할 것이다.

효율적인 폐기물의 처리는 많은 경제적·사회적 가치를 내포하고 있으며, 특히 환경적인 측면에서 반드시 선결되어야 할 연구과제이므로 관련 산업체에는 세제 혜택과 융자 등의 적극적인 정부 지원이 필요할 것으로 생각된다. 한편 폐기물 처리시 소요되는 경비는 막대하기 때문에 생활 쓰레기 중 폐기류의 처리는 정부와 쓰레기 처리업자 및 국민들과의 유기적인 연대를 통해서 이루어져야 하며, 방송 매체 등을 통한 충분한 홍보와 정부 관계자의 의식 개혁을 도모할 수 있는 정부의 지원이 필요하다고 하겠다.

최종적으로 폐자원의 재활용 사업은 설령 그 경제적인 가치가 다소 미비할 지라도 정부 차원에서 그 관련 사업체에 대한 적극적인 개입으로 과감한 투자가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. **허인희 : 포장완충재의 현황과** Pulp Mold **골판지** Pad**의 수용전망**, Corrugated PKG. & Log, (1995) pp. 45
2. **신동소 : 고지의 리사이클링**, **서울대학교 출판부**(1995) pp. 250
3. **クリスチャン・ネルス : ドイツにおける家庭物政策のリサイクルと處理**, ALPHA No.2, pp.43-45, 1993.
4. **안병국 : 펄프몰드 트레이의 포장재료적 특성에 관한 연구**, Korea Tappi J., (1994) 26(4) pp. 57
5. **서현열 : 포장완충재의 현황과** Pulp Mold **골판지** Pad**의 수용전망**, Corrugated PKG. & Log, (1995) pp. 47
6. **高取 健郎 : 環境保全からみる商品包装のあり方**, ALPHA (1993) No.1, pp.12-17
7. **日本産業技術研究所 : 都市ゴミ處理に關する**, ALPHA (1993) No.2, pp.47-49
8. **葛良忠 彦 : 包裝容器製造の技術展望**, ALPHA (1993) No. 2, pp.4-12
9. **ドイツ包裝材料廢棄規制領と日本企業への影響**, (1992) pp.56-74,
10. **平岡 誠 : 古紙の乾式(高濃度)脫インキ法**, ALPHA (1991) No.6, pp.56-63
11. **小野 逸 : 紙の微粉碎方法について**, ALPHA (1991) No.6, pp.69-75
12. **平岡 誠 : 古紙の乾式ペルプ化と-抄紙テスト** , ALPHA (1993) No7, pp.23-27
13. Borchrdt, L.G. and paper, C.V. : A gas chromatographic Method for carbohydrates as alditol-acetates, Tappi J. (1970) 53(2), pp. 257-260
14. Vidal, T. and Colom, J.F.P. : Determination of carbohydrates by gas

chromatography, Tappi J.(1984) 70(9), pp. 132

15. A. Pizzi : Wood adhesives, chemistry and technology, marcel dekker, Inc. (1983) pp. 20-22
16. **신동소 외 4명** : **임산화학**, **향문사** (1987) pp. 82-116
17. **펄프·종이 기술편람**, **한국제지공업연합회**, (1985) pp. 434-472
18. **이원용 외 4명** : **목재물리 및 역학**, **향문사** (1992) pp. 168-172
19. **이종윤 외 3명** : **목재화학**, **선진출판사**, **서울** (1980), pp 369-372
20. Tappi standard : Ash in paper and paperboard, Tappi standard(1992), T413 om-85
21. KS M 7012 : **시험용지의 전처리**
22. KS M 7014 : **종이 및 판지의 인장강도 시험방법**
23. KS A 1042 : **골판지의 정적 만곡시험 방법**
24. KS A 1030 : **포장용 완충 재료의 정적 압축 시험 방법**
25. KS M 7012 : **시험 용지의 전처리**
26. KS A 1006 : **포장용어**
27. KS M 7023 : **시험 용지의 전처리**
28. **안병국 외 1명** : **혼합비율에 따른 왕겨-볏짚 성형포장재의 특성변화**, Journal of Korea Tappi Vol.27, No.2, 1995
29. **안병국 외 2명** : **포장 완충재의 현황과 펄프(고지)몰드 골판지 Pad의 수요전망**, Corrugated PKG. & Log. (1995) pp. 43-59
30. Song Man Choi : Measures to Increase the Recovery Rates of the Waste Paper, Journal of Korea Tappi Vol.26 No.1(1994) pp. 62-68
31. American Society for Testing and Material. 1995. Standard method of evaluating the properties of wood-base fiber and particle materials. ASTM Designation : D1037 Philadelphia, Pa.

32. Brockschmidt, K. H. 1960. Fundamentals of molding wood particles. Forest Prod.J. 10(4):179-183.

33. Kamke, F. A., and L. J. Casey. 1988. Gas pressure and temperature in the mat during flakeboard manufacture. Forest Prod.J. 38(3):41-43.

34. Kamke, F. A., and L. J. Casey. 1988. Fundamentals of flakeboard manufacture : internal-mat conditions. Forest Prod.J. 38(6):38-44.

35. Midyette, A. L. 1957. Wood particle molding. Forest Prod. J. 7(1):1-6.

36. Turner, H. D., and J. D. Kern. 1956. Relation of several variabls to properties of phenolic-resin-bonded wood-waste hardboards. Forest Products Laboratory. Rpt. No. 1786. 15 p.

37. **박희준, 윤형운**. 1997. **활엽수 폐잔재로 제조한 플레이크보드와 몰딩블럭의 물리적 및 기계적 성질**. **한국목재공학회** '97 **춘계학술논문발표집** : 56-62.

38. **이필우, 김영일**. 1997. **몰딩온도와 시간이 만곡형태 파티클 몰딩의 물성에 미치는 영향**. **한국임학회** '97**하계 학술발표논문집** : 126-132.

39. **전국경제인연합회**. 1996. **한국경제연감**. '96 : 342-345.

40. **한국공업규격**. 1987. **파티클보드**, KS F 3104.

41. **한국공업규격**. 1988. **경질 플라스틱의 아이조드 충격 시험 방법**, KS M 3055.

42. Houston, D. F., Rice chemistry and technology, 301, American Association of Cereal Chemists, Inc., Minnesota(1972).

43. Grist, D. H., Rice, 5th ed., 442, Longman Inc., New York(1975).

44. Luh, B. S., Rice: production and utilization, 736, AVI Publishing Company, Connecticut(1980).

45. Barber, S., Barber, C. B. and Tortosa, E., Cereals, Edited by

Pomeranz, Y. and Munck, L., 472, American Association of Cereal Chemists, Inc., Minnesota(1981).

46. Sung, N. K. and J. K. Kim, Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 4(1) : 1(1976).
47. Sung, N. K., K. H. Shim and C. S. Lee, Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 4(4) : 152(1976).
48. Tyson, G. J. Patent 4842877(1989).
49. Tyson, G. J. U.S. Patent 5023097(1991).
50. Gerber, W. D. BR. Patent 9103450(1993).
51. Juliano, B.O., Rice chemistry and technology, 726, American Association of Cereal Chemists, Inc., Minnesota(1985).
52. Casey, J. P., Pulp and paper, 3rd ed., vol. 2, 862, John Wiley & Sons, New York(1980).

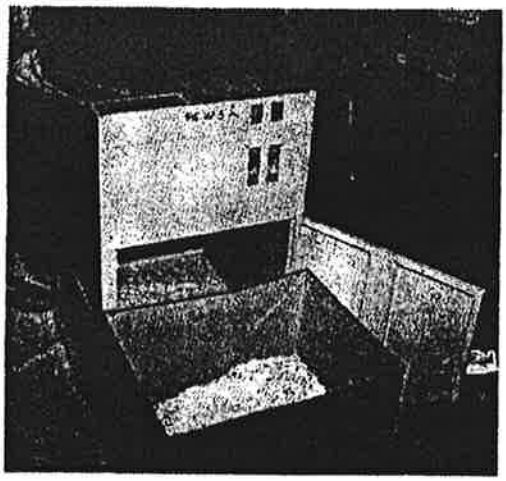
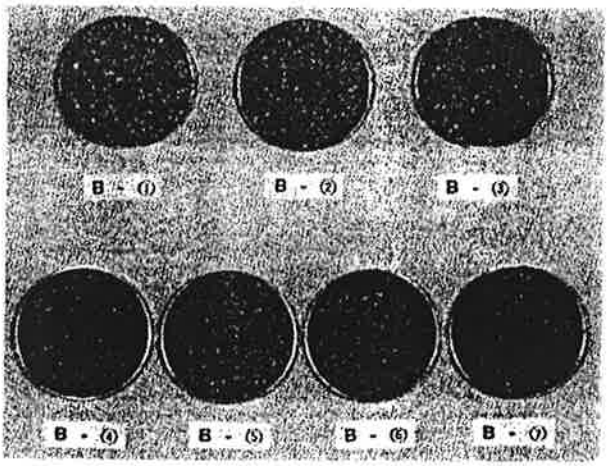
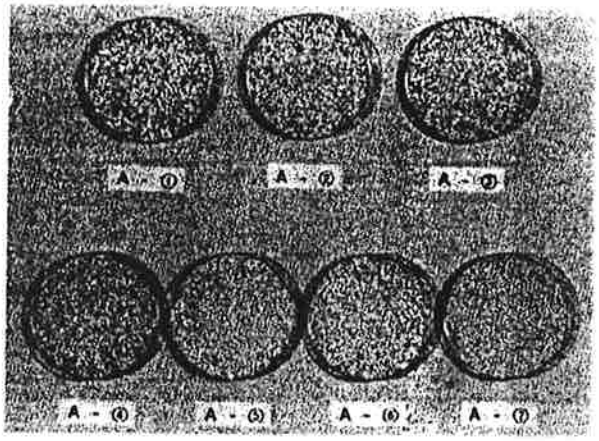


사진 3-1. 본 연구에 사용된 문서파쇄기 실물사진



A: 2분해리	B: 4분해리	C: 6분해리	
D: 8분해리	E: 10분해리	F: 15분해리	G: 20분해리

사진 3-2. 해리시간에 따른 신문용지의 해리상태



A: 2분해리	B: 4분해리	C: 6분해리
D: 8분해리	E: 10분해리	F: 15분해리	G: 20분해리

사진 3-3. 해리시간에 따른 전산용지의 해리상태

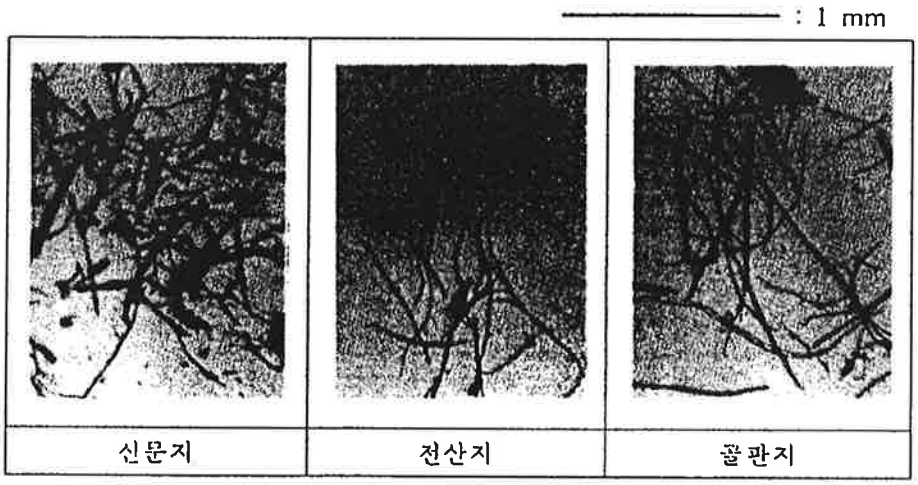


사진 3-4. 각 지류의 섬유장 사진(동일배율)

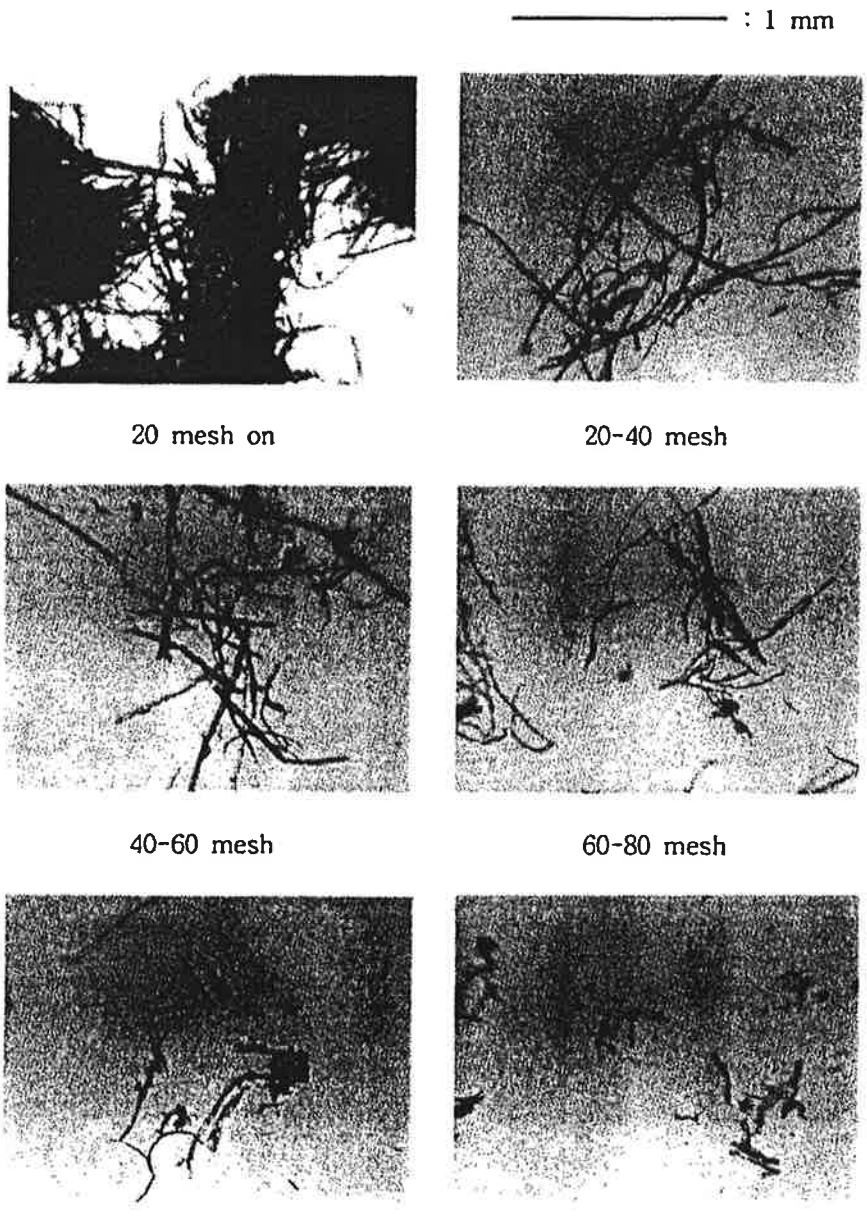


사진 3-5. 각 메쉬별로 분급된 신문지 건식 해리펄프의 현미경 사진

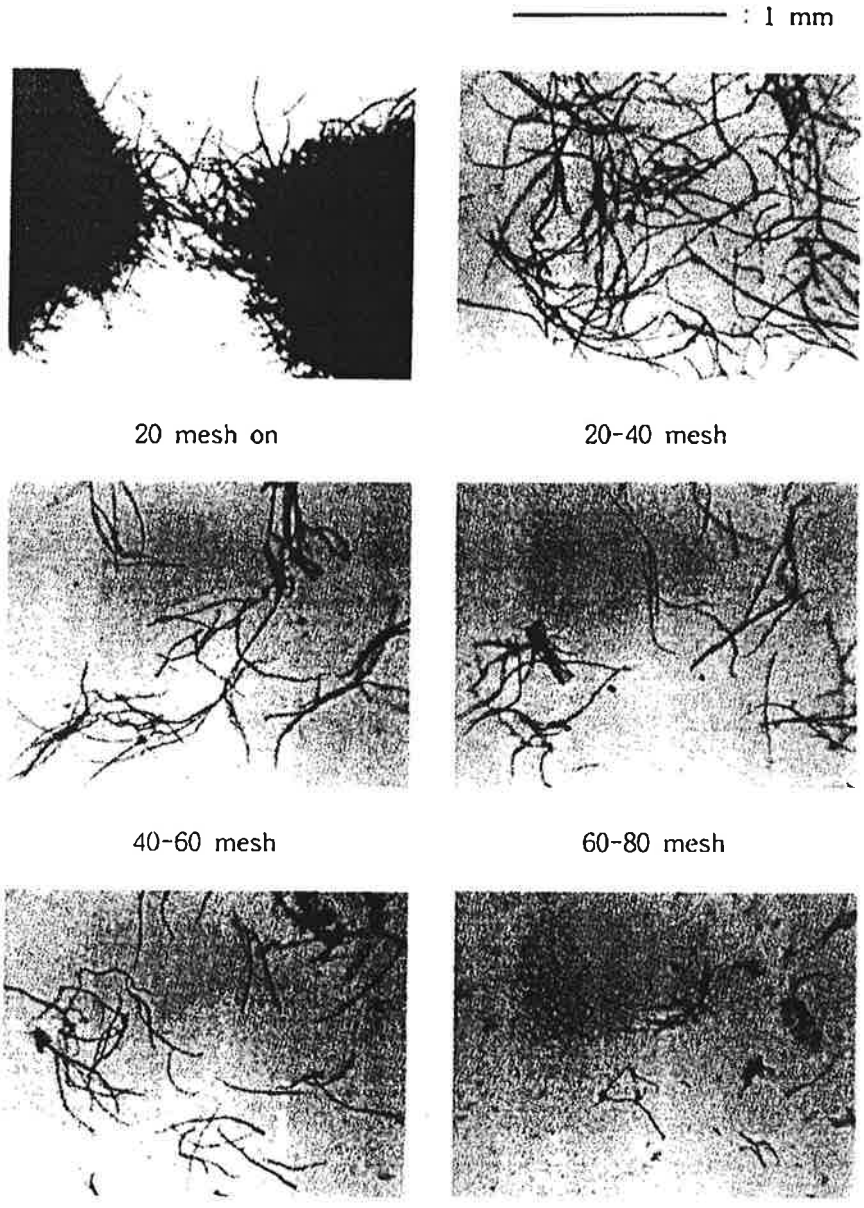


사진 3-6. 각 메쉬별로 분급된 전산지 건식 해리펄프의 현미경 사진

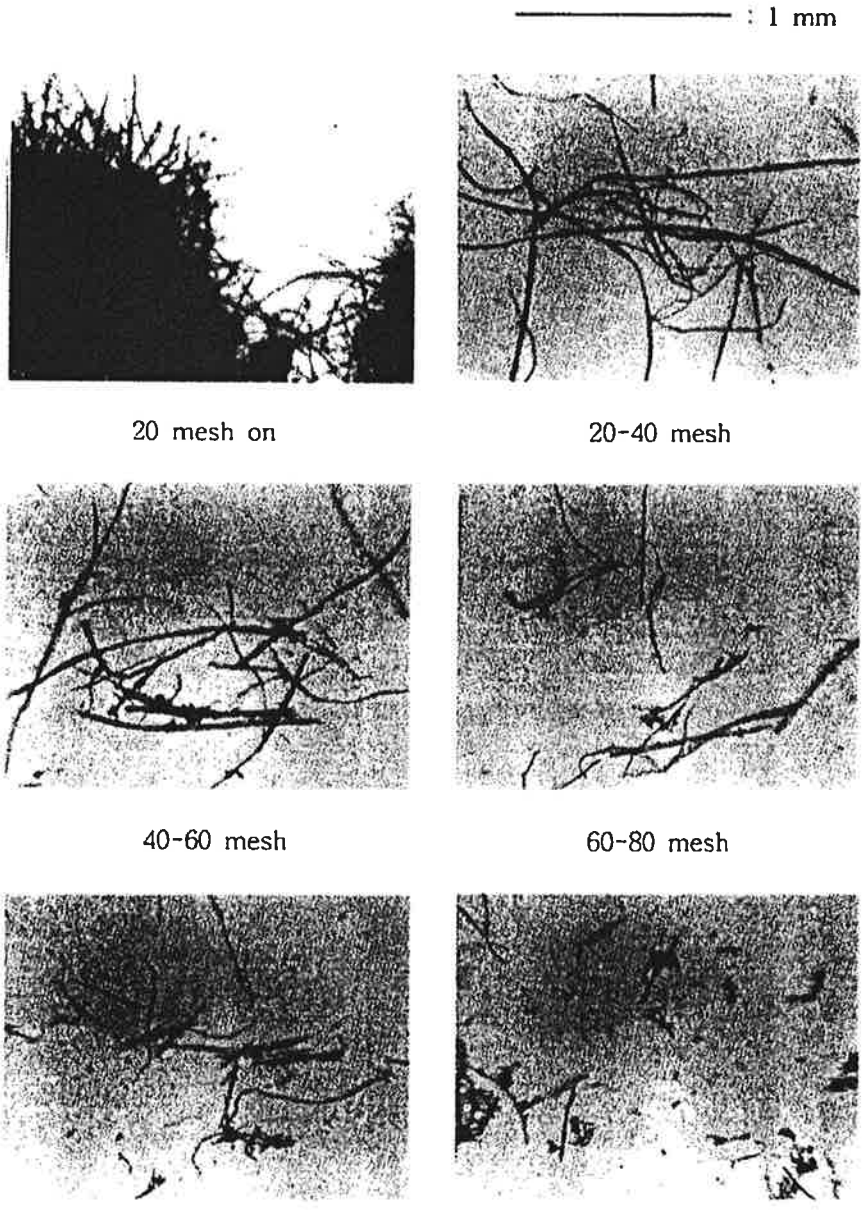


사진 3-7. 각 메쉬별로 분급된 골판지 건식 해리펄프의 현미경 사진

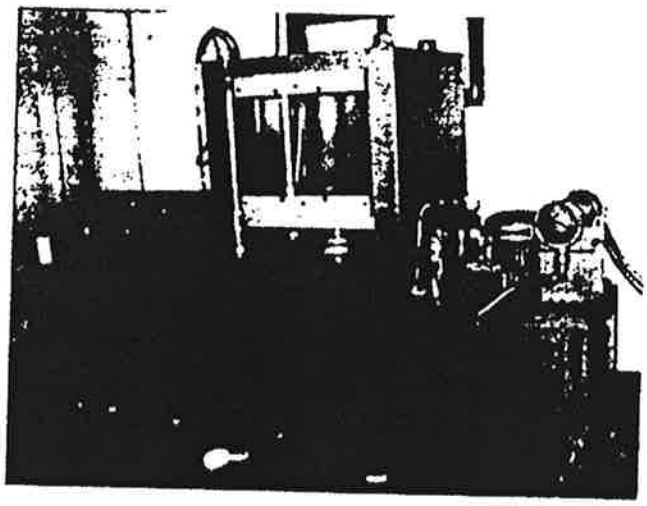


사진 4-1. 본 연구에서 제작된 열압프레스의 실물사진

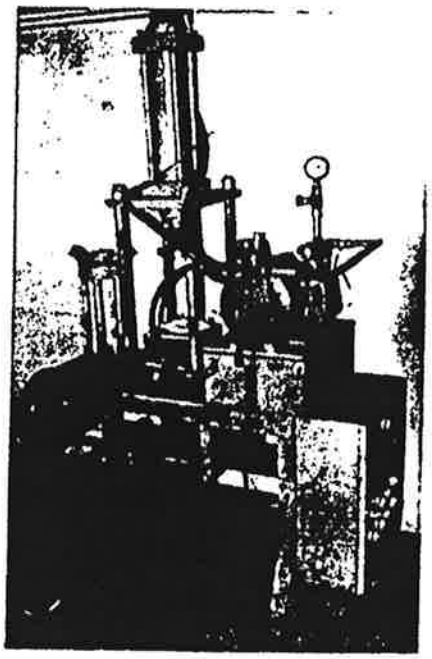
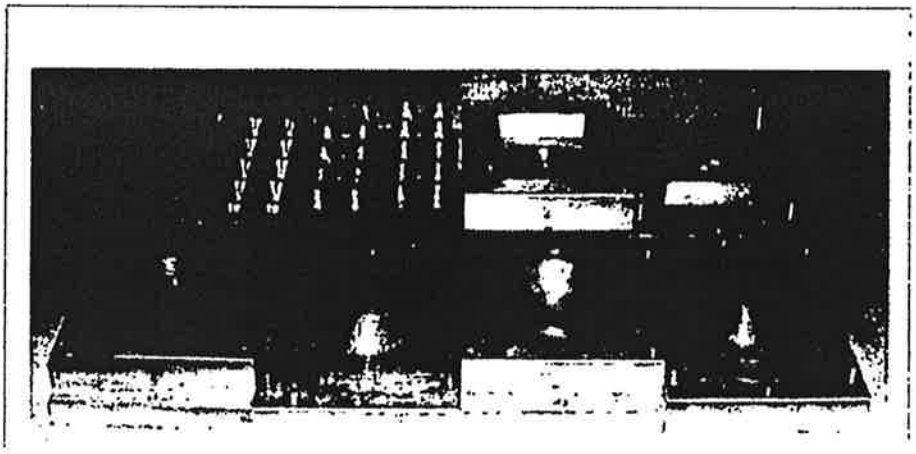
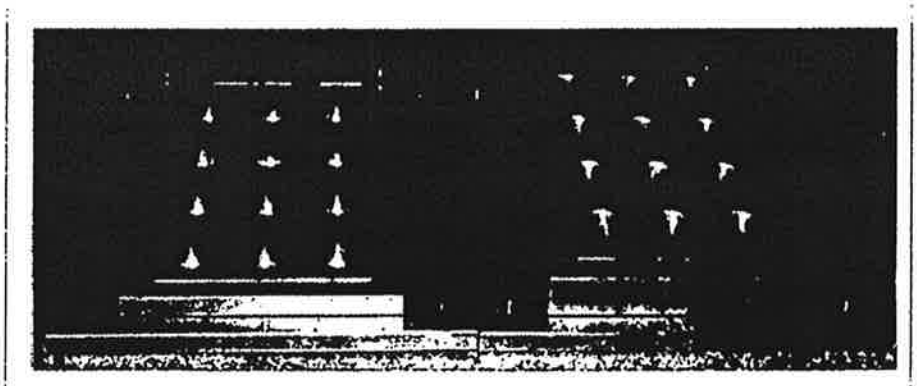


사진 4-2. 본 연구실에서 보유하고 있던 소형 열압프레스



단홈 금형



12홈 금형

사진 4-3. 본 연구에 사용된 단홈 및 12홈 만곡금형

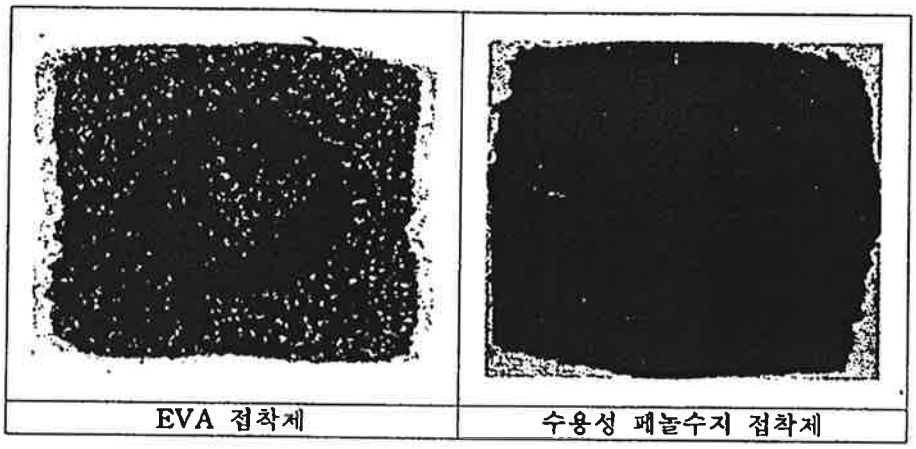


사진 5-1. (A)방법에 의한 만곡 몰딩의 실물사진

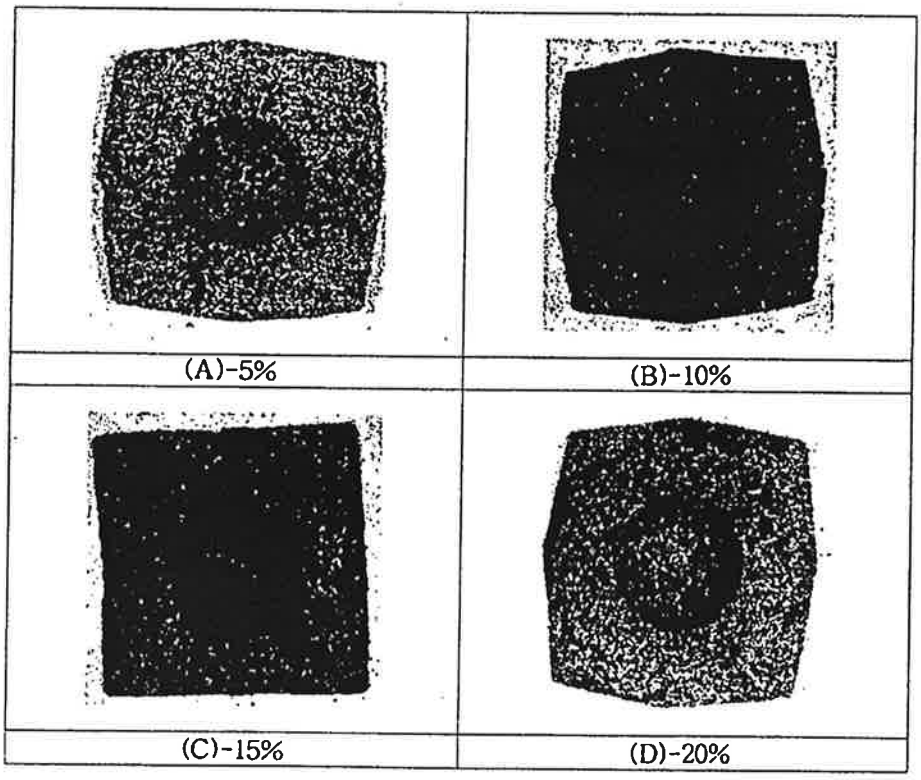


사진 5-2. EVA 접착제 함량별 만곡몰딩의 실물사진

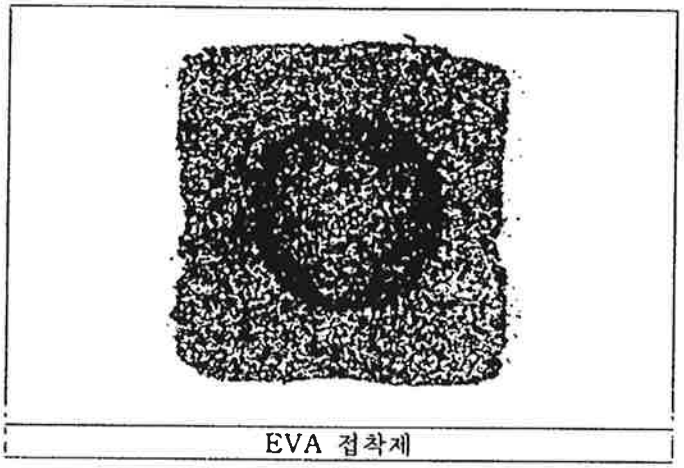


사진 5-3. (B)방법에 의한 만곡몰드의 실물 사진

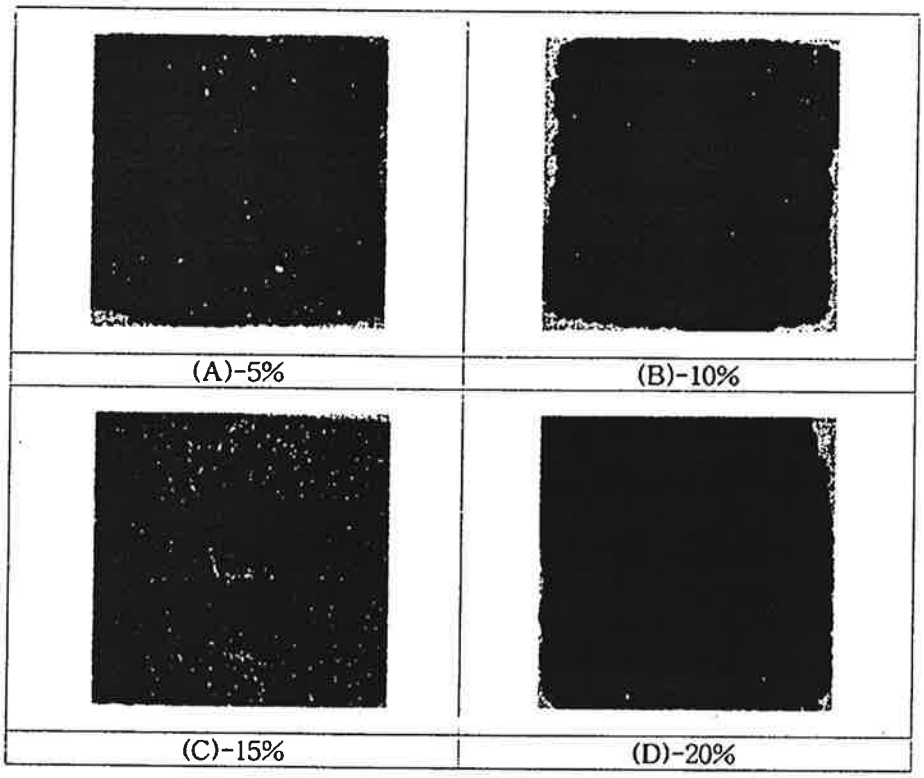


사진 5-4. EVA 접착제 함량별 만곡 몰딩의 실물사진

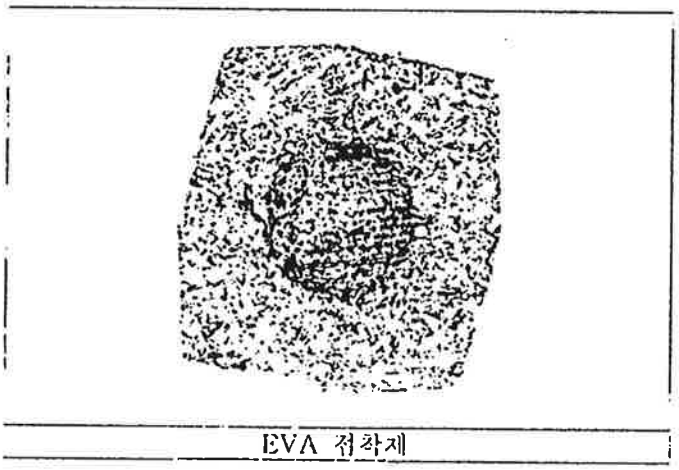


사진 5-5. (C)방법에 의한 만곡몰딩의 실물사진

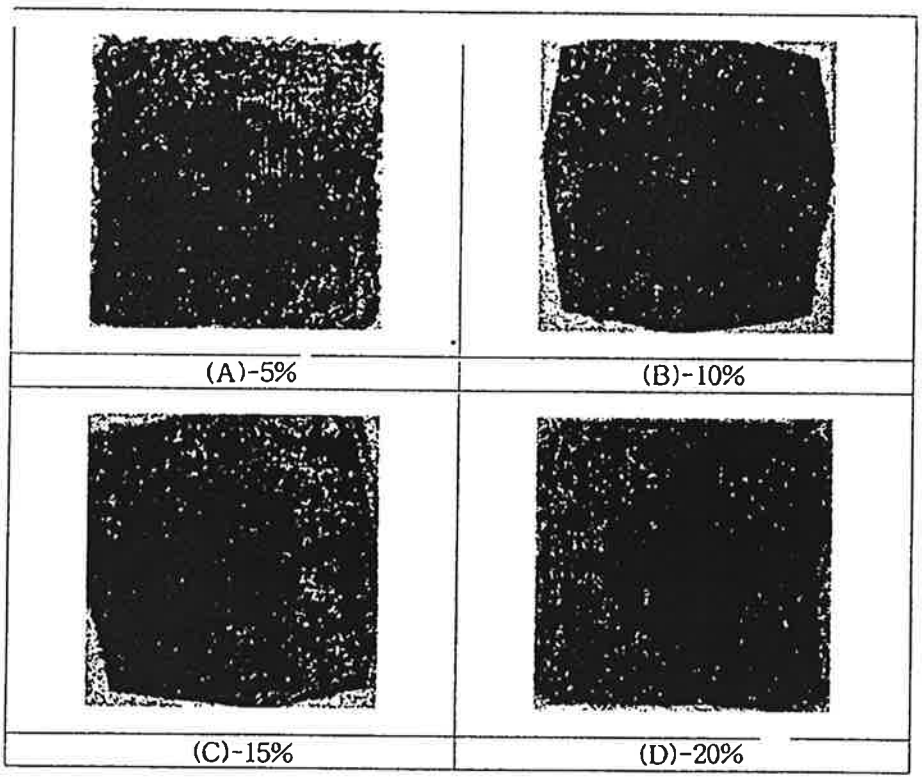
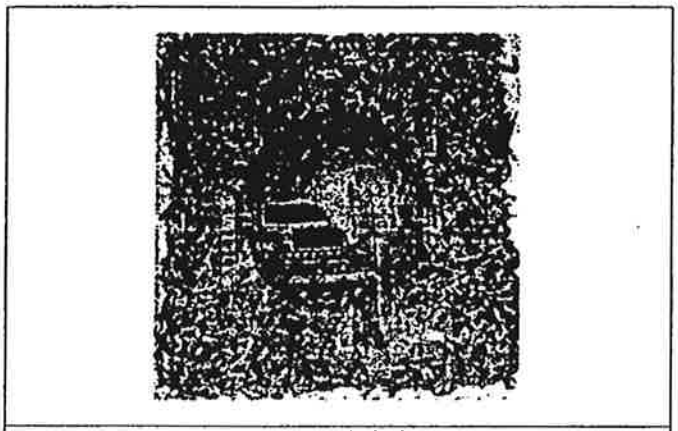
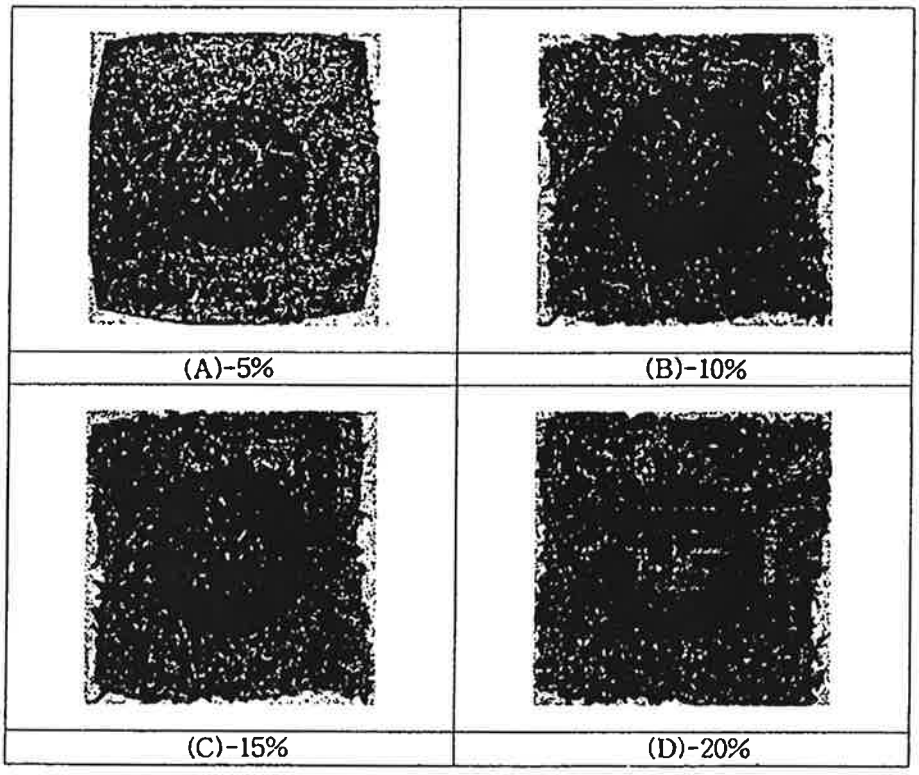


사진 5-6. EVA 접착제 함량별 만곡 몰딩의 실물사진



EVA 접착제

사진 5-7. (D)방법에 의해 성형된 만곡몰딩의 실제사진



(A)-5%　(B)-10%

(C)-15%　(D)-20%

사진 5-8. EVA 접착제 함량별 만곡몰딩의 실물사진

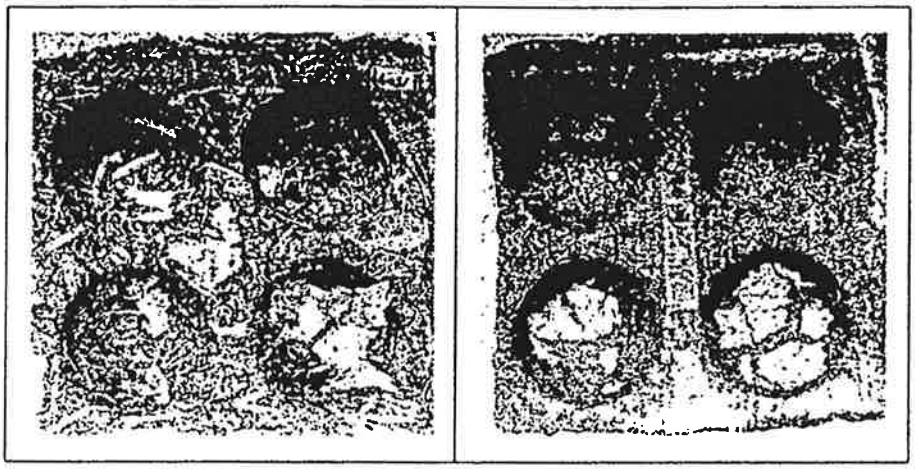
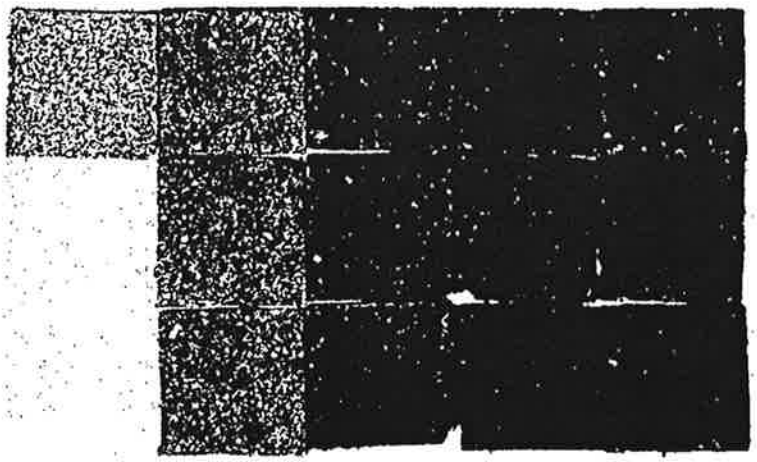
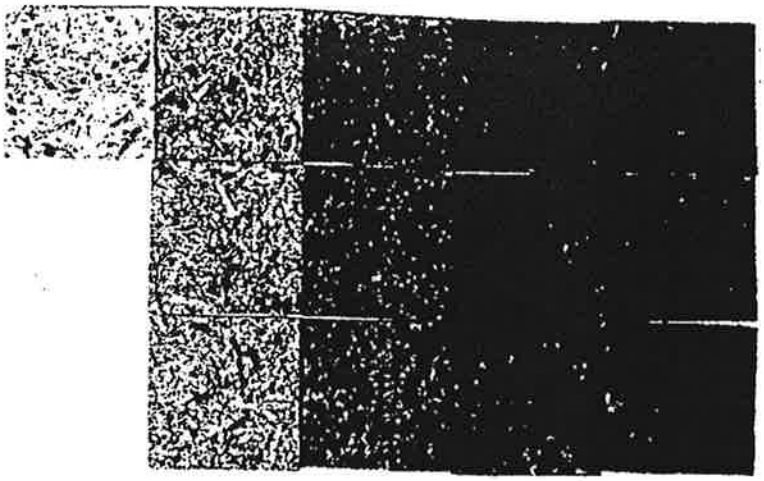


사진 6-1. 볏짚과 지류를 혼합하여 제조된 건식 지류몰드



무처리	0.01%-1회	0.1%-1회	0.5%-1회	1.0%-1회
	0.01%-2회	0.1%-2회	0.5%-2회	1.0%-2회
	0.01%-3회	0.1%-3회	0.5%-3회	1.0%-3회

사진 9-1. 스프레이 도포법에 의해 염료로 착색된 건식 해리펄프몰드 시편

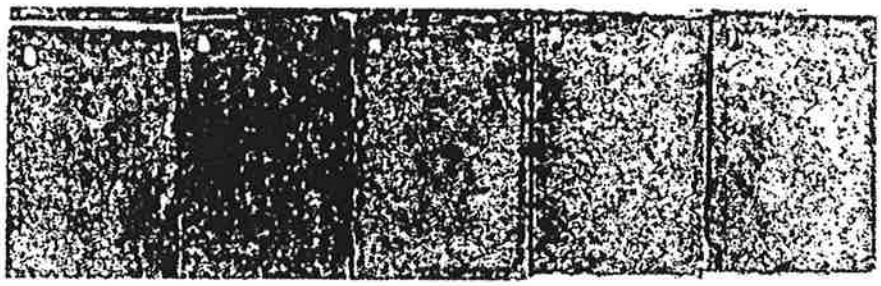


무처리	0.01%-1회	0.1%-1회	0.5%-1회	1.0%-1회
	0.01%-2회	0.1%-2회	0.5%-2회	1.0%-2회
	0.01%-3회	0.1%-3회	0.5%-3회	1.0%-3회

사진 9-2. 스프레이 도포법에 의해 염료로 착색된 세단입자몰드 시편

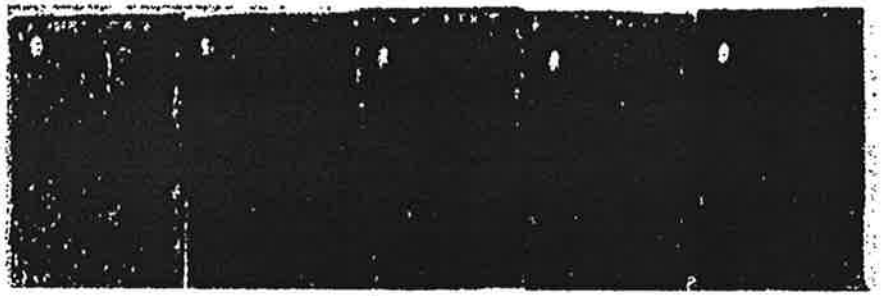
건식 해리펄프 몰드시편	80g	160g	240g	320g
세단입자 몰드시편	80g	160g	240g	320g

사진 9-3. 원료 혼합시 염료 첨가법에 의해 착색된 몰드 시편



1 회	2 회	3 회	4 회	5 회

<건식 해리펄프>



1 회	2 회	3 회	4 회	5 회

<세단입자>

사진 9-4. 브러쉬 도포법에 의해 안료로 착색된 몰드 시편

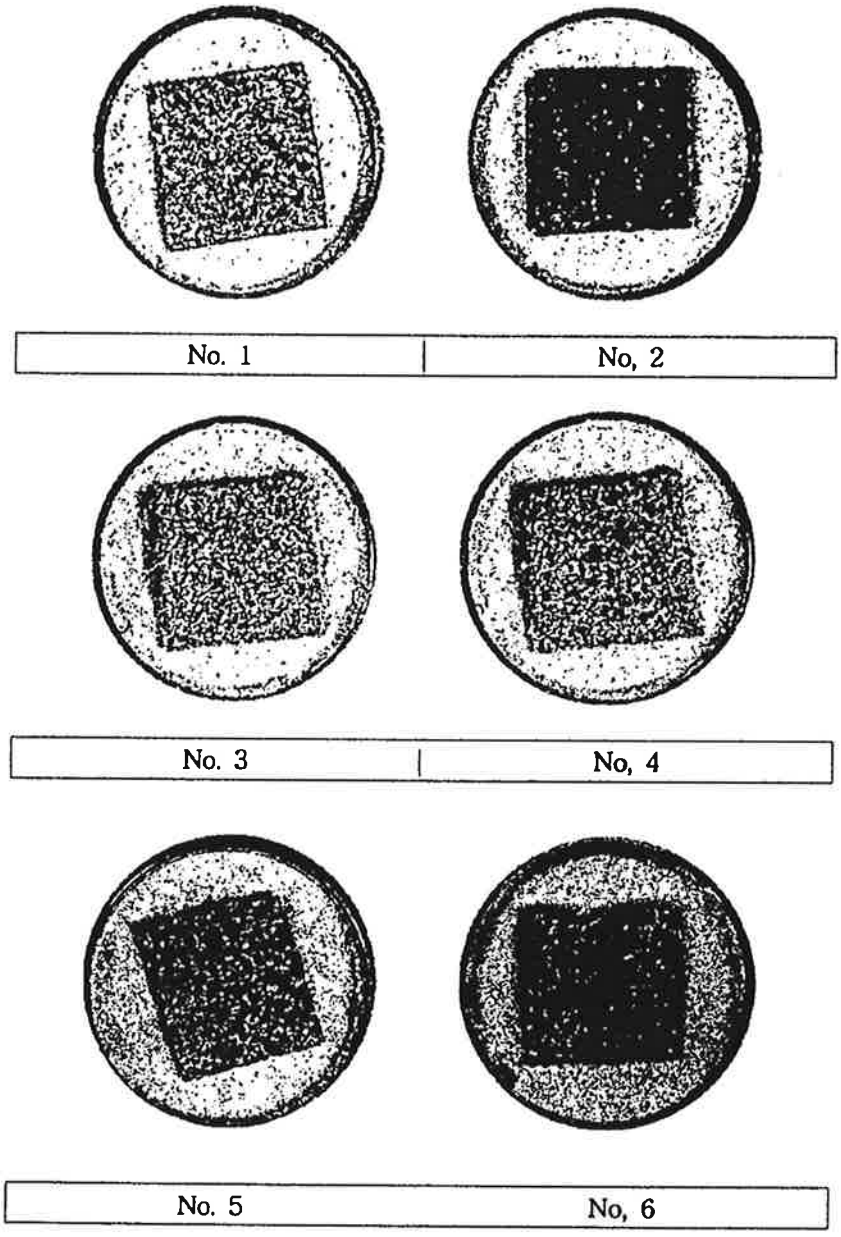
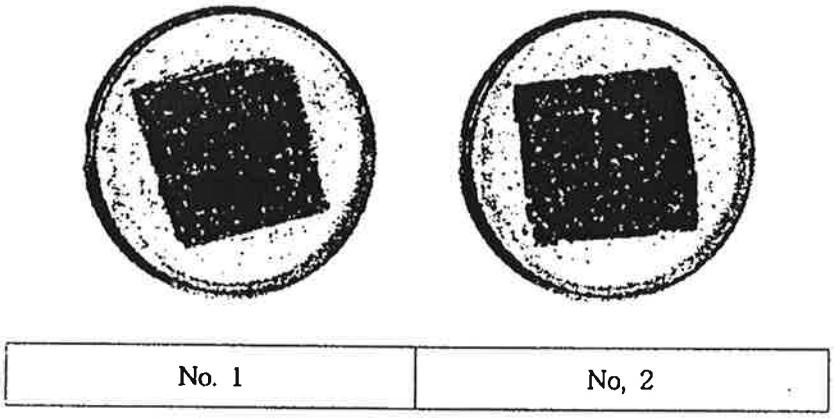
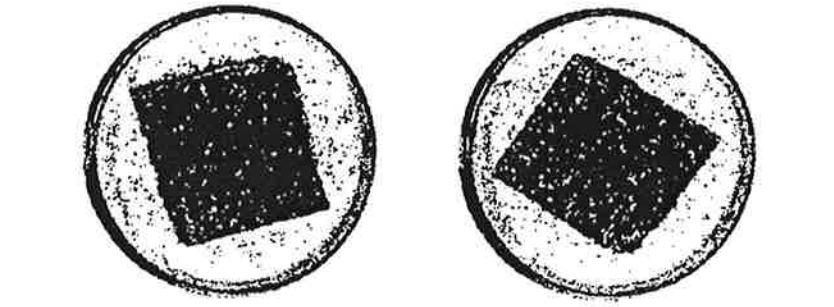


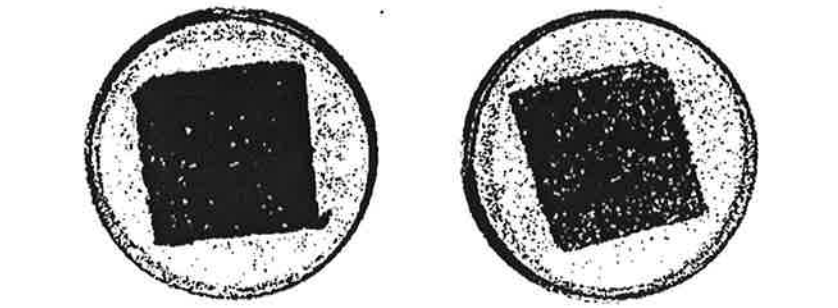
사진 10-1. 미착색-미처리재에 대한 균류의 침투정도



No. 1	No, 2

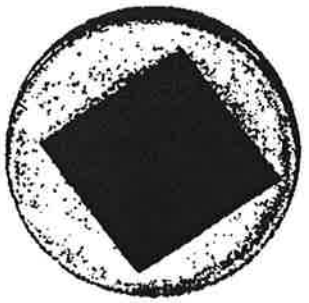


No. 3	No, 4

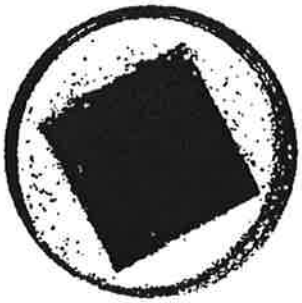


No. 5	No, 6

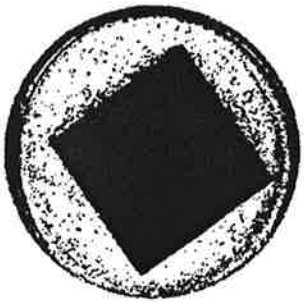
사진 10-2. 미착색-처리재에 대한 균류의 침투정도



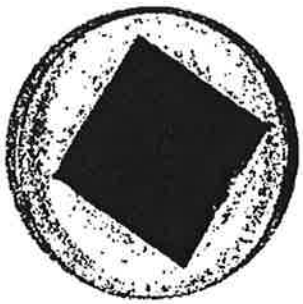
No. 1



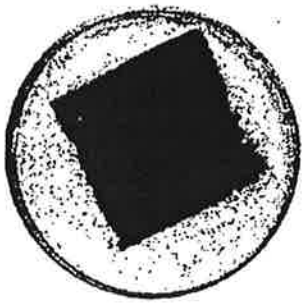
No, 2



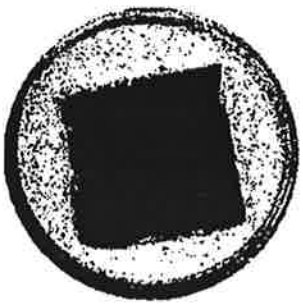
No. 3



No, 4

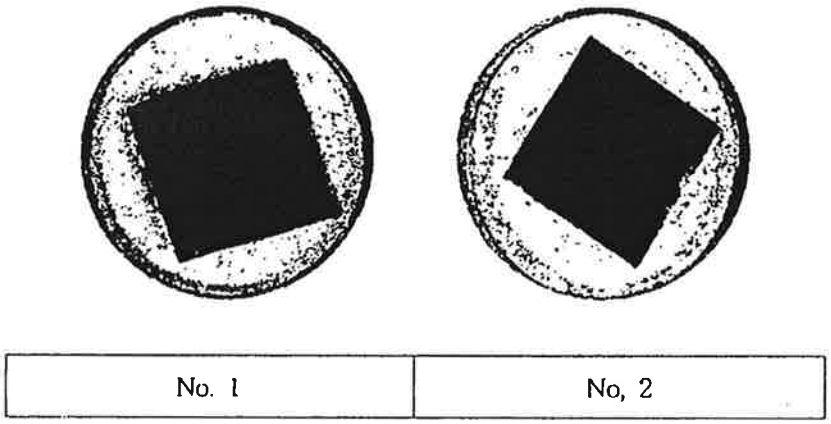


No. 5

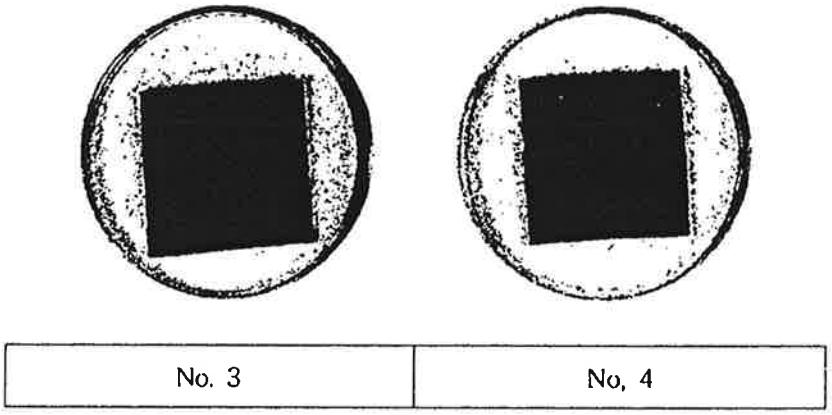


No, 6

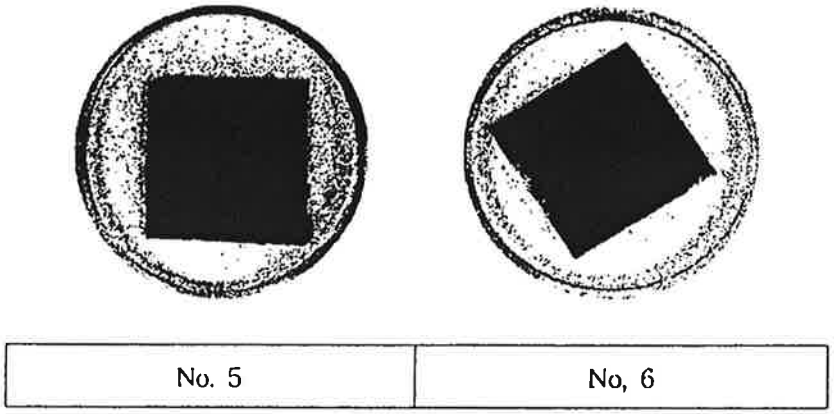
사진 10-3. 착색-미처리재에 대한 균류의 침투정도



No. 1	No, 2

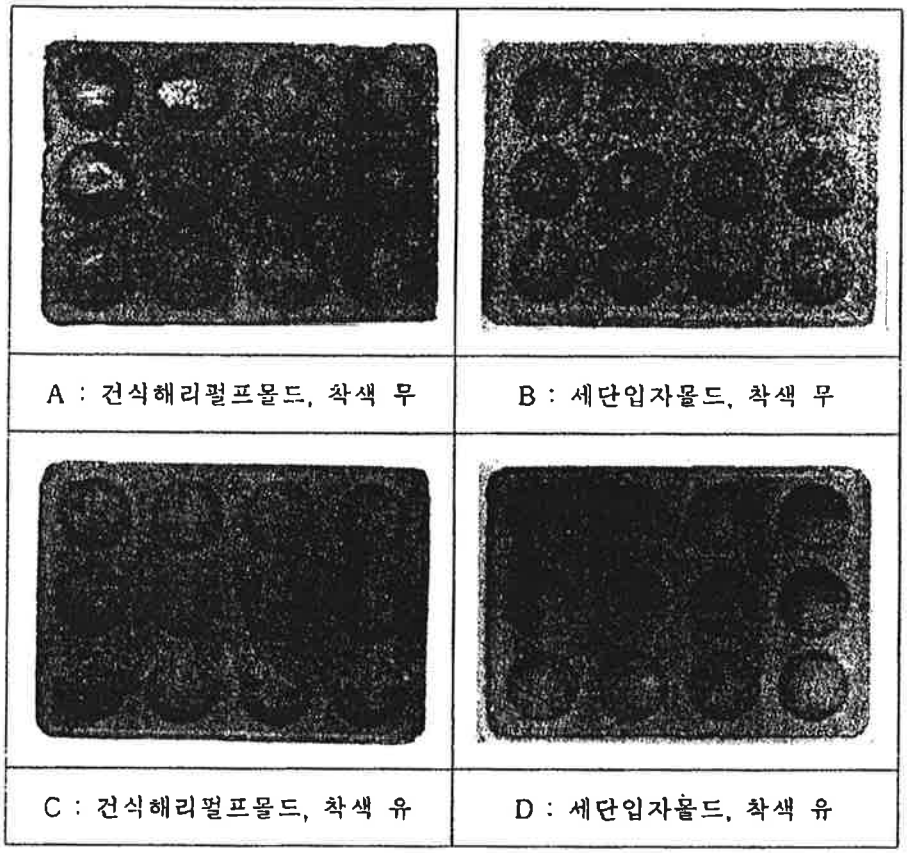


No. 3	No, 4



No. 5	No, 6

사진 10-4. 착색-처리재에 대한 균류의 침투정도



A : 건식해리펄프몰드, 착색 무　　B : 세단입자몰드, 착색 무

C : 건식해리펄프몰드, 착색 유　　D : 세단입자몰드, 착색 유

사진 11-1. 본 연구에서 제조된 4종의 건식펄프몰드

※ 각 공정별 사진 모음

사진 1. 혼합잡폐지류

사진 2. 문서세단기에 폐지를 넣는 장면

사진 3. 문서세단기에서 폐지가 절단되는 장면

사진 4. 문서세단기로 제조된 세단입자

사진 5. 건식지류해리기에 투입된 세단입자 (해리전 상태)

사진 6. 건식지류해리기에서 해섬된 펄프 (해리후 상태)

사진 7. 건식지류해리기로 제조된 지류펄프

사진 8. 원료에 접착제를 첨가하는 장면

사진 9. 접착제와 원료를 혼합하는 장면

사진 10. 금형에 시료를 적층하는 장면

사진 11. 열압성형

사진 12. 열압성형 후 제품

사진 13. 제조된 몰드를 착색하는 과정

사진 14. 완성된 제품

자료출처 : 과실용 무공해 내포장재의 제조기술 개발에 관한 연구 / 농림부

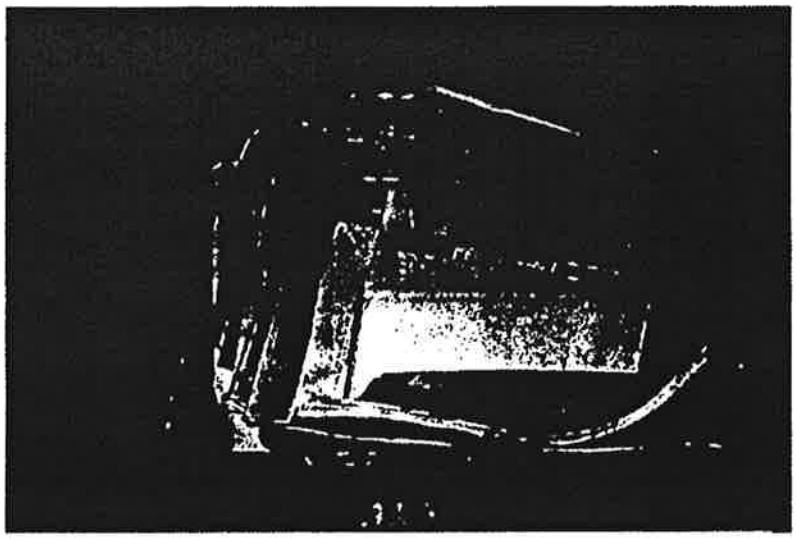


Photo. 1. 혼합잡폐지류

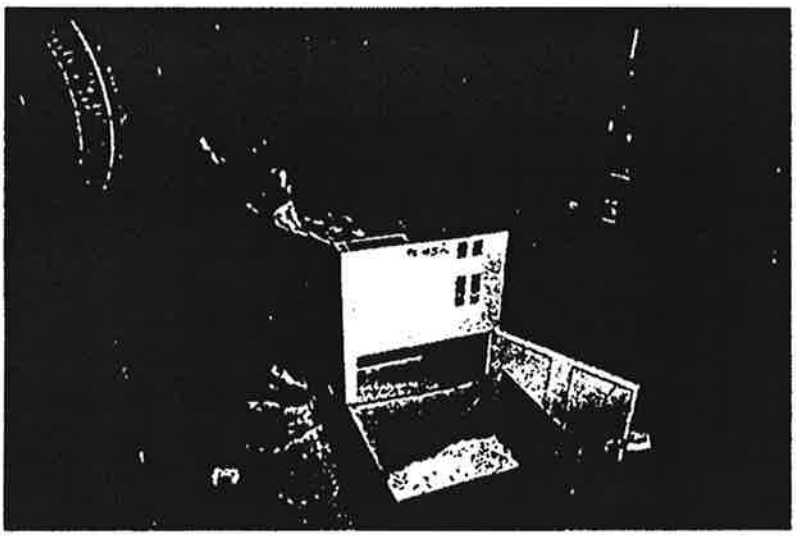


Photo. 2. 문서세단기에 폐지를 넣는 장면

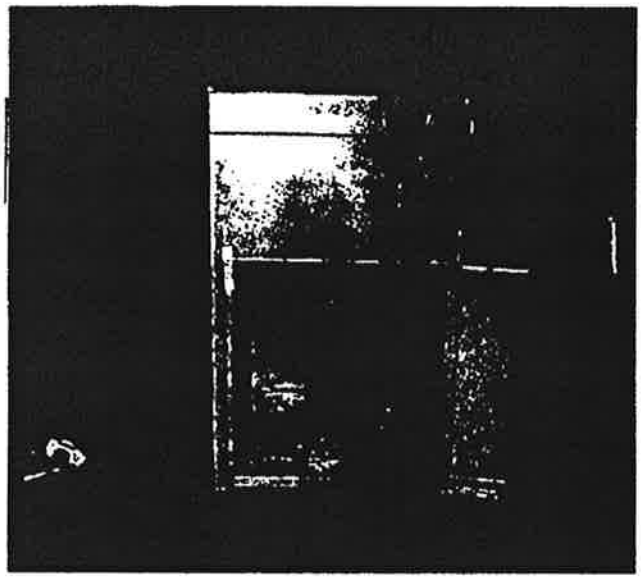


Photo. 3. 문서세단기에서 폐지가 절단되는 장면

Photo. 4. 문서세단기로 제조된 세단입자

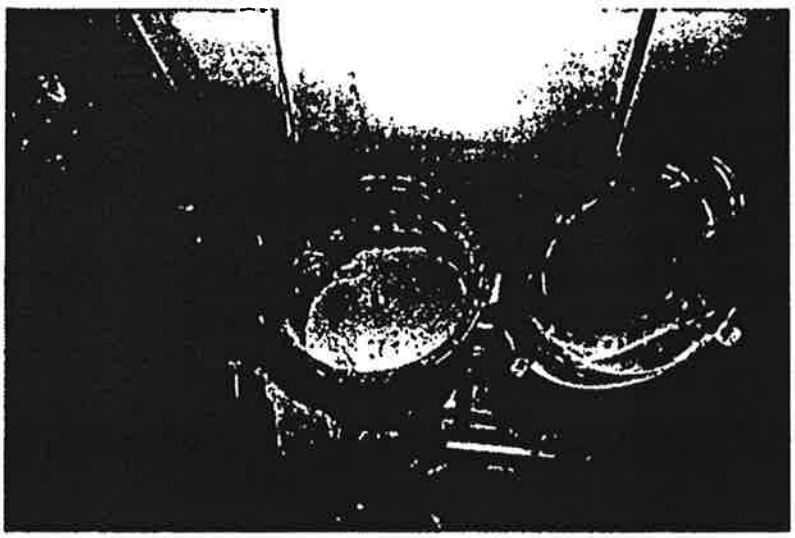


Photo. 5. 건식지류해리기에 투입된 세단입자 (해리전)

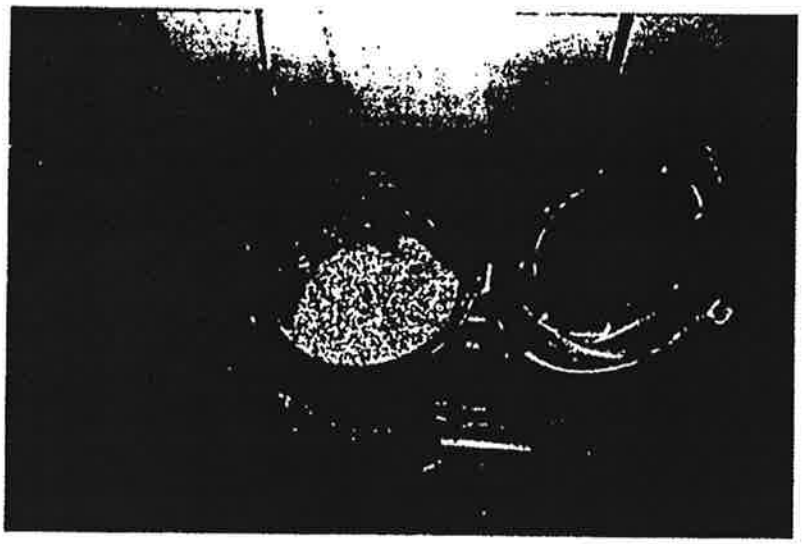


Photo. 6. 건식지류해리기에서 해성된 펄프 (해리후)

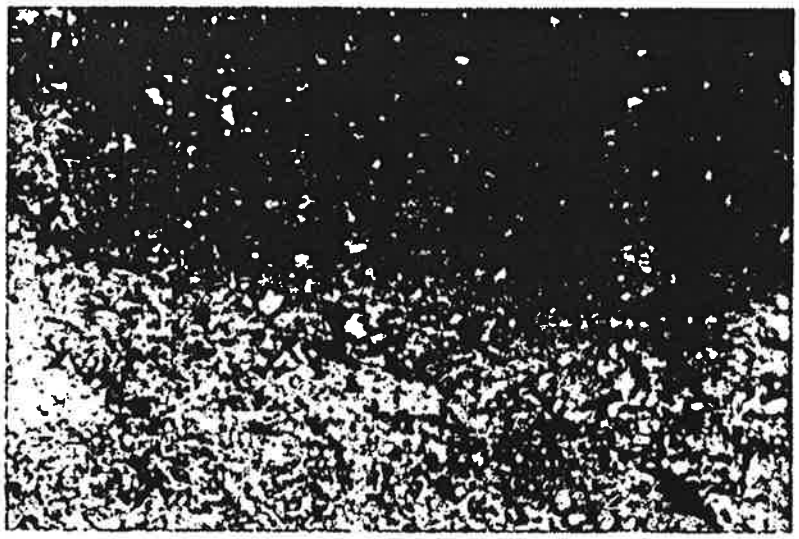


Photo. 7. 건식지류해리기로 제조된 지류펄프

Photo. 8. 원료에 접착제를 첨가하는 장면

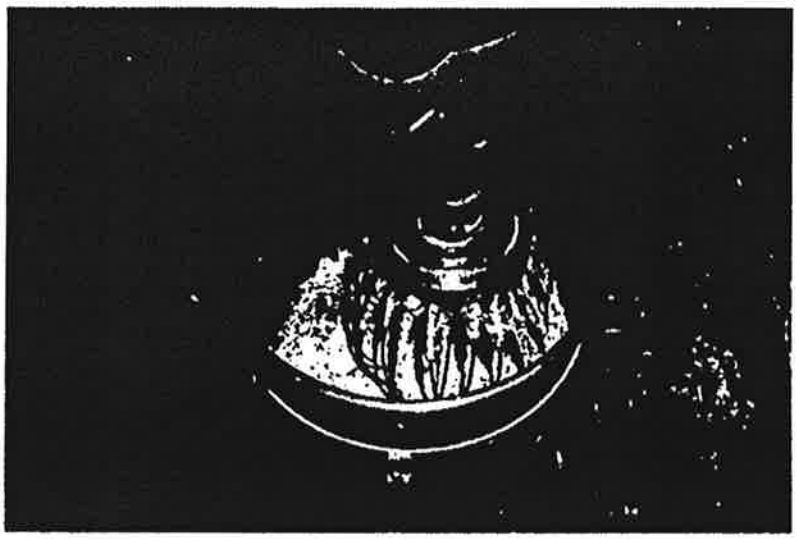


Photo. 9. 접착제와 원료를 혼합하는 장면

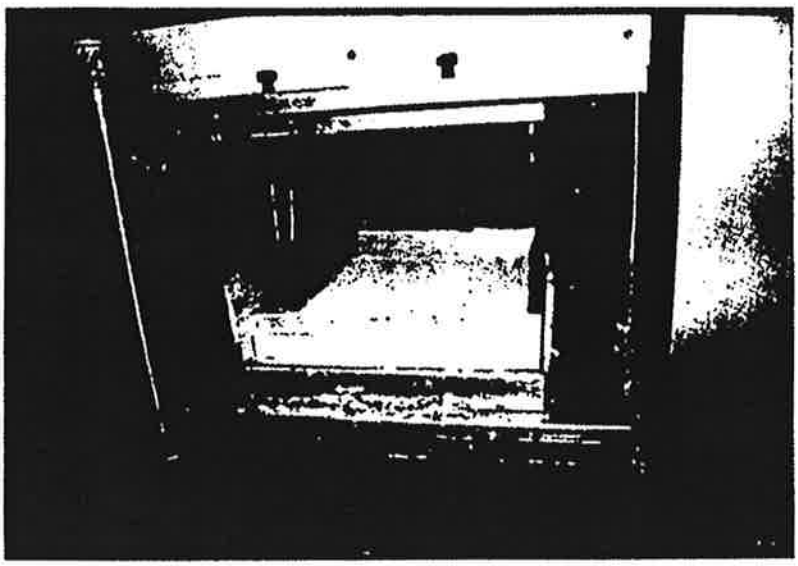


Photo. 10. 금형에 시료를 적층하는 장면

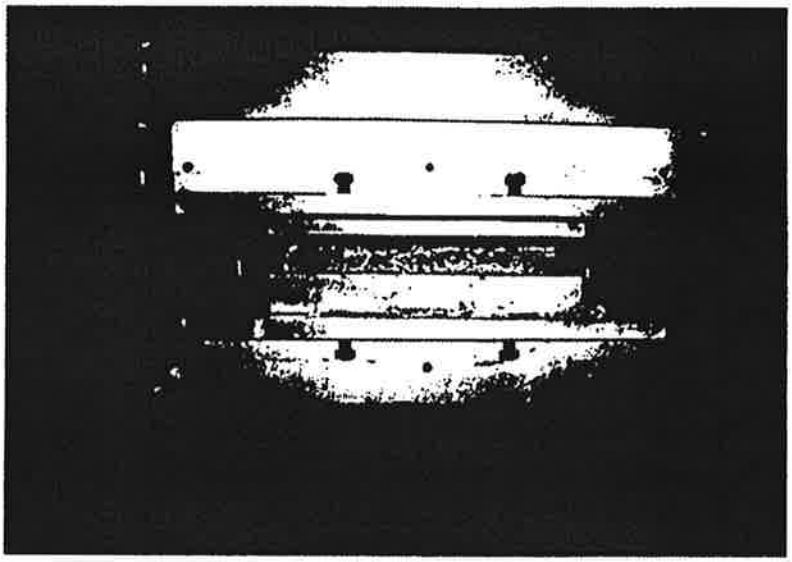


Photo. 11. 열압성형

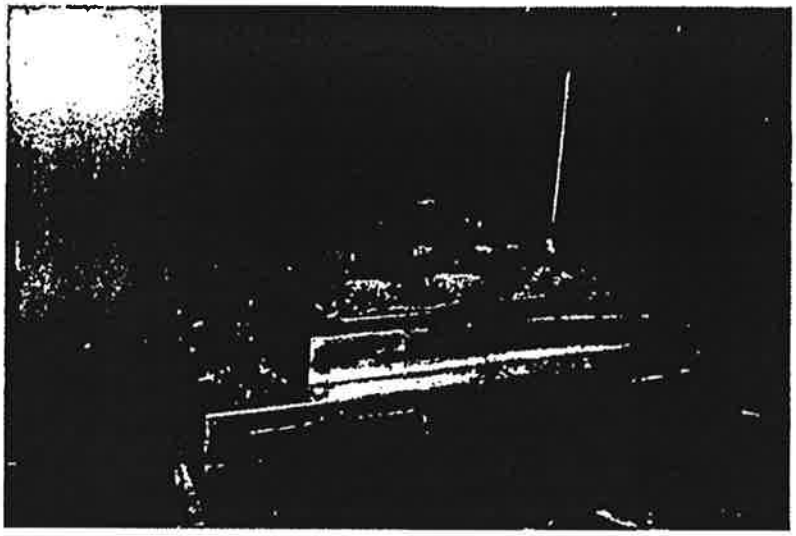


Photo. 12. 열압성형 후 제품

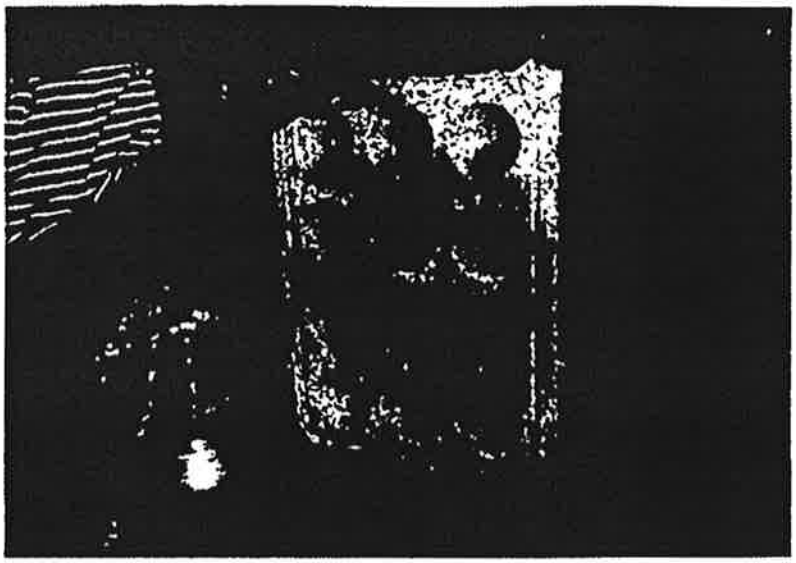


Photo. 13. 제조된 몰드를 착색하는 과정

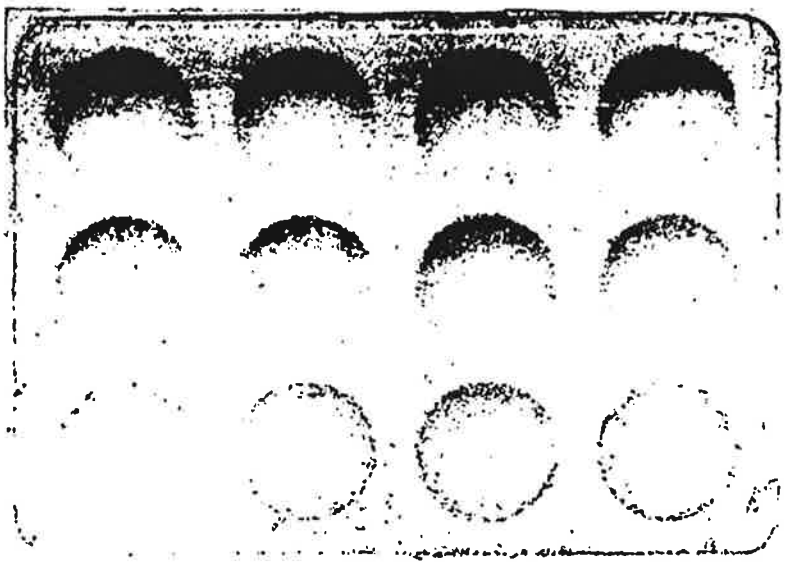


Photo. 14. 완성된 제품