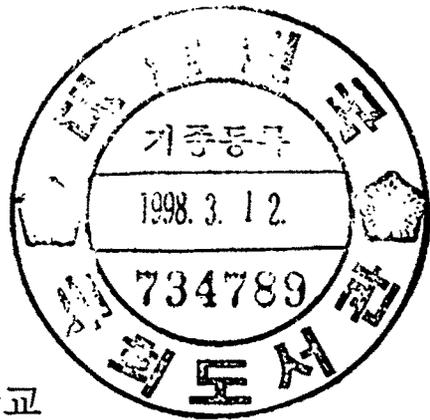


GOVP1199802599

639.3
L2930

양식 시설 부자 개선
Improvement of Buoy in Cultivating Facilities



연구기관
여수수산대학교

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “양식 시설 부자 개선” 과제의 최종 보고서로 제출합니다

1997. 11. 10.

주관연구기관명 : 여수수산대학교

총괄연구책임자 : 정 강

연 구 원 : 최 규 정

연 구 원 : 박 경 조

연 구 원 : 김 호 경

요 약 문

I. 제 목

양식 시설 부자(buoy) 개선

II. 연구개발 목적 및 중요성

기존의 스티로폼 부자는 함부로 취급하기가 용이하다는 실용적인 면 외에는 심각한 해상 환경 오염을 유발하며, 강도가 약하여 파도에 의한 수축으로 부력이 감소하고 쉽게 파손된다. 또 설치가 용이하지 못하고, 이로 인한 과도한 작업 인건비가 소요되는 등의 많은 문제점을 지니고 있다.

그러므로 스티로폼 부자가 갖고 있는 실용성을 유지하면서 제반 문제점을 해소할 수 있는, 부력이 크고 수명이 길며, 비용과 설치가 저렴하고 간단하며 재활용이 가능한, 대량 생산 체제의 무공해 부자 개발이 필요하다.

따라서 본 연구 개발에서는 기존의 부자에 대한 문제점을 해소하는, 효율성이 높은 대체 부자를 개발하는 데 그 목적이 있으며, 이러한 부자가 개발된다면, 국내 양식업 발전은 물론 맑고 깨끗한 해양 환경 개선에 크게 기여할 것으로 사료된다. 즉 심각한 해상 환경 오염 해소 및 예방, 원가 절감을 통한 양식 어민의 경제적 이익, 과학적이고 경쟁력 있는 양식업 육성 등의 측면에서, 최적의 부자 개발이 요구되며 그 중요성 또한 크다 할 수 있겠다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구 개발은 심각한 해상 환경 오염 해소 및 예방, 원가 절감을 통한 양식 어민의 경제적 이익, 과학적이고 경쟁력 있는 양식업 육성 등을 위하여, 내구성 향상, 재활용 가능, 설치 단순화, 부피 조절에 따른 운반 효율 극대화 등을 이룰 수 있는, 기존의 스티로폼 부자보다도 단가가 저렴하고 효율성이 높은 부자를 개발함과 아울러, 이러한 부자의 설계 정보 자료를 이용한 최적의 부자 설계 시스템 및 대량 생산과 단가 절감을 위한 가치 시스템을 구축하는 데 그 목적이 있다.

본 연구 개발의 내용 및 범위는 다음과 같다.

1. 부자의 설계 및 제작

재료 : 재활용이 가능한 고분자 플라스틱 또는 합성수지

부력 : 설치 기간 내내 일정한 부력 유지

내구성 : 4년 이상

환경오염 : 해상 환경 오염 해소 및 예방

설치 : 끈과의 연결을 용이하게 함으로써, 작업 단순화 및 설치 비용 절감

운반 : 부피를 적게 함으로써, 운반 시간 및 비용 절감

외관 : 규격, 모양, 색상을 다양하게 함으로써, 어로 작업 구역의 확분

2. 최적의 부자 설계 시스템 구축

3. 대량 생산 및 단가 절감을 위한 가치 시스템 구축

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

현재 국내에서는 거의 대부분의 양식장에서, 취급하기가 용이하고 값이 싸다는 이유로 스티로폼 부자를 사용하고 있다. 그러나 스티로폼 부자는 앞서 지적한 바와 같이 많은 문제점을 지니고 있다. 특히 요즈음 전 세계적인 관심과 그 중요성이 고조되고 있는 환경 문제에 비추어 볼 때, 스티로폼 부자는 심각한 해양 오염을 유발시키고 재활용이 불가능한 면에서, 사용 규제와 대체가 반드시 이루어져야 하는 양식 시설물이다.

또한 스티로폼 부자 외의 종래의 어구용 개발 부자는 플라스틱 통과 같은 고체형 또는 합성수지의 튜브를 접착하여 제작한 부자가 주로 알려져 왔다. 그러나 이와 같은 종래의 부자는 일정한 형태와 규격을 갖고 있으므로 취급이 용이하지 않고, 그 부자가 지니고 있는 자체 부력이 미흡하여 양식용 부자로서 그 기능을 충분히 발휘할 수 없는 단점이 있다.

그러므로 본 연구 개발에서는 이러한 문제점들을 해결하고자 연구함으로써, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 부자의 재료는 스티로폼 부자를 비롯한 기존 부자의 취약성을 보완할 수 있는 재료로서 가장 적절한 재질인 폴리에틸렌 류 고분자 수지, 즉 PE(HDPE + LDPE) + 자외선 차단제 + 방균제 + 기타 특수 첨가제 등으로 개선된, 재활용이 가능한 재료가 선정되었다.

2. 지금까지 사용되고 있는 단순 스티로폼 부자나 합성수지의 방수 천을 접착하여 제작한 공기 주입식 부자 또는 단순하게 공기가 주입된 원형 부자와는 다른, 폴리에틸렌 류의 고분자 재료를 사용하여 1 Piece 압출식 제작

및 대량 생산이 가능한 부자를 설계하였다.

그리고 부력은 설치 기간 내내 일정하게 유지하고, 내구성은 4년 이상이며, 환경오염이 거의 유발되지 않는 부자를 설계하였다. 또 설치는 끈과의 연결을 용이하게 함으로써, 작업을 단순화하고 설치 비용을 절감하며, 외관은 규격, 모양, 색상을 다양하게 함으로써, 어로 작업 구역을 확보할 수 있는 부자를 설계하였다.

3. 본 연구 개발에서는 Blow Molding 타입 1 Piece 압출식 제작법에 의한 부자의 시작품을 제작하였다.

4. 부자의 설계 정보 자료를 이용한 최적의 부자 설계 시스템 및 대량 생산과 단가 절감을 위한 가치 시스템을 구축하였다.

이러한 결과들은 다음의 내용과 같이 활용될 수 있을 것이다.

1. 심각한 해상 환경 오염 해소 및 예방에 의한 수산 자원 보호
2. 부자 폐기물의 재활용
3. 설치 작업의 단순화에 의한 시간 및 노동력 활용
4. 대량 생산 시스템 구축
5. 원가 절감에 따른 양식 어민의 소득 증대
6. 과학적이고 경쟁력 있는 양식업 육성에 따른 국내 양식업의 발전

이상의 내용으로 활용되기 위해서는 양식 어민들의 개발 부자에 대한 인식과 관심이 높아야 하는데, 이를 위해서는 국가적 차원에서의 홍보와 지원이 절실히 요망되며, 또한 그렇게 될 수 있도록 건의하는 바이다.

S U M M A R Y

(영문 요약문)

I. Subject

Improvement of buoy in cultivating facilities

II. Purpose and importance of research & development

The existing buoy manufactured to Styrofoam material has many problems, the decrease of buoyancy and the damage by waves, due to weak strength, involving the serious environmental pollution, except one that is simply used in handling. And the buoy has a problem of difficult installation that bring much installing expenses.

So, the development of the buoy that cancel the problems of the existing buoy but maintain the practical faces of the existing buoy is needed. If it is developed, the buoy has large buoyancy, long life, low cost, simple installation, the recycling, unpolluting, the possibility of mass production, etc.

Accordingly, the purpose in this research and development is the development of high efficient substitute buoy canceled the problems of

the existing buoy. The development will bring that the growth of domestic cultivating industry, the cancellation and prevention of pollution in sea, the economical profit of cultivating fish folk, the upbringing of scientific and competitive cultivating industry. In this point, the development has a importance.

III. Contents and range of research & development

The purpose in this research and development is in developing the buoy that has large buoyancy, long life, low cost, simple installation, the recycling, unpolluting, etc., in constructing the system for optimal design and the value system for mass production and low cost of buoy, in order to the growth of domestic cultivating industry, the cancellation and prevention of pollution in sea, the economical profit of cultivating fish folk, the upbringing of scientific and competitive cultivating industry.

The contents and range in this research & development follow as;

1. Design and manufacture of buoy

Material : high polymer plastics having a possibility of
the recycling

Buoyancy : constant buoyancy maintainment under install

Durability : four years or more

Environmental pollution : cancellation and prevention of pollution
in sea

Installation : simplification of work and curtailment of installing
expense by easiness of coupling with rope

Transport : curtailment of transport time and expense by
manufacturing to small volume

External appearance : division of fishing work area by
manufacturing to various size, form, and color

2. System construction for optimal design of buoy

3. Value system construction for mass production and low cost
of buoy

IV. Results and proposal for application of research & development

Now, Styrofoam buoy is used in the domestic most nursery because of simple handling and low cost. But the buoy has many problems as pointed out above. Especially, the buoy is a cultivating facility having to be substituted and ban the use because of the induction of serious pollution in sea and the impossible recycling, in the point that the environmental problems rise by the world interest and the importance,

And the existing buoys except Styrofoam buoy are a solid buoy and a buoy manufactured by adhering to plastic tube. But the buoys are not enough have as cultivating buoys because of difficult handling due to

constant form and size, insufficiency of itself buoyancy.

Accordingly, the results in this research and development follow by solving the problems of the existing buoys as;

1. A buoy material was selected as a material canceled the problems of the existing buoy. the material is the recycling possible polymer(high density polyethylene + low density polyethylene + ultraviolet interceper + antivirus additive + the others additive) improved material quality.

2. A buoy was designed as a mass production and 1 piece drawing manufacture possible buoy different from the existing buoy.

The designed buoy has the feature followed as; constant buoyancy under install, durability of four years or more, cancellation and prevention of pollution in sea, simplification of work and curtailment of installing expense by easiness of coupling with rope, division of fishing work area by designing to external appearance of various size, form, and color, etc.

3. The trial manufacture of buoy was manufactured by 1 piece drawing manufacture method of blow molding type.

4. The design system and value system were constructed for optimal design and mass production and low cost of buoy.

The results can apply following as;

1. The reservation of marine resources by the cancellation and

prevention of serious pollution in sea

2. The recycling of buoy waste
3. Time and labor application by simplification of installing work
4. The system construction for mass production
5. The economical profit of cultivating fish folk by cost down
6. The growth of domestic cultivating industry by the upbringing of scientific and competitive cultivating industry

For the application, the cultivating fish folk have to take interest and recognize of the developed buoy, and the public relations and assistance of national dimension are required strongly and this researcher will propose to do so.

C O N T E N T S

(영 문 목 차)

Chapter 1	Introduction	15
I.	Research background	15
II.	Necessity of research and development	16
1.	Technical faces	16
2.	Economical and industrial faces	16
3.	Social faces	17
III.	Purpose and range of research & development	17
Chapter 2	Main discourse	20
I.	Situation of cultivating industry and demand of cultivating buoy	23
1.	Situation of cultivating industry	23
1)	Trend of cultivating industry in shallow sea	23
2)	Production of cultivating industry in shallow sea	25
2.	Demand of cultivating buoy	26
II.	Buoy material	30
1.	Substitute materials and methods improving material quality of buoy	30
1)	Type and feature of polymer	30
2)	Methods improving material quality of buoy	39

2. Selection as buoy material	49
III. Design and manufacture of buoy	52
1. Design of buoy	52
2. Manufacturing method and trial manufacture of buoy	60
1) Manufacturing methods of buoy	60
2) Trial manufacture of buoy	63
IV. Design system and value system of buoy	67
1. Fundamental notions of production system	67
1) Meaning and problem of production system	67
2) Process system	68
3) Management system	71
4) Automated production system	73
5) Information system	76
6) Value system	77
2. Construction and application of system	78
1) System construction	78
2) Application of constructed system	79
3) Conclusion and improvement course of constructed system	98
Chapter 3 Conclusion	101

목 차

제 1 장 서 론	15
제 1 절 연구배경	15
제 2 절 연구개발의 필요성	16
1 기술적 측면	16
2 경제 및 산업적 측면	16
3 사회적 측면	17
제 3 절 연구개발의 목적 및 범위	17
제 2 장 본 론	20
제 1 절 양식 어업의 현황 및 부자의 수요 실태	23
1 양식 어업의 현황	23
가 천해 양식 어업의 동향	23
나 천해 양식 어업의 생산	25
2 양식 부자의 수요 실태	26
제 2 절 부자의 재료	30
1 부자의 대체 재료 및 재질 개선 방법	30
가 중합체의 종류 및 특징	30
나 부자 재료의 재질 개선 방법	39
2 부자의 재료 선정	49
제 3 절 부자의 설계 및 제작	52
1 부자의 설계	52
2 부자의 제작 방법 및 시작품 제작	60

가	부자의 제작 방법	60
나	부자의 시작품 제작	63
제 4 절	부자의 설계 시스템 및 가치 시스템	67
1	생산 시스템의 기초	67
가	생산 시스템의 의의와 과제	67
나	공정 시스템	68
다	관리 시스템	71
라	자동 생산 시스템	73
마	정보 시스템	76
바	가치 시스템	77
2	시스템의 구축 및 활용	78
가	시스템 구축	78
나	구축 시스템의 활용	79
다	시스템 구축에 따른 결론 및 개선 방향	98
제 3 장	결 론	101

제 1 장 서 론(Introduction)

제 1 절 연구배경(Research background)

미국, 일본 등의 선진국에서는 이미 1960년대부터 양식업 분야에서는 필수적인 부자 제작을 함에 있어, 플라스틱, PVC 등의 재료를 사용하여 부자를 생산해왔다. 그렇게 함으로써, 요즈음 심각히 대두되고 있는 환경 문제에 있어서의 해양 오염에 일찌기부터 대처해왔으며 또한, 끊임없는 연구 개발을 통하여 효율성 높은 부자를 만드는 데 노력하고, 이에 대한 생산성 및 경쟁력을 향상, 강화해 옴으로써, 양식업을 발전시켜 왔다.

국내에서는 1970년대에 접어들어 양식업이 본격 활성화되기 시작할 무렵에, 그저 제작이 간편하고 취급이 용이하다는 이유만으로, 스티로폼으로 만든 부자가 사용되기 시작하여 지금에 이르고 있다.

그러나 스티로폼 부자는 그 실용성에 비하여 파손 및 방치로 인한 해상 환경 오염을 유발하고, 이에 따르는 플랑크톤의 고갈 현상이 초래됨으로써, 막대한 수산 자원의 손실을 가져오고 있다. 물론 일부 연구자 및 업체에서 새로운 부자들을 개발하여 그 결과를 발표한 바 있다. 하지만 그 결과들은 기존의 스티로폼 부자를 약간 개선한 정도로, 재활용이 불가능하거나 단가 및 실용성 면에서 양식어민들의 호응을 얻지 못하여, 스티로폼 부자의 대체 부자로서 활용되지 못하고 있는 실정이다.

그러므로 국내 수산업계에서도, 환경 오염을 유발하지 않으면서 재활용이 가능하고, 단가 및 실용성 면에서 양식 어민들의 요구에 부응할 수 있는 부자 개발이 절실히 요청되고 있는 실정이다.

제 2 절 연구개발의 필요성

(Necessity of research and development)

1. 기술적 측면(Technical faces)

스티로폼 부자는 함부로 취급하기가 용이하다는 실용적인 면 외에는 앞서 언급한 바와 같이 심각한 해상 환경 오염을 유발하며, 강도가 약하여 파도에 의한 수축으로 부력이 감소하고 쉽게 파손된다. 또 설치가 용이하지 못하고, 이로 인한 과도한 작업 인건비가 소요되는 등의 많은 문제점을 갖고 있다.

그러므로 스티로폼 부자가 갖고 있는 실용성을 유지하면서 제반 문제점을 해소할 수 있는, 내구력이 크고 수명이 길며, 비용이 저렴하고 설치가 간단하며, 재활용이 가능한, 대량 생산 체제의 최적의 무공해 부자 개발이 시급히 요청된다.

2. 경제 및 산업적 측면(Economical and industrial faces)

스티로폼 부자는 수분 침투로 인하여 일정 기간이 경과하면, 부력이 점차 약화된다. 또 수명은 설치 후 1-2년 정도이고, 더구나 설치 후 5-6개월이 지나면 외부 파손이 심하고, 재활용이 불가능하다. 설치는 복잡하여 설치 시간 및 비용이 많이 든다. 또한 육상 및 해상 운반 시 부피가 커서 많은 인력과 시간이 소요됨으로써, 많은 경비가 요구된다.

따라서 기존의 스티로폼 부자보다도 내구성이 향상되고, 재활용이 가능하며, 설치가 단순하고, 부피를 조절함으로써 운반비용을 줄일 수 있는 부자가

개발된다면, 경제 및 산업적인 측면에서 양식 어민에게 큰 기여를 할 것으로 기대되는 바, 새로운 부자의 개발이 강력히 요청된다.

3. 사회적 측면(Social faces)

스티로폼 부자의 제반 문제들을 보완함으로써, 해수면에서 오랜 수명을 유지하고, 운반과 설치가 용이하며, 재활용이 가능하고, 해상 환경 오염을 방지할 수 있는 새로운 부자 개발이 이루어진다면, 국내 양식업 발전은 물론 맑고 깨끗한 해양 환경 개선에 크게 기여할 것으로 사료된다.

그러므로 심각한 해상 환경 오염 해소 및 예방, 원가 절감을 통한 양식 어민의 경제적 이익, 과학적이고 경쟁력 있는 양식업 육성 등의 측면에서 최적의 부자 개발이 요구된다.

제 3 절 연구개발의 목적 및 범위

(Purpose and range of research & development)

기존의 스티로폼 부자는 함부로 취급하기가 용이하다는 실용적인 면 외에는 심각한 해상 환경 오염을 유발하며, 강도가 약하여 파도에 의한 수축으로 부력이 감소하고 쉽게 파손된다. 또 설치가 용이하지 못하고, 이로 인한 과도한 작업 인건비가 소요되는 등의 많은 문제점을 갖고 있다.

그러므로 스티로폼 부자가 갖고 있는 실용성을 유지하면서 제반 문제점을 해소할 수 있는, 부력이 크고 수명이 길며, 비용과 설치가 저렴하고 간단하며 재활용이 가능한, 대량 생산 체제의 무공해 부자 개발이 필요하다. 이

러한 부자가 개발된다면, 국내 양식업 발전은 물론 맑고 깨끗한 해양 환경 개선에 크게 기여할 것으로 사료된다. 즉 심각한 해상 환경 오염 해소 및 예방, 원가 절감을 통한 양식어민의 경제적 이익, 과학적이고 경쟁력 있는 양식업 육성 등의 측면에서, 최적의 부자 개발이 요구되며 그 중요성 또한 크다 할 수 있겠다.

따라서 본 연구 개발은 심각한 해상 환경 오염 해소 및 예방, 원가 절감을 통한 양식 어민의 경제적 이익, 과학적이고 경쟁력 있는 양식업 육성을 위하여, 내구성 향상, 재활용 가능, 설치 단순화, 부피 조절에 따른 운반 효율 극대화 등을 이룰 수 있는, 기존의 스티로폼 부자보다도 단가가 저렴하고 효율 높은 부자를 개발함과 아울러, 이러한 부자의 설계 정보 자료를 이용한 최적의 부자 설계 시스템 및 대량 생산과 단가 절감을 위한 가치 시스템 등을 구축하는 데 그 목적이 있다.

본 연구 개발의 내용 및 범위는 다음과 같다.

1. 부자 설계 및 제작

재료 : 재활용이 가능한 고분자 플라스틱 또는 합성수지

부력 : 설치 기간 내내 일정한 부력 유지

내구성 : 4년 이상

환경오염 : 해상 환경 오염 해소 및 예방

설치 : 끈과의 연결을 용이하게 함으로써, 작업 단순화 및 설치 비용 절감

운반 : 부피를 적게 함으로써, 운반 시간 및 비용 절감

외관 : 규격, 모양, 색상을 다양하게 함으로써, 어로 작업 구역의 확보

2. 최적의 부자 설계 시스템 구축

3. 대량 생산 및 단가 절감을 위한 가치 시스템 구축

제 2 장 본 론(Main discourse)

기존의 스티로폼 부자는 앞서 언급한 바와 같이, 합부로 취급하기가 용이하다는 실용적인 면 외에는 많은 문제점을 지니고 있다. 표 1은 이러한 스티로폼 부자의 취약성을 나타낸 것이다.

스티로폼 부자 외에 개발된 기존의 부자들을 살펴보면, 합성수지 류의 튜우브나 시트상 방수 원단을 튜우브 형으로 말아붙이고 그 양단 및 중앙부를 경질 합성수지로 접착해 제작한 공기 주입식 부자가 있는데, 이러한 부자는 접착부 면적이 많아서 조그마한 충격에도 공기가 새어나올 수 있어, 어구용 부자로 적합하지 않으며, 또 사용 후에 재활용이 어려운 실정이다. 그리고 단순히 공기가 주입된, 원형의 일본제 부자 또한 한정된 체적으로 부력이 미흡하며, 취급이 매우 불편한 실정이다.

그러므로 본 연구 개발에서 목표로 하고 있는 결과를 얻기 위해서는, 대체 부자는 최소한 다음과 같은 구비 조건을 만족시킬 수 있는 재료 및 부자로 선정되어야 한다.

1. 내구성 : 해수면(NaCl) 상태에서 4계절 방치한 채 최소한 4년 이상 견
더야 하고 침식 및 공기압의 감소가 없어야 한다.
2. 내열온도 : $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 에서 성상의 변화가 없어야 한다.
3. 인장강도 : $50\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상이어야 한다.
4. 해상 환경 오염을 유발하지 않고 재활용이 가능하여야 한다.
5. 운반과 설치가 용이하여야 한다.
6. 대량 생산에 적합하여야 한다.

그리고 기존 부자의 문제점 및 취약성을 분석함으로써, 해양 오염 비유발 부자가 갖추어야 할 기능과 설치 환경 요건 등을 고려하고 부자의 형상과

재료 등을 개선하여, 기능과 제작 면에서 만족하는 부자를 설계하여야 한다.

또한 이와 같이 설계된 부자의 설계 정보 자료와, 수요 대상 업종의 전국 양식장 규모 및 부자 수요 추정치 등의 분석을 통한 최적의 부자 설계 시스템 및 대량 생산과 단가 절감을 위한 가치 시스템 등을 구축하여야 한다.

표 1. 스티로폼 부자의 취약성

스티로폼 부자의 취약성	
재 질	- 스티로폼
부 력	- 수분침투로 인하여 일정 기간이 경과하면, 부력이 점차 약화됨.
내 구 성	- 설치 후 1-2년 - 설치 후 5-6개월이 지나면 외부 파손이 심함.
환경오염	- 파손에 의한 해상 환경 오염이 심함. - 폐품 처리가 어려움. - 플랑크톤 고갈 현상으로 인한 수산 자원의 손실 초래
설 치 방 법	- 부자 몸통을 마대로 싸고 끈으로 묶어서 서로 연결 - 끈의 이탈로 인한 재작업이 빈번함. - 설치 시간 및 비용이 많이 듦.
외 관	- 규격, 모양, 색상이 단조로움. - 쉽게 파손되고, 표면에 오물이 많이 붙음.
운 반	- 육상 및 해상 운반 시 부피가 커서 많은 인력과 시간이 소요됨으로써, 많은 경비가 요구됨.

제 1 절 양식 어업의 현황 및 부자의 수요 실태

(Situation of cultivating industry and demand of cultivating buoy)

1. 양식 어업의 현황(Situation of cultivating industry)

가. 천해 양식 어업의 동향

(Trend of cultivating industry in shallow sea)

표 2에 나타낸 바와 같이, 1993년 말 현재 천해 양식 어업의 허가 양식 어장 건수는 패류 4,231건, 해조류 2,684건, 어류 989건, 기타 579건으로 총 8,483건이다.

시도별 어장 건수는 전라남도가 4,163건으로 49.1%, 경상남도가 1,985건으로 23.4%, 전라북도가 789건으로 9.3%, 충청남도가 626건으로 7.4%, 그 외 경상북도가 417건, 경기도가 215건 등의 순이다.

품종별 어장 건수는 패류의 경우, 총 4,231건 중 전라남도가 1,947건으로 46.0%, 경상남도가 1,278건으로 30.2%, 그 외 전라북도가 469건, 충청남도가 355건, 경기도가 83건 등의 순이고, 해조류의 경우, 총 2,684건 중 전라남도가 1,944건으로 72.4%, 전라북도가 275건으로 10.2%, 그 외 충청남도가 153건, 경상남도가 124건, 경기도가 111건 등의 순이다.

양식 어장의 면적은 해조류가 66,091ha로 60.6%, 패류가 38,654ha로 35.5%, 어류가 1,348ha로 1.2%, 기타 2,942ha로 2.7% 등 총 109,035ha이며, 해조류와 패류가 96.1%를 차지하고 있다.

1) 패류 양식

패류 양식의 어장 건수는 1993년 말 현재 총 4,231건으로, 품종별로는 굴이 949건으로 22.4%, 피조개가 860건, 새고막이 777건, 바지락이 625건, 전복이 380건, 고막이 278건 등의 순이다. 또 시도별로는 전라남도가 1,947건으로 46.0%, 경상남도가 1,278건으로 30.2%, 그 외 전라북도가 469건, 충청남도가 355건, 경기도가 83건 등의 순이다.

품종별에 따른 시도별 어장을 살펴보면, 굴은 전라남도와 경상남도 그리고 충청남도에, 홍합은 경상남도에, 바지락은 전라남도와 전라북도 그리고 충청남도에, 고막은 전라남도에, 피조개는 전라남도와 경상남도에, 새고막은 전라남도에, 전복은 전라남도와 충청남도에 집중되어 있다.

2) 해조류 양식

해조류 양식은 김과 미역 양식이 그 주종을 이루고 있고, 주로 겨울철에 생산이 이루어지기 때문에 매년 바다의 여건에 따라 생산량이 크게 변동하고 있다.

해조류 양식의 어장 건수는 1993년 말 현재, 김 양식이 1,938건으로 72.2%, 미역 양식이 583건으로 21.7%를 차지함으로써, 이 두 품종의 양식이 전체의 93.9%를 차지하고 있다.

3) 어류 양식

어류 양식은 1983년 이후, 정부의 적극적인 개발 육성과 양식 품종의 다양화로 그 생산이 계속 증가하는 추세이고, 또한 국민 소득의 향상과 함께 고급 활어의 수요가 증가되고 있어 앞으로도 계속적으로 생산이 증가될 것으로 전망된다.

시도별 어장 건수는 총 989건으로, 경상남도가 330건으로 30.1%, 전라남

도가 245건으로 21.9%, 경상북도가 155건으로 16.9%, 제주도가 102건으로 12.7%, 충청남도가 82건으로 9.3% 등의 순이다.

나. 천해 양식 어업의 생산

(Production of cultivating industry in shallow sea)

천해 양식 어업의 생산은 그 동안 매립 사업과 간척 사업으로 인한 연안 어장의 축소, 도시화 및 산업화에 따른 생활 폐수와 유류 오염의 확산, 그리고 이상 기후 등의 환경 악화 때문에, 1986년도의 946,965톤을 정점으로 점차 감소하는 추세에 있었다. 그러나 1993년도에는, 겨울철에 생산되는 김, 미역 등이 폭풍과 해일 등 자연 재해의 피해 없이 순조롭게 양식됨으로써, 생산계획의 115%인 1,038천톤이 생산되었다.

1) 패류 양식

1993년도의 패류 양식 분야는 이상 조류, 적조 등의 어업 재해로 인한 굴의 직접 피해와 피조개 채묘 어장의 환경 악화에도 불구하고 정부의 적극적인 어장 정상화 사업에 힘입어, 1992년도의 339천톤과 비슷한 346천톤을 생산하였다.

이러한 생산량을 품종별로 살펴보면, 굴이 258천톤으로 전체 패류 생산량의 74.6%를 차지하고 있고, 그 외는 홍합, 피조개, 바지락, 고막류 등이 주종을 이루고 있다.

2) 해조류 양식

해조류 양식 분야는 김과 미역이 주종으로서 겨울철에 생산이 이루어지고, 매년 바다의 여건에 따라 생산이 크게 변한다. 그러나 1993년도에는, 이러한 김과 미역이 겨울철의 폭풍과 해일 등 자연 재해의 피해 없이 순조롭

게 양식됨으로써, 1992년보다 84천톤이 증가한 664천톤이 생산되었다.

특히 양식 품종도 김과 미역 양식 위주에서 벗어나 톳, 다시마, 파래, 참모자반 등의 고부가가치 품종으로 전환되는 등, 점차 다양화되고 있다.

3) 어류 양식

어류 양식 분야는 1983년 이후, 정부의 적극적인 개발 육성 및 양식 품종의 다양화로 생산이 계속 증가하는 추세에 있다.

1993년도의 어류 양식 생산량은 5,471톤으로 전년도의 4,595톤보다 876톤이 증가하였고, 생산 어종도 넙치, 방어, 돔, 농어, 조피볼락, 능성어, 송어 등으로 다양화되었다.

어종별 생산량은 넙치가 4,029톤으로 전체 생산량의 73.6%를 차지하였고, 볼락이 845톤, 방어가 153톤, 참돔이 142톤, 농어가 205톤, 기타 95톤이다.

앞으로 어류 양식의 생산량은 국민 소득의 향상과 함께 고급 활어의 수요가 증가하고 있어, 계속 증가할 것으로 전망된다.

4) 기타 수산 동물 양식

기타 수산 동물 양식 분야는 우렁쉥이와 새우가 주종이나 우렁쉥이의 다량 생산으로, 1992년보다 11천톤이 증가된 23천톤이 생산되었다.

2. 양식 부자의 수요 실태(Demand of cultivating buoy)

앞서의 양식 어업의 현황에서 살펴본 바와 같이, 표 2의 양식 어장 건수 및 면적에 비추어 보면, 1 ha당 부자의 소요 추정량을 패류 780개, 해조류 230개, 기타 780개로 했을 때, 총 부자의 소요 추정량은 약 47,646천 개이다. 물론 패류의 무게는 해조류에 비하여 훨씬 무겁기 때문에, 부자의 설계 시

고려해야 함은 당연하다.

각 시도별 부자의 소요 추정량은 표 3에 나타낸 바와 같이, 패류 양식의 경우 전라남도가 15,220천 개로 가장 많이 소요되고, 경상남도가 8,042천개, 전라북도가 3,711천개, 충청남도가 2,267천개 등의 순으로, 총 30,150천개의 부자가 소요되는 것으로 추정된다. 또 해조류 양식의 경우는 전라남도가 11,441천개로 역시 가장 많이 소요되고, 충청남도가 1,523천개, 전라북도가 1,234천개, 경기도가 430천개 등의 순으로, 총 15,201천개의 부자가 소요되는 것으로 추정된다. 그리고 기타 수산 동물 양식의 경우는 총 2,295천개 정도의 부자가 소요되는 것으로 추정된다.

현재 국내 대부분의 양식 어장에서는 부자로서 주로 스티로폼 부자를 사용하고 있다. 그러나 이러한 스티로폼 부자는 앞서 지적한 바와 같이 많은 문제점을 지니고 있다. 특히 요즈음 전 세계적인 관심과 그 중요성이 고조되고 있는 환경 문제에 비추어 볼 때, 스티로폼 부자는 심각한 해양 오염을 유발시키고 재활용이 불가능한 면에서, 사용 규제와 대체가 반드시 이루어져야 하는 양식 시설물이다.

그러므로 스티로폼 부자를 비롯한 기존 부자의 취약성 및 문제점을 해결할 수 있는 대체 부자의 개발이 반드시 필요하다.

표 2. 각 시도별 양식 어장 건수 및 면적 현황 (단위 : 면적 ha)

구 분	어 류		패 류		해 조류		기 타		계	
	건 수	면 적	건 수	면 적	건 수	면 적	건 수	면 적	건 수	면 적 점유율 %
부 산	-	-	27	329	41	1,590	3	13	71	1,932 (1.77)
인 천	1	20	-	-	1	10	-	-	2	30 (0.03)
경 기	21	201	83	658	111	1,871	-	-	215	2,730 (2.50)
강 원	27	14	22	86	-	-	57	254	106	354 (0.32)
충 남	82	310	355	2,907	153	6,623	36	971	626	10,811 (9.92)
전 북	26	52	469	4,758	275	5,366	19	132	789	10,308 (9.45)
전 남	245	300	1,947	19,513	1,944	49,743	27	106	4,163	69,662 (63.9)
경 북	155	84	43	74	35	102	184	558	417	818 (0.75)
경 남	330	313	1,278	10,310	124	786	253	908	1,985	12,317 (11.3)
제 주	102	54	7	19	-	-	-	-	109	73 (0.06)
계	989	1,348	4,231	38,654	2,684	66,091	579	2,942	8,483	109,035 (100)

표 3. 각 시도별 부자의 소요 추정량 (단위 : 개)

구 분	패 류	해 조 류	기 타
부 산	256,620	365,700	10,140
인 천	-	2,300	-
경 기	513,240	430,330	-
강 원	67,080	-	198,120
충 남	2,267,460	1,523,290	757,380
전 북	3,711,240	1,234,180	102,960
전 남	15,220,140	11,440,890	82,680
경 북	57,720	23,460	435,240
경 남	8,041,800	180,780	708,240
세 주	14,820	-	-
계	30,150,120	15,200,910	2,294,760
총 계	47,645,790		

제 2 절 부자의 재료(Buoy material)

1. 부자의 대체 재료 및 재질 개선 방법

(Substitute materials and methods improving material quality of buoy)

가. 중합체의 종류 및 특징(Type and feature of polymer)

해양 오염을 유발하지 않고 또한 재활용이 가능한 부자 재료로서 기존의 스티로폼을 대체할 수 있는 재료는 중합체(polymer)를 들 수 있다. 이러한 중합체는 그 결정체에 따라 물리 및 기계적 성질이 변함으로써 여러 가지 종류로 나누어진다.

중합체의 구조는 작은 분자의 결합과 또 그 결합체인 큰 분자로 이루어진다. 이러한 분자의 연결 형태는 선형, 가지형, 크로스형이 있는데, 결정체는 질서정연한 분자의 결합체이고, 비결정체는 무질서하게 배열된 분자의 결합체이다. 중합체는 이와 같은 결정체와 비결정체의 결합체로서, 그 성질에 따라 폴리오레핀(Polyolefin)계의 폴리에틸렌(Polyethylene), 폴리프로필렌(Polypropylene)과 그 외에 폴리비닐 클로라이드(Polyvinyl Chloride), 폴리스티렌(Polystyrene) 등으로 나누어진다.

선형 연결 중합체는 결정이 아주 쉽게 발생한다. 반면에 가지형과 크로스형 연결 중합체는 그 형태 때문에 결정이 불가능한 경우가 있다. 하지만 선형 폴리에틸렌이라 하더라도 반드시 결정 구조를 생성하는 것은 아니다. 일반적으로 선형 폴리에틸렌은 95%, 가지형 폴리에틸렌은 60%, 폴리프로필렌은 60% 정도의 결정 생성율을 나타내고 있고, 폴리비닐 클로라이드와 폴리스티렌은 결정 생성이 거의 불가능한 것으로 나타나고 있다. 그러나 이러한 중합체의 결정 및 성질은 재질 개선을 통하여 변화시킬 수도 있다.

중합체의 물리 및 기계적 성질을 살펴보면, 용융점은 비결정질 중합체의 경우 한정된 용융점을 나타내지 않는다. 그러나 가열하면, 점차 부드러워지며 분자의 배열은 불규칙해진다. 결정질 중합체는 어느 정도의 온도에 이르면, 급작스러운 결정질의 변화가 일어나며 밀도 또한 급작스럽게 변한다. 또 결정질은 없어지고, 구조 역시 질서정연한 배열에서 불규칙한 배열로 변화한다. 기계적 성질은 결정 정도에 따라 영향을 받는데, 선형 폴리에틸렌은 분자가 밀집되어 있어 분자간의 밀집력이 크고 결정이 많아 인장계수가 크다. 가지형 폴리에틸렌은 결정이 적어 인장계수가 작다. 또한 크로스형 중합체는 분자의 수가 많을 수록, 인장계수와 경도가 크고 취성적이 된다.

일상 생활에서 널리 사용되고 있는 일반 열가소성 중합체의 종류 및 그 특징을 살펴보면, 다음과 같다.

1) 폴리오레핀(Polyolefin)

폴리오레핀은 이중 결합을 1개 가진 사슬 모양 탄화수소 화합물인 올레핀의 중합으로 생기는 고분자 화합물이다. 현재 자유롭게 중합할 수 있는 것은 끝에 이중 결합이 있는 올레핀뿐이므로 폴리에틸렌, 소량의 이소프렌과 혼성 중합하여 만든 합성고무로서 폴리이소부틸렌이 폴리올레핀에 속한다. 또 프로필렌으로부터 합성되는 4-메틸텐의 중합물은 폴리메틸펜텐, 메틸펜텐 수지로 뛰어난 성질을 나타낸다. 밀도가 0.83으로 가장 가벼운 플라스틱이며, 용융점이 350℃, 하전하의 열변형 온도가 200℃라는 내열성을 갖고 메타크릴 수지와 같은 정도의 투명성을 갖고 있다.

이러한 폴리에틸렌(Polyethylene), 폴리프로필렌(Polypropylene)으로 대표되는 폴리오레핀(Polyolefin)은 기계적 강도, 내열성, 내약품성, 내수성, 전기 절연성 등 각종 물성 및 성형 가공성이 우수하며, 가격이 싸서 일상 생활에 널리 사용되고 있다. 1955년 이후, 기업화된 고밀도 폴리에틸렌과 폴리프로

필렌은 매력적인 산업으로서 성장을 계속해왔으며, 그 결과 불과 35년만에 범용 수지 중에서도 중핵을 이루고 있다. 최근 몇 년간 국내에서는 고밀도 및 저밀도 폴리에틸렌과 폴리프로필렌 등의 폴리올레핀은 공급 과잉 국면을 맞고 있으며, 이로 인해 업체간의 경쟁도 날로 치열해지고 있다.

이렇게 심화된 경쟁 국면에서, 각 회사에서는 경쟁력을 유지하기 위해서 기존 재료의 재질 개선 즉, 보다 고성능화, 고기능화함으로써 고부가가치화를 추진하고 있다. 또 산업이 발달함에 따라 물성에 대한 요구도 다양화하여, 기존 재료만으로는 단가 및 성능(cost/performance)의 균형(balance) 및 다기능 겸비를 요구하는 신용도에, 유연하게 대처할 수 없게 되었다.

따라서 폴리올레핀 업계에서는 경쟁력 제고 및 다양한 시장의 요구에의 신속한 대처를 위해 중합법, 용합 혹은 Alloy, 복합화 등의 수단을 통한 폴리올레핀의 재질 개선을 널리 행하고 있다.

가) 폴리에틸렌(Polyethylene ; PE)

폴리에틸렌은 에틸렌의 중합에 의해서 생기는 사슬 모양의 고분자 물질이다. 석유의 원유를 분류하여 나프타 부분(약 100-200℃ 유출부분)을 분류시키고, 이것을 분해시켜 약 25%의 에틸렌을 분취한다. 중합 방법에 따라 여러 종류에 폴리에틸렌이 생기는데, 밀도에 따라서 대별할 수 있다.

현재는 A류에 해당하는 저밀도 폴리에틸렌(Low Density Polyethylene ; LDPE)(연질 폴리에틸렌)과 C류에 해당하는 고밀도 폴리에틸렌(High Density Polyethylene ; HDPE)(경질 폴리에틸렌)이 주요 제품인데, 저밀도 폴리에틸렌은 미량의 공기를 촉매로 하여 1,000atm, 200℃ 이상의 고압 하에서 가열하여 만들어지며, 따라서 일반적으로 고압 폴리에틸렌이라고 불린다. 이것은 밀도가 0.91정도이며, 가지가 있기 때문에 분자의 배열이 충분하지 않고, 결정화되어 있는 부분이 65% 정도이기 때문에 말랑말랑해져서 잘 늘

어나며, 인장강도도 약간 작지만 내충격성은 크다. 또 가공하기가 쉽고 사용하기 쉽다. 각종 병을 비롯하여 냉장고의 제빙용 상자 등을 가정에서 볼 수 있다.

고밀도 폴리에틸렌은 이른바 치글러 촉매(사염화티탄과 삼에틸 알루미늄으로 이루어지는 착물 촉매)를 사용하여 약 70℃, 10atm에서 에틸렌을 중합시킨다. 일반적으로 저압 폴리에틸렌이라고 불리는데, 연화점, 굳기, 강도가 모두 크지만, 신장과 내충격성이 작고 촉감도 딱딱하다. 이것은 분지가 매우 적고, 결정성이 커서 85%에 이르며, 밀도는 0.95를 넘는다. 파이프, 장난감, 필라멘트 부품, 주방용품 등의 재료로 사용되고, 화학 저항성이 우수하며 저흡수성, 고 전기 저항성을 갖고 있다.

이밖에 중압 중합법에 의해서 만들어지는 중압 폴리에틸렌이 있는데, 중압 중합법에는 필립스법과 스탠더드법이 있다. 필립스법은 알루미늄-실리카를 운반체로 하는 산화크롬을 촉매로 하여 70atm, 80℃에서 중압시키는 방법이며, 스탠더드법은 몰리브덴 등 각종 촉매를 사용하여 15℃이상, 100atm 이하에서 중합시키는 방법이다. 또, 초고압법이라고 하여 3000atm을 사용하는 방법도 있는데, 이들은 모두 고밀도 폴리에틸렌을 생산한다.

폴리에틸렌의 분자량은 대부분 20000이상 50000내지 100000의 것이다. 이것은 전기 절연성이 특히 우수하여 부피 고유 저항이 10^{19} ohm-cm에 이르며, 또 고주파 절연 재료로서도 가장 우수하다. 고압법 폴리에틸렌의 하중하의 열변형 온도가 50℃, 저압법에서도 80℃부근이라는 점을 제외하면 전기 재료로서는 매우 뛰어난 재료이다. 이밖에 각종 용기, 포장용 필름, 섬유, 파이프, 패키징, 도료 등에 사용된다. 버킷, 컵 등은 사출 성형에 의해서, 공업 약품용 용기, 액체 세제 용기 등은 중공 성형에 의해서 만들어진다. 섬유는 높은 인장력을 가지며, 주로 공업용 로프 등이 만들어진다. 최근에는 포장용 필름이 대량으로 생산되어 주목을 끌고 있다. 폴리에틸렌은 녹으면서 스스로

연소하게 된다.

일반적으로 사용되는 첨가제로서 탄소는 자외선으로부터 폴리에틸렌을 보호하고, 색소는 여러 가지 형태의 무늬를 부여한다. 또 유리 섬유는 강도를 증가시키고, 부틸(Butyl) 고무는 균열을 방지해준다. 폴리텐(Polythenes)이라고도 한다.

나) 폴리프로필렌(Polypropylene ; PP)

폴리프로필렌은 프로필렌의 중합체이다. 프로필렌은 석유 화학 공장에서 나프나를 분해할 때 에틸렌과 함께 생성된다. 치글러-나타 촉매를, 예를 들면 hexan 속에서 만들고, 그 속에 프로필렌을 약 70℃, 5atm에서 통하면 쉽사리 합성된다. 폴리프로필렌은 아이소택틱(isotactic) 구조를 가지며, 따라서 메틸기가 같은 방향으로 정연하게 배열되어 있다, 용융점은 165℃이고, 작용 하중 하에서의 연속 사용이 110℃에서 가능하다. 밀도는 0.9~0.91이며, 결정도는 크지만 성형한 뒤는 70%이하로 저하한다. 전기 성질은 탄소와 수소만으로 이루어져 있기 때문에 우수하며, 폴리에틸렌에 버금간다.

용도는 포장용 필름, 연신 테이프, 섬유, 파이프, 일용 잡화, 완구, 공업용 부품, 컨테이너 등이다. 사출 성형 품은 각종 컨테이너를 비롯한 일용 잡화이고, 합성 섬유는 주로 강력한 공업용품이나 카펫, 이불솜이 많다. 실 모양의 긴 폴리프로필렌은 중, 저압 폴리에틸렌과 마찬가지로 쌀과 밀용의 부대, 비료 부대, 접착 테이프 등에 사용된다. 압출 성형 품으로는 연신하여 종이와 강철 밴드의 분야, 그리고 돛자리 등의 새로운 용도가 개발되어 있다. 중공 성형 품은 뜨거운 물에 견디므로 폴리에틸렌과 달리 보온병, 열 소독을 하는 의료기구나 약품 용기 등에 사용된다.

1953년 Natta 촉매에 의해 폴리프로필렌 중합에 성공한 이래, 폴리프로필렌에 대해 세계적인 관심이 집중되었다. 이는 폴리프로필렌의 분자 구조의

경우 해명된 최초의 입체 규칙성 중합체이고 경도, 강도, 내마모성 등 기계적 특성이 우수하고 가격이 저렴하여, 당시 산업의 주종이었던 섬유의 원료로서 그 적성이 기대되었고, 일용품의 자재로서도 그 용도가 막대한 것으로 기대되었기 때문이다. 실제로 폴리프로필렌의 전세계 소비량은 1965년 30만 톤에 불과하던 것이 1975년 300만 톤, 1990년에는 1200만 톤으로서 플라스틱 중 저밀도 폴리에틸렌과 함께 가장 많이 소비되는 수지가 되었다.

폴리프로필렌의 이와 같은 급격한 성장은 어느 수지보다도 단가 절감을 위한 생산 공정의 개선 및 품질 개선을 위한 노력이 활발했던 결과이다. 즉 폴리프로필렌은 개발 초기에 기대되었던 의류용 섬유로서보다는 포장재, 포대, 로프, 산업용 자재, 부직포 등 플라스틱 중에서 가장 다양한 용도로 대량 사용되고 있다.

국내에서도 1972년 대한유화가 3만 톤 규모로 처음 폴리프로필렌의 상업 생산을 개시한 이래 현재는 생산능력 120만 톤으로 세계 3번째의 생산 대국이 되었을 뿐 아니라, 제조 공정상 슬러리(slurry)법에서 기상법까지 해외의 우수한 기술이 총 망라되어 각 공정에 대한 경제성과 품질 비교가 세계적 관심의 대상이 되고 있다.

폴리프로필렌은 위에서 언급한 바와 같이, 가볍고 질긴 기계적 특성과 내열성, 내약품성, 전기적 특성, 투명성 등의 우수한 장점이 있는 반면, 저온 충격에 약하고 스티렌, PVC 등에 비해 강성이 적다. 또 자외선에 쉽게 열화되고 2차 가공성이 부족한 것 등의 단점이 있다.

2) 기타

가) 폴리비닐 클로라이드(Polyvinyl Chloride ; PVC)

폴리비닐 클로라이드는 염화비닐의 단독 중합체 및 염화비닐을 주체로 한 혼성 중합체이다. 합성수지로서는 염화비닐 수지라고 한다. 폴리염화비닐

을 주체로 한 합성 섬유에는 테비론, 에비론 등이 있고, 합성 중합물로는 아비스코비니온을 비롯하여 몇 가지가 있다. 흡수성이 없고 탄력이 있으며 약품에 대한 저항력도 크지만 열에는 매우 약하다.

선형 중합체로서, 가소제를 첨가하면 구부리기 쉬운 플라스틱이 된다. 용도는, 비가소제 PVC의 경우 오물 배수 파이프, 빗물 배수 파이프, 전등 부품, 커튼 레일 등이고, 가소제 PVC의 경우는 비옷, 병마개, 구두창, 정원용 호스, 패키징, 풍선과 같이 부풀릴 수 있는 장난감 등이다.

나) 폴리스티렌(Polystyrene)

스티렌은 방향족 탄화수소의 하나이다. 스티롤이라고 하며, 또 벤젠의 수소 1개를 비닐기로 치환한 구조이므로 비닐벤젠이라고도 한다. 인화성이 큰 무색 액체로, 분자량이 104.15, 용융점이 -31°C , 끓는점이 145.8°C , 비중이 0.907이다. 물에는 극히 소량밖에 녹지 않으나, 에탄올, 에테르, 벤젠 등 유기 용매와는 임의의 비율로 섞인다. 원유 속에는 함유되어 있지 않으나, 석유, 석탄의 열 분해 생성물 속에 소량 함유되어 있다.

공업적으로는 에틸벤젠을 수증기와 함께 아연이나 크롬, 칼슘, 마그네슘 등의 산화물 촉매 위로 통과시켜 탈수소함으로써 만들든지, 에틸벤젠을 산화시켜 아세톤페논으로 만들고, 이것을 수소 첨가, 탈수를 거쳐 제조한다.

폴리스티렌은 비닐 기를 갖고 있기 때문에, 열, 과산화물, 과성촉매 등에 의해 쉽게 중합하여 고분자 화합물이 된다. 폴리스티렌, 스티렌부타디엔 고무, 폴리에스테르 수지 등의 제조 원료로 사용되는 외에, 도료, 건성유의 제조에도 사용된다.

이와 같은 스티렌을 원료로 하여 만들어진 폴리스티렌은 석유 화학계 열가소성 수지의 일종으로서, 첨가제를 첨가하지 않을 경우 취성적이고 투명하며, 고무 입자를 혼합하면 인성이 커진다. 우수한 전기 절연체로서 전기

설비에 널리 사용되고 있으며, 팽창 폴리스티렌은 절연체 및 포장 재료 쓰이고, 인성 폴리스티렌은 자동 판매기의 컵과 영사기, 카메라, 라디오, 텔레비전, 진공청소기 등의 케이싱으로 사용되고 있다.

기존 부자의 재료인 스티로폼(Styrofoam)은 발포성 폴리스티렌의 상표명이다.

다) 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 터폴리머

(Acrylonitrile-Butadiene-Styrene Terpolymer ; ABS)

세 가지의 다른 중합체, 즉 아크릴로니트릴, 부타디엔, 폴리스티렌으로 형성된 중합체로서, 인성, 강성 그리고 내마모성이 큰 비결정질 재료이다. 용도는 전화기, 진공 청소기, 헤어 드라이기, 라디오, 텔레비전, 보트 셸, 음식 용기 등의 케이싱이다.

라) 폴리카보네이트(Polycarbonate)

폴리카보네이트는 분자 주사슬에 탄산에스테르 결합을 많이 되풀이하여 가진 고분자의 총칭이다. 실용화되어 있는 열가소성 수지는 비스페놀 A의 폴리탄산에스테르이다. 투명하고 뛰어난 기계적 성질 특히 우수한 내충격성, 내열성, 내한성, 전기적 성질을 균형 있게 잘 갖추고 있고, 무독하고 자기 소화성도 있는 공업용 플라스틱이다. 미국의 아폴로 계획에서 월면 활동을 행한 비행사의 우주 모에도 사용되었다. 1956년 서독의 H. 슈넬이 처음으로 합성한 것으로, 58년에 바이에르사로부터 필름과 성형 재료가 발매되었다. 이어 미국의 GE를 비롯하여 각국에서 공업화되었다. 비스페놀 A와 포스겐의 계면 중축합 반응에 의한 용제법, 비스페놀 A와 디페닐카보네이트의 에스테르 교환 반응에 의한 용융법의 두 가지 제조법이 공업적으로 시행되고 있다. 분자량은 2만 수천 이상이다. 각종 스위치, 헤어 드라이어, 선풍기 등의 부품

과 각종 팬, 헬멧, 카메라 보디, 소화기 커버 등의 기계 부품에 사용되고 있다.

마) 아크릴(Acrylies)

선형 완전 비결정질 중합체로서, 강성이 크고 혹독한 기후에 잘 견딘다. 용도는, 투명 아크릴의 경우 바람막이 유리, 전등 부품, 자동차 등, 계기 판의 렌즈 등이고, 불투명 아크릴의 경우는 가정용 욕조, 샤워 캐비닛, 대야, 실험실용 수조 등이다.

바) 폴리아미드(Polyamides)

나이론(Nylon)이라고도 하며, 선형 결정질 중합체로서, 유리 분자 또는 유리 섬유를 첨가하면 강도와 강성이 향상된다. 주로 옷, 기어와 베어링 등의 섬유 제조, 가정용 도구, 전기 플러그 및 소켓의 부품으로 쓰인다.

사) 폴리에스테르(Polyesters)

폴리에스테르는 에스테르기가 연결기로 되어 있는 고분자의 총칭이다. 즉 에스테르기가 연결기로 되어 있는 고분자가 모두 폴리에스테르이다. 폴리에스테르계 합성 섬유는 에틸렌 글리콜과 테레프탈렌으로 구성되어 있다. 또 글리세린과 나프탈렌으로 만들어지는 도료용의 글리프탈 수지도 폴리에스테르의 일종이다. 디알릴프탈레이트라는 도장판, 전기 절연 재료가 되는 플라스틱도 폴리에스테르의 일종이다. 불포화 폴리에스테르는 주요 부분이 말레산과 에틸렌 글리콜로 되어 있다. 이 이중 결합이 스티렌과 중합하여 복잡한 구조가 되는데, 그 수지를 유리 섬유나 합성 섬유와 함께 하여 복합 재료 만들 수 있으며, 대단히 강인한 재료가 된다. 스키, 장대높이뛰기용 폴이나 목욕조, 보트, 소형 선박, 송유관까지 만들 수 있다. 또한 선형 결정질 중합체

로서, 나이론의 성질과 유사하며, 전기 플러그, 푸쉬 버튼 스위치, 전선 절연 튜브, 녹음 테이프, 가스켓 등의 재료로도 사용되고 있다.

아) 폴리아세탈(Polyacetals)

선형 결정질 중합체로서, 강성과 인성이 크며 고온에서도 비교적 그 성질을 유지한다. 자외선에 약함으로 자외선을 차단할 수 있는 안정제를 첨가하여 사용하여야 한다. 용도는 파이프, 펌프 및 세탁기 부품, 자동차 도구부품, 베어링, 기어, 힌지, 창문 고리, 좌석 벨트 빠클 등이다.

자) 폴리테트라플로어에틸렌(Polytetrafluoroethylene)

불소 원자로 이루어진 선형 결정질 중합체로서, 시약이나 용제에 의해서도 중요 성질이 변하지 않는다. 또 마찰계수가 매우 낮고 비교적 비싸다. 용도는 가스켓, 렌즈의 조리개, 밸브, 폴무, 커플링, 윤활유를 필요로 하지 않는 베어링, 프라이 팬 및 그 밖의 요리 용기의 코팅, 전기 절연 테이프 등이다.

나. 부자 재료의 재질 개선 방법

(Methods improving material quality of buoy)

앞에서 기술한 중합체 가운데, 부자의 대체 재료로서 가장 적당한 재료는 폴리올레핀(Polyolefin)계를 들 수 있다. 그러나 부자가 쓰이는 환경 조건이나 기존의 스티로폼 부자의 취약성을 고려해 볼 때, 부자로서 만족할 수 있는 재질로의 개선이 필요하다.

이러한 폴리올레핀의 재질 개선은 표 4에 나타낸 바와 같이, 수지 자체의 개선을 통한 재질 개선은 저밀도 폴리에틸렌과 폴리프로필렌이 가능하고, 융합, 화합, 복합을 통한 재질 개선은 폴리프로필렌만이 가능하며, 성형 가공기술을 통한 재질 개선은 저밀도 및 고밀도 폴리에틸렌 그리고 폴리프로필렌

모두 가능하다.

또한 폴리올레핀의 재질 개선은 표 5에 나타낸 바와 같이, 저밀도 폴리에틸렌의 경우 물성 및 성형성 균형 향상, 투명성 개량, 연화 및 탄성 중합체화, 불투과성화, 접착성과 친화성 그리고 친수성 부여, 연신 및 배향에 의한 성능 향상이 그 목적이고, 고밀도 폴리에틸렌의 경우는 투명성 개량, 불투과성화, 접착성과 친화성 그리고 친수성 부여가 목적이다. 또 폴리프로필렌은 물성 및 성형성 균형 향상, 투명성 개량, 고강성화 및 고내열성화, 연화 및 탄성 중합체화, 불투과성화, 접착성과 친화성 그리고 친수성 부여, 연신 및 배향에 의한 성능 향상이 그 목적이다.

표 4. 폴리오레핀의 재질 개선 방법

재질 개선 방법	LDPE	HDPE	PP
중합에 의한 개선	○	—	○
융합, Alloy에 의한 개선	—	—	○
화합, 복합에 의한 개선	—	—	○
성형가공기술을 이용한 개선	○	○	○

표 5. 폴리오레핀의 재질 개선 목적

재질 개선 목적	LDPE	HDPE	PP
물성과 성형성 균형 향상	○	—	○
투명성 개량	○	○	○
고강성화, 고내열성화	—	—	○
연화, 탄성 중합체화	○	—	○
불투과성화	○	○	○
접착성, 친화성, 친수성 부여	○	○	○
연신, 배향에 의한 성능 향상	○	—	○

1) 중합에 의한 재질 개선 방법

폴리오레핀의 재질 개선 목적을 크게 두 가지로 나누면, 고기능화와 고성능화로 나눌 수 있다. 이중 중합에 의한 재질 개선은 주로 고기능화에 집중되어 있으나 중합된 기능성 폴리오레핀은 중합체 Alloy 등의 상용화제로 사용되어 폴리오레핀의 고성능화에 활용되고 있다. 여기서 기능화란 폴리오레핀의 장점을 유지하면서 단점을 개량하거나 혹은 신기능을 부과하는 것이다.

폴리오레핀은 성형 가공성, 기계적 물성, 전기 절연성 등이 우수하지만 무극성, 결정질이기 때문에 접착성, 도장성, 염색성, 인쇄성 등의 2차 가공이 곤란할 뿐만 아니라, 타 수지와와의 상용성이 나빠 중합체 Alloy에 이용하기 어렵고, 충전제(filler)와의 접착성도 나쁘다. 따라서 이러한 단점을 개량하기 위해서 폴리오레핀에 극성기를 도입하는 연구가 널리 행하여지고 있으며, 특히 폴리프로필렌의 경우 에틸렌이나 부텐-1 등을 공중합하여 결정성을 저하시킴으로써, 열 밀폐(heat seal)성, 투명성 등을 부여하는 연구가 행해지고 있다.

가) 극성기의 도입

폴리오레핀에 극성기를 도입하는 대표적인 방법으로서 극성 단위체(monomer)와의 공중합과 Graft 중합이 있다. 극성 단위체와의 공중합의 경우, 저압법 저밀도 폴리에틸렌에 널리 이용됨으로써 공업화되어 있다.

저밀도 폴리에틸렌(LDPE)의 경우 에틸렌과 극성 코모노머(comonomer)를 700~2000기압의 압력 하 150~250℃의 온도에서, 급 공중합에 의하여 비교적 용이하게 극성 코모노머를 도입할 수 있다. 극성 코모노머로서는 Vinylester, Acrylate, Maleic anhydride, Vinyl silane, Carbon monoxide 등이 사용되어, 여러 가지 공중합체가 공업화되어 있다.

고압 급중합에 의한 저밀도 폴리에틸렌은 대단히 큰 에너지를 필요

로 하기 때문에, Ziegler-Natta 촉매에 의해 장쇄의 Olefin 코모노머를 공중합시킨 직쇄상저밀도 폴리에틸렌(LLDPE)으로 전환되어 가고 있다. 그러나 저밀도 폴리에틸렌용의 전이 금속촉매는 극성기가 촉매 독으로 작용하여 활성이 죽기 때문에, 코모노머의 중합은 매우 어려워, 현재까지 여러 가지 연구는 되어 있으나 만족할 만한 기술은 아직 없다.

폴리프로필렌(PP)의 경우 극성기와 공중합은 더욱 어려워 몇몇 연구가 있기는 하나 부정형밖에 생산되지 않아서, 폴리프로필렌 본래의 성질을 잃어버리는 등 만족할 만한 기술은 아직 없다.

Graft 중합은 기본 폴리올레핀 주쇄의 골격을 거의 변화시키지 않기 때문에, 폴리올레핀의 특징을 잘 보존하지만 Graft 량에 제한이 있어서 극성 코모노머를 다량 도입할 수 없고 동질중합체(homopolymer)가 부산물로 생산된다는 단점이 있다. 그러나 Ziegler-Natta 촉매를 사용하는 LLDPE, HDPE, PP의 경우는 극성기와의 공중합이 어렵기 때문에 Graft에 의한 방법이 많이 이용된다.

Graft 방법은 재반응기(reactor)내에서 용액 반응하여 Graft 중합하는 방법과 압출기를 이용한 용융 혼련법이 있는데, 후자의 경우 간편하고 경제적이어서 공업적으로 널리 이용되고 있다. Graft 코모노머로서 Maleic anhydride, Acrylic acid, Vinyl alkoxysilane 및 Vinyl monomer등이 많이 이용된다.

극성기를 도입한 폴리올레핀은 특수 기능 상품에 많이 이용되고 있는데, 식품 용기의 경우와 같은 내용물의 장기 보존 기능이 요구되는 분야 등의 여러 가지 식품 포장 재료 개발되어 있다. 그 외에 기능성 폴리올레핀은 중합체 Alloy에 반응 상용화제로 이용되거나, 무기 충전제(filler)와의 복합화시 계면 접착력을 향상시키기 위해서 많이 사용된다.

나) 반응성 폴리오레핀

앞에서 설명한 바와 같이 Ziegler 촉매를 사용한 폴리오레핀은 극성기를 직접 공중합하기 어렵기 때문에, 극성 화합물을 직접 공중합하지 않고 중합 후에 화학 변성하기 쉬운 불포화 이중 결합을 측쇄에 도입한 반응성 폴리오레핀이 있다. 이러한 측쇄의 불포화 결합은 산화 반응이나 부가 반응에 의해 다양한 관능기의 도입이 가능함으로써 도장성, 인쇄성, 접착성 등의 기능을 부여할 수 있다. 그 외에 측쇄의 불포화 이중결합을 이용한 화학 반응은 여러 가지가 있는데, 종래에는 곤란하다고 여겨졌던 폴리오레핀 반응성 부여의 실현으로 폭넓은 분야의 활용이 기대된다.

다) Random Copolymer

폴리프로필렌의 경우 초기에는 프로필렌 단독 중합체인 Homopolymer로 시작하였지만, 결정성이 높기 때문에 투명성, 충격강도, 열 밀폐(heat seal)성이 불충분하여, 1965년 전후로 에틸렌과의 Random copolymer가 생산되기 시작하였다. 폴리프로필렌 Random copolymer는 저온 충격성, 투명성, 열 밀폐성 등이 개량되어 주로 필름 분야에 사용되고 있으며, 시트(sheet), 주사기, 소형용기 등에도 사용된다.

제법으로서는 주로 슬러리 공정(slurry process)이었으나 에틸렌의 함량이 증가하면 Atactic PP의 함량이 증가하여 슬러리(slurry)나 파우다(powder)가 점착성을 띠기 때문에 생산이 곤란하여 에틸렌 함량은 대략 4%가 한계였다.

1975년경 에틸렌이외에 부텐-1을 이용한 터폴리머(terpolymer)가 개발되었는데, 부텐-1을 이용하면 생산성을 저하시키지 않고 더욱 저융점의 중합체를 얻을 수 있다. 부텐-1은 고가이지만 필름의 열 밀폐성이 향상되기 때문에 수요가 확대되고 있다. 최근의 가스 공정(gas process)에서는 용매를 사용하지 않기 때문에, 생산성을 저하시키지 않고 고함량의 에틸렌 및 부텐-1을 공

중합할 수 있다. 이러한 저융점 Random copolymer로서 HIMONT와 SHELL, UCC 등이 발표되었는데, Comonomer의 양은 에틸렌 이원 공중합체에서는 10wt%, 에틸렌-부텐-1 삼원 공중합체에서는 13wt%까지 가능하다.

폴리에틸렌의 경우 고밀도 폴리에틸렌에서는 내환경 능력의 개선을 위해 프로필렌이나 부텐-1을 Random 공중합하고 있으며, 중밀도 에틸렌에서는 내환경 능력 및 강성, 연성의 균형을 향상시키기 위해 부텐-1, LLDPE에서는 내환경 능력 및 필름의 천공 강도 향상을 위해 부텐-1, 헥센-1, 4-메티펜텐-1 또는 옥텐-1과의 Random 공중합이 행하여지고 있다.

2) Alloy에 의한 재질 개선 방법

폴리오레핀계 수지는 Alloy나 복합화에 의해 고성능화, 고기능화하는 시도가 오래 전부터 이루어져 왔으며 실용화 면에서도 큰 성과가 있었다. 최근 폴리오레핀의 고성능화, 고기능화의 중요성은 한층 높아지고 있는데, 그 이유는 사용자의 요구가 고분자 재료의 고기능화, 다기능화를 요구하고 있기 때문이기도 하지만, 새로운 고분자를 개발하고 재료로서 실용화하는 데는 약 10년을 소요하는데 비해, Alloy, 복합화 수법에 의한 기존 재료의 고성능화, 고기능화는 2~3년으로 실용화가 가능할 뿐 아니라, 설비 투자도 적어 경제적 위험을 극소화할 수 있기 때문이다.

폴리오레핀계 Alloy에서 기재로 사용되는 수지는 주로 폴리프로필렌이다. 그 이유는 폴리프로필렌은 범용 수지 중에서 비교적 높은 융점을 갖는 결정질 수지이고, 내약품성, 전기 절연성, 기계적 강도, 내열성이 타 범용 수지보다 우수하여 연질 재료에서부터 공업용 플라스틱의 영역까지 폭넓게 설계할 수 있는 재료이기 때문이다.

폴리에틸렌의 경우 중합체 Alloy에 사용되는 예는 극히 찾아보기 힘들다.

폴리프로필렌 Homopolymer의 경우 0℃ 이하의 저온 충격강도가 매우 약

하다. 저온 충격강도를 개선하기 위해 에틸렌을 공중합한 Block copolymer는 재반응기로 만들어진 전형적인 Alloy이다. 즉 중합의 전단에서 폴리프로필렌 Homopolymer를 중합한 후, 후단 중합에서 폴리에틸렌을 계속해서 중합하는 방법으로 제조된다. 이것은 폴리프로필렌과 폴리에틸렌의 단순 융합체에 비해 충격강도 및 강성의 균형이 우수하여, 자동차 범퍼, 컨테이너, 가전 제품 등에 많이 사용된다.

한편 $-30\sim-40^{\circ}\text{C}$ 이 보다 저온에서의 충격강도를 향상시키기 위해 열가소성 오필렌이 개발되어 있는데, 최근에는 가스 공정(gas process)에서 재반응기를 연달아 이용한 다단 중합에 의해 고성능 열가소성 오필렌을 생산하여 실용화 단계에 있다. 이러한 열가소성 오필렌은 종래의 융합법에 비해 고무의 크기가 작기 때문에 성형성 및 충격강도의 균형이 우수하다. 종래의 슬러리 공정(slurry process)에서는 고무 성분이 용매에 녹기 때문에 고무성분 함량을 올릴 수 없었다.

최근의 폴리올레핀계 융합에서는 형태학 제어에 의한 고성능화, 고기능화가 하나의 경향이다. 이러한 융합계에 대해서는 입자 크기와 충격강도와의 관계 등 충격 파괴 기구에 대한 연구가 행하여지고 있는데, 충격강도는 충격시에 주로 고무 영역에 의해 유발되는 잔균(craze) 또는 항복 부분이 총량에 지배되기 때문에, 일반적으로 고무 함량의 증가, 입자의 미세화에 의해 향상된다.

형태학을 제어한 최근의 기술로서 저선팽창계수 열가소성 오필렌이 있다. 종래의 열가소성 오필렌으로 대형의 범퍼 띠(bumper fascia)를 만들면, 선팽창계수가 크기 때문에 동하절기의 온도차에 의해 치수가 크게 변하는 문제가 있다. 그러나 최근에는 충전제(filler)를 사용하지 않고도 고무의 분산 상태를 제어하여 저선팽창계수화한 열가소성 오필렌이 개발되었다. 폴리프로필렌과 고무를 1 : 1로 융합하여, 사출 성형 시 전단력에 의해 고무 입자를

편평하게 되도록 제어한 것이다. 온도가 상승하면 폴리프로필렌은 팽창하지만, 편평하게 제어된 고무는 수축하여 구상으로 되려는 힘이 발생함으로써 결국 선팽창율이 저하된다.

그리고 고밀도 폴리에틸렌을 Alloy에 이용한 기술은 거의 없는데, 유일한 것으로서는 폴리아미드와의 Alloy에 의해 가스 차단(gas barrier)성을 부여한 것이 있다. 이 기술 역시 고밀도 폴리에틸렌에 폴리아미드의 층상으로 분산 되도록 제어한 것이다. 고밀도 폴리에틸렌과 폴리아미드의 층상 분산 계는 폴리아미드에 얇은 막의 불연속 층을 형성시켜 가스 차단성을 부여한 것이다. 이것은 점도가 낮은 고밀도 폴리에틸렌과 점도가 높은 폴리아미드 다층류의 흐름에서 유동이 진행되는 동안에, 점도가 낮은 수지가 점도가 높은 수지를 피복 하는 현상을 이용한 것으로, 고밀도 폴리에틸렌제의 가솔린 탱크에 가솔린 차단성을 부여하기 위해 응용되고 있다.

3) 복합에 의한 재질 개선 방법

폴리프로필렌의 강성, 열변형 온도, 치수 안정성 등을 개선하기 위해 CaCO₃, talc, 유리 섬유(glass fiber) 등과 복합화 하는 것은 오래 전부터 행하여져 왔다. 통상 고탄성을, 고흡상비의 충전제의 경우 이러한 물성 개량 효과가 크다.

이 방법은, 일반적으로 충격강도는 복합화에 의해 저하되지만 미세한 입상 충전제를 균일하게 분산시키면, 폴리프로필렌 Homopolymer의 충격강도가 오히려 향상되어, 강성, 충격강도 두 가지 성질을 모두 개선시키는 방법으로, 이 방법을 이용함으로써 고흡상비의 미세 충전제와 폴리프로필렌의 복합화가 검토되어 강성과 인성의 균형이 우수한 복합재가 개발되고 있다.

한편 충전제의 형상과 복합체 물성과의 관계를 보면, 미세한 고흡상비의 Whisker나 미세 talc가 물성 균형의 향상에 효과적인 것을 알 수 있다.

또한 기능성 폴리올레핀도 복합화에 널리 이용되고 있는데, 이것은 압출기를 이용하여 Graft 공중합을 행하면서 유리섬유로 폴리프로필렌과 유리 섬유 사이의 계면 접착력을 강화시킴으로써, 인장강도, 굴곡 탄성률, 충격강도, 열변형 온도 등을 크게 향상시킨다.

2. 부자의 재료 선정(Selection as buoy material)

부자의 재료는 위의 표 1에 나타낸 바와 같은, 기존 스티로폼 부자의 취약성을 보완할 수 있는 재료이어야 한다. 즉 부력은 설치 기간 내내 일정하게 유지할 수 있도록, 침수가 되지 않아야 하고 내구성이 4년 이상이어야 한다. 또 해상 환경 오염을 거의 유발시키지 않고 재활용이 가능해야 하며, 색상을 다양하게 함으로써 어로 작업 구역을 확분할 수 있어야 한다.

그러므로 본 연구 개발에서는 여러 전문가 및 연구 기관의 자문과 관련 자료의 정밀 분석 등을 통하여, 특히 부자의 단가를 고려하지 않을 수 없으므로 값이 싸고 쉽게 구할 수 있는 재료로서, 재질 개선 폴리에틸렌 고분자 수지를 가장 적당한 부자의 대체 재료로 선정하였다.

이러한 부자의 재료는 고밀도 및 저밀도 폴리에틸렌이 혼합된 폴리에틸렌 수지로서, 자외선을 차단하기 위하여 탄소, 강도를 증가시키기 위하여 미량의 유리 섬유, 여러 가지 형태의 무늬를 부여하기 위하여 색소, 또 균열, 침수 및 침투 등의 방지를 위하여 기타 첨가제 등, 여러 가지 안정제 및 첨가제가 융합 및 화합된 재료로, 다음의 사항을 만족시킨다.

가. 재료 : PE(HDPE + LDPE) + 자외선 차단제 + 방균제 + 기타 특수 첨가제

나. 해수면 상태(NaCl 약 2.6%)에서 4개월 방치한 채 최소한 4년 이상의 내구성을 갖고 침식 및 공기압의 감소가 없음.

다. -20℃ ~ 60℃에서 성상의 변화가 없음.

라. 인장강도는 50kg/cm² 이상임.

마. 해상 환경 오염을 방지하고 재활용이 가능함.

바. 대량 생산에 적합함.

다음의 표 6은 선정된 부자 재료에 대한 물리 및 기계적 성질이다. 여기서, 굴곡 강성은 재료가 뒤틀리거나 파손되지 않고 구부러질 수 있는 최대의 힘을 나타내고, 인장강도 및 연신율은 일정 시편에 외력을 가하여 그 재료가 파괴될 때까지의 응력과 변형의 관계를 나타낸 것이다. 또 저온취하 온도는 플라스틱의 저온 특성을 나타낸 것으로, 규정된 충격을 가하여 시편이 50% 파괴되는 그 때의 온도를 말한다. 연화점은 플라스틱 본래의 모양은 변하지 않으면서 수지가 부드러워져 작용 응력에 견디지 못할 때의 온도를 나타낸 것으로, 이 온도가 높을수록 내열성이 좋다는 것을 의미한다. 표면 경도는 침투, 마멸, 굽힘 등에 대한 저항도를 나타낸 것이다. 그리고 화학적 저항도는 어느 온도에서 화학 물질에 이상 없이 견딜 수 있는가를 나타내는 척도로서, 본 재료는 21 ~ 60 ℃ 의 NaCl 포화용액 하에서 이상이 없이 견디었다.

표 6. 부자 재료의 물리 및 기계적 성질

굽 힘 강 성 도	5000 kg/cm ²
인 장 강 도	170 kg/cm ²
연 신 율	800 %
저온 취하 온도	-70 ℃
연 화 점	95 ℃
표 면 경 도	56 (쇼어 경도시험)
화학적 저항도	21 ~ 60 ℃

제 3 절 부자의 설계 및 제작

(Design and manufacture of buoy)

1. 부자의 설계(Design of buoy)

부자는 해수면 및 내수면 양식장 등에 사용되는 양식망 시설물의 일부로서, 각종 어구 류를 수중에 부설하는 목적으로 수상에 띄워 사용하는 필수적인 양식 시설물이다.

현재 국내에서는 거의 대부분의 양식장에서, 취급하기가 용이하고 값이 싸다는 이유로 스티로폼 부자를 사용하고 있다.

그러나 스티로폼 부자는 앞서 지적한 바와 같이 많은 문제점을 지니고 있다. 특히 요즈음 전 세계적인 관심과 그 중요성이 고조되고 있는 환경 문제에 비추어 볼 때, 스티로폼 부자는 심각한 해양 오염을 유발시키고 재활용이 불가능한 면에서, 사용 규제와 대체가 반드시 이루어져야 하는 양식 시설물이다.

또한 스티로폼 부자 외의 종래의 어구용 개발 부자는 플라스틱 통과 같은 고체형 또는 합성수지의 튜우브를 접착하여 제작한 부자가 주로 알려져 왔다. 그러나 이와 같은 종래의 부자는 일정한 형태와 규격을 갖고 있으므로 취급이 용이하지 않고, 그 부자가 지니고 있는 자체 부력이 미흡하여 양식용 부자로서 그 기능을 충분히 발휘할 수 없는 단점이 있다.

그러므로 스티로폼 부자를 비롯한 기존의 부자를 대신할 수 있는 대체 부자의 개발이 시급히 이루어져야 한다. 하지만 오랜 세월에 걸쳐 스티로폼 부자의 사용에 익숙해 있는 양식 어민들이 취급 및 단가 면에서 만족할 수 있는 방향으로 목적을 두고, 대체 부자는 개발되어야 할 것이다. 물론 해양

오염을 방지하고 재활용이 가능해야 하는 것은 두말할 나위가 없다.

따라서 본 연구 개발에서의 부자는, 부력이 설치 기간 내내 일정하게 유지되면서 내구성은 최소한 4년 이상이고, 끈과의 연결을 용이하게 함으로써 작업이 단순화되고 설치 비용이 절감된 부자로서, 단순 스티로폼 부자나 합성수지의 방수 천을 접착하여 제작한 공기 주입식 부자 또는 단순하게 공기가 주입된 원형의 부자와는 다르게, 폴리에틸렌 류의 고분자 재료를 사용하여 1 Piece 압출 제작 및 대량 생산이 가능하도록 설계된 중공형 부자이다.

그림 1과 그림 2는 각각 본 연구 개발에서 설계한 해조류용 및 패류용 부자의 도면을 나타낸 것이다. 이와 같은 본 연구 개발에서의 최종 부자 설계 도면은 여러 차례의 수정 과 시작품 제작, 그리고 현장 시험을 거쳐 설계한 도면으로서, 실용성 및 취급성, 생산성 및 단가 등을 고려한 결과이다.

이러한 본 연구 개발에서의 부자에 대한 몇 가지 특징을 살펴보면, 패류용 부자의 경우, 부자의 원통 면에 바(bar)모양의 돌기를 단속적으로 보강하여 충분한 강도 및 강성을 부여하였고, 또 원통의 길이 방향으로 고리를 좌우 하나씩 두 개를 만들어 줄에 부자를 보다 편리하게 장착할 수 있도록 하였다. 부자의 좌우 옆면에 고리를 두 개 만들고 홈을 판 것은 유사시 줄에의 장착과 양식물의 설치 그리고 부자의 수거 시에 활용할 수 있도록 하기 위한 것이다. 그리고 원통 면의 중앙 부분과 좌우 부분에 원주 방향으로 홈을 낸 것은 양식물을 설치할 때 보다 편리하고, 설치 이후 미끄럼으로 인한 이탈이 되지 않도록 하기 위한 것이다. 해조류용 부자의 경우는 패류용 부자에 비하여, 비교적 큰 부력을 요구하지 않고 설치 환경 및 조건이 까다롭지 않아, 될 수 있는 한 보다 단순하게 설계하고자 하였다.

이러한 특징들은 가장 중요한 문제중의 하나라고 할 수 있는 생산 단가의 절감 면에서 고려해 볼 때, 1 Piece 제작 및 대량 생산이 가능하여야 함으로, 이를 염두해 두고 설계하지 않을 수 없으며, 따라서 부자는 보다 단순

화될 수밖에 없는 점을 고려한 것이다.

한편 그림 3에서,

$$\theta = \cos^{-1}\{(r-h)/r\} \quad (1)$$

$$\text{부채꼴 OACB의 면적 } A_1 = r^2\theta \quad (2)$$

$$\text{삼각형 OAB의 면적 } A_2 = (r-h)\{r^2-(r-h)^2\}^{1/2} \quad (3)$$

$$\text{물에 잠기는 부분의 면적 } A = A_1 - A_2 \quad (4)$$

그러므로

$$\text{부력 } F_b = A/\nu_s \quad (5)$$

여기서 r 은 부자의 반경, h 는 부자가 바닷물에 잠기는 깊이, l 은 부자의 길이, ν_s 는 바다물의 비중량으로 $\nu_s = 1025 \text{ kg/m}^3$ 이다.

그림 4와 그림 5는 식(5)를 이용하여 각각 해조류용 및 패류용 부자가 바닷물에 잠기는 깊이 h 에 따라 부력을 나타낸 것으로서, 이 때의 부력은 기존 스티로폼 부자의 부력에 충분히 미칠 수 있는 부력이다. 이와 같은 부력은 부자의 부피가 커짐에 따라 충분히 커지지만, 본 연구 개발에서는 가능한 한 기존 스티로폼 부자의 부력에 미치는 부력의 부자로 설계하였는데, 그 이유는 오랫동안 스티로폼 부자에 익숙해져 있는 양식 어민들의 부자 설치 시 부력 계산의 불편함을 주지 않게 함이다. 물론 본 연구 개발에서의 부자는 기존의 스티로폼 부자의 부력에 비하여 크기는 차이가 나지 않으나 다소 큰 부력을 갖도록 설계되었다.

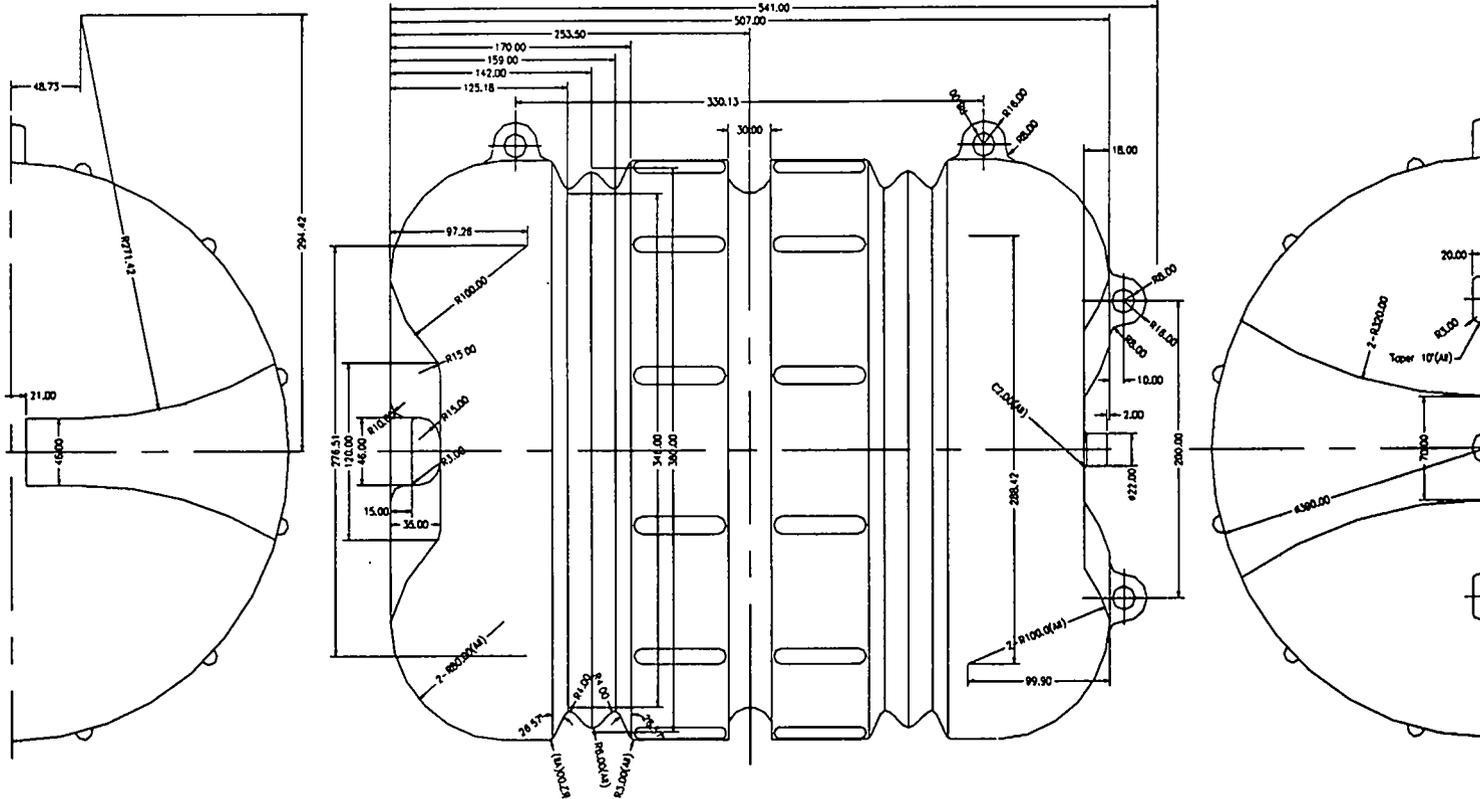


그림 2 패류용 부자의 설계도면

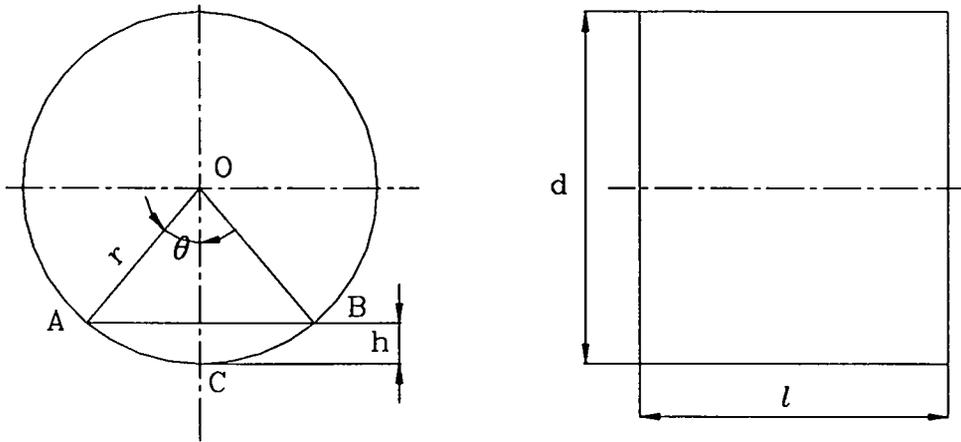


그림 3. 부자의 부력 계산을 위한 도면

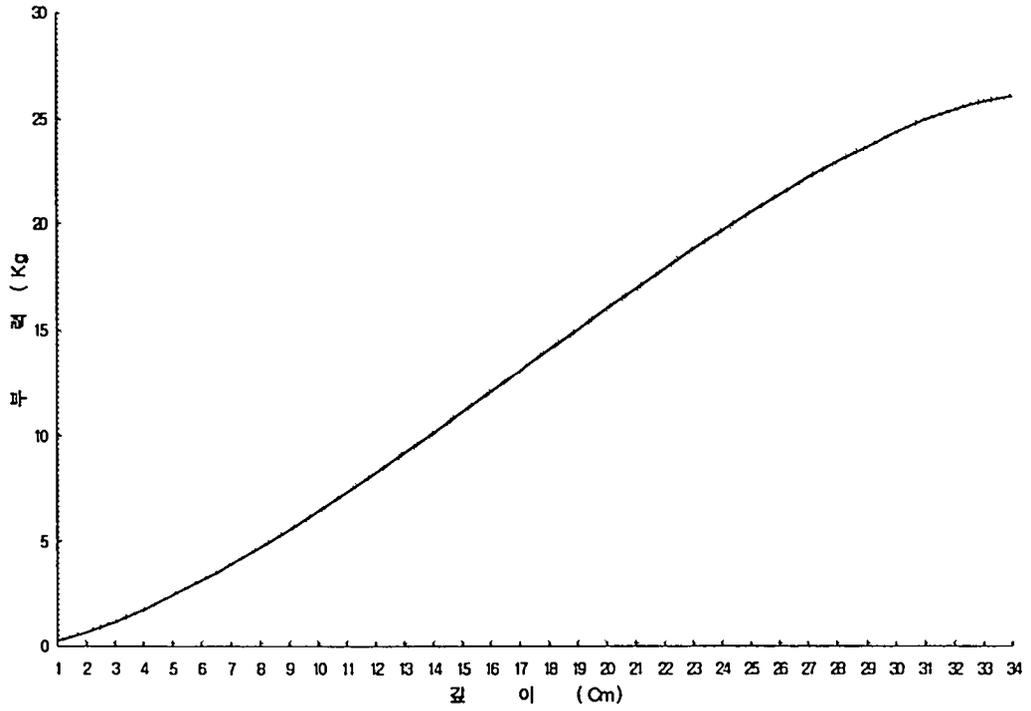


그림 4. 부자가 바닷물에 잠기는 깊이h에 따른 부력(해조류용)

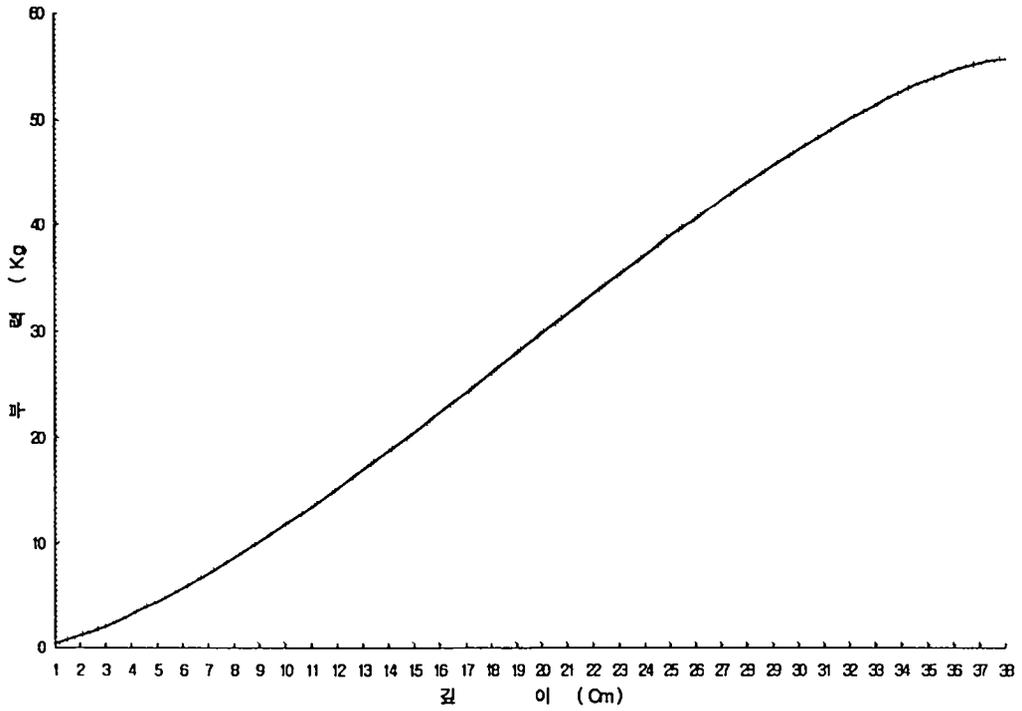


그림 5. 부자가 바닷물에 잠기는 깊이h에 따른 부력(패류용)

2. 부자의 제작 방법 및 시제품 제작

(Manufacturing methods and trial manufacture of buoy)

가. 부자의 제작 방법(Manufacturing methods of buoy)

부자의 제작법은 합성수지 류의 튜우브나 시트상 방수 원단을 경질 합성수지 지지체 사이에 접착제를 살포하여 접합하는 접착법에 의한 제작법, 초음파나 열판 접착법에 의한 제작법 그리고 1 Piece 압출식 제작법 등이 있다.

1) 접착제 접착법에 의한 제작법

접착제 접착법을 이용한 부자 제작법은 합성수지류의 튜우브나 시트상 방수 원단을 경질 합성수지 지지체 사이에 접착제를 살포하여 접착하는 접합법에 의한 제작 방법이다. 이러한 제작법을 이용하여 부자를 제작하는 경우, 대량 생산 체제를 갖추는데 필요한 자동화 설비는 절단 → 길이 방향 접합 → CAP 삽입 → 원주 방향 접합 → 배출과 같은 공정이 필요하다.

그러나 이와 같은 공정에 의한 결과는 부자 1개당 제작 시간이 너무 많이 걸리고, 제품의 균일성을 보장할 수 없을 뿐만 아니라, 접착제의 냄새 처리 등의 많은 문제점이 있다. 또한 접착제에 의하여 제작한 공기 주입식 부자는 접착부 면적이 많아서 조그마한 충격에도 공기가 새어나올 염려가 있어, 어구용 부자로서 적당치 않으며, 사용 후에 재활용이 불가능하다.

2) 초음파 용착에 의한 제작법

초음파 플라스틱 용착법은 열가소성 플라스틱과 플라스틱의 접합, 필름과 필름의 접합, 합성 섬유간의 접합 등을 할 때, 초음파를 이용하여 신속하고 청결하게 효율적으로 용착하는 방법이다.

이러한 초음파 플라스틱 용착기는 100-200V, 50/60Hz의 전원을 전원 공급 기를 통하여 15,000Hz - 28,000Hz의 전기 에너지로 변환시키고, 이것을 다시 변환기를 통해 기계적 진동 에너지로 바꾼 후 부스터로 그 진폭을 조절한다. 이렇게 하여 형성된 초음파 진동 에너지가 용착물에 전달되면, 접착은 용착물의 접합 면에서 순간적인 마찰열이 발생하여 플라스틱이 용착되고 강력한 분자적 결합으로 이루어진다.

초음파 용착법의 특징은, 접착제나 용제가 필요 없이 용착 속도가 매우 빠르고, 용착물 표면에 변형이나 손상이 없다. 또한 강력한 용착으로 인하여, 수밀성 및 기밀성이 좋고, 전처리 및 후처리가 필요 없으며, 작업 환경이 깨끗하고, 생산 능률이 향상된다. 그리고 사용이 간편하고 제품이 균일하므로, 제품의 품질 향상 및 원가 절감에 매우 효과적이다.

본 제작법은 열가소성 수지 제품의 접합면 용착, 수지에 대한 금속 매입, 결합, 각종 플라스틱 제품의 조립 및 가공에 이용하고 있고, 전기 전자, 자동차 부품, 완구, 문구, 의료기, 포장, 생활 용품, 화장품, 기타 각종 플라스틱 제품 등의 제작에 광범위하게 사용되고 있다.

그러나 초음파 용착기에 의한 부자 제작법도 접착제에 의한 접착법과 같이 공정이 복잡하여 제작비가 많이 들고, 제품의 균일성 면에서 문제점이 있다.

3) 열판 용착(Hot plate welding)에 의한 제작법

열가소성 수지의 열판 용착법은 플라스틱 부품의 용착면을 플라스틱 용융 온도에서 금속 플러그로 용착면이 굳어질 때까지 압착하여 접합시키는 방법이다.

이와 같이 열판 용착은 원리가 간단하므로 많은 공업 분야에서 널리 응용되고 있고, PE, PP, 나일론 제품, 또한 큰 모양, 복잡한 형상의 제품 용착

이 가능하다.

그러나 열판 용착에 의한 부자 제작법의 경우도 초음파 용착에 의한 경우와 마찬가지로, 방수 원단과 경질 합성수지 사이의 접합면 균일성을 보장하는 데 문제점이 있어, 부자를 제작하는 데는 적당치 않다.

4) 압출식 제작법

폴리에틸렌 류 재료의 어구용 부자 1 Piece 압출 제작법은 일반 사출 방법이 아닌 Blow Molding 타입이다.

그 제작 과정을 살펴보면, 밀도와 충진이 좋도록 하기 위하여 일정한 형틀에 소요성분이 용해된 수지 류를 넣으면, 상하 또는 좌우 형틀이 순간적으로 조립(setting)된다. 그 동시에 주입구 쪽에서 일정한 공기압력(7~8 kg/cm²)을 가하면, 공기압의 팽창으로 인하여 용해된 수지 류가 형틀의 외곽에 채워진다. 이 때 형틀 내부(core부)에 냉각수가 순환되어 이미 성형이 된 수지 류를 냉각(15~20초)시킨 후, 형틀을 분해하면 중공형 튜우브 타입의 제작품이 제작된다.

1 Piece 압출식에 의한 제작법은 다양한 형태와 원통형, 원형, 타원형 등의 여러 규격으로 간단하게 제작되고, 각종 용도에 적합하게 제작될 수 있을 뿐만 아니라, 그 취급이 용이하도록 되어 있다. 또한 이 방법은 1 Piece 압출 제작 방식이기 때문에, 그 제작품은 사용 중 공기가 새어나올 염려가 없고, 외부로부터 가해지는 충격 등에 비교적 파손이나 변형이 적다.

그러므로 1 Piece 압출 제작법은 일정한 부력을 오랫동안 유지할 수 있고, 외부 충격으로 인한 파손 및 변형이 적어야 하는 부자의 제작에 적합하고, 특히 공정이 단순하여 부자의 대량 생산 체제 구축에도 적합하다고 할 수 있다.

본 연구 개발에서는 부자의 제작 방법으로서 이러한 1 Piece 압출 제작법

을 이용하여 부자를 제작한다.

나. 부자의 시제품 제작(Trial manufacture of buoy)

현재 부자로서 대부분 사용되고 있는 스티로폼 재의 어구용 부자는 선박이나 태풍 같은 외부로부터의 충격에 의하여 쉽게 파손될 뿐만 아니라, 침적 시간의 흐름에 따라 수분의 침투와 수온의 변화에 따른 수축 팽창으로 균열 및 파손이 되며, 어구 류의 고정 연결 끈으로부터 이탈되는 문제점이 발생되어 수명이 현저하게 짧다. 또한 심각한 해양 오염을 유발시키고 재활용이 불가능하다.

그리고 스티로폼 부자 외에 개발된 기존의 부자들을 살펴보면, 합성수지 류의 튜우브나 시트상 방수 원단을 튜유브 형으로 말아붙이고 그 양단 및 중앙부를 경질 합성수지로 접착해 제작한 공기 주입식 부자가 있는데, 이러한 부자는 접착부 면적이 많아서 조그마한 충격에도 공기가 새어나올 수 있어, 어구용 부자로 적합하지 않으며, 또 사용 후에 재활용이 어려운 실정이다. 그리고 단순하게 공기가 주입된, 원형의 일본제 부자 또한 한정된 체적으로 부력이 미흡하며, 취급이 매우 불편한 실정이다.

그러므로 본 연구 개발에서의 부자는 스티로폼 부자를 비롯한 기존의 부자가 지니고 있는 취약 및 문제점을 해결할 수 있는 재료를 선정하고 설계를 하였다. 특히 이러한 재료의 선정과 부자의 설계는 대량 생산이 가능한 1 Piece 압출식 부자 제작을 고려하여 이루어졌다.

1 Piece 압출식에 의한 부자 제작법은 앞서 언급한 바와 같이, 다양한 형태와 원통형, 원형, 타원형 등의 여러 규격으로 간단하게 제작되고, 각종 용도의 양식장에 적합하게 제작될 수 있을 뿐만 아니라, 그 취급이 용이하도록 되어 있다. 또한 이 방법은 1 Piece 압출 제작 방식이기 때문에, 사용 중 공기가 새어나올 염려가 없는 부자를 제작할 수 있는 방법으로서 일정한 부력

을 오랫동안 유지할 수 있으며, 외부로부터 가해지는 충격 등에 의해 파손이나 변형이 적고 그 수명을 연장시킬 수 있다.

따라서 본 연구 개발에서는 Blow Molding 타입 1 Piece 압출식 제작법을 이용하여 부자의 시작품을 제작하였다.

사진 1과 2는 각각 본 연구 개발에서 이용한 1 Piece 압출식 부자 제작기와 그 제작기를 이용하여 제작된 부자의 시작품을 나타낸 것이다.

이와 같이 하여 제작된 부자의 시작품은, 처음 설계되어 만들어진 시작품의 양식장 현장 시험이 거의 1년 이상 동안 계속되어 오던 중에, 수시로 그 시험 결과를 분석하고 검증하면서, 여러 차례 수정 및 보완 설계된 제작 결과이다. 이러한 최종 제작 결과는 본 연구 개발에서 목적으로 한, 재료 선정 및 설계 기준을 만족하는 결과이다.

사진 3은 여수 돌산 앞바다 굴 양식장에서 현장 시험 중인 부자의 시작품을 나타낸 것이다.

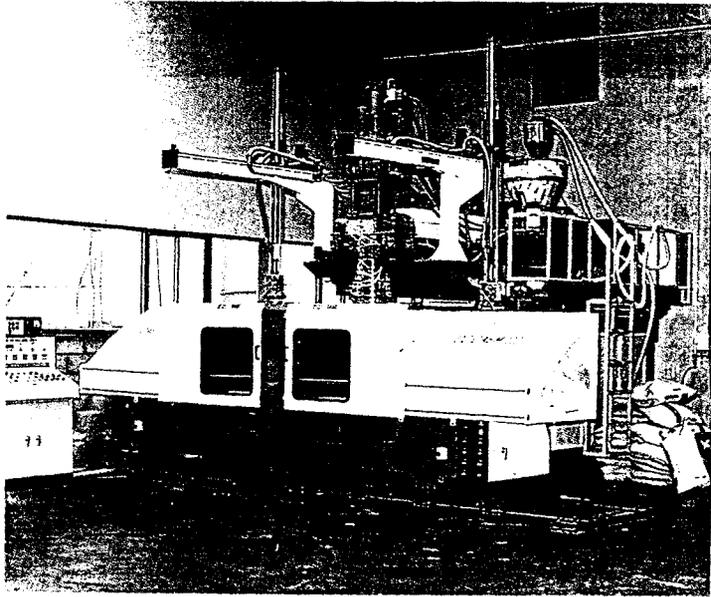


사진 1. Blow Molding 타입 1 Piece 압출식 부자 제작기

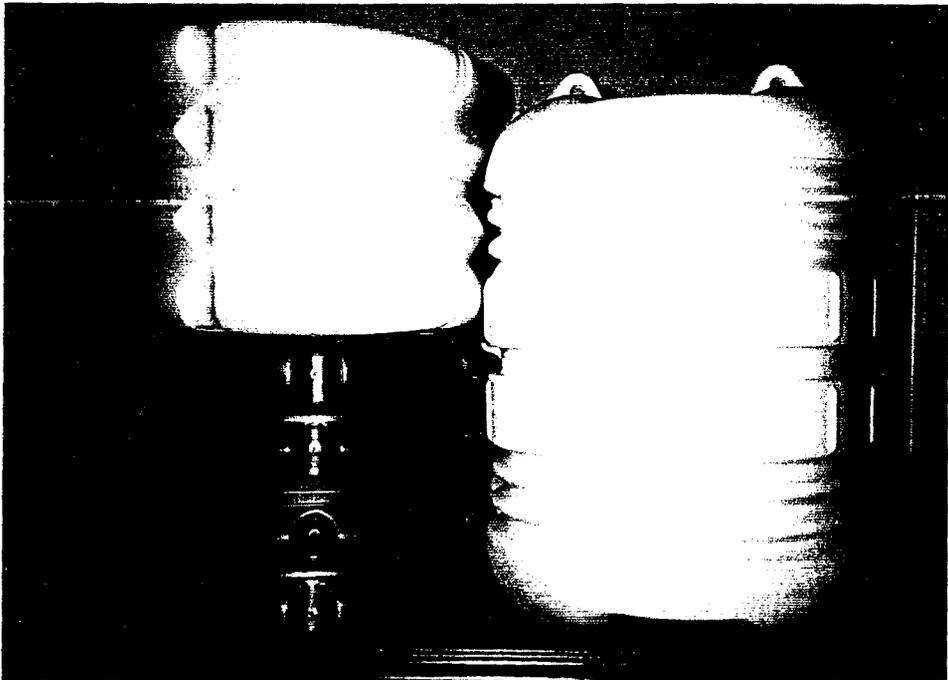


사진 2. 압출식 제작에 의한 부자의 시작품

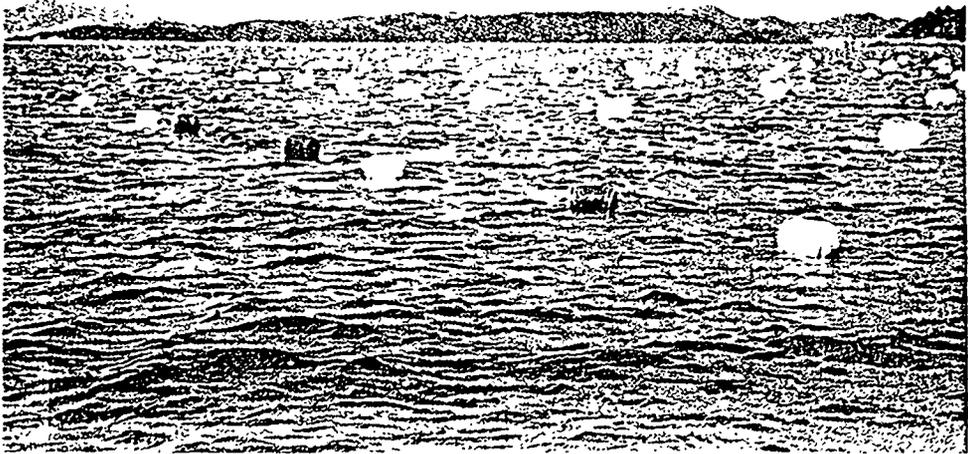


사진 3. 여수 들산 앞바다 굴양식장에서 현장시험중인 부자 시작품

제 4 절 부자의 설계 시스템 및 가치 시스템

(Design system and value system of buoy)

1. 생산 시스템의 기본 개념(Fundamental notions of production system)

가. 생산 시스템의 의의와 과제

(Meaning and problem of production system)

1) 생산 시스템의 구조적 측면

시스템의 구조적 정의에 따르면, 생산 시스템은 생산 대상, 생산 노동력, 생산 수단 및 생산 정보-구체적으로는 공작 기계, 치공구, 운반 설비, 재료, 작업자 등의 하드웨어(hardware)가 유기적으로 연결된 집합이다. 이것은 생산 방법과 생산 기술 등의 소프트웨어의 지원을 받아서 시장 수요를 만족시키는 기능을 가진 제품을 만들고, 가치를 증식하여 효용을 생성하는 목적을 달성한다.

이 생산 시스템의 구조는 정적(static)인 공간 배치이고, 생산 공장의 설비 배치(layout)를 구성한다. 이것은 생산의 변환 과정의 효율에 영향을 미치므로, 설비 배치의 최적 설계는 생산 시스템의 구조적 측면의 과제이다.

2) 생산 시스템의 변환적 측면

시스템의 변환적 정의에 따르면, 생산 시스템은 최대의 생산성과 효율을 목적으로 하여 생산 요소, 특히 원재료를 제품으로 변환하는 공정이라고 정의된다. 이 시스템은 자재의 흐름(material flow)이 주체가 되며, 생산의 공정 시스템(process system)이라고 부른다.

3) 생산 시스템의 절차적 측면

시스템의 절차적 정의에 따르면, 생산 시스템은 생산의 운용 절차, 즉 생산의 관리 시스템(management system)으로 생각할 수 있다. 이는 계획, 실시, 통제에 관한 관리 사이클(management cycle)을 구성한다. 즉 생산 시스템은 생산 목적에 맞추어서 원재료를 제품으로 변환시키는 생산 활동을 계획하여 실시하고, 계획과 실제 성과간의 차이의 정도에 따라서 공정을 통제한다.

관리(management)는 간단히 말해서, 원래 상호 관계가 없는 인간(man), 기계(machine), 자재(material)와 돈(money) 등의 자원을 총합적으로 이용해서 조직의 목적을 달성하고자 하는 노력이다. 관리 과정은 일반적으로 목적 설정, 계획, 조직, 통합, 조정, 인원 배치, 지휘, 감독, 동기 부여, 성과 측정, 통제 등과 같은 여러 가지 절차의 조합으로 생각할 수 있다. 시스템적 견지에서 보면, 계획과 통제가 생산 관리의 두 가지 기본적인 관리 기능이다.

계획은 여러 가지의 대안으로부터 장래의 행위를 선정하는 것이고, 통제는 관리 목적과 계획의 달성을 확실히 하기 위해서 활동의 성과 측정 및 수정을 의미한다.

생산의 전반적 절차는 기본적으로 두 가지 과정으로 구성된다. 즉 하나는 생산 시스템과 외부 환경 사이에 존재하는 전략적 생산 문제를 다루는 전략적 생산 계획(strategic production planning)이고, 다른 하나는 생산 시스템의 전술적 생산 문제를 다루는 전술적 생산 관리(operational or tactical production management)이다.

나. 공정 시스템(Process system)

1) 생산의 로지스틱 시스템

생산 활동은 하나의 자재의 흐름(material flow)이다. 이것은 경제, 사회적 으로는 로지스틱 시스템으로서, 자재(원료, 재료)의 공급원으로부터 생산 지

점까지의 운송을 취급하는 자재 공급 시스템(materials-supply system), 외부로부터 생산 현장에 자재의 반입 및 생산 공정간의 운반, 제품을 외부로 반출 등 비교적 제한된 범위의 운반을 취급하는 자재 운반 시스템(materials-handling system), 생산된 제품을 생산 지점으로부터 소비 지점까지 수송을 취급하는 물적 유통 시스템(physical-distribution system)의 세 가지로 이루어진다.

생산 기업체 내부에서의 자재의 흐름에 대한 생산 시스템에서의 활동을 크게 나누면 다음 세 가지가 있다.

가) 변환 : 작업(operation)이라고 부르는 활동에 의해서 물품에 형태적 변화를 주는 상태이다. 작업은 공작 기계, 치공구, 작업자 등이 적절히 배치된 특정 작업장(work station) 또는 작업 센터(work center)에서 수행된다.

나) 운반(반송) : 물품에 장소적 변화를 주어 이동하고 있는 상태로서, 자재 운반(materials-handling, MH)이라고 한다.

다)저장(정체) : 물품이 형태적, 장소적 변화를 받지 않고 시간적 경과만을 동반하는 상태로서 창고에서의 보관, 작업장 사이의 일시적 정체(대기) 등이다.

2) 공정 계획

제품 설계를 완료한 다음에 계획된 제품을 생산하기 위한 소재의 변환 과정, 즉 일련의 작업을 다단계의 작업장에서 수행하는 생산 공정에 관한 계획을 하는 것이 필요한데, 이것을 공정 계획(process planning)이라 한다. 이것은 제품의 종류와 수량, 재료와 부품의 종류, 현재 갖고 있는 생산 설비와 생산 기술 등에 따라 다르나, 기본적으로는 다음의 두 가지 단계를 포함한다.

가) 공정 설계(process design) : 소재로부터 제품으로 변환하는 전체적인 생산 공정에 관한 거시적 의사 결정

나) 작업 설계(operation design) : 각 공정에 포함되어 있는 구체적인 작업에 관한 미시적 의사 결정

공정 설계의 결과는 제품 설계 시스템으로 되돌아가서 제품 설계의 변경과 새로운 제품의 개발을 요구할 수도 있다. 작업 설계의 결과에 따라 공장에서 생산이 실시된다.

3) 설비 배치 계획

생산의 변환 과정에서 재료의 형태적 변화에 관한 작업 흐름이 원활하게 되도록, 다단계 생산의 각 공정에서 작업 흐름과 관계가 있는 생산 설비의 공간적 배치를 결정하는 것을 설비 배치 계획(layout planning)이라 하며, 특히 생산 공장에 관한 것을 공장 설비 배치(plant layout)라 한다. 설비 배치가 최적화된 공장에서는 다음의 효과를 기대할 수 있다.

가) 제품 생산의 효율성 : 생산 요구에 의해 필요한 수량의 제품을 필요한 시간에 생산할 수 있다.

나) 조업의 안정성 : 생산 설비 능력과 노동 능력이 잘 균형 되어 있고, 생산 설비의 활용도가 좋으며, 안정되어 있다.

다) 공정중의 재고가 적음 : 원활한 작업 흐름으로 작업장 사이에 가공중 재고가 최소화된다.

라) 생산의 유연성과 적응성 : 외부 시장의 다양한 요구에 따른 제품(종류와 수량)을 생산해서 제공하고, 동태적인 최적성을 유지하며, 또 장래의 확장에 대한 가능성을 갖는다.

마) 생산의 경제성 : 제품을 최소 비용으로, 경제적으로 생산할 수 있다.

4) 제품 계획과 제품 설계

생산 시스템에서 생산해야 할 제품은 전략적 생산 계획에 의해서 결정된다. 연구 개발의 결과 및 시장의 요구에 맞는, 새로운 제품의 개발에 대한 기능이 제품 계획(product planning)이다. 제품은 수명 사이클(life cycle)을 갖기 때문에, 제품 계획은 경쟁적 상황에서의 동적인 주위 환경 하에서 중요한 기능이다.

제품 계획의 마지막 단계로서, 제품 설계(product design)를 완료한 후 제품을 설계도면 상에 묘사한다. 제품 설계에는 기본적으로 다음 세 가지 사항을 포함해야 한다.

가) 기능 설계(functional design) : 생산된 제품이 가져야 하는 기능을 보증하는 설계로서 최종의 형상을 표현한다. 기능(function)이란 제품이 작동할 때 나타나는 성능 특성이고, 이것에 의해 사용 가치가 생기고, 소유의 효용을 최종 소비자에게 제공한다. 기능에는 제품 자체의 존재 이유와 필요성을 나타내는 기본적 기능 및 기본적 기능을 지원하는 보조 기능이 있다. 이외에도 성능 특성과 관계없는 불필요한 기능이 있는데, 이 기능은 제품의 매력 향상을 위한 것이며, 원가 절감을 위해서는 될 수 있는 대로 배제해야 한다.

나) 생산 설계(product design) : 생산의 변환 과정에 관한 설계로서, 가능한 능률이 좋은 경제적인 생산을 지향하는 설계이다. 이 설계의 결과는 생산성과 생산 원가에 밀접한 관계가 있다.

다) 의장 설계(industrial design) : 매력적이고 구매 의욕을 일으키기 위한 설계 및 인간 공학(human engineering)을 기본으로 하여 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 하는 설계이다. 이 경우에 기능적 측면이나 생산적 측면을 도외시하는 위험성이 있기 때문에 특히 주의해야 한다.

다. 관리 시스템(Management system)

1) 생산 계획

전반적 생산 계획(aggregate production planning) 또는 간단히 생산 계획은 생산 관리의 가장 핵심적인 기능이다. 이것은 주문 생산의 경우에는 납기가 주어진 상태에서, 계획 생산인 경우에는 공기가 설정된 상태의 제약 조건 아래서, 일정한 기간동안에 생산해야 할 제품의 종류와 수량을 결정하는 것이다. 이 결정은 생산 시스템이 외부 환경인 시장의 수요 또는 판매 자료에 의한 생산 예측과 전략적 생산 계획의 기본적 기능의 하나인 제품 계획과 밀접한 연관 관계가 있다.

2) 생산 스케줄링

전반적 생산 계획의 최적 의사 결정에 의해서 일정한 기간동안에 생산해야 할 제품의 종류와 수량이 결정되고, 그 다음 생산 공정을 결정한 뒤에 제품 생산에 필요한 각 작업의 수행 일정에 대해 실시 계획을 설정해야만 한다. 이것은 누가, 언제, 어느 공작 기계로, 무슨 작업을 하는지, 결정하는 것이다. 이에 대한 최적 또는 실시 가능한 상세 계획의 결정 기능을 생산 스케줄링(production scheduling)또는 일정 계획이라 한다.

3) 생산 통제

생산 활동은 생산 계획과 스케줄링에 의해 확립된 생산 스케줄 관련 정보를 기본으로 하여 실시된다. 생산의 계획 단계에서 정확한 고도의 해석적 방법을 사용하여 계획을 잘해도, 생산의 실시 단계에서 계획대로 일이 진행되지 않을 때가 있다. 이에 는 다음과 같은 여러 가지 이유가 있다.

가) 장래의 시장수요에 대한 완벽한 생산 예측이 방법이 없다.

나) 따라서 생산 계획은 불확실한 수요 추정 값을 기본으로 해 결정된다.

다) 생산 계획과 스케줄링에 사용된 준비 시간과 가공 시간에 관한 데이터는 표준 데이터에 기초를 두므로, 계획된 목표와 실제의 성과 사이에는 항상 편차가 생긴다.

라) 생산이 실시 단계에서 생산 설비의 고장, 작업자의 결근, 소재의 조달 지연 등, 미리 예측할 수 없는 상태가 가끔 생긴다.

마) 불량품이 종종 생긴다.

따라서 생산을 실시하는 도중에 적절한 수정이나 개선을 해서 소기의 생산 목적을 달성해야 한다. 이 기능이 생산 통제(production control)이다. 다중 소량의 주문 생산의 경우에, 이 기능의 유연한 활용이 특히 중요하다.

생산에서 통제 기능의 대상이 되는 주된 사항은 다음 두 가지이다.

가) 자재 흐름의 통제 : 소재로부터 완제품까지의 흐름을 통제하며, 이것은 생산해야 할 시기(납기)와 생산량에 대한 협의의 생산 통제, 제품의 규정된 품질과 신뢰성을 얻기 위한 품질 관리(quality control), 원재료, 부품 및 제품의 초과와 부족에 대한 통제를 하는 재고 관리(inventory control)를 포함한다.

나) 생산 자원의 통제 : 주로 생산 설비에 대한 통제 기능이다. 이 분야에서 주된 활동은 생산 설비의 고장 예방과 고장 수리에 대한 생산 보전(production maintenance)이다.

라. 자동 생산 시스템(Automated production system)

1) 자동 설계

자동 설계 또는 컴퓨터 지원 설계(computer-aided design, CAD)는 컴퓨터와 관련 정보 처리 기기를 이용해서 적절한 설계를 자동적으로 하는 것이다. CAD는 자동 생산 및 컴퓨터 지원 생산(computer-aided manufacturing CAM)의 핵심적인 부분인데, CAM은 기계의 제어, 제품을 서술하는 자료의

처리 및 생산 시스템에서의 자재 흐름에 대한 제어와 취급 등을 위해서, 컴퓨터를 생산 공정에 응용하는 것이다.

2) 자동 설비 배치 계획

공장에서의 설비 배치는 최근에 해석적 방법을 도입하고 있다. 설비 배치의 계획 및 설계에 대한 해석적 접근 방법은 컴퓨터 프로그램을 이용한 컴퓨터 지원 설비 배치 계획(computerized layout planning)으로서, 계획자가 신속히 설비 배치의 대안을 만드는 것이 가능하게 되었다. 컴퓨터 지원 설비 배치 방법은 구성 방식(construction type)과 개선 방식(improvement type)으로 분류할 수 있다. 구성 방식은 먼저 생산 부문(활동)을 선정하여 배치하고, 이를 계속하여 만족할 만한 배치 계획이 얻어질 때까지 해를 구성해 감으로써, 설비 배치를 완성하는 것이고, 개선 방식은 기존의 설비 배치를 기초로 하여 생산 부문의 위치를 변경함으로써, 설비 배치의 설계를 개선해 가는 방법이다.

3) 자동 공정 설계

재료를 완제품으로 변환하는 공정을 다루는 생산 공정의 계획, 특히 공정 설계는 소재의 형상과 기계 가공성, 완제품의 모양과 정밀도, 사용 가능한 생산 설비와 치공구 등을 기본으로 하여 행한다. 이것에는 생산 가공 기술과 작업 방법에 관한 많은 지식과 경험이 요구된다. 따라서 공정 계획을 자동화하기 위해서는 지금까지의 공정 설계의 경험을 기본으로 하여, 가공 형상과 가공 순서 사이의 법칙성을 정리하고, 주어진 형상을 가공하는 데 필요한, 합리적인 가공 순서의 정보를 검색할 수 있도록, 공정 파일(process file)을 만드는 것이 필요하다.

4) 자동 가공 계획(자동 프로그래밍)

생산의 가공 순서(생산 공정)가 결정된 다음에는 각 공정(공작 기계)에서 실시되는 가공의 상세한 계획, 즉 각 공작 기계에서 행해지는 작업 순서의 결정, 사용 공구의 선정, 가공 조건 등을 설정해야 한다. 수치 제어(NC) 공작 기계에서는 NC 제어 장치의 테이프 판독기를 통해서 테이프로부터 지령을 읽거나, 또는 NC 공작 기계의 기계 제어 장치에 직접 연결된 컴퓨터로부터 지령을 받음으로써 수행한다.

5) 자동 제조

생산의 자동화는 원래 연속 생산 형태, 즉 대량 생산을 위해서 개발되었다. 생산해야 할 부분의 수량이 증가함에 따라, 사용하는 공작 기계는 생산능률을 향상시키고, 동시에 생산비용을 절감시키기 위해, 더욱더 자동화되었다. 자동화의 진보는 범용 공작 기계로부터 자동 공작 기계 및 전용 공작 기계로 확대되었다. 한편 높은 수준의 자동화에는 많은 설비 투자가 소요된다. 전용 공작 기계를 사용하면 시장수 용에 따른 제품의 변경에 대해 적응성이 떨어진다.

6) 자동 조립

조립 작업의 궁극적 목표는 자동 조립(automated assembly, mechanized assembly)인데, 이것은 인간의 수작업에 의하지 않고 기계적 수단을 사용해서 조립 작업을 행하는 것을 의미한다. 조립 작업의 일부분을 자동 기기로써 조립하는 것을 반자동 조립이라 하고, 완전히 기계만으로 조립하는 것을 자동 조립이라 한다. 자동 조립의 장점으로서는 조립 비용의 절감, 조립 제품의 균질화, 작업 효율의 향상, 위험 작업으로부터의 인간 해방 등을 들 수 있다.

7) 자동 자재 운반

기계 가공이 공작물의 형태적 변화를 동반하는 것인데 비하여, 자재 운반(material handling, MH)은 장소와 시간의 변화, 즉 이동과 저장에 관계되는 것이다. 이것은 비생산적인 활동으로 볼 수 있으나, 생산에 있어서 꼭 필요한 것이다. 이동은 대별해서

가) 공작 기계에 공작물을 설치하고 제거하는 것(loading and unloading)

나) 기계 또는 공정 사이의 이전(transferring)

으로 나누어진다. 저장은 일시적 또는 장기적인 경우와 계획적 또는 비계획적인 지연이다.

8) 자동 검사

제작된 부품이나 제품은 규정된 정밀도와 품질을 보증하기 위해서 검사를 해야 하며, 품질이 규정 이하일 경우에는 적절한 조치를 취해야 한다. 오늘날 고생산 속도, 불량품의 신속한 발견, 높은 인건비, 라인에서의 공정 제어 등의 영향 때문에, 자동 검사의 필요성이 중요하게 되고 있다.

생산 공정에서의 검사 대상은 주로 수량, 크기, 형상, 무게, 결함 및 색깔, 화학 성분 등이다.

마. 정보 시스템(Information system)

정보 시스템(information system)은 정보를 입력으로 해서 처리하여, 출력으로서 정확한 정보를 필요한 시점에 의사 결정권자에게 제공하는 역할을 하는 것으로서, 정보의 흐름에 관한 네트 워크이다. 이것은 설비(하드웨어) 설비가 작업을 행하도록 하는 데 필요한 절차와 프로그램(소프트웨어), 정보 조작자 등으로 구성된다. 정보 시스템의 하드웨어 구조는 일반적으로 컴퓨터 시스템인데, 다음 네 개의 장치로 구성되어 있다.

1) 입력 장치(input device)는 외부 세계로부터 컴퓨터로, 자료와 정보를 전달한다.

2) 중앙 연산 장치(central processing unit, CPU)는 계산과 데이터 처리, 명령과 데이터의 저장, 저장치로부터 데이터의 검색 등을 통제, 관리한다.

3) 저장 장치(storage unit), 기억 장치(memory device) 또는 데이터 베이스는 CPU에서 사용하는 데이터와 프로그램을 저장한다.

4) 출력 장치(output device)는 인간이 이해할 수 있는 형태로 컴퓨터의 처리 결과를 전달하고 제시한다.

조직의 관리를 지원하기 위해서나, 과학 및 공학적 문제의 해결을 위해서 데이터를 처리하는 디지털 전자 계산기의 활용을 EDPS(Electronic Data Processing System)라 부른다.

바. 가치 시스템(Value system)

생산은 기술적 측면에서뿐만 아니라, 경제적인 측면에서, 가치 증식에 의한 효용이 생성이라는 중요한 의미를 갖고 있으며, 곧 이것과 기술적인 생산 과정과의 직접적 통일에 의해서 상품이 생산되어 나오게 된다. 가치 또는 효용은 주관적인 것으로서 시간, 장소, 상황에 따라서 달라지며, 계량화하기가 어려우나, 측정 가능 량으로서 화폐 단위를 도입하면, 경제적 생산의 기본은 생산 원가를 가능한 절감하여 부가가치를 높이는 것에 귀착이 된다. 다단계 생산 공정에서, 가공은 물론 운반이나 저장에 의해서도 원가(cost)가 발생되어 점차로 축적되어 가므로, 경제적 생산은 곧 원가의 흐름(cost flow)이라고 볼 수 있다. 이와 같은 원가의 흐름은 원래 재무 관리, 원가 관리, 관리 회계, 원가 계산 등의 분야에서 취급하여 왔으나, 지금은 생산 시스템 공학에서의 제3의 기둥으로서 인식되는 시기가 온 것이다. 이것이 생산의 가치 시스템이다.

2. 시스템의 구축 및 활용(Construction and application of system)

가. 시스템 구축(System construction)

앞서 설계한 본 연구 개발에서의 부자는 양식 환경의 변화와 그 외적 변화 등으로 인한 설계 변경의 필요시, 이에 대응할 수 없는 단일 결과라 할 수 있다. 그러므로 이러한 설계 변경의 필요시에는 언제든지 대응할 수 있는 최적의 부자를 설계할 수 있다면, 상당히 효율적일 것이다. 이를 위해서는 부자의 설계 시스템 구축이 필요하다. 또한 대량 생산 및 단가 절감 등의 경제적 최적화를 위한 가치 시스템의 구축도 병행해서 수행된다면, 보다 바람직하고 합리적인 최적의 부자 설계가 이루어질 것이다.

따라서 본 연구 개발에서는 앞서 설계한 부자의 설계 정보 자료를 이용하여 최적의 부자 설계 시스템을 구축하고, 설계 사양 변경에 대한 지식 베이스 및 대량 생산시의 견적 산출 모듈을 활용하여 경제적 최적화를 위한 가치 시스템의 구축을 한다.

본 연구 개발에서의 시스템은 세부적인 설계 변경이 일어나는 경우, 앞서 설계한 부자를 기본 모델로 설정하고 그것을 기반으로 하여 시스템 전반에 적용되게 함으로써, 원하는 부자로의 일괄적인 설계 변경이 이루어지게 하는 시스템이다. 또 그에 따른 비용이나 공정 기간에도 변화를 주어 설계 외적 정보의 변화를 일괄적으로 관리하게 된다.

또한 본 시스템은 양식 현장의 작업자 또는 부자의 설계에 관심을 갖고 있는 설계자 등 누구나 손쉽게 다룰 수 있는 시스템이다.

본 연구 개발에서의 시스템 구축 시 사용한 소프트웨어는 AutoCAD R13c4와, 이에 연결되어 AutoCAD 시스템을 전문가 설계 시스템화 해주는 툴(tool)인 Intent 2.40이다. 이러한 두 소프트웨어를 사용한 이유는 기존의 AutoCAD의 기능을 확장하여 객체 지향적인 설계가 가능한 전문가 시스템

으로 활용하게 하기 위한 것이다. 특히 AutoCAD는 타 시스템에 비해 널리 보급되어 있고 고급 사용자가 많아서 교육 및 적용이 용이하며, 타 CAD나 DBMS와의 호환성이 우수한 특징이 있기 때문에, 시스템 구축에 이용하였다.

나. 구축 시스템의 활용(Application of constructed system)

본 연구 개발에서의 시스템은 앞서 설계한 부자의 설계 정보 자료로써 구축된 부자 객체의 데이터 베이스를 이용하여, 기본적인 설계 작업 및 세부 사항의 설계 변경이나 기타 설계 외적 정보의 변경을, 용이하면서도 일괄적으로 관리하는 시스템으로, 양식 현장의 작업자 또는 부자의 설계에 관심을 갖고 있는 설계자 등 누구나 손쉽게 다룰 수 있는 시스템이다.

이러한 본 시스템을 이용하면, 외적 변화에 따른 부자의 설계 변경 필요시에, 앞서 설계한 부자의 기본 설계 자료를 이용하여 신속하게 원하는 설계를 수행할 수 있으며, 또 세부적인 변형을 가하여 부자의 완성된 설계 결과를 얻을 수 있게 된다. 그 후 작업의 결과를 시스템 상에서 3차원적으로 열람할 수 있으며, 설계 외적 정보를 참조하여 원하는 사양의 부자에 대한 결과를 얻을 수 있다.

시스템의 모든 객체는 기본적으로 3차원으로 구성되어 있고, 원하는 보기 항목(view point)에서의 작업 및 출력이 가능하다. 또 부자 형상의 변화에 따른 제조 단가나 재료비의 산정이 동시에 이루어지므로, 필요에 따라 정보를 열람해 가면서 설계를 진행할 수 있다.

이러한 객체는 각 객체마다의 필요한 고유 정보를 갖고 있으며, 필요에 따라 객체를 선택하여 그 객체가 지니고 있는 구체적인 정보들을 손쉽게 추출할 수가 있다. 이를 활용하면 앞서 설계한 부자에 대하여 본 연구 개발자가 갖고 있는, 각 객체에 대한 전문적 지식의 축적이 용이하게 된다.

또한 각 객체마다, 타 객체와의 연관성을 부여할 수 있고, 이를 계층화하여 객체 자체의 특징을 그 종속 객체에 전달할 수 있으며, 반대로 이전 객체로부터 전수할 수도 있다. 따라서 모든 객체를 일일이 수정할 필요 없이 연관된 객체의 대표치만을 수정하면, 그와 연관된 모든 객체의 특징이 자동으로 수정됨으로써, 설계 작업이 단순화되고 조직화된다.

본 연구 개발에서의 구축 시스템에 대한 작업 진행 과정은 다음과 같다.

1) 부자 객체의 선택

이 과정은 앞서 설계한 부자의 설계 자료를 기본 모델로 한다. 즉 그림 6과 같이, 기본 객체로서 앞서 설계한 부자를 선택한다. 그림 7의 도면은 개념 적용을 위해 단순화된 객체이며 실제 작업에서는 이 보다 훨씬 더 복잡한 객체를 사용하게 될 것이다. 이와 같은 과정을 거친 다음, 객체의 데이터 베이스를 구축한다. 정보의 입력은 대화식 형태의 GUI 환경을 통하여 이루어지고, 입력 과정에서 설계도면 정보 외에 환경 변수나 제약 조건 등을 입력할 수 있다.

표 7은 입력 정보로서 설계도면 정보 외에 재료 정보, 시간 정보, 기타 정보 등을 나타낸 것이다.



그림 6. 부자 객체의 선택 창(Window)

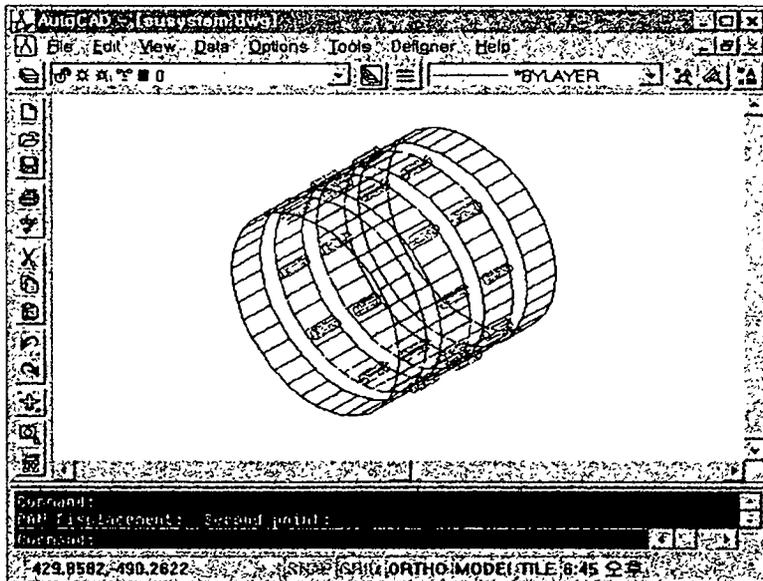


그림 7. 선택된 부자 객체

표 7. 설계도면 정보 외의 입력 정보

재료 정보
<ul style="list-style-type: none"> ○ 부자 원재료비 : 750,000원 / ton ○ 부자 1개당 재료 소요량 : 3.5kg(패류형), 2kg(해조류형)
시간 정보
<ul style="list-style-type: none"> ○ 부자 1개당 제작 시간 : 2 ~ 3 분 ○ 1일 작업 시간 : 16시간(2교대 작업) ○ 수명 : 4 년 이상
인력 및 장비 정보
<ul style="list-style-type: none"> ○ 부자 제작기 대당 투입 인력 : 3 명 ○ 부자 제작기 대당 금형 설치 : 2 set ○ 부자 제작기 대당 가격 : 150,000,000 원
시장 정보
<ul style="list-style-type: none"> ○ 전국 부자 소요 추정량 : 약 4천 5백만 개 (패류-3천만 개, 해조류-1천 5백만 개) ○ 부자 개당 단가 : 1,500 원

기본 객체의 선정이 끝나면 이것은 즉시 설계 전문가 시스템의 한 객체의 모델로서 역할이 주어지게 된다. 만일 입력된 정보가 시스템 전반에 걸친 변경을 요구하게 된다면 이는 즉각 반영되게 된다. 입력된 부자 설계 도면의 정보는 도면 정보 창(window)을 통하여 언제나 검색 및 수정이 가능하다. 즉 설계 도면의 각 치수나 제약 정보 및 기타 정보 등은 언제든지 간단하게 수정이 가능하고 빠른 속도로 수정된다. 물론 이러한 경우, 부자의 대표적인 매개 변수(parameter)의 수정만으로도 하위 객체의 모든 연관 변수들은 연쇄적으로 수정된다. 결국 부자의 각 설비 정보에 대한 수정과 추가 그리고 활용이 매우 원활하게 이루어짐으로써, 설계 작업의 효율은 크게 향상될 것이다.

2) 부자 객체 변경을 통한 부자의 재설계

각 부자 객체의 정의가 끝났다면, 이것은 이미 하나의 시스템으로 통합되는 작업이 수행되었다고 볼 수 있다. 이렇게 생성된 객체는 최초의 드로잉(Cut & Paste)으로 생성된 도면 요소와는 다르게 수정이 매우 용이하며 상호 연관성도 갖게 된다. 생성 객체는 각 객체별로 갖는 특징을 모두 유지한 채 도면 요소화되므로, 추후에 발생하는 변경에 보다 더 유연하게 대처할 수 있다.

그림 8은 객체 정보 수정 창(window)을 나타낸 것이다.

이와 같은 본 시스템의 경우, 다양한 보기(view)를 통하여 도면의 모든 공간 요소를 고려해 가며 설계 작업을 수행할 수 있으며, 각 객체의 매개 변수(parameter)를 수정함으로써 목적에 맞는 적절한 설계가 이루어지게 된다. 또 작업 중 객체에 포함된 수치들을 참고해 가며 제약조건을 위배하지 않는 설계안을 얻을 수 있고, 각 객체는 고유의 정보를 갖고 있어 이 또한 적절하게 고려됨으로써 설계 작업에 원활하게 반영되게 된다.

따라서 본 시스템을 이용하는 경우, 언제든지 원하는 대로 환경 조건, 제약 조건 등의 외부 조건을 만족하는 설계를 손쉽게 할 수 있어 최적의 부자 설계가 가능하고, 부자 형상의 변화에 따른 제조 단가나 재료비의 산정이 동시에 이루어짐으로써 대량 생산 및 경제적 최적화를 위한 가치를 부여할 수 있다.

그리고 본 시스템의 경우, 부자에 대한 각 설비 객체의 치수나 재료에 관한 정보 혹은 시간에 관한 정보를 입력하면, 시스템은 이를 즉각 도면 객체에 반영하여 주어진 함수 식에 따라 정보를 수정하고 이를 반영한 설계안 및 정보를 보여주게 된다. 이러한 과정을 통하여, 각 객체의 기본 치수, 각 객체의 정보 등은 이후에도 손쉽게 열람되고 조정될 수 있으며, 수정된 값들은 객체에 반영됨과 동시에 각각의 특성 매개 변수(parameter)에도 반영되게 된다. 또한 본 시스템은 설계 노하우(Know-How)를 환경 변수에 저장하고 기본 설비 자료실(layout library)을 작성하여 다음 작업자가 활용할 수 있도록 하는 작업 환경으로 확장 가능하다.

그림 9는 3차원으로 모델링된 객체에 대하여 보기(view)를 바꾸어 가며 도면을 검토해 나가는 과정을 나타낸 것이다.

정보입력창															
부자이름	Susan1														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>치수정보</th> <th>재료정보</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>직경(mm)</td> <td>400.000</td> </tr> <tr> <td>높이(mm)</td> <td>450.000</td> </tr> <tr> <td>재료소모량(개/kg)</td> <td>3.500</td> </tr> <tr> <td>재료비(원/kg)</td> <td>750.000</td> </tr> </tbody> </table>		치수정보	재료정보	직경(mm)	400.000	높이(mm)	450.000	재료소모량(개/kg)	3.500	재료비(원/kg)	750.000				
치수정보	재료정보														
직경(mm)	400.000														
높이(mm)	450.000														
재료소모량(개/kg)	3.500														
재료비(원/kg)	750.000														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>시간정보</th> <th>기타정보</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>제작시간(분/개)</td> <td>2.000</td> </tr> <tr> <td>소요인력(명/개)</td> <td>3.000</td> </tr> <tr> <td>일일작업시간(시간)</td> <td>16.000</td> </tr> <tr> <td>금형설치(개/금형)</td> <td>2.000</td> </tr> <tr> <td>가액(원)</td> <td>1500.000</td> </tr> <tr> <td>일일생산량(개)</td> <td>960.0000</td> </tr> </tbody> </table>		시간정보	기타정보	제작시간(분/개)	2.000	소요인력(명/개)	3.000	일일작업시간(시간)	16.000	금형설치(개/금형)	2.000	가액(원)	1500.000	일일생산량(개)	960.0000
시간정보	기타정보														
제작시간(분/개)	2.000														
소요인력(명/개)	3.000														
일일작업시간(시간)	16.000														
금형설치(개/금형)	2.000														
가액(원)	1500.000														
일일생산량(개)	960.0000														
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>															

그림 8. 객체 정보 수정 창(window)

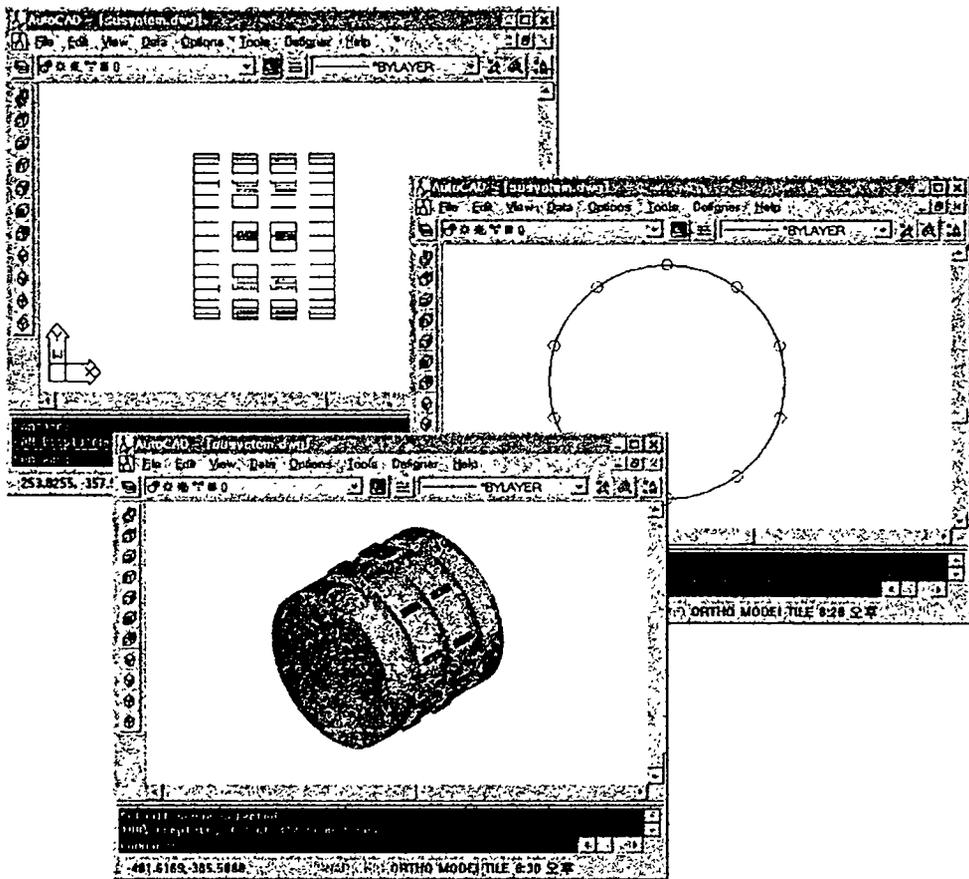


그림 9. 각 보기(view)에 대한 객체의 모습

3) 검토 및 수정

이상의 과정으로 수행된 객체의 설계가 끝나면, 그 설계 결과를 검토하거나 위에서 제시된 방법들을 이용하여 수정한다. 이 경우, 즉각적인 수정의 결과는 확인될 수 있으며, 원한다면 더욱 많은 정보를 제공받을 수 있다. 또 시스템은 각각의 정보 및 기하적 조건이 반영된 설계 결과를 제시하며 고려해야 할 사항을 적절히 알려주게 된다. 이와 같은 과정을 통하여, 설계 결과에 대한 검토 및 수정 작업은 지극히 단순화될 수 있다.

그림 10은 객체가 갖고 있는 정보를 일목요연하게 정리하여 열람할 수 있는 정보 창(window)의 예이다. 이때 창은 객체의 형상 정보로서 직경을 400mm, 높이를 450mm로 했을 때, 부력과 밀접한 관계가 있는 부자의 부피가 56,520,000mm³이고, 시간 정보로서 제작 시간을 2분/개, 작업 시간을 16시간/일로 했을 때, 부자의 생산량이 960개/일 등의 정보를 나타내고 있음을 알 수 있다.

Detail Information	
형상정보	원재료정보
대표직경 (mm) : 400.000	부자재료소모량 (Kg/개) : 3.500
대표높이 (mm) : 450.000	원재료비 (원/ton) : 750000
부피 (mm ³) : 56520000.0000	재료비 (원/개) : 750.000
시간정보	안락및 장비정보
제작시간 (문/개) : 2.000	투입인력 (명/제작기) : 3.000
작업시간 (시간/일) : 16.000	근형설치개수 (개/제작기) : 2.000
수명 (년) : 5	제작기 가격 (원/제작기) : 150000000
생산량 (개/일) : 960.0000	
시장정보	
부자단가 (원/개) : 1500.000	
전국소요수량 : 45000000	
OK	

그림 10. 정보 열람 창(window)

4) 출력

이상의 본 시스템에 의해 완성된 설계 결과는 즉시 사용 가능한 도면으로 출력할 수가 있다. 위에서 검토한 바와 같이 각각의 창(view)에 대해서 객체의 열람 및 수정이 가능하다고 하였는데, 마찬가지로 출력을 위한 최종 단계에서의 수정도 가능하다.

설계 결과에 대한 검토가 완전히 끝나면, 그 결과는 출력 후 즉시 현장에서 사용할 수 있다. 그리고 결과 도면의 상세한 부분만을 원한다면 보기(view)를 통하여 그 부분만을 추출 출력할 수 있다. 이러한 도면의 요소는 기본적으로 객체의 조합으로 이루어진 시스템의 일부이므로, 각 객체별로 상세 설계 도면의 출력이 가능한 것이다. 그 외 현 시스템이 지원하지 못하는 결과는 약간의 보충 작업을 통해 원하는 대로 본 시스템을 확장 구축할 수 있다.

또한 도면으로의 출력보다 문서로의 출력이 편리한 경우를 위하여, 본 시스템은 각 특성 치를 하나의 문서로 요약하여 파일(file)로 받을 수 있다. 그림 11은 이러한 과정을 통해 얻어진 출력 문서의 예제이다. 이때 창은 직경 400mm, 높이 450mm의 개체 형상 정보를 객체의 형상 정보만 직경 100mm, 높이 350mm로 변경한 경우로, 그때의 부자 부피가 $27,457,500\text{mm}^3$ 이고 그 밖의 정보는 객체 변경 전과 동일한 정보를 나타내고 있음을 알 수 있다.

현재 본 시스템의 경우는 단순한 문서 파일(text file)로서의 출력을 얻을 수 있다. 이러한 출력을 위한 정보들은 각 객체가 갖는 고유치들이고 이것은 객체 삽입 시 동시에 시스템에 통합되며, 그 객체가 없으면 소멸된다. 물론 출력치 자료는 수정이 반영된 결과의 내용으로 유지하게 된다.

형상정보	
대표직경(mm)	: 100.000
대표높이(mm)	: 350.000
부피(mm ³)	: 2747500.0000
부자재료소모량(Kg/개)	: 2.000
원재료정보	
원재료비(원/ton)	: 750000
재료비(원/개)	: 750.000
시간정보	
제작시간(분/개)	: 3.000
작업시간(시간/일)	: 16.000
수명(년)	: 5
생산량(개/일)	: 960.0000
인력및 장비정보	
투입인력(명/제작기)	: 2.000
금형설치개수(개/제작기)	: 3.000
제작기 가격(원/제작기)	: 150000000
시장정보	
부자단가(원/개)	: 1500.000
전국수요추정량(개)	: 45000000

그림 11. 출력된 문서의 예

5) 시스템 활용에 있어서의 장점

본 연구 개발에서의 시스템을 사용함으로써 얻게 되는 이익으로는 설계 작업의 효율적인 진행과 시간 및 인력의 절감을 들 수 있다. 즉 시스템은 미리 정의된 여러 가지 요구 사항 및 정보를 갖고 있는 객체가 삽입되고 이러한 객체들의 연관 작업으로, 작업 시간이나 비용 등이 기존의 수작업에 비하여 훨씬 줄어들게 한다.

또한 모든 작업은 3차원 모델을 기반으로 하고 있기 때문에, 2차원 제약 조건뿐만 아니라 3차원 도면 정보의 추가도 가능하게 된다. 각각의 정보 및 설계 변수들은 객체간에 전수 및 추출이 가능하며, 설계 작업은 객체 지향적인 시스템의 여러 가지 이점을 통해 이루어 질 수 있다.

그리고 본 시스템은 각 객체 및 시스템 전반에 전문가적인 지식이 추가될 수 있으므로, 설계 작업에 익숙하지 못한 작업자라도 기존의 지식들을 활용하여 설계를 할 수 있게 된다. 이렇게 되기 위해서는 전문가의 지식을 저장하고 활용할 DB 시스템이 필요할 것이다. 현재 본 시스템은 각 객체에 저장된 지식을 활용하게 된다.

6) 구체적인 사용 예제

지금까지 설명한 본 시스템 사용의 이해를 돕고자, 간략한 사용 예제 몇 가지를 첨부하면 다음과 같다.

가) 그림 12에 나타낸 예제는 기본 객체와, 그 기본 객체를 변경하여 얻은 두 개의 도면을 비교한 것이다. 이를테면 패류형 부자의 해조류형 부자로의 객체 변경이 하나의 좋은 예제일 수 있다. 이 과정은 객체의 모든 요소를 미리 정의된 값으로 초기화하기 때문에, 작업 시작 시에 사용한다. 모든 도면 및 객체의 정보는 미리 정의된 하부 객체의 값들로 대체된다.

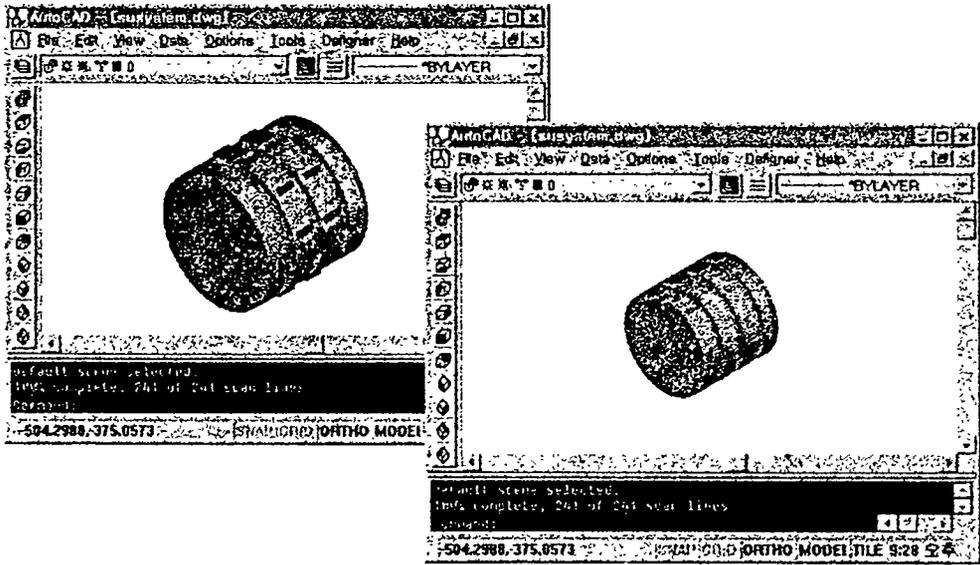


그림 12. 기본 객체의 변경

나) 그림 13과 14에 나타낸 예제는 기본 객체의 배치된 기하적 정보를 변경하여 원하는 치수로 수정을 가한 경우로서, 변경 전후의 객체를 나타낸 창(window)이다. 이 경우, 시스템은 사용되는 재료의 양 및 이에 따른 단가의 변화를 적용하여 결과를 출력하게 된다.

그림 15는 변경 전후의 객체에 대한 객체 정보의 변화를 나타낸 창(window)이다. 이때 창은 변경 전 객체의 형상 정보로서 직경을 300mm, 높이를 350mm로 했을 때, 부자의 부피가 $56,520,000\text{mm}^3$ 이고, 시간 정보로서 제작 시간을 2분/개, 작업 시간을 16시간/일로 했을 때, 부자의 생산량이 960개/일 등의 정보를 나타내고 있고, 이것을 형상 정보로서 직경을 300mm, 높이를 150mm로, 시간 정보로서 제작 시간을 1분/개, 작업 시간을 13시간/일로 변경했을 때, 부자의 부피가 $56,520,000\text{mm}^3$, 부자의 생산량이 1560개/일 등의 정보로 변화했음을 알 수 있다.

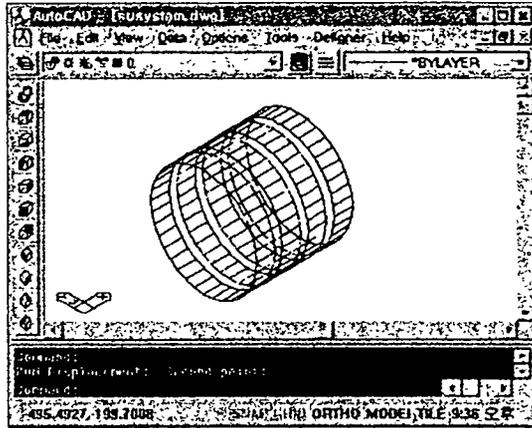


그림 13. 변경 전의 객체

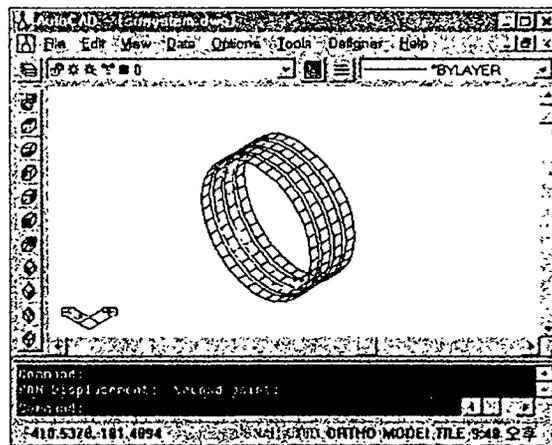


그림 14. 변경 후의 객체

Detail Information	
형상정보	원재료정보
대표직경 (mm) 300	부차재료수량 (Kg/개) 2
대표높이 (mm) 350	원재료비 (원/ton) 750000
부피 (mm ³) 24727500.0000	재료비 (원/개) 750
시간정보	인허가 장비정보
제작시간 (분/개) 3	
작업시간 (시간/일) 16	
수명 (년) 5	
생산량 (개/일) 960.0000	
시장정보	
부차단가 (원/개) 1500	
전국소요추정량 45000000	

Detail Information	
형상정보	원재료정보
대표직경 (mm) 300.000	부차재료수량 (Kg/개) 2.000
대표높이 (mm) 150.000	원재료비 (원/ton) 750000
부피 (mm ³) 10597500.0000	재료비 (원/개) 750.000
시간정보	인허가 장비정보
제작시간 (분/개) 1.000	투입인력 (명/제작기) 2.000
작업시간 (시간/일) 13.000	금형설치개수 (개/제작기) 2.000
수명 (년) 5	제작기 가격 (원/제작기) 150000000
생산량 (개/일) 1560.0000	
시장정보	
부차단가 (원/개) 1500.000	
전국소요추정량 45000000	

OK

그림 15. 변경전후의 객체의 객체 정보의 변화

다) 그림 16은 객체를 대치하는 예를 나타낸 것이다. 시스템은 필요에 따라 특정 위치에 위치한 객체의 종류를 손쉽게 교체할 수 있다. 이 경우, 객체 자료실(library)에서 필요한 객체를 선택하는 것만으로도 손쉽게 원하는 대상 객체로 대치할 수 있게 된다. 물론 이와 같은 작업 시에도 시스템 전반에 대한 일관성 및 객체 정보는 유지된다.

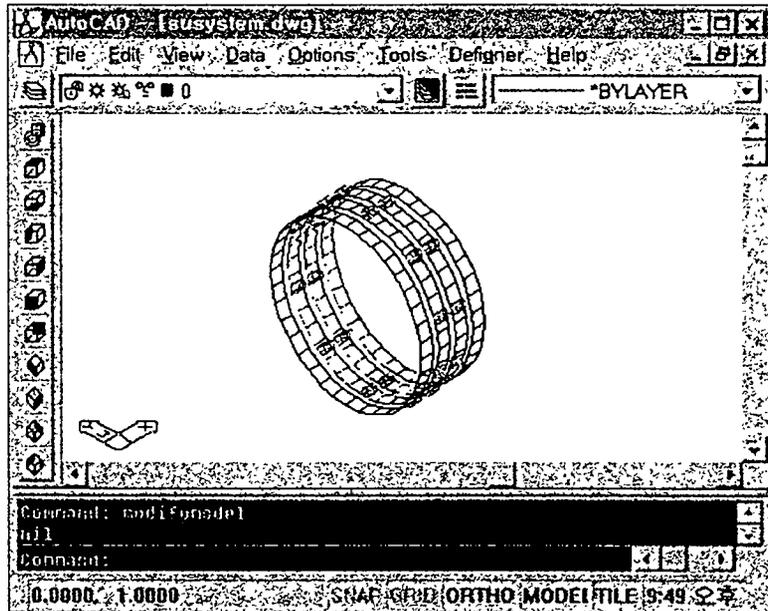
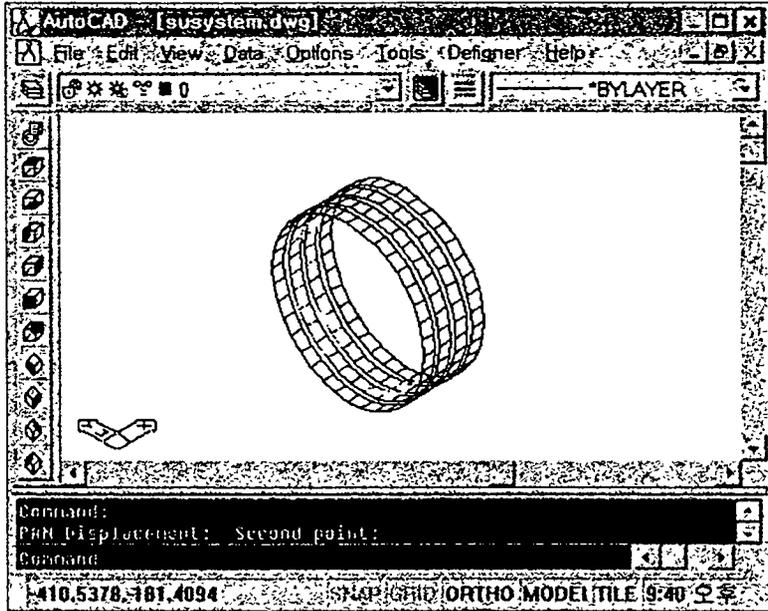


그림 16. 모든 정보를 유지하며 객체를 대치한 예

다. 시스템 구축에 따른 결론 및 개선 방향

(Conclusion and improvement course of constructed system)

본 연구 개발에서는 앞서 설계한 부자의 설계 정보 자료를 이용하여 최적의 부자 설계 시스템을 구축하고, 설계 사양 변경에 대한 지식 베이스 및 대량 생산시의 견적 산출 모듈을 활용하여 경제적 최적화를 위한 가치 시스템의 구축을 하였다.

본 시스템은 세부적인 설계 변경이 일어나는 경우, 앞서 설계한 부자를 기본 모델로 설정하고 그것을 기반으로 하여 시스템 전반에 적용되게 함으로써, 원하는 부자로의 일괄적인 설계 변경이 이루어지게 하는 시스템이다. 또 그에 따른 비용이나 공정 기간에도 변화를 주어 설계 외적 정보의 변화를 일괄적으로 관리하게 된다.

본 연구 개발에서의 시스템 개발은 대량 생산 설계 시스템의 일부분으로서 부자의 설계 시스템을 구축하고, 설계 사양 변경에 대한 지식 베이스의 활용과 대량 생산시의 견적 산출 모듈을 활용하여 경제적 최적화를 위한 가치 시스템을 구축한 것이다. 아울러 구축된 시스템을 활용함으로써, 보다 간단하고 손쉬운 설계와 그에 따른 제반 정보의 효율적인 관리를 도모하고, 그 결과를 출력하여 현장에서 활용하는 방안을 개발한 것이다. 이러한 본 연구에서의 시스템은 부자에 대한 세부적인 설계 변경이 일어나는 경우, 설계된 부자를 기본 모델로 하고 그것을 기반으로 일괄적인 설계 변경이 이루어지며, 그에 따른 비용이나 공정 기간 등, 설계 기하 정보 이외의 외적인 정보 변화도 일괄적으로 관리하게 된다.

그리고 본 시스템은 손쉽게 2차원과 3차원의 전환이 가능하며 설계 노하우(Know-How)의 코드화 기술과도 어느 정도 접목이 이루어졌다. 또 가장 널리 보급된 AutoCAD 시스템을 사용함으로써, 호환성 및 조작이나 교육이 용이하다는 장점이 있으며, 이를 객체 지향 전문가 시스템화 해주는 Intent

툴(tool)을 사용하여 객체간의 상호 연관 관계를 구축함으로써, 보다 선진적인 객체 지향 환경에서의 설계 작업이 가능하도록 하였다.

또한 본 연구 개발에서의 시스템을 사용함으로써, 부자 설계에 따른 제반 정보들을 열람 및 수정하면서 설계의 변경에 따른 여러 가지 객체의 변화를 빠르고 적절하게 수용할 수 있었고, 전체적인 작업 시간을 대폭 절약할 수 있었다.

본 시스템이 갖고 있는 기능 외에, 차후 개발되어야 할 기능이나 보완되어야 하는 기능을 정리하면 다음과 같다.

1) 본 연구에서 개발된 시스템에 전문가의 지식을 접목시키는 기능이 필요하다. 이를 위해 DBMS 시스템의 사용이 요구되며 이들 간의 적절한 접목(interfacing) 기술의 개발과 합리적인 통합이 요구된다. 이 기능이 추가될 경우, 설계 작업자는 기존의 지식을 참고해 가면서 보다 원활하고 쉬운 설계를 진행시켜 나갈 수가 있다.

2) 본 시스템에는 대상 객체인 부자의 대표적 치수 정보만이 입력되어 있다. 이를 보완하여 보다 더 상세한 치수와 기하적 형상을 갖는 설비 객체의 모델링이 필요하며 이를 수행하는 과정에서 예상되는 문제를 해결할 필요가 있다. 예상되는 문제로는 정밀한 치수와 형상을 갖는 모델의 이용 시에 발생하는 모델링의 어려움이나 작업의 진행 속도 개선을 위한 방법 모색 등이 있다.

3) 보다 다양한 객체의 적용을 연구해 볼 필요가 있으며 이와 더불어 좀 더 다양한 정보들을 다루어 볼 필요가 있다. 이를 위해 현장에서 발생하는 다양한 제약 조건들을 수집할 필요가 있으며, 이를 정리하여 시스템에 반영

하는 작업이 필요하다.

4) 기존에 사용하고 있는 설계 시스템과의 호환성 여부 검증 및 통합 작업이 필요하며, 각 시스템간의 통신을 위한 모듈의 개발이 필요하다.

5) 개발이 필요한 시스템을 검증할 만한 실질적 사례가 요구되며, 이를 바탕으로 개발이 완성된 시스템의 효율성에 대한 검증이 필요하다.

6) 보다 다양한 객체간의 상호 연관 관계의 설정 및 적용이 필요하다.

따라서 부자에 대한 보다 완전하고 통합적인 설계 및 생산 시스템 구축은 본 연구 개발에서의 시스템을 바탕으로, 이상에서 제시된 사항들에 대하여 끊임없이 연구 개발을 함으로써 이를 수 있을 것이다. 그러나 이를 위해서는 막대한 연구 개발비와 개발 기간, 인적 자원이 필요할 것이다. 본 연구 개발자도 향후 통합 설계 및 생산 시스템의 개발에 전력을 다할 것이다.

제 3 장 결 론(Conclusion)

현재 국내에서는 거의 대부분의 양식장에서, 취급하기가 용이하고 값이 싸다는 이유로 스티로폼 부자를 사용하고 있다. 그러나 스티로폼 부자는 앞서 지적한 바와 같이 많은 문제점을 지니고 있다. 특히 요즈음 전 세계적인 관심과 그 중요성이 고조되고 있는 환경 문제에 비추어 볼 때, 스티로폼 부자는 심각한 해양 오염을 유발시키고 재활용이 불가능한 면에서, 사용 규제와 대체가 반드시 이루어져야 하는 양식 시설물이다.

또한 스티로폼 부자 외의 종래의 어구용 개발 부자는 플라스틱 통과 같은 고체형 또는 합성수지의 튜브를 접착하여 제작한 부자가 주로 알려져 왔다. 그러나 이와 같은 종래의 부자는 일정한 형태와 규격을 갖고 있으므로 취급이 용이하지 않고, 그 부자가 지니고 있는 자체 부력이 미흡하여 양식용 부자로서 그 기능을 충분히 발휘할 수 없는 단점이 있다.

그러므로 본 연구 개발에서는 이러한 문제점들을 해결하고자 연구함으로써, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 부자의 재료는 스티로폼 부자를 비롯한 기존 부자의 취약성을 보완할 수 있는 재료로서 가장 적절한 재질인 폴리에틸렌 류 고분자 수지, 즉 PE(HDPE + LDPE) + 자외선 차단제 + 방균제 + 기타 특수 첨가제 등으로 개선된, 재활용이 가능한 재료가 선정되었다.

2. 지금까지 사용되고 있는 단순 스티로폼 부자나 합성수지의 방수 천을 접착하여 제작한 공기 주입식 부자 또는 단순히 공기가 주입된 원형 부자와는 다른, 폴리에틸렌 류의 고분자 재료를 사용하여 1 Piece 압출식 제작

및 대량 생산이 가능한 부자를 설계하였다.

그리고 부력은 설치 기간 내내 일정하게 유지하고, 내구성은 4년 이상이며, 해상 환경 오염이 거의 유발되지 않는 부자를 설계하였다. 또 설치는 끈과의 연결을 용이하게 함으로써, 작업을 단순화하고 설치 비용을 절감하며, 외관은 규격, 모양, 색상을 다양하게 함으로써, 어로 작업 구역을 확보할 수 있는 부자를 설계하였다.

3. 본 연구 개발에서는 Blow Molding 타입 1 Piece 압출식 제작법에 의한 부자의 시제품을 제작하였다.

4. 부자의 설계 정보 자료를 이용한 최적의 부자 설계 시스템 및 대량 생산과 단가 절감을 위한 가치 시스템을 구축하였다.

이러한 결과들은 다음의 내용과 같이 활용될 수 있을 것이다.

1. 심각한 해상 환경 오염 해소 및 예방에 의한 수산 자원 보호
2. 부자 폐기물의 재활용
3. 설치 작업의 단순화에 의한 시간 및 노동력 활용
4. 대량 생산 시스템 구축
5. 원가 절감에 따른 양식 어민의 소득 증대
6. 과학적이고 경쟁력 있는 양식업 육성에 따른 국내 양식업의 발전

이상의 내용으로 활용되기 위해서는 양식 어민들의 개발 부자에 대한 인식과 관심이 높아야 하는데, 이를 위해서는 국가적 차원에서의 홍보와 지원이 절실히 요망되며, 또한 그렇게 될 수 있도록 건의하는 바이다.