

# 섬유강화 복합재료의 생산성 향상 기술



조 치 통

(복합재료실 선임연구원)

- '77-'80 서울대학교 공과대학 기계설계학과(학사)
- '85-'87 미국 Massachusetts대학 기계공학과(석사)
- '87-'89 미국 Massachusetts대학 기계공학과(박사)
- '82-'84 금성사 오디오사업부 설계실 근무
- '85-'89 미국 Massachusetts대학 연구조교
- '89-현재 한국기계연구원 선임연구원



김 태 옥

(복합재료실 선임연구원)

- '79-'83 서울대학교 공과대학 항공공학과(학사)
- '83-'85 서울대학교 대학원 항공공학과(석사)
- '85-현재 한국기계연구원 선임연구원

## 1. 서 론

섬유강화 복합재료는 항공, 우주, 자동차 방산 및 일반산업 등에 급속도로 응용되고 있는 첨단 신소재로서 재료공학적 측면에서 고부가가치 산업을 주도할 핵심재료임에 틀림없다. 최근들어 보강섬유와 기지재료인 수지의 고성능화 및 신성형공법의 개발과 원소재의 가격하락 등으로 인해 그 응용범위는 점차 확대되어 감은 사실이나, 생산성이 낮다는 단점 때문에 제품 응용에 많은 제약을 받아왔다.

복합재료의 성형기술과 관련하여 연대별 추이를 개략적으로 살펴보면, 1970년대까지는 기존금속 재료의 복합재료 대체기술에 관심을 갖고, Hand Lay-up, Spray-up, Hot pressing등의 성형법을 개발, 사용해 왔으며, 1980년대에 접어들면서는 복합재료 성형제품의 고급화를 위한 '고정도, 고품위 복합재료 성형기술' 개발에 주력하게 되었다. Autoclave Bonding, Filament Winding 등의 성형공법을 사용하여 항공, 우주산업 및 특수 방위산업에 본격적으로 응용해 온 시기였다. 1990년대에는 고정도, 고품질의 복합재료 성형제품의 생산성을 향상시킬 수 있는 성형기술인 RTM(Resin Transfer Molding), SMC(Sheet Molding Compound), Pultrusion 및 열가소성 수지 복합재료의 Thermoforming 기술 등을 개발하거나 기존 성형법을 보완하여 사용함으로써 현재 복합재료 성형기술에 있어서의 가장 큰 난제라 할 수 있는 생산성 문제를 해결하기 위해 노력하고 있는 실정이다.

그림 1은 무게 약 4lb의 복합재료 제품을 성형하는 데 걸리는 시간을 성형기술별로 비교해 본 것이다. 성형제품의 크기 및 형상, 원소재의

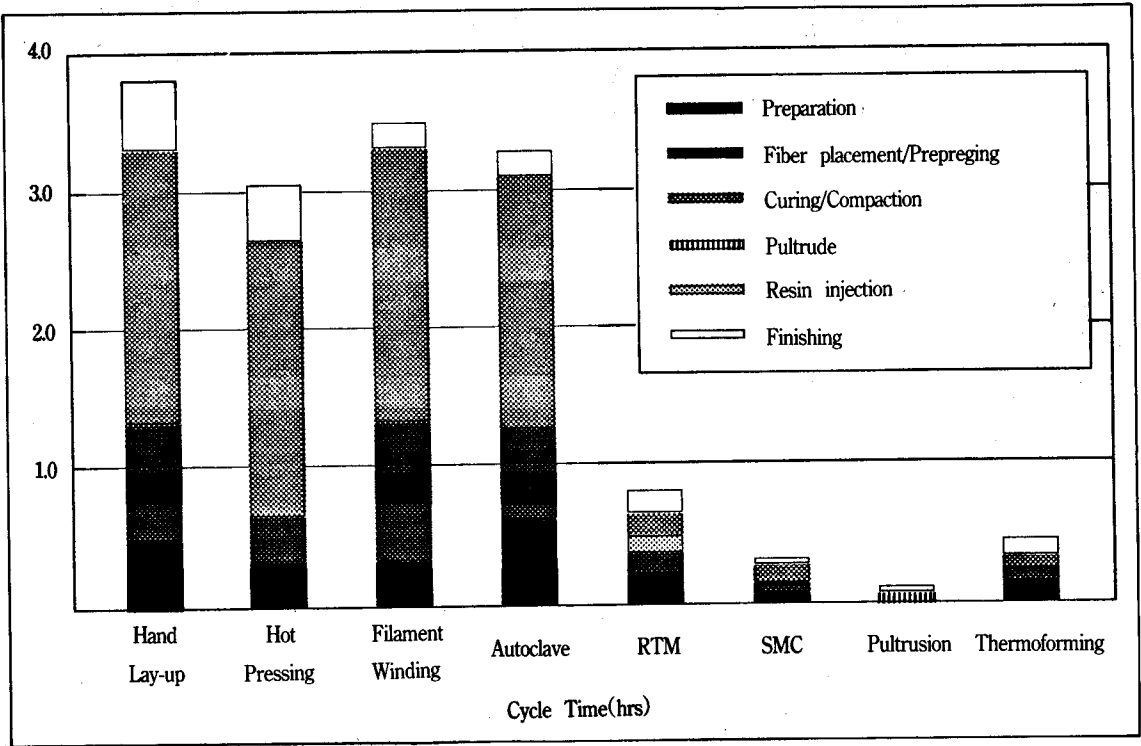


그림 1) 각성형법의 생산성 비교

종류, 섬유와 수지의 구성비 등에 따라 성형시간은 다소 차이가 나지만 종합적으로 검토해 본다면, RTM, SMC, Pultrusion 등의 성형공법이 타 성형공법에 비해 상대적으로 생산성 면에서 상당히 우수함을 알 수 있다.

본고에서는 최근 관심의 대상이 되고 있는 성형기술 중의 하나인 RTM, SMC, 및 Pultrusion 성형기술에 대해 살펴보고, 이들 성형법에 대한 장점과 단점을 아울러 고찰해 보고자 한다.

## 2. 고생산성 복합재료 성형기술

### 2.1 RTM(Resin Transfer Molding)

최근 복합재료 성형의 생산성 향상 및 노동력 절감의 문제로 새로운 제조방법에 대한 요구가 절실해 지고 있다. 수지의 빠른 경화반응 및 Preform을 이용한 고생산성 성형방법의 대표적인 것으로 RTM을 들 수 있다. RTM은 원하는 형상의 Mold안에 보강섬유 Preform을 넣고 수지를 유입

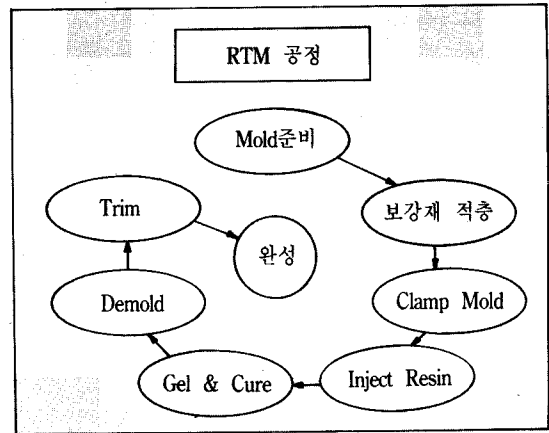


그림 2) RTM공정의 순서

구를 통해 Mold안에 주입한 후 열을 가해 성형하는 것이다. 아래 그림 2은 RTM 공정의 순서를 보여준 것이다.

RTM은 다른 수지사출 성형에 비해 상대적으로 낮은 압력인 20~50psi에 의해 성형되므로 Mold의 제작 및 Injection Machine 등 설비 및 장치의 초기투자가 저렴하다는 장점이 있다. 그리고 완성

부품의 안팎면이 모두 양호하고 Gel Coating이 가능하며 내부 보강재의 양 및 방향성 조절이 쉽고 타부품과의 결합을 위한 Insert등의 설치가 용이하다.

RTM은 Mold의 설계 과정에서부터 사용수지의 유동특성 및 내부보강재의 젖음성 등이 고려되어야 하므로 수지유동 해석을 위한 FEM해석 및 사용보강재의 Permeability 등에 관한 연구를 수반하게 되며 성형과정에서의 여러가지 변수에 의해 Void 발생을 및 제품의 강도가 크게 차이가 나므로 이에 대한 조직적인 연구가 필요하다. 기계연구원 복합재료실에서는 국내의 대, 중소기업 및 학계, 연구계의 전문가들로 RTM 연구회를 구성하여 원재료 생산, 부품설계, Mold설계 및 제품성형에 관해 분야별로 분담하여 연구를 진행하고 있으며 필요한 정보는 서로 공유하여 우리나라의 RTM 기술 발전에 힘쓰고 있다.

RTM Mold의 설계 및 제작이 제품 개발의 가장 중요한 기본을 이루는데 RTM Mold의 개요를 살펴보면 그림 3과 같다.

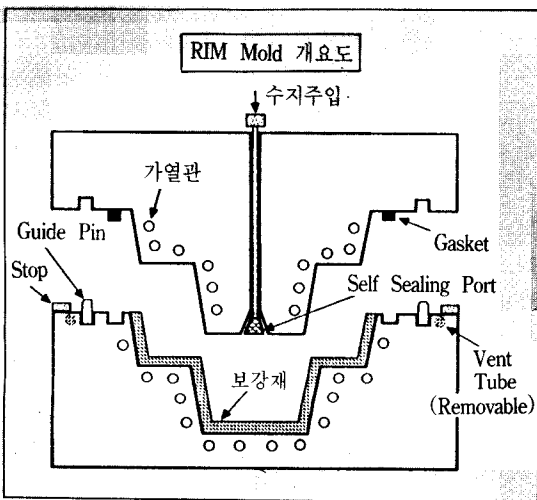


그림 3) RTM Mold의 개요도

RTM Mold는 제품의 생산량이 많을 경우에는 Cast Metal, Spray Metal 등의 금속을 사용하여 제작할 수도 있으나 금형제작비를 절감하고 제작기간을 단축하며 복잡한 형상을 정교하게 표현하기 위해서 복합재료 Tooling을 사용하는 경우가 많다. 복합재료 Mold는 주로 Polyester나

Epoxy를 기지재료한 복합재료를 사용하는데 그 사용수명은 생산부품 및 조건에 따라 다르나 최대 2000회를 넘지 않는 것으로 알려져 있다. RTM 연구회에서는 제품의 정교성을 높이고 Mold 수명을 길게 하기 위하여 전주금형을 제작하여 연구를 하고 있다. Master Model에 니켈도금을 두 겹께 한뒤 떼어내어 뒷부분을 복합재료로 보강하여 Mold를 제작한 것인데 Mold의 표면이 Master Model의 표면이 복제판으로서 정교한 무늬와 형상까지 정확히 표시할 수 있다는 특징이 있다.

Mold의 제작이 완성되면 성형작업에 들어갈 때 Mold의 상하표면에 이형제를 바른 뒤 필요하면 Gel Coating을 한다. RTM에 사용되는 보강재에는 연속섬유 매트, Chopped Fiber 매트 등이 사용되는데 적층시간을 단축하고 복잡한 형상의 복잡한 보강 방향성을 유지하기 위해 Mold의 형상에 맞도록 재단, 성형하는 Preform을 사용하기도 한다. 일반적으로 Preform은 제작할시에는 보강재에 Binder를 넣어 그 형태가 유지되도록 한다. 보강재의 선택을 위해서는 Bulk Factor, 수지흐름에 의한 변형, 수지 함침성등을 고려하여야 한다. RTM 연구회에서는 투명 Mold를 제작하여 Mold 내부의 수지유동을 확인하면서 사용 보강재의 수지 함침성을 파악하여 일반제품의 생산에 수지유동을 예측할 수 있도록 하는 연구를 진행하고 있다.

보강재 적층이 끝나면 Mold를 닫고 Clamping을 하는데, Press를 사용하거나 C-clamp를 사용한다. 생산량이 많은 경우에 Press를 사용하는데 30~50 ton 정도의 press는 일반적으로 공기압을 이용하고 50ton 이상의 경우에는 유압을 사용하는 것이 통례이다. 부품의 단면적 및 사용 수지입에 의해 필요 ton수가 결정된다. 주입구를 통해 유입된 수지는 Self sealing port를 지나 Mold 내부로 들어가게 된다. Self sealing port는 일반적으로 수지보다 비중이 낮은 재질로 되어 있어 수지주입 완료 시점에 부유하면서 스스로 입구를 막아 수지의 역류를 막는 작용을 한다. RTM 수지는 점성이 낮아야 수지사출 속도를 높일수 있으며 Gel Time 이후에 빠른 경화 반응이 일어나야 경화시간을 단축할 수 있다. 일반적으로 Tough하고 Craze 현상이 없는 수지가 RTM에 적합하다고 할 수 있다.

RTM에 사용되는 수지에는 Othophthalic polyester, Isophthalic polyester, Vinylester/bisphenol based resin, Epoxy, Acrylic/polyester hybrid 등을 들수 있다.

RTM 수지의 선택 기준으로 내화학적, 기계적 특성, 내화성, 전기적 특성 및 내환경성을 들수 있는데 한예로 높은 강도 및 중간정도의 내화학적성이 요구될 때에도 Isophthalic polyester를 사용하며 높은 내부식성이 추가 될 때에는 Vinylester/bisphenol계 수지를 선택하게 된다.

RTM 수지의 첨가물로는 혼합용 이형제, 점토 또는 탄산칼슘등의 Filler, 색상을 위한 안료 등을 들 수 있는데, 부품의 요구강도, 표면정도, 요구되는 Viscosity, 함침성, 가격 등이 고려되어 선택되어야 한다. RTM 수지로 성형작업에 최적한 상태로 하기 위해서는 수지의 온도, 경화제 비율, Filler의 량에 의한 Viscosity 등이 고려되어야 한다.

수지가 채워진 뒤 열을 가하면 경화시키는데, Gel 직후까지 경화시켜 이형시켜야만 틀에서 빼어내기가 용이하며, 부품의 형태를 제대로 유지시킬 수 있다. Gel time은 성형온도, 사용수지 및 경화제 비율, 촉진제 량 및 기타 첨가제에 의해 좌우되는데 일반적으로 5~45분 정도이다. 이형작업시 대량생산의 경우에는 Eject pin을 사용하기도 하나 소량생산의 경우는 수작업으로 뽑아낸다. 성형된 제품은 일반적으로 Edge Gasket사용, Mold 닫음시의 보강제이동, 보강제 재단시간 절감 등의 이유로 Trimming 작업이 필요하게 되며 부품의 사용목적에 따라 Drilling 및 기타 불필요 부분을 제거하는 후가공을 거쳐 완성된다.

RTM 성형법의 당면과제로 Resin 수축에 의한 변형, 표면정도 및 타부품과의 결합을 위한 Insert설치, Bonding 기술을 들 수 있다. RTM 성형을 위한 부품 설계시에도 Taper를 2~3°주어야 한다든지 최소 두께가 2mm를 넘어야 하고 최소 곡률반경이 6mm를 넘어야 한다든지하는 등의 기본적인 사항들이 고려되어야 한다. 이러한 설계 기술 및 성형기술을 회원간에 공유하고 당면 문제점을 공동으로 해결 하고자 하는 노력이 RTM 연구회에 의해 이루어지고 있다.

RTM과 유사한 공법으로서 RRIM(Reinforced Reaction Injection Molding)을 들 수 있는데 이는

RTM 경우보다 더욱 빠른 경화반응을 보이는 수지를 사용하여 수지 주입과 동시에 경화반응이 급속히 진행되는 것인데 Preform을 사용하는 경우도 있지만 단섬유를 보강재로 사용하는 것이 통례이다. RRIM은 RTM보다 생산성이 높지만 급속한 수지의 경화로 인해 사출시간 및 Mold내 수지흐름 양상에 따라 제품의 성능이 크게 좌우되므로 우선은 RTM에 관한 기술의 확립이 우선적이다.

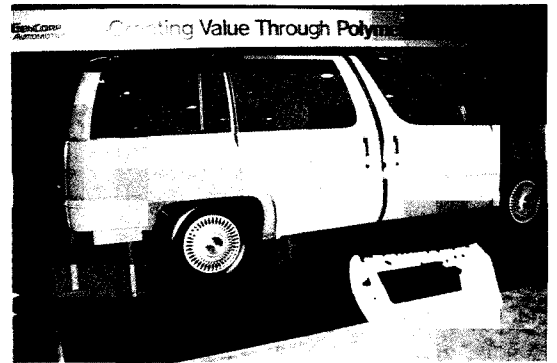


그림 4) RTM 성형된 Mini Van의 외장부품

RTM은 트럭 및 승용차의 외장부품 또는 구조 부품, 의료기구, 욕조 및 해양용 장비의 성형에 이용되고 있는데 비교적 생산성이 높으면서 기초 투자비가 적고 노동력을 절감 할 수 있으며 생산공정중의 공해발생이 적어 그 적용이 확대되고 있다. RTM 성형을 위한 핵심기술로서 Preform 제조기술, Resin Flow예측 Modeling 및 software 기술, Mold설계기술, 최적 성형조건 설정기술 및 구조물 응력-변형 Simulation 기술을 들 수 있는데 이러한 기술의 국내 정착을 위해서는 산업계, 학계, 연구계가 공동으로 연구를 추진하는 분위기가 정착되어야 할 것이다.

## 2.2 SMC(Sheet Molding Compound)

SMC란 보강재, 수지, Filler, 촉진제, 이형제 등이 혼합되어 반고체의 얇은 판형태로 제작된 것으로서 상하 Mold의 사이에 넣어 압력과 열을 가하여 성형하는데 쓰이는 재료를 뜻하는데 일반적으로 이 재료를 사용하여 성형하는 성형 공법을 뜻하

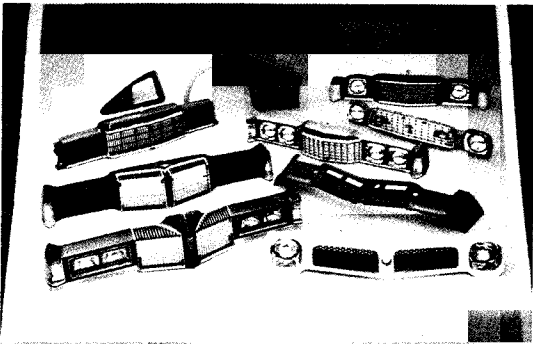


그림 5) SMC

기도 한다. SMC는 성형 Cycle Time이 짧으면서 품질 및 치수의 제어가 용이하여 대량생산에 적합하다. 그림 5은 SMC를 제작하는 과정의 개략인데 이렇게 제작된 판재형태의 반고체가 프레스 성형에 사용된다.

보강재를 제외한 모든 재료를 섞어서 Paste 형태로 만든 뒤 이를 아래 두개의 이송용 Film에 얹어서 이송시키면서 그 사이에 보강재를 넣으면서 결합시킨 뒤 수십개의 Roller 사이를 통과시키면서 눌러 섞이도록하여 SMC를 제작하는 것이다. 완성된 SMC의 점도는 약 6,000,000~75,000,000 센티포이즈 정도로서 이동보관하고 차후에 성형하기에 적당하도록 되어있다. SMC의 조성을 살펴보면 유리섬유가 28% 정도이고 나머지가 Paste인데 Paste에는 수지가 35%, 석회 59.5% 정도이고 나머지는 기타 첨가물인 것이 보통이다.

SMC는 보강재의 형태에 따라 크게 4가지로 분류되는데 그림 6에 SMC의 보강형태에 따른 분류가 나와 있다.

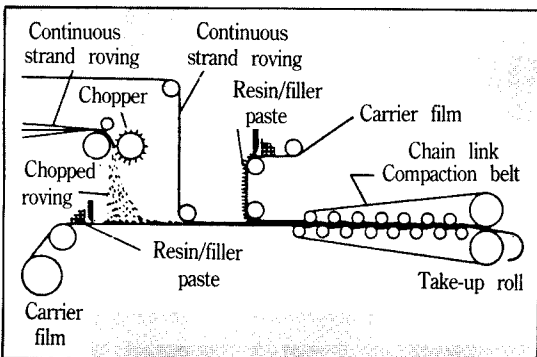


그림 6) SMC의 보강재 형태에 따른 분류

SMC-R은 Random Fiber를 사용하며 Fiber의 길이는 4~8mm 정도이다. 형상이 복잡하고, Rib, Boss 등이 많은 구조물에 사용되는데 최종 제품은 각방향에 대해서 대체적으로 균등한 것이 보통이다. SMC-C는 일방향으로 정렬된 보강섬유가 들어 있는 것으로 한쪽방향의 강도가 크게 요구될 때 사용되는데 섬유방향으로의 resin flow는 제한적으로 밖에 일어나지 않으며 섬유직각 방향으로 많이 늘이면 보강섬유가 없는 부분이 존재하게 된다는 단점이 있다.

SMC-CR은 연속섬유가 Random 섬유를 복합하여 사용하는 것이며 SMC-D는 단섬유를 방향성이 있도록 배열시킨 것인데 각각의 특성에 맞게 응용하여야 한다. Resin의 수축정도에 따라서도 그 종류를 나눌 수 있는데 일반형은 성형후의 수축이 Mold Size에 비하여 3/1000~1/100정도 나타나며 저수축형은 그이하의 수축을 보인다.

SMC는 상하의 Mold 사이에 넣어 압력 및 열로 성형하는데, 온도는 약 120~180°C 정도이며 압력은 500~2500psi정도이다. 성형 Cycle은 제품의 두께, Mold 온도, 촉진제 배합량에 따라 달라지며 일반적으로 1~4분 정도이다. 경화완료된 제품은 필요에 따라 끝부분처리, 구멍뚫기, painting등의 후가공을 통하여 완성된다.

SMC는 생산성이 높고, 복잡한 부품을 일체로

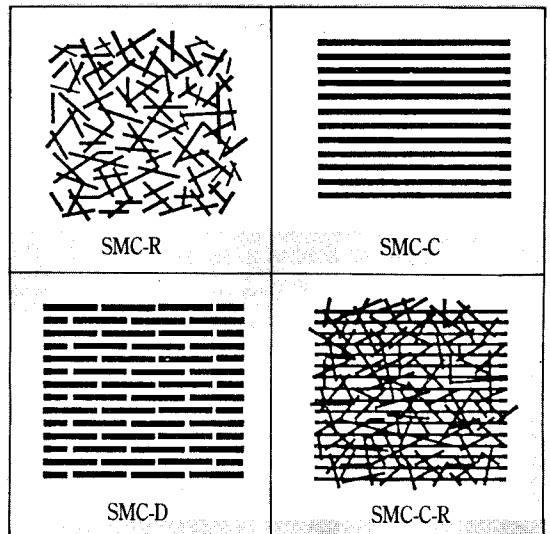


그림 7) SMC 자동차 부품

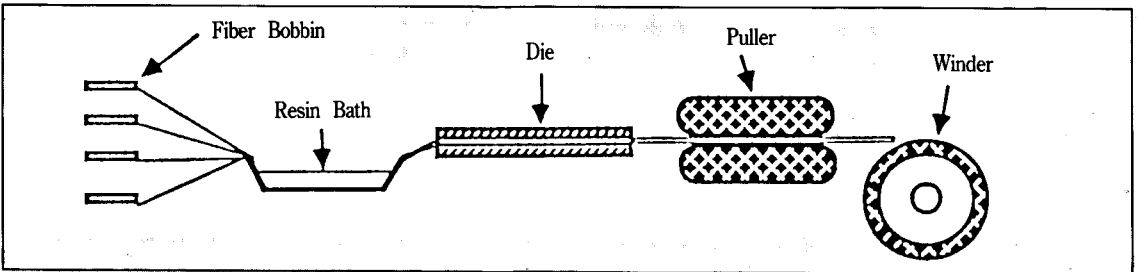


그림 8) Pultrusion성형

성형 할 수 있으며 철판가공에 비해 비교적 깊은 Drawing이 요구되는 부품도 단번에 성형할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 요구 압력이 높은 관계로 대형 Press가 필요하고 Mold의 제작비가 RTM에 비하여 높으므로 대량생산의 경우에 적용되고 있다. SMC는 주로 자동차, 전자제품 및 건축용 자재로, 대량생산되는 부품에 사용되고 있다. 그림 7은 SMC로 제작된 자동차 외장부품들을 보여주고 있다.

자동차의 다품종 소량생산 현상에 따라 SMC 보다는 RTM으로의 성형공법 이동이 이루어지고 있으나 아직도 산업 전반에 걸쳐 SMC 공법이 많이 사용되고 있다. 현재에도 매년 15~20%의 생산량 증가세를 보이고 있는 SMC 공법은 앞으로도 계속해서 기존 재료의 복합재료로의 대체를 위한 대표적인 공법으로 발전할 것이다. 보다 좋은 품질, 보다 높은 생산성을 위해서는 금형 설계기술, 성형조건 설정기술 및 후가공 처리기술의 개발 정착이 필요하다.

### 2.3. Pultrusion

Pultrusion은 장섬유를 Resin Bath에 통과시켜 Resin을 함침시킨후 가열된 Die에 통과시켜 연속적인 형상을 갖는 제품을 생산하는 방법으로 대량생산이 가능한 생산성이 좋은 제조방법이다. Pultrusion 제조공정에서 수지는 주로 Polyester, Vinyl-ester, Epoxy등의 열경화성 수지가 주로 사용되어 왔으며 이들 열경화성 수지가 Polymerization이 일어나기 위해선 열을 필요로 하나 반응이 일어나기 전에는 Monomer상태이므로 점도가 낮아 작업성이 좋은 잇점을 가지고 있다. Pultrusion성

형시 내부 결함이 최소화 되고 섬유방향이 정확하고 균일하며 우수한 질의 제품을 생산하기 위해서는 Die의 길이 Pulling force와 Speed등의 변수를 감안하여 원하는 경화반응도를 고려한 Die의 온도 및 Pulling Speed선정기술이 필요하다.

Pultrusion공정이란 일정형태의 단면을 갖는 복합재료를 일방향으로 연속적으로 성형해내는 제조방법으로 자동화가 쉽고 대량생산이 가능해 최근 들어 많이 이용되고 있다. Pultrusion 공정은 일반적으로, 수지를 섬유에 함침시키는 과정, 예열과정(수지의 종류에 따라 필요없는 경우도 있음) 가열된 die에서의 성형 및 경화과정, 적절한 당기는 속도에 의한 pulling과정, Cut-off과정으로 이루어져 있다. 이때 가열된 Die의 형상에 따라 제품의 모양이 결정된다.(그림 8)

Pultrusion 공정에서 사용되는 재료는 섬유보강재, 기지재료, 반응촉진제, 충전재로 구분된다. 섬유보강재로는 주로 Glass-fiber, Carbon-fiber등이 사용된다. 기지재료는 다시 크게 열경화성 수지와 열가소성 수지로 나뉘는데, 열경화성 수지는 후가공이 어렵지만 점성이 낮아 작업성이 좋아 이제까지 주로 이용되어 왔으며, 열가소성 수지는 후가공성이 용이하다는 잇점이 있어 점도가 높다는 단점에도 불구하고 요즘에 와서 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

Pultrusion의 경화과정은 가열된 Die내에서 일어나게 된다. 수지가 함침된 섬유가 Die로 들어가게 되면 표면부터 온도가 상승하기 시작한다. 수지와 섬유는 열전도 계수가 작기 때문에 초기에는 표면이 중심보다 온도가 높은 상태를 유지하게 된다. 그러므로 경화반응은 표면에서 부터 일어난다. 열경화성 수지의 경화반응은 발열반응

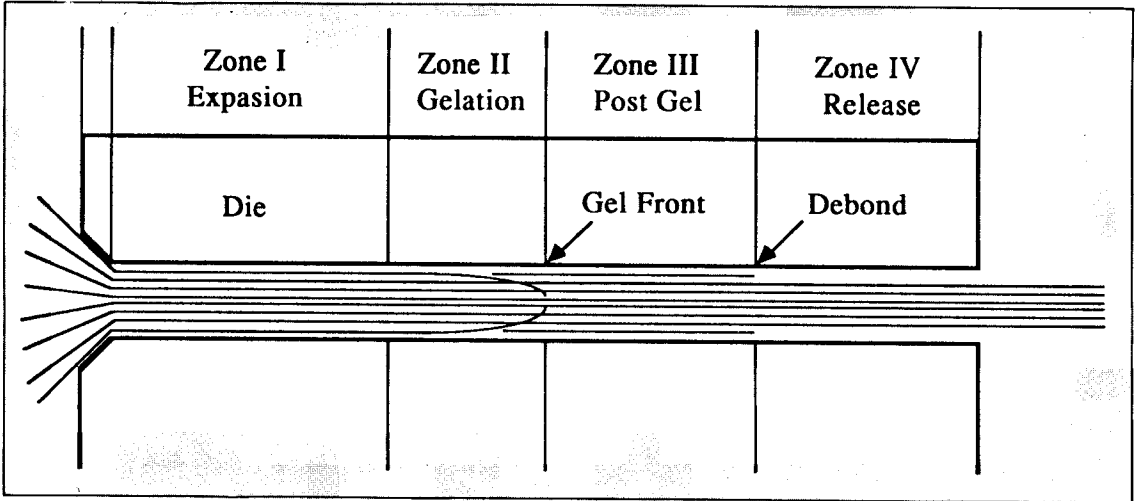


그림 9) Die내에서의 경화 메카니즘

으로, 경화반응중의 발생열은 외부로 전달되어 나가기도 하지만 내부로도 퍼져나가게 된다. 내부로 전달된 열은 그 부분의 반응을 촉진시키게 된다. 이러한 현상이 중심에까지 이어가면서, 중심부위에서 발열반응이 급격히 일어나게 된다. 이때 발생한 열은 복합재료의 낮은 열전달계수 때문에 표면쪽으로 전달되지 못하고 중심부위의 온도를 상승시킨다. 결국 경화반응이 급격히 일어날 때는 중심의 온도가 표면의 온도보다 높아지게 된다.

수지의 발열이 끝나게 된 후에는 중심 부위의 열에 표면쪽으로 전달되면서 경화된 복합재료는 수축하게 되어 Die와 분리되며, 분리된 이후에도 수축은 계속 일어나며 이때의 상태가 복합재료의 표면상태의 질을 결정하게 된다.

전술한대로 복합재료가 Die내에서 겪는 경화과정을 단계별로 도시하면 그림 9과 같다.

Pultrusion에 성형에 있어서 가장 핵심적인 기술로는 수지선정기술, Fiber placement 제어기술 및 Die 온도제어기술 등이다. 수지선정은 제품의 기계적 특성, 성형온도 및 내식성 등과 관계 있을 뿐만 아니라 수지함침성 등과 매우 밀접하다. 성형된 제품의 섬유분포가 균일하여야 강도를 높일 수 있으므로 Fiber placement 제어기술은 무엇보다 중요하며, 이를 위해 Fiber Guide System을 설계하여야 한다. Pultrusion 성형은 타 성형법에 비해

생산성이 높으며 pull out speed 조절이 중요하다. Die의 온도제어는 생산성과 기계적 특성에 크게 영향을 미치므로 Die의 온도, Heatup Rate, Cooling Rate의 제어는 가장 중요한 기술이라 할 수 있다.

최근 항공기 부품 등 고품위 구조물에서의 Pultrusion 성형 적용이 활발해짐에 따라 Tube와 Rod 등과 같이 단순한 제품의 형상에서 Channel, I-Beam, Box형 등의 복잡한 형상으로 다변화됨에 따라 Die의 설계 및 Heating Control이 제어기술 개발에 열을 올리고 있으며, 특히 길이 방향의 섬유 배열밖에 성형할 수 없는 Pultrusion 성형의 단점을 보완, 섬유각도를 다양하게 성형할 수 있는 기술 개발에 관심을 모으고 있다. 그리고, 수지 함침이 용이하지 않는 열가소성 수지 복합재료 Pultrusion 성형을 위해 Tapered Die에 의한 강제적 압력이 가해질 수 있는 성형방법 개발이 수행되고 있다.

최근 Braiding 기술과 Pultrusion 기술을 접목시킨 Braided Pultrusion 성형기술 개발에 관심을 갖고 있는데, Pultrusion 성형기술로는 축방향의 보강만 이루어지므로, Filament Winding 성형에서 처럼 섬유방향을 가질 수 없으므로, 축방향 이외의 방향에의 기계적 특성이 취약하기 때문에 섬유의 방향에 대한 유연성을 부여시키기 위해 연구수행되고 있다. 이 성형법은 기존의 Pultrusion 성형장치에 섬유공급장치 대신 Braiding M/C을 장



그림 10) Braided Pultrusion 장치

착하여 보강섬유를 직조한 preform이 수지함침장치에의 수지를 함침시킨 다음, Die에서 경화되는 것이다. 그림 10은 한국기계연구원 복합재료실에서 본성형법 개발을 위한 실험장치이다.

Braided Pultrusion은 기초의 Filament Winding 법이나 Pultrusion법의 장점을 취하고 단점을 보완한 성형법으로서 Filament Winding법의 단점인 생산성을 향상시키고, Pultrusion법의 단점인 성능을 보완할 수 있다. 표 1은 이를 3가지 성형법을 생산성과 성능면에서 비교한 것이다.

그러나, 아직도 실용화를 위해서는 몇가지 해결해야할 문제를 안고 있다. 한개의 성형제품마다 Braiding M/C을 모두 장착해야 하므로 성형장치 비용이 매우 높아질 뿐만아니라, 넓은 공간을 요구하고 있으며, 성형제품 크기(직경, 두께 등)에도

표 1) 각성형법의 생산성 및 성능 비교

구 분	Filament Winding법	Pultrusion법	Braided Pultrusion법
생산성주1)	4~5시간	2~3분	2~3분
성형가능길이	10m이내	제한없음	제한없음
최대압력주2)	190 기압	28 기압	190 기압

주1) 제품 두께 1mm, 길이 1m 기준으로 한 것임.

주2) 기계적 특성은 여러가지가 있으나, 응용제품 중 가장 널리 쓰이고 있는 파이프의 내압 능력을 비교한 것임.

보강섬유는 E-Glass, 수지는 Epoxy 혹은 Polyester

제한을 다소 받고 있다. 또한 Braiding된 Preform에 수지가 100% 함침될 수 있는 수지함침 장치에 대한 Idea가 요구되고 있다.

### 3. 결 론

현재 복합재료 생산성 향상을 위해 기존의 성형법을 보완하거나 신공정을 개발하여 자동화 및 성형시간 단축에 다각적으로 연구 개발 수행중에 있다. 국내에서 뿐만 아니라 전 세계적으로 복합재료 원소재의 가격은 점차적으로 하락하고 있지만, 국내의 임금이 상대적으로 상승하고 있어 전체 생산 단가는 더욱 높아지고 있는 실정이다. 따라서 RTM, SMC 및 Pultrusion 등의 기존 성형기술 보완과 개선이 요구되며 신성형공정 개발이 더욱 절실히 필요하다. Expert System을 이용한 Autoclave 성형기술이나 열가소성 수지 복합재료의 Thermoforming 기술 및 Diaphragm 기술 등의 실용화와 RRIM, TERTM, SRIM 등의 신성형공법의 개발이 요구되는 때라 생각된다. 이들 성형기술의 개발을 위해 선진국들은 치열한 개발 경쟁에 주력하고 있는 반면 국내에서는 아직 개념 도입 단계에 머물고 있는 실정이며, 앞으로 복합재료 산업을 보다 활성화하고 성형제품의 경쟁력을 강화시키기 위해서는 이들 성형기술의 연구 개발이 반드시 수행되어야 할 것이다.