

강화 플라스틱 자동차 차체의 설계제작을 위한 방법 및 유럽의 실용화에 대한 연구

The Study of Methods for Design Manufacture to Fiber Glass Reinforcement Plastic Automobile Body and Practicalize to European Automobile

박 인 송
I. S. Park



박 인 송
• 1960년 8월생
• 강화플라스틱 자동차 차체
• 기아자동차(주) 중앙연구원

1. 서 론

자동차 산업이 국내외적으로 한 국가의 경제에 주도적인 산업으로 발전됨과 동시에 국내에서도 자동차 메이커들이 품질이 우수한 자동차 제작을 위해 막대한 투자를 하고 있다. 국가정책 역시 2,000년대에는 5백만대의 생산국을 목표로한 계획이 수립 발표 되었으며, 금년에는 총 2백 40 여만대를 생산할 계획으로 캐나다에 이어 5위를 마크할 것이라고 한다. 이러한 장기 계획에 맞추어 자동차의 개발은 적은 투자비와 짧은 개발기간에 가격 경쟁력이 우수하고 소비자에게 매력에 있는 성능이 우수한 조건을 고루 갖춘 상품을 만들어내는데 있다. 특히 최근에는 환경라운드(G.R)가 강조되는 상황에서 이에 대비하여 차체의 경량화와 소량 고급 차종에 눈길을 돌리고 있는 실정이다. 이러한 차종을 개발하는데 적합하고 초기 설비 비용을 낮출 수 있는 강화 플라스틱 복합재료 차체를 개발 연구 되어야만

하는 상황에 초점을 맞추어 지고 있다. 외국 선진 자동차의 경우는 자동차 차체뿐만 아니라 내장, 엔진, 샤시, 전장분야에 이르기까지 응용되고 있으며 국내의 경우도 지금까지는 내장부품 및 외장부품의 일부 소품에만 적용되었으나 차체 전 부위를 강화 플라스틱 소재로 제작할 수 있는 많은 연구가 진행되고 있다.

본 논고에서는 이와 같이 강화 플라스틱으로 차체를 제작하고자 할 경우에 고려해야 할 요건과 이에 대한 제작공정을 특징별로 기술하고 유럽의 실용화 예를 분석함과 동시에 유럽 유명 차종의 차체를 부위별로 물리적 특성을 분석하여 차후 강화플라스틱 자동차 차체는 물론 내장, 외장, 샤시, 전장부품 설계 및 제작시 보탬이 될수 있는 자료를 만들고자 한다.

2. 열경화성 엔지니어링 플라스틱의 개설

먼저 복합재료가 만들어 지는데 필요한 성분인 열경화성 수지의 개요를 이해 할 수 있도록 다음과 같이 서술하고자 한다.

엔지니어링 플라스틱의 정의가 확립되지 않았지만 범용 플라스틱이 대량생산, 대량소비에 의한 Cost 저하를 주안하고 있는데 대해 가격보다도 성능이 중시되며 금속, AL 등 강성제품의 대체 방향을 지향하고 있는 것이 특징이다.

또 기능의 포인트를 이루는 기구부품, 고도 절연부품 또는 이에 준하는 중요한 공업부품에 사용되는 플라스틱이라고 해석된다. 공업부품 특히 기구부품 재료로서 플라스틱에 요구되는 성능은 기계강도, 내열성, 내약품성, 치수안정성 등인데, 열경화성 수지는 본래 그들의 특성에 있어서 우수한 점이 많다. 그럼에도 불구하고 엔지니어링 플라스틱이라고 하면 일반적으로 열가소성 플라스틱이라고 받아들여지는 것은 엔지니어링 플라스틱이라는 말이 어느 열가소성 수지의 개발 판매에 있어서 그 캐치프레이저로서 생긴 것이며 또 종래 열경화성 수지의 성형방법인 압축성형법, 트랜스퍼 성형법 등으로 생산성이 나빠서 엔지니어링 플라스틱이라는 말의 이미지에 맞지 않았던 이유이기도 하다. 그러나 사출 성형기술의 진보로 열경화성 수지는 기구부품으로서의 성능이 기계적 면에서 열가소성 수지보다 우수해서 엔지니어링 플라스틱이라고 인식하지 않을 수 없다.

열경화성 수지에는 플라스틱 중에서 가장 오래된 페놀 수지와 수신폰에 이르는 수지가 있으며 전체 플라스틱의 20~30%를 차지하고 있다. 플라스틱은 사용된 이래 역사가 짧은 것이 많고 그 수명이나 파괴, 열화의 기구가 충분히 파악되어 있지 않은 중에서 열가소성 수지에 비해 열경화성 수지는 비교적 오랫동안 되어져 왔다. 열경화성 수지는 분자량이 수백에서 수천정도로 비교적 작은 프레폴리머로 경화제, 가교제를 배합하여 가공하며 프레폴리머의 반응을 이용해서 3차원 구조의 거대 분자를 형성시킨다. 3차원 구조의 형성에 의해 경화한것은 다시 가열해도 용융하지 않고 용제에도 녹지 않는다. 열경화성 수지의 성형재료는 그 자체가 복합재료이고 수지와 충전제의 종류에 따라 내마모성, 유전성, 자성 등 여러가지 특성을 부여할 수 있다. 이와 같은 화학적 형태 및 배합조성으로 열경화 수지의 기본성질은 결정지워진다. 우선 특성면에서는 구성분자가 서로 3차원으로 결합되고 또한 다량의 충전제가 배합되어 있으므로 전기적, 기계적 성질이 넓은 온도 범위에서 안정적이고 내열성, 내피로성, 내연성 등의 제특성이 우수하

다. 성형면에서도 저온에서 용융시켜 경화시킬 수 있는 특징이 있다.

종류로는 경화할때의 반응형태에 따라 「축합중합형」과 「부가중합형」의 두 종류로 대변된다. 축합중합형으로서는 페놀 수지, 유레아 수지, 멜라민 수지 등이 있다. 이들은 축합에 의해서 발생하는 수분이 재료중의 부착수 등의 휘발분과 함께 성형시 성형품으로 이탈된다. 부가중합형에는 불포화 폴리에스테르 수지, 다아릴프타레이트 수지, 에폭시 수지 등이 있다. 이 경우 축합중합형에 있는 성형시의 축합에 의해 발생하는 수분이 없으므로 성형시에는 가스분은 상당히 적다. 이와같이 종류가 많으므로 충전제와의 조합으로 여러가지 특징을 가진 성형재료를 만들 수 있다.

그러므로 성형재료의 종류별 특징을 그 구성재료의 관련을 충분히 이해하고 농도에 적합한 성형재료와 그 가공방법을 선택하는 것이 중요하다.

3. 강화 플라스틱의 개요

강화 플라스틱(Fiber Reinforcement Thermoplastic : FRP)는 Polyester 수지, Glass 섬유 그밖의 목적에 부응하는 무기질의 충전제 등을 섞어 만든 복합재료로서 각각의 장점을 살려 일반적인 플라스틱, 금속 목재 등 다른재료에서 찾아 볼수 없는 우수한 특성을 가진 재료라 말할 수 있으며 최근에는 이 소재를 응용하여 자동차 차체의 제작을 위해 많은 연구가 이루어지고 있다.

기본적으로 FRP는 앞에서 언급한 바와같이 수지(Resin)와 유리섬유(Glass Fiber)가 Laminate되어 만들어지는데 수지의 종류는 상기 단원에서 언급하였으며, 유리 섬유(Glass Fiber)의 종류는 다음과 같다.

- ① Woven Roving(WR)
- ② Milled fibers(MF)
- ③ Sheet Molding Compound(SMC Roving)
- ④ Continuous Stranded Mat(MAF Cont)
- ⑤ Chopped Stranded Mat(Mat-C. S)
- ⑥ Chopped strand(CS)
- ⑦ Bulk-Molding Compound using Chopped strand(BMC-CS) 등이 있으며 그 형상은 그림1과 같다.

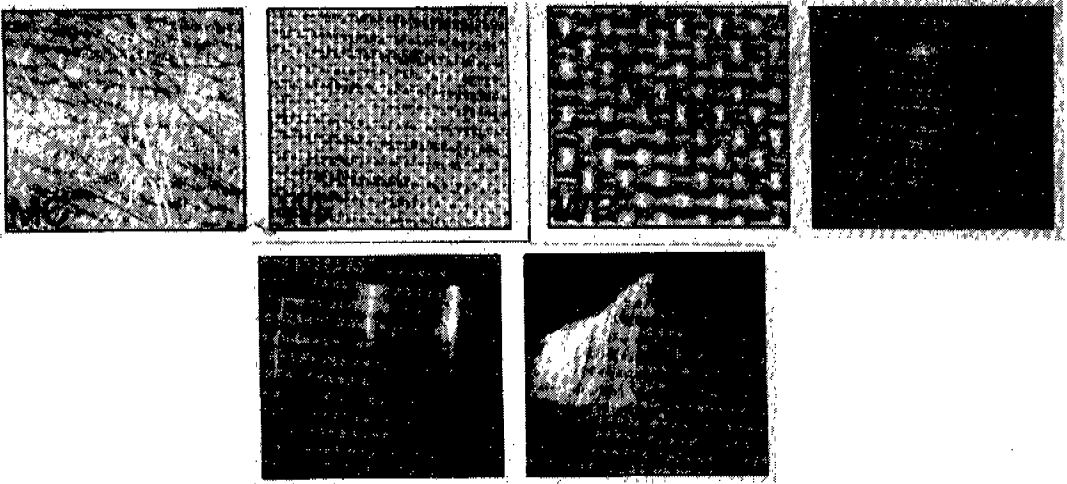


그림 1

장점을 열거하면

- ① 가벼우면서 튼튼하다.
- ② Design의 자유도가 크다.
- ③ 경시변화가 적다
- ④ 전기적 특성이 우수(절연성)하다.
- ⑤ 열적 성질이 우수하다.
- ⑥ TEXTURE가 좋다.

등이 들 수 있다.

특히 열학적 특성은 상온부근에서는 온도 및 습도의 영향을 받지 않으나 전기적 특성은 습도와 온도에 민감하다. 작업 표준은 온도는 20°C, 습도 65%로 하고 있다.

4. 강화 플라스틱의 제작

4.1 강화 플라스틱(F.R.P)의 설계과정과 분석

FRP는 인위적인 복합재료 중의 하나로 자체적인 Anisotropic(이방성)한 성질을 가지고 있어서 역학적으로 완전히 설계하기가 어려우며 Test 방법도 표준화 되어 있지 않고 시행착오가 많다.

FRP의 설계는 기계적인 면과 화학적인 면으로 나눌 수 있으며 두가지 면을 만족시키지 않으면 원하는 특성을 가진 제품을 얻을 수 없으며 경험적인 기술과 우수한 장비도 필요로 한다.

4.1.1 기계적인 측면

복합재료는 가볍고 높은 강도와 강성을 가진 재료로서 소성변형이 거의 일어나지 않으며 충격과 피로에 강하고 부식에 강하므로 높은 하중을 받는 구조물에 사용되고 있다. 섬유보강재와 모재로 구성된 복합재료는 구조물의 주응력 방향으로 배열하므로써 높은 응력에 견딜 수 있게 설계 할 수 있다.

복합재료 구조물은 Table 12와 같이 구조적 분석과 재료 분석을 동시에 해야 한다. 이 그림의 재료 분석과정은 Lamina의 기계적 성질과 Laminate의 기계적 특성을 알기위해서는 섬유의 방향과 그에 수직인 방향의 탄성계수와 강도를 알아야 한다. Lamina의 탄성계수는 각 Lamina의 탄성계수와 적층순서 및 Lamina 간의 각도에 의존하므로 이 요소들의 조합으로 계산하여 구하며 실제로 이 계산은 굉장히 복잡하며 어렵다. Lamina의 탄성계수를 알면 Laminate의 응력과 변형을 사이의 관계식을 구할 수 있다. 이러한 재료분석이 끝나면 구조분석을 한다.

구조분석은 먼저 구조물의 형상과 그 형상이 받는 하중 주위 환경을 고려하여야 한다. 이러한 매개변수는 Laminate의 탄성계수와 더불어 구조물의 최적설계의 입력자료가 된다. 최적설계 과정에서 최소 중량의 구조물을 만들기 위해 섬유의 방향, 두께 및 적층 순서를 결정해야 하며 다음

으로 구조물에 어떤 부위의 응력이 구조물의 강도를 증가하는지 결정하기 위해 응력분석을 하고, 만일 강도 결함이 생기면 두께, 각도, 적층순서 등 형상을 변경시켜야 한다. 이런 과정이 끝나면 구조실험을 한다.

4.1.2 화학적인 측면

화학적인 면은 주로 모재인 플라스틱 수지의 문제로서 보강재와 수지간의 결합을 증진시키는 것과 Void의 함량을 최소화 하는 것, 수지가 보강재에 잘 젖어들게 하는 것이다. 내구성이나

내후성이 강한 수지가 되도록 수지의 Formulation (수지에 대한 처방)을 조절하고 제작공정에서의 문제가 되는 수지의 점도, 변화시간, 변화온도, 작업허용시간 등을 고려해야 한다.

4.2 강화 플라스틱의 제작 공법

FRP(강화 플라스틱) 제작공법은 제품의 용도와 경제성에서 크게 지배를 받는다. 그러므로 자동차 차체를 제작하려고 할 때에는 특히 생산량, 정밀도(치수안정성), Tooling비 등을 고려하여 공정을 잘 선정하여야 함을 명심해야 한다.

FRP제품은 다른 소재보다도 경험적인 요소가 많이 작용하며 제작 기술에 따라 품질이 크게 달라지고 특히 작업 환경이 큰 영향을 미친다는 것을 항상 작업자에게 교육 주입시켜야 한다. 작업장의 온도, 습도, 청결한 공간, 소재의 보관 상태 등을 정기적으로 점검하여 품질의 안정성을 정착시켜야 한다.

그러나 현재 관련 업체들의 시설이 상당히 낙후되어 있고 작업자의 기술이나 능력이 체계적인 교육이 되지 않은 상태이므로 현재로서는 중요한 부품의 품질을 확보하는데는 어려움이 많다.

일반적으로 Mached Diemoling과 Contact Molding의 제작 공정은 그림2의 Flow와 같이 전개 된다.

Table 1. 일반적인 FRP의 설계과정

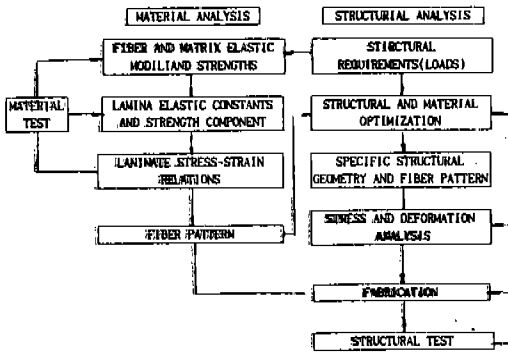
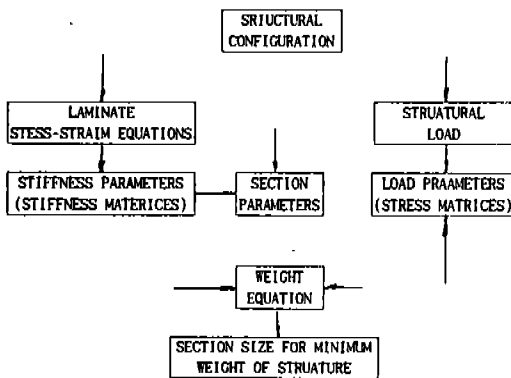


Table 2. FRP의 구조 및 재료 최적설계



4.2.1 제작공법의 종류

(1) Matched Die Molding

1) Compression Molding

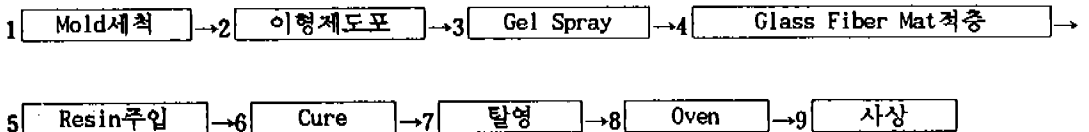
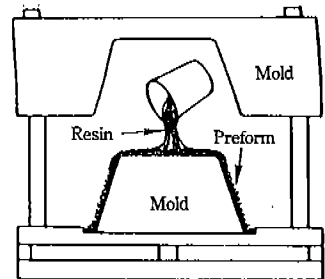
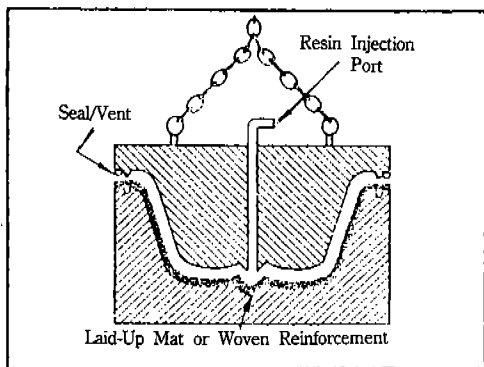


그림 2

2) Resin Transfer Molding : R.T.M

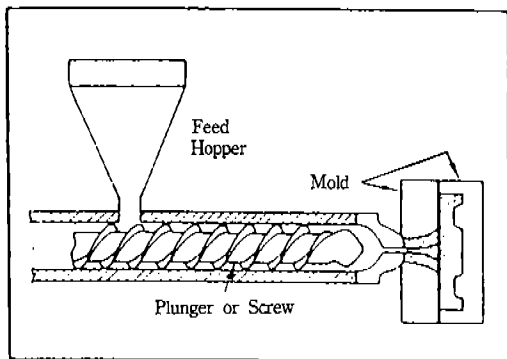


종류로는

- ① Perform
 - ② Sheet Molding Compound : S.M.C
 - ③ Bulk Molding Compound : B.M.C
 - ④ Low Press Molding Compound : L.P.M.C
- 등이 있다.

3) Vacuum Assisted Resin Injection : V.A.R.I :
RTM의 일종으로 RTM공정에 Vacuum을 걸어주는 공법이다. 장점으로는 기포발생율이 현저히 감소된다.

4) Injection Molding



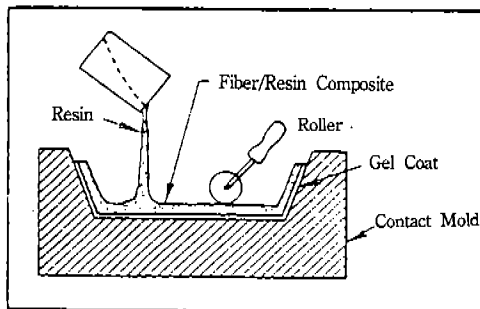
5) Cold Press Molding : C.P

Hand Lay-Up 공장에서 진보한 것으로 적층이 완료된 상태에서 H.L.U은 그대로 방치되나 Cold Press Molding는 상형 Mold가 있어 위쪽에서 Press하는 공정을 말함. 제품상 H.L.U과 외관상

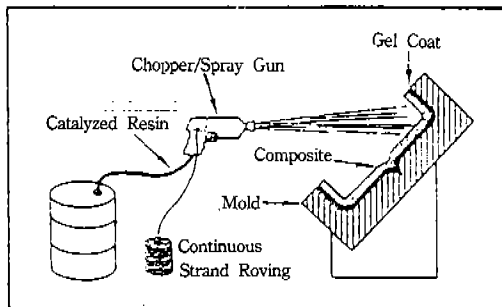
다른것은 양면이 매끈하다.

(2) Contact Molding Methods

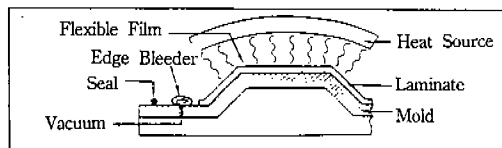
1) Hand Lay-Up : H.L.U



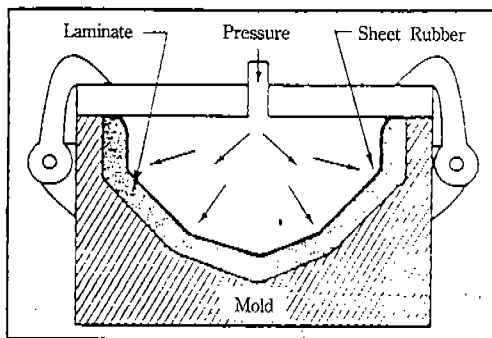
2) Spray-Up : S.P



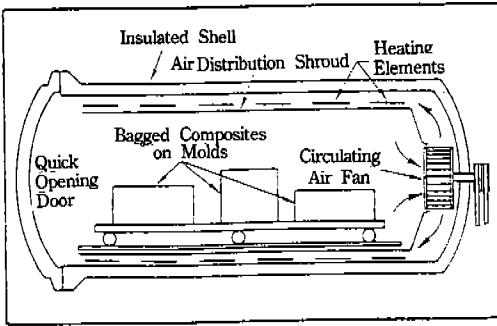
3) Vacuum Bag



4) Pressure Bag

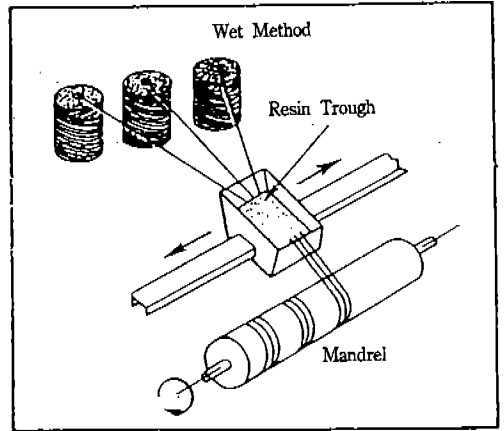


5) Autoclave

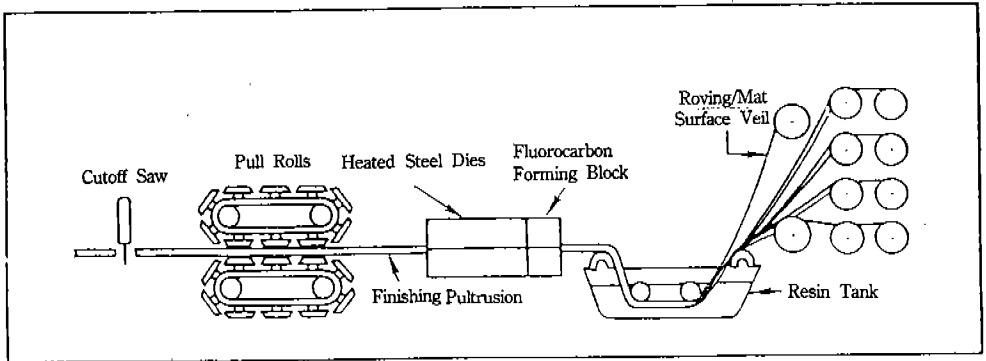


(3) Other Significant Molding Methods

1) Filament Winding



2) Pultrusion



3) Continous Laminating

Chopped Roving과 Reinforcing Mat 그리고 Fabric을 수지(Resin)와 Combin 한후 Sandwich하는 공법. 넓은 Panel류 또는 Corrugate Constraction Paned 등에 사용된다.

5. 제품검사 및 Recycling에 대한 현황

제작공법에 의해 제작된 제품은 품질평가를 받아야만 한다. 왜냐하면 Steel이나 AL처럼 규정된 Test에 의해 제작된 소재가 성형 금형에 의해 필요 형상을 만들면 그후 그 품질평가 기준은 소재가 아니고 제품의 형상에 있는데 반해, FRP 소재는 Mold에서 수지와 Glas Fiber Mat가

적층으로 화학반응에 의해 만들어져서 Mold 형상과 같은 제품이 바로 품질평가기준이 되게 된다.

이때 또 한가지 검사를 꼭 해야하는데 이것이 재질분석이다. FRP의 내부에 생긴 Void가 생성되어 있는지, 분순물과 그리고 수지와 Mat는 균일하게 적층되어 있는지 검사하는 것이다. 이 검사가 완벽히 이루어져야만 자동차 차체 전체를 강화 플라스틱으로 대체하거나 또다른 구조물에 적용되었을 때 Warranty를 만족시킬 수 있다. 그래서 그 대책의 연구가 활발히 진행되고 있는데 방법으로는 복합재료의 비파괴시험으로써 전자기적방법, 초음파방법, AE방법 등이 있다. 국내의 수준이 아직 미흡하여 실용화 역시 미흡한 실정

Table 3 Test for thermosetting FRP laminates

Properties	Specifications			
	ASTM	JIS	ISO	IEC
Tensile strength	D-638	K-6911	R-527	-
Compressive strength	D-695	K-6911	R-747	-
Flexural strength	D-790	K-6911	R-178	-
Shear strenght	D-617, 732	-	-	-
Impact strenght	D-256	K-6911	R-179,180	-
Heat resistance	D-635	-	-	-
Thermal expansion	D-696	K-6911	-	-
Water absorption	D-570	K-6911	-	-
Specific gravity	D-792	K-6911	R-62	-
Dimension	D-374	K-6911	-	-
Hardness	D-785	K-6911	-	-
Dielectric constant	D-150	K-6911	-	-
Resistivity	D-257	K-6911	-	P-93

이다. 그렇기 때문에 관련 제조업체는 자체 검사시설 확충에 많은 투자가 요구되며 기초연구기관에서는 보다 활발한 연구가 필요하다. 외국의 경우는 그 방법이 정량되어 있으며 그 관리 System도 정착되어 있다. Table 3은 해외 각국에서 이미 제작되어 사용중인 복합재료 시험에 관련된 규격의 요약표이다.

FRP제품의 근본적인 문제는 Recycling이 미흡하다는 것이다. 국내의 경우나 국외의 경우도 재생의 활성화는 동일한 실정이며 국내의 경우 현지 처리방법으로 법적 근거에 의거하여 (환경폐기물 시행규칙 별표12) 폐기 하고자 하는 폐기물을 15cm 정도로 파쇄후 소각하여 지정된 매립지에 매립하도록 규정하고 있으며 이것을 처리하는 관련업체는 소각전문회사와 소각물 수집운반회사로 구분되어 있어 폐기물처리를 원하는 업체는 이들 업체에 위탁하여 처리하고 있다. 그런데 그 소요비용이 고가이기 때문에 강화 플라스틱제품 가격의 상승요인으로 작용하게 되어 가격경쟁력을 떨어지게 하는 원인이 된다. 그렇기 때문에 FRP제조회사 자체적으로 그 시설을 갖추고 장기적인 안목으로 보다 많은 투자가 되어야 할 것이다.

그리고 Recycling 방안으로 소각하거나 건축골재 또는 FRP 자체 보강제로 활용하거나 완전 원자재 재활용으로 처리되는 방안등이 연구 중이다. 유럽의 경우는 강화 플라스틱 제조관련 업체 즉 OWENS CORNING, BASF, BWR CRAY VALL, DOW-PLASTIC, DSM, DUROFORM, MENZOLIT MITIAS, VETROTIX 등이 CONSORTIUM을 형성하여 독일의 RASTATT에 "ERCOM" 재생연구기관을 설립운영하고 있다. 우리나라 역시 관련 메이커들이 활발히 투자와 국가정책의 입안이 필요하다.

6. 유럽 자동차의 강화 플라스틱 실용화 분석

지금까지 강화 플라스틱의 개요와 제조공법에 대해 서술하였고 이러한 기술을 응용하여 유럽 선진 자동차 메이커들은 자동차의 부위별로 어떻게 응용 했으며 어느정도 실용화하고 있는지를 분석하여 실용화 경험치로 활용하고자 한다.

특히 차체 및 외장, 내장, Engine 부대부품, 전장부품 등의 이용한 공법과 분석결과에 있어서 재료성분은 자세히 이해해야 한다. 그리고 국내

자동차 산업의 기술수준이 기업을 상징할만한 이미지 Making 차량이 요구되는 시점이므로 차체를 경량화하는 것은 필수적이라 하겠다. 이러한 관점에서 선진 자동차 강화 플라스틱 실용화 부품을 분석하여 Data화 하고자 한다.

분석자료는 영국의 OWENS CORNING社의 1992년 Model Years 자료를 근거로 하였으며 이에 대한 분방식은 실용화 자동차 현황, 공법의 적용 현황, 차량부위별 실용화 현황, 공법별 Laminating 현황 순으로 서술하였다.(표 1, 2, 3, 4)

유럽의 강화 플라스틱 실용화 사례를 분석한 결과 약 200여종의 차종에 대해 실용화된 것을 알 수 있었으며 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 1) Suspension, Chassis, Frame Component Group에서 Bumper류를 실용화 하였으며, 조사대상에서 약 9.4% 차지했다.
- 2) Body Panel I Exterior Component Group에서는 Grille의 8 Parts가 실용화되었으며 그 세부 Items은 다양했다. 여기서 특히 주시해야 하는것은 Full Car Body를 전부 강화 플라스틱으로 실용화한 경우로써 조사대상의 약 0.87%였으며 차종은 Lotus Elan 등 3개 차종이었다. 그리고 그 Group의 조사대상 실용화는 38.4%를 차지했다.

- 3) Under The Hood Components Group에서는 Belt Cover의 7 Parts가 실용화 되었으며 그 비율은 25.4%
- 4) Passenger Compartment Component Group에서는 Instrument Panel 의 5개 Parts 그 비율은 32.1%였다.
- 5) Electrical System Component Group에서는 Distributor의 2개 Parts로서 3.8%를 차지했다.
- 6) Transimission/Drive System Component Group에서는 Transmission Parts에서 조사대상 중 0.7%은 실용했음을 알았다.

그리고 적용공법은 RTM 의 약 7개 종류를 적용하였고 Fiber Glass Mat와 Resin(수지)의 Maching은

- 1) RIM에서 UP+MF 의 6 Case(6-3 단원 참조)
- 2) HLU의 경우는 UP+MAT. CS 의 3 Case(6-3 단원 참조)
- 3) Compress의 경우 UP+SMC Romving 의 3 Case(6-3 단원 참조)
- 4) GMT의 경우 PP+MAT Cont 의 2 Case(6-3 단원 참조)
- 5) RTM의 경우 UP+MAT Cont의 1 Case(6-3 단원 참조)

표 1 유럽 강화 플라스틱 적용 자동차 현황

차 종 명	모델수	실 용 화 數
Alfa Femeo	5	22
Audi	12	61
Bmw	15	38
Citroen	6	66
Chrysler	2	1
Ferrair	5	14
Ford	9	18
Fiat	9	49
Mercedes	14	31
Vw	9	25
Volvo	10	46
Vauxhall	12	1

차 종 명	모델수	실 용 화 數
Jaguar	3	1
Rover	12	23
Rolls Royce	12	22
Remault	9	66
Lancia	8	47
Land Rover	1	1
Lotus	5	11
Opel	6	8
Saat	5	22
Saab	1	11
Peugeot	14	107
Porsche	9	18

표 2 공법에 따른 수지와 fiber Glass Mat와의 조합에 대한 분석

공 법	Resin	Fiber Glass MAT	적 용 범 위	
RIM	UP	MF	Bumper/Body Panel&Parts/Roof Component	
	UP	C.S	Body Panel Parts/Grille/Roof Component	
	UP	MF-C.S	Spoiler	
	UP	MAT-C.S	Spoiler/Under the Hood Parts/Seat Component	
	UP	Roving	Exterior Parts	
	UP	MAT	Trim Components(Headliner)	
	UP	MAT-C.S	Body Panel/Instrument Panel&Parts	
H.L.H	UP	MAT-C.S	Bumper/Complete Body/Roof Component/ Spoiler 등	다용도
	UP	MAT-C.S	Bumper	
	PF	MAT-C.S	Body Panel/Air System/Belt Cover/Moter Parts 등	
	UP	MAT-C.S/WR	Headlamp Surround Parts	
Compression	UP	SMC Roving	Bumper/Body Panel&Parts/Floor/Grille Roof Exterior Parts	
	UP	MAT-Cont	Instrument Panel/Trim Components	
	UP	MAT-C.S	Seating Component/Trim Components	
	UP	Roving	Seating Components	
GMT	P.P	MAT-Cont	Bumper/Fan Shroud/Parts/Under the Hood Parts/Seating Parts 등	
	UP	C.S	Body Panel&Parts/Grille/Spoiler	
	UP	MAT-C.S	Seating Component/Trim Components	
RTM	UP	MAT-Cont	Body Panel/Complete Body&Partical/Roof Spoiler 등	자동차차체에 주로사용
	PF	MAT-Cont	Passenger Component	
Blow Molding	P.P.EDDM	C.S	Body Panel&Parts	
S.U	PE	S.U Roving	Complete&Partical Body/Heating Housing Parts	
Extrusion	P.P	C.S	Instrument Panel&Parts	
Injection	PBT	C.S	Bumper/Grille/Spoiler/Door Handle 등	내장장부품에 주로사용
	PA	C.S	Door Handle/Air System/Belt Cover	다용도
	P.P	C.S	Air Handle/Air System/Belt Cover	
	T.P.U	C.S	Handle 등	
	ABS	C.S	Exterior Parts/Instrument Panel Parts	
	P.P	C.S	Door Handle/Grille 등	
	PA/P.P	C.S	Belt Cover/Door Handle	
	PM	C.S	Door Handle 등	
P.C	C.S	Electrical Parts		

표 3 제작 공법별 실용화 분석

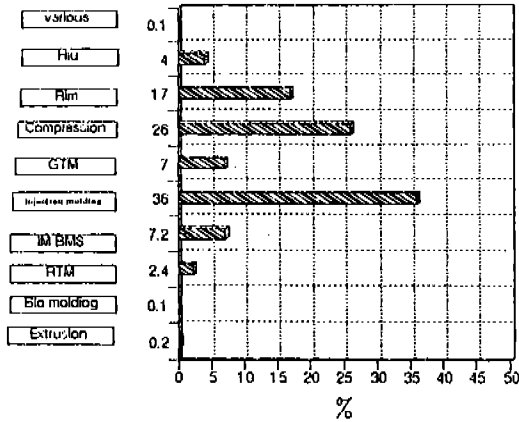


표 4 부위별 실용화 분석

- 1. Suspension CHASSIS FRAME Component
- 2. Body Panel & parts

- 3. Under the Hood Components

- 4. Passenger Compartment Component

- 5. Electrical System Component

- 6. Engine / Drive System Component

- BUMPER
- Body Panel & Parts
- Complete / Partical Body
- Door Handle
- Grius
- Headlamp Surround & Parts
- Roof Components
- Spoiler
- Tail Lamp Housing
- Exterior Parts
- FAN Shroud & Parts
- Air system
- Bolt Cover
- Engine Cooling FAN & Parts
- Heater Housing & Parts
- Radiator Parts
- Motor Parts
- Under the Hood Parts
- Door Handle
- Instrument Panel & Parts
- Seating Components
- TRIM Coponents
- Passenger Components Parts
- Electrical Connector Plug
- Electrical Parts
- Distributor Cap
- Transmission

6) Blowmolding의 경우 P.P+C.S(6-3 단원 참조)

7) Injection의 경우는 PBT+C.S의 8 Csaе의 Matching을 나타냈다. MAT와 Resin의 Matching은 강화 플라스틱의 기계적, 화학적 물성치를 결정짓는 과정이므로 분석사례를 면밀히 연구하여 응용할 수 있도록 하여야 할 것이다.

6.1. 부위별 물성분석

조사 차량중 강화 플라스틱을 실용한 자동차의 차체를 부위별로 시편을 채취하여 분석하였다. 분석부위로는 Door, Bonnet, Fender Floor, Trunk,

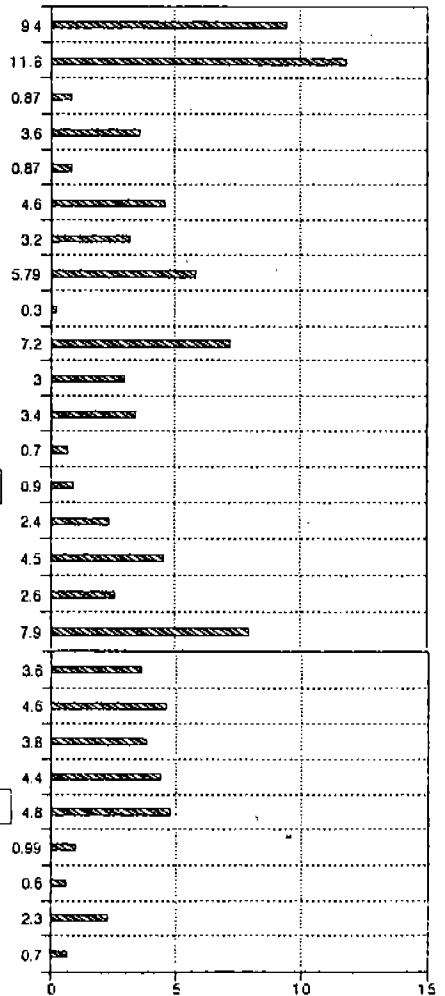


Table 4. 플라스틱 차체의 부위별 물성분석

시험 항목	결과						비고	
	Door	Bonnet	Fender	Floor	Trunk	Bumper		
비중	1.3858	1.3935	1.4100	1.3142	1.3536	1.0456		
경도	HM	70.0	71.0	77.2	101.1	63.8	20.0	100Kg
	HR	101.8	105.3	109.2	123.3	106.7	50.5	60Kg
	HD	87	87	87	87	87	62	5Kg
VICAT(°C)	260	260	260	260	260	167.8	1000G	
회분(%)	32.6	36.5	31.9	26.1	29.3	15.2	850 c/2hr	

Bumper이다.

6.1.1 회분 함유율에 대한 분석

유럽의 실용화 자동차 중에서 Full Car Body를 전부 강화 플라스틱 소재로 제작한 L사 E-CAR를 선정하여 회분 함유율에 대한 물성을 알아 보았다.

분석의 목적은 Resin과 Fiber Glass MAT와 적용구조의 용도별 특성 중에서 특히 강도를 높이는 것 외에 비중과 경도에 미치는 영향과 열적 특성을 부위별로 분석하여 자동차의 열의 유동과 관련된 부품을 제작, 제작하고자 할때 경험치로 활용하기 위해서이다. 적용예상 부위로는 엔진룸과 실내를 막아주는 Bulkhead Pnl, 엔진 Bonnet, Floor 등이 있다.

상기 물성분석 결과는 다음과 같은 사항을 얻게 했다.

- 1) Full Car Body의 부위별 경도 분포가 Bumper < Trunk < Door < Bonnet < Fender < Floor의 순으로 됨을 알 수 있다. Bumper의 경우 정면 충돌시에 대비한 물성을 부여해야 하는 Concept이 실제 완성차에 적용되어짐을 알 수 있다.
- 2) 비중과 경도와의 관계에서는 비중이 커지면 정도가 커지고 작으면 역시 작아짐을 보여 준다. 이때 회분 함유율은 한계점까지 증가하지만 비례하지 않고 주기적으로 변함을 알 수 있다.
- 3) 회분 함유율과 경도와의 관계에서는 회분 함유율이 26.1%까지는 경도가 101.1까지 상승하나 그 이후로는 하락함을 보여 주는

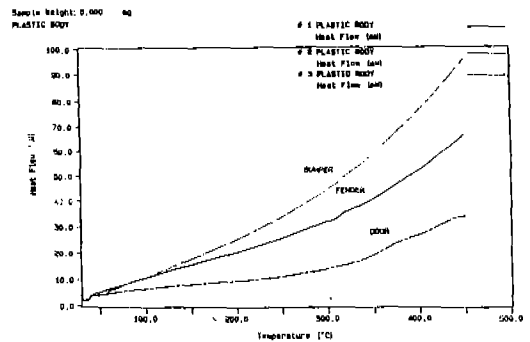


Fig.1 차체 부위별 열유동 분석

데 이것은 회분 함유율이 한계점을 넘으면 취약해진다는 사실이다.

- 4) 회분 함유율과 비중은 비례관계를 알 수 있다.

그리고 열의 유동에 대한 분석은 Fig1과 같다. 회분 함유율이 높으면 Heat Flow(MW)은 상승하고, 낮으면 낮아짐을 알 수 있다. 이것은 Resin과 Fiber Glass Mat과 2상의 구조를 형성할 때 Fiber Glass의 특성인 단열성이 열적특성에 영향을 주게 되는데 이때 회분 함유율이 증가하므로써 Resin올과 Fiber Glass의 비율이 상대적으로 떨어지게 되어 열유동이 도표와 같이 나타남을 알 수 있다. 그렇다면 강화플라스틱 제작시 회분은 잔류변형 방지, 내구성, 강성을 좋게 하기 위해 Filler(보강제)로 혼합하여 제작하는데 그래프의 결과로 볼때 열의 차단을 위한 부위인 Bulkhead Pnl이나 Floor 등의 자동차용 부품에서는 회분의 함유율을 한계치 이상 혼합하지 말아야 함을 보여준다.

이상과 같은 분석을 국내에서 경량화 및 Cost Down을 위해 강화 플라스틱 소재로 대체할 때 기초자료를 활용된다면 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이라고 사료된다.

7. 맺음말

이상으로 강화 플라스틱을 이용한 자동차 차체 및 관련 부품을 제작할 때 알아야 할 사항과 유럽의 자동차 분야에서 강화 플라스틱의 실용화에 대해 분석하여 서술하였다.

최근 자동차 산업이 급속한 성장과 더불어 국가 경제의 흐름을 주도적으로 이끌어가는 산업이 되었다. 국가의 정책 역시 그것을 뒷받침하기 위해 다양한 정책을 마련해 놓고 있다. 이러한 시점에서 자동차 메이커들은 경량화를 추진하여 연비가 향상된 자동차 개발을 시급히 추진하고 있다. 엔진 부품의 경우는 대체 소재개발을 상당기간 각 연구기관을 통해 연구되어져 왔지만 자동차의 차체를 복합재료를 이용하여 경량화 하는 데는 아직 미흡한 실정이다. 앞에서 언급한 바와 같이 열경화성 수지를 이용한 강화 플라스틱(FRP)의 제작공법등은 다양하게 개발되어 실용화되고 있지만 그 품질을 보증 할만한 시험조건과 그 환경조성이 이루어지지 않고 있다. 이러한 여건이 되지 않는 한 수출 시장인 북미나 유럽에서 강화플라스틱을 이용한 Full Car Body의 고급 자동차가 높은 품질로 평가받지 못할 것이다. 분석결과에서 보는바와 같이 Full Car Body를 모두 강화 플라스틱으로 한 경우는 92년까지 영국 Lotus의 Elan, Esprit 등 조사차종의 0.87%에 불과했다. 그러나 내장 및 외장 그리고 공조의 경우는 열가소성 수지의 제품이 많이 실용되고 있음을 보여줬다. 이제 우리나라도 자동차 선진대열에 진입하기 위해서는 기업을 상징할 수 있는

차종의 개발이 이루어져야만 한다. 그렇지 않으면 자동차 시장 개방에서 오는 선진 자동차 메이커들과 대응이 어려워질 것이다. 그들과 대응하기 위해서는 소량의 고품질 차량이 짧은 기간내에 적은 투자비로 차체 모델이 다양한 차종개발이 이루어져야 하는데 이러한 조건을 만족할 수 있는 소재와 공법이 강화 플라스틱의 실용화 방안이다.

참 고 문 헌

1. Injection Molding Hand Book, The Company Molding Coperation Technology, Performamce, Economics
Dominickv. Rosato, P.E.
Donaldv. Rosato. Ph.D
2. 機械加工技術. 村山宏著
3. Plastic Product Design Engineering Hand Book
Sidney Levy, J. Marry Dubois
4. Plartic 解説과 物性集. 한국 플라스틱 기술 정보 센터
5. 플라스틱 射出加工과 金型. 林재생
6. 자동차용 高分子 材料의 新展開
部品別 素材別의 실물태를 競合代替子測
7. Engieering Plastic 射出 成形. 홍명용 편저
8. Owens-Corning Fiber Glass Corporation 1992
Model year Fiber Glass Tower.
9. Engineered Material hand Book Wtume 2,
Section 3 Manufacturing process Section
Section 7 Strustural Analysis And Design
Section 1 General Design Consideration
10. Reinforeed Plastics For Commercial Composi-
tes.
Suource Book ompiled By Consulting Editor.
Geraaldd, Sbook Plastec Consultant