

# 폴리우레탄 고속 RTM공법을 적용한 섬유강화 복합소재 연구

## Polyurethane high-speed RTM techniques applied to FRP composite research

\*#이형수<sup>1</sup>, 서영수<sup>1</sup>, 최영국<sup>2</sup>, 양균의<sup>3</sup>

\*#H. S.Lee(hslee@camtic.or.kr)<sup>1</sup>, W. S. Kim<sup>2</sup>, G. E. Yang<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>(사)전북대학교자동차·부품금형기술혁신센터, <sup>2</sup>해양산업㈜, <sup>3</sup>전북대학교 기계공학과

Key words : Polyurethane, RTM, FRP, Composite

### 1. 서론

전 세계적으로 환경문제의 심각성이 대두되면서 환경규제가 시간이 지남에 따라 강화되고 있으며, 그 중심에 놓인 자동차 산업은 CO2 배출 감소를 목표를 세우고 있다. EU의 경우 2015년 130g/km의 CO2 배출 감축을 목표로 하고 있으며, 이에 따라 엔진/구동계 효율향상, 주행저감 감소, 경량화 등 다양한 분야에서 목표달성을 위해 연구를 진행하고 있으며, 특히 소재 변경 통한 경량화는 이미 많은 자동차업체들이 양산차에 적용하여 확실한 효과를 보고 있어 차량 소재의 변경에 따른 경량화에 집중하고 있다.

이런 면에서 차체 및 샤시의 경량화를 위해 다양한 연구가 진행 중이며, 최근에는 Carbon Fiber를 적용한 복합소재 연구가 점차 증가하고 있다. 현재 해외 주요 자동차 OEM사에서는 BMW를 필두로 하여 화학소재 및 탄소섬유업체 등과 협업하여 다양한 방식의 FRP 경량 차체 개발을 추진 중에 있다.

FRP 경량 차체 개발의 선두주자인 BMW사는 MCV 프로젝트를 통해 독일의 화학소재 기업인 Huntsman사와 탄소섬유제조사인 SGL 그룹과 협업하여 2018년을 목표로 하여 FRP 성형기술 및 차체 개발을 진행 중에 있으며, 다임러와 폭스바겐 등에서도 카본섬유 보강 FRP 경량 차체 개발을 위해 TORAY사 등과 국제적으로 공조하여 2020년까지 국제 탄소 배출기준안을 달성할 수 있도록 다양한 공법의 프로젝트를 추진 중에 있다.

그러나 차량용 부품으로 양산화 되기 위해서는 생산성이 기존의 FRP 성형방법에 비해 최소한 10 배 이상 빨라져야 하므로 이를 위한 고생산성 고속 성형공법의 연구개발 필요하다. 해외주요 자동차사도 양산화를 위한 고속생산공법 개발에 중점을

개발하고 있으며 다양한 소재 및 자동화기술을 통해 개발을 진행하고 있다.

### 2. 고속 RTM 금형 및 복합소재 시편 제작

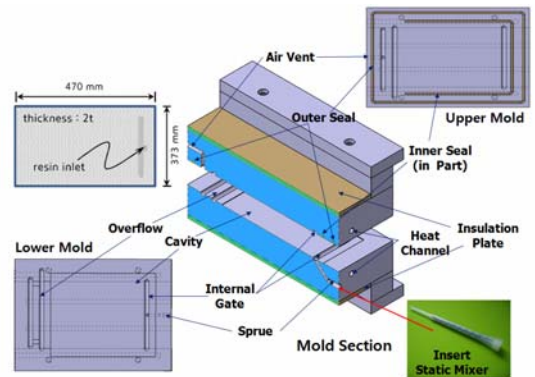


Fig. 1 Dimension of the RTM sample & Mold

고속 RTM 복합소재의 인장강도와 굴곡강도를 측정하기 위해 470 x 373크기의 2T 평판을 성형할 수 있는 금형을 Fig. 1과 같이 제작하였다. 그리고 폴리우레탄은 2액형의 바스프사 제품을 적용하였으며, 혼합 및 주입은 TARTLER사의 NDM-6로 저압장치를 사용하였다. Table 1은 인서트된 GF Fabric Preform의 조건으로 Test1,2를 Table 2와 같은 조건으로 각각 PU복합소재를 제작하였다.

Table 1 Properties of GF Fabric Preform

Properties	Test set1	Test set2
Fabric type	Uni-Direction	Woven
Arael Weight	600 g/m <sup>2</sup>	580 g/m <sup>2</sup>
Binder	Copolyamid	None
Tinckness	2mm(4ply)	1.75mm(5ply)
Construction	0°,0°,0°,0°	0°,0°,0°,0°,0°
Faber Volume	47.1 vol%	53.5vol%

Table 2 Polyurethane RTM Condition

Properties	Molding Condition
Mold temp.	85 °C
Resin temp.	45 °C
Injection time	20 sec
Injection velocity	10~12 g/s
Demolding time	420 sec
Press pressure	150 bar

Test1의 경우 void 발생 없이 표면품질이 우수하였으며, test2는 약간의 void 발생 및 평판 외곽의 유리섬유 배열이 불균일하였다. 이는 바인더를 사용여부에 따라 프리폼의 제작상태와 금형 내에 인서트 할 때 발생하는 오차와 관계하는 것으로 예측된다.

### 3. 시편의 물리적 성능평가

상기 제작된 평판으로 인장 및 굴곡강도의 평가 기준인 ISO 527-5와 ISO14125에 의거하여 물성평가를 진행하였다. 평가 방법은 각 test에 따라 45°, 0°, 90° 방향의 시편을 채취하여 테스트 하였으며, 결과 아래 그림과 같은 결과를 나왔다.

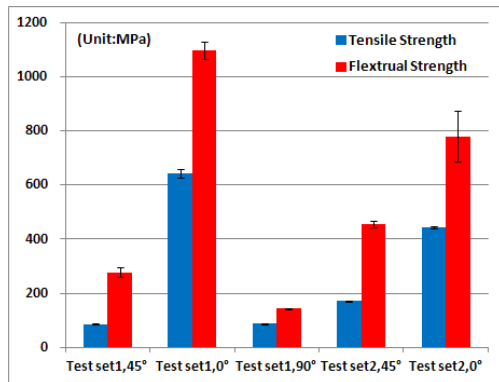


Fig. 2 Mechanical Properties of RTM composite sample

Test1 0°의 인장강도는 만능시험기의 Grip에서 파단이 발생하여 평균 642MPa으로 나타났으며, 굴곡강도는 정상 측정되어 1,097MPa의 결과를 보였다. 그러나 Test1 45°, 90°의 결과는 25% 이하수준으로 낮은 인장 및 굴곡강도 값을 보였다. Test2의 경우는 0°방향에서 인장강도 443MPa, 굴곡강도 780MPa로 UD 방향 최대값의 80%수준의 강도를 보였고, Test2의 45°방향은 45% 수준의 강도를 보였다. 기존 저속 RTM으로 성형한 GFRP 부품의 정적 물리적 강도에 비해 동등 이상 수준을 나타내

는 것으로 보이며, 제품내의 Void 발생이나 표면품질도 우수한 것을 확인할 수 있었다.

### 5. 결론

본 논문에서는 Polyurethane소재를 적용하여 유리섬유강화 복합소재 평판을 RTM공법으로 7분 이내에 성형하는 연구를 수행하였다. 복합소재의 물리적 성능을 평가한 결과 기존 일반 RTM 성형공법에 비하여 동등이상 수준으로 그 결과 다음과 같다.

1. 20초의 사출시간과 7분내에 성형완료하여 Void 발생 없이 우수한 외관품질의 복합소재 평판을 제작하였다.
2. 복합소재의 물리적 성능은 Test1, 0°의 경우 최대 굴곡강도가 1Gpa 이상이나 다른 방향의 강도가 25%수준으로 편차가 큰 것을 확인할 수 있었다.
3. Test2, 0°의 경우 최대 강도가 Test1에 비해 80% 수준으로 낮았지만, 다른 방향의 강도가 60%이상 수준으로 편차가 적었다.

### 후기

본 연구는 ‘2012년 중소기업융복합기술개발사업’의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. Isao Kimpara, Junichi Matsui, "Plastic and FRMC as Lightweight Materials for Automobiles", CMC, 104~135, 2010
2. TLing Liu, Bo-Ming Zhang, Dian-Fu Wang, Zhan-Jun Wu, "Effects of cure cycles on void content and mechanical properties of composite laminates," Composite Structures,73, 303-309, 2006.
3. D. Abraham, S. Matthews, R. McIlhagger, "A comparison of physical properties of glass fibre epoxy composites produced by wet lay-up with autoclave consolidation and resin transfer moulding", Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 29, 795-801, 1998