

핫 프레스 기술을 적용한 탄소섬유 루프 레일 부품개발 Development of Roof Rail Part with CFRP by Hot Press Technology

* #안민수¹, 차승훈¹, 남재두¹, 서판기¹, 김대근¹, 원광우¹

*#M.S. Ahn(msahn@shym.co.kr)¹, S.H. Cha¹, J.D. Nam¹, P.K. Seo¹, D.G. Kim¹, K.W. Won¹
¹(주)신영 기술연구소

Key words : CFRP, Hot Press, Rail-Roof, Prepreg

1. 서론

최근 자동차의 고급화, 안전화 등에 대한 요구가 다양해짐에 따라 구동 모터, 연료전지 및 수소 탱크 등의 부품이 늘어나 자동차 중량이 계속 증가하는 추세다. 하지만 세계적으로 환경오염 및 지속적인 유가 상승 문제가 대두되면서 평균연비 및 자동차 배기가스 규제 강화에 대비한 연비 개선이 절실히 요구되고 있다. 따라서 자동차 효율 향상을 위해 차체 부품의 경량화가 더욱 중요하다[1].

차체 부품을 10~15%의 큰 폭으로 경량화 하기 위해서는 기존 강판으로는 한계가 있다. 따라서 탄소섬유(CFRP)를 이용한 차량 부품 개발을 통해 차체 경량화 달성이 요구된다. 특히, 차체 중량의 약 11%를 차지하고 있는 차체 부품에 탄소섬유를 적용 시 경량화 효과가 극대화될 것으로 예상된다.

차체 부품으로 일반적으로 사용되는 소재인 강판과 알루미늄에 비해 탄소섬유는 60~80% 가벼운 반면, 인장강도는 강판과 동등한 수준이다. 따라서 탄소섬유를 적용한 차체부품은 고강도, 경량화를 모두 만족시킬 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구에서는 핫 프레스(Hot Press) 기술을 적용하여 금형 내에서 직접 탄소섬유를 경화시키는 방식을 채택하여 차체 부품을 제작하였다.

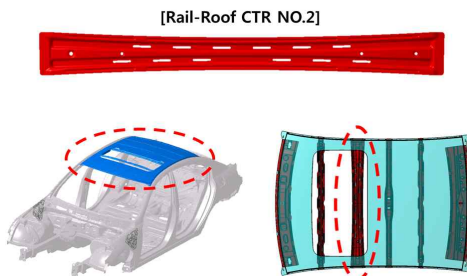


Fig. 1 Position of Rail-Roof CTR no.2

2. 기초 실험

본 논문에서는 Fig. 1과 같이 차량 전복 시 승객을 보호하는 루프 레일(Rail-Roof) 부품을 선정 한 후, Fig. 2와 같은 방식으로 부품을 제작하였고, 최종 제품 두께는 1.0mm로 하였다.

먼저 제품 두께를 만족시킬 수 있는 프리프레그(Prepreg) 적층수를 도출하기 위해 평판 적층 실험을 실시하였고, 실험에 사용한 프리프레그 원단 배열은 평직(Plain)이고, 함침 수지는 에폭시(Epoxy)이다. 실험 조건은 Table 1에 나타내었다.

실험한 결과는 Fig. 3와 같다. 4~5 ply 경우는 낮은 압력으로 인해 표면에 기공이 잔존하였으며, 6~7 ply는 기공은 없지만, 외곽라인에 원단배열이 흐트러지는 문제점을 확인할 수 있었다. 최종적으로 프리프레그 적층 수는 5~6 ply로 정하였다.

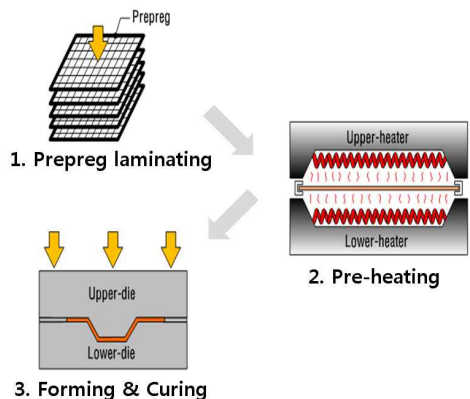


Fig. 2 Process to make CFRP part

Table 1 Conditions of prepreg laminating test

Pressure (MPa)	about 7
Temperature (°C)	130
Time (min)	130
Number of ply (EA)	4, 5, 6, 7

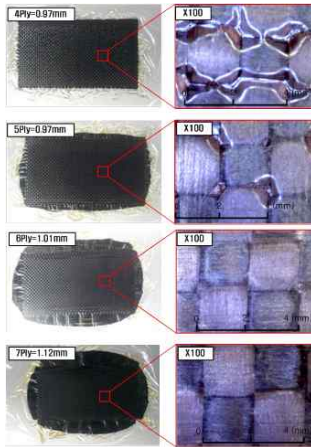


Fig. 3 A result of prepreg laminating test

3. 부품 제작 및 평가

기초 실험으로 도출한 프리프레그 적층수를 바탕으로 부품 제작을 진행하였고, 또한 경화 시간에 따라 부품의 물성치 비교 분석을 하기 위해 경화시간을 줄여서 추가 부품을 제작하였다.

프리프레그 경화 조건은 Table 2와 같으며, 경화가 완료되면 금형 내에서 1시간을 유지 및 냉각을 실시한 후 제품을 취출하였다.

취출된 탄소섬유 부품들은 조건에 따라 표면 상태는 큰 차이는 없었지만, 제품 뒤틀림 각도에서 많은 차이를 보였다. 제품 뒤틀림 정도는 Fig 4와 같으며, 뒤틀림 각도는 3~15°로 측정되었다.

제작된 부품 물성 평가를 하기 위해 KS M ISO 527-4 규격을 적용하여 기계가공으로 인장시편을 제작하여 테스트를 실시하였다.

인장 테스트 결과 값은 Table 3과 같다.

Table 2 Conditions of forming & curing

Type	Number of ply (EA)	Time (min)		
		Forming	Resin flow	Curing
Case 1	5	3	30	90
Case 2	6	3	30	90
Case 3	5	3	30	30

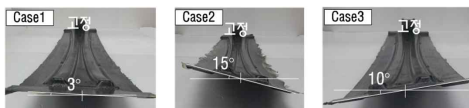


Fig. 4 Appearance of part after forming & curing

Table 3 The result of tensile test with CFRP specimen

Type		Tensile strength (MPa)
Case 1	specimen 1	545.2
	specimen 2	625.5
	specimen 3	696.3
	specimen 4	655.4
Average		630.6
Case 2	specimen 1	852.9
	specimen 2	673.8
	specimen 3	638.7
	specimen 4	877.5
Average		760.7
Case 3	specimen 1	510.0
	specimen 2	514.5
	specimen 3	567.9
	specimen 4	614.8
Average		551.8

4. 결론

본 연구에서는 핫 프레스 기술을 적용하여 탄소섬유 루프레이일 부품을 제작하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

(1) 탄소섬유 프리프레그 적층 수가 증가하여도 제품 형상 R부위에는 기공이 존재하였다.

(2) 탄소섬유 프리프레그 적층 수가 증가할수록 인장강도는 증가(약 130MPa) 하였지만, 제품 뒤틀림 각도(12°)가 커지는 현상이 발생하였다.

(3) 탄소섬유 프리프레그는 경화시간이 감소할수록 인장강도는 감소(약 80MPa)하였고, 제품 뒤틀림 각도(7°)가 커지는 것을 확인할 수 있었다.

향후에는 열가소성 수지를 이용하여 생산 사이클 타임(cycle time)을 줄일 수 있는 생산 기술을 연구할 것이다.

후기

본 연구는 광역경제권 선도산업 육성사업 (A002201248)으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. M.D. Wakeman, L. Zingraff, P.E. Bourban, J.A.E. Manson, P. Blanchard, "Stamp forming of carbon fibre/PA12 composite - A comparison of a reactive impregnation process and a commingled yarn system," Composites Science and Technology 66, 2006, 19-35.