

의료기기용 샌드위치 복합재 지지 선정 및 구조 성능 평가

Material Selection and Evaluation of Structural Performance for the Sandwich Composites for Medical Instrument

*이상진¹, 김종철², 김민우¹, 박자업¹

*S.J.Lee¹(sjlee@kiflt.re.kr), J.C.Kim², M.W.Kim¹, J.Y.Park¹

¹ 한국신발피혁연구소 생산지원연구팀, ² (주)오코

Key words : sandwich composites, CT(computed tomography), FEA, Cradle, Load test

1. 서론

복합재료는 경량화 및 비강성/비강도 특성이 우수하여 항공기 부품 및 방산부품에 주로 사용되었다. 최근에는 복합재 형태 중, 샌드위치 구조로 기차, 버스 등의 차량 구조물에 복합재료가 응용되고 있다. 2000년대 초반, 의료기기 부품으로 복합재가 처음 적용되었으며 현재에는 경량 특성 외의 X-선 투과 성능 등의 요구사항 또한 만족하고 있다.

(주)오코에서 제작하여 Toshiba로 납품한 의료기기용 부품은 아래 Fig. 1과 Fig. 2와 같이 필라멘트 와인딩 공법으로 제작된 bobbin, Tube 제품과 MRI 장비의 커버 제품 및 측정 부위의 판넬 제품에 이르기까지 다양한 제품을 제작 공급하였다.

국내 의료기기 생산액은 2006년 1조 9,491.6억원으로 2005년 1조 7,041.6억원에 비해 14.4% 성장하고 있으나, 의료기기 수입이 수출보다 2배 이상 높은 구조로 인해 만성적인 무역수지 적자가 나타나고 있다. 2006년의 경우 의료기기 수출액은 8.17억불, 수입액은 17.99억불로 무역수지 적자가 9.82억불을 기록하였다.

본 연구에서는 의료기기인 Fig. 3의 CT(Computed Tomography, 전산화단층촬영) 장비의 환자 지지부에 해당되는 크레이들(Cradle)의 부품 설계 및 구조강도를 만족하는 소재 선정 및 구조 성능을 평가하여 설계 사양을 검증 하였다.



Fig. 3 Composite Cradle for CT medical instrument

2. Cradle 설계 및 재질 선정

2.1 Cradle 형상 설계

Fig. 4와 같이 CT 장비와 환자 지지부인 크레이들 3차원 형상이 나타나 있다. 크레이들은 환자 머리를 지지하는 헤드레스트(HeadRest)가 삽입되는 상세 "A" 부분과 구동모터와 연결되어 이송을 위해 프레임과 고정되는 크레이들 볼팅 고정부 상세 "B" 부분이 주요 부위로 구성된다.



Fig. 1 Filament winding : Bobbin and Tube

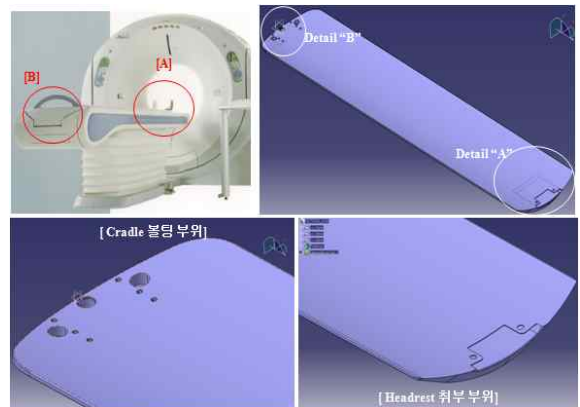


Fig. 4 Configurations of Composite Cradle

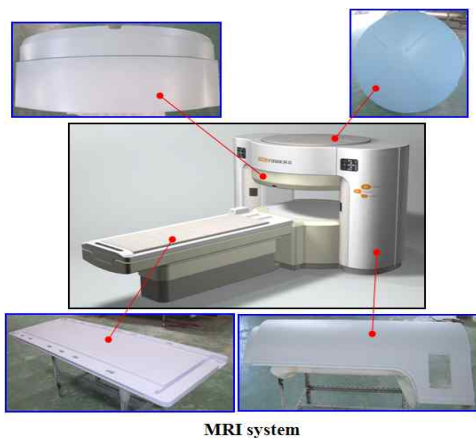


Fig. 2 MRI System

샌드위치 구조인 복합재 크레이들 심재(foam) 형상은 Fig. 5와 같이 앞쪽 부분은 헤드레스트가 삽입되어지는 형상을 갖추고 있으며, 관통 홀을 통해 볼팅 고정되는 부분의 보강을 위해 심재의 뒷 부분에는 알루미늄 블록이 삽입 되어지는 형상으로 이루어져 있다.

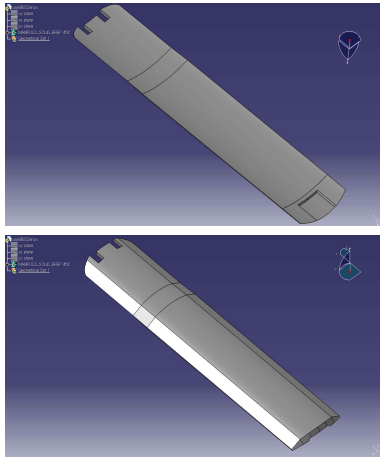


Fig. 5 Configurations of Foam material

2.2 재질 선정

샌드위치 구조의 크레이들은 얇은 층의 면재와 두꺼운 형상의 심재로 구성된다. 소재 선정은 제작 공법 및 X선 투과 성능을 함께 고려해야 한다. 본 연구에서는 구조 성능을 위주로 제안된 재료의 적층 패턴을 결정하여 그 사양을 결정하고자 한다. 적층 패턴은 초기 경험을 근거로 제안하고 유한요소해석을 통해 강성/강도를 예측하고 추가 보강하는 작업을 반복하여 구조강도를 만족하는 적층 패턴을 결정한다. 여기에는 사용된 재료의 기계적 성능을 Table 1에 정리하였다. 카본 소재의 경우, 적용된 수지는 vinyl ester resin 이다. 심재는 PMI 폼 또는 아크릴 폼 이다.

Table 1 Mechanical Properties of applied materials

	E (MPa)	G	Poisson's ratio	Strength (MPa)
Carbon UD	E1=89.32 E2=5.31	4.05 GPa	0.34 0.05	2.65 GPa 65.5
Carbon Fabric	33.8		0.25	548.9
Foam material	36 MPa		0.02	1.0

3. Cradle 구조 성능 평가

3.1 유한요소해석

3차원 설계 데이터를 활용하여 심재는 Solid 요소로 면재는 Layered Shell 요소를 적용하였고, 면재 각 부위별 제안된 적층 패턴을 해당 재료의 물성, 두께 및 적층 방향을 고려하여 입력하였다. 총 요소의 수는 2,978 개다.

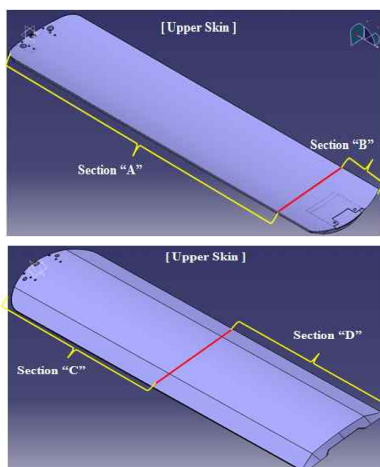


Fig. 6 Stacking Sequence of face material

제안된 적층 패턴은 Fig. 6과 같이 윗 면의 경우는 카본 직물 4 플라이를 기본으로 헤드레스트 부분은 보강을 위해 2 플라이 추가 적층되는 구조이다. 아랫 면은 section "C", "D" 동일하게 직물과 UD 11 플라이를 적층하고 "C" 부분은 보강하여 전체 32 플라이로 구성된다. 적용된 하중조건 및 경계조건은 Fig. 7과 같다.

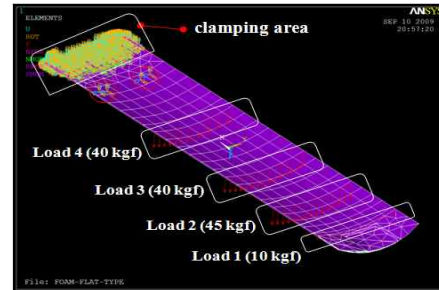


Fig. 7 Boundary and Loading Conditions

3.2 구조 성능 평가

해석에 적용한 하중 및 경계조건과 동일 조건으로 하중시험을 수행하였다. Fig. 8은 해석과 시험수행한 결과를 보여주고 있다. 해석결과 끝단부 처짐은 27.21mm이며, 시험결과는 26.6mm로 유사함을 확인하였다. 해석 결과 최대 응력은 84.49MPa로 나타났다.

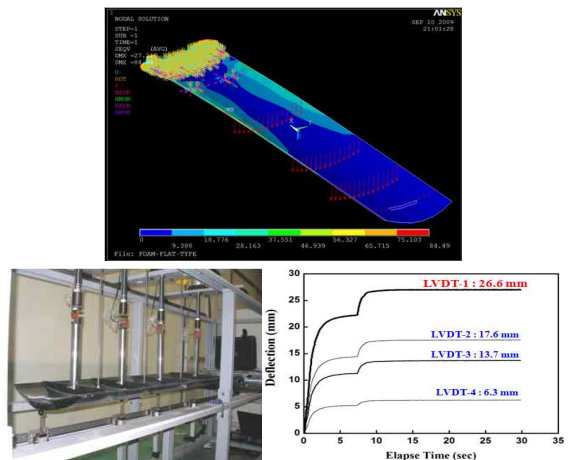


Fig. 8 FEA Results and Test Results

4. 결론

본 연구에서는 샌드위치 복합재 크레이들의 체결 및 형상 제한을 고려하여 3차원 형상을 설계하였으며 설계 데이터를 활용하여 제안된 재료 및 적층 패턴을 적용 유한요소해석으로 구조 성능을 예측하고 예측된 결과에 대해 실제 하중시험을 통해 구조 성능을 검증하였다.

후기

본 연구는 부품소재전문기업 지원사업의 지원으로 진행 중이며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. J.Y. Lee, K.B.Shin, S.J.Lee, "A study on Failure Evaluation of Korean Low Floor Bus Structures Made of Hybrid Sandwich Composite," Trans. of KSAE, Vol. 15, No. 6, pp.50-61, 2007.
2. 김택식, "의료기기산업 현황", 2007 보건산업백서, 2008.