

Idea Factory를 통한 공학교육 혁신 활동 사례 연구 (복합재 섬유 보관용 온·습도 조절 장치 개발)

박수정*·김윤해*†

*한국해양대학교 기계공학부

A Case Study of Innovative Engineering Education System by Idea Factory (Development of Temperature–Humidity Control Device for Fiber Storage on Composites)

Park, Soo-Jeong*·Kim, Yun-Hae*†

*Department of Mechanical Engineering, Korea Maritime and Ocean University

ABSTRACT

This research is as a case study of innovative engineering education system through idea factory of Korea Maritime and Ocean University and deals with development of temperature-humidity control device (THCD) for fiber storage on composites in viewpoint of problem solving method. Fiber reinforced plastic (FRP) includes many variables on the composite manufacturing process. Above all, the interfacial adhesion between the fiber and the matrix acts as an important thing that decided mechanical property of the FRP, and also it is profoundly linked to external temperature and relative humidity. High void fraction leads to a result in interlaminar fracture. Therefore, in this research, to establish correlation between fiber reinforcement and fiber storage conditions of temperature and relative humidity we developed a THCD for fiber reinforcement. To evaluate performance of the THCD, glass fiber reinforced plastic (GFRP) is made under the extreme conditions each temperature 34 °C, relative humidity 98 % and it can be said that there are the change of mechanical properties according to fiber storage conditions. As a result, the THCD showed sufficient possible application for understanding and applied research of composites field in material engineering. Also, we could check that the necessity of introduction of innovative system such as idea factory existed.

Keywords: Case Study, Innovative Engineering Education System, Composites, Idea Factory, Temperature-Humidity Control Device (THCD)

1. 서 론

최근 대학 내 공학교육은 창의성을 통한 다학제 간 융·복합 연구 (Fusion research based on multidisciplinary)를 기반으로 공학설계에 대한 교육을 강화하고 있다 (이종수 외, 2008). 공학 계열의 전문 교육과정으로 ‘창의성 공학’(김윤해 외, 2011), ‘공학설계입문’ 등과 같은 창의성 배양을 위한 기초 교과목을 개설하고 공학교육인증 기준에 따라 학생들에게 본 교과목의 이수를 원칙으로 한다 (이강, 2009). 그러나 이는 이론적 지식 전달에 치중한 교과목으로 전통적 사고유형에서 독립된 아이디어를 산출하거나 사회·생활·산업 전반에 걸친 문제를 인지하고 원인을 추측하는데 그친다. 실제 창의성 과정은

이러한 새로운 아이디어나 추측된 원인을 토대로 가설을 검증하고 이에 대한 결과를 전달하기까지를 하나의 창의성 활동 사이클 (Cycle of creative activities)이라 정의하며 이는 비판적 사고, 창의적 사고, 의사결정 사고 등과 같은 여러 가지 사고 유형에 영향을 미친다. 따라서 대학은 점차 지식 전달에 치중한 교육에서 벗어나 창의성 활동을 위한 근본적인 방향성을 제시하고 개개인의 경쟁력을 개발하는 역할로의 전환이 불가피한 실정이다.

한국해양대학교 내 Idea Factory는 2015년 시작된 산업통상자원부 주관 사업으로, 자유로운 아이디어를 창출하고 실현해 나가는 대학 속의 창의적 공간이다. 장비·인력·교육 프로그램 등을 종합적으로 구축하여 학생들의 창의적인 아이디어 발상 및 사업화를 위한 기술이전 사업을 지원하고 있으며 혁신적이고 창의적인 인재를 양성하고 있다. 또한, Idea Factory는 다음과 같은 설립목적을 기반으로 학생들의 자발적인 참여를

Received October 21, 2016; Revised November 21, 2016

Accepted January 10, 2017

† Corresponding Author: yunheak@kmou.ac.kr

지원하고 있으며, 정규 및 비정규 교육과정을 편성하여 운영하고 있다.

- (1) 학생의 창의적 아이디어 발굴기회 확대
- (2) 제작활동 확산
- (3) 전문가 멘토링을 통한 아이디어 고도화
- (4) 자유적인 창작활동 공간의 운영

II. 이론적 배경

1. Idea Factory 내 창의적 연구 활동 시스템

Idea Factory에는 공학적 사고와 더불어 공학 설계를 위한 전문 연구 인력이 상시 대기하고 있으며 본 사업의 일환으로 ‘내 손안의 아이디어’, ‘신기술의 사업화’와 같은 신규교과목을 개설하여 운영함으로써 공학설계에 초점을 맞춰 공학설계를 위한 사고훈련을 지속적으로 수행하고 있다. 주로 심도 있는 전공교육을 위해 공학적 사고에 심화된 2-3학년 학생으로 이루어진 수업은 아이디어 도출을 위한 브레인스토밍 기법에 대한 이해와 공학설계를 위한 트리즈 (TRIZ) 개념에 대한 학습을 시작으로 다양한 공학적 사고 및 설계 기법을 배우게 된다. 이를 토대로 학생들은 팀 프로젝트 (Team project)를 수행하며, 자유롭게 Idea Factory를 이용함으로써 공학 설계 및 제품 개발 등의 활동을 하고 더 나아가 특허 출원 및 등록, 창업 등 다양한 성과를 창출한다. 또한 학생들은 기존에 개개인이 습득한 지식뿐 만 아니라 3D 프린터를 활용하기 위한 모델링 (Modeling)부터 CNC 밀링기를 이용한 재료 가공 및 시제품 제작까지 다양한 기기를 접하게 되며 이를 응용하여 연구 활동을 한다.

이 외에도 Idea Factory에서는 정기적으로 아이디어 경진대회 및 공모전을 개최하고 있으며 특히, 해양 특성화 종합대학에 맞게 조선-해양 분야에 특화된 아이디어를 대량 발굴하고 있다. 또한 다양한 특강 및 세미나를 운영하고 있는데, 예를 들면 장비활용, 특허, 기술 및 제품 마케팅에 관한 워크숍 등이 있다. 최근 2년 간 Idea Factory에서는 약 70 건의 아이디어를 발굴하였으며 일부는 학생들의 의사에 따라 특허 출원 및 등록, 창업활동, 국제 학회 및 박람회 참가, 해외학회 우수 아이디어 및 논문 발표 등 우수 아이디어 발굴을 위한 맞춤형 지원을 장려하고 있다.

2. TMCD 개발을 통한 창의적 연구 활동

Idea Factory 창의적 연구 활동 지원 프로젝트의 한 가지 사례로, 본 연구에서는 재료공학 전공 내 복합재 기초 문제해결

기법의 차원에서 복합재 섬유 보관용 온-습도 조절 장치 (Temperature Moisture Control Device, TMCD)를 개발하였다.

TMCD를 개발하기에 앞서, 복합재 제작 과정에서의 문제점 인식 과정을 거쳤다. 동일한 공간에서 같은 재료와 공정을 사용하여 복합재를 제작하였을 때, 이들 각각의 재료가 가지는 기계적 물성이 고르지 않았음이 첫 번째 문제였다. 두 번째 문제는 실험실 내 온도, 습도와 같이 눈에 보이지 않는 대기 중의 환경을 제한하여 실험을 진행하는 것에는 한계를 가진다는 것이다. 이를 토대로 개선 가능한 대안을 모색하였으며 그 결과 복합재 제작에 있어 대기 환경과 밀접한 관계를 가지는 재료를 선별하여 전체가 아닌 국부적인 문제해결을 먼저 수행하기로 하였다.

그 중 고분자를 기지재로 하는 섬유강화 복합재료 (Fiber Reinforced Plastic, FRP)를 실험모델로 설정하였으며, FRP가 가지는 특징을 분석하였다. FRP는 성형 공정 상 많은 변수를 동반한다. 예를 들면 최종적으로 제작된 FRP의 기계적 물성은 섬유와 수지 간의 계면 결합력 (Interfacial adhesion)에 의해 많은 영향을 받으며 이러한 계면 결합력은 FRP 성형 전 재료가 노출된 환경구성 인자 중에서도 온도와 습도에 밀접한 연관성을 가진다 (문창권 외, 1990). 섬유 내 갇힌 수분은 수지 경화 시스템 내에서 공극 발생을 촉진하고 섬유와 수지의 결합력을 저하시킨다 (Kay et al., 2011). 섬유와 수지가 충분한 압착을 이루지 못하면 성형된 FRP는 높은 기공분율 (Void fraction)을 나타내게 되며 층간파손 (Interlaminar fracture)을 초래하게 된다 (김중운 외, 2004). 이는 FRP 성형 후 제품이 사용되는 환경에 의한 결과와는 구별되어지며 제품 성형 전 건조 상태의 초기 섬유 보관 시에 간과되어 발생하는 문제로 간주된다.

다시 말해, 강화재인 섬유의 보관 온도와 주위 상대습도를 일정하게 유지하고 재료의 성능에 따른 FRP의 계면강도를 제어하기 위한 공학적으로 개선된 새로운 모델이 필요로 되며 이 문제를 해결하기 위해 개발된 보조 장치가 바로 TMCD이다. TMCD는 우수한 물성을 지닌 복합재 제작을 위해 강화 섬유의 종류 및 형태에 따라 적절한 보관 환경 조건을 확립할 수 있도록 도와주는 데 의의를 두었다.

III. TMCD 소개

1. TMCD 설계 고려사항

TMCD의 공학설계 시 가장 우선적으로 고려된 사항은 일정한 온도와 적정 습도의 유지다. 이는 강화 섬유의 수명 연장과

더불어 복합재 제작 시 실험적 오차를 개선하고 적절한 기계적 물성 설계를 위해 온도와 습도를 자유자재로 조절 가능한 최소한의 장치에 대한 요구에 부응하기 위함이다.

FRP는 외부하중을 받으면 고분자 수지를 통해 하중을 전달하게 되며, 하중이 강화재인 섬유에 도달했을 때 섬유 배열 방향에 따라 전달·분산됨으로써 충격을 흡수 및 감쇄한다. 그러나 수지와 섬유의 접착이 잘 이루어져있지 않거나 먼지, 수분, 기공 (Void) 등 외부 환경으로부터 이물질이 침투하게 되면 계면 간 결합 정도에 영향을 미치게 되어 계면 분리, 크랙 (Crack) 형성 등을 초래한다 (김동규 외, 1994). 섬유를 상온에서 보관했을 때, 실제 섬유는 온도와 습도에 따른 영향을 많이 받게 되며 이는 섬유 표면의 수증기 응결, 수분의 흡습 등의 현상을 초래한다. Fig. 1은 섬유를 임의로 고온

다습한 조건에 노출시켰을 때 일어나는 현상을 모식도로 나타낸 것이다.

Fig.1-(e), (f)에서와 같이 섬유 내 갇힌 수분은 흡·탈수 과정에서 응력집중현상, 계면결합력 감소 등 다양한 변화를 야기한다. FRP 제작 후 탈수 처리에 의해 수분이 제거되거나 탈수가 되더라도 FRP 내 미세균열이 형성되는 크레이징 현상이 그 예다. 일반적으로 이러한 현상은 층간 전단강도에 큰 영향을 미치며 고온에서의 사용을 제한한다 (김연직, 2009). 또한 수분에 의해 발생된 고분자 수지와 섬유 간 계면 분리와 섬유파괴 현상의 경우, 영구 손상으로 이어질 가능성이 매우 높다 (Grunenfelder & Nutt, 2010).

2. 혁신적 대안 모델 TMCD의 설계 및 구현

Table 1은 THCD에 사용된 구성품을 나열한 것이다. 크게 7가지로 분류되며 온도와 습도 조절기, 히터 (Heater), 섬유 거치대 (Fiber rack), 팬넬 쿨러 (Panel cooler), 시간 설정기 (Timer)와 독립된 공간 확보를 위해 외부 형상을 투명 아크릴 판을 이용하여 만들었다.

Table 1. Component of THCD

Component	Specification
Humidity control system	FOX-1H
Temperature control system	FC-142
Acrylic panel	T : 5 mm
Heater	KSH 50W
Fiber rack	Stainless steel net
Panel cooler	AC FAN
Outlet timer	AC220 V 60 Hz

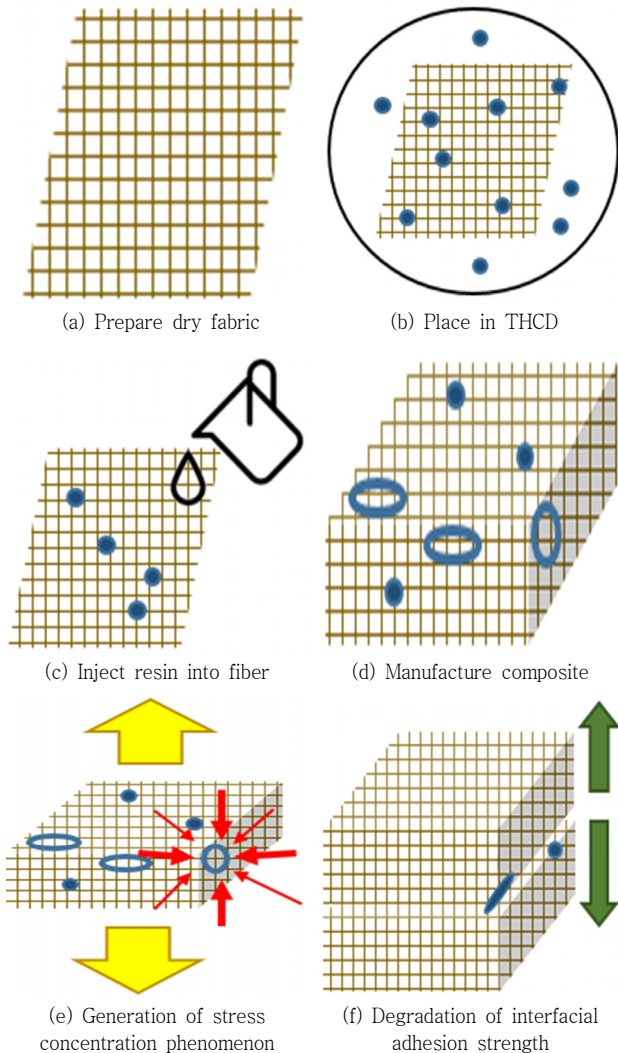
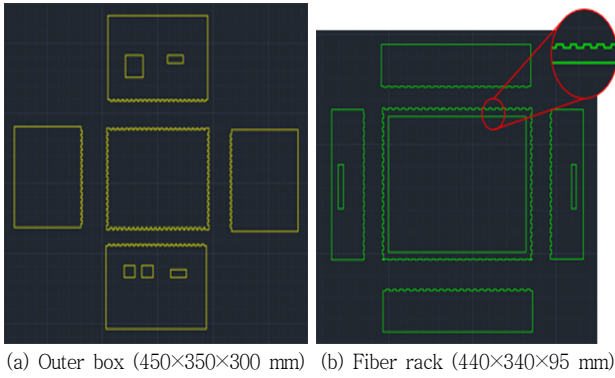


Fig. 1 Effects of moisture in fiber exposed steamy conditions

여기서 섬유거치대는 섬유를 받치고 있는 부분으로 장치 내 어떠한 위치에서도 온도와 습도를 일정하게 유지할 수 있도록 통풍이 원활한 위치에 있어야 하며 섬유를 거치했을 때 공기 흐름을 차단해서는 안 된다. 즉, 섬유의 적층 수에 따라 섬유 각 층에 도달하는 공기의 온·습도를 균일하게 유지하는 것이 관건이다. 또한 섬유 거치대는 다량의 수분에 노출 되었을 때, 부식 등과 같은 변화에 유의해야 한다. 따라서 거치대의 재질은 스테인리스강을 선택했으며 촘촘히 짜여진 격자 형태를 사용하여 공기 순환을 보다 용이하게 하였다.

THCD는 밀폐 상태를 유지하기 위해 각 모서리에 실리콘으로 외부 공기의 유입을 차단하였다. 단, 하나의 외부 공기 유입구를 두었는데, 이는 온도와 습도를 조절하는 팬넬 쿨러로 제한하였다.

Fig. 2은 제작된 THCD의 기본 설계도를 나타낸 것이다. 절단된



(a) Outer box (450×350×300 mm) (b) Fiber rack (440×340×95 mm)

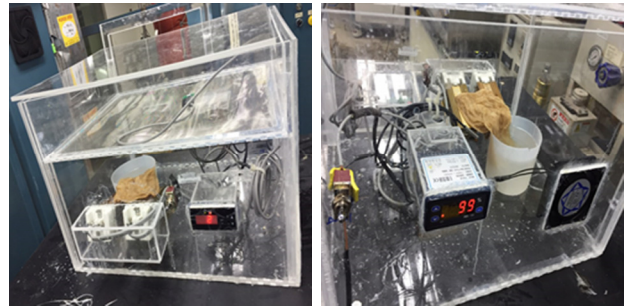
Fig. 2 A general drawing of THCD

아크릴은 아크릴 전용 접착제를 사용하여 각 단면을 접합하였으며 Fig. 2-(b)에서 볼 수 있듯이, 접합 연결부는 요철 (凹凸) 형상으로 제작하여 수밀을 완성하였다.

THCD는 온·습도 제어부와 섬유 거치부로 나뉘며 전체 용량은 450×350×300 mm이다. 섬유 거치부는 분리가 가능하도록 독립적인 설계를 하였으며 용량은 440×340×95 mm이고 바닥면과는 맞닿지 않도록 여유 공간을 두었다. 이는 온도와 습도의 임의 조절 시 수증기의 응결로 인해 물이 고였을 때 섬유에 직접 물이 닿아 스며드는 것을 방지하기 위함이며 섬유 거치대 바닥면에는 아크릴이 아닌 스테인리스 강 재의 격자형으로 짜여진 망을 사용하여 THCD 내 일정한 온·습도가 유지될 수 있도록 하였다. 또한 THCD의 하단 벽면에는 배수로를 뚫어 섬유에 미치는 고인 물에 의한 영향을 최소화하였다.

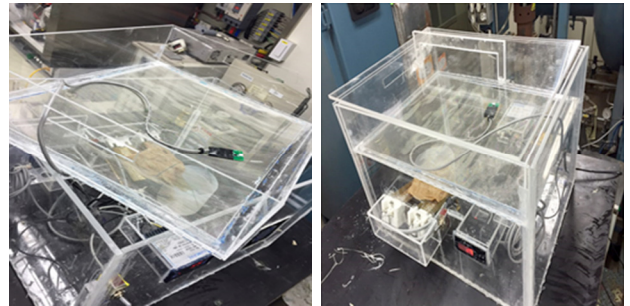
Fig. 3는 시제품으로 제작된 THCD며, Fig. 2의 설계도면을 토대로 온도와 습도를 일괄적으로 제어하도록 가공하였다. 온도는 히터 전원의 여부에 따라 조절되며 히터 위에 한쪽 끝을 물에 담근 얇은 천을 올려 히터의 온도변화에 따라 수증기의 발생을 촉진하거나 억제하였다. 실제 온도와 습도 변화를 측정하는 센서 (Sensor)는 섬유 거치대 위에 섬유를 올려놓고 그 위의 정중앙에 위치하도록 하였다 (Fig. 3-(c)). THCD 내 거치 섬유의 수에 따라 각 층의 온도와 습도 환경의 상이함을 고려하여 히터에 의해 수증기가 생성되어 균일하게 확산되는 시작 지점에서 가장 먼 곳에 센서를 배치하였다.

최종적으로 Fig. 3-(e)와 같이 진공 백 (Vacuum bag)을 사용하여 THCD를 이중 밀봉하였다. 이는 판넬 쿨러를 이용하여 내부의 온·습도 조건을 제어 했을 시, 외부 대기 조건이 여과 없이 유입되는 것을 방지하기 위함이며 한정된 공간에서의 공기의 유입과 유출로 일정한 온·습도를 유지하고 실험상의 오차를 줄이기 위한 방안이다.



(a) Temperature control part

(b) Humidity control part



(c) Fiber rack

(d) Entire shape of a THCD



(e) Double sealed THCD using vacuum bag

Fig. 3 Manufacturing of prototype THCD

IV. 연구활동 평가

공학설계를 통해 제작된 THCD의 작동 성능 평가를 위해 고온 다습 환경 온도 34 °C와 상대습도 98 % 환경에서 노출된 유리섬유를 사용하여 유리섬유강화 복합재 (Glass fiber reinforced plastic, GFRP) 시험편을 제작하였다. 강화재로 사용된 유리섬유는 일방향 (Unidirectional fibers)으로 직조된 형태며 20장 적층을 기준으로 하였다. 기지재는 (주)국도화학사(社)의 에폭시 수지 KFR-120과 경화제 KFH-169를 100:30의 비율로 배합하여 사용하였다.

먼저 유리섬유가 고온 다습한 환경에 노출되는 시간을 다르게 설정하여 유리섬유의 무게 변화를 관찰하였다. 초기 유리섬유를 건조 오븐 (Dry oven)에서 2시간 건조 시킨 후 THCD에 넣어 1시간부터 96시간에 이르기까지 간헐적으로 노출 시간과

유리섬유의 무게를 측정하였으며 THCD 내 온도와 습도가 일정하게 유지되고 있는지의 명확한 분석은 유리섬유의 무게 증감을 분석을 통해 개발된 THCD의 올바른 작동 여부를 판단할 수 있도록 하였다 (송민규 외, 2010). 그 결과, Fig. 4에서와 같이 초기 노출 10시간까지는 유리섬유의 무게변화가 약 0.5 g에서 1 g의 차이로 미비한 수치를 나타내었다. 그러나 노출 10시간이 넘어가면서 유리섬유 내 수분의 함유량이 급격히 증가하였으며 최종적으로 노출 96시간에 이르렀을 때 초기 유리섬유 무게에 약 12 g이 증가하였다. 노출 36시간에서 약 0.8 g 정도 무게 감소를 보였지만 이는 유리섬유 무게 측정 시 손실된 외부 환경에 의해 손실된 수분의 양으로 사료된다. 실제 무게 측정을 위해 유리섬유를 THCD 안에서 꺼냈을 때, 유리섬유는 THCD 내부의 온도인 34 °C의 영향을 받아 온기를 띤 상태였으며 34 °C의 온도가 수증기 생성 및 유리섬유 내 수분 함침을 촉진한 것으로 보인다. 따라서 정적 노출 시간, 즉 유리섬유가 수분 침투를 견딜 수 있는 한계 시간을 넘어서게 되면 직물 유리섬유를 형성하고 있는 단섬유 가닥이 수분에 활성화되어 급격하게 수분을 머금게 되는 것이다.

이로써 복합재 강화 섬유 보관용으로 개발된 THCD는 원활하게 작동되었으며 센서에 의한 자동적인 온도와 상대습도의 조절이 가능했음을 확인할 수 있었다.

Fig. 4의 결과를 토대로 GFRP 물성 시험을 실시하였으며 이는 TMCD의 추후 활용 가능성을 타진하기 위함으로 TMCD가 복합재 제작 및 응용연구를 위한 장치로 지속적인 개발이 필요한가에 대한 판단을 위해 GFRP 시험편을 사용하여 ASTM D 2344에 따라 계면 결합력 분석을 위한 ILSS (Interlaminar shear strength) 시험을 실시하였다.

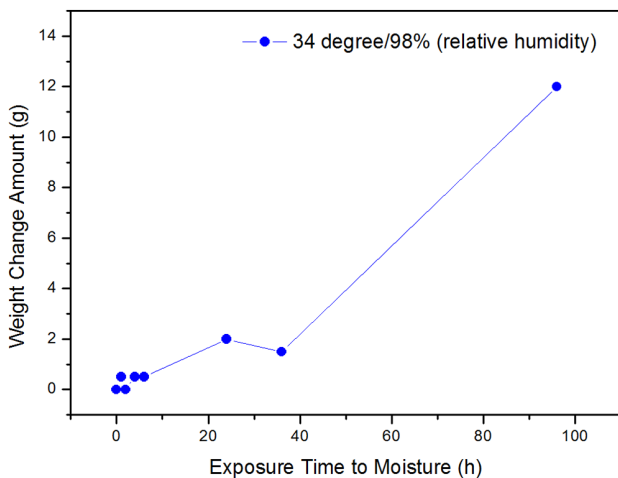


Fig. 4 Weight change amount between storage conditions of 34 °C and 98 % relative humidity

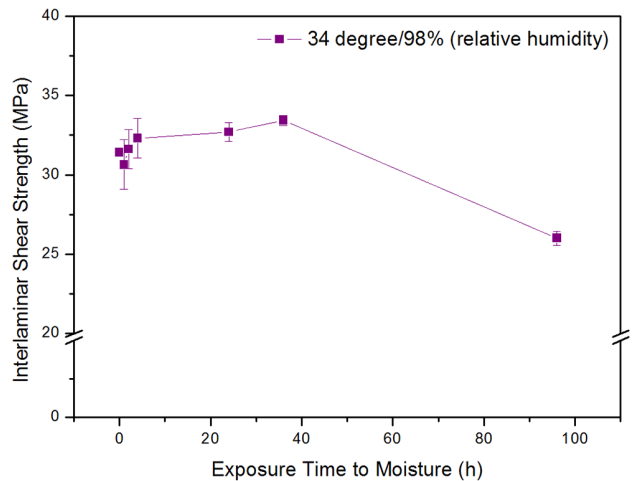


Fig. 5 The result of interlaminar shear strength of GFRP manufactured at 34 °C and 98 % relative humidity

Fig. 5에서와 같이 고온 다습의 환경에서 노출된 시간이 길어짐에 따라 GFRP의 계면결합력이 현저히 저하됨을 볼 수 있다. 특히, Fig. 4의 유리섬유 내 수분의 함유량과 비슷한 거동을 보였는데, 노출 36시간 이후로 급격하게 ILSS가 약해졌으며 초기 수분이 전혀 존재하지 않는 GFRP 보다 약 19 % 감소했다. 이는 수분에 의해 유리섬유와 에폭시 수지가 일체형으로 결합하지 못했음을 알 수 있으며 층간 분리를 초래하는 주요한 원인으로 작용했다고 사료된다. 또한 노출 36시간에 이르러서는 가장 우수한 ILSS가 측정되었다. 따라서 본 연구에서 개발된 TMCD는 우수한 물성을 가진 복합재 제작을 위한 섬유 보관용 보조 장치로서 필요로 되어지며 실제 TMCD 제작을 통해 궁극적으로 재료공학 전공 내 복합재료에 대한 심도 있는 연구가 이루어질 수 있는 토대를 마련할 수 있었다.

V. 결 론

본 연구는 Idea Factory를 통한 창의적 연구활동의 일환으로 수행되었다. 심도 있는 전공 학습을 위하여 창의적 문제 해결을 시작으로 공학적 문제 해결을 위한 공학설계, 제품 제작 활동을 전반적으로 실습하였다. 한 가지 사례로 우수한 물성을 가진 복합재를 제작하기 위한 방안을 제시하였으며 개발된 THCD는 전공 지식에 대한 이론적인 이해의 한계를 실험적으로 해소하는 토대를 마련해 주었으며 복합재료 공학 이론 및 교육에 대한 접근성을 높이면서 보다 심도 있는 연구로의 응용이 가능하도록 기반을 형성해 주었다. 또한 실제 THCD는 재료공학 내 복합재료 분야에 있어 충분한 활용 가능성을 보여주었으며 이는 복합재료 입문자의 공학적 이해와 흥미를 유발하

기에 충분하다고 사료된다. 특히, 앞으로의 THCD의 사용은 지향되어야 하며 이는 더 나아가 이론적 및 실험적 연구의 오차의 한계를 줄이고 연구 결과의 정확도를 높이는 데 크게 기여할 것이라 판단된다.

따라서 본 연구를 통해 한국해양대학교 내 Idea Factory는 개개인 스스로의 사고능력을 기반으로 아이디어를 직접 표현하고 창의성을 향상시키는 데 있어 공학설계 교육의 중추적인 역할을 수행하고 있으며 대학 내 Idea Factory와 같은 공학교육을 위한 혁신적 시스템 도입의 중요성이 강조될 필요성이 존재한다.

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원에서 지원하는 2016년도 아이디어팩토리지원사업(No. N0001410)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

1. 김동규 외(1994). 탄소섬유 및 탄소복합재의 물리적/기계적 특성에 대한 고온열처리의 영향 연구, **한국재료학회**, 4(3), pp. 287-294
2. 김연직(2009). 평직유리섬유강화 에폭시 적층판의 기계적 특성 이방성, **한국자동차공학회**, 17(3), pp. 15-21
3. 김종운, 김형근, 이대길(2004). 압착에 따른 탄소직물 페놀 복합재의 두께방향 열팽창계수와 기공분율, **대한기계학회**, pp. 192-197
4. 문창권 외(1990). 섬유유 표면처리가 탄소섬유강화 복합재료의 기계적 특성에 미치는 영향: 2. 계면강도에 미치는 표면처리의 효과, **한국고분자학회**, 14(6), pp. 630-637
5. 송민규 외(2010). 고온습도 및 저온 환경이 복합재 접착 체결부 강도에 미치는 영향 연구, **한국항공우주학회**, 38(2), pp. 119-128
6. 이강(2009). LEGO MINDSTORM NXT를 이용한 공학설계입문 운영사례, **한국공학교육학회**, 12(2), pp. 83-88

7. 이종수 외(2008). 체험학습기반의 기초 창의공학설계 교육 및 운영, **한국공학교육학회**, 11(2), pp. 32-41
8. 장윤정, 이장호, 강기원(2012). 구조시험 및 유한요소해석을 통한 소형풍력발전용 복합재 블레이드의 구조 안전성 평가, **대한기계학회 논문집A**, 36(9), pp. 1087-1094
9. Grunenfelder, L.K. & Nutt, S.R.(2010). Void formation in composite prepregs – effect of dissolved moisture. **Composites Science and Technology**, 70, pp. 2304-2309.
10. Kay, J. et al.(2011). Effect of process conditions on porosity in out-of-autoclave prepreg laminates. **Proceedings of ICCM-18 Conference**, Jeju Island, Korea.
11. 김윤해, 박세호, 사토 야스다, 쿠보타 슈스케(2011), **창의성 공학**, 문운당(2011년 우수학술도서 선정)



박수정 (Park, Soo-jeong)

2014년: 한국해양대학교 조선기자재공학과 졸업
 2016년: 동 대학교 대학원 재료공학 석사
 일본도쿠시마대학교 대학원 기계공학 석사
 2016년~현재: 한국해양대학교 재료공학 박사과정
 관심분야: 복합재료, 공학교육혁신
 E-mail: blue9069@kmou.ac.kr



김윤해 (Kim, Yun-hae)

1983년: 한국해양대학교 졸업
 1987년: 동 대학교 대학원 재료공학 석사
 1990년: 일본도쿠시마대학교 대학원 정밀기계공학 석사
 1993년: 일본큐슈대학교 대학원 기계공학 박사
 1993년~현재: 한국해양대학교 기계공학부 교수
 2014년~2016년: 동 대학교 학생처장, 교무처장, 총장 직무대행
 2014년~현재: (사)한국그린캠퍼스협의회회장
 2015~현재: 아이디어팩토리 사업단장
 관심분야: 기계공학, 용접공학, 복합재료, 공학교육혁신
 E-mail: yunheak@kmou.ac.kr