

열방호용 코르크계 외부 인슈레이션 재료의 곰팡이 영향 연구

정상기* · 박희문** · 강은혜** · 김형근* · 김연철* · 박영철* · 박병열* · 최동현*** · 이승구****

Study on the Influence of Fungi for Thermal Protective Cork-based Exterior Insulator

Sang Ki Chung* · Hee Moon Park** · Eun Hye Kang** · Hyung Geun Kim* · Yun Chul Kim* · Young Chul Park* · Byeong Yeol Park* · Dong Hyun Choi *** · Seung Goo Lee****

ABSTRACT

This paper deals with the influence of fungi for the thermal protective cork-based exterior insulator which protect a missile system from aerodynamic loads and heating during flight of missile. We consider the adhesion of cork-based composite on the composite motor case which fabricated by filament winding process. We also consider the importance of the requirement analysis for effective, successful system development under given system conditions. In order to develop the basic requirement analysis for the thermal protective cork-based exterior insulator, an experimental requirement analysis was accomplished, and some experimental comparing results, the study for preventing fungi are presented.

초 록

이 논문은 유도무기의 비행 중에, 공력가열을 받는 환경조건으로부터 유도무기를 보호하는 열방호용 코르크계 외부 인슈레이션 재료의 곰팡이 영향 연구에 관한 것이다. 필라멘트 와인딩 공법으로 제작된 복합재 연소관의 외부에 적층하는 코르크계 재료를 고려하였으며, 주어진 시스템에서의 효율적인 시스템 개발을 위해서 요구되는 요구조건 분석의 중요성을 고려하였다. 코르크계 복합재료를 유도무기용 복합재연소관의 외부 인슈레이션 재료로 사용하는데 요구되는 기본 요구조건에 대한 요구조건 분석에 의한 연구항목의 실험적 연구를 수행하였다. 해당 코르크계 재료의 곰팡이 영향 연구를 위해 곰팡이가 배양된 시편의 전단시편(QLS) 기계적물성 시험을 수행, 곰팡이 배양 전후의 결과와 비교하였으며, 곰팡이 발생 방지를 위해 곰팡이 방지페인트 유무에 따른 항곰팡이 효과발현을 공인기관 인증시험을 통해 확인하였다.

Key Words: Cork(코르크), Thermal Protective Cork-based Exterior Insulator(열방호용 코르크계 외부 인슈레이션), Aeroheating(공력가열), Influence of Fungi(곰팡이 영향)

1. 서 론

초음속 비행체의 구조물은 공기역학적 흐름에 의한 마찰로 인한 공력가열(aero heating)로 인해 높은 온도환경에 노출되므로 열방호가 필수적으로 요구되며, 그 대상물은 유도무기 등도 해당된다. 이러한 열방호용 외부 인슐레이션 재료에 필요한 요구조건으로는 낮은 열전도도와 우수한 내삭마성, 저밀도, 우수한 공정성, 경제성 등을 들 수 있으며, 이 요구조건을 갖춘 재료 중 대표적인 적용사례의 하나가 코르크(Cork)계 복합재료이다. 코르크는 코르크 나무(cork oak tree)에서 채취되며, 그 주요 원산지는 포르투갈과 스페인 등지이다. 코르크계 복합재료는 코르크 고유의 저밀도와 미세구조 및 화학적 조성에 기인하여 최적의 외부 단열재로 사용된다. Fig. 1과 같이 다공질 형상으로, 육각형 미세구조의 조합으로 이루어진 이 재료의 코르크 입자는 수베린(suberine), 리그닌(lignin), 셀룰로오스(cellulose) 분자 등으로 이루어져 있다[1,2].

이전의 연구에서 코르크계 복합재료를 열방호를 목적으로 하는, 유도무기용 복합재연소관의 외부 인슐레이션 재료로 사용하는데 요구되는 기본 요구조건에 대한 실험항목 기반 요구조건 분석(Table 1)을 수행하였으며, 코르크계 상용품의 대표적 제품인 AMORIM社의 P50을 주재료로 하여 몇가지 연구항목의 실험적 연구를 수행하였다[2].

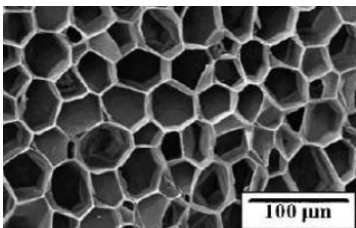


Fig 1. SEM photograph of P50

2. 열방호용 코르크계 외부 인슐레이션의 곰팡이 영향 시험

이전의 연구에서 본 연구시스템에 요구되는 기본 요구조건에 대한 요구조건 분석을 수행하였으며, AMORIM社 코르크계 상용품의 대표적 제품인 P50을 주재료로 하여 본 연구에 필요한 시스템에 요구되는 실험항목을 다시 정리하면 Table 1과 같다.

Table 1. Analyzed experimental requirements[5]

구분	설명
공정/재료보증 시험	기본물성 시험 [접착제QLS, 코르크QLS 외]
곰팡이 공격영향 (ASTM G21-09)	코르크시편으로의 곰팡이 공격정도(50%, 100%)에 따른 접착성능(QLS 시편) 평가
곰팡이 방지 (ASTM G21-09)	코르크시편에 도포한 곰팡이 방지 페인트의 항 곰팡이 성능 확인

코르크계 시편 및 코르크계 재료를 넣어 제조한 전단시험용 시편(QLS)을 곰팡이 배양하였으며, 이 때 준용한 규격은 ASTM G21-09[3]이었고, 그 곰팡이 배양조건은 각각 50%, 100%였다.

곰팡이 배양 후 멸균 및 잔존 곰팡이 제거 후, 전단시험을 수행하여 곰팡이 배양 전후의 물성변화를 고찰하였다.

곰팡이 배양 후 전단시험결과는 Table 1과 같다. 100% 곰팡이 배양된 전단시편의 전단시험강도도 미배양 시편대비 약 10.5%의 강도저하를 보였으며, 급격한 강도저하는 나타나지 않았다.

* 국방과학연구소

** 충남대학교 미생물·분자생명과학과

*** (주)한국화이버 특수사업본부

**** 충남대학교 유기소재섬유시스템공학과

† 교신저자, E-mail: skchung@add.re.kr

Table 1. Fungi culture test results of P50 cork quad lap specimen.

구분	Raw		50%		100%		파괴 거동
	강도 (psi)	변위 (mm)	강도 (psi)	변위 (mm)	강도 (psi)	변위 (mm)	
P50	93.52	5.38	82.99	4.51	83.78	4.10	코르크 파괴
코르크	±3.02	±4.00	±2.51	±5.15	±2.88	±11.4	
QLS	%	%	%	%	%	6%	

3. 열방호용 코르크계 외부 인슈레이션 재료의 곰팡이 방지 연구 및 그 효과 확인

본 연구 시스템에 맞게 분석, 정의, 정리된 요구조건에 의해 AMORIM 社 코르크계 상용품의 대표적 제품인 P50을 주재료로 하여 곰팡이 방지 유효성 실험은 곰팡이 방지 페인트 도포 유무의 결과를 토해 그 효과를 확인하였으며, 규격 시험 인증기관인 한국건설생활 환경시험연구원에서 수행되었다. Fig. 2와 같이 P50 시편이 곰팡이 배양 4주 후 등급 판정 기준에 의해 '3' (발육면적 30~60%)을 나타낸 것에 비하여, 곰팡이 방지페인트를 도포한 P50[페인트 적용] 시편은 4주 후 '0'(발육면적 0%)을 나타내어 항곰팡이 효과를 확인 할 수 있었다.

4. 결론

코르크계 복합재료를 열방호를 목적으로 하는, 유도무기용 복합재연소관의 외부 인슈레이션 재료로 사용하는데 요구되는 기본 요구조건에 대한 요구조건 분석에 따른 곰팡이 영향에 대한 고찰과 곰팡이 방지방법의 유효성 확인 연구를 수행하였다. 100% 곰팡이 배양된 전단시편의 전

단시험 강도도 미배양 시편대비 약 10.5%의 강도저하를 보였으며, 급격한 강도저하는 나타나지 않았다. 이 결과들은 사용한 코르크계 재료의 사용 시스템의 요구조건을 만족하는 것으로 판단된다.



Fig. 2. Test result of fungi incubation of P50

참고 문헌

1. Helena Pereira, "Cork : Biology, Production and Uses", ELSEVIER, 2007
2. 정상기, 김형근, 김연철, 박영철, 박병열, 최동현, 이승구, "열방호용 코르크계 외부인슈레이션의 기본요구조건 연구", 2013년도 추계 학술대회 논문집, pp.130
3. ASTM G21-09, "Standard Practice for Determining Resistance of Synthetic Polymeric Materials to Fungi."