

탄소/페놀릭 8매 주자직 복합재료의 열전도도 측정

구남서*·우경식**

Measurement of Thermal Conductivity of a 8-harness Carbon/Phenolic Woven Composite

Nam Seo Goo, Kyeongsik Woo

Key Words: Thermal conductivity, Carbon/phenolic woven composite

Abstract

The purpose of this study is to measure the thermal conductivity of a carbon/phenolic 8-harness woven composite. An experiment apparatus and procedure developed in the previous study were used to measure the thermal conductivities. This method compares the temperature difference between a reference specimen with a known thermal conductivity and the test sample specimen in a steady-state condition.

1. 서론

열전도도는 구조물의 열전달 문제를 해석하기 위한 필수 데이터로 복합재료의 중요한 물리적 특성 중의 하나이다. 미시역학을 이용하여 섬유와 기지의 열전도도로부터 복합재료의 열전도도를 예측하는 방법도 있지만 정확한 값은 실험적인 계측을 통하여 얻어지게 된다.

본 연구에서는 탄소/페놀릭 8매 주자직 복합재료에 대한 두께 방향과 면내 방향의 열전도도를 계측하였다. (주) 한국화이버의 CF3227 탄소/에폭시 평직 복합재료의 열전도도를 계측할 때 개발된 장비와 절차를 사용하였다[1,2]. 이 방법의 기본적인 개념은 원통형의 표준 시편과 측정 시편의 길이 방향으로 온도차이를 유발시킨 후 이를 계측하여 표준 시편의 열전도도와와의 비를 계산하

여 측정시편의 열전도도를 결정하는 것이다.

2. 실험적 계측

2.1 계측 원리 및 장비

본 연구에서 사용한 열전도도 계측 방법은 정상상태 하에서 열전도도가 알려진 표준 시편(reference specimen)과 측정 시편의 온도 비교를 통하여 열전도를 계산하는 비교 측정법(comparative method)의 일종이다[3]. Fig. 1에 측정 원리를 나타내었다. 여기에서 TC1S, TC2S는 측정시편에 장착된 열전대이며 TC1R, TC2R은 참고 시편에 장착된 열전대이다. 또한, δ 는 열전대 거리, d 는 시편의 지름, 하첨자 r은 표준시편, s는 측정시편을 나타낸다.

표준 시편으로는 SUS 304를 사용하였으며 측정 방향의 열류가 보존된다는 가정으로부터 시편의 열전도도는 다음과 같이 계산된다.

$$k_{\text{exp}} = k_r \times \frac{\Delta T_r}{\Delta T_s} \frac{\delta_s}{\delta_r} \frac{d_r^2}{d_s^2} \quad (1)$$

* 건국대학교 기계항공공학부
교신저자(ns goo@konkuk.ac.kr)
** 충북대학교 구조시스템공학과

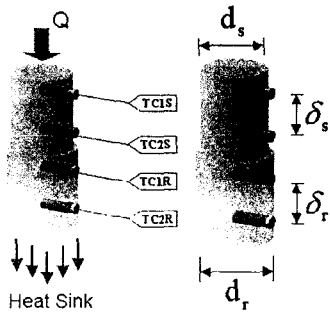


Fig. 2 Principle of TC measurement and specimen.

여기에서 k 는 열전도도, ΔT 는 측정점 사이의 온도차를 나타낸다.

실험에 사용되는 시편의 크기는 길이 20mm, 지름 12~13 mm의 원통형으로 측면에 15mm 간격으로 중심까지 구멍이 뚫려있는 형상이다. 이 구멍에 K-형의 열전대를 사용하여 온도를 계측한다. 같은 형상으로 제작된 SUS 304 재질의 표준 시편이 직렬로 연결되어 있다.

실험시 발생할 수 있는 실험오차를 최소화하기 위해서는 단열재의 사용, 시편의 배치, 열전대의 접촉 상태에 주의하여 수행하였다.

2.2 계측 결과

3개의 시편을 준비하여 실험하였으며 Fig. 2와 3에 두께 방향 및 면내 방향의 전형적인 시간-온도 및 시간-온도차 결과를 나타내었다. 실험 초기에는 온도 증가가 크지만, 두께 방향은 약 80분, 면내 방향은 약 60분이 지나면서 일정한 값을 가지면서 정상 상태에 도달하게 된다. 면내 방향의 온도차가 두께 방향보다 크게 나타나며 이로부터 면내 방향의 열전도도가 더 큼을 알 수 있다.

실험 결과 및 식 (1)을 이용한 열전도도 계산 결과를 Table 1에 결과를 정리하였다. 두께 방향 및 면내 방향 열전도도는 각각 0.61 및 2.79 W/mK로 계측되었다.

3. 요약

본 연구에서는 비교계측법을 이용하여 탄소/페놀릭 주사직 복합재료에 대한 열전도도를 계측하였다.

Table 1. Summary of experimental results.

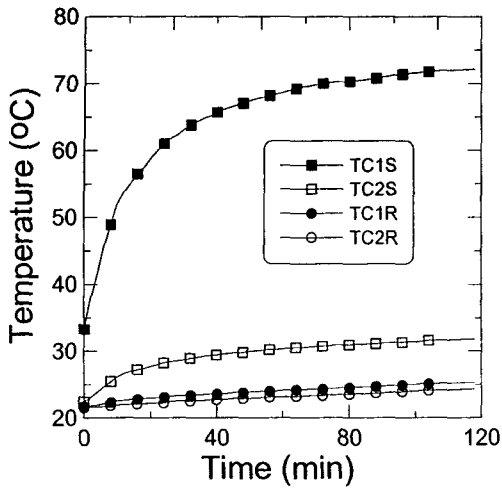
		탄소/에폭시	
		두께	면내
d_s (mm)		13	
d_r (mm)		13	
δ_s (mm)		15	
δ_r (mm)		15	
ΔT_s (°C)	#1	39.6	23.0
	#2	40.1	25.6
	#3	40.6	24.1
ΔT_r (°C)	#1	1.5	4.2
	#2	1.5	4.1
	#3	1.5	4.1
실험값 (W/mK)	#1	0.617	2.980
	#2	0.610	2.611
	#3	0.602	2.773
	평균	0.61	2.79

후 기

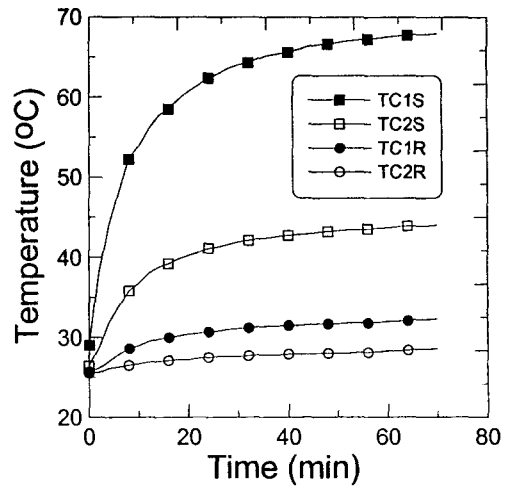
본 연구는 국방과학연구소 목적기초사업(과제 번호 ADD-00-5-4)에 의해 지원받았으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

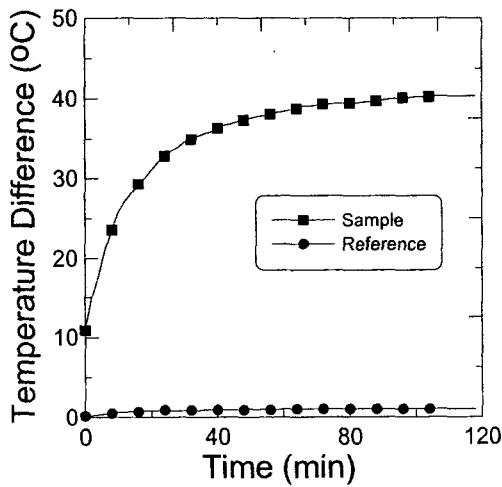
- 1) N. S. Goo and K. Woo, "Measurement and Prediction of Effective Thermal Conductivities for Woven Fabric Composites," *International Journal of Modern Physics B*, Vol. 17, pp. 791~796.
- 2) 구남서, 문영규, 우경식, "CF3327 평직 복합재료의 열전도도," 한국복합재료학회지, 제 15권 5호, 2002, pp. 27~34.
- 3) "Standard Test Method for Thermal Conductivity of Solids by Means of the Guarded-Comparative-Longitudinal Heat Flow Technique," *ASTM Standard E 1225-87*.



(a) Time vs. temperature graph

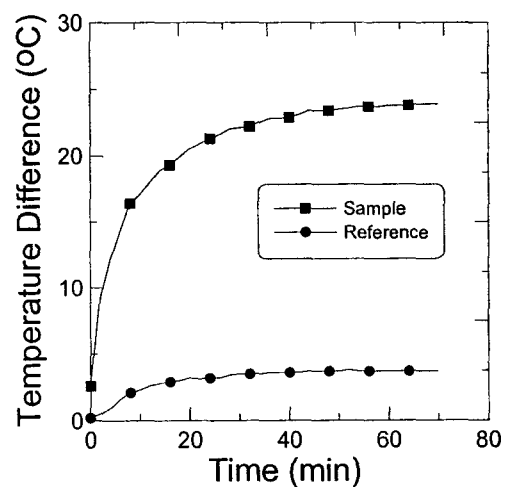


(a) Time vs. temperature graph



(b) Time vs. temperature difference graph

Fig. 2 The experimental result of carbon/phenolic composite (thickness direction).



(b) Time vs. temperature difference graph

Fig. 3 The experimental result of carbon/phenolic composite (in-plane direction).