

산화 그래핀 나노플레이트릿을 혼입한 에폭시 도료의 역학적 특성

Mechanical Properties of Epoxy Paints Containing Oxidized Graphene Nanoplatelet

서 원 우* 김 규 용** 윤 민 호*** 황 의 철*** 백 재 욱* 남 정 수****
 Seo, Won-Woo Kim, Gyu-Yong Yoon, Min-Ho Hwang, Eui Chul Baek, Jae Uk Nam, Jeong Soo

Abstract

Graphene is a nanomaterial and is known to have very high mechanical strength, thermal and electrical properties. However, graphene is known to be difficult to disperse among carbon-based materials due to van der Waals force. In this study, to solve the dispersion problem of graphene nanoplatelet, oxidized graphene nanoplatelet was prepared by oxidizing GNP in nitric acid. The prepared GO was dispersed in ethanol and distilled water before incorporation into the epoxy paint to confirm dispersibility. In addition, GNP/Epoxy and GO/Epoxy tensile specimens were prepared by mixing GNP and GO at 0.1, 0.3, 0.5 and 1.0 wt.% In epoxy coatings and tensile stress-strain characteristics were investigated.

키 워 드 : 그래핀 나노플레이트, 역학적 특성, 분산성

Keywords : graphene nanoplate, mechanical properties, dispersibility

1. 서 론

콘크리트는 이산화탄소나 염화물 이온 등에 노출되면 내구성이 저하하는 현상이 있다. 이러한 콘크리트의 내구성이 저하하는 문제를 해결하기 위해 기존 연구자들은 고분자 도료를 콘크리트 표면에 도포하여 열화인자를 차단하는 연구를 진행해 왔다. 그 중에서도 에폭시는 경화제와 반응하여 3차원적 망상구조를 이루며 경화하고, 우수한 접착력, 내화학성을 가지고 있어 일반적인 콘크리트용 도료로서 사용되고 있다. 하지만, 에폭시 도료는 충격에 파괴되기 쉽고, 낮은 내마모성을 가지는 단점이 있다.

이에 본 연구에서는 이러한 에폭시 도료의 단점을 보완하고자 넓은 표면적을 가지며 기계적 강도, 열적, 전기적 특성이 매우 우수한 그래핀 나노플레이트릿(GNP)이라는 나노소재를 산화시켜 에폭시 도료에 혼입하였다. 산화시킨 그래핀 나노플레이트릿(GO)을 에폭시 도료에 혼입하기 전에 분산성을 확인하고자 에탄올과 증류수에서 분산성을 확인하였다. 또한 에폭시 도료에 GNP, GO를 혼입하여 인장 시험체를 제작하고 역학적 특성을 평가하였다.

2. 실험계획 및 방법

표 1에 GNP/Epoxy, GO/Epoxy 도료의 조합을 나타냈다. GO는 60% 질산용액에서 GNP를 산화시켜 제조하였다. 에폭시 도료에 GNP와 GO를 혼입하기 전에 증류수와 에탄올에서 분산성을 확인하였다. 또한, GNP와 GO를 에폭시 도료에 혼입하여 GNP/Epoxy, GO/Epoxy 인장 시험체를 제조하고 인장강도, 연신율을 평가했다.

표1. GNP/Epoxy, GO/Epoxy 도료의 조합

시험체	에폭시 수지의 종류	경화제의 종류	GNP, GO의 혼입률 (wt.%)	평가항목
Neat Epoxy	Diglycidyl Ether of Bisphenol F	Amine based curing agent	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 인장강도 ▪ 연신율 ▪ 인장응력-변형 특성
0.1GNP/Epoxy			0.1, 0.3, 0.5, 1.0	
0.3GNP/Epoxy				
0.5GNP/Epoxy				
1.0GNP/Epoxy				
0.1GO/Epoxy				
0.3GO/Epoxy				
0.5GO/Epoxy				
1.0GO/Epoxy				

* 충남대학교 건축공학과 석사과정

** 충남대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(gyuyongkim@cnu.ac.kr)

*** 충남대학교 건축공학과 박사과정

**** 충남대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

3. 결과 및 고찰

그림 1에 증류수와 에탄올에서 GNP와 GO의 분산성 관찰 결과를 나타냈다. GNP의 경우 증류수와 에탄올에서 모두 침전형상을 보였다. 그러나, GO의 경우는 증류수와 에탄올에서 안정적인 분산성을 보였다. 이는 산화로 인해 GO표면에 친수성인 수산기가 생성되어 나타난 결과라고 판단된다.

그림 2에 Neat Epoxy, GNP/Epoxy, GO/Epoxy 도료의 인장강도 측정결과를 나타냈다. GNP/Epoxy, GO/Epoxy 시험체 모두 Neat Epoxy보다 높은 인장강도를 나타내었으며 특히 0.3wt.% 혼입률에서 각각 44.12, 46.30MPa의 인장강도를 나타냈다.

그림 3에 Neat Epoxy, GNP/Epoxy, GO/Epoxy 도료의 연신율 측정결과를 나타냈다. GNP/Epoxy 도료는 Neat Epoxy에 비해 낮은 연신율을 보였으며 GNP의 혼입률이 증가할수록 연신율은 감소하는 경향을 나타냈다. 한편 GO/Epoxy 도료는 GO의 0.3wt.% 혼입률까지 연신율이 증가하다가 이후로는 감소하는 경향을 나타냈다. 특히 GO의 혼입률 0.3wt.%에서 31.87%의 연신율을 나타냈다.

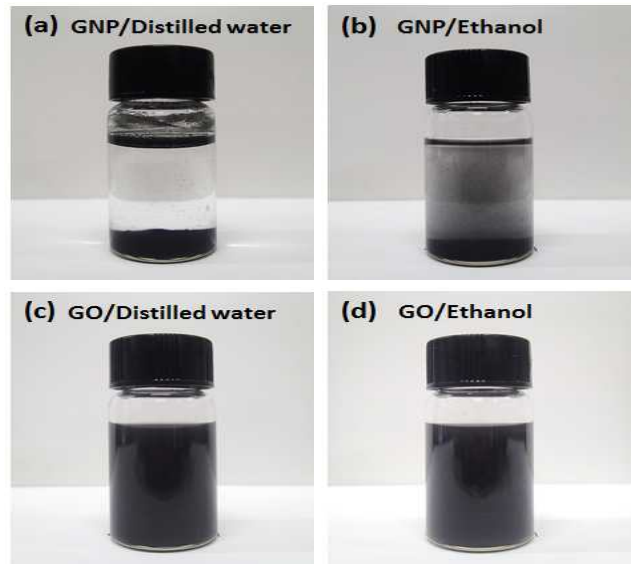


그림 1. 에탄올과 증류수에서 GNP와 GO의 분산성

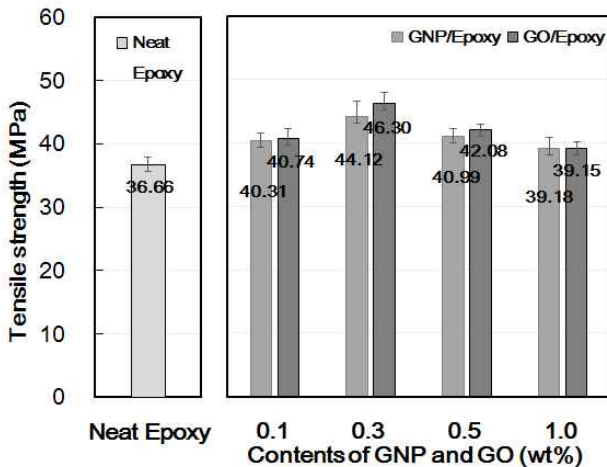


그림 2. Neat Epoxy, GNP/Epoxy, GO/Epoxy 도료의 인장강도

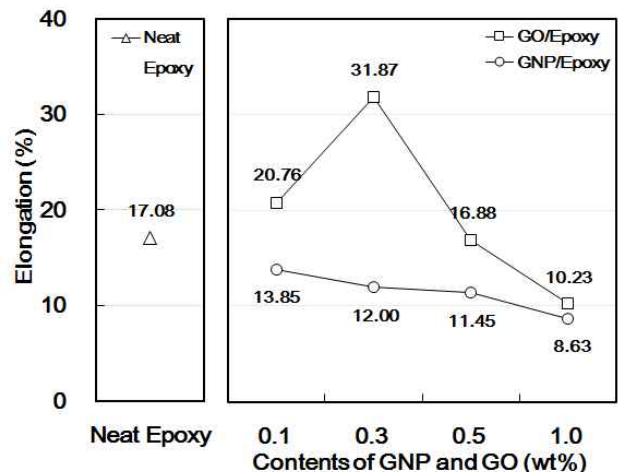


그림 3. Neat Epoxy, GNP/Epoxy, GO/Epoxy 도료의 연신율

4. 결 론

GNP를 산화시킨 GO는 표면에 존재하는 친수성 작용기 때문에 극성을 띠는 용매에서 분산이 용이한 것으로 확인되었다.

또한, 인장강도와 연신율 모두 0.3wt.%에서 가장 높은 값을 나타내었는데 이는 GO 표면에 존재하는 친수성기와 에폭시 매트릭스와의 결합으로 인해 강도와 변형 능력이 모두 향상되었다고 판단된다. 따라서, GO를 에폭시 도료에 혼입함으로써 역학적 특성을 향상시킬 수 있을 것이라고 사료된다.

Acknowledgement

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임. (No. 2015R1A5A1037548)