



XIX. ULUSAL MEKANİK KONGRESİ

24-28 Ağustos 2015, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

GRAFİT TAKVİYELİ ETİL VİNİL ASETAT (EVA) KOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE TERMAL ÇEVİRİMİN ETKİSİ

Kutlay Sever¹, İsmail Hakkı Tavman², Mehmet Sarıkanat³, Yoldaş Seki², Alpaslan Turgut²

¹İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, İzmir

²Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

³Ege Üniversitesi, İzmir

ABSTRACT

In this study, Graphite/EVA composites having different graphite content were prepared by melt blending process. To investigate the effect of thermal cycles on the mechanical properties of graphite/EVA composites, the composite samples were subjected to the thermal cycle processes for 50 and 100 times between temperatures of -25 °C and 60 °C. The moduli of graphite/EVA composites at the end of thermal cycle of 50 and 100 increased.

ÖZET

Bu çalışmada, eriyik harmanlama yöntemi ile farklı grafit miktarlarına sahip grafit/EVA kompozitleri hazırlanmıştır. Grafit/EVA kompozitlerin mekanik özelliklerine termal çevrimin etkisini incelemek için, kompozit numuneleri -25 ile 60 °C sıcaklıkları arasında 50 ve 100 defa termal çevrime tabi tutulmuştur. Yapılan 50 ve 100 termal çevrim sonucunda Grafit/EVA kompozitlerin elastisite modülleri artmıştır.

GİRİŞ

Polimerler genellikle elektriksel ve ısı iletkenlikleri düşük olan malzemelerdir. Polimer matrise mikro ve nano boyuta sahip partiküllerin veya taneciklerin (grafit, karbon nanotüpler, karbon nanofiberler ve metalik nanopartiküller) katılması ile termal ve elektriksel özellikler büyük ölçüde iyileştirilebilir[1-2].

Günümüzde bilgisayar, elektrik-elektronik, otomotiv, havacılık ve uzay gibi birçok endüstriyel alanda malzemelerin ısı özellikleri artan bir öneme sahiptir ve büyük bir ilgi uyandırmıştır. Gelecekte, sahip olduğu potansiyel özelliklerinden dolayı iletken polimerik malzemeler pek çok alanda (elektromagnetik kalkanlar, antistatik ve korozyon dirençli kaplamalar, elektro-iletken kaplamalar, ışık yayıcı aletler, yarı iletkenler ve bataryalar gibi...) yaygın olarak kullanılacağı tahmin edilmektedir [3-9].

Ancak, polimer kompozitler kullanım yerlerine (örneğin uçak ve havacılık) bağlı olarak termal çevrimlere maruz kalabilmektedirler. Termal çevrimi, malzemenin iki ekstrem sıcaklık arasında uzun süre tekrarlayan çevrimlere maruz kalması olarak tanımlayabiliriz. Kompozit malzeme bileşenleri (fiber ve matris) arasındaki farklı ısı genleşmeler, kompozit malzemelerin arayüzey bölgesinde artık ısı gerilmelere yol açmaktadır[8]. Polimerlerin ısı genleşme katsayıları oldukça yüksek olmasına rağmen, fiberlerin ısı genleşmesi polimer

matrise göre çok daha düşüktür. Artık ısıl gerilimler, fiberlerin bası ve matrisin çeki doğası nedeniyle olmaktadır [10]. Termal çevrim ile malzeme içerisinde mikro çatlaklar ve ara yüzey deformasyonları oluşabilmektedir. Ayrıca tabakalı kompozit yapılarda katmanlar arası delaminasyonlara neden olabilmektedir[11]. Termal çevrimler sonucunda malzeme mekanik özelliklerinde de değişimler meydana gelmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ısıl çevrime maruz bırakılmış grafit takviyeli EVA kompozitlerin mekanik özelliklerindeki değişimi incelemektir.

DENEYSEL DETAYLAR

Malzemeler

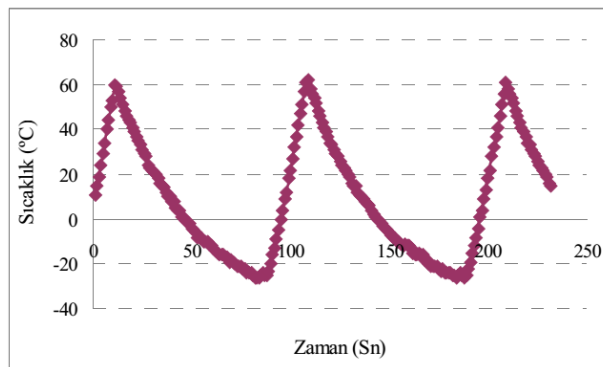
Matris malzemesi olarak kütsel olarak %14 vinil asetat içeren etilen-vinil asetat kopolimer (EVA), Miravithen® D 14010 V (Leuna Polymer GmbH, Almanya) kullanılmıştır. Kullanılan matris malzemenin erime akış indeksi (190°C/2.16 kg) 9.8 g/10 dak'dır. Dolgu malzemesi olarak genişlemiş grafit (EG) nanodolgu malzemesi, GTG 5 (Graphite Tecnology Group, Amerika) ve genişlememiş grafit (UG) dolgu malzemesi, KS6 (Lonza Graphites and Technologies Ltd., İsviçre) kullanılmıştır. Dolgu olarak kullanılan GTG 5 yaklaşık 5 ve 6 µm çaplara ve KS6 yaklaşık 20 ve 25 µm çaplara sahiptir.

Kompozit Üretimi

Kompozit malzemeler eriyik harmanlama yöntemi kullanılarak, matris ve dolgu malzemesinin Brabender Plasticorder PLE 331 (Almanya) cihazının 30 ml'lik karışım odasında 150°C sıcaklıkta 10 dakika süreyle 35dev/dak'da karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Karıştırıcı elemanlar üzerinde ve karışım odasında bulunan kompozit malzeme mekanik test numunelerinin üretimi için ilk önce 8×10 cm boyutlarında ve 1 mm kalınlığındaki çerçeve içerisine yerleştirilmiştir. Daha sonra Fontifne SRA (Hollanda) marka laboratuvar tipi sıcak preste 120° sıcaklık ve 40 kPa basınç altında 1 dakika süreyle preslenmiştir.

Termal Çevrim Deneyi

EVA/UG ve EVA/EG kompozitlerden çekme test numuneleri ASTM D638-08 standartlarına göre hazırlanmıştır. Bu numunelere -25 ile +60 °C sıcaklıkları arasında termal çevrimler (50 ve 100 termal çevrim) uygulanmıştır.



Çekme Testi

Termal çevrim sonrasında numunelere çekme testleri (Shimadzu Autograph AG-IS serisi bir universal çekme test cihazı, Japonya) uygulanmıştır. Test oda sıcaklığında ve 10 mm/dakika çekme hızında gerçekleştirilmiştir. Her bir kompozit serisi için deneyler en az 5 kez tekrarlanmıştır. Çekme testleri sonucu çekme mukavemeti, Young modülü ve % birim şekil değiştirme değerleri elde edilmiştir.

DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

EVA matrisi malzemeye genişletilmiş ve genişlememiş grafit dolgu malzemesi katıldığında çekme gerilmesinde azalış, Young Modülünde artış ve % birim şekil değiştirmesinde azalış belirlenmiştir. Özellikle %15 genişletilmiş grafit katıldığında EVA'nın Young modülünde % 299 artış tespit edilirken, EVA'nın % birim şekil değiştirmesinde önemli miktarda azalış (%929.2 den %109.78'a azalış) belirlenmiştir.

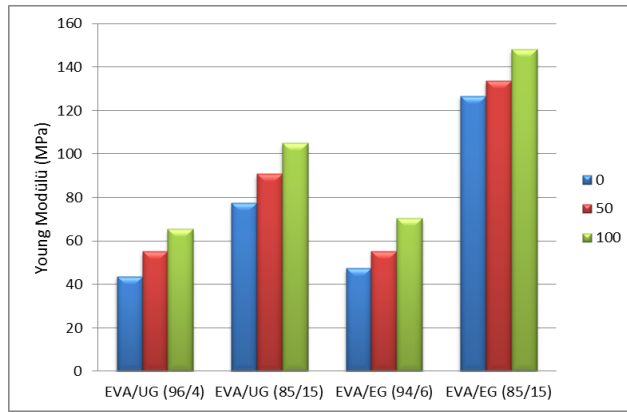
-25 °C ile +60 °C arasında gerçekleştirilen termal çevrimlerin sonucu olarak kompozitlerin Young modüllerinde artışlar ve % birim şekil değiştirmesinde azalışlar tespit edilmiştir. Termal çevrimler sonucunda kompozitlerin çekme mukavemetlerinin, Young modülü ve birim şekil değiştirmeye göre, çok az değiştiği gözlemlenmiştir (Tablo 1.) Yapılan deneysel çalışmada, termal çevrim sayısı arttıkça, EVA kompozitlerinin Young modülünde sürekli bir artış gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, EVA matrisli kompozitlerin birim şekil değiştirmeleri termal çevrim sayısı arttıkça azalış göstermiştir.

Çizelge 1. Termal çevrim sonucunda EVA matrisli kompozitlerin mekanik özelliklerdeki değişim

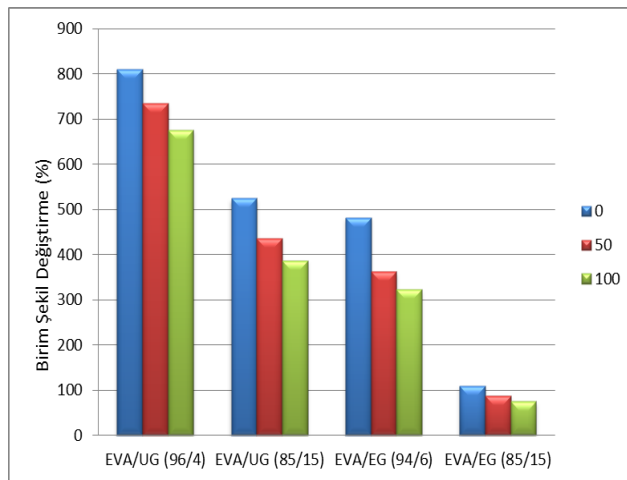
Numune Adı	Kütleli Oran (%)	Termal Çevrim Sayısı	Maks.Çekme Gerilmesi (MPa)	Young Modülü (MPa)	Birim Şekil Değişirme (%)
EVA	0	0	14,00±0,62	42,34±2,98	929,2±43,20
EVA/UG (96/4)	4	0	13,33 ± 1,14	43,74 ± 2,10	811,02 ± 9,57
	4	50	12,58 ±0,81	55,12 ± 2,52	734,85 ± 12,92
	4	100	12,76 ±1,63	65,39 ± 2,50	675,72 ±8,87
EVA/UG (85/15)	15	0	9,62 ±0,33	77,37 ± 1,99	524,81 ± 8,96
	15	50	8,97 ± 0,15	90,87 ± 2,93	436,71 ± 9,46
	15	100	9,41 ±0,25	104,99 ± 3,47	386,76 ± 6,82
EVA/EG (94/6)	6	0	11,48 ± 1,38	47,36 ± 3,78	481,88 ± 12,25
	6	50	10,93 ± 0,72	55,23 ± 2,20	361,67 ± 7,91
	6	100	10,72 ± 1,53	70,41 ± 2,07	322,06 ± 7,96
EVA/EG (85/15)	15	0	11,24 ± 0,21	126,62 ± 2,27	109,78 ± 1,11
	15	50	11,68 ± 0,56	133,68 ± 3,67	87,16 ± 4,44
	15	100	11,37 ± 0,58	148,17 ± 3,10	74,41 ± 1,61

Gerçekleştirilen 100 termal çevrim sonucunda, EVA/UG-96/4 kompozitinin Young modülü 43,74 MPa'dan 65, 39 MPa'a, (%49,5) bir artış ve EVA/UG-85/15 kompozitin Young modülü ise 77,37 MPa'dan 104,99 MPa'a (%35,7) bir artış göstermiştir.

EVA/EG-94/6 kompozitin Young modülünde 100 termal çevrim sonucunda 47,36 MPa'dan 70,41 MPa'a (%48,7) bir artış ve EVA/EG-85/15 kompozitin Young modülünde ise 126,62 MPa'dan 148,17 MPa'a (%17) bir artış tespit edilmiştir. Kristalli yapıya sahip olmayan bir polimer camı geçiş sıcaklığının üzerinde kristalize bir polimere dönüşebilir. Cao ve arkadaşları (2005) PPS/karbon fiber kompozitlerin kristallilik derecesini termal çevrimler yaparak artırmışlardır [12]. Kompozitin fiber doğrultusundaki Young modülünün de kristalliliğin artması ile arttığını belirtmişlerdir.



Şekil 1. EVA/UG ve EVA/EG kompozitlere uygulanan termal çevrimlere bağlı olarak Young modülündeki değişimler



Şekil 2. EVA/UG ve EVA/EG kompozitlere uygulanan termal çevrimlere bağlı olarak birim şekil değiştirmedeki değişimler

SONUÇLAR

Genişletilmiş grafit ve genişlememiş grafit takviyeli EVA matrisli kompozitlere -25 °C ile +60 °C arasında termal çevrimler gerçekleştirilmiştir. Termal çevrimler sonucunda kompozitlerin Young modüllerinde artışlar ve % birim şekil değiştirme değerlerinde azalışlar tespit edilmiştir. Termal çevrimler sonucunda kompozitlerin çekme mukavemetlerinde, Young modülü ve birim şekil değiştirmeye göre, çok az değişim olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] G. Chen, C. Wu, W. Weng, D. Wu, W. Yan, Preparation of polystyrene/graphite nanosheet composite, *Polymer*. 44 (2003) 1781–1784.
- [2] J.E. Mark, Ceramic reinforced polymers and polymer modified ceramics, *Polymer Engineering and Science*. 36 (24) (1996) 2905–2920.
- [3] I. Krupa, I. Chodák, Physical properties of thermoplastic/graphite composites, *European Polymer Journal*. 37 (2001) 2159-2168.
- [4] I. Novak, I. Krupa, Electro-conductive resins filled with graphite for casting applications, *European Polymer Journal*. 40 (2004) 1417-1422.
- [5] M. Omastová, S. Podhradská, J. Prokeš, I. Janigová, J. Stejskal, Thermal ageing of conducting polymeric composites, *Polymer Degradation and Stability*. 82 (2) (2003) 251-256.

- [6] W. Zheng, S.C. Wong, H.J. Sue, Transport behavior of PMMA/expanded graphite nanocomposites, *Polymer*. 43 (2002) 6767-6773.
- [7] X.M. Chen, J.W. Shen, W.Y. Huang, Novel electrically conductive polypropylene/graphite nanocomposites, *Journal of Material Science Letters*. 21 (2002) 213–214.
- [8] L.N. Song, M. Xiao, Y.Z. Meng, Electrically conductive Nanocomposites of aromatic polydisulfide/expanded graphite, *Composites Science and Technology*. 66 (13) (2006) 2156-2162.
- [9] Y. She, G. Chen, D. Wu, Fabrication of polyethylene/graphite nanocomposite from modified expanded graphite, *Polymer International*. 56 (2007) 679–685.
- [10] B. C. Ray, Effect of thermal shock on interlaminar strength of thermally aged glass fiber reinforced epoxy composites, *Journal of Applied Polymer Science*. 100 (2006) 2062-2066.
- [11] O. Çoban, M. Ö. Bora, T. Sınmazçelik, İ. Cürgül, Termal çevrimlere maruz bırakılmış polimer kompozitlerin düşük enerjili tekrarlı darbeler altındaki davranışlarının incelenmesi, *Proceedings of 8th International Fracture Conference*. İstanbul, 2007: s. 369-379.
- [12] J. Cao, L. Chen, Effect of thermal cycling on carbon fiber-reinforced PPS composites, *Polymer Composites*. 26 (2005) 713–716.