

Poliester Reçineli Polimer Betonun Sönüm Yeteneği Üzerine Bir Araştırma

Sezan ORAK

Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü

Eskişehir-TÜRKİYE

Şerafettin KARADEMİR

Afyon Kocatepe Üniversitesi Çay Meslek Yüksek Okulu

Çay, Afyon-TÜRKİYE

Geliş Tarihi 30.05.1997

Özet

Bu çalışmada, takım tezgahlarının gövedelerinin imalatında polimer betonun kullanılabilirliği sönümleme yeteneği yönünden araştırılmıştır. Sönümleme özelliğinin yapıya bağlı olarak değişimini belirlemek için poliestere reçine oranı aynı, dolgu malzemesi (kuvars) kompozisyonları farklı olan numuneler hazırlanmıştır. Polimer beton ve dökme demir numunelerin sönümleme deneyleri yapılmış, serbest titreşim yöntemi ile kritik sönüm yüzdeleri hesaplanmıştır. Polimer betonun kritik sönüm değerinin, dökme demire nazaran yaklaşık 4-7 kat daha yüksek olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Polimer beton, poliestere reçine, sönümleme.

An Investigation on the Damping Characteristic of Polymer Concrete With Polyester Resin

Abstract

In this study, the usability of polymer concrete in the manufacture of machine tool beds was investigated with respect to its damping characteristic. Samples which consisted of the same polyester resin ratio and different quartz material ratios were used in order to investigate changes in the damping characteristic with structure. Damping experiments were carried out using polymer concrete and cast iron samples. Critical damping ratios were calculated with the free vibration method. It was observed that the critical damping ratio of polymer concrete was approximately 4-7 times higher than that of cast iron.

Key Words: Polymer concrete, polyester resin, damping.

Giriş

Takım tezgahları, imalat sanayiinde çok ağırlıklı bir yere sahiptir. Bu nedenle günümüzde kullanılan tezgahlardaki titreşim, gürültü v.b. gibi olumsuz etkilerin en aza indirilmesi istenir.

Makina yapımında kullanılan metalik malzemeler özellikle mekanik karakteristikleri açısından

bakıldığında, diğer konstrüksiyon malzemelerine kıyasla büyük bir öneme sahiptir ve bu önem gelecekte de devam edecektir.

Ancak kimyasal direnç, hafiflik, kolay imalat, işlenebilirlik ve sönümleme gibi özellikler açısından bakıldığında plastik ve kompozit malzemelerin de

makina yapımında kullanımı giderek artmaktadır (Ateş, 1994; Kruger, 1985).

Makina sanayiinde özellikle takım tezgahı imalatı ile ilgili gelişmelerin yoğunlaştığı günümüzde, bir çok gelişmiş ülkede de halen araştırılmasına devam edilen yeni bir yapım malzemesi polimer betondur (Haddad ve arkadaşları, 1983). Uzun yıllar önce inşaat malzemesi olarak ortaya çıkan ve halen bu alanda kullanımı devam eden polimer malzemeye, makina yapımcıları dökme demir ve çelik malzemeler yerine özellikle gövde yapım malzemesi olarak alternatif bir malzeme gözüyle bakmaktadır (Czarnecki, 1985; Renker, 1985; Kruger, 1985).

Polimer betonun gövde yapım malzemesi olarak kullanımının avantajları; hafif, kolay imal edilebilir, korozyona dayanıklı ve en önemlisi sönümleme özelliğinin metalik malzemelere göre çok yüksek oluşudur (Alzaydı ve arkadaşları, 1990).

Bu çalışmada, sönümleme özelliğinin malzemeye bağlı olarak değişimini belirlemek için, hazırlanan polimer beton numunelerin sönümleme deneyleri yapılmış, logaritmik dekremaları tayin edilerek kritik sönüm değerleri hesaplanmıştır. Aynı şartlarda dökme demir numunenin kritik sönüm değeri de bulunmuştur. Polimer betonun sönüm değerinin, dökme demire nazaran yaklaşık 4-7 kat daha yüksek olduğu görülmüştür.

Malzeme

Reçine Seçimi

Reçine olarak poliester reçine seçilmiştir. Piyasada bir çok poliester tipi mevcuttur. Bu poliester tiplerinden ticari adı izoftalik poliester olan doymamış poliester reçinesi seçilmiştir (Karademir, 1997). İzoftalik poliesterden yapılan polimer beton, sert, rijit ve mekanik mukavemeti yüksek olmaktadır. Ayrıca bu reçine fiyatının düşük olması nedeniyle de tercih edilmiştir. Ancak çok kalın blok dökümlerde iç gerilmeler nedeniyle çatlama riski vardır (Saylan, 1991).

Dolgu Malzemesi Seçimi

Kuvars sertliğinin yüksek olması nedeniyle yapımında kullanıldığı polimer betona rijitlik ve yüksek mukavemet kazandırdığı için tercih edilmiştir. Çok değişik renkler almakla birlikte, ekseriya beyaz renkte olan kuvarsın kristalleri rombohedral yapıdadır. Mohs sertlik derecesi 7 özgül ağırlığı 2.6 gr/cm³ tür (Saylan, 1991).

Kuvars ilgili firmadan 0.5-1mm; 1-3mm 3-5 mm boyutlarında öğütülmüş halde alınmıştır. Tane büyüklüğüne göre üç gruba ayrılmıştır.

- a) ince tane (0.5-1mm) b) orta tane (1-3 mm)
c) iri tane (3-5 mm)

Yöntem

Numune Boyutları

Polimer beton deneyleri için numune boyutları DIN 51290-Bölüm 3 ile "Makina yapımında polimer betonun deneyleri" isimli standartta belirtilmiştir. Bu standartta; deney numunelerinin en küçük ölçüleri olarak, taneli dolgu malzemesi kullanılması halinde kullanılan en büyük tane çapının üç katının, granüle olmayan tanesiz dolgu malzemesi olması halinde ise en büyük uzunluğunun üç katının altında olmasına izin verilmez, şeklinde alt sınır değerler verilmiştir.

Bu çalışmada çalışma kolaylığı ve malzeme tasarrufu sağlamak amacıyla numune boyutları 10x25x500 mm alınmıştır (Karademir, 1997).

Malzeme Kompozisyonu

Saylan 1991 de yaptığı çalışmasında, poliester yüzdesi ile mukavemet arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla %12.5-17.5-22.5-25 poliester oranlarındaki numunelerle basınç deneyi yaparak, poliester oranına bağlı olarak basınç mukavemetinin değişimini incelemiştir. Poliester oranının artmasıyla mukavemetin arttığını ancak bu artışın %20 poliester oranından sonra yavaş olduğunu tesbit etmiştir. Bu nedenle çalışmamızda poliester oranı %20 olarak alınmıştır.

Kuvarsın tane büyüklüğüne göre beş değişik kompozisyon için numuneler hazırlanmıştır. Bu kompozisyonların miktarları Tablo 1 de verilmiştir.

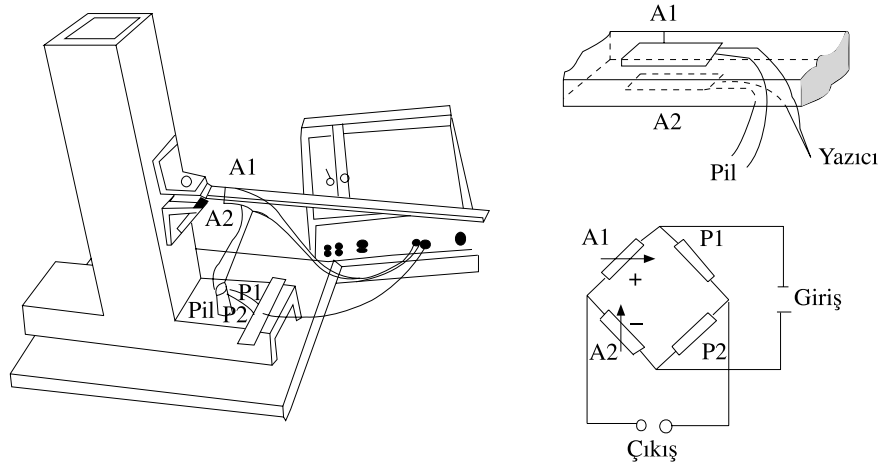
Tablo 1. Numunelerin dolgu malzemesi karışım oranları

Numune no	Kuvars kumu miktarı (%)		
	ince (0.5-1 mm)	orta (1-3 mm)	iri (3-5 mm)
1	50	0	50
2	25	25	50
3	50	25	25
4	25	50	25
5	50	50	0

Kuvars kumu, tane büyüklüğü dağılımı birbirinden farklı beş kompozisyonda hazırlandı. Poliester miktarı polimer beton ağırlığının %20 si olarak alındı. Öngörülen miktardaki poliester içine, poliesterin (ağırlık olarak) % 1'i oranında hızlandırıcı (kobalt oktat) katılarak elde edilen karışım, hazırlanan kuvars kumu karışımına ilave edildi. Döküm yapmadan önce, poliester miktarının % 1'i oranında sertleştirici (% 50 lik metil-etil-keton peroksit) daha önce hazırlanan harca eklendi. Bu şekilde hazırlanan polimer beton harcı kalıp ayırıcı sürülmüş kalıplara, sertleşme olmadan önce hava boşlukları dışarı atılarak sıkı bir yapı elde edilmesi için, "masa tipi vibratör cihazı" kullanılarak dolduruldu. TS 3068 de bu deneyler için en az üçer numunenin test edilmesi istenmektedir. Numunelerin kalıptan çıkarılırken kırılabileceği düşünülerek beşer numune hazırlanmıştır.

Poliester reçineli polimer betonda sönümleme olayını inceleyebilmek için, Şekil 1 de görülen deney düzeneği hazırlandı. Ölçüm değeri alabilmek için strain gauge'ler kullanıldı. İçinde "strain-indikatörü" bulunan "X-Y yazıcı" ile titreşimler kaydedildi. Numunenin gövdeye ankastre olarak monte edilmesinde ve gövde konstrüksiyonunda, rijit bir yapı oluşturulmasına dikkat edilmiştir.

Eğilme gerilmeleri tesirindeki numunede oluşan şekil değişimlerini algılamak için numunenin alt ve üst yüzeylerine aktif şekilde görev yapacak birer tane strain gauge yapıştırıldı. Ayrıca aynı malzemeden yapılmış bir diğer parçanın alt ve üst yüzeylerine pasif olarak görev yapacak birer tane strain gauge yapıştırıldı. Yapıştırma esnasında strain gauge ile numune arasında pislik ve hava kalmamasına özen gösterildi. Wheatstone köprüsü devrelerinden "yarım köprü" devresi kullanıldı.



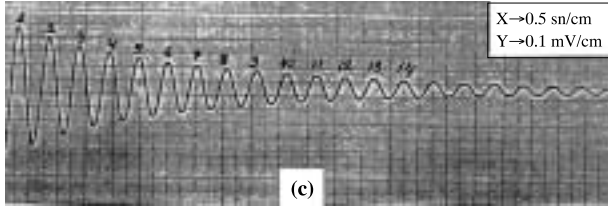
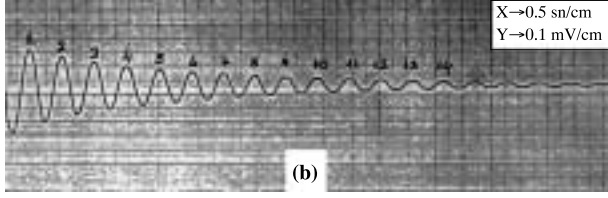
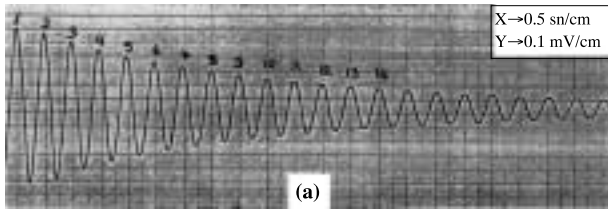
Şekil 1. Deney setindeki strain gauge'lerin ve cihazların bağlantı şeması.

Sönümleme Deneyinin Yapılması

Hazırlanan deney numuneleri Şekil 1 de verilen deney seti kullanılarak test edildi. Deney setine bağlanan numune denge konumundan belirli bir mesafe saptırılarak serbest bırakıldı. Konsol kiriş serbest titreşime tabi oldu ve zamanla titreşim söndü. Bu titreşimler "X-Y yazıcı" ile kaydedildi. Çalışmada, her bir sönüm deney numunesinden elde edilen sönüm eğrileri üzerinden, birbirini izleyen 14 periyottaki genlik değerleri ölçüldü. Bu değerlere göre (1) denkleminde logartimik dekremanı ve (2) denkleminde kritik sönüm yüzdesi hesaplandı (Kaya, 1991).

Tablo 2. Polimer beton numunelerinin sönümleme değerleri

Numune no	Sönümleme değerleri (%)			Sönümleme değerlerinin ortalaması
	D			
	1	2	3	
1	1.78	2.35	2.25	2.13
2	1.69	2.46	1.66	1.94
3	1.84	2.25	1.77	1.95
4	2.24	2.86	2.02	2.30
5	2.28	2.46	2.05	2.26



Şekil 2. a) N1.1 numunesinin sönümlenme eğrisi b) N2.2 numunesinin sönümlenme eğrisi c) N4.3 numunesinin sönümlenme eğrisi

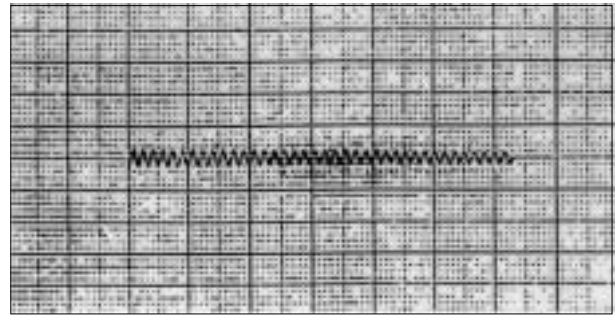
Sönümlenme deneyi 5 grup için 3'lerden 15 numune üzerinde yapıldı. Bu numunelerin kritik sönüm değerleri Tablo 2 de, bazı numunelere ait sönümlenme eğrileri Şekil 2 de verilmiştir.

$$\Delta = [1/(n - 1)] \ln(x_1/x_n) \quad (1)$$

$$D \cong \Delta/2\pi \quad (2)$$

Δ : logaritmik dekreman
 x_1 : 1. periyottaki genlik
 x_n : n. periyottaki genlik
 D : kritik sönüm değeri

Aynı şartlarda dökme demir numunenin de sönümlenme deneyi yapıldı. Sönüm eğrisi, $X=0.2$ s/cm alındı ve sönüm eğrisi üzerinden kritik sönümlenme değeri $D=0.00418$ olarak bulundu. Dökme demir numunenin sönümlenme eğrisi Şekil 3te verilmiştir.



Şekil 3. Dökme demir numunenin sönümlenme eğrisi

Sonuçlar ve Öneriler

Polimer beton imalatında kullanılan poliester reçine ve kuvars dolgu malzemesinin, sönümlenme yönünden uygun bir yapım malzemesi olduğu ortaya çıkmıştır.

Bütün deney numuneleri aynı şartlarda test edilmiş ve bu şartlara göre $D(\%)$ kritik sönüm değerleri aşağıdaki gibi bulunmuştur.

1 Nolu Numune için	$1.78 < D < 2.35$
2 Nolu Numune için	$1.68 < D < 2.46$
3 Nolu Numune için	$1.77 < D < 2.25$
4 Nolu Numune için	$2.02 < D < 2.86$
5 Nolu Numune için	$2.05 < D < 2.46$

Aynı şartlarda dökme demir numunenin sönümlenme değeri $D_{dd}(\%)=0.418$ olarak bulundu. Polimer beton numunelerin sönümlenme değerlerinin (D), dökme demirin sönümlenme değerine (D_{dd}) oranları aşağıda verilmiştir.

1 Nolu Numune için	$4.25 < D/D_{dd} < 5.62$
2 Nolu Numune için	$3.97 < D/D_{dd} < 5.88$
3 Nolu Numune için	$4.23 < D/D_{dd} < 5.38$
4 Nolu Numune için	$4.83 < D/D_{dd} < 6.84$
5 Nolu Numune için	$4.90 < D/D_{dd} < 5.45$

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre;

1- Sönümlenme özelliğinin dökme demir malzemeye göre yaklaşık 4-7 kat daha yüksek olabileceği, bu özelliği ile polimer betonun makina imalatında her zaman ayrıcalıklı bir öneme sahip olacağı görülmektedir.

2- Polimer betonun sönümlenme özelliğinin, dolgu malzemesi kompozisyonuna göre değişimi konusunda kesin bir bilgi edinilememiştir. Değişik numunelere ait kritik sönüm değerleri birbirine yakın bulunmuştur.

Polimer beton hakkında yaptığımız bu çalışmaya ilave olarak;

1-Polimer betona sıcaklık uygulanmasının, tezgah gövdesinin performansına etkisi,

2-Farklı reçine ve dolgu malzemelerinin tezgah gövdesi imalatında kullanımı,

3-Daha değişik karışımlardaki numuneler üzerinde çalışma,

4-Tezgahlarda kullanılacak metal yataklarla polimer betonun nasıl birleştirilebileceği konularında yapılacak çalışmalar oluşan bilgi birikimine yenilerini kazandıracaktır.

Kaynaklar

Alyazdı, A.A., Shihata, S.A., Alp, T., "The Compressive Strength of a new Ureafor-maldehyde Based Polymer Concrete", Journal of Material Science, 25, no. 6, 2851-2856, June, 1990.

Ateş, E., "Epoksi Reçineli Betonların Tezgah Gövdelerinde Kullanımı", Doktora tezi, Balıkesir, 1994.

Czarnecki, L., "The Status of Polymer Concrete", Concrete International Design and Construction, 7, no. 7, 47-53, July, 1985.

DIN-51290 Teil 3, "Deutsche Norm, Prüfung von Reaktionsharzbeton im Maschinenbau, Prüfung gesondert hergestellter Probekörper, Mai 1991.

Haddad, M.U., Fowler, D.W., Paul, D.R., "Factors Affecting The Curing and Strength of Polymer Concrete", ACI Journal, September-October, 396-402, 1983.

Karademir, Ş., "Takım Tezgahı Gövdesi İmalinde Polimer Betonun Sönüm Kabiliyetinin Araştırılması", Yüksek Lisans tezi, Eskişehir, 1997.

Kaya, F., "Titreşim Mühendisliği", Seç Yayın Dağıtım, İstanbul, 1991.

Kruger, D., "Recent Developments in the Use of Polymer Concrete", Materials and Society, 9, 3, p. 371-380, 1985.

Renker, H.J., "Stone-Based Structural Materials", Precision Engineering, 7, 3, 161-164, July, 1985.

Saylan, S., "Takım Tezgahı Gövdelerinin İmalinde Yeni Bir Malzeme; Polimer Beton", Doktora tezi, Bursa, 1991.

TS 3068, "Laboratuvarda Beton Deney Numunelerinin Hazırlanması ve Bakımı", 1978.