

DARBE DENEYİ

Giriş

Ani darbelere karşı dayanımı yüksek olan malzeme seçimi için, malzemenin kopmaya karşı olan direnci darbe testi ile ölçülmelidir. Malzemenin ani darbelere karşı dayanımı tokluğu ile yakından ilişkilidir. Tokluk bir malzemeyi kırmak için gerekli enerji miktarı olarak tanımlanabilir. Darbe deneyi süresince malzeme tarafından soğurulan enerji, malzemenin dayanımının ve tokluğunun bir ölçüsü olarak kullanılabilir.

Uygulama yerine ve kullanım amacına göre malzemenin maruz kalabileceği darbeler çok farklı şekillerde olabilir. Buna karşın darbeye karşı olan cevap ta malzemenin kendisi tarafından belirlenir. Şöyle ki, metal ve metal alaşımlarının darbeye karşı cevabı; elastik uzama ve plastik şekil değiştirme şeklinde meydana gelir ve darbe hasarı, çoğunlukla , çarpma yüzeyinde başladığı anda kolay bir şekilde tespit edilebilir.

Darbe hasarı, metal malzemelerde genellikle bir tehlike işareti olarak kabul edilmez, çünkü; metaller plastik şekil değiştirebilme kabiliyetlerinden dolayı, büyük miktarda enerjiyi soğurabilirler. Metaller sabit bir gerilme durumunda yapı sertleşmeden önce çok büyük uzamalarda akabilirler, bu nedenle oluşacak kopmalar ani ve beklenmedik olmaz. Kompozit malzemelerde bir darbe sonucunda oluşan hasar, çarpmanın türüne göre darbeye maruz kalmayan yüzeyde meydana gelebilir, iç yapıda oluşan delaminasyonlar (tabakalar arasında ayrılma) şeklinde başlayabilir. Yukarıda da bahsedildiği gibi metallerde darbe cevabı, plastik şekil değiştirme sonucunda bir kopma şeklinde olmasına rağmen, kompozitler çok değişik modlarda hasara uğrayabilirler ve bu hasar modlarında parçanın yapısal bütünlüğünde ciddi bir değişiklik meydana gelmeyebilir. Genellikle gözle görülmeyen veya çok zayıf şekilde görülebilen hasarlar meydana gelir. Plastik matrisli kompozit malzemelerin hemen tamamı kırılmandır, bu nedenle enerjiyi sadece elastik deformasyon ve bazı hasar mekanizmaları (matris kırılması, delaminasyon, fiber kopması v.b) sayesinde soğurabilirler, diğer bir deyişle enerjiyi soğurmada plastik deformasyonun katkısı hemen hemen hiç yoktur. Bu anlamda hasar direnç ifadesi, bir kompozit sistemde meydana gelen darbe hasarının miktarını ifade eder. Tabakalı kompozit malzemedeki, eğer kalınlık boyunca bir takviye söz konusu değil ise, en büyük darbe hasarı enine doğrultuda oluşacaktır. Bunun en önemli nedenlerinden birisi, enine doğrultudaki malzeme elastik özelliğinin düşük olmasıdır. Bu nedenle bir kompozit malzemenin enine hasar direnci nispeten zayıftır. Tabakalar arası gerilmeler (kesme ve normal)

tabakalar arası mukavemetin düşük olmasından dolayı ilk kopmalara sebep olan gerilmelerdir. Darbe esnasında kompozit malzemeye aktarılacak enerjinin miktarı, malzemenin bu enerjiyi sönümleyebilmesi için oluşacak hasar modlarını belirleyecektir.

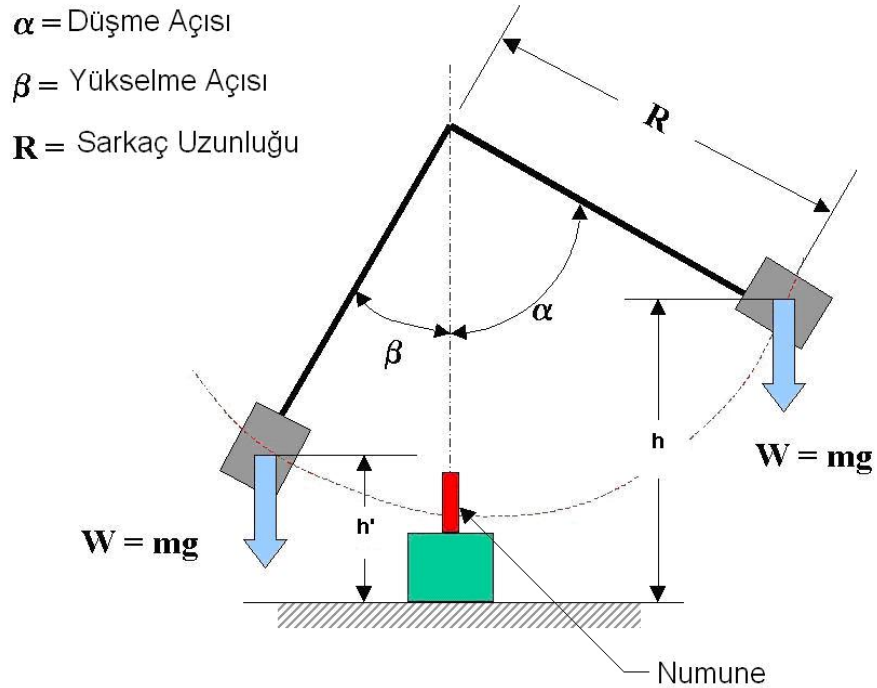
Darbe testleri sadece malzemenin ani yüklemeler altında soğurabildiği enerjiyi ölçmek için yapılmaz. Bunun yanısıra, malzemenin sünek halden gevrek hale geçiş sıcaklığının belirlenmesinde de darbe testlerine başvurulur.

Laboratuvarımızda bulunan Zwick/Roell marka 5113.300 model sarkaçlı darbe deneyi cihazı düşük hızlı ($V_{\text{darbe}} \leq 10 \text{ m/s}$) darbe deneylerinin gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır.

Teori ve Deney İle İlgili Ön Bilgiler

1. Sarkaçlı Darbe Deneyinin Teorik Açıklaması

Deneyi açıklayan şekil aşağıdaki gibidir:



Şekil 1. Sarkaçlı darbe deney düzeneği

Standart bir sarkaçlı darbe cihazında ucunda bir kütle (m) sahip çekiç belirli bir yükseklikte (h) tutulur. Çekiç serbest bırakılmadan önce potansiyel enerjisi:

$$E_p = mgh \quad (1)$$

Çekicinin numuneye çarpma anındaki kinetik enerjisi:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2)$$

Kaybedilen potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşecektir. Buradan (1) ve (2) denklemleri eşitlenerek çarpışma hızı şöyle elde edilir:

$$\begin{aligned} E_p &= E_k \\ mgh &= \frac{1}{2}mv^2 \\ v &= \sqrt{2gh} \end{aligned} \quad (3)$$

Darbe öncesi ve sonrası yükseklikleri sarkaç uzunluğu, düşme ve yükselme açıları cinsinden şöyle ifade edilebilir:

$$\begin{aligned} h &= R(1 - \cos \alpha) \\ h' &= R(1 - \cos \beta) \end{aligned} \quad (4)$$

Buna göre, darbe öncesi enerjisi ve darbe sonrası enerjisi aşağıdaki gibi olacaktır.

$$\begin{aligned} E_{dö} &= mgR(1 - \cos \alpha) = WR(1 - \cos \alpha) \\ E_{ds} &= mgR(1 - \cos \beta) = WR(1 - \cos \beta) \end{aligned} \quad (5)$$

Numune tarafından soğurulan enerji, darbe öncesi ve sonrası enerjilerinin farkı olacaktır.

$$E_{numune} = E_{dö} - E_{ds} = W(a - b) = WR(\cos \beta - \cos \alpha) \quad (6)$$

2. Charpy ve Izod Darbe Testleri

Charpy ve Izod darbe test yöntemlerinde çentik açılmış bir test numunesi, standart bir yükseklikten bırakılan bir sarkaç ile darbeye maruz bırakılır. Darbeden sonra sarkacın çıktığı yükseklik tespit edilerek sarkacın ilk ve son konumdaki enerji farkı numune tarafından soğurulan darbe enerjisi olarak ölçülür. Darbeden sonraki sarkacın yüksekliği ne kadar az ise, soğurulan darbe enerjisi, dolayısıyla malzemenin darbe direnci veya tokluğu da o derece yüksektir. Charpy ve Izod test yöntemleri ufak farklılıklar dışında birbirine çok benzerler. Bu farklılıklardan en önemli olanı, numunenin desteklenme şekli ile çentiğin destek ve darbe noktalarına göre konumudur.

Charpy test düzeneğinde numunenin tam ortasına bir çentik açılır. Numune; çentik yüzeyi, darbe yüzeyine ters durmak üzere basit mesnetli giriş şeklinde düzleme sabitlenir. Izod test düzeneğinde de yine ortasına çentik açılmış numune bu sefer dikey ankastre giriş şeklinde deney düzeneğine yerleştirilir. (Bkz. Tablo 1 ve Şekil 2)

Tablo 1. Charpy ve Izod Darbe Testleri

Yöntem	İsim	Açıklama	Şekil
A	Charpy Darbe Dayanımı	Numune basit mesnetli kiriş şeklinde düzleme sabitlenir.	
B	Izod Darbe Dayanımı	Numune dikey ankastre kiriş şeklinde deney düzeneğine yerleştirilir. Genellikle numunenin ortasında bir çentik açılır.	

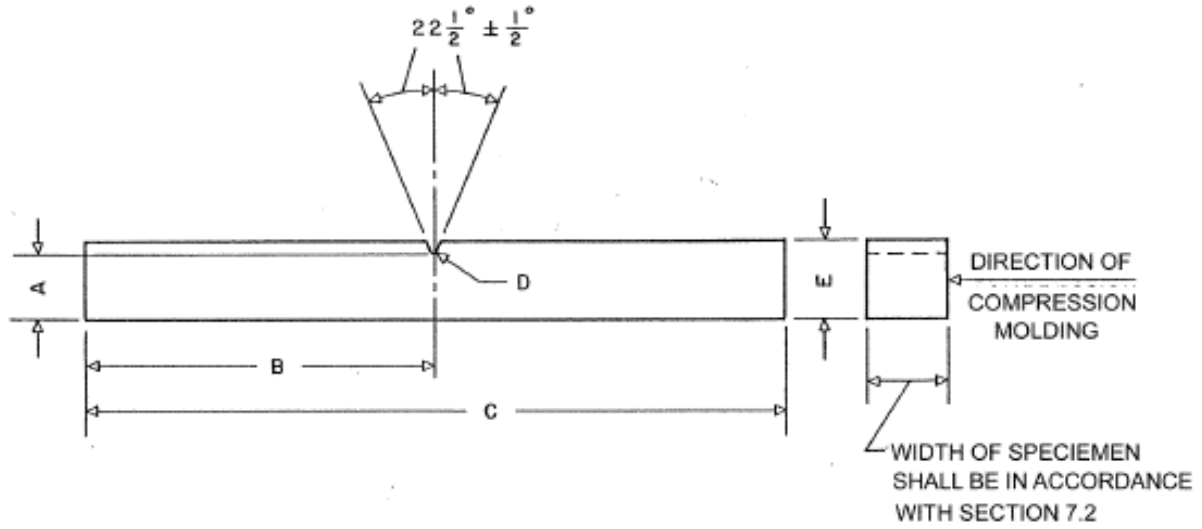


Şekil 2. Charpy (solda) ve Izod (sağda) test düzenekleri

Charpy Deneyi

Deney numunesi özellikleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Malzeme tipi	PLEXIGLAS (Sert Plastik)
Kesit Boyutları (Exh) (mm)	12.7X8
Numune Uzunluğu (C) (mm)	127



	mm	In.
A	10.16 ± 0.05	0.400 ± 0.002
B	63.5 max	2.50 max
	61.0 min	2.40 min
C	127.0 max	5.00 max
	124.5 min	4.90 min
D	0.25R ± 0.05	0.010R ± 0.002
E	12.70 ± 0.15	0.500 ± 0.006

Numune Boyutları(mm): A=10.16; B=63.5; C=127; D=0.25; E=12.7; h=8

Deney Öncesi Veriler

Çekiç Kütlesi; $m = \underline{\hspace{2cm}}$ kg (Çekiç ağırlığı için $g=9.81 \text{ m/s}^2$ alınız.)

Düşme Açısı; $\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$ °

Sarkaç Uzunluğu; $R = \underline{\hspace{2cm}}$ m

Çarpma Hızı; $v = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s

Darbe Enerjisi; $E_{d0} = \underline{\hspace{2cm}}$ J

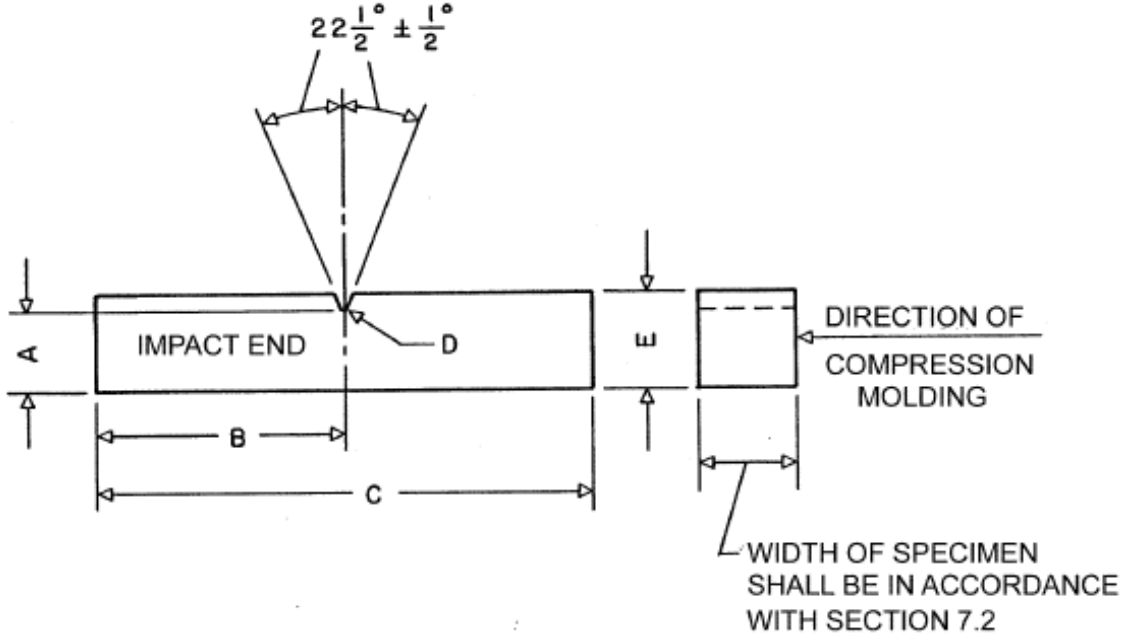
Deney Sonucu Bulunan Değerler

Numune tarafından soğurulan enerji (J), $E_{\text{numune}} = \underline{\hspace{2cm}}$ J

Izod deneyi

Deney numunesi özellikleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Malzeme tipi	PLEXIGLAS (Sert Plastik)
Kesit Boyutları (Exh) (mm)	12.7X8
Numune Uzunluğu (C) (mm)	63.5



	mm	In.
A	10.16 ± 0.05	0.400 ± 0.002
B	31.8 ± 1.0	1.25 ± 0.04
C	63.5 ± 2.0	2.50 ± 0.08
D	0.25R ± 0.05	0.010R ± 0.002
E	12.70 ± 0.20	0.500 ± 0.008

Numune Boyutları(mm): A=10.16; B=63.5; C=127; D=0.25; E=12.7; h=8

Deney Öncesi Veriler

Çekiç Kütlesi; $m = \underline{\hspace{2cm}}$ kg (Çekiç ağırlığı için $g=9.81 \text{ m/s}^2$ alınız.)
 Düşme Açısı; $\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$ °
 Sarkaç Uzunluğu; $R = \underline{\hspace{2cm}}$ m
 Çarpma Hızı; $v = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s
 Darbe Enerjisi; $E_{dö} = \underline{\hspace{2cm}}$ J

Deney Sonucu Bulunan DeğerlerNumune tarafından soğurulan enerji (J), $E_{\text{numune}} = \underline{\hspace{2cm}}$ J