

Düz Kirişlerin Deformasyonu Deneyi

Demet Balkan

25 Şubat 2020

Ders Saati: Salı, 8:30-11:30
Grup Üyeleri: Berkay Soyluoğlu
Emircan Kılıçkaya
Melih Eren

1 Amaç

Düz kirişlerin eğilme deneyleri, bu kirişlerin deformasyon davranışını belirlemek için kullanılmaktadır. Bu deneyler farklı mesnet tiplerindeki elastik eğriyi, farklı yükleme koşullarındaki elastik eğriyi, Maxwell-Betti kuralının gösterilmesini ve statik olarak belirsiz sistemlerde mesnet tepkilerinin bulunmasını içermektedir.

Maxwell-Betti Teoremi

Maxwell-Betti Teoremi P_i ve Q_j yuklerine tabii tutulan lineer elastik bir yapı için P yuk seti için yapılan isler sonucunda oluşan yer degistirme Q yuk seti tarafından olusturulan yer degistirme miktarına esit oldugunu ileri surer.

$$d_{ij} = d_{ji}$$

Düz Kirişin Eğilmesi

Ankastre kirişte kirişin bir ucu sabit iken diğer ucu serbesttir. Bu kiriş normal kuvveti, kesme kuvvetini ve momenti aktarmaktadır ve statik olarak belirli bir sistemdir. Belirli uzunluklardaki deformasyonlar ağırlığın uzunluk ile değişimini göstermektedir ve hesaplanan değerler ile karşılaştırılmalıdır. F kuvvetini uygulandığı noktadaki deformasyon miktarı denklemi ise

$$f = \frac{FL^3}{3EI_y}$$

Statik Olarak Belirsiz Sistemler

Statik olarak belirsiz sistemler sistemdeki denge denklemi sayısının bilinmeyen sayısından düşük olduğu durumlarda ortaya çıkmaktadır. Şekildeki gibi bir sistemin serbestlik derecesi 3'tür. Bir taraftan ankastre, diğer ucu kayar mesnetli bir yapının eşdeğerlilik sayısı 4 iken, sistemden gelecek denklem sayısı 3'tür. 4 bilinmeyen ve 3 denklemlili bir sistem statik olarak belirsiz bir sistemdir.

İki Ucu Basit Mesnetli Kiriş

Bu test iki ucu basit mesnetli kirişte, kirişin orta noktasından yüklenmesi durumundaki elastik eğrinin belirlenmesi için yapılmaktadır. Bu şekilde mesnetlenmiş kirişin orta noktasından yük asıldığı zaman kirişin sağ kısmının elastik eğrisi sol kısmın eğrisi ile simetriktir. Kirişin orta noktasında ($x = L/2$) eğilme maksimumdur ve deformasyon miktarı ise;

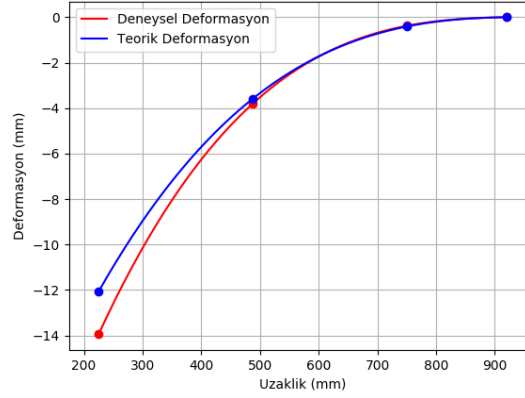
2 Deneysel Veriler

Silindirik çubuğun kimyasal bileşeni	90MnCrV8
Silindirik çubuğun elastisite modülü	210 kN mm ⁻²
Silindirik çubuğun geometrisi	6 mm × 20 mm × 920 mm

3 Sonuçlar

3.1 Düz Kirişin Eğilmesi

Sistemin Δx uzunluğı 745 mm olarak belirlenmiştir. Oyleyse teorik deformasyon -13.8737 mm olarak tespit edildi. Deneyisel sonucta ise komparatorun baslangic -agirlik asilmadan onceki durum- goster-gesi okunup agirlik asildiktan sonra gostergerinin verdigi degerden cikarilip -12.63 mm bulundu. Benzeri islemler tum noktalar icin yapilirsasagidaki figur elde edilir. Figurde yukun asili olduğu yere dogru



ilerlendikce analitik ve deneyisel veriler arasindaki farkta bir artis gorulmektedir fakat 200-500 arasindaki veri yetersizliginden oturu grafigin bu kisminin karakteristigi hakkında kesin bir sey soylenebilir. Grafigin sol tarafindaki -yuke yakin olan kisim- deformasyon farki ise komparatorun yaptigi harici basinc ile kanca gibi aletlerin ihmal edilen kutlelerinden olusmaktadır. Ayrica diger nedenler 4. unitede bahsedilmiştir.

3.2 Statik Olarak Belirsiz Sistemler

3.2.1 Birinci durum

$\Delta x = 302$ mm, ve asılan yuk 25 N olarak deney düzeneği hazırlanmıştır. Teorik mesnet tepkisi 3.5987 N olarak bulunmuşken deneyisel sonuçları 3.9 N değerini vermiştir.

3.2.2 İkinci durum

$\Delta x = 618$ mm, ve asılan yuk 22.5 N olarak deney düzeneği hazırlanmıştır. Teorik mesnet tepkisi 11.8191 N olarak bulunmuşken deneyisel sonuçları 11.8 N değerini vermiştir.

3.2.3 Üçüncü durum

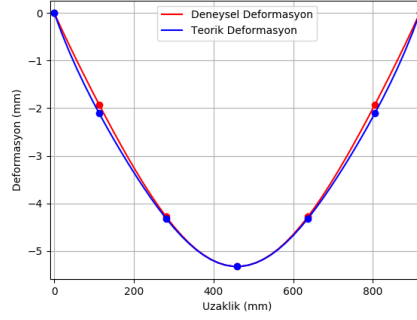
$\Delta x = 800$ mm, ve asılan yuk 17.5 N olarak deney düzeneği hazırlanmıştır. Teorik mesnet tepkisi 14.0955 N olarak bulunmuşken deneyisel sonuçları 13.75 N değerini vermiştir.

Yuk değerleri değistiginden oturu fiziki karsiligi mantikli olan grafikler olusturulamayacaktır. Bundan oturu bir grafik cizilmesinden kacinildi ve yazi temelli yorumlamalarda bulunulacak. İkinci durumdaki durum deneyisel degere cok yakinken birinci durum goreleli olarak uzak duruyor. Bunun nedeni değerin yanlis okunmasindan kaynaklanmış olabilecegi gibi aletin değeri dogru gosterip gostermediginin deney duzenegine parmak ile hafifce vurularak olusturulacak kucuk titresimler ile kontrol edilmesinin duzgun bir surec varliginda sonuclanmadigindan aciga cikmis olabilir. Ucuncu durumdaki değerler arasindaki farklılık ise bize materyalin uniform olmayacağı gibi etmenleri hatırlatmaktadır. Bunların haricinde ihmal edilen ağırlıkların etkisinin de bu noktada gorulmesi sasirilacak bir olgu değildir.

3.3 İki Ucu Basit Mesnetli Kiriş

113 mm uzakligindaki deęerlerde digerlerine gore fazla bir sapma gorulmustur. Bu aletin asılan yeni yuk ile olusan titresimden oturu kendini dogru kalibre edememesinden veya muhendisin yanlis okumasindan

kaynaklanıyor olabilir. Deney duzenegine hafifce bir kac kez vurularak olusan titresimlerin olcme ale-tinin dogru degeri vermesindeki kararliga isaret etmesindeki prensiplerin dogru uygulanamadigindan suphelenilebilir.



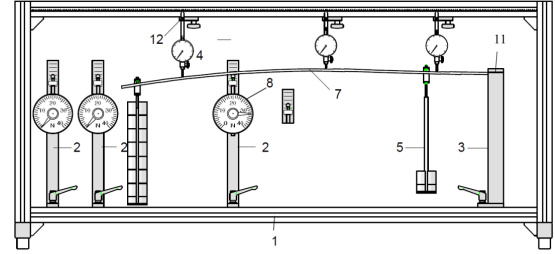
4 Değerlendirmeler

Deneyssel ve analitik sonuclar arasindaki farkliliklar bulunmaktadir. Bunlar deneyin yapilisi sirasinda teknik ekibin yapacagi yanlis deger okuma gibi hatalari barindirabilecegi gibi muhendis harici etmen-lerden de etkilenebilir. Bunlardan bir tanesi materyalin uniform olmamasindan kaynaklanmaktadir. Ornegin elastisite modulu materyal boyunca sabit degildir. Genel bir deger olarak 210 kN mm^{-2} kabulü yapilmistir. Deney setinde komparatorlerin yaptigi baskilar ve yukun asildigi aparatlarin olusturdugu agirliklar ihmal edilmistir. Bu da fiziki durumun gercekliginden uzak sonuclar vermesine yol acacaktır. Ornegin komparatorler cubukta deformasyonu arttirir ve aparatlar da agirliga etki edeceginden mesnet tepkilerini arttiracaktır.

A Deney Seti



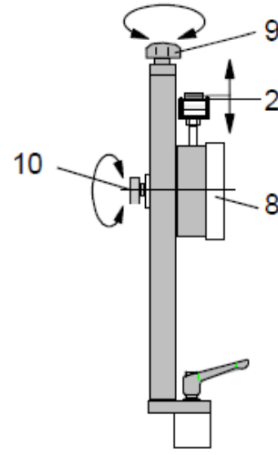
(a) Deney Düzenegi



(b) Taslak

1	Sabit tabla
2,3	Mesnetler
4	Komparatör
5	Ağırlık yükleri
6	Hareketli sürücü
7	Kiriş
8	Dinamometre
9	Dişli sürgü
10	Sıkma vidası
11	Ankastre mesnet sabit tutucu parça
12	Komparatör tutucu

(c) Alet Listesi



(d) Destek ve Yük

Figure 1: Deney seti ve kuruluşu

B Hesaplama

B.1 Düz Kirişin Eğilmesi

```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 x=np.array([920, 750, 487, 225])
5 theory = np.array([0, -0.37667411, -3.81948753, -13.95089286])
6 real = np.array([0, -0.41, -3.6, -12.07])
7
8 z_theory = np.polyfit(x, theory, 3)
9 f_theory = np.poly1d(z_theory)
10 z_real = np.polyfit(x, real, 3)
11 f_real = np.poly1d(z_real)
12
13 x_new = np.linspace(x[0], x[-1], 50)
14 y_theory = f_theory(x_new)
15 y_real = f_real(x_new)
```

```

16
17 plt.figure()
18 plt.grid()
19 plt.xlabel('Uzaklik (mm)')
20 plt.ylabel('Deformasyon (mm)')
21 plt.plot(x,theory,'ro')
22 legend_theory, = plt.plot(x_new, y_theory, 'r')
23 plt.plot(x,real,'bo')
24 legend_real, = plt.plot(x_new, y_real, 'b')
25 plt.xlim([x[-1]-50, x[0]+50])
26 plt.legend([legend_real, legend_theory], ['Deneysel Deformasyon',
↪ 'Teorik Deformasyon'])
27 plt.savefig('egme_1.png')
28 plt.close()

```

B.2 İki Ucu Basit Mesnetli Kiriş

```

1 import numpy as np
2 from scipy.interpolate import lagrange
3 import matplotlib.pyplot as plt
4
5 I = 20*6**3/12
6 E = 210000
7 F = 25
8 x=np.array([0, 113, 281, 459, 459*2-281, 459*2-113, 459+459])
9 real = np.array([0, 12.95-15.06, 12.04-16.36, 11.32-16.65, 12.04-16.36, 12.95-15.06,
↪ 0])
10 theory = -F/48/E/I*(3*(459+459)**2*x[0:4] - 4*x[0:4]**3)
11 theory = [*theory, *theory[-2::-1]]
12
13 z_theory = np.polyfit(x, theory, 2)
14 f_theory = np.poly1d(z_theory)
15 z_real = np.polyfit(x, real, 2)
16 f_real = np.poly1d(z_real)
17 # z_theory = lagrange(x, theory)
18 # z_real = lagrange(x, real)
19
20 x_new = np.linspace(x[0], x[-1], 50)
21 y_theory = f_theory(x_new)
22 y_real = f_real(x_new)
23
24 plt.figure()
25 plt.grid()
26 plt.xlabel('Uzaklik (mm)')
27 plt.ylabel('Deformasyon (mm)')
28 plt.plot(x,theory,'ro')
29 legend_theory, = plt.plot(x_new, y_theory, 'r')
30 plt.plot(x,real,'bo')
31 legend_real, = plt.plot(x_new, y_real, 'b')
32 plt.xlim([x[0] - 10, x[-1] + 10])
33 plt.legend([legend_real, legend_theory], ['Deneysel Deformasyon',
↪ 'Teorik Deformasyon'])
34 plt.savefig('egme_3.png')
35 plt.close()

```
