Ankara Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

JEM234 MUKAVEMET

Ders Notları

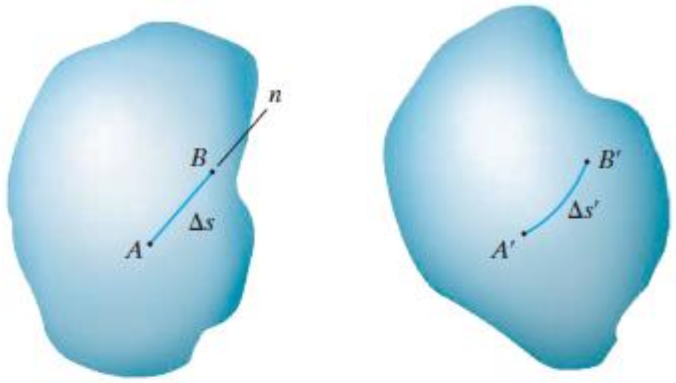
Doç. Dr. Koray ULAMIŞ

3. STRAIN (YAMULMA, ŞEKİL DEĞİŞTİRME)

Malzemede deformasyonun belirlenmesinde malzemeyi oluşturan segmentlerin uzunluğundaki değişim ve aralarındaki açının ifade edilmesi için yamulma kavramı kullanılmaktadır. Yamulma deneysel olarak belirlenebilir ölçülerdedir.

3.1. Normal Yamulma

Cismin boyundaki değişimin birim uzunluğa oranı olarak ifade edilirse, herhangi bir segmentin güncel uzunluğunu bilmeye gerek kalmaz. Cisim içindeki AB hattı “n” ekseni üzerinde yer alsın ve original boyu “Δs” olsun. Cisim yük altında iken A ve B noktalarının konumu A’ ve B’ olacaktır. Ayrıca lineer olan hat eğri şeklinde ve “Δs’” haline gelir. Uzunluk farkı “Δs- Δs’ ” olacaktır. Ortalama normal yamulmayı ε_{avg} ile gösterirsek,



Normal yamulma (Hibbeler, 2010)

$$\varepsilon_{avg} = \frac{\Delta s' - \Delta s}{\Delta s}$$

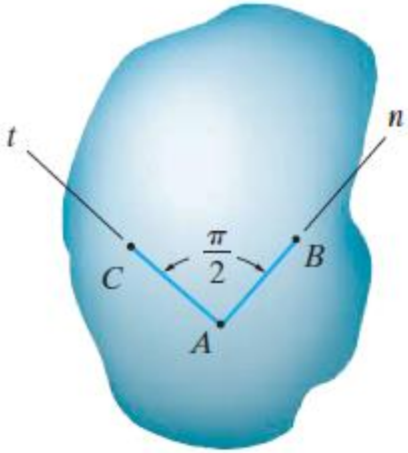
B noktası A’ya yaklaştıkça Δs sıfıra yaklaşacaktır, dolayısıyla Δs’ de sıfıra yaklaşmak durumunda kalacaktır. Bu durumda A noktasında yamulma (n doğrultusunda) limit ile açıklanabilecektir. Epsilon pozitif ise cisimde uzama, negative ise sıkışma (kısalma) başlayacaktır. Yamulma birimsiz olup, malzemenin türüne göre çok düşük değerler alabilmektedir (örn. mikrometre=10-6 m)

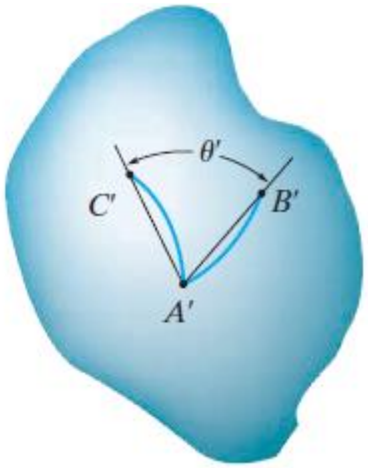
$$\varepsilon = \lim_{B \to A} \frac{\Delta s' - \Delta s}{\Delta s}$$

3.2. Makaslama Yamulması

Yük altında sadece boyda değişim değil, segmentlerin yönelimlerinde de değişim gerçekleşebilmektedir. Birbirine dik olan iki segment arasındaki açının değişimi “makaslama yamulması” olarak tanımlanmıştır. Bu açı ”γ” olup, radian ile ifade edilir. A noktasından başlayan AB ve AC segmentleri olsun. AB segmenti “n”, AC ise “t” ekseni üzerinde olsun (eksenler dik). Yükleme sonrasında Segmentler eğri şeklini alır ve noktaların da konumları değişir. Bu durumda aralarındaki açı da (θ') olur. A noktasındaki makaslama yamulması;

$$\gamma_{nt} = \frac{\pi}{2} - \lim_{\substack{B\to A(n)\\ C\to A(t)}} \theta'$$





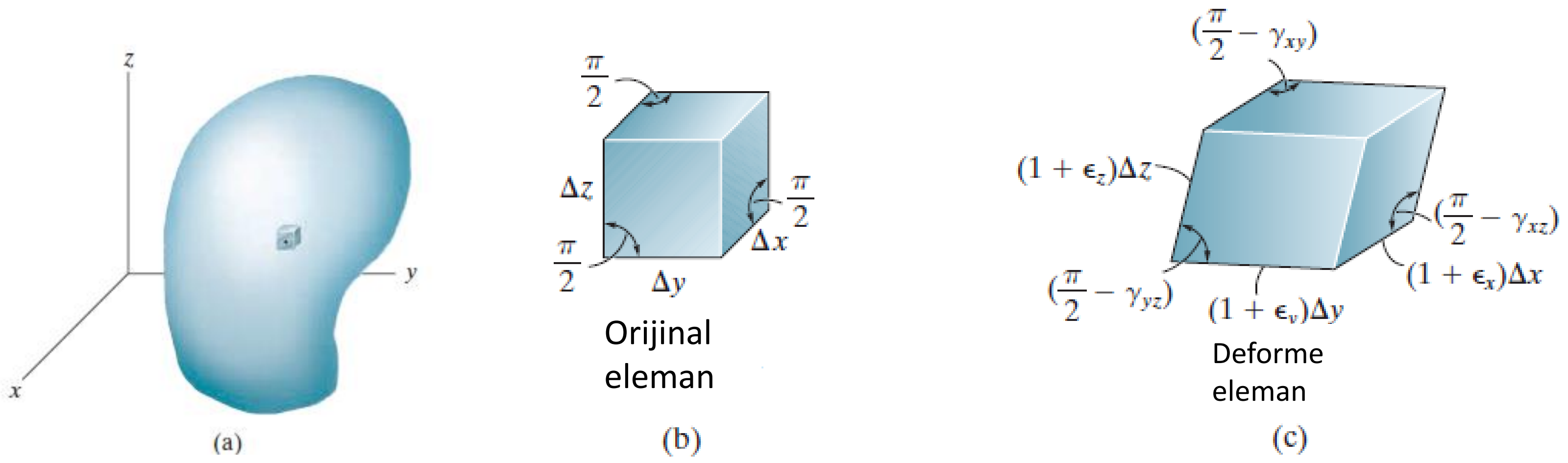
Not: $\theta' < \pi/2$ ise makaslma yamulması “+”, $\theta' < \pi/2$ ise “-” olacaktır.

Makaslama yamulması (Hibbeler, 2010)

Kartezyen Bileşenleri

Belirli kartezyen koordinatlarında konumlanan cisimdeki (a) yamulmayı belirlemek için cimi en küçük karelere bölelim (a, b). Orijinalde Δx, Δy ve Δz boyutlarındaki kübik eleman cisimde herhangi bir noktaya komşu olsun (a). Kübün boyutu çok küçük ise, deforme olmuş şekli (c) dekine benzer bir hal alacaktır. Zira çok küçük segmentler çizgisel şeklini koruyacak ve eğri haline gelmeyecektir. Bunu belirlemek için ilk olarak kare elemandaki normal yamulmayı, daha sonra da segmentler arasındaki açıda olacak değişim için makaslama yamulmasını belirlemek gerekecektir. Örneğin, Δx de $\varepsilon_x \Delta x$ kadar uzama olacak ve sonuçta yeni uzunluğu $\Delta x+\varepsilon_x \Delta x$ kadar olacaktır.

Tüm eksenler dikkate alınırsa yeni uzunluklar; $(1+\varepsilon_x)\Delta x$; $(1+\varepsilon_y)\Delta y$; $(1+\varepsilon_z)\Delta z$ ve açılar $\pi/2-\gamma_{xy}$; $\pi/2-\gamma_{yz}$; $\pi/2-\gamma_{xz}$ olacaktır (c). Normal yamulma cisimde hacimsel değişikliğe, makaslama yamulması ise şekil değişikliğine neden olur. Ayrıca ikisi deformasyonda birbiri ile ilişkili gelişir. Dolayısıyla cisimlerde yamulmanın tam olarak açıklanabilmesi için ε_x, ε_y,ε_z ve γ_{xy} ,γ_{yz}, γ_{xz} olarak ifade edilmesi gereklidir.



Kartezyen gösterim (Hibbeler, 2010)