

II BETONARME İSTİNAT DUVARLARI

2.1 Semboller

σ_a : Aktif Rankine gerilmesi

σ_p : Pasif Rankine gerilmesi

P_a : Aktif Rankine itki kuvveti

P_p : Pasif Rankine tepki kuvveti

γ_z : Dolgu zeminin birim ağırlığı

h : İstinat duvarı yüksekliği

φ : İç sürtünme açısı, şev açısı

K_a : Aktif Rankine gerilme katsayısı

K_p : Pasif Rankine gerilme "

c : Zeminin kohezyonu

δ : İstinat duvarı ile dolgu zemini arasındaki sürtünme katsayısı (Kohezyonlu zeminlerde $\delta = 0$, kohezyonsuz zeminlerde ise emniyet düşüncesi ile $\delta = \frac{2}{3} \varphi$ ya da $\frac{\varphi}{2}$ olur. Aslında kohezyonsuz zeminlerde $\delta = \varphi$ dir, φ duvarın mesine karşı olumlu rol oynar.)

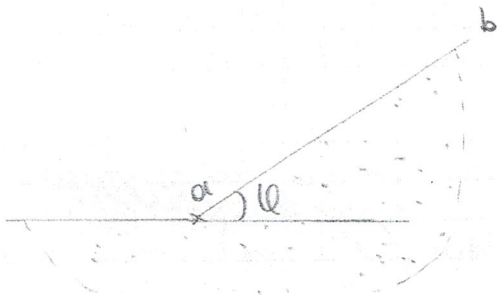
α : İstinat duvarının arka yüzünün düşeyle yaptığı açı

β : Duvarın arkasının yatayla yaptığı açı

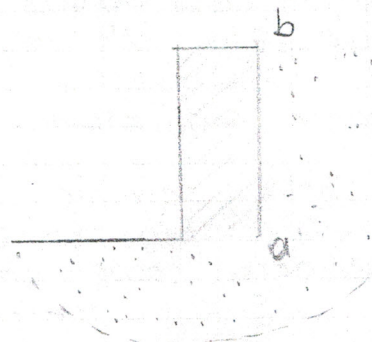
2.2 TANIMLAR

Doğada zeminin a ve b gibi farklı yükseklikteki -
nı birleştiren \bar{ab} çizgisi genellikle düşey değildir (Şek. 2.1).
Bu \bar{ab} çizgisinin yatayla yaptığı açısı (φ), zeminin dış

açısı, yada iç sürtünme açısı adını almaktadır. Öyle ki zemini $\varphi' > \varphi$ açısı ile tek başına ^{dengede} durdurmak mümkün değildir. \bar{ab} çizgisinin düşey ya da düşeye yakın olması istenirse, zemini dengede tutmak için, bir yapı yapmak gerekir. (Şekil 2.2) İşte bu yapıya İstinat Duvarı adı verilmektedir. Bu duvarlar kargir, beton ya da betonarme olarak yapılabilirler. Bu bölümde sadece betonarme istinat duvarları üzerinde durulmaktadır. Bu konuda daha ayrıntılı bilgi için bu konudaki kaynaklara başvurulabilir. Örneğin, İ. Aka ve Diğerlerinin "Betonarme Yapı Elementleri" adlı kitapları ile Kemal ÖZDEN'in "Betonarme İstinat Duvarları" adlı kitabı.

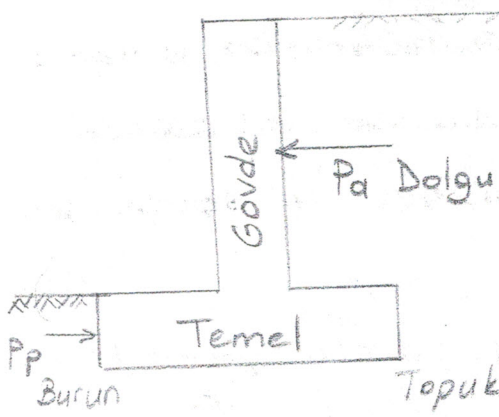


Şekil 2.1



Sekil. 2.2

Temel hesaplarında zemin tepkilerinin belirlenmesindeki zorluklar bilinmektedir. İstinat duvarlarında bunlara ek olarak yatay zemin itkilerinin belirlenmesindeki zorluklarla da karşılaşilmektedir (Şekil 23).



Sekil.2.3.

P_a ve P_p 'nin hesapları son derece karmaşıktır. Zira dolgu zemininde meydana gelen olaylar, son derece karmaşık olup gövde ile zemin arasındaki etkileşim sayıda parametreye bağlıdır. Bu parametrelerin başlıcaları;

- a) Gövdeye ait olanlar

Yükseklik, eğim şekildegıştirebilirlik, pürüzlülük vb.

- b) Zemine ait olanlar

Birim ağırlık, zeminin kohezyonlu ya da kohezyonsuz, iç sürtünme açısı, temel gökmelerinin (oturma) miktarı, yağış suları, yer hareketi ve diğer sarsıntılar. Yatay düşey ek yüklerin etkisi, vb.

- c) Temele ait olanlar

Dönme ve ötelenmeler. (Düşey ya da yatay -- vb) şeklinde sıralanabilir.

Kabul edilebileceği gibi tüm parametreleri içeren formülasyonun yapılması imkansız derecede karmaşıktır.

2.3.2 Rankine Durumları

Zemin Mekaniğine göre duvar arkasındaki bir dolgu zemini için sonsuz sayıda denge konumu vardır. (1867 MAURICE LEVY) Ancak bu denge konumları arasında 2 tanesi karakteristiklidir. Bunlar;

1 - Alt sınır denge konumu (Aktif Rankine durumu)

2 - Üst sınır denge konumu (Pasif Rankine durumu)

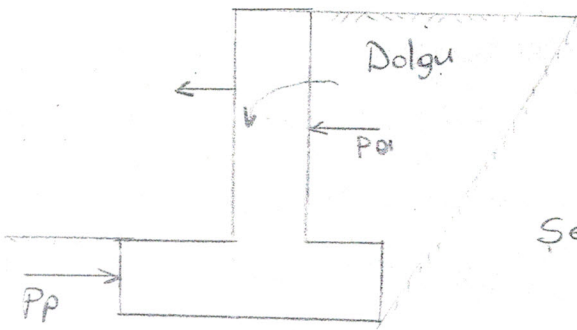
1 ve 2 denge konumu arasında birbirinde farklı sonsuz denge konumu mevcuttur.

$$\frac{P_p}{P_a} = 5 \approx 15 \text{ değerini alabilmektedir.}$$

Durum böyle olunca sadece bu düşünce dahi söz konusu etkilerin ancak tahmin edilebileceğini kesin değerlerinin belirlenemeyeceğini göstermeye yetmektedir.

a) Aktif Rankine Durumu

Aşağıdaki şekilde verilen istinat duvarı dikkate alınsın (Şekil 2.4)



Şekil 2.4

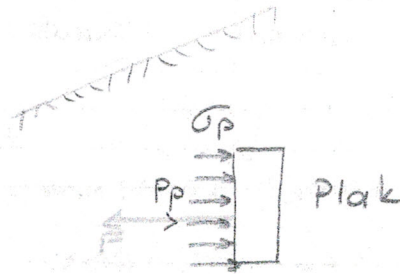
Temel kayması, gövdenin, şekil değiştirmesi ve temel dönmesi gibi nedenlerle duvar arkasındaki dolgu zemini önünden çok az bir miktarda kalsın. Bu durumda dolgu zemini de duvarın (hareket etsin)

bu hareketini takip ederek sonunda duracaktır. A dolgu zemini söz konusu hareket esnasında duvarı itki kuvveti uygulayacaktır. (P_a) Alt sınır dengemuna karşılık gelen bu itkiye aktif Rankine itki olaya da aktif Rankine Durumu adı verilmektedir.

b) Pasif Rankine Durumu

Zemine ankre edilmiş bir gergi dikkate alınsın. (Şekil 2.5) Bu gergideki çekme kuvveti F ise; bu durumda zemin plak u bir P_p pasif itkisini uygular Bu P_p kuvvetini zeminin olarak göz önüne alabiliriz.

Bu durumda zeminde pasif Rankine durumu (Üst denge konumu) meydana gelmiş olmaktadır.



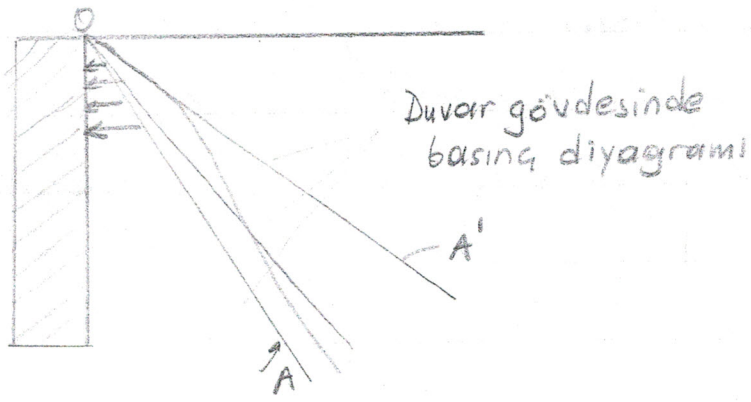
Şekil 2.5

Yukarıda belirtilen a ve b denge konumları da, daha başka denge konumlarının olabileceğini düşünebiliriz. Yukarıda da belirtildiği gibi aktif Rankine durumu istinat duvarının çok az bir yer değiştirmesi meydana gelmektedir. Oysa duvar yer değiştirmeden kendisine dolgu zemininin yapmış olduğu itki P_a

bu kuvvetin $P_d > P_a$ olmak mecburiyeti vardır. Duvarda hiçbir hareket yok iken (Örneğin rijit duvar.) bu duvarın arkasındaki dolgunun uyguladığı P_d itkisine doğal itki adı verilmektedir.

İstinat duvarlarının P_a itkisine göre projelendirilmesi yeterli bulunmaktadır. Zira bu duvarların arkasında P_p itkisinin oluşması mümkün değildir. Ön kısımda oluşabilecek P_p değerinin küçük olması (Bkz. Şekil 2.4) nedeniyle dikkate alınmaması da emniyetli taraftadır. Diğer taraftan P_a 'ya göre boyutlandırılmış bir istinat duvarı doğal itkiye (P_d) karşı koyamazsa duvar yer değiştirecek dolayısıyla bu yer değiştirme esnasında $P_a = P_d$ olacaktır. Duvar P_a 'ya göre boyutlandırılmış olduğundan P_a 'ya göre boyutları da yeterli olacaktır. Maurice Levy'den beri bu kabul bu şekilde yapılmaktadır.

Ancak, yer değiştirme yapamayan rijit birer kayaya oturan duvarlarda $P_d > P_a$ olduğundan P_a 'ya göre verilen boyutlar yeterli olmayacağı gibi duvar rijit olmasa bile konsolidasyon olayı ile duvar birkaç kere yer değiştirme yaparak, devrilmeye kadar gidebilir. Aktif basıncın meydana gelmesi için küçük yer değiştirmeler (mm. mertebesinde) yeterli olmasına rağmen, pasif basıncın meydana gelebilmesi için yer değiştirmelerin daha büyük değerler (cm) olması zorunlu olmaktadır.



OA: Aktif Rankine itkisi

OA': Pasif itki

OA ve OA' arasında doğal itki yer almaktadır. İtkilerin hesaplanması için teorik ve deneysel bir yöntem mevcuttur. Teoriler elastik ve plastisite temel alarak geliştirilmiştir. Elastik teorilerden bazıları şöyle sıralayabiliriz :

a) Bousnecq - Flamant teorisi

b) Resal teorisi

c) Terzaghi teorisi

Plastik teoriler ise;

a) Rankine bağıntıları (1856)

b) Caquot teorisi

c) Kayma köşeleri teorisi

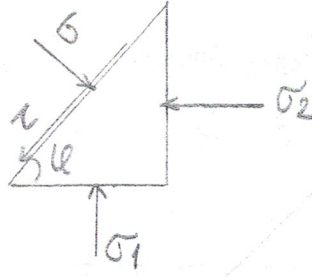
d) Coulomb teorisi (1773)

e) Poncelet çizimi

f) Culment (1886) çizimi

g) Terzaghi teorisi

2.3.3 Genel Olaylar ın Özeti



$$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3 \text{ ise}$$

d) Kohezyonlu zeminlerde göçme (kırılma) koşulunun ifadesi

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \gamma^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c + \gamma \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.1)$$

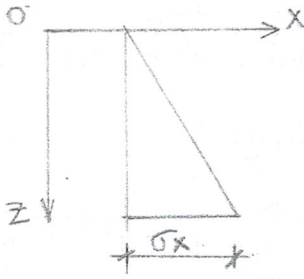
şeklindedir

$$\gamma^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1}{\gamma^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)} \text{ bilinince,}$$

Diğer gerekli bağıntıların hepsi (2.1) bağıntısından elde edilmektedir

* Dolgu Zeminlerde Plastik Denge
(Zeminlerde hareket olmaması halinde)

Deneyler;



$$k_0 = 1 - \sin \phi < 1 \text{ dir}$$

$$\sigma_x = k_0 \gamma_z, \quad \sigma_z = \gamma_z$$

$$\rightarrow \sigma_x = k_0 \sigma_z$$

bağıntılarının var olduğunu göstermektedir.

Eğer zeminde bir hareket varsa, hesap daha başka bağıntılarla yapılır. Bu durumu ilk defa Rankine (1856) incelemiştir.

* Kohesyonlu (Killi) Zeminlerde Aktif ve Pasif Rankine Durumları için Gerilme Bağıntıları

a) Aktif Rankine durumunda;

$\sigma_1 = \gamma \cdot z$, $\sigma_2 = \sigma_3$ tür. Bunlar 2.1 bağıntısında konursa

$$\gamma \cdot z = \sigma_2 + \gamma^2 \left(45 + \frac{\phi}{2}\right) + 2c \cdot \tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) \Rightarrow$$

$$\sigma_2 = \frac{\gamma z}{\tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)} - \frac{2c}{\tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)} \Rightarrow$$

$$\sigma_2 = \gamma \cdot z \cdot \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) - 2c \cdot \tan\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \quad \dots (2.2)$$

şekline gelir.

b) Pasif Rankine durumunda

$\sigma_2 = \sigma_1$, $\sigma_3 = \gamma \cdot z$ dir. Bunlar (2.1) bağıntısında konup yukarıdaki gibi trigonometrik dönüşümden yola

$$\sigma_2 = \gamma \cdot z \cdot \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) + 2c \cdot \tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) \quad \dots (2.3)$$

* Kohesyonlu (Kumlu) Zeminlerde Aktif ve Pasif Rankine Durumları için Gerilme Bağıntıları

a) Aktif Rankine Durumunda:

Bunun için 2.2 bağıntısında c yerine 0 koymak

$$\sigma_2 = \gamma \cdot z \cdot \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \quad \dots (2.4)$$

b) Pasif Rankine Durumunda:

Bunun için (2.3) bağıntısında $c=0$ yazmak ya

$$\sigma_2 = \gamma \cdot z \cdot \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) \quad \dots (2.5)$$