

ZEMİN MEKANİĞİ

BÖLÜM : 8 AKIM AĞI

- **Akım ağı**, hidrolik bir yük altında zeminin içinde hareket eden suyun iki boyuta göre akışını gösterir.
- Zeminin içinde suyun hareketini sağlayan hidrolik eğim değiştiği durumda sızma miktarı akım ağı olarak belirtilen grafikten faydalanarak bulunur.

8.1.1. Akım çizgilerinin karakteristikleri

- Zeminde sızan su, enerjisini en çabuk kaybedecek şekilde hareket eder. Akım ağı tekniğinde, sızan suların parçacıklar halinde hareket ettiği ve bu hareketin belli doğrultular boyunca olduğu kabul edilir. Zeminde sızan suyun hareket ettiği doğrultuya akım çizgisi denir. Sızma laminar olarak meydana geldiği için, akım çizgileri birbirine paraleldir.
- Bir sızma bölgesinde sonsuz sayıda akım çizgisi bulunur. Ancak akım ağının belirtilmesinde, sızmanın genel karakterini ortaya koyacak sayıda akım çizgisi göz önüne alınır. İki akım çizgisinin arasına akım yolu denir.

- Bir akım ağındaki eş potansiyel ve akım çizgilerinin arasında, geometrik şekiller meydana gelir. Bu durumdan yararlanarak akım ağı elde edilir. **Akım ağı**, zeminden sızan suyun akım ve eş potansiyel çizgilerinin beraber çizilmiş hali olarak tanımlanabilir.

Akım ve eş potansiyel çizgileri arasında **kare şekiller** meydana gelir ve bunlara **sızma birimi** denir. Zemindeki sızmayı niteleyen akım ve eş potansiyel çizgileri, eğrisel olduğu için bunların kesişmesi ile kare şekiller meydana gelmez. Bu nedenle akım ağını belirten akım ve eş potansiyel çizgileri kareye benzer şekiller meydana gelecek durumda geçirilir.

8.3. Akım Ağının Belirtilmesi

- Bir sızma bölgesinde sonsuz sayıda akım ve eş potansiyel çizgisi vardır fakat sızmanın genel karakterini ortaya koymak amacıyla yeter sayıda akım ve eş potansiyel çizgilerinden oluşan, tek bir akım ağı göz önüne alınır.
- Sızma bölgesini karakterize eden akım ağı matematiksel, elektrik analogu, kum tankı ve doğrudan çizim gibi grafiksel yöntemlere göre elde edilir. Bunlardan ilk üç tanesi için bazı aletler gerekir. Doğrudan çizim yöntemine göre akım ağı ileride verilen özellikler göz önüne alınarak kolayca belirtilir. Buna deneyim yöntemi de denir.

Doğrudan Çizim Yöntemi:

1. Aşama: Su depolama yapısı ve sızma bölgesinin uygun bir ölçeğe göre planı çizilir.
2. Aşama: Sızma bölgesinin sınır şartları belirtilir.
3. Aşama: İlk akım çizgisi geçirilerek birinci akım yolu belirtilir.
4. Aşama: Baraj tabanı, önleyici perde ve birinci akım çizgisine dik olacak ve aynı zamanda kareye benzer alanlar meydana gelecek biçimde eş potansiyel çizgileri geçirilir.
5. Aşama: Eş potansiyel çizgileri ikinci sızma yolunu kareye benzer alanlara bölecek şekilde uzatılır ve ikinci akım çizgisi geçirilir.
6. Aşama: Diğer akım çizgileri aynı ilkeye uygun olarak geçirilir ve böylece geçirimsiz katman ile alt akım çizgisi arasındaki sızma yolu ortaya çıkar. Çizim tamamlandıktan sonra akım ve eş potansiyel çizgileri yeknesak eğri olacak şekilde (4-6 tane) düzeltilir.

8.3.1. Homojen zeminin akım ağı

- **Homojen bir zemindeki** akım çizgileri düzgündür ve elips veya parabole benzer. Akım ağı baraja etki eden **kaldırma kuvvetinin** saptanmasında göz önüne alınır. Barajın memba topuğunda **maksimum** olan bu kuvvet, giderek azalır ve mansap topuğunda **minimuma** düşer.

8.3.2. Homojen olmayan zeminin akım ağı

Homojen olmayan - yatay ve düşey doğrultulardaki su geçirgenlikleri farklılık gösteren - zeminin birim genişliğinden sızan su miktarı, aşağıda verilen ilişkiden bulunur.

$$q = \sqrt{k_x k_z} h \frac{M}{N}$$

q = Birim genişlikten sızan su miktarı

k_x = Yatay permeabilite katsayısı

k_z = Düşey permeabilite katsayısı

h = Hidrolik yük (Memba ve mansap tarafındaki su yüzeylerinin farkı)

M = Akım yolu sayısı

N = Eş potansiyel düşü sayısı

8.3.3. Katmanlaşmış zeminin akım ağı

- Genellikle zeminlerde, farklı boyutlu tanelerden oluşan katmanlar bulunur. Böyle bir yerde hareket eden su, permeabilitesi farklı olan bir katmana girmesi halinde, akım çizgileri yansıma gösterir. Optik kanunlara uygun olarak meydana gelen bu sapmaya değişme koşulu denir. Akım çizgilerinde görülen sapmayı analiz etmek için, permeabilite katsayıları k_1 ve k_2 olan katmanların şekil de gösterildiği gibi birleşme yerindeki durumu göz önüne alınır.

Katmanlaşmış zeminin akım ağı

- Birinci katmandaki eş potansiyel düşüleri boyunca olan yük kaybı aynı olduğu için, akım ve eş potansiyel çizgileri arasında kareye benzer şekiller meydana gelir. Bu nedenle akım eş potansiyel çizgilerin arasındaki uzaklıklar eşittir. Ancak ikinci katmanın permeabilite katsayısı (k_2), birinci katmanın permeabilite katsayısından (k_1) farklı olduğu için buradaki **akım ve eş potansiyel çizgilerinin arasındaki uzaklıklar eşit değildir** yani $c:b \neq 1$ dir.

8.4. Akım Ağının Temel Özellikleri

Zemin ve toprak gövdelerdeki sızmayı niteleyen akım ağları aşağıda belirtilen özellikleri gösterir. Bu özellikler akım ağının geçirilmesinde göz önüne alınır.

1. Akım yollarından sızan su miktarı birbirine eşittir.
2. Ardışık eş potansiyel çizgilerinin arasındaki yük kayıpları aynıdır.
3. Akım çizgileri ile eş potansiyel çizgileri dik açı ile kesişir.
4. Akım ve eş potansiyel çizgilerinin arasındaki şekiller esas olarak kareye benzer.
5. Akım ağının herhangi bir noktasındaki çizgilerin arası, hidrolik eğim ve sızma hızı ile ters orantılıdır.

8.7. Akım Ağından Sızma Miktarının Belirtilmesi

Bütün akım yollarından sızan suyun toplam miktarı aşağıda verildiği gibi yazılabilir.

$$Q = kh \frac{F}{N}$$

İlişkide:

Q = Birim genişlikten sızan su miktarı

k = Permeabilite katsayısı

h = Hidrolik yük

F = Akım yolu sayısı

N = Eş potansiyel aralık sayısı