

ZEMİN MEKANİĞİ

BÖLÜM : 5 KIVAM LİMİTLERİ VE BİRLEŞTİRİLMİŞ ZEMİN SINIFLAMA SİSTEMİ

Kohezyonlu zeminlerde, aşağıda açıklanan kıvam limitleri de göz önüne alınır.

5.1. Kıvam Limitleri

Zeminin taneleri arasında meydana gelen çekim kuvveti, belli bir boyuttan küçük olan taneleri birbirlerine bağlar. Buna kohezyon kuvveti denir. Ancak kohezyonlu tanelerin çevresinde su tutuldukça sözü edilen çekim kuvveti giderek azalır ve sonunda ortadan kalkar. Buna bağlı olarak kohezyonlu taneler, yapısal yönden değişiklik gösterir. Kohezyonlu zemin tanelerinin su ile gösterdikleri yapısal farklılığa kıvam değişikliği denir. Kohezyonlu zeminin kıvamı ile birlikte hacmi de farklılık gösterir. Kıvam durumu, su ile tanelerin miktarına bağlıdır.

- Tamamen akıcı durumda bulunan kohezyonlu zemin, gerçekte sıvı gibi davranır ve belli bir kaldırma kuvveti gösterir. Ancak suyun içinde bulunan taneler nedeni ile karışımın hacim ağırlığı sudan daha fazladır. Tamamen akıcı durumda olan kohezyonlu bir zeminin nemini giderek azaldığı zaman, taneler birbirine yaklaşır ve nihayet bütün taneler katı bir kütle haline gelir.
- Su alarak yapısal yönden farklılık gösteren kil minerali ve diğer kohezyonlu tanelerin mekanik özellikleri değişir. Kohezyonlu tanelerde mekanik yönden önemli olan su miktarı, İsveçli bilim adamı Atterberg tarafından likit limit, plastik limit ve büzülme limiti olarak belirtilmiştir. Bu limitlere kıvam veya Atterberg limitleri denir

- **5.1.1. Likit limit**

- Akıcı durumda olan kohezyonlu tanelerin nemi azalınca, önce viskoz bir durum meydana gelir. Bu durumda olan taneler kendi ağırlığı nedeniyle akar ve bulunduğu kabın şeklini alır. Ancak bunun kaldırma özelliği bulunmaz. Viskoz durumda olan kohezyonlu materyalin nemi giderek azaldığı zaman katı taneler arasında, yüzey gerilme zarı meydana gelir. Bu zarın geliştirdiği kuvvet ile taneler, merkeze doğru çekilir. Taneleri merkeze doğru çekilen kütlelerin hacmi giderek azalır. Akıcı bir durumdan viskoz bir duruma dönüşen kohezyonlu zemin kütlelerinde bulunan suyun, tanelerin kuru ağırlığa göre yüzdesine **yumaklanma limiti** denir.

- Yumaklanma limitinden daha fazla nem kaybeden kohezyonlu taneler, giderek birbirine yaklaşır. Bunun bir sonucu olarak kapilar kuvvet artar. Böylece kohezyonlu taneler plastik duruma geçer. Bu durumdaki kohezyonlu tanelerde kesme mukavemeti belirir. Akıcı durumdan plastik duruma dönüşen kohezyonlu kütlede bulunan nemin, kuru ağırlığa göre miktarına likit limit denir. Likit limit kohezyonlu tanelerin su ile birlikte hareket ettiği minimum nemi gösterir. Diğer bir deyişle likit limit değerinden daha fazla su bulunduran kohezyonlu taneler, akıcı durumda bulunur.

- 5.1.2. Plastik limit
- Likit limit değerinden daha fazla nem kaybeden kohezyonlu kütlenin hacmi, azalır ve plastik bir durum gelişir. Plastik durumda olan kohezyonlu taneler, kendi ağırlığı nedeniyle akamaz. Yapışma özelliği kaybolan plastik durumdaki kohezyonlu kütleye yuvarlak veya diğer bir şekil verilebilir. Plastik bir zemin örneğine uygulanan yük, deformasyondan ziyade kopma meydana getirir. Bu durumdaki kohezyonlu tanelerin yük taşıma kapasitesi, önemli miktarda artma gösterir.
- Plastik bir yapıdan yarı katı bir yapıya geçen zemin örneğinin içinde bulunan kuru ağırlığa göre nem miktarı, plastik limit değerini verir. Bu nem plastik yapının minimum değerini gösterir. Kohezyonlu zeminler, likit limit ile plastik limit arasındaki nem içeriğinde, plastik durumda bulunur.

- 5.1.3. Büzülme limiti
- Plastik yapıda bulunan kohezyonlu zeminin nemi azaldıkça, yüzey gerilme kuvvetinin etkisi ile taneler giderek birbirine yaklaşır ve buna bağlı olarak hacimsel bir azalma olur. Zeminin taneleri tamamen birbirine yaklaştığı zaman, hacimsel olarak herhangi bir azalma meydana gelmez. Zeminin hacminde herhangi bir azalmanın olmadığı durumda, bulunan su miktarı, büzülme limitini verir. Büzülme limiti kuru ağırlığa göre nem miktarı olarak ifade edilir.
- Büzülme limitinde bulunan zemin, suya doymun halde bulunur. Söz konusu durumda olan kütlenin suyu azaldıkça, taneler arasındaki boşluklara hava girer ve zeminin hacminde herhangi bir değişiklik olmaz. Büzülme limitinden daha küçük nem miktarında katı bir yapı görülür ve yük taşıma kapasitesi de en büyük bir değerde bulunur.

5.2. Kohezyonlu zeminlerin indeks deęerleri

Kohezyonlu zeminlerin mekaniksel yönden sınıflandırılmasında, söz konusu kıvam limitlerine göre saptanan plastisite indeksi ile büzölme indeksi göz önüne alınır.

5.2.1. Plastisite indeksi

Likit limit değerinden plastik limit deęerinin farkı, **plastisite indeksi** olarak nitelenir.

$$PI=LL-PL$$

Kohezyonlu tanelerin su ile gösterdiği kıvam değişikliğinin önemli bir ölçüsü olan plastisite indeksi, plastik durumu sağlayan, nemin sınırlarını belirtir.

Plastisite indeksi çok yüksek olan kum-kil veya kil-çakıl karışımı, nemli havalarda yumuşak bir duruma gelir. Böyle bir zeminin üzerinde inşa edilen kaplamalı yollarda trafik araçlarının tekerlekleri oluk şeklinde iz bırakır veya zeminde yer yer kabarmalar görülür. Plastisite indeksi yüksek olan zeminin yüzeyi, ıslak havalarda kaygan olur.

5.2.2. Büzülme indeksi

Plastik limit ile büzülme limiti arasındaki fark, **büzülme limiti** olarak belirtilir.

$$SI = PL - SL$$

İlişkide:

SI = Büzülme limiti

PL= Plastik limit değeri

SL= Büzülme limit değeri

Büzülme limitinin altında nem içeren kohezyonlu materyal, katı duruma geçer. Katı durumda olan zeminin taşıma gücü ve gerilmesi, ince kil ve koloidal tanelerin diğer taneleri bağlama kuvvetine göre maksimuma ulaşır.

Büzülme limiti, likit limitten küçük olan zeminler, nem içeriğine göre fazla miktarda hacim değiştirir.

5.2.3. Likidite indeksi

Kohezyonlu zeminlerin bağıl kıvam durumu önemli bulunmaktadır. Böyle bir zeminin bağıl kıvamı aşağıda verilen ilişkiye göre saptanan likitide indeksine göre belirtilir.

İlişkide:

$$LI = \frac{W - PL}{LL - PL} = \frac{W - PL}{PI}$$

LI = Likidite indeksi

W = Kohezyonlu zeminin nemi

PL= Plastik limit değeri

LL= Likit limit değeri

PI = Plastisite indeksi

- **5.2.4. Büzülme oranı**

- Yumaklanma limiti ile büzülme limiti arasında bulunan kohezyonlu bir zeminin nem değişikliğine paralel olarak, hacmi farklılık gösterir. Söz konusu hacimsel azalma, buharlaşan su miktarına eşittir. Bu nedenle belirtilen limitler arasında nem bulunduran kohezyonlu zeminin gösterdiği hacim değişikliği ile nem içeriği, aritmetik koordinat sisteminde doğru şekilde bir değişim gösterir. Hacim değişikliği, kohezyonlu zeminin kuru durumdaki hacimine göre belirtilir. Bu şekilde elde edilen hacim değişikliğinin nem içeriğine bölümüne, **büzülme oranı** denir.

- **5.2.5. Şişme**

- Fırın kurusu durumunda olan ince ve toz halindeki kohezyonlu zemin, adsorbsiyon kuvveti ile su moleküllerini çeker. Böylece tanelerin çevresinde ince bir su katmanı meydana gelir. Bu katman nedeniyle tanelerin boyutu fazlalaşır ve buna bağlı olarak kohezyonlu zeminin hacmi önemli derecede artar. Ancak bu hacim artışında, kısa bir süre sonra bir miktar azalma olur ve zemine aralıklarla su verilse bile, başlangıçtaki duruma ulaşılmaz. Bu hacim artışına benzer durum, kuma az miktarda (% 6-8) su verildiği zaman da görülür. Bu şekilde meydana gelen hacim artışına şişme denir. Su alan kohezyonlu taneler hacim olarak % 25 kadar şişme gösterir. Ancak kum, kohezyonlu tanelerin şişme özelliğini azaltır.

5.3. Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması

- Zeminlerin mühendislik yönünden genel karakteristiklerin ortaya koymak amacıyla, ilk olarak Arthur Casagrande adındaki araştırıcının 1942 yılında ortaya koyduğu ve daha sonra Amerika Mühendisler Birliėi ile Arazi Geliřtirme Kuruluřu tarafından geliştirilen, birleştirilmiş sınıflama sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Birleştirilmiş sınıflama sisteminde zemin, önce **kaba** ve **ince taneli** olarak başlıca iki sınıfa ayrılır. Tanelerinin ağırlıkça % 50 den fazlası, 200 nolu eleğin üzerinde kalan (0.074 mm boyutundan daha büyük) zemin, kaba taneli (akıllı, kumlu) olarak belirtilir. Buna karşılık tanelerinin ağırlıkça % 50 sinden fazlası 200 nolu eleğin altına geçen (0.074 mm boyutundan küçük) zemin, ince taneli (siltli ve killi) olarak sınıflandırılır.