

Zemin Yenilmeleri ve Akma Kaymaları

KİL YAMAÇLAR

Killer en zayıf, en duraysız yamaç malzemesidir.

Örselenmemiş killer geçici dik şevlerde kohezyon, boşluk suyu emmesi ve pik sürtünme dayanımı ile durabilir.

Örselenmeler veya zaman içinde krip ile yeniden yapılanmalar kil partiküllerinin birbirine paralel şekilde yeniden yönelim kazanmasına neden olur. Bu durum içsel sürtünmeyi azaltır ve kohezyonu sıfıra düşürür; drenaj da dengeye ulaşarak emmeyi ortadan kaldırır.

Yamaçlarda uzun dönem duraylılığı sadece içsel sürtünmeye bağlıdır. Doygun kil zeminlerin ağırlıklarının yaklaşık yarısı boşluk basıncı tarafından karşılanır. Bu nedenle, yamaç $\phi_r / 2$ 'ye yakın bir rezidüel sürtünme açısı değerinde duraylıdır (Bölüm 26).

Londra Kili'nde $\phi_r = 20^\circ$ olup, yamaçlar 10° 'de duraylıdır; 12° 'den fazla eğimli yamaç yoktur.

Eski kaymalar rezidüel dayanımda olup, başlıca tepe kısmında yüklemeye ya da topuk alınması ile tekrar harekete geçerler. Homojen zeminlerdeki kayma yüzeyi bir dairedir.

Kritik kayma dairesi olası tüm daireler için hesaplama, dilimlerdeki verileri toplama ve tekrarlı yöntemler kullanma şeklindeki bezdirici bir dizi işlemle bulunur. En düşük emniyet katsayısına karşılık gelen bu kayma dairesinin bulunması artık bilgisayar programları ile yapılmaktadır.

Geriye analizde, yenilmiş olan yamaç/şevlerin emniyet katsayısının 1 olması durumundaki zemin dayanım parametreleri elde edilir.

İLERLEMELİ YENİLMELER

Killer gevrek olup, yenilirken dayanımlarını yitirirler.

Gevreklilik = Pikten rezidüele % dayanım kaybıdır.

Çok fazla eğimli veya çok yüksek yamaçlardaki kil zeminler yerel olarak aşırı gerilme altındadır; deforme olarak dayanım kaybederler ve yükü komşu zemine aktarırlar; kesme zonları büyür ve birleşir; toplam dayanım azalarak yamacın sonuçta yenilmesine yol açar.

İlerlemeli hareketin ve kısmî yenilmenin ölçeği gevreklığe bağlıdır.

Ara aşamalarda zeminin bir kısmı pik dayanımda yüklenir, bazıları pik sonrası deformasyonda dayanımını kaybeder.

Yenilme sırasındaki ortalama dayanım pik ϕ dayanımı değerine yakın olup, kohezyon da sıfır civarındadır.

İlerlemeli yenilme yıllar sürebilir. Londra Kili'ndeki demiryolu yarmalarının çoğu (henüz rezidüel dayanıma erişilmeden) 50-100 yıl sonra yenilmişlerdir.

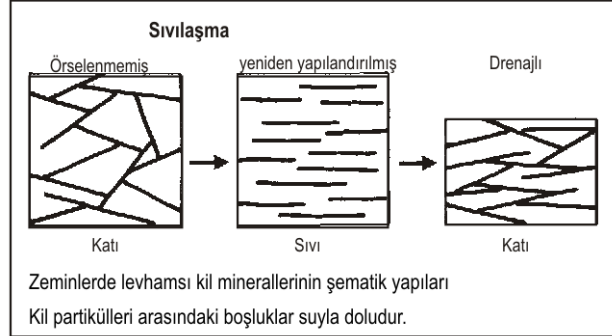


Wight Adası'nda kıyı heyelanı; düşey kum katmanları arasındaki yumuşak kil yenilmek suretiyle tipik kemer şekilli basınç sırtı oluşturan bir çamur akmasına dönüşmüştür.

AKMA KAYMALARI

Toprak, kil veya kaya döküntü malzemesi sıvı gibi davrandığında akma kayması oluşur; su içeriği likit limitin üstündedir. Su içeriğindeki artıştan ziyade dayanımdaki azalımdan dolayı gelişir.

Sıvılaşma: Drenajsız yeniden yapılanmadan dolayı dayanımın tamamının kaybolmasıdır. Makaslama veya titreşimin neden olduğu örselenme zemin iskeletini tahrip eder; tane temasının kaybolması ve gözeneklilikteki azalma ile birlikte zemin yükü boşluk suyuna aktarılır ve zemin bir sıvı gibi davranır. Drenaj boşluk suyu basıncını azaltır, tane temasına ve dayanımın tikzotropik geri kazanımına olanak verir.



Akışkanlaşma: Özellikle kaya düşmeleri ve piroklastik akmlar olmak üzere, hareket eden malzemelerde gelişir. Taneler kalıcı bir tane teması veya dayanım olmaksızın birbiri üzerinde sürekli sıçrama gösterir. Gözenek akışkanı su veya hava olabilir. Kapanlanmış hava üzerinde hareket de içerebilir. Hareket kritik bir noktaya azaldığında akışkanlaşma durur.

Akma kaymaları son derece hareketlidir; düşük gradyanlarda hareket ederler. Çoğu başlangıçta küçük kaymalardan türeler. Hassas killerdeki yenilmeler, kohezyonsuz uç döküntüsü ve dağlık bölgelerdeki kaya düşmeleri bu türdendir. Deprem titreşimlerinden dolayı da oluşurlar.

Frank ve Yungay ile (Bölüm 32) Saidmarreh kütle hareketleri akışkanlaşmış kaya düşmeleri örnekleridir. Himalayalar'da derin vadileri bloke eden çok sayıda büyük kayma da bu türdendir. En yıkıcı olanlarına "sturzstrom" denilmektedir.

SAIDMARREH KAYA KAYMASI, İRAN

Muhtemelen dünyadaki en büyük (tarih öncesi) kaymadır. 20.000M³ kireçtaşı 20° eğimli yamaçta kaymıştır. Vadi tabanında 16 km kayacak kadar akışkanlaşmıştır. Saatte 300 km'yi aşan hızla kaymış, 450 m yüksekliğinde sırt oluşturmuştur. Kayma molozunun başlangıçta buzul tili olduğu düşünülmüştür.

KATI-SIVI AKMASI (SOLİFLÜKSİYON)

Doygun molozun yamaç aşağı akmasıdır. Pleistosen'deki periglasyal koşullar (Bölüm 16) İngiltere'de sayısız kaymalara neden olmuştur. Aktif katmanın katı-sıvı akması başlıca kil, çamurtaşı ve tebeşir olmak üzere, 4° 'den fazla eğimli yamaçlarda yaygındır. Permafrostun buzul dönemi sonrasında erimesi drenaja ve marjinal stabilizasyona olanak vermiş, geriye taç kısmındaki rezidüel dayanımı $\phi_r = 8-15^\circ$ olan makaslama yüzeyleri bırakmıştır. Kaymaların çoğu son orman kesiminden sonra harekete geçmiştir.

Sevenoak Yolu'nun (Kent) katı-sıvı akmalı yamaçta rotası değiştirilmiştir; Pleistosen akması $2-7^\circ$ eğimli yamaçta birkaç m kalın kilde meydana gelmiş, yamacın iyileştirilmesi pratik olmamıştır.

AKICI KİL KAYMALARI

Hassasiyet veya uç durumdaki drenajsız gevreklik, makaslanma durumundaki dayanım kaybıdır.

Hassasiyet = örselenmemiş basınç dayanımının örselenmiş basınç dayanımına oranıdır. 4'den büyük değerler hassas olarak kabul edilir.

Akıcı killerin hassasiyeti 16'dan büyüktür. Killerde veya siltli killerdeki en büyük hassasiyet, kil partiküllerinin (özellikle de illitin) ve silt tanelerinin yeniden yönelim kazanmasıyla meydana gelir. İnce tane ve düşük geçirgenlik drenajı engeller ve sıvılaşmanın tam anlamıyla gelişmesine olanak verir.

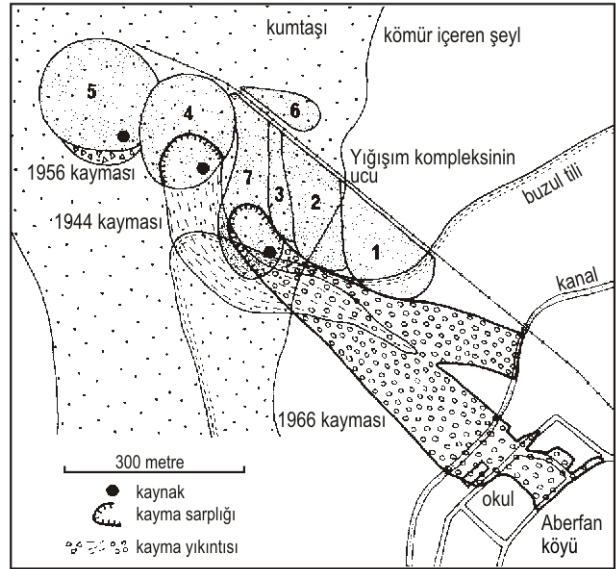
Leda Kili (doğu Kanada) akıcı kilin klasik örneği olup, Norveç ve güney İsveç'teki killere benzer.

Denizel olan bu killer Pleistosen buz katmanları kenarlarında oluşmuş ve sonra da buzulların kalkmasıyla yükselmişlerdir. Şu halde buzul sonrası nehirlerle yarılmış dik yamaçlı alçak vadi tabanı sekileri şeklindedirler.

Kil partikülleri tuzlu gözenek suyuyla bağlanmadan dolayı başlangıçta topluca floküle olmuşlardır. Daha sonraki yağışların neden olduğu **yıkama** tuzu eriterek tane-arası bağı kaldırmakta; geriye metastabil bir yapı bırakmaktadır.

Sıvılaşma boşluk suyunun 1 ppm'den az tuz içerdiği durumda seki kenarlarındaki küçük yamaç hareketleri sonucunda oluşmaktadır.

Akma kaymaları başladıktan sonra yamaç yukarı yönde süratle yayılırlar. Aşırı tuzlu su enjeksiyonuyla iyileştirme yapmak mümkündür.



ABERFAN YIĞMA YENİLMESİ: WALES, 1966

Bir köy okulunu yıkarak 112 çocuğunun ölümüne sebep olmasından dolayı, çok sayıda ocak yığma yenilmesi arasında en iyi bilinen örnektir. Yenilen malzeme yapay olmakla birlikte, kısmen doğal zemin jeolojisi içinde yer almaktadır. Çok sayıda dönel kayma olayını akma kayması ve çamur akması takip etmiştir.

Yenilen Yığma 7'nin **yeri** çok elverişsizdir. Yığma, kumtaşından çıkan kaynak üzerinde yer almaktadır. Brithdir Kumtaşı tabanı boyunca yer alan kaynaklar hattı Welsh Valleys'de geçmişte meydana gelen çok sayıda yığma yenilmesinden dolayı iyi bilinen bir yerdir. Yığma, daha yüksek bir yığmadan kaymayla gelen makaslama döküntüsü üzerine kadar uzanmaktadır.

Dönel kayma yamaçtaki tepe yüklemesi ile başlamıştır. Tepeye yerleştirilen yığmalardaki yaygın olaydır. Büyük ölçekli kaymanın nedeni, alttaki kaynaktan dolayı döküntünün doymuş olmasıdır. Önceki üç yenilme kaynaklar üzerinde meydana gelmiştir; kuru yığmalar duraylı kalmıştır. Hareket yavaş olmuş; akma kaymasından birkaç saat önce taç kısmında 6 m'lik yar meydana gelmiştir.

Madencilik sübsidansından kaynaklanan yer birim deformasyonu yerel olarak uzama zonu meydana getirmiş, kaya çatlak geçirgenliğini ve kaynak akışını arttırmış, yığma içinde su seviyesinin yükselmesine neden olmuştur.

Akma kayması dönel kayma içinde yeniden yapılanmış doymuş döküntü malzemesinde gözenekliliğin azalması ve dayanımın rezidüele gerilemesi ile meydana gelmiştir.

Döküntü drene olmadığı zaman sıvılaşma oluşur; maden yıkama tesisinden gelen yüksek ince tane içeriğinden dolayı geçirgenlik düşüktür. 110.000 m³ malzeme 13° eğimli yamaç üzerinde 610 m hareket etmiştir. Akma durduğu zaman da konsolidasyon hızla gelişmiştir.

Çamur akması buzul tili ana kayma ile sıyrıldığı zaman kumtaşından bırakılan suyu alan döküntü malzemesinde meydana gelmiştir.

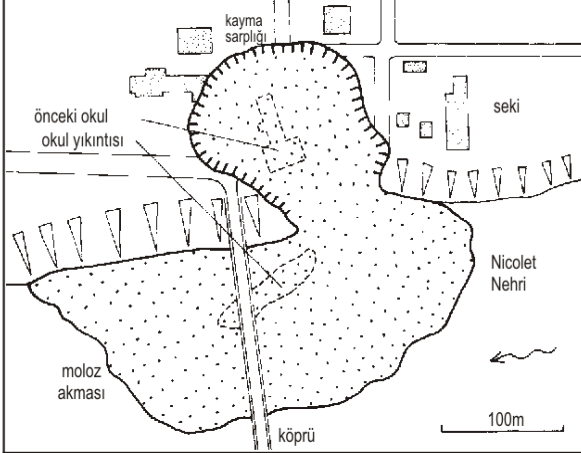
Sebepler: Bir kaynak üzerine yerleştirilen drenajsız yığma malzemesinin doyması, yığmadan önce bir saha incelemesinin yapılmış olmasındadır. Diğer etmenler facianın ölçeğini büyüttüştür.

NICOLET AKMA KAYMASI: KANADA, 1955

Hassas Leda Kili arazisinde tipik yenilme.

Taç yukarı yönde çabuk büyüme evleri sürüklemiş ve 10 m derinlikte yay şekilli geniş bir ayna oluşturmuştur.

Akma kayması döküntü malzemesi nehir içine 250 m yayılmıştır.



TURNAGAIN HEIGHTS KAYMASI, ALASKA

Üst kısmında 8 m kalınlıkta çakıl bulunan, 25 m yüksekliğindeki kil sekisidir. 2 mikrondan küçük tane (kil) içeriği % 40-53 olup, hassasiyet 10-40 arasındadır. 1964 yılındaki büyük depremin yerel şiddeti VIII olup, kuvvetli yer hareketi alışılmadık biçimde 4 dakikadan fazla sürmüştür. 90 saniye titreşimden sonra kil sıvılaşmıştır. Kilde 8 m'lik bir düz yanıl kayma hareketi meydana gelmiştir. Kayma alanı 50 ha alanı kaplamış, 75 ev yıkılmış, bazı evler 150 m kadar taşınmıştır.

Sarsıntı durduktan sonra yer tekrar duraylılık kazanmıştır.

Kilin hassasiyeti 1959 yılında yapılan laboratuvar deneylerinden bulunmuştur. Tehlikenin farkına varılmışsa da, sadece depremde önemli olduğu için ihmal edilmiştir. Ancak, depremler Alaska'da istisnasız bir şekilde her yerde oluşmaktadır.

