

İNKLINOMETRİ

Yöntemiyle Yer Hareketlerinin İncelenmesi

Ramazan KONAKBAY
Maden Mühendisi

İnşaat, maden, Jeoloji mühendislikleri gibi yer bilimleriyle uğraşılan alanların, bir çok uygulamalarında; yer hareketlerinin izlenmesi ve ölçülmesi bir zorunluluk olmaktadır. Yer hareketlerinin karakterlerinin bilinmesinde, bir yöntem olarak inklinometri'ler kullanılmaktadır.

İnklinometri'ler jeoteknik problemlerin geniş kapsamlı olarak irdelenmesinde ve çözülmesinde önemli görev üstlenirler.

Ülkemizde bu yöntemin kullanımı yaygın değildir. Ancak yöntemin başarı şansının yüksek oluşu kullanımlarının artacağı öngörülmektedir.

İnklinometri yöntemi ile zemin hareketlerinin izlenmesi kendine özgü "inklinometri ekipmanlarıyla" mümkün olmaktadır.

Prensip olarak yöntem; sondaj deliği içerisine "inklinometri ölçüm muhafaza boruları" yerleştirilmesi ve yer hareketlerinin casingde meydana getirdiği değişimlerin ölçülmesidir.

İnklinometreler hareketli zonlarda meydana gelebilecek değişimleri; nerede, ne zaman, hangi büyüklükte, ne kadar artış veya azalma



olduğunun, nasıl oluştuğunun kapsamlı bir şekilde incelenmesinde önemli avantajlar sağlarlar.

İnklinometrik yöntem; ilk olarak slope indicator com. tarafından kullanılmış, S.D Wilson (Harvard Üniversitesi) İse birçok alanlarda kullanımını geliştirmiş ve günümüze gelinmiştir.

İnklinometreler esas olarak; inklinometri ölçüm muhafaza boru, inklinometri sondaj, control kablosu, datametre ve verilerin değerlendirilmesi için bilgisayar ortamında oluşmaktadır. Bunlar yardımcı ekipmanlarla desteklenirler.

İnklinometri ölçüm muhafaza boru özellikleri ve avantajları:

İnklinometri casingler bir kuyuya özel olarak yerleştirilerek, zeminde meydana gelebilecek yanıl eğilmelerin (lateral tilt) incelenmesini sağlayan özel alaçımdan yapılmış plastik tipi borulardır ölçüm muhafaza borular:

- Ölçüm kabiliyetleri yüksektir. 1/1000 mm hassasiyetinde ölçüm yapabilirler.





- Boyları 10 feet (3.05 m), çapları 70 mm ve 85 mm olmak üzere iki tip olarak ve et kalınlıkları 10 mm olarak imal edilmişlerdir. Isıya dayanımları yüksektir. Eksi 40 dereceye kadar dayanıklıdır.

- Birbirlerine kolayca eklenebilirler(15 kg baskı ile),eklem yerler o-ringlidir, sızdırmazdır.

- ölçüm muhafaza boru olukludur eklendiklerinde oluklar birbirini takip ederek tek bir oluk gibi görünürler, böylece tüm kuyu boyunca sağlıklı ölçü alınabilmektedir.

- Eklem yerleri kilitlidir, kopma yapmazlar, esnek olduklarından eğildiklerinde kırılmazlar.

- Taşınmaları kolaydır.4 kg/10 feet dir.

- Çekme dayanımları:1400 lb, Tork: 33 N.m, eğilme dayanımları:186 N.m, basınç dayanımları 16,5 bar (240 psi) olacak şekilde üretilmişlerdir.

İnclinometri casingler yapıları itibarıyla hassas olduklarından kuyuya

yerleştirilmeleri esnasında çok dikkatli davranılması gerekmektedir. ölçüm muhafaza borulardan en sağlıklı ölçümün yapılabilmesi, hiçbir şekilde deformasyona uğramamalarına bağlıdır.

Ölçüm muhafaza borular kuyuya indirilmeleri mutlaka pipe clampers yardımıyla yapılmalıdır. Bir tür zincirli tutucu olan pipe clampers, ölçüm muhafaza borulara zarar vermeden indirilmelerini sağlarlar.

Karışım ve hazırlanması: İnclinometri casingler-

le kuyu cidarı arası özel bir karışım ile doldurulması gerekmektedir.

İkitip karışım şekli vardır. Çimento + bentonit + su veya çimento + kireç + su. En çok kullanılanı bentonitli karışımdır. Hazırlanacak karışım kuyu boşluğunu tamamen dolduracak şekilde ve kuyu boşluğundan daha fazla olmalıdır.

Karışımın hazırlanması için mixer ve çamur pompasına ihtiyaç vardır. Her zaman öncelikle su ile bentonit karıştırılır, daha sonra çimento ilave edilir. Hazırlanan karışım 28 günde 500 lb/ft² dayanıma ulaşır. ölçüm muhafaza boruları ölçüm alınabilmesi için minimum 28 gün beklenmelidir.

Bentonit Çimento Karışımı		
Malzemeler	Ağırlığı	Yüzdesi
Portland Çimento	94 lb (1 bag)	15 %
Bentonit	39 lb	6 %
Su	75 gallons	79 %
Kireç Çimento Karışımı		
Malzemeler	Ağırlığı	Yüzdesi
Portland Çimento	94 lb (1 bag)	21 %
Hidrad Kireç	150 lb	33 %
Su	25-30 gallons	46 %

Karışımın çok önemli görevleri vardır. Kuyuda meydana gelebilecek yıkıntı, döküntü ve iç basınçlardan casingleri koruyarak, onların stabilitelerini sağlarlar. Deformasyondan korurlar.

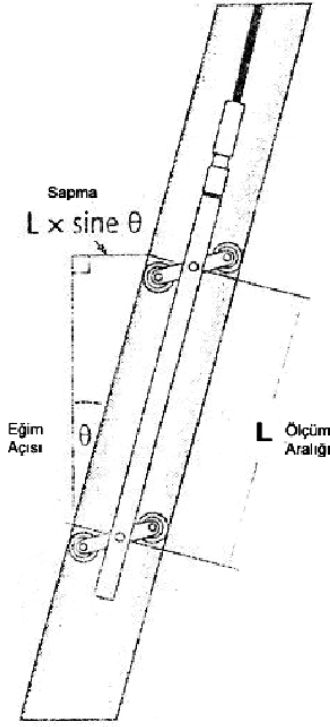
Zeminde meydana gelebilecek hareketleri doğru bir şekilde casinglere ileterek, sağlıklı bir ölçüm alınmasını sağlarlar.

Ölçüm muhafaza borular kuyulara indirilmeleri: 3 değişik şekildedir:

a. Öncelikle kuyuya karışım doldurulur, daha sonra casingler indirilir.

b. Ölçüm muhafaza boruları kuyuya indirir, karışım casinglerin kenarından başka bir boru (1,5 inç. galveniz boru) ile basılır.





c. Ölçüm muhafaza boruları alt kapağının yerine çekvalf takılarak, casing içerisinde geçirilen bir boru, çekvalfle birleştirilerek, karışım içerisinde basılır.

Böylece casing'in arka kısmı (kuyu boşluğu) tamamen karışım ile doldurulmuş olur.

Kontrol kablosu ve İnklinometri sondaj:

Kontrol kablosu: İnklinometri probe'un casingler içersine indirilmesi ve ölçü alınması ile görevlidirler. Bir taraftan datameter'e, diğer taraftan da sondaja bağlıdır.

Sondaja güç ileterek, sondajın yapmış olduğu ölçüleri, sinyalle geri alırlar. Bu sinyaller datameter'e kaydedilir.

Kabloların üzerinde aralıklarla ölçülebilir işaretler bulunmaktadır.

Metrik kontrol kabloları 0.5 m veya 1 m aralıklarla, numerik kontrol kabloları ise 5 m aralıklarla imal edilmişlerdir.

İnklinometri sondaj: Kontrol kablolarına bir konnektör ile bağlanırlar, casingler içerinden geçirilerek ölçüm almada kullanılırlar.

Paslanmaz çelikten yapılmış olan probe'ların, alt ve üst kısımlarında 2 tekerlek olan 2 kısım bulunur. Bunlara alt ve üst tekerlek denilir ki, bunların görevi , probe'u dengelemek ve ölçü almaktır.

Probe'lar kontrol kabloları ile bağlandıklarında su geçirmezler ve 1000 feet derinliğe kadar ölçüm yapabilirler.

Ölçüm yöntemi: Ölçüm yapılabilmesi için , öncelikle inklinometri casinglerin kanalları, yerleştirilme esnasında, öngörülen hareket yönüne doğru (ex-

pected direction of movement) çevrilmiş olması gerekmektedir. Daha sonra sondajın ölçüm muhafaza borular içersine rahatça inmesi ve sağlıklı bir ölçü alınabilmesi için kuyu başına (ölçüm muhafaza boru üstünde) bir makara sistemi karmak gereklidir. inklinometri probe'un tekerlek grubunun (alt, üst) üst tekerleri öngörülen hareket yönüne (casing içerisindeki kanalda) doğru gelecek şekilde yerleştirilir.

Böylelikle probe ölçüm için hazır hale gelmiş olur. Sondaj casingler içersinden geçirilerek belirlenen aralıklarla ölçüm yapar.

Kontrol kablosu vasıtasıyla sondaja gönderilen güç , geriye sinyal gönderir. Bu sinyaller datameter'e kaydedilerek, ölçüm değerleri olarak bilgisayarda programa aktarılır.

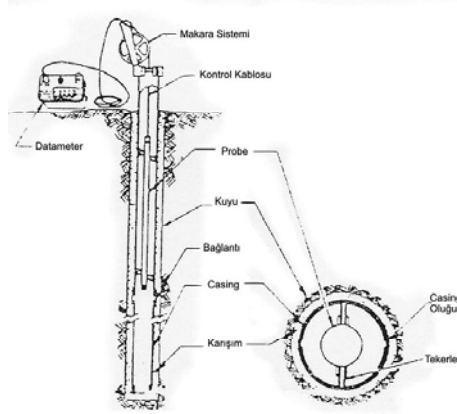
İlk ölçümler sıfırlama (zero measurement) olarak kabul edilir. Daha sonraki ölçüm bu değerlere göre alınır.

İnklinometri probe'ların ölçüm tekniği: Sondajlar yatay hareketle oluşan eğim açısını ölçerler. Bu meydana gelen yatay hareketin ölçüm muhafaza borular oluşturduğu eğim açısının değişimidir.

Eğim değişimi ile yatay hareket arasındaki bağlantı ise şöyledir: ölçüm esnasında bir dik üçgen olduğundan, sondaj ile ölçülen eğim açısı(θ), ölçüm aralığı (sabit,L) ve hipotenüs fonksiyonunun etkisi şeklindedir.

$$\sin = \text{Karşı Kenar} / \text{Hipotenüs ve}$$

$$\text{Karşı Kenar} = \text{hipotenüs} \times \sin$$



Bizim için önemli olan eğim açısının karşısındaki kenar uzunluğudur. Bu kenar uzunluğu sapma miktarının değişim değeridir.

Hareket miktarlarındaki değişimin toplamı kümülatif sapmayı verir.

İnclinometrelerle genellikle yatay hareketlenmeler ölçülür. Ancak bazı durumlarda düşey ölçümde yapılabilir. Bu durumda inclinometri casingler 45 derece eğimli yerleştirilmeleri gereklidir.

İnclinometri yöntemi ile, birden fazla casing kullanılarak hareketin geometrisi çıkarılabilmektedir. Böylece alınacak önlemler kolay daha sağlıklı olabilmektedir. Uygulama bir hat boyunca olduğu gibi tek bir nokta ölçümü de yapılabilir.

Kullanım alanlarına örnekler: Heyelanlı bölgelerde yer hareketlerinin incelenmesinde, doğal meyilli forasyonların hareketlerinin gözlenmesinde, yapıların buldukları yerlerdeki hareketlerin incelenmesinde, baraj dolgularında, istinat duvarlarında, tü-

nellerde, çeşitli amaçlarla dolgu yapılan yerlerde, köprü zeminlerinde, tutucu veya sağlamlaştırıcı olarak yerleştirilen kazıkların (anchor) performanslarının incelenmesinde, geçici kazı yapılan yerlerde kullanılabilirler

Yukarıda sayılan örneklere amacına göre yeni kullanım yerleri eklemek mümkün olabilmektedir. Karayollarında meyilli bölgelerinde, maden işletmelerinde açık ocaklarda, büyük ve önemli yapıların korunmasında, deprem araştırmalarında, v.b gibi.

Sonuç olarak: inclinometri yöntemi ile zemin hareketlerinin incelenmesi bir çok alanda kullanım alanı bulmaktadır.

Zemin hareketlerinin önceden bilinmesi, onlara karşı alınacak tedbirler açısından çok önemlidir.

Günümüzde de inclinometreler bir çok yerde başarı ile kullanım alanı bulmaları, onların hassas ve sürekli ölçüm avantajları olmasıdır.

Gelecekte bu yöntemin daha da gelişeceği ve boyutlarının küçülerek bir çok hassas yerlerde kullanımı mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Slope Indicator Company Tanıtım Y.
2. Transportation Research Record. National Research Council. (1988)
3. Bandırma zemin son. Faaliyet rap. (MTA 2001)

* * *

*Daha nitelikli bir Madencilik Bülteni için
haber görüş ve önerilerinizi bekliyoruz*