

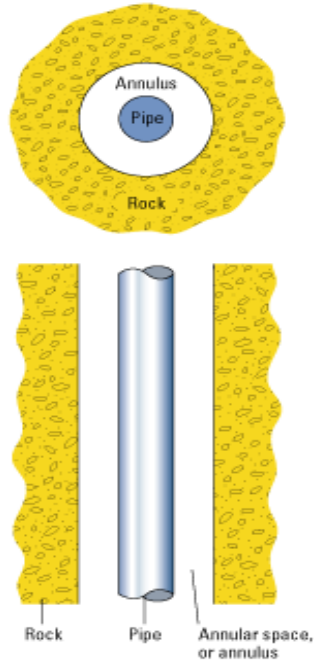
Döner Sondaj(Rotary Drilling) Yöntemleri

Yrd. Doç.Dr. İrfan Yolcubal

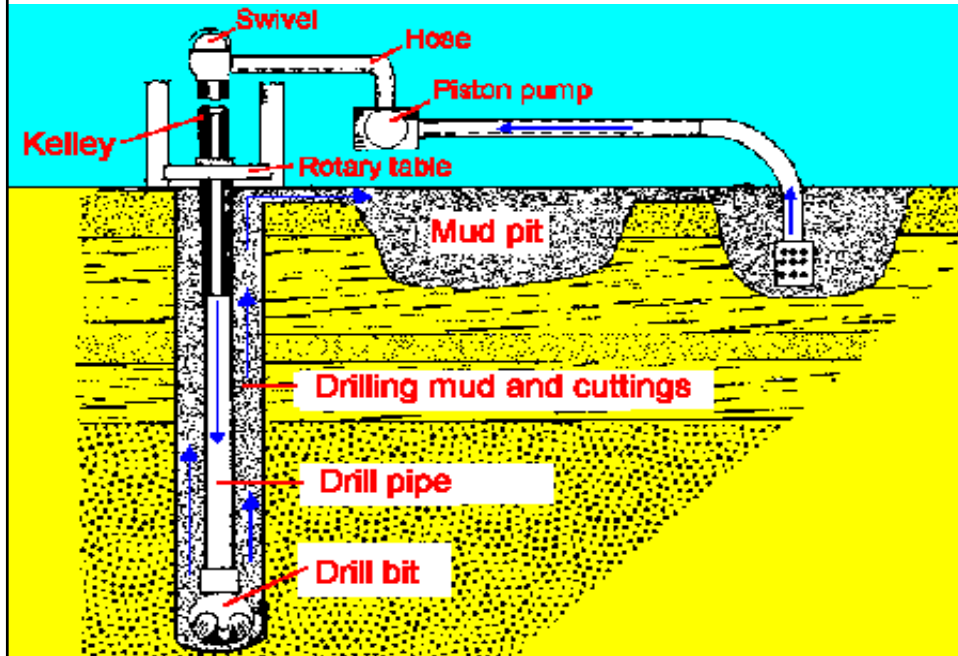
Döner Sondaj Yöntemi

- Sondaj hızını artırmak ve bir çok formasyonda derin sondaj yapmak için geliştirilmiş bir metod.
- Kayaçın parçalanması için gerekli enerji, matkaba verilen ağırlık ve dönme hareketi ile sağlanır. Matkap bir boru dizisinin ucunda yeraltına indirilir ve döndürülür. Dönerken üzerine gelen ağırlık etkisiyle ve dişleri aracılığıyla ile kayacı parçalar.
- Kayaçtan kopan parçalar boru dizisinin içinden pompalan hava veya bir sıvı ile tabandan alınarak boru ile delik arasında kalan ve annülüs denilen aralıktan yeryüzeyine taşınır. Yüzeide, taşınan malzeme, çamur havuzlarına kanalize edilir, çökmeye bırakılır. Temiz sondaj sıvısı, çamur havuzunun ne uzak köşesinden veya ikinci bir camur havuzundan çekilerek kuyu deliğine çekilerek kuyu içerisinde tekrardan sirkülasyona katılması sağlanır.
- Bu sistemde süreklilik vardır yani kayaçın parçalanması ve kesintilerin yukarıya taşınması sondaja ara vermeden yapılmaktadır.

Annülüs



DÖNER SONDAJ METODU



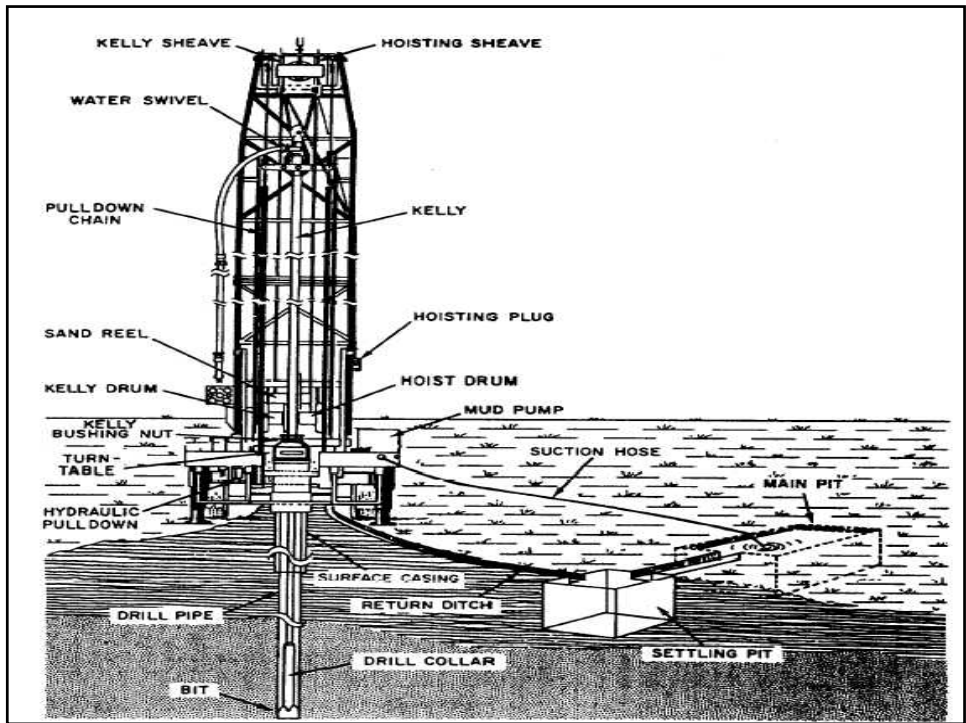
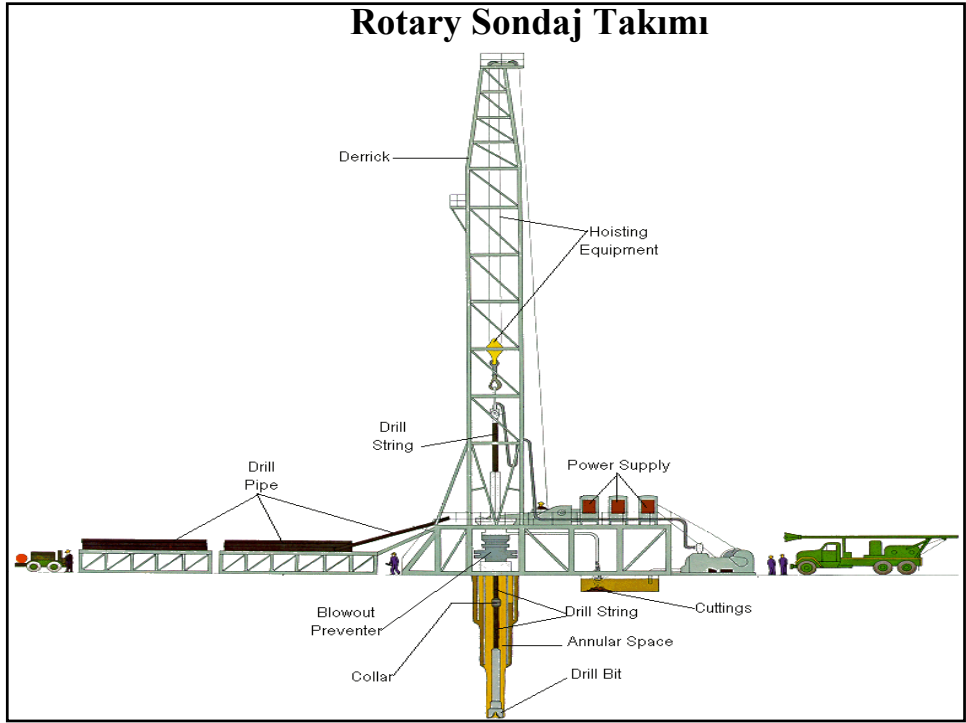
Döner Sondaj Yöntemleri

- Matkabın döndürülme biçimine göre ikiye ayrılır.
 - Yerüstü döndürme düzenekli: döndürme düzeneği matkap ve onu ucunda taşıyan boru dizisini birlikte döndürmektedir.
 - En çok kullanılan yöntemdir. Sondajların %90 dan fazlası bu yöntemle yapılmaktadır.
 - Yeraltı döndürme düzenekli: matkabı döndürmek için boru dizisini döndürmeye gerek yoktur. Matkap yeraltında kendi üzerine bağlanan bir motorla döndürülür.

Döner Sondaj Donanımı (Rotary Drilling Rig)

- Kule
- Kule Alt yapısı
- Motorlar ve Güç Dağıtım Düzeneği
- Vinç
- Halat ve Makaralar
- Sondaj Dizisi ve Döner Masa
- Matkaplar
- Kuyu başı donanımı
- Çamur pompaları
- Sallantılı Elek, tanklar ve diğer ayırıcılar
- Ölçme ve kontrol aletleri

Rotary Sondaj Takımı



Sondaj Dizisi (Drill string)

- Matkapın yeraltında döndürülmesini, üzerine ağırlık verilmesini ve dolaşım sıvısının iletilmesini sağlamak amacıyla değişik görevli parçaların birbirine bağlanmasıyla oluşan bir dizidir. Diziyi oluşturan parçalar yukarıdan aşağıya doğru bağlantı sıralarına göre şunlardır:
 - Fırdöndü (Swivel)
 - Köşeli boru (Kelly)
 - Döner Masa (Rotary Table)
 - Sondaj boruları (Tij), Drill pipes
 - Bağlantı elamanları (Tool Joints)
 - Ağırlık boruları (Drill Collar)
 - Yardımcı parçalar

Fırdöndü

- Üst tarafı sabit, alt tarafı bunun içinde dönebilen iki ana parçadan oluşur. Üst parça kancaya asılı, alt parça altaki köşeli boruya bağlıdır. Bu yapıları ile altaki dizinin dönme hareketi kancaya iletmeden diziyi askıda tutarlar. İçerisinden çamurun geçebileceği bir kanal vardır.
- Sondaj dizisinin ağırlığını taşıyabilecek dayanılıktadır. Kendi ağırlıkları 3-3,5 ton, boyları 3m kadar olabilir.

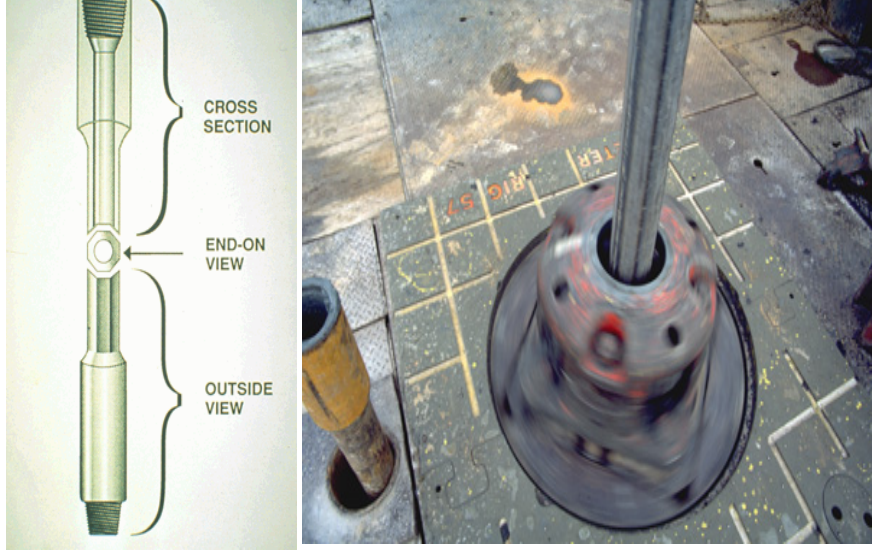
Fırdöndü



Köşeli Boru (Kelly)

- Döner masanın içinden geçen ve ondan aldığı hareketle diziyi döndüren bir borudur.
- Fırdöndünün altına bağlanır. Kendi altına ise sondaj boruları bağlanır.
- Dönme sırasında masa içinde aşağı yukarı doğru hareket edebilir ve sondajın ilerlemesini izler.
- Köşeli borular, kesitlerinin dış kenar uzunluğu ile belirlenirler. 63,5-152,4mm (2,5-6 inç) arasında boyutları değişmektedir. Boyları ise 12,19 m(40 ft) dir. 16,46 m (54ft) olanlarıda yapılmaktadır.

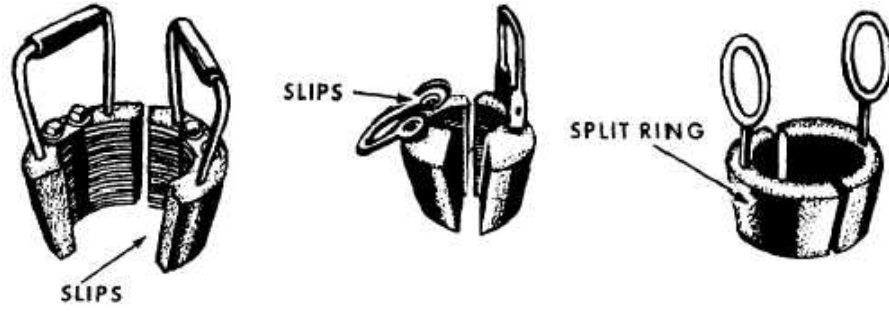
Kelly



Döner Masa (Rotary Table)

- Diziyi döndüren elemandır. Motorlardan aldığı yatay dönme hareketini konik bir dişli aracılığıyla düşey dönme hareketine dönüştüren 1,5 m çaplı bir masa görünümündedir.
- Ortasında matkapın rahatça geçebileceği kare kesitli geniş bir açıklık vardır.
- Kuyuların derinliği masa başlığı üst yüzeyinden ölçülür.
- Sondaj dizisi askıya alınacağı zaman döner masa ile boru dizisi arasına slip' ler yerleştirilir. Bunlar dış yüzeyleri konik iç yüzeyleri dişli olan kavrama elemanlarıdır. Askıya alınacak dizinin ağırlığına uygun taşıma kapasiteleri vardır.

Slipler



Sondaj Boruları (Tijler)

- Dönme hareketini ve sondaj sıvısını matkaba iletmek üzere yerüstü ile yeraltı arasındaki bağlantıyı sağlayan borulardır.
- Tijler uzunlukları, dış çapları ve et kalınlıkları, uçlarının biçimi ve yapıldıkları malzemenin kalitesi gibi özellikleri ile tanımlanırlar.
- Uzunluklarına göre tijler :
 - 1. Grup: 18-22 ft
 - 2. Grup : 27-30 ft
 - 3. Grup : 38-45 ft
- En çok 30 ft uzunluğundaki borular kullanılır.

Tijler



Sondaj Boruları (Tijler)

- Tijlerin yapımında özel çelik alaşımları kullanılır. Sondaj boruları son zamanlarda alüminyum alaşımlarında yapılmaya başlanmıştır. Gerek çelik gerekse alüminyum boruların içleri plastikle kaplanarak çamur dolaşımı sırasında aşınmalara karşı korunmakta ve ömürleri uzatılmaktadır.

Ağırlık Boruları (Drill Collar)

- Sondaj yaparken matkapın kayacı parçalayabilmesi için üzerine ağırlık vermek üzere kullanılan ve matkapın üzerine bağlanan borulara denilir. Özel çelikten yapılırlar. Et kalınlığı fazla çekme borulardır. Boyları, dış çapları ve et kalınlıkları ile belirlenirler.
- 30 ft ve 42 ft boyunda yapılmaktadırlar.
- Matkapa verilecek ağırlık, delinecek kayacın türüne ve kullanılacak matkapın çapına göre seçilir. Genel kural olarak, matkapa verilecek yük, matkap çapının her santimetresi için 10 kN a kadar çıkarılabilir.
- Ağırlık borularının çaplarının delik çapına yakın seçilmesi sondajın düşeyden sapmasının kontrol edebilme yönünden önem taşır.

Ağırlık Boruları



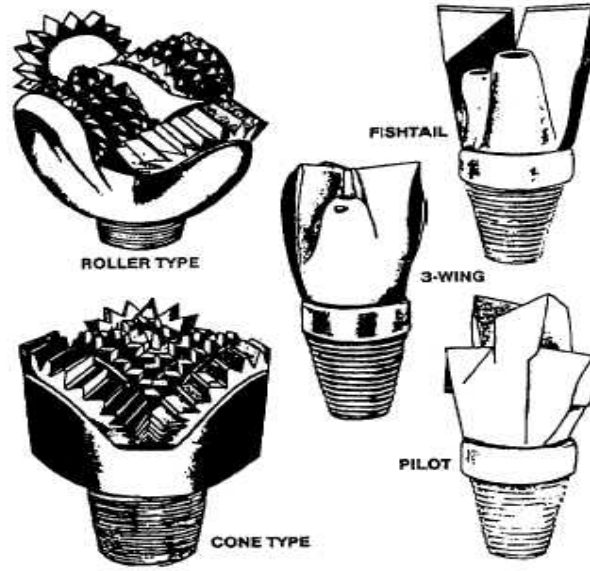
Sondaj Dizisi Tasarımı

- Tasarım için bilinmesi gerekenler:
- Dizi ile inilecek derinlik
- Kuyunun çapı
- Kullanılacak çamurun yoğunluğu
- Çekmede istenen emniyet
- Tijlerin dış çapının dayanımı
- Ağırlık borularının uzunluğu, iç ve dış çapları ile ağırlığı, (kg/m)
- Kullanılacak tij çapı ve sınıfı
- Boruların dayanabilecekleri maksimum yük olarak, katalogta verilen teorik değerin 0,90` ı alınır.

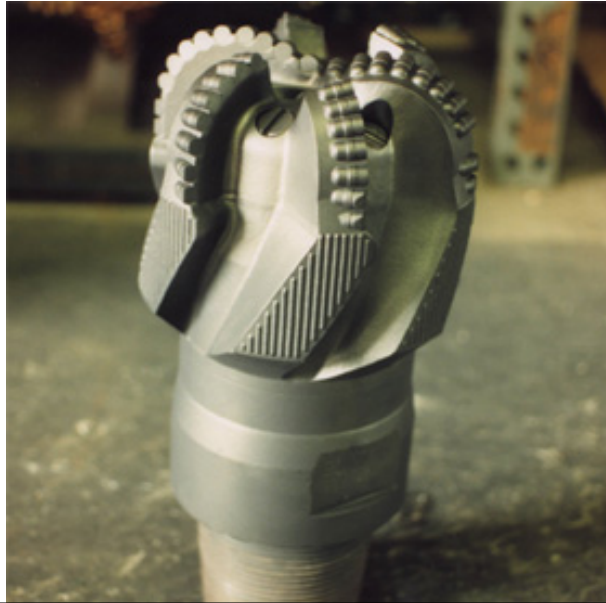
Matkaplar (Bits)

- Kayaçın üzerine bastıran ve onu parçalayan elemanlardır. Yapılarına ve kullanım amaçlarına göre değişik türleri vardır.
- Balta ağızlı matkaplar
- Balık kuyruğu matkaplar
- Konili matkaplar
- Elmas matkaplar
- Polikristalen elmas matkaplar
- Karot matkapları
- Genişletme matkapları
- Tünel ve kuyu açma matkapları

Sondaj Matkapları (Drill bits)



Polikristalen elmas matkaplar

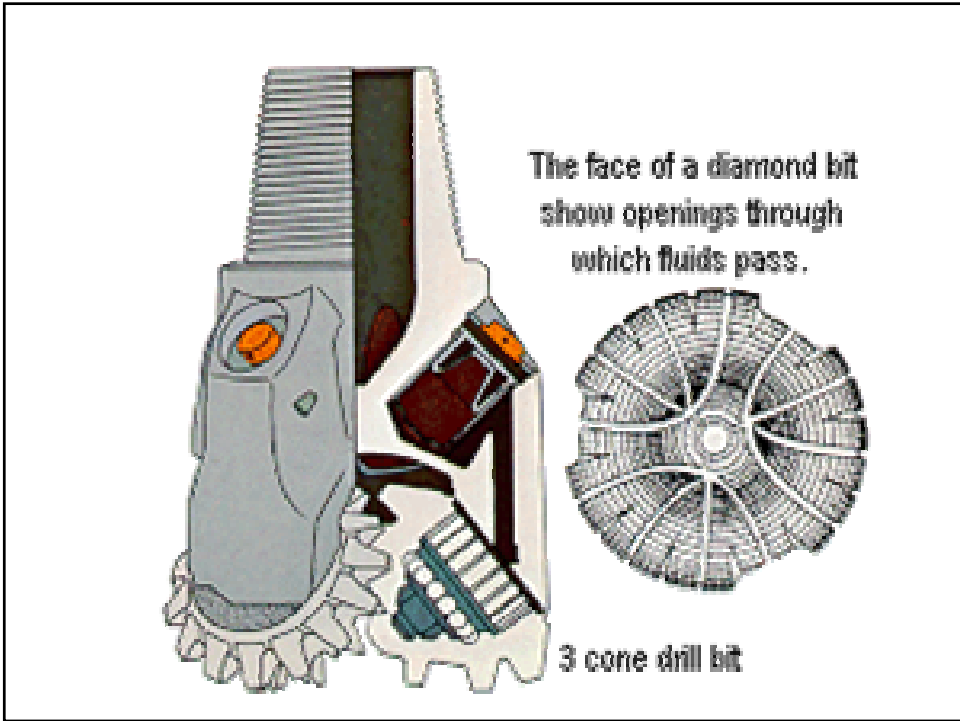


Elmas Matkap



Matkaplar

- Su kuyuları için direkt rotary sondajda genel 2 tip matkap kullanılır : balta ağızlı matkaplar ve konili matkaplar.
- **Balta ağızlı matkaplar en ilkel matkap türüdür.**
- Ortalarında olan sondaj sıvısı giriş matkap uçları temizler ve matkabın soğumasına yardımcı olur.
- Genellikle darbeli sondajlarda kullanılır. Kum, kil ve yumuşak kayaç formasyonlarda hızlı bir şekilde keser, iri çakıllı yada sert kaya formasyonlarda iyi çalışmaz.
- **Konili matkaplar: günümüzde en çok kullanılan matkap türüdür.** Matkabın alt uçunda koniler vardır ve birbirlerine geçmişlerdir. Üzerlerinde dişler bulunur. Matkap, sondaj dizisi tarafından döndürülürken, konilerde kendi milleri etrafında dönerler.
- 2,3,ve 4 konili türleri vardır. Trikon (Tricone) denilen üç konili matkaplar en çok kullanılan konili matkaplardır. Stabiliteleri fazla, eğilimleri azdır. Delik çapının kontrolü iyidir. Kesme yüzeyleri sondaj sıvısı ile yıkanır.



Trikon matkap



Direkt Döner Sondaj Avantaj ve Dez avantajları

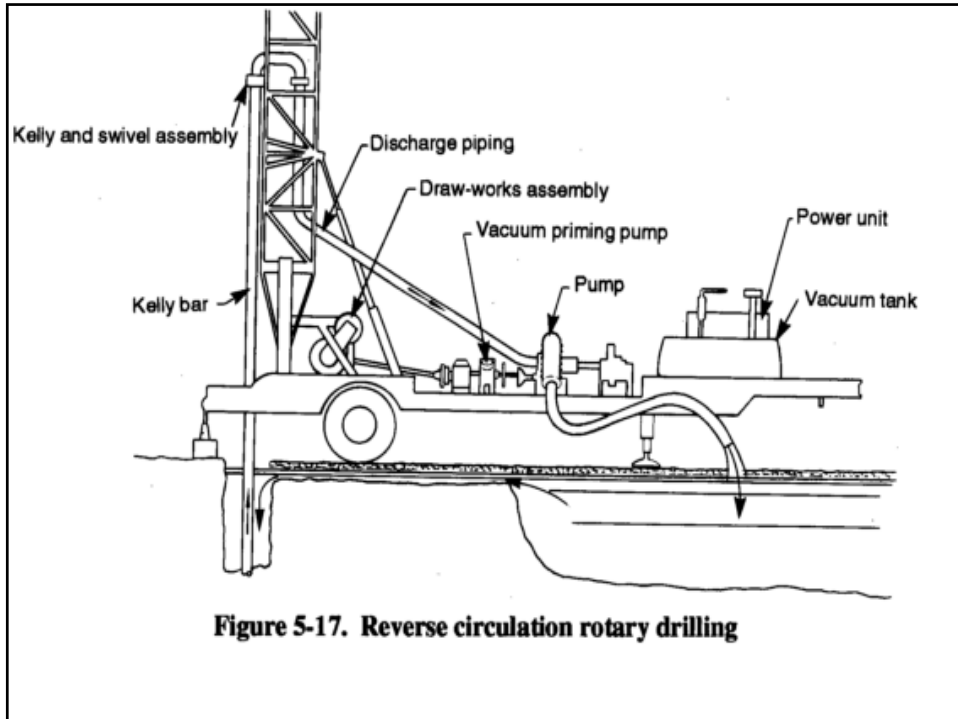
- **Avantajları**
- Her türlü malzemede ilerleme hızı oldukça yüksektir
- Sondaj sırasında sınırlı oranda muhafaza borusu gereklidir.
- Sondaj takımının mobilizasyonu ve immobilizasyonu hızlıdır.
- Kuyu filitreleri muhafaza borularının takılmasının bir parçası olarak kolaylıkla yerleştirilebilir.
- **Dezavantajları**
- Sondaj takımları oldukça pahalıdır.
- Sondaj takımı fazla bakım gerektirir.
- Sondaj yapılan yerin durumuna ve eğimine göre sondaj takımının mobilitesi sınırlı olabilir.
- Çoğu sondaj takımları en az iki kişi ile kurulur.
- Doğru örneklerin alınması özel bir takım prosedürler gerektirmektedir.
- Sondaj sıvısının kullanımı bazı formasyonların tıkanmasına neden olabilir.
- Oldukça soğuk hava koşullarında sondaj takımları ekonomik olarak çalışmayabilir.
- Sondaj sıvısının ayarlanması ek bilgi ve tecrübe gerektirmektedir.

Ters Sirkülasyonlu Rotary Sondaj

- Direkt rotary sondajda, sondaj sıvısının viskozitesi ve hızı, kesintilerin etkin bir şekilde uzaklaştırılmasını kontrol eden faktörlerdir. Kesintiler uzaklaştırılmadıkça sondaj devam edemez. Pompa kapasitesi ve etkin kesinti uzaklaştırmadaki sınırlamalardan dolayı, su kuyusu açmak için kullanılan bir çok direkt rotary makineleri maksimum 22-24 inç çaplı delik açmayla sınırlıdır. Bu büyüklük, yüksek kapasiteli kuyular için yeterli olamayabilir. 24 inç`in üzerinde delik çaplarında, sondajın ilerleme hızı düşüktür. Kuyu çapındaki ve sondaj ilerleme hızındaki sınırlamaları aşmak için ters sirkülasyonlu makineler dizayn edilmiştir. Başlangıçta sadece konsolide olmamış ortamlarda kullanılmışlardır. Günümüzde kumtaşı gibi yumuşak konsolide kayçalarda, ve hatta sert kayalarda hem su hemde havayı sondaj sıvısı olarak kullanarak uygulanmaktadırlar.

Ters Sirkülasyonlu Rotary Sondaj

- Sondaj takımının dizaynı direkt rotary metoda benzerdir, tek farkı parçalar daha büyüktür.
- Sondaj sıvısının sirkülasyonu direkt rotary'e göre terstir. Sondaj sıvısı ve kesintiler sondaj boru içerisinde yukarıya doğru hareket ederler,
- Sondaj sıvısı, en iyi çamurlu su olarak tanımlanabilir. Sondaj sıvısına viskoz sıvı yapmak için asla kimyasal maddeler eklenmez.



Ters Sirkülasyon Rotary Sondaj

- Konsolide olmamış formasyonlarda geniş çaplı kuyu açmak için en ucuz sondaj yöntemi
- Jeolojik formasyonlar uygun olduğu koşullarda, deliğin çapının büyütülmesi kuyunun maliyetini artırmaz.
- Bu metodla açılan su kuyular 24 inç yada daha geniş çaplıdır (60 inç'e kadar).
- Yumuşak sedimanter kayalarda, statik su seviyesinin 10 ft veya altında olduğu konsolide olmamış kum ve çakıllarda en başarılıdır. Statik su seviyesinin yüksek olduğu durumlarda ve yeterli su kaynağı mevcut olmadığı hallerde iyi sonuç vermezler.

Ters Sirkülasyon Rotary Sondaj

- **Avantajları:**
- Kuyu deliğinin yakınındaki formasyonun permabilitesi ve porozitesi diğer metodlara nazaran daha az etkilenir.
- Büyük çaplı kuyular ekonomik olarak hızlıca açılabilir.
- Sondaj sırasında muhafaza borusu gerekmez.
- Kuyu filitresi, muhafaza borusu takılmasının bir parçası olarak kolaylıkla yerleştirilebilir.
- Magmatik ve metamorfik kayalar dışında bir çok formasyonda sondaj yapılabilir.
- Sondaj sıvısının düşük hızından dolayı, kuyu deliğinden dışarıya taşma ihtimali azdır.

Ters Sirkülasyon Rotary Sondaj

- **Dezavantajları**
- Büyük su kaynaklarına genellikle ihtiyaç duyulur.
- Sondaj takım parçaları daha büyüktür ve pahalıdır.
- Geniş çamur havuzları gereklidir.
- Sondaj donanımının büyüklüğünden dolayı bazı sondaj alanlarına girilemez.
- Etkin bir operasyon için diğer sondaj metodlarından daha fazla elemana ihtiyaç vardır.