

JET GROUT ŞARTNAMESİ

Jet Grouting: Jet grouting metodu, zeminin veya zayıf kayacın parçalanması, çimento şerbeti ile karışması ve kısmi yer değiştirmeyi kapsamaktadır. Zeminin parçalanması, yüksek enerjili bir akışkan jet vasıtası ile meydana gelmektedir. Bu akışkan çimento şerbetinin kendisi de olabilmektedir. Jet grout ekipmanı ve ilgili aksesuarları aşağıda tariflenen JET1 ve JET2 yöntemlerinin her ikisini de yapabilecek kapasite ve nitelikte olmalıdır. Seçilen ekipman gerektiği zaman zeminin kabarmasına mani olmak veya istenen çap ve mukavemetine ulaşmak üzere İşverenin talimatı doğrultusunda “prewashing” (ön yıkama) gerçekleştirilebilecek nitelikte olmalıdır.

Jet Grout Kolon Elemanı: Jet grout kolon tek bir delgi vasıtasıyla işlem görmüş zemin hacmidir. Projede belirtilen boy ve çapta silindirik jet enjeksiyonlu eleman olarak tanımlanır.

Tek Akışkanlı Sistem – Jet1: Zeminin parçalanma ve çimentolanmasının genellikle çimento şerbeti ile sağlandığı ve tek bir akışkanın yüksek enerji jeti şeklinde uygulandığı jet grouting işlemidir. Bu yöntemde delgi/yüksek basınçlı enjeksiyon ekipmanı tek ve ortası delikli bir borudan oluşmaktadır. Bu yöntemde çimento/su karışımı 300 ila 600 kg/cm² yüksek basınç ile zemine yukarıda tarif edilen yöntem ile verilmektedir. Bu yöntem ile imal edilen jet grout kolonlar zemin cinsine göre 600 mm – 1200 mm arasında değişken çaplarda teşkil edilebilmektedir.

Çift Akışkanlı (Su) Sistem – Jet2: Zeminin parçalanmasının yüksek enerjili su jeti ile sağlandığı, çimentolanmasının ise eş zamanlı olarak ayrı bir enjeksiyon karışımı jeti ile elde edildiği jet grouting işlemidir. Bu yöntemde delgi ile yüksek basınçlı enjeksiyon ekipmanı konsantrik iç içe iki ayrı borudan oluşmaktadır. Bu yöntemde çimento/su karışımı JET1 yönteminde olduğu şekilde içteki borunun ortasındaki delikten verilirken dıştaki boru ile içteki boru arasındaki boşluktan 8 ila 12 bar basınçlı hava zemine verilmektedir. Bu yöntem ile imal edilen jet grout kolonlar kinetik enerjinin sürtünme kayıpları azaltılarak JET1 yöntemine oranla %60 ile %80 daha büyük çaplı jet grout kolon teşkil edilebilmektedir.

Jet Enjeksiyon Donanımı: Jet grouting tiji ve aletlerini otomatik olarak döndüren ve değiştiren döner donanımdır

Enjeksiyon Tiji: Jet grouting akışkanlarını monitöre taşıyan basit iki veya üç kanallı olan tijlere verilen isimdir.

Monitör: Zemine akışkanların püskürtülmesini sağlayan, jet enjeksiyon tijinin ucuna takılan alete verilen isimdir.

Püskürtme Memesi (Nozzle): Tijlerdeki akışkanın yüksek basınç enerjisini zemine yönlendirerek, akışkan jetini hız enerjisine dönüştüren özel olarak üretilmiş ve monitöre takılmış olan elemana verilen isimdir.

Etki Çapı: Jet enjeksiyonu tarafından zeminin etkin şekilde parçalanmasının sağlandığı monitör ekseninden ölçülen uzaklıktır.

Kirli Akışkanın Dönüşü: Jet grouting işlemi sonucunda oluşan zemin taneleri ve enjeksiyon akışkanını karışımının delgi tiji ile delik çeperi arasındaki boşluktan yüzeye taşınması işlemidir. **Jet Grouting Parametreleri**

- Jet enjeksiyon tiji içindeki akışkanların basıncı,
- Jet enjeksiyon tiji içindeki akışkanların debisi,
- Enjeksiyon şerbetinin bileşimi,
- Jet enjeksiyon tijinin dönme hızı,
- Jet enjeksiyon tijinin çekilme ve yerleştirme hızı.

Ön Jet Enjeksiyonu: Su ve/veya diğer akışkan jetinden ibaret bir ön parçalanma safhasıyla, bir elemanın jet enjeksiyonunun yapıldığı metot. Bu yöntem yaygın olarak ön yıkama ve ön kesme olarak da bilinmektedir. Kendini tutamayan zeminlerde tercih edilebilir.

Pompa Ünitesi: Jet grout enjeksiyon karışımını istenen çapta jet grout kolon teşkil edebilecek basıncı verebilecek pompadan oluşacak jet grout pompa ünitesidir.

Jet Grout Delgi Makinesi: Uygulama projesinde öngörülen derinliğe kadar JET1 veya JET2 yöntemlerinden biri ile delgi yapabilecek ve jet grout kolon teşkil edebilecek kapasitede delgi makinesidir.

Jet Grout Mikser Ünitesi: Jet grout enjeksiyon karışımını istenen karışım oranında elektronik olarak tartarak karıştıracak mikser ve dinlendiriciden oluşan, jet grout pompa ünitesini beslemeye yeterli kapasitede mikser ünitesidir.

Çimento Silosu: Dökme çimento depolayabilen ve jet grout mikser ünitesini yeterli düzeyde besleyecek çimento silosu ve konveyörüdür.

Su Tankı: Jet grout yapımı sırasında kullanılacak suyun depolanacağı su tankı – havuzu ve pompasından oluşan sistemdir.

Diğer Ekipmanlar: Jet grout yapımı sırasında kullanılacak basınçlı kompresör, kaynak makinesi ve elektrik kesintilerinin olması halinde kullanılacak jeneratör gibi yardımcı elemanlardır.

3.1 MALZEMELER

- Aksi belirtilmedikçe, malzeme özellikleri EN standartlarına uygun olmalıdır.
- Su ve çimentodan oluşturulan karışımlar kullanılmalıdır.
- Su/çimento karışımında su çimento oranı kütlece 0.70 altına inmeyecek tercihen 1 olacaktır.

- Su azaltıcı, kararlı hale getirici, plastikleştirici, su geçirmez veya yıkanmaya karşı kullanılan katkı maddeleri, su/çimento karışımına ayrıca eklenebilir.

3.1.1 Çimento

İmalatlarda projede belirtilen ve jet grout kolonda öngörülen kesit mukavemetini sağlayacak cinsten "Portland Çimentosu" kullanılmalıdır. Çimento EN 197'ye uygun olmalıdır. Uygunluk yok ise prizlenme süresi, sertleşme, mukavemet ve dayanıklılık şartlarının tasarım şartlarını sağladığından emin olmak için uygun deneyler yapılmalıdır. Kullanılacak çimento PÇ 42.5 olmalı ve jet grout kolondan alınacak karot numuneleri 4 MPa serbest basınç mukavemetini sağlamalıdır.

3.1.2 Su

İçme suyu kalitesindeki her su, jet enjeksiyon karışımının hazırlanmasında kullanılabilir. Kullanılacak su, tortu ve yabancı katı maddelerden arındırılmış, çimentoya zarar vermeyecek kalitede su olacaktır. Kullanılan su, onaylı içme suyu tedarikçileri dışındaki herhangi bir kaynaktan sağlanıyor ise, kullanılan su üstünde deneyler yapılarak karışımın sertleşmesi, katılaşması ya da dayanıklılığı üzerinde herhangi ters bir etkisi olmadığından emin olunmalıdır. prEN 1008'e göre deneyler gerçekleştirilmelidir.

3.2. UYGULAMA

3.2.1 Jet Grout Kolon Uygulama Metodu

Jet grout kolonu, bağlantı manşonlarında 500 - 700 bar basınca dayanıklı sızdırmazlık elemanları vasıtasıyla delgide 90 mm çapında tijler kullanılarak istenilen derinliğe kadar inilerek 400 – 450 bar basınçla püskürtülen su ve çimento karışımının zeminin boşluklarını doldurup ve sıkıştırılması suretiyle elde edilir. Yüksek basınç, sevk edilen enjeksiyonun 1.50 mm – 2.50 mm çapındaki 2 - 4 adet nozzle'dan geçerken yüksek bir kinetik enerji kazanmasını sağlar. Delgi takımı sabit bir hızla dönerek yukarı doğru çekilirken su - çimento karışımının hızı 250m/sn değerlerine ulaşarak, enjeksiyon zemini yırtarak zeminle birleşerek çimentolu zemin yapısı - soilcrete- oluşmaktadır.

Başlangıç imalat parametreleri olarak min. 160 kg/m çimento dozajı, P.Ç 42.5 veya muadili çimento ve 450 bar basınç ve 45 cm/dk çekme hızı baz alınabilecektir.

Uygulama safhaları aşağıda verilmektedir.

- Projede belirtilen uzunluktaki delgi işlemi,
- Deliğin sonuna jet enjeksiyon tipine bağlı bir monitör yerleştirilmesi. Monitör vasıtasıyla çimentolanan ve ayrıştırılan akışkanın püskürtülmesi ve aynı zamanda önceden belirlenmiş

çekme ve döndürme hızları, pompa basıncı ve akışkanın debisi gibi jet enjeksiyonu parametreleri ile tijin çekilmesi ve döndürülmesi.

3.2.2 Saha Hazırlıkları

- Kararlı ve kuru bir çalışma ortamı hazırlanmalıdır. Uygun yüzey suyu drenaj sistemi tesis edilmelidir.
- Her bir delgi noktasının konumu hassas bir şekilde tespit edilmeli ve işaretlenmelidir.
- Çalışma sahası delgi makinesi, paletli vinç, beton mikseri, beton pompası ve iş makinelerinin batmadan çalışmalarına imkan sağlayacak biçimde düzeltilip, sıkıştırılacaktır. Dolgular, delme işini zorlaştırmayacak uygun malzemelerle yapılmalıdır.
- Artık akışkanın depolanıp atılmasına yönelik bir sistem öngörülmelidir. Yer altı suyu sürekli olarak sahadan uzaklaştırılarak çalışma sahasının bozulması önlenmelidir.
- İmalat sahasında bilinen ve yüzeye yakın engeller çalışmalara başlamadan önce sahadan uzaklaştırılmalıdır. Bu engellerin kaldırılmasıyla oluşan boşluklar uygun granüler malzeme ile doldurulmalıdır.

3.2.3 Delgi İşlemi

- Delme işlemi için malzeme olarak su, hava, çamur, enjeksiyon şerbeti veya köpük kullanılabilir. Gerekliğinde muhafaza borulu delgi yapılabilir.
- Delgide kuyunun kararlı olmadığı durumlarda veya akışkanda büyük kayıplar varsa veya kirlenmiş akışkan suyun atılmasında zemin koşullarının zorluk çıkarması muhtemel ise uygun tedbirler alınmalıdır.
- Aksi belirtilmedikçe delgi noktası teorik konumundan 50 mm'den fazla sapmamalıdır.
- Delgi noktasının teorik eksenden sapması 20 m derinliğe kadar % 2'den az olmalıdır.
- Jet grout kolon imalatını takip eden 24 saat süresince kolona yeni imalat yapmak amacıyla yatayda 2 m'den daha fazla yaklaşmamalıdır.
- Delgi çapı ve çubuklar arasındaki sirkülasyon hacmi kirlenmiş akışkanın serbestçe delgi başına dönmesine yetecek kadar büyük olmalıdır.
- Yeraltında tahmin edilemeyen engellere rastlanırsa, jet enjeksiyon aşamasında istenmeyen etkilerin ortaya çıkmaması için uygun tedbirler alınmalı ve proje müellifi uyarılmalıdır.

3.2.4 Jet Enjeksiyon

- Jet enjeksiyon işlemi, uygun eğitim almış ve bilgili personel vasıtası ile yapılmalı ve kontrol edilmelidir.
- Projede belirtilen derinliğe ulaşıldığında delme ve akışkan basma işlemi durdurulur.
- Çelik bilye grout borusuna yollanarak groutun yönü „monitor“ diye adlandırılan ve delgi ucunun hemen arkasında bulunan nozzle “ları taşıyan takıma çevrilir.
- Yüksek basınçlı enjeksiyon malzemesinin pompalanmaya başlanması ile enjeksiyon fazına geçilir.
- Grout hızla birlikte, delici takımın rotasyon hareketi ile dairesel kesitli bir grout tabakası formunu alır. Delici takımın önceden belirlenmiş dönme hareketi sabit bir hızla çekme hareketi ile birleşince düşey kolon şeklinde bir yapı meydana gelir.
- Zemine çimento enjeksiyonu, istenilen jet grout üst kotuna kadar yapılır. Enjeksiyonun kinetik enerjisinden zarar görmemek için, jet grout üst kotu her zaman yüzeyden 50 cm aşağıda bırakılacaktır.
- Enjeksiyon işlemine ara verildiği durumlarda, işleme elemanın sürekliliğini sağlayıcı uygun tedbirler alınarak tekrar başlanmalıdır.

3.2.5 Kirlenmiş Akışkanın Dönüşü

- Jet enjeksiyonun yapılması esnasında kirlenmiş akışkanın dönüş miktarı ve niteliği delgi noktası başında devamlı gözlenmelidir.
- Jet enjeksiyonda kirlenmiş akışkanın dönüşünde beklenmeyen değişiklikler olursa uygulama parametreleri ve metot gözden geçirilmelidir.
- Kirlenmiş akışkanın dönüşünde beklenmeyen bir azalma olduğunda derhal inceleme yapılmalıdır. Bu, dönüş yolunda tıkanmayı işaret edebilir.

3.3.UYGULAMA DÖKÜMANLARI

3.3.1 İnşaat Alanında Mevcut Olan Dökümanlar

Aşağıdaki dokümanlar ana jet enjeksiyonu işleri başlamadan önce inşaat alanında bulunmalıdır:

- Teknik şartnameler,
- Uygulama çizimleri ve jet grout kolon yerleşim planı,
- Islah uygulama proje raporu,
- Zemin şartlarını belirten bir geoteknik rapor,
- Jet enjeksiyonu tesisinin teknik şartnamesi,
- Kullanılan malzemelerin karakteristiklerinin tanımları,
- Yapılmışsa ön deneyler hakkında bir rapor.

3.3.2 Şantiyede Hazırlanacak Dokümanlar

- İleride referans olarak kullanılmak üzere jet enjeksiyon uygulaması kaydedilir. Her döküman şunları kapsamalıdır:
- Jet enjeksiyonu parametreleri,
- Kirlenmiş akışkan hakkında yorum ve açıklamalar,
- Beklenilmeyen durumlar,
- Uygulamanın tarihi ve zamanı.

Not 1 – Ön deneme imalatları için zemin şartlarına bağlı olarak elde edilen sonuçları ve inşa edilecek jet enjeksiyonlu yapıların boyutlarını da ihtiva eden ayrıntılı bir rapor hazırlanmalıdır.

Not 2 - Jet enjeksiyonu uygulama planı ve bütün kayıtlar işin tamamlanmasından sonra da muhafaza edilmelidir.

3.4 KONTROL, DENEY ve GÖZLEM

Jet enjeksiyon yapılmış elemanların aşağıdaki özellikleri kontrol amacıyla gözlenmelidir.

- Geometri,
- Mukavemet, deformasyon özellikleri, geçirgenlik ya da jet enjeksiyonlu elemanın yoğunluğu

Jet enjeksiyon çalışmalarında, jet enjeksiyon parametreleri ile eleman özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için, en az 3 eleman üretildikten sonra, sınırlı sayıda bu elemanlar kullanılarak ölçüler ve malzeme özellikleri belirlenmelidir.

Jet enjeksiyon metodunun kabul edilebilir kalite kontrolünün yapılması için en azından jet enjeksiyon parametrelerinin kayıtları ve tüm elemanlardaki geri akışların gözlenmesi gereklidir.

3.4.1 Ön Deneyler

Ön deneyler sahada karşı karşıya gelinebilecek şartları kapsayarak aşağıdakilere imkan sağlamalıdır.

- En etkin sistem ve jet enjeksiyon parametrelerinin tayini,
- Seçilen sistem ve jet enjeksiyon parametreleri kullanılarak sonuçların tasarım şartlarını sağladığının doğrulanması.

İşe başlamadan önce uygun imalat parametreleri belirlendikten sonra en az beş (5) adet ön deney jet-grout imalatı yapılmalıdır. Bu imalatlar üzerindeki incelemeler kazı ile jet enjeksiyonlu elemanların geometrik ve mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi, açtıktaki jet enjeksiyonlu elemanların gözle muayenesi, kazı ve karot elemanları üzerinde yapılan deneyler ile yapılmalıdır. Bu maksatla her kolon üzerinden karot numunesi de alınmalıdır. Bu jet-grout kolonlarından en az birinde yükleme deneyi yapılmalıdır.

Jet enjeksiyonlu elemanlar kazı yoluyla ortaya çıkartılamıyorsa, sonuçlar karot numuneleri üzerinde ya da priz öncesi doğrudan veya dolaylı yöntemlerle belirlenmelidir. Dolaylı deney olarak seri halde üst üste bindirilmiş jet enjeksiyonlu elemanın sürekliliğini denetlemek için imal edilen kolonlar üzerinde kazık süreklilik (pile integrity) deneyleri yapılmalıdır.

3.4.2 Gözlem Ve Proses Sırasındaki Deneyler

- Jet enjeksiyon parametrelerinin ölçümleri için kullanılan ölçü aletleri ve manometreler, işe başlamadan önce kalibrasyonları denetlenerek kontrol edilmelidir
- Akışkanların basınçları genellikle pompa basıncı cinsinden ölçülür.
- İş süresince cihazların düzenli kontrolü sağlanmalıdır.
- Jet enjeksiyonlu elemanların sapmaları, enjeksiyon öncesi ve sonrasında jet enjeksiyon tijinin yüzeydeki sapması ölçülerek belirlenir.
- Kirlenmiş akışkanın debisi ve özellikleri gözlemlenir ve not edilir.
- Kirlenmiş akışkanın, yoğunluğu düzenli olarak ölçülmeli ve kaydedilmelidir
- Beklenmeyen sonuçların muhtemel sebepleri araştırılmalıdır.
- Enjeksiyon karışımı üzerinde uygulanacak deneyler;

a) Silindir numuneler üzerinde (yükseklik/çap oranı 2) 3, 7 ve 28. günlerde ve geç priz alan karışım kullanılıyorsa 56. günde serbest basınç deneyleri,

b) Yoğunluk (en az vardiya başına 2 adet),

3.4.3 İnşa Edilmiş Elemanlar Üzerinde Yapılan Deneyler

3.4.3.1 Geometriyi Belirlemek Üzere Yapılan Deneyler

- Boyutları belirlemenin en etkili yolları gözle yapılan muayene ve doğrudan ölçmedir.
- Gözle muayenenin mümkün olmadığı durumlarda, bir elemanın kesit boyutları hakkında bilgi, eleman eksenine eğik olarak yapılan karot ve delgiler sayesinde delme hızı ölçülerek elde edilir.
- Bir elemanın uzunluğu, kazık süreklilik (pile integrity) deneyi ile belirlenir.
- Delme işlemi yapılırken, delme ekseninin eğimi ölçülmeli ve jet enjeksiyonlu elemanın konum ve eğimi önceden belirlenmiş olmalıdır.
- Delme işlemi 7 günlük priz alma zamanı geçtikten sonra yapılmalıdır.
- Karotlu delme işleminin metodu, kullanılan donanım ve karot boyutları tipik numunelerin elde edilmesini sağlayacak şekilde seçilmelidir.
- Jet grout kolonların kalitesi ve sürekliliğinin tahkikine yönelik olarak her kolon üzerinde kazık süreklilik (pile integrity) deneyleri yapılmalıdır.
- Karot deneyleri her 50 kolonda bir uygulanmalıdır.
- Mekanik deneyler için alınan numuneler, kontrollü nem ve sıcaklık koşulları altında depolanmalıdır.

3.4.3.2 Jet Grout Kolon Yükleme Deneyleri

Jet grout kolon yükleme deneyleri basınç deneyleri olarak gerçekleştirilmelidir. Burada amaç kolon kalitesinin ve kolon yüklerinin kontrol edilmesidir. Sahada inşa edilecek her yapı altında en az 1 adet kolon yükleme deneyi yapılmalıdır. Detayı aşağıda aktarılmış olan yükleme programlarında da görüleceği üzere, yükleme; proje yükünün % 25'ine karşılık gelen yük artımlarıyla, ASTM D1143'e uygun olarak yapılacaktır. Deneye tabi tutulacak olan jet grout kolonun imalinden itibaren en az 7 gün geçmiş olmalıdır.

3.4.3.3 Kolon Yükleme Deneyinin Amaçları

TS 3167 ve ASTM 1143-81'de verilmiş olan yöntemeye uygun olarak yapılacak olan yükleme deneyleri, şu amaçlara hizmet etmek amacıyla gerçekleştirilecektir.

- Proje kapsamında imal edilecek jet grout kolonları uygulamadaki taşıma gücü değerinin belirlenmesi, yükleme deneyinin yapılmasındaki öncelikli amaç olacaktır. Bu sayede, ilgili jet grout kolon tasarım raporunda söz konusu kolonlar için yapılmış olan tasarım da değerlendirilmiş olacak, içerisinde kolonun imal edileceği formasyonların geoteknik

parametreleri (birim çevre sürtünmesi ve birim uç mukavemetinin belirlenmesinde kullanılan değerler) kesin olarak belirlenmiş olacaktır.

- Proje yükü altında kolonda meydana gelebilecek toplam ve net oturmaların belirlenmesi, hesaplanmış teorik değerlerle karşılaştırılabilmesi.
- Kolonun içerisinde imal edildiği birimin gerçek deformasyon özelliklerinin, deneyin yükleme boşaltma aşamaları vasıtasıyla belirlenmesi.
- Seçilmiş olan kolon imal yönteminin, kolon performansına ve kolon taşıma gücüne etkisinin belirlenebilmesi. Burada kastedilen muhtemel etkiler şu şekilde sıralanabilir:
 - Kolon yapımında kullanılan ekipmanın uygunluğu,
 - İmalat ekibinin tecrübesi ve işçilik kalitesi.

3.4.3.4 Yükün Uygulanmasında Kullanılacak Ekipmanlar

Deney kolonuna yükün aktarılmasında kullanılacak olan ekipmanlar, eksantrik yükleme durumunun önüne geçebilmek için kolonun merkezine aksenel olarak yükü iletebilecek olan ekipmanlar olacaktır. Ayrıca, eksantrisiteyi minimuma indirebilmek için mafsal kullanılacaktır. Kolon başlığının üzerine bir çelik plaka ve plakanın tam ortasına da hidrolik kriko yerleştirilecektir. Deney boyunca, istenilen deney yüklerini sağlamak için gerekli sabit basıncı sağlayabilecek bir hidrolik pompa kullanılacaktır.

3.4.3.5 Deplasman Ölçülmesinde Kullanılacak Ekipmanlar

Deney kolonunun deplasmanlarını sağlıklı olarak ölçebilmek için, kolonun hareketlerinden etkilenmeyecek mesafelerde mesnetlenecek bağımsız referans kirişleri kurulacaktır. Referans kirişlerinin bir ucu sabit olarak mesnetlenirken, diğer ucu ısıtılmalardan dolayı oluşabilecek hareketlere izin verme amacıyla hareketli mesnet olarak teşkil edilecektir. Referans kirişlerinin üzerine deney kolonunun oturmalarının ölçülmesinde kullanılacak olan 0.01 mm hassasiyetli ölçü saatleri yerleştirilecektir. Kolon başlığının dört tarafına dört adet ölçü saati yerleştirilecek, deney boyunca her dört saatten düzenli olarak okumalar alınacak ve sonuç olarak kolonun oturmalarının hesaplanmasında dört ölçü saatinden alınan ölçümlerin ortalaması kullanılacaktır.

3.4.3.6 Reaksiyon Sistemi

Yükler, deney kolonuna çekme kazıkları veya ankrajlar vasıtası ile aktarılacaktır. Deney kolonu uygulamanın tamamlanmasından sonra belirlenecektir. Mevcut kazıklar reaksiyon kazıkları olarak kullanılmayacaktır. Reaksiyon kazıkları imal edilecek kazıklardan seçilmemelidir.

3.4.3.7 Deney Programı

Kolon yükleme deneyi, TS 3167 ve ASTM 1143-81'de belirtilen yöntem esas alınarak gerçekleştirilecektir.

3.4.3.7.1 Deney Aletleri

Yükleme deneyi düzeneğinde en az 4 adet deformasyon ölçer kullanılarak deformasyonlar tespit edilmelidir. Deformasyon ölçerlerin kadranları 0.01 mm duyarlılığa sahip olmalı ve ayak uzunlukları en az 50 mm olmalıdır. Deneyde kullanılacak olan hidrolik kriko kapasiteleri ise maksimum deney yükünün 1.2 katından az olmamalıdır.

3.4.3.7.2 Yükleme Yöntemi

Kolon yükleme deneyi ASTM 1143'te verildiği gibi iki çevrimli olarak gerçekleştirilecektir. Yükleme prosedürünün detayları şu şekilde sıralanabilir:

- Yükleme deneyi iki çevrimli olarak gerçekleştirilecektir.
- İlk çevrimde proje yüküne (250 kN), ikinci çevrimde ise proje yükünün 1.75 katına (437.5 kN) kadar yükleme yapılacaktır.
- Her yük kademesinde en az 1 saat beklenmelidir. Oturma kriteri olarak, oturma hızının 0.25 mm/saat'in altına düşmesi esas alınmalıdır. Bu oturma kriterinin sağlanamaması durumunda o yük kademesinde en fazla 2 saat beklenmelidir.
- Yükleme sırasında her kademedede, 1 dk, 2 dk, 4 dk, 8 dk, 15 dk, 30 dk ve 60 dk okumaları yapılmalıdır.
- Boşaltma işlemi, ulaşılmış olan yükün %25'ine tekabül eden adımlarla yapılacaktır. Boşaltma kademeleri arasında 15 dk beklenmelidir.
- Her boşaltma kademesinde 1 dk, 2 dk, 4 dk, 8 dk ve 15 dk okumaları yapılmalıdır.
- Maksimum deney yükünde (2. çevrim) 2 saat beklenmeli ve bunun ardından boşaltmaya geçilmelidir. Ancak bu bekleme süresince oturma hızı 0.25 mm/saat'in altında olduğu tespit edilmelidir. Aksi halde bu yükte toplam 12 saat beklenmelidir.

3.4.3.7.3 Deney Sonuçları ve Yorumlanması

Kolon yükleme deneyi sırasında ölçülen değerlerin özeti ve yük, deformasyon, süre grafiği ayrı ayrı verilmelidir.

3.4.3.8 Güvenlik Önlemleri

Kolon yükleme deneyi ile ilgili bütün işlemler çevredeki kişilerin sağlığını herhangi bir yolla tehdit etmeyecek şekilde çok dikkatli olarak yürütülmelidir. Buna ek olarak aşağıdaki kurallara uyulması genel güvenlik açısından son derece önemlidir:

- Bütün çalışma platformu kişilerin ayağına takılabilecek her türlü malzemeden ve kişileri kaydırabilecek maddelerden temizlenmiş olmalıdır.
- Kullanılan bütün malzemeler kaliteli malzemeden yapılmış olmalı, sivri köşelerden kaçınılmalı, mümkün olduğu kadar düz yüzeylere ve yuvarlatılmış köşelere sahip malzemelerle çalışılmalıdır.
- Hidrolik kriko ile plakanın tam teması sağlanmalı ve eksantrik yüklemeden kaçınılmalıdır.
- Yükler insanların üzerinden geçirilmemeli, hızlı bir şekilde savrulmamalı hiç kimsenin yüklerin altında durmamasına dikkat edilmelidir.

3.5.ÖZEL ŞARTLAR

3.5.1 Milli Standartlarla Uyum

Jet enjeksiyon işinin uygulamasında tüm milli standartlara, şartnamelere veya yasal taleplere uyulmalı ve şu noktalar dikkate alınmalıdır:

- İnşaat alanının güvenliği,
- İş yönetiminin güvenliği,
- Delme, jet enjeksiyonu ve yardımcı donanımının işletme emniyeti,
- Çevre koruması.

3.5.2 İnşaat Alanının Güvenliği

Şantiyede çalışan personel ile şantiye çevresinde bulunan kişilerin sağlığı ve emniyetini korumak amacıyla uygun tedbirler alınmalıdır. Avrupa ülkeleri yasaları dikkate alınmalı, enjeksiyonlu yapının sağlık ve güvenlik açısından tehlikeleri her inşaat alanına özgü olarak değerlendirilmelidir.

3.5.3 Çevre Koruması

- Çevreye zararlı etkileri sınırlamak veya yok etmek için uygun tedbirler alınmalıdır.
- Çevre koruması hakkında milli standartlar ve yasal şartlar göz önünde tutulmalıdır.
- Çevre için tehlikeli olan şu hususlara dikkat edilmelidir:

- İnşaat alanında veya komşu yapılarda ortaya çıkan hareketler,
 - Yüzey ve yeraltı suyunda kirlilik,
 - Doğal yeraltı suyu hareketlerinde uygun olmayan değişiklikler,
 - Hava kirliliği,
 - Gürültü.
- Kirlenmiş akışkan malzemenin taşınma metotları aşağıda verilmiştir. Bunlar;
 - Kuyu çevresinde toplanma,
 - İnşaat sahasında geçici depolama,
 - Muhtemel işlemler,
 - Yok etme.

Jet enjeksiyon parametre aralıkları

Genellikle farklı sistemler için uygulanan jet enjeksiyon parametreleri, aşağıda çizelgede verilen sınırlar içerisinde olmalıdır.

Çalışma Parametreleri	Tek Akışkanlı Sistem	Çift Akışkanlı Sistem (Karışım+Hava)	Çift Akışkanlı Sistem (Su+Karışım)	Üçlü Akışkanlı Sistem
Enjeksiyon basıncı (MPa)	30-50	30-50	>2	>2
Debi (L/min)	50-450	50-450	50-200	50-200
Su basıncı (MPa)	N/A	N/A	30-60	30-60
Su debisi (L/min)	N/A	N/A	50-150	50-150
Hava basıncı (MPa)	N/A	0,2-1,7	N/A	0,2-1,7
Hava debisi (m ³ /min)	N/A	3-12	N/A	3-12

N/A: Uygulanmaz.

Parçalama etkisi, jetin yüksek hızıyla sağlanır ve büyük oranda kullanılan akışkanın basıncına bağlıdır. Bu tek akışkanlı ve çift (hava) akışkanlı sistemlerde enjeksiyon şerbeti, iki (su) akışkanlı ve üç akışkanlı sistemlerde suludur.

Yukarıdaki çizelgelerde belirtildiği gibi tek ve çift (hava) akışkanlı sistemlerde enjeksiyon basıncı 30 ve 50 MPa arasında değişir. Çok gevşek zeminlerdeki küçük çaplı jet enjeksiyon sütunları gibi bazı özel uygulamalar 10 MPa gibi düşük değerler de kullanılmıştır.

Not – Pompa donanımındaki son teknolojik gelişmeler parçalayıcı sıvınının 70 MPa ve debinin 650 L/min e ulaşmasını sağlayabilmelidir.