

T. C.
BAYINDIRLIK VE İSKÂN
BAKANLIĞI

KİREÇ STABİLİZASYONU TEKNİK ŞARTNAMESİ

TADB
TEKNİK ARAŞTIRMA DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ÜSTYAPI ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ

ANKARA
MART-2005

Karayolları
Genel
Müdürlüğü

KİREÇ STABİLİZASYONU

TEKNİK ŞARTNAMESİ

TADB
TEKNİK ARAŞTIRMA DAİRESİ BAŞKANLIĞI
ÜSTYAPI ŞUBESİ MÜDÜRLÜĞÜ

ANKARA MART 2005

CF 37-

T.C.
BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI
Karayolları Genel Müdürlüğü

Sayı : B.09.1.TCK.0.12.03-668/03 14
Konu : Kireç Stabilizasyonu ve Çeşitli
Zayıf Zemin Stabilizatörleri
Teknik Şartnameleri

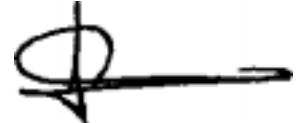
01/04/2005

İÇ GENELGE

2005/11

Yol yapım çalışmaları kapsamında, çeşitli yol kesimlerinde bazen Yollar Fenni Şartnamesi dolgu malzemesi kriterlerini sağlamayan ve/veya Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) düşük, şişme potansiyeli yüksek dolgu tabanı, dolgu malzemesi (ariyet, yarma) veya üstyapı tabanı malzemeleriyle karşılaşmaktadır. Bu tür malzemeler yol yapımında kullanılmayarak depo edilmekte ve bunların yerine YFŞ kriterlerini sağlayan malzemeler daha uzak mesafeden getirilmekte veya alttemel kalınlıklarının artırılması durumuyla karşılaşmaktadır.

Bu duruma alternatif olarak daha ekonomik olması kaydıyla bu tür dolgu malzemesi, üstyapı tabanı malzemesi ve alttemele yakın özellik taşıyan tüvenan dere-teras malzemelerinin kireç veya çeşitli stabilizatörlerle iyileştirilerek kullanılması alternatifinin de ekte gönderilen teknik şartnamelere göre projelendirme ve yapım aşamasında değerlendirilmesi için gereğini rica ederim.



Hicabi ECE
Genel Müdür

EK:
Şartname (2 adet)

DAĞITIM:
Gereği:
Ky.L-17.B1.Md.
Ky.Kıbrıs İş.Koord.

Bilgi:
Yapım D.Bşk.
Etüt Proje D.Bşk.
Otoyolları D.Bşk.
APK D.Bşk.
Bakım D.Bşk.
Teftiş Kurulu Bşk.

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA</u>
1. TARİF	1
2. MALZEMELER	1
3. TOPRAK-KİREÇ KARIŞIMININ PROJELENDİRİLMESİ	2
4. PROJE KARIŞIM ÇALIŞMALARI	2
5. ARAZİ UYGULAMALARI	4
6. ARAZİ KONTROLLERİ	6
7. Ek-1. Stabilizasyon ve İyileştirme İşlerinde Kullanılacak Kireç ile İlgili İşçi Sağlığı ve Çevre Etkilerini Gösterir Güvenlik Bilgileri	10
8. Ek-2. Şantiye Laboratuvar Ekipman Listesi	11
9. Ek-3. Dairesel Plakayla Çift Evreli Yükleme Testi vasıtasıyla Md ve Md' Deformasyon Modüllerinin Belirlenmesi.	13

CA 921

KISALTMALAR LİSTESİ

CBR = Kaliforniya Taşıma Oranı

KY = Kireç Yüzdesi

OKY = Optimum Kireç Yüzdesi

LL — Likit Limit

PL - Plastik Limit

PI = Plastisite İndeksi

q_u = Serbest Basınç Mukavemeti

$q_ç$ = Çekme Basınç Mukavemeti

γ_{maks} = Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık

GA 992.

**YOL İNŞAATINDA KARŞILAŞILABİLECEK ZAYIF ZEMİN NİTELİĞİNDEKİ
DOLGU TABANI, YARMA MALZEMESİ, ARİYET OCAĞI VEYA TAŞIMA
GÜCÜ
DÜŞÜK ÜSTYAPI TABANI VE ALT TEMEL MALZEMELERİNİN KİREÇ İLE
STABİLİZASYONU VE İYİLEŞTİRİLMESİ**

1. TARİF

Bu bölüm yol altyapısını oluşturan Yollar Fenni Şartnamesi 205. kısım dolgu malzemesi kriterlerini sağlamayan veya Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) düşük, şişme potansiyeli yüksek dolgu tabanı, dolgu malzemesi (ariyet, yarma) veya üstyapı tabanı malzemelerinin kullanılabilirlik özelliklerini artırmak, ayrıca alttemel kriterlerine yakın özellikler taşıyan malzemelerin alttemel olarak kullanılabilmesi amacıyla, bu malzemelere belli fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip toz formunda sönmüş veya sönmemiş veya kireç sütü formunda sıvı halde sönmüş kireç karıştırılması ile yapılan iyileştirme veya stabilizasyon işlemidir. İyileştirme çalışmaları dolgu tabakalarının, stabilizasyon çalışmaları ise alttemel tabakasının ve üstyapı tabanının kireçle iyileştirilmesi olarak tanımlanmaktadır.

2. MALZEMELER

2.1 - Stabilize Edilecek- İyileştirilecek Malzemeler

AASHTO veya Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemlerine göre A5, A6, A7, A-2-6, A-2-7 veya CH, CL, MH, ML, GC, SC sınıflarına giren plastisite indeksi 10'dan büyük (PI > 10) veya Kaliforniya Taşıma Oranı (Yaş CBR %) < 10 veya CBR şişme % si > 3 olan topraklar için stabilizasyon-iyileştirme uygundur.

2.2 - Su

Toprak-su karışımı için karıştırma işlemini ideal nem koşullarında yapmak, sıkıştırma ve sıkıştırma sonrasında toprak-su-kireç reaksiyonunun devamı için kullanılacak su tatlı, berrak olmalı, içerisinde kirlilik oluşturacak nitelikte (yağ, asit, alkali madde, klorür, sülfat ve organik madde) madde bulunmamalıdır Sülfat miktarı SO₄ < 200 ppm olmalıdır.

2.3 -Kireç

Stabilizasyon-iyileştirme işleminde kullanılacak kireç özellikleri Tablo 1 'e uygun olmalıdır.

**Tablo-1. Stabilizasyon-iyileştirmede Kullanılacak Kirecin
Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri**

Özellik (TS EN 459-2)	Sönmemiş Kireç	Sönmüş Kireç
CO ₂ (Kızdırma Kaybı) <	<7%	<7%
Toplam (CaO+MgO)	> 80 % ^	> 80 %
SO ₃	<2%	<1%
MgO	<10%	<10%
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ +SO ₃	<5%	<5%
Parçalar	< 2 mm	• - •
TS EN 459-2 md. 5.2 ye göre ağırlıkça elekte kalan %		0.09 mm < %7 0.2 mm < %2

Kirecin sönmesi esnasında ağırlıkça % 30 mertebesinde suyu bünyesine alma özelliği vardır. Bu özellik göz önüne alınarak doğal su içeriğinin optimum su içeriğinden çok yüksek olduğu durumlarda sönmemiş kireç tercih edilebilir. Sönmemiş kirecin kullanılması halinde dışarıya ısı veren sönmeme işlemi arazi koşullarında gerçekleşeceğinden iş ve işçi sağlığı açısından gerekli tedbirlerin buna göre planlanması yerinde olacaktır. Bu konuda alınması gerekli tedbirler Ek l'de verilmiştir.

G. Şir

2.4 - Stabilizasyon- İyileştirmede Kullanılacak Makinalar

Stabilize edilecek toprağın kazınması, parçalanması, su ve kireçle karıştırılması işlemi uygun ekipmanlar ile yapılmalı, homojen bir karışım elde edilebilecek şekilde ekipman seçilmelidir. Makina seçimi günlük üretim miktarı ve uygulanacak tabaka kalınlıklarına göre planlanmalıdır. Kireç sericilerin kullanılması durumunda, kireç serici makineler kirecin uygulanma oranına göre ayarlanabilir olmalıdır.

Sıkıştırma işleminde kullanılacak araçlar iyileştirilecek-stabilize edilecek zemin özelliklerine göre istenilen sıkışma değerlerini sağlayacak nitelikte, keçi ayağı, lastik tekerlekli veya demir bandajlı olmalı ve titreşim uygulayabilmelidir.

Sulamada kullanılacak makinalarda su miktarını ve sulama hızını kontrol edebilen, suyun dağıtımının homojen olmasını sağlayan sistemler olmalıdır.

Kullanılan tüm makinaların bakımı etkin ve düzenli olarak yapılmalı, işlevini yeterince yerine getiremeyen makinalar süratle değiştirilmelidir.

3.TOPRAK-KİREÇ KARIŞIMININ PROJELENDİRİLMESİ

3.1 - Stabilize Edilecek- İyileştirilecek Malzemedden Numune Alımı

İyileştirilmesi-stabilize edilmesi düşünülen toprak sınırları yapılacak arazi etüdüleri ile proje kriterlerine göre belirlenir (boyut, derinlik). Alınacak numune miktarı toprak yapısındaki değişime göre ve stabilize edilecek miktara göre malzemenin tümünü temsil edecek özellikte olmalıdır.

3.2 - Malzemenin Sınıflandırılması

Stabilize edilmesi planlanan toprak üzerinde sınıflandırma deneyleri yapılarak (elek analizi, hidrometre, Atterberg Limitleri), elde edilen sonuçlara göre toprak AASHTO ve BZS Sistemine göre isimlendirilir.

3.3 - Organik Madde Miktarının Belirlenmesi

(AASHTO T 194, AASHTO T 267, TS 1169)

Zemin içindeki organik maddelerin % 4 'den az olması gerekir

3.4 - Sülfat İçeriğinin Belirlenmesi(TS 6170)

Sülfatın kireçle reaksiyonu ek bir kireç tüketimine ve karışımın genişlemesine yol açabilir. 2 mm'lik (No. 10) elekten geçen toprak parçası için, toplam SOs içeriğinin kuru numune ağırlığına oranı % 3'den az olmalıdır.

3.5 - Metilen Mavi Değerinin Bulunması (TS EN 933-9)

Metilen Mavi deneyinde 0.25 mm' lik elekten geçen 100 gr' lık toprak numunesi için MB değerinin 200 santimetreküp metilen mavi solüsyonunda 10 g/dl'den büyük olması gerekmektedir.

4.PROJE KARIŞIM ÇALIŞMASI (Toprak-Kireç Karışım Oranının Belirlenmesi) 4.1 -

Optimum Kireç Yüzdesinin Belirlenmesi İçin Yapılacak Ön Deneyler

Yaklaşık kireç yüzdesi kısa süreli testlerle bulunabilir. Bu yöntemler pH metodu veya Likit Limit/Plastik Limit deneyleridir. pH metodunda karışımın pH'ım 12.4'e getiren kireç oram KY (Kireç Yüzdesi) olarak kabul edilir. İkinci metot ise kireç-toprak-su karışımının bir saat bekletilmesinden sonra yapılan Likit Limit ve Plastik Limit deneyleri ile değişik kireç oranlarında Plastisite İndeksi (PI) değerlerinin bulunmasıdır. Bu değerlerde dolgu malzemeleri için $PI < 20$, üstyapı tabanı malzemeleri için $PI < 10$, Alttemel malzemeleri için ise $PI < 6$ durumunu sağlayan en küçük kireç oranı değeri yaklaşık KY olarak kabul edilir.

07 99.

Bu iki metotla yaklaşık olarak hesaplanan kireç yüzdeleri ile aşağıda Madde 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5 de belirtilen çalışmalar yapılarak en az 3 farklı kireç yüzdesi ile yapılan çalışma sonucunda teknik ve ekonomik optimizasyon ile İdare tarafından seçilmiş kireç yüzdesi uygulama için OKY (Optimum Kireç Yüzdesi) olarak kabul edilir. Arazideki uygulamalarda OKY % 1.5'dan küçük olmamalıdır. İdare laboratuvar koşulları ile arazi koşulları arasındaki farklılıkları göz önüne alarak laboratuvar çalışması ile belirlenmiş OKY'nin arazi uygulamalarında + % 0,5 olarak çalışılmasını isteyebilir. Karayolları Bölge Müdürlüklerince gerçekleştirilecek kireç stabilizasyonu çalışmaları için yapılacak laboratuvar deneyleri sonucunda tespit edilmiş OKY'nin uygulanabilmesi için Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığının uygun görüşü alınacaktır.

4.2 Stabilize Edilecek-İyileştirilecek Malzemede Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık ve Optimum Su İçeriğinin Bulunması (AASHTO T 99, AASHTO T180)

Standart Proctor veya Modifiye Proctor deneyleri yapılarak bu deneyler ile malzemenin Optimum Su İçeriği ve Maksimum Kuru Birim Ağırlığı belirlenecektir.

4.3 - CBR ve CBR Şişme Derecesinin Belirlenmesi (AASHTO T 193)

OKY AASHTO T 99- AASHTO T180 metoduyla sıkıştırılmış, nem oranı optimum değerlerde veya işlem sırasında öngörülen W_n değerine eşit olan en azından üç toprak-su-kireç karışımı için yaş CBR belirlenmelidir Üç örnekte de aşağıdaki CBR değerini verecek minimum kireç yüzdesi aranmalıdır. Yol inşaatında kullanılacağı yere göre bu sınır değerler değişmektedir. Sınır değeri olarak aşağıda tanımlanan değerler kullanılmalıdır.

Alttemel CBR > 50

Üstyapı tabanı CBR > 20

Dolgular için CBR > 15

(Zayıf Zemin Kriteri CBR<10 kabul edilmiştir)

Stabilize edilecek-İyileştirilecek malzeme örneklerinde şişme %sinin de belirlenmesi gerekmektedir. CBR koşullarının sağlandığı üç örnek de AASHTO T 99 veya AASHTO T 180 metoduyla sıkıştırılmış numuneler CBR kalıplarında önce 76 saat boyunca sıcaklığı $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ve Nemi > % 95 olan bir ortamda, daha sonra da minimum 4 gün ve şişmesi tamamlanıncaya kadar $20 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklığındaki suda bekletilir. Laboratuvarda aşağıdaki sınır değerlerin üzerinde bulunan karışımlar çalışmak için uygun değildir. Kireç oranları artırılarak çalışmalar sürdürülmelidir.

Alttemel Şişme % < 0,5

Üstyapı tabanı Şişme % < 1,0

Dolgular için Şişme % < 2,0

4.4. Stabilize Edilecek-İyileştirilecek Malzemelerin Atterberg Limitleri

Dolgularda, üstyapı tabanında ve alttemelde aranılacak kriterler aşağıda verildiği şekilde olacaktır.

CBR değerleri ve şişme yüzdesi için yukarıda tanımlanan aralıklar kullanılacaktır. Ayrıca 1 saatlik Atterberg Limitleri bulunarak aşağıdaki şartları sağlayıp sağlamadığı kontrol edilecektir. Uygun olmayan durumlarda kireç oranları değiştirilerek çalışmalar tekrarlanmalıdır.

Alttemel LL%<25

Üstyapı tabanı LL % < 30

Dolgular için LL % < 40

Alttemel PI %<6 Üstyapı

tabanı PI % < 10 Dolgular için

PI % < 20

GA 99.

4.5. Serbest Basınç ve Çekme Mukavemetleri (ASTM D 1633)

Serbest basınç mukavemetine (q_u) ve Çekme basıncına (q_c) dayanıklılık durumunun belirlenmesi çalışmaları CBR deneylerine paralel olarak sürdürülür.

Deneyler sonucunda elde edilen ideal karışımdaki su oranından yola çıkarak örnekler, AASHTO T99, AASHTO T 180 metoduyla sıkıştırılıp, serbest basınç kalıplarına yerleştirilir ve numuneler uygun bir kriko veya düzenele kalıptan çıkarılır. Hazırlanan numuneler önce plastik daha sonra alüminyum folyolara sarılarak 7 ve 28 gün boyunca $20 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklığındaki nemi $> \% 95$ olan bir ortamda bekletilir. Aşağıda belirtilen değerleri veren karışımlar çalışılmak için uygundur.

$$\text{Üstyapı Tabanı için } q_u (7) > 5 \text{ kg/cm}^2 \quad , \quad q_c (7) > 0,3 \text{ kg/cm}^2$$

Donma çözülme olayı dona hassas bölgelerde oldukça önemlidir. Sıkıştırılmış zeminde doygunluğun $\% 80$ 'in altında olduğu durumda donma-çözünmede bir problem beklenmemelidir. Don penetrasyon derinliğinin Stabilize edilecek-İyileştirilecek tabakayı kapsadığı durumda bu konuda bir laboratuvar çalışması yapılmalıdır. Donma çözülme sıcaklıkları -20°C ve $+20^\circ\text{C}$ derecelerdir. Hazırlanmış olan serbest basınç numuneleri 7 gün kürden sonra 5 kez (En az 12 saat,) tanımlanan sıcaklıklarda dondurulup çözülecektir. Numuneler hazırlandıktan sonra plastik ve alüminyum folyolara sarılarak önce en az 12 saat -20 derecede dondurulacak daha sonra en az 12 saat $+20^\circ\text{C}$ de bekletilecektir. Bu işlem ardışık olarak en az 5 kez uygulanmalıdır ve numunenin saklandığı ortamın nemi $> \% 95$ olmalıdır. Bu işlem sonunda numuneye serbest basınç mukavemeti deneyi uygulanacaktır. Bu deney sonucunda serbest basınç mukavemeti $q_u (n) > 1,5 \text{ kg/cm}^2$ değerini sağlamalıdır.

5. ARAZİ UYGULAMALARI

Stabilizasyon uygulamasından yeterli bir sonuç elde edebilmek için vazgeçilmez koşullar; toprağın uygun bir ekipmanla kazılıp stabilizasyona hazır hale getirilmesi, kirecin malzeme ile dikkatli ve homojen bir şekilde karıştırılması, sulama işlemi ile optimum nem koşullarına getirilmesidir.

5.1 Stabilize Edilecek-İyileştirilecek Malzemenin Hazırlanması ve Doğal (Yerinde) Su İçeriğinin Belirlenmesi

Zeminin hazırlanması işlemine, yüzeyde yer alan bitkisel toprağın kaldırılması ile başlanır. Toprağı stabilizasyona hazırlamak için kazımak, parçalamak ve içerisinde var ise reglaj seviyesindeki tabakalarda çapı 5 cm'den büyük, diğer tabakalarda ise 10 cm'den büyük taşlardan temizlemek gerekir. Daha sonra, işlem göreceği olan toprağın doğal su içeriği belirlenir ve bulunan değer elde edilmesi planlanan karışımın optimum değerinden yüksekse, uygun bir makina yardımıyla kazılarak ve havalandırılarak suyun buharlaşması sağlanır.

5.2 - Kirecin Taşınması, Depolanması

Stabilizasyon işleminde kullanılacak kireç dökme veya torba olarak işbaşına getirilebilir. Toz haldeki kireç, maddenin hava basıncı ile boşaltılmasını sağlayan silobaslarla taşınmalıdır. Getirilen kireç miktarı şantiyenin tam çalışmayla en az iki günlük ihtiyacını karşılamalıdır. Kireç toz olarak taşınıyorsa, şantiyede bu iş için özel olarak yapılmış silolarda, kağıt torbayla taşınıyorsa nemden, yağmurdan ve su kaçaqlarından uzak, kapalı bir alanda saklanmalıdır.

5.3 - Dozaj, Kirecin Dökülmesi ve Bununla İlgili Kontrol

Dozaj, işlem göreceğ zeminin metrekaresine göre şantiyede hesaplanır. Kuru zemin için laboratuvarıda belirlenen yüzde cinsinden dozaja göre kg/m^2 dozajı hesaplanır. (Kireç Miktarı $\text{OKY} \cdot d \cdot y_{\text{maks.}}$).

OKY : Optimum Kireç Yüzdesi

d : Tabaka Kalınlığı Ymaks. : Malzemenin Maks. Kuru

Birim Hacim Ağırlığı

Rüzgarın kuvvetli estiğı günlerde, uçuşarak dozajın hassasiyetine ve şantiye personeline zarar verme ihtimali bulunan toz kireç dökülmemelidir. Ayrıca, kireç, yalnızca gün içinde çalışılacak olan malzemeye verilmeli, böylece kirecin atmosfer etkenleri tarafından taşınması ve kısmi karbonatlaşma reaksiyonları engellenmelidir.

Kirecin toz veya sıvı formda dökrne olarak kullanıldığı durumlarda, kireç dökme makinası geçmeden önce, toprağın üzerine yüzeyi $1,0 \text{ m}^2$ olan, köşeli bir bez parçası veya bir kap yerleştirilir, bezin veya kabın üzerinde biriken kireç tartılarak makinanın geçiş sayısına göre atılan kireç miktarı belirlenir (bu işlem için dört yanında da delik bulunan bir bez, bir tartı ve kancalı bir dinamometre edinmek yararlı olabilir). Eğer kireç çalışma alanına torbalarla getirilmişse, bu torbalar düzgün ve uzun bir çizgi oluşturacak şekilde ve aralıkları dozaja uygun olarak hesaplanarak dizilir. Yere konulan torbalar bir bıçakla ortalarından kesilip boşaltılarak birçok küçük tepelik oluşturulur. Rüzgar nedeniyle likit kireç kullanılmasına idare karar verecektir.

Boşaltılan torbalar tepeliklerin önünde durmalıdır. Daha sonra kireç, tırmık kullanılarak elle ya da traktörle veya başka bir motorlu araçla çekilen dişli veya noktali disklerle düzlenmelidir. İyi bir dağılım için genellikle iki geçiş yeterli olmaktadır.

Stabilize edilecek veya iyileştirilecek kesim için gerekli toplam kireç miktarı belirlenecek, işyerine nakledilip bu miktar tutanak altına alınacak ve bu miktarın belirlenen kesim için kullanılması sağlanarak bu işlem yüklenici ve kontrol mühendisi tarafından tutanağı bağlanacaktır.

5.4 - Malzemeyi Parçalama ve Karıştırma

Parçalama ve karıştırma işlemleri, bu iş için kullanılan bir makinanın, malzemeyi 25 mm'lik elekten tamamen geçene kadar veya en azından % 60'ı 4.75mm (No.4) elekten geçene kadar işlemesiyle gerçekleşir. Karıştırma makinasının gücünün, işlem göreceğ tabakanın kalınlığına ve günlük istenilen üretim miktanna göre ayarlanmış olması önemlidir. Karışım işlemi sırasında ya da sonrasında, gerektiğinde, işlem gören malzeme bir sonraki sıkıştırma işlemi için optimum su değıeri yakalanana dek sulanır.

5.5 - Sıkıştırma İşlemi

Karıştırma işleminin sona ermesinin ardından, toprak katmanı, vakit geçirilmeden sönmemiş kireç kullanıldığı durumlarda sönmeme egzotermik reaksiyonu tamamlandığında ve optimum su içeriğı göz önünde bulundularak sıkıştırma yapılmalıdır. Sönmemiş kirecin tamamen sönmesi için gereken süre, zeminin nem oranına ve ısısına bağılı olarak değışir. Normalde zemin sıcaklığı çok düşük değılse karışımın 2 veya 3 saat dinlendirilmesi yeterli olacaktır. Birden fazla tabakanın stabilize edilmesi-iyileştirilmesi durumunda iyileştirilen veya stabilize edilen tabaka üstü açık olarak bırakılmamalı, stabilize edilecek- iyileştirilecek diğere tabaka gün sonunda serilmiş olmalıdır. Kireç stabilizasyonu-iyileştirilmesi yapılacak malzemeler için kullanılan sıkıştırma makinalanna bağılı olarak sıkıştırma tekniğinin saptanması zorunludur. Bunun için işin başlangıcında $1000-1500 \text{ m}^2$ lik bir alanda deneme kesimi çalışması yapılarak kullanılan sıkıştırma makinalarının hızı, geçiş sayısı, makinaların kullanım önceliğı ve tabaka kalınlığı tespit edilmelidir.

GA 99

5.6 - Bağlantı Noktaları

Kireç ile yapılan Stabilizasyon-İyileştirme uygulamalarında birbirini takip eden çalışmalarda ortaya çıkan bağlantı bölgelerinde yaklaşık 10-15 m'lik bir bindirme bölgesi kabulü yapılmalıdır. Bu kesimin yeniden gözden geçirilmesi, gerekiyorsa burada yer alan malzemeye uygun oranda kireç ilave edilip yeniden karıştırılması, oluşturulacak tabaka kalınlığına göre serme ve sıkıştırma işleminin tekrarlanması gerekir. Kireç stabilizasyonu-iyileştirmesi bitirilmiş kesimlerde serme, sıkıştırma sonuçları gözden geçirilmeli, problemleri kesimlerin olması durumunda buralara gerekli müdahalelerin yapılması sonrasında yeni tabaka yapımına geçilmelidir.

5.7- Stabilizasyon Sonrası Yapılması Gereken Çalışmalar

İmalatın tamamlanmasından sonra üst tabakaların imalatı için stabilize edilen tabaka maksimum 1 aydan daha fazla açıkta bekletilmemelidir. Bu işlem yaz aylarında veya havadaki nemin az olduğu zamanlarda yapılıyorsa tabaka yüzeyinde kuruma gerçekleşecektir. Bu tür durumlarda en az 3 gün yüzeyden ıslatma ve silindire düzleme amacıyla sıkıştırma yapılmalıdır. Bu işlem gerek görülürse kontrol mühendisi tarafından 7 güne kadar devam ettirilebilir. Alttemel malzemesinin stabilize edilmiş tabaka üzerine getirilmesinin 30 günden fazla olacağı durumda alttemel tabakasının getirilmesinden önce yüzey tekrar sulanıp sıkıştırılmalıdır. Stabilize edilmiş- İyileştirilmiş malzeme hiçbir durumda üstü kapatılmadan kış şartlarına maruz bırakılmamalıdır.

6. ARAZI KONTROLLERİ

Yüklenici imalat sırasında çalışılan tabakaların günlük kontrol programının idare tarafından tanımlanabilmesi için, dikkatle hazırlanmış bir kalite kontrol programına sahip olmalıdır. Yüklenici, daha önce belirtilen tüm deneyleri yapacağı geoteknik laboratuvarını idareye bildirmelidir(Ek.2.Şantiye laboratuvarı deney aletleri listesi). Laboratuvar, kalite kontrolü için deneyler sırasında kullanılan tüm gereçlerin kalibrasyon sertifikalarına sahip olmalıdır. Laboratuvar, istenilen şartlara yeterli derecede uyumlu olup olmadığının anlaşılması amacıyla, idare tarafından yerinde incelendikten sonra kabul edilecektir. Laboratuvar tarafından yapılan çalışmalar güvenilir değilse idare bunun başka bir laboratuvar ile değiştirilmesini talep edecektir. Kalite kontrol deneylerinin sıklıklarında Tablo-2' ye uyulacaktır. Kireçle İşlemede Uygunluk Şartları özet olarak Tablo-6 da verilmektedir. Deneyler TS 1900 veya AASHTO standartlarına uygun olarak yapılmalıdır.

Kalite kontrol deneyleri, en az Tablo-2' de belirtilen sayıda, kontrol mühendisince uygun görülen ara ve sıklıkta yapılacaktır.

GA 97

Tablo-2. Kalite Kontrol Deneyleri ve Sıklıkları

Deneyin Adı	Minimum Deney Sayısı	
	Dolgu-Ustyağı Tabanı	Alttemel
Dane Boyutu Dağılımı TS 1900, AASHTOT88	-	Her 2000 m ³ 'de 1 deney
Su İçeriği TS 1900	Her 1000 n/de 1 deney	Her 2000 m ³ 'de 1 deney
Likit Limit Plastik Limit TS 1900, ASHTO T-89.90	Her 1000 m ³ 'de 1 deney	Her 2000 m ³ de 1 deney
Su içeriği-Kuru Birim Hac. Ağırl. İlişkisi TS 1900, AASHTO T-99	Her farklı malzeme sınıfı için bir deney	Her gradasyon değişikliğinde ve ayrıca her ayda bir deney
Konvansiyonel Metotlarla Sıkışma %'si Tayini		
Kum Konisi Metodu AASHTO T-191	Her Tabakanın 10CX) m ² 'sinde 1 deney	Her Tabakanın 1000 m ² 'sinde 1 deney
Kasnak Metodu AASHTO T-181	Her Tabakanın 1000 m ² 'sinde 1 deney	Her Tabakanın 1000 m ² 'sinde 1 deney
Nükleer Metod* AASHTO T-238, 239	Her Tabakanın 250 m ² 'sinde 1 deney	Her Tabakanın 250 m ² 'sinde 1 deney

"İşin başlangıcında en az 5 farklı noktada nükleer metod sonuçları ile konvansiyonel metodlardan biri üe yapılan deney sonuçlarının korelasyonu yapılacaktır. Sıkışma kontrolünün nükleer metodla yapılması durumunda, ayrıca her 2500 m²'de bir diğer konvansiyonel metodlardan biri ile de sıkışma kontrolü yapılacaktır.

6.1 - Dolgu ve Alt temel'de Sıkıştırma Derecesi Kontrolü

Sıkıştırılan her 100 metrelik bir yol inşaatı için çalışma bölgesinde yoğunluk tespiti yapılacaktır. Çalışma alanı içinde alınmış sıkışma kontrolleri aynı gün içerisinde sonuçlandırılmalıdır Sıkışma kriterlerinin detayları aşağıda 3, 4 ve S nni tahlınlarda verilmektedir.

Tablo-3. Dolgularda Sıkışma Kriterleri

	Minimum Sıkışma %	Deney Metodu
Tesviye yüzeyi altındaki ilk 80 cm için	100	Standard Proktor AASHTO T 99
80 cm altındaki dolgu tabakaları için	95	Standard Proktor AASHTO T 99

Dolguların sıkışma kontrolünde kullanılacak olan arazi birim ağırlığı tayin metodu, dolgunun kontrol edilen kesiminde kullanılan malzemenin içerdiği maksimum tane boyutuna göre Tablo-4'den yararlanılarak seçilecektir.

Tabakanın her 20 cm'lik derinliği için sıkışma değerleri saptanacaktır.

G7 99 -

Tablo-4. Arazide Kuru Birim Hacim Ağırlık Tayin Metotları

Metod Adı		Malzemenin Maksimum Dane Boyutu		Deney Standard No.
		İnç	mm	
Kum Konisi Metodu	6" çapında	2	50	AASHTOT-191
	12" çapında	3	75	AASHTOT-191
Kasnak Metodu	10" çapında	1 1/2	37,5	AASHTOT-181
	12" çapında	3	75	AASHTOT-181
Nükleer Metod		11/2	37,5	AASHTOT-238, 239

Tablo-5. Alttemel Sıkışma Kriterleri

Minimum Sıkışma %	97	Modifiye Proktor TS 1900, AASHTOT180
Optimum Su içeriği %	Wopt ± 2 Modifiye Proktor	

6.2 - Uygulama Sırasında Yapılması Gerekli Çalışmalar

6.2.1 Dolgularda İyileştirme Çalışmaları

Çalışma alanından, kireçle işlem görmüş olan tabakanın kalınlığı boyunca, sıkıştırılmış her 1000 m²'lik tabaka için bir karışım örneği alınması öngörülmektedir. Çalışılan her gün için en az bir örnek bulunmalıdır. Hazırlanan örnekler AASHTO T99 ve T180' e göre sıkıştırılmış ve önce üç gün boyunca 20 ± 1°C ve nemi > % 95 olan bir ortamda, daha sonra da dört gün boyunca 20 ± 1°C sıcaklığındaki suda bekletilmiş olmalıdır. Hazırlanan numunelerin CBR şişme miktarı % 2 den az olmalı, CBR değeri de 15' den yüksek veya eşit olmalıdır. Karışımlardan alınan numunelerin likit limitleri 40 'dan, plastisite indeksleri de 20 den küçük olmalıdır.

6.2.2 Üstyapı Tabanı, Alttemel Stabilizasyon Çalışmaları

Önceki maddede belirtilen şartlarla hazırlanan, aynı özellikte ve belirtilen kriterdeki örnekler için, yapım sırasında araziden alınan numunelerle yapılan CBR testlerinden aşağıdaki sonuçların alınması gerekmektedir.

- Alttemel için: CBR > 30 ve Şişme < % 0,5
LL < 25 ve PI < 6
- Üstyapı tabanı için: CBR > 15 ve Şişme < ^{0/} 1
LL < 30 ve PI < 10

İdare gerekli gördüğü takdirde, Ma deformasyon modülü ölçümü yapılmak suretiyle mekanik dayanıklılık kontrol edilecektir.

6.3 Deformasyon Modülünün Belirlenmesi

İdarenin talebi durumunda sıkıştırılmış her 300 metrelik yolun her tabakası için en az bir deney yapılmalıdır. Plaka yükleme deneyi Ek.3'e göre 30 cm'lik bir plakayla yapılarak aşağıdaki formül ile $M_d = (A_p / A_s) * D$ deformasyon modülü değeri belirlenecektir.

Kabul edilebilir değerler şunlardır:

G21 899 .

Yüksekliği bir metreyi aşan dolgularda iyileştirilen katmanlar için deformasyon modülü $0,05 \text{ N/mm}^2$ ve $0,15 \text{ N/mm}^2$ arasında, $M_d > 15 \text{ N/mm}^2$ olmalıdır. Dolgunun en üst tabakası için ise $M_d > 20 \text{ N/mm}^2$ olmalıdır.

Yüksekliği bir metreden az olan dolgularda iyileştirilen katmanlar ve son otuz santimetre hariç yükseltinin gövdesini oluşturan katmanlar için deformasyon modülü $0,05 \text{ N/mm}^2$ ve $0,15 \text{ N/mm}^2$ arasında, $M_{<i> > 20 \text{ N/mm}^2$ olmalıdır.

Yüksekliği 1 metreden az dolgunun son katmanı, üstyapı tabanı ve alttemel için yük devri (veya süresi) $0,15 \text{ N/mm}^2$ ve $0,25 \text{ N/mm}^2$ arasında.. $M_a > 50 \text{ N/mm}^2$ olmalıdır.

Tablo-6. Kireçle İşlemede Uygunluk Şartları

	İYİLEŞTİRME		STABİLİZASYON	
	Dolgular		Üstyapı Tabanı	Alttemel
	SINIFLANDIRMA AASHTO: A-2-6,A-2-7,A5,A6,A7			
ZEMİN	pH DEĞERİNİN ÖLÇÜMÜ : 75 6)66			
	ORGANİK MADDELER : TS 1169.AASHTO T 194, AASHTO T267, < %4			
	SÜLFATLAR : TS 6170, SO3 < %3			
	METİLEN MAVİ DEĞERİ : TS EN 933- 9 > 10 g/di			
KİREÇ	Özellik (TS EN 459-2)	Sönmemiş Kireç	Söndürülmüş Kireç	
	CO2 (kızdırma kaybı)	< 7 %	< 7 %	
	Toplam (CaO+MgO) SO3	> 80 %	> 80 %	
	MgO	< 2 %	< 2 %	
	SIO2+A12O3+Fe2O3+SO3	≤ 10 %	≤ 10 %	
	Parçalar	≤ 5 %	≤ 5 %	
	TS EN 459-2 md. 5.2 ye göre ağırlıkça elekte kalan %	≤ 2 mm	0.09mm ≤ %7 0.2 mm ≤ % 2	
SU	SO3 < 200 ppm			

GA 89.

Tablo-6 (Devamı) Kireçle İşlemede Uygunluk Şartları

		İYİLEŞTİRME	STABILİZASYON	
		Dolgular	Üstyapı Tabanı	Alttemel
TASARLANAN KARIŞIM pH = 12,4				
DOZAJ: KİREÇ % > 1,5				
SIKIŞTIRMA AASHTO Modifiye Proctor				
SIKIŞTIRMA AASHTO Standart Proctor CBR>15 ŞİŞME < % 2,0 20°C, Nem >% 95'de 3 gün ve 20°C'de suda 4 günden sonra		SIKIŞTIRMA AASHTO Standart Proctor Üstyapı Tabanı CBR> 20 20°C, Nem >% 95'de 3 gün ve 20°C'de suda 4 günden sonra		Alttemel CBR>50 ŞİŞME <% 0,5 20°C, Nem >% 95'de 3 gün ve 20°C'de suda 4 günden sonra
LL<40 PK20 <i>(Atterberg Limitleri 1 saatlik değerlerdir)</i> Dona Hassas Bölgelerde		Pl< 10 Atterberg Limitleri 1 saatlik değerlerdir $q_u(7)>5\text{kg/cm}^2$ $q_c(7)>0,3\text{kg/cm}^2$ $u(n)>1,5\text{kg/cm}^2$ donma-çözünme sayısı n>=5 (En az 12 saat)		LL<25 PK 6 Atterberg Limitleri 1 saatlik değerlerdir
CBR>15 ŞİŞME < % 2,0 20°C, Nem >% 95'de 3 gün ve 20°C'de suda 4 günden sonra LL<40 PI<20 <i>(Atterberg Limitleri J saatlik değerlerdir)</i>		CBR>15 ŞİŞME <%1,0 20°C, Nem > % 95'de 3 gün ve 20°C'de suda 4 günden sonra LL < 30 PI<10		CBR> 30 ŞİŞME <%0,5 20°C, Nem > % 95'de 3 gün ve 20°C'de suda 4 günden sonra LL<25 PK 6
Dolgular > 1 m.		Dolgular < 1 m.		
$M_d > 15\text{N/mm}^2$, Dolgu > 1m		$M_d > 20\text{N/mm}^2$, son 30 cm hariç		
$M_d > 20\text{N/mm}^2$, Dolgu P-1m (Son Tabaka)		$M_d > 50\text{N/mm}^2$, son 30 cm'de		
		$M_d > 50\text{N/mm}^2$ Alttemel ve yükseltilerin son 30 cm'si		

GA 89

EK.1

STABİLİZASYON ve İYİLEŞTİRME İŞLEMİNDE KULLANILACAK KİREÇ İLE İLGİLİ İŞÇİ SAĞLIĞI ve ÇEVRE ETKİLERİNİ GÖSTERİR GÜVENLİK BİLGİLERİ

1) Kireç üreticileri Malzeme Güvenlik formlarını tanzim ederek alıcı veya kullanıcı firmaya verecektir. Bunun temini yüklenici tarafından yapılacaktır.

2) Çalışanların güvenliği için herhangi bir kireç ürünü kullanılmadan önce "Malzeme Güvenlik Bilgi Formu" mutlaka okunmalıdır. Kireçlerin boşaltılmasında istiflenmesinde ve yüklenmesinde işçiler uygun toz maskelerini kullanmalıdırlar.

Göz korunması için koruyucu gözlükleri mutlaka temin edilmeli ve çalışanlar bu konuda bilgilendirilmelidir.

Sönmemiş ve sönmüş kireç taşıyan işçiler uygun olarak giyinmelidir(koruyucu ayakkabı, miğfer ve eldiven kullanılmalıdır) Vücudun açıkta kalan bölgelerinde özellikle boyun, yüz ve bileklere koruyucu krem sürül mel idi r

3) Kireç gözle temas ederse ilk yardım için derhal göz bol su ile 15 dakika boyunca yıkanmalıdır. Göz kapağı öne doğru çekilerek, bütün kireç tozunun yıkandığından emin olunmalıdır.

Kirecin deriyle teması halinde bu kısımlar sabun ve su ile bolca yıkanır. Gerekğinde sirke ile de tamamen yok edilerek sabun ve su ile yıkama tekrarlanır.

4) Kirecin depolama ve kullanım alanlarında doğal çevreye zarar verilmeyecek şekilde gerekli tedbir alınmalıdır.



EK.2
KİREÇ STABİLİZASYONU UYGULAMASI İÇİN ŞANTIYE
LABORATUVARINDA BULUNMASI
GEREKEN EKİPMAN LİSTESİ

1. Elek Analizi

- Deney Standartları : AASHTO 1-27,1-11
- Elekler . AASHTO M-92 ye uygun, elek açıklıkları: 75 mm, 50 mm, 37.5 mm, 25 mm, 19 mm, 9.5mm, 4.75 mm, 2.00 mm, 0.425 mm, 0.075 mm olan elekler.
- Teraziler : 1 gr hassasiyetli en az 15 kg kapasiteli
- Teraziler : 0.1 gr. hassasiyetinde 2.5 kg kapasiteli
- Etüv : 110 ± 5° C devamlı olarak ısı verebilen
- Bölgeç
- Metal tepsi, leğen ve rutubet kutuları
- Mala, bakkal küreği, tel fırça ve kıl fırça
- Havan, lastik uçlu tokmak

2. Atterberg Limitleri

- Deney Standartları: ASTM D 4318, AASHTO T 89, T 90

Likit Limit deneyi için :

- Elek : 0.425 mm
- Likit Limit (Casagrande) Cihazı : TS1900 / Nisan 1987'ye uygun.
- Oluk Açma Bıçağı: TS1900 / Nisan 1987'ye uygun.
- Spatula
- Teraziler : 0.01 gr. hassasiyetinde bir terazi
- Porselen Kap : Çapı 11.5 cm.
- Plastik Piset : Damıtık su dolu
- Nem Kapları : Su muhtevası için
- Etüv : 110 ± 5° C devamlı olarak ısı verebilen

Plastik Limit deneyi için:

- Elek : 0.425 mm
- Cam veya mermer plaka : 9 mm. kalınlığında, 45 cm. kenarlı kare biçimli düz yüzeyli
- Spatula
- Teraziler : 0.01 gr. hassasiyetinde bir terazi
- Plastik Piset: Damıtık su dolu
- Rutubet kaplan
- Etüv : 110 ± 5° C devamlı olarak ısı verebilen

3. Standart ve Modifiye Proctor Deneyleri

- Deney Standartları: ASTM D 698-78, D 1557-78, AASHTO T 99, T 180
- Metal Kalıp . 4" Hk kalıp: İç çapı 10.1610.013 cm, yüksekliği 11.6410.013 cm, hacmi 944 cm³ veya 6" lik kalıp: İç çapı 15.24+0.013 cm, yüksekliği 11.6410.013 cm, hacmi 2124 cm³
- Metal Tokmak : 2.4910.01 kg ağırlığında, 304.811.6 mm sabit yükseklikten serbest düşebilen 50.8010.13mm taban çaplı silindirik, metal tokmak.
- Teraziler : 1 gr hassasiyetli en az 20 kg kapasiteli
- Teraziler: 0,01 gr. hassasiyetinde 1000 gr. kapasiteli
- Etüv : 110 ± 5° C devamlı olarak ısı verebilen

GA 87 .

- Elek : 75,19,9.5 ve 4.75mm açıklıklı kare delikli elekler.
- Metal tepsi, leğen. kaşık,mala, spatula, çelik cetvel
- Kriko : Kalıp içinden numuneyi çıkarmak için
- Beher
- Rutubet Kaplan

4.Plaka Yükleme Deneyi

- Deney Standartları: ASIM D1195, AASHTO T221
- Kriko: 20 ton kapasiteli
- Deformasyon saati: 0,01 mm hassasiyetli 2,5 cm kapasiteli
- Deformasyon saatlerinin takılabileceği mıknatıslı 3 adet ayak
- Plaka: 30 cm çapında 2,5 cm kalınlığında
- Üçgen reaksiyon kirişi

S.Kür Odası

- Klima : Ortamın sıcaklığını 21 °C 'de tutabilen

6.pH Deneyi

- Deney Standardı : ASTM 1883
- pH metre : Toprağın pH değerini ölçebilen

7. Kum Konisi, Kasnak, Nükleer cihaz

CA 89

DAİRESEL PLAKAYLA ÇİFT EVRELİ YÜKLEME TESTİ VASITASIYLA Md
VE Md' DEFORMASYON MODÜLLERİNİN
BELİRLENMESİ

1. Tanımlama ve amaç

Md deformasyon modülü; yerin, zemin altı katmanların ve yolların temele bağlı olmayı taban katmanlarının taşıma kapasitesini ifade eden konvansiyonel bir ölçüdür. Dairesel plakalı yükleme testi ile belirlenir ve aşağıdaki denklemle tanımlanır:

$$Md = \frac{\Delta p}{\Delta s} D \quad (\text{N/mm}^2)$$

burada;

Ap : çapı D = 300 mm olan rijit bir plakanın ilettiği basınç artışıdır ve N/mm² olarak ifade edilir.

A s : Üzerine yük binen zemin yüke karşılık gelen çökme-göçme artışıdır ve mm ifade edilir. 2.

Test metodu prensibi

İzleyen kısımda (4. Bölüm) belirtildiği şekilde çift evrelili yükleme ile yapılan test, birinci evrede gücü' konvansiyonel olarak belirten

$$Md = \frac{\Delta p}{\Delta s}$$

Md / Md' arasındaki orantıyla incelenmekte olan katmanın sıkışma derecesini değerlendirmeyi sağlayan

$$Md' = \frac{\Delta p'}{\Delta s'}$$

' Ölçü birimlerindeki değişiklikler hariç, bu normla elde edilen Md modülü daha önceki 9 numaralı CNR normu ile (11/12/1962) elde edilen modülün aynısıdır, çünkü icra edilişindeki metodda herhangi bir değişiklik yoktur.

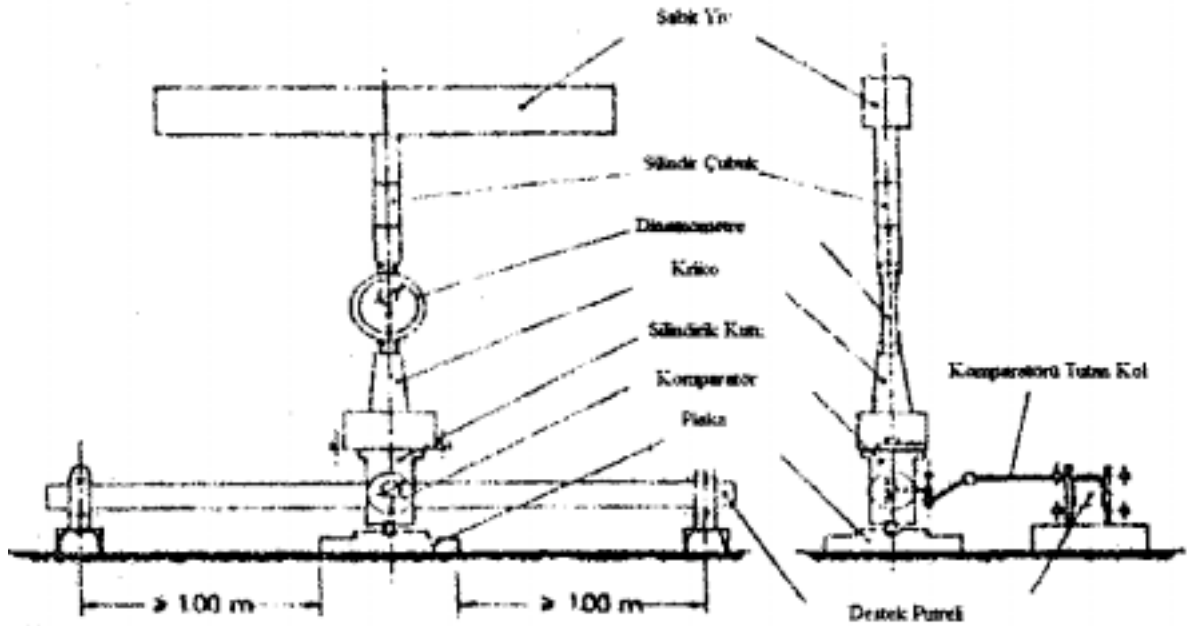
3. Test cihazları

3.1. Kalınlığı 20 mm. den az olmayan, 300 ± 1 mm çapında çelikten imal edilmiş dairesel bir plaka (tabla). Özel nervürleme işlemine tabi tutularak, yada aynı eksende üstüne en az 20 mm kalınlık ve 160 mm çapında ikinci bir çelik plaka yerleştirilerek, bu tablaya rijidite (sertlik-esnemezlik) kazandırılmalıdır.

3.2. Metalik silindir şeklinde bir kutu (şekil 3) ve içinde bir sonraki 3.3.maddede belirtilen küresel menteşenin merkezine yakın bir noktada bulunan düz bir oyuk. Oyulmuş bu düz yüzeye plakanın ortasındaki komparatörün ucu yerleştirilir (prosedür "a"). Şayet "b" prosedürü izlenecek ise bu kutuya gerek yoktur.

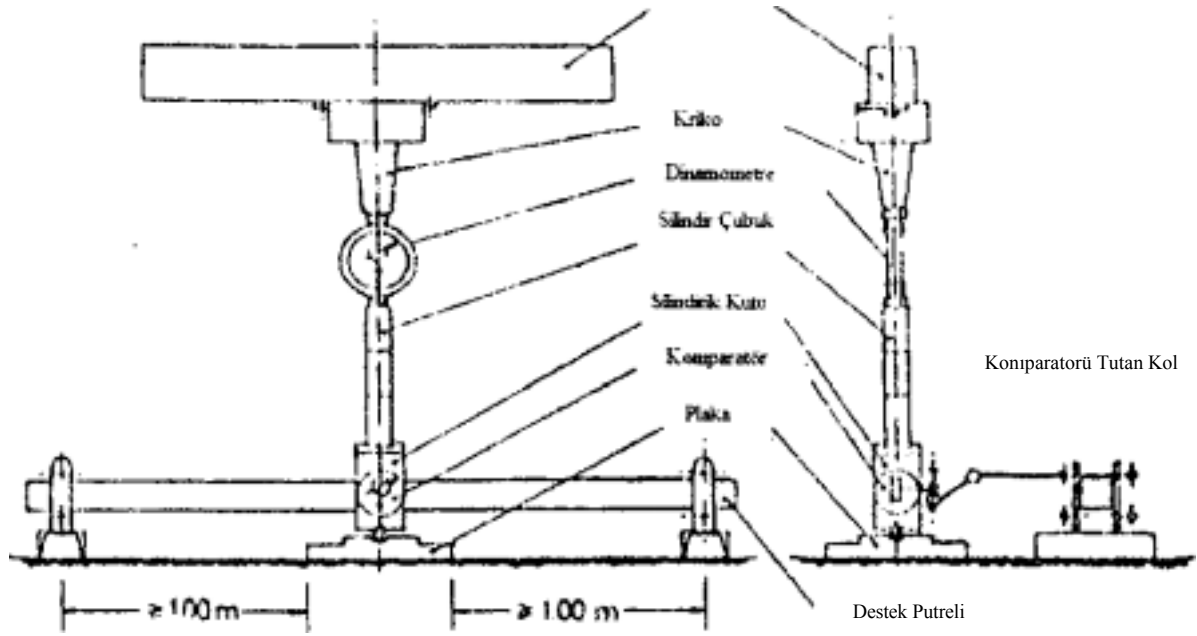
CF 887

- 3.3. Yüknün merkezlenmesi için bir adet küresel menteşe (teçhizatın yerleştirilme safhasında bloke edilebilir niteliktedir). Bu menteşe yükleme tablasının hemen üzerine koyulur (bkz. Şekil 1 ve 2).
- 3.4. Taşıma kapasitesi yaklaşık 50 kN olan mekanik yada hidrolik bir krika.
- 3.5. Yaklaşık 50 kN kapasiteli, hassasiyeti 0,5 kN olan mekanik yada hidrolik bir dinamometre.
- 3.6. Birbirlerine vidalanmış birden fazla silindirik akstan oluşan ve bu sayede farklı uzunluklar elde etmeye yarayan bir uzatma aksamı.
- 3.7. Ölçme kapasitesi 10 mm, hassasiyeti 1/100 mm olan bir adet yüzdelik komparatör yada aynı tipte üç adet komparatör (bkz. madde 4.3)
- 3.8. Komparatörleri tutan mafsallı mıknatıslı metal bir kol. Bu kolda komparatörü sıfırlamak için mikrometrik vidalı bir aygıt bulunur ("a" prosedürü). Yada, ("b" prosedürü) aynı tipten üç adet kol mevcuttur.
- 3.9. Komparatörleri tutan kolu taşıyan yeterince sert bir putrelden imal edilmiş, 2.5 metre uzunluğunda bir destek ve bu desteğin ucunda yere dayanan iki mesnet. Buna alternatif olarak, her biri en az 1.20 m uzunluğunda birbirine geçme iki adet putrel ve bunların üç adet destekleyici mesneti.



Şekil 1 Plaka yükleme deney düzeneği
Sabit Yi-

CA 89



Şekil 2 Plaka yükleme deney düzeneği

- 3.10. Saniye sayacı
- 3.11. Kurşunlu bir tel (ip)
- 3.12. Skalası -10 ile +60°C arasında, hassasiyeti ise 1°C olan bir termometre.

4. Testin yapılışı

4.1. Testin yapılması için, bir kamyon şasisinin arka kısmından oluşan bir adet sabit durdurucu yiv gerekir ve bunun arka aksı üzerine tablaya bindirilecek olan maksimum yükün en az iki katı ağırlık binmelidir. Bu bütün haldeki parça, sırasıyla Şekil 1 ve 2' de gösterildiği gibi iki şekilde monte edilebilir, bu montaj şekli kriko ve dinamometreyi kontrast işlevi olan (durdurucu) strüktüre sabitlemek yada sabitlememek şeklinde uygulanabilir.

4.2. Plaka deformasyon modülü belirlenmek istenen zemin tabakası üzerine yerleştirilir ve temasın mümkün mertebe tam olarak sağlanmasına dikkat edilir. Bu amaçla zeminin düzeltilmesi ve seviyelendirilmesi gerekebilir ve bunun için 2 mm.lik elekten geçebilecek kum yada diğer uyumlu bir malzeme kullanılabilir. Başka bir tabakayla örtülü (kaplı) bir zemin yüzeyi üzerinde test yapma gereği varsa, cidarları plakanın kenarından en az 30 cm mesafede olacak bir çukur açmak lâzımdır.

4.3. Deformasyonların ölçülmesi

4.3.1. (a) prosedürü: tek bir komparatör ile

Küresel menteşe hazırlanıp kilitlendikten sonra, 3.2. maddede belirtilen silindirik kutu plakanın üzerine koyulur ve bunun içine de komparatör yerleştirilir (kendisine ait kol komparatörü tutar). Komparatör, ucu kutunun alt kısmındaki yuvasına oturacak şekilde yerleştirilmelidir (bkz. Şekil 3)

Q. 85.

Komparatörü tutan kol ise destek putreline sabitlenmelidir. Bu putrelin dayanakları yük binen alanların kenarlarından (plaka ve tekerler, yada durdurucunun başka bir mesneti) belli mesafede olmalıdır. Bu mesafe plaka için en az 1 metre, tekerler için ise en az 0,50 metredir.

Deformasyonları ölçen bütün (putrel, kol, komparatör) güneşin direkt ışınlarından, sarsıntılardan ve titreşimlerden korunmalıdır. Ayrıca ölçüm yapılan yerin yakınlarında fazla trafik de olmamalıdır.

3.2. maddede belirtilen kutunun üzerine kriko ile dinamometre yerleştirilirken, uzatma çubuğunun safrayla ağırlaştırılmış kamyonun şasisiyle kontrast yaratmasına dikkat edilmelidir (eğer Şekil 1' deki düzen uygulanıyorsa); yada krikoyla kamyon geri geri getirilerek monte edilmiş dinamometre ve uzatma çubuğu ile birlikte kutunun üzerine konumlandırılmalıdır (Şekil 2' deki düzen uygulanıyorsa).

4.3.2. (b) prosedürü: üç komparatör ile

Testin yapılış şekli bir önceki 4.3.1. maddede belirtilen prosedürün aynısıdır. Sadece şu farkla:

- 3.2*.maddede belirtilen silindir kutu kullanılmaz,
- küresel menteşe strüktür ile 3.6. maddede belirtilen uzatma arasına yerleştirilir;
- plakayı çevreleyecek şekilde 120° derece açıyla üç adet komparatör 3.8.maddede belirtilen kollardan yararlanarak yerleştirilir ve plaka kenarından yaklaşık 5 mm mesafede olmalarına dikkat edilir.

4.4 Küresel menteşe serbest bırakılır ve krikoya müdahale ederek toplamda, yani dinamometre ile ölçülecek yüzey üzerindeki teçhizatın ağırlığı da dahil olmak üzere, 0.02 N/mm² değerinde bir yük zemine uygulanır.

4.5. Deformasyonların son noktasına kadar gerçekleşmesi** beklenir ve komparatörler sıfırlanır.

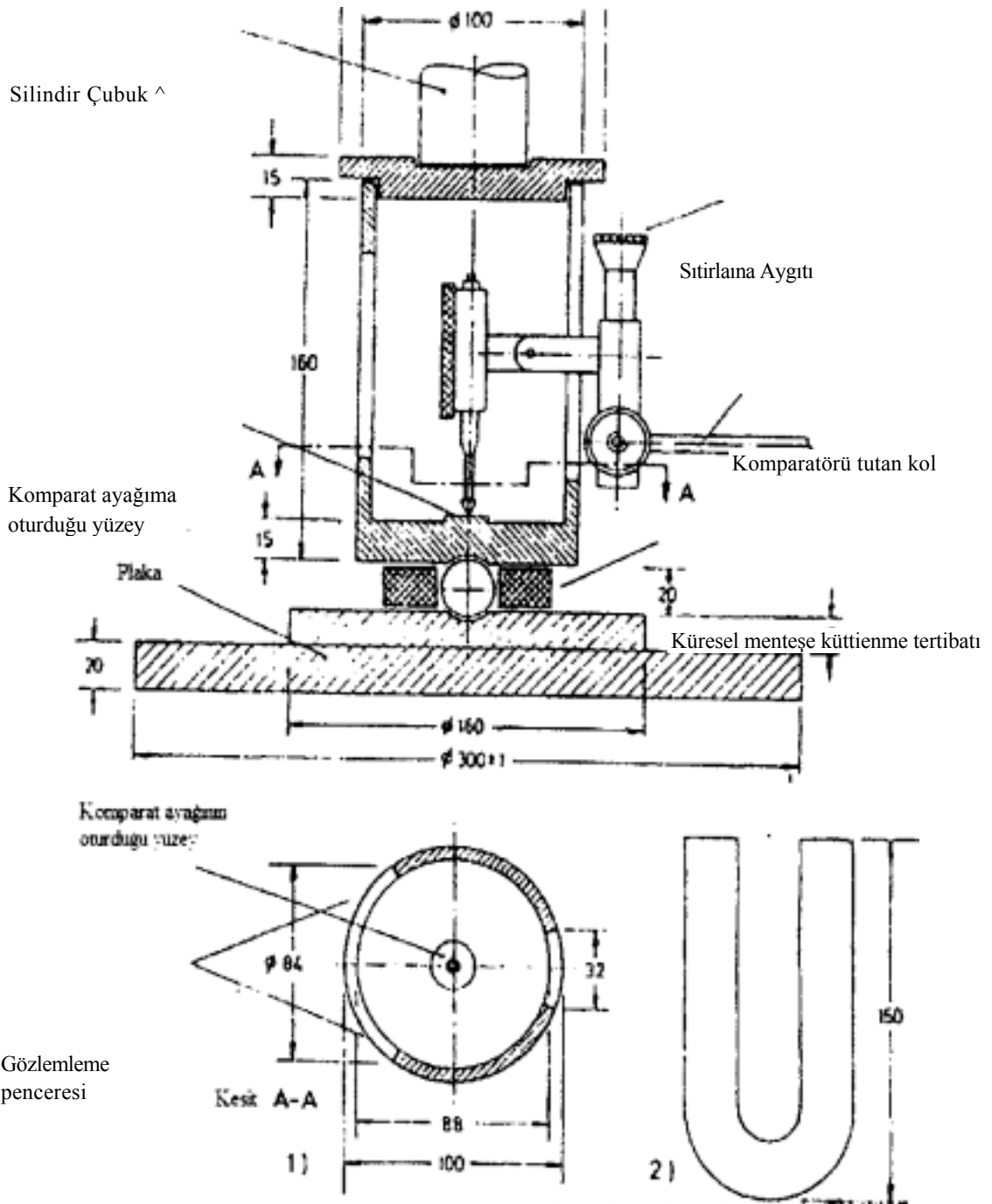
Komparatör üzerinde herhangi bir olcuma gerçekleştirilmeden önce sürtünmeleri elimine etmek için komparatörleri tutan kola yada kollara, veya destek putreline hafif bir kaç darbe vurmalı ve iğnenin nihai okuma noktası yakınında dalgalanması sağlanmalıdır.

- Silindir kutu kullanılabilir, ancak o zaman kendisine sadece yük plakasına rijidite kazandırma görevi verilir.

** Bu testte, zemindeki göçmenin son noktasına gelmiş olması, yani zeminin oturması, komparatörün 1 dakika arayla birbiri arkasına iki defa okunması arasındaki fark 0.02 mm olduğunda gerçekleşmiş addedilir.

CF 87.

Silindir Çubuk ^



Şekil 3 - Silindir kutu

4.6. Bu aşamada yük $0,05 \text{ N/mm}^2$ değere getirilir ve komparatörde (a), yada komparatörlerde (b) ilk okuma gerçekleştirilir; birden fazla komparatör olması halinde okunan üç göçük değerinin ortalaması alınır.

4.7. Daha sonra aşağıdaki yük artışları uygulanır ve oturmalar stabilize olana (sabitleşene) kadar her dakika başı komparatördeki değerleri okunur.

a. Birinci evre:

- Dolgular ve tümsekli tabakalarda: 0.2 N/mm^2 basınca ulaşana dek 0.05 N/mm^2 lik yük artışları uygulanır;

CR 872 -

-Alttemel katmanları ile temel katmanları için: sırasıyla 0.35 N/mm² ve 0,45 N/mm² basınca ulaşana dek 0.1 N/mm² lik yük artışları uygulanır.

Her yük artışında buna karşılık gelen oturma okunur; maksimum yüke karşılık gelen göçme değeri okunduğunda, sadece M4 modülü belirlenmek isteniyorsa yük komple boşaltılır; Sıkışmanın mahiyeti hakkında bir karara varmak da isteniyor ise, M4' modülünü de belirlemek gerekir. Bu durumda, ilk yükleme evresi tamamlandıktan sonra 0.050 N/mm² basınca kadar boşaltma uygulanır ve deformasyon stabilize olduktan sonra toplam oturma değeri belirlenir. Bu koşullardan hareketle ikinci evreye geçilir ve aşağıdaki yük artışları uygulanır:

b. İkinci yükleme evresi:

- Dolgularda ve tümsekli katmanlarda: 0.15 N/mm² basınca ulaşana dek 0.05 N/mm² lik yük artışları uygulanır;

- Alt-temel katmanları ile temel katmanları için: sırasıyla 0.25 N/mm² ve 0,35 N/mm² basınca ulaşana dek 0.1 N/mm² lik yük artışları uygulanır.

4.8. Test esnasında, bunun bir takım hassas değişikliklere uğrayıp uğramadığını tespit etmek için hava sıcaklığı birkaç kez ölçülür.

4.9. Test yapıldıktan sonra teçhizat kaldırılır ve katmanın nem oranını belirlemek için ölçüm noktası yakınından bir miktar numune malzeme alınır (CNR-UNI 10008 normu). Numune en az 15 cm derinliğe (kalınlığa) sahip olmalıdır.

4.10. Yükleme testlerinin yapısı tam bilinmeyen bir alt zeminde yapılması halinde, stratigrafisini saptamak ve plakanın altında ebadı 10 cm.den büyük çakıl taşları yada parçalar olup olmadığını tesbit etmek için yerde 50 cm derinliğe kadar bir oyuk açmak gerekir. Eğer bunlar mevcutsa test tam isabetli sayılmaz ve başka bir yerde tekrarlanması lâzımdır,

4.11. Testlerin temel ve taban katmanları üzerinde yapılması halinde, test noktası yakınındaki agreganın maksimum boyutunun 10 cm.yi aşmamasına dikkat edilmelidir.

(b) prosedürü uygulanırsa, komparatörün saptadığı göçme değeri ortalama değerden 0.9 mm'den fazla sapmamalıdır. Aksi halde test geçersiz addedilir.

5. Sonuçların yorumlanması

5.1. Test sonuçları özel formlara kaydedilir ve 4a, 4b, 4c şekillerinde şematik olarak gösterildiği gibi, x ekseninde gerilmeler, y ekseninde ise deformasyonlar yer alan grafik diyagramlar haline dönüştürülür.

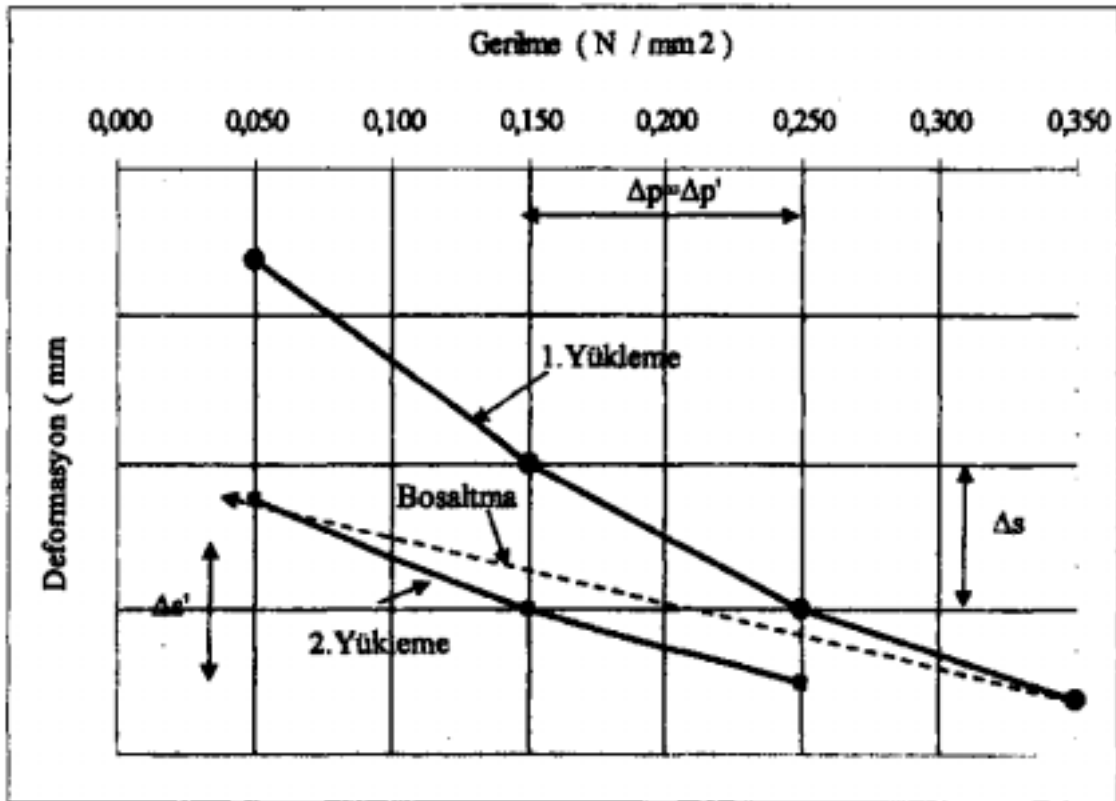
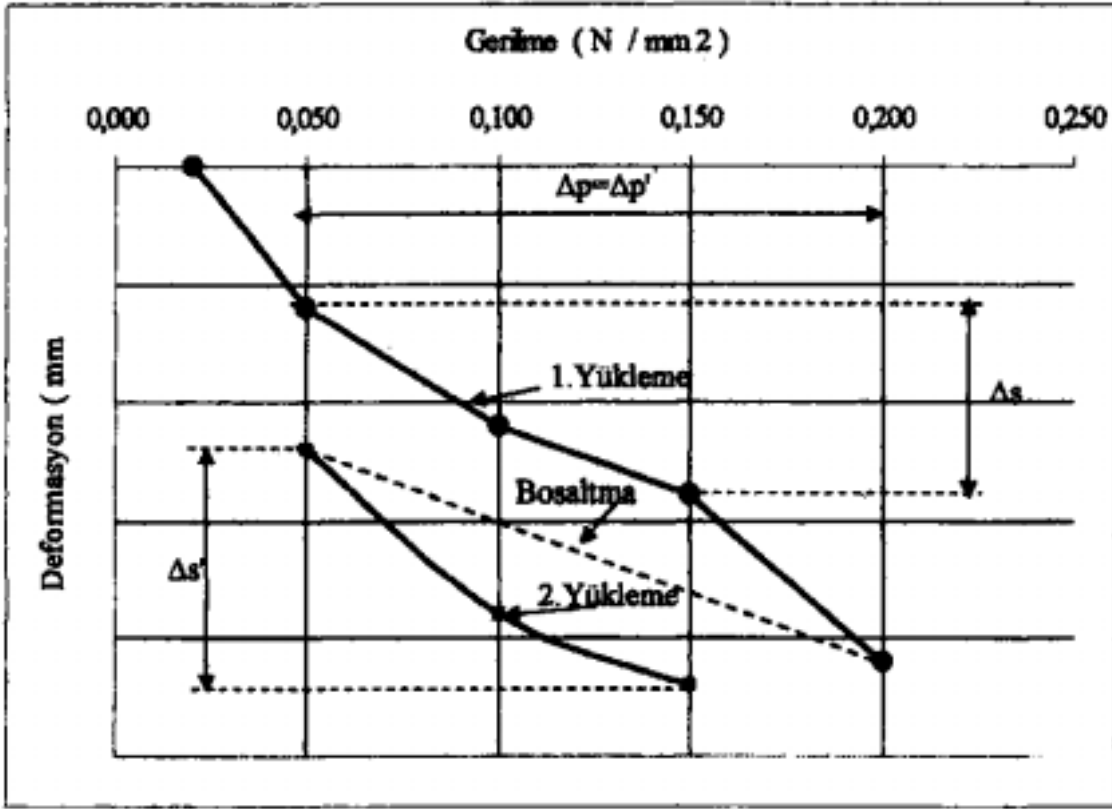
5.2.1. Sırasıyla birinci ve ikinci yükleme evresine tekabül eden Md ve Md¹ deformasyon modülleri 1. maddede gösterilen denklem uygulanarak elde edilir. Bu denklemde Ap ve Ap¹ = 0.1 N/mm² olarak sabitlenirler ve normalde şu aralıklarda seçilirler:

- Dolgularda ve tümsekli katmanlarda:
Ap = Ap¹, 0.05 ile 0.15 N/mm² aralığında,

CR 872 -

- Alt-temel katmanlarında:
 $\Delta p = \Delta p'$, 0.15 ile 0.25 N/mm² aralığında;
- Temel katmanlarında:
 $\Delta p = \Delta p'$, 0.25 ile 0.35 N/mm² aralığında.

Topraktaki sıkışma niteliğinin değerlendirilmesi M_d / M_d' (<1) oranına göre yapılır ve sıkışma kalitesi ne kadar fazlaysa bu oran birim değere o kadar yakın olur.



CP 87.

