

ULUSLARARASI STANDART ISO 10406-1

Birinci basım
2008-12-15

Fiber takviyeli polimer (FRP) beton donatısı – Test metotları

Bölüm 1:

FTP çubuk ve ızgaralar

Referans numarası
ISO 10406-1:2008(E)

©ISO 2008

PDF sorumluluk reddi

İşbu PDF dosyası gömülü yazı karakterleri içerebilir. Adobe'ın lisans verme politikası gereğince, bu dosya bastırılabilir veya görülebilir, ancak gömülü yazı karakterleri basımı yerine getiren bilgisayara lisanslanmış ve kurulmuş olmadıkça düzenlenmemelidir. Bu dosyayı indirirken, taraflar Adobe'ın lisans verme politikasını ihlal etmeme sorumluluğunu kabul ederler. ISO Merkez Sekreteryası bu alanda yükümlülük kabul etmemektedir.

Adobe bir Adobe Systems Incorporated ticari markasıdır.

İşbu PDF dosyasını yaratmak için kullanılan yazılım ürünlerinin detayları dosyaya ilişkin Genel Bilgilerde bulunabilir; PDF yaratma parametreleri baskı için optimize edilmiştir. Dosyanın ISO üye kuruluşları tarafından kullanımına uygun olmasını garanti etmek için her özen gösterilmiştir. Buna ilişkin bir problem bulunmasına dair beklenmedik bir olay halinde, lütfen aşağıda verilen adresteki Merkez Sekreteryasına haber verin.



TELİF HAKKI KORUNMUŞ DOKÜMAN

© ISO 2008

Bütün hakları saklıdır. Aksi belirtilmedikçe, bu yayının herhangi bir bölümü aşağıdaki adresteki ISO veya talepte bulunanın ülkesindeki ISO üye kuruluşundan yazılı izin alınmadan fotokopi çekme ve mikrofilm dahil, elektronik veya mekanik herhangi bir şekilde veya herhangi bir vasıta ile çoğaltılamaz veya kullanılamaz.

ISO telif hakkı ofisi

Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20

Tel. +41 22 749 01 11

Faks +41 22 749 09 47

E-posta copyright@iso.org

Web www.iso.org

İsviçre'de yayınlanmıştır

İçindekiler

Sayfa

Önsöz	..v
1	
Kapsam	1
2	
referanslar	Kural koyucu 1
3	
semboller	Terimler, tanımlar ve 1
3.1	Terimler ve 1
3.2	
Semboller	5
4	
hüküm	Test örneklerine ilişkin genel 6
5	
metodu	Kesit özelliklerine dair test 6
5.1	Test 6
5.2	Test 7
5.3	
Hesaplar	7
5.4	
raporu	Test 8
6	
metodu	Çekme özelliklerine dair test 8
6.1	Test 8
6.2	
ekipmanı	Test 9

6.3	Test
metodu.....	
.....9	
6.4	
Hesaplar.....	
.....10	
6.5	Test
raporu.....	
.....11	
7 Çekip çıkarma testi yapılarak yapışma dayanımına dair test	
metodu.....13	
7.1	Test
örnekleri.....	
.....13	
7.2	Test makineleri ve
cihazları.....	
...15	
7.3	Test
metodu.....	
.....16	
7.4	
Hesaplar.....	
.....17	
7.5	Test
raporu.....	
.....17	
8 Ankraj ve bağlantıların performansına dair test	
metodu.....18	
8.1 Ankraj performansına dair test	
metodu.....18	
8.2 Bağlantıların performansına dair test	
metodu.....19	
8.3	Test
raporu.....	
.....19	
9 Uzun vadeli gevşemeye dair test	
metodu.....21	
9.1	Test
örnekleri.....	
.....21	
9.2	Test çerçeve ve
cihazları.....	
.....21	
9.3	Test
sıcaklığı.....	
.....22	

9.4				Test
metodu				
9.5				
Hesaplar				
9.6				Test
raporu				
10	Çekme	yorulmasına	dair	test
metodu				
10.1				Test
örnekleri				
10.2		Test	makinesi	ve
cihazları				
10.3				Test
sıcaklığı				
10.4				Test
metodu				
10.5				
Hesaplar				
10.6				Test
raporu				
11	Alkali	direncine	dair	test
metodu				
11.1				Test
örnekleri				
11.2		Alkali	eriyik	içine
daldırma				
6				
11.3	Dış	görünüm	ve	kütle
değişikliği				
11.4				Çekme
testi				
11.5				
Hesaplar				
11.6				Test
raporu				

12	Sünme	iş	görmezliğine	dair	test
metodu					29
12.1					Test
örnekleri					
					29
12.2		Test	çerçevesi		ve
cihazları					2
9					
12.3					Test
sıcaklığı					
					29
12.4					Çekme
kapasitesi					
					29
12.5					Test
metodu					
					29
12.6					
Hesaplar					
					30
12.7					Test
raporu					
					30
13	Enine	kesme	gerilmesine	dair	test
metodu					31
13.1					Test
örnekleri					
					31
13.2		Test	makinesi		ve
cihazları					3
1					
13.3					Test
sıcaklığı					
					33
13.4					Test
metodu					
					33
13.5					
Hesaplar					
					33
13.6					Test
metodu					
					33
14	Eğilmede	çekme	özelliklerine	dair	test
metodu					34
14.1					Test
örnekleri					
					34

14.2	Test	ünitesi	ve
cihazları.....			
.....34			
14.3			Test
metodu.....			
.....35			
14.4			
Hesaplar.....			
.....35			
14.5			Test
raporu.....			
.....35			
15	Termo-mekanik analiz ile boyuna ısı genleşme katsayısına dair test metodu.....		37
15.1			Test
örnekleri.....			
.....37			
15.2			Test
cihazı.....			
.....37			
15.3			Test
metodu.....			
.....37			
15.4			
Hesaplar.....			
.....38			
15.5			Test
raporu.....			
.....39			
Kaynakça.....			
.....40			

Önsöz

ISO (Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu) ulusal standart kuruluşlarının (ISO üye kuruluşları) dünya genelindeki federasyonudur. Uluslararası Standartları hazırlama çalışması normal olarak ISO teknik komiteleri vasıtasıyla yürütülmektedir. Bir teknik komitenin kurulmuş olduğu bir konuya ilgi duyan her üye kuruluşun o komitede temsil edilme hakkı bulunmaktadır. ISO ile işbirliği içindeki Uluslararası devlet ve sivil toplum örgütleri de çalışmada yer almaktadır. ISO bütün elektroteknik standardizasyon hususlarında Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) ile yakından işbirliği yapmaktadır.

Uluslararası Standartlar ISO/IEC Yönergeleri, Bölüm 2’de verilen kurallar gereğince tasarlanmaktadır.

Teknik komitelerin ana görevi Uluslararası Standartları hazırlamaktır. Teknik komiteler tarafından kabul edilen Uluslararası Standart taslağı oylanmak üzere üye kuruluşlara dağıtılmaktadır. Bir Uluslararası Standardın yayınlanması oy kullanan üye kuruluşların en az 75%’inin onayını gerektirmektedir.

İşbu dokümandaki unsurların bazılarının patent haklarına tabi olabileceği olasılığına dikkat çekilmektedir. ISO böyle patent haklarından herhangi birinin veya hepsinin tespit edilmesinden sorumlu tutulmayacaktır.

ISO 10406-1 Teknik Komite ISO/TC 71, *Beton, demirli beton ve ön gerilmeli beton*, Alt Komite SC 6, *Beton yapılar için geleneksel olmayan güçlendirme malzemeleri* tarafından hazırlanmıştır.

ISO 10406-1 genel başlık *Fiber takviyeli polimer (FTP) beton donatısı – Test metotları* kapsamında aşağıdaki bölümleri içermektedir:

— *Bölüm 1: FTP çubuk ve ızgaralar*

— *Bölüm 2: FTP saclar*

Fiber takviyeli polimer (FTP) beton donatısı – Test metotları

Bölüm 1:

FTP çubuk ve ızgaralar

1 Kapsam

ISO 10406’nın bu bölümü betondaki donatılar veya ön gerilmeli tendonlar olarak fiber takviyeli polimer (FTP) çubuk ve hasırlara uygulanan test metotlarını belirtmektedir.

2 Kural koyucu referanslar

Aşağıda başvuru dokümanlar işbu dokümanın uygulanması için mecburidir. Tarihli referanslar için, sadece atıf yapılan basım uygulanmaktadır. Tarihsiz referanslar için, başvuru dokümanın (değişiklikler dahil) en son basımı uygulanır.

ISO 291:2008, *Plastikler– Şartlandırma ve test için standart atmosferler*

ISO 3611, *Dış ölçüm için mikrometre kompaslar*

ISO 4788:2005, *Laboratuvar cam eşyaları – Dereceli ölçme silindirleri*

ISO 6906, *0,02 mm'ye kadar okuyan verniye kompaslar*

ISO 7500-1, *Metalik malzemeler – Statik tek eksenli test makinelerinin doğrulanması – Bölüm 1: Çekme/basınç test makineleri – Kuvvet ölçüm sisteminin doğrulanması ve kalibrasyonu*

3 Terimler, tanımlar ve semboller

3.1 Terimler ve tanımlar

İşbu dokümanın amaçları için, aşağıdaki terim ve tanımlar uygulanmaktadır.

3.1.1

alkalilik

hidroksil (OH⁻) iyonlarına sahip olma veya içerme durumu; alkali maddeler içerme

NOT Betonda, başlangıçtaki alkali ortam pH değeri 13'ün üzerindedir.

3.1.2

ankraj donatısı

ankrajla bağlantılı ve arkasında düzenlenmiş örgü veya spiral donatı çeliği veya FTP

3.1.3

ankrajlama kısmı

bir ankrajın test makinesinden test kısmına yük iletmek için takıldığı bir test örneğinin uç bölümü

3.1.4

ortalama yük

azami ve asgari tekrarlanan yükün (gerilme) ortalaması

3.1.5

eğilme açısı

deflektörün herhangi bir kenarındaki bir test örneğinin düz kısımları tarafından oluşturulan açı

3.1.6

eğilme çapı oranı

FTP çubuğu ile temas halindeki deflektör yüzeyinin dış çapının ve FTP çubuğunun anma çapının oranı

3.1.7

eğilme çekme kapasitesi

test örneğinin iş görmezlik anındaki çekme kuvveti

3.1.8**ısı genleşme katsayısı**

verilen sıcaklıklar arasındaki doğrusal ısı genleşmenin ortalama katsayısı

NOT Verilen sıcaklıkların ortalaması temsil edici sıcaklık olarak alınmaktadır.

3.1.9**sürekli fiber**

karbon, aramid ve cam gibi malzemelerin sürekli fiberleri için genel terim

3.1.10**bağlantı**

cihaz bağlantı tendonları

3.1.11**sünme iş görmezlik kapasitesi**

sürekli bir yükün başlamasından itibaren belirtilmiş bir zaman süresi sonra iş görmezliğe yol açan yük; özellikle, 1 milyon saat sonra iş görmezliğe yol açan yük milyon saatlik sünme iş görmezlik kapasitesi olarak ifade edilmektedir

3.1.12**sünme iş görmezlik dayanımı**

sürekli bir yükün başlamasından itibaren belirtilmiş bir zaman süresi sonra iş görmezliğe yol açan gerilme; özellikle, 1 milyon saat sonra iş görmezliğe yol açan yük milyon saatlik sünme iş görmezlik dayanımı olarak ifade edilmektedir

3.1.13**sünme iş görmezlik süresi**

sürekli bir yükün başlaması ile bir test örneğinin iş görmezliği arasındaki süre

3.1.14**sünme iş görmezliği**

sürekli bir yük nedeniyle bir test örneğinde meydana gelen iş görmezlik

3.1.15**sünme gerginliği**

bir test örneğinde sünme nedeniyle meydana gelen birim uzunluk başına diferansiyel uzunluk değişmesi

3.1.16**sünme**

sabit bir sıcaklıkta sürekli bir yüke tabi tutulan bir FTP çubuğun zamana bağlı deformasyonu

3.1.17**bel veren kısım**

eğilen ve gerekli eğilme açısında ve eğilme çapı oranında korunan bir FTP çubuğun kısmı

3.1.18

deflektör

FTP çubukta pozisyonu korumak, eğilme açısının değiştirilmesi veya gerilme konsantrasyonlarını azaltmak için kullanılan ve bazen bel veren kısma monte edilen cihaz

3.1.19**yorulma dayanımı**

test örneğinin öngörülen çevrim sayısında iş görmez duruma gelmediği azami tekrarlanan gerilme

3.1.20**fiber takviyeli polimer****FTP**

bir fiber yapıştırıcı polimer ile emprenye edilmiş sürekli fiberler içeren, düşünülen şekil için kalıba dökülmüş ve sertleştirilmiş kompozit malzeme

3.1.21**sıklık**

test sırasında 1 saniyedeki yükleme (germe) çevrimi sayısı

3.1.22**FTP çubuğu**

betonda donatı olarak kullanmaya uygun uzun, ince bir yapısal şekilde oluşturulmuş ve esas olarak sert bir polimer reçine malzemesi tarafından yapıştırılmış ve şekil verilmiş boyuna, tek yönlü fiberler içeren kompozit malzeme

3.1.23**ölçüm uzunluğu**

bir uzama ölçer veya benzer cihaz kullanarak bir test örneğinin uzunluğu boyunca uzamayı ölçmek için kullanılan düz kısım

3.1.24**ızgara**

betonu güçlendirmek için kullanılabilen bitişik bir örgü oluşturan iki boyutlu (düzlemsel) veya üç boyutlu (uzaysal) birbiri ile bağlantılı FTP çubukların katı düzeneği

3.1.25**yük genliği****yük (gerilme) genliği**

yük (gerilme) aralığının yarısı

3.1.26**yük (gerilme) aralığı**

azami ve asgari tekrarlanan yük (gerilme) arasındaki fark

3.1.27**azami tekrarlanan yük (gerilme)**

tekrarlanan yükleme sırasındaki azami yük (gerilme)

3.1.28**azami çekme kuvveti**

çekme testi sırasında test örneği tarafından sürdürülen azami çekme kuvveti

3.1.29

asgari tekrarlanan yük (gerilme)

tekrarlanan yükleme sırasındaki asgari yük (gerilme)

3.1.30

anma kesit alanı

FTP örneğinin hacmini boyuna bölerek elde edilen değer

3.1.31

anma çapı

bir daire kesit varsayılarak hesaplanan FTP çapı

3.1.32

anma çevre uzunluğu

yapışma dayanımını hesaplama esasını oluşturan ve her FTP için ayrı belirlenecek FTP çevre uzunluğu

3.1.33

çevrim sayısı

tekrarlanan yükün (gerilmenin) test örneğine uygulanma sayısı

3.1.34

gevşeme

gerilme gevşemesi

uygulanan öngörölmüş başlangıç yükü ile verili sabit sıcaklıkta tutulan ve verili sabit germe altında tutulan bir FTP'de zamana bağlı yük azalması

3.1.35

gevşeme oranı

sabit germe altında, verili bir zaman süresinin bitiminde başlangıç yüküne göre yükteki yüzde azalma

NOT Özellikle, 1 milyon saat (yaklaşık 114 yıl) sonra gevşeme değeri yüz yıllık gevşeme oranı olarak anılmaktadır.

3.1.36

tekrarlanan yük (gerilme)

sabit azami ve asgari değerler arasında çevrimsel olarak değişen yük (gerilme)

3.1.37

S-N eğrisi

tekrarlanan gerilme düşey ekseninde, yorulma iş görmezliğine kadar çevrim sayısı yatay ekseninde olmak üzere, bir grafik üzerinde çizilen eğri

3.1.38

tendon, FTP

betonu tek eksenli olarak güçlendirmek için kullanılan bir tendon şeklinde sürekli fiberlerden yapılan reçine ile yapıştırılmış konstrüksiyon

NOT Tendonlar genellikle ön gerilmeli betonda kullanılmaktadır.

3.1.39

termo-mekanik analiz

TMA

bir malzemenin deformasyonunu titreşimsiz bir yük altında malzemenin sıcaklığını kalibre edilmiş bir programa göre değiştirerek ölçme metodu

3.1.40

TMA eğrisi

Sıcaklık veya zamanın yatay eksen ve deformasyonun dikey eksen temsil edildiği «TMA» grafiği

3.1.41

kopma gemesi

azami çekme kuvvetine karşılık gelen germe

3.2 Semboller

Bak. Tablo 1.

Tablo 1 – Semboller

Sembol	Birim	Tanım	Referans
A	mm ²	Test örneğinin anma kesit alanı	5.3, 6.4
D	mm	Anma çapı	5.3
E	N/mm ²	Young modülüsü	6.4
F_u	N	Azami çekme kuvveti	6.4
f_u	N/mm ²	Çekme dayanımı	6.4
ε_u	-	Kopma gemesi	6.4
ΔF	N	20% ve 50% azami çekme kuvvetindeki yükler arasındaki fark	6.4
$\Delta \varepsilon$	-	ΔF arasındaki germe farkı	6.4
τ	N/mm ²	Yapışma gerilmesi	7.4
P	N	Çekip çıkarma testindeki çekme yükü	7.4
u	mm	Test örneğinin anma çevre uzunluğu	7.4
l	mm	Yapıştırılan uzunluk	7.4
γ	%	Gevşeme oranı	9.5.2
t	s	Zaman	9.5.2
k_a	-	Ampirik sabit	9.5.2
k_b	-	Ampirik sabit	9.5.2
$R_{\Delta m}$	%	Kitle kayıp oranı	
V_a	mm ³	Ölçme silindirindeki su hacmi	5.3
V_s	mm ³	Su ve test örneğinin toplam hacmi	5.3
l_a	mm	Test örneğinin uzunluğu	5.3
m_0	g	Daldırma öncesinde kütle	11.4
L_0	mm	Daldırma öncesinde uzunluk	11.4
m_1	g	Daldırma sonrasında kütle	11.4
L_1	mm	Daldırma sonrasında uzunluk	11.4
R_{et}	%	Çekme kapasitesi kalıcılık oranı	11.5.2
F_{u1}	N	Daldırma öncesinde çekme kapasitesi	11.5.2
F_{u0}	N	Daldırma sonrasında çekme kapasitesi	11.5.2
R_{yc}	-	Sünme yükü oranı	12.6.3
τ_s	N/mm ²	Kesme gerilmesi	13.5.2
P_s	N	Kesme iş görmezlik yükü	13.5.2

α_{sn}	1/°C	Isıl genleşme katsayısı	15.4.1
ΔL_{snm}	μ	T_1 ve T_2 sıcaklıkları arasında test örneğinin uzunluğundaki fark	15.4.1
ΔL_{refm}	μ	T_1 ve T_2 sıcaklıkları arasında uzunluk kalibrasyonu için şartname test örneği uzunluğundaki fark	15.4.1
L_n	m	Test örneğinin oda sıcaklığındaki uzunluğu	15.4.1
T_2	°C	Isıl genleşme katsayısının hesaplanması için azami sıcaklık (normalde 60°C)	15.4.1
T_1	°C	Isıl genleşme katsayısının hesaplanması için asgari sıcaklık (normalde 0°C)	15.4.1
α_{cpr}	1/°C	T_1 ve T_2 sıcaklıkları arasında uzunluk kalibrasyonu için şartname test örneği için hesaplanan ısı genleşme katsayısı	15.4.1

4 Test örneklerine ilişkin genel hüküm

Aksine mutabık kalınmadıkça, test örnekleri “teslim edildiği” durumdaki çubuk veya ızgaradan alınacaktır.

Test örneklerinin bir kangaldan alındığı durumlarda, herhangi bir test öncesinde asgari plastik deformasyon miktarı ile basit eğme operasyonu yapılarak düz hale getirileceklerdir.

Çekme, yapışma ve ankraj testlerinde mekanik özelliklerin belirlenmesi için, test örneğinde ürünün performans gereklerine bağlı olmak üzere (uygulanabildiği takdirde, düz hale getirildikten sonra) yapay yaşlandırma yapılabilir.

Bir test örneği “yaşlandırıldığında”, yaşlandırma işleminin koşulları test raporunda ifade edilecektir.

5 Kesit özelliklerine dair test metodu

5.1 Test örnekleri

5.1.1 Test örneklerinin hazırlanması

Test örnekleri önceden belirlenmiş bir uzunlukta kesilecek ve çekme testi için ana malzemedan (FTP) kesilen uçları düzeltilecektir.

5.1.2 Test örneklerinin uzunluğu

Test örneklerinin uzunluğu yaklaşık anma çapı 20 mm veya daha az olduğunda 100 mm ve yaklaşık çap 20 mm üstünde olduğunda 200 mm olacaktır.

5.1.3 Test örneklerinin sayısı

Test örneklerinin sayısı en az üç olup aynı partideki ana malzemedan alınır.

5.2 Test metodu

Test prosedürü aşağıdaki gibidir.

- Test örneğinin uzunluğunu verniye kompası kullanarak ISO 6906 gereğince ölçün. Bir parçayı ölçün ve sonucu üç haneli olacak şekilde kaydedin; üç ortalaması alınmış değeri ondalık noktadan sonra bir haneye yuvarlayın. Bunu test örneğinin uzunluğu olarak alın.
- Test örneğinin hacmini ISO 4788:2005, tip 1a veya 1b (sınıf A veya sınıf B) gereğince, test örneğinin yaklaşık çapına göre, bir ölçme silindiri kullanarak ölçün. Tablo 2 test örneğinin yaklaşık çapı ve ölçme silindirinin kapasitesi arasındaki ilişkiyi göstermektedir. İki kapasite liste haline getirildiğinde, o aralık için daha küçük kapasiteli silindiri seçin.
- Ölçme silindirine doğru miktarda suyu koyun ve hacmi ölçün. Test örneği ölçme silindirinin içindeyken, su test örneğini örtmelidir ve suyun üstü ölçek menziline içinde olacaktır.

NOT Eğer test örneğinin yüzeyinde bir ölçüm hatasına yol açabilecek hava kabarcıkları oluşmuşsa, hava kabarcıklarının kontrol edilmesi amacıyla suya etanol gibi bir yüzey gerilmesini azaltıcı bir solvent eklenebilir.

- Test örneğini ölçme silindirinin içine sokun ve birleşik su ve test örneği hacmini ölçün.
- Test sıcaklığı 15°C ila 25°C aralığında olacaktır.

Tablo 2 – Test örneğinin yaklaşık çapı ve ölçme silindirinin kapasitesi arasındaki ilişki

Test örneğinin yaklaşık çapı mm	Ölçme silindirinin kapasitesi ml
10'un altı	10 veya 20
11 ila 13	25
14 ila 20	50 veya 100
21 ila 25	100
25'in üstü	300 veya 500

5.3 Hesaplar

Test örneğinin A anma kesit alanını Denklem (1)'den hesaplayın ve ondalık noktadan sonra bir haneye yuvarlayın:

$$A = \frac{V_s - V_o}{l_o} \quad (1)$$

V_s su ve test örneğinin milimetre küp olarak ifade edilen toplam hacmidir;

V_o suyun ölçme silindirinin milimetre küp olarak ifade edilen hacmidir;

l_o test örneğinin milimetre küp olarak ifade edilen uzunluğudur.

NOT Anma kesit alanı yüzeye yapışan kum parçacıklarının alanını, yüzeye yapışan enine sargıları ve diğer yük taşımayan alanları içermektedir.

Denklem (2)'den D anma çapını hesaplayın ve ondalık noktadan sonra bir haneye yuvarlayın:

$$D = 2 \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (2)$$

A milimetre kare olarak ifade edilen anma kesit alanıdır.

5.4 Test raporu

5.4.1 Zorunlu bilgiler

Test raporu aşağıdaki öğeleri içerecektir:

- a) testin tarihi;
- b) test edilen FTP'nin adı, şekli, imal tarihi ve parti numarası;
- c) anma kesit alanı;
- d) anma çapı.

5.4.2 Ek bilgiler

Test raporu aşağıdaki ek öğeleri içerebilir:

- a) testte kullanılan ölçme silindirinin kapasitesi;
- b) test örneğinin uzunluğu;
- c) ölçme silindirindeki suyun hacmi;
- d) suyun ve test örneğinin toplam hacmi;
- e) eğer testte herhangi bir solvent kullanılırsa, solventin adı.

6 Çekme özelliklerine dair test metodu

6.1 Test örneği

6.1.1 Test örneğinin hazırlanması

Test örneklerini 6.1.2 gereğince test edilen parçanın performansını etkilemeyecek şekilde önceden belirlenmiş uzunlukta kesin. FTP ızgaralar için, doğrusal test örnekleri dıştaki kısmı keserek hazırlanabilir. Çapraz çubuklarda 2 mm çıkıntı bırakılması tavsiye edilir.

6.1.2 Test örneklerinin uzunluğu

Test örneklerinin uzunluğu test kısmının ve ankrajlama kısmının uzunluğunun toplamı olarak alınacaktır (bak. Şekil 1).

Test kısmının uzunluğu aşağıdaki şekilde alınacaktır.

- a) Çubuklar için, uzunluk 300 mm'den ve anma çapının 40 mislinden az olmayacaktır.
- b) İpler için, uzunluk 6.1.2 a)'daki hükümler gereğince ve iplik adımının en az 2 katı olacaktır.
- c) Izgaralar için, 6.1.2 a)'daki hükümler gereğince olacak ve en az üç çaprazlama noktası içerecektir.

6.1.3 Test örneklerinin depolanması

Test örneklerini dikkatle depolayın ve test örneklerinin malzeme özelliklerinde değışikliğe yol açabilecek olan deformasyon, ısıtma ve morötesi ışınlara maruz kalmaya karşı koruyun.

6.1.4 Test örneklerinin sayısı

Test örneklerinin toplam sayısı en az beş olacaktır.

6.2 Test ekipmanı

6.2.1 Test makinesi

Test makinesi ISO 7500-1 gereğince gerilme testi makinesine dair gereklere uygun olacaktır.

6.2.2 Ankraj

Ankraj test örneklerinin geometrisine uygun olacak ve test örneklerinin boyuna eksen boyunca sadece çekme kuvvetini iletme kapasitesine sahip olacaktır.

6.2.3 Uzama ölçerler ve germe ölçerler

Test örneğinin yükleme altındaki uzamasını ölçmek için kullanılan uzama ölçerler ve germe ölçerler parça boyundaki değışiklikleri veya test sırasındaki uzamayı en az 10^{-5} hassaslıkla ölçebilecektir. Uzama ölçerin parça boyu 100 mm'den az ve FTP çubuğun anma çapının 8 mislinden az olmayacaktır. İplikli çubuklar için, yukarıdaki hükme ek olarak, parça boyu iplik adımından az olmayacaktır (bak. Şekil 1). Yapışmamış dış kılıf bulunan sistemlerde, uzama ölçerin kılıftaki germeyi değil, çekirdek fiberdeki germeyi ölçmekte olduğundan emin olun.

6.3 Test metodu

6.3.1 Test örneğinin montajı

Test örneğini test makinesine sadece eksenel yük iletilecek şekilde monte edin (bak. Şekil 2).

6.3.2 Uzama ölçerin montajı

Uzama ölçeri test örneğinin merkez kısmının eksen boyunca monte edin.

6.3.3 Yükleme metodu

Yüklemeyi aşağıdaki gerekler uyarınca yürütün.

- a) Yükü sabit hızda, test örneğine darbe yaratmadan uygulayın. Yükleme hızı dakikada 0,5% ila 1,5% germe olacaktır. Test süresi 5 dakikayı aşmayacaktır.
- b) Germeyi azami çekme kuvvetinin yaklaşık üçte ikisine kadar en az 10 eşit aralıklı yükleme artışında ölçün.
- c) Azami çekme kuvvetini üç anlamlı basamak hassasiyetinde kaydedin.

6.3.4 Test sıcaklığı

Test sıcaklığı 5°C ila 35°C aralığında olacaktır.

6.4 Hesaplar

6.4.1 Hesaplar

İş görmezlik pozisyonunun yerinin ankrajın içerisinde bulunduğu durumlar dışında, bütün sonuçlar kural olarak kullanılacaktır. Eğer, bununla birlikte, iş görmezlik yeri çoğu kez ankraj içerisinde bulunuyorsa, ankraj içerisindeki iş görmezlik sonuçları da dahil edilebilir. (Azami çekme kuvveti bakımından) bir sonucun ortalama değerden 10% veya daha fazla sapması durumunda, o sonuç göz ardı edilecek ve sadece geriye kalan dört sonuç kullanılacaktır. Böyle durumlarda, eğer bir sonuç dört sonuç kullanılarak hesaplanan ortalama değerden 10% veya daha fazla saparsa, bütün sonuçlar reddedilecek ve yeni bir test yapılacaktır. Reddedilen test sonuçları çekme rijitliği, Young modülüsü veya kopma germesini hesaplamak için kullanılmayacaktır.

Ortalama, $\bar{x}$, sapma, Δx_i , ve standart sapma, σ , Denklem (3) ila (5)'te sırasıyla verildiği şekilde tanımlanmaktadır:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (3)$$

$$\Delta x_i = x_i - \bar{x} \quad (4)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

N test örneği sayısı;

x_i örnekleme verileridir.

6.4.2 Kesit alanı

Kesit alanı Madde 5 gereğince hesaplanan anma kesit alanı olacaktır. Eğer standart kesit alanı FTP imalatçısı tarafından bildirilmişse, standart kesit alanı kesit alanı olarak kullanılabilir. Standart kesit alanına anma kesit alanını, etkili fiber alanını, polimer alanını ve fiber dayanımını dahil etmek gerekmektedir.

6.4.3 Çekme dayanımı

Newton / milimetre kare cinsinden ifade edilen f_u çekme dayanımını Denklem (6)'yı kullanarak üç anlamlı basamak hassaslığında hesaplayın:

$$f_u = F_u / A \quad (6)$$

F_u newton cinsinden ifade edilen azami çekme kuvveti;

A milimetre kare cinsinden ifade edilen kesit alanıdır.

6.4.4 Çekme rijitliği ve Young modülüsü

Newtons cinsinden ifade edilen E_A çekme rijitliğini ve newton / milimetre kare cinsinden ifade edilen Young modülüsünü her ikisi de üç anlamlı basamak hassaslığında olmak üzere, sırasıyla Denklem (7) ve (8) kullanarak hesaplayın. Bu 20% ve 50% çekme kapasitesinde yük seviyesinden elde edilen yük (gerilme) – germe eğrisi arasındaki farktan hesaplanacaktır. Garanti edilmiş bir çekme kapasitesi verilen malzemeler için, garanti edilmiş kapasitenin 20% ve 50%'sindeki değerler kullanılabilir.

$$E_A = \frac{\Delta F}{\Delta \varepsilon} \quad (7)$$

$$E = \frac{\Delta F}{\Delta \varepsilon \times A} \quad (8)$$

ΔF azami çekme kuvvetine ait yüklerin newton cinsinden 20% ve 50%'si arasındaki fark;

$\Delta \varepsilon$ ΔF için germe farkıdır.

6.4.5 Kopma gemesi

Kopma gemesi test örneğinin germe ölçerli ölçümleri iş görmezliğe kadar kullanıma sunulduğunda azami çekme kapasitesine karşılık gelen germe olacaktır. Bir uzama ölçer veya germe ölçerden alınan ölçümlerin iş görmezliğe kadar kullanıma sunulmadığı durumda, kopma gemesi ε_u Denklem (9) kullanılarak üç anlamlı basamak hassaslığında hesaplanacaktır:

$$\varepsilon_u = \frac{F_u}{E \times A} \quad (9)$$

6.5 Test raporu

6.5.1 Zorunlu bilgiler

Test raporu aşağıdaki öğeleri içerecektir:

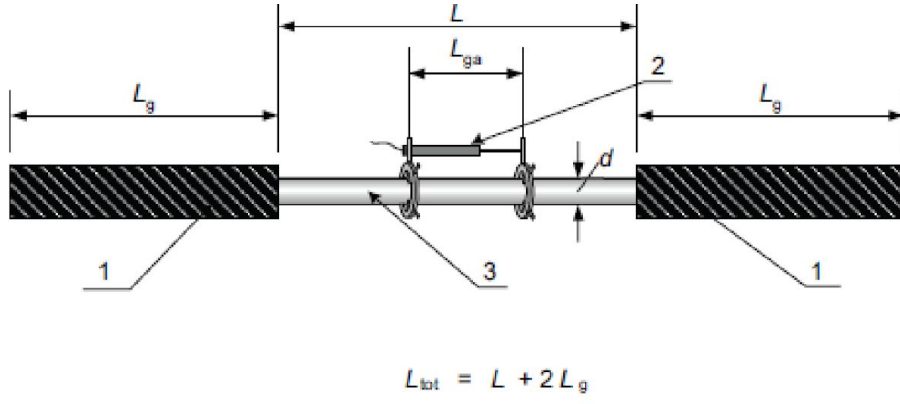
- a) test edilen FTP'nin adı, şekli, imal tarihi ve parti numarası;

- b) fiber ve fiber yapıştırıcı polimer tipi;
- c) test örneklerinin numaraları veya kimlik işaretleri;
- d) adlandırma, anma kesiti alan ve çapı;
- e) test yapma tarihi, sıcaklık, yükleme hızı;
- f) hesaplama metodu;
- g) her test örneğinin azami çekme kuvveti ve dayanımı, ortalamalar ve standart sapmalar;
- h) her test örneği için çekme rijitliği ve Young modülüsü ve ortalaması;
- i) her test örneği için kopma gemesi ve ortalaması;
- j) her test örneği için gerilme – germe eğrisi;
- k) her test örneği için iş görmezlik biçimi;
- l) testi yürüten yetkili kişinin adı.

6.5.2 Ek bilgiler

Kesit alanı olarak standart kesin alanı kullanıldığında, aşağıdakiler eklenebilir:

- a) standart kesit alanı, çap ve varsayılan polimer alanı;
- b) her test örneği için azami çekme dayanımı, ortalamalar ve standart sapmalar;
- c) her test örneği için Young modülüsü ve ortalamalar;
- d) her test örneği için gerilme – germe eğrisi;
- e) fiber dayanımı.



test kısmı uzunluğu, L

-çubuk : $L \geq 300 \text{ mm}, 40d$

-iplik : $L \geq 300 \text{ mm}, 40d, 2 \text{ iplik adımı}$

-ızgara : $L \geq 300 \text{ mm}, 40d, 3 \text{ çapraz noktası}$

ölçüm uzunluğu, L_{ga}

-çubuk, ızgara : $L_{ga} \geq 100 \text{ mm}, 8d$

-iplik : $L_{ga} \geq 100 \text{ mm}, 8d, \text{ iplik}$

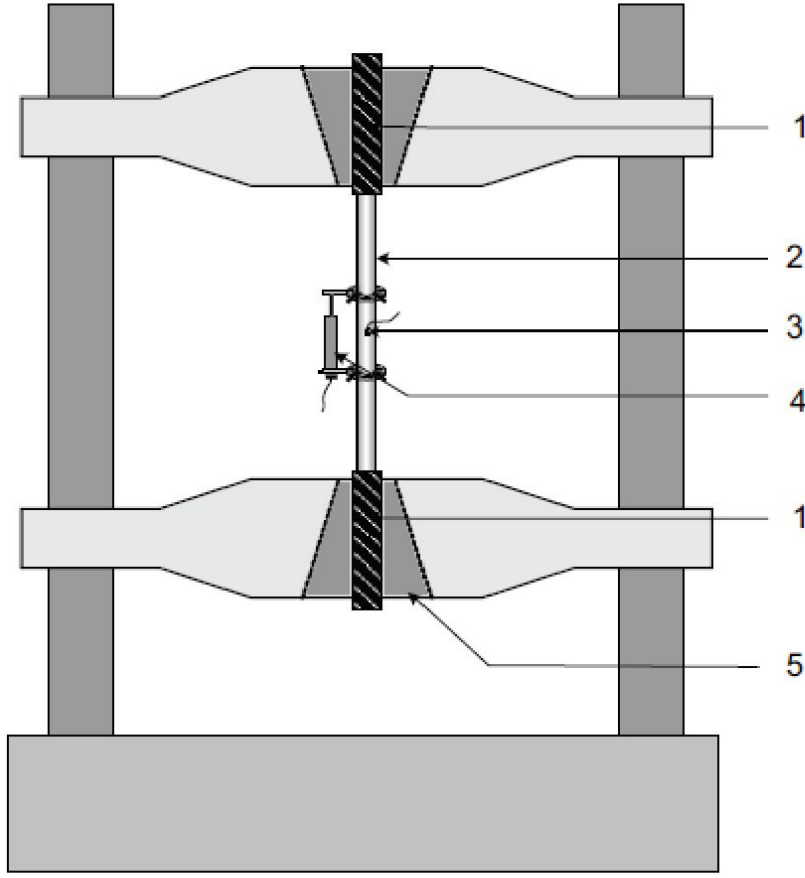
Anahtar

1 ankrajlama kısmı

2 uzama ölçer

3 test kısmı

Şekil 1 – Çekme testine dair test örneği



Anahtar

- 1 ankrajlama kısmı
- 2 FTP çubuğu
- 3 germe ölçer
- 4 uzama ölçer
- 5 ankrajlama cihazları

Şekil 2 – Çekme testinin ana hatları

7 Çekme çıkarma testi ile yapışma dayanımına dair test metodu

7.1 Test örnekleri

6.1 hükümleri uygulanacaktır.

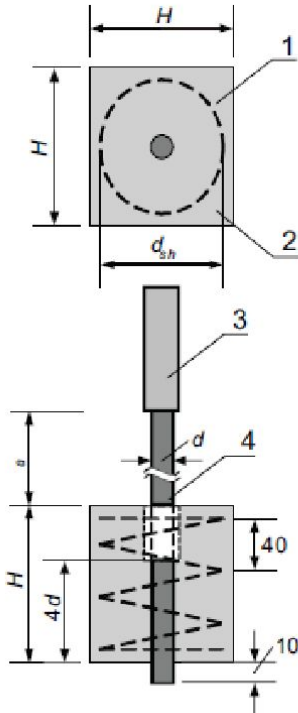
7.1.1 Test örneklerinin fabrikasyonu

Test örnekleri normal olarak tek bir FTP çubuğun merkez eksen boyunca düşey olarak gömüldüğü küpler olmalıdır (bak. Şekil 3). FTP çubuğun yapışmış uzunluğu FTP çubuğun yüzeyinin tipik bir kısmı olacak ve test örneklerinin serbest ucu tarafında yer almalıdır. FTP çubuğun yapışmış uzunluğu FTP çubuğun çapının dört misli olmalıdır. Yüklü taraftaki yükleme levhasından gelen gerilmeyi eşitlemek için, yapışmış kısmın dışındaki gömülü çubuk yapışmayı önlemek için PVC veya diğer uygun malzeme ile kaplanacaktır.

7.1.2 Test örneklerinin boyutları

Test örneklerinin boyutlarını Tablo 3'te gösterildiği şekilde FTP çubukların anma çapının bir fonksiyonu olarak belirleyin (ayrıca bak. Şekil 3).

Milimetre cinsinden boyutlar



Dimensions in millimetres

d	H	d_{sh}
< 17	100	$80 \leq d_{sh} \leq 100$
17 to 30	150	$120 \leq d_{sh} \leq 150$

Anahtar

- 1 fret donatısı $\phi=6$
- 2 beton prizma
- 3 ankrajlama kısmı
- 4 FTP çubuk

^a En az 300 mm ve 40d.

Şekil 3 – Yapışma testine ait test örneği (çekip çıkarma testi)

Tablo 3 – Test örneklerinin boyutları

FTP anma çapı mm	Küp ebadı ^a Mm	Yapışmış uzunluk	Fret donatısının dış çapı d_{sh} mm
< 17	100 x 100 x 100	Anma çapının 4 misli	$80 \leq d_{sh} \leq 100$
17 ila 30	150 x 150 x 150	Anma çapının 4 misli	$120 \leq d_{sh} \leq 150$
^a Çapı 30 mm'den büyük çubukları test etmek lazımsa, beton küpün ebadı buna göre arttırılabilir.			

7.1.3 FTP çubukların boyutları

Çekip çıkarma uzunluğunu ölçmek için FTP çubuğun bir kadranlı gösterge, vb. eklenmesine izin verecek şekilde serbest uçta yaklaşık 10 mm dışarı çıkmasını ve uç yüzü oluşturmalarını sağlayın. FTP çubuğun yükleme ucu çekip çıkarma testinin yürütülmesine izin vermek üzere yeterince uzatılacak ve eksenel yükleri FTP çubuğa iletebilecek bir ankrajlama kısmı, kavrama cihazı veya benzer aparat takılacaktır.

7.1.4 FTP çubukların düzenlenmesi

FTP çubukları test örneğinin merkez ekseninde düzenleyin.

7.1.5 Fret donatıları

Test örnekleri bölünmeden kaynaklanan iş görmezliği önlemek için merkez eksenini boyunca fret donatıları ile birlikte sağlanabilir. Fret donatıları 6 mm çapında ve 40 mm spiral adımli olacaktır. Fret donatılarının dış çapı Tablo 3'te belirtildiği gibi FTP çubukların anma çapına bağlıdır. Fret donatılarının uçları kaynaklı olacak, veya 1,5 misli fazladan dönüş sağlanacaktır.

7.1.6 Test örneklerinin sayısı

En az üç test örneğini test edin. Bir test örneği ankrajlama kısmında iş görmez duruma gelir veya dışarı kayarsa, iş görmez duruma gelen test örneği ile aynı partiden alınan FTP çubuklarını kullanarak hazırlanan ayrı bir test örneği üzerinde ek bir test yapın.

7.1.7 Beton kalitesi

Kaba agrega azami 20 mm veya 25 mm boyutunda olmak üzere, betonu normal agrega ile yapın. Beton yapışma testi için $10 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$ slump ve $30 \text{ N/mm}^2 \pm \text{N/mm}^2$ 28 günlük silindir basınç dayanımına sahip olacaktır.

7.1.8 Betonun yerleştirilmesi

- FTP çubuğun yapışma kısmını temizleyip gres, kir, vb.'den arı kılın.
- FTP çubuğun yapışmayan kısımlarının yapışmasını önlemek için betonu yerleştirmeden önce uygun önlemleri alın.
- Kalıpta FTP çubuğun sokulduğu açıklığı su, vb. girişini önlemek için yağ, macun veya benzer malzeme kullanarak kapatın.
- Beton yerleştirildikten sonra üstteki fazlalıkları kazıyarak test örneğini pürüzsüz hale getirin, bu işlemi test örneğinin doğru boyutlarda elde edilmesini temin etmek üzere yaklaşık 2 saat sonra tekrarlayın.

7.1.9 Kalıpların sökülmesi ve kürleme

Kalıpları iki gün sonra sökün ve test örneklerini test süresine kadar $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta su içinde kürleyin.

7.2 Test makinesi ve cihazlar

7.2.1 Test makinesi

Çekme çıkarma testlerine ait test makinesi öngörülen yükü doğru şekilde uygulayabilecektir.

7.2.2 Yükleme levhası

Yükleme levhası içinde FTP çubuğun geçeceği bir delik olacaktır. Yükleme levhasındaki deliğin çapı FTP çubuğun 2 ila 3 misli olacaktır.

7.2.3 Ankraj

FTP çubuğun yükleme ucu tarafına tendon yapışma iş görmezliği nedeniyle dışarı çıkıncaya veya betonun bölünmesi veya çatlaması nedeniyle yükleri doğru şekilde iletebilecek bir ankraj takılacaktır. Yükü ileten cihaz burulma veya eğilme yüklerini iletmeden sadece eksenel yükleri FTP çubuğa iletecektir.

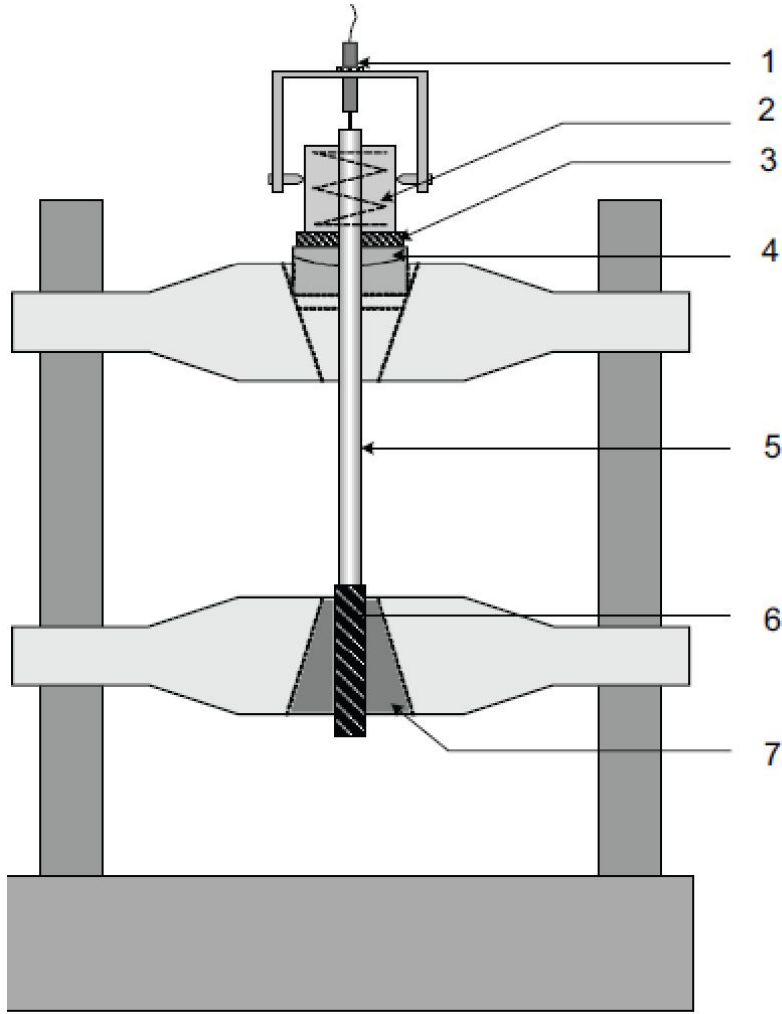
7.2.4 Yer değiştirme ölçüm cihazı

FTP çubuğunun serbest ucuna takılan yer değiştirme göstergesi 1/1 000 mm doğruluğunda okuma sağlama kapasitesine sahip bir LVDT veya başka herhangi bir aparat olacaktır (bak. Şekil 4).

7.3 Test metodu

7.3.1 Test örneklerinin montajı

Test örneğini eksantrik yüklerin test örneklerine etki etmesini önlemek için altta küresel bir levha olmak üzere yükleme levhasının üzerine doğru şekilde yerleştirin (bak. Şekil 4).



Anahtar

- 1 LVDT
- 2 beton prizma
- 3 yükleme levhası
- 4 küresel levha
- 5 FTP çubuk
- 6 ankrajlama kısmı
- 7 ankrajlama cihazı

Şekil 3 – Yapışma testinin (çekip çıkarma testi) ana hatları

7.3.2 Yükleme hızı

Standart yükleme hızı FTP çubuğun ortalama çekme dayanımının 10 N/mm²/dakika ila 20 N/mm²/dakika hızla artacak şekilde olacaktır. Test örneklerini şoka sokmamak için yükleme hızını olabildiğince sabit tutun.

7.3.3 Testin kapsamı

Serbest ucun kayması ve uygulanan yük Tablo 4'te gösterildiği gibi FTP çubuğu betondan dışarı çıkıncaya veya betonun bölünmesi veya çatlaması nedeniyle yük önemli ölçüde azalıncaya kadar artışlar halinde kaydedilecektir.

Tablo 3 – Ölçüm artışları

Serbest ucun kayması	Ölçüm artışı
mm	mm
< 0,1	0,01
0,1 ila 0,2	0,02
0,2 ila 0,5	0,05
> 0,5	0,1

7.3.4 Test örneklerinin yaşı

Test örneklerinin test tarihindeki yaşı 28 gün olacaktır.

7.4 Hesaplar

Bir test örneğinin ankrajlama kısmında çekme iş görmezliğine girdiği veya FTP çubuğu betondan kaymadan önce veya yükün betonun bölünme veya çatlaması nedeniyle önemli ölçüde azalmasından önce ankrajlama kısmından dışarı kaydığı yargısına varıldığında, verileri reddedin ve betondan kayan test örneklerinin veya yükün betonun bölünme veya çatlaması nedeniyle önemli ölçüde azaldığı yerlerin sayısı üçten az olmayıncaya kadar ek test(ler) yürütün.

Newton / milimetre kare cinsinden ifade edilen τ yapışma gerilimini Denklem (10) kullanılarak üç anlamlı basamak hassaslığında hesaplayın ve her test örneği için çekip çıkarma yükü veya yapışma gerilimine karşı kayma yer değiştirmesi eğrisini çizin.

$$\tau = \frac{P}{u \times l} \quad (10)$$

P çekip çıkarma testinde newton cinsinden ifade edilen çekme yüküdür;

u test örneğinin milimetre cinsinden anma çevre uzunluğudur;

l milimetre cinsinden ifade edilen yapışmış uzunluktur.

7.5 Test raporu

Test raporu aşağıdaki maddeleri içerecektir:

- a) test edilen FTP'nin adı, şekli, imal tarihi ve parti numarası;

- b) fiber ve fiber yapıştırıcı polimer tipi, fiberlere yapılan yüzey işleminin tipi;
- c) test örneklerinin numaraları veya kimlik işaretleri;
- d) adlandırma, anma kesiti alan ve çapı;
- e) test yapma tarihi, sıcaklık, yükleme hızı;
- f) test örneklerinin boyutları, FTP çubuğun yapışmış uzunluğu;
- g) test zamanındaki beton karışımı, slump ve basınç dayanımı;
- h) her test örneği için azami yapışma dayanımı, iş görmezlik biçimi ve ortalamaları;
- i) her test örneği için yapışma gerilimine karşı kayma yer değiştirme eğrisi.

8 Ankraj ve bağlantıların performansına dair test metodu

8.1 Ankrajların performansına dair test metodu

8.1.1 Test örnekleri

8.1.1.1 Test örneklerinin hazırlanması

Test örneklerini FTP tendonun bir veya her iki ucuna bir ankraj ekleyerek hazırlayın.

8.1.1.2 Test örneklerinin boyutları

Destekler arasındaki FTP tendonun tavsiye edilen uzunluğu 3 m'dir (bak. Şekil 5). Bununla birlikte, daha kısa uzunluklar kullanıldığında, ankrajlar arasındaki FTP tendonun uzunluğu 300 mm veya anma çapının 40 mislinden daha az olmayacaktır.

8.1.1.3 Test örneklerinin sayısı

En az üç test örneğini test edin.

8.1.2 Test sıcaklığı

Test sıcaklığı genel olarak 5°C ila 35°C aralığında olmalıdır. Gerekliyse, sıcaklığa duyarlı olan veya yüksek sıcaklıklarda kullanılan FTP tendonlardan alınan test örneklerinin testini fiili servis sıcaklığında yürütün.

8.1.3 Test metodu

8.1.3.1 Test örneğinin montajı

Test örneklerini çekme testi makinesine monte edin ve destekleyin. Ankrağı destekleyen yüzeyin alanını ve geometrisini, FTP tendondaki çekmeyi ve ön gerilmeli beton yapının fiili durumlarını olabildiğince temsil eden kuvvetlerin uygulanma biçimini belirleyin.

8.1.3.2 Yükleme hızı

Standart yükleme hızı dakikada 1% germe $\pm$ 50% eşdeğeri bir sabit germe hızı olacaktır.

8.1.3.3 Testin kapsamı

FTP tendonun iş görmez duruma gelmesi veya ankrajlama cihazının aşırı deformasyonu tarafından belirlendiği şekilde çekme iş görmezlik durumuna kadar yüklemeye devam edin.

8.1.4 Hesaplar

Her test örneği için çekme kapasitesini ve ortalama çekme kapasitesini hesaplayın. Aynı zamanda, herhangi bir deformasyon, hasar, göçme, vb.'yi not alarak ankrajın iş görmezlik biçimlerini kaydedin.

8.2 Bağlantıların performansına dair test metodu

8.2.1 Test örnekleri

8.2.1.1 Test örneklerinin hazırlanması

Bir bağlantının bir veya her iki ucuna FTP veya başka tendon ekleyerek test örneklerini hazırlayın. Diğer tendonlar ve bağlantıları test edilen FTP tendonlara ilişkin olarak yeterli dayanıma sahip olacaktır.

8.2.1.2 Test örneklerinin boyutları

Destekler arasındaki FTP tendonun tavsiye edilen uzunluğu 3 m'dir (bak. Şekil 6). Bununla birlikte, daha kısa uzunluklar kullanıldığında, ankraj ve bağlantı arasındaki FTP tendonun uzunluğu 300 mm veya anma çapının 40 mislinden daha az olmayacaktır.

8.2.1.3 Test örneklerinin sayısı

En az üç test örneğini test edin.

8.2.2 Test sıcaklığı

Test sıcaklığı genel olarak 5°C ila 35°C aralığında olmalıdır. Gerekliyse, sıcaklığa duyarlı olan veya yüksek sıcaklıklarda kullanılan FTP tendonlardan alınan test örneklerinin testini fiili servis sıcaklığında yürütün.

8.2.3 Test metodu

8.1.3'teki genel hükümler uygulanacaktır.

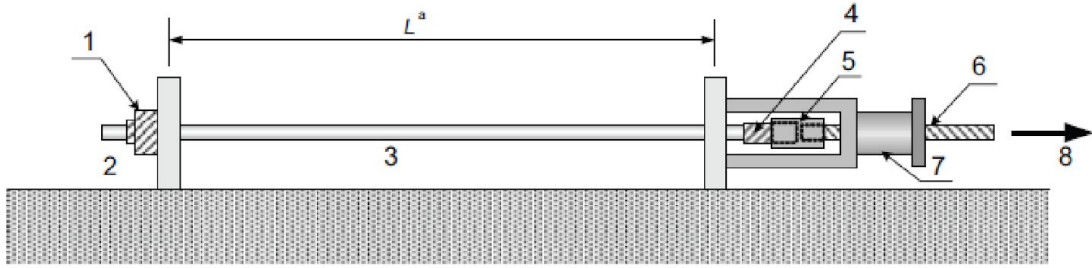
8.2.4 Hesaplar

Her test örneği için çekme kapasitesini ve ortalama çekme kapasitesini hesaplayın. Aynı zamanda, herhangi bir deformasyon, hasar, göçme, vb.'yi not alarak bağlantıların iş görmezlik biçimlerini kaydedin.

8.3 Test raporu

Test raporu aşağıdaki maddeleri içerecektir.

- a) test edilen FTP'nin adı ve parti numarası;
- b) fiber ve fiber yapıştırıcı malzeme tipi;
- c) test örneklerinin numaraları veya kimlik işaretleri;
- d) adlandırma, anma kesiti alan ve çapı;
- e) test tarihi, test sıcaklığı, yükleme hızı;
- f) test örneklerinin boyutları ve ankraj tarifi;
- g) her test örneğı için çekme iş görmezlik kapasitesi, ortalama çekme iş görmezlik kapasitesi ve iş görmezlik biçimleri;
- h) ankraj ve bağlantılardaki herhangi bir deformasyon, hasar, göçme, vb.'nin kayıtları.

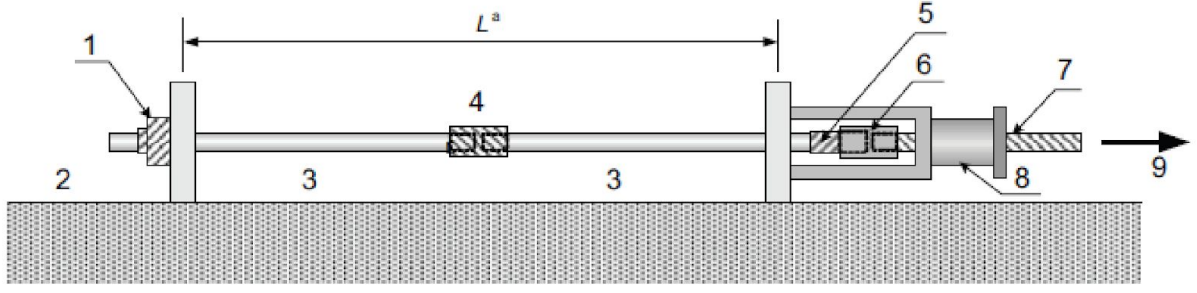


Anahtar

- 1 ankraj (test örneğı)
- 2 destek
- 3 FTP tendon
- 4 ankrajlama kısmı
- 5 bağlantı
- 6 ön gerilmeli çelik tendon
- 7 yük hücresi
- 8 kuvvet

^a $L = 3,0$ m

Şekil 5 – Ankrajın performansına ait testin ana hatları (örnek)



Anahtar

1 ankraj	6 bağlantı
2 destek	7 ön gerilmeli çelik tendon
3 FTP tendon	8 yük hücresi
4 bağlantı (test örneği)	9 kuvvet
5 ankrajlama kısmı	^a $L = 3,0$

Şekil 6 – Bağlantının performansına ait testin ana hatları (örnek)

9 Uzun vadeli gevşemeye dair test metodu

9.1 Test örnekleri

9.1.1 Test örneklerinin hazırlanması, kullanılması ve boyutları

Test örneklerini Madde 6 hükümleri gereğince hazırlayın ve kullanın.

9.1.2 Test örneklerinin sayısı

En az üç test örneğini test edin. Bir test örneği ankrajlama kısmında iş görmez duruma gelir veya dışarı kayarsa, iş görmez duruma gelen test örneği ile aynı partiden alınan ayrı bir test örneği üzerinde ek bir test yapın.

9.2 Test çerçevesi ve cihazları

9.2.1 Test çerçevesi ve cihazları

Test çerçevesi ve cihazları sabit germe sağlarken sürekli bir yük uygulayabilecektir. Yükleme cihazı dakikada 1% germe $\pm 50\%$ eşdeğeri sabit germe hızında yükleme yapabilecektir.

9.2.2 Ankrajlar

Ankrajlar Madde 6 hükümleri gereğince olacaktır.

9.2.3 Başlangıç yükünün doğruluğu

Test örneğine uygulanan başlangıç yükünün doğruluğu aşağıdaki gibi olacaktır:

- test çerçevesi ve cihazlarının yükleme kapasitesi ≤ 1 kN: düzenlenen yükün $\pm 1.0\%$ 'i

- test çerçevesi ve cihazlarının yükleme kapasitesi > 1 kN: düzenlenen yükün $\pm 2.0\%$ 'si

9.2.4 Yük ölçümlerinin doğruluğu

Test örneğine uygulanan yüklerin okumalarının veya otomatik kaydının doğruluğu başlangıç yükünün 0,1%'i içerisinde olacaktır.

9.2.5 Germe dalgalanmaları

Test örneğindeki germe sabitlendikten sonra test dönemi boyunca test makinesi test örneğinde en fazla $\pm 25 \times 10^{-6}$ olan germe dalgalanmalarını kontrol edecektir. Eğer FTP ankrajlama kısmından kayarsa, kayma mesafesi test sonuçlarını etkilememek üzere telafi edilecektir.

9.2.6 Uzama ölçer ve germe ölçer

Eğer test örneğine bir uzama ölçer veya germe ölçer takılacaksa, uzama ölçer veya germe ölçer Madde 6 hükümleri gereğince olacaktır.

9.2.7 Zamanın ölçülmesi

Test sırasında zamanın geçmesi geçen zamanın 1%'i içerisinde bir doğrulukla uygun ekipmanla (zamanlayıcı, vb.) ölçülecektir.

9.3 Test sıcaklığı

Test sıcaklığı özel koşullar dışında normal olarak $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ aralığında olmalıdır. Sıcaklığın test sonuçları üzerinde büyük öneme sahip olduğu durumlarda, 0°C ve 60°C 'de ek testler yürütülmelidir. Her durumda, test dönemi üzerindeki sıcaklık dalgalanması en fazla $\pm 2^{\circ}\text{C}$ olacaktır.

9.4 Test metodu

9.4.1 Test örneğinin ve ölçüm uzunluğunun montajı

Test örneklerinin ve ölçüm uzunluğunun montajı Madde 6 hükümleri gereğince olacaktır.

9.4.2 Ön germe

Bir test örneği için bir germe ölçerin kullanıldığı durumlarda, önceki germe ölçer takılıp kalibrasyonu yapılmadan önce öngörülen başlangıç yükünün 10% ila 40%'ı kadar bir yük uygulanarak iyice gerilecektir.

9.4.3 Başlangıç yükü

Başlangıç yükü transferde beklenen yük olacaktır. Bu yük bilinmediğinde, tavsiye edilen başlangıç yükü garanti edilen çekme kapasitesinin 70%'i olacaktır.

9.4.4 Başlangıç yükünün uygulanması

- a) Başlangıç yükü test örneğini herhangi bir şok veya titreşime maruz bırakmadan uygulanacaktır.

- b) Test örneğine belirtilen yükleme hızı 200 N/mm²/dakika ± 50 N/mm²/dakika arasında olacaktır.
- c) Test örneği üzerindeki germe test örneğine başlangıç yükü uygulandıktan ve 120 sn. ± 2 sn. süre ile korunduktan sonra tespit edilecektir. Bu süre testin başlama zamanı addedilecektir.

9.4.5 Yük azalmasının ölçülmesi

Aksine mutabık kalınmadıkça, yük azalması genel olarak en az 1 000 saatlik bir süre üzerinden ölçülecektir. Yük azalması test makinesine takılan bir kaydedici tarafından otomatik olarak kaydedilecektir. Test makinesine bir kaydedici takılmamışsa, yük azalması aksine mutabık kalınmadıkça aşağıdaki süreler geçtikten sonra ölçülecek ve kaydedilecektir: 1 dak., 3 dak., 6 dak., 9 dak., 15 dak., 30 dak., 45 dak., 1 s., 1,5 s., 2 s., 4 s., 10 s., 24 s., 48 s., 72 s., 96 s., 120 s. Daha sonraki ölçümler en az her 120 saatte bir yapılmalıdır.

9.5 Hesaplar

9.5.1 Gevşeme değeri

Gevşeme değeri gevşeme testinde ölçülen yükü başlangıç yüküne bölerek hesaplanacaktır.

9.5.2 Gevşeme eğrisi

Gevşeme eğrisi yüzde olarak ifade edilen gevşeme değerinin düşey ekseninde aritmetik ölçekte temsil edildiği ve saat cinsinden ifade edilen test süresinin yatay ekseninde logaritmik ölçekte temsil edildiği yarı logaritmik bir grafik üzerinde çizilecektir. Grafik verilerinden Denklem (11)'de verildiği şekilde en küçük kareler metodu kullanılarak yüzde olarak ifade edilen gevşeme süresi Y için bir yaklaşıklık çizgisi türetililecektir:

$$Y = k_a - k_b \cdot \log t \quad (11)$$

t saat cinsinden ifade edilen zaman;

k_a, k_b ampirik sabitlerdir.

Determinasyon katsayısı r^2 Denklem (12)'de verildiği şekilde hesaplanır:

$$r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [Y_i - (k_a - k_b \cdot \log t_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (12)$$

9.6 Test raporu

Test raporu aşağıdaki maddeleri içerecektir:

- a) test edilen FTP'nin adı, şekli, imal tarihi ve parti numarası;

- b) fiber ve fiber yapıştırıcı malzeme tipi;
- c) test örneklerinin numaraları veya kimlik işaretleri;
- d) adlandırma, anma kesiti alan ve çapı;
- e) test tarihi, test sıcaklığı ve sıcaklık dalgalanmaları;
- f) test makinesi tipi;
- g) başlangıç yükü ve başlangıç yükünün yükleme hızı;
- h) garanti edilmiş çekme kapasitesi, ve başlangıç yükünün garanti edilmiş çekme kapasitesine oranı;
- i) her test örneği için gevşeme eğrisi;
- j) 10 s., 120 s. ve 1 000 saatteki ortalama gevşeme hızları;
- k) bir yaklaşıklık çizgisinin ve determinasyon katsayısının türetilme formülü.

10 Çekme yorulmasına dair test metodu

10.1 Test örnekleri

10.1.1 Test örneklerinin hazırlanması, kullanılması ve boyutları

Test örneklerinin hazırlanması, kullanılması ve boyutları Madde 6 hükümleri gereğince olacaktır.

10.1.2 Test örneklerinin sayısı

Her üç yük seviyesi için en az üç test örneğini test edin. Bir test örneği ankrajlama kısmında iş görmez duruma gelir veya dışarı kayarsa, iş görmez duruma gelen test örneği ile aynı partiden alınan ayrı bir test örneği üzerinde ek bir test yürütülmelidir.

10.2 Test makinesi ve cihazları

10.2.1 Test makinesi

Test makinesi sabit bir yük (gerilme) genliği, azami ve asgari tekrarlanan yük (gerilme) ve sıklığı sağlayabilecektir. Test makinesine test örneğinin iş görmezlik durumuna kadar geçen çevrim sayısını kaydedebilecek bir sayaç takılacaktır. Yükün doğruluğu yük aralığının 1%'i içerisinde olacaktır.

10.2.2 Ankraj

Ankraj Madde 6 hükümleri gereğince olacaktır. İdeal olarak, verili bir test serisindeki bütün test örnekleri için aynı tip ankraj kullanılacaktır.

10.2.3 Germe ölçümleri

Yorulma testlerinin bir parçası olarak germe ölçümleri gerekliyse, test sırasında belirtilen değerin $\pm 1\%$ 'i doğruluğu sağlayabilecek bir uzama ölçer ve germe ölçer kullanılacaktır.

10.3 Test sıcaklığı

Test sıcaklığı genel olarak 5°C ila 35°C aralığında olmalıdır. Sıcaklık değişimlerine duyarlı test örnekleri için belirtilen test sıcaklığı $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ olacaktır.

10.4 Test metodu

10.4.1 Test örneklerinin montajı

Test örneklerinin montajı Madde 6 hükümleri gereğince olacaktır.

10.4.2 Yük düzenlemesi

Bir $S-N$ eğrisinin belirlenmesi amacıyla, aşağıdaki üç metottan biriyle azami ve asgari yükleri düzenleyin.

- Ortalama yükü sabitleyin ve yük genliğini değiştirin.
- Asgari yükü sabitleyin ve azami yükü değiştirin.
- Yük oranını sabitleyin ve azami ve asgari yükü bu sabit orana göre değiştirin.

Karar verilen metodu testin amacına göre belirleyin. Her durumda, iş görmezliğe kadarki çevrim sayısı aralığı 10^3 ila 2×10^6 arasında olacak şekilde en az üç yük seviyesi düzenlenecektir. FTP malzemeleri için tipik $S-N$ eğrileri 0,1 değerinde sabit bir yük (gerilme) oranı R' 'yi kullanırlar.

10.4.3 Frekans

Frekans normal olarak 1 Hz ila 10 Hz aralığı içerisinde olmalıdır.

10.4.4 Testin başlaması

Ortalama yüke kadar statik yüklemekten sonra, tekrarlanan yüklemeye başlayın. Öngörülen yükü hızla ve şok yaratmadan uygulamaya sokun. Azami ve asgari tekrarlanan yükler test süresince sabit kalacaktır. Çevrim sayısının sayılması normal olarak test örneği üzerindeki yük öngörülen yüke ulaştığında başlamalıdır.

10.4.5 Testin sonu

Test örneğinin tamamen ayrılması (kırılması) iş görmezlik durumunu oluşturmuş addedilecektir; iş görmezlik durumuna kadarki çevrim sayısını kaydedin. Eğer test örneği 2×10^6 çevrimden sonra iş göremez duruma gelmezse, teste devam edilmeyebilir. İş göremez duruma düşmemiş olan test örneklerini tekrar kullanmayın.

10.4.6 Teste ara verilmesi

Testler normal olarak her test örneği için testin başlangıcından sonuna kadar ara verilmeden yapılmalıdır. Bir teste ara verildiğinde, ara verme zamanına kadarki çevrim sayısını ve ara verme dönemini kaydedin.

10.5 Hesaplar

10.5.1 Hesaplar

FTP'nin malzeme özelliklerini değerlendirirken ankrajlama kısmından kayan test örneklerine ait verileri dikkate almayın. Ankrajlama kısmında açıkça çekme iş görmezliği veya kaymanın yer aldığı durumlarda, verileri dikkate almayın. Test kısmında iş göremez duruma düşen test örneklerinin sayısı üçten az olmayıncaya kadar ek testler yürütülmelidir.

10.5.2 S-N eğrisi

Azami tekrarlanan gerilme, gerilme aralığı veya gerilme genliği düşey ekseninde aritmetik ölçekte temsil edilerek, ve çevrim sayısı yatay ekseninde logaritmik ölçekte temsil edilerek S-N eğrisini çizin. Ölçüm noktalarının çıktığı yerlerde, çıkan nokta sayısını kaydedin. İş görmez duruma düşmeyen geri kalan test örnekleri için test sonuçlarını temsil eden noktaları belirtmek için sağa dönük oklar ekleyin.

10.5.3 Yorulma dayanımı

Yukarıda tartışılan üç yük kısmı metodundan biri [bak. 10.4.2 a), b) veya c)] ile elde edilen bir S-N eğrisi üzerinde enterpolasyonla 2×10^6 çevrimdeki yorulma dayanımını türetin. Yorulma dayanımını üç anlamlı basamak hassaslığında raporlayın.

10.6 Test raporu

Test raporu aşağıdaki maddeleri içerecektir:

- a) test edilen FTP'nin adı, şekli, imal tarihi ve parti numarası;
- b) fiber ve fiber yapıştırıcı malzeme tipi;
- c) test örneklerinin numaraları veya kimlik işaretleri;
- d) adlandırma, anma kesiti alan ve çapı;
- e) test tarihi, test sıcaklığı ve nem (testin başından sonuna kadar);
- f) her test örneği için azami yük (gerilme), asgari yük (gerilme), yük (gerilme aralığı), iş görmezliğe kadarki çevrim sayısı ve sıklık oranı;
- g) her test örneği için gözlenen iş görmezlik biçiminin kaydı;
- h) S-N eğrisi ve yorulma dayanımı.

11 Alkali direncine dair test metodu

11.1 Test örnekleri

11.1.1 Test örneklerinin hazırlanması

Test öncesinde test örneklerini herhangi bir işleme tabi tutmayın. FTP ızgarası için, dış kısımları test edilmekte olan parçanın performansını etkilemeyecek bir şekilde kesip alarak doğrusal test örnekleri hazırlanabilir.

11.1.2 Test örneklerinin depolanması

Test örneklerini dikkatle depolayın ve test örneklerinin örneklenmesi ve hazırlanması sırasında test örneklerinin malzeme özelliklerinde değişikliğe yol açabilecek olan deformasyon, ısıtma ve morötesi ışınlarla maruz kalmaya karşı koruyun.

11.1.3 Test örneklerinin uzunluğu

Test örneğinin uzunluğu 100 mm veya FTP çubuğun anma çapının 40 mislinden az olmayacaktır. İplikli bir FTP çubuğu için, uzunluk yukarıdaki hükümler gereğince ve iplik adımının 2 mislinden çok olacaktır.

11.1.4 Test örneklerinin sayısı

Ön ve art daldırmalı çekme testi için en az beş test örneğini test edin. Bir test örneğinin ankrajlama kısmında iş görmez duruma gelmesi veya dışarı kayması durumunda, iş görmez duruma gelen test örneği ile aynı partiden alınan ayrı bir test örneği üzerinde ek bir test yürütülmelidir.

11.2 Alkali eriyiğine daldırma

11.2.1 Alkali eriyiğinin hazırlanması

Daldırma için kullanılan alkali eriyiği betonda bulunan gözenek eriyiği ile aynı kompozisyonda olacaktır. Eriyiğin başlangıç pH değeri 13'ün üzerinde olmalıdır. Örneğin, alkali eriyiğinin kompozisyonu 1 l iyonsuzlaştırılmış su içinde 8,0 g NaOH ve 22,4 g KOH içermektedir.

11.2.2 Eriyiğin test örneğinin içine sızmasının önlenmesi

Eriyiğin daldırma sırasında test örneklerinin uçları yolu ile sızmasını önlemek için, test örneklerinin her iki ucunu epoksi reçine ile kaplayın ve kürlenmeye bırakın.

11.2.3 Daldırma sıcaklığı

Daldırma için belirtilen sıcaklık $60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ olacaktır.

11.2.4 Test örneğinin montajı

Test örneğini daldırma aparatının üzerine monte edin. Gerekliyse, test örneğine bir çekme kuvveti uygulanacaktır. Alkali eriyiğinin havadan CO_2 emmesini ve daldırma sırasında suyun buharlaşmasını önleyin.

11.2.5 Daldırma dönemi

Belirtilen daldırma dönemi bir ay olacaktır.

11.2.6 Art daldırma işlemi

Daldırma sonrasında test örneğini suda yıkayın.

11.3 Dış görünüm ve kütle değişikliği

11.3.1 Alkali eriyiğinin muayenesi

Alkali direnç testi öncesinde ve sonrasında alkali eriyiğinin pH değerini ölçün.

11.3.2 Dış görünüm

Test örneğinin alkali direnç testi öncesindeki ve sonrasındaki dış görünümünü renk, yüzey durumu ve şekil değişikliği bakımından inceleyin. Gerekliyse, test örneği kısımlara ayrılıp cilalanabilir ve bir mikroskop kullanılarak kesitin durumu incelenebilir.

11.3.3 Kütle değişikliğinin ölçümü

Daldırma sonrasında, test örneğinden epoksi reçine uygulanmış olan uçları alın; test örneğini kurutun ve kütleyi kütle sabit oluncaya kadar ölçün. Denklem (13)'ü kullanarak $R_{\Delta m}$ yüzde kütle kaybı hızını hesaplayın:

$$R_{\Delta m} = \left[\frac{(m_0 / L_0) - (m_1 / L_1)}{m_0 / L_0} \right] \times 100 \quad (13)$$

m_0 gram cinsinden ifade edilen daldırma öncesi kütledir;

L_0 milimetre cinsinden ifade edilen daldırma öncesi uzunluktur;

m_1 gram cinsinden ifade edilen daldırma sonrası kütledir;

L_1 milimetre cinsinden ifade edilen, daldırma sonrasında iki ucu alınan test örneğinin uzunluğudur.

11.4 Çekme testi

11.4.1 Test makinesi ve cihazları

Test makinesi ve cihazları Madde 6 hükümleri gereğince olacaktır.

11.4.2 Test sıcaklığı ve test metodu

Test sıcaklığı ve test metodu Madde 6 hükümleri gereğince olacaktır.

11.5 Hesaplar

11.5.1 Hesaplar

FTP çubuğun malzeme özelliklerini sadece test kısmında iş görmezliğe düşen test örnekleri esasında değerlendirin. Ankrajlama kısmında çekme iş görmezliği veya kayma yer alırsa, verileri dikkate almayın. Test kısmında iş görmezliğe düşen test örneklerinin sayısı beşten az olmayıncaya kadar ek testler yürütülmelidir.

11.5.2 Çekme kapasitesini koruma hızı

Yüzde cinsinde iade edilen R_{et} çekme kapasitesini koruma hızını Denklem (14)'e göre iki anlamlı basamak hassaslığında hesaplayın:

$$R_{et} = \frac{F_{u1}}{F_{u0}} \times 100 \quad (14)$$

F_{u1} newton cinsinden ifade edilen daldırma sonrası çekme kapasitesidir;

F_{u0} newton cinsinden ifade edilen daldırma öncesi çekme kapasitesidir.

11.6 Test raporu

Test raporu aşağıdaki maddeleri içerecektir:

a) temel bilgiler:

- test edilen FTP'nin adı, şekli, imal tarihi ve parti numarası;
- fiber ve fiber yapıştırıcı malzeme tipi;
- test örneklerinin numaraları veya kimlik işaretleri;
- adlandırma, anma kesiti alan ve çapı;
- daldırma başlangıç ve son tarihi;

b) alkali eriyiğine daldırmaya ilişkin bilgiler:

- alkali eriyiğinin kompozisyonu, pH, sıcaklık, daldırma dönemi ve süresi;
- çekme yükü ve çekme yükünün anma çekme kapasitesine oranı (eğer çekme yapılmamışsa, bu olgu kaydedilmelidir);
- dış görünüm gözlem kaydı, ve kütle kayıp hızı;

c) çekme testine ilişkin bilgiler:

- test sıcaklığı ve yükleme hızı;
- daldırılmış ve daldırılmamış test örneklerine ait çekme kapasiteleri, çekme kapasitesi ve çekme dayanımı ortalamaları ve standart sapmaları;

- bütün daldırılmış ve daldırılmamış test örneklerine ait çekme rijitliği, Young modülüsü ve bunların ortalamaları;
- bütün daldırılmış ve daldırılmamış test örneklerine ait kopma gemesi, ve ortalama kopma gemesi;
- çekme kapasitesini koruma hızı;
- bütün daldırılmış ve daldırılmamış test örneklerine ait gerilme-germe eğrisi.

12 Sünme iş görmezliğine dair test metodu

12.1 Test örnekleri

12.1.1 Test örneklerinin hazırlanması, kullanılması ve boyutları

Test örneklerinin hazırlanması, kullanılması ve boyutları Madde 6 hükümleri gereğince olacaktır.

12.1.2 Test örneklerinin sayısı

Her test durumu için en az üç test örneğini test edin. Bir test örneği ankrajlama kısmında iş görmez duruma gelir veya dışarı kayarsa, iş görmez duruma gelen test örneği ile aynı partiden alınan ayrı bir test örneği üzerinde ek bir test yürütülmelidir.

12.2 Test çerçevesi ve cihazları

12.2.1 Test çerçevesi ve cihazları

Test örneği deforme olsa bile, test çerçevesi ve cihazları sabit ve sürekli yükü koruyabilecektir.

12.2.2 Ankraj

Ankraj Madde 6 hükümleri gereğince olacaktır.

12.2.3 Uzama ölçer ve germe ölçer

Uzama ölçer ve germe ölçer Madde 6 hükümleri gereğince olacaktır.

12.2.4 Zamanın ölçümü

Test sırasında zamanın geçmesi geçen zamanın 1%'i içerisinde bir doğrulukla uygun ekipmanla (zamanlayıcı, vb.) ölçülecektir.

12.3 Test sıcaklığı

Sıcaklık özel koşullar dışında 20°C ± 2°C aralığında olmalıdır.

12.4 Çekme kapasitesi

Çekme kapasitesi Madde 6 hükümleri gereğince hesaplanacaktır.

12.5 Test metodu

12.5.1 Test örneğinin ve ölçme uzunluğunun montajı

Test örneğinin ve ölçme uzunluğunun montajı Madde 6 hükümleri gereğince olacaktır.

12.5.2 Yükleme

- Test örneğinin herhangi bir şok veya titreşime maruz kalmasını önlemek için yükleme sırasında dikkatli olun.
- Yükleme derhal yapın ve başlangıç yüklemesi zamanını kaydedin.
- Sünme testi ölçümünün test örneğine uygulanacak öngörölmüş yükleme tamamlandığı anda başlaması düşünülmektedir.
- Sünme kuvvetinin anma rakamında 2% veya daha fazla azalmaya izin verilmeyecektir.

12.5.3 Uygulanacak sürekli yüklerin seçilmesi

- Sünme testlerini çekme kapasitesi esasında seçilecek en az beş yük oranı durumu kümesi için yapın.
- Bir yük oranı durumu kümesi 1 000 yükleme saati sonrasında üç test örneğinin iş görmez duruma düşmediği şekilde olacaktır.

12.5.4 Sünme girmesinin ölçülmesi

Sünme girmesi test makinesine takılan bir kaydedici tarafından otomatik olarak kaydedilecektir. Test makinesine bir kaydedici takılmamışsa, sünme girmesini aşağıdaki süreler geçtikten sonra ölçün ve kaydedin: 1 dak., 3 dak., 6 dak., 9 dak., 15 dak., 30 dak., 45 dak., 1 s., 1,5 s., 2 s., 4 s., 10 s., 24 s., 48 s., 72 s., 96 s. ve 120 s. ve daha sonra asgari her 120 saatte bir ölçüm olmak üzere her 24 saatte bir.

12.6 Hesaplar

12.6.1 Verilerin ele alınması

FTP çubuğun malzeme özelliklerini sadece test kısmında iş görmezliğe düşen test örnekleri esasında değerlendirin. Ankrajlama kısmında çekme iş görmezliği veya kayma yer alırsa, verileri dikkate almayın; test kısmında iş görmezliğe düşen test örneklerinin sayısı üçten az olmayıncaya kadar ek testler yürütölmelidir.

Yüklemenin başlangıcında kırılan test örneklerine ait verileri dikkate almayın. Böyle durumlarda, sadece uygulanan yükü ve sünme iş görmezlik süresini kaydedin, ancak bunları verilerden çıkartın; ek test yapmak lazım değildir.

12.6.2 Yük oranı / sünme iş görmezlik süresi eğrisi

Sünme testine tabi tutulan her test örneği için, yük oranı / sünme-iş görmezlik süresi eğrisi yük oranının düşey ekseninde aritmetik ölçekte temsil edildiği ve saat cinsinden ifade edilen sünme-iş görmezlik süresinin yatay ekseninde logaritmik ölçekte temsil edildiği yarı logaritmik bir grafik üzerinde çizilecektir.

12.6.3 Sünme iş görmezlik doğrusal grafiği

R_{yc} sünme yükü oranı esasında bir sünme-iş görmezlik doğrusal grafiği hazırlayın ve Denklem (12) ve (15)'e göre en küçük kareler metodunu kullanarak grafiği çizilen verilere en uygun çizgiyi hesaplayın:

$$R_{yc} = k_a - k_b \cdot \log t \quad (15)$$

12.7 Test raporu

Test raporu aşağıdaki maddeleri içerecektir:

- a) test edilen FTP'nin adı, şekli, imal tarihi ve parti numarası;
- b) fiber ve fiber yapıştırıcı malzeme tipi;
- c) test örneklerinin numaraları veya kimlik işaretleri;
- d) adlandırma, anma kesiti alan ve çapı;
- e) test tarihi, test sıcaklığı;
- f) test çerçevesi ve cihazlarının tipi ve adı;
- g) ankrajın tipi ve adı;
- h) her test örneği için çekme kapasitesi, ve ortalama çekme kapasitesi ve çekme dayanımı;
- i) başlangıç yükleme zamanı;
- j) yük oranı / sünme iş görmezlik süresi eğrisi;
- k) her test örneği için sünme gemesi /süre eğrisi;
- l) bir yaklaşıklık çizgisinin ve determinasyon katsayısının türetilme formülü.

13 Enine kesme gerilmesine dair test metodu

13.1 Test örnekleri

13.1.1 Test örneklerinin hazırlanması

Test örnekleri herhangi bir işleme tabi tutulmayacak ve olabildiğince düz olacaktır. Çok eğrilmiş test örnekleri kullanılmamalıdır.

13.1.2 Test örneklerinin kullanılması

Test örneklerini elde ederken ve hazırlarken, test örneklerinin test kısımlarını malzeme özelliklerinde değişikliğe yol açabilecek olan deformasyon, ısıtma ve açık havada morötesi ışınlarla maruz bırakmaktan kaçının.

13.1.3 Test örneklerinin uzunluğu

Test örnekleri FTP çubukların anma çapına bakılmaksızın sabit olacaktır. Uzunluk kesme düzlemi aralığının 5 mislinden daha az ve 300 mm'den daha çok olmayacaktır.

13.1.4 Test örneklerinin sayısı

En az üç test örneğini test edin. Eğer bir test örneği fiberlerde, iş görmezliğin kesme nedeniyle olmadığını belirten, belirgin çekip çıkarma gösterirse, iş görmez duruma gelen test örneği ile aynı partiden alınan ayrı bir test örneği üzerinde ek bir test yürütülmelidir.

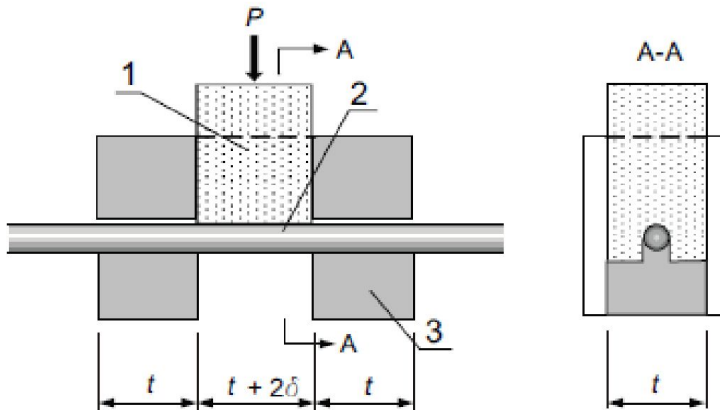
13.2 Test makinesi ve cihazları

13.2.1 Test makinesi

Test makinesi ISO 7500-1 gereklerine uygun olmalıdır. Test makinesi test örneklerinin çekme kapasitesinin üzerinde bir yükleme kapasitesine sahip olacak ve gereken yükleme hızında yükleme uygulayabilecektir. Test makinesi ayrıca test sırasında 1% doğrulukta yükleme okumaları yapabilecektir.

13.2.2 Kesme testi aparatı

Kesme testi aparatı (bak. Şekil 7 ila 9) çubuk şeklindeki test örneği iki düzlem üzerinde eşzamanlı olarak test örneğinin aksenal yönüne dik yüzler boyunca birbirine yaklaşan iki bıçak (kenar) tarafından kesilecek şekilde yapılacaktır. Yukarıdaki ve aşağıdaki bıçaklar arasındaki aksenal yöndeki uyuşmazlık 0 mm ila 0,5 mm seviyesinde olacak ve olabildiğince küçültülecektir. Kesme düzlemleri arasındaki belirtilen mesafe 50 mm olacaktır.



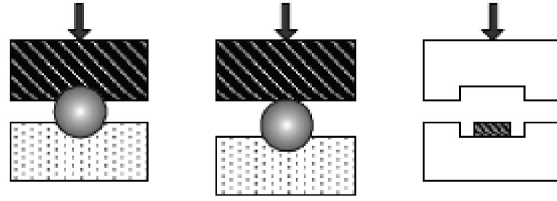
Anahtar

1 içeri itilen kesici

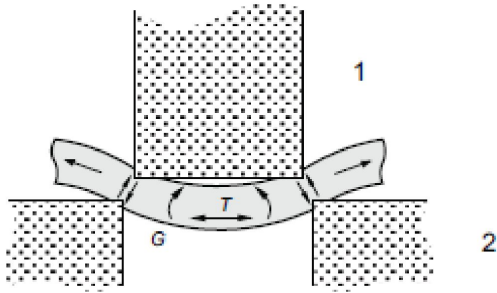
2 test örneği

3 test örneği tutucusu

Şekil 7 – Çifte kesme test makinesi (enine kesme testi)



Şekil 8 – Test örneklerinin kombinasyonları ve test makinesi temas yüzeyleri



Anahtar

1 üst bıçak

2 alt bıçak

Şekil 9 – Test örneği üzerinde etki yapan test aparatından gelen temas gerilmelerinin kavramsal şeması

13.3 Test sıcaklığı

Sıcaklık genel olarak 5°C ila 35°C aralığında olmalıdır. Sıcaklığa duyarlı test örnekleri için belirtilen test sıcaklığı 20°C ± 2°C olacaktır.

13.4 Test metodu

13.4.1 Test örneğinin montajı

Test örneğini kesme aparatının merkezine, üst yükleme cihazına geçecek şekilde monte edin. Yükleme cihazlarının temas yüzeyleri arasında boşluk görülmemelidir.

13.4.2 Yükleme hızı

Belirtilen en yükleme hızı kesme gerilmesi 30 N/mm²/dakika ila 60 N/mm²/dakika arasındaki bir hızda artacak şekilde olacaktır. Test örneğini şoka maruz bırakmadan yüklemeyi tekdüze şekilde uygulayın.

13.4.3 Testin kapsamı

Test örneği iş görmez duruma düşene kadar yüklemeye devam edin. İş görmezlik yükünü üç anlamlı basamak hassaslığında kaydedin. İki yırtılma yüzünün varlığı nedeniyle yüklemenin geçici olarak azaltılabileceği kaydedilmelidir.

13.5 Hesaplar

13.5.1 Verilerin kullanılması

Kesme nedeniyle olsun veya olmasın, iş görmezliği gözle muayene ile belirleyin. Eğer fiberlerin çekip çıkartıldığı açıksa, verileri dikkate almayın; kesme nedeniyle iş görmez duruma gelen test örneklerinin sayısı üçten az olmayıncaya kadar ek testler yürütülecektir.

13.5.2 Kesme dayanımı

Newton / milimetre kare cinsinden ifade edilen τ_s kesme dayanımını Denklem (16)'ya göre üç anlamlı basamak hassaslığında hesaplayın:

$$\tau_s = \frac{P_s}{2 A} \quad (16)$$

P_s newton cinsinden ifade edilen kesme iş görmezlik yüküdür;

A milimetre kare cinsinden ifade edilen test örneği anma kesit alanıdır.

13.6 Test raporu

Test raporu aşağıdaki maddeleri içerecektir:

- a) FTP'nin adı;
- b) fiber ve fiber yapıştırıcı malzeme tipi;

- c) test örneklerinin numaraları veya kimlik işaretleri;
- d) adlandırma, anma kesiti alan ve çapı;
- e) test tarihi, test sıcaklığı, yükleme hızı;
- f) çift kesme yüzü arasındaki aralık;
- g) her test örneği için kesme iş görmezlik yükü, ortalama kesme iş görmezlik yükü ve kesme dayanımı;
- h) her test örneğinin iş görmezlik biçimi.

14 Eğilmede çekme özelliklerine dair test metodu

14.1 Test örnekleri

14.1.1 Test örneklerinin hazırlanması ve kullanılması

Test örneklerini Madde 6 hükümleri gereğince hazırlayın ve kullanın.

14.1.2 Test örneklerinin uzunluğu

Test örneğinin uzunluğu test kısmının uzunluğu artı ankrajlama kısmı uzunluğu olacaktır. Test kısmının uzunluğu ankrajlardan bel vermiş kısma kadar 100 mm'den ve FTP çubuğun anma çapının 40 mislinden az olmayacaktır. İplik şeklindeki bir FTP çubuğu için, ek bir koşul olarak, uzunluk iplik adımının 2 mislinden az olmayacaktır.

14.1.3 Test örneklerinin sayısı

Test örneklerinin sayısı her test koşulu (eğilme çaplarının ve eğilme açılarının kombinasyonu) için üçten az olmayacaktır. Eğer 95% çekme kapasitesi altında test örneği ankrajlama kısmında açıkça iş göremez duruma düşer veya dışarıya kayarsa, aynı partiden alınan ayrı bir test örneği üzerinde ek bir test yapılacaktır.

14.2 Test ünitesi ve cihazları

14.2.1 Test ünitesi

Test ünitesi bir yükleme cihazı, yük göstergesi, ankraj tutucu ve deflektör içerecektir. Test makinesi ayrıca testi çekme iş görmezlik durumuna kadar devam ettirebilecek bir yapıya sahip olacaktır.

14.2.2 Yükleme cihazı

Yükleme cihazı test örneğinin çekme kapasitesinin üzerinde bir yükleme kapasitesine sahip olacak ve gereken yükleme hızında yük uygulayabilecektir.

14.2.3 Yük göstergesi

Yük göstergesi test örneğinin iş görmezlik durumuna düşmesine kadarki iş görmezlik yükünün 1%'nden daha az olmayan doğrulukta yükleri gösterebilecektir.

14.2.4 Ankraj tutucu

Ankraj tutucu test örneğinin geometrisine uygun olacak ve yükleri test makinesinden test örneğine doğru şekilde iletebilecektir. Burulma veya eğilme kuvvetini iletmeden test örneğine sadece eksenel yükleri iletebilecek şekilde yapılandırılacaktır.

14.2.5 Deflektör

Deflektör test sırasında test örneği iş görmezlik durumuna düşünceye kadar gerekli eğilme açısı ve eğilme çapını koruyabilecektir. Deflektörün test örneği ile temas eden yüzeyi sağlam ve düzgün olacaktır.

14.2.6 Test sıcaklığı

Belirtilen test sıcaklığı aksine mutabık kalınmadıkça 5°C ila 35°C aralığında olacaktır. Sıcaklık değişimlerine duyarlı test örnekler için test sıcaklığı 20°C ± 2°C olacaktır.

14.3 Test metodu

14.3.1 Test hazırlığı

Eğilme çapı ve eğilme açısı test için uygun şekilde düzenlenecektir. Bu kombinasyon daha sonra tek bir test durumunu oluşturmaktadır. Bir şartname konfigürasyonu olarak, test örneğinde sadece bir bel vermiş kısım ayarlanacaktır.

14.3.2 Test örneğinin montajı

Test örneğini test ünitesinin üzerine monte ederken gerekli eğilme açısını ve eğilme çapını test sırasında bel vermiş kısımda tutmaya dikkat edin.

14.3.3 Yükleme hızı

Standart yükleme hızı dakikada 1% germe ± 50% eşdeğerinde sabit bir germe hızında olacaktır.

14.3.4 Testin kapsamı

Test örneği iş görmezlik durumuna düşünceye kadar yüklemeyi uygulayın. Yükü ve iş görmezlik pozisyonunu ölçün ve kaydedin.

14.4 Hesaplar

14.4.1 Verilerin kullanılması

FTP çubuğun malzeme özelliklerini sadece test kısmında iş görmezliğe düşen test örnekleri esasında değerlendirin. Çekme kapasitesinin 95%'inin altında ankrajlama kısmında çekme iş görmezliği veya kaymanın açıkça yer aldığı durumda, verileri dikkate almayın.

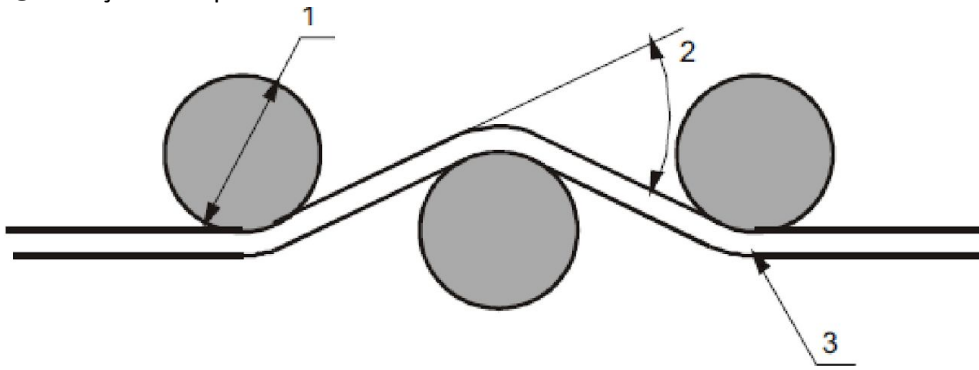
14.4.2 Eğilmeli çekme kapasitesi

Her test durumu kümesi için ortalama, azami ve asgari eğilmeli çekme kapasitesini hesaplayın.

14.5 Test raporu

Test raporu aşağıdaki maddeleri içerecektir:

- test edilen FTP'nin adı, şekli, imal tarihi ve parti numarası;
- fiber ve fiber yapıştırıcı malzeme tipi;
- test örneklerinin numaraları veya kimlik işaretleri;
- adlandırma, anma kesiti alan ve çapı;
- test tarihi, test sıcaklığı, yükleme hızı;
- FTP çubuğun yüzeyinin durumu (herhangi bir kaplamanın malzemesi, kalınlığı, konfigürasyonu, vb.);
- bel vermiş kısmın yüzey pozisyonunun eğilme açısı, dış çapı, eğilme çapı oranı, malzeme ve yüzey konfigürasyonu;
- her test örneği için eğilmeli çekme kapasitesi;
- her test örneği için iş görmezlik yeri ve biçimi;
- 14.5 g)'deki her durum kümesine ait test örneklerinin sayısı, ortalama, azami ve asgari eğilmeli çekme kapasitesi.



Anahtar

- 1 eğilme çapı
- 2 eğilme açısı
- 3 FTP çubuğu

Şekil 10 – Deflektör örneği



Şekil 11 – Test ünitesinin ve cihazlarının fotoğrafı

15 Termo-mekanik analiz ile boyuna ısı genleşme katsayısına dair test metodu

15.1 Test örnekleri

15.1.1 Test örneklerinin test öncesi kürlenmesi

Test öncesinde, aksine mutabık kalınmadıkça, test örnekleri ISO 291:2008, Madde 6 gereğince, sınıf 2 sıcaklık ve nispi nem koşulları altında, en az 24 saat süre ile $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve $(50 \pm 10)\%$ nispi nemde tutulacaktır. Test örnekleri daha sonra eğilmenin yol açtığı germeyi gidermek için ve nemi gidermek ve havalandırmak üzere normal olarak 48 saat süre ile azami test sıcaklığında tutulacaktır.

15.1.2 Test örneklerinin boyutları

FTP çubuktan kesilen ve çapı veya genişliği 5 mm'den fazla olmayan yuvarlak veya kare kesitli şartname test örneği 20 mm uzunlukta olacaktır.

15.1.3 Test örneklerinin sayısı

Test örneklerinin sayısı üçten az olmayacaktır.

15.2 Test yapma cihazı

15.2.1 Test yapma cihazı

Test yapmak için kullanılan termomekanik analiz (TMA) aparatı basınç modunda ölçme yapabilecek, test örneği çevresinde sabit bir atmosfer sağlayabilecek ve test örneğinin sıcaklığını sabit bir hızda yükseltebilecektir.

15.2.2 Test yapma cihazının kalibrasyonu

Yer değiştirme ölçerin hassaslık kalibrasyonu ISO 3611 gereğince harici bir mikrometre veya test yapma makinesine ekli bir mikrometre kullanarak periyodik olarak yürütülecektir.

Sıcaklık ölçerin kalibrasyonu erime noktası bilinen saf bir madde kullanılarak yürütülecektir.

15.2.3 Test yapma cihazının kurulumu

TMA aparatı test sırasında titreşime maruz kalmayacağı bir yere kurulacaktır.

15.3 Test metodu

Test prosedürü aşağıdaki gibidir.

- Test örneğini, ölçme çubuğunu ve test platformunu temizleyin ve test örneğini dik olarak ve, mümkünse, platforma yapıştırılarak yerleştirin.
- Ölçme çubuğunu test örneğinin merkezine basınç uygulamadan yerleştirin.
- Test örneğinin çevresindeki atmosfer 500 ml/dak ila 100 ml/dak aralığında sağlanan debiye sahip kuru hava (0,1% kütle kesrinden fazla olmayan su içeriği) veya nitrojen (0,001% kütle kesrinden fazla olmayan su içeriği, 0,001% kütle kesrinden fazla olmayan oksijen içeriği) içerecektir.
- Yükü oda sıcaklığında ölçme çubuğunun ucuna hafifçe uygulayın; aksine mutabık kalınmadıkça, sıcaklık önce 0°C'ye düşürülecek, sonra 60°'ye yükseltilecek ve test örneğinin tüm yer değiştirme süreci kaydedilecektir.
- Sıcaklık artış hızı 5°C/dakikadan fazla olmayacaktır.
- Test örneği üzerine etkiyen basınç gerilmesi yaklaşık 3 mN/mm² olacaktır.

15.4 Hesaplar

15.4.1 Isıl genleşme katsayısı

Test örneğinin ölçülen T_1 ve T_2 sıcaklık aralığı içerisinde Celsius derece tersi cinsinden ifade edilen α_{sp} ısı genleşme katsayısı Denklem (17)'e göre hesaplanacaktır:

$$\alpha_{sp} = (\Delta L_{spm} - \Delta L_{refm}) / [L_0 \times (T_2 - T_1)] + \alpha_{set} \quad (17)$$

ΔL_{spm} test örneğinin T_1 sıcaklığı ve T_2 sıcaklığı arasında mikrometre cinsinden ifade edilen

uzunluk farkıdır;

ΔL_{refm} uzunluk kalibrasyonu için şartname test örneğinin T_1 sıcaklığı ve T_2 sıcaklığı arasında mikrometre cinsinden ifade edilen uzunluk farkıdır;

L_0 test örneğinin oda sıcaklığında mikrometre cinsinden ifade edilen uzunluğudur;

T_2 ısı genleşme katsayısının hesaplanmasına ait azami sıcaklık olup normalde 60°'dir;

T_1 ısı genleşme katsayısının hesaplanmasına ait asgari sıcaklık olup normalde 0°'dir;

α_{set} uzunluk kalibrasyonu için şartname test örneğinin T_1 ve T_2 sıcaklıkları arasında hesaplanan ve Celsius derece tersi cinsinden ifade edilen ısı genleşme katsayısıdır.

Test örneğinin ve uzunluk kalibrasyonu için şartname test örneğinin eşzamanlı olarak ölçüldüğü aparat için, Denklem (17)'de ΔL_{refm} 0'a eşit olacaktır.

15.4.2 Nümerik değerlerin yuvarlanması

Her iki ısı genleşme katsayısı altı ondalık basamağa (10^{-7}) kadar hesaplanacak ve ortalama değer beş ondalık basamağa (10^{-6}) yuvarlanacaktır. Eğer ortalama değer 1'den küçükse, altı ondalık basamak (10^{-7}) olarak ifade edilecektir.

15.5 Test raporu

Test raporu aşağıdaki maddeleri içerecektir:

- a) test edilen FTP'nin adı, şekli, imal tarihi ve parti numarası;
- b) fiber ve fiber yapıştırıcı malzeme tipi;
- c) test örneklerinin numaraları veya kimlik işaretleri;
- d) adlandırma, anma kesiti alan ve çapı;
- e) test tarihi;
- f) test örneklerinin boyutları;
- g) test öncesi kütleme metodu;
- h) test makinesinin tipi;
- i) test sırasında ortam atmosferinin tipi ve debisi;
- j) sıcaklık kalibrasyonu için kullanılan maddenin adı ve alınan ölçümler;
- k) uzunluk kalibrasyonu için şartname test örneğinin tipi;
- l) ısı genleşme katsayısının ölçüldüğü sıcaklık aralığı ve temsil edici sıcaklık;
- m) her test örneği için TMA eğrisi;

- n) her test örneği için ısı genleşme katsayısı, ve ortalama ısı genleşme katsayısı.

Kaynakça

- [1] ISO 31-0:1992, *Miktarlar ve birimler – Bölüm 0: Genel ilkeler*