



Cam Elyaf Takviyeli Betonun Üretim, Kürleme ve Test için Kılavuz Spesifikasyon

**Uluslararası
Cam Elyaf Takviyeli Beton
Derneği (GRCA)**

Ekim 2017

Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA), Cam Elyaf Takviyeli Beton sektörüyle bağlantılı diğer derneklerle de ilişki kurmaktadır. Detaylı bilgi ve GRCA Üyelerinin tam listesi, Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA) web sitesinde mevcuttur: www.grca.org.uk.

GRCA üyeliği şu kişi ve şirketlere açıktır:

- Cam Elyaf Takviyeli Beton ürünleri üreten veya geliştiren şirketler,
- Sektörde sistem veya malzeme tedarik edenler,
- Mesleki ortaklıklar veya danışmanlar,
- Diğer ilgili taraflar.

Üye Ortaklık, Cam Elyaf Takviyeli Beton üretimiyle uğraşmayan, küçük şirketler hariç olmak üzere tüm gerçek kişilere açıktır.

Cam Elyaf Takviyeli Betonun Üretim, Kütleme ve Test İşlemleri Hakkında Spesifikasyon.

Yayımlayan: Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA).

Sürümün yayımlanma tarihi: Ekim 2017

ISBN 0 946691 78 9

© Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA)

Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği

PO Box 1454,
NORTHAMPTON
NN2 1DZ
Birleşik Krallık

Tel: +44 (0) 330 111 GRCA
+44 (0) 330 111 4722

Web: www.grca.org.uk

E-posta: info@grca.org.uk

Bu dokümanda yer alan tüm tavsiyeler genel kılavuz niteliğindedir ve herhangi bir rapor veya şartname için kullanılmadan önce mevcut kullanım koşullarına göre gözden geçirilmelidir. Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA) bu dokümanın hazırlanmasında her tür özeni göstermişse de, Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA), üyeleri, çalışan taraflar veya temsilciler bu dokümandaki hata, eksiklik veya ihmallerden ötürü hiçbir sorumluluk kabul etmez.

Tüm hakları saklıdır. Bu yayının hiçbir bölümü, Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği'nin (GRCA) önceden yazılı izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi, kayıt veya başka ortamlar dahil hiçbir ortamda saklanamaz, çoğaltılamaz veya aktarılamaz.

CAM ELYAF TAKVİYELİ BETONUN ÜRETİM, KÜRLEME VE TEST İŞLEMLERİ HAKKINDA SPESİFİKASYON

İÇİNDEKİLER	SAYFA
GİRİŞ	4
1. BÖLÜM: GİRİŞ	5
1.1 Kapsam	
1.2 Referanslar	
1.3 Tanımlar	
2. BÖLÜM: BİLEŞEN MALZEMELER	7
2.1 Alkaliye dirençli cam elyaf	
2.2 Çimento	
2.3 İnce agrega	
2.4 Su	
2.5 Katkı maddeleri	
2.6 Akrilik polimerler	
2.7 Pigmentler	
2.8 Diğer bileşen malzemeler	
3. BÖLÜM: CAM ELYAF TAKVİYELİ BETONUN BİLEŞKESİ	9
3.1 Karışım tasarımı [Sınıf 8, 10 VE 18]	
4. BÖLÜM: ÜRETİM	10
4.1 Eşzamanlı püskürtmeyle üretim	
4.2 Ön karışım yöntemiyle üretim	
4.3 Kalıptan çıkarmadan önce muhafaza etme	
4.4 Kalıptan çıkarma	
4.5 Kürleme	
4.6 Muhafaza, elleçleme ve taşıma	
5. BÖLÜM: KALİTE KONTROL VE KALİTE GÜVENCESİ	13
5.1 Genel	
6. BÖLÜM: NUMUNE ALMA	13
6.1 Numune alma ve numune levhaları	
6.2 Test sıklığı	
7. BÖLÜM: TESTLER	13
7.1 Cam elyaf içeriği	
7.2 Orantısallık limiti ve kopma katsayısı	
7.3 Kütle yoğunluğu, su absorpsiyonu ve görünür porozite	
7.4 Diğer testler	
8. BÖLÜM: UYUMLULUK	14
8.1 Genel	
8.2 Minimum uyumluluk değerleri	
9. BÖLÜM: UYUMSUZLUK	14
9.1 Uyumsuzluk durumu	
9.2 Uyumsuzluk durumunda yapılacaklar	
DİĞER YAYINLAR	15

GİRİŞ

Bu Spesifikasyon, mimarların, mühendislerin ve şartname hazırlayıcıların Cam Elyaf Takviyeli Beton hakkında spesifikasyon/şartname hazırlayabilmelerine yardımcı olmayı amaçlar. Ham madde temininden üretim, kütleme ve depolama yöntemlerine, kalite güvencesinden testlere kadar Cam Elyaf Takviyeli Beton (GRC) üretiminin tüm unsurlarını kapsar.

Ele alınan Cam Elyaf Takviyeli Beton sınıfları:

- Genel amaçlı dökme ön karışım Cam Elyaf Takviyeli Beton: Sınıf 8 ve 8P
- Püskürtmeli ön karışım veya yüksek kaliteli dökme ön karışım Cam Elyaf Takviyeli Beton: Sınıf 10 ve 10P
- Normal püskürtmeli Cam Elyaf Takviyeli Beton: Sınıf 18 ve 18P

Buradaki "P", Cam Elyaf Takviyeli Beton karışım tasarımında "akrilik polimer emülsiyonu" kullanıldığını ifade eder.

Şartname hazırlayıcı, gereken Cam Elyaf Takviyeli Beton sınıfını üreticiyle istişare ederek seçmelidir. Bu sayede şartname hazırlayıcı ürünün spesifikasyonlara uygun üretilip test edilmesini sağlayabilir.

Spesifikasyon bir "malzeme" ve "üretim" spesifikasyonudur. Ürünün mühendislik tasarımına uygun bir malzeme sınıfı seçilebilmesi için mutlaka bir mühendisin görüşü alınmalıdır. Bu Spesifikasyon, önceki tüm GRCA Cam Elyaf Takviyeli Beton spesifikasyonlarının yerini alır. GRCA Teknik Grubu tarafından hazırlanmıştır.

Bu Spesifikasyon, GRCA'nın yayımladığı "Cam Elyaf Takviyeli Beton Malzeme Test Yöntemleri" dokümanıya birlikte kullanılmalıdır.

1 GİRİŞ

1.1 Kapsam

Bu Spesifikasyon, Cam Elyaf Takviyeli Betonun üretim, kütleme ve test işlemleri hakkında gereklilikleri ortaya koyar. Üç farklı yöntemle üretilmiş Cam Elyaf Takviyeli Beton sınıflarının detaylı gerekliliklerini sunar:

- "Püskürtme" Sınıfları 18 ve 18P
- "Ön Karışım" Sınıfları 10 ve 10P
- "Ön Karışım" Sınıfları 8 ve 8P

Buradaki "P", Cam Elyaf Takviyeli Beton karışım tasarımında "akrilik termoplastik polimer emülsiyonu" kullanıldığını ifade eder.

Spesifikasyon, polimer içeren ve içermeyen tüm karışımları kapsar. Üretici uygun Sınıfı ürünün tasarım mühendisiyle istişare ederek seçmelidir. Bu seçim Alıcı tarafından onaylanmalıdır.

1.2 Referanslar

Bu Spesifikasyonda bahsi geçen standartlar ve diğer yayınlar, "Diğer Yayınlar" kısmında listelenmiştir.

1.3 Tanımlar

Agrega / çimento oranı

Cam Elyaf Takviyeli Betondaki toplam kuru agreganın kütlelerinin kuru çimento kütlelerine oranı.

AMS

GRCA Onaylı Üretici Listesi (AMS).

AMS Üyesi

GRCA tarafından yetkilendirilmiş bağımsız bir kurum tarafından denetlenen ve GRCA'ya AMS Üyesi olarak kabul edilen, Cam Elyaf Takviyeli Beton Üreticisi bir GRCA Üyesi.

Torba ve kova testleri

Cam Elyaf Takviyeli Beton püskürtme ekipmanı kalibrasyon yöntemleri

Karakteristik özellikleri

Söz konusu Cam Elyaf Takviyeli Betonun o özelliğiyle ilgili tüm ölçümlerin %95'inin yer alması beklenen özellik aralığı ve sınıfı.

Kuru kütleme

Erken nem kaybını önleyen ve kürlenmenin Cam Elyaf Takviyeli Beton nemlenmeden gerçekleşmesine imkan tanıyan kütleme yöntemi. Kuru kütleme, Cam Elyaf Takviyeli Beton karışımının içine uygun miktarda polimer eklenerek gerçekleştirilir. (Bkz. Tablo 3, Bölüm 4.5.)

Mühendis

Cam Elyaf Takviyeli Beton bileşeninin tasarımından sorumlu kişi veya kuruluş.

Aşırı boyutsal sapmalar

Bir Cam Elyaf Takviyeli Beton kompozitin, maruz kalabileceği su içeriğindeki sapmalara bağlı olarak yaşayabileceği maksimum boyutsal sapmalar (artık hidrolik büzüşme ve geri alınabilir genleşme).

Yüzey kaplaması

Elyaf içermeyen ancak dekoratif kumlar veya agregalar ile çoğu zaman pigment de içeren ilk katman.

Ağırlıkça cam elyaf içeriği

Cam elyaf kütlelerinin, kürlenmemiş (ıslak karışım) haldeki Cam Elyaf Takviyeli Beton kütlelerine oranıdır (yüzde cinsinden ifade edilir).

GRCA

Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği.

Yüksek parçalayıcı karıştırıcı

Püskürtme prosesi için gereken ince kum/çimento bulamaçlarının hazırlanmasını sağlayabilen, yüksek parçalama kapasiteli bir karıştırıcıdır.

Orantısallık Limiti (LOP)

Elastik limit olarak da bilinir. Gerilim/gergi grafiğinin düz bir çizgiye göre sapma gösterdiği bükülme testi gerilimidir.

MFFT

Minimum film oluşturma sıcaklığı (akrilik polimerler için).

İnce püskürtme boya katı

Cam elyaf olmadan püskürtülen çimentomsu ilk boya katı.

Kopma Katsayısı (MOR)

Bir bükülme testi sırasında gerilim/gergi grafiğindeki en yüksek gerilim.

Polimer Modifiye Cam Elyaf Takviyeli Beton

"Kuru kütleme" prosesi veya malzeme özelliklerini geliştirmek amacıyla akrilik termoplastik polimer dispersiyonu eklenerek modifiye edilen Cam Elyaf Takviyeli Beton.

Ön karışım Cam Elyaf Takviyeli Beton

Önceden kesilmiş AR cam elyafların ve çimentomsu bulamacın karıştırma sırasında harmanlandığı bir üretim yöntemi.

Ön karıştırma karıştırıcısı

İnce kum/çimento bulamaçları hazırlamak (1. aşama) ve parçalanmış AR cam elyafları ön karıştırma prosesi sırasında harmanlamak (2. aşama) amacıyla tasarlanmış iki kademeli veya değişken hızlı karıştırıcı.

Üretici

Cam Elyaf Takviyeli Beton ürünü üretmek için sözleşme imzalama yetkisi bulunan kişi veya kuruluş.

Alıcı

Cam Elyaf Takviyeli Beton ürünü satın almak için sözleşme imzalama yetkisi bulunan kişi veya kuruluş.

Eşzamanlı Püskürtülen Cam Elyaf Takviyeli Beton

Çimentomsu bulamaç ve püskürtme tabancasıyla dağıtılarak parçalanmış AR cam elyafların eşzamanlı püskürtülmesiyle Cam Elyaf Takviyeli Beton üretilen bir üretim yöntemi.

Kıvam testi

Çimentomsu bulamacın tutarlılığını ölçmeye yönelik bir test.

Tedarikçi

Üreticiye ürün tedarik etmek için sözleşme imzalama yetkisi bulunan kişi veya kuruluş.

Test paneli

Üretilen Cam Elyaf Takviyeli Beton ürünlerinin kalitesini değerlendirmek amacıyla üretim sırasında üretilen test amaçlı bir Cam Elyaf Takviyeli Beton paneli. Test paneli, ürünün kendisinden alınan bir örnek parça olmalıdır. Test paneli asıl Cam Elyaf Takviyeli Beton ürünle aynı şekilde ve amanda üretilmiş ve Cam Elyaf Takviyeli Betonu kalitesini temsil eder nitelikte olmalıdır.

Test paneli ortalaması

Bir ürün özelliğinin, belli bir test panelinden alınmış her bir test kalıbı sonucuna göre hesaplanmış aritmetik ortalama değeri. Bu ortalama, istatistiksel analizlerde tek bir sonuç değeri olarak kullanılır.

Test kalıpları

Bir özelliği analiz etmek amacıyla test panelinden alınan örneklerin sayısı.

Tepe/dip oranı

Gerilim uygulanan kalıp yüzeyiyle test edilen numunelerin MOR sonuçlarının, gerilim altındaki mala perdeli yüzeyin MOR sonuçlarına oranı.

Kürlenmemiş hal

Malzeme kompozisyonunu değiştirebilecek tüm fiziksel proseslerin hakim olduğu ancak yine de cam elyafların akan su hareketiyle malzeme matrisinden ayrıştırılabildiği Cam Elyaf Takviyeli Beton üretim aşaması.

Su / çimento oranı

Kürlenmemiş haldeki Cam Elyaf Takviyeli Betonda bulunan toplam su miktarının kuru çimento kütlelerine oranı. Puzolanik dolgu malzemeleri kullanıldığında bunlar çimentomsu kabul edilebilir ve bu durumda su/çimento oranı bir su/toplam yapıştırıcı oranı olarak ifade edilebilir. Uçucu kül, silika tozu ve metakaolin bu tür puzolanik dolgu malzemelerinden bazılarıdır.

2 BİLEŞEN MALZEMELER

2.1 Alkaliye dirençli cam elyaf

Cam elyaf, sulu çimento ortamlarında yüksek mukavemetini koruyabilecek biçimde formüle edilip üretilmiş bir alkaliye dirençli kesintisiz filamen elyaf olmalıdır. Üretici, cam elyafın EN 15422:2008 veya onaylanmış Ulusal Standarda uygun olduğunu, tedarikçisinden alacağı bir sertifikayla kanıtlamalıdır.

2.2 Çimento

Çimento, kapasitesi onaylanmış bir üretici tarafından BS EN 197 gibi standartlara veya diğer ilgili ulusal standartlara uygun olarak üretilmeli ve bu durum uygun bir sertifikayla kanıtlanmalıdır. Çimento doğru depolanmalı ve bozulmaması için kuru tutulmalıdır.

2.3 İnce agregalar

Çözünür maddelerin giderilmesi ve su/çimento oranının doğru kontrol edilebilmesi amacıyla İnce agrega veya kumlar yıkanıp kurutulmalıdır. Partikül yuvarlak veya düzensiz şekilli olmalı ve petek yapısız düz bir yüzeye sahip olmalıdır.

Püskürtmeli Cam Elyaf Takviyeli Beton için maksimum partikül boyutu 1,2 mm, ön karışım Cam Elyaf Takviyeli Beton içinse maksimum partikül boyutu 2,4 mm olmalıdır. Her ikisinde de, ince fraksiyon (150 mikronluk bir elekten geçen kum), kumun toplam ağırlığının %10'undan az olmalıdır.

Yaygın olarak kullanılan silika kumlar, Tablo 1'de belirtilen spesifikasyona uygun olmalıdır.

Nem içeriğinin bilinmesi ve karışım tasarımının buna göre düzenlenmesi şartıyla, daha yüksek nem içeriğine sahip kumlar kullanılabilir.

Silika dışındaki kumlar da kullanılabilir, ancak üretici bunların uygunluğuna dair kanıtlar sunmalıdır. Yumuşak inşaat kumları ise kullanılamaz.

Tablo 1: Silika kumu için spesifikasyon

Silika içeriği	> %96
Nem içeriği	< %2
Yanma kaybı	< %0,5

2.4 Su

Su temiz olmalı ve sağlığa zararlı hiçbir malzeme içermemelidir; bkz. BS EN 1008, *Beton için karıştırma suyu*.

2.5 Katkı maddeleri

Katkı maddeleri kullanılabilir, hatta Cam Elyaf Takviyeli Betonun özelliklerini güçlendirebileceklerinden kullanılmaları teşvik edilir. Mutlaka tedarikçinin tavsiyelerine uygun kullanılmalı ve üretici bunları kullanmanın ürünü olumsuz etkilemeyeceğini garanti etmelidir.

Cam Elyaf Takviyeli Beton bileşeni çelik takviyeler, sabitleme soketleri veya diğer gömme elemanlar içeriyorsa, kalsiyum klorür bazlı katkı maddeleri kullanılmamalıdır.

2.6 Akrilik polimerler

Akrilik termoplastik polimer dispersiyonları üreticinin talimatlarına göre kullanılmalı ve Tablo 2'deki spesifikasyonlara uygun olmalıdır.

Bu spesifikasyonlara uymayan özelliklere sahip polimerler sadece alıcının onay vermesi ve uygun test sonuçları alınması halinde kullanılabilir.

Tablo 2: Polimer kütleme yardımcısı için spesifikasyon.

Bileşik türü	Sulu termoplastik polimer dispersiyonu
Polimer türü	Akrilik bazlı
Katı maddeler	%45-55
Görünüm	Sütümsü beyaz, topaksız
Minimum film oluşma sıcaklığı	7-12°C
Mor ötesi dayanımı	İyi
Alkali direnci	İyi

2.7 Pigmentler

Renkli Cam Elyaf Takviyeli Beton üretmek için toz boya pigmentleri veya dispersiyonları kullanılabilir. Pigmentler ulusal ve uluslararası standartlara uygun olmalıdır. Alıcı bazı renk değişiklikleri yaşanabileceğini bilmeli ve olası değişikliklerin kapsamını üreticiden öğrenmelidir.

2.8 Diğer bileşen malzemeler

Karışımın özelliklerini modifiye etmek amacıyla diğer bileşen malzemeler de (silika tozu, metakaolin, uçucu kül, takviye dolguları, katkı maddeleri, örgüler vs.) kullanılabilir. Bu malzemeler tedarikçisinin talimatlarına uygun kullanılmalı ve üretici bunları kullanmanın Cam Elyaf Takviyeli Beton özelliklerini olumsuz etkilemeyeceğini kanıtlamalıdır.

3 CAM ELYAF TAKVİYELİ BETONUN BİLEŞKESİ

3.1 Karışım tasarımı

Ürüne uygun karışım tasarımını seçmek üreticinin sorumluluğudur. Karışım tasarımı, Cam Elyaf Takviyeli Betonun bu Spesifikasyonun 8. bölümünde belirtilen mekanik özellikleri karşılanacak ve bu gereklilikler ürünün mühendislik tasarımıyla tutarlı olacak biçimde geliştirilmelidir.

Tablo 3a, 3b ve 3c'de belirtilen karışım tasarımları, tipik değerleri göstermeye yönelik bir referans niteliğindedir. Bunların dışında kalan tasarımlar, önceden incelenmek şartıyla kullanılabilir.

Tablo 3a: Karışım tasarımları rehberi — Sınıf 8

Ön Karışım Sınıfı	Sınıf 8	Sınıf 8P
Açıklama	Genel amaçlı ön karışım	
Agrega / çimento oranı	0,5-1,50	0,5-1,50
Su / çimento oranı	0,30 – 0,40	0,30 – 0,40
Cam elyaf içeriği (toplam karışımın ağırlıkça yüzdesi, %)	%2,0 - 3,0	%2,0 - 3,0
Polimer katı madde içeriği (çimentonun ağırlıkça yüzdesi, %)	Sıfır	%4-7
Olağandışı boyutsal sapmalar, mm/m	0,6 – 1,2	0,6 – 1,2
Su Absorbsiyonu	%5 – %11	%5 – %11
Minimum kuru kütle yoğunluğu, kg/m ³	1800	1800
Minimum ıslak kütle yoğunluğu, kg/m ³	2000	2000

Tablo 3b: Karışım tasarımları rehberi — Sınıf 10

Ön Karışım Sınıfı	Sınıf 10	Sınıf 10P
Açıklama	Püskürtmeli ön karışım veya yüksek kaliteli dökme ön karışım	
Agrega / çimento oranı	0,5-1,50	0,5-1,50
Su / çimento oranı	0,30 – 0,38	0,30 – 0,38
Cam elyaf içeriği (toplam karışımın ağırlıkça yüzdesi, %)	%2,0 - 3,5	%2,0 - 3,5
Polimer katı madde içeriği (çimentonun ağırlıkça yüzdesi, %)	Sıfır	%4-7
Olağandışı boyutsal sapmalar, mm/m	0,6 – 1,2	0,6 – 1,2
Su Absorbsiyonu	%5 – %11	%5 – %11
Minimum kuru kütle yoğunluğu, kg/m ³	1800	1800
Minimum ıslak kütle yoğunluğu, kg/m ³	2000	2000

Tablo 3c: Karışım tasarımları rehberi — Sınıf 18

Püskürtme Sınıfı	Sınıf 18	Sınıf 18P
Açıklama	Doğrudan püskürtmeli Cam Elyaf Takviyeli Beton	
Agrega / çimento oranı	0,5-1,5	0,5-1,5
Su / çimento oranı	0,30 – 0,38	0,30 – 0,38
Cam elyaf içeriği (toplam karışımın ağırlıkça yüzdesi, %)	%4,0 - 5,5	%4,0 - 5,5
Polimer katı madde içeriği (çimentonun ağırlıkça yüzdesi, %)	Sıfır	%4-7
Olağandışı boyutsal sapmalar, mm/m	0,6 – 1,2	0,6 – 1,2
Su Absorbsiyonu	%5 – %11	%5 – %11
Minimum kuru kütle yoğunluğu, kg/m ³	1800	1800
Minimum ıslak kütle yoğunluğu, kg/m ³	2000	2000

4 ÜRETİM

Bu Spesifikasyon sadece Ön Karışım ve Püskürtme yöntemleriyle üretilmiş Cam Elyaf Takviyeli Beton ürünlerini kapsar.

4.1 Eşzamanlı püskürtmeyle üretim

4.1.1 Tartma/sınıflandırma

Kuru bileşenler, belirtilen parti ağırlığının \pm %2'si bir doğrulukla tartım yapabilen kalibre edilmiş bir tartım ekipmanı kullanılarak ağırlıklarına göre sınıflandırılmalıdır. Sıvılar, ağırlıkları tartılıp uygun partiler haline getirilmeli veya otomatik olarak uygulanmalıdır. Üretici, tartım için kullanılacak yöntemin \pm %2 doğruluk sağlayabileceğini kanıtlamalıdır.

4.1.2 Karıştırma

Çimentolu bulamaç, üreticinin talimatlarına göre ve belirtilen karışım tasarımı kullanılarak uygun bir karıştırıcının içinde karıştırılmalıdır. Üretici, bu tip bir karıştırma sisteminin kullanılabilirliğini kanıtlamalıdır. Karışımın tutarlılığı, GRCA Cam Elyaf Takviyeli Beton Test Yöntemleri Bölüm 5 veya ilgili ulusal standartlara göre kıvam testi yapılarak test edilmelidir.

4.1.3 Püskürtme

Püskürtme işlemi mutlaka bilinen miktarlarda çimentolu bulamacı ve parçalanmış cam elyafı eşzamanlı olarak bırakabilecek özel bir donanım kullanarak gerçekleştirilmelidir. Üretime başlanmadan önce, püskürtme ekipmanı, belirtilen cam elyaf yüzdesi elde edilecek biçimde kalibre edilmelidir. Cam elyaf ve çimentolu bulamaç bırakma miktarlarını ölçmeye yönelik kalibrasyon, GRCA Cam Elyaf Takviyeli Beton Test Yöntemleri Bölüm 4 veya ilgili ulusal standartlara göre "torba ve kova testleri" yapılarak gerçekleştirilmelidir.

Bu testler her vardiyanın başında, ekipman kontrollerinde yapılan değişikliklerden sonra ve olumsuz sonuçlar alınan "çalkalama" testlerinden sonra her pompa için yapılmalıdır (Bölüm 7.1).

Kullanılan ekipman bırakılan cam ve bulamaç miktarlarını (çıkış) kesintisiz olarak gösteriyorsa bu testlerin yapılması gerekmez.

Elyaf içermeyen ince püskürtme boya katı püskürtülebilir. Bu kat mümkün olduğunca ince $\sim 1mm$ olmalı ve püskürtmenin hemen ardından ilk Cam Elyaf Takviyeli Beton katı püskürtülmelidir.

Yüzey kaplaması kullanılıyorsa, kaplama püskürtülebilir veya dökülebilir. Bu kaplamanın sertleşmesine izin verilebilir, ancak ilk malzeme oturması gerçekleşmeden önce ilk Cam Elyaf Takviyeli Beton katı uygulanmalıdır. Bu kaplamanın tipik kalınlığı, takiben yapılacak işleme (kum püskürtme veya asitle yakma gibi) bağlı olarak 3-5 mm'dir.

Cam Elyaf Takviyeli Beton malzemeler, gerekli kalınlık elde edilene kadar 3-4 mm'lik ince tabakalar oluşturulacak biçimde püskürtülmelidir. Püskürtülen Cam Elyaf Takviyeli Beton, sonraki tabaka püskürtülmeden önce bir el rulosuyla sıkıştırılmalıdır. Son tabaka püskürtüldükten sonra bir şablon veya derinlik göstergesi kullanılarak Cam Elyaf Takviyeli Betonun nihai kalınlığı ölçülmeli ve tasarım kalınlığıyla karşılaştırılmalıdır.

Mutabık kalınan üretim spesifikasyonunda aksi belirtilmedikçe, tasarım kalınlığı minimum bir değer olarak kabul edilmeli ve bileşenin hiçbir kısmının kalınlığı bu değer altına düşmemelidir.

Aşırı kalınlığa ise genellikle izin verilir, hatta özellikle derin profilli kısımlarda veya kenarlarda görülmesi beklenir. Ancak şu durumlarda aşırı kalınlığa izin verilmez:

1. Düz kısımlar tasarım kalınlığını 4 mm aşılırsa.
2. Bileşenin ağırlığı mühendisin belirttiği tasarım ağırlığını aşılırsa.

Kalınlık kontrol edildikten sonra, yeterince kalın olmadığı belirlenen kısımlara yeniden malzeme püskürtülmeli, aşırı kalın kısımlar giderilmeli ve artan malzeme atılmalıdır. Ünitenin "arkası" için belirtilen kaplama bir şamandıra veya rulo kullanılarak uygulanmalıdır.

4.2 Ön karışım yöntemiyle üretim

4.2.1 Tartma/sınıflandırma

Kuru bileşenler, belirtilen parti ağırlığının \pm %2'si bir doğrulukla tartım yapabilen, kalibre edilmiş bir tartım ekipmanı kullanılarak ağırlıklarına göre sınıflandırılmalıdır. Sıvılar, ağırlıkları tartılıp uygun partiler haline getirilmeli veya otomatik olarak uygulanmalıdır. Cam Elyaf Takviyeli Beton

üreticisi, tartım için kullanılacak yöntemin \pm %2 doğruluk sağlayabileceğini kanıtlamalıdır.

4.2.2 Karıştırma

Cam Elyaf Takviyeli Beton iki kademeli veya uygun tipte başka bir karıştırıcının içinde karıştırılmalıdır. Üretici, kullanılacak donanımın ön karışım Cam Elyaf Takviyeli Beton üretimine uygun olduğunu kanıtlayabilmelidir.

İlk olarak, çimentolu bulamaç yüksek parçalama hızlı bir karıştırıcının veya onaylanmış başka bir karıştırıcının içinde yüksek hızda karıştırılmalıdır. Ardından bulamaç ikinci bir karıştırıcıya aktarılır veya yüksek hızlı karıştırıcının karıştırma hızı AR cam elyafın bulamaçta eşdağılımlı karışabileceği biçimde ayarlanır.

AR cam elyaf parçalanmış elyaflar halinde manuel veya otomatik olarak ya da bir elyaf parçalayıcı kullanılarak dağınık AR cam elyaf halinde eklenebilir.

4.2.3 Dökme Ön Karışım

Ön karıştırma yapılmış Cam Elyaf Takviyeli Beton, taşıyıcı bir kabın içinde dolun istasyonuna pompalanmalı veya taşınmalıdır. Ardından malzeme, dolun yönteminin üründeki havayı çıkaracağı ve zayıf düzlemleri önleyeceği teyit edilerek bir kalıbın içine dökülmeli veya pompalanmalıdır. Sıkıştırma işlemi içten veya dıştan vibrasyon yöntemiyle gerçekleştirilebilir veya "kendiliğinden sıkışan" bir karışım kullanılabilir. Üretici, seçilen yöntemin gerekli yüzey kaplamasına ve mekanik özelliklere uygun olduğunu teyit etmelidir.

4.2.4 Püskürtme Ön Karışım

Ön karışım yapılmış Cam Elyaf Takviyeli Beton malzeme, özel bir püskürtmeli ön karışım ekipmanı kullanılarak kalıpların üzerine veya içine püskürtülebilir. İlk olarak bir yüzey kaplaması veya ince püskürtme boya katı püskürtülebilir. Cam Elyaf Takviyeli Beton malzeme 4-6 mm'lik tabakalar halinde püskürtülmeli ve sonraki tabaka püskürtülmeden önce sıkıştırılmalıdır. Kalınlık, 4.1.3'te açıklandığı gibi kontrol edilmelidir.

4.3 Kalıptan çıkarmadan önce muhafaza etme

Doldurulan kalıplar 5°C ila 40°C arası sıcaklıklarda muhafaza edilmelidir. "P" sınıfı malzemeler MFFT'den yüksek ancak 40°C'den düşük sıcaklıklarda muhafaza edilmelidir.

Kalıplar düz bir yüzeyde muhafaza edilmeli ve bükülmeyecek ya da eğilmeyecek biçimde desteklenmelidir.

İlk kalıp oturması gerçekleştiikten sonra kalıp 500 veya üzeri sınıf politenle kapatılmalı ve kalıptan çıkarma aşamasına kadar hareket ettirilmemelidir.

4.4 Kalıptan çıkarma [kaldırma ve sabitleme dahil]

Cam Elyaf Takviyeli Beton bileşen, kalıptan çıkarılabilmesine ve aşırı gerilime maruz kalmadan taşınabilmesine yetecek bir mukavemete ulaşana kadar kalıptan çıkarılmamalıdır. Gereken süre ise sıcaklığa bağlıdır.

Kalıptan çıkarma işlemi, bileşen hiçbir şekilde hasar görmeyecek biçimde gerçekleştirilmelidir. Bileşenin içine, uygun tipte kalıptan çıkarma, kaldırma ve sabitleme soketleri yerleştirilmelidir. Yerleştirilen bu soketler uygun malzemeden üretilmiş (tercihen ostentli çelik veya demirsiz malzeme) ve bir Cam Elyaf Takviyeli Beton bloku içinde muhafazaya alınmış olmalıdır. Kullanılacak boyut ve prosedürler ise, üretime başlamadan önce mühendisle birlikte kararlaştırılmalıdır.

4.5 Kürleme

4.5.1 Nemli kürleme (polimer olmayan sınıflar için)
Cam Elyaf Takviyeli Beton bileşenleri kontrollü sıcaklık ve nem altında kürlenmelidir. İdeal olarak, 20°C sıcaklık ve %95 bağıl nem koşullarında yedi gün kürleme yapılmalıdır. Ancak bu her zaman mümkün olmayabilir ve üretici uygulanacak prosedürün şu koşulları sağlayacağını kanıtlayabiliyorsa alternatif kürleme prosedürleri uygulanabilir:

1. Bileşenin Bölüm 8'de belirtilen fiziksel özelliklere ulaşabileceğini.
2. Ürünün çok hızlı kuruması nedeniyle aşırı büzüşme yaşanmayacağını.
3. Kürleme yönteminin hem alıcı hem de mühendis tarafından kabul edilebileceğini.

4.5.2 Polimer sınıfı malzemelerde kürleme işlemi
Polimer sınıfı Cam Elyaf Takviyeli Beton malzeme kullanılarak üretilmiş bileşenler gece boyunca gevşek bir halde ve kapalı olarak bekletilmeli ve kalıptan çıkarıldıktan sonra kuru halde kürlenmelidir. Nemli kürleme bileşene zarar verebilir. Üretimden sonraki ilk iki gün boyunca,

35°C'den yüksek veya 5°C'den düşük sıcaklıklardan kaçınılmalıdır.

Ürünler en az iki gün boyunca kurutucu rüzgarlara veya aşırı sıcaklıklara maruz kalmamalıdır.

4.6 Muhafaza, elleçleme ve taşıma

Cam Elyaf Takviyeli Beton bileşenler şunlar sağlanacak biçimde muhafaza edilmeli, elleçlenmeli ve taşınmalıdır:

1. Bileşenin hiçbir kısmına aşırı gerilim uygulanmamalıdır.
2. Bileşen bükülme veya eğilmelere maruz kalmamalıdır.
3. Bileşenin, kenar ve köşeleri başta olmak üzere hiçbir kısmı hasar görmemelidir.
4. Muhafaza koşulları veya istifleme/koruma malzemeleri nedeniyle bileşende hiçbir kalıcı leke veya renk atması oluşmamalıdır.

Büyük bileşenlerde, elleçleme, muhafaza, yükleme ve taşıma yöntemleri mühendisle birlikte kararlaştırılmalıdır.

5 KALİTE KONTROL VE KALİTE GÜVENCESİ

5.1 Kalite yönetimi sistemi

Üretici, uygun bir kalite güvence sisteminin uygulandığını gösterebilmelidir. Bu sistem, GRCA Tam Üye Yönetmeliklerine, ISO 9001'e veya benzer standartlara uygun olmalıdır.

6 NUMUNE ALMA

6.1 Numune Alma ve Test Panelleri

Testler doğrudan Cam Elyaf Takviyeli Beton bileşenlerden kesilmiş kalıplar üzerinde gerçekleştirilebilse de bu çoğu zaman pratik değildir. Test için bir Test Paneli üretilebilir. Bu panel, temsil edeceği bileşenle aynı şekilde üretilmiş, kalıptan çıkarılmış ve kürlenmiş olmalıdır. Kalitesi de bileşene olabildiğince yakın olmalıdır.

Bununla birlikte, test ekipmanındaki olası kısıtlamalar nedeniyle kalınlık 12mm ile sınırlandırılmalıdır. Test Panelleri, test ihtiyaçlarını karşılamaya yetecek kadar kalıp kesilebilmesine imkan tanıyacak büyüklükte olmalıdır; püskürtme proseslerinde yön etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla 500 x 800 mm önerilmektedir.

6.2 Test sıklığı

Test Panellerinin üretilme sıklığı, hem püskürtme hem de ön karışım prosesleri için karıştırıcı/pompa başına günlük en az 1 panel şeklinde olmalıdır. Püskürtme prosesi için testte kullanılmayan Test Panelleri gelecekte ortaya çıkabilecek test ihtiyaçları için en az bir yıl saklanmalıdır.

7 TEST

Aşağıdaki testler yapılmalı ve bu testlerde Tablo 3a, 3b, 3c, 4 ve 5'te belirtilen özellikler elde edilmelidir.

7.1 AR Cam elyaf içeriği

AR cam elyaf içeriği, "GRCA Cam Elyaf Takviyeli Beton Malzeme Test Yöntemleri - Bölüm 1" veya BS EN 1170-2 veya onaylanmış diğer ulusal standartlara göre belirlenmelidir. Püskürtme proseslerinde her bir püskürtme istasyonu için günde en az bir test yapılmalıdır.

7.2 Orantısallık limiti (LOP) ve kopma katsayısı (MOR)

LOP ve MOR değerleri, 7 ve/veya 14 ve/veya 28 günde bir, "GRCA Cam Elyaf Takviyeli Beton Malzeme Test Yöntemleri - Bölüm 3" ya da EN 1170-5 veya onaylanmış diğer ulusal standartlara göre belirlenmelidir. 7 ve 14 günlük sonuçlar sadece tasarım gerekliliklerini aşıyorsa kabul edilebilir.

Modern test donanımlarının sunduğu LOP Kırılma Deformasyonu (%), MOR Kırılma Deformasyonu ve Young Modülü gibi ek bilgiler, sadece bilgilendirme amacıyla kaydedilmelidir.

Minimum LOP ve MOR test sıklığı şöyle olmalıdır:
Püskürtme: Her püskürtme istasyonu veya üretilen her 10 ton Cam Elyaf Takviyeli Beton için (hangisi daha büyükse) haftada iki kez.
Ön Karışım: Her mikser veya üretilen her 10 ton Cam Elyaf Takviyeli Beton için (hangisi daha büyükse) haftada bir kez.

Bu sıklıklar mutlak asgari gereklilikler olmakla birlikte, dileyen üreticiler daha sık test yapabilirler.

Tablo 4: Karakteristik Değerler

SINIF	8 veya 8P	10 veya 10P	18 veya 18P
Karakteristik LOP*	5	6	7
Karakteristik MOR*	8	10	18

*Karakteristik Değerlerin hesaplanmasında minimum 40 Test Paneli Ortalaması analiz edilmelidir.

7.3 Kütle yoğunluğu, su absorpsiyonu ve görünür porozite

Bu özellikler, "GRCA Cam Elyaf Takviyeli Beton Malzeme Test Yöntemleri - Bölüm 2" veya BS EN 1170-6 veya onaylanmış diğer ulusal standartlara göre belirlenmelidir. Tüm bu testler en az ayda bir kez yapılmalıdır.

7.4 Diğer testler

BS EN 1170-7 aşırı boyutsal sapma testleri, tam ölçekli ürün ve bileşen yükü testleri, yangın testleri, gömme sabitleme parçaları performans testleri vb. diğer Cam Elyaf Takviyeli Beton testleri, Alıcı tarafından talep edildiği takdirde yapılabilir. Bu testler yetkili mühendisin gözetimi altında yapılmalıdır.

8 UYUMLULUK

8.1 Genel

Bileşen malzemeler Bölüm 2'de, Cam Elyaf Takviyeli Beton bileşkesi ise Bölüm 3'te belirtilen gerekliliklere uymalıdır. Cam Elyaf Takviyeli Beton, Bölüm 4'e uygun üretilip kürlenmelidir. Bölüm 6'da belirtilen sıklıklarda numune alınmalı ve Bölüm 7'ye göre test edilmelidir. Malzeme, Bölüm 8'deki gereklilikleri karşılamalıdır.

8.2 Minimum uyumluluk değerleri

Tablo 5, sadece ilk uyumluluk için geçerli olmak üzere, proses sırasında yapılan kontrolün sonuçlarına dayalı minimum LOP ve MOR değerlerini göstermektedir. Bu Spesifikasyona uyabilmek için, Üretici, analizin Tablo 4'te belirtilen Karakteristik Değerleri verdiğini kendi test rejimi ve dokümanlarıyla gösterebilmelidir. Bu analiz kabul edilebilmesi için, Üreticinin kendi Kalite Güvencesi prosedürlerinin bir parçasını oluşturuyor olması gerekir.

Yoğunluk ve porozite gibi diğer özelliklerin de söz konusu uygulama için kritik öneme sahip olduğu düşünülüyorsa, uyumluluk değerleri ve test sıklığı Alıcı ve Üretici arasında kararlaştırılmalıdır.

9 UYUMSUZLUK

9.1 Uyumsuzluk durumu

- Bir test paneli uyumluluk gerekliliklerini karşılamıyorsa, bir önceki uyumlu test paneli ile bir sonraki uyumlu test paneli arasında üretilen Cam Elyaf Takviyeli Beton "risk altındaki ürün" olarak kabul edilecektir.
- Her gün test yapılmıyorsa, uyumsuz ürünün kapsamını belirlemek için, elde tutulan numune panelleri (bkz. 6.2) test edilebilir.

9.2 Uyumsuzluk durumunda yapılacaklar

Bu Spesifikasyona uygun olmadığı belirlenmiş Cam Elyaf Takviyeli Beton ürünleri için yapılacaklar, düzeltici tedbirler uygulamanın veya reddedilen ürünleri yenisiyle değiştirmenin teknik sonuçları dikkate alınarak kararlaştırılmalıdır.

Standart dışı Cam Elyaf Takviyeli Betonun kalitesi ve bununla ilgili yapılacaklar belirlenirken, mümkün olan her durumda öncelikle aşağıdaki hususlar netleştirilmelidir.

Testin geçerliliği; numune alma, test ve hesaplama işlemlerinin bu Spesifikasyona göre gerçekleştirildiği teyit edilerek kontrol edilmelidir.

- Test edilen Cam Elyaf Takviyeli Betonda kullanılan ham madde ve karışım oranlarının hem spesifikasyonlara hem de Alıcı ile Üretici arasında mutabık kalınmış spesifikasyonlara uygun olduğu teyit edilmelidir.
- Testten önce benimsenmiş kütleme rejiminin bu Spesifikasyondaki tavsiyelere uygun olduğu teyit edilmelidir. Ürünün muhafaza ve depolama koşullarının uzun süreli kütleme sonucu ürün özelliklerini geliştirdiğine karar verilirse, test panellerinin yeniden test edilmesi uygun olacaktır.
- Cam Elyaf Takviyeli Betonun özelliklerindeki bir zayıflamanın ürün mukavemeti ve dayanıklılığı üzerindeki etkisi belirlenmelidir.

Bu noktada üç şey dikkate alınmalıdır:

- Tasarım için benimsenen güvenlik faktörleri.
- Üretilen Cam Elyaf Takviyeli Betonun kalınlığının tasarım kalınlığına göre durumu.
- Mühendislik hesaplamalarında gerekli görülen LOP/MOR mukavemetleri.

Tablo 5: Minimum mukavemetler

SINIF	8 veya 8P	10 veya 10P	18 veya 18P
LOP MPa			
4 ardışık test paneli ortalamasının ortalama değeri	7,25	8,00	8,00
Minimum müstakil test paneli ortalaması	5,75	6,00	6,00
MOR MPa			
4 ardışık test paneli ortalamasının ortalama değeri	9,50	12,00	21,00
Minimum müstakil test paneli ortalaması	7,50	8,50	15,00

DİĞER YAYINLAR

GRCA "Cam Elyaf Takviyeli Beton Malzeme Test Yöntemleri"

GRCA "Cam Elyaf Takviyeli Beton Şartname Hazırlayıcıları için Kılavuz"

GRCA "Cam Elyaf Takviyeli Beton Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi"

GRCA "Onaylı Üretici Listesi (AMS) Yönetmelikleri"

Diğer GRCA Yayınları: Yayınların güncel listesi için bkz. www.grca.org.uk.

The Concrete Bookshop

Tel: 07004 607777 (sadece Birleşik Krallık) veya +44 (0)1276 607140

E-posta: enquiries@concretebookshop.com

Web: www.concretebookshop.com

Ayrıca, Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA) geçmiş GRCA kongrelerinin ve bazıları ücretsiz indirilebilecek Cam Elyaf Takviyeli Beton yayınlarının bir veritabanını tutmaktadır. Web: www.grca.org.uk.

NBS Spesifikasyonu H40 Mayıs 2002 *Cam Elyaf Takviyeli Beton cephe kaplama bileşenleri.*

Avrupa Standartları

BS EN 1169: 1999: *Prekast beton ürünler - Cam Elyaf Takviyeli Beton ürünlerin fabrika üretimi denetimlerine yönelik genel kurallar*

BS EN 1170: 1998: *Bölüm 1-8 Prekast beton ürünler: Cam Elyaf Takviyeli Beton test yöntemleri.*

Bölüm 1. Harç elastikliğini ölçme - Kıvam Testi yöntemi.

Bölüm 2. Yeni Cam Elyaf Takviyeli Betondaki elyaf içeriğini ölçme - Çalkalama Testi.

Bölüm 3. Püskürtülmüş Cam Elyaf Takviyeli Betondaki elyaf içeriğini ölçme.

Bölüm 4. Eğilme dayanımını ölçme - Basitleştirilmiş Eğilme Testi yöntemi.

Bölüm 5. Eğilme dayanımını ölçme - Komple Eğilme Testi yöntemi.

Bölüm 6. Daldırmayla su absorpsiyonunu belirleme ve kuru yoğunluğu belirleme

Bölüm 7. Nem içeriği nedeniyle görülen aşırı boyutsal sapmaların ölçülmesi.

Bölüm 8. Döngüsel "hava etkisiyle aşınma" testi

BS EN 14649: 2005 *Prekast beton ürünler — Çimento ve betondaki cam elyafların mukavemetinin korunmasına yönelik test yöntemi (SIC TEST).*

BS EN 15422: 2008 *Prekast Beton Ürünler - Harç ve betonların güçlendirilmesine yönelik cam elyaf spesifikasyonları.*

BS EN 1169: 1999. *Prekast beton ürünler - Cam Elyaf Takviyeli Betonun fabrika üretimi denetimlerine yönelik genel kurallar*

ABD

Ön Gerilmeli Beton Enstitüsü (PCI), ABD

Tel: +1 312 786 0300.

Web: www.pci.org

Cam Elyaf Takviyeli Beton Paneller için Tavsiye Edilen Uygulama - Dördüncü Sürüm, 2001.
Cam Elyaf Takviyeli Beton Tesislerinde ve Üretim Süreçlerinde Kalite Kontrolüne Dair Kılavuz, 1991.

ACI 549.2R-04

Güçlendirilmiş İnce Çimentolu Ürünler. ACI Komitesi 549 Raporu
ACI 549.XR. Cam Elyaf Takviyeli Beton ön karışımı. ACI Komitesi 549 Raporu

ASTM

C948 İnce Kesitli Cam Elyaf Takviyeli Betonda Islak Kütle Yoğunluğu, Su Absorpsiyonu ve Görünür Porozite Standart Test Yöntemi.
C1229 Cam Elyaf Takviyeli Beton için Esneme ve Çalkalama Testi Kalıplarının Hazırlanmasına Yönelik Standart Uygulama
C1229 Cam Elyaf Takviyeli Betondaki Cam Elyaf İçeriğini Belirlemeye Yönelik Standart Test Yöntemi
C1230 Cam Elyaf Takviyeli Beton Birleştirme Tamponlarında Gerilim Testleri Yapmaya Yönelik Standart Test Yöntemi
C1560 Cam Elyaf Takviyeli Betonun Sıcak Suyla Hızlandırılmış Eskitilmesine Yönelik Standart Test Yöntemi

AVUSTRALYA

Avustralya Ulusal Prekast Beton Derneği (Cam Elyaf Takviyeli Beton Sektörel

Çalışma Grubu)

Tel: +61 (029890) 8853

E-posta: info@npcaa.com.au

Web: www.npcaa.com.au

Cam Elyaf Takviyeli Beton Tasarım, Üretim ve Montajı