



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۱۵۵۱۴
چاپ اول
۱۳۹۶

INSO
15514
1st.Edition
2018

فرآورده‌های بتنی پیش‌ساخته - حفظ
استحکام الیاف شیشه‌ای در سیمان و بتن -
روش آزمون

Precast concrete
products — Strength
retention of glass fibres
in cement and concrete-Test method
(SIC TEST)

ICS: 91.100.30

استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۵۱۴ (چاپ اول): سال ۱۳۹۶

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۱۲۹۴

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« فرآورده‌های بتنی پیش‌ساخته - حفظ استحکام الیاف شیشه‌ای در سیمان و بتن - روش آزمون »

رئیس:

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

روا، افشین
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

دبیر:

شرکت کیفیت آفرینان آذر

تبریزی، آذر
(کارشناسی مهندسی عمران)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

ارشد، بهمن
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

سازمان مسکن و شهرسازی استان آذربایجان شرقی

آسایشی، محمد صادق
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت برج گستر

اسگندرزاده، سعید
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت سازه‌های نوین آذربایجان

بهکام راد، کاوه
(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت کیفیت آفرینان آذر

تبریزی، آذر
(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت نقش سازان پارس

زمان‌پور، اصغر
(کارشناسی مهندسی عمران)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

زندى، يوسف
(دکتری مهندسی عمران)

دانشگاه پیام‌نور تبریز

حسامی، سید حسام‌الدین
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سجادی، علی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

سفیدی، محمدرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

فولادپنجه، اکبر

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

قدیمی، فریده

(کارشناسی ارشد شیمی)

سمت و/یا محل اشتغال:

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلخچی

شهرداری تبریز

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

ویراستار:

روا، افشین

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۴ الزامات مربوط به مصالح
۷	۵ روش‌های آزمون
۷	۵-۱ ساخت نمونه
۸	۵-۲ پیرسازی تسریع شده
۹	۵-۳ آزمون مکانیکی
۹	۶ محاسبه نتایج
۱۱	پیوست الف (الزامی) ویژگی‌های ماسه برای آزمون SIC
۱۳	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) برگ نتایج آزمون رشته در سیمان
۱۴	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «فرآورده‌های بتنی پیش‌ساخته - حفظ استحکام الیاف شیشه‌ای در سیمان و بتن - روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در هفتصد و شصت و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۶/۱۲/۹ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود. استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

BS EN 14649: 2005, Precast concrete products - Test method for strength retention of glass fibres in cement and concrete (SIC TEST)

فرآورده‌های بتنی پیش‌ساخته - حفظ استحکام الیاف شیشه‌ای در سیمان و بتن - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین جزئیات مربوط به تجهیزات، مصالح و روش اجرایی به منظور انجام آزمون الیاف در سیمان بر روی نمونه‌ای از الیاف شیشه‌ای در محیط سیمان سخت‌شده، است.

یادآوری - الزامات در مورد الیاف شیشه مورد استفاده برای مسلح‌سازی سیمان و بتن در استاندارد EN 1169 ارائه شده است که برای محصولات الیاف شیشه فیلامنت^۱ پیوسته به شکل رشته، نیمچه نخ^۲، رشته‌های بریده شده^۳ و محصولات مرتبط مانند شبکه‌ها یا حصیرهای رشته‌های بریده شده بر پایه این محصولات، به کار می‌رود.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۶۷۳: سال ۱۳۸۳، محصولات تقویت کننده-تعیین میزان رطوبت موجود-روش آزمون

2-2 EN 1169:1999, Precast Concrete Products – General rules for factory production control of glass-fibre reinforced cement

2-3 ISO 1889, Reinforcement yarns – Determination of linear density

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷۶۷۴: سال ۱۳۸۹، نخ‌های تقویت کننده-تعیین چگالی خطی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 1889: 2009 تدوین شده است.

1 -Filament
2 -Roving
3- Chopped strands

2-4 ISO 7500-1, Metallic materials – Verification of static uniaxial testing machines – Part 1: Tension/compression testing machines – Verification and calibration of the force-measuring system

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۷۶۸: سال ۱۳۹۵، مواد فلزی - کالیبراسیون و تصدیق ماشینهای آزمون تک محوری ایستا - قسمت اول - ماشین های آزمون کشش/فشار - کالیبراسیون و تصدیق سامانه اندازه گیری نیرو، با استفاده از استاندارد ISO 7500-1: 2015 تدوین شده است.

2-5 ISO 1887, Textile glass – Determination of combustible-matter content.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۷۶۵۱: سال ۱۳۹۴، کالاهای نساجی از جنس شیشه - تعیین مواد احتراق پذیر موجود، با استفاده از استاندارد ISO 1887: 2014 تدوین شده است.

2-6 ISO 1888, Textile glass – Staple fibres or filaments – Determination of average diameter.

2-7 ISO 3341, Textile glass – Yarns – Determination of breaking force and breaking elongation.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۸۳۳۵: سال ۱۳۸۴، کالاهای نساجی از جنس شیشه - نخ - تعیین نیرو و ازدیاد طول تا حد پارگی - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 3341: 2000 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد EN 1169:1999، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

مقاومت الیاف شیشه در برابر قلیا (AR)

alkali Resistant(AR) Glass Fiber

مقاومت محصولات الیاف شیشه در برابر محیط قلیایی ماتریس‌های ساخته شده از سیمان هیدرولیکی است که برای تقویت محصولات سیمانی و بتنی، تولید و فروخته شده است.

مقاومت ناشی از ترکیب ویژه شیشه است.

۲-۳

فیلامنت

filament

لیف شیشه‌ای واحدی که از فرآیند تولید حاصل شده است.

[منبع : استاندارد ISO 472]

۳-۳

رشته

strand

تعدادی از فیلامنت‌های تقریباً موازی با قطر منفرد فیلامنت $10\ \mu\text{m}$ تا $30\ \mu\text{m}$ ، که با آهار با هم نگه داشته شده است.

[منبع : استانداردهای ISO 472 و ISO 1888]

۴-۳

کیک

cake

تعدادی از رشته‌ها که در مرحله میانی فرآیند تولید، قبل از تبدیل به «نیمچه نخ» یا «رشته‌های بریده شده»، در یک قالب، به هم حلقه می‌شوند.

۵-۳

نیمچه نخ

roving

تعدادی از رشته‌های موازی که به روی قالبی به هم حلق شده‌اند تا بسته استوانه‌ای یکنواختی تشکیل یابد.

[منبع : استاندارد ISO 472]

۶-۳

رشته‌های بریده شده

chopped strands

تعدادی از فیلامنت‌هایی که پیوند خورده با آهارزنی به منظور تشکیل سیمانی به شکل کیک که بعداً در طول‌های مشخص معمولاً بین $3\ \text{mm}$ تا $50\ \text{mm}$ ، توسط تولید کننده الیاف شیشه‌ای خرد می‌شوند.

[منبع : استاندارد ISO 472]

۷-۳

آهارزنی

size

مواد پوشش دهنده‌ای که برای تسهیل یا بهبود فرآوری، کاربری و عملکرد الیاف شیشه‌ای طی تولید، بر روی رشته‌ها استعمال می‌شوند.

[منبع: استاندارد ISO 472]

۸-۳

تکس

tex

جرم بر حسب گرم بر کیلومتر طول نیمچه نخ یا رشته، بر حسب واحد تکس^۱ است.

[منبع: استاندارد ISO 1889]

۹-۳

سیمان (یا بتن) تقویت شده با الیاف شیشه‌ای (GRC)

glass fibre reinforced cement(or concrete)

GRC

ماده ترکیبی شامل ماتریس چسباننده هیدرولیکی تقویت شده با الیاف شیشه‌ای که با هم سازگاری دارند.

۱۰-۳

ماتریس

matrix

قسمتی از سیمان تقویت شده با الیاف شیشه شامل مخلوطی از ماسه، سیمان، آب و در صورت لزوم مواد افزودنی و مضاف است.

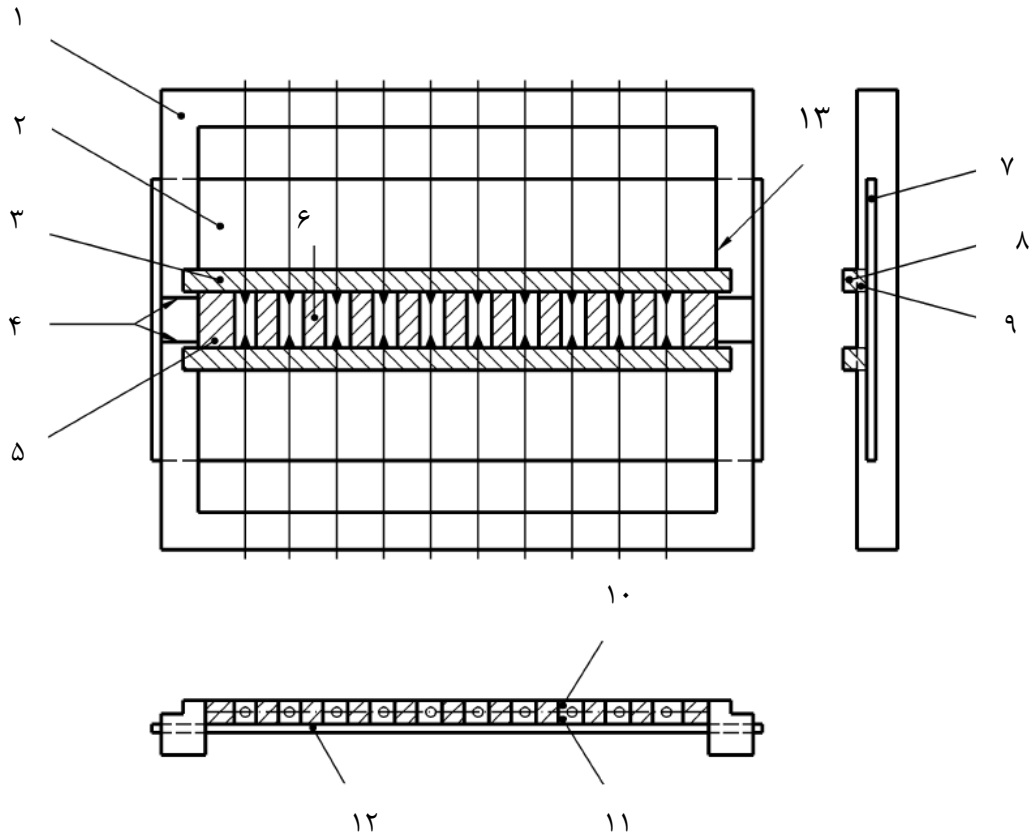
category

رده الف: نتیجه آزمون حفظ استحکام رشته (SIC) بزرگتر از یا مساوی با ۲۵۰ MPa است.
رده ب: نتیجه آزمون حفظ استحکام رشته (SIC) بزرگتر از یا مساوی با ۳۵۰ MPa است.

۴ الزامات مربوط به مصالح

مصالح باید شامل موارد زیر باشد:

- قاب برای نگهداری رشته‌ها و شکل‌دهی به ۱۰ قالب به ابعاد $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$ که سیمان در آن ریخته می‌شود (شکل ۱)؛
- ترازو با قابلیت توزین تا 0.1 g ؛
- ترازو با قابلیت توزین تا 0.1 mg ؛
- محفظه عمل‌آوری با قابلیت نگهداری مجموعه قالب در دمای $(2 \pm 2)^\circ \text{C}$ و رطوبت نسبی 100% ؛
- ظرف یا حمام آب، با نسبت: حجم 1 dm^3 برای هر ۱۰ نمونه، دارای قابلیت نگهداری نمونه‌های پر شده در قالب در دمای مورد نیاز با رواداری $\pm 1^\circ \text{C}$ ؛
- دستگاه آزمون با درستی برآوردکننده الزامات مربوط به رده ۲ بیان شده در استاندارد ملی ISO 7500-1 ، با لودسل 200 N نیوتن با مقیاس کامل گسیختگی و سرعت صفحه بالایی 1 mm/min ؛
- گرمخانه با قابلیت نگهداری دما در $(100-30) \pm 1^\circ \text{C}$ ؛
- محفظه‌های نگهداری و ظروف اختلاط، کاردک و غیره.



راهنما:

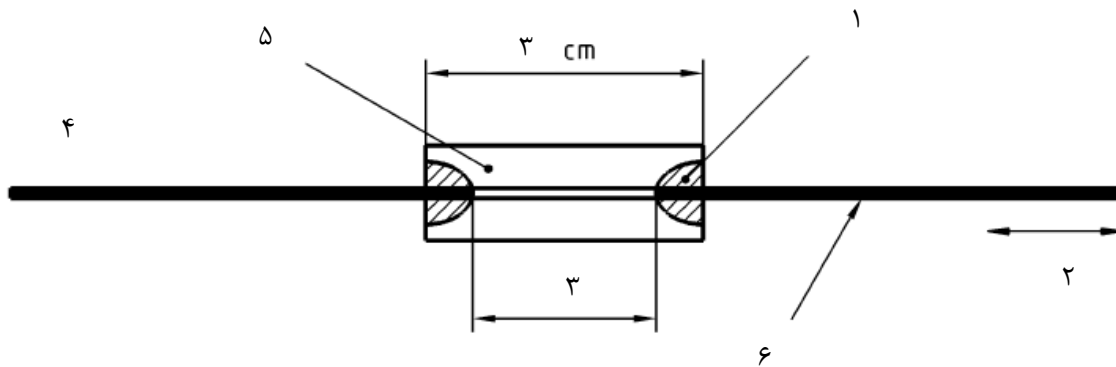
- ۱ قاب چوبی
- ۲ پایه تخته چندلا
- ۳ قطعه عرضی
- ۴ علایم برای سنجش طول
- ۵ بلوک انتهایی
- ۶ پلاستیک تقویت شده با الیاف شیشه (GRP) یا بلوک قالب مشابه
- ۷ چفت برای پایه تخته چندلا
- ۸ قطعه عرضی بالایی
- ۹ قطعه عرضی پایینی
- ۱۰ قطعه عرضی بالایی
- ۱۱ قطعه عرضی پایینی
- ۱۲ پایه تخته چندلا
- ۱۳ قاب

شکل ۱- قالب برای ساخت نمونه SIC

۵ روش‌های آزمون

۱-۵ ساخت نمونه

برای هر آزمون، ۱۰ نمونه منفرد از نوع نشان داده شده در شکل ۲، لازم است.



راهنما:

۱ رس مدل‌سازی

۲ طول گیره

۳ طول آزمون رشته نمایان (۲۰ mm)

۴ رشته آغشته با رزین

۵ بلوک سیمانی (به طول ۳۰ mm، عرض ۱۰ mm، ضخامت ۱۰ mm)

۶ ۳۰ mm

شکل ۲- رشته در نمونه سیمان (SIC)

آزمون بر روی رشته‌هایی (جدا شده از کیک یا نیمچه نخ) بین ۱۹ tex و ۱۵۰ tex، انجام می‌شود. تجربه نشان داده است که آزمون بر روی رشته‌های تا حداکثر ۳۲۰ tex مناسب است. با استفاده از قالب آزمون، طول رشته الیاف شیشه در عرض قالب خوابانده شده و به وسیله نوار چسب تحت کشش ملایم نگه داشته می‌شوند. در این مرحله، از قسمت مجاور بلافاصل هر طول از رشته به طول $(1\text{ m}) \pm 2\text{ mm}$ بریده و به منظور تعیین تکس رشته با دقت 0.1 mg توزین می‌شود. وزن تعیین شده برای هر طول، برای مقدار آهارزنی تصحیح می‌شود. با کم کردن درصد مقدار آهار از محصول الیاف شیشه به روش بیان شده در استاندارد ISO 1887 انجام می‌شود.

۲۰ mm مرکزی طول آزمون از رشته‌های الیاف شیشه با سامانه علامت‌گذاری مشخص می‌شود برای مثال با نخ پنبه یا شیشه خوابانده شده به طور متقاطع در عرض قسمت مرکزی قالب. رزین اپوکسی که برای قابل رویت‌تر شدن، رنگ شده، به عنوان پوشش برای رشته‌های آزمون از موقعیت ۱۰ mm از لبه داخل قالب به

طرف علامت‌ها، به کار می‌رود. قسمت میانی طول آزمون بدون پوشش باقی می‌ماند. سپس سامانه راهنما برداشته می‌شود و قبل از فرصت‌دهی به عمل‌آوری رزین، رشته‌های شیشه صاف شده و کشیده می‌شود. بعد از عمل‌آوری رزین، مقدار کمی از رس مدل‌سازی یا درزگیر سیلیکون، به شکل گرومت^۱ در اطراف رشته، در نقطه‌ای که قسمت آغشته به رنگ رزین تمام شده و طول آزمون شروع می‌شود، قرار داده می‌شود، و قالب‌های بلوک‌های ملات سیمانی در اطراف طول آزمون قرار می‌گیرند. هدف از گرومت رس جلوگیری از چسبندگی بین قسمت پوشش رزینی از رشته و بلوک ملات سیمانی است. هر رشته که شل شود دوباره تحت کشش قرار می‌گیرد.

بعد از افزودن آب، ملات سیمان به طور کامل با دست یا دستگاه خودکار به مدت ۳ min تا ۴ min درون پیاله، مخلوط می‌شود. توصیه می‌شود سیمان به کار رفته، برای اطمینان از تکرارپذیری، سیمان استاندارد از منبع ثابت، و ترجیحاً با مقدار قلیای مشخص شده Na_2O برابر با $(0.60 \pm 0.05)\%$ باشد. برای ارزیابی استاندارد الیاف شیشه، نسبت‌های مخلوط مورد استفاده عبارتند از:

- سیمان پرتلند با گیرش سریع (نوع ۳): ۷۵ قسمت وزنی؛

- ماسه (به ویژگی‌های بیان‌شده در پیوست الف مراجعه شود): ۲۵ قسمت وزنی؛

- آب، ۳۲ قسمت وزنی.

قالب‌های اطراف قطعات آزمون رشته الیاف با دوغاب سیمان پر می‌شوند و برای حصول اطمینان از پر شدن کامل و تراز شدن قالب به آن ضربه زده می‌شود. باید از سایش رشته الیاف آزمون، جلوگیری شود. بلافاصله بعد از پر شدن قالب‌ها با سیمان، قالب به مدت ۲۴ h در محفظه عمل‌آوری در دمای 25°C (۲۵-۲۰) و رطوبت نسبی $(90 - 100)\%$ قرار می‌گیرد. بعد از این دوره، قالب‌ها از اطراف قطعات آزمون باز می‌شوند و نمونه‌های منفرد با علایم مشخص‌کننده، نشانه‌گذاری می‌شوند.

۵-۲ پیرسازی^۲ تسریع‌شده

گروهی از نمونه‌های ساخته‌شده مطابق بند ۵-۱، در معرض پیرسازی سریع با غوطه‌وری کنترل‌شده در آب گرم، قرار می‌گیرند. برای اهداف این استاندارد، برنامه پیرسازی عبارت است از:

- غوطه‌وری در آب یونیزه شده، در دمای $80 \pm 1^{\circ}\text{C}$ به مدت (96 ± 1) h.

یادآوری- برای ارزیابی کامل مقاومت الیاف شیشه قلیایی جدید یا مخلوط سیمان اصلاح شده، علاوه بر انجام آزمون بلافاصله بعد از ۲۴ h دوره گیرش، انجام آزمون بعد از ۳۶ h، ۶۴h و نهایتاً ۹۶ h، مفید است. این کار نیازمند تعداد بیشتری از نمونه‌ها می‌باشد.

1 -Grommet

2 -Ageing

بعد از عمل‌آوری، نمونه‌ها به مدت حداقل ۱۵ min در آب C (۲۰-۲۵)° غوطه‌ور می‌شوند تا قبل از آزمون خنک شوند. آن‌ها از آب خنک‌کننده برداشته شده و با دقت در سینی قرار گرفته و با دستمال کاغذی پوشانده می‌شود تا آب اضافی جذب شود و قبل از آزمون با دستمال مرطوب پوشانده می‌شود.

۳-۵ آزمون مکانیکی

دستگاه آزمون کشش، مجهز به فک‌های مناسب دارای رویه‌های لاستیکی می‌باشد و توصیه می‌شود دارای لودسل N ۲۰۰ با ظرفیت شکست با مقیاس کامل و با سرعت صفحه بالایی ۱ mm/min باشد.

برای آزمون، پوشش رزینی انتهای رشته در فک‌های دستگاه کشش مطابق با استاندارد ISO 3341 قرار می‌گیرند و نمونه‌ها تحت بار قرار می‌گیرند تا گسیخته شوند. حداکثر بار برای هر نمونه برحسب نیوتن در برابر شماره مرجع آن در برگ گزارش مناسبی ثبت می‌شود (پیوست ب).

بهتر است رشته در داخل بلوک سیمانی گسیخته شود. بهتر است هر نتیجه نمونه که گسیختگی در بیرون از بلوک سیمانی گسیخته شود، نادیده گرفته شود. اگر بیش از دو گسیختگی خارج از بلوک سیمانی در هر گروه ۱۰ تایی از نمونه‌ها روی دهد، توصیه می‌شود علت این گسیختگی‌ها تعیین و اصلاح شود، و آزمون تکرار شود.

۶ محاسبه نتایج

برای هر نمونه SIC منفرد، بار گسیختگی مشاهده شده (F) برحسب نیوتن و وزن (M) برحسب گرم در طول یک متر مجاور رشته، تصحیح شده برای مقدار آهارزنی، تنش شکست (σ) برحسب MPa با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$(\sigma) = \frac{F}{M} \times \rho \quad (1)$$

که در آن:

ρ چگالی الیاف شیشه بر حسب g/cm³ (اندازه‌گیری شده مطابق استانداردهای ISO 1888 و ISO 1889)، است.

مقاومت رشته در سیمان برای هر ارزیابی، متوسط مقاومت‌های ۱۰ آزمون منفرد SIC برای گروهی از ۱۰ نمونه به کار رفته، است. انحراف معیار استاندارد (s) از فرمول (۲) و واریانس (CV) از فرمول (۳) به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

$$CV(\%) = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \quad (۳)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (۴) \text{ (مقدار متوسط حسابی)}$$

در مورد ارزیابی نوع جدید الیاف شیشه، یا سامانه سیمان جدید و برای ترسیم تغییر مقدار SIC اندازه‌گیری شده با زمان، انجام شود. آزمون‌ها باید بلافاصله بعد از ۲۴ h دوره گیرش و سپس بعد از ۳۶ h، ۶۴ h و در نهایت ۹۶ h غوطه‌وری در آب گرم اگر مقدار SIC بعد از ۹۶ h به سطح تعادل برسد یا به طریق خطی کاهش یابد، شکل نمودار مشخص خواهد کرد.

یادآوری - تجربه نشان می‌دهد که ضریب واریانس (CV) حاصل از ۱۰ نمونه منفرد در گستره % (۷-۱۴) قرار می‌گیرد. اگر CV مجموعه‌ای از نتایج بیش از % ۱۴ باشد، بهتر است کنار گذاشته شده و آزمون با نمونه‌های جدید تکرار شود.

پیوست الف

(الزامی)

ویژگی‌های ماسه برای آزمون SIC

الف-۱ ترکیب

توصیه می‌شود ماسه به کار رفته در آماده‌سازی نمونه با موارد زیر مطابقت داشته باشد:

- توصیه می‌شود ماسه از منبع اختصاصی، نمونه‌برداری، شسته و خشک شود. این کار برای اطمینان از این که نمونه حاوی مواد محلول و ذرات ریز کمتری بوده و امکان کنترل درست‌تر نسبت آب به سیمان، می‌باشد.
- توصیه می‌شود شکل ذرات گرد یا نامنظم، بدون ذرات سوزنی و پولکی باشد و بافت سطح صاف بدون لانه زنبوری^۱ باشد.
- ترکیب شیمیایی مناسب به شکل زیر است:
 - سیلیکا $< 96\%$ ؛
 - رطوبت $> 2\%$ ؛
 - نمک‌های محلول (مانند قلیا) $> 1\%$ ؛
 - کاهش در اثر حرارت $> 0.5\%$ ؛
 - مواد آلی: نباید روی گیرش سیمان تاثیر داشته باشد؛
 - مقدار سولفات محلول در اسید: حداکثر $(4000 \frac{\mu g}{g})$ 0.4 ؛
 - مقدار کلراید محلول در آب: حداکثر $(600 \frac{\mu g}{g})$ 0.6 ؛

الف-۲ دانه‌بندی

الف- اندازه ذرات

توصیه می‌شود دانه‌بندی امکان حداکثر اندازه ذرات 1.2 mm را برای GRC پاششی بدهد.

ب- قسمت ریزدانه

قسمت ریزدانه، که ماسه‌ای است که از الک 0.15 mm عبور می‌کند، بهتر است کم‌تر از 10% وزن کلی ماسه را تشکیل دهد.

توصیه می‌شود به طور ایده‌آل اندازه ذرات، خوب دانه‌بندی شده بین حدود زیر باشد. دانه‌بندی معمول به شکل زیر است:

اندازه ذرات (mm)	باقی مانده روی الک (%)
۱	-
۰٫۷۰	۰٫۵
۰٫۵۰	۲٫۷
۰٫۳۵	۱۹٫۰
۰٫۲۵	۴۰٫۵
۰٫۲۱	۲۱٫۶
۰٫۱۵	۱۲٫۸
۰٫۱۰۴	۲٫۶
۰٫۰۷۶	۰٫۲
ظرف	ناچیز

پیوست ب

(آگاهی دهنده)

برگ نتایج آزمون رشته در سیمان

تاریخ:.....

شناسه الیاف/رشته:.....

چگالی الیاف شیشه (ρ) در g/cm^3 :

آهار انتخاب شده:

فرمولاسیون دوغاب سیمان:

شرایط پیرسازی:

شماره نمونه	وزن M (g)	M تصحیح شده برای مقدار آهار (g)	بار F (N)	تنش شکست σ (MPa) $\sigma = \frac{F \times \rho}{M}$	محل گسیختگی الیاف
۱					
۲					
۳					
۴					
۵					
۶					
۷					
۸					
۹					
۱۰					
متوسط					
انحراف استاندارد					
ضریب پراکندگی (%)					
مقدار مقاومت SIC = MPa حاصل از این آزمون					

کتابنامه

- [1] EN 197-1, Cement – Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements.
- [2] EN 197-2, Cement – Part 2: Conformity evaluation.
- [3] EN ISO 472, Plastics – Vocabulary (ISO 472:1999).