



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۰۶۲

چاپ اول

بهمن ۱۳۹۲

INSO

17062

1st. Edition

Feb.2013

بتن - مقاومت قلیایی میله‌های پلیمری
تقویت شده با الیاف با زمینه کامپوزیتی
مورد استفاده در سازه‌های بتنی - روش
آزمون

**Concrete - Alkali Resistance of Fiber
Reinforced PolymerMatrix Composite
Bars used in Concrete Construction-Test
Method**

ICS:91.080.40

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عبار 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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« بتن - مقاومت قلیایی میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف با زمینه کامپوزیتی مورد استفاده در سازه‌های بتنی - روش آزمون »

رییس:

ابوالحسنی، عباس
(کارشناس مهندسی عمران)

سمت و/یا نمایندگی

مدیرعامل شرکت پیشرو مصالح شرق، رییس هیات مدیره
آفتاب بتن شرق

دبیر:

ضرابی راد، راحله
(کارشناس ارشد زمین‌شناسی)

مدیر فنی آزمایشگاه همکار شرکت پیشرو مصالح شرق،
مدیرعامل شرکت کیفیت گستر بجنورد، دبیر تدوین
پژوهشکده کیمیاگران ارتیان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آروین، پویا
(دکتری مهندسی کشاورزی)

عضو هیات علمی دانشگاه پیام‌نور مرکز بجنورد

ارجمندزاده، رضا
(دکتری زمین‌شناسی اقتصادی)

عضو هیات علمی دانشگاه پیام‌نور بجنورد

پیلوار، حبیب رضا
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

سرپرست عمران و محیط زیست شرکت شهرک‌های
خراسان شمالی

حسینی عزیز، رقیه
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

مدیر فنی آزمایشگاه همکار بیژن‌پورد

صمدی شادلو، مهرداد
(کارشناس مهندسی مواد، سرامیک)

کارشناس شرکت کیفیت گستر بجنورد

فرجی، احمدرضا
(کارشناس ارشد زمین‌شناسی)

معاونت ارزیابی انطباق اداره کل استاندارد خراسان شمالی

عفتی، الهام
(کارشناس ارشد مهندسی پلیمر)

مدیرکنترل کیفیت شرکت آذر آوند

کریمی، الهه
(کارشناس ارشد زمین‌شناسی)

کارشناس اداره کل استاندارد خراسان شمالی

مدیرعامل شرکت پژوهشکده کیمیاگران ارتیان

گریوانی، زکیه
(کارشناس ارشد شیمی کاربردی)

مدیر کنترل کیفیت شرکت سیمان بجنورد

لطفی، مجید
(کارشناس ارشد مهندسی شیمی)

کارشناس دادگستری کل استان خراسان شمالی

مهرگان، کیوان
(کارشناس ارشد مدیریت دولتی)

مدیر کنترل کیفیت شرکت بتن آماده و سنگدانه مالک
اشتر

یزدانی، ابوالفضل
(کارشناس شیمی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف، نمادها و یکاها
۴	۴ خلاصه روش آزمون
۴	۵ تداخلها
۵	۶ وسایل
۵	۷ نمونهها
۶	۸ واسنجی
۶	۹ آماده سازی
۸	۱۰ روش انجام آزمون
۹	۱۱ محاسبات
۱۰	۱۲ گزارش آزمون
۱۱	۱۳ دقت و اریبی

پیش‌گفتار

استاندارد «بتن- مقاومت قلیایی میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف^۱ با زمینه کامپوزیتی مورد استفاده در سازه‌های بتنی- روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت پژوهش‌شکده کیمیاگران ارتیان بجنورد تهیه و تدوین شده و در چهارصد و شصت و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان، مواد و مصالح ساختمانی مورخ ۱۳۹۲/۱۱/۰۷ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک 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.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ASTM D7705/D7705M-2012, Standard Test Method for Alkali Resistance of Fiber Reinforced Polymer (FRP) Matrix Composite Bars used in Concrete Construction

بتن - مقاومت قلیایی میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف با زمینه کامپوزیتی مورد استفاده در سازه‌های بتنی - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای ارزیابی مقاومت قلیایی میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف به عنوان عناصر تقویت‌کننده مورد استفاده در بتن است. مقاومت قلیایی توسط قرار دادن میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف در محیط قلیایی آبی، با یا بدون تنش کششی مداوم و سپس آزمون آن‌ها تا شکست در کشتش طبق استاندارد بند ۲-۹ اندازه‌گیری می‌شود. این استاندارد سه روش انجام شده در درجه حرارت نسبتاً بالا، 60°C ، را ارائه می‌دهد که برای هر کدام شرایط بارگذاری متفاوتی تعریف شده است. همچنین این استاندارد برای استفاده در قطعات خطی پلیمری تقویت شده با الیاف تقویت‌کننده که از شبکه تقویت‌کننده دوبعدی یا سه‌بعدی بریده شده‌اند، به کار می‌رود.

این استاندارد با تعیین داده‌های مقاومت قلیایی برای تعیین ویژگی‌های مواد، تحقیق و توسعه، تضمین کیفیت و طراحی ساختاری و تحلیلی به کار می‌رود. بسته به روش آزمون نتایج آزمون اولیه، تغییر وزن و حفظ ظرفیت کششی آزمون هستند که عوامل مهم در استفاده از میله‌های تقویت‌کننده پلیمری تقویت شده با الیاف در نظر گرفته می‌شوند. روش‌های A و B آزمون‌ها را با جایگزینی محیط آبی قلیایی با آب موجود در بتن به عنوان آب بین‌حفره‌ای تسریع می‌کنند. روش C را می‌توان برای تسریع در اثر نتیجه روش B به کار برد.

روش الف مناسب برای غربال‌گری سریع میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف از نظر مقاومت قلیایی مناسب است.

روش B برای مشخص کردن مقاومت قلیایی میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف تحت بارگذاری مداوم مکانیکی در یک محیط قلیایی آبی استاندارد که به عنوان آب بین‌حفره‌ای بتن در نظر گرفته شده، مناسب است.

روش C برای مشخص کردن مقاومت قلیایی میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف تحت بارگذاری مداوم مکانیکی در بتن سیمان‌های پرتلند مناسب است.

هشدار - این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش را بیان نمی‌کند، بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت و قبل از استفاده محدودیت‌های اجرایی آن را مشخص کند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات، جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شوند. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن، مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده

است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۲۹ سال ۱۳۸۲، بتن - ساخت نمونه‌های استوانه‌ای و منشور آزمایشی به منظور تعیین مقاومت و چگالی بتن پیش‌آکنده در آزمایشگاه - آیین کار

- 2-2 A 615/A 615M, Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement.
- 2-2 C 496/C496M, Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
- 2-3 C 511, Specification for Mixing Rooms, Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes.
- 2-4 C1260, Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method).
- 2-5 C1293, Test Method for Determination of Length Change of Concrete Due to Alkali-Silica Reaction.
- 2-6 D 618, Practice for Conditioning Plastics for Testing.
- 2-7 D 883, Terminology Relating to Plastics
- 2-8 D 3878, Terminology for Composite Materials.
- 2-9 D7205/D7205M, Test Method for Tensile Properties of Fiber Reinforced Polymer Matrix Composite Bars.
- 2-10 E 4, Practices for Force Verification of Testing Machines.
- 2-11 E 6, Terminology Relating to Methods of Mechanical Testing
- 2-12 E 70, Test Method for pH of Aqueous Solutions With the Glass Electrode
- 2-13 E 456, Terminology Relating to Quality and Statistics.

۳ اصطلاحات و تعاریف، نمادها و یکاها

۱-۳ در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ذکر شده در استانداردهای بند ۲-۷، بند ۲-۸ و بند ۲-۱۳ اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۱-۳

میله

یک عنصر خطی، اغلب با سطحی موجی یا پوششی از ذرات بهم چسبیده، که قفل شدن مکانیکی داخلی بین بتن و میله را بیشتر می‌کند.

۲-۱-۳

مساحت اسمی مقطع عرضی

اندازه مساحت مقطع عرضی میله که حداقل بر روی یک طول مشخص که برای محاسبه تنش استفاده می‌شود، تعیین شده باشد.

۳-۱-۳

طول معرف^۱

حداقل طول یک میله که دارای یک الگوی هندسی تکراری است و که انتها به انتها قرار گرفته و دوباره تولید یک الگوی هندسی از یک میله پیوسته می‌کند (به طور معمول در میله‌های دارای سطح موجی برای قفل شدگی بهتر با بتن استفاده می‌شود).

۴-۱-۳

مساحت استاندارد مقطع عرضی

مساحت مقطع عرضی یک میله فولادی تقویت‌کننده بتن که در جدول ۱ استاندارد بند ۲-۲ ذکر شده است.

۵-۱-۳

سطح موجی

اختلاف در مساحت، جهت‌گیری یا شکل سطح مقطع یک میله در سراسر طول آن که برای بهبود قفل‌شدگی مکانیکی میان میله و بتن در نظر گرفته شده است. سطح موجی می‌تواند از فرآیندهای متفاوتی از جمله دندان‌گذاری، افزودن مواد خارجی و پیچش ایجاد شود.

۶-۱-۳

آزمونه مجازی^۲

یکه قطعه میله کوتاه که در شرایط محیطی مشابه با آزمون کشش قرار گرفته و برای اندازه‌گیری‌های خطی تغییر جرم در روش A استفاده می‌شود.

۲-۳ نمادها

F_{tu0} ظرفیت کشش قبل از آماده‌سازی (اما بعد از آماده‌سازی اولیه)، طبق روش ذکر شده در استاندارد بند ۲-۹.

F_{tu1} ظرفیت کشش بعد از آماده‌سازی طبق روش ذکر شده در استاندارد بند ۲-۹.

R_{et} حفظ ظرفیت کشش در مقایسه با اندازه‌گیری‌های خطی طبق استاندارد بند ۲-۹ که به عنوان درصد بیان می‌شود.

1- Representative
2- Traveler

W_0	وزن آزمون مجازی قبل از آماده‌سازی.
W_{1A}	وزن آزمون مجازی بعد از آماده‌سازی نهایی.
W_{1B}	وزن آزمون مجازی قبل از آماده‌سازی نهایی.

۴ خلاصه روش آزمون

۱-۴ این استاندارد الزامات تعیین مقاومت قلیایی میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف تحت شرایط آزمایشگاهی را ارائه می‌دهد. متغیرهای اصلی مورد استفاده در آزمون‌های آزمایشگاهی، ماهیت و غلظت محلول‌های قلیایی و سطح نیروی مداوم است. سه روش برای رسیدن به اهداف آزمون در دسترس است.

۱-۱-۴ روش A برای آزمون مقاومت قلیایی آزمون‌های پلیمری تقویت شده با الیاف بدون اعمال بار کشش طراحی شده است. چهار سری آزمون در محلول قلیایی بدون نیروی کشش غوطه‌ور می‌شوند. هر سری آزمون برای یک دوره متفاوت زمانی یک ماهه، دو ماهه، سه ماهه یا شش ماهه غوطه‌ور می‌شود. پس از زمان‌های لازم برای شایسته‌سازی، یک سری آزمون را از محلول قلیایی خارج نموده و آزمون کشش انجام می‌شود. عوامل کنترل آزمون، مقدار pH و دمای محلول قلیایی و زمان غوطه‌وری هستند. همچنین روش A افزایش یا کاهش جرم آزمون‌ها را با استفاده از آزمون مجازی تعیین می‌کند.

۲-۱-۴ روش B برای آزمون مقاومت قلیایی آزمون‌های پلیمری تقویت شده با الیاف با اعمال بار کشش مداوم طراحی شده است. چهار سری آزمون در محلول قلیایی تحت یک نیروی کشش مداوم غوطه‌ور می‌شوند. هر سری آزمون برای یک دوره متفاوت زمانی یک ماهه، دو ماهه، سه ماهه یا شش ماهه غوطه‌ور می‌شود. پس از زمان‌های لازم برای آماده‌سازی، یک سری آزمون را از محلول قلیایی خارج نموده و آزمون کشش انجام می‌شود. عوامل کنترل آزمون سطح نیروی مداوم، مقدار pH و زمان غوطه‌وری هستند.

۳-۱-۴ روش C برای آزمون مقاومت قلیایی آزمون‌های پلیمری تقویت شده با الیاف قرار داده شده در یک بتن مرطوب تحت بار کشش مداوم طراحی شده است. چهار سری آزمون داخل بتن مرطوب جاسازی شده و تحت نیروی کشش مداوم نگهداری می‌شوند. هر سری آزمون برای یک دوره متفاوت زمانی یک ماهه، دو ماهه، سه ماهه یا شش ماهه آماده‌سازی می‌شود. پس از زمان‌های لازم برای آماده‌سازی، یک سری آزمون را از شرایط محیطی خارج نموده و آزمون کشش انجام می‌شود. عوامل کنترل آزمون، سطح نیروی مداوم، مقدار pH و زمان قرارگرفتن در بتن مرطوب هستند.

۲-۴ سطح نیروی بارگذاری مداوم (برای روش‌های B و C) به عنوان بخشی از روش آزمون مشخص نشده است. اگر شرایط بارگذاری شناخته نشده است، تنش کششی مداوم در میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف شیشه باید با یک کشش اولیه معادل ۲۰۰۰ میکرواسترین^۱ (کشش ریز) تنظیم شود. سطح تنش مداوم باید گزارش شود.

1- Microstrain

۵ تداخل‌ها

- ۱-۵ شرایط آزمون، کاهش گرمای رطوبت‌دار مواد پلیمری تقویت شده با الیاف کامپوزیتی به شدت وابسته به شرایط محیطی از جمله دما، رطوبت و مواد شیمیایی است. میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف باید تحت شرایط کنترل و پایش مستمر آماده‌سازی شوند. برای میله‌های آماده‌سازی شده در محلول‌های آبی، در شرایط آماده‌سازی محلول تغییرات زمانی بالا ممکن است منجر به تبخیر محلول شود. اگر لازم باشد، کمیت محلول باید توسط اضافه کردن هیدروکسید و سطح pH توسط اضافه کردن آب حفظ شود.
- ۲-۵ تداخل‌های اضافی در ارتباط با اجرای آزمون کشش را می‌توان در استاندارد بند ۲-۹ مشاهده کرد.

۶ وسایل

- ۱-۶ ترازو، برای روش A، یک ترازوی تحلیلی^۱ با دقت ۰٫۱۰ mg برای آزمون‌های مجازی با وزن ۵۰ g یا کمتر، و با دقت ۱ mg برای آزمون‌های مجازی با وزن بیشتر از ۵۰ g است.
- ۲-۶ برای روش‌های B و C، یک وسیله بارگذاری مداوم با ظرفیت اعمال و حفظ نیرو به آزمون با دقت $\pm 1\%$ نیروی ثابت مطلوب لازم است.
- ۳-۶ وسایل آزمون، وسایل آزمون کشش با ظرفیت بالاتر از ظرفیت کشش آزمون و واسنجی شده طبق استاندارد بند ۲-۱۰ هستند.
- ۴-۶ مهارها، مهارها باید طبق استاندارد بند ۲-۹ باشند.
- ۵-۶ برای روش‌های A و B، وسیله اندازه‌گیری pH محلول‌های آبی طبق استاندارد بند ۲-۱۲ لازم است.
- ۶-۶ اتاقک محیطی^۲ آزمون، یک اتاقک آزمون در شرایط محیطی قادر به نگهداری دمایی نسبی لازم با دقت $\pm 3^{\circ}\text{C}$ است. علاوه بر این، باید قادر به نگهداری شرایط محیطی همانند قرار گرفتن در معرض مایعات در هنگام انجام آزمون باشد.
- یادآوری - برای روش A و B استفاده از یک حمام با دمای کنترل شده برای اتاقک شرایط محیطی قابل قبول است.

۷ آزمون‌ها

- ۱-۷ آزمون‌های میله پلیمری تقویت شده با الیاف باید نماینده تعداد زیاد یا توده‌ای که آزمون می‌شود، باشند. در اصل آزمون‌ها نباید در معرض فرآوری بیش از فرآوری ساخت قرار گیرند. برای میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف یک شبکه، آزمون‌های خطی می‌توانند توسط برش زدن خارج از ماده غیراصلی به گونه‌ای که تاثیری در عملکرد بخش آزمون نداشته باشد، آماده شوند.

1- Analytical
2- Environmental

۲-۷ در هنگام نمونه برداری و آماده سازی آزمون‌ها از همه تغییر شکل‌ها، گرما دادن، قرار گرفتن در معرض محیط بیرون با نور فرابنفش و سایر شرایطی که می‌تواند باعث تغییر در ویژگی‌های مواد آزمون شوند باید اجتناب شود.

۳-۷ طول آزمون‌ها باید طبق جدول الف-۱ استاندارد بند ۲-۹ باشد.

۴-۷ مساحت مقطع عرضی آزمون باید طبق هر دو روش توصیف شده در استاندارد بند ۲-۹، مساحت اسمی و مساحت استاندارد، باشد.

۵-۷ تعداد آزمون در هر سری آزمون برای آزمون آماده سازی اولیه و آماده سازی نهایی نباید کمتر از پنج آزمون باشد. هر آزمون باید به وضوح نشانه گذاری شود.

۶-۷ انتهای میله‌ها و انتهای عناصر متقاطع شبکه را با چسب اپوکسی با دمای عمل‌آوری دمای اتاق پیوشانید تا از نفوذ محلول در این برش‌ها جلوگیری کند. این شرایط را به آزمون‌های مجازی اندازه‌گیری تغییرات وزنی نیز اعمال کنید.

۷-۷ تعداد آزمون در هر سری آزمون برای آزمون آماده سازی اولیه و آماده سازی نهایی نباید کمتر از پنج آزمون باشد. هر آزمون باید به وضوح نشانه گذاری شود.

۸-۷ محلول قلیایی در روش A و B باید نماینده‌ای از ترکیب آب بین حفره‌ای داخل بتن سیمان پرتلند باشد. ترکیب پیشنهادی محلول قلیایی شامل $118.5g$ $Ca(OH)_2$ ، $0.9g$ $NaOH$ و $4.2g$ KOH در یک لیتر آب است. محلول باید طبق استاندارد بند ۲-۱۲ دارای pH اولیه اندازه‌گیری شده 12.6 تا 13.0 باشد. محلول قلیایی باید قبل و هنگام آزمون پوشیده شود تا از واکنش با CO_2 هوا و تبخیر جلوگیری شود.

۸ واسنجی

دقت همه وسایل اندازه‌گیری باید در زمان استفاده از دستگاه‌ها گواهی‌نامه واسنجی داشته باشد.

۹ آماده سازی

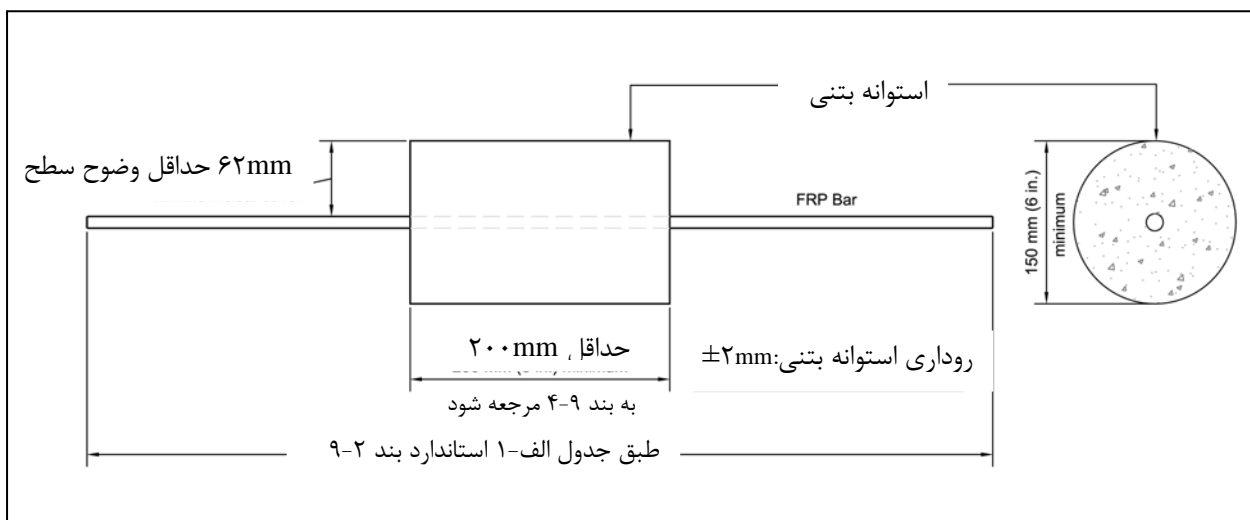
۱-۹ آماده سازی اولیه همه آزمون‌ها، همه آزمون‌ها از جمله آن‌هایی که برای اندازه‌گیری‌های خطی هستند و آزمون‌های مجازی برای اندازه‌گیری تغییرات وزنی باید طبق روش B استاندارد بند ۲-۶ آماده سازی اولیه شوند. برای روش A آزمون‌های مجازی باید قبل از آماده سازی اولیه وزن شوند.

۲-۹ آزمون‌ها برای روش A باید در محلول قلیایی در دمای $(3 \pm 60)^\circ C$ برای دوره‌های زمانی یک ماهه، دو ماهه، سه ماهه یا شش ماهه غوطه‌ور می‌شود، مگر این که دوره طولانی‌تری مشخص شده باشد. بعد از زمان اختصاص داده شده، آزمون‌ها باید از محلول قلیایی خارج و با آب شسته شوند.

۳-۹ آزمون‌ها برای روش B باید در مهاربندی وسیله آزمون در هر دو انتها طبق پیوست الف استاندارد بند ۲-۹ نصب شوند. بخش مورد آزمون در آزمون باید در محلول قلیایی داخل اتاقک محیطی یا قفسه نگه‌دارنده محلول‌ها و دارای دمای $(3 \pm 60)^\circ C$ غوطه‌ور شود. آزمون باید در ثابت‌کننده بارگذاری نگه داشته شود تا در معرض نیروی کششی مداوم برای دوره‌های زمانی یک ماهه، دو ماهه، سه ماهه یا شش ماهه قرار

گیرد مگر این که دوره طولانی تری مشخص شده باشد. بعد از زمان اختصاص داده شده، بارگذاری متوقف و آزمون‌ها باید از محلول قلیایی خارج و با آب شسته شوند.

۴-۹ آزمون‌ها برای روش C باید توسط جادادن بخش آزمون آزمون‌ها در یک استوانه بتنی مرطوب، همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده، آماده‌سازی می‌شود. استوانه‌ها باید دارای حداقل قطر ۱۵۰mm بوده و دارای قطر حداقل ۶۲mm برای تهیه یک پوشش واضح از سطح بتن به سطح میله باشد. طول استوانه باید حداقل ۲۰۰mm بوده، اما نباید کمتر از ۱۵ برابر قطر میله پلیمری تقویت شده با الیاف باشد. برای میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف به صورت دو رشته به هم پیچیده، طول استوانه نیز باید بزرگ‌تر از گام^۱ تار باشد.



شکل ۱- ابعاد استوانه بتنی

۱-۴-۹ آزمون‌ها باید برای ۲۸ روز در آب در دمای اتاق عمل‌آوری^۲ شوند. مهارها باید در دو انتهای آزمون طبق پیوست الف استاندارد بند ۲-۹ نصب شوند. مهارها می‌توانند قبل یا بعد از عمل‌آوری آزمون‌ها نصب شوند. آزمون‌ها سپس در ثابت‌کننده آزمون قرار گرفته به طوری که نیروی کشش مداوم بتواند برای دوره‌های زمانی یک ماهه، دو ماهه، سه ماهه یا شش ماهه اعمال شود مگر این که دوره طولانی‌تری مشخص شده باشد. استوانه بتنی باید مرطوب و داخل قفسه محیطی دارای دمای $(60 \pm 3)^\circ\text{C}$ در هنگام آماده‌سازی نگه داشته شوند. بعد از زمان اختصاص داده شده، بارگذاری متوقف و آزمون‌ها باید از شرایط محیطی خارج شوند.

یادآوری^۱- برای روش C لازم نیست هنگام آماده‌سازی رطوبت کنترل شده به طور مداوم مراقبت شود. پیشنهاد می‌شود از اتاقک هوا یا گرم‌خانه با یک ظرف روباز آب که به صورت دوره‌ای پر می‌شود، استفاده شود. هدف این است که بتن در رطوبت متعادل باقی مانده به طوری که آب بین حفره‌های بتن حفظ شود.

1- Pitch
2- Curing

یادآوری ۲- مهارها همان طور که در پیوست الف استاندارد بند ۲-۹ توصیه شده، ممکن است برای اتصال در انتهای میله‌ها با مواد پلیمری یا گروت سیمانی باشند. توجه داشته باشید که معمولاً ۷۲ ساعت زمان لازم است تا گروت‌ها عمل‌آوری شوند. اگر از یک مهار گروت‌دار استفاده می‌شود، مهار باید قبل از آماده‌سازی به آزمون متصل شوند.

۲-۴-۹ اختلاط بتن، طرح اختلاط بتن باید استاندارد با ترکیب و قلیاییت تنظیم شده طبق بخش ۷ استاندارد بند ۲-۶ باشد. سنگ‌دانه‌های مورد استفاده در بتن باید طبق استاندارد بند ۲-۵ برای واکنش قلیایی الک شده باشند و بیشتر از ۰٫۱٪ در ۱۴ روز انبساط نشان ندهند. طرح اختلاط بتن باید مطابق بخش‌های قابل اجرای استاندارد بند ۲-۱ تقسیم‌بندی^۱ و مختلط شود و روش عمل‌آوری آن باید طبق استاندارد بند ۲-۴ باشد.

۲-۴-۹ حذف استوانه بتنی، بخش بتنی احاطه‌کننده آزمون‌های روش C باید قبل از آماده‌سازی اولیه حذف شود. توصیه می‌شود از شکافنده ابزار آزمون کشش طبق استاندارد بند ۲-۳ برای شکافتن بتن و حذف آن از میله پلیمری تقویت شده با الیاف استفاده شود.

۵-۹ آماده‌سازی نهایی، قبل از انجام آزمون کشش همه آزمون‌ها باید طبق روش B در استاندارد بند ۲-۷ آماده‌سازی نهایی شوند.

۱۰ روش انجام آزمون

۱-۱۰ مساحت مقطع عرضی میله را طبق استاندارد بند ۲-۹ تعیین کنید. مساحت مقطع عرضی اسمی و استاندارد می‌توانند استفاده شوند. روش به دست آوردن مساحت مقطع عرضی باید گزارش شود.

۲-۱۰ مقاومت کششی آماده‌سازی اولیه میله‌ها را طبق استاندارد بند ۲-۹ با استفاده از آزمون‌های آماده‌سازی شده اولیه همان طور که در بند ۹-۱ توصیف شده، تعیین کنید.

۳-۱۰ برای روش A و B مقدار pH محلول قلیایی باید در ابتدای دوره آماده‌سازی اندازه‌گیری و به صورت یک رقم اعشار ثبت شود. هنگام غوطه‌وری آزمون‌ها، مقدار pH محلول قلیایی باید حداقل هر پنج روز پایش و تنظیم شود و اگر لازم باشد، در هنگام دوره آماده‌سازی، pH در محدوده (۱۲٫۶ تا ۱۳٫۰) حفظ شود. با افزایش pH، به محلول متناسب با نسبت‌های اولیه محلول در بند ۷-۸ هیدروکسید اضافه و با کاهش pH آب اضافه نمایید.

۴-۱۰ سطوح خارجی آزمون باید قبل و بعد از آزمون مقاومت قلیایی برای مقایسه رنگ، شرایط سطح و تغییر شکل مورد بررسی قرار گیرند. به صورت انتخابی آزمون‌ها می‌توانند برش خورده و صاف‌کاری شوند و شرایط مقطع عرضی آزمون با میکروسکوپ مورد بررسی قرار گیرد.

۵-۱۰ آزمون تغییر وزن آزمون‌ها برای روش A، آزمون‌های تغییر وزن باید بر روی آزمون‌های مجازی بریده شده از مواد کاملاً یکسان که قرار است مورد بررسی و آزمون قرار گیرند، انجام شود. آزمون‌های مجازی باید با ضریب صحیحی از طول معرف برش خورده و دارای وزن بیشتر از ۱۰g باشند. قبل از غوطه‌وری، آزمون مجازی باید وزن شود و سپس مطابق استاندارد بند ۲-۷ در گرم‌خانه خشک شده و دوباره به عنوان

وزن اولیه (W_0) وزن شود. پس از غوطه‌وری در زمان‌هایی که در قبل توصیف شد، آزمون مجازی باید از محلول قلیایی بیرون آورده شده و با دقت با آب شسته و با یک دستمال کاغذی خشک و سپس دوباره وزن شود (این وزن به عنوان W_{1B} معرفی شده است). در انتها، آزمون‌های مجازی باید در طول آماده‌سازی نهایی با آزمون‌های تنش طبق بند ۹-۵ باشند و سپس دوباره وزن شوند (این وزن به عنوان W_{1A} معرفی شده است).

۶-۱۰ آزمون حفظ ظرفیت کشش آزمون‌ها برای روش‌های A، B و C، آزمون‌ها باید در طول ۲۴ ساعت بعد از خروج از محیط آماده‌سازی نهایی، برای کشش تا شکست، آزمون شوند. روش آزمون کشش باید طبق استاندارد بند ۲-۹ باشد.

۱۱ محاسبات

۱-۱۱ برای روش A تغییرات وزن میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف باید طبق معادله شماره ۱ و معادله شماره ۲ محاسبه شود:

$$\text{افزایش جرم } (\%) = \frac{W_{1A} - W_0}{W_0} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{کاهش جرم } (\%) = \frac{W_0 - W_{1A}}{W_0} \times 100 \quad (2)$$

که در آن‌ها:

W_{1A} وزن آزمون بعد از غوطه‌وری در زمان توصیف شده ۱ و بعد از تعادل بعدی، بر حسب g؛
 W_0 وزن اولیه آزمون قبل از غوطه‌وری، بر حسب g است.

۲-۱۱ ویژگی‌های مواد میله‌های پلیمری تقویت شده با الیاف باید فقط برای این آزمون‌ها متحمل شکست در بخش آزمون در نظر گرفته شود. در مواردی که شکست کششی یا شکاف در بخش مهاربندی اتفاق می‌افتد، داده‌ها باید نادیده گرفته شوند و در مجموع آزمون‌ها باید در شرایط یکسان با شکست آزمون انجام شوند. حفظ ظرفیت کششی برای آزمون‌ها باید طبق معادله ۳ با دقت دو رقم اعشار محاسبه شود:

$$R_{et} = F_{tu} / F_{tu0} \quad (3)$$

که در آن:

R_{et} حفظ ظرفیت کشش، بر حسب %؛

F_{tu} ظرفیت کشش قبل از آماده‌سازی، بر حسب N؛

F_{tu0} ظرفیت کشش بعد از آماده‌سازی، بر حسب N است.

۳-۱۱ آمار، برای هر سری آزمون مقدار میانگین، انحراف از معیار و ضریب همبستگی (بر حسب /) برای حفظ ظرفیت کشش را محاسبه کنید:

$$\bar{x} = (\sum_{i=1}^n x_i) / n \quad (۴)$$

$$s_{n-1} = \sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2) / (n-1)} \quad (۵)$$

$$CV = 100 \times S_{n-1} / \bar{x} \quad (۶)$$

که در آن‌ها:

\bar{x} میانگین نمونه؛

S_{n-1} انحراف از معیار نمونه؛

CV ضریب همبستگی بر حسب /؛

n تعداد آزمون‌ها؛

X_i اهداف اندازه‌گیری شده یا به دست آمده است.

۱۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

۱-۱۲ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۲-۱۲ موارد معمول؛

۱-۲-۱۲ نام تجاری، شکل و داده‌های تولیدکننده اگر در دسترس باشد و تعداد آزمون‌های تولید شده؛

۲-۲-۱۲ تولیدکننده سامانه الیاف و توصیف سامانه. نسبت حجمی الیاف. تولیدکننده سامانه چسب و توصیف سامانه؛

۳-۲-۱۲ تعداد یا علائم شناسایی آزمون‌ها و آزمون‌های مجازی (اگر استفاده شده‌اند)؛

۴-۲-۱۲ طرح، قطر و مساحت مقطع عرضی. روش تعیین مساحت مقطع عرضی (مساحت استاندارد یا مساحت اسمی)؛

- ۵-۲-۱۲ داده‌های شروع و پایان غوطه‌وری برای هر میله؛
- ۳-۱۲ داده‌های وابسته به محلول قلیایی غوطه‌وری؛
- ۱-۳-۱۲ ترکیب محلول قلیایی، pH، دما، دوره غوطه‌وری و زمان؛
- ۲-۳-۱۲ سطح نیروی مداوم، فاصله زمانی و روش پایش و تنظیم محلول. pH محلول در هر فاصله پایش؛
- ۳-۳-۱۲ ثبت مشاهدات سطوح خارجی. گزارش اختیاری بررسی میکروسکوپی؛
- ۴-۳-۱۲ برای آزمون‌های مجازی (فقط روش A) وزن در هر فاصله زمانی (به عنوان دریافت شده از آماده‌سازی اولیه، آماده‌سازی نهایی، قبل از آماده‌سازی نهایی و بعد از آماده‌سازی نهایی). گزارش نتایج برای هر آزمون مجازی و برای میانگین آزمون‌های مجازی آزمون شده در یک دوره زمانی؛
- ۵-۳-۱۲ رسم درصد تغییرات وزنی در مقابل زمان، که توسط معادله شماره ۱ و معادله شماره ۲ محاسبه شده؛
- ۴-۱۲ داده‌های وابسته به انجام آزمون کشش؛
- ۱-۴-۱۲ دمای آزمون و بارگذاری؛
- ۲-۴-۱۲ ظرفیت‌های کششی برای غوطه‌وری و آزمون‌های غوطه‌وری اولیه در فواصل زمانی یک ماهه، دو ماهه، سه ماهه یا شش ماهه با مقدار میانگین و انحراف از معیار ظرفیت‌های کشش و مقاومت کششی؛
- ۳-۴-۱۲ مدول الاستیسیته و مقدار میانگین به ترتیب برای همه آزمون‌های غوطه‌وری و غیرغوطه‌وری؛
- ۴-۴-۱۲ تنش نهایی برای همه آزمون‌های غوطه‌وری و غیرغوطه‌وری و میانگین تنش نهایی؛
- ۵-۴-۱۲ حفظ ظرفیت کششی؛
- ۶-۴-۱۲ منحنی‌های تنش-کشش برای همه آزمون‌های غوطه‌وری و غیرغوطه‌وری؛
- ۷-۴-۱۲ رسم حفظ ظرفیت کششی در مقابل زمان آزمون.

۱۳ دقت و اریبی

- ۱-۱۳ دقت، داده‌های لازم برای توسعه دقت در این روش آزمون در دسترس نیستند. دقت به عنوان درجه‌ای از توافق متقابل بین اندازه‌گیری‌های منفرد که نمی‌تواند تخمین زده شود، تعریف می‌شود زیرا مقدار داده‌ها کافی نیست.
- ۲-۱۳ اریبی، اریبی را نمی‌توان برای این روش آزمون تعیین کرد و مرجع قابل‌قبولی برای ارجاع استاندارد وجود ندارد.