INSO
18330-9
1st. Edition
2014

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۸۳۳۰-۹
چاپ اول
۱۳۹۳

محصولات و سامانه‌های حفاظت و تعمیر سازه‌های بتنی ـ تعاریف، الزامات، کنترل کیفی و ارزیابی انطباق ـ قسمت ۹: اصول کلی برای کاربرد محصولات و سامانه‌ها

Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity – Part 9: General principles for the use of products and systems

ICS:91.080.40;01.040.91

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، 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 می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ 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 درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت 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 شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] 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 بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

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 استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، 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، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«محصولات و سامانه‌هایی برای محافظت و تعمیر سازه‌های بتنی ـ تعاریف، الزامات، کنترل کیفی و ارزیابی انطباق ـ قسمت ۹: اصول کلی برای استفاده از محصولات وسامانه‌ها»

رییس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
تدین ، محسن (دکترای مهندسی عمران)	انجمن بتن ایران
دبیر:	
ترابی زاده، محمدرضا (کارشناسی مهندسی عمران)	اداره کل استاندارد هرمزگان
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
احمد نژاد، سلیم (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	سیمان هرمزگان
امیرشکاری، ایمان (کارشناسی مهندسی عمران)	دفتر فنی دانشگاه علوم پزشکی استان هرمزگان
بشیری، عباس (کارشناسی مهندسی عمران)	دایره ساختمان بانک صادرات استان هرمزگان
بنی هاشمی، سید محسن (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه)	شرکت آبا بتن ساحل
رفیعی، محسن (کارشناسی مهندسی عمران)	شرکت کهن دژ پارسه
رنجبر، احسان (کارشناسی فیزیک کاربردی)	اداره کل استاندارد هرمزگان

سامانیان، حمید (کارشناسی ارشد مهندسی مواد)	پژوهشگاه استاندارد
سعیدی، شهرزاد (کارشناسی مهندسی معماری)	آزاد
سیمراخ، مجید (کارشناسی مهندسی عمران)	نظام مهندسی ساختمان استان هرمزگان
صولت، بابک (کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه)	دفتر فنی علوم پزشکی استان هرمزگان
عباسی رزگله، محمد حسین (کارشناسی مهندسی مواد)	اداره نظارت بر اجرای استاندارد صنایع غیرفلزی
کالبدی، سید علی (کارشناسی مهندسی عمران)	شرکت کیش بتن جنوب
لشکری، آرش (کارشناس ارشد مهندسی عمران - سازه)	شرکت مهندسین مشاور پیمون
مجتبوی، سید علیرضا (کارشناسی مهندسی مواد)	اداره نظارت بر استاندارد صنایع غیرفلزی
مصفا، مسعود (کارشناسی مهندسی عمران)	نظام مهندسی ساختمان استان هرمزگان
مصطفی زاده، سید حجت (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)	موسسه پایدار سازه
هاشمی، پویان (کارشناسی مهندسی عمران)	شرکت فرآیند ساخت پارسه

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران	ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
پیش‌گفتار	ه
مقدمه	و
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۲
۳ اصطلاحات و تعاریف	۳
۴ حداقل الزامات قبل از تعمیر و حفاظت	۴
۵ حفاظت و تعمیر در چارچوب راهبرد مدیریت سازه	۶
۶ مبنای انتخاب روش‌ها و اصول تعمیر و حفاظت	۷
۷ خواص محصولات و سامانه‌های مورد نیاز منطبق با اصول تعمیر و محافظت	۱۱
۸ نگه‌داری سازه پس از تکمیل حفاظت و تعمیر	۱۱
۹ ایمنی، بهداشت و محیط زیست	۱۲
۱۰ شایستگی و صلاحیت کارکنان	۱۲
پیوست الف (اطلاعاتی) راهنمایی و اطلاعات پایه‌ای	۱۳
پیوست ب (اطلاعاتی) کتاب‌نامه	۳۱

پیش گفتار

استاندارد «محصولات و سامانه‌هایی برای محافظت و تعمیر سازه‌های بتنی ـ تعاریف، الزامات، کنترل کیفی و ارزیابی انطباق ـ قسمت ۹: اصول کلی برای استفاده از محصولات و سامانه‌ها» که پیش‌نویس آن درکمیسیون‌های فنی مربوطه تهیه و تدوین شده و در ۵۱۱ امین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۰۳/۰۳ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان 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 ارایه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوطه مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منابع و ماخذی که برای تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

DIN EN 1504-9 :2008 , Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity – Part 9: General principles for the use of products and systems

مقدمه

این استاندارد قسمت ۹ مجموعه ۱۰ قسمتی زیر است.

حفاظت و تعمیر سازه‌های بتنی، نیازمند عملیات طراحی پیچیده‌ای است. این مجموعه استانداردهای ملی، اصولی را برای حفاظت و تعمیر سازه‌های بتنی آسیب دیده یا در معرض آسیب دیدگی و فروپاشی ارایه می-کند و رهنمودهایی برای انتخاب محصولات و سامانه‌هایی که برای استفاده مورد نظر، مناسب هستند، می-دهد.

این استانداردهای ملی، مراحل کلیدی در فرایند تعمیر را مشخص می‌کنند:

ـ ارزیابی شرایط سازه؛

ـ شناسایی علل خرابی؛

ـ تصمیم‌گیری در مورد گزینه‌های حفاظت و تعمیر؛

ـ انتخاب اصول مناسب برای حفاظت و تعمیر؛

ـ انتخاب روش‌ها؛

ـ تعریف خواص محصولات و سامانه‌ها؛

ـ مشخصات فنی الزامات نگه‌داری پس از حفاظت و تعمیر.

یادآوری هم‌چنین پیوست (الف) که جهت اطلاع ارائه می‌شود، راهنمایی و اطلاعات پایه‌ای را بدست می‌دهد.

محصولات و سامانه‌ها حفاظت و تعمیر سازه‌های بتنی ـ تعاریف، الزامات، کنترل کیفی و ارزیابی انطباق ـ بخش ۹: اصول کلی برای استفاده از محصولات و سامانه‌ها

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد ارائه ملاحظات اولیه مشخصات حفاظت و تعمیر سازه های بتنی مسلح و غیرمسلح (برای مثال، رویه‌های راه، پیاده‌رو، دال های سقف و سازه‌های پیش‌تنیده) با استفاده از محصولات و سامانه‌های مشخص شده در سایر بخش‌های این مجموعه است. این استاندارد سازه‌های رویارو با شرایط مختلف مانند در معرض هوا، مدفون در خاک و مغروق در آب را شامل می‌گردد.

۱-۲ این استاندارد شامل موارد زیر می‌باشد:

۱-۲-۱ نیاز به نظارت و بازرسی، انجام آزمون و ارزیابی، قبل و بعد از تعمیر؛

۱-۲-۲ جلوگیری از علل بروز نقص در سازه‌های بتنی و تعمیر آن‌ها. عوامل چنین نقایصی، می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

۱-۲-۲-۱ عوامل مکانیکی، مانند، ضربه، اضافه بارگذاری، جابجایی در نتیجه نشست، انفجار، لرزش و زلزله؛

۱-۲-۲-۲ عوامل شیمیایی و فعالیت زیستی ناشی از محیط، مانند حمله سولفات، واکنش سنگدانه- قلیایی؛

۱-۲-۲-۳ عوامل فیزیکی، مانند یخزدن و آب‌شدن، ترک حرارتی، جابجایی رطوبت، تبلور نمک و فرسایش،

۱-۲-۲-۴ آسیب‌های ناشی از آتش؛

۱-۲-۲-۵ خوردگی میلگردها در اثر عوامل زیر:

الف- افت فیزیکی پوشش محافظ بتن؛

ب- افت شیمیایی قلیائیت پوشش محافظ بتن، در نتیجه واکنش با دی‌اکسید کربن هوا (کربناته شدن)؛

پ- ناخالصی کلرید (یا دیگر مواد شیمیایی) در بتن؛

ت- جریان‌های الکتریکی سرگردان هدایت شده یا القا شده در میلگردها تاسیسات الکتریکی مجاور.

۱-۲-۳ تعمیر نقایص بوجود آمده در اثر طراحی ناقص، مشخصات فنی ناقص یا ساخت و ساز ناقص یا استفاده از مصالح ساختمانی نامناسب؛

۱-۲-۴ تأمین ظرفیت سازه ای مورد نیاز، توسط:

الف-جایگزینی یا اضافه کردن میلگردهای مدفون یا بیرونی؛

ب-پرکردن ترک‌ها و حفرات درون یا بین اعضا تا از پیوستگی سازه، اطمینان حاصل شود؛

پ-جایگزینی یا اضافه کردن بتن یا اعضا کامل؛

۱-۲-۵ ضد آب کردن، به عنوان بخشی از حفاظت و تعمیر؛

۱-۲-۶ اصول و روش‌های حفاظت و تعمیر، برای مثال، آن‌هایی که در جدول ۱ فهرست شده‌اند.

در بخش ۱۰ این مجموعه استانداردها به کاربرد واقعی محصولات و سامانه‌های حفاظت و تعمیر و عملیات کنترل کیفی آنها پرداخته شده است.

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 جزیی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای 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:

2-1 EN 206-1, Concrete - Part 1: Specification, performance, production and conformity

2-2 EN 1504-1**,** Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 1: Definitions

2-3 EN 1504-2**,** Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 2: Surface protection systems for concrete;

2-4 EN 1504-3, Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 3: Structural and non-structural repair

2-5 EN 1504-4, Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 4: Structural bonding

2-6 EN 1504-5, Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 5: Concrete injection

2-7 EN 1504-6, Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 6: Anchoring of reinforcing steel bar

2-8 EN 1504-7, Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 7: Reinforcement corrosion protection

2-9 EN 1504-8, Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 8: Quality control and evaluation of conformity

2-10 EN 1504-10, Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, Requirements, Quality control and evaluation of conformity - Part 10: Site application of products and systems and quality control of the works

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف استانداردهای بندهای ۲-۲ تا ۲-۱۰، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به‌کار می‌رود:

۳-۱

نقص (عیب)

شرایط غیرقابل قبولی که ممکن است در ساختمان باشد یا در نتیجه آسیب و خرابی به‌وجود آمده است.

۳ـ۲

عمر طراحی

دوره مفید بهره‌برداری تحت شرایط مورد انتظار کاربرد سازه بتنی.

۳ـ۳

نگه‌داری از سازه

عملیات اصلاحی پیوسته یا قابل تکراری که تعمیر و یا حفاظت را فراهم می‌کند.

۳ـ۴

حالت انفعالی

حالتی که فولاد در بتن به علت یک غشا اکسیدی محافظ، به طور خود به خود زنگ نمی‌زند.

یادآوری: به بند الف ۳ – پیوست رجوع شود.

۳ـ۵

حفاظت

عملیاتی که نتیجه آن جلوگیری یا کاهش پیشرفت (گسترش) نقص‌ها و عیوب در سازه است.

۶ـ۳

تعمیر

عملیاتی اصلاحی که برای رفع نقائص و عیوب سازه انجام می‌شود.

۷ـ۳

عمر بهره‌برداری

دوره‌ای که در آن عملکرد مورد نظر وجود دارد.

یادآوری: به بخش الف ۳ – پیوست مراجعه شود.

۸ـ۳

بتن پایه

سطحی که بر روی آن ماده تعمیری یا حفاظتی به کار می‌رود.

یادآوری: به بخش الف ۳ – پیوست مراجعه شود.

۴ حداقل الزامات قبل از تعمیر و حفاظت

۱ـ۴ کلیات

این بند روش‌هایی که باید برای ارزیابی شرایط موجود یک سازه بتنی قبل از حفاظت و تعمیر، بررسی شوند را ارایه می‌کند.

رهنمودهای کلی در پیوست الف آمده است.

۲ـ۴ بهداشت و ایمنی

تهدیدهای بهداشتی و ایمنی ناشی از فرو افتادن قطعات ناشی از خرابی یا شکستگی موضعی به تخریب مواد و تاثیر خرابی بر پایداری مکانیکی سازه بتنی باید بررسی کرد.

هنگامی که سازه بتنی ایمن نمی‌باشد، عملیات مقتضی را برای ایمن کردن آن، قبل از دیگر کارهای تعمیری و حفاظتی، باید انجام داد. هر گونه خطرات دیگری که ممکن است از عملیات تعمیر ناشی شود را نیز در نظر بگیرید. چنین عملیاتی ممکن است شامل تعمیر و حفاظت موضعی، نصب تکیه‌گاه یا کارهای موقتی دیگر، یا انهدام جزیی یا حتی کلی باشد.

۳ـ۴ ارزیابی نقایص (عیوب) و دلایل آن

باید در مورد نقایص و عیوب سازه بتنی، دلایل آن و توانایی سازه بتنی برای انجام وظایفش، ارزیابی انجام شود.

فرایند ارزیابی سازه باید شامل موارد زیر باشد اما نباید به آن‌ها محدود شود:

الف- وضعیت قابل رویت سازه بتنی موجود؛

ب- انجام آزمون برای تعیین شرایط بتن و میلگردهای فولادی آن؛

پ- روش طراحی اولیه؛

ت- شرایط محیطی، شامل رویارویی با مواد زیان‌آور؛

ث- تاریخچه سازه بتنی، شامل رویارویی با شرایط محیطی؛

ج- شرایط بهره‌برداری، (مانند بارگذاری یا دیگر بارهای وارده)؛

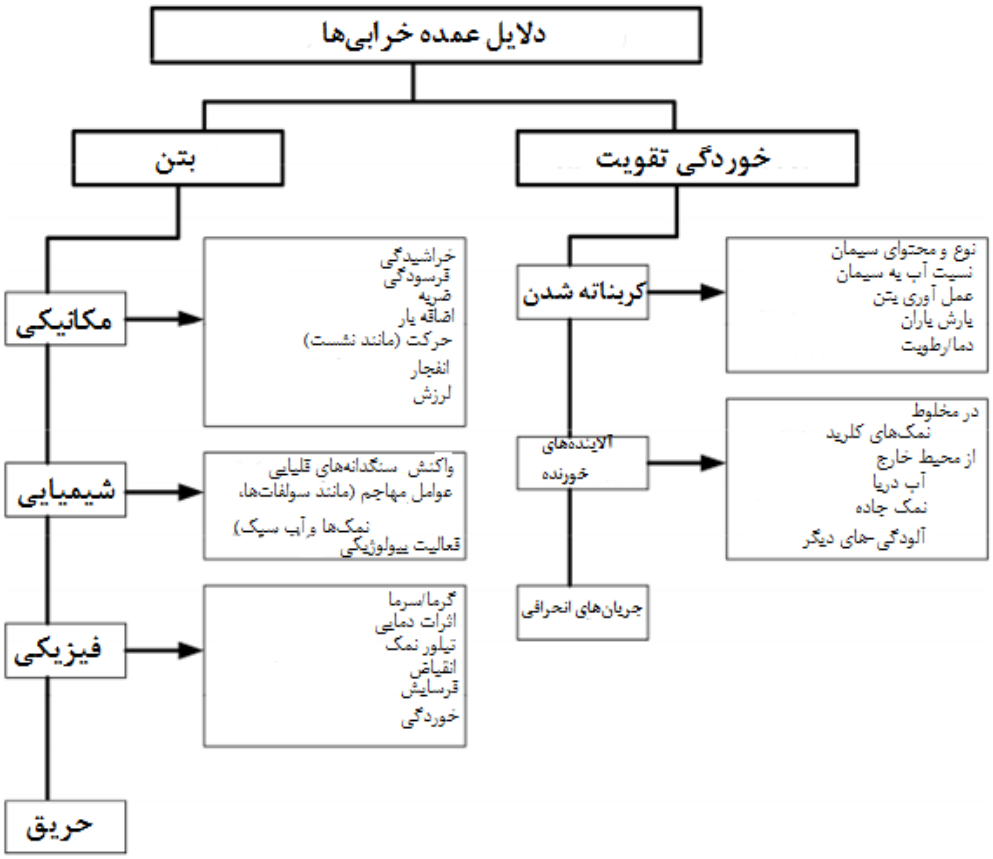
چ- الزامات استفاده‌های آتی.

ماهیت و دلایل عیوب، شامل ترکیبی از عوامل، باید شناسایی و ثبت شود (شکل ۱ مشاهده شود).

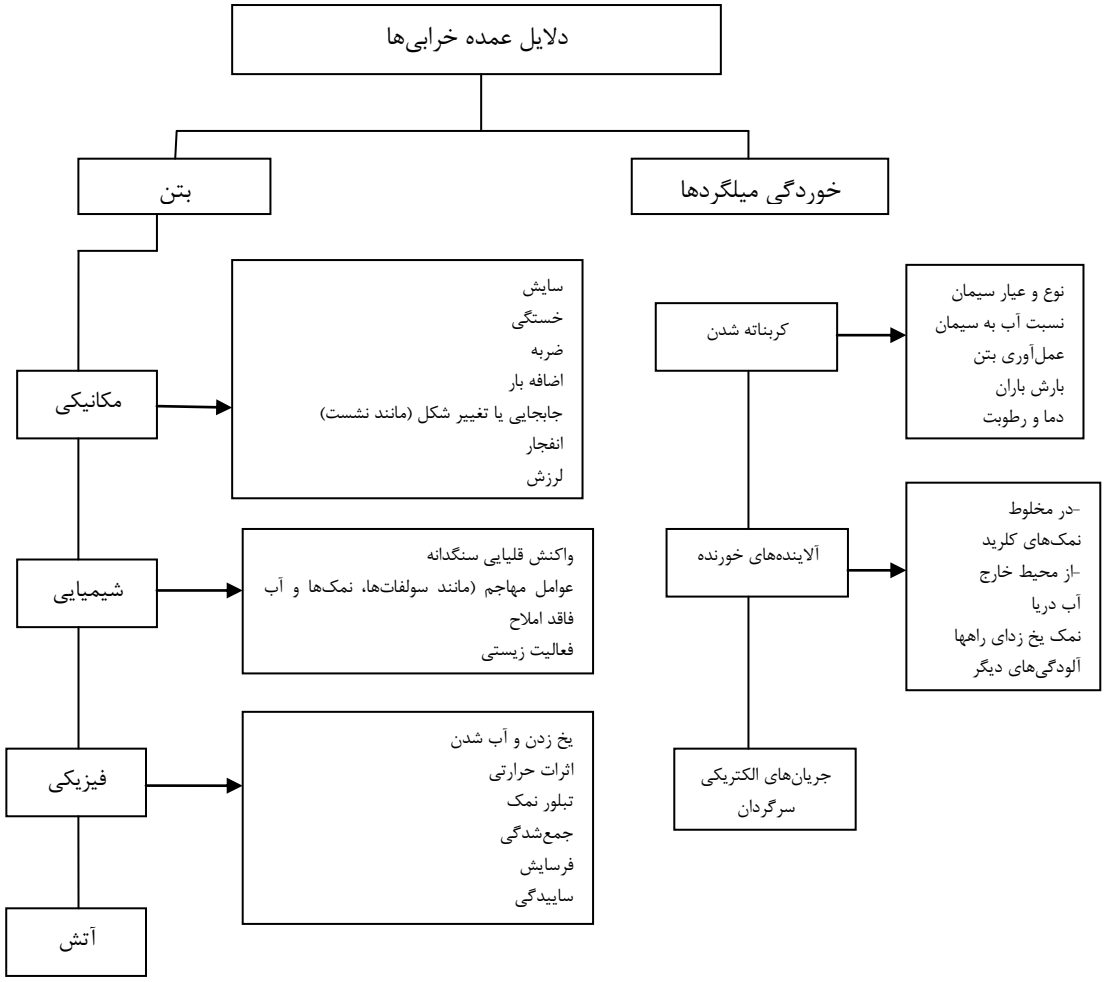
رهنمودهای بیشتر در مورد تاثیر خطاهای طراحی و ساخت، بر دوام سازه، در یادآوری الف ۴-۳ آمده است.

گستره تقریبی و نقایص نرخ احتمالی افزایش آن‌ها را باید ارزیابی کرد. در مورد عملکرد اعضا یا سازه بتنی، بدون کاربرد اقدامات تعمیری یا حفاظتی (بجز نگه‌داری سامانه‌های موجود) باید برآوردی را ارائه نمود.

نتایج ارزیابی کامل باید در زمانی که کارهای تعمیری و حفاظتی، طراحی و اجرا می‌شوند، قابل قبول و معتبر باشند. اگر در اثر گذر زمان و یا هر دلیل دیگری، در مورد صحت ارزیابی‌ها تردیدی وجود داشته باشد، باید ارزیابی‌های جدیدی صورت گیرد.



شکل ۱- دلایل عمده نقایص



۵ حفاظت و تعمیر به عنوان یک راهبرد مدیریت سازه

۵-۱ کلیات

در بند ۵ گزینه‌ها و عواملی که باید در هنگام انتخاب یک راهبرد برای مدیریت سازه، در نظر گرفته شود را مشخص می‌کند.

۵-۲ گزینه‌ها

گزینه‌های مدیریت سازه که در زیر آمده‌اند، باید در تصمیم‌گیری برای انجام عملیات مناسب در رویارویی با نیازها و الزامات آینده عمر سازه، در نظر گرفته شوند:

الف- هیچ‌کاری را برای یک زمان مشخص انجام ندهید اما پایش را در دستور کار قرار دهید؛

ب- ظرفیت سازه‌ای را دوباره تجزیه و تحلیل کنید، شاید منجر به کاهش عملکرد سازه شده باشد؛

پ- از خرابی های بیش‌تر جلوگیری کنید یا آن‌ها را کاهش دهید؛

ت- همه یا بخشی از سازه بتنی را حفاظت یا تعمیر یا تقویت کنید؛

ث- همه یا بخشی از سازه بتنی را جایگزین یا دوباره سازی کنید؛

ج- همه یا بخشی از سازه بتنی را تخریب کنید؛

۵-۳ عوامل

عواملی که در هنگام انتخاب یک راهبرد مدیریتی مورد بررسی قرار می گیرند، شامل طبقه‌بندی زیر است اما به آن‌ها محدود نمی‌شود:

۵-۳-۱ پایه‌ای

الف- کاربرد مورد انتظار و عمر بهره‌برداری باقی‌مانده سازه؛

ب- عملکرد مورد نیاز سازه؛

یادآوری- برای مثال ممکن است شامل مقاومت در برابر آتش و نفوذپذیری در برابر آب باشد.

پ- عمر بهره‌برداری احتمالی از عملیات تعمیری و حفاظتی؛

ت- قابلیت دسترسی مورد نیاز سازه، وقفه مجاز در استفاده از آن، فرصت‌هایی برای عملیات پایش، تعمیر و حفاظت اضافی آن؛

ث- تعداد و هزینه چرخه‌های تعمیر قابل قبول در مدت عمر طرح سازه بتنی؛

ج- مقایسه هزینه در کل عمر بصورت گزینه‌های راهبردی مدیریتی، شامل بازرسی و نگه‌داری در آینده یا چرخه‌های تعمیری بیشتر؛

چ- ویژگی‌ها و روش‌های ممکن آماده سازی بتن پایه موجود؛

ح- ظاهر و نمای سازه تعمیر و حفاظت شده.

۵-۳-۲ سازه‌ای

الف-عملیات (فعالیت‌ها) در هنگام و بعد از تکمیل راهبرد؛

ب- چگونگی عملیات (فعالیت‌های) مورد نیاز برای مقاوم کردن.

۵-۳-۳ ایمنی و بهداشت

الف- عواقب خرابی سازه‌ای؛

ب- الزامات ایمنی و بهداشتی؛

پ- تاثیر بر ساکنین و بهره‌برداران از سازه و تاثیر بر گروه‌های غیر ذینفع.

۵-۳-۴ زیست محیطی

الف- شرایط رویارویی محیطی سازه و این که آیا می‌تواند به طور موضعی تغییر کند؟ (طبق استاندارد بند ۲-۱ بررسی کنید)؛

ب- نیاز یا فرصت حفاظت از همه یا بخشی از سازه بتنی در برابر آب و هوا، آلودگی، پاشش نمک و غیره، شامل حفاظت از بتن پایه در هنگام عملیات تعمیر.

۵-۴ انتخاب راهبرد مناسب

انتخاب راهبرد برای سازه باید بر پایه ارزیابی‌های بالا از الزامات بهره‌بردار (مالک) سازه، و پیش‌بینی‌های رایج (مانند الزامات ایمنی) قابل قبول در محل اجرا باشد. همه کارهای تعمیری و حفاظتی که به عنوان بخشی از راهبرد مدیریت سازه انجام می‌شود، باید با این استاندارد، مطابقت داشته باشد.

اصل یا اصول تعمیر و حفاظت، باید بر اساس بخش ۶ که در زیر آمده است، انتخاب شود.یعنی:

الف) با نوع سازه و علل و گستره نقایص همخوانی داشته باشد

ب) با شرایط بهره‌برداری آتی سازه همخوانی داشته باشد

۶ مبنایی برای انتخاب روش‌ها و اصول تعمیر و حفاظت

۶ـ۱ کلیات

این بخش اصول اساسی که باید با هم یا بطور جداگانه برای حفاظت یا تعمیر سازه‌های بتنی استفاده شود، را تعیین می‌کند.

یادآوری- روش‌هایی که از محصولات و سامانه‌های تحت پوشش استانداردهای بند ۲-۲ تا ۲-۸ استفاده نمی‌کنند در بخش ۲ـ۷ آمده است.

۲ ـ ۶ اصول و روش‌های تعمیر و حفاظت

۲ـ۶ـ۱ کلیات

اصول تعمیر و حفاظت بر اساس اصول شیمیایی، الکتروشیمیایی و فیزیکی است که می تواند برای جلوگیری یا متوقف کردن خرابی بتن یا خوردگی شیمیایی سطوح فولادی یا برای مقاوم کردن سازه بتنی، استفاده شود.

جدول۱، حاوی مثال‌هایی از روش‌های تعمیر و حفاظتی است که این اصول را به کار می‌برند. تنها، روش‌هایی را باید انتخاب کرد که مطابق با اصول هستند، هرگونه عواقب نامطلوب احتمالی ناشی از به کار بردن یک روش ویژه یا ترکیبی از روش‌ها، تحت شرایط خاصی از تعمیر، را در نظر بگیرید.

اگر مدارک مستندی وجود دارد که نشان می‌دهد روش‌های دیگری که در این استاندارد ملی، تشریح نشده اند، با یک یا تعداد بیشتری از اصول منطبق هستند، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

مشخصات فنی برای محصولات و سامانه‌هایی که می‌توانند برای اجرای یک روش مخصوص، استفاده شوند، در استانداردهای بند ۲-۳ تا ۲-۸ که در جدول ۱ نشان داده شده‌اند، آمده است. کاربرد کارگاهی این روش‌ها، دراستاندارد بند ۲-۱۰ ارائه شده‌اند.

۲ـ۶ـ۲ اصول و روش‌های وابسته به عیوب بتن

اصول ۱ تا ۶ در جدول ۱، عیوب و نقص‌هایی را در بتن و سازه‌های بتنی که می‌تواند به علل زیر به تنهایی یا در ترکیب با هم به وجود آید را پوشش می‌دهد:

- مکانیکی: مانند ضربه، بارگذاری بیش از حد، جابجایی ناشی از نشست، و انفجار؛

- شیمیایی و بیولوژیکی: مانند حمله سولفات و واکنش قلیایی سنگدانه؛

- عوامل فیزیکی، مانند، یخ‌زدن و آب شدن، ترک‌خوردگی حرارتی، جابجایی رطوبت، تبلور نمک و فرسایش؛

- حریق (آتش سوزی).

۲ـ۶ـ۳ اصول و روش‌های مرتبط با خوردگی میلگرد

اصول ۷ تا ۱۱ در جدول ۱، خوردگی میلگرد را که بر اثر عوامل زیر حاصل می‌گردد در بر می‌گیرد:

الف - افت فیزیکی پوشش محافظ بتن؛

ب - افت شیمیایی قلیایی بودن پوشش محافظ بتن، در نتیجه واکنش با دی‌اکسید کربن هوا (کربناته شدن)؛

پ - آلودگی پوشش بتنی محافظ به عوامل خورنده (معمولا یون‌های کلرید) که در هنگام اختلاط بتن، به آن وارد شده یا از محیط خارج به درون بتن نفوذ کرده است؛

ت - جریان‌های الکتریکی سرگردان هدایت شده یا القا شده در میلگردها از تاسیسات الکتریکی مجاور.

در جاهایی که خوردگی میلگرد یا خطر خوردگی در آینده وجود دارد، باید یک یا تعداد بیش‌تری از اصول تعمیر و حفاظت خوردگی (اصول ۷ تا ۱۱ در جدول ۱)، انتخاب شوند.

به علاوه، در موارد ضروری، بتن باید مطابق با اصول ۱ تا ۶، تعمیر گردد.

جدول ۱- اصول و روش هایی برای تعمیر و حفاظت از سازه های بتنی

اصول	مثال هایی از روش هایی بر پایه اصول	بخش های مناسب از EN1504 (در صورت کاربردی بودن)
اصول و روش‌های مربوط به عیوب بتن		
۱-حفاظت در برابر درون رفت	۱-۱ بکارگیری نفوذگر با مواد آب گریز	۲
	۱-۲ بکارگیری نفوذگر	۲
	۱-۳ ایجاد پوشش	۲
	۱-۴ پوشاندن سطح ترک‌ها	
	۱-۵ پر کردن ترک‌ها	۵
	۱-۶ انتقال ترک‌ها به درزها[الف]	
	۱-۷ برپایی ورقه‌های خارجی	
	۱-۸ اعمال غشاء	
۲-کنترل رطوبت	۲-۱ بکارگیری نفوذگر آب گریز	۲
	۲-۲ اعمال نفوذگر	۲
	۲-۳ ایجاد پوشش	۲
	۲-۴ بررسی پوسته (ورقه) خارجی	
	۲-۵ عملیات الکترو شیمیایی	
۳- جایگزینی (ترمیم) بتن	۳-۱ کاربرد دستی ملات (تعمیر دستی)	۳
	۳-۲ قالب‌گیری دوباره با بتن یا ملات	۳
	۳-۳ پاشش بتن یا ملات	۳
	۳-۴ جایگزینی اعضا	
۴- تقویت سازه‌ای	۴-۱ اضافه کردن یا جایگزینی میلگردهای مدفون یا غیرمدفون	
	۴-۲ اضافه کردن میلگرد مهار شده در حفره سوراخ شده یا از قبل آماده شده	۶
	۴-۳ صفحات تقویتی چسبیده به سطح	۴
	۴-۴ اضافه کردن بتن یا ملات	۳,۴
	۴-۵ تزریق در ترک‌ها، حفرات یا شکاف‌ها	۵
	۴-۶ پر کردن ترک‌ها، حفرات یا شکاف‌ها	۵

	۴-۷ پیش تنیدگی- (پس کشیدگی)	

ادامه جدول شماره ۱

اصول	مثال‌هایی از روش‌های بر پایه اصول	بخش‌های مناسب از **EN1504** **(در صورت کاربردی بودن)**
۵- افزایش مقاومت فیزیکی	۵-۱ ایجاد پوشش	۲
	۵-۲ بکارگیری نفوذگر	۲
	۵-۳ اضافه کردن ملات یا بتن	۳
۶-مقاومت در برابر مواد شیمیایی	۶-۱ ایجاد پوشش	۲
	۶-۲ اشباع کردن	۲
	۶-۳ اضافه کردن ملات یا بتن	۳
اصول و روشهای مرتبط با خوردگی میلگردها		
۷-حفظ یا بازیابی حالت انفعالی میلگرد	۷-۱ افزایش با بتن یا ملات اضافی	۳
	۷-۲ افزایش با جایگزینی بتن آلوده یا کربناته شده	۳
	۷-۳ قلیایی کردن دوباره بتن کربناته شده بصورت الکتروشیمیایی	
	۷-۴ قلیایی کردن دوباره بتن کربناته شده به وسیله انتشار	
	۷-۵ استخراج کلراید به صورت الکتروشیمیایی	
۸- افزایش مقاومت الکتریکی	۸-۱ بکارگیری نفوذگر آب‌گریز	۲
	۸-۲ بکارگیری نفوذگر	۲
	۸-۳ ایجاد پوشش	۲
۹-کنترل کاتدی	۹-۱محدود کردن اکسیژن (در کاتد) توسط اشباع کردن یا ایجاد پوشش سطحی	
۱۰-حفاظت کاتدی	۱۰-۱ اعمال یک پتانسیل الکتریکی	
۱۱-کنترل مناطق آندی	۱۱-۱ایجاد پوشش فعال میلگرد	۷
	۱۱-۲ ایجاد پوشش‌جداکننده بر روی میلگرد	۷
	۱۱-۳ به‌کار بردن بازدارنده‌های خوردگی در بتن یا روی بتن	
[الف] این روش‌ها ممکن است برای دیگر اصول نیز قابل کاربرد باشند.		

۶ـ۲ـ۴ حفاظت و تعمیر بتن و میلگرد با روش‌هایی که در این استاندارد ذکر نشده‌اند

عدم وجود یک روش خاص در این استاندارد ، یا به کار بردن یک روش در یک موقعیت جدید، نباید به این معنی گرفته شود که چنین روش یا کاربردی، الزاماً نامطلوب است. کاربرد روش‌ها در موقعیت‌های پیش‌بینی نشده در این استاندارد، یا استفاده از روش‌هایی که تاریخچه معتبری از عمل‌کرد موفقیت آمیز ندارد و در این استاندارد ، تعیین نشده‌اند، ممکن است در حالات خاصی، رضایت‌بخش باشد.

۷ ویژگی‌های محصولات و سامانه‌های مورد نیاز برای انطباق با اصول تعمیر و حفاظت

۷ـ۱ کلیات

هنگامی که روش‌های مناسبی که منطبق با اصول داده شده در بخش ۶ است، انتخاب می‌شوند، محصولات و سامانه‌های مطابق با الزامات بند ۲-۳ تا ۲-۸ که در جدول ۱ نشان داده شده است، یا مطابق استانداردها یا مشخصات فنی دیگر، باید بکار روند.

مقادیر قابل قبول و توصیف‌های ویژگی‌ها در رابطه با محصولات و سامانه‌های ویژه، در استانداردهای بند ۲-۳ تا ۲-۸ مشخص شده‌اند. باید دقت نمود که محصولات و سامانه‌ها واکنش‌های فیزیکی یا شیمیایی نامطلوب با یکدیگر و با سازه‌های بتنی، ایجاد نکنند.

محصولات تعمیری که بخشی از یک سامانه تعمیر هستند، معمولاً به طور مجزا مورد آزمون قرار نمی‌گیرند مگر این‌که یکی یا تعداد بیش‌تری از آن‌ها، دارای الزامات خاص یا مشخصات فنی ویژه‌ای باشند.

استاندارد بند ۲-۱۰، جزییات الزامات به کارگیری این مواد در کارگاه را ارایه می‌کند. اگر در شرایط به کارگیری کارگاهی نتوان بطور منطقی شرایط به کارگیری مشخص شده برای محصولات و سامانه‌ها را برآورده نمود، محصولات یا اصول و روش‌های تعمیری جایگزین را باید برای جلوگیری از چنین مشکلاتی، مشخص کرد.

۷ـ۲ روش‌هایی که از سامانه‌ها و محصولات ویژه، استفاده نمی‌کنند

در مورد روش‌های فهرست شده در جدول ۱ که از محصولات و سامانه‌هایی که منطبق با بخش‌های مجموعه استاندارد EN1504 یا دیگر استانداردهای مناسب، هستند، استفاده نمی‌کنند، مقادیر مناسبی را باید برای ویژگی‌های محصولات و سامانه‌های انتخابی، مشخص کنند.

۸ نگه‌داری از ساختمان پس از تکمیل حفاظت و تعمیر

به جز در موارد توافقی، موارد زیر باید فراهم شود:

۸-۱ ثبت کارهای تعمیری و حفاظتی که انجام شده است، مانند همه نتایج آزمون؛

۸-۲ دستورالعمل بازرسی و نگه‌داری، در مدت زمان باقی‌مانده عمر طرح بخش‌های تعمیری سازه بتنی، که باید انجام گردد.

۹ ایمنی و بهداشت محیط زیست

مشخصات فنی تعمیر و حفاظت، باید مطابق با الزامات بهداشت و ایمنی، زیست محیطی و مقررات آتش سوزی، باشد.

جایی که بین ویژگی‌های محصولات و سامانه‌های ویژه و حفاظت زیست محیطی یا آیین‌نامه‌های آتش‌سوزی، تضاد و تعارض وجود دارد، روش‌ها و اصول تعمیری دیگری را باید استفاده کرد تا از چنین تضادهایی اجتناب شود.

۱۰ شایستگی (صلاحیت) کارکنان

این استاندارد، فرض کرده است که کارکنان مهارت لازم و منابع و تجهیزات کافی برای طراحی، نگارش مشخصات و اجرای کار، مطابق با بخش‌های مجموعه استاندارد EN 1504 و مشخصات فنی پروژه را دارا هستند.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

راهنمایی و اطلاعات زمینه‌ای

مقدمه

این پیوست، اصول تعمیر و حفاظت از سازه‌های بتنی که آسیب دیده یا خراب شده‌اند و یا ممکن است خراب شوند را تعریف می‌کند، و رهنمودهایی را به منظور کاهش خطر نگه‌داری و خرابی برنامه‌ریزی نشده مهم در آینده ارائه می‌دهد. این پیوست، همچنین رهنمودهایی را بر انتخاب محصولات و سامانه‌هایی که برای این منظور، مناسب هستند، به دست می‌دهد.

الف ۱ ـ هدف و دامنه کاربرد

برخی از جنبه‌های هدف و دامنه کاربرد، نیازمند دانش تخصصی و طراحی سازه خواهد بود. برای مثال شامل الزامات سازه‌ای بتن آسیب دیده در حریق، ارزیابی و تعمیر بتن پیش تنیده و افزایش ظرفیت باربری سازه‌ای با جایگزینی یا اضافه کردن تقویت خارجی یا میلگرد مدفون می‌گردد.

هدف و محدوده کاربرد، شامل مصالح ساختمانی غیر سازه‌ای مصرفی مرتبط با بتن، مانند شمشه‌های کف، پرداخت روکش‌ها و اندودها، نمی شود.

الف-۱-۱ هدف و دامنه کاربرد این پیوست، شامل رهنمودهای تفصیلی بازرسی، انجام آزمون و ارزیابی‌های قبل و بعد از تعمیر، نمی‌شود، اگرچه برخی اطلاعات اضافی، در استاندارد بند ۱۰ و پیوست اطلاعاتی آن، ارائه شده است. استانداردهای ملی، آیین‌نامه‌ها و راهنماها، در هنگام اجرای این فعالیت‌ها، می‌تواند به کار رود.

الف-۱-۲ در سازه‌های بتنی خوب طراحی و اجرا شده منطبق بر استاندارد [۳] کتاب‌نامه، استاندارد [۱] کتاب-نامه و استاندارد بند ۲-۱، پوشش بتنی روی میلگرد باید به طور عادی، میلگردها را از خوردگی در شرایط عادی رویارویی در محیط‌های طبیعی مانند محیط‌های دریایی و در جایی که از نمک‌های یخزدا، استفاده شده است، محافظت کند. در سازه‌های قدیمی‌تر، ممکن است استانداردهای قبلی برای رویارویی با شرایط عادی کافی نباشند. به ویژه، طراحی ناکارآمد، مشخصات فنی یا اجرا، یا استفاده از مصالح ساختمانی نامناسب، ممکن است منجر به کیفیت ضعیف پوشش بتنی، تراکم ناکافی و در نتیجه، کاهش دوام بتن مسلح شود (الف ـ۴ـ۳ را مشاهده کنید). سازوکارهای دیگر، مانند آتش سوزی، بارهای مکانیکی یا تهاجم شیمیایی، ممکن است سبب خرابی‌های زودهنگام شوند.

الف-۱-۳ برای ضد آب کردن سطوح قایم، معمولا از موادی با قابلیت نفوذ بخار استفاده می‌شود؛ برای ضد آب کردن سطوح افقی، معمولا از موادی غیر قابل نفوذ در برابر آب و بخار، استفاده می‌شود، اما این امر به کاربرد مورد نظر سازه، بستگی دارد.

الف-۱-۴- EN/1504-10 کاربردهای کارگاهی و روشهای تفصیلی حفاظت و تعمیر را در بر می‌گیرد که شامل آماده‌سازی بتن و میلگرد قبل از اعمال محصولات در سامانه‌های مورد نظر می‌گردد.

ممکن است محصولات و سامانه‌ها برای اهدافی غیر از حفاظت و تعمیر اعمال شوند، برای مثال موادی که صرفاً یا عمدتاً نما را بهبود بخشد یا سازه بتنی را به منظور دیگری اصلاح نماید.

الف -۲ مراجع الزامی

بند ۲ و کتاب‌نامه را مشاهده کنید.

الف ـ ۳ اصطلاحات و تعاریف

این بخش شامل اصطلاحاتی است که در اجرا رایج نیستند و دارای معنای خاصی در این پیوست هستند.

الف ـ ۳ ـ ۱

حالت انفعالی

هنگامی که میلگرد توسط بتن قلیایی آلوده نشده، احاطه شده باشد، خاصیت زیاد قلیایی بودن، به ایجاد یک لایه اکسیدی محافظ بر سطح فولاد منجر می‌شود که حالت انفعالی نامیده می‌شود. این لایه، خطر خوردگی میلگرد را علیرغم حضور هم زمان آب و اکسیژن، به طور موثر به مقدار قابل توجهی کاهش می‌دهد.

هنگامی که بتن تا سطح میلگرد، کربناته می‌شود و یا هنگامی که نمک‌های مهاجم به مقدار کافی در سطح میلگرد وجود دارد، حفاظت توسط لایه اکسیدی محافظ (لایه انفعالی)، از دست می‌رود. این امر به خوردگی فعال در صورت حضور آب و اکسیژن منجر می‌شود که ممکن است سبب ترک‌خوردگی و طبله شدن و ریختن پوشش بتنی روی میلگرد گردد.

برای حفظ حالت انفعالی یا وقتی حالت انفعالی از دست رفته است، می‌توان از محصولات و سامانه‌های مناسب برای کنترل خوردگی میلگردهای فولادی طبق اصول این استاندارد استفاده کرد .

الف ـ ۳ ـ ۲

عمر بهره‌برداری

معمولاً انتظار می‌رود که یک سازه بتنی جدید یا پس از اقدامات خاص، یک سازه بتنی تعمیر یا حفاظت شده، عمر بهره‌برداری خود را بدون نگهداری و خرابی‌های برنامه‌ریزی نشده مهم، بدست آورد.

الف ـ ۳ ـ ۳

بتن پایه (لایه زیرین)

یک بتن پایه، به طور معمول به آماده‌سازی، تمیز کردن و انجام آزمون، قبل از بکارگیری محصولات و سامانه‌های حفاظت و تعمیر، نیاز خواهد داشت (استاندارد بند ۲-۱۰را مشاهده کنید).

الف ـ ۴ حداقل الزامات قبل از حفاظت و تعمیر

الف ـ ۴ ـ ۱ کلیات

بخش الف ـ ۴ یک راهنمای تفصیلی برای انجام یک ارزیابی سازه‌ای نیست. برای کمک به کاربران این استاندارد، شکل الف ـ ۱، مثالی از مراحل یک پروژه تعمیری را ارائه می‌کند.

شکل الف ـ ۱ نمونه مراحل یک پروژه تعمیری

مراحل پروژه

اطلاعاتی درباره سازه	روش ارزیابی	راهبرد مدیریتی	طراحی عملیات تعمیر	عملیات تعمیر	پذیرش عملیات
فعالیت‌ها و ملاحظات اساسی					
• شرایط و تاریخچه سازه • مستند سازی • تعمیر و نگهداری قبلی	• عیوب و طبقه بندی علل آنها • ارزیابی ایمنی سازه‌ها قبل از تعمیر و حفاظت	• گزینه‌ها • اصول • روش‌ها • ارزیابی ایمنی سازه‌ای در هنگام تعمیر و حفاظت	• اهداف بکارگیری محصولات • الزامات - بتن پایه - محصولات - عملیات • مشخصات فنی • تهیه نقشه‌ها • ارزیابی ایمنی سازه‌ای بعد از حفاظت و تعمیر	• انتخاب و کاربرد سیمانها و مواد و روشها و تجهیزات مورد استفاده • آزمون‌های کنترل کیفی • ایمنی و بهداشت	• انجام آزمون پذیرش • عملیات اصلاحی • مستند سازی
فایل های مورد نظر در این استاندارد و بخش‌های دیگر از سری‌های EN 1504					
• بخش ۴ این استاندارد	• بخش ۴ این استاندارد	• بخش ۵ و ۶ این استاندارد	EN 1504-2-EN 1504-7 بخش‌های ۶، ۷، ۹ این استاندارد	بخش‌های ۶، ۷، ۹ و ۱۰ این استاندارد	بخش۸ این استاندارد EN 1504-10

قبل از شروع هر عملیات تعمیری و حفاظتی، باید جمع‌آوری داده‌ها کامل شود تا شرایط موجود سازه، سابقه نگه‌داری و عمل‌کردهای احتمالی بعدی، مشخص شوند. از نظر آرمانی، بهتر است که این موارد در یک راهبرد مدیریت سازه‌ای انجام شود که در بند ۵ به جزییات آن پرداخته شده است.

الف ـ ۴ ـ ۲ ایمنی و بهداشت

ارزیابی سازه‌ای از سازه‌های خراب، توسط استانداردهای ملی، آیین‌نامه‌ها و رهنمودها، کنترل می‌شود و بیش از این مورد بحث واقع نمی‌شوند. همچنین برای اطلاع از الزامات قبل، در حین و بعد از عملیات تعمیری و حفاظتی، بندهای الف ـ۵ـ۳ـ۲ (عوامل سازه‌ای) و الف ـ۵ـ۳ـ۳ (عوامل ایمنی و بهداشتی) را مشاهده کنید.

جایی که خطری برای شخص ثالث، وجود دارد، بهتر است که همه مواد طبله شده و سست را به عنوان بخشی از عملیات ارزیابی اولیه، حذف کرد.

الف ـ ۴ ـ ۳ ارزیابی نقایص (عیوب) و علل آن ها

الف ـ ۴ ـ ۳ ـ ۱ کلیات

بند الف -۴-۳ اطلاعات پایه‌ای را برای ارزیابی نقایص و علل آن‌ها، ارائه می‌کند اما، جزئیات را درباره بخش‌های هر بند این متن بدست نمی‌دهد.

الف ـ ۴ ـ ۳ ـ ۲ نقایص (عیوب) و علل آن ها

نقایص و عیوب سازه‌های بتنی، می‌تواند در اثر طراحی، مشخصات فنی، نظارت، اجرا و مصالح مصرفی نامناسب، به وجود آید و شامل موارد زیر است:

- طراحی سازه‌ای ناقص؛
- طرح مخلوط نامناسب، تراکم ناکافی، اختلاط ناکافی؛
- پوشش بتنی ناکافی؛
- ضد آب کردن ناقص یا ناکافی؛
- آلودگی (ناخالصی)، سنگدانه ضعیف یا واکنش زا؛
- عمل آوری ناکافی.

عیب‌های دیگری می‌تواند در هنگام بهره‌برداری، به وجود آید، که شامل اثرات زیر خواهد بود.

- خوردگی میلگردها؛
- شرایط محیطی شدید، آلودگی هوا، کلرید، دی‌اکسید کربن، مواد شیمیایی مهاجم؛
- جابجایی شالوده، درزهای حرکتی تحت ضربه فشار، بارگذاری بیش از حد؛
- آسیب‌دیدگی ناشی از ضربه، نیروی انبساط ناشی از آتش‌سوزی؛
- فرسایش، آب زیرزمینی مهاجم، نیروهای لرزه‌ای (زلزله)؛
- جریان‌های الکتریکی سرگردان.

علل رایج نقایص بتن و خوردگی میلگردها، بطور خلاصه در شکل ۱ آمده‌اند.

الف ـ ۴ ـ ۳ ـ ۳ ارزیابی شرایط

پیش از شروع کارهای تعمیری، همه اطلاعات قبلی باید تلفیق و بازنگری شوند.

هنگامی که خرابی مشاهده می‌شود، باید ارزیابی و آزمون اضافی انجام شود تا علت و محدوده خرابی را تعیین کرد و عمل‌کردهای آتی را پیش‌بینی نمود.

شرایط بتن و میلگرد باید مشخص و مستند شود و اطلاعات در یک سامانه مدیریتی، ذخیره گردد.

یک ارزیابی معمول، باید شامل انجام آزمون در محل برای تعیین ضخامت پوشش بتنی روی میلگرد و عمق کربناته شدن، نمونه پودر حاصل از مته‌زنی برای تعیین مقدار یون کلرید و پروفیل آن و حضور دیگر مواد زیان‌آور و مغزه‌هایی برای بررسی‌های سنگ‌نگاری و فیزیکی و شیمیایی، باشد. انجام آزمون الکتروشیمیایی

میلگرد (برای مثال با روش نیم پیل)، ممکن است در موارد مشخص در جایی که مقدار درصد یون کلرید زیاد اندازه‌گیری شده و ممکن است خوردگی فعال مخفی وجود داشته باشد، ضروری بنظر می‌رسد.

به طور کلی، خوردگی میلگرد مدفون، سرانجام منجر به ترک خوردگی و طبله شدن و ریختن پوشش بتنی روی میلگرد می‌شود. اگرچه، باید خاطرنشان کرد که خوردگی فعال، ممکن است از مدتها قبل از پیدایش ترک ها، اتفاق افتاده باشد و همچنین، تحت شرایط خاصی، خوردگی می‌تواند پیشرفت نکند یا حالت انبساطی نداشته باشد و بنابراین منجر به ترک خوردگی نشود. پس در این شرایط، باید انجام آزمون الکتروشیمیایی را در نظر داشت زیرا این آزمایش قادر است خوردگی فعال میلگرد را شناسایی کند حتی اگر هیچ نشانه قابل رویت خارجی (در سطح بیرونی)، وجود نداشته باشد. چنین آسیب‌های مخفی، همچنین نیازمند آن است که در راهبرد مدیریت سازه مد نظر قرار گیرد (بندالف ـ ۵ را مشاهده کنید).

ارزیابی شرایط موجود و پیش‌بینی عمل‌کرد آینده، ترجیحا باید شامل بررسی آزمون‌های قبلی انجام شده در فواصل مناسب و اطلاع از تاریخچه سازه بتنی، برای مثال ساخت ، کاربرد و مدیریت باشد (در صورت وجود).

یک ارزیابی به طور معمول به عنوان یک عملیات مجزا، قبل از شروع عملیات تعمیری و حفاظتی، انجام می‌شود. ارزیابی سازه که گاهی قبل از طراحی عملیات تعمیری انجام می‌شود، ممکن است شرایط حاضر و ظرفیت باربری سازه‌ای را در زمانی که عملیات تعمیری، طراحی می‌شوند را ارائه نکند. در چنین مواردی، قبل ار طراحی کارهای تعمیری و حفاظتی، لازم است که ارزیابی به روز شود. در همه موارد، لازم است که علل و محدوده کامل خرابی را مشخص کنید.

ارزیابی شرایط، ممکن است در بیش از یک مرحله انجام شود. برای مثال، ممکن است به یک مرحله مقدماتی نیاز باشد تا یک توصیه فوری برای ایمنی سازه بتنی و هر گونه خطری برای شخص ثالث، را بلافاصله قبل از طراحی عملیات، با بررسی جزییات بیش‌تر، فراهم کند.

ارزیابی خرابی‌ها، پیش‌بینی گسترش بعدی آنها و ارزیابی سازه‌ای را باید ثبت کنید.

الف ـ ۴ ـ ۳ ـ ۴ ارزیابی سازه‌ای

به عنوان بخشی از ارزیابی سازه‌ای، ویژگی‌های بتن (مانند مقاومت فشاری و ضریب ارتجاعی) و جزئیات میلگردگذاری (مانند قطر میلگرد، نوع، فاصله و پوشش بتنی روی میلگرد)، ممکن است در طول آزمون تأیید شود.

محاسبه مجدد ظرفیت باربری باقیمانده سازه در حالت خرابی ممکن است مورد نیاز باشد.

الف ـ۴ ـ ۳ ـ ۵ مهارت فنی یا صلاحیت ارزیاب‌ها

ارزیابی شرایط و ارزیابی سازه‌ای، اغلب پیش از ارائه روش‌های تعمیر در این استاندارد ، و گاهی قبل از این که مشکل تشخیص داده شود، انجام می‌شوند. بهتر است که همه ارزیابی ها، توسط کارکنان واجد شرایط با دانش روش تحقیق، طراحی سازه، نگه داری، تکنولوژی مواد و دانش ساز وکارهایی که می‌تواند در فرایند خراب شدن

سازه‌های بتنی، شرکت کند، انجام شود. بهتر است یادآوری شود که قوانین ملی، منطقه‌ای و محلی، می‌تواند برای ارزیاب‌ها، به کار رود.

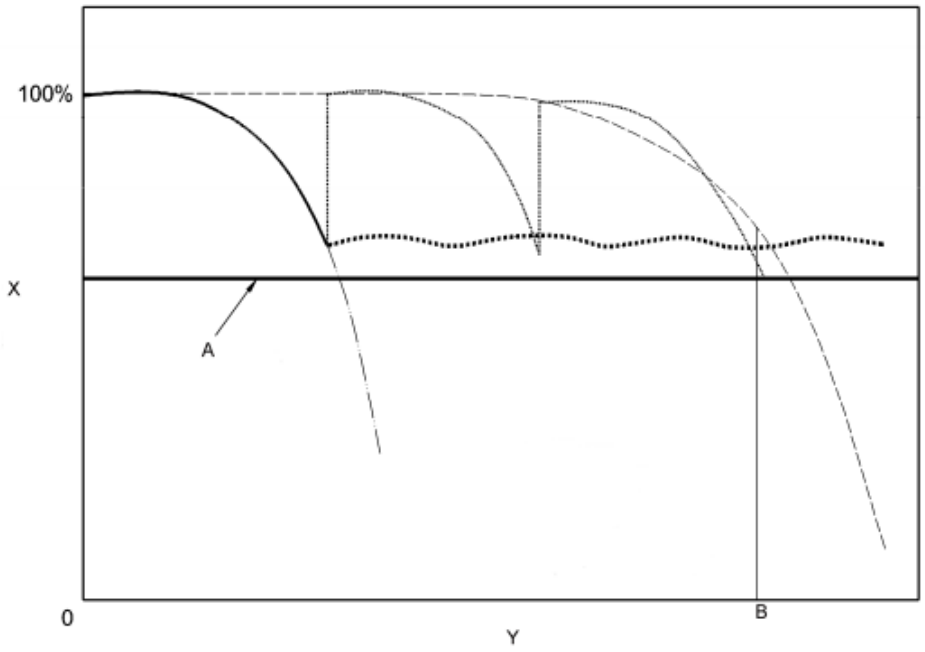
شرایط احراز صلاحیت افراد طراح، نگارندگان مشخصات فنی و اجرا کنندگان عملیات تعمیری بتن، در بخش الف ـ ۹، وجود دارد.

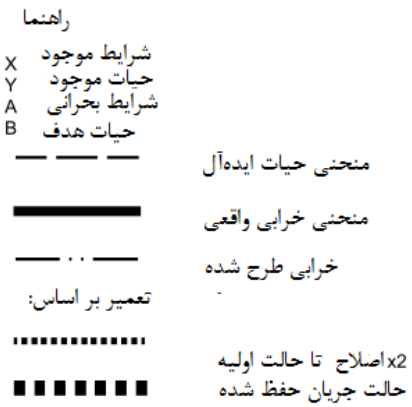
الف ـ ۵ تعمیر و حفاظت در یک راهبرد مدیریت سازه

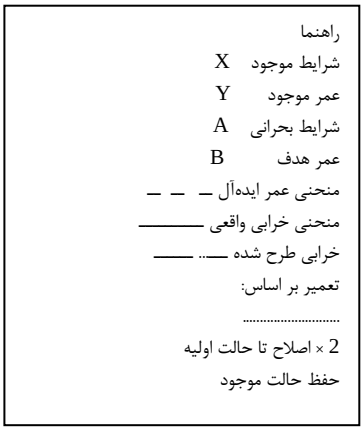
الف ـ ۵ ـ ۱ کلیات

یک راهبرد مدیریت سازه، به تنهایی بر اساس موارد فنی، انتخاب نمی‌شود، بلکه بر اساس عوامل اقتصادی، وظایف کاربردی، مسائل زیست محیطی و عوامل دیگر، و از همه مهم‌تر الزامات مالک برای سازه، انتخاب می‌شود.

عمر طراحی سازه بتنی تعمیری، یک نکته کلیدی در طراحی سامانه تعمیری و حفاظتی است. بازه گزینه‌ها، از آنهایی که می‌توانند عمر طراحی سازه بتنی را در یک عملکرد منفرد جامع و فراگیر، اصلاح کنند، تا گزینه‌های ساده‌تری که ممکن است نیاز به نگه‌داری مکرر داشته باشند یا در جایی‌که مواد تعمیری، ممکن است دوباره به کار روند (مانند سامانه‌های حفاظت سطح)، در شکل الف ـ ۲ نشان داده شده‌اند.







شکل الف ـ ۲ مثال چرخه تعمیری در طول عمر یک خرابی موجود

الف ـ ۵ ـ ۲ گزینه‌ها

ایمنی تعمیر یا نگهداری، یک الزام ضروری راهبرد مدیریت سازه است. بازه‌ای از این گزینه‌ها می‌تواند برای ارایه این پیش‌نیاز، در دسترس باشد. بهتر است که این گزینه‌ها به طور معمول از نظر تاثیرشان بر عمر باقی‌مانده سازه، و بر هزینه چرخه عمر، ارزیابی شوند.

ملاحظه گزینه‌ها و نتایج و عواقب آنها، بطور کلی شامل آزمون جنبه‌های مختلف خواهد شد، برای مثال هزینه اولیه، هزینه های نگه داری و نیاز احتمالی به معرفی محدودیت‌های استفاده از سازه. به نظر می‌رسد هر یک از گزینه‌ها، خطر خرابی متفاوتی را در آینده در بر داشته باشند.

در هنگام انتخاب گزینه‌ها برای سامانه‌های تعمیر و حفاظت، یک ملاحظه مهم، عمر سازه تا اولین نگه‌داری از محصولات است، از آنجایی که آنها ممکن است برای عمر طرح سازه بتنی، دوام لازم را نداشته باشند. عواملی مانند در دسترس بودن محل، نوسازی و قابلیت تکرار سامانه‌های تعمیری و حفاظتی، ملاحظات مهمی هستند.

الف ـ ۵ـ۳ عوامل

بخش ۵ـ۳، فهرستی از عواملی که لازم است در هنگام یک قضاوت آگاهانه درباره هزینه‌های نسبی و مزایای گزینه‌های فنی ممکن برای تعمیر، در نظر گرفته شوند را ارایه می‌دهد.

الف ـ ۵ ـ ۳ ـ ۱ کلیات

پایش صحیح و نگه‌داری از کارهای تعمیری و حفاظتی، به یک عمر بهره‌برداری طولانی‌تر این عملیات و سازه منجر خواهد شد.

ماهیت و کاربرد سازه، ممکن است تاثیر مهمی بر انتخاب راهبرد مدیریتی، اصول تعمیر و تجهیزات و سامانه‌های مورد استفاده، مخصوصا صدا و گرد و خاک تولید شده از آماده سازی بتن پایه، داشته باشد (مانند ساختمان‌های اداری، بیمارستان‌ها و غیره).

در مورد خرابی‌های زود هنگام، عمر بهره‌برداری می‌تواند توسط تعمیر و حفاظت، افزایش یابد. اگرچه، خرابی یک فرایند پیشرونده است، و یک انتخاب آگاهانه ممکن است، از بین موارد زیر باشد:

-انجام حفاظت و تعمیراتی که عمر بهره‌برداری را افزایش می‌دهد تا به عمر طراحی اولیه دست پیدا کرد؛

-انجام حفاظت و تعمیراتی که عمر را برای یک دوره کم‌تر افزایش می‌دهد با علم به اینکه هزینه‌های تعمیر و حفاظت اضافی، در آینده، وجود خواهد داشت.

ویژگی‌ها و روش‌های احتمالی آماده سازی بتن پایه موجود، می‌تواند بر نمای نهایی سازه محافظت و تعمیر شده، تاثیر داشته باشد.

الف ـ ۵ ـ ۳ ـ ۲ عوامل سازه‌ای

ارزیابی سازه‌ای پیش از تعمیر، می‌تواند برای پیش‌بینی اثرات کارهای تعمیری بر ظرفیت باربری سازه‌ای، هم در هنگام تعمیر و هم بعد از تمام شدن کارها، بکار گرفته شود.

لازم است که توجه ویژه به حجم بتن و میلگردی شود که از اعضای سازه‌ای باربر کنده می‌شود و تاثیر آن بر ظرفیت باربری سازه‌ای آینده، اعمال خواهد شد. برای مثال حذف بتن از اعضای فشاری، مسیرهای بار را تغییر می‌دهد به نحوی که تعمیرات نقش مؤثری بر باربری نخواهند داشت. به دلیل این موضوع مهم سازه‌ای، اصول تعمیر چنان باید باشد که حذف بتن در تعمیر به حداقل برسد و یا در هنگام تعمیر، بار مرده (و حتی زنده) را به حداقل رسانید.

الف ـ ۵ ـ ۳ ـ ۳ ایمنی و بهداشت

- یک مرحله مهم در راهبرد مدیریت سازه، ارزیابی عواقب سازه‌ای حاصله از هر خرابی و فرایند تعمیر آن، قبل از شروع عملیات است (به بند ۵-۳-ب مراجعه شود).

- الزامات ایمنی و بهداشتی، در مقررات و رهنمودهای ملی آمده‌اند.

- مواد و روش‌های استفاده شده در اصول تعمیر انتخابی، بالقوه بر کارگران (مجریان)، ساکنان و کاربران و اشخاص ثالث، تاثیر خواهند داشت. برای مثال شامل محصولاتی که حاوی عناصر مضر یا بدبو هستند؛ ایجاد سر و صدا، گرد و خاک و لرزش، موادی که توسط آب و هوا در اثر فرایندهای آماده‌سازی پراکنده می‌شوند؛ یا جابجایی گیاهان می‌گردد.

الف ـ ۵ ـ ۴ انتخاب راهبرد مناسب

راهبرد مدیریت سازه، باید الزامات کارفرما را برای عمر طرح، و بهره‌برداری سازه و گزینه‌های تعمیر و نگه‌داری، انعکاس دهد که تعیین کننده چیزی است که راهبرد مدیریت باید آن را بکار برد.

شناسایی علل اولیه خرابی‌ها، الزامی است. به طورکلی، تعمیر و حفاظت به طور موفقیت آمیزی به دلایل و پی‌آمدهای خرابی‌ها می‌پردازند. برخی موارد، مسایل دیگری در ایجاد خرابی‌ها، شرکت می‌کنند (مانند مسدود شدن زه‌کشی عرشه پل که منجر به آلودگی کلریدی بخش زیرین می‌شود) و شاید لازم باشد که قبل از یک تعمیر موفق این مشکلات بررسی و رفع شوند. اگر تصحیح این موارد، امکان‌پذیر نباشد (مثلاً در یک محیط دریایی)، تا جایی که ممکن است باید تعمیر و حفاظت برای مقابله با این موارد، طراحی شوند.

الف ـ ۶ ـ ۱ مبنایی برای انتخاب اصول و روش‌های تعمیر و حفاظت

الف ـ ۶ ـ ۱ کلیات

انتخاب اصول تعمیری مناسب، یکی از مهم ترین بخش‌ها در طراحی پروژه تعمیر است. با انتخاب نهایی بر چندین راهکار ممکن است مطرح باشد که در انتخاب نهایی به عوامل مختلفی توجه نمود (به بخش الف-۵-۱ مراجعه شود).

روش‌های تعمیر مناسب، باید بر اساس اصول انتخابی، تعیین شوند. در جایی که امکان دارد، باید مشخصات فنی شامل الزامات عملکردی مناسب برای محصولات و سامانه ها، جهت کاربرد مورد نظر باشد. ممکن است نیاز به مشورت با تولیدکنندگان این محصولات باشد تا اثبات شود که محصولات و سامانه‌های آن‌ها، الزامات مورد انتظار را برآورده می‌کنند.

انتخاب محصولات و سامانه‌هایی برای کاربرد مورد نظر، با احتساب شرایط بتن پایه و ارزیابی عیوب و علل آن که در بند ۴ـ۳ به تفصیل آمده‌اند، باید انجام شود.

الف ـ۶ ـ ۲ اصول و روش‌های حفاظت و تعمیر

ترکیبی از چندین روش تعمیری و حفاظتی را می‌توان استفاده کرد. لازم است اثرات نامطلوب احتمالی روش های انتخابی و عواقب اندرکنش بین آن‌ها، مورد توجه قرار گیرد.

مثال‌هایی از تاثیرات نامطلوب احتمالی، در زیر آمده‌اند:

-از سامانه‌های نفوذگر آب گریز، برای کاهش دادن رطوبت بتن استفاده شود، که می‌تواند سرعت کربناته شدن را افزایش دهد.

- لایه پوششی سطحی که می‌تواند با به دام انداختن رطوبت، باعث از بین رفتن چسبندگی یا کاهش مقاومت در برابر یخبندان شود.

- پس کشیدگی، که می‌تواند سبب تنش‌های کششی در سازه‌ها شود.

- روش‌های الکتروشیمیایی که ممکن است باعث شکننده‌شدن فولاد پیش‌تنیدگی مستعد، واکنش قلیایی‌ها با سنگدانه مستعد، کاهش مقاومت در برابر یخبندان در نتیجه افزایش رطوبت، و در زیر آب، خوردگی در سازه‌های مجاور و مجاری، شوند.

محصولات و سامانه‌ها باید با یکدیگر و با سازه بتنی اولیه، سازگار باشند.

در جایی که سابقه یا خطر خوردگی میلگردها وجود دارد، بهتر است که اصول ۷ تا ۱۱ جدول ۱، علاوه بر اصول ۱ تا ۶، منظور شوند زیرا اثرات گسترده خوردگی پیشرونده میلگردها، در صورت بررسی نشدن، ممکن است در آینده به بتن آسیب برساند.

الف ـ۶ـ۲ـ۱ اصول و روش‌های مربوط به نقایص بتن

الف ـ۶ ـ۲ـ۱ـ۱ کلیات

بند الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۱، اطلاعات پایه‌ای را در مورد تعمیر بدست می‌دهد. اصول ۱ تا ۶ جدول ۱، توضیحات مفصل را در مورد زیربندها بطور جداگانه در متن اصلی ارائه نمی‌کند.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۲ اصل ۱ ـ حفاظت برای مقابله با درون رفت

حفاظت برای مقابله با درون رفت، شامل اقداماتی برای کاهش تخلخل یا نفوذپذیری سطح بتن است. این کار با اصلاحاتی بر روی سطح بتن (مانند استفاده از سامانه محافظت سطح طبق استاندارد بند ۲-۳) یا درزبندی کردن ترک‌ها (مانند تزریق در ترک‌ها طبق استاندارد بند ۲-۶ ، یا توسط پوشاندن و پر کردن سطح درز)، حاصل می‌شود.

ترک‌های معمولی سازه‌ای پهنایی در محدوده‌های تعریف شده در استاندارد [۳] کتاب‌نامه، که در پاسخ به بارهای تحت کنترل میلگرد بتن، باز یا بسته می‌شوند. بار اضافی یا سازه ضعیف‌تر از حد محاسباتی، می‌توانند منجر به ایجاد ترک‌های سازه‌ای شوند که از حدود تعریف شده در استاندارد [۳] کتاب‌نامه، تجاوز می‌کنند.

ترک‌های غیر سازه‌ای در بتن، ممکن است به چند علت بوجود آیند، مانند جمع‌شدگی یا نشست خمیری، گرمای هیدراته شدن، جمع‌شدگی دمایی، که اینها ممکن است پهنای بیشتری در مقایسه با ترک‌های سازه‌ای داشته باشند و ممکن است در پاسخ به بارهای سازه‌ای و اثرات محیطی، مانند تغییرات دما، باز یا بسته شوند.

ترک‌ها با هر پهنایی، ممکن است سبب خرابی شوند و بهتر است که نتایج آن‌ها، بررسی شود. در جایی خطر نفوذ آلاینده‌های خورنده، از طریق ترک‌ها به درون بتن وجود دارد، باید ترک‌هایی که عاری از آلودگی هستند را بر اساس روش ۱ـ۴، پر نمود.

با توجه به بازه حرکتی ترک و اثرات آنها، شامل این که آیا ترک فعال (مانند باز و بسته شدن در پاسخ به بارها یا اثرات دمایی) است یا غیر فعال، از روش‌های ۱ـ۱ تا ۱ـ۱۸، گزینه‌هایی برای تعمیر، می‌توانند انتخاب شوند. برخی از سامانه‌های حفاظت سطحی که در استاندارد بند ۲-۳، مشخص شده‌اند، برای اعمال بر روی ترک‌های سازه‌ای معمولی زنده (فعال) مناسب هستند اما، تعداد کمی بر روی ترک‌های عریض و ترک‌های غیرسازه‌ای پل می‌زنند و ممکن است به مواد دیگری برای درزبندی نیاز باشد.

بعضی از ترک‌ها در بتن سخت شده، در نتیجه خوردگی بوجود می‌آیند. این ترک‌ها اغلب، اولین نشانه قابل مشاهده از وجود مشکل خوردگی هستند. ترک‌های حاصل از خوردگی را نباید به طور ساده، با پرکردن یا

درزبندی، تعمیر کرد. بهتر است که این عیوب با استفاده از روش‌هایی که اصول ۷ تا ۱۱ را به کار می‌برند، تعمیر شوند.

احتمال حرکت بیشتر ترک‌ها، که تاثیر نامطلوبی بر تعمیر دارند، باید در نظر گرفته شود. اطلاعات بیشتر در مورد ترک‌های فعال و غیر فعال، در استاندارد بند ۲-۶، آمده است.

باید یادآوری شود که روش ۱ـ۸ (اعمال غشاءها)، می‌تواند از نظر قابلیت کاربرد با اصول ۲، ۶ و ۸، یکسان باشد.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۳ اصل ۲ ـ کنترل رطوبت

از کنترل رطوبت در تعمیر بتن استفاده می‌شود تا با اجازه دادن به خشک شدن بتن، واکنش‌های نامطلوب را کنترل کنند و همچنین، از بالا رفتن رطوبت جلوگیری کنند. واکنش‌های نامطلوب، ممکن است شامل واکنش قلیایی سیلیسی و حمله سولفات باشد. بتن اشباع، همچنین ممکن است در معرض آسیب‌های یخ زدن و آب شدن، قرار گیرد.

سامانه‌های حفاظت سطحی که برای سطوح عمودی و سقف (زیر طاق) به کار می‌رود، بهتر است که نسبت به بخار آب، نفوذپذیر باشند تا اجازه دهند که رطوبت از بتن خارج شود.

برای سطوح بالایی اعضای افقی بتنی (مانند یک کف تخت معلق در یک پارکینگ خودرو)، ممکن است سامانه حفاظت سطحی نفوذناپذیر بکار برده شود.

سامانه‌های حفاظت سطحی، به طور معمول نباید برای بتن حاوی رطوبت زیاد، به کار روند و سازندگان محصول، باید توصیه‌هایی را برای شرایط به کارگیری مناسب ارائه دهند.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۴ اصل ۳ ـ ترمیم بتن

ترمیم بتن به طور معمول با استفاده از تعمیرات روش دستی، یا بتن‌ریزی دوباره با بتن و ملات روان، یا با به کار بردن بتن یا ملات پاشیدنی، انجام می‌شود. هدف و محدوده کاربرد استاندارد بند ۲-۴ شامل مواد مناسب برای تعمیرات سازه‌ای و غیرسازه‌ای است. جایگزین کردن عناصر (اعضا)، ممکن است شامل موادی به جز بتن مسلح باشد. توصیه برای بکارگیری بتن پاشیدنی در استاندارد [۵] کتاب‌نامه ، ارایه شده است.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۵ اصل ۴ـ تقویت سازه‌ای

در هنگام استفاده از اصل ۴، مهم است که همه تنش‌های حاصله از تعمیر و سازه خراب یا سازه اولیه، در نظر گرفته شوند. سامانه‌های مشخصی، ممکن است بر سازه‌های تعمیری، تنش‌های اضافی را تحمیل کنند، که منجر به تغییراتی در کارکرد سازه‌ای اولیه می‌شود.

در حالی که تزریق یا درزگیری سطحی ترک‌ها، مقاومت سازه را از نظر سازه‌ای، افزایش نخواهد داد، می‌توان از تزریق برای بازگرداندن اعضا به شرایط سازه‌ای قبل از ترک خوردگی، استفاده کرد (یعنی در هنگامی که بارگذاری موقتی بیش از حد، رخ داده است).

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۶ اصل ۵ ـ افزایش مقاومت فیزیکی

تخریب سطح بتن توسط عملیات فیزیکی مانند، ضربه یا سایش، می‌تواند بر عملکرد پایایی یا سازه‌ای سازه، تاثیر بگذارد. برای کاهش این اثرات، ممکن است به شناسایی عوامل و پیش‌گیری‌های محافظتی فیزیکی، نیاز باشد، همانگونه که روشهای اعمال تعمیر را اعمال می‌نماییم.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۷ اصل ۶ ـ افزایش مقاومت در برابر مواد شیمیایی

در جایی که بتن مورد حمله قرار گرفته است، لازم است که مواد شیمیایی شناسایی شوند و اقدامات حفاظتی و اعمال روشهای تعمیری مناسب، مورد نیاز است.

مقاومت بتن در برابر رده‌های مختلف تهاجم محیطی، در استاندارد بند ۲-۱، توصیف شده‌اند.

این استاندارد، محصولات و سامانه‌هایی را پوشش می‌دهد که می‌توانند بتن را از حمله محیطی مواد شیمیایی فهرست شده در استاندارد بند ۲-۱، و حمله شدید مواد شیمیایی فهرست شده در استاندارد[۲] کتاب‌نامه، محافظت کنند.

تحت شرایط خاصی، خاک‌ها، عملیات تصفیه آب و فاضلاب‌می‌توانند با فعالیت باکتریایی، اسیدها یا سولفات‌ها را بوجود آورند که می‌توانند حمله به بتن و میلگرد را گسترش دهند.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ اصول و روش‌های مربوط به خوردگی میلگرد

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۱ کلیات

بخش الف ـ ۵ ـ ۲ ـ ۲، اطلاعات پایه‌ای را در مورد اصول تعمیر ۷ تا ۱۱ در جدول ۱، ارائه می‌کند، اما توضیحات مفصل درباره بخش‌های جداگانه در متن را بدست نمی‌دهند.

میلگرد ممکن است به دلایل گوناگونی در خطر خوردگی قرار گیرد، مانند کیفیت ضعیف پوشش بتنی یا از بین رفتن آن ، آلودگی با کلرید، کربناته شدن پیشرونده، یا دیگر اثرات فیزیکی، شیمیایی یا الکتروشیمیایی.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۲ کربناته شدن

در جایی که میلگرد توسط پوشش کربناته نشده باقی‌مانده، حفاظت می‌شود (که توسط آزمون کربناته شدن، مشخص می‌شود، استاندارد [۶] کتاب‌نامه را مشاهده کنید)، روش‌های ۱ ـ ۲، ۱ ـ ۳ و ۱ ـ ۷ (جدول ۱ را مشاهده کنید)، مثال‌هایی هستند که می‌توانند برای کاهش دسترسی دی‌اکسید کربن به درون بتن، استفاده شوند.

در جایی که میلگرد در تماس با بتن کربناته شده قرار دارد، لایه انفعالی آن از بین می‌رود و ممکن است خوردگی شروع شود. روش‌های متفاوتی را می‌توان برای کنترل خوردگی در این وضعیت، با استفاده از یک یا تعداد بیش‌تری اصول و روشها، بکار گرفت.

همچون دی‌اکسید کربن، دیگر آلاینده‌های اسیدی که با هوا منتقل می‌شوند، مانند دی‌اکسید سولفور، در مناطقی که آلودگی زیاد است، مثلا در دودکش‌ها، می‌تواند به بتن و به میلگرد، حمله کند.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۳ کلریدها و دیگر آلاینده‌های خورنده

ترمیم خوردگی که با نفوذ یون کلرید بوجود می‌آید بسیار مشکل‌تر از خوردگی‌هایی است که توسط کربناته شدن ایجاد می‌شود.

وجود یون کلرید در عمق معادل سطح میلگرد، لایه انفعالی میلگرد را در بتن کربناته نشده، از بین می‌برد و اجازه می دهد که خوردگی شروع شود. در جایی که مقدار یون کلرید به حدی می‌رسد که مشخص شده است (چنانکه با آزمون تعیین یون کلرید تعیین می‌شود، استاندارد[۵] کتاب‌نامه را مشاهده کنید)، خطر خوردگی میلگرد را به دنبال دارد. غلظت یون کلرید که خوردگی را تحریک می‌کند در هر مورد متفاوت است و به عوامل زیادی شامل نوع سیمان، نسبت آب به سیمان، منبع کلرید، قلیائیت بتن و شرایط رویارویی محیط پیرامون، بستگی دارد.

هم‌چنین منبع یون کلرید نیز اهمیت دارد، بویژه، اینکه کلرید در زمان ساخت، در بتن بوده است یا بعد از سخت شدن بتن به آن وارد شده است. برای مقدار یون کلرید معین، کلریدی که از منبع خارجی به بتن وارد می‌شود، ویژگی تهاجمی بیشتری در ایجاد خطر خوردگی دارد. خطر خوردگی همچنین می‌تواند با کربناته شدن بتنی که حاوی غلظت نسبتا کمی از یون کلرید است، افزایش یابد.

بطور سنتی در گذشته، عدد ۰٫۴ درصد وزن سیمان، به عنوان یک آستانه که در بیش از آن خوردگی میلگرد اتفاق می‌افتاد، بکار می‌رفت. بیشتر تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که این عدد می‌تواند کمتر از این‌ها باشد و گاهی تا کمتر از ۰٫۲ درصد هم برسد، اگرچه در شرایط محیطی خاص، مقادیر خیلی بالاتر هم می‌تواند صحیح باشد. بنابراین مهم است که خطر خوردگی در برابر شرایط متداول واقعی هر سازه، واسنجی شود و هیچ محدوده امنی، نباید فرض شود.

خوردگی میلگرد به غیر از کلرید می‌تواند با هالیدها و دیگر مواد شیمیایی محلول، نیز بوجود آید.

اصلاح موضعی بتنی که توسط یون کلرید آلودگی پیدا کرده است، می‌تواند با روش دستی تعمیر که همه بتن آلوده شده را حذف می‌کند، با موفقیت انجام شود. به‌هر حال، در جاهایی که آلودگی وسیع است، اصلاح مناطق آسیب دیده به تنهایی راه حل تعمیری پایداری نخواهد بود. مناطق تعمیری با ملات یا بتن جدید، می‌تواند باعث شروع خوردگی در مناطق مجاور آلوده شده، شود (اغلب آند تکوینی یا اثر آند احاطه شده، نامیده می‌شود). در این شرایط، روش‌های اضافی لازم است در نظر گرفته شود تا باعث توقف خوردگی گردد، مانند آنچه که در اصول ۷ تا ۱۱ ارائه شده است.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ اصل ۷ ـ حفاظت از لایه انفعالی یا بازیابی آن

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ ۱ کلیات

این بخش روش‌های اصلاح یا جایگزین کردن بتن اطراف میلگرد، برای کاهش خطر خوردگی را ارائه می‌دهد.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ ۲ روش ۷ ـ ۱ افزایش پوشش با بتن یا ملات اضافی

در جایی که میلگرد، غیرفعال (انفعالی) است، یک لایه اضافی ملات یا بتن، ممکن است روی بتن کربناته شده اضافه شود تا حفاظت اضافی را فراهم کند.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ ۳ روش ۷ ـ ۲ جایگزینی بتن کربناته شده یا آلوده

در جایی که میلگرد در نتیجه کربناته شدن یا ورود یون کلرید، لایه محافظش را از دست داده است، می‌توان سازه را با جایگزین کردن بتن کربناته شده یا آلوده، با ملات یا بتن جدید مطابق با روش ۷ ـ ۲، تعمیر کرد. ممکن است حفاظت اضافی به شکل یک سامانه حفاظت سطحی مطابق با اصل ۱، مورد نیاز باشد. در مواردی که یون کلرید در بتن باقی می‌ماند، خطر آلودگی دوباره تعمیر توسط پدیده انتشار و آند تکوینی تشکیل شده روی میلگرد در بتن اطراف، وجود خواهد داشت. در این شرایط، ممکن است نیاز به در نظر گرفتن روش‌های تعمیری دیگر وجود داشته باشد.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ ۴ روش ۷ ـ ۳ دوباره قلیایی شدن بتن کربناته شده به روش الکتروشیمیایی

در جایی که میلگرد، فعال یا غیرفعال (انفعالی) است، حفاظت اضافی در برابر خوردگی، می‌تواند توسط دوباره قلیایی کردن به روش الکتروشیمیایی، فراهم شود که قلیائیت بتن کربناته شده را بالا می‌برد و باعث انفعالی شدن میلگرد می‌شود.

این روش بر اساس اصول استاندارد [۷] کتاب‌نامه بکار برده می شود. کاربرد پوشش‌های مناسب، می‌تواند عمر این اصلاح را افزایش دهد.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ ۵ روش ۷ ـ ۴ دوباره قلیایی کردن بتن کربناته شده توسط انتشار

تجارب محدودی از این روش وجود دارد، اما از راه‌حل‌های متفاوتی در بعضی از بخش‌های اروپا در موقعیت‌های مشخص، استفاده شده است.

یک راه حل، شامل کاربرد یک ملات یا بتن سیمانی شدیدا قلیایی در سطح بتن کربناته شده است که اجازه می‌دهد بتن از طریق پدیده انتشار از سطح، دوباره قلیایی شود.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ ۶ روش ۷ ـ ۵ خارج کردن کلرید به روش الکتروشیمیایی

در جایی که میلگرد، به‌سبب اجازه ورود یون کلرید، فعال یا غیرفعال (انفعالی) است، حفاظت اضافی در برابر خوردگی، می‌تواند توسط خارج کردن الکتروشیمیایی کلرید فراهم شود که یون کلرید را در بتن اطراف میلگرد، کاهش می‌دهد و باعث انفعال میلگرد می‌شود.

رهنمودهایی در مورد این روش، در استاندارد [۸] کتاب‌نامه (در حال آماده شدن) شامل استخراج کلرید خواهد بود.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ ۷ اصل ۸ ـ افزایش مقاومت الکتریکی

در ساختمان‌های خشک، خوردگی به‌ندرت ، یک مشکل محسوب می‌شود حتی اگر بتن تا اعماق میلگرد، کربناته شده باشد. رطوبت کم در ساختمان‌های سر پوشیده، منجر به بالا رفتن مقاومت الکتریکی بتن تا حدی می‌شود که نرخ خوردگی در آن ناچیز است.

در بعضی از موقعیت‌ها، مقاومت الکتریکی در محیط بیرونی، ممکن است توسط اعمال روکش خارجی قابل تهویه، اعمال پوشش سطحی آب گریز، پر کردن حفرات یا روکش کردن سطحی، کاهش یابد (اصول ۱ و ۲). روشی برای کاهش نرخ خوردگی، محدود کردن رطوبت، برای مثال با ایجاد روکش در سطح خارجی است که در آن از جذب آب از منابع دیگر به بتن، جلوگیری می‌شود. هم‌چنین نباید جلوی فرار رطوبت از بتن گرفته شود.

در بتن آلوده به کلرید خطر خوردگی بسیار قابل توجه است. روش‌هایی که مقاومت الکتریکی بتن را افزایش می‌دهد. ممکن است به تنهایی برای کاهش خوردگی میلگرد، کافی نباشد. در این وضعیت، ممکن است رعایت اصول تعمیری اضافی، لازم باشد.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ ۸ اصل ۹ ـ کنترل کاتدی

اصل ۹ بر محدود کردن دسترسی اکسیژن به همه مناطق بالقوه کاتدی، استوار است، بدین دلیل که فعالیت پیل‌های خوردگی از بین برود و با عدم فعالیت کاتدها، از خوردگی جلوگیری می‌شود.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ ۹ اصل ۱۰ ـ حفاظت کاتدی

حفاظت کاتدی بویژه در جایی که آلودگی کلرید، اهمیت دارد یا کربناته شدن تا عمق سطح میلگرد گسترش یافته است و منجر به بالا رفتن خطر خوردگی میلگرد می‌شود، مناسب است.

حفاظت کاتدی جریان اعمالی، که مطابق با استاندارد [۴] کتاب‌نامه به‌کار می‌رود، علیرغم سطح آلودگی کلرید در بتن، و محدودیت‌های مقدار بتن تخریبی که بطور فیزیکی، توسط خوردگی میلگرد زیرین، صدمه دیده است می‌تواند خوردگی را کنترل کند.. تأثیر طولانی مدت آن، به پایش و نگه‌داری کافی، بستگی دارد.

حفاطت کاتدی برای به دست آمدن کنترل طولانی مدت خوردگی و خنثی کردن مشکل آند تکوینی و تاثیر آلودگی بتن، موثر است (استاندارد [۴] کتاب‌نامه را مشاهده کنید).

انواع مختلفی از سامانه‌های آند خارجی در حفاظت کاتدی بکار می‌رود، برخی از آن‌ها از یک جریان اعمالی از یک منبع الکتریکی خارجی، استفاده می‌کنند در حالی که، انواع دیگر آن‌ها از عملکرد گالوانیک استفاده می‌کنند (آند فداشونده یا آند قربانی).

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ ـ ۱۰ اصل ۱۱ ـ کنترل مناطق آندی

در جائیکه آلودگی بتن، گستردگی زیاد دارد و نمی‌توان همه بتن آلوده را حذف کرد، شکل گیری آند تکوینی، می‌تواند با اصلاح سطح میلگرد برای جلوگیری از خوردگی، بصورت تعمیر دستی کنترل شود. به عنوان بخشی از تعمیر بتن، می‌توان پوشش‌ها را در جایی که میلگرد در معرض دید است، مستقیما بر روی میلگرد به کار برد. این پوشش‌ها ممکن است حاوی رنگدانه های فعال باشند که می‌توانند به عنوان بازدارنده‌های آندی یا توسط فعالیت گالوانیکی قربانی ،عمل کنند.

انواع دیگر پوشش، می‌تواند ایجاد موانعی بر روی سطح میلگرد کند. این روش، تنها زمانی موثر است که میلگرد عاری از خوردگی و آماده شده باشد و پوشش کامل باشد (یعنی میلگرد باید به طور کامل در محفظه‌ای قرار

گرفته باشد و پوشش بدون نقص باشد). این روش نباید بکار رود مگر این که بتوان همه محیط میلگرد را پوشاند. هم‌چنین تاثیر پوشش بر اتصال و چسبندگی بین بتن و میلگرد باید در نظر گرفته شود.

می‌توان از بازدارنده‌های خوردگی بعنوان گزینه دیگر استفاده کرد که سطح فولاد را از نظر شیمیایی تغییر می‌دهند و یا یک پوشش غیر فعال (انفعالی) را بر روی آن ایجاد می‌کنند. بازدارنده‌های خوردگی را هم می‌توان با اضافه کردن به سامانه و محصول تعمیر بتن، بکار برد و هم می‌توان روی سطح بتن اعمال نمود تا در ادامه به عمق سطح میلگرد مهاجرت (نفوذ) کند. بازدارنده‌هایی که بر روی سطح بتن اعمال می‌شوند، باید از بتن تا سطح میلگرد پایین بروند تا بتوانند تاثیرگذار باشند. در حال حاضر هیچ استانداردی برای بازدارنده‌ها وجود ندارد، بنابراین قبل از استفاده از آن‌ها، باید شواهد و مدارکی از اثربخشی چنین محصولاتی، بدست آید.

یادآوری می‌شود که برخی از بازدارنده‌های خوردگی، بر اساس کنترل مناطق آندی و هم کنترل مناطق کاتدی، کار می‌کنند (اصل ۹ را مشاهده کنید).

در شرایط شدید، ممکن است به اصول تعمیری اضافی نیاز باشد.

الف ـ ۶ ـ ۲ ـ ۳ حفاظت در برابر خوردگی میلگرد و تعمیر آن توسط روش‌هایی که بطور ویژه در این استاندارد ، ذکر نشده‌اند

حفاظت بتن و تعمیر آن، فن آوری‌هایی هستند که به سرعت گسترش یافته‌اند و روش‌های جدیدی از حفاطت و تعمیر هستند که بر اساس تجربی، به وفور پیشنهاد شده، گسترش یافته و بکار برده می شوند. این مورد، بویژه در جایی که خوردگی میلگرد باعث خرابی شده است، درست می‌باشد. برخی از چنین روش‌هایی، ممکن است سابقه بکارگیری قبلی زیادی نداشته باشند، با این حال، ممکن است اثبات شود که در شرایط محیطی خاص، موثر هستند.

الف ـ ۷ ویژگی‌های محصولات و سامانه‌های مورد نیاز برای انطباق با اصول حفاظت و تعمیر

برای جلوگیری از هر گونه ابهام احتمالی، بهتر است که ویژگی‌های یک سامانه برای تعمیر بتن، با آزمون بدست آید و با الزامات عملکردی مرتبط در استانداردهای بند ۲-۳ تا ۲-۸ ، مقایسه شود. منظور این نیست که هر جزء یک سامانه مورد آزمون قرار گیرد و به طور جداگانه با الزامات عمل‌کردی مقایسه و ارزیابی شود، مگر اینکه خود محصولاتی که می‌توانند بکار روند الزامات کاربردی را برآورده کنند.

برای مثال، خصوصیات یک سامانه حفاظت سطحی برای کف یک پارکینگ، ممکن است حاوی محصولات متعددی مثل یک آستر، لایه ارتجاعی، لایه درزگیری و لایه پوشاننده باشد که ضخامت هر لایه توسط سازنده آن، تعیین می‌شود. انطباق با الزامات کاربردی بر اساس سامانه کاربردی مطابق با مقادیر توصیه شده توسط سازنده، اندازه‌گیری می‌شود و نماد مطلوبیت استاندارد، بر روی بسته‌بندی محصول که جزئی سامانه است، باید ارائه شود.

توجه ویژه به شرایط رطوبت و دما در اعمال این مواد، ضروری است، زیرا بیشتر محصولات تعمیری برای اعمال در یک بازه معین از شرایط کاربردی محیط مجاور، فرمول‌بندی شده‌اند. راهنمای کاربرد، در استاندارد بند ۲-۱۰ آمده است.

الف ـ ۸ نگه داری بعد از تکمیل تعمیر و حفاظت

به محض تکمیل عملیات تعمیری بتن، باید یک سامانه مدیریتی نگه‌داری بکار رود تا اطمینان حاصل شود که نگه‌داری لازم آتی، انجام می‌شود.

بخش‌هایی از بتن تعمیر و حفاظت شده، ممکن است عمر کوتاه‌تری نسبت به دیگر بخش‌های سازه بتنی داشته باشند. این موارد شامل سامانه حفاظت سطحی، درزگیرها و مواد ضد هوازدگی می‌باشد. استفاده درست از سازه، بستگی به عمل‌کرد چنین محصولات و سامانه‌هایی دارد و باید بطور مرتب آن‌ها را، بازرسی کرد و مورد آزمون قرار داد و اگر لازم بود، تجدید نمود.

فهرست زیر، اطلاعاتی برای نگه‌داری آتی باید انجام شود را ارایه می‌کند:

۱. تخمینی از عمر طرح باقی‌مانده مورد انتظار سازه بتنی؛

۲. شناسایی هر محصول و سامانه، در جایی که انتظار می‌رود که عمر طرح مورد انتظار، کمتر از عمر طرح باقی‌مانده مورد انتظار سازه بتنی، باشد؛

۳. تاریخی که هر محصول و سامانه، باید بازبینی شود و مورد آزمون قرار گیرد؛

۴. روش بازرسی، شامل چگونگی ثبت نتایج و چگونگی تصمیم‌گیری درباره تاریخ‌های بازرسی؛

۵. یک مشخصات فنی برای سامانه‌هایی با اصلاحات و پایش پیوسته، مثلا مانند آنچه که در یک سامانه حفاظت کاتدی با جریان اعمالی، استفاده می‌شود؛

۶. بیان نکات اجرایی و یا محدودیت‌هایی که باید اعمال گردد، برای مثال نگه‌داری از زهکشی آب سطحی، بیشترین فشار برای شستشوی با آب یا ممنوعیت استفاده از نمک‌های یخ‌زدا.

الف ـ ۹ ایمنی، بهداشت و محیط زیست

بدون اطلاعات بیش‌تر.

الف ـ ۱۰ صلاحیت کارکنان

کارکنانی باید بکار گرفته شوند که با کارهای تعمیری و حفاظتی آشنا و تخصص و دانش لازم را دارا باشند. این الزامات برای تمام کسانی که درگیر فرایند تعمیر هستند، لازم است که شامل طراحان تعمیر، پیمانکاران تعمیر و کنترل‌کنندگان کارهای تعمیری می‌باشد.

یک سامانه کیفیت باید توسط پیمانکار تعمیر، بکارگرفته شود تا اطمینان حاصل گردد که الزامات کیفیت مشخص شده، برآورده می‌شود و روش‌های صحیح تعمیری، استفاده می‌شوند.

تنظیمات مناسبی باید برای بازرسی قابل قبول، انجام شود.

همه اسناد مربوط به کار تعمیر، باید در یک سامانه مناسب مدیریت پروژه، دخیره و نگه‌داری شوند.

پیوست ب

(اطلاعاتی)

کتاب‌نامه

[1] prEN 13670, Execution of concrete structures
[2] EN 13529, Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Test methods –Resistance to severe chemical attack
[3] EN 1992-1-1, Eurocode 2: Design of concrete structures — Part 1-1: General rules and rules for buildings
[4] EN 12696, Cathodic protection of steel in concrete
[5] EN 14629, Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Test methods –Determination of chloride content in hardened concrete
[6] EN 14630, Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Test methods –Determination of carbonation depth in hardened concrete by the phenolphthalein method
[7] CEN/TS 14038-1, Electrochemical realkalization and chloride extraction treatments for reinforcedconcrete — Part 1: Realkalization
[8] prCEN/TS 14038-2, Electrochemical re-alkalisation and chloride extraction treatments for reinforcedconcrete – Part 2: Chloride extraction (in preparation)
[9] EN 14487-1, Sprayed Concrete - Part 1: Definitions, specifications and conformity