راهکارهای مقابله با تخریب و فرسودگی سازه های بتنی از طریق مواد تعمیراتی

ایمان الیاسیان،کارشناس ارشدعمران سازه i.elyasian@gmail.com

انواع خرابیهای بتن را به شیمیایی (۱- تهاجم سولفات با اثر اترنیگات ومیکروب سیمان که منجر به افزایش حجم تدریجی بتن و خردشدگی میگردد ۳- تهاجم کلراید منجر به خردگی و تشکیل پیل الکتروشیمیایی راه مقابله استفاده از حفاظت کاتدیک و روکش اپوکسی آرماتور،سیمان پوزولانی ، آرماتور پلیمیری ، غشا آب بند وخمیرهای آب بند ۳-کربناتاسیون۴-واکنش قلیایی سنگدانه ها که منجر به سرطان بتن میگرددو وواکنشهای قلیایی به دو بخش سیلسیسی و کربناتی تقسیم بندی می شوند) و فیزیکی (یخ زدن و آب شدن متوالی) مکانیکی(۱-سایش۲-فرسایش ۳-خلازایی (کاویتاسیون)) تقسیم بندی می شود

علل فرسودگی و تخریب سازه های بتنی

علل فرسودگی و تخریب سازه های بتنی (CAUSES OF DETERIORATIONS)

علل مختلفی که باعث فرسودگی و تخریب سازه های بتنی می شود همراه با علایم هشدار دهنده ی دیگری که کار تعمیرات را الزامی می دارند، در نخستین بخش از این مقاله مورد بررسی و تحلیل قرار می گیرند:

۱- نفوذ نمکها (INGRESS OF SALTS)

نمکهای ته نشین شده که حاصل تبخیر و یا جریان آبهای دارای املاح می باشند و همچنین نمکهایی که توسط باد در خلل و فرج و ترکها جمع می شوند، هنگام کریستالیزه شدن می توانند فشار مخربی به سازه ها وارد کنند که این عمل علاوه بر تسریع و تشدید زنگ زدگی و خوردگی آرماتورها به واسطه وجود نمکهاست. تر وخشک شدن متناوب نیز می تواند تمرکز نمکها را شدت بخشد زیرا آب دارای املاح، پس از تبخیر، املاح خود را به جا می گذارد.

۲- اشتباهات طراحی (SPECIFICATION ERRORS)

به کارگیری استانداردهای نامناسب و مشخصات فنی غلط در رابطه با انتخاب مواد، روشهای اجرایی و عملکرد خود سازه، می تواند به خرابی بتن منجر شود. به عنوان مثال استفاده از استانداردهای اروپایی و آمریکایی جهت اجرای پروژه هایی در مناطق خلیج فارس، جایی که آب و هوا و مواد و مصالح ساختمانی و مهارت افراد متفاوت با همه این عوامل در شمال اروپا و آمریکاست، باعث می شود تا دوام و پایایی سازه های بتنی در مناطق یاد شده کاهش یافته و در بهره برداری از سازه نیز با مسائل بسیار جدی مواجه گردیم.

۳- اشتباهات اجرایی (CON STRUCTION ERRORS)

کم کاریها، اشتباهات و نقصهایی که به هنگام اجرای پروژه ها رخ می دهد، ممکن است باعث گردد تا آسیبهایی چون پدیده لانه زنبوری، حفره های آب انداختگی، جداشدگی، ترکهای جمع شدگی، فضاهای خالی اضافی یا بتن آلوده شده، به وجود آید که همگی آنها به مشکلات جدی می انجامند. این گونه نقصها و اشکالات را می توان زاییدهء کارآئی، درجهء فشردگی، سیستم عمل آوری، آب مخلوط آلوده، سنگدانه های آلوده و استفاده غلط از افزودنیها به صورت فردی و یا گروهی دانست.

۴- حملات کلریدی (CHLORIDE ATTACK)

وجود کلرید آزاد در بتن می تواند به لایهء حفاظتی غیر فعالی که در اطراف آرماتورها قرار دارد، آسیب وارد نموده و آن را از بین ببرد. خوردگی کلریدی آرماتورهایی که درون بتن قرار دارند، یک عمل الکتروشیمیایی است که بنا به خاصیتش، جهت انجام این فرآیند، غلظت مورد نیاز یون کلرید، نواحی آندی و کاتدی، وجود الکترولیت و رسیدن اکسیژن به مناطق کاتدی در سل (CELL) خوردگی را فراهم می کند. گفته می شود که خوردگی کلریدی وقتی حاصل می شود که مقدار کلرید موجود در بتن بیش از ۰/۶ کیلوگرم در هر متر مکعب بتن باشد. ولی این مقدار به کیفیت بتن نیز بستگی دارد.

خوردگی آبله رویی حاصل از کلرید می تواند موضعی و عمیق باشد که این عمل در صورت وجود یک سطح بسیار کوچک آندی و یک سطح بسیار وسیع کاتدی به وقوع می پیوندد که خوردگی آن نیز با شدت بسیار صورت می گیرد. از جمله مشخصات (FEATURES) خوردگی کلریدی، می توان موارد زیر را نام برد:

(الف) هنگامی که کلرید در مراحل میانی ترکیبات (عمل و عکس العمل) شیمیایی مورد استفاده قرار گرفته ولی در انتها کلرید مصرف نشده باشد. (ب) هنگامی که تشکیل همزمان اسید هیدروکلریک، درجه PH مناطق خورده شده را پایین بیاورد. وجود کلریدها هم می تواند به علت استفاده از افزودنیهای کلرید باشد و هم می تواند ناشی از نفوذیابی کلرید از هوای اطراف باشد.

فرض بر این است که مقدار نفوذ یونهای کلریدی تابعیت از قانون نفوذ FICK دارد. ولی علاوه بر انتشار (DIFFUSION) به نفوذ (PENETRATION) کلرید احتمال دارد به خاطر مکش موئینه (CAPILLARY SUCTION) نیز انجام پذیرد.

۵- حملات سولفاتی (SULPHATE ATTACK)

محلول نمکهای سولفاتی از قبیل سولفاتهای سدیم و منیزیم به دو طریق می توانند بتن را مورد حمله و تخریب قرار دهند. در طریق اول یون سولفات ممکن است آلومینات سیمان را مورد حمله قرار داده و ضمن ترکیب، نمکهای دوتایی از قبیل: THAUMASITE و ETTRINGITE تولید نماید که در آب محلول می باشند. وجود این گونه نمکها در حضور هیدروکسید کلسیم، طبیعت کلوئیدی(COLLOIDAL) داشته که می تواند منبسط شده و با ازدیاد حجم، تخریب بتن را باعث گردد. طریق دومی که محلولهای سولفاتی قادر به آسیب رسانی به بتن هستند عبارتست از: تبدیل هیدروکسید کلسیم به نمکهای محلول در آب مانند گچ (GYPSUM) و میرابلیت MIRABILITE که باعث تجزیه و نرم شدن سطوح بتن می شود و عمل LEACHING یا خلل و فرج دار شدن بتن به واسطه یک مایع حلال، به وقوع می پیوند.

۶- حریق (FIRE)

سه عامل اصلی وجود دارد که می توانند مقاومت بتن را در مقابل حرارت بالا تعیین کنند. این عوامل عبارتند از: (الف) توانایی بتن در مقابله با گرما و همچنین عمل آب بندی، بدون اینکه ترک، ریختگی و نزول مقاومت حاصل گردد. (ب) رسانایی بتن (CONDUCTIVITY) (ج) ظرفیت گرمایی بتن (HEAT CAPACITY)

باید توجه داشت دو مکانیزم کاملاً متضاد انبساط (EXPANSION) و جمع شدگی مسؤول خرابی بتن در مقابل حرارت می باشند. در حالی که سیمان خالص به محض قرار گرفتن در مجاورت حرارتهای بالا، انبساط حجم پیدا می کند، بتن در همین شرایط یعنی در معرض حرارتهای (دمای) بالا، تمایل به جمع شدگی و انقباض نشان می دهد. چون حرارت باعث از دست دادن آب بتن می گردد، نهایتاً اینکه مقدار انقباض در نتیجه عمل خشک شدن از مقدار انبساط فراتر رفته و باعث می شود جمع شدگی حاصل شود و به دنبال آن ترک خوردگی و ریختگی بتن به وجود می آید .به علاوه در درجه حرارت ۴۰۰ درجه سانتی گراد، هیدروکسید کلسیم آزاد بتن که در سیمان پر تلند هیدراته شده موجود است، آب خود را از دست داده و تشکیل اکسید کلسیم می دهد. سپس خنک شدن مجدد و در معرض رطوبت قرار گرفتن باعث می شود، تا از نو عمل هیدراته شدن حاصل شود که این عمل به علت انبساط حجمی موجب بروز تنشهای مخرب می گردد. هچنین انبساط و انقباض نا هماهنگ و متمایز (DIFFERENTIAL EXPANSION AND CONTRACTION) مواد تشکیل دهنده بتن مسلح مانند آرماتور، شن، ماسه و ... می توانند در ازدیاد تنشهای تخریبی نقش موثری داشته باشند.

۷- عمل یخ زدگی (FROST ACTION)

برای بتنهای خیس، عمل یخ زدگی یک عامل تخریب می باشد، چون آب به هنگام یخ زدن ازدیاد حجم پیدا کرده و باعث تولید تنشهای مخرب درونی شده و لذا بتن ترک می خورد. ترکها و درزهایی که نتیجه یخ زدگی و ذوب متناوب می باشند،

باعث می گردند سطح بتن به صورت پولکی درآمده و بر اثر فرسایش، خرابی عمق بیشتری یابد بنابراین عمل یخ زدگی بتن و میزان تخریب حاصله، بستگی به درجه تخلخل و نفوذپذیری بتن دارد که این موضوع علاوه بر تاثیر ترکها و درزهاست.

۸- نمکهای ذوب یخ (DE-ICING SALTS)

اگر برای ذوب نمودن یخ بتن، از نمکهای ذوب یخ استفاده شود، علاوه بر خرابیهای حاصله از یخ زدگی، ممکن است همین نمکها نیز باعث خرابی سطحی بتن گردند. چون باور آن است که خرابیهای حاصل از نمکهای ذوب یخ، در نتیجه یک عمل فیزیکی به وقوع می پیوندد، غلظت نمکها، موجود بودن آبی که قابلیت یخ زدگی داشته باشد و در کل فشارهای هیدرولیکی و غشایی (OSMOTIC) نقش بسیار مهمی در دامنه و وسعت خرابیها ایفا می کنند.

۹- عکس العمل قلیایی سنگدانه ها (ALKALI-AGGREGATE REACTION)

در این قسمت می توان از واکنشهای "قلیایی- سیلیکا" و "قلیایی- کربناتها" نام برد.

عکس العمل قلیایی – سیلیکا (ALKALI-SILICA) عبارتست از: ژلی که از عکس العمل بین هیدروکسید پتاسیم و سیلیکای واکنش پذیر موجود در سنگدانه حاصل می شود. بر اثر جذب آب، این ژل انبساط پیدا کرده و با ایجاد تنشهایی منجر به تشکیل ترکهای درونی در بتن می شود. واکنش قلیایی –کربنات، بین قلیاهای موجود در سیمان و گروه مشخصی از سنگهای آهکی (DOLOMITIC) که در شرایط مرطوب قرار می گیرند، به وقوع می پیوندد. در اینجا نیز انبساط حاصله باعث می شود تا ترکهایی ایجاد شود یا در مقاطع باریک خمیدگیهایی به وجود آید.

۱۰- کربناسیون (CARBONATION)

گاه لایه حفاظتی که در مجاورت آرماتور داخل بتن موجود است، در صورت کاهش PH بتن اطراف، به کلی آسیب دیده و از بین می رود. بنابراین نفوذ دی اکسید کربن از هوا، عکس العملی را با بتن آلکالین ایجاد می نماید که حاصل آن کربنات خواهد بود و در نتیجه درجه PH بتن کاهش می یابد. همچنان که این عمل از سطح بتن شروع شده و به داخل بتن پیشروی می نماید؛ آرماتور بتن تحت تأثیر این عمل دچار خوردگی می گردد. علاوه بر خوردگی، دی اکسید کربن و بعضی اسیدهای موجود در آب دریا می توانند هیدروکسید کلسیم را در خود حل کرده و باعث فرسایش سطح بتن گردند.

۱۱- علل دیگر (OTHER CAUSES)

علل بسیار دیگری نیز باعث آسیب دیدگی و خرابی بتن می شوند که در سالهای اخیر شناسایی شده اند. بعضی از این عوامل دارای مشخصات خاصی بوده و کاربرد بسیار موضعی دارند. مانند تأثیر مخرب چربیها بر کف بتن کشتارگاهها، مواد اولیه در کارخانه ها و کارگاههای تولیدی، آسیب حاصله از عوارض مخرب فاضلابها و مورد استفاده قرار دادن سازه هایی که برای منظورها و مقاصد دیگری ساخته شده باشند، نه آنچه که مورد بهره برداری است. مانند تبدیل ساختمان معمولی به سردخانه، محل شستشو، انباری، آشپزخانه، کتابخانه و غیره. با این همه اکثر آنها را می توان در گروههای ذیل طبقه بندی نمود:

(الف) ضربات و بارهای وارده (ناگهانی و غیره) در صورتی که موقع طراحی سازه برای این گونه بارگذاریها پیش بینیهای لازم صورت نگرفته باشد. (ب) اثرات جوی و محیطی (پ) اثرات نامطلوب مواد شیمیایی مخرب

بتن، ملات، و دوغابهاي منبسط شونده (EXPANDING MORTARS, GROUTS & CONCRETES)

دلیل عمده استفاده از بتن، ملات و دوغابهای منبسط شونده آن است که بتوان بر مشکلات انقباض (جمع شدگی) که معمولاً در به کارگیری مواد با سیمان معمولی مشاهده می شود فائق آمد. مکانیزم عمل به نحوی است که باعث می شود مواد تعمیری به هنگام گیرش و سخت شدن (عمل آوری CURING) انبساط پیدا کرده و با عمل انقباض مخالفت و آن را خنثی نماید.

بتن و ملات داراي الياف مصنوعي(FIBRE REINFORCED CONCRETE & MORTAR)

اساساً افزودن الیاف مصنوعی به بتن یا ملات به سه منظور اصلی افزایش مقاومت کششی، افزایش مقاومت خمشی و افزایش در مقابل ضربات ناگهانی (IMPACT RESISTANCE) صورت می گیرد.

به طور کلی دو گروه اصلی از الیاف مصنوعی وجود دارند که برای منظورهای فوق مورد استفاده قرار می گیرند. مدلهای گروهی از این الیاف مصنوعی پایینتر از مدلهای بتن یا ملات می باشد؛ مانند نایلون (NYLON) و پلی پروپیلن (POLYPROPYLENE). در حالیکه مدولهای گروه دوم بالاتر از مدولهای بتن یا ملات هستند؛ مانند شیشه (GLASS)، استیل و کربن. از بتن یا ملات مسلح به الیاف مصنوعی به طور موفقیت آمیزی به عنوان لایه های نازک روکشی (OVERLAYS) روی جاده ها، خیابانها و باندهای فرودگاه (RUNWAYS) استفاده شده است. همچنین از این سیستم می توان در مکانهایی که خلأزایی (CAVITATION) و فرسایش (EROSION) مشکلاتی را باعث شده است (مانند روی سرریزهای سدها) و سایر مراحل خاص کمک گرفت. روشهایی نیز ابداع شده است که با به کارگیری آنها می توان از مخلوطهای واجد الیاف مصنوعی، در سیستمهای بتن پاشی استفاده نمود. اخیراً گزارش شده است که افزایش الیاف مصنوعی در سیستمهای باعث ازدیاد قدرت چسبندگی لایه های تعمیری به بتن مادر می گردد. البته سیستمهای انحصاری نیز وجود دارند که برای تعمیرات بتن به کار می روند و در آنها علاوه بر پلیمرها، الیاف مصنوعی نیز دیده می شود. علیرغم موفقیتهایی که تا امروز به دست آمده، ممکن است پیشنهاد این سیستم به عنوان یک ماده تعمیری، ناپخته به نظر برسد چرا که مسأله دوام و پایداری آن در دراز مدت، در مرحله آزمون و بررسی و مطالعه قرار دارد. نکته ای که باید مورد توجه خاص قرار گیرد، نحوه مخلوط و پخش شدن (DISPERSION) الیاف مصنوعی در سیستم است. بارها مشاهده گردیده که به هنگام مخلوط نمودن الیاف با سایر مواد بتنی یا ملات (سیمان- سنگدانه- آب و . . .)، الیاف مصنوعی تمایل به جمع شدن در یک جا داشته یا در جهات مشخصی قرار می گیرند. که این امر توزیع برابر و یکنواخت الیاف را با اشکال مواجه می سازد.

لاتکس (LATICES)

در حال حاضر باور بر این است که بتن یا ملاتی که دارای افزودنیهای لاتکسی (LATEX) می باشد، برای مرمت سازه های بتنی آسیب دیده بسیار مفید واقع می شود. اصطلاحاتی که برای این گونه مواد تعمیری به کار برده می شود، به شرح زیر است:

بتن لاتکسی (LATEX CONCRETE) بتن اصلاح شده لاتکسی (LATEX MODIFIED CONCRETE)

و اخیراً بتن اصلاح شده پلیمری (POLYMER MODIFIED CONCRETE)

توضیح ضروری این است که نباید سیستمهای یاد شده را با بتن پلیمری (POLY. CONC.) اشتباه نمود. چون در بتن پلیمری تنها عامل گیرش (BINDER) خود پلیمر می باشد در صورتی که در بتن اصلاح شده پلیمری، سیمان که دارای خاصیت چسبندگی و گیرش می باشد نیز به کار رفته است.به طور کلی، در مقایسه با بتن و ملات ساخته شده از سیمان پرتلند معمولی، بتن و ملات اصلاح شده پلیمری دارای خواص و مشخصات ویژه ای می باشند. این مشخصات را می توان به صورت زیر خلاصه نمود:

(الف) در صورت نیاز می توان آن را به صورت لایه های نازک و لبه پری به کار برد. (ب) از قدرت چسبندگی بیشتر به بتن مادری که دارای مقاومت و مرغوبیت کافی باشد، برخوردار است. (پ) به علت اینکه این گونه مواد خود حالت نگهدارندهٔ آب (WATER RETENTIVE) دارند، عامل عمل آورنده و یا پوششهای عمل آورنده از اهمیت چندانی برخوردار نیستند، البته بایستی از خشک شدن در شرایط تابش مستقیم آفتاب و باد اجتناب گردد. (ت) دارای مقاومت کششی بیشتری می باشند. (ث) دارای حالت ارتجاعی و نرمش بیشتری می باشند. (ج) از دوام و پایایی بهتری برخوردارند.

با اینکه قیمت بتن و ملات اصلاح شده پلیمری از قیمت بتن و ملات با سیمان معمولی، بیشتر است ولی آنها بسیار ارزانتر از مواد اپوکسی به شمار می آیند. باید توجه داشت که وقتی پلیمر به مخلوط بتن یا ملات افزوده می گردد، به کارگیری افزودنیهای دیگر بایستی با دقت بیشتری صورت گیرد. چرا که ممکن است سازگاری (COMPATIBILITY) لازم بین آنها موجود نبوده و اختلالاتی را شاهد باشیم. نکته قابل ذکر اینکه جا به جا کردن و پرداخت سطح نهایی بتن و ملات اصلاح شده پلیمری مشکلتر از مواردی است که در آنها از بتن و ملات با سیمان معمولی استفاده شده است.

از جمله پلیمرهای لاتکسی که در صنعت بتن کاربرد بیشتری دارند، می توان استیرن بوتادین(STYRENE BUTADIENE)، ساران(SARAN) اکلریک (ACRYLIC) و پلی وینیل استات (POLYVINYL ACETATE) را نام برد. این پلیمرها به صورت پودر و یا مایع به مخلوط بتن یا ملات اضافه می گردند. گفته می شود که نتایج بهینه موقعی حاصل می گردد که سیستم به مدت ۳-۱ روز به صورت خیس، عمل آمده و سپس در هوای آزاد قرار گیرد. صاحبنظران بر این عقیده هستند که حداقل بخشی از بهبود مکانیکی و پایایی یا دوام حاصل از به کارگیری این گونه سیستمها، به دلیل کاستن از درجه تخلخلی است که در نتیجهٔ وجود پلیمر در سیستم پدید می آید. همچنین ادعا بر این است که یکی از مهمترین مشخصه های بتن یا ملات اصلاح شده پلیمری، به عنوان دو مادهٔ تعمیری در سازه های بتنی، قدرت چسبندگی خوب آنها به بتن قدیم (مادر) می باشد.

سایر مواد پوششي (OTHER COATING MATERIALS)

علاوه بر موادی که مانند بنتونیت، سیستمهای قیری و رزینی به عنوان مادهٔ پوششی مورد استفاده قرار می گیرند، مواد دیگری نیز از قبیل روغن LINSEED، سیلیکونها (SILICONES) سیلانها (SILANES) موجود می باشند.

سيمانهاي مخصوص(SPECIAL CEMENTS)

سیمانهای مخصوصی از قبیل سیمان با آلومینای بالا (HIGH ALUMINA) و سیمانهای فسفات منیزیوم (MAGNESIUM PHOSPHATE) وجود دارند که می توان از آنها برای کارهای تعمیرات بتنی استفاده نمود. عمده ترین امتیازات این سیمانها، گیرش سریع و مقاومت بالای آنها در زمان کوتاه می باشد. همچنین این سیمانها در مقابل بعضی از اسیدها، روغنها و چربیها، آب دریا، مواد شکری و سولفاتها از خود مقاومت و پایایی بالایی نشان می دهند.

مواد تعميري زير آبي(UNDER WATER REPAIR MATERIALS)

به طور کلی می توان موادی را که برای تعمیرات زیر آبی به کار می روند، به دو گروه سیمانی (CEMENTITIOUS) و رزینی (RESINOUS) تقسیم نمود. با توجه به اندازه و وسعت محل تعمیر، ممکن است این طبقه بندی به چند گروه دیگر از قبیل تعمیرات ترکها (CRACK REPAIRS) و تعمیرات قطعه ای یا سطحی (PATCH REPAIRS) نیز تقسیم گردد. بررسی مدارک موجود نشان می دهد با وجود آن که از سیستهای رزینی هم برای تعمیر و تزریق ترکها وهم برای تعمیرات سطحی (PATCH) استفاده شده است، سیستهای سیمانی هنوز برای تزریق ترکها به کار گرفته نشده اند.در میان سیستمهای رزینی به نظر می رسد که اکثراً اپوکسیها برای انجام تعمیرات بتنی زیر آبی مورد استفاده قرار گرفته اند و دلیل این امر را می توان عملکرد و ویژگیهای بهتر سیستمهای اپوکسی، در مقایسه با سایر سیتمهای موجود دانست. از جلمه ویژگیهای اپوکسیها که باعث می گردد آنها برای تعمیرات زیر آبی مورد توجه و درخواست قرار گیرند می توان مقاومت بالا، قدرت جمع شدگی (SHRINKAGE) کم در مقابل رطوبت را نام برد. از آنجا که شرح سیستمهای رزینی در بخش ۳-۵ (رزینها- RESINS) آمده است، فقط به شرح و بررسی کامل سیستهای سیمانی که برای تعمیرات بتنی در زیر آب به کار گرفته می شوند، می پردازیم.

مواد سيماني براي تعميرات زير آبي (CEMENTITIOUS MATERIALS FOR UNDER WATER REPAIRS)

بر عکس دوغابهای (GROUTS) رزینی، دوغابهای سیمانی کاملاً برای مهندسین و دست اندر کاران آشنا و شناخته شده می باشند. ماده چسباننده و گیرش (BINDER) دوغابهای سیمانی، سیمان پرتلند معمولی است که به دلیل در دسترس بودن، قیمت پایین، سهولت مصرف و همچنین به واسطهٔ شناخته شدن آن در صنعت بتن، ملات و دوغاب ساخته شده با سیمان پرتلند معمولی برای تعمیرات داخل آب چندان مناسب نیستند. دلایل آن و اقداماتی که می توان برای غلبه بر این نارساییها و همچنین سیستمهای تعمیراتی ساخته شده با سیمان معمولی به کار برد، در این بخش به تفصیل شرح داده شده اند.

ويژگيهاي آب اندازي(HIGH BLEED CHARACTERISTICS)

پس از قرار گرفتن مخلوط بتن یا ملات، آب آن به خاطر پایین بودن وزن مخصوصش، از دانه ها جدا شده و نزدیک سطح جمع می گردد. این فرآیند (PROCESS) که نوعی جداشدگی (SEGREGATION) است به نام آب انداختن (BLEEDING) خوانده می شود. از آنجا که آب انداختن (BLEEDING) برای تعمیرات بتنی مخرب می باشد، بایستی آن را کنترل نمود. یک

راه حل آن است که آب مخلوط را کم می کنیم که در این صورت روانی مخلوط تحت تأثیر قرار می گیرد. راه دیگر آن است که از افزودنیها کمک گرفته شود. ماده افزودنی که مورد استفاده قرار می گیرد بایستی طوری انتخاب شود که ضمن کم نمودن آب مورد نیاز مخلوط، روانی آن را حفظ نماید. برای این منظور از روان کننده ها (PLASTICIZERS) استفاده می شود که به واسطهٔ وارد نمودن هوا به درون مخلوط، روانی مخلوط را بهبود می بخشد بدون آنکه نیازی به آب بیشتر باشد. همچنین می توان آب انداختن (BLEEDING) را با به کارگیری پودر آلومینیوم، یک ماده منبسط شونده، کلرید کلسیم ($cac1_2$)، یک ماده شتاب دهنده با C3A (تری کلسیم آلومینات) بالا و ذرات ریزتر سیمان کم نمود.

زمان گیرش طولاني(PROLONGED SETTING TIME)

زمان لازم برای سخت شدن و گیرش مخلوط سیمان پرتلند معمولی، خصوصاً در حرارتهای پایین بسیار طولانی بوده و حدود چند روز به طول می انجامد. گرچه ممکن است این خاصیت، موقع انجام تعمیرات، مزیتی به شمار آید، ولی پس از اینکه بتن در جای خود قرار گرفت این مزیت تبدیل به یک عیب می شود. از انجا که زمان گیرش به حرارت وابسته است، اهل فن دریافته اند که می توان با انجام اقداماتی حتی در دماهای زیر ۵۰ درجه سانتیگراد نیز به محض قرار دادن بتن، عمل گیرش آغاز گردد.

شسته شدن (WASHOUT)

اگر سیمان پرتلند معمولی در تماس با آب قرار گیرد (مثلاً آب دریا)، به علت تمایل آن برای مخلوط شدن با آب بیشتر، در آب پخش و در نتیجه مواد متشکله (CONSTITUENTS) خود را از دست می دهد. از آنجا که در تعمیرات بتنی زیر آب، بایستی مواد تعمیری با آب تماس پیدا کرده و آن را جا به جا نماید، عمل شسته شدن (WASHOUT) می تواند اثرات منفی بسیار جدی بر جای بگذارد. جهت غلبه براین مشکل، از افزودنیهایی با مواد شیمیایی با بنیان (BASE) سلولزی (CELLULOSE) و یا پلی اتیلنی (POLYETHYLENE) که به آب مخلوط اضافه می گردد، کمک گرفته می شود. در واقع ماده افزودنی، تولید محلول کلوئیدی (COLLOID) می نماید که با تشکیل مانع یا پوسته ای با جریان الکتریکی ELECTRO STATIC، در روی سطح، از مخلوط شدن بیشتر آب جلوگیری می کند.

آسیب پذیري در مقابل مواد شیمیایي (SUSCEPTIBILITY TO CHEMICAL ATTACK)

گفته می شود که تری کلسیم آلومینات (C3A) موجود در مخلوط سیمان پرتلند معمولی، در مقابل عوامل شیمیایی چون کلریدها و سولفاتها، آسیب پذیر می باشد. برای بهبود بخشیدن به مقاومت مخلوط سیمان پرتلند معمولی در قبال مواد شیمیایی موجود در آب، از افزودنیهای آب گریز (HYDROPHOBIC) کمک گرفته می شود. رفتار این افزودنیها مانند عمل آب بند کننده ها (WATER PROOFERS) بوده و برای پایین آوردن نفوذ پذیری بتن به کار می روند. راه دیگر آن است که از سیمانی استفاده شود که دارای تری کلسیم آلومینات کمتری باشد.

رواني ضعیف (POOR FLOWABILITY)

تا آنجا که به روانی یک مخلوط (بتن، ملات، دوغاب) مربوط می شود، به کارگیری روشها و تجهیزات مورد نیاز از اهمیت شایانی برخوردار است. زیرا اعمالی چون هم زدن، جا به جا کردن (HANDLING)، حمل و نقل و قرار دادن (PLACING) یک مخلوط بستگی به حد روانی (FLOWABILITY) یا کارآیی (WORKABILITY) دارد.

همچنین به این نکته نیز باید توجه داشت که موقعیت مکانی محل تعمیر و قابل دسترس بودن آن، در میزان روانی و جریان مخلوط نقش تعیین کننده دارد.یک روش برای بهبود بخشیدن به حد روانی (FLOWABILITY)، این است که موقع هم زدن مخلوط، آب بیشتری به آن اضافه گردد. اما این عمل نتایج منفی در پی خواهد داشت. بنابراین به نظر می رسد که راه حل در کمک گرفتن از روان کننده ها (PLASTICIZERS) و سایر افزودنیهایی که باعث کاهش آب مخلوط می گردد، باشد. با علم به اینکه وظیفه آب موجود در مخلوط، فراهم آوردن روانی لازمه و نیز امکان انجام ترکیبات شیمیایی با دانه های سیمان می باشد، لذا انتخاب روان کننده (PLASTICIZERS) و سایر مواد کاهندهٔ آب باید به طریقی انجام پذیرد که به وظیفه دوم آب مخلوط یعنی فراهم آوردن امکان انجام ترکیبات سیمان در مخلوط نه تنها آسیب نرساند بلکه آن را تسهیل نماید.

باور این است که روان کننده ها (PLASTICIZERS) دارای خواصی هستند که باعث کاهش کشش سطحی (SURFACE TENSION) آب مخلوط شده و با پخش نمودن ذرات سیمان در تمامی فاز AQUEOUS، این ذرات توسط آب مخلوط کاملاً احاطه شده به نوبه خود باعث بهبود انجام ترکیبات شیمیایی در درون مخلوط می شوند.

جمع شدگي يا انقباض (SHRINKAGE)

موضوع انقباض یا جمع شدگی (SHRINKAGE) از خصوصیات بسیار مهم یک سیستم تعمیری است. اگر این جمع شدگی بیش از حد مجاز باشد، باعث ترک خوردگی، جدا شدن لایه تعمیری و در نتیجه کاهش استحمام و پایایی می گردد.

عمل جداشدن لایه تعمیری به دلیل ایجاد تنشهای موجود (RESIDUAL) در مرز بین لایه تعمیری و بتن قدیمی، که حاصل انقباض سیستم تعمیری است، بسیار بحرانی بوده و خستگی (FATIGUE) و گسیختگیهای چسبندگی در طول مرز دو لایه را باعث می گردد. به طور کلی، بسته به مقدار آب مخلوط، انقباض سیمان پرتلند معمولی بالاست. گفته می شود که این موضوع اساساً به دلیل کاهش حجم مخلوط به هنگام گیرش است.برای فائق آمدن به این مشکلات، از افزودنیهایی کمک گرفته می شود که نه تنها باعث از بین رفتن انقباض (جمع شدگی) سیستم می گردند، بلکه انبساط کلی را نیز ایجاد می نمایند. بعضی از موارد منبسط شونده که در صنعت راه و ساختمان معمول هستند به قرار زیر می باشند:

(الف) پودر آلومینیوم متالیکی (METALLIC ALUMINUM POWDER): در این سیستم عمل منبسط شدن به دلیل آزاد شدن گاز هیدروژن می باشد که خود حاصل عمل شیمیایی آلکالی روی آلومینیوم متالیکی است.

(ب) آهن متالیکی (METALLIC IRON): در این سیستم عمل انبساط مربوط می شود به اکسیدی که حاصل عکس العمل شیمیایی یونهای کلریدی در یک محیط (MEDIUM) قلیایی است که باعث خوردگی (CORROSION) یا زنگ زدگی (OXIDATION) آهن شده و نتیجتاً حجم بیشتری را ایجاد می نماید.

(پ) سولفات کلسیم (GYPSUM): در این سیستم انبساط حاصله در اثر تولید کلسیم سولفو آلومینات (CALCIUM SULPHO ALUMINATE) می باشد که از ترکیب شیمیایی سولفات کلسیم با تری کلسیم آلومینات به وجود می آید.

جدا شدن (SEGREGATION)

جدا شدن (SEGREGATION) در اصطلاح به عملی اطلاق می گردد که طی آن اجزای تشکیل دهندهٔ یک مخلوط از یکدیگر جدا می شوند. وقتی عمل جدا شدن (SEGREGATION) به وقوع می پیوندد، ذرات (PARTICLES) سنگینتر تمایل به ته نشین شدن داشته و در نتیجه ذرات سبکتر در قسمتهای بالا قرار می گیرند. در نتیجه به خاطر اینکه مخلوط حالت یکنواختی خود را از دست می دهد، ضعفهایی در سیستم ایجاد شده و باعث خرابی و گسیختگی نهایی آن می گردد. این مشکل معمولاً با استفاده از برخی مواد افزودنی قابل بر طرف شدن می باشند. مواد افزودنی باعث می شوند قدرت چسبندگی درون مخلوط (COHESIVE STRENGTH) افزایش یابد.

نفوذ آب دريا به سيستم تعميري (PERMEABILITY TO SEA WATER)

در رابطه با مسأله نفوذ پذیری، دو مرحلهٔ کاملاً متمایز را می توان تعریف نمود:

یکی نفوذ پذیری لایه سخت شده که برای حفاظت از بتن مادر یا سازه زیرین به کار رفته است و دیگری میزان نفوذ (PENETRATION) آب دریا به درون مخلوط تازه سفت نشده.راجع به مسأله دوم یعنی نفوذ آب دریا به درون مخلوط تازه باید گفت، مشکلات حاصله تا حدی به مشکلات شسته شدن (WASHOUT)، آب انداختن (BLEEDING) و جدا شدگی (SEGREGATION) شباهت دارند که در مباحث قبلی به آنها اشاره شد. اما به دلیل آنکه نفوذ پذیری سازه های بتنی دریایی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است، انواع مختلف آب بند کننده ها (WATER PROOFERS) موجود می باشد که می توان با افزودن آنها به مخلوط تازه، نفوذ پذیری لایهٔ تعمیری سخت شده را کاهش داد.

چسبندگي به بتن قديمي (بتن مادر) (ADHESION TO THE SUBSTRATE CONCRETE)

یکی از وظایف مهم یک سیستم تعمیری، حفاظت از سطحی است که بر روی آن اعمال می شود. پر واضح است تا وقتی که چسبندگی لازم و کافی بین لایه تعمیری و بتن قدیمی وجود نداشته باشد، لایه تعمیری از انجام این وظیفه باز خواهد ماند. برای بهبود خاصیت چسبندگی مخلوط های ساخته شده از سیمان پر تلند معمولی، مولکولهای آلی با زنجیره های طولانی، مانند استیرن بوتادین (STYRENEBUTADIENE RUBBERS) به سیستم افزوده می گردد. گفته می شود که این افزودنیهای پلیمری مقاومت چسبندگی و کششی مخلوط را بهبود می بخشند.استیرن (STYRENE) و بوتادین (BUTADIENE) را می توان به حالت تک مولکولی(MONOMER) در آب مخلوط EMULSIFY کرده، سپس با اضافه نمودن پخش کننده های (DISRERSANT) مناسب (COMPATIBLE)، آن را به طور معمولی به آب مخلوط افزود.علیرغم ادعاهایی که توسط تولید کنندگان در رابطه با سیستمهای تعمیری اصلاح شده با پلیمر می شود، تحقیقات انجام شده در این زمینه نسبتاً جوان بوده و اطلاعات کمی در مورد دوام و پایایی بتنهای پلیمری در دراز مدت در دست می باشد.انتخاب مواد و مصالح مصرفی در بهسازی سازه های بتنی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به همین دلیل در این بخش علاوه بر دوغاب، ملات و بتن ساخته شده از سیمان معمولی، مواد جدید شیمیایی مناسبی که برای این منظور متداول گردیده شرح داده شده است. مواد و مصالحی که برای سازه های بتنی زیرآبی مورد نیاز است نیز مبسوط تر مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد تعميري (REPAIR MATERIALA)

در این بخش موادی که در تعمیرات بتنی معمول است، شرح داده شده اند.

بنونیت (BENTONITE)

این ماده که از صخره و یا سنگ PULVERISED ROCK استخراج شده از خاکسترهای آتشفشانی است و دارای درصد بالایی از املاح (مینرال) رس است. بنتونیت در تماس با آب تا حدود ۳۰ برابر حجم اولیه خود آب جذب نموده و منبسط می گردد. محصول به دست آمده دارای شکل ژله مانند بوده و به صورت سد کننده نفوذ و گذر آب عمل می کند. از این ماده برای جلوگیری از نشت آب در زیر زمینهای موجود، استخرها، مخازن آب، حوضچه ها، کانالهای آبیاری، سدها و تأسیسات مشابه استفاده می شود. هنگام مصرف بنونیت می توان آن را به صورت خشک که در درون حفره ها و منافذ سطوح قرار داده می شود و یا به صورت ژل، به کار برد.

پوشـشهاي قيري (BITUMINOUS COATINGS)

این سیستمهای پوششی عبارتند از: آسفالت و یا موادی چون قطران ذغال سنگ (COAL – TAR). این مواد موقعی که آب بند نمودن بتن و یا حفاظت آن در مقابل عوامل جوی مورد نظر باشند به کار گرفته می شوند. از جمله مشخصات این مواد می توان ارزانی و شناخته شدن آن بین دست اندرکاران را نام برد. از خصوصیات دیگر این پوششها آن است که ضخامت لایه اعمالی را می توان متناسب با عملکرد خواسته شده از سیستم، تغییر داد. از معایب این گونه پوششها می توان نیاز به تجدید متناوب، متصاعد شدن بوی بد، کثیفی (MESSINESS) به هنگام اعمال لایه، خشک شدن و ترک خوردن در مقابل نور خورشید، حساسیت آنها نسبت به درجه حرارت محیط و آسیب پذیری و از بین رفتن این پوششها در با بعضی محلولها از قبیل بنزین را، ذکر نمود.

بتن، ملات و دوغاب ساخته شده از سیمان پرتلند معمول (ORDINARY PORTLAND CEMENT CONCRETE, MORTAR AND GROUT)

این سیستمها که به عنوان مواد تعمیری در نظر گرفته می شوند، امتیازاتی از قبیل: تغییر حجم مشابه با بتن مادر، شباهت ظاهری، ارزانی نسبی در مقایسه با سایر سیستمها و در دسترس بودن و موجود بودن دانش لازم در مورد خود سیستمها را، دارا می باشند. در حالی که جایگزین کردن قسمتهایی از سازه و همچنین نقاطی که عمیقاً نیاز به تعمیر دارند، با بتن انجام می گیرد؛ ملات برای قسمتهایی که کمتر از ۳۵ میلیمتر عمق دارند. باید توجه داشت که اندازه سنگدانه بتن نیز می تواند در انتخاب سیستم تعمیری دخالت داشته باشد. نلات سیمانی را می توان با دست، پمپ و یا جریان ثقلی بر روی قسمتهای تعمیری اعمال نمود. خصوصاً در نقاطی که عمق تعمیر زیاد نبوده و جریان روان و مداوم (CONSISTENCY) دوغاب مورد نیاز نباشد، بایستی از ملات استفاده

نمود.دوغاب برای جاهایی مصرف می شود که عمق تعمیر کم بوده و یا قسمتهای مورد تعمیر قابل رؤیت نیستند. دوغاب را می توان با استفاده از جریان ثقلی و یا پمپ اعمال نمود. بایستی توجه داشت که دوغاب به علت داشتن آب زیاد، پس از خشک شدن بیش از ملات و یا بتن با دانه بندی خوب، جمع شدگی حاصل می کند. در مواردی که دوغاب به عنوان سیستم تعمیری مد نظر قرار می گیرد، بهتر است دوغابهای انحصاری با مشخصه های فنی خاص را مورد توجه و بررسی قرار داد.

درزگیریهای ارتجاعی(ELASTOMERIC SEALANTS)

از این مواد برای پر کردن ترکهای زنده استفاده می گردد. از وظایف این گونه مواد آن است که از نفوذ آب، خاشاک و آلودگیها جلوگیری کرده، انبساط و انقباض مداوم و مورد نظر از خود نشان داده و چسبندگی خوبی را به اطراف و لبه ترکها داشته باشد. اساساً این گونه مواد شامل سیستمهای گرم و سرد می باشند. اثرات جوی، حرارتهای زیاد، دماهای پایین، عبور و مرور، اثرات محیطی، چسبندگی و خاصیت ارتجاعی این گونه مواد بایستی قبل از انتخاب، به طور دقیق و کامل مورد بررسی قرار گیرند.

رزینه (RESINS)

رزینهای مصنوعی یا سینتتیکی (SYNTHETIC) که در صنعت راه و ساختمان به کار گرفته می شوند، از تولیدات صنایع پتروشیمی می باشند. انواع این رزینها بسیار زیاد و گسترده بوده ولی از جمله آنهایی که بیشتر در این صنعت معمول هستند، می توان اپوکسیها (اپوکسیدها نیز گفته می شوند)، پلی استرها، پلی یورتانها، اکریلیک ها، پلی وینیل استاتها و استیرن بوتادین ها، را نام برد. از آنجا که سه گروه آخری اساساً برای باروری (IMPREGNATION) و یا همراه سیمان پرتلند معمولی به کار گرفته می شوند، تنها به شرح سه گروه اولی یعنی اپوکسی ها، پلی استرها و پلی یورتانها در این بخش می پردازیم.

اپوکسیها (EPOXIES)

نام اپوکسی از این واقعیت منشأ می گیرد که مولکولهای این سیستم از رزینها، دارای کربن و اکسیژن هستند و به همین علت اپوکسیدها نامیده می شوند. اتم اکسیژن به دو اتم کربن اتصال دارد که خود این اتمهای کربن نیز به طرق دیگری به یکدیگر متصل هستند. بنابراین ساده ترین نوع اپوکسیدها، اکسید اتیلین می باشد که واکنش (REACTIVITY) رزینهای اپوکسی وابسته به نوع گروههای اکسید ایتلن می باشد. گروههای اپوکسید به خاطر داشتن ساختمان مولکولی خاص، دارای مشخصه عکس العمل (REACTIVITY) بسیار بالایی بوده و در واقع می توانند با بیش از ۵۰ نوع نمونه (SPECIES) شیمیایی مخلوط شده و سیستمهای عمل آمده و سخت شده رزینی را ایجاد کنند. از انواع مواد عمل آورنده ای که بعضی از اوقات سخت کننده (HARDENERS) نیز گفته می شوند، می توان آمین ها، آمیدها، استرها، تریفلوریدبرن و غیره را نام برد.

باید توجه داشت که تفاوت در به کارگیری مواد عمل آورنده (CURING AGENTS)، با محصولات رزینی سخت شده (SET)خصوصیات مختلفی را ایجاد می نماید. لذا با توجه به عملکرد فیزیکی که از یک سیستم رزینی انتظار می رود، مواد عمل آورنده یا (CURING – AGENTS) را بایستی طوری انتخاب کرد که انتظار مذکور حاصل گردد. با این حال رزینهایی که در عمل مورد استفاده قرار می گیرند هر کدام حاصل اختلاط و ترکیب چند سیستم می باشند که با نسبتهای دقیق مخلوط و ترکیب شده اند. این امر از عهده یک عمل آورنده خارج بوده و معمولاً به این طریق فرمول دهندگان، عوامل اصلی تشکیل دهنده رزینها را خریداری و با اطلاع کافی از خصوصیات عمل آورنده های مختلف، با دقت و توجه به سیستم رزین در عمل و پس از توزین و مخلوط نمودن دقیق نسبتهای لازم از پایه و عمل آورندهٔ رزینها، رزین مورد نظر را می سازند.

نکته قابل توجه این است که بعضی اوقات برای دسترسی به خصوصیاتی، ممکن است علاوه بر پایه و عمل آورنده رزینی، از موادی نیز به صورت پر کننده و تغییر دهنده، در ساخت اولیه رزین مورد نظر کمک گرفته شود. از سال ۱۹۴۰ که اپوکسی ها در صنعت راه و ساختمان به کار گرفته شدند، از آنها برای چسباندن قطعه های ساختمانی، تزریق ترکها، پوششها، تعمیرات تکه ای (PATCH)، تحکیم پیچها، تحکیم پایهٔ ماشین آلات، به کارگیری در سطوح قابل سایش، اعمال در کارهای زیر آبی و به عنوان

ماده چسباننده استفاده شده است. دلایل عمده علاقه و موارد استفاده مهندسین از رزینهای اپوکسی را، می توان به شرح زیر توصیف نمود:(الف) دارا بودن ویسکوزیته (غلظت) پایین که نفوذ آن را آسان می سازد.

(ب) بسته به نوع عمل آمرنده و دمای محیط، رزینهای اپوکسی در مدت زمان کوتاهی عمل آمده و سخت می شوند.

(پ) با توجه به اینکه سیستم اپوکسی رزینها طوری فرمول بندی شده است که خالی از حلال می باشد، تغییرات در نحوه قرار گیری و ترتیب مجدد مولکولها در زمان عمل آوری (CURING) سیستم بسیار اندک بوده و جمع شدگی در موقع سفت شدن نیز در حد پایین می باشد. همچنین این سیستمها به هنگام عمل آوری و ترکیبات داخلی، دچار واکنشهای غیره منتظره نمی گردند.

(ت) دارا بودن قدرت چسباندن بسیار بالا.

با وجود امتیازات فوق الذکر اپوکسیها، عوامل محدود کننده ای نیز وجود دارند که موقع انتخاب این سیستمها بایستی دقیقاً مد نظر قرار گیرند. بعضی از این عوامل محدود کننده را می توان به صورت زیر بیان نمود:

۱- سطح بتن مادر بایستی مقاوم، تمیز و برای بیشتر سیستمهای اپوکسی خشک باشد.

۲- حرارت حاصل از ترکیب و عمل آوری اپوکسیها می تواند به خاطر اثر حرارت زای آنها(EXOTHERMAL)، به طور فاحشی بالاتر از سیستمهای تعمیری با سیمان معمولی باشد.

۳- با اینکه قدرت انقباض (جمع شدگی) سیستمهای اپوکسی به گفتهٔ تولید کنندگان آنها در حد ناچیزی می باشد، معذالک نمی توان از اثرات منفی آنها صرفنظر نمود. این موضوع خصوصاً وقتی با اثرت حاصل از حرارت ایجاد شده (EXOTHERMIC) همراه باشد، ممکن است نتایج مخربی را به بار آورد.

۴- برای مصرف اپوکسیها حداقل درجه حرارت محیط معمولاً ۵ درجه سانتیگراد قید می شود که بایستی کاملاً مراعات گردیده و ممکن است کنترل دوباره این موضوع ضرورت یابد. البته این محدودیتها در صورتی است که انتظار داشته باشیم سیستم حداکثر مقاومت خود را در مدت زمان نسبتاً کوتاهی به دست آورد.

۵- اغلب سیستمهای اپوکسی در مقابل رطوبت حساس می باشند. بنابراین هنگام استفاده از سیستمهای اپوکسی، رطوبت و خیسی محیط، بایستی مورد توجه و مطالعه قرار گیرد.

۶- نسبت اجزا و همچنین اختلاط کامل اجزای سیستمهای اپوکسی بایستی دقیقاً مورد کنترل و بررسی قرار گیرد. بایستی یادآور شد که اهمیت این مطلب در نظر افرادی که دائم با مواد سیمانی معمولی سر و کار دارند به قدری نیست که توجه دست اندکاران را آن گونه که شایسته است به خود معطوف دارد.

۷- مسأله ایمنی از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و بایستی حتماً در تمامی مراحل مراعات شود. باید توجه داشت که اجزای سیستمهای اپوکسی در صورت تماس با پوست و یا استشمام بخار اپوکسی توسط افراد، ایجاد ناراحتی بسیار جدی می نماید. علاوه بر این بعضی از اجزا قابل احترق بوده که رعایت اصول و ملاحظات ایمنی را حتمی و ضروری می سازد. اماکنی که در آنها اقدام به مصرف آپوکسی می گردد، بایستی از تهویه مؤثر و مطلوبی برخوردار باشند. خصوصاً هنگامی که اپوکسی ها در فضایی محدود و سر بسته به کار گرفته می شوند.

۸- باید توجه داشت که بین مدول الاستیسیته (ضریب ارتجاعی) اپوکسی ها و ضریب ارتجاعی بتن مادر و همچنین بین ضریب انبساط حرارتی این دو، اختلاف فاحش و قابل تأملی وجود دارد که در صورت نیاز، انجام مقایسه و به کارگیری تمهیدات لازم ضروری است. اختلاف قابل ملاحظهٔ ضرایب فوق الذکر باعث تشکیل تنشهای برشی در مرز بین لایه اپوکسی و بتن قدیم گردیده و در صورت ازدیاد بیش از حد، باعث جدا شدگی دو سیستم از یکدیگر می شود.

پلي استرها(POLYESTERS)

عمل گیرش و سخت شدن پلی استرها کاملاً با گیرش و سخت شدن اپوکسیها تفاوت دارد. در مورد پلی استرها باید گفت که در صورت وجود کاتالیست ها، عمل و عکس العمل پلیمری بین نقاط مشابه در زنجیره های رزینی یکسان صورت می گیرد.

بنابراین کنترل دقیق نسبتهای اختلاط به آن اندازه که در مورد رزینهای اپوکسی ضرورت دارد، حساس و بحرانی نیست. برای بهبود بخشیدن به قدرت عمل و عکس العمل ترکیبی و ویسکوزیته پلی استرها، معمولاً از حلالهایی مانند استیرن کمک گرفته می شود. هنگامی که یک سیستم رزینی دارای پر کننده باشد، معمولاً کاتالیست مربوطه به صورت پودر که به ماده پر کنندهٔ خنثی (از نظر ترکیب شدن) مخلوط شده، به کار گرفته می شود. نکتهٔ حائز اهمیت اینکه، نه نتها از نظر خواص مکانیکی پلی استرها و اپوکسی ها به هم شباهت دارند، بلکه موارد کاربرد آنها نیز به مشابه هم می باشد. با این همه تا آنجا که به تعمیرات بتنی مربوط می شود، تفاوتهایی بین این دو سیستم یعنی پلی استرها و اپوکسیها وجود دارد که اهم آنها را می توان به شرح زیر بیان نمود:۱- در مقایسه با اپوکسی ها، پلی استرها حداکثر مقاومت نهایی خود را در مدت زمان کمتری به دست می آورند.

۲- با توجه به مدت زمان عمل آوری کوتاه پلی استرها، اثرات اگزوترمی آنها بیش از اثرات اگزوترمی اپوکسی هاست. در نتیجه به هنگام مصرف پلی استرها باید ضخامت لایه های اجرایی کمتر از زمانی باشد که اپوکسی به کار گرفته می شود.

۳- حساسیت سیستمهای پلی استری نسبت به رطوبت، بیشتر از حساسیت سیستمهای اپوکسی در شرایط مرطوب می باشد.

۴- امکان حملات شیمیایی از طرف خمیر حاصل از سیمان پرتلند که آلکالین (قلیایی) است، در مورد سیستمهای پلی استری بیشتر از سیستمهای اپوکسی است.۵- مقدار جمع شدگی (SHRINKAGE) سیستمهای پلی استری حین عمل آوری بیشتر از مقدار همین نوع جمع شدگی در سیستمهای اپوکسی است. با توجه به امکان تأثیر حملات شیمیایی بر روی سیستمهای پلی استری و اینکه این سیستمها دارای حساسیت بیشتری (در مقایسه با اپوکسی ها) در مقابل رطوبت می باشند، نمی توان از این سیستمها به عنوان پر کننده ترکها بهره جست.

پلي يورتانها(POLYURETHANES)

معمولاً از پلی یورتانها در مواقعی استفاده می شود که نیاز به ماده فنری (RESILIENT)احساس می شود. زیرا خاصیت ارتجاعی و انعطاف پذیری (FLEXIBILITY) پلی یورتانها بیش از سیستمهای پلی استری و سیستم اپوکسی ها است. یکی از نمونه های پلی یورتانها، به کارگیری آنها در داخل مخازن و جاهایی است که از سیستم، انتظار مقاومت بالایی در برابر تغییرات و اختلاف دما می رود. در مورد رطبت باید توجه داشت که سیستمهای پلی یورتانی، حساسیت بسیار زیادی نسبت به میزان رطوبت محیط داشته و به همین دلیل مصرف آنها در کارهای زیر آبی توصیه نمی شود.

طرق مختلف ترميم (REPAIR TECHIQUES)

در این قسمت، روشهای مختلف ترمیمی که در صنعت بتن معمول هستند، شرح داده می شوند. این روشها شامل پر کردن ترکها، جایگزین نمودن قسمتهایی از سازه که از دست رفته اند، اضافه نمودن قطعات جدیدی برای سازه موجود، اعمال حفاظهای سطحی و همچنین تعمیراتی است که صرفاً جنبه زیباسازی دارند.

تزريق تركها (CRACK INJECTION)

ترکهای باریکی را می توان به طریقه تزریق رزینهای اپوکسی پر نمود. در این روش، نقاط تزریق متناوباً با فواصل کوتاهی در طول ترک قرار داده شده و سپس سطح ترک کاملاً آب بند (SEAL) می شود تا از فرار و نشست رزین در مدت تزریق جلوگیری گردد. روش تزریق به این صورت است که رزین از یک نقطه تزریق شده و سپس اطمینان حاصل می گردد که عمل تزریق تا نقطه بعدی کاملاً صورت گرفته و خلل و فرجهای اطراف پر شده است. در این روش، مواد تزریقی به صورت مداوم (لاینقطع) به ترتیب از نقاط مختلف تزریق، پمپ می شود تا اطمینان حاصل گردد که علاوه بر مسیر اصلی ترک، کلیه خلل و فرجها نیز کاملاً پر شده اند.

در صورتی که که ابتدا و انتهای ترک در یک سطح (از جهت ارتفاع) نباشد تزریق بایستی از پایین ترین نقطه آغاز و به بالاترین نقطه ختم گردد؛ و همچنین برای حصول اطمینان از پر شدن مطلوب ترک از مواد تزریقی، از لوله های شفاف استفاده می شود.

قنداق كردن (JACKETING)

برای اینکه مقاومت بتن را در مقابل عوامل مخرب و مزاحمی که باعث خرابی و خرد شدن آن می شود، بالا بریم، می توانیم از مواردی از قبیل فلزات، لاستیک، پلاستیک و یا بتن با مقاومت بالا، جهت پوشش دادن سطح بتنی مورد نظر استفاده کنیم. عامل پوششی (حفاظتی) را می توان با استفاده از میخ، پیچ، پرچ، چسب، مواد و یا عمل ثقلی روی سطح بتن مورد نظر تثبیت نمود. معمولترین بخشهایی که در آنها از سیستم JACKETING استفاده می شود، عبارتند از: تانکها و مخازن، لوله ها، سرریزها، شمعها و غیره که در معرض عوامل ساینده و یا خورنده قرار دارند.

بتن با سنگدانه از پیش آکنده(PREPLACED AGGREGATE CONCRETE)

در این روش، سنگدانه هایی که از نظر دانه بندی دارای شکاف هستند (GAP- GRADED) در داخل حفره ها و یا کانالهایی قرار داده می شوند و سپس با استفاده از آب، این سنگدانه ها را کاملاً اشباع می نمایند (در بعضی اوقات خود کانال و یا حفره از قبل پر از آب می باشد). سپس ملات و یا دوغاب از پایین ترین نقطه به وسیله پمپ وارد سیستم می شود، به گونه ای که آب موجود را جا به جا می نماید. این روش برای محلهایی که در دسترس نیستند مانند بتنهای مغروق، بسیار مناسب می باشد. در مواقعی این روش به همراه روش قنداق کردن JACKETING نیز مورد استفاده قرار می گیرد. از این روش در موارد تعمیر شمعها، پایه ها،ستونها،دیوارهای حائل RETAININGWALLSBASEPLATES,ABUTMENTS, (کف ستون)، تونلها و DAWS استفاده می گردد.اگرچه چسبندگی خوب و جمع شدگی کم (LOW SHRINKAGE) از جمله خصوصیات این روش می باشد، معذالک خلل و فرجهایی در داخل ین بتن یافت می شود. با توجه به مهارت و تجهیزات فنی پیشرفته که از ضرورتهای به کارگیری این روش می باشد؛ کار بایستی حتماً به وسیله یا تحت نظر پیمانکاران متخصص انجام گیرد.

لايه هاي سطحي(THIN OR REGULAR RESURFACING)

در این روش یک لایه یکنواخت (UNIFORM) از مواد تعمیری بر روی سطح گسترده ای از بتن اعمال می شود. این شیوه بیشتر در تعمیرات سطحی کفها و محلهای عبوری که از نظر سازه ای یعنی استحکام، دارای مقاومت کافی بوده ولی سطح بتن دچار فساد و خرابی و خردشدگی شده است، به کار می رود.اعمال یک لایه نازک روی سطح (THIN RESURFACING) را اغلب TOPPING (لایهٔ رویی) می نامند که در این صورت ضخامت لایه کمتر از پنج سانتیمتر می باشد. همچنین لایه های تعمیری که ضخامت آنها بیش از 5cm باشد، لایه منظم سطحی (REGULAR RESURFACING) نامیده می شوند.

بتن پاشي (SHOTCRETING)

به روش شاتکریت یا بتن پاشی، روش اعمال بتن یا ملات به طریقه هوایی یا پنوماتیک (PNEUMATIC) نیز اطلاق می گردد. در این روش بتن یا ملات با استفاده از فشار هوا به داخل حفره ها، کانالها، قالبها ... و سطوحی که بایستی تعمیر گردند، پرتاپ می شود. اگر اندازه سنگدانه مخلوط کوچکتر از ۶ میلیمتر باشد، روش را گانیت (GUNITING) می خوانند.

اصولاً روش بتن پاشی و یا شاتکریت به دو گروه «تر» و «خشک» تقسیم می شود. در روش «تر»، عمل مخلوط شدن آب، سیمان و سنگدانه قبلاً مخلوط شده و سپس مواد مخلوط شده با فشار پرتاپ می گردند. ولی در روش «خشک»، پس از اینکه سیمان و سنگدانه مخلوط شدند، این مخلوط با فشار پرتاپ شده و در سر نازل (شیلنگ) آب به مخلوط اضافه می گردد. معمولاً این سیستم در جاهایی به کار گرفته می شود که سطح تعمیری وسیع بوده و عمق تعمیر در حدود ۱۰ سانتیمتر باشد. همچنین در جاهایی که عمل آوری لایه تعمیری مشکل بوده و یا روشهای عمل آوری معمول در صنعت بتن، اثر مطلوب را نداشته باشند، می توان از این سیستم بهره جست.

نکته ای را که بایستی در این روش به خاطر داشت، آن است که سطح نهایی تعمیرات صاف نبوده و بسته به اندازه سنگدانهٔ مخلوط، دارای زبری و ناهمواری است.

بخيه زني (STITCHING)

این روش در موقعی به کار گرفته می شود که ترکهای زیادی روی سطح بتن ظاهر شده و بایستی برای به دست آوردن و حفظ مقاومت سازه ای، آنها را مسدود کنیم. در این روش المانهای "U" شکل با پایه های کوتاه در عرض ترکها در درون حفره های

تعبیه شده، قرار گرفته (ANCHORED یا مهاری) و سپس این حفره ها با ملاتهای روان یا دوغاب که خاصیت جمع شدگی ندارند، پر می شود. برای جلوگیری از تمرکز تنشها، المانهایی با اندازه های متفاوت در جهات مختلف از نظر صفحه ترکها (PLANE)، در نظر گرفته می شود. نکته ای که بایستی به هنگام به کارگیری این روش در نظر داشت؛ آن است که هرچه ترکها بیشتر سخت (STIFF) گردند،احتمال به وجود آمدن ترک در جاهای دیگر بیشتر می شود. چارهٔ کار، آن است که یک لایه بتن مسطح بر روی محلهایی که بحرانی هستند، اعمال گردد.

تـنـیـدن (STRESSING)

اگر در محلهای مورد تعمیر، ترکها در منطقه بسیار وسیعی ظاهر شده باشد، به طوری که بخیه زدن (STITCHING) بسیار گسترده ای را ایجا ب نماید، ممکن است راه حل تنیدن (STRESSING) ، را مد نظر قرار داد. در روش تنیدن (STRESSING)، میلگرد یا کابلهایی در منطقهٔ بتن آسیب دیده کار گذاری شده و سپس به آنها تنشهای از پیش محاسبه شده را وارد کرده و در نهایت مهارشان می نماییم. در این روش بایستی دقت کافی مبذول گردد تا عمل تنیدگی (STRESSING) باعث به وجود آمدن ترکهایی در مناطق دیگر نشود.

درزگیري (CAULKING)

در این روش، گسل یا RUPTURE (ترکهای باریک ایجاد شده در بتن) با ماده ای پر می شود که حالت پلاستیک دارد. از خصوصیات این مواد آن است که نه مثل ملات روان و دوغاب، جاری می شود و نه مثل ملات خشک، سفت می ماند، بلکه حالت پلاستیکی دارد. در صورتی که ترکهایی که بایستی پر شوند غیر فعال (DORMANT) باشند، می توان از ملات ساخته شده از سیمان پر تلند و یا ملاتی که خاصیت انبساطی داشته باشد استفاده نمود. اما اگر ترکهای مذکور فعال باشند، بایستی از مواد ارتجاعی (ELASTOMERIC) که از خاصیت ارتجاعی برخوردار هستند استفاده گردد. در بعضی مواقع و با توجه به شرایط خاصی، ممکن است عمل درزگیری با فشار نیز انجام پذیرد.

پوشـش (COATING)

در این روش نازکی به حالت مایع یا پلاستیک روی قسمتهایی از سطح بتن آسیب دیده و یا در معرض خرابی است اعمال می گردد. در موقع انتخاب پوشش مذکور، دقت کافی بایستی مبذول گردد تا لایه محافظ حاصله دارای مشخصات مورد نظر باشد. این پوشش را می توان با برس، غلتک و یا به طریقه پاشیدن (اسپری) اعمال نمود. پایداری این گونه پوششها، بسیار متفاوت است. این پوششها اغلب برای جلوگیری از نفوذ آب، محافظت در برابر عوامل مخرب شیمیایی و ایجاد پایداری و دوام بیشتر برای سطح بتن در مقابل آمد و شد زیاد و سنگین کاربرد داشته و یا ممکن است پوشش فقط جنبه ظاهری و زیبایی داشته باشد.

طریقه معمول مرمت قسمتهاي خراب شده با استفاده از مواد شکل پذیر (CONVENTIONAL REPLACEMENT USING PLASTIC MATERIALS)

در این روش پس از کندن و خارج کردن بتن نامرغوب (نامناسب و ناسالم)، قسمتهای بر داشته شده را می توان با استفاده از ملات، بتن، سیمان معمولی و یا سایر موادی که برای تعمیرات تکه ای یا وصله پینه ای (PATCH)به کار می روند، جایگزین نمود. بایستی توجه داشت که این گونه مواد، شامل مواد الاستومری (ارتجاعی) نمی باشند. این روش یکی از روشهای بسیار معمول در تعمیرات سازه های بتنی بوده و مناسب جاهایی است که عامل خرابی تکرار نشده و یا کاملاً از بین رفته باشد.

باروري توسط خلاء (VACUUM IMPREGNATION)

در این روش، معمولاً قسمت آسیب دیده به وسیله صفحه پولیتن (POLYTHENE SHEET) پوشانده شده، سپس عمل خشک کردن سطح با استفاده از خلأ (VACUUM)انجام پذیرفته و منافذ کاملاً مسدود می شوند. پس از اطمینان کامل از هوابند و آب بند بودن سیستم، موادی که قرار است بر روی سطوح و خلل و فرج آسیب دیده اعمال شود، مورد مصرف قرار می گیرند.

در این روش ادعا شده است که از طرفی به دلیل ایجاد خلأ در قسمتهای اطراف منطقهٔ آسیب دیده و از طرف دیگر به دلیل اینکه رزین و یا سایر بارور کننده (IMPREGNANT) به توسط فشار اتمسفر درون منافذ و خلل و فرج تزریق می گردند، مواد بارور

کننده به درون منافذ کاملاً نفوذ کرده و حتی ترکهای مویی را نیز به واسطه عمل موئینگی CAPILLARY پر می نماید، لذا پس از انجام باروری (IMPREGNATION) هیچگونه حفره ای باقی نمی ماند. به عنوان مقایسه، باید توجه داشت که در سیستم باروری (IMPREGNATION) با فشار، ممکن است مواد، کاملاً منافذ و خلل و فرجها را پر نکند. تشکیل حفره های هوادار و یا وجود ذرات خاشاک و غیره از استحکام پوشش کاسته و در نتیجه رسیدن به یک پوشش کامل و بی نقص را تقریباً غیر ممکن می سازد.

روشهاي سطلي (DUMPBUCKET METHODS)

در این روش سطلهایی را از مواد تعمیری پر کرده و بر روی نقاطی که باید تعمیر شود قرار می دهند. اگر این روش برای تعمیرات زیر آبی به کار گرفته شود، قسمتی از مواد تعمیری هر سطل به علت شسته شدن (WASH- OUT) از بین رفته و در نتیجه حفره های لانه زنبوری در سیستم تعمیر شده به وجود می آید. جهت جلوگیری یا به حداقل رساندن حفره های لانه زنبوری، بایستی از مخلوطی با درجه چسبندگی (COHESIVE) بالا استفاده نمود. باید به خاطر داشت که این روش، مناسب مکانهایی است که به اندازه کافی وسیع بوده و عمل خالی کردن سطل دارای مواد تعمیری، بدون آسیب رساندن به قالب امکان پذیر باشد.

روش قيفي (HOPPER METHODS)

در این روش، لوله سخت و یا ارتجاعی به یک قیف (HOPPER) که منبع تغذیه ای مواد تعمیری است، اتصال دارد. با اینکه در شروع عملیات، خروجی لوله بر روی کف قرار می گیرد، اما به تدریج که جریان مواد تعمیری ادامه می یابد، خروجی لوله پایین تر از سطح مواد واقع شده و امکان تماس مواد را با آب که ممکن است در اطراف وجود داشته باشد، قطع کرده و یا به حداقل می رساند. در این سیستم جریان مواد به طریقه ثقلی صورت می گیرد.

روش پمپ (PUMP METHOD)

این روش شباهت زیادی به روش HOPPER دارد (قسمت ۲-۲-۱۳) و فرق اساسی این دو روش در آن است که در این روش به جای استفاده از جریان ثقلی، از یک پمپ دارای فشار استفاده می شود که فشار آن را نیز می توان تغییر داد.

روش كيسه اي (BAGGED METHOD)

این روش مشابه روش پیش آکنده (PREPACKED) می باشد. تفاوت این روش با روش مذکور در آن است که در این سیستم سنگدانه های درشت درون قالبی قرار داده شده و سپس فضاهای خالی بین سنگدانه ها با تزریق ملات روان یا دوغاب پر می گردد.

رفع لكه هاي بتني Removing concrete stains

رفع لکه های بتنی می تواند یک روند ساده یا پیچیده ای باشد که به ماهیت لکه بستگی دارد. غیر از بد جلوه ساختن نمای سطح خیلی از لکه ها در بتن بی ضرر هستند و همچنان باقی خواهند ماند. معدودی وجود دارند (برای مثال لکه های اسیدی) که اگر برطرف نشوند تخریب بتن را سبب خواهند شد. لکه ها ممکن است در بتن در حالت خمیری مثل جذب روغن های قالب یا شاید به وسیله ی نشست مواد شیمیایی یا دیگر مواد آلوده ماه ها یه سال ها بعد از اینکه بتن سخت شده است بوجود آیند.

لكه ها در مقابل رنگ پريدگيStains vs .discoloration

از میان اشکالات بتن در مقابل لکه ها می توان به رنگ پریدگیها اشاره کرد. یک سطح بتن ممکن است احتمالا بخاطر آب اضافی روی بستر در آن نقطه با قسمت های دیگر تفاوت داشته باشد. بتن ریخته شده روی آن آب در رنگ روشنتری ظاهر خواهد شد. امکان آن وجود دارد که یک کامیون بارگیری بتن بخاطر نوع و جنس مختلف سیمانی که استفاده شده بوده رنگ متفاوتی از بار دیگر داشته باشد. تغییر در منبع سنگدانه ریز در مخلوط نیز ممکن است سبب تغییر رنگ شود.

بتن شامل کلراید کلسیم معمولا از بتن بدون این ماده تند گیر کننده رنگ تیره تری دارد. تغییر شدید در اسلامپ ما بین بارهای مخلوط رنگ را تغییر خواهد داد. ماله کشی بیش از حد یا روکش سیمان خشک روی بتن برای جذب کردن آب شیره بتن رنگ پریدگی را ایجاد می نماید. تعیین علت قبل از توصیه عمل آوردن بتن ضروری است. علاوه بر این بعضی اوقات بهتر است اگر بتن

کمتر از چند ماهی ریخته شده هیچکاری صورت نپذیرد. وقتی که مقداری از رنگ پریدگیها مدت زمانی در معرض آفتاب و هوا زدگی قرار گیرند سطح رنگ پریدگی ممکن است با بقیه سطح بخوبی با هم جور و قاطی شوند.

طرز عمل براي رنگ پريدگيTreatment for discoloration

قبل از هر چیز عموما طرز عمل قابل اعتماد برای رنگ پریدگی استفاده از اسید سولفوریک است که می تواند از شرکتهای محلی خریداری شود. محلول قابل قبول برای بتن تغییر رنگ یافته یک فوت اسید رقیق شده با ۲ گالون آب است که کاملا مخلوط شده است و روی تمام سطح با برس زده می شود شاید رنگ بتن را به رنگ مایل به سفید ببرد اما بتن بتدریج پس از مدت زمانی برنگ عادی خودش بر می گردد . اگر تغییر در رنگ جزئی است محلول مشابه مواد سفید کننده لباس شویی ممکن است آزمایش گردد که بعضی اوقات ثمر بخش است.

طرز عمل شيميايي اسيدي و غير اسيديAcid and non acid chemical treatments

اکثر طرز عمل های شیمیایی غیر اسیدی ،اگر با دقت بکار برده شوند ،آسیبی به بتن وارد نخواهد شد. در صورتیکه مواد شیمیایی استفاده شود،سطح تعمیری باید اول با آب اشباع شود تا اسیدی که بوسیله بتن جذب می گردد ،رقیق شود،بهترین کار این است که قبل از آنکه سطح وسیعی تعمیر شود اول اصلاح آزمایشی کوچکی مورد تجربه قرار گیرد تا موفقیت هر طرز عمل شیمیایی تعیین گردد. استعمال این روش باید روی سطح وصله کاری برای زما ن کوتاهی باقی بماند که تأثیر گذاری و کارایی آن معین گردد. دوباره بکارگیری مواد ملایم اغلب موفق تر و بی ضرر تر از یکبار کاربرد مواد پر مایه می باشد. دستورالعملهای تولید کنندگان برای استفاده هر نوع مواد شیمیایی باید، البته با دقت کامل رعایت شود.وقتیکه چنین مواد شیمیایی در داخل ساختمان بکار برده می شود ، تهویه درست وکامل ضروری است.

تخریب بتن ، آماده سازی محل تعمیر و میلگردها ، مواد و روشهای تعمیر

در تعمیر بتنی که در اثر خوردگی تخریب شده است باید اصول خاصی رعایت گردد تا مشکلات قبلی بزودی گریبانگیر قطعه نشود . برای این منظور باید به نظارت زیر توجه گردد :

کنترل وسعت خرابی با بررسیهای نظری کارگاهی و انجام آزمایشهای ساده -تعیین وسایل تخریب و روش کار

تعیین محدوده خرابی و شیار زنی برای مشخص کردن محدوده -هندسه تخریب- عمق تخریب

بررسی میلگردها و تصمیم گیری در مورد گسترش تخریب

زنگ زدائی و اصلاح میلگردها و تقویت و جایگزینی میلگردها-آماده سازی سطح بتن و میلگردها و اعمال پوشش های لازم ، اشباع کردن و . . . -مواد تعمیری و کاربرد آنها- روشهای تعمیر و بکار گیری آنها

کنترل وسعت خرابی (بررسیهای نظری و آزمایشی) :

با توجه به بازدیدهای انجام شده و احتمالا" برخی آزمایشهای ساده میتوان به وسعت تقریبی خرابی پی برد . متاسفانه هنـوز روشی برای تعیین محلهائی که میلگرد آنها بطور قابل توجهی زنگ زده اند وجود نـــدارد . نشانه های زنگ زدائی زیاد ، لکه ، ترک خوردگی ، طبله کردن و ریختن بتن می باشد . با آزمایش ساده نیم پیل میتوان پتانسیل خوردگی را بدست آورد اما میزان زنگ زدگی و آسیب نمایش داده نمیشود . با زدن چکش اشمیت یا چکش معمولی و با توجه به نتیجه یا صدای حاصله نیز میتوان تا حدودی وضعیت بحرانی را آشکار کرد . متاسفانه اشکال رایج عمده در تعمیر سازه های بتنی مشخص نبودن دقیق منطقه و محدوده تعمیرات و گاه ممکنست وسعت تخریب و تعمیر چندین برابر تخمین اولیه گردد .

تعیین وسایل تخریب و روش آن :

با توجه به وسعت تخریب ، نوع بتن و مشکلات تخریبی آن ، انبوهی میلگردها و موقیت قرار گیری قطعه و همچنین محدودیت های زمانی و هزینه ای نوع وسیله تخریب و روش کار مشخص میگردد.

گاه لازم است سرعت زیادی در تخریب بخرج نداد زیرا در صورت عدم امکان تعمیر ، مجاورت بتن و میلگرد با عناصر مضر ممکنست در طولانی مدت مشکلات جدیدی را بوجود آورد .

امروزه استفاده از وسایل مختلفی امکان پذیر است : قلم (چکش) بادی ، برقی ، اره های اصطکاکی، جهت آب و برش با آب از جمله وسایل رایج است که از همه آنها میتوان برش با آب

(جهت آب) را بهتر و مناسب تر دانست . بهرحال وسعت کار و محدودیت های موجود فوق الذکر تعیین کننده نوع وسایل می باشد . برخی چکش ها ممکنست در مناطق مجاور آسیب هائی را ایجاد کند که باید وسایل با قدرت مناسب را انتخاب نمود. اره های اصطکاکی عمدتا" برای برش های خطی بکار میرود .

تعیین محدوده خرابی و شیار زنی :

برای اینکه محدوده کار تخریب روشن شود گاه علائمی را بکار می برند . بهترین روش علامت زنی بصورت شیار زنی در محدوده مورد نظر است . شیار زنی به عمق ۱ تا ۲ سانتی متر بدین منظور معمول است میتواند هندسه مناسب تخریب را در سطح و عمق بوجود آورد . بهرحال گاه در طول عملیات تخریب ممکنست این محدوده را وسعت بخشیم و گسترش دهیم و بهتر است مجددا" محدوده جدید را شیار زنی کنیم .

هندسه تخریب :

توصیه میشود از شکلهای هندسی مشخص برای محدوده تخریب استفاده شود . مربع ، مستطیل و ترکیبی از مربع و مستطیل در کنار هم میتواند بهترین اشکال باشد . البته شکل دایره و چند ضلعی منظم نیز توصیه میشود . بهرحال اشکال نا منظم با دوره های بی نظم ابدا" توصیه نمی گردد .

کناره و لبه منطقه تخریب (تعمیر) باید گونیا باشد و این حالت ۱ تا ۲ سانتی متر در عمق

ادامه یابد و لبه نباید پرکلاغی تلقی گردد زیرا دوام مناسبی برا پس از تعمیرنخواهیم داشت .

عمق تخریب :

مشکلی بزرگ در تعمیر اینگونه سازه ها تعیین عمق تخریب است . مسلما" عمق تخریب تا پشت میلگردها خواهد بود . نمیتوان تخریب را تا رسیدن به سطح میلگردها انجام داد زیرا لازمست میلگردها را تمیز و اصلاح نمود بنابراین باید تخریب را تا پشت میلگردها ادامه داد . عمق تخریب باید تا حدی انجام شود که به منطقه ای با یون کلر کم برسیم . رسیدن به یون کلر کمتر از حد آستانه خوردگی قطعی است اما حد قابل قبول تابع سیاست های تعمیرات اگر حد آستانه خوردگی را ۰/۳۵ درصد و حداقل یون کلر بتن اولیه تازه را ۰/۱۵ درصد در نظر بگیریم بهرحال حد قابل قبول در بین این دو عدد قرار دارد و هر چند به ۰/۱۵ درصد نزدیک شود عمر تعمیر و میلگرد بیشتر خواهد شد اما ممکنست هزینه ها را به مقدار قابل توجهی افزایش دهد و یا عمر بخش های تعمیر نشده بمراتب کمتر از عمر مناطق تعمیر شده باشد که منطقی بنظر نمیرسد .

بهترین راه تهیه نمونه از عمق های مختلف و تعیین یون کلر می باشد تا تصمیم گیری در مورد عمق تخریب میسر گردد . وقتی تا پشت میلگرد تخریب را ادامه می دهیم بایستی امکان قرار گیری بتن در اطراف میلگرد را فرآهم کنیم . به این منظور حداقل فاصله میلگرد تا بتن بایستی از حداکثر اندازه سنگدانه مصرفی بزرگتر باشد . برخی توصیه می کنند در این مورد بهتر است این فاصله بمراتب بزرگتر از حداکثر اندازه سنگدانه مصرفی و در حدود ۳ سانتی متر باشد .

بررسی میلگردها و اتخاذ تصمیم در مورد گسترش تخریب :

پس از تخریب و رسیدن به میلگردها باید کارشناس خبره ، میزان خوردگی را بررسی کند وقتی در محدوده تخریب زنگ زدگی زیادی مشاهده می شود و این زنگ زدگی در منطقه سالم نیز تداوم دارد بایستی منطقه تخریب را گسترش داد تا به میلگرد سالم و تقریبا" بدون زنگ زدگی رسید . وقتی زنگ زدگی با ناخن پاک نشود به میلگرد سالم نرسد باید آنرا تمیز کرد و لازمست که بتن روی آن برداشته شود .

زنگ زدائی ، اصلاح میلگردها ، تقویت و جایگزینی :

میلگردها معمولا" در محل با سندپلاست یا گریت پلاست باید تمیز شود . در این حالت باید پشت میلگردها تمیز شود زنگ زدائی با برس سیمی دستی یا برقی معمولا" کارآمد نیست و فقط در مناطق بسیار محدود و برای زنگ کم کاربرد دارد . اگر لازم باشد باید میلگردها تقویت شود . بکارگیری میلگردهای تقویتی امری رایج و معمول است . این کار با توجه به کاهش ضخامت میلگردها عملی میشود . معمولا" اگر کاهش سطح میلگردها بیش از ۱۵ درصد باشد تقویت توصیه میشود (برخی کاهش قطر ۱۵ درصد را نیازمند تقویت می دانند) . گاه میلگردها به شدت زنگ زده اند و در این حالت توصیه میشود با میلگردهای جدید جایگزین شوند . تأمین پوشش طولی میلگردها (Overlap) مشکل است و اغلب از وصله های جوشی یا مکانیکی میتواند استفاده شود .وقتی از زنگ زدائی میلگرد بهره می گیریم بهتر است هیچگونه رنگی بر روی میلگرد باقی نماند و کاملا" تمیز شوند

آماده سازی سطح بتن و پوشش میلگردها :

مقصود از آماده سازی سطح بتن و پوشش میلگردها آنست که بتوانند اتصال بتن با بتن و بتن با میلگرد را تأمین نمایند و مانع نفوذ بیشتر و خوردگی شوند.آماده سازی سطح بتن معمولا" با زبر کردن آن و رسانیدن به حالت اشباع با سطح خشک حاصل میگردد . اغلب اوقات تخریب ، سطح زبر و خشنی را فرآهم می کند بهر حال این سطح نباید پستی و بلندی خیلی زیادی داشته باشد اما ضمن اینکه ضخامت تعمیر نسبتا" ثابتی را فرآهم می نماید باید کاملا" زبر و خشن باشد و ترجیحا" شن ها از سطح بر واحد اضافه شوند.بتن قدیمی (پایه) نباید آب بتن جدید (ماده تعمیری) را بمکد زیرا باعث جمع شدگی شدیدتر شده و پیوند دو بتن ضعیف می گردد . بنابراین لازمست بتن پایه بصورت SSD درآید . آب اضافی در روی سطح بتن به نحوی که دست را خیس و مرطوب کند نامطلوب است و باعث ضعف اتصال و پیوستگی دو بتن می شود .

برای ایجاد پیوستگی و چسبندگی بهتر دو بتن جدید و قدیم گاه از برخی پلیمرها و لاتکس ها بر روی بتن پایه (قدیمی) استفاده می شود . یک لایه نازک از این مواد قبل از ریختن بتن تعمیری جدید بر روی بتن قدیمی مالیده یا پاشیده می شود. از جمله مواد رایج لاتکس آکریلیکی (Acrylic Latex) می باشد و قبل از خشک شدن کامل آن بتن جدید باید ریخته شود .

سطح میلگردها پس از تمیز کاری و زنگ زدائی ، گاه لازمست با آب شیرین شسته شده و سریعا" با هوای فشرده خشک گردد و در صورت لزوم با پوشش های خاصی نظیر اپوکسی پوشیده شود . بهرحال توصیه میشود در تعمیر سازه از اپوکسی معمولی مخصوص میلگردها استفاده نشود و اپوکسی غنی شده با روی بکار رود تا سطح میلگرد عایق الکتریکی نشود ، زیرا در غیر اینصورت میلگردهای بخش تعمیر نشده دچار خوردگی بسیار سریعتر می گردد .

مواد تعمیری :

اصل مهم در انتخاب مواد تعمیری شباهت آن از نظر خواص با بتن اصلی است معمولا" این اصل به نوعی برآورده میشود اما باید سعی کرد حتی الامکان رعایت گردد . مشکل بزرگ در رعایت این مورد آن است که اگر بتن اصلی قدیمی مناسب و مطلوب بود ممکن بود این خرابی ها حاصل نشود. ضعف مقاومت ، ضعف دوام و بالا بودن نفوذپذیری باعث این خرابی شده است پس چگونه میتوان بتن مشابه را بکار برد . بنابراین دچار یک پارادوکس هستیم که با تدبیر مناسب آن را حل کنیم . شباهت در سنگدانه ، شباهت در سیمان میتواند کمک مؤثری باشد . نزدیک بودن مدول الاستیسیته و ضریب انبساط حرارتی از جمله نکات مهم است ، گاه دیده می شود نفوذ پذیری بسیار کم در منطقه تعمیر شده ، باعث خوردگی سریع میلگردهای منطقه مجاور میشود و این نکته مهم کار تعمیر را با مشکل مواجه می کند و اجتناب ناپذیر بنظر می رسد .

انواع مواد تعمیری بصورت جایگزین بتن تخریب شده عبارتند از :

الف – بتن یا ملات سیمانی ب– بتن یا ملات سیمانی اصلاح شده با پلیمر ج – مواد پلیمری (که در این حالت اقتصادی و فنی نیست)بنظر میرسد معمولا" بتن یا ملات سیمانی ارجحیت داشته باشد و از نظر خواص مشابهت بیشتری با بتن اصل پایه را فرآهم نماید . بکار گیری سیمان در حد متوسط (معمولا" ۳۷۵ تا ۴۰۰ کیلو) از نظر جمع شدگی کاملا" مناسب بنظر میرسد . نسبت آب

به سیمان با توجه به موقعیت قطع و محل از نظر خوردگی به حداکثر ۰/۴ یا ۰/۴۵ محدود شود . معمولا" اگر از روش بتن ریزی جایگزین استفاده شود سعی میگردد از اسلامپ بالائی برخوردار باشیم (پیش از ۱۰ سانتی متر) . اسلامپ زیاد جمع شدگی نشست خمیری را بوجود می آورد لذا ضمن اینکه تأمین نسبت آب به سیمان فوق الذکر مشکل بوده و اسلامپ زیاد نیز با آب قابل تأمین نیست همواره نیاز به مواد روان کننده یا فوق روان کننده داریم .معمولا" هنگامیکه تعمیر در محدوده بسته ای انجام میشود بتن باید از جمع شدگی ناچیز و یا انبساط جزئی برخوردار باشد . به این دلیل لازمست از مواد منبسط کننده (انبساط زا) در مواردی که حساسیت وجود دارد استفاده نمائیم تا درگیری بهتری بین لبه های کناری بتن تعمیری و بتن پایه قدیمی ایجاد شود .

برای سهولت در ریختن و تراکم بتن و کاهش نفوذپذیری آن از حداکثر اندازه سنگدانه نسبتا" کم و بافت دانه بندی ریزتری نسبت به بتن اصلی بهره می گیریم که به ابعاد و حجم منطقه تعمیری و وضعیت میلگردها بستگی دارد .

اگر بخواهیم ملات یا بتن را با مواد پلیمری اصلاح کنیم معمولا" از لاتکس آکریلیکی به میزان ۱۰ تا ۲۰ درصد وزن سیمان استفاده می نمائیم .گاه بجای ریختن معمولی بتن از روش دستی تعمیر استفاده می نمایند در این حالت ملات سفت بکار میرود و با فشار در محل مورد نظر قرار می گیرد . بهر حال این روش محدودیتهای خاص خود را دارد و تأمین روانی مورد نظر با نسبت آب به سیمان مطلوب و سیمان کمتر ممکن می باشد .

روشهای تعمیر و جایگزینی بتن :

بهر حال باید بتنی را در محل تخریب شده جایگزین نمائیم. روشهای این جایگزینی عبارتند از :

الف- تعمیر و جایگزینی بتن یا ملات با دست Patch Method

که در مناطق بسیار محدود بکار میرود . ضخامت نیز معمولا" به حدود ۵ سانت محدود میشود و کمتر مورد استفاده است . تعمیر سطوحی مانند زیر دال یا تیر با این روش ساده تر است .

ب- روش بتن ریزی سنتی معمولی (ثقلی) Conventional or Gravity Method

این روش کار برد وسیعی دارد . برای سطوح بالائی تیر و دال ، وجوه کناری تیرها ، سطوح دیوار و ستون و حتی قسمت تحتانی تیر یا دال کاربرد دارد . معمولا" در این روش نیاز به اسلامپ زیادی داریم که گاه از بتن های آبکی با اسلامپ بیش از ۲۰ سانتی متر استفاده میشود . بهر حال در این روش باید بنحوی عمل نمائیم که از پر شدن قالب یا محل تعمیر مطمئن شویم و خروج هوا از بتن نیز میسر باشد و آب انداختن بتن عملا" حذف گردد (بویژه در سطوح زیر تیر یا دال) گاه این نوع بتن را در عمق یا زیر آب با لوله ترمی (tremie) می ریزیم تا جداشدگی پیش نیاید .

ج : روش بتن پاشی Shotcrete

در تعمیر سطوحی با وسعت زیاد و ضخامت کمتر از ۱۵ سانتی متر استفاده از روش بتن پاشی توصیه میشود بویژه در تعمیر سطوح زیرین دال یا تعمیر کاربرد آن مطلوبتر است . در بتن پاشی دو روش تر و خشک را داریم . در تعمیر سازه هائی که در مناطق خورنده قرار دارند و یکنواختی و نفوذناپذیری بیشتر مطلوب است باید از روش تر استفاده نمائیم .

مشکل بزرگ در بتن پاشی ، برگشت و ریباند مصالح و بتن می باشد که باید با کاهش حداکثر اندازه سنگدانه ، اسلامپ مناسب (۵ تا ۸ سانتی متر) ، عیار سیمان بالاتر و چسبندگی بیشتر ، بافت دانه بندی ریزتر ، عمود گرفتن سر لوله ، فاصله مناسب سرلوله از سطح در تامین فشار هوای مناسب و غیره ، میزان برگشت مصالح را به حداقل رسانید .

د : روش بتن ریزی با سنگدانه پیش اکنده (Preplaced Aggreate Concrete) :

در این روش ابتدا سنگدانه درشت تک اندازه را در قالب ریخته و سپس از درون لوله هائی که درون سنگدانه قرار گرفته است ملات ریز دانه ای را به داخل سنگدانه های درشت پیش آکنده تزریق می نمائیم تا بتن مناسب حاصل گردد .

بتن پیش آکنده از جمع شدگی ناچیزی برخوردار است و عیار سیمان مصرفی آن نیز کم می باشد . تأمین نسبت آب به سیمان کم ، نفوذ ناپذیری مطلوب و مقاومت زیاد با این روش کاملا"میسر است . همگنی بتن و عدم جداشدگی از ویژگیهای این نوع بتن

ریزی است . حداکثر اندازه سنگدانه به $\frac{1}{5}$ حداقل بعد قطعه محدود می شود و حداکثر اندازه ماسه ملات باید به حدود $\frac{1}{10}$ حداقل اندازه اسمی سنگدانه درشت محدود گردد .ملات مصرفی بسیار پر عیار بوده و همچنین شل و آبکی می باشد و معمولا" از مواد پوزولانی مناسب و روان کننده ها در ملات استفاده میشود ضمن اینکه به کندگیر کننده ها نیز احتیاج مبرمی داریم .

هـــ : بتن ریزی با بتن مکیده (Vacuum Proiossed Con) :

در این روش که امروزه از آن در عملیات تعمیر بتن استفاده چندانی بعمل نمی آید . بتن نسبتا" شل را در محل مورد نظر (بویژه سطوح فوقانی دال ، کف و سر ریز سدها یا کف تونلهای آب بر و غیره) ریخته و سپس با اعمال یک مکش از طریق فرش خلا ، بخشی از آب بتن را مکیده و نسبت آب به سیمان را کاهش می دهیم . این عمل مقاومت و دوام بتن تعمیری را بهبود می بخشد و نفوذپذیری آن بویژه در قسمت های سطحی کاهش می یابد .

در پایان متذکر میشود که در بتن ریزی جایگزینی نباید از بتن در مرحله گیرش استفاده نمود . جداشدگی یکی از روشهای بتن ریزی در کشور ماست که نباید در بتن جایگزین بوجود آید . اختلاف دمای بتن پایه و تعمیری در هنگام ریختن نباید زیاد باشد و حداکثر آن از ۵ تا ۱۰ درجه مشخص شده است . کار تراکم باید بخوبی انجام شود . همچنین باید عمل آوری مناسب صورت گیرد دمای بتن نباید از ۳۰ درجه سانتی گراد در هنگام ریختن تجاوز نماید و از ۱۰ درجه سانتی گراد کمتر نشود .

علل فرسودگی و تخریب سازه های بتنی (CAUSES OF DETERIORATIONS)

۱- نفوذ نمکها (INGRESS OF SALTS) ۲- اشتباهات طراحی (SPECIFICATION ERRORS)

۳-اشتباهات اجرایی (CON STRUCTION ERRORS) ۴- حملات کلریدی (CHLORIDE ATTACK)

نفوذ یونهای کلریدی تابعیت از قانون نفوذ FICK دارد. ولی علاوه بر انتشار (DIFFUSION) به نفوذ (PENETRATION) کلرید احتمال دارد به خاطر مکش موئینه (CAPILLARY SUCTION) نیز انجام پذیرد.

۵- حملات سولفاتی (SULPHATE ATTACK)

بتن سخت شده HARDEND CONCRETE

خیلی از مشکلات آشکار در بتن سفت شده در قالب بندی ، ریختن و پرداخت بتن در مرحله خمیری بوجود می آید . بعضی از ترکهای مویی flaws در جریان یا کمی بعد از گیرش اولیه مشهود است ، سایر ترکها چند روز بعد از بتن ریزی ظاهر می شوند . آنگاه ، مشکلاتی هستند که تا مدتها بعد از اینکه بتن سخت شده است پدید و ظاهر نمی شوند .

« بتن با هوادهی کم ، یا بدون هوا ، ممکن است در سطح ورقه ورقه نشود تا اینکه در معرض یخ زدن و آب شدن قرار گیرد . ماله کشی بیش از حد یا ویبره بیش از حد over vibration می تواند دانه های ریز اضافی را بسطح بتن بیاورد و سبب شود که بتن بعداً زیر ترافیک خرد و خراب شود . ماله کشی در حالیکه آب شیره بتن هنوز روی سطح جاری است می تواند موجب پودر شدگی dusting شود . تعداد زیادتری از ترک ها در بتن سفت شده بوسیله جابجا کردن قالبها از نشست settlement، تنش بارگذاری زودرس stress ،سطح جدایی بتن cold joints ، نقص در عمل آوردن اولیه بتن curing، انبساط زنگ rust در آرماتور ، بستر کوبیده شده بد ، واکنش پذیری سنگدانه ها – قلیایی aggregates alkali-reactive و خیلی عوامل دیگری بوجود آید.

تغییر حجم : انقباض ، VOLUME CHANGE : SHRINKAGE

در حالت خمیری حجم بتن در اولین یا دومین ساعت بوسیله نشست جامدات کاهش می یابد . مقداری آب بوسیله ذرات سیمان جذب می شود ، مقداری بوسیله بستر کوبیده شده جذب می گردد، و مقداری آب شیره سیمان از سطح بوسیله تبخیر از دست می رود . تمام این عوامل در کاهش حجم مؤثر هستند . این اولین از بسیاری تغییرات حجمی است که در سرتاسر طول زندگی بتن رخ می دهد .موقعیکه بتن خشک می شود ، منقبض می شود . وقتیکه مرطوب است ، منبسط می گردد . زمانیکه یخ بسته است ، منبسط

می شود ، و موقعیکه یخ ذوب می گردد ، منقبض می شود . جمع شدگی یا انقباض و انبساط همچنین با تغییرات در دما رخ می دهند . بعضی از تغییرات حجم تأثیرات متفاوتی دارند . در دال شناور – آزاد تغییر حجم تنش های غیر معمولی ایجاد نمی شود ، در صورتیکه در بتن گیردار بوسیله آرماتور ، یا بوسیله دیوارهای محیط فونداسیون ، می تواند تنش کافی بوجود آید که سبب مشکلات بسیار زیاد بتن سخت شده گردد.« معمولاً انقباض کمی رخ خواهد داد اگر بتن با آب بعمل آمده است ، مگر اینکه مخلوط خمیری با اسلامپ بیش از حد ریخته شده است . زمانیکه بتن از طریق غشاء یا پوسته عبور دهنده – مایع به عمل آمده است ، مقداری افت shrinkage قابل توجه است ، ولی جائیکه بتن حفاظت سطحی دریافت نکرده است ، انقباض کمی آشکار است .»انقباض و جمع شدگی بتن در اثر از دست دادن آب زیادتر باشد ، امکان ترکهای انقباضی بیشتری خواهد بود . زیرا که ترکها نمای سطح بتن را ضایع و خراب می کنند.سنگدانه های سالم و خوب دانه بندی شده انقباض و انبساط کمتری در بتن بوجود می آورند از سنگدانه هایی که کیفیت پایینی دارند . مخلوطهای پرمایه ، با سنگدانه های یکنواخت و مستحکم ، تغییر حجم بیشتری از مخلوطهای بتن های کم مایه تر leaner نشان می دهند . آزمایشات مشابه نشان داده است که مقدار انقباض همچنین بین انواع سیمان و جنس سیمان کاملاً متفاوت بوده است . باید بخاطر سپرده شود که همه انواع و جنس سیمانها یکسان نیستند . به طور کلی ، سیمان نرم تر باشد ، تحت شرایط مرطوب moist انبساط زیادتر است . تحت شرایط کم آب و خشک این سیمانهای یکسان بطور قابل ملاحظه ای تحت تأثیر قرار نمی گیرند.«مواد روان کننده بتن که باعث کاهش آب مصرفی می شود water reducing admixtures یا کمک می کند که انقباض کاهش یابد یا تاثیر جزئی روی خواص آن دارد. کلراید کلسیم بکار رفته در محلول ۲ درصد شاید انقباض را بطور قابل توجهی افزایش دهد . حبابهای ریز هوا که جهت افزایش مقاومت یخ زدگی به بتن می افزایند Entrained air در حدود عادی تا اندازه زیادی بر انقباض بتن اثر نمی گذارند .»

تنش های بارگذاری : LOAD STRESSES

بتن می تواند خیلی بهتر تنش های فشاری را نسبت به تنش های کششی Tensile stresses تحمل کند . بتن را در معرض تنش های بارگذاری گذاشتن قبل از اینکه مقاومت کافی بدست آورده باشد ترکهایی را بوجود خواهد آورد که توانایی سازه را برای حمل بار طراحی شده کاهش می دهد . دوام بتن بوسیله ورود رطوبت از میان این ترکها بیشتر کاسته می شود ، میلگردها زنگ زده می شوند ، ترکیبات حل شدنی را شسته و جدا می کند و سبب تخریب بیشتر بتن می شود .

ترکها : انواع CRACKS: TYPES

هیچکس نمی تواند تضمین کند که در بتن ترک ایجاد نخواهد شد و احتمال مقداری ترک خوردگی وجود دارد . انواع مختلف ترکها ممکن است رخ دهد . ولی با اجرای دقیق و مصالح مناسب می توان ترکها را کاهش داد .

ترکهای انقباض : Drying Shrinkage Cracks

ترکهای انقباض یا تکیدگی بتن در اثر از دست دادن آب وقتیکه درخشندگی آب از سطح بتن محو و از بین می رود شکل گیری و ظاهر می شوند . این ترکها معمولاً درهم و مستقیم هستند ، ترکهای مویی hairline تا محیط دال slab امتداد می یابند . اصولاً در سطح داخلی دال ترک انقباضی پنجه غازی رخ می دهد و بندرت تا لبه گسترش می یابد . این ترکها سطحی و کم عمق shallow هستند و مشکل جدی غیر از تغییر ناخوشایند ظاهر بتن ندارند .

ترکهای مویی ناشی ازجمع شدگی خمیری بتن:Plastic Shrinkage Cracks

. این ترکها عریض تر از ترکهای انقباض بتن هستند و اغلب سرتاسر عمق بتن ادامه می یابند . این ترکها بیشتر اوقات در روزهای بادی و خشک اتفاق می افتند ، موازی یکدیگر ظاهر می شوند و عمود بر باد هستند . ترکهای مویی ناشی از جمع شدگی خمیری بتن بوسیله تبخیر آب از سطح بوجود می آیند و بایستی سریعاً بمحض اینکه آمد و شد سطحی اجازه می دهد کاملاً ترمیم گردند . اسپری ریز از شیلنگ باغ ، اگر به این قبیل ترکها اعمال شود همچنانکه روی سطح ظاهر می شوند ، یا ترکها را می بندد یا حداقل نفوذ آنها را کاهش می دهد .

ترکهای جابجایی قالب : Shifting From Cracks

ساختن قالب یکپارچه ، جزئیات اجرایی که اغلب بوسیله پیمانکاران چشم پوشی می شود ، برای ممانعت یا بحداقل رساندن ترکها ضروری است ، قالب لزوماً نبایستی موجب مشکل ترک خوردگی شود . هر جابجایی قالب به علت انبساط چوبی timer ، یا سست شدن میخ ها یا گره ها ، می تواند باعث ترکهایی گردد . ترکها نمونه خاصی ندارند و می توانند در طول دوره مرحله پروراندن بتن یا بعد از آن آشکار شوند . ترک جابجایی قالب روزنه دیگری است برای وارد شدن رطوبت به داخل بتن و پوسیدگی و تخریب deterioration آنرا تسریع می کند . بعضی اوقات این ترکها نزدیک قالب و در سایر مواقع دورتر است .

ترکهای آرماتور فولادی : Reinforcing Steel Cracks

موقعی که بتن بر روی آرماتور فولادی نشست می کند ، ترکها می توانند روی سطح بتن بالای میلگرد نمایان شوند (شکل۴) . این می تواند بوسیله قرار دادن میلگرد در حداقل ۴۰ میلیمتر پایین تر از سطح و بوسیله حفظ اسلامپ پایین مناسب برطرف شود .

ترکهای آرماتور فولادی زنگ زده : Rusted Steel Reinforceme ntCracks

آرماتور فولادی زنگ زده ترکهای سطحی را بوجود آورده و افزایش می دهد . این ترکها ، اجازه می دهند که رطوبت وارد بتن شود ، زنگ زدگی بیشتری ایجاد شود و پوسیدگی داخلی بتن گسترش یابد ، مگر اینکه تعمیر شوند .

ترکهای گسیختگی ورق بستر : Subgrade Paper Rupture Cracks

گسیختگی ورقه بستر روسازی شده ، یا بستر کم کوبیده شده ، اجازه می دهد که بتن جابجا شود با آنکه خمیر سیمان در حال سخت شدن است ، بنابراین ترکهایی ایجاد می گردد (شکل۶) . نمونه خاصی برای ترکها وجود ندارد .

وقتیکه ترکها در بتن هفته ها یا حتی ماهها بعد از اینکه بتن ریخته شده است ظاهر می شوند ، تعیین علت احتمالی آن خیلی مشکل است و گاهی غیر ممکن است . آیا بستر بطور کامل کوبیده شده است ؟ آیا قالبها خوب ساخته شده بودند ؟ آیا بتن مطابق با عملیات مناسب اجرایی ریخته و متراکم شده بود ؟ شرایط هوایی در روز بتن ریزی چطور بود ، و اندکی بعد ؟ اسلامپ ، میزان هوا ، و درجه حرارت بتن چقدر بود ؟ بعضی از این حقایق که ممکن است در تعیین علت اشکال مفید باشند همیشه در زمان بعد در اختیار نیستند .

آرماتور فولادی : STEEL REINFORCEMENT

میلگرد ، یا عدم وجود آن ، بویژه در کار تخت بحرانی است . به تنهایی ، « بتن ممکن است مقاومت فشاری compressive مطلوبی داشته باشد ولی مقاومت خمشی flexural ناکافی دارد . بتن باید میلگرد داشته باشد اگر بارهای خمشی bending را باید تحمل نماید. میلگردهای فولادی بار کششی را tension انتقال می دهند ، بتن فقط پر کننده است .»

وقتیکه بارها loads روی کف بتنی تحمیل می شوند قبل از اینکه به مقاومت طرح شده رسیده باشند ، احتمال ترک خوردگی شدت می گیرد . طبیعی است ، بتن نباید برای حداقل یک ماه بعد از ریخته شدن در معرض تنش بارگذاری قرار گیرد ، اگر ساختمان در طول مدت سرما در حال انجام شدن است زمان طولانی تری لازم است .

بسیاری از پروژه های بتنی کمی یا هیچ نقص جدی برای سالها بعد از تمیل نشان نمی دهند . آنگاه ناگهان ، اغلب بنظر می رسد ، ترکهایی در سازه ای که قبلاً دور از چنین اشکالاتی بوده است بوجود می آید . نظر به اینکه بتن شناخته شده است که با گذشت زمان مستحکم تر می شود ، این سئوال بنظر می رسد که چرا عیب ناگهانی خیلی بعد باید اتفاق بیفتد .

سائیدن بتن : CONCRETE WEAR

ترک خوردگی تنها یک مشکلی است که شاید در بتن قدیمی تر دیده شود . کف های بتنی که برای دیر زمانی خوب استقامت کرده اند ممکن است شروع به نشان دادن علائم ناگهانی سائیدن کنند. این جا دوباره اشکال می توانسته در زمان بتن ریزی و پرداخت بتن خمیری بوجود آمده باشد . اغلب ، تمام سطح آمد و شد کف علائم سائیدگی را یکباره نشان می دهند . در سایر کف ها سطوح پوسته شده در نقاطی ظاهر می شوند.ماله کشی خیل دیر ، بعد از اینکه بتن گیرایی لازم را بدست آورده است ،

می توانسته سبب سائیدگی سطحی شود . گرددهی dusting سیمان خشک روی سطح بتن خیس برای کاهش آب انداختن سطحی بتن یک علت امکانپذیر می تواند باشد . اغلب ، روش ریختن آب روی سطح بتنی با برس ، کلسمین calcimine brush ممکن است در زمان مرحله پرداخت عملیات سطحی مورد ملاحظه قرار گرفته است . این روش سطح را تضعیف و اساساً قابلیت دوام ناکافی را نشان می دهد . »تخماق بتن کوب jitterbug ، نوع تخماق دتسی ، روی بتن اسلامپ خیلی کم باید بکار رود که در فرو کردن و جا دادن سنگدانه درشت کمک کند و ملات mortar را به سطح بیاورد ، چنانچه در بتن بدون اسلامپ خیلی کم استفاده شود ، ریز دانه های اضافه را بسطح خواهد آورد ، دوام durability آن بتن را کاهش می دهد . چنین روشی ، مثل ماله کشی بیش از اندازه ، سبب پوسته شدگی سطحی در سالهای بعد خواهد شد .

کمانش بتنی : CONCRETE BUCKLING

هر کس که رانندگی می کند با کمانش کفسازی pavement بتنی آشنایی دارد . در هوای بشدت گرم ، بتن در هر دو طرف درز انبساط یا گشایش expansion joint ، وقتیکه مقدار انبساط حرارتی thermal بتن بیشتر از ظرفیت درز برای کنترل کردن حرکت شود ، بتن در هر دو طرف درز انبساط یا گشایش بلند خواهد شداین بالا آمدن دو طرف درز انبساط می تواند به میزان کمتری در پیاده روها sidewalks و سطوح روباز دیگر اتفاق بیفتد . این مشکل گاهی در کفهای اطاق دیگ بخار و در سایر محفظه های گرمای زیاد قابل توجه است . در هر یک از این دو حالت بتن در یک یا هر دو طرف کمانش به یک نقطه آزار دهنده و ترک خوردگی احتمالی منتج خواهد شد .

درزهای انبساط : EXPANSION JOINTS

خاصیت بتن است که ترک بردارد ، و بدون درزهای انبساط یا کاهش فشار relief برای کنترل و مهار آنها ، ترکها در مکانها و جاهای ناخواسته پدید می آیند . «بتن با اسلامپ – زیاد ترکهای انقباضی بیشتر از بتن اسلامپ – کمتر عرضه خواهد کرد . بتن اسلامپ – زیاد ضعیف و متخلخل یا حفره دار است و نمی تواند در مقابل تنش های عادی تغییر حجم استقامت کند . مخلوط بتن خوب طرح شده با میزان سیمان درست ، و شن و ماسه خوب دانه بندی شده سالم ، بوسیله مهارت و استادکاری بد workmanship هنوز هم ترک برخواهد داشت.»

بعضی از پیمانکاران اطلاعات کامل در مورد بتن یا محصولی را که باید کنترل کنند ندارند . برای مثال ، شبکه مفتولی یا توری مرغی wire mesh ، برای جلوگیری و مهار کردن ترکهای بتن بکار می رود . برای بهترین نتایج مثبت این توری باید تقریباً ۴۰ میلیمتر پائین سطح بتن گذاشته شود . خیلی اقات این توری روی بستر روسازی subgrade گذاشته شده و بتن بالای آن ریخته شده است، جائیکه قدری مناسب است ولی تأثیر بسزایی ندارد .

زهکشی : DRAINAGE

بتن ریخته شده روی رقوم برای جلوگیری از فشار ایستایی hydrostatic آب بستر کوبیده خاک که می تواند ترکهایی را ایجاد کند ، نیاز به زهکشی مناسبی دارد . کاستن ترکهای فشار ایستایی ، ۱۰۰ میلیمتر یا بیشتر سنگدانه درشت خوب کوبیده شده روی بستر کوبیده خاک ضروری است ، آنجائیکه زهکشی آب ضعیف و ناکافی است . با این وجود ، حتی با بتن مطلوب ، با قالب مناسب و تهیه بستر کوبیده و حتی با بتن ریزی صحیح و روشهای پرداخت ، با این همه ترکها می توانند سالهای بعد پدید آیند . بسیاری از جاده های اختصاصی و پیاده روها لبه دار هستند تا چمن را از پخش شدن روی بتن نگهدارند . این لبه زنی یا حاشیه ، چنانچه گودتر و عریض از اندازه لازم باشد ، آبراهه ای sluice برای آب باران که از میان آن حرکت کند شکل خواهد گرفت ، برای آب باران که از میان آن حرکت کند شکل خواهد گرفت ، و این سبب آب بردگی مصالح بستر خواهد شد . اغلب وزن کامیون تحویلی بنزین یا کامیون اسباب کشی moving van بارهای اضافی تر از طراحی را اعمال می کنند که ترکهایی بوجود می آید . توجه فوری بمنظور ترمیم این ترکها برای ممانعت قطعه ترک خورده از فرو بردن و شکستن ضروری است .

گاهی اوقات ترکها می توانند باقی بمانند ، بستگی به خاصیت آنها و شرایط ترافیک دارد . جابجایی و جایگزینی کامل بتن هزینه سنگین دارد . اصولاً روکش کف topping بعنوان راه حل ممکن مورد نظر قرار می گیرد . ضخامت thickness رویه بیشتر به باری که کف معمولاً در معرض آن است و باید تحمل کند و همانطور علل دیگر بستگی خواهد داشت .

روکش های کف : FLOOR TOPPINGS

وقتیکه روکشهای کف اجرا می شوند ، بهتر است که پیمانکار با تجربه و معتبر انتخاب گردد . لایه روکش overlay بتن ، موقعیکه بطور درست ریخته نشود ، می تواند به مشکلی بیشتر از شرایط کف اصلی ارائه شده منتج شود .

«باید قبل از اینکه روکش جدید کف کار گذاشته شود بتن قدیمی با آب اشباع saturated شود. در غیر اینصورت بتن قدیمی بسیار نم گیر و جاذب بوده و آب را از مخلوط روکش جذب خواهد کرد و روکش بدون دوغاب می ماند ، باعث عدم چسبندگی bond بین دو لایه می شود ، و نتیجه آن ترک خوردگی شدید و سطح ناسالم خواهد بود. بعد از اینکه بتن قدیمی خوب با آب اشباع شد ، عامل پیوند ساز (چسبنده) bonding agent باید اجرا شود که تضمین گردد دو لایه خیلی خوب بهم خواهند چسبید . برای بهترین نتایج مثبت از این کار روکش میبایستی وقتی اجرا شود که عامل پیوند ساز هنوز چسبناک است.»

چنانچه روکش بتن برای سطح وسیعی در نظر گرفته شده است جائیکه ترکهای فعال و بتن ناهمسطح در درزهای انبساط و کنترل وجود دارند ، ممکن است شیوه متفاوتی برای عمل آمدن مشکل برگزیده شود .بعد از اینکه سطح قدیمی اشباع شد ، ماسه خشک باید پخش شود و روی تمام سطح کاملاً مسطح شود . ماسه با پلی اتیلن ۶ میلیمتر (پلاستیک) و سطح با حداقل ۵۰ میلیمتر بتن روی صفحه پلاستیکی پوشانده می شود . درزهای کنترل باید در فواصل درست روز بعد ، پس از اینکه بتن گیرایی بدست آورده است برش اره ای saw cut شوند . نگهداری رطوبت با گونی خیس برای حداقل ۴ روز بمنظور عمل آوردن بتن باید انجام گیرد .

رنگ پریدگی : DISCOLORATION

رنگ پریدگی بتن سخت شده می تواند بوسیله بسیاری عوامل بوجود آید .

۱- گرددهی سیمان خشک روی سطح بتن خیس برای سرعت بخشیدن عملیات پرداخت ، بویژه اگر سیمان خشک همان نوع و جنسی نباشد که در مخلوط بتن استفاده شده است . ۲- ماله کشی بیش از اندازه ۳- استفاده اسلامپهای مختلف در همان قسمت اگر مغایرت زیادی وجود دارد . وقتیکه بتن رنگی بکار می رود ، بسیار مهم است که اسلامپ یکپارچه نگهداری شود . ۴- تغییر دادن نوع سیمان در بتن تحویلی۵- اضافه کردن کلراید کلسیم در بتن ، تغییر دادن رنگ بوسیله تاخیر هیدراته شدن یا آبگیری فریتس ferrites در سیمان ۶- ریختن بتن روی بستر subgrade خیش که چاله‌های آب گل آلود دارد . این آب می‌تواند کاملاً با بتن شسته شده و به سطح آورده شود ، رنگ آن قسمت را نسبت به بتن اطراف بسیار روشنتر می کند.«استفاده اسیدفسفریک، که دراکثر شرکتهای تهیه مواد شیمیایی فر اهم می‌شود، بطور کلی اکثر علل رنگ پریدگی را می کاهد . یک pt اسید با ۲ گالن (۷/۵ لیتر) آب سفارش شده است . تمام سطح را با این محلول با استفاده از برس زبر – سفت مالش و شستشو داده می شود . در ابتدا ، طبق عمل آوردن ، سطح بتن تقریباً به رنگ سفید تغییر می کند ، اما این سفید شدن بوسیله ماده شیمیایی بتدریج ناپدید خواهد شد.»

ترک خوردگی سطحی : CRAZING

ترک خوردگی سطحی در بتن سخت شده ، همانطور که در شکل ۹ نشان داده شده است ، معمولاً اندکی بعد از عملیات پرداخت سطح بتن انجام شده ظاهر می گردد . ترکهای انقباض سطحی shrinkage ، معمولاً در روزهایی که رطوبت – پائین است پدیدار می شوند ، وقتیکه باد یا وزیدن باد ملایم به سرتاسر سطح می وزد شکل می گیرند . این ترکها crazing مشکل جدی نیستند و چون سطح بسرعت خشک شده است رخ می دهند .

پوسته شدگی : SCALING

پوسته شدگی (شکل ۱۰) خرابی سطح بتن است . این فرسایش سطحی بصورت پوسته شدن یا ور آمدن flaking off ، در چندین قسمت ، بالا ۱/۵ یا ۳ میلیمتر سطح بتنی شروع می شود . اگر تنها گذاشته شود و ترمیم نگردد ، این فرسایش erosion ممکن است سرانجام از این قسمتها به تمام سطح بتنی پخش شود . لیست پائین چندین علل عملی پوسته شدگی است :

۱- ماله کشی بیش از حد ، که ریز دانه های زیاد را به سطح می آورد ، چسبندگی سطح را با بتن زیری تضعیف می کند .

۲- ریختن بتن در فصل پائیز سال ، موقعیکه درجه حرارت سرما اجازه نمی دهد که بتن بطور درست بعمل آید و مقاومت کافی بدست آورد که در برابر دوره های یخ زدن و آب شدن بعدی و کاربردهای مواد شیمیایی یخ زدا استقامت نماید .

۳- مصرف بتن با مقادیر میزان کم هوا در سطوح باز و در معرض سرمای شدید زمستان .۴- بکار بردن کاربردهای زیاد نمکها و مواد شیمیایی یخ زدا ۵- استفاده بتن با اسلامپ زیاد۶- استعمال روشهای نادرست عمل آوردن بتن یا عدم وجود آن ۷- محافظت ناکافی و نامناسب بتن تازه در طول دوره درجه حرارت هوای سرد .به گونه ای غیر عادی ، ضریب سیمان اثر کمی روی توانایی بتن در معرض هوای سرد شدید دارد که از پوسته شدگی جلوگیری کند . وقتیکه بطور صحیح ریخته شود ، پرداخت گردد ، و بعمل آید ، مخلوطهای کم مایه تر leaner. بهمان خوبی مخلوطهای پرمایه تر richer استقامت می کنند .

لیست اقدامات پیشگرانه و احتیاطی برای اجتناب ورزیدن از پوسته شدگی بشرح زیر می باشد :

۱- از استفاده اسلامپ های بیش از ۱۰ سانتیمتر خودداری گردد .۲-بتن با حباب هوا air-entrained ۴ تا ۶ درصد استفاده گردد.۳-هنگامیکه آب انداختن روی سطح بتن هنوز وجود دارد از ماله کشی خودداری شود.۴-از ماله کشی بیش از اندازه باید اجتناب ورزید۵-برای زهکشی مناسب بتن شیب داده شود۶-عمل آوردن کافی بتن curing پیش بینی گردد .

عمل آوردن : CURING

«عمل آوردن کافی» نه فقط برای عمل آوردن بتن بعد از اینکه تمام شده است ، بلکه عمل آوردن حفاظتی اضافه همچنین یک ماه بعد از اینکه بتن ریخته شده است اشاره می شود . این عمل آوردن دومی درست باندازه اولی مهم است . استعمال ۵۰ درصد روغن برزک جوشیده linseed oil و ۵۰ درصد محلول الکل معدنی ، یا هر مواد درزگیر نفوذی penetrating sealers ، در حفاظت بتن نمایان از دماهای یخبندان با اهمیت است .اپوکسی epoxy ، نوع رزین ها resins ، بعنوان اندود یا مواد درزگیر نفوذی در دسترس قرار دارد . ترکیب محصول شامل حلال یا تینری solvent است برای باز کردن منفذهای موئینه capillary pores سطح ، که سپس با رزین مصنوعی synthetic resin پر می شوند . مثل استعمال روغن برزک ، سطح بتن درزگیری می شود ، که از ورود مایعات مخرب جلوگیری شود . مواد درزگیر نفوذی اپوکسی از مخلوطهای روغن برزک گرانتر است ، اما بطور کلی برای استفاده در تامین حفاظت دارای اثر دراز مدت مناسب و قابل توجیه است .

تعویض بتن

تعویض کامل بتن خراب همیشه باید آخرین اقدام باشد. اگرچه گاهی جابجایی ضروری است، مثل بتن قدیمی و شکسته پیاده‌روها، اما اکثر سازه‌ها قابل تعمیر هستند. بخاطر عرضه جدیدتر محصولات تخصصی ترمیم و روشهای استفاده آنها، اِشکال بتن می‌تواند ترمیم شود و قویتر و بادوامتر از بتن اصلی ساخته شود.

ترکها

تعمیر ترکهای بتن احتمالاً عادی‌ترین کار است. ترکها بوسیله عوامل مختلفی بوجود می‌آیند. دو نوع ترک وجود دارد: فعال و غیرفعال. ترک غیرفعال مثل ترک انقباض و تکیدگی بتن در اثر از دست دادن آب، بوجود می‌آید و از آن ترکهایی است که احتمال ندارد در وضع و خصوصیت تغییری کند، و ممکن است نادیده گرفته شود. ترکهایی که در طول و عرض افزایش می‌یابند یا زیر بارها حرکت یا جابجایی نشان می‌دهند فعال در نظر گرفته می‌شوند. چنین ترکهایی می‌بایستی به محض اینکه دیده شوند مرمت گردد، تا از گسترش آنها به عنوان مشکل جدی در آینده فوراً جلوگیری شود.

تـرکها : عـلل

متأسفانه، ترکها بوسیله بسیاری شرایط مختلف که دلایلی برای پیدایش آنها براحتی تعیین نمی‌شود بوجود می‌آیند. بعضی ترکها هنگامی که بتن در حالت خمیری یا در زمان گیرش اولیه است، ایجاد می‌شوند، ترک‌خوردگی بوسیله‌ی یکی از عوامل ذیل بوجود می‌آید: ۱- نشست ناشی از بستر کوبیده ناپایدار ۲-گسیختگی سطح زیر اساس ۳- اجرای قالب نامرغوب و بد ۴- عدم وجود کافی میلگرد و یا مکان نامناسب آن ۵- زنگ روی میلگرد فولادی ۶- بتن با اسلامپ بالا ۷- ویبره زدن ناکافی یا نادرست عدم عمل آوردن بتن ۸- تغییر حجم ناشی از نشست در بتن خمیری ۹-لرزاندن شدید زمین در همان نزدیکی، مثل شمعکوب ۱۰-برداشتن قالب‌ها قبل از اینکه بتن به اندازه کافی به عمل آمده باشد ۱۱- فقدان یا ناکافی بودن درزهای کنترل و انبساط تصمیم درباره اینکه آیا بعضی از این ترک‌ها ترمیم شوند یا خیر، تا حدودی به استفاده بعدی سطح بتن خراب بستگی دارد. بتن غیرفعال روی کف بتنی که بوسیله سرامیک یا رویه پوشیده می‌شود کمی یا هیچ مراقبتی احتیاج ندارد. همین نوع ترک که خارج از ساختمان پیدا می‌شود برای جلوگیری از فعال شدن آن تحت شرایط هوای نامساعد باید حتماً تعمیر گردد. ترکهای سطح داخلی کمتر احتمال دارد که تحت شرایط عادی از ترکهای سطح خارجی که در معرض زیادتر تغییرات در حجم هستند، جدی‌تر شوند.

اپوکسی‌ها

زمانی که ترک بتن عیب جدی سازه‌ای را نشان می‌دهد، هزینه مواد تعمیر نباید در نظر گرفته شود اگر مواد تعیین شده بتواند مشکل را بطور دائمی رفع نماید ممکن است اپوکسی در نظر گرفته شود. محصول اپوکسی، برای چنین مشکل خاصی ساخته شده است و با موفقیت طی سالها کار کرده است. مغزه‌های بتنی گرفته شده از ترک یک قسمت تعمیر شده، مقاومت بالاتری از مغزه‌های گرفته شده از همان سطح نزدیک قسمت سالم داشته است.

اپوکسی خاصی که اینجا ذکر می‌شود عبارت است از دو سیستم ترکیب‌دهنده که ۱۰۰ درصد جامد تولید می‌شوند و رزین اپوکسی اصلاح شده که در داخل ترک تزریق می‌شود و خود پیوندساز است. حقیقت دارد، این روش از سایر روش‌ها گرانتر است، نه فقط بخاطر هزینه مواد بلکه همچنین بخاطر روش استعمال آن. هرجا که لازم باشد، در امتداد خط ترک، درب با روزنه‌های ورودی مخصوصی برای تزریق مواد نصب می‌شود. روزنه- سطوح آزاد روی سطح ترک با خمیر سیمان هیدرواستاتیک مخصوص برای پیشگیری تراوش درزگیری می‌گردد. بعد از اینکه ترکها آماده شده‌اند، رزین در درون روزنه‌ها تزریق می‌شود تا اینکه سرتاسر ترک پر شود. بعداً، درب یا روزنه‌ها برداشته می‌شوند، و سطح ترک آستر می‌شود تا به صورت سطح صافی درآید.«امتیاز مهم سیستم‌های اپوکسی، مانند سیمانهای فسفات منیزیم توانایی این محصولات است که در دمای زیر یخبندان بکار برده می‌شوند. بعضی از اپوکسی‌ها کاربردشان را در سطوح مرطوب، خیس و خشک مجاز می‌دانند. این اپوکسی‌ها سریعاً سخت شده و زیر آب در تعمیر سدها با موفقیت بکار رفته‌اند». در هر حال استفاده اکثر محصولات اپوکسی به استخدام پیمانکار آگاه با محصولات مختلف آن آشنا است، آماده کردن دست سطح اشکال کار یا ترک، و روش صحیح استعمال این مواد نیاز دارد.

آماده‌سازی سطح ترمیم

صرفنظر از مواد تعمیر برگزیده، موفقیت و نتیجه مطلوب پروژه به مصالح بکار رفته و همچنین به آماده‌سازی سطحی که قرار است مرمت شود، بستگی دارد. آماده‌سازی نادرست سطح، ناتوانی و کوتاهی در پیگیری و توجه به سفارشات تولیدکنندگان برای استفاده مواد، قدر مسلم دوران کوتاه علاج را تضمین می‌کند.شیوه‌های پیشنهاد به منظور آماده‌سازی درست سطح به شرح ذیل می‌باشند:۱-تمام مصالح (شن و ماسه) سست در سطوح کوچک، مثل سوراخ در جاده یا دیوار، باید با استفاده از وسایل دستی هوای فشرده برداشته و پاک شوند.۲-در سطوح وسیع، مثل سطوح پوسیده یا پوسته شده، سطح کهنه بوسیله ماسه‌پاشی یا آب‌پاشی، یا بوسیله چکش باید بوسیله خراش دادن، یا بوسیله پتک‌کاری می‌تواند تمیز شود.۳-تمام گرد و غبار و خرده‌سنگ‌ها باید تمیز شود تا چسبندگی کامل مواد تعمیر تضیمن گردد. استفاده از جارو، آبپاشی و یا هوای فشرده معمولاً نتیجه مطلوبی خواهد داشت.

وقتی که جارو استفاده می‌شود ذرات ریز گرد و غبار کاملاً پاک می‌شوند.۴-سطح تعمیری بایستی از هر روکش کهنه موجود تمیز گردد، تمام روغن‌ها، گریس‌ها، لکه و محلول‌های مومی پاک شوند. اگر سطح قدیمی کمی خاکی شده است، استفاده از مواد شیمیایی جهت نظافت سطح کافی است.۵-نشت‌های رنگ یا مواد قیری بهتر است بوسیله شعله زدن پاک شود.

بتن لغزنده

بسیاری از کف‌های بتنی بدون هیچ عیب جدی به علت عبور و مرور و قدم زدن لغزنده می‌شوند و هیچ چیز جز رنگ زبر کننده ضدلغزش سطح، لازم ندارند. رنگ زبر کننده ضدلغزش قابل اطمینان بطور معقول‌گران نیست و خوب ایستادگی خواهد نمود. روی رمپهای اتومبیل، یا روی کف کارخانه‌های صنعتی، شیمیایی، پوشش‌های اپوکسی در نظر گرفته می‌شود. آنها خیلی بادوام هستند، در مقابل فرسایش ترافیک سنگین استقامت می‌کنند، و در طرح‌های زبر کننده ضد لغزش و صاف می‌توانند بکار برده شوند. در هر حال، بدون توجه به محصول مرمت برگزیده شده، سطح کهنه قبل از کاربرد باید کاملاً تمیز شود.

احتیاط در محصول ترمیم

اکثر اپوکسی‌ها در دو سیستم ترکیب‌دهنده ساخته می‌شوند. هر جزء ترکیب دهنده فقط دوام خودش را دارد، اما وقتی هر دو جزء به یکدیگر اضافه و مخلوط می‌شوند، زمان معین برای کاربرد بسیار محدود می‌شود. مخلوط به سرعت سخت می‌شود و در ظرف چندین ساعت مقاومت فوق‌العاده‌ای را بدست می‌آورد. بهمین دلیل این محصول مرمت مناسبی برای سطوح بتنی است که باید برای عبور و مرور در اسرع وقت گشوده شوند.رزین‌های اپوکسی ترکیبات آلی هستند که مقاومت و خواص چسبندگی فوق‌العاده‌ای را ایجاد می‌کنند که استقامت فیزیکی خوبی دارند و در برابر مواد شیمایی مقاوم هستند. این رزین‌ها در برابر ترک مقاومت و در برابر نفوذ آب ایستادگی می‌کنند. رزین‌های اپوکسی می‌توانند در سطوح مرطوب و خشک در دماهای بالای یخبندان بکار برده شوند و برای خشک کردن سطوح در صفر درجه فارنهایت بکار می‌روند.

معدودی از محصولات اپوکسی در پائین ذکر شده است. آنها بخش اعظم سیستم‌های اپوکسی اصلاح شده یا رزین مصنوعی هستند. ۱- درزگیری‌های نفوذی ۲- سیستم‌های آب‌بندی ۳- سیستم‌های چسباندن و پیوند- فولاد و بتن ۴- سیستم‌های ضد خورنده ۵- سیستم‌های تزریق بتن ۶- سیستم‌های وصله کردن ملات ۷- سیستم‌های ضدلغزش سطح ۸- سیستم‌های اندود یا روکش و رنگ کردن ۹-ماده درزگیر۱۰-آستردر شماره ۶، بعد از اینکه دو ترکیب دهنده رزین مخلوط شدند ماسه سیلیسی اضافه می‌شود. وقتی که سوراخ مرمت عمیق است، سنگدانه درشت مخصوصی ممکن است برای افزایش حجم اضافه گردد. به منظور ایجاد سطح ضدلغزش و بادوام، مصالح سنگی خیلی ریزدانه، مشابه ماسه‌پاشی، در رزین‌های محصول شماره ۷ گنجانده می‌شوند. این دو محصول شماره ۶ و ۷ سیستم ترکیب‌دهنده‌ی سه جزئی شمرده می‌شوند، در حالی که بقیه سیستم‌های ترکیب دهنده‌ی دو جزئی هستند.

لاتکس و ملاتهای سیمانی اصلاح شده با آکریلیک

مصالح لکه‌گیری و وصله‌کاری متدوال‌تر، مثل لاتکس یا شیره لاستیک- و ملات‌های سیمانی اصلاح شده با آکریلیک، همراه با اضافه کردن لاتکس مصنوعی، محصولات ممتازی هستند که خوب اجرا می‌شوند، راحت بکار می‌روند، و ارزانتر از مواد اپوکسی هستند. این محصولات مقاومت داخلی زیادتری از ملات‌های ساده سیمانی بوجود می‌آورند. آنها دوام و انعطاف بیشتری دارند، و در مقابل دوران یخ بستن و آب شدن بهتر از وصله و اصلاح کردن معمولی متداول استقامت می‌کنند. هرچند آنها همانند مواد اپوکسی در برابر حملات مواد شیمیایی مقاوم نیستند، این مواد برای سطوحی که معمولاً در ارتباط با چنین نیروهای مخربی نیستند، انتخاب مناسبی می‌باشند.

بیرون‌پریدگی‌ها

بیرون‌پریدگی‌ها بوسیله دانه‌های درشت در حال فروریختن قریب‌الوقوع سطح بتنی ایجاد می‌گردند. این دانه‌ها به آسانی آب را جذب می‌کنند و در شرایط یخبندان منبسط و خراب می‌شوند، لایه نازک سطح روی ملات را می‌ترکانند.

سوراخ ناشی از آن جای مناسبی است برای نگهداشتن آب که بتوانند در هوای سرد یخ بسته سبب خرابی بیشتر شود.
مشکلات بیشتر بیرون‌پریدگی بوسیله درست کردن تمام مساحت سطح با ماده درزگیری مایع- مانع آب به منظور پیشگیری بیشتر جذب آب جلوگیری نمود. سوراخ‌ها ممکن است با ترکیبات آکریلیک یا ملات‌های سیمانی اصلاح شده با لاتکس یا شیره لاتیک که خود- پیوند هستند پر شوند.

پودرشدگی

پودرشدگی بوسیله وجود پودر ریز مایل به سفید روی سطح کف‌ها نشان داده می‌شود. معمولاً پودر یا گردشدگی وقتی که سطح ماله کشیده می‌شود در حالی که آبدهی هنوز روی سطح بتن است بوجود می‌آید. یکی یا دو کاربرد محلول فلوئوسیلیکاتی منیزیم و فلوئوسیلیکاتی فلز روی معمولاً مشکل را علاج خواهد کرد. این محلول در شکلهای پودر و مایع موجود است.
سطح پودر شده بوسیله پاشیدن محلول روی آن و پخش کردن آن سرتاسر تمام سطح با جارو یا زمین شور اشباع می‌شود. در جریان استعمال محلول حباب‌هایی دیده خواهد شد که انتظار آن می‌رود. اصلاح قطعی در حدود ۲۴ ساعت ملاحظه گردید. هر جای دیگر که لازم باشد، استعمال دوم به همین طریق انجام می‌پذیرد.

کرمو شدگی

کرمو شدگی بوسیله بکار بردن مخلوط سیمان با سنگدانه درشت بیش از اندازه، بوسیله تراوش ملات در سراسر قالب‌ها، بوسیله بتن با اسلامپ خیلی کم، و بوسیله ویبره نادرست یا ناکافی ایجاد می‌شود. گذشته از اینکه ظاهر ناخوشایندی را ایجاد می‌کند. سطح کرمو شده می‌تواند پیوند ضعیفی در سازه باشد.موقعی که سطوح کوچک کرمو شده در حال آماده‌سازی است، مثل وقتی که سوراخ‌های کوچکی تعمیر می‌شوند، احتمال دارد که سطح آماده‌سازی جهت مرمت ناقص یا کم انجام گیرد، که در نتیجه اغلب وصله از جا بیرون آمده و کنده می‌شود. برداشتن تمام دانه‌های مصالح سنگی سست به منظور مرمت ثمربخش و بادوام اساسی است. تمام سنگدانه‌های نمایان و شکاف‌ها بایستی خیس شده و عامل پیوندساز مناسبی بکار برده شود. معمول‌ترین مواد بکار رفته اپوکسی‌ها ملاتهای منبسط شونده و ملاتهای سیمان پرتلند هستند. مواد برگزیده شده باید غلیظ و بطور محکم در داخل محل تعمیر فشرده شوند.هرگاه سطح مورد تعمیر وسیع است، بهتر است که از قالب استفاده گردد. بعضی‌ها بطور کامل قالب می‌بندند، و مواد تعمیر تحت فشار از میان روزنه‌ها، در قالب تزریق می‌شود. روش دیگر بازگذاردن فضای باز در بالای قالب است، و سپس بتن ریخته می‌شود، مشابه با مخلوط اصلی، بتن از میان سوراخ ریخته و خوب متراکم می‌گردد. بعد از اینکه بتن به اندازه کافی سخت شد باز کردن قالب‌ها بلامانع است. سطح سوراخ که قبلاً بدون تعمیر مانده است سپس اصلاح می‌گردد.

حفره‌زایی

حفره‌زایی، در ظاهر خیلی شبیه کرموشدگی است، می‌تواند ماهها یا سالها بعد از اینکه بتن ریخته شده است پدیدار گردد. هر جایی که جریان آب وجود دارد که از یک شئی برآمده (یا برجسته)، یا دیوار قائم ناصافی بگذرد، حفره‌زایی ممکن است روی مقطع پائین دست جریان ناصافی پدید آید. تکنیک‌های یکسان بکار رفته برای کرموشدگی برای تعمیر حفره‌زایی نیز استفاده می‌شود و یقیناً سطح کاملاً صافی باید درست شود.

آب در زیرزمین‌ها

آب در زیرزمین ساختمانهای مسکونی مسئله‌ای عادی بشمار می‌آید. هرچند بتن ریخته شده فونداسیون که در مقایسه با بلوک توخالی در مقاومت و تراکم برتر و شناخته شده است ولی خشک بودن زیرزمین را تضمین نمی‌کند.
بطور ایده‌آل، به منظور ممانعت از تراوش آب به داخل زیرزمین باید کارهای احتیاطی در خصوص پیشگیری آب در جریان اجرای فونداسیون انجام پذیرد که بدین قرار است:

۱- غلاف یا بوشن (لوله‌کشی) زهکشی باید در پی نصب شود تا آب از زیر کف زیرزمینی به منبعی در خارج از ساختمان، مثل چاه یا شیب طبیعی محلی تخلیه شود. بوشن اضافی بایستی داخل دیوار برای فراهم کردن راه ورود بعدی تأسیسات ضروری (آب، برق، تلفن...) نصب شود.

۲- تجربه نشان داده است که قبل از خاکریزی، اندود قیری روی دیوار، متعاقب آن اجرای صفحه پلاستیکی ۴ میلیمتر روی‌اندود در حالی که هنوز چسبناک است اثر بسیار مثبتی دارد. اتصالات صفحه پلاستیکی باید کاملاً روی هم قرار گرفته و درزبندی شوند.

۳- در اجرا هر جایی که زهکشی خاک کم یا ضعیف است، زهکشی‌هایی باید اطراف محیط خارجی ساختمان تهیه شود. حداقل ۱۰۰ میلیمتر سنگدانه درشت زیر کف زیرزمین گذاشته شود که از فشار ایستاتیکی آب کاسته شود.

۴- در سازه‌هایی که با دیوارهای بتنی ریخته شده است، سوراخ‌های میله مهار باید با سیمان آبی یا معمولی پر شوند که از نشت آب جلوگیری به عمل آید.

همین محصول می‌تواند برای پر کردن ترکهای کف و متوقف کردن نشت سرتاسر کف محیط داخل ساختمان که بوسیله انقباض بتن بوجود آمده است مورد استفاده قرار گیرد.

۵- اگر شکافهای ترک بتنی برای بکارگیری سیمان، یا سایر مصالح مرمت خیلی باریک هستند، بایستی تا عمق حداقل ۱۲ میلیمتر عریض شوند.

۶- هر سوراخی در دیوار داخلی باید با سیمان آبی اصلاح شود تمام سطح دیوار با مواد آب‌بندی قابل اعتماد عایق‌کاری گردد و در اکثر مناطق پیمانکار ساختمانی برای هر نوع عیبی در اجرا برای حداقل یکسال مسئول است.

۷- گاهی اوقات، آب در زیرزمین، بوسیله آب باران از لوله ناودان باعث می‌شود. زانویی در قسمت پائین بدنباله زهکش دور از فونداسیون وصل می‌شود که معمولاً مشکل رطوبت را رفع خواهد نمود.

۸- چنانچه همه اینها با شکست مواجه شود، نصب پمپ چاهک ممکن است ضروری باشد.

شوره‌زدگی

شوره‌زدگی یا سفیدک لکه سفید روی سطوح بتنی است که بوسیله نفوذ رطوبت از میان سطح بتنی بوجود می‌آید. این لکه‌ها به سادگی با آب و صابون شسته می‌شوند و با آبکشی خاتمه می‌یابند. چنانچه لکه‌ها پاک نشوند و یا شدید و سخت باشند، اسید رقیق موری آتیک را بکار برده، و سپس کاملاً شسته شود، که معمولاً مشکل را رفع خواهد نمود.

انتخاب مصالح ترمیم

انتخاب ماده مرمت که بکار برده می‌شود نه فقط به ماهیت خاص اِشکال بلکه هم چنین به عملکرد سازه، در اختیار بودن وسایل و کارگر ماهر، اهمیت مربوط به نما، و البته هزینه‌های موجود برای تعمیر بستگی خواهد داشت.

فهرست زیر بعضی از مواد مرمت هستند که غالباً مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ملاتهای اصلاح شده با آکریلیک - درزگیرهای ارتجاعی -اپوکسی‌ها-ملاتهای منبسط شونده-رزینهای اپوکسی انعطاف‌پذیر ترکیب اصلاح شده با لاتکس-بتن سیمان پرتلند، دوغاب، یا ملات-مواد زودگیر

برای ترک‌های فعال، برای جایگزینی درزهای انبساط، یا برای استفاده بین هر دو سطحی که در معرض جابجایی هستند، درزگیرهای ارتجاعی انتخاب مناسبی است. آنها قادرند که بعد از تغییر شکل براحتی به شکل اصلی‌شان برگردند. بسیاری از این مواد بین دو سطح چسبندگی خودشان را نگه می‌دارند حتی وقتی که در معرض نیروهای کششی یا پیچشی قرار می‌گیرند.

ملات‌های منبسط شونده

ملاتهای منبسط شونده، دوغاب‌ها و بتن‌ها به منظور از بین بردن انقباض بوجود آمده‌اند. چندین روش تولیدی صنعتی در این انواع استفاده شده است و برای انتخاب نوع درست آن باید کاملاً دقت شود.

مواد زودگیر

مواد زودگیر، عموماً به عنوان «سیمانهای هیدرولیکی یا آبی یا درزبندهای آب» اشاره می‌شود که به سرعت سفت شده و در دقایقی سخت می‌گردند. این مواد هر جایی که آب از سوراخی تحت فشار بیرون آید مفید هستند.
بتن اصلاح شده- با لاتکس بخاطر خواص چسبندگی و مقاومت فشاری و کششی بالا خیلی رایج شده است. مواد زودگیر نسبتاً انعطاف‌پذیرند، ضریب جذب آب پائینی داشته و بادوام هستند. این محصول برای تعمیر بتن جاده‌ها، پل‌ها و کف‌های پرتردد و مقاوم سفارش می‌گردد. بتن سیمان پرتلند مثل مواد مرمت برای تعمیرات اساسی چندین مزیت دارد. براحتی در دسترس است، کاملاً شناخته شده و قابل فهم است و نسبتاً ارزان است.

ملات سیمان پرتلند

ملات سیمان پرتلند برای تعمیرات مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هرگز نباید در اشکالات کم عمق یا سطحی بکار برده شود، چنانکه معمولاً به خوبی استقامت نخواهد کرد. همه تعمیرات ملاتی باید حداقل ۴۰ میلیمتر عمق داشته باشند هرگز لبه زبانه‌ای نباشند. اضلاع سطح مرمت بایستی نسبت به عمق کامل تعمیرکاری عمودی باشند.
همانند هر تعمیر بتنی دیگری، وقتی که سیمان پرتلند بکار برده می‌شود موارد ذیل رعایت گردد:
الف- سطح مرمت دقیقاً کنده و تمیز شده و باید با آب اشباع شود، به عبارتی از جذب کردن آب وصله جلوگیری گردد.
ب-سپس ماده پیوندساز باید بکار برده شود، و در حالی که این ماده هنوز چسبندگی دارد، ملات سفت بایستی با دقت به داخل محل تعمیر فشرده شود.ج-در اسرع وقت چتایی یا گونی خیس روی سطح تعمیر گذاشته می‌شود و برای حداقل ۳ روز مرطوب نگهداشته شود. د-در تعمیر قسمت‌های مهم سازه، استفاده اپوکسی باید بطور جدی مورد نظر قرار گیرد.

پل‌های بتنی، تخریب

نگهداری نادرست و عدم بازرسی پل علل اصلی در تخریب پل‌ها می‌باشد. به سادگی می‌توان فهمید که چرا بعضی از پل‌ها، قبل از پیدایش بتن با حباب هوا و دیگر پیشرفت‌های تکنولوژی ارائه شده ساخته شده‌اند.مطالعات معلوم کرده است که علت اصلی تخریب سطحی، زنگ زدن و قرار دادن میلگردهای فولادی جاسازی شده (مدفون) در بتن بوده است. میلگرد گذاشته شده در بتن همراه با اولین اثر زنگ زدن- پوسته شدگی علت مهم آن بوده است. میلگرد قرار گرفته خیلی نزدیک به سطح بتن عامل بسیار مهمی بوده است. آب و مواد شیمیایی یخ زدا، وارد بتن شده آرماتور رافرسوده نموده و در خرابی بتن برای نگهداشتن بارها کمک کرده است.طراحان پل، آرماتورهای فولادی را حداقل ۷۵ میلیمتر زیر سطح بتن قرار می‌دهند.

بخیه‌زنی بتن

این روش بوسیله مته سوراخ‌های با فواصل مشخص در هردو طرف ترک ایجاد می‌شود. سپس دوغاب در گیره‌های بخیه‌زنی (میله های فلزی شکل U با پایه‌های کوتاه) ریخته می‌شود. وقتی که مقاومت کششی باید از عرض ترک‌های اصلی دوباره تثبیت گردد، بخیه‌زنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بخیه‌زنی ترک سازه را سفت و تقویت می‌کند، و تقویت گیرداری کلی سازه‌ای را تشدید می‌نماید، و ممکن است سبب شود که بتن در نقطه دیگری ترک بردارد، بنابراین، شاید لازم باشد که با بکار بردن میلگردگذاری جاسازی شده در لایه روکش مقطع مجاور هم تقویت گردد. روش بخیه‌زنی بدین قرار است: ۱-سوراخ کردن هر دو طرف ترک با مته، تمیز کردن سوراخ‌ها، و مهار کردن پایه‌های گیره در داخل سوراخ‌ها، با دوغاب غیرافتی یا رزین اپوکسی محل در دست مرمت چسبانده می‌شود. گیره‌های بخیه باید در طول یا جهت یا هر دو حالت متغیر باشند. گیره‌های بخیه باید سراسر سطح مرمت پخش شوند بطوری که نیروی کششی انتقال یافته ازیک طرف به طرف دیگر ترک به سطح منفرد یا تکی اعمال نگردد.۲- فاصله‌گذاری گیره‌های بخیه در انتهای ترک‌ها باید کاهش یابند. علاوه بر آن، حفر کردن سوراخ‌ها در هر انتهای ترک باید مورد توجه قرار گیرد که تمرکز تنش آزاد شود.

۳-هرجا که ممکن است، هر دو طرف مقطع بتن بخیه زده شود. بدلیل اینکه حرکت زیاد سازه‌گیرها را خم یا به زور باز نکند. در خم کردن قطعات، ممکن است که یک طرف ترک فقط بخیه زده شود. این عمل باید در طرف نیروی کششی انجام گیرد، جائیکه حرکت اتفاق می‌افتد. اگر قطعه سازه‌ای در حالت نیروی کششی محوری است، آنگاه گیره‌ها باید بطور قرینه قرار گیرند. ۴-بخیه‌زنی ترک را نمی‌بندد اما می‌تواند از زیاد و پخش شدن بیشتر آن جلوگیری نماید. هر جایی که مشکل آبی وجود دارد، ترک باید آب‌بندی شود تا از خوردگی گیره‌ها حفاظت شود.۵-گیره‌ها نسبتاً نازک و دراز هستند و قادر نیستند نیروی فشاری زیادی را تحمل کنند. در نتیجه، چنانچه تمایلی برای بستن و باز شدن ترک وجود دارد، گیره‌ها باید سفت و سخت و تقویت شوند.

مراجع

۱- حسین میسمی ، ریحانه تقی پور، احسانه تقی پور، سعیده میسمی ،عوامل نخریب بتن و بهسازی آن، ، انتشارات سازمان عمران،۱۳۸۹

۲-حسین میسمی ، نوشین شاه نعمت الهی ارزیابی، دوام و نگهداری سازه‌های بتنی، انتشارات سازمان عمران،۱۳۸۹

۳-ایمان الیاسیان، تکنولوژی بتنهای توانمند، سایت Iransaze

۴-ایمان الیاسیان، کاربرد ترکیب ژئوممبران و ژئو تکستیایل در ایزولاسیون مخازن بتنی سایت hamkelasy

۵- ایمان الیاسیان، کاربرد پوششهای صنعتی در نفوذ ناپذیری بتن واقع در محیط خورنده سایت hamkelasy

۶- گزارشات فنی عملیات تزریق- شرکت مهندسین مشاور مهاب قدس.

۷-صمد صالحی، فصلنامه فنی-مهندسی،پزوهشی عمران ومقاوم سازی،شماره نهم،بهار۱۳۸۸

۸-فرشاد وزین رام، جزوه مصالح ساختمانی،دانشگاه شهید بهشتی تهران

۹-داوودمستوفی نژاد،تکنولوژی بتن،انتشارات ارکان دانش

۱۰-داودمستوفی نژاد،مباحث نظام مهندسی استان اصفهان پیرامون ترک خوردگی دربتن

۱۱-علی اکبر رمضانیانپور،تکنولوژی عالی بتن