

ترمیم سازه ها

فصل چهارم:

وصله کاری و مرمت رویه

حر خسروی

# ۱- نکات کلی در وصله کاری

2

وصله کاری عبارت است از مرمت سطح نسبتا کوچک آسیب دیده ای از بتن.

\* در مواردی که عمل آوری سریع و مقاومت چسبندگی بالا لازم باشد، به جای ملات سیمان می توان از ملات اصلاح شده با لاتکس و ملات اپوکسی استفاده کرد.

\* در مورد تعمیرهای موقت سریع یا وصله کاری سازه های آسیب دیده تخت، از مصالح زودگیر بر اساس فسفات منیزیم و یا براساس سیمان پر آلومین استفاده می شود.

\* گرچه ملات و بتن وصله کاری به مقاومت پیوستگی کافی با بتن می رسد، اما برخی از ماده پیوند ساز (چسباننده) استفاده می کنند. ماده پیوند ساز می تواند دوغاب سیمان و ماسه، دوغاب سیمان و لاتکس یا انواع اپوکسی ها باشد. استفاده از ماده پیوندساز، هزینه تعمیر را افزایش می دهد. به طور کلی در وصله کاری دوغاب سیمان کمترین و اپوکسی بیشترین هزینه را دارد.

\* ماده پیوند ساز باید پس از آماده سازی بستر به کار رود. در صورت استفاده از مواد لاتکسی باید ابتدا سطح بتن را خیس کرده و سپس اجازه دهیم تا خشک شود. ولی در استفاده از اپوکسی، بتن باید خشک باشد تا اپوکسی به درون بتن نفوذ کند و در صورت مرطوب بودن بتن، رطوبت مانع چسبیدن اپوکسی می شود.

\* به طور کلی تعمیر با مصالح سیمانی معمولا به محافظت اولیه نیاز دارد، به دلیل اینکه خشک شدن سریع این مواد می تواند هیدراتاسیون سیمان را متوقف کند. بنابراین در صورت استفاده از دوغاب سیمان و ماسه به عنوان ماده پیوندساز، عمل آوری باید تا هیدراتاسیون کامل سیمان ادامه یابد. در غیر این صورت ترک های انقباضی پدیدار و دوغاب ورقه ورقه می شود.

\* در صورت استفاده از دوغاب سیمان و لاتکس به عنوان ماده پیوندساز، ۲ پیمانۀ سیمان با ۱ پیمانۀ لاتکس مخلوط می شوند. این نوع دوغاب نیازی به محافظت در مدت عمل آوری که مدت زمان کوتاهی است ندارد.

\* ملات اصلاح شده با لاتکس حباب های هوای محبوس در بتن و کارایی را افزایش می دهد که برای کاهش آن، باید ملات را به صورت دستی یا با مخلوط کن های کم سرعت مخلوط کنند. ضمنا اضافه کردن آب باید به تدریج و با احتیاط صورت گیرد تا موجب جدایی مخلوط نشود.

## ۱-۱- وصله کاری با مصالح سیمانی

\* کوبیدن بتن به منظور تراکم خوب و پر شدن کامل گوشه ها

\* در قلوه کن شدگی کم عمق و معمولی به نکات زیر توجه شود:

- ✓ ملات وصله کاری به صورت لایه لایه به ضخامت ۱ سانتیمتر ریخته شود.
- ✓ اولین لایه، بلافاصله بعد از پوشش سطح بتن با مواد پیوند ساز و در حالی که مرطوب است، ریخته شود. در غیر این صورت پیوستگی حاصل کم می شود.
- ✓ هر لایه باید یک یا دو روز قبل از قرار گیری لایه بعدی مرطوب نگه داشته شود و ترجیحا سطح هر لایه خراش داده شود.

\* در وصله کاری عمیق نکات زیر حائز اهمیت است:

- ✓ ساخت قالب جهت تراکم کردن بتن مناسب است.
- ✓ حداکثر اندازه سنگدانه برابر نصف فاصله آزاد آرماتورها باشد.
- ✓ برای مناطق وسیع، ابتدا یک لایه اولیه بتنی روی بستر ریخته شده و سپس ملات نهایی را می ریزند و با پیوسته مرطوب نگه داشتن در چند روز عمل آوری نمود.

\* وصله های با مواد سیمانی، بعد از خشک شدن تیره تر از بتن اطراف هستند که می توان مقداری سیمان سفید اضافه کرد.

## ۱-۲- وصله کاری با مواد رزین پایه

\* آماده سازی سطح برای وصله کاری با مواد رزینی معمولا مانند مواد سیمانی است. اپوکسی ها موادی ۲ یا ۳ جزئی هستند که باید بلافاصله قبل از استفاده باهم مخلوط شوند و میزان اختلاط می بایست به همان نسبتی که سازنده قید کرده، باشد.

\* معمولا لازم است که یک آستر یا آستر اتصال از رزین اشباع شده بر سطح های تازه رخنه یافته بتن و میلگردها، بلافاصله بعد از آماده سازی سطح کشیده شود. معمولا یک لایه اندود کافی است، ولی مخصوصا در جایی که سطح بستر کار پر منفذ است، دو لایه اندود نیز به کار می برند. اگر از دو لایه اندود آستر استفاده می شود، لایه دوم را باید پیش از آنکه لایه اول بیش از حد عمل آوری شود به کار برد. در بیشتر سیستم های رزین پایه، مواد وصله کاری را باید در حالتی که اندود آستر هنوز چسبناک است به کار برد و نیز هر لایه جدید را باید پیش از آنکه لایه قبلی بیش از حد عمل بیاید، مورد استفاده قرار داد.

\* از آنجایی که وصله های رزینی، محیط قلیایی برای فولاد فراهم نمی کنند؛ تراکم مناسب و غیر قابل نفوذ کردن وصله های رزینی ضروری است. تراکم موجب خروج اولیه و عدم امکان نفوذ اکسیژن، رطوبت و دیگر مواد خورنده می شود.

\* هرچه عمل آوری مواد تعمیر رزینی بیشتر باشد، آهنگ افزایش حرارت بیشتر است. در وصله های کوچک، حرارت به راحتی خارج می شود و افزایش حرارت مشکلی ایجاد نمی کند. ولی در وصله هایی که نسبت مساحت رویه به حجم آن ها کم است، افزایش درجه حرارت قابل توجه خواهد بود و این امر باعث انباشت شدن تنش های حرارتی در ضمن خشک شدن مواد می شود.

\* به همین دلیل حجم زیادی از مواد نباید در یک پیمانانه با هم مخلوط شوند. چون سرعت واکنش به دما بستگی داشته، آهنگ سفت شدن یا افزایش دما در اثر حرارت آزاد شده از واکنش گرمازا در کل مواد شتاب می گیرد. این امر می تواند سبب سفت شدن رزین مخلوط شده در ظرف، قبل از استفاده کامل از آن شود.

## ۱-۳- سیمان های فسفات منیزیم

\* میزان آب مصرفی در این بتن و ملات بسیار محدود است و آب بیشتر موجب آب افتادگی، جدایی مواد و کاهش مقاومت می شود.

ملات: ۱.۵lit آب + ۲۵ kg از مواد مخلوط شده

بتن: ۱.۵lit آب + سنگدانه ۱۰ میلیمتری + ۲۵kg مواد از پیش مخلوط شده

\* جهت جلوگیری از گیرش سریع، باید ملات MPC را به آب اضافه کرد و زمان اختلاط ۲ تا ۳ دقیقه می باشد. جهت ساخت بتن، (۱) ابتدا مخلوط کن را خیس کنید، (۲) آب اندازه گیری شده را اضافه کنید، (۳) اضافه کردن سنگدانه مناسب و (۴) اضافه کردن ملات بسته بندی شده MPC.

\* عمر کارایی ملات با سیمان فسفات منیزیم پایین است. بنابراین، میزان مصالح مخلوط شده باید متناسب با مدت ملات ریزی و پرداخت آن باشد.

\* برای تعمیر های کم عمق میتوان از کوبه چوبی استفاده کرد، اما برای تعمیرهایی با عمق بیش از ۱۷۵ میلیمتر احتیاج به یک ویبره ملایم دارد.

\* این مواد نیازی به آستر زنی با مواد پیوندساز ندارد، چرا که سطح بتن را خیس و پیوند محکمی با بتن برقرار می کند.

\* از آنجایی که با تکمیل گرفتن ملات، واکنش مواد MPC کامل می شود، آب آزاد باقی نمی ماند که تبخیر شود و بنابراین نیازی به عمل آوری یا محافظت در برابر خشک شدگی ندارد.



رویه کشی عبارت است از کشیدن لایه یکنواختی از مصالح تعمیری بر سطحی معمولاً وسیع از بتن

مثل کف ها (کارخانه، پارکینگ و ...) و پیاده روهایی که سطح آن ها در اثر یخ زدن و آب شدن مکرر، عبور و مرور سنگین، ضربه و فرسایش دچار خوردگی شده است.

\* مقاومت فشاری بتن، برای تامین مقاومت سایشی ضمن بهره برداری در کف های صنعتی حدود  $350-500 \text{ kg/cm}^2$

(۱) روکش های چسبیده: اگر خرابی بتن نظیر پوسته شدگی سطح یا قلوه کن شدن باشد.

(۲) روکش های نچسبیده: اگر مشکل ترک خوردگی یا حرکت سازه ای باشد، نچسبانیدن روکش مطلوب تر است، چون در این صورت تنش ها از بستر دال منعکس نخواهد شد.

\* ضخامت روکش های کاملاً چسبیده بین ۲۵ تا ۷۵ میلیمتر است. در حالی که حداقل ضخامت روکش نچسبیده ۷۵ میلیمتر است.

\* در روکش چسبیده، تمام درزهای روکش باید عیناً روی درزهای دال اصلی با عرض برابر یا کمی بیشتر تکرار شوند. اما در مورد روکش نچسبیده، می توان از درزهای دال قدیمی چشم پوشید.

\* برای روکش غیرچسبیده آماده سازی سطح راحت است. معمولاً جارو کردن و پر کردن سوراخ ها با ملات سیمان و ماسه کافی است. سپس با استفاده از لایه ماسه ای یا ورق پلی اتیلن روکش از سطح زیرین جدا می شود.

\* مصالح روش های تجدید رویه کشی عبارتند از: (۱) بتن با مقاومت بالا و کم افت (LSDC)، (۲) سیمان های اصلاح شده با لاتکس (LMC)، (۳) بتن های پلیمری (PC) شامل اپوکسی ها، اکریلات ها، پلی استرها و ملات های مسلح به الیاف، (۴) روکش های رزینی یکپارچه.

## ۲-۱- بتن متراکم با اسلامپ کم

- \* معمولا جهت ساخت عرشه پل جدید یا تجدید رویه کشی عرشه خراب شده پل ها، جهت تامین حداقل پوشش میلگرد استفاده می شود.
- \* طرح اختلاط این بتن، شامل نسبت آب به سیمان ۰/۳، سیمان زیاد ( $450 \text{ kg/m}^3$  یا بیشتر) و اسلامپ کمتر از ۲۵mm است.
- \* بتن LSDC به تجهیزات پرداخت ویژه ای نیاز دارد و قبل از پوشش گذاری، از مواد چسباننده (پیوند ساز) استفاده می شود.

### نکات اجرایی:

- ① پاک کردن کامل سطح با فشار جریان هوا
- ② استفاده از دوغاب چسبنده ای که حاوی مقادیر وزنی مساوی سیمان و ماسه است و مقداری آب به آن اضافه شده تا دوغاب سفتی ساخته شود.
- ③ کشیدن دوغاب بر روی سطح اشباع خشک (SSD)، با بُرسی سفت که پوشش یکنواخت ایجاد کند.
- ④ بهتر است دوغاب را از اطراف میلگردها پاک کرد.
- ⑤ سرعت اجرا به گونه ای باشد که هیچ جا دوغاب پیش از ریختن بتن خشک نشود.
- ⑥ تحکیم این مخلوط سفت نیاز به شمشه های لرزشی دارد. به طوری که به ازای هر ۲/۱ متر طول مسیر یک لرزاننده لازم است. در حال حاضر پرداخت و تراکم چنین مخلوط هایی با ماشین پرداخت که دارای لرزاننده های با دامنه زیاد و فرکانس کم هستند، انجام می شود.



## ۱-۲- بتن متراکم با اسلامپ کم

⑦ برای ایجاد سطح سخت و یکنواخت، مقداری پرداخت دستی نیاز است.

⑧ نگهداری ۷۲ ساعته با گونی خیس جهت جلوگیری از ترک انقباضی لازم است. در ۲۴ ساعت اول نیاز به سیستم اتوماتیک آب پاشی وجود دارد. بعد از آن پوشاندن گونی خیس با ورق پلی اتیلن به ضخامت ۴mm کافی است. ضمناً گونی باید تا حداکثر ۳۰ دقیقه بعد از بتن ریزی روی کف قرار گیرد.

\* تنظیم نسبت و آمیختن بتن LSDC در محل انجام می شود و استفاده از بتن آماده توصیه نمی شود.

\* ساخت روکش از دورترین نقطه نسبت به مخلوط کن شروع می شود و بتن مخلوط توسط دامپر فرستاده می شود.

\* پس از اتمام کار، چگالی درجای روکش را باید کنترل کرد تا مطمئن شویم که چگالی در حد ۹۸٪ وزن مخصوص مشخص شده باشد.

## ۲-۲- ملات و بتن اصلاح شده با لاتکس

LMC مخلوط بتن معمولی با امولسیون لاتکس پلیمری به اندازه ۱۵ تا ۲۰٪ وزن بتن از لاتکس جامد است. این امولسیون موجب کاهش نفوذپذیری شده و چسبندگی خوبی را تامین می کند.

\* این نوع روکش ضخامت کمتری از LSDC نیاز دارد.

\* طرح اختلاط به گونه ای باشد که بتن یا ملات تا حد امکان خشک باشد تا اینکه انقباض کم شود. نسبت آب به سیمان ۰/۳۵-۰/۲۵ است که رطوبت آزاد موجود در سنگدانه و آب موجود در امولسیون لاتکس را باید در تعیین نسبت آب به سیمان در نظر گرفت.

\* حباب های هوا، پایداری لاتکس را از بین می برد، بنابر این نباید از هیچ افزودنی حباب زا استفاده شود. علاوه بر این، برای جلوگیری از ایجاد حباب هوا، سرعت اختلاط نباید زیاد باشد و مدت اختلاط هم نباید از ۵ دقیقه تجاوز کند.

\* جهت اختلاط، ① لاتکس به مخلوط کن ریخته می شود، ② ماسه و سیمان اضافه می شود، ③ حدود ۳ تا ۴ دقیقه اختلاط صورت می گیرد. ضمناً زمان کارپذیری مخلوط پایین است و بلافاصله باید مصرف شود.

### مراقبت ها:

- ✓ ۹۶ ساعت عبور وسیله نقلیه ممنوع است.
- ✓ LMC را برای عمل آوری بیشتر باید در درجه حرارت  $7^{\circ}\text{C}$  و بیشتر ریخت.
- ✓ در دمای بیشتر از  $29^{\circ}\text{C}$  کار باید در شب و یا ساعات اولیه صبح انجام شود.
- ✓ در زمان بارندگی بتن ریزی متوقف و از بتن در برابر باران محافظت شود.

## ۲-۲- ملات و بتن اصلاح شده با لاتکس

### نکات اجرایی:

- ① سطح اصلی را می بایست حداقل ۶mm خراش داد.
  - ② ۳۶ ساعت قبل از به کار گیری ملات LMC، سطح باید از وجود ذرات ریز پاک شود.
  - ③ نیم ساعت قبل از اعمال LMC باید سطح پاک شده را کاملاً خیس کرد.
  - ④ قبل از ریختن بتن یا ملات، باید آب های سطحی را خشک کرد.
  - ⑤ ابتدا دوغاب ریزی انجام می شود، سپس ریختن ملات باید قبل از خشک شدن دوغاب انجام گیرد.
  - ⑥ برس کشی مخلوط روی سطح آماده و مرطوب بهترین نتیجه ها را می دهد.
  - ⑦ تا ۶ میلیمتر بالای تراز نهایی بتن ریزی می شود و سپس تراکم و پرداخت تا سطح تراز نهایی توسط وسایل لرزاننده انجام می شود.
  - ⑧ ۲۴ ساعت عمل آوری مرطوب با کیسه خیس و ورق پلی اتیلن ۴mm و ۷۲ ساعت عمل آوری در هوا نیاز دارد.
- \* ماله کشی مخلوط های لاتکسی به علت چسبندگی کششی که دارند، دشوار تر از مخلوط های معمولی است. برای سهولت ماله کشی می توان سطح را با مخلوط لاتکس و آب ۵۰-۵۰ مرطوب کرد.
- \* گیرش آن ها نیز خیلی سریعتر است و لایه سطحی آن اگر سخت شود، پاره می شود.

## ۲-۳- روکش بتن پلیمری

12

روکش های بتن پلیمری در جایی مناسب هستند که ارتفاع، وزن و احتیاجات سازه ای، استفاده از روکش سیمانی و ضخیم را محدود کند.

### ویژگی های بتن پلیمری:

- ① رشد مقاومت به طور قابل ملاحظه ای سریعتر از بتن معمولی است.
- ② مدول الاستیسیته کمتری دارد (حدود  $6900 \text{ MPa}$ ) که موجب انتقال مناسب تنش برشی بین روکش و بستر می شود.
- ③ انقباض بتن پلیمری (در حین عمل آوری) می تواند متوسط تا زیاد باشد. بنابراین کنترل یکنواختی ضخامت ضروری است تا مصالح امکان انقباض خطی را داشته باشند و انقباض در سه بعد اتفاق نیفتد.

### مراحل اختلاط بتن پلیمری:

- ① رزین مایع (متیل متاکریلات، اپوکسی و...) داخل مخلوط کن ریخته می شود.
- ② کاتالیزور اضافه می شود.
- ③ سنگدانه اضافه می شود.
- ④ ۳ تا ۴ دقیقه مخلوط می شود (حجم مخلوط کن در محل حدود  $6/0 \text{ m}^3 - 3/0$  است).

## ۲-۳- روکش بتن پلیمری

### نکات اجرایی:

- ① سطح با هوای فشرده تمیز می شود و شرایط بتن اشباع با سطح خشک فراهم می شود.
- ② آستر زنی تمام بتن و میلگردها، حدود ۳ تا ۴ ساعت پس از آماده سازی سطح بستر انجام می شود.
- ③ اولین لایه بتن PC را روی مناطق عمیق در اطراف میلگردهای نمایان می کشند. به گونه ای که آن را احاطه کند.
- ④ پس از عمل آوری اولیه، لایه های بعدی ریخته می شود. اتصال لایه های بعدی به لایه های قبلی تا حداکثر ۲ روز نیاز به آماده سازی ندارد و پیوند مناسبی ایجاد می کند.
- ⑤ حداقل پوشش میلگرد از جنس بتن PC، حدود ۱۲mm است.
- ⑥ ماله کشی سطح و ایجاد سطحی تخت و متراکم.

\* در دمای هوای بالای  $21^{\circ}\text{C}$  یا بستر بتن داغ، تبخیر سریع رزین موجب کاهش زمان کارپذیری به دلیل گیرش اولیه می شود، بنابراین بتن ریزی در شب یا ساعات اولیه صبح توصیه می شود.

\* ریختن و شمشه گیری باید سریع انجام شود. در غیر این صورت پوسته ای روی سطح تشکیل می شود که با ماله کشی گسیخته می شود.

## ۲-۴- روکش های رزینی یکپارچه

روکش رزینی یکپارچه از اپوکسی، پلی اورتان، پلی استر، پلی اکریلات و رزین های فنولیک ساخته می شود و برای بتن های (کف های) صدمه دیده از حملات شیمیایی، سایش و یا هر دو به کار می رود.

\* نسبت به بتن PC، رزین بیشتری دارد و حداکثر اندازه سنگدانه به اندازه ۶mm محدود می شود و در لایه های ۳ تا ۶ میلیمتر ریخته می شود.

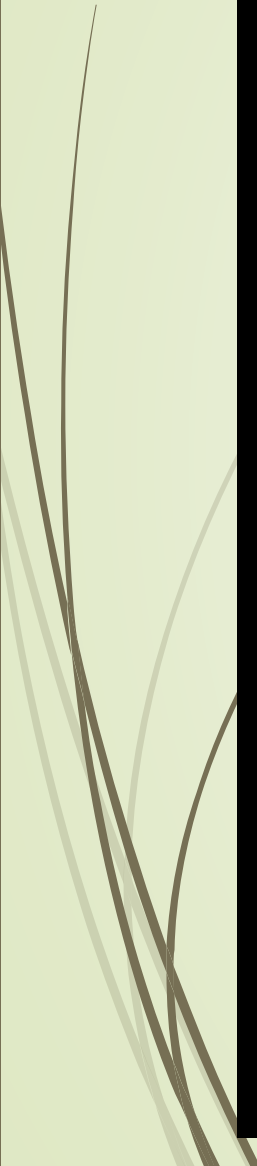
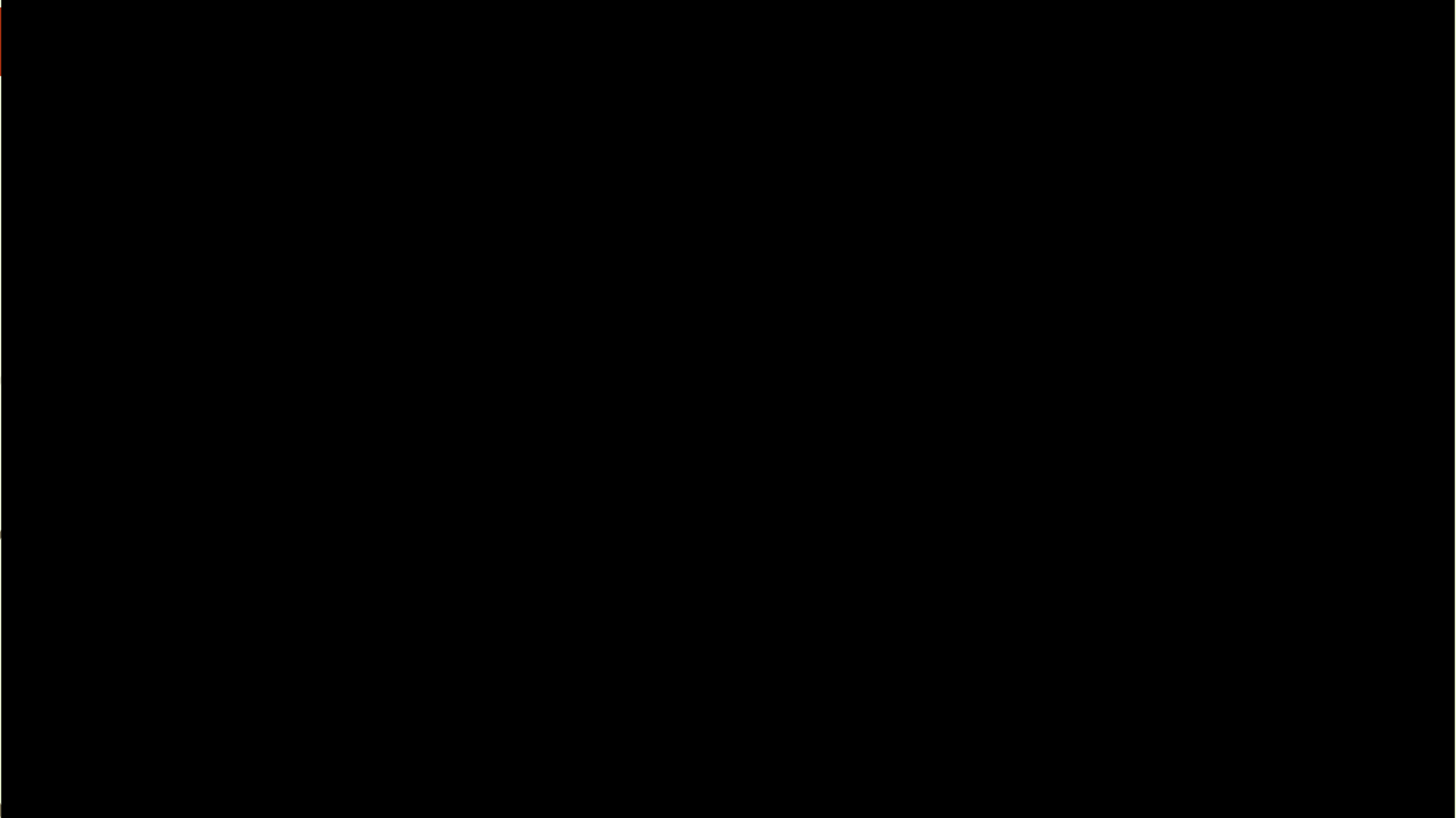
\* رزین های اپوکسی، کاربرد وسیعی در کف سازی صنعتی (با شرایط بهره برداری سبک تا سنگین) دارد.

\* رزین های پلی استر در کف های صنعتی متوسط تا سنگین کار به ضخامت ۱۵mm به کار می رود. کار کردن با آن ها در بازه دمایی بیشتری نسبت به رزین اپوکسی مقدور است و مقاومت آن ها نیز نسبت به گرما بیشتر است ولی انقباض شدیدتری دارند.

\* نحوه اختلاط روکش رزینی: ① رزین و سخت کننده، ② سنگدانه اضافه می شود. ③ اختلاط تا پوشاندن سنگدانه توسط مخلوط رزین و سخت کننده ادامه می یابد. البته مدت کارپذیری (با توجه به حرارت) حدود ۲۰ تا ۹۰ دقیقه است.

\* ضخامت رو لایه زیاد موجب انقباض شدید و در نتیجه در سطح تماس با بتن دچار شکست می شود.

\* روکش های رزینی عبور و مرور سبک انسان را پس از عمل آوری ۱۲ تا ۱۸ ساعته تحمل می کنند ولی از عبور و مرور وسائل سنگین باید تا چند روز جلوگیری شود.



پایان

