



مهندس سهیل ازکان

کارشناس ارشد مدیریت اجرایی، اداره فروش شرکت سیمان مازندران

بتن غلتکی؛

گامی در جهت اجرای اقتصاد مقاومتی

چکیده:

روسازی بتن غلتکی (RCC (ROLLER COMPACTED CONCRETE) اقتصادی ترین و بادوام ترین نوع روسازی است که در سطح گسترده‌ای در روسازی‌های با باربری بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. ویژگی اصلی روسازی بتن غلتکی، کیفیت و خواص بسیار بهتر آن نسبت به رویه آسفالتی و صرفه جویی‌های اقتصادی می‌باشد که در اثر استفاده از آن ایجاد می‌شود. به علاوه، روسازی ساخته شده از بتن غلتکی (RCCP (ROLLER COMPACTED CONCRETE PAVEMENT) نیازی به قالب‌بندی و پرداخت ندارد و می‌توان در آن از میلگرد اتصال، میل مهارها و آرماتورگذاری استفاده نکرد. امروزه علاوه بر اهداف اقتصادی و فنی، جنبه‌های زیست محیطی و ملزومات توسعه پایدار نیز به‌طور فزاینده در طراحی، ساخت و نگهداری روسازی‌ها و پروژه‌های زیرساختی دیگر در نظر گرفته می‌شود روسازی‌های بتنی با طول عمر بالا، کمتر نیاز به ترمیم و بازسازی مکرر دارند و به ایمنی بزرگراه و کاهش ازدحام کمک می‌کنند. با توجه به این نیاز، در این پژوهش به مقایسه روسازی بتن غلتکی و آسفالتی از منظر فنی اقتصادی و زیست محیطی پرداخته شده است یکی از انواع مصالحی که در چند دهه اخیر جهت استفاده در ساخت روسازی مسیر راه گسترش داده شده است، بتن غلتکی (RCC) می‌باشد. روسازی ساخته شده از بتن غلتکی (RCCP) می‌تواند برای مسیرهای با ترافیک سبک و همچنین مسیرهای با ترافیک سنگین استفاده شود و رویه بتن غلتکی مورد استفاده در این نوع روسازی، دارای خصوصیت‌های نظیر دوام زیاد، هزینه‌های ساخت کم و تعمیرات و نگهداری در سطوح کم است. در این مقاله ویژگی‌های این بتن مورد بررسی قرار گرفته است و استفاده از آن در روسازی راه‌ها ارزیابی شده است. با توجه به مطالعه صورت گرفته، ملاحظه می‌شود که روسازی بتن غلتکی در مقایسه با روسازی انعطاف پذیر که استفاده از آن در ایران رایج است، دارای هزینه به مراتب کمتری می‌باشد و می‌توان از مصالح سیمانی نظیر خاکستر بادی و میکروسیلیس که استفاده از آنها در بتن معمولی رایج است، در ساخت بتن غلتکی نیز استفاده کرد. به علاوه برخی از مسائل مربوط به اجرای روسازی بتن غلتکی نظیر زبری سطح راه می‌تواند به وسیله اعمال یک لایه روکش نازک آسفالتی روی لایه بتن غلتکی و یا سنگ‌زنی آن برطرف شود.

۱- مقدمه

خیابان‌های کشور را نیز به شدت کاهش داده است و البته خسارات فراوانی نیز به خودروها وارد می‌کند به نحوی که این وضعیت مورد اعتراض ۱۰۰ درصد صاحبان اتومبیل‌ها و رانندگان می‌باشد! اعتراض که تکنولوژی فعلی ساخت معابر قادر به پاسخگویی و رفع این معضل نیست و نیازمند تغییر

از جمله مشکلات اساسی معابر سواره‌رو خیابان‌ها و شبکه‌های بزرگراهی و محوطه‌های صنعتی در کشور ما تخریب و تعویض‌های متوالی آسفالت می‌باشد که در کنار تحمیل خسارات میلیاردی به اقتصاد ملی، ضریب ایمنی جاده‌ها و

ساختاری و تکنیکی طراحی و ساخت معابر سواره رو و ترافیکی می باشد عمر مفید ۴۰ تا ۵۰ ساله این بتن در مقایسه با عمر ۱۵ تا ۲۰ ساله آسفالت، ایمنی بیشتر برای رانندگان در شب به لحاظ فراهم شدن دید بیشتر، صرفه جویی در مصالح و هزینه و کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری و مقاومت بیشتر از مزایای مهم بتن نسبت به آسفالت است. از طرفی معضل زیست محیطی استفاده از مواد فعلی و هیدروکربن ها در ترکیب آسفالت قیری در کنار پائین بودن قابلیت ها و آسفالت قیری برای احراز بسیاری از مشخصات فنی مورد لزوم در معابر ترافیکی بالاخص دوام و پایداری در برابر تغییرات جوی و سیکل های یخبندان، گزینه رویه های بتنی RCCP را پیش رو قرار داده است.

در فرهنگ اصطلاحات بتن و سیمان انجمن بتن آمریکا (R 116 ACI90)، بتن غلتکی بدین ترتیب تعریف می شود: بتن متراکم شده با غلتک، بتنی که با حرکت بر روی آن در حالت سخت نشده، متراکم می شود. در ادبیات فنی با نام «رول کریت» نیز از آن نامبرده می شود. این روش، امروزه اغلب تحت عنوان بتن غلتکی یا به صورت خلاصه RCC به کار برده می شود. [۱]

بتن غلتکی سخت شده، در اصل دارای همان خصوصیات بتن های معمولی که به صورت درجا ریخته شده و به عمل می آیند، می باشد و محصول نهایی به زبان ساده «بتن» تلقی می شود.

خاصیت روانی و پلاستیکی بتن غلتکی در حالت تر، اساساً متفاوت با خواص پلاستیکی بتن در جریز معمولی می باشد. اسلامپ بتن غلتکی باید در حد صفر باشد تا قادر به تحمل وزن غلتک متراکم کننده گردد. ماشین آلات مورد استفاده جهت حمل و نقل، بارگیری و تراکم بتن RCC شامل ماشین آلاتی با ظرفیت زیاد می باشند که در کارهای خاکی حجیم، نظیر سدسازی و راه سازی به کار می روند. به طور کلی در ساختن بتن غلتکی میزان عملیات دستی (غیرماشینی) مورد نیاز در مقایسه با عملیات ساخت بتن های معمولی کمتر است. یکی از مزایای بتن غلتکی در روسازی راه، تحمل بارهای سنگین تحت دمای بالا است و در حالت سفت شده، شباهت بسیاری با بتن معمولی دارد و عناصر تاثیرگذار بر خواص بتن های معمولی مانند نسبت آب به سیمان و میزان تراکم، اثر مشابهی بر روی خواص بر روی بتن غلتکی در روسازی دارند.

با توجه به افزایش قیمت قیر، تاثیر آلاینده گی آن بر محیط زیست و همچنین عدم کارایی مناسب در روسازی مناطق گرمسیر ساحلی و باند فرودگاهی، استفاده از بتن غلتکی معقول به نظر می رسد. همچنین سرعت در انجام بتن ریزی و همگونی آن با تجهیزات و ماشین آلات روسازی از مزایای استفاده از این بتن به شمار می رود.

مهندسين كانادايي پيشروان بتن غلتكي در دنيا بوده اند در

ایالت بریتیش کلمبیا^۱ در سال ۱۹۷۰ استفاده از بتن غلتکی برای محوطه سازی کارخانجات الوار با بار ترافیکی سنگین در ونکوور کانادا آغاز شد. نتیجه بتن غلتکی رضایت بخش بود. روسازی بتن غلتکی در محوطه های صنعتی کاربرد وسیعی در کانادا پیدا کرد. اولین بتن غلتکی در اروپا در سال ۱۹۷۰ در جاده های با بار ترافیکی کم و در اسپانیا استفاده گردید.

سال ۱۹۷۵ ارتش آمریکا در ایالت می سی سی پی در یک ایستگاه مطالعاتی یک جاده دسترسی به صورت آزمایشی از بتن غلتکی احداث نمود. نتیجه از لحاظ اقتصادی و طول عمر و سرعت اجرا عالی بود. در سال ۱۹۸۴ در ساخت پارکینگ تانک ها و وسایل نقلیه نظامی سنگین پایگاه نظامی هود تگزاس، از بتن غلتکی استفاده نمود که بسیار موفقیت آمیز بود. در پروژه های روسازی جاده و پارکینگ وسایل نقلیه چرخ زنجیری به مساحت ۳۲۴۰۰۰ متر مربع در پایگاه نظامی درام نیویورک و روسازی پارکینگ اتومبیل شرکت جنرال موتور در ایالت تنسی به مساحت ۴۰۵۰۰۰ متر مربع در آمریکا و در سال ۱۹۹۲ شرکت سیف وی برای روسازی محوطه انبار خود در ایالت کالیفرنیا ۲۲۶۰۰۰ متر مربع، بتن غلتکی اجرا شد. حدود دو دهه است که پروژه های متعدد روسازی در آمریکا و کشورهای اروپایی نظیر فرانسه، اسپانیا، آلمان، استرالیا، هندوستان و ژاپن با بتن RCCP اجرا شده است و روند استفاده از آن همچنان در حال گسترش است. [۲]

طی سال ۱۹۸۷ در ژاپن اولین پروژه بتن غلتکی به بهره برداری رسید و تا سال ۱۹۹۷ حدود ۱۸۰۰۰۰۰ متر مربع روسازی بتن غلتکی در ژاپن ساخته شد. در کشورهای مالزی، فرانسه، نروژ، فنلاند، دانمارک، آلمان، استرالیا و آرژانتین شروع به روسازی بتن غلتکی کردند.

تا پایان سال ۱۹۹۰ سطح روسازی بتن غلتکی در اروپا بیش از ۱۲۰۰۰۰۰۰ متر مربع اجرا که بیش از نیمی از آن در اسپانیا ساخته شد و حدود ۱۵۰۰۰۰۰ متر مربع از این سطح برای بزرگراه ها و راه های اصلی بوده است.

۲- بتن غلتکی چیست؟

بتن غلتکی یک تکنولوژی پیشرفته است که کشورهای اروپایی و آمریکا سال های متعددی در پروژه های راه سازی از آن استفاده می کنند. در کشور ما ایران نیز با توجه به اهمیت اجرایی شدن سیاست های ابلاغی اقتصاد مقاومتی در حال گسترش است و از سیاست های کلی وزارت راه و شهرسازی به شمار می آید. با توجه به اینکه در تهیه آسفالت، مشتقات نفتی و قیر فراوانی مصرف می شود که قیمت بالا و اثرات زیان بار زیست محیطی

1- British cloumbia
2- Drum

جبران ناپذیری را به همراه دارد، لذا کشورهای اروپایی و اخیراً ایران به فکر جایگزینی بتن غلتکی به جای آسفالت افتادند.

بتن متراکم شده غلتکی (RCC) یک نوع بتن با اسلامپ صفر می‌باشد که شامل سنگ‌دانه‌های با دانه‌بندی متراکم، ماسه، مصالح سیمانی و آب می‌باشد. استفاده از بتن غلتکی جهت ساخت روسازی راه در مقیاس بزرگ از دهه ۱۹۷۰ و برای اولین بار در کشور کانادا شروع شده است و روسازی ساخته شده با این نوع بتن تحت عنوان روسازی بتن غلتکی (RCCP) شناخته می‌شود. به عبارت دیگر RCCP به روسازی‌های دارای رویه بتن غلتکی اطلاق می‌شود. عملکرد روسازی بتن غلتکی در طول سال‌های گذشته نشان می‌دهد که بتن‌های غلتکی می‌توانند به عنوان مصالحی بادوام و مقاوم در ساخت روسازی راه استفاده شوند، به نحوی که با یک سری عملیات نگهداری کم قادر هستند بارهای ترافیکی سنگین و شرایط آب و هوایی سخت را تحمل کنند. این نوع بتن به محل مورد نظر انتقال داده شده، جایگذاری گردیده و پخش می‌شود و در نهایت به وسیله تجهیزات راهسازی نظیر غلتک متراکم می‌گردد. یکی از مزایای اصلی این نوع روسازی، کاهش هزینه‌های ساخت بین ۱۵ تا ۴۰ درصد در مقایسه با بتن معمولی است.

طرح اختلاط مناسب، تاثیرگذارترین عامل در دوام - کارایی و کیفیت بتن غلتکی است. یکی از مسایل مهمی که در زمینه بتن غلتکی مطرح است، تعیین طرح اختلاط بتن غلتکی می‌باشد که با توجه به جدید بودن نسبی بتن و عدم تجربه کافی در ایران، معمولاً وقت و هزینه زیادی را می‌طلبد. عوامل موثر با خواص بتن غلتکی و ارائه نحوه دستیابی به طرح اختلاط بهینه بتن غلتکی با توجه به سه معیار مقاومت، مقاومت فشاری، کارایی مناسب و عدم جداشدگی دانه‌ها می‌باشد. بتن غلتکی یک فناوری در حال رشد و توسعه در دنیا بوده و کاربرد وسیعی در سدسازی، راه‌ها با ترافیک سنگین، بنادر، اسکله‌ها، فرودگاه‌ها، محوطه‌های صنعتی، پارکینگ‌ها، راه‌های ارتباطی و روسازی راه و غیره دارد. در بتن غلتکی روسازی اندازه دانه‌بندی مصالح حداکثر ۱۹ میلیمتر بوده و با عیار سیمان ۲۵۰ کیلوگرم در متر مکعب بتن مقاومت فشاری ۷ روزه معادل ۲۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و ۲۸ روزه معادل ۳۲۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع به دست آمده است.

۳- اجرای بتن غلتکی به عنوان لایه نهایی به جای آسفالت (RCCP) و چگونگی ساخت جاده با استفاده از بتن غلتکی (RCC)

۱-۳- اختلاط و حمل و نقل

آسیاب‌های مخلوط کن با جریان دایم، دستگاه‌های اختلاط بتن و در بعضی موارد کامیون‌های مخلوط کن به کار برده

می‌شود. حمل و نقل معمولاً با استفاده از کامیون‌های با بدنه باز و روکش دار انجام می‌شود. تغییرات رطوبت در RCC بسیار مهم و حساس است، بنابراین، در صورتی که شرایط محیطی نامطلوب باشد، مثل روزهای گرم یا توفانی، کامیون‌ها باید مجهز به پوشش‌های محافظ باشند.

بعد از به دست آوردن نسبت اختلاط مناسب، تولید در کارگاه بتن (بچینگ) شروع می‌شود. بتن RCC تولید شده با اسلامپ پایین و دانه‌بندی کنترل شده، توسط کامیون بارگیری گردیده و به محل پخش منتقل می‌شود. زمان مجاز از هنگام بارگیری تا تخلیه با توجه به شرایط محیط و آب و هوا متفاوت می‌باشد.

۲-۳- عملیات پخش

عملیات پخش رویه بتنی با همان دستگاه‌های پخش آسفالت شامل فینیشر، غلتک آهنی و غلتک چرخ لاستیکی اما با اعمال تغییرات اساسی در آنها انجام می‌شود. عملیات پخش باید طوری انجام شود که بیشترین تراکم توسط ویبره پشت دستگاه فینیشر باشد، غلتک آهنی کمپکت اولیه را انجام می‌دهد. سپس با غلتک چرخ لاستیکی، بتن را به تراکم و سطح مطلوب می‌رسانیم. به منظور ایجاد تراکم کافی در بتن غلتکی لازم است تا این بتن به اندازه کافی خشک باشد تا بتواند وزن غلتک ارتعاشی را تحمل نماید. همچنین لازم است تا به اندازه کافی مرطوب باشد تا خمیر سیمان در هنگام اختلاط و تراکم بتواند به خوبی در بین ذرات سنگ‌دانه بتنی قرار گیرد. سپس نوبت به عمل‌آوری و ایجاد درزها در بتن کمپکت شده می‌باشد.

در دوره‌های گرم، سطح لایه اساس باید بلافاصله قبل از پخش بتن مرطوب شود. این مسأله به خصوص در عملیات روکش کردن راه‌های موجود که دارای سطح سیاه جذب کننده گرما هستند، باید اجرا شود. از طرف دیگر، در آلمان پخش مصالح بر روی لایه یخ‌زده اساس مجاز نیست. دستگاه‌های بسیار متنوعی مانند گریدر، دستگاه تراز خودکار یا دستگاه‌های پرداخت برای پخش مصالح متراکم نشده به کار می‌روند، ولی یک گرایش عمومی نیز به سمت استفاده از غلتک‌های جاده صاف‌کنی وجود دارد که یک پیش تراکم بالا، بیش از ۹۰ درصد تراکم حداکثر پروکتور اصلاح شده را تضمین می‌کنند. معمولاً دستگاه‌های پرداختی که دارای سیستم‌های تخم‌دانه دوگانه هستند برای این منظور استفاده می‌شوند، ولی غلتک‌های جاده صاف‌کن اصلاح شده دارای قالب لغزان با صفحات لرزان قوی در اسپانیا نیز با موفقیت به کار رفته‌اند.

پیش تراکم بالا باعث بهبود هم‌واری سطح می‌شود، زیرا تغییر شکل مصالح در زیر غلتک‌ها کاهش می‌یابد. برعکس، گریدرها در ارتباط با بازده یا پیش تراکم نتایج بدتری می‌دهند.

با وجود این، آنها مناسبترین دستگاه برای طرح‌های نامنظم مانند آنچه در بسیاری از کارهای شهری دیده می‌شود، هستند.

۳-۳- تراکم

RCC معمولاً توسط یک غلتک لرزشی سنگین و در بسیاری از موارد، به همراه یک غلتک چرخ لاستیکی متراکم می‌شود. در غلتک‌های لرزشی توصیه می‌شود که وزن ثابت در هر سانتیمتر از عرض خطی چرخ غلتک از ۳۰ کیلوگرم کمتر نباشد. در حالی که در غلتک چرخ لاستیکی بار هر چرخ باید حداقل ۳ تن و فشار تماسی آن باید حداقل ۸/۰ MPa باشد. الگوی غلتک زدن شامل دو عبور ثابت (یک حرکت رفت و برگشت) بر روی مصالح تازه ریخته شده برای شکل دادن به آن است که با چندین عبور لرزشی، معمولاً چهار یا بیشتر، دنبال می‌شود تا زمانی که تراکم لازم به دست آید.

توصیه شده که ویبراتورها برای زمان کوتاهی که غلتک تغییر مسیر می‌دهد، خاموش باشند. سپس فرآیند تراکم با چندین بار عبور غلتک چرخ لاستیکی به پایان می‌رسد تا هرگونه ترک یا سوراخ‌های سطحی بسته شود. یک چرخ فولادی پوشیده با لاستیک نیز می‌تواند هم برای عبورهای لرزشی تا رسیدن به تراکم لازم و هم برای فرآیند پرداخت به کار رود. این کار از نظر ایجاد اصطکاک خوب نیز مفید فایده است. این الگوی غلتک‌زنی جای بعضی تغییرات را دارد. اگر غلتک‌های چرخ لاستیکی موجود نباشند، چندین عبور غیرلرزشی نهایی غلتک چرخ فولادی می‌تواند برای آب‌بندی سطح انجام شود. با غلتک‌های مرکب (چرخ فولادی صاف در محور جلو و چرخ‌های لاستیکی در محور عقب) نیز نتایج خوبی به دست آمده است. عبورهای متوالی غلتک باید به طور متناوب تنظیم شود تا از تشکیل فرورفتگی‌ها جلوگیری شود. در انتهای هر خط در حال ساخت، رمپ برای عبور دستگاه‌ها تعبیه می‌شود.

با مشاهده رفتار بتن تازه تحت عبور غلتک‌های ثابت می‌توان به قابلیت تراکم مصالح پی برد. RCC با روانی مناسب به صورت یکنواختی تغییرشکل می‌دهد. اگر RCC تر باشد، سطح آن براق و خمیری به نظر می‌رسد و RCC زیر فشار غلتک و حتی با رفتار الاستیک از خود نشان خواهد داد. برعکس، اگر RCC خیلی خشک باشد سطح آن غبارآلود و دانه دانه به نظر خواهد رسید و حتی ممکن است در راستای افقی تحت برش قرار گیرد. بنابراین ضروری است که تغییرات میزان آب به شدت محدود شود.

حفظ پیوستگی در طی عملیات روسازی بسیار اهمیت دارد. غلتک‌ها، به خصوص در حالتی که ویبراتورها روشن هستند، نباید زمانی که بر روی مصالح تازه قرار دارند، خاموش

شوند زیرا این کار باعث ایجاد ناهمواری در سطح نهایی می‌شود. به منظور اطمینان از تراکم مناسب در تمام عمق لایه، ضخامت کل RCC ریخته شده نباید از ۲۵ سانتیمتر تجاوز کند. در بعضی موارد، یعنی در مواردی که ضخامت RCC از محدوده عمل دستگاه پرداخت بیشتر باشد، یک گریدر به همراه آن کار می‌کند تا ضخامت باقیمانده را پخش کند. استفاده از گریدر برای حل مشکل مذکور موفقیت آمیز بوده است.

روسازی‌های ضخیم با حداکثر ضخامت ۶۰ سانتیمتر، بعضی اوقات برای تجهیزات صنعتی لازم هستند. وقتی ضخامت از ۲۵ سانتیمتر تجاوز می‌کند، روسازی‌های RCC معمولاً در چند لایه اجرا می‌شوند تا از تراکم کافی هر لایه اطمینان حاصل شود. در این موارد، لازم است که چسبندگی خوبی بین لایه‌ها وجود داشته باشد. این چسبندگی معمولاً با محدود کردن فاصله زمانی اجرای لایه فوقانی به زمان روانی لایه زیرین به دست می‌آید. همچنین، سطح لایه زیرین باید مرطوب نگه داشته شود.

متراکم کردن لبه‌های کناری موضوع مهمی است. برای دستیابی به نتایج خوب، لازم است که یک قید جانبی محکم و باثبات، مانند جدول در خیابان‌های شهری، از قبل در محل قرار داده شود. در غیر این صورت، تراکم و مقاومت کاهش خواهد یافت. بعضی از کارها در زمینه شکل لبه‌های کناری موفقیت‌آمیز نبوده است. وقتی شانه برای راه تعبیه می‌شود، بایستی مشترکاً با لایه RCC متراکم شود. در این حالت، الگوی غلتک‌زنی شامل یک بار عبور غلتک ثابت بر روی درز است، به صورتی که دوسوم از طول چرخ بر روی لایه بتنی و باقیمانده بر روی شانه قرار گیرد. پس از آن، یک بار دیگر غلتک ثابت از روی لایه RCC عبور داده می‌شود، تنها به این منظور که آن را در مقابل شانه فشرده سازد. سپس، تراکم استاندارد می‌تواند ادامه پیدا کند.

پس از کوبیدن و متراکم کردن بتن کیورینگ و مرطوب نگه داشتن سطح بتن به مدت یک هفته ضروری می‌باشد. از خشک شدن بتن ضمن عمل تراکم باید جلوگیری شود. این اقدام احتیاطی در روسازی‌های چند خطه که در آن یک نوار کناری متراکم نشده می‌ماند تا لایه مجاور پخش شود. در آب و هوای گرم و توفانی، ممکن است لازم باشد که برای مرطوب نگهداشتن مصالح تا زمان شروع عمل پرداخت، مرتباً بر روی سطح آب اسپری شود. به منظور اجتناب از تشکیل حوضچه آب یا جاری شدن آن بر روی سطح RCC باید دستگاه‌هایی که برای اسپری کردن به کار می‌روند، آب را به صورت مه پخش کنند.

۳-۴- درزها

درزهای عرضی معمولاً با اره کردن سطح، در زمانی که

مدت آن بسیار وابسته به شرایط آب و هوایی و زمان کسب مقاومت RCC است، به وجود می‌آیند و طول آن از چند ساعت تا چندین روز متغیر خواهد بود. اما، در حال حاضر تشکیل درزها در حالت مرطوب در فرانسه، آلمان و اسپانیا بسیار متداول است. بسیاری از دستگاه‌ها نیز وجود دارند که در روسازی‌های صلب هم به کار می‌روند. مانند صفحات لرزاننده با یک تیغه جوش شده به انتهای آن که اولین بار برای شکاف دادن لایه‌های اساس چسبیده با سیمان در آلمان مورد استفاده قرار گرفتند یا غلتک‌های کوچک که مجهز به یک حلقه برش هستند. در این خصوص، فعالیت‌های ابتکاری جالبی انجام شده که از جمله می‌توان به دستگاهی که کل ضخامت مصالح تراکم نشده را می‌برد، اشاره نمود. به‌طور همزمان یک فواره از امولسیون قیر بین دو تیغه‌ای که دستگاه برش را تشکیل می‌دهد، ریخته می‌شود. امولسیون از چسبیدن مجدد لبه‌های درز جلوگیری می‌کند. کاهش هزینه به علت ایجاد درزها در حالت مرطوب باعث می‌شود که بتوان درزها را در فواصل کوتاه‌تری اجرا کرد.

در خصوص درزهایی که در پایان روز ایجاد می‌شوند، چه درزهای طولی و چه درزهای عرضی، ضروری است که لبه‌های آنها تا حد امکان به صورت عمودی باشد. در غیر این صورت، احتمال دارد در صورت افزایش زیاد درجه حرارت، قسمت‌های انتهایی دال‌های همجوار همپوشانی کنند. برای اطمینان از عمودی بودن لبه‌ها از روش‌های مختلفی می‌توان استفاده نمود.

۳-۵- عمل آوری و محافظت از سطح

کاهش مقدار آب در مخلوط‌های RCC تأثیر زیادی بر روی زمان عمل‌آوردن دارد. این کار باید در سریع‌ترین زمان ممکن پس از اتمام تراکم آغاز شود. اگر قرار باشد که RCC بدون پوشش باقی بماند، معمولاً عمل‌آوردن با آب در طی یک هفته انجام می‌شود. برای این منظور مخلوط‌های عمل‌آوری یا امولسیون‌های قیر به کار برده می‌شوند. وقتی قرار باشد که یک لایه بتن آسفالتی یا یک پوشش سطح بر روی RCC قرار گیرد، استفاده از امولسیون قیر متداول‌تر است. اگر آمد و شد بر روی امولسیون مجاز باشد، باید آن را با سنگ شکسته ریز یا ماسه محافظت کرد. [۳]

۴- عملکرد روسازی‌های RCC

به‌طور کلی رفتار روسازی‌های RCC در تمام انواع کاربردهای آن رضایت‌بخش بوده است. عدم موفقیت‌های مشاهده شده را می‌توان به نامناسب بودن عملیات ساخت، مانند تراکم ناکافی

یا از دست دادن رطوبت نسبت داد.

در خصوص روسازی‌هایی که در دو یا چند لایه اجرا می‌شوند، اطلاعات به دست آمده از نمونه‌های گرفته شده از این راه‌ها حاکی از آن است که با اجرای صحیح روسازی می‌توان به مقاومت چسبندگی کافی در فصل مشترک لایه‌ها دست یافت و در نتیجه روسازی می‌تواند به عنوان یک لایه یکپارچه عمل کند.

مقاومت در برابر ساییدگی نیز رضایت‌بخش است. ولی، عمل آمدن بتن برای RCC دارای اهمیت بیشتری نسبت به بتن‌های معمولی است. عمل آمدن نامناسب منجر به ایجاد یک لایه رویه ضعیف می‌شود. با وجود این، مقاومت لغزشی در RCC همگام با افزایش مقاومت به‌طور چشمگیری با گذشت زمان افزایش می‌یابد. در روسازی بتن غلتکی اندازه دانه‌بندی مصالح حداکثر ۱۹ میلیمتر بوده و با عیار سیمان ۲۵۰ کیلوگرم در متر مکعب، بتن مقاومت فشاری ۷ روزه معادل ۲۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و ۲۸ روزه معادل ۳۲۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع به دست آمده است.

در ارتباط با ترک خوردگی در روسازی‌های RCC وقتی درزها اجرا نشوند، ترک‌ها در فواصل بسیار متفاوتی، معمولاً بین ۱۰ و ۳۰ متر، ظاهر می‌شوند. بنابراین، در دال‌های با طول بلند، شکاف ترک‌های ایجاد شده به دلیل جابه‌جایی‌های حرارتی، بسیار اهمیت داشته و انتقال بار به درستی صورت نمی‌گیرد. به علاوه، لبه ترک‌ها می‌تواند تحت ترافیک وارده به شدت خراب شود. این مطالب بر لزوم اجرای درزها تأکید می‌کند. ولی، باید توجه داشت که وقتی تغییرات درجه حرارت یا رطوبت زیاد باشد فاصله ترک‌ها به ۵ یا حتی ۳ متر کاهش می‌یابد. برای آب‌بندی کردن ترک‌های نامطلوبی که در سطح ظاهر می‌شوند و محافظت از لبه‌هایشان، اغلب آنها را با آسفالت ماستیکی درزگیری می‌کنند.

به‌طور کلی، در حال حاضر همواری سطح روسازی RCC شرایط لازم برای ترافیک سریع را برآورده نمی‌سازد، ولی برای سرعت‌های متوسط در راه‌های معمول و با حجم ترافیک پایین مناسب است. با وجود این، در بیشتر کشورها به نسبت اولین کارهای اجرا شده پیشرفت قابل توجهی در این زمینه دیده شده، خصوصاً از زمانی که شمشه‌های پیش تراکم به کار رفته‌اند.

برای ترافیک کم سرعت، بتن غلتکی می‌تواند یک انتخاب مناسب در بسیاری از کشورها باشد که به نسبت روسازی‌های بتن معمولی موجب صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در هزینه‌های اجرا می‌شود، به خصوص زمانی که دستگاه‌های خاص مورد نیاز برای فرآیند ساخت در دسترس



پخش توسط فینیشر



کمپکت با غلتک آهنی



کمپکت با غلتک لاستیکی



اجرای درز

شکل ۱- اجرای بتن غلتکی

بسیار مفیدتر خواهد بود.

اکثر روسازی‌های RCC اولیه بدون درز اجرا می‌شدند و به همان صورت باقی می‌ماندند تا ترک‌های تصادفی با فواصل نامعین شکل گیرند. ترک‌هایی که به این صورت ایجاد می‌شدند، معمولاً عریض‌تر از آن بودند که بتوانند امکان انتقال مؤثر بار را فراهم سازند. از این رو، یک گرایش عمومی به سمت اجرای درزها مشاهده می‌شود.

به منظور داشتن درزهای با عرض کمتر از ۱ میلی‌متر، این درزها معمولاً در فواصل بین ۵ تا ۸ متر اجرا می‌شوند. اخیراً، برای جلوگیری از ترک‌های انعکاسی در هنگام اجرای یک لایه پوشش، فواصل درز ۲/۵ متر تا ۴ متر انتخاب می‌شود که بعضی اوقات نیز به صورت نامتقارن کج بریده می‌شوند. اندازه‌گیری‌هایی که در مناطق تست واقع در ژاپن انجام شده نشان داده که انتقال بار به عرض ترک یا درز، ضخامت لایه و ظرفیت باربری لایه زیراساس بستگی دارد. وقتی RCC بر روی زیراساس اصلاح شده با سیمان اجرا می‌شود، انتقال بار به‌طور چشمگیری بهبود می‌یابد. اصطکاک زیاد بین RCC و لایه زیراساس در اثر عمل تراکم نیز مشاهده شده است. بنابراین، تغییرات عرض درز معمولاً کمتر از مقداری است که در روسازی‌های بتن و بیره با همان فواصل درز وجود دارد. [سایت تخصصی بتن غلتکی کشور]

ادامه دارد ...

منابع:

- 1- www.kavehbeton.org
- 2- www.apтусiran.com
- ۳- کاربرد بتن غلتکی در راهسازی، www.omransoft.ir
- ۴- معرفی فناوری‌های جدید عمرانی و روش‌های اجرای آنها، civiltech.ir
- ۵- مقاله Prusinski, 2013
- 6- behincontrol.com
- ۷- سایت کلینیک فنی و تخصصی بتن ایران
- 8- www.tinn.ir

نباشند. همچنین، در آزادراه‌ها و بزرگراه‌های اصلی، با وجود این که مطابق استانداردهای مربوط به همواری سطح، هنوز یک لایه پوشش بتن آسفالتی مورد نیاز است و انتخاب اقدامات مناسب برای مقابله با ترک‌های انعکاسی نیز مشکلی است که کاملاً حل نشده، با این حال RCC یک انتخاب اقتصادی است. انتظار می‌رود که با پیشرفت‌های جدید در ارتباط با دستگاه‌های پرداخت بتن از پیش متراکم شده با تراکم بالا، کاهش تعداد عبورهای غلتک یا حتی غیرضروری کردن آن، خصوصیات مربوط به رانندگی بهبود یابد که در نهایت منجر به استفاده گسترده‌تر بتن غلتکی می‌شود.

روسازی‌های RCC در حال حاضر اشکالاتی دارند. همواری سطح حاصل شده توسط دستگاه‌های موجود برای ترافیک پرسرعت هنوز رضایت‌بخش نیست. به‌طوری‌که همچنان اجرای یک لایه بتن آسفالتی به ضخامت چند سانتیمتر بر روی آنها لازم است. از سوی دیگر، لازم به ذکر است که به کمک دستگاه‌های جدید بهبود کیفیت رانندگی قابل دستیابی است. به‌علاوه، عملیات ساخت باید به دقت کنترل شود زیرا عملکرد RCC به تغییرات رطوبت و همچنین تراکم نامناسب بسیار حساس است. کمبود اطلاعات مربوط به عملکرد بلندمدت عامل دیگری است که مانع استفاده از RCC در بعضی از کشورها می‌شود.

روسازی‌های RCC، به خصوص در راه‌های کم ترافیک و مناطق صنعتی، اغلب بدون پوشش اجرا می‌شوند. در فرانسه برای حفاظت از سطح RCC و افزایش مقاومت لغزشی یک لایه پوشش (اندود) اجرا می‌شود. هنگامی که یک لایه چند سانتیمتری بتن آسفالتی بر روی RCC قرار می‌گیرد، کاهش ضخامت RCC نسبت به مقدار مشابه آن برای بتن معمولی که همان ترافیک را تحمل می‌کند، مجاز است. لبه‌های طولی اغلب نقاط ضعف روسازی‌های RCC را در راه‌ها تشکیل می‌دهند، زیرا عمل تراکم در این قسمت‌ها به دلیل نداشتن تکیه‌گاه جانبی به درستی انجام نمی‌شود. بنابراین، اجرای عرض بیشتر برای چنین راه‌هایی نسبت به روسازی‌های از جنس بتن و بیره