Archive of SID

تأثیر کاستن از دمای پخت بر عمر خستگی مخلوط‌های آسفالتی

مبین رجبی* ، کارشناس ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
یونس نیازی، استادیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Mobin.rajabi18@gmail.com
دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۰۶ – پذیرش: ۱۳۹٤/۰۵/۲۵

چکیده

قیر مصرفی در مخلوط آسفالتی در حین ساخت مخلوط آسفالتی دستخوش پیر شدگی می‌گردد. لذا دمای پخت، یکی از عوامل مهم پیرشدگی و در نتیجه عمرخستگی مخلوط آسفالتی است. هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر کاستن از دمای پخت بر عمر خستگی مخلوط آسفالتی است. در این تحقیق، مخلوطهای آسفالتی در ۳ دمای اختلاط ۱۲۰،۱۰۰و ۱٤۵ درجه سانتی‌گراد ساخته شدند. برای کاهش دمای پخت در عین حفظ کندروانی مناسب قیر از افزودنی‌های ساسوبیت و زئولیت استفاده شد. نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که عمر خستگی مخلوط‌های آسفالتی گرم بیشتر از مخلوط‌های آسفالتی داغ بوده و نمونه‌های حاوی ساسوبیت دارای عمر خستگی بیشتری از نمونه‌های حاوی زئولیت هستند.

واژه‌های کلیدی: خستگی، پیرشدگی، دمای اختلاط، مخلوط آسفالتی گرم، چسباننده قیری

۱- مقدمه

مخلوط‌های آسفالتی مورد استفاده در روسازی در کارخانه آسفالت تهیه می‌شوند. مخلوط آسفالتی ممکن است به عنوان لایه فوقانی روسازی و یا روکش مورد استفاده قرار گیرد و نقش بسیار مهمی در توزیع تنش‌های ناشی از بارهای ترافیکی و انتقال تنش‌ها به بستر روسازی ایفاء می‌کند.

برای این که روسازی در طول عمر مفیدش بتواند وظیفه خود را به طور کامل و مناسب انجام دهد، مخلوط آسفالتی باید پایداری کافی در برابر تأثیرات محیط، مقاومت در برابر تغییر شکل‌های دائمی و ترک خوردگی‌های ناشی از تکرار بار گذاری داشته باشند. عوامل متعددی در توانایی مخلوط آسفالتی داغ برای رسیدن به این الزامات سازه‌ای مؤثرند که از آن جمله دمای اختلاط مصالح سنگی و قیر در کارخانه آسفالت می‌باشد. طبق ضوابط انستیتو آسفالت دمای اختلاط باید در بازه ۱۳۰ تا $170^{\circ}c$ و دمای تراکم مخلوط در بازه ۸۵ تا $135^{\circ}c$ واقع باشد.

در کارخانه‌های تولید مخلوط آسفالتی داغ، اغلب برای تأمین کندروانی مناسب قیر در موقع اختلاط و دمای تراکم مناسب در حین پخش و تراکم مخلوط، مجبور به افزایش دمای اختلاط تا ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد یا بیشتر می‌شوند که سبب اکسیده شدن و از دست رفتن خواص مطلوب قیر می‌گردد. در عمل این موضوع به دو علت انجام می‌شود یکی فاصله زیاد کارخانه آسفالت تا محل پخش و تراکم است که به منظور جلوگیری از سرد شدن مخلوط آسفالتی در این فاصله دمای اختلاط را افزایش می‌دهند و دیگری جبران از دست رفتن دمای مخلوط به علت سردی هوا در فصول سرد سال است.

به منظور کاهش دمای تراکم واختلاط، تکنولوژی جدید آسفالت گرم مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از افزودنیها در تهیه مخلوط‌های آسفالتی گرم، کندروانی چسباننده قیری را در دمای معین کاهش داده و امکان می‌دهد مصالح سنگی در دمای اختلاط کمتر به طور کامل پوشیده شوند.

۲- پیشینه تحقیق

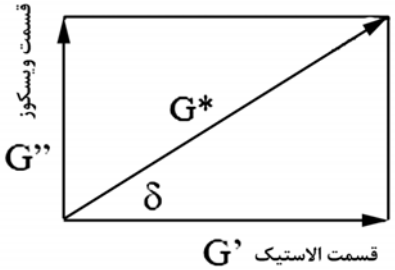
سخت شدگی مصالح قیری که در حین اختلاط و پخش و تراکم رخ می‌دهد پیر شدگی کوتاه مدت نامیده می‌شود که این ناشی از تصعید اجزاء فرار قیر و اکسیداسیون است با این وجود سخت شدگی بر روی جاده برای چندین سال پس از ساخت ادامه می‌یابد این سخت شدگی درجا پیرشدگی دراز

www.SID.ir

Archive of SID

مدت نامیده می‌شود، که این پیرشدگی غالباً ناشی از اکسیداسیون است. تحت تأثیر هر دو پدیده کندروانی قیر افزایش می‌یابد. این فرآیند مخصوصاً وقتی که قیر در درجه حرارت‌های بالا گرم و مصرف می‌شود بویژه موقعی که بصورت لعاب نازک، سطح مصالح سنگی را می‌پوشاند شتاب بیشتری به خود می‌گیرد.

در پروژه تحقیقات راهبردی راهها (SHRP) فرض شد که تأثیر قیر بر مقاومت خستگی مخلوط آسفالتی می‌تواند بر اساس مدول کاهش (G*sind) به خوبی تشریح شود. مدول مرکب (G*) را می‌توان مقاومت کلی چسباننده در برابر تغییر شکل تحت برش تکراری دانست. همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، مدول مرکب از دو مولفه الاستیک (G')و کندروان (G'') تشکیل شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود مدول برشی مرکب (G*) به تنهایی برای مشخص کردن چسباننده‌های قیری کافی نبوده و زاویه فاز(d) نیز مورد نیاز است.



شکل ۱. ارتباط بین مدول مرکب وزاویه فاز

ترک‌های خستگی اساساً در لایه‌های آسفالتی نازک روی می‌دهد، بنابراین خرابی به عنوان یک پدیده تحت کرنش کنترل شده مدل می‌شود. معادله کار در هر چرخه می‌تواند برای بارگذاری چرخه تحت کرنش کنترل شده به صورت زیر نوشته شود:

$$Wc = (\pi)(\varepsilon^2)(G^* \sin\delta) \qquad (۱)$$

که در رابطه فوق Wc کار تلف شده در هر چرخه، e کرنش و سایر متغیرها طبق آنچه که قبلاً شرح داده شد هستند. هر چه مقدار انرژی تلف شده در هر چرخه کمتر باشد، احتمال روی دادن ترک خستگی و یا هر گونه صدمه دیگر کمتر خواهد بود بنابراین پارامتر G*sind در مشخصات روسازی ممتاز برای محدود ساختن مقدار کلی انرژی تلف شده و در نتیجه به حداقل رساندن ترک خوردگی خستگی انتخاب شد.

در روند تهیه مخلوط آسفالتی داغ، برای تأمین کندروانی پایین قیر و در نتیجه پوشش کامل مصالح سنگی ریز و درشت در حین اختلاط با آن، ونیز سهولت پخش و تراکم، مصالح سنگی و قیر هر دو باید حرارت داده شده ودر دمای بالا با یکدیگر مخلوط شوند .این قضیه هم موجب پیر شدگی و نیز تولید گازهای مضر و آلودگی محیط می‌شود. با هدف بر طرف ساختن مشکلات فوق، استفاده از افزودنیها و فرآیندهای خاص آغاز گردید. این گونه افزودنی‌ها به طور کلی کند روانی قیر در دمای معین را کاهش داده و پوشش دانه‌های سنگی در دمای پایین‌تر را ممکن می‌سازند. افزودنی‌های مورد استفاده شامل زئولیت، ساسوبیت و غیره هستند.

زئولیت، سیلیکات آلومینیوم سدیم است که به صورت آبی حرارتی بلوری شده و به صورت پودر بسیار ریز در آمده است. زئولیت حاوی ۲۱ در صد وزنی آب است و با نرخ ۰/۳ در صد وزنی مخلوط آسفالتی به آن اضافه می‌شود. با افزودن آن به مخلوط آسفالتی همزمان با قیر، ذرات بسیار ریز آب تولید می‌شود به طوری که تمام آب موجود در زئولیت آزاد شده و موجب افزایش حجم قیر و در نتیجه افزایش کارپذیری و قابلیت تراکم مخلوط آسفالتی در دمای کمتر می‌شود.

ساسوبیت یک ماده هیدروکربنی بلوری ریز با زنجیره طولانی است که با استفاده از فرآیندهای خاص تولید می‌شود. ساسوبیت به دلیل توانایی‌اش برای کاهش کندروانی چسباننده قیری به عنوان یک بهبود دهنده جریان قیر در حین اختلاط و نیز در حین پخش و تراکم شناخته می‌شود. این کاهش کندروانی اجازه می‌دهد دماهای کار بین ۱۸ تا ٥٤ درجه سانتی‌گراد کاهش یابد. توصیه این است که در حین تولید مخلوط آسفالتی ساسوبیت با نرخ ۰/۸ در صد وزنی چسباننده یا بیشتر، تا حداکثر ۳ درصد، اضافه شود.

۳- مصالح

۳-۱- قیر

قیر مورد استفاده در تحقیق حاضر قیر۷۰-٦۰ می‌باشد که بیشتر در نواحی با آب و هوای گرم و معتدل مانند ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد. مشخصات قیر مصرفی در جدول۱ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱. مشخصات فیزیکی قیر مصرفی

ردیف	مشخصه فیزیکی	نتایج
۱	نفوذ در دمای ۲۵°c(دهم میلی‌متر)	٦٧
۲	نقطه آتش(°c)	۳٤۹/۷
۳	نقطه اشتعال (°c)	۲۹٦
٤	نقطه نرمی(°c)	٤۹
٥	کندروانی جنبشی در دمای ۱۳٥°c(سانتی استوکس)	۳۲٥
٦	وزن مخصوص	۱/۰۱۳

۳-۲- مصالح سنگی

با توجه به اینکه مطابق توصیه مرکز ملی فناوری آسفالت آمریکا (NCAT) نتایج طرح اختلاط مخلوط‌های آسفالتی داغ برای مخلوط آسفالتی گرم نیز مورد قبول است، لذا در این تحقیق از طرح اختلاط بدست آمده برای مخلوط آسفالتی داغ، به عنوان مشخصات طرح اختلاط مخلوط آسفالتی گرم استفاده می‌شود. مصالح مورد استفاده در این تحقیق مصالح شکسته با درصد سیلیس بالا می‌باشد که از دپوی مصالح یک کارخانه آسفالت در حال کار نمونه گیری شده است. مشخصات مصالح سنگی مورد استفاده در جدول۲ و مشخصات دانه‌بندی مصالح در جدول ۳ نشان داده شده است.

۳-۳- افزودنی‌ها

افزودنی‌های مورد استفاده در این تحقیق زئولیت و ساسوبیت می‌باشند.

٤- روش‌های آزمایش

طرح مخلوط به روش مارشال برای تعیین میزان قیر بهینه مخلوط‌های آسفالتی به کار رفت. آزمایش خستگی برروی تیرچه خمشی طبق دستورالعمل SHRP-M009 در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد جهت ارزیابی تأثیر کاستن از دمای اختلاط بر رفتار خستگی مخلوط انجام شد.

جدول۲. مشخصات مصالح سنگی مورد استفاده

ردیف	مشخصه مصالح سنگی	نتایج
۱	درصد افت سایشی مصالح درشت‌دانه(٪)	۲۹/٦
۲	شکستگی مصالح سنگی درشت‌دانه یک جبهه(٪) شکستگی مصالح سنگی درشت‌دانه دو جبهه(٪)	۱۰۰ ۹۳
۳	جذب آب(٪)	۱/۳۹
٤	وزن مخصوص حقیقی وزن مخصوص ظاهری	۲/٦۲ ۲/۷۹۳

جدول۳. مشخصات دانه‌بندی بکاررفته در طرح مخلوط

اندازه الک (میلی‌متر)	بازه آیین‌نامه‌ای (درصد عبوری)	دانه‌بندی بکاررفته (درصد عبوری)
۱۹	۱۰۰	۱۰۰
۱۲/٥	۹۰-۱۰۰	۹٥
٤/۷٥	٤٤-۷٤	٥۹
۲/۳٦	۲۸-٥۸	٤۳
۰/۳	٥-۲۱	۱۳
۰/۰۷٥	۲-۱۰	٦

www.SID.ir

Archive of SID

٤-١- طرح مخلوط

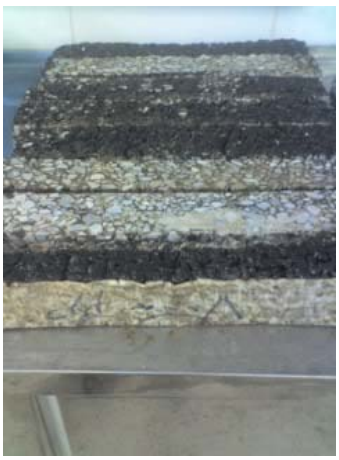
طرح مخلوط مطابق MS-2 مؤسسه آسفالت انجام شده است. نتایج طرح مارشال برای مخلوط‌های مختلف در جدول ٤ ارایه شده است.

٤-٢- آزمایش خستگی

به منظور ساخت مخلوط‌های آسفالتی گرم در دماهای اختلاط کمتر، از افزودنی‌های ساسوبیت و زئولیت استفاده گردید. برای تهیه تیرچه‌های آسفالتی ابتدا یک دال آسفالتی متراکم شده توسط غلتک دستی که شرایط تراکم واقعی را به خوبی شبیه‌سازی می‌کند، ساخته شد، و سپس تیرچه‌ها با استفاده از اره سنگ بری از دال آسفالتی به ابعاد ۳۸۱ میلی‌متر طول، ٦٠ میلی‌متر عرض و ۵۱ میلی‌متر ارتفاع، تهیه شدند. تمام تیرچه‌ها با افزودن ۰/۳ درصد وزنی مخلوط آسفالتی زئولیت در تعدادی از دال‌ها و ۰/۸ در صد وزنی قیر ساسوبیت در تعدادی دیگر از دال‌ها، تهیه شد. این افزودنی‌ها همزمان با افزودن قیر به مخلوط افزوده شد. به این ترتیب که دال آسفالتی مربوط به هریک از افزودنی‌ها، با یک نوع دانه بندی، یک نوع مصالح سنگی، یک میزان افزودنی، یک روش تراکم، یک میزان در صد فضای خالی، یک درصد قیر بهینه و دمای اختلاط مربوط به خودش ساخته شد. بنابراین، تنها تمایز بین دال‌ها نوع افزودنی و دمای اختلاط مربوط به آنها بود. به این طریق تأثیر سایر پارامترهای مخلوط آسفالتی که در رفتار خستگی اثر دارند کنترل می‌شود و تنها تأثیر تغییرات ایجاد شده در اثر نوع افزودنی و دمای اختلاط در رفتار خستگی مخلوط آسفالتی گرم ارزیابی می‌گردد. شکل ۲ تعدادی از دال‌های ساخته شده در آزمایشگاه را نشان می‌دهد.

جدول٤. نتایج طرح مارشال برای مخلوط‌های آسفالتی در درصد قیر بهینه

ردیف	مشخصه	نتیجه
١	درصد وزنی قیر بهینه	٪٤/٩١
٢	درصد فضای خالی	٪٤
٣	درصد فضای خالی مصالح سنگی(VMA)	٪١٤
٤	وزن مخصوص واقعی نمونه آسفالتی(G_{mb})	٢/٣٩٧
٥	استقامت مارشال(kgf)	٩٩٤
٦	روانی(mm)	٢/٤٢



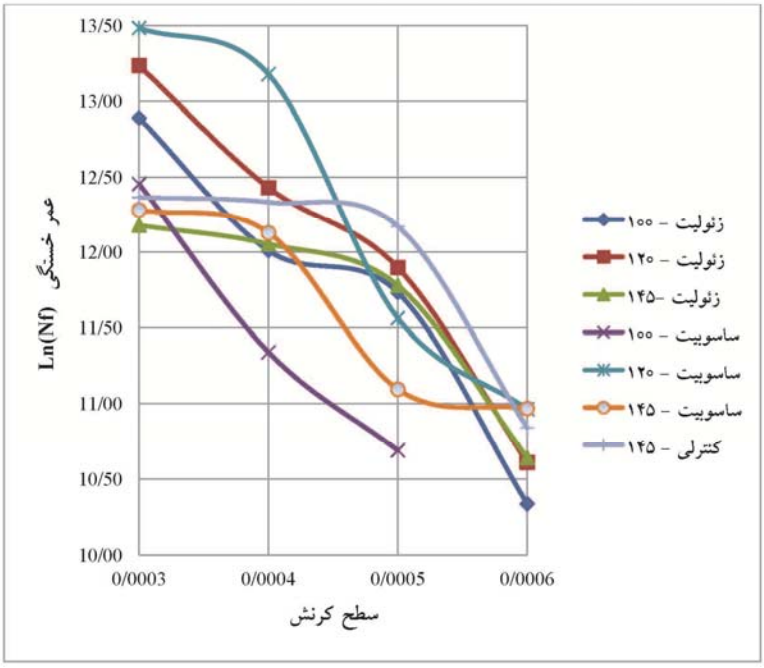
شکل۲. دال و تیرچه‌های آسفالتی ساخته شده در آزمایشگاه

www.SID.ir

Archive of SID

بر طبق استاندارد، آزمایش در حالت کرنش ثابت انجام شد و سطح کرنش‌های انتخابی برای انجام آزمایش و کالیبره نمودن مدل خستگی باید به گونه‌ای می‌بود که عمر خستگی نمونه‌ها بین ۱۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ سیکل بارگذاری قرار گیرد. در نتیجه بنابر تجربیات گذشته و سعی و خطا، سطح کرنش‌های ۴۰۰،۳۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ برای انجام آزمایش انتخاب شد. نمونه‌ها بر اساس استاندارد حداقل ۲ ساعت قبل از شروع آزمایش در دمای ۲۰°c قرار گرفت. فرکانس بارگذاری مطابق استاندارد باید بین ۵ تا ۱۰ هرتز باشد، که براساس تجربیات گذشته و برای افزایش سرعت آزمایش، مقدار ۱۰ هرتز انتخاب شد، بارگذاری بر نمونه‌ها براساس توصیه استاندارد بصورت سینوسی مثبت (هاورسین) و بدون دوره استراحت صورت گرفت. معیار خاتمه آزمایش در تمامی آزمایش‌های خستگی با کرنش کنترل شده، کاهش میزان سختی اولیه مخلوط پس از بارگذاری‌های متوالی به ۵۰ درصد میزان اولیه آن یا حداکثر ۱۰۰۰۰۰۰ مرتبه بارگذاری بود که این شرایط نیز مطابق پیشنهاد استاندارد اعمال شد. آزمایش توسط قاب ویژه بارگذاری در دستگاه UTM انجام گرفت که نمائی از آن در شکل ۳ ارایه شده است. برای هر سطح کرنش حداقل دو نمونه آزمایش گردید. نتایج آزمایش در شکل ٤ بر حسب کرنش در برابر لگاریتم طبیعی تعداد دفعات بارگذاری تا خرابی ($Ln(N_f)$) مشاهده می‌شود.

شکل۳. دستگاه آزمایش خستگی تیرچه آسفالتی



شکل٤. مقایسه تغییرات عمر خستگی با سطح کرنش در آسفالت گرم در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

www.SID.ir

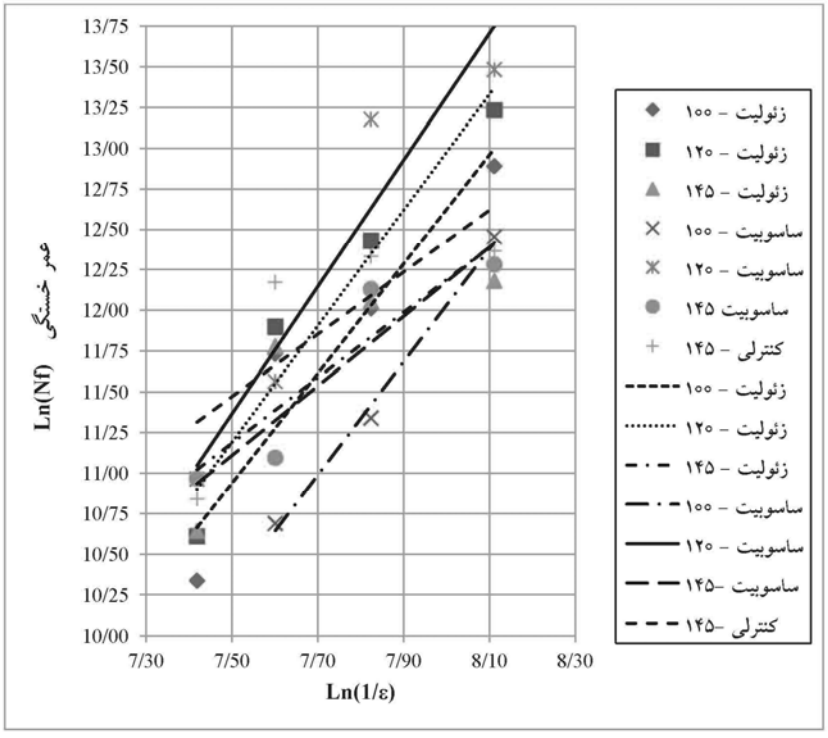
Archive of SID

۵- بحث

شکل ٤ نمودار تغییرات عمر خستگی مخلوط‌های آسفالتی گرم در سطح کرنش‌های متفاوت را نشان می‌دهد. برای قضاوت بهتر و رسیدن به یک مدل آزمایشگاهی درباره تغییرات عمر خستگی با تراز کرنش علاوه بر شکل ٤، مدل مانیسمیت[1] به صورت $N_f = a(1/\varepsilon)^b$ مورد استفاده قرار گرفت و به صورت رگرسیون خطی لگاریتم طبیعی به شکل $n(N_f)=Ln(a)+bLn(1/\varepsilon)$ به داده‌های عمر خستگی- کرنش هریک از مخلوط‌های آسفالتی گرم حاوی افزودنی‌های مختلف ساخته شده در دماهای مختلف، برازش داده شد. در این مدل ε مقدار کرنش در کشش ناشی از خمش، N_f عمر خستگی مخلوط به ازاء تراز کرنش مورد نظر، a و b ضرایب ثابت مدل هستند.

با کنکاش دقیق‌تر در شکل‌های ٤ و ٥ و مدل‌های مانیسمیت بدست آمده می‌توان گفت که:

- جهت بررسی علت احتمالی تفاوت‌های مشاهده شده در مقادیر عمر خستگی مخلوط‌های آسفالتی ساخته شده در دماهای مختلف، از آنجا که انرژی تلف شده در هر چرخه بارگذاری به سطح کرنش، مدول مرکب قیر بکار رفته در مخلوط آسفالتی و زاویه فاز آن قیر بستگی دارد و همچنین مقدار G*sind بعنوان عامل خستگی شناخته شده است. هر چه مقدار این حاصلضرب بزرگتر باشد، انرژی بیشتری در هر دور بارگذاری تلف خواهد شد و این بدان معناست که انرژی جذب شده در نمونه که عامل مقاومت در برابر بارهای خارجی است، با افزایش تعداد دفعات بارگذاری به سرعت کاهش می‌یابد و نمونه مورد نظر با سرعت بیشتری به سمت گسیختگی سوق پیدا می‌کند. آزمایشات صورت گرفته بر روی قیرهای مختلف در تحقیقات SHRP-A-404 نشان داده است که مقدار G*sind در قیرهای پیر شده ناشی از دماهای اختلاط بالاتر، بیشتر از قیرهای نرم‌تر می‌باشد و در ادامه کاهش عمر خستگی مخلوط‌های آسفالتی به بزرگتر بودن این عامل نسبت داده شده است. در آزمایشات خستگی صورت گرفته در تحقیق حاضر نیز، بدلیل تفاوت دمای اختلاط نمونه‌های ساخته شده، میزان کندروانی قیر در آنها متفاوت است، تفاوت‌های موجود بین عمرهای خستگی به دست آمده را می‌توان به عامل کندروانی قیر نسبت داد. افزایش کندروانی در دمای اختلاط بیشتر باعث بزرگتر شدن مقدار G*sind شده و لذا کاهش سریع سطح انرژی جذب شده در نمونه‌های ساخته شده در دماهای اختلاط بالاتر، کاهش عمر خستگی این دسته از مخلوط‌های آسفالتی را به همراه داشته است.



شکل۵. مقایسه مدل‌های خطی برازش داده شده به مخلوط‌های آسفالت گرم حاوی افزودنی‌های مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

٦- نتیجه‌گیری

بر اساس تحلیل اطلاعات این تحقیق نتایج زیر به دست می‌آید:

۱- عمر خستگی آسفالت گرم بسیار نسبت به سطح کرنش به کار رفته در آزمایش حساس است. به طوری که با افزایش سطح کرنش، کاهش قابل توجهی در عمر خستگی مخلوط‌ها مشاهده می‌گردد. علت این امر اینست که بالا رفتن سطح کرنش‌ها باعث افزایش مقدار تنش‌های وارد بر مخلوط می‌گردد و این افزایش به پیشروی فرآیندهای مخرب مانند رشد ترک‌های مؤیین و گسیخته شدن پیوند بین قیر و مصالح سنگی کمک می‌نماید و در نتیجه باعث کاهش سریع سختی مخلوط‌ها و رسیدن آنها به شرایط گسیختگی می‌گردد.

۲- با توجه به نتایج می‌توان مشاهده کرد عمر خستگی مخلوط آسفالتی گرم از عمر خستگی مخلوط آسفالتی داغ بیشتر است. در تفسیر این مطلب می‌توان گفت که افزایش دمای اختلاط موجب افزایش اکسیداسیون قیر و در نتیجه افزایش پیرشدگی می‌شود و افزایش پیرشدگی موجب کاهش عمر خستگی می‌شود.

۳- با توجه به نتایج می‌توان مشاهده کرد که عمر خستگی نمونه‌های ساخته شده در دمای اختلاط ۱۲۰° درجه سانتی‌گراد بیشتر از عمر خستگی نمونه‌های ساخته شده در دمای اختلاط ۱۰۰° درجه سانتی‌گراد می‌باشد. به نظر می‌رسد که در دمای اختلاط ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، در مقایسه با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد کندروانی قیر کاهش کمتری داشته و در نتیجه کمتر متراکم گردیده و فضای خالی آن تا حدودی بیشتر است و از آنجا که افزایش فضای خالی موجب کاهش عمر خستگی می‌شود، در اینجا نیز نمونه‌های ساخته شده در دمای اختلاط ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد که فضای خالی بیشتری دارند، عمر خستگی کمتری دارند.

٤- با توجه به نتایج می‌توان مشاهده کرد که عمر خستگی مخلوط‌های حاوی ساسوبیت از مخلوط‌های حاوی زئولیت و مخلوط‌های کنترلی بیشتر است. با توجه به این که افزودن ساسوبیت تأثیر بیشتری بر روی کاهش کندروانی نسبت به زئولیت دارد. همچنین با توجه به این که در صد فضای خالی مخلوط‌های حاوی زئولیت در یک دمای مشخص، از مخلوط‌های حاوی ساسوبیت بیشتر است. هر دو این موارد باعث کاهش عمر خستگی مخلوط‌های آسفالتی حاوی زئولیت در مقایسه با مخلوط‌های آسفالتی حاوی ساسوبیت می‌شود.

۷- مراجع

- Randy C. etal., (2010) “Mixing and Compaction Temperature of Asphalt Binder in Hot-Mix Asphalt”, TRB’s National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), Report 648, Washington, D.C..
- Kandhal P.S., Chakraborty S., "Effect of Asphalt Film Thickness on Short- and Long-Term Aging of Asphalt Paving Mixtures", TRR 1535.
- Petersen J.C., Robertson R.E., Branthaver J.F. (1994) "Binder Characterization and Evaluation; Volume 4: Test Methods", SHRP-A-370, Strategic Highway Research Program, National Research Council, Washington D.C.
- Zaniewski J., Pumphrey M. (2004) "Evluation of Performance Graded Asphalt Binder Equipment and Testing Protocol", Asphalt Technology Program, Department of Civil and Environmental Engineering, Morgantown, West Virginia.
- Sargand S. et al., (2009) "Performance Assessment of Warm Mix Asphalt Pavements", Federal Highway Administration, Report FHWA/OH-2009, Ohio.
- Jansen J.M. (2010) "Warm Mix Asphalt Investigation", Danish Road Institute, Kgs. Lyngby, Denmark.
- Tangello S. C. S. Rao, J. Craus, J.A. Deacon, and C. L. Monismith (1994) "Summary Report on Fatigue Response of Asphalt Mixtures", SHRP-A-003 , Strategic Highway Research Program, National Research Council, Washington D.C.
- Deacon J. A., A. A. Tayebali, J.Coplantz, F. N. Finn, and C. L.Monismith(1994)"Fatigue Response of Asphalt-Aggregate Mixes Part III—Mix Design and Analysis", SHRP-A-404 , Strategic Highway Research Program, National Research Council, Washington. D.C.

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of Reducing the Mixing Temperature on Fatigue Life of Asphalt Mixture

M. Rajabi, M.Sc., Grad., Dept. of Technical and Engineering, Ferdosi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Y. Niazi, Assistant Prof., Dept. of Technical and Engineering, Ferdosi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Email: mobin.rajabi17@gmail.com

ABSTRACT

The cracks resulted from fatigue are one of the main types of failures in flexible pavements. The bitumen aging is one of the major factors of creating fatigue cracks. The bitumen used in asphalt mixture is exposed to hardening and aging during making the mixture as well as on the pavement. The aging mainly occurs due to bitumen oxidation with the oxygen existing in the air. This process in high temperature such as the mixing temperature of asphalt occurs more quickly when the bitumen covers the surface of aggregates with a thin film. The mixture of bitumen with aggregates in mixing temperature of asphalts can be considered as a stage in which the most sever oxidation and hardening of bitumen during production and making asphalt occurs. Therefore, the mixing temperature of aggregates and bitumen in asphalt factory is one of the most important factors of aging and the resulted fatigue of asphalt mixture. This is the reason why warm mix asphalts were used for reducing the mixing and compacting temperature.

The objective of the present research paper is studying the influence of reducing mixing temperature on fatigue life of the asphalt mixture. In this study, the asphalt mixture has been made in three temperatures of 100, 120 and 145 ºC in order to study the influence of mixing temperature. Sasobit and Asphamin have been used for reducing the mixing temperature. The results of testing show that the fatigue life of warm mix asphalt is higher than hot mix asphalt.The samples produced in 120 ºC have a higher fatigue life without any consideration to the type of additives and the samples containing Sasobit have a fatigue life higher than the samples with Asphamin.

Keywords: Fatigue, Aging, Mixing Temperature, Warm Mix Asphalt, Binder

www.SID.ir