Archive of SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir
www.SID.ir

Archive of SID

بررسی تأثیر استفاده از میکروسیلیس و حفاظت سطحی بر خوردگی آرماتور در شرایط شبیه سازی شده خلیج فارس

پرویز قدوسی
استادیار دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت و مشاور بخش بتن مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
امیرمازیار رئیس قاسمی
کارشناس بخش بتن مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
طیبه پرهیزکار
عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

۱- مقدمه

بطور کلی وظیفه حفاظت سطحی جلوگیری یا تأخیر در خوردگی آرماتور با ایجاد حفاظت در برابر نفوذ کلرید، دی اکسید کربن، اکسیژن و آب می باشد. یکی از معیارهای اصلی در انتخاب نوع حفاظت سطحی بحث اجازه تنفس به بتن می باشد. بعبارت دیگر از آنجائیکه پیش نیاز اکثر مکانیزمهای مخرب وجود آب می باشد، یک محافظ باید قادر باشد تا از نفوذ آب به داخل بتن جلوگیری نماید و د رعین حال اجازه خروج بخار آب از داخل بتن به خارج را نیز بدهد. هر چند هر حفاظت سطحی که اجاز خروج بخار آب را می دهد احتمالاً قادر به ایجاد مانع در مقابل گازهـا نیست. لذا با کاهش رطوبت در داخل بتن، انتشار گازهای اکسیژن و دی اکسید کربن افزایش یافتـه و احتمـال کربناسیون افـزوده مـی گـردد. بنابراین توجه به این نکته با توجه به شرایط در معرض قرارگیری و کاربری سازه حائز اهمیت است.

حفاظتهای سطحی بر اساس نوع کاربرد و عملکرد آنها تقسیم بندیهای متفاوتی شده اند . بـر اسـاس یادداشـت فنـی شـماره ۱۳۰ "انجمـن اطلاعات و تحقیقات ساخت" مواد حفا ظت سطحی به ۴ گروه زیر تقسیم می شوند : نفوذ کننده ها ، درزگیرها و پوششها ، مسدود کننده هـای منافذ ، روکشهای سطحی .

تنوع در مواد پوششی زیاد است، که برخی از انواع آن شامل : اپکسی ها، آکریلیکها، یوریتانها، پلی استر، مواد قیری و روغن برزک می باشد. تاکنون در مراکز مختلف تحقیقاتی برای ارزیابی انواع مواد حفا ظتی و قابلیت نفوذپذیری آنها نسبت به آب و کلرید آزمایشها و تحقیقـات زیـادی انجام شده است. عمده ترین آزمایشهای انجام شده عبارتند از : نفوذپذیری آب، جذب آب، جذب سطحی، نفوذ کلرید و مقاومت فشاری.

نتایج آزمایش جذب آب و میزان نفوذ کلرید بر روی انواع مختلف مواد حفا ظتی نشان می دهد، بطور کلی اگر ماده حفـاظتی بتوانـد از نفـوذ آب جلوگیری کند، نفوذ کلرید را نیز کنترل خواهد کرد، همچنین باید تأکید کرد که مواد حتی اگر از یـک گـروه باشـند، امکـان دارد کـه بـازده متفاوت داشته باشند [۱] . بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده [۱، ۲، ۴ ، ۵ و ۳] مشخص گردیـده کـه مـواد حفـاظتی "سـیلن-سیلوکسـان "بعنوان لایه اول و نفوذ کننده و "اکریلیک" بعنوان لایه دوم و ماده مسدود کننده، دارای جذب آب و نفوذ هوای کمی نسبت به دیگر انـواع مـی باشند. همچنین بر اساس تحقیقات انجام شده توسط میرزا [۶] استفاده از انواع مختلف مواد حفاظتی (۲۸ نوع سیلن، ۱۳ نوع سیلوکسان. ۱۲ نوع محصول با پایه سیمانی، ۲ نوع اپکسی و ۴ نوع اکریلیک و ۱ نوع پایه سیلیکاتی) از نظر درصد کاهش جذب و عبور بخار، مواد سیلن و بعـد از آنها مواد سیلوکسان موفقیت آمیز بودند. عملکرد بقیه مواد مانند اپکسی، مواد پایه سیمانی و اکریلیک نامناسب بوده است. افزایش دمـا از C " ۴ به C " ۲۳ تا حدی عملکرد سیلن و سیلوکسان را بهبود داده اما دما عملکرد مواد پایه سیمانی را بدتر کرده که این امر به دلیل جمع شدگـی و ایجاد ریز ترکها در اندود می باشد .

۲- روش تحقیق

در این مقاله به بررسی تأثیر استفاده از انـواع پوششـهای سـیلن-سیلوکسـان، پلـی اورتـان، اپوکسـی و اپوکسـی قطـران و بتنـهای حـاوی میکروسیلیس و بدون میکروسیلیس و همچنین با نسبت آب به سیمان متفاوت، بر خوردگی میلگرد در شرایط شـبیه سـازی شـده خلیـج فـارس پرداخته شده است. بدین منظور نمونه های ساخته شده تحت آزمایشهای تعیین پتانسیل خوردگی ، شدت خوردگـی و میـزان نفـوذ کلریـد قـرار گرفتند .

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

۲-۱- مصالح مصرفی :

در ساخت نمونه ها از سیمان پرتلند کارخانه تهران و میکروسیلیس کارخانه ازنا استفاده شده است. همچنین مصالح سنگی ریزدانه مصرفی مطابق با مشخصات استاندارد BS و دارای دانه بندی منطقه "۲" این استاندارد بوده و مصالح سنگی درشت دانه نیز با حداکثر اندازه ۱۴ میلیمتر و مطابق مشخصات BS بوده است. مواد حفاظت سطحی از شرکتهای داخلی تأمین گردیده که نوع و علامت معرف آنها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ – انواع مواد حفاظتی سطحی

نوع ماده حفاظتی	معرف
۱ – اندود آستر سیلن + سیلوکسان و اندود نهایی اکریلیک	SIL+ACR
۲ – پلی یوریتان	PU
۳ – اپکسی قطران (دو جزئی)	EPC
۴ – اپکسی	EP

۲-۲- مشخصات طرح اختلاط :

در این تحقیق از سه نوع بتن با مشخصات جدول "۲" استفاده شده است.

جدول ۲ – مشخصات کلی انواع بتن

معرف	سیمان (kg/m^3)	میکروسیلیس (kg/m^3)	نسبت آب به سیمان	نسبت سنگدانه به سیمان	نسبت ماسه به سنگدانه
A	۴۰۰	-	۰/۶	۴/۰۵	۰/۴۶
B	۴۰۰	-	۰/۴	۴/۵	۰/۴۶
M	۳۶۰	۴۰	۰/۴	۴/۵	۰/۴۶

اسلامپ مخلوطهای M ، B بین ۴۰ تا ۹۰ میلیمتر و مخلوط A ۱۲۰ میلیمتر بوده است. در مخلوطهای M ، B برای دستیابی به روانی مناسب از فوق روان کننده (Melcret TB 101 F) استفاده گردید.

۲-۳- عمل آوری و شرایط در معرض قرار گیری :

نمونه ها پس از قالب برداری به مدت ۳ روز در آب و سپس ۱۱ روز در محیط شبیه سازی خلیج فارس (رطوبت ۵۰ درصد و دمای $38^{\circ}C$) عمل آوری گردیدند. مواد حفاظتی در سن ۱۴ روز روی نمونه ها اعمال و تا سن ۲۸ روزه در شرایط مذکور نگهداری شدند و سپس در معرض محلول NaCl ۵ درصد قرار داده شدند.

۲-۴- روش انجام آزمایشها :

جهت انجام آزمایش پتانسیل و شدت خوردگی از نمونه های منشوری بابعاد ۱۵×۵×۵ سانتیمتر که در آن میلگردی به قطر ۶ میلیمتر و به طول ۱۰ سانتیمتر تعبیه شده بود ، استفاده گردید. این نمونه ها بصورت عمودی و تا ۲/۳ ارتفاع داخل محلول قرار گرفته و در فواصل زمانی ۳۰ روز قرائت گردیدند. بمنظور تعیین میزان پتانسیل خوردگی از دستگاه نیم پیل با الکترود کالومل و برای تعیین شدت خوردگی از دستگاه پتانسیواستات استفاده گردید.

همچنین به منظور تعیین میزان عمق نفوذ کلرید از بلوکهایی بابعاد ۱۲×۲۰×۲۰ سانتیمتر استفاده گردید. جهت تهیه پروفیل کلر و ضریب نفوذ کلرید D_a بعد از گذشت ۳۵ روز از زمان در معرض قرارگیری با استفاده از دستگاه دریل از چند نقطه از بلوکها در اعماق مختلف پودرگیری انجام ، و سپس با استفاده از روش تیتراسیون میزان کلرید در عمقهای مورد نظر محاسبه گردید.

www.SID.ir

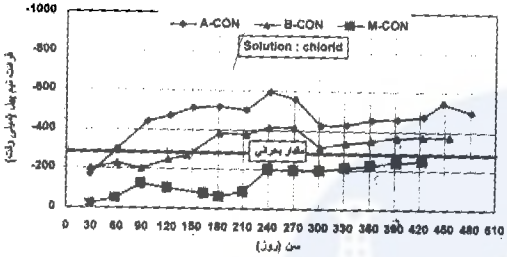
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

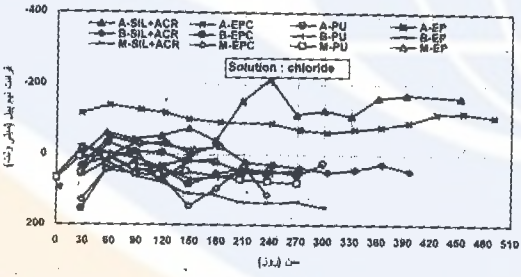
۳- خلاصه نتایج

نتایج آزمایش پتانسیل خوردگی نشان می دهد میلگردهای مخلوط A-CON (شاهد A) حدوداً پس از گذشت ۱۰۰ روز در معرض قرارگیری ، مخلوط B-CON (شاهد B) پس از ۱۱۰ روز فعال شده ولی مخلوط M-CON (شاهد M) پس از گذشت حدوداً ۱۵ ماه هنوز فعال نشده است(شکل ۱).



شکل ۱ – نتایج پتانسیل خوردگی نمونه های شاهد

همچنین نتایج آزمایش پتانسیل خوردگی مخلوطهای A , B , M که با انواع حفاظتهای سطحی اندود شده بودند نشان می دهد میلگردها در طول زمان آزمایش (حدوداً ۱۵ ماه) همچنان در محدوده غیر انفعالی قرار دارند (شکل ۲). ولی میزان تأثیر گذاری انواع مواد حفاظتی در مخلوطهای A , B , M کمی با یکدیگر متفاوت می باشند که بطور کلی میزان این تأثیردر مخلوطهای M-SIL+ACR ، M-EPC و M- PU بیشتر بوده است (هر چند که هیچکدام فعال نشده اند) . نتایج آزمایشهای تعیین شدت خوردگی و پروفیل کلر نیز نتایج آزمایش پتانسیل خوردگی را تایید نموده و بیانگر تأثیر استفاده از نسبت آب به سیمان کم (W/C = ۰/۴) و انواع حفاظتهای سطحی می باشند.



شکل۲ -نتایج پتانسیل خوردگی انواع بتن و حفاظت سطحی

٤- قدردانی و تشکر

از سازمان مدیریت و برنامه ریزی بدلیل تأمین هزینه انجام این پروژه تشکر میگردد . همچنین از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن به خاطر همکاری و پشتیبانی ، در طول زمان انجام این پروژه کمال تشکر و قدردانی را دارد .

٥- مراجـــــــع اصلی :

[1] National Cooperative Highway Research. Program (NCHRP), Report 244, " Concrete Sealersfor thre Protection of Bridge Structures ", Transportation Research Board, DC, 1981.

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

[2] Robinson, H. L., " An Evaluation of Silane Treated Concrete ", J.Oil Colour Chemists Assoc., 70 1987, PP. 163-172.

[3] Ghoddousi, P., Ramezanianpour, A., Taheri, Parhizkar, T., and Ganjian, E, " The use of Surface Treatment Compounds to Enhance Durability of Reinforced Concrete ", International Congress, Concrete in the Dervice of Mankind, Scotland, 1996.

[4] Robinson, H. L., " Durability of Anti – Carbonation Coatings, J. Oil Colour Chemists Assoc., 70, 1987, PP. 193-198.

[5] Basheer, P. A. M., Montgomery, F. R., Long, A. E., and Batayhen, M., " Durability of Surface Treated Concrete, " Proceedings of Inter. Conf. On Protection of Concrete, Editors, Ravin Dhir, and Jefferey Green, Dundee, Scotland, 1990.

[6] Batchelor, J., and Heliwell, D. J., " Waterproofing of Bridge Decks using Sprayed Liquid Membrane " Proceedings of Inter. Conf. On Protection of Concrete, Editors, Ravin, ad Jefferey Green, Dundee, Scotland, 1990, PP. 201-210.

www.SID.ir

www.SID.ir