مجله پژوهش های معاصر در علوم و تحقیقات
سال دوم، شماره ۲۰، اسفند ۱۳۹۹
ISSN: ۲۶۷۶-۵۷۶٤
www.jocrisar.ir

شناسایی علت های تاثیر گذار خوردگی میلگرد فولادی در بتن آرمه و بررسی روش های مکانیکی مستقیم حفاظت از آن

امیرمحمد اسماعیلیان [۱]

[۱] دانشجوی کارشناسی،گروه عمران،دانشکده فنی و مهندسی،دانشگاه صنعتی خاتم النبیا بهبهان،خوزستان،ایران

چکیده

در ایران سالانه مخارج سنگینی جهت بازسازی سازه های بتن آرمه که در اثر نفوذ عوامل خورنده صورت می گیرد هزینه می شود.خوردگی میلگرد های فولادی یکی از مهم ترین عوامل خرابی این سازه ها در مناطق خورنده به شمار می آید.به دلیل تاثیرات منفی سولفات ها و یون های کلر، حفظ پایایی میلگرد ها دارای اهمیت خاصی است. افزایش حجم محصولات خوردگی نسبت به فولاد اولیه باعث ایجاد ترک در سازه شده و باعث تسریع کاهش عمر مفید سازه می شود. جهت کاهش این خسارت های جبران ناپذیر ناشی از پدیده خوردگی و افزایش دوام سازه ها باید تمهیداتی در نظر بگیریم تا مقاومت میلگرد ها را افزایش و تاثیرات عوامل خورنده را کاهش دهیم. در این پژوهش به بررسی و ارائه راهکارهایی برای به حداقل رسانیدن خوردگی میلگرد های فولادی در سازه های بتن آرمه می پردازیم.

واژه‌های کلیدی: بتن آرمه، میلگرد فولادی، خوردگی، محیط های خورنده

۱. مقدمه

بتن آرمه یکی از پر کاربرد ترین مصالح ساختمانی است.امروزه ساخت سازه های بتن آرمه در شهر های نزدیک به دریا و مناطق ساحلی ایران گشترش داشته است.بتن ارمه نسبت به دیگر مصالح ساختمانی از دوام و پایداری مناسبی دربرابر شرایط محاجم برخوردار است.چنین سازه هایی در ماطق دریایی و ساحلی تحت آسیب عوامل خورنده و حمله شدید سولفات ها هستند.با توجه به شرایط نامناسب در این مناطق و عدم توجه به مقررات ملی ساختمان ورعایت نکردن استاندارد ها در ساخت سازه ها،هر ساله تعداد زیادی از این سازه ها کارایی خود را از دست می دهند یا اینکه تخریب می شوند.[۱]خوردگی میلگرد های فولادی یکی از مهم ترین عوامل زوال سازه های بتن آرمه است.خوردگی میلگردها می تواند باعث کاهش سطح مقطع آرماتور،پوسته شدن بتن،ترک خوردگی شود. همچنین این پدیده باعث می شود که چسبندگی بین بتن و آرماتور کاهش یابد که سبب کاهش مقاومت تیر ها،دال ها و دیگر اجزای سازه بتن آرمه شود. این

موارد باعث ایجاد آسیب ها و خسارت های جانی و مالی می شود. . [۲] امروزه به دلیل توسعه شهر ها در نواحی ساحلی و ساخت سازه ها ی بتن آرمه در مناطق نزدیک به دریا اهمیت این موضوع دو چندان می شود ،زیرا عمر مفید این سازه ها کاهش می یابد و در بعضی از موارد تخریب میشوند و سپس از رده خارج می شوند،که در هر صورت باعث هدر رفتن منابع مالی و سرمایه های ملی می شود .در ابتدای این پژوهش تعریف خوردگی را بیان می کنیم و در ادامه سعی داریم تا علت های خوردگی میلگرد های فولادی در سازه های بتن آرمه را بررسی کنیم ،سپس در انتهای پیشنهاداتی را برای مقابله با این پدیده بیان کنیم.

۲. تعریف خوردگی

خوردگی، واکنش شیمیایی یا الکتروشیمیایی یک ماده با محیط اطراف است که باعث تخریب ، فاسد شدن و تغییر خواص آن ماده می شود.گروهی باور دارند که خوردگی محدود به فلزات است ولی غالبا مهندسی خوردگی هم فلزات و هم غیر فلزات را در نظر می گیرد.خوردگی فرایندی زیان آور است.[۳]

۳. محیط های خورنده

عملا کلیه محیط ها خورنده هستند،اما قدرت خورندگی در آنها متفاوت است.مثال هایی در این مورد عبارتند از:انواع آب ها(آب های تازه،مقطر،نمک دار و معدنی)، بخار آب و گازها مانند کلر،آمونیاک،سولفورهیدروژن،دی اکسید گوگرد،گازهای سوختنی وهمچنین اسید های معدنی مانند اسید کلریدریک،سولفوریک و نیتریک و اسید های آلی مانند اسید نفتنیک،استیک و فرمیک،حلال ها، روغن های نباتی و نفتی و انواع و اقسام محصولات غذایی.[۳]

۴. عوامل موثر بر خوردگی

عوامل موثر بر خوردگی میلگرد های فولادی در بتن آرمه را می توان به دو گروه تقسیم کرد.گروه اول عوامل بیرونی مانند دما،اکسیژن ، حملات سولفات ها ، رطوبت ، قلیاییت و غلظت کلرور را شامل می شود.گروه اول شرایط محیطی حاکم بر سازه بتن آرمه است.گروه دوم مربوط به عوامل درونی تاثیر گذار بر بتن و میلگردهای فولادی است.عواملی مانند مقاومت مخصوص بتن ، کیفیت نامطلوب سیمان ،ضخامت پوشش بتن روی میلگرد های فولادی ، نسبت اختلاط اجزا بتن ، افزودنی ها ی بتن ، عمل آوری و حمل بتن ، نوع میلگرد های مصرفی و فاصله میلگرد تا سطح بتن در این گروه قرار می گیرند.[۴]

۵.روش های محافظت از میلگردهای فولادی

یکی از مهمترین عوامل خرابی سازه های بتن آرمه، خوردگی میلگرد های فولادی مسلح کننده در بتن به شمار می رود. برای مقابله با این پدیده لازم است که تمهیداتی در نظر گرفته شود تا از رسیدن مواد خورنده به میلگرد جلوگیری شود و یا مقاومت شیمیایی میلگرد در برابر مواد خوردنده افزایش یابد.

روشهای مختلفی برای محافظت مستقیم میلگرد های فولادی از پدیده خوردگی وجود داردکه به دو گروه مکانیکی و الکتروشیمیایی تقسیم می شوند.در این پژوهش به بررسی روش های مکانیکی می پردازیم.[۵]

۶. روش های مکانیکی

روش مکانیکی از روش‌هایی ارزان و ساده برای محافظت میلگرد در برابر خوردگی است، اما دوام بالایی ندارد.یکی دیگر از نکات منفی این روش این است که در هنگام استفاده از میلگرد ها در بتن،احتمال زیادی وجود دارد که پوشش میلگرد دچار آسیب شود.روش های مکانیکی محافظت از میلگرد فولادی به صورت مستقیم انواع مختلفی دارند،که در ادامه به آن ها اشاره شده است.

۱,۶. رنگ آمیزی

استفاده از رنگ ارزان ترین و آسان ترین روش برای حفاظت از میلگرد های فولادی است.این روش به دلیل در دسترس بودن و سهولت در ترمیم ، بیشتر از دیگر روش ها کاربرد دارد. با استفاده از رنگ ها به صورت آستر و رویه، می توان ارتباط فلزات را با محیط تا اندازه ای قطع کرد و در نتیجه موجب محافظت تاسیسات فولادی شد.این روش برای کاربرد های کوتاه مدت استفاده می شود. رنگ های الکترواستاتیک که به میدان الکتریکی پاسخ می دهند و پوشش های فسفاتی و کروماتی که پوشش های تبدیلی نامیده می شوند ،بهترین انواع رنگ آمیزی هستند.[۵]

۲,۶. میلگرد های ضد زنگ

یکی دیگر از روش ها ،استفاده از میلگرد های ضد زنگ است.در این روش میلگرد های ضد زنگ جایگزین میلگرد های عادی می شوند. این میلگرد ها به دلیل مقاومت خوبی که در مقابل حمله سولفات ها و کلریدها دارد و همچنین مقاومت خوب آن در برابر خوردگی و زنگ زدگی، مورد استفاده قرار می گیرند. میلگرد های زنگ نزن باعث جلوگیری از کاهش عمر مفید سازه ها می شوند.کاربرد دیگر آن ها این است که هزینه تعمیرات سازه ها را در محیط های خورنده کاهش می دهد.میلگرد های ضد زنگ به دلیل قیمت بالا و عدم امکان خم کاری ،به صورت گسترده مورد استفاده قرار نمی گیرند.[۶]

۳,۶. میلگرد با پوشش اپوکسی

یکی از روش های شناخته شده برای محافظت از میلگرد های فولادی استفاده از پوشش های اپوکسی است. پوشش اپوکسی مانند یک جدا کننده فیزیکی عمل می کند و مانع از نفوذ اکسیژن و کلریدها و دیگر عوامل خورنده به سطح میلگرد

های فولاد می‌شود.میلگرد فولادی با پوشش اپوکسی نسبت به میلگرد های ضد زنگ ارزان تر هستند و در محیط های خورنده مقاومت بیشتری دارند.این میلگرد ها به دلیل داشتن پوشش فیزیکی در مقابل نمک های یخ زدا و اب دریا نیز مقاوم هستند،بنابرین درساخت سازه های دریایی نیز کاربرد دارند.[۷]

۴,۶. میلگرد هایی با پوشش گالوانیزه

پوشش های گالوانیزه مانند لایه ای بر روی میلگرد قرار می گیرند.پوشش های گالوانیزه مانند سدی در برابر خوردگی هستند. پوشش های گالوانیزه نسبت به پوشش های اپوکسی گران تر هستند ولی با توجه به مزایای آن نظیر مقاوم تر بودن نسبت به خوردگی و طول عمر و دوام بیشتر ارزش پرداخت هزینه بیشتر را دارند.بر عکس روش رنگ آمیزی که در کوتاه مدت کاربرد دارد، این روش برای بهره برداری های بلند مدت استفاده می شود.بهتر است که میلگرد های فولادی با پوشش گالوانیزه در محیط هایی با شرایط خوردگی شدید که احتمال ضربه و خراش وجود دارد استفاده نشود. پوشش دهی مکانیکی، گالوانیزینگ الکتریکی، گالوانیزینگ غوطه وری داغ، اسپری کردن و رنگ کردن با خاک روی ،شیوه های مختاف گالوانیزه کردن میلگرد های فولادی هستند.[۸]

۷. نتیجه گیری

درصورت لزوم، بخش کوتاه تقدیر وتشکر می تواند قبل از ارائه فهرست مراجع ذکر گردد. امروزه ساخت سازه ای بتن آرمه در مناطق مختلف مانند مناطق ساحلی و دریایی در حال گسترش است.به همین علت عمر مفید سازه‌های بتن آرمه اهمیت زیادی دارد. مناطق خورنده پس از گذشت مدت زمان اندکی از بهره برداری، خوردگی هزینه‌های هنگفتی به سازه وارد می‌نماید. حتی در برخی موارد ساخت مجدد سازه از ترمیم آن اقتصادیتر است.این خسارت ها موجب تحمیل شدن هزینه های بسیاری به صاحبان پروژه ها و از دست رفتن سرمایه ملی می شود. در این پژوهش به بررسی روش های مکانیکی مستقیم محافظت از میلگرد فولادی پرداختیم.روش های مکانیکی مستقیم محافظت از میلگرد های فولادی در بتن آرمه دارای محدودیت هایی هستند.به دلیل اهمیت این موضوع باید از روش های دیگری برای بالا بردن دوام و استحکام سازه های بتن آرمه استفاده کرد. روش های دیگر جلوگیری از خوردگی که میتوان با رعایت آن ها عمر مفید سازه افزایش داد ،شامل تغییر محیط خورنده ،افزایش کیفیت بتن،کم کردن درجه حرارت ،کاهش غلظت عوامل خورنده،استفاده از پوشش های بتنی و استفاده از پوزولان های مصنوعی مانند دوده سلیس هستند.شناخت بیشتر خوردگی و عوامل تاثیر گذار بر آن باعث می شود که مهندسان وطراحان با ارائه راهکار های علمی اجرای سازه هایی مقاوم تر بسازند و هزینه های که جهت ترمیم به وجود می آیند را کاهش دهند.

مراجع

۱. Salari, R.S. and Spacone, E. " Finite element formulation of one-dimensional elements with bond-slip", Engineering Structures, 23(7), pp. 815-826 (2001).

۲. J. Rodriguez, L.M. Ortega, J. Casal, J.M. Diez, Assessing structural conditions of concrete structures with corroded reinforcement, in: R.K. Dhir, M.R. Jones (Eds.) Conference, Concrete repair, rehabilitation and protection; 1996.

۳. ساعتچی ، احمد " مهندسی خوردگی " ، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان ، تابستان ۱۳۸۲.

٤. نصیری, علی؛ حیدر دهقانی و هادی هوشمند دکوچی، اصول خوردگی در بتن مسلح و روش های جلوگیری از آن، اولین همایش های بین المللی بتن های ناتراوا مخازن ذخیره آب شرب،رشت،شرکت آب و فاضلاب شهری استان گلستان،۱۳۹۰.

۵. Ravindra K.Dhir, Jeffrey W.Green. (2005) “Protection of Concrete”. E. & F. N. SPON.

٦. Bedard, Claude, (1992) "Composite Reinforcing Bars: Assessing their use in concrete", Concrete international.

۷. John P. Broomfield. (2005) “Corrosion of Steel in Concrete - 2nd Edition”. Taylor and Francis.

۸. Holleman, A.F & Wiberg, (2001) " Inorganic chemistry ", Academic press, San Diego.