

تشخیص خطر خوردگی فولاد در سازه‌های بتنی

آیا شما اصول خوردگی فولاد در بتن را می‌شناسید؟ زمانی که فولاد توسط لایه‌ی بتن احاطه می‌شود، سیمان هیدراته یک محیط قلیایی را که در آن pH بتن حدود ۱۲٫۶ است، ایجاد می‌کند. این محیط به فولاد کمک می‌کند که لایه‌ای مقاوم را بر روی سطح خود تشکیل دهد. این لایه‌ی مقاوم آرماتورها را از خوردگی محافظت می‌کند. لذا پوشش بتنی برای فولاد محافظت ایجاد می‌کند. خوردگی فولاد در بتن زمانی آغاز می‌شود که لایه‌ی محافظتی فولاد توسط یک فرآیند کربناسیون یا ورود کلریدهای آهن در بتن سخت شده شکسته شود.

خوردگی فولاد در بتن یا به شکل موضعی و یا به شکل کلی می‌باشد. خوردگی کلی فولاد بر اثر انبساط فولاد زنگ زده می‌باشد که بسیار مخرب است. خوردگی فولاد در بتن بر اثر حمله‌ی سولفات و شکستگی (آب شستگی) ایجاد می‌شود. همچنین بر اثر کلسیم گیری (کم شدن میزان آهک)، آب دریا، خوردگی باکتریایی، خسارات حرارتی و خسارت‌های مربوط به تشعشعات نیز تشکیل می‌شود.



در ادامه در مورد نیازمندی‌ها، قواعد و روش‌های انواع آزمایش‌ها برای ارزیابی خطر خوردگی فولاد در بتن بحث می‌شود.

خوردگی فولاد در بتن باید به دلایل زیر آزمایش شود:

- برای شناسایی خطر خوردگی که ممکن است بر روی سطح بتن ظاهر نشود.
- برای شناسایی وسعت خوردگی که به صورت جزئی در سطح بتن مشاهده می‌شود.
- برای ارزیابی یکپارچگی سازه‌ی بتن مسلحی که خوردگی را در آرماتورها را تجربه می‌کند.

اصول آزمایش خوردگی فولاد:

خوردگی فولاد در بتن یک فرآیند الکتروشیمیایی است که باعث زنگ‌زدگی می‌شود. این فرآیند باعث گسترش نواحی دارای پتانسیل و جریان الکتریکی متفاوت در بتن می‌شود. در این فرآیند پتانسیل و شدت جریان ناشی از خوردگی در بتن اندازه‌گیری می‌شود.

روش‌های آزمایش خوردگی فولاد در بتن:

۱. دستگاه آرمانور یاب کاور متر یا پروفومتر



این دو دستگاه عملکرد مشابهی در روش‌های غیر مخرب دارند. این روش‌ها برای آزمایش خوردگی فولاد در بتن استفاده می‌شوند.

این روش‌ها موارد زیر را اندازه‌گیری می‌کنند:

- ضخامت پوشش بتن با دقت ۵ میلی‌متر
- قطر آرماتور
- فاصله‌ی آرماتورها

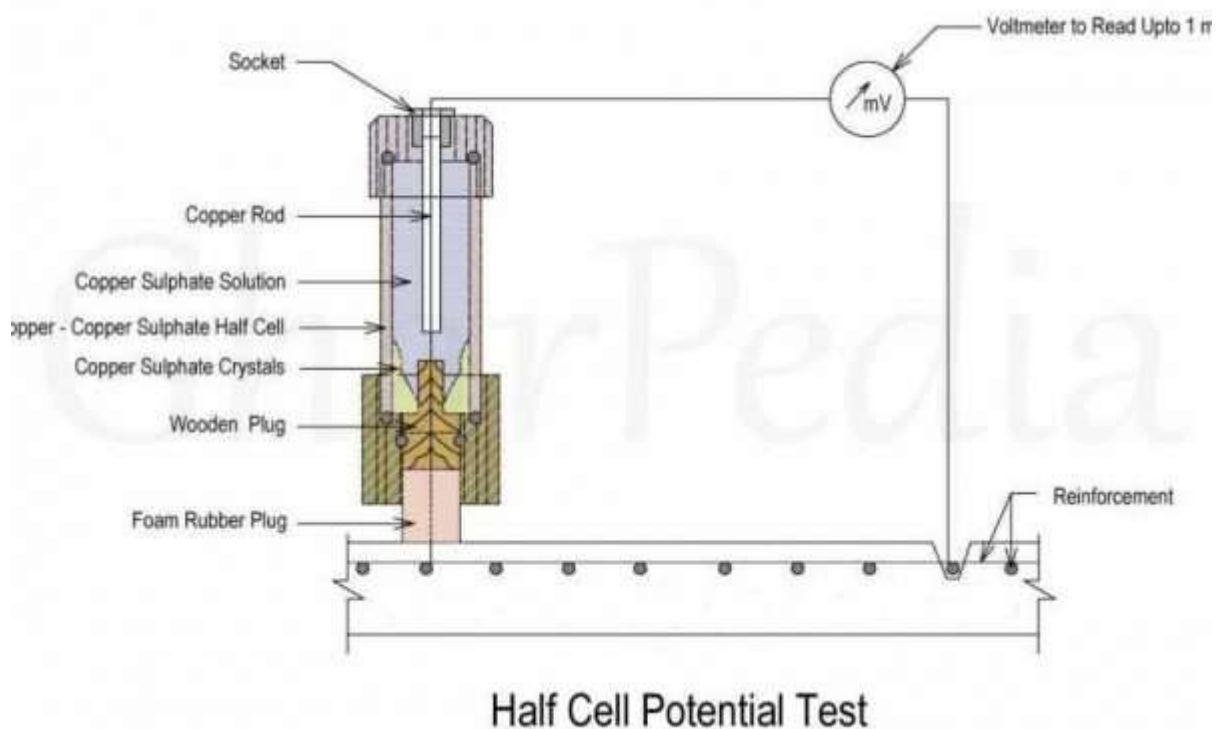
با استفاده از این دو دستگاه می‌توان آرماتورهای تا عمق ۳۰۰ میلی‌متر را بررسی کرد. برآورد قابل اطمینان پوشش ممکن است تنها برای میلگردهای تکی که تا عمق ۱۰۰ میلی‌متری از سطح بتن قرار دارند، انجام شود.

۲. روش نیم سلول:

این آزمایش غیر مخرب برای اندازه‌گیری یا نمایش پتانسیل خوردگی استفاده می‌شود. پتانسیل خوردگی برای تعیین احتمال خوردگی فولاد در بتن به کار می‌رود. روش پتانسیل نیم سلول برای درک وضعیت فعال بودن یا نبودن خوردگی فولاد در بتن نیز استفاده می‌شود.

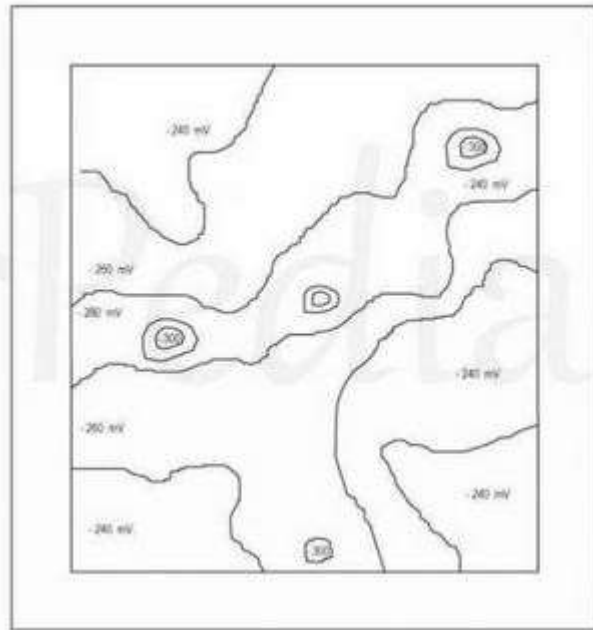
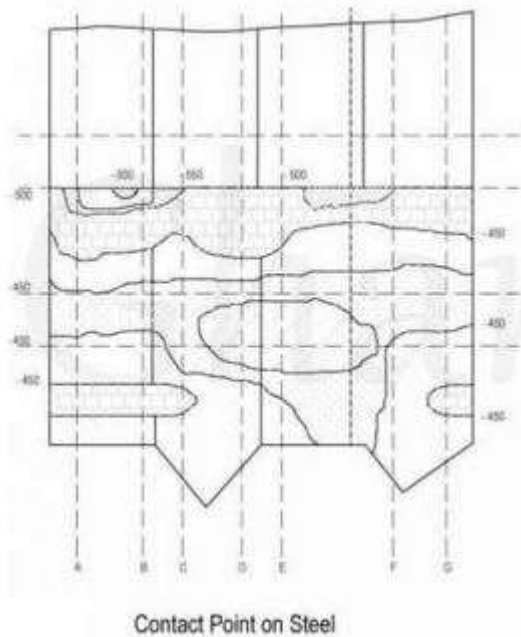


روش نیم سلول عبارت است از اندازه‌گیری پتانسیل خوردگی یک میلگرد مدفون نسبت به یک نیم سلول مرجع مانند سلول سولفات مس یا سلول کلرید نقره که بر روی سطح بتن قرار داده شده است.



بتن مانند یک الکترولیت عمل می‌کند. ممکن است ریسک خوردگی فولاد در بتن به صورت تجربی با اختلاف پتانسیل اندازه‌گیری شده در ارتباط باشد.

در روش نیم سلول، تجهیزات امکان بررسی غیر مخرب را می‌دهند تا نقشه‌های کانتور پتانسیل نیم سلول سطح بتن تهیه شود. نقشه‌های کانتور، درجه‌ی ریسک خوردگی فولاد را نشان می‌دهند.

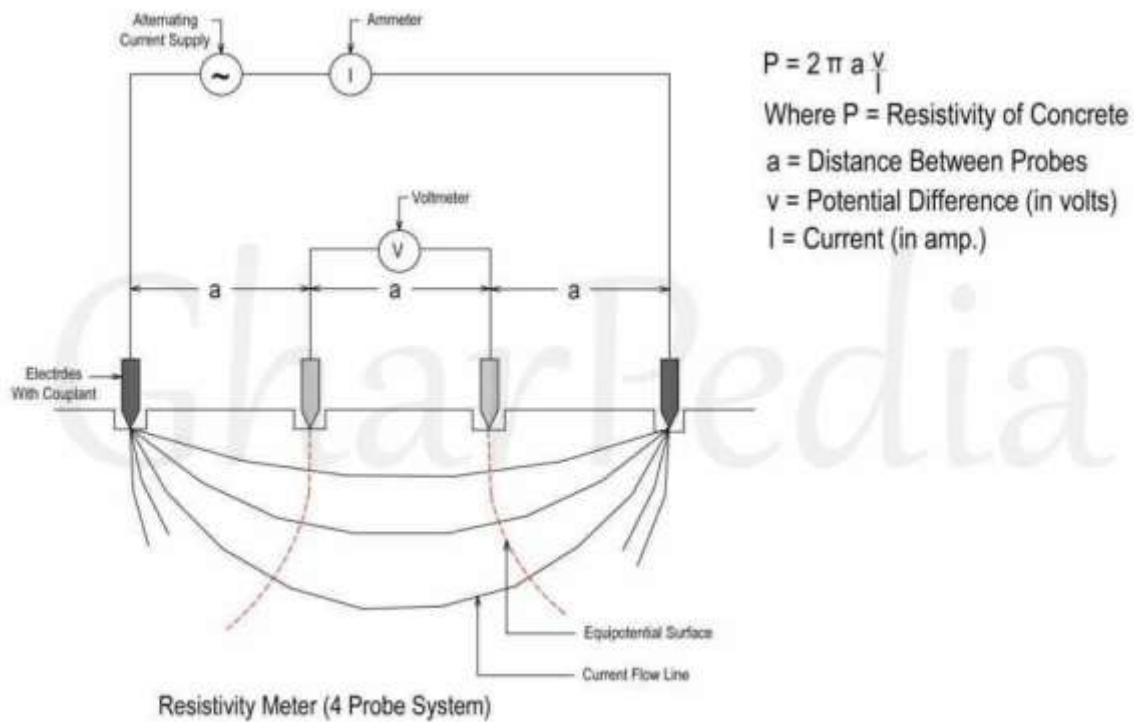


۳. روش اندازه‌گیری مقاومت یا روش مقاومت الکتریکی



روش اندازه‌گیری مقاومت بتن برای تعیین مقاومت الکتریکی ناشی از خوردگی فولاد در بتن استفاده می‌شود. در روش اندازه‌گیری مقاومت، اندازه‌گیری‌ها با استفاده از فرآیند چهار کاوشگر ونر (Wenner) انجام می‌شوند.

در روش مقاومت الکتریکی، مطابق شکل چهار الکتروود (کاوشگر) در یک خط مستقیم قرار داده می‌شود. علاوه بر این، این چهار الکتروود با فاصله گذاری یکسان، درست در زیر سطح بتن قرار داده می‌گیرند. جریان متناوب از طریق الکتروودهای خارجی عبور داده می‌شود. افت ولتاژ بین الکتروودهای داخلی در زمان یکسان اندازه‌گیری می‌شود.



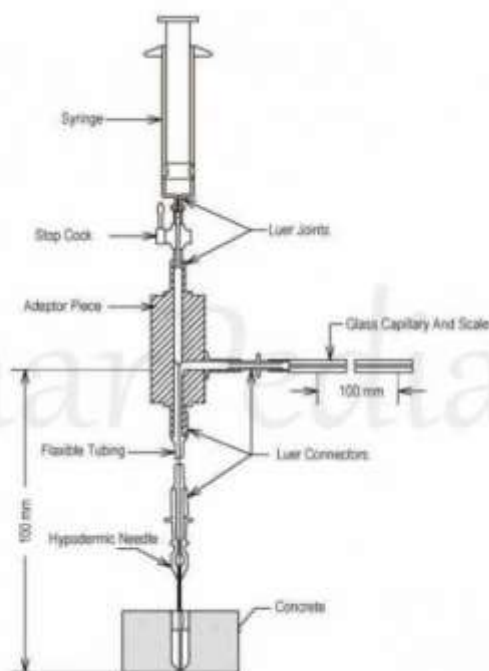
پس از آن، مقاومت را محاسبه کنید. مقاومت می‌تواند با ریسک خوردگی فولاد در ارتباط باشد. احتمال خوردگی فولاد در بتن را زمانی می‌توان پیش‌بینی کرد که اندازه‌گیری‌های پتانسیل نیم سلول نشان دهند که امکان خوردگی وجود دارد.

۴. آزمایش تست نفوذپذیری:

این آزمایش برای ارزیابی نفوذپذیری بتن در مقابل آب و هوا می‌باشد. دو روش آزمایش نفوذپذیری بتن به نام روش Calm و روش Figg (روش Poroscope) برای کنترل نفوذپذیری بتن وجود دارد. نفوذپذیری بتن بر روی خوردگی فولاد در بتن تأثیر می‌گذارد.

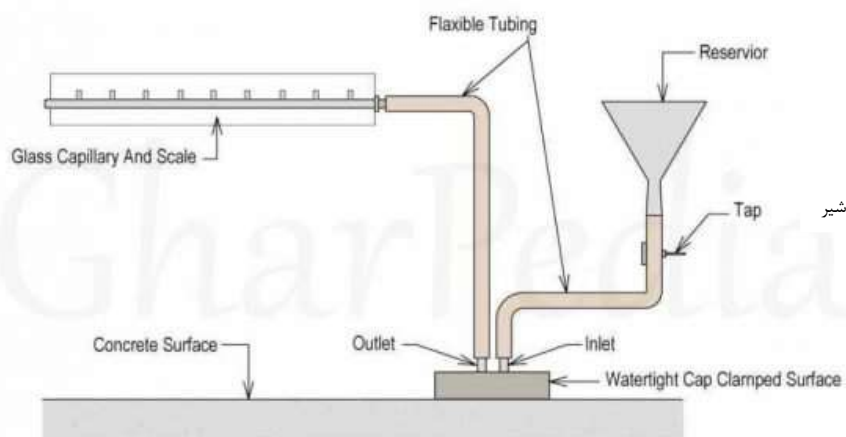


در روش Calm، حجم آب ورودی به سطح در فشار کم یا زیاد، به مدت ۲۰ دقیقه در آب اندازه‌گیری می‌شود. در تست هوا، فشار تا مقدار ۱,۵ بار ایجاد می‌شود و افت فشار در مدت زمان ۲۰ دقیقه ثبت می‌شود.



در روش Figg، آب توسط یک سرنگ از طریق سوزن به حفره‌ی بتن وارد و به لوله‌ی موئین افقی متصل می‌شود. زمان جذب ۰,۰۱ میلی‌لیتر آب در تست آب اندازه‌گیری می‌شود. در تست هوا، یک خلأ با فشار ۵۵ کیلو پاسکال که کمتر از فشار اتمسفر است در حفره توسط پمپ دستی ایجاد می‌شود و زمان ایجاد ۵ کیلو پاسکال افزایش فشار اندازه‌گیری می‌شود.

۵. آزمایش جذب آب سطحی (روش ISAT):



ISAT Method

آزمایش جذب آب سطحی (روش ISAT) شاخصی از نفوذپذیری سطح است و در آزمایشگاه انجام می‌شود. روش ISAT عبارت است از اندازه‌گیری سرعت جریان آب در واحد سطح بتن زمانی که در معرض یک هد ارتفاعی آب ثابت قرار می‌گیرد. یک درپوش به سطح بتن ثابت می‌شود تا تماس آب حداقل برابر با ۵۰۰۰ میلی‌متر مربع را تأمین کند و به مخزن متصل می‌شود. در ابتدا باید لوله‌ی موئین افقی و مقیاس آن کالیبره شوند. شیر باز و بسته‌ی بین درپوش و مخزن بسته است. از ابتدای آزمایش حرکت آب در لوله‌ی موئین در زمان‌های منظم اندازه‌گیری می‌شود.

مترجم: علی برزگر

منبع:

<https://gharpedia.com/identify-risk-of-steel-corrosion-in-concrete-structure/>