



جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

شرکت آب و فاضلاب روستائی خوزستان

دفتر تحقیقات



عنوان تحقیق :

بررسی روشهای نوین در جلوگیری از خوردگی آرماتور در بتن

محمو:

دکتر عبدالکریم عباسی

استادیار، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد، واحد علوم و تحقیقات اهواز

ناظرین:

دکتر مسعود اونی پور

دکتر جمشید سلحجنور

دسامه ۱۳۹۷

چکیده:

در این پروژه با بررسی و تجزیه و تحلیل روش های موجود حفاظت سازه های مسلح بتنی ، سعی بر این شده است تا با توضیح تکنیک های مربوط به حفاظت کاتدیک و روش استفاده از مواد نفوذگر متوقف کننده خوردگی (MCI) و روش های دیگر بهترین روش حفاظت برای محیط های مختلف تشخیص داده شود .

بدلیل اینکه اغلب مواد MCI قابل تبخیر می باشند از مواد Penetrone به همراه MCI جهت تزریق استفاده گردید. در این تحقیق روش تست نیم سل (Half Cell) برای اندازه گیری اختلاف پتانسیل جهت تعیین روند خوردگی در داخل بتن مسلح انجام پذیرفت . نتایج این تحقیقات نشانگر آن بود که روش تزریق این مواد روشی قابل اجرا ، مناسب و اقتصادی جهت جلوگیری و حفاظت خوردگی است و همچنین از این روش می توان برای حفاظت آرماتور های عمیق تر در بتن نیز استفاده کرد.

جهت ساخت سازه های جدید ، حفاظت از آرماتور با استفاده از مواد ضد خوردگی قبل از جایگذاری توصیه می شود. بایستی دقت کرد که مقاومت باندینگ مابین بتن و آرماتور که باعث ترک و طبله شده می شود ، کاهش نیابد. در این پروژه تحقیقی تست هایی صورت گرفته است و روش تزریق مواد متوقف کننده خوردگی بعنوان روشی نوین جهت جلوگیری از خوردگی آرماتور در المان های مسلح بتنی معرفی شد.

واژه های کلیدی: حفاظت کاتدیک ، متوقف کننده خوردگی ، Penetrone ، خوردگی بتن ،

مقدمه

برخلاف اعتقادات عمومی، بتن به خودی خود یک ماده پیچیده و ترکیبی است. بتن مقاومت کمی در مقابل بار کششی دارد بنابراین استفاده از آرماتور فولادی برای بالا بردن خواص مکانیکی کششی روشی عمومی و متداول است. در کلیه سازه های بتنی از قبیل پل ها، ساختمانها، روگذر های بزرگ راهها، تونل ها، پارکینگ گاراژها، اسکله های نفتی، پایه و دیوار سدها از آرماتور فولادی استفاده می شود. از نظر علمی کاهش خواص فیزیکی آرماتور سازه های مسلح از خوردگی آرماتور ناشی می شود (۱ و ۲).

خوردگی آرماتور یکی از مهمترین عوامل صدمه به بزرگ راهها و زیر ساخت های پل ها در محیط دریایی می باشد. بتن با نفوذپذیری بالا، جزئیات ضعیف طراحی، صدمات سازه ای مانند پوشش نامناسب بتن، مسایل کیفیتی هستند که باعث نفوذ نمک و رطوبت به داخل بتن می شوند. تجمع بیشتر نمک و رطوبت در بتن باعث تسریع خوردگی آرماتور و آسیب رسیدن چشمگیر به سازه بتنی می شود. روش های متداول تعمیر، که شامل برداشتن بتن صدمه دیده و تعمیر آن با پرچ کردن مواد(وصله کردن) سیمانی جهت کنترل خوردگی، چندان مؤثر نمی باشد (۲).

آرماتور جایگذاری شده در داخل بتن مقاومت بالایی در مقابل خوردگی در خمیر بتن دارد چنانکه در حالت خمیری، محیطی قلیایی برای حفاظت آرماتور از خوردگی بوجود می آید. لایه نازک اکسید فریک روی آرماتور برای حفاظت از خوردگی در حالت ریزش بتن و خمیری بودن بتن تشکیل می شود. این لایه نازک در محیط های قلیایی بالا با (PH 11-13) مقاوم است. میزان خوردگی در آرماتور در این حالت قابل چشم پوشی است. فاکتورهایی که در توانایی میلگرد برای فعال بودن مؤثر هستند شامل نسبت آب به سیمان، میزان نفوذ پذیری و مقاومت الکتریکی بتن هستند (۳). این فاکتورها تعیین کننده آن هستند که آیا عوامل خوردگی مانند کربناتاسیون و یون های کلرید می توانند از طریق خلل و فرج بتن وارد لایه اکسیدی روی آرماتور شوند و بعد از آن این لایه منفعل را بشکنند، و باعث صدمه پذیر شدن آرماتور شوند؟ نوعاً، بتن بدون عوامل خوردگی ریخته می شود. یون های کلرید در زمانی که بتن در معرض عوامل محیطی مانند نمک های ضد یخی که روی سطح جاده ها استفاده می شود و یا در محیط آب دریا قرار می گیرد

پدید می آیند . از این رو جهت مقابله با این مشکل روش حفاظت کاتدیک در محیط های دریایی و سیستم استفاده از MCI برای حفاظت آرماتورهای فولادی با جزییات آن توضیح داده خواهد شد.

سیستم های حفاظت از خوردگی برای سه نوع سازه توضیح داده خواهد شد، سازه تازه تأسیس ، سازه هایی که اخیراً ساخته شده اند و چند سال از عمر آنها می گذرد و در حال شروع خوردگی هستند و سازه های قدیمی که روند خوردگی آنها در حال پیشرفت است.

روش Half-Cell نیز جهت اندازه گیری پتانسیل خوردگی و عوامل مؤثر در قرائت ارقام شرح داده شده است. در قسمت تست از روش Half-Cell جهت بررسی و اندازه گیری اختلاف پتانسیل ما بین بتن و آرماتور استفاده می شود .

۴-۲) مقایسه و نتیجه گیری

مزایای روش ارائه شده در این مقاله یعنی تزریق مواد متوقف کننده خوردگی MCI نسبت به روش حفاظت کاتدیک که امروزه در اغلب سازه های مهم استفاده می شود در زیر لیست شده است .

۱. از نظر تکنیک کار روش حفاظت کاتدیک بواسطه از دست رفتن هیدروژن در آرماتور و بتن برای مدت چندان مناسب نمی باشد و صدماتی به بتن و آرماتور می رسد.

۲. در حفاظت کاتدیک احتیاج به رسیدگی و نگهداری مداوم می باشد در حالی که در روش تزریق به مراقبت نیازی نیست.

۳. مخارج روش تزریق یک سوم حفاظت کاتدیک می باشد.

۴. اجرای روش تزریق احتیاج به تکنیک بالا و دستگاه پر هزینه ندارد و بسادگی قابل اجراء است.

۵. تزریق مواد پنیترن در این روش باعث تقویت بتن از نظر پتانسیل مقاومتی در مقابل یخ زدگی، واکنش قلیایی و مقاومت در مقابل نفوذ سولفات ها شده و بتن را غیر قابل نفوذ می کند و بدون صدمه نگه می دارد.

۴-۳) پروژه موردی

از نظر فنی از روش تزریق برای تقویت فنداسیور مترده بتن مسلح ساختمان مسکونی ۲۰ طبقه در شمال تهران استفاده گردید . کیفیت بتن بدلیل عدم اجرای مناسب متخلخل و اصلاً خوب نبود و تست کر گیری مقاومتی به اندازه ۱۱۰ کیلوگرم/سانتیمتر مربع را نشان می داد. جهت پایاسازی موارد زیر انجام پذیرفت.

- حفر گمانه هایی در اطراف ستون های نصب شده فلزی روی بیس پلیت روی فنداسیون موجود.

- تزریق گروت که از کلرید عاری باشد به همراه مواد MCI درون گمانه ها.

- پوشش کلی سطح با مواد غیر قابل نفوذ پنیترن.

در نتیجه اینکار مقاومت به اندازه ۲ برابر افزایش یافت که این از نتایج کر گیری حاصل گردید.

References

1. Daily Steven F., “Understanding Corrosion and Cathodic Protection of Reinforced Concrete Structures”, Corrpro Companies, Incorporated, www.corrpro.com
2. Daily Steven F., “Using Cathodic Protection to Control Corrosion of Reinforced Concrete Structures in Marine Environments”, Corrpro Companies, Incorporated, www.corrpro.com
3. BROOMFIELD J.P. and MANNING D.G., “Corrosion Prevention” A3C15 Committee on Corrosion 2002.
4. “Corrosion monitoring of reinforced concrete” (<http://www.corrosion-doctors.org/Advances/Concrete.htm>).
5. Bavarian Behzad, “Corrosion Protection of Steel Rebar in Concrete using Migrating Corrosion Inhibitors”, MCI 2021 &2022, The Cortec Corporation, March 2002.
6. Gu Ping and Beaudoin J.J. “Obtaining Effective Half-Cell Potential Measurements in Reinforced Concrete Structures”, National Research Council of Canada, July 1998 ISSN 1206-1220.
7. Benjamin M. and Tang P.E., “FRP Composites Technology Brings Advantages to the American Bridge Building Industry”, Office of Bridge Technology, Proceeding published in the 2nd International Workshop on Structural Composites for Infrastructure Application, Cario, Egypt; December 16-18, 2003.
8. Teng T. Paul “Materials and Methods for Corrosion Control of Reinforced and Prestressed Concrete Structures in New Construction”, Federal Highway Administration Publication No. 00-081, 2003.
9. Virmani Paul and Hooks, John M “Mitigation of corrosion in concrete bridges,” FHWA 2003.
10. Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI), “Coating Application, Fabrication and Field Specifications of Epoxy-Goated Rebar” www.crsi.org .
11. Burke, F. Douglas, Performance of Epoxy-Coated Rebar, Galvanized Rebar, and Plain Rebar With Calcium Nitrite in a Marine Environment Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI) 1994.

12. Whitmore, David W., “Impressed Current and Galvanic Discrete Anode Cathodic Protection for Corrosion Protection of Concrete Structures” Vector Corrosion Technologies, Winnipeg, MB, Corrosion 2002.
13. Clemena, Gerardo G., “Testing of Selected Metallic Reinforcing Bars for Extending the service life of future concrete bridges: summary of conclusion and recommendations” December VTRC 03-R7, 2002.
14. BHP, “Structural Assets Engineering”, Structural Engineers Specialising in Life Extension and Risk Reduction www.sustainablebridge.net .
15. Maalej, Mohamed, Ahmad, S.F.U and Paramasivam, P., “Corrosion durability and structural response of functionally-graded concrete beams”. Takayama, Japan 2002.
16. CRSI, “Anti-corrosion times”. CRSI winter 1999/2000.
17. Kessler, R.J. and Power, R.G., “Use of Marine Substructure Cathodic Protection in Florida”, past and present, paper No. 910727, Transportation Research board, 70th Annual Meeting, Washington, 1994.
18. Funahashi, M. and Young, W.T., “Development of New sacrificial Anode Reinforced and Prestressed Concrete Structures”, Second CANMET/ACI International Symposium on Advances in Concrete Technology, Las Vegas, 1995.
19. Holloway, L., Nairn K. and Forsyth M., “Concentration monitoring and performance of a migratory corrosion inhibitor in steel-reinforced concrete”, Cement and Concrete Research 34, 2004, pp. 1435-1440.
20. Miksic, B., Gelnor, D. and Bjogovic, L. “Migrating corrosion inhibitors for reinforced concrete” Proc. 8th European Symposium on Corrosion Inhibitors (8 SEIC), Ferrara, Ann. University Ferrara, Italy 1995, pp. 569-588.
21. Keyvani, A. “Fundamental and Technology of Injection in Alluvials” Civil Engineering Department of Urmia University, Iran 1986.

Abstract

A review of the existing methods for the protection of concrete reinforced structures is undertaken. The techniques of cathodic protection and migration corrosion inhibitor (MCI) and the others are described.

The methods available are scrutinized and described in order to distinguish the best way of the protection for the different environments.

A new method of injection of MCI to the reinforced concrete element is introduced and undertaken. Because the most of MCI products are volatile some measures to consider a material to prevent evaporation using a penetrate mortars called Betonfix 300 is used in conjunction with MCI. The method of half-cell potential measurement is carried out in order to indicate the process of the corrosion inside the reinforced concrete elements.

The results of this investigation shows that the method introduced here is more feasible, sufficient and economic way of corrosion protection and can be used for deeper reinforcement embedded in concrete.

For the new-build structures some precautions is recommended which is based on the protecting steel rebars prior to installation using non-corrosive materials. Care should be taken to not loss the bond strength between concrete and the reinforcement this phenomenon causes spalling and cracking in the concrete structures.



**The Company of Water and Sewage system of rurals in Khozestan
The research Office**

Subject:
**The evaluation of the new methods for protection of reinforcement in
concrete:**

Advisors:
Dr Jamshid Slahshoor
Dr Masoud Olapour

By:
Dr Abdolkarim Abbasi Dezfouli

Winter 2009