Nonlinear Finite Element Analysis of a Corroded Pier Model Retrofitted by FRP Straps

سیدعلی حبیبی[۱]، محمود حسینی[۲]، حسین صادقی [۳]

۱ - کارشناس ارشد عمران (seidali.habiby@yahoo.com)

۲ - دانشیار (hosseini@iiees.ac.ir)

۳ - کارشناس ارشد عمران (ac.hossein@gmail.com)

Abstract

The reinforcing steel bars in reinforced concrete structures, particularly those in sea environment like on-shore structures, are suffering from corrosion. One of the proposed ways for retrofitting these kinds of structures is using FRP straps. However, analysis of structures retrofitted by FRP straps, particularly as confinement, is not straightforward, because of the interaction between the body of structural element and the FRP straps. In this paper the Finite Element Analysis (FEA) of a set of sample pier models, damaged due to corrosion, and then retrofitted by Carbon FRP straps, is discussed. The test samples, investigated a previous study, have been under eccentric axial loads, and have been tested under four different conditions, including: a) without any corrosion as the control sample, b) with corrosion modeled by lessening the modulus of elasticity of steel bars and their cross-sectional areas, but without any retrofit, c) same as the second sample, but retrofitted by Carbon FRP (CFRP) at all corroded area, and d) same as the third sample, but with CFRP in some parts of the corroded area. Concrete elements with plastic damage possibility have been used in FEA of tested samples, and node to node contact has been defined between CFRP and the concrete body to consider the possibility of separation of CRFP from the concrete body. The numerical results show very good agreement with the results obtained by experiments, and therefore, the proposed approach for employing FEA can be reliably used for analysis of concrete structures retrofitted by FRP straps.

کلمات کلیدی: On-shore structures, Corrosion of steel reinforcement, Carbon FRP straps

۱. مقدمه

تخریب های حاصل از زنگزدگی معمولاً شبیه لکه زنگ زدگی و ترک خوردگی به طور موازی در زیر میله های آهنی مشاهده می شوند. این به علت آن است که ترکیبات زنگ زدگی افزایش می یابد ، وقتی قسمت های زنگ زده ترک بر می دارند و فضای علامت گذاری شدهٔ آهنی اهمیت می یابد . *[۴]*

---

[۱] **کارشناس ارشد عمران- سازه ، شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی ، منطقه شاهرود**

[۲] **دانشیار ، پژوهشگاه بین المللی زلزله ،تهران**

[۲] **کارشناس ارشد عمران- سازه ، دانشگاه آزاد اسلامی ، شاهرود**

سرعت فرسایش ممکن است سریعتر بشود ، کاهش دادن فضای خورده شده، ممکن است باعث بشود که از خطر حفظ گردد. پلیمرهای تقویت شده کربنی (*FRP*) متصل شده خارجی به عنوان یک سیستم نوسازی نوید بخش در به روز رسانی اجزا بتن مسلح پدیدار شده است . یک مقدار از تحقیقات قدیمی قابل ملاحظه در توانایی سیستم *FRP* در بروزرسانی المان های تخریب شده بتن مسلح به حالت خمشی وجود دارد . *[۲]*

اثر سیستم *FRP* ظرفیت باربری ستون های بتن مسلح که در زیر مرکز افزایش می یابد در مطالعات بیشماری گزارش شده است .

در موقعیت ستون های بتن مسلح اغلب بارگذاری در مرکز را نشان می دادند . اثر *FRP* در بهبود نیروی مقاومت با زلزله و کانالی و ظرفیت انرژی جذب شده ستون های بتن مسلح و پایه های یل در نوشتجات آموزش داده خواهد شد . *[۳]*

۲ . مشخصات نمونه های آزمایشگاهی :

ستون مربعی بتن مسلح ، با برآمدگی های موجود در ابتدا و انتها ساخته شده بودند . آزمایش نمونه یک طول کلی حدود *mm* ۱۲۰۰ داشت از آنجایی که برآمدگی پایانی یک مقطع عرضی *mm* ۲۵۰ × ۲۵۰ و طول *mm* ۳۵۰ داشت. نمونه در فضای آزمایش *mm* ۱۲۵ × ۱۲۵ بود که عیار مقاومت حدود ٪ ۱/۹ در طول داشت. نمونه های تخریب نشده که در طی ۳۰ روز سریعتر تخریب شدند در اثر شتاب خوردگی که با کاهش جرم فولاد که حدود ۴/۲۵٪ مطابقت دارند، حجم کاهش جرم بر اساس استاندارد *ASTM GI–* ۹۰ محاسبه شده بودند. پارامترهای مهم آزمایش نمونه تعمیری *CFRP* (بدون پیچیدن، کاملاً پیچیده شده و مختصر پیچیده) و نسبت خروج از مرکزیت به مقطع ارتفاع (*e/h*) (۰/۴۳ ، ۰/۳ ، ۰/۵۷ و ۰/۸۶) بدست آمده که به طور معکوس متناسب با نیروی خروج از مرکز بود. پیچیدن مختصر *CFRP* ۸٪ تاثیر کمتری از *CFRP* بود که کاملاً پیچیده بود ونسبت *e/h* حدود ۰/۳ بود . *[۱]*

جدول ۱ : گروه بندی نمونه های آزمایشی *[1]*

Group	*Specimen*	*Corrosion time(day)*	*Confinement condition*	*Nominal (e/h)*
A	*Nuw e1*	*0*	*No warping*	*0.3*
A	*Nuw e2*	*0*	*No warping*	*0.43*
A	*Nuw e3*	*0*	*No warping*	*0.57*
A	*Nuw e4*	*0*	*No warping*	*0.86*
B	*Cuw e1*	*30*	*No warping*	*0.3*
B	*Cuw e2*	*30*	*No warping*	*0.43*
B	*Cuw e3*	*30*	*No warping*	*0.57*
B	*Cuw e4*	*30*	*No warping*	*0.86*
C	*Cfw e1*	*30*	*Full warping*	*0.3*
C	*Cfw e2*	*30*	*Full warping*	*0.43*
C	*Cfw e3*	*30*	*Full warping*	*0.57*
C	*Cfw e4*	*30*	*Full warping*	*0.86*
D	*Cpw e1*	*30*	*Partial warping*	*0.3*
D	*Cpw e2*	*30*	*Partial warping*	*0.43*
D	*Cpw e3*	*30*	*Partial warping*	*0.57*
D	*Cpw e4*	*30*	*Partial warping*	*0.86*