

ESTUDIO DE LA REPARACIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO, CON POLÍMEROS REFORZADOS CON FIBRAS Y AFECTADAS POR CORROSIÓN.

M. I. Schierloh, R. F. Souchetti, V.C. Rougier

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay.
Dpto. de Ingeniería Civil. Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

schierlm@frcu.utn.edu.ar

Introducción

La corrosión de las armaduras de aceros representa un problema de gran importancia para las estructuras de hormigón armado por dos razones: primero la corrosión del acero va asociada con una pérdida de su sección transversal, segundo los productos de la corrosión ocupan un volumen mayor que el acero original, y ello genera tensiones de tracción en el hormigón que pueden provocar su fisuración o desprendimiento y en consecuencia pérdida de la unión estructural entre las barras y el hormigón [1].

Para determinar el sistema de reparación y/o refuerzo más adecuado es necesario estimar la vida de servicio remanente de las estructuras de hormigón armado, cuando el deterioro ha progresado más allá del período inicial y la corrosión se ha propagado.

Los polímeros reforzados con fibras (PRF) se han convertido en los últimos años en una solución efectiva en la rehabilitación de estructuras dañadas por corrosión. Este concepto de reparación fue motivado por la observación de que los PRFs son químicamente inertes a los agentes que usualmente inducen la corrosión, además de otras ventajas, como su alta relación resistencia peso y su fácil montaje a elementos de hormigón [1].

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio experimental llevado a cabo sobre vigas sometidas a un proceso acelerado de corrosión, reparadas con polímeros reforzados con fibras de carbono (PRFC) y luego ensayadas a flexión hasta rotura a los efectos de evaluar el comportamiento post-reparación.

Metodología aplicada

El programa propuesto incluye seis series de vigas cada una integrada por seis probetas con las siguientes características, sección: 8cm x 16cm y longitud de 110cm, armada con acero de diámetro 8mm, 6mm, y estribos de 4,2mm cada 13,25cm. Se usó un recubrimiento en todo su perímetro de 2cm y un hormigón H-17 [2-3]. En el primer año se realizaron dos series (12 vigas), de un total de 36 vigas planificadas, además de las probetas de control (cilíndrica) [4-5], las cuales fueron afectadas mediante un proceso de corrosión acelerada y reparadas con PRFC. En el ensayo a flexión [6], las probetas se cargaron en sus tercios.

Para una mejor comprensión de los resultados se dividieron, el total de probetas, en cuatro grupos. El primero: de control, formado por aquellas muestras que no se corroen ni se repararán, a los efectos de servir como vigas de referencia en el programa, ensayándose a flexión. El segundo grupo, integrado por aquellas corroídas sin reparar, incluye probetas corroídas hasta los 90 días (patrones). El tercer grupo compuesto por aquellas que serán reparadas con PRF a corto plazo, a 30 y 50 días, continuando el proceso corrosivo hasta completar los 90 días de exposición y por último ensayadas a flexión. En el cuarto grupo se incluyen aquellas reparadas con PRF a mediano y largo plazo, las probetas serán reparadas a 70 y 90 días, en todos los casos se continúa exponiendo a las probetas a corrosión inducida hasta completar los 90 días, al finalizar este período se ensayaron a flexión.

Resultados preliminares

Se observó que los valores de potenciales electroquímicos de corrosión [7], disminuyeron en las vigas reparadas en el avance del proceso, respecto a la probeta sin reparar. En cuanto a la pérdida de masa en las vigas reparadas después de 90 días de exposición a la corrosión, se puede ver que las reparadas a 50 y 70 días perdieron en promedio aproximadamente el 5% menos de material que aquellas reparadas al finalizar el ciclo. El refuerzo de PRF envolvente, previsto para el fortalecimiento a flexión, en reparación a 90 días tuvo un efecto menor que en las vigas reparadas a 70 días, sobre la actividad de la corrosión. La reducción de la pérdida de masa en las probetas reparadas, puede atribuirse a la menor difusión de humedad y oxígeno que genera el envoltorio con PRFC. Conjuntamente la disminución en los valores de los potenciales electroquímicos de corrosión observadas en las probetas reparadas respecto de la sin reparar [7], estaría indicando una disminución en la actividad corrosiva, tendencia similar a la observada por otros autores [1].

La viga de referencia, V1R, no dañada por corrosión y sin reparar, tuvo un tipo de falla frágil y repentina, por corte.

Las vigas dañadas y luego reparadas con PRFC, registraron el mismo tipo de rotura, pero a un valor de carga mayor y manteniéndose la integridad de los especímenes, luego de la falla. La viga sometida al proceso de corrosión acelerada durante 90 días y no reparada, V1RD, mostró un tipo de falla más dúctil, falla por flexión, razón por la cual alcanzó un valor de carga prácticamente igual al de las vigas reparadas.

En la figura 1 se presentan las curvas carga-desplazamiento ($P-\delta$) correspondientes a las vigas reparadas y ensayadas a los 90 días, denominadas V1DR70 y V2DR90 (vigas dañadas y reparadas a los 70 y 90 días). En la misma figura se muestra también la comparación con las vigas no reparadas, V1R y V2RD. Se debe destacar que solamente se representan gráficamente los resultados correspondientes a una viga reparada a los 70 días (V1DR70) y una a los 90 (V2DR90), pues problemas en el sistema de medición de desplazamientos no permiten contar con los registros correspondientes a los otros dos especímenes. También se debe mencionar que el instrumental de medición fue retirado por precaución en todos los casos, antes de alcanzar la carga de rotura.

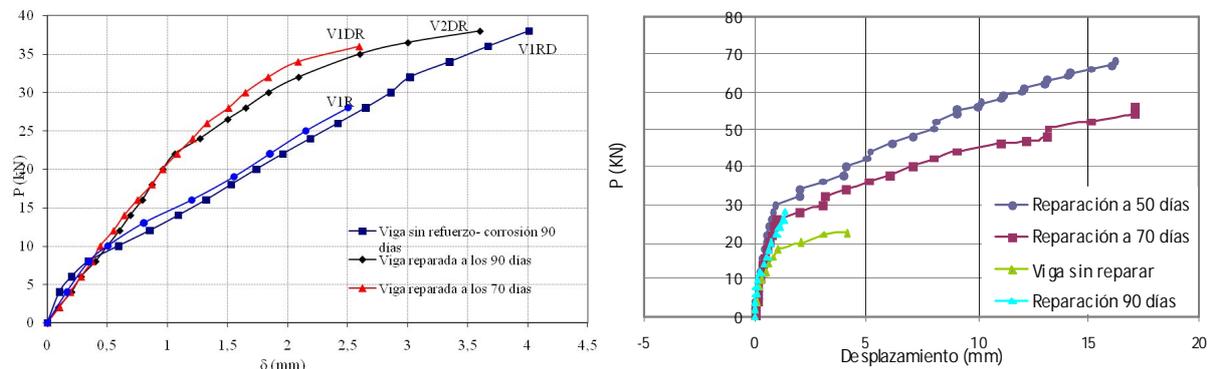


Figura 1: Curvas $P-\delta$ de los especímenes dañados y reparados. Comparación con vigas no reparadas.

Conclusiones

Este estudio revela en primer lugar, que los PRFs permiten mantener la integridad estructural de vigas de hormigón armado dañadas por corrosión. Si bien el tipo de falla no se modifica con respecto a una viga no dañada ni reparada, la reparación con PRFC permite aumentar la resistencia última a flexión. Del mismo modo, se verificó una tendencia a disminuir los parámetros indicativos del avance del proceso corrosivo. De todos modos es necesario realizar un mayor número de ensayos y analizar el comportamiento en servicio de las vigas reforzadas como así también del refuerzo, de un material con patologías intrínsecas, previendo además del refuerzo a flexión con PRFC, uno a corte mínimo, a los efectos de evitar la falla causada por este esfuerzo, que se produjo en los especímenes reparados.

Referencias

- [1] S. Masoud, K. Soudky, Evaluation of corrosion activity in FRP repaired RC beams, *Cement & Concrete Composites*, 28, pp.969-977 (2006)
- [2] Reglamento CIRSOC 201. Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado. 1982
- [3] Instituto del Cemento Portland Argentino, *Diseño Racional de Mezclas de Hormigón- Método ICPA*, 2000
- [4] Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, IRAM 1534, *Hormigón de cemento pórtland. Preparación y curado de probetas para ensayos en laboratorio*, 1985.
- [5] Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, IRAM 1546, *Hormigón de cemento pórtland. Método de ensayo de compresión*, 1992.
- [6] Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. IRAM 1547; *Hormigón de Cemento Portland. Ensayo de Tracción por Flexión*. 1992.
- [7] American National Standard, ASTM C 876; *Standard Test Method for Half Cell Potential of Reinforcing Steel in Concrete*. 1991.