

REFUERZO A FLEXION CON FIBRA DE CARBONO EN UNA VIGA DE HORMIGON ARMADO DE 12 M DE LUZ. CASO DE ESTUDIO

Ing.Sergio Gavilàn ¹, Ing.Pamela Lopez²

1. Profesor Cátedra Patología y Terapia de las Construcciones. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción. Campus Universitario (San Lorenzo-Paraguay).
2. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción. Campus Universitario (San Lorenzo-Paraguay).

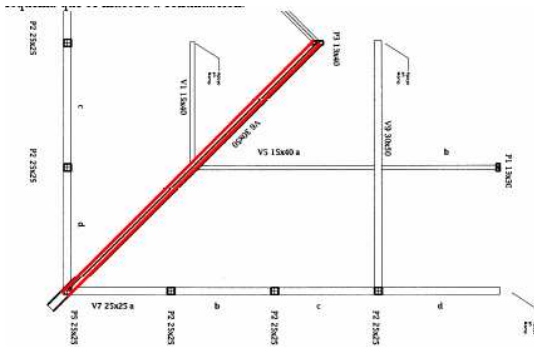
RESUMEN

El objeto del presente trabajo es presentar el estudio realizado en una viga de hormigón armado de doce metros de luz, que sirve de soporte a un techo de tejas, el cuál presentaba una fisuración importante .Se realizo en primer lugar un estudio sobre la causa de la fisura, se determino la capacidad resistente y se dimensiono el refuerzo necesario en fibra de carbono. Posterior a ello, se llevo a cabo la reparación integral de la viga y el refuerzo con fibra de carbono. Para optar por este refuerzo, se analizo las ventajas y desventajas que presenta para este caso, la fibra de carbono, como material de refuerzo, frente a otras soluciones tradicionales de chapas encoladas con epoxi o adición de armaduras.

Palabras clave: refuerzo, fibra carbono.

1. Introducción

Se trata de un caso de estudio de una viga de hormigón armado que sirve como soporte principal a un techo de tejas y recibe además la acción puntual de otras dos vigas de soporte, conforme al esquema que se muestra a continuación.

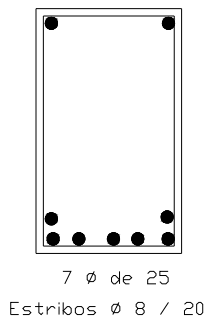


La estructura tenía la edad de 6 meses al momento de la realización de este estudio. Al poco tiempo de la terminación de los trabajos de albañilería de este techo se notaron fisuras en el centro de la viga, a raíz de lo cual se solicitó la realización de un estudio que determine la causa de las fisuras y el posterior refuerzo de la viga.

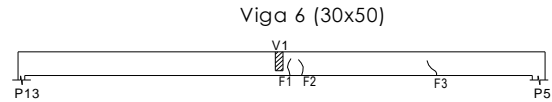
2. Desarrollo de los Trabajos

Relevamiento de datos

Fue proveído para el presente estudio los planos ejecutivos de toda la estructura de soporte de techo que especifica un hormigón de resistencia $f_{ck} = 180 \text{ Kgr/cm}^2$ y las secciones correspondientes de acero conforme se muestra en el esquema a continuación.



Se procedió a identificar la fisura, resultando el siguiente esquema que se muestra a continuación.



La fisura central, va aproximadamente hasta la línea neutra y se produce un ensanche mayor de la fisura hacia abajo, cerrándose a medida que se acerca a la línea neutra.

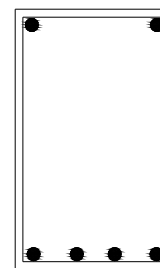
Realización de Ensayos No Destructivos

Se realizaron sobre la estructura de hormigón ensayos de esclerometría y de ultrasonido. Los resultados de esclerometría arrojaron los siguientes resultados.

Elemento	Indice Esclerometrico N	Velocidad (km/s)	F_{Cest} "in situ" (Kg/cm^2)
Vigas	31	3,975	189

Elemento	Fisura Nro	Profundidad de la Fisura cm	Espesor del elemento cm	Espesor de la fisura mm
Viga 6	1	Pasante	30,00	0,30
Viga 6	2	Pasante	30,00	0,25

También se realizó un ensayo de pachometría para determinar la posición y sección de las armaduras.



4 ϕ de 20
Estribos ϕ 6 / 20

Procesamiento de resultados

Los resultados del ensayo de esclerometría indicaron que el hormigón a lo largo de todas las 3 vigas es uniforme.

El resultado de ultrasonido arrojó también que la calidad del hormigón está calificada como buena y para determinar la resistencia se realizó una correlación entre los valores

del ensayo de esclerometría y ultrasonido, teniendo en cuenta el tipo de árido y cemento para hacer una estimación de la resistencia del hormigón, se estimó entonces que está alrededor de los 180 kg/cm².

La armadura encontrada difería en un 63% de la sección de acero especificado.

Necesidad de refuerzo

Al verificar las secciones de acero encontradas se pudo observar que las secciones de acero resultaban insuficientes a los esfuerzos previstos, por lo cual se hizo necesario plantear un refuerzo de la estructura.

Previo a este refuerzo, independiente de cual sea el sistema, se deberá devolver el monolitismo a las vigas de hormigón armado, mediante la inyección con resina epoxi en la fisura.

Selección del refuerzo

La estructura en cuestión es parte de un complejo social que requiere la utilización continua del local, puesto que existían compromisos previos de la utilización del local, por lo que el sistema de refuerzo a emplear, tendrá que considerar esta situación, a fin de realizar la interrupción de las actividades de dicho lugar el menor tiempo posible.

Los procedimientos necesarios para la reparación de cualquiera de los sistemas son los siguientes:

1. Retiro de todo el revoque que está en contacto con las tres vigas de hormigón armado.
2. Saneamiento de la estructura de hormigón armado de las irregularidades o deficiencias que existan en torno a su superficie (restos de madera, alambres expuestos, armaduras expuestas, etc.).

3. Aplicación de refuerzo.

Opciones de Refuerzo

a) Adición de armaduras

Consiste en la adición de las armaduras necesarias y posterior recido de la sección de hormigón.

Dentro de las posibles soluciones, este sistema presenta el costo más reducido.

La desventaja principal del sistema es que se requiere mayor tiempo para realizar el trabajo, puesto que se debe en primer lugar anclar las armaduras, en segundo lugar

adicionar las armaduras de refuerzo y en tercer lugar realizar un encofrado que pueda dar cabida a todas las armaduras, en cuarto lugar el vaciado del hormigón y una quinta etapa de desencofrado de la estructura y desapuntamiento de la estructura hasta que se produzca el endurecimiento del hormigón.

b) Adición de planchuelas de acero

Esta solución se volvía impracticable por las secciones de acero que se requerían ya que implicarían la adición de chapas de un espesor de aproximadamente 7.3 mm, lo que hace no recomendable la aplicación de una chapa de estas condiciones por el peso mismo que representa las planchuelas que nuevamente deberán ser perforadas y ancladas al hormigón.

Esta solución se marcaría como no válida para las consideraciones de refuerzo necesarias.

c) Refuerzo con fibra de carbono

El refuerzo con fibra de carbono se constituye en el sistema que permite con una intervención relativamente rápida entrar a liberar la estructura a que trabaje en poco tiempo, ya que se plantea un sistema en el que se realizan los refuerzos en capas que permita llegar a las secciones requeridas.

Diseño del refuerzo de fibra de carbono

El diseño del refuerzo de la fibra de carbono se realizó conforme a los procedimiento descrito en la norma ACI 440.1R-03 "*Guide for the Design and Construction of Concrete Reinforced with FRP Bars*"

Ejecución

Se realizó la ejecución del refuerzo cumpliendo las siguientes etapas, cuyas fotos ilustrativas se presentan a continuación.

1. Retiro de todo el revoque que está en contacto con las tres vigas de hormigón armado.
2. Saneamiento de la estructura de hormigón armado de las irregularidades o deficiencias que existan en torno a su superficie (restos de madera, alambres expuestos, armaduras expuestas, etc.).
3. Aplicación de refuerzo.



Conclusión final

El presente caso muestra la versatilidad que presenta la utilización de la fibra de carbono como sistema de refuerzo, ya que permitió realizar el refuerzo de la estructura con una interrupción muy limitada (aproximadamente 3 días) del uso del local.

Si bien el costo de la fibra hoy en día se presenta como relativamente alto frente a otras soluciones, para hacer una evaluación del costo de la solución deberá incluirse necesariamente el costo de las interrupciones en las actividades que normalmente se desarrollan en un local determinado.