CAPITULO 4

EXPERIMENTACIÓN

4.1 Ensayos de piezas de enlace

Intento 1 :

- **Consiste en un tubo cuadrado de 75 mm * 4 mm de espesor, sellado en los extremos con aros para el paso del torón de ϕ = ½“. Para unirlos se usó soldadura 118/11. (alta resistencia)**

4.1 Ensayos de piezas de enlace

- Pega de la platina de carbono sobre una de las caras del tubo cuadrado
- El torón pasa a través de los aros (soldados al tubo).
- Posteriormente es tensado por un gato, el cual se apoya en una viga para ejercer la acción de tensión.

4.1 Ensayos de piezas de enlace

Intento 2 :

- Consiste en una platina de acero A37 de ancho 75 cm, e=12 mm y 60 cm de longitud, con un pasador o agujero (bordes suavizados), de 15 mm a 5 cm. de uno de sus extremos, por el cual circulará el torón de $\phi = ½$ "

4.1 Ensayos de piezas de enlace

- Pega de la platina de carbono sobre una de las caras de la platina (50 cm lineales)

  Se procede luego igual que el intento 1.

- La ventaja de este sistema respecto al anterior es que los esfuerzos pasan por una sola línea de acción lo que los hace trabajar únicamente a tensión y no se producen combinación de esfuerzos.

ENSAYO DE PRUEBA DE TENSIÓN DE PIEZA DE ENLACE

TUBO CUADRADO:

- EN ESTE SISTEMA LOS ESFUERZOS NO SE PROVOCAN EN UNA MISMA LÍNEA DE ACCIÓN, LO QUE LLEVA A PRESENTARSE COMBINACIÓN DE ESFUERZOS DIFÍCILES DE CUANTIFICAR.

ENSAYO DE PRUEBA DE TENSIÓN DE PIEZA DE ENLACE

- EN LOS ENSAYOS ANTES DESCRITOS, ESPECIALMENTE EN EL SEGUNDO, HUBO LA PRESENCIA DEL RESBALAMIENTO DEL CABLE CON RESPECTO A LAS MORDAZAS, LO CUAL OBLIGA A QUE SE PRUEBE EN ESCALA REAL.

4.3 Resultados de pruebas de tensión

- A: Sin usar el torón: La carga de rotura obtenida en los aros de acero fue de 9100 Kg, mientras que las tapas junto con el tubo no fueron afectados.

- B: Usando el torón: Se llegó a los 2000 Kg., donde por no existir mayor adherencia con las mordazas de la prensa, el torón resbala.

4.4 Procedimiento de ensayo:

1. Se escoge un elemento tipo de hormigón, preferentemente con deflexión (flecha) o con contraflecha no muy excesiva.

Foto 4.1 Selección de Elementos a Ensayar

Foto 4.2. Especímenes de Ensayo

4.4 Procedimiento de ensayo:

2. Determinación de la flecha o contraflecha inicial, para lo cual se utiliza un deformímetro de precisión como se muestra en el siguiente esquema .

Foto 4.3. Deformímetro (Sensibilidad = 0.001”)

Procedimiento de ensayo:

3. De ser evidente una contraflecha en el elemento prueba, se procede a cargar la viga, simulando cargas reales uniformemente distribuidas.

Foto 4.4 Inicio de Recarga en Especímenes

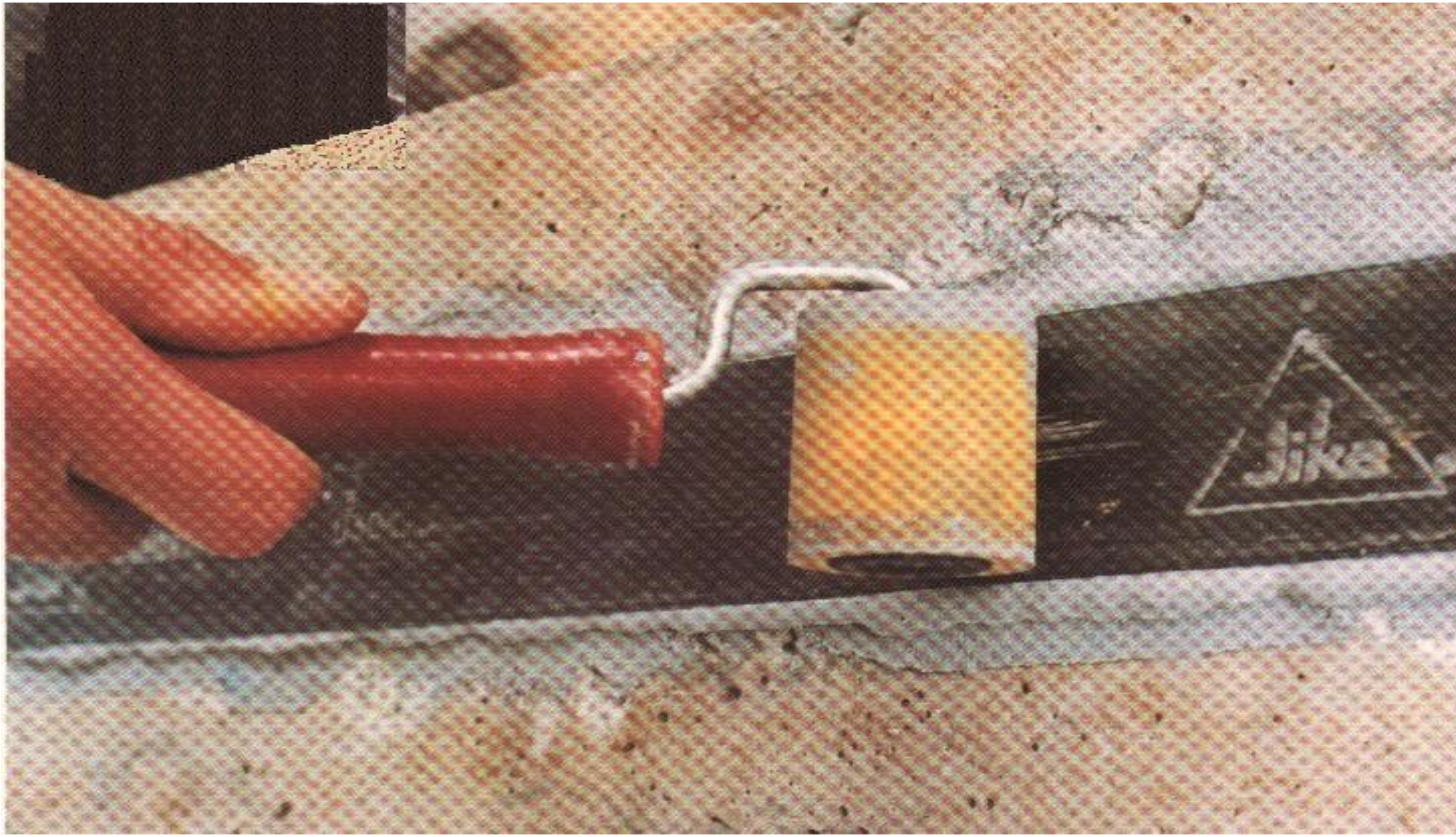
Foto 4.5 Vigas Cargadas.

4. Escarificación de la superficie de la viga.

5. Limpieza de Platina Metálica.

6. Limpieza de la superficie de la platina de carbono CFRP.

7. Mezcla del componente A y el componente B del adhesivo Sikadur-30.



8. El procedimiento de pegado platina carbono-platina metálica se debe realizar por lo menos 24 horas antes de proceder al tensado.

9. Se coloca el elemento a ser tensado (platina metálica – platina carbono) en el banco de pretensado.

Procedimiento de ensayo:

10. Se procede a instalar el torón a través de la platina metálica con un dobles de 90 y sujeto con una cuña.

11. Se limpia la superficie de la platina de carbono a ser adherida a la viga.

Sistema torón, Platina Metálica, Platina de Carbono.

12. Se da una carga inicial con el gato hidráulico al sistema para dejarlo en la línea de acción.

Procedimiento de ensayo:

13. Restricción de la rotación del elemento en el momento de la aplicación de la carga.

14. Se procede a la aplicación de carga con una velocidad constante de 2.2 KN /seg.

Foto 4.14. Elemento que restringe Movimiento Torsional.

Procedimiento de ensayo:

15. Suspensión de la aplicación de carga en 6 Ton, de acuerdo al cálculo de esfuerzos realizados.

16. Mezcla de el componente A y el componente B del adhesivo Sikadur-30 y pega de la platina de carbono a la viga prueba.

Procedimiento de ensayo:

17. Colocación la viga prueba sobre la platina CFRP (por efectos de ensayo), a través de una grúa, pluma o montacargas; y pega de ambos a través del adhesivo Sikadur-30.

18. Se espera un tiempo prudencial de 24 horas aproximadamente hasta que el adhesivo fragüe.

Procedimiento de ensayo:

19. Disminución gradual de la tensión en el cable, para evitar el regreso descontrolado del cable.

20. Registro de la deflexión al momento de transferencia de esfuerzos y en los días posteriores. (Gráfica 4.3)

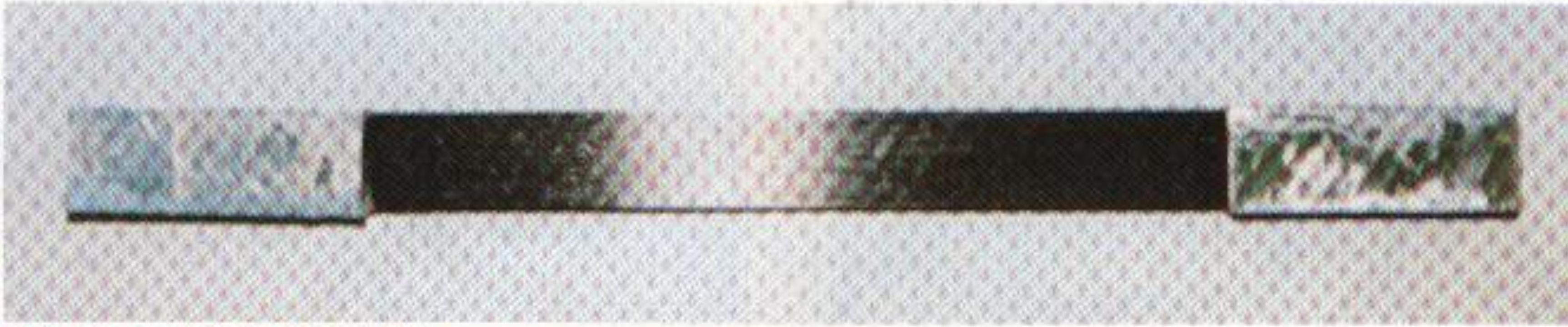
4.5 Resultados – ensayo con CFRP

En base a los cálculos realizados y de acuerdo a los requerimientos de las vigas, estos elementos podían soportar :

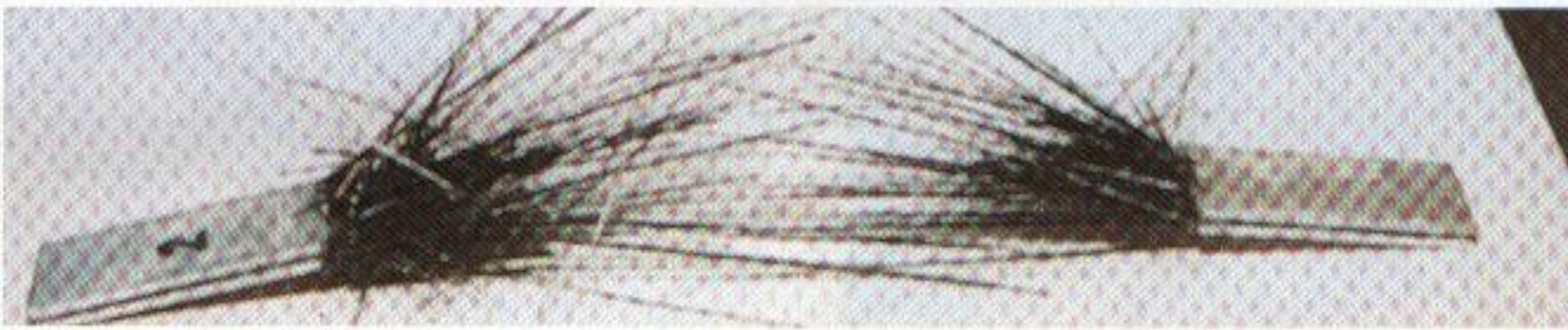
- Tensado del sistema hasta 6 Tons.
- Sin embargo, falló a los 4.5 Tons
- Se observan 2 tipos de falla:
  - Delaminación del CFRP (falla de adherencia).
  - Falla de tensión.

Foto 4.15. Falla Tipo a Tensión Ensayo Proyecto

SikaNoticias



Probeta de ensayo Lámina Sika CarboDur.



Probeta después de carga a la rotura.

Foto 4.16. Falla Tipo a Tensión Ensayo Sika

Resultados – ensayo con CFRP

- Las causas de la falla fueron:

a) Exceso de esfuerzos en el epóxico: (Adherencia)

b) Corte longitudinal en el CFRP, debido a desigualdad de esfuerzos : (Tensión).

Resultados – ensayo con CFRP

- La posibilidad de recuperar flechas en elementos de hormigón con CFRP se demuestra a continuación:

De acuerdo a lo realizado y hallado:

- Fuerza de tensado P = 6000 Kg.
- Excentricidad e= 16.1 cm.
- Longitud de la viga L= 720 cm.

$$M = P * e = \frac{w_{eq} * l^2}{8}$$

$$w_{eq} = \frac{8 * 6000 * 16.1}{720^2} = 1.49 Kg / cm$$

$$\Delta = \frac{5 * 1.49 * 720^4}{384 * 309451.91 * 31287.075} = 0.539 cm$$

Resultados – ensayo con CFRP

- La carga equivalente a la fuerza horizontal de tensado produce esfuerzos de tensión y compresión en el elemento.

- Comparando con la deflexión máxima teórica (1.97 cm) se tiene un 27 % de recuperación de flecha.

Resultados – ensayo con CFRP

- Es posible llegar a valores mayores de recuperación de deflexión, si se utilizan factores más liberales en el análisis de esfuerzos.

- Una opción válida es utilizar el método de resistencia última, con el cual se podría llegar a valores incluso del 50%.