



1

Capítulo

Introducción

1 Introducción

En este capítulo se presentará un preámbulo en el que se da a conocer la necesidad de la utilización de los sistemas de refuerzo constituidos por fibras de carbono, en particular a los FRP como elementos no metálicos aplicados por la técnica de adhesión a estructuras pretensadas de dovelas prefabricadas de hormigón armado sometidas a esfuerzos de flexión, además de plantear los objetivos de la tesis.

1.1 Aspectos Generales

Al finalizar la segunda guerra mundial, el desarrollo de las infraestructuras a nivel mundial ha tenido el mayor crecimiento en la historia de la civilización, propiciando que uno de los factores más importantes a tomar en cuenta a la hora de seleccionar un método constructivo sea el tiempo de construcción. Por esto, se han desarrollado sistemas constructivos industrializados como es el caso del sistema de construcción por dovelas prefabricadas.

Por otro lado, tras muchos años de construcción de estructuras de hormigón, se ha podido observar en obras construidas con un número significativo de años que han surgido problemas de conservación importantes, así como cambios de uso de las estructuras y modificaciones en los códigos de construcción, en los que la capacidad portante de la estructura en su diseño original queda obsoleta para su funcionamiento. Por esto, ha surgido la necesidad de tareas de rehabilitación, reparación y refuerzo. Esto ha propiciado el desarrollo de nuevas tecnologías y la aplicación de nuevos materiales para disminuir costos y tiempo dentro del campo de las reparaciones de las estructuras.

No sólo el campo de las reparaciones y rehabilitaciones ha originado la búsqueda de nuevas soluciones estructurales, sino que también cuando las condiciones de proyecto limitan la naturaleza de los materiales a elegir, como pueden ser las estructuras expuestas a ambientes agresivos o la construcción de edificaciones en las que se instalará equipamiento sensible desde el punto de vista electromagnético, como podría ser un equipo de telecomunicaciones. Por otra parte, el avance tecnológico en la industria de la construcción aunado a los nuevos sistemas de control de calidad, ha originado que el diseño de las estructuras sea cada vez más intrépido, encontrando

muchas veces obstáculos en los propios materiales de construcción comunes, como podría ser el peso propio en el caso del hormigón.

Por lo anteriormente expuesto, la industria de la construcción al verse limitada con los materiales clásicos, ha buscado nuevas alternativas para dar solución a esta diversidad de problemas.

Aprovechando la experiencia ganada en el campo militar y aeroespacial con el uso de los materiales compuestos se ha buscado la implementación de éstos en la industria de la construcción.

El uso de “*Fiber Reinforced Plastics*” (FRP) ha tenido desde su aparición una atención especial debido a su eficiente comportamiento bajo esfuerzos de tracción, su gran resistencia frente a agentes externos, la sencillez de su puesta en obra y tomando en cuenta su compatibilidad tanto de deformaciones como química con el hormigón, ha conducido a que estos materiales se hayan implementado como medios de reparación y refuerzo de estructuras de hormigón.

Al ser productos relativamente nuevos en el campo de la construcción, no se cuenta con un profundo conocimiento sobre su comportamiento en determinadas tipologías estructurales, como es el caso de los sistemas formados por dovelas prefabricadas, por lo que las especificaciones técnicas proporcionadas por los fabricantes son limitadas para el campo de aplicación de estos productos.

1.2 Interés

El interés de este trabajo de investigación se originó a partir de los ensayos experimentales realizados por Jorge Salaverría en 1998 [SALAVERRIA, 2002], ensayando vigas monolíticas de hormigón armado con juntas de construcción y reforzadas con CFRP, se observó la rotura prematura del refuerzo y el despegue del mismo cuando aparecían fisuras en la zona próxima a la junta, por lo que se decidió profundizar en el tema, utilizando vigas de dovelas con pretensado exterior las cuáles habían sido ensayadas previamente [ANLLO, 1996; GOMEZ, 1995], éstas presentaban juntas secas, que simularían adecuadamente la aparición de la fisura en el hormigón al momento de abrirse la junta entre dovelas, pudiendo así instrumentar el FRP en esta

zona para analizar e interpretar su comportamiento y recoger algunas conclusiones que pudieran ser de utilidad para la aplicación de estos sistemas de refuerzo en este tipo de estructuras.

1.3 Objetivos de la Tesis

El objetivo general de esta tesis es contribuir al conocimiento del comportamiento de sistemas de refuerzo constituidos por fibras de carbono, aplicados a elementos de hormigón armado formados por dovelas, ayudando así a extender el uso de este tipo de materiales para la reparación y refuerzo de estructuras construidas a partir de tipologías similares.

El objetivo global de este trabajo de investigación se centra en el desarrollo de un método que aporte datos suficientes para la caracterización, evaluación y aplicación de FRPs como refuerzo de estructuras de hormigón formadas por dovelas.

Para poder cumplir con el objetivo general de esta tesis se han propuesto los siguientes objetivos específicos:

- a. Realizar una investigación bibliográfica extensa para fundamentar esta tesis en relación al estado del conocimiento de tres aspectos principales:
 - (i) *Puentes de dovelas con pretensado exterior*
 - (ii) *Refuerzo de Estructuras de Hormigón*
 - (iii) *Refuerzo a flexión de estructuras de hormigón con materiales compuestos de FRP.*
- b. Estudiar el comportamiento de puentes de dovelas con pretensado exterior reforzados con FRP, analizando tanto el incremento de la capacidad portante, así como el aumento de rigidez seccional, tomando como referencia los resultados obtenidos en el modelo numérico desarrollado por Gonzalo Ramos [RAMOS, 1994].
- c. Estudiar el efecto de apertura de junta en el FRP causado por la discontinuidad producida por las dovelas y analizar la concentración de tensiones que origina el

- despegue del FRP en esta zona, con el fin de conocer el comportamiento en estado límite de servicio y en estado límite último.
- d. Desarrollar un ensayo experimental basado en modelos reducidos que simule la zona de juntas de dovelas que sea fiable y proporcione información útil para el diseño de refuerzo con FRP a flexión de elementos de hormigón armado constituidos por dovelas, o que presenten una marcada fisuración.
 - e. Establecer recomendaciones para el uso de sistemas de reparación basados en FRP para aplicarlos en puentes de dovelas y con pretensado exterior.

1.4 Estructura de la Tesis

Esta tesis está formada por 8 capítulos incluyendo la introducción, las conclusiones finales y las referencias bibliográficas. En el capítulo 2, se muestra el estado del conocimiento relacionado con el pretensado exterior, puentes de dovelas y refuerzo de estructuras con FRP, en donde se presta especial atención a los temas mencionados en el punto (a) de los objetivos específicos.

En el capítulo 3, se presenta el programa experimental y los criterios que se siguieron durante esta fase de la investigación. En este capítulo se describen los 3 tipos de ensayos realizados; caracterización de los materiales compuestos a tracción directa, ensayos de adherencia utilizando modelos reducidos y a nivel estructural con vigas de dovelas con pretensado exterior, utilizando dos sistemas de refuerzo basados en FRP de fibras de carbono o "*Carbon Fiber Reinforced Plastic*" (CFRP), el primero constituido por un tejido bidireccional de fibras de carbono (TFC), y un segundo sistema formado por un laminado de fibras de carbono prefabricado (CFK), preimpregnado de resina epóxica.

Los resultados obtenidos en los tres tipos de ensayos de la campaña experimental se muestran en el capítulo 4, en donde se recogen los datos experimentales y las observaciones realizadas para su posterior análisis.

En el capítulo 5 se realiza una comparación de los ensayos experimentales con los datos obtenidos a partir de un modelo numérico de las vigas de dovelas con y sin refuerzo de

CFRP, utilizando el programa de elementos finitos desarrollado por Gonzalo Ramos en su tesis doctoral [RAMOS, 1994].

En el capítulo 6 se realizan las discusiones finales tratando de dar respuesta a las incógnitas surgidas a lo largo del trabajo de investigación y se propone un modelo de análisis basado en los datos obtenidos en la campaña experimental.

Las conclusiones finales, obtenidas a partir de la experiencia ganada en el transcurso de este estudio, se recogen en el capítulo 7. Además, se presentan algunas sugerencias para realizar futuras líneas de investigación, dando así continuidad a este trabajo de investigación.

Por último, en el capítulo 8 se muestran las fuentes bibliográficas citadas a lo largo de esta tesis doctoral.