

Resumen

Los elementos planos de hormigón armado, como losas y láminas, son elementos estructurales usados comúnmente en la construcción, normalmente diseñados sin armadura de cortante. A pesar de que este tipo de solución permite una construcción rápida y económica, la ausencia de armadura de cortante puede provocar la localización de deformaciones en una fisura crítica y causar la rotura a cortante del elemento antes de alcanzar su capacidad a flexión. En el caso de sistemas estructurales redundantes, gran parte de la investigación sobre los mecanismos de rotura a cortante se ha centrado en la resistencia de los elementos, obviando en muchos casos el desarrollo de deformaciones de cortante debidas tanto a la inclinación de las fisuras como a las redistribuciones internas de esfuerzos, que son fundamentales para el análisis del comportamiento de este tipo de elementos. Esta situación es consecuencia en gran medida de la falta de observaciones experimentales consistentes de los campos de deformaciones en elementos de hormigón armado.

Esta tesis aborda el análisis de los mecanismos de rotura a cortante en losas de hormigón armado. La contribución al estado del arte incluye una serie de trabajos teóricos que explican los comportamientos observados en un conjunto de campañas experimentales. Dichas campañas constan de ensayos a tracción, ensayos de cortante en losas unidireccionales y bidireccionales, así como ensayos de punzonamiento. Para su instrumentación, además de métodos de medida convencionales, se han empleado exhaustivamente mediciones mediante Fibra Óptica y Correlación Digital de Imagen (DIC).

Esta tesis comienza por revisar la base de la interacción entre la armadura y el hormigón. Una serie de ensayos de adherencia muestran las concentraciones de tensiones que se producen alrededor de las corrugas y los complejos mecanismos de transferencia de fuerzas con el hormigón circundante. Asimismo, varios ensayos en vigas con roturas por cortante esclarecen la compleja interacción que se produce entre las tensiones de adherencia y las desviaciones localizadas en la armadura debido a la acción del efecto pasador (dowel action). Estos fenómenos suelen ignorarse en el diseño de estructuras de hormigón debido a la ductilidad de la armadura, pero pueden ser relevantes en problemas de fatiga o por un efecto negativo de la contribución del hormigón entre fisuras (tension stiffening). Un paso importante en el avance del conocimiento se ha dado en la comprensión de la relación entre la respuesta a cortante y la caracterización de las deformaciones en elementos de hormigón. En base a una serie de ensayos, se presenta una descripción completa de los campos de deformaciones (incluyendo deformaciones de cortante). Sobre esta base, se ha propuesto un modelo congruente con el modelo mecánico de la Teoría de la Fisura Crítica (CSCT). Dicho modelo proporciona una descripción precisa del comportamiento, así como una definición de la distribución de las deformaciones de cortante a lo largo del espesor del elemento.

Por consiguiente, se introduce un marco general para la modelización de losas de hormigón armado que tiene en consideración las redistribuciones internas de esfuerzos durante la propagación de la fisura crítica de cortante. Este enfoque se ha empleado para analizar una campaña experimental consistente en tres losas de gran anchura, estudiando desde una perspectiva científica la influencia de la anchura de un elemento en su resistencia a cortante. La información detallada extraída

de los ensayos ha permitido capturar la propagación de las fisuras y las redistribuciones internas de esfuerzos. Así, se han encontrado respuestas y alcanzado conclusiones claras en relación a la influencia de la forma de la superficie de rotura y su propagación en la capacidad portante del elemento.

El trabajo concluye con una investigación final de la contribución de la armadura de compresión mediante efecto pasador, aplicado a roturas por punzonamiento en losas. En base a una extensa campaña experimental que incluye once ensayos de punzonamiento axisimétricos, se ha desarrollado un enfoque analítico para estimar la contribución del efecto pasador en la resistencia global. Esta formulación se incluye en el marco teórico de la Teoría de la Fisura Crítica (CSCT), y está enunciada de una forma congruente y eficiente, permitiendo su aplicación en el diseño estructural.

Palabras clave: losas de hormigón armado, resistencia cortante, deformaciones de cortante, cinemática de la fisura, redistribuciones de cortante, efecto pasador (dowel action), Teoría de la Fisura Crítica (Critical Shear Crack Theory, CSCT), Correlación Digital de Imagen (DIC), Mediciones mediante Fibra Óptica.