ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA PROPAGACION DE UNA FISURA DE UN MATERIAL FRAGIL, GRANULAR, COHERENTE*

Pier Allevy, Maitre des Sciencies

Presidente del Tribunal:
MM. J. Farran

409-2

HASTA el presente, la fisuración del hormigón armado ha sido la preocupación mayor de los investigadores (1). Sus trabajos han conducido a fórmulas que permiten calcular la abertura y distanciamiento de las fisuras, así como a las reglas que fijan el límite admisible de sus dimensiones en función de la agresividad del medio. Por contra, pocas investigaciones han tratado los mecanismos de rotura o de la fisuración del hormigón no armado. Pueden citarse, sin embargo, los nombres de M. F. Kaplan (2), J. Lott y C. E. Kesler (3), D. J. Nauss y J. Lott (4), S. P. Shah y F. J. McGarry (5), J. H. Brown (6), cuyos trabajos han permitido el cálculo de las características intrínsecas del material estudiado, características de su resistencia a la propagación de una fisura.

La primera parte de la tesis está consagrada a la presentación de las magnitudes características de la resistencia a la propagación de una fisura de un material y a los métodos que permiten determinarlas experimentalmente.

La elección de un tipo de probeta de ensayo, los métodos experimentales y la comprobación de su validez constituyen el objeto de la segunda parte.

Por último, en una tercera parte, se estudia la resistencia a la propagación de una fisura en un material granular coherente en función de la naturaleza y de la concentración en la composición de sus constituyentes. Un modelo teórico permite traducir los resultados experimentales obtenidos.

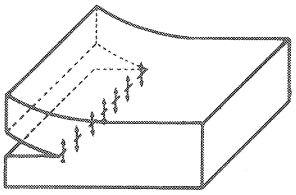
☆ ☆ ☆

El fin del trabajo era estudiar la resistencia a la propagación de una fisura en material frágil, granular, coherente, del tipo hormigón hidráulico.

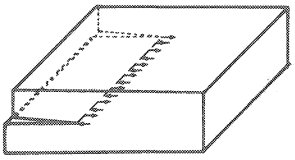
A priori, se podrían haber realizado ensayos sistemáticos con hormigones de diferentes composiciones, estableciendo una clasificación entre los mismos, o bien, discernir el papel jugado por cada uno de los constituyentes en el comportamiento del conjunto. Pareció preferible separar los mecanismos de la propagación de la fisura para determinar la importancia de la composición de este tipo de materiales, precisando el papel de un árido, para definir globalmente la influencia de la fase granular.

Esta trayectoria, en principio, puede parecer muy lenta y que se aleja de la realidad.

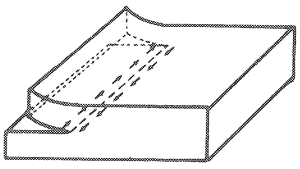
TRES MODOS FUNDAMENTALES DE ROTURA



MODO I: *apertura*



MODO II: *deslizamiento recto*



MODO III: *corte*

Los morteros que se han estudiado han sido realizados a partir de una resina epoxi, y los áridos utilizados elegidos de una clase granulométrica única y muy precisa.

* *Esta tesis fue presentada en junio de 1978, en la Universidad Paul Sabatier de Toulouse (Sciencies), para obtener el grado de Doctor en Ingeniería Civil.*

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

Sin embargo, ha sido posible también precisar la influencia de los diversos parámetros tales como la naturaleza, la dimensión y la concentración volumétrica en la mezcla de áridos, mostrando que ellos juegan un papel preponderante en la resistencia global del material.

Por contra, los resultados obtenidos con los morteros han permitido justificar la utilización de modelos elementales que proporcionan una representación conveniente del comportamiento de un material granular coherente.

Para caracterizar la resistencia de una fisura en cada muestra estudiada, se midió su energía específica de rotura. La presentación de los métodos utilizados al efecto y la determinación de las condiciones de ensayo han sido el objeto de la primera parte del trabajo.

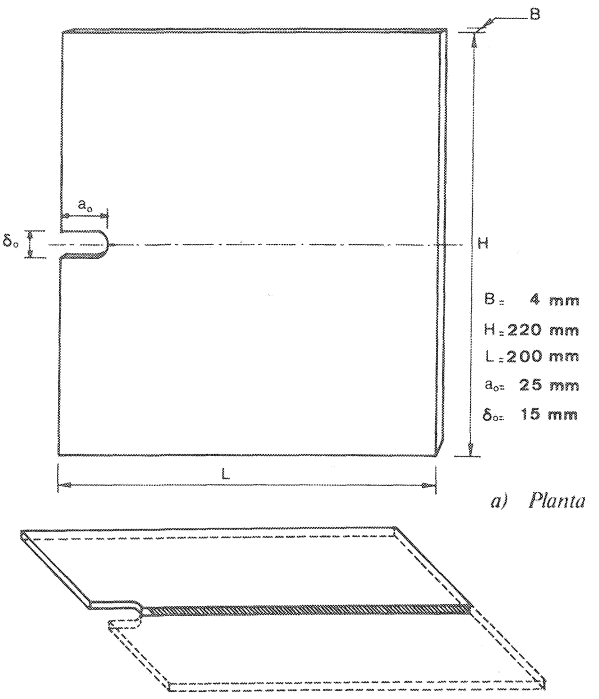
La utilización de modelos elementales de uno o dos agregados permitió poner en evidencia, por una parte, el carácter local de la perturbación aportada por una singularidad en la propagación de una fisura y, por otra parte, la correlación existente entre la intensidad del campo de tensiones en el modelo y su energía específica de rotura. Se ha precisado, a lo largo del estudio realizado con morteros de composiciones diferentes, la importancia de los diversos parámetros de su constitución, tales como: la naturaleza y la dimensión de los áridos utilizados, su concentración en volumen en la mezcla y la calidad de la adherencia entre la matriz y los granos.

Se ha elaborado un modelo teórico de traducción de los resultados obtenidos. Según el valor de las características mecánicas y de rotura de los elementos componentes del material, se han podido distinguir cuatro tipos de composición y, en cada caso, trazar las curvas teóricas de la variación de la energía específica de rotura γ_F del mortero en función de la concentración volumétrica de áridos.

Este modelo aproximado no permite explicar la influencia de la dimensión de los áridos, ni la existencia de un umbral de concentración, puesta en evidencia experimentalmente, en la cual, la fase granular no parece participar en la resistencia del conjunto. Sin embargo, proporciona resultados que concuerdan de manera adecuada con los valores experimentales existentes en la literatura o en los resultados del trabajo.

Esta investigación no pretende haber resuelto enteramente el problema de la propagación de una fisura en un material frágil, granular, coherente, del tipo hormigón hidráulico. En efecto, la

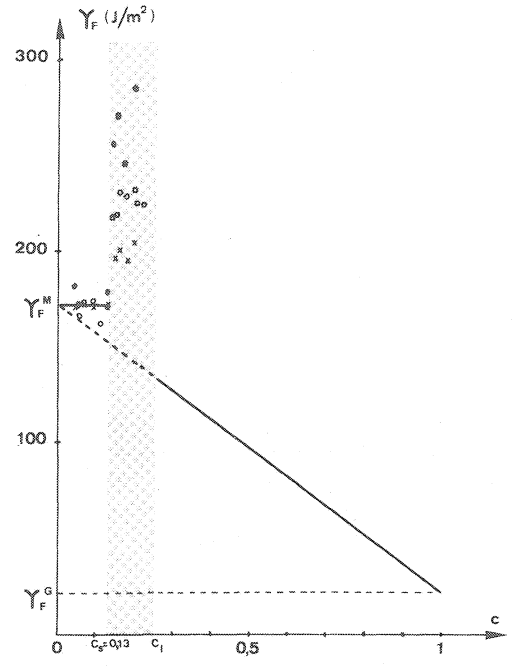
DESCRIPCION DEL MODELO UTILIZADO



a) Planta

b) Corte en perspectiva según el eje

COMPARACION ENTRE LAS PREVISIONES TEORICAS Y LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES



MORTEROS DE MARMOL DEL CAP. VII

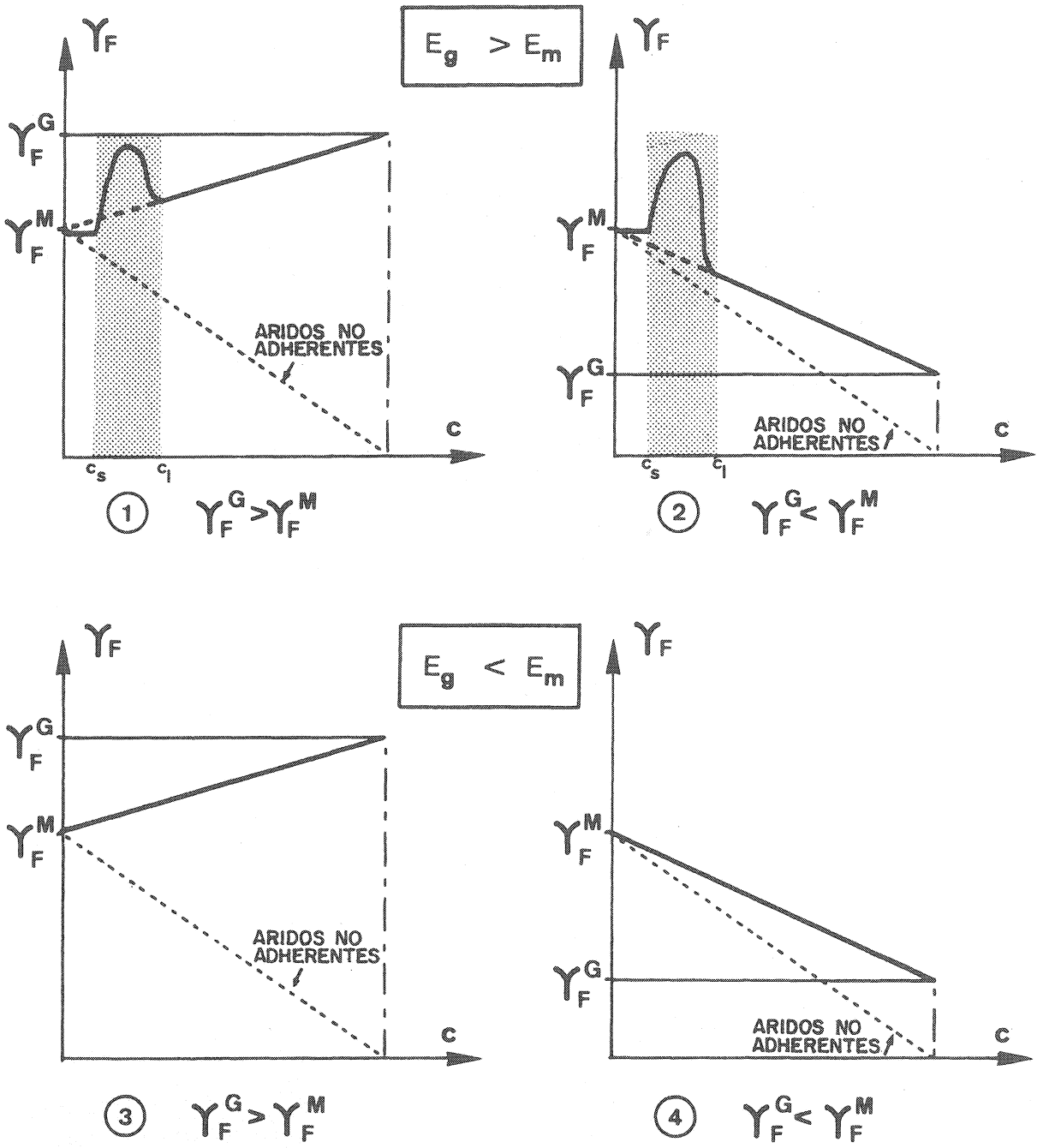
MATRIZ E_M = 7 000 MPa, γ_F^M = 172 J/M²

GARIDOS E_G = 91 000 MPa, γ_F^G = 22 J/M²

dirección del trabajo elegida no autoriza resultados rápidos. Sin embargo, se piensa que permite explicar parte de los mecanismos de la resistencia a la propagación de fisuras en estos materiales y que puede servir de base a investigaciones posteriores.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

ASPECTO TEORICO DE LAS CURVAS DE VARIACION $\bar{\gamma}_f$ EN FUNCION DE c



Bibliografía:

(1) BARON J.
Comportement du béton hydraulique: fissurabilité et fragilité. Etude bibliographique et critique pour orienter la recherche. Rapport de Recherche L.P.C. n.° 69 oct. 1977.

(2) KAPLAN M. F.
Crack propagation and the fracture of concrete.
Journal of A.C.I., vol. 58 (novembre 1961).

(3) LOTT J. et KESLER C.E.
Crack propagation in plain concrete.
H.R.B. SPR 90 Syposium of structure of Portland cement paste and concrete.
Publication 1389, WASHINGTON 1966.

(4) NAUSS D. J. et LOTT J.
Fracture toughness of Portland cement concretes.
Journal of A.C.I., vol. 66 (juin 1969).

(5) SHAH S. P. et Mc GARRY F. J.
GRIFFITH fracture criterions and concrete.
Journal of engineering mechanic division (décembre 1971).

(6) BROWN J. H.
Measuring the fracture toughness of cement paste and mortar.
Mag. of Concrete Research, vol. 24 (décembre 1972).

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es