

ELEMENTOS FINITOS CON DISCONTINUIDADES FUERTES EMBEBIDAS PARA EL MODELADO DEL FALLO MATERIAL EN SÓLIDOS

Francisco Armero y Christian Linder

*Department of Civil and Environmental Engineering, University of California at Berkeley,
Berkeley, CA 94720, U.S.A., armero@ce.berkeley.edu*

Palabras Clave: Elementos finitos, discontinuidades, fractura dinámica, “crack branching”.

Resumen. El fallo de sólidos y estructuras se caracteriza frecuentemente por la aparición de soluciones discontinuas del problema mecánico de contorno, como los desplazamientos discontinuos asociados a fisuras en un material frágil o al tratamiento multi-escala de bandas de cortantes y otras bandas de localización en fallos dúctiles. Esta situación ha motivado la formulación de diferentes técnicas para la resolución numérica de estas soluciones. En esta contribución presentamos varios avances recientes en la formulación de los llamados elementos finitos con discontinuidades fuertes embebidas. Explotando el marco multi-escala antes mencionado, estos elementos incorporan la cinemática de estas soluciones altamente no suaves a través de deformaciones mejoradas definidas enteramente al nivel del elemento finito, conservando la estructura usual del problema global de equilibrio, y así llegar a una técnica muy eficiente para la simulación numérica del fallo material en sólidos.

Más específicamente discutimos la formulación de elementos finitos que incorporan una interpolación lineal de los saltos de los desplazamientos a lo largo de la discontinuidad, tanto en el rango infinitesimal como de grandes deformaciones, presentados recientemente en Linder y Armero (Int. J. Numer. Meth. Engr., 72:1391-1433(2007) y Armero y Linder (Comp. Meth. Appl. Mech. Engr., 197:3138-3170(2008)). La estrategia propuesta para la definición de la deformación mejorada permite, en particular, la resolución de la cinemática de la discontinuidad sin la respuesta sobre-rígida (o “stress locking”) característica de algunas formulaciones alternativas. Una extensión nueva de esta estrategia permite el desarrollo de nuevos elementos finitos que también resuelven la ramificación (o “branching”) de las discontinuidades. Después de discutir estos aspectos teóricos, presentamos una serie de simulaciones numéricas que ilustran el comportamiento de los nuevos elementos finitos, con aplicaciones que abarcan desde la delaminación en materiales compuestos a fallos dúctiles de sólidos elastoplásticos en el ámbito quasi-estático, así como en el contexto de la fractura dinámica con ejemplos que involucran transiciones dúctil/frágil y la ramificación de fisuras.