
Verifica della stabilità di soluzioni dell'equazione fondamentale dell' elastodinamica: Applicazione allo studio di fratture 2 - D con differenti leggi costitutive

Cocco M., Bizzarri A., Boschi E.

I modelli teorici sono comunemente utilizzati per analizzare il comportamento dinamico di una faglia sismogenetica. Tali modelli permettono di vincolare e descrivere alcuni fenomeni fisici caratteristici del processo di rottura associato ad un terremoto. Ad esempio, la fase di nucleazione è stata ipotizzata e studiata principalmente sulla base di simulazioni numeriche di processi di rottura. Lo stesso vale per i processi responsabili per l'arresto del fronte di rottura. Tali fenomeni non possono essere studiati con osservazioni dirette: vale a dire che i dati sperimentali (sismogrammi, misure di deformazione, osservazioni geologiche, etc ...) non costituiscono misure dirette dei parametri fisici responsabili di tali fenomeni. Diviene, pertanto, necessario determinare l' attendibilità e l' applicabilità a situazioni reali delle simulazioni numeriche dei processi sismogenetici. In questo lavoro, viene affrontato il problema della simulazione di fenomeni di frattura 2D attraverso la soluzione dell'equazione fondamentale dell' elastodinamica sia mediante il boundary integral equation method (BIEM) sia attraverso le differenze finite (FD). L' utilizzo di una legge costitutiva in tali procedure è necessario sia da un punto di vista analitico e numerico, per eliminare la singolarità dello sforzo dinamico sul fronte di rottura, sia da un punto di vista fisico in quanto le leggi costitutive permettono di associare alle variazioni di attrito sulla faglia una dipendenza dalla dislocazione o dalla velocità di dislocazione e dal tempo. Alcune leggi costitutive sono state derivate da esperimenti in laboratorio eseguiti su campioni di roccia, altre sono ottenute da calcoli teoriche non sono direttamente valutabili se non nella loro capacità di riprodurre le caratteristiche salienti del processo di rottura. Abbiamo utilizzato differenti leggi costitutive per risolvere il problema dinamico della nucleazione, propagazione ed arresto di una frattura lungo una faglia sismogenetica. I diversi andamenti del rilascio di sforzo e della dislocazione sono stati interpretati in base alle differenti leggi costitutive adottate nelle procedure di calcolo (slip - weakening, leggi di attrito rate- and state-dependent proposte da Dieterich, Ruina, ecc...). Nonostante in letteratura esistano diverse soluzioni del problema dinamico della propagazione di una frattura, non è mai stato eseguito un confronto sistematico tra diverse leggi di attrito. In particolare, è stato osservato che la complessità del fronte di rottura può essere

dovuta ad una scarsa risoluzione spaziale e/o temporale del rilascio di energia all'interno della zona coesiva (la zona della faglia dove avviene in un determinato intervallo temporale il rilascio dell'energia di frattura). E' stato proposto un approccio per valutare la stabilità delle soluzioni e per controllare se esiste sufficiente risoluzione per applicare correttamente la legge costitutiva. Le simulazioni eseguite dimostrano che, nonostante si osservi un normale andamento del fronte di rottura (la dipendenza spazio - temporale delle trazioni e della dislocazione sul piano di faglia segue l' andamento atteso per una rottura che si propaga ad una determinata velocità), molte soluzioni devono essere scartate in quanto non esiste una sufficiente risoluzione spazio - temporale per applicare correttamente la legge costitutiva prescelta. In altre parole, non è sufficiente giudicare la qualità di una soluzione dall'andamento nello spazio e nel tempo della trazione dinamica o della dislocazione. I risultati ottenuti mostrano che il BIEM con una legge costitutiva tipo slip - weakening, a dispetto della sua facilità di convergenza, fornisce soluzioni stabili solo in un limitato intervallo dei parametri fisici.