

Simulazione di fenomeni di taglio e frattura in strutture sottili multistrato

Federica Confalonieri¹, Aldo Ghisi¹, Umberto Perego¹

¹ *Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale,*

Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci, 32, Milano, Italy

E-mail: federica.confalonieri@polimi.it, aldo.ghisi@polimi.it, umberto.perego@polimi.it

Keywords: taglio, frattura, strutture a guscio multistrato

In questo lavoro viene presentata una strategia computazionale per la simulazione agli elementi finiti di fenomeni di taglio e frattura nello spessore di strutture a guscio multistrato. La struttura a guscio è discretizzata mediante una mesh di elementi solid-shell a otto nodi, utilizzando l'elemento Q1STs a integrazione ridotta formulato da Schwarze e Reese ([1]). Tale discretizzazione ben si presta a modellare la presenza di stratificazione, riprodotta impilando uno o più elementi per strato lungo lo spessore. Questo tipo di elemento, formulato in soli gradi di libertà di spostamento, presenta, inoltre, il vantaggio di consentire l'implementazione di leggi costitutive tridimensionali e l'utilizzo di modelli coesivi per la frattura. In particolare, è stato qui adottato l'elemento a 8 nodi Q1STs proposto da Schwarze e Reese ([1]).

Data la presenza di diverse fonti di non linearità, quali grandi deformazioni, contatto e frattura, si è adottato uno schema di integrazione temporale esplicito condizionatamente stabile. In presenza di elementi di tipo solid-shell, il passo temporale critico è governato dallo spessore dell'elemento, significativamente più piccolo delle dimensioni nel piano, e assume quindi valori estremamente ridotti. Per ridurre l'onere computazionale, viene adottata la strategia di mass scaling selettivo, proposta in [2], estendendola al caso multistrato. La matrice di massa locale dell'elemento viene modificata con l'obiettivo di ricondurre il passo temporale stabile a quello che si avrebbe con un classico elemento shell a quattro nodi, senza alterare significativamente l'accuratezza della risposta dinamica.

La propagazione di frattura lungo lo spessore viene modellata mediante un approccio di tipo coesivo. Come proposto in [3], per modellare adeguatamente l'interazione tra la lama e la zona di processo vengono utilizzati elementi coesivi direzionali. In vista di una futura simulazione numerica di fenomeni di delaminazione, la propagazione di frattura lungo lo spessore viene tenuta in conto mediante una strategia ad hoc di aggiornamento della topologia.

L'approccio numerico viene testato con esempi di lettura di frattura dinamica e di taglio di strutture a guscio. Viene, inoltre, proposta l'applicazione al taglio con lama di un laminato utilizzato nell'industria alimentare.

References

- [1] Schwarze, M. and Reese, S., A reduced integration solid-shell finite element based on the EAS and the ANS concept. Large deformation problems. , *International Journal of Numerical Method in Engineering*, **85**, page 289-329 (2011).
- [2] Cocchetti, G., Pagani, M. and Perego, U., Selective mass scaling for distorted solid-shell elements in explicit dynamics: optimal scaling factor and stable time step estimate, *International Journal of Numerical Method in Engineering*, **101**, page 700-731 (2015).
- [3] Pagani, M. and Perego, U., Explicit dynamics simulation of blade cutting of thin elastoplastic shells using directional cohesive elements in solid-shell finite element models, *Computational Methods in Applied Mechanics and Engineering*, **285**, page 515-541 (2015).