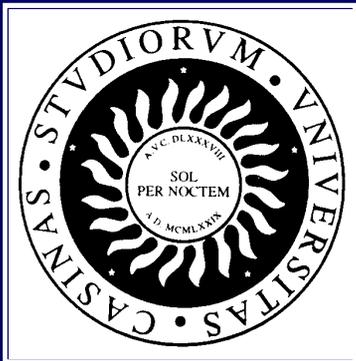
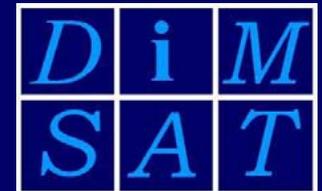


STRUCTURAL ANALYSIS OF A COMPOSITE LAMINATE BASED ON THE MICROMECHANICAL PROPERTIES

Andrea Caporale, Raimondo Luciano



*Dipartimento di Meccanica, Strutture,
Ambiente e Territorio
Università degli Studi di Cassino,
via G. Di Biasio 43, 03043 Cassino, Italia*



Scopo: determinare il comportamento meccanico di compositi unidirezionali dalle sole proprietà della microstruttura e non della fenomenologia globale. Il modello dedotto deve risultare particolarmente adatto per poter essere utilizzato come materiale costitutivo in analisi FEM di strutture.

Contesto scientifico di riferimento

Nel seguito sono riportati alcuni tipi di omogeneizzazioni esistenti in letteratura.

Analisi uniassiale: Lissenden e Herakovich 1996, Taliercio e Coruzzi 1999.

Superfici critiche nello spazio delle (macro-) tensioni o (macro-) deformazioni corrispondenti all'inizio dei fenomeni plastici, di danneggiamento, di distacco dei costituenti, etc.: Carvelli e Taliercio 1999, Bolzon et al. 2002, Caporale et al. 2006.

Modellazione completa del composito (fase critica e post-critica): Milani et al. 2006 per le murature. Il presente lavoro si inserisce in questo contesto per i compositi unidirezionali con interfaccia fibra-matrice imperfetta soggetta a scollamento.

Contributo apportato da lavori in itinere degli autori

Tecnica di omogeneizzazione in grado di imporre percorsi di carico predeterminati nello spazio delle macro-tensioni (invece, le tecniche maggiormente utilizzate impongono un predeterminato percorso di carico nello spazio delle macro-deformazioni e determinano la sua immagine nello spazio delle macro-tensioni si veda Carvelli e Taliercio 1999, Caporale et al. 2006).

Contributo apportato da lavori in itinere degli autori

Tecniche esistenti: impongono un predeterminato percorso di carico nello spazio delle macro-deformazioni e determinano la sua immagine nello spazio delle macro-tensioni, si veda Carvelli e Taliercio 1999, Caporale et al. 2006.

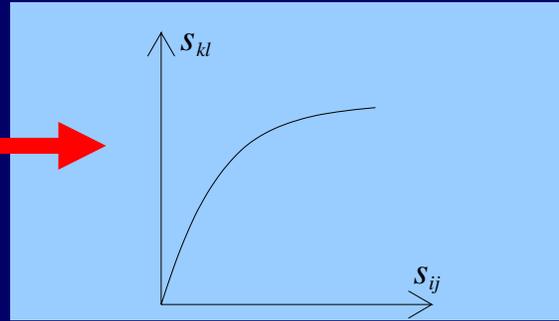
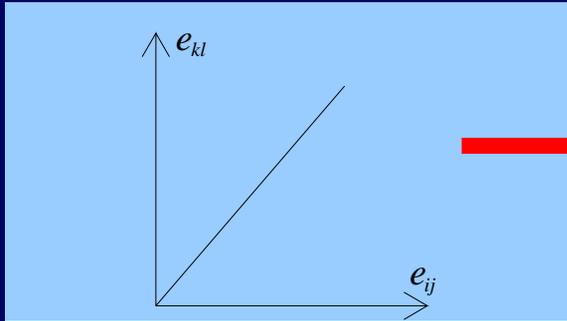
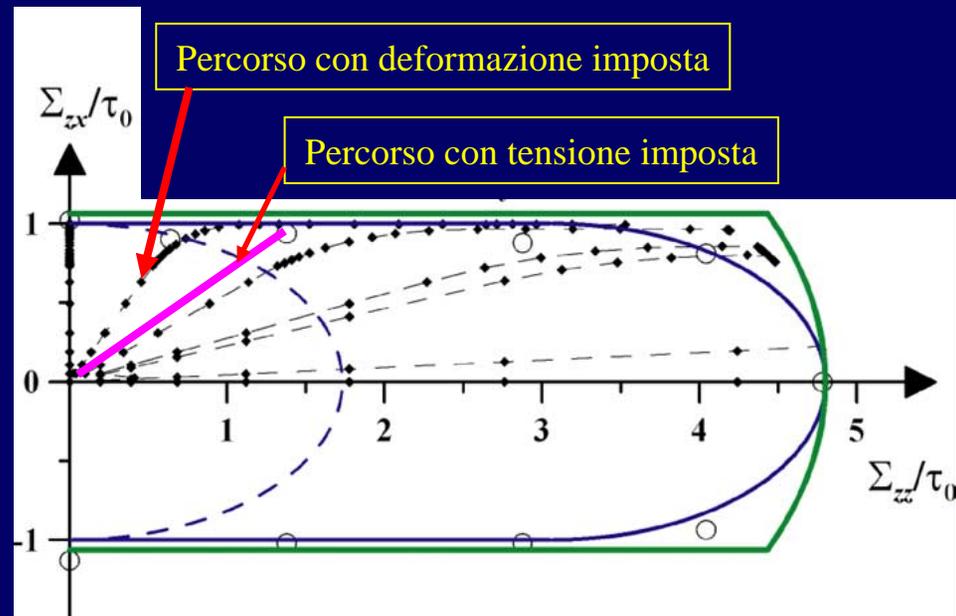


Fig. Percorso di carico rettilineo imposto nello spazio delle macro-deformazioni.

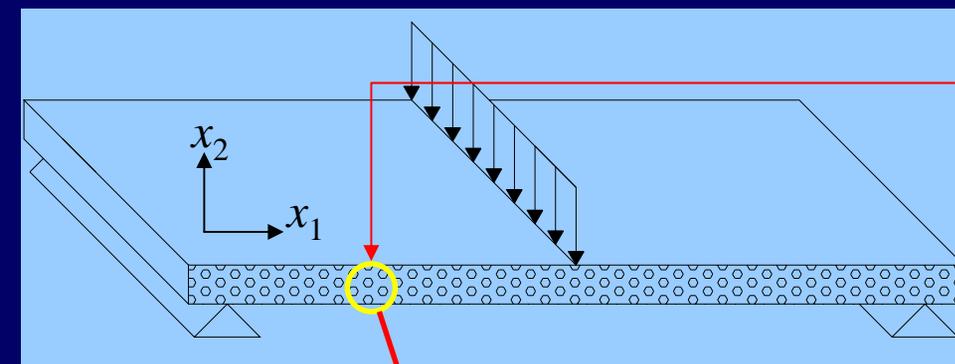
Fig. Percorso immagine nello spazio delle macro-tensioni, non rettilineo se le proprietà micromeccaniche sono non lineari

Tecnica proposta: impone un predeterminato percorso di carico direttamente nello spazio delle macro-tensioni.



Risultato principale ottenuto

Analisi strutturale di una lamina unidirezionale soggetta a flessione su tre punti.



Sezione trasversale = piano della deformazione piana.

La lamina è considerata di materiale omogeneo dedotto dalle analisi di omogeneizzazione, che forniscono:

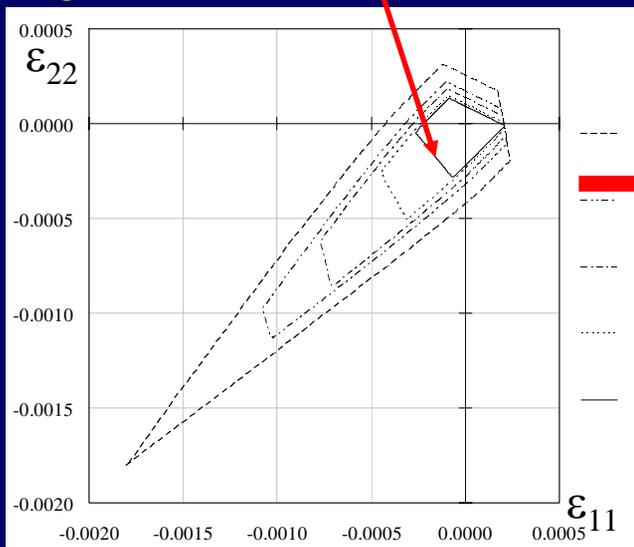


Fig. Intersezione con i piani paralleli al piano coordinato ϵ_{11} - ϵ_{22} della superficie critica corrispondente al primo distacco dei costituenti nel composito

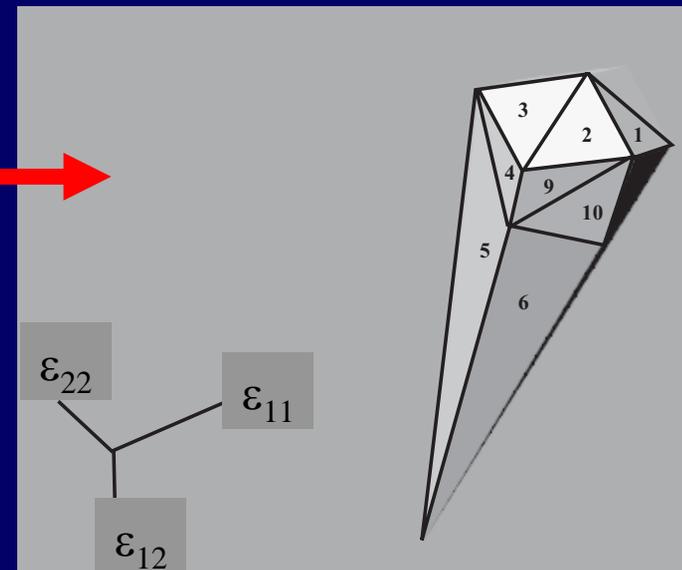
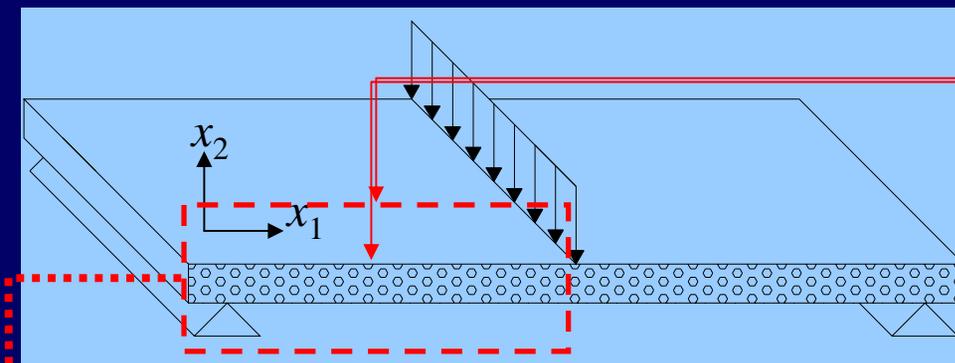


Fig. Superficie nello spazio delle macro-deformazioni corrispondente al primo distacco dei costituenti nel composito.

Risultato principale ottenuto

Analisi strutturale di una lamina unidirezionale soggetta a flessione su tre punti.



Sezione trasversale = piano della deformazione piana.

Quadro di danno al termine del processo di carico.

E' indicato il numero del poligono attivo della superficie critica, i.e. intersecato dal percorso di carico.

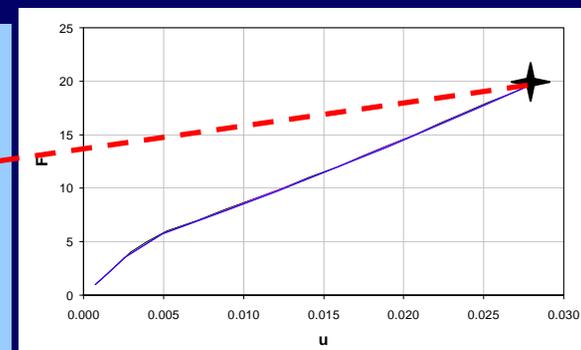
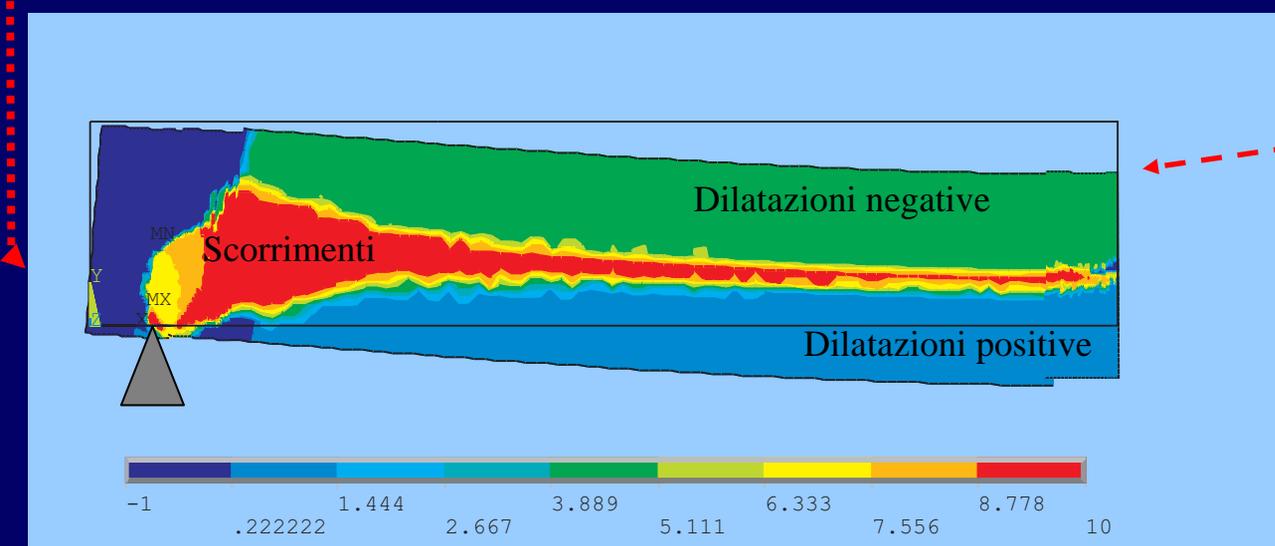


Fig. Curva forza-abbassamento.

Fig. Superfici critiche attivate dal percorso di carico. -1 = nessuna superficie è stata attivata, ovvero nessun debonding.

Sviluppi futuri

In presenza di stati non piani le superficie critiche sono rappresentate come involucri nei piani delle tensioni, si vedano i lavori di Carvelli e Taliercio 1999, Bolzon et al. 2002, Caporale et al. 2006. Tali superfici sono utilizzabili se il percorso di carico è nel suddetto piano, diversamente non sono implementabili.

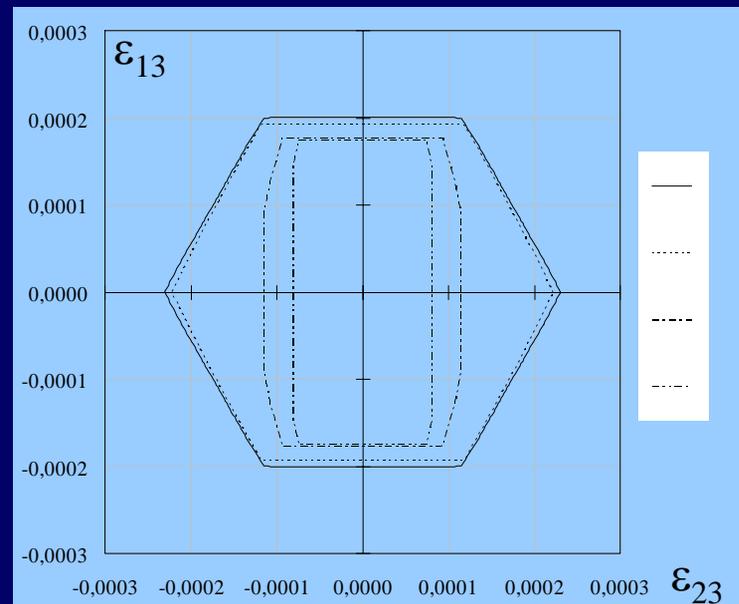


Fig. Esempio di involuppo piano

Per tale motivo si intende estendere l'analisi al caso di stati deformativi e tensionali non piani, imponendo percorsi di carico nello spazio delle tre macro-tensioni principali in modo da poter agevolmente rappresentare la superficie critica in tale spazio.

Resta comunque aperto il problema del comportamento post-critico, ovvero dello stato dell'interfaccia all'esterno della superficie critica. Infatti nei problemi piani esso può essere fatto corrispondere, tramite un numero ridotto di analisi numeriche, alle tensioni o deformazioni principali, ma nei problemi tridimensionali il numero delle analisi numeriche necessarie a conoscere lo stato post-critico dell'interfaccia diventa proibitivo.