



Emissioni acustiche per il monitoraggio dell'evoluzione del danno in campioni di materiale composito riciclati.

Wednesday 2 September 2026 09:30 (15 minutes)

Il lavoro qui presentato rientra in un più ampio progetto di studio sul riciclo di materiali pre-impregnati, sviluppato in collaborazione tra PoliMi e UniBo. Gli autori intendono proporre una nuova metodologia di riciclo di materiale composito di scarto, e questo lavoro rientra nelle attività di caratterizzazione e studio del nuovo materiale.

Il riciclo dei materiali compositi è di fondamentale importanza a causa dell'espansione del settore e del conseguente aumento dei rifiuti prodotti. La metodologia proposta consente di recuperare una parte significativa degli scarti generati dal processo di nesting e dai residui di fine rotolo, ritagliando e ri assemblando il materiale altrimenti destinato in discarica secondo una specifica e regolare architettura. Il processo porta alla produzione di una cosiddetta "lamina equivalente", che può essere utilizzata in un processo di laminazione tradizionale, e che è stata utilizzata nella fabbricazione dei provini impiegati in questo studio.

Il materiale risultante è quindi formato da strati discontinui e ordinati di fibre corte, che non è stato ancora investigato. Sebbene le sue proprietà statiche siano già state valutate, l'innescò e l'evoluzione del danno rappresentano ancora un tema aperto: si è deciso quindi di investigare il problema mediante le emissioni acustiche durante una prova meccanica, in particolare la prova di flessione a 4 punti. Questo test consente di avere un'ampia zona sollecitata allo stesso livello di tensione superando il problema delle discontinuità localizzate.

Si sono realizzate quindi due tipologie di provini: la prima utilizzando il materiale tradizionale, un materiale composito in carbonio e resina epossidica bi-direzionale tradizionale a fibra lunga; la seconda utilizzando il nuovo materiale riciclato. Durante le prove un microfono ne registrava le emissioni acustiche, utilizzate successivamente per distinguere le diverse modalità di danneggiamento, e la propagazione delle stesse.

Lo studio presenta quindi un'analisi comparativa tra i due diversi spettri sonori evidenziandone similitudini e differenze, oltre che individuando impronte caratteristiche delle due configurazioni.

Gli spettri acustici delle due configurazioni mostrano alcune analogie, ma anche caratteri specifici che consentono di distinguere i due gruppi di campioni. In particolare, i dati sono stati analizzati considerando: (i) lo spazio ampiezza/durata degli eventi acustici, (ii) l'energia dei singoli eventi in funzione dello spostamento imposto durante la prova e la sua cumulata, ed infine (iii) la sentry function, strumento sviluppato in passato da uno degli autori, e diffusamente utilizzato nello studio di emissioni acustiche, in particolare di materiali compositi.

Le due tipologie di campioni hanno evidenziato meccanicamente comportamenti molto diversi una volta raggiunto il carico massimo, ed è per tale motivo che si è deciso di normalizzare lo studio fino a tale punto.

L'analisi ha evidenziato alcuni aspetti interessanti:

- 1) Nei provini discontinui gli eventi acustici hanno globalmente durata inferiore, ma intensità molto simile a quelli registrati per i provini in materiale continuo;
- 2) Al raggiungimento del carico massimo l'energia liberata nei provini continui è molto maggiore rispetto a quelli discontinui a causa della natura quasi esplosiva dell'evento finale; invece, fino a pochi istanti prima del raggiungimento del picco, la produzione acustica dei campioni discontinui risulta essere maggiore, indice di un danneggiamento che probabilmente inizia precedentemente rispetto alle controparti continue;
- 3) La sentry function evidenzia probabili danneggiamenti, in entrambe le configurazioni, già durante il tratto lineare della curva, non visibili ad occhio nudo: anche l'analisi di questa curva sembra indicare un inizio di degradamento nella fase lineare di carico, più evidente ed anticipata nei provini discontinui.

Questa analisi preliminare richiede una validazione su un campione statistico maggiormente significativo, ma può aprire la strada al monitoraggio in tempo reale di componenti realizzato in materiale riciclato, migliorandone l'affidabilità e, di conseguenza, la diffusione.

Primary authors: ZUCCHELLI, Andrea (Università di Bologna); PALAZZETTI, Roberto

Presenter: PALAZZETTI, Roberto

Session Classification: Compositi

Track Classification: Materiali Compositi