SCAN-TENS - Lo studio delle deformazioni sotto carico mediante prova di trazione combinata con laser scanner 3D

Abbiamo sviluppato un metodo rapido e preciso per misurare le deformazioni su oggetti dalla geometria anche complessa. Il processo, denominato SCAN-TENS, prevede la sollecitazione del campione tramite macchine di prova mono o multi-assiali, con carichi da pochi Newton fino a 250 kN, seguita da una scansione 3D ad alta risoluzione mediante laser scanner. Questo consente di ottenere una mappatura spaziale dettagliata delle deformazioni a diversi livelli di carico. I risultati sono direttamente confrontabili con simulazioni FEM e rappresentano un valido supporto preliminare per analisi più approfondite, come quelle condotte con estensimetri o altre tecniche sperimentali.

"Studio delle deformazioni mediante la scansione 3D: un approccio rapido ed efficace"

Laboratorio	NCS Lab
Area di specializzazione	Edilizia e Costruzioni, Meccatronica e Materiali
Referenti	Rodrigo Davalli, Giulia Staltari
Keyword	deformazione, scansione 3D, prove meccaniche, caratterizzazione

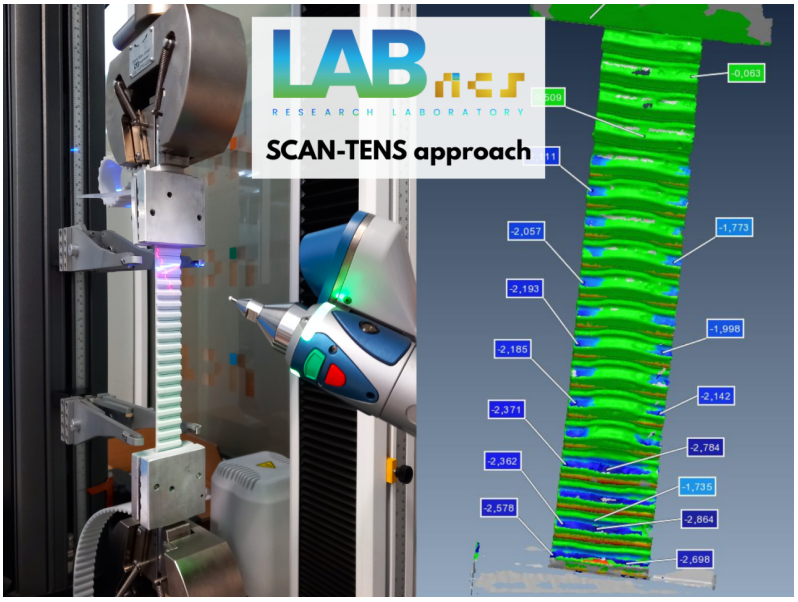


Fig. 1: Metodo SCAN-TENS impiegato per studiare una cinghia dentata



Fig. 2: Scansione durante l'applicazione del carico statico su cinghia dentata

Descrizione

Il metodo SCAN-TENS consiste in una combinazione di prove meccaniche controllate (tipicamente applicando carichi a step incrementali) e rilievo tridimensionale ad alta risoluzione, sviluppata per misurare in modo rapido e accurato le deformazioni su componenti dalla geometria complessa. Il processo inizia con la sollecitazione del campione tramite macchine di prova mono- o multi-assiali, in grado di applicare carichi da pochi Newton fino a 250 kN. In corrispondenza di ciascun livello di carico, la geometria del componente viene acquisita mediante scansione 3D con laser scanner, generando una nuvola di punti ad alta densità che rappresenta con precisione la superficie deformata.
Confrontando le geometrie acquisite ai diversi carichi, è possibile ottenere una mappatura completa delle deformazioni, anche in presenza di forme complesse o materiali non omogenei. Il metodo è particolarmente utile per componenti non facilmente strumentabili con sensori tradizionali, come strutture sottili, parti in composito, superfici curve o elementi sottoposti a carichi combinati. I dati ottenuti sono direttamente confrontabili con i risultati di simulazioni FEM, consentendo una validazione sperimentale efficace del modello numerico. Inoltre, la mappatura spaziale può guidare l'installazione di sensori estensimetrici o altre tecniche sperimentali, identificando le aree di massimo interesse. Il metodo non è invasivo e permette un'analisi dettagliata delle deformazioni senza contatto con il campione.

Aspetti innovativi

La tecnica si distingue per l'approccio diretto alla misura della deformazione, basato sull'osservazione geometrica reale del componente sottoposto a carico. L'uso della scansione 3D consente di rilevare anche minime variazioni dimensionali sull'intera superficie, senza richiedere l'applicazione di sensori o marcatori. Questo rende possibile analizzare rapidamente elementi complessi o difficilmente strumentabili, con una precisione elevata e una rappresentazione spaziale completa.
L'innovazione sta nell'integrazione tra prova meccanica e rilievo tridimensionale, che consente di ottenere risultati immediatamente leggibili e confrontabili tra diverse condizioni di carico. Oltre a semplificare la fase di test, il metodo riduce il rischio di errori localizzati e permette di evidenziare comportamenti inaspettati, utili per guidare verifiche più approfondite.
È particolarmente indicata in fase di prototipazione, reverse engineering o controllo qualità, quando serve una visione globale e affidabile del comportamento meccanico, in tempi contenuti.

Applicazioni

Questa metodologia trova applicazione in numerosi settori: automotive e aerospaziale per l'analisi di componenti strutturali complessi; nella meccanica per il controllo di deformazioni su organi sollecitati; in edilizia per elementi non convenzionali.
Particolarmente utile anche in ambito medicale, per lo studio di protesi e dispositivi impiantabili, dove è fondamentale valutare la risposta meccanica in modo non invasivo e ad alta precisione. Ideale in R&D e prototipazione, consente analisi rapide e affidabili anche su geometrie complesse.

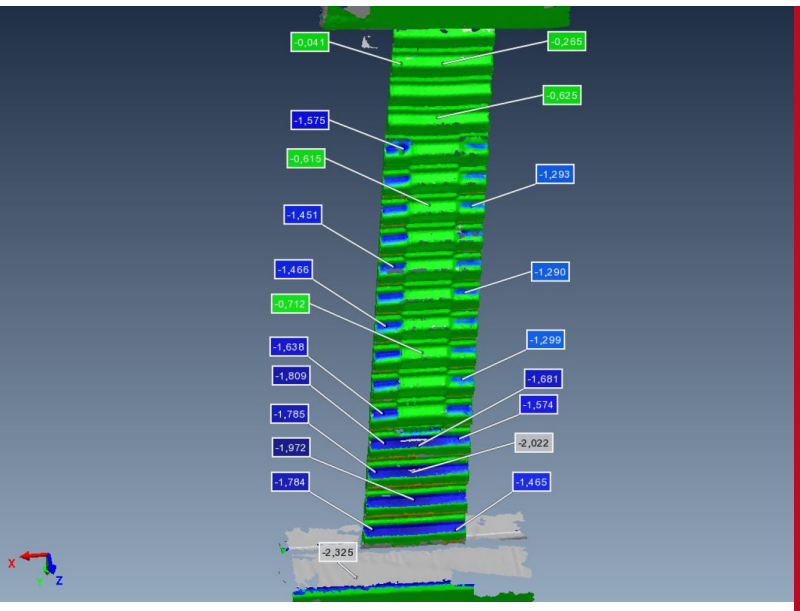


Fig. 3: Mappatura delle deformazioni su cinghia dentata con giunzione, sottoposta a trazione statica.

Esempio di applicazione

Studio delle deformazioni sotto carico su cinghie dentate con differente struttura interna.

Un campione di questo tipo presenta, sotto carico, deformazioni con distribuzione eterogenea complesse da prevedere. L'impiego di tecniche convenzionali, specialmente in una fase iniziale dello studio, difficilmente permette di valutare la grandezza e la distribuzione delle deformazioni, oltre a richiedere tempi e costi di set-up importanti. Impiegando il metodo SCAN-TENS, in pochi minuti si eseguono più scansioni a carichi statici incrementali, in più step di incremento, controllando contemporaneamente la curva sforzo-deformazione. Ogni scansione rappresenta le deformazioni di tutte le superfici del campione al carico applicato, rispetto ad una condizione iniziale di precarico o rispetto ad una condizione di carico differente, con accuratezza centesimale.
Lo studio in oggetto ha permesso di determinare, rapidamente ed a costi contenuti, le performance di cinghie con diversa struttura interna a confronto. Ha inoltre permesso di stabilire le condizioni di massimo carico ammissibile in opera, determinando le specifiche tecniche del prodotto mediante un robusto approccio sperimentale.

Partner coinvolti

Aziende del settore industriale specializzate nella progettazione e produzione di macchine e parti meccaniche
Aziende commerciali che eseguono attività di benchmarking sui prodotti
Produttori di prototipi e parti in additive manufacturing
Studi tecnici di progettazione

Tempi di realizzazione

6-8 giorni o meno

Livello di maturità tecnologica

TRL 9 - sistema reale testato in ambiente operativo

Valorizzazione applicazione

La metodologia SCAN-TENS è stata validata e viene impiegata frequentemente dal nostro Laboratorio, in diversi campi di applicazione, su range di forza variabili da pochi Newton fino a 250 kN.
Si tratta quindi di un servizio che permette di ottenere informazioni determinanti per le attività di R&D e benchmarking di prodotto.

NCS Lab

NCS Lab è un laboratorio di eccellenza specializzato in ricerca industriale e failure analysis. Grazie a un team di esperti e a una strumentazione all'avanguardia, forniamo soluzioni innovative per analisi dei materiali, sviluppo di nuove tecnologie e ottimizzazione dei processi industriali. Collaboriamo con aziende leader in vari settori per migliorare la qualità, l'affidabilità e la sicurezza dei loro prodotti. Il nostro impegno verso l'innovazione e la precisione ci rende il partner ideale per affrontare le sfide più complesse nel campo della ricerca applicata.



Sito web	https://ncs-company.com/material-lab/
Direttore	Elena Varini
Data pubblicazione	29/04/2025