1-03-2022

Meccanica testing

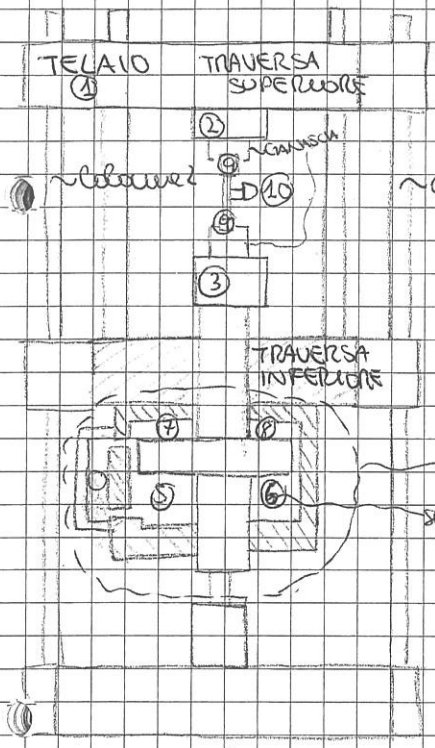
Comportamento dei materiali (acciai in particolare).

Vediamo come si comportano i materiali sotto carico statico

PROVA DI TRAZIONE (tensile test)

Permette di vedere come si comporta un materiale se sottoposto ad un carico assiale e un carico di trazione.

Quindi stiamo parlando di come si deforma un materiale in seguito a un carico assiale di trazione. Viene realizzata con la seguente macchina.



① Il telaio è costituito da due traverse, una superiore e una inferiore. Due colonne 1 e 2.

② Al telaio è collegata la CELLA DI CARICO. È un sensore che misura la forza applicata al materiale.

③ La forza viene applicata attraverso un ATTUATORE. Tipicamente può essere attuato attraverso un motore elettrico oppure attraverso un circuito idraulico, come schematizzato in figura

④ Circuito idraulico. Nel serbatoio viene pompato o risucchiato olio, in modo tale che pompando prima in ⑤ e ⑥, spingo verso l'alto il mio Attuatore (sto quindi eseguendo una prova di compressione).
Quando invece aspiro in ⑦ e ⑧, tiro verso il basso l'Attuatore (sto quindi eseguendo una prova di trazione).

⑨ Codoli: estremità del provino

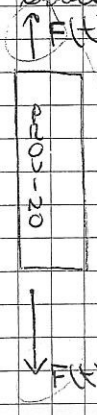
Il codolo superiore è solidale alla cella di carico
Il codolo inferiore è solidale all'attuatore.

Il circuito idraulico è collegato a un sistema di controllo, il quale fa sì che l'Attuatore, nel corso di una di trazione, si sposti verso l'alto e il suo spostamento nel tempo è definito dall'operatore, è controllato dall'operatore. In questo caso si dice che la prova viene eseguita in CONTROLLO DI SPOSTAMENTO

La prova può essere fatta anche in CONTROLLO DI FORZA. Dove il sistema di controllo, a bordo di un computer, riceve info dalla cella di carico e comanda lo spostamento dell'attuatore verso il basso in modo tale che la forza applicata alle estremità del provino, vari nel tempo secondo una determinata legge che è quella impostata dall'operatore.

Queste ultime sono fatte per studiare smorzamento e rottura.
Le prime sono fatte invece per studiare in tutti i dettagli il comportamento del materiale.

Quindi abbiamo: il problema. L'attuatore è l'elemento esterno che esercita un'azione, quindi il CARICO/TERMINENTO. (Azione Assiale.



Il collegamento con le celle di carico rappresenta il nostro vincolo/Reazione vincolare.

La reazione vincolare insieme alla Forza deve costituire un sistema di Forze equilibrato.
Quindi avrà → stessa direzione
→ verso opposto
→ stessa intensità.

E sono funzioni del tempo t perché la Forza, e così la sua corrispondente reazione vincolare, non sono costanti nel tempo.

Durante la prova misureremo non solo la forza F(t) ma anche di quanto si allunga un determinato tratto del provino e lo si fa attraverso

⑩ l' ESTENSOMETRO

E anche lo spostamento dell' attuatore.

→ Durante la prova misureremo quindi → Forza F(t).
→ Allungamento.
→ Spostamento attuatore.

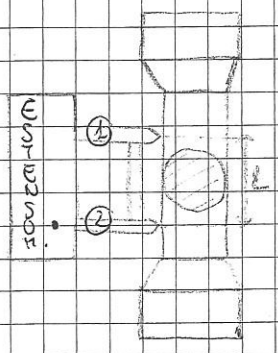
PROVINI

Oggetti allungati possono avere una sezione che sperimenta la deformazione prodotta dalla forza data. Tale sezione può essere rettangolare, circolare, costruzione (vedi standard).

Tale prova è oppure standardizzata, seguire norme precise

Il provino è costituito da

→ 2 teste/estremità → dette anche tratto calibrato.
→ Tratto a sezione ridotta: tratto in cui le dimensioni sono costanti, ed è a sezione ridotta così che sperimenta il processo deformativo che verrà poi misurato dall' estensometro



- L'estensometro è un sensore, dotato di 2 coltelli uno superiore ① e uno inferiore ②.

Tipicamente il coltello superiore è fisso
Il coltello inferiore, è montato su una cerniera che gli permette di ruotare attorno alla cerniera.

L'estensometro è montato in modo tale che le due punte dei 2 coltelli siano mantenute sempre in contatto con 2 punti della superficie del provino, nel tratto a sezione ridotta

Questi coltelli quindi non si muovono rispetto al provino.

Quindi provino applico l'azione assiale di trazione, e contestualmente le celle di carico applica la sua reazione, il provino si allunga. Il tratto centrale si contrae. Il coltello mobile dell'estensometro segue lo spostamento associato a questo processo deformativo.

Quindi misuriamo $F(t)$, e la variazione di distanza tra i 2 coltelli ΔL

Vediamo il trend tipico di $F(t)$ vs ΔL per 2 provini che hanno una sezione resistente diversa

Quell'è la sezione resistente? Dobbiamo innanzitutto fornire:

① A_i = area iniziale

② Area resistente è l'area della parte centrale del provino, o meglio della sua sezione, che è uniforme per tutta l'area centrale del provino. Inizialmente i coltelli hanno ~~distanza~~ una distanza predefinita L_i (distanza iniziale)

BASE DI MISURA

Il Grafico a dx side ↳ ci da una informazione SPORCA. Perché SPORCA?

Perché se io volessi di prendere dal campione di materiale 2 provini con sezione Resistente diversa $A_{i,1}$ e $A_{i,2}$, le curve $F(t) - \Delta L$ cambia

Quindi ~~non~~ se mi baso solo su questa curva, includo anche gli effetti della geometria del provino, sto introducendo, nei risultati della mia prova, un fattore che maschera le reali proprietà del materiale.

Al massimo posso dire che questa curva è tutte le proprietà che posso valutare valutando le informazioni che tali curve mi forniscono, sono delle proprietà TECNOLOGICHE, quindi proprietà del materiale in determinate condizioni.

1) Ad esempio la durezza è una proprietà tecnologica. Infatti

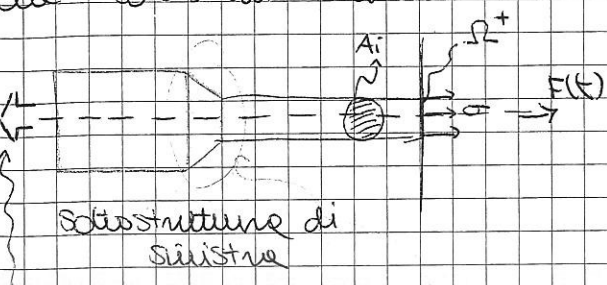
2) La proprietà di TENACITÀ A FRATTURA IN MODO UNO, dipende dallo spessore del provino, una volta definita come la grandezza derivata elaborando una prova di tenacità con un provino, avente spessore tale per cui lo stato di sollecitazione all'apice della cricca è uno stato PIANO di DEFORMAZIONE. Tale prerequisito il materiale offre meno resistenza alla propagazione quindi la tenacità assume valori bassi. È una condizione di progetto sfavorevole. Allora quando si parla di tenacità a frattura in modo 1 si parla di proprietà intrinseca del materiale e non tecnologica

3) La resilienza Charpy è tecnologica

Spesso le prove tecnologiche sono molto importanti, veloci, facili, fatte in campo e non in laboratorio.

Vediamo ora come possiamo passare sperimentalmente dalle incognite e passare da grandezze tecnologiche a grandezze COSTITUTIVE.

Per fare ciò iniziamo prendendo in provino e realizzando una delle due sottostrutture descritte.



Se sono sufficientemente lontano dalle zone in cui applico il carico e la mia incognita da tutte le zone dove si presentano delle variazioni di sezione, quindi in altri termini sto cercando di escludere gli effetti locali della Teoria del De Saint Venant

Tensione incognita

E quindi sono lontano anche dalle zone di cambio di sezione

In una condizione del genere mi verrebbe da dire che in zone come la sezione Ω^+, la tensione ha una sola componente ed è una componente normale, diretta in direzione parallela all'asse del provino. E sebbene lungo la sezione Ω^+, man mano che vado verso la superficie questa componente potrebbe cambiare, è ragionevole aspettarsi che tale componente σ sia uniforme nella sezione Ω^+ e abbia un'intensità di tale tipo:

$$\sigma = \frac{F}{A_i} = \text{TENSIONE NORMALE}$$

Area nominale rispetto alla quale definisco la grandezza

Dove si usa A_i perché è un'area che posso misurare facilmente.

Quindi per piccoli ΔL, questa approssimazione è più che valida.

Questo vuol dire anche dire che deformo le provo tutti i punti della sezione Ω^+ si spostano della stessa quantità, quindi la deformazione è uniforme in tutta la sezione, quindi

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_i} \quad \text{DEFORMAZIONE NORMALE}$$

Lunghezza nominale rispetto alla quale misuro

- hp piccoli spostamenti
- stato di tensione uniforme
- stato di def. uniforme

Così facendo ho trovato 2 grandezze che NON dipendono né dalle geometrie del provino, né dalle Basi di misura iniziale dell'estensometro,

Perché la "sovrapposizione" dei risultati visto prima nel plot F(t) vs ΔL si verificò perché pur avendo utilizzato lo stesso provino ma con estensometri che hanno una base di misura diversa.

Le basi standard è il pollice, 1/2 pollice, 10 mm, 5 mm

master COPY CARTOLERIA

Posso plottare σ vs ε, ottengo una curva che di per sé è la [redacted] CHIAVE DI TUTTE LE PROPRIETÀ COSTITUTIVE).

Bisogna però precisare un'altra cosa. $\sigma = F/A_i$. Si usa A_i perché facile da misurare, ma in realtà durante la prova il provino non solo si allunga, ma si contrae anche

Quindi in teoria $\tilde{\sigma} = \frac{F}{A \text{ effettiva}}$ dove $A \neq A_i$

Quindi distinguiamo σ da $\tilde{\sigma}$ anche con le nomenclature.

$\sigma = \frac{F}{A_i}$	TENSIONE INGEGNERISTICA	$\tilde{\sigma} = \frac{F}{A}$	TENSIONE VERA

$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_i}$ DEFORMAZIONE INGEGNERISTICA

Dunque finora abbiamo parlato di curve σ-ε ingegneristiche

21/03/2022

(Ci concentriamo soprattutto sul comportamento meccanico degli acciai.

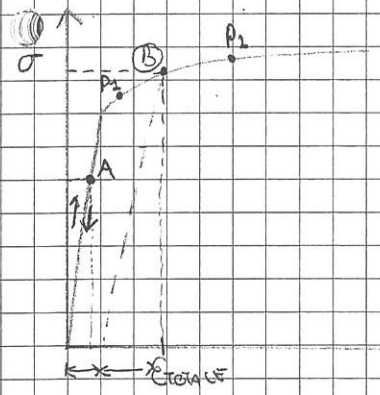
Diciamo alcune qualche cosa sulla tensione e sulla deformazione ingegneristiche. In particolare sul comportamento meccanico degli acciai.

Nelle curve σ-ε delle slide 6 e sx, è rappresentata una prima parte della curva σ-ε ingegneristica ottenuta elaborando i dati di una prova di trazione

→ Quindi abbiamo una

$$\sigma = \frac{F(t)}{A_i}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L(t)}{L_i}$$



Immaginiamo di fare una test che non vuole portare fino alla fine; quindi vuoi si usa e produrre la rottura $\rightarrow$ un test interrotto; applichiamo il carico fino a un certo valore, e poi lo rimuoviamo progressivamente.

Quindi arriviamo fino al punto (A).

Osserviamo innanzitutto che in quel punto che il legame tra la σ e la ε è LINEARE. Se rimuovo il carico, dunque riduco la σ, il provino, che aveva raggiunto un certo valore di ε, ritorna alla sua geometria iniziale. Dunque la deformazione è ELASTICA.