

Parleremo di CARATTERISTICHE MECCANICHE che ci interessano per fare verifica di

- resistenza e verifiche di rigidità in varie condizioni.

CARATTERIZZAZIONE MECCANICA = determinazione tutte quelle proprietà che ci permettono di scegliere il materiale, per il nostro progetto, in maniera opportuna.

Le proprietà meccaniche determinano la qualità del materiale.

Sulla base delle proprietà posso fare dei confronti e scegliere il materiale migliore in base alla mia applicazione.

Quali sono i test meccanici, loro, per una prima caratterizzazione?

TEST DI TRAZIONE, COMPRESIONE, FLESSIONE, DUREZZA, IMPATTO.

Sono test che vanno a sollecitare il materiale in varie condizioni.

- Il test più diffuso, o meglio preliminare, è il test di TRAZIONE.

In effettuare questo test viene utilizzata una macchina in cui il provino viene afferrato dalle due estremità, in cui la parte superiore è fissa e quella inferiore è mobile (è solida con un pistone). Il movimento del pistone è controllato da una manovella che permette di gestire la quantità d'olio nella camera superiore ed inferiore. Controllare la quantità d'olio mi permette anche di avanzare o retrocedere con una certa velocità.

Sul provino ho un estensometro che in un certo punto si allunga una determinata porzione del mio provino. Contemporaneamente, con una cella di carico, misuro la forza utilizzata per deformare il provino (trazione o compressione).

- Tipicamente l'analisi viene fatta su provini con sezione rettangolare, meglio se hanno sezione cilindrica però.

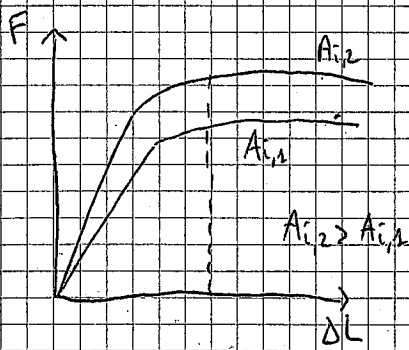
Tipicamente la prova si effettua aumentando la forza con velocità costante e registrando forza e allungamento.

(uniformemente su a distanza L_0)

L'estensometro ha 2 coltelli a contatto con il provino. Uno è fisso e l'altro è mobile, quando questo applica la forza il provino si allunga e nello stesso tempo si contrae. L'estensometro mobile si muove ed in qualsiasi istante di tempo posso andare a misurare l'allungamento ΔL del mio provino.

Entrano estensometri, detti lineari, che sono in grado di misurare il diametro della sezione effettiva conseguente alla contrazione.

- Indichiamo, quindi, con A la sezione al generico istante t e ΔL l'allungamento.



Nota che queste curve dipendono dalla sezione del provino. Più è grande la sezione e maggiore sarà la forza da applicare per poter allungare il provino.

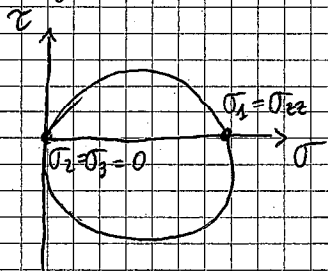
L'unico modo per eliminare questa indeterminazione è quella di passare a delle grandezze che non dipendono dalla geometria ovvero: TENSIONE E DEFORMAZIONE

$$\sigma = \frac{F}{A_i}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_i}$$

Non tenuto conto della variazione di sezione durante la prova possiamo di tensione e deformazione ingegneristica.

La rappresentazione dello stato di tensione è data dal circolo di Mohr; tenuto conto della geometria considerate pose di uguale \cos :



EFFETTO
POISSON
↑

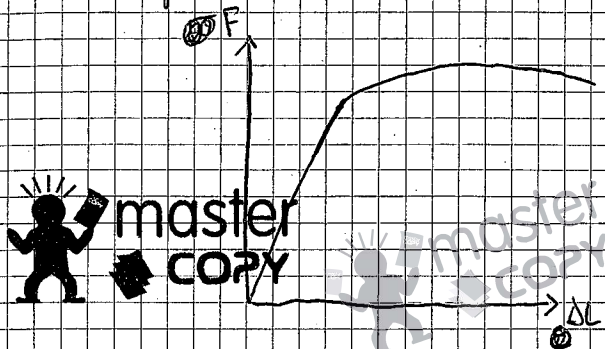
Se voglio calcolare la tensione effettiva (tenuto conto che la sezione si contrae) parlerò di tensione vera:

$$\tilde{\sigma} = \frac{F}{A}$$



Come già detto il provino cilindrico è il migliore ed fare di rappresentazione i risultati della prova (l'assidimmetria mi risulta curiosa).

● Diagramma forza-deformazione ottenuto, con come per la maggior parte degli acciai di nostro interesse, una curva di questo tipo:



All'inizio ho andamento lineare, cioè piccoli incrementi di forza mi danno piccoli allungamenti. Quando entro nella 2° fase osservo che per piccoli incrementi di forza ho grandi allungamenti.

Come già detto, però, devo usare grandezze che prescindano dalla geometria del provino ovvero TENSIONE σ e DEFORMAZIONE ϵ .

● Nel modo più immediato possibile, considero una faccetta ortogonale all'asse del provino facendo così in modo che, ~~per via~~ per via dell'assidimmetria del problema, considero la tensione σ , uscente dalla sezione, uniformemente distribuita su tutta la ^{sezione} stessa. Se invece provino a sezione rettangolare non potrei assumere che il mio problema è assidimmetrico.

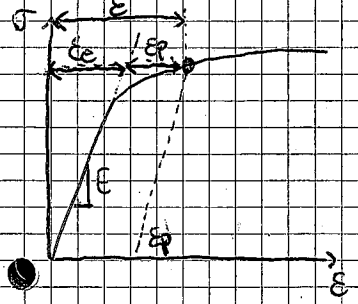
In questo modo posso tracciare una curva in cui correla tensione e deformazione ingegneristica.

ATTENZIONE! → Questo discorso vale per questa faccetta, che ho scelto per avere due parametri unitari. Se invece preso un altro piano, magari inclinato, non avrei lo stesso

● Componente normale come è possibile vedere nel modo di voler delle pagine necessarie, una altra componente σ e τ (importante per ordini del processo di danneggiamento).

Ho però come costruire una σ - ϵ che dipende dal materiale. Le curve possono avere vari andamenti in base alle proprietà del materiale.

Vado ad analizzare la curva di un tipico ACCIAIO BONIFICATO:



All'inizio ho andamento lineare che può distinguersi per la sua pendenza e poi ho una variazione di pendenza. Se carico il mio provino ^{entro} fino al punto in cui ho variazione di pendenza e poi lo rimuovo, il provino ritorna alla configurazione originaria. La stessa cosa con una σ ad esempio, carico il provino fino al punto rosso.

Non recupero l'allungamento generato dal carico ma se rimuovo una certa parte.

Quindi, nella 1^a fase parliamo di REGIME ELASTICO LINEARE e nella 2^a fase parliamo di FASE ELASTO-PLASTICA. Parleremo, quindi, di DEFORMAZIONE ELASTICA e PLASTICA.

Ma cosa succede da un punto di vista fisico all'interno del materiale?

Il materiale metallico è costituito da atomi che a loro volta sono costituiti da vari edifici cristallini. Arriva il carico che, nella fase elastica, porta ad un allungamento degli atomi che costituiscono l'edificio cristallino. Tutte le celle subiscono una variazione di volume. Se rimuovo il carico, gli atomi ritornano nelle loro configurazioni iniziali. Adesso, applico un carico per cui sul grafico si manifestano delle deformazioni plastiche, cioè permanenti. L'edificio cristallino, presenta delle imperfezioni (o difetti) che sono vacanze e dislocazioni. Questi sono difetti che facilitano lo scorrimento di un edificio cristallino rispetto ad un altro.

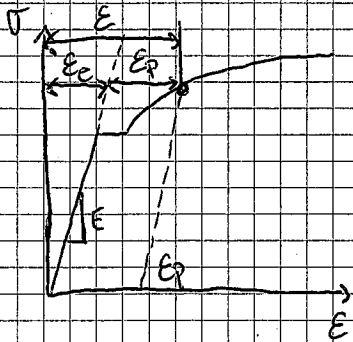
Questo è notoriamente una trazione.

Con questo carico, però, ho anche una deformazione elastica e quindi una variazione di volume. Quando rimuovo il carico la deformazione elastica viene recuperata mentre rimane la trazione.

La deformazione plastica ha quindi una trazione che mantiene il volume iniziale \rightarrow processo a $V = \text{cost}$.

Indica con ϵ la deformazione totale, ϵ_e quella elastica che recupera ed ϵ_p quella plastica che rimane se rimuovo il carico.

Andando ad analizzare la curva di un ACCIAIO DA COSTRUZIONE indica:



Inizialmente lo cedimento avviene per arrivo ad un punto in cui è come se ci fosse un movimento reciproco di una grossa parte dell'edificio metallico. Il tutto è quasi orizzontale.

Poi c'è la zona comune ai 2 tipi di acciaio in cui il materiale offre resistenza alla deformazione plastica.

In questo caso parlo di INCREMENTO del materiale in cui questo risulta rafforzato in seguito ad una deformazione plastica e freddo.

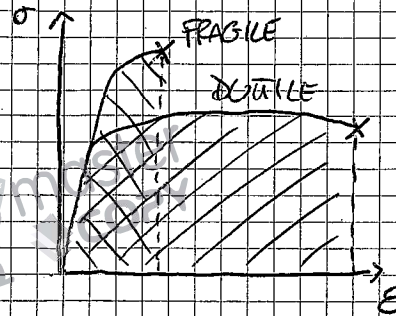
A seconda del tipo di materiale (fragile o duttile) ho diversi comportamenti per queste curve.

Tutti i materiali hanno, però, un limite in cui avviene la FRATTURA (non sto parlando di ROTTURA).



Li sono caratterizzati dal fatto di essere in grado di sopportare un allungamento considerevole prima della frattura, cioè delle deformazioni plastiche apprezzabili ed altri invece che non sono in grado di sopportarli.

● Per questo, quindi, si parla di frattura DUTILE e FRAGILE che dipende proprio da questi tipi di comportamento.

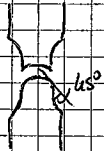


Ho evidenziato l'energia assorbita, per i 2 comportamenti, prima della frattura.

L'importanza sta nel fatto che un comportamento fragile non ha nessun segnale premonitore → rottura istantanea. Nel caso duttile la cosa è più gestibile perché un corpo visivamente della deformazione che sta avvenendo.

All'inizio del meccanismo di frattura del materiale duttile ho una striscia (necking). Col procedere della frattura si formano dei microvuoti all'interno del materiale che crescono e si uniscono formando una cricca che propaga raggiungendo la superficie del provino facendo avvenire la frattura.

La frattura a corno-corno è una frattura in cui le tangenti ai bordi sono inclinate di 45° circa. Tornando al cerchio di Mohr, il cui centro si trova su una direzione inclinata di 45° rispetto all'asse di coesione.



Vediamo adesso il comportamento FRAGILE in cui ho 2 possibilità.

1) FRATTURA INTERGRANULARE: la frattura si propaga lungo i bordi di grano.

Risicolosa perché si presenta in materiali alto resistenza che solitamente hanno gli accenti da disegno. Quindi, il comportamento duttile o fragile può essere influenzato anche dall'ambiente.

2) FRATTURA TRANSGRANULARE: la frattura ~~attiva~~ si propaga attraversando il grano.

Adesso voglio vedere come faccio ad ~~essere~~ estrarre dalla curva σ - ϵ dei punti che identifichino particolari proprietà del materiale esaminato.