MATERIALI STRUTTURALI

La denominazione corretta del corso sarebbe: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI

Si può vedere l'approccio con i materiali da due punti di vista:
- l'aspetto tecnologico, più pragmatico, in cui ci si riserva di studiare a cosa serve l'oggetto, di definire certe proprietà e misurarle a prescindere dalle ragioni per cui il materiale segue certe leggi di comportamento;
- l'aspetto scientifico dello studio dei materiali riguarda il capire perché i materiali hanno certe tipologie di comportamento.

Materiali perché strutturali? Qualunque cosa ci circonda è un materiale, tutti fondamentali per l'uomo, ma quello che interessa maggiormente all'ingegneria industriale, che realizza oggetti concreti che hanno funzionalità prevalentemente meccaniche, è una serie di proprietà di tipo strutturale, cioè il materiale per realizzare delle strutture, quindi si sottovalutano proprietà elettroniche ed ottiche. Ci interesseranno tutti quegli oggetti che riguardano il mondo dell'industria meccanico-manifatturiera: automobile, moto, aereo...

Da un punto di vista storico... le prime ere prendono il nome dai materiali:
- età della pietra (con le varie distinzioni paleolitico, mesolitico, neolitico) che se si fa un paragone con la storia dell'uomo è quella che è durata maggiormente, in cui l'uomo prendeva oggetti dalla natura e li utilizzava per migliorare la propria condizione di vita
- il passaggio dall'età della pietra alle prime età dei metalli sancisce il passaggio dalla preistoria alla storia e in particolare l'età del rame (anche se si pensa che il primo metallo utilizzato dall'uomo fu l'oro), in ogni caso i primi metalli utilizzabili dall'uomo furono i metalli duttili (rame, argento, oro)
- la successione all'età del rame, l'età del bronzo, è notevolmente discriminante, perché il rame di per sé è un materiale strutturalmente debole, molto lavorabile, estremamente malleabile, ma ha modeste qualità resistenziali; l'avvento dell'aggiunta di metalli di lega al metallo puro (ché probabilmente è stato un caso) ha cambiato molto le condizioni, perché con il bronzo comincia l'età degli utensili
- dopo l'età del bronzo si ha l'età del ferro, anche se in realtà il ferro era conosciuto così come era conosciuto il rame, ma era molto difficile da lavorare quindi l'avvio dell'età del ferro è dovuto ad un miglioramento delle tecniche e non alla sua scoperta

I materiali nuovi non sostituiscono i materiali vecchi ma permettono solamente di fare altre cose, avere nuove applicazioni. Questo è il caso dei giorni nostri, in particolare a partire dalla II Guerra Mondiale, in cui i materiali tradizionali, che rimangono comunque a livello quantitativo di gran lunga più utilizzati anche nell'industria moderna, sono stati affiancati da materiali che in natura non esistono o esistono in forme particolari. Questi materiali nuovi sono i MATERIALI POLIMERICI, legati alla chimica del carbonio, ovvero quei materiali detti volgarmente "plastiche"

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

MACROFAMIGLIE DI MATERIALI

Ogni classe di materiali ha una certa tipologia di comportamento, per operare da un punto di vista tecnico le scelte ottimali



MATERIALE CERAMICO: caratterizzati da legami di natura ionico-covalente (formata da un elemento metallico e un elemento non metallico, in genere)

Per il fatto che formano legami fortemente direzionali hanno le seguenti proprietà:
- isolanti termici
- isolanti elettrici
- alto punto di fusione
- elevata durezza
- elevata fragilità



MATERIALI METALLICI: da un punto di vista chimico-fisico sono caratterizzati da un legame metallico, che è un legame molto forte e ciò spiega il notevole punto di fusione

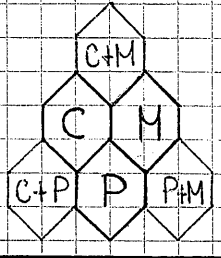
Poichè il legame metallico non è direzionale e l'atomo ha elettroni nell'orbitale di valenza liberi di muoversi hanno le seguenti proprietà:
- buona conducibilità termica
- buona condvicibilità elettrica
- materiali modificabili dall'esterno in maniera semplice (⇒ malleabili) che è il motivo del loro successo
- sono materiali deformabili ⇒ resistono alle sollecitazioni improvvise deformandosi e assorbendo grosse quantità di energia ⇒ non sono fragili



MATERIALI POLIMERICI:
- termoplastici → materiali che si deformano sotto l'effetto di forze combinate con temperature
- termoindurenti → aquistano una forma e una struttura propria per effetto della temperatura
- elastomeri (= gomme)

Sono legati alla chimica inorganica e sono formati da elementi leggeri, come C e O.
Ciò però non vuol dire che non abbiano proprietà meccaniche
- elevati gradi di resistenza meccanica (nylon, Kevlar)
- basso punto di fusione (eccetto gomme siliconiche)
- poco rigidi
- facilmente deformabili

Alle famiglie principali dei materiali vanno però aggiunti i MATERIALI COMPOSITI (= materiale costituito macroscopicamente da più materiali diversi)



MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

PROPRIETÀ

La fabbricazione di un oggetto comporta una serie di passaggi. Il disegno è il primo passo per la realizzazione dei vari componenti ed in ogni progetto è presente il cartiglio che contiene informazioni anche sul materiale da utilizzare perché ogni materiale ha caratteristiche, proprietà, più o meno adatte al compito che deve svolgere l'oggetto.
Per la scelta del materiale si deve tenere presente molte questioni che si possono raggruppare in tre spinte:
- carattere tecnico, perché si deve rispettare certe specifiche (esempio: una ruota dentata deve resistere un certo milioni di giri);
- carattere economico, perché non si punta a realizzare prototipi ma una produzione in media/grande serie, quindi il materiale da utilizzare deve contemporaneamente rispettare le specifiche tecniche e costare il meno possibile (ATTENZIONE: per costo non si intende solo il costo fisico del materiale, ma bensì il costo dell'intero processo tecnologico che porta alla realizzazione del componente);
- reperibilità, anche se la globalizzazione è molto forte si tende ad usare quello che si trova più facilmente sul mercato, ciò è strettamente collegato al fattore economico

PROPRIETÀ MECCANICHE: specifica capacità di un materiale di rispondere a particolari sollecitazioni, cioè forze esterne

- RESISTENZA = capacità di sopportare un carico esterno senza rompersi o deformarsi in maniera impropria
- RIGIDEZZA = capacità di opporsi al tentativo di una deformazione, ovvero a parità di sollecitazioni avere maggiori o minori sforzi sul materiale, maggiori o minori deformazioni del materiale
- DUREZZA = capacità di resistere alla penetrazione di un altro corpo
- RESILIENZA = capacità di assorbire un grande sforzo impulsivo anche se il materiale si deforma
- RESISTENZA A FATICA = capacità di sopportare carichi variabili dall'esterno (esempio: la ruota di un'automobile lavora costantemente sotto sforzo che varia a seconda della posizione rispetto all'asse)
- CREEP (= SCORRIMENTO VISCOSO) = capacità di sopportare un carico ad alta temperatura nel tempo

Dopo aver definito le proprietà, senza fare nessun discorso su come sono fatti i materiali ma guardando solo l'aspetto fenomenologico-applicativo, discende la necessità di fare delle PROVE
Le prove sono sempre esistite, ma si deve arrivare a metà '800 per avere un inizio di codifica, perché le prime applicazioni ferroviarie portarono sia un grande progresso ma anche i primi incidenti ferroviari (si rompevano i binari).
Importante è stato l'ingegner Brindell che inventò le prove di durezza ma fu anche uno dei primi a fare prove di trazione.

Le **PROVE** per verificare le proprietà meccaniche possono essere:
- meccaniche vere e proprie se il risultato è un numero (⇒ oggettivo), accettato dalle convenzioni internazionali
- tecnologiche se il risultato è un "parere" (esempio: si piega una lamiera e si dice se sono apparse crepe)

Da un lato vi è l'aspetto dell'utilizzo, il progettista deve fare un oggetto e valutare i vari materiali; ma vi è anche l'altro aspetto, complementare e altrettanto importante, come si fanno questi materiali, cioè il produttore specializza per l'uso i vari materiali conferendogli le varie proprietà.
Se si parla di proprietà meccaniche i parametri fondamentali che si devono tenere sempre a riferimento per conferire poi una determinata proprietà di un materiale sono essenzialmente tre:

- composizione chimica
- processo tecnologico
- microstruttura

} l'insieme di queste tre condizioni fornisce la la proprietà desiderata
⇒ chi costruisce l'oggetto deve agire su tutti e tre questi fattori

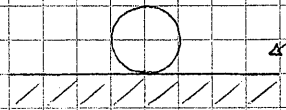
I corp. perfettamente rigidi in fisica non possono esistere, perché se i corp. fossero perfettamente rig.di in realtà non si avrebbe nessuna spiegazione logica del perché, per esempio, un palazzo regga il peso delle persone che sono al suo interno

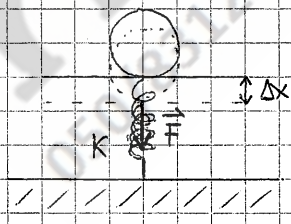


sotto l'azione del peso l'oggetto si incurva più o meno. Più o meno da cosa dipende? Se si lascia costante l'azione del peso che agisce sulla trave, maggiore o minore incurvamento andrà a dipendere:

- dallo spessore della trave, perché se lo spessore aumenta allora l'incurvamento diminuisce e viceversa
- dalla distanza dei sostegni, più vicini sono e minore è l'incurvamento e viceversa
- dal materiale con cui è fatta la trave, perché a parità di geometria e appogg. conta il materiale con cui è costruita

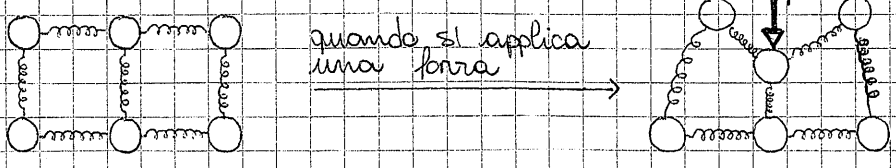
le deformazioni dei materiali che sono conseguenza di uno sforzo esterno sono di natura estremamente piccola, non visibile ad occhio nudo, perché non esiste un materiale con rigidezza infinita. Non esiste il contatto tra corp. rigidi, ma si parla di comportamento elastico del sistema.





così si spiega l'equilibrio di un corpo in quiete: la forza peso è contrastata dalla forza di una molla ($\vec{F} = K\Delta x$)
Non si nota perché K è talmente grande che ci permette di avere forze notevoli con Δx incredibilmente piccoli

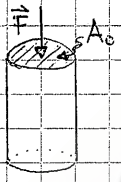
Per capire questo concetto si deve andare nella struttura del materiale in cui si vede gli atomi tenuti insieme dai legami che vengono rappresentati come piccole molle (⇒ collegamento elastico).



MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

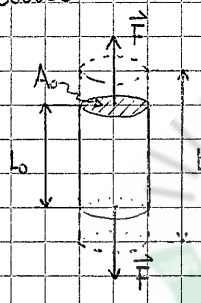
In funzione della geometria del materiale, quindi delle dimensioni degli atomi, posizione relativa tra loro, forza dei legami contro i quali si va ad esercitare una sollecitazione esterna, la combinazione di questi fattori fa sì che il materiale risponda con una diversa costante elastica
La proprietà di RIGIDEZZA risiede nell'energia di legame e nella configurazione atomica del materiale.

Le forze servono per individuare il comportamento meccanico dei materiali ma poiché quando si fanno le prove si usano dei PROVINI, ovvero oggetti di dimensioni molto ridotte, il concetto di forza non è corretto, perché quelle che agiscono sul provino e che agiranno sull'oggetto reale sono molto diverse per quanto riguarda l'intensità. Per questo si parlerà di TENSIONI MECCANICHE, forze normalizzate per unità di superficie



$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{[N]}{[m^2]} = [Pa]$$

Come s'è detto il corpo rigido non esiste e qualunque corpo sotto l'azione di una forza subisce una deformazione
Come per le forze non si può dare una definizione assoluta per quanto riguarda le deformazioni, perché anch'esse vanno rapportate dal provino alla struttura, quindi serve un fattore di scala



DEFORMAZIONI RELATIVE

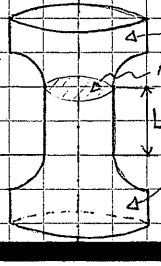
$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \rightarrow \text{è un numero puro}$$

$$\varepsilon\% = 100\,\varepsilon$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Con questi due concetti si può introdurre la I PROVA ELEMENTARE (basilare per definire le proprietà meccaniche) che è la PROVA DI TRAZIONE
La prova di TRAZIONE consiste nell'applicare una serie di forze al provino rappresentativo del materiale in esame dove queste forze sono applicate normalmente alla superficie, quindi il provino subirà una deformazione e il risultato della prova sarà una legge che lega le tensioni (σ) alle deformazioni (ε).
Uno dei problemi fondamentali della prova di trazione è la definizione del provino (o saggio): bisogna essere abbastanza realisti da prendere una provetta relativa al materiale di dimensioni significative, in maniera che i risultati ottenuti rappresentino in maniera soddisfacente il comportamento di quel materiale, ma non esagerare con le dimensioni per non costruire macchinari troppo grandi
⇒ il disegno dimensionale e la forma del provino è una questione estremamente importante.
Come sono fatti i provini? Ne esistono di due tipologie:

assialsimmetrici

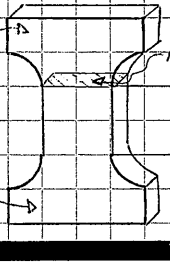


zona in cui si va a fare le misurazioni ← tratto utile

$L_0 \geq 5D_0$

teste di afferraggio sono funzionali al macchinario

piatti



$L_0 \geq 5{,}5\sqrt{A_0}$