

1 Struttura della materia

Dislocazioni

Origine e sviluppo delle dislocazioni

In un materiale, per quanto costruito con cura, sono sempre presenti difetti che danno origine a dislocazioni, le quali a loro volta, sotto sforzo, creano altre dislocazioni, fino a riempirne il materiale.

Altra importante fonte di dislocazioni sono le grandi concentrazioni di sforzo all'apice di fessure, fori o gradini sul pezzo.

Le dislocazioni incontrano però diversi ostacoli, che impediscono loro di svilupparsi ulteriormente. Questi ostacoli possono essere di quattro tipi:

- interferenze con altre dislocazioni;
- incontri con atomi di soluto;
- incontro con i bordi dei grani cristallini;
- incontri con particelle di altre fasi.

In tutti questi casi la difficoltà di movimento di sviluppo delle dislocazioni giustifica l'aumento di resistenza del materiale anche se a prezzo di una maggiore fragilità. Questo miglioramento della resistenza si chiama incrudimento.

Incrudimento

L'esempio più evidente di incrudimento si ha nella prova a trazione.

Si osservi per esempio il diagramma della prova a trazione riportato in **figura 1**.

Dopo il primo tratto \overline{OB} di comportamento elastico (la retta \overline{OA} rappresenta con la sua inclinazione il modulo di Young) si ha il tratto di comportamento plastico \overline{BE} .

Le deformazioni plastiche crescenti sono accompagnate da un aumento della resistenza del materiale o incrudimento (D) fino al punto E di massimo sforzo.

L'incrudimento è provocato dall'ostacolarsi reciproco delle dislocazioni, sviluppatasi enormemente a causa degli sforzi elevati cui è sottoposto il materiale.

L'incrudimento determina però, parallelamente all'aumento della resistenza, una maggiore fragilità, caratteristica poco gradita nei materiali da costruzione, specie se sottoposti a sforzi ripetuti.

Con un opportuno trattamento termico si può riportare un materiale incrudito (fragile) ai valori di duttilità richiesti e quindi ridargli la tenacità desiderata.

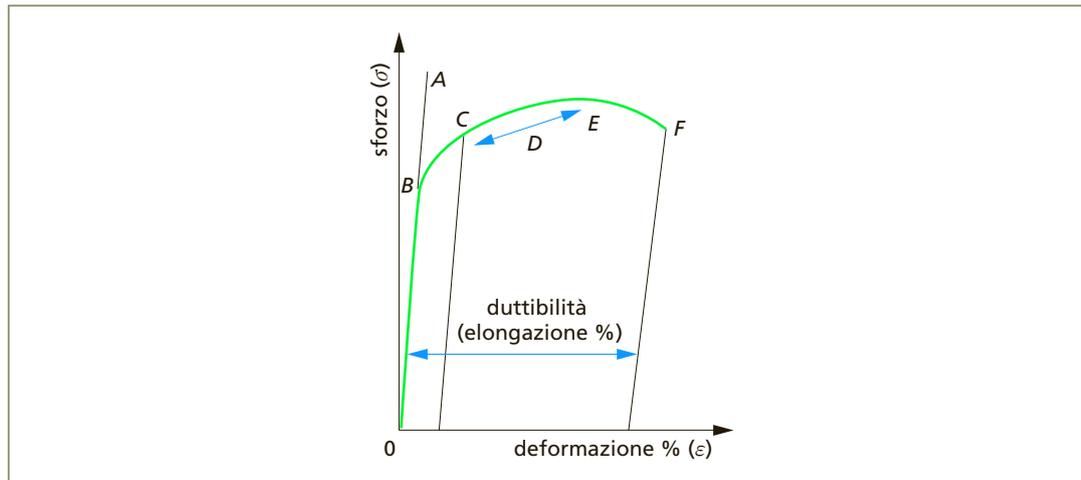


Figura 1

Incrudimento.

Tipi di dislocazioni (fig. 2)

Si possono distinguere due tipi di dislocazioni, a seconda che il vettore slittamento (\vec{b}) sia perpendicolare o parallelo alla linea di propagazione della dislocazione (fronte della dislocazione).

Se il vettore slittamento è perpendicolare alla linea della dislocazione (\overline{AB}) si ha una dislocazione a spigolo.

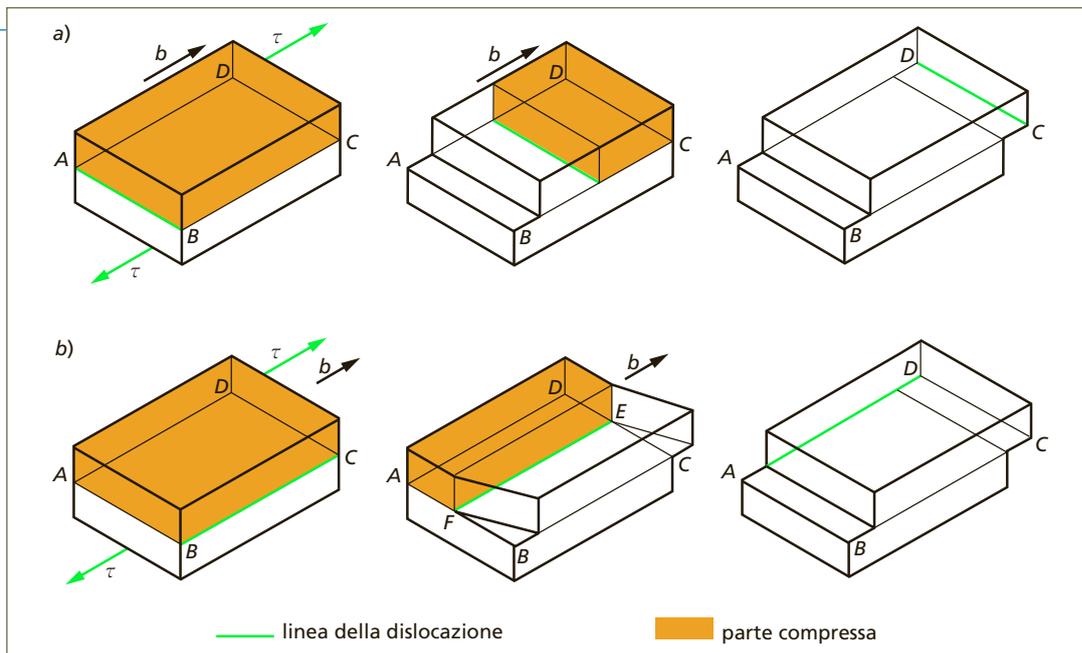
Se il vettore di slittamento è parallelo alla linea della dislocazione (\overline{BC}) si verifica una dislocazione a vite.

In questo caso, la dislocazione si muove da \overline{BC} verso \overline{AD} .

Nella situazione intermedia la linea della dislocazione è in \overline{EF} : $BCEF$ è l'area relativa alla zona slittata; $ADEF$ è l'area relativa alla zona non ancora slittata.

Figura 2

Tipi di dislocazioni:
a) a spigolo;
b) a vite.



Dislocazioni miste

In realtà i due tipi di dislocazione illustrati non esistono in forma pura.

Le dislocazioni reali infatti sono quasi sempre dislocazioni miste.

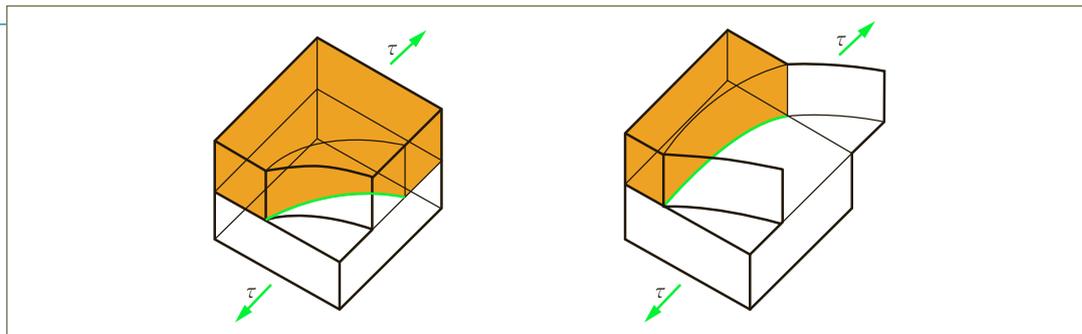
Il fronte di questo tipo di dislocazioni presenta una inclinazione (diversa da 90°) rispetto al vettore slittamento.

Il suo movimento è dato dalla combinazione di una dislocazione a spigolo e di una dislocazione a vite.

In **figura 3** sono mostrate due dislocazioni miste a stadi intermedi di avanzamento.

Figura 3

Dislocazioni miste.

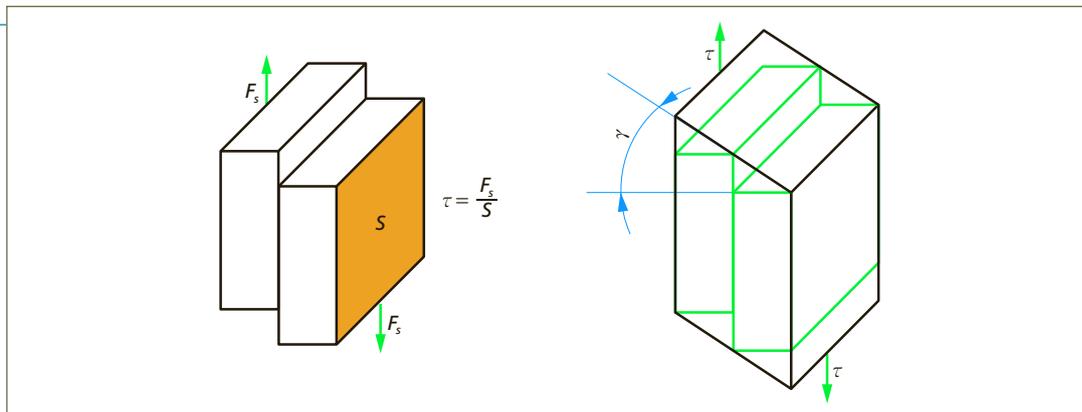


Sforzo di taglio

Le dislocazioni sono fenomeni a livello atomico provocati e mossi dall'esistenza di sforzi elevati di taglio nel materiale. Per sforzo di taglio (τ) si intende la misura della tendenza di una parte del solido a slittare sull'altra, come in **figura 4**.

Figura 4

Sforzo di taglio.



L'insieme di moltissime dislocazioni a spigolo, come illustrato schematicamente in figura, spiega la deformazione plastica di un solido sotto l'azione di sforzi di taglio (τ) nel materiale.

A ogni slittamento provocato da una dislocazione corrisponde un gradino della deformazione alla quale il corpo sollecitato è soggetto (fig. 5).

Lo slittamento, o deformazione di taglio, non è provocato solamente da forze esterne di taglio, ma anche per esempio da forze di trazione F_t , o di compressione F_c .

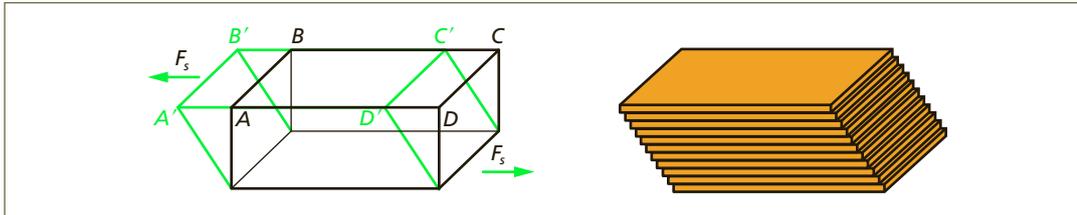


Figura 5
Slittamento.

Come si vede in figura 6, la forza di trazione F_t , applicata ad una provetta ha una componente di taglio F_s a 45° , che provoca lo slittamento; perciò il campione si allunga, mettendo in luce una deformazione ϵ .

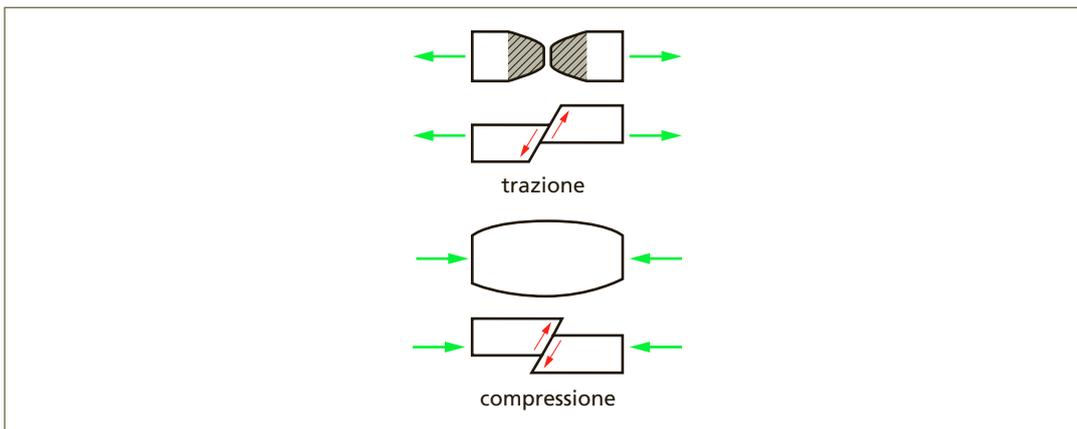


Figura 6
Trazione e compressione su una provetta.

Lo slittamento avviene sempre nel verso atto a provocare un allungamento del campione soggetto a trazione (2) e la caratteristica strizione. Per strizione si intende una riduzione della sezione che si manifesta in un tratto limitato della provetta.

In una trave a doppio T come quella in figura 7, la parte centrale (anima) sopporta le forze di taglio, le cui componenti a trazione e compressione sono poste a $+45^\circ$.

Generalmente la deformazione e la rottura sono provocate da sforzi di taglio indotti da una sollecitazione di trazione o di compressione.

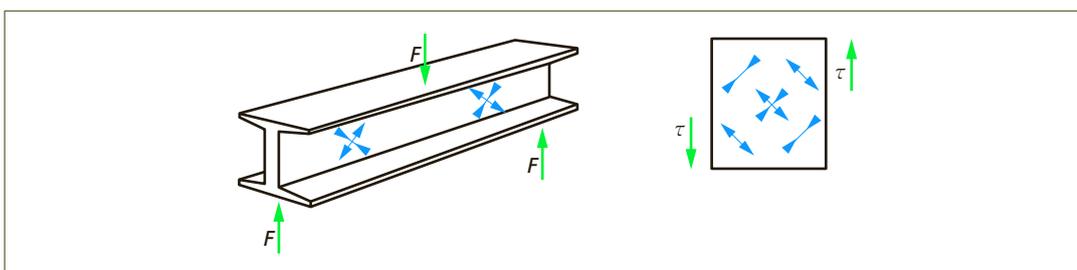


Figura 7
Forze di taglio in una trave a doppio T.