

8.2 PROVE DI CREEP

Le prove di creep vengono fatte ponendo il provino, in una fornace a temperatura controllata e tirato da un peso. L'allungamento viene misurato con un comparatore. Dalla forza e dall'allungamento, tenendo conto della sezione e dell'allungamento, si calcolano la tensione e la deformazione.

Le proporzioni del provino sono identiche a quelle delle prova di trazione, ma la sezione è più piccola; è prescritto comunque dalla UNI 5111 che la sezione del provino circolare non sia minore di 4 mm^2 e che la sezione del provino rettangolare abbia rapporto tra i lati non più di 4:1 e con il lato minore non più piccolo di 2 mm.

La prova può essere fatta a carico costante o a tensione (vera) costante; in quest'ultimo caso il carico deve diminuire man mano che la sezione del provino diminuisce (come al solito nel caso di grandi deformazioni si può ammettere che il suo volume resti costante).

La prova viene riassunta in un grafico della deformazione in funzione del tempo (fig. 31). Nel grafico si distinguono tre fasi: inizialmente il creep primario (tratto AB), in cui la velocità di deformazione diminuisce col tempo; poi il creep secondario (tratto BC), in cui la velocità di deformazione è costante; poi il creep terziario (tratto CD), in cui la velocità di deformazione aumenta fino a rottura. Nelle prove a tensione costante non compare il creep terziario, che quindi è un artefatto dovuto alla strizione del provino in fase di rottura. Di fatto, uno dei modi per misurare la strizione in fase di creep è quello di studiare la velocità di deformazione per creep terziario. Nel creep peraltro la strizione non sempre si verifica, ma spesso compaiono delle cavità interne che comunque riducono la sezione resistente effettiva.

Per ovvie ragioni di spazio si riportano sullo stesso grafico più curve relative alla stessa temperatura e a carichi (o tensioni) diverse (fig. 32); modi ancora più sintetici di riportare i dati sono quelli delle figure 33 e 34.

La velocità di deformazione $\dot{\epsilon} = d\epsilon/dt$ è minima nella fase del creep secondario ed è ivi correlata con la tensione dalla legge di Bayley:

$$\dot{\epsilon} = B\sigma^n$$

dove B ed n sono caratteristiche del materiale.

Una caratteristica del fenomeno del creep è che esso in opera si produce in tempi lunghissimi (anni o anche decine di anni), per cui le prove vengono condotte in tempi brevi rispetto al fenomeno

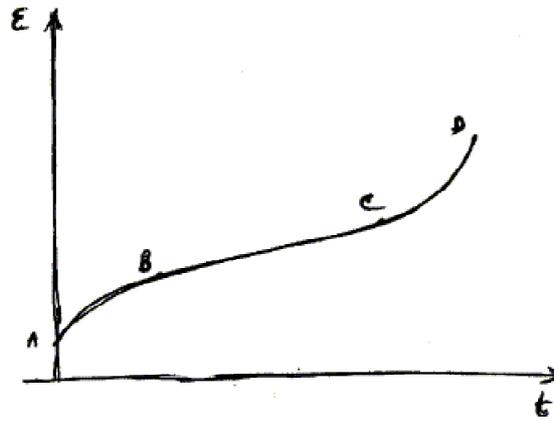


Figura 31: Tipica curva di creep

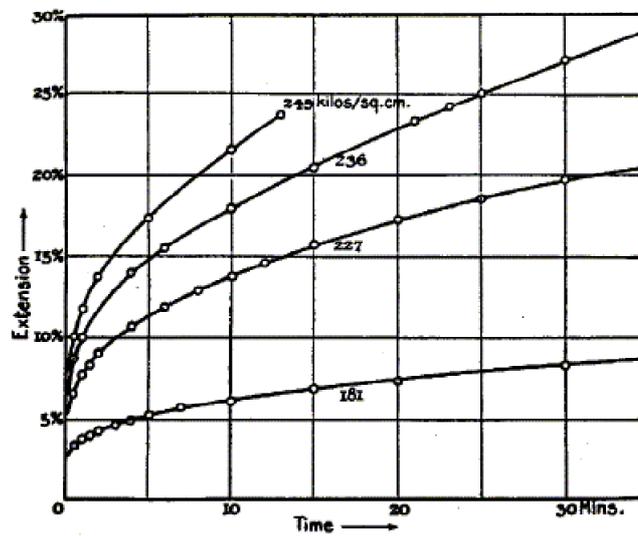


Figura 32: Curve sperimentali di creep alla stessa temperatura e per diverse tensioni. Il materiale qui studiato è il piombo a 17° C. Da Andrade, E. M. da C., 1914, "The Flow in Metals under Large Constant Stresses *Proc. Royal Soc., Series A*, 90, 329-342

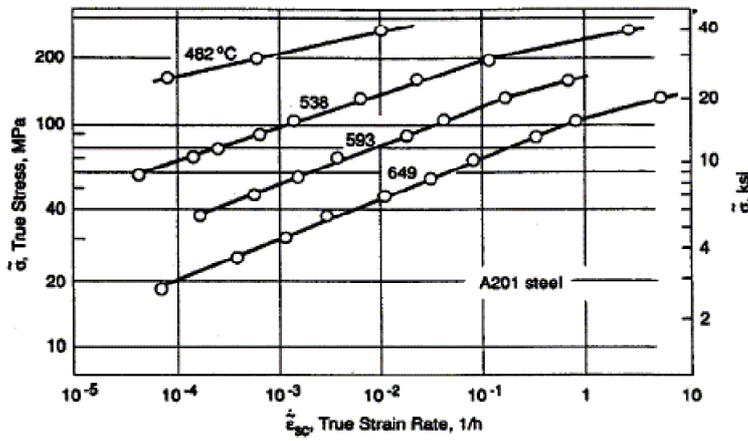


Figura 33: Velocità di deformazione stazionaria (ossia in fase di creep secondario) in funzione della σ vera per un acciaio al carbonio usato per recipienti in pressione. Da Randall, P.N., 1957, "Constant-Stress Creep Rupture Tests of a Killed Carbon Steel, *Proc. of the Am. Soc. for Testing and Materials*, 57, 854-876.

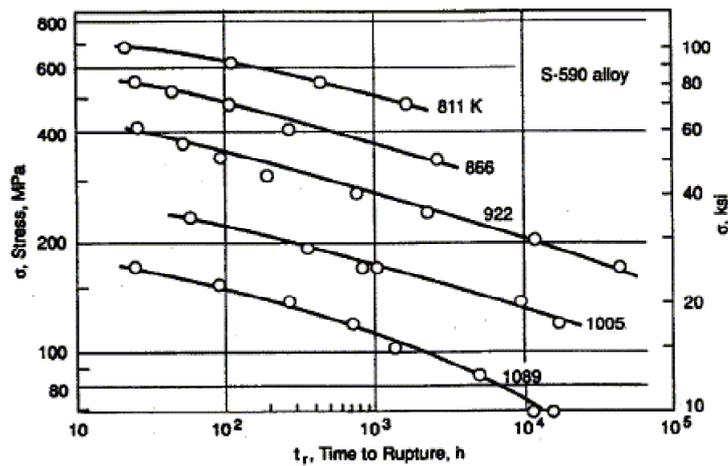


Figura 34: Tempo di rottura in funzione della σ nominale per la lega resistente ad alte temperature S-590. Da Dowling, 1993. Dati da Goldhoff, R. M., 1959, "Which Method for Extrapolating Stress-Rupture Data?, *Materials in Design Engineering*, 49, 93-97.

(settimane o mesi), ma pur sempre “lunghe dal punto di vista tecnico, e poi i risultati vengono estrapolati.

Per questa ragione si hanno due tipi di prove: se si è interessati alla resistenza a rottura per creep si effettuano prove a tensione molto alta, vicina a quella di rottura, per poter rompere il provino in tempi ragionevoli; se invece si è interessati all’andamento delle deformazioni si effettuano prove a tensione più bassa in modo da avere uno sviluppo più graduale del fenomeno.

Le prime sono dette prove di rottura a caldo, le seconde, prove di deformazione a caldo. Esse permettono la determinazione dei seguenti parametri caratteristici dei materiali:

- tensione di rottura per scorrimento

$$\sigma_{R/h/T}$$

in cui h è la durata in ore e T è la temperatura di prova. Esempio: la tensione di rottura a 500 gradi centigradi dopo 100000 ore è indicata con $\sigma_{R/100000/500}$.

- tensione limite di scorrimento

$$\sigma_{A/h/T}$$

in cui A è l’allungamento percentuale che si raggiunge dopo h ore e T è la temperatura di prova. Esempio: la tensione che produce l’allungamento dello 0.2 per cento dopo 10000 ore è indicata con $\sigma_{0,2/10000/500}$.

Si tenga ben presente che i tempi indicati non corrispondono alla durata della prova (infatti 10000 ore sono 14 mesi e 100000 ore sono 11 anni) ma ad una estrapolazione di risultati di prove molto più brevi.

Per effettuare tali estrapolazioni, come anche nella pratica progettuale per ricavare i dati di resistenza e allungamento per temperature diverse da quelle tabellate, si effettuano correlazioni di dati con parametri empirici tra cui quello di Larson-Miller.