

Relazione prove di vita accelerata

Analisi del test di vita accelerata sulle graffette

Gruppo:

- Giacomo Gallus
- Daniele Angioni (Danjo)
- Roberto Ruda
- Augusto Mura

Abstract

Questa relazione mostra i principi che regolano le prove di vita accelerate, attraverso un esperimento facilmente riproducibile, usando delle graffette. L'esperimento consiste nel testare due differenti set di graffette, piegandoli ad angoli diversi. Ciascuna di queste prove rappresenta una condizione di stress non nominale. L'obiettivo è determinare il numero medio di cicli necessarie per la rottura della graffetta in condizioni nominali, a partire dai test accelerati.

1 - Introduzione

Le prove di vita accelerate consistono nel testare il campione scegliendo l'intensità della sollecitazione applicata in modo da eccedere quella stabilita alle condizioni nominali di riferimento, allo scopo di ridurre il tempo necessario per osservare l'effetto della sollecitazione sull'oggetto, oppure di accentuare questo effetto in un dato tempo. Se eseguiti correttamente, questi test possono fornire importanti informazioni circa le prestazioni del prodotto, nelle condizioni di normale funzionamento. Questo consente al produttore di portare sul mercato il prodotto più velocemente e in maniera più economica che non usando test di vita effettuato in condizioni standard.

L'esperimento consisterà in due prove iniziali, effettuate a due diversi angoli, pari a 180° e 60° . Da queste, se si rivelassero relative allo stesso meccanismo di guasto, potremmo ricavare una stima per i valori di rottura a 90° , calcolandoli di persona. Di seguito verrà effettuato lo stesso calcolo mediante il simulatore al pc, per confrontare la stima. Se i risultati coincidono, o comunque sono molto vicini, si passa allora a testare le graffette sullo stesso angolo di 90° . Se le due precedenti stime sono in accordo con i dati sperimentali, allora possiamo procedere al calcolo del numero medio di cicli al guasto per le graffette sottoposte a condizioni di utilizzo nominale.

2 - Esperimento

Questo esperimento illustra i principi che giustificano l'uso di prove di vita accelerate per testare la vita del prodotto in condizioni nominali. Nella prova sono stati considerati due diversi insiemi di graffette piegate ad angoli diversi. Ciascun angolo rappresenta una condizione di stress differente. Entrambe i casi sono decisamente superiori agli stress nominali ai quali ci si aspetta che il dispositivo vada incontro durante il normale utilizzo.

Nel nostro caso abbiamo deciso di testare due diversi gruppi di 12 campioni di graffette sottoponendole a uno stress di sollecitazione meccanica, ovvero piegandole con diversi gradi di apertura.

Più precisamente nella prima serie di test, le graffette sono state piegate ciclicamente con un'apertura pari a un angolo di 180° , fino a causarne la rottura. Nella seconda serie l'angolo di test è di 60° . Questi due tipologie di stress sono state scelte in modo tale da non dover impiegare troppo tempo nell'esecuzione della prova, ma evitando al contempo di sottoporre i campioni a uno stress troppo elevato, il quale avrebbe potuto romperle con un numero di sollecitazioni troppo basso. Ciò avrebbe potuto provocare la mancanza di ottenimento di dati statistici pertinenti. Infatti una manifestazione di un guasto così immediata sarebbe stata la manifestazione di un altro meccanismo di guasto, differente da quello che causa la normale rottura della graffetta nelle condizioni nominali di utilizzo. I campioni così ottenuti sarebbero pertanto stati relative a un altro fenomeno, e quindi non pertinenti ai fini dell'indagine statistica.

La prova per ogni campione ha fine solamente alla rottura di quest'ultimo, e per ogni prova si tiene traccia di quante torsioni (invece del tempo al guasto, per comodità) sono state effettuate prima del "guasto".

L'obiettivo di questi test è determinare il numero medio di cicli al guasto (analogo, in questo caso specifico, al tempo mediano al guasto) di una data graffetta, in condizioni di funzionamento nominale, cioè quando l'apertura è di 10° .

3 - Analisi dei dati sperimentali e simulati

La prima prova è stata effettuata a un angolo di 180° , la seconda di 60° . L'obiettivo è di determinare il numero medio di cicli che causano il guasto per una generica graffetta. questa condizione nominale è stata ipotizzata essere quella di un'apertura di 10° .

Il primo campione consisteva di 12 graffette testate all'angolo di 180° il secondo set a 60° .



I dati così ottenuti sono stati raccolti e ordinati, quindi caricati sul programma di simulazione ReliaSoft.

| 60° | 90° | 180° |
|-----|-----|------|
| 7 | 3 | 1 |
| 7 | 4 | 2 |
| 12 | 4 | 2 |
| 13 | 4 | 2 |
| 25 | 6 | 2 |
| 26 | 6 | 4 |
| 29 | 7 | 4 |
| 35 | 13 | 4 |
| 36 | 15 | 5 |
| 44 | 16 | 6 |
| 58 | 18 | 6 |
| 112 | 23 | 6 |

I dati raccolti sono stati usati per ottenere un'informazione su quale distribuzione è consigliato usare per la nostra prova di vita; manualmente corrisponde al calcolo del β che avremmo ricavato graficamente dalla distribuzione di Weibull. Il valore di β ci indica quale sia la distribuzione più adatta a descrivere il fenomeno di guasto. Dalle lezioni, sappiamo infatti la distribuzione lognormale è quella più adatta, a patto che β sia diversa da 0, o magari una distribuzione normale se è $\beta = 0$.

Nel nostro caso il software ci ha indicato che una distribuzione lognormale si sarebbe adattata meglio alle nostre esigenze.

Sui grafici ora possiamo leggere il tempo mediano al guasto, o meglio, nel nostro caso, il numero mediano di cicli di flessione alla rottura della graffetta, semplicemente trovando le intersezioni per entrambe le prove per $F(\text{deg}) = 50\%$. Troviamo che per $F(60^\circ) = 50\%$ il numero di cicli corrispondente è di 24,7 mentre per $F(180^\circ) = 50\%$ corrispondono 3,10 cicli.

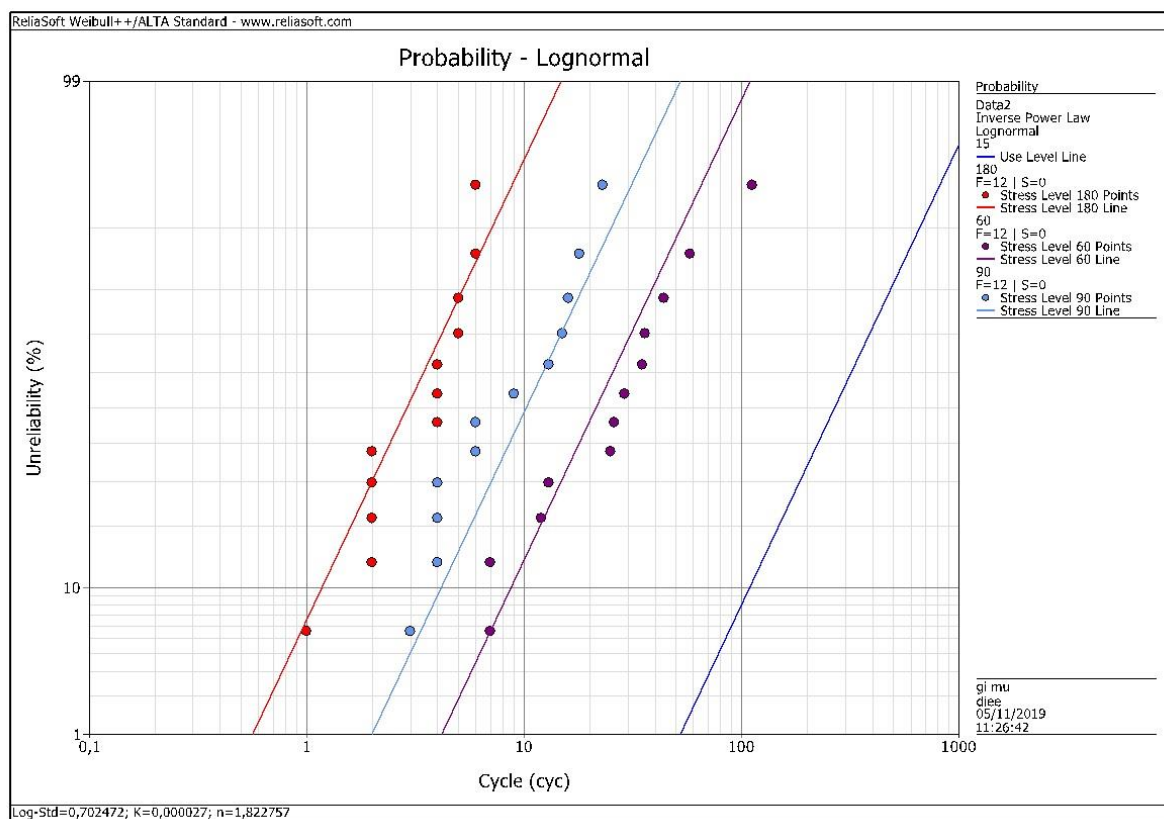


Figura 1 – Distribuzione di probabilità $R(t)$ nelle tre prove

A questo punto abbiamo due dati che corrispondono al calcolo della legge di Arrhenius, in questo modo possiamo creare facilmente due sistemi:

$$\begin{cases} L(180^\circ) = \frac{1}{K \cdot 180^n} \\ L(180^\circ) = 3,10 \end{cases}$$

$$\begin{cases} L(60^\circ) = \frac{1}{K \cdot 60^n} \\ L(60^\circ) = 24,7 \end{cases}$$

Questi due sistemi ci portano ad avere due equazioni che a loro volta possono essere messe a sistema tra loro dato che i due fenomeni di guasto sono gli stessi e quindi le K e le n in entrambe le formule sono le stesse, dunque ricaviamo:

$$\begin{cases} K \cdot 180^n = \frac{1}{3,10} \\ K \cdot 60^n = \frac{1}{24,7} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n = 1,88 \\ K = 1,857 \cdot 10^{-5} \end{cases}$$

Con queste due costanti siamo ora in grado di calcolare una previsione dei cicli mediani alla rottura per qualsiasi angolo di sollecitazione.

Da queste due prove abbiamo ricavato al simulatore il numero medio di cicli al guasto per uno stress a 90°. Successivamente è stata effettuata la prova a 90° per verificare che i dati ottenuti al computer fossero coerenti con quelli sperimentali. Come mostrato di seguito la stima si è rivelata piuttosto accurata. Questa è stata la conferma che ci autorizza a considerare i guasti come pertinenti, pertanto a ricavare i coefficienti della legge di Arrhenius, tramite i quali poi potremmo stimare il numero di cicli al guasto in condizioni nominali. Questi risultati sono stati ottenuti a partire dalla inverse power law (IPL).

4 - Conclusioni

Il numero medio di cicli al guasto per la rottura delle graffette in condizioni nominali (cioè a 10°) è stato di 709.88. Questo risultato è stato ottenuto partendo da tre prove di vita accelerate.

Il fatto che le tre distribuzioni siano risultate parallele, è ragionevole pensare che i nostri calcoli siano corretti. Tuttavia l'esperimento è stato eseguito a mano e pertanto è carente di oggettività, in quanto ogni persona imprime una forza diversa nell'aprire le graffette, causando sollecitazioni diverse. Il peso della differenza tra un operatore e l'altro è dimostrato anche dal fatto che i risultati ottenuti da ciascuno dei gruppi di colleghi differiscono in maniera significativa l'uno dall'altro.

Il numero medio di cicli al guasto così ottenuto risulta comunque ragionevole. Ha inoltre dimostrato l'importanza di eseguire dei test opportunamente calibrati in modo da non eccedere il range di sollecitazioni entro i quali il meccanismo del guasto rimane lo stesso. Superato tali limiti si va incontro diversi meccanismi di guasto, i quali, pertanto, non sono pertinenti conducono a errori nella stima della durata vita media del dispositivo. un caso in caso di è quello dell'eventuale sollecitazione eccessiva, dovuta al fatto che il seguente procedimento è stato eseguito a mano, e quindi non è possibile ripetere maniera sistematica la stessa sollecitazione nelle diverse prove.

Riteniamo che comunque l'esperienza sia stata molto utile, sia per quanto riguarda l'applicazione dei concetti studiati a lezione, sia per quanto riguarda la nostra capacità di lavorare in gruppo per raggiungere un obiettivo comune.