

Esercitazione 4

Sara Satta, Sara Collu, Alessandra Grussu, Mauro Orrù

November 2023

Contents

Contents	2
1 Introduzione	3
2 La prova	3
3 Strumenti	4
4 Previsione del modello e analisi sperimentale	5
5 Svolgimento	6
5.0.1 Prova Sperimentale a 180°	6
5.0.2 Prova Sperimentale a 60°	7
5.0.3 Previsione e prova sperimentale a 90°	9
5.0.4 Previsione e calcoli analitici a 10°	12
6 Conclusioni	13

1 Introduzione

Lo scopo del laboratorio consisteva nell’analizzare l’affidabilità delle clips Leone 2 attraverso prove di vita accelerata. Le prove di vita accelerata sono test in cui la sollecitazione applicata è intensificata rispetto alle condizioni di riferimento, allo scopo di accelerare l’osservazione degli effetti della sollecitazione sull’oggetto in esame, oppure di accentuare questo effetto in un dato tempo. Si assume o ci si accerta che il meccanismo di guasto dell’oggetto sia lo stesso sia nelle condizioni nominali che in quelle di elevata sollecitazione. Si ottiene una compressione della scala dei tempi. Durante le prove, è importante garantire che la prova accelerata non causi alterazioni al meccanismo di guasto dell’oggetto e che non acceleri meccanismi di guasto che non si verificano in condizioni nominali. Le informazioni ottenute durante le prove di vita accelerata sono state inserite nel Software Reliasoft, che ha restituito la distribuzione dei dati più opportuna. La distribuzione ci ha restituito dei parametri importanti al fine della valutazione.

2 La prova

L’obiettivo dell’esperimento è stato determinare il numero di cicli alla rottura delle clips attraverso l’apertura con angoli differenti, specificamente a 180° e 60° . Con i dati sperimentali acquisiti, abbiamo effettuato delle previsioni utilizzando uno stress definito da un angolo di apertura di 90° mediante l’applicazione del modello di Arrhenius.

3 Strumenti

Per condurre la prova, abbiamo impiegato le graffette Leone 2, un inclinatore che garantiva un angolo di apertura delle graffette pari a 60° . Al fine di analizzare e interpretare i dati raccolti durante le prove di vita accelerata, abbiamo utilizzato il software Reliasoft.



(a) Graffette Leone 2



(b) Inclinatore per angolo di apertura di 60°



Figure 2: Software Reliasoft

4 Previsione del modello e analisi sperimentale

Nella parte sperimentale, abbiamo misurato il numero di cicli alla rottura delle graffette utilizzando un angolo di torsione di 180° e successivamente di 60° . Per ogni prova sperimentale, sono state effettuate quattro serie di test, ognuna composta da cinque campioni. Una volta raccolti i dati, questi sono stati inseriti nel software ReliaSoft, che ci ha permesso di visualizzarli sulla carta affidabilistica opportuna. Nel caso trattato, la carta affidabilistica utilizzata è risultata essere la carta di *Weibull*. Tramite le distribuzioni delle due prove, abbiamo potuto determinare la previsione della terza distribuzione avente un angolo di torsione pari a 90° . Il modello può essere rappresentato tramite l'espressione:

$$L(V) = \frac{1}{KV^n} \quad (1)$$

Il software ha permesso di determinare i valori di K e n pari a:

$$K = 0,001773 \quad (2)$$

$$n = 0,938617. \quad (3)$$

I valori dati di K e n sono stati ricalcolati manualmente tramite un sistema a due equazioni e due incognite. Le equazioni utilizzate sono state ricavate dall'espressione del modello, utilizzando come V lo stress a cui venivano sottoposte le graffette e come $L(V)$ il Mean Cycle to Failure ottenuto dalle distribuzioni ricavate dai due test precedentemente effettuati. I valori ottenuti sono stati:

$$K = 0,00195 \quad (4)$$

$$n = 0,96. \quad (5)$$

Essendo questi valori coerenti con quelli ottenuti dalla previsione abbiamo potuto procedere alla prova sperimentale con torsione di 90° . La prova sperimentale con una torsione di 90° consiste, come nei test precedenti, in quattro serie di test, ciascuna composta da cinque campioni. I dati ottenuti sono stati riportati nel software e hanno permesso di visualizzare e aggiustare la previsione ottenuta precedentemente. A questo punto, abbiamo a disposizione tre equazioni e due incognite per poter prevedere la distribuzione di uno sforzo nominale pari a una torsione di 10° . Inoltre, avendo trovato il valore di k e n possiamo andare a calcolare il MCTF con una torsione di 10° sia sperimentalmente sia in modo previsionale dal software. Tramite l'ausilio del software, il MCTF risultava pari a circa 57,7 cicli mentre, in modo sperimentale il MCTF risultava pari a 56.23. Da questi dati raccolti possiamo quindi dire che tra la previsione e l'analisi sperimentale c'è stata una corrispondenza.

5 Svolgimento

5.0.1 Prova Sperimentale a 180°

Abbiamo aperto la clip con un angolo di 180°.



Figure 3: Apertura a 180°

Abbiamo ottenuto i seguenti risultati.

	Stress [°]	Cicli
1	180	3
2	180	3,5
3	180	4
4	180	2,5
5	180	2,5
6	180	6
7	180	0,5
8	180	8
9	180	3
10	180	5
11	180	3,5
12	180	0,5
13	180	0,5
14	180	4
15	180	2,5
16	180	4,5
17	180	4
18	180	2,5
19	180	3,5
20	180	10,5

Table 1: Cicli a rottura con angolo di apertura di 180°

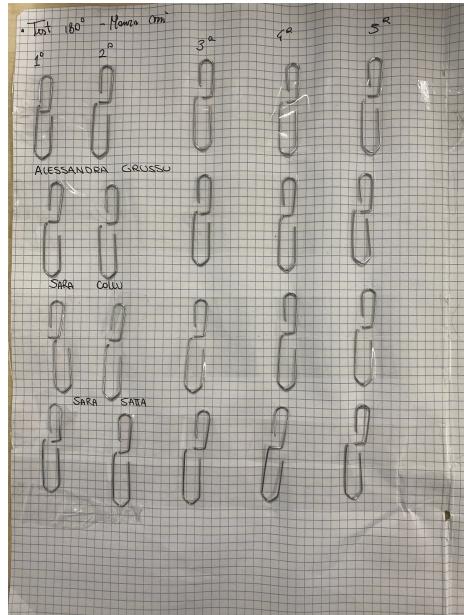


Figure 4: Le clips rotte

5.0.2 Prova Sperimentale a 60°

Successivamente abbiamo aperto la clip con un angolo di apertura di 60°. Abbiamo utilizzato un apposito strumento per assicurarci che la specifica sull'angolatura venisse rispettata.



Figure 5: Apertura a 60°

Abbiamo ottenuto i seguenti risultati.

	Stress [°]	Cicli
1	60	15
2	60	10
3	60	11,5
4	60	5
5	60	13
6	60	8
7	60	8
8	60	12
9	60	21
10	60	5
11	60	6
12	60	8,5
13	60	11
14	60	6
15	60	25
16	60	12
17	60	6
18	60	10,5
19	60	12,5
20	60	16

Table 2: Cicli a rottura con angolo di apertura di 60°

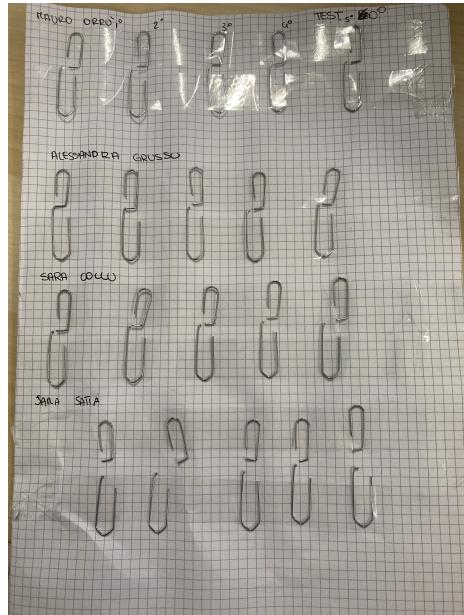


Figure 6: Le clips rotte

5.0.3 Previsione e prova sperimentale a 90°

Abbiamo inserito i dati sul software e visualizzati con le carte di weibull

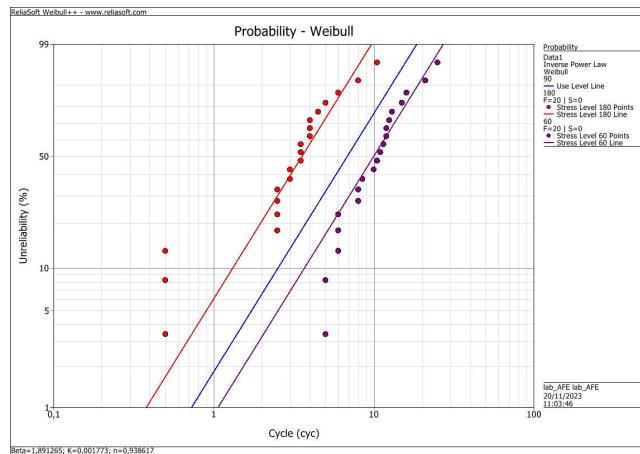


Figure 7: Prova accelerata a 60 e 180 °e previsione della curava a 90°

Da questo grafico (in basso a sinistra) possiamo vedere i valori di K e n e, usando le equazioni del modello, abbiamo potuto ricavare gli stessi valori anche per via analitica.

$$\begin{aligned}
 L(V) &= \frac{1}{K V^n} \\
 L(180) &= \frac{1}{K(180)^n} = 3,5 \\
 L(60) &= \frac{1}{K(60)^n} = 10 \\
 \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{K(180)^n} = 3,5 \\ \frac{1}{K(60)^n} = 10 \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} K(180)^n = \frac{1}{3,5} \\ K(60)^n = \frac{1}{10} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} K = \frac{1}{3,5(180)^n} \\ K = \frac{1}{10(60)^n} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} n = 0,96 \\ K = 1,95 \cdot 10^{-3} \end{array} \right. \\
 3,5(180)^n &= 10(60)^n \\
 \left(\frac{180}{60} \right)^n &= \frac{10}{3,5} \Rightarrow 3^n = 2,86 \Rightarrow \log_3 3^n = \log_3 2,86 \Rightarrow n = \log_3 2,86 = 0,96 \\
 K &= \frac{1}{3,5(180)^{0,96}} = 1,95 \cdot 10^{-3}
 \end{aligned}$$

Figure 8: Calcoli analitici dei valori K e n

Inoltre, il software ci ha restituito anche un valore previsionale del MCTF che, una volta ottenuti K e n , abbiamo potuto verificare per via analitica.

Life-Stress Data Folio: Collu - 90°Data1			
Upper Bound (0,95)			8,577283
Mean Life		7,332099 cyc	
Lower Bound (0,05)			6,267681
Mean Life	cyc	2S-Both	Captions On

Figure 9: Previsione MCTF a 90°

Per via analitica:

$$L(90^\circ) = \frac{1}{0.00195 \cdot 90^{0.96}} = 6.82 \quad (6)$$

A questo punto, abbiamo proceduto con l'analisi sperimentale con un angolo di apertura di 90°.



Figure 10: Apertura a 90°

Abbiamo ottenuto i seguenti risultati.

	Stress[°]	Cicli
1	90	3,5
2	90	13,5
3	90	8
4	90	12
5	90	7
6	90	5
7	90	5
8	90	7
9	90	3
10	90	3
11	90	11
12	90	6
13	90	6,5
14	90	10
15	90	7
16	90	2,5
17	90	6
18	90	6,5
19	90	13,5
20	90	5,5

Table 3: Cicli a rottura con angolo di apertura di 90°

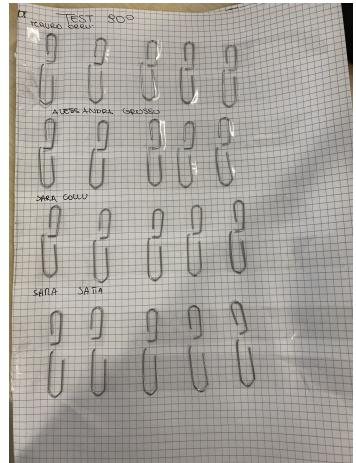


Figure 11: Le clips rotte

5.0.4 Previsione e calcoli analitici a 10°

Abbiamo inserito i dati sul software e visualizzati con le carte di weibull

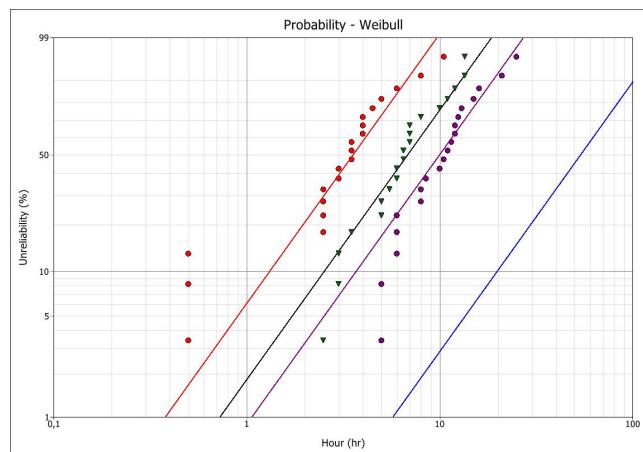


Figure 12: Prova accelerata a 60,180 e 90° e previsione della distribuzione a 10°

Inoltre, il software ci ha restituito anche qui un valore previsionale del MCTF a 10° . A questo punto, avendo già i valori di k e n abbiamo potuto verificare il

Life-Stress Data Folio: Collu - 90^\circ>Data1	
Upper Bound (0,95)	105,333581
Mean Life	57,662960 cyc
Lower Bound (0,05)	31,566542
Mean Life	cyc
	2S-Both
	Captions On

Figure 13: Previsione MCTF a 10°

valore per via analitica:

$$L(10^\circ) = \frac{1}{0.00195 \cdot 10^{0.96}} = 56.23 \quad (7)$$

6 Conclusioni

In conclusione, lo scopo dell'esercitazione era quello di capire come vengono eseguite le prove di vita accelerata ma, essendo impossibilitati ad utilizzare dei dispositivi elettronici per vincoli temporali, abbiamo utilizzato dei campioni che, mediante sollecitazioni meccaniche, ci hanno permesso di ottenere dei risultati in tempi brevi.

Attraverso queste prove abbiamo potuto osservare anche:

- La corrispondenza che si ha tra l'analisi sperimentale e quella previsionale data dal software;
- come varia il MCTF in funzione dell'angolo di torsione.