

CONNETTORI RESISTENZA ALLA ROTTURA FUORI ASSE

TERZA PARTE

UNA RICERCA SUI PERICOLI DEL CARICAMENTO FUORI ASSE DI PIÙ MOSCHETTONI IN SOSTA

Nella prima parte di questo studio abbiamo analizzato la resistenza di un singolo moschettone (connettore), in una situazione di carico a leva chiusa e aperta, quando la forza non veniva applicata lungo il suo asse maggiore (condizione di carico ottimale). L'analisi si è successivamente estesa nella seconda parte dello studio ad altre possibili situazioni, con l'impiego fuori asse di più connettori.

Le numerose prove svolte nel laboratorio del Centro Studi Materiali e Tecniche del CAI hanno evidenziato le riduzioni nella resistenza, rispetto al valore nominale dichiarato, di uno o più connettori posti in varie posizioni (vedere le tabelle esposte negli articoli precedenti [1] [2]).

Facciamo presente però che tutti i risultati esposti, sono stati ottenuti mediante prove a trazione lenta. Restava da valutare il comportamento dei connettori caricati "fuori asse", quando sottoposti ad un carico dinamico come quello derivante dalla caduta di un arrampicatore. Allo scopo si sono svolte due sessioni di studio presso la Torre del CSMT eseguendo complessivamente più di settanta test dinamici; i risultati sono esposti in questo articolo.

CONNETTORI UTILIZZATI

Nei test sono stati impiegati tre tipologie di connettori di tipo H con bloccaggio tramite ghiera a vite e costruiti tramite stampaggio a freddo. Premettiamo che non abbiamo eseguito le prove con le altre tipologie di connettori di tipo B, impiegati nelle precedenti sessioni di studio, perché autoassicurandosi con due mezze corde diventa in pratica poco possibile inserire altri moschettoni.

Si ricorda, inoltre, che la resistenza sull'asse maggiore a leva chiusa prevede, come da normativa EN 12275, per i moschettoni di tipo H, un carico di rottura non inferiore a 20 kN (vedi nota).

Nella prima parte dello studio erano stati determinati in laboratorio i carichi di rottura dei singoli moschettoni, testandoli nel loro asse maggiore:

1. Grivel MEGA K6N (uguale a quelli testati precedentemente)

2. Camp HMS Lock (uguale alla versione precedente che nel frattempo è uscita di produzione) resistenza su asse maggiore, asse minore e a leva aperta, rispettivamente di 27, 8 e 9 kN

3. Climbing Technology Axis SG (moschettone di grande dimensione, finora mai usato) resistenze su asse maggiore, asse minore e a leva aperta, rispettivamente di 25, 10 e 7 kN)

CONFIGURAZIONE DEI TEST PARTE A CORDA FRENATA

Nelle **foto n. 1 e 2** viene esposta la configurazione di prova che prevedeva l'impiego di due trasduttori di forza (celle di carico da 20 kN). Nel primo trasduttore veniva inserito, di volta in volta, il modello di connettore HMS che si voleva testare e su di esso si simulava di effettuare l'autoassicurazione dell'alpinista tramite un nodo barcaiole costruito con una coppia di mezze corde (**foto 1**). In questo modo veniva determinato lo spazio occupato dal nodo sulla base maggiore del connettore.

Fatto questo, si fissava sul connettore un apposito fermo sulla rimanente parte della base, in direzione della leva (e non in direzione dell'asse maggiore): questo per metterci nelle condizioni di carico più gravose. Una volta posizionato saldamente questo anello di fermo, al di là di esso (sempre verso la leva del moschettone), veniva posizionato l'occhiello della parte superiore del secondo trasduttore e nella sua parte inferiore veniva inserito un secondo connettore di tipo H (**foto 2**), o di tipo B (**foto 3**), a seconda di voler simulare una caduta di un alpinista primo di cordata, direttamente sulla sosta e trattenuto dal compagno appeso, utilizzando due diverse tecniche di assicurazione:

- la classica bilanciata: in cui sulla parte inferiore del secondo trasduttore, veniva costruito sul connettore di tipo H un nodo "Mezzo Barcaiole" per trattenere la caduta della massa d'acciaio.
- la ventrale: inserendo anziché un altro moschettone HMS, uno di tipo B e spostando più in basso il punto di sosta su cui era collegato un "Tuber" (secchiello). In questo modo questo connettore di tipo B rappresentava il falso rinvio che normalmente si posiziona al vertice della sosta.

Giuliano
Bressan
CAAI
CSMT

Massimo
Polato
Sezione di
Milano
CSMT



L'utilizzo di due celle è stato pensato solo per valutare eventuali effetti dovuti a rotture anomale perché a rigore ne sarebbe bastato solamente uno.

RISULTATI

Prove di simulazione di un'assicurazione classica bilanciata

Le trattenute (5-6 per tipo di connettore H), sono state eseguite da tre operatori con caratteristiche di frenata diverse; il connettore e le mezze corde, utiliz-

zate nei test, venivano sempre sostituite al termine della serie relativa.

I risultati inerenti alle trattenute con "mezzo barcaiole" sono rappresentati nella **tabella 1**, che contiene le medie dei valori ottenuti in tutte le prove eseguite, utilizzando ciascun connettore e su due diverse altezze di caduta 1 e 2,5 m (quindi con una lunghezza complessiva di volo, dal momento dello sgancio della massa al momento in cui il freno entrava in funzione, rispettivamente di 2 e 5 m).

modello connettore	media carichi [daN]		tipo di freno	H caduta [m]	osservazioni
	cella sup.	cella inf.			
CAMP HMS LOCK	334,0	330,1	mezzo barcaiole	1	nessuna anomalia
	324,9	306,0	mezzo barcaiole	2,5	nessuna anomalia
GRIVEL MEGA K6N	271,0	268,0	mezzo barcaiole	1	nessuna anomalia
	340,9	325,1	mezzo barcaiole	2,5	nessuna anomalia
CLIMBING TECHNOLOGY AXIS SG	272,2	272,6	mezzo barcaiole	1	nessuna anomalia
	280,2	280,5	mezzo barcaiole	2,5	nessuna anomalia



I risultati, come ci si aspettava, mostrano come i valori ottenuti dipendano esclusivamente dal comportamento della persona che assicura, cioè da come viene modulata la forza di frenata nei primi decimi di secondo in cui il freno inizia a lavorare (fase inerziale) e da come viene accompagnata la corda nella successiva fase di trattenuta (fase muscolare) [3]. Analizzando la situazione di una caduta di 5 m (che ha generato i carichi più alti), pur trattandosi di valori che mediamente si aggirano attorno ai 315 daN e applicati con una modalità molto sfavorevole, anche riguardando i video delle prove (acquisiti a 3000 fps), nessuno dei connettori testati ha evidenziato eccessive deformazioni o altri tipi di criticità.

Prove di simulazione di un'assicurazione ventrale

Una seconda serie di test ha preso in considerazione sempre gli stessi connettori di tipo H nella configurazione illustrata nella foto 3.

In questo caso, volendo simulare un'assicurazione di

tipo ventrale, il connettore HMS posto al vertice della sosta viene interessato dall'effetto carrucola derivante dalla presenza del falso rinvio (rappresentato nella foto 3 dal moschettoni di tipo B).

Il freno (Tuber), era collegato su un ancoraggio fisso; si può comprendere come con una configurazione di questo tipo (foto 4), vengano a mancare tutti quegli effetti di dissipazione di energia dovuti al sollevamento dell'assicuratore. La circostanza non deve preoccupare ed è di proposito voluta per poter eseguire le prove nelle condizioni più severe possibili; infatti, se i connettori avessero resistito in questa configurazione, a maggior ragione, non avrebbero presentato problemi quando sollecitati nel caso reale. I risultati di questa serie di prove sono esposti nella tabella 2.

Come nel caso precedente, considerando le medie ottenute dai voli di 5 m, che generano i carichi più elevati (circa 540 daN), non si sono mai riscontrate rotture in nessun modello di connettore, né deformazioni significative.

modello connettore	media carichi [daN]		tipo di freno	H caduta [m]	osservazioni
	cella sup.	cella inf.			
CAMP HMS LOCK	464,7	465,6	tuber	1	nessuna anomalia
	572,1	572,4	tuber	2,5	nessuna anomalia
GRIVEL MEGA K6N	396,2	397,5	tuber	1	nessuna anomalia
	510,4	508,7	tuber	2,5	nessuna anomalia
CLIMBING TECHNOLOGY AXIS SG	384,1	383,6	tuber	1	nessuna anomalia
	530,1	530,6	tuber	2,5	nessuna anomalia

CONFIGURAZIONE DEI TEST PARTE A CORDA BLOCCATA RISULTATI

Concluse le prove a corda frenata sono stati condotti dei test, sempre interessando le precedenti tipologie di connettori tipo H, con le mezze corde bloccate in sosta. La massa di 80 kg cadeva da un'altezza di 1,5 m con un fattore di caduta pari a 1 (foto 5).

Queste prove sono state eseguite per capire come avrebbero reagito i moschettoni in questa condizione di test, ovvero, oltre all'applicazione del carico in un punto già sfavorevole, anche nel caso di corda bloccata.

I risultati raccolti nella **tabella 3**, sono confortanti. Nessun connettore si è rotto dopo aver trattenuto almeno tre cadute e senza sostituire le corde, quindi con forze d'arresto che aumentavano da circa 660 daN al primo volo, a circa 820 daN al terzo.

Una volta eseguiti questi test, senza cambiare le corde, abbiamo cercato di arrivare alle condizioni di rottura. In prima battuta abbiamo spostato l'anello di fermo posto sul connettore H da testare, in modo tale che il carico arrivasse nella parte più estrema della base maggiore (quasi a contatto della ghiera). In questa situazione solo il CAMP HMS Lock ha ceduto dopo il quinto volo per le corde diventate molto meno elastiche. Per arrivare a rottura con il Mega K6N, abbiamo dovuto aprire il dito del connettore, mentre con l'Axis SG dopo il primo colpo a leva aperta il connettore risultava deformato ma ancora integro (vedi foto 6).

CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati ottenuti possiamo dire anche per i connettori, così come avviene per i nodi, che si evidenzia un diverso comportamento ai fini della resistenza meccanica quando i materiali vengono sollecitati in modo statico, piuttosto che dinamico. Se le prove statiche avevano evidenziato considerevoli perdite di carico, i risultati dei test dinamici confermano che le forze con cui andiamo a sollecitare i connettori sono dipendenti dalla "sensibilità" del

sistema "braccio-mano" di chi assicura, generando forze più o meno elevate a seconda della tipologia di trattenuta. Pur raggiungendo valori importanti (dai 300 ai 550 daN), è rassicurante vedere come questi dispositivi risultino performanti anche se sollecitati in condizioni gravose che si allontanano da quelle di progetto.

Anche le prove a corda bloccata hanno dato dei risultati ampiamente confortanti per la tipologia di prova applicata.

Dopo questa lunga indagine sui connettori caricati "fuori asse", rimane un'ultima domanda a cui dare risposta, ovvero come si comportano questi dispositivi quando vengono sollecitati a flessione?

A questo interrogativo daremo risposta nella quarta ed ultima parte di questo approfondito studio dedicato ai connettori.

RINGRAZIAMENTI

Un doveroso e sentito ringraziamento, per la competenza e la professionalità posta nell'esecuzione dei test, agli amici del CSMT, Vellis Baù e Andrea Lazzaro e a Cristian Cesaro per le riprese video.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bressan G., Polato M., *Connettori - resistenza alla rottura fuori asse - 1ª parte*, LAV 1-2023
- [2] Bressan G., Polato M., *Connettori - resistenza alla rottura fuori asse - 2ª parte*, LAV 2-2023
- [3] Bedogni V., Bressan G., Melchiorri C., Signoretti L., Zanantoni C., *Le tecniche di assicurazione in parete*, La Rivista del CAI gen. - feb. 2002

NOTA

Il newton - "N" - è un'unità di misura della forza nel Sistema Internazionale; un N è la forza che applicata a una massa di 1 kg le imprime l'accelerazione di 1 m/s². Un decanewton - "daN" (10 newton) viene spesso usato perché equivale a circa 1 kg peso. Un kilonewton "kN" (1000 newton) equivale quindi a circa 100 kg peso.

modello connettore	media carichi [daN]		tipo di freno	H caduta [m]	note
	cella sup.	cella inf.			
CAMP HMS LOCK	666	665,5	corda bloccata FC=1	1,5 m	corde nuove
	781	781,6	corda bloccata FC=1	1,5 m	no sostituzione di corde e del connettore precedente
	806,1	807,8	corda bloccata FC=1	1,5 m	no sostituzione di corde e del connettore precedente
GRIVEL MEGA K6N	662,5	662,9	corda bloccata FC=1	1,5 m	corde nuove
	800,1	800,4	corda bloccata FC=1	1,5 m	no sostituzione di corde e del connettore precedente
	825,6	826,6	corda bloccata FC=1	1,5 m	no sostituzione di corde e del connettore precedente
CLIMBING TECHNOLOGY AXIS SG	652,6	652,1	corda bloccata FC=1	1,5 m	corde nuove
	779,8	779,5	corda bloccata FC=1	1,5 m	no sostituzione di corde e del connettore precedente
	819,4	819	corda bloccata FC=1	1,5 m	no sostituzione di corde e del connettore precedente