

Traduzione dell'articolo "STRONGER 3-D PRINTED PARTS" di Carol e Brian Carpenter tratto dalla rivista Sport Aviation di luglio 2017.

PARTI STRUTTURALI DA STAMPA A 3D: PARTE 1.

SOMMARIO

Gli autori descrivono, in questa prima parte, la propria esperienza con delle stampanti a tre dimensioni mostrando di aver proceduto, per curiosità e con prove da laboratorio, a costruire delle parti verificando se ha senso parlare di direzione delle fibre e in caso positivo di scegliere la modalità costruttiva migliore.

Con la diffusa proliferazione delle stampanti per la deposizione a strati della plastica (LPD), il loro utilizzo sui velivoli sperimentali ha iniziato ad aumentare in maniera esponenziale. Una delle domande poste più comunemente è se possiamo produrre in modo affidabile dei componenti strutturali servendoci appunto di una stampante 3-D. La risposta è certamente positiva.

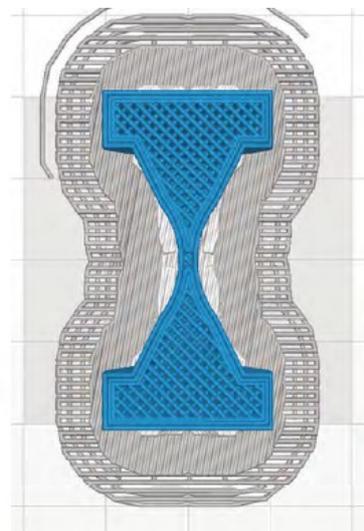
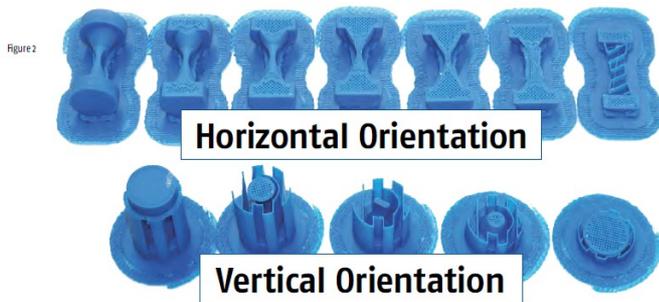


Figure 1

Proprio come in ogni altro processo o materiale, ci sono delle limitazioni proprie come la resistenza. Imparare a usare le capacità della stampa 3-D e procedere entro i suoi limiti diventano la chiave per usarla con successo.

Per il fatto che le stampanti 3-D stendono uno strato di plastica alla volta, il componente che ne risulta presenta una fibra. Proprio come per il legno e per altri materiali la direzione delle fibre può mutare in maniera significativa le caratteristiche strutturali. Se avete provato a fare a pezzi una tavola di legno, sapete che il metodo è di colpire lungo la fibra o parallelamente a essa. L'intensità della forza richiesta per rompere la tavola in senso trasversale alle fibre può essere anche 10 volte superiore a quella necessaria per farlo lungo le fibre. Le fibre lunghe e connesse tra di loro, che crescono verticalmente lungo l'albero, costituiscono il segreto dell'eccezionale robustezza dell'albero. Seguiamo lo stesso principio quando disegniamo le strutture in composito servendoci delle fibre lunghe e continue per sopportare il carico in ogni punto della struttura. Analogamente, il primo vantaggio dell'uso dei forgiati rispetto alle fusioni è di ottenere una robustezza superiore obbligando le fibre del metallo a seguire la forma del pezzo forgiato. Ne risulta che la fibra della struttura rimane collegata e vicina in ogni punto della parte, permettendo di raggiungere delle proprietà strutturali eccezionali. Le stampanti 3-D non fanno eccezione. Con una stampante 3-D, le lunghe strisce di plastica sono stese come gocce continue che si comportano nello stesso modo. Con rif. alla fig. 1, se poniamo principalmente l'attenzione del disegno e del processo di stampa sul concetto di resistenza ai carichi per mezzo di questi strati di plastica, possiamo migliorare decisamente la resistenza strutturale della parte. Anche se il concetto della stampa 3-D è di stendere uno strato singolo su un altro per ottenere una sola parte omogenea, la realtà è che la costituzione di un componente strutturale in una parte prodotta con LPD è di solito correlata con l'incollaggio tra i singoli strati di plastica.

Per dimostrare la nostra ipotesi, abbiamo poco tempo fa costruito alcune attrezzature di prova e due differenti provette con stampa a 3-D. Ognuna di esse è stata stampata in senso verticale e orizzontale. Con riferimento alla fig. 2, ciò ha permesso di provare le differenti caratteristiche di ogni parte prodotta in questi modi. La macchina di prova più semplice è stata la morsa meccanica



per trattenere la provetta n. 1 così prodotta. Poi abbiamo applicato una forza orizzontale perpendicolare all'asse verticale per provare la resistenza alla rottura. Ogni prova è stata eseguita usando almeno 10 provette identiche per ottenere una media statistica accettabile. La resistenza media della provetta stampata verticalmente (fig. 3) è stata di sole 3,5 lb, paragonata a quella

della provetta stampata orizzontalmente (fig. 4) che è stata di 13,3 lb. In quella stampata verticalmente il tipo di rottura mostra in maniera evidente la semplice separazione con distacco



Figure 3



Figure 4

degli strati incollati. In altre parole, la provetta che è stata stampata orizzontalmente mostra segni di notevole sollecitazione in ciascuna delle gocce di plastica prima della rottura effettiva. Esempio classico di rottura parallela alla fibra rispetto a quella trasversale.

Il nostro secondo attrezzo di prova è stato progettato per sottoporre a trazione le provette. La fig. 5 mostra una metà del blocco di fissaggio rimosso da entrambi i lati della provetta per chiarezza. La versione n. 2 della provetta è stata ridotta nella sezione centrale per ridurre la forza necessaria a romperla. L'area mediana vale 0,01965 sq.in. ($12,67 \text{ mm}^2$, *ndt*). La versione originale (n. 1) della provetta, con un diametro centrale di soli 0,25 in, ha richiesto un carico medio di 100 lb per provocare la rottura del fusto. Si tratta di un attrezzo molto semplice da regolare ed è stato usato per sottoporre a trazione oltre 100 provette, in configurazioni diverse. La metà superiore è assicurata a un martinetto idraulico e la metà inferiore a un perno fissato a un supporto in acciaio. Quest'ultimo è caricato lentamente con fogli di piombo fino a fare rompere il provino. Il peso del supporto è poi calcolato su una scala digitale per stabilire la forza totale per rompere la provetta. I risultati delle nostre prove hanno mostrato che, quando sottoposto a trazione, possiamo attenderci, in media, un aumento del 20 per cento della capacità di resistere ai carichi delle parti stampate con plastica HIPS (high impact polystyrene) in orizzontale in confronto a quelle eseguite in verticale. E un aumento di circa il 18 per cento della sopportazione del carico per l'ABS (acrylonitrile butadiene styrene terpolymer) stampato in orizzontale rispetto a quello prodotto in verticale. Con riferimento alla fig. 6, anche se siamo stati capaci di ottenere una buona ripetibilità servendoci di un protocollo unico per le nostre prove, lo scopo primario è stato di eseguire solo un'analisi comparativa tra gli

Figure 5

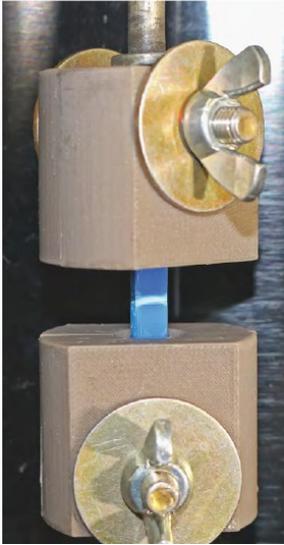


Figure 6

Figure 7



orientamenti della modalità di stampaggio, con differenti materiali e con differenti metodi di procedure post-processo.

Nella nostra officina, stampiamo principalmente con tre tipi di plastica: ABS, HPIS, e Z-Ultrat, un ABS brevettato dalla Zotrax. Ognuno di questi materiali possiede delle caratteristiche su cui possiamo operare e degli attributi che migliorano lo scopo di ogni nostro progetto. Di solito usiamo lo HIPS per parte estese. Con riferimento alla fig. 7, una delle caratteristiche dello HIPS è il basso livello di ritiro e di arricciamento, staccandosi da solo dal supporto della costruzione. Lo HIPS è adatto a parti di ampia superficie. Inoltre, usiamo lo HIPS nella zone in cui serve la resistenza ai solventi e all'acetone. L'impiego dello Z-Ultrat è simile all'ABS ma assicura una qualità della stampa molto più pulita.

Il materiale con il miglior rapporto costo-efficacia è l'ABS, rendendolo particolarmente adatto allo sviluppo di prototipi a basso costo. L'ABS, inoltre, si presta a molti e differenti metodi di post-processo. Il post-processo è un qualunque tipo di trattamento dopo che la produzione con la stampa 3-D. Ci sono diversi procedimenti post stampa che possiamo utilizzare per migliorare l'estetica, la robustezza o l'applicazione della parte prodotta in 3-D. La seconda parte di questo articolo esaminerà alcune di queste procedure. Daremo uno sguardo ai risultati delle prove di carico sulle parti rifinite

e anche ad alcune procedure di riparazione di parti in stampate in 3-D. una volta che avrete iniziato a conoscere le capacità delle stampanti 3-D, non riuscirete più a fermarvi di usarle per trovare nuovi e creativi modi di servirvene.