

il bambù strutturale

a cura di Marco Fabiani

n° 3-2015

La meccanica del culmo (parte I)

Sommario. In questo articolo vengono mostrate le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche del culmo, a partire dagli aspetti microscopici delle lamelle fino ad arrivare alle proprietà delle sue fibre.

Il bambù è un materiale naturale che presenta notevoli proprietà meccaniche grazie alla presenza delle fibre che ne conferiscono resistenza e rigidità. Le fibre, che rappresentano il tessuto sclerenchimatico della pianta, sono classificabili da un punto di vista meccanico come piccolissime aste tubolari che hanno dimensioni pari a 0,03 mm di diametro per una lunghezza di 3 mm e uno spessore della parete pari a 0,006 mm.

Dalle lamelle alle fibre

Le fibre sono la parte che conferiscono resistenza e rigidità al culmo di bambù. Esse sono composte da cellulosa e lignina e sono immerse all'interno di quella parte della pianta definita come tessuto parenchimatico che rappresenta la matrice del composito. Le fibre sono rappresentabili come aste tubolari la cui parete è costituita da una serie di strati, detti lamelle, ed ogni strato è formato da fibrille (piccole fibre sottili) che sono composte da cellulosa e che hanno un diverso orientamento rispetto all'asse longitudinale della fibra. Le fibrille che sono parallele all'asse longitudinale della fibra (inclinazione compresa fra 0° e 20°) sono dette "verticali", mentre quelle perpendicolari (inclinazione compresa fra 85° e 90°) sono dette "spiralì". Il modulo di Young delle fibrille è circa

140 GPa. Nel legno il numero di lamelle è pari a tre, mentre nel bambù è pari a sette (Fig.1).

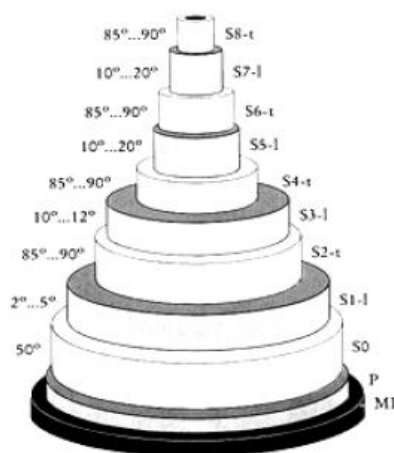


Figura 1: Strati di una fibra di bambù

Dalle fibre alla resistenza meccanica del culmo

Le fibre, oltre a dare resistenza e rigidità alla pianta, circondano i vasi conduttori adatti al trasporto delle sostanze nutritive e dell'acqua all'interno del culmo. Se si tagliasse una canna di bambù trasversalmente all'asse longitudinale, si noterebbero numerosi puntini scuri immersi in un materiale più chiaro: le fibre sono i puntini scuri (fasci cibo-vascolari), mentre la parte più chiara è il tessuto parenchimatico. Uno studio

realizzato presso l'Università di Hong Kong ha definito, relativamente a due specie di bambù, la relazione che c'è tra il numero medio dei puntini per unità di area e la resistenza a compressione del culmo. In generale, maggiore è il numero delle fibre, maggiore è la resistenza del culmo.

I fattori principali che determinano la resistenza del bambù

Le principali caratteristiche che determinano la resistenza del bambù sono quattro e sono: l'età del culmo, la densità, il contenuto di umidità e la posizione lungo il culmo.

L'età migliore per ottenere massime prestazioni meccaniche è compresa fra i 3 e i 5 anni dalla nascita della pianta. Prima di questo periodo, il bambù può essere impiegato per realizzare cestini, bacchette e tovagliette, mentre per età superiori ai 5-6 anni è molto usato per costruire mobili e recinzioni.

La resistenza, come per il legno, è direttamente proporzionale al valore della densità. Diverse formule empiriche definiscono valori della resistenza in relazione alla densità del culmo.

L'acqua all'interno del culmo diminuisce la sua resistenza. Nel caso di bambù secco (M.C. < 5%) la resistenza può assumere valori nettamente superiori rispetto al caso di culmi moderatamente umidi (M.C. > 30%).

Infine, lungo l'altezza del culmo si ha una variazione della resistenza meccanica poiché la densità delle fibre aumenta dal basso verso l'alto. Quindi, nelle zone più basse del culmo, la resistenza (tensione di rottura) è minore rispetto alle zone più alte dove la densità delle fibre è maggiore.

Le principali proprietà meccaniche del culmo

Il bambù è detto l'acciaio vegetale in quanto ha elevate prestazioni meccaniche. Nella Tabella 1 sono riportati alcuni valori relativi alle principali proprietà meccaniche quali trazione, compressione e flessione e relativi moduli elastici.

Chung et al. (2002)

	Resistenza (MPa)	Mod. di elasticità (GPa)
Compressione	75	7,8
Trazione	-	-
Flessione	88	11,4

Tada et al. (2010)

	Resistenza (MPa)	Mod. di elasticità (GPa)
Compressione	92	26,4
Trazione	336	-
Flessione	198	10,3

Tabella 1: Le principali caratteristiche meccaniche del bambù strutturale

Bibliografia

J.J.A. Janssen, *Bamboo in building structures*, (Tesi di dottorato). Eindhoven, University of Technology, Olanda, 1981.

W. Liese, *The anatomy of bamboo culms*, Pechino, INBAR, Cina, 1998.

T.Y. Lo et al., *Strength analysis of bamboo by microscopic investigation of bamboo fibre*. Construction and Building Materials. 2008; 22: 1532-1535.

K.F. Chung et al., *Mechanical properties of structural bamboo*. Engineering Structures. 2002; 24: 429-442.

T. Tada et al., *On characteristics of bamboo as structural materials*, Challenges, Opportunities and Solutions in Structural Engineering and Construction. Londra, UK: CRC Press, 2010.