

QUALE PROFILO SCEGLIERE?

L'esempio di una trave appoggiata agli estremi mette in evidenza le difficoltà di valutare il costo di diverse soluzioni aventi la medesima resistenza. I vantaggi di ricorrere al supporto di un software

In fase di progettazione quando si calcola un elemento o un particolare di una macchina, oltre all'aspetto estetico e alla resistenza è importante valutare il costo.

Le soluzioni al medesimo problema sono diverse e il raffronto non è mai semplice; i calcoli sono laboriosi ed i prezzi dei materiali e della mano d'opera variano fra loro e cambiano frequentemente in funzione del mercato. Le casistiche (ipotesi di calcolo o condizioni di lavoro del pezzo) sono vastissime e quindi diventa impossibile stabilire una regola e un algoritmo generale. Ogni componente richiede un suo approccio al calcolo, una sua metodologia di confronto. Tale confronto deve essere fatto tra soluzioni simili, ovvero le condizioni di lavoro e di resistenza devono essere uguali.

Un confronto tra soluzioni diverse (ad esempio tra una trave appoggiata o incastrata) richiede una più complessa analisi e metodologia di calcolo, comunque l'approccio è simile a quello indicato nella presente trattazione. È importante però poter definire sempre il costo prima di decidere la soluzione da adottare.

Possiamo qui fare un esempio di calcolo utile per mettere in evidenza le difficoltà che si incontrano quando si deve stabilire il costo e che serva da traccia e da metodologia di approccio per la ricerca della soluzione.

Descriviamo prima i passi da effettuare e successivamente applicheremo un esempio pratico.

METODOLOGIA

Per ogni pezzo da progettare si dovrà prima determinare la sequenza di analisi e di calcolo che per una trave appoggiata agli estremi (figura 1) presa come esempio è:

- 1) calcolo del momento flettente;
- 2) definizione del momento resistente (W);
- 3) individuazione tra i profili (sezioni) di quello che ha il momento d'inerzia (J) maggiore;

4) col medesimo momento d'inerzia (J) ricalcolo i diversi profili (sezioni);

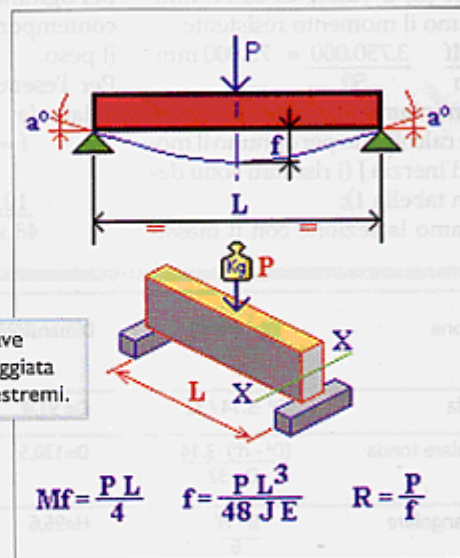
5) per ogni profilo calcolo del peso;

6) assegnazione del costo al kg per determinare il costo totale di ogni singola trave;

7) dal confronto dei costi totali ottenuti, scelta del profilo (sezione) che a parità di rigidezza ha il minor costo.

ESEMPIO PRATICO

Assegnando dei valori all'esempio in figura 1 e definendo 4 profili indicati in figura 2 sui quali calcolare e confrontare il costo possiamo fare un esempio pratico:



- carico applicato $P = 10000 \text{ N}$
- distanza tra gli appoggi $L = 1500 \text{ mm}$

Il software CALC.ing.(c) facilita questi calcoli dando al progettista uno strumento facile da usare.

Perché l'utilizzo sia veramente facile e produttivo, il software deve dare all'utente la possibilità di inserire formule, ampliarle, personalizzarle e duplicarle facilitando così futuri utilizzi. E' possibile anche associare alle formule disegni o schemi in modo facile (come scrivere su un bloc-notes e senza avere approfondite conoscenze informatiche) e di classificarle per argomenti o per tipologia (a ramificazioni). L'utente può visualizzare e stampare sia le formule, sia i calcoli e le figure associate (formate da immagini in formato BMP o disegni in formato DXF).

Confronto peso-costo: esempi di beam appoggiate

P = carico [N] 1000
 L = lunghezza appoggi [mm] 1500
 J = momento d'inerzia 592392,4966
 f = flessione [mm] 0,5386
 R = rigidità [N/mm] 18533,6368

(1) sezione tonda

D = diametro [mm] 91,4
 Peso [kg] 107,5900
 Costo [€/kg] 7,000
 ---Costo totale [€] 752953,002

(2) sezione tubolare tonda

D = diametro [mm] 136,9648
 S = spessore [mm] 6,5432
 Peso [kg] 132,9146
 Costo [€/kg] 7,000
 ---Costo totale [€] 48771,9034

(3) sezione rettangolare

H = altezza [mm] 158,1802
 B = lato di base [mm] 79,0906
 Peso [kg] 101,1375
 Costo [€/kg] 7,000
 ---Costo totale [€] 66799,0150

(4) tubo rettangolare

H = altezza [mm] 157,9577
 B = base [mm] 78,9786
 S = spessore [mm] 1,3489
 Peso [kg] 101,2989
 Costo [€/kg] 7,000
 ---Costo totale [€] 62249,7362

Esempio di calcolo mediante il software CALC.ing.(c).

IL SUPPORTO DEL SOFTWARE

Il software dispone di oltre 1500 algoritmi di calcolo nei vari settori tecnici (meccanica, resistenza dei materiali, aeraulica, tempi di lavorazione, geometria, ecc.) per fornire al progettista la più vasta conoscenza possibile e, allo stesso tempo, permettere la creazione di grafici iterando su qualsiasi valore della formula. La conoscenza a disposizione di tutti, è un mezzo per progredire tecnologicamente e

lavorare con più produttività, permettendo di raggiungere una standardizzazione e una continuità sia tra diversi progettisti dello stesso ufficio e sia per il singolo progettista che frequentemente applica diverse soluzioni al medesimo problema. Il software CALC.ing.(c) è prodotto da Sinergie. www.Sinergie.50megs.com e.mail sinsoft@tin.it

- calcolo momento flettente

$$M_f = \frac{P \times L}{4} =$$

$$\frac{10000 \times 1500}{4} = 3.750.000 \text{ Nmm}$$

- assumendo come sollecitazione ammissibile (σ) il valore di 50 N/mm² calcoliamo il momento resistente

$$W = \frac{M_f}{\sigma} = \frac{3.750.000}{50} = 75.000 \text{ mm}^3$$

- determiniamo le dimensioni dei profili e calcoliamo per ognuno il momento d'inerzia J (i risultati sono descritti in tabella 1);

- scegliamo la sezione con il massi-

mo momento d'inerzia (J) che è la sezione tubolare rettangolare con J = 5.923.392 mm⁴

- determiniamo ora i profili (sezioni) corrispondenti al medesimo momento d'inerzia in modo da ottenere per ognuno la medesima rigidità e contemporaneamente ne calcoliamo il peso.

Per l'esempio in questione la freccia è data da

$$f = \frac{P \times L^3}{48 \times E \times J} = \frac{10.000 \times 1500^3}{48 \times 220000 \times 5923392} = 0,54 \text{ mm}$$

e quindi la rigidità è

$$= \frac{P}{f} = \frac{10.000}{0,54} = 18534 \text{ N/mm}$$

(E = 220000 N/mm² Modulo elastico).

I risultati elencati in tabella 2 sono stati ottenuti considerando come peso specifico 7,85 kg/dm³

Sezione	W [mm ³]	Dimensioni [mm]	J (W x H) [mm ⁴] / 2
Tonda	D ³ · 3,14 / 32	D= 91,4	3.428.086
Tubolare tonda	(D ⁴ - d ⁴) · 3,14 / D · 32	D=130,5 S=6,5	4.892.990
Rettangolare	B · H ³ / 6	H=96,6 B= 48,3	3.620.585
Tubolare rettangolare	B · H ³ - b · h ³ / 6H	H=158 B=79 S=4	5.923.392

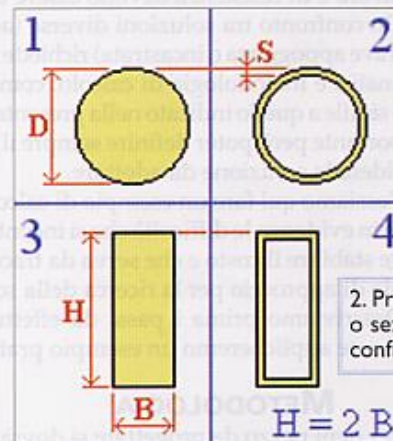


Tabella 1. Risultati di calcolo a parità di momento resistente (W= 75.000mm³).

Ogni profilo ha un diverso costo dettato principalmente dalle difficoltà costruttive.

Assegnando tale costo ad ogni singolo profilo determiniamo il costo totale della trave. Analizzando i risultati si evidenzia che il profilo più leggero è il tubolare rettangolare mentre il profilo meno costoso è il tubolare tondo. Il progettista dovrà poi valutare tali risultati e scegliere in funzione delle esigenze. Non sempre è meglio la soluzione meno costosa



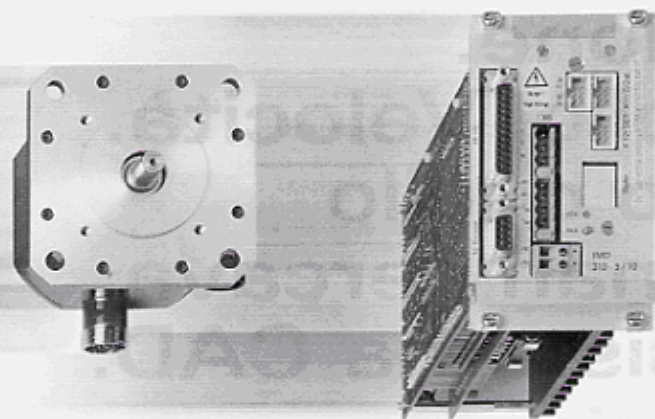
Tabella 2. Risultati di calcolo a parità di momento d'inerzia ($J = 5.923.392 \text{ mm}^4$).

Sezione	$J = [\text{mm}^4]$	Dimensioni [mm]	Peso kg	Costo €/kg	Costo della trave €
Tonda	$D^4 \cdot 3.14 / 64$	D= 104,8	101,6	1000	101600
Tubolare tonda	$(D^4 - d^4) \cdot 3.14 / 64$	D=137 S=6,8	33	1500	9372
Rettangolare	$\frac{B \cdot H^3}{12}$	H=109,2 B=54,6	70,2	800	56158
Tubolare rettangolare	$\frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{12}$	H=158 B=79 S=4	21,5	2500	53249

o più leggera, ma in un mercato sempre più concorrenziale il costo è un elemento importantissimo. L'abilità e l'obiettivo di un progettista è quello di ottenere la maggior rigidità con il minor peso ed il minor costo.

C. Confalonieri socio Aipi.
E-mail sinsoft@tin.it

Chi copre 100 m in meno di 9,79 secondi e poi si arresta con la massima precisione?



I servocomandi ad alte prestazioni Angst + Pfister sono rapidi, precisi ed esenti da manutenzione.

Se volete spostare qualcosa in modo rapido e affidabile dal punto A al punto B e questo movimento non richiede soltanto una certa accelerazione ma anche una elevata forza frenante ed un arresto sicuro, rivolgetevi a noi. Siamo in gra-

do di offrirvi servocomandi ad alte prestazioni che in quanto a rapidità non sono secondi a nessuno. Grazie alla nostra pluriennale esperienza possiamo trovare per i nostri clienti la soluzione ottimale per qualsiasi servozionamento.

Angst + Pfister SpA, Cas. post. 10140 Milano,
Tel. 02 31 06.1, Fax 02 33 103 148, E-Mail
it@angst-pfister.com, www.angst-pfister.com

Angst + Pfister