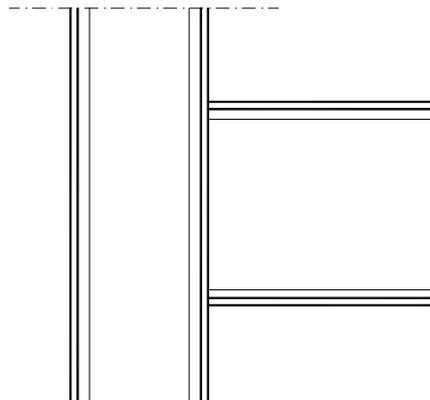


GIUNTO SALDATO: ESEMPIO [EC3 Appendice J]

(revisione 1.12.2003)

HE 220 A

h (mm) = 210
b (mm) = 220
tw (mm) = 7
tf (mm) = 11
r1 (mm) = 18
A (cm²) = 64,34
Iy (cm⁴) = 5410
Wy (cm³) = 515,2
Wpl,y (cm³) = 568,5

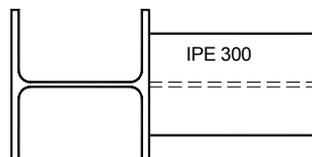


IPE 300

h (mm) = 300
b (mm) = 150
tw (mm) = 7,1
tf (mm) = 10,7
r1 (mm) = 15
A (cm²) = 53,81
Iy (cm⁴) = 8356
Wy (cm³) = 557,1
Wpl,y (cm³) = 628,4

HE 220 A

Acciaio S275 (Fe 430)



J 2.4. Resistenza della zona compressa

a) Resistenza dell'anima della colonna a compressione [J.3.5.3]

$$F_{c,Rd} = f_{yc} t_{wc} (1.25 - 0.5 \gamma_{M0} \sigma_{n,Ed} / f_{yc}) b_{eff} / \gamma_{M0} = 340.6 \text{ kN} \quad [J 15]$$

$$\text{ma: } F_{c,Rd} \leq f_{yc} t_{wc} b_{eff} / \gamma_{M0} = 272.5 \text{ kN} \quad [J 16]$$

essendo

| | |
|--|--|
| $f_{yc} = 275 \text{ N/mm}^2$ | Fe430 |
| $\gamma_{M0} = 1.1$ | coeff. parziale di sicurezza del materiale |
| $t_{wc} = 7 \text{ mm}$ | spessore anima della colonna |
| $b_{eff} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + r_c) = 155.7 \text{ mm}$ | largh. efficace (diffusione a 68° nella colonna) |
| con: $t_{fb} = 10.7$ | spessore dell'ala della trave |
| $t_{fc} = 11$ | spessore dell'ala della colonna |
| $r_c = 18$ | raggio di raccordo anima-ala della colonna |
| $a_b = 0$ | altezza di gola del cordone di saldatura dell'ala della trave (per semplicità ipotizziamo una saldatura a completa penetrazione) |
| $\sigma_{n,Ed}$ | tensione normale massima di compressione nella colonna, dovuta a forza assiale ed a flessione. Si considera la colonna debolmente sollecitata dai piani superiori e si assume quindi $\sigma_{n,Ed} = 0$ |

b) Resistenza all'instabilità dell'anima della colonna [EC3 #5.7.5]

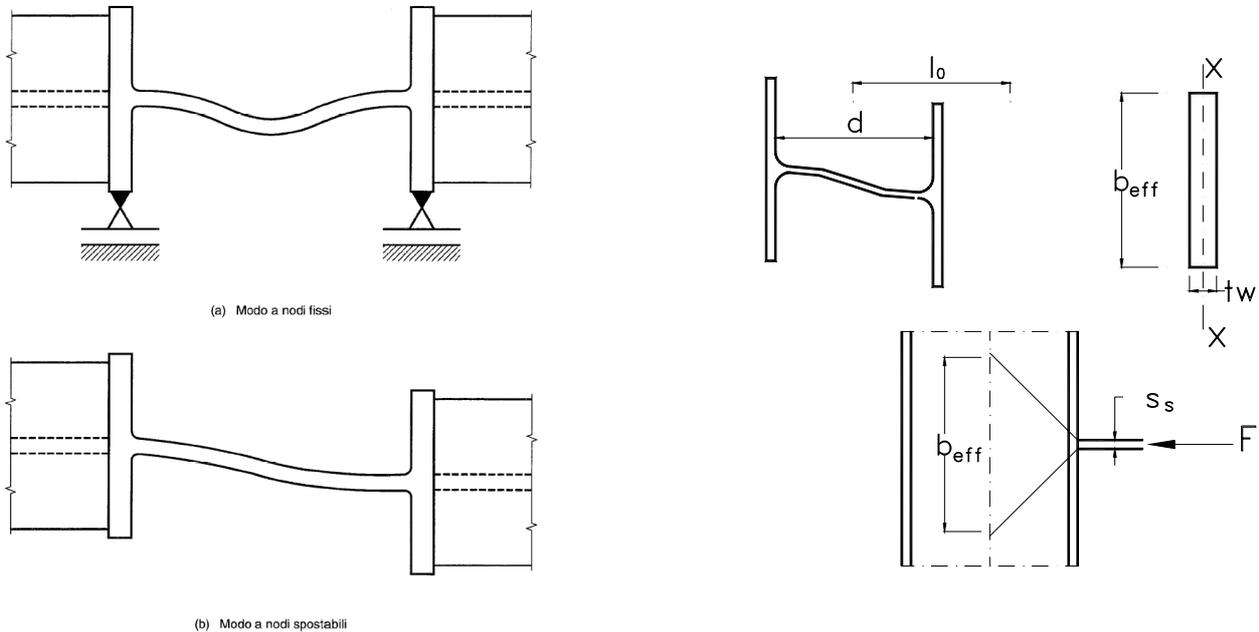


Fig. J 2.4 - Modi di instabilità "a colonna" di un'anima non irrigidita

A favore di stabilità si considera il modo di instabilità (b) "a nodi spostabili", assumendo quindi una lunghezza di libera inflessione $l_0=d$. Normalmente tale modo dovrebbe essere impedito con "opportuni elementi di ritegno", ad esempio il solaio in c.a.

Per la larghezza efficace si assume:

$$b_{eff} = \sqrt{h^2 + s_s^2} = \sqrt{210^2 + 10.7^2} = 210.3 \text{ mm} \quad [\text{EC3 5.79}]$$

essendo s_s la larghezza di contatto rigido presa uguale allo spessore dell'ala della trave (v. figura).

Si verifica a carico di punta un semplice elemento rettangolare di altezza t_{wc} e larghezza b_{eff} (inflessione attorno all'asse x-x). Come indicato dall'EC3 [#5.7.5] si utilizza la curva d'instabilità c.

$$l_0 = d = 188 \text{ mm} \quad b_{eff} = 210.3 \text{ mm}$$

$$i = t_{wc} / \sqrt{12} = 2.02 \text{ mm} \text{ raggio d'inerzia}$$

$$\lambda = l_0 / i = 93 \text{ snellezza}$$

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93.9 \cdot \varepsilon = 86.8 \text{ con: } \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0.925$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 1.07 \quad \chi = 0.50$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{\chi \cdot t_{wc} \cdot b_{eff} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 184 \text{ kN}$$

La resistenza della zona compressa è governata dall'instabilità, per cui

$$F_{c,Rd} = N_{b,Rd} = 184 \text{ kN}$$

J 2.3. Resistenza della zona tesa

J.2.3.1. Ala di colonna non irrigidita

(1) La resistenza di progetto di un'ala non irrigidita di una colonna soggetta a una forza di tensione trasversale è data dalla seguente formula:

$$F_{t,Rd} = (f_{yb} t_{fb} (t_{wc} + 2r_c) + 7f_{yc} t_{fc}^2) / \gamma_{M0} = 325 \text{ kN} \quad [J 4]$$

con la limitazione:

$$F_{t,Rd} \leq f_{yb} t_{fb} [t_{wc} + 2r_c + 7t_{fc}] / \gamma_{M0} = 321 \text{ kN} \quad [J 5]$$

Per cui: $F_{t,Rd} = 321 \text{ kN}$

dove: f_{yb} tensione di snervamento della trave

f_{yc} tensione di snervamento della colonna

t_{fb} spessore ala della trave

t_{wc} spessore anima della colonna

t_{fc} spessore ala della colonna

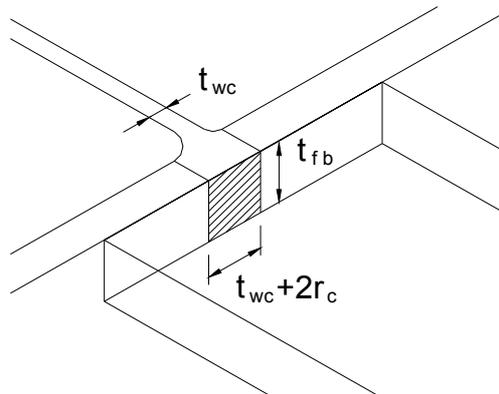
r_c raggio di curvatura del raccordo ala-anima del profilo della colonna

γ_{M0} coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza delle sezioni

Nota: il termine $7f_{yc}t_{fc}^2$ è la resistenza a flessione dell'ala per il meccanismo di rottura indicato

nella lezione "Giunti trave colonna: generalità": $F_u = 24m_{res} = 6f_{yc}t_{fc}^2$

Il significato del primo termine è illustrato dalla figura seguente:



(2) Il giunto deve essere irrigidito se la resistenza $F_{t,Rd}$ ottenuta in (1) non soddisfa la seguente condizione ($F_{t,Rd} > 70\%$ della resistenza dell'ala della trave):

$$F_{t,Rd} \geq 0.7 f_{yb} t_{fb} b_{fb} / \gamma_{M0} = 281 \text{ kN} \quad \text{O.K.} \quad [J 8]$$

J.2.3.2. Anima di colonna non irrigidita

(1) La resistenza di progetto dell'anima di una colonna non irrigidita, soggetta a una forza di trazione trasversale è data dalla seguente formula:

$$F_{t,Rd} \geq f_{yc} t_{wc} b_{eff} / \gamma_{M0} = 272.5 \text{ kN} \quad [\text{J } 9]$$

E' la stessa espressione usata per la verifica a compressione [J 16]

J 2.5. Resistenza della zona soggetta al taglio

(1) La resistenza plastica di progetto di un pannello d'anima di colonna non irrigidito, soggetto a forza di taglio, vedere fig. J 2.5, è data dall'espressione (resistenza plastica a taglio):

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{yc} \cdot A_{vc}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 298.3 \text{ kN} \quad [\text{J } 17]$$

dove A_{vc} = area resistente a taglio della colonna

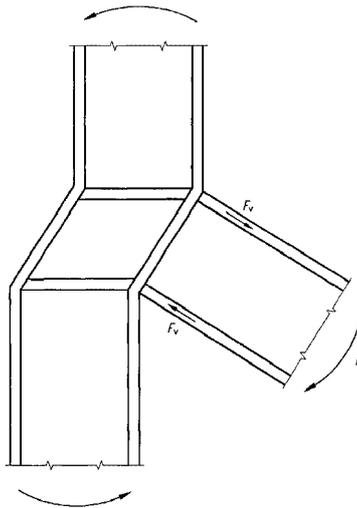


Fig. J 2.5 - Pannello d'anima di colonna non irrigidito soggetto a forza di taglio

(2) Inoltre si deve controllare, se necessario, la resistenza all'instabilità per taglio [5.4.6.(7)]

Per i profili laminati di comune impiego (tipo HE) in genere non si hanno problemi di imbozzamento del pannello d'anima. Nel nostro caso si ha:

$$\frac{d}{t_w} = \frac{152}{11} = 14 \ll 69 \cdot \varepsilon = 63.8 \quad [\text{EC3 \#5.4.6 (7)}]$$

La resistenza del giunto è governata dall'instabilità dell'anima della colonna. Il momento resistente del giunto risulta quindi:

$$M_{j,Rd} = F_{c,Rd} \cdot z = 184 \cdot 0.29 = 55.36 \text{ kNm}$$

essendo z il braccio della coppia interna.

Tale valore è modesto se confrontato con il momento resistente della trave IPE 300 (157.1 kNm). Per poter realizzare un giunto a completo ripristino è necessario rinforzare la colonna con degli irrigidimenti (nervature orizzontali ed eventualmente anche un irrigidimento diagonale)

$$\frac{M_{c.Rd}}{M_{j.Rd}} = \frac{157}{55} = 2.84$$

Ponendo gli irrigidimenti orizzontali, le due forze concentrate in corrispondenza delle ali della trave sono assorbite dagli irrigidimenti stessi che in genere vengono realizzati dello stesso spessore delle ali della trave. La resistenza del giunto è ora governata dalla resistenza a taglio del pannello d'anima della colonna.

Il momento resistente del giunto diviene:

$$M_{j.Rd} = V_{pl.Rd} \cdot z = 298.3 \cdot 0.29 = 86.5 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{c.Rd}}{M_{j.Rd}} = \frac{157}{86.5} = 1.8$$

Per ottenere un giunto a completo ripristino di resistenza è necessario inserire un irrigidimento diagonale che aumenti la resistenza a taglio del pannello d'anima della colonna, agendo come un puntone compresso. Adottando un irrigidimento di 15 mm di spessore e ipotizzando che lavori solo per una larghezza corrispondente alla larghezza dell'ala della trave si ha:

$$N_{Rd}^d = \frac{t \cdot b \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{15 \cdot 54 \cdot 2 \cdot 275}{1.1} = 405 \text{ kN} \quad \text{res. a compressione dell'irrigidimento diagonale}$$

La resistenza a taglio diviene quindi:

$$V_{pl.Rd} = \frac{f_{yc} \cdot A_{vc}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} + N_{Rd}^d \cdot \cos \beta = 298.3 + 405 \cdot 0.56 = 525 \text{ kN}$$

Il momento resistente del giunto risulta ora:

$$M_{j.Rd} = V_{pl.Rd} \cdot z = 525 \cdot 0.29 = 152 \text{ kNm} > M_{c.Rd}$$

