

## 3.fejezet

# STABILITÁS

### 3.1 Bevezetés

A stabilitás az egyik legfontosabb probléma a fémszerkezetek tervezésében, mert az instabilitás sok esetben okoz meghibásodást vagy tönkremenetelt. Számos konferenciasorozat eredményeként a tudósok egy nemzetközi csoportja kidolgozta az acélszerkezetek stabilitás-számításának világ-áttekintését (Stability 1991).

E könyvben az Ausztráliában, Kínában, Kelet- és Nyugateurópában, Japánban és Északamerikában kapott eredményeket a következő 12 fejezetben foglalták össze: nyomott rudak, osztott szelvényű rudak, hengerelt szelvényű tartók, hegesztett I- és szekrényszelvényű tartók, hajlított és nyomott rudak, keretek, ívek, rácsos tartók, csőszervezetek, héjak, hidegen alakított szelvényű rudak, kompozit (együttműködő acél+vasbeton) tartók.

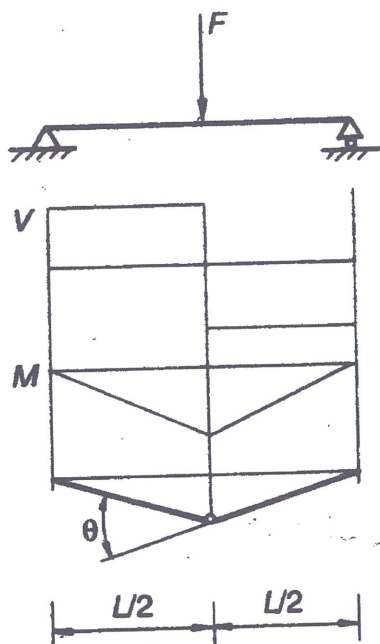
A szerkezet-stabilitással foglalkozó sok könyv közül az alábbiakat lehet kiemelni: Kollár-Dulácska (1984) a héjak stabilitásáról, Petersen (1980) sok számpéldával, a részletes japán stabilitási kézikönyv Handbook (1970), Chen és Lui (1991) a keretek stabilitásáról, Rondal et al (1992) a csőszelvényű szerkezetek stabilitásáról, Waszczyszyn et al. (1994) véges elemes módszerrel tárgyalja a stabilitást.

### 3.2 A keresztmetszetek osztályai

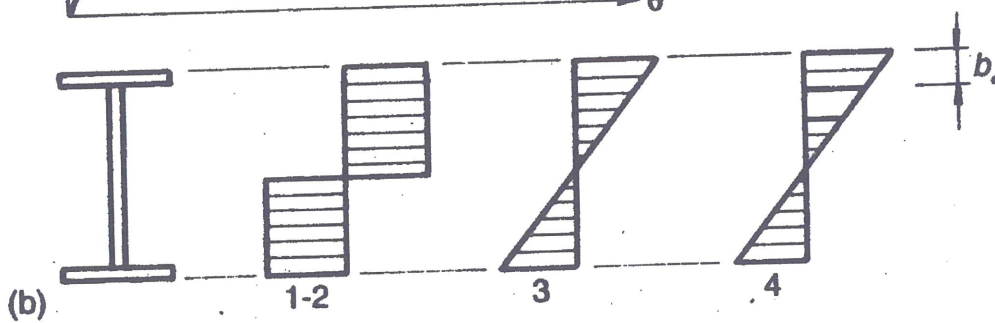
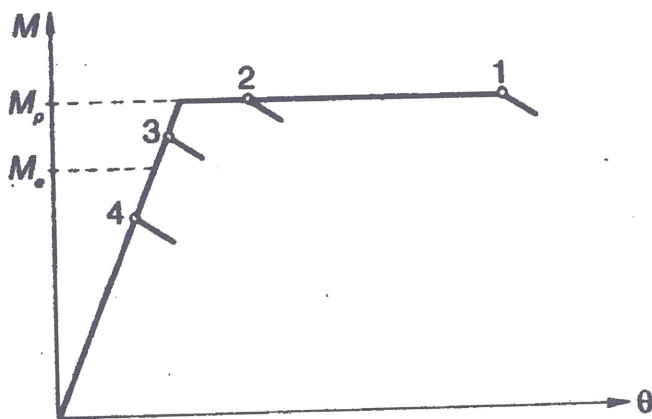
Vizsgáljunk egy kéttámaszú, hajlításra és nyírásra igénybevett tartót (3.1a ábra). A képlékeny méretezés feltételezi, hogy képlékeny csukló jön létre, ha a maximális hajlító nyomaték helyén a keresztmetszet megfelelő szögelfordulást tud végezni.

A 3.1b ábra az  $M-\theta$  összefüggést és a hegesztett I-tartóban keletkező feszültségeloszlásokat mutatja, amelyek megfelelnek az EC3 által definiált 4 keresztmetszet-osztály esetén fellépő határállapotoknak, az alábbiak szerint:

1. osztály: a megfelelő szögelfordulás-kapacitás lehetővé teszi képlékeny csukló kialakulását helyi horpadások nélkül;
2. osztály: az  $M_p$  képlékeny nyomaték ki tud alakulni, de a szögelfordulási kapacitást korlátozza a helyi horpadás;
3. osztály: a feszültség a szélső szálakban eléri az  $f_y$  folyáshatárt helyi horpadás nélkül;
4. osztály: a feszültségek helyi horpadás nélkül nem tudják elérni a folyáshatárt és együttműködő lemezszélességek számítása szükséges.



(a)



(b)

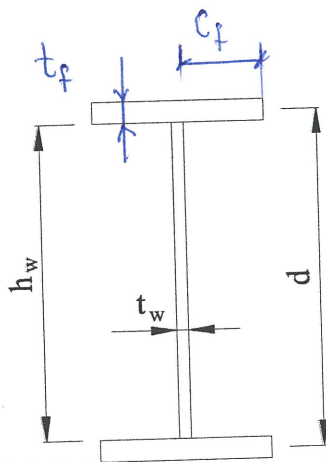
3.1 ábra. A szelvények osztályba sorolása az EC3 szerint: a) Képlékeny csukló a hajlított kéttámaszú tartóban; b) a hajlító nyomaték az elfordulási szög függvényében, a képlékeny csuklónál lévő szelvény határállapotai a helyi horpadástól függően

		Határérték	S235	S275	S355
			$\epsilon=1,00$	$\epsilon=0,92$	$\epsilon=0,81$
öblemezek $\frac{c_f}{t_f}$	1. km. osztály	9 $\epsilon$	9	8,28	7,29
	2. km. osztály	10 $\epsilon$	10	9,20	8,10
	3. km. osztály	14 $\epsilon$	14	12,88	11,34
gerinclemezek $\frac{c_w}{t_w}$	1. km. osztály	72 $\epsilon$	72	66,24	58,32
	2. km. osztály	83 $\epsilon$	83	76,36	67,23
	3. km. osztály	124 $\epsilon$	124	114,08	100,44

2.1 táblázat: Keresztmetszeti osztályok határai.

A tartómagasság felvétele után a gerinclemez vastagságának megállapítása következhet, a táblázat segítségével. Természetesen csak olyan lemezvastagságokat alkalmazhatunk, amelyeket gyártanak is. Különösen nagy nyíróerők esetén javasolt a gerincméretek gyors ellenőrzése a képlékeny nyírásvizsgálat elvégzésével.

Az öblemez méreteinek felvételét a horpadás mellett teherbírási és szerkezeti szempontok is befolyásolják. Teherbírási feltételből az alábbi egyszerű közelítő számítás alapján kiszámíthatjuk egy öblemez szükséges területét ( $A_{\text{öv}}$ ). Tekintsünk egy kétszeresen szimmetrikus I-szelvényt, melynek gerincvastagságát ( $t_w$ ) és gerincmagasságát ( $h_w$ ) ismerjük (2.1. ábra).



2.1. ábra: I-szelvény.

Az öblemezek vastagságát felvéve megkaphatjuk az övek középvonalának távolságát ( $d$ ) (vagy további egyszerűsítésként  $d = h_w$  is vehető). Ha a méretezési nyomaték ( $M_{Ed}$ ) ismert, akkor a szelvény szükséges keresztmetszeti modulusa meghatározható:

## Előadatsorozat.

Nyomatéki ellenőrzés

1. és 2.0

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

3.0

$$M_{c,Rd} = M_{ed,Rd} = \frac{W_{ed} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

4.0

$$M_{c,Rd} = M_{eff,Rd} = \frac{W_{eff} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

A nyíróerő elhanyagolható ha:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} < 0,5$$

$$V_{c,Rd} = A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}$$

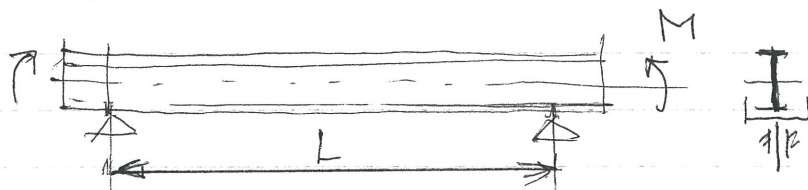
Hajlítás és nyírás kölcsönhatása:

$$M_{y,V,Rd} = \left[ W_{pl,y} - \frac{g A_v^2}{4 \cdot t_w} \right] \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \leq M_{c,Ed}$$

$$g = \left( \frac{2 V_{sd}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

## Kifordulás jelensége

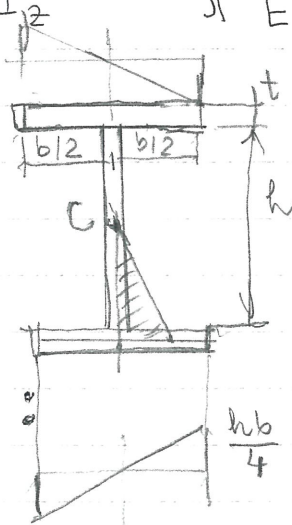
Kéttámaszú gerenda kifordulása



$$M_{cr} = \frac{\pi^2 E I_z}{L^2} \left[ \frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 E I_z} \right]^{0,5}$$

$I_t$

$I_w$



$$w_c = \int_0^s r_c ds$$

$$I_w = \int w_c^2 \cdot dA$$

$$I_w = \frac{h^3 b^3 t}{24}$$

Általános formula

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi \cdot E \cdot I_z}{(kL)^2} \left\{ \dots \right.$$

kiseb

$C_1, C_2,$  és  $C_3$  tényezők a terhelés és a végtámasítás függvényei

$k, k_x$  = kihajlási tényezők

$Z_a$  - a teher támaszpontjának koordinátája

$Z_s$  - a nyitási középpont koordinátája

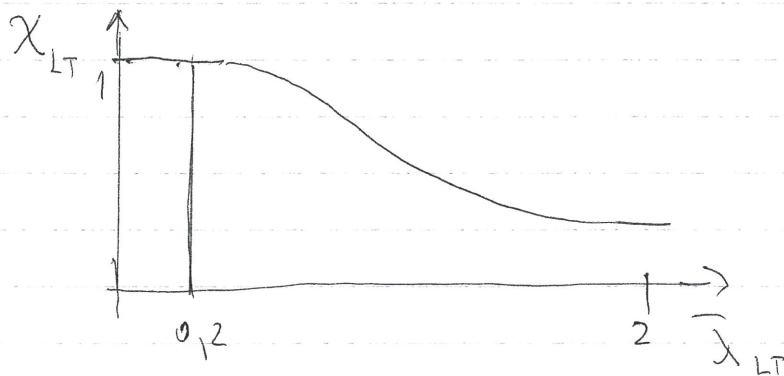
$$Z_j = Z_s - 0,5 \int (y^2 + z^2) z dA / I_y$$

A kifordulási nyomatéki tervezési ellenállás

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \beta_w \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

$\beta_w$  - anyagmin. függ

$\chi_{LT}$  ⇒ csökkentő tényező



$$\chi_{LT} = \frac{1}{\lambda_{LT}}$$

$$\phi_{LT} =$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{M_{pl,Rd}}{M_{cr}}}$$

Kétszeresen szimmetrikus I és H

szelvények esetén, ha a nyomaték áll. és

villás megtámasztás

$$\lambda_{LT} = \frac{L}{i_z} \sqrt{1 + \frac{1}{20} \left[ \frac{L/i_z}{h/t_f} \right]^2}^{0,25}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \left( \frac{\lambda_{LT}}{\lambda_1} \right) \cdot \beta_w^{0,15}$$

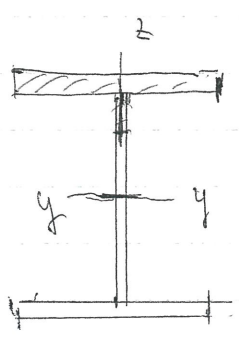
Teljes elrendezés figyelembe vétele,

C<sub>1</sub>

Teljes helye: C<sub>2</sub>

C<sub>3</sub> = Végtagasztás függvénye

Egyenirányított vizsg. (Övmentés)

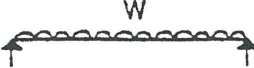

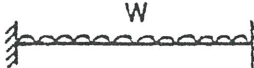

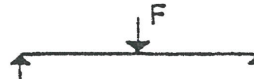

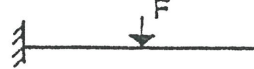

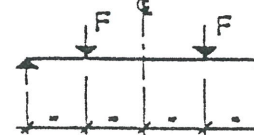
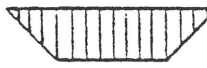


A<sub>f</sub> ; I<sub>fz</sub>

$$L_{cmax} = \lambda_{c0} \frac{M_{c,Ed}}{M_{y,Ed}} \frac{i_{fz} \cdot \lambda}{k_c}$$

Példa

F 1.2. táblázat  $C_1$ ,  $C_2$  és  $C_3$  tényezők értékei a  $k$  tényező függvényében: harántirányú terhek esetén

Terhelési és megtámasztási feltételek	Nyomatéki ábra alakja	$k$ tényező értéke	tényezők értékei		
			$C_1$	$C_2$	$C_3$
		1,0 0,5	1,132 0,972	0,459 0,304	0,525 0,980
		1,0 0,5	1,285 0,712	1,562 0,652	0,753 1,070
		1,0 0,5	1,365 1,070	0,553 0,432	1,730 3,050
		1,0 0,5	1,565 0,938	1,267 0,715	2,640 4,800
		1,0 0,5	1,046 1,010	0,430 0,410	1,120 1,890