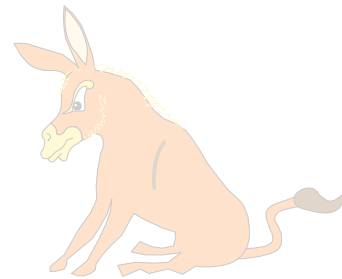


Vasbetonlemezzel együttműködő acéltartók (öszvértartók)



1

Alkalmazási terület, előnyök, hátrányok

Alkalmazási terület:

- n hidak
- n raktárak, ipari épületek födémei

Előnyök:

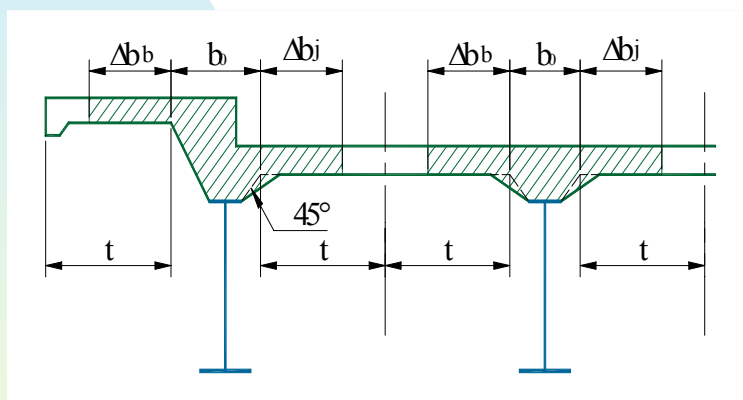
- n kisebb tömeg
- n egyszerű építés
- n acélmegtakarítás
- n gerincmerekítés elmaradhat (kéttámaszú szerkezetnél)
- n nagyobb támaszközöknél is gazdaságos (100...120 m -ig közúti híd; 40...60 m-ig vasúti híd)

Hátrányok:

- n a beton zsugorodása és a lassú alakváltozása is feszültséget okoz, figyelembe kell venni.

2

Az együttdolgozó lemezszélesség



$$b = b_0 + \Delta b_b + \Delta b_j$$

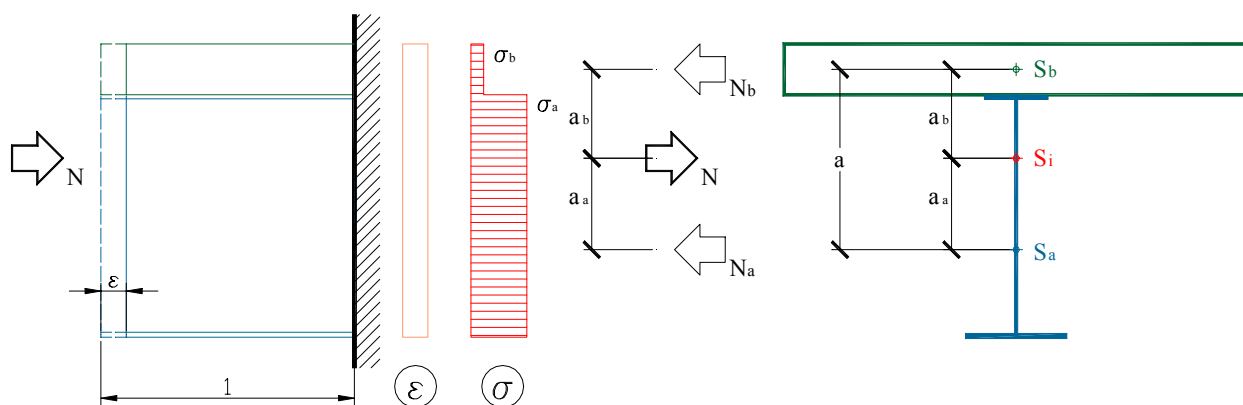
$$\Delta b \leq 6v$$

$$\Delta b \leq \frac{L}{15}$$

$$\Delta b \leq t$$

3

Központos nyomás



$$\epsilon_b = \epsilon_a = \epsilon$$

$$N = N_a + N_b$$

4

Feszültségek központos nyomásból

$$\varepsilon_b = \varepsilon_a = \frac{N_b}{E_b \cdot A_b} = \frac{N_a}{E_a \cdot A_a}$$

$$\frac{N_b}{A_b} = \sigma_b \quad \frac{N_a}{A_a} = \sigma_a$$

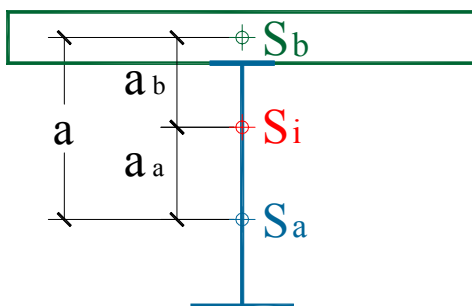
$$n = \frac{E_a}{E_b}$$

$$\sigma_b = \frac{\sigma_a}{n}$$

$$\sigma_a = \frac{N}{A_a + \frac{A_b}{n}} = \frac{N}{A_i}$$

5

Az ideális keresztmetszet súlypontja



$$A_i = A_a + \frac{A_b}{n}$$

$$N_b = \sigma_b \cdot A_b = \frac{\sigma_a}{n} \cdot A_b$$

$$N_a = \sigma_a \cdot A_a$$

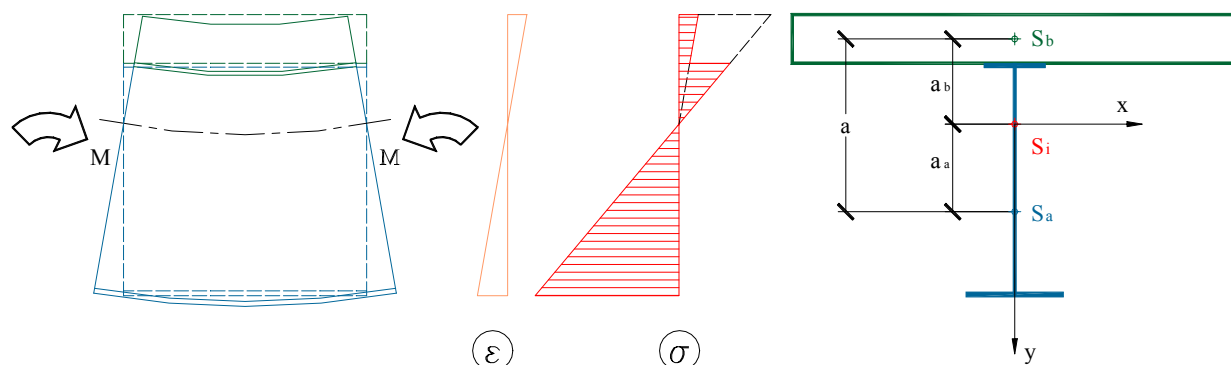
$$N_a \cdot a_a - N_b \cdot a_b = 0$$

$$a = a_b + a_a$$

$$a_b = \frac{A_a}{A_i} \cdot a$$

$$a_a = \frac{A_b/n}{A_i} \cdot a$$

6

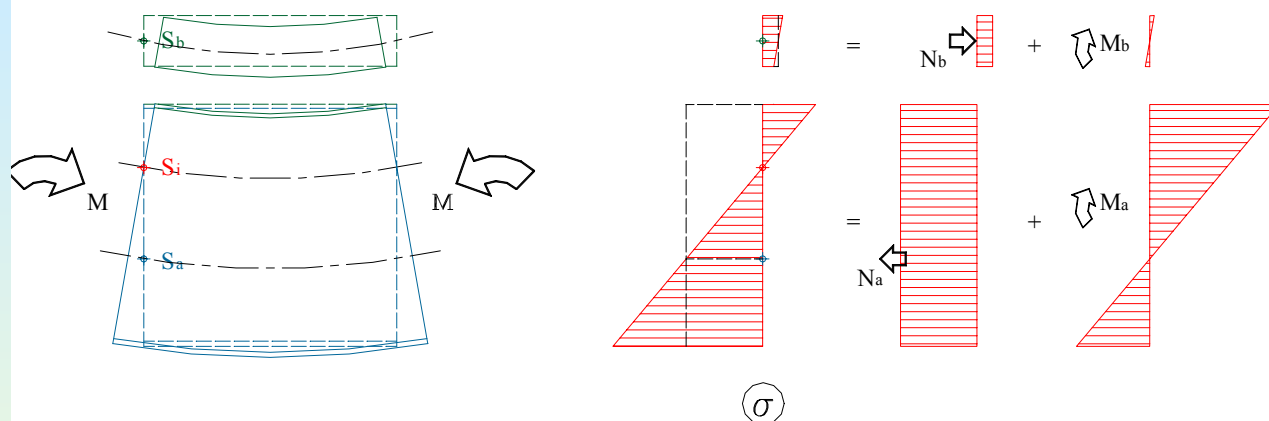


$$J_i = J_a + \frac{J_b}{n} + a_a^2 \cdot A_a + a_b^2 \cdot \frac{A_b}{n}$$

$$J_i = J_a + \frac{J_b}{n} + a_a \cdot a_b \cdot A_i$$

$$\sigma_a = \frac{M}{J_i} \cdot y \quad \sigma_b = \frac{M}{n \cdot J_i} \cdot y$$

A vb lemez és az acéltartó igénybevételei



$$\rho = \frac{1}{R} = \frac{M}{E_i \cdot J_i} = \frac{M_a}{E_a \cdot J_a} = \frac{M_b}{E_b \cdot J_b} = \frac{M_b}{\frac{E_a}{n} \cdot J_b}$$

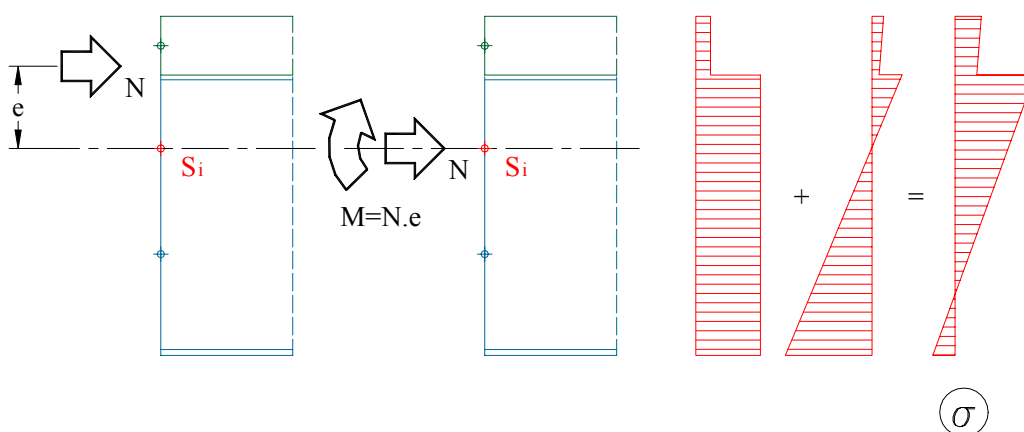
$$\frac{M}{J_i} = \frac{M_a}{J_a} = \frac{M_b}{\frac{J_b}{n}}; \quad M_a = \frac{J_a}{J_i} M; \quad M_b = \frac{J_b}{n \cdot J_i} M;$$

$$N = \frac{1}{a} \cdot (M - M_a - M_b) = \frac{M}{a} \cdot \left(\frac{J_i - J_a - \frac{J_b}{n}}{J_i} \right);$$

$$\sigma_a = \frac{M_a}{J_a} \cdot y_a + \frac{N}{A_a};$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{J_b} \cdot y_b - \frac{N}{A_b}$$

Külpontos nyomás



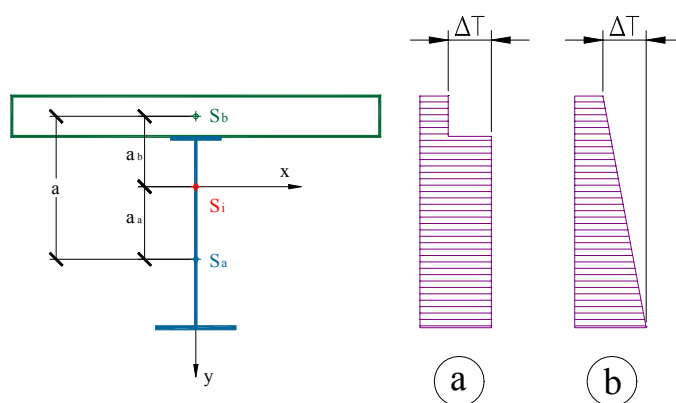
$$M = N \cdot e$$

$$\sigma_a = \frac{N}{A_i} + \frac{M}{J_i} \cdot y$$

$$\sigma_b = \frac{1}{n} \left(\frac{N}{A_i} + \frac{M}{J_i} \cdot y \right)$$

9

Egyenlőtlen hőmérsékletváltozás

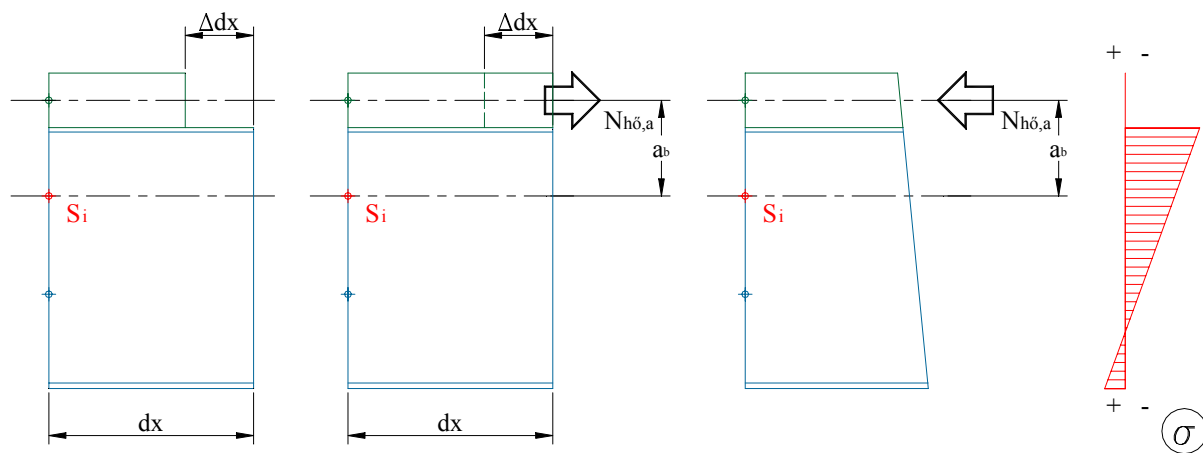


szabályzati előírások:

- statikailag határozott tartókra "a"
- statikailag határozatlan tartókra "b"

10

feszültségek az acéltartóban



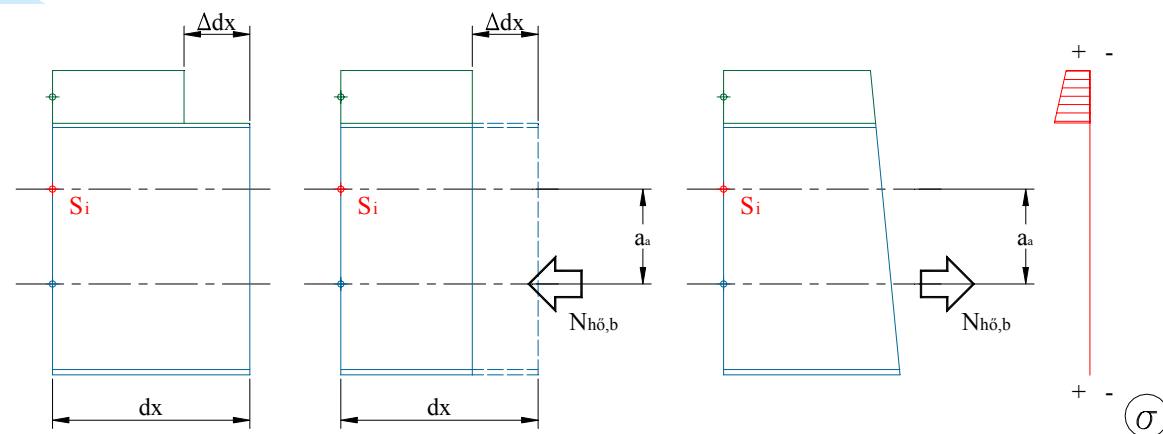
$$\Delta dx = \alpha_T \cdot \Delta T \cdot dx \quad \varepsilon_{h\ddot{o}} = \frac{\Delta dx}{dx} = \alpha_T \cdot \Delta T$$

$$N_{h\ddot{o},a} = \varepsilon_{h\ddot{o}} \cdot E_b \cdot A_b = \alpha_T \cdot \Delta T \cdot E_b \cdot A_b \quad e_a = a_b \quad M_{h\ddot{o},a} = N_{h\ddot{o},a} \cdot a_b$$

$$\sigma_a = -\frac{N_{h\ddot{o},a}}{A_i} + \frac{M_{h\ddot{o},a}}{J_i} \cdot y$$

11

feszültségek a betonlemezben



$$N_{h\ddot{o},b} = \varepsilon_{h\ddot{o}} \cdot E_a \cdot A_a = \alpha_T \cdot \Delta T \cdot E_a \cdot A_a$$

$$e_b = a_a \quad M_{h\ddot{o},b} = N_{h\ddot{o},b} \cdot a_a$$

$$\sigma_b = \frac{1}{n} \left(\frac{N_{h\ddot{o},b}}{A_i} + \frac{M_{h\ddot{o},b}}{J_i} \cdot y \right)$$

12

Zsugorodás

$$\varepsilon_{zs}(t) = \frac{\varepsilon_{zs}}{\varphi_n} \cdot \varphi(t)$$

ε_{zs} függ:

a kötési hőmérséklettől,

az utókezeléstől,

a cement mennyiségétől és minőségétől,

a víztartalomtól,

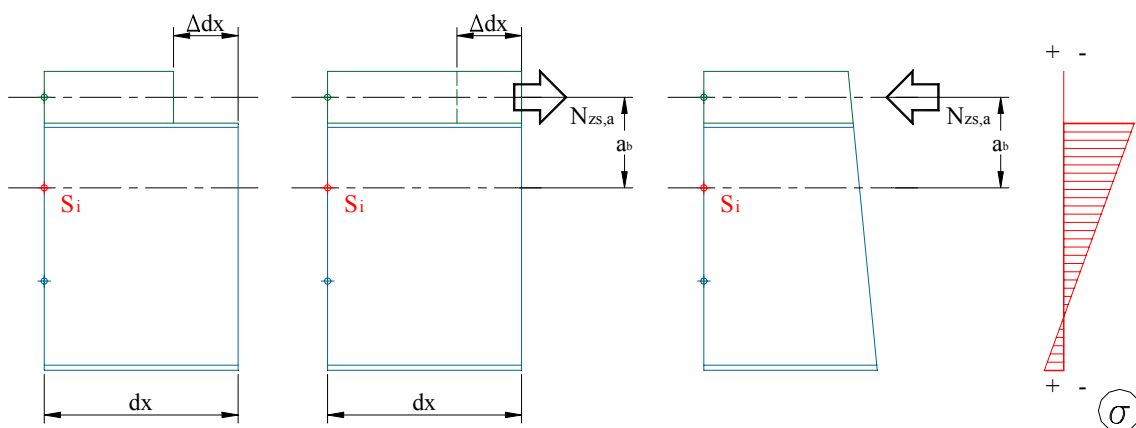
az adalékanyagtól,

a betonacél mennyiségétől.

$$\varepsilon_{zs} = \sim 0,0003$$

13

feszültségek az acéltartóban zsugorodásból



$$\varepsilon_{zs} = \frac{\Delta dx}{dx}$$

$$N_{zs,a} = \varepsilon_{zs} \cdot E_{bi}^{**} \cdot A_b$$

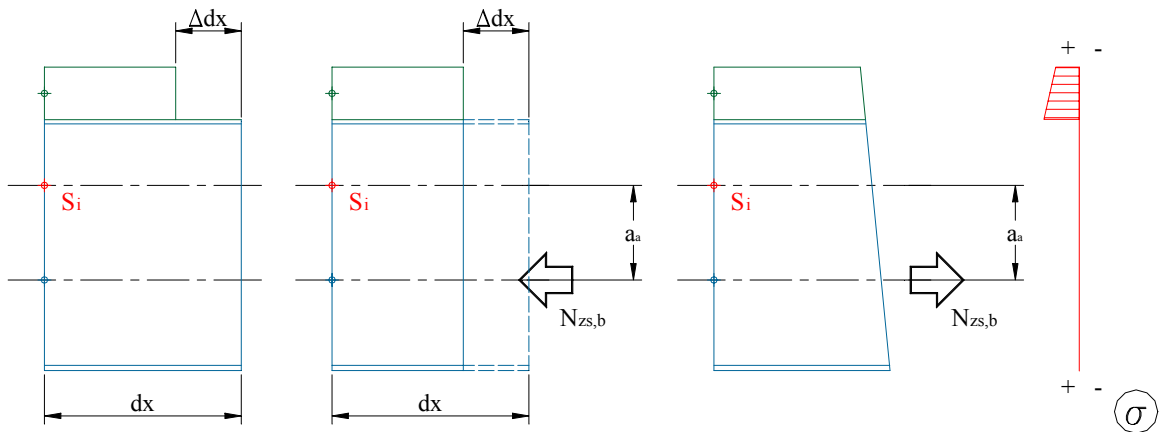
$$e_a = a_b$$

$$M_{zs,a} = N_{zs,a} \cdot a_b$$

$$\sigma_a = -\frac{N_{zs,a}}{A_i^{**}} + \frac{M_{zs,a}}{J_i^{**}} \cdot y$$

14

feszültségek a betonlemezben zsugorodásból



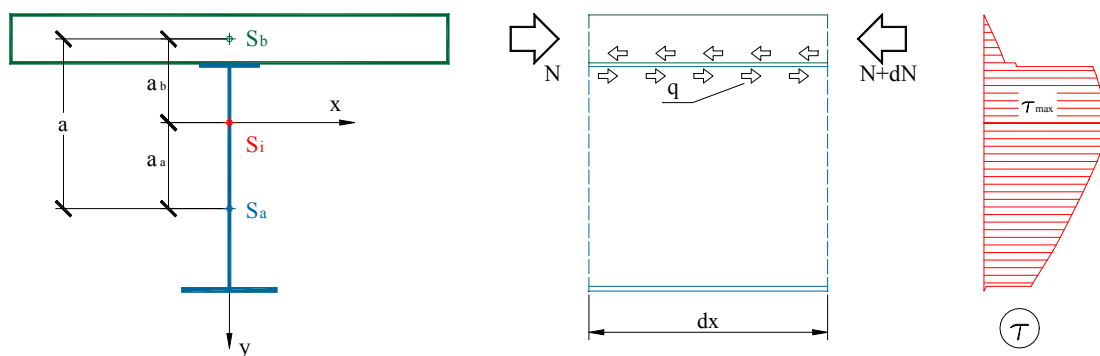
$$N_{zs,b} = \varepsilon_{zs} \cdot E_a \cdot A_a \quad e_b = a_a$$

$$M_{zs,b} = N_{zs,b} \cdot a_a$$

$$\sigma_b = \frac{1}{n} \left(\frac{N_{zs,b}}{A_i^{**}} + \frac{M_{zs,b}}{J_i^{**}} \cdot y \right)$$

15

Nyírás



$$q = \frac{dN}{dx}$$

$$\frac{dM}{dx} = T$$

$$N = \frac{a_b \cdot A_b}{n \cdot J_i} \cdot M$$

$$q = \frac{a_b \cdot A_b}{n \cdot J_i} \cdot T$$

$$q = \frac{a_b \cdot A_b}{n \cdot J_i} \cdot \frac{dM}{dx}$$

$$\tau = \frac{T \cdot S_x}{J_i \cdot v_g}$$

16

$$M_{cs} = M_{csb} + M_{csa} \quad \vartheta = \frac{M_{csb}}{G_b \cdot J_{csb}} = \frac{M_{csa}}{G_a \cdot J_{csa}}$$

$$n_{cs} = \frac{G_a}{G_b} \quad J_{csi} = \frac{J_{csb}}{n_{cs}} + J_{csa}$$

$$M_{csb} = \frac{J_{csb}}{n_{cs} \cdot J_{csi}} \cdot M_{cs} \quad M_{csa} = \frac{J_{csa}}{J_{csi}} \cdot M_{cs}$$

$$\tau = \frac{M_{csk}}{J_{csk}} \cdot r$$

$$J_{cs} = \frac{a^3 \cdot b^3}{4 \cdot \eta \cdot (a^2 + b^2)} \quad \eta \cong 0,75 + 0,15 \cdot \frac{b}{a}$$

$$a \gg b$$

$$J_{cs} = \frac{a \cdot b^3}{3}$$

Nyírási rugalmassági tényezők

$$G = E \cdot \frac{1}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

acél:

$$\nu = 0,3$$

$$G_a = 0,385 \cdot E_a$$

beton:

$$\nu = 0,2$$

$$G_b = 0,416 \cdot E_b$$

$$n_{cs} = \frac{G_a}{G_b} = \frac{0,385}{0,416} \cdot \frac{E_a}{E_b} = 0,92 \cdot n$$

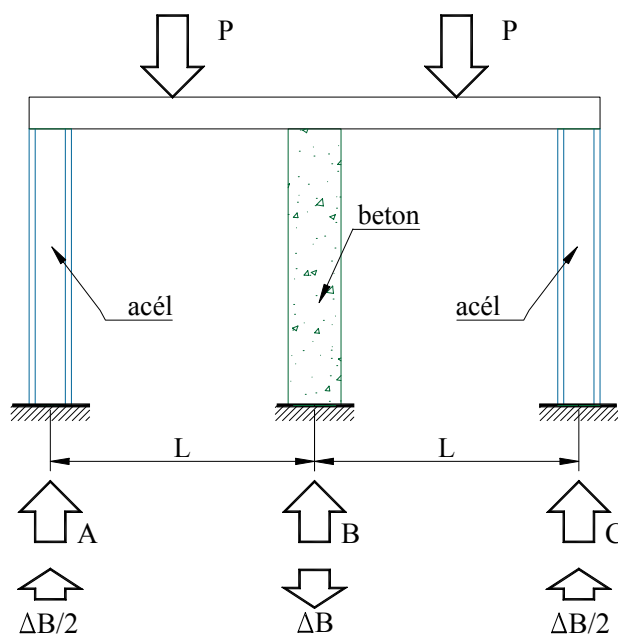
Lassú alakváltozás

■ Lassú alakváltozást okozó - tartós - terhek:

- önsúly,
- zsugorodás,
- feszítőerő,
- földnyomás.

■ Lassú alakváltozás teljes lejátszódása:

- szerkezeti acéloknál 1-2 nap,
- hidegen húzott acéloknál 2-3 hónap,
- betonoknál 3-10 év,
- köveknél, talajoknál néhány évtized.



19

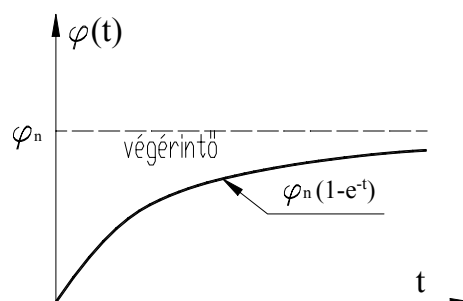
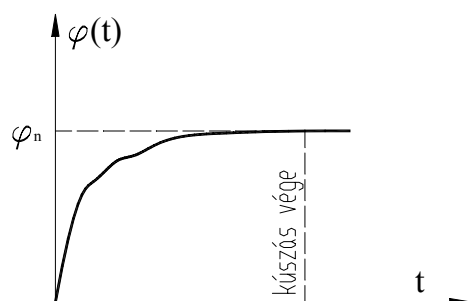
A lassú alakváltozás időbeni lefolyása

$$\varepsilon_t = \varepsilon_0 + \varepsilon_k(t)$$

$$\varphi(t) = \frac{\varepsilon_k(t)}{\varepsilon_0}$$

$$\varepsilon_t = \varepsilon_0 \cdot [1 + \varphi(t)]$$

$$\varphi(t) = \varphi_n \cdot (1 - e^{-t})$$



beton kora (nap)	0	7	14	21	28	45	60	90	180	360
φ_n	4,00	2,55	2,30	2,15	2,00	1,80	1,70	1,50	1,15	0,8

20

A lassú alakváltozás figyelembevétele a beton rugalmassági modulusának megváltoztatásával

$$\varepsilon_t = \varepsilon_0 \cdot [1 + \varphi(t)]$$

$$\varepsilon_0 = \frac{\sigma_b}{E_b} \quad E_{bi} = \frac{E_b}{1 + \varphi(t)} \quad \varepsilon_t = \frac{\sigma_b}{E_{bi}}$$

Fritz:

$$E_{bi} = \frac{E_b}{1 + \psi \cdot \varphi(t)} \quad \psi = \frac{e^{\alpha \cdot \varphi} - 1}{\alpha \cdot \varphi}$$

$$\alpha = \frac{J_b / n + J_a}{(J_b / n + J_a) \cdot \frac{A_i}{A_a} + a^2 \cdot A_b / n}$$

szokásos keresztmetszeteknél

állandó teherre: $\psi_M = \sim 1,1 \rightarrow E_b = E_{bi}^*$

zsugorodásra: $\psi_{zs} = \sim 0,52 \rightarrow E_b = E_{bi}^{**}$

21

A feszültségek összegzése

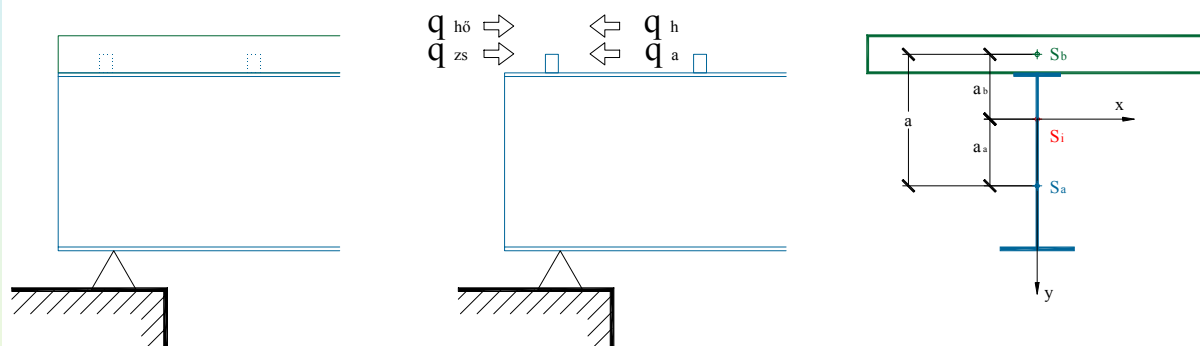
A feszültségeket a $t = 0$ (tartós teher fellépésének időpontja) és a $t = \infty$ időpontra kell kimutatni a betonlemez és az acéltartó szélső szálaiban.

	$t = 0$	$t = \infty$
Rövididejű terhekhez	$E_b = E_{b0}$	$E_b = E_{b0}$
Tartós terhekhez	$E_b = E_{b0}$	$E_b = E_{bi}^*$
Zsugorodáshoz	-	$E_b = E_{bi}^{**}$

A lemezhatásból származó feszültségeket is figyelembe kell venni.

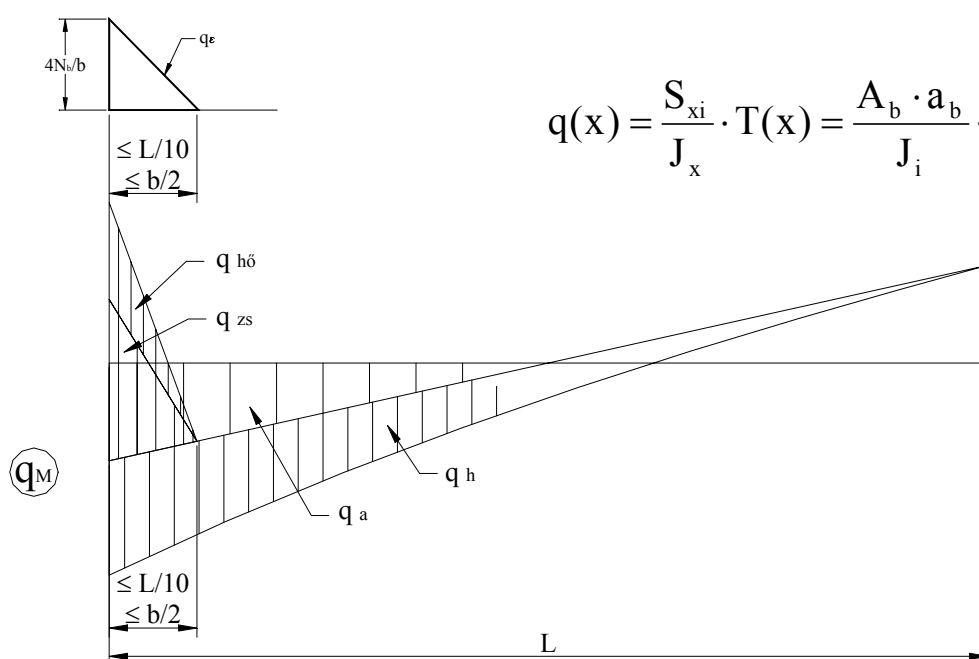
22

A kapcsolatra ható erők



23

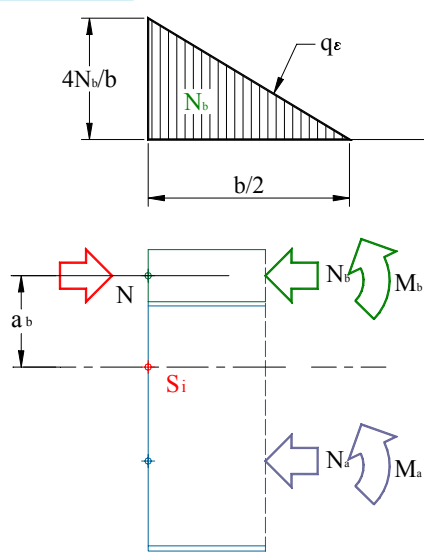
A fajlagos csúszatóerők



$$q(x) = \frac{S_{xi}}{J_x} \cdot T(x) = \frac{A_b \cdot a_b}{J_i} \cdot T(x)$$

24

Zsugorodásból ill. hőmérsékletváltozásból ható fajlagos csúszatóerők a tartóvégen



$$N = N_b + N_a \quad M = M_b + M_a$$

$$M_b = M \cdot \frac{J_b/n}{J_i} = N \cdot a_b \cdot \frac{J_b/n}{J_i}$$

$$M_a = M \cdot \frac{J_a}{J_i} = N \cdot a_b \cdot \frac{J_a}{J_i}$$

$$\sum M_i^{(S_a)} = 0$$

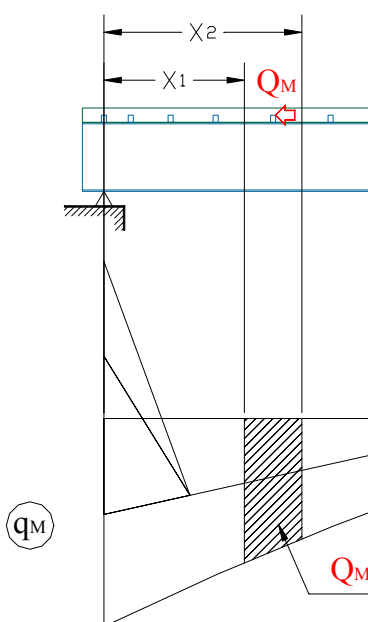
$$-N_b \cdot a + M_b + M_a = 0$$

$$-N_b \cdot a + N \cdot a_b \cdot \left(\frac{J_b/n}{J_i} + \frac{J_a}{J_i} \right) = 0$$

$$N_b = N \cdot \frac{a_b}{a} \cdot \frac{J_b/n + J_a}{J_i} \quad q_{\varepsilon, \max} = \frac{4N_b}{b}$$

25

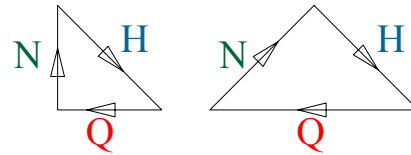
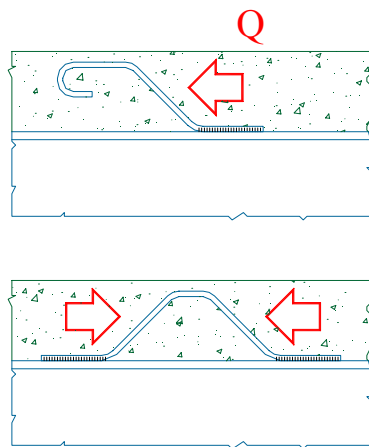
A kapcsolóelemek méretezése



$$Q_M = \int_{x_1}^{x_2} q(x) dx$$

26

Betonacél horgonyok



$$\alpha_N = 90^\circ \rightarrow Q = \frac{H}{\sqrt{2}}$$

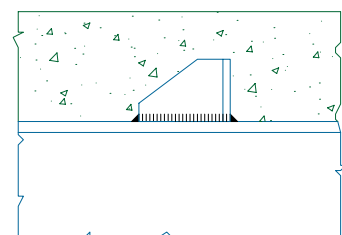
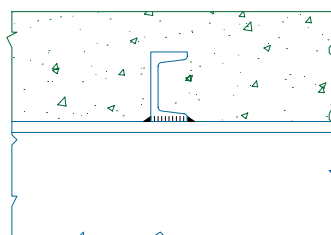
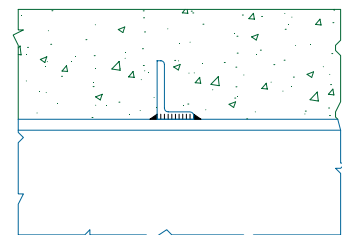
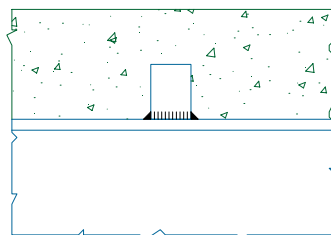
$$\alpha_N = 45^\circ \rightarrow Q = \sqrt{2} \cdot H$$

$$Q = H$$

$$Q_H = H_H = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sigma_{aH}$$

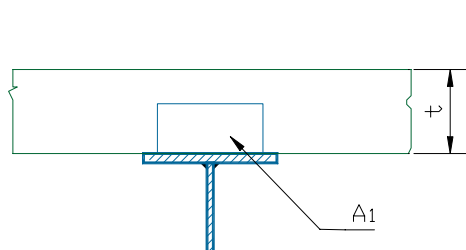
27

Idomacél fogak

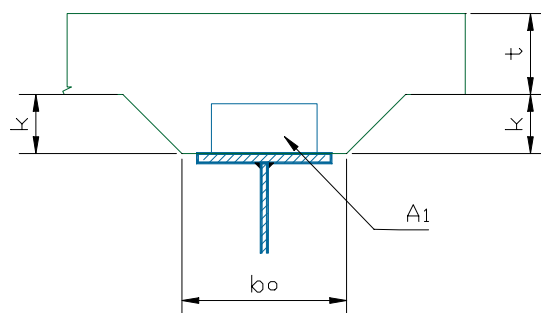


28

Idomacél fogak teherbírása



$$A = 2t^2 \leq 5A_1$$



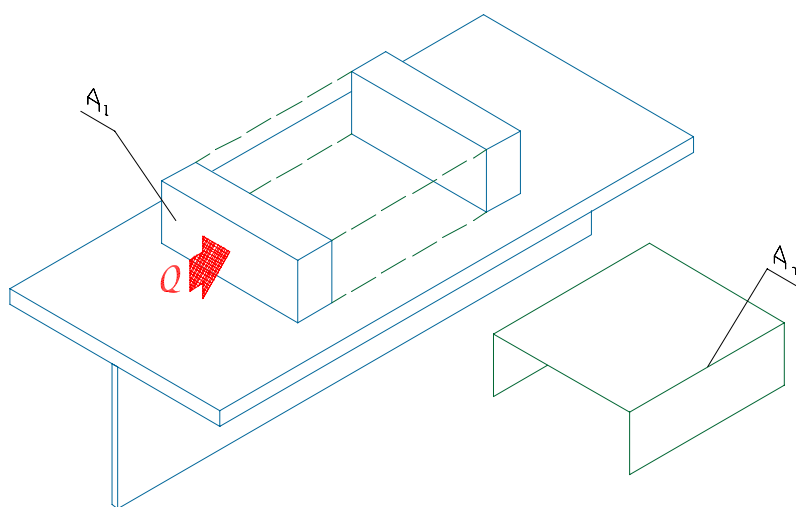
$$A = b_0 \cdot (t + k) \leq 5A_1$$

$$Q_H = A_1 \cdot \sigma_{bH}^*$$

$$\sigma_{bH}^* = \sqrt[3]{\frac{A}{A_1}} \cdot \sigma_{bH}$$

29

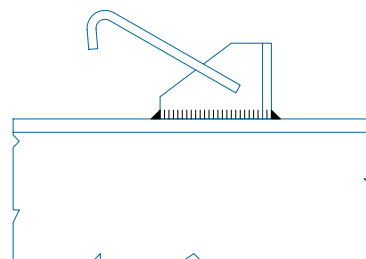
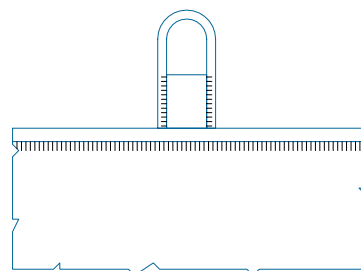
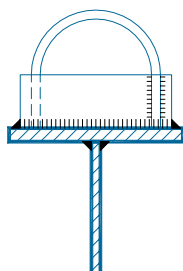
Betonnyírás ellenőrzése



$$\tau = \frac{Q_H}{A_\tau} \leq \tau_{bH}$$

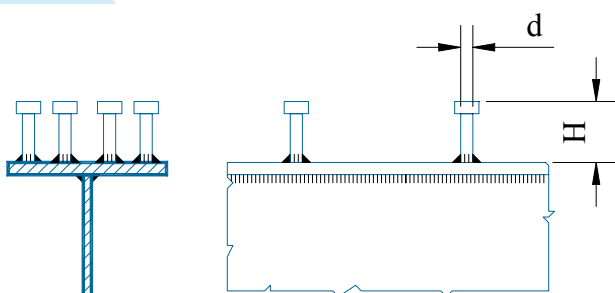
30

Kengyelezett ill. horgonnyal ellátott fog



31

Fejescsap fogazás



Ha $H / d \geq 5$, akkor:

$$Q_m = 1,67 \cdot d^2 \sqrt{\sigma_1} ,$$

Ha $H / d < 5$, akkor:

$$Q_m = 0,333 \cdot d \cdot H \cdot \sqrt{\sigma_1} .$$

H: a csap magassága (cm)

d: a csap átmérője (cm)

σ_1 : a fognyomás alapértéke (MPa)

Q_m : a megengedett erő (kN)

32

Segédjármos szerelési előfeszítés vázlata

