Mechanika II. (szilárdságtan)

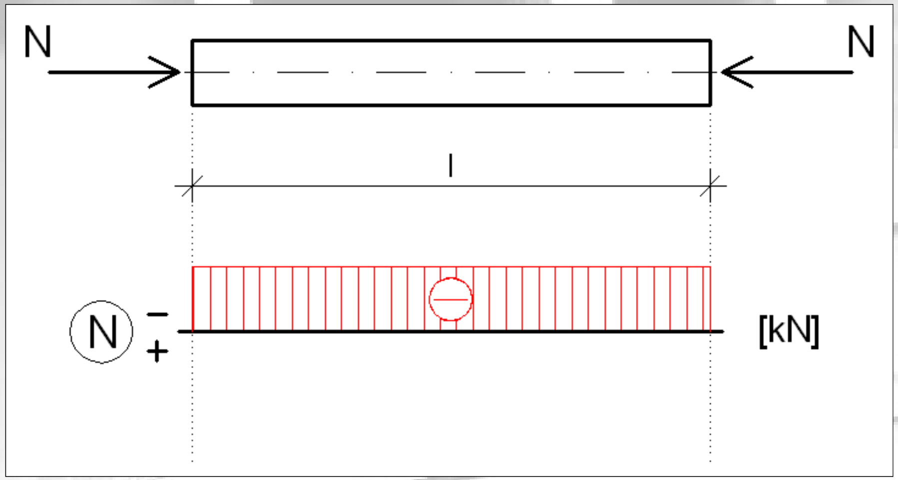
2. előadás

Központos nyomás zömök és karcsú szerkezetek esetén, Euler-féle rugalmas kihajlás

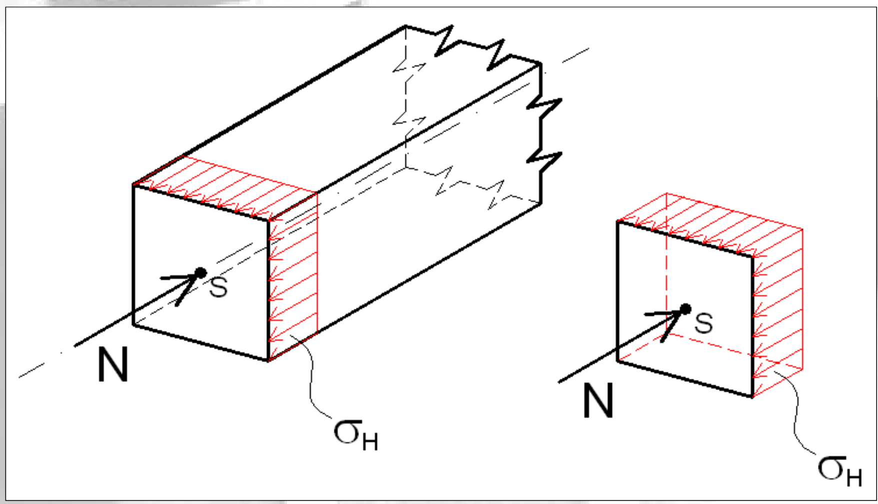
Szabó Imre Gábor
Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar
Építőmérnök Tanszék

1. Központos nyomás

Központos nyomásról beszélünk akkor, ha valamely rúdon a terhelő erő a rúd keresztmetszetére merőleges, rámutat a keresztmetszetre (nyomja a keresztmetszetet) és az erő hatásvonala egybeesik a rúd hossztengelyével.



1. ábra. Tengelyirányú nyomóerő és a belőle kapott normálerő ábra



2. ábra. Nyomófeszültségek keletkezése

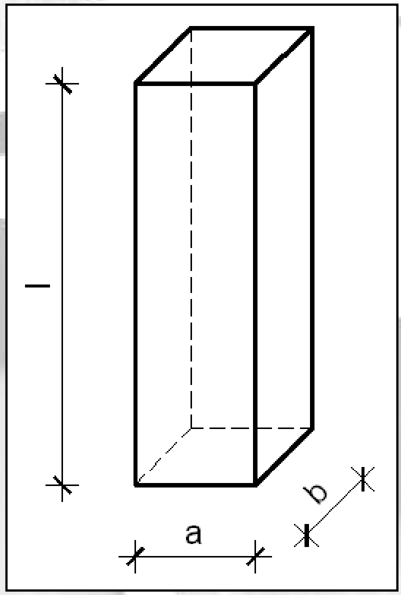
A keresztmetszet minden pontján ugyanakkora nagyságú, a nyomóerővel ellentétes irányú nyomófeszültség keletkezik. A külső erővel a normálfeszültségek eredője tart egyensúlyt.

1.1 A rúd viselkedés és tönkremeneteli módja

A rúd tönkremeneteli módja függ a rúd alakjától és méretarányaitól.

1. Zömök szerkezetek:

$$\text{zömök szerkezet} = \frac{\text{rúdhossz}\,(l)}{\text{keresztmetszet mérete}\,(\mathrm{a}\cdot\mathrm{b})} << 5$$



3. ábra. Zömök szerkezet

A feszültségek és az alakváltozások számítása ugyanúgy történik mint a központos húzás esetében.

$$\sigma = -\frac{N}{A}$$

$$\Delta l = \frac{N \cdot l}{E \cdot A}$$

Összenyomódás keletkezik. A feszültség előjele negatív lesz.

2. Karcsú szerkezetek:

Karcsú szerkezet: rúd hossz (l) >> keresztmetszet mérete (a, b)

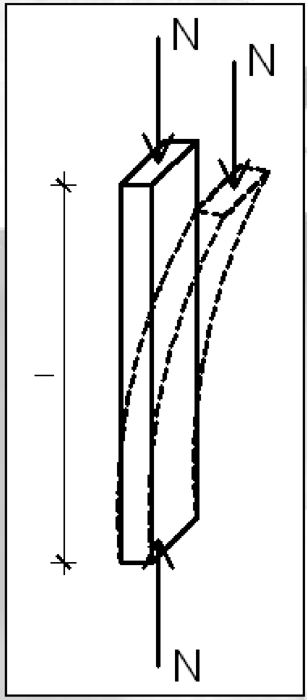
2. Karcsú szerkezetek központos nyomása

A karcsú szerkezetnek három követelménynek kell megfelelnie

- szilárdsági
- merevségi,
- stabilitási követelményeknek.

A karcsú szerkezetek alakváltozása központos nyomás hatására: a rúd meggörbül, kihajlik.

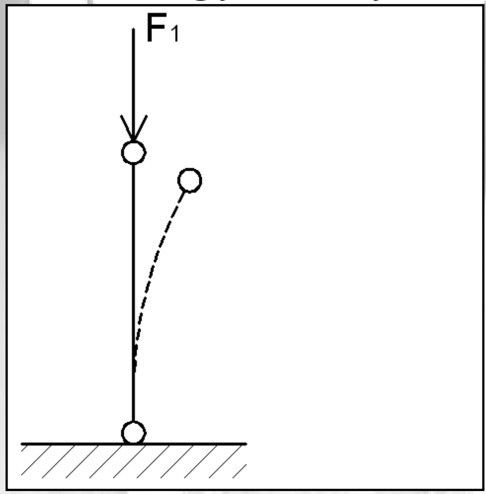
A kihajlás mindig a legkisebb inercia irányába jön létre.



4. ábra. Karcsú szerkezet

2.1 Stabilitás vizsgálatok

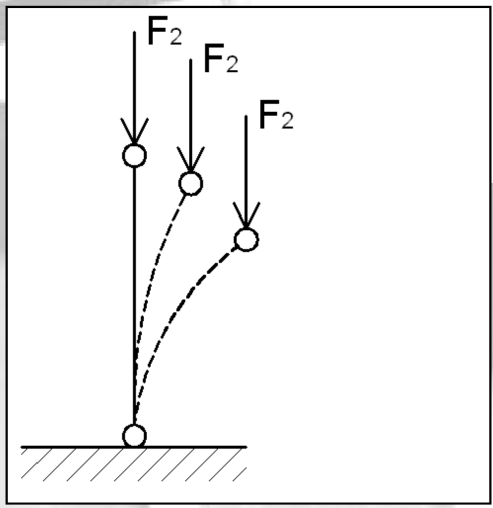
1. Stabil egyensúlyi állapot



5. ábra. Stabil egyensúlyi állapot

A rúd eredeti helyzetében egyensúlyban van. „F_1” erő folyamatos hatása közben a rudat kimozdítjuk eredeti helyzetéből, majd elengedés után a rúd képes visszatérni eredeti helyzetébe

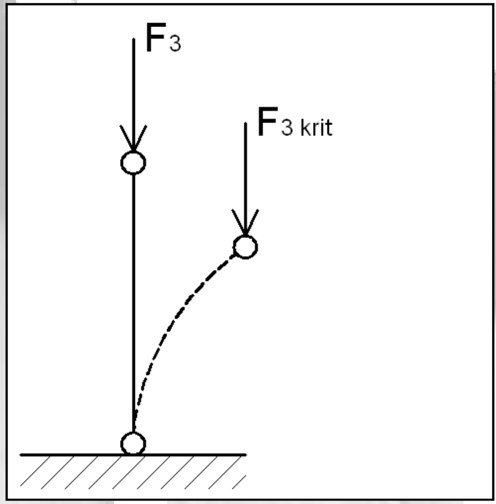
2. Labilis egyensúlyi állapot



6. ábra. Labilis egyensúlyi állapot

A rúd eredeti helyzetében egyensúlyban van. „F_2” erő folyamatos hatása közben a rudat kimozdítjuk eredeti helyzetéből, majd elengedés után a rúd meggörbül, nem viseli el a terhet, egyre nagyobb lesz a kihajlás, míg végül tönkremegy.

3. Indifferens állapot

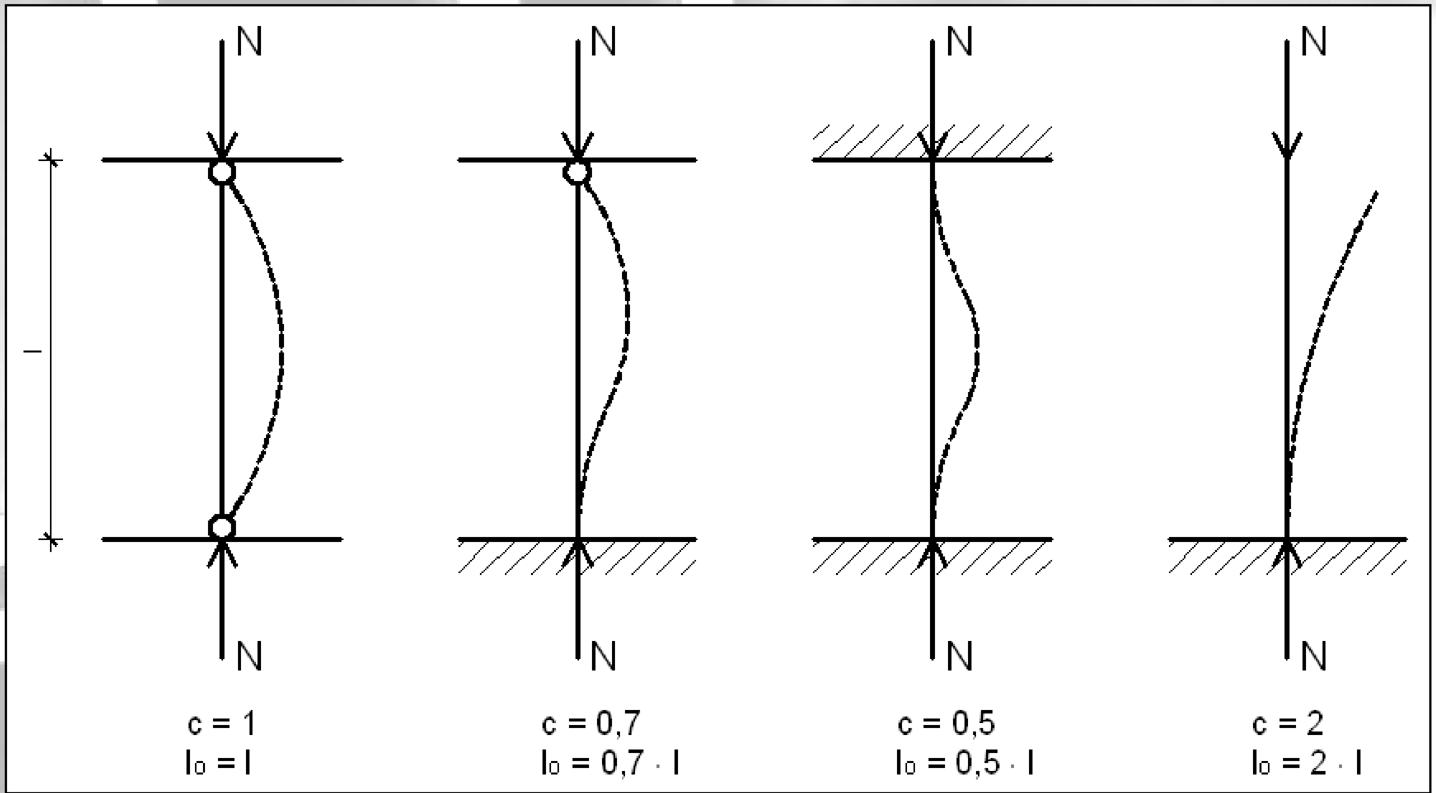


7. ábra. Indifferens állapot

A rúd eredeti helyzetében egyensúlyban van. „F_3” erő folyamatos hatása közben a rudat kimozdítjuk eredeti helyzetéből, majd elengedés után a rúd nyugalomban marad, leadja a terhet, nem képes visszatérni eredeti helyzetébe, de nem is megy tönkre.

2.2 Karcsúságok

A különböző rögzítési módok más-más kihajlási alakot eredményeznek. Minden kihajlási alakhoz tartozik egy *c*-vel jelölt érték, amely az l_o kihajlási hossz számításához szükséges.



8. ábra. Karcsúságok

A méretezés lépései:

- kihajlási hossz megállapítása: l_o (esetleg külön tengelyekre vonatkoztatva: l_{ox}, l_{oy})
- Inercia kiszámítása: I_x, I_y
- Inerciasugár kiszámítása: i_x, i_y

Inerciasugár számítása:

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

ahol: i_x, i_y – „X" és „Y" irányú inerciasugár;

I_x, I_y – a keresztmetszet tehetetlenségi nyomatéka (inerciája) „X" és „Y" tengelyekre;

A – a keresztmetszet felülete.

Karcsúsági tényező(k) kiszámítása:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y}$$

ahol: λ_x, λ_y – karcsúsági tényező;

l_{0x}, l_{0y} – kihajlási hossz;

i_x, i_y – „X” és „Y” irányú inerciasugár.

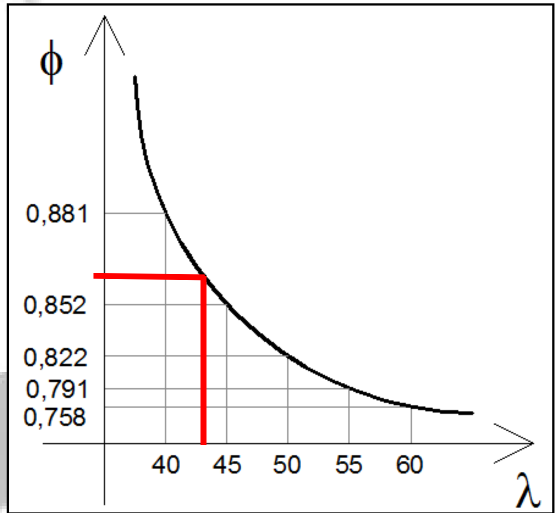
A nagyobb karcsúsági tényező (λ_{max}) segítségével (ϕ_λ) karcsúsági csökkentő tényező meghatározása interpolálással történik.

A számításhoz szükséges táblázatokban általában a λ karcsúsági tényező értéke 5-ös, vagy 10-es lépcsőzéssel van megadva, ezért szükséges az egy egységhez tartozó függvényváltozást meghatározni, majd utána a ϕ csökkentő tényező már számítható.

Példa interpolálásra:

$\lambda_{max} = 43{,}22$

λ	ϕ
40	0,881
45	0,852
50	0,822
55	0,791
60	0,758



9. ábra. Példa interpolálásra

$$\varphi = 0{,}881 - \frac{0{,}881 - 0{,}852}{5} \cdot 3{,}22 = 0{,}863$$

Ennyivel tér el a 43,22 a 40,00-től.

Határerő kiszámítása:

$$\boxed{N_H = \varphi \cdot A \cdot \sigma_H}$$

ahol: N_H – határerő;

ϕ – csökkentő tényező;

A – a keresztmetszet felülete;

σ_H – a normálfeszültség határértéke.

Felhasznált irodalom

ARNOLD ILDIKÓ, HAJÓSNÉ TEMESI ESZTER: *Mechanika 2. – szilárdságtan −*. Janus Pannonius Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Főiskola, Pécs, 1998.

DR. SALÁT GÉZA: *Szilárdságtani példatár*. Pollack Mihály Műszaki Főiskola, Építőipari Kar Tartószerkezetek Tanszék, Pécs, 1974.

SZAKÁCS JÓZSEF, NAGY ZOLTÁN: *Mechanika. Módszertani útmutató és példatár II. évfolyam Magas− és Mélyépítő szakos levelezős hallgatók részére 2−3−4. konzultáció*. Pollack Mihály Műszaki Főiskola Építőipari Kar, Pécs, é.n.