

# Előregyártott körgyűrű keresztmetszetű oszlopokból kialakított többszintes vázszerkezet csomópontjainak vizsgálata

*Dr. Kiss Zoltán, Becski Álmos*  
Kolozsvári Műszaki Egyetem

*Ebben a munkában a két szerző a körkeresztmetszetű oszlopok felhasználásával kialakított vázszerkezetek csomópontjainak vizsgálatával foglalkozik.*

*Az oszlopok gazdaságos kivitelezése, valamint a szerkezetnek az oszlopokhoz való kapcsolódása kérdéseire próbálnak megfelelő választ adni.*

## 1. Bevezető

A hagyományosan előregyártott vasbeton szerkezetek használata ma már egy jól bejáratott rendszer. Ha viszont, a napjainkban oly divatos kör keresztmetszetű oszlopokból szeretnénk többszintes, előregyártott vázszerkezetet kialakítani, akkor egész sor legyőzhetetlennek tűnő technikai nehézséggel találjuk magunkat szemben. Az első kérdés, hogyan tudjuk ezen oszlopokat gazdaságosan előregyártani, a második pedig, hogy ha ezek valamilyen módon elkészültek, akkor hogyan kapcsoljuk össze őket.

A jelen tanulmány ezekre a kérdésekre szeretne választ adni.

A körgyűrű keresztmetszetű oszlopok előállítására egy igen hatékony módszer a pörgetés. A pörgetés- mint tömörítési mód - nagy fordulatszámú forgatás centrifugális erőhatása útján hozza létre az összefüggő betonállományt. A tömörítéstől nagymértékben függenek a beton fizikai és mechanikai jellemzői (pl. szilárdsága), valamint az elem felületének finomsága, kopásállósága és zártsága.

A tömörítés hatékonysága mellett, fontos szerepet játszik ennek a műveletnek a gazdaságossága,

az előregyártási idő csökkentése és ebből kifolyólag a termelékenység növekedése.

Egy új típusú kapcsolati megoldást mutatunk be, ahol a kapcsolati elem is körgyűrű keresztmetszetű és szintén pörgetéssel állítják elő. (1. ábra)

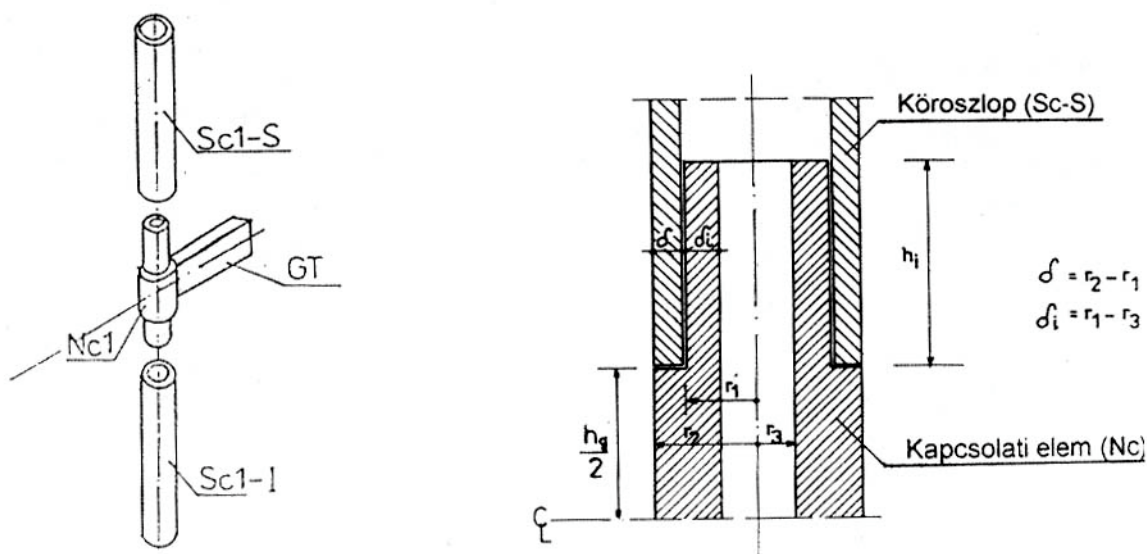
Az Nc-nek elnevezett csomóponti elem segítségével az előregyártott keretszerkezet egyszerűen és könnyen állítható össze. A kapcsolati elem különböző terhelési stádiumokban történő viselkedését analitikusan és kísérleti úton is tanulmányoztuk.

## 2. Numerikus vizsgálat

A végeelem módszeren alapuló számítási modell a kísérleti tesztelésnek alávetett próbaelem mintájára készült el. A kapcsolati elem geometriai jellemzői:

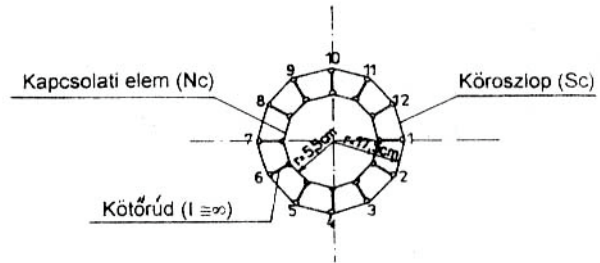
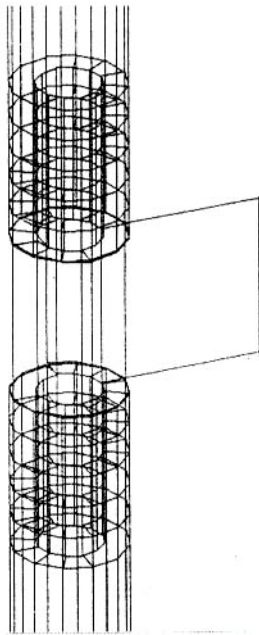
$$\left. \begin{array}{l} r_2 = 10,0 \text{ cm} \\ r_1 = 7,5 \text{ cm} \\ r_3 = 3,5 \text{ cm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \delta = 2,5 \text{ cm} ; \quad h_i = 20 \text{ cm} \\ \delta_i = 4,0 \text{ cm} ; \quad h_g = 20 \text{ cm} \end{array}$$

A számítási modellt a következőképpen alakítottuk ki:



1. ábra

Körgyűrű keresztmetszetű oszlopok kapcsolódása



2. ábra

*Az egymásra csúsztatott részek felosztása és modellezése*

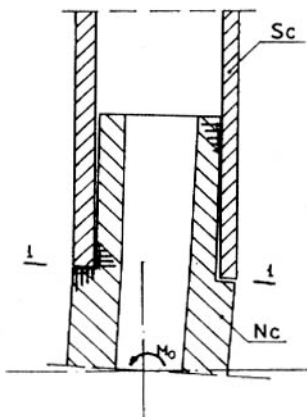
A csatlakozás hosszán az oszlopot (Sc) és a kapcsolati elemet (Nc) vízszintes síkokkal 5 egyforma gyűrűszakaszra osztottuk.

A gyűrűszakaszok szerepét egy-egy sokszög keresztmetszet (poligon) veszi át (2. ábra).

A poligon oldalai egyenes tengelyű, állandó keresztmetszetű rúdelemek, melyeknek keresztmetszeti jellemzőit (felület, nyírási felület, tehetlenségi nyomaték) a felosztás függvényében határoztuk meg.

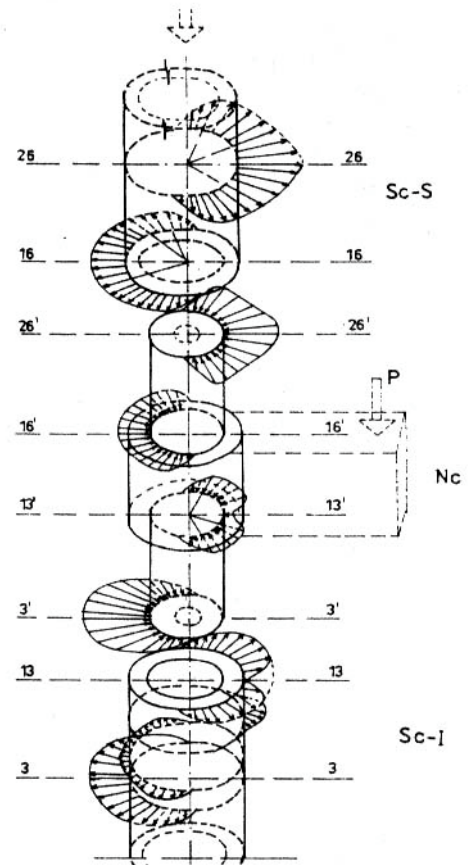
A számítási és kísérleti modell megtámasztási viszonyai és terhelése azonos.

A két csatolandó elemet modellező poligon csúcsai közé nagy merevségű, sugárirányú kötőelemeket iktattunk úgy, hogy ezek csatlakozása a poligon csúcsaihoz gömbcsuklóban történik.



3. ábra

*A kapcsolatra jellemző igénybevételek*

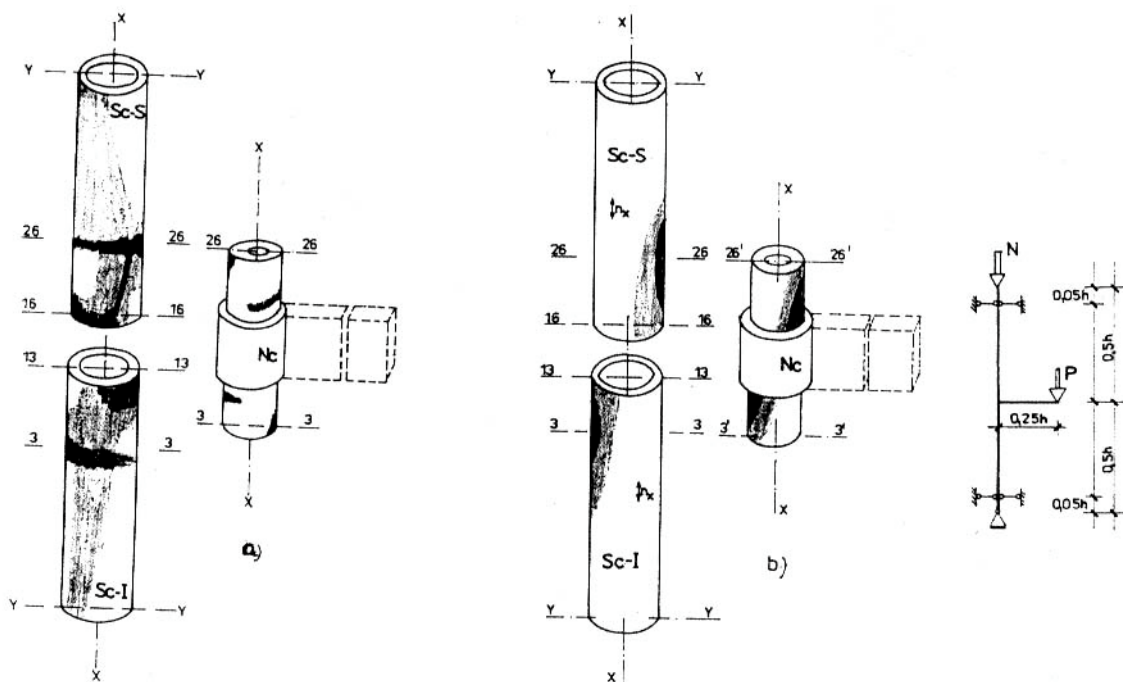


4. ábra

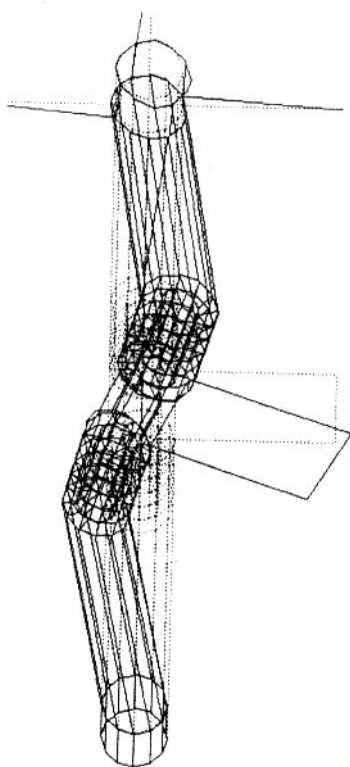
*A kontaktfeszültségek elhelyezkedése a kapcsolatban*

Mivel az oszlop (Sc) és a kapcsolati elem (Nc) között csak nyomóerők jöhetnek létre (3. ábra), azokat a kötőrudakat amelyekben húzás jelent meg egy első számítási ciklus után kiiktattuk.

A számítás iteratív volt, valahányszor húzás jelent meg valamelyik kötőrudban, azt kiküszöböltük, addig, amíg mindenik kötőelemben nyomóerőt kaptunk.



5. ábra  
 $n\phi$  vízszintes húzóerők (a) és  $n_x$  függőleges húzóerők



6. ábra  
A számítási modell alakváltozása

A 4. ábrán az igénybevétel során ébredő sugárirányú kontaktfeszültségek láthatók az alsó (Sc-I) és felső (Sc-S) oszlopvégeken illetve a kapcsolati elemen (Nc). Az 5. ábra a kapcsolatban keletkező vízszintes ( $n_\phi$ ) valamint függőleges ( $n_x$ ) húzóerőket szemlélteti, a sötétebb árnyalattal a nagyobb feszültségeket jelöltük.

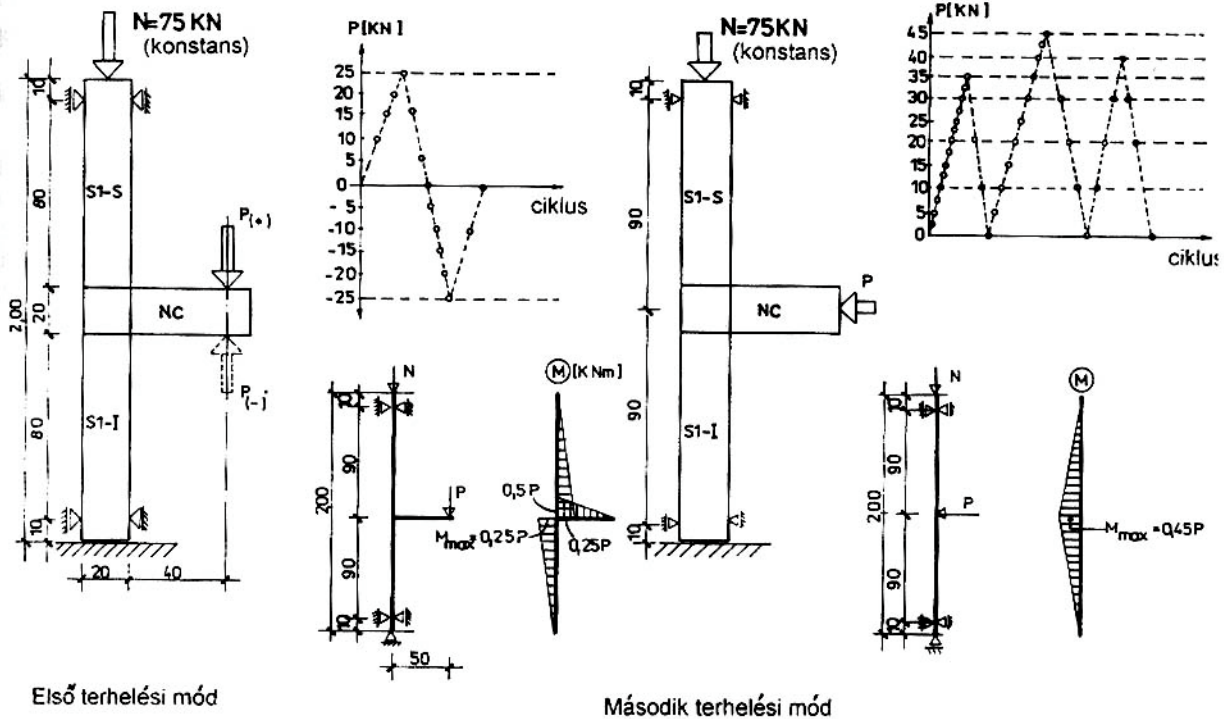
A kapcsolási elem számítási modelljének alakváltozása a 6. ábrán látható.

### 3. Kísérleti vizsgálat

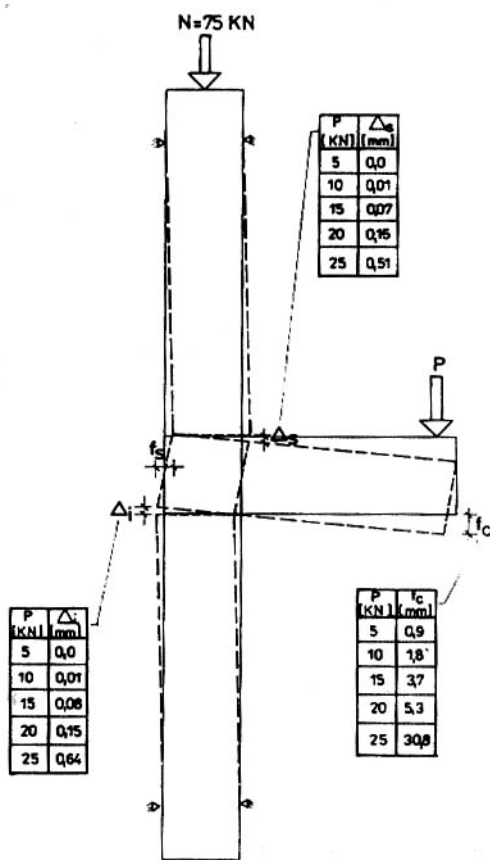
A kísérleti program egy háromszintes ( $H=3 \times 3,3$  m), egynyílású ( $L=6,0$  m) keret és egy különálló csomópont vizsgálatára terjedt ki. A kísérleti modellek 1:3-as arányban készültek el.

A kísérleti tesztelésben figyelemmel kísértük a keretet, mint egységet, valamint a vázat alkotó elemek különálló viselkedését is a használati (alakváltozási és repedéstágassági) illetve teherbírási határállapotban.

A csomópontot függőleges helyzetben próbáltuk egy merev acél terhelőkeretben. A különböző igénybevételek tanulmányozása érdekében a csomópontot két erővel (N és P) terheltek két különböző módon.

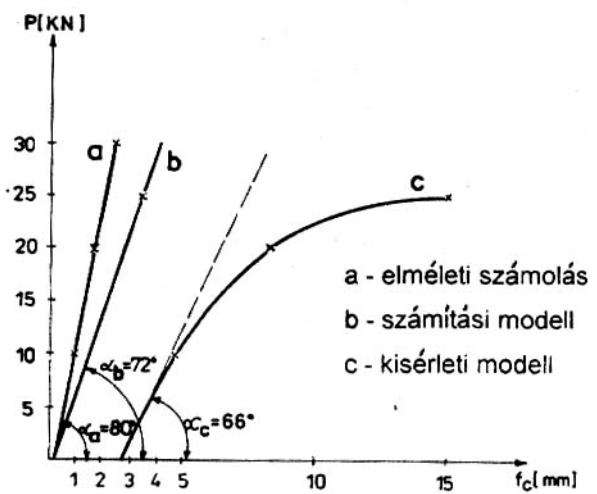


7. ábra  
A kísérleti modell



8. ábra  
A kapcsolat elemeinek kihajlása

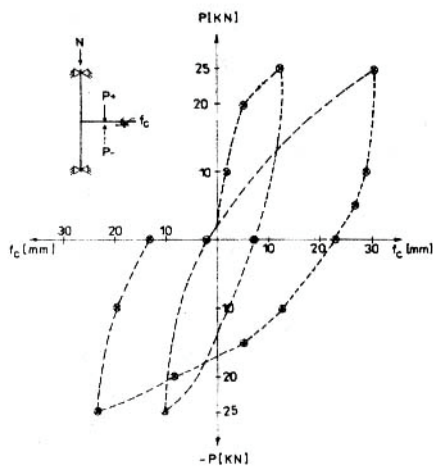
Az első terhelési módban a kapcsolati elem viselkedését követtük a használati igénybevétel szintjéig, míg a másodikban a törésig. (7. ábra) A 8. ábra a kapcsolat komponenseinek a kihajlását szemlélteti az első terhelési módban, a 9. ábra pedig a konzol lehajlását mutatja be az oldalsó P erő növekedésének függvényében. A kísérleti eredmények (C görbe) figyelembe veszik a képlékeny alakváltozásokat is.



9. ábra  
A konzol lehajlása a P erő függvényében



A P oldalero hatására a konzol csúcsa kb. 2,5 mm-es azonnali lehajlást szenvedett, ami a kapcsolt elemek egymáshoz viszonyított helyzetváltozásának következménye.



10. ábra

Erő-lehajlás diagramm az első terhelési módban

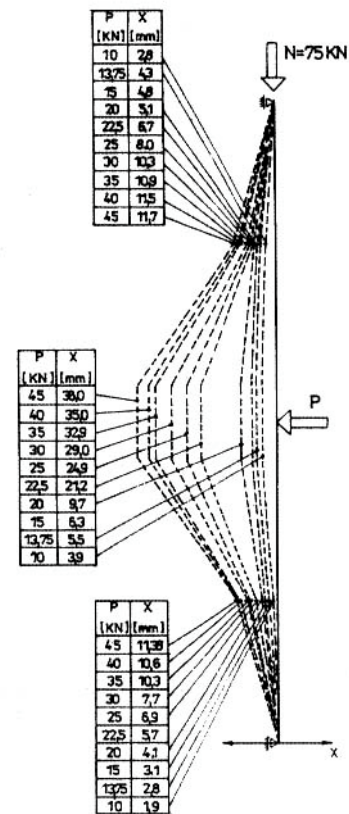
A 10-es ábrán egy erő-lehajlás diagramm látható az első terhelési szakaszra vonatkozóan. A diagrammok allűrjének összehasonlítása hasonló viselkedésre enged következtetni a csúsztatott és monolit csomópontok között. A 10 kN-os oldalero hatására a kapcsolati hézagok a nyújtott ívben megnyíltak  $\Delta=0,01$  mm-el. Ebben a terhelési fázisban nem jelentek meg egyéb repedések.

A 11. ábra a csomópont alakváltozását mutatja be a második igénybevételi módban. A 22,5 kN nagyságú oldalero hatására hirtelen növekedés állt be a kihajlásban, mivel a 13' illetve 16'-os metszetekben jelentkező repedések maguk után vonták a kapcsolat merevségének csökkenését. A törés pillanatában a hézagok maximális tágassága elérte a 12 mm-t. Az oszlopokban az első repedések 30 kN-os oldalsó igénybevételnél jelentkeztek. A 12. ábrán a maximális repedéstágasságok láthatók az oszlopvégen (palástfelszín) illetve a kapcsolati elemen.

A 26-os metszetben mért legnagyobb vízszintes feszültség értéke megközelítőleg megegyezik a számítási modell eredményével.

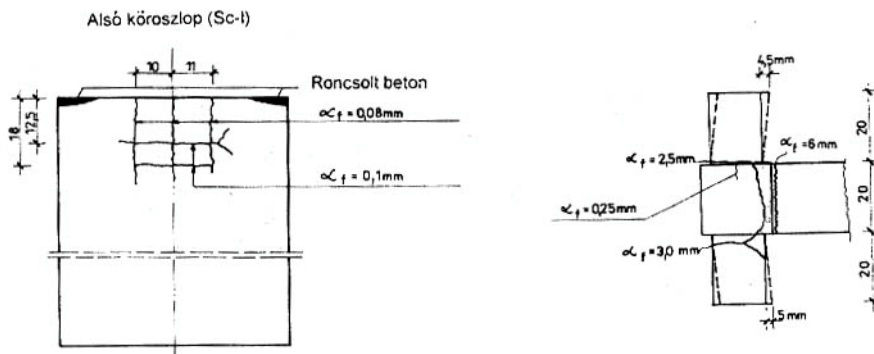
#### 4. A kapcsolat gyakorlati számítása

A kapcsolatot két lépésben számoljuk:  
- először az oszlopokat és tartókat méretezzük a statikai számolás során kapott igénybevételekre;



11. ábra

A csomópont alakváltozása a második terhelési módban



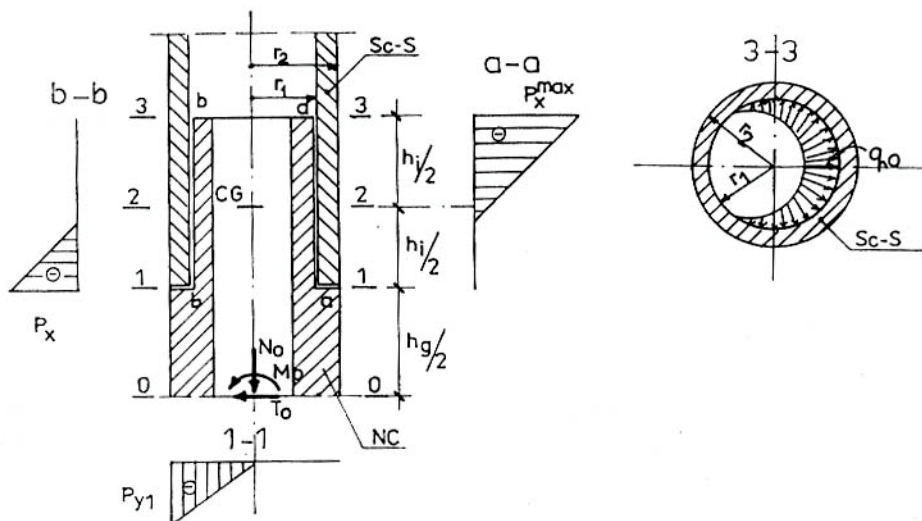
12. ábra

A maximális repedéstágasságok a kapcsolt elemeken

- másodszer a kapcsolódó elemek egymásra csúsztatott részeit méretezzük.

A kapcsolódó elemek méretezése a következőképpen történik:

a) az oszlopvég és a kapcsolati elem összedugási hosszának  $h_i$  meghatározása (ez abból a feltételből történik, hogy az oszlopban ébredő  $n_\phi$  gyűrűirányú húzófeszültségeket a beton keresztmetszet vegye át).



13. ábra

A kontaktfeszültségek változása a kapcsolatban

$$p_x^{\max} = \frac{6}{h_i^2} \left( M_0 - \frac{2r_2}{3} N_0 + T_0 \frac{4h_i + 3h_g}{6} \right)$$

d.) A gyűrűirányú húzóerők maximális értékének megállapítása a  $p_x^{\max}$  függvényében:

$$n_\phi = 0,617 p_x^{\max}$$

e) Az  $n_\phi$  húzóerők átvételére szükséges húzott acél mennyiségének kiszámítása, amit egy vagy két acélgyűrű (abroncs) formájában az oszlopvégeken helyezünk el:

$$A_a = 0,04 \pi \frac{h_i p_x}{R_a}$$

f) A csavarvonal alakú keresztvasalás meghatározása:

$$A_s = \frac{p_x^{\max} \cdot s}{2 \pi R_{as}}$$

ahol:  $R_a$  - a betonacél határfeszültsége

$s$  - a csavar alakú kengyel menetmagassága

$R_{as}$  - a kengyelacél határfeszültsége

Az ily módon kiszámított keresztvasalást legalább  $2h_i$  -nak megfelelő szakaszon kell elhelyezni.

b) A kapcsolat jó működéséhez egy minimális normálerő szükséges, amit abból a feltételből állapítunk meg, hogy a kapcsolati elem alapján várható repesztő nyomaték értéke nagyobb vagy egyenlő legyen a külső terhelésekből származó használati nyomaték értékénél.

c.) A kontaktfeszültségek szélső értékének meghatározása (13. ábra).

## 5. Következtetések

A kísérleti kutatások kimutatták a kapcsolati elemek jó viselkedését úgy használati, mint teherbírási határállapotban. A kísérleti eredmények bizonyították, hogy a tanulmányban bemutatott kísérleti elemek viselkedése hasonló a hagyományos úton előállított csomópontokéval.

## Irodalom

1. Kiss Z.: Elemente centrifugate din beton armat pentru structuri - Doktori disszertáció. Kolozsvár, 1997. december.
2. Kiss Z., Onet T., Becski Á: Theoretical and Experimental Studies on Stress-strain State of Multistorey Frame Connections, Kosice, Slovakia. 20-22. 1998.