

TÉGLAPILLÉREK MEGERŐSÍTÉSÉNEK SZÁMÍTÁSA

VASBETON-, ILL. IDOMACÉLKÖPENYES MEGERŐSÍTÉS

Jelölések:

- ϕ a pillér kihajlási tényezője
- σ_{fh} a téglafal határfeszültsége. Sérült, vagy repedezett téglapillér esetén:
0,76 σ_{fh} [kp/cm²]
- σ_{vh} az acél határfeszültsége. [kp/cm²]
- σ_{bh} a beton határfeszültsége. [kp/cm²]
- p** a vízszintes vasalás térfogatának és a téglapillér térfogatának aránya [%]
- F_v** a hosszirányú vasbetétek keresztmetszeti területe.
- F_b** a dolgozó beton terület.
Ennek értéke bevéselt pillér esetén a pillér keresztmetszeti területe, vasbetonköpeny esetén pedig a szélső vízszintes vasaláson belüli ún. „magkeresztmetszet” /mint csavart, kengyeles vb. pillérnél/.
- F_t** a téglapillér keresztmetszeti területe. Bevéselt pillér esetén célszerű a vésési elroncsolódás miatt a bevéselt pillér keresztmetszeti területéből a bevésési területet levonni a téglapillér keresztmetszetéből. Ez kb. 3-6 cm lehet a téglafal minőségétől függően.
- m_a** a hosszvasalás hatásosságát kifejező tényező.
- m_b** a beton hatásosságát kifejező tényező.
- α a hosszirányú erősítés hatásosságát kifejező tényező, a téglapillér kihasználásának függvényében. Ha az erősebben terhelt téglapillért megerősítjük és tovább terheljük, a téglafal törése már előbb bekövetkezhet, mint hogy a megerősítés teljes mértékben dolgozna. Ezt fejezi ki az α tényező.

Értéke biztonságos jó közelítéssel, a beton zsugorodását is figyelembe véve:

$$\alpha = \sqrt{1 - \frac{\sigma_0}{\sigma_{fH}}}$$

képletből számítható, ahol σ_0 a megerősítés időpontjában a téglafalban lévő tényleges feszültség.

k a pillér oldalméreteinek arányától függő tényező. Ha a pillér hosszabb és rövidebb **a/b** oldalainak aránya **2**-nél kisebb, **k=1**. Ha **a/b** kettőnél nagyobb, **k<1**.

Közeliítően felvehető, hogy **a/b > 2** esetben

$$k \approx \frac{2b}{a}$$

A pillérek kihajlás nélküli átlagos törőszilárdsága az Építéstudományi Intézet szerint a következő képletből számítható, ha **T** a téгла, és **H** a habarcs szilárdsága:

$$\sigma_{\text{törő}} = \sqrt{T} \left(1,5 + \sqrt{\frac{H}{20}} \right) \quad [\text{kp/cm}^2]$$

Vasbetonköpenyes megerősítés

A köpeny vastagsága a pillér oldalméretének egytizede, de legalább 6 cm. Ez esetben **n=1**. Ha a v falvastagság a pillérszélesség egyhuszada, de nagyobb, mint 6 cm, **n=2**. A közbenső értékek interpolálandók.

A határerő:

$$N_H = \varphi \left[\left(\sigma_{fH} + \frac{3kp}{1 + np} \cdot \frac{\sigma_{vH}}{100} \right) F_t + \alpha (m_b \cdot \sigma_{bH} \cdot F_b + m_a \cdot \sigma_{vH} \cdot F_v) \right]$$

Az m_a és m_b tényezők értékei:

	A teher az erősítő szerkezeteket közvetlenül	
	terheli	<u>nem</u> terheli
m_a	0,70	0,20
m_b	0,90	0,35

Cementrabitzköpenyes megerősítés

A köpeny vastagsága kisebb, mint 6 cm.

$$N_H = \varphi \left(\sigma_{FH} + \frac{2,8kp}{1 + 2p} \cdot \frac{\sigma_{VH}}{100} \right) F_t$$

Idomvasköpenyes erősítés

A téglapillér sarkaira habarcsba helyezett szögvasak laposvassal való összekötése. A laposvaskötések távolsága kisebb legyen az oldalméretnél, illetve 50 cm-nél ma 1.2 pont szerint.

$$N_H = \varphi \left[\left(\sigma_{FH} + \frac{2,5kp}{1 + 2,5p} \cdot \frac{\sigma_{VH}}{100} \right) F_t + \alpha \cdot m_a \cdot \sigma_{VH} \cdot F_V \right]$$

Vasbeton pillérrel való erősítés (bevésett, vagy melléhelyezett vasbetonpillér)

A 1.2 esetből a köpeny vízszintes hatását kifejező tag elhagyásával számítjuk N_H értékét.

Az m_a és m_b értékeket az 1.2 pont szerint vesszük:

$$N_H = \varphi \left[\sigma_{FH} \cdot F_t + \alpha (m_b \cdot \sigma_{bH} \cdot F_b + m_a \cdot \sigma_{VH} \cdot F_V) \right]$$

Acélpillérrel való megerősítés

Az 1.4 esetből a vízszintes hevederezés hatását kifejező tag elhagyásával számítjuk N_H értékét. Megfelelő beékelés esetén ma értékét 0,9-nek vehetjük.

$$N_H = \varphi (\sigma_{FH} \cdot F_t + \alpha \cdot m_a \cdot \sigma_{VH} \cdot F_V)$$

Meg kell jegyezni, hogy mindazon esetben, melyekben a szerkezeti kialakítás olyan, hogy a teljes teher képes az új szerkezetre átadódni, az erősített szerkezet együttes határereje nem lehet kisebb, mint az erősítő szerkezet határereje, az erősítő szerkezet anyagára vonatkozó f kihajlási tényezővel számítva.

Bevéssett vb. pilléreknel, ha az oszlopvasalást nem lehet a terhelő szerkezetbe bekötni, ajánlatos az oszlop kengyelezését az oszlopvégnél besűríteni, az oszlopvég teherbírás-növelésének céljából.

SZÁMPÉLDA: TÉGLAPILLÉR MEGERŐSÍTÉSE

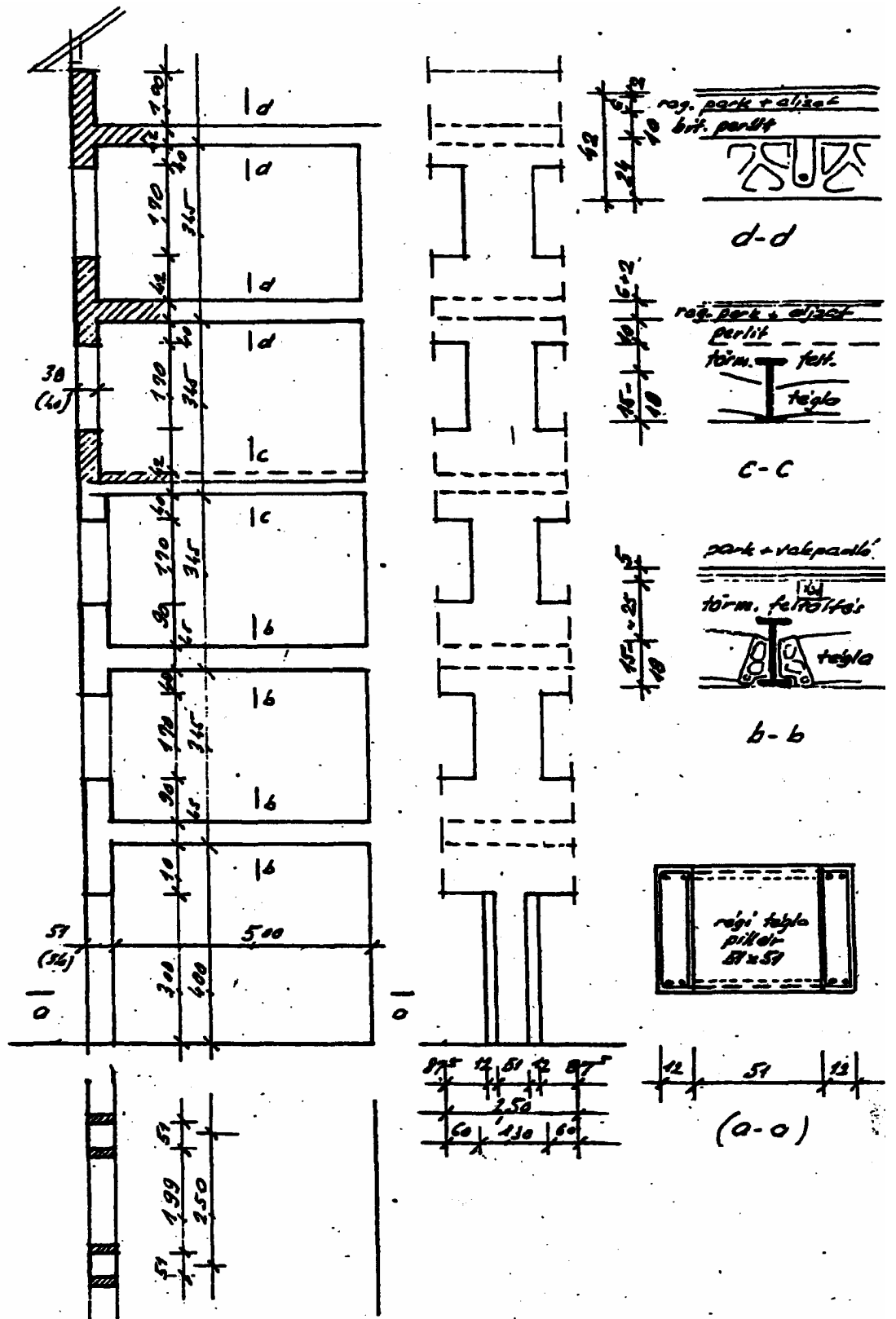
A megerősítendő téglapillér 51x51 cm méretű. A megerősítés oka két további emelet ráépítése az eredetileg fszt. + két emeletes épületre. A pillért 5,0 m fesztávú acélgerendás poroszsüveg födém terheli. A pillérosztás a földszinten és emeleteken 2,50 m, az ablakok 1,20 m szélesek. Régi emeletmagasságok: földszinten 4,00 m, emeleten 3,25 m. Kiváltó acélgerendák a pincefödém felett 3,0 m-re. Ablakok 1,70 m magasak. A födém 45 cm vastag. Az épület teljes felújítása a földszintet és emeleteket csak tatarozás jellegűen érinti.

A tetőt lebontják, az új tető is fatető, de a régi padlásfödémről a nehéz törmelékfeltöltést és a padlás téglaburkolatát lebontják.

A pillér terhelése ezekkel az adatokkal:

Födémterhelés:

5 cm fapadló	0,35 kN/m ²
25 cm törmelékes feltöltés (0,25 x 14)	3,50 kN/m ²
15 cm téglaboltozat (0,15 x 16)	2,40 kN/m ²
acélgerenda	0,35 kN/m ²
mennyezetvakolat (0,03 x 16)	0,48 kN/m ²
<u>esetleges (üzemi!) teher</u>	<u>1,50 kN/m²</u>
Σ	8,58 kN/m²



Téglapillér megerősítése vasbeton pillérekkel,
emeletráépítésnél

Nyers padlásfödém terhelése:

$$2,40 + 0,35 + 0,48 = 3,23 \text{ kN/m}^2$$

Falaktól:

$$\text{Fsz. pillér } (0,54 \times 0,54 \times 16 \times 3,0) \quad 14,0 \text{ kN}$$

Fsz. kiváltásával együtt

$$(1,0 + 3,45 \times 2) \times 2,5 = 19,75 \text{ m}^2$$

levonandó ablakok

$$2 \times 1,20 \times 1,70 = \underline{4,08 \text{ m}^2} \quad /-$$

$$15,67 \times 0,54 \times 16 \quad 135,4 \text{ kN}$$

Födémekből:

$$2 \times 2,50 \times 8,58 \times 5,0/2 \quad 107,3 \text{ kN}$$

$$2,50 \times 3,23 \times 5,0/2 \quad \underline{20,2 \text{ kN}}$$

$$\Sigma \quad \mathbf{276,9 \text{ kN}}$$

A földszinti pillér **T140** téglából **H10** habarccsal készült, tehát az MSZ 25023-87. szerint átl. **14 N/mm²** törőszilárdságú téglából **1,0 N/mm²** szilárdságú habarccsal tömör téglából II. oszt. kivitelben. Így a határ-igénybevétele **L/v=8**, $\sigma_a \sim \mathbf{1,3 \text{ N/mm}^2}$, $\varphi = \mathbf{0,775}$ mellett tehát $\sigma_H = \mathbf{1,008 \text{ N/mm}^2}$.

Az emeletráépítés alatti átmeneti állapotban

$$F_{\text{téglapillér}} = 510 \times 510 = 260,1 \times 10^3$$

$$\sigma_M = 276900 / 260,1 \times 10^3 = \mathbf{1,065 \text{ N/mm}^2} > \sigma_H \quad \text{erősíteni kell.}$$

Megerősítés kétoldalon a pillérhez kapcsolt vb. pillérekkel, így **L/v ~ 0** és $\varphi = \mathbf{0,88}$, tehát $\sigma_H \sim \mathbf{1,144}$ -re, csak ekkorra nő!

$$\text{Az MSZ 15023-58 szerint a} \quad \sigma_H = 19 \times 0,69 = 13,19 \text{ kp/cm}^2 \\ 1,32 \text{ N/mm}^2$$

tehát a pillér a padlásterheléssel is megfelelne

$$(\sigma_M \sim 1,065 \times 1,25 = 1,33 \text{ N/mm}^2).$$

Mivel az emeletráépítés miatt az utólagos alakváltozással a téglapillér túlterhelődik ($\sigma_M > \sigma_H$), ezért a megerősítést a teljes teherre kell méretezni. A további alakváltozások miatt a téglapillérben az igénybevételek növekedni fognak a megerősítés ellenére.

$$E_{\text{téglapillér}} = 2,0 \text{ kN/mm}^2, \quad E_{\text{vasbeton}} \sim 10,0 \text{ kN/mm}^2$$

Többletterhelés számítása:

födémek: 24 cm téglabetétes	$0,24 \times 13 = 3,12 \text{ kN/m}^2$
perlit feltöltés	$0,16 \times 6 = 0,06 \text{ kN/m}^2$
aljzatbeton	$0,06 \times 22 = 1,32 \text{ kN/m}^2$
ragasztott parketta	$0,02 \times 6 = 0,12 \text{ kN/m}^2$
mennyezetvakolat	$0,02 \times 16 = \underline{0,32 \text{ kN/m}^2}$
Σ	4,94 kN/m²

Esetleges teher:

$$\begin{aligned} &4,94 \text{ kN/m}^2 \\ &\underline{1,50 \text{ kN/m}^2} \quad /+ \\ &\mathbf{6,44 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

A padlásfödém hasonló, mert tetőtérbeépítés készül. A tetőtérbeépítés miatt a tető átl. $2,0 \text{ kN/m}^2$, a hóterhelés legyen $0,5 \text{ kN/m}^2$. Mivel alakváltozásokat számítunk, ezért terhelési alapértékkel számolhatunk, ebből – az egyszerűség kedvéért – $1,15$ szorzóval juthatunk a határigénybevételhez.

A ráépített homlokzati fal:

$$(2 \times 3,40 + 1,0[\text{attika}]) \times 2,50 = 19,5 \text{ m}^2$$

levonandó ablakok

$$2 \times 1,2 \times 1,5 = \underline{3,6 \text{ m}^2}$$

$$\mathbf{15,9 \text{ m}^2 \times 0,41 \times 13 = 84,7 \text{ kN}}$$

A korábbi padlásfödém befejezéséből:

10 cm perlit	0,06 kN/m ²		
aljzatbeton	1,32 kN/m ²		
ragasztott parketta	0,12 kN/m ²		
esetleges teher	1,50 kN/m ²		
	3,00 kN/m ² x 2,50 x 5,0/2	=	18,8 kN
A két új födémből:	2 x 6,44 x 2,50 x 5,0/2	=	80,5 kN
Tetőből:	2,50 x 2,50 x (5,0/2 + 1,0)	=	21,9 kN
Válaszfalakból (5. födém):	5 x 1,2 x 2,50 x 5,0/2	=	<u>37,5 kN</u>
Összes többletteher:			243,4 kN

$$\text{Összes teher } Q = 276,9 + 243,4 = 520,3 \text{ kN}$$

$$\mathbf{Q_M = 1,15 \times 520,3 = 598,3 \text{ kN}}$$

A megerősítő vasbeton pillér kétoldalt összekacsolva $4,0/0,5 = 8$ karcsúságú, így $\varphi=0,729$.

A beton C16, így $E_b = 8,8 - 18,0$, $\sigma_{bH} = 11,5 \text{ N/mm}^2$.

Az esetleges nem tartós teher födémeknél $1,0 \text{ kN/m}^2$, a tetőn a hó tartós tehernek minősül.

$$P \sim 5 \times 2,50 \times 1,0 \times 5,0/2 = 31,3 \text{ kN}$$

$$\text{az } 1,15\text{-ös szorzóból eredően } (520,3 \times 0,15) = 78,0 \text{ kN}$$

$$109,3 \text{ kN, ez } Q_M\text{-nek}$$

$$109,3 / 598,3 = 0,183 \text{ azaz } 18\%\text{-a, így}$$

$$E_{\text{átl}} = 8,8 + (18,0 - 8,8) \times 0,183 = 8,8 + 1,7 = 10,5 \text{ kN/mm}^2$$

$$\sigma_H = 11,5 \times 0,729 = 8,38 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{\text{szüks}} = 598,3 \times 10^3 / 8,38 = 71,40 \times 10^3 \text{ mm}^2 = 0,0714 \text{ m}^2$$

$$2v_{\text{min}} = 0,0714 / 0,51 = 0,14 \text{ m} = 2 \times 7 \text{ cm} \quad \text{Nem reális méret,}$$

legalább $2 \times 15 \text{ cm}$ kell a tűrhető bebetonozhatóság miatt.

$$F_b = 2 \times 0,15 \times 0,51 = 0,153 \text{ m}^2 = 153 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_M = 598,3 \times 10^3 / 153 \times 10^3 = 3,91 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{bH}$$

Vasalás 0,6 %, pl. 4-4 ϕ 12 ($8,113 = 904 \text{ mm}^2$) $\approx 0,6 \times 153 = 918 \text{ mm}^2$.

A vasbeton pillérben

$$\sigma_{\text{átl}} = 520,3 \times 10^3 / 153 \times 10^3 = 3,40 \text{ N/mm}^2$$

A 3,0 m magasan levő áthidalók aláékelve

$$e = (3,40 / 10,5 \times 10^3) \times 3 \times 10^3 = 0,97 \text{ mm}$$

A téglapillér figyelembevételével a teherosztozkodás tökéletes aláékeléssel $\Delta Q = 243,4$ kN az osztozkodás a felület és E alakváltozási tényező arányában történik.

$$\begin{aligned} \sigma_b / E_b &= \Delta\sigma_{\text{tégla}} / E_{\text{tégla}} && \text{vagy} && \sigma_b / \sigma_{\text{tégla}} &= E_b / E_t \\ \sigma_b \times E_t &= \sigma_{\text{tégla}} \times E_b, && \text{és} && & \\ \sigma_b \times F_b + \Delta\sigma_{\text{tégla}} \times F_{\text{tégla}} &= \Delta Q && && & \end{aligned}$$

de $E_b / E_t = 10,5 / 2,0 = 5,25$ átszámítási arányból

$$\Delta\sigma_t \times 5,25 \times 153 \times 10^3 + \Delta\sigma_t \times 260,1 \times 10^3 = 243,4 \times 10^3$$

$$\Delta\sigma_t / \sigma_b = E_t / E_b = 2,0 / 10,5 = 0,19$$

$$\Delta\sigma_t \times 803,15 \times 10^3 + \Delta\sigma_t \times 260 = 243,4$$

$$\Delta\sigma_t = 243,4 / 1063,25 = 0,229 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma\sigma_t = 1,065 + 0,229 = 1,294 \text{ N/mm}^2 \quad \text{és}$$

$$\sigma_b = 5,25 \times 0,229 = 1,202 \text{ N/mm}^2 \quad (12,02 \text{ kp/cm}^2 !)$$

Megerősítés nélkül a téglapillér terhelése, illetve igénybevétele nem megengedhető értéket ér el, mert

$$\sigma_{\text{pillér M}} = 598,3 \times 10^3 / 260,1 \times 10^3 = 2,300 \text{ N/mm}^2 \quad (23,00 \text{ kp/cm}^2 !)$$

A többletteherből a vasbeton pillérekre jut, a téglapillérnek a nagy teher hatására történő, nagy nem lineáris alakváltozásának figyelembe vétele nélkül is

$$N_{vb} = 1,202 \times 153 \times 10_3 / 10_3 = 183,9 \text{ kN},$$

ez a 243,4 kN-nak 75,6%-a! A téglapillér lassú alakváltozása miatt ez az arány még tovább nő, de a 100%-ot sosem éri el.

VASBETON KÖPENYEZÉSSEL MEGERŐSÍTETT TÉGLAPILLÉREK MODELLEZÉSE

1. BEVEZETÉS

Napjainkban reneszánszát éli a hagyományos falazott szerkezetekből épült épületek átalakítása, átépítése; jó példa erre Budapest belvárosa is. Ezek az épületek különböző életkorúak, a néhány tíz éves épületek ugyanannyira jellemzőek, mint a kiegyezés korabeli és századforduló táján épült 100 – 150 éves szerkezetek. Vizsgálatukat természetesen csak a szerkezetek gondos feltárása után lehet módszeresen elvégezni.

A vizsgált épületek közös jellemzője, hogy a függőleges terheket téglapillérek és hagyományos falazatok adják át az alaptesteknek. A falazatok minősége meglehetősen nagy szórást mutat, jellemzően egyezés azonban az életkorukkal nincsen, nem ritka a 150 éves, gyakorlatilag "hibátlan", megfelelő teherbírású falazat, ugyanakkor találkozni „új” szerkezetek esetében is a tönkremenetel határán álló falakkal, pillérekkel. Természetesen a megerősítés igénye gyakran a pillérek tehernövekedése (átépítés, ráépítés, stb.) kapcsán merül fel.

2. MEGERŐSÍTÉSI MEGOLDÁSOK, SZERKEZETI KIALAKÍTÁS

A hagyományos falazott téglapillérek – már említett – tipikus megerősítési módja a köpenyezés. Ennek kivitelezésére több megoldás is ismert, leggyakrabban lőttbeton, vagy hagyományos zsaluzatban készített köpennyel találkozhatunk. A megerősítés során általában fontos feltétel a kis keresztmetszet, ezért a köpenyeket gyakran egyrétegű vasalással készítik, kétrétegű vasalás alkalmazása csak a nagyobb oszlopkeresztmetszetek esetén szokásos.

Nem foglalkozunk a pusztán esztétikai szempontból hatásos felületi kéregbevonatokkal; vasbeton köpeny alatt min. 4 – 5 cm vastag falú szerkezetet értünk (ilyen méret esetén biztosítható a betonacélok korrózió elleni védelme belső térben).

A köpenyezésben elhelyezett vasalást csak akkor lehet figyelembe venni, ha az az általános szerkesztési szabályoknak (toldási hossz, betontakarás, hajlítási sugár, stb.) megfelelően kialakított. Külön megemlítendő, hogy a köpenyezés kialakítására is nagy gondot kell fordítani, különösen az erőbevezetéshez közeli pillérszakaszon, ugyanis ennek – a 3.6 pontban ismertetendők szerint – komoly szerepe van a teherviselésben.

3. A TEHERBÍRÁS MEGHATÁROZÁSA

A megerősített falpillérek teherbírásának meghatározásához több tényező hatását kell figyelembe vennünk, ezek a következők:

- A falpillér keresztmetszetének teherbírását meghatározó paraméterek
- A falpillér kihasználtsági foka a megerősítést megelőzően
- A megerősítő vasbeton köpeny és a falpillér kapcsolata, a teherátadás módja (közvetlen ill. közvetett)
- A vb. köpeny kengyelezésének határszilárdság növelő hatása
- A beton köpeny és a hosszvasalás figyelembe vehető additív teherbírása
- Az erőbevezetési zóna kialakítása

3.1 A falpillér teherbírását meghatározó paraméterek

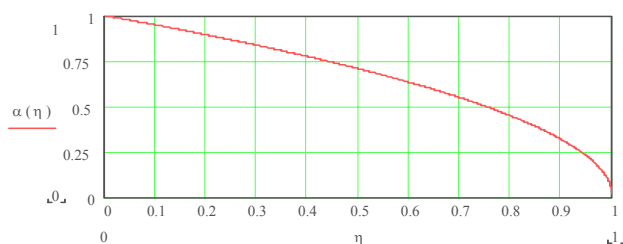
Az eredeti falpillér teherbírását számos paraméter határozza meg: a legfontosabbak a falazat habarcs, - ill. falazóanyagának (tégla) minősége, a falazat "elkészítési" minősége, a falazás egyenletessége, az esetleges helyi károsodások jellege, kiterjedése, korróziós károk, stb. E paraméterek vizsgálatát e helyütt részletesen nem tárgyaljuk, csupán utalunk az ezzel foglalkozó irodalomra [1], [4].

Fontos megjegyezni, hogy a – lehetőségekhez mérten – pontos vizsgálathoz elengedhetetlen fontosságú a megerősítendő falpillér anyagának szilárdságvizsgálata (helyszíni és laboratóriumi) is.

3.2 A falpillér kihasználtsági fokának hatása

A megerősítendő pillér kihasználtságának igen komoly szerepe van a megerősítés hatékonyságában. Általánosságban elfogadható, hogy törési határállapotban lévő szerkezetet erősíteni érdemben nem lehet, ebben az esetben inkább kiváltásról (függetlenül teherviselő szerkezet létrehozásáról) kell gondoskodni. Mivel a kihasználtság hatása egyszerű módszerekkel nehezen vehető figyelembe, munkahipotézisként elfogadtuk [1] közelítését, amely szerint a vasbeton köpeny és a hosszvasalás hatását csökkentő tényezővel (α) vehetjük figyelembe, ezt a tényezőt (az eredeti állapotú) pillér kihasználtsági fokának (η) függvényében adhatjuk meg.

A csökkentő tényező értéke: $\alpha = \sqrt{1 - \eta}$, ahol: $\eta = \frac{N_{sd,0}}{N_{Rd,0}}$ (1)



1. ábra Az α csökkentő tényező

A megadott csökkentő tényező alapján egyértelműen állítható, hogy a megerősítés előtt igen nagy fontosságú a szerkezet lehető legnagyobb mértékű tehermentesítése, mivel így növelhető a beavatkozás hatékonysága.

3.3 A vb. köpeny kengyelezésének határszilárdság növelő hatása

A falpillér megerősítésében komoly szerepet játszik a vasbeton köpenyben elhelyezett kengyelezés szilárdságnövelő hatása. A harántkontrakciójában – a kengyelezés által – részlegesen gátolt falazat figyelembe vehető szilárdsága a térbeli feszültségállapot miatt növekszik, ez a hatás a kengyelezés fajlagos keresztmetszeti területével arányosan változik. Az említett ok miatt fontos, hogy a kengyelezés megfelelő toldásokkal kialakított legyen, löttbeton köpeny esetén a kengyel mögötti fellazulás, „árnyék” hatását kell csökkenteni. Nyújtott alaprajzú pillérek (falpillérek) esetén a kengyelezés hatása kevésbé érvényesül, ugyanis az említett hatás a sarkok közelében a legerőteljesebb, a hosszú oldalakon ellenben csak csekély a hatása.

A pillér teherbírási vonalát az említettek miatt a kengyelezés oly módon növeli, hogy a számított normálerő – nyomaték értékek a figyelembevett szilárdságnövekménnyel arányosan nőnek.

A falazat határfeszültségének számításakor az alábbi szilárdságnövekménnyel számolhatunk:

$$\Delta f_k = \frac{3kp}{1+np} \frac{f_{ywd}}{100} \leq f_k \quad (2)$$

A fenti képletben:

k – a pillér oldalarányaitól (a/b) függő tényező;
 $a/b=1$ esetén $k=1$, $a/b>2$ esetben $k = 2 \cdot b / a$.

p – a kengyelezés és a pillér térfogatának százalékos aránya, $p = \frac{A_{sw}}{100 \cdot b \cdot s_w}$, ahol s_w

a kengyelek távolsága.

n – a pillér nagyobbik oldalmérete (a) és a köpenyvastagság (v) arányától függő tényező;

$n=1$, ha $a/v < 10$ illetve $n=2$, ha $a/v > 20$, a közbenső értékek interpolálhatók.

f_{ywd} – az acélbetétek (kengyelek) határszilárdsága

f_k – a megerősítetlen falpillér határszilárdsága

3.4 A megerősítő vb. köpeny és a falpillér kapcsolata

Természetesen a vasbeton köpeny a terhek viselésében is részt vesz, nagyon fontos azonban tisztázni, hogy a köpeny közvetlenül kapja – e terhét, vagy csak a pillér és a köpeny között kialakuló kapcsolat (tapadás, súrlódás) révén. Az utólagos hozzáépítés miatt a köpenyezés még közvetlen teherátadás esetén sem használható ki teljesen, közvetett teherátadás esetén a hatás tovább csökken (igen gyakori, hogy csak a közvetett teherátadási modell alkalmazható, hiszen a köpeny gyakran kérdéses állapotú födémre, rosszabb esetben aljzatra, salakfeltöltésre támaszkodik, azaz a közvetlen teherátadás nem vehető figyelembe).

A vb. köpeny hatása a megerősítésben leginkább ott mutatkozik, hogy amíg a kengyelezés jelentősen növelheti a pillér figyelembe vehető szilárdságát, a köpeny

hosszvasalásának figyelembevételével számottevően növelhető a pillér adott normálerőhöz számítható határnyomatéka.

A köpeny számítása során figyelembe vehető, a teherátadás jellegének megfelelően módosított határszilárdságok:

$$f_{cd}^* = \alpha \cdot m_c \cdot f_{cd} \quad - \text{ a beton módosított határszilárdsága}$$

$$f_{yd}^* = \alpha \cdot m_s \cdot f_{yd} \quad - \text{ a betonacél módosított határszilárdsága, ahol:}$$

α – kihasználtság fokától függő tényező (lásd 3.2 pontban)

m_c – teherátadás módjától függő tényező;

közvetlen terhelés esetén $m_c=0,90$, közvetett terhelés esetén $m_c=0,35$

m_s – a teherátadás módjától függő tényező;

közvetlen terhelés esetén $m_s=0,70$, közvetett terhelés esetén $m_s=0,20$

3.5 A megerősített keresztmetszetű téglapillér teherbírása

A köpenyezéssel megerősített falpillér (zömöknek tekintett) középső keresztmetszetének teherbírása az előzőek szerint a következőképpen adható meg:

$$N_u = A_0 (f_k + \Delta f_k) + A_c f_{cd}^* + A_{sl} f_{yd}^* \quad (3)$$

ahol:

$A_0 = b_0 d_0$, – a téglapillér keresztmetszeti területe

f_k – a téglapillér anyagának határszilárdsága
(anyagvizsgálattal meghatározott, ill. eredeti)

A_c – a megerősítő betonköpeny keresztmetszeti területe

A_{sl} – a megerősítő betonköpeny hosszvasalásának keresztmetszeti területe

f_{cd}^* – a beton módosított határszilárdsága

f_{yd}^* – a hosszvasalás módosított határszilárdsága

A kihajlást is figyelembe véve, a megerősített pillér vizsgálata a meghatározott jellemzőkkel előállított teherbírasi vonal alapján végezhető. A véletlen külpontosságot, valamint a másodrendű hatást a tényleges geometriai jellemzők alapján kell számítani. Külön vizsgálatot kell végezni az erőbevezetés környezetében, ugyanis (különösen közvetetten terhelt köpeny esetén) itt a nyomatéki teherbírás számottevően csökken (húzott vasalást nem lehet figyelembe venni).

3.6 A megerősített falpillér erőbevezetési zónájának modellezése

A megerősített falpillér kezdeti (erőbevezetési) szakaszának erőtani modellezése külön figyelmet érdemel, mind közvetlen, mind közvetett feltámaszkodás esetén. A két

függőleges teherhordó szerkezet együttdolgozását leginkább az erősítő vb. köpenyben elhelyezett kengyelezéssel biztosíthatjuk, ezért indokolt a szükséges vasmennyiség meghatározásának részletesebb vizsgálata.

Az erőbevezetési zóna modellezéséhez három, túlnyomóan kísérleti eredményekre támaszkodó módszert adunk meg.

3.6.1 "A" módszer

A szükséges keresztirányú vasalás (kengyelezés) meghatározása [2] szerint:

$$A_{sw} = e^{(A/B - 1,9)} \quad [cm^2/m - \text{egységben}], \text{ feltéve, hogy } A/B \leq 5,1 \quad (4)$$

Ebben a képletben

$$A = \frac{2 \cdot N_{Rd,0}}{A_0 \cdot f_k} - 1 \cong \frac{2}{\lambda} - 1, \text{ ahol } \lambda = \frac{N_{Rd,0(e)}}{N_{Rd,0(e=0)}}. \quad (5)$$

A kísérleti eredmények alapján falpilléreknél λ értéke közelíthető az alábbi kifejezéssel:

$$\lambda = 2,5 \left(\frac{e}{b} \right)^2 - 2,4 \left(\frac{e}{b} \right) + 1 \quad (6)$$

e – terhelőerő külpontossága

b – a pillér hosszabbik oldalának mérete

Továbbá a (4) képletben:

$$B = 0,13 \left(1,6 - 0,6 \frac{b}{d} \right) \frac{(b_w - s_w)(d_w - s_w)}{A_0}, \text{ ahol} \quad (7)$$

b_w és d_w – a megerősítő kengyel méretei (szárhosszak)

s_w – a kengyelezés távolsága

d – a megerősített pillér szélessége (kisebbik oldalméret)

3.6.2 "B" módszer

A szükséges keresztirányú vasalás (kengyelezés) meghatározása [3] szerint a harántkontrakciójában részlegesen gátolt eredeti pillér és a köpeny között kialakuló normálfeszültség értékéből számítható az alábbi módon:

$$a_{swx} = \frac{p_x d_w}{f_{ywd}} \quad \text{és} \quad a_{swy} = \frac{p_y b_w}{f_{ywd}}, \text{ ahol:} \quad (8)$$

$$p_y = \left(\frac{P}{A_0} + \left| \frac{M_x}{W_x} \right| \right) \cdot 0,15 \quad \text{és} \quad p_x = \left(\frac{P}{A_0} + \left| \frac{M_y}{W_y} \right| \right) \cdot 0,15 \quad (9)$$

p_x és p_y – a megerősítő köpenyre (belülről) ható, konstansnak tekintett normálfeszültség értéke

$f_{ywd}^* = 0,8 f_{ywd}$ – a kengyelezés módosított (korlátozott) határszilárdsága
 d_w ill b_w az erősítő köpeny kengyelszárainak oldalhossza (lásd 3.6.1)

3.6.3 "C" módszer

A szükséges keresztirányú vasalás meghatározását [1] a törési határállapotban lévő falpillér egyensúlyából vezeti le. A számítás kiinduló feltételeként felvehető a ferde törési vonal függőlegessel bezárt szöge (α), valamint a ferde törésvonal mentén történő elmozduláshoz rendelhető súrlódási kúp hajlása (ϕ).

Az egyensúlyi feltételből számítható oldalnyomás:

$$p = \sigma \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg}(90^\circ - \alpha - \phi), \text{ ahol:} \quad (10)$$

σ – pillére ható (egyenletesnek tekintett) nyomófeszültség

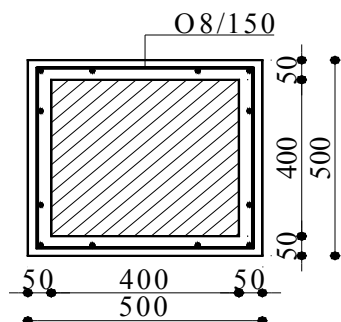
Felhasználva, hogy a törésképet jellemző α szög, valamint a súrlódási szög értéke adott tartományon belül mozoghat ($0^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ és $\phi \geq 45^\circ$ a fogazott törésvonal miatt), az oldalnyomás szélsőértéke az adott terhelés mellett:

$$p_{\text{ext}} = 0,17 \sigma \quad (11)$$

Látható, hogy az elméleti úton meghatározott érték gyakorlatilag azonos eredményt ad a bemutatott "B" módszerrel, a keresztirányú vasalás (kengyelezés) szükséges mennyisége analóg módon számítható.

4. SZÁMPÉLDA

Példaképpen az elmondottak illusztrálására megmutatjuk, hogy egy 40x40 cm keresztmetszetű, kisméretű téglából falazott pillér vasbeton köpennyel történő megerősítése esetén miként számítható a teherbírás. A pillér kialakítását a 2. sz. ábra mutatja.



Anyagok:

falazat szilárdsága: $f_k = 2,9 \text{ N/mm}^2$ (mért érték)

beton: C16-8/KK

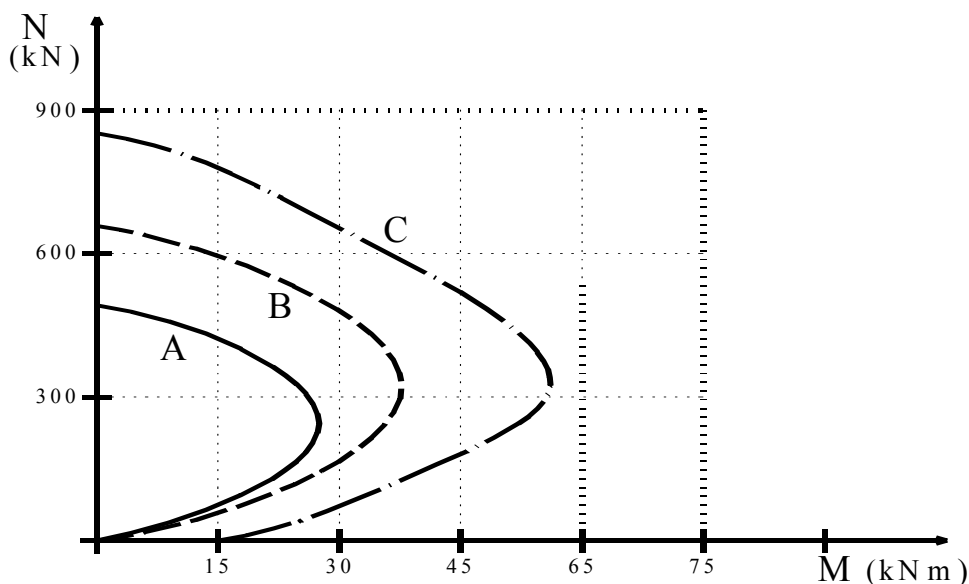
betonacél: B60.50

hosszvasalás: 12φ12

2. ábra A pillér keresztmetszete

A 3. sz. ábrán az eredeti és a megerősített téglapillér teherbírási vonalát mutatjuk be. A szemléletesség kedvéért a megerősítetlen keresztmetszet teherbírási vonala (A) mellett megmutatjuk a köpenyezés határfeszültség növelő hatására ébredő teherbírás-növekmény figyelembevételével készített teherbírási vonalat (B) is. A C jelű görbe a megerősített pillér teherbírási vonala, mely figyelembe veszi a köpenyezés teherbírás

növelő hatását, valamint a köpeny teherbírását az erősítő hosszvasalással. A számítás során az eredeti pillér kihasználtsági fokát $\eta=75\%$ -nak vettük fel, a köpenyt közvetetten támaszkodónak tekintettük.



3. ábra Az eredeti, valamint a megerősített keresztmetszet teherbírási vonala

A 3. ábra tanúsága szerint a pillér határ-normálereje a köpenyezés szilárdságnövelő hatására is jelentősen (mintegy 45%-kal) nőtt, a közvetve terhelt köpeny teherbírása a megerősítés hatékonyságát tovább növeli, különösképpen a nagy külpontosságú terhek esetén. A megerősítés fokának, hatékonyságának elemzésekor figyelembe kell venni a megerősített szerkezetekre vonatkozó, általánosan elfogadott szabályt miszerint a teherbírás végállapotban nem haladhatja meg az eredeti elem teherbírásának kétszeresét.

A vasbeton köpennyel történő megerősítés hasonló alapelvekkel számítható beton és vasbetonpillérek esetén is, természetesen itt az elérhető teherbírás-növekmény kisebb hatású, tekintettel a megerősítendő szerkezet nagyobb szilárdságára.