

Szálerősítésű betonok alkalmazása az építőiparban



Előnyök

- **Nő a szívóosság**
- **Jobb húzási ellenállás**
- **Nő a fáradási szilárdság**
- **Csökken a repedésérzékenység**
- **Javul a kopásállóság, tartósság**
- **Rövidítheti az építési időt**
- **Hagyományos vasalás kiváltása**

Hátrányok

- **Romlik a bedolgozhatóság**
 - folyósítószer alkalmazása
- **A szálak növelik a porozitást**
 - rugalmassági modulus csökken
 - vibrálás szükséges
- **Árnövelő tényező**

Alkalmazási területek

- **Betonpadozatok**
- **Alagútelelemek**
- **Lőttbeton**
- **Csövek**
- **Útépités**
- **Vékony előregyártott elemek**
- **Szerkezetek rehabilitációja**








Alkalmazott száltípusok

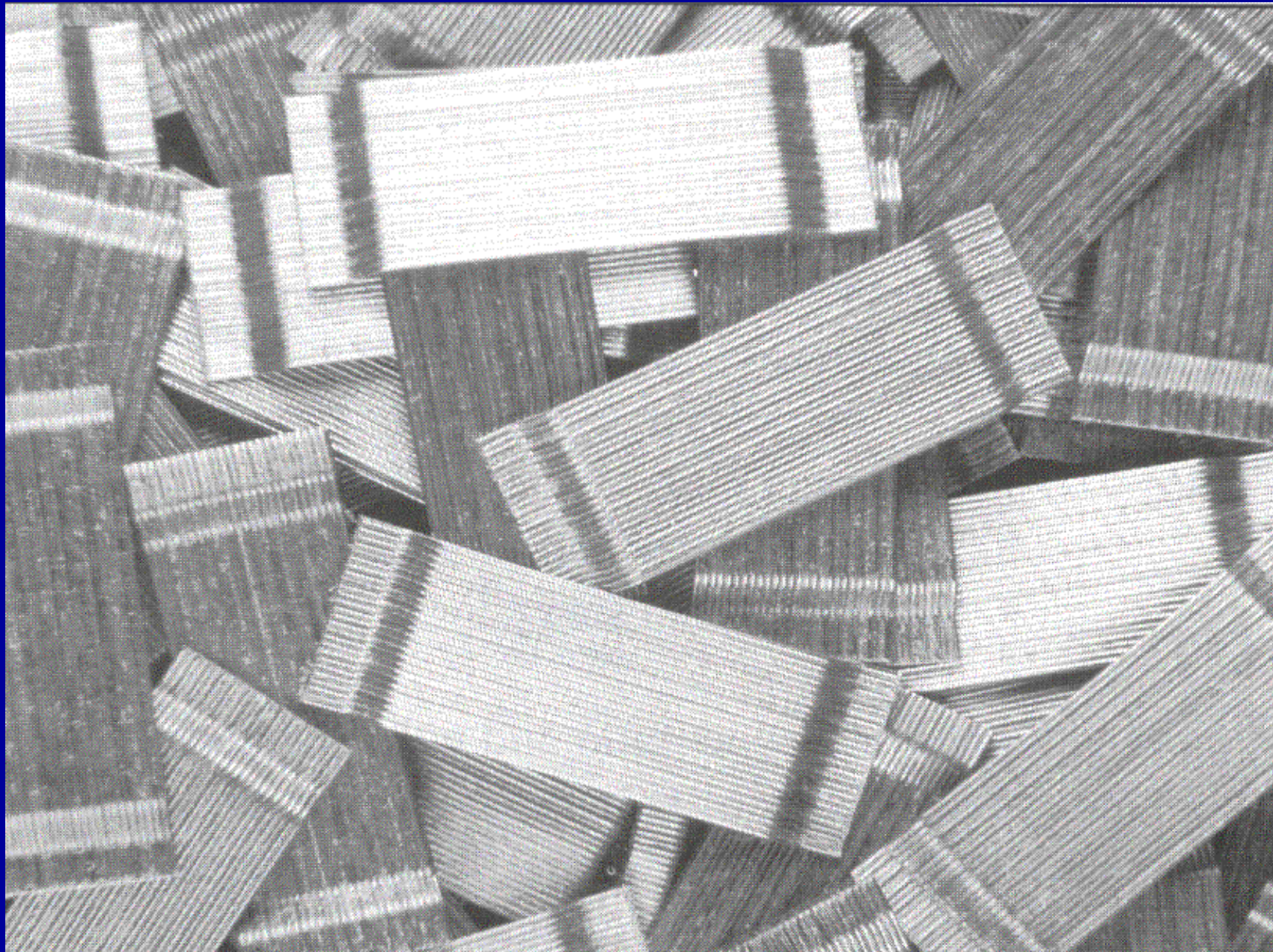
2. táblázat A szálak geometriai és mechanikai jellemzői (Balaguru, Shah 1992 valamint Hannant 1978 alapján)

| Száltípus | \varnothing Átmérő μm | l Hossz mm | γ Térf. súly kN/m^3 | E Rugmod. N/mm^2 | ν Poisson tényező | f_t Húzószil. N/mm^2 | ϵ_{11} Szakadó- nyúlás, % |
|--------------|------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|
| acél | 100-600 | 10-60 | 78,5 | 200 000 | 0,28 | 700- 2000 | 3,5 |
| polipropilén | 100- 2000 | 5-75 | 9,0 | <5 000 | 0,29- 0,46 | 400 | 8-18 |
| nylon | >4 | 5-50 | 11,4 | <4 000 | 0,40 | 750-900 | 13,5 |
| E-üveg | 8-10 | 10-50 | 25,4 | 72 000 | 0,25 | 3 500 | 4,8 |
| AR-üveg | 8-10 | 10-50 | 27,4 | 78 000 | - | 2 500 | 2,5 |
| aramid | 10-12 | 10-20 | 14,4 | 50 000- 150 000 | - | 3 500 | |
| szén | 8-10 | 10-20 | 18,0 | 150 000- 300 000 | 0,35 | 1 800- 3 500 | 0,8-1,6 |
| azbeszt | 0,1-30 | 5-40 | 25,5 | 164 000 | 0,30 | 200- 1 800 | 2,3 |

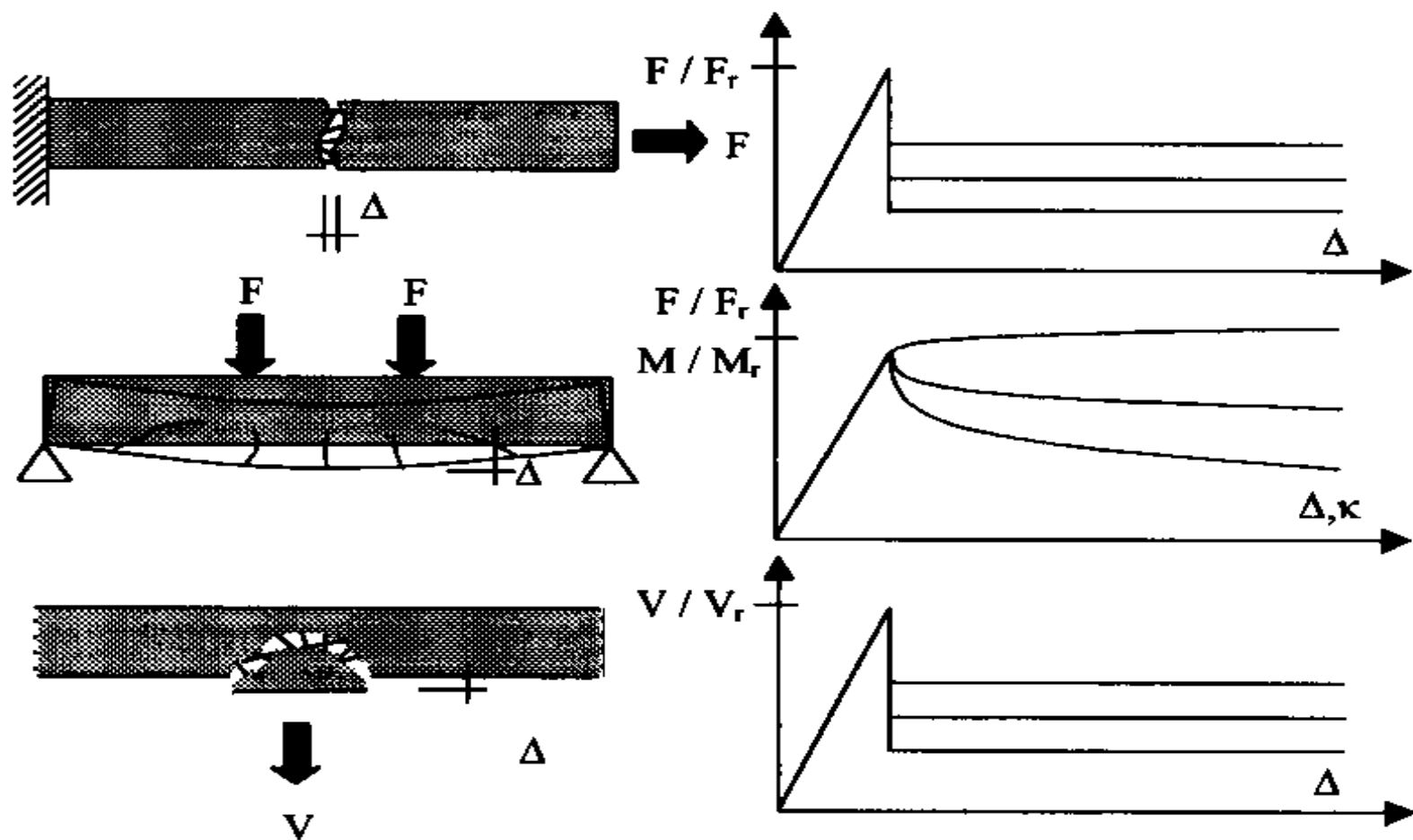
Acélszál típusok

1. sz. táblázat Az acélszálak alaki megjelenései

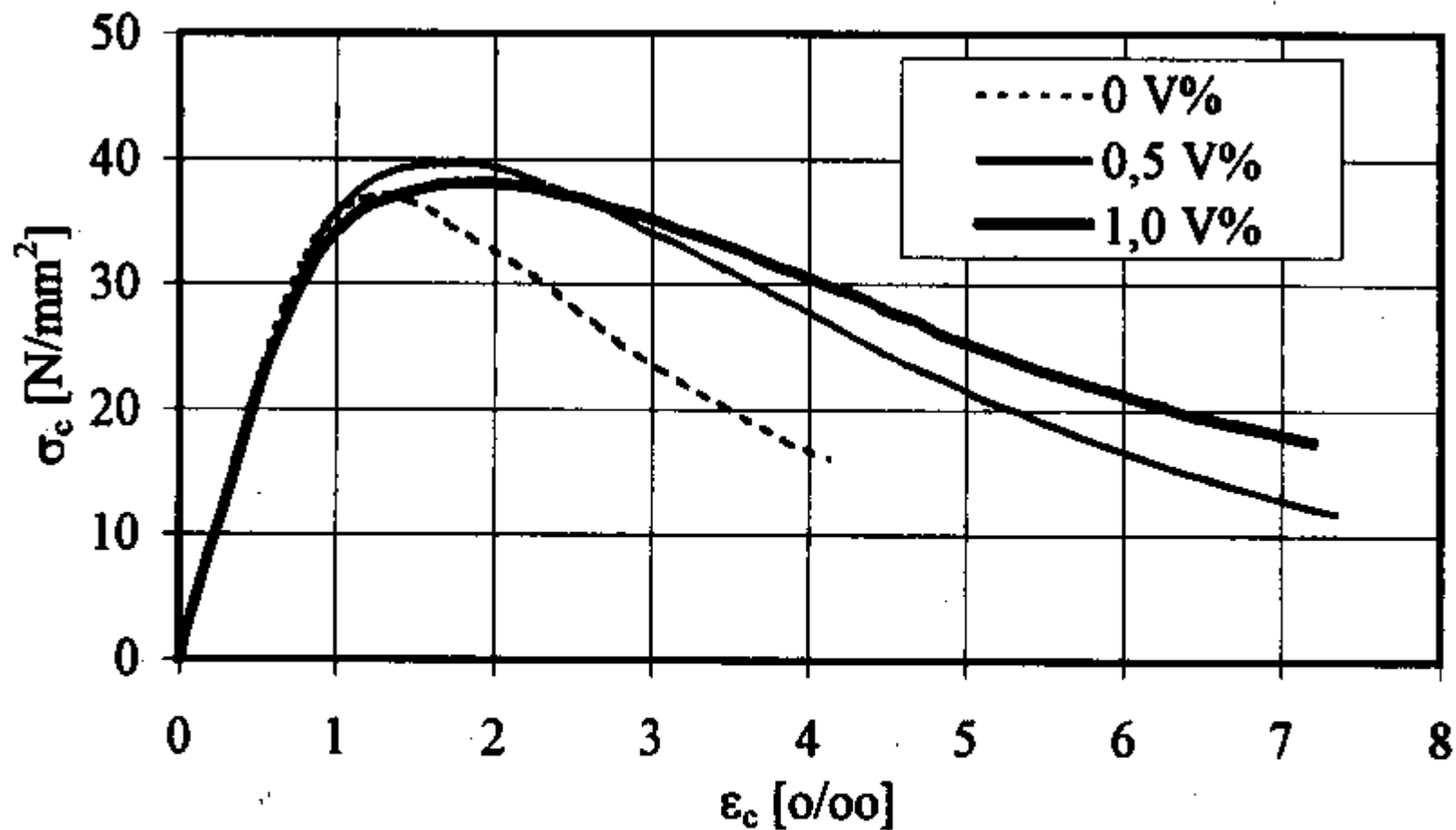
| Sorszám | Megnevezés | Alaki jellemző | Megjegyzés |
|---------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | huzal |  | tapadása rossz, már nem használják |
| 2. | göbös huzal |  | ömlesztett gombokban végződnek |
| 3. | "iratkapocs" huzal és lemezszál |  | laza és sorbarendezett vízoldható ragasztóval rögzített állapotban is kapható |
| 4. | hullámos huzal és lemezszál |  | összecsomósodásra hajlamos |
| 5. | golyónyomott lemezszál |  | összecsomósodásra hajlamos |
| 6. | forgácsolt lemez |  | jó tapadású |
| 7. | öntött szál |  | jó tapadás, de merev |



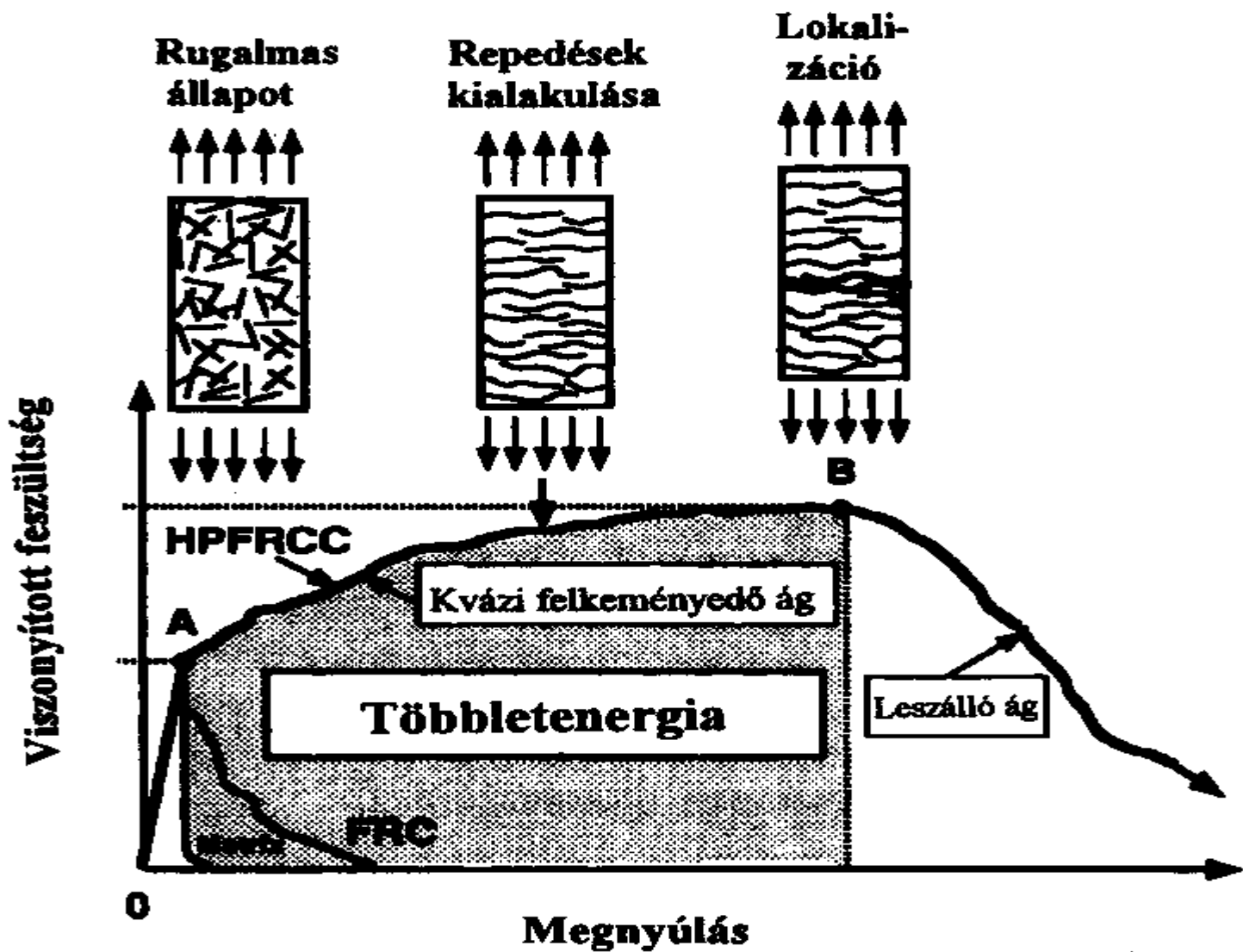




1. ábra Szálerősítésű betonelemek erő-elmozdulás ábrái 40 kg/m^3 acélszál alkalmazása esetén. Sematikus ábrák.
(Falkner, 1998 alapján)

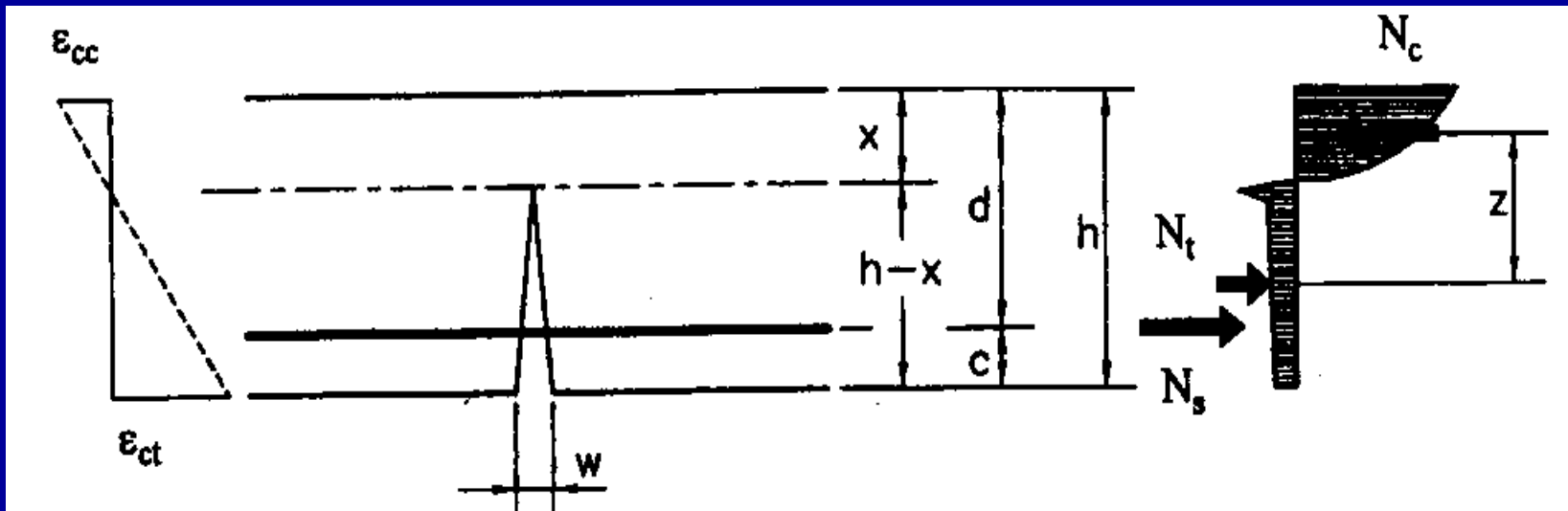


2. ábra A törési összenyomódás és az energiaelnyelő képesség növekedése a száltartalom növelése esetén, acélszál: DRAMIX ZC 30/5.
(Balázs, Erdélyi 1996)



Nagy teljesítőképességű beton jellemző fesz-megnyúlás ábrája (Naam

A méretezés elve



13. ábra Feszültségek megoszlása a szálerősítésű betonnól készült, berepedt vasbetonkeresztmetszet számításához
(RILEM TC 162 Draft - jelenlegi tervezet)



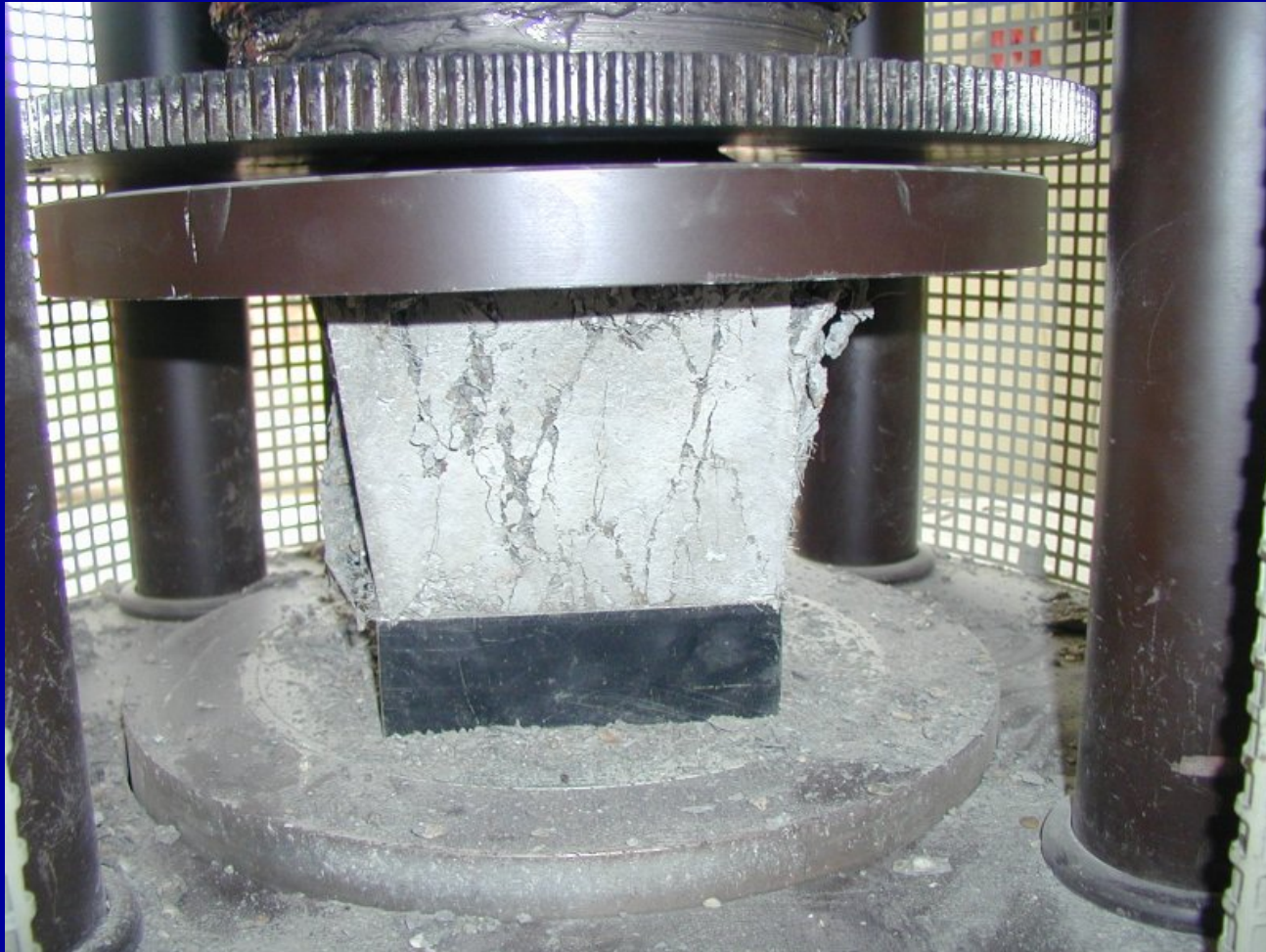
Referencia kocka



Kocka acélszál erősítéssel



Kocka vékony műanyagszál erősítéssel



Kocka vékony műanyagszál erősítéssel

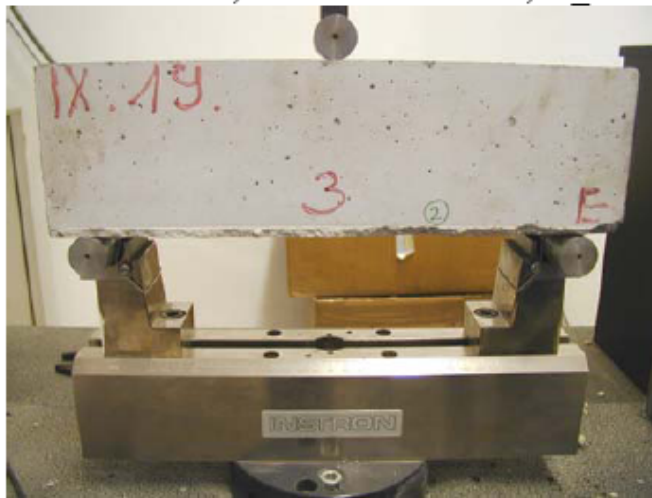


Kocka vastag műanyagszál erősítéssel

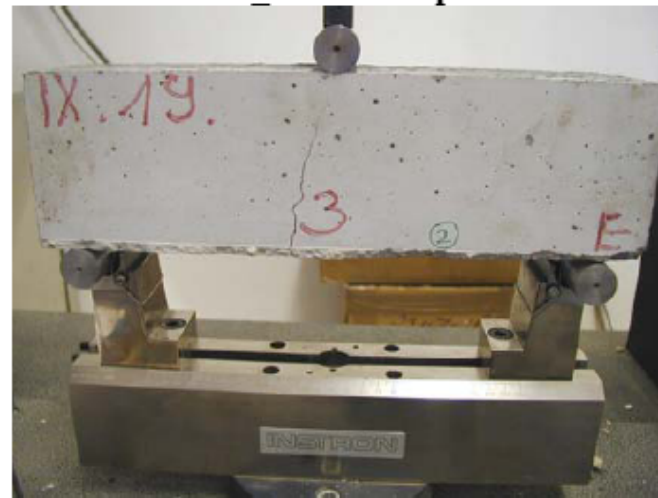


Kocka vastag műanyagszál erősítéssel

'A' sorozat, Referencia beton, A_E



A_E Töréskép



'A' sorozat, 1%A-2



1%A-2 Töréskép



'A' sorozat, 2%_vA-3



2%_vA-3 Töréskép



Törőerők összehasonlítása

| Sorozat | Törőerő (kN) | | | |
|--------------|--------------|-------|-------|-------|
| | Próbatest | | | Átlag |
| | 1. | 2. | 3. | |
| A_Referencia | 17,14 | 17,32 | 17,93 | 17,46 |
| A_1 V% | 22,30 | 21,81 | 18,63 | 20,91 |
| A_2 V% | 22,68 | 25,05 | | 23,87 |
| A_3 V% | 37,76 | 33,22 | 39,02 | 36,67 |
| B_Referencia | 17,51 | 17,24 | | 17,38 |
| B_1 V% | 21,03 | 19,07 | | 20,05 |
| B_2 V% | 29,64 | 25,10 | | 27,37 |

Hajlító-húzó szilárdságok összehasonlítása

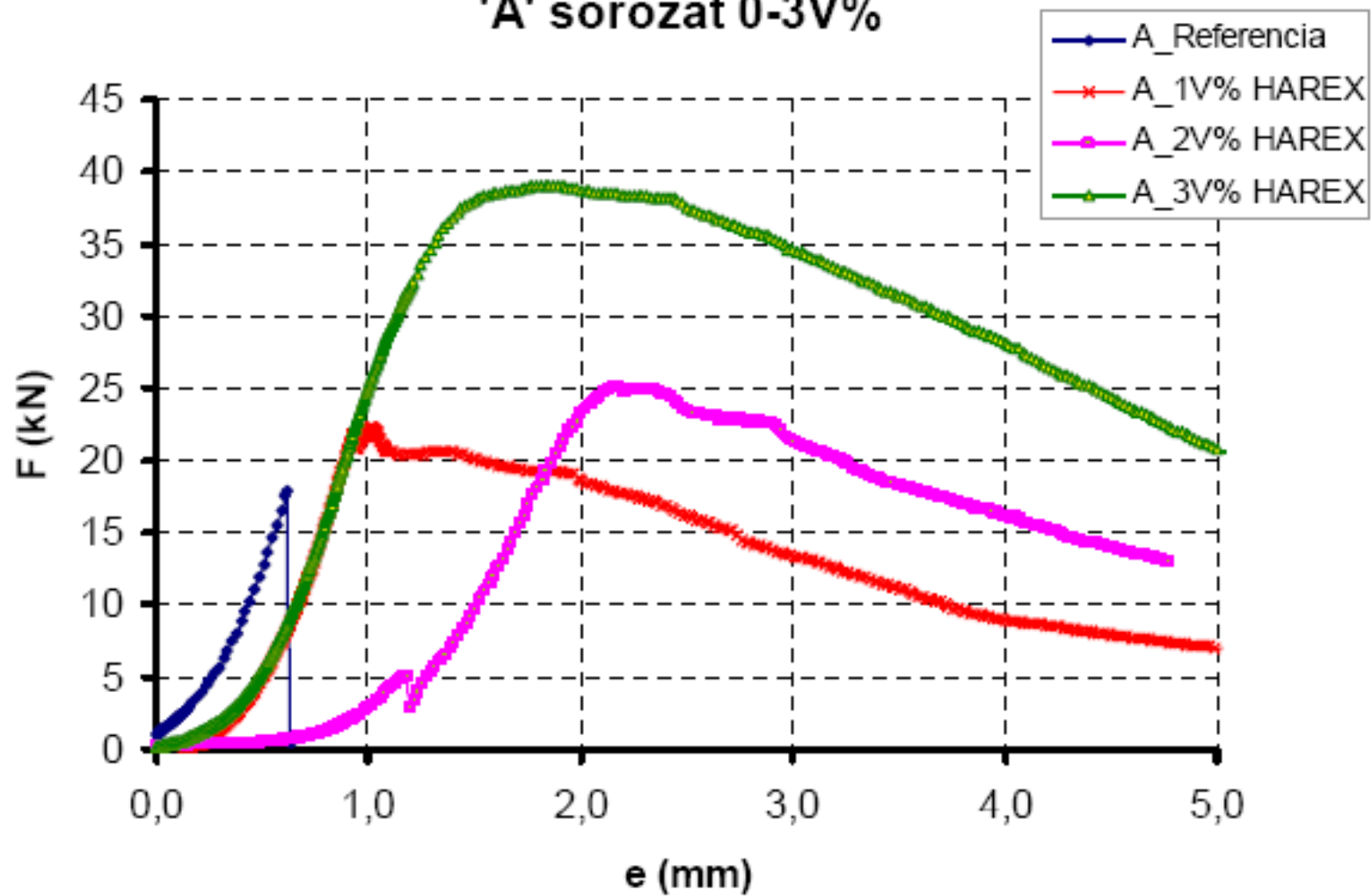
| Sorozat | Hajlító-húzószilárdság (N/mm ²) | | | |
|--------------|---------------------------------------------|-------|-------|-------|
| | Próbatest | | | Átlag |
| | 1. | 2. | 3. | |
| A_Referencia | 7,71 | 7,79 | 8,07 | 7,86 |
| A_1 V% | 10,04 | 9,81 | 8,38 | 9,41 |
| A_2 V% | 10,21 | 11,27 | | 10,74 |
| A_3 V% | 16,99 | 14,95 | 17,56 | 16,50 |
| B_Referencia | 7,88 | 7,76 | | 7,82 |
| B_1 V% | 9,46 | 8,58 | | 9,02 |
| B_2 V% | 13,34 | 11,30 | | 12,32 |

Energia elnyelő képességek összehasonlítása

- Az erő-elmozdulás diagram alatti, maximális terhelőerőig számított terület

| Sorozat | Energia elnyelés, F_{\max} -ig (kJoule) | | | |
|--------------|-------------------------------------------|-------|-------|-------|
| | Próbatest | | | Átlag |
| | 1. | 2. | 3. | |
| A_Referencia | 7,08 | 6,76 | 4,55 | 6,13 |
| A_1 V% | 8,11 | 17,58 | 16,57 | 14,09 |
| A_2 V% | 11,26 | 16,06 | | 13,66 |
| A_3 V% | 34,35 | 33,55 | 39,05 | 35,65 |
| B_Referencia | 5,41 | 4,63 | | 5,02 |
| B_1 V% | 8,99 | 8,69 | | 8,84 |
| B_2 V% | 18,07 | 14,80 | | 16,44 |

'A' sorozat 0-3V%



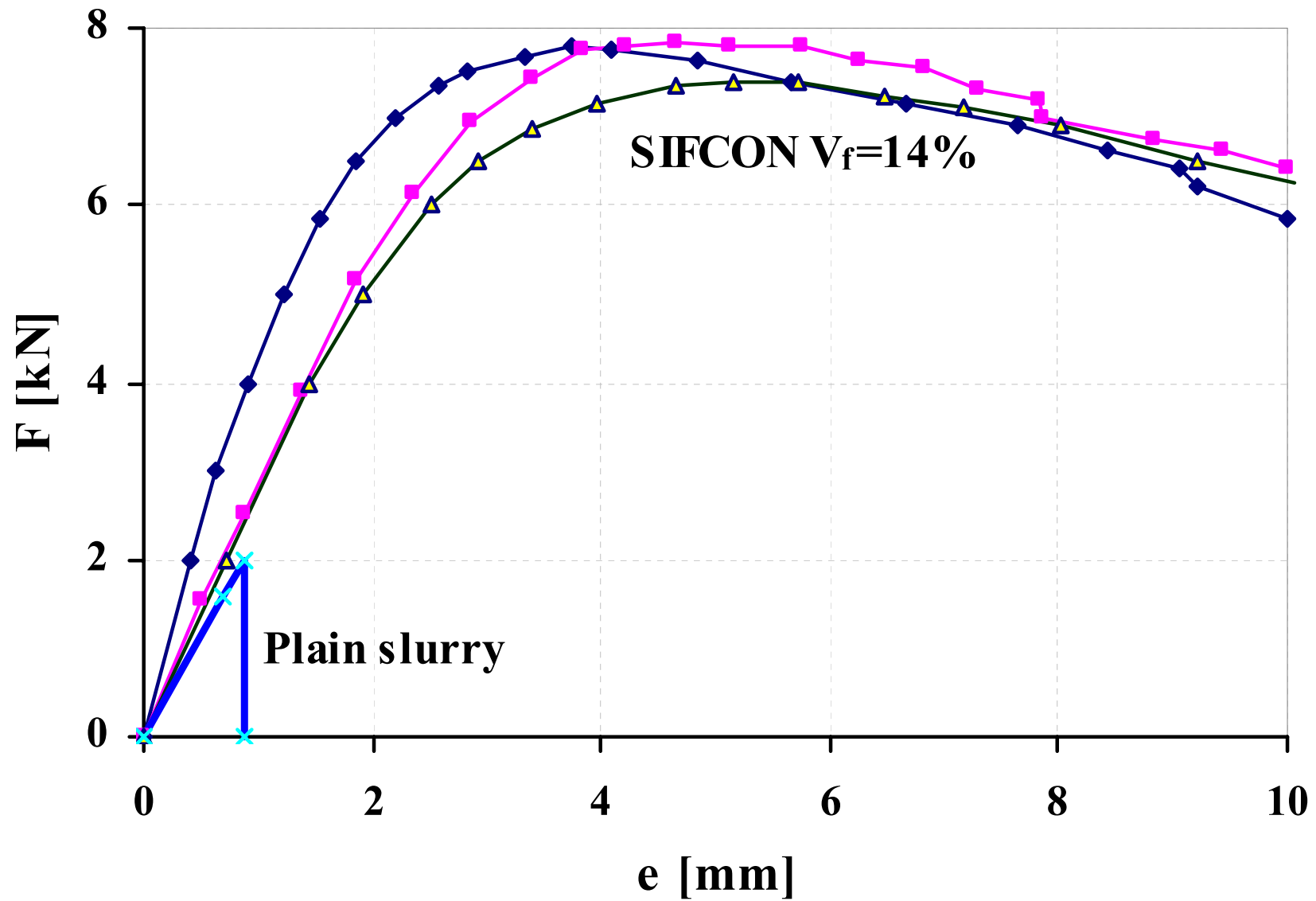
SIFCON

(Slurry Infiltrated Fibre Concrete)









Dramix[®]



Tunnelling the World

WITH

7

**REFERENCE
PROJECTS**

IF MARC VANDEWALLE
N.V. BEKAERT S.A.

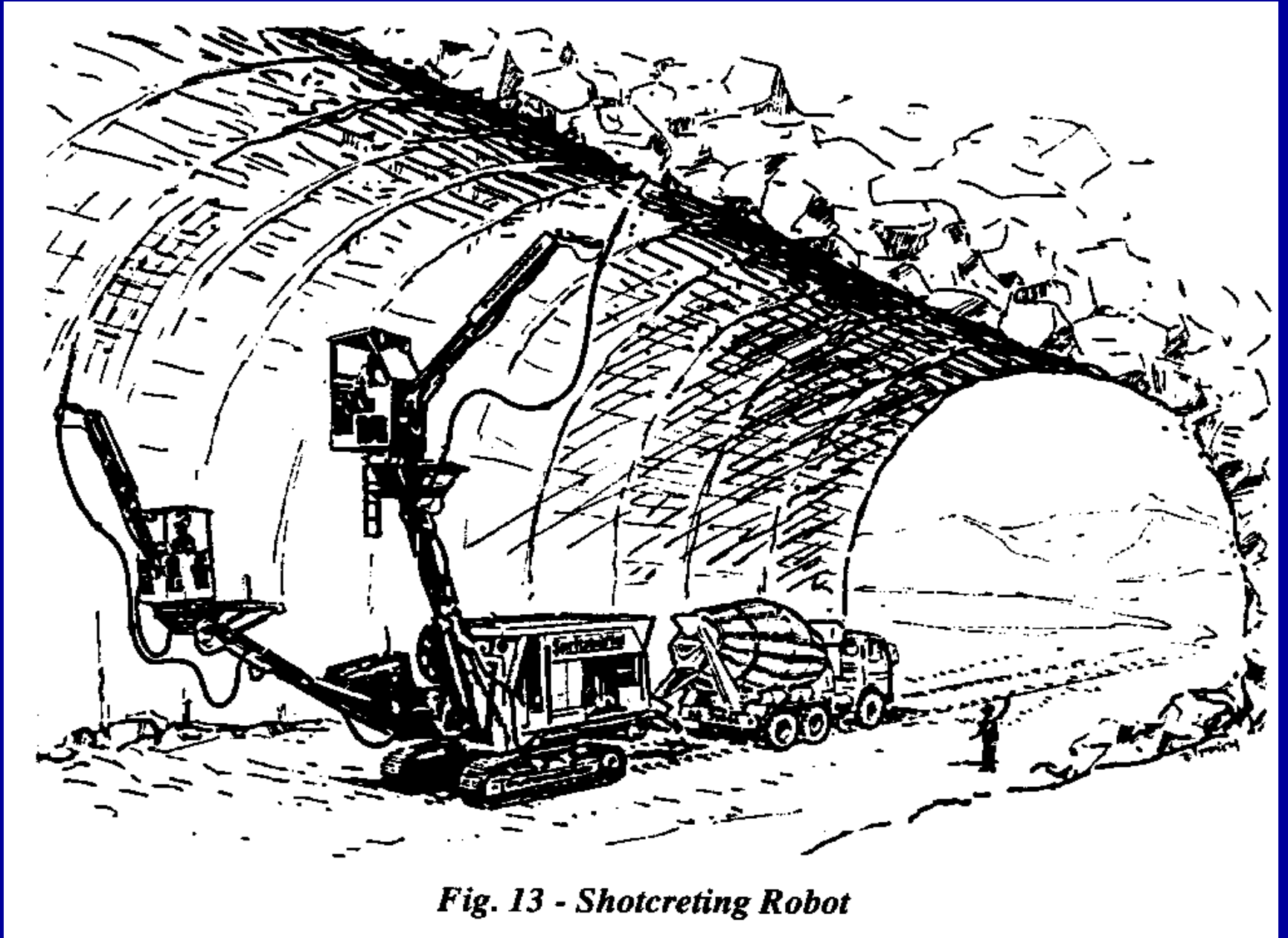
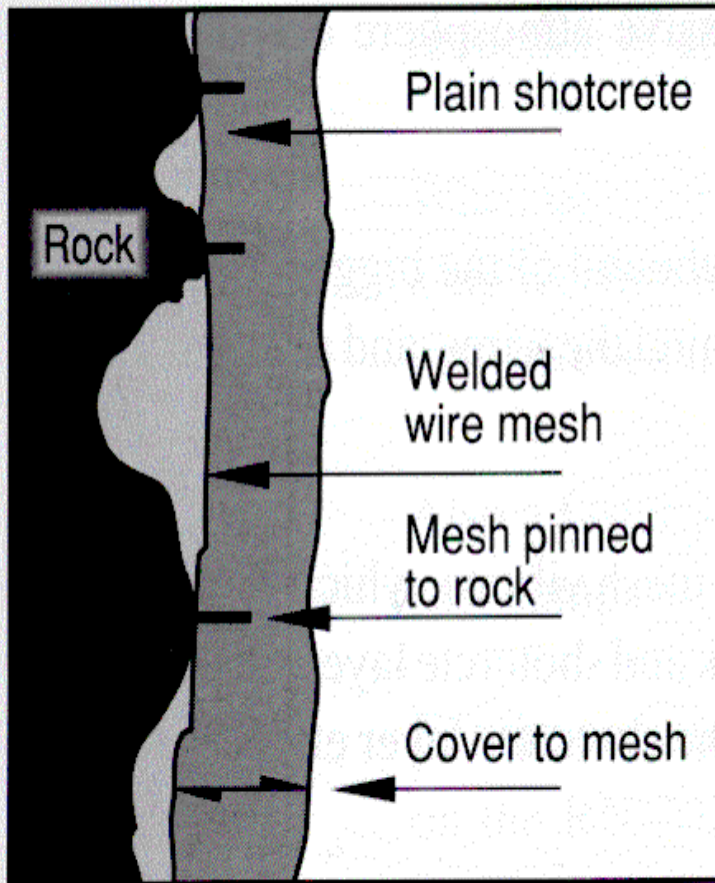


Fig. 13 - Shotcreting Robot

MESH REINFORCED SHOTCRETE



STEEL FIBRE REINFORCED SHOTCRETE

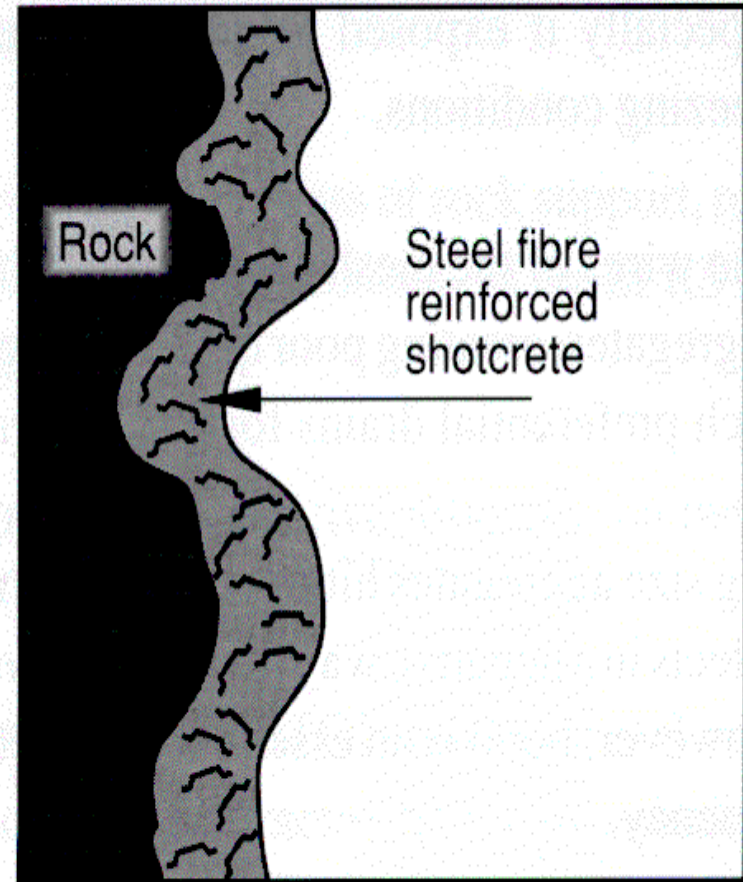
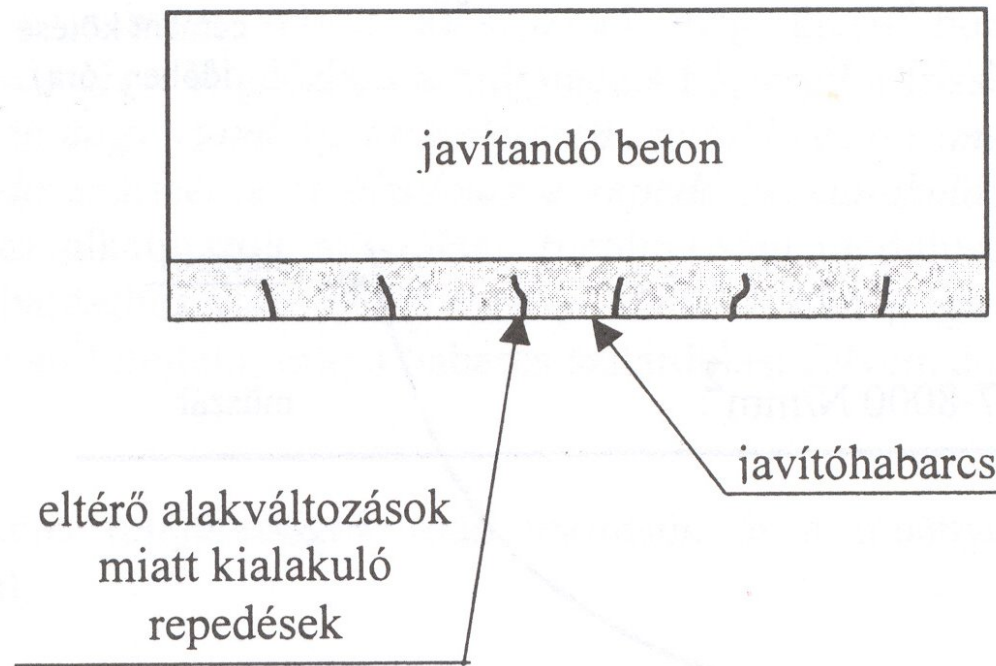


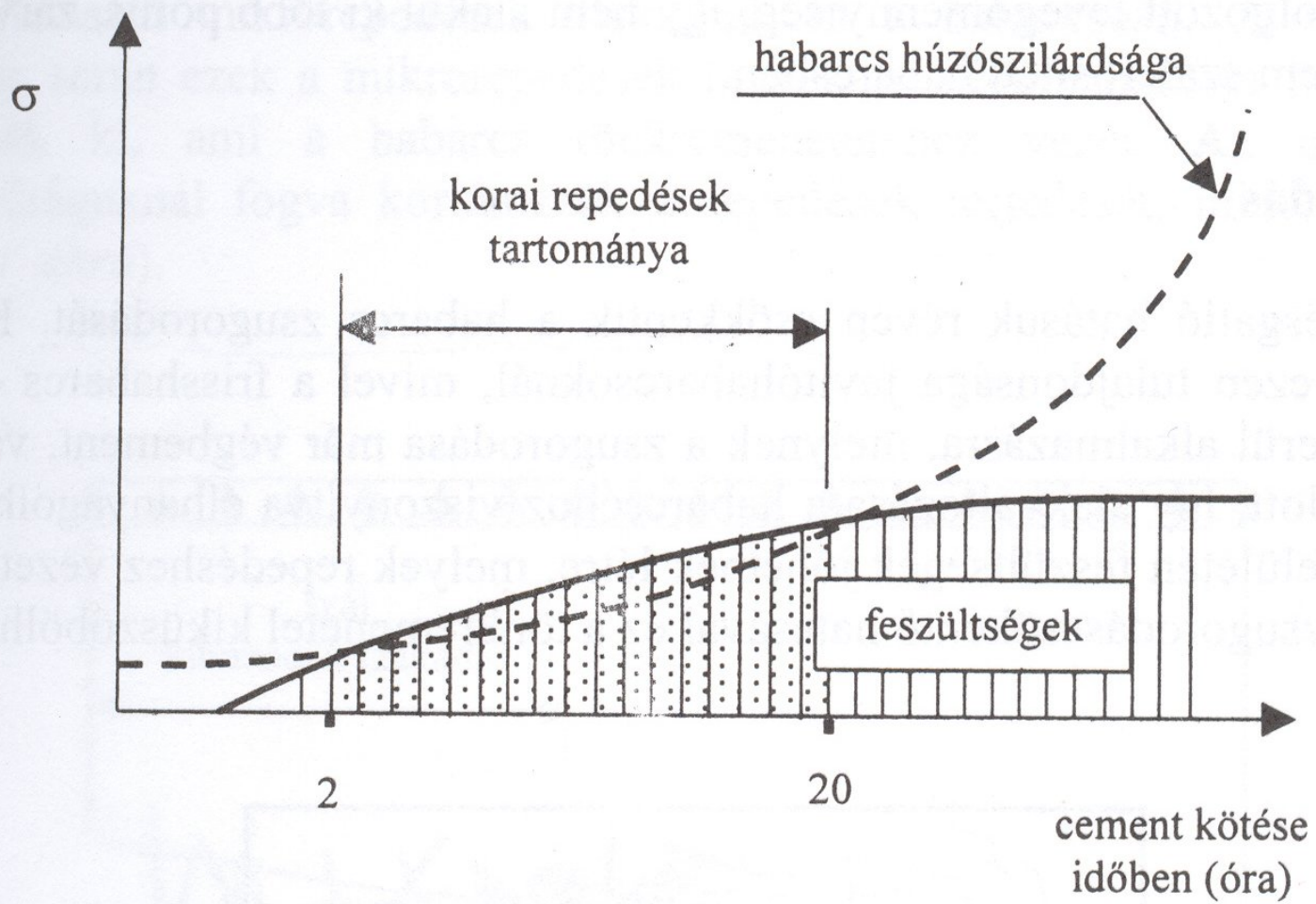
Fig. 28 - Difference in shotcrete consumption when using wire mesh or steel fibres

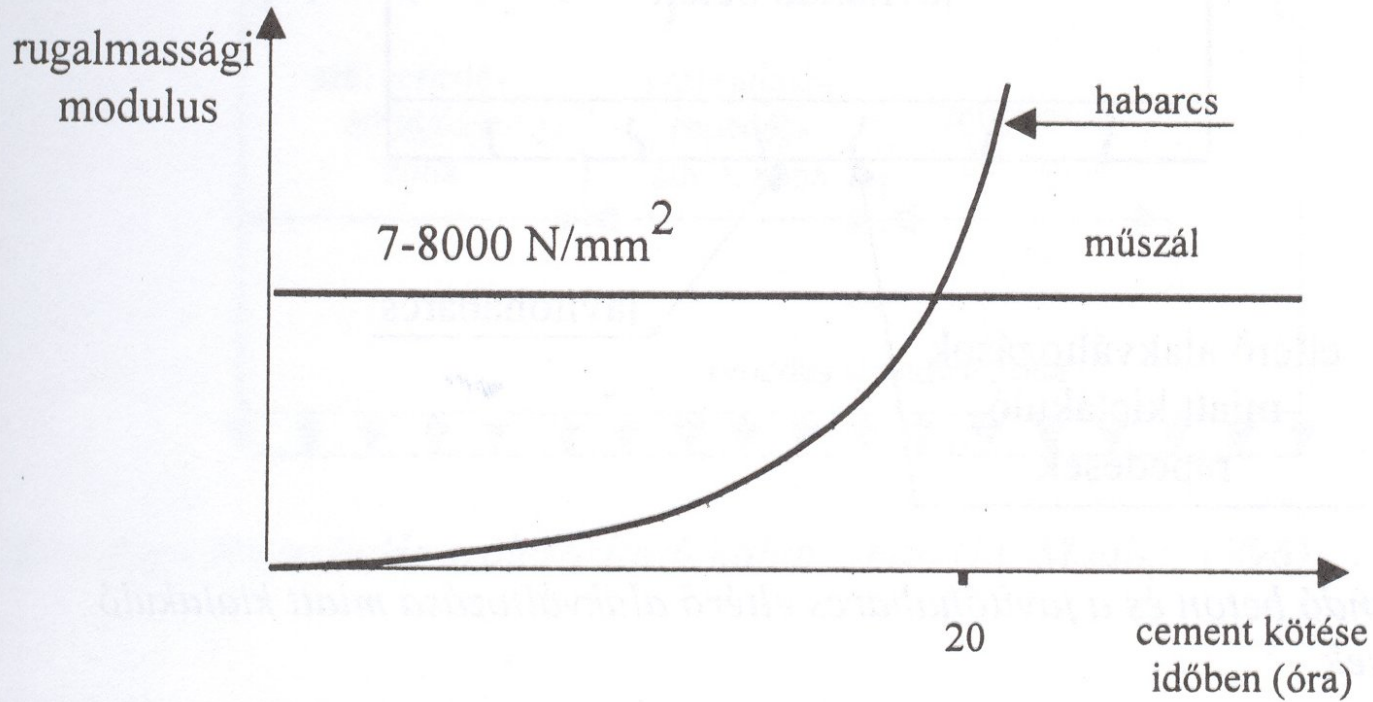
SZÁLERŐSÍTÉSŰ JAVÍTÓBETONOK

Szálak szerepe a korai repedések megakadályozásában



3. ábra A javítandó beton és a javítóhabarcs eltérő alakváltozása miatt kialakuló repedések

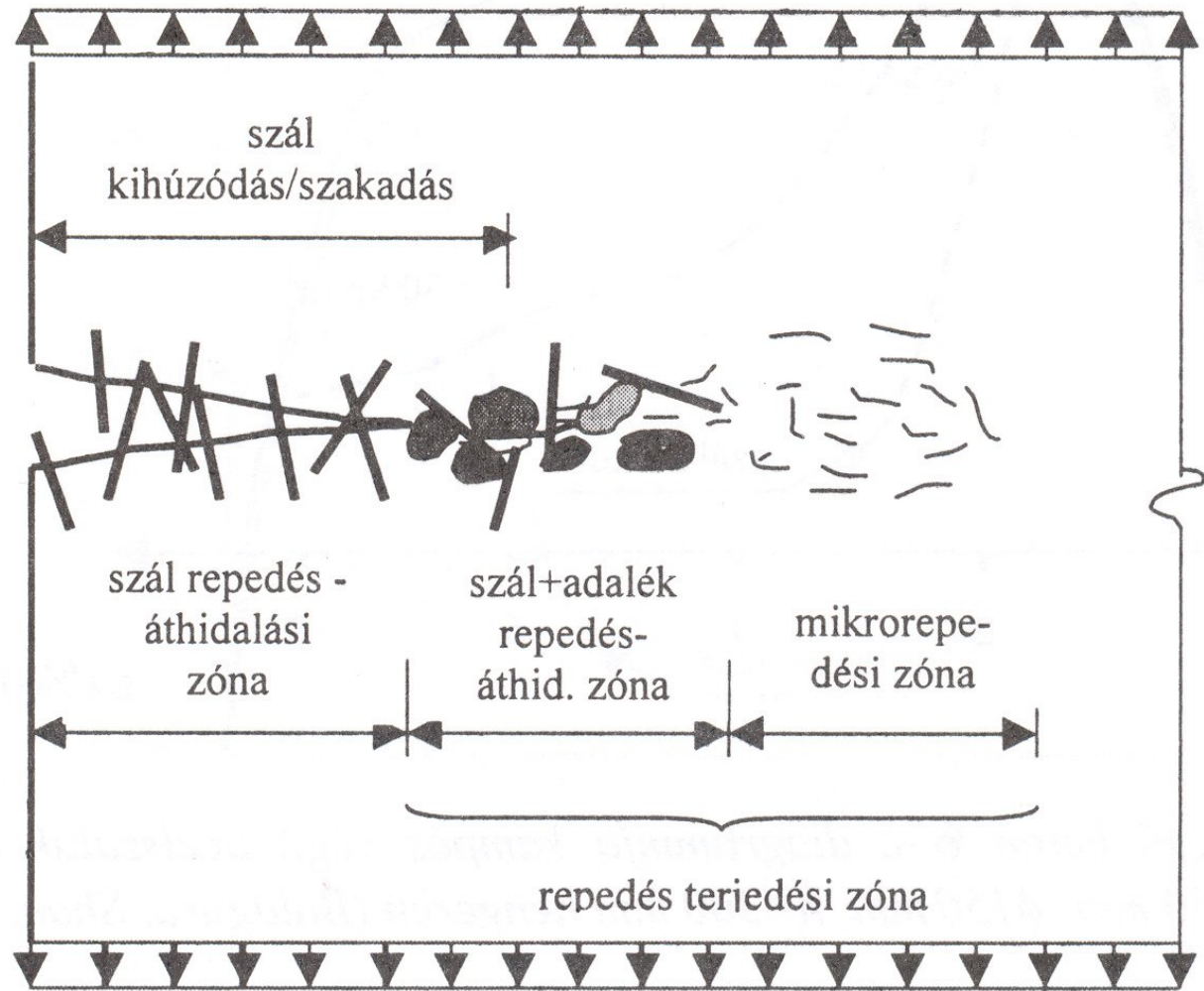




ábra A habarcs húzószilárdságának és rugalmassági modulusának időbeni változásának szemantik ábrázolása

a) Korai repedések tartománya,

b) A szálak és a habarcs rugalmassági modulusának időbeni változása
(Köneke, 1978)



4. ábra Repedés terjedés szálerősítésű habarcsban (Li, Maalej, 1996)

IPARI PADLÓK SZÁLERŐSÍTÉSŰ BETONBÓL

- Akár 2000 m² felület dilatáció nélkül
- Tervezéskor:
 - statikai és dinamikus terhek mellett zsugorodást és hőm. változást is figyelembe kell venni
 - vastagabb lemezt kell tervezni
 - nagyobb betonszilárdságot alkalmazni
 - szálerősítés: min. 35 – 40 kg/m³

- **Kivitelezéskor:**
 - **kellő teherbírású ágyazat (ágyazási tényező min. 0,06 N/mm³)!**
 - **a súrlódást csökkenteni kell pl. fólia terítéssel**
 - **a felületi egyenletlenséget csökkenteni kell (max. 10mm)**
 - **szálerősítés: min. 35 – 40 kg/m³ (acél)**
 - **alacsony v/c**
 - **megfelelő utókezelés**









