

Szerkezeti anyag előnyös tulajdonságokkal

A TEXTILBETON

A beton már régóta a leggyakrabban alkalmazott szerkezeti anyag az építőiparban. Igen nagy mennyiségben használják, erős és viszonylag nem drága. Hátránya azonban, hogy bár a nyomóterhelést nagyon jól bírja, húzószilárdsága ehhez képest jóval kisebb.

A kisebb húzószilárdság különösen nagy hátrányt jelent hajlításnak kitett betonelemek esetében, ugyanis például egy két végén alátámasztott vízszintes gerenda a rá ható függőleges erő hatására behajlik. Ilyenkor felső széle nyomásnak, alsó széle húzásnak van kitéve. Ha a függőleges erő elég nagy, gyengébb húzószilárdsága miatt a beton az utóbbi helyen bereped.

Különböző anyagú szálakat (farostokat, fémshálakat) már régebben is használtak a beton erősítésére: szivósságának, törőszilárdságának, fáradási szilárdságának növelésére, repedésáthidaló képességének fokozására. Újabban műanyag (polipropilén, poliakrilnitril) szálakat, üvegszálakat, szén-szálakat, gumiőrleményt is alkalmaznak erre a célra. Az ilyen, néhány centiméter hosszúságú szálak bekeverésével készült beton neve szálerősítésű beton.

KÜLÖNBÖZŐ ANYAGOK LEGFONTOSABB ADATA

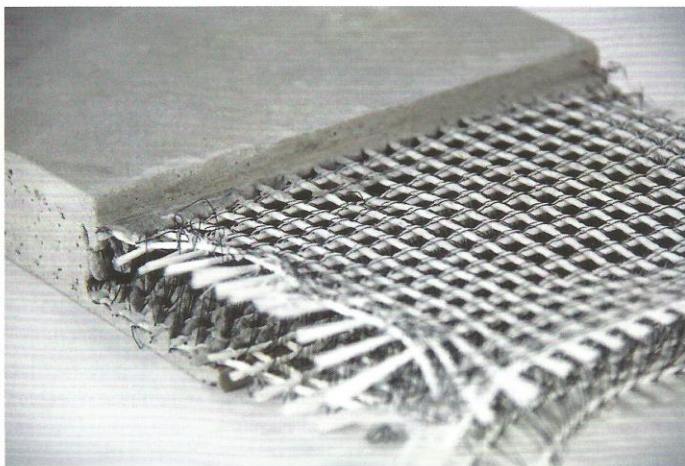
PARAMÉTER	BETONACÉL	AR-ÜVEGSZÁL	SZÉNSZÁL
SŰRŰSÉG, g/cm ³	7,9	2,7	1,8
E-MODULUS, GPa	210	76	240-600
SZAKÍTÓSZILÁRDSÁG, GPa	0,3-0,6	2,0	3,0-5,0
SZAKADÁSI NYÚLÁS, %	18-26	2,6	1,0-1,5
KORRÓZIÓÁLLÓSÁG	ROSSZ	JÓ	KIVÁLÓ

A betonszerkezet húzószilárdságának növelésére szolgál az acélrudakkal történő megerősítése. Az ilyen szerkezetet nevezik vasbetonnak. Az acélrudak azonban nehezek, és az idő előrehaladtával korrodálódnak. Helyettesítésükre fejlesztették ki a textilbetont, amelynél ezek a hátrányok nem jelentkeznek, ugyanakkor egyéb jó tulajdonságai is vannak.

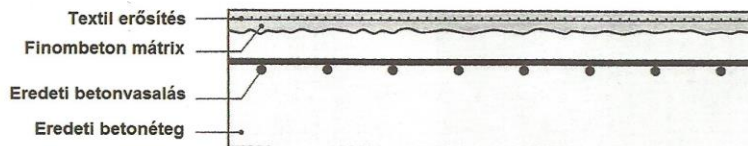
A textilbeton megjelenésében abban különbözik a szálbetontól, hogy míg az utóbbiban különálló szálakat kevernek a beton anyagába, a textilbeton esetében valamilyen fonalakból vagy szálkötegekből (ez utóbbiakat a szaknyelv kábelnek vagy rovingnak nevezi) létrehozott, összefüggő textil kelmeszerkezetet építenek be, amely rácszatot alkot, hasonlóan ahhoz, mint amelyet a vasbetonban az acélrudak képeznek. A vasbeton esetében az acélrudakat külön acélhuzalokkal erősítik egymáshoz, a textilbetonnál a rácsszerkezetet a kelmeképzés közvetlenül hozza létre.

KÉT ÉVTIZEDES MŰLT

A textilbeton gondolatát a Drezdai Műszaki Egyetem kutatói vetették fel az 1990-es évek közepén, majd a fejlesztéshez 1999-ben az Aacheni Egyetem kutatói is csatlakoztak. Az első kísérleteket lúgálló (AR típusú) üvegszálakból álló szálkötegekkel végezték, a kábelben több száz vagy akár több tízezer üvegszál van. Később szénszál kábelek, sőt bazaltszál fonalok alkalmazását is megkezdtek. Alapvető kritérium a textilanyag lúgállósága, nagy



» 1. ábra. Textilbeton térbeli („3D”) textil vázszerkezettel



» 2. ábra. Felületjavítás textilbetonnal

szilárdsága és megfelelő rugalmassági tényezője, az E-modulus. (Ez utóbbi azt a terhelési határt jelenti, ameddig az anyag rugalmasnak tekinthető, azaz ameddig biztosítható, hogy a terhelés következtében beálló alakváltozás a terhelés megszűnte után teljes mértékben visszaalakul.)

Ezeknek az anyagoknak a textilbetongyártás szempontjából legfontosabb adatait a táblázatunk foglalja össze. Az üveg- és a szénszál legnagyobb előnye a betonacélal szemben a sokkal kisebb sűrűség, illetve a jelentős különbség a szakítószilárdság és az E-modulus értékében. A bazaltszálak alkalmazása egyelőre háttérbe szorul, mert nem annyira öregecsállók, mint az üvegszálak, és drágábbak is azoknál.

Alkalmaznak más nyersanyag-kombinációkat is, ezek az úgynevezett hibrid szerkezetek. A textil erősítőszerkezetnek ugyanis – az alkalmazás módjától függően – nem kell szükségképpen minden irányban azonos igénybevételt elviselnie, így a kevésbé igénybe vett irányban kisebb teljesítményű, olcsóbb fonalak is alkalmazhatók. A kábeleket, illetve a belőlük készült textilszerkezetet erősítő és a továbbfeldolgozást elősegítő bevonattal látják el, amely megfelelő tapadást biztosít a szálakat körülvevő betonhoz. Az alkalmazott kábelek vastagságát és a kialakított rácsszerkezet sűrűségét és irányítottágát a felhasználási célnak megfelelően állítják be.

A textilbeton előnye azon kívül, hogy az erősítőszálak nem korrodálnak, hogy éppen ezért vékonyabb betonréteg szükséges a védelmükre, aminek eredményeképpen az ilyen betonszerkezet jóval könnyebb lehet, mint az azonos teherbírású vasbeton. Vasbeton esetében 3-6 cm vastag betonrétegnek kell körülvennie az acélrudakat, hogy kellően elszigeteljük azokat a nedveségtől és általában a környezeti hatásoktól,

míg textilbeton esetében 1 cm vastag réteg is elegendő. Így például egy szokásosan 90 mm vastag vasbeton falazóelemet 20-30 mm textilbeton panellel lehet helyettesíteni. Ennek a kisebb lemezvastagságnak az anyagmegtakarításon felül egyéb előnyei is vannak. Mivel az ilyen betonelemek könnyebbek, mint a hasonló teherbírású vasbeton elemek, szállításuk egyszerűbb és olcsóbb lehet. Kisebb tömegük szerényebb statikai követelményeket támaszt. Előállításuk kisebb energiaigényű, és így kevesebb szén-dioxid-kibocsátással jár. Épületfelújításoknál ugyanakkora teherbírású falat vastagabb hangszigeteléssel lehet ellátni anélkül, hogy a teljes falvastagság megnőne. Új épületeknél könnyebb és filigránabb homlokzatkialakításra van lehetőség.

A TEXTILBETON SZERKEZETE

A betonacél helyettesítését textilszerkezetel elsősorban két tényező tette lehetővé:

» az e célra legjobban megfelelő üveg- és szénszálak alkalmazástechnikájának fejlődése, illetve

» a textilgépek – köztük főleg a kötőgépek – olyan szintre fejlődése, ami lehetővé tette az üveg- és szénszálak nagyüzemi feldolgozását és olyan összefüggő vázszerkezet textiltechnológiai eljárásokkal történő előállítását, amely a szokásos betonvasalásokat helyettesítheti.

A beton erősítése sík- („kétdimenziós”) vagy térbeli („háromdimenziós”) rácsszerkezet előállítását igényli (1. ábra). Ezek előállítására a kötőgépek speciális változatait fejlesztették ki. A rácsban az egyes szálkötegek – az alkalmazási céltól függően – 5-20 mm távolságban vannak. Ehhez kell igazodnia a beton szemcsenagyság-eloszlásának is.

A háromdimenziós (más néven üreges) vázszerkezet két egymástól független rácsszerű rétegből áll, amelyek mindegyike hossz- és keresztirányban (biaxiálisan) teherbíró kialakítású. A két réteget vastagságirányban viszonylag merev távolságtartó fonalak erősítik össze, így a két réteg között üreg keletkezik. Ennek a vázszerkezetnek a vastagsága néhány millimétertől 50-60 mm-ig terjedhet.

TEXTILBETON ÉPÜLETELEMEK ELŐÁLLÍTÁSA

A textilerősítés előállításához először is szálkötegekre van szükség, amelyek sok ezer néhány mikrométer vastagságú folytonos szálból állnak. Ezekből speciális kötőgépen egy rácsszerkezetet készítenek, a kívánt



» 3. ábra. Textilbeton homlokzati elemek



» 4. ábra. Textilbeton szerkezetű híd

nyílásméretekkkel. Ezt ágyazzák be zsaluelemek között a finombetonba. Hogy minél erősebb kötés jöjjön létre a textilanyaghoz, a habarcsnak lehetőleg finomszemcsésnek és folyékonynak kell lennie.

A szokásos gyártási technológiák: kenés, öntés, szórás. Egy további eljárás a centrifugálás.

Kenésnél a finombetont és a textil erősítővázat váltakozva fektetik a zsaluelemre, amíg a kívánt vastagságot el nem érik. Így készítik a kétdimenziós lemezeket. Ennek kivitelezése csak vízszintes helyzetben lehetséges.

Öntésnél a zsaluzatba helyezik a textil vázanyagot, és kiöntik a betonnal. Ezzel a módszerrel nem lehet nagy szilárdító hatást elérni, mert a beton nem tud minden egyes szálát körülvenni, hogy megfelelő kötés jöheszen létre a szálköteg és a betonmátrix között.

A szórás kivitelezése nagyon hasonlít a kenéséhez. Itt is váltakozva követik egymást a finombeton és a textil erősítővázrétegek. Ezt az eljárást vízszintes és függőleges helyzetben egyaránt el lehet végezni, és jó szilárdítási fokot eredményez.

Centrifugálásnál a betont gyors forgással, a centrifugális erőt kihasználva, a zsaluzás hossza mentén haladva szórják rá a zsaluelemekre. Ezt a módszert főleg csövek, rudak, oszlopok készítésénél használják. A textil erősítőváz behelyezése folyamatosan történik a centrifugálás haladásával párhuzamosan, ami időigényessé teszi az eljárást.

TEHERBÍRÁS ÉS MÉRETEZÉS

A textilbeton teherbírása szempontjából meghatározó a betonmátrixból származó erők átvitele a szálköteg egyes szálaira. Azonban a szálaknak csak egy kis része kötődik tökéletesen a betonhoz. Az érintkezési felület, illetve a szál és a mátrix közötti kötés ereje határozza meg a textil erősítőváz kötési tulajdonságait, és ez a döntő a textilerősítés elméleti teherbírásának kihasználása szempontjából. Ebből következik, hogy a filamenteket először egy polimerrel egymáshoz kell tapasztni. A folyékony gyanta-kötőanyag keverék minden üreget kitölt, és ott megkeményedik. A textil vázszerkezet ez után az „átítatás” után sokkal jobban kezelhető. A polimer diszperzió az átítatott textiliában kedvező erőelosztást hoz létre az egyes szálak között, és ezáltal az egész kompozit mechanikai tulajdonságait javítja.

A textilbeton teherbírása hasonlít a vasbetonéhoz, de a méretezést az eltérő anyag- és kötési tulajdonságok miatt másképp kell elvégezni. Erre vonatkozóan elméleti és kísérleti munkák folynak, hogy tapasztalati adatokat nyerjenek a méretezéshez.

A TEXTILBETON ALKALMAZÁSAI

A német kutatók igen komoly munkát fektetnek a textilbeton kifejlesztésébe és minél szélesebb körű alkalmazásába. A Tudalít néven forgalmazott textilbetonnak számos felhasználását mutatták be.

A textilbeton nagyon alkalmas arra, hogy épületfelújításnál az eredeti vasbeton szerkezetet megerősítsék vele. Ilyenkor a textilbetont az eredeti vasbeton szerkezet felületén, kiegészítésként alkalmazják (2. ábra). Ilyen célra a megerősítendő épületrészre a speciális finombeton réteget hordanak fel, amelybe egy vagy több rétegben szénszálas textilerősítést ágyaznak. A textilbetonnal így különböző terhelési hatásoknak (hajlítás, keresztirányú terhelések, torziós hatások stb.) tudják ellenállóbbá tenni az épületelemet, és a felület állapotát is megjavítják.

A textilbeton nagyon alkalmas homlokzatelemek készítésére. A vasbeton elemeknél szokásos 90 mm lemezvastagság helyett a textilbeton 20-30 mm lemezvastagságot tesz lehetővé. A 3. ábra például mindössze 20 mm vastag, mintegy 2 m² felületű textilbeton lemezekkel borított épületet mutat, amelynél a textil erősítő szerkezetet üvegszálakból állították elő. Itt a hagyományos vasbeton alkalmazásához képest 80 százalékos anyagmegtakarítást értek el. Szénszálakból készített textilerősítéssel ellátott betonból nagyobb, 1,5 m×4,1 m méretű, 50 mm vastag homlokzatburkoló lemezeket állítottak elő. Ipari csarnokoknál önhordó szendvicsszerkezetű burkolólemezeket is használnak. Ilyet például 3,45 m×1,00 m×0,18 m méretben úgy állítottak elő, hogy két vékony, üvegszálas textilbeton réteg közé poliuretán keményhab réteget helyeztek el.

A 4. ábra egy patakon átvezető, 15 m hosszú gyalogshidat mutat, amely 6 cm vastag, 0,9 m hosszú, U alakú textilbeton elemekből áll. Tömege alig egyötöde annak, mintha vasbetonból készítették volna el.

» Lázár Károly



lazarky2@gmail.com

HATÉKONYSÁGMUTATÓ

Anyagfelhasználás	<input checked="" type="checkbox"/>	Energiaigény	<input type="checkbox"/>
Üzemfenntartás	<input type="checkbox"/>	Kezelhetőség	<input checked="" type="checkbox"/>
Időráfordítás	<input type="checkbox"/>	Élettartam	<input checked="" type="checkbox"/>