

ERŐSÍTETT TALAJSZERKEZETEK ELMÉLETI ÉS KÍSÉRLETI KUTATÁSAI, KATONAI ALKALMAZÁSOK

Dr. Hubina István mk. alezredes, egyetemi adjunktus

ZMNE VSZTK Műszaki tanszék

Dr. Vas József, egyetemi adjunktus

ZMNE VSZTK Természettudományi tanszék

Bevezetés

A vízszintes rétegenként fémbetékekkel átszőtt talajt a szakirodalom vasalt talajnak, az e módszerrel épített súlytámfalat vasalttalaj-támfalnak nevezi. [1,2]

A fémbetékek talajba építésével erősített talajszerkezetet kapunk. A fémbetékek húzószilárdsággal rendelkező anyag beépítését jelentik a talajba, s ezek kedvezően befolyásolják az így létrejött szerkezet tulajdonságait.

A vasalttalaj-támfal ötlete Vidaltól származik. Hazai kutatása, számítási módszerének fejlesztése Scharle Péter, Szalatkai István nevéhez köthető. [3, 4]

Ezen megoldás sikeres alkalmazása indukálta az erősített szerkezetek legkülönbözőbb típusainak a széles körű megjelenését.

Kezdetben a műszaki textíliák, leplek, majd az extrudált polipropilén hálók megjelenése indította el új felhasználási területek, megoldások kutatását.

A Magyar Viscosa-gyár jóvoltából hazai gyártású polipropilén anyagú szálakból összeragasztott (NETLON) hálók is megjelentek a piacon.

Az Építéstudományi Intézetben komplex kutatási program keretében vizsgáltuk a NETLON- hálók talajerősítési felhasználhatóságát.

A szóba jöhető területeken kis- és nagymodell kísérleteket terveztük meg és hajtottunk végre. Számítási módszereket dolgoztunk ki a kísérleti eredmények követésére. Kísérleteket végeztünk a hálók alakváltozási, szilárdsági tulajdonságainak vizsgálatára.

a.) NETLON-hálók alkalmazása síkalapozásoknál. [9, 11, 13, 14, 17]

b.) Talajcsere-vastagság csökkentési lehetősége NETLON-háló alkalmazásával. [16]

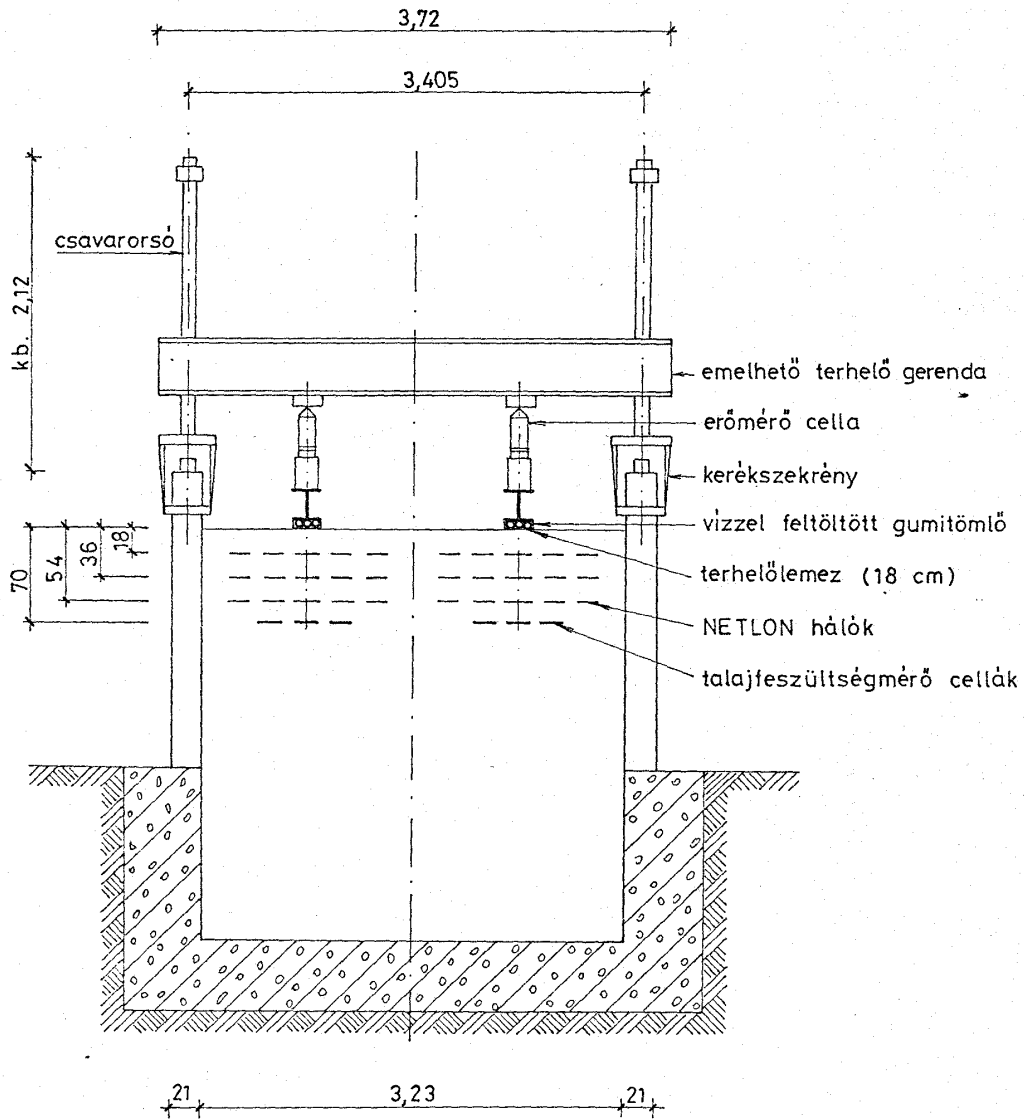
c.) A háló teherbírás-változása tartós igénybevétel esetén. [15]

d.) Kidolgoztuk a hálóval megvalósított talajtámfal kísérleti programját, s ez alapján kismodell-kísérleteket végeztünk. A támfal építési paramétereinek megválasztására a kísérleti eredményekre alapuló számítási módszert fejlesztettünk ki. [10, 12]

1. NETLON-hálók alkalmazása síkalapozásoknál

A síkalapozásoknál az alapsík alá elhelyezett háló szerepét, erősítő hatásának mibenlétét vizsgáltuk nagymodell-kísérletekkel és numerikus számításokkal. [9, 14,17]

A kísérleti elrendezés vázlatát mutatja az alábbi ábra:



1. ábra

A nagymodell-kísérletekkel az alábbi kérdésekre kerestünk választ:

- a.) Jelentkezik e számottevő javulás NETLON-háló talajba építésével síkalapozás esetében, az erősítés nélküli esethez viszonyítva?
- b.) Miben nyilvánul meg az erősítő hatás, milyen terhelési tartományban jelentkezik?
- c.) Milyen szerepet játszik a háló elhelyezési mélysége és a hálók száma az erősítésben?
- d.) Van-e optimális elhelyezési mélység?
- e.) Hogyan befolyásolják a háló geometriai és fizikai paraméterei az erősítés mértékét?
- f.) Megadható-e a kísérleti eredményekkel összhangban álló számítási modell a szerkezet méretezéséhez?

A kísérletsorozat során változó paraméterek voltak a:

1. Háló elhelyezési mélysége,
2. Háló típusa,
3. Beépített hálórétegek száma.

A modellkísérletek meggyőzően bizonyították a NETLON-háló talajerősítésre történő felhasználhatóságát. [9, 13]

A síkalapozásnál a háló kedvező hatása abban mutatkozott meg, hogy csökkentek a:

- felszíni süllyedések
- az altalajra jutó függőleges feszültségek intenzitásai
- a háló és az alapozási sík közötti elmozdulások,

illetve azonos felszíni süllyedéshez viszonyítva az ilyen módon erősített talaj nagyobb felszíni terhelés elviselésére volt képes.

Fenti kedvező hatások mindkét beépített hálótípusnál (H08, H12) mindegyik elhelyezési mélységnél és egy, illetve két réteg elhelyezésekor is jelentkeztek.

A háló elhelyezési iránya jelentősen nem befolyásolta az eredményeket.

A kísérletek azt mutatták, hogy a talaj tömörségétől, a felszíni terheléstől függően van egy tartomány, ahová a hálót beépítve az erősítő hatás a leghatékonyabb. (Ez az optimális elhelyezési mélység.)

Gazdasági szempontból lényeges kérdés, hogy mennyi anyagot kell felhasználni az erősítéshez. A rétegszám növelése nem minden esetben jelent hatékonyabb megoldást is. Két és több rétegnél is található optimális elhelyezési mélységek. [14]

A kísérletek során nem vizsgáltuk, de feltételezhető, hogy a háló szélességi méretének egy bizonyos értéknél optimuma van. Ennél az értéknél nagyobb méret az erősítés hatékonyságát jelentősen nem növeli, illetve kisebb méretű háló alkalmazásával a hatékonyság csökken.

- Az erősítés nagyobb terhelési tartományban, illetve nagyobb tömörség esetén hatékonyabbnak bizonyult.

- Az alkalmazandó háló geometriai és fizikai tulajdonságai közül a háló szerkezete, típusa és húzóerevsége befolyásolta az erősítés mértékét.

A kísérleti eredmények alapján megállapítottuk, hogy NETLON-hálók alkalmazása javasolható minden olyan esetben, ahol a felszíni süllyedések és az altalajra jutó feszültségek intenzitásának csökkentésével egyszerűbb, gazdaságosabb megoldások megvalósítására nyílik lehetőség.

Így például csővezetékek fölé elhelyezve csökkenthetők a vezetékre jutó igénybevételek, mód nyílna gyengébb csőanyagok alkalmazására.

Síkalapozás esetében NETLON-háló alkalmazásával a feszültségek kedvezőbb szétosztása, az alsó rétegek tehermentesítése valósítható meg, ezáltal lehetőség van az

alaptest méretének csökkentésére, kevésbé költséges megoldások alkalmazására.

Felszíni süllyedéscsökkentő hatása kihasználható káros süllyedések és süllyedéskülönbségek fellépésének megakadályozására is.

A modellkísérletek eredményeinek követésére numerikus számításokat végeztünk. [14]

Megállapítható volt, hogy a számítási módszer használata a NETLON-nal erősített talajszerkezetek közelítő számításához alkalmas. A kísérleti és számítási eredmények jellegükben azonosnak mutatkoztak. [11, 17]

2. NETLON-hálók anyagi tulajdonságai

A számítási módszerek bemenő paraméterként igénylik az erősítő betét (esetünkben NETLON-háló) szakítószilárdságát, vonalmodulusát.

A nagyszámú kis- és nagymodell-kísérletek eredményeiből arra következtetünk, hogy az erősítő hatás a NETLON-háló speciális anyagi és szerkezeti (szálakból szőtt rácsos szerkezet) tulajdonságai miatt nemcsak a húzószilárdsága okán jelentkezik, hanem azáltal is, hogy a szemcsék bizonyos esetekben beékelődnek a hálók lyukaiba, s azzal összeépülve egy összetett réteget alakíthatnak ki az alapozási sík alatt. Úgy gondoltuk, feltétlenül megvizsgálandó a háló lyukméretének és a talaj szemcseméretének egymáshoz való viszonya az optimális összeépülés szempontjából.

Fenti problémák megoldására tartós terhelési kísérleteket indítottunk el. A NETLON-háló alapvetően viszkoelasztikus tulajdonságokkal rendelkezik, tehát erősítő hatás csak akkor jelentkezik hosszú élettartamra tervezett szerkezetnél, ha a hálók megnyúlása az élettartam alatt nem növekszik olyan mértékben, hogy erősítő hatása megszűnjön.

A kísérleteket 3 különböző típusú hálóval 17 kísérleti mintával végeztük.

A felfüggesztett hálómintákra különböző terheket akasztottunk. Mértük a hálósáv megnyúlását az idő függvényében.

Kezdetben 5-30 percenként, a második naptól óránként, egy hónap után pedig naponta végeztük a méréseket.

Az ε relatív megnyúlás és az eltelt idő közötti kapcsolatot az ε -lgt koordinátarendszerben vizsgáltuk. A kapott pontokra lineáris függvényt illesztettünk:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + a \cdot \lg t ,$$

ahol ε_0 a pillanatnyi relatív alakváltozás, a pedig az ún. kúszási együttható.

Megállapítottuk, hogy a fenti lineáris közelítésben az a kúszási együtthatónak alapvető szerepe van. 50 éves élettartam figyelembe vételével kimutattuk, hogy a kúszási együttható 0,26-nál kisebb kell, hogy legyen ahhoz, hogy a háló megnyúlás-növekménye a 2 %-t ne haladja meg. [15, 17]

A kísérleti eredmények alapján értelmezhető az

$$E = \frac{\text{tehererő}}{\text{relatív alakváltozás} \times v \times \text{szélesség}}$$

összefüggéssel a háló vonalmodulusa, ahol v a háló vastagsága.

Kihúzókérdéseket végeztünk annak megállapítására, hogy a szemcseméret és a háló lyukméret milyen viszonzsáma esetén adja a legkedvezőbb “összeépülést”.

A kísérletekhez két hálótípust, ötféle talajfrakciót használtunk. A kihúzóerőnél állandó teherlépcsőket alkalmaztunk, minden teherlépcsőnél 10 perc kivárása után végeztük az elmozdulás leolvasását.

A nagyszámú kísérlet kiértékeléséből az a következtetés vonható le, hogy a legkedvezőbb “összeépülés” akkor következik be, ha a szemcseátmérő a háló lyukátmérőjének 2/3-a. [16]

Ez az eredmény alapozás megvalósításánál úgy vehető figyelembe, hogy:

a.) Szilárdsági, alakváltozási jellemzők alapján kiválasztható az alkalmazandó hálótípus. Ezt a hálót olyan szemcsemérettel rendelkező talajkörnyezetbe kell helyezni, hogy a fenti arányszám teljesüljön.

b.) Vagy a rendelkezésre álló talaj jellemző szemcseátmérőjéhez választunk megfelelő lyukméretű hálótípust. Ennek szilárdsági és anyagjellemzői az előzőekben ismertetett eljárással meghatározhatók, s a szerkezet méretezésénél az elhelyezendő hálórétegek száma számítható.

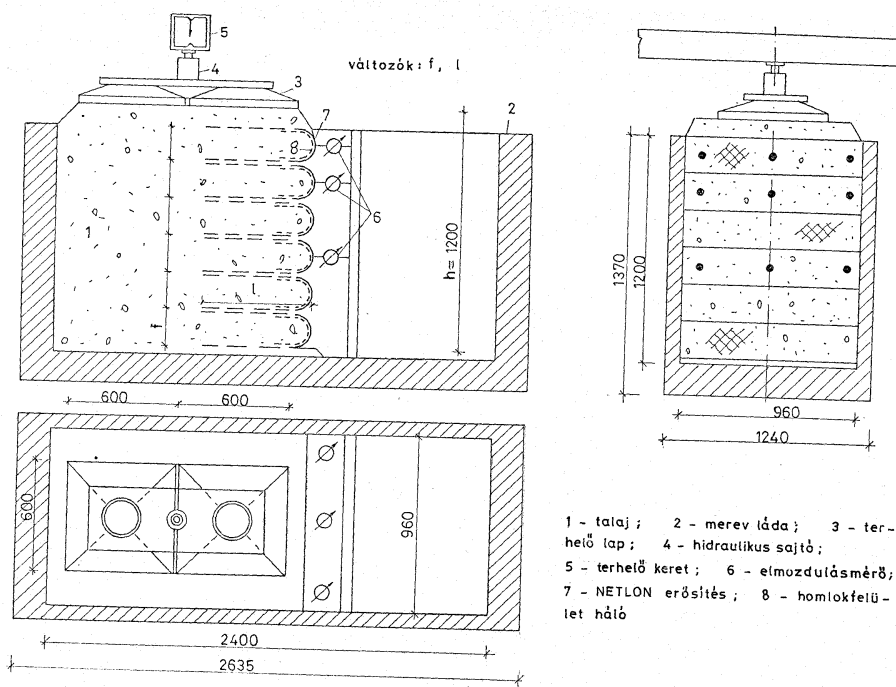
3. Eredmények hasznosítása

A vasalttalaj-támfal szerkezetek sikeres alkalmazása adta az ötletet, hogy megpróbálkozzunk a költséges és korrózióérzékeny acélbetétek NETLON-hálóval történő kiváltásával.

A háló felhasználásával épülő támfal további előnyös tulajdonsága, hogy külön homloklapképző elemeket nem kell alkalmazni. A támfal függőleges síkja a háló visszahajtásával alakítható ki.

E kutatási programban kismodell kísérletek alapján:

a.) Vizsgáltuk az elgondolás megvalósíthatóságát fenti módszerrel épített támfal terhelési kísérleteivel. A felszíni terhelés függvényében mértük a homloklap vízszintes elmozdulását különböző magasságban. A kísérleti elrendezést az alábbi ábra mutatja.



2. ábra

b.) A mérési eredményeket a vasalttalaj-támfalra kidolgozott számítási módszer alkalmazásával végzett numerikus számítási eredményekkel hasonlítottuk össze.

c.) Az a., és b., pont eredményei alapján elkészült egy tervezési segédlet, mely segítségével egyszerűen megállapítható a támfal magasságától függő szükséges hálóhosszúság, a megengedett homloklapdőlés a talaj belső súrlódási szögének függvényében. [10, 12]

A NETLON-hálóval épített támfal iránt érdeklődés mutatkozott lejtős területek tereprendezésében való felhasználásra. Ilyenfajta alkalmazáskor olyan hatások érik a szerkezetet (napsugárzás, csapadék, hőmérsékletingadozás), amelyek annak az eddigiektől eltérő tönkremeneteli formáit eredményezhetik.

Modellkísérletekkel ezek megállapítására kerestünk választ:

1.) Fontos tudni, hogy esőzés hatására hogyan viselkedik a támfal, mennyi csapadék hatására, s hogyan megy tönkre, s a tönkremenetel után helyreállítható-e?

2.) A napsugárzás, a hőmérsékletingadozás milyen hatást gyakorol a támfal állékonyságára?

Az 1. pontban megfogalmazott kérdés megválaszolására esőztetési kismodell-kísérleteket végeztünk. A kísérletekben a valóságos esetben előforduló felhős szakadással is kedvezőtlenebb körülmények között (14 mm/perc!) folytattunk vizsgálatokat gyakorlatilag a támfal tönkremeneteléig.

A tönkremenetel a legfelső réteg lemosódásával következett be, az alsóbb rétegek átnedvesedtek, de a támfal gyakorlatilag állékony maradt.

A kísérletek alapján javaslatot tettünk a helyreállításra, illetve azt a javaslatot fogalmaztuk meg, hogy ilyen irányú felhasználáskor a legfelső háló hosszát növelni kell és a vízszinteshez képest 30° -os szögben kell a meghosszabbított részt a talajba elhelyezni. [15, 16]

A 2. pontban felvetett kérdés vizsgálatához fedetlen részen 2 m magas, 2,2 m széles támfalat építettünk, melyre 12 kN súlyú betontömböt helyeztünk felszíni terhelésként.

A vizsgálat tárgya itt az volt, hogy megfigyeljük a támfal viselkedését, esetleges tönkremenetelét az időjárási tényezőknek kitett körülmények között. E támfal építése 1983-ban valósult meg, és 1997-ben (14 év után) még mindig ugyanazon helyen "állt" ahová 1983-ban megépítettük.

1990-ben lehetőség nyílt arra, hogy a NETLON-hálóval épített támfal gyakorlati alkalmazását mellvéd alatti fedezék új típusának kialakításában valósítsuk meg.

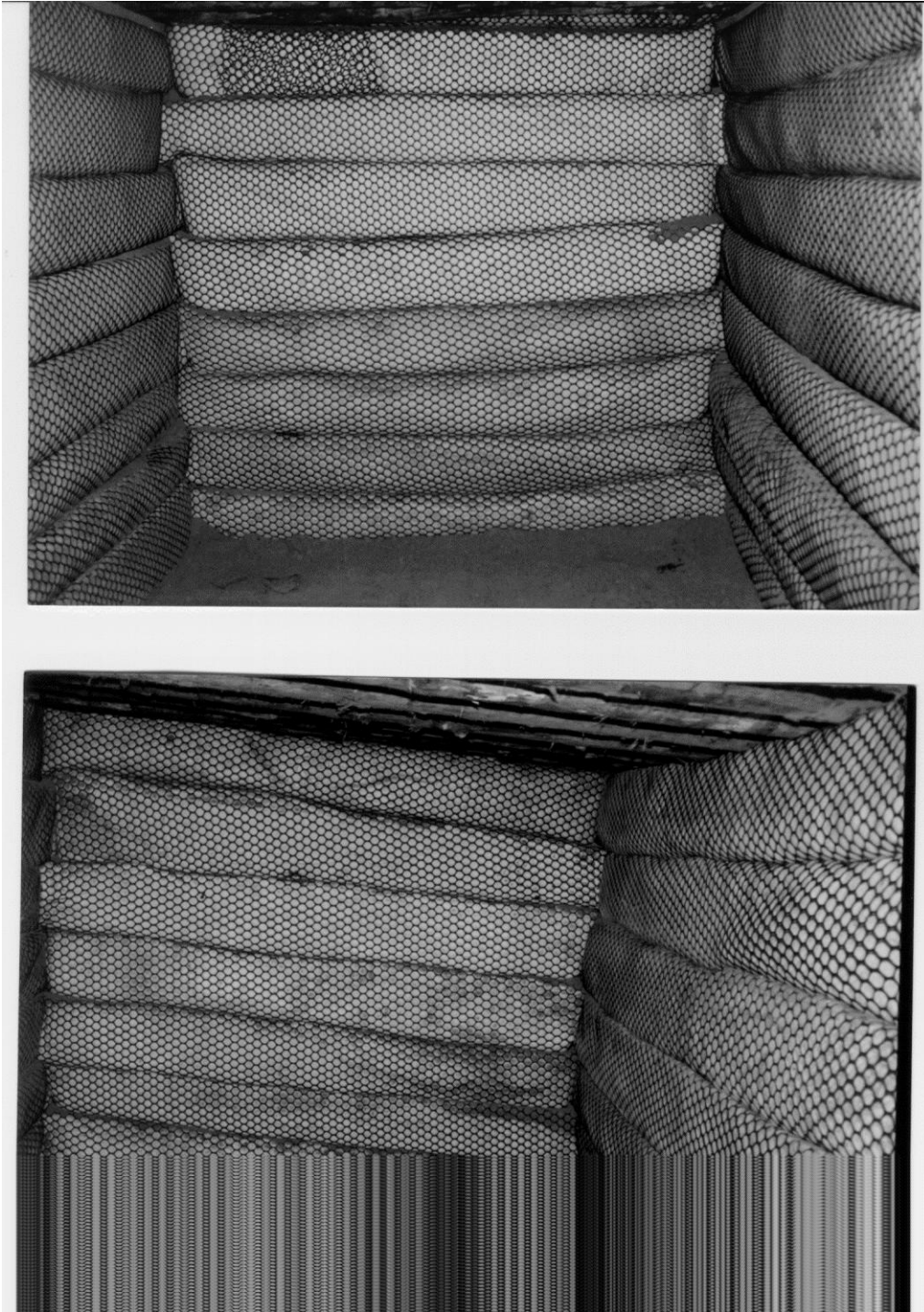
A fedezék funkciója, hogy az ellenség tűzcsapásakor védelmet nyújtson a személyi állománynak, illetve pihenőhelyül is szolgál.

Ezek kizárólag fából készültek. Az előzőekben részletezett vizsgálatok

eredményeinek felhasználásával célszerűnek látszott a faanyag kiváltása NETLON-hálóval.

Ezen új típusú fedezék oldalfalait NETLON-háló, a fedést fagerendákra terített háló és műszaki textília alkotta.

Az első ilyen módon kialakított fedezék a csobánkai gyakorlótéren 1990-ben épült meg. (3. ábra)



3. ábra

A második építésére az Alföldön homokos talajon került sor. Ezen terhelési és robbantási kísérleteket végeztünk. A fedezék állékonysága a kísérletekkel bizonyítást nyert. [7, 8]

Az új típusú megoldást fedezékek építésére hadsereg szintű újítként elfogadták. Javaslat született rendszerbe állítására.

Netlon-hálós erősítési megoldást a Honvédség Repülő Főnökségéhez benyújtott újítkásban a katonai repülőtereken lévő álcázandó katonai rendeltetésű utak építésénél javasoltuk alkalmazni. A megoldás szerint minimálisan két réteg háló elhelyezése szükségeltetne. Az egyik az optimális mélységben beépített valamelyik NETLON-típus, a másik a felszínhez egész közel elhelyezett NETLON-hálóval összeragasztott textília, mely fűmaggal van "átítatva". Az álcázást a fű biztosítaná. A javaslat érdeklődést keltett, elvileg elfogadták. Anyagiak hiányában a megvalósítás elmaradt.

4. Erősített talajszerkezetek katonai alkalmazásai, NETLON-MAF méretezése

A műszaki biztosítási feladatok közül elsősorban a földmunkákkal kapcsolatos erődítési, útépitési és hídépítési munkák területén van mód az erősített talajszerkezetek hatékony alkalmazására. E területeken a hagyományos építési technológiákkal a kivitelezési idő rendkívül hosszú, nagy az építőanyag igény és általában speciális technikai eszközöket igényelnek. A katonai alkalmazás szempontjából rendkívüli előnyt jelent a gyors építhetőség, az egyszerű építési technológia, a helyi talaj felhasználhatósága, és a kevés szállítótér igény. További előnyként jelentkezik, hogy az erősített talajszerkezetből épített földművek helyigénye és földfelhasználása is kisebb a hagyományos rézsűképzéssel kialakított földművekéthöz. Az erődítési építményeknél pedig a dinamikus hatásokkal szembeni ellenálló képesség jár rendkívüli előnyökkel.

A továbbiakban néhány a gyakorlatban is megvalósult példát szeretnénk bemutatni a katonai alkalmazás lehetőségeiről:

Rombolt út helyreállítása során a földműben keletkezett nagymennyiségű hiány pótlására NETLON-hálóval erősített földtámfal került alkalmazásra.

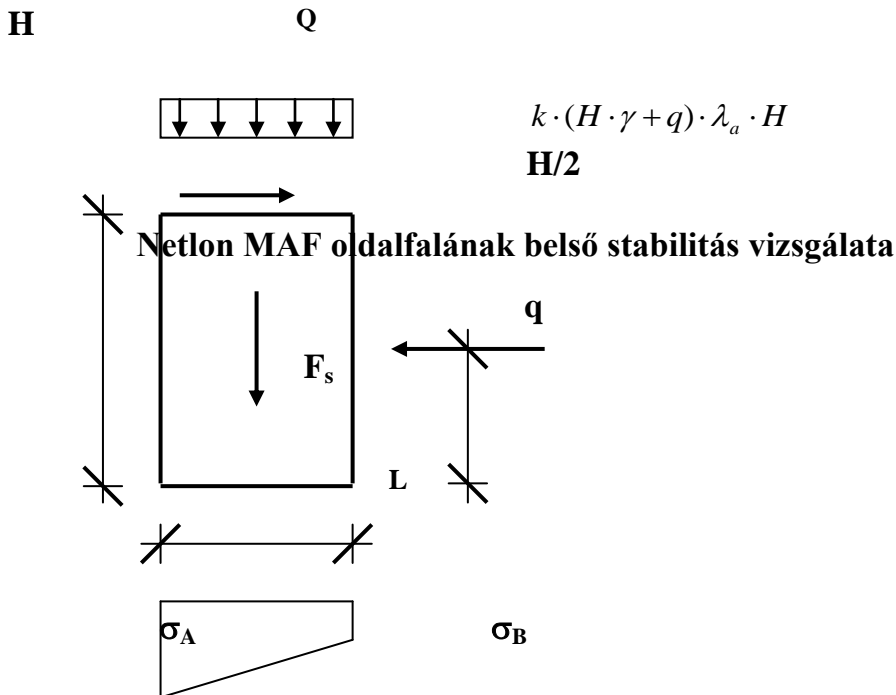
A szükséges földmennyiség mintegy 25 %-al volt csökkenthető és az állékonyság a szélsőséges körülmények között is biztosítható volt.

Katonai objektumon robbanó és robbanásveszélyes anyagok tárolásához földműveket építettek rétegelt erősített talajszerkezetből, melyek területigénye 60-70 %-al volt csökkenthető.

Oszlopút építése során felázott, nehezen járható terepszakaszon egyrétegű NETLON-hálós megerősítés került alkalmazásra. A szükséges kőanyag mennyisége 30 %-al volt csökkenthető ugyanazon igénybevételre.

A NETLON-hálóval erősített földtámfal oldalakkal és fa-NETLON háló kombinációjú födémmel az előzőekben ismertetett MAF épült. Az alapterületre vetített, szükséges famennyiség 65 %-al, a fajlagos anyagköltség 40 %-al csökkent. Az építmény az összehasonlító vizsgálatok során minden tekintetben állékonyabbnak bizonyult a hagyományos MAF-nál.

Netlon - MAF méretezése



Az erősítő betétek hosszának ellenőrzése

I. feltétel $\sigma > 0$

függőleges vetületi egyenlet:

$$(\gamma \cdot H + q) \cdot L = (\sigma_A + \sigma_B) \cdot L \cdot \frac{1}{2}$$

nyomatéki egyenlet:

$$(\sigma_A + \sigma_B) \cdot \frac{L^2}{12} = \lambda_a \cdot k \cdot (H \cdot \gamma + q) \cdot \frac{H^2}{2} - F_s \cdot H$$

$$\text{ha } F_s = 0, \text{ akkor } L \geq H \cdot \sqrt{3 \cdot \lambda_a \cdot k}$$

ha $F_s \neq 0$, akkor

$$L > \sqrt{\frac{9 \cdot \mu^2 \cdot q^2}{(H \cdot \gamma + q)^2} + 3 \cdot \lambda_a \cdot k} - \frac{3 \cdot \mu \cdot q}{(H \cdot \gamma + q)}$$

II. feltétel $\sigma_A < \sigma_H$

$$2 \cdot \sigma_A = 2 \cdot (H \cdot \gamma + q) + \frac{6}{L^2} \cdot (\lambda_a \cdot k \cdot (H \cdot \gamma + q) \cdot H^2 - F_s \cdot H)$$

ha $F_s = 0$, akkor

$$L > \sqrt{\frac{3 \cdot k \cdot \lambda_a}{\sigma_H (H \cdot \gamma + q - 1)}} \cdot H$$

ha $F_s \neq 0$, akkor

$$L > \frac{\mu \cdot q \cdot H + \sqrt{36 \cdot \mu^2 \cdot q^2 \cdot H^2 + 4(H \cdot \gamma + q + \sigma_H) \cdot 3 \cdot \lambda_a \cdot k (H \cdot \gamma + q) \cdot H^2}}{2 \cdot (H \cdot \gamma + q + \sigma_H)}$$

III. feltétel (elcsúszás elleni biztonság)

$$(H \cdot \gamma + q) \cdot \mu \cdot L = k \cdot \lambda_a (H \cdot \gamma + q) \cdot H$$

ha $F_s = 0$, akkor

$$L > \frac{k \cdot \lambda_a \cdot H}{\mu}$$

$$(H \cdot \gamma + q) \cdot \mu \cdot L + \mu \cdot q \cdot L = k \cdot \lambda_a (H \cdot \gamma + q) \cdot H$$

ha $F_s \neq 0$, akkor

$$L > \frac{k \cdot \lambda_a \cdot (H \cdot \gamma + q) \cdot H}{(H \cdot \gamma + q)} \cdot \mu + \mu \cdot q$$

IV. feltétel (a betétek tapadási hosszának ellenőrzése)

$$L > [k \cdot \lambda_a (H \cdot \gamma + q) / \lambda \cdot \mu \cdot n] + H \cdot \text{ctg} \vartheta / 3$$

ha $F_s = 0$, akkor

V. feltétel (az osztóköz ellenőrzése)

$$T_m < F_H$$

$$f < \frac{T_m}{k} \cdot \lambda_a (H \cdot \gamma + q) \quad \text{a legalsó rétegre számítva}$$

VI. feltétel (a háló visszahajtási hosszának ellenőrzése)

$$L > \frac{k \cdot \lambda_a \cdot f}{2} \cdot \mu$$

Összefoglalás

1. NETLON hálónak az alapozási sík alá való beépítésével csökken a felszíni süllyedés, a háló alatti talajra jutó feszültség intenzitása. Nagymodell-kísérletekkel kimutattuk, hogy létezik optimális beépítési mélység. Meghatároztuk az erősítés hatékonyságát befolyásoló tényezőket. [9, 13]

Az alkalmazott számítási eljárás eredményei, jellegükben a kísérleti eredményekkel megegyeztek. [6, 9, 11, 13]

2. Tartós kísérletekkel meghatároztuk néhány hálótípus vonalmodulusát és tartós szilárdságát. A tartós kísérletek eredményeinek értékelése kapcsán

megállapítottuk, hogy a kúszási együttható a hálók tartós terhelés alatti viselkedésének leírásában jellemző paraméter.

Ha a kúszási együttható értéke 0,26-nál kisebb a háló relatív megnyúlás növekménye a 2 %-ot nem haladja meg. [15]

Kísérlettel megállapítottuk, hogy a háló-talaj együttdolgozás akkor optimális, ha a szemcseátmérő 2/3-a a háló lyukátmérőjének. [15,16,17]

3. A katonai alkalmazás előnyei :

Erődítési építményeknél 30-40 % - al csökkenthető a faanyag-felhasználás, nő az építmény ellenálló képessége a statikus és dinamikus igénybevételekkel szemben, csökken a szállítási igény.

Talajút megerősítésnél csökken a szükséges kőanyag - igény, növekszik a teherbíró képesség és az építési ütem.

Földművek építésénél csökken a szükséges földanyag - igény, csökken a területigény, növekszik az állékonyság.

Irodalom:

- [1] Al Hussaini, M.M.: Felt experiment Of Fabric Reinforced earth wall 6.G. Coll.Int.Sols.Textiles Paris 1977.
- [2] Binguet, J.A. M., Lee, K.L.: Bearing capacity tests on reinforced earth slabs. ASCE GT. 1975. Pp.: 1275-1276
- [3] Scharle P.-Szalatkay I.: Vasalttalaj-támfalak alkalmazása és erőtan. Mélyépítéstudományi Szemle 1977/7 329-335.
- [4] Szalatkay I.: Vasalttalaj-támfalak tervezése és kivitelezése TS-M, - TTI, 1983
- [5] Scharle P. - Szalatkay I. - Vas J.: Rétegelt erősített talajszerkezetek méretezése ÉTI Tanulmány Bp. 1983.
- [6] M.Jordán - P.Scharle - J.Vas: Curved line element in the plane strain analysis. IX.Internationaler Kongresz Weimar 1981.
- [7] Hubina I. - Vas J.: Földtámfalak a hadseregben. KLFK Főiskolai közlemények 1995.
- [8] Hubina I. - Vas J.: Netlon MAF kialakítása és számítása. Újítási javaslat

- 1991.
- [9] Vas J.: Netlon-hálós talajerősítés síkalapozásnál. Talajszerkezetek Ankét 1982. Előadás.
- [10] Szalatkay I.-Vas J.: Netlon-hálóval erősített talajtámfal kísérleti vizsgálata. Talajszerkezetek Ankét 1982. Előadás.
- [11] Magyarné J.M. - Vas J.: A mozaikmódszer alkalmazásának néhány tapasztalata mélyépítési feladatoknál. Mélyépítési és Talajmechanikai Konferencia 1982. Előadás
- [12] Szalatkay I.- Vas J.: Netlon-hálóval erősített modell támfalak kísérleti vizsgálata. Mélyépítési és Talajmechanikai Konferencia Bp. 1982. Előadás
- [13] Pálóssy L. - Scharle P. - Szalatkay I. - Vas J.: Alapozások és talajszerkezetek gazdaságosabb kialakítása. Építéstechnika 1982. 1-2. sz.
- [14] Vas J.: Netlon-hálós talajerősítés síkalap alatt. Építési Kutatás Fejlesztés 1982.2-3. sz. 86-92 old.
- [15] Vas J.: Netlon-hálók teherbírás-változása tartós igénybevétel esetén. ÉTI Kutatási Jelentés, 1983.
- [16] Vas J.: Netlon-hálóval erősített talajcserés síkalapozás tervezésére. ÉTI Kutatási Jelentés 1983.
- [17] Scharle P. - Szalatkay I. - Vas J.: Rétegelten erősített talajszerkezetek méretezése. ÉTI Tanulmány 1983

