

Kötömsz alapozás tervezésének alapelvei

Nagykanizsa–Palin elkerülő út alapozása

A kötömszöket általában közlekedési pályák töltéseinek vagy egyéb földművek alátámasztására, illetve az altalajuk javítására készítjük. Kötömsz alapozást akkor célszerű tervezni, ha a földmű nyomvonalán kis vízáteresztő képességű, alacsony nyírószilárdságú puha talajrétegek találhatók.

A kötömszök nagyobb magasságú, puha agyagtalajon építendő töltések esetén is, ahol fennáll az alaptörés veszélye, eredményesen alkalmazhatók. Az egyszerű eljárás során alkalmas, többnyire lánctalpas munkagép vagy daru kötélzetére rendszerint henger vagy hasáb alakú súlyt erősítenek (1. kép). A súlyt elegendő magasságra emelik, és azt a tömörítendő talaj felszínén 3x10 méteres raszter kiosztásban, a talajra ejtik. A gyakorlatban, a feladattól függően, a tömeget 6–20 tonna, az ejtési magasságot 2–25 méter között választják meg, de előfordulnak nagyobb tömegek és ejtési magasságok is.

A döngöléskor keletkező üregbe általában kavicsot töltenek, így a talajkiszorítással, *dinamikus talajcserével* kavics-tömbök ≡ kötömszök alakulnak ki (1. ábra). A talajkiszorítással egyidejűleg bevitt kitöltő anyag számottevő tömörödést kelt a döngöléssel érintett zóna függőleges tengelye körül. A kitöltő anyagot célszerűen a javítással érintett terület felszínére terítik, ezzel közvetlenül bedolgozható, de egyidejűleg a munkagépek mozgását is biztosítja.

A puha szerves talajokban jól érvényesül a kötömszök talajtömörítő hatása, amely süllyedéscsökkenést, puha agya-

gokban pedig konszolidációgyorsítást is eredményez. A döngöléssel bevitt feszültségek hatására megindul a vízáramlás a kötömszök felé, tehát mire a terhelés felhordásra kerül, jelentősebb nyírószilárdság-javulás következik be.

Kitöltő anyagnak általában durvaszemcsés, a környezetre nem káros anyagot választanak, például kőbánya meddő, osztályozatlan kavics, homokos kavics. Itt előnyösen felhasználhatók az *újrahatszóra alkalmas építőanyagok* is.

Tervezés

A közlekedési pályák töltéseinek kialakítását, valamint a töltésalapozások tervezését az MSZ EN 1997-1:2006-os szabvány [1] és az ÚT 2-1.222 számú – Utak és autópályák létesítésének általános geotechnikai szabályai [2] – útügyi műszaki előírás, a vasúti földművek tervezését pedig a MÁV D11 számú műszaki előírása szabályozza.

Az [1] szerint a töltéseknek a teherbírási és a használhatósági határállapotokra kell megfelelnie.

A puha talajon építendő töltések állóképességét

- az egyenlőtlen, nagymértékű, a funkciót is veszélyeztető süllyedés,
- a töltés alatti talaj kinyomódása,
- a töltés szétcsúszása és
- az alaptörés veszélyeztetési.

A tervezés kérdéseit itt csak jelentősen lerövidítve, néhány fontos elem kiemelésével tárgyaljuk. A tervezés a kötömszök kiosztásával kezdődik, ennek során meg kell határozni a kötömszök helyét, a mélységét, és ha szükséges, az építés sorrendjét is.

A helyi szempontok mérlegelésével felvesszünk egy racionális négyzethálót. A kötömsz átmérőjét (2a) a döngölő méretétől és a nyírószilárdságtól függően lehet becsülni. A kötömsz mélységét úgy kell előírni, hogy a kötömsz lehetőleg a teherbíró talajra támaszkodjon.

A kötömszök tömörítő hatása a Terzaghi-féle logaritmikus törvény alapján [3] becsülhető.

Feszültségek

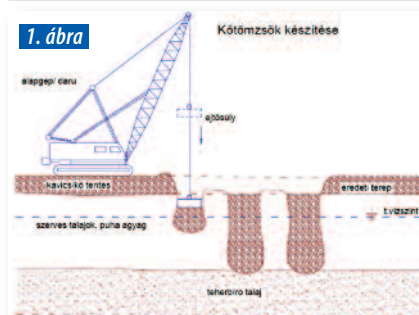
A kiosztás ismeretében a süllyedések különbözősége miatt bekövetkező átbol-

SUMMARY

Basic principles of the planning the foundation with stoneblock

The stoneblocks are used usually for the support of the embankments of traffic ways or other earthworks and for improvement of the basement, respectively. Planning a foundation with gravel blocks is practical, if there are soft soils with small permeability of water and small shearing resistance. The foundation of the bypass path of Nagykanizsa–Palin, the trace of which lays on an area without outlet, over turf, organic muddy and clayey soil on a long way, will be planned by means of the calculation method described in the article.

1. ábra



tozódást felhasználva megállapítjuk a kötömszre, valamint a javított talajra működő feszültségeket.

Egy h magasságú töltés súlya és q_k egyenletes eloszlású függőleges terhelés hatására a kötömszre (colópre) jutó feszültség a következő szerint számítható [4]:

$$\sigma_{kk} = \sigma_{zk} \cdot \left(\frac{C_b \cdot 2 \cdot a}{h} \right)^2$$

A képletben

σ_{kk} : a kötömszben keletkező feszültség karakterisztikus értéke

σ_{zk} : a töltés alsó síkján számítható feszültség karakterisztikus értéke

q_k : a földműkoronán működő teher karakterisztikus értéke

h: a töltés magassága

C_b : átboltozódási együttható, a kötömszöknél:

$$C_b = 1,5 \cdot \frac{h}{2 \cdot a} - 0,07$$

A kötömszök közötti talajra jutó feszültség meghatározása a továbbiakban a függőleges egyensúlyi egyenlethez lehetséges.



1. kép

Süllyedések

A q_k terhelést végtelen nagy alapterületűnek képzelve a kötőzóna fölényesülése:

$$s_k \cong \frac{\sigma_{kk}}{E_k} \cdot z$$

A kötőzónák közötti talaj süllyedése:

$$s_s \cong \frac{\sigma_{sk}}{E_{s1}} \cdot z$$

E_k és E_{s1} a kötőzóna, illetve a javított talaj összenyomódási modulusa.

A kötőzónákkal javított talajban kialakuló háromdimenziós konszolidációt R. A. Barron elméletével szoktuk elemezni.

A másodlagos összenyomódás

Ha a javítandó talaj kövér agyag vagy szerves anyagot is tartalmaz, akkor meg kell vizsgálni a másodlagos összenyomódás hatását is.

A javítandó talaj másodlagos összenyomódását a $\Delta = z \cdot C_m \cdot \lg(t_i/t_c)$ logaritmiikus képlettel számítjuk. A C_m másodlagos konszolidációs tényezőt a kompressziós kísérletből kapjuk, t_c a z vastagságú réteg elsődleges konszolidációs idejét, t_i a teher felhordásától eltelt időt, például a létesítmény élettartamát jelenti.

A kötőzónák kiosztása a süllyedések szempontjából megfelel, ha a Δs süllyedéskülönbség minden helyzetben kisebb a megengedett értéknél $\Delta s \leq s_p$.

A használhatósági határállapot igazolásához a töltésdeformációt is ellenőrizni kell. Alacsony töltések esetében előfordulhat, hogy a töltéskorona síkja a süllyedéskülönbségek hatására deformálódik. Ezért a kötőzónákat úgy kell kiosztani, hogy az egymás közötti távolságuk elégítse ki a következő feltételt: $1,5(s-a) \leq h$, ellenkező esetben a töltéstestben deformációk várhatók.

Szétcsúszás és az alaptörés ellenőrzése

A szétcsúszás, illetve az alaptörés vizsgálatánál a szokásos módon járunk el, azzal a különbséggel, hogy a puha talaj paraméterei helyett most a javított talaj nyírószilárdságával számolunk.

A töltés szétcsúszását a töltés súlyából és az esetleges teherből keletkező aktív földnyomásra vizsgáljuk (2. ábra).

A töltésanyag súrlódási szögének tervezési értéke:

$$\operatorname{tg} \varphi_d = \frac{\operatorname{tg} \varphi_k}{\gamma_{\varphi'}} = \frac{\operatorname{tg} \varphi_k}{1,35}$$

Az aktív földnyomás tervezési értéke:

$$E_{ad} = \left(\frac{h^2 \cdot g \cdot \rho_d}{2} + h \cdot q_d \right) \cdot \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_d}{2} \right)$$

A javított talaj tervezési nyírószilárdságával számolt ellenállásnak nagyobbak kell lennie a földnyomás tervezési értékénél, $S_d \geq E_{ad}$. Ha ez a feltétel nem teljesül, akkor a kötőzónák sűrítésével szükség szerint növeljük a javított talaj nyírószilárdságát.

Az alaptörés vizsgálata a javított talajba érő különböző helyzetű csúszólapok felvételével elvégzett rézsűállékonysági vizsgálatból áll.

Ha a töltés alaptörés szempontjából nem állékony, akkor a kötőzónák sűrítésével növeljük a javított talaj nyírószilárdságát.

A töltés alatti talaj kinyomódását külön nem ellenőrizzük, ha az alaptörésre megfelel a kötőzónákkal kezelt talaj, akkor a kinyomódástól sem kell tartani.

Járolékos hatások

A kötőzónák készítése során jelentős zavaró hatásokkal is számolni kell [5]. Ilyenek elsősorban a zajhatás, a rezgések, a por és a szóródó kitöltő anyag.

2. kép



A kivitelezési projekteknel a zaj okozza szinte a legtöbb problémát. A mérések szerint a gép közelében 110–120 dB zajszinttel kell számolni.

A Nagykanizsa–Palin elkerülő út alapozása

A fentiekben vázolt számítási módszer segítségével terveztük meg a címbe hivatkozott út töltésalapozását. Az elkerülő út nyomvonala lefolyástalan területen, tőzeg, szerves iszap- és agyagtalajok fölött haladt, hosszú szakaszon az Ágfalva–Nagykanizsa vasútvonallal párhuzamosan (2. kép). A kötőzónákkal javított útszakasz alapterülete 44,5 ezer m², amibe 70,8 ezer tonna homokos kavics javítóanyag került.

Az EMAB Zrt. a Teerag-Asdag Kft. alvállalkozójaként 2008 novembere és 2009 áprilisa között, a szerződésben vállalt határidőn belül végezte el a munkát.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] MSZ EN 1997-1, Eurocode 7: Geotechnikai tervezés, 1. rész: Általános szabályok.
- [2] Utak és autópályák létesítésének általános geotechnikai szabályai, ÚT 2-1.222:2007, GKM Hálózati Infrastruktúra Főosztálya.
- [3] Kézdi Árpád, Talajmechanika I. Tankönyvkiadó, Bp. 1972.
- [4] KVM 2001. évi Mérésvizsgálati és műszaki-fejlesztési program, lektorálta, szerkesztette: dr. Szepesházi Róbert SZIE. A brit talajerősítési szabvány BS 8006:1995, fordította: dr. Varga László ny. főiskolai tanár SZIE.
- [5] Szepesházi, R.: A talajjavítási módszerek környezetvédelmi értékelése, PhD vizsgadolgozat, Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Mikoviny Sámuel Doktori Iskola, 2007 (www.sze.hu/~szepesr).

Kondor János MÁVTI Kft.

Dr. Lőrincz János EMAB Zrt.



2040 Budaörs, Építők útja 2–4.

Telefon: 06-23/418-088 • Fax: 06-23/418-089

E-mail: emabzrt@emabzrt.hu

Honlap: www.emabzrt.hu

