

Ing. Jaroslav S t a n e k CSc., VÚHU

Smyková pevnost kusovité zeminy

Úvod

Při řešení stability výsypkových těles, tvořených v SHR převážně jílovitými zeminami, použitím analytických výpočetních metod je základním a nutným předpokladem znalost smykové pevnosti výsypkových zemin.

Smyková pevnost těchto zemin se dosud méně či více zdařile odvozovala na základě hypotetických úvah ze smykové pevnosti určené na neporušených vzorcích. Tento způsob určování smykové pevnosti výsypkových zemin byl podmíněn tím, že rozměry krabice běžných smykačů ji neumožňují zjistit pro zeminy s kusovitostí, která by se aspoň přiblížila kusovitosti zemin ukládaných na výsypkách, za druhé tím, že nebyla dosud známa ani přibližná závislost mezi smykovou pevností drobně a hrubě kusovité zeminy, již by se výsledky smykových zkoušek na běžných smykačích zjištěné u drobné frakce převedly pro tentýž druh značně kusovité zeminy.

Určitých výsledků bylo v této oblasti pro jílovité zeminy dosaženo použitím velkorozměrového smykače.

Výsledky smykových zkoušek

Uvedené výsledky smykových zkoušek byly zjištěny u jílovitých zemin odebraných ze všech řezů VČSA a ukládaných na vnitřní příp. i vnější výsypce.

O soudržnosti těchto zemin přirozeně vlhkých byly na velkorozměrovém smykači získány následující výsledky. Pro zeminy v původním uložení do hloubky 40 m pod úroveň terénu se soudržnost po třetí opakované zkoušce (reziduální) pohybovala v rozmezí 0,04 až 0,06 MPa, pod touto hloubkou, kdy

hranici 40 m pod úrovní terénu lze v komořanské oblasti považovat za určitý geotechnický horizont, ležela soudržnost jílu a jílovců v intervalu 0,02 až 0,04 MPa, při čemž pro zeminy z větších hloubek spíše přísluší nižší hodnoty z uvedeného intervalu. Těmito výsledky se pro sypaninu popírá zákonitost, platná pro soudržnost celistvých jílovitých vzorků, o níž je známo, že s rostoucí hloubkou roste.

Získané hodnoty soudržnosti také nepřímo poukazují na způsob porušení zemin v čerstvě nasypaných výsypkových stupních: při skluzových pohybech nedochází k porušení uvnitř kusů (není využito odporu ze soudržnosti zjištěné na celistvých vzorcích), nýbrž dochází v převážné míře pouze k využití složky třecího odporu, závislého na úhlu vnitřního tření vznikajícího při posouvání jednotlivých kusů po vzájemných stykových plochách.

Při smykových zkouškách kusovité zeminy se u úhlu vnitřního tření projevila pro jeho hodnoty přímá závislost s hloubkou uložení. Jeho zjištěné hodnoty po třetím opakovaném smyku (reziduální) narůstaly s hloubkou odběru v intervalu 2,5 - 40 m od 5° do 14° , od hloubky 40 do 100 m narůstaly dále až do 22° . Vrcholové hodnoty úhlu vnitřního tření v rozmezí hloubky původního uložení od 40 do 100 m narůstaly od 20° až do 33° .

Z rozdílu hodnot reziduální a vrcholové hodnoty úhlu vnitřního tření rovněž vyplývá nevhodnost technologie zakládání, při níž buď překročením mezní výšky výsypkového stupně, nebo nevhodnou podložkou dochází ke skluzům se současným poklesem hodnoty úhlu vnitřního tření k jeho reziduálním hodnotám, a tím k vytváření plošších svahů a nevyužití výsypného prostoru.

Dále z výsledků smykových zkušek na vzorcích o kusovitosti 8 - 15 cm a vzorcích o kusovitosti do 1 cm vyplynul závěr, zatím podložený jen nepočetným statistickým souborem hodnot, že reziduální smykové pevnosti pro obě uvedené kusovitosti se téměř shodují, jak je patrné z následující tabulky.

Místo a hloubka odběru	Reziduální smyková pevnost			
	frakce 8 - 15 cm		frakce do 1 cm	
	$c_{\text{rez}} / \text{MPa}$	ϕ_{rez}	$c_{\text{rez}} / \text{MPa}$	ϕ_{rez}
VČSA - 22,5 m	0,040	11°30'	0,026	11°20'
VČSA - 56,0 m	0,036	17°30'	0,036	14°00'
VČSA - 72,0 m	0,033	20°00'	0,032	17°30'
VČSA - 83,0 m	0,020	22°30'	0,016	20°00'

Po prověření této shody při dalším výzkumu vlastností zemin ukládaných na výsypkách, zvláště jeho doplnění v oboru vyšších normálních zatížení (pro vysoké výsypky), bude možno určovat smykovou pevnost sypaniny na malorozměrových smykačích a zvýšit tak efektivnost laboratorního určování smykové pevnosti kusovitého vzorku proti jejímu určování na velkorozměrovém smykači. (Malá hmotnost vzorku, snažší příprava a manipulace se vzorkem, možnost komplexnějších a přesnějších vyhodnocení vzorků, díky dokonalejšímu vybavení provozujících laboratoří mechaniky zemin).

Závěr

Smykové zkoušky na vzorcích jílovitých kusovitých zemin ujasnily vztahy mezi soudržností a úhlem vnitřního tření určených na celistvém neporušeném a kusovitém vzorku, vymezily pro kusovitý jílovitý vzorek z komořanské oblasti interval jeho smykové pevnosti, naznačily způsob porušení probíhajícího ve výsypkovém stupni, a tím i hlavní složku odporu proti tomuto porušení. Dále se jimi prokázal podstatný rozdíl mezi vrcholovou a reziduální smykovou pevností a úzká souvislost technologie zakládání s efektivním využitím výsypného prostoru.

Zároveň s provedenými smykovými zkouškami vznikly nové otázky, spojené s určením smykové pevnosti za vyšších tla-

ků, se změnami vlastností zemin a způsobem jejich porušení ve výsypkovém tělese v souvislosti s účinky dlouhodobé konsolidace.

Recenzoval: Ing. Evžen Pichler

S h r n u t í

Smyková pevnost kusovité zeminy

V příspěvku jsou shrnuty výsledky zjišťování jedné z nejdůležitějších vlastností výsypkových zemin - smykové pevnosti. Uvedené výsledky byly zjištěny na velkorozměrovém smykači a vzorcích tvořených jílovitými kusovitými zeminami o přirozené vlhkosti. Poukazuje se v něm na zjištěné závislosti mezi smykovou pevností celistvých vzorků a smykovou pevností kusovité zeminy, mezi smykovou pevností hrubozrnné a jemnozrnné frakce a naznačují se zde i další cesty výzkumu v této oblasti.

Р е з ю м е

Сопротивление сдвигу кусковатости грунта

В статье обобщены результаты работ, посвященных установлению одного из самых важных параметров отвальных пород - сопротивления сдвигу. Даются значения сопротивления сдвигу проб кусковатого глинистого грунта естественной влажности, установленные на крупномасштабном срезном приборе. Выявлены зависимости, существующие между значениями сопротивления сдвигу проб монолитного и кусковатого глинистого грунта, также как и между значениями, свойственными крупнозернистой и тонкозернистой фракциям грунта. Намечены пути дальнейших исследований в этой области.