

EAN '92

30th Conference of Experimental Stress Analysis
 30. konference o experimentální analýze napětí
 2. - 5. 6. 1992 ČVUT Praha Czechoslovakia

NOTIONS FROM SOIL VISCOSITY TESTS

POZNATKY Z MĚŘENÍ VISKOZITY ZEMIN

Kysela Z.

The paper describes a test study of soil viscosity made by the application of new test machine developed in the Institute of Theoretical and Applied Mechanics, Czechoslovak Academy of Sciences. The results of experimental work were evaluated in the form of characteristic values of dynamic viscosity of different soils. The values are presented in the paper.

Keywords: soil mechanics, constitutive laws, strength, tests.

Na svazích, v podzákladích, v zásobnících i u opěrných zdí vystavených aktivnímu tlaku zemin dochází k pohybům půdy, když se zvětší statické a zejména dynamické silové účinky. Bylo navrženo řešení těchto problémů s použitím nového reologického modelu (Kysela 1985 a 1989). Základní konstitutivní vztah má tvar

$$\tau = \sigma_{n,d} \tan \varphi_d + c_d + \eta \dot{\gamma} \quad (1)$$

když normální napětí

$$\sigma_{n,d} = \sigma_{n,stat} + \sigma_{n,dyn} \quad (2)$$

je součet statického normálního napětí a amplitudy dynamic-

kého normálního napětí v poruchové zóně, jejíž tloušťka závisí nejen na zrnitosti zemin, ale i na gradientu smykového napětí. Úhel vnitřního tření φ_d a soudržnost c_d při působení dynamických vlivů závisí na poměru amplitudy zrychlení kmitání ke gravitačnímu zrychlení (Myslivec a Kysela, 1975). Stanovení třetího členu v rovnici (1) bylo předmětem několikaleťtého výzkumu o jehož výsledcích se pojednává dále.

Odpor zemin proti porušení se mění v závislosti na rychlosti porušování. Tato proměnlivá složka je viskozní pevnost zemin

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma} = - \eta \frac{dv}{dy} \quad (3)$$

když η je viskozita zemin (Kysela, 1986) a $\dot{\gamma}$ je rychlost zkosu, t.j. změna rychlosti dv pohybu částic hmoty v sousedních místech vzdálených dy .

Zařízení pro zjištění viskozity zemin bylo vyrobeno podle autorova návrhu a bylo podrobeno důkladným zkouškám zaměřeným na zjištění, ve kterých pracovních režimech lze spolehlivě a reprodukovatelně měřit viskozitu zemin s minimálním parazitním vlivy, které však u tohoto zařízení jsou podstatně menší než např. u běžných triaxiálních přístrojů používaných pro zjišťování statické pevnosti zemin (Hodrmant, Kysela a Šachl, 1983). Principiálně je zařízení tvořeno vibračním stolem s válcem naplněným zeminou, do které se za působení vibrací ponořuje těžká koule.

Viskozita zemin se určovala podle vzorce

$$\eta = \frac{2 r^2 t}{9 \Delta h} \left(\frac{2 G}{4 \pi r^3} - \dot{\gamma} \right) \quad (4)$$

kde r je poloměr koule, v našem případě $r = 1$ cm,
 G - tíha koule s nástavcem pro měření poklesu koule při působení vibrací,
 Δh - pokles, t.j. zaboření koule,
 t - čas během kterého se koule zaboří o Δh při rovnoměrném klesání v zemině,
 $\dot{\gamma}$ - objemová tíha zeminy.

Při měření viskozity zemin nesmí být dosaženo mezního zatížení půdy koulí a musí být splněny ještě další podmínky (Kysela, 1991). Zkoušky byly prováděny se zemními vzorky různých vlast-

ností dle tab. 1. Není-li uvedeno jinak, jde o zeminy suché. Písky vlhké měly objemovou tíhu 19 kN/m^3 a úhel vnitřního třetí cca o 1° menší. Vybrané případy zemin zahrnují nejběžnější základové půdy a zeminy svahů. Nejsou zahrnuty zeminy jílovité, protože u těch je velmi vysoká viskozita, takže při porušení vznikají obvykle zřetelné kluzné plochy a řešení pohybu sesouvajících se hmot je zpravidla možné aplikací d'Alembertova principu (Fiřt a Kysela, 1971).

Tab. 1. Zeminy použité při zkouškách.

Zemina	Zn.	Obj. tíha kN/m^3	Smyková pevnost	
			úhel vnitř. třetí	soudržnost kN/m^2
písek 1	SP	18,5	33 - 37 °/	0
písek 2	SP	18,5	37 - 40 °/	0
spraš 1	ML	20,0	24	1 (mletá)
spraš 2	MI	20,0	19	0 (mletá)
spraš 2 vlhká	MI	22,0	22	14

°/ Nižší hodnota platí pro písek kyprý, vyšší pro ulehlý.

Při zkouškách se používaly frekvence 1,5 - 17 Hz s amplitudami výchylek 0,4 - 4 mm přičemž amplitudy rychlostí kmitání byly $3,8 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ - $1,76 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$. Vyhodnoceno bylo 286 měření. Dynamická viskozita závisela na druhu a počátečním stavu zemina, na amplitudě rychlosti kmitání nebo na rychlosti přetváření jakož i na směru vibrací. Podle údajů z literatury je odlišná situace u vyšších frekvencí obvyklých u základů strojů (Barkan, 1962), kde dynamická viskozita zemin závisí výrazně na amplitudě zrychlení kmitavého pohybu.

Pro svislé vibrace a amplitudu rychlosti kmitání $5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$ je dynamická viskozita vybraných zemin:

písek 1, střednozrný, kyprý, suchý	2 MNsm^{-2}
písek 1, střednozrný, středně ulehlý, suchý	4 MNsm^{-2}
písek 2, jemnozrný, středně ulehlý, suchý	12 MNsm^{-2}
písek 2, jemnozrný, stř. ulehlý, zavlhlý	15 MNsm^{-2}
spraš 1, mletá, suchá	25 MNsm^{-2}
spraš 2, satureovaná vodou, konsolidovaná tlakem 100 kPa	400 MNsm^{-2}

Pro amplitudu rychlosti kmitání $5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ jsou hodnoty dynamické viskozity zemin asi dvakrát větší.

Pro vodorovné vibrace dosahuje dynamická viskozita vy-

braných zemín asi poloviny hodnot zjištěných pro vibrace ve směru svislém.

Pro vibrace skloněné od svislice o 45° byla zjištěna dynamická viskozita ve velikosti asi 75% hodnot pro svislé vibrace.

Literatura:

- Barkan, D.D.: Dynamics of bases and foundation. New York 1962.
- Fiřt, V.- Kysela, Z.: Stabilita zemních svahů při zemětřesení a jejich pohyb. Inženýrské stavby, 19, 1971, str. 485.
- Hodrmant, J.- Kysela, Z.- Šachl, J.: Vibrační stolek s příslušenstvím pro zkoušení vlastností zemín. Ústavní zpráva. ÚTAM ČSAV, Praha, 1983.
- Kysela, Z.: Nový reologický model zemín. Zpráva ÚTAM ČSAV, Praha, 1989.
- Kysela, Z.: Statika tuhých a částečně poddajných potrubí zasypávaných v zemi. Doktorská disertace. Praha 1986.
- Kysela, Z.: Viskozita zemín ve vybraných případech. Zpráva ÚTAM ČSAV, Praha, 1991.
- Kysela, Z.- Koudelka, P.- Procházka, P.: Slope stability analysis in particular geology. In: Proc. XI.th ICSMFE, San Francisco 1985, Vol. 4, str. 2431.
- Myslivec, A.- Kysela, Z.: Únosnost základů staveb. Praha 1975.
- Myslivec, A.- Kysela, Z.: The bearing capacity of building foundations. Amsterdam - Oxford - New York, 1978.

Ing. Zdeněk Kysela, DrSc

ÚTAM ČSAV, Vyšehradská 49, 128 49 Praha 2, tel. 296451.

Priv.: Na Dobešce 20/1102, 147 00 Praha 4, tel. 464440.