

УДК 624.131.439.5.001.5

МЕХАНИКА ГРУНТОВ

С. Р. Месчан, С. Г. Айроян

Сдвиговая ползучесть набухающей бентонитовой глины, уплотненной и испытанной на сдвиг при природной влажности и после водонасыщения под арретир

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Г. И. Тер-Степаняном 31/XII 1986)

Определение прочностных и деформационных свойств глинистых грунтов при природной влажности вообще, набухающих глин в частности, является достаточно сложной проблемой, связанной с необходимостью исключения изменчивости их влажности в течение всего опыта. Для решения этой проблемы при определении сопротивления набухающих грунтов сдвигу использована предложенная ранее одним из авторов (1) методика предварительного замачивания (водонасыщения) образцов под арретир, в условиях отсутствия изменчивости их объема и плотности скелета (2). Было установлено, что независимо от режима уплотнения (по ветви уплотнения или разуплотнения компрессионной кривой) в пределах изменчивости начальной (природной) влажности $w_0 \geq w_p$ (w_p —предел раскатывания) сопротивления грунтов сдвигу при уплотнении и испытании на сдвиг в условиях сохранения природной (начальной) влажности w_0 и после водонасыщения под арретир практически равны. Это побудило авторов рассмотреть вопрос о возможности определения сдвиговой ползучести набухающих грунтов природной (начальной) влажности путем их уплотнения и испытания на сдвиг после водонасыщения (замачивания) под арретир с замером давления свободного набухания $\sigma_{s,0}$.

Испытаны образцы-близнецы бентонито-песчаной смеси под лабораторным номером 61—86 (бентонитового порошка—60%, песка—40%) при двух различных значениях их начальной влажности—плотности; основные показатели физических свойств образцов приведены в табл. 1.

Определены стандартные сопротивления сдвигу $\tau_{f,st}$ испытанных грунтовых смесей при природной влажности $w=w_0$ и уплотнении и сдвиге после водонасыщения под арретир $w=w_f$ на приборах кручения сплошных образцов М—5 (3). Определены давления свободного набухания испытанных грунтовых смесей $\sigma_{s,0}$, которые также приведены в табл. 1. Повторность опытов трехкратная.

Данные об определении сопротивления сдвигу, а также параметров $tg\phi$ и c испытанных образцов бентонито-песчаных смесей приведены в табл. 2.

Основные показатели физических свойств образцов
бентонито-песчаных смесей 61—86

Таблица 1

w_0	ρ_0 , г/см ³	ρ_s , г/см ³	w_L	w_p	J_p	$\sigma_{s,0}$, МПа
0,170	1,881	2,68	0,950	0,260	0,69	0,395
0,292	1,982	2,68	0,950	0,260	0,69	0,157

Таблица 2

Результаты определения сопротивления сдвигу образцов-близнецов бентонито-грунтовых смесей 61—86 в двух различных условиях испытания

w_0	Испытание при влаж- ности	$\tau_{f,sl}$, МПа, при				tg φ	c , МПа
		σ_z , МПа					
		0,2	0,4	0,6	0,8		
0,170	w_0	—	0,335	0,257	0,413	0,194	0,252
	w_f	—	0,202	0,252	0,295	0,233	0,110
0,292	w_0	0,1079	0,1355	0,179	—	0,178	0,0697
	w_f	0,01066	0,1380	0,1675	—	0,152	0,0765

Как видно из табл. 1, при уплотнении и сдвиге образцов бентонито-песчаной смеси с влажностью $w_0 < w_p$ в условиях сохранения начальной влажности $w_0 = \text{const}$ и после водонасыщения под арретир $w = w_f$ их сопротивления сдвигу, в силу адсорбционного понижения прочности, сильно отличаются друг от друга. В случае же, когда $w_0 = 0,192 > w_p = 0,260$, их сопротивления сдвигу полностью совпадают и подтверждают полученные авторами ранее результаты (1).

Сдвиговая ползучесть бентонито-песчаной смеси в двух различных начальных значениях влажности $w_0 = 0,17$ и $0,292$ исследована на приборах М-5 (3) в двух различных условиях их уплотнения и сдвига: а) при постоянной начальной влажности $w = w_0$ и б) после водонасыщения под арретир $w = w_f$. Причем в первом случае полная внешняя нагрузка p_z была равна эффективному давлению $\sigma_z (p_z = \sigma_z)$, а во втором случае $p_z = \sigma_{z,0} + \sigma_z$, где $\sigma_{z,0}$ — давление свободного набухания грунта (табл. 1).

Во всех указанных выше четырех случаях образцы-близнецы испытаны на сдвиг под действием одного и того же эффективного уплотняющего давления $\sigma_z = 0,4$ МПа при трех различных по величине постоянных $\tau/\tau_{f,sl} = 0,25$; $0,5$ и $0,75$ и возрастающих степенями $0,25$; $0,5$ и $0,75$ уровнях касательного напряжения (τ — касательное напряжение; $\tau_{f,sl}$ — стандартное сопротивление сдвигу). Повторность опытов трехкратная.

Результаты определения сдвиговой ползучести двух испытанных разновидностей бентонито-песчаной смеси в двух различных условиях их испытания при трех различных постоянных и возрастающих степенях уровнях касательного напряжения $\tau/\tau_{f,sl}$ соответственно приведены в табл. 3 и 4. Для наглядности на рисунке показаны предельные (из четырех) кривые ползучести, характеризующие наибольшие и наименьшие значения деформаций — наибольший разброс

данных, определенных при одних и тех же значениях уровня касательного напряжения $\tau/\tau_{f,st}$.

Таблица 3

Усредненные данные испытания образцов бентонито-песчаной смеси 61—86 при $\sigma_2=0,4$ МПа под действием постоянных уровней касательного напряжения

t, ч дни	Деформации ползучести при сдвиге $\gamma(t)$											
	$\tau/\tau_{f,st}=0,25$				$\tau/\tau_{f,st}=0,50$				$\tau/\tau_{f,st}=0,75$			
	$w_0=0,170$		$w_0=0,292$		$w_0=0,170$		$w_0=0,292$		$w_0=0,170$		$w_0=0,292$	
	$w-w_0$	$w-w_f$	$w-w_0$	$w-w_f$	$w-w_0$	$w-w_f$	$w-w_0$	$w-w_f$	$w-w_0$	$w-w_f$	$w-w_0$	$w-w_f$
1ч	0,0010	0,0008	0,0008	0,0009	0,0069	0,0071	0,0062	0,0066	0,0246	0,0291	0,0247	0,0274
1д	0,0011	0,0013	0,0009	0,0011	0,0089	0,0095	0,0083	0,0088	0,0739	0,0878	0,0818	0,0700
2	0,0011	0,0013	0,0010	0,0011	0,0095	0,0111	0,0093	0,0100	0,0754	0,0901	0,0832	0,0782
3	0,0012	0,0013	0,0011	0,0012	0,0100	0,0120	0,0102	0,0108	0,0768	0,0913	0,0843	0,0800
4	0,0012	0,00133	0,0011	0,00125	0,0104	0,0128	0,0109	0,0114	0,0780	0,0926	0,0859	0,0815
5	0,0012	0,00133	0,0011	0,0013	0,0108	0,0134	0,0114	0,0120	0,0795	0,0936	0,0871	0,0800
6	0,00125	0,00133	0,0011	0,0013	0,0112	0,0139	0,0118	0,0124	0,0807	0,0944	0,0882	0,0844
7	0,0013	0,00136	0,0011	0,0013	0,0117	0,0144	0,0121	0,0128	0,0818	0,0950	0,0892	0,0854
8	0,0013	0,00136	0,0011	0,0013	0,0121	0,0147	0,0124	0,0131	0,0827	0,0957	0,0899	0,0865
9	0,0013	0,00136	0,0011	0,0013	0,0125	0,0151	0,0127	0,0135	0,0835	0,0963	0,0905	0,0875
10	—	—	—	0,0013	—	—	—	0,0138	—	—	—	0,0884
11	—	—	—	0,0013	—	—	—	0,0141	—	—	—	0,0894

Таблица 4

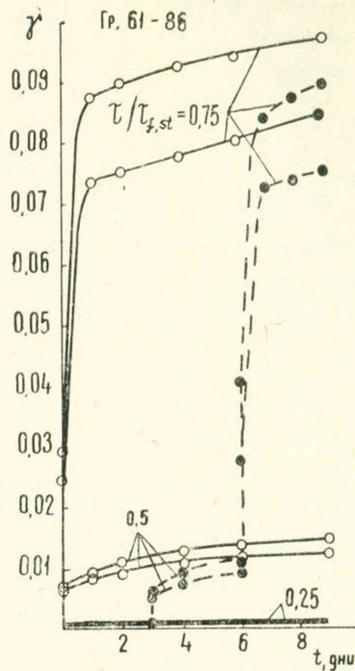
Усредненные данные испытания образцов бентонито-песчаной смеси 61—86 при $\sigma_2=0,4$ МПа под действием ступенчато-возрастающих уровней касательного напряжения

t, ч дни	Деформации ползучести при сдвиге $\gamma(t)$											
	$\tau/\tau_{f,st}=0,25$				$\tau/\tau_{f,st}=0,50$				$\tau/\tau_{f,st}=0,75$			
	$w_0=0,170$		$w_0=0,292$		$w_0=0,170$		$w_0=0,292$		$w_0=0,170$		$w_0=0,292$	
	$w-w_0$	$w-w_f$	$w-w_0$	$w-w_f$	$w-w_0$	$w-w_f$	$w-w_0$	$w-w_f$	$w-w_0$	$w-w_f$	$w-w_0$	$w-w_f$
1ч	0,0009	0,0010	0,0007	0,0009	—	—	—	—	—	—	—	—
1д	0,00094	0,0013	0,0009	0,0011	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0,0010	0,0013	0,0011	0,0012	—	—	—	—	—	—	—	—
3	0,0010	0,0014	0,0012	0,0012	—	—	—	—	—	—	—	—
1ч	—	—	—	—	0,0063	0,0050	0,0055	0,0057	—	—	—	—
4	—	—	—	—	0,0092	0,0070	0,0074	0,0075	—	—	—	—
5	—	—	—	—	0,0102	0,0082	0,0084	0,0089	—	—	—	—
6	—	—	—	—	0,0108	0,0113	0,0093	0,0098	—	—	—	—
1ч	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0276	0,0382	0,0402	0,0407
7	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0726	0,0791	0,0838	0,0844
8	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0736	0,0823	0,0861	0,0875
9	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0754	0,0846	0,0878	0,0889
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0912
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0935

Как и следовало ожидать, деформации сдвиговой ползучести образцов с начальной влажностью $w_0=0,292 > w_p=0,260$ (табл. 3 и 4), обладающие одинаковыми значениями сопротивления сдвигу (табл. 2), при равных уровнях касательного напряжения $\tau/\tau_{f,st}$ практически не отличаются друг от друга. При одинаковых уровнях касательного напряжения совершенно аналогичные результаты получены и при испытании образцов с начальной влажностью $w_0=0,17 < w_p=0,26$, со-

Противления сдвигу которых при уплотнении и испытании на сдвиг в условиях сохранения природной влажности и после водонасыщения под арретир сильно отличаются друг от друга (табл. 2).

Результаты, полученные не только при $w_0 \geq w_p$ (4), но и при $w_0 < w_p$, существенно расширяют наши знания о сдвиговой ползучести набухающих грунтов. Они полностью подтверждают справедливость установленного одним из авторов (3) обобщенного закона сдвиговой ползучести глинистых грунтов, согласно которому независимо от состояния плотности-влажности и сопротивления сдвигу при равных уровнях касательного напряжения $\tau/\tau_{f,sl}$ их деформаций ползучести равны. Следовательно, сдвиговую ползучесть набухающего грунта природной влажности можно определить уплотнением и испытанием на сдвиг предварительно водонасыщенных под арретир образцов под действием равных уровней касательного напряжения.



Предельные (из четырех) кривые сдвиговой ползучести бентонитовой набухающей глины, определенные в четырех различных начальных ее состояниях под действием постоянных (сплошные линии с кружочками) и возрастающих ступенями (сплошные линии с точками) уровней касательного напряжения

Институт геологических наук Академии наук Армянской ССР
Армгидропроект

Ս. Ի. ՄԵՍՉԱՆ, Ս. Հ. ՀԱՅՐՈՅԱՆ

Սկզբնական խոնավության և ուռչելու բացակայության պայմաններում ջրահագեցվելուց հետո խտացված ու սահմի փորձարկման ենթարկված ուռչող բենտոնիտային կավի սողի սահմի ղեպում

Հոդվածում բերված են տարբեր սկզբնական խոնավություն ունեցող և ուռչելու բացակայության պայմաններում ջրահագեցվելուց հետո խտացված, ապա սահմի ենթարկված ուռչող բենտոնիտային կավի սողի հետազոտության արդյունքները: Տարբեր սկզբնական վիճակներում գտնվող փորձանմուշների սահմի փորձարկումներն իրագործվել են շոշափող լարումների տարբեր հաստատուն մակարդակների ազդեցությունների տակ:

Պարզվել է, որ շոշափող լարումների միենույն մակարդակների ազդեցության գեպտում ուռչող գետնահողի սողքը, ինչպես և շուռչող կավային գետնահողերի դեպքում, կախված չէ նրա սկզբնական վիճակից ու ամրությունից:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ С. Р. Месчан, ДАН АрмССР, т. 76, № 2 (1983). ² С. Р. Месчан, С. Г. Айроян, Основания, фундаменты и механика грунтов, № 2, 1987. ³ С. Р. Месчан, Экспериментальная реология глинистых грунтов, Недр, М., 1985. ⁴ С. Р. Месчан, Р. П. Малакян, ДАН АрмССР, т. 65, № 2 (1977).