



Получена: 18.03.2018 г.

Приета: 22.10.2018 г.

ИЗСЛЕДВАНИЯ ВЪРХУ КОЕФИЦИЕНТА НА ФИЛТРАЦИЯ НА ПОЛУПРОПУСКЛИВИ СТРОИТЕЛНИ ПОЧВИ ОТ СОФИЙСКИЯ МЛАДОТЕРЦИЕРЕН БАСЕЙН

А. Божинова-Хаапанен¹, Вл. Костов²

Ключови думи: геотехника, геология, филтрация, коефициент на филтрация, градиент, in-situ опити, лабораторни опити, почви

РЕЗЮМЕ

В статията са представени резултати от in-situ и лабораторно определяне на коефициента на филтрация k върху прахови глини от Софийския младотерциерен басейн с плиоценска възраст (N_2). Описани са методиките на провеждане на двата вида изследвания, както и получените резултати за коефициента на филтрация. От сравнението между тях се вижда, че получените разлики са малки, което дава основание на авторите да препоръчват лабораторното определяне на коефициента на филтрация k , поради предимствата на този метод (по-евтин и по-лесен за провеждане).

1. Въведение

Коефициентът на филтрация k на строителните почви заема особено място при проектиране на деформационното поведение на земната основа на сгради и съоръжения.




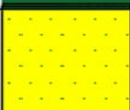

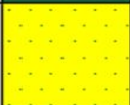
Неговата роля в процеса на уплътняване е, че той диктува темпа на консолидация и нейния окончателен размер.

Изследванията за неговото определяне in situ са скъпи и затова често те се заменят с по-удобното изпитване на земни проби в лабораторни условия.

¹ Ася Божинова-Хаапанен, доц. д-р инж. геол., кат. „Геотехника”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: assia_bo2002@yahoo.com

² Владимир Костов, проф. д-р инж., кат. „Геотехника”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: vladimir.kostov@vizi-engineering.com

Във връзка с това са извършени сравнения на резултатите от проведени опити и по двата начина на прахови глини от Софийския младотерциерен басейн с плиоценска възраст (N₂) (пласт 3), (фиг. 1).

СОНДАЖНА КОЛОНКА								
Моторен сондаж № 1								
Пласт №	Дълбочина, м	Дебелина, м	Условен знак	Литоложко описание	Геол. описание	ПВН	УВН	Забележки
①	2.40	2.40		Насип	Q			
②	5.60	3.20		Пясък, дребен до среден с прахова компонента	N ₂ (Pl)			
③	17.20	11.60		Глина, прахова или прахова пясъчлива – фина, сивозелена	N ₂ (Pl)			
②	20.40	3.20		Пясък, дребен до среден с прахови частици	N ₂ (Pl)			
③	26.80	6.40		Глина, прахова или прахова пясъчлива – фина, сивозелена	N ₂ (Pl)			
②	30.00	3.20		Пясък, дребен до среден с прахови частици	N ₂ (Pl)			

Фиг. 1. Разположение на изследваните строителни почви в дълбочина

От опробващите сондажи са взети ненарушени земни проби от строителните почви, в които са провеждани in-situ опитите за определяне на коефициента на филтрация *k*. Тези проби са изследвани за физични показатели, чиито резултати са представени в табл. 1.

Таблица 1. Физични показатели на изследваните прахови глини N₂(P1)

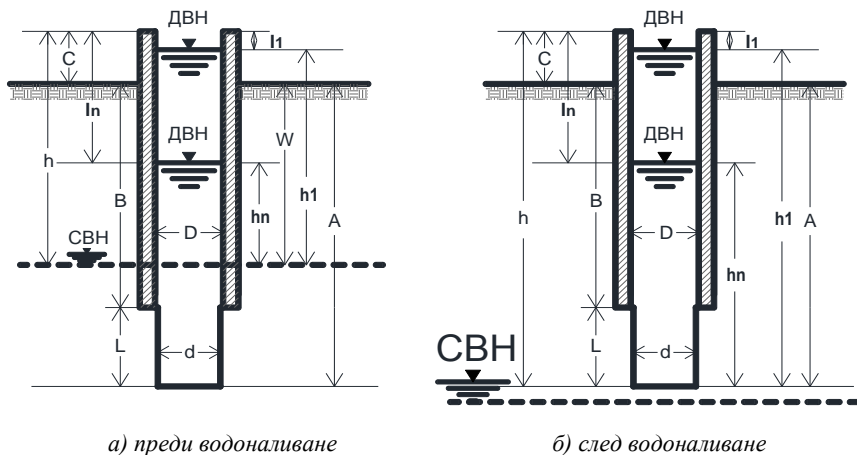
Проба №			4	5	15
Вид проба			ненарушена	ненарушена	ненарушена
Сондаж №			1	1	1
Дълбочина от кога терен:		m	13,10 – 13,30	16,00 – 16,20	23,50 – 23,70
Специфична плътност	ρ_s	g/cm ³	2,75	2,73	2,68
Обемна плътност	ρ	g/cm ³	1,88	1,81	1,76
Об. плътност на скелета	ρ_d	g/cm ³	1,57	1,55	1,26
Обем на порите	n	-	0,429	0,432	0,530
Коефициент на порите	e	-	0,752	0,761	1,127
Ест. водно съдържание	w_n	%	19,8	16,9	39,5
Граница на протичане	w_L	%	40,2	43,5	60,2
Граница на източване	w_P	%	22,8	22,0	36,8
Показ. на пластичност	I_P	%	17,4	21,5	23,4
Показ. на консистенция	I_c	-	1,172	1,237	0,884
Зърнометричен състав:					
200 – 20 mm	$ч$	%	-	-	-
20 – 5 mm	$ч$	%	-	-	-
5 – 2 mm	$ч$	%	-	-	-
2 – 0,5 mm	n	%	-	2	-
0,5 – 0,25 mm	n	%	1	3	-
0,25 – 0,1 mm	n	%	23	8	1
0,1 – 0,005 mm	x	%	65	67	82
< 0,005 mm	z	%	11	20	17
Ъгъл на вътрешно триене	φ	°	25	13	22
Кохезия	c	kPa	45	90	20
Наименование на почвата съгласно БДС EN ISO 14688 – 1			Прахова глина	Прахова глина	Прахова глина

2. Описание на приложения „in situ“ метод

За определяне на коефициентите на филтрация на строителните почви „in situ“ е избран методът на експресно водоналиване в сондажни изработки.

За целта е прокаран сондаж с дълбочина 30 m. За опитните водоналивания са избрани интервали в непропускливи или полупропускливи строителни почви.

Схемата на метода е дадена на фиг. 2.



Фиг. 2. Опитна постановка за определяне на коефициент на филтрация в сондаж

За изчисленията са използвани следните изходни данни:

A – дълбочина на сондажа,

B – дълбочина на обсаждане,

L – дължина на необсадения интервал,

C – височина на обсадната тръба над терена,

d – вътрешен диаметър на обсадна тръба,

D – диаметър на необсадената част от сондажа,

W – статично водно ниво 10 мин. преди опита (СВН),

h – разстояние от горния ръб на обсадната колона до СВН.

Статично водно ниво след приключване на сондирането (СВН):

t – време от началото на опита,

l_n – дълбочина на динамично водно ниво (ДВН),

h_n – превишение над СВН, $h_n = h - l_n$.

Коефициентите на филтрация са изчислени по формулите:

$$F = \frac{2 * n * L}{\ln\left(\frac{2 * L}{D}\right)} \quad \text{при } F > 4D; \quad (1)$$

$$A = n * \left(\frac{d}{2}\right)^2. \quad (2)$$

(При вертикален сондаж)

$$k = \frac{A}{F * (t_n - t_{n-1})} * \ln\left(\frac{H_n}{H_{n+1}}\right). \quad (3)$$

Стойностите на получените коефициенти на филтрация k за тази почвена разновидност варират от $6,5 \cdot 10^{-9}$ до $1,1 \cdot 10^{-9}$ m/s.

4. Лабораторни изследвания

Изследванията са направени върху три почвени проби от същата литоложка разновидност в компресионен апарат (фиг. 3).

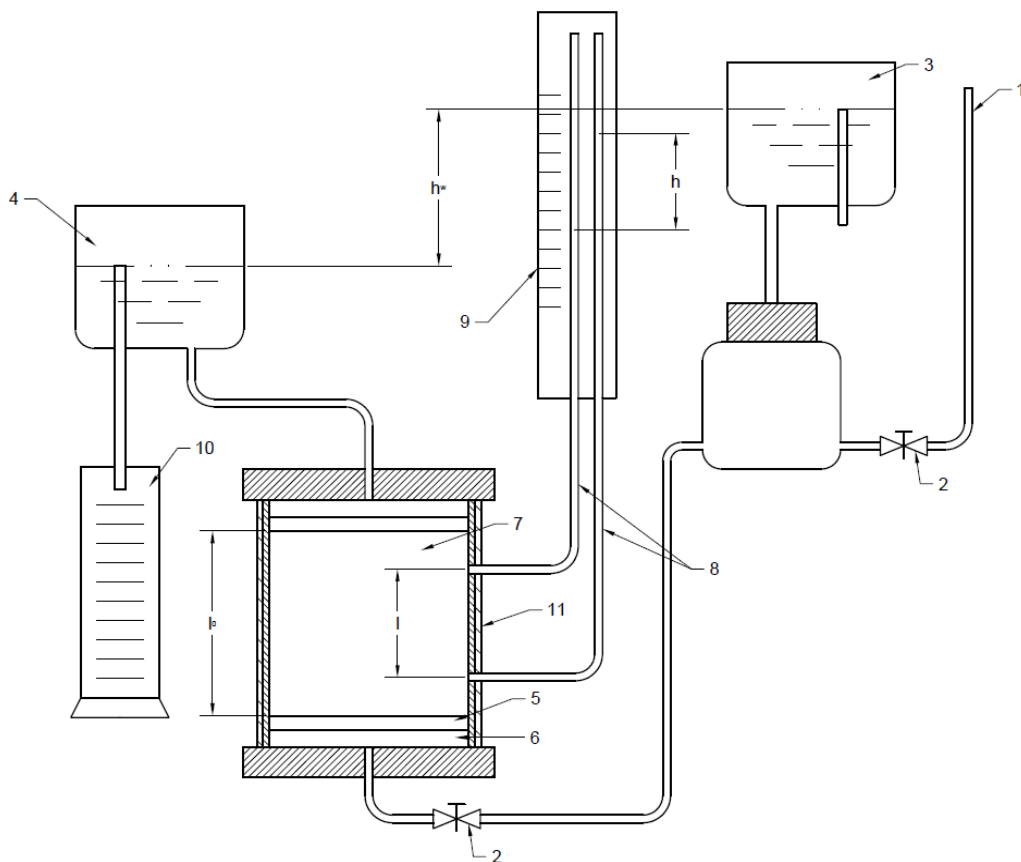
Определянето на коефициента на филтрация k при всички видове почви, когато не се отчита началният хидравличен градиент, се основава на закона на Дарси за ламинарно движение на водата.

$$V = k.I, \quad (4)$$

където V е скорост на филтрация, m/s;

k – коефициент на филтрация, m/s;

I – хидравличен градиент.



Фиг. 3. Схема на опитната постановка с постоянен напор

1. Вход дейонизирана вода; 2. Спирателен кран; 3. Резервоар за входяща вода; 4. Резервоар за изходяща вода; 5. Филтър; 6. Перфорирана филтърна плочка; 7. Почвен образец; 8. Пиезометрични тръби; 9. Мерителна скала на пиезометрите; 10. Мерителен цилиндър; Камера

За опитите са използвани земни проби от глини с възврат плионен (N_2) от Софийския младотерциерен басейн. Изпитани са три независими почвени образеца от една и съща литоложка разновидност. Изследванията са проведени в компресионни апарати, при които хидравличният градиент е постоянен (фиг. 3 и 4).



Фиг. 4. Общ вид на лабораторната постановка

Стойностите на коефициента на филтрация k са получени с отчитане на влиянието на температурата на водата както следва:

$$k_{10} = \alpha * k_T, \quad (5)$$

където k_{10} е коефициент на филтрация за температура на водата $T = 10$ °C;

k_T – измерената стойност на коефициента на филтрация при температура T ;

α – температурната корекция при измерената температура T .

$$\alpha = \frac{1,359}{1 + 0,0337 * T + 0,00022 * T^2}. \quad (6)$$

Получените стойности на коефициентите на филтрация k в лабораторни условия варират в интервала от $0,7 \cdot 10^{-9}$ до $1,3 \cdot 10^{-9}$ m/s.

Тези стойности се потвърждават и от резултатите, получени от други изпитвания. За „Метростанция № 9“ от трети метродиапетър – при паметника на Патриарх Евтимий, средната стойност на коефициента на филтрация за глините е $k = 5 \cdot 10^{-9}$ m/s, а при „Метростанция № 8“ – при Львов мост, коефициентът на филтрация на глините е $k = 2,8 \cdot 10^{-9}$ m/s.

5. Заключение

Направените изследвания за конкретния случай показват, че коефициентът на филтрация k , получен in-situ и в лабораторни условия, е със съпоставими стойности. Това дава основание да се спестят неудобните и скъпи полеви изпитвания и да се заместят с лабораторно определяне на този показател.

Благодарности

Настоящата научноизследователска разработка по договор БН-196/2016 е подкрепена финансово от Център за научни изследвания и проектиране при УАСГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Bozhinov, B., S. Stefanov.* Festigkeits und verformungs kennwerte Boren in der Bucht von Burgas. В: VI Дунайская европейская конференция по механике грунтов, Варна, 1981.
2. *Божинова-Хаапанен, А., Вл. Костов.* Влияние на началния хидравлически градиент върху консолидацията на непроницаеми строителни почви. // Годишник на УАСГ, том 50, св. 1, София, 2017.
3. *Роза, С. А.* Осадки гидротехнических сооружений на глинах с малой влажностью. Гидротехническое строительство № 9, 1950.
4. *SD_CEN_ISO_TS_17892-11.* Геотехнически изследвания и изпитвания. Лабораторни изпитвания на почвите. Част 11: Определяне на водопроницаемост чрез постоянно и падащо налягане, 2004.

RESEARCH ON THE COEFFICIENT OF THE PERMEABILITY OF SEMIPERMEABLE CONSTRUCTION SOILS FROM SOFIA YOUNG TERTIERY BASIN

A. Bozhinova-Haapanen¹, Vl. Kostov²

Keywords: *geotechnics, geology, filtration, coefficient of permeability, gradient, in-situ tests, laboratory tests, soils*

ABSTRACT

The results from the *in situ* and laboratory tests of the coefficient of permeability of the Neogen silty clays from the Sofia basin are presented in the paper. The test methods are explained and the results are given. The comparison of the methods and results shows very small differences of the values of the coefficient of permeability. This gives a reason to the authors to propose the laboratory test for the determination of the coefficient of permeability because of the advantages of the method: easier to carry out and low costing.

¹ Assia Bozhinova-Haapanen, Assoc. Prof. Dr. Eng. Geol., Dept. "Geotechnical Engineering", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: assia_bo2002@yahoo.com

² Vladimir Kostov, Prof. Dr. Eng., Dept. "Geotechnical Engineering", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: vladimir.kostov@vizi-engineering.com