

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ЗАГИПСОВАННЫХ ГРУНТОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ОБВОДНЕНИИ

Рассмотрены методы лабораторного определения суффозионной сжимаемости засоленных грунтов. Дан анализ эффективности применения известных методов и точности прогнозирования деформационных характеристик.

Ключевые слова: грунт, деформация, суффозия, замачивание, плотность, просадочность, пористость, выщелачивание

В настоящее время нормативными документами регламентированы две схемы испытания образцов загипсованных грунтов для определения характеристик суффозионной сжимаемости: это компрессионно-суффозионные испытания по схеме «одной» и «трех» кривых. Однако этих схем испытаний зачастую бывает недостаточно для обеспечения точности определения характеристик сжимаемости для всего многообразия структур и фазового состава замачиваемых образцов и способов фильтрации через них воды или растворов.

На основании проведенных исследований авторами предлагаются другие способы испытания, дополняющие или заменяющие существующие.

До выхода в 1983 г. ГОСТ 25585 - 83 "Грунты. Метод лабораторного определения суффозионной сжимаемости" большинство компрессионно-фильтрационных испытаний засоленных грунтов выполняли по схеме "одной кривой" (таб. 1, рис. 1). В отмененном ГОСТе 25585 - 83 предусмотрены также испытания по схеме "двух кривых" (таб. 1, рис. 2).

Испытания по схеме "одной кривой" выполняют следующим образом. Сначала образец с определенной плотностью и влажностью загружают ступенями до заданного давления P , согласно действующего ГОСТа 23908-79 "Грунты. Метод лабораторного определения сжимаемости". После выполнения условий стабилизации деформации образца при P_o , его замачивают водой, продолжая замачивание до условной стабилизации просадки образца в соответствии с рекомендациями ГОСТа 23161-78 "Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности". После окончания просадочных деформаций или в случае их отсутствия начинают непрерывную фильтрацию воды через образец, при неизменном заданном давлении P_o до условной стабилизации суффозионного сжатия согласно ГОСТ 25585 - 83 "Грунты. Метод лабораторного определения суффозионной сжимаемости".

Таким образом, испытав один образец по схеме "одной кривой" при заданном давлении P_o , получают три значения: относительного сжатия ϵ_p при исходной влажности грунта W_o , относи-

тельной просадочности ϵ_{sl} при кратковременном замачивании и относительного суффозионного сжатия ϵ_{sf} (см. таб.1, строка 1). Однако, чтобы получить деформационные характеристики для других значений давления, требуется дополнительно проводить несколько компрессионно-фильтрационных испытаний. Причем, для каждого давления необходимо проведение отдельного (до нескольких месяцев) испытания (без учета повторности).

Для проведения испытания по схеме "двух кривых" необходимо наличие, как минимум, двух идентичных образцов. Первый образец замачивают перед нагружением (без применения арретира) до полного водонасыщения и прикладывают нагрузку на образец ступенями до заданного давления P_o по ГОСТ 23908-79. После условной стабилизации сжатия водонасыщенного грунта проводят непрерывную фильтрацию воды через образец (при неизменном заданном давлении P_o) до условной стабилизации суффозионного сжатия (кривая 2).

Второй образец замачивают до полного водонасыщения (без передачи нагрузки на образец грунта и без применения арретира) и затем производят выщелачивание солей путем непрерывной фильтрации воды через образец (кривая 3). После условного рассоления грунта прикладывают нагрузку на образец ступенями до заданного давления по ГОСТ 23908-79, поддерживая образец в водонасыщенном состоянии до условной стабилизации суффозионного сжатия.

Таким образом, согласно действующим нормативным документам имеется две схемы испытаний засоленных грунтов. При испытании по схеме "одной кривой" получают три значения характеристик деформирования, ϵ_p , ϵ_{sl} и ϵ_{sf} , но только при одном фиксированном значении давления. При испытании по схеме "двух кривых" получают значения при любом давлении, но данная методика не дает возможности установить значения ϵ_p и ϵ_{sl} (таб. 1, строка 2).

Определение деформационных характеристик засоленных грунтов возможно также путем совмещения первых двух методик, т.е., по схеме

* - автор, с которым следует вести переписку.

"трех кривых" (таб. 1, рис. 3). Эти испытания с тремя одинаковыми образцами выполняют следующим образом [1]. Первый образец (кривая 1), имеющий исходную влажность W_o , загружают ступенями до расчетного давления P_o . Другой образец (кривая 2) предварительно замачивают без нагрузки до полного водонасыщения, а затем загружают до расчетного давления P_o . Третий образец (кривая 3) замачивают до полного водонасыщения и производят рассоление без нагрузки до степени выщелачивания $\beta \approx 100\%$. Затем образец загружают до расчетного давления P_o . Указанная схема испытаний позволяет определить относительное сжатие под нагрузкой ϵ_p при исходной влажности W_o , относительную просадочность ϵ_{sl} и конечное значение относительного суффозионного сжатия ϵ_{sf} в любом интервале расчетных давлений (табл. 1, строка 3).

Несмотря на значительное сокращение сроков и уменьшение трудоемкости при использовании схемы "трех кривых", эта схема имеет существенный недостаток. По результатам компрессионно-фильтрационных испытаний по схеме "трех кривых" нельзя установить изменение значений ϵ_{sf} в процессе рассоления и получить зависимость $\epsilon_{sf} = f(\beta)$.

В связи с этим разработана и предложена новая методика испытания загипсованных грунтов по схеме "пяти кривых"[2], с помощью которой можно получить наиболее полную информацию о деформационных свойствах испытанного грунта.

Испытания по схеме "пяти кривых" рекомендуется выполнять следующим образом (таб. 1, рис. 4). Три идентичных образца (кривые 1, 2, 3) испытывают по схеме "трех кривых". Четвертый образец замачивают и производят рассоление до $\beta = 30\%$ без нагрузки, после чего загружают его до расчетного давления P (кривая 4). Пятый образец замачивают и производят рассоление до $\beta = 60\%$, после чего загружают его до расчетного давления P_o (кривая 5).

Таким образом, по результатам испытаний загипсованных грунтов по схеме "пяти кривых" устанавливается полная характеристика деформационных свойств грунтов: значения ϵ_p , ϵ_{sl} и ϵ_{sf} ,

а также зависимость $\epsilon_{sf} = f(\beta)$ при любом давлении P (табл.1, строка 4).

Схему "пяти кривых" для грунтов с прямолинейным графиком можно преобразовать в схему "четырёх кривых". При этом предлагается испытывать три образца по схеме "трех кривых". Четвертый образец рассоляют до $\beta = 50\%$, а затем загружают его до расчетного давления P_o .

Для предварительной оценки свойств грунтов, а также при наличии опыта исследований аналогичных грунтов, с целью уменьшения трудоемкости испытаний разработаны упрощенные схемы "трех" и "пяти кривых" (таб. 1, рис. 5 и 6), при которых испытывают соответственно два и три образца. На основании результатов испытаний по упрощенным схемам "трех" и "пяти кривых" определяют те же характеристики, что и по основным схемам (таб.1, строки 5 и 6).

Отличие испытаний по упрощенной схеме "трех кривых" от основной схемы "трех кривых" заключается в том, что образец загружают до давления, равного 1/2 величины расчетного давления P . Далее производят водонасыщение образца и рассоляют его до $\beta \approx 100\%$, после чего загружают образец до расчетного давления P_o . Производят экстраполяцию полученной кривой 1 до расчетного давления P_o и интерполяцию кривой 3, соединяя ее с нулевой отметкой (строка 5). Второй образец испытывают по упрощенной схеме аналогично испытаниям по основной схеме (кривая 2).

Два образца по упрощенной схеме "пяти кривых" испытывают аналогично испытаниям по упрощенной схеме "трех кривых" (строка 6, кривые 1,2,3). Третий образец рассоляют до $\beta = 30\%$. Далее загружают до давления, равного 1/2 величины расчетного давления P_o . После чего рассоляют до $\beta = 60\%$. Затем загружают до расчетного давления P_o . Производят экстраполяцию кривой 4, продолжают до расчетного давления P_o и интерполяцию кривой 5, соединяя ее с нулевой отметкой. Ту или иную схему компрессионно-фильтрационных испытаний загипсованных грунтов рекомендуется использовать в зависимости от целей и требуемой точности проведения исследований.

Таблица 1

Схемы компрессионно-фильтрационных испытаний загипсованных грунтов

№	Название схемы	Общий вид схемы	Количество образцов	Определяемые характеристики грунтов					
				$\varepsilon_{sf} = f(\beta)$	$\varepsilon_{sf} = f(P)$	$\varepsilon_{sf} = f(P)$	ε_{sf}	ε_{sf}	$\varepsilon_{sf} = f(P)$
1	"одной кривой"		1	+	+	+	-	-	при одном давлении
2	"двумя кривыми"		2	-	-	+	-	+	-
3	"тремя кривыми"		3	+	+	+	+	+	-
4	"пятью кривыми"		5	+	+	+	+	+	+
5	"тремя кривыми" (упрощенная схема)		2	+	+	+	+	+	-
6	"пятью кривыми" (упрощенная схема)		3	+	+	+	+	+	+

Выводы:

1. Выбор метода определения деформационных характеристик загипсованных грунтов зависит от исследования, сроков и стадии изысканий, количества конструктивных особенностей применяемых в исследовании приборов, класса проектируемого сооружения, вида и свойств грунта.

2. Предложенная методика исследования компрессионно-фильтрационных испытаний загипсованных грунтов позволяет ускорить сроки проведения испытаний, снизить трудоемкость, при одновременном сохранении требуемой ГОСТ точности результатов испытаний.

Литература

1. Дорджиев, А. Г. Закономерности изменения характеристик механических свойств карбонатосодержащих просадочных грунтов при замачивании и длительной фильтрации воды (на примере Прикаспийской низменности) / А. Г. Дорджиев : автореф. дис. ... канд. техн. наук. / А. Г. Дорджиев. - М., 1990. - 19 с.

2. Преснов, О. М. Методические особенности определения сжимаемости загипсованных грунтов / О. М. Преснов. - М., 1990. - Вып. 12. - 12 с. - Деп. в ВНИИГТПИ, N 10749.