

Испытания крупнообломочных грунтов на сдвиг



Крупнообломочные грунты часто служат не только в качестве естественного основания, но и материала для различных сооружений – например, земляных плотин или транспортных насыпей. В этом случае для определения их поведения важно не только определить механические свойства, но и условия взаимодействия с армирующими геоматериалами. При этом действующий уровень напряжений не так велик, в связи с чем нет необходимости применять приборы трехосного сжатия.

В новой статье из цикла о лабораторных методах испытаний мы расскажем о сдвиговых испытаниях крупнообломочных грунтов.

Мирный Анатолий Юрьевич

Старший научный сотрудник Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, к.т.н.

Идрисов Илья Хамитович

Генеральный директор ООО НПП «Геотек», к.т.н.

В прошлой статье говорилось об испытаниях в приборах трехосного сжатия крупнообломочных грунтов, используемых в крупных земляных сооружениях или в качестве естественных оснований. Неоспоримым преимуществом этого метода испытаний является возможность точного воспроизведения любых напряженных состояний и достаточно высоких

всесторонних давлений. Но в транспортных насыпях далеко не всегда достигается такой уровень давлений, и технические трудности в подготовке и проведении испытания трехосного сжатия делают его нерациональным. Более эффективным может быть использование приборов одно- и многоплоскостного сдвига.

Для определения параметров сопротивления сдвигу крупнодисперсных грунтов как нельзя лучше подходят приборы многоплоскостного среза, так как при единственной фиксированной поверхности результат испытания слишком сильно зависит от фактического положения отдельных крупных частиц. В приборах с множественными возможными поверхностями среза наиболее опасная поверхность будет определяться вероятностным образом в ходе испытания, что существенно повышает повторяемость данных испытаний и лучше соответствует поведению данных грунтов в массиве.

Важным преимуществом является так же возможность высокоточного прямого определения величины угла дилатансии ψ , что позволяет выполнять моделирование грунтовых сооружений, изготовленных из данной разновидности грунта, численными методами. Это особенно важно, так как в случае крупнодисперсных грунтов величина угла дилатансии может достигать 15° и оказывать определяющее влияние на сопротивление сдвигу – это хорошо видно по испытаниям с ограничением объемной деформации, которые также могут проводиться в подобных приборах. С ограниченной точностью допускается и определение параметра сдвиговой жесткости – модуля сдвига G . Таким образом, использование данного прибора позволяет проводить расчеты насыпей, засыпок, земляных сооружений с использованием их фактических параметров, а не назначенных косвенно по технологическим признакам, таким как коэффициент уплотнения.

В категории специального оборудования ООО НПП Геотек» предлагает автоматизированные установки для испытаний методом многоплоскостного среза образцов крупнообломочного грунта диаметром 300 мм и высотой 150 мм. Максимальное горизонтальное перемещение составляет 80 мм, чего вполне достаточно для уверенного определения сопротивления сдвигу, а диапазон вертикальных и горизонтальных нагрузок в 100 кН позволяет решать любые практические задачи.

Приборы для проведения сдвиговых испытаний крупнообломочных грунтов присутствуют в ассортименте крупнейших мировых производителей испытательного оборудования. Зачастую данные приборы позволяют проводить испытания не только крупнодисперсных грунтов и строительных материалов, но и оценивать их взаимодействие с геотекстилем и геосетками. Широкое применение данных материалов в практике гражданского и транспортного строительства требует оценки эффективности их использования.

Любой геосинтетический материал в теле земляного сооружения выполняет ряд функций, основной из которых является армирующая: полимерные волокна воспринимают растягивающие усилия, что позволяет повысить результирующую жесткость насыпи, снизить ее толщину, оптимизировать распределяющую способность. Но для этого необходимо обеспечить совместную работу грунта и армирующего элемента, что оценивается с помощью коэффициента взаимодействия слоев K_a . В различных источниках методика различается, однако задача остается неизменной – необходимо количественно выразить влияние геосинтетического материала на сдвигоустойчивость. При этом широкое разнообразие применяемых в практике строительства грунтовых строительных материалов не позволяет

уверенно пользоваться какими-либо справочными значениями в зависимости от фракции, материала и степени окатанности частиц.

Оценить взаимодействие грунта с армирующим слоем можно в приборе одноплоскостного среза, в котором между верхней и нижней половинами образца в зазор укладывается слой геотекстиля. Обе каретки в ходе опыта остаются неподвижными. К верхнему штампу прикладывается вертикальная нагрузка, а горизонтальная – к геотекстилю посредством зажима. В результате оценивается сопротивление выдергиванию, которое определяется типом геотекстиля, разновидностью грунта, влажностью и прочими факторами. В результате опыта может быть определен коэффициент взаимодействия слоев.

Технически более сложным является опыт с геосетками, так как при верном выборе размера ячейки и фракции грунта происходит заклинивание отдельных частиц в ячейках, в результате чего несвязный грунт приобретает «сцепление». Очевидно, что такой армирующий слой обладает на порядок более высоким коэффициентом взаимодействия, ведь его степень шероховатости определяется размером и окатанностью самих частиц. В этом случае предпочтительнее использовать прибор многоплоскостного среза, в котором положение поверхности среза незафиксировано.

Для непосредственной оценки влияния геотекстиля на прочность крупнообломочного грунта следует использовать прибор трехосного сжатия, о котором говорилось в предыдущей статье. Однако эти испытания являются уже по своей сути лотковым экспериментом: в камере прибора размещается образец структурно-анизотропного материала, напряженное состояние ни в коем случае не может считаться однородным, интерпретация требует особого математического аппарата. Тем не менее, опыт проведения подобных испытаний есть у зарубежных коллег, например в RWTH Aachen University (Ахен, Германия).

Список литературы

ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.

ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.

МОДН 2-2001. Проектирование нежестких дорожных одежд.

ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд.

СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений.

СП 23.13330.2018. Основания гидротехнических сооружений.

Болдырев Г.Г. Методы определения механических свойств грунтов. Состояние вопроса. Пенза: ПГУАС, 2008, 696 с.

Федоренко Е.В. Геотехника и геосинтетика в вопросах и ответах. СПб.:

WWW.DARIKNIGI.RU, 2016, 198 с.