

ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ТРАНСПОРТНАЯ ГЕОТЕХНИКА: АСПЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Сокращение затрат на инженерно-геологические изыскания приводит к ухудшению качества проектных решений, необходимости их пересмотра и корректировки в процессе строительства, а также к необоснованным затратам при эксплуатации объекта. Современное развитие лабораторного оборудования с одной стороны и не менее мощное развитие вычислительных программных комплексов с другой - позволяет решать как очень сложные геотехнические задачи, так и выполнять более достоверное прогнозирование для типовых условий. Однако проблема заключается во взаимодействии геологов (изыскателей) и геотехников (проектировщиков-расчетчиков): одни должны давать техническое задание на выполнение изысканий с полным представлением о процессе, а другие понимать, для чего выполняются те или иные лабораторные опыты.

Введение

Современная транспортная геотехника, как наука, представляющая собой синтез знаний в области инженерной геологии, механики грунтов и проектирования дорожных конструкций и геотехнологий, претерпела значительные изменения по сравнению с той областью знаний, которая зародилась более 50 лет назад, сформировавшись под влиянием двух академических направлений: почвоведения и горного дела. Последние представления о грунтах позволяют определять для каждого слоя численные величины, адекватно характеризующие параметры жесткости, прочности, предварительного напряжения, водопроницаемости, реологические параметры и анизотропию. Набор параметров для геотехнических расчетов может составлять более 30 величин!

Двадцать первый век внес существенные изменения в развитие транспортной инфраструктуры: рост скоростей, интенсивности движения, грузонапряженности требует соответствующего развития и принципов проектирования. В основе любого проектирования лежат результаты инженерных изысканий, качество которых напрямую влияет на точность результатов расчета, а, следовательно, на безопасность эксплуатации сооружения. Можно привести большое количество случаев разрушения транспортных объектов, причиной которых стало низкое качество изыскательских работ.

В общем можно выделить две стадии инженерных изысканий, существенно влияющих на результаты проектирования (с точки зрения геотехники) - это получение данных о геологическом строении и определение характеристик грунта, необходимых для расчета.

Получение данных о геологическом строении

Основным методом получения информации о том, что расположено ниже дневной поверхности, является бурение скважин. Этот способ позволяет достаточно точно определить геологическое строение, однако информация является точечной. Дальнейшая обработка – интерполяция между скважинами - носит субъективный характер, что часто приводит к серьезным проблемам. Как правило, при расчетах приходится довольствоваться одной скважиной, пробуренной по оси сооружения и экстраполировать результаты на всю ширину подошвы насыпи (а это может быть несколько десятков метров). Конечно, при этом не учитывается возможное наличие линз и выклинивание слоев слабых грунтов или другие особенности [2].

В современной практике транспортного строительства уже давно находят применение геофизические методы, к которым относятся малоглубинная сейсморазведка и георадиолокация (георадар). Эти методы позволяют получать полноценные разрезы с достаточным для проектирования количеством информации. При этом необходимо понимать, что опорные скважины все же необходимы. Основное отличие двух методов заключается в том, что сейсморазведка позволяет получить количественную картину, а георадарное зондирование является экспресс методом.

К преимуществам применения инженерной геофизики можно отнести следующее:

- сокращение объема буровых работ: когда по результатам геофизических исследований разрез имеет однородное строение и бурение скважин по нормам (через определенное расстояние) не требуется;

- выявление «плохих» мест: на геофизических разрезах можно вывить места, в которых наблюдаются аномалии, отклонения от однородности. Например, при использовании георадаров аномальные места соответствуют изменению диэлектрической проницаемости грунтов, которая, в свою очередь, связана с

изменением влажности, а изменение влажности влечет изменение прочностных характеристик, которые отвечают за устойчивость и влияют на проявление деформаций. Таким образом, опять же получается экономия за счет возможности предусмотреть мероприятия по стабилизации на этапе проектирования.

- определение поверхностей скольжения сложных оползней.

Методы малоглубинной сейсморазведки позволяют осуществлять прогнозирование поведения искусственных земляных сооружений, так, на основе распределения скоростей сейсмических волн используя эмпирические зависимости, можно получить распределение прочностных характеристик в насыпях. Таким образом, можно прогнозировать вероятные сплывы откосов и другие деформации земляного полотна.

Получение характеристик грунта, необходимых для расчета

После выполнения буровых работ производятся лабораторные испытания грунтов. Современные программные комплексы используют для расчетов модели грунтов, которые позволяют максимально реалистично описать поведение при нагружении и разгрузке. Это позволяет выполнять расчеты устойчивости и осадки насыпей без необходимости искусственного разделения основания на зоны по характеру деформаций: по оси - трехосное сжатие, под откосной частью – простой сдвиг, за пределами подошвы – трехосное расширение. Однако для применения современных возможностей программных комплексов необходимо использовать современные достижения механики грунтов и приборов для лабораторных и полевых исследований.

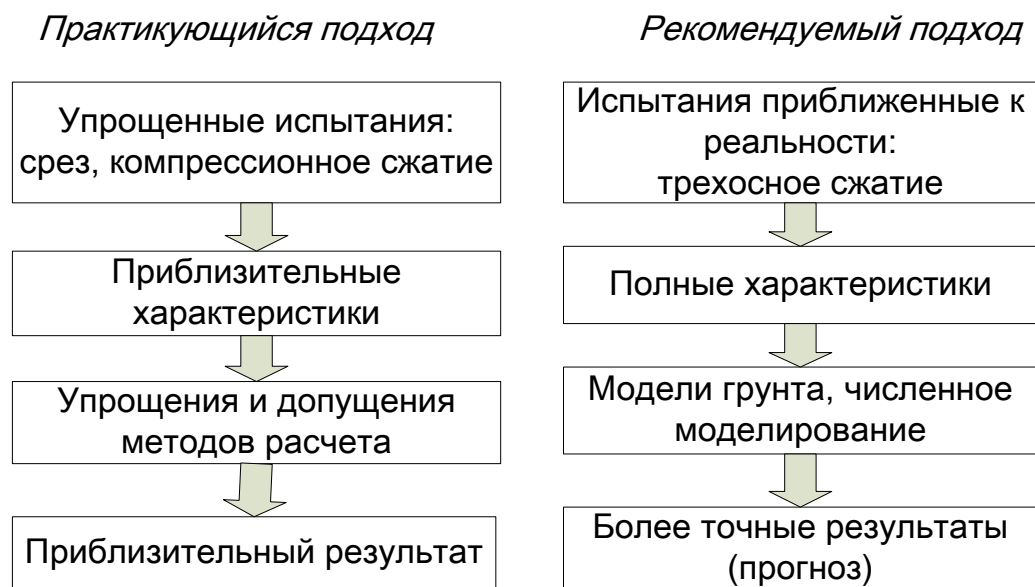


Рис. 1 Схема принципов взаимосвязи результатов лабораторных испытаний и геотехнических расчетов

В последнее время значительно развитие получили методы полевых испытаний, позволяющих путем погружения зондов и приборов получать необходимые геотехнические параметры на месте. Кроме того, в мировой практике принято для грунтов, характеризующихся сложным поведением, устраивать экспериментальные площадки. Наблюдения, измерения и моделирование грунтов на таких площадках ведется на протяжении более пятидесяти лет, а результаты представляют большую практическую и научную ценность. Стоит сказать, что в геотехнике сегодня не существует универсального подхода к интерпретации лабораторных и полевых данных для оценки несущей способности сооружений на слабых грунтах. Однако несомненная польза от наблюдений на экспериментальных площадках заключается в стимулировании развития аналитических методов и корректировки численных моделей. Одной из самых представительных баз в мире по изучению осадки зданий являются наблюдения геотехников Санкт-Петербурга (ГК Геореконструкция). Последние данные, обобщающие большой накопленный опыт, свидетельствуют о незатухающей во времени осадке, так называемой вековой (например, скорость осадки Исаакиевского собора составляет 0,7 мм/год) [1].

Независимое развитие приборов для испытаний грунтов способствовало тому, что результаты интерпретируются различными методами: аналитическими, численными, эмпирическими зависимостями (например, испытание сдвигометром-крыльчаткой базируется на теории предельного равновесия, а штамповые испытания на теории

пластичности), что приводит к получению отличающихся результатов. Так, сравнение результатов недренированной прочности с помощью девяти методов испытаний показывает, что минимальное значение 0,14 кПа получено при испытаниях на одноосное сжатие, а максимальное 0,34 кПа при испытаниях на сжатие в условиях плоской деформации. Получен большой разброс важной величины, позволяющей определять устойчивость насыпей при быстрой отсыпке. Если же полученные данные лабораторных испытаний сравнить с полевыми, расхождение результатов будет еще больше (до 6 раз) [3].

Все это свидетельствует о насущной необходимости дальнейшего развития и совершенствования методов определения характеристик грунтов. И если в новейшей мировой геотехнической практике, вооруженной современными приборами, компьютерными программами и развиваемой ведущими мировыми специалистами существуют такие недостатки, то что можно сказать о состоянии этого вопроса в нашей стране? Для нас стало нормой принимать табличные значения; в лучшем случае проводятся компрессионные испытания, реже испытания в приборе одноплоскостного среза. Но даже в тех случаях, когда имеются трехосные и консолидационные испытания, при расчетах становится ясным то, что сотрудники лабораторий при проведении испытаний не имели представления, для чего эти испытания проводятся. Основная проблема заключается в отсутствии прямой связи между геологами и геотехниками.

Немаловажным является определение начального природного состояния грунтового основания, которое может быть описано такими параметрами как начальный коэффициент пористости e_0 , начальное эффективное напряжение σ'_{v0} , начальное гидростатическое давление поровой воды U_0 и начальное состояние бокового давления K_0 . Для этих целей рекомендуется использование таких малоприменимых методов зондирования как испытания дилатометром, прессиометром и динамометрическим зондом.

По-прежнему процесс извлечения, консервации и транспортирования образцов имеет первостепенное значение. Извлечение образцов должно производиться с максимальной осторожностью, тогда можно говорить об условно ненарушенной структуре и сходстве результатов с натурными условиями, однако всегда существует

вероятность определенного нарушения структуры при отборе и транспортировке. В случаях слабых глин и илов нарушение структуры зависит от метода бурения, типа грунтоноса, метода его извлечения, уровня снятия напряжений, способа консервации, особенностей транспортировки, времени хранения, условий влажности, метода установки образца и лабораторного обслуживания.

В связи с отсутствием доступной и мощной вычислительной техники на момент создания все принятые в нашей стране методы обработки лабораторных испытаний и построенные на их основе методы расчетов используют теорию полных напряжений, что связано со сложностями определения порового давления и, соответственно, эффективных напряжений. Развитие компьютерных технологий позволило объединить подходы, и на основе совместного учета полных и эффективных напряжений были разработаны широко известные и продвинутые модели, реализованные в программах численного моделирования. Теория совместного расчета была впервые предложена в 1968 году и получила название «Механика грунтов критических состояний» (Critical State Soil Mechanics, CSSM) [3].

В основе лежит модель К. Терцаги, в соответствии с которой выделяют полные и эффективные напряжения, различающиеся на величину порового давления. В нашей стране была принята упрощенная модель, основанная только на полных напряжениях – модель «плотности-влажности» Н.Н. Маслова. Однако, применение некоторых положений этой теории на практике невыполнимо. Речь идет о расчетах быстрого и медленного возведения насыпей на слабых водонасыщенных основаниях, для чего необходимо иметь зависимость прочностных характеристик от влажности. В действительности достаточно трудоемкие и длительные испытания не выполняются, что приводит к невозможности выполнять расчет в соответствии с положениями Пособия по проектированию автомобильных дорог на слабых грунтах.

Заключение

Сложившаяся в нашей стране обстановка в области взаимодействия инженерных изысканий и проектирования транспортных сооружений, связанная, прежде всего, с приостановкой развития после распада Советского союза и другими более современными проблемами, приводит к снижению качества инженерных изысканий и проектирования, а соответственно, снижению надежности построенных объектов.

Использование наряду с традиционными методами (шурфование, бурение) менее дорогих геофизических методов (сейсмических, георадиолокационных, электромагниторазведки и др.) позволяет снизить стоимость инженерно-геологических изысканий, обеспечив при этом большую информативность, достоверность и качества, а стало быть, точность расчетов и безопасность эксплуатации сооружений.

Одним из путей решения глобальных проблем является проведение курсов повышения квалификации сотрудников проектных и изыскательских организаций, а также обеспечение нормативно-технической литературой, обобщающей последний мировой опыт. Инженерное подразделение ГК «МИАКОМ» принимает самое непосредственное участие в этом процессе и надеется, что это намерение будет поддержано и усиленно другими организациями, не безразличными к судьбе транспортной отрасли Российской Федерации.

Список использованной литературы:

1. Васенин В.А. Оценка современных вертикальных движений земной поверхности для целей определения устойчивости исходных пунктов нивелирной сети г. Санкт-Петербурга и определения длительных осадок зданий и сооружений. Научно-технический журнал Развитие городов и геотехническое строительство. Геореконструкция: 2012.
2. Методические рекомендации по применению георадаров при обследовании дорожных конструкций **РОСАВТОДОР**: М. 2003
3. Mayne, P.W., Coop, M.R., Springman, S., Huang, A-B., and Zornberg, J. (2009). State-of-the-Art Paper (SOA-1): GeoMaterial Behavior and Testing. Proc. 17th Intl. Conf. Soil Mechanics & Geotechnical Engineering, Vol. 4 (ICSMGE, Alexandria, Egypt), Millpress/IOS Press Rotterdam: 2777-2872.