

N1, 1999

Контроль качества изготовленных свай на сплошность ствола

В.М.Улицкий, С.Г. Богов

Одним из основных и важных видов “скрытых работ” в строительной практике являются устройство свайных фундаментов. Подрядные организации в ряде случаев слишком формально относятся к их составлению, к ведению журналов производства свайных работ. В связи с этим при устройстве свай необходима отработанная система контроля их качества. Это в равной мере относится к устройству свай по любым известным технологиям - к буронабивным, буроинъекционным, забивным или вдавливаемым сваям.

2. Сваи, изготавливаемые в грунте

Контроль качества работ при бурении скважин и бетонировании ствола свай, проводимый непосредственно на строительной площадке службой производителя работ и заказчика во многих случаях оказывается недостаточным. Аварийные деформации зданий и сооружений на сваях имевшие место в последние годы, свидетельствуют о снижении качества изготовления таких свай. В настоящее время надлежащего пооперационного контроля за соблюдением всех параметров технологии, как правило, не производится. Во многих вновь созданных специализированных фирмах в России отсутствует лабораторная база и работы по проверке качества изготовленных свай не включаются в сметные расчеты.

Традиционные испытания свай статической нагрузкой являются наиболее показательным тестом по определению несущей способности этих свай, но они ни в коей мере не гарантируют качества сваи как железобетонной конструкции. ГОСТ Р 5686–90 “Грунты. Методы полевых испытаний сваями” предписывает проводить испытания свай статической нагрузкой до 0,5% от общего количества свай, но не менее 2 шт. Но в ряде случаев производители свайных работ, зная какие сваи назначены к испытаниям подходит к ним иначе, чем к рядовым сваям и несущая способность этой сваи может сильно отличаться от несущей способности основной массы свай. Российские нормативные документы, включая СНиП 3.02.01-87, большое внимание уделяют проблемам соблюдения технологии устройства свай: вертикальности погружения забивных свай, качественной проходке скважин под буронабивные сваи, фиксации проектного положения армокаркаса, требованиям к бетонной смеси, а также контролю сплошности бетонного ствола буровых свай. Оценку сплошности тела сваи предписывается осуществлять путем испытания образцов, взятых из выбуренных кернов, а также контролировать сплошность ствола свай неразрушающими способами. Контроль сплошности ствола буронабивных, а особенно буроинъекционных свай крайне важен, так как нарушение технологии может привести к значительному снижению несущей способности свай, как по грунту так и по материалу. Отбор образцов бетона при подаче его в скважину может служить лишь для косвенной оценки т.к. набор прочности бетона в кубиках и бетона в скважине различны. К нарушению сплошности ствола могут приводить многие причины и, в частности: недостаточный объем бетона на площадке строительства в момент бетонирования сваи, неоправданный перерыв в работах по бетонированию ствола, негерметичность соединения обсадных труб в водонасыщенных грунтах, расслоение бетонной смеси и т.д. Выявить дефекты такой сваи при традиционной системе контроля фактически невозможно. Наиболее опасными для безаварийной эксплуатации зданий являются буровые и буроинъекционные сваи небольшого диаметра. Последние изготавливаются из цементного и мелкозернистого раствора и любое нарушение их сплошности может привести к разрушению тела сваи и локальному обрушению надземных конструкций.

3. Забивные железобетонные сваи.

Устройство свайных оснований из забивных свай является значительно более быстрым процессом по сравнению с буровыми. Этот вид свай более широко распространен в нашей стране. В отношении этого вида свай бытует представление о том, что они имеют гарантированную сплошность ствола. Однако как показывает опыт, при массовой забивке свай, во многих случаях имеет место нарушение целостности сваи, обусловленное некачественным выполнением стыка составных свай, образованием трещин в сваях при складировании, при монтаже на стрелу сваебойных агрегатов, а также скрытыми дефектами изготовления ствола сваи. Геотехнические наблюдения показали, что часто имеет место отклонение секций составных свай от вертикали, несоблюдение отдельными заводами проектного класса бетона и марок по водонепроницаемости и др.

4. Анализ различных современных систем контроля качества свай

В 70-х годах для контроля качества свай начал широко применяться ультразвуковой импульсный метод. При использовании этого метода о прочности бетона судят по скорости распространения в нем ультразвуковых колебаний. Однако этот метод из-за недостаточной разрешающей способности и громоздкости не нашел широкого применения на отечественных строительных площадках. Для определения фактической длины забивных свай в НИИОСП был разработан прибор “ЭХО-М1”. В институте БашНИИ имеется прибор “Горизонт”, позволяющий регистрировать количество ударов молота, определять величину среднего отказа погруженной сваи. Имеются разработки для контроля вертикальности погружения свай (прибор ПКВ-1). Для определения несущей способности забивных свай динамическим методом отечественными и зарубежными учеными разработано большое количество конструкции отказомеров. Однако и они не получили широкого применения в свайном фундаментастроении.

На сегодняшний день, когда специальные строительные работы выполняют вновь создаваемые фирмы, вопросы качества строительства стоят наиболее остро. От качества изготовления устройства свай зачастую зависит устойчивость в целом и надежная эксплуатация здания. Наиболее важной представляется следующая информация:

- местоположение дефектов в стволах буровых или забивных свай (сплошность сваи);
- определения фактической длины свай, погруженные в грунт;
- определения несущей способности свай без специальных громоздких и дорогостоящих испытаний статической нагрузкой.

Нам представляется, что наиболее приемлемым методом испытания свай является доведенный до практического применения за рубежом PDA – метод (Pile Driving Analysis).

Этот метод является разновидностью динамического метода и позволяет без применения дорогостоящего оборудования (устройства грузовой платформы, анкерных свай) определить несущую способность свай. Эта методика дает возможность проводить до шести испытаний в день, все оборудование перевозится в прицепе легкового автомобиля. Динамический контроль проводят с помощью специального инвентарного механического молота, весом 100 кг, и специальных датчиков, установленных на поверхности сваи или внутри нее. Конструкция молота позволяет производить сброс ударной части с фиксированной высоты с помощью специальной треноги. После удара датчики регистрируют амплитуду и частоту колебаний сваи. На этой основе определяется длина сваи, прочность ствола и несущая способность (по острию и боковой поверхности).

для проведения экспресс - контроля сплошности ствола в мировой практике широко применяются низкодеформационные динамические испытания свай (Integrity Test System) -

являющиеся разновидностью метода PDA. Эти испытания позволяют проверить однородность изготовленных свай и выявить скрытые дефекты свай (трещины забивных свай, а также “шейки” и включения грунта в буронабивных и буроинъекционных сваях) - см. рис.1.

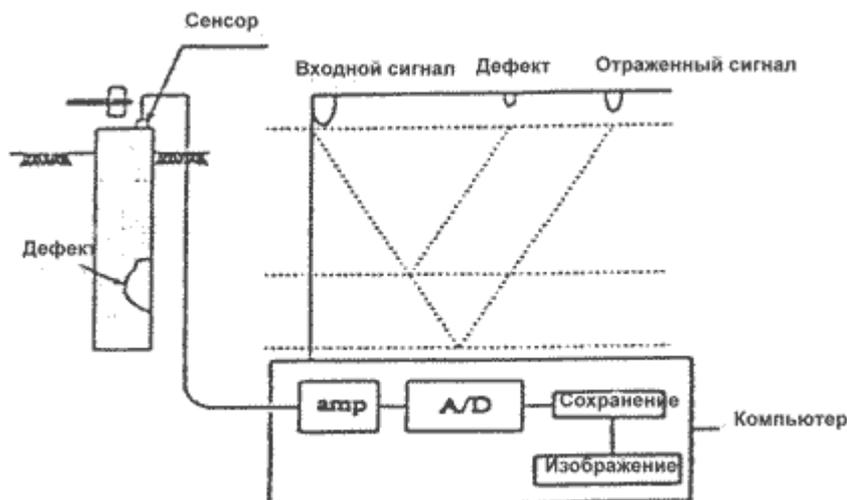


Рис.1 Принципиальная схема тестирования свай.

Сущность методики заключается в следующем: по голове сваи ударяют ручным молотком, который посылает вниз по поверхности сваи сжимающую волну. Неоднородности и подошва сваи отражаются восходящими волнами. Чувствительный акселерометр, установленный на верхнем обресе, измеряет перемещение головы сваи, вызванной волной напряжений от удара молотком и последующими отражениями. Сигнал переводится в скорость и представлен на экране как функция времени. Все результаты легко сохраняются для последующего отчета в компьютере. Типичный дефект показан на рис.2 для разрушенной железобетонной сваи.

TEST P.MORRIS IZHORA

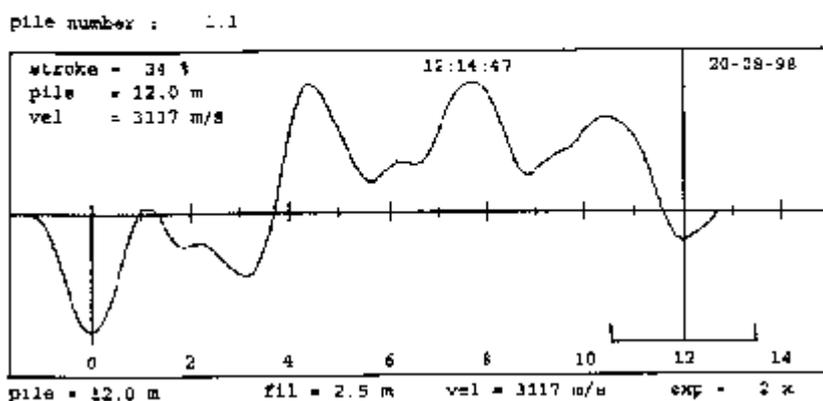


Рис.2. Пример тестирования разрушенной сваи

Время от удара по голове сваи до возвращения волны T характеризует длину сваи и ее механические параметры:

$$T=2L/C,$$

$$C=1/2 E/g$$

где L - длина сваи,

C - скорость распространения волны в теле сваи,

E - модуль упругости сваи,

g -плотность тела сваи.

Для неповрежденной сваи этот метод позволяет точно определять ее длину. В прерывистой свае метод позволяет анализировать прерывистое отражение, которое проходит до прерывания сваи. В связи с понижением или увеличением сопротивления волна отражается таким же сигналом или сигналом, противоположным волне прерывания.

В качестве преимущества этого метода можно отметить, что ITS позволяет: быстро получать информацию по сваям; находить различные дефекты ствола; определять длину сваи до 60м; испытать любую доступную сваю; привносить минимальное вмешательство в деятельность на стройплощадке. Таким образом, метод позволяет оперативно проводить проверку сплошности свай. Представляется необходимым проводить проверку этим методом как минимум 10% забивных и 20% буровых и буроинъекционных свай. Это обеспечит надежность основания капитальных зданий и их безаварийную эксплуатацию в любых по степени сложности грунтах.