

РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ УЧАСТКА ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКИ В ГОРОДЕ МИНСКЕ

Далидовская А.А.

(Научный руководитель – Пастушков В.Г.)

На настоящий момент очевидно, что моделирование таких объектов, как транспортные развязки сложного уровня, должно производиться с применением специализированного геотехнического программного обеспечения. Использование общестроительных программ, работающих по методу конечных элементов, для моделирования работы грунта является самой популярной ошибкой. Обычно в таких программах используются упругие модели, которые не способны грамотно описать работу грунтов. Что касается напряженно-деформированного состояния грунта при приложении нагрузки, то оно вообще не может быть описано в стандартных строительных программах для расчета.

Правильное численное моделирование в основном выполняется с использованием специального геотехнического программного обеспечения. В качестве такого программного комплекса для создания расчетной модели транспортной развязки был выбран Midas GTS NX.

Расчетная модель должна создаваться с учетом основных факторов, которые определяют напряженно-деформированное состояние всех элементов сооружения. Нормами рекомендовано учитывать пространственную работу конструкций, геометрическую и физическую нелинейность, пластические свойства материалов и грунтов. Трехмерное моделирование должно учитывать последовательность и технологию проведения всех работ по возведению сооружения.

Этапы создания расчетной модели и выполнение расчета:

- сбор данных об объекте;
- задание свойств материала;
- геометрическое моделирование;
- создание сетки конечных элементов;
- задание граничных условий;
- анализ результатов выполненного расчета.

До начала работы выполнялся сбор необходимой информации для создания трехмерной расчетной модели развязки, выявлялись причинно-следственные связи между переменными, описывающими объект моделирования. Изучалось взаимодействие системы "сооружение – грунт". Необходимо помнить, что при создании модели важно учитывать и нагрузки от проектируемого сооружения, и возможное отрицательное влияние окружающей среды, которое может привести к изменению

физико-механических свойств грунтов. В связи с этим было принято решение задавать грунт моделью Мора-Кулона.

Если говорить в целом, то модель материала – это система математических уравнений, описывающих зависимость между напряжениями и деформациями. Модель мора-кулона, используемая в Midas GTS NX, основана на зависимости между скоростью изменения эффективных напряжений и скоростью деформаций. Модель представляет собой приближение «первого порядка» для поведения грунта или скальной породы.

При создании данной модели использовались традиционные параметры, содержащиеся практически в любом отчете по данным инженерно-геологических изысканий (модуль упругости грунта, удельное сцепление, угол внутреннего трения и коэффициент Пуассона).

Материал плиты и свай задавался как изотропные. Такие материалы имеют одинаковые физические свойства во всех направлениях.

Для правильного описания работы по контакту «бетон-грунт», «свая-плита» и «свая-грунт» в расчетную модель были введены специальные интерфейсные элементы.

Важный вопрос при моделировании состоял в адекватном задании геометрических и жесткостных параметров конструкции.

На следующем этапе задавались входные и выходные данные, принимались упрощающие предположения об определяющих соотношениях, о начальных и граничных условиях объекта, стадии производства работ и истории напряжений, то есть, осуществлялся переход от физической системы к трехмерной модели. Далее устанавливались окончательные параметры, необходимые для создания достоверной расчетной модели.

Предварительно геометрическая модель была создана в программе Autodesk AutoCad и далее импортирована непосредственно в Midas GTS NX. Каждому элементу модели задавались определенные свойства, в которых задавались материал, сечение или другие свойства. Вся модель представляет собой базу данных из 1D, 2D и 3D свойств.

После завершения построения геометрической модели можно переходить к разбиению на сетку конечных элементов. Процесс построения сетки основан на принципе триангуляции, с помощью которого находятся оптимальные размеры треугольников и строится неструктурированная сетка конечных элементов.

Что касается граничных условий, то в Midas GTS NS они могут задаваться автоматически, что существенно облегчает задачу.

До начала расчета необходимо задать все необходимые варианты и стадии расчета. Все расчеты выполнялись с учетом последовательности производства работ.

В результате были получены усилия, деформации и напряжения во всех элементах.

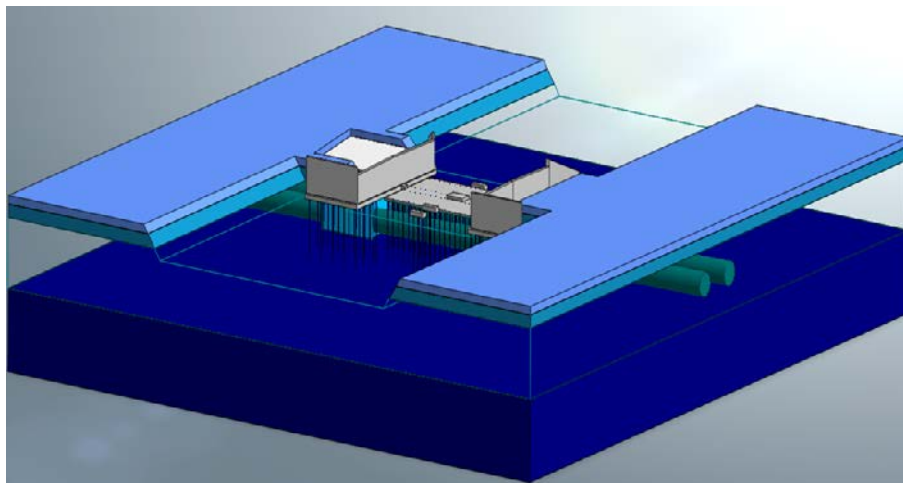


Рисунок 1 – Общий вид расчетной модели

К недостаткам данной модели (и других подобного рода) можно отнести необходимость использования системы упрощающих предпосылок о поведении грунтового массива, сложность в описании нелинейности и необратимости деформаций в поведении грунтов. Внедрение таких методов при проектировании различных транспортных сооружений помогло бы избежать огромного количества аварийных ситуаций.

Литература

1. Пастушков, В.Г. Некоторые особенности проектирования и строительства подземного общественно-торгового центра с паркингом в г. Минске / В.Г. Пастушков, Г.П. Пастушков // Наука та прогрес транспорту. 2010. № 32. С. 91-95.
2. Пастушков, Г.П., Основные требования к проектированию мостовых конструкций в соответствии с европейскими нормами / Г.П. Пастушков, В.Г. Пастушков // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2013. Т. 3. С. 368-375.
3. Строкова, Л.А. Научно-методические аспекты создания расчетных моделей грунтовых оснований // Известия ТПУ. 2010. №1.
4. ТКП EN 1990-2011(02250) Еврокод. Основы проектирования строительных конструкций // МАиС, Минск, 2012, 70с.