

ОПЫТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ ПОДПОРНЫХ СТЕН ПУТЕПРОВОДОВ ЦКАД ЩЕБЕНОЧНЫМИ АРМИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

IMPROVEMENT OF SOIL UNDER RETAINING WALLS OF CENTRAL RING ROAD OVERPASSES BY ARRANGING VIBRO STONE COLUMNS. CASE HISTORY

С. А. РЫТОВ, канд. техн. наук
И. М. ИОВЛЕВ
Т. Г. РЫТОВА, канд. техн. наук

Для оптимизации затрат при строительстве путепроводов ЦКАД были применены подпорные армированные стенки. Для снижения осадок основания подпорных стенок было использовано преобразование свойств грунтов армирующими щебеночными элементами.

Reinforced retaining walls were designed to minimize construction costs of Central Ring Road overpasses. To reduce settlement of the retaining walls, soil properties were improved by arranging vibro stone columns.

Ключевые слова:

Подпорные армированные стенки, армированная насыпь, ускорение консолидации, щебеночные армирующие элементы

Key words:

Reinforced retaining walls, reinforced embankment, acceleration of consolidation, vibro stone columns

Введение

При разработке проектных решений путепроводов ЦКАД для уменьшения количества пролетов были применены подпорные армированные стенки (армогрунтовая насыпь). Для снижения осадок основания этих стенок было использовано преобразование свойств грунтов армирующими щебеночными элементами.

Инженерно-геологические условия площадки строительства

Площадки строительства путепроводов ЦКАД характеризуются наличием сильносжимаемых грунтов. План-схема ЦКАД приведена на рисунке 1.



Рис. 1. План-схема ЦКАД. Положение ПК 490 показано прямоугольником

Один из характерных инженерно-геологических разрезов на примере армогрунтовой стенки у опоры № 2 ПК 490+49,61 ЦКАД этапа № 3 приведен на рисунке 2.

В геологическом строении участка путепровода через автодорогу ММК-Церское на ПК 491+39,73 до изученной глубины 20,0 м, принимают участие следующие отложения [1]:

- покровные верхне-среднечетвертичные не расчлененные отложения (vdII-III);
- верхнечетвертичные озерно-ледниковые отложения (lgII);
- верхнечетвертичные флювиогляциальные отложения московского оледенения (fQIIms);
- отложения московского оледенения (gIIms);
- флювиогляциальные отложения днепровско-московского межледникового (fII_{dn}-ms);
- нижнемеловые отложения (K1).

Гидрогеологические условия участка в период изысканий характеризуются наличием одного напорного водоносного горизонта.

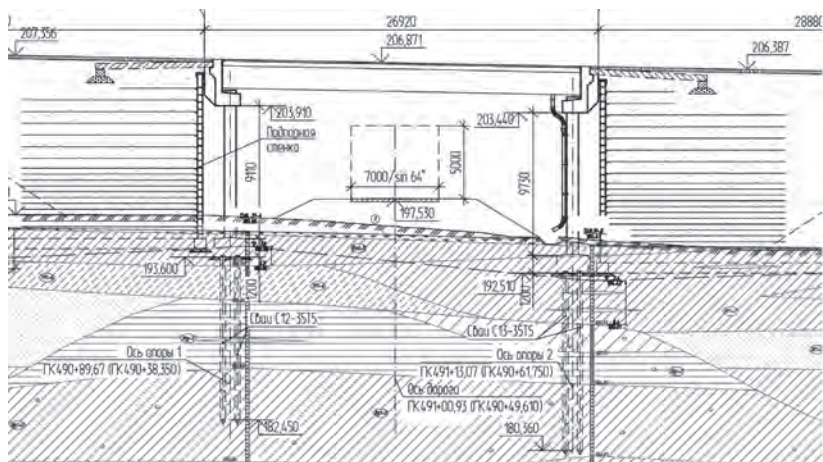


Рис. 4. Вариант 2 путепровода
с применением подпорной армированной стенки

Для снижения неравномерных осадок армированной подпорной стенки [2] и сокращения сроков консолидации грунтов в ее основании было применено преобразование свойств грунтов щебеночными элементами диаметром 600 мм. Для шага элементов 1.2x1.2 м и 1.8x1.8 м при длине 8.5 м и применении щебня фракции 5-20 мм (с модулем деформации $E = 50$ МПа) был определен предварительный модуль деформации преобразованного грунта. Для шага 1.2x1.2 м он составил 27 МПа, для шага 1.8x1.8 м – 24 МПа. Средний расход щебня на 1 пог. м. щебеночного элемента диаметром 600 мм принимался с учетом опытных работ на аналогичных объектах – 0.5 м³. Для подтверждения принятых проектных решений были выполнены штамповые испытания по ГОСТ 20276-2012 [3]. Фрагмент плана щебеночных элементов под подпорную армированную стенку приведен на рисунке 5.

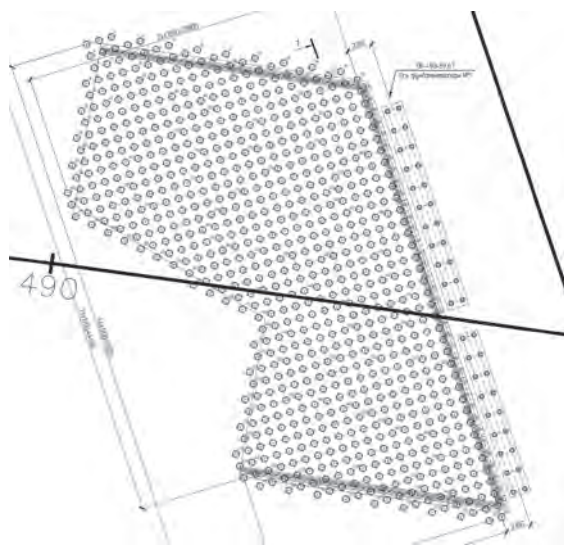


Рис. 5. Фрагмент плана щебеночных элементов под подпорную армированную стенку



Рис. 6. Штамповые испытания

По результатам штамповых испытаний (рис. 6) были проведены поверочные расчеты в плоской постановке методом конечных элементов в программе PLAXIS для оценки стабилизированной осадки основания подпорной стенки с учетом преобразования свойств грунтов (рис. 8). В расчетной модели учитывались не дискретные элементы, а приведенный модуль деформации преобразованного грунта для каждого инженерно-геологического элемента.

Проводились сравнительные расчеты по методикам [4, 5]. Для выработки принципиальных конструктивных решений, получения экспертных оценок экономической целесообразности применения преобразования свойств грунтов щебеночными элементами на первоначальном этапе достаточно использовать приведенный модуль и диаграмму в [4], рисунок 7.

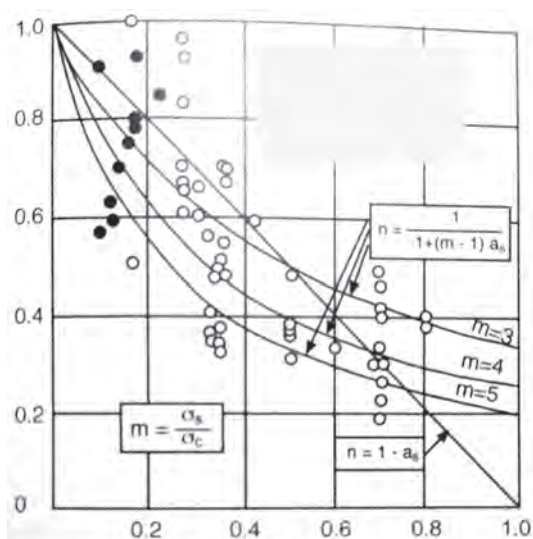


Рис. 7. Диаграмма снижения суммарной осадки основания в зависимости от соотношения площади щебеночного элемента к площади расчетной ячейки. По горизонтали – отношение площади щебеночного элемента к площади расчетной ячейки, по вертикали – коэффициент снижения расчетной осадки.

Точками показаны опытные данные при работе на суше и в акватории

Расчетная осадка уменьшилась на ~30% (прогнозируемая осадка без преобразования свойств грунтов составляет 27 см), время консолидации сокращено в ~10 раз (время консолидации без преобразования свойств грунтов с дополнительной пригрузкой ~ 2 года). Для снижения разности осадок между подпорными стенами, переходными участками и дорожным полотном была оптимизирована последовательность возведения указанных участков.

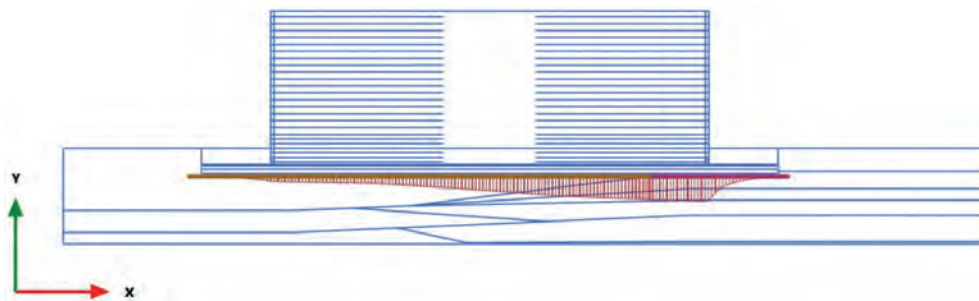


Рис. 8. Эпюра осадок основания подпорной стенки ($S_{max} \sim 20$ см) на преобразованном основании

Реализованный вариант армированной подпорной стенки приведен на рисунке 9.



Рис. 9. Реализованный вариант армированной подпорной стенки

Заключение

Уменьшение числа пролетов путепровода за счет применения армированных подпорных стенок позволило упростить его конструктивную схему, повысить надежность. Щебеночные армированные элементы снизили расчетную осадку подпорной стенки, сократили сроки консолидации грунтов в ее основании. Были проведены полевые испытания по ГОСТ 20276-2012 для подтверждения принятых проектных решений.

Библиографический список

1. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий. Строительство Центральной кольцевой автомобильной дороги Московской области (с последующей эксплуатацией на платной основе). Пусковой комплекс (этап строительства) № 3. Стадия «П». Шифр: 171-ПИР-ИГ-1.3.4.4.4/ИПС-344-16-ИГИ1.3.4.4.4. ООО «ИнжПроектСтрой». Краснодар, 2016 г.
2. Рабочая документация. Центральная кольцевая автомобильная дорога Московской области. Пусковой комплекс (Этап строительства) No3. Искусственные сооружения. Том 48. Путепровод на ПК 490+49,61. Основной комплект рабочих чертежей. Подпорные стены. Арматурные стены у опоры No 2. Стадия «Р». Шифр: 171-80/16-ИС.48-11-2-ПС2. ООО «Габрионы Маккаферри СНГ». Москва, 2017 г.
3. ГОСТ 20276-2012. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости.
4. Ulrich Smolczyk. Geotechnical engineering handbook. Volume 2. Berlin, 2003.
5. Тер – Мартиросян А.З. «Взаимодействие фундаментов зданий и сооружений с водонасыщенным основанием при учете нелинейных и реологических свойств грунтов.» Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.23.02 / Тер – Мартиросян Армен Завенович; [Место защиты: Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II].- Москва, 2016

Авторы:

Сергей Александрович РЫТОВ, канд. техн. наук, заведующий лабораторией электротехнических технологий НИИОСП им. Н. М. Герсеева АО «НИЦ «Строительство», Москва
Sergey RYTOV, Ph.D. (Engineering), head of the laboratory of electro technical technologies NIIOSP named after N. M. Gersevanov JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: lab38@mail.ru

тел.: +7 (499) 170-69-12

Илья Михайлович ИОВЛЕВ, старший научный сотрудник лаборатории электротехнических технологий НИИОСП им. Н. М. Герсеева АО «НИЦ «Строительство», Москва

Ilya IOVLEV, senior researcher of the laboratory of electro technical technologies NIIOSP named after N. M. Gersevanov JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: lab38@mail.ru

тел.: +7 (499) 170-69-12

Татьяна Георгиевна РЫТОВА, канд. техн. наук, доцент кафедры металлических и деревянных конструкций Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, Москва

Tatyana RYTOVA, Ph.D. (Engineering), Associate Professor of the Department of metal and wooden structures, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow

e-mail: RytovaTG@mgsu.ru