



Stabilization of a deformed road section using lime piles

Mariana Nedelcheva, Petko Slavov

Geological Institute, Acad. G. Bonchev st., bl. 24, 1113 Sofia, Geotechnical Research Station in Rousse city;
E-mail: mariana_nd@mail.bg; slavovpetko@yahoo.com

Key words: lime piles, stabilization

Abstract. The reasons for the occurring deformations of the only road connection between the Nisovo and Svalenik villages, Ruse district, and the results from the stabilization of the deformed section have been described.

The road crosses a steep slope built of deluvial loess. Horizontal and vertical displacements of the soil base took place due to super-moistening of the loess and to the presence of old underground premises in the slope under the road, leading to road deformation and demolition of the retaining wall and agricultural buildings.

On the basis of the engineering geological exploration the decision was made to strengthen the most strongly deformed road section with a length of 30 m by means of 2 rows of reinforced concrete piles ($l=10$ m, $d=0.20$ m) united in a foundation frame, and the rest 80 m of the deformed road — by means of lime columns with a diameter of 0.25 m and a

length of 4 m placed at a distance of 1 m from each other.

The effect of the stabilization with lime columns, which has been applied for the first time in Bulgaria for a road base, is described in the report. The columns were built using an URB-2.5A drilling machine. Quicklime lumps were tamped into the boreholes by a stamping device. One month after the lime pile preparation, samples were collected from the soil between the piles, which proved that the water content was reduced and the compression modulus was increased twice. Changes have also been observed in the plastic limits I_p and I_c . Further improvement of the physical and mechanical properties of soil is expected as a result of the interaction of lime with the surrounding soil.

After the strengthening completion the road is put into normal operation and no new deformations have been observed in the section subjected to stabilization with lime.

Заздравяване на деформиран пътен участък с варови пилоти

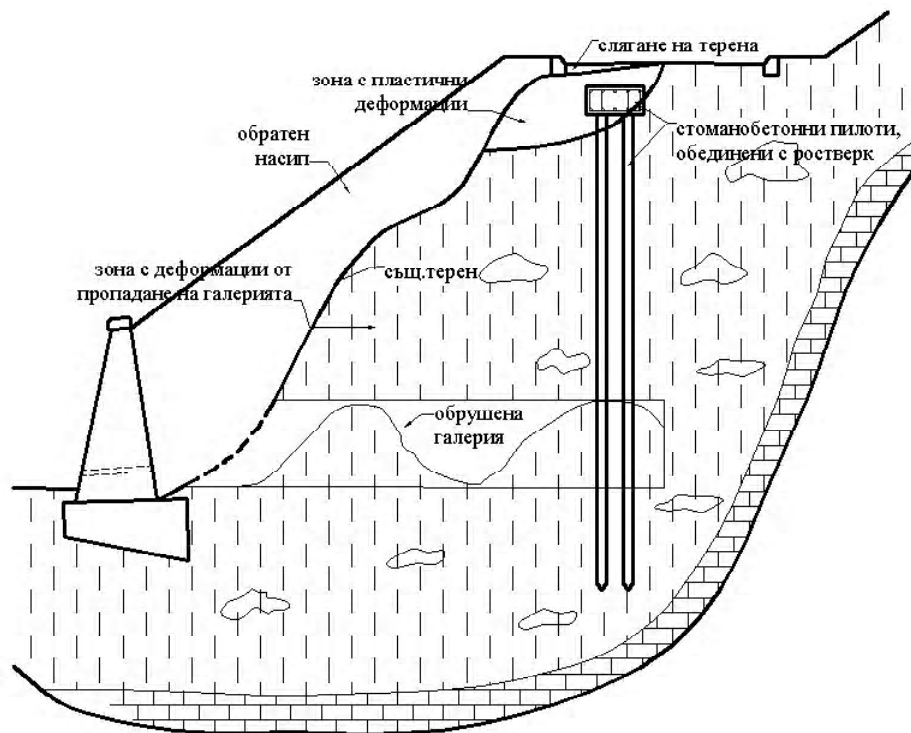
Мариана Неделчева, Петко Славов

Въведение

Пътният участък, чиято основа е заздравена, преминава през стръмен склон и свързва с. Нисово и с. Сваленик. В обсега на деформирания участък, склонът е покрит от делувиялен лъс, с дебелина 8 - 10 m. Под него залягат долнокредни варовици. Склонът е терасиран, като в петата на откоса са разположени жилищни и селскостопански сгради. Укрепен е с подпорна стена. Зад подпорната стена в земния масив са открити три хоризонтални неукрепени сводести галерии (ламове), използвани някога като складови помещения. Част от тях попадат под пънното

платно (фиг. 1). По него преди заздравяването се наблюдаваха пукнатини и понижения, нарушаващи нормалната експлоатация на пътя.

Преувлажняването на лъса в дълбочина и промяната в консистенцията му са причина да се деформира короната на откоса. Повишената влажност на земния масив води до значително увеличаване на земния натиск и разрушаване на старата подпорна стена. Причина за преувлажняването са обилните валежи и липсата на водоотвеждане на повърхностните склонови води от пънното платно.



Фиг. 1. Схематичен разрез на склона

Технология на заздравяване

За осушаване и укрепване на част от деформирания участък от пътя са използвани варови пилоти (колони). Методът се използва за осушаване и уплътняване на водонаситени земни основи, като различни случаи са описани от Tonoz et al. (2003), Tsvtovich et al. (1971), Kitazume (1996), Дингозов и др. (1980). У нас този метод е приложен успешно за укрепване на преовлажен жп насип (Evstatiev et al., 1995). Технологията се състои в следното. В сондажи с подходяща дълбочина се насипва и уплътнява негасена вар. Негасената вар при контакт с влажната почва започва да се гаси. При гасенето на варта по реакцията $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ се адсорбира вода от почвата и се понижава нейното водно съдържание. Гасенето на варта е силно екзотермична реакция, при която се отделя голямо количество топлина и температурата достига до над 200°C (Tsvtovich et al., 1971). При тази висока температура част от водата в почвата се изпарява и напуска изсушаваните участъци. Известно е, че част от получения калциев хидрооксид, се дисоциира $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{++} + (\text{OH})_2$ и калциевите йони Ca^{++} постепенно проникват в околната почва и правят нейната структура по-малко пластична.

Образуваният калциев хидрооксид е с по-голям обем и разширява сондажния отвор, а това води до уплътняване на почвата между варовите колони. След време в резултат на частична кар-

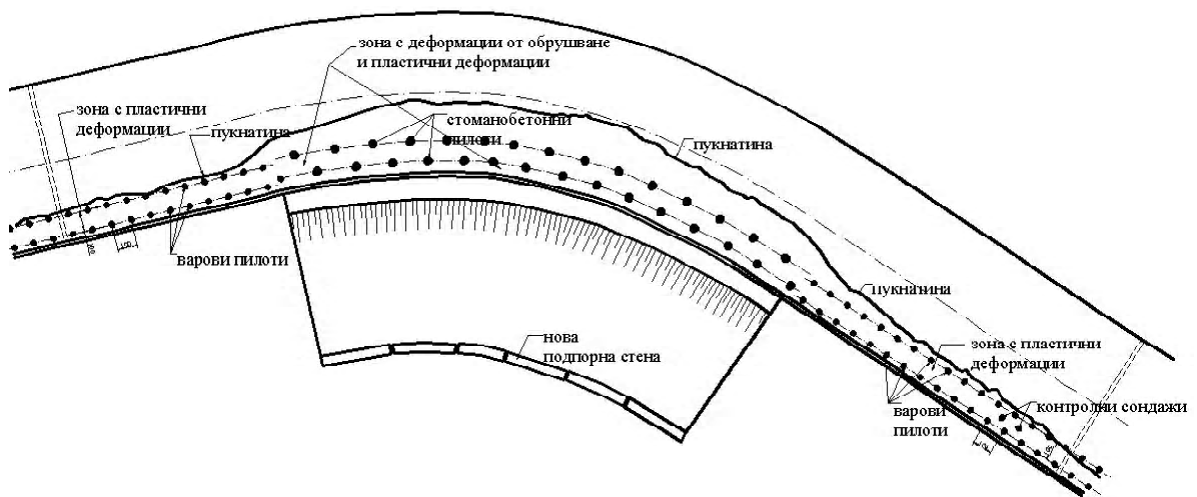
бонатизация на варта в сондажа по реакцията $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$, варовата колона придобива значителна якост.

В разглеждания участък (фиг. 2) варовите пилоти са разположени в два успоредни реда, на разстояние по 1,00 m между тях и между пилотите. Диаметърът на сондажите е 0,25 m, а дължината им е по 4,00 m. Изпълнени са с моторна сонда УРБ-2А. Във всеки сондаж последователно се насипва негасена вар (на буци с размер около 4–5 cm) като се уплътнява послойно с 200 килограмова трамбовка до 0,5 m от повърхността. От уплътняването и хидратирането на варта обемът на колоните се увеличава значително. Вследствие отделянето на топлина се наблюдават водни пари над сондажите. По повърхността на терена се образуват радиални пукнатини около варовия пилот, отворени до 2–3 cm. Дължината на пукнатините достига до 35–40 cm (от края на варовия пилот).

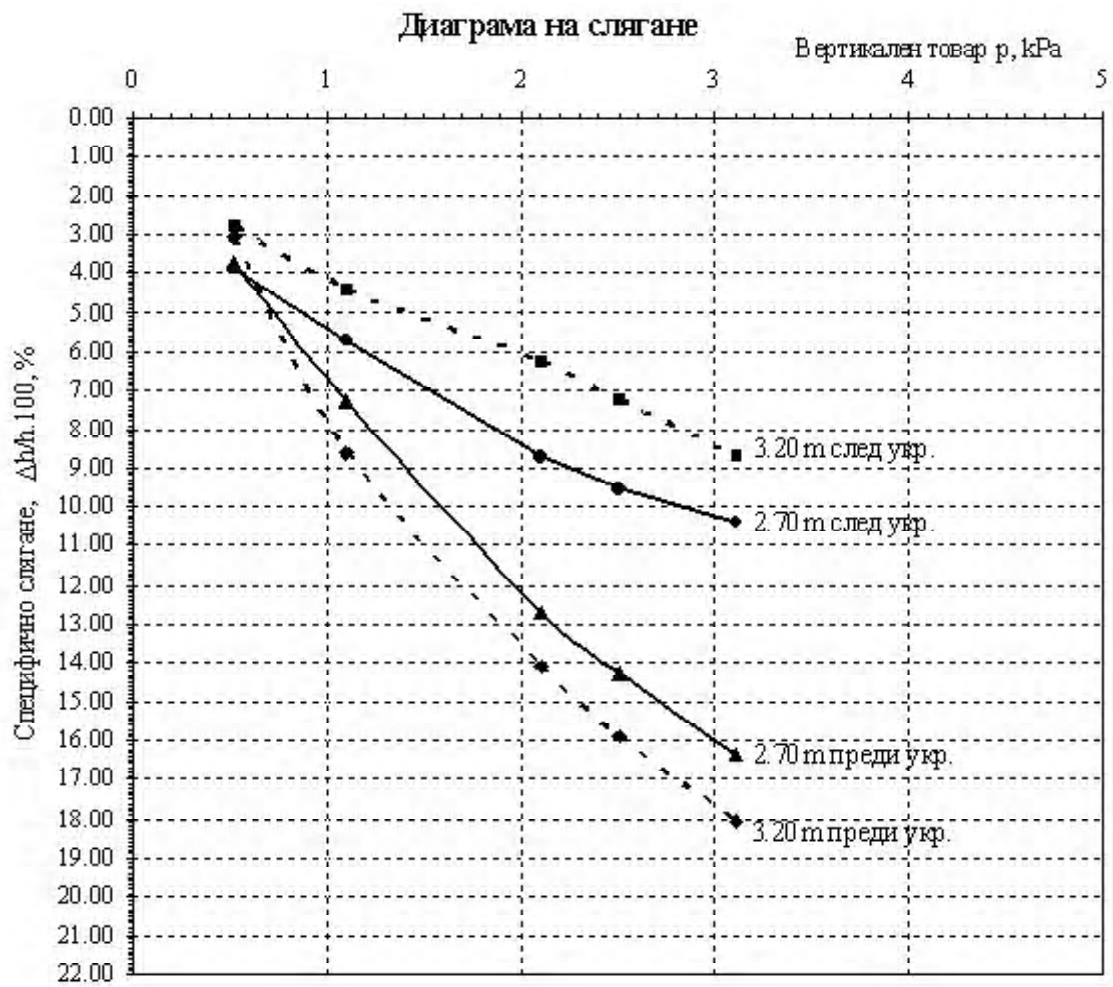
В близост до участъка с варови пилоти е направено укрепване със стоманобетонни висящи пилоти. На две места се наблюдават деформации от слягане вследствие изтласкване (коловози). Такива деформации не се наблюдават в участъка, укрепен с варови пилоти.

Резултати от контролни изследвания

За установяване на ефекта от използването на варовите пилоти са проведени лабораторни из-



Фиг. 2. Ситуация на пънния участък



Фиг. 3. Резултати от компресионни изпитвания

следвания преди и след изпълнението им. Пробите за изследване са взети в средата между четирите варови пилота, където се очаква ефекта от действието им да е най-малък. Проверените характеристики са граници на пластичност, компресионен модул (фиг. 3), физични показатели. В резултат на осушаването компресионния модул на земното легло е увеличен от 1,8 МРа на 3,3 МРа при вертикален товар 2,2 МРа.

Изводи

Анализирайки извършеното заздравяване и наблюденията от експлоатацията на пътния участък до момента, се установява следното:

— методът на заздравяване с варови пилоти е подходящ и перспективен за стабилизиране на

плитки склонови деформации, предизвикани от преовлажняване;

— при използването на варови пилоти във водонаситени почви се увеличава модула на обща деформация на почвата в диаметър до 1 m от края на варовия пилот до 2-3 пъти;

— в диаметралната зона около варовия пилот се наблюдава рязко намаляване на водното съдържание, което е най-голямо в непосредствена близост с пилота;

— променят се и пластичните свойства на почвата;

— методът се нуждае от по-нататъшно развитие — in-situ изпитвания и наблюдения, с оглед прецизиране на проектните и технологични особености на изпълнение, съобразени със специфичните геотехнически условия.

Литература:

Tsytoich, N. A., M. Yu. Abelev, I. G. Takhirov. 1971. Compacting saturated loess soil by means of lime piles. — In: *Proceedings of the 4th Conference on Soil Mechanics*, Budapest, Hungary, 837—842.

Tonoz, M. C., C. Gokceoglu, R. Ulusay. 2003. *A laboratory-scale experimental investigation on the performance of lime columns in expansive Ankara (Turkey) Clay*. Springer-Verlag, 62, 2, 91—106.

Evstatiev, D., R. Angelova, D. Karastanev. 1995. Stabilization of weak railway embankment by lime col-

umns and lime cushion. — In: *Proceedings of the 10th Danube-European Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Mamaia, Romania, 1, 75—80.

Kitazume, M. 1996. Soil improvement techniques. Consolidation settlement of pump-dredged clay suspension — Analysis of a case record. — In: *Intern. Workshop on technol. transfer for vacuum-induced consolidation engineering and practice*, Los Angeles, California.

Дингозов, Г., Т. Етимов, Б. Киров. 1980. *Фундиране в слаби почви*. София, Техника, 222 с.