

ЗАЗДРАВЯВАНЕ НА ЛЪСОВИ ПОЧВИ С КОПОЛИМЕРНИ ДОБАВКИ

Атанас Златаров¹, Андрей Тоцев²

Резюме:

Статията представя предварителни резултати от лабораторно изследване на подобряването на лъсова почва чрез добавяне на кополимери. Проведени са изпитвания на директно срязване и компресионни изпитвания, чрез които се сравнява естественият лъсов материал с проби, третиран с различно съдържание на кополимер. Резултатите имат за цел да подпомогнат оценката на якостното и деформационното поведение на третираните лъсови почви.

Ключови думи:

Лъос, Кополимер

IMPROVEMENT OF LOESS SOILS WITH COPOLYMER ADDITIVES

Atanas Zlatarov, Andrey Totsev

Abstract:

The paper presents preliminary results of laboratory investigation of loess soil improvement with copolymer additives. Direct shear tests and oedometer tests are used to compare the natural loess material with specimens treated with different copolymer contents. The results are presented in tables and diagrams and are intended to support the assessment of the strength and deformation behaviour of treated loess soils.

Keywords:

Loess, Copolymer

1. ВЪВЕДЕНИЕ

За целите на лабораторните изследвания е взета почвена проба от района на гр. Ценово, в обхвата на новостроящата се автомагистрала Русе – Велико Търново. Във връзка с важността за свързаност между България и Румъния [11], инфраструктурното строителство в района е национален приоритет и проблемите на този тип земна основа много актуални. Според класификацията на лъсовите почви пробата спада към глинест лъос със следните характеристики: обемно тегло $18,4 \text{ kN/m}^3$, обемна плътност на скелета $1,60 \text{ g/cm}^3$, коефициент на порите 0,78, ъгъл на вътрешно триене $28,81^\circ$, кохезия $57,64 \text{ kPa}$, показател на консистенция 1,05 и степен на водонасищане 0,61.

¹ инж. Атанас Златаров – докторант на УАСГ, atanas.zlatarov@gmail.com
eng. Atanas Zlatarov – PhD student of UASG, atanas.zlatarov@gmail.com

² инж. Андрей Тоцев – професор в УАСГ, atocev@gmail.com
eng. Andrey Totsev – Professor UASG, atocev@gmail.com

Таблица 1.Осреднени физични и механични показатели на българските лъсови почви.[10]

Loess variety	Stratigraphic unit	Settlement $\Delta h/h$, %	Relative deformation δ_{sub3} , %	Total vertical deformation S_3 , %	Compression modulus M , kg/cm^2	Plasticity index I_p , %	Porosity n , %	Skeleton density ρ_d , g/cm^3	Natural water content w_e , %	Degree of saturation S_r
Loess-like Sand	I	5.80	2.00	7.80	135	3.60	46	1.44	9.00	0.25
Sandy Loess	I + II	6.50	4.50	11.00	125	6.40	48	1.42	10.50	0.30
Typical Loess	I + II	8.30	6.50	14.30	90	10.00	49	1.39	13.80	0.45
Clayey Loess	I + II	8.50	7.00	15.50	55	17.00	48	1.47	19.00	0.55
Loess-like Clay	I + II	7.00	2.00	9.00	65	23.00	43	1.55	22.00	0.70

2. МЕТОДОЛОГИЯ

2.1. Подготовка на пробите

Експериментално, в лабораторни условия се определят якостно-деформационните свойства на почвата без добавки, в естествено състояние и след смесването ѝ с кополимер. Изследваният препарат е RoadMaster 1 XL на AGGREBIND [8, 9]. Той представлява кополимер на акрилна основа, който свързва почвените частици в молекулни вериги. По този начин се цели подобряване на носимоспособността на почвата и на нейните физико-механични показатели.

В геотехническата лаборатория към катедра „Геотехника“ на УАСГ са направени лабораторни опити за определяне на влажността на материала, якостта на срязване и компресионните свойства. Те са проведени без добавки и със съдържание на концентриран кополимер 0,25%, 0,31% и 0,375%, като резултатите се сравняват с естествения материал.

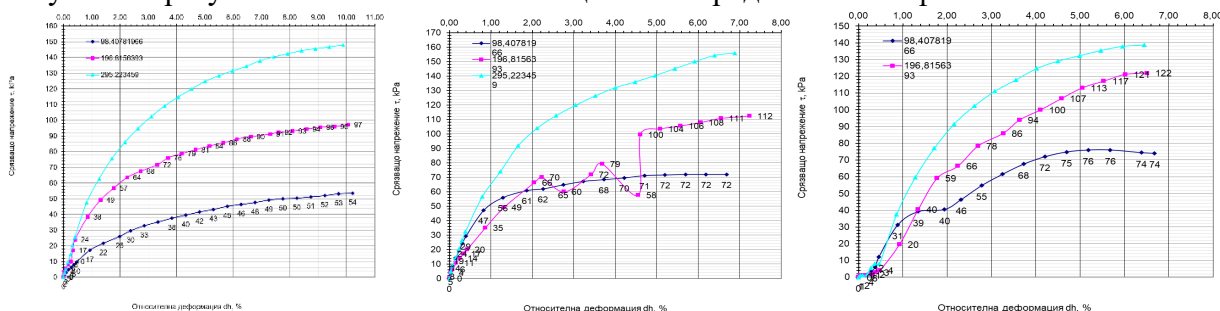
Пробите се уплътняват с прокторен апарат след определяне на оптималното водно съдържание. След определяне на точното съотношение разтворът се разбърква с електрическа бъркалка за около 10–15 min, добавя се почвата и се смесва до получаване на хомогенен материал. Следва уплътняване в прокторния апарат. След направата на почвените образци се изрязват проби за компресия и срязване, които отлежават 7 дни, след което се изпитват.



Фиг. 1. Вземане на проба (а) подготовка на проба (б), обогатяване (в) и уплътняване на пробата (г). (фотография А. Zlatarov)

2.2. Определяне на якостта на срязване

Лабораторните опити са проведени с апарат за плоско срязване (direct shear test). При плоскостното срязване с постоянна скорост на преместването подвижната част на касетата за срязване се придвижва спрямо неподвижната с постоянна скорост. В равнината на срязване, зададена от конструкцията на апарата, възниква тангенциалното напрежение $\tau = T/A$. Преместването нараства и при преодоляване на якостта на срязване води до разрушаване. Срязващото напрежение при тази постоянна скорост на движение се отчита. Получените резултати са описани в Таблица 2 и са представени на фиг. 2.



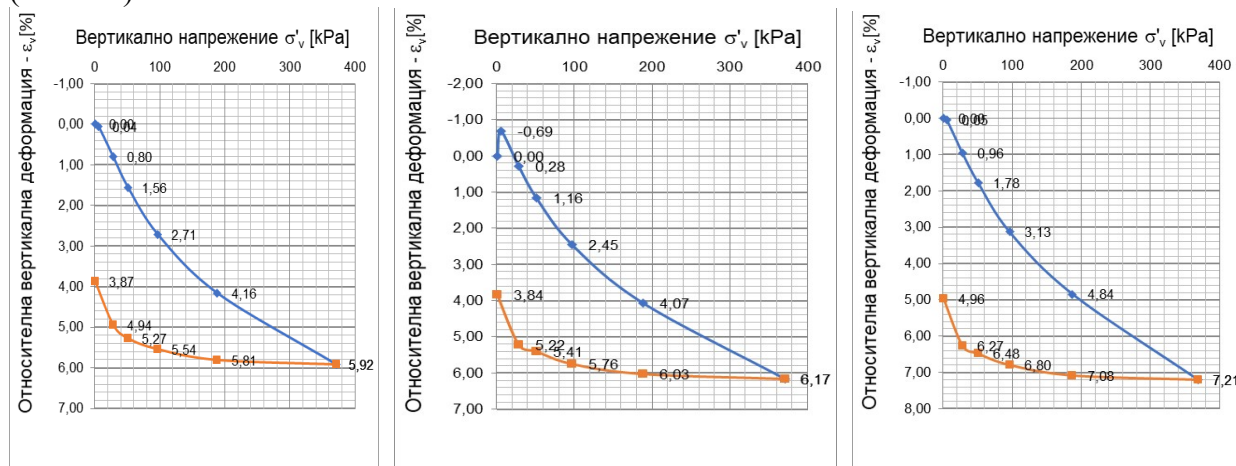
Фигура 2. Избрани диаграми от опит за плоско срязване – естествен материал; с 2,5% кополимер и с 3,1% кополимер.

Таблица 2. Сравнителна таблица на якостните параметри.

Параметри	Естествен материал	2,5% кополимер	3,1% кополимер
ϕ (°)	26	23	18
C (kPa)	6	29	49

3. КОМПРЕСИОНЕН ОПИТ

Деформационното поведение на почвите е различно от това на другите материали, използвани в строителството. Почвата се характеризира с ясно изразено нелинейно и нееластично поведение. При почвите се дефинират различни деформационни модули, които оказват съществено влияние върху стойностите на прогнозните деформации (слягане).



Фиг. 3. Избрани диаграми на слягане от компресионния опит– естествен материал; с 2,5% кополимер и с 3,1% кополимер.

За целите на опита е изследвано деформационното поведение на без добавки и със съдържание на концентриран кополимер 0,25%, 0,31% и 0,375%, като резултатите се

сравняват с естествения материал. Получените резултати са описани в табл. 3 и са представени на фиг. 3.

Таблица 3. Сравнителна таблица на деформационните параметри

Параметри	Естествен материал	2,5% кополимер	3,1% кополимер	3,75% кополимер
E _{ОЕД} при 150 kPa [kPa]	5265	5835	6137	5959

4. ОБОБЩЕНИЕ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

Проведените опити показват подобряване на якостно- деформационните параметри на почвата. В по-голяма степен това важи за якостта на срязване, където тя нараства с над 20%. По отношение на деформационните свойства те нарастват с малко над 15%. Въпреки това, резултатите не са задоволителни по отношение на степента на подобрене. При направа на сравнение със степента на заздравяване при льосоцимента [2, 3, 5], тук ефекта е в значителна степен по- слаб. Производителя представи данни [8, 9] за големия ефект при използването на кополимерни добавки в конкретните инженерно- геоложки условия, които се потвърдиха частично. Въпреки всичко проучванията са в начален етап и данните следва да се потвърдят, с направа на допълнителни опити.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Активното строителство в льосови почви в северна България, налага в редица случаи тяхното заздравяване. В България има натрупан опит на заздравяване с льосоцимент [1, 4, 6, 7]. В търсенето на нови методи за заздравяването, беше изследвано влиянието на кополимерната добавка RoadMaster 1 XL на AGGREBIND. Получените резултати покриват частично критериите за подобряване на земната основа. Степента на подобрене на якостно деформационните параметри е около 15-20%. Полученото подобрене е в сравнително малка степен и е несъизмеримо с разходите за извършването му. Необходимо е да се проведат допълнителни опити за доказване пригодността на кополимерните добавки при конкретните почви.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Evstatiev, D.: Loess Improvement Methods. - Engineering Geology, 25, 341.(1988)
- [2] Evstatiev, D.: Design and treatment of loess base in Bulgaria. In: Genesis and Properties of Collapsible Soils. NATO ASI Series, Series C: Mathematical and Physical Sciences-Vol. 468, Edited by E. Derbyshire, T. Dijkstra and I. Smalley, Kluwer Academic Publishers, 375-382.(1995)
- [3] Evstatiev, D., Autor, J. Evlogiev, Autor, M. Nedelcheva.: Foundation Work of a High TV Tower in Collapsible Loess. In: Sixth International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering and symposium in honor of Professor James K. Mitchell, Arlington, VA (USA)-August 11-16 (2008)
- [4] Evstatiev, D.: Mechanism of consolidation of dispersed construction materials soils with hydraulic binders. Dissertation for award of the scientific degree "doctor of geological and mineralogical sciences", (1987)
- [5] Evstatiev, D.: Formation strength of cementitious soils. - Ed. BAN, Sofia, 94 p.(1984)
- [6] Evstatiev, D.: Studies on loess consolidation in the North Bulgaria with Portland cement. - Papers on geology of Bulgaria, Engineering Geology and Hydrogeology Series, 4, 131 – 153 (1965)
- [7] Evstatiev, D.: Mechanism of consolidation of dispersed construction materials with hydraulic binders. Dissertation for award of the scientific degree "doctor of geological and mineralogical sciences", BAS, 302 p. (1987)
- [8] Friedman, R.D.: AggreBind Inc., New Haven, Connecticut, USA.
- [9] Friedman, R.D.: AggreBind Corporate Presentation. AggreBind Inc., New Haven, Connecticut, USA.
- [10] Minkov, Evstatiev, Loess soils in Bulgaria, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, 1977.
- [11] Грозданов, Христо, XIV-та НКТИМУ, 2021, ISSN 2683-0752, Необходимост от осигуряване на свързаност между България и Румъния през река Дунав