

МЕТОДИ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТА УКРІПЛЕННЯ ГРУНТУ

Онищенко А.М.,
Гаркуша М.В.

Національний транспортний університет

Вступ

Результати, досягнуті в галузі стабілізації ґрунтів за останні роки, склали передумови для широкого використання методів стабілізації для створення стійких дорожніх основ. Це стало актуально в тих районах, де відсутні кам'яні або піщані матеріали, а перевезення спричинює подорожчання робіт в декілька разів.

Основними шляхами підвищення стійкості дороги є збільшення товщини дорожнього покриття та збільшення несної здатності дорожньої основи і підстильного ґрунту, що дозволяє зменшити товщину покриття. Останній є більш доцільним, в основу якого покладено ідея максимального використання властивостей матеріалів, тобто являється більш економічним.

Можливістю зниження вартості будівництва і витрат ресурсів стало використання в конструктивних шарах дорожніх одягів укріплених ґрунтів і інших місцевих матеріалів. Подальший розвиток цієї технології йде по шляху вдосконалення існуючих і розробки нових методів укріплення із застосуванням відомих і нетрадиційних в'язних і вторинних ресурсів, створення нових ефективних ґрунтозмішувальних машин, розробки сучасних методів експрес-контролю.

Науковий пошук в області укріплення ґрунтів починали в 20 - 30-і роки минулого сторіччя з використанням в якості в'язних бітумів, вапна, цементу, а пізніше синтетичних смол [1].

Методи стабілізації та укріплення ґрунтів

Стабілізація ґрунту – це комплекс заходів, спрямованих на надання ґрунту стійкого стану, постійності, збереження незмінних властивостей за допомогою стабілізатора.

Укріплення ґрунту – це комплекс заходів, спрямованих на підвищення механічної міцності та водостійкості ґрунту. Включає ряд послідовних технологічних операцій, забезпечує в результаті активного впливу на ґрунт добавок в'язних та інших речовин – високу щільність, міцність та довготривалу стійкість як в сухому так і в водонасиченому стані.

В результаті багаторічних лабораторних досліджень і різнобічних дослідів у виробничих умовах розроблений і широко застосовується на практиці ряд досить різноманітних методів укріплення ґрунтів.

Одним з найпоширеніших методів є зміцнення ґрунтів мінеральними в'язними у вигляді цементу або вапна, що характеризується формуванням кристалізаційної структури. Ця структура виникає в результаті зрощування кристалів нової твердої фази, що постає з пересиченого розчину, як це, наприклад, буває при гідратаційному твердінні мінеральних в'язних матеріалів.

У процесі розробки різних методів укріплення ґрунтів вони вдосконалювалися, і при цьому знаходилися ефективні нові рішення по суттєвому поліпшенню їх структурно-механічних властивостей. Було встановлено і підтверджено багаторічними спостереженнями у виробничих умовах, що при укріпленні ґрунтів двома різними в'язними матеріалами,

що характеризуються досить різними, але неантагоністичними властивостями і структурою, вони набувають підвищеної зсуво-, морозо-, температуростійкості і при необхідності можуть бути менш твердими і більш деформативними матеріалами. Так з'являється комплексний метод укріплення ґрунтів.

Крім зазначених вище причин у завдання комплексних методів, що розробляються і застосовуються на практиці, входить розв'язання наступних найбільш важливих питань для дорожнього будівництва:

- розширення видів ґрунтів, що придатні для ефективного їх укріплення в'язними матеріалами (кислі, гумусовані, засолені ґрунти);
- продовження будівельного сезону за рахунок можливості обробки перезволожених ґрунтів і виконання робіт при несприятливих температурах;
- підвищення деформативності;
- розширення застосування укріплених ґрунтів при влаштуванні дорожніх основ і покриттів на дорогах різних категорій.

Найбільше поширення у практиці дорожнього будівництва одержав комплексний метод укріплення ґрунтів цементом у сполученні із хлористим кальцієм, їдким і сірчанокислим натрієм [2].

Особливо широко в практиці дорожнього будівництва розповсюджений комплексний метод укріплення ґрунтів цементом у сполученні з органічними добавками [3]. Цей метод, був розроблений В.М. Безруком і його учнями, сприяє одержанню оптимальних показників укріпленого ґрунту, які забезпечують тривалий термін служби конструктивного шару у дорожній конструкції. У якості органічних добавок використовують бітумні емульсії і пасти, рідкі бітуми і гудрони, сиру високосмолисту нафту, а в останні роки – спінений бітум.

У практиці дорожнього будівництва для поліпшення властивостей цементоґрунту знаходять застосування різні поверхнево-активні речовини (ПАР), їх вводять у суміш із метою пластифікації і наступної гідрофобізації матеріалу, що сформувався.

При укріпленні цементом дрібних однорозмірних пісків і супісків для забезпечення необхідних міцнісних показників матеріалу потрібна досить велика витрата цементу, внаслідок збільшення питомої поверхні матеріалу. Поліпшити якість матеріалу можливо введенням різних добавок, що утворюють в ньому додаткову структуру, спільну зі структурою в'язного. Досить ефективно у цьому відношенні застосовувати паливні золи, шлаки і золо-шлакові суміші, які можуть одночасно бути гранулометричними і активними добавками [4].

Кращі показники при укріпленні зв'язних ґрунтів одержуються при використанні в якості в'язних гашеного або меленого негашеного вапна. Глиниста частина ґрунту грає стосовно вапна роль своєрідної гідравлічної добавки. У результаті цього вапно, що представляє собою повітряне в'язне, здобуває властивості гідравлічного в'язного.

Ефективність дії добавок залежить від виду ґрунту, його хіміко - мінералогічного складу, виду добавки і її кількості.

Підвищення розрахункових характеристик і поліпшення фізико-механічних характеристик укріплених ґрунтів можна досягнути за рахунок введення в суміш різних синтетичних матеріалів у вигляді ниток або смужок.

Невеликий об'єм досліджень у цьому напрямку дозволив встановити, що введення в цементогрунт арматури із синтетичних матеріалів впливає на його фізико-механічні властивості і розрахункові характеристики. Велике значення при цьому має вміст цементу в суміші. Характерно, що міцність зразків при стиску і їх морозостійкість при введенні синтетичних матеріалів підвищується.

Основним принципом будь-якого методу стабілізації ґрунтів є активна дія на глинисто-колоїдальну частину ґрунту, яка є найбільш дієвою і чутливою до в'язних матеріалів, які вносяться в ґрунт. Цей основний принцип стабілізації ґрунтів "дія на високодисперсну частину ґрунту докорінним чином змінює фізико-механічні властивості ґрунту в цілому" вперше був сформульований проф. М.М. Філатовим. Тому покращання властивостей ґрунтів можливе тільки на основі вивчення властивостей і складу їх тонкодисперсної частини – поглинального комплексу. Правильно використовуючи адсорбційну здатність ґрунту, активно діючи на його тонкодисперсну частину добавками різних в'язних речовин, можна збудувати такий дорожній одяг, який відповідатиме технічним вимогам.

При розробці будь-якого методу укріплення ґрунтів треба виходити з того, що головною задачею є надання ґрунтам високої та довготривалої міцності. При цьому до стабілізаційних ґрунтів, що застосовуються для влаштування дорожніх основ та покриттів, пред'являють дві основні вимоги. По-перше, ґрунт повинен після завершення періоду твердіння та структуроутворення набувати такий ступінь стійкості і незворотної зв'язності між частинками, при якому забезпечується надійний опір зовнішнім навантаженням без виникнення деформацій (прогину та зсуву), що перевищує допустимі границі. По-друге, він повинен протягом тривалого часу протистояти напруженням, які виникають від дії зовнішнього середовища, наприклад, набрякання під час зволоження та замерзання, зберігати набуту ним структуру під час довготривалого зволоження, підвищення температури і т.п. [5].

Міцність укріпленого ґрунту і його опір дії природним факторам, необхідні для виконання вищенаведених вимог, можуть бути різним в залежності від інтенсивності руху та навантажень на вісь автомобілів та місцевих природних умов. Це вказує на необхідність диференційованого підходу при оцінці міцнісних і деформаційних властивостей укріплених ґрунтів.

Тому в будь-якому випадку, піддаючи ґрунти укріпленню в'язними матеріалами та добавками інших речовин, необхідно надати ґрунтам стійку зв'язність, міцність та щільність, які не змінюватимуться під дією навантажень і клімату протягом довготривалого терміну.

Використання новітніх добавок для стабілізації та укріплення ґрунту

Аналіз виробничого досвіду, а також лабораторних випробувань показує, що для того, щоб отримати хороший матеріал з структурно-механічними властивостями (високою зв'язністю, механічною міцністю та водостійкістю), необхідне чітке виконання установлених вимог до в'язних матеріалів і інших реагентів до ґрунту, що стабілізується, послідовності виконання установлених технологічних операцій по його обробці, укладці та витримуванню суміші. Щоб отримати матеріал з заданими міцнісними показниками, необхідно визначити властивості ґрунту, правильно використовувати його активність, оскільки ґрунти, особливо зв'язні, являють собою дуже складні полімінеральні, полідисперсні системи з дуже різноманітною тонкодисперсною частиною. Фізико-хімічна і хімічна активність ґрунту в залежності від їх природи та умов середовища, яка утворюється і змінюється в процесі обробки ґрунту, може бути або корисною або агресивною у відношенні до процесів структуроутворення, які протікають в укріпленому ґрунті [6].

На сьогоднішній день існує велика кількість речовин, які сприяють перетворенню ґрунту або дрібних маломіцних мінеральних матеріалів у монолітний матеріал.

Використовувати стабілізатори для поліпшення стану і якості ґрунтів без застосування неорганічних в'язних доцільно тільки за умови, коли на оброблений ґрунт активно не діятиме вода. В Україні використовуються стабілізатори ґрунту: Roadbond EH -1 (виробництво США); RRP-235 Special — Рейнольд і Роуд Паккер (виробництво Німеччини і Канади); Roadbon SPP (виробництво ПАР і Росії); стабілізатори ГРБ-1, ГБР-2, ГБР-3, ГБР-4, ГБР-5 (виробництво Інституту високомолекулярних з'єднань НАН України); стабілізатор СГ (виробництва НАН України); стабілізатор Solitac (виробництва компанії Soilworks США); стабілізатор Solitac (виробництва компанії Soilworks США); гідрофобізуючі рідини ГКЖ-ПБ, ГКЖ-12, КЖ-94 (виробництва Запорізького АТ «Кремнійполімер»); стабілізатор ґрунтів Perma-Zyme 11x (виробництво США); рідке скло; хлористий кальцій (CaCl_2), ТОВ «Дніпровська асоціація-К» ферментного стабілізатора Дорзин. Стабілізатори рекомендують застосовувати у вигляді розбавленого водяного розчину. Стабілізатори дорожніх ґрунтів доцільно використовувати у поєднанні з цементом при спорудженні будь-яких складових дорожнього одягу. Речовини для укріплення ґрунту можуть бути різного походження, відрізнятися за властивостями, але їх об'єднує те, що вони збільшують міцність, волого- і морозостійкість, що, в свою чергу, дозволяє використовувати їх в суворих кліматичних умовах. На сьогоднішній день в Україні застосовують в'язні RBI-81, Infra Crete, що підвищують фізико-механічні властивості ґрунту та надають матеріалам морозо- і водостійкість [7, 8].

Висновок

Різні методи укріплення ґрунтів, що основані на докорінному змінненні та покращанні властивостей ґрунтів шляхом введення в них добавок в'язних матеріалів та інших активних речовин, знайшли практичне застосування з позитивними результатами в різних природних та ґрунтово-геологічних умовах.

Важливим фактором при оцінці будівельних (фізико-механічних) властивостей (здатності до покращання властивостей) ґрунтів є вміст та мінералогічний склад найбільш активної і найважливішої тонко - дисперсної частини ґрунту – глинистих часток.

Враховуючи перспективність укріплення та стабілізації ґрунтів різними методами, необхідно проводити випробування в напрямку:

- підвищення адгезійного щеплення в'язних речовин та їх новоутворень в зоні контакту з ґрунтовими частинками та їх макро- і мікроагрегатами.
- покращання структурно-механічних властивостей укріплених ґрунтів (підвищення або зменшення їх деформативності в залежності від типу їх структури), підвищення їх морозо- та водостійкості;
- вивчення ефективності впливу різних поверхнево-активних речовин та інших хімічних речовин для підвищення гідрофобності укріплених ґрунтів різного генезису та хіміко-мінералогічного складу;
- розробка технічно обґрунтованих характеристик та показників властивостей укріплених ґрунтів, котрі відповідають сучасним вимогам, пред'явленим до проектування дорожніх одягів.

Великі техніко-економічні переваги дорожніх основ та покриттів з укріплених ґрунтів можуть бути повністю реалізовані лише при чіткій організації робіт і використанні сучасних засобів механізації, а саме, важливу роль в формуванні властивостей укріпленого ґрунту відіграють фізичні та механічні процеси, що виникають при подрібненні ґрунту, його поєднанні з в'язним

та іншими речовинами, а також при зволоженні та ущільненні суміші з забезпеченням тривалого оптимального вологого та температурного режиму твердіння.

Література

1. Безрук В.М. Укрепление грунтов. – М., Транспорт, 1965. – 346 с.
2. Безрук В.М. Укрепление грунтов в дорожном строительстве за рубежом // Автомобильные дороги. – 1970.-№ 1. – С. 26-27.
3. ГОСТ 30491-97. Смеси органо - минеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. – Введ. 01.09.97; Введ. впервые. – М., 1997. – 21 с.
4. Маркова Э.Я. Комплексное укрепление песчаного грунта с использованием отвальной золошлаковой смеси // Исследование свойств и эффективной области применения дорожно – строительных материалов. – М., 1981. – С. 31-35. – (Сб. науч. тр. / Гипродорнии).
5. Разработать и внедрить составы смесей и технологию устройства оснований дорожных одежд из грунтов, укрепленных вяжущими с использованием отходов промышленности (фтор - ангидрит) с составлением рекомендаций /Союздорнии. - М., 1989.
6. Ольховиков В.М., Бахрах М.Г. Использование отходов синтетических материалов для повышения расчетных характеристик цементогрунта. – М., 1992. – С. 33-37. – (Тр. / НПО «Росдорнии»; Вып. 5).
7. Бесараб О.М., Гуріна Л.І., Смолянець В.В. Оцінка впливу добавки в грунт RBI-81 на підвищення довговічності дорожнього одягу. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К., 2008. – Вип. 75. – С. 73-81.
8. Бесараб О.М., Гуріна Л.І., Опрощенко І.О. Дослідження добавки Infra Crete для підвищення фізико-механічних властивостей ґрунту. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К., 2008. – Вип. 75. – С. 260-266.