

მძიმე პოლიმერლექობეტონის მიღებადი ცოცვადობის კვლევა განმეორებითი მკუმშავი დატვირთვების დროს

მერაბ ლორთქიფანიძე, თემური ჯოჯუა, ნათია ტაბატაძე,
ბექა ხაჩიძე, ოლგა გიორგიშვილი

მიღებულია 10.10.2019

ანოტაცია. ჩატარდა ექსპერიმენტები სიმტკიცეზე, ცოცვადობაზე, მძიმე მშრალი და წყალგაჟღენთილი ბუნებრივ ბეტონებსა და პოლიმერლექო-ბეტონებზე. ცოცვადობის დეფორმაცია იზომებოდა ბეტონების მრავალჯერადი დატვირთვების დროს, რომლის სიდიდე ნაკლები იყო გამძლეობის ზღვარზე. ექსპერიმენტების შედეგები გვიჩვენებს, რომ მძიმე პოლიმერლექობეტონის გამოყენება წყალქვეშა ჰიდროტექნიკური ნაგებობების კონსტრუქციებში მიზანშეწონილი და ეფექტურია.

საკვანძო სიტყვები: პოლიმერლექობეტონი, მძიმე ბეტონი, მსუბუქი ბეტონი, ცოცვადობა, ფორიანი შემავსებელი

ჩვენს მიერ დადგენილ იქნა ბეტონისა და სხვა მყარი მასალების ცოცვადობის დეფორმაციის რეგულირების შესაძლებლობა, რის საფუძველზეც შემოთავაზებულ იქნა ცოცვადობის მართვის ხერხი, როგორცაა, მაგალითად, არმირება, ხახუნი, ბეტონის შედგენილობის შერჩევა, ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების მოცილება მასალიდან, მისგან შემდგომი იზოლაციით, გარკვეული წყლის რაოდენობის მოცილება ახლადამზადებული ბეტონის ზედაპირისაგან ვაკუუმირებით, მსუბუქი ბეტონის მსხვილი ფორიანი შემავსებლის დაფარვა პოლიმერით, რის საფუძველზეც შეიქმნა მაღალი სიმტკიცისა და დეფორმაციულობის თვისებების მქონე ახალი მსუბუქი ბეტონი - პოლიმერლექობეტონი [1,2].

პოლიმერლექობეტონის შექმნის პროცესში ჩატარებული ექსპერიმენტების დროს შემჩნეულ იქნა, რომ მძიმე ბეტონის მსხვილი შემავსებლის პოლიმერის ფისით დაფარვისას იზრდება სიმტკიცე და მცირდება ბეტონის დეფორმაციულობა, მართალია უფრო ნაკლები ხარისხით, ვიდრე ეს ხდება მსუბუქ ბეტონებში. ეს სავსებით გასაგებია, რადგან მსუბუქი პოლიმერლექობეტონის მსხვილი ფორიანი შემავსებელი, ამ შემთხვევაში იზოლირებულია ტენისგან და მასში არ არის, ან მცირე რაოდენობითაა ადსორბირებული გაზი და შესაბამისად მცირდება ცოცვადობის დეფორმაცია თვით მსუბუქ ბეტონში, მაგრამ ისმება კითხვა, რა ხდება მძიმე ბეტონებში მისი მსხვილი შემავსებლის პოლიმერით დაფარვის დროს? ამ დროს მნიშვნელოვნად უმჯობესდება კონტაქტი აღნიშნული შემავსებლისა ცემენტის ნარევთან, რადგან ხდება კონტაქტებში დაგროვილი წყლის ლიკვიდაცია,

რაც ზრდის ბეტონის სიმკვრივეს და შემავსებლის შეჭიდულობას ცემენტის ნარევთან. ბუნებრივია, რომ ამ ქმედებით მცირდება ბეტონის ცოცვადობის დეფორმაცია და მით უფრო მეტად, რაც მეტია ბეტონში წყალი. ამიტომ ჩვენ გადავწყვიტეთ რაოდენობრივი მაჩვენებლების დადგენა მძიმე პოლიმერლექო-ბეტონის ცოცვადობის მახასიათებლების შემცირებით შესაბამის წყალგაჟღენთილ და ბუნებრივ მდგომარეობაში მყოფ ბეტონებთან.

ჩატარდა სპეციალური ცდები, 12 ცალ პოლიმერლექობეტონის პრიზმებზე ზომებით 10·10·10 სმ³.

ბეტონი მზადდებოდა გარეცხილ მშრალ ღორღზე (5-10 მმ) და წიწამურის კარიერიდან 5 მმ-იან საცერში გაცრილ ქვიშაზე.

მძიმე პოლიმერლექობეტონის შემადგენლობა 1 მ³-ზე:

ცემენტი 300 კგ,

ღორღი - 1100 კგ,

ქვიშა - 800 კგ

წყალი - 120 ლ,

ეპოქსიდი - 20 კგ,

გამამყარებელი პოლიეთილენპოლიამინი - 2 კგ,

კონუსის ჯდენა 3 სმ,

ვიბრაციის ხანგრძლივობა 30 წმ.

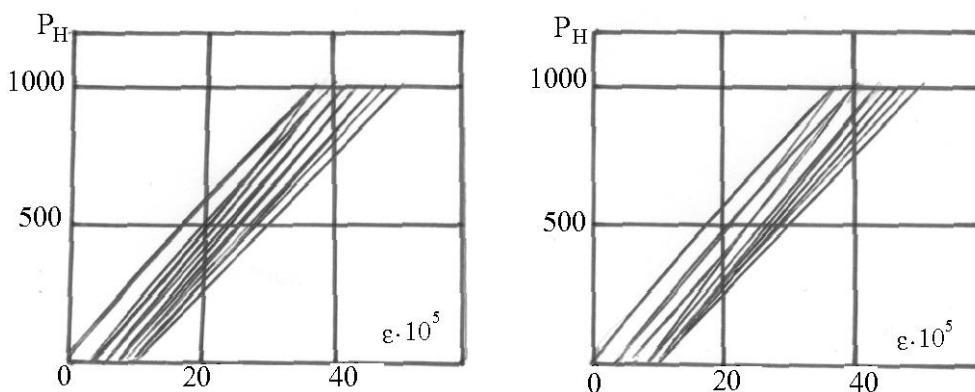
შემკვრელად გამოყენებულ იქნა რუსთავის ცემენტის ქარხნის შლაკოპორტლანდცემენტი, მარკა - 400, ხოლო მსხვილი შემავსებლის დაფარვა ხორციელდებოდა ეპოქსიდის ფისით პოლიეთილენპოლიამინის შემკვრელით.

გამოსაცდელი ნიმუშები - პრიზმები დამზადებიდან 3 სთ განმავლობაში იმყოფებოდნენ ბუნებრივ გარემოში, ხოლო შემდეგ თავსდებოდა გასაორთქლ კამერაში, ბეტონის თბოტენიანი რეჟიმით 2+5+2 სთ. მაქსიმალური ტემპერატურით 100°. ნიმუშების განყალიბება ხდებოდა გაორთქვლის 14 სთ-ის შემდეგ, ხოლო შემდეგ ინახებოდა ჩვეულებრივი ბუნებრივი პირობების სარეჟიმო ოთახში.

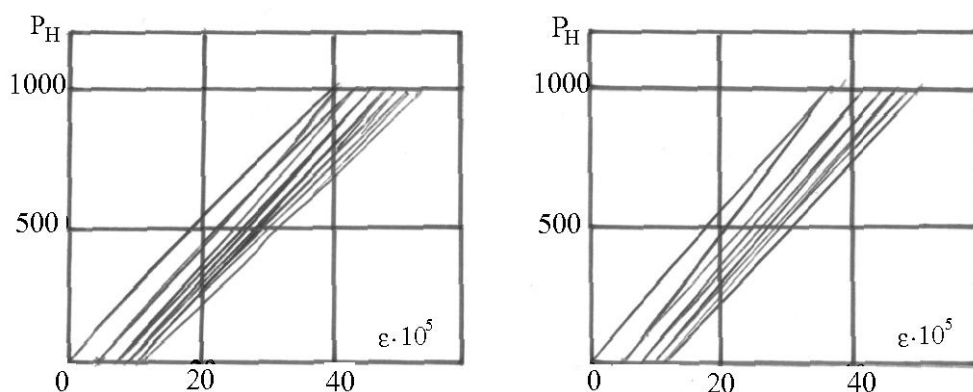
ორთვიან ასაკში საცდელი ნიმუშების ნახევარს 10 დღის განმავლობაში ვათავსებდით წყალში, ხოლო მეორე ნახევარს ბუნებრივად მშრალ პირობებაში, რის შემდეგაც ხდებოდა მათი გამოცდა. სამ ნიმუშს ყოველი სერიიდან ვცდიდით მკუმშავ მრღვევ დატვირთვაზე, რომლის საშუალო მნიშვნელობა შეადგენდა წყალგაჟღენთილი პოლიმერლექობეტონის $P_{წყ}=2000$ ნ, ხოლო ბუნებრივად მშრალის $P_{მშრ}=2050$ ნ.

სამ-სამი ნიმუში ყოველი სერიიდან გამოიცადა ცოცვადობაზე მრავალჯერადი დატვირთვების დროს ძალით 0,5 $P_{წყ}=1000$ ნ. დეფორმაცია იზომებოდა პრიზმების ურთიერთსაწინააღმდეგოდ მოთავსებული საათის ტიპის ორი ინდიკატორით, გაზომვის ფასი 1 მკმ, 100 მმ ბაზაზე. მიღებული შედეგები მოცემულია ნახ. 1 და 2-

ზე. როგორც ეს მოყვანილ გრაფიკებზე ჩანს, მძიმე ბუნებრივ და წყალგაჟღენთილ პოლიმერლექობეტონებს აქვთ დაახლოებით ერთნაირი სიმტკიცე ცოცვადობის მრავალჯერადი დატვირთვების დროს, ხოლო ცოცვადობა მიიღევა მრავალჯერადი დატვირთვების დროს, კერძოდ 12-16 ციკლის დატვირთვა-განტვირთვის შემდეგ და ამ შემთხვევაში ცოცვადობის მაქსიმალური დეფორმაცია შეადგენს ბუნებრივად მშრალისთვის $\varepsilon_{\text{შრ}}=18 \cdot 10^{-5}$, ხოლო წყალგაჟღენთილისა $\varepsilon_{\text{წყ}}=15 \cdot 10^{-5}$.



ნახ. 1. ბუნებრივად მშრალი პოლიმერლექობეტონის ცოცვადობა მრავალჯერადი დატვირთვების დროს



ნახ. 2. წყალგაჟღენთილი პოლიმერლექობეტონის ცოცვადობა მრავალჯერადი დატვირთვების დროს

როგორც ჩანს, ტენიანობის გავლენა სიმტკიცესა და ცოცვადობაზე მძიმე, პოლიმერლექობეტონისთვის უმნიშვნელოა, რაც მნიშვნელოვანია პოლიმერლექობეტონის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების კონსტრუქციებში გამოყენებისას.

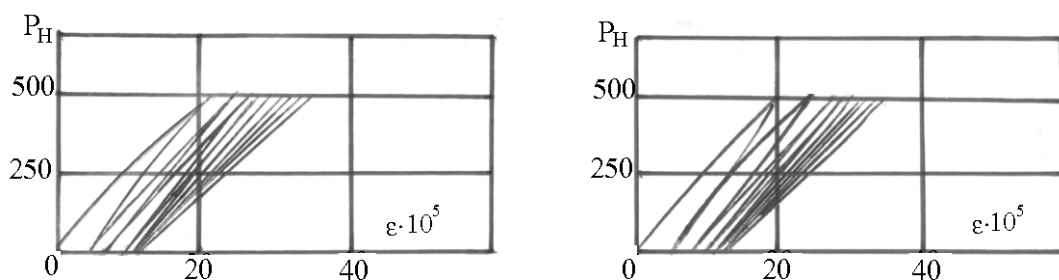
ბუნებრივად მშრალი და წყალგაჟღენთილი მძიმე ბეტონის მრავალჯერადი მკუმშავი დატვირთვის დროს მიღებული ცოცვადობის კვლევისას დამზადებულ იქნა 12 ბუნებრივად მშრალი და წყალგაჟღენთილი პრიზმები ზომებით $10 \cdot 10 \cdot 40$ სმ³.

ბეტონი მზადდებოდა წიწამურის კარიერის ღორღზე 5-20 მმ, და ქვიშაზე 0,5 მმ, შემკვრელად გამოიყენებოდა რურთავის შლაკოპორტლანდცემენტი მარკით 400.

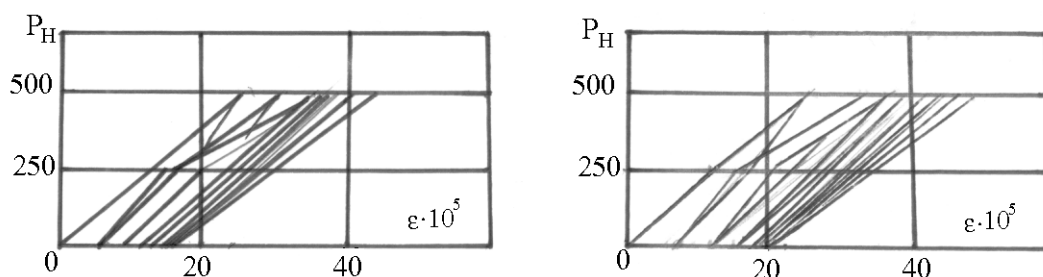
მძიმე ბეტონის შემადგენლობა 1მ³ შეადგენდა:

ცემენტი 300 კგ,
 ღორღი - 1100 კგ,
 ქვიშა - 800 კგ,
 წყალი - 120 ლ,
 კონუსის ჯდენა 3 სმ,
 ვიბრაციის ხანგრძლივობა 30 წმ.

ბეტონის შენახვა და ნიმუშების გამოცდა წარმოებდა ისევე, როგორც მძიმე პოლიმერლექობეტონის შემთხვევაში. მძიმე ბეტონის საშუალო მრღვევიმა მკუმშავმა ძალამ შეადგინა $P_{\text{შრ}} = 1550$ ნ, ხოლო წყალგაჟღენთილის $P_{\text{წყ}} = 1040$ ნ. წყალგაჟღენთილ ნიმუშების გამოცდისას მრავალჯერადი დატვირთვისას ვიმოქმედეთ ძალით, რომელიც ტოლია $0,5P_{\text{წყ}} = 500$ ნ. იგივე მრავალჯერადი დატვირთვა მივაყენეთ ბუნებრივად მშრალ ბეტონის ნიმუშებს, რადგან წყალგაჟღენთილი და მშრალი ბეტონის ცოცვადობის სიდიდის შედარებისას მათზე უნდა მოქმედებდეს ერთმანეთის ტოლი მრავალჯერადი დატვირთვები, რომლებიც ნაკლები უნდა იყოს მათ გამძლეობის ზღვარზე. შედეგები ნაჩვენებია ნახ. 3 და 4-ზე.



ნახ. 3. ბუნებრივად მშრალი ბეტონის ცოცვადობა მრავალჯერადი დატვირთვების დროს



ნახ. 4. წყალგაჟღენთილი ბეტონის ცოცვადობა მრავალჯერადი დატვირთვების დროს

როგორც მოცემული გრაფიკებიდან ჩანს წყალგაჟღენთვა მნიშვნელოვნად ამცირებს სიმტკიცის ზღვარს და ზრდის ჩვეულებრივ მძიმე ბეტონის ცოცვადობის დეფორმაციას. ამავე დროს ბუნებრივად მშრალი მძიმე ბეტონის ცოცვადობის დეფორმაცია განმეორებითი დატვირთვებისას მიიღევა $n=25-30$ დატვირთვა-განტვირთვის ციკლების დროს და შესაბამისად მისი ფარდობითი დეფორმაცია

შეადგენს $\varepsilon_{\text{შ}} = 18 \cdot 10^{-5}$, წყალგაჟღენთილი მძიმე ბეტონის ცოცვადობა მიიღევა $n = 55-60$ დატვირთვა განტვირთვის ციკლისას და ცოცვადობის ფარდობითი დეფორმაცია შეადგენს $\varepsilon_{\text{ფ}} = 33 \cdot 10^{-5}$.

ექსპერიმენტებით მიღებული შედეგებით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ წყალგაჟღენთილი მძიმე ბეტონის შეცვლით მძიმე პოლიმერლერობეტონით, მნიშვნელოვნად იზრდება მისი სიმტკიცე, მცირდება ცოცვადობის დეფორმაცია და ეს ზრდა გაცილებით უფრო მეტია, ვიდრე ბუნებრივად მშრალ მძიმე ბეტონის შეცვლით მძიმე პოლიმერლერობეტონისას.

აქედან ცხადია მძიმე პოლიმერლერობეტონის წყალქვეშა ჰიდრო-ტექნიკური ნაგებობების კონსტრუქციებში გამოყენების მიზანშეწონილობა და ეფექტურობა.

ნაშრომი შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით (გრანტი # 217690).

ლიტერატურა

1. ლორდკიპანიძე მ.მ. Замедленная обратимая деформация бетона и твердых тел в поверхностно-активных средах - новая форма эффекта Ребиндера. ГТУ. Тбилиси. 2009.
2. ლორდკიპანიძე მ.მ., Джоджуа Т.А. Влияние пористости на прочность бетона и полимерлечобетона // Энергия. №4(24). Тбилиси. 2002.
3. ლორდკიპანიძე მ.მ. Обратимая ползучесть органических материалов//Энергия. №4(24). Тбилиси. 2002.

მერაბ ლორთქიფანიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

E-mail: energy.tami@gmail.com; mob. tel.: +995 588 776559