

მასალათა მექანიკა

ბეტონის სიმტკიცის ზღვარი განმეორებითი სტატიკური
დატვირთვების დროს

ნინო ფცქიალაძე

ptskialadzenino@yahoo.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, საქართველო

თავისუფალ (შეუზღუდავ) ბეტონში ცოცვადობისას ხანგრძლივი წინაღობის ზღვარის და განმეორებითი დატვირთვისას სიმტკიცის ზღვარის მიღწევამდე არხდება შეუქცევადი მიკრობზარებისა და რღვევების წარმოქმნა და გავრცობა, წარმოიქმნება და ვრცელდება მხოლოდ შექცევადი მიკრობზარები. აღნიშნული ზღვრების მიღწევის შემდეგ ნამდვილად წარმოიქმნება შექცევადი მიკრობზარები და გადაიზრდება შეუქცევადში. შეუქცევადი მიკრობზარები გამოირიცხავს ცოცვადობის დეფორმაციის ჩაქრობას და მიჰყავს იგი რღვევამდე. შექცევადი და შეუქცევადი მიკრობზარების წარმოქმნა და გავრცობა სრულიადაც არ არის მიზეზი, არამედ ბეტონის ცოცვადობის შედეგია, რომელიც გამოწვეულია მასში წყლის გამხლევი მოქმედებით. დადგენილია, რომ ბეტონის დენადობის დეფორმაციის ზრდა ნელდება ზუსტად ისე, როგორც განმეორებითი დაძაბულობის დროს, რომელიც არ აღემატება სიმტკიცის ზღვარს.

საკვანძო სიტყვები: სიმტკიცის ზღვარი, ბეტონის ასაკი, ზღვრული დეფორმაცია, ცოცვადობის დეფორმაცია.

სამრეწველო, ჰიდრავლიკური, ენერგეტიკული, სატრანსპორტო საშუალებების ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციები ექსპლოატაციის დროს ექვემდებარება მრავალჯერად განმეორებით დატვირთვას, ზოგიერთ მათგანზე სისტემატიურად მოქმედებს წყალი და მინერალური ზეთები. ბუნებრივია, ასეთი სტრუქტურების გაანგარიშებისას სიმტკიცეზე აუცილებელია განმეორებითი დატვირთვის ციკლების რაოდენობისა და გარემოს ზემოქმედების გათვალისწინება. იმავდროულად, ნორმებში მოცემულია გამოთვლილი წინააღმდეგობა მხოლოდ ბუნებრივი ტენიანობის ბეტონისათვის და მხოლოდ $n = 2 \times 10^6$ ციკლებისათვის.

ბეტონის რამდენიმე განმეორებითი სტატიკური დატვირთვისას მკუმშავი დატვირთვით იცვლება მისი სიმტკიცის და სიხისტის მახასიათებლები. ბეტონის დაბალი ციკლის სიმტკიცის განმსაზღვრელი ფაქტორებია დატვირთვის დონე რბილ რეჟიმში ან დეფორმაციის ამპლიტუდა მძიმე

რეჟიმში, ციკლის ასიმეტრიის კოეფიციენტი და წყალგაჟერებულობა.

დადგენილია, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების ელემენტების ხანმოკლე სიმტკიცე ხანგრძლივი შედარებით მაღალი მკუმშავი დატვირთვის შემდეგ იზრდება.

ხანგრძლივი შეკუმშვის შემდეგ, არაცენტრიული შეკუმშვის და ღუნვის ძალებით, რომლებიც მუდმივად ან მონოტონურად იზრდება დროთა განმავლობაში, მაგრამ არა უმეტეს 0,8–0,89 დამშლელი დატვირთვის გამოყენების მომენტში $t = 28$ დღის განმავლობაში, ის უფრო მაღალია ან ტოლია არადატვირთული ელემენტების სიმტკიცის. ამ უკანასკნელის სიმტკიცე, როგორც წესი, შეიძლება განხილული იქნას როგორც დატვირთული ელემენტების სიმტკიცის ქვედა შეფასებად. ეს შეიძლება აიხსნას იმით, რომ ბეტონზე განმეორებითი დატვირთვების მოქმედებით, დატვირთვა–განტვირთვის რამდენიმე ციკლის შემდეგ, დგინდება სწორხაზოვანი დამოკიდებულება, ე.ი. ბეტონი იწყებს მუშაობას ელასტიურად. ამ შემთხვევაში მიიღწევა ზღვრული დრეკადი დეფორმაცია $\epsilon_{\text{пр}}$ (Лордкипанидзе 2009: 98), რომელიც წარმოადგენს მიკროზარწარმოქმნის საზღვარს. თუ ბეტონზე მოქმედი დატვირთვა აღემატება სიმტკიცის ზღვარს, მაშინ შემდგომი განმეორებითი დატვირთვებით რღვევა აუცილებლად მოხდება. ამიტომ, მაღალი დატვირთვების დროს, სწორხაზოვანი σ, ϵ დამოკიდებულების დადგენის შემდეგ, დატვირთვა უნდა შეწყდეს.

$\epsilon_{\text{пр}}$ ფარგლებში ცოცვადობის დეფორმაცია შექცევადია და მითითებულ საზღვრებში არ ხდება დესტრუქციული მოვლენები, ხოლო ადგილი აქვს ბეტონის გამკვრივებას. ახალგაზრდა ბეტონში შეინიშნება სიმტკიცის უფრო ინტენსიური მატება დატვირთვის ქვეშ. ამიტომ, დაბალი ციკლის შედარებით მაღალი მკუმშავი დატვირთვების შემდეგ, მიიღწევა რეალური ზღვრული სიმტკიცე, რაც გარკვეულწილად აღემატება არადატვირთული ბეტონის პრიზმების სიმტკიცეს დატვირთვის სტანდარტული სიჩქარისას.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, ბეტონის ხანგამძლეობის მაჩვენებელს წარმოადგენს სიმტკიცის ზღვარი R_b , რომელიც არის მოცემული ასაკის ბეტონის ის მაქსიმალური დამაბულობა, განმეორებითი დატვირთვის ზემოქმედების ქვეშ, რომლის დროსაც ცოცვადობა მიიღწევა და მიიღწევა მისი მაქსიმალური ზღვრული დეფორმაცია, ხოლო რღვევას ადგილი არ აქვს (იმის გათვალისწინებით, რომ დროთა განმავლობაში ნიმუშებს ემატებათ სიმტკიცე და დრეკადობის მოდული, მაქსიმალური დეფორმაციის მუდმივობის შენარჩუნებისათვის საჭიროა გაიზარდოს განმეორებითი დატვირთვა ბეტონის სიმტკიცის ზრდის საბოლოო მომენტამდე). თუ განმეორებითი დატვირთვის დროს მაქსიმალური ზღვრული დეფორმაცია მიიღწევა მოკლე დროში, მაგრამ ამასთან განმეორებითი დატვირთვა გრძელდება, მაშინ ბეტონის ასაკიც და მისი სიმტკიცეც დროთა განმავლობაში გაიზრდება.

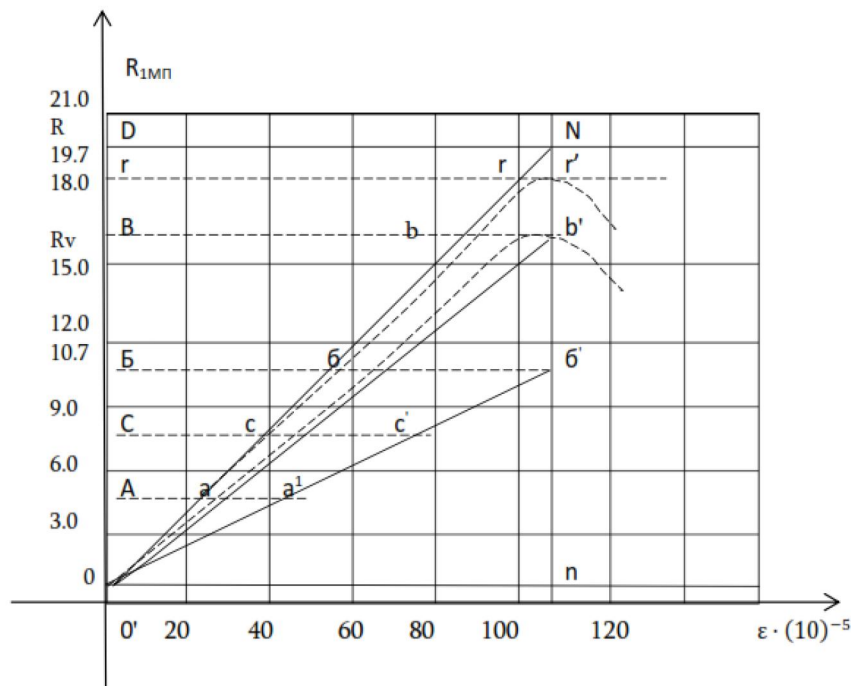
6. ფცქიალაძე

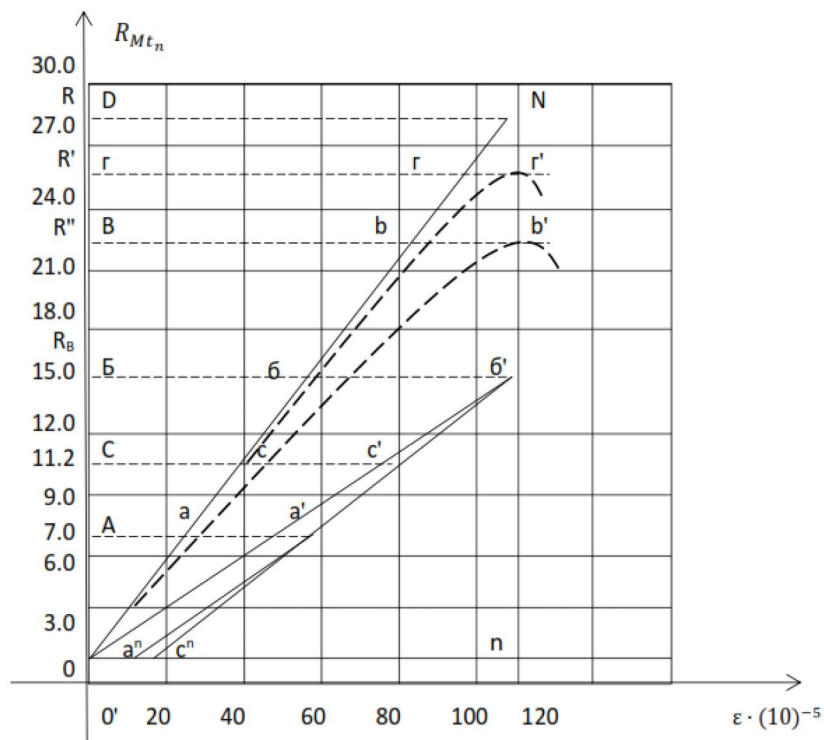
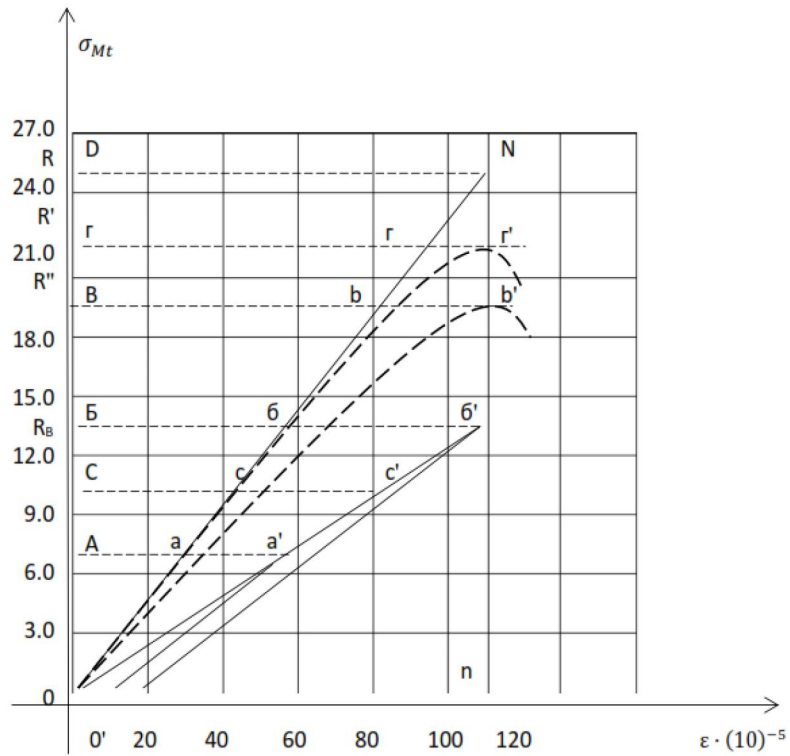
მაქსიმალური დეფორმაციის მუდმივად შესანარჩუნებლად (რადგან ის შემცირდება), საჭიროა განმეორებითი დატვირთვების გაზრდა ბეტონის სიმტკიცის მატების დასრულების მომენტამდე. ამ შემთხვევაში მიიღწევა R_{CT} და $R_B = R_{DL}$. შესაბამისად, მოცემული შემადგენლობის ბეტონის მაქსიმალური ზღვრული დეფორმაცია განმეორებითი დატვირთვის დროს, ისევე როგორც მუდმივობისას, არის მუდმივი მნიშვნელობა და არ არის დამოკიდებული ბეტონის ასაკზე.

ზემოთ აღნიშნულის დასადასტურებლად სტატიაში განხილული იქნება სპეციალური ექსპერიმენტები.

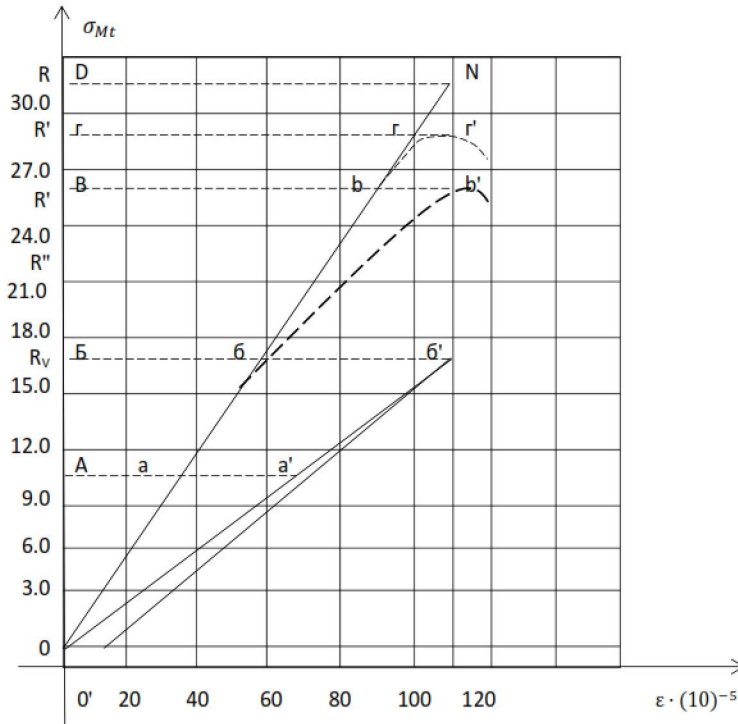
ამ ექსპერიმენტებისთვის (Лордкипанидзе 2009: 99-102) ბეტონის ნიმუშები, კერძოდ, პრიზმები $10 \times 10 \times 40$ სმ დამზადდა გარეცხილი 5–20 მმ მშრალი ხრეშით და ქვიშით, რომლებიც გაიცრა 5 მმ საცრით და აღებული იყო მდინარე ყვირილას კარიერიდან. შემკვრელად გამოყენეს რუსთავის ცემენტის ქარხნის წიდაპორტლანდცემენტი, M400-ის მასალების ხარჯით 1 მ^3 –ზე, კგ - ხრეში–1180; წყალი 180 (2330 კგ/მ³), ცემენტი –320; ქვიშა 650. ხანგრძლივობა ვიზრაციის 20 წმ; ტემპერატურა 200C; ტენიანობა 90%; დამზადებიდან ორი დღის შემდეგ მოაშორეს ნიმუშებს ყალიბები და მოათავსეს სპეციალურ ოთახში შესაბამისი სითბური პირობებით.

1-ელ სურათზე მოცემულია სიმტკიცეზე ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები. ექსპერიმენტები ჩატარდა ერთი თვის, სამი თვის, ექვსი თვის, ცხრა თვის, ერთი წლის და წლინახევრის ასაკის ბეტონებზე (1 თვის-(ა); 3 თვის-(ბ); 9 თვის-(გ) და 16 თვის-(დ) (Лордкипанидзе 2009: 84-89).





6. ფცქიალაძე



ახალი ხერხით სიმტკიცის ზღვარის დასადგენად საჭირო იყო პირდაპირპროპორციული კავშირის დამყარება დატვირთვებს (0–დან დატვირთვის სიმტკიცის ზღვარის შესაბამის მნიშვნელობამდე) და მათი შესაბამისი ცოცვადობის ზღვრულ დეფორმაციას შორის.

ბეტონის ექსპერიმენტული პრიზმა დაექვემდებარა სტატიკურ განმეორებით მკუმშავ დატვირთვებს $0,25R = 6,7$ მპა და $0,4R = 10,0$ მპა, სანამ არ დამყარდებოდა წრფივი დამოკიდებულება σ, ϵ -ს შორის (სურ.1.(ბ)).

აღმოჩნდა, რომ $0,25R$ განმეორებითი მკუმშავი დატვირთვის დროს $\epsilon = 22 \times 10^{-5}$ -ზე ცოცვადობის დეფორმაციის ზრდა შეჩერდა, ხოლო $0,4R$ -ზე მან შეადგინა $\epsilon = 31 \times 10^{-5}$. თუ შევადარებთ ზღვრების წერტილებს ცოცვადობის დეფორმაციის a, b -ს კოორდინატის სათავესთან, მივიღებთ ON წრფეს, რაც მიუთითებს ცოცვადობის ზღვრული დეფორმაციების და მათ შესაბამის დატვირთვებს შორის პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებაზე, ხოლო თუ გავაგრძელებთ ამ წრფეს Nn ვერტიკალთან გადაკვეთამდე, მივიღებთ სიმტკიცის ზღვარს OB -ს და მის შესაბამის მაქსიმალურ ცოცვადობის ზღვრულ დეფორმაციას n' . განმეორებითი მკუმშავი დატვირთვის დროს, შესაბამისი სიმტკიცის ზღვარის $R_B = 13,5$ მპა,

$n = 2 \times 10^5$ ციკლების რაოდენობისას, ბეტონი არ იშლებოდა, ხოლო ცოცვადობის დეფორმაცია იგივე დარჩა, როგორც წრფივი კავშირის დამყარებისას დამაბულობასა და დეფორმაციას შორის. ძალიან მნიშვნელოვანია, რომ დატვირთვისა და ცოცვადობის ჯამური დეფორმაცია უტოლდება ბეტონის მყისიერ მაქსიმალურ დრეკად დეფორმაციას.

როგორც ზემოთ აღვნიშნე, ცდის შედეგები სხვადასხვა ასაკის ბეტონის პრიზმებზე განმეორებითი სტატიკური დატვირთვების დროს ნაჩვენებია სურ.1-ზე. მითითებული გრაფიკების ანალიზიდან გამომდინარეობს, რომ ბეტონის სიძლიერის მატებასთან ერთად იზრდება მისი სიმტკიცის ზღვარიც. ამ შემთხვევაში, R/R_V მუდმივი რჩება სიმტკიცის ზრდის დასრულებამდე.

სხვადასხვა მყარი მასალის თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების მონაცემების მიხედვით R_B და $R_{D.1}$ ემთხვევა როგორც საკუთარ მნიშვნელობებს, ასევე მათით მიღებულ მაქსიმალურ ცოცვადობის დეფორმაციას ყველა მყარი მასალისათვის, რომელთა ძალა თავისუფალ (დატვირთულ) მდგომარეობაში (შესაბამისად, რათქმაუნდა დეფორმაცია) არ იცვლება დროთა განმავლობაში. ვინაიდან R_B და $R_{D.1}$ წარმოადგენენ მყარი სხეულის სიმტკიცის ზღვრულ მაჩვენებლებს, ისინი დაკავშირებულია დროში მათ დეფორმაციასთან, ე.ი ცოცვადობასთან. და თუ არ არის ცოცვადობა, მაშინ სიმტკიცის ზღვარი და ხანგრძლივი წინააღმდეგობის ზღვარი ემთხვევა მასალის სიმტკიცეს, რომელიც არ ავლენს, უფრო სწორად, არ განიცდის ცოცვადობას. მაგალითად ავიღოთ მშრალი ბეტონი (სპეციალურად გამომშრალი 105°C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე. ის არ განიცდის ცოცვადობას, უფრო სწორად, დროთა განმავლობაში არ დეფორმირდება და იმავდროულად მუშაობს ჰუკის კანონით მხოლოდ ერთი დატვირთვისას (დამატებითი ცოცვადობის დამაბულობის გარეშე) R -ის მიღწევამდე. ასეთი ბეტონისათვის R_B და $R_{D.1}$ ფაქტიურად ემთხვევა სიმტკიცის რეალურ ზღვარს, ვინაიდან მისგან თავისუფლად მიგრირებადი წყლის მოშორების შემდეგ ისინი უახლოვდებიან სიმტკიცის ზღვარს და იმ ზღვარს, როდესაც ბეტონში წყალი არ არის, ანუ ადგილი არ აქვს ცოცვადობას, ისინი ემთხვევიან R -ს.

ბეტონი არის ერთ-ერთი იმ იშვიათი მასალათაგანი (რა თქმა უნდა, არა მშრალ მდგომარეობაში), რომელიც მოითხოვს R_B და $R_{D.1}$ -ის განსაზღვრას, რათა შეფასდეს დროში უსაფრთხო ექსპლუატაცია კონსტრუქციებში და მოწყობილობებში. მითითებულ მაჩვენებლებს აგრეთვე აქვთ დამახასიათებელი განსხვავებულობაც.

ვინაიდან ბეტონში (თუ სპეციალურად არ არის გამომშრალი), ყოველთვის არის თავისუფლად მიგრირებადი წყალი, ამიტომ ადგილი აქვს

6. ფცქიალაძე

ორივე მახასიათებელს R_B და $R_{D.1}$ და ამავე დროს ყოველთვის $R_{D.1} \geq R_B$. ეს განპირობებულია დროთა განმავლობაში ბეტონის სიმტკიცის ზრდით. ბოლოს და ბოლოს ცოცვადობის ზღვრული დეფორმაციის მისაღწევად, მუდმივი დატვირთვისას, შესაბამისი $R_{D.1}$ -ით, მოითხოვს წლებს, ცოცვადობის მიღევამდე. ხოლო იგივე დავალების შესასრულებლად განმეორებითი დატვირთვისას, შესაბამისი R_B -ით, საკმარისია რამდენიმე საათი.

ბეტონის სიმტკიცის ზღვარის გაანგარიშების სიზუსტის გაუმჯობესების მიზნით, შემოთავაზებულია ახალი მეთოდი, რომელიც მდგომარეობს მასში, რომ შეკუმშვის ან დაჭიმვის დროს საგულდაგულოდ განისაზღვრება მისი ზღვრული დეფორმაცია, რისთვისაც დამატებითი ნიმუში მიყვანილია რღვევამდე. ბეტონის ზღვრული დეფორმაციის ϵ_{np} გამრავლებით მიღწეული დამაბულობის დონის σ_i -ს და ცოცვადობის დეფორმაციის გაჯერების ოონის ϵ_i ფარდობასთან, მივიღებთ ბეტონის სიმტკიცის ზღვარს $R_v = (\sigma_i / \epsilon_i) \epsilon_{np}$.

ლიტერატურა

- ბალავაძე ვ.კ., ლორთქიფანიძე მ.მ., ნადირაძე ა.დ. 1981. ტექნიკური ინფორმაცია- საქართველოს სამშენებლო კონსტრუქციების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი // მშენებლობა და არქიტექტურა, თბილისი.
- ლორთქიფანიძე მ. 2002, „მყარი ნივთიერებების შენელებული შექცევადი დეფორმაციის მოვლენა ზედაპირულ აქტიურ გარემოში“. ენერგია, ნაწილი 1. სილიკატური მასალები. №2, 2002: 94-105.
- Лордкипанидзе, М.М., 2009, „замедленная обратимая деформация бетона и твердый тел в поверхностно-активный средах новая форма эффекта ребиндера“, Тбилиси, Грузинский технический университет.
- Лордкипанидзе М.М., 2000, „Техническая диагностика и неразрушенный контроль“, №3, 2000: 42-52.

Mechanics of Materials

Strength limit of concrete under repeated static loads

Nino Ptskialadze

ptskialadzenino@yahoo.com
Georgian Technical University
Tbilisi, Georgia

In free (unconfined) concrete, until reaching the limit of long-term resistance during creep and the limit of strength during repeated loading, the generation and propagation of irreversible microcracks and ruptures is channeled, and only reversible microcracks are formed and propagated. After reaching the mentioned limits, reversible microcracks will definitely appear and grow into irreversible ones. Irreversible microcracks prevent quenching of creep deformation and lead to rupture. The formation and propagation of reversible and irreversible microcracks is not a cause at all, but rather a consequence of the creep of concrete caused by the water-splitting action within it. It is established that the growth of concrete flow deformation slows down exactly as during repeated stress, which does not exceed the strength limit.

Keywords: strength limit, age of concrete, limit deformation, creep deformation.

Industrial, hydraulic, energy, vehicle concrete and reinforced concrete structures are subjected to multiple repeated loads during operation, some of them are systematically affected by water and mineral oils. Naturally, when calculating the strength of such structures, it is necessary to take into account the number of repeated loading cycles and the impact of the environment. Meanwhile, the norms give the calculated resistance only for natural moisture concrete and only for $n = 2 \times 10^6$ cycles. During several repeated static loading of concrete, its strength and stiffness characteristics change under compressive load. Determining factors of low cycle strength of concrete are load level in soft mode or deformation amplitude in hard mode, coefficient of cycle asymmetry and water saturation.

It is established that in some cases the short-term strength of elements of concrete and reinforced concrete structures increases after a long relatively high compressive load.

After a long compression, with noncentral compressive and bending forces that increase continuously or monotonically with time, but not more than 0.8–0.89 at the moment of application of the breaking load at $t=28$ days, it is higher

6. ფუქილაძე

than or equal to the strength of unloaded elements. The strength of the latter can usually be considered as an underestimation of the strength of the loaded elements. This can be explained by the fact that, after several loading-unloading cycles, a linear relationship is established, i.e. Concrete begins to work elastically. In this case, the limit elastic deformation ϵ_{np} is reached, which represents the boundary of microcrack formation. If the load acting on the concrete exceeds the strength limit, then failure will definitely occur with further repeated loads. Therefore, at high loads, after establishing a linear σ, ϵ relationship, the load should be stopped.

Within the limits of ϵ_{np} (Лордкипанидзе 2009: 98), the creep deformation is reversible and destructive events do not occur within the specified limits, while concrete hardening takes place. A more intensive increase in strength under load is observed in young concrete. Therefore, after relatively high compressive loads of a low cycle, a real ultimate strength is reached, which is somewhat higher than the strength of unloaded concrete prisms at standard loading rates.

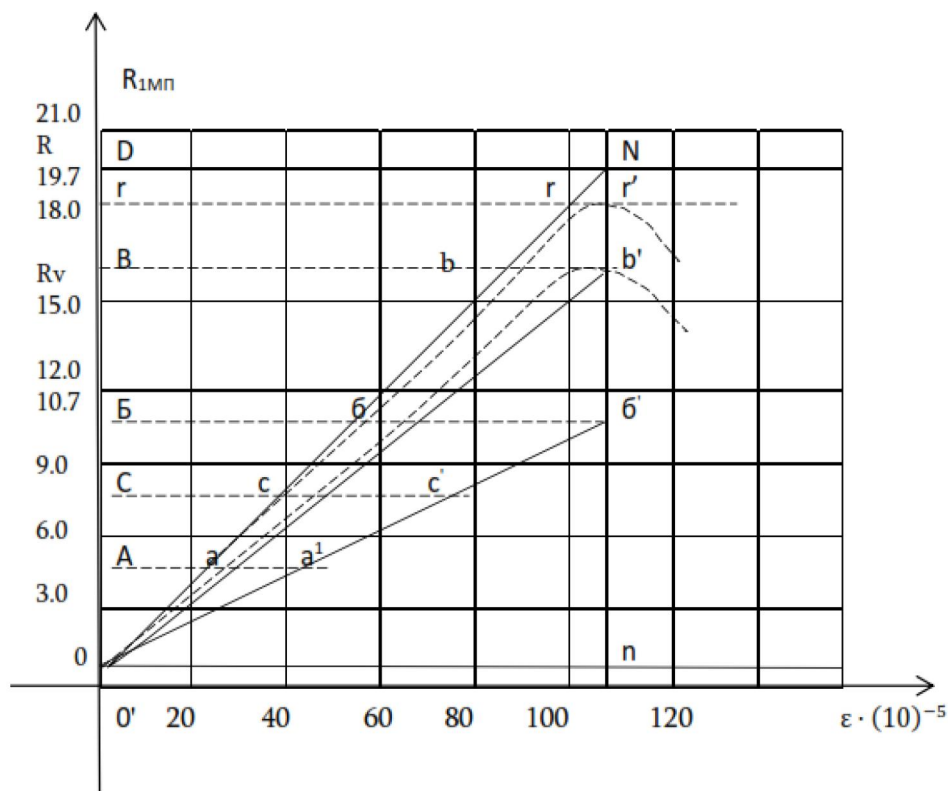
As mentioned above, the index of strength of concrete is the strength limit R_B , which is the maximum tension of concrete of a given age, under the influence of repeated loading, during which the creep is reduced and its maximum deformation limit is reached, while there is no failure (Taking into account that over time the samples gain strength and modulus of elasticity, in order to maintain the maximum deformation constancy, it is necessary to increase the repeated load until the final moment of concrete strength increase). If the maximum limit deformation during repeated loading is reached in a short time, but at the same time the repeated loading continues, then both the age of the concrete and its strength will increase with time. To keep the maximum deformation constant (because it will decrease), it is necessary to increase the repeated loads until the end of the concrete strength increase. In this case, R_{CT} and $R_B = R_{DL}$ will be achieved. Therefore, the maximum limit deformation of the concrete of the given composition during repeated loading, as well as during permanent, is a constant value and does not depend on the age of the concrete.

Special experiments will be discussed in the article to confirm the above.

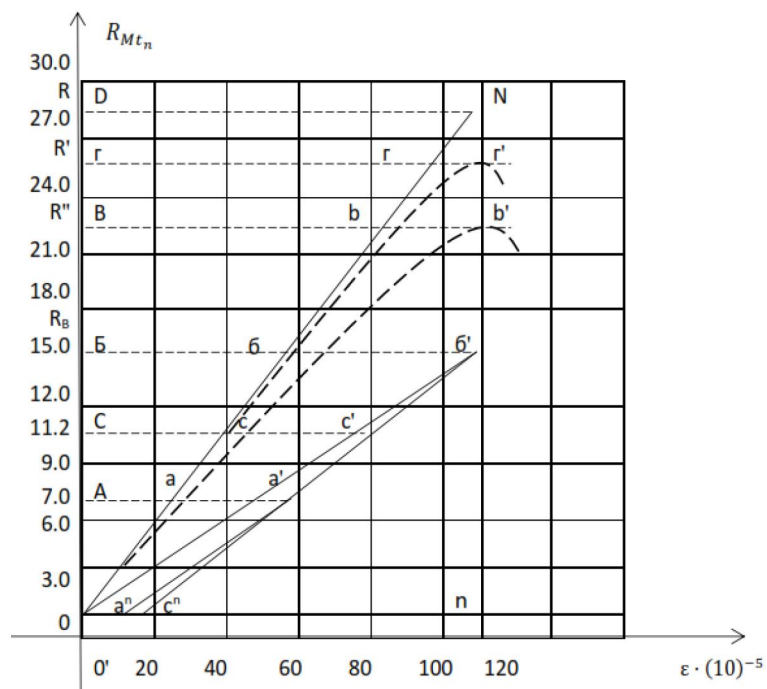
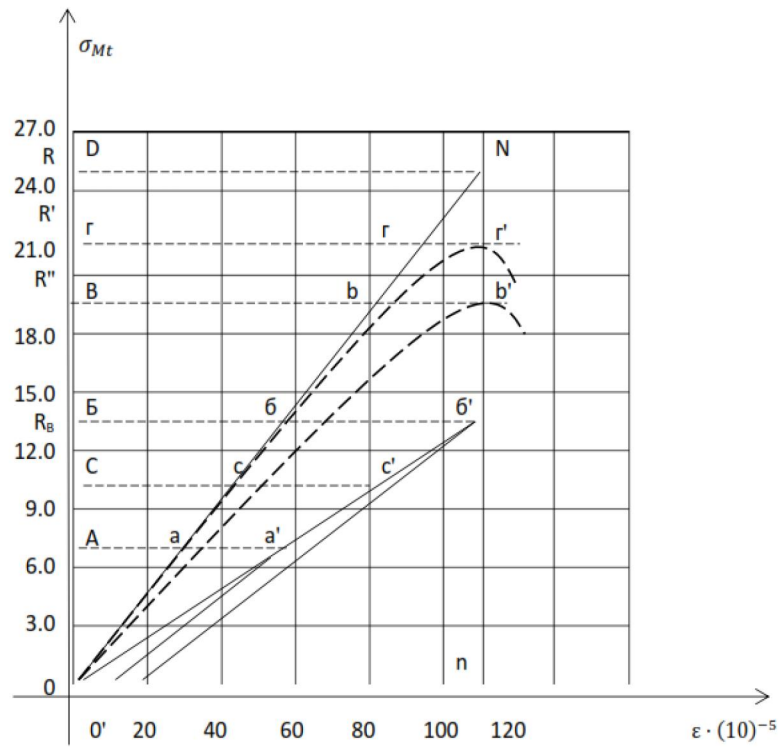
Concrete samples for these experiments (Лордкипанидзе 2009: 99-102), namely, prisms 10x10x40cm were made with washed 5-20 mm dry gravel and sand, which were sieved with a 5 mm sieve and taken from the Kvrila river quarry. Slag portland cement of Rustavi cement factory was used as a binder, at the cost of M400 materials per 1m³, kg - gravel-1180; Water 180 (2330 kg/

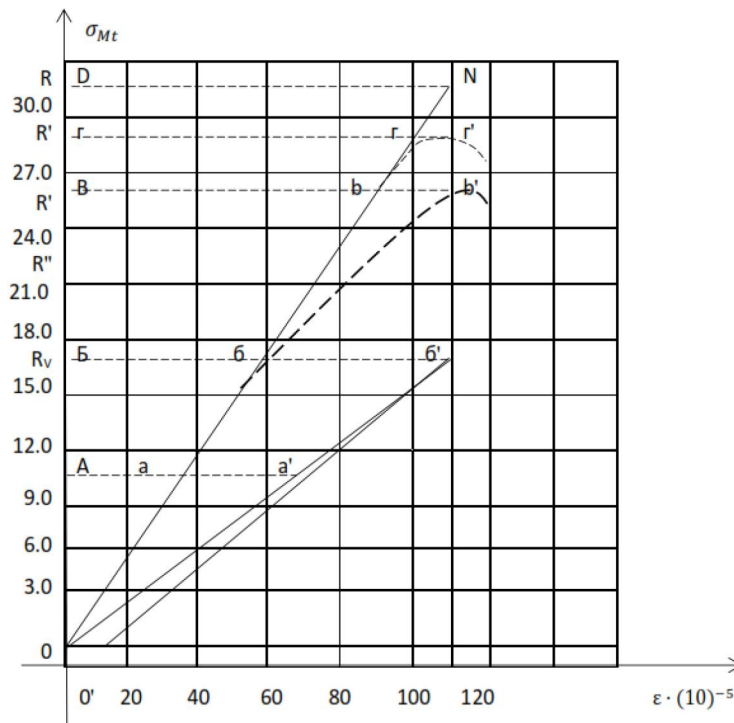
m3), cement – 320; Sand 650. Vibration duration 20 seconds; temperature 200C; humidity 90%; Two days after the preparation, the samples were removed from the molds and placed in a special room with appropriate thermal conditions.

Figure 1. shows the results of strength experiments. Experiments were carried out on concrete aged one month, three months, six months, nine months, one year and one and a half years (1 month (a); 3 months (b); 9 months (c) and 16 months (d) (ლორდკიპანიდზე 2009: 84-89).



6. ფცქიალაბჲ





To determine the strength limit in a new way, it was necessary to establish a directly proportional relationship between the loads (from 0 to the corresponding value of the load strength limit) and their corresponding creep limit deformation.

The experimental concrete prism was subjected to static repeated compressive loads of $0.25R = 6.7$ and $0.4R = 10.0 \text{ MPa}$ until a linear relationship between σ, ϵ was established (Fig. 1.(b)).

It was found that during repeated compressive loading of $0.25R$, the growth of creep deformation stopped at $\epsilon = 31 \times 10^{-5}$, and at $0.4R$ it reached $\epsilon = 31 \times 10^{-5}$. If we connect the limit points with the origin of the creep deformation $a'b'$ coordinate, we get the line $Oa'b'$, which indicates the direct proportional relationship between the creep limit deformations and their corresponding loads. And if we continue this line until it intersects with the vertical Nn , we get the strength limit OB and its corresponding maximum creep limit deformation bb' . During repeated compressive loading, corresponding to the strength limit $R_B = 13.5 \text{ MPa}$, at the number of cycles $n = 2 \times 10^6$, the concrete did not crack, and the creep strain remained the same as when establishing a linear relationship between stress and deformation. It is very important that the total deformation of the load and creep equals the instantaneous maximum tensile deformation of the concrete.

6. ფუძეობა

As I mentioned above, the test results on concrete prisms of different ages under repeated static loads are shown in Fig.1. From the analysis of the specified graphs, it follows that as the strength of concrete increases, so does its strength limit. In this case, R/R_V remains constant until the end of strength growth.

According to the data of theoretical and experimental studies of different solid materials, R_B and R_{DJI} match both their own values and the maximum creep deformation obtained by them for all solid materials, the strength of which in the free (loaded) state (respectively, of course, the deformation) does not change over time. Since R_B and R_{DJI} represent the limit indicators of the strength of a solid body, they are related to their deformation in time, i.e. creep. And if there is no creep, then the limit of strength and the limit of long-term resistance coincide with the strength of a material that does not exhibit, or rather does not experience, creep. Take dry concrete as an example (specially cured at 105°C to a constant weight. It does not undergo creep, or rather does not deform over time, and at the same time works by Hooke's law under only one load (without additional creep stress) until R is reached. For such concrete, R_B and R_{DJI} actually coincide with the real limit of strength, since after removing freely migrating water from it, they approach the limit of strength, and the limit when there is no water in the concrete, that is, there is no place for creep, they coincide with R .

Concrete is one of those rare materials (certainly not in a dry state) that requires the determination of R_B and R_{DJI} in order to evaluate the safe operation of structures and equipment over time. The specified indicators also have characteristic differences.

Since in concrete (if it is not specially dried), there is always freely migrating water, therefore both characteristics R_B and R_{DJI} are present and at the same time always $R_{DJI} \geq R_B$. This is due to the increase in concrete strength over time. Finally, reaching the creep limit deformation under constant loading with the corresponding R_{DJI} requires years before reaching creep. And to perform the same task during repeated loading, with the appropriate R_B , several hours are enough.

In order to improve the accuracy of concrete strength limit calculation, a new method is proposed, which consists in carefully determining its limit deformation during compression or tension, for which an additional sample is brought to failure. By multiplying the limit deformation ϵ_{mp} of concrete by the ratio of the achieved stress level σ_i and the saturation level of creep deformation ϵ_i , we get the strength limit of concrete $R_V = (\sigma_i / \epsilon_i) \epsilon_{mp}$.