

ბეტონის ხანგრძლივი სიმტკიცის განსაზღვრა კუმშვის დროს

თურმანიძე თემური – ასოცირებული პროფესორი, საინჟინრო ფაკულტეტი, შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ბათუმი, საქართველო

ფუტკარაძე გურამი – ასოცირებული პროფესორი, ზოგადი ინჟინერიის დეპარტამენტი, ბათუმის სახელმწიფო საზღვაო აკადემია, ბათუმი, საქართველო

შუბლაძე ზაზა – ასოცირებული პროფესორი, გემთმექანიკური დეპარტამენტი, ბათუმის სახელმწიფო საზღვაო აკადემია, ბათუმი, საქართველო

Definition of Prolonged Concrete Firmness During Compression

Turmanidze Temuri – Associate Professor, Engineering Faculty, Batumi Shota Rustaveli State University, Batumi, Georgia

Putkaradze Gurami – Associate Professor, General Engineering Department, Batumi State Maritime Academy, Batumi, Georgia

Shubladze Zaza – Associate Professor, Shipbuilding Department, Batumi State Maritime Academy, Batumi, Georgia

Abstract

Introduction and aim: Estimation of long-term strength, based on experimental research. This article advises us extremely different calculating model for the definition of the prolonged concrete firmness. Absolutely new analysis method is invented for defining prolonged concrete firmness.

Research methodology: Experimental method, based on short-term trial.

Results and implications: The important result of the relationship is that it is practically possible to define prolonged firmness of different types of concrete by means of experimental data of definition of the concrete having the same content.

Conclusion: It is possible to determine long-term strength of different types of concrete by the means of concrete's strength experimental data.

Keywords: ultimate strength, creepage, deformation, stress, resistance

ხანგრძლივი რღვევა კანონზომიერი ფიზიკური პროცესია. იგი ახასიათებს ყველა მასალას რომელიც განიცდის ცოცვადობას, მათ შორის ბეტონს. ცნობილია ბეტონის ხანგრძლივი სიმტკიცის ზღვრის შეფასების სხვადასხვა მეთოდი. პირდაპირი მდგომარეობს რამდენიმე ერთნაირი შემადგენლობის ნიმუშების გამოცდაში სხვადასხვა ძაბვების დროს და რღვევამდე ძაბვა-დროის გრაფიკის აგებაში, საიდანაც ინტერპოლაციით ან ექსტრაპოლაციით განისაზღვრება ბეტონის ხანგრძლივი სიმტკიცე დატვირთვის მოქმედების მოცემული დროისათვის.

დროში შეზღუდულობის გამო ფართო გავრცელება ჰპოვა ირიბმა მეთოდებმა, რომლებიც ხანმოკლე გამოცდაზე. ამიტომ პრაქტიკული მიზნებისათვის რეკომენდირებულია ბეტონის ხანგრძლივი სიმტკიცის ზღვრის საორიენტაციო მაჩვენებელი რომელიც ტოლია 0,8-ის. იგი მიღებულია ექსპერიმენტული მონაცემების ლოგარითმული დამოკიდებულებების მიხედვით ექსტრაპოლაციით.

თეორიული გამოკვლევები მიმართული ბეტონის ხანგრძლივი სიმტკიცის განსაზღვრისათვის ემყარება სხვადასხვა პოზიციას. რღვევის მექანიკის პოზიციიდან ნაშრომში [1] მოყვანილია დამოკიდებულება

$$R_e^{(t)} = R(t)m(t, t_0) \sqrt{\frac{E(t_0)}{E(t)} \frac{1}{1 + E(t)C(t, t_0)}} \quad (1)$$

(1) გამოსახულების მარჯვენა ნაწილში მამრავლი ფესვის წინ გამოსახავს ბეტონის სიმტკიცის ზრდას დროის მიხედვით, რაც განპირობებულია ცემენტის ქვის ჰიდრატაციით ხანგრძლივი მოკუმშვის დამატებითი გავლენის გათვალისწინებით (ფუნქცია $m(t, t_0)$). მძიმე ბეტონისათვის $m(t, t_0) = 1, 1-1, 2$. ფესვქვეშა გამოსახულება გამოსახავს ბეტონის სიმტკიცის შემცირებას ცოცვადობით გამოწვეული ბზარების განვითარების შედეგად.

(1) გამოსახულებიდან გამომდინარეობს, რომ დროში ბეტონის ხანგრძლივი სიმტკიცის შემცირების ხასიათი მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია იმაზე თუ რამდენად ძლიერად გამოვლინდება მასალის ცოცვადობა. თუ იგი გამოვლინდება სუსტად მაშინ ხანგრძლივი სიმტკიცის შემცირება არ იქნება მნიშვნელოვანი. ზღვრული შემთხვევისათვის როდესაც მასალას ახასიათებს დრეკადი სხეულის თვისებები ე. ი. ცოცვადობას არ განიცდის მაშინ (1) გამოსახულებიდან მივიღებთ

$$R_e(t) = R(t)m(t, t_0) \quad (2)$$

ე. ი. ცოცვადობის შედეგად ბეტონის ხანგრძლივი სიმტკიცის შემცირება ამ შემთხვევაში არ აღინიშნება და (1) განტოლება აღწერს მასალის ხანმოკლე სიმტკიცის ზრდას დროში $R(t)$.

შემდგომი გამოკვლევების შედეგად [2] დადგენილია, რომ განხილული რეკომენდაციები ვერ უზრუნველყოფენ საკმაო სიზუსტეს, ხოლო აგებული ხანგრძლივი სიმტკიცის მრუდებს აქვს ჩაზნექილობა ქვევით.

ამრიგად, ნებისმიერ შემთხვევაში ბეტონის ხანგრძლივი სიმტკიცის განსაზღვრა დაიყვანება იმაზე, რომ იგი დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე და შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს საორიენტაციოდ მიღებული 0,8 სიდიდისაგან.

ბეტონის ხანგრძლივი სიმტკიცის განსაზღვრისათვის გარკვეულ ინტერესს იწვევს მყარი ტანის ცოცვადობის ბუნების ადსორბციული თეორიის საფუძველზე აგებული ბეტონის დროში მუშაობის მახასიათებლების უნივერსალური გრაფიკი [3]. აღნიშნული გრაფიკის ანალიზიდან ჩანს, რომ ბეტონის სიმტკიცის ზრდით იზრდება მისი გამძლეობის ზღვარი. ამასთან ფარდობა R/R_r რჩება მუდმივი ბეტონის სიმტკიცის ზრდის ბოლომდე და როდესაც მიიღწევა R_r მაშინ \square მიისწრაფვის R_e -საკენ. ასეთი მოსაზრებების საფუძველზე შეიძლება დავწეროთ

$$\frac{R}{R_r} = \frac{R_r}{R_e} \quad (3)$$

შესაბამისად

$$R_e = \frac{R_r}{R} R_r \quad (4)$$

ნორმალურ პირობებში გამყარებული ბეტონის სიმტკიცის დროის მიხედვით ზრდის უმარტივეს ფორმულას წარმოადგენს სკრამტაევის ლოგარითმული დამოკიდებულება. თუ აღვნიშნავთ ბეტონის სიმტკიცის ზრდის კოეფიციენტს დროში β_t მივიღებთ

$$\beta_t = \frac{R_t}{R_{28}} = \frac{\lg t}{\lg 28} \approx 0,7 \lg t \quad (5)$$

ეს დამოკიდებულება არ ითვალისწინებს ცემენტის სახეობას, მის აქტიურობას, ბეტონის დამზადების პირობებს აგრეთვე სხვა ფაქტორებს რადგანაც არ შეიცავს ბეტონის თვისებების არც ერთ მახასიათებელ პარამეტრს. გარდა ამისა, გამოსახულება (5) განსაზღვრავს დროში ბეტონის სიმტკიცის განუსაზღვრელ ზრდას და მისი ზრდის განუსაზღვრელად დიდ სიჩქარეს როცა $t > 0$, რადგანაც

$$\lim_{t \rightarrow 0} \frac{d\beta_t}{dt} = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{0,7 \ln 10}{t} = \infty \quad (6)$$

ბეტონის ევროპული კომიტეტის კოდექსის მოდელების (MC-90 EKB) წინადადებების თანახმად დროში ბეტონის სიმტკიცის ზრდის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის შემოთავაზებულია დამოკიდებულება

$$\beta_t = \exp \left[S \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}} \right) \right] \quad (7)$$

სადაც S- კოეფიციენტია, რომელიც დამოკიდებულია ცემენტის სახეობაზე S=0.2 სწრაფმყარებადი და მაღალმარკიანი ცემენტისათვის (RS); S=0.25 ნორმალური და სწრაფმყარებადი ცემენტისათვის (NuR); S=0.33 ნელადმყარებადი ცემენტებისათვის (S L) [5].

ამრიგად ბეტონის სიმტკიცის ზრდისათვის დროში გვაქვს დამოკიდებულება

$$R_t = \beta_t R = \exp \left[S \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}} \right) \right] R \quad (8)$$

გამოკვლევების შემდგომ ეტაპზე შესწავლილია R_r - ბეტონის გამძლეობის ზღვარი (4) დამოკიდებულებისათვის.

ბეტონის დეფორმირების თავისებურება განმეორებადი დატვირთვების დროს მდგომარეობს იმაში, რომ ხანმოკლე დროის პერიოდში მიიღწევა ცოცვადობის ზღვრული დეფორმაცია. მაგრამ, განმეორებითი დატვირთვების დროს ბეტონის დეფორმირებისა და ზღვრული დეფორმაციის მიღებისათვის საჭიროა ნაკლები დატვირთვა ვიდრე ხანგრძლივი დატვირთვის დროს. ამასთან იმდენჯერ ნაკლები რამდენჯერაც ძველი ბეტონის სიმტკიცე მეტია ახალი ბეტონის სიმტკიცეზე. აღნიშნულიდან გამომდინარე ნაშრომში [4] შემოთავაზებულია ბეტონის გამძლეობის ზღვრის განსაზღვრის ახალი მეთოდი. მისი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ წინასწარ განსაზღვრავენ ბეტონის ზღვრულ დეფორმაციას, რისთვისაც დამატებითი ნიმუში დაჰყავთ რღვევამდე. ამის შემდეგ ნიმუშზე მოდებენ გამძლეობის ზღვარზე ნაკლებ განმეორებით დატვირთვებს ცოცვადობის დეფორმაციების სრულ მიღწევამდე. ბეტონის გამძლეობის ზღვარი განისაზღვრება ბეტონის ზღვრული ε_{lim} დეფორმაცია გამრავლებული მიღწეული ძაბვის σ_i მნიშვნელობაზე და შეფარდებული ε_i დეფორმაციასთან, რომელიც შეესაბამება ცოცვადობის დეფორმაციების მიღწევის დონეს.

ამრიგად, გამძლეობის R_r ზღვარი განისაზღვრება ფორმულით

$$R_r = \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i} \varepsilon_{lim} = E_i \varepsilon_{lim} \quad (9)$$

შესაბამისად (4) დამოკიდებულება (8) და (9) გამოსახულებების გათვალისწინებით მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$R_e = \exp \left[S \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}} \right) \right] E_i \varepsilon_{lim} \quad (12)$$

მიღებული დამოკიდებულების მნიშვნელოვანი შედეგი არის ის, რომ პრაქტიკულად შესაძლებელია განვსაზღვროთ სხვადასხვა სახის ბეტონის ხანგრძლივი სიმტკიცე იგივე შემადგენლობის ბეტონის გამძლეობის ზღვრის ექსპერიმენტული მონაცემების საშუალებით.

ლიტერატურა

1. Зайцев Ю. В. , Окольников Г. Э., Доркин В. В. , "Механика разрушения для строителей" 2-е изд., испр. и доп. М. ИНФРА-М, 2017г.
2. Прокопович И. У. Ковалева Н. Л. "Расчет предела длительного сопротивления бетона при сжатии." "Бетон и железобетон," №9. 1986г.
3. Лордкипანიძე М. М. "Прочностные и деформативные характеристики бетона с позиций адсорбционной теории о природе ползучести твердых тел" "Бетон и железобетон," №12 . 1992г.
4. Балавадзе В. К. , Лордкиპანიძე М. М. Авторское свидетельство №1619121 "Способ определения предела выносливости материалов". М. 1989г.
5. Серых Р. Л. , Ярмаковский В. Н. "Наращение прочности бетона во времени" "Бетон и железобетон", №3 . 1992г.
6. Гениев Г. А. "зависимость прочности бетона от времени". "Бетон и железобетон", №1. 1993г.