

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გიორგი სულავა

**სეისმომედეგი რკინაბეტონის კონსტრუქციების ზღვრული მდგომარეობა
და გაანგარიშების მეთოდები**

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2014 წ.

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში,
სამშენებლო ფაკულტეტზე,
სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტში.

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: სრული პროფესორი ჯემალ ესაიაშვილი

რეცენზენტები: ტ.მ.დ. პროფესორი ზურაბ მაძალუა

ტ.მ.კ. აკადემიური დოქტორი ალექსანდრე ბერძენიშვილი

დაცვა შედგება 2014 წლის ----- საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის
სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის სხდომაზე, კორპუსი I, აუდიტორია 507^ა
მისამართი: თბილისი 0175, კოსტავას 72.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ – ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა - სტუ – ს ვებგვერდზე.

სადისერტაციო საბჭოს

სწავლული მდივანი:

სრული პროფესორი დ.ტაბატაძე

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალურობა: ყოველწლიურად დედამიწაზე 300-ზე მეტი მიწისძვრა ხდება, რომელთა დიდი რაოდენობა საბედნიეროდ არის მცირე სიმძლავრის და ხშირად დაუსახლებელ რეგიონებზე მოდის. მაგრამ რამდენიმე მძლავრი მიწისძვრა, რომელიც დასახლებულ რეგიონებზე მოდის, იწვევს დიდ დაზიანებას და ნგრევას. ხშირად მიწისძვრას თან ერთვის ხანძრები, რომლებიც მიწისძვრით გამოწვეულ ნგრევაზე დიდ ზარალს იწვევს. ბოლო 500 წლის განმავლობაში, იუნესკოს მონაცემების მიხედვით მიწისძვრისგან დაიღუპა 3 მილიარდზე მეტი ადამიანი, მატერიალურმა ზარალმა კი გადააჭარბა რამდენიმე ათას მილიარდ დოლარს. როგორც წესი, ადამიანის მსხვერპლის მიზეზი გახლავთ შენობების ნგრევა, ხანძარი და ცუნამი სანაპირო რეგიონებში. სხვადასხვა დროს მომხდარი მიწისძვრების ანალიზის შემდეგ მშენებლები მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ შეიძლება გამომუშავება ზოგიერთი წესებისა რომელიც დაიცავს შენობა-ნაგებობებს გამანადგურებელი შედეგებისგან. საუბედუროდ ამ მიმართულებით მიმდინარე კვლევები ყოველთვის არ არის წარმატებული.

შენობა-ნაგებობათა საიმედოობის უზრუნველყოფა ძლიერი მიწისძვრის დროს არა მხოლოდ მათ სწორ კონსტრუქციებაზე, ან მშენებლობის მაღალ ხარისხზეა დამოკიდებული. ძალზედ მნიშვნელოვანია, რომ პროექტირების პროცესში სწორედ იყოს ასახული ის პარამეტრები, რომელთა საფუძველზე ფორმირდება მათი საანგარიშო დინამიკური მოდელი. უნდა აღინიშნოს, რომ დღეისათვის დაგროვილი ინფორმაცია რკინაბეტონის კონსტრუქციების შესახებ ჯერ კიდევ არ არის საკმარისი სრულყოფილი საანგარიშო დინამიკური მოდელის შესაქმნელად. ამას მოწმობენ სწორედ უკანასკნელ წლებში მომხდარი ძლიერი და დამანგრეველი მიწისძვრები; ჩვენი წარმოდგენა ნაგებობის ქცევის შესახებ შორს არის რეალურისგან.

სეისმური ზემოქმედებისას შენობათა დაზიანება გრუნტის გადაადგილების დროს გამოწვეულია არა დარტყმითი სახის დინამიური ზემოქმედებით და არა გარედან მოდებული ძალებით (მაგ. ქარი), არამედ შენობის მასის რხევით გამოწვეული ინერციის ძალებით. მასა, ზომები გეგმაში და შენობის ფორმა, ე.ი. კონფიგურაცია, ნაწილობრივ განსაზღვრავს ამ ძალთა ხასიათს და შენობის მზიდი სისტემის მიერ მათი თავის თავზე მიღების ანუ რეაქციის ხარისხს.

სამუშაოს მიზანი: წინამდებარე ნაშრომში შემოთავაზებულია რკინაბეტონის ნაგებობების გაანგარიშების მეთოდის სრულყოფა სეისმური ძალების არახელსაყრელი განაწილების, გეომეტრიული არაწრფივობისა და დატვირთვის მრავალჯერადი მოქმედების გათვალისწინებით. ნაგულისხმევია, რომ ნაგებობის რღვევა ხდება პლასტიური დეფორმაციების დაგროვების შედეგად.

მეცნიერული საბუთი: რკინაბეტონის ნაგებობების სეისმურ ზემოქმედებაზე გაანგარიშებისას, საწყის ეტაპზე, საჭიროა გეომეტრიული არაწრფივობის გათვალისწინება.

- ნაგებობის ზიდვის უნარის შეფასება პლასტიკური დეფორმაციების განვითარების პროცესში.

- აღსანიშნავია, რომ გაანგარიშების ყოველ i - ურ ეტაპზე ნაგებობის საწყის მდგომარეობად მიჩნეულია $(i - 1)$ ეტაპის განხორციელების შედეგად მიღებული ნაგებობის დეფორმირებული სქემა.

- გაანგარიშების პირველ ეტაპზე საწყისად მიღებულია ნაგებობის არადეფორმირებული მდგომარეობა და ნაგულისხმევია, რომ სეისმური ზემოქმედების ნულოვანი დონის შემთხვევაში მუდმივი სტატიკური დატვირთვა არ იწვევს ნაგებობის პლასტიკურ რღვევას.

- პირველად არის გაკეთებული ხისტ-პლასტიკური ნაგებობის მუშაობის ზღვრული ანალიზი მრავალჯერადი სეისმური დატვირთვის ზემოქმედების დროს აჩქარების არახელსაყრელი განაწილების გათვალისწინებით.

- განიხილება ნაგებობის მუშაობის ორი ციკლი. შიგა ციკლში ხდება შემოწმება, იწვევს თუ არა სეისმური დატვირთვის მახასიათებელი პარამეტრი ნაგებობის რღვევას. გარე ციკლში ხდება ნაგებობის ზიდვის უნარის დადგენა.

- ზღვული წონასწორობის თეორიის საფუძველზე მოხერხდა აღნიშნული ორციკლიანი ამოცანის დაყვანა ერთ ციკლზე. დადგინდა, რომ არახელსაყრელია აჩქარების ისეთი განაწილება, როდესაც შეყურსული მასების აჩქარების მიმართულება ემთხვევა აღნიშნული მასების გადაადგილების მიმართულებას პლასტიური დეფორმაციების ყველაზე უფრო საშიში ველის განვითარების დროს.

- პირველად არის შემოთავაზებული “EMS-92” - ის მიხედვით დაზიანების კლასის და რეგულარობის დონის მიხედვით შენობების მიწისძვრისაგან მოსალოდნელი დაზიანების ხარისხის დადგენა, სწორად და დროულად მოსალოდნელი საფრთხეების გამოვლენა, რომლებიც შეიძლება გამოიწვიოს მიწისძვრამ, რომლის პროგნოზირებას ამაოდ ცდილობენ მსოფლიოს გამოჩენილი მეცნიერები.

ძირითადი შედეგების საიმედოობა განპირობებულია თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების დასაბუთებული მეთოდების გამოყენებით; აგრეთვე სხვადასხვა ავტორების მიერ მიღებული თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევების შედეგების თანდამთხვევით.

მიღებული შედეგების გამოყენება შესაძლებელია: რკინაბეტონის კარკასული შენობების გაანგარიშების სრულყოფისათვის; ეროვნული ნორმატიული მასალების შედგენისას; რკინაბეტონის კარკასული შენობების სეისმომდეგობაზე გაანგარიშებისას; მისი ზიდვის უნარის გაუმჯობესების, საექსპლოატაციო ვადების გაზრდის, სეისმური დატვირთვისაგან წარმოქმნილი დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის გაუმჯობესებისათვის; სეისმური უსაფრთხოების ამაღლებისათვის.

აპრობაცია: სადისერტაციო ნაშრომის როგორც ცალკეული, ისე ძირითადი შედეგები მოხსენებულ იქნა სადოქტორო პროგრამით

გათვალისწინებულ 3 კოლოკვიუმზე და სტუდენტთა მე - 80 ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სამრეწველო და სამოქალაქო მშენებლობის დეპარტამენტში.

პუბლიკაციები: სადისერტაციო სამუშაოს ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია დისერტაციასთან დაკავშირებულ 6 სამეცნიერო ნაშრომში.

სამუშაოს მოცულობა და სტრუქტურა: სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლის, 4 თავის, დასკვნის და გამოყენებული ლიტერატურის 61 დასახელების ნუსხისაგან. ტექსტის საერთო მოცულობაა 110 გვერდი.

ნაშრომის შინაარსი

პირველი თავი ეხება არსებული ბიბლიოგრაფიული მასალის მიმოხილვას და ანალიზს. ნაშრომში განხილულია სეისმომედეგი შენობების გაანგარიშების მეთოდების შექმნის ისტორია და დამანგრეველი მიწისძვრების კრიტიკული ანალიზი.

დღეისათვის 30-ზე მეტი განვითარებული ქვეყნა მსოფლიოში ფლობს ნაციონალურ ნორმებს, რომლებიც არეგულირებენ მშენებლობის წესებს სეისმურად საშიშ რეგიონებში. თუ დავეყრდნობით მრავალ თეორიულ და ექსპერიმენტულ გამოკვლევებს, ნორმების ძირითადი უმრავლესობა შენობების სეისმურ დატვირთვაზე გასაანგარიშებლად მიმდინარეობს ექვივალენტური სტატიკური დატვირთვით, რომელიც მიიღება დინამიკური გაანგარიშების საფუძველზე.

მიწისძვრის ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ უკანასკნელი წლების განმავლობაში მომხდარ მიწისძვრებს ემსხვერპლა 2 მილიონზე მეტი ადამიანი, ეკონომიკურმა ზარალმა კი რამდენიმე ათას მილიარდ დოლარს გადააჭარბა. როგორც წესი, ადამიანთა მსხვერპლი უკავშირდება შენობის ნგრევას, მიწისძვრისგან წარმოქმნილ ცუნამს, ხანძრებს, მეწყერებს, ქვათაცვენას და სხვა.

აუცილებელია აღინიშნოს, რომ მიუხედავად სერიოზული დაზიანებისა, რომელიც ამტკიცებს პლასტიური დეფორმაციების არსებობას და პრაქტიკულად მზიდუნარიანობის ამოწურვას, კარკასების ნგრევა ხშირად არ ხდება. ეს მეტყველებს რკინაბეტონის კარკასული შენობების მაღალ სეისმომედეგობაზე, რომელიც შეიძლება აიხსნას მრავალი ფაქტორით: საანგარიშო სქემის სისადავე და მაღალი სიზუსტე სეისმურ დატვირთვაზე გაანგარიშებისას, მასალების მაღალი სიმტკიცე, რომელიც მზიდი კონსტრუქციებისათვის გამოიყენება. შესრულებული სამუშაოს შედარებით კარგი ხარისხი, მაგრამ ძირითადი მიზეზი კარკასული შენობების წინააღმდეგობისა სეისმურ დატვირთვებზე განისაზღვრება მისი

დრეკადპლასტიკურ სტადიაში მუშაობით, როდესაც ცალკეული ელემენტები და კარკასის კვანძები აღმოჩნდება დაზიანებული, წარმოიქმნება და ვრცელდება პლასტიური სახსრები, რომელიც ხელს უწყობს რხევის ენერჯის შთანთქმას და მკვეთრად ამცირებს სეისმურ დატვირთვას. ამიტომ ასეთი ნაგებობის მუშაობის შეფასებისას ძლიერი სეისმური დატვირთვის მოქმედებაზე აუცილებელია რკინაბეტონის ელემენტების და კარკასული სისტემის შესწავლა მისი არაწრფივი დეფორმაციის გათვალისწინებით, იქამდე, სანამ მზიდუნარიანობა ამოიწურება.

სეისმური ზემოქმედება მიეკუთვნება ისეთ დატვირთვას, რომელსაც აქვს მკვეთრად გამოხატული დინამიკური ხასიათი. მიწისძვრის დროს სეისმური ტალღები იწვევენ საძირკვლის კონსტრუქციაში რხევებს, რომელიც 10-40 წამი გრძელდება. ამასთან კონსტრუქცია განიცდის რიგ-რიგობით დატვირთვას და განტვირთვას შესაბამისად დიდი დეფორმირების სიჩქარით.

შენობის ქცევა მიწისძვრის დროს დამოკიდებულია მის პარამეტრებზე, თვისებაზე იმუშაოს დრეკადობის ზღვრის გარეთ. ჩატარებული კვლევები გვიჩვენებენ, რომ დრეკად-პლასტიკური სისტემა მუშაობს დამოუკიდებლად. იმისდა მიხედვით თუ როგორია თავისუფალი რხევის პერიოდი, ირხევა თუ არა უმცირეს 20 რხევისა, სეისმური ზემოქმედება შეიძლება მივაკუთვნოთ მცირეციკლურ დატვირთვას.

სამშენებლო კონსტრუქციების განსაკუთრებული ქცევის შესწავლის მიზანს არადრეკადი დეფორმირების სტადიაში წარმოადგენს მისი ზღვრული ამტანუნარიანობის პარამეტრების დადგენა ფაქტიური არადრეკადი დეფორმირების დიაგრამის მიხედვით. რკინაბეტონის კარკასული სისტემებისათვის განხილულია პირობა პლასტიკური დეფორმაციების წარმოქმნისა და განვითარებისა.

მეორე თავში განხილულია რკინაბეტონის კონსტრუქციების პლასტიკურ სტადიაში მუშაობის მიზანშეწონილობა სეისმურად მდგრადი სისტემების შესაქმნელად.

შენობა-ნაგებობებს დიდ საფრთხეს უქმნის კონსტრუქციების სიმტკიცისა და სახისტის მკვეთრი ცვლილება სეისმური ზემოქმედებისას. ასეთებია:

- სვეტების სიხისტის ცვლა;

- როდესაც დაცული არ არის სეისმომედეგი კონსტრუქციების დაგეგმარების ძირითადი პრინციპი: უზრუნველყოფილი იქნას კოჭების მუშაობა არადრეკად სტადიაში მათზე ძლიერი დატვირთვების ზემოქმედებისას მანამ, სანამ მუშაობაში ჩაერთვებიან სვეტები;

არ შეიძლება გამოყენებული იქნას შესუსტებული სვეტები და ძლიერი კოჭები, რაც სერიოზულ დაზიანებებს, ზოგჯერ კი შენობის სრულ რღვევას იწვევს. ისინი თანაბარი სიმტკიცის უნდა იყვნენ.

სეისმური ზემოქმედებისას შენობათა დაზიანება გრუნტის გადაადგილების დროს გამოწვეულია შენობის მასის რხევით გამოწვეული ინერციის ძალებით. მასა, ზომები გეგმაში და შენობის ფორმა, ე.ი. კონფიგურაცია, ნაწილობრივ განსაზღვრავს ამ ძალთა ხასიათს.

რეალური მიწისძვრისას ფაქტიურ სეისმურ დატვირთვებს აქვს გაცილებით უფრო რთული ხასიათი და ნებისმიერ შემთხვევაში გრუნტის სრული გადაადგილება ყოველთვის შეიცავს არაცენტრალურ დატვირთვებს, რის გამოც შენობებისა და ნაგებობების ღერძების გასწვრივ შერჩეული მიმართულებები ხშირად არ ემთხვევა რეალურ სიტუაციებს.

შენობებსა და ნაგებობებში გრუნტის გადაადგილება არაერთდროულად ახდენს გავლენას მის სხვადასხვა ნაწილებზე, რაც იწვევს გრეხას ან არაერთდროულ გადაადგილებებს თუნდაც გეგმაში გეომეტრიულად სიმეტრიულ შენობებში.

კონფიგურაციის გავლენის ხარისხი შენობათა მუშაობაზე სეისმური ზემოქმედებისას დამოკიდებულია სხვადასხვა გეომეტრიულ მახასიათებლებსა და კონსტრუქციულ გადაწყვეტილებებზე, კონსტრუქციული ელემენტების სიმტკიცესა და სიხისტეზე.

სეისმომედეგი კონსტრუქციების პროექტირებისას უფრო მნიშვნელოვანია შენობის გეომეტრიული პროპორციები, ვიდრე მისი აბსოლუტური ზომები. მრავალსართულიანი შენობებისათვის შენობის მოქნილობას, რომელიც იგივე მეთოდებით განისაზღვრება, როგორც ცალკე მდგომი სვეტების მოქნილობა, უფრო დიდი მნიშვნელობა აქვს, ვიდრე უბრალო სიმაღლეს. რაც უფრო დიდია მოქნილობა, მით უფრო დამლუპველია გადამყირავებელი მომენტის მოქმედება მიწისძვრის მომენტში და დიდია მისგან გამოწვეული ძალები გარე სვეტების კონსტრუქციაში. შენობაზე განსაკუთრებით უარყოფით გავლენას ახდენს კუმშვის ძალები, წარმოქმნილი გადამყირავებელი ძალების მოქმედების დროს.

სეისმომედეგი შენობების პროექტირებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს გრეხას, რადგან სეისმომედეგი რკინაბეტონის კონსტრუქციების მუშაობისას ადგილი აქვს რთული დეფორმირების პროცესს, რომელსაც თან ახლავს ელემენტების გრეხა. ნორმატიულ დოკუმენტში არსებული საანგარიშო რეკომენდაციები და მეთოდები არასაკმარისად ასახავს ექსპერიმენტულად დადგენილ იმ ფაქტს, რომ ბზარწარმოქმნის მომენტი, ზღვრული ზიდვის უნარი, რღვევის სურათი განპირობებული სეისმური ზემოქმედებით ძალიან ხშირად გრეხით განისაზღვრება.

გრეხა ნაგებობათა კონსტრუქციულ ელემენტებში წარმოიქმნება არა მხოლოდ ფუძის მოძრაობის ტალღური ხასიათის გამო, არამედ შენობათა და ნაგებობათა რთული არქიტექტურული ფორმებით, არასტანდარტული კონსტრუქციული სქემით, როელიც განსხვავდება

მზიდი ელემენტების მასებისა და სიხისტეების არარეგულარული განლაგებით.

ახალი ეროვნული ნორმების სრულყოფისას უნდა გვახსოვდეს ის ძირითადი პრინციპები და ამოცანები, რაც ზოგადად გაანგარიშების სხვადასხვა ნორმებს მოეთხოვებათ. კერძოდ, სეისმურ დატვირთვაზე კონსტრუქციათა გაანგარიშების მეთოდებით დასაშვებია რღვევის ალბათობა, რადგან რღვევის თავიდან აცილება არარეალურია. ამდენად, ნორმატული დოკუმენტი მიზნად უნდა ისახავდეს უზრუნველყოს რღვევის ხარისხის კონტროლი ექსპლოატაციის სხვადასხვა ეტაპზე, შესაძლო რღვევის უბნის გადანაწილება თუ დაზიანებათა დაგროვების შესაძლებლობის განსაზღვრა, რომელთაც მზიდი ელემენტების კატასტროფულ რღვევამდე მივყავართ.

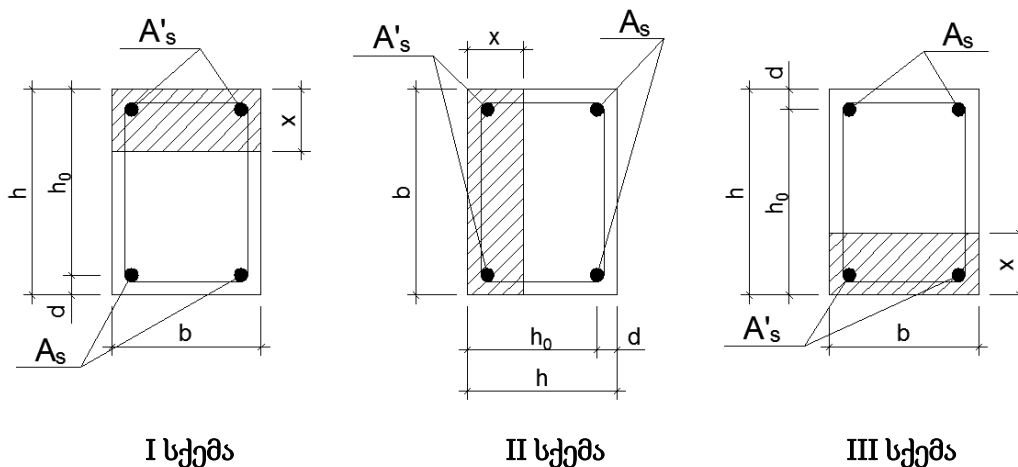
მესამე თავში განხილულია ღუნვა-გრეხაზე მომუშავე ელემენტის სიმტკიცის ანგარიშის ექსპერიმენტულ-თეორიული საფუძვლები.

პრაქტიკული ანგარიშებისათვის (რომლიც ჯერ კიდევ შორს არის ზუსტი თეორიული მოდელებისაგან) ექსპერიმენტულ-თეორიული კვლევის შედეგები განზოგადებულია და შედარებით გამარტივებულია რიგი დაშვებების გამო.

ექსპერიმენტების უმრავლესობა აჩვენებს, რომ რღვევის სტადიაში ღუნვა-გრეხაზე მომუშავე ელემენტების სივრცითი კვეთის სამ წახნაგთან ჩნდება ბზარი, ხოლო მეოთხე წახნაგი წარმოადგენს ბეტონის შეკუმშულ ზონას. დაშვებულია, რომ რღვევისას ბზარით გადაკვეთილ გაჭიმულ არმატურაში, ზღვრული მდგომარეობისას, ძაბვა აღწევს დენადობის ზღვარს, ხოლო შეკუმშულ ბეტონში სიმტკიცის ზღვარს, გაჭიმული ბეტონი მუშაობიდან გამორიცხულია. დაშვებულია აგრეთვე, რომ რღვევა შესაძლოა მოხდეს ორი ძირითადი სქემით:

1. როდესაც მოქმედებენ T მგრეხავი და M მღუნავი მომენტები, ხოლო Q განივი ძალა მცირეა.

2. როდესაც მღუნავი მომენტის მნიშვნელობა მცირეა, და ელემენტზე მოქმედებს მგრეხავი მომენტი და განივი ძალა (ნახ.1).



ნახ. 1

ელემენტებისათვის, სადაც ძნელია გამოიყოს მღუნავი მომენტის ან განივი ძალის გადამწყვეტი მნიშვნელობა, საჭიროა ანგარიში ჩატარდეს რღვევის ორივე სქემით, ხოლო სიმტკიცისთვის მიღებულ იქნას უმცირესი მნიშვნელობა. როგორც ავლნიშნეთ, სიმტკიცის ამოცანის გადაწყვეტა მდგომარეობს იმაში, რომ ბეტონისა და არმატურის მონაცემების მიხედვით შეფასდეს მაქსიმალური დატვირთვა, რომელიც შეიძლება აიტანოს კვეთმა, ე.ი განისაზღვროს ზიდვის უნარი რღვევის ორივე ძირითადი სქემის დროს.

წონასწორობის განტოლება ნეიტრალური ღერძის პარალელურ მიმართულებაზე იქნება:

$$T \cos \alpha + M \sin \alpha = T \frac{b}{\sqrt{1+\beta^2}} + M \frac{\beta+1/\chi}{\sqrt{1+\beta^2}} \quad (1)$$

სადაც $\chi = T/M$

შიგა ძალვათა სისტემაში შედის:

ძალვა გაჭიმული არმატურაში - $R_s A_s$ - რომლის პროექციაც შეკუმშული ზონის ნორმალზე იქნება:

$$R_s A_s \sin \alpha = R_s A_s / \sqrt{1 + \beta^2} \quad (2)$$

ხოლო მისი მომენტი ნეიტრალური ღერძის პარალელურად, სიმძიმის ცენტრში, გამავალი ღერძის მიმართ ტოლი იქნება:

$$\frac{R_s A_s}{\sqrt{1 + \beta^2}} \left(h_0 - \frac{\chi}{2} \right) \quad (3)$$

ძალვა შეკუმშულ არმატურაში, რომლის განიკვეთია A'_s - მისი პროექცია იქნება

$$R_s A_s \cdot \sin \alpha = R_s A_s / \sqrt{1 + \beta^2} \quad (4)$$

ხოლო მისი მომენტი იგივე ღერძის მიმართ:

$$R_s A_s \left(\frac{\chi}{2} - \alpha \right) / \sqrt{1 + \beta^2} \quad (5)$$

ძალვა განივ არამატურაში, რომლის განიკვეთია A_{sw} ბიჯი კი S . ერთ გრძივ მეტრზე ძალვა $q_{sw} = R_{sw} A_{sw} / S$ მთელი ბზარის სიგრძეზე იქნება:

$$q_{sw} c^b \cos \alpha = q_{sw} b \beta^2 / \delta_1 \sqrt{1 + \beta^2} \quad (6)$$

ხოლო მომენტი:

$$\left[q_{sw} b \beta^2 / \delta_1 \sqrt{1 + \beta^2} \right] x \left(h_0 - \frac{\chi}{2} \right) \quad (7)$$

ძალვა შეკუმშული ზონის ბეტონში ტოლია:

$$R_b A_b = R_b \sqrt{1 + \beta^2} b \chi$$

შევადგინოთ წონასწორობის განტოლებები:

$$-\frac{R_s A_s}{\sqrt{1 + \beta^2}} + \frac{R_s A'_s}{\sqrt{1 + \beta^2}} - \frac{q_{sw} b \beta^2}{\delta \sqrt{1 + \beta^2}} + R_b \sqrt{1 + \beta^2} b \chi = 0 \quad (8)$$

$$R_b (\sqrt{1 + \beta^2}) b \chi = R_s A_s + q_{sw} b \frac{\beta^2}{\delta} - R_s A'_s \quad (9)$$

გარე დატვირთვებისგან გამოწვეული მომენტი ტოლია შიგა ძალების მომენტების ჯამისა, ამიტომ

$$T \frac{\beta + 1/\chi}{\sqrt{1 + \beta^2}} = \left(R_s A_s + \frac{q_{sw} b \beta^2}{\delta} \right) \frac{h_0 - \frac{\chi}{2}}{\sqrt{1 + \beta^2}} + \left(\frac{\chi}{2} - \alpha \right) \quad (10)$$

საიდანაც მივიღებთ

$$T \leq \frac{\left(R_s A_s + \frac{q_{sw} b \beta^2}{\delta} \right) \left(h_0 - \frac{\chi}{2} \right) + R_s A'_s \left(\frac{\chi}{2} - \alpha \right)}{\beta + 1/\chi} \quad (11)$$

როგორც ჩანს, T წარმოადგენს β - ს ფუნქციას. ყველაზე უფრო მცირე იქნება მაშინ, როცა $\frac{dT}{d\beta} = 0$, რაც მოგვცემს, რომ სახიფათო კვეთის დროს

$$\beta = -\frac{1}{\chi} + \sqrt{\left(\frac{1}{\chi}\right)^2 + \frac{\sigma}{\gamma}} \quad (12)$$

სადაც

$$\gamma = \frac{q_{sw} l_0}{R_s A_s}$$

(11) და (12) წარმოადგენს კვეთის ამტანუნარიანობას რღვევის 1 სქემის დროს. აღსანიშნავია რომ, (11)-ით და (12)-ით შეიძლება აღიწეროს $\chi = \frac{T}{M}$ დამოკიდებულება სახიფათო კვეთის დროს.

დატვირთვისა და რღვევის 2 სქემის დროს, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, შეკუმშული ზონა ღუნვის სიბრტყის პარალელურია. ზუსტად 1 სქემის ანალოგიური მეთოდით ხდება ზიდვის უნარის განსაზღვრა სახიფათო კვეთისათვის, სადაც:

$$T \leq \frac{(R_s A_s + q_{sw} h \beta^2 / \sigma) \times (b - a - \frac{\chi}{2})}{\beta(1 + 1/\lambda)} \quad (13)$$

$$\beta_1 = \sqrt{\alpha / \gamma} \quad (14)$$

$$\lambda = \frac{2T}{Qb}, \quad \gamma = \frac{q_{sw} h}{R_s A_s}$$

მოცემული მეთოდით შესაძლებელია კვეთის ამტანუნარიანობის მიახლოებითი შეფასება, რომელიც რიგ შემთხვევებში არაზუსტი და არასაიმედოა.

მდგომარეობის უფრო ზუსტად აღწერის მიზნით ანგარიშში აუცილებელია გავითვალისწინოთ მხები ძაბვებიც. ამკარაა რომ, მგრეხი მომენტის მოქმედების შედეგად ელემენტის განივკვეთში უნდა აღიძრას მხები ძალების ორი წყვილი τ_x და τ_y , რომელთა მომენტების ჯამი უნდა იყოს მგრეხი მომენტის ტოლი.

$$\vec{T}_x + \vec{T}_y = \vec{T} \quad (15)$$

მთავარი გამჭიმავი ძაბვები მიაღწევენ რა ბეტონის წინააღობის ზღვრულ მნიშვნელობას, ელემენტში წარმოიქმნება სივრცითი ბზარები, რომელთა ფორმა დამოკიდებულია მთავარი გამჭიმავი ძაბვების მიმართულებაზე - რაც თავისთავად განპირობებულია დატვირთვის სახეზე და M, T, Q ძალების ურთიერთშეფარდებაზე.

T და M - ის ერთობლივი მოქმედებისას ბზარის დახრის კუთხე გაჭიმულ წახნგთან შეიძლება გამოითვალოს.

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{\chi}{\sqrt{1 + \chi^2 + 1}} \quad (16)$$

სადაც $\chi = T/M$

ბზარების გაჩენის შემდეგ გამჭიმი ძალების ტოლქმედი, აგრეთვე Q დატვირთვა გადაეცემა ბზარებზე გამავალ გრძივ და განივ არმატურას, რის გამოც ამ უკანასკნელში აღიძვრება ნორმალური და მხები ძაბვები. გრძივი და განივი არმატურის ერთობლივი მუშაობა აღძრულ ძალებზე განპირობებულია გაჭიმვისა და ძვრის დეფორმაციების ურთიერთკავშირზე დახრილი ბზარების გაჩენის დროს.

განივი და გრძივი არმატურების მიერ გამჭიმავი ძალების ტოლქმედის მიღების შესაფარდებლად გამოყენებულია გაჭიმვასა და ძვრაზე დეფორმაციათა ერთობლიობა და შიგა ძალების გადანაწილება ბზარებში.

ყოველივე ზემოთქმულიდან შესაძლოა შემდეგი დასკვნების გაკეთება:

1) რკინაბეტონის ელემენტები ღუნვა-გრეხის დროს, აგრეთვე სუფთა გრეხის დროს სივრცულად დამაბულნი არიან მუშაობის ყოველ სტადიაში. ბზარები წარმოადგენს სივრცულად დამაბული ბეტონის ბლოკებისგან შედგენილ სისტემებს, რომელთა ფორმა დამოკიდებულია არაბრტყელ ბზარებზე და განივი და გრძივი არმატურის ღეროებზე, რომლებიც კრავენ ბლოკებს ერთ სისტემად, არმატურის ღეროები იღებენ რა ბზარებში როგორც ნორმალურ, ისე მხებ ძალებს, იმყოფებიან აგრეთვე რთულ დამაბულ მდგომარეობაში და ამ დროს არმატურის დენადობის ზღვარი, რომელიც განსაზღვრავს ელემენტის სიმტკიცეს, შედარებით მცირეა.

2) სიმტკიცის ანგარიში ღუნვა-გრეხის დროს უნდა მოხდეს სივრცითი სისტემის ზღვრული მდგომარეობით, აუცილებლად გასათვალისწინებელია არმატურის დენადობის ზღვარის კრიტერიუმი, რომელიც განსაზღვრულია არმატურის რთული დამაბული მდგომარეობით. ეს კრიტერიუმი დამყარებულია შიგა ძალების ისეთ განაწილებაზე, რომელიც შეესაბამება დეფორმაციების ერთობლიობას ბზარების გახსნის დროს.

ამ დასკვნების შესაბამისად ხდება ზემოთ მოყვანილი ანგარიშის დაზუსტება და თანამედროვე ნორმებში ლუნვა-გრებისას ელემენტის სიმტკიცის განსაზღვრა შემდეგნაირად:

განხილულია ელემენტის რღვევის სამი ძირითადი სქემა.

I სქემის დროს ელემენტის რღვევა ხდება გრეხა-ლუნვით, განივი ძალის სიდიდე შედარებით მცირეა.

II სქემის დროს რღვევა ხდება მღუნავი მომენტის მცირე მნიშვნელობის დროს, როცა დიდია მგრები მომენტი და განივი ძალა.

III სქემის დროს ლუნვით შეკუმშულ ზონაში გაცილებით მეტი არმატურაა, რომელიც საჭიროა მგრები მომენტისათვის.

ელემენტის სიმტკიცე იანგარიშება სამივე სქემით შემდეგი პირობიდან გამომდინარე: ელემენტის შეკუმშული ზონის სიმაღლე მის ცენტრზე გამავალი ღერძის მიმართ გამოითვლება იმ პირობით, რომ შიგა ძალების მომენტების ჯამი არ უნდა აღემატებოდეს გარე დატვირთვებს.

$$T \leq R_s A_s (h_0 - 0,5\chi) \cdot (1 + \varphi_w \delta \lambda^2) (\varphi_q \lambda + \chi) \quad (17)$$

M, Q, და T გამოთვლილია ელემენტის იმ ნორმალური კვეთისათვის, რომელიც ემთხვევა სივრცითი კვეთის შეკუმშული ზონის სიმძიმის ცენტრს.

$$\text{სადაც } \chi = (R_s A_s - R_{sc} A'_s) / R_b b$$

$$\text{II სქემის დროს } \chi = 0 \text{ და } \varphi_q = 1 + 0,5hQ/T$$

$$\text{III სქემის დროს } \varphi_q = 1 + 0,5hQ/T \text{ და } \lambda = -\frac{M}{T}$$

კვეთი საჭიროა შემოწმდეს :

1) მგრები მომენტზე

$$T = M_k \leq 0,07R_b b h_0^2 \quad (18)$$

2) განივი ძალის მიხედვით

$$Q \leq 0,25R_b b h_0 \text{ და } Q \leq Q_{sw}^s / (1 + 1,5\chi) \quad (19)$$

სადაც Q_{sw}^s არის განივი ძალა, რომელსაც იღებენ სუფთა გრების დროს ბეტონი და განივი არმატურა.

3) გრძივი და განივი არმატურების ფარდობა უნდა აკმაყოფილებდეს პირობებს:

ა) ღუნვის სიბრტყის პერპენდიკულარული წახნაგებისათვის

$$0,5 \leq \varphi_{sw} \left(1 + 2/\chi \sqrt{\frac{1}{\delta}} \right) \leq 1,5 \quad (20)$$

ბ) პარალელური წახნაგებისათვის $0,5 \leq \varphi_{sw} \leq 1,5$

ახალი მაღალი სიმტკიცის ბეტონისა და საარმატურე ფოლადის გამოყენება იძლევა საშუალებას შევამციროთ კონსტრუქციული ელემენტების განივი კვეთის ზომები. ასეთი ღონისძიების ჩატარება თავისთავად იწვევს სიხისტის შემცირებას და მოქნილობის გაზრდას. ამიტომ შეიძლება რკინაბეტონის კარკასული შენობის სვეტებმა ზიდვის უნარი დაკარგოს არა სიმტკიცის პირობის ამოწურვით, არამედ მდგრადობის დაკარგვით.

მოცემულ თავში გაანალიზებულია საანგარიშო დამოკიდებულებები შეკუმშულ-დაგრეხილი ღეროების საანგარიშოდ, რომელიც მიღებულია რკინაბეტონის კონსტრუქციების დრეკად-პლასტიური თავისებურების გათვალისწინებით.

განხილულია შემთხვევა, როდესაც ელემენტზე მოქმედებს ერთდროულად P ძალა და T მგრები მომენტი.

გამოთვლილია $N_{კრ}$ - კრიტიკული ძალის სიდიდე მდგრადობის დაკარგვის დროს.

$$N_{კრ} = EI \left[\left(\frac{\pi}{l} \right)^2 - \left(\frac{T}{2EI} \right)^2 \right] \quad (21)$$

სადაც $N_{კრ}$ მკუმშავი ძალაა ღეროს მდგრადობის დაკარგვის მომენტში, რომლის მნიშვნელობაშიც მნიშვნელოვანი გავლენა შეიტანა T მგრებმა მომენტმა.

შემოთავაზებულია დრეკადობის მოდულის E_{bt} და ძაბვების სიდიდეების განსაზღვრა არმატურასა და ბეტონში მდგრადობის დაკარგვის მომენტში. მათი მათემატიკური გარდაქმნის შედეგად მიღებულია კუბური განტოლება. ამ განტოლების ამოხსნის შედეგად მიღებულია დრეკადი გულის სიმაღლე Z-ის მნიშვნელობა

კრიტიკულ მდგომარეობაში დრეკადი გულის ინერციის მომენტი განისაზღვრება ეილერის ფორმულით და უდრის:

$$I_{კრ} = \frac{l_p^2 N}{\pi^2 E_b} \quad (22)$$

მართხუთხა კვეთისათვის მიახლოებით გვექნება:

$$I_{კრ} = \frac{b_1 \cdot Z_{კრ}^3}{12} + n \cdot I_{დ.გ} \quad (23)$$

სადაც $I_{დ.გ}$ არმატურის ინერციის მომენტია დრეკადობის ზღვრამდე, დაყვანილი კვეთის დრეკადი გულის ცენტრალური ღერძის მიმართ.

(21) გამოსახულების თანახმად გვაქვს:

$$Z_{კრ} = \sqrt[3]{\frac{12(I_{კრ} - nI_a)}{b_1}} \quad (24)$$

კრიტიკულ მდგომარეობაში უნდა დაკმაყოფილდეს პირობა როცა $Z = Z_{კრ}$ ანუ

$$f'(Z) = 0 \quad (25)$$

შევვიძლია შევაფასოთ შეკუმშულ-დაგრეხილი რკინაბეტონის ღეროს მდგრადობა $Z_{კრ}$ და $Z'_{კრ}$ გამოსახულებების შედარებით.

$$Z'_{კრ} = \frac{-A_{II} \pm \sqrt{A_{II}^2 - 3A_I \cdot A_{III}}}{3A_I} \quad (26)$$

როცა $Z_{კრ} = Z'_{კრ}$ - ღერო იმყოფება კრიტიკულ მდგომარეობაში

როცა $Z_{კრ} < Z'_{კრ}$ - მდგრად მდგომარეობაში

როცა $Z_{კრ} > Z'_{კრ}$ - არამდგრად მდგომარეობაში

მეოთხე თავში განხილულია კარკასული შენობის სეისმომდეგობის ანალიზი, ევროპის მაკროსეისმური სკალის EMS-92 - ის მიხედვით. განხილულია მეთოდი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ არსებული შენობების მიწისძვრის შედეგად მოსალოდნელი დაზიანების ხარისხი, დამანგრეველი მიწისძვრების შედეგების ანალიზის ბიბლიოთეკის და აშენებული შენობა-ნაგებობების დაზიანების კლასის საშუალებით.

ევროპის მაკროსეისმური სკალის EMS-92 - ის მიხედვით შენობები ხასიათდებიან შემდეგნაირად:

1) კონსტრუქციული სქემა (ჩარჩო, დიაფრაგმა, სიხისტის ბირთვი);

2) გამოყენებული მასალა (ბეტონი, რკინაბეტონი. მათი მარკები, სვეტების და რეგელის კვეთები, კარკასის დანაწევრების სახე, სართულიანობა);

3) შენობის დინამიკური მახასიათებლები (ხისტი, მოქნილი, ძლიერ მოქნილი, მასების განაწილება შენობის გეგმაში და სიმაღლეზე);

4) შენობის რეგულარობის დონე (შეიძლება იყოს R_1 - დაბალი, R_m - საშუალო, R_h - მაღალი, გამოწვეული მასათა და სიხისტის ცენტრის აცდენით);

5) სეისმომდეგობის დონე დამოკიდებული მშენებლობის ხარისხზე (დაბალი Q_1 , საშუალო Q_m და მაღალი Q_h);

6) სეისმომდეგობის დონე დამოკიდებული პროექტირების ხარისხზე (I - ჯგუფი; სეისმოდამცავი სისტემების გამოყენებით, II - ჯგუფი; გაანგარიშებულია შენობა კოდებით, III - ჯგუფი; შენობა ანტისეისმური ღონისძიებების გარეშე);

7) II-ჯგუფი იყოფა შემდეგნაირად: დამოკიდებულია პროექტირებაზე (ASD_7 - ანტისეისმური კონსტრუირების დაბალი დონე (7 ბალი), ASD_8 - ანტისეისმური კონსტრუირების საშუალო დონე (8 ბალი), ASD_9 - ანტისეისმური კონსტრუირების მაღალი დონე (9 ბალი)).

ამრიგად დახასიათებულ შენობას მიენიჭება დაზიანების კლასი (A, B, C, D, E, F) კარკასული შენობისთვის მიღებულია კლასი C, D, E, F, დაზიანების ხარისხი (1, 2, 3, 4, 5) რაც მოიცავს უმნიშვნელო დაზიანებას და სრულ ნგრევას.

მაგალითისთვის განხილულია ტელეკომპანია „რუსთავი 2“-ის შენობა, რომელიც მდებარეობს ვაჟა-ფშაველას გამზირზე და სასტუმრო „აჭარა“-ის შენობა, რომელიც მდებარეობს გამსახურდიას გამზირზე.

შენობები აგებულია ორი ათეული წლის წინ და გაანგარიშებულია იმ დროს არსებული სეისმური ნორმების თანახმად.

ა) რუსთავი 2-ის 16 სართულიანი შენობა

შენობის ზოგადი დახასიათება:

ზომები გეგმაში: 18x24 მ სიმაღლე H=58მ.

მალები: 6x6x6 მ

ბიჯი ჩარჩოებს შორის: 6.0 მ

სიხისტის ბირთვის ზომები: 9x12 მ. სისქე - 40 სმ

სვეტების განივი კვეთები: $b \times h = 60 \times 60$ სმ

მზიდი რიგელები: $b \times h = 60 \times 60$ სმ

არამზიდი რიგელები: $b \times h = 60 \times 40$ სმ

ჩარჩო მონოლითურია - სიხისტის ბირთვის კედლები მონოლითურია, $h=40$ სმ, ჩაკეტილი ოთხკუთხა ფორმის.

შენობას აქვს სარდაფი, მაღალი ღია პირველი სართული ($h = 6.0$ მ), 15 ტიპიური სართული ($h = 3.3$ მ) და ზედა ტექნიკური სართული ($h = 2.6$ მ).

სართულშუა გადახურვები - შესრულებულია ასაწყობი ღრუტანიანი ფენილებით.

შენობის კონსტრუქციული სქემა - კავშიროვანი, სიხისტის ბირთვით

ბეტონის კლასი - B30

გარე შევსება - რ/ზ ფილებით

რეგულარობის დონე - R_m საშუალო (რეგულარობა სიმაღლეზე

დარღვეულია-პირველი

სართული ღიაა და

განსხვავებული სიმაღლის)

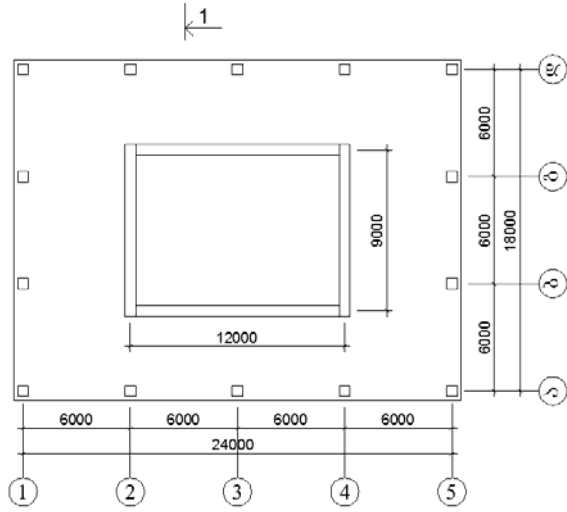
დინამიკური მახასიათებელი - საშუალოდ ხისტი

სეისმომედეგობის დონე:

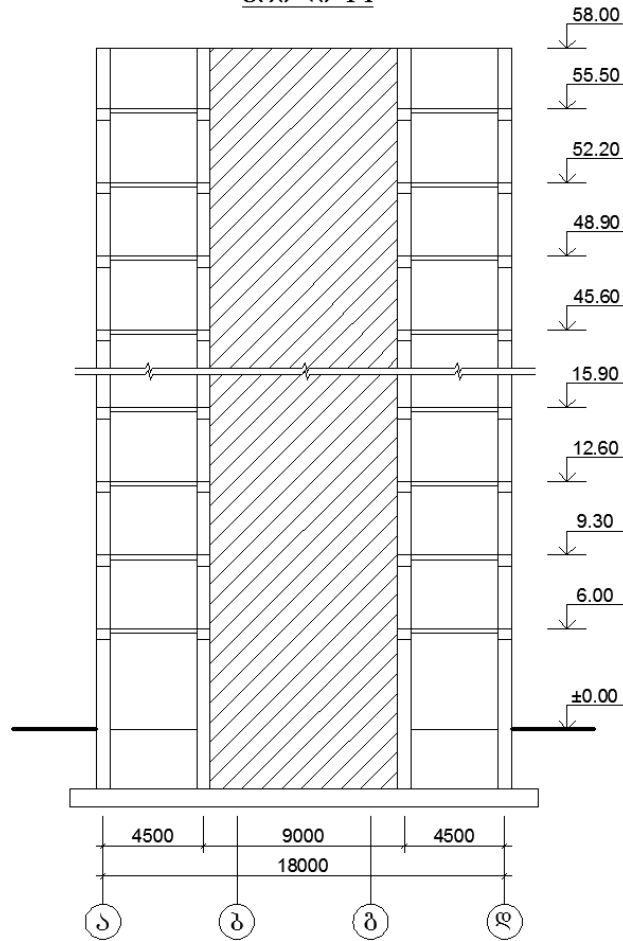
ა) დამოკიდებული მშენებლობის ხარისზე - დაბალი Q_1

ბ) დამოკიდებული პროექტირების დონეზე - მეორე ჯგუფი (გაანგარიშებულია კოდებით) და ეკუთვნის ASD₇ (ანტისეისმური კონსტრუქციების მინიმალური დონე - 7)

პიანო



პროფილი 1-1



ნახ. 2

კომენტარი:

საძირკველი შესრულებულია მონოლითური წიბოვანი რკინაბეტონის ფილით. გადახურვის დისკო შესრულებულია კარგად. სიხისტის ბირთვის სისქე საკმარისია და მოთავსებულია შენობის სიმეტრიის ღერძზე.

დაზიანების კლასი					
A	B	C	D	E	F
			*		

მოსალოდნელი დაზიანების ხარისხი				
1	2	3	4	5
		*		

ბ) სასტუმრო „აჭარა“ ქ.თბილისში

შენობის ზოგადი დახასიათება:

ზომები გეგმაში: 15x44.8 მ სიმაღლე H=56.4 მ

მალები: 6x3x6 მ.

ბიჯი ჩარჩოებს შორის: 6.4 მ

სვეტები: განაპირა $b \times h = 40 \times 70$ სმ შიგა $b \times h = 50 \times 40$

მზიდი რიგელები: $b \times h = 40 \times 70$ სმ

რიგელები გრძივი: $b \times h = 120 \times 25$ სმ

ჩარჩოების დანაწევრება - ხაზოვანია, ერთსართულიანი მონოლითური სვეტები და ერთმალიანი ანაკრები რიგელები.

კარკასის ელემენტების შეერთების კვანძები მონოლითურია.

სართულშუა გადახურვები - შესრულებულია ასაწყობი ღრუტანიანი ფილებით.

შენობის კონსტრუქციული სქემა - ჩარჩოვანია

ბეტონის კლასი - B30

გარე შევსება - მცირე ბლოკებით

რეგულარობის დონე - R_m საშუალო (რეგულარობა სიმაღლეზე

დარღვეულია, პირველი

სართული ღიაა და

განსხვავებული სიმაღლის)

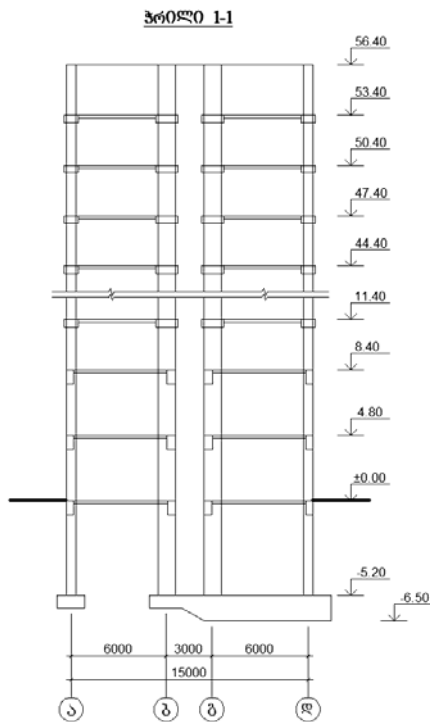
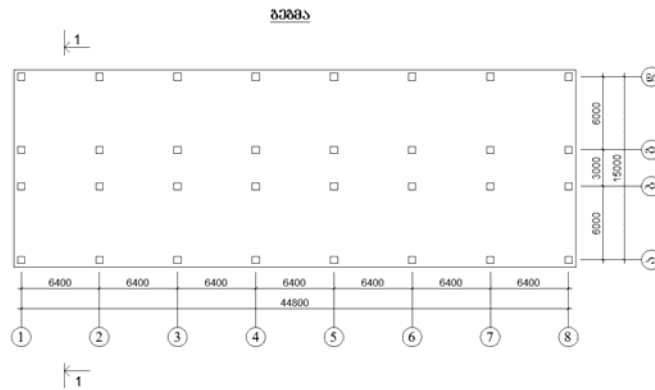
გააჩნია მაღალი ღია პირველი სართული ($h = 4.8$ მ), ქვედა ტექნიკური სართული ($h = 3.0$ მ), 16 ტიპური სართული ($h = 3.6$ მ) და ზედა ტექნიკური სართული ($h = 3.0$ მ).

დინამიური მახასიათებელი - მოქნილი

სეისმომედეგობის დონე:

ა) დამოკიდებული მშენებლობის ხარისზე - დაბალი Q_1

ბ) დამოკიდებული პროექტირების დონეზე - მეორე ჯგუფი (გაანგარიშებულია კოდებით) და ეკუთვნის ASD₇ (ანტისეისმური კონსტრირების მინიმალური დონე - 7)



ნახ. 3

კომენტარი:

შენობის საძირკველი: ნაწილობრივ რ/ზ მონოლითური ფილა, ნაწილობრივ წერტილოვანი. გადახურვის დისკოები კარგად არიან შევსებული და დამონოლითებული.

დაზიანების კლასი					
A	B	C	D	E	F
			*		

მოსალოდნელი დაზიანების ხარისხი				
1	2	3	4	5
		*		

ქირითაღი ღასკვნეპი

1. რკინაბეტონის ელემენტების დაპროექტების დღეისათვის არსებულ ნორმებში შეკუმშული ელემენტების ანგარიშის მეთოდისა მდგრადობაზე, როდესაც ელემენტზე მოქმედებს M,Q,T ძალები, არასრულყოფილია და მოითხოვს შემდგომ დამუშავებას და დახვეწას განსაკუთრებით სეისმური რაიონებისათვის. კერძოდ, არ არის გათვალისწინებული ვერტიკალური სეისმური ზემოქმედებისას შენობის არარეგულარობა, ჰორიზონტალური რხევების გავლენა შეკუმშული ელემენტების მდგრადობაზე.
2. არარეგულარული შენობებისათვის ვერტიკალური სეისმური ზემოქმედებისას გრძივი ძალების მნიშვნელობები, გაანგარიშებული ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მეთოდით, 30-40 % ჭარბობს ნორმატიული დოკუმენტების СНИП მიხედვით გაანგარიშებულ ანალოგიურ ძალას. ამასთან, სეისმური ზემოქმედების ვერტიკალური მდგენლისაგან აღძრული ძალების განსასაზღვრავად სპეციალური კოეფიციენტით μ_i გათვალისწინებული უნდა იქნეს სისტემის გადატანით-ბრუვითი მოძრაობის ეფექტი.
3. შემოთავაზებულია შეკუმშული ელემენტების გაანგარიშების მეთოდისა სეისმომდგრადობაზე მკუშავი და მგრეხი ძალების ერთობლივი მოქმედებისას.
4. მდგრადობის დაკარგვის პროგრნოზირებისათვის შემოთავაზებულია სტატიკური და დინამიური ექსცენტრისიტეტის სასაზღვრო მნიშვნელობების განსაზღვრის მეთოდისა.
5. დატვირთვის რთული რეჟიმების დროს რკინაბეტონის კონსტრუქციების მდგრადობაზე დეფორმაციული სქემით გაანგარიშებისათვის აგებულია მდგრადობის ზღვრული ზედაპირები, რომელიც საშუალებას გვაძლევს მგრეხი მომენტის და მკუშავი ძალის ნებისმიერი თანაფარდობისათვის განვსაზღვროთ ჩაღუნვის ან მობრუნების კუთხის კრიტიკული მნიშვნელობები.

6. რთული დატვირთვის პირობებში ბეტონისა და რკინაბეტონის შეკუმშული ელემენტების მდგრადობაზე პრაქტიკული გაანგარიშებისათვის დამუშავებულია მეთოდიკა დრეკადი გულის სიმაღლის გამოყენებით, რომელიც ითვალისწინებს ღეროში პლასტიკური დეფორმაციების განვითარებას.

7. როგორც ზემოთ ვნახეთ, საკმაოდ რთულია მაღლივი კარკასული შენობების სეისმომდეგობის უზრუნველყოფა სწორად შერჩეული საანგარიშო სქემის, მზიდი ელემენტების გეომეტრიული ზომების, დატვირთვების რეგულარობის, შენობის გეგმისა და სიმაღლის, რეგიონის ბალიანობის, დინამიური მახასიათებლების, შესაბამისი სამშენებლო მასალის და სხვა მნიშვნელოვანი მახასიათებლების გარეშე, რომლებიც სამშენებლო ნორმებისა და წესების მიხედვით უნდა იყოს გათვალისწინებული.

8. “EMS-92”-ის მიხედვით შესაძლებელია არსებული შენობების მშენებლობის ხარისხის და რეგულარობის მიხედვით დავადგინოთ მოსალოდნელი დაზიანების ხარისხი, სწორედ და დროულად გამოვავლინოთ მოსალოდნელი საფრთხეები, რომლებიც შეიძლება გამოიწვიოს მიწისძვრამ, რომლის პროგნოზირებას ამაოდ ცდილობენ მსოფლიოს გამოჩენილი მეცნიერები.

დისერტაციის ძირითადი შინაარსი გამოქვეყნებულია შემდეგ ნაშრომებში

1. გ. სულავა, ლ. კახიანი, ლ. ბალანჩივაძე, ა. ცაკიაშვილი - ნაგებობათა სეისმომდეგობაზე გაანგარიშების სტატიკური მეთოდის გამოყენება - სამცხიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(25), თბილისი 2012, გვ.137-139;
2. გ. სულავა, ჯ. ესაიაშვილი, ლ. კახიანი - სეისმომდეგი შენობების გაანგარიშება არაწრფივი სტატიკური მეთოდით - სამცხიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3(26), თბილისი 2012, გვ.156-159;
3. გ. სულავა - სეისმომდეგი შენობების გაანგარიშება არაწრფივი სტატიკური მეთოდით - სტუდენტთა მე - 80 ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია, თბილისი 2012, გვ.16;
4. გ. სულავა, ლ. კახიანი, ლ. ბალანჩივაძე, ა. ცაკიაშვილი - მონოლითური რკინაბეტონის სართულშორისი გადახურვა კონტურზე დაყრდნობილი ფილებით (მეთოდური მითითებები) - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი 2012, გვ.44;
5. გ. სულავა, ჯ. ესაიაშვილი - რკინაბეტონის ხისტ-პლასტიური ნაგებობების გაანგარიშება მრავალჯერადი სეისმური დატვირთვის შემთხვევაში - სამცხიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3(30), თბილისი 2013, გვ.133-138;
6. გ. სულავა - არსებული კარკასული შენობების სეისმური ზემოქმედებისაგან გამოწვეული მოსალოდნელი დაზიანების პროგნოზირება „EMS 92“ - სამცხიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №1(32), თბილისი 2014, გვ.73-77.

Abstract

Annually worldwide occurs more than 300 earthquakes, accompanied by fires, caused by them collapse exceed damage caused by the earthquake itself. According to the UNESCO data worldwide since 1925 up to 1950 in earthquakes were killed 350 thousand people, and material losses makes up to 10 billion dollars. Only in the Tokyo earthquake that occurred in 1923, were killing 140 thousand people.

By the Japanese scientists in 20 - th century has been developed "static theory" for calculation of seismic stresses in buildings. In 1900, N. Omori improves the theory. He determines that at every point displacement is causing the vibration of foundation.

In 1920, Japanese scientists N. Mononobem suggest to researchers that the seismic force would be calculated due taking into account the deformation of the building.

In 1927 by K. Zavriev to ensure the seismic resistance of structures was proposed the dynamic model that further was improved the M. Bio.

Due thje earthquake's analysis in various countries was developed normative materials, codes for calculation of seismic loads that impose certain restrictions to ensure seismic resistance.

In the sissertation work is considered the multi – storey reinforcement concrete frame buildings fracture responses from due impact of seismic load.

In recent year's damging earthquake's analysis showed that the reinforced concrete multi - storey buildings collapse was caused by the loss of column's stability.

Is considered the leading countries codes, a critical analysis of the earthquakes up to nowadays, are proposed the caused by seismic load parameters for taking into account in the calculations.

The feasibility and effectiveness of plastic propertie's application for earthquake proofing reinforced concrete structures is proposed.

Is considered the taking into account at design the necessary conditions for creation of seismic resistance systems.

For the development of seismically resistant systems is necessary to buildings have a simple configuration in plane, related to two mutually perpendicular major axis direction the buildings shape would be a symmetrical and approximately with the same stiffnesses. In addition, the covering horizontal plane will be absolutely rigid.

The simple configuration in plan and keeping of symmetry, carruing out constant ceeping of strength and stiffness, correct arrangements of rigidity cores, analysis of input angles stresses concentration at seismic impact gives the possibility at reliable operation of building in the volatile earthquake conditions.

At drawing up of new national standards were taken into consideration the basic principles and objectives that are required to the calculation norms. By the calculation methods of seismic load on structures is allowed the probability of rupture, because the rupture avoiding is non-real. The normative document intended to provide a control of rupture degree at various stages of operation.

In the dissertation work are considered joint action of various factors in the compressed reinforced concrete elements on seismic resistance, are developed operating on bending - torsion element strength analysis an experimental - theoretical foundations.

Is considered the case, when on the building are acting T torsion and M bending moments, also on the element are acting the torque and shear force, are proposed design formulae, rupture schemes, necessary for the M and T stresses determination formulae.

The paper focuses on the action of torque, its impact on the stability of the compressed concrete elements.

New materials, application of high-strength concrete and steel reinforcement bar gives the possibility to reduce the cross-sectional dimensions of structural elements that leads to reduction of rigidity and increase in flexibility. Thus is possible to lose of columns of reinforced concrete frame building the load carrying capacity not due strength condition, but due the loss of stability.

The design formulae for definition of critical force and determination of cross-section mode of deformation are proposed. It is known from literature that the structures rupture at seismic load effect occurs as a result of the accumulation of plastic deformations.

Is proposed the equation, due which would be evaluated compressed - torqued reinforced concrete rod's stability by comparison of Z_{cr} and Z'_{cr} expressions.

When $Z_{cr} = Z'_{cr}$ - the rod is in critical state

When $Z_{cr} < Z'_{cr}$ - the rod is in stable state

When $Z_{cr} > Z'_{cr}$ - is in the non-stable state.

In the Chapter 4 of work firstly is proposed the analysis of frame buildings seismic resistance accordingly of macro-seismic scale.

From ancient times people tried to assess the intensity of the force of the earthquakes.

For the first time in 1883 by Italian seismologists Rossi with Swiss Saporel was developed 10 point scale. The improvement of this scale was carried out by lot of years and finally was developed the 12 magnitude scale that is still in operation.

Is determined the ground acceleration accordingly of each magnitude of scale that was specified due experiments by scientists from different countries.

The main principles have been used by S. Medvedev, V. Shponhoyer and V. Karnik by MSK-64 scale preparation that represents of timproved variant of all previously existing scales.

According to the "Eurocode 8" recommendations in the new scale building's main character at earthquake basically is determined by two factors, the degree Q and R regularity indicators.

Due the scale were accepted three levels of degree assessment: Q_l - low; Q_m - medium and Q_h - high.

Very broad, important concepts include the term of regularity that is determined in similar of degree by the 3 levels: R_l - low, R_m - medium and R_h - high.

To in a certain country worldwide, due application of the macro-seismic scale to determined the earthquake's intensity, it is necessary to determine in the building area basic characteristics accordingly of Q – degree and R - regularity.

In the work are offered examples expected earthquake damage of existing buildings.