

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ირაკლი სალაძე

სეისმოზოლოგიის სისტემის გავლენა რკინაბეტონის მაღლივი კარკასული
შენობის დინამიურ მახასიათებლებზე

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

სადოქტორო პროგრამა ----- შიფრი

თბილისი

2015წელი

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

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ასოც. პროფესორი ლია კახიანი

რეცენზენტები: პრ. ა. ყუბანიევილი
პრ. დ. ჯანყარაშვილი

დაცვა შედგება 2015 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:

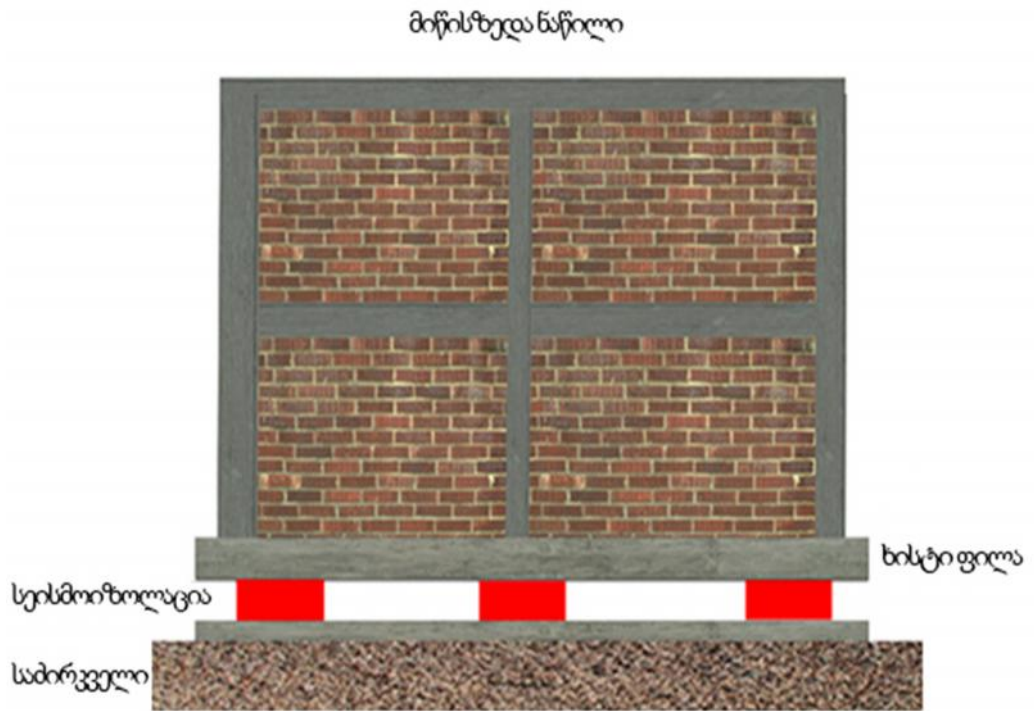
სრული პროფესორი დ.ტაბატაძე

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალურობა. მიწისძვრა ერთ–ერთი საშინელი სტიქიური მოვლენაა, რომლის პროგნოზირება მეცნიერებმა დღემდე ვერ შეძლეს. წლის განმავლობაში რამდენიმე ათასი სხვადასხვა სიმძლავრის მიწისძვრა ხდება, რომელსაც დიდი მატერიალური ზარალი და ადამიანთა მსხვერპლი ახლავს. თუ გავიხსენებთ მსოფლიოში მომხდარ მიწისძვრებს, რომელსაც ბოლო 50 წლის განმავლობაში 3 მილიარდზე მეტი ადამიანი ემსხვერპლა, მატერიალურმა ზარალმა რამდენიმე ათას მილიარდ დოლარს გადააჭრავს, უამრავი ადამიანი საცხოვრებელი სახლის გარეშე დატოვა და ქვეყნებს აუნაზღაურებელი ზიანი მიაყენა. როგორც ცნობილია საქართველოს ტერიტორია სეისმურად აქტიურ რეგიონში მდებარეობს, რომლის ტერიტორიის ბალიანობაც ბოლო პერიოდში 7,8,9 ბალით გაიზარდა, ადვილად გასაგებია, რა ელოდება იმ შენობებს, რომლებიც რამდენიმე ათეული წლის წინათ არის აგებული და თუ რა ღონისძიებების გატარება არის საჭირო ახალ, მშენებარე შენობა–ნაგებობთან მიმართებაში. ჩვენი ქვეყნისათვის ძალზედ უმნიშვნელოვანესია, რომ გადაჭრილ იქნას სეისმომედეგი მშენებლობის პრობლემა, რომლის ერთ–ერთი ოპტიმალური უზრუნველყოფის თანამედროვე მიმართულებასაც წარმოადგენს სეისმოდამცავი სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს მიწისძვრისაგან გამოწვეული ძაღვების შემცირებას, 1–2 ბალით, რაც პირდაპირ არის დაკავშირებული მზიდი კონსტრუქციების კვეთების, არმატურისა და ბეტონის ხარჯის შემცირებასთან და ზოგადად, მშენებლობის გაიაფებასთან. სეისმოდამცავ სისტემებს აქტიურად იყენებენ მსოფლიოში წამყვანი ქვეყნები, მისი გამოყენება ერთნაირად შესაძლებელია, როგორც ახალ, ასევე არსებულ სხვადასხვა საინჟინრო–სეისმოლოგიურ პირობებში განთავსებული შენობებისათვის.

სეისმოიზოლატორის საძირკველში განთავსების დროს, ძირეულად იცვლება შენობა–ნაგებობის საანგარიშო სქემა. თუ ჩვეულებრივი მრავალსართულიანი შენობა არის n-ჯერ სტატიკურად ურკვევი, სეისმოიზოლატორის მქონე შენობის საანგარიშო სქემა არის ორჯერ სტატიკურად ურკვევი, რომლის გაანგარიშება ბევრად უფრო მარტივია. ერთ მასას წარმოადგენს სეისმოიზოლატორი ხისტი გადახურვით, რომელსაც ეყრდნობა შენობის მიწისზედა ნაწილი, ხოლო მეორე მასა არის მიწისზედა ნაწილის მთლიანი მასა. მარტივად რომ ვთქვათ და უკეთ იყოს გასაგები, მიწისძვრის დროს დეფორმაციას განიცდის სეისმოიზოლატორი (გრუნტის აჩქარების გამო), ხოლო მიწისზედა

ნაწილი გადაადგილდება ხისტ ფილასთან ერთად, როგორც მთლიანი მასა, მყარი ტანი. ამდენად მზიდი კონსტრუქციები ძალზე მცირე ძვრის დეფორმაციას განიცდის.



ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ სეისმოდამცავი სისტემის გამოყენება გარკვეულწილად ზრდის მშენებლობის ღირებულებას, მაგრამ იგი ბევრად ნაკლებია იმ ღირებულებაზე, რომელიც შესაძლოა იყოს საჭირო მიწისძვრის შემდეგ, როგორცაა: მატერიალური ზარალი, ადამიანების მსხვერპლი, დანგრეული შენობების აღდგენა, ინფრასტრუქტურის მოწესრიგება, პანიკა და სხვა..ყველა ზემოთ მოყვანილი ხარჯები ძალზე ბევრად აღემატება სეისმოდამცავი სისტემის მოწყობის ხარჯებს.

სამუშაოს მიზანი: სეისმოდამცავი სისტემების გავლენის გამოკვლევა რკინაბეტონის მაღლივი კარკასული შენობების დინამიურ მახასიათებლებზე, მათი ეფექტური გამოყენების შესწავლა, სტატიკური და დინამიური მახასიათებლების დადგენა რეალური კონსტრუქციისათვის, ღირებულებისა და ეკონომიურობის შეფასება.

მეცნიერული სიახლე: ნაშრომში განხილულია მრავალმასიანი კარკასი და მრავალმასიანი კარკასული შენობის საანგარიშო ორ მასიანი სქემით შეცვლა, გაანგარიშების გამარტივება, ახლად ასაგები და უკვე

აგებული ნაგებობების სეისმომდეგობის ამაღლება და სეისმოუსაფრთხოება.

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

მიღებული შედეგების გამოყენება შესაძლებელია: როგორც ახალ, ასევე უკვე არსებულ სხვადასხვა საინჟინრო-სეისმოლოგიურ პირობებში განთავსებული შენობა-ნაგებობებში, რაც უზრუნველყოფს სეისმური უსაფრთხოების ამაღლებას, განსაკუთრებითმეტად საპასუხისმგებლო ნაგებობებში : საავადმყოფოები, სკოლები, საბავშვო ბაღები, მუზეუმები, ადმინისტრაციული შენობები, რომელიც მიწისძვრის დროს უნდა ფუნქციონირებდეს გამართულად.

აპრობაცია: სადისერტაციო ნაშრომის როგორც ცალკეული, ისე ძირითადი შედეგები მოხსენებულ იქნა სადოქტორო პროგრამით გათვალისწინებულ 3 კოლოკვიუმზე და სტუდენტთა 82-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სამრეწველო და სამოქალაქო მშენებლობის დეპარტამენტში.

პუბლიკაციები: სადისერტაციო სამუშაოს ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია დისერტაციასთან დაკავშირებულ 3 სამეცნიერო ნაშრომში.

სამუშაოს მოცულობა და სტრუქტურა: სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლის, 4 თავის, დასკვნის და გამოყენებული ლიტერატურის 51 დასახელების ნუსხისაგან. ტექსტის საერთო მოცულობაა 110 გვერდი.

ნაშრომის შინაარსი

პირველი თავი ეხება მიწისძვრებს, სადაც საუბარია მის გამომწვევ მიზეზებსა და იმ კატასტროფულ შედეგებზე, რომელიც თან სდევს მიწისძვრას. განხილულია ასევე სეისმოდამცავი სისტემების უკვე არსებული სახეობები და რკინაბეტონის კარკასული შენობების სეისმოდამცავი სისტემების კვლევის ისტორიულ მიმოხილვა. მოყვანილია აგრეთვე მიწისძვრით გამოწვეული არსებული ბიბლიოგრაფიული მასალის მიმოხილვა და ანალიზი.

მიწისძვრა ბუნებრივ კატასტროფებს შორის ერთ-ერთი ყველაზე საშიში მოვლენაა, რომელსაც დიდ მასშტაბებში გამოვლენისას ხშირ შემთხვევაში თან ახლავს ნგრევა, მსხვერპლი და დიდი რაოდენობით ზარალი. მიწისძვრას იწვევს დედამიწის წიაღში მიმდინარე პროცესები, რაც შესაძლოა იყოს ვულკანის მოქმედებით გამოწვეული, კარსტული ჩაქცევები, აფეთქებები და სხვა, მაგრამ ხშირ შემთხვევაში ამ პროცესის მთავარი გამომწვევი მიზეზი ის ტექტონიკური პროცესებია, რომელიც დედამიწის ლითოსფეროსა და ზედა მანტიაში ხდება. მიწისძვრები წლის განმავლობაში რამოდენიმე ათასჯერ ხდება, მაგრამ სხვადასხვა სიმძლავრით და შესაბამისად, ამათგან ზოგიერთი დამანგრეველია, ზოგიერთი ადამიანისათვის საერთოდაც შეუჩნეველი.

ჰიპოთეზის თანახმად, დედამიწის მყარი ნაწილი შედგება დიდი სიმტკიცის გიგანტური ბლოკებისაგან, რომლებიც გაერთიანებულნი არიან შედარებით სუსტი ქანებით. ამ სუსტი ქანების დეფორმაციის ხარჯზე ბლოკები განუწყვეტლივ მოძრაობენ. მოძრაობის სიჩქარე ძალიან მცირეა – რამდენიმე სანტიმეტრი ათეული წლების განმავლობაში. მეზობელი ბლოკების ურთიერთსაწინააღმდეგო მოძრაობისას, ძვრის დეფორმაციის გამო, ნაკერში თანდათანობით იზრდება ძაბვა, რაც მასალის სიმტკიცის ზღვრული მნიშვნელობის მიღწევასთან ერთად იწვევს ქერქის გარღვევას, ამ დროს ხდება დედამიწაში დაგროვებული ენერჯის გამოთავისუფლება.

საქართველოს ტერიტორია, როგორც კავკასიის სეისმური რეგიონის განუყოფელი ნაწილი, ალპურ-ჰიმალაურ სეისმოაქტიურ სარტყელს მიეკუთვნება. ჩვენი ქვეყნის ტერიტორია მოსალოდნელი მიწისძვრების სიძლიერითა და თანამდევი უარყოფითი შედეგებით, ერთ-ერთი ურთულესი რეგიონია და 7-9 ბალიანი მიწისძვრების რისკის ზონაშია მოქცეული, მაღალი აქტიურობით ჯავახეთის ვულკანური მთიანეთი და კავკასიონია გამორჩეული.

საქართველოში მიწისძვრების ზემოქმედებაზე დაკვირვებები 1899 წლიდან იღებს სათავეს, რა დროსაც დაარსდა ტიფლისის სეისმური სადგური, რომელმაც დასაბამი მისცა სეისმოლოგიის განვითარებას კავკასიაში. ისტორიულად ცნობილია ჯერ კიდევ 1088 წელს, დავით აღმაშენებლის გამეფების პერიოდში ჯავახეთში მომხდარი ძლიერი მიწისძვრა, რომელიც აღწერილია „ქართლის ცხოვრება“-ში, უკანასკნელი დამანგრეველი მიწისძვრა კი დაფიქსირებულია 1991 წლის 29 აპრილს, რომლის ეპიცენტრიც საჩხერესთან ახლოს იყო სიმძლავრით 9 ბალი, მიწისძვრის ეპიცენტრში მდებარე სოფელი ხახიეთი მთლიანად იქნა განადგურებული, აღინიშნებოდა მძლავრი ქვათაცვენა, რამაც გამოიწვია მდინარეების გადაკეტვა, ხელოვნური ტბების წარმოშობა. მიწისძვრის შედეგად დაინგრა საცხოვრებელი სახლები როგორც საჩხერის რ-ში, ასევე ონისა და ამბროლაურის რაიონებში, მნიშვნელოვნად დაზარალდა ზემო იმერეთისა და რაჭის სოფლები.

მიწისძვრის ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ მსოფლიოში 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.

შენობათა სეისმოდაცვის თანამედროვე სისტემის შექმნა სათავეს იღებს იმ პერიოდიდან, როცა გამოქვეყნდა 1925 წელს ვისკორდინის წინადადება ნაგებობის სარდაფში სფერული დაბოლოების ელემენტის გამოყენების შესახებ. მისი აზრით ასეთი კონსტრუქცია მნიშვნელოვნად შეამცირებს მიწისძვრის დროს აღძრულ ინერციის ძალებს. ამ პერიოდამდე ნაგებობათა სეისმოდაცვა ემყარებოდა კონსტრუქციათა მზიდუნარიანობის გაზრდას, რაც დაკავშირებული იყო მასალის დიდ ხარჯთან, მიუხედავად ამისა იგი ფართოდ იყო გავრცელებული. დღეისათვის იგი ნაკლებად პოპულარულია. ხშირად გამოიყენება სისტემები, რომლებიც ამცირებენ გრუნტისაგან ნაგებობაზე გადმოცემულ სეისმურ აჩქარებას. ასეთი სისტემები, ანუ აქტიური სეისმოდაცვის საშუალებები, იყოფა რამდენიმე ჯგუფად: სეისმოიზოლაციური სისტემები, ადაპტაციური სისტემები, დემპფირებული სისტემები, სისტემები რხევის ჩახშობათა გამოყენებით და აქტიური კომბინირებული სისტემები. აღნიშნული ჯგუფები თავის მხრივ იყოფიან ქვეჯგუფებად: გეომეტრიული, ფიზიკური, კონსტრუქციული სამშენებლო, დინამიური ურთიერთქმედების და სხვათა ფორმების მიხედვით. აგრეთვე ნაჩვენებია, რომ შენობა-ნაგებობების ბუნებრივი ან

ხელოვნურად მოწყობილი ფუძეები, შეიძლება წარმოადგენდნენ აქტიური სეისმოდაცვითი სისტემების წყაროს.

მეორე თავში განხილულია სეისმოიზოლაციის დაპროექტებისა და მოწყობის პრინციპები.

ბოლო დროს სეისმომედეგ მშენებლობაში ფართოდ გამოიყენება ორი სტრატეგიული მიმართულება – სეისმომედეგი შენობების „პასიური დარეგულირება“ ენერჯის განბნევა და სეისმოიზოლაცია. ეს სტრატეგია განსხვავდება ნაგებობების კონსტრუქციული გადაწყვეტისაგან, რომელთათვის განსაზღვრულია სასურველი მოდიფიცირება დინამიური მახასიათებლების და შესაძლო სეისმოიზოლაციის გამოყენება.

სტრატეგია ენერჯის განბნევისა მდგომარეობს იმაში, რომ კონსტრუქციის სისტემაში შემოიყვანება სპეციალურად დაპროექტებული ენერჯის განბნევის ელემენტები ნაგებობის დინამიური რხევისას. ეს ელემენტები შეიძლება იყოს ლითონის კავშირების სახით, რომელიც გამოყოფილია ნაგებობისაგან და მუშაობს მასთან ერთად პარალელურად, ლითონის დიაგონალური ელემენტის სახით, რომელიც განლაგებულია სართულებზე ნაგებობის სიმაღლის მიხედვით. ასევე ენერჯის განბნევისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას გიდრავლიკური ბლანტე დემპერები (რხევის ჩამშობი), დრეკადპლასტიური ლითონის ან ტყვიის ელემენტები, სისტემები, რომლებიც გამოიყენება ხახუნის გასრიალებით.

სეისმოდამცავი სისტემა, რომელიც როგორც წესი განთავსებულია საძირკველსა და მიწისზედა ნაგებობის ნაწილს შორის, ყოფს გრუნტს, გრუნტის გადაადგილებას, ნაგებობის გადაადგილებისაგან, ნაგებობის რხევებს, გრუნტის რხევებისაგან.

აქედან გამომდინარე, ნაგებობა იყოფა ორ ნაწილად: საძირკველი, რომელიც ხისტად არის შეერთებული გრუნტთან და მიწისზედა ნაწილი ნაგებობისა, რომელიც მოქნილად არის შეერთებული საძირკველთან. ისინი განცალკევებულები არიან საიზოლაციო ნაკერით, რომელშიაც თავსდება სეისმოიზოლაციის ელემენტები.

ნაგებობის ვერტიკალური მთლიანობა მიიღწევა სპეციალური საყრდენების მოწყობით, რომელიც განთავსებულია საძირკველსა და მიწისზედა ნაწილს შორის. ეს მოწყობილობა გახლავთ სეისმოიზოლაცია. ისინი ხასიათდებიან შედარებით დაბალი სიხისტით ჰორიზონტალური მიმართულებით და როგორც წესი საკმაოდ მაღალი ვერტიკალური სიხისტით.

იგულისხმება, რომ სეისმოიზოლაცია ეფექტურია მხოლოდ ჰორიზონტალური სეისმური მდგენელის მოქმედებისას, რადგან გრუნტის

რხევის ვერტიკალური კომპონენტი ჩვეულებრივ ისეთი საშიში არ არის, როგორც ჰორიზონტალური კომპონენტი მიწისძვრის მოქმედებისას.

მესამე თავში განხილულია სეისმოდამცავი სისტემა კარკასული შენობისათვის.

კონსტრუქციული სისტემა, რომელსაც გადაეცემა ჰორიზონტალური დატვირთვა და იზოლაციის სისტემა, ისე უნდა დაპროექტდეს, რომ გამოირიცხოს ანგარიშით მიღებულ დასაშვებ დეფორმაციაზე და ძაბვაზე მეტი სისდიდეები, რომელსაც იწვევს გრუნტის სეისმური რხევა.

სეისმოიზოლაციის სისტემის დაპროექტებისას აუცილებელია გავითვალისწინოთ ყველა ტექნიკური პირობები, რომელიც მათი გამოყენების ცნობარშია მოცემული.

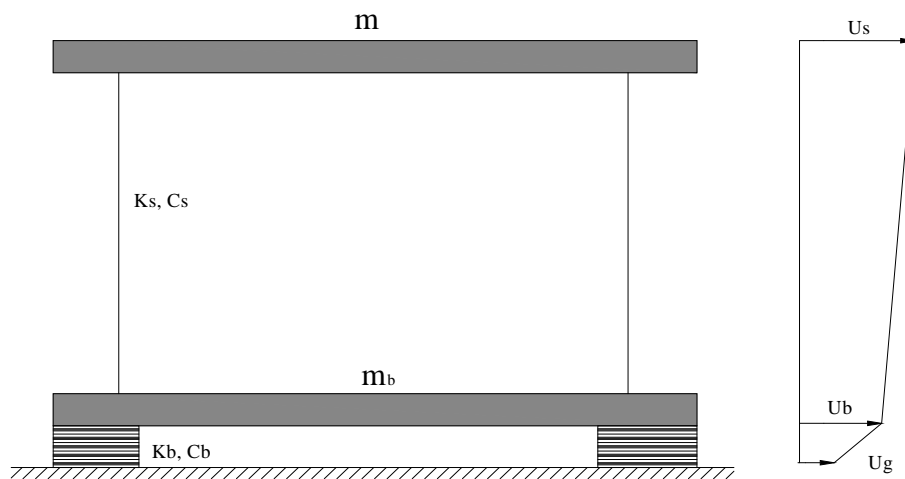
საიზოლაციო სისტემის ფაქტიური ქცევა ციკლური დატვირთვების მოქმედებისას ძირითადად არაწრფივია. ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება დაუშვათ ექვივალენტური დენადპლასტიკური დამოკიდებულება საიზოლაციო სისტემისათვის ძალა-დეფორმაციას შორის ან გამოიყენება სიხისტის ფაქტიური მნიშვნელობა (K_{eff} – ეფექტური სიხისტე) და დეფორმაცია (ϵ_{eff} – ეფექტური ჩახშობა), რომლებიც შეესაბამება გადაადგილების საანგარიშო მნიშვნელობას განსახილველი მიმართულებით (d_{dc}) სეისმოიზოლაციის სისტემის სიხისტის ცენტრში.

სეისმოდამცავი სისტემის მქონე ნაგებობის გასაანგარიშებლად ყველაზე მარტივი გახლავთ „გამარტივებული წრფივი გაანგარიშების მეთოდი“. იგულისხმება, რომ კონსტრუქციული სისტემა მოიქცევა ისე, როგორც უბრალო ოსცილატორის სისტემა, რომლის მასას წარმოადგენს ნაგებობის მიწისზედა ნაწილის მასა, ხოლო სიხისტეს – მთლიანი იზოლაციის სისტემის სიხისტე სეისმური ძალის მოქმედების ყოველი მიმართულებისას.

იზოლაციის გადაადგილება და სეისმური ძალა გამოითვლება მარტივი განტოლებების საშუალებით, შემდეგ სეისმური ძალა სტატიკურად მოედება მიწისზედა ნაწილს, იმისათვის, რომ გამოითვალოს ძალების რიცხობრივი მაჩვენებელი კონსტრუქციულ ელემენტებში (ძალვა ელემენტებში, სართულშუა გადახრისგან და სხვა). უნდა აღინიშნოს, რომ სეისმური ძალის მოდება შენობის სიმაღლეზე მიღებულია წრფივად თანაბრად განაწილებული. ეს პასუხობს მიღებულ ჰოპიტეზას, იმის შესახებ, რომ მიწისზედა ნაწილი გადაადგილდება როგორც მყარი ტანი, უმნიშვნელო დეფორმაციის სიდიდით (სართულშორისი გადახრის დეფორმაცია ბევრად მცირდება, ვიდრე გადაადგილება იზოლაციის დონეზე). ჯამური ეფექტი შენობაში გრეხისგან, რომელიც ძირითადად გამოწვეულია შემთხვევითი ექსცენტრისიტეტით მიახლოებით

გათვალისწინებულია ისე, როგორც სიმეტრიულ ნაგებობებში, რომელიც იწვევს ძაბვების გაზრდას შენობის ცალკეულ ელემენტებში, დამოკიდებულია მასების ცენტრიდან დაცილების მანძილზე. რომ დავადგინოთ თვითოეული იზოლატორის გაანგარიშებული ჯამური გადაადგილება მოცემული მიმართულებისათვის საჭიროა გამოვიყენოთ გაძლიერების კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია დანადგარის განლაგებაზე საერთო ექსცენტრისიტეტიდან მასების და სიხისტის ცენტრამდე მანძილზე, სეისმური ზემოქმედების მიმართულებით და საიზოლაციო სისტემის გრეხის სიხისტის ინერციის რადიუსზე.

მეოთხე თავში მოყვანილია სეისმოიზოლაციის მქონე შენობების გაანგარიშება – გამარტივებული წრფივი მეთოდის, სპექტრული მეთოდის, „ევროკოდი 8“-ის და კომპიუტერის საშუალებით და მიღებული დინამიური მახასიათებლების ცვლილებების შედარება. სეისმოიზოლაციის სისტემის წრფივი თეორია დეტალურად გადმოცემულია „ევროკოდი 8“-ის გათვალისწინებით ქვემოთ. თეორიის მოკლე მიმოხილვა, რომელიც ემყარება მარტივ საანგარიშო მოდელს, სისტემას ორი თავისუფლების ხარისხით, შეყურსული დატვრითვით მოცემულია ნახ. 1-ზე [1; 2; 13; 14; 24].



ნახ. 1. სეისმოიზოლაციის მქონე შენობების წრფივი გაანგარიშების ორ მასიანი მოდელი

გაანგარიშების საანგარიშო ფორმულები გამოყენებულია „ევროკოდი 8“-ის ნორმატიული მასალის გამოყენებით.

ორი თავისუფლების ხარისხი შეესაბამება ორ მასიანი ნაგებობის სანგარიშო სქემას, რომლის ჰორიზონტალურ გადაადგილების მისაღებად, საჭიროა ჩავწერთ გადაადგილების განტოლება ფარდობითი გადაადგილების ტერმინებში. რხევის განტოლება შეიძლება ჩაიწეროს დალამბერის პრინციპის მიხედვით.

$$(m_s + m_b)\ddot{\epsilon}_b + m_s\dot{\epsilon}_b + c_b\dot{\epsilon}_b + K_b\epsilon_b = -(m_s + m_b)\ddot{u}_g \quad (1)$$

$$m_s\ddot{\epsilon}_b + m_s\dot{\epsilon}_s + c_s\dot{\epsilon}_s + K_s\epsilon_s = -m_s\ddot{u}_g, \quad (2)$$

სადაც,

m_s – ნაგებობის მიწისზედა ნაწილის მასა;

m_b – იზოლაციის სისტემის მასა საძირკვლის ზემოთ;

k_s, c_s – მიწისზედა ნაწილის სიხისტის და რხევის მიღვევის კოეფიციენტი;

k_b, c_b – იზოლაციის სისტემის დენად-პლასტიური სიხისტის და რხევის მიღვევის კოეფიციენტი;

u_g – გრუნტის ჰორიზონტალური გადაადგილება;

ϵ_b, ϵ_s – იზოლაციის და სართულშორისი გადახურვის გადაადგილებაა.

$$\epsilon_b = u_b - u_g \quad \text{და} \quad \epsilon_s = u_s - u_g$$

შენობის მთლიანი მასა :

$$M = m_s + m_b$$

მატრიცული ფორმით განტოლება შემცირებულად შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგი სახით:

$$M\ddot{v} + C\dot{v} + Kv = -Mr\ddot{u}_g \quad (3)$$

განვიხილოთ ორი ცალცალკე სისტემა: ერთს აქვს საერთო მასა ($m_s + m_b$) და მუდმივი სიხისტე (K_b) და საიზოლაციო სისტემის რხევის ჩახშობის კოეფიციენტი (C_b), მეორე წარმოადგენს ნაგებობის მიწისზედა ნაწილს, რომელიც ხისტად არის ჩამაგრებული საძირკველში და შესაბამისად აქვს მასა m_s , რხევის მიღვევის კოეფიციენტი C_s , სიხისტე K_s . მაშინ წრიული სიხშირე \tilde{S}_b და \tilde{S}_s , რხევის პერიოდი T_b და T_s , რხევის ჩახშობის კოეფიციენტი ζ_b და ζ_s . ორი სხვადასხვა სისტემისათვის ჩაიწერება შემდეგნაირად,

$$T_b = \frac{2f}{\tilde{S}_b} = 2f \sqrt{\frac{m_s + m_b}{K_b}}; \quad T_s = \frac{2f}{\tilde{S}_s} = 2f \sqrt{\frac{m_s}{K_s}} \quad (4)$$

$$\zeta_b = \frac{C_b}{2\check{S}_b(m_s + m_b)}; \quad \zeta_s = \frac{C_s}{2\check{S}_s \cdot m_s}; \quad (5)$$

ასევე, მასების და სიხისტის ფარდობა x გამოისახება ფორმულით:

$$x = \frac{m_s}{m_s + m_b}; \quad v = \frac{\check{S}_b^2}{\check{S}_s^2} = \frac{K_b \cdot m_s}{(m_s + m_b)K_s} = \left(\frac{T_s}{T_b}\right)^2 \quad (6)$$

იმასთან დაკავშირებით, რომ იზოლაციის სისტემა ბევრად უფრო დამყოლია ვიდრე ნაგებობა ($K_b \ll K_s$), მაგრამ ნაგებობის მიწისზედა ნაწილის მასა ბევრად მეტია ვიდრე საძირკვლის მასა, ამიტომ $x \cong 1$ და $v \ll 1$. მოდელური ანალიზის მიხედვით განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$(m_s + m_b)\ddot{\epsilon}_b + m_s\ddot{\epsilon}_s + c_b\dot{\epsilon}_b + K_b\epsilon_b = -(m_s + m_b)\ddot{u}_g \quad (7)$$

სადაც:

$$\left. \begin{aligned} \check{S}_1^2 &= \check{S}_b^2 (1 - x v)^2; \\ \check{S}_2^2 &= \check{S}_s^2 \frac{1 + xv}{1 - x}; \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

საკუთარი ვექტორი

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= \{1, v\} \\ T_2 &= \left\{1, -\frac{1}{x} [1 - (1 - x)v]\right\} \end{aligned} \right\}$$

მონაწილე კოეფიციენტები ასეთია:

$$K_{p1} = 1 - xv; \quad K_{p2} = xv;$$

რხევის ჩახშობის კოეფიციენტი:

$$\zeta_1 = \zeta_b (1 - 3/2 xv); \quad \zeta_2 = \frac{\zeta_s + x\zeta_b \sqrt{v}}{\sqrt{1 - x}} \left(1 - \frac{xv}{2}\right) \quad (9)$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ $S_d(S, \zeta)$ და $S_a(S, \zeta)$ გადაადგილების სპექტრი და ფსევრო აჩქარება, შეგვიძლია გამოვთვალოთ მასის მაქსიმალური გადაადგილება:

$$d_{b, \max} = \sqrt{(1 - 2xv)^2 [S_d(\check{S}_1, \zeta_1)]^2 + x^2 v^2 [S_d(\check{S}_2, \zeta_2)]^2} \quad (10)$$

$$d_{s, \max} = v \sqrt{(1 - 2xv)^2 [S_d(\check{S}_1, \zeta_1)]^2 + [1 - 2(1 - x)v]^2 [S_d(\check{S}_2, \zeta_2)]^2} \quad (11)$$

იზოლაციის სისტემის დონეზე ძვრის კოეფიციენტი გამოისახება ფორმულით:

$$C_z = \sqrt{[S_a(\check{S}_1, \zeta_1)]^2 + v^2 [S_a(\check{S}_2, \zeta_2)]^2} \quad (12)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ $v \ll 1$, მაშინ განტოლება მიიღებს სახეს $\tilde{S}_1 \cong \tilde{S}_2$

,
 $K_{p1} \cong 1$ და $\alpha_1 \cong \alpha_b$; თუ უგულვებელვყოფთ $S_a(\tilde{S}_2, \alpha_2)$ -ს, მაშინ გამოსახულება (22) და (23) მიიღებს სახეს, რადგან $S_a(\tilde{S}_2, \alpha_2) \ll d_s(\tilde{S}_1, \alpha_1)$.

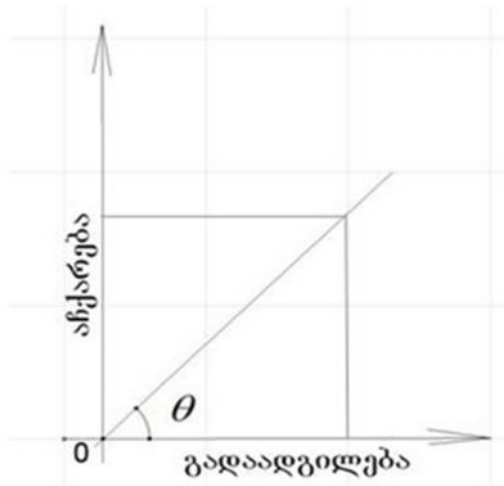
$$V_{b,\max} = S_d(\tilde{S}_b, \alpha_b); \quad V_{s,\max} = v S_d(\tilde{S}_b, \alpha_b);$$

$$C_{s,\max} = S_d(\tilde{S}_b, \alpha_b); \quad (13)$$

მოყვანილი ფორმულები აუცილებელია იზოლაციის სისტემის მქონე შენობების ქცევის და გაანგარიშებისათვის, როცა v -ის მნიშვნელობა მცირეა და სპექტრის ფორმა სტანდარტულია, საიზოლაციო სისტემა გაიანგარიშება მასქიმალურ გადაადგილებაზე თუ გვეცოდინება $S_d(\tilde{S}_b, \alpha_b)$. ეს სიდიდე შეიძლება მივიღოთ უბრალო ოსცილიატორისაგან, რომლის მასა ტოლია ნაგებობის მიწისზედა ნაწილის მთლიანი მასის M , ხოლო სიხისტე და რხევის ჩახშობა ტოლია საიზოლაციო სისტემის შესაბამისი რაოდენობრივი მაჩვენებლის (K_b და α_b). შენობის კონსტრუქციების დაზიანება დამოკიდებულია სართულშორისი გადახურვის ძვრის $d_{b,\max}$ სიდიდეზე, რომელიც წარმოიქმნება სეისმური რხევის შედეგად, სიხშირის პროპორციულად \sqrt{v} და საძირკვლის მაქსიმალურ გადაადგილებისაგან $S_d(\tilde{S}_b, \alpha_b)$.

მიღებული შედეგების აპროკსიმაცია ერთი თავისუფლების მქონე სისტემისათვის საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ რეაქციის სპექტრი უშალოდ იზოლაციის მქონე შენობების გაანგარიშების გამარტივებისათვის. რეაქციის სპექტრი იძლევა საძირკვლის მაქსიმალურ გადაადგილებას (იზოლაციის) და მაქსიმალურ განივ ძალას საძირკველში $(m_s + m_b) S_a(\tilde{S}_b, \alpha_b)$. ეს ძალები გამოიყენება რეაქციის სპექტრის აჩქარება-გადაადგილების გრაფიკის (ნახ. #2) ასაგებად, რომელზედაც დატანილი სწორი ხაზი, რომელიც გადის კოორდინატთა სათავეში, რომლის დახრის კუთხე $\mu = S_0/S_d = 4f^2/T^2$ და გვიჩვენებს იზოლირებული სისტემის რხევის პერიოდს. სწორი ხაზის და დიაგრამის გადაკვეთის წერტილი გვიჩვენებს გადაადგილების სიდიდეს იზოლაციის სისტემის დონეზე და გრუნტის აჩქარებას.

იზოლაციის სისტემის მოდელირებისას აუცილებელია გავითვალისწინოთ საკმაო სიზუსტით იზოლატორების სივრცითი განლაგებნა გეგმაში, ისე, რომ ორივე ჰორიზონტალური მიმართულებით შესაბამისი გადამყირავებელი მომენტი და გრეხის ეფექტი ვერტიკალური ღერძის მიმართ იყოს გათვალისწინებული.



ნახ. 2 წრფივი ექვივალენტური გაანგარიშების გრაფიკი

იზოლაციის სისტემები შეიძლება მოდელირებული იქნას მოქმედების წრფივი დრეკად-პლასტიური ქცევით, თუ იგი შედგება, როგორცაა ლამინირებული მოქნილმეტრული საყრდენით ან ორმაგი მოქმედების გისტერეზისით, თუ სისტემა შედგება ნაკეთობებისაგან დრეკად-პლასტიური დეფორმაციების არსებობით.

თუ გამოიყენება გაანგარიშებებში წრფივი ექვივალენტური მოდელი, ეფექტური სიხისტე ყოველი იზოლატორისა (ე.ი. შეკვცილი სიხისტის მნიშვნელობა d_{ab} საანგარიშო ჯამური გადაადგილება) უნდა გამოიყენებოდეს შემდეგი მოთხოვნების მიხედვით:

საიზოლაციო სისტემის ფიზიკური და მექანიკური თვისებების შეფასება, რომელიც შეიძლება ექსპლუატაციის მთელი ვადის დროს იქნას მოპოვებული, გაანგარიშებისათვის არის ყველაზე აუცილებელი. ასეთი შეფასება უნდა აისახოს შემდეგი გავლენით:

- დატვირთვის ხარისხი;
- ვერტიკალური დატვირთვის ერთდროული მოდებით;
- ჰორიზონტალური დატვირთვის ერთდროული მოდება ორივე განივი მიმართულებით;
- ტემპერატურის ცვლილებით;
- შენობის ექსპლუატაციის ვადებში მასალის თვისებების ცვლილებით;

საიზოლაციო სისტემის ეფექტური სიხისტე K_{eff} მიიღება ცალკეული იზოლატორის ეფექტური სიხისტის ჯამით.

თუ გამოიყენება ექვივალენტური წრფივი მოდელი აუცილებლად იზოლაციის სისტემის ენერჯის განზნევა უნდა იქნას განხილული ექვივალენტური ბლანტი რხევის ჩახშობით ე.ი. „ეფექტური რხევის ჩახშობით \langle_{eff} –ით.

კვანძებში ენერჯის განზნევა (დისიპაცია)გამოისახება ენერჯის განზომილებით, რომელიც განიზნევა ერთ ციკლში საკუთარი რხევის სიხშირით განსახილველი ნაწილისათვის. მაღალი ფორმების დროს, რომელიც გადის ამ ზღვრებიდან, რხევის ჩახშობის ფორმის კოეფიციენტი მთელი შენობისათვის უნდა იყოს ისეთი, როგორც ნაგებობის მიწისზედა ნაწილის საძირკველში ხისტი ჩამაგრებისას.

თუ ეფექტური სიხისტე ან ეფექტური რხევის ჩახშობა ცალკეული იზოლაციის დამოკიდებულია საანგარიშო გადაადგილებაზე d_{dc} , მაშინ იტერაციის პროცესი გაგრძელდება მანამ, სანამ შეჯამებულ და ანგარშით მიღებულ მნიშვნელობებს შორის განსხვავება არ გადააჭარბებს 5%-ს შეჯამებულ მნიშვნელობისას.

საიზოლაციო სისტემის ქცევა შეიძლება მიღებულ იქნას ექვივალენტურად წრფივი, თუ სრულდება ქვემოთ ჩამოთვლილი პირობები:

ა) საიზოლაციო სისტემის ეფექტური სიხისტე, როგორც ზემოთ იყო აღწერილი, შეადგენს არანაკლებ 50%-ს, გადაადგილების $0,2 d_{dc}$ ეფექტური სიხისტისას;

ბ) საიზოლაციო სისტემის რხევის ჩახშობის ეფექტური სიხისტე არ აღემატება 30%-ს;

გ) „ძალა-გადაადგილების“ დამოკიდებულების მახასიათებლები საიზოლაციო სისტემისა იცვლება ზღვრებში 10%, დამოკიდებულია ვერტიკალური დატვირთვის სიჩქარეზე;

დ) საიზოლაციო სისტემაში გადაადგილების დროს $0,5 d_{dc}$ და d_{dc} აღდგენის ძალის სიდიდის ზრდა შეადგენს ნაგებობის საიზოლაციო სისტემის ზემოთ მდებარე ჯამური ვერტიკალური დატვირთვის არანაკლებ 2,5%-ს.

თუ საიზოლაციო სისტემის ქცევა მიღებულია როგორც წრფივად ექვივალენტური და სეისმური ზემოქმედება მიიღება რეაქციის დრეკადი სპექტრით, რხევის ჩახშობის კორექტირება ხდება რხევის ჩახშობის ეფექტური კოეფიციენტის შემოღებით K_r .

$$K_r = 10/(5 - \langle) \geq 0,55 \quad (14)$$

სადაც α –შენობის რხევის ბლანტი ჩახშობის კოეფიციენტი, გამოსახება პროცენტებში.

აღსანიშნავია ასევე, რომ აჩქარების რეაქციის დრეკადი სპექტრი შეიძლება მიღებული იქნას შემდეგი საფუძველის მიხედვით:

1)მნიშვნელოვანია s –დინამიურობის კოეფიციენტის გრაფიკს თუ გადავამრავლებთ A კოეფიციენტზე და g –თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაზე, რომელიც აიღება 0.1,0.2,0.4 ტოლი ისეთი სისტემებისავის, რომელთა საანგარიშო სეისმურობა შესაბამისად 7,8,9 ბალს შეადგენს.

2)სამშენებლო მოედნის რეალური აქსელეროგრამის ჩანაწერის მიხედვით გაანგარიშება;

3)ხელოვნული აქსელეროგრამის მიხედვით გაანგარიშება, რომელიც ითვალისწინებს მოდელირებისას ადგილობრივი გრუნტის პირობებს;

გამარტივებული გაანგარიშების წრფივი მეთოდი ითვალისწინებს ორ ჰორიზონტალურ დინამიურ მდგენელს და სტატიკური გრუნტის ეფექტს. იგულისხმება, რომ ნაგებობის მიწისზედა ნაწილი წარმოადგენს ხისტ კონსტრუქციას, რომელიც მდებარეობს საიზოლაციო სისტემის ზემოთ. ასეთ შემთხვევაში ეფექტური საკუთარი რხევის პერიოდი გამოსახება ფორმულით:

$$T_{eff} = 2f \sqrt{M / K_{eff}} \quad (15)$$

მგრები მომენტი ვერტიკალური ღერძის მიმართ შეიძლება უგულვებელყოთ თუ ორივე ძირითადი ჰორიზონტალური მიმართულებით წრფივი დრეკადი გაანგარიშებისას ეფექტური ჰორიზონტალური სიხისტე არ აღემატება მთლიან ექსცენტრისიტეტს სეისმოიზოლაციის სისტემის სიხისტის ცენტრს შორის მიწისზედა ნაწილის განივი ჰორიზონტალური ზომის 7,5%-ს. ეს არის პირობა როდის შეიძლება გამოვიყენოთ გამარტივებული წრფივი გაანგარიშების მეთოდი.

გამარტივებული გაანგარიშების წრფივი მეთოდი შესაძლებელია გამოვიყენოთ საიზოლაციო სისტემებში ექვივალენტური წრფივი რხევის ჩახშობისას, თუ სისტემა ასევე აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

ა) მანძილი სამშენებლო მოედნიდან უახლოეს პოტენციალურ აქტიურ მიწიძვრის რღვევის ხაზთან, რომლის მაგნიტუდა $M_s \geq 6,5$ არაუმცირესი 15 კმ.–ია;

ბ) მიწისზედა ნაწილის უდიდესი ზომა გეგმაში არაუმეტესი 50მ–ია;

გ) საძირკველი საკმაოდ ხისტია, რომ მინიმუმამდე დავიყვანოთ გრუნტის მრავალმხრივი გადაადგილება;

დ) ყველა სეისმოიზოლაციის დანადგარები, რომელიც მოთავსებულია საძირკვლის ზემოთ, იტანს მთლიან ვერტიკალურ დატვირთვას;

ე) ეფექტური პერიოდი T_{eff} აკმაყოფილებს შემდეგ პირობას:

$$3T_f \leq T_{eff} \leq 3_{sec} \quad (16)$$

სადაც,

T_f – შენობის მიწისზედა ნაწილის ძირითადი ფორმის საკუთარი რხევის პერიოდი.

შენობაში ყველა ქვემოთ მოყვანილი პირობები უნდა იქნას შესრულებული, რომ შესაძლებელი იყოს გამარტივებული მეთოდის გამოყენება იზოლაციის მქონე ნაგებობების გაანგარიშებისათვის.

ა) კონსტრუქციული ელემენტები, რომელზედაც მოქმედებს ჰორიზონტალური დატვირთვა სეისმური ზემოქმედებისას, უნდა განაწილდეს გეგმაში ორი მთავარი ღერძის მიმართულებით, რეგულარულად და სიმეტრიულად;

ბ) საძირკვლის გრეხა ფუძეში უნდა იყოს მინიმალური;

გ) საიზოლაციო სისტემის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური სიხისტეების ფარდობა უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობას:

$$\frac{K_v}{K_{eff}} \geq 150 \quad (17)$$

დ) ძირითადი ფორმის ვერტიკალური საკუთარი რხევის პერიოდი უნდა იყოს $T_v \leq 0,1$ sec. და გამოითვლება ფორმულით:

$$T_v = 2f \sqrt{M / K_v} \quad (18)$$

სტანდარტული კონსტრუქციების სეისმური დაცვა დეფორმაციის და რღვევის დროს დამყარებულია დინამიური მახასიათებლების დადებით ცვლილებებზე, რომელიც ხდება მზიდ და არამზიდ კონსტრუქციულ ელემენტებში ინტენსიური სეისმური დატვირთვის ზემოქმედებისას. ასეთი ცვლილებები შეიძლება დახასიათდეს როგორც მოქნილობის და დემფირების ამაღლება. ჩვეულებრივ მიწისძვრის სპექტრული მახასიათებლების ან ენერჯის განხვევის თანახმად, რომელიც აღიძვრება კონსტრუქციაში, მითითებული ცვლილებები იწვევენ სტრუქტურული მასის და ინერჯის ძალების მნიშვნელოვან შემცირებას, რომელიც პლასტიკურ კონსტრუქციას აძლევს საშუალებას გაუძლოს დამანგრეველ მიწისძვრას და არ დაინგრეს. ასეთი მიდგომების უზრუნველსაყოფად მოქმედ ნორმებში და „EN 1989–1“ შემოღებულია ქცევის კოეფიციენტი,

რომელიც ამცირებს სეისმურ ძალას სხვადასხვა ტიპის კონსტრუქციის პლასტიკურობის ხასიათის მიხედვით.

ბოლო 10 წლის განმავლობაში მუშავდებოდა ახალი სტრატეგიები, მაგრამ ყველა მათგანი დამოკიდებულია კონსტრუქციის დეფორმაციულ თვისებებზე და ენერჯის განხვევაზე. ამ თვისებების მიხედვით კეთდება ენერჯის განხვევის სპეციალური მექანიზმები რეზინის ან მცოცავი საყრდენების ფორმით, რომელიც ძლიერი მიწისძვრის დროს მნიშვნელოვნად ამცირებს მზიდი და არამზიდი კონსტრუქციების რღვევას, შესაბამისად იძლევა სეისმომდეგობის დაცვის მაღალ დონეს.

ასეთი სტრატეგიის რამდენიმე ვარიანტი, რომელიც ხასიათდება როგორც სეისმური ვიბრაციის „პასიური შემოწმების“ კატეგორია. ხშირად გვხვდება „პასიური შემოწმების“ ორი სტრატეგია:

1. ენერჯის განხვევა;
2. სეისმოიზოლაცია;

ენერჯის განხვევის სტრატეგიაში მოიაზრება კონსტრუქციულ სისტემაში ახალი ელემენტების დაპროექტება, რომელიც კონსტრუქციის დინამიური დეფორმაციის დროს მოახდენს ენერჯის განხვევას, ესენია ლითონის კონსტრუქციები, დიაგონალური ელემენტები, რომლებიც მუშაობენ შენობის კონსტრუქციებთან ერთად. ენერჯის განხვევისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას ხახუნის მექანიზმები ან დრეკადპლასტიკური ლითონის კონსტრუქციები და სხვა. მათი შერჩევა დამოკიდებულია ენერჯის განხვევაზე და დასაცავ კონსტრუქციასთან ერთობლივ მუშაობაზე.

სეისმოიზოლაცია ძირეულად აცალკავებს კონსტრუქციის რხევებს და საყრდენი გრუნტის რხევებს, არათანაბრად განაწილებულ განივ სიხისტეს შენობის მთელ სიმაღლეზე.

ამრიგად კონსტრუქცია იყოფა ორ ნაწილად: საყრდენი ნაწილი (სამირკველი), რომელიც ხისტად არის შეერთებული საყრდენ გრუნტთან და შენობის მიწისზედა ნაწილი. ისინი დაყოფილია ფენით, რომლის საზღვრებში მოთავსებულია იზოლაციის სისტემა.

ვერტიკალური კონსტრუქციების უწყვეტობა უზრუნველყოფილია საყრდენების შესაბამისი მექანიზმით, რომელსაც ეწოდება იზოლატორი. ისინი ხასიათდებიან შესაბამისად დაბალი წინაღობით ჰორიზონტალური მოძრაობისას და ჩვეულებრივ მაღალი ვერტიკალური სიხისტით. ჩვეულებრივ ისინი გაანგარიშებული არიან მხოლოდ ჰორიზონტალური იზოლაციისათვის, რადგან გრუნტის ვერტიკალური რხევები შედარებით უსაფრთხოა ვიდრე ჰორიზონტალური.

იზოლაციის სისტემის ქცევა შეიძლება იცვლებოდეს კვაზი-წრფივიდან (შეკრულ-დრეკადი) მკაცრად არაწრფივამდე (დრეკად-პლასტიკური) რაც იძლევა სხვადასხვა ტიპის იზოლაციის გამოყენების საშუალებას. შესაძლებელია გამოვიყენოთ ორი სტრატეგია:

1. საკუთარი რხევების პერიოდის გაზრდა, რომელსაც თან ახლავს ენერჯის განწვევა სხვადასხვა მიმართულებით;
2. ძალის შეზღუდვა, რომელსაც თან ახლავს ენერჯის განბნევა სხვადასხვა მიმართულებით;

პირველ სტრატეგიაში კვაზი-დრეკადი მექანიზმი გამოიყენება კონსტრუქციის საკუთარი რხევის პერიოდის მნიშვნელოვანი გაზრდისათვის, რომლის მიზანია მივიღოთ (სპექტრული) აჩქარება მომქმედი კონსტრუქციის მასაზე. აჩქარების რეაქციის სპექტრი გრუნტის ტიპის მიხედვით მყარიდან ნახევრადმყარამდე, ხასიათდებიან:

- მნიშვნელოვანი ზრდა აღინიშნება პერიოდისათვის 0,2–0,8 ს_{გვ}, ამასთან, ამ დიაპაზონში ხვდებიან შენობათა უმრავლესობა (10 სართულის ქვემოთ) და
- საკუთარი რხევის პერიოდების შემცირებით პერიოდისათვის 2–4 ს_{გვ}, სპექტრალური აჩქარება შეიძლება იყოს 5–10 ჯერ მცირე ვიდრე ზემოთ ხსენებული ინტერვალისთვის.

ერთის მხრივ, საპასუხო გადაადგილება საკუთარი რხევის პერიოდით, რაც დამახასიათებელია იზოლაციის მქონე კონსტრუქციებისათვის, აღწევს საგრძნობ მაღალ მნიშვნელობას. ძირითადი გადაადგილება ხდება იზოლაციის სისტემის დონეზე, მაშინ როცა კონსტრუქციის გადაადგილება რჩება შეზღუდული და ნაგებობა მუშაობს როგორც მყარი ტანი. ძირითადი ენერჯია კონსტრუქციულ სისტემაში შემავალი გროვდება და განიბნევა იზოლაციის სისტემაში, აქედან გამომდინარე, იცავს კონსტრუქციულ ელემენტებს მოსალოდნელი დამანგრეველი დეფორმაციისაგან. იზოლირებული სისტემის თვისება განაბნის ენერჯია ძირითადად გამოიყენება საძირკვლის გადაადგილების შესამცირებლად, რომელიც ზოგჯერ შეიძლება იყოს ძალზე მნიშვნელოვანი (რამდენიმე ასი მილიმეტრი) რაც არის ძალზე ძნელი შესასრულებელი კონსტრუქციული, არქიტექტურული და დანადგარების განლაგების მოთხოვნით. ენერჯის განბნევა ასევე ამცირებს ჰორიზონტალურ ძალას საძირკვლის დონეზე. ზოგჯერ მომეტებულმა დემფირებამ (რხევის ჩახშობა) შეიძლება ლოკალურად გაზარდოს იატაკის აჩქარების დონე. ეს შეიძლება იყოს ძალიან მნიშვნელოვანი, როცა მზიდი ნაგებობის კონსტრუქციების დაცვა

არის პრიორიტეტული. რხევის ჩახშობამ (დემპფირება) შეიძლება გამოიწვიოს ასევე რხევის მაღალი ფორმები, რომლის პერიოდი ახლოს არის შენობის პერიოდთან.

სტრატეგიაში ძალის შემცირების შესახებ, მექანიზმები უზრუნველყოფენ თითქმის მუდმივ ძალას გაზრდილი გადაადგილებით ისე, როგორც მაგალითად დრეკად-პლასტიკური მექანიზმით. ეფექტის შემცირება კონსტრუქციის ზედა ნაწილში მიმდინარეობს ძალის შეზღუდვის საშუალებით, რომელიც მექანიზმა შეიძლება გადასცეს კონსტრუქციას.

გადასაცემი ძალის შეზღუდვა შეიძლება განვიხილოთ როგორც შესაძლებელი სპეციალური კრიტერიუმი, სადაც სიხისტეთა სიმრავლე განლაგებულია კონსტრუქციის საერთო მდგრადობას (ზედა და ქვედა ნაწილში) და იზოლაციის სისტემის სიხისტეს შორის. ენერჯის განზნევა ძირითადად გამოიყენება საძირკვლის გადაადგილების შეზღუდვისათვის. სიხისტის უეცარმა ცვალებადობამ ციკლში, რომელიც დამახასიათებელია ზოგიერთი მკვეთრად არაწრფივი მექანიზმისათვის შეიძლება გამოიწვიოს აჩქარების სიდიდის გაზრდა კონსტრუქციის ზედა ნაწილში დიდი სიხშირეებისას, რადგან აღიძვრება მაღალი დონის რხევები.

სტრატეგია პერიოდის გაზრდის უფრო ხშირად გამოიყენება შენობებში შემდეგი მოსაზრების გამო, ხშირად დაკავშირებულია ტექნოლოგიური და კონსტრუქციულ ასპექტებთან.

სტრატეგია ძალის შეზღუდვის გამოყენება ისეთ შემთხვევებში, როდესაც სეისმური ზემოქმედების კონტროლი არის მნიშვნელოვანი ასპექტი დაპროექტებისას (მაგ. რეკონსტრუქციისას) ასევე, როდესაც სტრატეგია პერიოდის გაზრდის მიაღწევს თავის ტექნოლოგიური და ეკონომიური სიდიდის ზღვარს (გრძელპერიოდული შენობების ან დიდი მაგნიტუდის მქონე მიწისძვრისას მცირე სიხშირის არეში).

ამასთან, პოზიციური ასპექტი შეიძლება მოიცავდეს მნიშვნელოვან დამოუკიდებლობას მიწისძვრის მახასიათებლის ეფექტურობაზე (ინტენსივობა, სიხშირე), რომელიც აისახება მნიშვნელოვანი გადაადგილებით.

ცნობილია, რომ იზოლაცია, მცირე სიხშირის რხევებისას მიწისძვრის დროს, რომლის სიხშირე რამდენჯერმე ნაკლებია, ვიდრე ნაგებობის რხევა, მიყვარათ პლასტიკურობის მაღალ დონეზე კონსტრუქციის ზედა ნაწილში. თუ მას არ შეუძლია ხანგრძლივი დროის განმავლობაში წინაღობა გაუწიოს აჩქარების იმპულსებს. ამაში მდგომარეობს მიზეზი, რომელიც დევს ევროკოდის საფუძვლებში “EN-1998-1”, სადაც აღნიშნულია, რომ:

- „სეისმომედეგობა“ ელემენტის კონსტრუქციის ზედა ნაწილში შეიძლება დაკმაყოფილდეს თუ რეაქციის სპექტრს გავყოფთ ქვევის კოეფიციენტებზე, რომელიც არ არის მეტი ვიდრე 1,5;
- კონსტრუქციული ელემენტი ზედა და ქვედა კონსტრუქციის ნაწილისა შეიძლება დაპროექტდეს ენერჯის არაგანბნევით. ეს იწვევს მნიშვნელოვან ეკონომიას ნაგებობის დაპროექტებისას სეისმოიზოლირებული საფუძვლით, უფრო ნაკლები მოთხოვნებით სიმტკიცეზე და მზიდი კონსტრუქციების დეტალიზაციაზე. ასეთმა ეკონომიამ შეიძლება გააწონასწოროს და გადაფაროს სეისმოიზოლაციის ელემენტების და სპეციალურად მოწყობილი საიზოლაციო ფენის ღირებულება.

მეორეს მხრივ, მთლიან იზოლაციაში იგულისხმება, რომ იზოლირებული კონსტრუქცია იტანს ძლიერი მიწისძვრის ზემოქმედებას რღვევის გარეშე, რასაც ასევე მოაქვს მნიშვნელოვანი ეკონომია, თუ გავითვალისწინებთ მოსალოდნელ დანახარჯებს ნაგებობის არსებობის მთელი პერიოდის განმავლობაში.

იზოლაციის სისტემა შეიძლება იყოს ერთზე მეტი კომპონენტისგან, სადაც თითოეული ასრულებს ერთ ან რამდენიმე ცაკლუელ ამოცანას:

–ვერტიკალური დატვირთვისატანა;

- ჰორიზონტალური გადაადგილების შეზღუდვა არა სეისმური დატვირთვისას (ქარი, სატრანსპორტო დატვირთვა და სხვა);
- დამყოლობის უზრუნველოფა მიწისძვრისას;
- სასრული ენერჯის რაოდენობის განბნევა;
- შესაძლებლობა შეამცროს ნარჩენი გადაადგილება მიწისძვრის შემდეგ;

უპირატესობა, რომელიც განპირობებულია საპასუხო აჩქარების შემცირებით, შეიძლება ჩამოყალიბდეს ასე:

- ინერციული ძალის შემცირება, რომელიც მოქმედებს კონსტრუქციაზე, საშუალებას იძლევა შევამცროთ რღვევის დონე კონტრუქციულ ელემენტებში ძლიერი მიწისძვრის დროსაც კი;
- ძლიერი შეზღუდვა სართულშორისი ძვრის, რომელიც გამორიცხავს არაკონსტრუქციული ელემენტების დაზიანებას და საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ შენობა ძლიერი მიწისძვრის შემდეგ;
- შენობის მაღალი ხარისხის დაცვა, ხალხის, ინტერიერის და სხვა;
- ხალხის მიერ სუსტი რხევის შეგრძნობა შენობის შიგნით, რაც გამორიცხავს პანიკას მიწისძვრის დროს;
- ყოველივე ეს წარმოადგენს მნიშვნელოვან ეკონომიას და სოციალურ უპირატესობას, რამდენად დამატებითი დანახარჯები სამშენებლო

სამუშაოებზე მიწისძვრის შემდეგ (გამომდინარე დანახარჯებისაგან მექანიზმების და მათ განლაგებაზე კონსტრუქციაზე) ნაწილობრივ ან მთლიანად გაწონასწორებულია დანახარჯების ეკონომიიდან კონსტრუქციის ზედა ნაწილში და საძირკველში.

ეკონომიური უპირატესობა სეისმოიზოლაციის შენობებში დამოკიდებულია რამდენიმე პარამეტრზე:

- შენობის ზომები და განსაკუთრებით სართულების რაოდენობა;
- შენობის კონფიგურაცია, სეისმოიზოლაციის მოხერხებული განლაგებისთვის;
- კონსტრუქციის სქემა, მექანიზმების რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია სეისმოიზოლაციის სისტემის რეალიზაციისათვის;
- საანგარიშო სიხშირის სპექტრის მოქმედება ეფექტის შემცირების შესაბამისად მიღებული საკუთარი რხევის პერიოდის გაზრდით;

სართულების რაოდენობა გარკვეულად განსაზღვრავს დანახარჯების სიდიდეს სეისმოიზოლაციისათვის.

სეისმოიზოლაციის მოწყობის უპირატესობა შეიძლება იყოს ისეთი შენობებისათვის, რომელიც უნდა დარჩეს მომქმედი ძლიერი მიწისძვრის დროს, როგორცაა საავადმყოფოები, მართვის ცენტრები, შენობები სადაც ინახება მაღალი ღირებულების ნივთები (მუზეუმები) და ეკოლოგიურად საშიში ქარხნები. ასეთი ნაგებობების სეისმოიზოლაციით დაპროექტებისას საჭიროა განსაკუთრებული კრიტერიუმების და წესების დაცვა. ამ მიზეზით “EN-1998-1” ევროკოდში ცალკე განყოფილება არის გამოყოფილი, სადაც გაშუქებულია სეისმოიზოლაციასთან დაკავშირებული მონაცემები.

შენობების სეისმოიზოლაციის ძირითადი კონცეფცია შეგვიძლია განვიხილოთ უბრალო სისტემისათვის, ორი თავისუფლების ხარისხის მქონე სისტემისათვის (ნახ 1);

როგორც ავლნიშნეთ, სეისმოიზოლაციის სისტემა ჩვეულებრივ ბევრად უფრო დამყოლია, ვიდრე კონსტრუქცია ($R_b < R_s$), მაშინ როდესაც ზედა ნაწილის კონსტრუქციული მასა ბევრად მეტია საძირკველის მასაზე $x \cong 1$ ასევე $v \ll 1$ ფორმულების ანალიზით მივიღებთ:

- ნაგებობის და სეისმოდამცავი სისტემის სიხშირეებს;
- საკუთარი ვექტორის მნიშვნელობას T_1 და T_2 -ს;
- კოეფიციენტებს K_{p1} და K_{p2} -ს;
- ასევე გამოითვლება რხევის ჩახშობის კოეფიციენტები მიწისზედა და მიწისქვედა ნაწილებისათვის α_1 და α_2 ;

თუ $S_b(S, \alpha)$ და $S_a(S, \alpha)$ არის გადაადგილების სპექტრი და ფსევდოაჩქარება, მაქსიმალური მოდალური გადაადგილება შეიძლება იყოს

გამოთვლილი და გაერთიანებული კვადრატული ფესვის ქვეშ კვადრატების ჯამის სახით $d_{b,\max}$ და $d_{s,\max}$;

შესაბამისად, ძვრის კოეფიციენტი შეიძლება გამოისახოს C_s , თუ გავითვალისწინებთ, რომ $v \ll 1$, $\tilde{S}_1 \cong \tilde{S}_h$.

$K_{p1} \cong 1$ და $\alpha_1 \cong \alpha_b$; თუ უგულებელვყოფთ $S_a(\tilde{S}_2, \alpha_2)$ -ს, რადგან $S_a(\tilde{S}_2, \alpha_2) \ll d_s(\tilde{S}_1, \alpha_1)$ ჩვენ მივიღებთ შემდეგ მიახლოებით გამოსახულებას. მიწისზედა და მიწისქვედა ნაწილის $V_{b,\max}$ და $V_{s,\max}$ გადაადგილებისას.

ეს შედეგი ძალზე მნიშვნელოვანია, რომ ავხსნათ იზოლირებული შენობების ქცევა და მათი წინასწარი დაპროექტება.

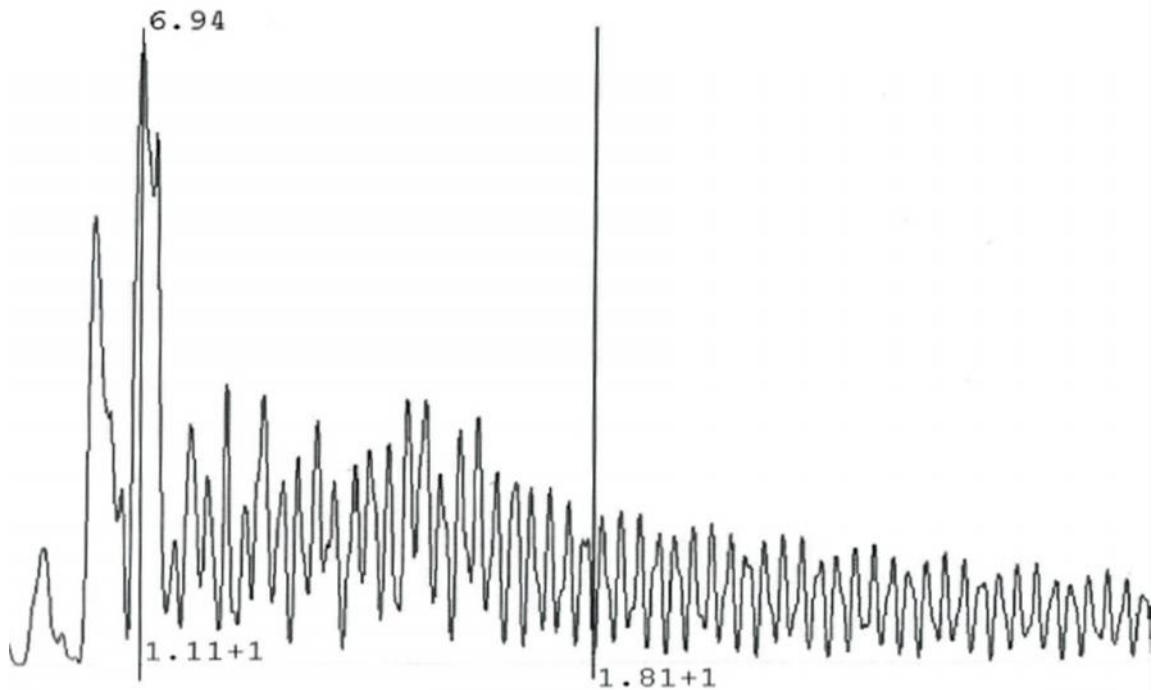
სამუშაოში შემოთავაზებული გაანგარიშების მეთოდის მიხედვით (თავი 4) მიახლოებითი გაანგარიშება ორ მასიანი საანგარიშო სქემის მიხედვით (რომელიც მიცემულია „ევროკოდი 8“-ში).

ასევე შესრულებულია გაანგარიშება გამომთვლელი მანქანის გამოყენებით, შედგენილია პროგრამა და გაანგარიშებულია სხვადასხვა ტიპის შენობებისათვის დინამიური მახასიათებლების და ძალების ცვლილება.

v -ის მცირე მნიშვნელობისათვის და ჩვეულებრივ იზოლაციის სისტემა შეიძლება დაპროექტდეს მაქსიმალური გადაადგილებით, რომელიც ტოლია $S_a(\tilde{S}_b, \alpha_b)$, და კონსტრუქციის ზედა ნაწილი ძვრის კოეფიციენტით $S_a(\tilde{S}_b, \alpha_b)$. ეს მნიშვნელობა შეიძლება მივიღოთ ჰარმონიული ოსცილატორის საფუძველზე, რომლის მასა ჩვეულებრივი კონსტრუქციის ზედა ნაწილის მასის ($m_s + m_b$), ხოლო სიხისტე და რხევის ჩახშობა ტოლია იზოლაციის სისტემის შესაბამისი რიცხვის R_b და α_b . მაქსიმალური ძვრა $V_{h,\max}$ რომელზედაც დამოკიდებულია დაზიანება მიწისძვრისაგან, პროპორციულია სიხშირის კოეფიციენტის \sqrt{V} და საძირკვლის მაქსიმალური გადაადგილების $S_a(\tilde{S}_b, \alpha_b)$ სპექტრის.

კომპიუტერული რიცხვითი მაგალითისათვის შერჩული იქნა 12 სართულიანი (სამ მალაიანი) კარკასული შენობა.

გაანგარიშებისათვის აღებულ იქნა რეალური აქსელეროგრამა (ნახ. #3), რომელიც ჩაწერილი იყო სპიტაკის მიწისძვრის დროს.



ნახ. პაქსელეროგრამა სპიტაკის მიწისძვრის დროს

შენობები შეიძლება იყოს სხვადასხვა ტიპის : ქვის, რკინაბეტონის, ლითონის, კარკასული, კარკასული სიხისტის ბირთვით, დიაფრაგმებით და სხვა.

მიღებული შედეგებიდან (შედეგების სიმრავლის გამო) დამუშავებულია 4 შენობის მონაცემები, რომელიც წარმოდგენილია ცხრილი #1-ში.

როგორც ცხრილში მითითებული მონაცემები გვიჩვენებს, სეისმოიზოლაციის მქონე შენობების მიწისზედა ნაწილს გადაადგილება პირველი შენობის მაგალითზე აქვს 9სმ, ხოლო სეისმოიზოლაციის სისტემას, რომელზედაც მოქმედებს სეისმური ჰორიზონტალური დატვირთვა – 16სმ.

გადაადგილების შემცირება გამოიწვია ინერციის ძალების შემცირებამ, რადგან სეისმოიზოლაციაზე სეისმური ძალის მოქმედება ენერჯის განხნევის გამო შემცირდა მიახლოებით ორჯერ, რაც ლიტერატურაში მოცემული მკვლევარების მიერ არის დადასტურებული. მიწისზედა ნაწილს შემცირებული სიდიდით გადაეცემა დატვირთვა, რაც შესაბამისად იწვევს ინერციული ძალების შემცირებას.

კომპიუტერით გაანგარიშების შედეგები

კარკასი იზოლაციის გარეშე				კარკასი სეისმოიზოლაციით				მონაცემებს შრის განსხვავებები				% განსხვავება	
M	გარეშე			M	კარკასი			M	განსხვავებები			M _{მდუნ} ავი მომენტი	განსხვავება მაღალა
	Q	δ	T		Q	δ	T		Q	δ	T		
71,3	53,1	0,09	0,079	56,1	41,7	0,16	0,71	15,2	11,4	0,079	0,08	21,03	21,4
-81,9	61,2			-72,6	53,3			-9,3	7,9			-11,35	12,7
68,92	47,79	0,087	0,8	53,72	37,3	0,169	0,721	15,2	10,49	0,082	0,014	21,03	21,9
-79,17	53,16			-69,87				-9,3	8,91			-11,35	16,7
64,80	44,93	0,081	0,95	49,6	38,2	0,178	0,871	15,2	6,33	0,087	0,079	21,03	14,08
-74,438	49,98	8		-65,138				-9,3	7,4			-11,35	14,08
60,36	41,85	0,076	0,68	45,16	33,76	0,187	0,601	15,2	3,31	0,0611	0,079	21,35	7,90
-59,54	46,558	2		-51,24	43,34			-9,3	3,21			-11,35	6,89

ინერციული ძალები აღიმკრება მასებისაგან, რომელიც მოდებულია სართულშორისი გადახურვის დონეზე, რადგან საანგარიშო სქემა კარკასული შენობისა სეისმოიზოლაციის გარეშე არის ერთი ბოლოთი ხისტად ჩამაგრებული ღერო მრავლობითი მასით.

გადაადგილების შემცირებამ როგორც მოსალოდნელი იყო გამოიწვია ძალების შემცირება, პერიოდების, რხევის ჩახშობის კოეფიციენტების (დეკრემენტი) დინამიურობის კოეფიციენტის და ყველა დინამიური მახასიათებლების ცვლილება.

განსაკუთრების აღსანიშნავია, რომ მზიდ კონსტრუქციებში ძალების ცვლილება, რომელიც პირდაპირ პროპორციულია მზიდი ელემენტების კვეთის ზომების და არმატურის ხარჯის შემცირებასთან.

უნდა აღინიშნოს, რომ სეისმოიზოლატორის სისტემის დანერგვა მკვეთრად გააუმჯობესებს შენობა-ნაგებობების სეისმომდეგობას. ამ სისტემების გამოყენება მიზანშეწონილია არსებული შენობების სეისმომდეგობის გასაუმჯობესებლად, რომლებიც ჩვენს ქვეყანაში მრავლადაა, ხოლო მას შემდგომ, რაც საქართველო მიაკუთვნეს 7,8 და 9 ბალიან რეგიონს, დღის წესრიგში დგას არსებული შენობების სეისმოუსაფრთხოების გაუმჯობესება.

დასკვნა

მიწისძვრა ბუნებრივ კატასტროფებს შორის ერთ-ერთი ყველაზე საშიში მოვლენაა. მას კაცობრიობა ინჟინრული ხერხებით ებრძვის. მიწისძვრის პროგნოზირება ჯერჯერობით ვერ ხერხდება.

დედამიწის სხვადასხვა ადგილებში მისი გამოვლენა იწვევს ადამიანთა მსხვერპლს, ნგრევას, დედამიწის ზედაპირის შეცვლას და დიდ მატერიალურ ზარალს. ამ მიმართულებით უმნიშვნელო გაუმჯობესება, რაც შეიძლება იყო გაანგარიშების მეთოდების, საანგარიშო სქემების, კონსტრუქციული ღონისძიებების გატარება და სხვა მეტად მნიშვნელოვანია.

სადისერტაციო ნაშრომში შემოთავაზებულია ნაგებობათა სეისმომდეგობის უსაფრთხო ექსპლოატაციისათვის სეისმოდამცავი სისტემების გამოყენება, რომლის განთავსება ხდება ნაგებობის საძირკვლის და ნაგებობის მზიდ კონსტრუქციებს შორის. კვლევების შედეგად დადგინდა:

1. სეისმოიზოლაციის სისტემის გამოყენებისას ნაგებობაზე მოქმედი სეისმური დატვირთვის ზეგავლენა დაახლოებით 1,9–2–მდე მცირდება;
2. სეისმური ძალის ზემოქმედების შემცირება მზიდი კონსტრუქციებში იწვევს ინერციული ძალების შემცირებას, რომელიც საშუალებას იძლევა შევამციროთ რღვევის დონე კონსტრუქციულ ელემენტებში ძლიერი მიწისძვრის დროს;
3. ინერციული ძალების შემცირება იწვევს შენობის მზიდი კონსტრუქციების გადაადგილების შემცირებას, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია ნაგებობის სეისმომდეგობაზე გაანგარიშებისას;
4. გადაადგილების შემცირება დაკავშირებულია მზიდ კონსტრუქციულ ელემენტებში ძალების შემცირებასთან, როგორცაა M, Q ; ძალების შემცირება იწვევს კონსტრუქციების კვეთების და არმატურის ხარჯის შემცირებას;
5. სეისმოდამცავი სისტემის გამოყენებისას შეზღუდულია გადახურვის ძვრა, რომელიც გამორიცხავს არაკონსტრუქციული ელემენტების დაზიანებას და საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ შენობა ძლიერი მიწისძვრის შემდეგაც;
6. სადისერტაციო ნაშრომში გაანგარიშების სპექტრული მეთოდის გამოყენებით გაანგარიშებულია მაგალითი. მიახლოებითი გაანგარიშებით მიღებულია, რომ ნაგებობის გადაადგილება

შემცირდა 2-ჯერ, სეისმოიზოლაციის გადაადგილებასთან შედარებით, რომელიც ტოლია 14,2სმ-ის, ხოლო მიწისზედა ნაწილის გადაადგილება 7,9 სმ;

7. დისერტაციაში შემოთავაზებული გაანგარიშების „სპექტრული მეთოდი“-ს მიხედვით ჩატარებულია კომპიუტერული გაანგარიშება. მიღებული შედეგების ანალიზით შედგენილია ცხრილი, სადაც მოცემულია სეისმოიზოლაციის სისტემის გამოყენების შედეგად დინამიური მახასიათებლების ცვლილებები;
8. კომპიუტერით გაანგარიშებისას გამოყენებულია სპიტაკის მიწისძვრის რეალური აქსელეროგრამა, მიღებულია სეისმოიზოლაციის მქონე შენობის გადაადგილება 16სმ, ხოლო იგივე შენობის გადაადგილება იზოლაციის გარეშე შეადგენს 9სმ-ს;
9. ძაღვების სიდიდე მზიდ კონსტრუქციებში შემცირდა 1,9-ჯერ, რომელიც ემთხვევა მიახლოებითი მეთოდის მიხედვით (მაგალითი) გაანგარიშებისას მიღებულ სიდიდეებს;
10. დინამიური მახასიათებლების, გადაადგილების, პერიოდის, რხევის ჩახშობის, ძაღვების M, Q – შემცირება, რომელიც იწვევს ბეტონის და არმატურის ხარჯის შემცირებას და რასაკვირველია გამოიწვევს ეკონომიურ ეფექტს;
11. სეისმოიზოლაციის გამოყენება შეზღუდულია სვეტზე 300 კნ ვერტიკალურ ზალაზე მეტი დატვირთვის შემთხვევაში;
12. ასევე შეზღუდულია სეისმოიზოლაციის სისტემაზე მუდმივად ჰორიზონტალური ძალის ზემოქმედება;
13. სეისმური დატვირთვებისგან გამოწვეული სუსტი რხევების შეგრძნება ხალხის მიერ, რომლებიც შენობაში იმყოფებიან გამორიცხავს პანიკას მიწისძვრის დროს, რაც ძალზედ მნიშვნელოვანია;

დისერტაციის ძირითადი შინაარსი გამოქვეყნებულია შემდეგ ნაშრომებში

1. ლ. კახიანი, ი. სალაძე, ა. ლეხანიძე, ლ.ბალანჩივაძე – რკინაბეტონის მაღლივი კარკასული შენობის სეიმომედეგობის უზრუნველყოფა სეისმოიზოლაციის სისტემების გამოყენებით – სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ #4(27), თბილისი 2012 წ;
2. ლ. კახიანი, ი. სალაძე – წესები კარკასული შენობის საძირკველში სეისმოიზოლაციის სისტემის დაპროექტების განხორციელებისათვის – სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ #4(31), თბილისი 2013 წ;
3. ლ. კახიანი, ი. სალაძე – სეისმოიზოლაციის მქონე კარკასული შენობის გამარტივებული წრფივი გაანგარიშების მეთოდი – სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ #2(29), თბილისი 2013 წ, გვ. 124;

Abstract

The territory of Georgia is situated in a seismically active region, scoring of which recently has been increased by 7,8,9 scores. It is clearly understood if what are the problems which may occur with the buildings having been constructed tens of year ago and what kind of activities must be conducted in relation to new, constructing buildings. Settlement of a problem of earthquake proof construction is very significant for our country which has one of the most contemporary directions of optimal providing, - a system of seismic isolation. It provides decreasing of efforts caused by earthquakes; it decreases seismic force by 1-2 scores which is directly connected with decreasing of expenditures of cuts, armatures and concrete of load-carrying constructions and generally with falling in price of construction. Seismic isolation systems are actively applied in leading countries of the world. They may be used in new constructions as well as in the buildings located in different engineering-seismic conditions of different constructive-designing solutions.

The target of our research is an investigation of influence of the seismic-protective systems on dynamic characteristics of high reinforcement frame buildings, studying of their efficient application, estimation of statistical and dynamical characteristics in the real constructions. It is remarkable that the seismic isolation systems being a subject of our research have never been used in the buildings and constructions existing in Georgia. Thus, it is very important to conduct a relevant research in this direction timely and, according to the received results, to study application of the seismic isolation systems in high reinforcement frame houses-buildings, calculation of their cost and affordability and defining of dynamic characteristics of the seismic isolators.

When placement of seismic isolators into the foundation, a design diagram of a building is totally changed. If a standard multistory building is one-time statically sustainable, a design diagram of a building having seismic isolators has a doubled static sustainability calculation of which is much more simple. One mass is represented by seismic isolators and located solid covering being a base for the above-ground part of the building and the second mass is the above-ground part of the whole mass. To say it briefly and clearly, during an earthquake seismic isolators experience deformation

(due to acceleration of the soil), and the above-ground part is moved together with the solid steel, as a whole mass, solid body. As a result, deformation of the load-bearing construction represents a deformation of quakes and is very insignificant. It moves only with the solid steel as a solid body. Deformation in its bearing constructions is very insignificant and restoration is very simple.

Proceeding from the above-stated, seismic isolation during its installation decreases the cost of construction but it is much more below of the cost which may become necessary after earthquake, causing material damage, human victims, restoration of ruined buildings, restoration of the infrastructure, panics and other reasons. All the above-stated expenditures significantly exceed the cost of installation of seismic isolators.