Таблица 1 - Смещение и нагрузки по осям X и Y

Нагрузки	Максимальное смещение (м)	Максимальный базовый сдвиг (кН)
Загрузка по оси X	0,443	232,127
Загрузка по оси Y	0,420	101,408

Заключение. Анализ на продавливание является идеальным методом исследования нелинейного поведения конструкции.

Зависимость между моментом и кривизной является важным инструментом для определения заданных пользователем свойств пластических шарниров сечений. Кривая взаимодействия нагрузки и момента необходима для определения шарниров колонн. Во всех случаях максимальный сдвиг основания превышал расчетный сдвиг основания. Последовательность образования шарниров показала, что локальное разрушение происходит в балках раньше, чем в колоннах. Шарниры образовались в пределах уровня безопасности жизнедеятельности для нагрузок по оси X и Y соответственно. Здание является приемлемым и безопасным для предполагаемого уровня землетрясения с точки зрения прочности на сдвиг основания.

Список литературы

1. Руководство по SAP2000 (версия 25), «CSI getting started with SAP2000», Computers and Structures, Inc. Berkeley, USA.
2. ATC-40, «Сейсмическая оценка и модернизация бетонных зданий», Совет по прикладным технологиям. – Калифорния: Том 1, 1996.
3. ASCE 41-06(2007), «Сейсмическая реабилитация существующих зданий», Американское общество инженеров-строителей. - Вирджиния, США.
4. FEMA 356, «Предварительный стандарт и комментарии для сейсмической реабилитации зданий», Федеральное агентство по управлению чрезвычайными ситуациями и Американское общество инженеров-строителей, ноябрь 2000 г.
5. СН КР 20-02:2018 «Сейсмостойкое строительство» Нормы проектирования.
6. Шинде, Д.Н. Анализ продавливания многоэтажного здания [Текст] / Д.Н. Шинде, Н.В. Вина, Ю.М. Пудале // Международный журнал исследований в области техники и технологий. – 2014. - Том 3. - с. 691-693.

УДК 699.841

А.Э. Энсебеков, Д.К. Алиева, Ж.Д. Кыдырова, Э.К. Сулайманов
И.Раззаков ат. КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A.E. Ensebekov, D.K. Alieva, Zh.D. Kydyrova, E.K. Sulaimanov
Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
a.ensebekov@kstu.kg, diku8907@mail.ru, j.kydyrova@kstu.kg, sulaimanov-ernis@mail.ru

ТЕМИР-БЕТОН КАРКАС СИСТЕМАСЫНЫН СЕЙСМИКАЛЫК ТУРУКТУУЛУГУН ЖАНА СЕЙСМИКАЛЫК ИЗОЛЯЦИЯ ЫКМАЛАРЫН ИЗИЛДӨӨ

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ И МЕТОДА СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ ИЗ БЕТОННОЙ КАРКАСНОЙ КОНСТРУКЦИИ

STUDY ON SEISMIC RESISTANCE AND ISOLATION METHOD OF CONCRETE FRAME STRUCTURE

Эбегейсиз зор энергия алып келе турган табигый кубулуш катары жер титирегенде адатта имараттар, турак үйлөр кыйрап, акыркы жылдары адам баласын чоң жоготууларга туш кылууда. Ошондуктан сейсмикалык долбоорлоо коомдук туруктуулук жана экономикалык өнүгүү менен тыгыз байланышта. Курулуш конструкциясынын негизги түрү катары каркас системасы биздин күнүмдүк жашообузда кеңири таралган. Ошол себептүү мындай конструкциянын сейсмикага туруктуу долбоору зор мааниге ээ. Бул макалада адегенде жер титирөөнүн бул кубулушунун алдын ала түшүнүгү киргизилет. Жер титирөөдөн улам келип чыккан каркастык конструкциялардын бузулушунун формалары жана учурдагы сейсмоизоляция системалары талданат. Жарандык курулуш жана архитектура жаатында «сейсмоизолятор» термини имараттарды жана курулмаларды жер титирөөнүн кесепеттеринен изоляциялоо үчүн колдонулган бардык шаймандарды билдирет.

Түйүндүү сөздөр: *сейсмикалык обочолонуу, демпфер, жылма подшипник, жер титирөө, каркас системасы, кыйроо.*

Землетрясение, как природное явление, которое может принести огромную энергию, обычно вызывает обрушение зданий и в последние годы принесло людям большие потери, поэтому сейсмическое проектирование тесно связано с социальной стабильностью и экономическим развитием. Каркас как основной вид строительной конструкции широко распространен в нашей повседневной жизни, поэтому сейсмостойкая конструкция рамной конструкции становится необходимой. В этой статье сначала представлено предварительное понимание этого явления землетрясения, анализируются формы повреждений каркасных конструкций, вызванных землетрясением, а затем анализируются существующих систем сейсмоизоляции. В *области гражданского строительства и архитектуры под термином «сейсмоизоляторы» понимают все те устройства, которые используются для изоляции несущей конструкции зданий и сооружений от последствий землетрясения.*

Ключевые слова: *сейсмоизоляция, демпфер, скользящий подшипник, землетрясение, каркасная система, разрушение.*

Earthquake, as a natural phenomenon that can bring enormous energy, usually causes buildings collapses and has brought great losses to human beings in recent years, so seismic design is closely related to social stability and economic development. As a basic kind of building structure, frame has been prevalent in our daily life, so the seismic resistant design of frame structure becomes essential. This paper firstly introduces a preliminary understanding of this phenomenon of earthquake, analyzes the forms of damage of frame structures caused by earthquake, and then the existing seismic isolation systems are analyzed. In the field of civil engineering and architecture, the term “seismic isolators” refers to all those devices that are used to isolate the supporting structure of buildings and structures from the effects of an earthquake.

Key words: seismic isolation, damper, sliding bearing, earthquake, frame system, destruction.

Киришүү. Жер титирөө – бул күчтүү энергияны бөлүп чыгара турган жаратылыш кубулушунун бири болуп саналат. Бул абдан кыйратуучу түрү. Натыйжалуу коргоо чаралары болбосо, ал адамдын өмүрү менен мүлктүн чоң жоготууларына алып келет. Жер титирөө өзү адамдарга анча деле коркунуч туудурбайт жана адамдар андан түздөн-түз өлүп калышы мүмкүн эмес. Бирок, ал тарабынан пайда болгон чынжыр реакциясы, мисалы, имараттын

кулашы, суу ташкыны жана өрт өлүмгө алып келиши мүмкүн. Ал эми имараттын кулашы өлүмдүн эң негизги себеби болуп саналат. Статистикалык маалыматтарга ылайык, жер титирөөдөн каза болгондордун 95% ы имараттардын урашынан болот. Ошондуктан имараттарды сейсмикалык долбоорлоо имараттарды конструкциялык долбоорлоодо негизги элемент болуп саналат. 21-кылымдан бери салттуу сейсмикалык долбоор чоң жер титирөөлөргө туруштук бере албагандыктан, салттуу сейсмикалык долбоорго салыштырганда, изилдөөчүлөр арзан баада жана көрүнүктүү эффект менен жер титирөөгө туруктуу иш-чаралардын сериясын иштеп чыгышты. Алардын ичинен эң типтүү чаралары амортизация жана сейсмикалык изоляция болуп саналат. Анткени, бул эки техниканын салттуу сейсмикалык туруктуу методдорго караганда чоң артыкчылыктары бар. Ошондуктан алар жакшы перспективага ээ жана сейсмикалык долбоорду өнүктүрүүнүн биринчи тенденциясы болуп калды. Бул эмгекте биринчи кезекте курулуштардын сейсмикалык зыяны жана сейсмикалык долбоорлоонун мааниси, ал эми андан ары конструкциялык амортизация жана сейсмикалык изоляциялоо ыкмалары киргизилет. Акырында сейсмикалык долбоорлоо перспективасы алдыга коюлган.

Каркас конструкциясынын сейсмикалык бузулушу. Каркас конструкциясы үчүн жер титирөөдө каркас конструкциясынын негизги бузулушуна мамычанын бузулушу, устундун бузулушу жана устун-мамычанын муундарынын бузулушу кирет [1].

Мамычанын бузулушу: каркас структурасында мамычанын бузулушу, балким, эң кеңири таралган жана жалпысынан устундун бузулушуна караганда көбүрөөк катталат жана андан олуттуураак. Сейсмикалык толкундар алгач тирөөчтөргө таасир тийгендиктен, мамычалар устундарга караганда бузулууга көбүрөөк дуушар болот. Мындан тышкары, устундун учундагы арматура мамычанын учуна караганда көбүрөөк болот. Бул устунга караганда мамычанын көтөрүү жөндөмдүүлүгүн азыраак кылат. Жер титирөөдө мамычанын катмарлар аралык жылышуусу чоңураак. Бул устундун алдында пластикалык шарнирлердин пайда болушуна жана күчтүү устун жана алсыз мамычанын механизмине алып келип, тирөөчтүн аягындагы бузулууларды жеңилдетет. Тирөөчтөрдүн бузулушунун негизги себеби – анын учундагы хомут жетишсиз же хомуттун диаметри кичине болгондуктан, мамычанын көтөрүү жөндөмдүүлүгү кичине. Тирөөч учуна келип түшкөн сейсмикалык зыяндын негизги көрүнүшү тирөөчтүн үстүңкү бөлүгүнүн бузулуусунун астыңкы бөлүгүнө караганда начар болушу, мамычанын үстүңкү бөлүгү менен устундун бириккен жери өзгөчө олуттуу, аягы тирөөчтө пластикалык шарнир пайда болуп, арматура ийилип кетет. Мамычанын түбүндө горизонталдуу жарака пайда болуп, бетон кулап, майдаланып, узунунан жасалган арматура бүгүлүп, **хомут** буралып калат. Башка көрүнүштөргө «ички мамычанын бузулушунан да жаман бурч мамычасынын кыйрашы» жана «кыска мамычанын талкаланышы узун мамычанын бузулушунан да катуураак» кирет. Алардын көбү жылдыруудан пайда болгон бузулуулар. Көбүнчө үстүңкү бөлүгү сынып, натыйжада кыйгач жаракалар пайда болуп, астыңкы бөлүгү чыгып кетет. Бетон тазаланып, майдаланып, темир тилкеси ачыкка чыгат. Мамычанын үстүңкү учу ылдыйкы четине караганда азыраак чектелгендиктен, мамычанын үстүңкү учу жер титирөөгө көбүрөөк дуушар болот. Ошо сыяктуу эле, бурчтук мамыча ички мамыча караганда көбүрөөк бузулган. Анткени, имараттын биринчи, эң сырткы бөлүгү экинчисине караганда азыраак кысылган. Эгерде мамыча узун болсо, анда жол кыйшаюусу чоң болот. Жер титирөөдө сол жана оң селкинчектин жылышы кыска мамычага караганда чоңураак, ошондуктан жер титирөөнүн зыяны кыска мамычага караганда азыраак болот.

1-сүрөт. Каркас конструкциясынын сейсмикалык бузулушу

Устундун бузулушу: устундун жаракалары анын учунда пайда болот. Жер титирөөдө бетондун чыңалуу бекемдиги пайда болгон чыңалуудан азыраак болуп, жаракалардын пайда болушуна алып келет. Жер титирөө күчтүү болсо, ички арматура бошотуп, кесилиш бурчу кескин өсөт. Эгерде устундун учунда хомут жетишсиз болсо, жер титирөөдөн пайда болгон кесүү күчү жаракаларга, ал тургай сыныктарга алып келет [1].

Туташтыргычтын бузулушу: акыркысы туташтыргычтын бузулушу. Байланыш жер титирөө учурунда чоң кесүү күчүн жана басымды жаратышы мүмкүн. Кесүү күчү өтө жогору болгондо бетондун бузулушу хомуттун түшүүсүнө чейин болот, бул конструкциянын жылышына жана жантайышына алып келет [1]. Жогоруда айтылган үч негизги кыйроодон тышкары, тепкич клеткасынын, дубалдардын толтурулушундагы жана курчап турган түзүлүштүн бузулушу бар.

Тепкичтердин бузулушу: бузулуунун бир бөлүгү тепкичте, тепкичтин таянычынын бетону бузулган, полдун узунунан кеткен устундары чыгып, ал тургай сынган. Тепкичтин ортосунда чоң горизонталдуу жарака пайда болуп, тепкичтин устунунун бетону бөлүнүп кеткен. Тепкичтер бир тетик катары долбоорлонгондуктан жана жер титирөө учурунда тепкичтердин негизги конструкция менен координацияланган жылышы жана күчү бүткүл конструкциянын сейсмикалык анализинде эсепке алынбагандыктан, тепкичтин кулашы абдан кеңири таралган.

2-сүрөт. Каркас конструкциясындагы тепкичтердин сейсмикалык бузулушу

Толтуруучу дубалдын жана тосмо кабыгынын бузулушу: ири бузулуу негизинен кабыктын жана толтуруучу дубалдын түзүлүшүндө болот. Бузулуулардын негизги түрлөрү - мамычанын периметри боюнча дубалдын бетиндеги жаракалар, терезелердин ортосундагы дубалдагы кыйгач же туурасынан кеткен жаракалар жана терезенин астындагы дубалдагы горизонталдуу жаракалар, андан да олуттуу бузулуу бул дубалдын бир бөлүгүнүн талкаланышы [1]. Каркас конструкциясынын ичи дубал жана тосмолор менен толтурулган

жана бул конструкция каркас конструкциясынын сейсмикалык туруктуулугунун негизги фактору болуп саналат. Ошондуктан, толтуруу дубалы структуралык полдун кесүү бөлүштүрүлүшүн өзгөртөт жана горизонталдуу кесүү күчүнүн көпчүлүк бөлүгүн көтөрөт. Ошону менен негизги каркас түзүмүнүн горизонталдуу кесүү күчү азаят жана негизги түзүлүшкө зыяны азаят. Мындан тышкары, толтурулган дубалдын катуулугу өтө жогору. Бул каркас түзүмүнүн горизонталдык деформациясын азайтат, катмардын жылышын жана тартылуу эффектисин азайтат. Толтуруучу дубалдын жана имараттын конвертинин болушуна байланыштуу «күчтүү мамыча жана алсыз устун» эрежеси боюнча конструкциялык бузулуулар сейрек кездешет. Экинчи жагынан, каркас конструкциясы ийкемдүү жана толтуруучу дубал катуу болгондуктан, жер титирөө учурунда эки конструкциянын деформациясы туруктуу эмес. Ал эми кошулган жерде эффективдүү бириктирүү жок болсо, дубалдын кыйрашына жана бузулушуна алып келет.

Макроскопиялык жактан алганда, каркастын төмөнкү бөлүгү жер титирөөдөн азыраак зыян тарткан. Бирок, бир аз тартылуу эффектиси пайда болгон. Бирок, имараттын жогорку катмары, адатта, чыгып турат. Бетон жаракалары жана негизги структура менен бетондун ортосунда горизонталдык жарака пайда болот. Имараттын негизги бөлүгүнө салыштырмалуу сыртка чыгып турган бөлүгүнүн кичинекей массасы жана катуулугунан улам, жер титирөө учурунда ылдамдануу жана жылдыруу чоңураак болот. Натыйжада тартылуу эффектиси пайда болот [2].

Сейсмикалык окуялар учурундагы жер титирөөлөрдөн келип чыккан зыянды байкоодо, толтуруу дубалдардын болушу темир-бетон каркас имараттарынын жүрүм-турумуна олуттуу таасирин тийгизерин көрсөтүп турат. Толтуруу дубалдары, адатта, структуралык эмес элементтер деп эсептелет, ошондуктан алардын сейсмикалык реакциясынын таасирин ачык эске алышпайт, бирок көпчүлүк учурда бул салымды четке кагуу туура эмес болуп калат. Кыргызстанда кыш менен толтурулган дубалдары бар каркас системасын долбоорлоо кеңири колдонулган конструкциялык чечим болуп санала [3].

Сейсмикалык долбоорлоо

Сейсмикалык долбоор. Сейсмикалык долбоорго сереп - бул жер титирөөдө курулуш структурасынын экономикалык жана коопсуздук талаптарына жооп берген долбоордун бир түрү. Жер титирөөнүн кесепеттерине каршы туруунун же алсыратуунун биринчи жолу - сейсмикалык долбоорлоо коддору деп аталган имараттарды долбоорлоо үчүн коддорду колдонуу.

Соккуларды сиңирүү. Жер титирөө - бул энергияны бөлүп чыгаруучу табигый кубулуш. Имараттардын бузулушу жер титирөөдөн бөлүнгөн энергиянын имараттарга тийгизген таасиринин натыйжасы болуп саналат. Азыркы учурда имараттарга жер титирөөдөн келтирилген зыянды азайтуу боюнча чаралар имараттарга амортизациялык конструкцияларды кошууну камтыйт. Амортизация деп имараттарга жогорку деформациялык кубаттуулуктагы кээ бир энергияны таратуучу компоненттерди, мисалы, (тирөөч, жылышуу дубалы, туташтыргыч ж.б.) орнотуу же толуктоо же конструкциялардын айрым бөлүктөрүнө орнотуу, мисалы, аралык катмар, туташуу ж. б. жер титирөө болгондо, эпицентрден имаратка берилген энергия сейсмикалык энергияны керектөө үчүн жылуулук энергиясына айландырылышы мүмкүн. Ошону менен курулуштан келип чыккан жоопту азайтат. Кичинекей жер титирөө болгон учурда, амортизаторлор имараттын жалпы катуулугун жогорулатышы мүмкүн. Ал эми имарат өзү ийкемдүү бойдон калат. Чоң баллдык жер титирөө болгондо конструкция ийкемсиз болгонго чейин энергияны таратуучу түзүлүштүн каптал деформациясы негизги структуранын ийкемсиздигин алдын алат. Амортизаторлор адатта демпферлерден турат. Учурда амортизаторлордун эки негизги түрү бар:

Жылышуу демпфери: жылышуу демпферинин таасири негизинен жер титирөөдө имараттардын жылышына байланыштуу. Жылышуу канчалык көп болсо, эффект ошончолук жакшы болот. Бул демпферге адатта металл демпфер жана сүрүлүү демпфер кирет. Металл демпфер өз материалынын эластопластикалуулугунан улам энергияны керектей алат.

Натыйжалар металл демпфердин чоң демпфингге, кичине жылышууга жана туруктуу энергия бөлүнүшүнө ээ экенин көрсөттү. Каркас структурасында кабаттын бузулушун азайтып, дубал менен устундун ортосундагы зыянды азайтууга болот. Бул устундардын, мамычалардын жана муундардын бузулуу коркунучун жана жер титирөөнүн титирөө эффектисин натыйжалуу азайта алат. Бирок, мындай демпфердин кирешелүүлүгүн жөнгө салуу мүмкүн эмес жана орнотулгандан кийин өзгөртүү мүмкүн эмес. Бул демпферди ар кандай жер титирөөлөргө көнө албай калат. Сүрүлүү демпфери сүрүлүү энергиясын салыштырмалуу кыймылдуу эки компонент аркылуу таркатуу үчүн колдонулат. Жер титирөө болгондо, демпфер структуранын катуулугун жогорулатып, өзүн-өзү дирилдөө мезгилин кыскартып, катмардын жылышы сыяктуу структуралык реакцияны азайтышы мүмкүн. Фрикциялык демпфер, ошондой эле металл демпфер, ар кандай жер титирөөлөрдө энергияны бөлүштүрүү талаптарын канааттандыра албайт. Жылышуучу демпферлерди жасоонун оңойлугу жана билинер-билинбес гистерезис көрсөткүчтөрү менен жогорку натыйжалуу энергияны чачыратуу менен алар туруктуу жана жогорку экономикага ээ [4].

Ылдамдык демпферлери: ылдамдык демпферлери демпфинг жана салыштырмалуу кыймыл функционалдык байланышты билдирет. Иштөө принциби поршендин кыймылына окшош. Анткени, алар поршендин алдыңкы жана арткы бөлүктөрүнүн ортосундагы басымдын айырмасы суюктукту тешиктен өткөрүп, демпфердик күчтү жаратат. Алардын амортизация жөндөмү ылдамдыкка пропорционалдуу, деформация канчалык тез болсо, демпфердик күч ошончолук көп болот. Демек, жалпы демпфердик эффект ошончолук жакшы болот. Ылдамдык демпферлерине негизинен илешкек демпферлер жана вискоэластикалык демпферлер кирет. Алардын ичинен илешкектүү демпферлер суюктуктун кинетикалык энергиясын энергияны керектөө үчүн илешкектүү суюктуктун тешикчелери аркылуу жылуулук энергиясына айландыруучу түзүлүштөр. Илешкектүүлүк амортизаторлорундагы суюктуктун түрү алардын шок абалына таасир этиши мүмкүн. Суюктуктун илешкектүүлүгү канчалык жогору болсо, натыйжасы ошончолук жакшы болот. Кадимки суюктук чөйрөсүнө гидравликалык май, силикон майы жана башкалар кирет. Мындан тышкары, демпфердин бул түрүнө дүүлүгүү жыштыгы, тышкы температура жана салыштырмалуу ылдамдык таасир этет. Офсеттик демпферлерге салыштырмалуу, демпфердин бул түрү ар кандай чоңдуктагы жер титирөөлөргө ыңгайлашып, структуралардын иштөө мөөнөтүн өзгөртпөстөн конструкциялардын демпфингин жогорулатат. Катмарлардын жылышын, кабаттар аралык жылышты (дрейфти) жана сейсмикалык жүктөмдөрдүн таасири астында базанын жылышын азайтат. Вискоэластикалык демпферлер кремний сыяктуу ийкемдүү жана илешкектүү касиеттерге ээ болгон кээ бир жогорку молекулалуу полимерлерди энергияны таркатуучу материал катары колдонгон энергияны таркатуучу түзүлүштөрдү билдирет. Мындай илешкектүү материалдар, адатта, термелүүчү компоненттерге түздөн-түз бекитилет же эки компонентке салыштырмалуу кыймылынан энергияны таркатуу үчүн эки компоненттин ортосуна орнотулат [4].

3-сүрөт. Илешкек демпфер

Амортизация жер титирөөдө конструкциянын деформациясын кыйла азайтат. Ошону менен структуралык эмес компоненттер жер титирөөдө катастрофалык түрдө бузулбоосун камсыздайт. Мындай сейсмикалык долбоор менен структурадагы жүк көтөрүүчү түзүлүш жер титирөөдөн пайда болгон энергияны тез сарптап, негизги структураны бузулуудан коргой алат.

Сейсмикалык обочолонуу (изоляция). Азыркы учурда, сейсмоизоляция абдан популярдуу сейсмикалык курулуш болуп саналат. Жер титирөө учурунда үстүңкү структура, анын ичинде мамычалар, устундар жана дубалдар чоң жылышууга дуушар болот. Сейсмоизоляция, фундаментке же ортоңку катмарга изоляциялоочу шаймандардан (подшипниктерден, демпферлерден) турган изоляциялоочу катмарды кошуу менен жер титирөөдөн имаратка берилген энергияны алсыратуу жана чачыратуу жана үстүңкү структуранын табигый термелүү мезгилин узартуу үчүн сейсмикалык толкундардын таралышын тосуу үчүн изоляциялоочу түзүлүштөрдү колдонот. Акыр-аягы, жер титирөө учурунда кошумча реакцияны азайтат. Изоляцияланган конструкциялар амортизациялык конструкцияларга караганда имараттын жер титирөө реакциясын алсыратууга көбүрөөк жөндөмдүү. Статистикалык маалыматтарга ылайык 2011-жылы Тынч океанынын Тохоку жээгиндеги жер титирөөдө адамдардын 5% гана имараттардын кыйрашынан улам каза болуп, бардык обочолонгон имараттардын үстүңкү түзүлүштөрү негизинен бүтүн бойдон калган. Ошондой эле изоляцияланган имараттардын 15% гана сейсмоизоляциялык түзүлүштөр бузулган. Андан тышкары жылуулоочу структуранын сейсмикалык реакциясы салттуу сейсмикалык долбоорго караганда 67-84% га аз. Ошондуктан сейсмоизоляция азыркы учурда сейсмикалык долбоордун негизги долбоору болуп калды. Мындан тышкары сейсмоизоляцияланган курулуш амортизаторлор менен орнотулган конструкцияларга салыштырмалуу бир топко үнөмдүү жана практикалык. Учурда, өнүккөн өлкөлөрдө, имараттарында негизинен темир-бетон конструкциялары жана сейсмоизоляция кеңири колдонулат. Илимдин жана коомдун өнүгүшүнүн аркасында учурда резина подшипниктердин түрлөрү ар түрдүү. Сейсмоизоляциялык аппараттар негизинен үч категорияга бөлүнөт:

Ламинатталган болоттон жасалган резина подшипниги: бул сейсмоизоляцияда эң көп колдонулган подшипник. Негизинен резина жана көп катмарлуу болот плиталардан турат. Жука болот табак резина катмарларынын ортосунда кысылып, үстүңкү структуранын иштөө мөөнөтүн узартат жана бүт структуранын вертикалдуу катуулугун жогорулатуу үчүн белгилүү бир демпфингди камсыз кылат. Бул горизонталдык сейсмикалык таасирлерди азайтып гана тим болбостон, кошумча түзүлүштөгү вертикалдык жүктү көтөрө алат. Мындан тышкары, подшипниктин ичи каптал катуулугун жогорулатуу жана жумшартуу функциясын аткарган коргошун өзөгү менен жабдылган [5]. Механикалык касиеттери боюнча, изоляциялоочу резина подшипниги ошол эле кесилиши бар темир бетон мамычасына барабар жогорку кысуу көрсөткүчүнө ээ. Ал эми чыңалуу көрсөткүчү кысуу көрсөткүчтөрүнүн ондон бир бөлүгүн гана түзөт. Туруктуулугу жагынан алганда, подшипниктин бышыктыгы резина материалдарынан көз каранды жана атайын иштетилген резина материалдарын колдонуу анын туруктуулугун бир топ жакшыртат. Бирок, тирөөчтүн бул түрү тик жер титирөөдө демпфердик эффектти камсыз кыла албайт жана узак табигый мезгили бар имараттар үчүн резонанс коркунучу бар. Андыктан мындай тирөөч аз кабаттуу имараттар үчүн жакшы натыйжа берет.

Сейсмикалык изоляторлорду фундаменттердин жана анын үстүндөгү курулмалардын ортосуна коюу менен жер титирөөнүн жыштыктары конструкциянын үстүндөгүлөрдөн бөлүнөт жана ошону менен резонанстык кубулуштардын пайда болушуна бөгөт коюлат. Бул натыйжаны алуу үчүн изоляцияланган конструкция 2,0 – 2,5 секунддан ашык негизги мезгилге жана ошол эле изоляцияланбаган конструкциянын мезгилинен кеминде үч эсе көп боло тургандай долбоорлонууга тийиш. Ошентип, обочолонгон түзүлүш жер титирөө учурунда өзүн дээрлик катуу бир дене сыяктуу алып жүрөт, ал жер титирөөсүнө карата

кыймылсыз калууга ыктайт. Фундаменталдык мезгилдин көбөйүшүнө байланыштуу горизонталдык күчтөрдүн азайышынан тышкары, эгерде изоляция түзүлүшү да жогорку салыштырмалуу демпфердик маанилер менен мүнөздөлсө, күчтөрдүн андан ары азайышы да мүмкүн [6].

4-сүрөт. Ламинатталган резина подшипник

Спираль жана пружиналуу подшипник: подшипниктин бул түрү негизинен спираль пружиналардан турат. Металл пружина тоголок подшипник катары иштейт жана белгилүү бир жылышууга жана жылышуу күчүнө туруштук бере алат. Бирок, анын вертикалдык катуулугу төмөн. Туурасынан кеткен катуулугу жана демпфери төмөн болгондуктан, катуу жер титирөөлөрдө анын иштеши анчалык деле жакшы эмес. Ошондуктан аны демпферлер менен колдонуу керек [5].

5-сүрөт. Жылма подшипник

Жылма жана айланма подшипник: жылма жана айланма подшипник – бул жогорку структураны бир бүтүн катары кабыл алган жана сейсмоизоляция катмарына өтө аз сүрүлүү коэффициенти бар жылма материалды орнотуучу түзүлүш. Ал үстүңкү структура менен төмөнкү структуранын ортосунда салыштырмалуу жылышуу аркылуу сүрүлүүнү пайда кылат жана жер титирөөдө берилүүчү энергияны өзгөртөт. Жер титирөөнүн кесепеттерин натыйжалуу азайтуу үчүн жылуулук энергиясына айландырылат [5]. Анын динамикалык мүнөздөмөсү - бүт системанын табигый мезгили тайгаланууга чейинки структуралык мезгилге дал келет. Изоляциялоочу катмардын катуулугу кичине болуп калат. Ал эми бүт системанын табигый мезгили тайгалангандан кийин чоң болуп калат. Ошентип, жылма жана айланма подшипник көпчүлүк жер титирөөлөрдөн келип чыккан резонанстык эффекттен качат. Эреже катары жылма жана айланма подшипникке графит жаздык жең подшипник, кум жаздык жең подшипник жана башкалар кирет. Колдоонун бул түрү жер титирөө учурунда

үстүңкү структуранын бардык жүгүн көтөрүшү керек болгондуктан, үстүңкү жүк өтө чоң болсо, бул энергияны таркатуунун натыйжалуулугуна таасирин тийгизет. Ал ошондой эле өзүн-өзү жөнгө сала албайт. Ошондуктан изилдөөчүлөр сүрүлүү маятник системасы сыяктуу өзүнөн өзү төгүлө турган жылма жана айланма системаны иштеп чыгышкан [5]. Ошондой эле, сүрүлүү слайдери жылуулук энергиясын өндүрүү үчүн слайд бетине тийгенде өзүнүн тартылуу күчүнө жана сүрүлүүсүнө таянат. Ошону менен сейсмикалык реакцияны азайтуу үчүн энергияны сарптайт.

Корутунду. Жер титирөө 21-кылымдан баштап, көп энергия алып келе турган жана кыйратуучу күчкө ээ болгон табигый кубулуш катары адамзат коомунун өнүгүшүн дагы деле коштоп жүрөт. Экономика жана илим өнүккөн сайын сейсмикалык чаралар барган сайын алдыга жылдырылууда. Алардын ичинен эң натыйжалуу эки ыкма амортизация жана сейсмикалык обочолонуу (изоляция) болуп саналат. Алар күтүлбөгөн жерден жер титирөөдө эсептелген интенсивдүүлүктөн жогору. Сейсмоизоляцияга салыштырмалуу амортизацияны сейсмикалык гана эмес, шамалга да туруктуу колдонуунун кеңири спектринде колдонсо болот. Сейсмоизоляцияга келсек, ал үнөмдүү, жөнөкөй түзүлүшү жана сейсмикалык туруктуулугун жакшыртат. Бул эки ыкма бири-бирин толук алмаштыра албайт, бирок, бири-бирин толуктап турган мамилени түзөт. Сейсмоизоляциянын жана амортизациянын тарыхында Америка Кошмо Штаттары жана Япония аларды колдонууда алдыңкы орундарды ээлешкен. Сейсмикалык туруктуулукка олуттуу таасир тийгизгендиктен, курулушка жана техникалык тейлөөгө каражаттар кыйыр түрдө кыскартылат. Сейсмоизоляция жана амортизация адамдардын жашоосунун коопсуздугун камсыз кылат жана коомго салым кошот. Ошондуктан алардын келечеги чоң. Кыргыз мамлекети социалдык экономиканы өнүктүрүү, бекем негиз түзүү үчүн сейсмоизоляция сыяктуу жогорку эффективдүү сейсмикалык ыкмаларды катуу иштеп чыгышы керек.

Адабияттар тизмеси

1. Ding Hairui, Kai Jun, Seismic Damage Analysis of Frame Structures. Urban Construction Theory Research (Electronic Edition), 2013, (15) 1-3.
2. Earthquake damage investigation group of Tsinghua University, Southwest Jiaotong University, Beijing Jiaotong University, Analysis on Building Damage in Wenchuan Earthquake. Chinese Civil Engineering Society, The Architecture Society of China, Chinese Academy of Engineering, Beijing: Symposium on Building Damage Analysis and Reconstruction of Wenchuan Earthquake, 2010-03-12:38-50.
3. Энсебеков, А.Э. «Влияние наружных стен на жесткость каркаса зданий» Вестник международной ассоциации экспертов по сейсмостойкому строительству / А.Э.Энсебеков // МАЭСС. – Бишкек: 2022. - №2(14). - С.82-86.
4. Wen Long, Research Progress on Shock Absorption Technique of Building Structures and Dampers. Journal of Southwest University for Nationalities (Natural Science Edition), 2020,46 (4):423-432.
5. Tian Wenbin, Seismic Base Isolation and Shock Absorption Technique of Buildings. Journal of Electric Power, 2002, 17 (4):265-267, 271.
6. Энсебеков, А.Э. Изучение системы базовой изоляции зданий и сооружений [Текст] / **А.Э.** Энсебеков, Т.Ж. Исиев // Вестник науки и инновационные технологии,– Бишкек: МУИТ, 2020. - №1(14). - С.253-263.